国内外における最新の情報通信技術の研究開発及びデジタル活用の動向に関する調査研究の請負
成果報告書

2024（令和 6）年 3 月

総務省情報流通行政局情報通信政策課情報通信経済室

（委託先：株式会社エヌ・ティ・ティ・データ経営研究所）

目次

1. 調査研究の概要 1
1.1. 背景 1
1.2. 目的 1
1.3. 実施期間 1
1.4. 実施体制 2
2. 調査研究手法 3
2.1. 国内外における最新の情報通信技術の研究開発等動向の調査（調査 1） 4
2.2. 国内外におけるデジタル活用の動向等の調査（調査 2） 4
2.2.1. 一般国民向けアンケート 4
2.2.2. 企業向けアンケート 8
2.3. 令和 6 年能登半島地震時におけるデジタル活用動向等に関する調査 14
2.4. 外部有識者へのヒアリング 18
3. 調査研究結果 19
3.1. 国内外における最新の情報通信技術の研究開発等動向の調査 19
3.1.1. 情報通信分野における主要国の政策動向 19
3.1.2. 情報通信分野における国内外の主要企業の動向 38
3.1.3. 情報通信技術の研究開発及び社会実装に関する動向 41
3.2. 国内外におけるデジタル活用の動向等の調査 124
3.2.1. 国民生活におけるデジタル活用の動向 124
3.2.2. 企業活動におけるデジタル活用の動向 210
3.2.3. 公的分野におけるデジタル活用の動向 259
3.3. 令和 6 年能登半島地震時におけるデジタル活用動向等に関する調査 282
3.3.1. 令和 6 年能登半島地震における通信インフラの状況調査 282
3.3.2. 令和 6 年能登半島地震におけるメディアの利活用状況調査 295
4. 参考文献一覧 320
4.1. 参考文献一覧 320

図表一覧

図表 1-1　本調査研究の実施体制 2
図表 2-1　仕様書上の調査項目と本報告書における対応箇所 3
図表 2-2　アンケート回収結果（国民） 4
図表 2-3　質問事項（国民） 5
図表 2-4　アンケート回答者の居住地域特性 7
図表 2-5　アンケート回答者の世帯年収比率（日本） 7
図表 2-6　アンケート回収結果（企業） 8
図表 2-7　質問事項（企業） 8
図表 2-8　回答企業の業種グループ 10
図表 2-9　回答企業の規模 11
図表 2-10　回答企業の規模（大企業・中小企業） 12
図表 2-11　回答者の役職 13
図表 2-12　アンケート回収結果（令和 6 年能登半島地震） 14
図表 2-13　質問事項（令和 6 年能登半島地震） 14
図表 2-14　アンケート回答者の居住地域特性 16
図表 2-15　アンケート回答者の世帯年収比率 16
図表 2-16　令和 6 年能登半島地震当日の状況 17
図表 2-17　外部有識者ヒアリング実施対象（実施日順） 18
図表 3-1　経済財政運営と改革の基本方針 2023 の概要 20
図表 3-2　統合イノベーション戦略 2023 の概要 21
図表 3-3　経済安全保障重要技術育成プログラムに係る研究開発ビジョン（第二次） 22
図表 3-4　EU の主なデジタル関連プログラム 29
図表 3-5 主要国における研究開発費総額（名目額）の推移 33
図表 3-6　日本の総研究開発費の対 GDP 比推移 34
図表 3-7　主要国の部門別の性格別研究開発費の内訳 35
図表 3-8 主要国の研究者数の推移 36
図表 3-9 主要国への特許出願状況と主要国からの特許出願状況 37
図表 3-10　主要国の技術分野別パテントファミリー数割合の推移 37
図表 3-11 日本大手通信事業者と GAFAM との研究開発費比較 38
図表 3-12 通信事業者・通信機器・IT サービス事業者の研究開発費比較 39
図表 3-13 企業の売上高研究開発費比率 39
図表 3-14 Beyond5G に求められる機能 42
図表 3-15　Beyond5G の諸外国の取り組み 43
図表 3-16　Beyond5G 推進戦略ロードマップ 44
図表 3-17 産官学で取り組むべき Beyond5G 研究開発 10 課題 45
図表 3-18　G7 群馬高崎デジタル・技術大臣会合の概要 48

図表 3-19 電気通信に関するグローバル連合（GCOT）について 49
図表 3-20　IOWN の提供内容イメージ 52
図表 3-21　IOWN 技術開発ロードマップ 53
図表 3-22 研究開発イメージ図 55
図表 3-23 研究開発イメージ図、将来のオールフォトニクスネットワーク 56
図表 3-24 研究開発イメージ図 56
図表 3-25 デバイス開発 57
図表 3-26 概要図 58
図表 3-27 概要図 59
図表 3-28 実証実験構成 60
図表 3-29 実証イメージ 60
図表 3-30 遠隔操作実装概要 61
図表 3-31 Beyond5G に関する諸外国の政府研究開発投資の状況 62
図表 3-32 量子技術活用イメージ 67
図表 3-33 「量子技術イノベーション戦略」における主要技術領域 68
図表 3-34 量子技術の国内外の動向 69
図表 3-35 未来社会ビジョンの実現に向けた取り組みの全体像 71
図表 3-36 各技術分野の取り組み 71
図表 3-37 研究概要 76
図表 3-38 フィードバック操作による量子ビットの初期化処理の概略図 77
図表 3-39 ISS-地上間の実証実験のイメージ 79
図表 3-40 実証実験の構成 80
図表 3-41 主要国の量子技術政策・研究開発動向の比較 83
図表-3-42 移動通信衛星の種類と概要 90
図表 3-43 人工衛星の打ち上げ数の推移 93
図表 3-44 主要な衛星通信コンステレーション 94
図表 3-45 世界の宇宙産業予測 95
図表 3-46　宇宙戦略基金の概要 101
図表 3-47 事業イメージ（全体像） 104
図表 3-48 研究全体概要図 105
図表 3-49 LEO/MEO 衛星通信の活用イメージ 106
図表 3-50 研究概要図 106
図表 3-51 研究概要図 107
図表 3-52 低軌道衛星－静止軌道衛星間における光通信のイメージ 108
図表 3-53 技術実証イメージ 109
図表 3-54 宇宙統合コンピューティング・ネットワーク 112
図表 3-55 諸外国の宇宙開発予算 115
図表 3-56　主な情報通信機器の保有状況の推移（世帯） 125

図表 3-57　インターネット利用率の推移（個人）..... 126
図表 3-58　全般的なサービス利用状況（国別）..... 127
図表 3-59　テレワーク及びオンライン会議利用状況（国別）..... 128
図表 3-60　テレワーク及びオンライン会議利用が困難である理由（国別）..... 129
図表 3-61　テレワーク及びオンライン会議利用状況（日本：年齢別）..... 130
図表 3-62　テレワーク及びオンライン会議利用状況（日本：世帯年収別）..... 130
図表 3-63　働く上でのデジタル活用への期待（国別）..... 132
図表 3-64　働く上でのデジタル活用への不安（国別）..... 135
図表 3-65　働く上でのデジタル活用への期待（日本：年齢別）..... 138
図表 3-66　働く上でのデジタル活用への不安（日本：年齢別）..... 143
図表 3-67　働く上でのデジタル活用への期待（日本：世帯年収別）..... 148
図表 3-68　働く上でのデジタル活用への不安（日本：世帯年収別）..... 151
図表 3-69　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス利用状況の比較（国別）..... 154
図表 3-70　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービスが困難である理由（国別）..... 155
図表 3-71　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス利用状況（日本：年齢別）..... 156
図表 3-72　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス利用状況（日本：世帯年収別）... 157
図表 3-73　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス活用への期待（国別）..... 159
図表 3-74　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス活用への不安（国別）..... 162
図表 3-75　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス活用への期待（日本：年齢別）... 165
図表 3-76　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス活用への不安（日本：年齢別）... 168
図表 3-77　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス活用への期待の比較（日本：世帯年収別）..... 170
図表 3-78　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス活用への不安の比較（日本：世帯年収別）..... 173
図表 3-79　デジタル化された行政サービス利用状況の比較（国別）..... 176
図表 3-80　デジタル化された行政サービス活用が困難である理由（国別）..... 177
図表 3-81　デジタル化された行政サービスデジタル利用状況（日本：年齢別）..... 178
図表 3-82　デジタル化された行政サービスデジタル利用状況（日本：世帯年収別）..... 178
図表 3-83　公的サービスのデジタル化への期待（国別）..... 180
図表 3-84　公的サービスのデジタル化への不安（国別）..... 183
図表 3-85　公的サービスのデジタル化への期待（日本：年齢別）..... 185
図表 3-86　公的サービスのデジタル化への不安（日本：年齢別）..... 188
図表 3-87　公的サービスのデジタル化への期待（日本：世帯年収別）..... 190
図表 3-88　公的サービスのデジタル化への不安（日本：世帯年収別）..... 193
図表 3-89　デジタル利用のための教育受講状況（国別）..... 195
図表 3-90　攻撃・脅威に関する知識の把握状況（国別）..... 196
図表 3-91　オンライン上の最新情報の入手方法（国別）..... 197
図表 3-92　オンライン情報の信頼性の確認方法（国別）..... 198

図表 3-93　オンラインサービスやアプリ（検索サービスや SNS など）の特性について知っている程度 199
図表 3-94　SNS に投稿（リポスト・シェアも含む）を行う際に毎回注意していること（国別） 201
図表 3-95　プラット・フォーム企業が提供するサービスやアプリケーションでのパーソナルデータ取扱いに関する認識（国別） 202
図表 3-96　パーソナルデータの提供が必要なサービスに対する懸念（国別） 203
図表 3-97　目的別パーソナルデータ提供意向（国別） 204
図表 3-98　パーソナルデータを提供してもよいと思う条件（国別） 206
図表 3-99　プライバシーとセキュリティ保護のための取組（国別） 207
図表 3-100　デジタル化（DX）の取組状況（国別） 210
図表 3-101　デジタル化（DX）の取組状況（日本：企業規模別） 211
図表 3-102　デジタル化の内容と適用範囲 （国別） 212
図表 3-103　サービスなどから得られる個人データ（顧客の基本情報、登録情報など）の活用状況（国別） 214
図表 3-104　製品やサービスから得られる個人データ以外のデータ（製品の稼働状況、利用状況など）の活用状況（国別） 214
図表 3-105　個人データ（顧客の基本情報、登録情報など）の取扱いや利活用において想定される課題や障壁（国別） 215
図表 3-106　個人データ以外のデータ（製品の稼働状況、利用状況など）の取扱いや利活用において想定される課題や障壁（国別） 216
図表 3-107　デジタル化の効果（国別） 218
図表 3-108　デジタル活用方針の策定状況（国別） 219
図表 3-109　デジタル化の方針や戦略の開示範囲（日本：企業規模別） 220
図表 3-110　人材像の定義および社内への周知状況（国別） 221
図表 3-111　システム開発の内製化状況（国別） 222
図表 3-112　デジタル化プロジェクトの担い手（国別） 224
図表 3-113　専門的なデジタル人材の在籍状況（国別） 226
図表 3-114　保有するデジタル人材（日本：企業規模別） 227
図表 3-115　人材確保に向けた取組（国別） 229
図表 3-116　人材確保に向けた取組（日本；企業規模別） 234
図表 3-117　生成 AI の活用方針（国別） 239
図表 3-118　生成 AI の活用にあたっての利用環境やルール等の整備（国別） 240
図表 3-119　生成 AI 導入に際しての懸念事項（国別） 241
図表 3-120　各業務領域における生成 AI の活用状況（国別） 243
図表 3-121　生成 AI の活用推進による自社への影響（国別） 245
図表 3-122　仮想空間（メタバース、デジタルツイン等）活用の有用性（国別） 247
図表 3-123　ロボティクス活用の有用性 248
図表 3-124　デジタル化に関して現在認識している、もしくは今後想定される課題や障壁（国別） . 250

図表 3-125　デジタル化の推進に向けて今後必要と想定される施策や工夫の取組状況（国別） 251
図表 3-126　デジタル社会の実現に向けた重点計画の概要 259
図表 3-127　デジタル行財政改革　中間取りまとめ概要 260
図表 3-128　マイナンバー法等の一部改正法の概要 262
図表 3-129　次期個人番号カードのデザイン（イメージ） 263
図表 3-130　スマホ用電子証明書搭載サービスの概要 264
図表 3-131　地方公共団体の基幹業務システムの統一・標準化における移行支援体制 266
図表 3-132　代表的なアナログ規制である 7 項目 267
図表 3-133　デジタル規制改革推進の一括法におけるアナログ規制の見直し 268
図表 3-134　地方公共団体における規制・見直しマニュアル改訂の概要 269
図表 3-135　自治体デジタル・トランスフォーメーション（DX）推進計画等の概要 270
図表 3-136　自治体フロントヤード改革が目指すもの 271
図表 3-137　マイナンバーカード普及状況の推移 272
図表 3-138　マイナンバーカードの健康保険証としての登録状況推移 273
図表 3-139　公金受取口座の登録状況推移 273
図表 3-140　地方公共団体における行政手続（59 手続）のオンライン利用状況 274
図表 3-141　地方自治体における AI 導入状況 275
図表 3-142　地方自治体における AI 導入状況（AI の機能別導入状況） 275
図表 3-143　地方自治体における RPA 導入状況 276
図表 3-144　地方自治体における RPA 導入状況（RPA の分野別導入状況） 276
図表 3-145　自治体におけるテレワーク導入状況 277
図表 3-146　国連（UNDESA）「世界電子政府ランキング」における日本の順位推移 279
図表 3-147　国連（UNDESA）「世界電子政府ランキング」における日本の個別指標スコア推移 279
図表 3-148　早稲田大学「デジタル政府ランキング」における日本の順位推移 280
図表 3-149　地震及び津波の概要 282
図表 3-150　被害状況の概要 283
図表 3-151　インフラ・ライフラインの被害状況（3 月 26 日時点） 284
図表 3-152　インフラの被害の推移（2024 年 1 月） 285
図表 3-153　NTT 西日本の通信設備の応急復旧状況（1 月 17 日時点） 286
図表 3-154　通信インフラ（携帯電話）の被害（光ファイバの被害・張替） 287
図表 3-155　移動型基地局（船舶型・ドローン型） 288
図表 3-156　通信インフラ（携帯電話）の復旧状況（3 月 21 日時点） 288
図表 3-157　Starlink のバックホール回線活用による応急的復旧のイメージ（KDDI） 290
図表 3-158　通信ネットワークの応急的復旧のために利用した Starlink 機材台数(1 月 18 日時点)(KDDI) 290
図表 3-159　放送分野の被害状況図（2 月 27 日時点） 292
図表 3-160　ケーブルテレビインフラ（放送・通信）の復旧（3 月 22 日時点） 294
図表 3-161　家族や友人・知人等の安否確認実施手段 295

図表 3-162　家族や友人・知人等の安否確認実施手段（地震当日の状況別）..... 296
図表 3-163　家族や友人・知人等の安否確認実施手段（年代別）..... 297
図表 3-164　利用した各手段において問題があったか（各手段の利用者における割合）..... 298
図表 3-165　発災直後に活用したメディア（地震当日の状況別）..... 299
図表 3-166　発災直後に活用したメディア（年代別）..... 300
図表 3-167　目的別に有用だった情報手段（被害の大きさ）（地震当日の状況別）..... 301
図表 3-168　目的別に有用だった情報手段（被害の大きさ）（年代別）..... 302
図表 3-169　目的別に有用だった情報手段（ライフライン）（地震当日の状況別）..... 303
図表 3-170　目的別に有用だった情報手段（ライフライン）（年代別）..... 304
図表 3-171　目的別に有用だった情報手段（行政等による支援）（地震当日の状況別）..... 305
図表 3-172　目的別に有用だった情報手段（行政等による支援）（年代別）..... 306
図表 3-173　目的別に有用だった情報手段（被災地外からの支援方法）（地震当日の状況別）..... 307
図表 3-174　目的別に有用だった情報手段（被災地外からの支援方法）（年代別）..... 308
図表 3-175　地震に関連する情報を SNS で発信した割合（全体）..... 309
図表 3-176　地震に関連する情報を SNS で発信した割合（地震当日の状況別）..... 309
図表 3-177　地震に関連する情報を SNS で発信した割合（年代別）..... 310
図表 3-178　SNS 利用者のうち、真偽不確かな情報を一つ以上見かけた割合..... 311
図表 3-179　SNS 上で見かけたことのある真偽不確かな情報..... 311
図表 3-180　SNS 上で見かけたことのある真偽不確かな情報（地震当日の状況別）..... 312
図表 3-181　SNS 上で見かけたことのある真偽不確かな情報（年代別）..... 313
図表 3-182　SNS 上で真偽不確かな情報を一つ以上拡散した割合..... 314
図表 3-183　SNS 上で拡散したことのある真偽不確かな情報..... 314
図表 3-184　SNS 上で拡散したことがある真偽不確かな情報（地震当日の状況別）..... 315
図表 3-185　 SNS 上で拡散したことがある真偽不確かな情報（年代別）..... 315
図表 3-186　真偽不確かな情報を拡散した理由..... 316
図表 3-187　見かけた情報の確からしさに対する判断..... 317
図表 3-188　情報の真偽を疑った理由..... 318
図表 3-189　真偽がわからない情報の確認方法..... 319
図表 3-190　誤りだと判断した情報に対する行動..... 319
図表 4-1　参考文献一覧..... 320

1. 調査研究の概要

1.1. 背景

1990 年代後半より、パソコン、インターネットや携帯電話などの情報通信技術が急速に普及する中、我が国では、高度情報通信ネットワーク社会形成基本法（IT 基本法）の制定以降、e-Japan 戦略を始めとした様々な国家戦略等を掲げ、インフラ整備や ICT 利活用の推進等を通じてデジタル化を推進してきた。2020 年初頭以降の新型コロナウイルス感染症の世界的な流行により社会・経済課題が深刻化したこと等から、社会全体のデジタル化に向けた取組はますます重要となっている。

デジタル化の推進に当たっては、テレワークの進展等による利用者ニーズの変化、AI やビッグデータ、ブロックチェーン等の技術革新の動向等、国内外の ICT を取り巻く動向を踏まえて、必要とされる取組、政策の方向性を検討することが求められる。

1.2. 目的

本調査研究では、このような背景を踏まえ、国内及び海外主要国における情報通信技術の研究開発及びデジタル活用の状況を調査・分析することで、今後の情報通信政策の企画・立案等に資することを目的とする。

1.3. 実施期間

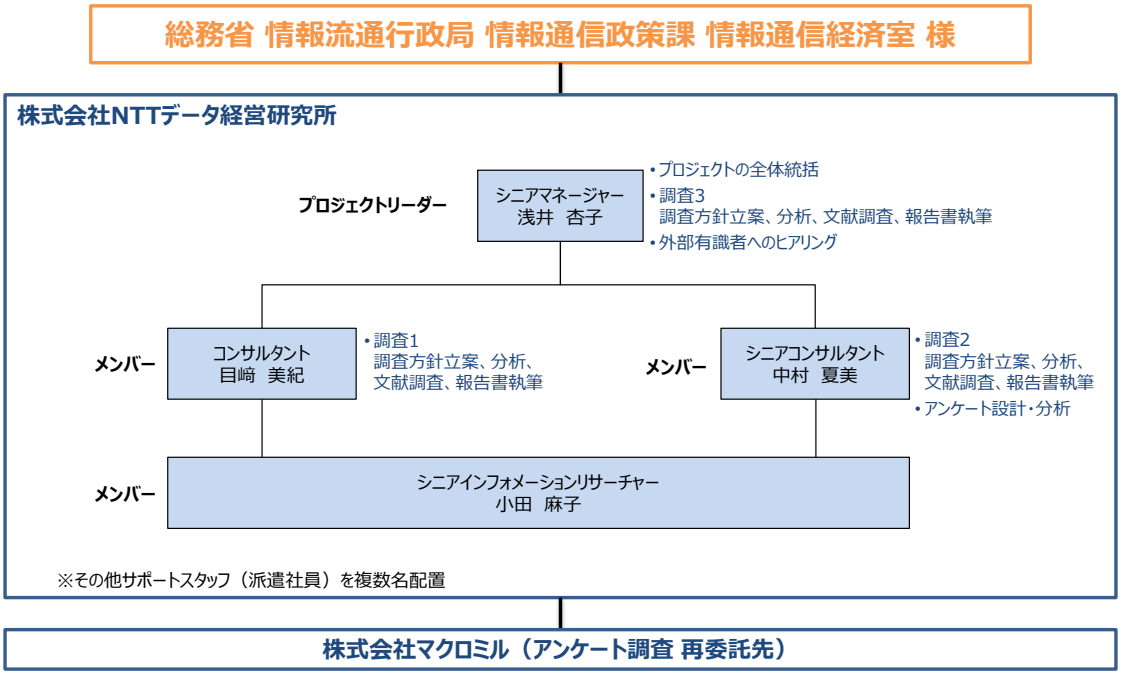
2023 年 10 月 12 日から、2024 年 3 月 29 日までの期間にて実施した。

1.4. 実施体制

本調査研究は、株式会社 NTT データ経営研究所が実施し、アンケート調査の一部を株式会社マクロミルに再委託した。

実施体制を図表 1-1 に示す。

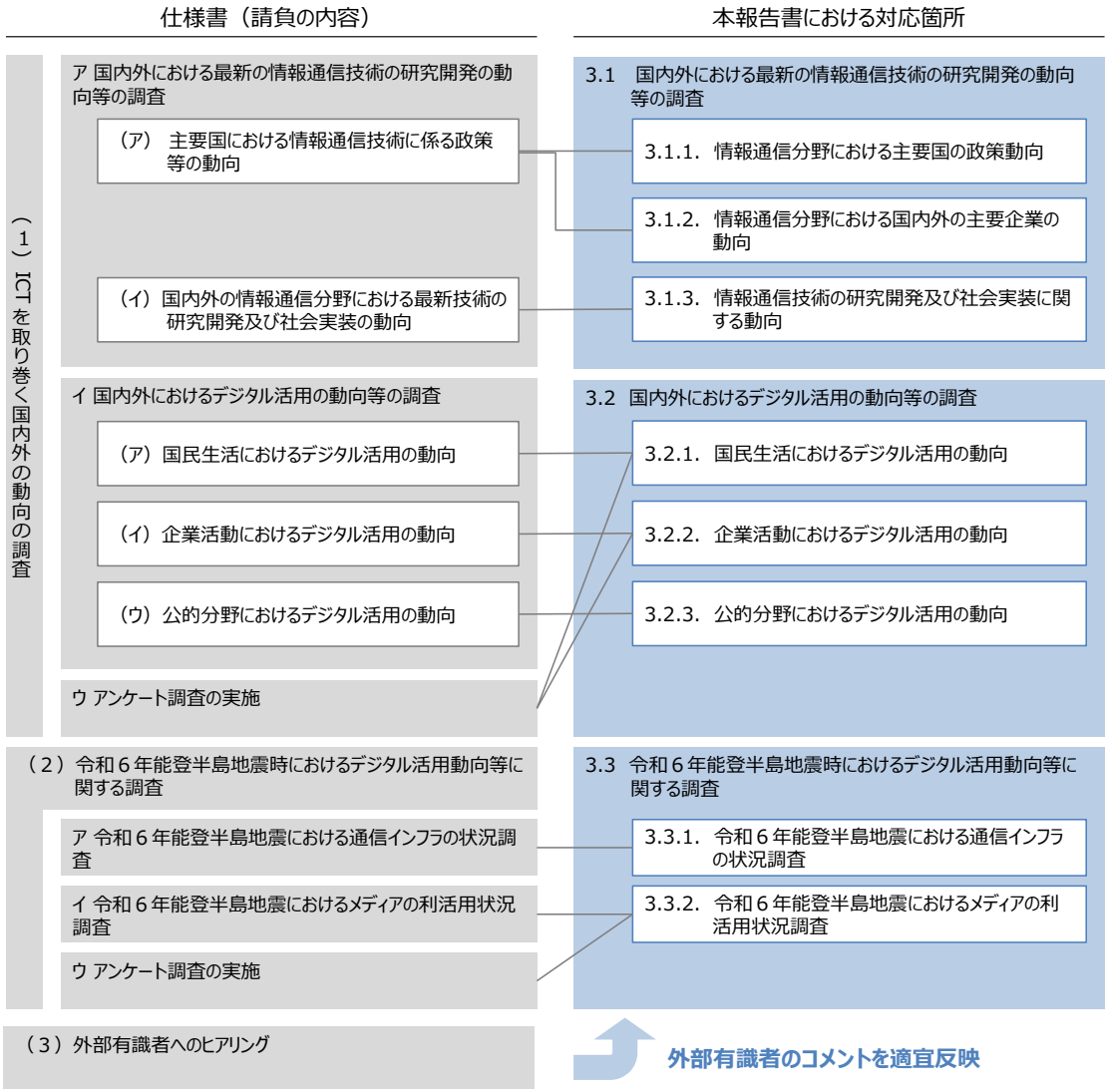
図表 1-1　本調査研究の実施体制



2. 調査研究手法

本調査は、仕様書「3. 請負の内容」に記載された調査項目に沿って実施した。調査結果は本報告書の「3. 調査研究結果」に示すが、読みやすさを考慮し、内容を一部再構成している。仕様書上の調査項目と本報告書における対応関係を図表 2-1 に示す。

図表 2-1　仕様書上の調査項目と本報告書における対応箇所



2.1. 国内外における最新の情報通信技術の研究開発等動向の調査（調査 1）

調査 1 では、まず 1)主要国における情報通信技術に係る政策等の動向調査において、主要国の政策動向（政策概要、体制、予算など）及び国内外の研究開発動向（研究開発費、研究員数など）を整理した。

つぎに 2）情報通信分野における国内外の主要企業の動向において、主要企業の研究開発動向（研究開発費など）を整理した。

また 3)国内外の情報通信分野における最新技術の研究開発及び社会実装の動向においては、1)の主要国政策動向をうけて着目すべき最新技術を抽出し、国内外の動向を整理した上で、日本と海外の動向を比較・分析し、情報通信分野における研究開発、及び社会実装に関する日本の課題をまとめた。

2.2. 国内外におけるデジタル活用の動向等の調査（調査 2）

調査 2 では、国内外（日本、米国、ドイツ、中国）における 1)国民生活、2)企業活動、3)公的分野のそれぞれにおけるデジタル活用の現状と課題について、国ごとの差異や、利用者の属性（年齢、世帯年収、情報リテラシーの程度）等による差異について比較分析を行い、それぞれの領域におけるデジタル活用の動向を概観するとともに、今後のデジタル社会進展に向けた展望や取組むべき課題について検討した。

また、国民及び企業のデジタル化の活用動向の把握のために、国内外の一般国民及び企業に対しアンケート調査を実施した。

2.2.1. 一般国民向けアンケート

(1) 調査方法及び回収結果

調査は web アンケート方式で実施した。調査期間は 2023 年 12 月 15 日から 2024 年 1 月 15 日の間。日本は 1,000 件目標のところ、最終的に 1,030 件の回答を得た。海外に関して各国 500 件目標のところ、米国、ドイツ、中国共に 520 件の回答を得た。

アンケート対象は、各対象国の居住者、及び、20 代から 60 代の男女を対象とした。アンケートの回収結果を図表 2-2 に示す。

図表 2-2　アンケート回収結果（国民）

日本	米国	ドイツ	中国	総計
1030	520	520	520	2590

(2) 質問事項

国民のデジタル活用の動向を利用してシーン別に比較分析できるように設問を設計した。設問内容を図表 2-3 に示す。

図表 2-3　質問事項（国民）

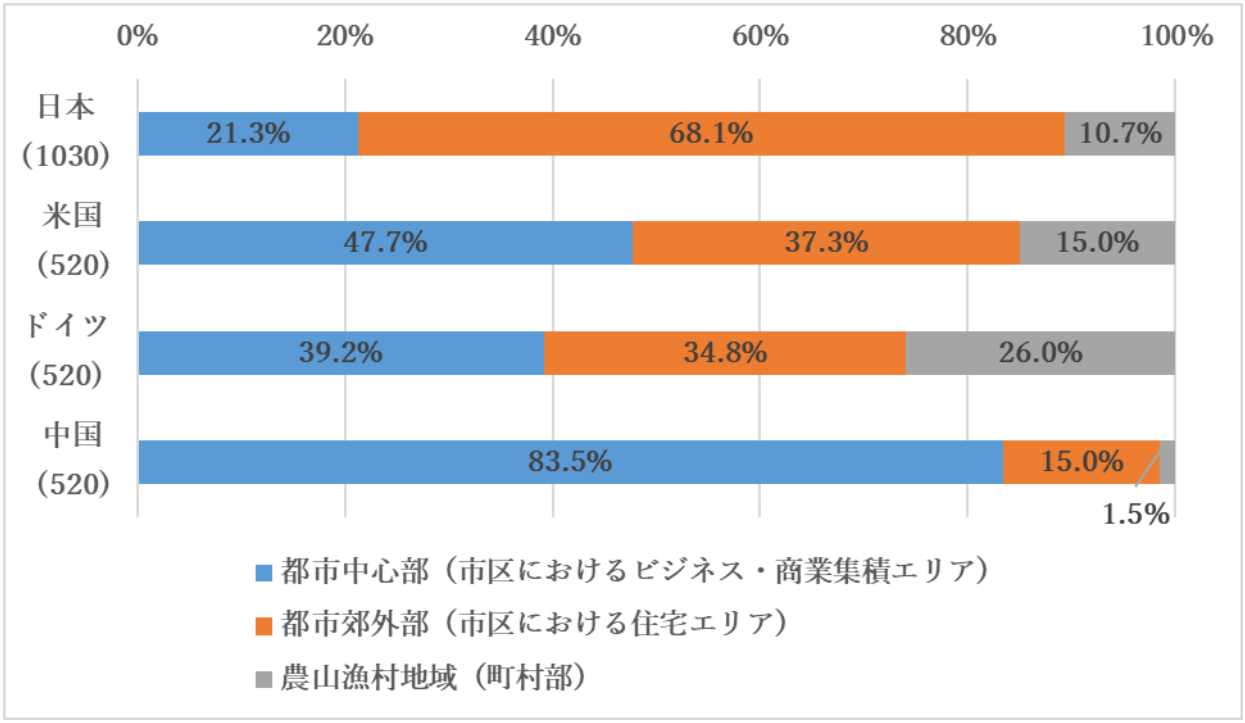
分類	No.	設問内容
基本情報	1	あなたの性別・年齢をお答えください。
	2	あなたがお住まいのエリアをお答えください。
	3	あなたのお住まいの地域の特徴についてお選びください。あてはまるものを１つお答えください。
	4	あなたの世帯年収をお答えください。
	5	あなたとあなたの同居のご家族で、以下の業種に従事されている方がいらっしゃいますか。いる方は、あてはまるものをすべてお選びください。
デジタル活用状況/課題	6	インターネットを利用したサービスについて、あなたが普段利用しているものをすべてお選びください。
	7	デジタルが浸透することで、働き方、民間サービス、公的サービスの在り方が変わりつつありますが、各種デジタル活用についてあなたの現在の利用状況（利用していない場合は今後の利用意向）を教えてください。
	8	前問にて「利用したいが困難」あるいは「利用する気になれない」と回答された方におうかがいします。具体的にどのような課題や障壁がありますか。
デジタル化進展の期待／懸念	9	※さまざまな産業でデジタル活用が進み、テレワークやオンライン会議により時間や場所を選ばず働けるようになったり、また AI やロボットの導入によって業務を自動化・省力化したりすることが可能になってきています。 あなたは、産業のデジタル化進展による社会や働き方の変化について、どのようなことを期待しますか？以下のそれぞれの項目について、 あてはまるものを１つお答えください。
	10	※さまざまな産業でデジタル活用が進み、テレワークやオンライン会議により時間や場所を選ばず働けるようになったり、また AI やロボットの導入によって業務を自動化・省力化したりすることが可能になってきています。 あなたは、産業のデジタル化進展による社会や働き方の変化について、どのようなことを不安に感じますか？以下のそれぞれの項目について、あてはまるものを１つお答えください。
	11	あなたは、オンライン上でリアルタイムに他者と関わることができるサービスのデジタル化進展について、どのようなことを期待しますか？以下のそれぞれの項目について、 あてはまるものを１つお答えください。
	12	あなたは、オンライン上でリアルタイムに他者と関わることができるサービスのデジタル化進展について、どのようなことを不安に感じますか？以下のそれぞれの項目について、 あてはまるものを 1 つお答えください。
	13	※医療や教育、行政サービスなどさまざまな公的サービスをオンラインで利用できるようになってきています。また、AI を活用した診断や将来予測なども取り入れられはじめています。 あなたは、公的サービスのデジタル化進展について、どのようなことを期待しますか？以下のそれぞれの項目について、あてはまるものを 1 つお答えください。

分類	No.	設問内容
	14	※医療や教育、行政サービスなどさまざまな公的サービスをオンラインで利用できるようになってきています。また、AI を活用した診断や将来予測なども取り入れられはじめています。 あなたは、公的サービスのデジタル化進展について、どのようなことを不安に感じますか？以下のそれぞれの項目について、あてはまるものを 1 つお答えください。
デジタル活用に関する共通的な考え方・態度	15	あなたは職場、学校、地域、オンライン講座等で自分の SNS アカウントが乗っ取られるなどのトラブルに遭わないための情報提供を受けたり、教わったりしたことがありますか。あてはまるものを選択してください。
	16	あなたは、次のようなネット上での攻撃・脅威などがどのようなものかご存知ですか。あてはまるものをそれぞれ 1 つずつ選択してください。
	17	あなたはオンライン上で最新のニュースを知りたい時に、どのように情報を入手しますか。あてはまるものをすべて選んでください。
	18	あなたはオンライン上で最新のニュースを知りたい時に、どのように情報の信頼性を確かめますか。以下のそれぞれの項目について、あてはまるものを 1 つお答えください。
	19	あなたが普段利用しているオンラインサービスやアプリ（検索サービスや SNS など）には、次のような特性があることをご存じですか。
	20	あなたは SNS に投稿（リポスト・シェアも含む）を行う際に毎回注意していることはありますか。あてはまるものをすべて選んでください。
	21	あなたは、プラットフォーム企業が提供するサービスやアプリケーションを利用するにあたり、以下の点についてどの程度認識していますか。あてはまるものを一つお選びください。
	22	パーソナルデータの提供が必要なサービスに対して、どのようなことを懸念していますか。あてはまるものを選択してください。
	23	あなたは、以下に挙げる利用目的において、あなたのパーソナルデータを提供してもよいと考えますか。公共目的及び企業等の事業目的のそれぞれについて、あてはまるものを 1 つお答えください。※情報の提供にあたっては適切にあなたの同意がとられ、提供した情報をあなたが識別できなくなるように加工されることを前提とします
	24	大手プラットフォーム企業等が提供するサービスやアプリケーションを利用するにあたり、提供者からあなたのパーソナルデータの提供を求められた場合、提供してもよいと思う条件としてあてはまるものをすべて選んでください。
	25	あなたはオンラインサービスやアプリケーション、電子デバイス上でのプライバシーとセキュリティを保護するためどのような取組をおこなっていますか。あてはまるものをすべて選んでください。

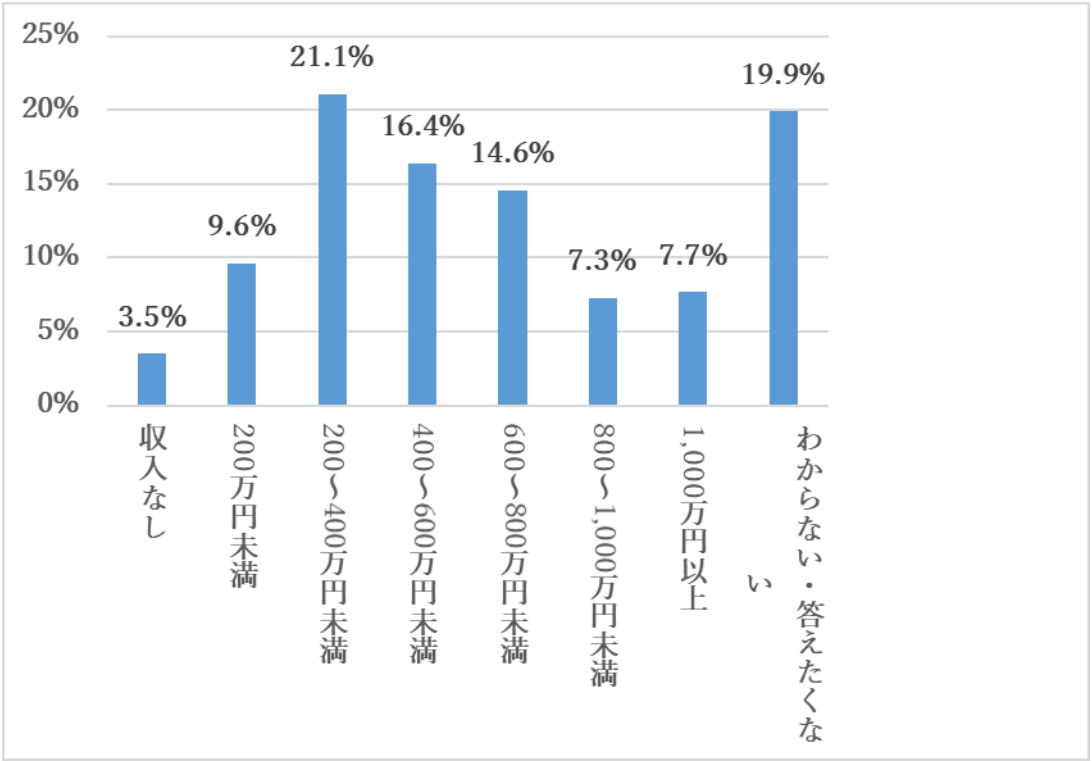
(3) 回答者属性

回収したサンプルの属性は下記の通り。

図表 2-4　アンケート回答者の居住地域特性



図表 2-5　アンケート回答者の世帯年収比率（日本）



2.2.2. 企業向けアンケート

(1) 調査方法及び回収結果

調査は web アンケート方式で実施した。調査期間は 2024 年 1 月 15 日から 2024 年 2 月 2 日の間。日本は 500 件目標のところ、最終的に 515 件の回答を得た。海外に関して各国 300 件目標のところ、米国、ドイツ、中国共に 309 件の回答を得た。

アンケート対象は、対象者は各国の本籍を保有する従業員 10 名以上の企業に勤める人を対象にしている。対象産業は「製造業」、「情報通信業」、「エネルギー・インフラ」、「商業・流通業」、「サービス業・その他」の 5 つのグループとした。アンケートの回収結果を図表 2-6 に示す。

図表 2-6　アンケート回収結果（企業）

国	n	製造業	情報通信業	エネルギー・インフラ	商業・流通業	サービス業・その他
日本	515	155	69	41	144	106
米国	309	36	108	61	57	47
ドイツ	309	37	63	28	100	81
中国	309	162	41	31	48	27

(2) 質問事項

企業のデジタル活用の動向を組織、技術・データ、人材の観点別に比較分析できるように設問を設計した。設問内容を図表 2-7 に示す。

図表 2-7　質問事項（企業）

分類	No.	設問内容
基本情報	1	あなたの性別・年齢をお答えください。
	2	あなたの職業を教えて下さい。
	3	貴社の業種について、当てはまるものを 1 つお答えください。
	4	貴社の常勤従業員数（契約社員、パートタイム職員を含む）は何人程度ですか。当てはまるものを 1 つお答えください。※本社及び支店、支社、事業所をすべて合計した常勤従業員数をご回答ください。親会社、子会社、グループ会社は含みません。
	5	あなたの勤務先企業ではデジタル化に関連する取組をいつから実施していますか。当てはまるものを 1 つお答えください。※本調査におけるデジタル化の定義：「デジタル技術を活用したサービスやビジネス、組織の変革」

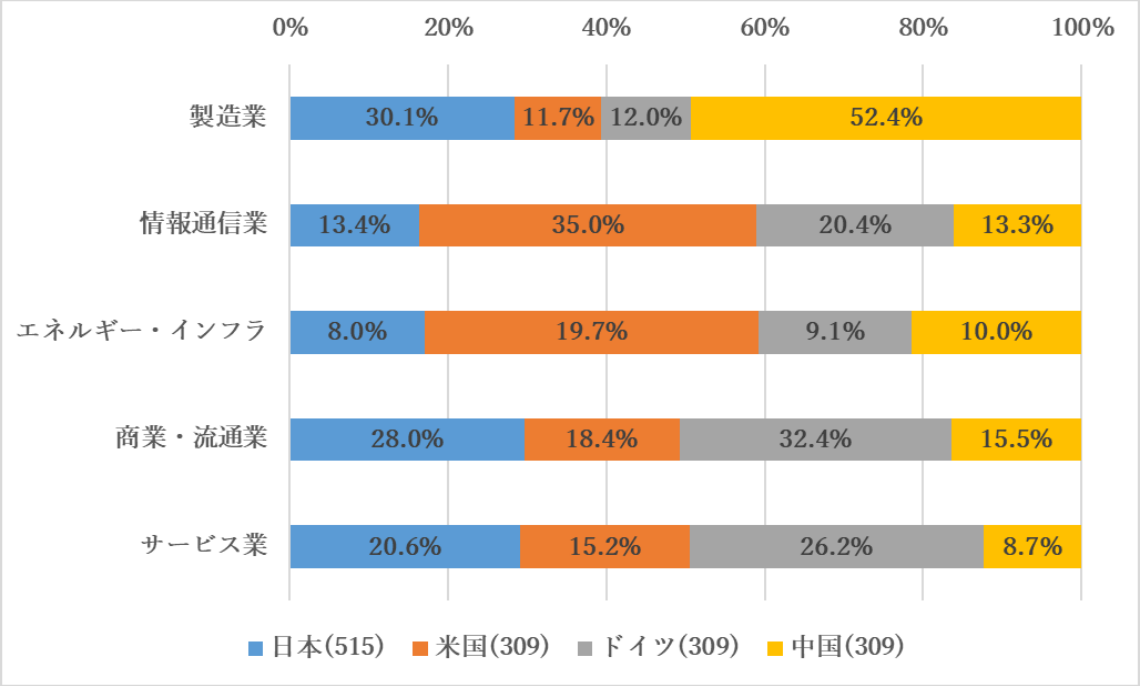
分類	No.	設問内容
	6	あなたは、現在の勤務先においてどのような役職についていますか。当てはまるものを１つお答えください。
技術・データ	7	貴社ではデジタル化に関する取組がどのような範囲で行われていますか。あてはまるものをそれぞれ選択してください。
	8	貴社では、サービス開発・提供などのために、以下のデータを活用していますか。もしくは今後活用することを考えていますか。 ※本設問のデータ活用には他者へのデータ提供（第三者提供）も含みます。
	9	貴社において、個人データ及び製品やサービスから収集可能な個人データ以外のデータ（製品の稼働状況、利用状況など）の取り扱いや利活用に関して、現在または今後想定される課題や障壁についてお選びください。
	10	貴社では、デジタル化に取り組むことによって、どのくらい効果がありましたか。最もあてはまるものを選択してください。
組織	11	貴社におけるデジタル活用方針について、最もあてはまるものを選択してください。
	12	貴社ではデジタル化プロジェクトに取り組む際、企画から効果測定までの各フェーズをどの組織が担当しているか、最も当てはまるものを選択してください。
	13	貴社におけるシステム開発の内製化状況として最もあてはまるものを選択してください。
人材	14	デジタル化を推進する人材について、人材像を定義し、社内に周知していますか。
	15	貴社ではデジタル化を推進するにあたり、専門的なデジタル人材としてどのような人材が在籍していますか。最もあてはまるものを選択してください。
	16	貴社ではデジタル化の推進に必要な人材を確保するにあたり、どのような取組を実施していますか。あてはまるものを全て選択してください。
共通	17	貴社において、デジタル化に関して、現在認識している、もしくは今後想定される課題や障壁としてどのようなことが考えられますか。あてはまるものを全て選択してください。
	18	デジタル化の推進に向けて今後必要と想定される施策や工夫の取組状況についてお聞きします。貴社における各施策や工夫の現状として最もあてはまるものを選択してください。
生成 AI	19	貴社では生成 AI の活用について方針が定まっていますか。最もあてはまるものを選択してください。
	20	生成 AI の活用にあたり、利用環境やルール等の整備を実施していますか。該当するものを全て選択してください。
	21	生成 AI の導入に際しての懸念事項は何ですか。
	22	貴社では、どのような業務で生成 AI を活用していますか。該当するものをそれぞれ選択してください。
	23	生成 AI 活用を推進することは、貴社にとってどのような影響があると考えますか。該当するものをそれぞれ選択してください。

分類	No.	設問内容
仮想空間（メタバース、デジタルツイン等）	24	仮想空間（メタバース、デジタルツイン等）を活用することは、貴社の各業務に対してどの程度有用であると考えますか。
ロボティクス	25	ロボティクスを活用することは、貴社の各業務に対してどの程度有用であると考えますか。

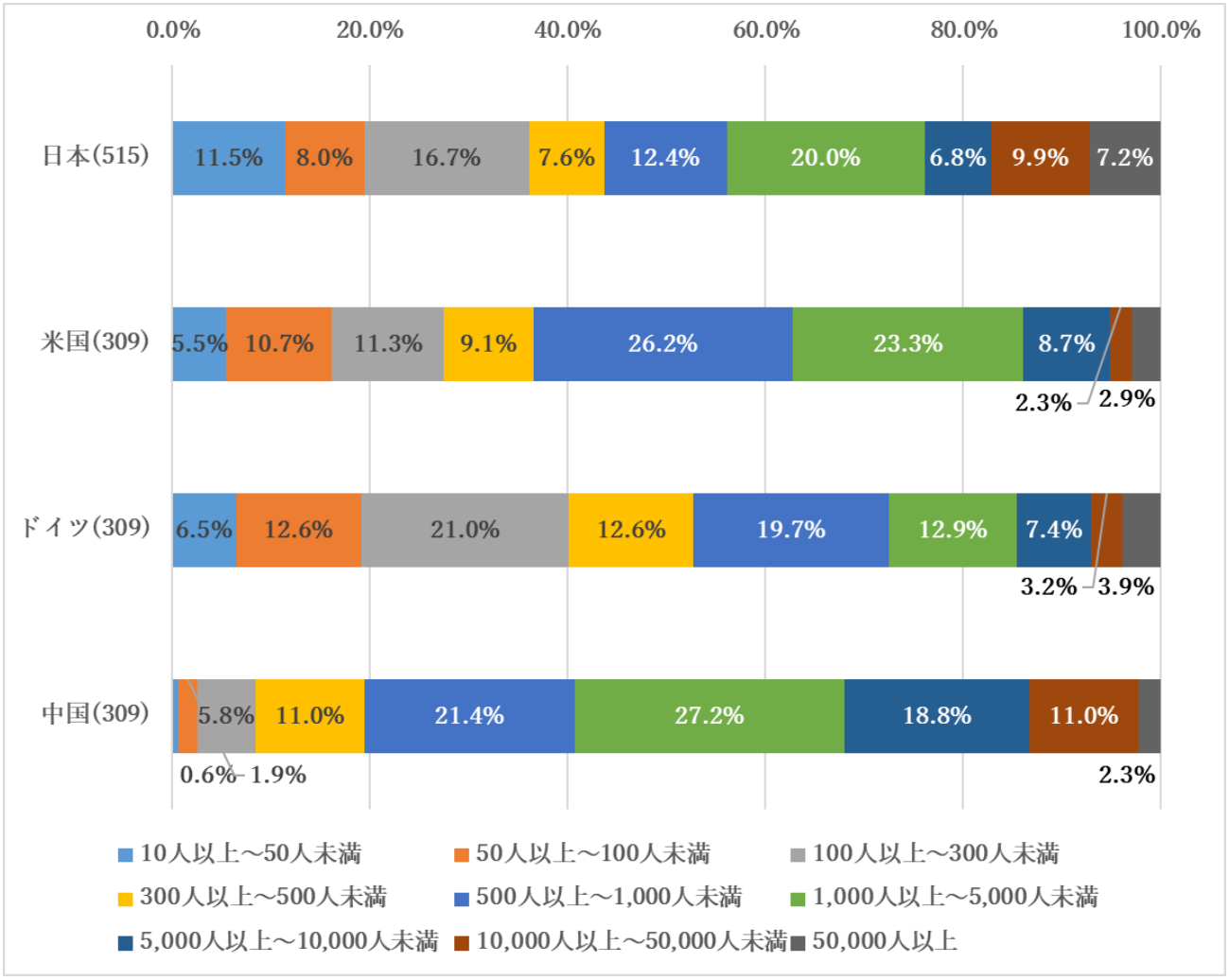
(3) 回答者属性

回収したサンプルの属性は下記の通り。

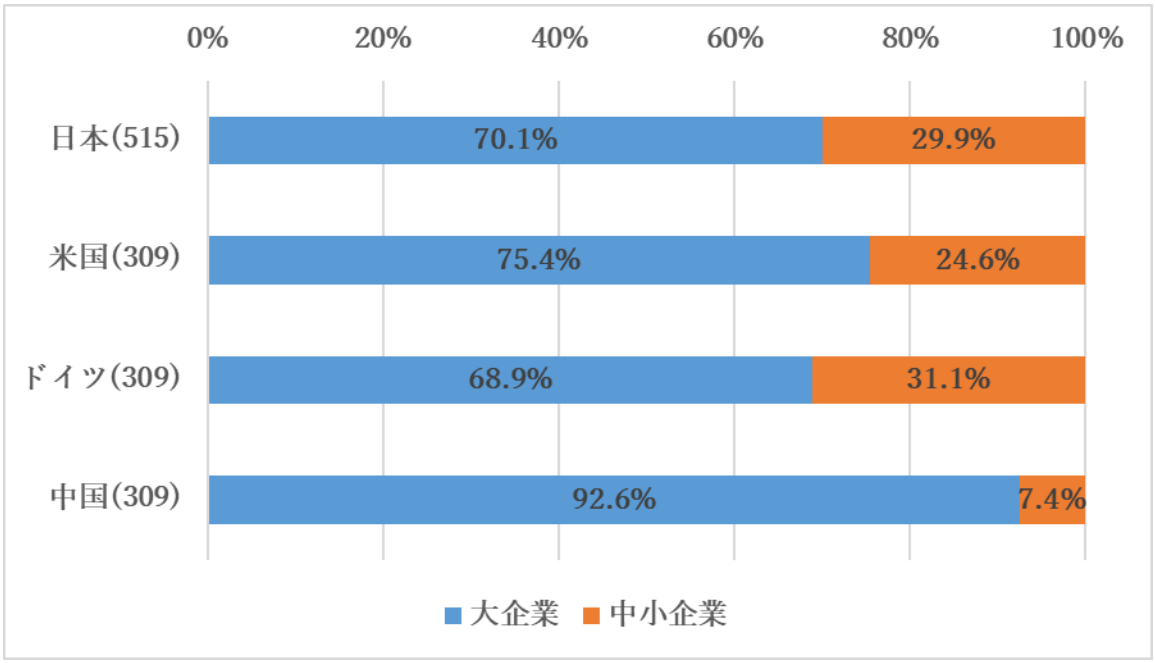
図表 2-8　回答企業の業種グループ



図表 2-9　回答企業の規模



図表 2-10　回答企業の規模（大企業・中小企業）

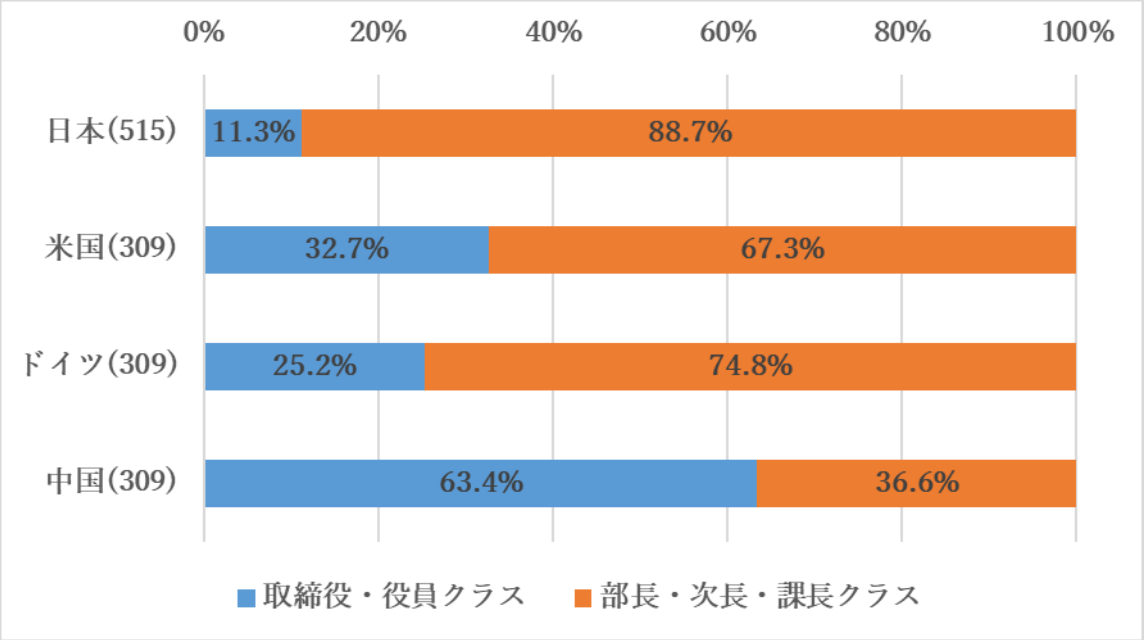


※企業規模は中小企業庁の「中小企業の定義」[1]および、昨年度の委託調査結果[2]を踏まえ、「製造業」、「建設業」、「電気・ガス・熱供給・水道業」、「金融業・保険業」、「不動産業・物品賃貸業」、「運輸業・郵便業」、「情報通信業」は従業員数が 300 人以上の企業を「大企業」、同 300 人未満の企業を「中小企業」として分類した。「卸売業・小売業」、「サービス業・その他」は、従業員数が 100 人以上の企業を「大企業」、同 100 人未満の企業を「中小企業」として分類した。

[1] 「中小企業・小規模企業者の定義」（中小企業庁）https://www.chusho.meti.go.jp/soshiki/teigi.html

[2] 「デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究」（総務省、2021）https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/r03_02_houkoku.pdf

図表 2-11　回答者の役職



2.3. 令和６年能登半島地震時におけるデジタル活用動向等に関する調査

令和６年１月１日に発生した令和６年能登半島地震について、地震発生後における電話（固定電話・携帯電話・衛星携帯電話等）、インターネット（固定回線・携帯電話回線・衛星回線等）の各種情報通信システムの被災状況及びその復旧状況について、政府・自治体等の行政機関ならびに各種情報通信インフラシステムの提供企業等が公表する情報をとりまとめた。

また、地震発生後の一般国民におけるメディア利活用動向の把握のために、アンケート調査を実施した。

(1) 令和６年能登半島地震におけるメディア利活用状況に関するアンケート調査

1) 調査方法及び回収結果

調査は web アンケート方式で実施した。調査期間は 2023 年 3 月 19 日から 2023 年 3 月 20 日の間で、2,000 件目標のところ、最終的に 2,060 件の回答を得た。
アンケートの回収結果を図表 2-12 に示す。

図表 2-12　アンケート回収結果（令和 6 年能登半島地震）

	20～29 歳	30～39 歳	40～49 歳	50～59 歳	60 歳以上
男性	203	203	203	203	203
女性	203	203	203	203	203

2) 質問事項

設問内容を図表 **2-13** に示す。

図表 2-13　質問事項（令和 6 年能登半島地震）

分類	No.	設問内容
普段の ICT 利用状況について	Q1	あなたが普段利用しているサービスをすべてお選びください。
	Q2	あなたは普段、オンライン上で最新のニュースを知りたい時に、どのように情報を入手しますか。 あてはまるものをすべて選んでください。
地震当日の状況	Q3	2024 年 1 月 1 日の「令和 6 年能登半島地震」発災日の行動として、当てはまるものを一つ選択してください。
安否確認行動	Q4	今回の能登半島地震において、家族や友人・知人等の安否確認を実施しましたか。 実施した場合、その手段について当てはまるもの全て選択してください。 ※お勤め先の職場や従業員に対する職務上の安否確認等を除きます。
	Q5	安否確認に利用した各手段において、利用する際に問題はありましたか。

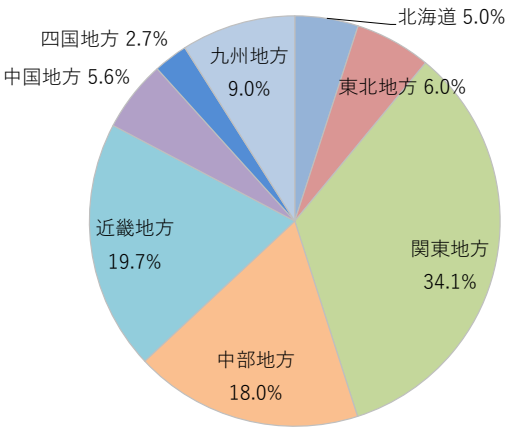
分類	No.	設問内容
発災直後の情報収集行動	Q6	次に挙げる情報収集手段のうち、「令和 6 年能登半島地震」の発災直後（数時間以内）の情報収集手段として活用したメディアはどれですか。 当てはまるもの全て選択してください。
	Q7	前問のうち、地震に気付いた後に最初にアクセスしたメディアはどれですか。 最もあてはまるもの一つを選んでください。
目的ごとのメディア選択	Q8	目的別に有用だった情報収集手段についてお伺いします。 【被害の大きさや余震・津波の見通し、道路・交通機関への影響、避難所開設等の情報】を収集する際、あなたが情報収集手段として活用したメディアはどれですか。 有用だったものから順に 3 つまで選択してください。 ※該当する選択肢が 3 つまでない場合は、2 番目か 3 番目時点で「この目的では情報収集を実施しなかった」をお選びください。
	Q9	【被災地域のライフライン（電気・ガス・水道）、食料・水の配給等の情報】を収集する際、あなたが情報収集手段として活用したメディアはどれですか。 有用だったものから順に 3 つまで選択してください。 ※該当する選択肢が 3 つまでない場合は、2 番目か 3 番目時点で「この目的では情報収集を実施しなかった」をお選びください。
	Q10	【行政等による被災者向けの生業支援や生活再建支援に関する情報】を収集する際、あなたが情報収集手段として活用したメディアはどれですか。 有用だったものから順に 3 つまで選択してください。 ※該当する選択肢が 3 つまでない場合は、2 番目か 3 番目時点で「この目的では情報収集を実施しなかった」をお選びください。
	Q11	【被災地外からの支援方法（支援物資や寄付の受付先、ボランティアの受け入れ、その他ふるさと納税等による支援の手段等）】を収集する際、あなたが情報収集手段として活用したメディアはどれですか。 有用だったものから順に 3 つまで選択してください。 ※該当する選択肢が 3 つまでない場合は、2 番目か 3 番目時点で「この目的では情報収集を実施しなかった」をお選びください。
SNS における行動	Q12	あなたは今回の地震に関連する情報を SNS で発信（シェア・リポストなどの拡散行動も含む）しましたか。
	Q13	あなたは、今回の地震に関連し、後に悪意ある情報や偽・誤情報が含まれると指摘された下記の情報を SNS 上で見かけたことがありますか。
	Q14	前問の一つ以上について情報を見かけたことがあると回答した方にお伺いします。 見かけた情報について、知人へ共有、または不特定多数の人へ拡散したことがあるものを選択してください。（いくつでも）
	Q15	前問の一つ以上について「知人へ共有、または不特定多数の人へ拡散した」と回答した方にお伺いします。 あなたはなぜその情報を共有・拡散しましたか。 理由としてあてはまるものを全てお知らせください。
	Q16	見かけた情報の確からしさについて、あなたはどのように感じましたか。 それぞれについて最もあてはまるもの一つお答えください。
	Q17	Q15 で「真偽がわからない」「明らかに虚偽だと思った」情報について、どうしてそのように感じましたか。 それぞれについて当てはまるもの全てお答えください。
	Q18	Q16 について「真偽が分からないと感じ、確認しようとした」と回答された方におうかがいします。 どのような手段で確認しましたか。 当てはまるもの全てお知らせください。 ※ファクトチェックとは、社会に広がっている真偽不明の言説や情報が事実に基づいているかを調べ、正確な情報を人々と共有する「真偽検証」活動のことを指します。 ※コミュニティノートとは、X（旧 Twitter）の新機能で、誤解を招きそうな投稿に対して投稿者以外の X ユーザーが情報を追記できるものです。

分類	No.	設問内容
	Q19	真偽を確認した結果、誤りだと判断した情報について、あなたはどうしましたか。 ※コミュニティノートとは、X（旧 Twitter）の新機能で、誤解を招きそうな投稿に対して投稿者以外の X ユーザーが情報を追記できるものです。（いくつでも）
	Q20	あなたは普段、オンライン上で最新のニュースを知りたい時に、どのように情報の信頼性を確かめますか。 それぞれあてはまるものを選んでください。 ※ファクトチェックとは、社会に広がっている真偽不明の言説や情報が事実に基づいているかを調べ、正確な情報を人々と共有する「真偽検証」活動のことを指します。

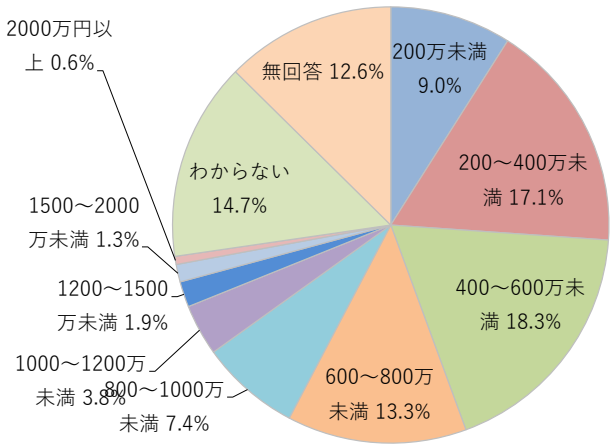
3) 回答者属性

回収したサンプルの属性は下記の通り。

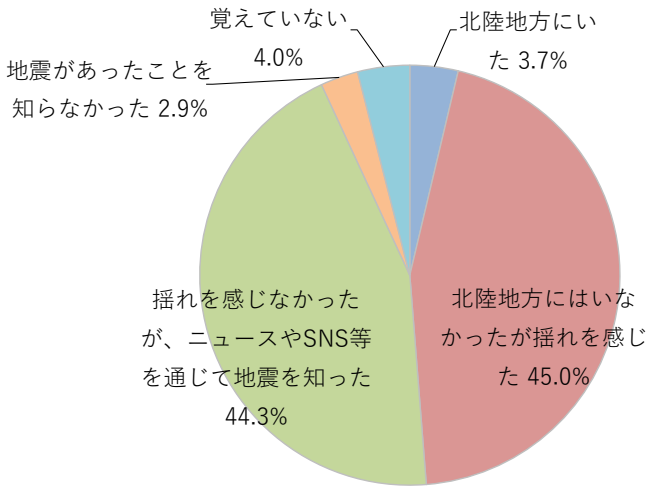
図表 2-14　アンケート回答者の居住地域特性



図表 2-15　アンケート回答者の世帯年収比率



図表 2-16　令和 6 年能登半島地震当日の状況



2.4. 外部有識者へのヒアリング

下記の 3 名に対してヒアリングを実施した。

図表 2-17　外部有識者ヒアリング実施対象（実施日順）

No	氏名（敬称略）	所属・役職等	実施日	ヒアリング項目（例）
1	平 和博	桜美林大学 リベラルアーツ学群 教授	3 月 8 日	・ 生成 AI の急速な普及によるメディアや情報流通への影響について ・ 消費者による認識、情報収集等の行動に変化はみられるか ・ 健全な情報流通の実現に向けた課題と必要な対策等について
2	今井 翔太	東京大学大学院工学系研究科 技術経営戦略学専攻	3 月 11 日	・ 生成 AI が抱える技術的課題解決に向けた方向性 ・ 生成 AI をはじめとするデジタルテクノロジーの進化に関する今後の技術的展望 ・ 生成 AI 活用拡大に向けた課題と必要な改革等について
3	白坂 成功	慶應義塾大学大学院 システムデザイン・マネジメント研究科	3 月 21 日	・ 日本企業のデジタル技術やデータ活用における現状の課題 ・ 今後、日本企業がデジタル技術やデータ活用を競争力強化に繋げる上で必要な変革

3. 調査研究結果

3.1. 国内外における最新の情報通信技術の研究開発等動向の調査

3.1.1. 情報通信分野における主要国の政策動向

日本、米国、欧州（EU)、中国それぞれにおける情報通信分野の最新の政策動向を調査した。

(1) 政策動向

1) 日本

(ア) 全体政策

- **経済財政運営と改革の基本方針 2023（内閣府）**
  - 2023 年 6 月 16 日、「経済財政運営と改革の基本方針 2023 加速する新しい資本主義～未来への投資の拡大と構造的賃上げの実現～」（骨太方針 2023）が経済財政諮問会議で閣議決定された。本方針においては、内外の環境変化に対応したマクロ経済運営の基本的考え方を示すとともに、「新しい資本主義」の実現に向けた構造的賃上げの実現や人への投資、分厚い中間層の形成に向けた取組や、GX・DX、スタートアップ推進や新たな産業構造への転換など、官と民が連携した投資の拡大と経済社会改革の実行に向けた基本方針を示されている。
  - 科学技術・イノベーションへの投資を通じ、社会課題を経済成長のエンジンへと転換し、持続的な成長を実現する。このため、AI、量子技術、健康・医療、フュージョンエネルギー、バイオものづくり分野において、官民連携による科学技術投資の抜本拡充を図り、科学技術立国を再興する。小型衛星コンステレーションの構築、ロケットの打上げ能力の強化、日本人の月面着陸等の月・火星探査・開発等の宇宙分野、北極を含む海洋分野の取組の強化を図る。社会課題や情勢変化への機動的な対応・早期の社会実装に向け、公的研究機関や資金配分機関を中核とした新たな連携の構築を図る。[3]

[3] 内閣府（2023）,「経済財政運営と改革の基本方針 2023」,<https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/honebuto/2023/2023_basicpolicies_ja.pdf>(2023/12/22 参照)

図表 3-1　経済財政運営と改革の基本方針 2023 の概要

出典：内閣府（2023）[4]

- **第 6 期科学技術基本計画・イノベーション基本計画（内閣府）**
  - 2021 年 3 月 26 日に閣議決定された「第 6 期科学技術・イノベーション基本計画」（以下「第 6 期基本計画」）は、2021 年度から 2025 年度の 5 年間を対象としている。
  - 世界的な人口増加、巨大化する都市環境、グローバリゼーションの進展とそれに伴う大気汚染や海洋汚染、さらに異常気象や気候変動、海洋生態系への影響などのグローバル課題と我が国では、安全性保障、少子高齢化や過疎化、自然災害、科学技術の国際競争力低下などの新たな社会的課題への貢献を企図した政策である。人文・社会科学や多様なステークホルダーの持つ知見も含めた多様な知を結集する取組みを「総合知（Convergence of Knowledge）」として定義し、基本計画推進の柱として位置づけている。
  - この第 6 期基本計画では、我が国が目指すべき Society5.0 の未来社会像を、「持続可能性と強靱性を備え、国民の安全と安心を確保するとともに、一人ひとりが多様な幸せ（well-being）を実現できる社会」と表現し、その実現に向けた『「総合知による社会変革」と「知・人への投資」の好循環』という科学技術・イノベーション政策の方向性が示されている。[5]

[4] 内閣府（2023），「経済財政運営と改革の基本方針 2023」，<https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/honebuto/2023/summary_ja.pdf>

[5] 内閣府（2021），「科学技術・イノベーション基本計画」，<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>

- **統合イノベーション戦略 2023（内閣府）**
  - 統合イノベーション戦略 2023 は、前述の「第 6 期基本計画」の 3 年目の年次戦略である。第 6 期基本計画は、我が国が目指す社会像である Society5.0 の実現に向けた科学技術・イノベーション政策について、2030 年を見据えた 2025 年までの中長期的な方向性が示されている。
  - 本戦略においては、高度な生成 AI、量子、フュージョンエネルギーをはじめする先端技術の急進展や、ウクライナ情勢の長期化によるサプライチェーンの重要性拡大などを背景とした科学技術・イノベーションへの期待の高まりを踏まえ、今後一年間に特に早急に講ずべき科学技術・イノベーション政策について、情勢変化に機動的に対応しうる新たな連携を図りつつ、「先端科学技術の戦略的な推進」、「知の基盤（研究力）と人材育成の強化」、「イノベーションエコシステムの形成」の 3 つの基軸を中心に据えて、取組の更なる強化とその具体化を進めていく。
  - 「先端科学技術の戦略的な推進」では、生成 AI を契機とした対応強化、量子、フュージョンエネルギーの戦略強化やシンクタンクの起動により戦略的な実現プロセスを描き、経済安全保障重要技術育成プログラムや SIP、ムーンショット型研究開発制度等を通じ、我が国の未来を支える技術を育て社会実装につながる取組を加速させる。さらに、社会のデジタル化や、グリーンイノベーション、半導体、バイオ、マテリアル、健康・医療、宇宙、海洋、Beyond5G（6G）をはじめとする重要分野への研究開発投資を中長期的な支援、国家安全保障戦略を踏まえたマルチユース先端技術の貢献強化を進める。[6]

図表 3-2　統合イノベーション戦略 2023 の概要

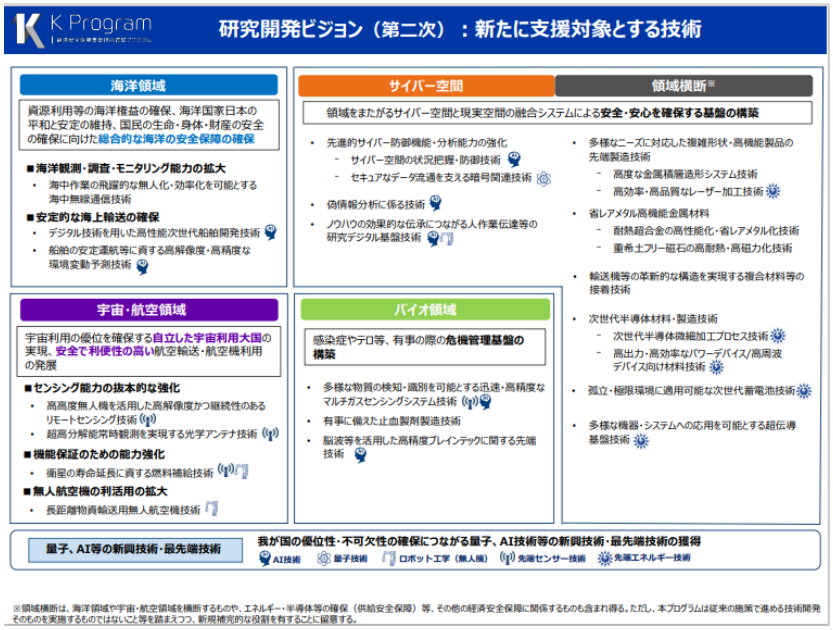
出典：内閣府（2023）[7]

[6] 内閣府（2023）,「統合イノベーション戦略 2023」,<https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/togo2023_honbun.pdf>

[7] 内閣府（2023）,「統合イノベーション戦略 2023（概要）」,<https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/togo2023_gaiyo.pdf>

- **経済安全保障重要技術育成プログラム研究開発ビジョン（第二次）（内閣官房）**
  - 近年、安全保障と経済を横断する領域で様々な課題が顕在化し、世界的に科学技術・イノベーションが国家間の覇権争いの中核となる中、研究開発の強化や技術流出の防止等により、技術・産業競争力の向上や、我が国独自の優位性ひいては不可欠性の確保に向けた取組を進める必要性が高まっている。これらを踏まえ、「経済施策を一体的に講ずることによる安全保障の確保の推進に関する法律」（令和 4 年法律第 43 号。以下「法」）が成立し、法の趣旨を踏まえ、令和 3 年度より「経済安全保障重要技術育成プログラム」（以下「プログラム」）を推進している。
  - プログラムは、先端的な重要技術の研究開発の推進を図ることを目的に特定重要技術の実用化に向けた強力な支援を複数年度にわたり運用するものとして、研究開発ビジョン（第一次）（令和 4 年 9 月 16 日経済安全保障推進会議・統合イノベーション戦略推進会議決定）を策定し、着実にプログラムを推進している。
  - 経済安全保障の確保・強化の観点から、研究開発ビジョン（第一次）で示した技術に留まらず、先端的な重要技術の育成を進める研究開発を早急に強化し、強力かつ迅速な支援を実現するべく、研究開発ビジョン（第一次）に新たに支援対象とする技術の追加等を行ったものを研究開発ビジョン（第二次）として定めた。研究開発ビジョン（第二次）では、サイバー空間領域、エネルギー・材料・製造技術等の領域横断、バイオ領域における取組を特に強化し、研究開発ビジョン（第一次）を補強・補完した。[8]

図表 3-3　経済安全保障重要技術育成プログラムに係る研究開発ビジョン（第二次）



出典：内閣府（2023）[9]

[8] 内閣府（2023），「経済安全保障重要技術育成プログラム」，<https://www8.cao.go.jp/cstp/anzen_anshin/siryo1.pdf>
[9] 内閣府（2023），「経済安全保障重要技術育成プログラム」，<https://www8.cao.go.jp/cstp/anzen_anshin/sanko1.pdf>

2) 米国

(ア) 全体政策

- **バイデン政権における科学技術・イノベーション政策**
  - バイデン大統領の 2024 年度予算案には連邦政府による研究開発費 2,100 億ドルが含まれており、過去最大の投資額となった。この予算案は、基礎および応用研究に 1,000 億ドルを超える資金を投資する。さらに、医療高等研究計画局（Advanced Research Projects Agency for Health：ARPA-H)、国立科学財団（National Science Foundation：NSF)、国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology：NIST）など、現代の課題に対応するために必要な、大胆かつ新しいアプローチや投資を支援するものでもある。新興技術への投資として、先端製造業、先端ネットワーク、人工知能、バイオテクノロジー、マイクロエレクトロニクスと半導体、量子情報科学など、将来の産業における米国の優位性を維持するための活動や、国立研究所および大学における人工知能、量子情報科学、マイクロエレクトロニクス、アイソトープ製造などの最先端研究への支援が示されている。[10]
- **重要新興技術の国家標準化戦略**
  - 2023 年 5 月にアメリカ政府より、重要・新興技術の標準化に関する国家戦略が発表された。
  - 重要新興技術(critical and emerging technologies：CETs)の標準化は、米国の経済と安全保障を強化するとした。
  - 戦略では、優先対象分野として、通信・ネットワーク技術、半導体・マイクロエレクトロニクス、人工知能（AI)・機械学習、バイオテクノロジー、測位・航法・タイミング（PNT）サービス、デジタルアイデンティティーのインフラおよび分散台帳技術、クリーンエネルギー発電と蓄電、量子情報技術が挙げられている。バイデン政権はこれらの分野の国際標準化に向けて、以下の４つを目標に掲げている。
    - ✓ 投資：技術革新を促進する標準化前の研究開発への投資の強化。民間、学界に標準化のための長期的な投資を呼びかける。
    - ✓ 参画：国内外を問わず、民間や学界その他の幅広い利害関係者に関与し、標準化のための活動における米国の参画を推進。
    - ✓ 労働力：標準化に関わる米国人材を増やすために、学界や中小企業を含めた産業界、市民社会の関係者に教育・訓練の機会を提供。
    - ✓ 統合性と包摂性：同盟・有志国とともに、世界中の国々が参加でき包摂的な成長を実現できるよう、国際標準が公平な過程で技術的なメリットに基づいて確立されるべく、国際標

[10] THE WHITE HOUSE（2023）,「FACT SHEET: President Biden's 2024 Budget Invests in American Science, Technology, and Innovation to Achieve Our Nation's Greatest Aspirations」,<https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2023/03/13/fy24-budget-fact-sheet-rd-innovation/>(2023/12/22 参照)

準システムの統合性を促進。[11, 12]

- **テックハブ・プログラム**
  - テックハブ・プログラムは、2022 年 8 月に成立した「半導体チップス・科学法（CHIPS and Science Act)」に含まれる、バイデン大統領の「米国への投資」アジェンダの一環で、同プログラムには 5 年間で 100 億ドルが割り当てられている。
  - テックハブ・プログラムは、高い潜在能力を持つ米国に点在するコミュニティの発展に直接投資することにより、これらコミュニティを世界的な競争力を持つイノベーションの中心地に変容させることを支援するもの。これにより、未来のテクノロジーと産業、そして、そこで創出される高賃金の雇用がこうした地域で始まり、成長し、米国にとどまり続けることを確保する。
  - 2023 年 10 月 23 日、ホワイトハウスと商務省は「地域イノベーション及びテクノロジーハブ（テックハブ）(Regional Innovation and Technology Hub：Tech Hub)」プログラムの第 1 弾として、31 か所のコミュニティをテックハブに選定したことを発表した。テックハブが注力する分野には、半導体製造、クリーンエネルギー、生物化学、人工知能（AI)、量子通信技術などが含まれる。[13]
- **ネットワーキング・情報技術研究開発（NITRD）プログラム**
  - 情報科学技術分野の研究開発は、1991 年に開始された省庁横断型のイニシアチブ「ネットワーキング・情報技術研究開発（NITRD）プログラム」により戦略的に取り組まれている。NITRD は、プログラム・コンポーネント・エリア（PCA）と呼ばれる研究対象領域を設定し、あらかじめ各領域への予算配分割合を決めて戦略的に投資している。PCA は、各省庁における研究開発活動や政権の優先事項を反映して適宜見直される。[14]
  - 2024 年度の PCA も 2023 年度と引き続き 12 領域が設定され、予算は約 109 億ドルが示されている。[15]
    - ✓ 先進通信ネットワークとシステム（ACNS）
    - ✓ 人工知能（AI）
    - ✓ 人のインタラクション、コミュニケーション、能力向上のためのコンピューティング（CHuman）

---

[11] THE WHITE HOUSE（2023）,「UNITED STATES GOVERNMENT NATIONAL STANDARDS STRATEGY FOR CRITICAL AND EMERGING TECHNOLOGY」,<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/05/US-Gov-National-Standards-Strategy-2023.pdf>(2023/12/22 参照)

[12] 日本貿易振興機構（ジェトロ）ビジネス短信,「バイデン米政権、重要・新興技術の標準化に関する国家戦略を公表」2023 年 05 月 09 日,<https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/05/bb9843a760ef79a9.html>(2023/12/22 参照)

[13] ICT グローバルトレンド,「バイデン政権が全米で 31 の地域テックハブを選定、世界で競争できるイノベーションの中心地に」2023 年 10 月,一般社団法人マルチメディア振興センター,<https://www.fmmc.or.jp/ictg/country/news/itemid483-006807.html>(2023/12/22 参照)

[14] 国立研究開発法人科学技術振興機構　研究開発戦略センター（2023）,「研究開発の俯瞰報告書（2023 年)」,<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2022/FR/CRDS-FY2022-FR-02.pdf>(2023/12/22 参照)

[15] EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT OF THE UNITED STATES（2023）,「SUPPLEMENT TO THE PRESIDENT'S FY 2024 BUDGET」,<https://www.nitrd.gov/pubs/FY2024-NITRD-NAIIO-Supplement.pdf>(2023/12/22 参照)

- ✓ フィジカルシステムをネットワーク化するコンピューティング（CNPS）
- ✓ サイバーセキュリティとプライバシー（CSP）
- ✓ 教育と労働力（EdW）
- ✓ ネットワーキング・情報技術のためのエレクトロニクス（ENIT）
- ✓ ハイケイパビリティーコンピューティング・システムの研究開発（EHCS）
- ✓ ハイケイパビリティーコンピューティング・インフラと応用（HCIA）
- ✓ インテリジェント・ロボット工学と自律システム（IRAS）
- ✓ 大規模データ管理と解析（LSDMA）
- ✓ ソフトウェアの生産性、持続可能性、品質（SPSQ）

(イ) 個別政策

- **AI 分野に係る政策動向**
  - 2019 年 6 月に「国家人工知能（AI）研究開発戦略」が改訂され、8 つの戦略的優先投資分野が特定された。新たに「官民パートナーシップ拡大」が取り組み事項として追加された。
  - 2020 年 1 月は、国家 AI イニシアチブ法が成立した。
  - 2021 年 6 月には、国家人工知能（AI）研究リソースタスクフォースが設立された。政府、学界および民間部門の代表者から組織され、米国人に対して提供する AI 分野の共有研究インフラである「国家 AI 研究リソース（NAIRR)」のロードマップを策定する。2023 年 1 月に最終報告書が発表され、米国の AI イノベーションエコシステムを強化し、多くの人に広げるというビジョンの下、(1) イノベーションの加速、(2) 人材の多様性拡大、(3) 能力の向上、(4) 信頼できる AI の推進を目標に掲げられている。これらの実現のために、NAIRR の運営組織の設置や 6 年間で 26 億ドルの予算措置が必要であると提言された。[14]
  - 2023 年 1 月に NIST から、AI のリスク管理に関するガイダンス「AI リスク管理フレームワーク（AI RMF)」が公表された。AI RMF は 2 部構成になっており、第 1 部では、AI に関わるリスクの考え方と信頼できる AI システムの特徴が概説されている。第 2 部は、AI システムのリスクに対処するための実務が説明されており、具体的には、取るべき対応策が「統治（組織におけるリスク管理文化の醸成など)」「マッピング（リスクの特定)」「測定（リスクの分析・評価など)」「管理(リスクの優先順位付けやリスクへの対応)」の 4 つの機能に分けて解説されている。NIST は、AI システムのライフサイクルの各段階を通じて、継続的にリスク管理を行うべきと提言した。AI RMF は、2022 年 10 月に OSTP より発表されている「AI 権利章典のための青写真」と補完関係にあるとされている。[16]
- **その他の個別政策**
  - 前トランプ政権で策定された「サイバー戦略」、「連邦サイバーセキュリティ研究開発戦略計画 2019 年版」の下で研究開発の実施ロードマップが毎年度策定されている。バイデン政権下でも引き続きサイバーセキュリティ強化が優先課題となっている。2021 年 5 月にはサイバー攻撃に対応するための官民での情報共有を強化する大統領令、同 8 月にはサイバーセキュリティを強

[16]日本貿易振興機構（ジェトロ）ビジネス短信,「米商務省、AI のリスク管理のためのガイダンス」2023 年 02 月 01 日,<https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/02/a5702a787ff08d8b.html>(2023/12/22 参照)

化する大統領令が出された。2021 年 10 月には、米国家安全保障会議による「国際ランサムウェア対策イニシアチブ（CRI）サミット」が開催された。2022 年 7 月には大統領府にて「全米サイバー労働力・教育サミット」が開催された。

- 2022 年 3 月「デジタル資産の責任ある発展の確保に関する大統領令」が出され、関係省庁に対してデジタル資産に関連する諸問題についての評価と対処を指示した。これを受け、同 9 月に包括的フレームワークがまとめられた。OSTP は、関係省庁を主導して 2 本の報告書を取りまとめている。一つは「暗号資産の気候・エネルギーへの影響」で、暗号資産のマイニングによる温室効果ガス排出の最小化やエネルギー使用の効率化を提言している。もう一つは「米国中央銀行デジタル通貨（CBDC）システムの技術的評価」で、CBDC システムを仮に導入する場合の政策目標や主要な技術設計オプションを示しているほか、OSTP と NSF が協力して「デジタル資産研究開発アジェンダ」を策定し、関連省庁・機関とも連携して推進することを提言している。[14]

3) 欧州（EU）

(ア) 全体政策

- **Horizon Europe**
  - Horizon Europe は、EU にて 2021 年から新たに始まった研究・イノベーション枠組みプログラム（Framework Program：FP）である。FP は、EU 加盟国を対象とした複数年にわたる研究助成プログラムを指す。
  - 2023 年現在、9 期 FP の Horizon Europe が実施されている。2021 年から 2027 年までの 7 年間をカバーしており予算総額は 955 億ユーロである。Horizon Europe は目的別の 3 本の柱「卓越した科学」、「グローバルチャレンジ・欧州の産業競争力」、「イノベーティブ・ヨーロッパ」および参加拡大と ERA 強化というプログラムから構成される。

    Horizon Europe は社会課題の解決を目的としたミッションが新たに導入された。5 つのミッションエリアで目標を設定し、研究・イノベーション活動のみならず、市民との共同活動や規制・税制改革、さらには EU が進める他の政策・プログラムの活用等様々な手法を組み合わせることで、課題解決に資する取り組みを推進する。2021 年 9 月に、各ミッションエリアにおいて 2030 年までに達成すべきミッションが決定された。2020 年～2023 年の 3 年間で、Horizon Europe の予算から約 17 億 7,000 万ユーロがミッションに充てられる。[14]
- **欧州イノベーションアジェンダ（European Innovation Agenda：EIA）**[17]
  - 2022 年 7 月に欧州委員会に採択された EIA は、EU をグローバルなイノベーションシーンの主要プレーヤーとして位置づけることを目的にディープテックイノベーションに焦点を当て、スタートアップ企業の資金調達環境改善、公共調達の充実や規制緩和、人材育成・誘致等を進めている。5 つの最重要事項（フラッグシップ）①ディープテックスケールアップへのファンディング②実験空間や公共調達を通じたディープテックイノベーションの実現③EU 全域のイノベー

[17] EUROPEAN COMMISSION（2022），「A New European Innovation Agenda」,<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022DC0332&from=EN>(2023/12/22 参照)

ションエコシステム強化とイノベーション格差への対応④ディープテック人材の育成・誘致・保持⑤政策決定ツールの改善の下で 25 のアクションが行われている。[14]

- **欧州研究圏（European Research Area：ERA）**[18]
  - 2000 年に提唱された、EU 全体で研究・イノベーション・技術のための国境のない単一市場の創出を目指す取り組み。ERA により、国境を越えた協力促進や EU の競争力強化が期待される。現在は、2020 年 9 月に欧州委員会が採択した「研究・イノベーションのための新しい ERA」[19]に基づく取り組みが行われている。この政策では、R&I 投資・改革の優先化、卓越した設備・インフラへのアクセス向上、R&I 成果の市場への展開強化、研究者の移動、知識・技術の自由な流通の強化という 4 つの戦略目標を掲げ、新 ERA 形成に向けた 14 の具体的な行動計画を設定している。さらに EU の研究開発投資額を対国内総生産（GDP）比で 3%に引き上げるという目標も掲げられている。
  - 2021 年 11 月、各国の ERA 政策の実施支援を目的とした「欧州研究・イノベーション協定（Pact for Research and Innovation in Europe）」[20]が採択された。本協定は、ERA を支援する共同行動の共通優先領域を定め、投資・改革目標を示し、ERA プラットフォームを通じた EU および加盟国レベルでの簡素化された政策調整・モニタリングプロセスの基盤を構築する。協定には法的拘束力はないが、加盟国間での改革・投資アプローチの共有や好事例に関する情報交換の強化等により、新たな ERA の推進に寄与することが期待されている。Horizon Europe でも、ERA の強化は重要課題に位置付けられている。[14]
- **研究・イノベーションへのグローバルアプローチ**[21]
  - 2021 年 5 月に欧州委員会が発表した研究・イノベーション分野における新たな国際戦略。本戦略では、開放性と学問の自由といった基本的価値を重視するとともに、自律性・競争力・知的財産・安全保障といった EU の戦略的利益も重視し、そうした EU の価値観・利益に基づき国際協力相手や内容を選んでいくとしている。他国との協力では、基本的価値観に裏打ちされた、公平な競争条件（level playing field）と相互利益（reciprocity）を前提とすることを明確にしている。こうした変化は、10 年前とは本質的に異なる世界的文脈に対応し、EU の国際協力を現在の政策優先課題に適合させるためだとしている。本戦略には、研究・イノベーションにおける開放性と基本的価値、公平な競争条件と相互利益の追求、地球規模課題に対するグローバルな取り組み、第三国との協力調整の 4 項目について今後 EU が取るべき重要な行動が明記されている。[14]

---

[18] EUROPEAN COMMISSION,「European research area (ERA)」,<https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/our-digital-future/european-research-area_en>(2023/12/22 参照)

[19] EUROPEAN COMMISSION（2020）,「A new ERA for Research and Innovation」,<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0628&from=EN>(2023/12/22 参照)

[20] EUROPEAN COMMISSION（2021）,「Proposal for a Council Recommendation on a Pact for Research and Innovation in Europe」,<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0407&from=EN>(2023/12/22 参照)

[21] EUROPEAN COMMISSION（2021）,「on the Global Approach to Research and Innovation」,<https://commission.europa.eu/system/files/2021-05/ec_rtd_com2021-252.pdf>(2023/12/22 参照)

- **欧州防衛基金（EDF）**[22]
  - EDF は、EU 加盟国間の防衛分野における国際共同研究・開発への資金提供を行うプログラムである。加盟国間での類似研究の重複を避け、相乗効果・相互運用性を高め、研究開発能力の大幅な向上を目指している。加えて、中小企業の参画促進にも力点が置かれている。2017 年 6 月、EU 首脳会議で創設について合意に至り、2021 年 6 月より本格的に実施されている。2021～27 年の 7 年間で予算総額 79 億 5,300 万ユーロ。このうち 26.5 億ユーロを研究に、53 億ユーロを開発に措置する。また、全体予算の 4～8%を革新的な破壊的技術への資金提供に充てる。3 ヶ国・3 機関以上からなるコンソーシアムでの申請が原則。助成金を受け取れるのはデンマークを除く EU26 ヶ国とノルウェーの機関だけだが、それ以外の国の機関もセキュリティ要件等を満たせばコンソーシアムに参加できる。[14]

(イ) 個別政策

- **「欧州デジタル戦略」[23]と「欧州データ戦略」**[24]
  - 2020 年 2 月に欧州委員会より発表され、気候変動対策とともにデジタル化を最優先課題に掲げられている。欧州デジタル戦略は、欧州の人々がデジタルトランスフォーメーション（DX）による恩恵を受けられるよう、今後 5 年間に注力する 3 つの柱（人々の役に立つ技術、公平かつ競争力のあるデジタル経済、民主的かつ持続可能で開かれた社会）と主要施策を示したものである。欧州データ戦略は、部門の垣根を越えて EU 域内で自由にデータを移転できるよう、欧州データ空間（European Data Space）の構築を目的としている。具体的な戦略として、データ流通に係るルール作り、大規模プロジェクトへの資金投資、重点分野別の欧州データ空間設立等を掲げている。[14]
- **2030 デジタルコンパス**[25]
  - コロナ禍により、EU におけるデジタル空間の脆弱性や域外への技術依存が露呈したことを受け、デジタル分野の主要技術で海外に依存せず、EU としてデジタル主権（Digital Sovereignty）の確保を図るべく、2021 年 3 月に発表された戦略文書。今後 10 年をデジタルの 10 年（Digital Decade）と位置づけ、DX を通じて自らのデジタル主権を実現すべく、スキル、デジタルインフラ、ビジネスの DX、行政の DX という 4 テーマについて 30 年までの達成目標を示した。こうした戦略を推進する上で、様々なプログラムが活用される。下図に 2021～2027 年における EU の主なデジタル関連プログラムを示した。Horizon Europe をはじめとした目的の異なるプ

---

[22] EUROPEAN COMMISSION,「EDF | Developing tomorrow's defence capabilities」,<https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-defence-industry/european-defence-fund-edf_en>(2023/12/22 参照)

[23] EUROPEAN COMMISSION（2020）,「SHAPING EUROPE'S DIGITAL FUTURE」,<https://commission.europa.eu/system/files/2020-02/communication-shaping-europes-digital-future-feb2020_en_4.pdf>(2023/12/22 参照)

[24] EUROPEAN COMMISSION（2020）,「A European strategy for data」,<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0066&from=EN>(2023/12/22 参照)

[25] EUROPEAN COMMISSION（2021）,「2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade」,<https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:12e835e2-81af-11eb-9ac9-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF>(2023/12/22 参照)

ログラムの予算を活用し、相乗効果を生み出すことで、目標達成を目指していることが特徴的である。[14]

図表 3-4　EU の主なデジタル関連プログラム

プログラム名	内容
Horizon Europe	研究・イノベーション枠組みプログラム。総額 955 億ユーロのうち、35%（約 334 億ユーロ）はデジタル分野に投じられる見込み
デジタル・ヨーロッパ	EU の DX を加速するためのプログラム。高性能コンピューティングや人工知能関連のインフラ構築、半導体、デジタルスキル育成等に 86 億ユーロ
コネクティング・ヨーロッパ・ファシリティ（CEF）	国境を越えたデジタルインフラの開発・展開を支援。第 5 世代モバイル（5G）ネットワークの展開・採用の促進等に 21 億ユーロ
EU4Health	健康安全保障と将来の健康危機への備えの強化を目的としたプログラム。総額 53 億ユーロのうち、10%はヘルスセクターの DX 促進に利用
復興・強靭化ファシリティ（PRF）	EU 加盟国による投資・改革を支援。各加盟国が復興計画を策定し投資対象を決める。全体予算約 7,240 億ユーロのうち、最低 2 割（約 1,250 億ユーロ）をデジタル分野の優先課題に充てる

- **AI 分野に係る政策動向**
  - 欧州委員会は 2020 年 2 月に「AI 白書」[26]を発表し、安全な AI 開発の信頼性と優越性を実現するための政策オプションを提示した。また、2021 年 4 月に「AI 規則案」を発表した。規則案では、AI システムのリスクを 4 段階に分け、AI の開発者および利用者に対して利用の可否や対処すべき義務を定めている。こうした取り組みを通じ、EU が AI のリスク対応に関して世界で主導的な役割を担うことを目指している。[14]
- **欧州半導体法**[27]
  - 2023 年 9 月 21 日に発効。これにより、EU の半導体技術と応用における安定供給、レジリエンス、技術的リーダーシップを確保するための包括的な一連の措置を導入する。具体的には、同法は、EU 内の製造を強化し、欧州の設計エコシステムを活性化し、バリューチェーン全体にわたる規模拡大とイノベーションを支援する。EU は、同法を通じて、2030 年に現在の世界市場シェアを 20%に倍増させるという目標の達成を目指している。[14]

[26] EUROPEAN COMMISSION,「White Paper on Artificial Intelligence: a European approach to excellence and trust」,<https://commission.europa.eu/system/files/2020-02/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_en.pdf>(2023/12/22 参照)

[27] EUROPEAN COMMISSION,「European Chips Act」,<https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-chips-act_en>

4) 中国

(ア) 全体政策

① 国家イノベーション駆動発展戦略綱要（2016～2030 年）

- 2016 年 5 月、中国共産党中央と国務院により国家イノベーション駆動発展戦略綱要（2016～2030 年）[28]が公表された。2050 年を見据えた長期戦略の中の 2030 年までの中期戦略である。第一段階は、2020 年までに、イノベーション型国家の仲間入りを果たし、小康社会の建設を目標とする。第二段階では 2030 年までにイノベーション型国家の上位の地位を確立する。経済及び社会を発展、国際競争力を大幅に向上、経済強国及び国民が平等に富裕な社会の基礎を強化する。第三段階では、2050 年までに世界のトップクラスの科学技術・イノベーション強国となり、世界の科学技術の中心及びイノベーションの先導者となり、「中国の夢」を実現するとしている。
- 2030 年までに、国際競争力の向上に重要な要素、社会発展のための差し迫った需要、安全保障に関する問題を認識し、それらに関わる科学技術の重点領域を強化することを目標としている。産業技術の重要領域として、①次世代情報ネットワーク技術、②スマート・グリーン製造技術、③現代的農業技術、④現代的エネルギー技術、⑤資源効率利用及び環境保護技術、⑥海洋及び宇宙技術、⑦スマートシティ・デジタル社会技術、⑧健康技術、⑨現代型サービス業技術、⑩産業変革技術を指定している。また、イノベーションの強化のため、①基礎・最先端・高度技術の研究強化、②基礎研究の支援、③イノベーションを支えるインフラ及びプラットフォームの構築をあげている。[14]

● 国民経済・社会発展第 14 次五カ年計画および 2035 年までの長期目標綱要

- 2021 年 3 月 5 日～11 日に全国人民代表大会が開催され、「国民経済・社会発展第 14 次五カ年計画および 2035 年長期目標要綱」[29]が承認された。本要綱は、国の戦略の意図の説明、政府活動の重点の明確化、市場主体の規範化を主導し、全国民の行動計画として位置付けられ、全十九編六十五章で構成されている。第一章「主要目標」、第 2 章「イノベーション主導による発展」および第 5 章「デジタル中国の建設」に関する記載を以下に抜粋する。
- 第一編には指導方針や主要目標が示されており、本要綱は「新しい発展段階」「新しい発展理念」「新しい発展戦略」を通じ、質の高い発展を促進する政策として位置づけられている。「新しい発展段階」とは、2021 年から 2025 年までを「中国が小康社会を全面的に完成させ、最初の百年の奮闘目標を実現した後、勢いに乗って社会主義現代化国家の包括的な建設の新たな征途を開き、次の百年の奮闘目標に立ち向かう最初の 5 年である」と位置付けている。また「新しい発展理念」として、「革新、協調、グリーン、開放、共有」を徹底し、「新しい発展戦略」として、

[28] アジア・太平洋総合研究センター,「国家イノベーション駆動発展戦略要綱」国立研究開発法人科学技術振興機構,<https://spc.jst.go.jp/policy/downloads/aprc-fy2022-pd-chn02.pdf>(2023/12/22 参照)

[29] Science Portal China,「中華人民共和国国民経済・社会発展の第 14 次五カ年計画および 2035 年までの長期目標綱要」国立研究開発法人科学技術振興機構,<https://spc.jst.go.jp/policy/national_policy/downloads/r_gvm_2022.pdf>(2023/12/22 参照)

国内大循環を主軸とし、国内・国外の双循環による発展の枠組み構築を加速し、「質の高い発展」を目指すとしている。第 14 次五カ年期間中の経済社会発展目標として、イノベーションに関わる具体的な数値目標に、社会全体の研究開発経費投資伸び率を年 7%以上増加、デジタル産業の対 GDP 比を 2025 年までに 10%以上とすることなどが掲げられている。

- 第二編「イノベーション主導による発展の堅持、発展の新たな優位性を包括的に形作る」では、「国家の戦略的科学技術力の強化（第四章)」にて、科学技術の資源配分の統合・最適化、独創的で先進的な科学技術によるブレークスルーの強化、基礎研究の継続的な強化、主要科学技術・イノベーションプラットフォームの建設を実施するとしている。まず、量子情報、フォトニクス、マイクロナノエレクトロニクス、ネットワーク通信、人工知能、バイオメディカル、現代エネルギーシステム等の主要なイノベーション分野に焦点をあて、国家実験室の再編や国家科学センターの建設をするとしている。また、先進的な科学技術力によるブレークスルーの強化に関し、重要な先端科学技術分野として、①次世代人工知能、②量子情報、③集積回路、④脳科学と脳模倣型人工知能、⑤遺伝子とバイオテクノロジー、⑥臨床医学と健康、⑦深宇宙、深地球、深海、極地探査の 7 つの領域を指定し、先見性と戦略性のある国家重大科学技術プログラムを実施するとしている。
- 第五編の「デジタル化発展の加速、デジタル中国の建設」において、デジタル経済、デジタル社会、デジタル政府の建設を加速させ、生産方法、ライフスタイル、ガバナンス方法の全面的な変革を推進するとしている。デジタル経済においては、新たな優位性を確立することを目的とし 3 つの方針をあげている。まず、ハイエンドチップ、OS、人工知能の重要アルゴリズム、センサ等の重要分野に焦点をあて、技術イノベーションの応用を強化するとしている。次に、デジタル産業化の促進を加速するため、①クラウドコンピューティング、②ビッグデータ、③IoT、④インダストリアル・インターネット、⑤ブロックチェーン、⑥人工知能、⑦仮想現実（VR）と拡張現実（AR）の 7 分野を重点産業として指定している。最後に、産業のデジタル化の推進において、「上雲用数賦智」―包摂型のクラウドサービス支援政策を模索・普及させ、より高度なビッグデータ活用による企業のスマート化支援に力を入れ、特に人工知能と実体経済な融合を推進する、としている。デジタル社会の建設は、高度交通システム、スマートエネルギー、スマート生産やスマート教育等などの社会実装により、スマートな公共サービスの提供、都市や農村開発におけるスマートシティやデジタルヴィレッジの構築、新型デジタルライフの構築を促進するとしている[14]

- **中国製造 2025（メイド・イン・チャイナ 2025）**
  - 2015 年 5 月に発表された「中国製造 2025」は、中国の総合的な国力向上を目指し、国際競争力のある製造業を育てることを目指した産業技術政策である。2025 年までに製造強国の仲間入りを目指し、2035 年までに製造業全体を世界の製造強国の中で中位レベルへ到達させ、2049 年までに製造業大国としての地位を一層固め、総合的な実力で世界の製造強国の中でもリーダー的地位を確立することを目標としている。本政策では、①次世代情報通信技術②先端デジタル制御工作機械・ロボット③航空・宇宙設備④海洋建設機械・ハイテク船舶⑤先進軌道交通設備⑥省エネ・新エネルギー自動車⑦電力設備⑧農業用機械設備⑨新材料⑩バイオ医薬・高性能医療機器の 10 つの分野が重点領域として指定された。

- 「中国製造 2025」は、米国との技術覇権争いの発端になったとされ、公の場で同政策が言及されることはなくなった。しかし、製造強国のビジョンは保たれているようである。ポストコロナの経済政策として掲げた新型インフラ戦略「新基建」の重点領域は、「中国製造 2025」の重点分野と部分的に重複している。また、前述したように「十四五」においても製造強国を目指した取り組みが盛り込まれており、重要分野は「中国製造 2025」の重点領域と重なる部分が多い。[14]

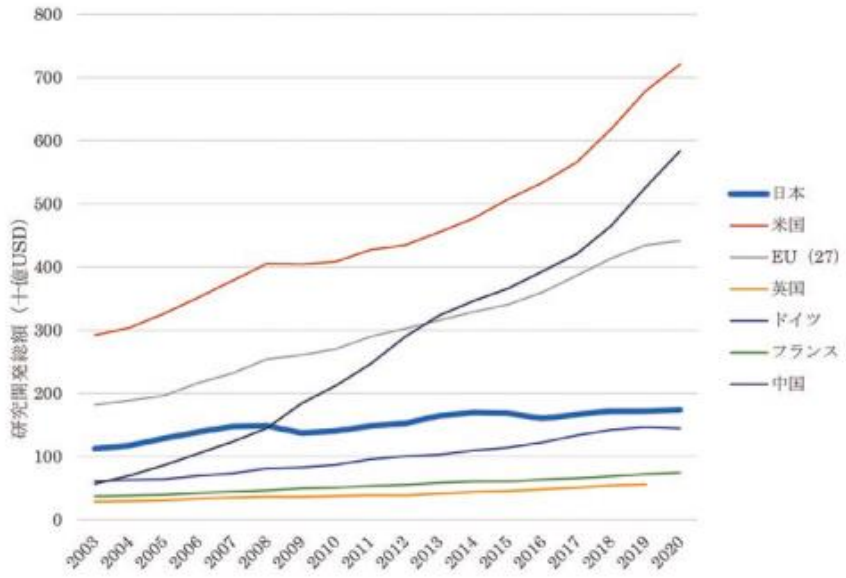
(イ) 個別政策

- **AI に関する政策**
  - 2017 年 7 月、国務院から「次世代人工知能発展計画（AI2030）」が発表された。同計画のロードマップとして、まず 2020 年までに人工知能技術で世界の先端に追いつき、人工知能を国民の生活改善の新たな手段とし、次に 2025 年までに人工知能基礎研究で重大な進展を実現し、産業アップグレードと経済モデルの転換をけん引する主要動力とし、2030 年までに人工知能理論・技術・応用のすべてで世界トップ水準となり、世界の「人工知能革新センター」となることを目標としている。
  - 科学技術部は 2022 年 8 月「次世代人工知能（AI）モデル応用の建設推進に関する科学技術部の通達」を発表し、次世代 AI モデル応用の構築支援業務を開始するとした。目標として、世界の科学技術の最前線、経済の主戦場、国の重要ニーズ、人民の生命と健康を常に念頭に、経済と社会の発展に力を与える AI の役割を十分に発揮するとしている。優れた基盤を備えた AI アプリケーショングループの支援と、研究開発の上流と下流の間の協力と新技術の統合強化によって、再現性のあるモデルアプリケーションを構築するとしている。第一弾として、(1) スマート農業、(2) インテリジェント港湾、(3) インテリジェント鉱山、(4) インテリジェント工場、(5) スマートホーム、(6) インテリジェント教育、(7) 自動運転、(8) インテリジェント診療、(9) スマート裁判所、(10) インテリジェントサプライチェーン、の 10 のモデルアプリケーションの作成を支援するとしている。[14]

(2) 科学技術予算規模

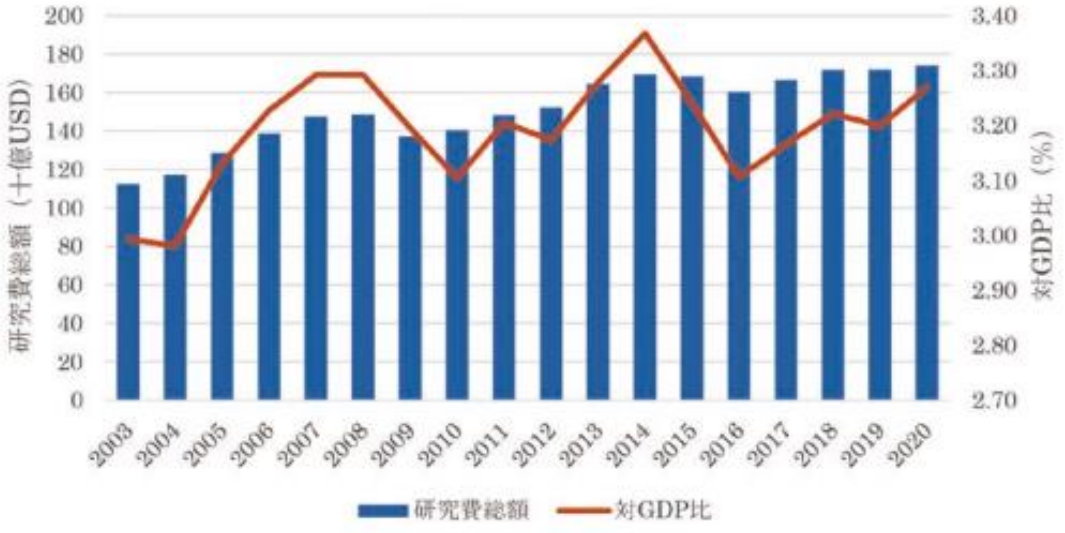
- 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センターが公開した「研究開発の俯瞰報告書（2023 年）[14]」によると、米国の 2020 年の総研究開発費は 7,209 億ドルであり、主要国の中でトップを維持。2020 年度の対 GDP 比は 3.45%であり、2019 年に初めて 3%台に到達している。次点で研究開発費 5838 億ドルを投じている中国は研究開発費の対 GDP 比に関しては、2019 年の 2.23%から 2020 年には 2.40%と継続して微増しており、主要国中では平均的な比率を保っている。また EU27 ヶ国の 20 年の研究開発費総額は 4,414 億ドルであり、米国、中国に次ぐ大きさとなっている。2020 年 9 月に欧州委員会が採択した政策文書「研究・イノベーションのための新しい欧州研究圏（ERA)」において、2030 年までに研究開発予算の対 GDP 比率を 3%に引き上げることを目標としている。欧州統計局によると、2021 年の研究開発費総額は 3280 億ユーロ、対 GDP 比は 2.27%である。今後の EU における研究開発費の伸びが予想される。
- 日本においては、研究開発費の対 GDP 比で見てみると、3%前半で推移しており、EU 等と比較すると値は大きいものの、研究開発費は横ばいの傾向であり（図表 3-5、図表 3-6)、他の主要国の研究開発費とで差が開いている状況である。

図表 3-5 主要国における研究開発費総額（名目額）の推移



出典：国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター（2023）[14]

図表 3-6　日本の総研究開発費の対 GDP 比推移



出典：国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター（2023）[14]

- 科学技術指標 2023[30]では、基礎研究[31]、応用研究[32]、開発[33]という研究開発費別の区分別に各国を比較している（図表 3-7）。
- 「基礎研究」、「応用研究」ともに最も大きいのはフランス、「開発」が最も大きいのは中国である。なお、中国については OECD が公表を控えたことから、2018 年が最新値となっている。科学技術指標 2022 における数値より以前の値となっているので留意されたい。2021 年の日本の性格別研究開発費のうち「基礎研究」の割合は全体の 15.3%、「応用研究」は 20.6%、「開発」が 64.1%である。他国と比べて割合の変化は小さいが、2010 年頃から、「応用研究」が減少し、「開発」が増加傾向にある。
- また「公的機関」の研究開発費について、最新年では、多くの国で「開発」の割合が最も大きく、中国、米国、韓国は約 5 割、日本は約 4 割を占める。「基礎研究」の割合は、日本、米国、中国は約 2 割、フランス、韓国は約 3 割である。

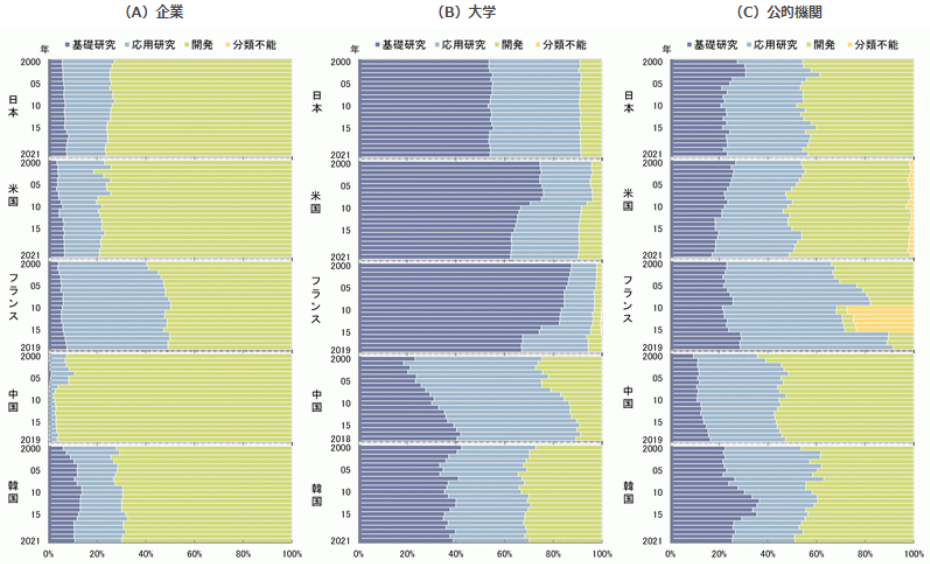
[30] 文部科学省（2023）,「科学技術指標 2023　報告書全文」,<https://nistep.repo.nii.ac.jp/records/2000006>(2023/12/22 参照)

[31] 基礎研究：特別な応用、用途を直接に考慮することなく、仮説や理論を形成するため、又は現象や観察可能な事実に関して新しい知識を得るために行われる理論的又は実験的研究

[32] 応用研究：基礎研究によって発見された知識を利用して、特定の目標を定めて実用化の可能性を確かめる研究や、既に実用化されている方法に関して、新たな応用方法を探索する研究

[33] 開発：基礎研究、応用研究及び実際の経験から得た知識の利用であり、新しい材料、装置、製品、システム、工程等の導入又は既存のこれらのものの改良をねらいとする研究

図表 3-7　主要国の部門別の性格別研究開発費の内訳



出典：文部科学省（2023）[30]

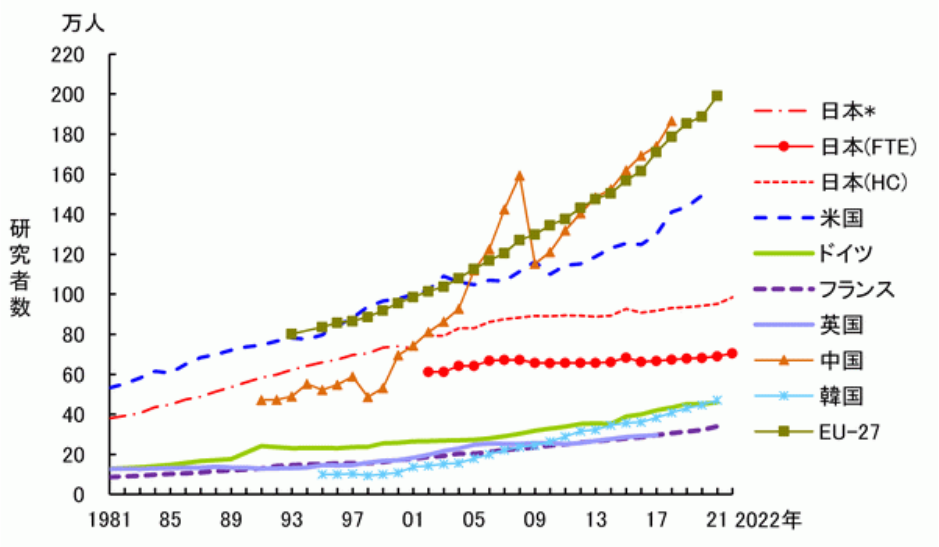
(3) 研究員数の推移

- 日本の研究者数は 2022 年において 70.5 万人、HC[34]値は 98.4 万人であり、中国（2018 年：186.6 万人）、米国（2020 年：149.3 万人）に次ぐ第 3 位の研究者数の規模である。その他の国の最新年の値を多い順に見ると、韓国（2021 年：47.1 万人）、ドイツ（2021 年：46.0 万人）、フランス（2021 年：34.0 万人）、英国（2017 年：29.6 万人）となっている。
- 人口 1 万人当たりの研究者数によって各国の規模を考慮すると、2021 年の日本（FTE[35]）は 55.0 人である。なお 2009 年までは、主要国の中で最も高かったが、韓国・ドイツが日本(FTE)を上回った。2021 年は順に韓国が 91.0 人、ドイツが 55.2 人、日本が 55.0 人、フランスが 49.8 人、米国が 45.0 人（2020 年）、英国が 44.8 人（2017 年）、中国が 13.3 人（2018 年）となっている。
- なお、米国については、過去の研究者数を下方修正されていることから、科学技術指標 2022 以前と数値が異なっている。

[34] HC 値：研究開発活動・その他の活動を兼務している場合であってもすべてを研究者とカウントした値（Head Count）

[35] FTE 値：研究業務を専従換算し、計測し研究者をカウントした値(Full-Time Equivalents)

図表 3-8 主要国の研究者数の推移

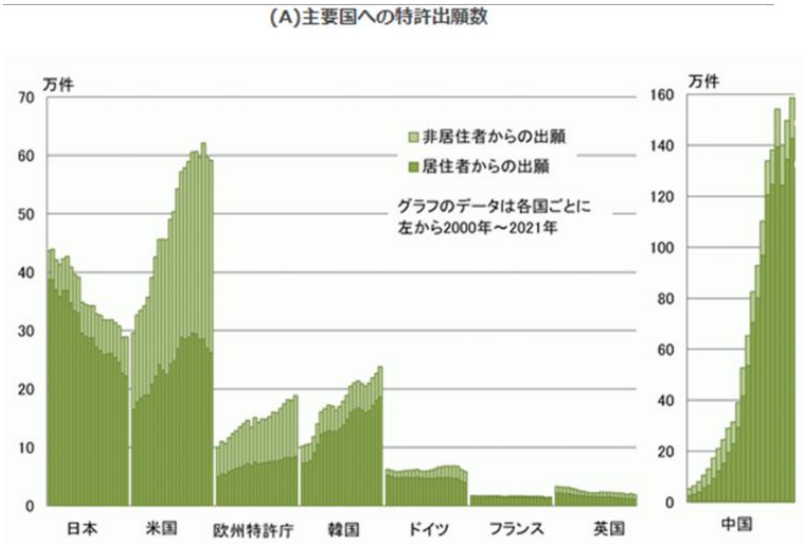


出典：文部科学省（2023）[30]

(4) 取得特許数

- 主要国への特許出願状況と主要国からの特許出願状況についてまとめられているものが”主要国への特許出願状況と主要国からの特許出願状況（図表 3-9）”である。ここでは、日本、米国、欧州、中国、韓国、ドイツ、フランス、英国への特許出願状況を対象とし、この 8 特許官庁への出願は、2021 年時点で全世界の特許出願の 87.8%を占めている。
- 日本への特許出願数は、2021 年は 28.9 万件となっている。中国、米国に次ぐ規模であるものの 2000 年代半ばから特許出願数は減少傾向にあり、差が開いている状況である。
- 中国への出願数は 2000 年～2018 年にかけて、年平均成長率 20.7%で上昇していたが、2019 年に大きく減少し、その後は増加に転じている。居住者からの特許出願数が約 9 割を占めている。
- 米国への出願数は、2021 年は 59.1 万件である。また中国とは対極的に、近年は非居住者からの出願数の割合が増加傾向にあり、米国の市場が海外にとって魅力的であることを示唆している。

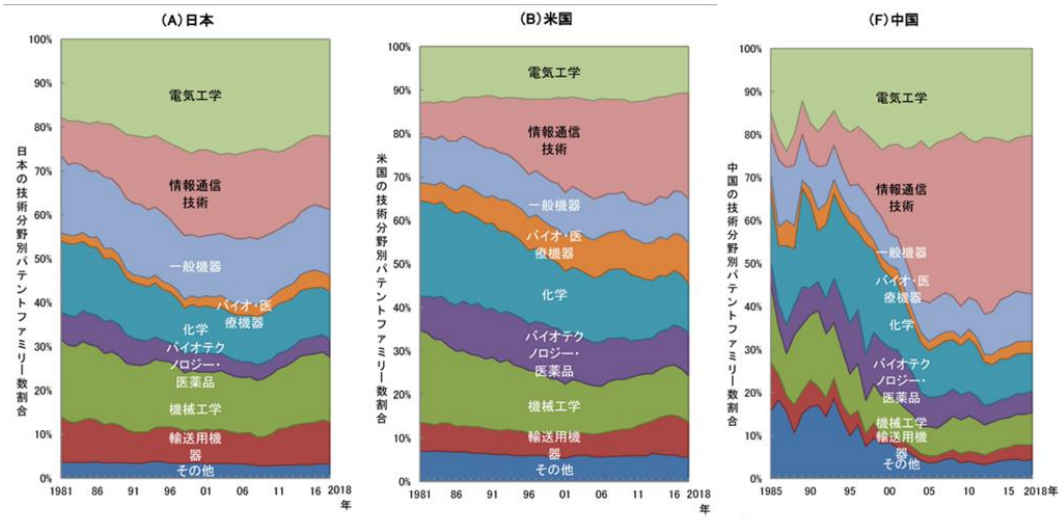
図表 3-9 主要国への特許出願状況と主要国からの特許出願状況



出典：文部科学省（2023）[30]

・ 主要国内の技術分野バランスの推移を見ると、米国は世界全体と比べて「情報通信技術」の割合が高い。また中国においても「情報通信技術」の割合が世界の平均と比べて高くなっている。

図表 3-10 主要国の技術分野別パテントファミリー数割合の推移

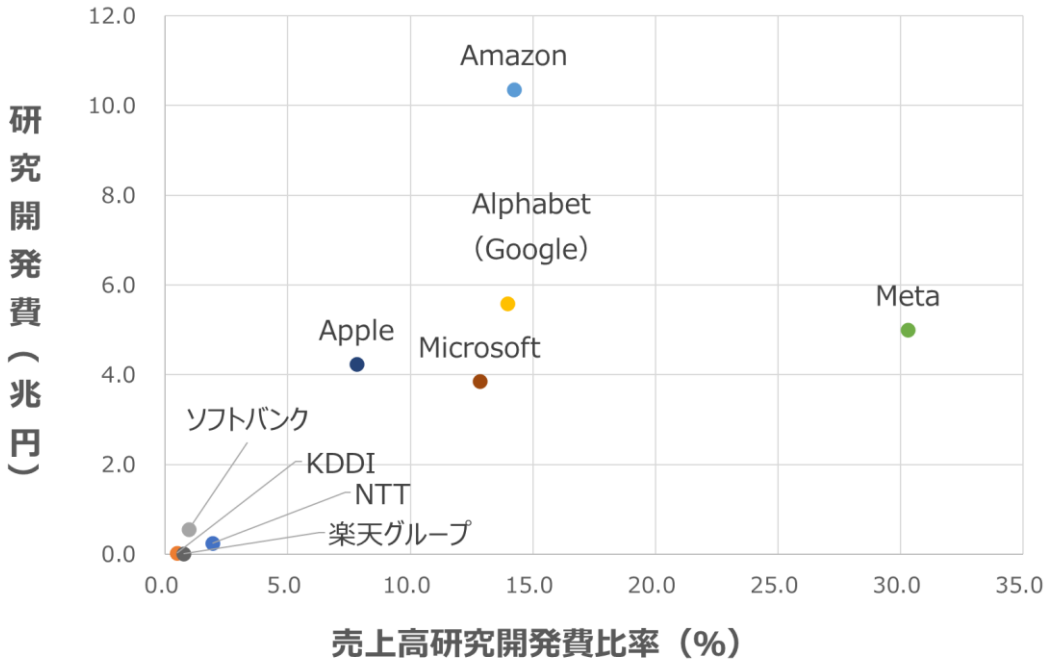


出典：文部科学省（2023）[30]

3.1.2. 情報通信分野における国内外の主要企業の動向

・ 日本の大手通信事業者における売上高研究開発比率は NTT（日本電信電話株式会社）が 1.92%、KDDI・ソフトバンク・楽天グループは 1%未満である。対して GAFAM は Apple を除くと 10%~35%であり、大手通信事業者と比較して研究開発に積極的であることが伺える（図表 3-11）。なお、売上高研究開発費比率の算出には、グループ全体の研究開発費を用いている（ソフトバンクを除く）。

図表 3-11 日本大手通信事業者と GAFAM との研究開発費比較

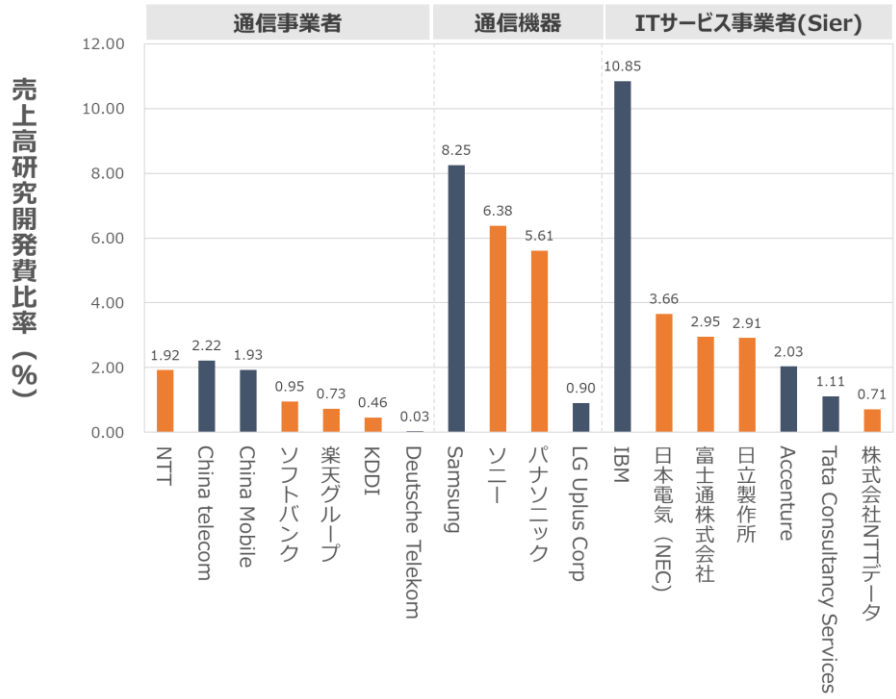


出典：各企業のアニュアルレポート等を基に NTT データ経営研究所にて作成[36]

・ 続いて、デジタルプラットフォーマを除いた情報通信業界の研究開発費について比較したものが、図表 3-12 である。IBM などの一部企業を除くと売上高研究開発比率は 10%未満となっている。日本の大手通信事業者と他国の通信事業者の売上高研究開発費比率を比較すると、NTT は 1.9%で China Telecom, China Mobile と同程度となっている。一方で、ソフトバンク、KDDI、楽天グループは 1%以下であり、他国の通信事業者と比較してやや低い傾向がみられる。なお、売上高研究開発費比率の算出には、グループ全体の研究開発費を用いている（ソフトバンクを除く）。

[36] 2023 年 11 月時点における最新のアニュアルレポートを参照

図表 3-12 通信事業者・通信機器・IT サービス事業者の研究開発費比較



出典：各企業のアニュアルレポート等を基に NTT データ経営研究所にて作成[37]

・ 企業の 2004 年と 2020 年の売上高研究開発費比率を比較し、日本は横ばいであるのに対し、米国や中国を含む諸外国はその比率を伸ばしており、研究開発投資の強化が伺える（図表 3-13）。

図表 3-13 企業の売上高研究開発費比率

(R&D top 1000 firms)

	# of firms ※1			R&D/Sales ※2	
	2004	2020		2004	2020
US	398	321	US	11.3%	13.4%
China	3	194	China	3.8%	8.6%
Japan	198	135	Japan	5.1%	5.1%
Germany	59	62	Germany	5.4%	6.5%
UK	49	36	UK	8.9%	9.9%
France	42	35	France	6.2%	5.8%
SouthKorea	11	27	SouthKorea	3.1%	5.3%
Switzerland	28	24	Switzerland	8.3%	7.6%
Taiwan	20	24	Taiwan	4.1%	6.2%
Netherlands	12	20	Netherlands	6.5%	10.0%
Sweden	20	15	Sweden	4.8%	5.8%
Denmark	17	14	Denmark	6.6%	12.5%
Canada	14	11	Canada	10.2%	8.0%

出所：Motohashi,K. “Innovation in Japan:Current status and future perspectives”
※1：研究開発投資額世界上位1,000社にランクインしている企業数
※2：各国企業の売上高に占める研究開発投資額の割合

出典：経済産業省（2023）[38]

[37] 2023 年 11 月時点における最新のアニュアルレポートを参照

[38] 研究開発・イノベーション小委員会（2023 年 6 月），「イノベーション循環を推進する政策の方向性」,経済産

・ IMD の世界競争力センターより毎年発表されている「IMD 世界デジタル競争力ランキング」[39] の 2023 年版が 2023 年 11 月に発表された。このランキングは、デジタル技術をビジネス、政府、社会における変革の重要な推進力として活用する能力と態勢を、世界の主な 64 か国・地域に調査し比較したものである。デジタル分野の「知識」、「技術」、「将来への準備」の 3 つの観点からなる 45 項目の評価結果からランキングを算出している。2023 年度、日本は昨年度から 29 位から 3 ランク下げた総合 32 位で 2017 年の調査開始から過去最低を記録した。1 位米国、2 位オランダ、3 位シンガポールであった。レベルで見ると「知識」28 位、「技術」32 位、「将来への準備」32 位となっており、低落傾向が続いている。上位に入った項目には、市民の行政への電子参加が 1 位、企業などの株式時価が 2 位、世界での産業ロボット供給やソフトウェア著作権侵害の IT 統合が 2 位となり上位の項目に入っている。一方で、機会と脅威に対する企業の対応が 62 位、企業の俊敏性とビックデータと解析の活用がともに 64 位と低くなっている。[40]

省,<https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sangyo_gijutsu/kenkyu_innovation/pdf/20230602_1.pdf>(2023/12/22 参照)

[39] IMD,「World Digital Competitiveness Ranking 2023」,<https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness-ranking/>(2023/12/22 参照)

[40] IMD,「2023 年世界デジタル競争力ランキング 日本は総合 32 位、過去最低を更新」,<https://www.imd.org/news/world_digital_competitiveness_ranking_202311/>(2023/12/22 参照)

3.1.3. 情報通信技術の研究開発及び社会実装に関する動向

(1) 次世代デジタルインフラ

1) 研究開発の方向性と課題

(ア) 技術概要

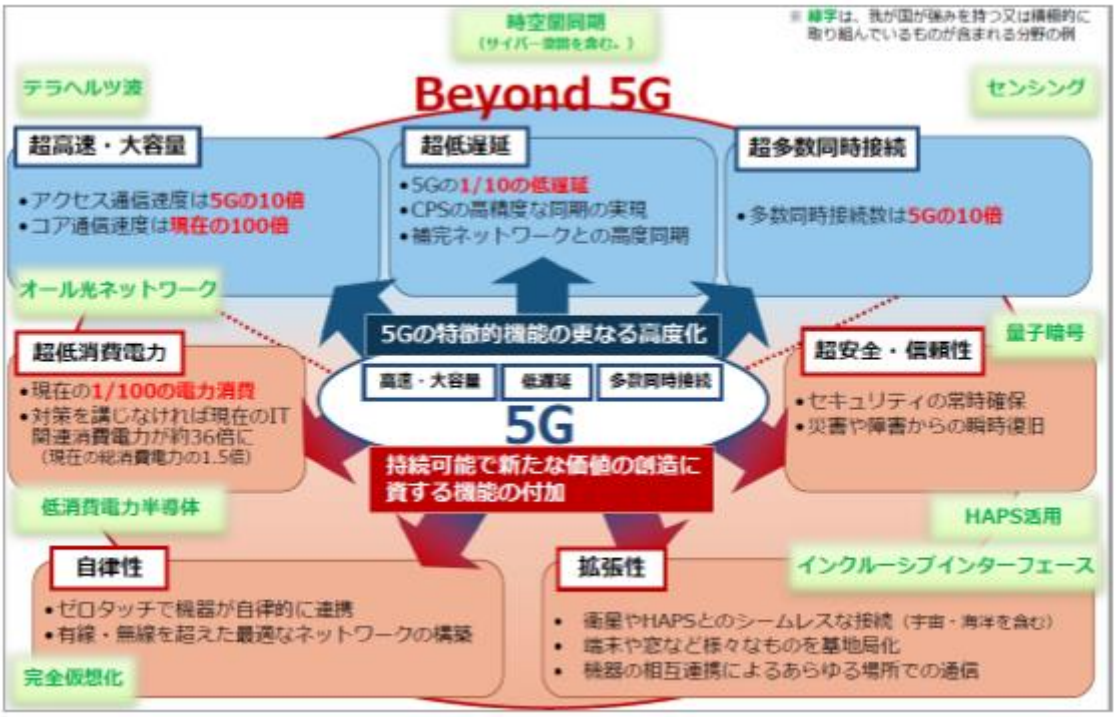
社会・産業のデジタル化により、医療・教育・交通・農業等のあらゆる分野でデータを活用した新ビジネスとそれによる社会課題の解決が期待される中、データを収集し、伝達し、処理する役割を担う 5G、通信網、データセンタ（DC）等の「デジタルインフラ」の重要性が高まっている。

第 6 期科学技術・イノベーション基本計画においても、「デジタル社会に対応した次世代インフラやデータ・ＡＩ利活用技術の整備・研究開発」が挙げられており、国土全体に網の目のように張り巡らされた、省電力、高信頼、低遅延などの面でデータやＡＩの活用に適した次世代社会インフラの実現を目指している。このため、5G/光ファイバの整備を進め、5G については、2023 年度末には 98%の地域をカバーし、光ファイバについては、2021 年度末には未整備世帯数が約 17 万世帯に減少すると見込まれる。さらに、宇宙システム（測位・通信・観測等）、地理空間（G空間）情報、SINET、HPC（High-Performance Computing）を含む次世代コンピューティング技術のソフト・ハード面での開発・整備、量子技術、半導体、ポスト 5G や Beyond5G の研究開発に取り組むこととなっている。[41]

次世代のデジタルインフラの基盤となる Beyond5G(6G)は、2030 年代に導入が予定されている次世代の情報通信インフラである。有線・無線や陸・海・空・宇宙等を包含した統合的なネットワークと考えられており、あらゆる産業や社会活動の基盤となる。「高速・大容量」「低遅延」「多数同時接続」といった 5G の特徴的機能を高度化し、さらに「超低消費電力」「超安全・信頼性」「自律性」「拡張性」などの新たな機能の実現が目指されている。図表 3-14 に Beyond5G の機能を示す。

[41] 内閣官房（2021）,「科学技術・イノベーション基本計画」,<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/6honbun.pdf>(2023/12/22 参照)

図表 3-14 Beyond5G に求められる機能



出典：総務省（2020）[42]

Beyond5G の実現により、サイバー空間とフィジカル空間（現実世界）が一体化する。フィジカル空間では、従来の地上系モバイルネットワークだけでなく、衛星系ネットワークやマルチコア光ネットワークなどを組み合わせることで柔軟で拡張性のある通信環境が提供される。サイバー空間では、アプリケーションに応じて多様な空間が併存し、蓄積された過去データや将来予想などの情報処理が行われる。Beyond5G の時代では、フィジカル空間とサイバー空間の双方において時間や空間が高度に制御され、両空間が統合されることで、これまでフィジカル空間だけでは実現できなかったことが可能となる。フィジカル空間とサイバー空間の統合により新たなアプリケーションが提供され、様々な社会課題の解決に役立つことが期待される。[43]

(イ) 技術の発展の全体の方向性

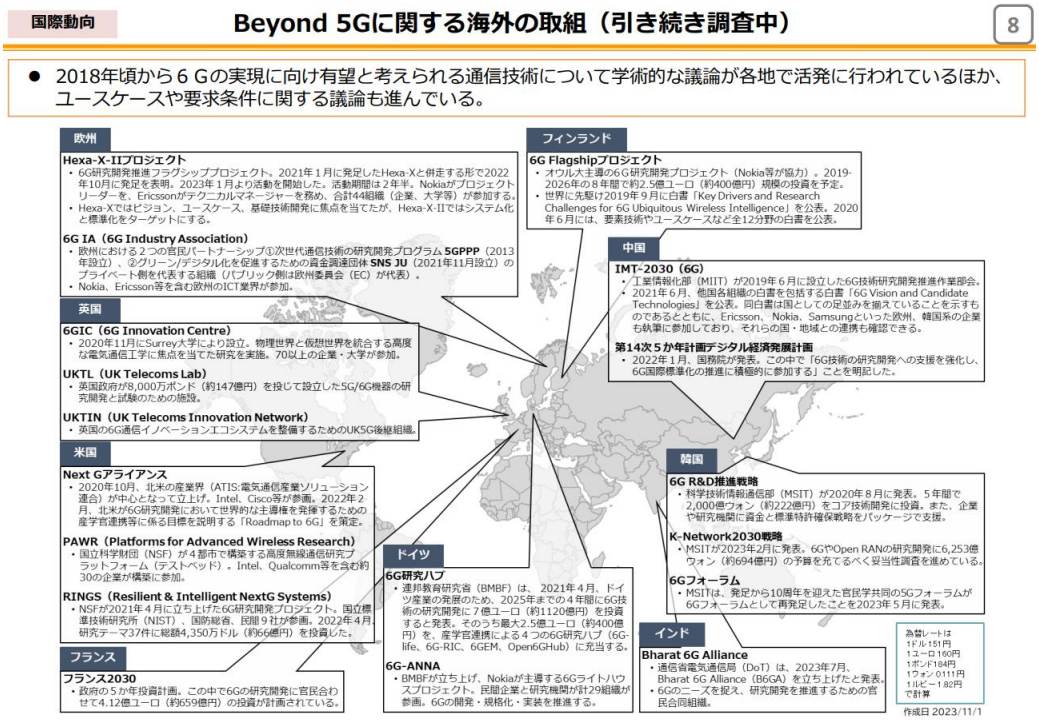
Beyond5G は、2030 年代のあらゆる産業や社会活動の基盤となることが見込まれているため、諸外国においても、Beyond5G に関する政策導入や積極的な研究開発投資が行われている。そのため、世界的な開発競争や市場獲得に向けた主導権争いが激化している。

---

[42] 総務省（2020），「Beyond5G 推進戦略－6G へのロードマップ－」,<https://www.soumu.go.jp/main_content/000702111.pdf>(2023/12/22 参照)

[43] NICT Beyond5G 開発ユニット，「Beyond 5G/6G ホワイトペーパーの概要」,<https://beyond5g.nict.go.jp/b5gwp/index.html>(2023/12/22 参照)

図表 3-15　Beyond5G の諸外国の取り組み



出典：総務省（2023）[44]

現在、世界の通信インフラ市場（基地局）では、海外の主要企業が高いシェアを占めている。また、関連特許も多数保有しており、今後も海外企業が高い国際競争力を維持・確保することが見込まれる。日本は、優れた技術力を持ってはいるものの、国際的な開発競争や市場形成に課題を持っている。我が国としても研究開発等の取組の強化をする必要がある。

(ウ) デジタルインフラに関する我が国の方針

2030 年に向けサイバー空間とフィジカル空間の一体化が進展することが見込まれ「Society5.0」を支える「データ主導社会」に移行していく必要がある。これらに向けて Beyond5G も、2030 年には実装に加え、全国を網羅する光ネットワークの整備が必要となる。

総務省公表の Beyond5G 導入までのロードマップによると、Beyond5G 導入は以下に区分される。[45]

- 先行的取組フェーズ（~2025 年）
  期間を区切った集中的な取組を推進。遅くとも 5 年以内に Beyond 5G ready な環境づくりに向けた成功のモデルケースを多数創出する。なお、世界市場で通用し、世界の叡智を我が国に呼び込める双方向性を持ったグローバル戦略に基づく取組を行う。
- 取組の加速化フェーズ（2025 年~2030 年）
  2025 年に開催される大阪・関西万博を「Beyond5Gready ショーケース」として世界に示し、グローバル展開の加速化に資する。

---

[44] 総務省（2023），「検討再開の背景及び主な検討事項」
<https://www.soumu.go.jp/main_content/000910715.pdf>(2023/12/22 参照)

[45] 総務省（2020），「Beyond 5G 推進戦略 －6G へのロードマップ－」,<https://www.soumu.go.jp/main_content/000696613.pdf>(2023/12/22 参照)

以下の①、②、③の研究成果をキーテクノロジーとして、大阪・関西万博での成果発信とともに、順次現行ネットワークへの実装を進めていく。

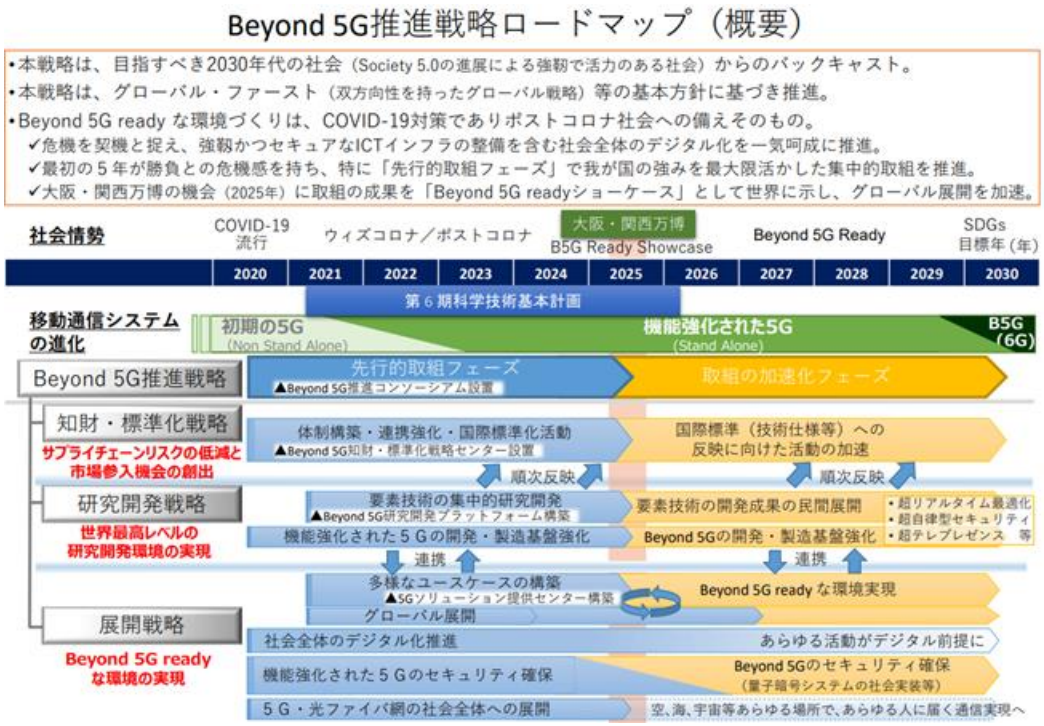
① 通信インフラの超高速化・超省電力化を実現するための「オール光ネットワーク関連技術」

② 陸海空をシームレスにつなぐ通信カバレッジの拡張（国土 100%カバー）を実現するための「非地上系ネットワーク関連技術」

③ 利用者にとって安全かつ高信頼な通信環境を確保するための「セキュアな仮想化・統合ネットワーク関連技術」

2024 年度からは、オール光ネットワーク技術や仮想化ネットワーク技術等の組み合わせによる、公的機関を含む先進ユースケースのユーザやエリアでの利用を念頭に置いた技術開発・検証を行う年と位置付けられている。[46]

図表 3-16　Beyond5G 推進戦略ロードマップ



出典：総務省（2020）[45]

(エ) 技術要素と今後の課題

総務省の「Beyond5G に向けた情報通信技術戦略の在り方（中間答申）」によると、Beyond 5G では、従来の移動通信システム（無線技術）の延長上だけで捉えるのではなく、オール光ネットワークによる大容量な固定網と移動網を密に結合させて革新的な大容量・低遅延・高信頼・低消費電力の通信インフラを実現するとともに、非地上系のインフラともシームレスに結合させ、これらをセキュアに最適

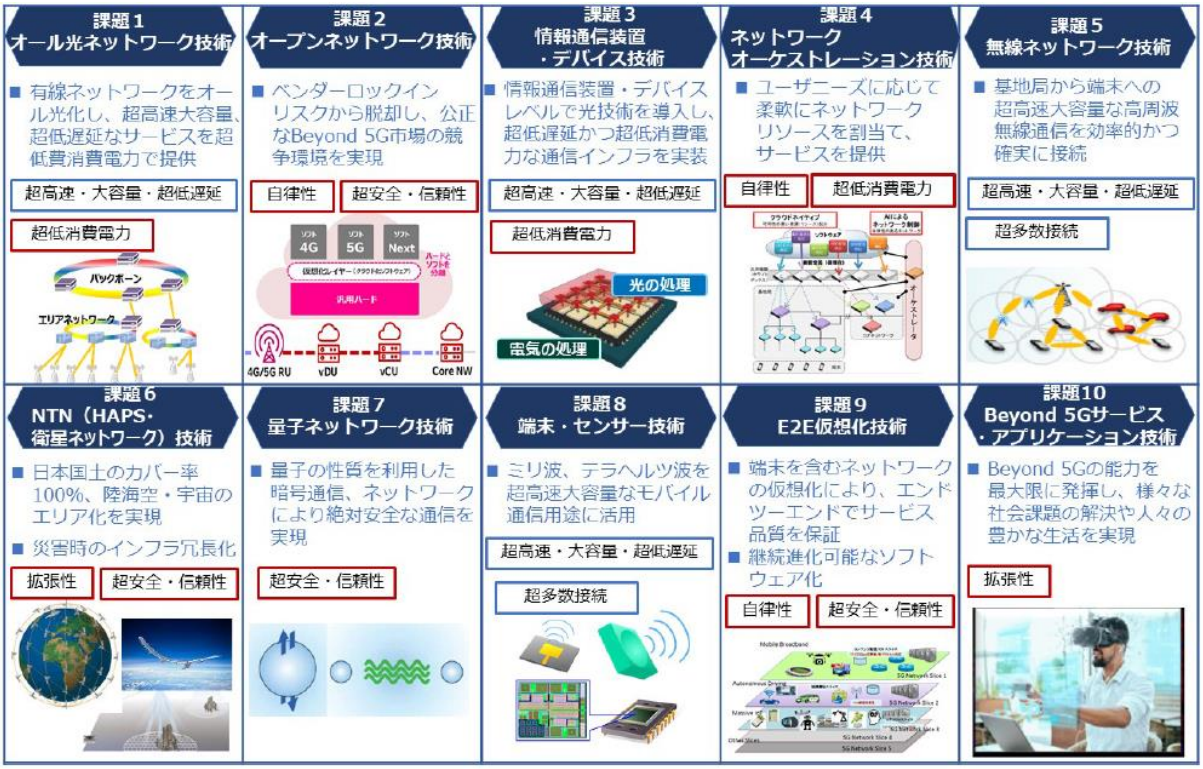
[46] 総務省（2022）,「Beyond 5G に向けた情報通信技術戦略の在り方 報告書」,<https://www.soumu.go.jp/main_content/000812517.pdf>(2023/12/22 参照)

制御することができ、上記のような革新的なサービスの基盤となる統合的なネットワークを実現することを、我が国として目指すべきである[47]。インフラは、今後ますますネットワーク上を流通するデータ量が爆発的に増えていく中で、数多くの課題が指摘されており、抜本的な対応が必要である。

低消費電力やデータ伝送の大容量・低遅延化は 5G 今後の研究開発における前提となっており、光通信技術の研究開発の意義は大きい。また、無線通信技術により、生活空間内のあらゆるものを接続し、現実/仮想空間の融合を導入により、我々の社会空間に大きな柔軟性と利便性をもたらす。さらに、自動車、工場機器などのシステム間の接続や連携、教育・医療・仕事のリモート化/工場・店舗の無人化等を通じて SDGs が目標とする、経済進展、環境保全、社会課題解決を同時に達成するためのプラットフォームへの進化が求められている。自動運転、遠隔操作などアプリケーションへの通信サービス適用が期待されており、研究開発が求められている。

総務省の「Beyond5G に向けた情報通信技術戦略の在り方（中間答申）」[47] において、Beyond5G に求められる要素技術の中で、Beyond5G に向けて産学官全体で取り組むべき 10 つの研究開発課題が以下のとおり整理されている（図表 3-17）。なお、これらの課題は相互に関係するものである。

図表 3-17 産官学で取り組むべき Beyond5G 研究開発 10 課題



出典：総務省（2022）[47]

中でも、「オール光ネットワーク関連技術」、「非地上系ネットワーク関連技術」、「セキュアな仮想化・統合ネットワーク関連技術」を重点研究開発課題の柱（重点研究開発プログラム）と位置づけ、優

[47] 総務省（2022），「Beyond 5G に向けた情報通信技術戦略の在り方(中間答申)」,<https://www.soumu.go.jp/main_content/000822641.pdf>(2023/12/22 参照)

先的に注力していくことが適当とされている。ここでは、重点研究課題の柱「オール光ネットワーク関連技術」、「セキュアな仮想化・統合ネットワーク関連技術」に関連する課題①、③、④、⑨および課題⑤について、詳細を以下に示す。

- ✓ 【課題１】オール光ネットワーク技術

  【目的・概要】有線ネットワークをオール光化し、超低費消費電力な超高速大容量、超低遅延の通信サービスの実現。無線と有線のシームレスな融合を想定したオール光ネットワークを実現。

  【現状・技術課題】コアネットワークの大容量需要に対応するため、マルチコアファイバ等を活用した光ネットワーク技術の開発を推進する必要あり。既存ファイバ網では、ネットワークリソースの動的負荷分散に対応できておらず、かつオール光環境下の制御技術が確立されていない。

  【2030 年までの実現目標】マルチコアファイバ等大容量ファイバのコアネットワーク等への導入。光通信端末間(E2E)、無線ネットワークにおける RU からコアネットワーク間のオール光技術の導入(光技術の導入により電力効率 100 倍)。

- ✓ 課題３：情報通信装置・デバイス技術

  【目的・概要】情報通信装置・デバイスレベルで光技術を導入し、超低遅延かつ超低消費電力な通信インフラを実装、精緻な時空間同期技術により、装置・デバイスレベルでの正確な時刻・位置を把握可能。

  現状・技術課題：情報通信装置・デバイスレベルで光技術を導入することで、省電力化を促進し、増加するデバイスのフィージビリティを確保する必要あり、小型デバイス・モデュールレベルでの精緻な時刻・位置の管理技術が確立されていない。

  【2030 年までの実現目標】情報通信装置やデバイスレベルで光技術を導入（光技術の導入により電力効率 100 倍)、GPS に頼らない小型デバイス・モデュールにおける精緻な時刻・位置把握・管理技術を導入。

- ✓ 課題４：ネットワークオーケストレーション技術

  【目的・概要】ユーザーニーズに応じて、柔軟にネットワークリソースを割当て、サービスを提供。固定網・移動網を融合し、ネットワークドメイン横断的に制御可能な技術を確立。

  【現状・技術課題】ユーザーニーズに応え最適なネットワークリソース割当できるよう、ネットワークインフラにおいてハードとソフトを分離する必要あり。現在は分離されている移動網、固定網、更には NTN(非地上ネットワーク)も含め、最適なネットワークリソース割当ができる統合的な制御技術の必要あり。

  【2030 年までの実現目標】サービスレイヤーまで含めたネットワーク全体におけるオーケストレーション技術の確立。移動・固定網（NTN 含む）を統合したオーケストレーション技術の確立。

- ✓ 課題５：無線ネットワーク技術

  【目的・概要】基地局から端末への超高速大容量な高周波無線通信を効率的かつ確実に接続。詳細位置測位。パワーアンプの超低消費電力化等による基地局の省電力化を実現。

  【現状・技術課題】ミリ波帯・テラヘルツ帯の有効利用が必要。Beyond5G に向けた超低消費電力の実現が必要。

  【2030 年までの実現目標】テラヘルツ帯超高速大容量通信技術の確立。セキュアなソフトウェ

ア RAN 管理・仮想化技術の確立。超低消費電力・超カバレッジ拡張を実現する無線技術の確立。

✓ 課題 9 ：E2E（エンドツーエンド）仮想化技術

【目的・概要】端末を含むネットワークの仮想化により、E2E でサービス品質を保証すると共に、安全性・信頼性・柔軟性等を大幅に高めつつ、ネットワークの高機能化・大容量化を図る。

【現状・技術課題】サービスごとにカスタマイズされた複数の仮想的なネットワークを一つの物理ネットワークで提供するスライシング技術が必要、QoS/QoE を保証しながらセキュアなネットワークリソースを動的に割り当てる制御技術が必要。

【2030 年までの実現目標】柔軟なスライシングによりネットワークのリソースアイソレーション・設備共用・光無線融合へのマイグレーションの実現、顧客の要請に応じた品質のサービスを柔軟に提供するためのインテリジェントネットワークオーケストレーションを実現、クラウドネイティブ化によりユーザーが自由にネットワークを構築できる環境を実現。

(オ) 国際標準化戦略

我が国の国際競争力を強化していくためには、研究開発成果を踏まえた社会実装とその実現に向けた国際標準の獲得と知財（標準必須特許を含む）の取得を一体的な企業戦略として戦略的に取り組むことが求められている。Beyond5G に係る国際標準化については、各企業が標準化すべき個々の要素技術の研究開発状況に応じて、標準化を行う場合の技術性能要件の検討、各国から順次提案受付、国際標準の審議・策定等が進められる見込みであり、Beyond5G の国際標準化機関の活動状況に応じ、研究開発成果を適時適切に入力し、戦略的に標準化活動を進めていく必要がある。

国際標準化には、「デジュール標準」（ITU など国の代表で構成する公的機関で標準規格を定める）と「フォーラム標準」（先端技術分野で国際的に有力な企業等がフォーラム組織を形成して合意により規格を決める）がある。以下に、わが国の国際的な活動を紹介する。

- **G7 群馬高崎デジタル・技術大臣会合**

  2023 年 4 月 29 日及び 30 日、群馬県高崎市において、「G7 群馬高崎デジタル・技術大臣会合」が開催された。この中で、デジタル・技術における諸課題の一つとして、デジタル市場における競争政策について議論が行われ、デジタル競争分野での既存の法律や新たな法制度の立案や執行において各国で共通して抱える課題を共有していくこと、デジタル競争サミットを 2023 年秋に開催すること等が合意された。[48, 49]

[48] 内閣官房（2023），「G 7 群馬高崎デジタル・技術大臣会合（The G7 Digital and Tech Ministers' Meeting）における「デジタル競争」に係る合意について」,<https://www.cas.go.jp/jp/houdou/20230430g7_digital_and_technology.html>(2023/12/22 参照)

[49] 内閣官房（2023），「閣僚宣言 G7 デジタル・技術大臣会合 2023 年 4 月 30 日」,<https://www.cas.go.jp/jp/houdou/pdf/20230430g7_digital_and_technology_ja.pdf>(2023/12/22 参照)

図表 3-18　G7 群馬高崎デジタル・技術大臣会合の概要

出典：総務省（2023）[44]

- **電気通信に関するグローバル連合（GCOT：Global Coalition on Telecommunications）**

  総務省は 2023 年 10 月 5 日、英国、オーストラリア、カナダ、米国の関係政府機関と共に電気通信に関する多国間協力枠組みとして、電気通信に関するグローバル連合（GCOT：Global Coalition on Telecommunications）を立ちあげた。GCOT は、①GCOT 参加国間の協力・調整の強化、②電気通信政策の主要分野に関するより広範な国際的なコンセンサスの構築、③産官学の対話を可能にすること、4)産業界におけるイノベーション及び成長機会の促進を目的としている。[50]

[50] 総務省（2022），「GLOBAL COALITION ON TELECOMMUNICATIONS（GCOT）電気通信に関するグローバル連合」.<https://www.soumu.go.jp/main_content/000905749.pdf>(2023/12/22 参照)

図表 3-19 電気通信に関するグローバル連合（GCOT）について

出典：総務省（2023）[44]

- **国際電気通信連合（ITU）無線通信総会（RA-23）**

ITU は、電気通信の良好な運用により諸国民の間の平和的関係及び国際協力並びに経済的及び社会的発展を円滑にする目的で設立された国際連合の専門機関の一つである。ITU において、IMT-2030（Beyond5G/6G）の国際標準化が進行中である。2023 年 11 月、IMT-2030 のフレームワーク勧告（2030 年頃の実現が想定される次世代の携帯電話規格に求められる能力やユースケース等を含む全体像を与える勧告）および海上移動業務における自動接続システム関連の勧告（WRC-23 で改正を検討している無線通信規則で引用される予定の勧告改訂案であり、WRC-23 の前の承認が必要であることから、RA-23 で承認を求められたもの。）が承認された。[51]

ITU 無線通信部門（ITU-R）で行う移動通信の標準化は、これまで ITU-RSG5（地上業務）の WP5D(IMT システム)で行われている。また、周波数の国際分配はおおむね 4 ～ 5 年おきに開催される世界無線通信会議（WRC : World Radiocommunication Conference）で決定されている。

- **3GPP（Third Generation Partnership Project）が 6G の標準仕様化を宣言**

3 GPP 等の民間の標準化団体が策定した仕様を、ITU 無線通信部門（ITU-R）において勧告化し、国際標準とする流れが主流の一つとなっている。その中でも有力な団体である 3GPP では、期間を定めて策定された標準技術仕様毎にリリース（Release）番号が付けられている。 3 GPP では現在、リリース 18 の仕様標準化作業が進められており、リリース 19 の開発もまもなく開始される。どちらも 5G-Advanced に関する仕様策定を行うものとなる。2023 年 12 月 4 日、6G の標準化

[51] 総務省（2023）,「国際電気通信連合（ITU）無線通信総会（RA-23）の結果」,<https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin04_02000148.html>(2023/12/22 参照)

仕様計画に着手するが発表された。[52]

2) 国内における研究開発・社会実装の動向

Beyond5G の実現に向けて、政府による研究開発事業や民間企業においても研究開発が進められている。以下に、それらの取り組みと最新の動向を紹介する。なお、ここでは項目 1)次世代デジタルインフラ(エ)技術要素と今後の課題で挙げた技術要素に関連する研究開発および社会実装の事例を中心に取り上げた。

(ア)国内の主要な取り組み

Beyond5G の実現に向けて、国により研究開発を促進する事業や体制が整備されている。後述する IOWN 構想では、企業が中心となり次世代のネットワーク・情報処理基盤の開発に取り組んでいる。

- **Beyond5G 研究開発プラットフォーム**

  総務省は、我が国として重点的に取り組むべき戦略的に重要な要素技術の研究開発を関係府省が連携して推進するために、「Beyond5G 研究開発プラットフォーム」を構築している。

  Beyond5G の実現に必要な最先端の要素技術等の研究開発を支援するため、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）に時限の研究開発基金を設置して公募型研究開発を実施するとともに、テストベッド等の共用研究施設・設備を整備してきている。NICT においては、Beyond5G の研究開発を戦略的に推進するための専門組織「Beyond5G 研究開発推進ユニット」を立ち上げ、これらの取組と NICT 自らが研究機関として行う研究開発との連携を図る等、Beyond5G 研究開発の中核機関としてプラットフォーム機能を大学や民間企業に提供し、官民の英知を結集した研究開発を促進している。[53]

  〇情報通信研究機構 Beyond5G 研究開発促進事業

  情報通信研究機構（NICT）では、Beyond5G 研究開発促進事業を推進している。この事業は、Beyond5G の実現に必要な要素技術について、民間企業や大学等への公募型研究開発を実施しており、事業化を目的とした要素技術の確立や、国際標準への反映等を通じて、Beyond5G における我が国の国際競争力強化等を図っている。

  〇地域課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証

  総務省では、地域の企業等をはじめとする多様な主体が、個別のニーズに応じて独自の 5G システムを構築できる「ローカル 5G」の普及に向けた取組を推進している。ローカル 5G のより柔軟な運用の実現および低廉かつ安心安全なローカル 5G の利活用の実現に向け、令和 2 年度から引き続き、現実のさまざまな利用場面を想定した多種多様な利用環境下において、電波伝搬等に関する技術的検討を実施するとともに、ローカル 5G 等を活用したソリューションを創出する「課題解決型ローカル 5G 等の実現に向けた開発実証」においてネットワークコンピューティングに関連する各種実証が進められている。

---

[52] 3GPP,「3GPP Commits to Develop 6G Specifications」2023 年 12 月 3 日,<https://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/partner-pr-6g>(2023/12/22 参照)

[53] 総務省（2023）,「Beyond 5G 推進戦略 プログレスレポート 2022」,<https://www.soumu.go.jp/main_content/000870502.pdf>(2023/12/22 参照)

- **ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業**

  2020 年度より、経済産業省が定める「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業研究開発計画」に基づき、NEDO（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）が「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業」を推進している。

  第 5 世代移動通信システム（5G）は、現在各国で商用サービスが始まっているが、更に超低遅延や多数同時接続といった機能が強化された 5G（以下、「ポスト 5G」）が、今後、スマート工場や自動運転といった多様な産業用途への活用が見込まれており、我が国の競争力の核となり得る技術として期待されている。そこで、ポスト 5G に対応した情報通信システムの中核となる技術を開発し、ポスト 5G 情報通信システムの開発・製造基盤強化を目指している。

- **IOWN（Innovative Optical and Wireless Network）構想**

  日本電信電話株式会社（以下、NTT）が主導するあらゆる情報を基に個と全体との最適化を図り、多様性を受容できる豊かな社会を創るため、光を中心とした革新的技術を活用し、これまでのインフラの限界を超えた高速大容量通信ならびに膨大な計算リソース等を提供可能な、端末を含むネットワーク・情報処理基盤の構想である。IOWN 構想のもと、プロセッサチップ内の信号処理部に光と電子を導入する「光電融合」デバイスや物理サーバーに依存せず演算リソース等の追加を柔軟に行うディスアグリゲーテッドコンピューティングの研究開発が進められている。2020 年には、NTT、Intel、ソニーが新規技術、フレームワーク、技術仕様、レファレンスデザインの開発を通じて IOWN の実現を促進する IOWN Global Forum を設置した。2022 年現在、欧米、アジアを含む 100 社以上の組織・団体が参画している[54]

2023 年 3 月に「APN IOWN1.0」の商用化が開始された。IOWN の実現を可能とした APN（オールフォトニクス・ネットワーク）は、通信ネットワークのすべての区間を光波長のまま伝送することが可能な光技術である。APN は、光波長を専有することで他のトラフィックの影響を受けることなく、通信の遅延を既存のネットワークに比べ大幅に短縮でき、低遅延が実現した。2 つの拠点をポイント・ツー・ポイントでつなぐ 100Gbps の専用線サービスとして提供を開始した。NTT は 2030 年までの開発目標に電力効率を 100 倍、伝送容量を 125 倍、遅延を 200 分の 1 にすることを掲げている。APN IOWN1.0 により、遠隔合奏や遠隔レッスン、e スポーツ、リモートプロダクションや実験計測機など機器の遠隔操作、データセンタ間の緊密な連携などでの活用に加え、さらなる利用シーンの創出が期待される。[55]

---

[54] 国立研究開発法人科学技術振興機構　研究開発戦略センター（2023）,「研究開発の俯瞰報告書（2023 年）」,<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2022/FR/CRDS-FY2022-FR-04.pdf>(2023/12/22 参照)

[55] 東日本電信電話株式会社,「APN IOWN1.0 の提供開始について」2023 年 3 月 2 日,<https://www.ntt-east.co.jp/release/detail/20230302_01.html>(2023/12/22 参照)

図表 3-20　IOWN の提供内容イメージ

出典：東日本電信電話株式会社（2023）[55]

NTT によると、IOWN 構想の実現に向けた技術開発ロードマップは以下の通りである。

1. 大容量低遅延データ通信方式（Layer4/Layer3(※1)に該当する通信方式の高速化：2021 年、光／無線アクセス大容量化：2023 年）

   オールフォトニクス・ネットワークの大容量性を最大限に活かすため、パケット伝搬遅延による最大可能データ転送レートの低下を軽減しながら、従来の TCP/IP 方式と比べて大容量データの転送時間を大幅に短縮する高速 Layer4/Layer3 通信方式を開発する。また、これによる通信量のさらなる増大に対応するための光や無線アクセスの大容量化方式の開発にも取り組む。

   (※1) ISO（International Organization for Standardization「国際標準化機構」） OSI 参照モデルのトランスポート層（Layer 4）とネットワーク層（Layer 3）

2. データセントリック型 ICT インフラの実現（2021 年）

   コグニティブ・ファンデーションの構成要素ひとつとして、センサノードや AI 分析ノードなどのノードの間の大容量データの交換・共有を低遅延に、効率的に実現するコグニティブファウンデーションデータハブ（以下「CF データハブ」）を開発する。また、このデータハブを中心として多種多様なネットワーク、コンピューティング手段を連携させるデータセントリックアーキテクチャを推進していく。

3. 多地点、超高速、低遅延クラウドコンピューティングの実現（2021 年）

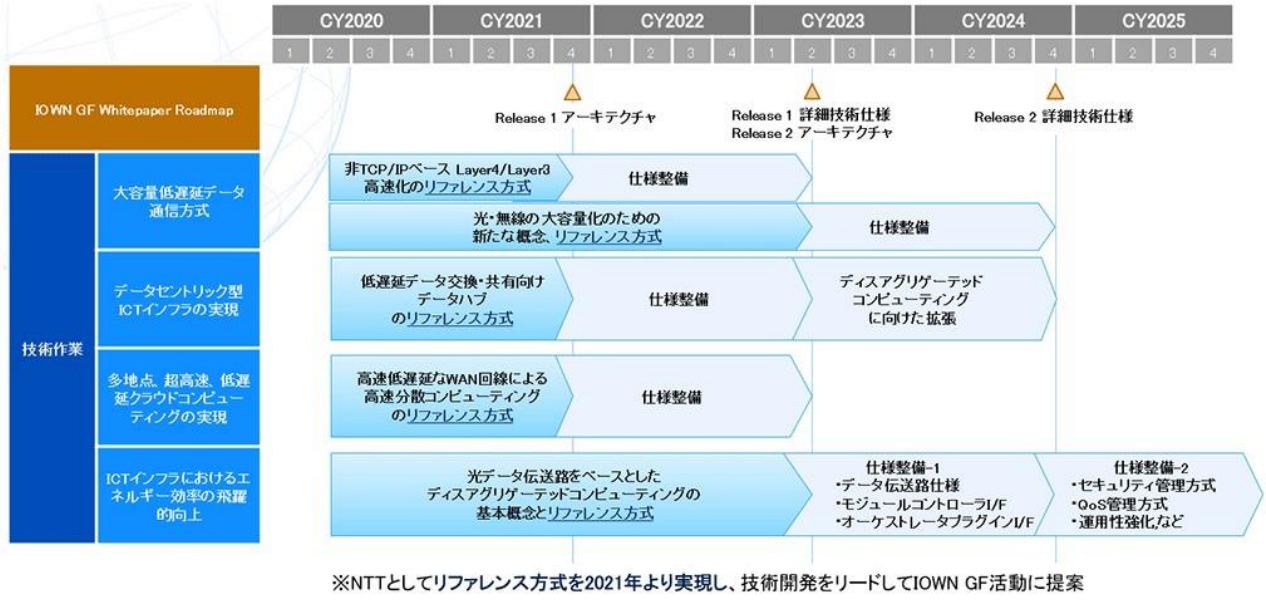
   複数のデータセンタがシームレスにまたがったクラウドコンピューティングインフラを実現するため、オールフォトニクス・ネットワーク上の通信の高速性、低遅延性を活かした高速分散コンピューティング方式を開発する。

4. ICT インフラにおけるエネルギー効率の飛躍的向上（2023 年）

   コンピューティングのモジュール間、パッケージ間、チップ間のデータ伝送を段階的にこれまでの電気ベースから光ベースへと置き換えながらデータ伝送の経路を簡略化することにより大幅なエネルギー効率の向上を実現するフォトニックディスアグリゲーテッドコンピューティング技術を開発する。

ロードマップに従い、データセントリックコンピューティング技術、ディスアグリゲーテッドコンピューティング技術などを IOWN 構想に取り込んでいくことにより、Smart World 時代のナチュラルなサイバー空間の創造を加速していく。たとえば、大容量データを低遅延に伝達しながら AI 制御を行うことにより、ヒトの知覚能力、反射能力を超越したシステム制御を実現。また、多数の AI システムの協調により、社会規模の全体最適化や大規模シミュレーションを通じた未来予測を実現する。また、CF データハブを通じて多数のノードの間の連携が加速され、複数の AI サービスを組み合わせながら新しい AI サービスを作るようなマッシュアップ型 AI サービス開発も実現され、IOWN を基盤とした Smart World 時代のソーシャル・キャピタルが形成されていく。[56]

図表 3-21　IOWN 技術開発ロードマップ



出典：日本電信電話株式会社[56]

2023 年 12 月 5 日に開催された国際連合傘下の標準化機関 ITU-T が主催した CxO Roundtable(※2)において、IOWN 技術仕様の公的標準策定が合意された。IOWN をグローバルに普及・推進する業界団体である IOWN Global Forum は、その代表である NTT を通じ IOWN の国際接続性の担保や、途上国も含めた世界展開に向けた公的標準策定の重要性を提案した。提案内容については、本会議に出席した世界各国の CxO ならびに ITU-T 幹部の賛意を得るとともに、IOWN 技術仕様の公的標準策定が合意された。また、IOWN GF と ITU の連携強化についても合意された。

(※2) CxO Roundtable：ITU-T 参加企業・団体の幹部が集う会議であり、ITU-T 局長（日本から選出された尾上氏）[57]

[56] 日本電信電話株式会社,「IOWN 構想の実現に向けた技術開発ロードマップ」,<https://www.rd.ntt/iown/0005.html>(2023/12/22 参照)

[57] 日本電信電話株式会社,「国連標準化機関 ITU-T にて IOWN 技術仕様の公的標準策定を合意」2023 年 12 月 13 日,<https://group.ntt/jp/newsrelease/2023/12/13/231213a.html>(2023/12/22 参照)

(イ) 主な研究開発の状況

次世代デジタルインフラの実現に向けて、各企業や産学官が連携した研究開発が行われている。光通信に関して、低消費電力、超高速大容量、超低遅延の技術検討が進められている。

- **KDDI など、世界で初めて 115.2THz の超広帯域光ファイバ伝送実験に成功**

  2023 年 10 月 20 日、KDDI と KDDI 総合研究所、住友電気工業、古河電気工業、米 OFS Laboratories は、標準的な光ファイバと同じ 250μm の光ファイバの中に 12 個の独立したコアを高密度に配置した非結合 12 コア光ファイバと、広帯域な O 帯光ファイバ増幅器（以下、「BDFA」）を組み合わせることにより、標準光ファイバ径の光ファイバ伝送実験では世界最大となる伝送帯域幅 115.2THz（従来の C 帯に比べて約 24 倍）の超広帯域伝送実験に成功したと発表した（伝送容量 484Tbps、伝送距離 31km）。6G 時代には、IoT 端末やモビリティサービスの普及により、現在よりもはるかに膨大で多様なデータがネットワークを流れることが想定され、ネットワークを支えるためには光ファイバ通信の容量をより拡大することが不可欠であり、今回の成果は、6G 時代のデータセンタ間の大容量高速通信を支える技術となる。また、光ファイバ 1 本あたりの通信容量を大幅に拡大できることから、より少ないファイバ心線数で同じ通信容量を確保することができ、通常の管路や設備を省スペースで活用することが可能な技術として期待される。本研究開発の一部は、NEDO「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業」の受託研究により得られたものである。[58]

- **既存の光ファイバにおける伝送容量の世界記録更新、毎秒 301 テラビット伝送を実証**

  2023 年 11 月、国立研究開発法人情報通信研究機構フォトニックネットワーク研究室を中心とした国際共同研究グループは、現在市中に敷設されているものと同じ、既存の光ファイバで世界最大の伝送容量となる毎秒 301 テラビットの伝送実験に成功し、従来の世界記録を更新したことを発表した。今回の記録は、既存の光ファイバでは未使用であった新しい波長領域を開拓するために光増幅器と光強度調整器を新たに開発し、多数の波長を利用可能にすることで達成できた。今回開発した技術は、通信需要が高まる将来において、光通信インフラの通信容量拡大に大きく貢献することが期待される。[59]

- **Beyond5G 超高速・大容量ネットワークの自律性・超低消費電力を実現するネットワークサービス基盤技術の研究開発**　※Beyond5G 研究開発促進事業における令和 4 年度の基幹課題

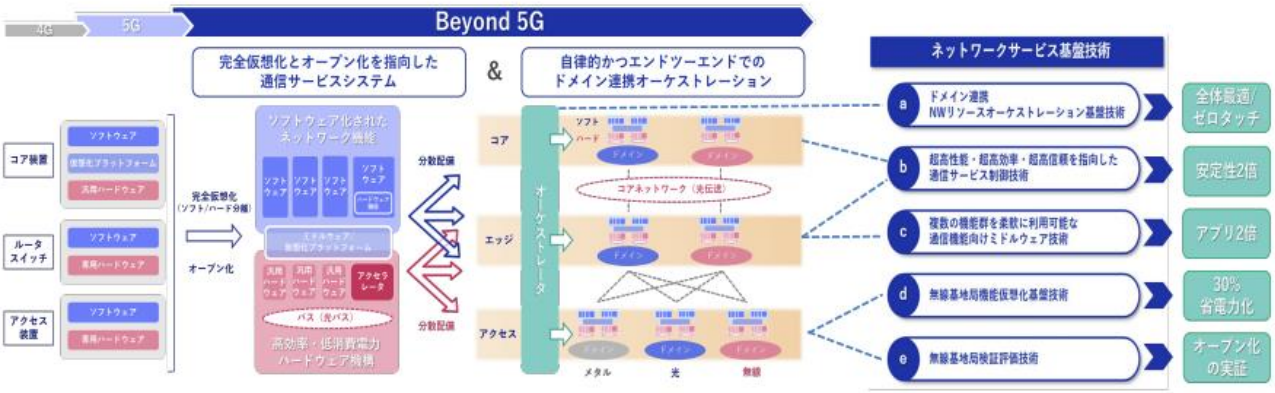
  日本電気株式会社、日本電信電話株式会社、富士通株式会社、株式会社ＮＴＴドコモの共同研究。本研究では、情報通信システムとそれを構成するネットワークサービス基盤を対象として、「ネットワークと分散データ処理を融合し、全世界に散らばる通信・計算資源を有機的に活用することで、デジタル化の推進と実世界とのリアルタイムなインタラクションの実現」を目指した検討を実施する。また、本研究では、仮想化とオープンネットワーク技術を基に、通信ネットワークを構成する装置を、ソフトウェア化されたネットワーク機能及び、高効率なハードウェアの組合せで実現するととも

[58] KDDI 株式会社,「世界初、従来比 24 倍 115.2THz の超広帯域光ファイバー伝送実験に成功」2023 年 10 月 20 日,<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2023/10/20/7026.html> (2023/12/22 参照)

[59] 国立研究開発法人情報通信研究機構,「既存の光ファイバにおける伝送容量の世界記録更新、毎秒 301 テラビット伝送を実証」2023 年 11 月 30 日,<https://www.nict.go.jp/press/2023/11/30-2.html> (2023/12/22 参照)

に、自律的かつエンドツーエンドのオーケストレーションによりネットワーク全体の最適化を実現する。[60]

図表 3-22 研究開発イメージ図



出典：国立研究開発法人情報通信研究機構 [60]

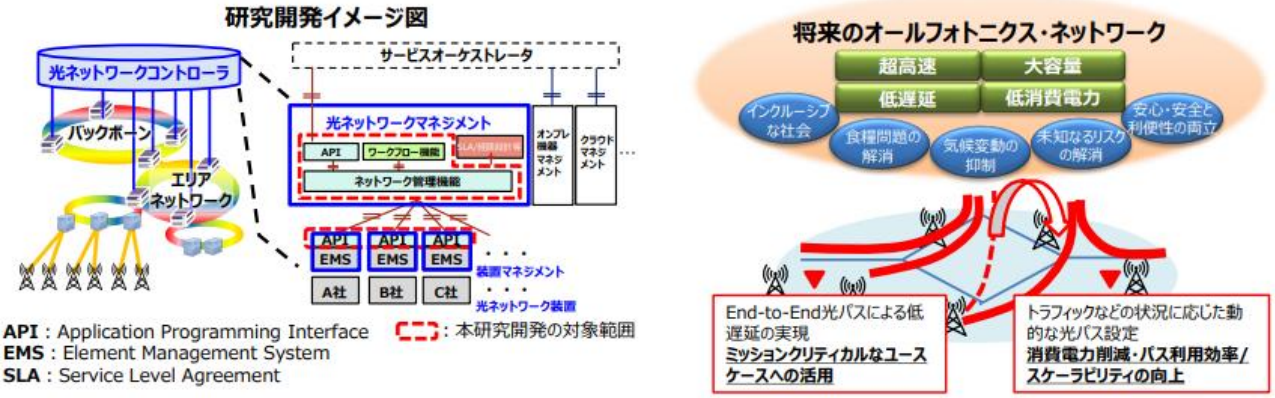
- **Beyond5G 超高速・大容量ネットワークを実現する光ネットワークコントローラ技術の研究開発** ※Beyond5G 研究開発促進事業における令和 4 年度の基幹課題

  富士通株式会社、日本電気株式会社、日本電信電話株式会社の共同研究。本研究は、オールフォトニクス・ネットワークにおいて End-to-End で光波長パスを管理し、オンデマンドで光波長パスの設定が可能な光ネットワークコントローラ技術を達成する研究開発である。革新的な研究成果として、2030 年以降に商用システムの稼働開始を目指している。具体的には、オープンなシステムアーキテクチャ、インターフェース規定に基づいた技術仕様を採用し、ソフトウェア部品を 2026 年度にオープンソースとして広く公開することで、様々なベンダ製品への機能部品としての活用と技術の普及を目指す。また 2027 年度に製品もしくは、システムに組み込み商用化開発を開始する。本研究開発成果は、効率的に光波長パスを提供できるようにする基盤技術及び運用性・サービス性を向上する自動制御シナリオの実行基盤技術であり、Beyond5G 時代のネットワークサービスの経済的な提供に資するものである。[61]

[60] 国立研究開発法人情報通信研究機構,「機能実現型プログラム　基幹課題［採択番号 04801］研究概要図」,<https://www2.nict.go.jp/commission/B5Gsokushin/B5G_keikaku/r04/B5G_04801_overview.pdf>(2023/12/22 参照)

[61] 国立研究開発法人情報通信研究機構,「機能実現型プログラム　基幹課題［採択番号 04701］研究概要図」,<https://www2.nict.go.jp/commission/B5Gsokushin/B5G_keikaku/r04/B5G_04701_overview.pdf>(2023/12/22 参照)

図表 3-23 研究開発イメージ図、将来のオールフォトニクスネットワーク

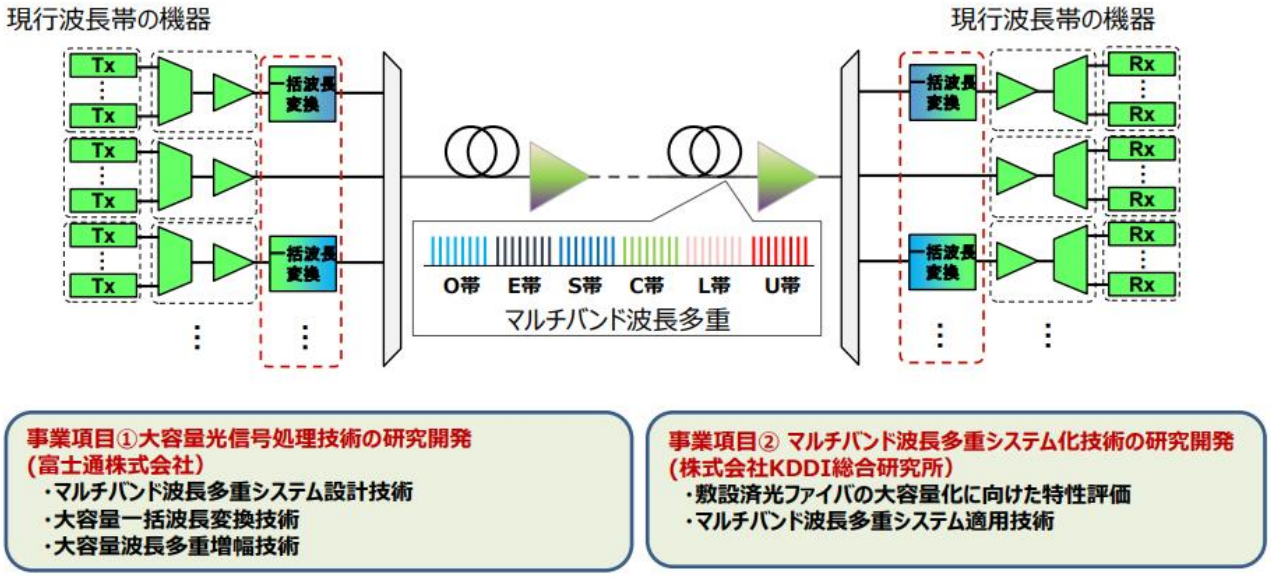


出典：国立研究開発法人情報通信研究機構 [61]

- **全光信号処理による光伝送ネットワーク大容量化技術の研究開発**　※ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業の採択課題

  富士通株式会社、株式会社 KDDI 総合研究所の共同研究。ポスト 5G の後半以降に予想される情報処理需要の急激な高まりに対応するため、光ファイバインフラの能力を最大限に引き出すとともに運用効率の高い大容量ネットワークを実現することが必要である。本事業では現行波長帯の機器と既存のファイバを最大限に活用し、波長多重度の 3~10 倍増を達成するマルチバンド波長多重システムシステムの実現性を明らかにする。[62]

図表 3-24 研究開発イメージ図



出典：新エネルギー・産業技術総合開発機構 [62]

[62] 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構,「ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業 先導研究」,<https://www.nedo.go.jp/content/100964302.pdf>(2023/12/22 参照)

2023 年 12 月 NEDO によると、既設光ファイバを用いた大容量マルチバンド波長多重伝送技術の開発に成功したと伝えられた。従来、中長距離の商用光通信では使用されていなかった C 帯以外の波長帯を、一括波長変換およびマルチバンド増幅技術を用いて伝送可能にする技術を開発し、本技術を導入した光ファイバ通信網では、現状の商用光伝送技術に比較して 5.2 倍の波長多重度での伝送が可能となる。また、既設の光ファイバ設備を利活用するため、経済的かつ省力的に通信トラフィックを増大できる。さらに拡張工事が難しい都市部や集地での伝送容量を容易に拡大でき、サービス開始までの時間短縮やコスト削減も期待できる。とのこと。[63]

- **IOWN 光電融合デバイス**　※IOWN 構想関連研究

NTT が主導する IOWN 構想における光電融合技術は、電気信号を扱う回路と光信号を扱う回路を融合する技術であり、サーバー間連携やコンピュータ内部の通信などで大量のデータを高速転送する必要がある場合に特に重要となる。光電融合デバイスは、電子デバイスと光デバイスを一つのシステムに統合することで、データ転送の速度を向上させ、エネルギー効率の改善が可能とり、IOWN 構想において必要不可欠な存在である。IOWN2.0 で開発されるボード接続用光電融合デバイスは、タイル型光エンジンによりボード間の光接続を実現するもので、装置の低消費電力化とパフォーマンス向上を図っている。これにより、APN の低遅延化だけでなく大容量・低消費電力化も促進される。さらに IOWN3.0 で開発されるチップ間接続用光電融合デバイスは、光電融合部をパッケージ内シリコン（ダイ）の横に設置し、パッケージ間の光接続を実現し、ボードのさらなる小型化と低消費電力化が可能となる。IOWN2.0 ではボード間接続の光化、IOWN3.0 ではチップ間接続の光化、IOWN4.0 ではチップ内の光化が実現予定である。2025 年度には IOWN2.0 としてボード接続用デバイスを、2028 年度には IOWN3.0 としてチップ間向けデバイスを、そして 2032 年度以降には IOWN4.0 としてチップ内光化を達成し、電力効率 100 倍の新たなデバイスの実現を目指していく。[64]

図表 3-25 デバイス開発

出典：日本電信電話株式会社（2023）[64]

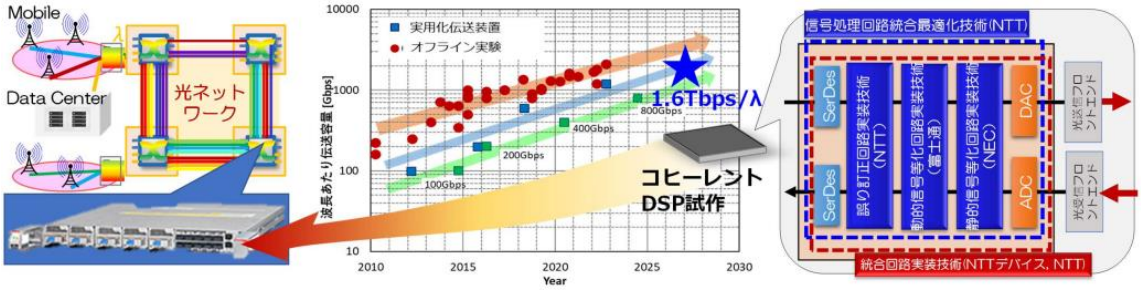
[63] 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構,「既設光ファイバを用いた大容量マルチバンド波長多重伝送に成功」2023 年 12 月 4 日,<https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101708.html>(2023/12/22 参照)

[64] 日本電信電話株式会社,「IOWN Technology Report2023」,<https://www.rd.ntt/download/NTT_IOWN_TR2023_J.pdf>(2023/12/22 参照)

- **1T 超級光トランスポート用 DSP 回路実装技術に関する研究開発プロジェクト**※ポスト 5 G 情報通信システム基盤強化研究開発事業」の採択課題

  代表提案者を NTT イノベーティブデバイス株式会社とした、日本電信電話株式会社（NTT)、日本電気株式会社（NEC)、富士通株式会社らによる共同研究である。本研究開発では、次世代情報通信インフラ「Beyond 5G」の基盤となる高速大容量・低遅延・低消費電力・高信頼な光ネットワークを構成する光伝送装置を実現する最重要デバイスとなる 1T 超級光トランスポート用信号処理回路（DSP）の回路実装技術を研究開発する。デジタルコヒーレント光伝送用デジタル信号処理を最先端半導体プロセスを用いて小規模・低消費電力で回路実装する基盤技術を確立し、評価用 DSP を試作し、1 波長当たり 1.6Tbps のデータレートを実現し、現在商用システムに広く普及している 1 波長当たり 100Gbps の光トランスポート用 DSP と比較して、データレート当たりの消費電力で 1/10 を達成する。[65]

図表 3-26 概要図



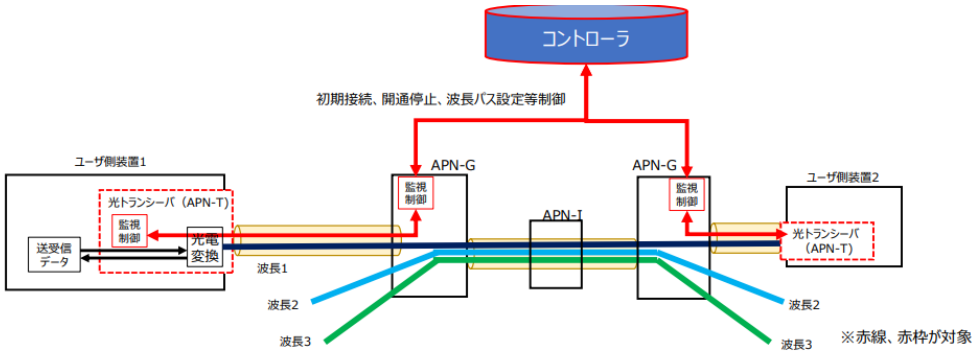
出典：日本電信電話株式会社（2024）[65]

- **オール光ネットワークのサービス機能向上技術及び遠隔制御対応光トランシーバ構成技術に関する研究開発プログラム**　※ポスト 5 G 情報通信システム基盤強化研究開発事業の採択課題]

  代表提案者を日本電信電話株式会社とした、三菱電機株式会社、住友電気工業株式会社、富士通株式会社、日本電気株式会社らの共同研究である。APN サービスの迅速な提供と効率的かつ高いレベルの運用保守を行うためには、お客様拠点に赴いての設定作業や保守用の追加回線を不要とし、APN の端末を遠隔から開通、パス設定、監視制御するための仕組みが必要。そのために、光トランシーバ(APN-T)が送受信する主信号のフォーマット、プロトコルに依存しない監視制御経路を光ファイバに重畳し、遠隔に配置したコントローラから開通、パス設定、監視制御する方式とそのための様々な実装技術の確立を目指す。[65]

[65] 日本電信電話株式会社,「NTT が NEDO「ポスト 5 G 情報通信システム基盤強化研究開発事業」の実施企業に採択される」2024 年 1 月 30 日,<https://group.ntt/jp/newsrelease/2024/01/30/pdf/240130aa.pdf> (2024/1/30 参照)

図表 3-27 概要図



出典：日本電信電話株式会社（2024）[65]

(ウ) 社会実装の最新動向

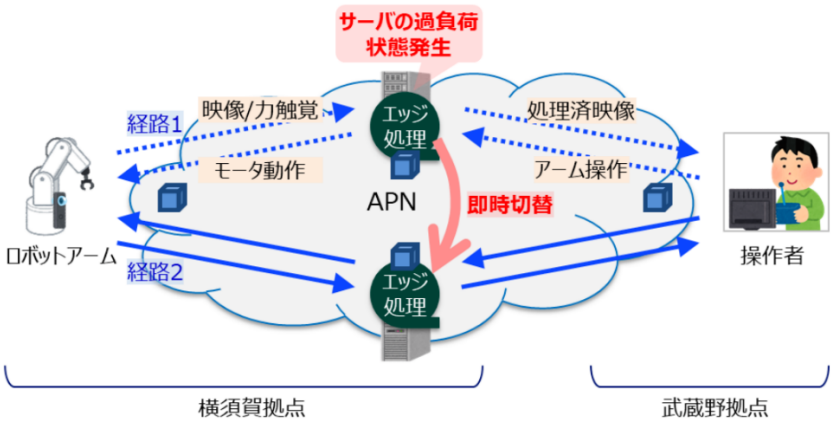
2030 年頃の社会実装を想定している Beyond5G はまだ研究開発段階のものが多い。その中でも先行している IOWN APN を活用した社会実装事例について紹介する。

- **NTT と三菱電機、APN を利用したロボットの遠隔操作を実証**

  日本電信電話株式会社（NTT）と三菱電機株式会社（三菱電機）は、NTT のネットワークおよびコンピュート基盤の連携制御技術と三菱電機の遠隔操作技術を組み合わせた実証実験を通じて、これまで操作が困難であったロボットアームを用いた作業を遠隔地から違和感なく持続的に操作可能であることを確認した。本実証実験により、力触覚情報を用いたロボットによる高度な遠隔操作を簡易なデバイスで実現できることに加え、遠隔操作を安全に実施可能であることが確認された。これにより、End-to-End で遅延品質を管理し、制御する技術を用いて低遅延品質保証が可能になり、また力触覚情報を色情報に変換する技術を用いて機器数が少ないシンプルなデバイス構成で力触覚情報の伝達が可能となる。その結果、ロボットなどによる高度な遠隔操作の適用領域の拡大が期待できる。また、操作者の拠点集約による効率化、労働人口減少等の社会課題の解決が期待できる。[66]

[66] 日本電信電話株式会社,「NTT と三菱電機、ネットワーク・サーバ連携制御技術による遠隔ロボット操作を実証」2023 年 5 月 16 日,<https://group.ntt/jp/newsrelease/2023/05/16/230516a.html> (2023/12/22 参照)

図表 3-28 実証実験構成

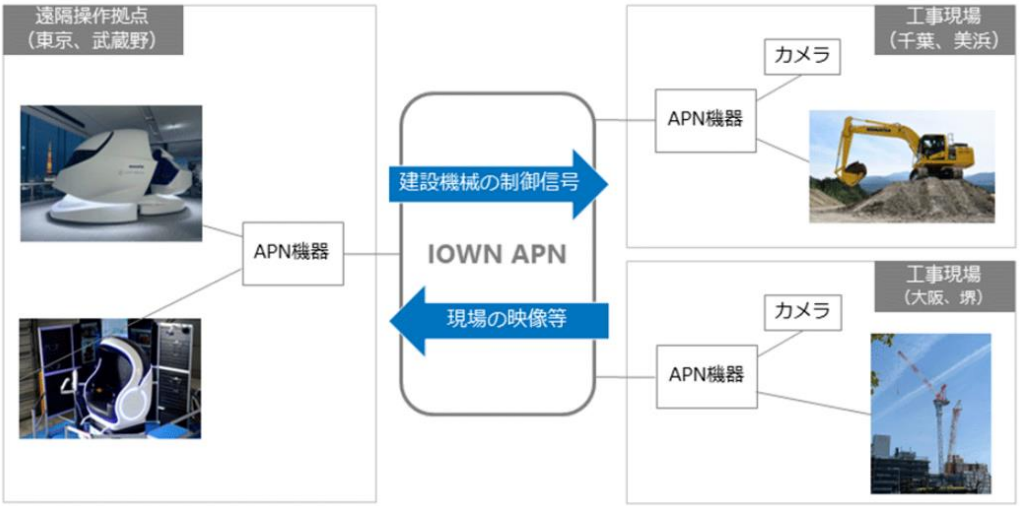


出展：日本電信電話株式会社（2023）[66]

- **IOWN APN による建設機械の遠隔操作・現場環境の把握により建設作業の作業環境と安全性の向上を実証**

日本電信電話株式会社は、大容量・低遅延・確定遅延の特徴を持つ IOWN APN を活用して、現場の建設機械と遠隔操作システムを接続することで、用途の異なる 2 種類の建設機械を用いたユースケースにおいて、違和感のない遠隔操作が可能であることを各社と連携して確認した。また、現場の映像等を低遅延で伝送することにより、遠隔地にいるオペレータが現場の状況を正確に把握することが可能となり、現地での作業と近い環境を実現可能とした。今後、建設機械の遠隔操作を活用することにより、オペレータの移動時間の削減といった業務の効率化や、現場で人が行っていた危険な作業の削減による安全性の向上が期待される。[67]

図表 3-29 実証イメージ



出典：日本電信電話株式会社（2023）[67]

[67] 日本電信電話株式会社,「IOWN APN による建設機械の遠隔操作・現場環境の把握により建設作業の作業環境と安全性の向上を実証」2023 年 11 月 9 日,<https://group.ntt/jp/newsrelease/2023/11/09/231109b.html>(2023/12/22 参照)

- **低遅延トランスポート技術と精密バイラテラル制御技術による触覚を伴った遠隔操作実証を IOWN APN で実施**

  日本電信電話株式会社は、IOWN APN を活用した低遅延トランスポート技術に、ソニーグループ株式会社（ソニー）が開発する精密バイラテラル制御技術を接続し、離れた地点間にあっても距離を感じさせない触覚を伴った精密遠隔操作を実現すべく共同実証を実施した。共同実験では、高精度な力覚情報を 3D 映像情報とともに低遅延で遠隔地にいる操作者にフィードバックすることで、遠隔地においてもあたかも目の前で直接触れたかのようなリアルタイムで安定した操作感が得られることが確認された。[68]

図表 3-30 遠隔操作実装概要

出典：日本電信電話株式会社(2023)[68]

- **データセンタエクスチェンジの実現に向け APN を活用した光波長パス設定技術を確立し実証**

  日本電信電話株式会社(NTT)と日本電気株式会社(NEC)は、通信需要に応じたデータセンタ間の大容量低遅延接続の実現に向け、IOWN Global Forum にてアーキテクチャの制定が進んでいる APN を活用した光波長パス設計技術を確立し、トリノ工科大学、コロンビア大学、デューク大学、ダブリン大学と共同で、National Science Foundation (NSF)の COSMOS テストベッドを用いてフィールド実証を行った。これまで、熟練作業者が 2～3 時間以上かけて行っていた光波長パスの設計・設定を自動化により数分で実施することが可能となった。これは NTT や NEC 等が IOWN にて提唱している、必要な対地間をオンデマンドに光波長パスで接続し、分散されたデータセンタ間で大容量低遅延通信を行うデータセンタエクスチェンジ(DCX)サービスの実現に大きく貢献する。[69]

---

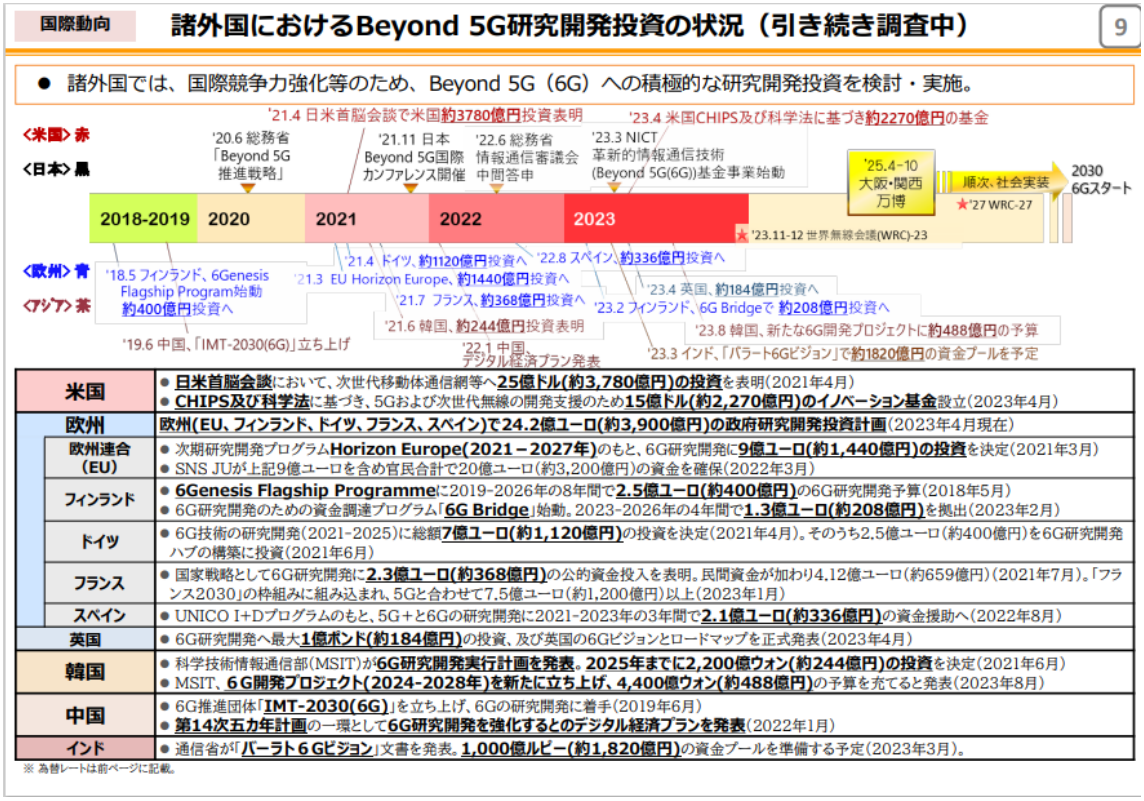
[68] 日本電信電話株式会社,「低遅延トランスポート技術と精密バイラテラル制御技術による触覚を伴った遠隔操作実証を IOWN APN で実施」2023 年 11 月 10 日,<https://group.ntt/jp/newsrelease/2023/11/10/pdf/231110ba.pdf> (2023/12/22 参照)

[69] 日本電信電話株式会社,「データセンタエクスチェンジの実現に向け APN を活用した光波長パス設定技術を確立し実証」2023 年 10 月 13 日,<https://group.ntt/jp/newsrelease/2023/10/13/231013a.html> (2023/12/22 参照)

3) 海外における研究開発の動向

まず、Beyond5G に向けた各国の取り組みを概観する。諸外国では、国際競争力の強化等のため研究開発計画の具体化や政府研究開発投資の拡大等を進めており、今後も世界各国で Beyond5G 市場での主導権を握るべく取組が拡大・進展していくことが見込まれる（図表 3-31）。

図表 3-31 Beyond5G に関する諸外国の政府研究開発投資の状況



出典：総務省（2023 年）[44]

以下に、研究開発を推進するための取り組みと主な研究開発の状況について、主要国別に調査した結果をまとめた。

(ア) 米国

i 政策・方針

- **先進通信に係る政策動向**

2020 年 3 月には、「5G および次世代通信の安全性確保法（Secure 5G and Beyond Act）」が成立し、これに合わせ大統領府は「5G の安全性を確保するための国家戦略」を発表した。米国が同盟国とともに、安全で信頼性の高い 5G 通信インフラの開発、設置、管理を主導するための戦略目標が示されている。2021 年 1 月、国家電気通信情報局（NTIA）は「5G 確保のための国家戦略の実装計画」

を発表した。同実装計画は、「米国内の 5G 展開の促進」、「5G インフラのリスクの評価と中心となるセキュリティ原則の特定」、「5G インフラのグローバルな開発・展開における、米国の経済および国家安全保障に対するリスクへの対処」、「5G の責任あるグローバル開発・展開の促進」の 4 項目が示されている。[14]

- 米国では広義の光通信として、衛星を光ノードとして用いる通信が DARPA（Defense Advanced Research Projects Agency）の支援により研究開発されている。衛星間の光通信だけでなく、衛星群によるネットワーク内での通信を行い広範な領域をカバーする点が特徴と言える。また、日米間では NSF および情報通信研究機構による 2 国間共同研究へのファンディング JUNO3（Japan–U.S. Network Opportunity 3）が開始されている。[70]
- **Next–G**

  北米において、ATIS（Alliance for Telecommunications Industry Solutions）の呼びかけより 2020 年 10 月に発足した。6G に向けた研究開発、標準化で国際的にリーダーとなるため、多くの主要企業と共に積極的な活動をしている。政府、大学、企業の産学官連携を提唱しており、多くのステークホルダーを巻き込み、北米での統括的なアクティビティとなる可能性がある。アライアンスの参加資格は制限されており経済安全保障の意図が観測される。2022 年時点で北米が 6G 研究開発における世界的主導権を発揮するための Roadmap to 6G が策定された。さらに、我が国とは Beyond5G 推進コンソーシアムと 2022 年 5 月に MoU を締結した。2023 年 5 月には、各業界における 6G の需要や技術に焦点が当てられている「6G Roadmap for Vertical Industries」が発表された。[70, 71]

ii　研究開発・社会実装事例

- **PAWR（Platforms for Advanced Wireless Research）**

  産学官連携 R&D プロジェクトである PAWR が Beyond5G の研究を推進している（110 億円規模）。PAWR では四つの地域において、（小さな）都市規模のテストベッドネットワーク構築と、その上での先端無線通信技術の開発を 2017 年 3 月より推進しており、それぞれネットワークコンピューティング関連の実証が進められている。[70]
- **Verizon、5G ネットワークスライシングの実証成功**

  2023 年 6 月 21 日、Verizon は、完全に商用化された 5G 環境下で、複数のネットワークスライス上で接続を確立し、データの伝送を行うフィールド実証を行ったことを明らかにした。これにより、5G ネットワーク上でのエンドツーエンドの動的ネットワークリソースプロビジョニングの初期機能が実証された。ネットワークスライシングとは、特定の顧客要件に合わせてカスタマイズされたエンドツーエンドのネットワークを構築することである。ネットワークスライシングにより、顧客はさまざまなサービスをサポートするためにネットワークパフォーマンスを最適化しながら、特定のア

---

[70] 国立研究開発法人科学技術振興機構　研究開発戦略センター（2023）,「研究開発の俯瞰報告書（2023 年）」,<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2022/FR/CRDS-FY2022-FR-04.pdf>(2023/12/22 参照)

[71] NEXT G ALLIANCE,「6G Roadmap for Vertical Industries」2023 年 3 月,<https://www.nextgalliance.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2023/04/6G-Roadmap-for-Vertical-Industries-Report.pdf> (2023/12/22 参照)

プリケーション要件に合わせた仮想エンドツーエンドのネットワーク上でトラフィックを伝送することが可能となる。この機能は、Verizon の新しいクラウドネイティブ、コンテナ化、仮想化されたスタンドアロン（SA）5G コア上のネットワークトラフィック用に設計されたもので、前例のないレベルのサービスの俊敏性、柔軟性、自動スケーラビリティを提供することが期待される。[72]

(イ) 欧州

i 政策・方針

- **6G Flagship**

  6G Flagship は、フィンランドにおける国家プロジェクトに指定された 6G の研究開発プログラムであり、2019 年から 2026 年までの 8 年間で€250M（約 317 億円）の投資が予定されている。5G の実装と 6G 標準化規格の検討のため、5GTN と呼ばれるテストネットワークを用いた大規模なキャンパステストベッドを構築し、ネットワークコンピューティングを含む 5G の商用化や推進のための産業界に対する支援を実施している。これまでに、最も大規模で多くの文書を出力している。そこには世界各地から多数の技術者が参加し、多数の白書を出力したほか、それをベースに、オウル大学で展開されている 6Genesis プロジェクトや、EU（European Union）における Hexa–X プロジェクトが展開されている。[70]

- **Hexa–X**

  欧州の 6G プロジェクトである Hexa–X は 2021 年 1 月に開始され、ホワイトペーパーでは 6G の社会実装で想定されるさまざまなユースケースで創造される価値を KVIs（Key Value Indicators）として定義している。フィンランドの 6GFlagship と同様に、実装がもたらす SDGs 達成への寄与など社会的価値に関わるメトリクスが導入されている。他の概念的なホワイトペーパーに比して、Hexa–X のホワイトペーパーでは具体的な記述が多くあり、研究開発の方向性がより明確に定義されている。23 のユースケースを「Telepresence」、「Massive Twinning」、「Robot to Cobot（Collaborative Robot)」、「Local Trust Zones」、「Sustainable Development」の五つのグループに分類し、ネットワークコンピューティング関連の技術課題の抽出と解決に向けたアプローチを議論している。2023 年 6 月の終了に向けて技術成果物（デリバラブル）のリリースが予定されている。プロジェクトリーダーは Nokia、テクニカルマネジャーは Ericsson から輩出。Oulu 大学、Aalto 大学も参画している。欧州キャリア（Orange、Telefonica)、Siemens、欧州諸国大学などが参画している。[70]

ii 研究開発・社会実装事例

- **ノキアがインド・ベンガルールに 6G ラボ開設**

  フィンランド Nokia（ノキア）は 2023 年 10 月 5 日、インド・ベンガルールに初の 6G ラボを開設した。研究分野には、ネットワークセンサー、通信拡張や自動化などの 6G 基盤技術が含まれる。

---

[72] ICT グローバルトレンド,「Verizon、5G ネットワークスライシングの実証成功」2023 年 6 月,一般社団法人マルチメディア振興センター,<https://www.fmmc.or.jp/ictg/country/news/itemid483-006651.html> (2023/12/22 参照)

6G ラボは「Bharat 6G Vision」をサポートし、6G 技術の標準化、開発、実装における重要な役割が想定されている。 6G ラボは、産学関係者と連携するプラットフォームの役割も担い、商用化やソリューションの試験などを行う。[73]

- **6G 向け Massive MIMO 技術の開発推進へ、エリクソンが欧州共同プロジェクト主導**

  スウェーデン Ericsson（エリクソン）は 2023 年 9 月 19 日（現地時間)、ドイツ連邦経済・気候保護小（Ministry of Economic Affairs and Climate Action） Microelectronics and Communication Technologies)の 6G プロジェクトを主導すると発表した。独ローゼンハイムにある Ericsson Antenna Technology Germany の研究開発拠点にて活動を行う。同プロジェクトは、6G 時代の Massive MIMO 無線を焦点に、エネルギー効率が高く持続可能なマイクロエレクトロニクスおよび通信技術開発に必要となる半導体技術の基盤固めを行うことを目的としている。[74]

- **独ローデ・シュワルツが 6G 共同研究体制を強化、仏 IEMN とテラヘルツ波で 645m 伝送**

  ドイツ Rohde＆Schwarz（ローデ・シュワルツ）は 2023 年 5 月 30 日（現地時間)、フォトニクス技術を利用したテラヘルツ（THz）波通信に関して、フランスの研究機関 IEMN との共同研究規模をさらに拡大すると発表した。両者は、最新の 6G バックホール研究にて、300GHz 帯を使った屋外通信実験を実施し、これまでの最長記録となる 645m（メートル）の双方向リンク生成を確認している。[75]

(ウ) 中国

i　政策・方針

- 6G 技術研究開発推進作業部会が 6G に関する白書を発表すると共に、6G 技術研究開発プロジェクトを開始している。中国北京市で 4 日、第 31 回中国国際情報通信展覧会が開幕した。工業・情報化部（省）は、移動通信や光通信などの分野における産業チェーン全体の優位性を持続的に強化し、次世代インターネットなどの先端分野を展開し、6G 技術の研究開発を全面的に推進していく考えを示した。この 10 年間、中国の情報通信産業は飛躍的な発展を遂げ、世界で最も規模が大きく、トップレベルの技術を擁するネットインフラを完成させた。移動通信ネットワークは「3G でブレークスルー」「4G で肩を並べる」から、「5G でリードする」への飛躍を実現し、急速に発展する情報通信産業が実体経済のデジタル化・ネットワーク化・スマート化へのモデル転換・高度化を効果的に駆動し、社会経済の質の高い発展を推進した。4 月末現在、中国の 5G 基地局数、5G ユーザー数のいずれも世界全体の 60%を占めている。[76,]

---

[73] OKIA,「Nokia opens 6G Lab in India」,<https://www.nokia.com/about-us/news/releases/2023/10/05/nokia-opens-6g-lab-in-india/> (2023/12/22 参照)

[74] 加藤 樹子,「6G 向け Massive MIMO 技術の開発推進へ、エリクソンが欧州共同プロジェクト主導」,『日経クロステック』2023 年 9 月 25 日,<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/15963/>(2023/12/22 参照)

[75] 加藤 樹子,「独ローデ・シュワルツが 6G 共同研究体制を強化、仏 IEMN とテラヘルツ波で 645m 伝送」,『日経クロステック』2023 年 6 月 8 日,<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/15351/>(2023/12/22 参照)

[76] Science Portal China,「工業・情報化部「6G 技術の研究開発を全面的に推進」2023 年 06 月 05 日,国立研究開発法人科学技術振興機構,<https://spc.jst.go.jp/news/230602/topic_1_05.html> (2023/12/22 参照)

- 第 13 次戦略的新興産業発展計画では、1,000Mbps 光ネットの普及、4G 移動体通信の普及、5G 移動通信技術の開発、テレビ放送網とインターネットの融合、全国をカバーするビッグデータシステムの開発と安全管理、高性能 IC チップの開発、AI 技術などの重点領域が挙げられている。また、産業競争力強化の戦略として中国製造 2025 が発表されており、その主要な理念は「情報化と産業化の融合」で、「スマート製造」、「グリーン製造」を目標としている。10 の重点分野では、「次世代情報通信技術」が優先順位 1 位となっている。この他、インターネットと既存産業を結合し、新たなビジネス分野の開拓を目指すインターネット+が発表されている。[70]

ii　研究開発・社会実装事例

- **中国 Huawei Technologies（ファーウェイ）が 5.5G をアピール、2024 年に商用化**

  ファーウェイは 2023 年 6 月 29 日、「MWC Shanghai 2023」（2023 年 6 月 28～30 日、上海）にて同社上級副社長兼キャリアビジネスグループ社長の Li Peng 氏が行った基調講演の概要を公開した。「Creating New Value with 5G to Unleash Digital Dividends」と題した講演では、5G（第 5 世代移動通信システム）による新しい価値創造に向けてさらなる革新が必要として、同社が提唱する 5G と 6G をつなぐ「5.5G」では下り速度 10G ビット／秒、上り速度 1G ビット／秒、1000 億個の IoT 機器市場の開拓を目指すとしている。同社はこのほか、5.5G 対応の商用ネットワーク機器を 2024 年内に提供開始することも発表した。[77]

- **中国移動、5G に基づく世界初のネットワーク・コンバージェンスのメタバース応用を提供**

  2023 年 9 月、中国移動は、北京市にある工人体育館において、世界初となるメタバース対応の 5G 網を整備し、「工体メタバース（GTVerse)」を提供開始した。GTVerse は、同ネットワークをベースとした世界初のネットワーク・コンバージェンスのメタバース応用となる。メタバース・サービスに必要とされる高速・大容量、低遅延、高いコンピューティング能力といった要件を満たすために、中国移動は、5G 基地局のサービスセンシング機能、インテリジェントなデータオフロード技術、柔軟なリソース管理機能、端末エッジコラボレーション・レンダリングプログラムなどのソリューションを開発し、メタバース・ビジネスの環境を改善した。工人体育館では、5G モバイルユーザ向けとして、100Mbps に及ぶ通信速度をリアルタイムで実現し、時間遅延を 20ms 以下に抑えたことで、4K 解像度と 90fps のフレームレートを持つ没入感の溢れる高度で、インタラクティブな XR サービスの提供を可能とした。[78]

---

[77] 加藤 樹子,「ファーウェイが MWC Shanghai 2023 で 5.5G をアピール、24 年に商用化」,『日経クロステック』2023 年 7 月 7 日,<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/15525/> (2023/12/22 参照)

[78] ICT グローバルトレンド,「中国移動、5G に基づく世界初のネットワーク・コンバージェンスのメタバース応用を提供」2023 年 9 月,一般社団法人マルチメディア振興センター,<https://www.fmmc.or.jp/ictg/country/news/itemid483-006758.html> (2023/12/22 参照)

(2) 量子技術

1)　研究開発の方向性と課題

(ア) 技術概要

「量子技術」は、原子そのものや原子を構成するさらに微細な電子・中性子・陽子などのミクロの世界で成り立つ「量子力学」という量子特有の性質を情報処理などに活用する技術である。量子技術は量子コンピュータ、高感度な量子計測・センシング、高セキュリティの量子ネットワークなどに応用され、医療や材料、金融、エネルギー、交通など様々な分野での発展が期待されている。

内閣府は「未来投資戦略 2018」[79]で、将来の目指すべき社会像として「Society 5.0」や「データ駆動型社会」が掲げられており、量子技術は、人工知能(AI)などの重要技術インフラを発展させる基盤技術である。

図表 3-32 量子技術活用イメージ

出典：内閣府（2022）[80]

---

[79] 内閣官房（2018），「未来投資戦略 2018」,<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/seicho/pdf/miraitousi2018_zentai.pdf>(2023/12/22 参照)

[80] 内閣府（2022），「量子未来ビジョン（概要）」,<https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/ryoshi_gaiyo_print.pdf>(2023/12/22 参照)

2020 年 1 月に内閣府より「量子技術イノベーション戦略」[81]が策定された。国として目指すべき社会像の実現に向けた、技術開発や産業・イノベーションの長期的な国家戦略である。本戦略では量子技術の基盤となる技術領域として 4 つの技術を「主要技術領域」に設定し、それぞれの技術領域の特性に応じて、中長期・短中期を見据えた戦略的取組を展開している。本調査研究ではこのうち、国際競争が激化しており、量子技術の利活用促進が求められる①量子コンピュータ・量子シミュレーション、②量子セキュリティ・量子ネットワーク（量子通信・暗号分野）を主な調査対象とした。

図表 3-33 「量子技術イノベーション戦略」における主要技術領域

No。	技術領域	技術要素
1	量子コンピュータ・量子シミュレーション	● ゲート型量子コンピュータ（超伝導量子ビット）…量子力学的な状態を情報処理の単位（量子ビット）として利用したコンピュータ。 ● 量子シミュレーション（冷却原子）…量子多体系のふるまいや相互作用に特化した問題について、人工的な多数の粒子の量子状態を制御してシミュレーション実験を行う技術。 ● 量子ソフトウェア…量子コンピュータで計算を行うために必要となるＯＳやシステムアーキテクチャ、アルゴリズム、アプリケーション。 ● 量子アニーリング…量子力学的「重ね合わせ」を利用し、最適な組合せを導くことに特化したコンピュータ。 ● シリコン量子ビット…量子ビットを半導体材料であるシリコンを用いて作製されるもの。 ● イオントラップ…レーザー等の電磁場を用いてイオンを空間に閉じ込める技術 ● 光量子コンピュータ…レーザーで作製した光子を量子ビットとして用いる量子コンピュータ。
2	量子計測・センシング	● 固体量子センサ…電子スピン状態を利用した高感度の磁場センサ。 ● 量子慣性センサ…原子の波としての性質を利用した加速度や回転速度を測るセンサ。 ● 光格子時計…レーザ光を活用し、従来の原子時計に比べて、数桁高い精度で時間を測定できる時計。 ● もつれ光センサ…２つの光子が離れていても影響を与える量子もつれ状態を利用した高感度センサ。 ● 量子スピントロニクスセンサ…外界からの刺激によって生じる物質中のスピンの変化を量子力学的効果によって検出する技術
3	量子通信・暗号	● 暗号リンク技術…量子暗号（光ファイバ）は、暗号鍵データを光子に乗せ、光ファイバで量子鍵を配送する暗号方式。量子暗号（衛星通信）は、衛星間や衛星－地上局間で量子鍵配送を実施し、大陸間で高秘匿通信を可能とする技術。 ● 量子通信…光子の重ね合わせや量子もつれ状態などの伝送・制御により、超高効率の通信を実現する技術。 ● 量子中継技術（量子メモリ・量子もつれ等）…遠距離の量子通信を実現す

[81] 内閣府（2020）,「量子技術イノベーション戦略（最終報告）」,<https://www8.cao.go.jp/cstp/tougosenryaku/ryoushisenryaku.pdf>（2023/12/22 参照）

No。	技術領域	技術要素
		るための中継技術。 ● ネットワーク化技術（構築、運用、保守等）…量子情報をネットワーク上に配信し様々なアプリケーションやサービスに繋ぐ情報通信基盤。[82]
4	量子マテリアル （量子物性・材料）	● トポロジカル量子物質…高効率なスピン－電荷変換等の実現を通じて、省エネデバイスや新物性材料等への応用が期待される物質材料。 ● エネルギー変換材料…スピン－電荷変換による熱電効果であるスピンゼーベック効果を活用。 ● スピントロニクス材料…多数スピンからなるナノ粒子であるスキルミオンが、少ない電流で駆動できる情報担体となりうるとして研究が進展中。 ● フォトニクス材料…新概念を用いた高効率レーザの開発が進行。

出典：内閣府（2020 年）[81] を基に NTT データ経営研究所にて作成

(イ) 技術の発展の全体の方向性

米国、欧州、中国をはじめとする諸外国においても、量子技術を将来の経済・社会に変革をもたらし、また安全保障の観点からも極めて重要な基盤技術として位置づけられており、近年、国家としての新たな戦略等を策定するとともに、国・産業界をあげて、投資を大幅に拡充している。また、量子技術は経済安全保障上でも極めて重要な技術である。

図表 3-34 量子技術の国内外の動向

出典：総務省（2022）[83]

[82] 国立研究開発法人情報通信研究機構（2022），「QUANTUM NETWORK WHITE PAPER」,<https://www2.nict.go.jp/idi/common/pdf/NICT_QN_WhitePaperJP_v1_5.pdf> (2023/12/22 参照)

[83] 総務省（2022），「Beyond 5G に向けた情報通信技術戦略の在り方（中間答

(ウ)量子技術に関する我が国の方針

2022 年 4 月に内閣府より発表された「量子未来社会ビジョン」[84]は量子技術により目指すべき未来社会ビジョンやその実現に向けた戦略が示されている。量子技術を取り巻く環境変化等を踏まえ、量子技術を社会経済システムに取り込み、日本の産業の成長機会の創出や社会課題の解決等に向けて量子技術を活用していくため、以下の 3 つの基本的考え方が示され、産学官が一体となって取組を推進するとされている。

- 量子技術を社会経済システム全体に取り込み、従来型（古典）技術システムとの融合により（ハイブリッド)、我が国の産業の成長機会の創出・社会課題の解決
- 最先端の量子技術の利活用促進（量子コンピュータ・通信等のテストベッド整備等）
- 量子技術を活用した新産業／スタートアップ企業の創出・活性化

また、2030 年に目指すべき状況として①国内の量子技術の利用者を 1,000 万人に②量子技術による生産額を 50 兆円規模に③未来市場を切り拓く量子ユニコーンベンチャー企業を創出することを想定し、取り組みを進めることが示されている。

各技術領域に関する取り組みも示されており、①量子コンピュータ・量子シミュレーション、②量子通信・暗号分野を下記に示す。

① 量子コンピュータ・量子シミュレーション

- ✓ 量子技術と従来型（古典）計算システム（半導体等も含む）のハイブリッドなコンピューティングシステム・サービス実現、海外に比肩する国産量子コンピュータの研究開発の抜本的な強化
- ✓ 有志国を含む国内外の企業との連携による事業化等の支援のための環境整備、標準化支援等の産業界への総合的な支援（産総研に新センター等を設置）
- ✓ 量子コンピュータの大規模化・実用化に向けたブレークスルー技術の戦略的な研究開発や基礎研究の推進

② 量子セキュリティ・量子ネットワーク

- ✓ 量子暗号通信テストベッドや利用実証の拡大・充実、耐量子計算機暗号も含め量子技術と従来型（古典）技術が一体となった総合的なセキュリティの実現
- ✓ 量子暗号通信技術の導入を後押しするための評価・認証制度などの支援
- ✓ 量子状態を維持した通信を可能とする量子インターネット研究開発の国家プロジェクトの立ち上げ

申)」,<https://www.soumu.go.jp/main_content/000822641.pdf> (2023/12/22 参照)

[84] 内閣府（2022）,「量子未来社会ビジョン」,<https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/ryoshimirai_220422.pdf> (2023/12/22 参照)

図表 3-35 未来社会ビジョンの実現に向けた取り組みの全体像

出典：内閣府（2022）[85]

図表 3-36 各技術分野の取り組み

出典：内閣府（2022）[85]

[85] 内閣府（2022），「量子未来社会ビジョン（概要）」,<https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/ryoshi_gaiyo_print.pdf>（2023/12/22 参照）

(エ)技術要素と今後の課題

我が国では、光・量子技術を重要技術として位置づけられているが、現状では関係府省や企業が、それぞれ個別に研究開発等の取組を始めた段階にあり、必ずしも整合性のある十分な取組が行われてはいない。このため、「量子技術イノベーション戦略」[81]には、国として将来の産業・ビジネス構造の変化等を見据え、目指すべき社会像を明確に設定した上で、その実現に向けた短期的な技術開発にとどまらず産業・イノベーションまでを念頭に置いた10～20年の中長期的な国家戦略が示されている。この「量子技術イノベーション戦略」に記載された量子コンピュータおよび量子通信の重点技術課題を以下に抜粋する。

① 量子コンピュータ ★は重点技術課題

技術要素	課題
ゲート型量子コンピュータ（超伝導量子ビット）★	● 高品質な超伝導量子ビットの作製・制御に関しては、世界と比肩する高い技術力を保持しているが、制御性やスケール化（大規模集積化）等に課題。 ● 誤り耐性のあるゲート型汎用量子コンピュータの実用化は20年~30年が見込まれている。量子コンピュータ（ハード）の実機開発は、我が国の強み・競争力のある技術を基に、中長期的観点から研究開発等を推進する必要がある。さらに、誤り訂正無しの量子コンピュータ（NISQ）の実現や、関連・周辺技術の発展等、研究面・産業面で多方面の波及・展開を促進することが重要である。
量子シミュレーション（冷却原子）★	● シミュレータやこれを活かしたアニーリング型量子コンピュータとしての実用化に向けた技術開発、光技術や冷凍機等の開発など、関連産業への波及・展開が期待される。
量子ソフトウェア★	● ゲート型・アニーリング型の双方で開発競争が加速。日本は、研究者層は厚くはないが、量子コンピュータ（ハード）の開発と並行して、研究開発や社会実装の飛躍的な進展・加速が期待される。
量子アニーリング★	● 組み合わせ最適化問題に特化した量子コンピュータとして、ゲート型と比べて実用化に向けた取組が先行。実機開発に向けた研究開発等が展開されている。
シリコン量子ビット	● 我が国では、理化学研究所が世界最高忠実度のシリコン量子ビット開発に成功している。超伝導量子ビットと比べて研究開発の規模や進捗で遅れがみられ、同様にスケール化（大規模集積化）等が課題。
イオントラップ	● 米国では、既に企業がNISQデバイスの商用化を実現。 ● 冷却イオンに関しては、量子ビットのゲート時間の長さやゲート操作に係る忠実度の低下、さらにスケール化に向けた量子ビットの個別制御や光学素子の小型化等が課題。
光量子コンピュータ	● 室温・大気中で動作できるため、冷凍機や真空装置等が不要とされ、光通信によるネットワーク化やゲートの高速動作、小型化が可能であるなどの見通しがあり、有望な技術とされる。一方、ゲート操作の困難さやゲート精度の向上等に課題。

出典：内閣府（2020）[81]を基にNTTデータ経営研究所にて作成

② 量子通信・暗号 ★は重点技術課題

技術要素	課題
量子通信・暗号リンク技術★	● 機密性の高い重要なデジタル情報が漏えいした場合、社会的・経済的な影響は甚大であることから、超長期にわたる機密性と完全性の確保は重要な課題。 ● ゲート型量子コンピュータの進展により、公開鍵暗号技術が解読される可能性が生じ、国際的に耐量子計算機暗号に関する検討が進められている。 ● 耐量子計算機暗号においても危殆化のリスクがあるため、各国が安全保障にも関わる重大脅威との認識の下、原理的に安全性が確保される量子通信・暗号に関する研究開発を急速に進めている。 ● 暗号送受信装置については、我が国の企業が早期の製品化・事業化に向けた取組を進めている。NICT とともに、欧州電気通信標準化機構（ETSI）や、国際電気通信連合（ITU）において標準化活動を推進し、世界を先導している。 ● 国及び国民の安全・安心の確保、産業競争力の強化等の観点から、重要デジタル情報を安全に保管する手段として、機密性・完全性等を有し、かつ市場化を見据えて国際競争力の高い、量子通信・暗号に関する研究開発や、その事業化・標準化等に国をあげて取り組むことが重要。
量子中継技術（量子メモリ・量子もつれ等）	● 大阪大学や NTT、NICT 等が冷却原子量子メモリと光子の間の量子もつれや、全光量子中継方式等の原理実証で世界を先導している。長距離伝送の実証や多重化・集積化・大規模化等が課題。国際競争が激化。
ネットワーク化技術（構築、運用、保守等）	● 量子メモリ・量子中継が原理実証段階にあるため、現在のインターネットに代わる量子インターネットの実現には未だ時間を要する。このため、量子通信に係るトラステッドノードのアーキテクチャが検討されており、ITU-T では本アーキテクチャを前提とした標準化の議論が進んでいる。

出典：内閣府（2020）[81]を基に NTT データ経営研究所にて作成

また、2023 年 4 月 14 日に内閣府より量子未来社会ビジョンに掲げるビジョン・目標を実現するため、量子技術の実用化・産業化を進める上での主な課題を整理し、基本的な対応方針や実行計画を示す「量子未来産業創出戦略」が策定された。これによると、量子技術の実用化や産業上の課題としては、量子技術分野への参入のきっかけとなる優れたユースケースが少ないこと、量子技術に対する技術的なハードルが高いこと、将来の技術・市場が不透明で事業リスクが高いこと、[86]などが挙げられている。

(オ) 国際標準化戦略

量子コンピュータや量子暗号をはじめ、社会実装に向けた、量子技術や関連技術の国際標準化の検討が重要である。米国は、フォーラム標準の IEEE において先行的に規格開発を進めており、既に、量子コンピュータ（ゲート方式を念頭）の評価標準規格等の検討を開始している。また、ISO（国際標準化機構）/IEC（国際電気標準会議）でも取り組みが進められている。日本も、標準化の動向を注視するとともに、日本の技術に合った形で標準化するためにも、規格開発にも積極的に関与していく必要がある。

[86] 内閣府（2023），「量子未来産業創出戦略」，<https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/230414_mirai.pdf>（2023/12/22 参照）

「量子未来社会ビジョン」[84]には、量子技術の知財・標準化に向けた取り組みとして以下が掲げられている。

- ✓ オープン・クローズ戦略も踏まえた民間主導のパテントプールの形成と民間運営組織の立ち上げ
- ✓ 量子コンピュータ・量子暗号通信等の量子技術の知財化・標準化、国際的なルールづくりを主導していく体制づくりや仕組み構築
- ✓ 量子暗号通信の利用実証による実用化技術の高度化・世界に先駆けた知財化・標準化、周辺技術を含めた実用化技術の確立や標準化

2) 国内における研究開発・社会実装の動向

国が支援する事業やプロジェクトにより、量子技術に関する研究が促進されている。

(ア)国内の主要な取り組み

我が国では、量子技術は重要技術分野に位置づけられており、それらを踏まえた取組が検討、推進されている。以下に、国内での主な事業・プログラムを紹介する。

- **戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）（内閣府）**

  SIP は、総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)が司令塔機能を発揮して、府省の枠や旧来の分野を超えたマネジメントにより、科学技術イノベーション実現のために創設した国家プロジェクトである。2014 年度からは第 1 期 11 課題、2018 年度からは第 2 期の 12 課題を推進しており、第 2 期の課題の一つに「光・量子を活用した Society5.0 実現化技術」が採用されている。なお、本課題は、2023 年 3 月末をもって終了しており、量子暗号装置の事業化を実現などの成果を上げている。

  令和 5 年度からは、SIP 第 3 期が始まり 14 の課題が推進されており、その 1 つに「先進的量子技術基盤の社会課題への応用促進」が採用されている。量子未来社会ビジョンで目指している、量子技術によるコンピューティング、センシング、通信性能の飛躍的向上により、経済・環境・社会が調和する未来社会像の実現を踏まえ、本課題では、最先端の技術者による社会実装を通じて量子技術の活用を図るとともに、量子技術の活用者のすそ野を広げることで、Society5.0 の進展を加速することを目指している。[87]

- **ムーンショット型研究開発事業（内閣府）**

  未来社会を展望し、困難だが実現すれば大きなインパクトが期待される社会課題等を対象として、人々を魅了する野心的な目標（ムーンショット目標）及び構想が国により策定さている。ムーンショットの全ての目標は「人々の幸福(Human Well-being)」の実現を目指し、掲げられており、将来の社会課題を解決するために、人々の幸福で豊かな暮らしの基盤となる以下の 3 つの領域から、具体的な 9 つの目標が決定している。

  - ✓ 社会：急進的イノベーションで少子高齢化時代を切り拓く。[課題：少子高齢化、労働人口減少等]

[87] 科学技術・イノベーション推進事務局（2024）,「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）先進的量子技術基盤の社会課題への応用促進 社会実装に向けた戦略及び研究開発計画」,内閣府,<https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/sip_3/keikaku/13_ryousi.pdf>(2024/1/22 参照)

- ✓ 環境：地球環境を回復させながら都市文明を発展させる。[課題：地球温暖化、海洋プラスチック、資源の枯渇、環境保全と食料生産の両立等]
- ✓ 経済：サイエンスとテクノロジーでフロンティアを開拓する。[課題：Society5.0 実現のための計算需要増大、人類の活動領域拡大等]

そのうち、目標 6「2050 年までに、経済・産業・安全保障を飛躍的に発展させる誤り耐性型汎用量子コンピュータを実現」は、4 つのサブ課題（量子コンピューティング、量子セキュリティ・ネットワーク、量子センシング、イノベーション創出基盤）で構成されており、それぞれ具体的な研究開発目標を掲げた研究開発テーマが設定されている。

- **光・量子飛躍フラッグシップ・プログラム（Q-LEAP）（文部科学省）**

Q-LEAP は、経済・社会的な重要課題に対し、量子科学技術（光・量子技術）を駆使して、非連続的な解決（Quantum leap）を目指す研究開発プログラムである。実施期間は平成 30 年度から令和 11 年度。①量子情報処理（主に量子シミュレータ・量子コンピュータ）、②量子計測・センシング、③次世代レーザーの 3 つの技術領域で、それぞれネットワーク型研究拠点を形成し、技術領域毎に Flagship プロジェクトと基礎基盤研究が実施されている。また、量子技術の次世代を担う人材の育成を強化するため④人材育成プログラムを設置し共通的な教育プログラムの開発が推進されている。[88]

- **ICT 重点技術の研究開発プロジェクト（総務省）**

総務省では、情報通信技術(ICT)の研究開発において重点的に取り組むべき研究開発課題をあらかじめ設定し、民間企業、大学、その他の研究機関等に委託して研究開発を推進している。平成 15 年から行われている。

(イ) 主な研究開発の状況

2023 年に国内初の超伝導式ゲート型量子コンピュータが稼働し、さらなる量子ビットの大規模化の研究開発が進められている。量子アニーリングを用いた研究開発においては、実用化に向けた検討がすでに開始され始めている。量子暗号通信に関しては、実証実験やテストヘッドの運用による量子暗号通信基盤の課題抽出を行い、実用化に向けた研究開発に取り組んでいる段階である。

① 量子コンピュータ

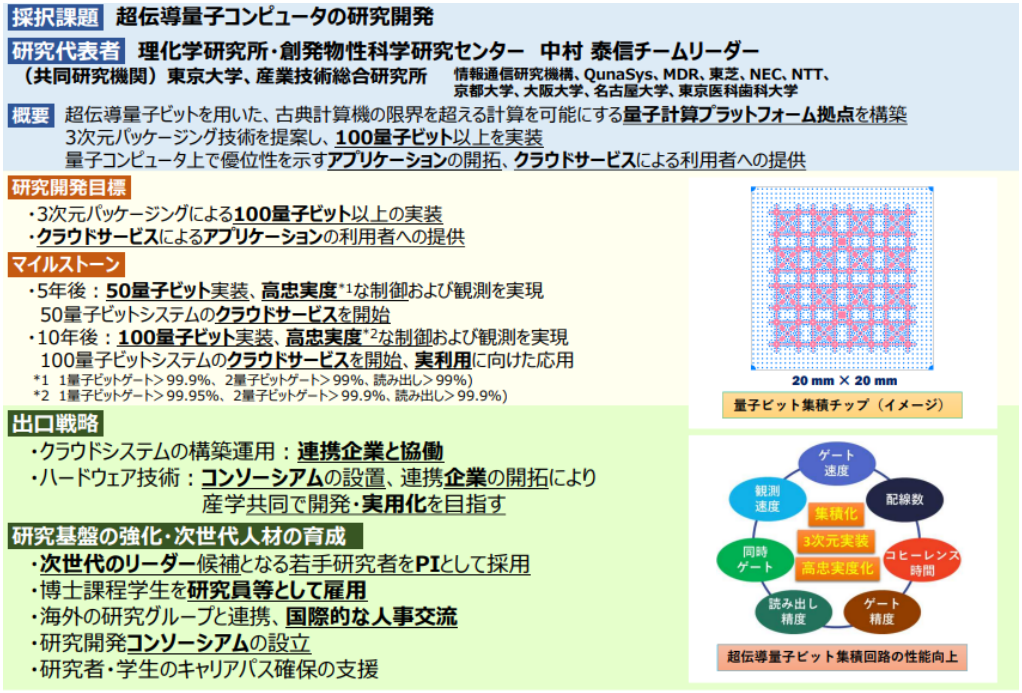
- **超伝導量子コンピュータの研究開発** ※Q-LEAP の採択課題

理化学研究所が主導し、東京大学、産業総合技術研究所、情報通信研究機構、大阪大学らとの共同研究。ハードウェア・ミドルウェア・ソフトウェア研究の密接な連携で超伝導量子コンピュータを構築する。量子ビット集積回路設計と最適化、量子ビット集積回路プロセス技術開発、量子ビット性能向上に向けたエラー要因解明と抑制、量子コンピュータ制御技術開発、超伝導量子コンピュータ実機構築、理論拠点と連携した量子アルゴリズムの実装の検討などを行う。量子コンピュータ開発に向けて、量子ビット集積回路の高精度制御・読み出しを実現するとともに、量子回路チップから周辺エレクトロニクスまで全体的なシステムとしての高性能化を図り、量子計算プラットフォームとし

[88] 国立研究開発法人情報通信研究機構「光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP）」,<https://www.jst.go.jp/stpp/q-leap/index.html>(2023/12/22 参照)

ての超伝導量子コンピュータ実機公開を目標としている。[89]

図表 3-37 研究概要



出典：国立研究開発法人情報通信研究機構 [89]

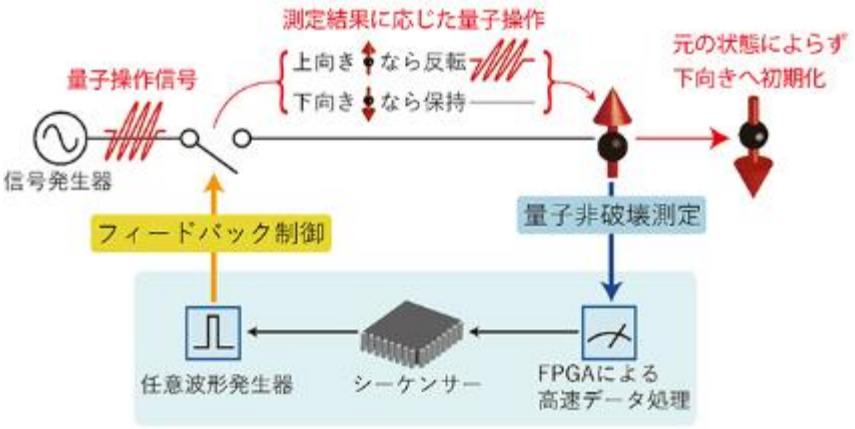
- **シリコン量子ビットのフィードバック型初期化技術を開発**

理化学研究所（理研）量子コンピュータ研究センター半導体量子情報デバイス研究チームの小林 嵩 研究員、樽茶 清悟 チームリーダーらの研究チームは、シリコン中の電子スピンによる量子ビットを測定結果に基づくフィードバック操作によって初期化する技術を開発した。本研究成果は、量子コンピュータを実装する上で解決すべきデバイスの不完全性に対する処方箋を示しており、大規模な量子コンピュータの実現に貢献すると期待できる。[90]

[89] 国立研究開発法人情報通信研究機構「光・量子飛躍フラッグシッププログラム（Q-LEAP）」,<https://www.jst.go.jp/stpp/q-leap/joho/pdf/information.pdf>（2024/1/22 参照）

[90] 理化学研究所,「シリコン量子ビットのフィードバック型初期化技術を開発」2023 年 6 月 1 日,<https://www.riken.jp/press/2023/20230601_1/index.html>（2023/12/22 参照）

図表 3-38 フィードバック操作による量子ビットの初期化処理の概略図



出典：理化学研究所（2023）[90]

- **超伝導量子コンピュータを開発し、量子シミュレータと連携可能なプラットフォームを提供**

  富士通株式会社（以下、富士通）と国立研究開発法人 理化学研究所（以下、理研）は、2021 年に共同で設立した「理研 RQC-富士通連携センター」（以下、連携センター）において、理研が 2023 年 3 月に公開した国産初号機となる 64 量子ビット超伝導量子コンピュータの開発ノウハウをベースに新たな 64 量子ビットの超伝導量子コンピュータ（以下、本超伝導量子コンピュータ）を開発した。富士通は、理研の支援を得て、本超伝導量子コンピュータと世界最大級の 40 量子ビットの量子コンピュータシミュレータ（以下、量子シミュレータ）を連携させて利用できるハイブリット量子コンピューティングプラットフォーム「Fujitsu Hybrid Quantum Computing Platform」（以下、本プラットフォーム）を開発し、富士通と理研との共同研究の下で、企業や研究機関に 2023 年 10 月 5 日より提供している。本プラットフォームにより、利用者は、ノイズによるエラーを含む量子コンピュータを用いた計算結果とノイズを含まないシミュレーションによる計算結果の比較などが容易に可能になり、量子アプリケーションにおけるエラー緩和アルゴリズムの性能評価などの研究の加速が期待できる。さらに、富士通と理研は、超伝導量子コンピュータとハイパフォーマンスコンピュータ（HPC）を連携したハイブリッド量子アルゴリズムの開発を進めており、今回、量子コンピュータと HPC 上で動作する量子シミュレータの連携により、従来のアルゴリズムを上回る精度で量子化学計算を可能にするハイブリッド量子アルゴリズムの開発に成功した。その成果にも、本プラットフォームとの連携を図っていく。[91]

- **大規模な「量子もつれ」の超高速量子シミュレーションに成功**

  自然科学研究機構・分子科学研究所の素川靖司助教（研究当時、現・東京大学大学院総合文化研究科 准教授）、Vineet Bharti 研究員、溝口道栄大学院生（研究当時）、大森賢治教授らの研究グループは、ほぼ絶対零度に冷却した 3 万個の原子を 0.5 ミクロン間隔で格子状に整列させ、10 ピコ秒（ピコ＝1 兆分の 1）だけ光る特殊なレーザー光で高精度に操作することによって、磁性材料の超高速量子シミュレーションに成功した。同研究グループが昨年世界に先駆けて実現した全く新しい「超高

[91] 理化学研究所,「超伝導量子コンピュータを開発し、量子シミュレータと連携可能なプラットフォームを提供」2023 年 10 月 5 日,<https://www.riken.jp/pr/news/2023/20231005_2/index.html> (2023/12/22 参照)

速量子コンピュータ」の手法を量子シミュレータへ応用したもので、これまで量子シミュレータにとって最大の懸念であった外部ノイズの問題を解決できるなど、この新しい「超高速量子シミュレータ」が画期的なプラットフォームであることを実証する成果である。今後、さらなる高度化を行い、機能性材料の設計や社会問題の解決へ貢献することが期待される。[92]

② **量子通信・量子暗号**

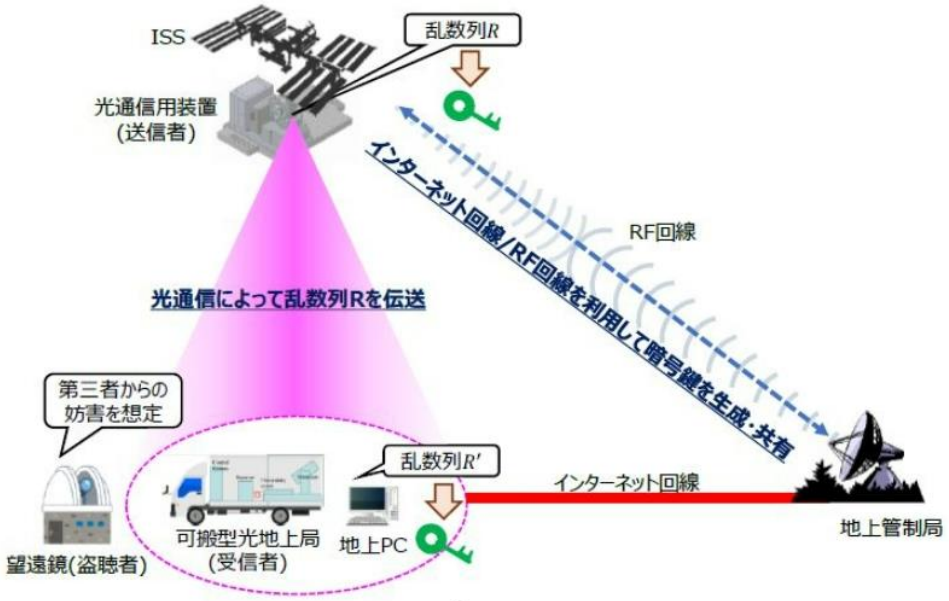
- **量子インターネット実現に向けた要素技術の研究開発　※**ICT 重点技術の研究開発プロジェクトの採択課題

スカパーJSAT は、将来のグローバルな量子暗号通信網などの構築を見据えた原理実証実験を進行中である。光通信用装置を国際宇宙ステーション（ISS）に打ち上げ、ISS と地上の光地上局間で暗号用の乱数列を光通信で伝送する実験を行っている。同社は 2023 年 8 月 7 日、この実験に使用する光通信用装置の打ち上げ成功を発表しており、同年 9 月 14 日に実験を開始、2024 年 2 月末まで実証を行う予定である。今回の実証では、ISS からデータの暗号鍵を生成するための乱数列を光通信で伝送し、地上側でそれを受信して共有できるか、通信用のレーザー光はどの程度の強度が必要か、などを検証する。これはスカパーJSAT が 2018 年 6 月より総務省から受託中の研究開発案件「衛星通信における量子暗号技術の研究開発」の一環で実施しているものである。5 年間の最終年度である 2023 年度で目指しているのは、超小型衛星にも搭載可能な機器の開発や、盗聴・改ざんが極めて困難な衛星通信をするための技術構築である。ただし、今回は、1 ビットの暗号鍵情報（乱数）を光子（光の粒子）の 1 粒ずつに載せて伝送する「量子鍵配送（Quantum Key Distribution: QKD）」を ISS-地上間で行っているわけではなく、「物理レイヤー暗号」という技術を使っている。また、実際にグローバルに量子暗号通信網を構築するためには、ISS より電力や熱設計の条件が厳しい超小型衛星に搭載可能な量子暗号通信装置の開発が必要になる。その意味で、この実証はグローバルな量子暗号通信網構築へ向けた第一歩と位置付けられる。[93]

[92] 大学共同利用機関法人自然科学研究機構・分子科学研究所,「大規模な「量子もつれ」の超高速量子シミュレーションに成功―超高速量子コンピュータの手法を量子シミュレータへ応用―」2023 年 9 月 28 日,<https://www.ims.ac.jp/news/2023/09/0928.html> (2023/12/22 参照)

[93] 内田 泰「盗聴不能な衛星暗号通信網を構築へ、スカパーJSAT が実証中」,『日経クロステック』2023 年 12 月 8 日,<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/02438/120500030/> (2023/12/22 参照)

図表 3-39 ISS-地上間の実証実験のイメージ



出典：株式会社スカパーＪＳＡＴホールディングス（2023）（Credit: 情報通信研究機構（NICT）・スカパーＪＳＡＴ）[94]

- **複数の企業間を結ぶ量子暗号ネットワークテストベッドの運用試験を開始**

  国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）、野村ホールディングス株式会社、TOPPAN デジタル株式会社、株式会社大和証券グループ本社、株式会社みずほフィナンシャルグループらは、2023 年 12 月 18 日、NICT が運用する東京 QKD ネットワーク上に新たに整備された企業間量子暗号ネットワークテストベッドを用いて、データの送受信やバックアップ保管など安全に共有・利活用する運用試験を開始すると発表した。本運用試験を通じて、多くの企業が量子暗号ネットワークを共通基盤として利活用する際の課題を抽出し、民生分野（金融・医療など）における量子暗号技術の効果的な活用法・運用法に関する知見を蓄積するとともに、本テストベッドをより使いやすくなるよう改良しながら利用者の拡大を目指す。[95]

- **東芝デジタルソリューションズとソフトバンク、IPsec QKD-VPN の実証実験に成功**

  東芝デジタルソリューションズ株式会社（以下「東芝デジタルソリューションズ」）とソフトバンク株式会社（以下「ソフトバンク」）は、Beyond 5G/6G 時代の量子セキュアネットワークの実現に向けて共創を開始し、量子暗号技術である QKD（Quantum Key Distribution、量子鍵配送）を用いた拠点間 VPN（Virtual Private Network）通信の実証実験に成功したことを 2023 年 9 月 20 日に発表した。

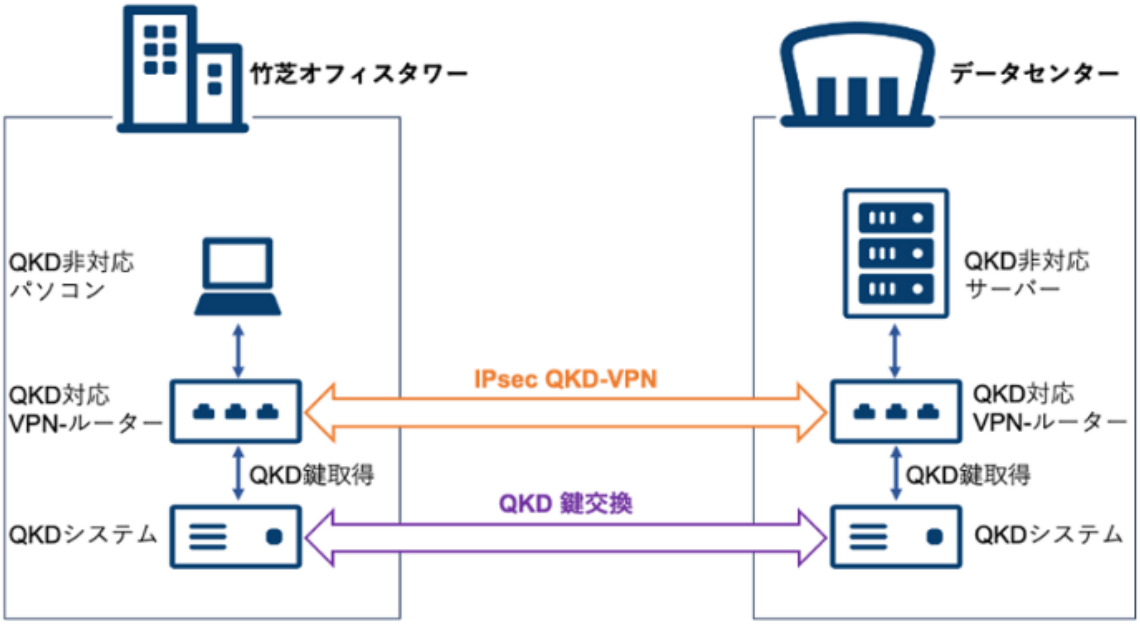
  東芝デジタルソリューションズとソフトバンクは、東芝独自の技術によって鍵の生成を高速化し

[94] 株式会社スカパーＪＳＡＴホールディングス,「量子暗号通信網構築を見据えた原理実証実験に使用する光通信用装置打ち上げ成功に関するお知らせ」2023 年 8 月 7 日,<https://www.skyperfectjsat.space/news/detail/post_231.html> (2023/12/22 参照)

[95] 国立研究開発法人情報通信研究機構,「複数の企業間を結ぶ量子暗号ネットワークテストベッドの運用試験を開始」2023 年 12 月 18 日,<https://www.nict.go.jp/press/2023/12/18-1.html> (2024/1/22 参照)

た QKD システムと、Fortinet 社が開発した QKD 対応 VPN ルーターを、ソフトバンクが構築したネットワーク上に導入することにより、実環境における拠点間 QKD-VPN を構築し、QKD 非対応の端末であっても、セキュアで高速な暗号通信を行うことに成功した。実験では、ソフトバンクの本社と、東京都内のソフトバンクのデータセンタの間（2 拠点間のファイバ距離約 16km）を、既存の光ファイバを使って接続し、それぞれの拠点に QKD システムと QKD 対応 VPN ルーターを設置して、量子暗号技術を用いた IPsec（Security Architecture for Internet Protocol）-VPN を構成した。今回の実証実験の構成では QKD システムを VPN 内に隠ぺいすることで、ルーターと接続した機器が QKD を意識することなく QKD を用いた暗号通信を行うことを可能とした。また、IPsec で用いられる AES（Advanced Encryption Standard）の共通鍵として QKD で生成した鍵を利用することで、高速な暗号通信が実現された。[96]

図表 3-40 実証実験の構成



出典：東芝デジタルソリューションズ株式会社（2023）[96]

- **英国ケンブリッジに量子技術の新たな事業拠点「量子技術センター(Quantum Technology Centre)」を開設**

株式会社東芝の地域総括現法である東芝欧州社と東芝デジタルソリューションズ株式会社は、この度、量子技術の事業化を加速するため、英国・ケンブリッジのサイエンスパークに、「量子技術センター(Quantum Technology Centre)」を開所した。東芝と東芝デジタルソリューションズは当拠点に対し、今年度より 5 年間にわたり約 2000 万ポンドの戦略投資を行い、当拠点を中心に、量子暗号通信をはじめとした量子技術の社会実装に貢献していく。「Quantum Technology Centre」では、東

[96] 東芝デジタルソリューションズ株式会社,「東芝デジタルソリューションズとソフトバンク、IPsec QKD-VPN の実証実験に成功」2023 年 9 月 20 日,<https://www.global.toshiba/jp/news/digitalsolution/2023/09/news-20230920-01.html> (2024/1/22 参照)

芝デジタルソリューションズが商用化を進める革新的な量子セキュアネットワークの技術開発を進める。また、量子暗号通信の装置製造を行うための製造設備を有し、技術開発からから生産まで一貫した体制を整える。さらに、「チップベース量子暗号通信システム」や「ツインフィールド QKD」など、量子を活用した先端技術の開発も支援するとともに、必要な人材投資を行っていく予定。[97]

- **量子コンピュータでも解読困難な暗号実用化に貢献し、安全安心な通信サービスを提供**

KDDI と KDDI 総合研究所では次世代暗号（耐量子暗号）の実用化に取り組んでおり、暗号解読コンテスト「Challenges for code-based problems」において、次世代暗号として標準化が進められている Classic McEliece の 1409 次元の暗号解読に KDDI 総合研究所が世界で初めて成功し、2023 年 11 月 13 日に世界記録を更新した。

1409 次元の暗号は、総当たりでは解読に 1 兆年以上かかるとされてきたが、今回、独自の解読アルゴリズムで計算対象を大幅に絞り込み、約 2,700 万の解読処理を同時に実行できる並列コンピューティング環境を構築・活用することで、29.6 時間で暗号を解読した。これにより、1409 次元の暗号を解読するために必要な計算量（処理の繰り返し回数）が 2 の 63 乗であることを実証し、この次元を上回れば暗号の解読が困難という目安である暗号の強度を突き止めた。量子コンピュータの普及により、将来的に現在の暗号技術の安全性が脅かされる可能性があり、本成果は、量子コンピュータでも解読困難な次世代暗号の実用化に貢献する。[98]

(ウ)社会実装の最新動向

① 量子コンピュータ

- **2023 年 3 月、理化学研究所が国産初の超伝導式ゲート型量子コンピュータを稼働。量子コンピュータを利用できる「量子計算クラウドサービス」開始**

理化学研究所（理研）、産業技術総合研究所、情報通信研究機構、大阪大学、富士通株式会社、日本電信電話株式会社らの共同研究グループは、2023 年 3 月 27 日に量子コンピュータによる量子計算プラットフォーム構築の一歩として、超伝導方式による国産量子コンピュータ初号機「叡(えい)」を整備した。さらに、本機を用いて、インターネットを介して外部利用が可能なクラウドサービスを開始した。理研は、2021 年に量子コンピュータ研究センターを設立し、量子計算を実行する量子コンピュータの研究開発を進めてきた。今回、共同研究グループはこの研究成果により、国内の量子計算プラットフォームの利用拡大への貢献が期待される。[99, 100]

- **量子アニーリング技術を応用した自動搬送ロボットの多台数同時制御に関する研究を東北大学と共同**

---

[97] 東芝デジタルソリューションズ株式会社,「英国ケンブリッジに量子技術の新たな事業拠点「量子技術センター(Quantum Technology Centre)」を開設」2023 年 9 月 22 日,<https://www.global.toshiba/jp/news/digitalsolution/2023/09/news-20230922-01.html> (2024/1/22 参照)

[98] KDDI 株式会社,「1409 次元の次世代暗号を世界で初めて解読、耐量子暗号の実用化に向け前進」2023 年 12 月 26 日,<https://news.kddi.com/kddi/corporate/topic/2023/12/26/7153.html> (2024/1/22 参照)

[99] 理化学研究所,「量子コンピュータを利用できる「量子計算クラウドサービス」開始」2023 年 3 月 24 日,<https://www.riken.jp/pr/news/2023/20230324_1/> (2024/1/22 参照)

[100] 理化学研究所,「国産量子コンピュータ初号機の愛称「叡（えい)」に決定」2023 年 10 月 5 日,<https://www.riken.jp/pr/news/2023/20231005_1/index.html> (2024/1/22 参照)

で開始

シャープは、国立大学法人東北大学（総長：大野英男、以下 東北大学）と共同で、量子コンピューティング技術の一種である量子アニーリングを応用した自動搬送ロボットの多台数同時制御に関する研究を開始した。物流倉庫における千台規模の自動搬送ロボットの最適経路を、瞬時に計算可能な高速計算機の開発に取り組む。

シャープは、長年培った技術をベースに自動搬送ロボットの開発を手掛けており、独自の集中制御システム「AOS（AGV Operating System）」により、現時点において最大 500 台までの自動搬送ロボットの同時制御を実現している。東北大学は、量子アニーリングをはじめとする量子コンピューティング分野における有数の研究・教育機関であり、さまざまな社会課題解決に向けた実装化への取り組みを推進している。今回ターゲットとする物流業界では、EC の拡大などを背景にした取り扱い量や品種の増加に加え、「2024 年問題」により、人手不足の深刻化が見込まれており、さらなる多台数の自動搬送ロボットを活用した省人化・効率化へのニーズが急速に高まっており、両者の強みを融合することで、物流倉庫における劇的な生産性向上に貢献する技術の共同開発を行うことを合意した。

量子アニーリングは、膨大な組み合わせパターンから最適解を高速で導き出すのに適した計算技術である。本研究・開発では、量子アニーリングの計算方法を汎用コンピュータ上で疑似的に再現する「シミュレーテッド量子アニーリング（SQA）」技術を応用する。一般的に、自動搬送ロボットが一台増えると、最適経路の計算量は指数関数的に増大することから、千台規模を一元管理するための計算には数日を要してしまうため、実用化が困難であった。今回、開発を目指す高速計算機は、汎用コンピュータによる通常の処理と比べて数百から数千倍の速度での計算が可能になり、千台規模の自動搬送ロボットの最適経路も瞬時に計算することができる。取り扱う商品が多量・多品種化し、倉庫内のロボットオペレーションが複雑化する中、大規模倉庫における自動搬送ロボットの多台数同時制御を実現する。さらにはピッキングの順序や商品配置、倉庫全体のレイアウト設計などにも応用することで、倉庫運営効率の大幅な向上に貢献していく。2024 年度中に試作機を用いた実証実験を行い、2025 年度中の実用化を目指す。[101]

② 量子暗号通信

- **凸版印刷と NICT、世界初、米国政府機関選定の耐量子計算機暗号を IC カードシステムに実装する技術を確立**

凸版印刷株式会社と国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）は、量子コンピュータでも解読が困難な耐量子計算機暗号（Post-quantum cryptography 以下 PQC）を搭載した IC カード「PQC CARD®」を世界で初めて開発し、NICT が運用するテストベッド「保健医療用の長期セキュアデータ保管・交換システム」における医療従事者の IC カード認証と電子カルテデータへのアクセス制御に適用し、その有効性の検証に成功した。今回開発した「PQC CARD®」には、米国政府機関の国立標準技術研究所（以下 NIST）が 2022 年 7 月に標準技術候補として選定した次世代の電子署名方式「CRYSTALS-Dilithium（クリスタル・ダイリチアム）」を採用した。「PQC CARD®」の開発では、PQC に関する先端技術を有する ISARA Corporation とも連携している。凸版印刷と NICT は、今後

[101] シャープ株式会社,「量子アニーリング技術を応用した自動搬送ロボットの多台数同時制御に関する研究を東北大学と共同で開始」2023 年 12 月 19 日,<https://corporate.jp.sharp/news/231219-a.html> (2024/1/22 参照)

この技術を活用し、高秘匿情報を将来にわたって安全に流通、保管、利活用できる量子セキュアクラウド技術の開発を推進していく。また、量子コンピューティング時代において、IC カードのセキュリティにとどまらず、インターネット上で日常的に行われる電子メールや、オンラインショッピング、キャッシュレス決済、ネットバンキングなどインターネットのセキュリティを担保する基盤技術を構築し、安全・安心な社会インフラの実現を目指す。なお、本研究の一部は、内閣府 SIP『光・量子を活用した Society 5.0 実現化技術』及び総務省『グローバル量子暗号通信網構築のための研究開発(JPMI00316）』の支援を受けて実施された。[102]

3) 海外における研究開発の動向

米国、欧州、中国等を中心に、諸外国においては、量子技術を戦略的な基盤技術として明確に位置づけ、近年、研究開発投資を大幅に拡充するとともに、研究開発拠点形成や人材育成等の戦略的な取組を展開している。欧米や中国を中心に、巨大 IT 企業（Google、IBM、Intel、アリババ等）やベンチャー企業が、量子コンピュータをはじめとする量子技術に積極的な投資を行っている。[81]

図表 3-41 主要国の量子技術政策・研究開発動向の比較

	政策動向	内容・予算規模
米	・ 量子情報科学の国家戦略概要（2018.9） ・ 国家量子イニシアティブ法（2018.12）	～1,400億円（$1.28B）/（2019-24） 「国家量子イニシアティブプログラム」 DOE：140億円（$125M）/年　量子情報研究センター（最大数5） NSF：56億円（$50M）/年　量子研究・教育センター（最大数5） NIST：89億円（$80M）/年　量子情報研究・計量標準、ワークショップ
中	・ 科学技術イノベーション第13次5ヶ年計画（2016）	＞1,200億円/（2016-20） 「国家重点研究計画」 「量子情報科学国家実験室」（合肥市）。第1研究棟完成（2020年）
EU	・ Quantum Manifesto（2016.5）	～1,300億円（€1B）/（2019-28） 「Quantum Flagship」20課題が採択
独	・ ハイテク戦略2025（2018） ・ BMBF「量子技術」（2018.9） ・ 未来パッケージ（2021.1）	～840億円（€650M）/（2019-22） 量子計算、量子通信、計測、量子分野の技術移転と産業の参画推進 ～2,600億円（€2B）/（2021-2025） 量子通信、量子コンピューティング、量子センサおよび周辺技術（電子機器、光源、光学部品、材料、インターフェースなど）の研究開発
英	・ 量子技術国家戦略（2014.12）	～600億円（～£400M）/（2015-19） 「UK National Quantum Technologies Programme」 量子イメージング、量子センシング、量子通信、量子コンピューティング＆シミュレーションの４つのhubs構築など
仏	・ MESRI「国家量子戦略」（2021.1）	～2,300億円（€1.8B）/（2021-25？） 量子戦略の7本の柱（量子コンピュータ、量子センサ、量子暗号通信など）を中心に、産業のバリューチェーン、人材育成・科学研究・技術実験を大幅に強化

出典：内閣府（2023）[103]

[102] 情報通信研究機構,「凸版印刷と NICT、世界初、米国政府機関選定の耐量子計算機暗号を IC カードシステムに実装する技術を確立」2022 年 10 月 24 日,<https://www.nict.go.jp/press/2022/10/24-1.html>（2024/1/22 参照）

[103] 内閣府（2023）,「ムーンショット型研究開発制度 PD 報告」,<https://www8.cao.go.jp/cstp/ryoshigijutsu/17kai/siryo1-3.pdf>（2024/1/22 参照）

(ア) 米国

i　政策・方針

- **量子情報科学に関する国家戦略概要**

  2018 年 9 月に NSTC の量子情報科学小委員会から発表された同戦略では、「科学ファーストのアプローチ」、「技術者の確保・教育改革」、「量子産業の創出」、「重要インフラの提供」、「国家安全保障と経済成長の確保」、「国際協力の推進」の 6 つの政策の方向性が示された。[14]

- **国家量子イニシアチブ法**

  2018 年 12 月に大統領署名により成立し、DOE、NSF、NIST における量子分野の取り組みに 5 年間で約 13 億ドルの投資を行う権限が付与された。OSTP は同法に基づき、2019 年 3 月に量子研究開発に関する政策調整を担う国家量子調整室（NQCO）を創設した。NQCO は研究開発面での政策課題検討として、量子コンピュータと量子センサーのリンクに焦点を当てた「米国の量子ネットワークの戦略的ビジョン」（2020 年 2 月）や量子研究の現状と優先分野を整理・特定した「量子フロンティア」（2020 年 10 月）を発表している。[14]

- NSTC 量子情報科学小委員会が取りまとめている量子分野の研究開発費は、2022 年度予算は 9.2 億ドルであった。2023 年度予算教書では 8.4 億ドルが示されている。主要領域として量子センシング・計量、量子コンピューティング、量子ネットワーキング、基盤的科学推進のための量子情報科学、量子技術の 5 つが設定されている。[14]

- **国家サイバーセキュリティ戦略**

  2023 年 3 月に公表された本戦略では 5 つの柱が掲げられており、そのうちの強靭な未来への投資として、ポスト量子暗号やデジタル個人認証、クリーンエネルギーインフラなど次世代技術のためのサイバーセキュリティにかかる研究開発を優先するとされた。さらに、5 月、重要・新興技術（CET）の標準化に関する国家戦略が公表された。[104]CET の標準策定への関与は米国の経済および国家安全保障を強化するとし、優先対象とする CET の分野として、通信・ネットワーク技術、半導体、人工知能（AI）・機械学習、バイオテクノロジー、測位・航法・タイミング（PNT）サービス、デジタルアイデンティティーのインフラおよび分散台帳技術、クリーンエネルギー発電と蓄電、量子情報技術の 8 分野を挙げている。[105]

---

[104] THE WHITE HOUSE,「UNITED STATES GOVERNMENT NATIONAL STANDARDS STRATEGY FOR CRITICAL AND EMERGING TECHNOLOGY」2023 年 3 月,<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/05/US-Gov-National-Standards-Strategy-2023.pdf> (2023/12/22 参照)

[105] THE WHITE HOUSE,「NATIONAL CYBERSECURITY STRATEGY」2023 年 3 月 1 日,<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2023/03/National-Cybersecurity-Strategy-2023.pdf>(2023/12/22 参照)

ii　研究開発・社会実装事例

① 量子コンピュータ

- **IBM が 133 量子ビットのプロセッサー「Heron」を発表、エラー率を改善**

米IBMは2023年12月4日､量子コンピュータ向けの新しいプロセッサー｢IBM Quantum Heron｣を発表した｡133 量子ビットで､同プロセッサーを搭載した量子コンピュータ｢IBM Quantum System Two｣の稼働を米国ですでに開始している。併せて、かねて同社が示してきた量子コンピュータの開発ロードマップを今後 10 年間に拡大した。IBM Quantum Heron は新たなアーキコンピュータ入したユーティリティー・スケール（実用規模）のプロセッサーで、IBM の量子コンピュータ向けプロセッサーとして最高の性能と最も低いエラー（誤り）率を実現した（図 2)。現行の 127 量子ビットのプロセッサー「IBM Quantum Eagle」と比べて、エラーを最大 5 倍削減できるという。[106]

② 量子通信・量子暗号

- **アップル､「iMessage」にポスト量子暗号を導入へ 未来の量子攻撃に備える**

量子コンピューティングはまだ新しい技術だが、ポスト量子安全性を備えたメッセージングサービスの提供については､Apple がほかの IT 大手企業よりも 2 歩先に行くことになる｡同社は､｢iOS｣のメッセージングアプリ「iMessage」に、最高でレベル 3 のポスト量子安全性を提供する通信プロトコルである「PQ3」を導入すると発表した。これは、メッセージングアプリに使用されるものとしては最高水準だという。[107]

(イ) 欧州

i　政策・方針

- **量子技術フラグシップ**

欧州委員会によって 2018 年に 10 年間で 10 億ユーロを投資する「量子技術フラグシップ」プロジェクトが開始された。[14]

- **新産業戦略**

2020 年 3 月に欧州委員会が発表した。欧州産業のグローバル競争力と内外における公平な競争環境の維持、2050 年までの気候中立実現、欧州のデジタル未来形成という 3 つの主要課題を実現するため、今後の一連の包括的な施策を示したものである。本戦略の中で、欧州産業の未来にとって戦略的に重要な主要実現技術（Key Enabling Technologies）として、ロボティクス、マイクロエレクトロニクス、量子技術、フォトニクス、ナノテクノロジー、先端材料・技術等が挙げられている。[14]

- **英国「国家量子戦略」**

---

[106] 木下淳一,「IBM が 133 量子ビットのプロセッサー「Heron」を発表、エラー率を改善」,『日経クロステック』2023 年 12 月 8 日,<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/16401/> (2024/1/22 参照)

[107] CNETJapan,「アップル、「iMessage」にポスト量子暗号を導入へ--未来の量子攻撃に備える」2024 年 2 月 22 日,< https://japan.cnet.com/article/35215599/> (2024/2/22 参照)

2023 年 3 月に発表された本戦略では、4 つの目標が立てられている。①英国を世界トップレベルの量子研究と技術を誇る国にする。②ビジネスを支援し、世界中から投資家と人材を引き寄せる。③量子技術の導入を促進する。④量子技術のイノベーションや倫理的な使用を支援する規制枠組みを確立する。目標達成に向けて、13 の優先行動が示されている。2023 年から量子技術への投資を増強し、2024 年からの 10 年間で量子研究開発に 25 億ポンドを投資するとしている。[108]

- **ドイツ「量子技術に関する基本構想」**

2023 年 4 月に閣議決定され、本基本構想は量子技術に関して、連邦政府の 2023～2026 年の取り組み方針と目標などをまとめたものである。

基本構想で重点を置いているのは、(1) 産業、社会、国立研究機関での量子技術の活用という目標、(2) 連邦政府は具体的目標を定めて量子技術の発展を促す、(3) 量子技術活用・推進のためのエコシステムを構築することだ。(1) ～ (3) それぞれに、2026 年までに連邦政府が取り組むべき事項が記され、巻末には、量子技術に関連する連邦政府の戦略・プログラム、国内の国立機関や研究組織、クラスターなども記載されている。[109]

- **フランス「量子国家技術戦略」**

2021 年 1 月に発表され、量子技術分野の世界的リーディングカンパニーを育てることでリーダーシップを発揮することが記された。基本構想により、ドイツが量子技術分野で世界トップクラスの地位を占め、同時に技術的主権を確保する狙い。連邦政府は 2026 年までに約 21 億 8,000 万ユーロを量子技術関連予算として確保、また、連邦政府が資金的援助をする研究機関などに約 8 億 5,000 万ユーロを確保し、2026 年までに全体で 30 億ユーロ規模のプロジェクトとなる。[14]

ii 研究開発・社会実装事例

① 量子コンピュータ

- **IBM、南ドイツに欧州初の量子データセンタ開設、2024 年稼働予定**

IBM は 6 月 6 日、ドイツ南西部バーデン・ビュルテンベルク州シュツットガルト市近郊のエーニンゲンに、欧州初の量子データセンタを開設する計画を発表した。100 量子ビット以上の量子プロセッサーを搭載した IBM 製量子コンピュータを複数台設置し、2024 年に運用を開始する予定。同センターは「IBM 量子ネットワーク（IBM Quantum Network)」の欧州クラウド・リージョンとして機能する。欧州ではドイツ自動車部品大手ボッシュ、ドイツ連邦軍大学、欧州原子核研究機構（CERN)、フラウンホーファー研究機構など、欧州の 60 を超える企業や研究機関が同ネットワークに参画している。同センターでは、欧州をはじめとする世界中のユーザーがクラウドベースで量子コンピュータの研究や調査活動を実施できるようになる。全てのジョブデータは EU 域内で処理されるため、EU の一般データ保護規則（GDPR）などの規制の要件を継続的に管理しながら利用が可能である。[110]

---

[108] 日本貿易振興機構（ジェトロ）,「英国政府、国家量子戦略を発表」2023 年 03 月 24 日,<https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/03/5258e225dadf20d2.html>(2023/12/22 参照)

[109] 日本貿易振興機構（ジェトロ）,「連邦政府、量子技術への取り組み方針などを閣議決定」2023 年 05 月 02 日,<https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/05/9a3c508229014140.html>

[110] 日本貿易振興機構（ジェトロ）,「IBM、南ドイツに欧州初の量子データセンター開設、2024 年稼働予定」2023 年 06 月 22 日,<https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/06/1cbef582b07b7d0e.html>(2024/1/22 参照)

② 量子通信・量子暗号

- **セキュアなプライベート 5G テストベッドを英社開発、量子コンピュータ時代に備える**

量子暗号技術のベンチャー企業である英 Arqit Quantum（アーキット・クォンタム）は、ネットワークのサイバーセキュリティーソリューションを手掛ける英 Ampliphae と共に進めてきたプライベート 5G（第 5 世代移動通信システム）ネットワーク量子安全セキュリティ強化プロジェクト「Security Enhanced Virtualised Networking for 5G（SEViN-5G、5G に向けたセキュリティ強化版仮想ネットワーク）」が完了したと発表した。量子コンピュータ時代のサイバー攻撃にも対抗可能なセキュアなプライベート 5G をテストベッド（試験環境）の形で提供する。本プロジェクトは英国政府のイノベーション産業助成機関である Innovate UK から資金提供を受けて進めていた。SEViN-5G プロジェクトは、Ampliphae のネットワークセキュリティー解析技術と Arqit の Symmetric Key Agreement Platform（対称鍵合意プラットフォーム）を活用して量子的に安全なプライベート 5G テストベッドを提供した。また、米 Hewlett Packard Enterprise（HPE、ヒューレット・パッカード・エンタープライズ）傘下のプライベートセルラーネットワーク技術プロバイダーであるイタリア Athonet（アソネット）はが AWS のクラウドコアを備えた無線アクセスネットワーク（RAN）機器類を提供した。機密性の高いデータを扱い、セキュリティが最重要課題となる企業のプライベート 5G ネットワークに向け、量子コンピューティングによる脅威を含めた潜在的な脅威やセキュリティ上のリスクを想定して開発した。既に顧客との契約も開始しているという。[111]

(ウ) 中国

i 政策・方針

- **国家イノベーション駆動発展戦略綱要（2016-2030）**

2030 年に向けた新たな科学技術重大プロジェクト「科技創新（科学技術イノベーション）2030」の中で量子通信および量子計算を推進することとしている。2016 年頃から、2030 年に向けて、量子通信を含む複数の研究開発やその応用展開のためのプロジェクトを推進しており、2020 年 3 月には、量子通信を含む重要科学技術プロジェクトの実施とサポート力を強化し、科学技術成果の応用と産業化を促進し、イノベーション型企業とハイテク企業を育成し、経済発展の新動力を増強するための施策を発表している。

- **中国国民経済・社会発展第 14 次五カ年計画および 2035 年までの長期目標綱要**

重要な先端科学技術分野として量子情報が挙げられている。

ii 研究開発・社会実装事例

① 量子コンピュータ

- **中国の科学者、超伝導 51 量子ビットクラスター状態の生成に成功**

中国の科学研究チームはこのほど、超伝導 51 量子ビットクラスター状態の生成と検証に成功し、

[111] 加藤樹子,「セキュアなプライベート 5G テストベッドを英社開発、量子コンピューター時代に備える」,『日経クロステック』2024 年 1 月 31 日,<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/24/00134/> (2024/1/31 参照)

あらゆる量子システムにおける真のもつれビット数の世界記録を更新した。これまでの記録は 24 量子ビットだった。研究は、中国科学技術大学の潘建偉（Pan Jianwei）院士（アカデミー会員）、朱暁波（Zhu Xiaobo）氏、彭承志（Peng Chengzhi）氏のチームと北京大学の袁驍（Yuan Xiao）氏らが共同で完成させ、関連成果を 2023 年 7 月 12 日、国際的学術誌「ネイチャー」電子版に発表した。量子もつれは、量子コンピューティングの加速効果の根本的な要因の一つであり、もつれビット数の増加により、量子コンピューティング能力は指数関数的に向上する。[112]

- **中国の第 3 世代超伝導量子コンピュータが稼働**

中国安徽省量子計算工程研究センターと量子計算チップ安徽省重点実験室はこのほど、中国が独自開発した第 3 世代超伝導量子コンピュータ「本源悟空」が 2024 年 1 月 6 日、本源量子計算科技（合肥）股份有限公司で稼働したと明らかにした。人民日報海外版が伝えた。

同コンピュータは独自開発した 72 ビット超伝導量子チップ「悟空芯」を搭載し、先進的なプログラマビリティを持つ。研究者によると、超伝導量子コンピュータは超伝導電気回路量子チップに基づく量子コンピュータで、世界的には IBM とグーグルの量子コンピュータがいずれも超伝導技術ロードマップを採用している。安徽省量子計算工程研究センターの孔偉成副主任は「『本源悟空』は本源第 3 世代量子計算測定・制御システム「本源天機」を搭載し、量子チップの量産化・自動化テストを実現した。量子コンピュータの全体的な稼働効率が大幅に向上した」と説明した。量子計算チップ安徽省重点実験室の賈志竜副主任によると、「本源悟空」に搭載された 72 ビット独自開発超伝導量子チップ「悟空芯」は計 198 個の量子ビットを持ち、うち活動量子ビットは 72 個、カプラー量子ビットは 126 個となっている。[113]

② <u>量子通信・量子暗号</u>

- **中国 4600km の量子暗号通信網**

量子暗号通信の世界で中国がリードしており、トップ研究者を中心に、人材を集積させて巨額の研究資金をテコに研究開発を進めている。中国は全長 4600 キロメートルのネットワークの構築に成功するなど、量と規模で先行している。2023 年 9 月、中国科学技術大学に所属する物理学者で、「量子の父」とも言われる潘建偉（パン・ジャンウェイ）氏のチームが「星形ネットワーク」の実証実験を実施したことが明らかになった。量子暗号通信で多拠点間を結び、しかも光子同士の結びつきが強い「量子もつれ」という状態で実現した。多拠点を結んだのは意味がある。現行の量子暗号通信の実証実験では任意の 2 拠点を結んで、その間で暗号鍵の情報をやりとりしている。現行のインターネットのように複数拠点でデータのやりとりができるようになれば利便性が向上し、応用範囲も広がる。将来構想としてある究極の通信網「量子インターネット」の実現も現実味を帯びる。中国は全長が 4600 キロメートルに達する量子暗号通信網をつくっており、25 年には地上で

---

[112] 新華社,「中国の科学者、超伝導 51 量子ビットクラスター状態の生成に成功」,『日経クロステック』2023 年 7 月 28 日,<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01502/072700110/>（2024/1/22 参照）

[113] Science Portal China,「中国の第 3 世代超伝導量子コンピューターが稼働」2024 年 1 月 10 日,科学技術振興機構,<https://spc.jst.go.jp/news/240102/topic_3_05.html>(2023/12/22 参照)

のネットワークを国内全域で整備する方針。16 年には量子通信衛星「墨子号」の打ち上げに成功している。宇宙空間にも通信網をつくる能力を持つまでになっている。[114]

[114] 日本経済新聞,「量子暗号、先を行く中国　多拠点通信を実証」2023 年 11 月 30 日,<https://www.nikkei.com/article/DGKKZO76514520Z21C23A1X13000/> (2024/3/26 参照)

(3) 宇宙システム

1) 研究開発の方向性と課題

(ア) 技術概要

測位・通信・観測等に代表される宇宙システムは、我が国の安全保障や経済・社会活動を支えるとともに、Society 5.0 の実現に向けた基盤としても、重要性が高まっている。宇宙システムによるサービスは既に日常生活に定着しており、大災害への対応や、2050 年のカーボンニュートラルの実現などの地球規模の社会課題の解決にも貢献が期待される。

また、2030 年代に実現を目指している次世代の通信技術である Beyond5G を見据え世界の開発競争が激化している中、陸・海・空さらには宇宙をシームレスにつなぐために、我が国が非地上系ネットワーク（NTN）の開発・実装・利活用を進める必要がある。ここでは、①衛星通信、②リモートセンシング、③衛星測位システムについて、以下に解説する。

① 衛星通信

衛星通信とは、地上数百～3.6 万キロメートルの静止軌道上に打ち上げられた衛星が地上からの電波を受信し、その電波を反射・増幅させて行う通信のこと。世界のほぼ全域をカバーし、テレビ映像や電話、データの通信が可能になる。

衛星通信は、宇宙を経由して電波をやり取りすることで、地上の通信に比べ圧倒的に広い領域をカバーすることができる。主な用途としては、船舶・航空機との通信や災害時の通信が挙げられる。衛星通信には固定衛星通信と衛星移動通信の二種類が存在する。以下に移動衛星通信それぞれの技術の概要を示す。

移動衛星通信とは、地上、海上又は空中の移動体（車、船舶、航空機など）に設置した無線局（地球局）から人工衛星を経由し、他の無線局（地球局）との通信を行う（例えば、太平洋の船舶から日本の家庭や事務所との通信（電話連絡）が可能)。衛星移動通信はさまざまな人工衛星により通信を行っており、通信エリアは、全国各地域と海上のほとんどをカバーしている。また、災害に強い通信手段として注目されている。衛星の軌道によって、静止衛星、準天頂衛星、非静止衛星のいずれかの方式によって、通信（中継）している（図表-3-42)。[115]

図表-3-42 移動通信衛星の種類と概要

No.	移動衛星通信の種類	概要
1	静止衛星による衛星移動通信システム	静止衛星とは、地上から見ると衛星がいつも同じ位置に止まって見える人工衛星のことをいう。静止衛星の場合、衛星３～４機でほぼ地球全体をカバーでき、1 基あたりの寿命が長い。一方で、「低速・高遅延」や「極域付近はカバー不可」といったデメリットがある。現在、実用になっている通信や放送を行うための人工衛星の多くは静止衛星による通信システムとなっている。 1. 高度：約 36、000km 2. 軌道：赤道上の円軌道。周期は地球の自転時間と同じ。 3. 衛星数：３～４機（サービスエリアを重ねるため。）

[115] 総務省,「電波利用ホームページ 衛星移動通信」,<https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/system/satellit/move/index.htm> (2024/1/8 参照)

No.	移動衛星通信の種類	概要
		4. 主な衛星移動通信システム：インマルサット、Ｎ－ＳＴＡＲ、スラヤ
2	準天頂衛星による衛星移動通信システム	静止軌道を約 40～約 50 度傾けた軌道に、少なくとも 3 機の衛星を互いに同期して配置することで、常に 1 つの衛星が日本の天頂付近に滞留する衛星システムの人工衛星のことをいう。地表面軌道が 8 の字を描くことから、別名「8 の字軌道衛星」とも呼ばれ、高仰角が得られることから建築物等（ブロッキング）による影響が低減できる。 1. 高度：約 32、000～約 40、000km 2. 軌道：赤道上と約 40～約 50 度に交わる円軌道。 3. 衛星数：3 機 4. 主な衛星移動通信システム：みちびき（初号機、2 号機、4 号機）
3	非静止衛星による衛星移動通信システム	大きく分けて長楕円、中高度、低高度の 3 つの軌道に分けられる。低・中・高軌道は、静止軌道に比べて、衛星高度が低いため、電波の伝搬遅延を小さくすることができ、より円滑に音声などの通信が可能なことが特徴である。また、長楕円軌道は高仰角が得られるのが特徴であり、現在研究・開発が進められている。 非静止衛星による衛星移動通信システムの主なメリットは、「高速・低遅延」や「極域を含む全球をカバー可能」だが、デメリットとして「スペースデブリ問題」「定期的な衛星交換作業が必要」などが挙げられる。 (1)長楕円軌道(HEO) 1. 高度：約 500～約 40、000km 2. 周期：約 12 時間 3. 衛星数：4 機以上 4. 主な衛星移動通信システム：モルニア (2)中高度軌道(MEO) 1. 高度：約 2、000～約 36、000km 2. 周期：約 5 ～ 6 時間 3. 衛星数：数十機（全世界） 4. 主な衛星移動通信システム：GPS (3)低高度軌道（LEO） 1. 高度：約 500～約 2、000km 2. 周期：約 5 ～ 6 時間 3. 衛星数：数十機（全世界） 4. 主な衛星移動通信システム：イリジウム、グローバルスター、オーブコム

これまで衛星通信の主役であった静止通信衛星に加えて、低軌道や中軌道に通信衛星のコンステレーションを配置する構想が諸外国で進められている。衛星コンステレーションとは、多数の人工衛星を軌道上に配置し、一体的に運用するものである。衛星コンステレーションは、これまでよりも高度なサービスをグローバルに展開することが可能となり、通信サービスや地球観測サービスなどへ活用されている。衛星コンステレーションによる衛星通信は、従来の静止軌道と比べて、人工衛星の地上からの距離が数十分の一であるため、低遅延で高品質な通信を提供できると期待されている。

② リモートセンシング

リモートセンシングとは、対象物に触れることなく、離れたところから物体の形状や性質などを観測する技術である。リモートセンシングには様々な種類が有るが、人工衛星に専用の測定器（センサ）を載せ、地球を調べる（観測する）ことを衛星リモートセンシングと言う。衛星に搭載したセンサは、地球上の海、森、都市、雲などから反射したり、自ら放射する電磁波を観測する。地球観測衛星に載せられている代表的なセンサは大きく 3 種類ある。

- 光学センサ

  太陽の光（人間の目では見えない紫外線や近中間熱赤外までを含む）が物にあたり反射した光と対象物が放出（放射）している熱を測る。主な観測対象は、植物の有無、地表の温度、海面の温度、地表の高さ、雲の状態、水の有無。

- 能動型マイクロ波センサ

  自らマイクロ波を地球に向けて発射し、対象物から反射されて戻って来るマイクロ波を測る。マイクロ波は雲の影響が少ないので、光学センサでは困難な「夜間」や「悪天候時」にも観測ができるという特徴がある。合成開口レーダ（SAR）や降雨レーダ（PR）などがある。主な観測対象は、植物の有無、地表の高さ・変化、雲の状態、水の有無。

- 受動型マイクロ波センサ

  物はその種類とその状態によって異なるマイクロ波を放射しており、それを測るセンサで、能動型マイクロ波センサと同様、光学センサでは困難な「夜間」や「悪天候時」にも観測ができるという特徴がある。主な観測対象は、地表の温度、海面の温度、雲の状態。気象予報などに使われている。[116]

③ 衛星測位システム[117]

衛星測位システムとは、一般的に GNSS（Global Navigation Satellite System）と言われており、「全地球測位衛星システム」とも言われる。複数の衛星より受信する時間情報を含む位置を計測するための情報を利用して、地上において現在の位置を測位するシステムである。

米国が GPS、欧州が Galileo（ガリレオ）、中国が BeiDou（北斗）、インドが NAVIC、ロシアでは GLONASS などが運用されている。日本においては、当初 GPS のみを利用していたが、最近ではこれを補う形で QZSS（Quasi-Zenith Satellite System 準天頂衛星システム みちびき）が加えて運用されている。GPS 互換の受信機である QZSS が加わることで位置精度が向上した。また、これらの GNSS 開発の発端は、航空機や船舶の誘導など主に軍事目的で整備されてきたが、現在は民生用の携帯端末・車載機器をはじめ、国内建機大手では建設機械の車両位置管理システムなどを構築するなど IoT に向け用途がさらに拡がっている。この衛星測位システムの測位方式には、大きく分けて単独測位と相対測位の 2 種類がある。

- 単独測位

  単独測位は、少なくとも 4 個以上の衛星から送信された信号を、測位を行いたい地点に受信機

---

116 一般財団法人リモート・センシング技術センター,「地球観測衛星について」,<https://www.restec.or.jp/knowledge/sensing/sensing-2.html> (2024/1/8 参照)

117 アイアール技術者教育研究所,「3 分でわかる技術の超キホン 衛星測位システムの種類・方式（GPS などの基礎知識)」2021 年 7 月 7 日,<https://engineer-education.com/global-navigation-satellite-system/>(2024/1/8 参照)

を設置して測位を行う方法。3 個の衛星より時間情報を含む信号を受信して、各衛星からの距離を算出して X,Y,Z の三次元位置情報で地点の計測を行う。その際に、受信機内の水晶時計の精度が衛星内の原子時計より劣るため、もう一つの衛星は時間の誤差補正のために使用される。また、コードとして民間用の C/A コードが使用されます。船舶や飛行機それにカーナビゲーションシステムなどで使用され、計測精度は誤差 10m～20m が発生すると見込まれまる。

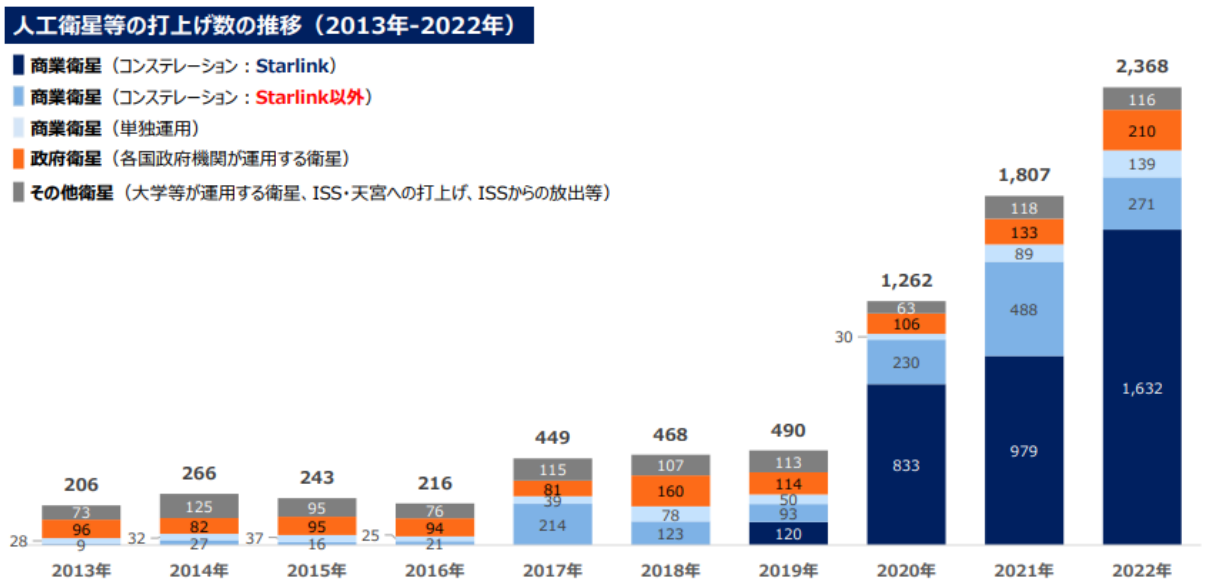
- 相対測位

相対測位には、大別して DGPS と干渉測位に分けられます。「DGPS」は、少なくとも 4 個以上の衛星より送信された信号を、測位を行いたい測定地点と基準となる固定地点の 2 地点以上で受信し、それぞれの地点が単独測位の手法で計測を行った後、2 地点間の誤差を消去する計測方法。固定地点からの誤差情報を移動地点で受信してリアルタイムに補正を行うことで精度向上を図る。「干渉測位」は、受信機と衛星の距離を、搬送波の波数と位相差により求めて受信機の相対位置を決定するもの。単独測位と同様に船舶や飛行機、カーナビゲーション、ドローンなどで精度を向上して誘導することに使用され、計測精度としては誤差 1 ㎝～5m 程度の発生が見込まれる。

(ｲ) 技術の発展の全体の方向性

2022 年度に打ち上げられた人工衛星は 2368 機であり過去最大となった。多くは、商業衛星であり、衛星コンステレーション構築にむけ、複数の欧米企業や中国政府・企業が、衛星の打上げを活発に進めている。

図表 3-43 人工衛星の打ち上げ数の推移



出典：内閣府（2023）[118]

[118] 内閣府宇宙開発戦略推進事務局（2023），「宇宙輸送を取り巻く環境認識と将来像」,<https://www8.cao.go.jp/space/comittee/05-yuso/yuso-dai2/siryou2.pdf>（2024/1/8 参照）

宇宙通信に関して、米国大資本の参入により、数百機～数千機のコンステの構築が進んでおり、それに追従する形で従来の静止オペレータや欧州勢も参入している。こうしたLEO通信コンステレーションの通信網確立には衛星間通信が不可欠である。通信量増加に対応する静止軌道衛星も含めた通信網の構築、増大する観測衛星データの地上伝送においても衛星間通信が必要。通信の大容量化に対応した通信網の構築が不可欠となっており、光通信端末によるネットワーク構築が必要となっている。[119]

2024年3月時点での主要な衛星通信コンステレーションの動向について、HP情報などをもとに調査した（図表 3-44)。アメリカ企業による衛星コンステレーションの規模（計画含む）が大きい。日本は、Space Compass社が衛星コンステレーションの開発に向けた検討を開始している。国内外の企業との協業も視野に入れた衛星コンステレーションの構築を推進している。

図表 3-44 主要な衛星通信コンステレーション

企業名 （サービス名）	国	衛星数 （計画総数）	高度(km)	通信速度（参考情報）
SpaceX （Starlink）	米	6056[120] （12000）	550	サービス提供値：ダウンリンク 20M～100Mbps、アップリンク 5M～15Mbps（個人向け）[121]、ダウンリンク 40-220 Mbps、アップリンク 8-25 Mbps（ビジネス向け）[122]
One web	英	634 （648）	1200	サービス提供値：ダウンリンク 195Mbps、アップリンク 32Mbps[123]
Iridium Communications （Iridium）	米	66	780	ダウンリンク最大 1.5Mbps、アップリンク最大 512kbps[124]
Telesat （Telesat	カナダ	198	1300	サービス提供値：アプリケーションに応じて最大 15Gbps[125]

[119] 一般財団法人衛星システム技術推進機構(2023),「宇宙技術戦略
通信に関する市場戦略・開発技術について」,<https://www8.cao.go.jp/space/comittee/02-jissyou/jissyou-dai26/siryou2.pdf> (2024/1/8 参照)

[120] 3月24日時点。プロトタイプ含む。

[121] 日経パソコン,「圏外が無くなる？　3236個の衛星でつながる「Project Kuiper」とは」,『日経クロステック』2023年7月10日,< https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01679/060700116/>(2024/3/22 参照)

[122] STARLINK,「STARLINK FOR FIXED SITES」,< https://www.starlink.com/business/fixed-site>(2024/3/22 参照)

[123] ソフトバンク株式会社,「空へ挑む」,<https://www.softbank.jp/corp/philosophy/technology/special/ntn-solution/>(2024/3/22 参照)

[124] 空畑,「通信衛星コンステレーションビジネスとは~参入企業、市場規模、課題と展望~」,< https://sorabatake.jp/14414/>(2024/3/22 参照)

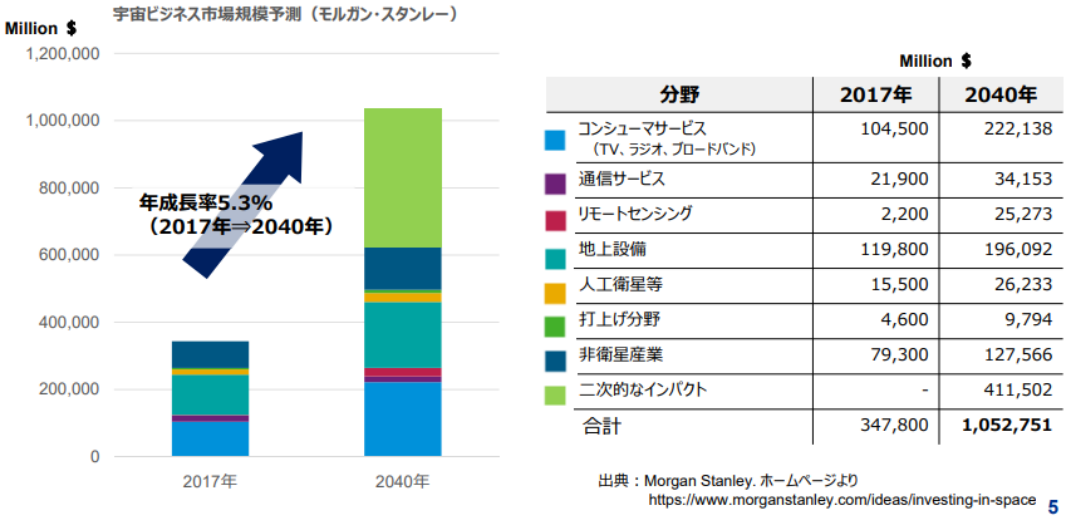
[125] TELESAT,「BLOG The Critical Link」,< https://www.telesat.com/blog/why-the-telesat-lightspeed-network-is-so-efficient/>(2024/3/22 参照)

Lightspeed)				
Amazon （Project Kuiper）	米	2 （3236）	600	サービス提供値：超小型モデル最大 100Mbps、標準モデル最大 400Mbps、企業・政府・通信アプリケーション向けの最大モデル最大 1Gbps[126]
Globalstar	米	32	1414	不明
Space Compass	日	未定	低軌道・静止軌道	サービス提供値：最大 20Gbps[127]

出典：各企業 HP や報告書[128]などをもとに NTT データ経営研究所にて作成

宇宙産業の市場規模については、モルガン・スタンレーによる予測では、2017 年時点で約 3,500 億ドルであったが、今後も増え続け、2040 年には 1 兆ドルに成長するとされている。短期的には、IT ハードウェアや通信分野での成長が航空宇宙・防衛産業以外にも多くの産業に影響を与える可能性がある。[129] これらのことからも宇宙に対する市場の拡大に関する期待感が伺える。

図表 3-45 世界の宇宙産業予測



出展：内閣府（2023）[130]

[126] Amazon,「Everything you need to know about Project Kuiper, Amazon's satellite broadband network」2023 年 10 月 31 日,< https://www.aboutamazon.com/news/innovation-at-amazon/what-is-amazon-project-kuiper>(2024/3/22 参照)

[127] Space compass,「Beyond the Edge」,< https://space-compass.com/files/company_profile_J.pdf>(2024/3/22 参照)

[128] 5 G ビジネスデザインワーキンググループ,「5G ビジネスデザインワーキンググループ報告書」2023 年 7 月,総務省,< https://www.soumu.go.jp/main_content/000894450.pdf>(2024/3/22 参照)

[129] Morgan Stanley,「Space: Investing in the Final frontier」2020 年 7 月 24 日,<https://www.morganstanley.com/ideas/investing-in-space>(2024/1/8 参照)

[130] 内閣府（2023）,「宇宙政策を巡る最近の動向と宇宙技術戦略の進め方」,<https://www8.cao.go.jp/space/comittee/02-jissyou/jissyou-dai24/sankosiryou1.pdf>(2024/1/8 参照)

(ウ)宇宙システムに関する我が国の方針

2023 年 6 月に内閣府より「宇宙基本計画」[131]が閣議決定された。人類の活動領域が本格的に宇宙空間へと拡大しつつある。我が国が宇宙先進国として戦後構築してきた宇宙活動の自立性を維持・強化し、スペース・トランスフォメーションにおいて、世界の先頭集団の一角を占め、世界をリードするための、目指すべき宇宙空間の開発・利用の将来像とそれを実現するための対応について、今後 20 年を見据えた 10 年間の宇宙政策の基本方針が示されている。

基本計画の中の（２）国土強靱化・地球規模課題への対応とイノベーションの実現には、「宇宙ネットワークと地上ネットワークのシームレスな連携による次世代通信サービス、リモートセンシングデータや準天頂衛星システムの高精度測位データを活用した宇宙ソリューション等により、以下の目標を実現し、国連の持続可能な発展目標（SDGs）の達成や「Society 5.0」をけん引する。

（a）地震・津波・集中豪雨等の大規模災害及び大事故に対応し、老朽化するインフラ管理等に役立て、防災・減災及び国土強靱化を推進

（b）国際協力の下、2050 年カーボンニュートラルの実現を含め、深刻化する世界のエネルギー、気候変動、環境、食料、公衆衛生、大規模自然災害等の地球規模課題の解決に貢献

（c）自動運転やスマートシティ、スマート農林水産業を含む民間市場分野におけるイノベーションの創出

また、これらを達成するため、失敗を恐れず、タイムリーに先端・基盤技術の実証を行うとともに、衛星データプラットフォームを強化すること等を通じて、

（d）衛星開発・利用基盤の強化と力強い宇宙産業エコシステムの再構築・更なる発展を図っていく。」と示されている。

以下に、「宇宙基本計画」[131] における①次世代通信サービスおよび②リモートセンシング、③衛星測位の将来像を示す。

① 次世代通信サービス

- ✓ 宇宙ネットワークと地上ネットワークのシームレスな連携により、地球上のあらゆる場所や、自動運転車や空飛ぶ車、ドローン等を含む移動するプラットフォームに対する切れ目のない通信が可能となる。その実現において、通信衛星コンステレーションを含む宇宙ネットワークが、地上ネットワークに並ぶ基幹インフラとなる。
- ✓ 2030 年代に実現を目指している Beyond5G（6G）において、通信衛星（静止衛星、低軌道衛星コンステレーション）を活用したコンステレーションや HAPS などの非地上系ネットワーク（NTN）が多層的に連携することによって、過疎地域や航空、海洋領域を含め、より高速で安定的にシームレスに通信サービスを提供していくことを目指す。これにより、安全保障に止まらず、災害時における通信手段の確保や、宇宙・極域・海洋開発に対する通信・ソリューションにおける活用を推進する。
- ✓ アルテミス計画においては、月の探査活動の初期段階に通信も含めた基盤の整備が必要となるが、将来的には超長距離の通信ネットワーク技術によって、深宇宙や月との通信も可能となる。また、宇宙空間にもクラウド基盤が展開され、宇宙経由の IoT サービスの展開や、リモートセンシングビッ

[131] 内閣府（2023）,「宇宙基本計画」,<https://www8.cao.go.jp/space/plan/plan2/kaitei_fy05/honbun_fy05.pdf>(2024/1/8 参照)

グデータへのエッジ AI 処理、ロードバランス、ルーティング、ほぼ遅延のない通信等のサービスの提供が実現するとともに、宇宙空間における盗聴・改ざん防止のためのサイバーセキュリティの提供が期待される。さらに、衛星光通信技術によって大容量、低遅延、セキュリティが堅牢な情報の伝達を実現していく。

✓ 量子コンピュータ時代において、衛星による量子暗号通信技術により、地上インフラでは実現が困難な、大陸間・国際間の量子暗号通信の実現が期待される。

② リモートセンシング

✓ 小型衛星コンステレーションの構築の進展や新たなセンサの開発等により、地球観測衛星の時間・空間・波長分解能が高まると同時に、ビッグデータ処理及び人工知能といったソリューション技術が発展する中、地球観測衛星のデータとドローンのデータ、IoT データ、気象データ、海洋データ、その他の地上で得られるデータ等を組み合わせることにより、幅広いアプリケーション・サービスを実現し、防災・減災、国土強靱化及び地球規模課題への貢献や民間市場分野におけるイノベーションの創出を図っていく。

✓ リモートセンシングの基幹となる光学や合成開口レーダ（SAR）技術については、広域・高精度・複数センサ統合観測が可能な大型観測衛星に加え、時間分解能を高める小型衛星コンステレーションの構築と技術開発の進展によって、よりタイムリーで解像度の高い観測が可能となってきている。さらに、多波長センサによって、植生や鉱物、温室効果ガスの種別まで判別することも可能となることに加え、大気の 3 次元観測に不可欠なドップラーライダーや、都市デジタルツインの構築に不可欠な高度計ライダー等の利用拡大が想定されている。これらリモートセンシングデータと、AI 等のデータ分析技術や異なるプラットフォーム間で情報をやり取りする際のインターフェース技術を含めたソリューション技術が組み合わさることによって、短時間かつ自動で宇宙から撮像したデータを地上に届け、必要な解析を行うことができるようになる。これにより、例えば、緊急時の国家の情報共有基盤として、防災・減災や安全保障、海洋状況把握等に役立てていく。

✓ 地球規模課題である気候変動問題について、豪雨、大気等の影響監視に加え、燃料採掘時のメタン漏洩検知を含めた温室効果ガスの排出・吸収の観測等を行うことによって、気候変動への寄与度が把握され、将来的にはカーボンクレジットとしての活用も期待される。官需に止まらず、災害時を念頭に置いた企業の事業継続計画（BCP）や、水害・土砂災害、火災等の保険、地盤沈下、地殻変動の把握、インフラ管理やスマート農業も含めたスマートシティ、再生可能エネルギーの出力予測等、世界で成長が期待される民間市場分野におけるイノベーション創出への貢献も期待される。

③ 衛星測位

✓ 準天頂衛星システムは、我が国の安全保障の確保、社会課題の解決や産業・経済の活性化、防災・減災、国土強靱化において必要な位置・時刻情報を提供する社会インフラとして、さらに、アジア太平洋地域における社会インフラとして、その役割を果たしていくことを目指す。今後、7 機体制の確立により、我が国の衛星のみで測位が可能となる持続測位を実現することで、必要不可欠な社会インフラとして、一層の活用が期待される。一方、バックアップ機能を有する米国等の他国の衛星システムのように、衛星が故障した際にも安定的かつ継続的に利用できる信頼性の確保が、民生利用・安全保障の双方の観点から求められる。

✓ 準天頂衛星システムが提供する先進的な高精度測位サービスの活用により、将来的には、除雪や点

検といったインフラの維持管理作業の効率化や、自動車やドローン、農機等の自動化・無人化によるスマートシティ、スマート農業の実現が期待され、人口減少に直面している我が国における労働力不足や高齢化等の社会課題の解決や、イノベーションによる日本経済の更なる活性化に大きく貢献すると見込まれる。このような将来を見据え、より使いやすい高精度測位サービスの提供を行うことで、高精度な地図等の地上側の情報と組み合わせたソリューションが社会実装され、更にそれが様々な分野に広がっていくことが期待される。

✓ アルテミス計画においては、月の探査活動の初期段階から、月測位衛星システム（LNSS）を含めた基盤の整備が必要となるが、国際協力の下、我が国が技術的強みを有する衛星測位技術によって貢献していくことを目指す。

(エ)技術要素と今後の課題

「宇宙基本計画」において、「宇宙技術戦略」を新たに策定し、ローリングしていくことを決定した。宇宙技術戦略では、衛星、宇宙科学・探査、輸送等の技術分野について、安全保障や宇宙科学・探査ミッション、商業ミッション、また、それらミッションに実装する前段階の先端・基盤技術開発に加え、民間事業者を主体とした商業化に向けた開発支援について道筋を示していくことが求められている。宇宙技術戦略（案）[132, 133]より、衛星分野における重要技術である通信、衛星測位システム、リモートセンシングから、我が国の目指す将来像の実現に向けた課題を以下に示す。

① 通信

次世代通信サービスでは、光通信の衛星コンステレーション等への適用で大容量データのリアルタイム伝送、デジタル通信ペイロードによる刻々と変化する通信ニーズへの柔軟な対応が可能になる。災害時・有事の際の通信の抗たん性、Society 5.0 実現を見据え、自律性の確保・開発に取り組む。地上系ネットワークと非地上系ネットワーク（NTN：静止衛星、低軌道コンステ、HAPS 等）が融合し、秘匿性・抗たん性を確保する量子暗号や光通信等の技術と合わさり、陸・海・空・宇宙が多層的・機能的かつ安全でシームレスに繋がる（マルチオービット化）。

✓ 衛星間や軌道間および宇宙と地上を結ぶ光通信ネットワークシステム

通信衛星コンステ等への適用で、海上や極域等へのサービス提供や、大容量の観測データのリアルタイム伝送を可能に。周波数獲得競争激化の中、周波数資源を消費せず大容量通信を可能にし、我が国の技術蓄積の活用にも繋がる。

重要な技術開発：低軌道衛星間光通信ネットワークシステムの研究開発・実証、衛星間光通信端末、静止軌道-地上間 10Gbps、低軌道-地上間 100Gbps 光通信等の基盤技術、コンステレーション構築、デジタルコヒーレント技術

✓ 大容量で柔軟な通信を提供するデジタル通信ペイロードシステム

軌道上でのソフトウェア書換により刻々と変化する通信ニーズに対応し、高速大容量通信、移動

---

[132] 宇宙政策委員会　第 110 回（2024）,「宇宙技術戦略（案）」,内閣府,<https://www8.cao.go.jp/space/comittee/dai110/siryou1.pdf>(2024/3/26 参照)

[133] 宇宙政策委員会（2024）,「宇宙技術戦略（案）の概要（詳細版）」,内閣府,<https://www8.cao.go.jp/space/comittee/dai110/siryou2.pdf>(2024/3/26 参照)

体への通信を可能に。将来通信衛星市場の中核と想定され、災害時・有事の際の抗たん性強化に資する。

重要な技術開発：高周波・高効率 RF 機器、デジタル通信ペイロード、固定・可変ビーム、デジタルビームフォーミング等の要素技術

✓ 地上系とのシームレスな連接を実現する非地上系ネットワーク（NTN）技術

地上無線局のみで十分な通信面積カバーは困難。無線局等の機能を衛星側に搭載し、低・中軌道衛星コンステや静止衛星、HAPS 等を多層的かつシームレスに繋ぐ。国際連携を進めつつ、中長期を見通した開発を推進。

重要な技術開発：国内外プレイヤーが連携した NTN 構築

✓ 秘匿性・抗たん性を確保する通信技術

量子コンピュータの現実化に伴い、従来の暗号アルゴリズムの安全性が危殆に瀕することが予想される中、ユーザ要求に応じた安全な通信を提供する必要がある。

重要な技術開発：セキュリティ通信技術、光地上局の社会実装、衛星量子暗号通信技術

② リモートセンシング

地球観測衛星の時間・空間・波長分解能が高まると同時に、ソリューション技術が発展する中、安全 保障や防災・減災等、幅広いアプリケーション・サービスを実現する。我が国の多様な観測衛星の蓄積、スタートアップ等のエコシステムを活かし、新市場を形成する。イメージング画像の高度化、多様な波長/周波数情報の活用により、都市・地球デジタルツインの実現や、カーボンプライシングや ESG*等へのデータ活用が可能にする。

✓ ニーズに即した情報を抽出するための複合的なトータルアナリシス技術

衛星観測データとドローンや IoT データなど多様なデータとの組合せを可能に。災害対応やインフラ監視、広域観要監視等への適用は自律性、新たな市場構築の観点から重要。

重要な技術開発：リモセンデータ利活用による国土強靭化・地球規模課題への対応、防災分野等における社会実装検討、モデル同化等解析技術、衛星データ数値情報化技術（API でのデータ提供基盤構築等）、観測データ融合・複合解析技術による画像判読・変化検出、AI 分析技術高度化、国際市場への展開も見据えた衛星データ利用システムの開発・実証

✓ 時間情報を拡張するコンステレーション技術等

小型衛星コンステの登場で高頻度観測が可能となり、安全保障等の官需が商業化と市場拡大をけん引。アンカーテナンシーの追及とともに、更なる支援強化が必要。

重要な技術開発：光学・SAR 等の民間衛星コンステレーションの構築・社会実装要素技術等、静止軌道上の高分解能光学衛星の開発・社会実装、要素技術開発

✓ 空間情報を拡張する光学/レーダー等のセンサ開発技術

光学や合成開口レーダ（SAR）等の高解像度化、広域化等に加え、都市や地形、降水等の 3 次元的な理解が可能となることが期待される。観測高度化のコア技術で、調達自在性確保が必要。

重要な技術開発：政府衛星（ALOS-4(SAR)、EarthCARE(雲レーダ)、PMM(降水レーダ)）の着実な開発、光学や高度計ライダーセンサの高度化技術、SAR、雲・降水レーダセンサの高度化技術、その他要素技術（画像処理技術、超低高度技術等）

✓ 波長/周波数情報を拡張するセンサ開発技術

気候変動科学に加え、近年活発化しているカーボンプライシングや ESG、自然資本、船舶情報収集等へのデータ活用が可能に。技術的優位性を活かした取組が必要

重要な技術開発：小型・高感度の多波長センサ技術、AIS/VDES 観測技術及び電波情報収集技術（AIS 高度化技術、VDES・電波情報収集技術、VDES 小型衛星コンステレーションの社会実装に向けた取組等）

③ 衛星測位システム

準天頂衛星システムは、位置・時刻を提供する必要不可欠な社会インフラ。自動化・無人化等により、労働力不足等の社会課題の解決や、イノベーションによる経済の活性化が期待される。我が国が測位能力を自立的に確保するため、必要な技術開発及び開発整備等に取り組む。

✓ 妨害・干渉に強い高精度な衛星測位システム

自律性等の観点から主要部品の国産化を図りつつ、測位精度やサービス品質を向上させる時刻・位置決定の高精度化等に取り組む。他国の測位システムに劣後しない社会インフラを開発・維持することにより、我が国の測位能力を自立的に確保する。

重要な技術開発：準天頂衛星システムの 7 機体制に向けた開発・整備運用、11 機体制に向けた検討・開発の着手、高精度で妨害・干渉に強い測位システムの実現に向けた技術（時刻・位置決定の高精度化技術、維持運用効率化技術、小型・軽量・省電力化技術、妨害回避機能強化技術等）

✓ 利用領域及びユーザの拡大に関する実証や技術の開発

ユーザーの利用端末の高度化や抗たん性やセキュリティ耐性の強化を通じた、利用領域及びユーザーの拡大に関する実証や技術の開発に取り組む。今後の関連市場の一層の広がりに貢献する。

重要な技術開発：MADOCA-PPP の実用サービス、SBAS 運用による航空機の航法性能向上、受信機高精度化、信頼性・抗たん性、セキュリティ強化技術等

2) 国内における研究開発・社会実装の動向

(ア) 国内の主要な取り組み

2023 年度は、宇宙戦略基金など宇宙産業開発に関連した大規模な国の支援が発表されたことや、次年度予算も前年比より増加しており、国による宇宙開発への投資が活発になっている様子が伺える。宇宙システムなどの開発は、安全保障の観点などから国としての整備が求められている。加えて、企業においては事業化などに課題があり、国からの積極的な支援が必要な領域と考えられる。以下に、国による事業などを紹介する。

- **宇宙予算関係**

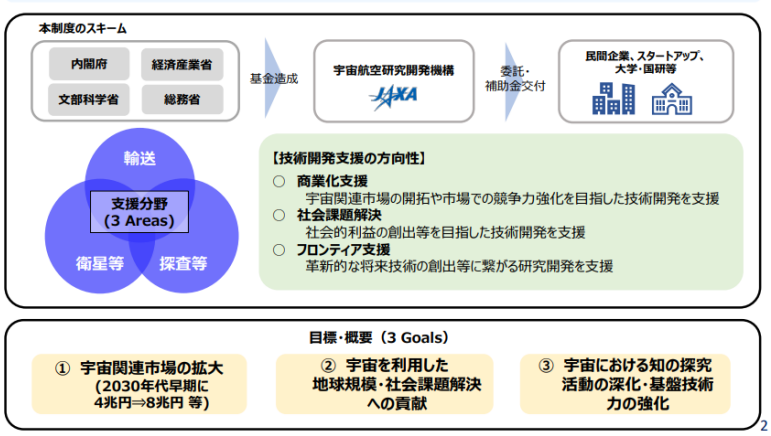
関係府省全体の令和 6 年度概算要求額は、4972 億円を計上。令和 5 年度当初予算と比較して、約 704 億円（+17%）増額している。主な用途として、①実用準天頂衛星システムの開発・整備・運用 217.3 億円（＋事項要求）、②宇宙開発利用促進費 14.7 億円（＋事項要求）③宇宙開発事業費補助金 10 億円④その他（調査・事務費用等）9.3 億円となっている。[134]

- **宇宙戦略基金**

[134] 宇宙政策委員会 第 107 回（2023）,「内閣府説明資料」,内閣府,<https://www8.cao.go.jp/space/comittee/01-kihon/kihon-dai34/siryou1_1.pdf> (2024/1/8 参照)

国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構法の一部を改正する法律（令和 5 年 11 月 29 日成立）が成立した。我が国の中核的宇宙開発機関である JAXA の役割・機能を強化し、スペース・トランスフォーメーションの加速を実現するため、民間企業・大学等が複数年度にわたる予見可能性を持って研究開発に取り組めるよう、新たな基金を創設し、産学官の結節点としての JAXA の戦略的かつ弾力的な資金供給機能を強化する。宇宙戦略基金は 10 年で 1 兆円規模を目指し、複数の年度にまたがって支出できることから大規模で長期的な支援を行い商業化や他分野からの参入を促す。今年度中に策定を目指す「宇宙技術戦略」をもとに技術開発のテーマを設定する見込みで、テーマをもとに JAXA が民間企業や大学を公募で選び補助金などを交付する。[135]

図表 3-46　宇宙戦略基金の概要



出典：内閣府（2023）[135]

- **SBIR 推進プログラム（経済産業省）**

科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律の規定により定められた「指定補助金等の交付等に関する指針」に基づき、多様化する社会課題の解決に貢献する研究開発型スタートアップ等の研究開発の促進及び成果の円滑な社会実装を目的として、内閣府が司令塔となって、省庁横断的に実施する「日本版 SBIR（Small/Startup Business Innovation Research）制度」の一翼を担うもの。関係府省庁等が実施する研究開発課題や研究開発フェーズは、年度毎に、内閣府ガバニングボードにより決定され、研究開発の初期段階（POC、FS）をフェーズ 1、実用化開発支援をフェーズ 2 として、各フェーズを本事業内でのみ実施する「一気通貫型」、或いは、関係府省庁等で実施する指定補助金等事業へ接続する「連結型」の 2 つの方法で実施される。[136]

- **経済安全保障重要技術育成プログラム（通称“K Program”）**

世界的に科学技術・イノベーションが国家間の覇権争いの中核となっている中、日本が技術的優位性を高め、不可欠性を確保するためには、研究基盤を強化はもちろんのこと、国が強力に重要技術の研究開発を進め、育成していく必要がある。そこで、経済安全保障を強化・推進するため、内閣府

[135] 宇宙政策委員会 第 108 回会合（2023）,「宇宙戦略基金について」,内閣府,<https://www8.cao.go.jp/space/comittee/dai108/siryou3.pdf>（2024/1/8 参照）

[136] 新エネルギー・産業技術総合開発機構,「SBIR 推進プログラム」,<https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100205.html>（2024/1/22 参照）

や経済産業省、その他の関係府省が連携し、先端的な重要技術の研究開発から技術実証までを迅速かつ柔軟に推進するため、「経済安全保障重要技術育成プログラム」が創設された。

本事業では、NEDO に造成された基金により、国が定める研究開発ビジョン及び研究開発構想に基づき、科学技術の多義性を踏まえ、民生利用のみならず公的利用につながる研究開発及びその成果の活用を推進している。研究開発ビジョン（第一次)、(第二次）には、宇宙・航空領域が設定されており、複数のプロジェクトが推進されている。[137]

- **宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業（SERVIS プロジェクト）（経済産業省）**

我が国の宇宙活動の自立性を維持していくため、自動車分野等の低コスト、高性能、短納期な地上の民生技術を活用した宇宙用部品・コンポーネント（以下、「宇宙部品」）を実用化し、これを用いた国際的な価格競争力を有する衛星コンステレーションの構築能力を確保するとともに、衛星コンステレーション等から得られる衛星データを様々な産業・地域における社会課題解決に活用することを目的とし、以下の取組を行っている。[138]

① 宇宙部品の試験環境整備
試験データが効率的に取得・共有される仕組みのフィージビリティスタディを実行

② 宇宙部品の宇宙空間での軌道上実証支援
国際競争力を持ち得る宇宙部品の軌道上実証を支援

③ 超小型衛星の汎用バスの開発・実証支援
民生技術を活用した宇宙部品を用いた超小型衛星の汎用バスの開発や軌道上実証を支援
- ✓ 衛星データ利用環境整備
- ✓ 衛星データ利用ソリューション開発支援

④ 特定地域で様々な衛星データを調達して衛星データプラットフォームに搭載し（④委託)、ソリューション開発を支援（⑤補助）

- **宇宙開発利用加速化戦略プログラム（内閣府）**

宇宙活動・利用の規模や幅が飛躍的に広がり、多様な分野の高度な技術の結集が不可欠となっている中で、効率的・効果的に宇宙開発を進めていくためには、各省の縦割りを排し、全体最適を図ることが必要である。このような問題意識から、宇宙政策全体を俯瞰し、戦略的に取り組むべきプロジェクトを特定し、関係省庁の連携や産学の多様なプレーヤーの参画の下で技術開発に取り組んでいく枠組として、「宇宙開発利用加速化戦略プログラム」（以下「スターダストプログラム」）が創設された。スターダストプログラムでは、以下の視点から、戦略的に取り組むべき技術開発プロジェクトを選定し、内閣府宇宙開発戦略推進事務局に計上される「宇宙開発利用推進費」を用いて、強力に加速、推進する。[139, 140]

---

[137] 新エネルギー・産業技術総合開発機構,「K Program 経済安全保障重要技術育成プログラム」,<https://www.nedo.go.jp/activities/k-program.html>(2024/1/22 参照)

[138] 経済産業省,「宇宙産業技術情報基盤整備研究開発事業　SERVIS プロジェクト」,<https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2023/pr/ip/sangi_12.pdf> (2024/1/22 参照)

[139] 宇宙政策委員会 第 92 回会合（2021）,「宇宙開発利用加速化戦略プログラムに関する基本方針（案)」,内閣府,<https://www8.cao.go.jp/space/comittee/dai92/siryou3.pdf>

[140] 宇宙政策委員会（2023）,「スターダストプログラム継続事業」,内閣府,<https://www8.cao.go.jp/space/comittee/02-jissyou/jissyou-dai25/siryou1.pdf>(2024/1/22 参照)

- 視点①：安全保障や経済成長などの観点から、我が国の宇宙活動の自立性を維持・確保するために、戦略的に取り組むべき優先度の高い技術開発であること
- 視点②：官民の多様な利用ニーズを踏まえた共通基盤として活用が期待される技術、又は、月面開発など地上で蓄積のある様々な分野の要素技術を結集・発展することが必要な技術の開発であること
- 視点③：関係省庁が縦割りを打破し、連携して取り組むことが必要な技術開発であること

- **令和５年度 課題解決に向けた先進的な衛星リモートセンシングデータ利用モデル実証プロジェクト（内閣府）**[141]

  内閣府宇宙開発戦略推進事務局では、2017～2022 年度に引き続き、「令和５年度 課題解決に向けた先進的な衛星リモートセンシングデータ利用モデル実証プロジェクト」を実施している。本事業では、衛星データの利活用促進に向け、衛星リモートセンシングデータの先進的な利用モデルの実証を行う。

(ｲ) 主な研究開発の状況

通信分野に関して、衛星通信の広域化、大容量・低遅延化に向けた研究開発が行われている。リモートセンシングでは、小型衛星コンステレーションの構築やセンサの開発等により、地球観測衛星の時間・空間・波長分解能の向上や衛星・地上データを活用した幅広いアプリケーション・サービスの実現に向けた技術の開発が求められている。衛星測位システムでは、位置・時刻を提供する社会インフラであり、将来的にはスマートシティ、自動運転の実現、安全保障用途などでの活用に向けた技術開発が求められている。GNSS のサービス利用領域の拡大・実用化に向けた実証実験が行われている。

① 衛星通信

- **光通信等の衛星コンステレーション基盤技術の開発・実証** ※経済安全保障重要技術育成プログラムの採択課題

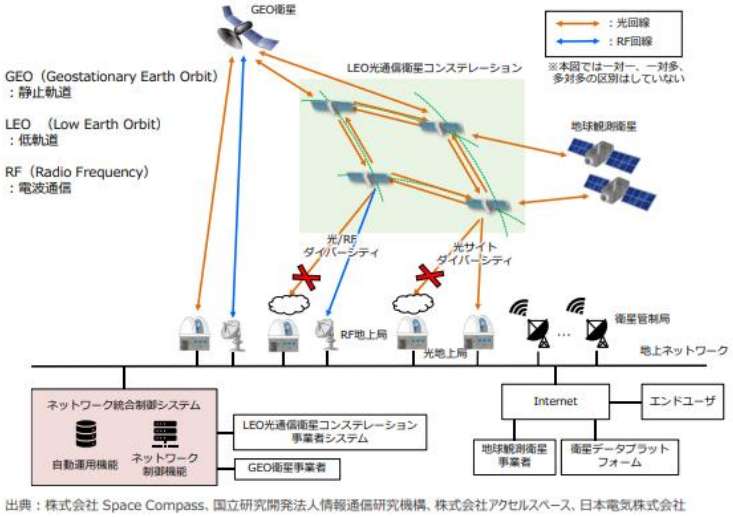
  世界に先んじて地球規模の衛星光通信ネットワークシステムを構築するための衛星光通信ネットワーク技術を確立し世界市場で優位性をもちルール形成などで主導的立場に立つことを目的とする。光通信衛星を宇宙に打ち上げ、大容量・低遅延でのデータ通信・データ処理が可能な衛星光通信ネットワーク技術を開発実証する。株式会社 Space Compass（NTT とスカパーJSAT の合弁会社）を幹事とし、国究開発法人情報通信研究機構（NICT)、株式会社アクセルスペース、日本電気株式会社（NEC）の共同研究である。[142]

---

[141] 日本宇宙フォーラム,「令和５年度　課題解決に向けた先進的な衛星リモートセンシングデータ利用モデル実証プロジェクト」,<http://www.uchuriyo.space/model/> (2024/1/22 参照)

[142] 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構, 「光通信等の衛星コンステレーション基盤技術の開発・実証に関する研究開発」,<https://www.nedo.go.jp/content/100958639.pdf> (2024/1/22 参照)

図表 3-47 事業イメージ（全体像）



出典：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 [142]

- **HAPS を介した携帯端末向け直接通信システムの早期実用化に向けた開発の加速と実用化後の利用拡大を見据えた高速大容量化技術の研究開発を開始**　※情報通信研究機構 Beyond5G 研究開発促進事業の採択課題

　株式会社 Space Compass、株式会社 NTT ドコモ、日本電信電話株式会社、スカパー ＪＳＡＴ株式会社の 4 社は、成層圏を飛行する高高度プラットフォームである HAPS を介した携帯端末向け直接通信システムの早期実用化に向けた開発の加速と実用化後の利用拡大を見据えた高速大容量化技術の研究開発（以下「本開発」）を開始しました。なお、本開発は、国立研究開発法人情報通信研究機構（以下、NICT）が公募する「革新的情報通信技術（Beyond5G（6G））基金事業」に採択されて取り組むもの。[143]

研究目的

①HAPS 通信サービスの早期実用化推進

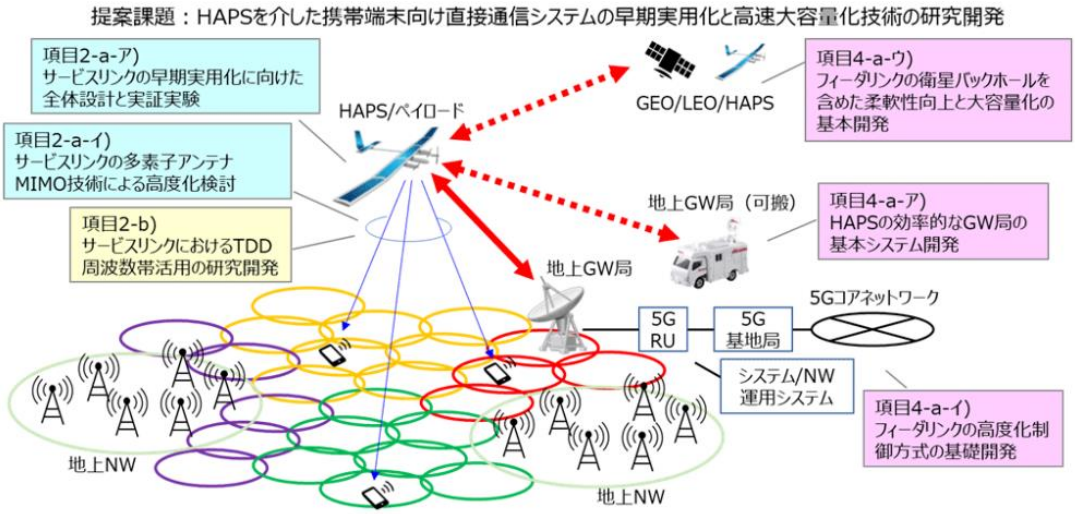
HAPS を介した携帯端末向け直接通信システムの実用化に向けた技術課題を解決し、国内での HAPS 通信サービス実験を実施することで、Space Compass がめざす 2025 年度中の早期実用化を推進する。

②Beyond5G に向けた HAPS 通信サービスの高度化

将来的な HAPS の普及とユースケースの拡大を図るため、HAPS 直接通信システムの高速大容量化技術、及び海上エリアでの運用や TDD 周波数帯の活用など HAPS の柔軟なサービス運用に資する研究開発を実施する。

[143] 日本電信電話株式会社,「HAPS を介した携帯端末向け直接通信システムの早期実用化に向けた開発の加速と実用化後の利用拡大を見据えた高速大容量化技術の研究開発を開始」2023 年 12 月 7 日,<https://group.ntt/jp/newsrelease/2023/12/07/231207a.html> (2024/1/22 参照)

図表 3-48 研究全体概要図



出典：日本電信電話株式会社（2023）[143]

- **LEO/MEO 衛星向け地上局用フラットパネルアンテナ技術に関する研究開発プロジェクト**　※情報通信研究機構 Beyond5G 研究開発促進事業の採択課題

  シャープは、LEO（低軌道）／MEO（中軌道）衛星通信向け地上局用フラットパネルアンテナの開発を開始した。本プロジェクトは、国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）による「革新的情報通信技術（Beyond5G（6G））基金事業」の「社会実装・海外展開志向型戦略的プログラム」公募において、2023 年 10 月 31 日に採択された。小型かつ軽量で船舶などに搭載でき、高速大容量通信が可能な衛星通信アンテナの開発を目指す。[144]

  本検討では、LEO/MEO 衛星向け Ka/Ku 帯デュアルバンド対応フラットパネルアンテナの技術開発に取り組む。具体的には、将来の広帯域化を見据えた Ka/Ku 帯デュアルバンド対応と小型・低価格化の両立を実現した衛星向けフラットパネルアンテナの技術開発を行うとともに、開発されたアンテナを実装したユーザ端末の開発も行う。また、開発されたアンテナの市場拡大に向けて、衛星通信のユースケース拡大を意識した概念実証を行うとともに、衛星通信で用いられる無線通信・映像符号化が国際標準に将来準拠していくことを想定し、長期の事業継続に不可欠となる無線通信技術・映像符号化技術の国際標準化・知財の獲得を行う。[145]

[144] シャープ株式会社,「LEO（低軌道）／MEO（中軌道）衛星通信アンテナの開発を開始」2023 年 11 月 28 日,<https://corporate.jp.sharp/news/231128-a.html> (2024/1/22 参照)

[145] 国立研究開発法人情報通信研究機構,「「革新的情報通信技術（Beyond 5G（6G））基金事業」令和 5 年度社会実装・海外展開志向型戦略的プログラムの公募（第 1 回）の結果」2023 年 11 月 6 日,<https://www.nict.go.jp/press/2023/11/06-1.html> (2024/1/22 参照)

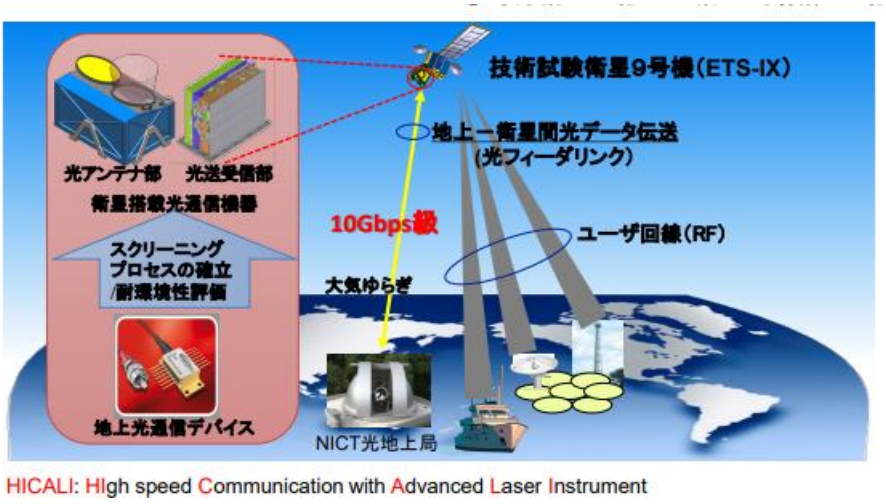
図表 3-49 LEO/MEO 衛星通信の活用イメージ

出典：シャープ株式会社（2023）[144]

- **10Gbps 級の高速光通信技術の研究開発～超高速先進光通信機器（HICALI）の開発～（総務省）** ※ICT 重点技術の研究開発プロジェクトの採択課題

  NICT において、世界最高レベルの 10Gbps 級地上-衛星間光データ伝送を可能とする超高速光通信システムを研究開発。光フィーダリンクの基礎技術を確立するため、技術試験衛星 9 号機 （ETS-9）により宇宙実証を目指す。先進的な主要光通信デバイスについては、宇宙環境耐性・信頼性を確保するスクリーニングプロセスを確立し、先行した宇宙実証で国際競争力を有した市場展開を目指す。[146]

図表 3-50 研究概要図



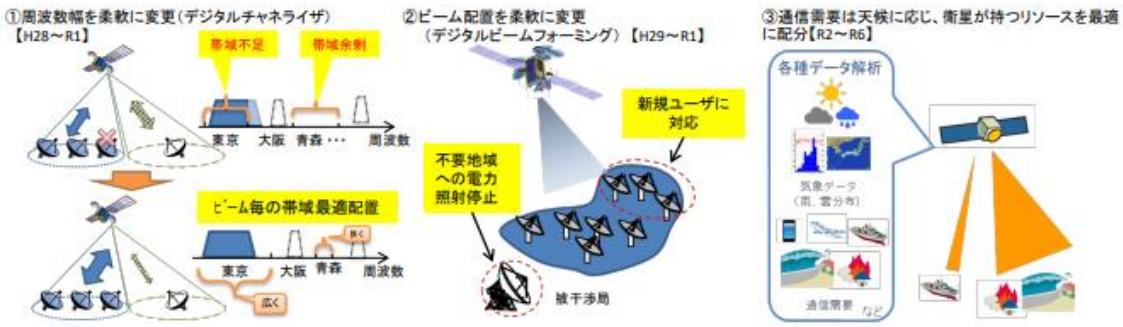
出典：総務省（2023）[146]

[146] 総務省（2023 年 9 月 14 日）,「総務省における主な宇宙関係予算について」,<https://www8.cao.go.jp/space/comittee/01-kihon/kihon-dai34/siryou1_3.pdf> (2024/1/22 参照)

- **多様なユースケースに対応するための Ka 帯衛星の制御に関する研究開発（総務省）** ※ICT 重点技術の研究開発プロジェクトの採択課題

  総務省は通信系ミッションに関する研究開発を文部科学省、NICT、JAXA と連携して実施している。これまで、衛星ビームに割り当てる周波数幅を動的に変更可能なデジタルチャネライザ技術の開発、衛星ビームの照射地域を動的に変更可能なデジタルビームフォーミング技術の開発を完了。現在、5G 網等の地上網と衛星通信との円滑な接続、通信需要や天候に応じた衛星通信リソースの最適化を実現する衛星‐地上連接技術の開発を推進。本研究開発の成果を踏まえ、令和 7 年度以降に宇宙実証を目指す。[146]

図表 3-51 研究概要図



出展：総務省（2023）[146]

- **小型地球観測衛星に搭載する Ka 帯無線機の低消費電力化の共同研究成果を ISSCC で発表 ～高速でリアルタイム性の高いデータ通信へ～**

  2023 年 2 月、株式会社アクセルスペースと国立大学法人東京工業大学 科学技術創成研究院 未来産業技術研究所の白根篤史准教授と同工学院 電気電子系の岡田健一教授、戸村崇助教は、従来の無線機の半分以下の消費電力で稼働する小型地球観測衛星用の Ka 帯無線機の開発に成功したことを発表した。

  これまでの小型地球観測衛星に用いていた無線機は、撮影方向と撮影データを地球に送るためにアンテナを向けるべき方向（姿勢制御）が一致せず、撮影とデータ通信の両立面での制約があった。また、センサー技術やデータサービスの進歩に伴い、最新の地球観測ミッションでは、大量のリモートセンシングデータを地球局へ短時間でダウンリンクするために、より高速な通信が要求される傾向にある。搭載できるアンテナのサイズと使用できる電力量に制約がある小型衛星において、これら 2 つの課題を解決するために、アクセルスペースと東京工業大学は、広帯域 Ka 帯送信機とアクティブフェーズドアレイアンテナを組み合わせたダウンリンクシステムを開発している。

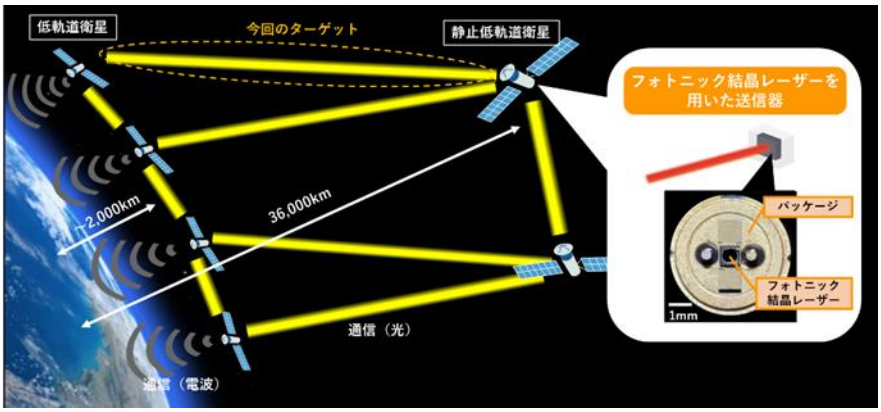
  今回の研究で開発した Ka 帯フェーズドアレイ無線機は、二つのポートを持つアンテナ、増幅器、位相器、そしてアクティブハイブリッドカプラで構成されており、低消費電力での電気的な指向性制御が可能である。新たに考案されたアクティブハイブリッドカプラ回路技術では、フェーズドアレイ無線機の消費電力を大幅に減らすことができ、これを使用すれば従来よりも高速でリアルタイム性の高いデータ通信が可能となる。今回の無線機の製造では CMOS プロセスを採用しており、安価で量産が可能。アクセルスペース社では今回、開発に成功した低消費電力のフェーズドアレイ無

線機を自社の小型地球観測衛星に搭載し、数年以内に軌道上実証を行う計画。地上の撮影とデータのダウンロードにおけるタイムラグをなるべく短くし、衛星データ活用を加速させるべく、さらなる研究開発を進める。[147]

- **世界初、「フォトニック結晶レーザー」で低軌道－静止軌道衛星間向け光通信方式の実証に成功**

KDDI 株式会社、株式会社 KDDI 総合研究所と国立大学法人京都大学大学院工学研究科の野田 進教授、森田 遼平 同特定研究員（現、東北大学助教、京都大学非常勤講師）、井上 卓也 同助教らの研究グループは、光を緻密制御するフォトニック結晶レーザーを用いた超高感度な自由空間光通信方式の実証に成功した。フォトニック結晶レーザーの周波数変調と弱い光でも多くのデータ受信を可能とするコヒーレント受信方式を組み合わせることで、送信器から発射された光が受信側で 1 億分の 1 に減衰していても、光ファイバー増幅器を用いることなく通信が可能となる。これにより、宇宙空間における低軌道衛星－静止軌道衛星間（約 3 万 6,000km）に相当する距離で通信ができるようになる本成果は、小型かつ低消費電力な、宇宙空間での光通信の長距離化に寄与するものである。[148]

図表 3-52 低軌道衛星－静止軌道衛星間における光通信のイメージ



出典：KDDI 株式会社（2023）[148]

② リモートセンシング

- **低軌道衛星 MIMO 技術を活用した衛星センシングプラットフォームの軌道上実証への挑戦**

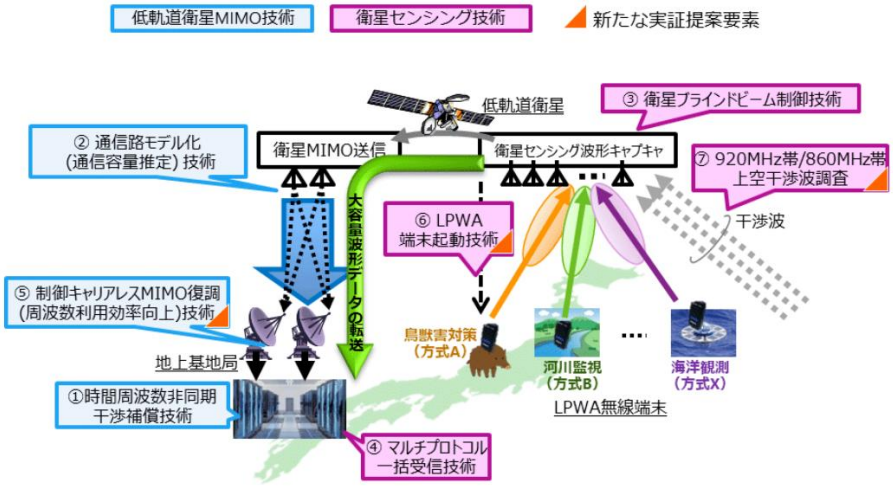
日本電信電話株式会社は、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）が 2025 年度に打上げ予定の革新的衛星技術実証 4 号機により、「衛星 MIMO 技術を活用した 920MHz 帯衛星 IoT プラットフォームの軌道上実証」を実施する。本実証テーマは、地上通信網が整備されていない海洋や山間部等での IoT デバイス活用やセンシングサービスなど、世界中であらゆるものが繋がる世界を実現する、超広域省電力センシングサービスの鍵となる、「低軌道衛星 MIMO 技術」および「衛星セ

147 アクセルスペース,「小型地球観測衛星に搭載する Ka 帯無線機の低消費電力化の共同研究成果を ISSCC で発表 ～高速でリアルタイム性の高いデータ通信へ～」2023 年 11 月 20 日,<https://www.axelspace.com/ja/news/isscc-2/>(2024/1/22 参照)

148 KDDI 株式会社,「世界初、「フォトニック結晶レーザー」で低軌道－静止軌道衛星間向け光通信方式の実証に成功」2023 年 10 月 18 日,<https://news.kddi.com/kddi/corporate/newsrelease/2023/10/18/7019.html> (2024/1/22 参照)

ンシング技術」について軌道上で実証する。[149]

図表 3-53 技術実証イメージ



出典：日本電信電話株式会社（2023）[149]

③ 衛星測位システム

- **LocationMind と NEXT Logistics Japan 株式会社が共同で 準天頂衛星システム「みちびき」の高精度位置情報と信号認証技術を利用したトラック CO_2 排出量把握のための実証実験を開始**

2024 年 1 月、位置情報分析サービスを提供する LocationMind 株式会社は、内閣府主催「2023 年度みちびきを利用した実証事業」において、NEXT Logistics Japan 株式会社と共同して、「みちびき」の高精度位置情報と信号認証技術を利用した CO_2 排出量モニタリング支援ソリューションの実証実験を開始することを発表した。

今回、実証実験を行う CO_2 モニタリング支援ソリューションは、従来の CO_2 排出量計算方法と比べ、高精度・高信頼性の位置情報を用いることで、より精緻な計算が可能になり、CO_2 排出量の削減に貢献する。将来的には、トラックの走行ログと物流事業者の配送情報を組み合わせることで、配送ごとや荷主企業ごとの CO_2 排出量の算出も可能になるため、CO_2 の削減だけではなく配送効率の向上など、運送物流事業者と荷主企業の双方に対して付加価値を提供することが可能となる。[150]

- **JAXA、東海クラリオン、ATI、「後のせ自動運転システム“YADOCAR-i ドライブ”」に関する共創活動を開始**

東海クラリオン株式会社、株式会社アジア・テクノロジー・インダストリー、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構は、新たな発想の宇宙関連事業の創出を目指す「JAXA 宇宙イノベーションパートナーシップ（以下、J-SPARC）」の枠組みのもと、2023 年 6 月より「後のせ自動運転システム YADOCAR-i（ヤドカリ）ドライブ」に関する共創活動を開始した。本共創では、東海クラリオンと

[149] 日本電信電話株式会社,「低軌道衛星 MIMO 技術を活用した衛星センシングプラットフォームの軌道上実証への挑戦」2023 年 2 月 10 日,<https://group.ntt/jp/newsrelease/2023/02/10/230210a.html> (2024/3/15 参照)

[150] LocationMind,「LocationMind と NEXT Logistics Japan 株式会社が共同で 準天頂衛星システム「みちびき」の高精度位置情報と信号認証技術を利用したトラック CO2 排出量把握のための実証実験を開始」2024 年 1 月 330 日,<https://locationmind.com/news/space_michibiki_demo2/>(2024/3/15 参照)

ATI が地域限定で自動運転レベル 4 の実現をめざし開発をすすめている“YADOCAR-i ドライブ”に、JAXA のセンチメータ級測位補強信号を活用した高精度単独測位「MADOCA-PPP」を適用することで、測位の精度向上と高速化を実証する。YADOCAR-i ドライブと MADOCA-PPP の組み合わせにより、過疎化の町における日常の足として、また、観光地におけるラストワンマイル（移動を必要している人が目的地に到着するための最後の区間）の移動手段としてレベル 4 の自動運転を市場最安値で実装することを目指す。[151]

- **コア、ＡＣＳＬ、楽天、ドローン配送におけるアンチ GNSS スプーフィングの実証実験に成功[152]**

2024 年 2 月、楽天グループ株式会社（以下「楽天」）は、内閣府「2023 年度みちびきを利用した実証事業」（以下「本実証」）に株式会社コア（以下「コア」）が応募し、採択された、準天頂衛星システムみちびきの信号認証サービス（以下「本サービス」）に対応した国産ドローンの開発に向けて、アンチ GNSS スプーフィングの実証実験（以下「本実証実験」）を、コア、株式会社 ACSL（以下「ACSL」）と共同で実施し、成功したことを発表した。現在、効率化や安全性向上等への対策として、自動運転やドローンの自律飛行技術が普及している。これらの技術は、機体が自己位置を取得するために GNSS（全地球航法衛星システム、Global Navigation Satellite System）が広く利用されているが、GNSS 受信機の位置を狂わせ、ドローンや自動車等を本来とは違うルートに誘導する GNSS スプーフィング（なりすまし）技術が大きな脅威となっている。このような背景を受け、コアが開発した本サービス対応の受信機「Cohac∞ Ten++」を ACSL の国産ドローン「PF2-AE Delivery」に搭載し、世界初となる衛星からの信号認証サービスに対応したドローン「ChronoSky PF2-AE」を開発した（コアよる調査）。本実証実験では、ドローン配送サービスの提供実績のある楽天が、埼玉県秩父市大滝地域で GNSS スプーフィングの影響下において、このたび開発したドローンを活用した救援物資の配送を行うという想定で実施し、その結果として、みちびきの信号認証に対応し、正しく GNSS スプーフィングを検知・遮断・通知したことを確認した。楽天は今後も、ドローンに関連する各種企業との取り組みやサービスの提供を通じて、ドローン市場のさらなる拡大に貢献していく。

(ウ)社会実装の最新動向

① 衛星通信

- **NTT などが Amazon の低軌道衛星通信「Kuiper」で協業、日本でサービス提供**

NTT や NTT ドコモ、NTT コミュニケーションズ、スカパーJSAT は 2023 年 11 月 28 日、米 Amazon.com が提供する低軌道衛星ブロードバンドネットワーク「Project Kuiper（プロジェクト・カイパー）」との戦略的協業に合意したと発表した。NTT とスカパーJSAT は日本企業や自治体などにカイパーを提供するとともに、NTT グループとして同サービスの利用を進めていく。

NTT ドコモは利用例として、通信サービスの提供が難しかった山間部などの地域でのエリア拡大を挙げる。また、ユーザー企業・組織が低軌道衛星ブロードバンドネットワークを直接利用すること

---

151 宇宙航空研究開発機構,「JAXA、東海クラリオン、ATI「後のせ自動運転システム“YADOCAR-i ドライブ”」に関する共創活動を開始」2023 年 8 月 8 日,<https://www.jaxa.jp/press/2023/08/20230808-1_j.html> (2024/1/22 参照)

152 楽天グループ株式会社「コア、ＡＣＳＬ、楽天、ドローン配送におけるアンチ GNSS スプーフィングの実証実験に成功」2024 年 2 月 20 日,<https://corp.rakuten.co.jp/news/press/2024/0220_01.html>

で、通信手段の確保が困難な地域での IoT（Internet of Things）の利用などが可能になる。他の低軌道衛星ブロードバンドネットワークサービスとしては、NTT ドコモと NTT コミュニケーションズ、スカパーJSAT は、米 SpaceX（スペース X）が提供する「Starlink Business（スターリンクビジネス）」の提供を 2023 年内に開始すると発表している。NTT グループとスカパーJSAT は、スペース X のスターリンクビジネスとアマゾンのカイパーの 2 つのサービスを展開していくことになる。[153]

- **スペース X、スマホとの直接通信が可能な衛星の初打ち上げに成功**

KDDI は 2024 年 1 月 3 日、衛星とスマートフォンの直接通信サービス（以下 本サービス）を可能とする Starlink の最新鋭衛星 6 機がスペース X によって初めて打ち上げられ、軌道上に展開されたことを発表した。KDDI とスペース X は、Starlink と au 通信網を活用することで、au スマートフォンが衛星と直接つながり、空が見える状況であれば圏外エリアでも通信ができるサービスを 2024 年内に提供開始予定。これまでどの国内通信事業者でも 5G や 4GLTE では提供が困難だった山間部や島しょ部を含む日本全土に au のエリアを拡張し、「空が見えれば、どこでもつながる」体験を実現していく。

直接通信対応の衛星は、既存の Starlink と接続してネットワークを構築可能なほか、スマートフォンとの LTE 通信を可能とするアンテナを搭載しています。KDDI は今後、スペース X および T-Mobile など本サービスを提供予定の通信事業者とともに、これらの衛星の技術検証を実施する。[154]

- **Space Compass による光データリレーサービスの提供**

株式会社 Space Compass（NTT とスカパー J S A T の合弁会社）は、2025 年度に米 Skyloom 社との提携により光データリレーサービスの提供を計画している。光データリレーサービスは、観測衛星等により宇宙で収集される膨大な各種データを静止軌道衛星（GEO：Geostationary Orbit Satellite）経由で地上へ高速伝送する。観測衛星から地上局に直接データ伝送をする既存サービスでは地上局と通信できるタイミングや電波による通信容量に制約があるのに対し、静止軌道衛星経由での光データ伝送を用いることで、大容量・準リアルタイムのデータ伝送が可能となるサービスを提供する。[155]

同社は、宇宙統合コンピューティング・ネットワークの構築を目指しており、地上と空、宇宙空間をいつでも・どこでも「つながる」世界の実現を目指している。さらに同社は、HAPS サービスの提供を 2025 年度末に予定している。

---

[153] 野々村洸「NTT などが Amazon の低軌道衛星通信「Kuiper」で協業、日本でサービス提供」,『日経クロステック』2023 年 11 月 29 日,<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/16356/>（2024/1/22 参照）

[154] KDDI 株式会社,「スペース X、スマホとの直接通信が可能な衛星の初打ち上げに成功」2024 年 1 月 4 日,<https://news.kddi.com/kddi/corporate/topic/2024/01/04/7140.html>(2024/1/22 参照)

[155] 株式会社 Space Compass,「Service」,< https://space-compass.com/>（2024/3/22 参照）

図表 3-54 宇宙統合コンピューティング・ネットワーク

出典：Space Compass[156]

② リモートセンシング

- **H3 ロケット 2 号機に小型 2 衛星、キヤノン電子の地球観測衛星など**

  宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、次期主力ロケット「H3」の 2 号機に、小型の 2 衛星を搭載すると決定した。搭載するのはキヤノン電子が開発した 50kg 級地球観測衛星「CE-SAT-1E」と、宇宙システム開発利用推進機構（JSS）が設計などを取りまとめる 3U サイズ（10×10×30cm）の超小型技術試験衛星「TIRSAT」。2023 年 6 月 27 日に文部科学省・宇宙開発利用部会で公表した。

  キヤノン電子の CE-SAT-1E は、2017 年に打ち上げた「CE-SAT-1」の後継となる地球観測衛星。キヤノンのデジタル一眼レフカメラ「EOS 5D MkIII」の撮像系を使用しており、最大 0.8m の分解能を持つ。質量は 50kg。宇宙システム開発利用推進機構の TIRSAT は、経済産業省の委託事業「サプライチェーンの迅速・柔軟な組み換えに資する衛星を活用した状況把握システムの開発・実証」のために開発されたもの。新開発の小型熱赤外センサを搭載しており、軌道上からの工場の稼働状況把握を実証する。[157]

- **小型 SAR 衛星 5 号機 「ツクヨミ- I 」の初画像を公開**

  QPS 研究所は、2024 年 1 月 17 日（水）に小型 SAR 衛星 QPS-SAR 5 号機「ツクヨミ- I 」の最初の画像（ファーストライト）を公開した。2023 年 6 月に打上げられた初の商用機である QPS-SAR6 号機「アマテル-Ⅲ」に続き、「ツクヨミ- I 」は衛星コンステレーションを構築するための 2 機目の商用機となる。

---

[156] 株式会社 Space Compass,「Service パンフレット」,< https://space-compass.com/files/company_profile_J.pdf>(2024/3/22 参照)

[157] 松浦晋也「H3 ロケット 2 号機に小型 2 衛星、キヤノン電子の地球観測衛星など」,『日経クロステック』2023 年 7 月 4 日,<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01540/00063/>(2024/1/22 参照)

QPS 研究所が北部九州を中心とした全国 25 社以上のパートナー企業と共に開発・製造した「ツクヨミ- I 」は米国 Rocket Lab 社のロケット「Electron(ミッションネーム：The Moon God Awakens)」によって 2023 年 12 月 15 日（金）1:05p.m.(日本時間)に打上げられ、57 分後に高度約 575km、軌道傾斜角 42 度の軌道に投入された。そしてその 40 分後には初交信に成功し、翌 12 月 16 日(土)の朝に収納型アンテナの展開をした。その後、衛星機器の微調整を続け、打上げより約 1 ヶ月後の本日、この度取得した画像の公開に至った。この後は、引き続き衛星の姿勢制御の調整を行いつつ、「アマテル-Ⅲ」と同じくアジマス､レンジ分解能共に 46cm の高解像度モードでの観測を開始する。なお、小型 SAR 衛星 QPS-SAR 6 号「アマテル-III」は、QPS 研究所と北部九州を中心とした全国 25 社以上のパートナー地場企業が開発・製造し、米国 SpaceX 社のロケット「Falcon 9」によって 2023 年 6 月 13 日に打ち上げられた。QPS 研究所は、2023 年 7 月 25 日（火）に「アマテル-Ⅲ」による（民間の小型 SAR 衛星における）日本最高の分解能となる高精細モード（スポットライトモード）でのアジマス（衛星の進行方向）分解能 46cm、レンジ（マイクロ波を放射する方向）分解能 39cm の画像取得の発表している｡「アマテル-Ⅲ」は､技術実証機である 2 号機「イザナミ」に比べ、分解能が向上し、そして SAR 観測データを画像とした際の濃淡の表現精度も向上した。[158, 159]

- **衛星画像と AI を活用して不法投棄の早期発見を目指す**

株式会社パスコは、茨城県と共同で、衛星画像と AI 技術を活用した産業廃棄物の不法投棄などの早期発見を目指した実証に取り組んでいる。本実証では、光学衛星画像を AI 技術で解析し、不法投棄などの可能性がある箇所を抽出することで、巡回などの目視のみに頼らない監視の可能性を検証し、監視・指導体制の強化を目指す。なお、本実証は今年度、内閣府委託事業「令和 5 年度 課題解決に向けた先進的な衛星リモートセンシングデータ利用モデル実証プロジェクト」として採択され実施するもの。

実証では、新旧 2 時期の光学衛星画像を比較し、様々なケースの不法投棄の自動抽出に向け、AI モデルに対して追加学習を行う。さらに､AI の抽出結果と実際の不法投棄の情報を比較することで、抽出精度の評価を行い、実業務への適用を目指す。実証期間は 2024 年 3 月頃までを予定。なお、不法投棄などの監視目的で衛星画像を解析した結果は、複数の部局（森林、砂防、盛土など）で共有できるよう整備することで、庁内横断的に有効活用されることが期待される。[160]

③ 衛星測位システム

- **日本初！国際 GNSS 事業の解析センターに認定～宇宙技術で高精度測位社会を支えます～**

宇宙航空研究開発機構（JAXA）と国土地理院は 2023 年 12 月、International GNSS Service（国際 GNSS 事業）の「解析センター」に、日本の機関として初めて認定された。世界最高精度とされる GNSS 衛星の軌道情報の算出に参画し、高精度測位に必要となる基盤の整備に貢献する。

---

158 QPS,「2024 年 1 月 17 日（水）小型 SAR 衛星 5 号機 「ツクヨミ- I 」の初画像を公開します」2024 年 1 月 17 日,<https://i-qps.net/news/1693/> (2024/3/15 参照)

159 QPS,「小型 SAR 衛星 6 号機 「アマテル-Ⅲ」が日本最高分解能 46cm の画像取得に成功」2023 年 7 月 25 日,<https://i-qps.net/news/1255/> (2024/3/15 参照)

160 株式会社パスコ,「衛星画像と AI を活用して不法投棄の早期発見を目指す- 茨城県と共同で目視に頼らない監視の可能性の実証に着手 -」2024 年 1 月 26 日,<https://www.pasco.co.jp/press/2024/download/PPR20240126J.pdf>(2024/3/15 参照)

JAXA と国土地理院は、より自律的・安定的な位置の基準の維持・管理を目的として、GNSS 衛星の精密な軌道情報（※精密暦）の算出に共同で取り組んでいる。2023 年 7 月から、算出した精密暦の公開を開始し、International GNSS Service（国際 GNSS 事業）にて品質の評価が進められてきた。今般、十分な高い精度を有することが確認され、12 月 1 日（金）に開催された同事業の意思決定会議において、日本の機関として初めて国際 GNSS 事業の「解析センター」に認定された。世界で最も高い精度を有し、実質的な国際標準として広く活用されている国際 GNSS 事業の精密暦は、各解析センターの精密暦を統合処理することで算出されている。今回の決定により、日本の精密暦が新たにこの統合処理に加えられることとなる。解析センターとしてこの精密暦の生成に参画することで、高精度測位に必要となる基盤の整備に大きく貢献する。今後も、高精度測位社会の実現に向けた活動を着実に進めていく。[161]

※精密暦：暦には概略の軌道を衛星から直接配信する放送暦（ほうそうれき）と、世界規模の GNSS 観測局データから高精度に軌道を決定する精密暦（せいみつれき）がある。精度の高い位置決定には精密暦が必要。測量や位置情報サービスにおいて基準となる電子基準点の位置の算出、地震等による地殻変動の把握には精密暦が活用されている。現在は、International GNSS Service（国際 GNSS 事業）の精密暦が最も高い精度を有するとされている。

3) 海外における研究開発の動向

世界的に宇宙活動が活発化している。背景として、多くの国が宇宙開発を国の事業として強力に推進し、宇宙関連予算を増加させていることに加え、民間事業者が、政府資金のみならず民間資金を活用し、技術革新と商業化を強力に推し進めている。米国及び欧州においては、政府が民間主導のプロジェクトを様々な形で支援しており、これを呼び水に、世界の宇宙産業に対する民間投資は継続的に伸長してきた。これによって、ロケット打上げサービスや小型衛星コンステレーション等の分野において、世界市場で活躍する代表的なプレーヤーが生まれている。加えて、中国やインドにおいても、国の事業が強力に推進されているのみならず、手厚い政府支援の下、スタートアップ企業が大型の資金調達に成功する等、アジアにおいても民間事業者の伸長が目覚ましい。[131] 欧米宇宙開発機関や政府は、地域・国全体で一貫した産業基盤支援を実施するため、産学官のステークホルダーを巻き込プレーヤー基盤技術開発から商業化まで、技術戦略・ロードマップを策定している。[162]

諸外国の宇宙開発予算は、2017 年から 2021 年を主要国の単位で比較すると、フランスとイタリアを除き増加している。

---

[161] 宇宙航空研究開発機構,「日本初！国際 GNSS 事業の解析センターに認定」2023 年 12 月 4 日,<https://www.jaxa.jp/press/2023/12/20231204-1_j.html> (2024/3/15 参照)

[162] 内閣府（2023 年 9 月）,「宇宙政策を巡る最近の動向と宇宙技術戦略の進め方」,<https://www8.cao.go.jp/space/comittee/02-jissyou/jissyou-dai24/sankosiryou1.pdf> (2024/1/22 参照)

図表 3-55 諸外国の宇宙開発予算

	2017		2018		2019		2020		2021	
	(*)	(億円)	(*)	(億円)	(*)	(億円)	(*)	(億円)	(*)	(億円)
日　本	3,062	3,421	3,257	3,597	3,005	3,276	3,099	3,355	3,500	3,844
アメリカ	43,344	48,433	48,308	53,347	47,169	49,527	51,805	56,084	59,800	65,669
ESA	4,620	5,501	4,228	5,589	4,228	5,160	5,212	6,315	5,328	5,851
フランス	1,500	1,786	1,470	13,439	933	1,138	1,305	1,582	1,269	1,393
ドイツ	891	1061	1,031	13,439	1.366	1,667	1,205	1,460	1,184	1,300
イタリア	471	561	630	821	341	413	214	259	423	464
イギリス	132	178	179	261	157	218	90	128	145	160

出典：The Space Report 2022(Space Foundation)
(*) 単位：アメリカ：$、日本：M$、仏･独･伊：M€、英国：£、仏･独･伊･英は ESA 拠出金を除く

出典：一般社団法人 日本航空宇宙工業会（2023）[163]

(ア) 米国

i　政策・方針

- **国家宇宙政策（NSP:National Space Policy）**

  2020 年 12 月に発表され、米国が目指す目標として、以下が示された。

  ① 米国の宇宙関連製品・サービスの世界市場創出：民間産業を奨励し、国際取引の世界的パートナーとしての米国の地位を強化する。
  ② 平和的な宇宙利用の奨励・支持：脅威に対応するため、外交・経済・安全保障上の能力と戦略を展開する。
  ③ 全人類にとっての宇宙の恩恵拡大：宇宙探査を促進し、米国と同盟国の利益を守り、国際協力を拡大する。
  ④ 安全で持続可能な宇宙活動環境の構築：産業界や海外パートナーと協力したデブリ対策、サイバーセキュリティ、サプライチェーン
  ⑤ 宇宙機の破壊防止：商業用、民間用、科学用、安全保障用の宇宙機とそれを支えるインフラの破壊防止。そのための、能力開発と実戦配備
  ⑥ 経済活動を深宇宙にまで拡大：月面に恒久的な人間の存在を確立する。科学探査、宇宙資源の利用、火星の有人探査を可能にする。
  ⑦ 科学的能力の発展：資源探査、気象・環境監視、災害監視
  ⑧ 機密性の高い技術流出の防止：革新的な宇宙技術、サービス、運用の開発における米国のリーダーシップを維持・拡大する。[14]

- **国家シスルナ（Cislunar）科学技術戦略**

  2022 年 11 月に発表され、これは米国の科学技術指導力により、責任ある平和的で持続可能なシスルナ空間（対地同期軌道以遠の、月を含む地球-月系の広大な空間）の探査と利用を、すべての国

[163] 一般社団法人 日本航空宇宙工業会（2023 年 8 月），「航空宇宙産業データベース」,<https://www.sjac.or.jp/pdf/data/7_database_2023.08rev.pdf>（2024/1/22 参照）

や機関が「米国宇宙優先枠組（U.S. Space Priorities Framework)」との整合性を保ちながら行えるよう支援する方策を示すものである。この戦略は、強固で責任ある米国の宇宙事業を維持し、宇宙探査、宇宙科学、および宇宙の持続可能性における米国の指導力を前進させるためのバイデン政権の取り組みに基づいている。国家シスルナ科学技術戦略は、以下の 4 つの主要な科学技術目標を追求することで、すべての人の利益となる未来を実現するための第一歩を提供する。

- ✓ シスルナ空間における将来の成長を可能にする研究開発支援
- ✓ シスルナ空間における国際科学技術協力の拡大
- ✓ 米国の宇宙状況認識機能のシスルナ空間への拡張
- ✓ 拡張性と相互運用性を備えたアプローチによる、シスルナ空間における通信と測位・航法・タイミング機能の実装[14]

ii 研究開発・社会実装事例

① 衛星通信

- **NASA 深宇宙光通信実証実験において、初のデータの送信を確認**[164]

NASA の小惑星探査機「Psyche（サイキ)」には実験的な光通信装置である「深宇宙光通信（DSOC;Deep Space Optical Communications)」が搭載されている。将来的な宇宙探査ミッションでの需要が見込まれる大容量のデータ送信を想定した通信実験が 2023 年 11 月 14 日に行われた。Psyche から地球までの距離が約 3100 万 km となった 2023 年 12 月 11 日、NASA の JPL（ジェット推進研究所）によって、深宇宙光通信実験装置の性能をテストするため、ネコの動画を含む 15 秒間のビデオ映像の送信テストが行われた。その結果、最大 267Mbps という高速な通信速度を達成し、従来の深宇宙探査機に対する通信と比べて 100 倍も高速である。このデモンストレーションにより、深宇宙から高速のデータ伝送を達成した。

- **Amazon の衛星通信「カイパー」、100Gbps の光衛星間通信に成功**[165]

Amazon が、通信衛星を利用してブロードバンドサービスを提供する「Project Kuiper」(プロジェクトカイパー)を進めており、2024 年末までの通信サービス提供開始を目指している。10 月に 2 基のプロトタイプを打ち上げた低軌道衛星通信「Project Kuiper」は、約 1000Km の距離を 100Gbps の光衛星間リンク(OISL)の維持に成功したと発表した。これにより、Kuiper の通信技術の検証が成功し、2024 年前半に打ちあげ予定の最初の量産型衛星で OISL が動作することが確認できた。

② リモートセンシング

- **Albedo（アルベド）が超低軌道(VLEO)衛星コンステレーションの構築に 3500 万ドルを調達**

2024 年 1 月 23 日、超低高度衛星を開発するアメリカのスタートアップ Albedo（アルベド）がシ

---

[164] NASA,「NASA's Tech Demo Streams First Video From Deep Space via Laser」2023 年 12 月 18 日,<https://www.jpl.nasa.gov/news/nasas-tech-demo-streams-first-video-from-deep-space-via-laser> (2024/3/15 参照)

[165] Amazon,「Amazon's Project Kuiper completes successful tests of optical mesh network in low Earth orbit」2023 年 12 月 14 日,<https://www.aboutamazon.com/news/innovation-at-amazon/amazon-project-kuiper-oisl-space-laser-december-2023-update> (2024/3/15 参照)

リーズ A-1 ラウンドで 3,500 万ドル（約 51.9 億円）の資金を調達したことを発表した。これにより同社の累計の調達額は 9,700 万ドル（約 143.7 億円）となる。

Albedo の最高経営責任者(CEO)である Topher Haddad 氏は「シリーズ A-1 の資金調達は、Albedo 初の運用衛星の打ち上げとコンステレーションの展開の加速に充てられる。最終的には、世界初の高解像度 VLEO プラットフォームを実証し普及させる」と述べた。

Albedo は、商業と防衛分野のユーザーに超高解像度の衛星画像を提供し、詳細を鮮明に確認し、確実な行動を行うことを目指している。Albedo は、地球観測衛星に対する従来のアプローチ、つまり超低高度で運用するための安定した機敏なプラットフォームの開発を再考することで、費用対効果の高い中型衛星で絶妙な品質のデータを収集することができる。開発中の衛星コンステレーションは、地上分解能 10cm の光学画像と 2m の熱赤外画像の共同撮影が可能とのこと。現在は、ドローンや飛行機でしか取得できない解像度だが、現在は高頻度でオンデマンドのカバレッジをもつ規模となっている。[166]

- **米国が国家戦略に基づき NASA 等主導の GHG センターを立ち上げ**

米国では、COP28 の一環として、Greenhouse Gas（温室効果ガス、以下、「GHG」）に関する官民パートナーシップのハブ機能となる GHG センターを立ち上げることとなった。この新たな GHG センターは、2023 年 11 月 29 日に発表された「米国温室効果ガス測定、監視、および情報システムの統合を推進するための国家戦略」に基づき、NASA（アメリカ航空宇宙局）をはじめ NOAA（アメリカ海洋大気局)、EPA（アメリカ合衆国環境保護庁)、NIST（アメリカ国立標準技術研究所）が連携し、主導するものである。本センターの目標は、意思決定者にデータと分析のための場所を提供することである。[167]

③ 衛星測位システム

- **第 3 世代 6 機目の GPS 衛星打ち上げ**

第 3 世代 6 機目の GPS 衛星（GPS III Space Vehicle 06）が現地時間 2023 年 1 月 18 日、フロリダ州ケープカナベラル宇宙軍基地からスペース X 社のファルコン 9 ロケットで打ち上げられた。打ち上げから約 83 分後、ロケット上段から分離した衛星が発する信号を地上で捕捉し、ミッションは成功した。第 3 世代 GPS 衛星の最初の 10 機はロッキード・ マーティン社が製造を担当している。今回はその 6 機目であり、高度 2 万 200km の中高度軌道（MEO）に打ち上げ後、点検とテストを約 2 週間行い、2 月 16 日から運用を開始した。これにより、軌道上で運用中の GPS 衛星全 31 機のうち、25 機が第 2 世代（1989～2016 年に打ち上げられたブロック II・IIA・IIR・IIRM・IIF 衛星)、6 機が第 3 世代（2018～23 年に打ち上げられたブロック III）となりました。第 3 世代 GPS 衛星は、従来の L1C/A 信号に加え、ノイズに紛れにくく電波妨害に対して強度がある L1C 信号を送信する

---

166 Albedo,「Albedo Raises $35M to Commercialize Very Low Earth Orbit (VLEO)」2024 年 1 月 23 日,<https://www.businesswire.com/news/home/20240123301939/en/Albedo-Raises-35M-to-Commercialize-Very-Low-Earth-Orbit-VLEO> (2024/3/15 参照)

167 SPACE Media,「米国が国家戦略に基づき NASA 等主導の GHG センターを立ち上げ」2023 年 12 月 26 日,<https://spacemedia.jp/technology-and-engineering/11592 > (2024/3/15 参照)

ことができる。[168]

(イ) 欧州

i　政策・方針

- **欧州宇宙プログラム**

ＥＵの多年度財政枠組み期間（2021-27 年：7 か年）において「欧州宇宙プログラム」を運営中。予算総額 149 億ユーロ。ＥＵの主要な宇宙活動を初めて一つのプログラム規則として確立。戦略的自立性を重視。２つのフラッグシップ(旗艦的)事業としての地球観測衛星システム(Copernicus：コペルニクス)と全球測位衛星システム(Galileo:ガリレオ)、静止衛星航法補強サービス(ＥＧＮＯＳ)、政府用衛星通信(ＧＯＶＳＡＴＣＯＭ)の整備、宇宙状況監視(ＳＳＡ)の推進。2023 年、セキュア接続衛星群(ＩＲＩＳ２：アイリス２(スクエア))が３番目の旗艦事業として追加。[169]

- **英国「国家宇宙戦略」**

2021 年 9 月 27 日、ビジネス・エネルギー・産業戦略省（BEIS）より、数十億ポンド規模の宇宙産業を活性化することにより、世界クラスの宇宙国家として英国を強化する新しい計画が、このほど発表された国家宇宙戦略に示された。

ii　研究開発・社会実装事例

①　衛星通信

- **EU、新技術とイノベーションの軌道上での検証を目的とした３つの新たな宇宙ミッションを開始**

「Horizon 2020 研究・イノベーション・プログラム」の下、3 つの新しい「軌道上実証・検証（IOD/IOV)」ミッションが、フランス領ガイアナにある欧州宇宙基地から、欧州打上げロケット Ｖベガ VV23 に搭載され、開始した。この３つのミッションは、6 つの衛星と 9 つの実験で構成され、以下に詳述する様々な応用技術を試験することができる。

IOD/IOV プログラムでは、軌道上で実証実験を行い、科学・公共・商業活用に向けた飛行実績 (flight heritage：実際の環境での評価）を取得することができる。軌道上での技術のテストは、市場に投入する前の最終ステップである。EU は、欧州宇宙機関の支援を受け、IOD/IOV ミッションを通じて、技術開発と商業化の間の溝を埋めようとしている。SYNDEO-1&2 キューブサット・ミッションは、7 件の IOD/IOV 実験を集約したもので、ESTCube-2 ミッションと ANSER ミッションは、軌道上実証試験用にすぐに飛行できる衛星として用意されたものである。

今回のベガ・ロケットによる打ち上げでは、欧州 6 か国の組織が次のような IOD/IOV サービスの恩恵を受けることになる。

---

[168] 宇宙開発戦略推進事務局,「第 3 世代 6 機目の GPS 衛星打ち上げ」2023 年 4 月 3 日,<https://qzss.go.jp/info/archive/gps_230403.html>(2024/3/15 参照)

[169] 欧州連合日本政府代表部,「EU の宇宙政策の概要」2023 年 9 月,<https://www.eu.emb-japan.go.jp/files/100560750.pdf>(2024/1/22 参照)

・SYNDEO-1&2

EU は、Horizon 2020 の下で初めて、宇宙科学、技術、推進力、宇宙交通管理など、さまざまな宇宙関連テーマをカバーする 7 つの実験からなる集合ミッションを開始する。ミッションは、オランダの航空宇宙企業 ISISpace によって実施され、ペイロードはベルギー、スペイン、フランス、チェコの大学や中小企業によって作成されている。

・ESTCube-2

タルトゥ大学（エストニア）の宇宙学生グループによって開発されたミッションで、3U キューブサットで構成される。プラズマブレーキ技術による軌道離脱を実証し、電気式太陽風帆を使用する将来のミッションのための深宇宙ナノ宇宙船プラットフォームの検証を行う。

・ANSER

スペイン国立航空研究所（INTA）によって開発されたもので、分光分析技術によってイベリア半島の保護区の水質を調査・監視することを目的としている。それは 3 つの 3U キューブサットで構成されており、地球低軌道を編隊飛行する。[170], [171]

- **移動通信の GSMA と衛星通信の ESA がタッグ、5G／6G の NTN 技術開発を加速**

移動通信関連の業界団体 GSMA（GSM Association）と ESA（European Space Agency、欧州宇宙機関）は 2023 年 7 月 12 日、移動通信と衛星通信業界のより緊密な連携に向け協力する旨の覚書を取り交わした。5G（第 5 世代移動通信システム）やその次世代となる 6G のネットワークと衛星通信のより良い統合を目指して、移動通信業界や衛星ネットワーク業界の市場競争力を高め、非地上系ネットワーク（NTN：Non-Terrestrial Network）の技術開発を加速していく。[172]

- **スペインのサテリオットがテレフォニカと宇宙で初の 5G ローミング実験、24 年に商用化**[173]

5G（第 5 世代移動通信システム）IoT 向けの低軌道（LEO）通信衛星コンステレーション構築を進めるスペインの衛星事業者 Sateliot（サテリオット）は 2023 年 7 月 21 日（現地時間）、宇宙空間における 5G ネットワークローミング実験の結果を発表した。スペインの携帯電話事業者 Telefónica（テレフォニカ）の技術部門 Telefónica Tech および Telefónica Global Solutions（TGS）と連携し、5G ネットワークを宇宙空間に拡張できることを確認した。世界初の試みとしている。

実験では、Telefónica Tech の Kite プラットフォームでプロビジョニングした通常の SIM カードを IoT 端末に搭載し、Telefónica のネットワークから Sateliot のネットワークへ途切れなく切り替えできることを確認した。これにより、移動通信関連の業界団体 GSMA（GSM Association）の標準仕様に準拠したローミング接続が Sateliot のネットワークを介して Telefónica の基幹ネットワークで認証できることが実証された。実験には、ESA（European Space Agency、欧州宇宙機関）も立ち

---

[170] EUROPEAN COMMISSION,「EU launches three new missions in space for validation of new technologies and innovation in orbit」2023 年 10 月 9 日,<https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_4814>(2024/1/22 参照)

[171] 国立研究開発法人科学技術振興機構　研究開発戦略センター,「新技術・イノベーションの軌道上検証に、3 つの宇宙ミッションを開始」2023 年 10 月 9 日,<https://crds.jst.go.jp/dw/20231110/2023111036960/>(2024/1/22 参照)

[172] 加藤樹子,「移動通信の GSMA と衛星通信の ESA がタッグ、5G／6G の NTN 技術開発を加速」,『日経クロステック』2023 年 7 月 24 日,<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/15618/>(2024/1/22 参照)

[173] 加藤 樹子,「スペインのサテリオットがテレフォニカと宇宙で初の 5G ローミング実験、24 年に商用化」,『日経クロステック』2023 年 8 月 9 日,<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/15726/>(2024/1/22 参照)

会っている。Sateliot が開発して特許を取得した Store＆Forward 方式の 2 段階認証を使用している。地上の移動通信ネットワークと LEO を使った NTN（Non-Terrestrial Network：非地上系ネットワーク）との標準ローミングに向けた技術となる。Sateliot の通信衛星アクセス機能を含めた 5G ネットワークの一部として、衛星が地上局と接続できる位置にいない時にはデータを保管し、カバレッジ範囲に入った際に転送する。コンステレーションに使用する衛星数がまだ限られている Sateliot の初期サービスとして、遅延耐性の高い IoT に適用可能な技術となる。Sateliot は今回のシステムの商用運用を 2024 年に開始する。同年内に、Telefónica のネットワークと連携して、地球上どこでも通信可能な環境を提供していく。

② リモートセンシング

- **地球観測プログラム Copernicus への画像提供、EU が新たに 9 社と契約**

2023 年 6 月 19 日、EU は Copernicus Contributing Missions（コペルニクス貢献ミッション、以下「CCM」とする）において、新たにヨーロッパのスタートアップ企業 9 社と、5 年間 500 万ユーロ相当の地球観測画像提供に関する契約を締結したことを発表した。民間衛星と EU 所有の Sentinel 衛星の両方を備え、地球観測データとサービス提供のための新しいプラットフォームである Copernicus Data Space Ecosystem は、ハイブリッドモデルとして、官民双方による衛星データの強化とプラットフォームの持続可能性の向上により、衛星データ活用の更なる推進が期待される。[174]

③ 衛星測位システム

- **スペース X、EU と衛星打ち上げで合意**

米宇宙企業スペース X は、欧州宇宙機関（ESA）の全球測位衛星システム（GNSS）「ガリレオ」の衛星を 4 基打ち上げることで、同機関と合意に達した。米紙ウォール・ストリート・ジャーナルが報じた。同社が欧州連合（EU）の機密情報を含む衛星を打ち上げるのは初めてとなる。ESA のナビゲーション担当ディレクター、ハビエル・ベネディクトは同紙に対し、スペース X が来年「ファルコン 9」ロケットを使い、EU のガリレオ衛星 4 基を 2 回に分けて米国から打ち上げる予定だと語った。衛星は、欧州諸国の政府間の暗号化通信や、EU 域内の衛星ナビゲーションシステム運用に使われる。ガリレオ衛星が EU 域外から打ち上げられるのは 15 年ぶりとなる。同紙によると、EU と米国の当局は機密情報の取り扱い方法について協議を開始した。[175]

(ウ) 中国

i 政策・方針

- **国家イノベーション駆動発展戦略綱要（2016～2030 年）**

2030 年までに、国際競争力の向上に重要な要素、社会発展のための差し迫った需要、安全保障に

---

[174] SPACE MEDIA,「地球観測プログラム Copernicus への画像提供、EU が新たに 9 社と契約」2023 年 7 月 10 日,<https://spacemedia.jp/technology-and-engineering/9244>(2024/3/15 参照)

[175] Forbes JAPAN,「スペース X、EU と衛星打ち上げで合意」2023 年 10 月 24 日,<https://forbesjapan.com/articles/detail/66876#>(2024/1/22 参照)

関する問題を認識し、それらに関わる科学技術の重点領域を強化することを目標としており、産業技術の重要領域に海洋及び宇宙技術が指定されている。

- **中国国民経済・社会発展第 14 次五カ年計画および 2035 年までの長期目標綱要**

2021 年 3 月に採択され「十四五」は、国の戦略の意図の説明、政府活動の重点の明確化、市場主体の規範化を主導し、全国民の行動計画として位置付けている。先進的な科学技術力によるブレークスルーの強化に関し、重要な先端科学技術分野として、①次世代人工知能、②量子情報、③集積回路、④脳科学と脳模倣型人工知能、⑤遺伝子とバイオテクノロジー、⑥臨床医学と健康、⑦深宇宙、深地球、深海、極地探査の 7 つの領域を指定し、先見性と戦略性のある国家重大科学技術プログラムを実施するとしている。

「十四五」では、北京（懐柔）、上海（張江）、広東大湾区、安徽省合肥等の総合性国家科学センターに研究施設の建設を進めるとともに、「国家重大科学技術インフラ整備中長期計画（2012～2030 年）」及び先の五カ年計画に基づいて建設、整備を進めてきた国家重大科技施設の活用を推進するとしている。国科学院宇宙情報イノベーション研究院は、2022 年 9 月リモートセンシング衛星応用国家工学研究センターを北京市内に設立し、衛星によるリモートセンシングデータ実用化のための技術体系を設計するとともに、国家民間用宇宙インフラ陸地観測衛星共通応用サポートプラットフォームの提供を始めた。[14]

ii　研究開発・社会実装事例

①　衛星通信

- **中国版「スターリンク」24 年から構築　人工衛星 2.6 万基**

中国は 2024 年から低軌道衛星による通信網構築に着手する。国有企業が中心となって 2 万 6000 基以上の衛星を打ち上げ、世界全体をカバーする。西側諸国では米国発の衛星通信「スターリンク」の利用が進む。中国は独自網の構築で米国に対抗する。10 年程度で衛星の配備を完了し、通信網の構築をめざすとみられる。2 万 6000 基の低軌道衛星は米スペース X がスターリンクで配備済みの約 5000 基の 5 倍の規模となる。完成すれば基地局建設が困難な山間地や島しょ、インフラが破損した災害地や紛争地でも高速インターネット通信が可能となる。独自の全地球測位システム（GPS）と組み合わせることで、無人機（ドローン）の操縦や前線での情報共有など軍事目的にも活用できるとみられる。[176]

②　リモートセンシング

- **中国のハイパースペクトル総合観測衛星が運用開始**

国家航天局は 2024 年 1 月 23 日、ハイパースペクトル総合観測衛星が正式に運用を開始したと発表した。同衛星は中国の高解像度地球観測システム構築という特別重大プロジェクトの重要な一部を成しており、2023 年 11 月に軌道上試験の総括評価を終えていた。評価結果によると、衛星の状態は良好で、各サブシステムの機能も正常であり、製品性能は開発要件で定めた各項目の指標をク

[176] 「中国版「スターリンク」24 年から構築　人工衛星 2.6 万基」,『日本経済新聞』2024 年 1 月 10 日,<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOGM25CBY0V21C23A2000000/>(2024/3/15 参照)

リアしており、稼働開始の条件を備えていたということ。

ハイパースペクトル総合観測衛星はハイパースペクトル、広範囲、定量化探査などの特徴を持ち、汚染された大気や内陸水系、地球上の生態系、変質鉱物、岩石および鉱物の種類などの要素に対する総合的な探査を行うことができ、生態系や自然資源、気象などの分野での利用に対して高品質で信頼性の高いハイパースペクトルデータを提供できる。[177]

- **中国、超低高度軌道通信・リモートセンシング一体型衛星コンステレーションの建設を発表**

2023 年 7 月、中国航天科工集団空間工程総体部は、第 9 回中国（国際）商業宇宙サミットフォーラムで、超低高度軌道通信・リモートセンシング一体型衛星コンステレーションの建設を発表した。1 基目の衛星はすでに設計・製造が完了している。光学リモートセンシングカメラや衛星スマート処理設備、原子状酸素検出装置などのペイロードを搭載し、12 月に打ち上げられる計画となっている。超低高度軌道とは、高度 300 キロ以下の軌道を指す。軌道の高度が低いため、地球とのリモートセンシングが近くなり、より低コスト、より高い観測分解能、より短い伝送遅延を実現する。同等の分解能の場合、光学ペイロードの重量とコストを 50%削減し、SAR ペイロードの重量とコストを 40%下げることができる。今回建設が始まる超低高度軌道通信・リモートセンシング一体型衛星コンステレーションは、デシメートルレベルの正確な検出、1 分レベルのリアルタイム伝送を可能にするとともに、先進的な衛星搭載スマート処理や衛星間通信による宇宙情報のユーザー端末への直接送信などを実現する。災害救助や緊急時管理などにおける重要情報の高分解能リアルタイム観測なども可能にし、衛星が直接人々にサービスを提供する新型産業エコシステムを形成する。[178]

③ 衛星測位システム

- **北斗衛星測位システム、230 以上の国・地域にサービスが拡大**

中国湖南省株洲市でこのほど開かれた第 2 回北斗大規模応用国際サミットで、北斗衛星測位システムを搭載した各種設備・機器が、中国内外の人々の生活をさらに便利にしていることが明らかになった。新華社が伝えた。中国の衛星航法・測位事業はここ数年、急速かつ安定的に発展している。中国の北斗産業の総価値は 2022 年、5000 億元（1 元＝約 20 円）を超えた。北斗システムは交通輸送、防災・減災、農業、電力、天然ガスなどの分野で幅広くサービスを提供しており、大きな社会的・経済的効果をもたらしている。交通輸送では、北斗システムは交通輸送プロセスの監視・コントロール、道路インフラの安全監視・コントロール、港湾の高精度監視・コントロールなどで幅広く応用されている。今回の北斗サミットの展示エリアでは、携帯型の工具箱に似た小型のスーツケースが大きな注目を集めた。箱には「北斗および高精度地図に基づくマルチシーン列車主動防護システム」が内蔵されており、北斗システムによって列車の安全を守ることができる。

中車株洲電機公司研究開発センター電気設計士の肖曦氏は「北斗衛星測位システムにより、列車のリアルタイムの位置と速度が測定でき、高精度地図に予め設定されている閾値と結びつけて、位置や速度、運行方向などの情報と照合し、列車に運行リスクがないかを確認する」と説明した。交通運輸部（省）北斗衛星測位システム応用活動指導チーム弁公室主任の王松波氏は「現在、中国国内の

---

[177] FP BB News,「中国のハイパースペクトル総合観測衛星が運用開始」2024 年 1 月 24 日,< https://www.afpbb.com/articles/-/3501854 >(2024/3/15 参照)

[178] Science Portal China,「中国、超低高度軌道通信・リモートセンシング一体型衛星コンステレーションの建設を発表」2023 年 7 月 18 日,科学技術振興機構<https://spc.jst.go.jp/news/230703/topic_2_03.html>(2024/3/15 参照)

800 万台の重点道路営業車両、4 万台の郵政・宅配幹線車のすべてが北斗システムを応用している」と述べた。農業では、中国衛星測位システム管理弁公室のデータによると、北斗システムは 10 万セット以上の農機自動運転システムに利便性をもたらしている。中国は北斗システムの国際協力を積極的に展開し、北斗システムの世界での普及と応用を推進している。データによると、中国は現在、「一帯一路」協力パートナーを含む 230 以上の国・地域、15 億人以上のユーザに北斗測位・高精度サービスを提供している。[179]

[179] Science Portal China,「北斗衛星測位システム、230 以上の国・地域にサービスが拡大」科学技術振興機構 2023 年 11 月 01 日,<https://spc.jst.go.jp/news/231101/topic_3_05.html>(2024/3/15 参照)

3.2. 国内外におけるデジタル活用の動向等の調査

3.2.1. 国民生活におけるデジタル活用の動向

(1) 国民生活におけるデジタル活用に対する意識調査

本項では、国民生活におけるデジタル活用状況や意識調査結果とそこから見えてきた課題と今後の展望について記載する。

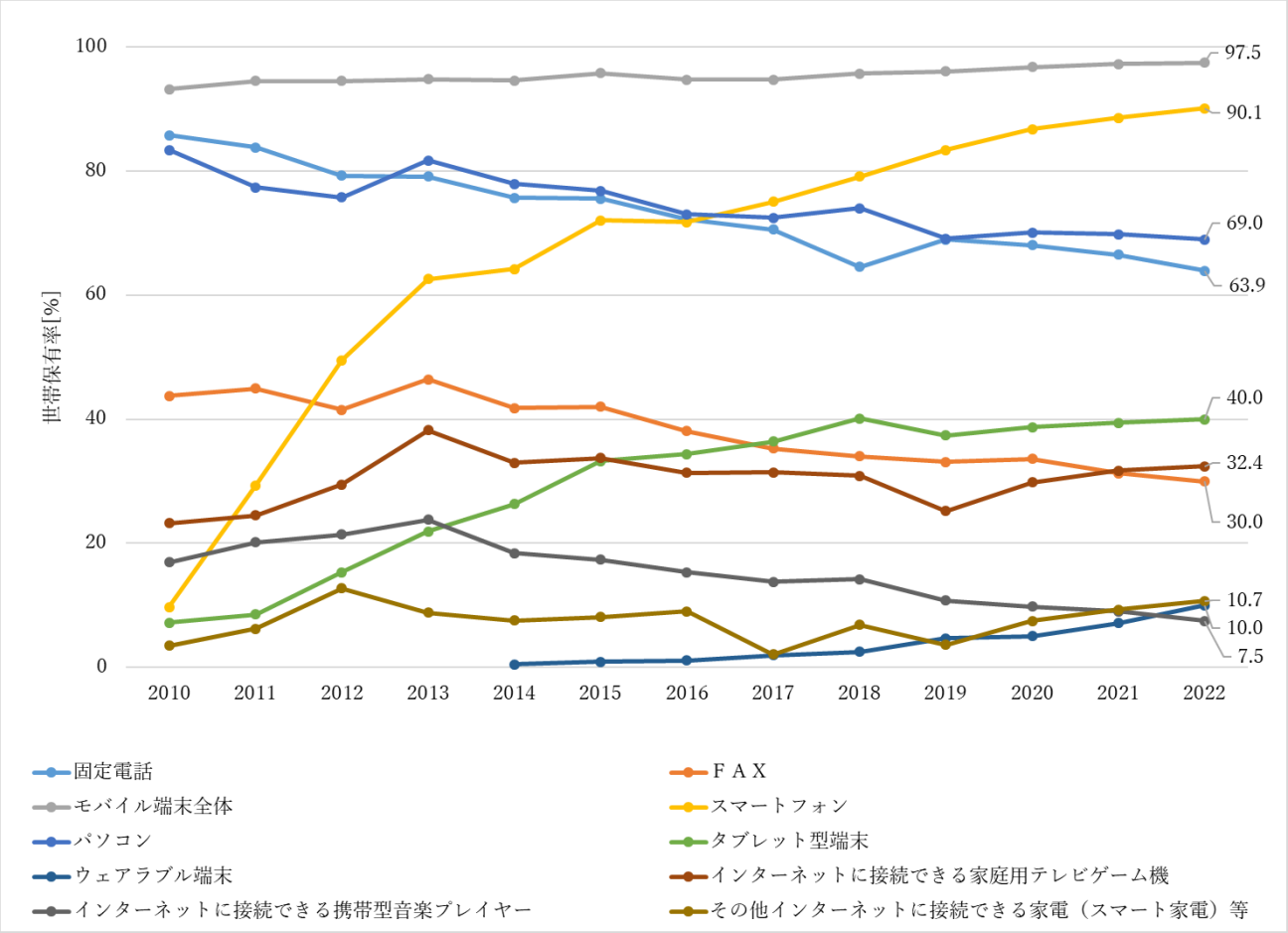
1) デジタル活用の浸透状況

i 通信機器保有状況

総務省にて経年調査を実施している「通信利用動向調査」[180]によると、デジタルを活用する際に必要となるインターネットなどに接続するための端末について、2022 年の情報通信機器の世帯保有率は、「モバイル端末全体」で 97.5％であった。スマートフォンを保有している世帯の割合が堅調に伸びており（90.1%）、パソコン（69.0%）・固定電話（63.9%）を保有している世帯の割合を上回っていた（図表 3-56）。

[180] 総務省,「通信利用動向調査」,< https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/statistics05.html>(2024/3/28 参照)

図表 3-56　主な情報通信機器の保有状況の推移（世帯）

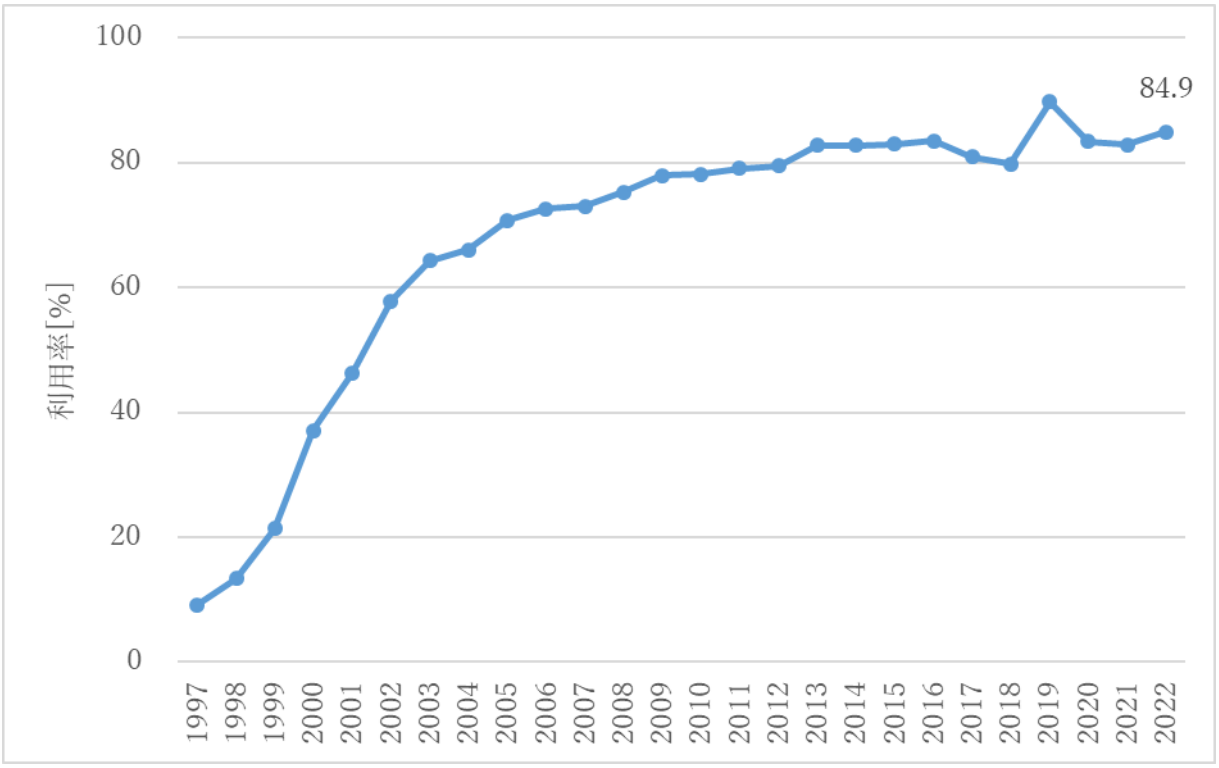


出典：総務省（2023）[180]

ii　インターネット利用率

総務省にて経年調査を実施している「通信利用動向調査」[180] によると、個人のインターネット利用率は、増加傾向となっており、2022 年は 84.9%となっていた（図表 3-57）。

図表 3-57　インターネット利用率の推移（個人）

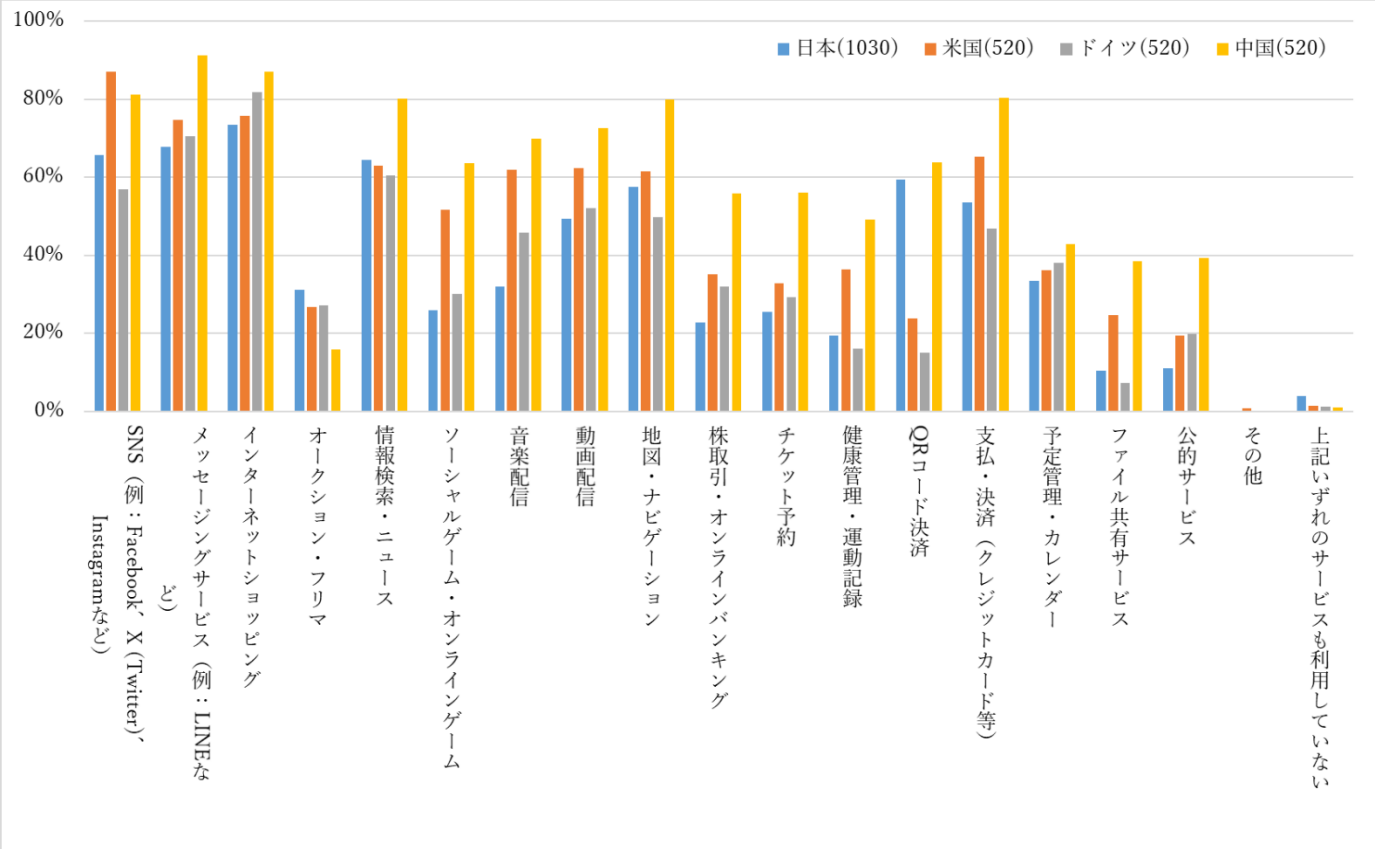


出典：総務省（2023）[180] 全般的なサービス利用状況

本調査にて、各国における SNS 等の情報収集・発信や買い物等の全般的な ICT サービスの利用状況について尋ねた。日本においては、「インターネットショッピング」、「メッセージングサービス」、「SNS」、「情報検索・ニュース」、「QR コード決済」といったサービスの利用者が約 60%以上と他のサービスと比較して多くなっていた。日本において「QR コード決済」の利用が比較的多い背景には、スマートフォンの普及、QR コード決済事業者による導入促進キャンペーン、コード決済を活用した行政によるキャッシュレス普及促進および中小企業支援の取り組みがあると考えられる。（図表 3-58）。

なお、「SNS」、「メッセージングサービス」について、昨年度調査では具体例の記載がなかった。このうち「メッセージングサービス」が昨年（約 20%）から今年（67.8%）にかけて急増したように見受けられたが、具体例の記載がなかったことによって昨年の数字が小さめに出た可能性がある。

図表 3-58　全般的なサービス利用状況（国別）



2)　デジタル利活用動向

本節では、国民生活において働き方、民間サービス、公的サービスにおけるデジタル活用状況や意識調査結果について記述する。

(ア) 働き方

i　利活用及び利用意向の状況

テレワーク及びオンライン会議といった、働く上でのデジタルサービスの利用状況について尋ねた。テレワーク及びオンライン会議を「生活や仕事のうえで活用している」と回答した割合は、中国を除く3ヵ国において、昨年比で微減していることから、働き方の多様化やオフィス回帰という社会的背景があるのではないかと推察される（図表 3-59）。

テレワーク及びオンライン会議を「利用したいが困難」あるいは「利用する気になれない」と回答した方に対して、具体的にどのような課題や障害があるか尋ねた。日本において、昨年比で「使いたいサービスがない」、「操作方法がわからない」の回答割合が小さくなったり縮小したり、「利用環境が整っていない」、「セキュリティに不安がある」の回答割合が拡大したりしていた理由として、利活用が多少進んだ可能性がある（図表 3-60）。

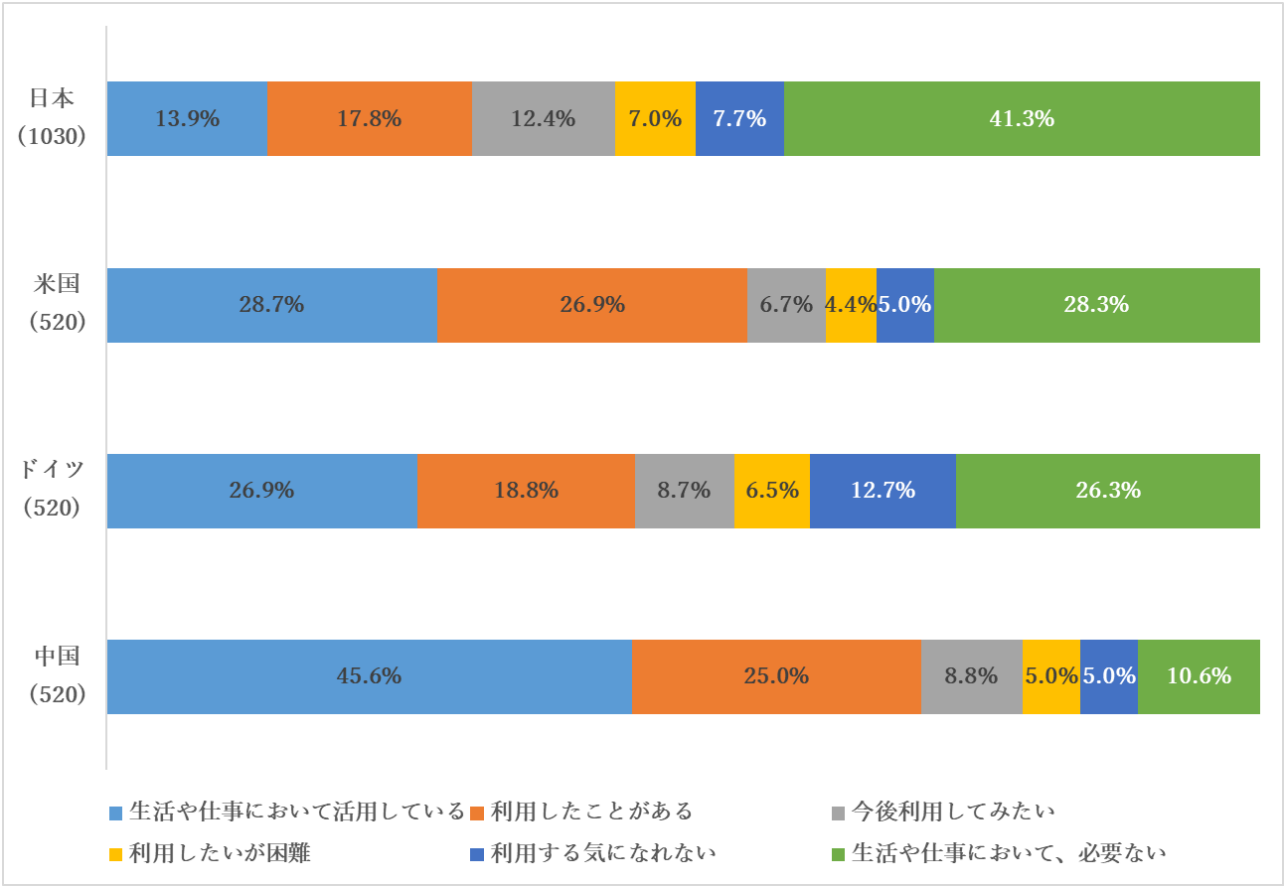
日本における年齢別、世帯年収別での利活用動向について整理した。

年齢別に見ると、テレワーク及びオンライン会議を利用したことがあると回答した割合（「生活や仕事

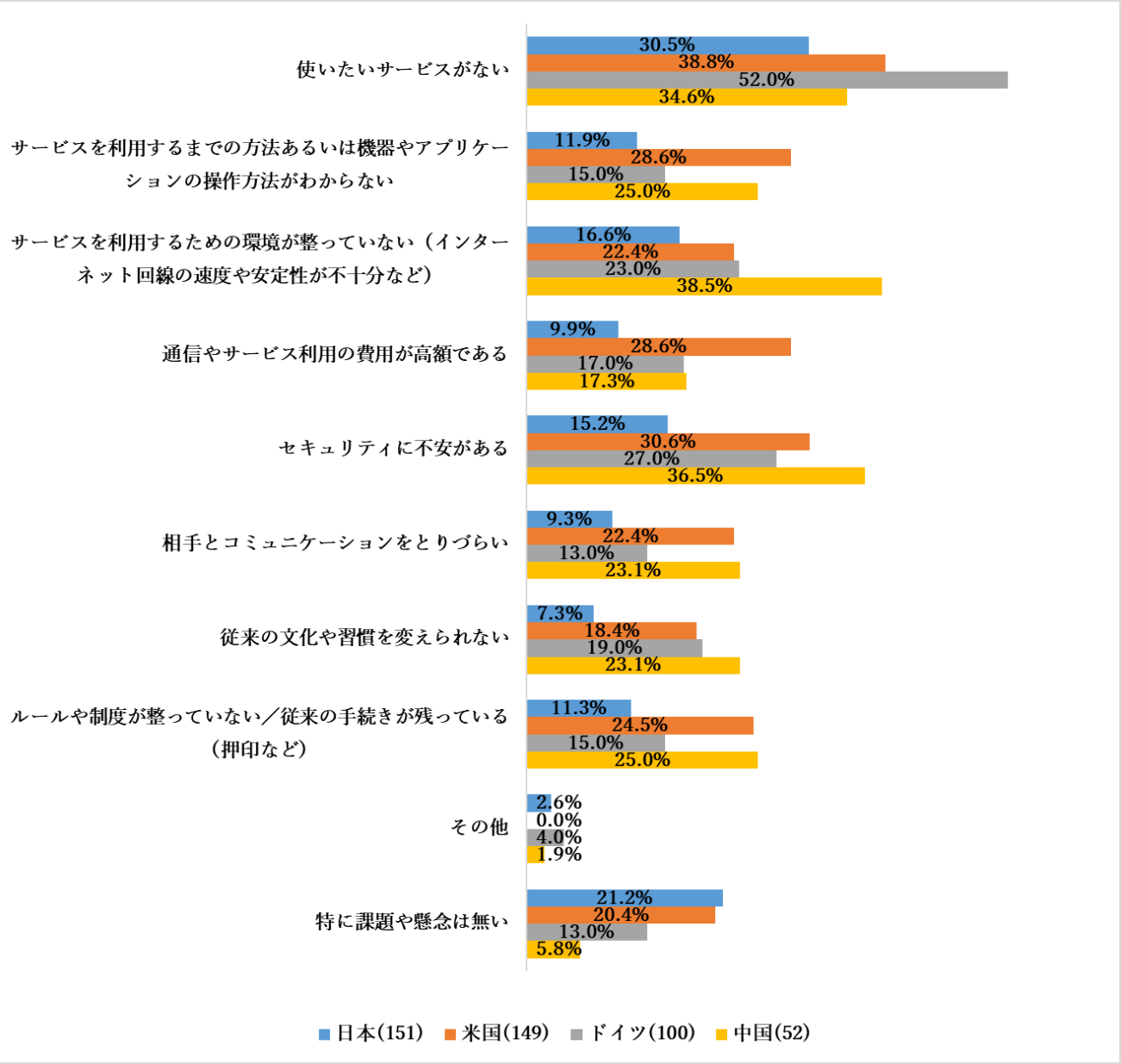
において活用している」、「利用したことがある」の合計）は、30 歳代、20 歳代、50 歳代の順に高く、30 歳代では 39.3%だった。また、20 歳代においては、「今後使用してみたいと思う」と回答した割合が高いことから利用意向が高いことが伺える。一方で、「生活や仕事において、必要ない」回答した割合は年齢層が上がるにつれて高くなり、20 歳代は 31.6%であったのに対して、60 歳代では 55.8%となっていた（図表 3-61）。

世帯年収別に見ると、世帯年収が高い層であるほど、利用したことがある（「生活や仕事において活用している」、「利用したことがある」の合計）と回答した割合が多くなる傾向があった。世帯年収が 1000 万円以上の層は利用したことがあると回答した割合が特に高く、63.2%であった。一方で、世帯年収が低い層ほど「生活や仕事において、必要ない」と回答する割合が概ね高くなっており、世帯年収が 1000 万円以上の層では 22.8%であったのに対して、世帯年収 200 万円未満の層では 50.5%となっていた（図表 3-62）。

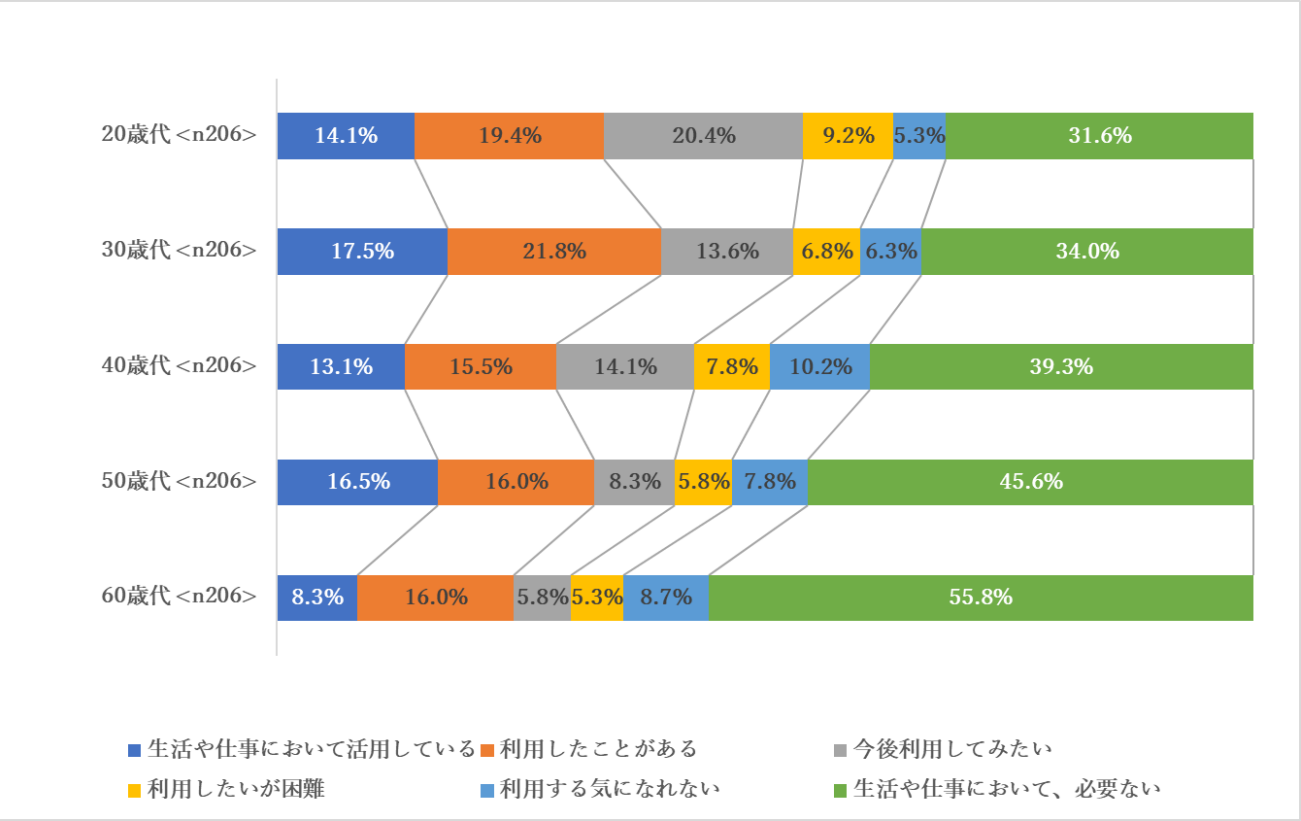
図表 3-59　テレワーク及びオンライン会議利用状況（国別）



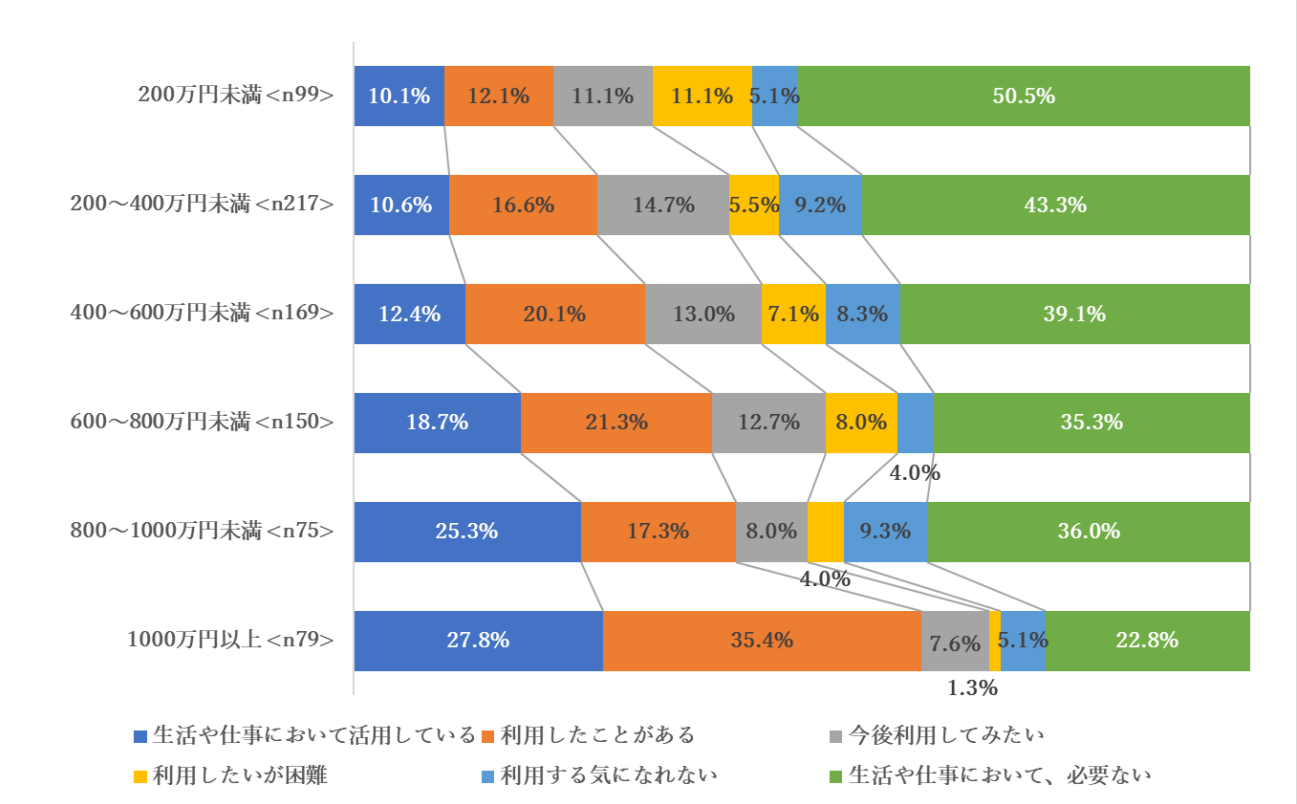
図表 3-60　テレワーク及びオンライン会議利用が困難である理由（国別）



図表 3-61　テレワーク及びオンライン会議利用状況（日本：年齢別）



図表 3-62　テレワーク及びオンライン会議利用状況（日本：世帯年収別）



ii　デジタル化に伴う期待・不安

テレワークなど働き方におけるデジタル化が進展することに対する期待と不安について尋ねた。

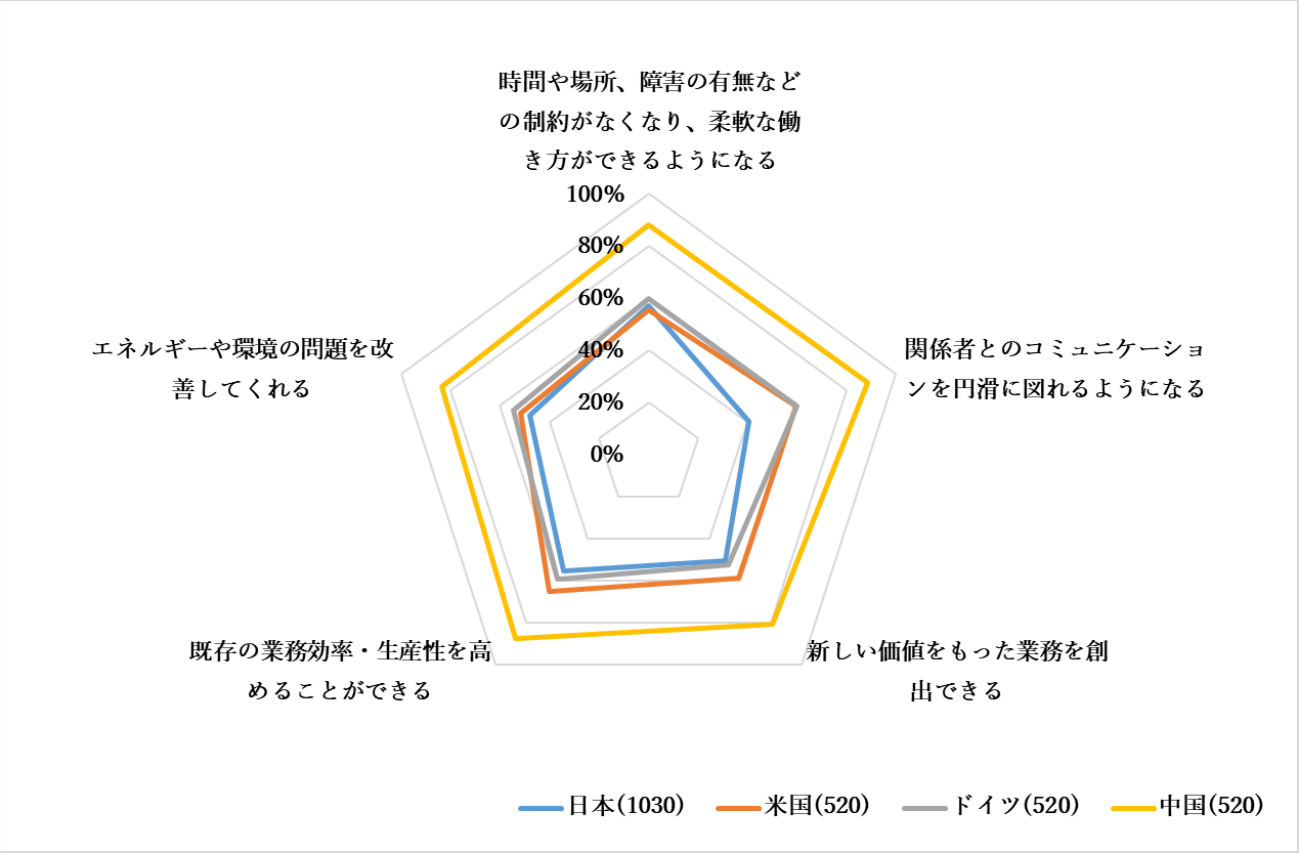
期待することとして、日本では「時間や場所、障害の有無などの制約がなくなり、柔軟な働き方ができるようになる」ことに対して期待する割合（「非常に期待する」、「やや期待する」の合計）が最も高く、56.9%であった。次いで「既存の業務効率・生産性を高めることができる」ことに対して期待する割合（「非常に期待する」、「やや期待する」の合計）が 55.3%となった。なお、日本では「円滑なコミュニケーション」への期待は米国、ドイツに比べて著しく低かった一方で、他項目への期待は同 2 ヵ国と同程度であった(図表 3-63)。

不安に感じることとしては、日本では米国、ドイツと比較して「機器やシステムの不具合による影響」への不安が大きい一方で、「エネルギーや環境の問題が深刻化する」ことへの不安が小さかったことから、社会問題よりも日常業務におけるミクロな問題を気にする傾向があるのではないか(図表 3-64)。

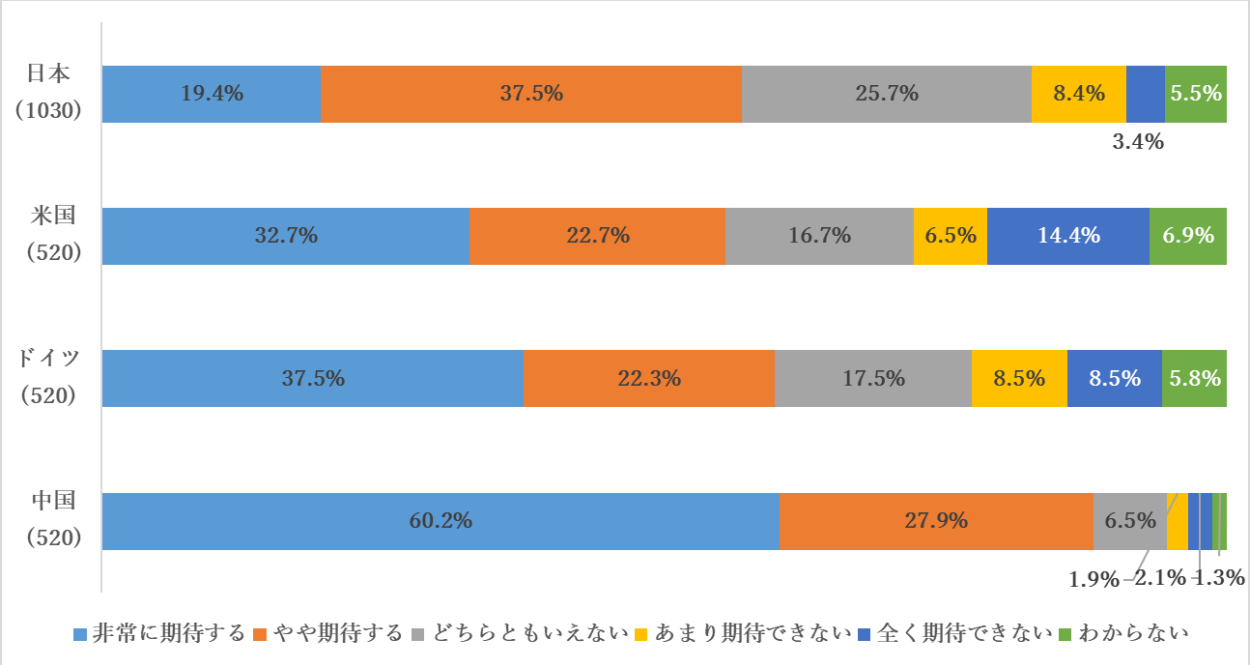
年齢別に比較すると、働く上でのデジタル化が進展することに対して期待する割合は 20 歳代、30 歳代の層において概ね高くなっていた。一方で、不安に関しては、「人との繋がりや会社への帰属意識が希薄になる」、「機器やシステムの不具合により大きな損害が発生」は 50 歳代、60 歳代の層において高かった（図表 3-65 図表 3-66)。

世年収別に比較すると、デジタル化が進展することに対して期待する割合（「非常に期待する」、「やや期待する」の合計）は、800～1000 万円未満の層において最も高くなっていた。不安に関しては、世帯年収間で不安を感じる割合（「とても不安を感じる」、「やや不安を感じる」の合計）については概ね差が無かった（図表 3-67 図表 3-68)。

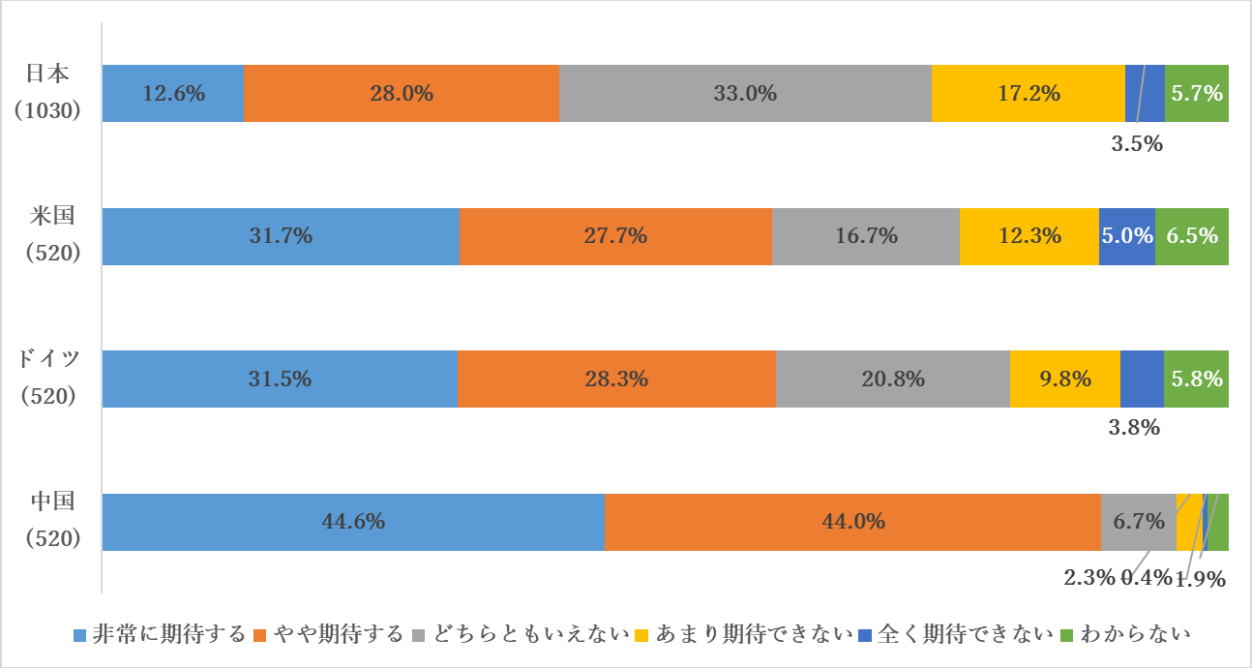
図表 3-63　働く上でのデジタル活用への期待（国別）



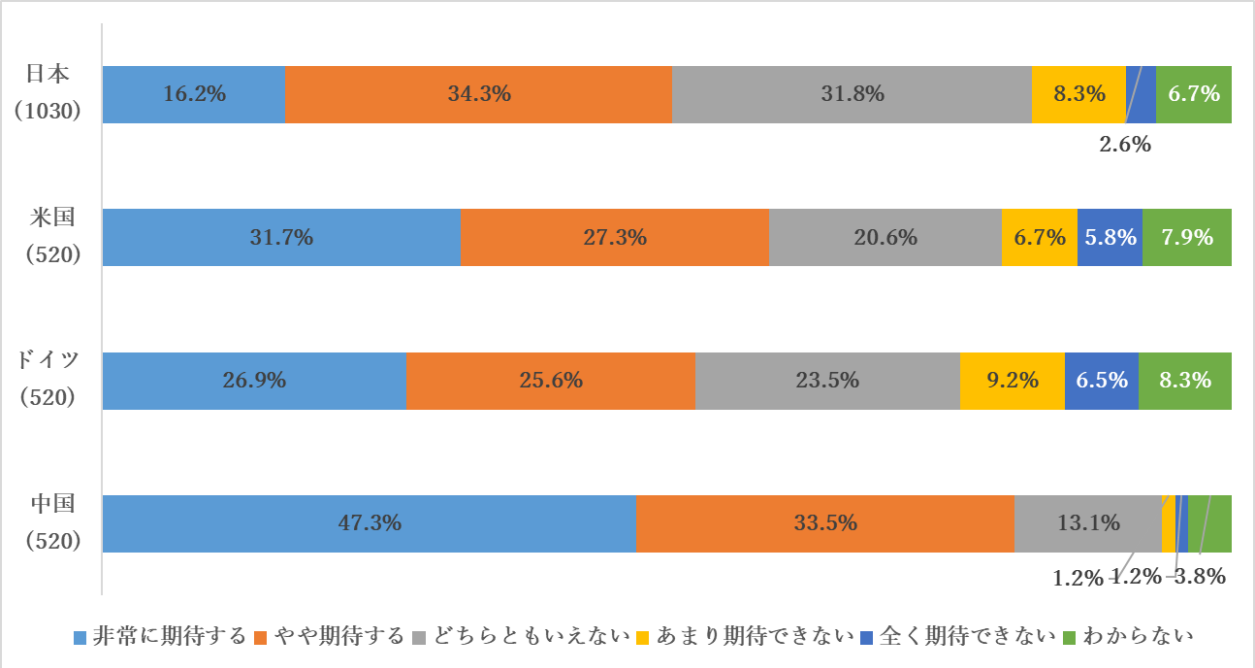
(a) 時間や場所、障害の有無などによる制約がなくなり、柔軟な働き方ができるようになる



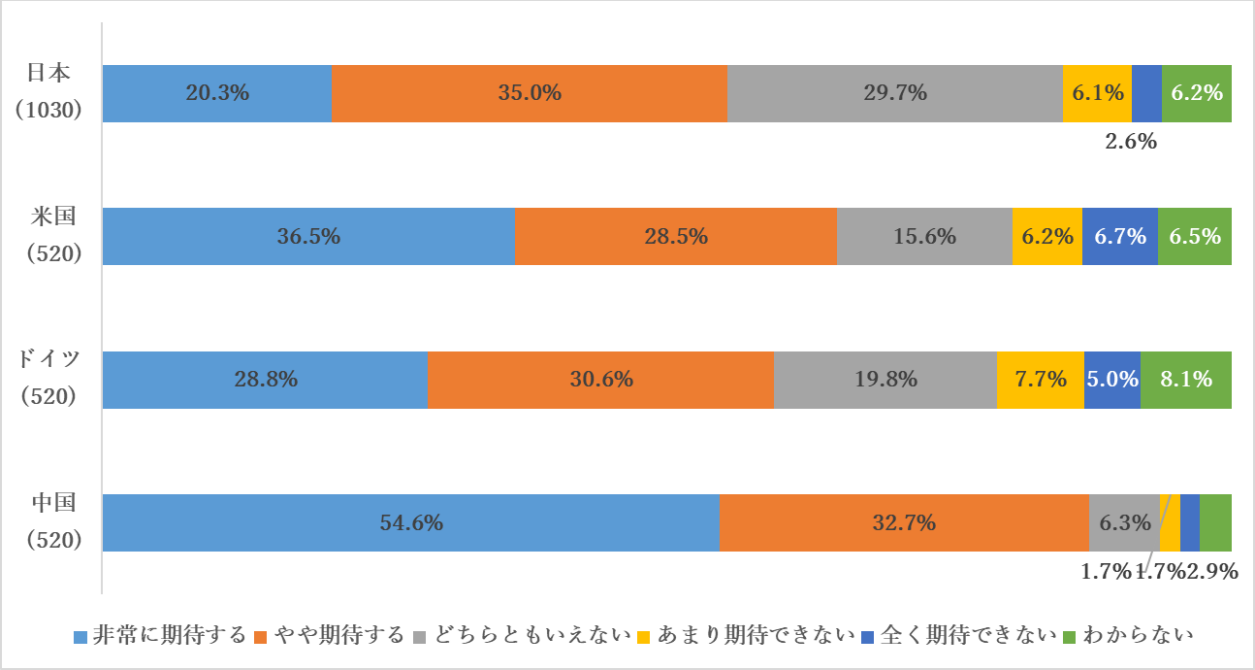
(b) 関係者とのコミュニケーションを円滑に図れるようになる



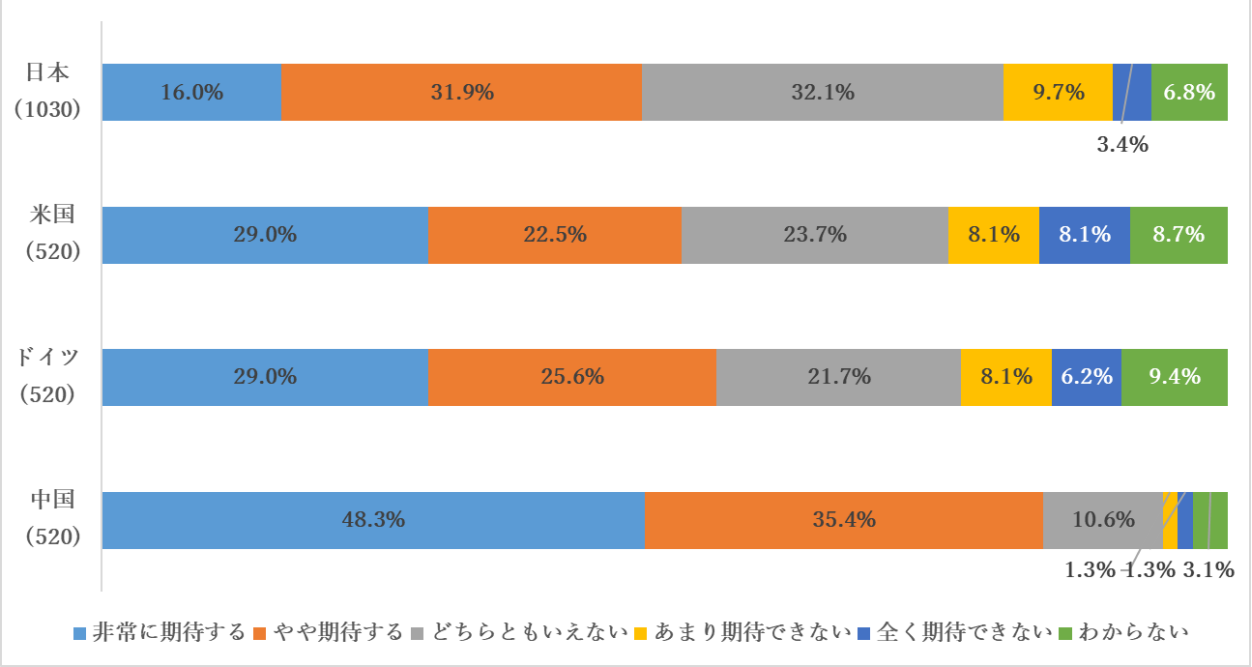
(c) 新しい価値をもった業務を創出できる



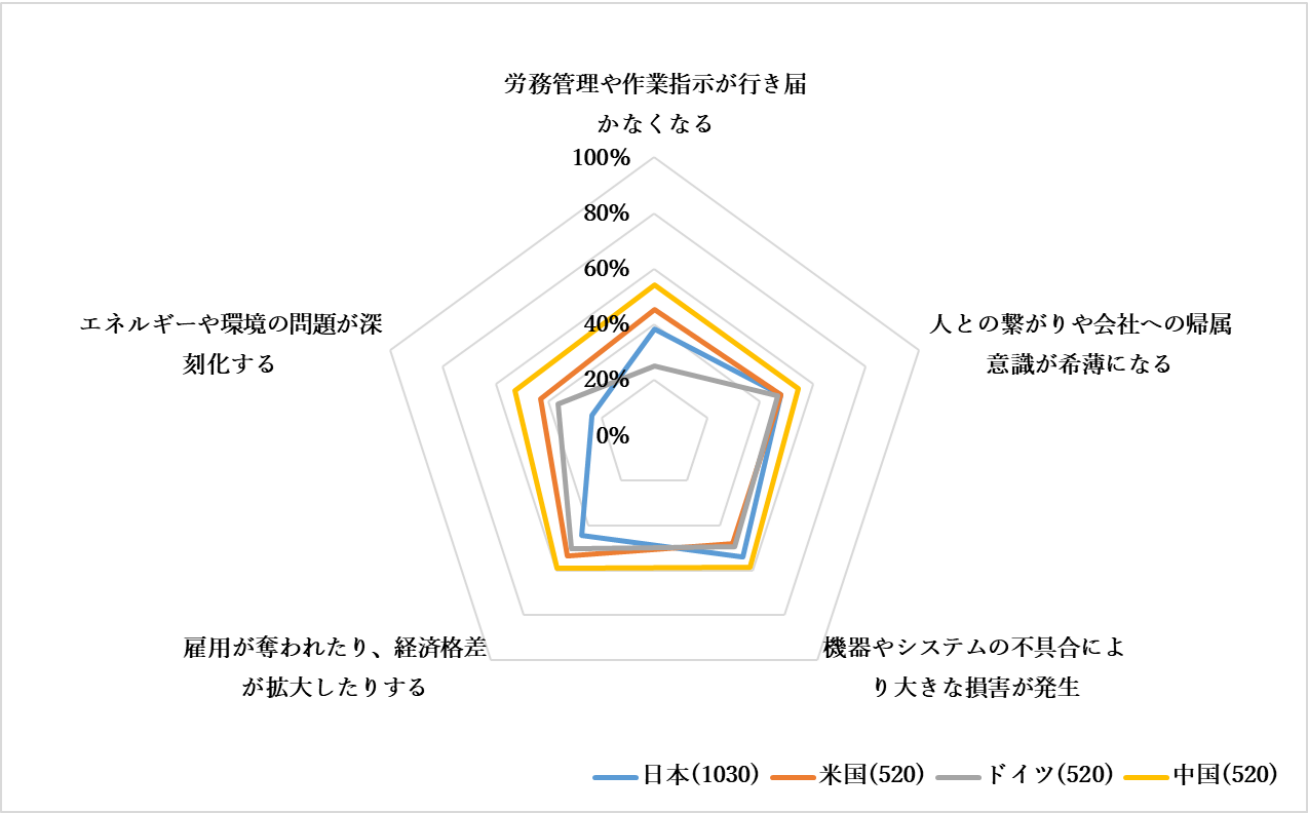
(d) 既存の業務効率・生産性を高めることができる



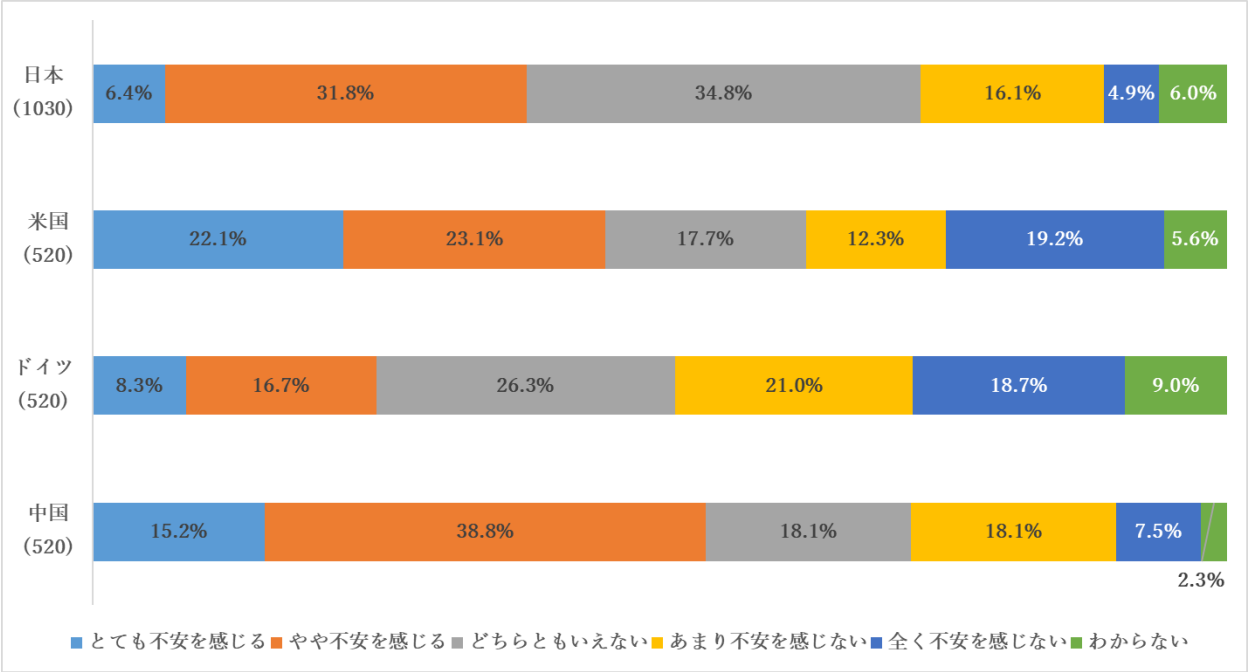
(e) エネルギーや環境の問題を改善してくれる



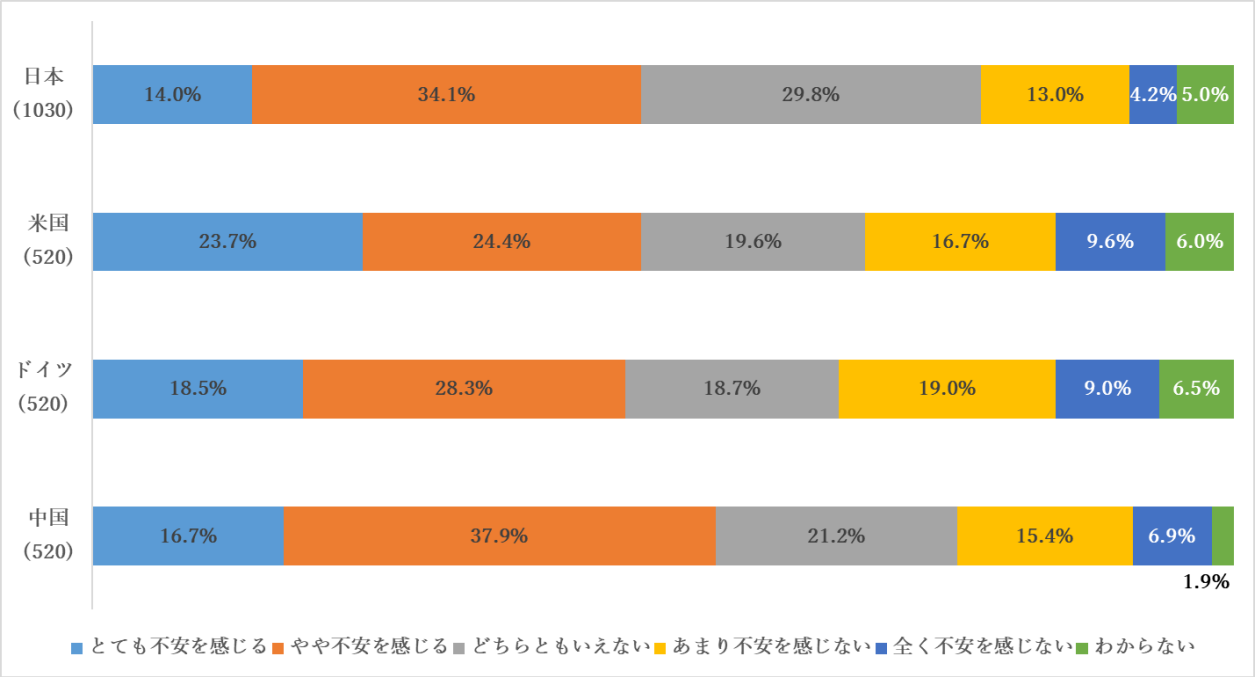
図表 3-64　働く上でのデジタル活用への不安（国別）



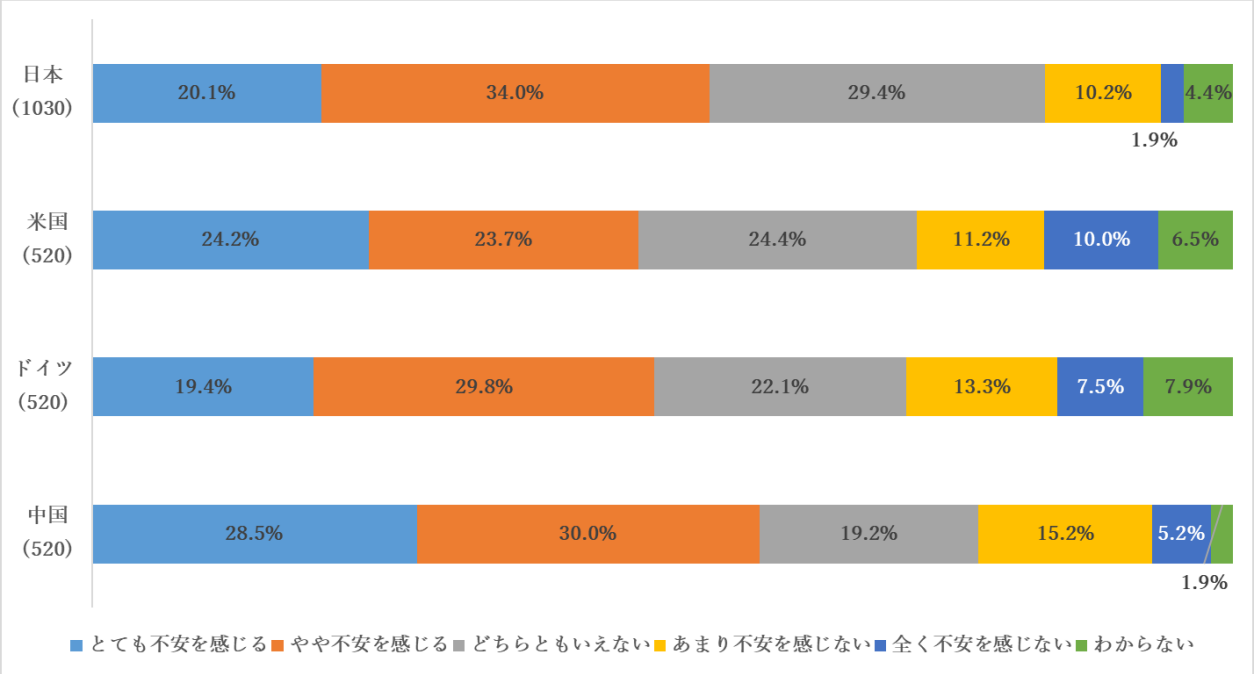
（a）労務管理や作業指示が行き届かなくなる



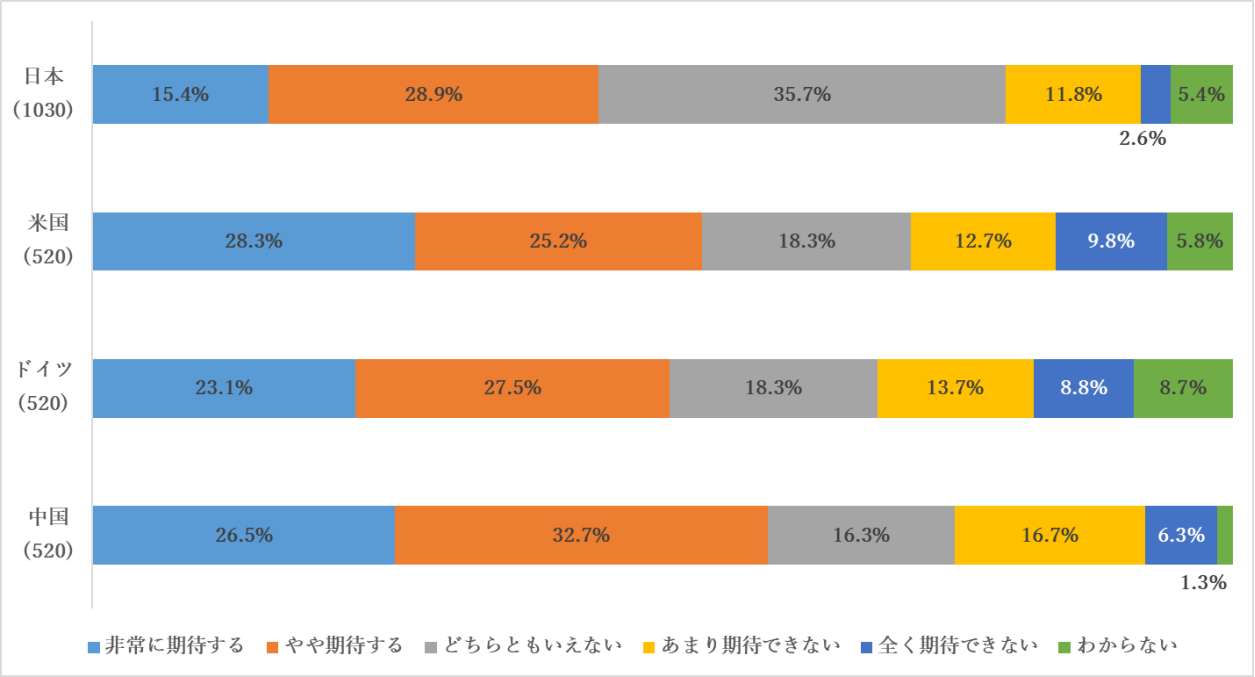
(b) 人との繋がりや会社への帰属意識が希薄になる



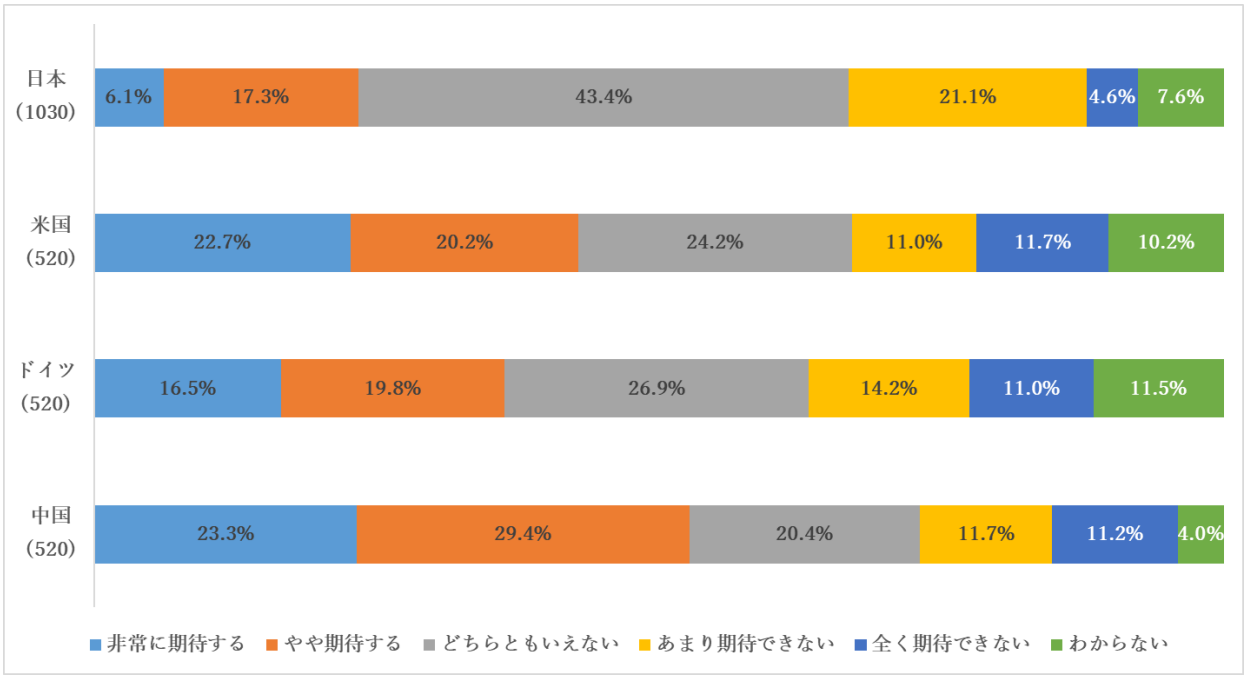
(c) 機器やシステムの不具合により大きな損害が発生



(d) 雇用が奪われたり、経済格差が拡大したりする

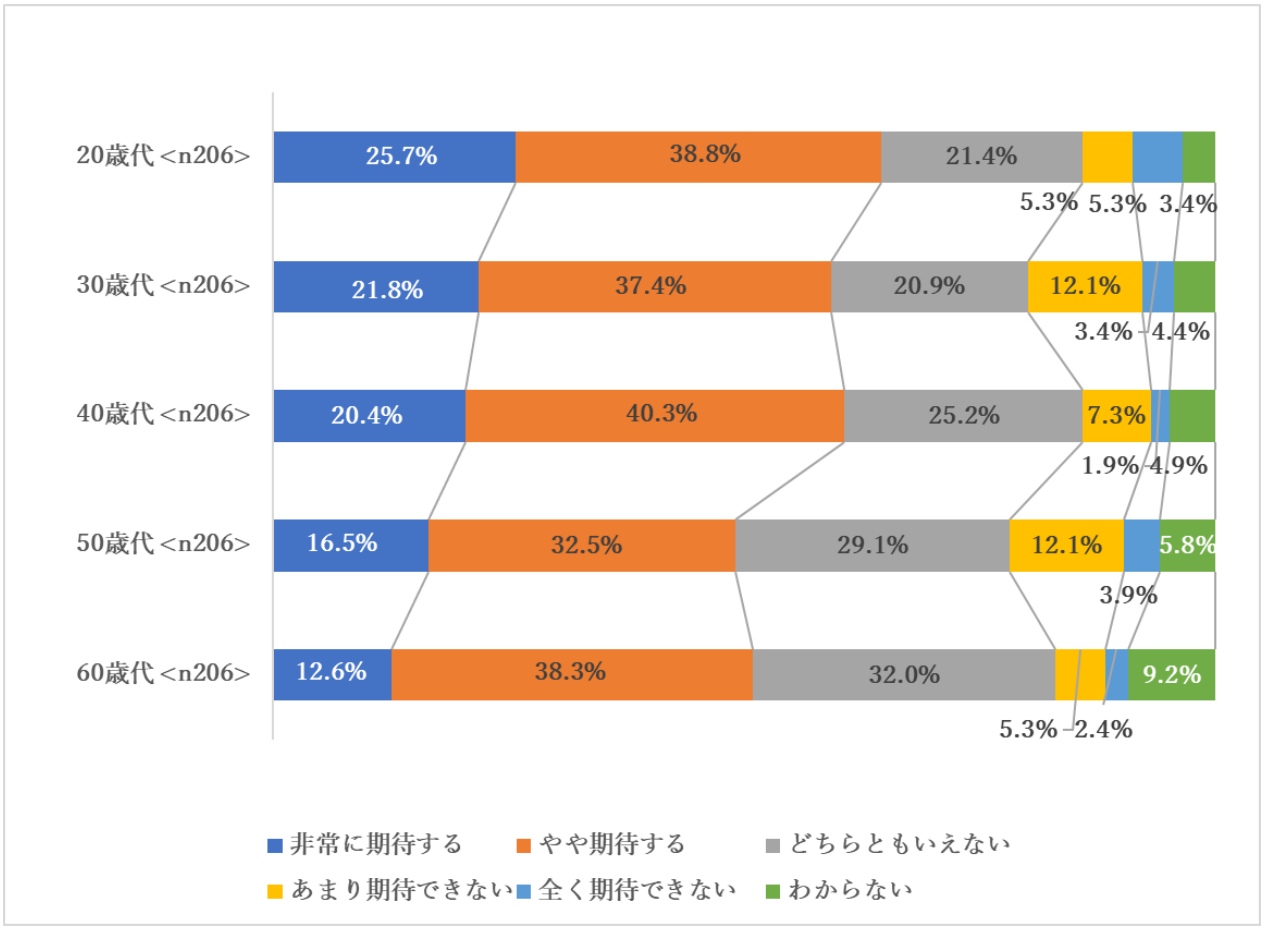


(e) エネルギーや環境の問題が深刻化する

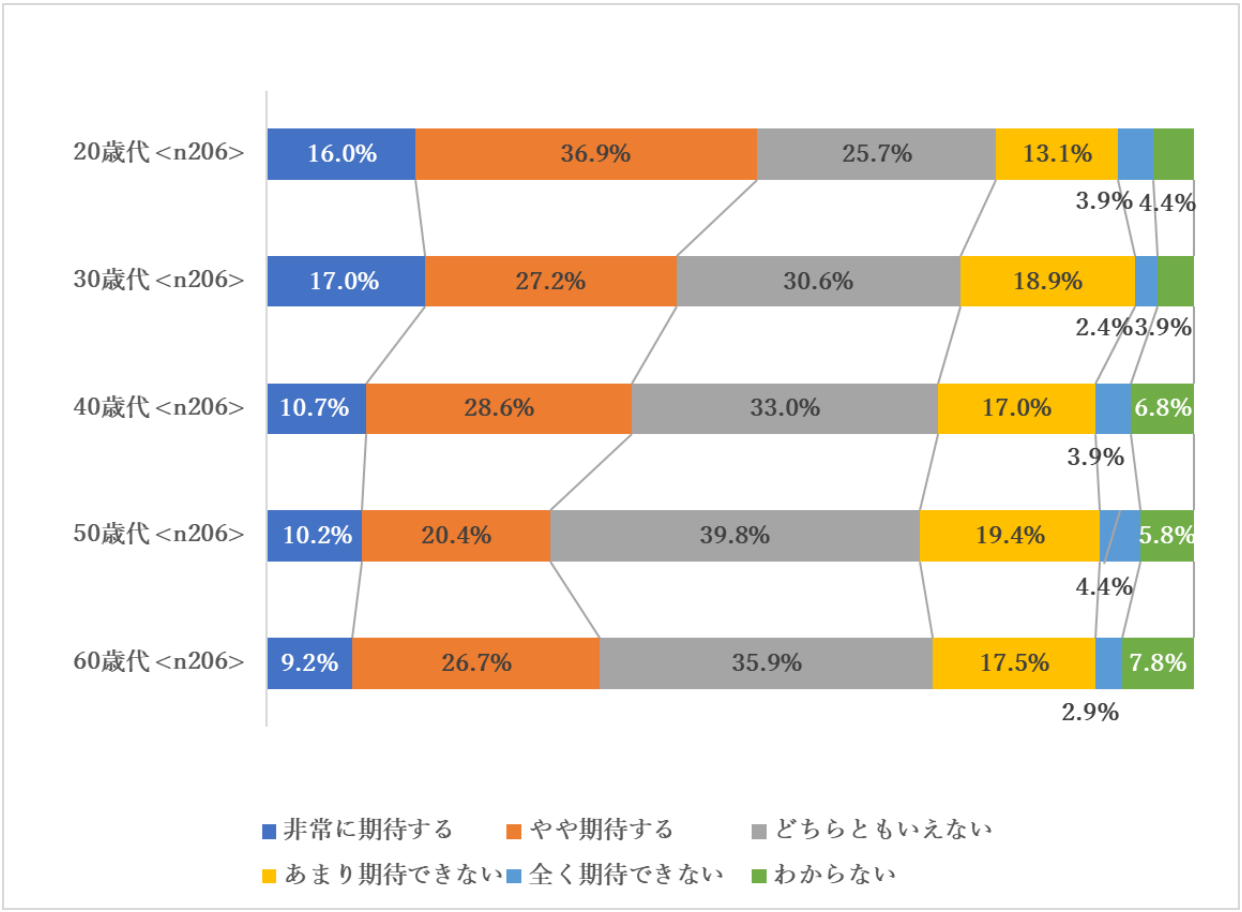


図表 3-65　働く上でのデジタル活用への期待（日本：年齢別）

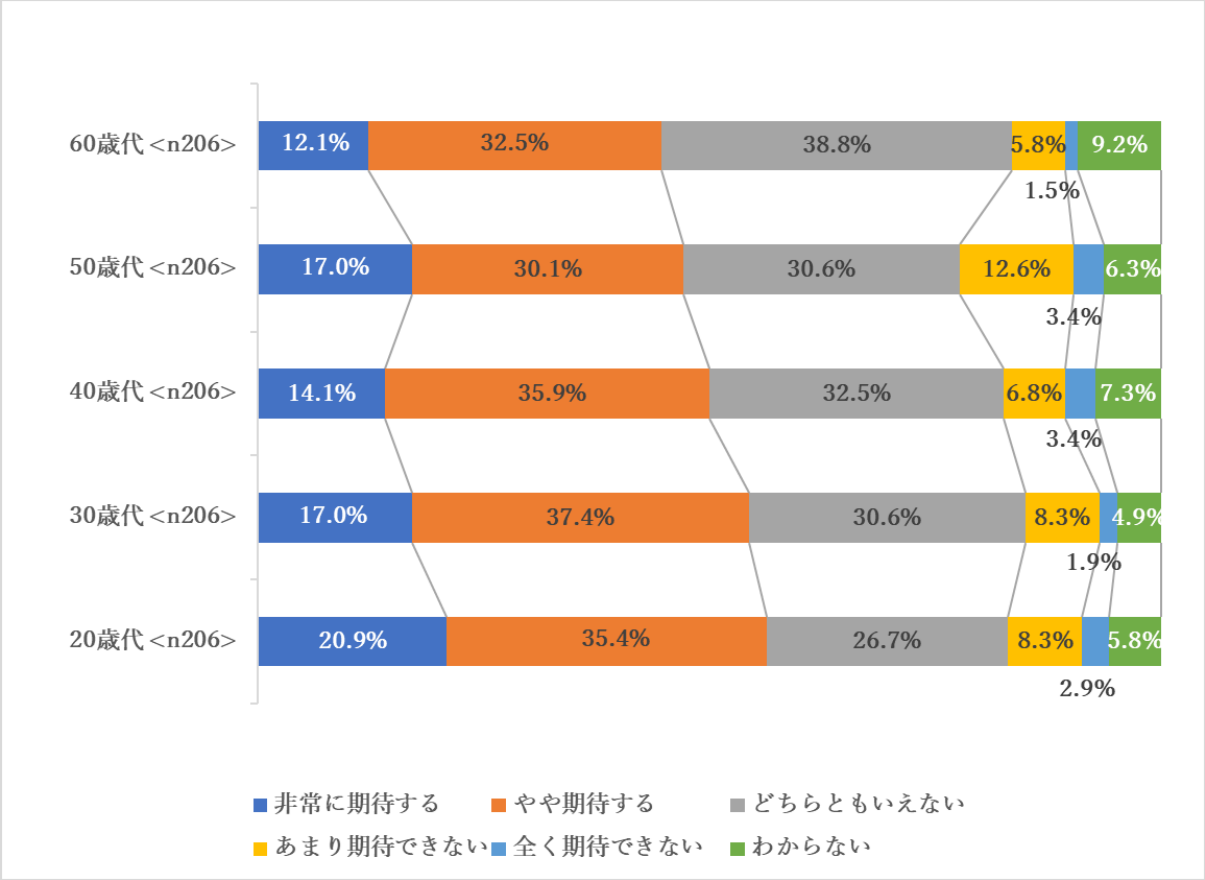
（a）時間や場所、障害の有無などによる制約がなくなり、柔軟な働き方ができるようになる



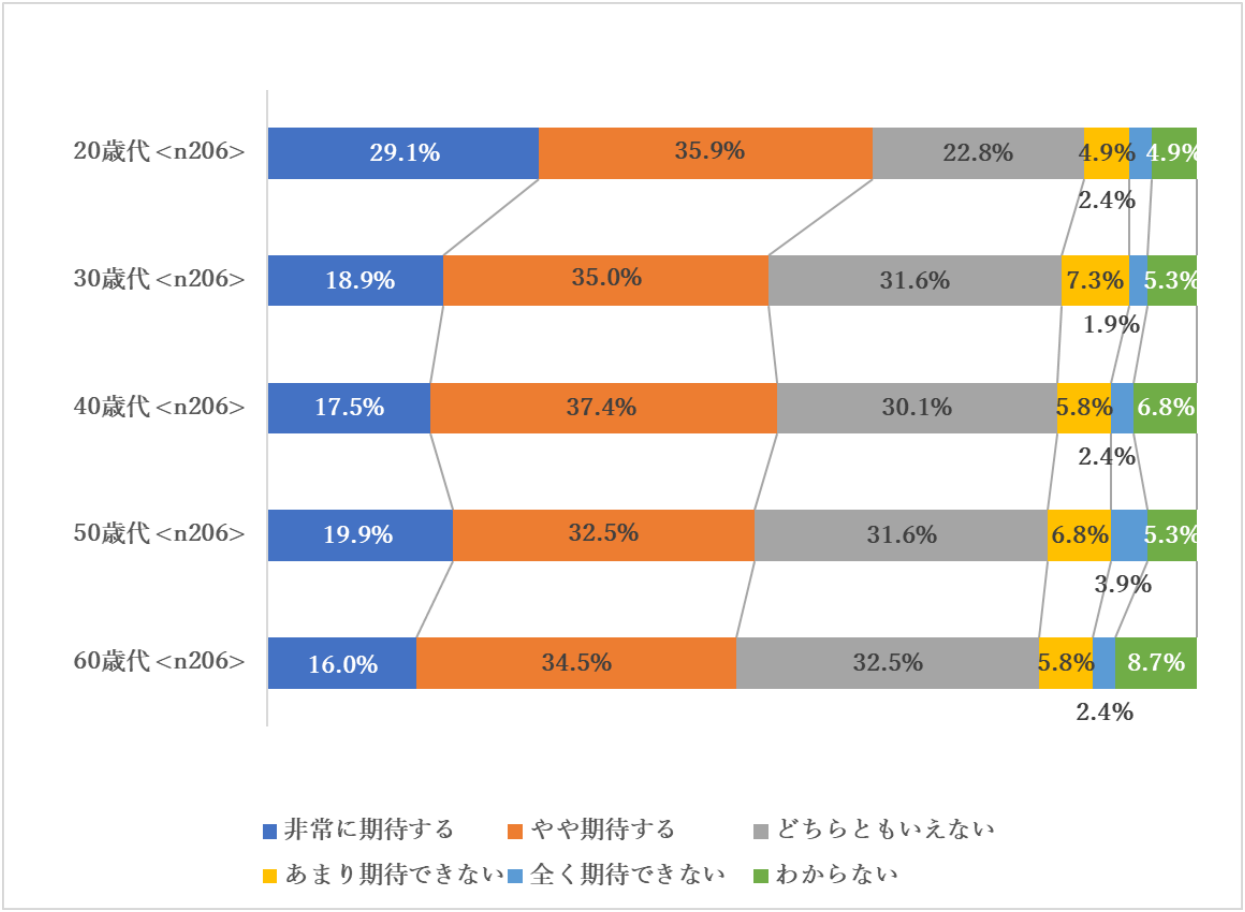
(b) 関係者とのコミュニケーションを円滑に図れるようになる



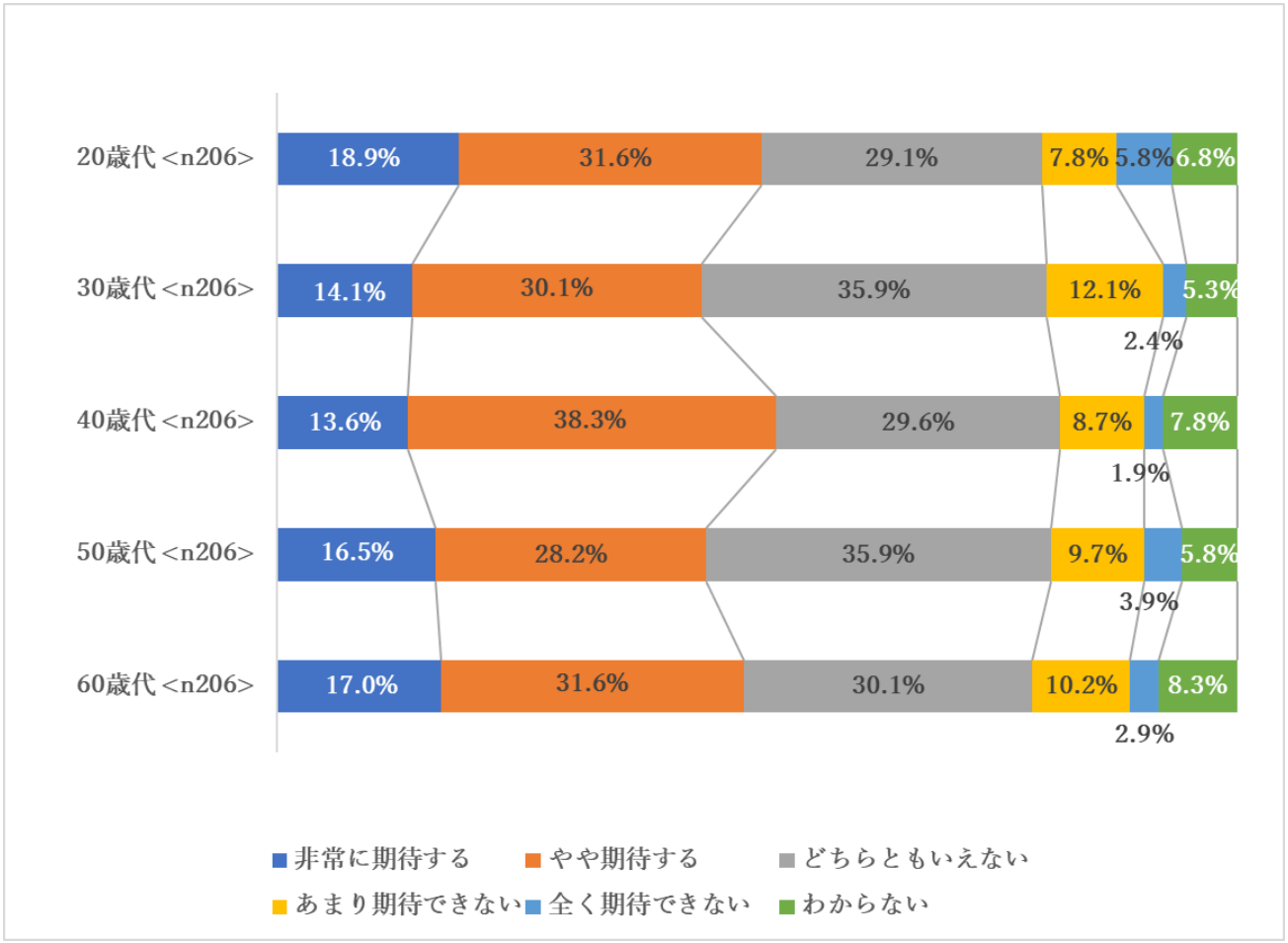
（c）新しい価値をもった業務を創出できる



（d）既存の業務効率・生産性を高めることができる

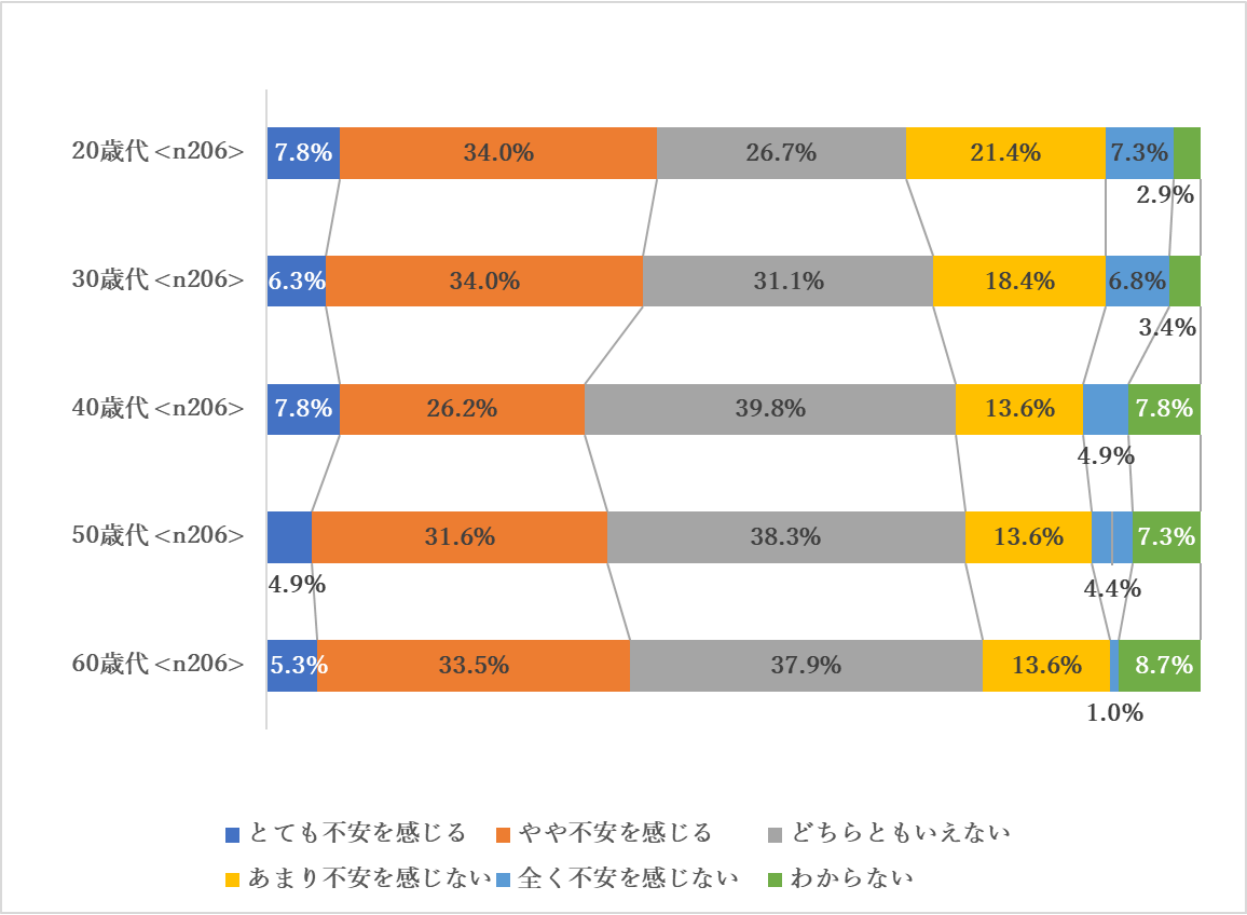


(e) エネルギーや環境の問題を改善してくれる

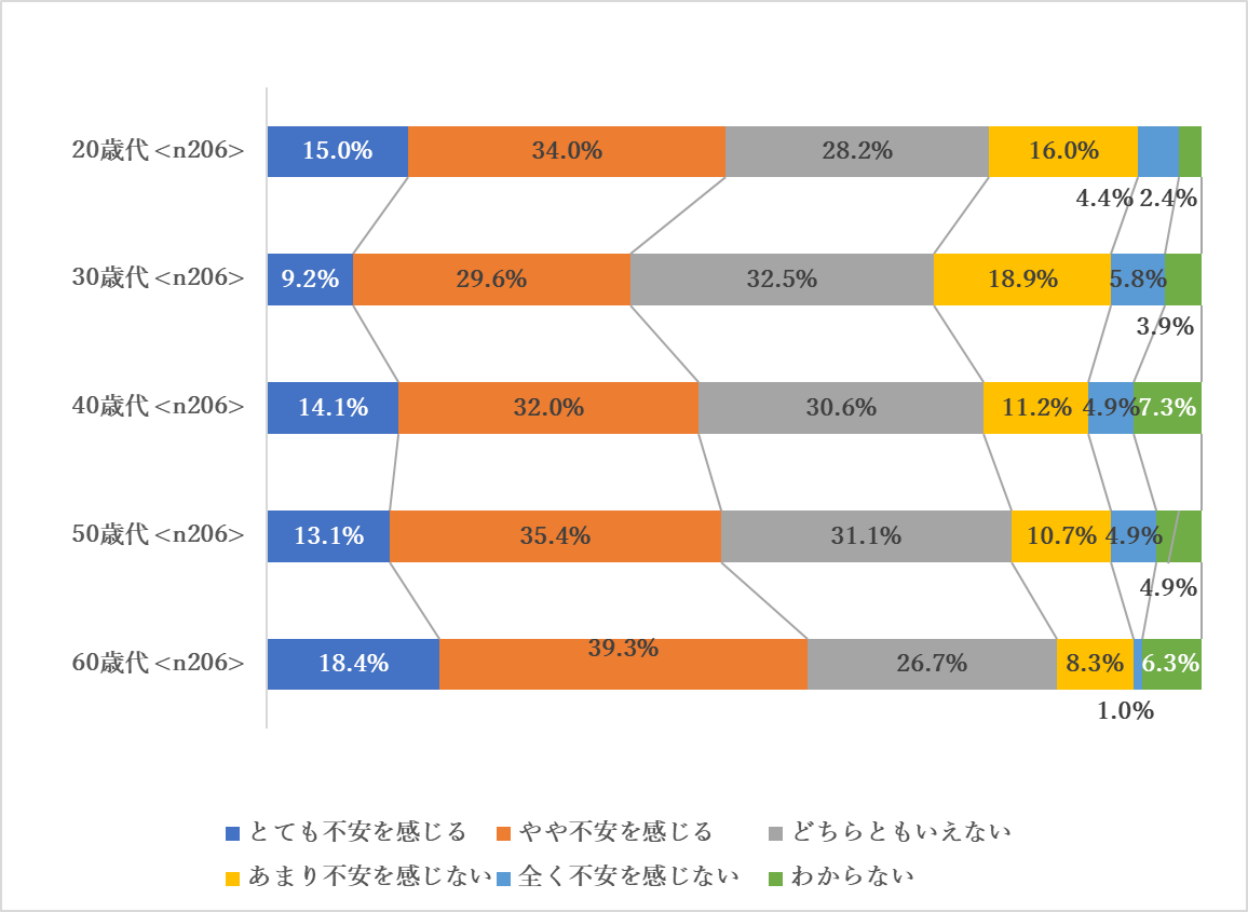


図表 3-66　働く上でのデジタル活用への不安（日本：年齢別）

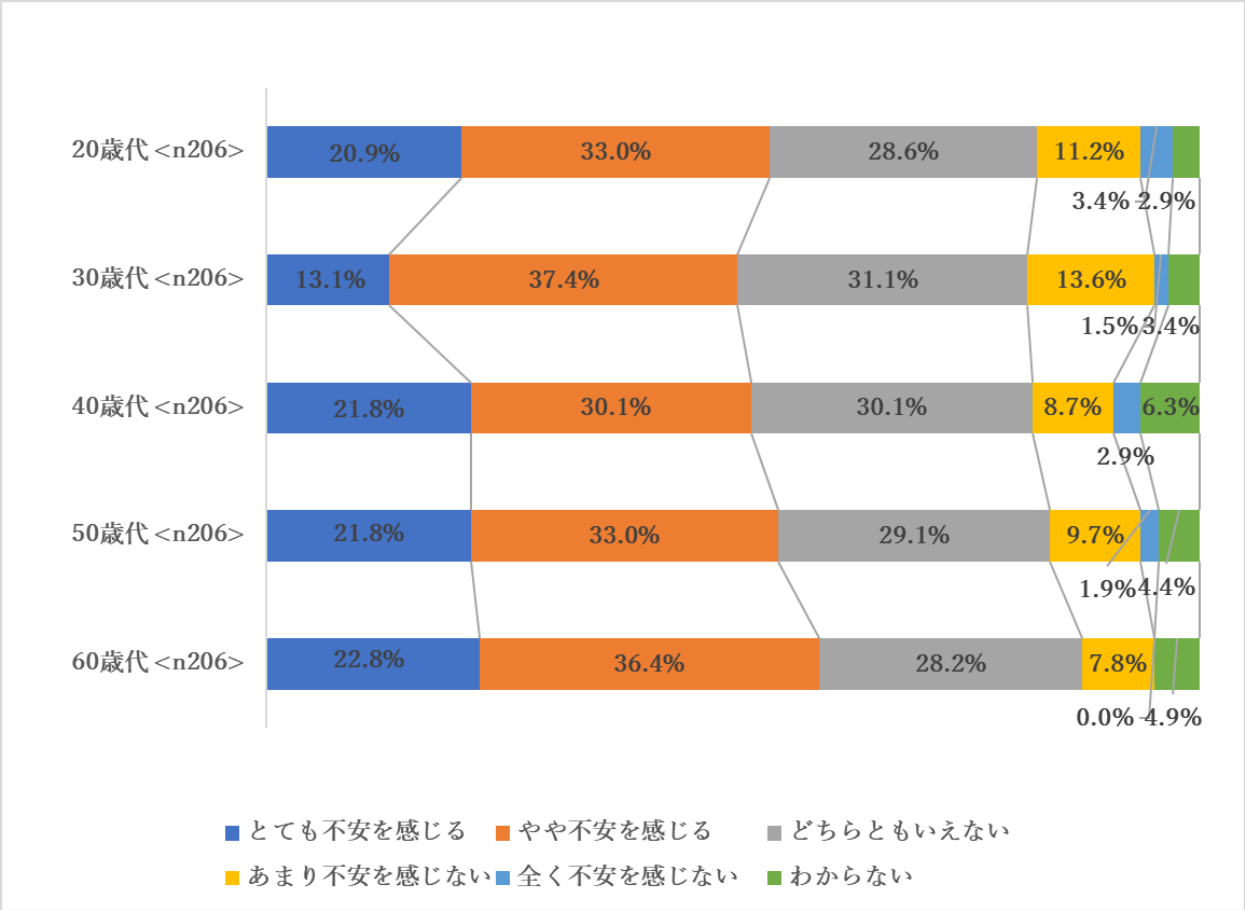
（a）労務管理や作業指示が行き届かなくなる



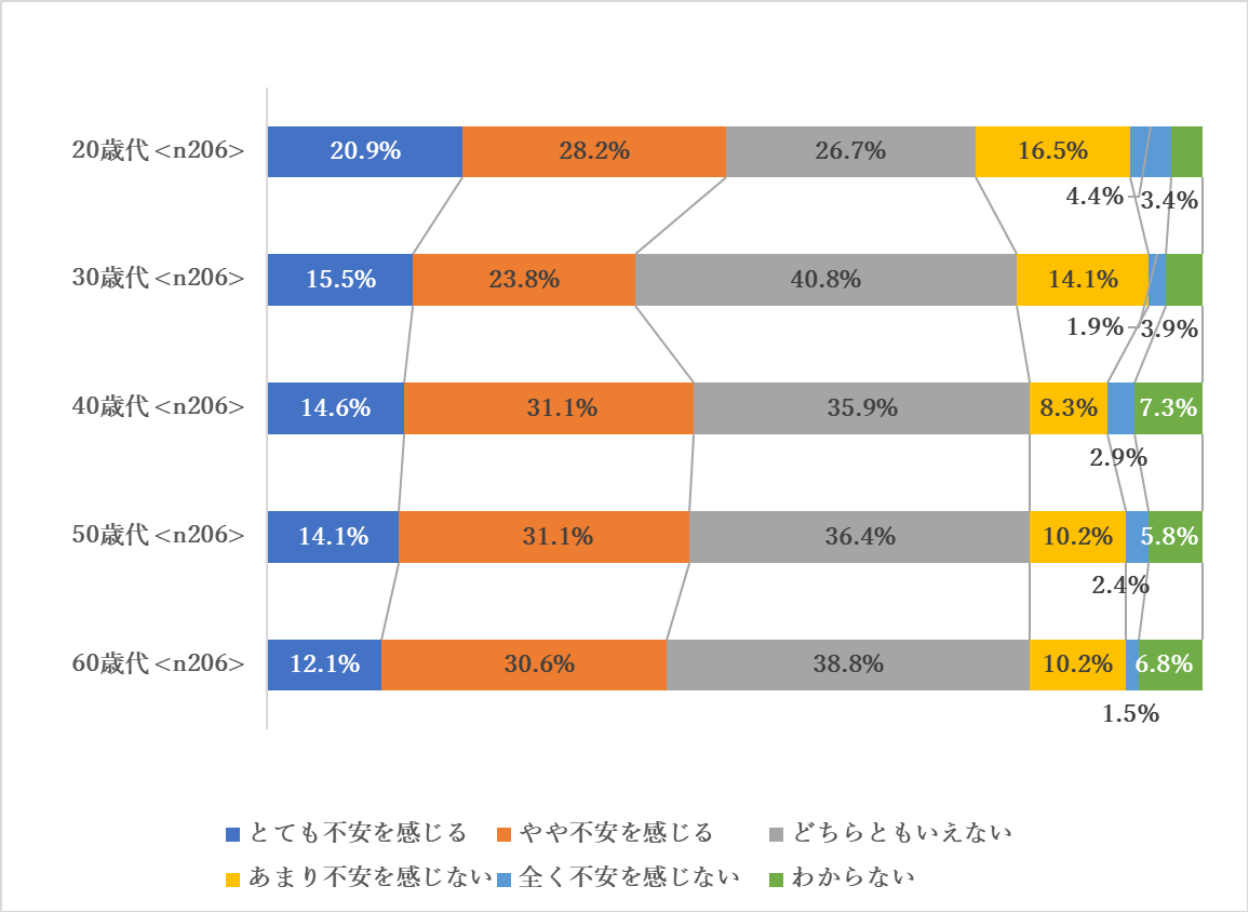
(b) 人との繋がりや会社への帰属意識が希薄になる



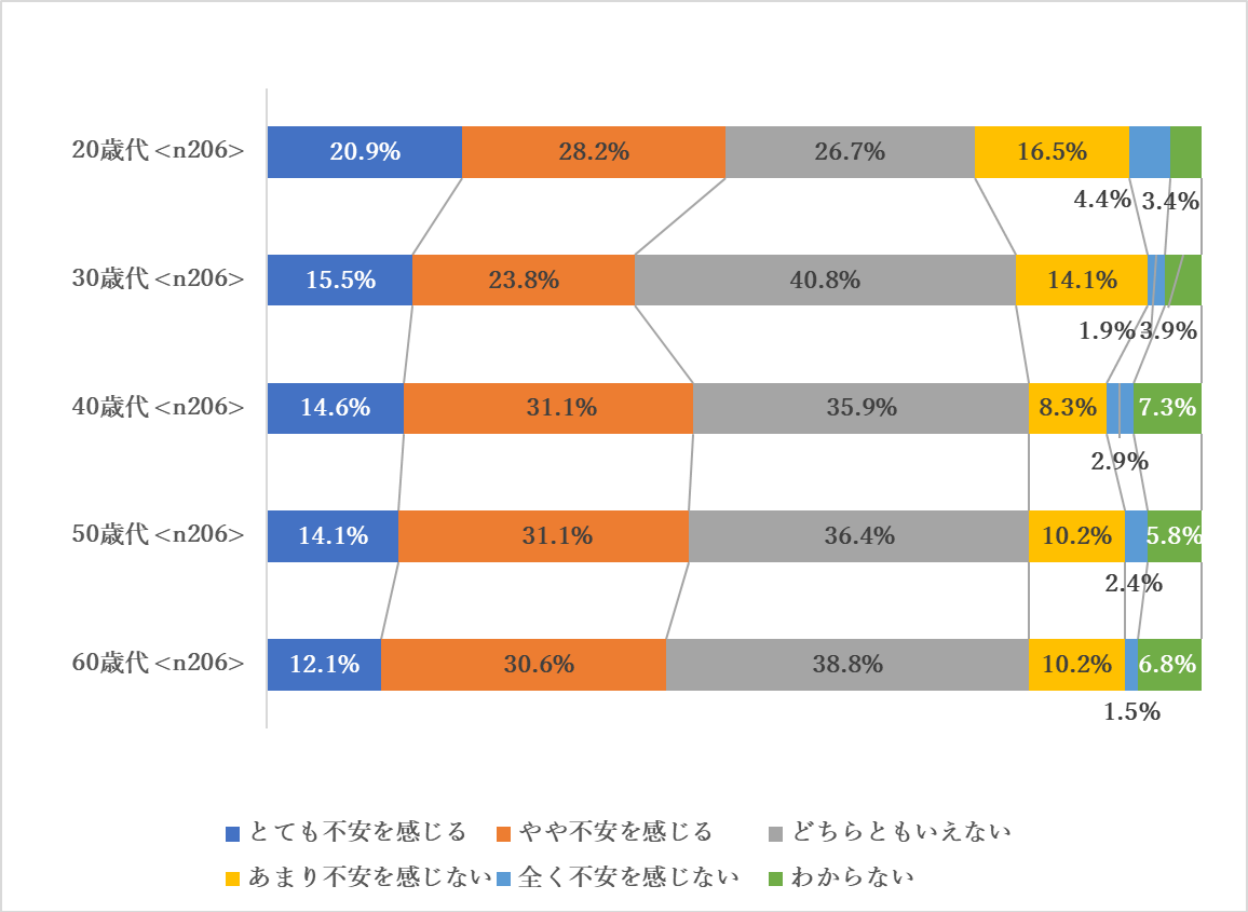
(c) 機器やシステムの不具合により大きな損害が発生



(d) 雇用が奪われたり、経済格差が拡大したりする

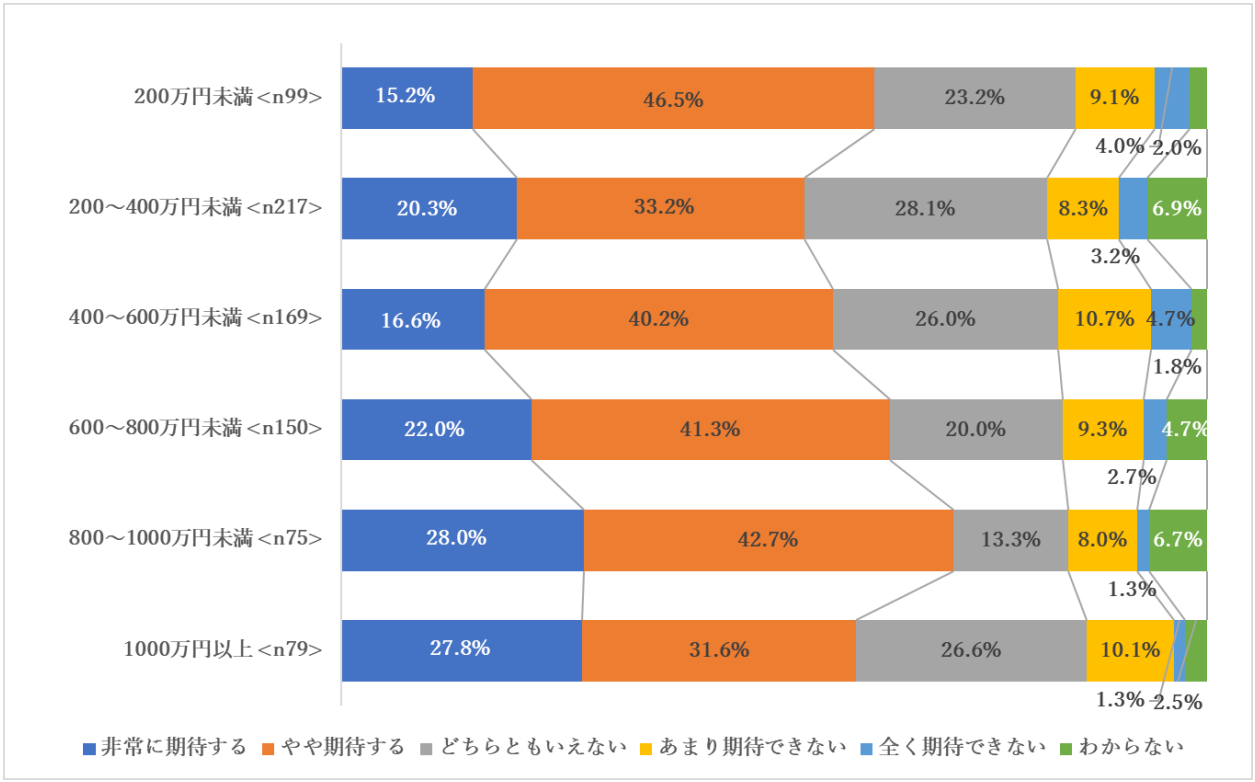


(e) エネルギーや環境の問題が深刻化する

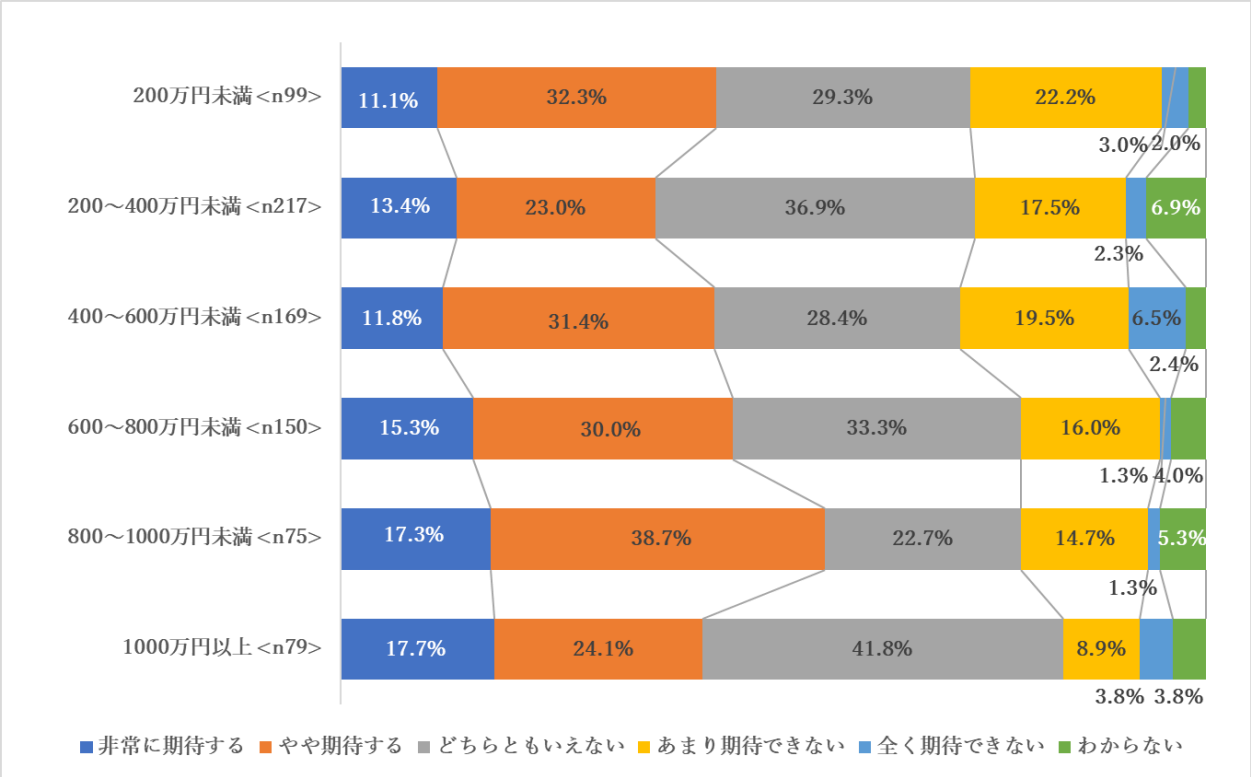


図表 3-67　働く上でのデジタル活用への期待（日本：世帯年収別）

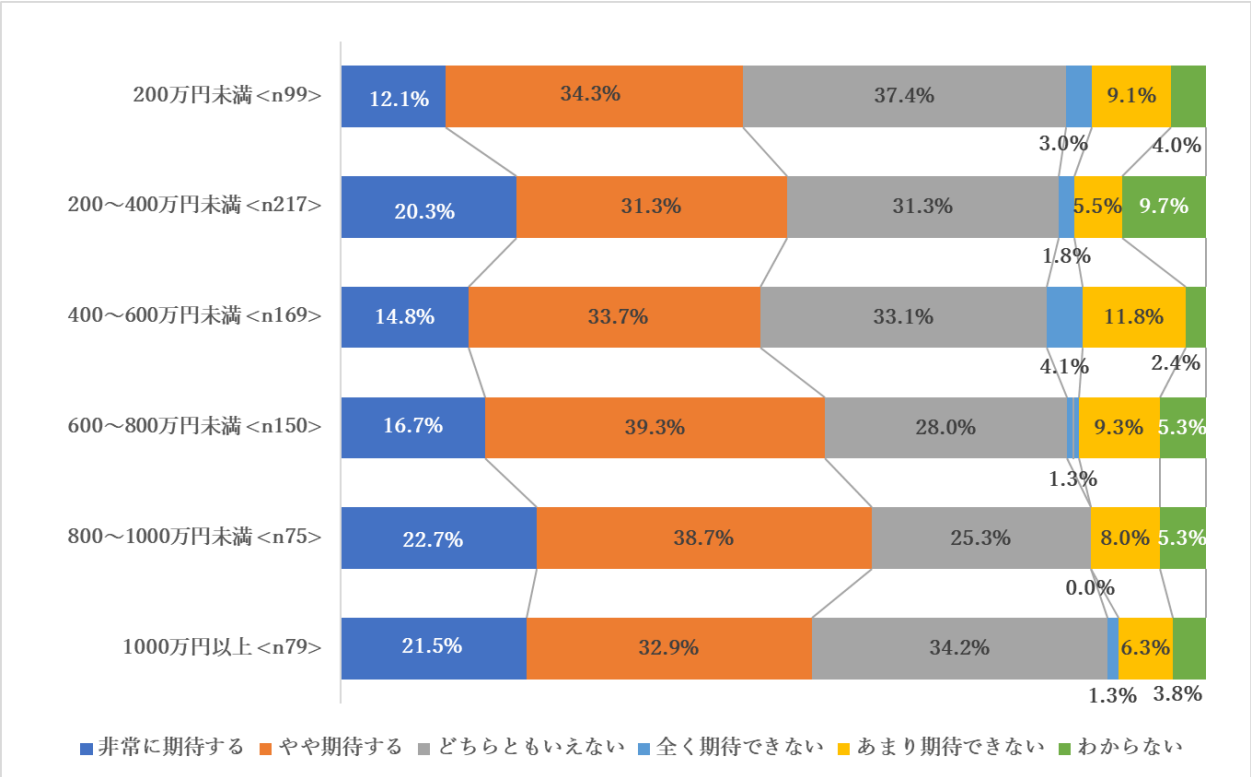
(a) 時間や場所、障害の有無などによる制約がなくなり、柔軟な働き方ができるようになる



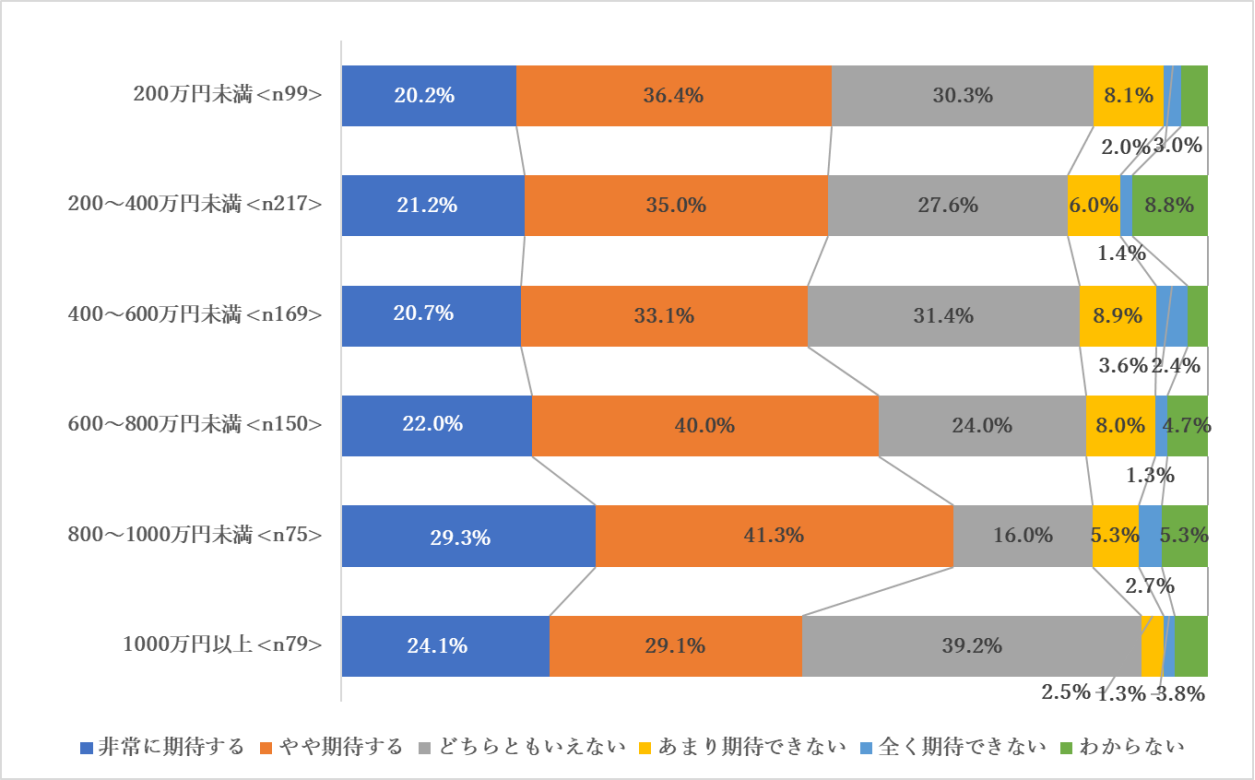
(b) 関係者とのコミュニケーションを円滑に図れるようになる



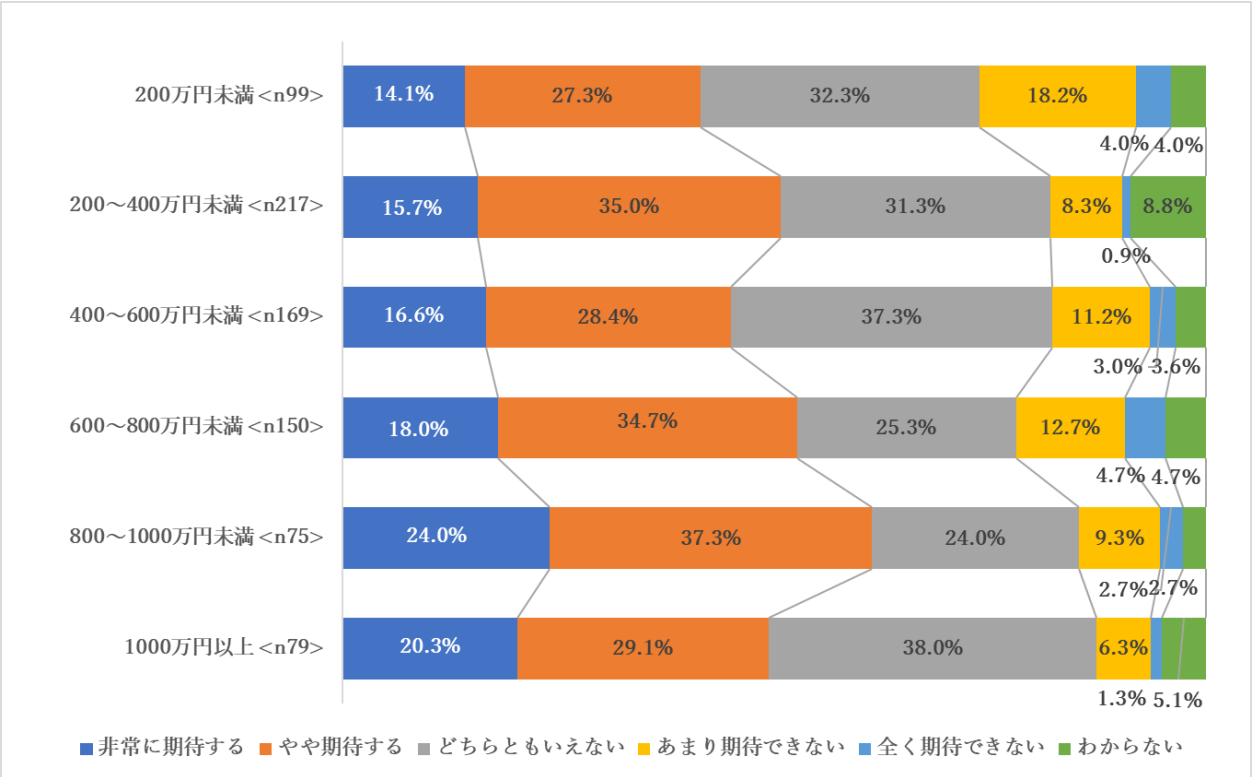
(c) 新しい価値をもった業務を創出できる



(d) 既存の業務効率・生産性を高めることができる

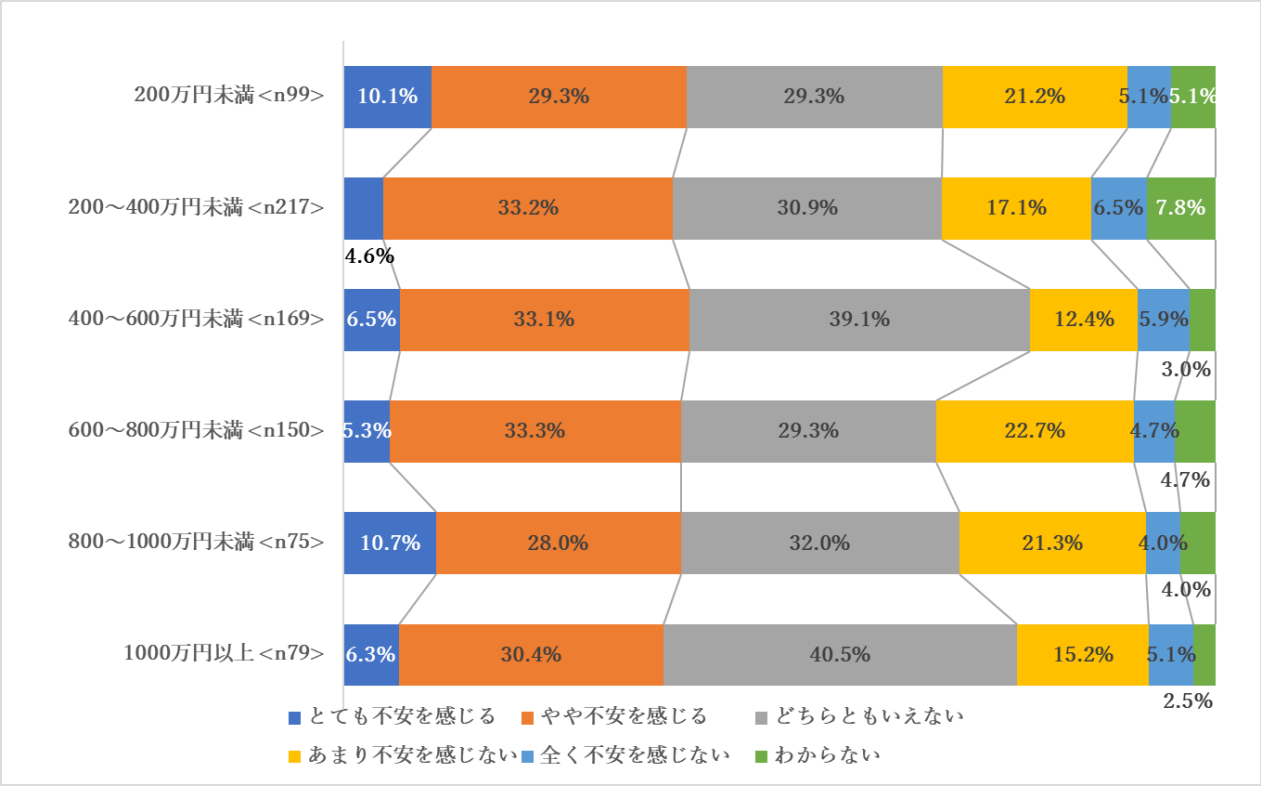


(e) エネルギーや環境の問題を改善してくれる

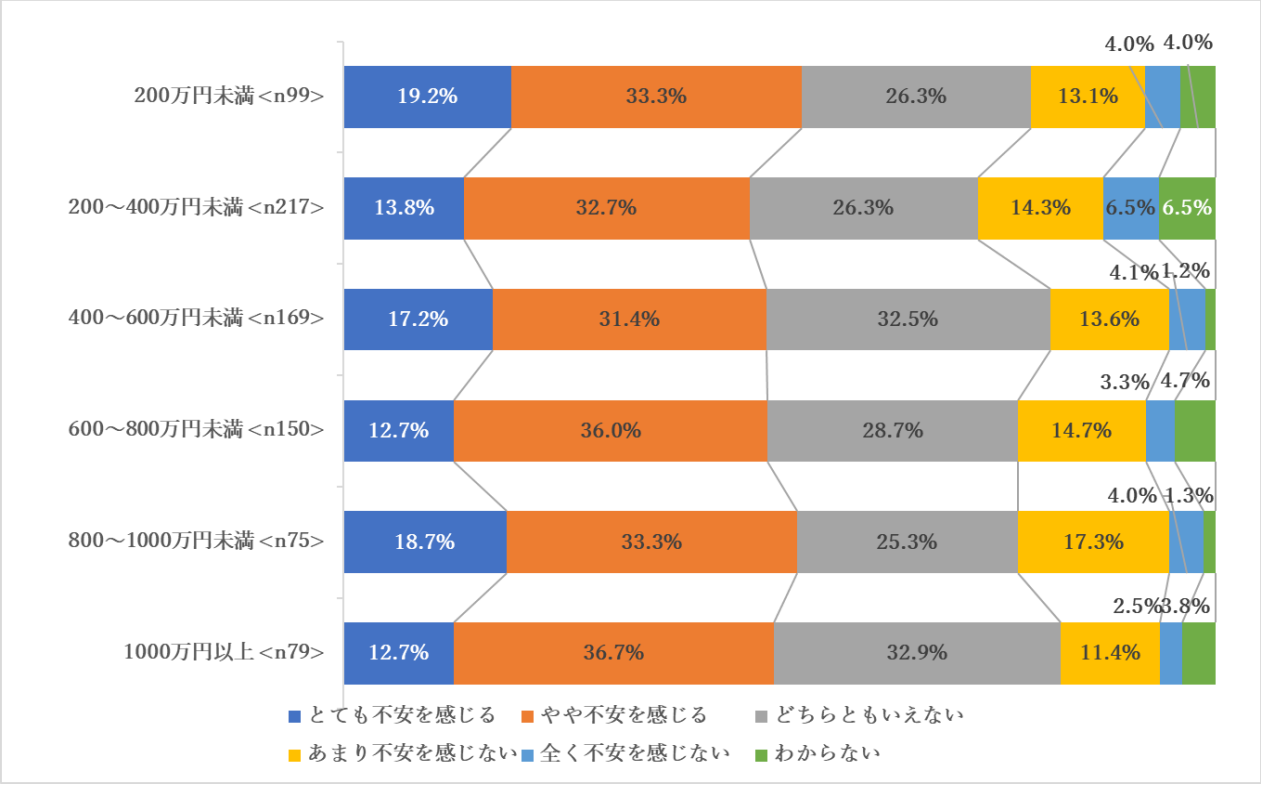


図表 3-68　働く上でのデジタル活用への不安（日本：世帯年収別）

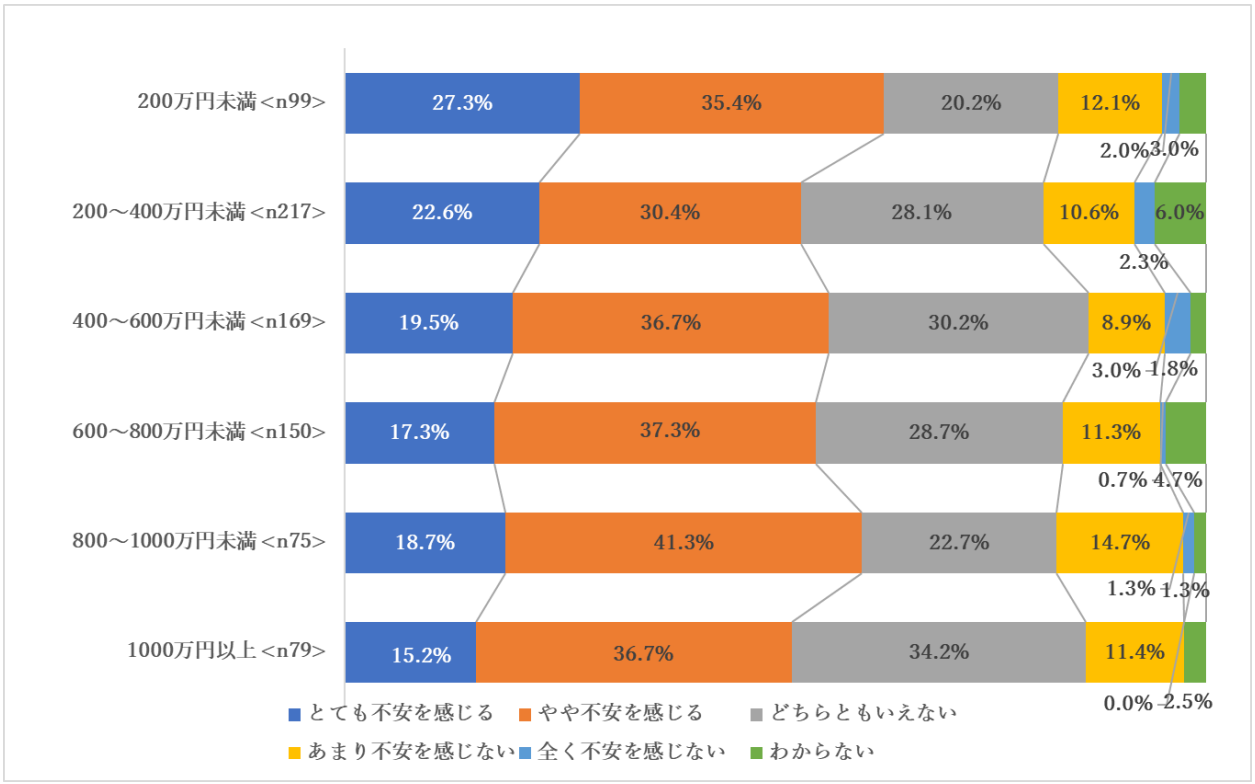
（a）労務管理や作業指示が行き届かなくなる



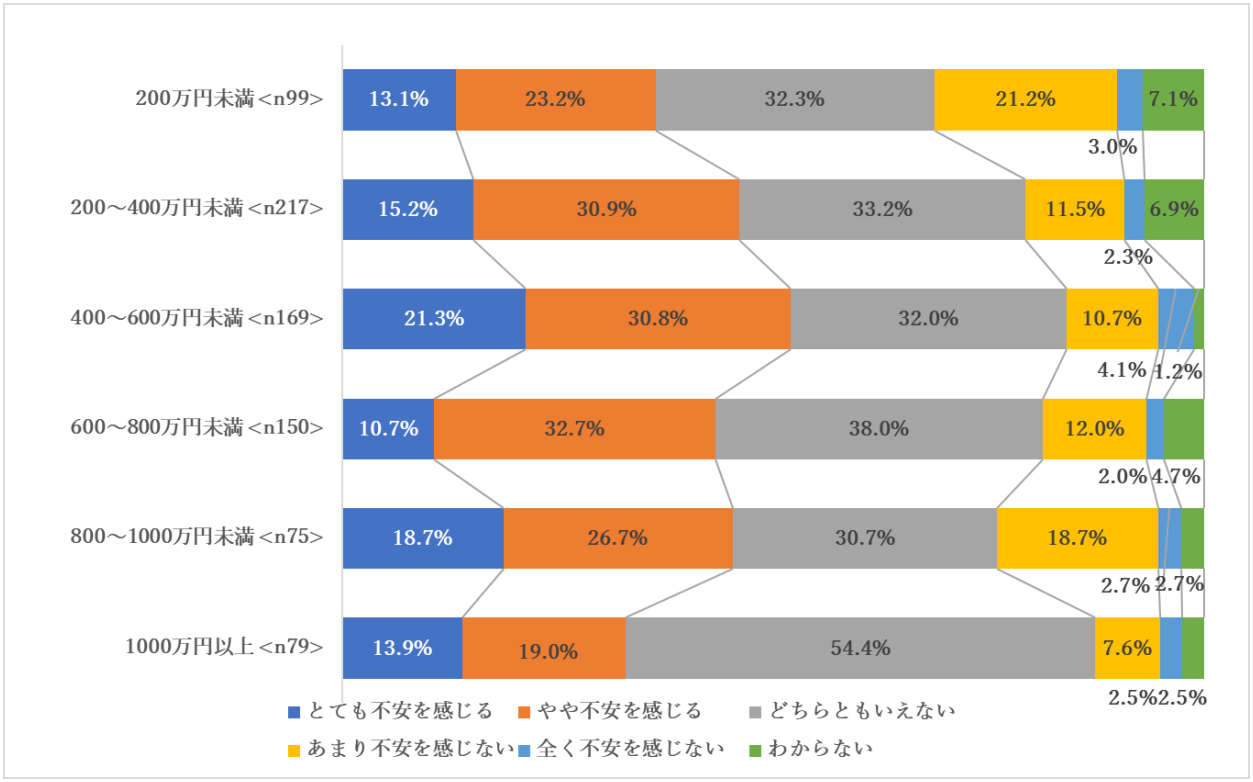
（b）人との繋がりや会社への帰属意識が希薄になる



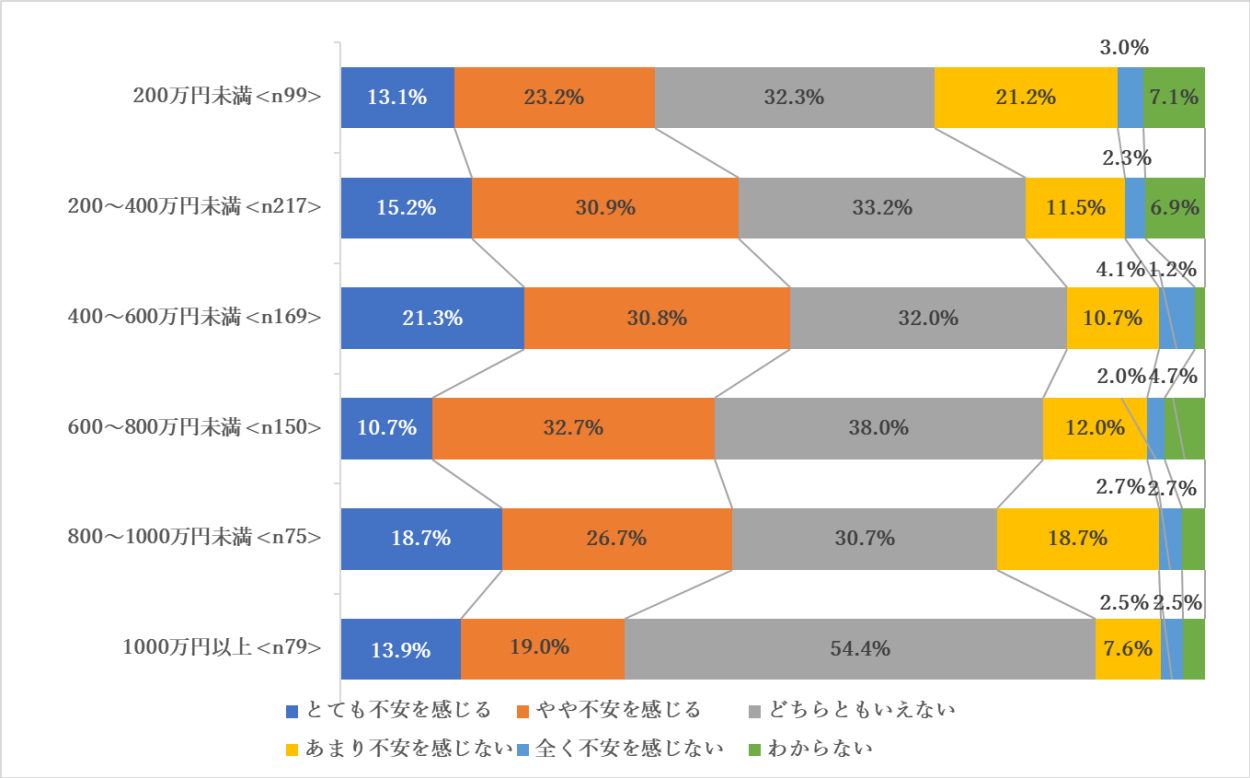
(c) 機器やシステムの不具合により大きな損害が発生



(d) 雇用が奪われたり、経済格差が拡大したりする



(e) エネルギーや環境の問題が深刻化する



(イ) 民間サービス

i　利活用及び利用意向の状況

民間のデジタルサービスとして、フォートナイトなどのオンラインゲーム、バーチャルイベントなどのXR コンテンツ等の仮想空間上での体験型エンターテインメントサービスの利用状況について尋ねた。

仮想空間上の体験型エンターテインメントサービスを利用したことがあると回答した割合（「生活や仕事のうえで活用している」、「利用したことがある」の合計）は、海外では 31～45.6 %となっていたのに対して、日本では 9.6%となり海外より大幅に低くなっていた。一方で、利用意向が低いと考えられる回答の割合（「必要としていない」、「利用する気になれない」の合計）は海外で最も割合の高いドイツの 50%に比べ、日本では 65.4%となっていた（図表 3-69）。

仮想空間上の体験型エンターテインメントサービスを「利用したいが困難」あるいは「利用する気になれない」と回答した方に対して、具体的にどのような課題や障害があるか尋ねた結果、日本、諸外国共に「使いたいサービスがない」とサービスに対する課題を挙げた割合が多かった（図表 3-70）。

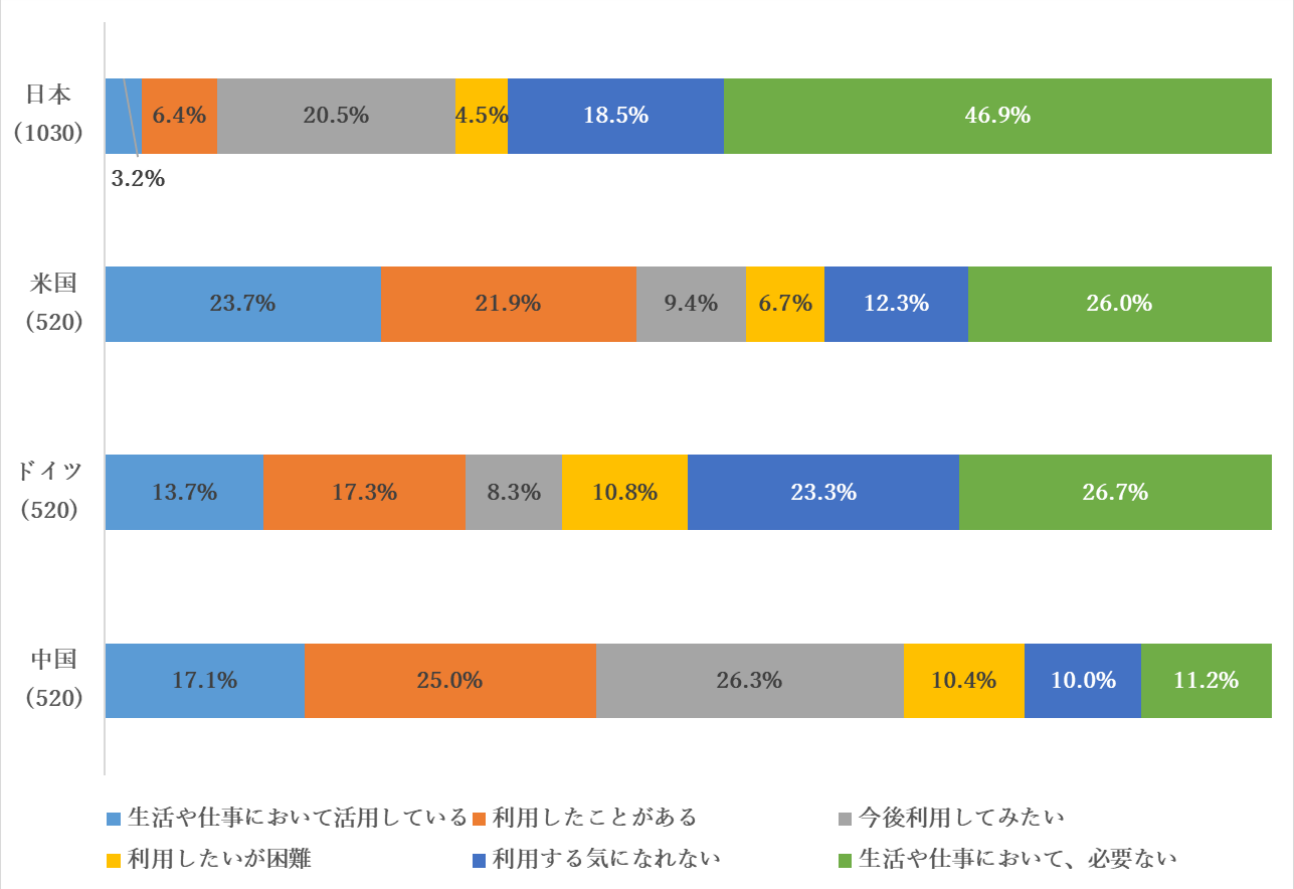
日本における年齢別、世帯年収別での利活用動向について整理した。

年齢別に見ると、仮想空間上での体験型エンターテインメントサービスを利用したことがあると回答した割合（「生活や仕事のうえで活用している」、「利用したことがある」の合計）は、20 歳代が 13.6%と最も利用率が高かった。また、「今後使用してみたいと思う」と回答した割合が 27.2%と最も大きくなっ

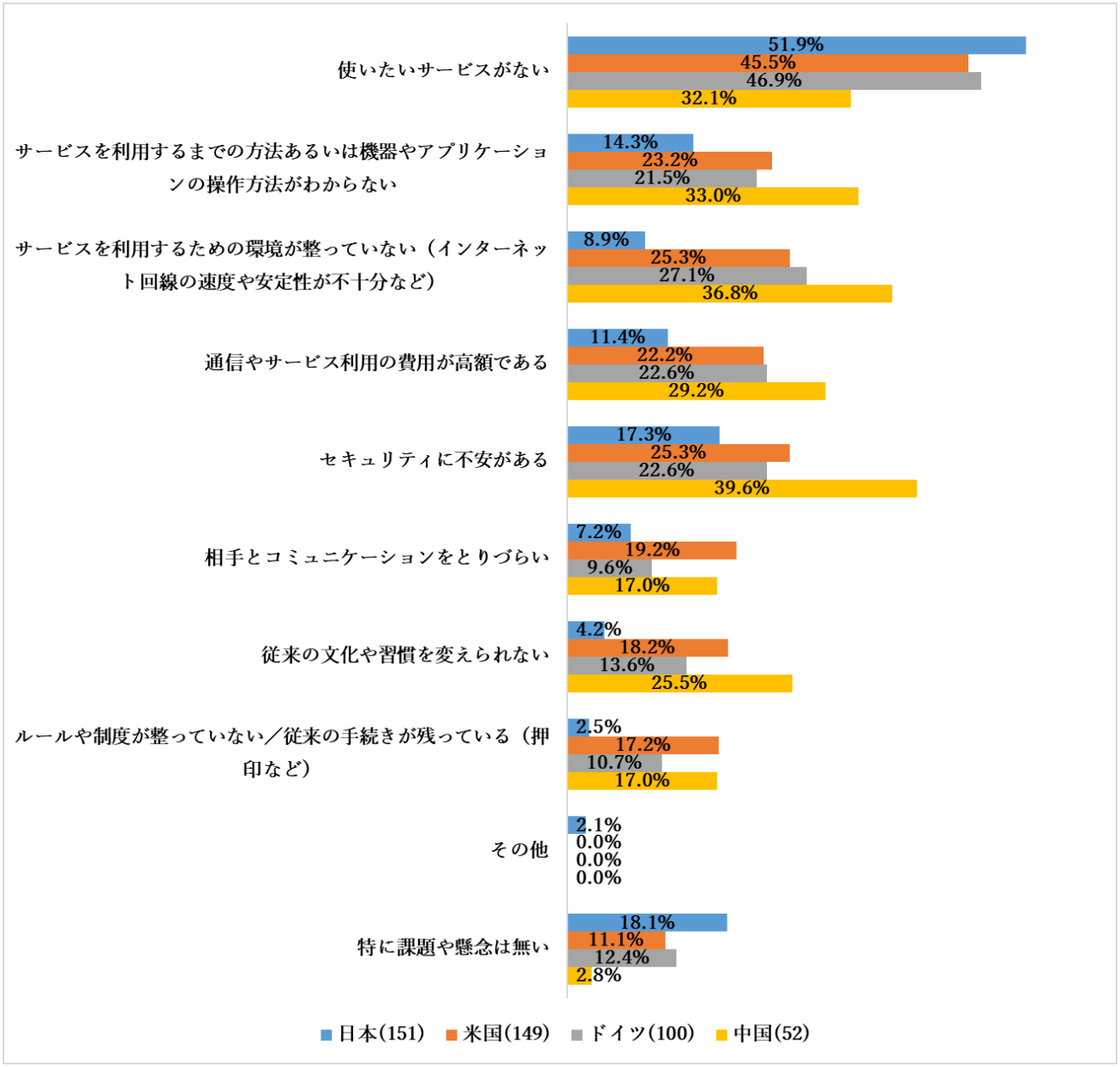
ており、利用意向が高いことが伺えた。一方で、「生活や仕事において、必要ない」と考える割合は年齢層が上がるにつれて高くなり、20 歳代では 36.9%であったのに対して、60 歳代では 54.9%となっていた（図表 3-71）。

世帯年収別に見ると、利用したことがある割合（「生活や仕事において活用している」、「利用したことがある」の合計）世帯年収ごとの差はあまり見受けられなかった（図表 3-72）。

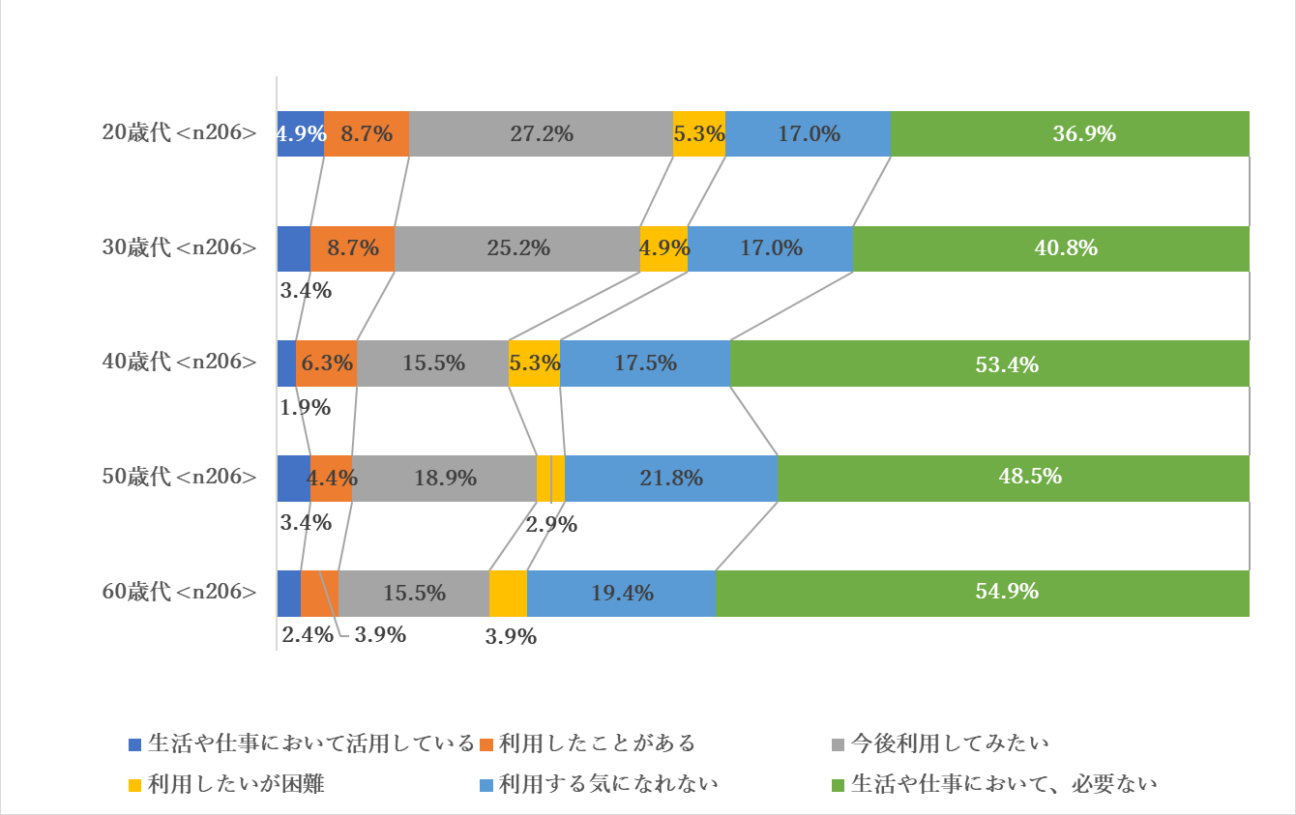
図表 3-69　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス利用状況の比較（国別）



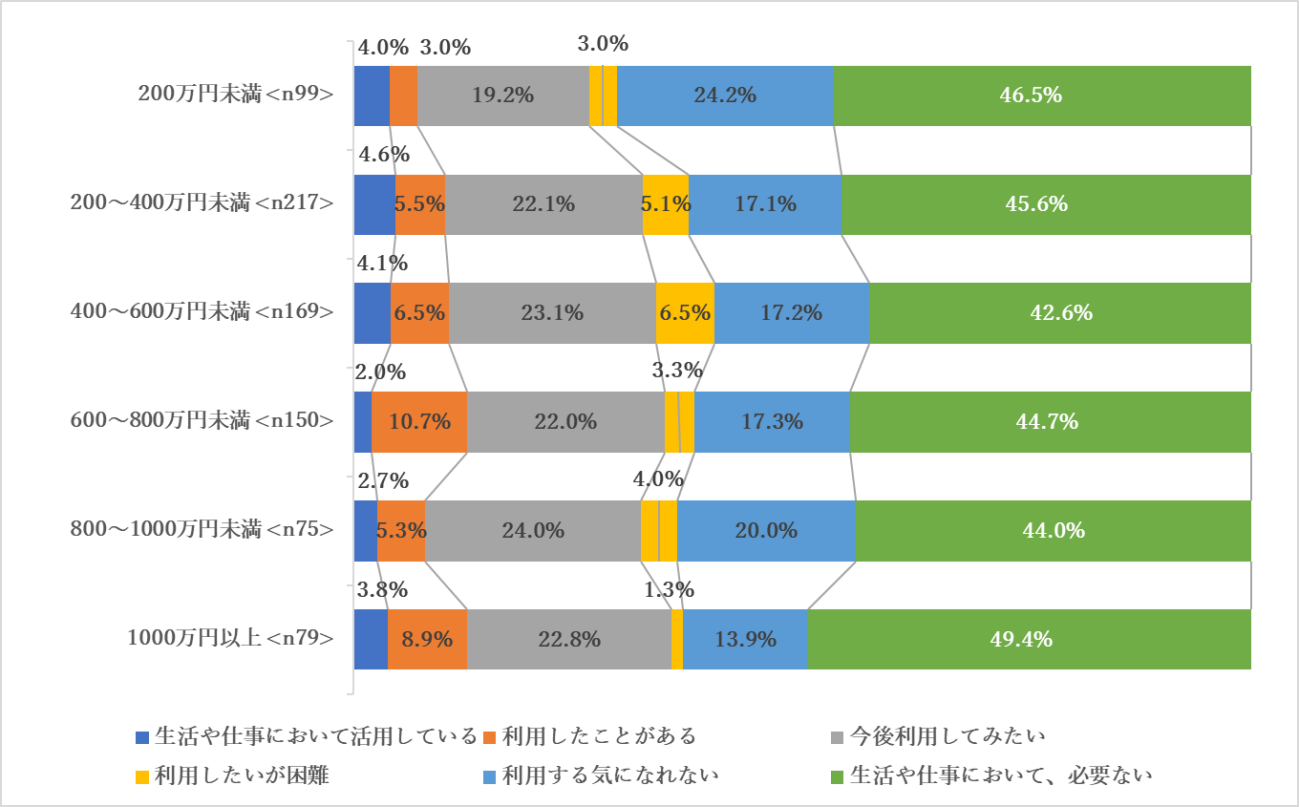
図表 3-70　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービスが困難である理由（国別）



図表 3-71　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス利用状況（日本：年齢別）



図表 3-72　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス利用状況（日本：世帯年収別）



ii　デジタル化に伴う期待・不安

仮想空間上での体験型エンターテインメントサービスのデジタル化が進展することに対する期待と不安について尋ねた。

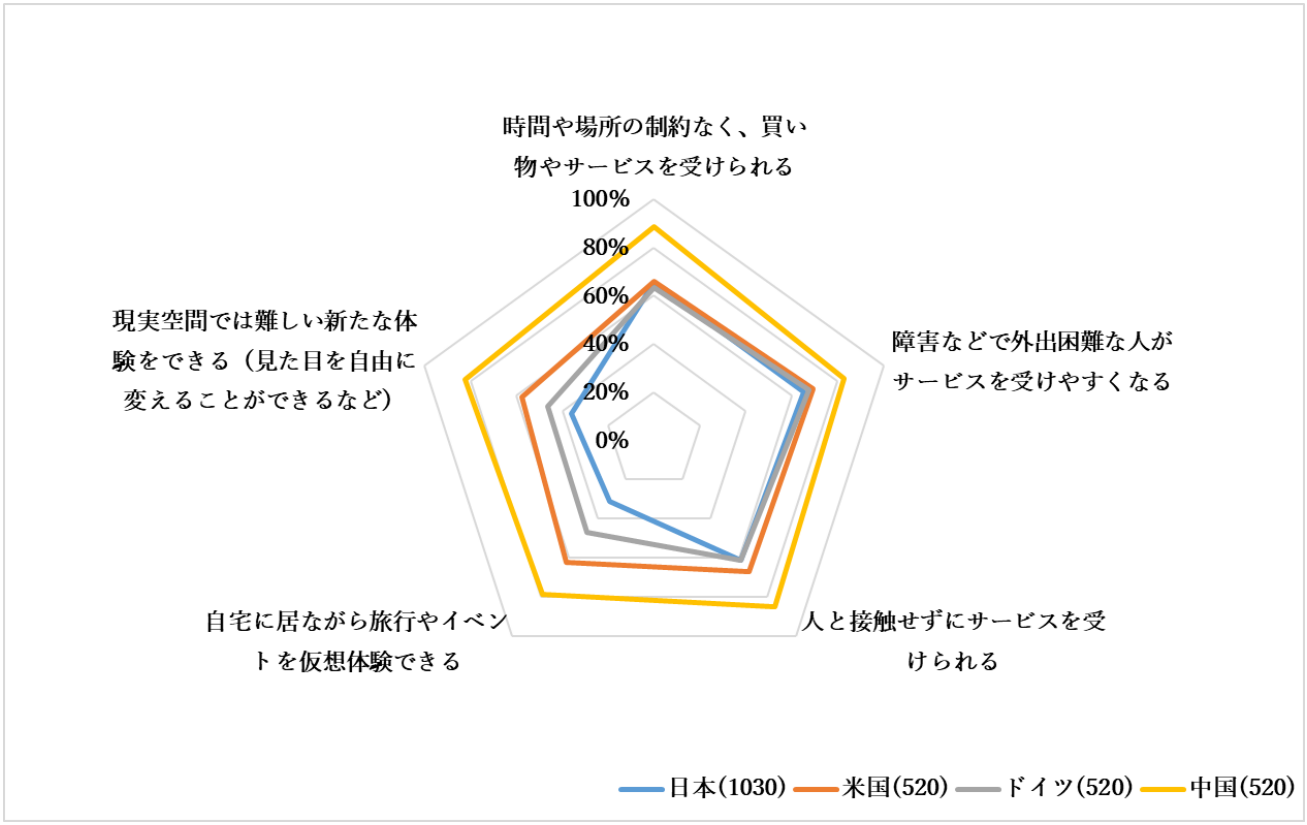
期待することとして、日本では「時間や場所の制約なく、買い物やサービスを受けられること」、「障害などで外出困難な人がサービスを受けやすくなる」、「人と接触せずにサービスを受けられること」に対して、期待すると回答した割合（「非常に期待する」、「やや期待する」の合計）が 60%以上となっており、諸外国と同程度であった。その他の項目については、諸外国の方が期待すると回答した割合が概ね高かった（図表 3-73）。

不安に感じることについては何れに項目も日本と諸外国とでは概ね同程度であったが、昨年同様、他項目と比べ、「外出や旅行の機会が減る」ことへの不安が他国よりも際立って低いことから、日本においては実空間のサービスは仮想空間上のサービスに代替されるというよりも、個別のサービスとして利用したい意向が強いものと想定される。（図表 3-74）。

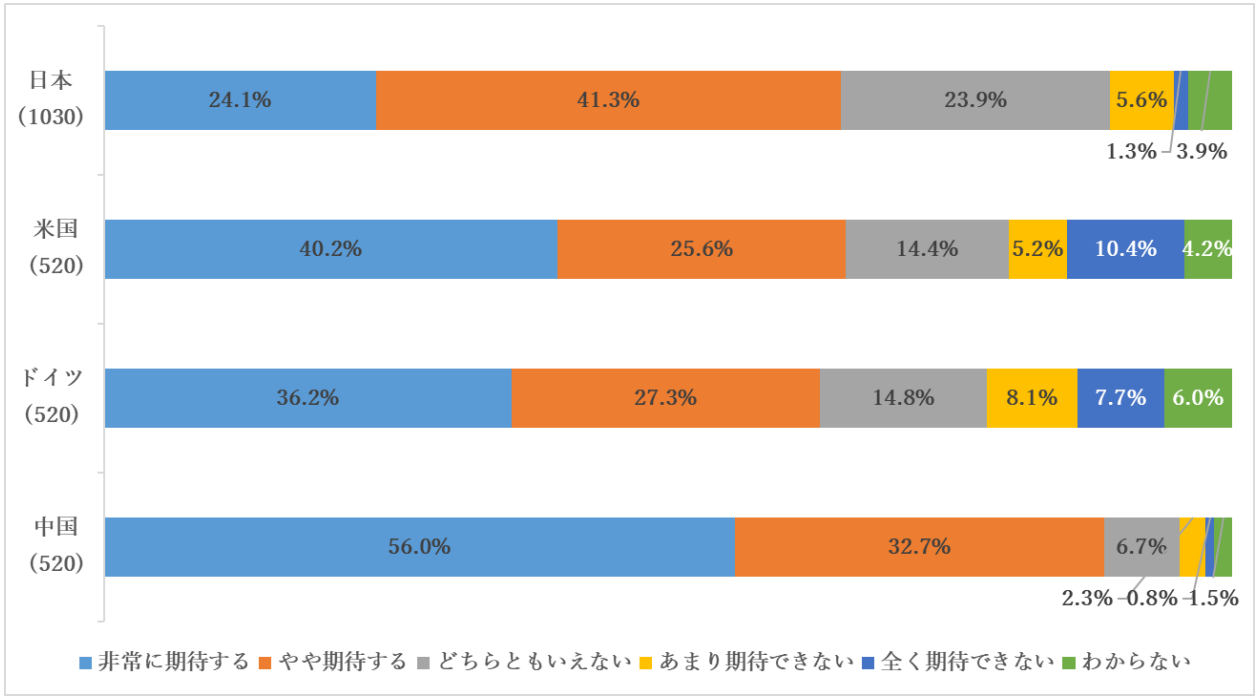
年齢別に見ると、「障害などで外出困難な人がサービスを受けやすくなる」に対して、期待すると答えた割合（「非常に期待する」、「やや期待する」の合計）は 50 歳代、60 歳代が高かった。また、「人と接触せずにサービスを受けられる」、「自宅に居ながら旅行やイベントを仮想体験できる」、「現実空間では難しい新たな体験をできる（見た目を自由に変えることができるなど）」、に対して、期待すると答えた割合（「非常に期待する」、「やや期待する」の合計）は 20 歳代、30 歳代が高かった。一方で、不安に関しては、「個人情報が流出し、プライバシーが侵害される」、「デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる」、「人との会話や社会との繋がりが希薄になる」に対して不安に感じると回答した割合（「とても不安を感じる」、「やや不安を感じる」の合計）は、概ね年齢層が高くなるほど高く、60 歳代の層における高さが際立っていた。（図表 3-75、図表 3-76）。

世帯年収別に見ると、期待については何れの項目に対しても、期待すると答えた割合（「非常に期待する」、「やや期待する」の合計）は 800～1000 万円未満の層において概ね高めとなった。不安については何れの項目に対しても、不安に感じると回答した割合（「とても不安を感じる」、「やや不安を感じる」の合計）は 1000 万円以上の層において概ね低めとなった。（図表 3-77、図表 3-78）。

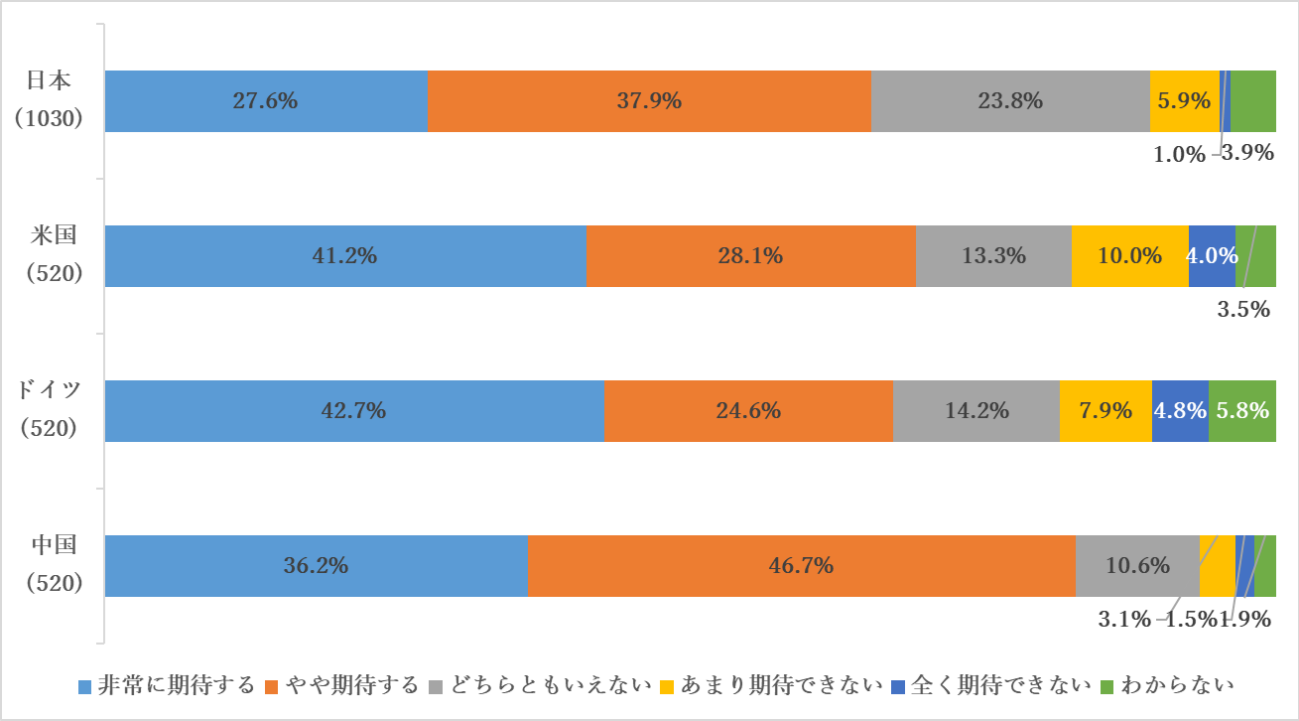
図表 3-73　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス活用への期待（国別）



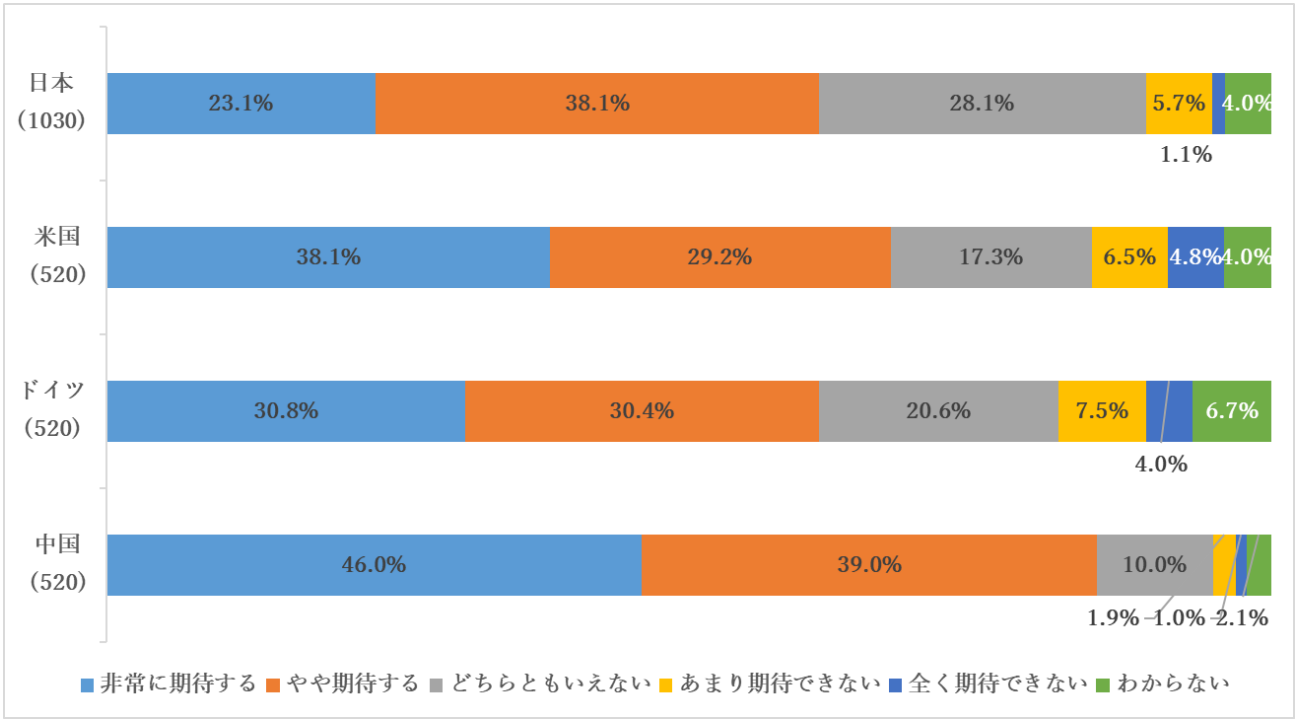
(a) 時間や場所の制約なく、買い物やサービスを受けられる



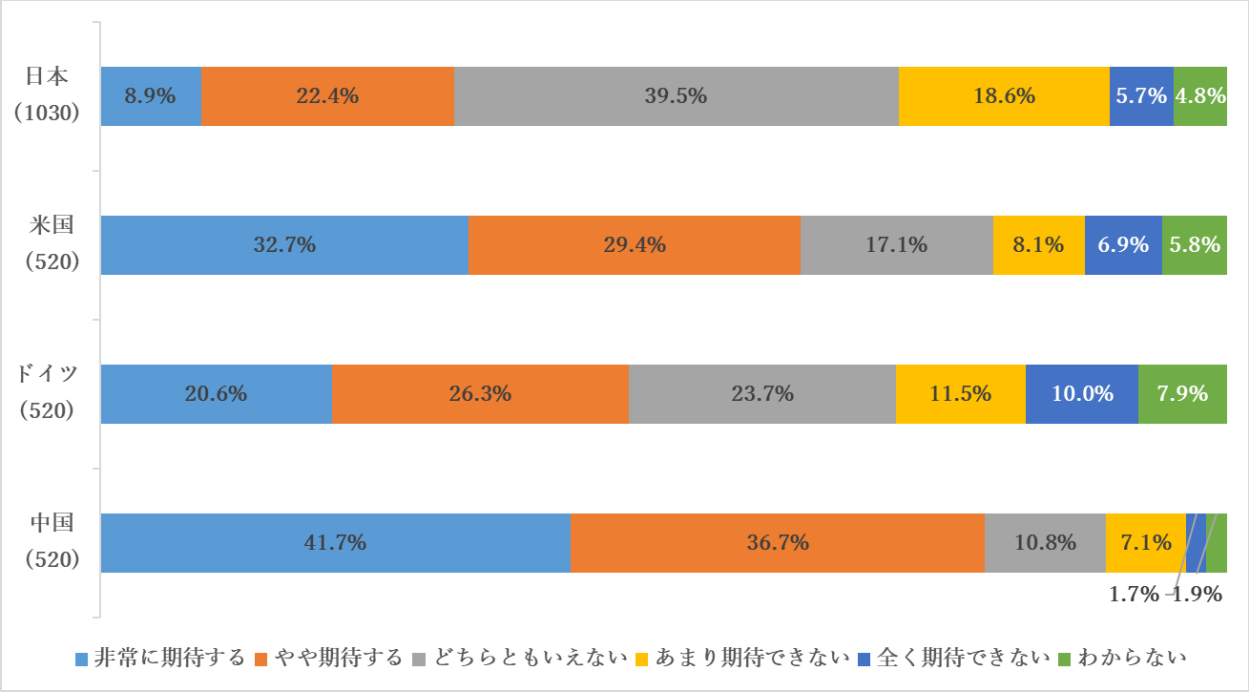
(b) 障害などで外出困難な人がサービスを受けやすくなる



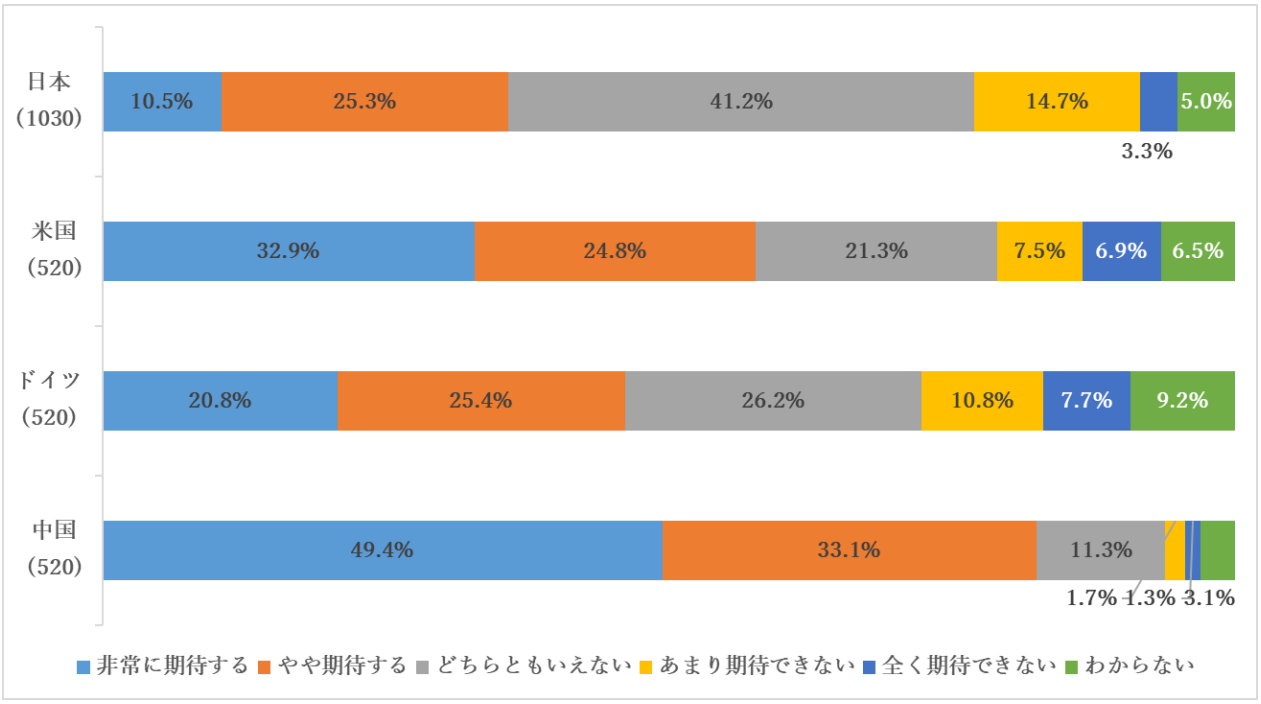
(c) 人と接触せずにサービスを受けられる



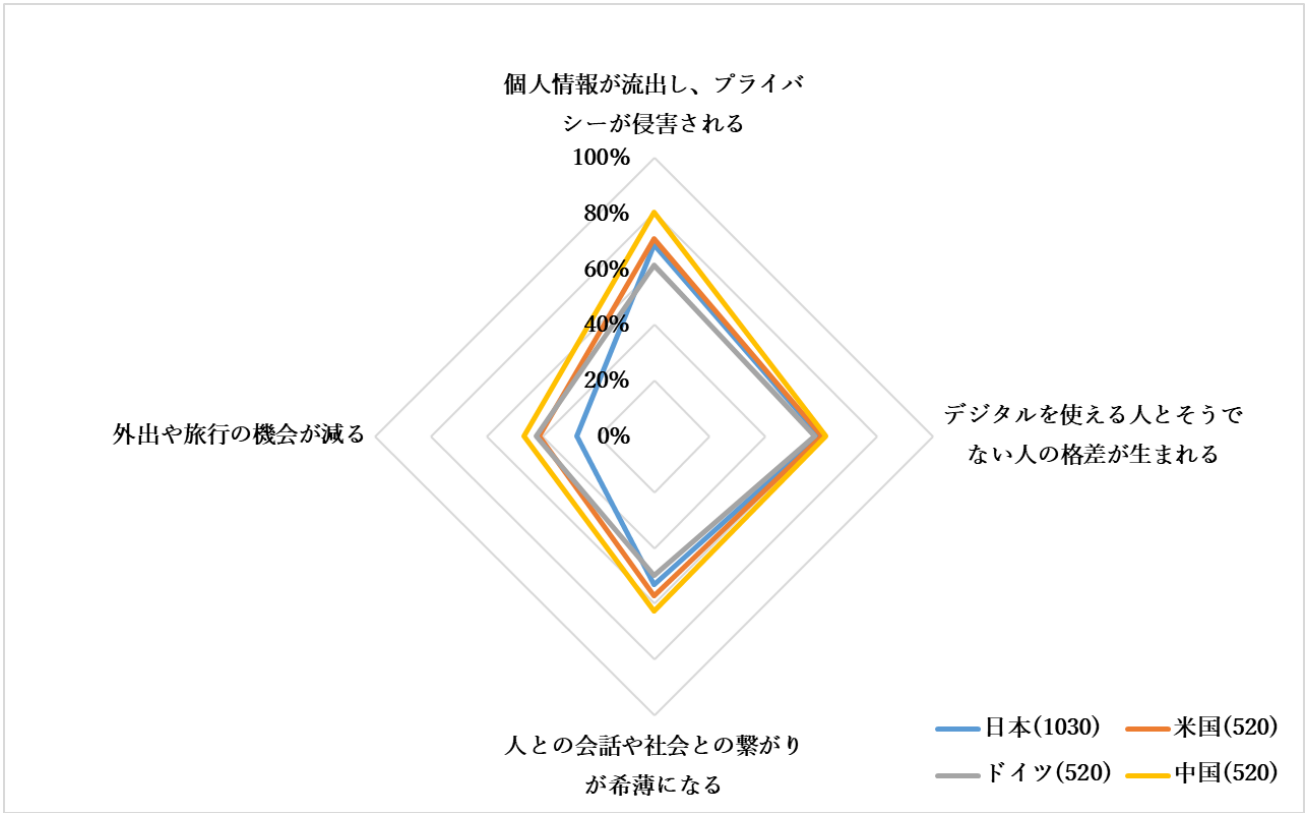
(d) 自宅に居ながら旅行やイベントを仮想体験できる



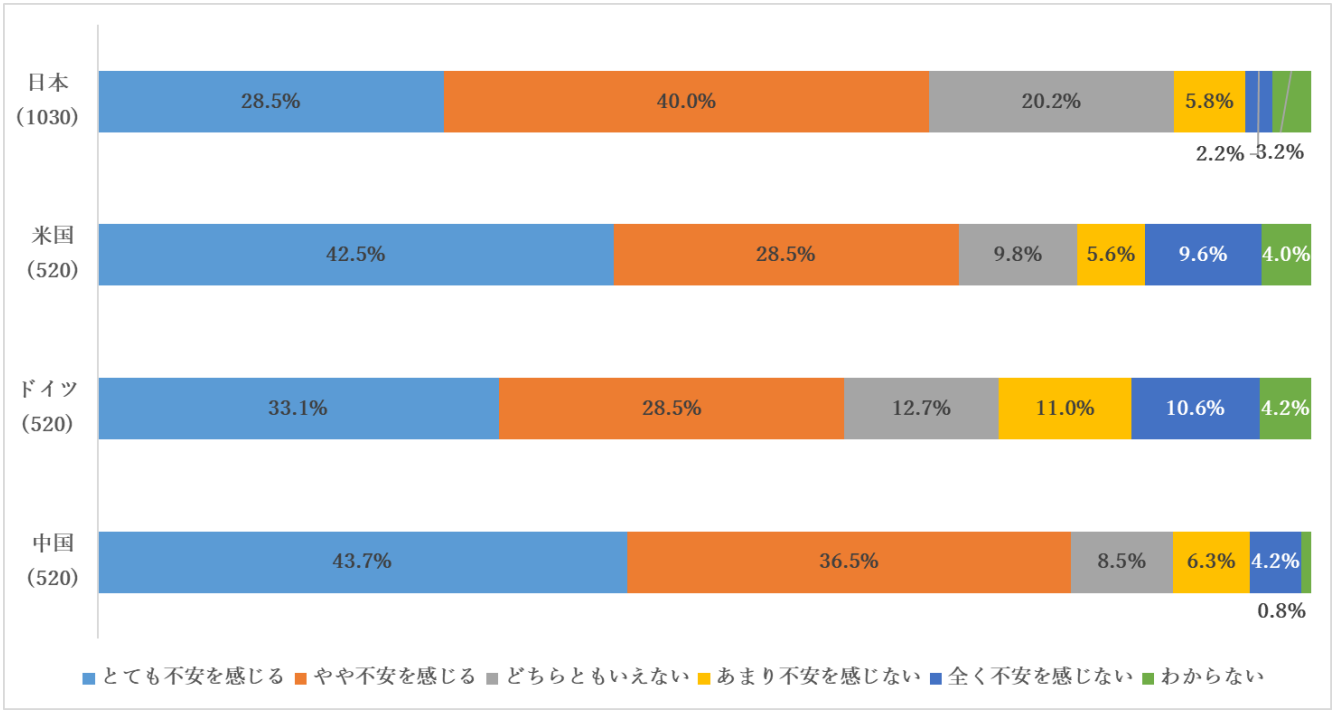
(e)　　現実空間では難しい新たな体験をできる



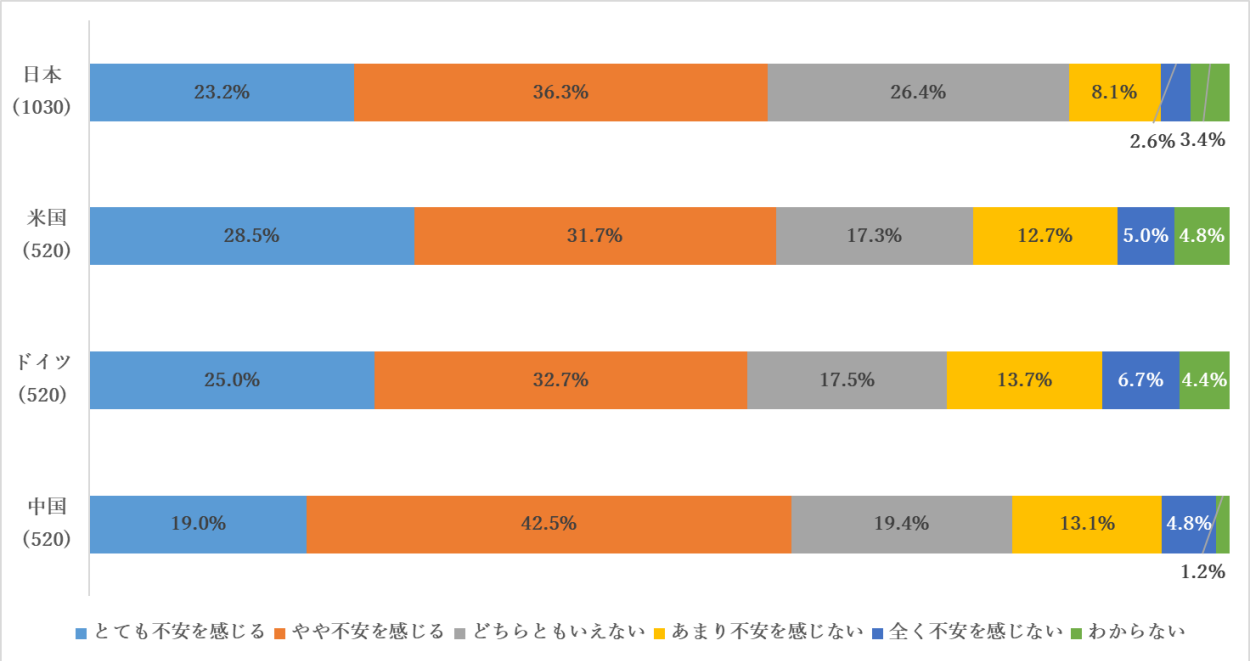
図表 3-74　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス活用への不安（国別）



(a)　　個人情報が流出し、プライバシーが侵害される

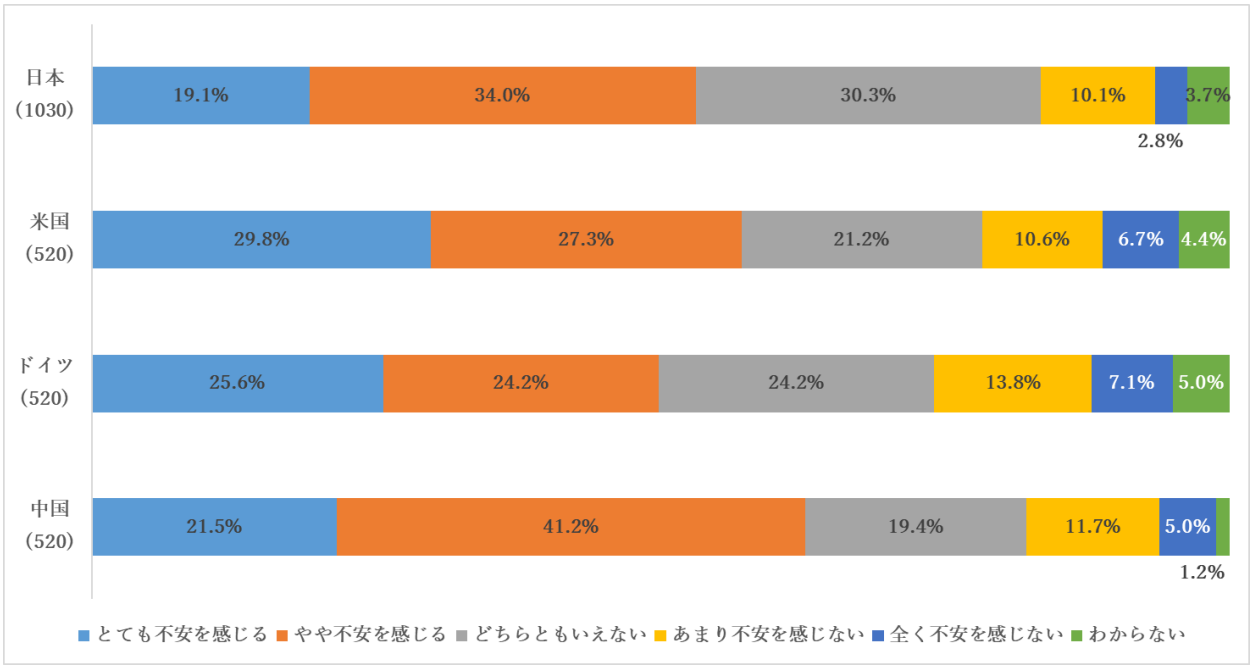


(b) デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる

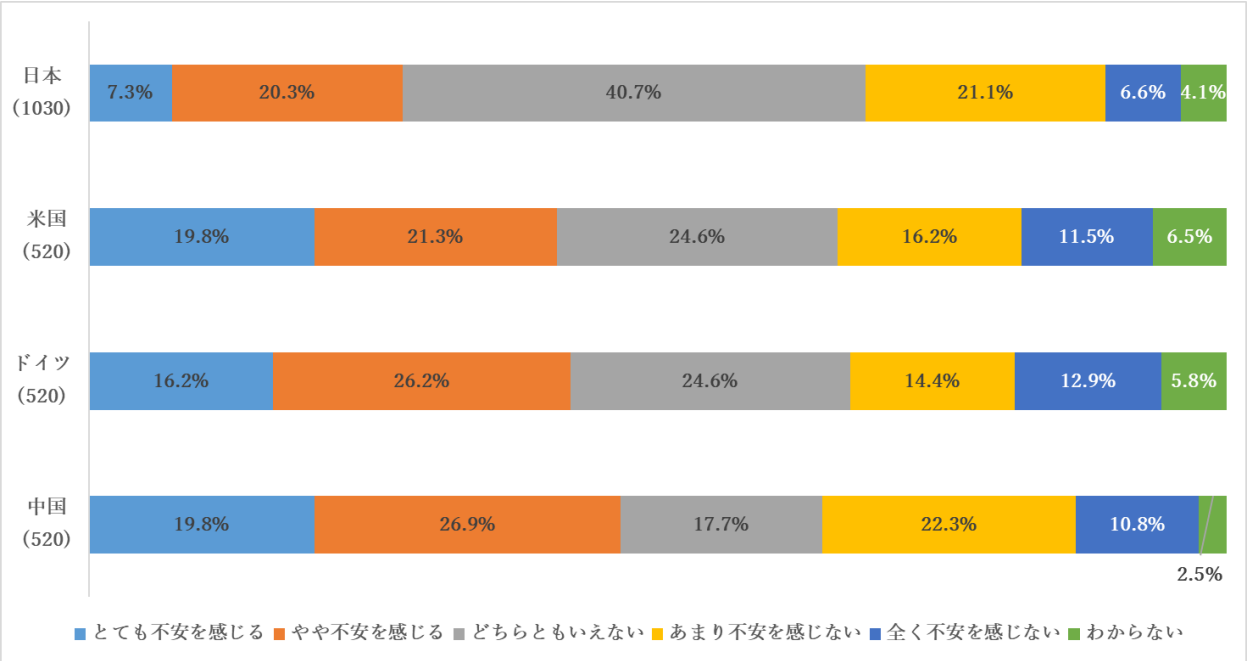


(c)

(d) 人との会話や社会との繋がりが希薄になる

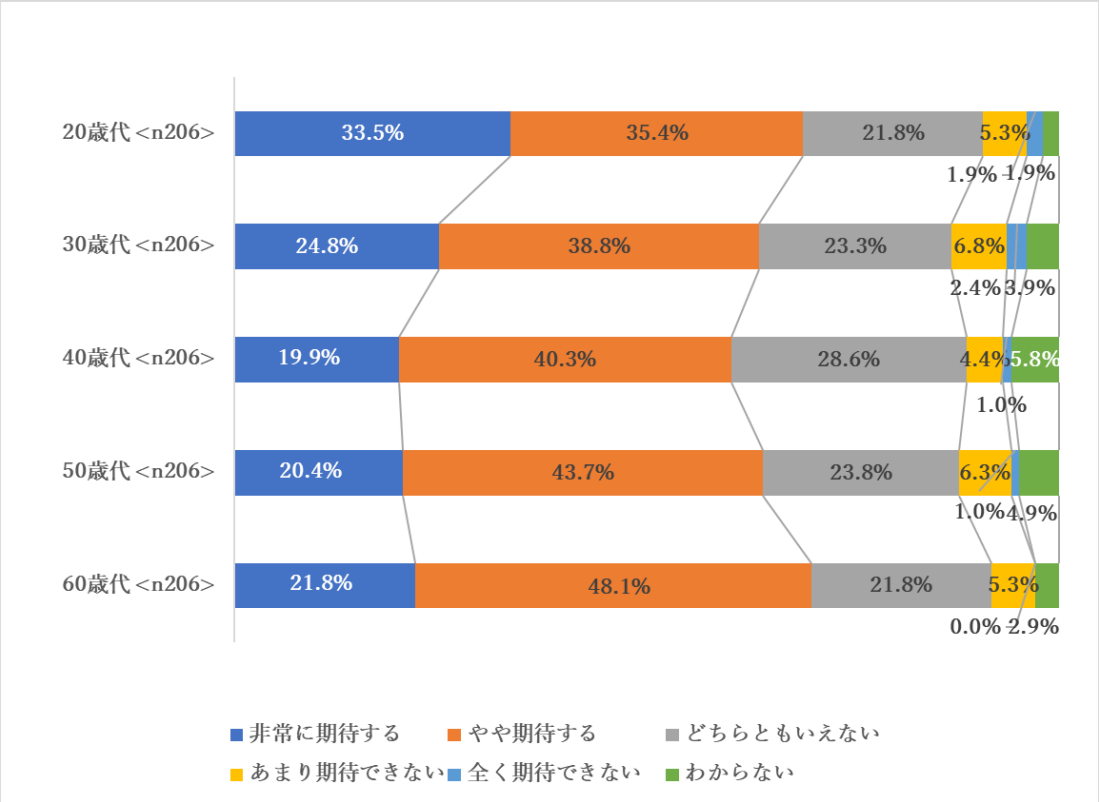


(e) 外出や旅行の機会が減る

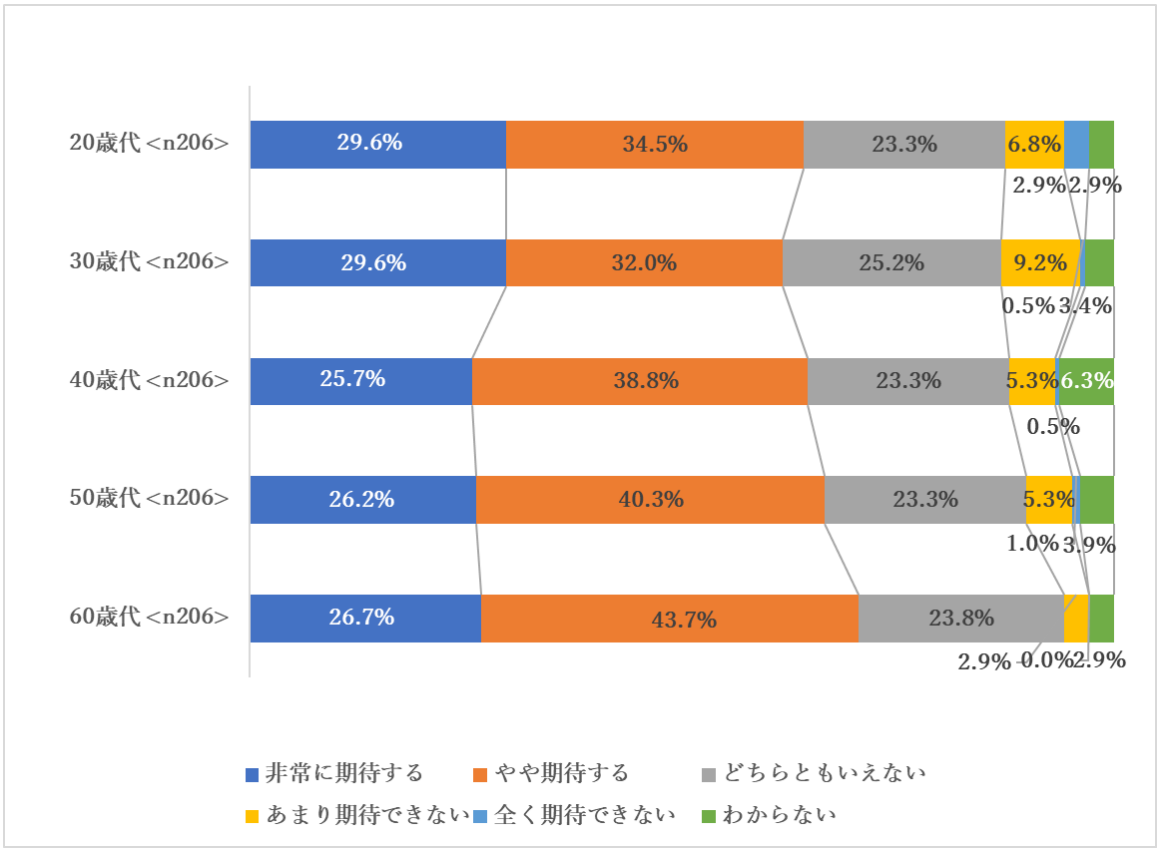


図表 3-75　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス活用への期待（日本：年齢別）

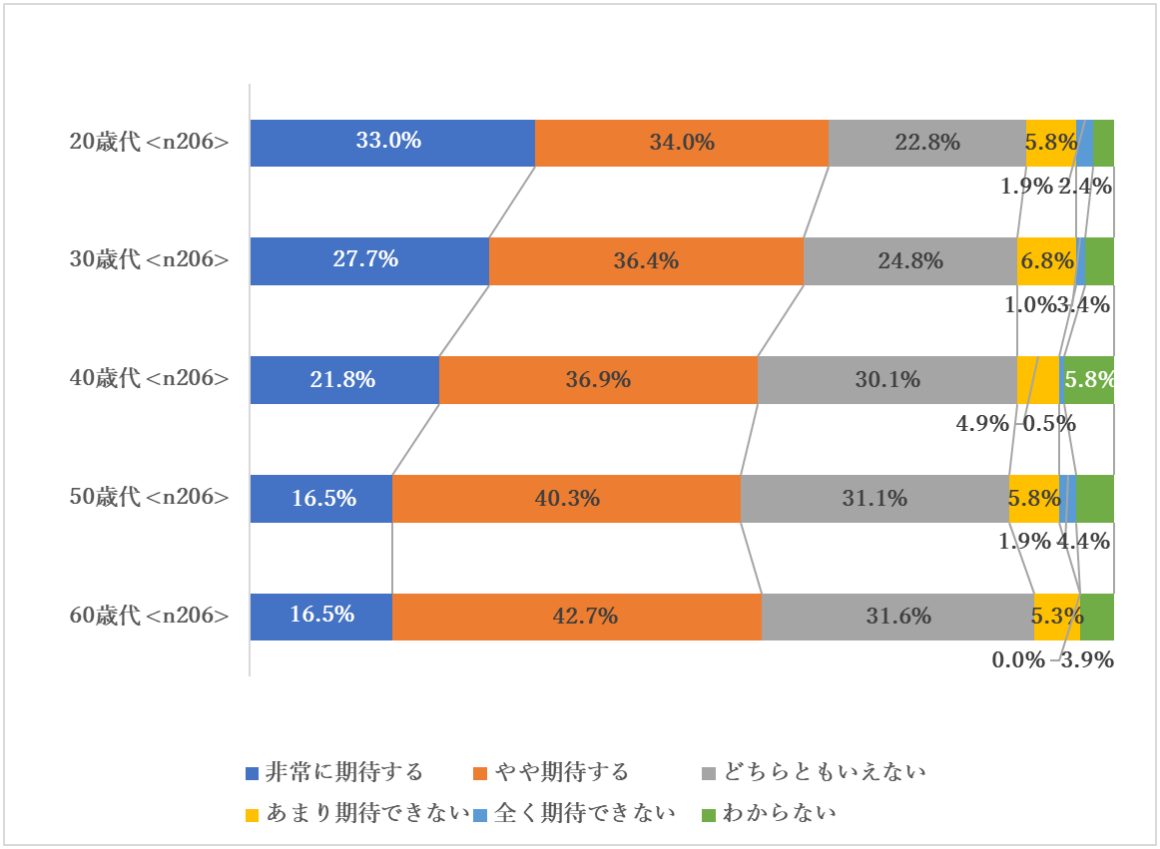
(a) 時間や場所の制約なく、買い物やサービスを受けられる



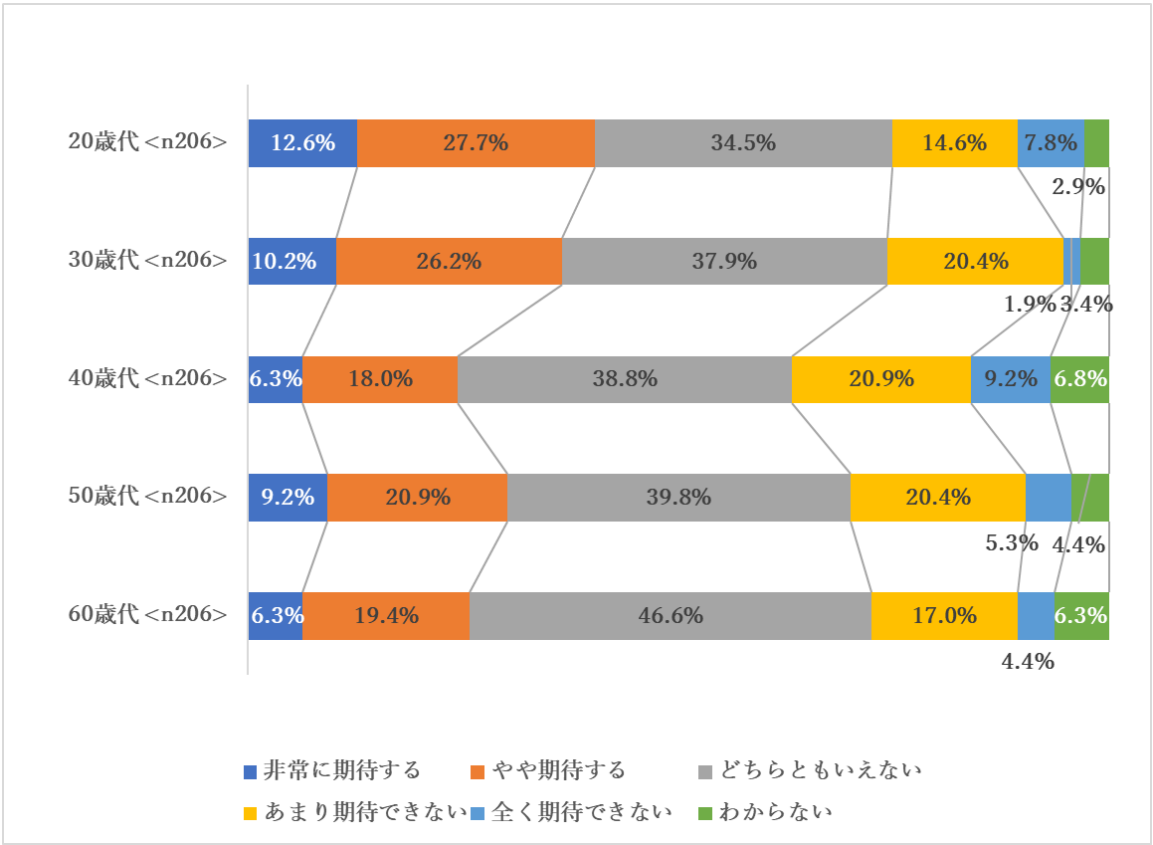
(b) 障害などで外出困難な人がサービスを受けやすくなる



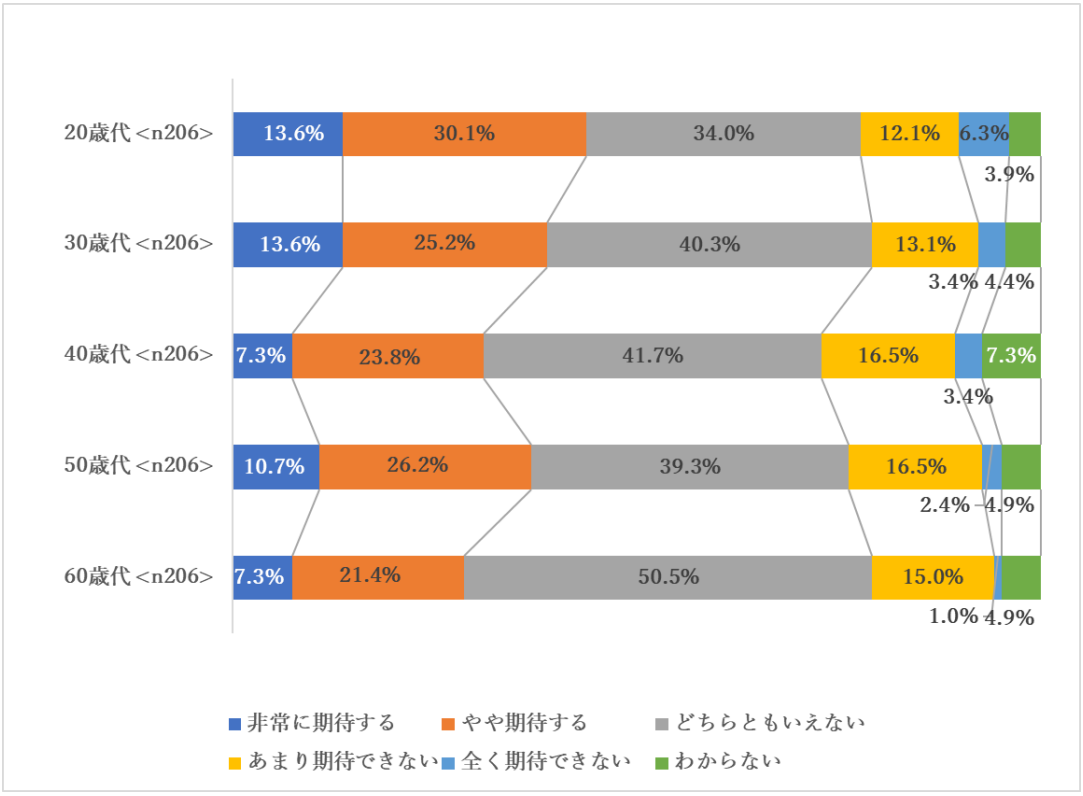
(c) 人と接触せずにサービスを受けられる



(d) 自宅に居ながら旅行やイベントを仮想体験できる

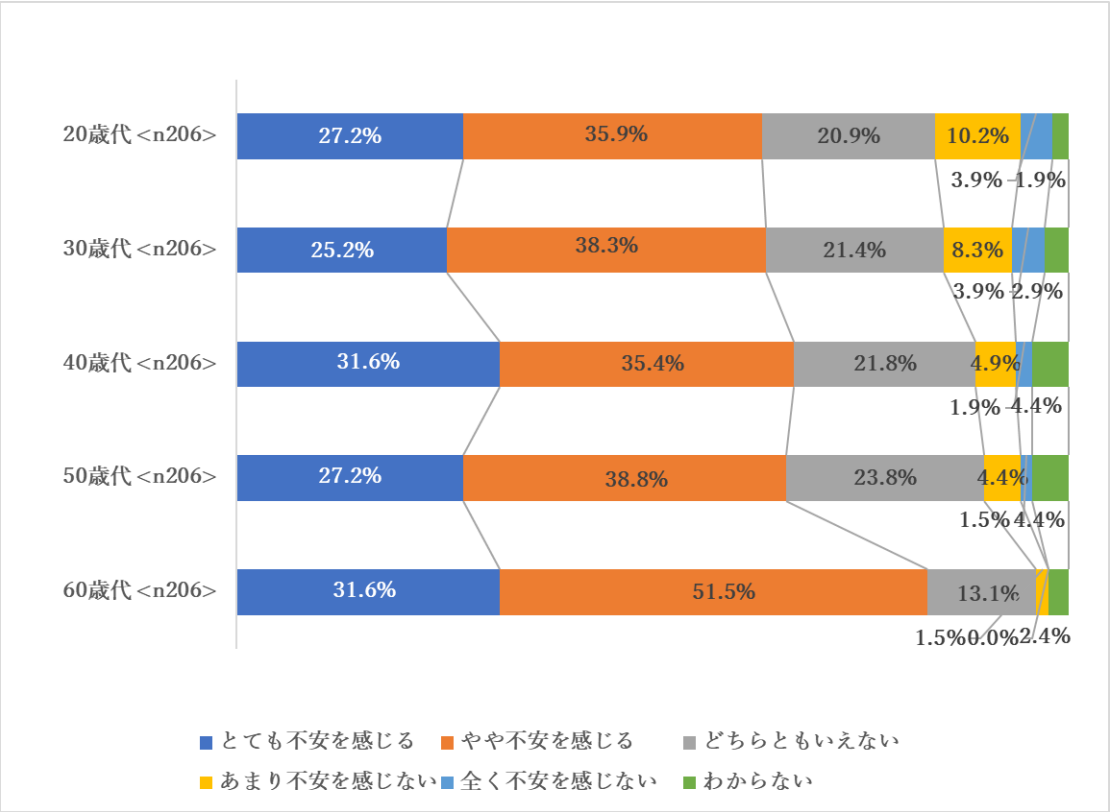


(e) 現実空間では難しい新たな体験をできる

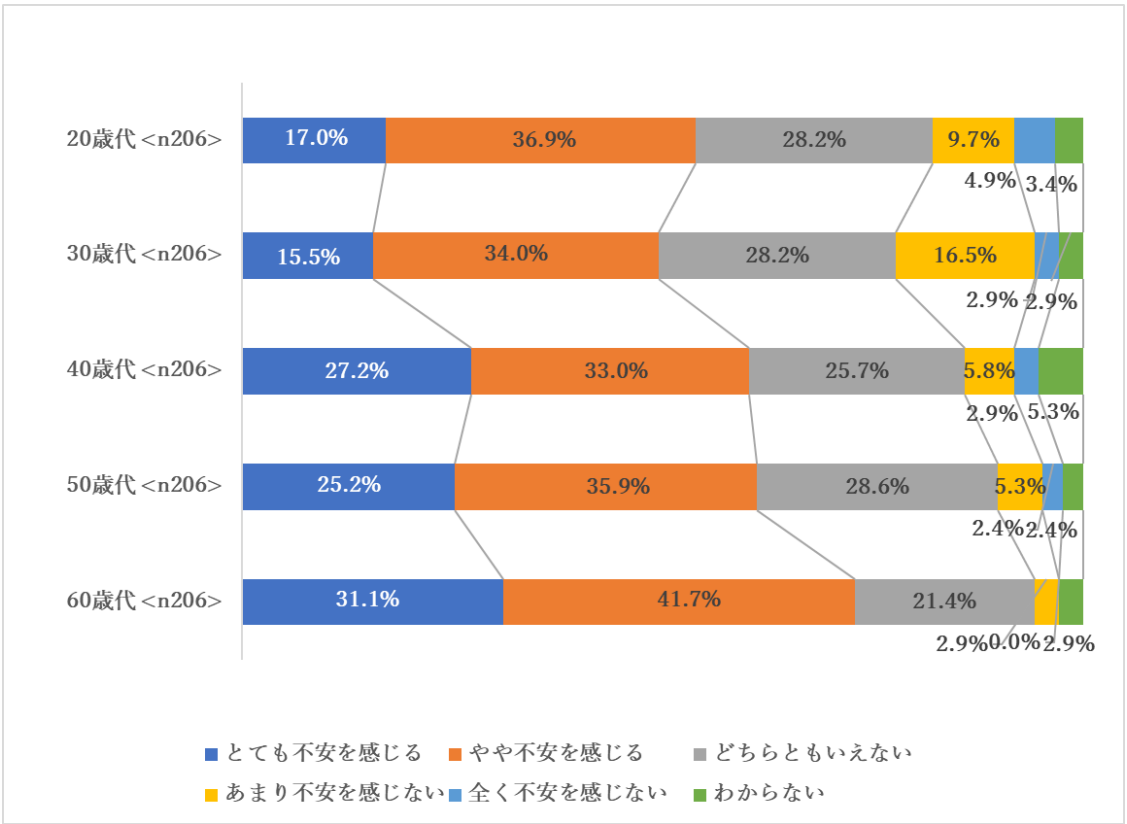


図表 3-76　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス活用への不安（日本：年齢別）

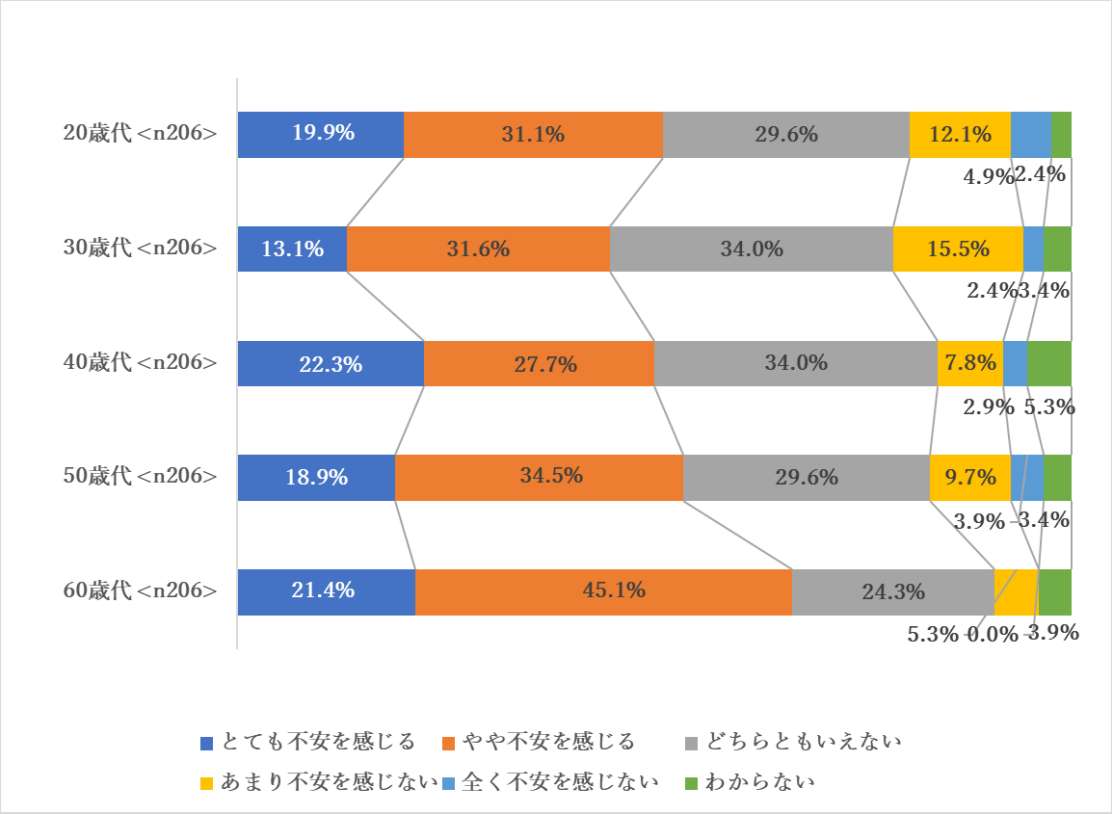
（a）個人情報が流出し、プライバシーが侵害される



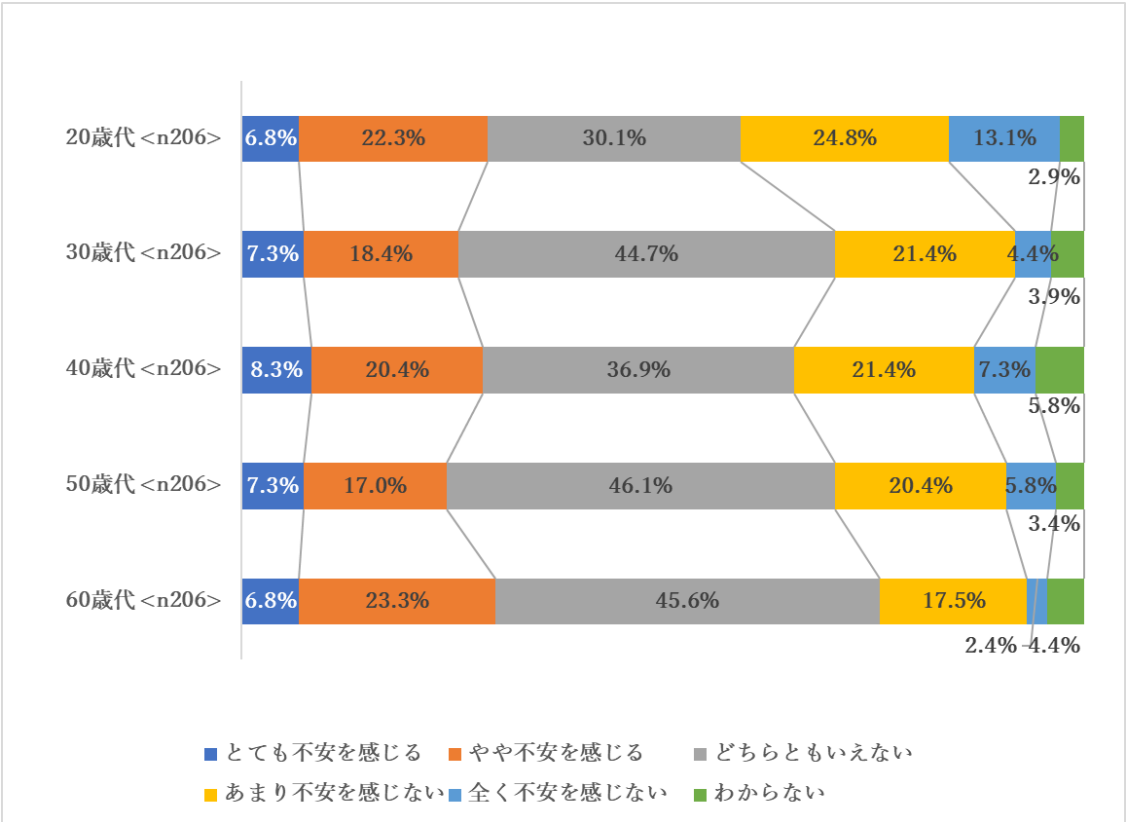
（b）デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる



(c)　　人との会話や社会との繋がりが希薄になる

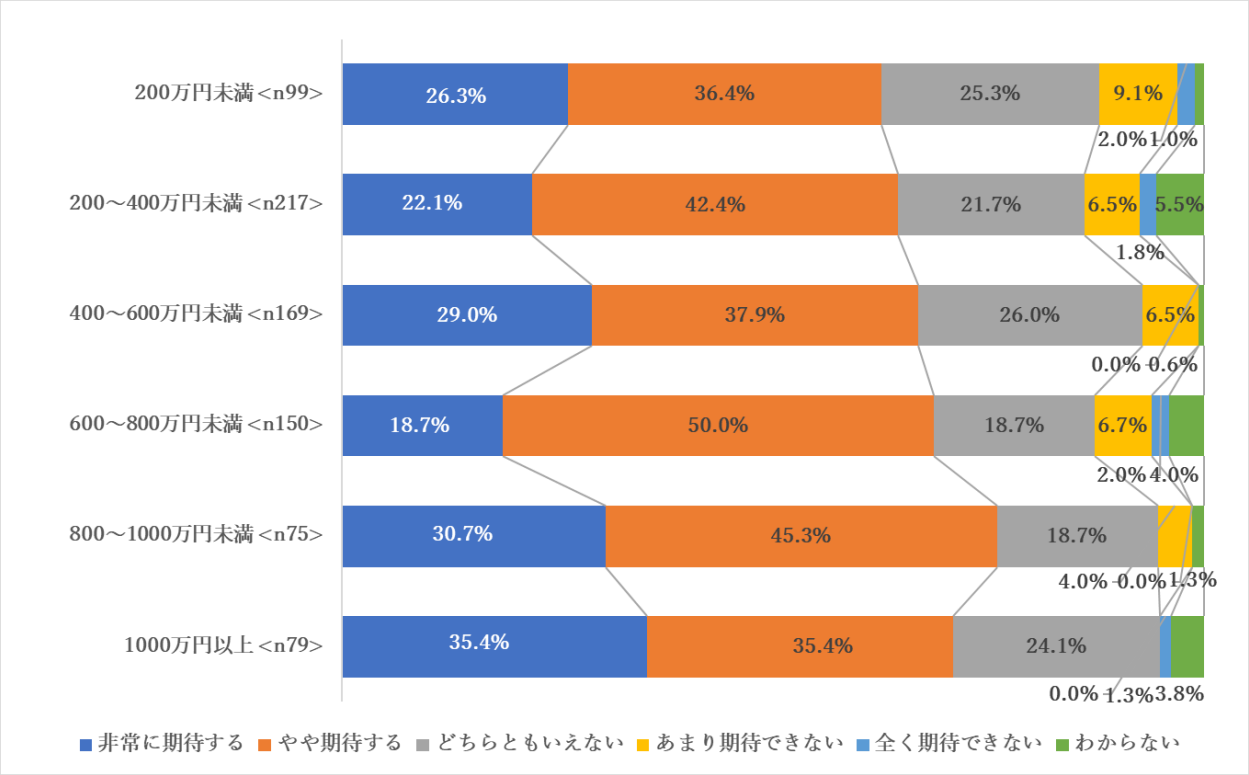


(d) 外出や旅行の機会が減る

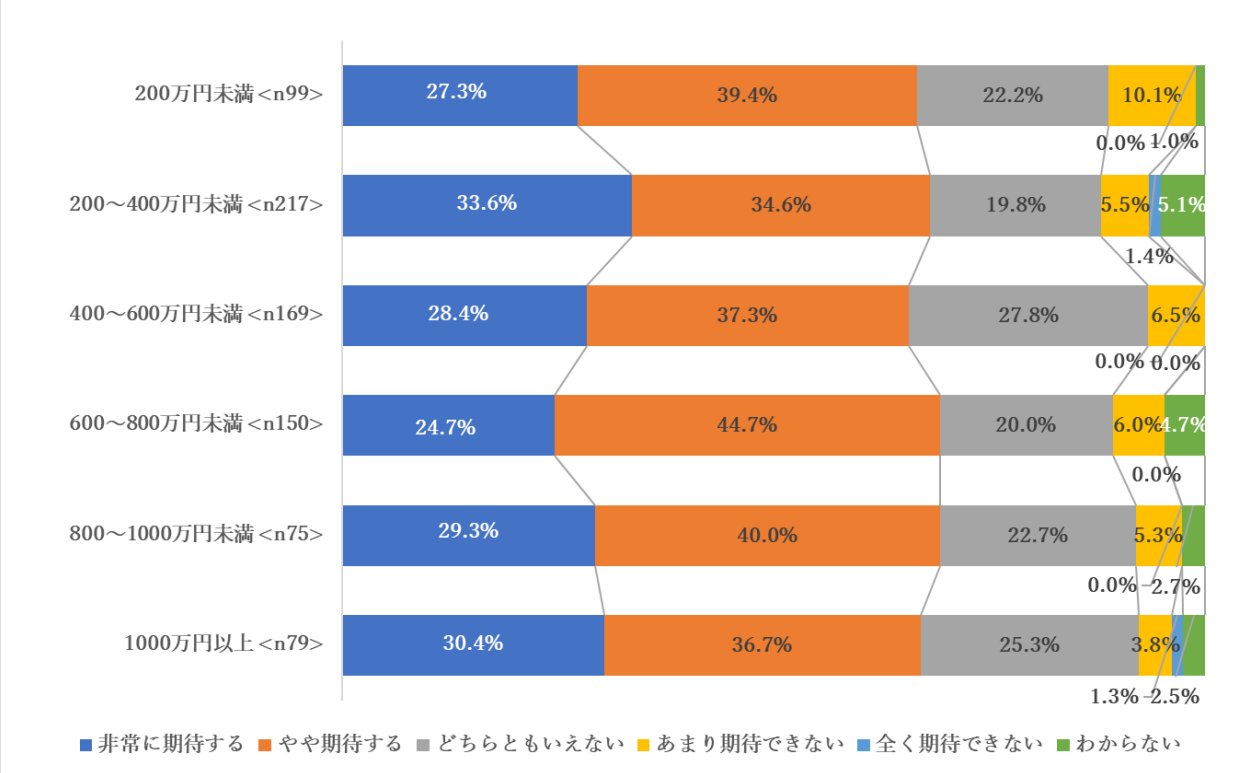


図表 3-77　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス活用への期待の比較（日本：世帯年収別）

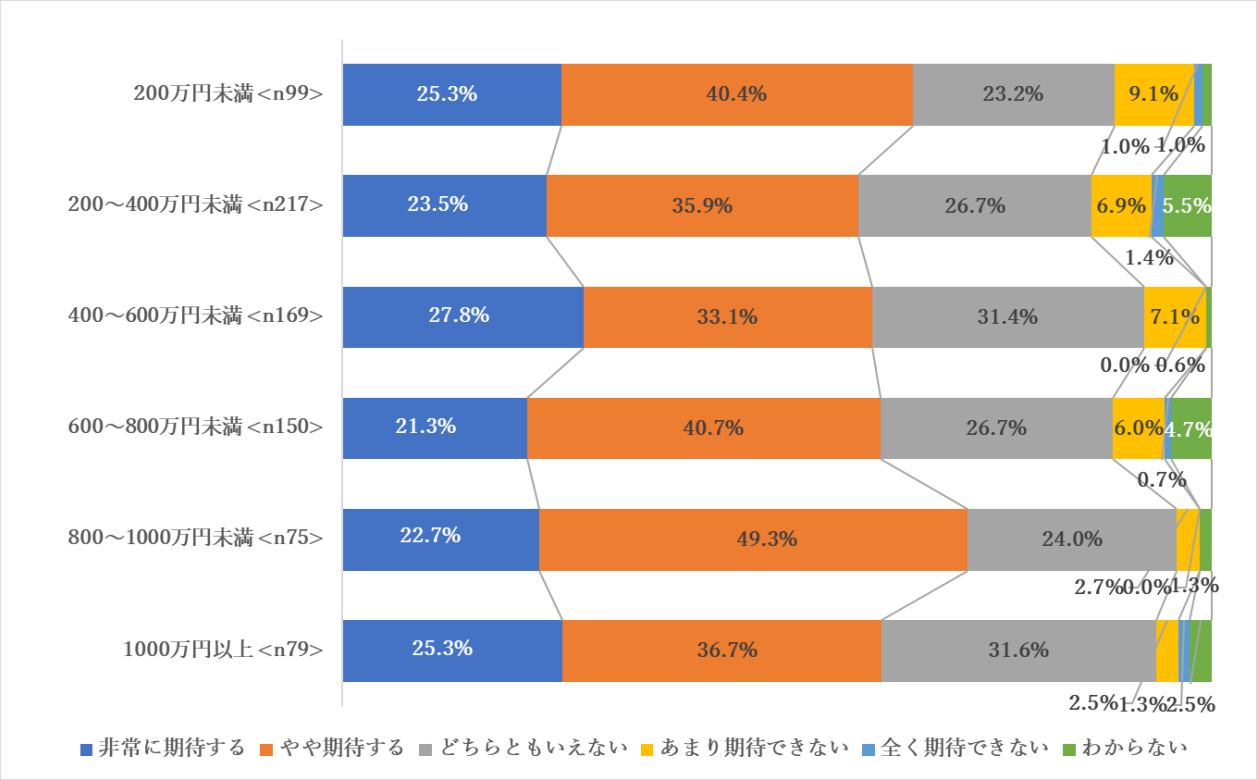
(a) 時間や場所の制約なく、買い物やサービスを受けられる



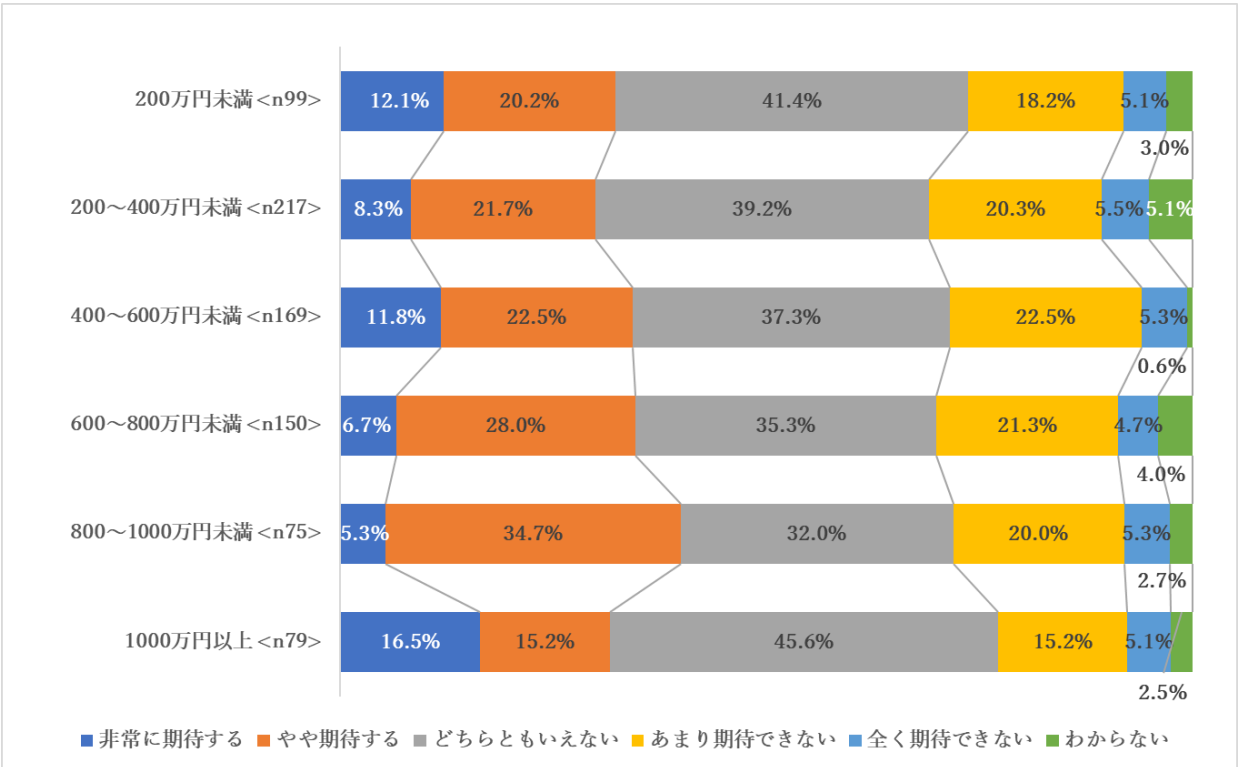
(b) 障害などで外出困難な人がサービスを受けやすくなる



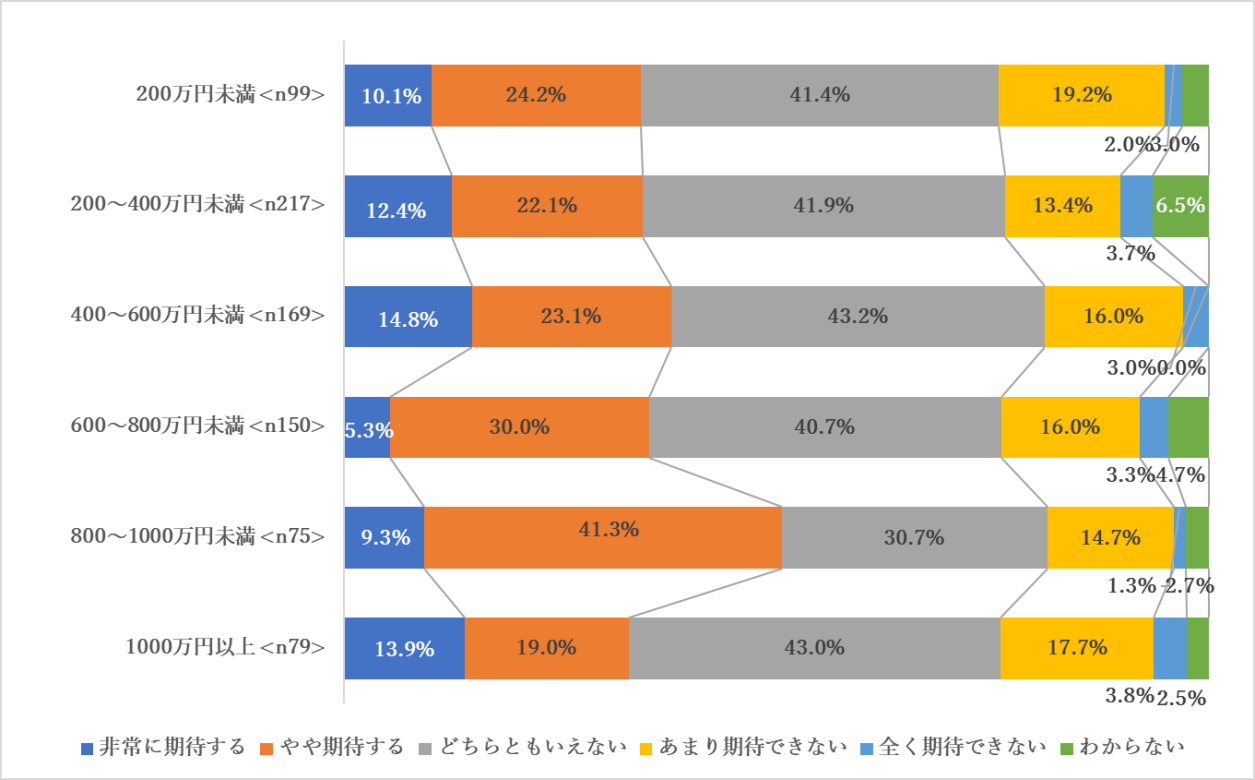
(c) 人と接触せずにサービスを受けられる



(d) 自宅に居ながら旅行やイベントを仮想体験できる

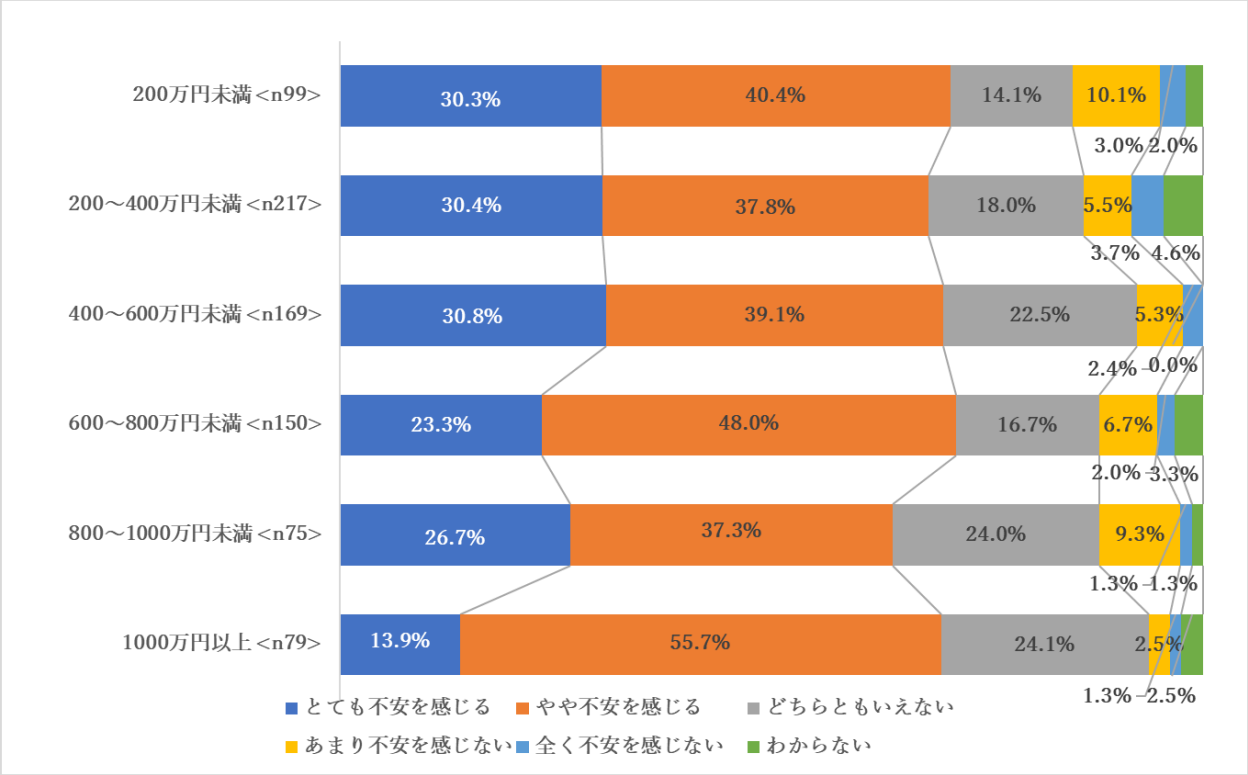


(e) 現実空間では難しい新たな体験をできる

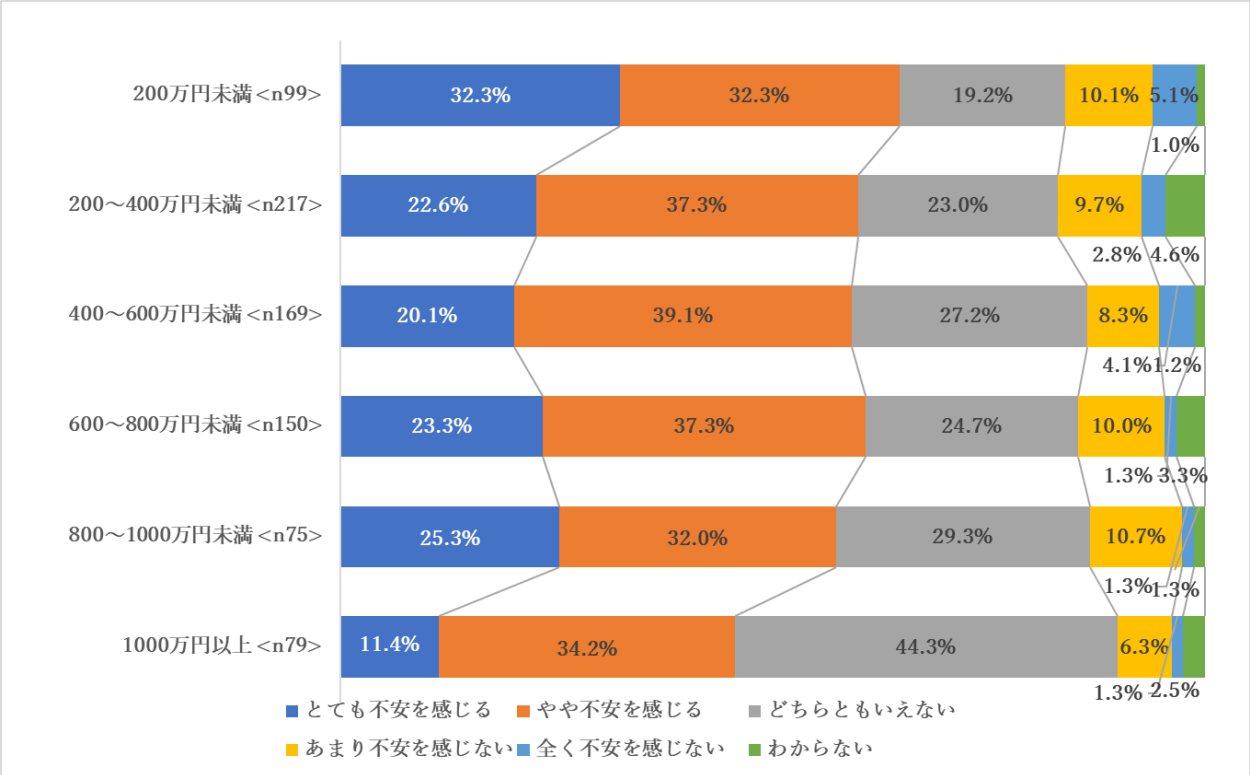


図表 3-78　仮想空間上での体験型エンターテインメントサービス活用への不安の比較（日本：世帯年収別）

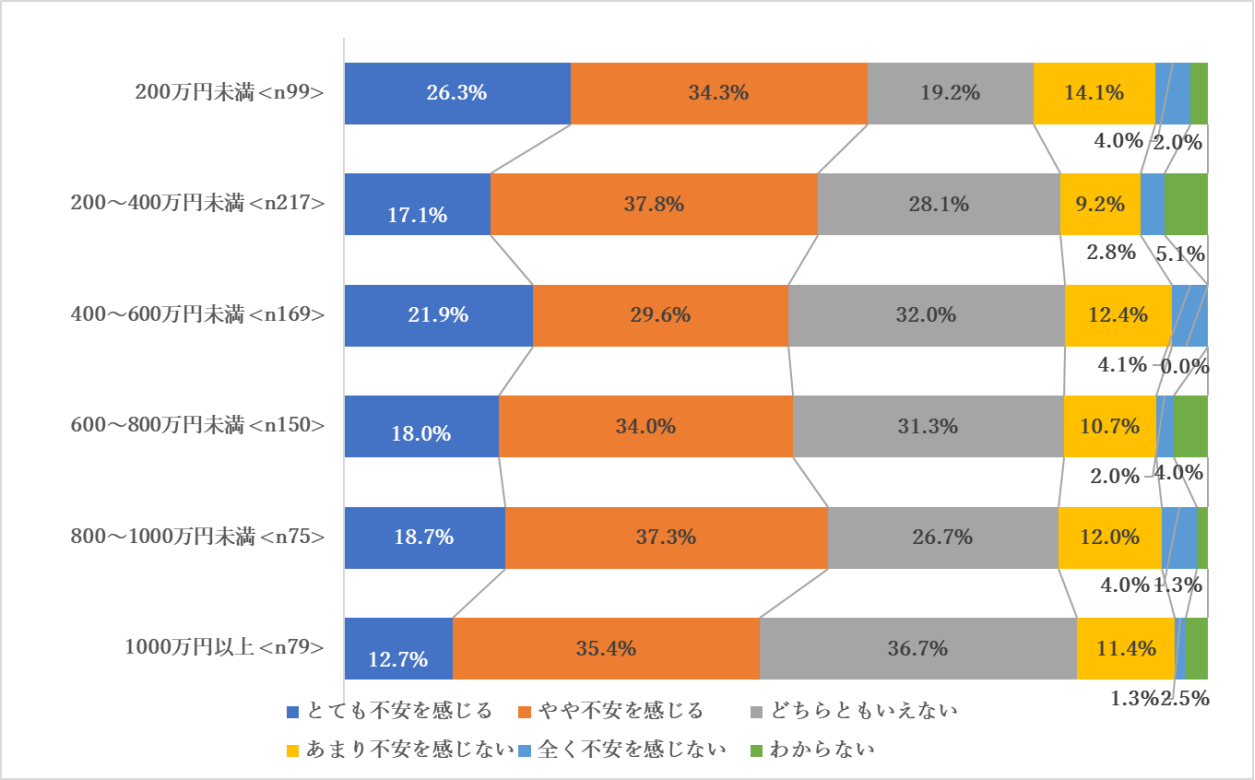
(a) 個人情報が流出し、プライバシーが侵害される



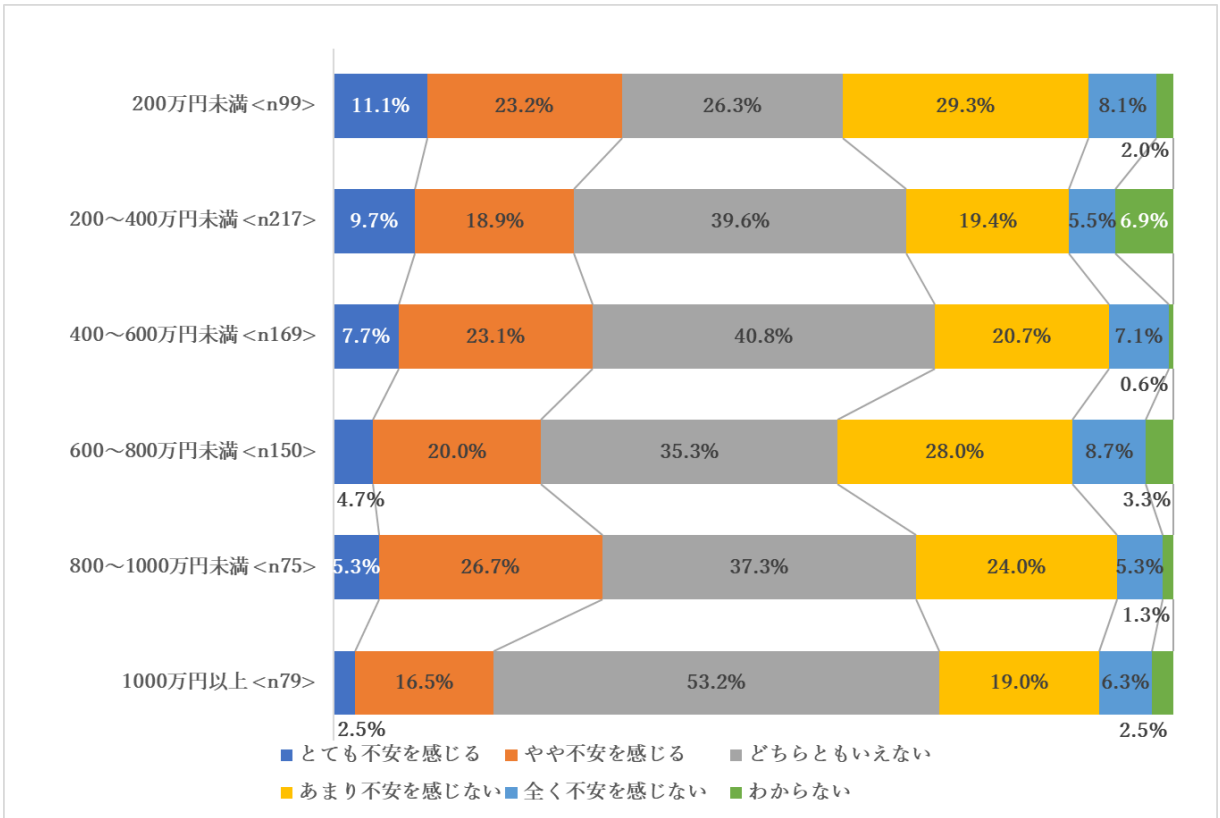
(b) デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる



(c) 人との会話や社会との繋がりが希薄になる



(d) 外出や旅行の機会が減る



(ウ)行政サービス

i　利活用及び利用意向の状況

デジタル化された行政サービスの利用状況について尋ねた。

デジタル化された行政サービスを利用したことがあると回答した割合（「生活や仕事のうえで活用している」、「利用したことがある」の合計）は、日本では約 41%に留まっているものの昨年（約 35%）に比べて増えており、マイナンバーカード交付が進む中で、利用機会が増えているものと想定される。（図表 3-79）。

デジタル化された行政サービスを「利用したいが困難」あるいは「利用する気になれない」と回答した方に対して、具体的にどのような課題や障害があるか尋ねた。

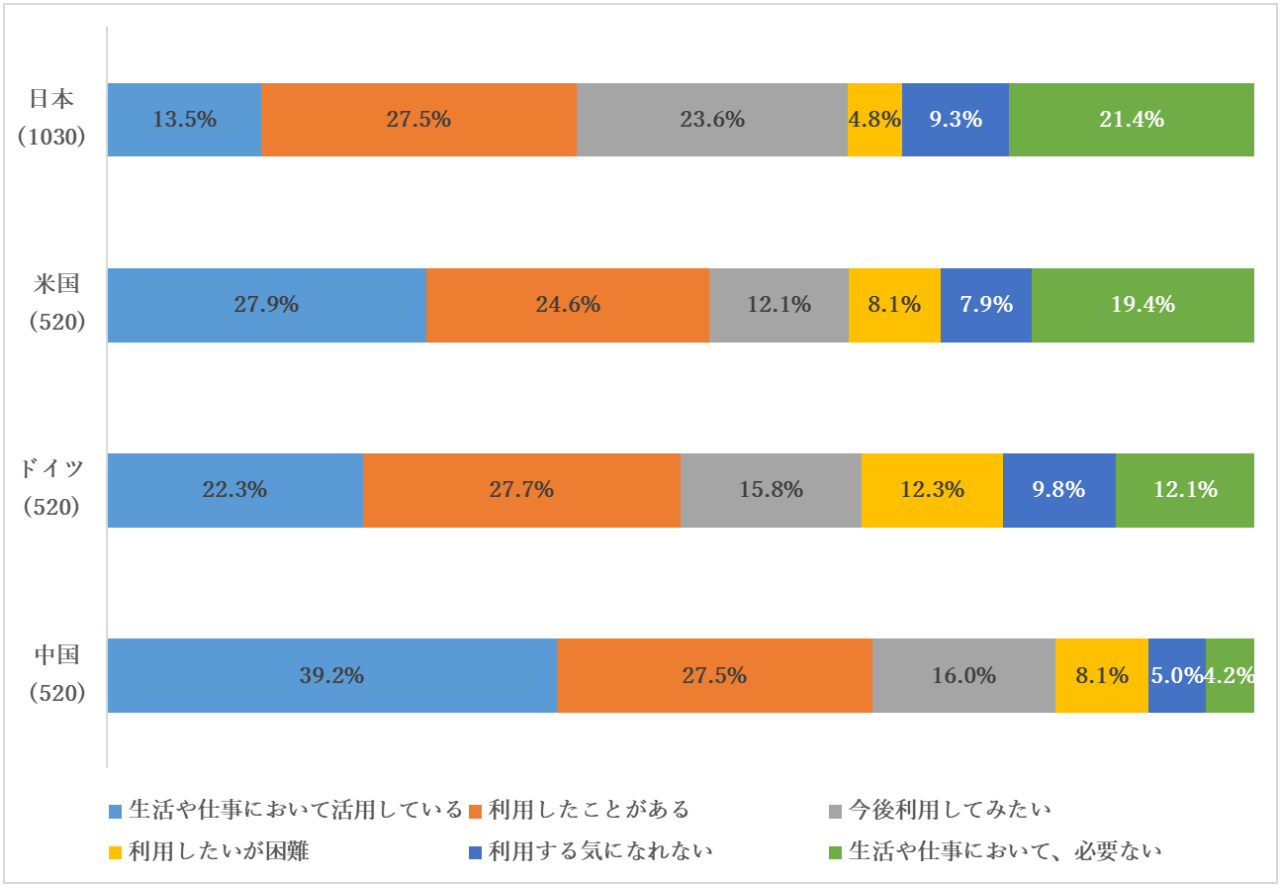
日本では、「使いたいサービスがない」、「セキュリティに不安がある」等の割合が高かった。背景には、マイナンバーの紐づけミスなどの影響があるのではないか。（図表 3-80）。

日本における年齢別、世帯年収別での利活用動向について整理した。

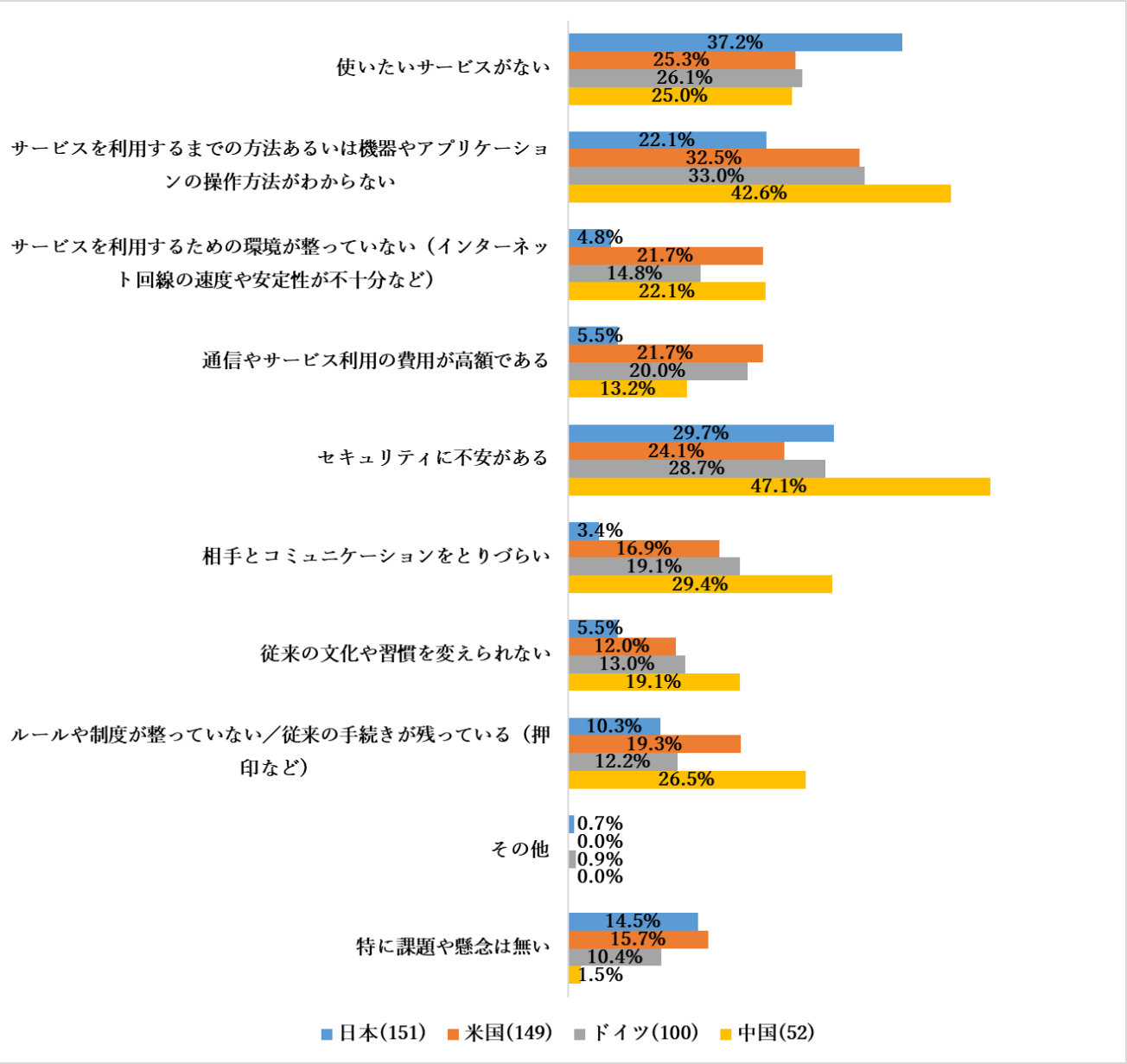
年齢別に見ると、デジタル化された行政サービスを利用したことがある割合（「生活や仕事において活用している」、「利用したことがある」の合計）は、あまり差が無かった。（図表 3-81）。

世帯年収別に見ると、世帯年収が高い層であるほど、デジタル化された行政サービスを利用したことがある割合（「生活や仕事において活用している」、「利用したことがある」の合計）が高かった。特に、世帯年収が 800 万円以上～1000 万円未満、1000 万円以上の層は、デジタル化された行政サービスを利用したことがあると回答した割合は 60%以上となっていた。一方で、世帯年収が低い層は、デジタル化された行政サービスを「生活や仕事において、必要ない」と回答した割合が高かった。（図表 3-82）。

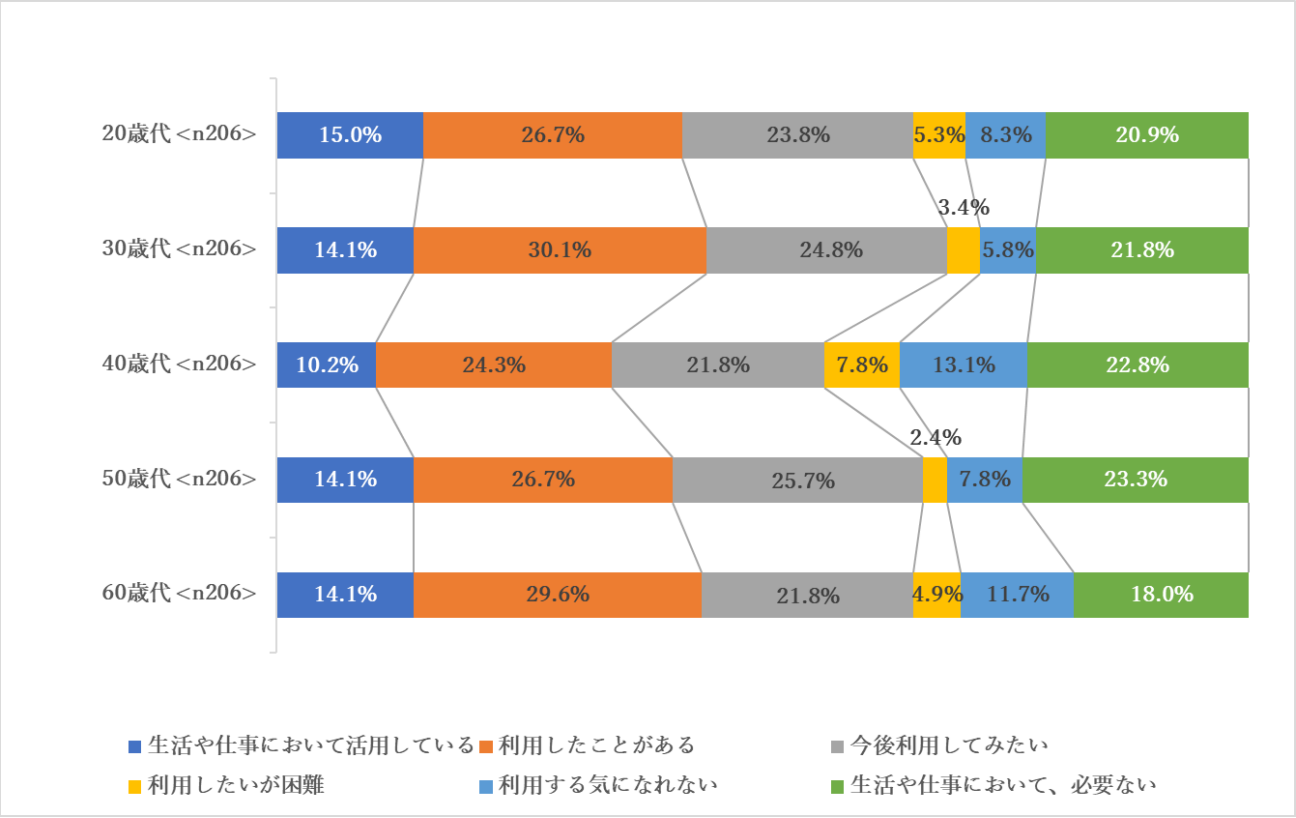
図表 3-79　デジタル化された行政サービス利用状況の比較（国別）



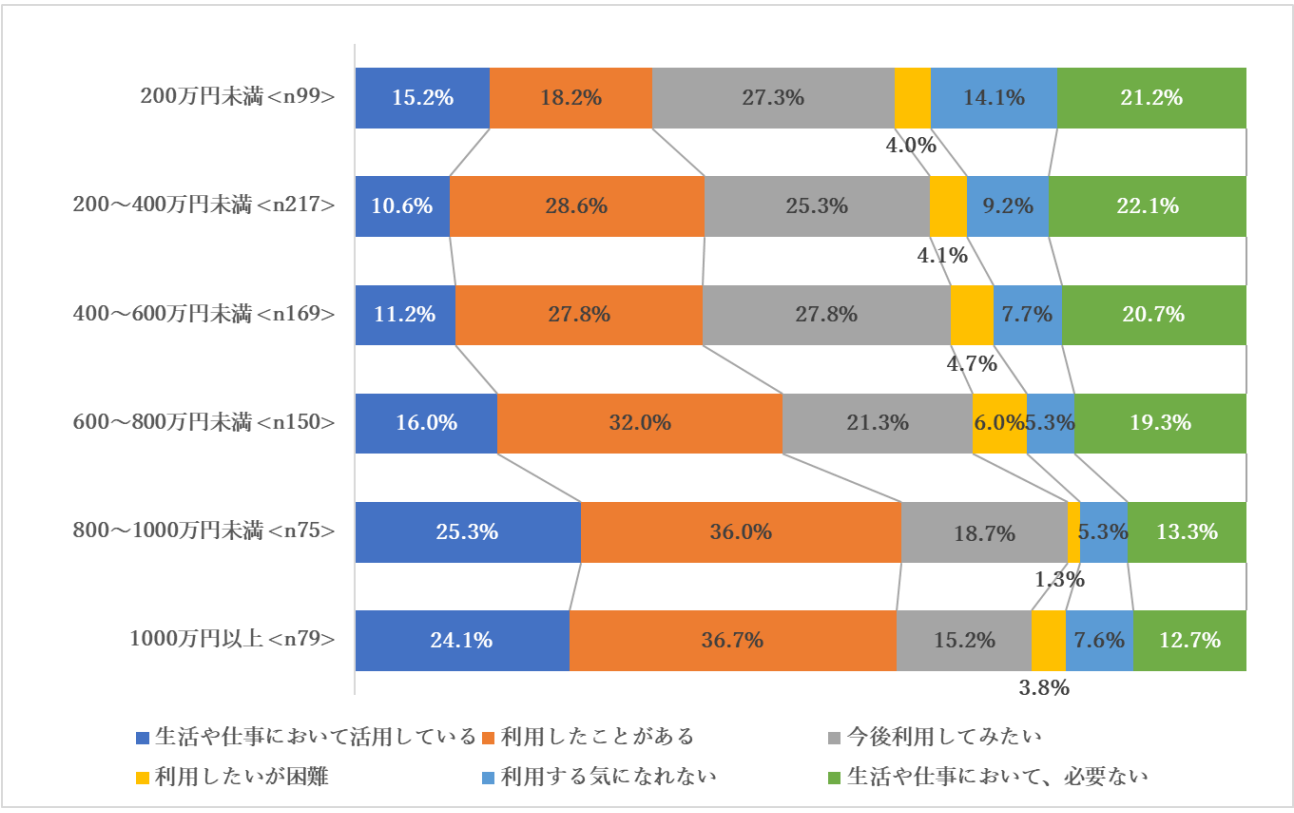
図表 3-80　デジタル化された行政サービス活用が困難である理由（国別）



図表 3-81　デジタル化された行政サービスデジタル利用状況（日本：年齢別）



図表 3-82　デジタル化された行政サービスデジタル利用状況（日本：世帯年収別）



ii　デジタル化に伴う期待・不安

公的サービスのデジタル化が進展することに対する期待と不安について尋ねた。

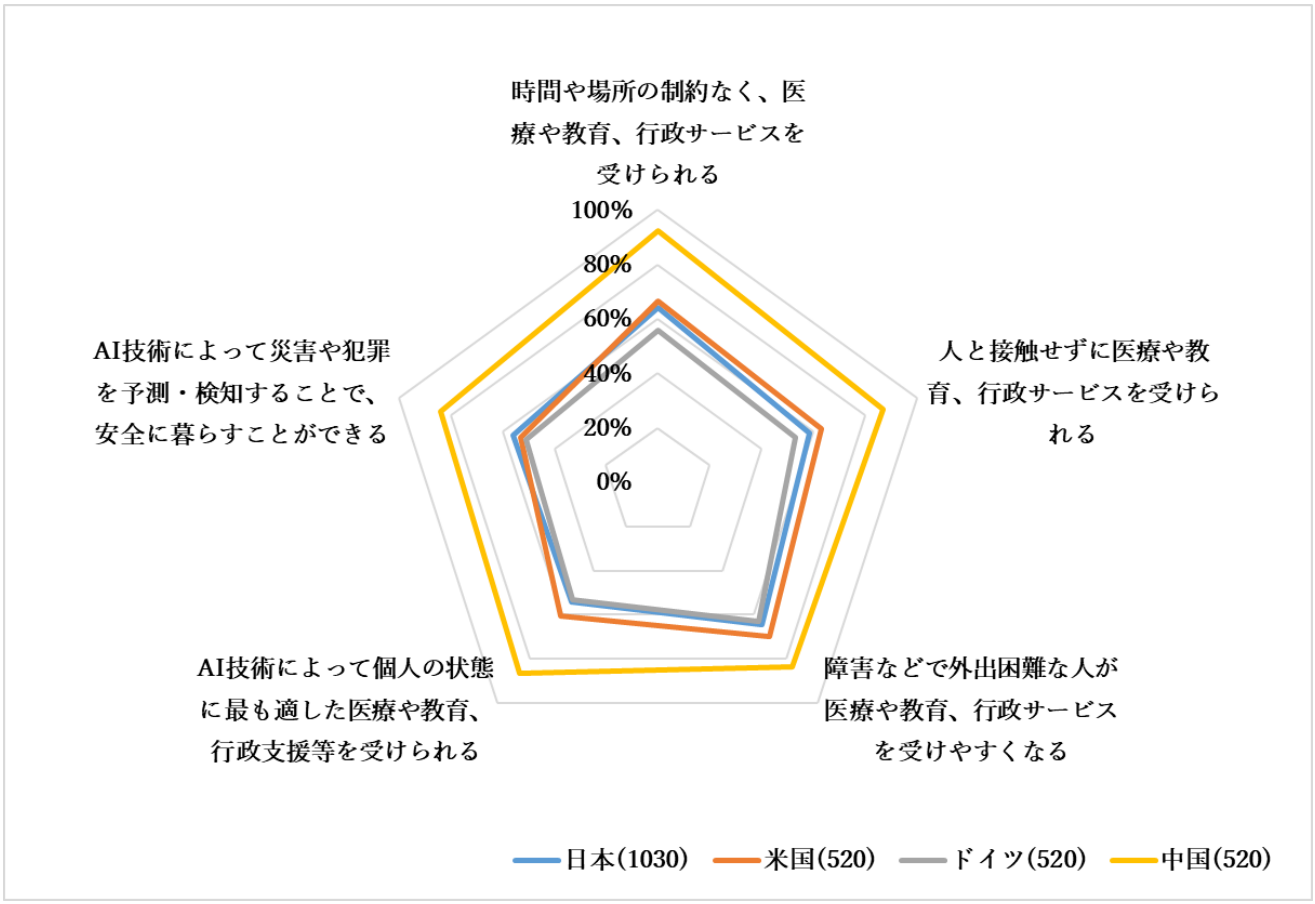
期待することに関して、日本、米国、ドイツの 3 ヵ国では、何れの項目に対しても期待する割合（「非常に期待する」、「やや期待する」の合計）は同程度となり、中国は何れの項目も他 3 ヵ国に比べて高かった。日本においては、「障害などで外出困難な人が医療や教育、行政サービスを受けやすくなる」、「時間や場所の制約なく、医療や教育、行政サービスを受けられる」に対して期待する割合（「非常に期待する」、「やや期待する」の合計）が 60%以上となり、他の項目に比べて高かった（図表 3-83）。

不安に感じることに関して、日本、米国、ドイツ、中国の 4 ヵ国において、何れの項目に対しても不安に感じる割合（「とても不安を感じる」、「やや不安を感じる」の合計）は同程度となった。日本においては、「'デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる」、「ビッグデータを利用する AI 技術によって、個人情報が侵害される」に対して不安に感じる割合（「とても不安を感じる」、「やや不安を感じる」の合計）が 60%以上となり、他の項目に比べて高かった。（図表 3-84）。

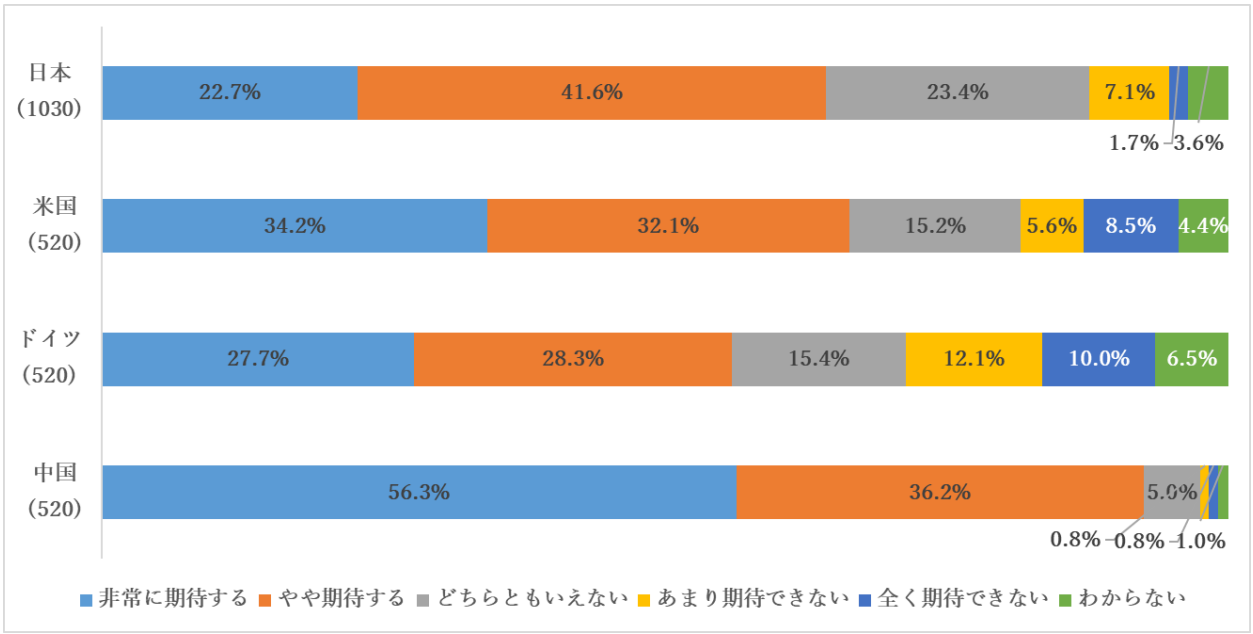
年齢別に見ると、期待については概ね大きな差は無かったが、「AI 技術によって災害や犯罪を予測・検知することで、安全に暮らすことができる」に対して期待する割合（「非常に期待する」、「やや期待する」の合計）は、20 歳代において高かった。不安については、何れの項目とも 60 歳代の不安に感じる割合（「とても不安を感じる」、「やや不安を感じる」の合計）が高かった。（図表 3-85、図表 3-86）。

世帯年収別に見ると、期待については何れの世帯年収も大差はなかったが、世帯年収が 800～1000 万円未満の方が他の年収に比べて期待する割合（「非常に期待する」、「やや期待する」の合計）が高かった。不安については、世帯年収によって大きな差は無かったが、「ビックデータを利用する AI 技術によって、個人情報が侵害される」、「人との会話や社会との繋がりが希薄になる」に対しても不安に感じる割合（「とても不安を感じる」、「やや不安を感じる」の合計）は、年収が低いほど高かった。（図表 3-83、図表 3-88）。

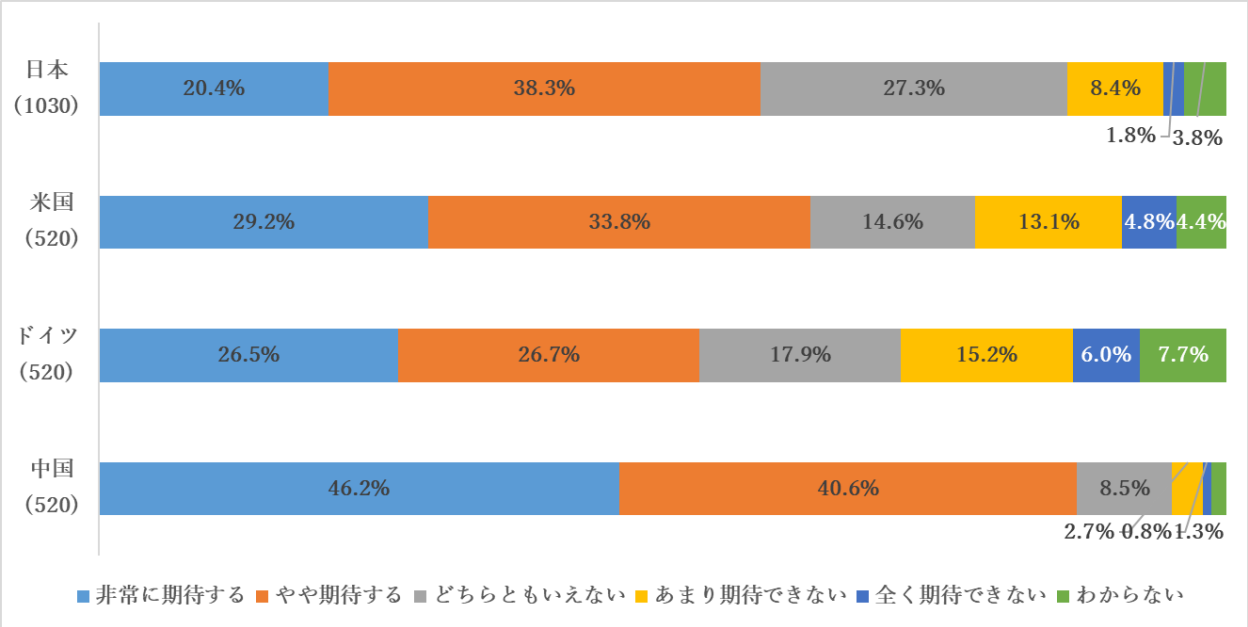
図表 3-83　公的サービスのデジタル化への期待（国別）



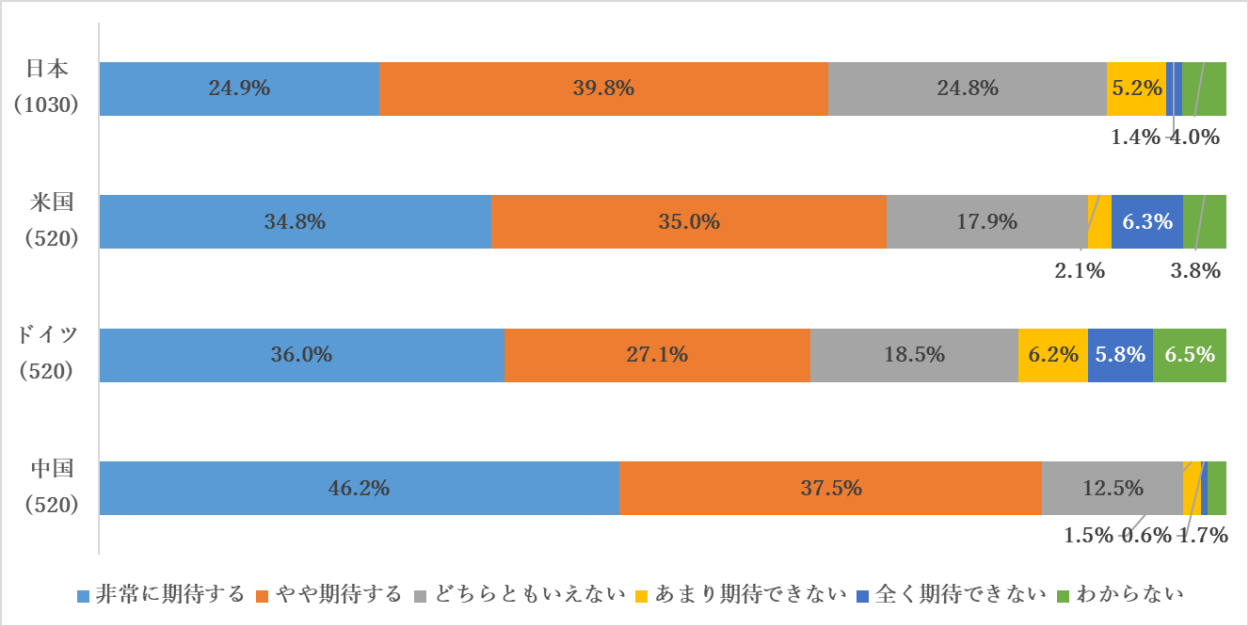
(a) 時間や場所の制約なく、医療や教育、行政サービスを受けられる



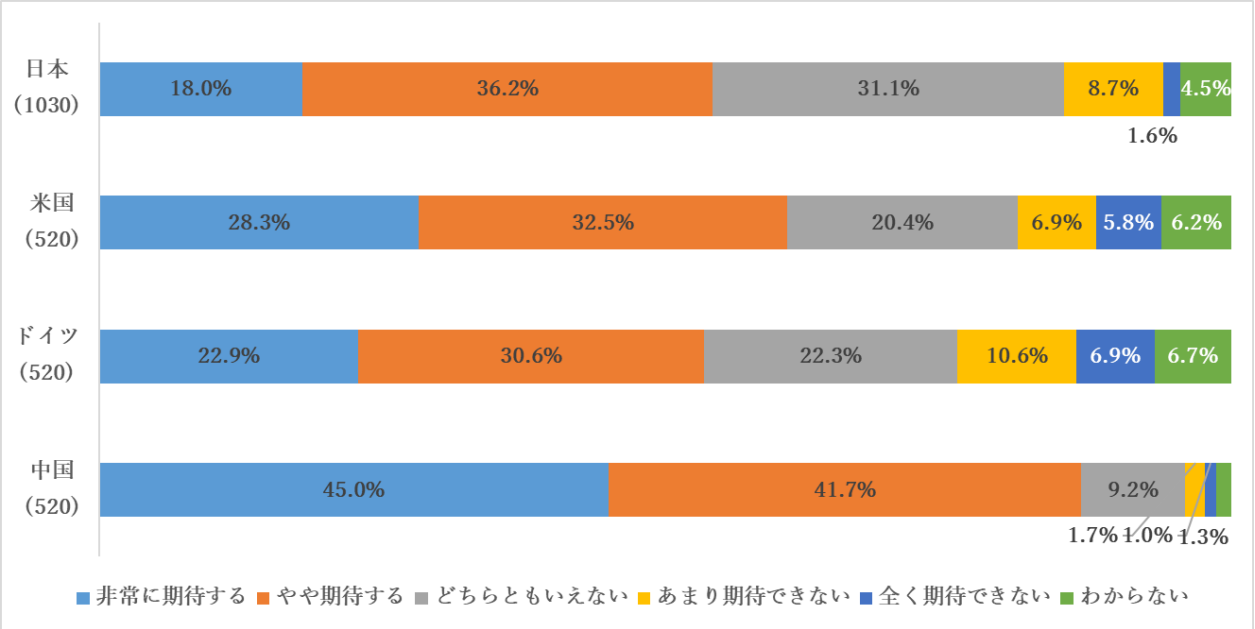
(b) 人と接触せずに医療や教育、行政サービスを受けられる



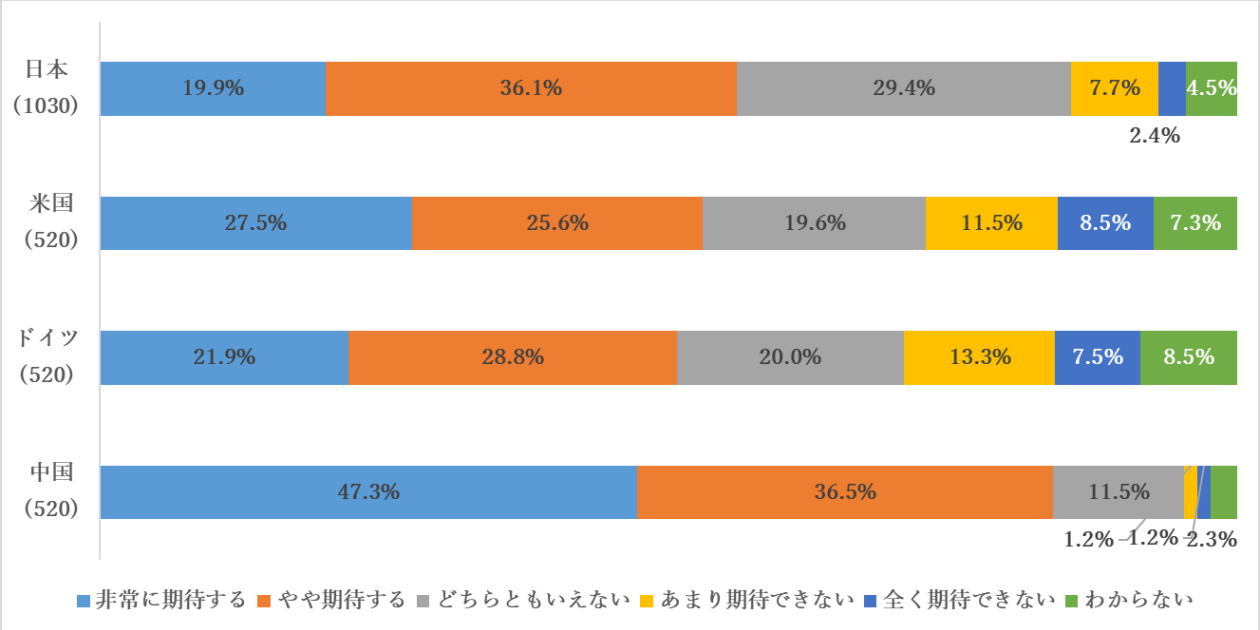
(c) 障害などで外出困難な人が医療や教育、行政サービスを受けやすくなる



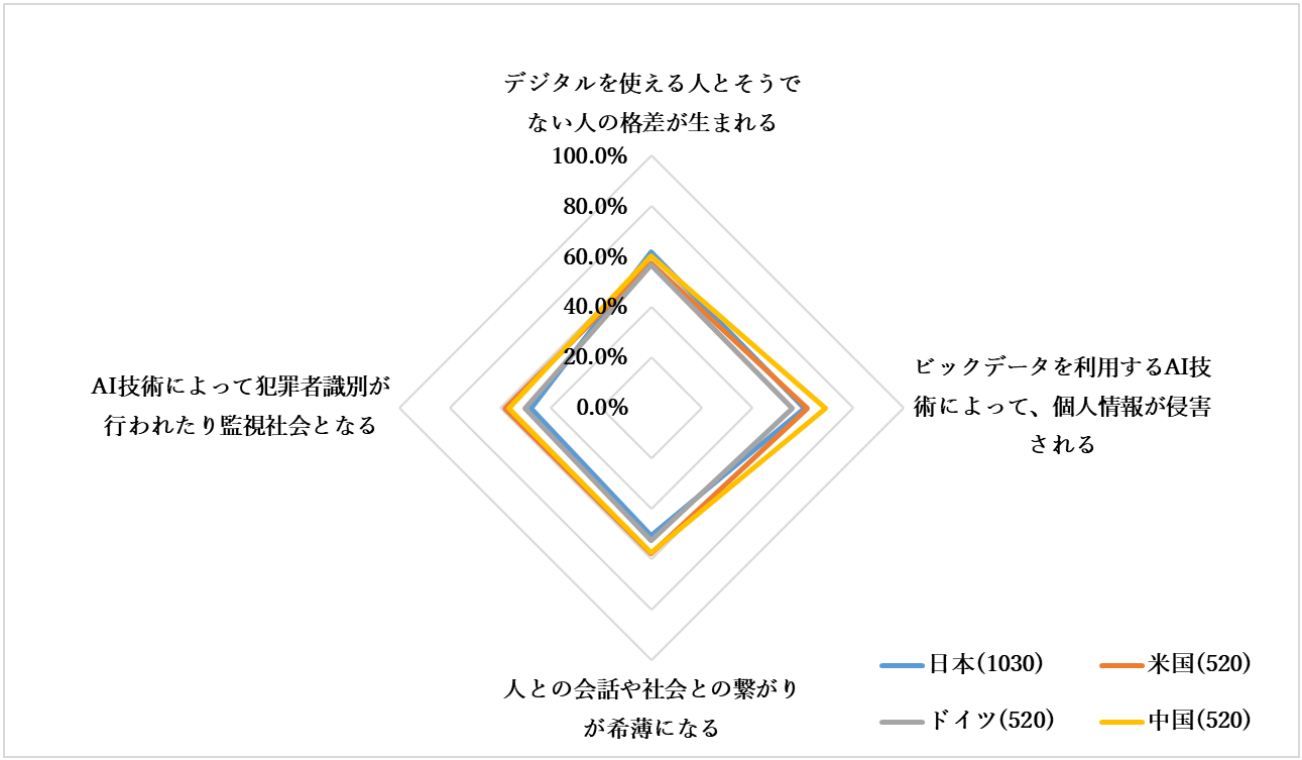
（d）AI 技術によって個人の状態に最も適した医療や教育、行政支援等を受けられる



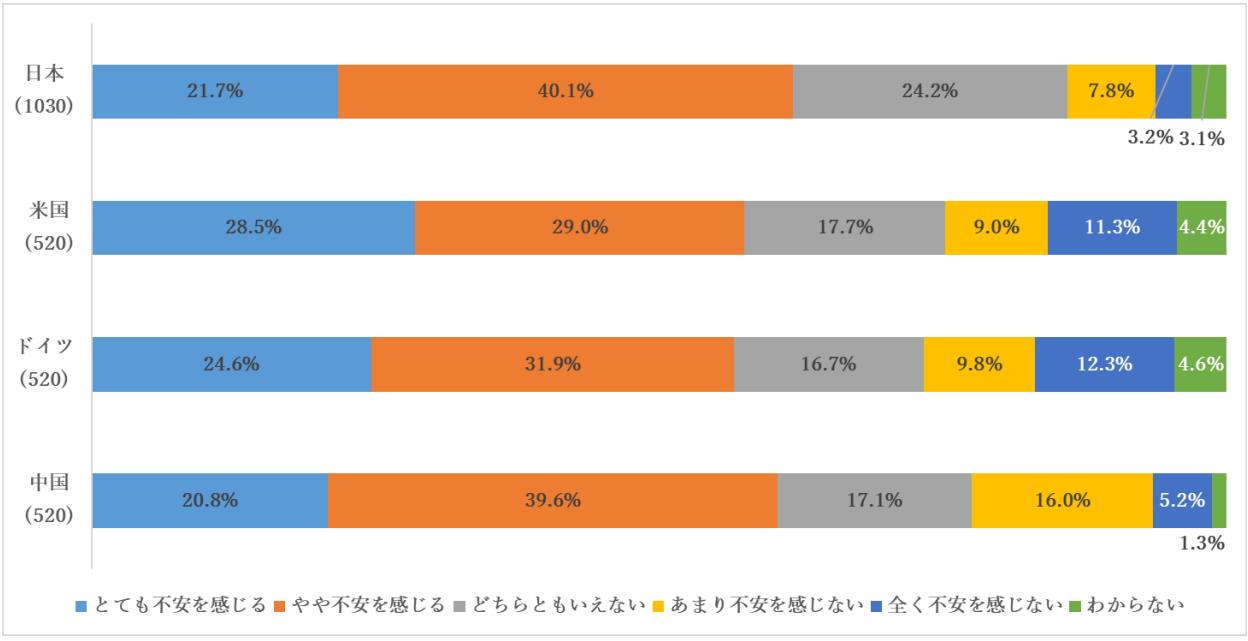
（e）AI 技術によって災害や犯罪を予測・検知することで、安全に暮らすことができる



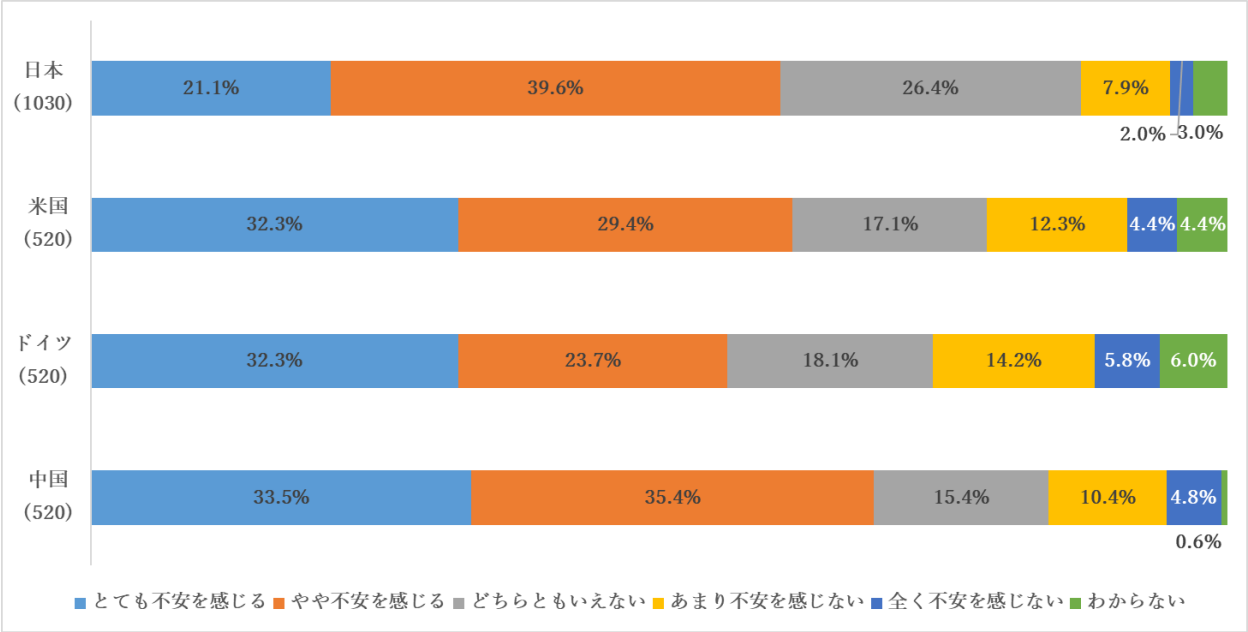
図表 3-84　公的サービスのデジタル化への不安（国別）



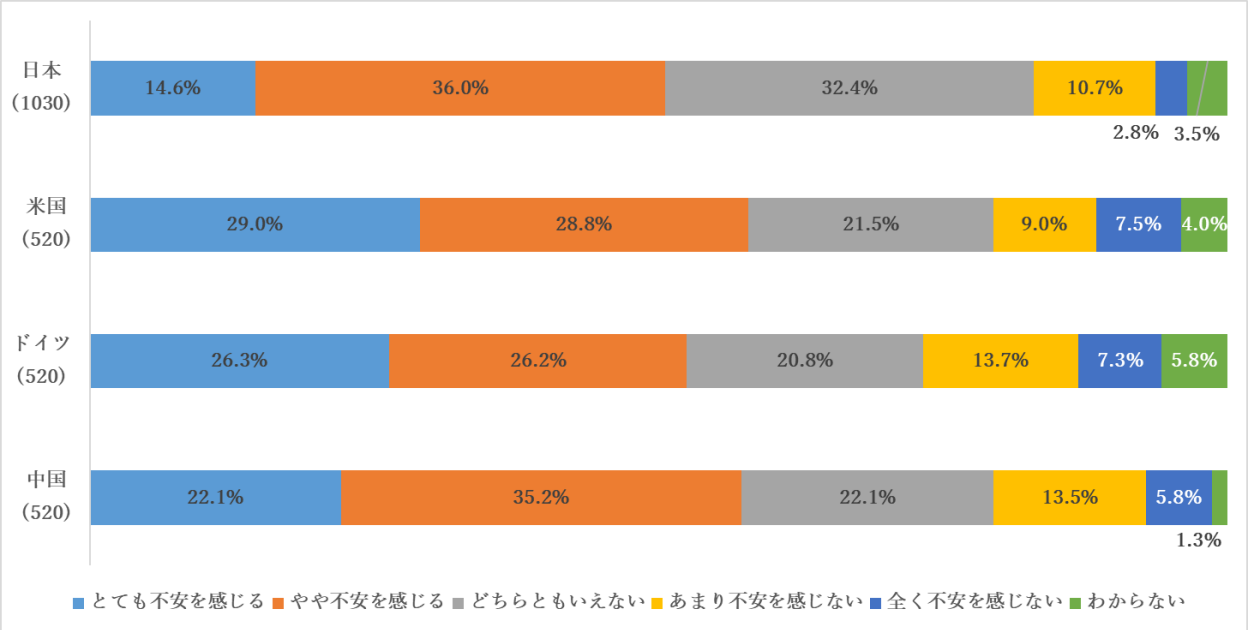
(a) デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる



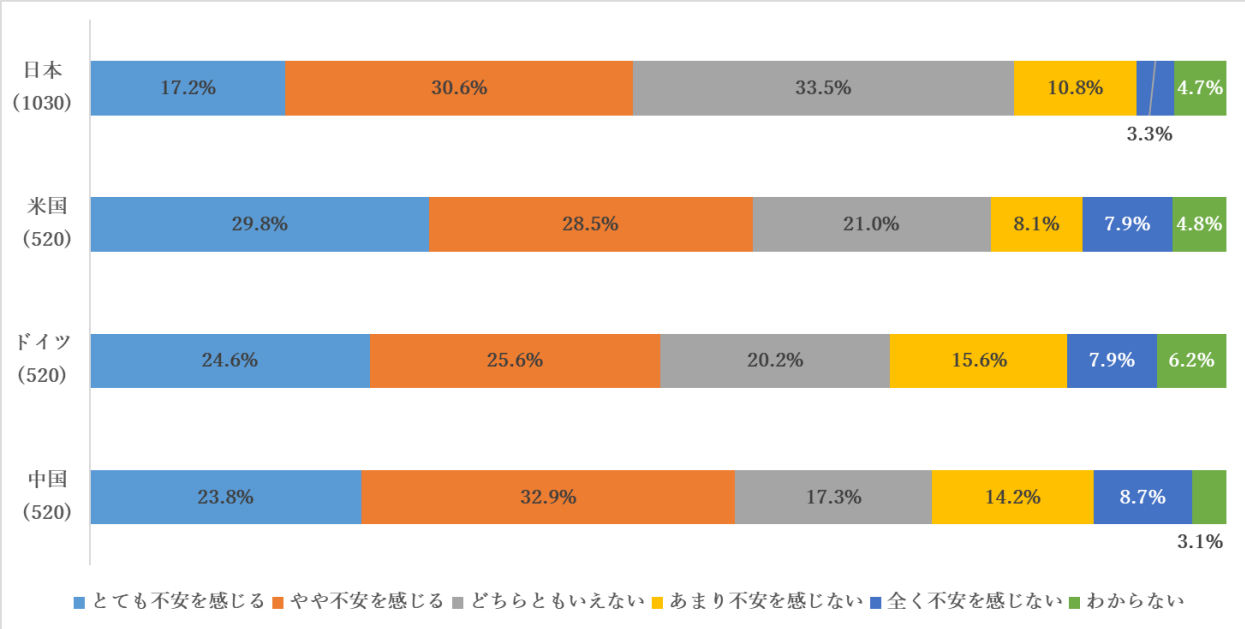
(b) ビックデータを利用する AI 技術によって、個人情報が侵害される



(c) 人との会話や社会との繋がりが希薄になる

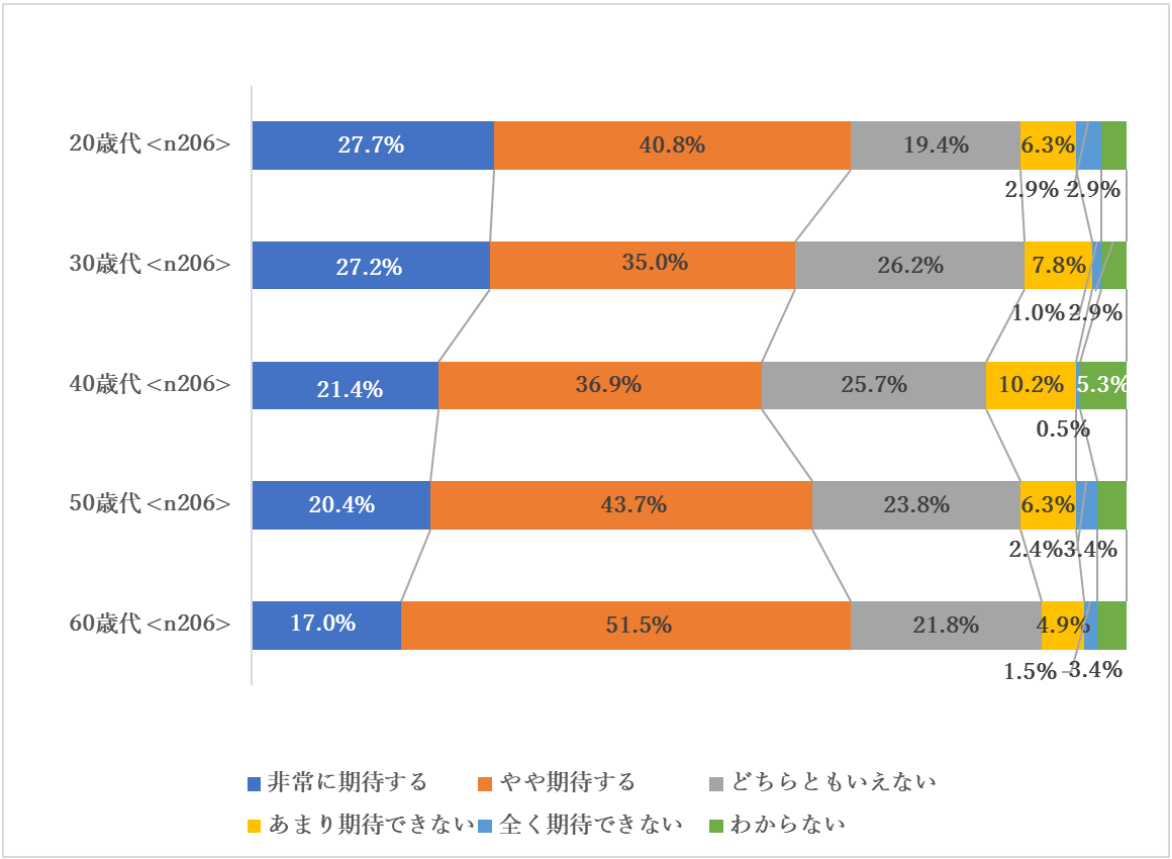


(d) AI 技術によって犯罪者識別が行われたり監視社会となる

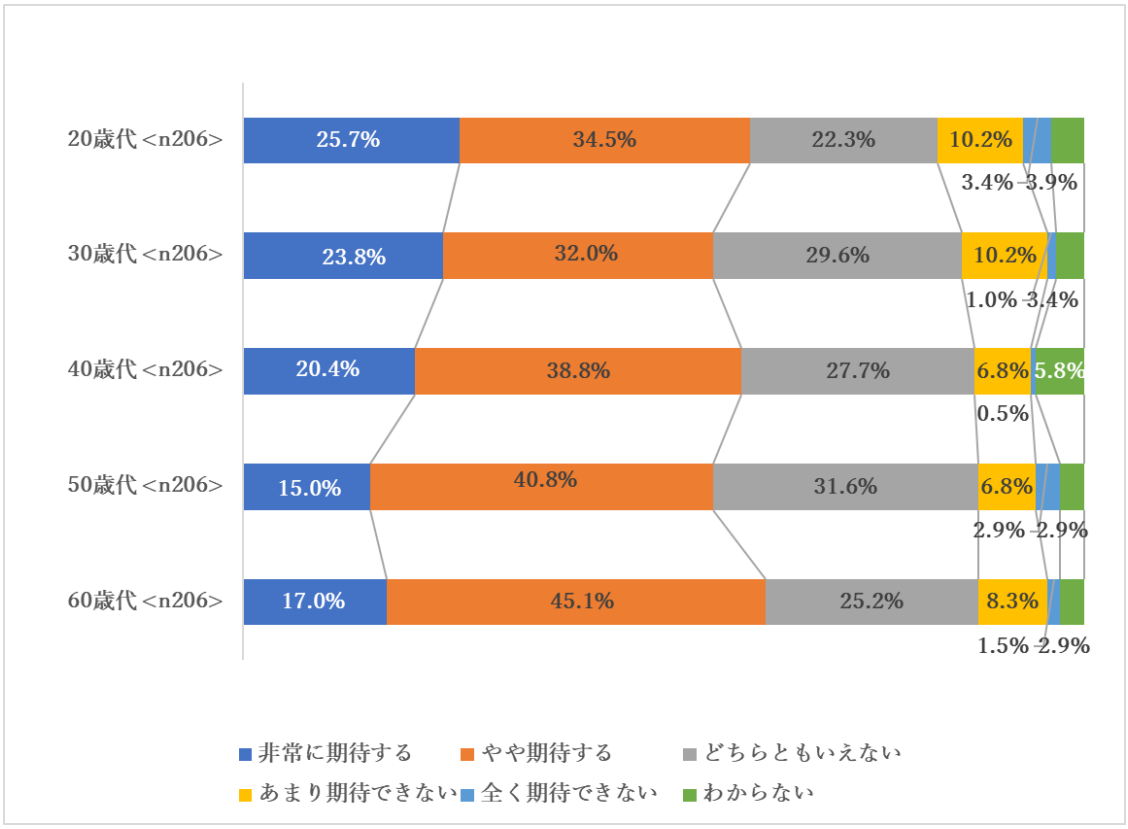


図表 3-85　公的サービスのデジタル化への期待（日本：年齢別）

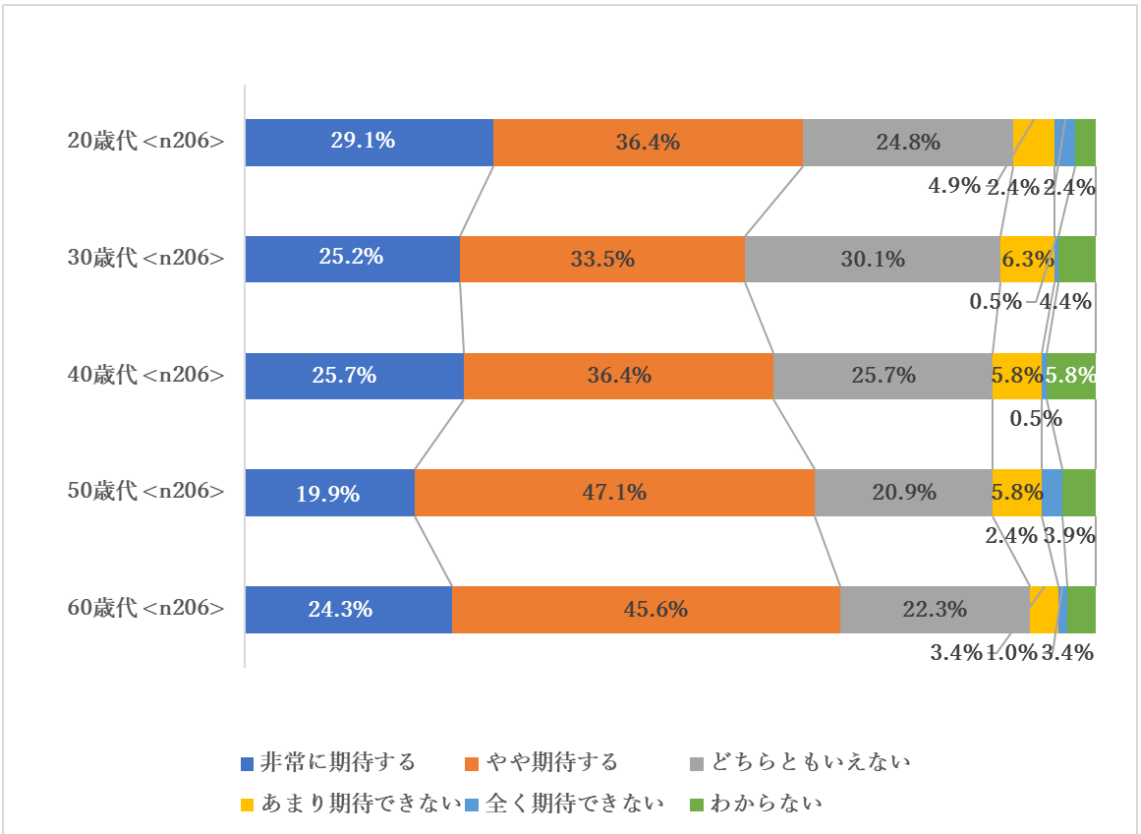
(a) 時間や場所の制約なく、医療や教育、行政サービスを受けられる



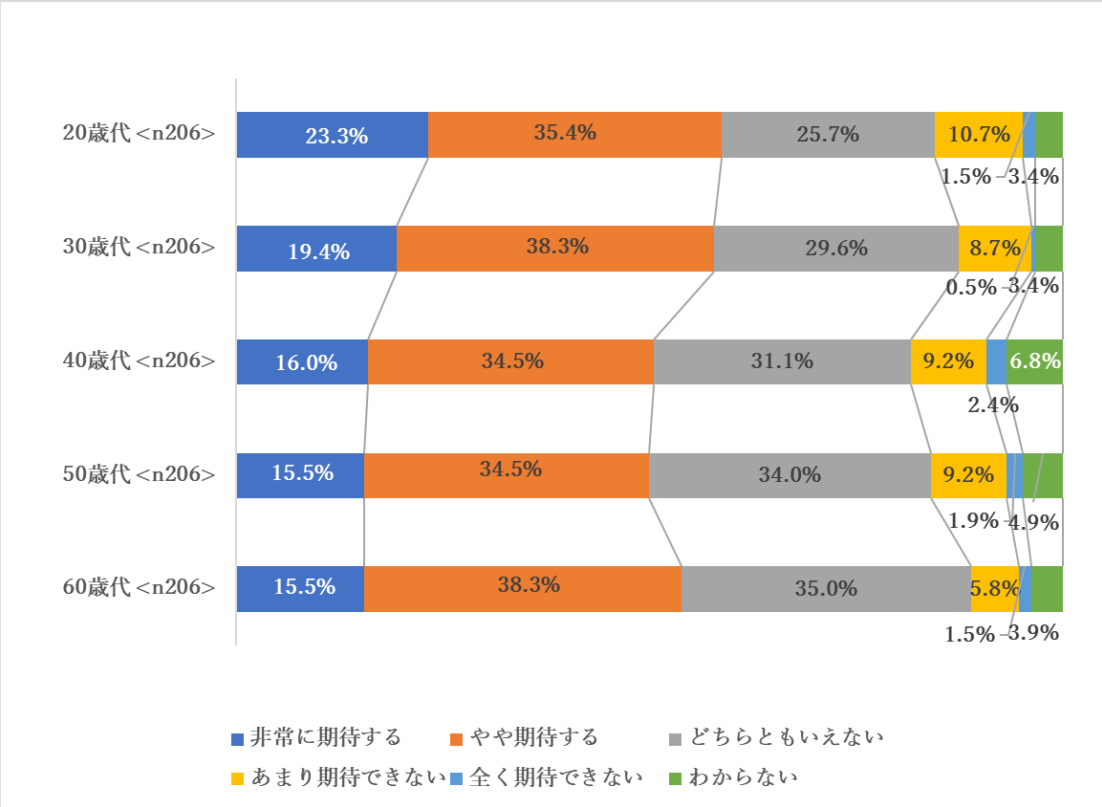
(b) 人と接触せずに医療や教育、行政サービスを受けられる



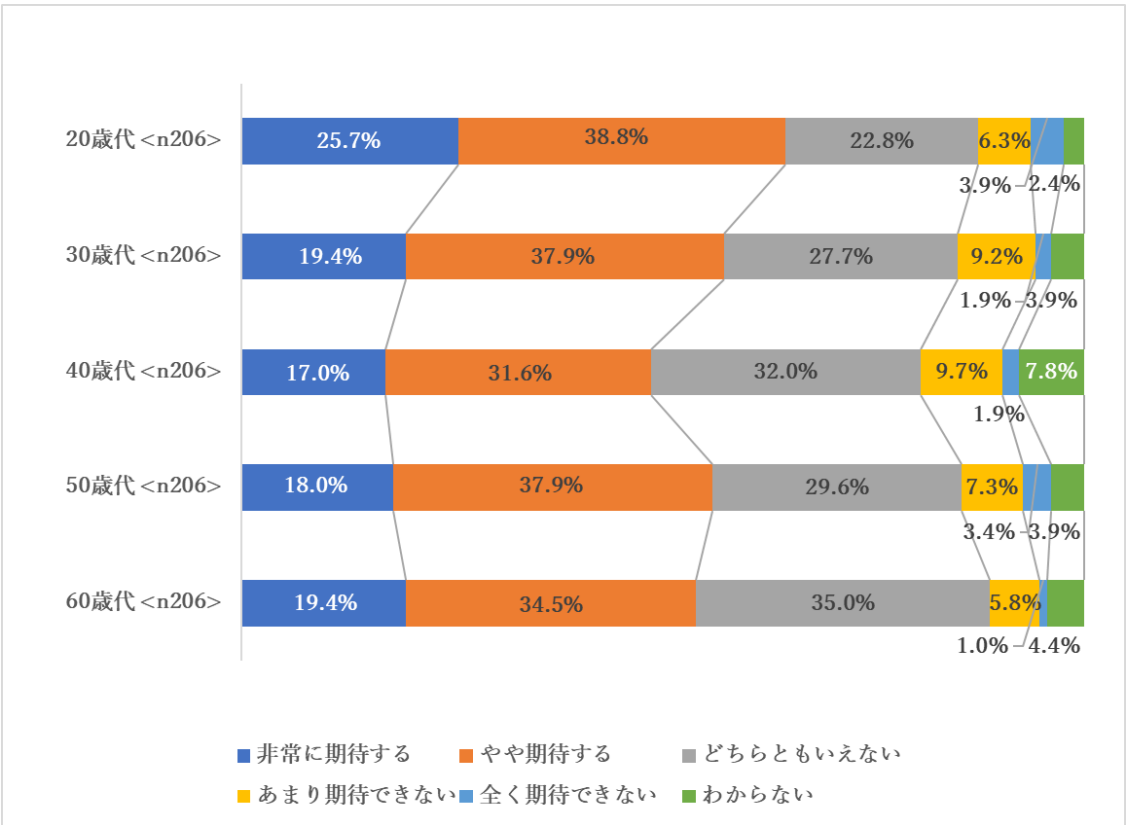
(c) 障害などで外出困難な人が医療や教育、行政サービスを受けやすくなる



(d) AI 技術によって個人の状態に最も適した医療や教育、行政支援等を受けられる

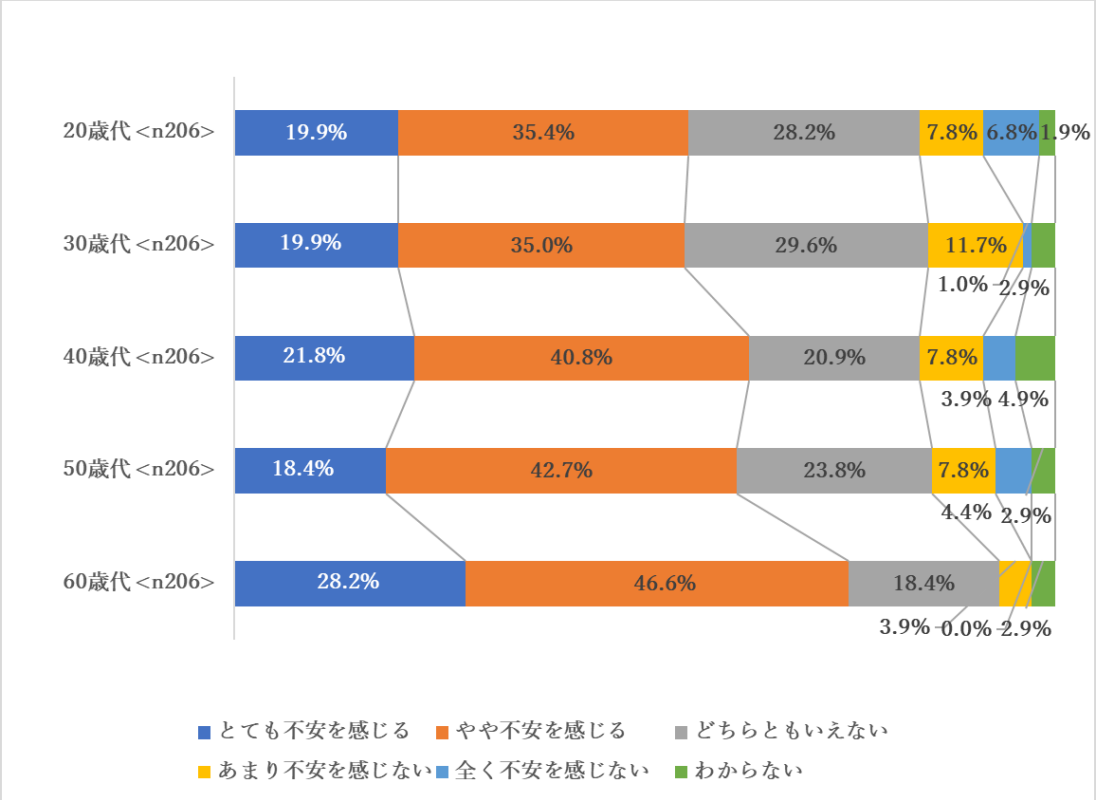


(e)AI 技術によって災害や犯罪を予測・検知することで、安全に暮らすことができる

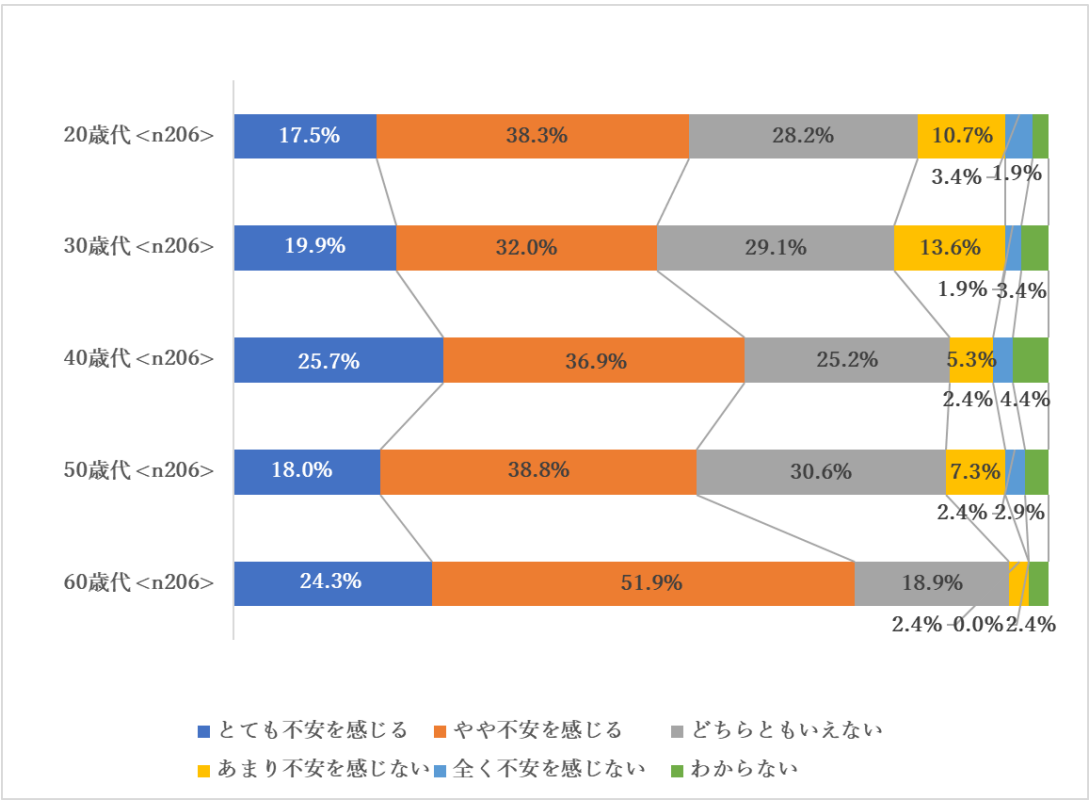


図表 3-86　公的サービスのデジタル化への不安（日本：年齢別）

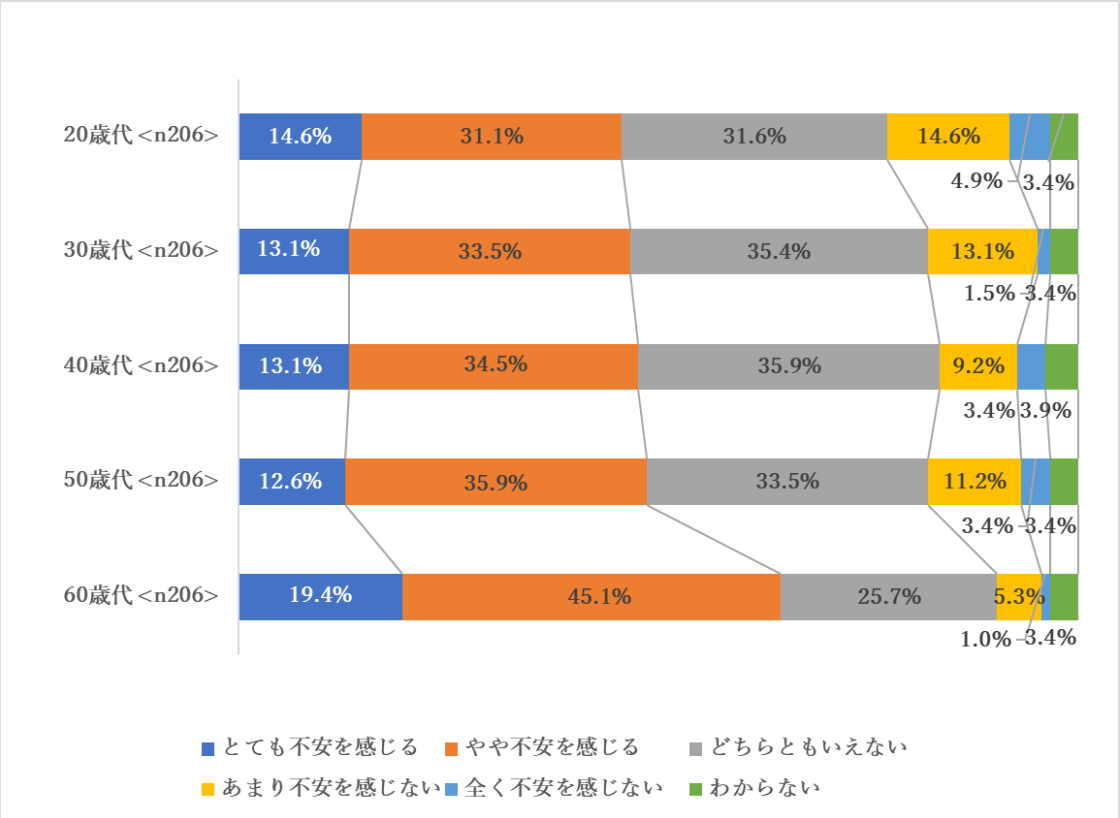
(a) デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる



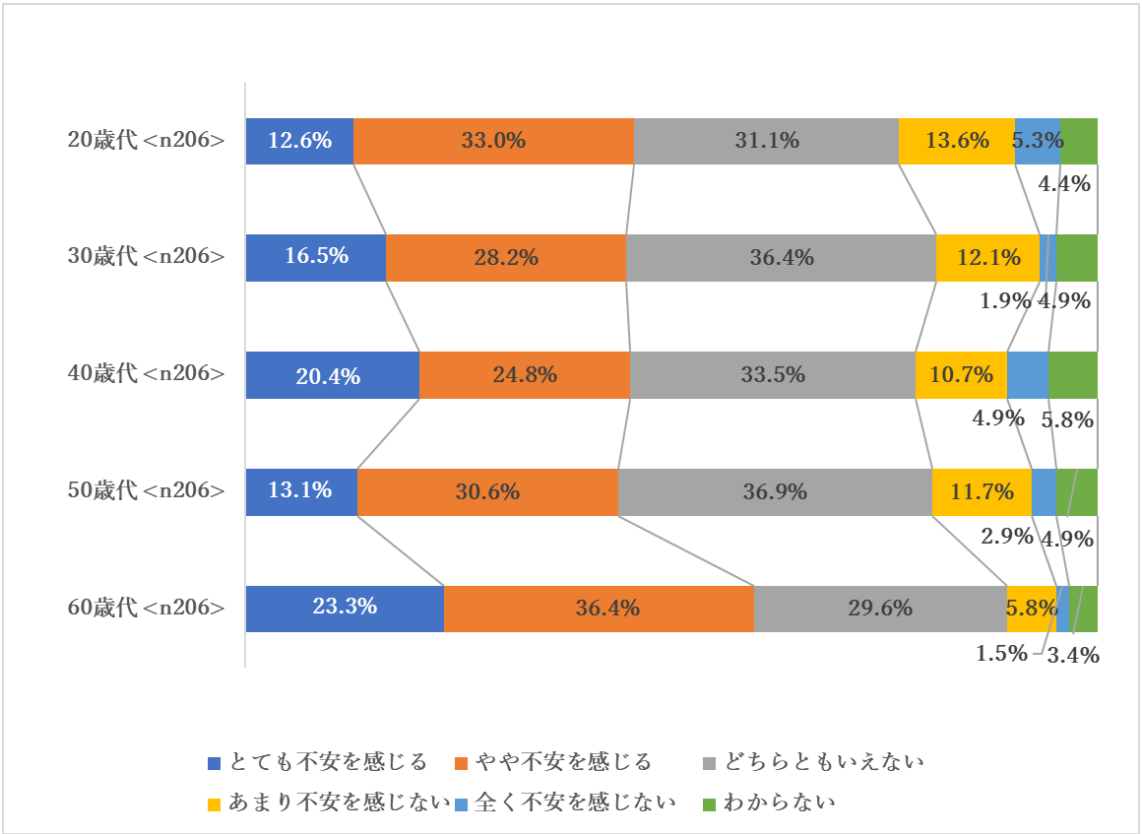
(b) ビックデータを利用する AI 技術によって、個人情報が侵害される



(c) 人との会話や社会との繋がりが希薄になる

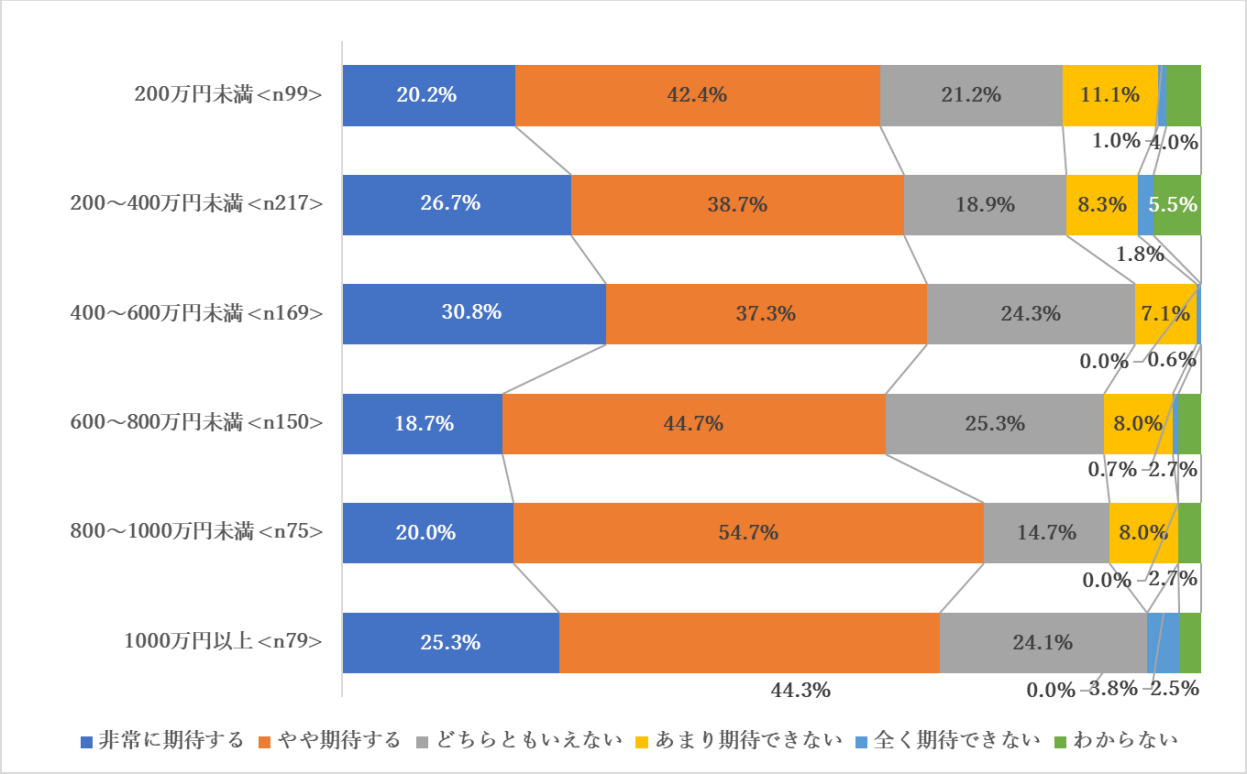


(d) AI 技術によって犯罪者識別が行われたり監視社会となる

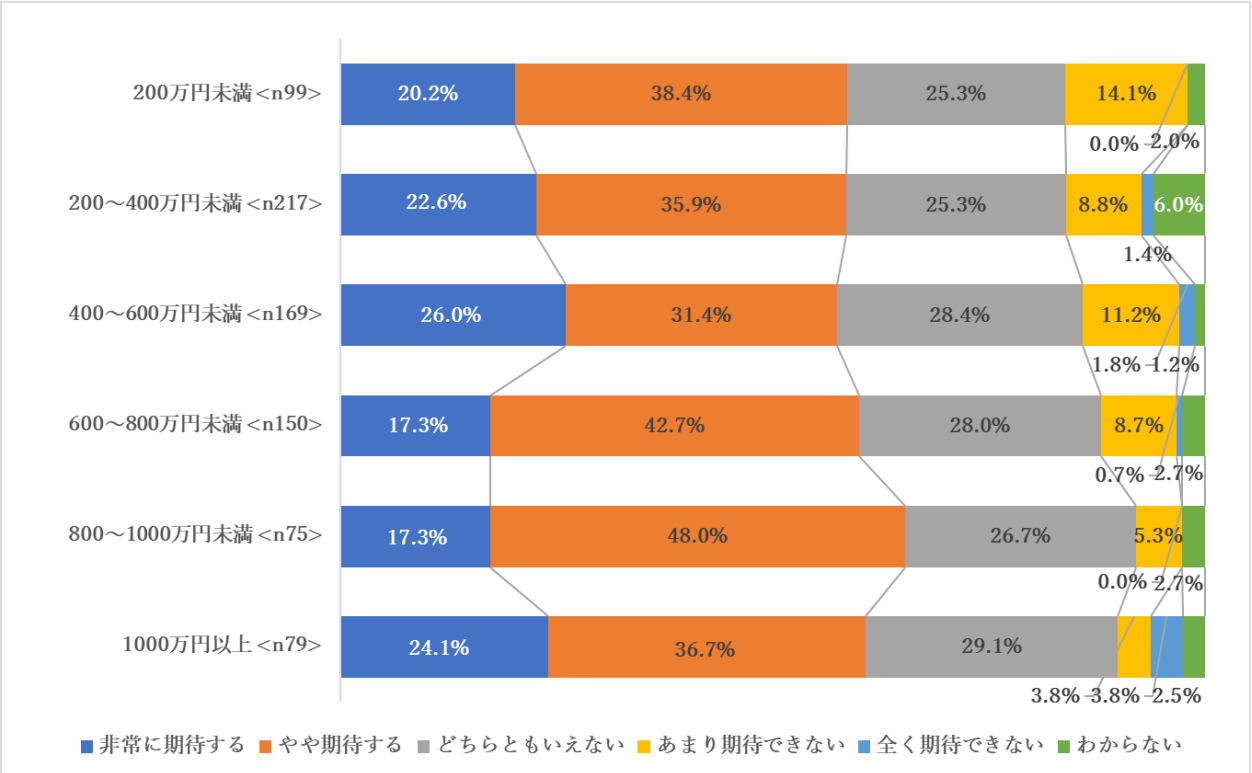


図表 3-87　公的サービスのデジタル化への期待（日本：世帯年収別）

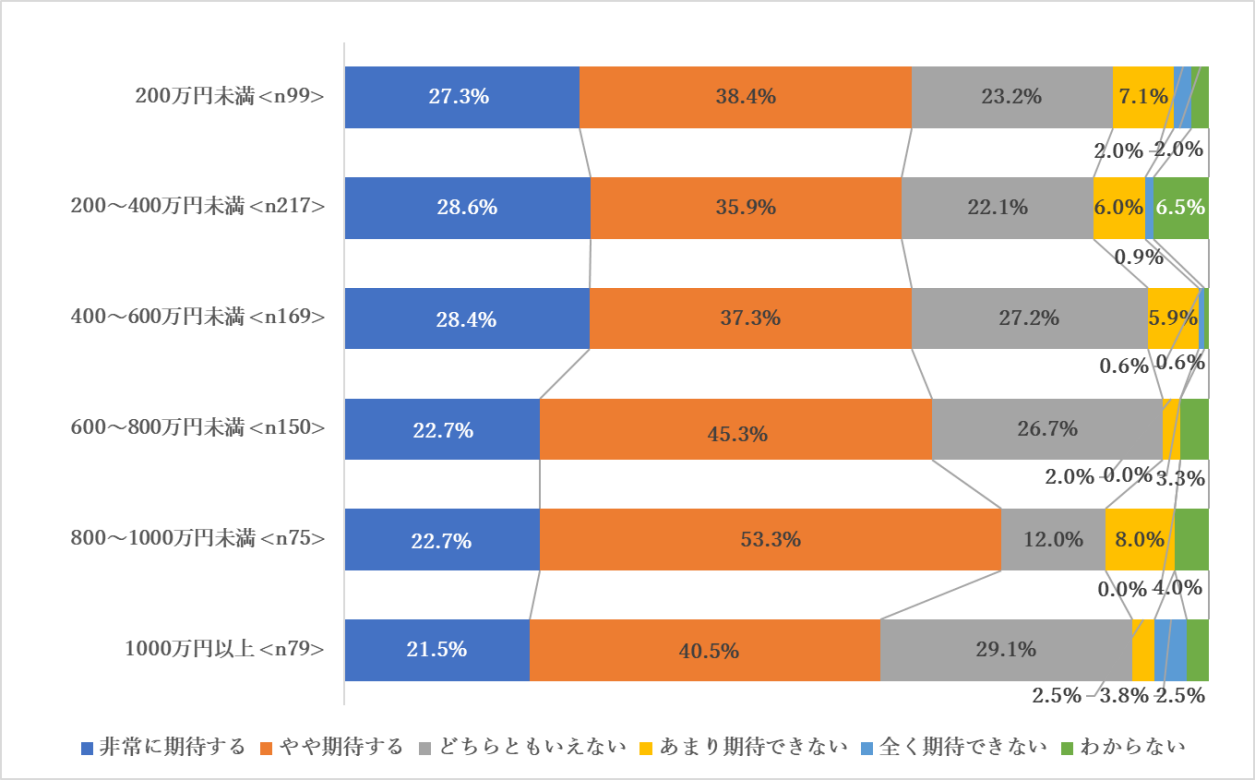
（a）時間や場所の制約なく、医療や教育、行政サービスを受けられる



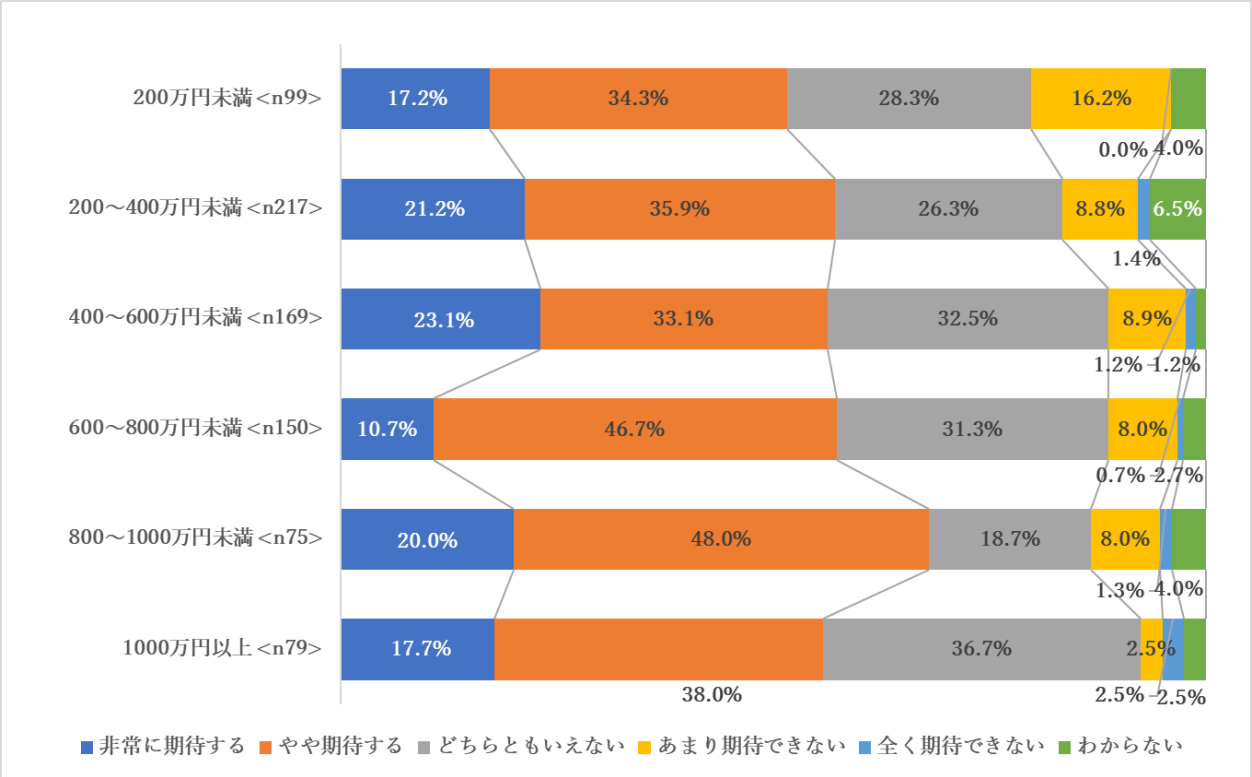
（b）人と接触せずに医療や教育、行政サービスを受けられる



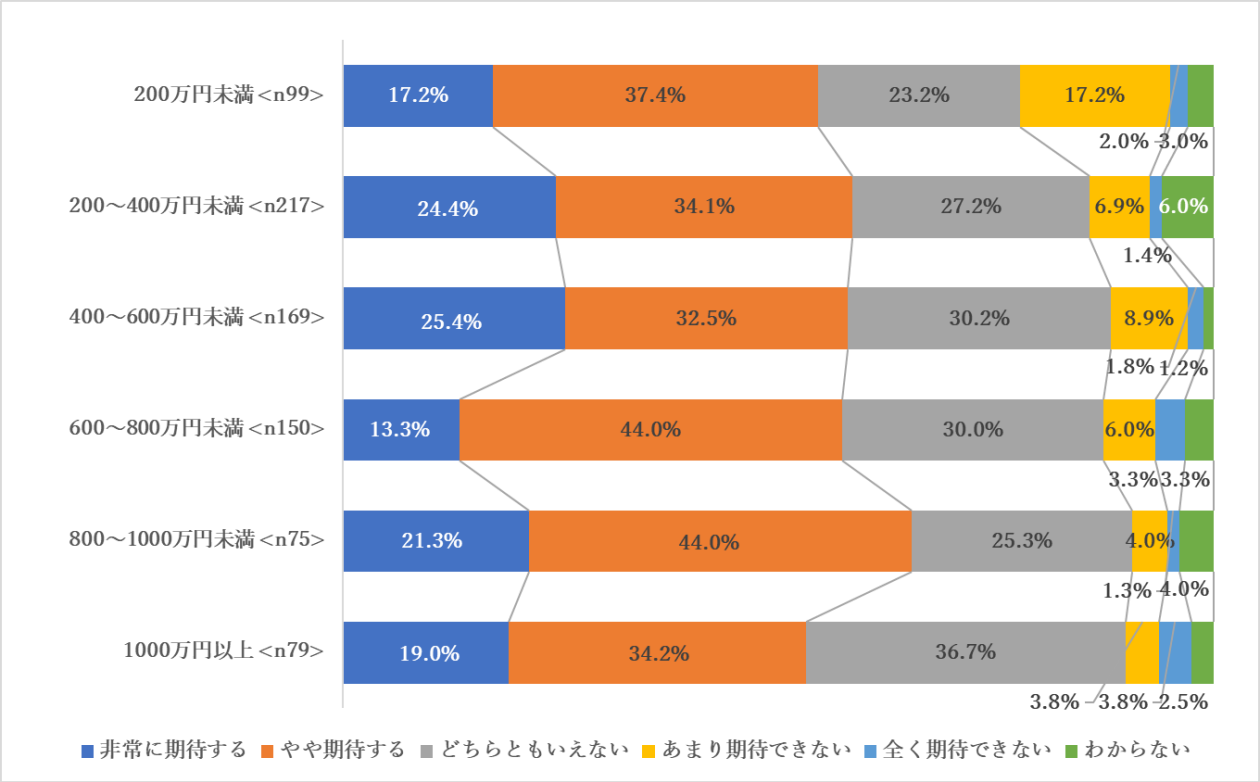
（c）障害などで外出困難な人が医療や教育、行政サービスを受けやすくなる



（d）AI 技術によって個人の状態に最も適した医療や教育、行政支援等を受けられる

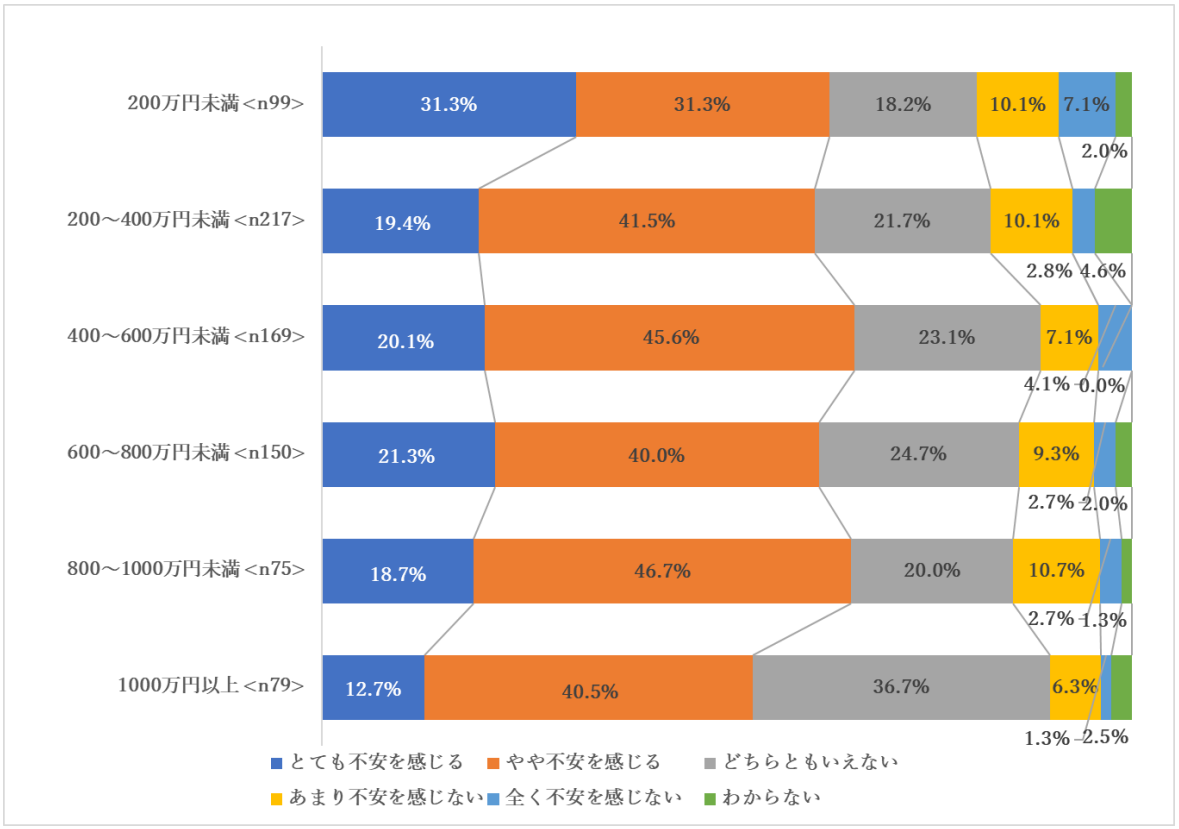


(e) AI 技術によって災害や犯罪を予測・検知することで、安全に暮らすことができる

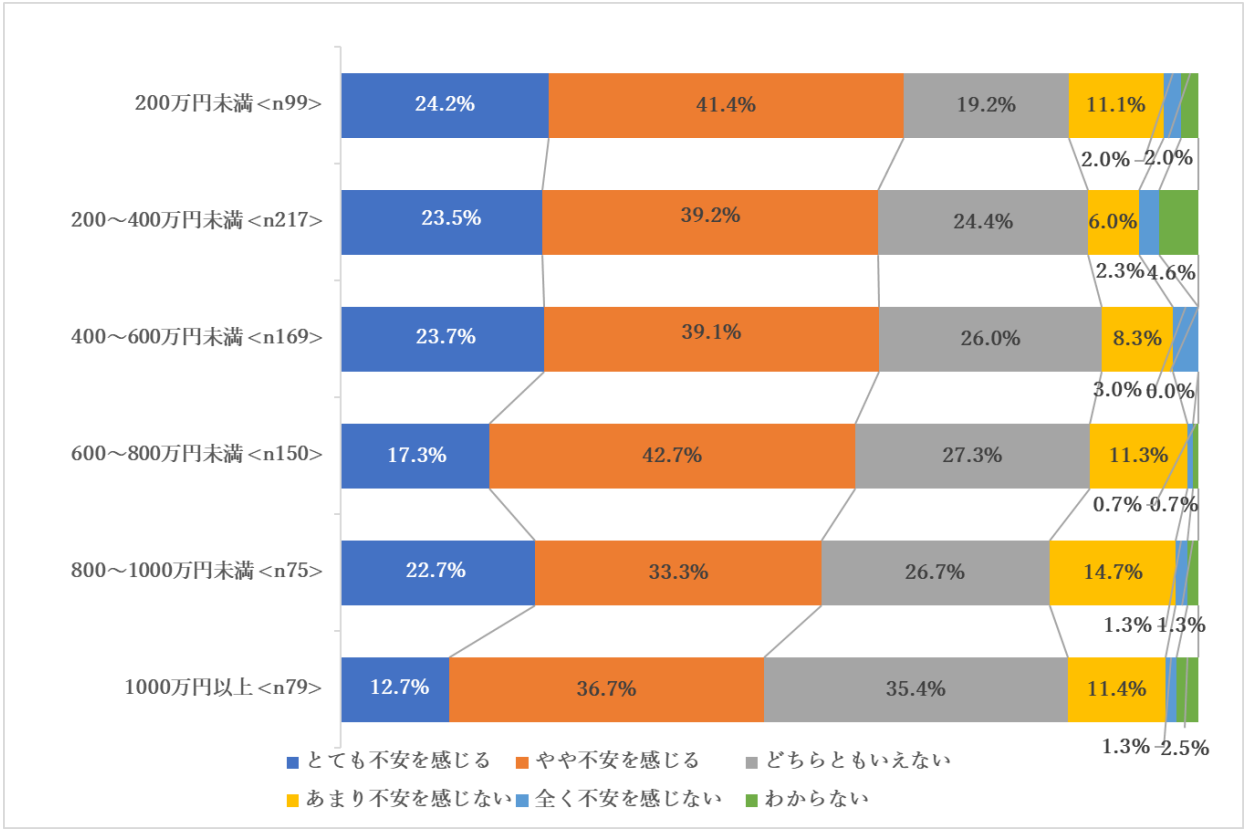


図表 3-88　公的サービスのデジタル化への不安（日本：世帯年収別）

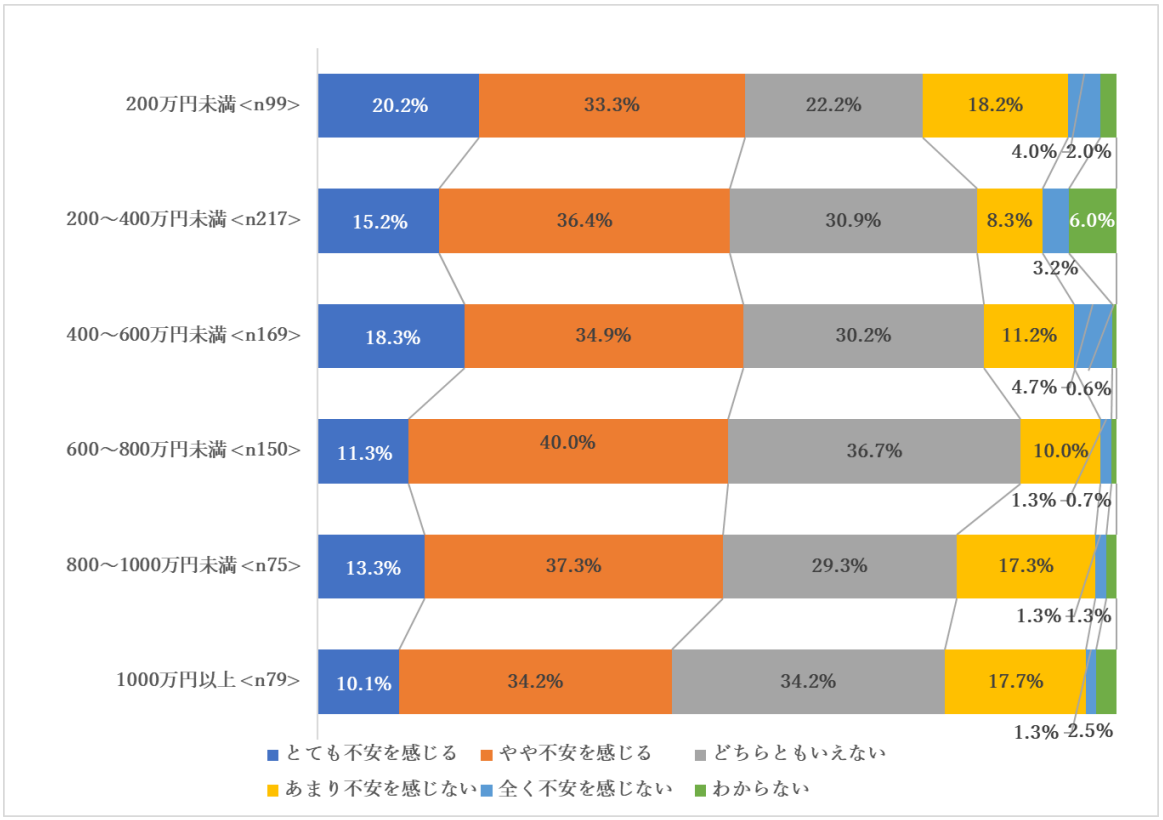
(a) デジタルを使える人とそうでない人の格差が生まれる



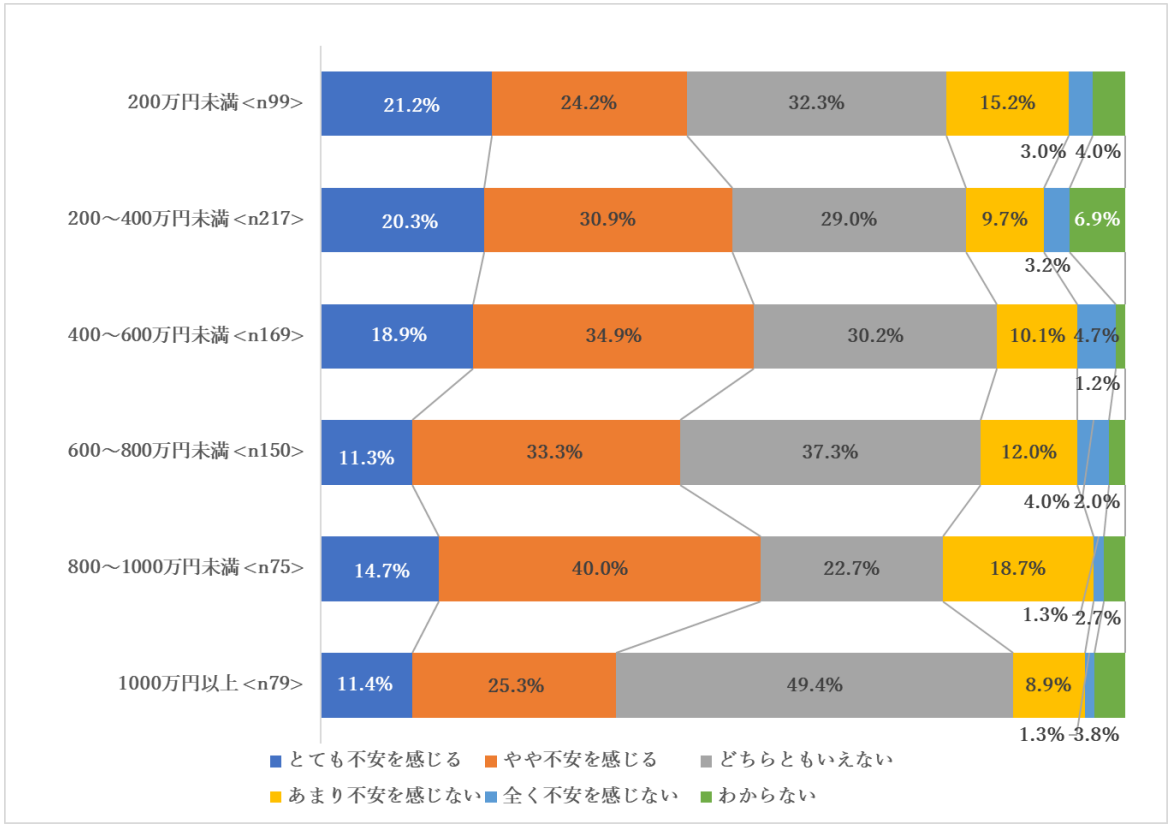
(b) ビックデータを利用する AI 技術によって、個人情報が侵害される



(c) 人との会話や社会との繋がりが希薄になる



(d) AI 技術によって犯罪者識別が行われたり監視社会となる

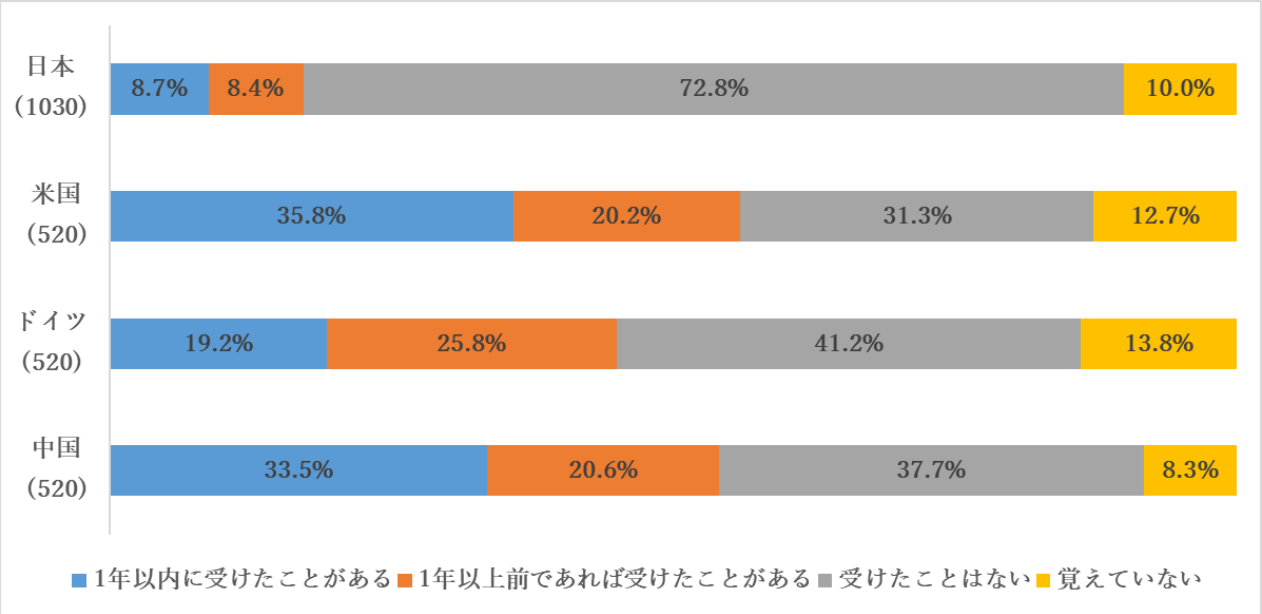


(エ)情報リテラシーについて

- ネット利用における様々な脅威に対する正しい認知・理解の有無

インターネット上でのトラブル回避のための講座受講経験について尋ねた。日本では、受講経験があると回答した割合は 17.1%となっていた。一方で、諸外国では受講経験があると回答した割合は 40%以上となっており、日本では受講経験があると回答した割合が諸外国と比べて低くなっていた（図表 3-89)。

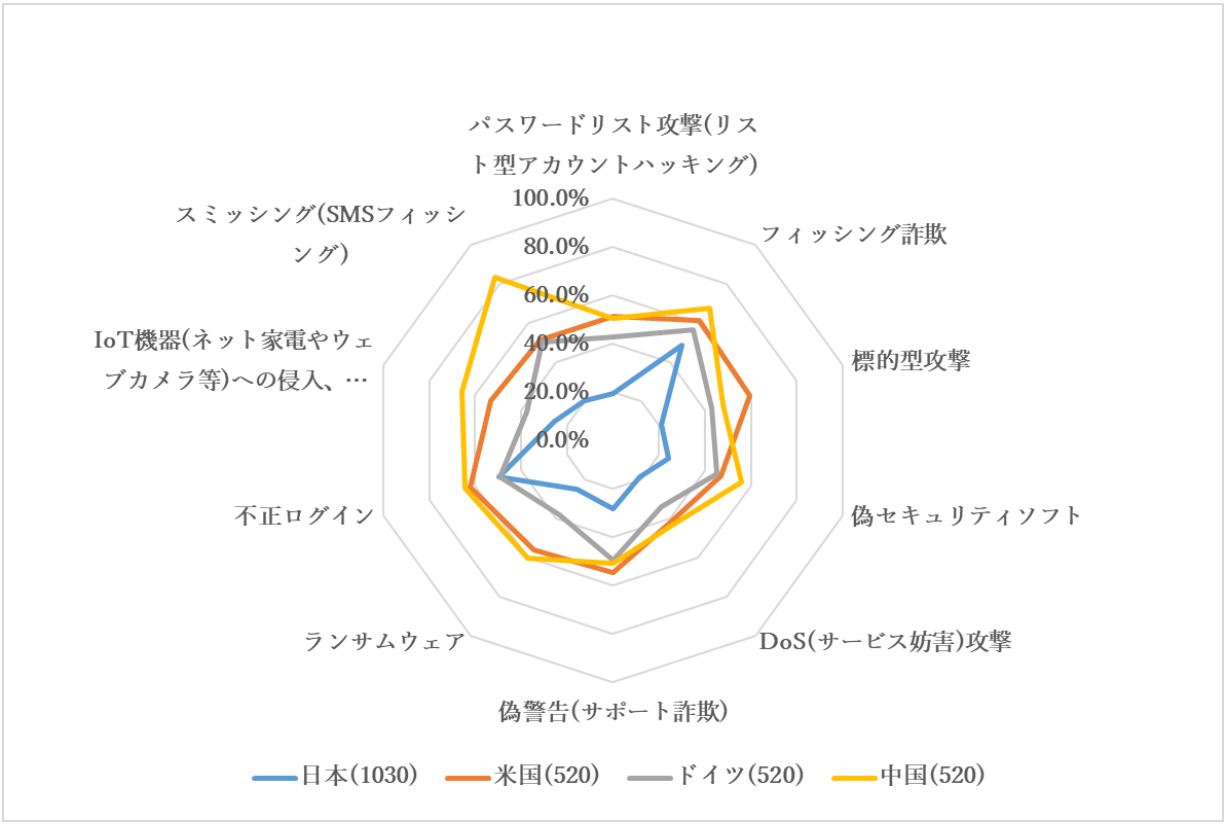
図表 3-89　デジタル利用のための教育受講状況（国別）



- インターネット上での攻撃・脅威に関する知識や情報にまつわる問題・懸念に関する知識の有無

インターネット上での攻撃・脅威に関する知識や情報にまつわる問題・懸念に関する知識について尋ねた。攻撃・脅威に関する知識について日本では、「フィッシング詐欺」や「不正ログイン」といった生活に身近な攻撃・脅威について把握している割合は 50%弱となっており、米国・ドイツと同程度となっていた。一方で、その他の用語についての把握率は、米国・ドイツと比べ約 10~20 ポイント低くなっていた(図表 3-90)。

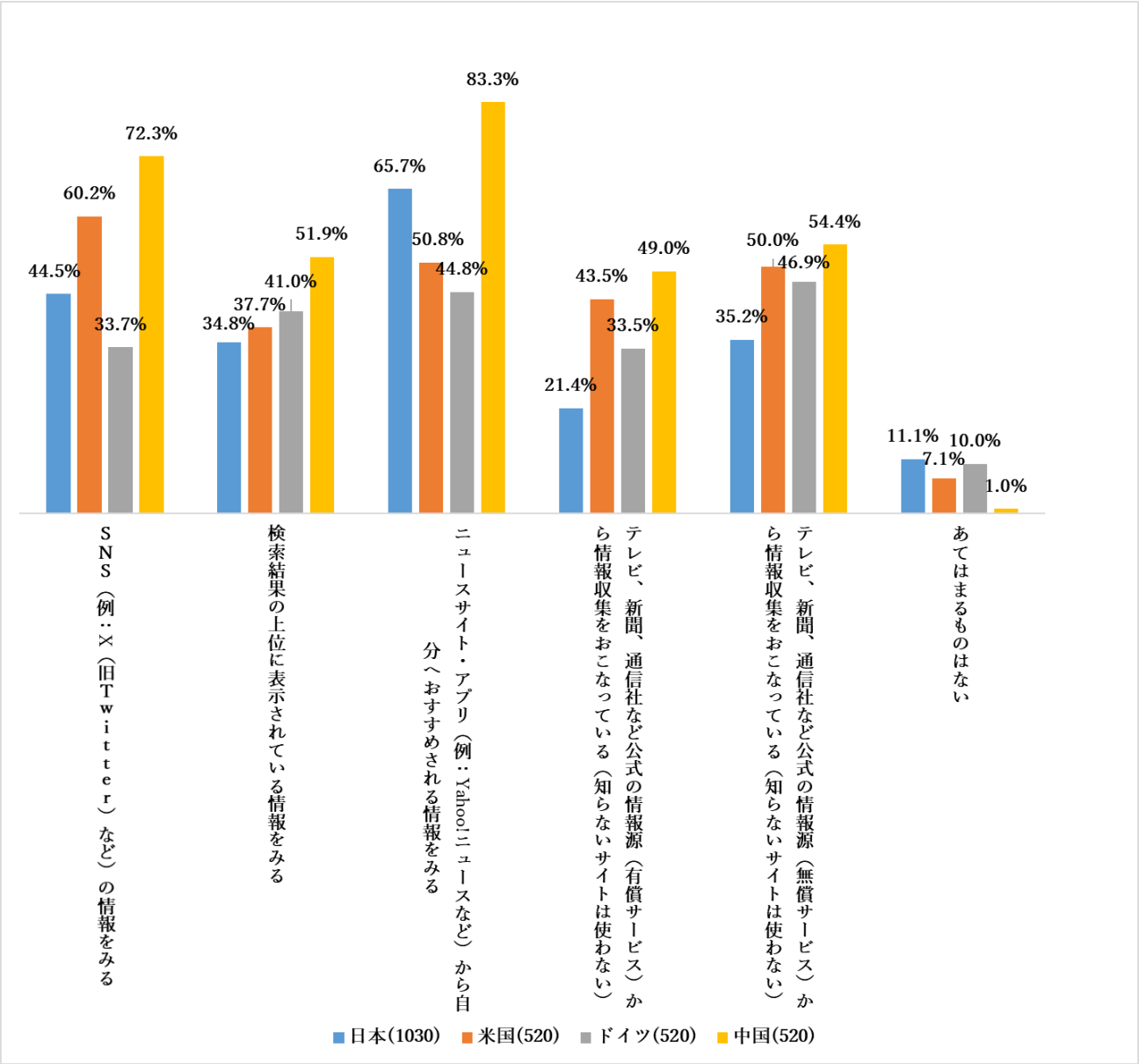
図表 3-90　攻撃・脅威に関する知識の把握状況（国別）



- オンライン上の最新情報の入手方法

  オンラインで最新情報を入手する際、日本では「ニュースサイト・アプリからのおすすめ情報をみる」、「SNS の情報をみる」人が多く、テレビ、新聞、通信社などの既存マスコミを頼る人は相対的に少ない。ニュースサイト・アプリのおすすめや SNS の利用者が、エコーチェンバー現象を認知していない場合は理解促進が必要である（図表 3-91）。

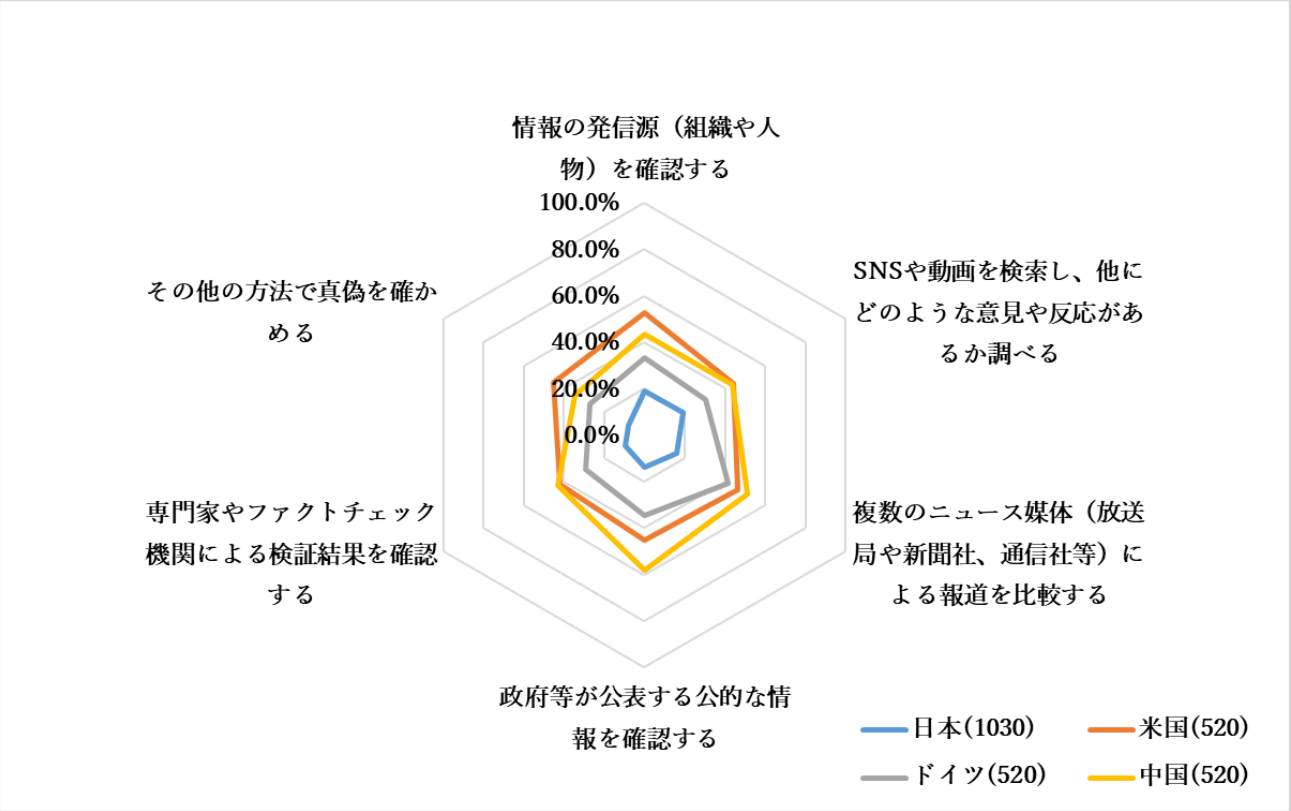
図表 3-91　オンライン上の最新情報の入手方法（国別）



- オンライン情報の信頼性の確認方法

　オンライン情報の信頼性の確認経験について、日本では「専門家やファクトチェック機関による検証結果を確認する」（「ほぼ全てのニュースについて行う」あるいは「よく行う」）人が他国に比べて圧倒的に少なかったことについて、日本におけるファクトチェックの認知度の低さが影響しているのではないかと推察される（図表 3-92）。

図表 3-92　オンライン情報の信頼性の確認方法（国別）

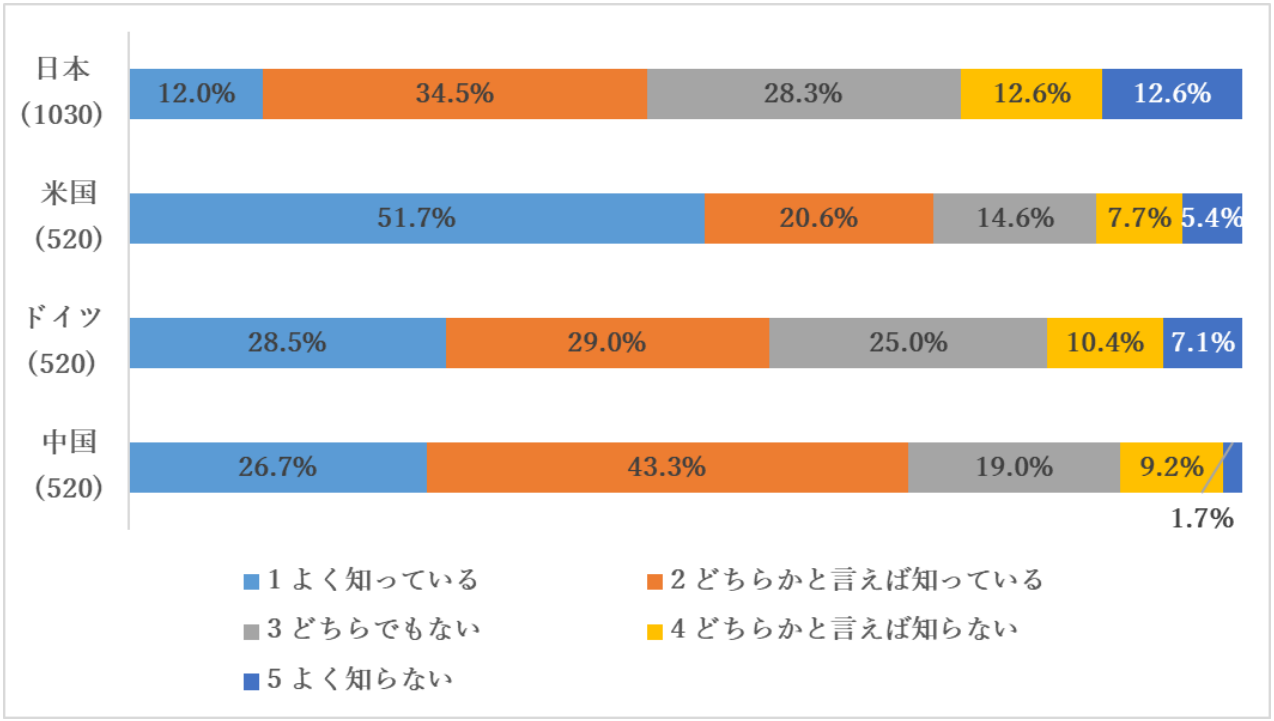


- オンラインサービスやアプリ（検索サービスや SNS など）の特性について知っている程度

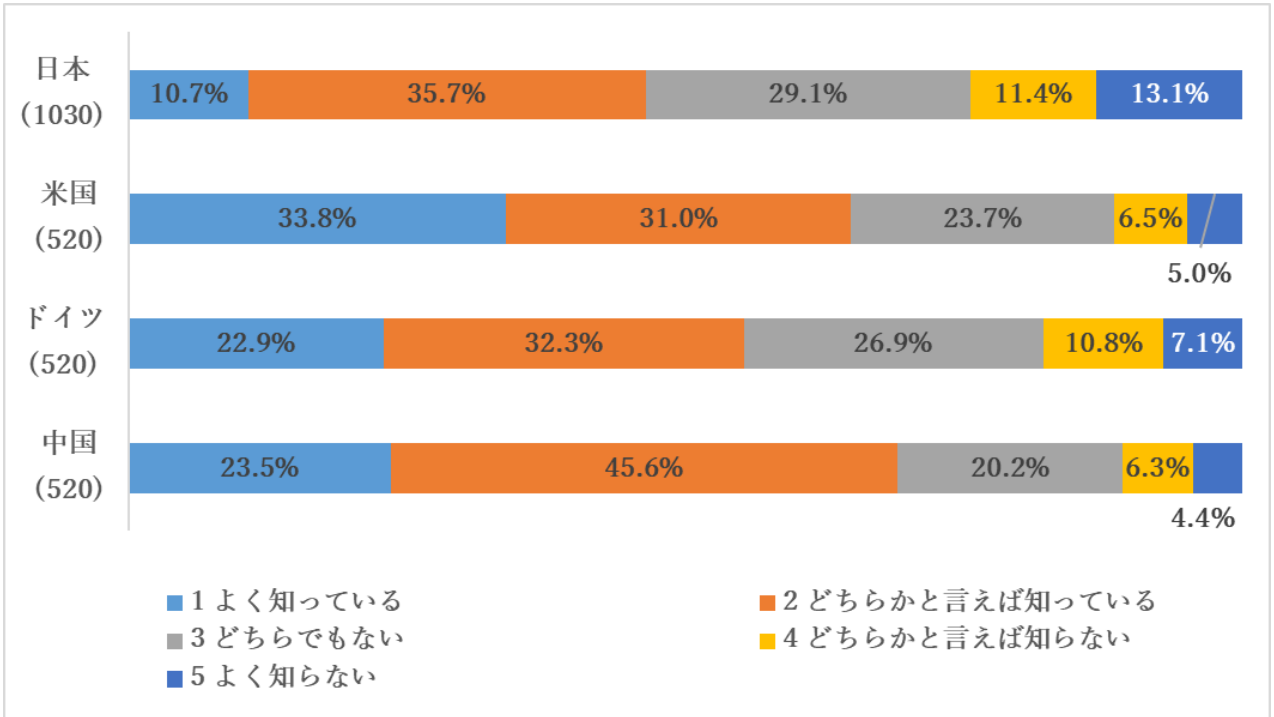
　オンラインサービスやアプリ（検索サービスや SNS など）の特性として、「検索結果や SNS、動画、音楽等、表示される情報があなたに最適化（パーソナライズ）されていること」、「SNS 等では、自分に近い意見や考え方に近い情報が表示されやすいこと」、「SNS 上でお勧めされるアカウントやコンテンツは、SNS の提供側がみてほしいアカウントやコンテンツが提示される場合があること」について知っている程度を調査した。知っている割合（「よく知っている」、「どちらかと言えば知っている」の合計）は、日本では何れの項目においても 50%未満となった（図表 3-93）。

図表 3-93　オンラインサービスやアプリ（検索サービスや SNS など）の特性について知っている程度

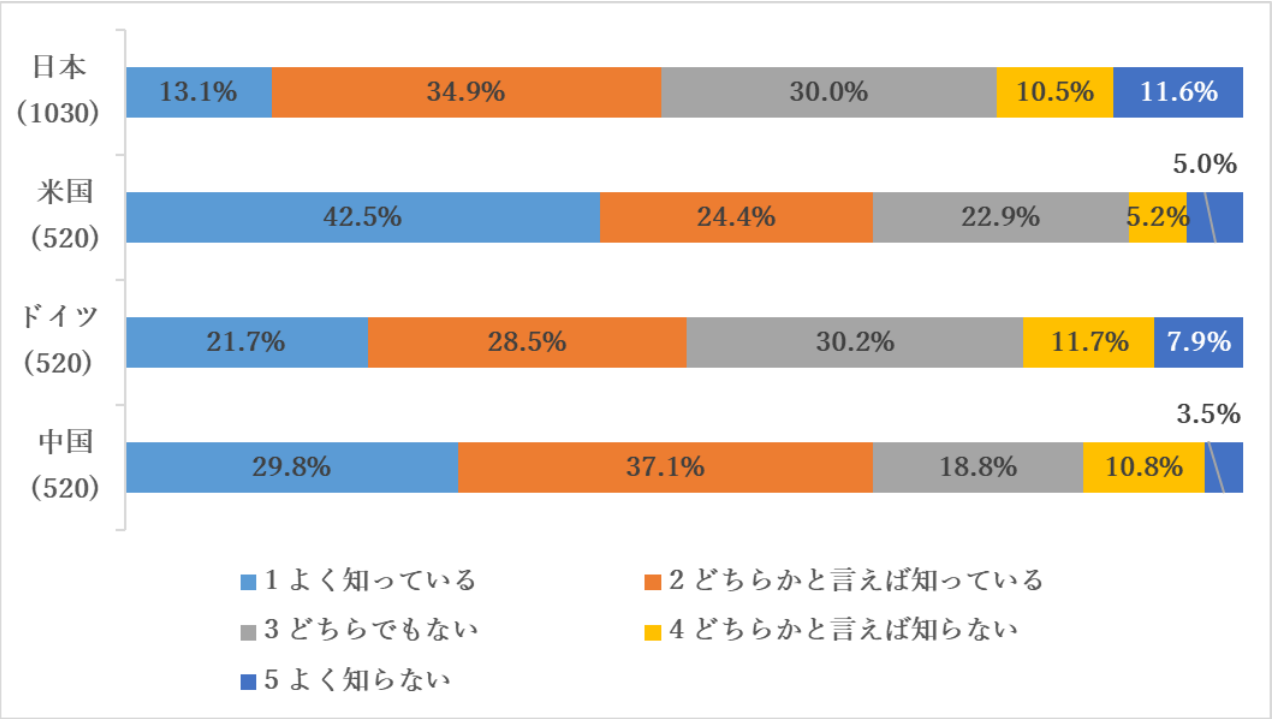
（a）検索結果やＳＮＳ、動画、音楽等、表示される情報があなたに最適化（パーソナライズ）されていること



（b）SNS 等では、自分に近い意見や考え方に近い情報が表示されやすいこと



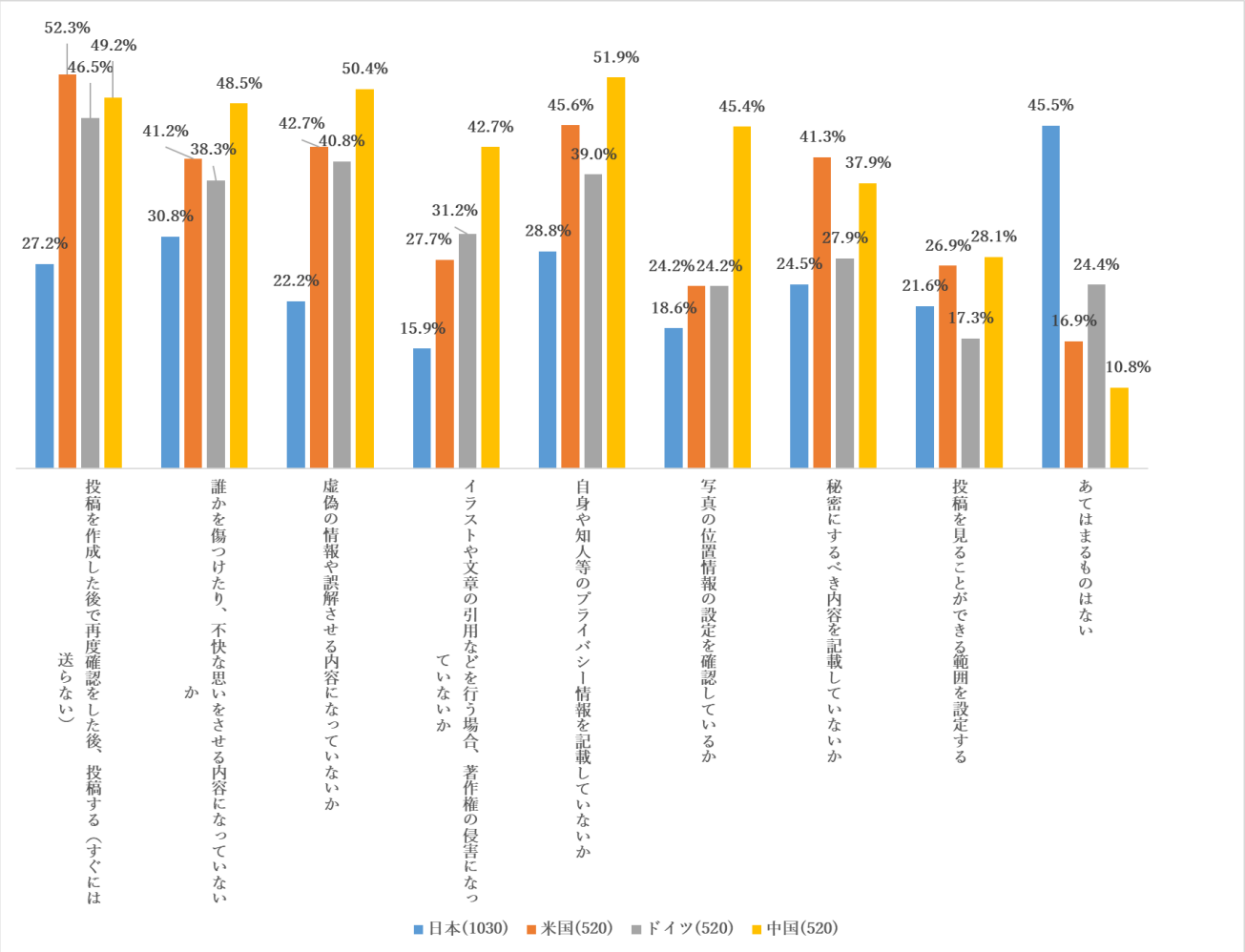
（c） ＳＮＳ上でお勧めされるアカウントやコンテンツは、ＳＮＳの提供側がみてほしいアカウントやコンテンツが提示される場合があること



- SNS に投稿（リポスト・シェアも含む）を行う際に毎回注意していること

  SNS に投稿（リポスト・シェアも含む）を行う際に毎回注意していることを調査した。何れの項目においても日本は諸外国に比べて注意しているものとして選択している割合は概ね大幅に低いが、「投稿を見ることができる範囲を設定する」については諸外国も選択している割合が比較的低かった。（図表 3-94）

図表 3-94　SNS に投稿（リポスト・シェアも含む）を行う際に毎回注意していること（国別）



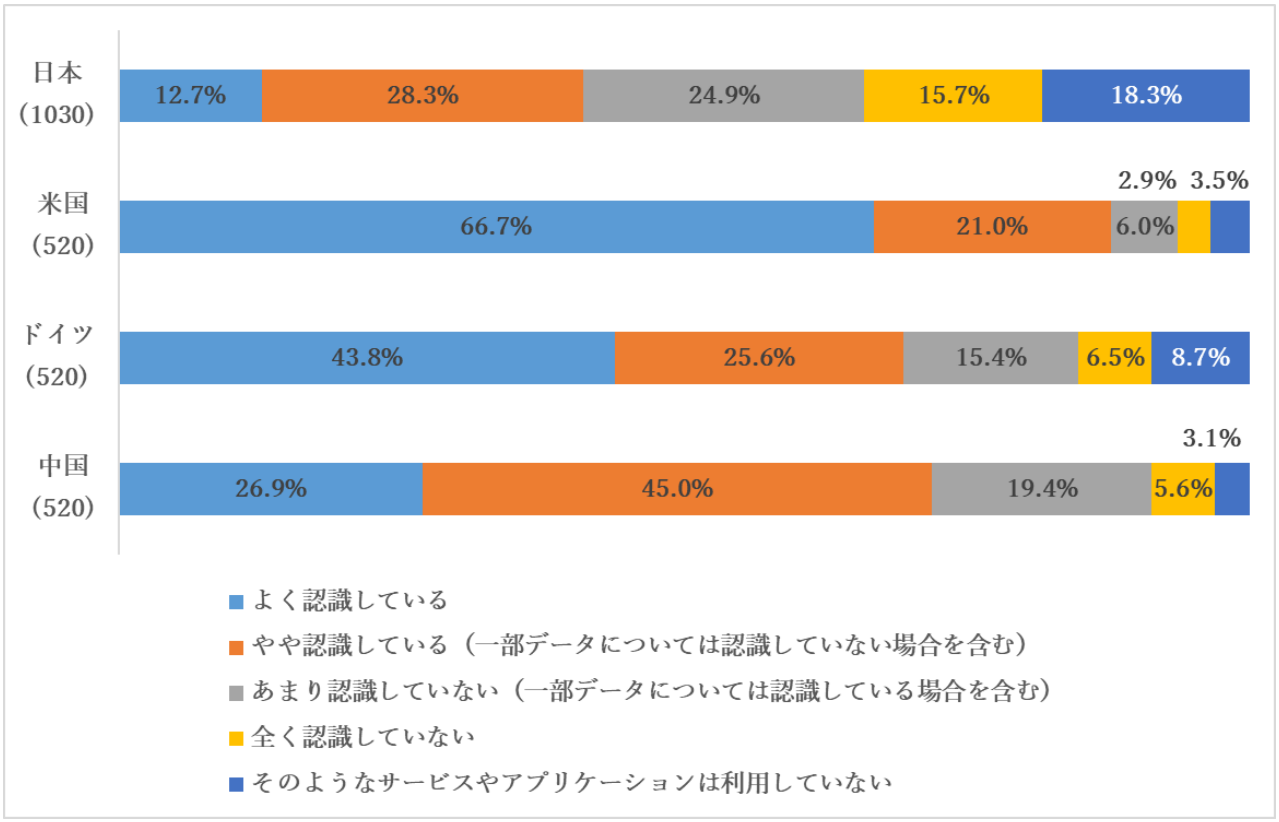
(オ)パーソナルデータ提供に対する考え方・態度

- プラット・フォーム企業が提供するサービスやアプリケーションでのパーソナルデータ取扱いに関する認識

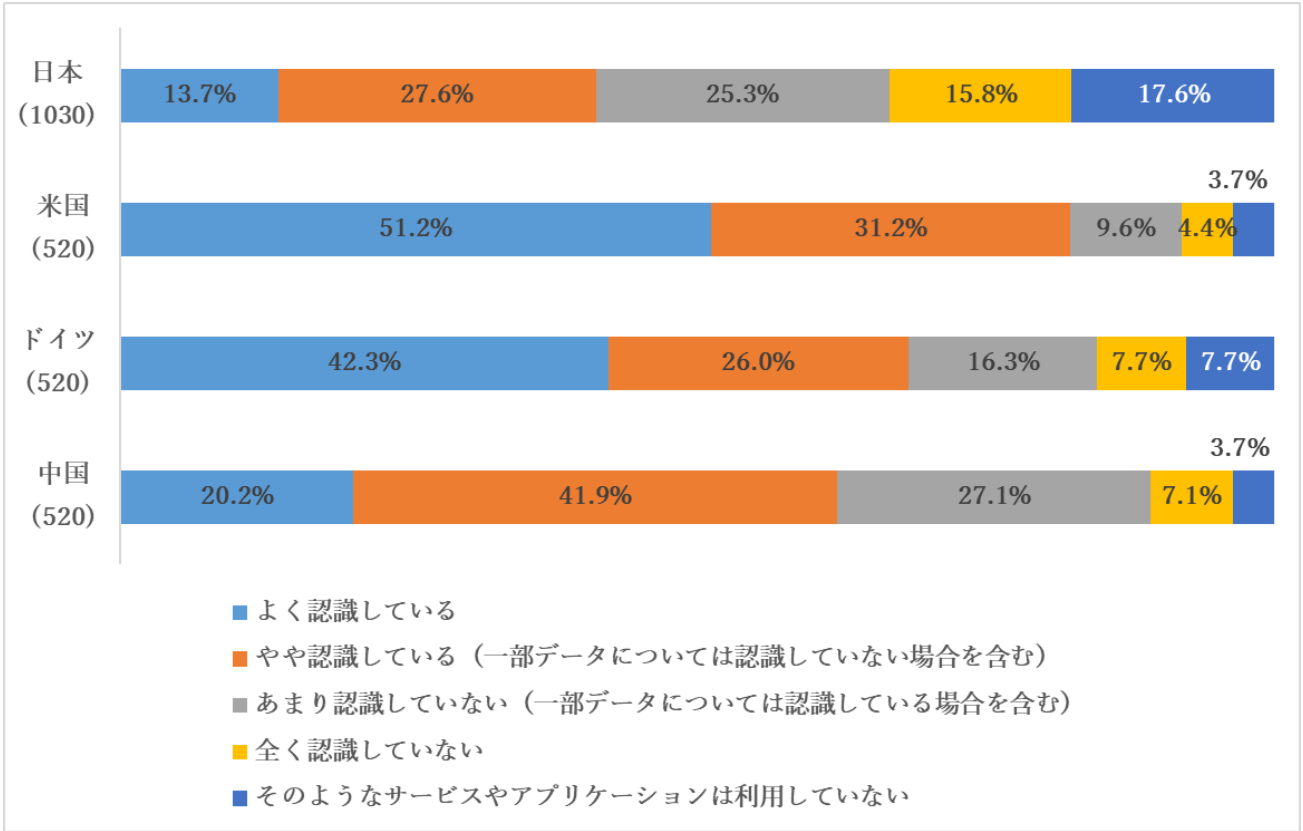
　プラット・フォーム企業が提供するサービスやアプリケーションでのパーソナルデータ取扱いに関する認識を尋ねた。日本では「パーソナルデータを提供していること」、「企業がこれらのパーソナルデータをビジネスに活用していること」何れの項目においても、認識している割合（「よく認識している」、「やや認識している（一部データについては認識していない場合を含む」の合計）が約 40%となり、他国に比べて小さかった。（図表 3-95）。

図表 3-95　プラット・フォーム企業が提供するサービスやアプリケーションでのパーソナルデータ取扱いに関する認識（国別）

(a) パーソナルデータを提供していること



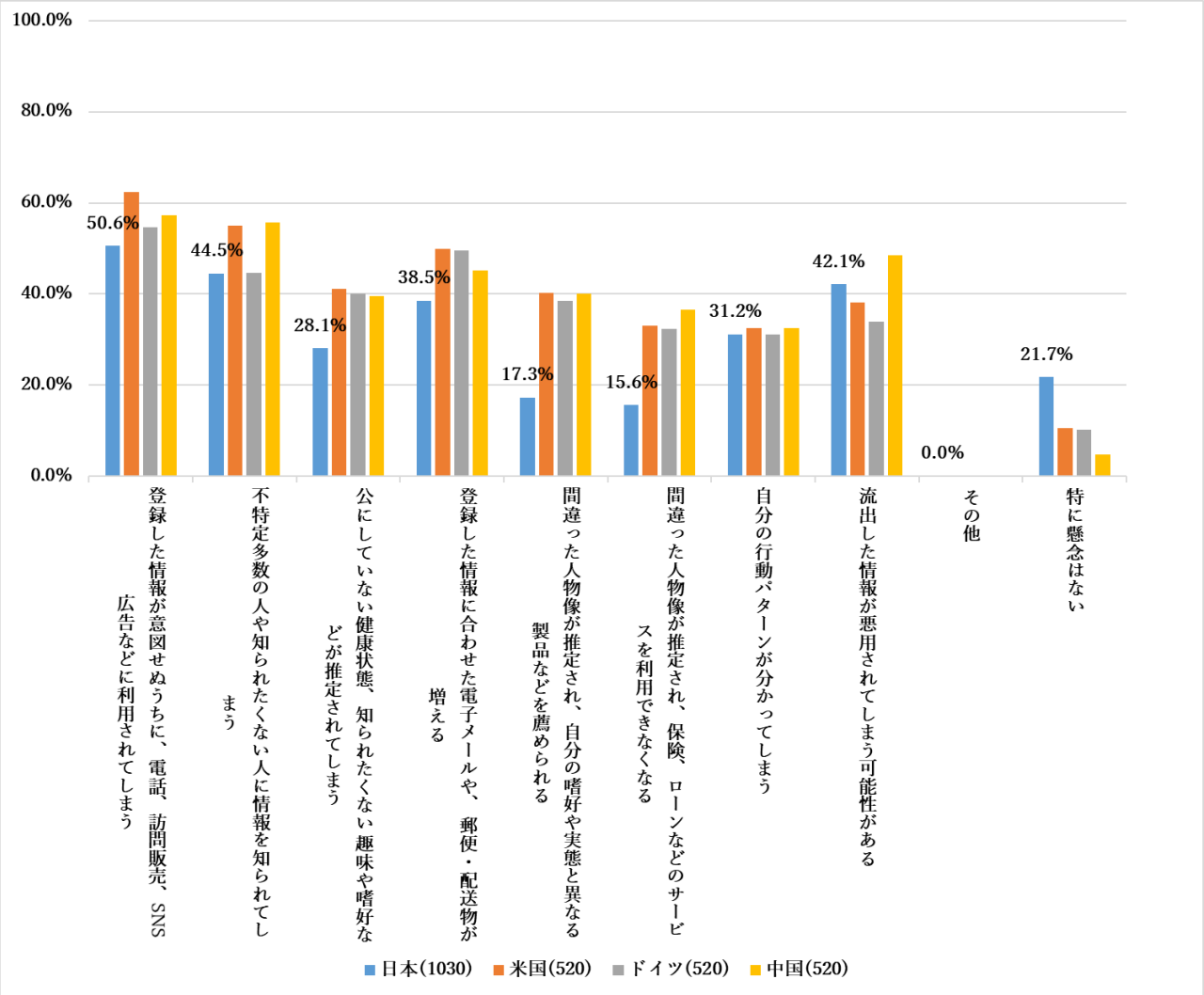
企業がこれらのパーソナルデータをビジネスに活用していること



- パーソナルデータの提供が必要なサービスに対する懸念

パーソナルデータの提供が必要なサービスに対する懸念を尋ねた。趣味嗜好や人物像など内面に関する推定情報を懸念していない傾向があり、これは昨年度調査した「提供時に不安を感じるパーソナルデータ」として日本では「趣味」、「音楽や動画の視聴履歴」がほぼ選ばれていない（不安に感じていない）ことと関係しているのではないかと考えられる（図表 3-96）。

図表 3-96　パーソナルデータの提供が必要なサービスに対する懸念（国別）

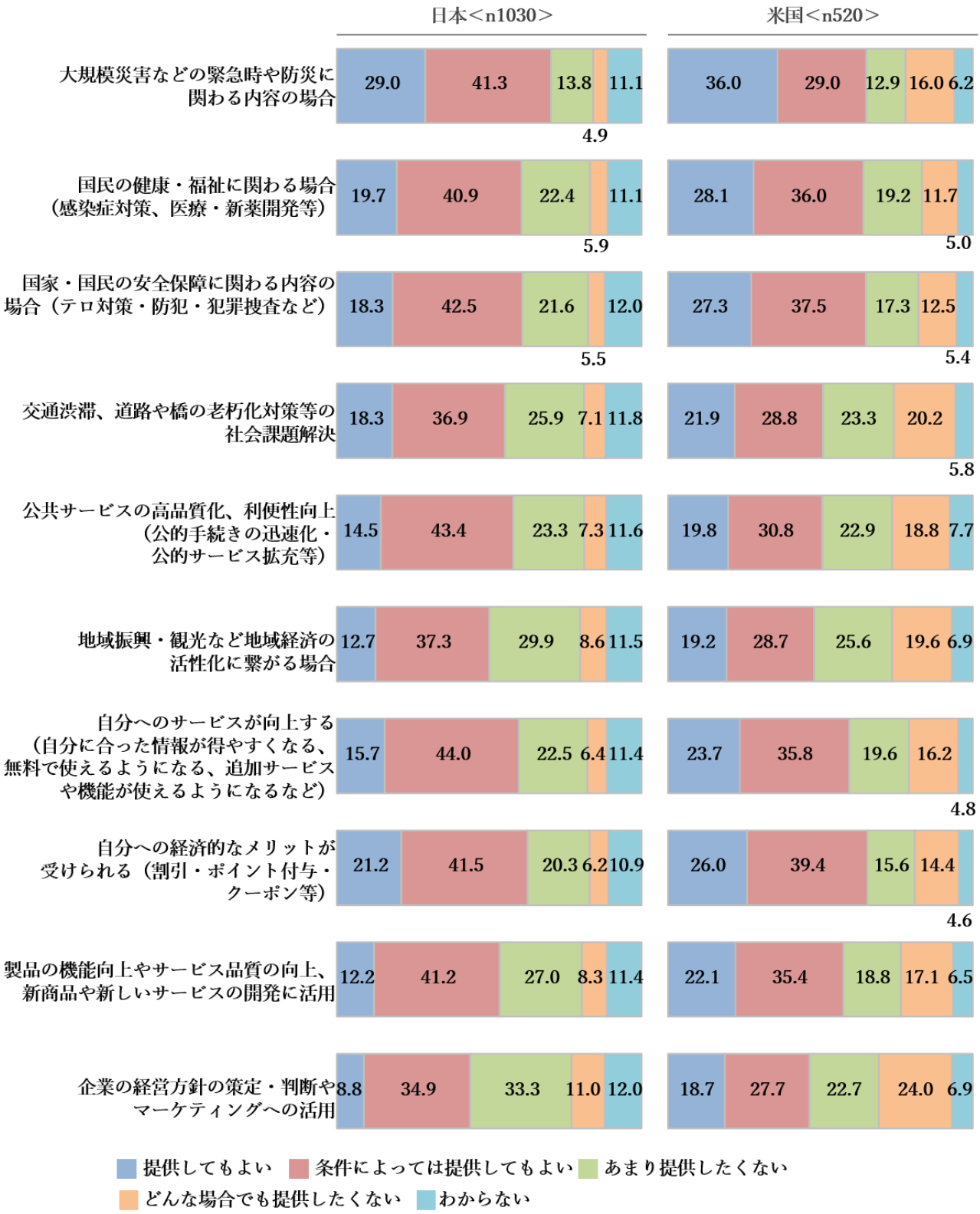


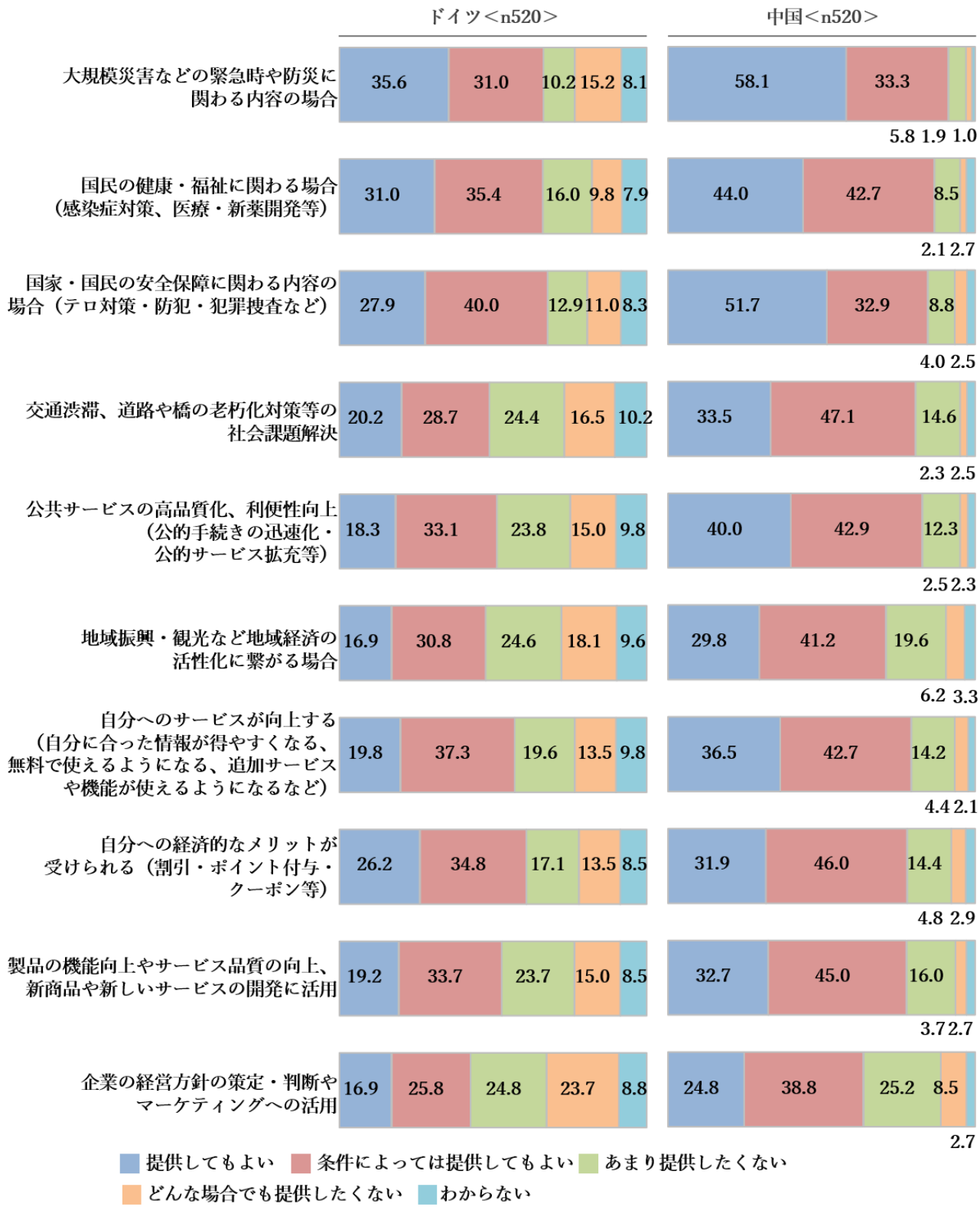
- 目的別パーソナルデータ提供意向

目的別パーソナルデータ提供意向を尋ねた。「大規模災害などの緊急時や防災に関わる内容の場合」は何れに国においても提供しても良い割合（「提供してもよい」、「条件によっては提供してもよい」の合計）が他の項目に比べて高かった。次いで、日本やアメリカにおいては、「自分への経済的なメリットが受けられる（割引・ポイント付与・クーポン等）」、ドイツや中国においては、「国民の健康・福祉に関わる場合（感染症対策、医療・新薬開発等）」に提供しても良い割合（「提供してもよい」、

「条件によっては提供してもよい」の合計）が高かった。（図表 3-97）

図表 3-97　目的別パーソナルデータ提供意向（国別）



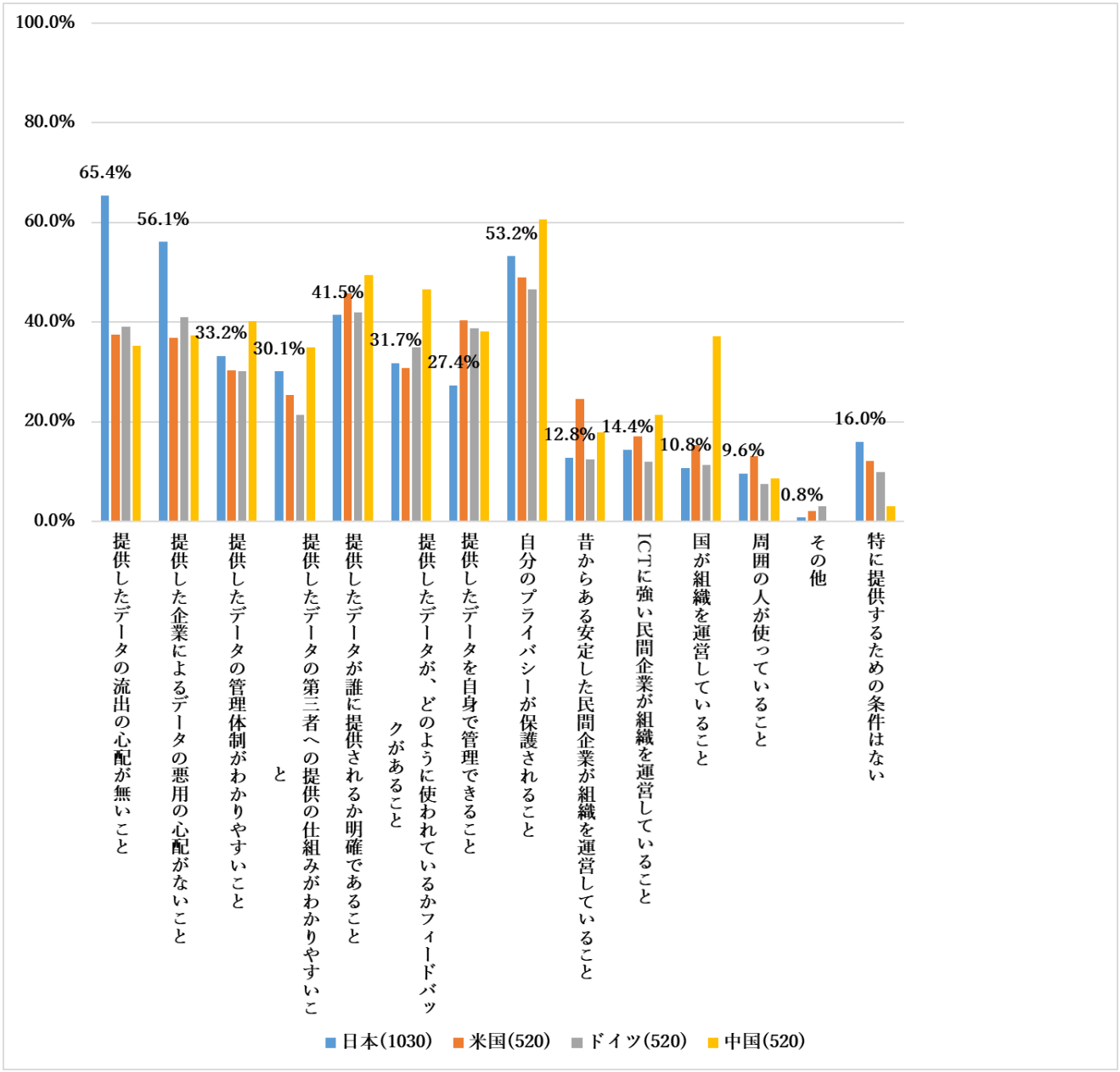


● パーソナルデータを提供してもよいと思う条件

パーソナルデータを提供してもよいと思う条件を尋ねた。日本は昨年度に比べて全体的に条件を選択する人が増加傾向である。特に、「提供したデータの流出の心配が無いこと」、「企業によるデー

タの悪用の心配が無いこと」、「自分のプライバシーが保護されること」を選択した人が大幅に増加している。各サービスの利用においてパーソナルデータ提供の機会が増加したり、条件を設定するような機会が増加したりすることに伴い、意識する人が増えた可能性がある（図表 3-98）。

図表 3-98　パーソナルデータを提供してもよいと思う条件（国別）

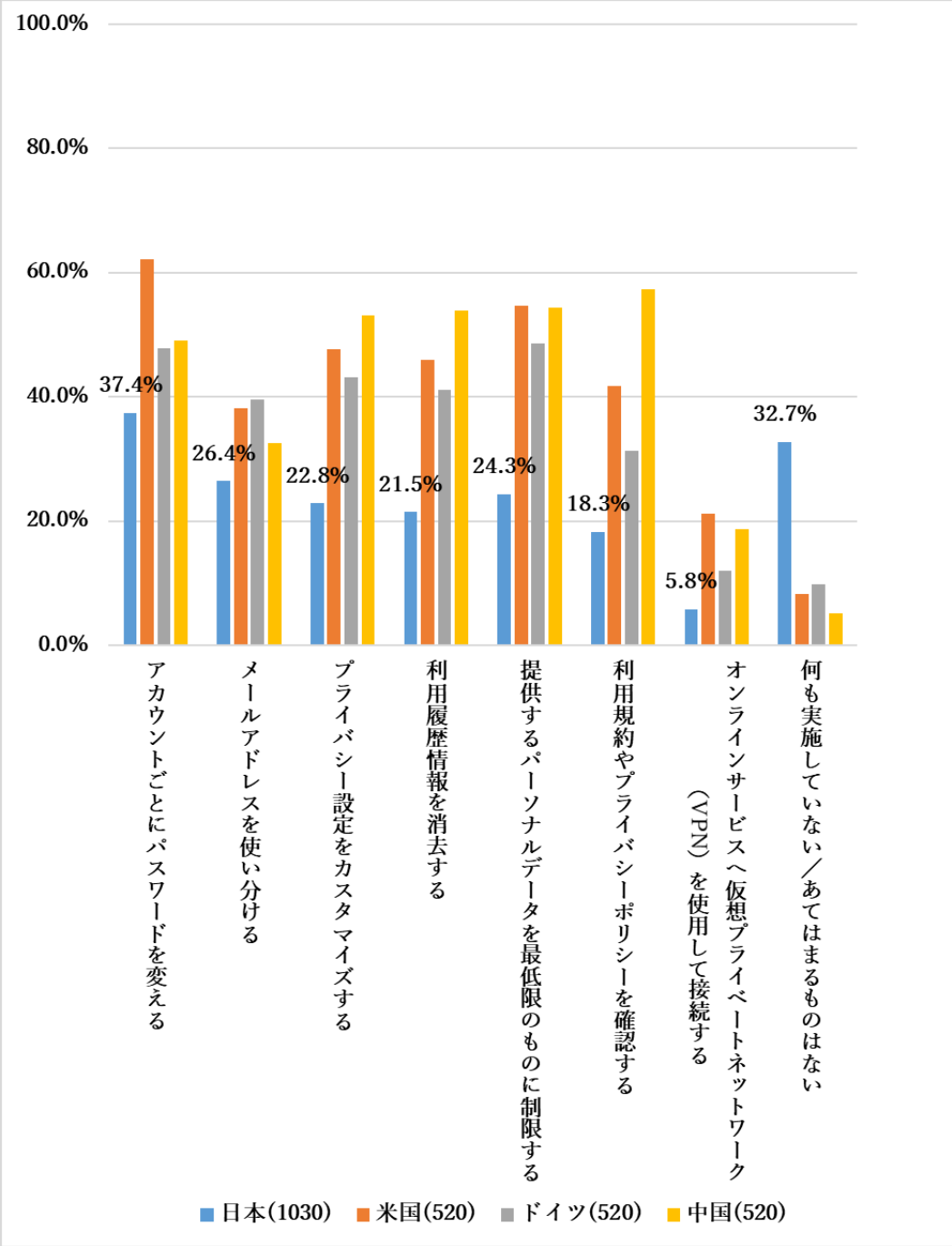


● プライバシーとセキュリティ保護のための取組

プライバシーとセキュリティ保護のための取組を尋ねた。日本では「プライバシー設定をカスタマイズする」、「利用履歴情報を消去する」、「提供するパーソナルデータを最低限に制限する」、「利用規約やプライバシーポリシーを確認する」等の回答が極めて少ないことから、意図的にプライバシーとセキュリティ保護を設定している人は少ないと考えられる。また、「アカウントご

とにパスワードを変える」人は他項目より相対的に多いことから、日本においても定着が進んでいることが伺える（**図表 3-99**）。

図表 3-99　プライバシーとセキュリティ保護のための取組（国別）



3)　国民生活におけるデジタル活用推進に向けた課題と展望

アンケート結果と文献調査等をもとに、働き方、民間サービス、行政サービスそれぞれにおけるデジタル活用推進上の課題と展望を記述する。

i　働き方

テレワーク及びオンライン会議利用状況（国別）（図表 3-59）で、テレワーク及びオンライン会議を「生活や仕事のうえで活用している」と回答した割合は、中国を除く 3 ヵ国において、昨年比で微減していることから、働き方の多様化やオフィス回帰という社会的背景があるのではないかと推察した。また、テレワークなど働き方におけるデジタル化が進展することに対する期待することとして、日本では「時間や場所、障害の有無などの制約がなくなり、柔軟な働き方ができるようになる」に対して期待する割合（「非常に期待する」、「やや期待する」の合計）が最も高く、56.9%であった。次いで「既存の業務効率・生産性を高めることができる」に対して期待する割合（「非常に期待する」、「やや期待する」の合計）が 55.3%となった(図表 3-63)。これに対し、パーソルファシリティマネジメント社の調査[181]によると、約 8 割が出社中心の出社形態となっており、オフィス回帰は明らかである。また、働き方において、「現実と理想のギャップを感じている」人は約 7 割であり、働く場所を主体的に選択できないことが不満要因となっていることも明らかになっている。さらに、働き方に望むことは、働く場所や時間の使い方を主体的に選び、仕事とプライベートの両立が図りやすいことであるという結果も出ている。新型コロナウイルス禍に、生活に仕事を取り入れる働き方を経験したことで、仕事は人生を豊かにするための一手段だという「ワークインライフ」を重視する人が増えているようだ。テレワーク及びオンライン会議の利用状況からは働き方に関して企業がどのような方針を提示しているかまでは読み取れないが、企業は従業員の価値観の変容を捉え、柔軟な働き方のできる環境を整備することが求められているのではないか。

一方で、利用状況を年代別に見ると、テレワーク及びオンライン会議を利用したことがあると回答した割合（「生活や仕事において活用している」、「利用したことがある」の合計）は、30 歳代、20 歳代といった比較的若い世代において高く、「生活や仕事において、必要ない」回答した割合は年齢層が上がるにつれて高くなったことから、年代によって利用状況に差があることが分かる（図表 3-61)。また、働く上でのデジタル化が進展することに対する期待を年齢別に比較すると、する割合は 20 歳代、30 歳代の層において概ね高くなっていた(図表 3-65)。一方で、不安に関しては、「人との繋がりや会社への帰属意識が希薄になる」、「機器やシステムの不具合により大きな損害が発生」は 50 歳代、60 歳代の層において高かった（図表 3-66)。これに対し、コリアーズ・インターナショナル・ジャパン社の調査[182]によると、年代が高いほどフル出社の割合が高く、低いほどテレワークをしている割合が高いことから、そもそもテレワークの実施状況に年代差があることが分かる。働く上でのデジタル活用を推進するにあたっては、年代別を含め個人によって温度差がある可能性にも配慮し、研修の機会を設けるなど、適宜目線合せをすることが必要になると考えられる。

---

[181] パーソルホールティングス株式会社,「【パーソルファシリティマネジメント】はたらき方に対する本音に迫る！調査結果発表「はたらき方において現実と理想のギャップを感じている」約 7 割　理想のはたらき方は「ハイブリッドワーク」が約半数～望むことは、場所や時間の使い方を主体的に選べ、仕事とプライベートを両立できること。仕事は人生を豊かにする一手段“ワークインライフ”の考えを重視～」,< https://www.persol-group.co.jp/news/20240109_13241/>,(2024/3/28 参照)

[182] コリアーズ・インターナショナル・ジャパン株式会社,「「コロナ禍前後のオフィス・職場環境の変化」について」,< https://www.colliers.com/ja-jp/news/changes-in-the-workplace-environment-march-2024>,(2024/3/28 参照)

ii　民間サービス

民間のデジタルサービスとして、フォートナイトなどのオンラインゲーム、バーチャルイベントなどのXR コンテンツ等の仮想空間上での体験型エンターテインメントサービスの利用状況について、利用したことがあると回答した割合（「生活や仕事のうえで活用している」、「利用したことがある」の合計）は、海外では 31～45.6 %となっていたのに対して、日本では 9.6%と海外より大幅に低くなっていた（図表 3-69）。また、仮想空間上の体験型エンターテインメントサービスを「利用したいが困難」あるいは「利用する気になれない」と回答した方に対して、具体的にどのような課題や障害があるか尋ねた結果、日本、諸外国共に「使いたいサービスがない」とサービスに対する課題を挙げた割合が多かった（図表 3-70）。矢野経済研究所[183]によれば、日本国内のメタバースの市場では、2022 年度までは試験的に参入する企業や新技術に関心の高い企業がメタバース事業に積極的に資金を投じ、様々なサービス提供されており、業界横断での実証実験も活発に行われていた。メタバースの認知が一気に進み熱狂的なブームと言える状況だった。一方で、2023 年度はブームが落ち着き、コロナ禍のリモートワークという状況もなくなった。日本国内のメタバースの市場環境は整ってきた状況であり、メタバースの活用を真剣に検討してきた事業者にとってはビジネス展開を加速させる時期に差し掛かっているようだ。今後、市場環境が整いつつある中で消費者が使いたいと感じられるサービスが出てくれば、仮想空間上での体験型エンターテイメントサービスの利用者は増えていくのではないか。

iii　行政サービス

デジタル化された行政サービスを利用したことがあると回答した割合（「生活や仕事のうえで活用している」、「利用したことがある」の合計）は、日本では約 41%に留まっているものの昨年（約 35%）に比べて増えていることについて、マイナンバーカード交付が進む中で、利用機会が増えているものと想定した。（図表 3-79）。また、デジタル化された行政サービスを「利用したいが困難」あるいは「利用する気になれない」と回答した方に対して、具体的にどのような課題や障害があるか尋ねたところ、日本では、「使いたいサービスがない」、「セキュリティに不安がある」等の割合が高かったことについて、背景には、マイナンバーの紐づけミスなどの影響があるのではないかと想定した（図表 3-80）。マイナンバーの紐づけミスについては、マイナンバー情報総点検本部によるミスの全容を把握する総点検により、全ての事務での本人確認作業は終了したものの、制度への不信感を理由に自主返納をする人が出てきている。なお、自主返納をする人の中には、カードを返納しても、カードそのものに個人情報が記録されているわけではないため、マイナンバー制度のもとで個人情報はそのまま残るということを知らない人がいる可能性がある。公的サービスのデジタル化を推進するにあたっては、国民からの信頼を損なわないよう個人情報の取扱いには細心の注意を払うとともに、国民がサービスや仕組みに関して正しく理解できるような情報提供も重要であると考える。

---

[183] 株式会社矢野経済研究所「メタバースの国内市場動向調査を実施（2023 年）」,< https://www.yano.co.jp/press-release/show/press_id/3333>,(2024/3/28 参照)

3.2.2. 企業活動におけるデジタル活用の動向

(1) 企業のデジタル化の現状

文献調査およびアンケート調査の結果から国内外の企業におけるデジタル化の動向の実態を調査した。

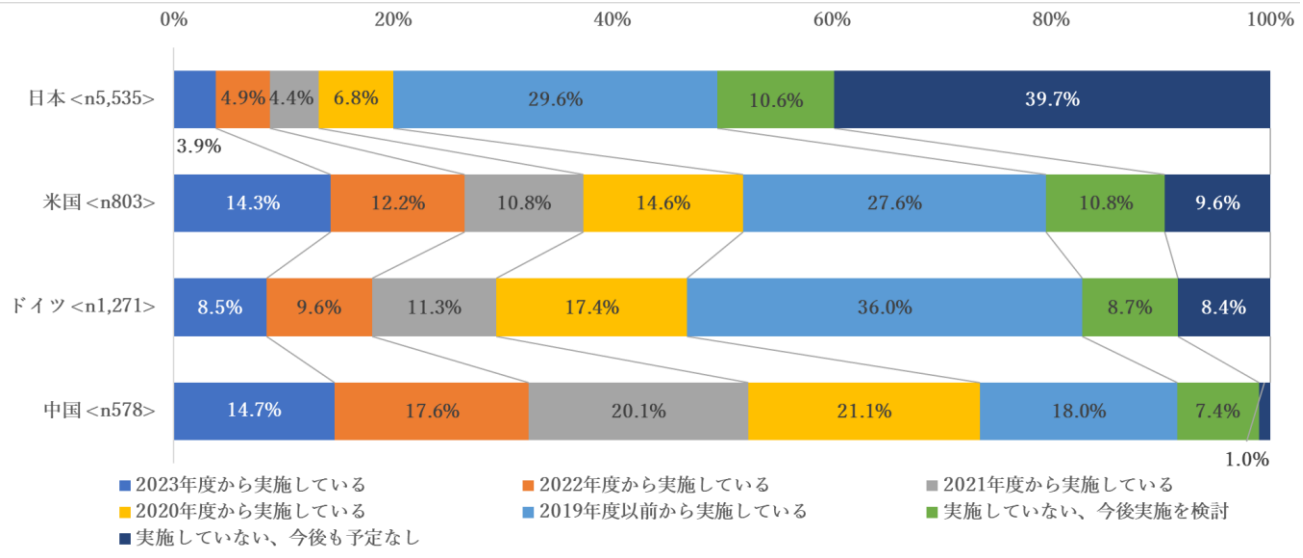
1) 国内外の企業におけるデジタル化の内容

（ア） デジタル化の取組状況

デジタル化の取組状況を調査した。DX の実施状況について、「わからない」と回答した人を除いて集計したところ[184]、日本ではデジタル化に関連する取組を未実施（「実施していない、今後実施を検討（23.1%）」、「実施していない、今後も予定なし（41.8%）」の合計）と回答した割合が約50%となり、海外に比べてデジタル化推進が遅れていた。

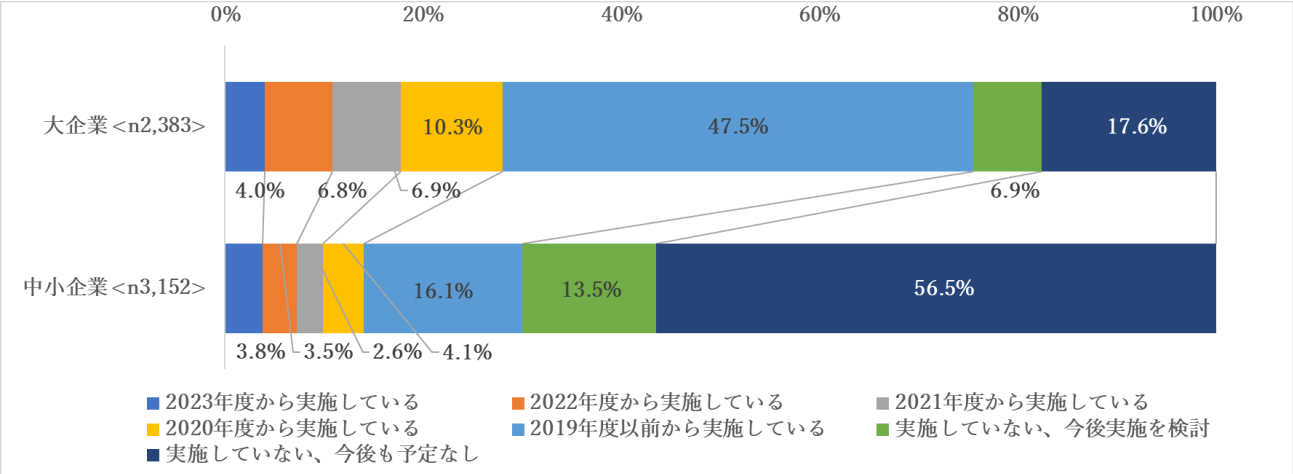
日本を対象に企業規模別で集計したところ、中小企業では約 70%（「実施していない、今後実施を検討（13.5%）」、「実施していない、今後も予定なし（56.5%）」の合計）がデジタル化に関連する取組を未実施と回答していた(図表 3-100、図表 3-101)。

図表 3-100 デジタル化（DX）の取組状況（国別）



[184] 本調査サンプル数確保まで収集したスクリーニングデータをもとに集計した。

図表 3-101　デジタル化（DX）の取組状況（日本：企業規模別）

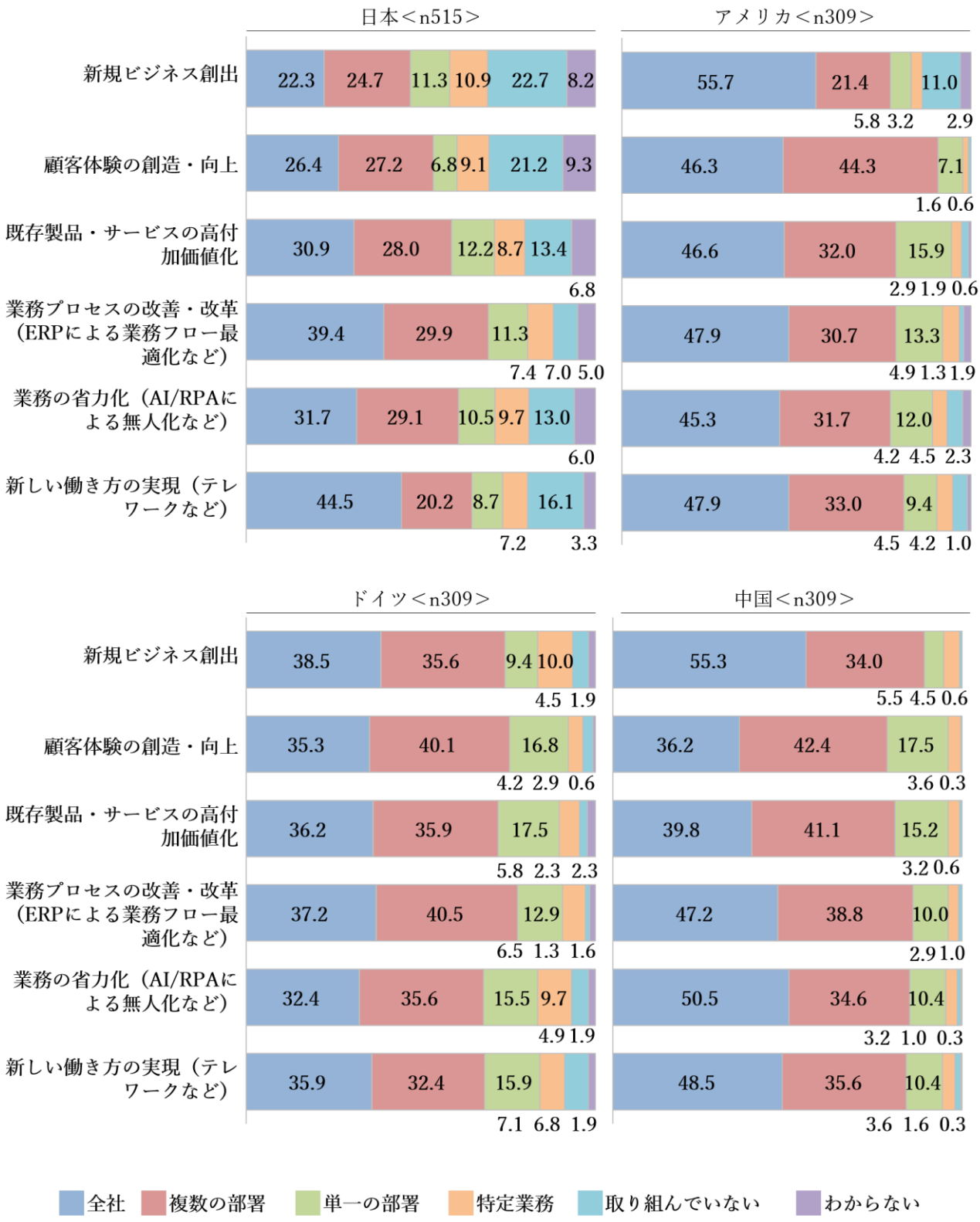


(イ) デジタル化の取組内容

i　デジタル化の内容と適用範囲

デジタル化の内容と適用範囲を調査した。日本企業においては、新しい働き方の実現（テレワークなど）や、業務プロセスの改善・改革（ERP による業務フロー最適化など）のデジタル化における全社的な取組が多い一方で、新規ビジネス創出や顧客体験の創造・向上のデジタル化における全社的な取組は少ない。日本企業においては、相変わらず攻めのデジタル化よりも守りのデジタル化に取組む傾向がある。　米国企業においては、新規ビジネス創出については全社一体となって取組んでいるが、顧客体験の創造・向上については部分的な部署で取組む傾向がある。(図表 3-102)。

図表 3-102　デジタル化の内容と適用範囲　（国別）

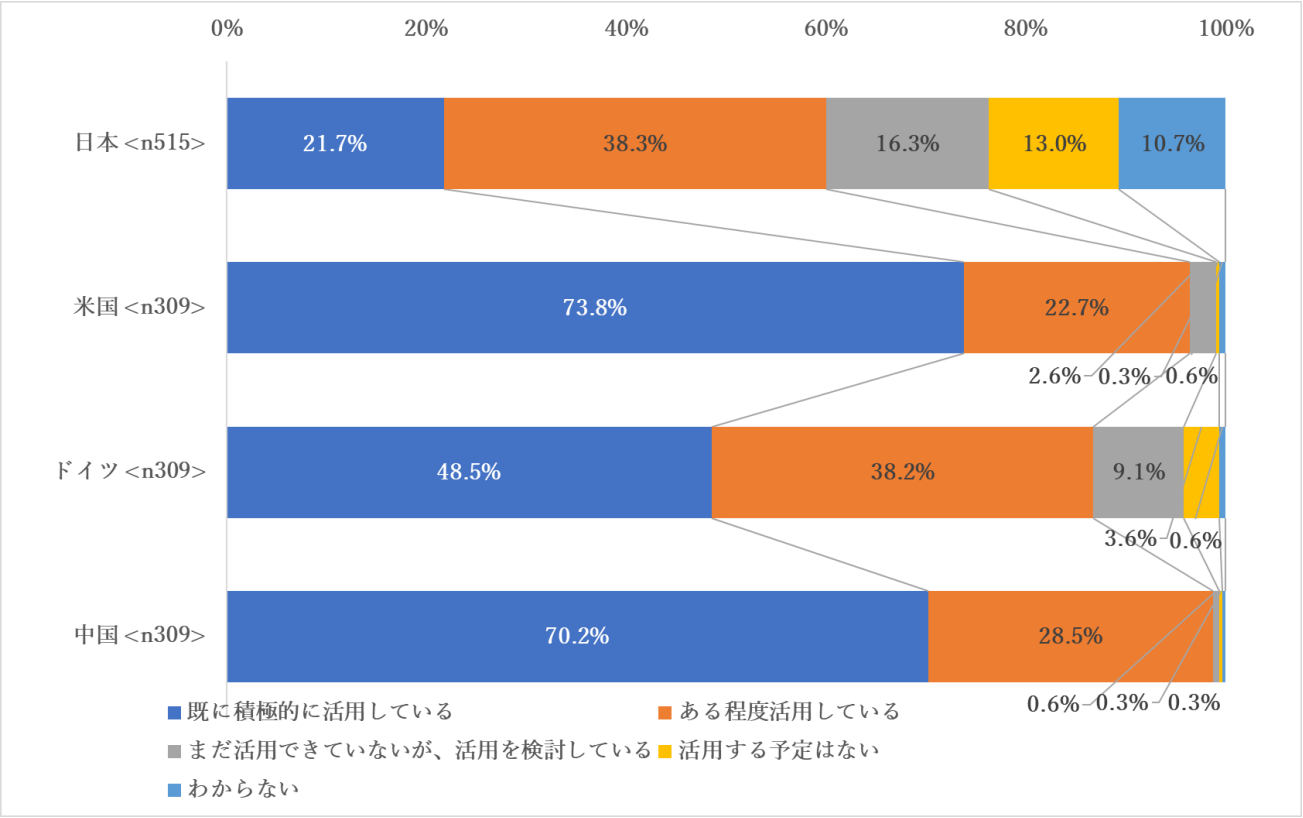


ii　デジタル化で活用するデータ

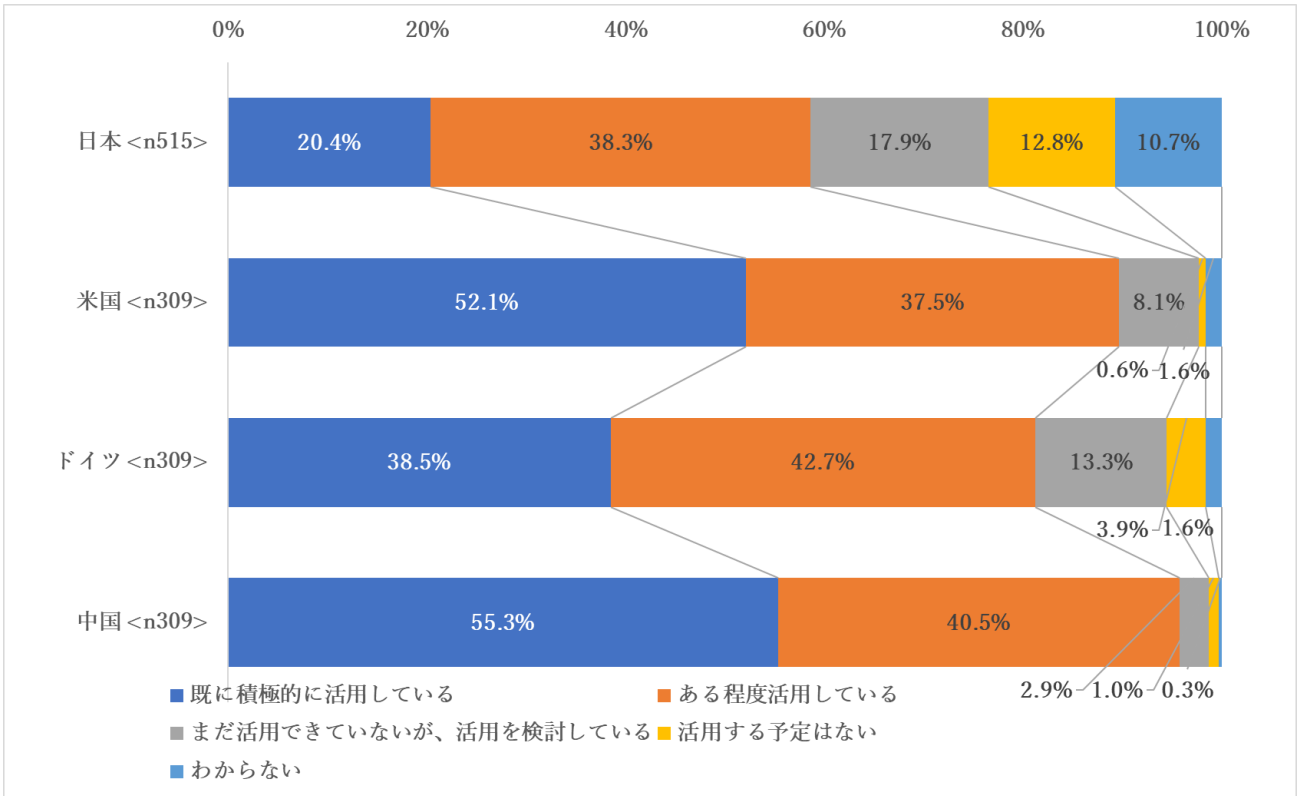
サービスなどから得られる個人データ（顧客の基本情報、登録情報など)、及び製品やサービスから得られる個人データ以外のデータ（製品の稼働状況、利用状況など）の利用状況について調査した。日本企業における個人データ及び個人データ以外のデータを活用できている割合（「既に積極的に活用している」、「ある程度活用している」割合の合計）はそれぞれ 60.0%、58.7%と、諸外国と比較すると低くなっていたものの、前回の調査結果（52.8%、51.8%）と比べると微増している。（図表 3-103、図表 3-104)。

また、個人データ及び個人データ以外のデータの取り扱いや利活用に関して、今後想定される課題や障壁を尋ねた。個人データ（顧客の基本情報、登録情報など）に関しては、日本企業、海外企業共に上位 3 位は、「個人データの定義が不明瞭であり、線引きが難しい」、「データの収集・管理に係るコストの増大」、「データの管理に伴うインシデントリスクや社会的責任の大きさ（データ漏えい等)」であった。個人データ以外のデータ（製品の稼働状況、利用状況など）に関しては、日本企業、海外企業共に上位 2 位は、「データの収集・管理に係るコストの増大」、「データの管理に伴うインシデントリスクや社会的責任の大きさ（データ漏えい等)」で共通であった。但し、3 位は日本企業では「データの利活用方法の欠如、費用対効果が不明瞭」だった一方で、海外企業では「データの取扱いに伴うレピュテーションリスク（法的には問題なくても、消費者からの反発など)」であった。（図表 3-105、図表 3-106)。

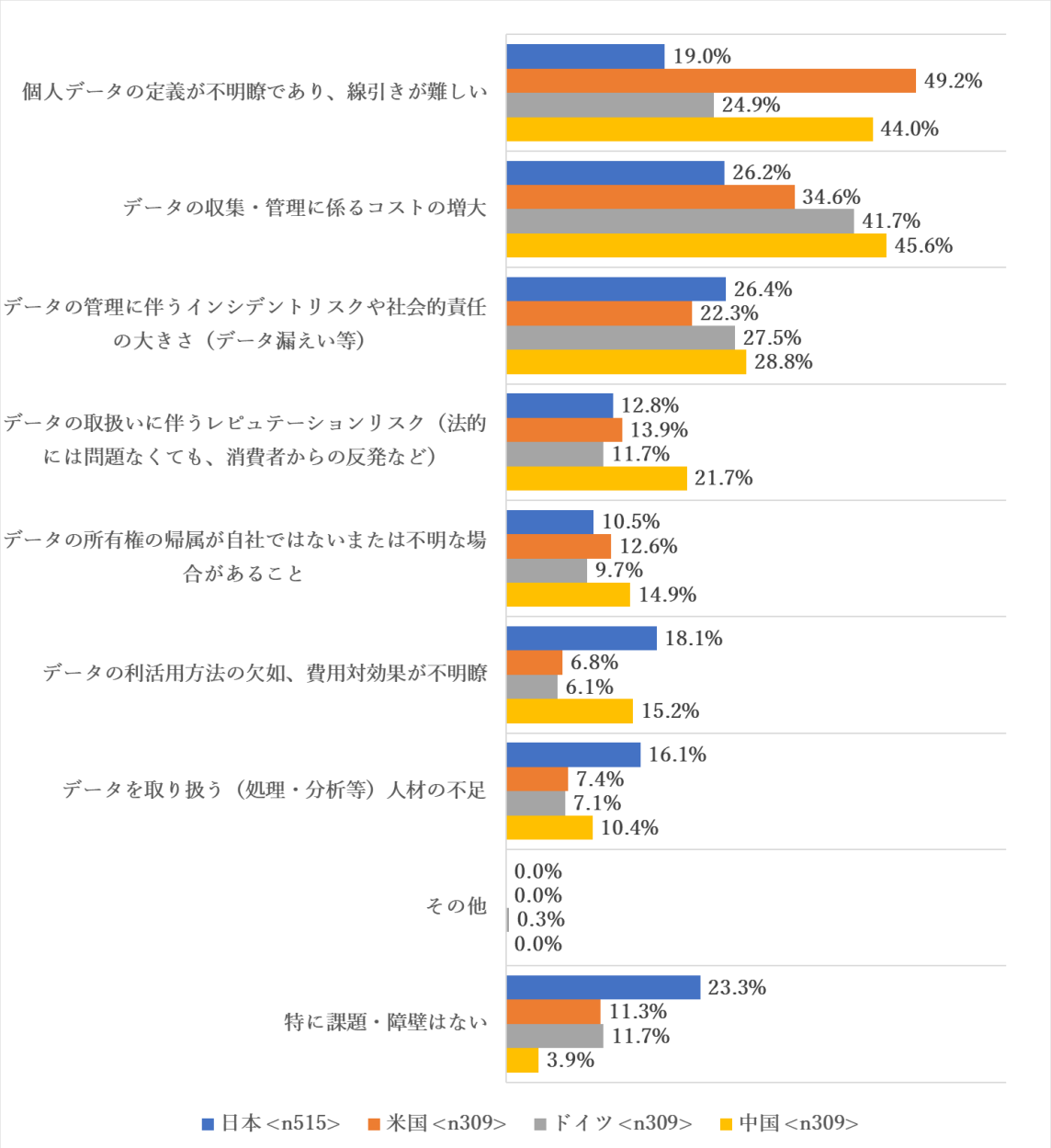
図表 3-103　サービスなどから得られる個人データ（顧客の基本情報、登録情報など）の活用状況（国別）



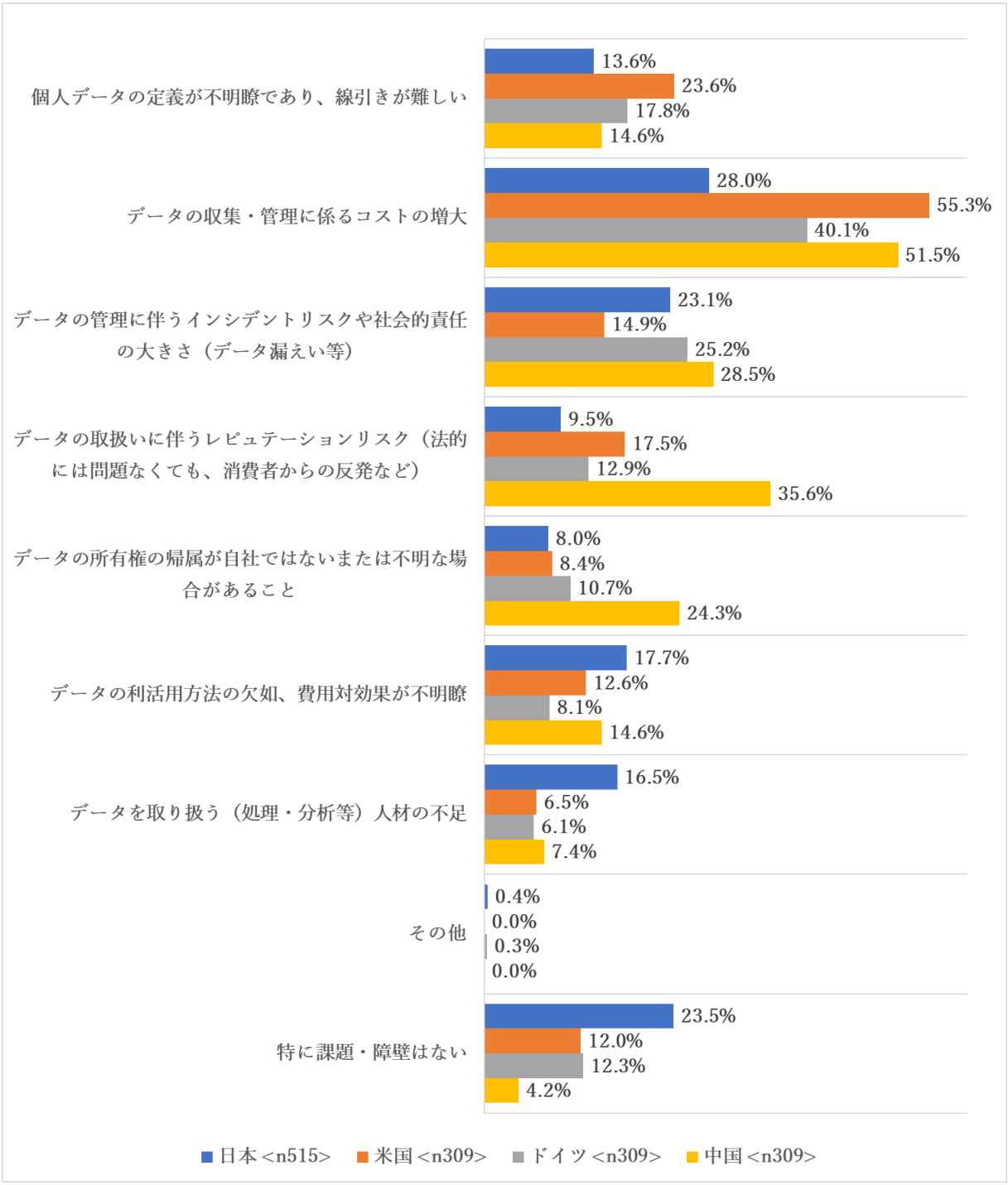
図表 3-104　製品やサービスから得られる個人データ以外のデータ（製品の稼働状況、利用状況など）の活用状況（国別）



図表 3-105　個人データ（顧客の基本情報、登録情報など）の取扱いや利活用において想定される課題や障壁（国別）



図表 3-106　個人データ以外のデータ（製品の稼働状況、利用状況など）の取扱いや利活用において想定される課題や障壁（国別）

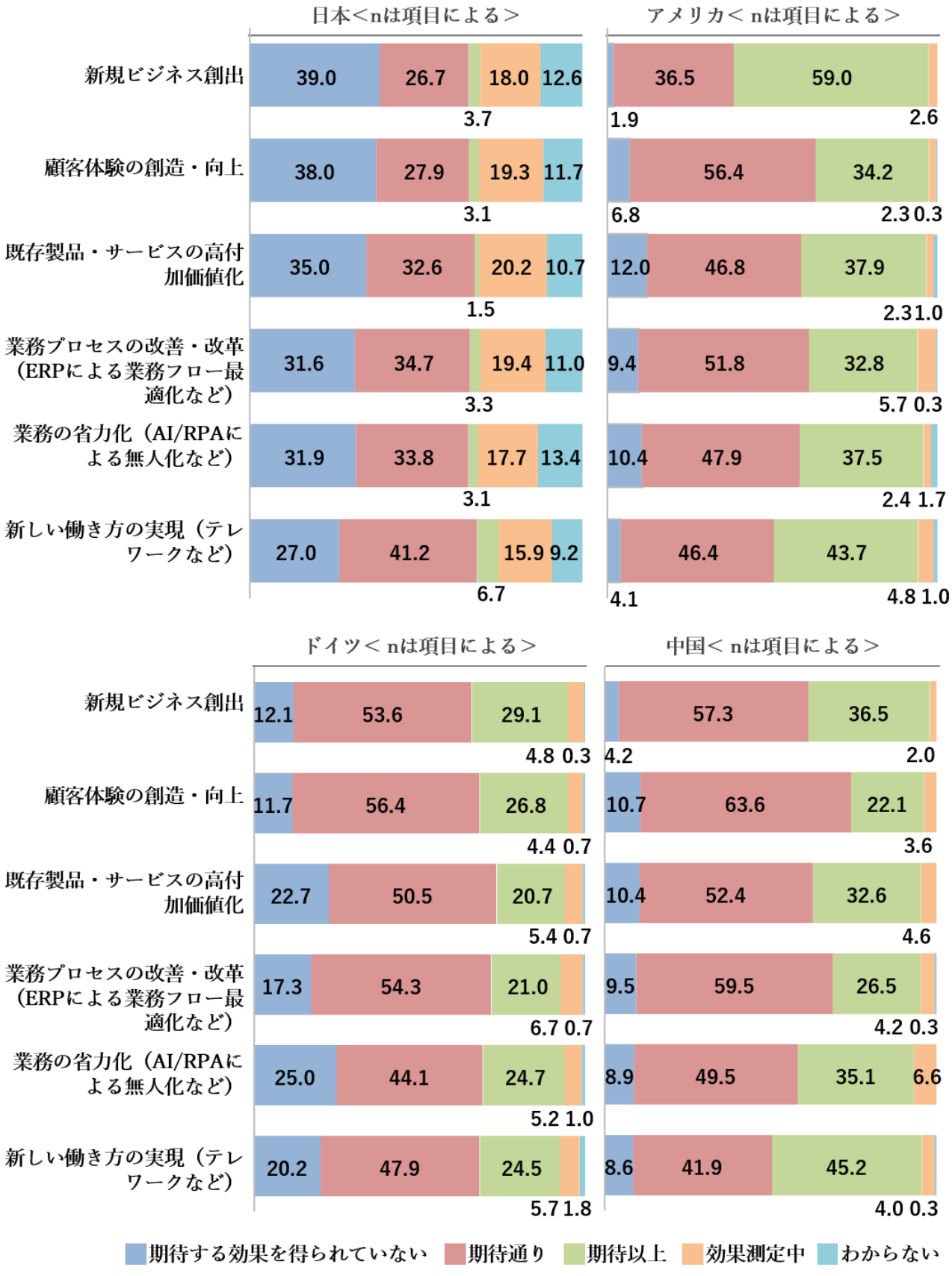


(ウ) デジタル化の効果

デジタル化の各取組事項におけるデジタル化の効果について調査した。なお、調査対象はデジタル化の各取組事項を選択した企業とし、取組事項ごとの回答結果を集計している。

各取組事項に共通して、日本企業は「期待以上」の回答割合は 4 か国の中で最も低く、「期待するほどの効果を得られていない」の回答割合は 4 か国の中で最も高くなっていた（図表 3-107）。

図表 3-107　デジタル化の効果（国別）



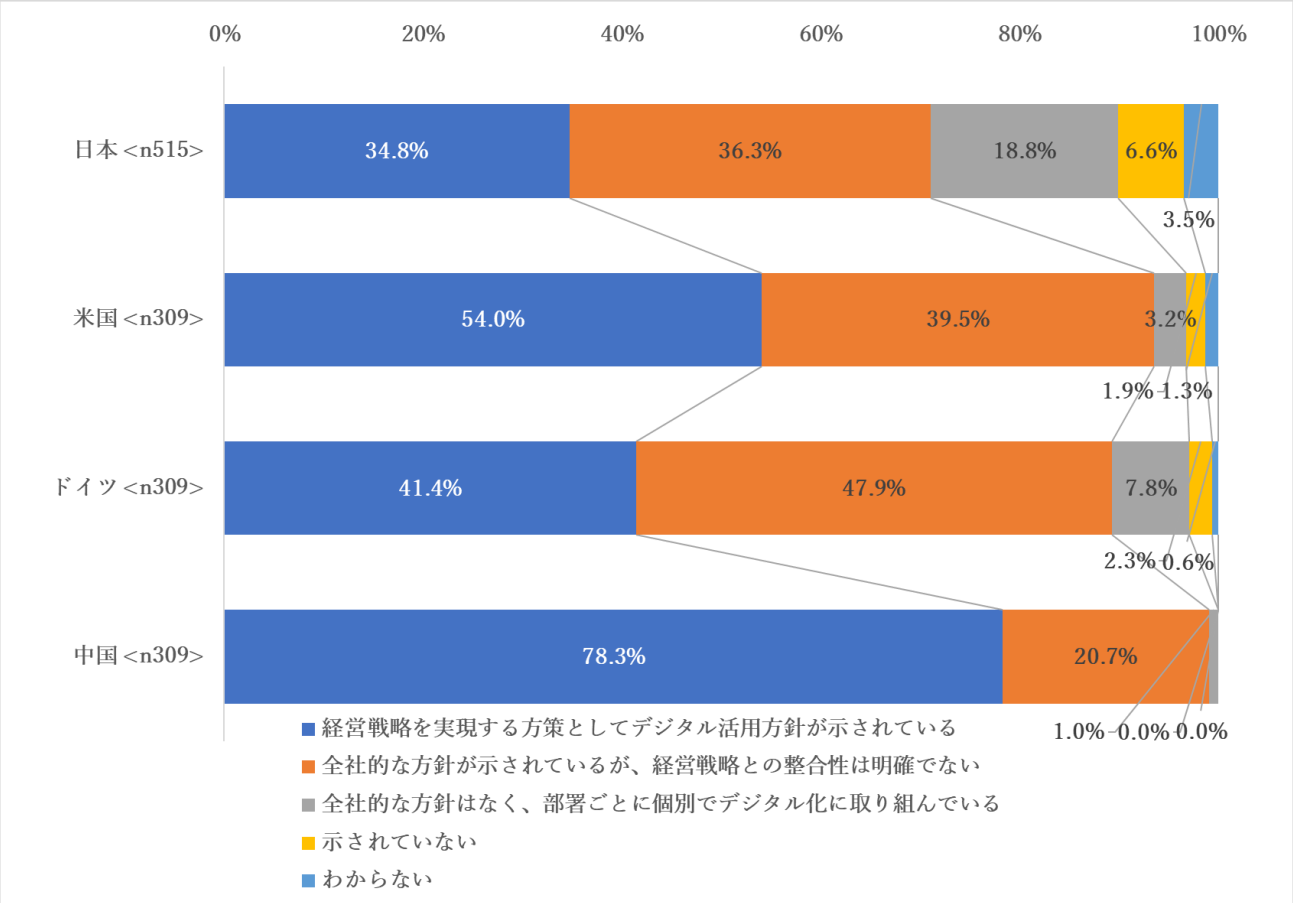
2)　国内外の企業におけるデジタル化に向けた戦略・組織・人材の検討動向

(ア) 戦略の検討動向

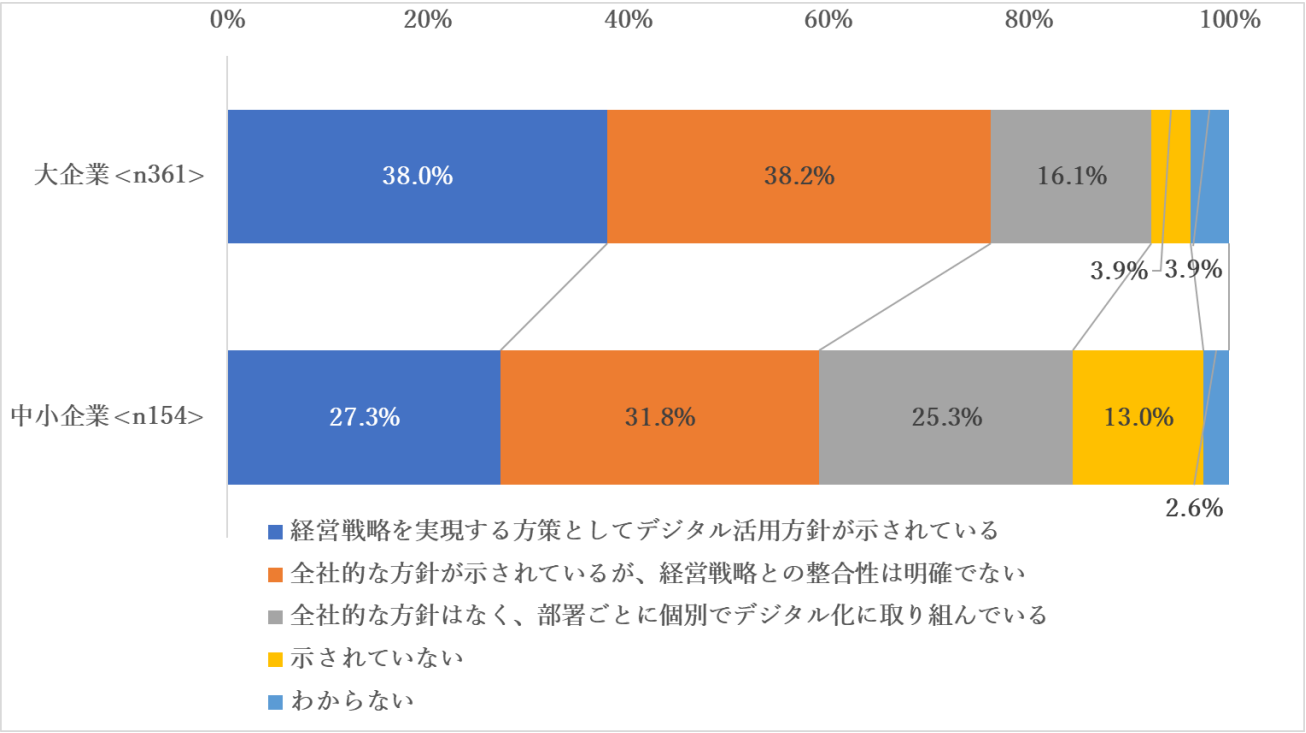
国内外の企業におけるデジタル化に向けた戦略の検討動向を調査した。デジタル化の戦略や方針が組織の中でどの範囲までに開示されているかを尋ねたところ、日本の企業は「経営戦略を実現する方策として、デジタル活用方針が示されている」の回答が 34.8%と米国の 54.0%に比べて約 20%低い値となっていた。(図表 3-108)。

日本を対象に企業規模別で集計したところ、大企業の方が中小企業よりも「経営戦略を実現する方策として、デジタル活用方針が示されている」と回答する割合が多くなっていた（図表 3-109)。

図表 3-108　デジタル活用方針の策定状況（国別）



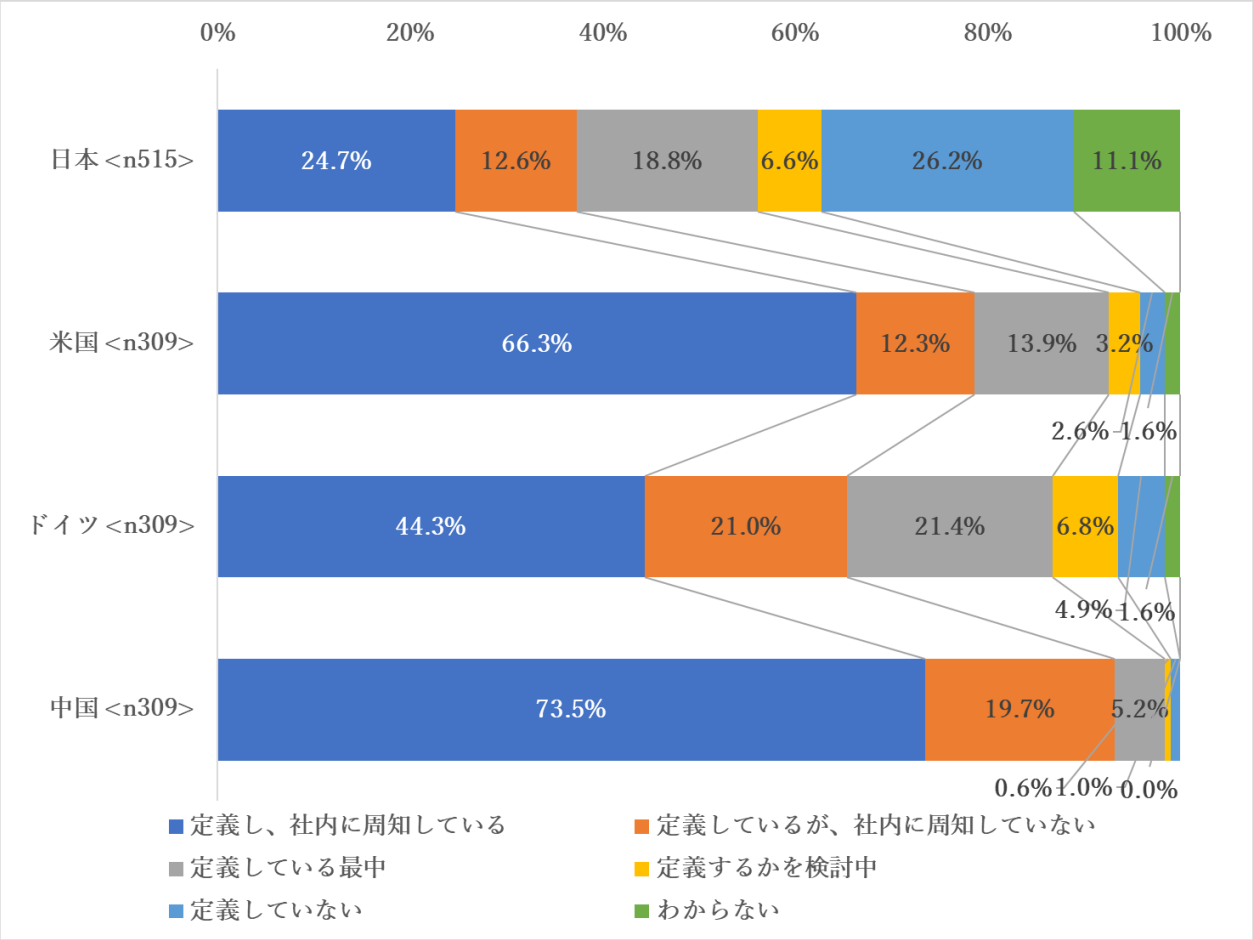
図表 3-109　デジタル化の方針や戦略の開示範囲（日本：企業規模別）



これに対し、人材像の定義および社内への周知状況を確認したところ、日本企業は「定義し、社内に周知している」という回答が 24.7%となり、米国企業の 66.3%に比べて約 40%低い値となっていた。また、「定義していない」割合は、日本企業が 26.2%に対して、米国企業 2.6%、ドイツ企業 4.9%、中国企業 1.0%と、と日本だけが多い結果となった（図表 3-110）。

デジタル活用方針の策定状況の結果（図表 3-108）と照し合せると、日本では他国に比べて経営戦略と整合のとれたデジタル活用方針を策定できていない上に、人材像定義や社内への周知ができておらず、人材戦略の検討が不十分であることが伺える。そして、経営戦略・DX 戦略・人材戦略の結びつけができていないことで、デジタル活用の実効性が出せていない可能性（図表 3-107）がある。

図表 3-110　人材像の定義および社内への周知状況（国別）



(イ) 組織や人材の動向

国内外の企業におけるデジタル化に向けた組織や人材の動向を調査した。

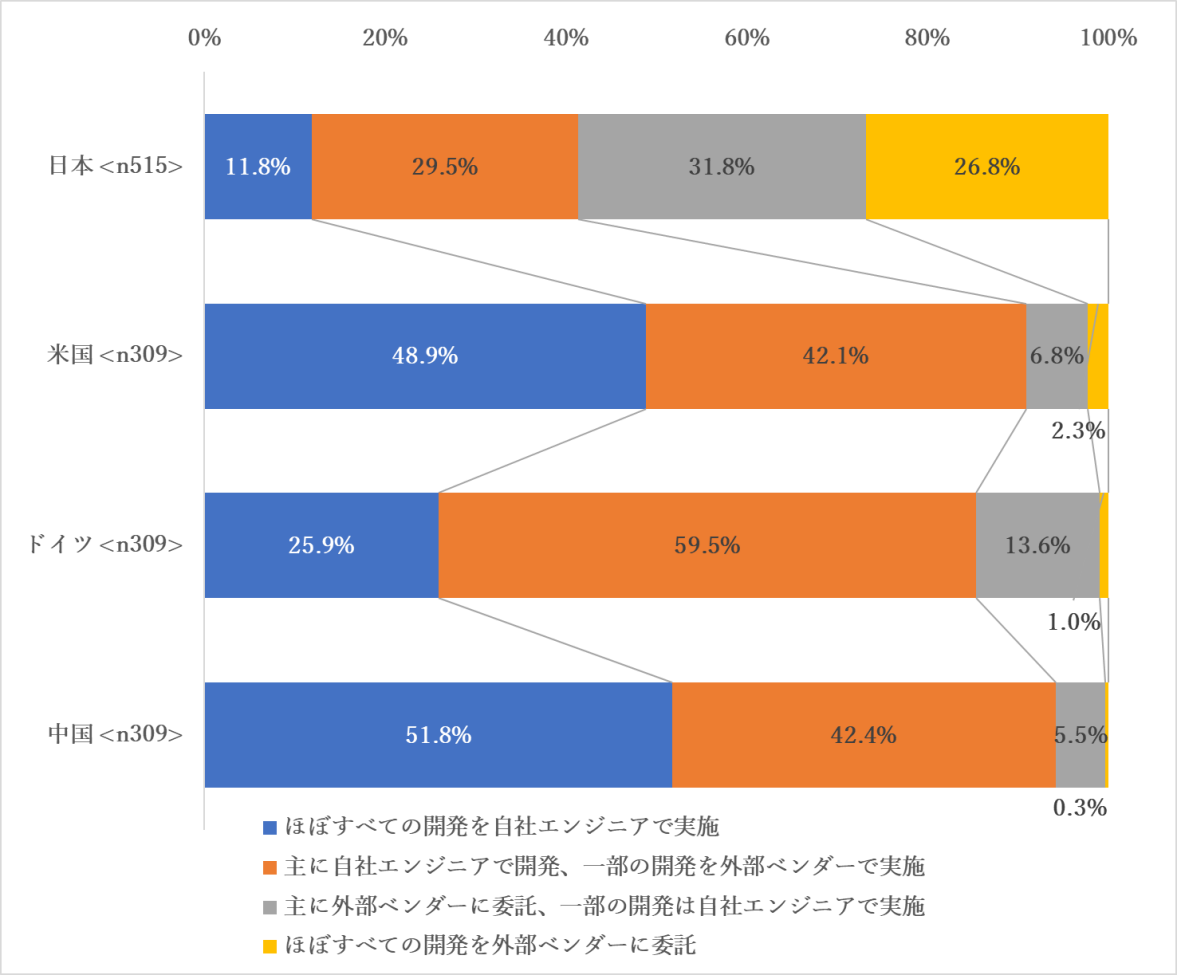
i　システム開発の内製化動向

システム開発における内製化動向を調査した。日本では、システム開発を自社主導で実施している（「ほぼすべての開発を自社エンジニアで実施」と「主に自社エンジニアで開発、一部の開発を外部ベンダで実施」の合計）と回答したのは 41.3%となっていた。一方で、海外では自社主導での開発を行っていると回

答したのは約 85～95%となっており、日本と大きな差があった（図表 **3-111**）。

ガートナー社による「企業の方向性が内製化である理由」の調査結果[185]によれば、日本企業における内製化の理由をみると「開発コストの削減」が上位となっており、ナレッジ蓄積や迅速かつ柔軟な対応などの本来着目すべき観点を企業において考慮できていない可能性がある。

図表 3-111　システム開発の内製化状況（国別）



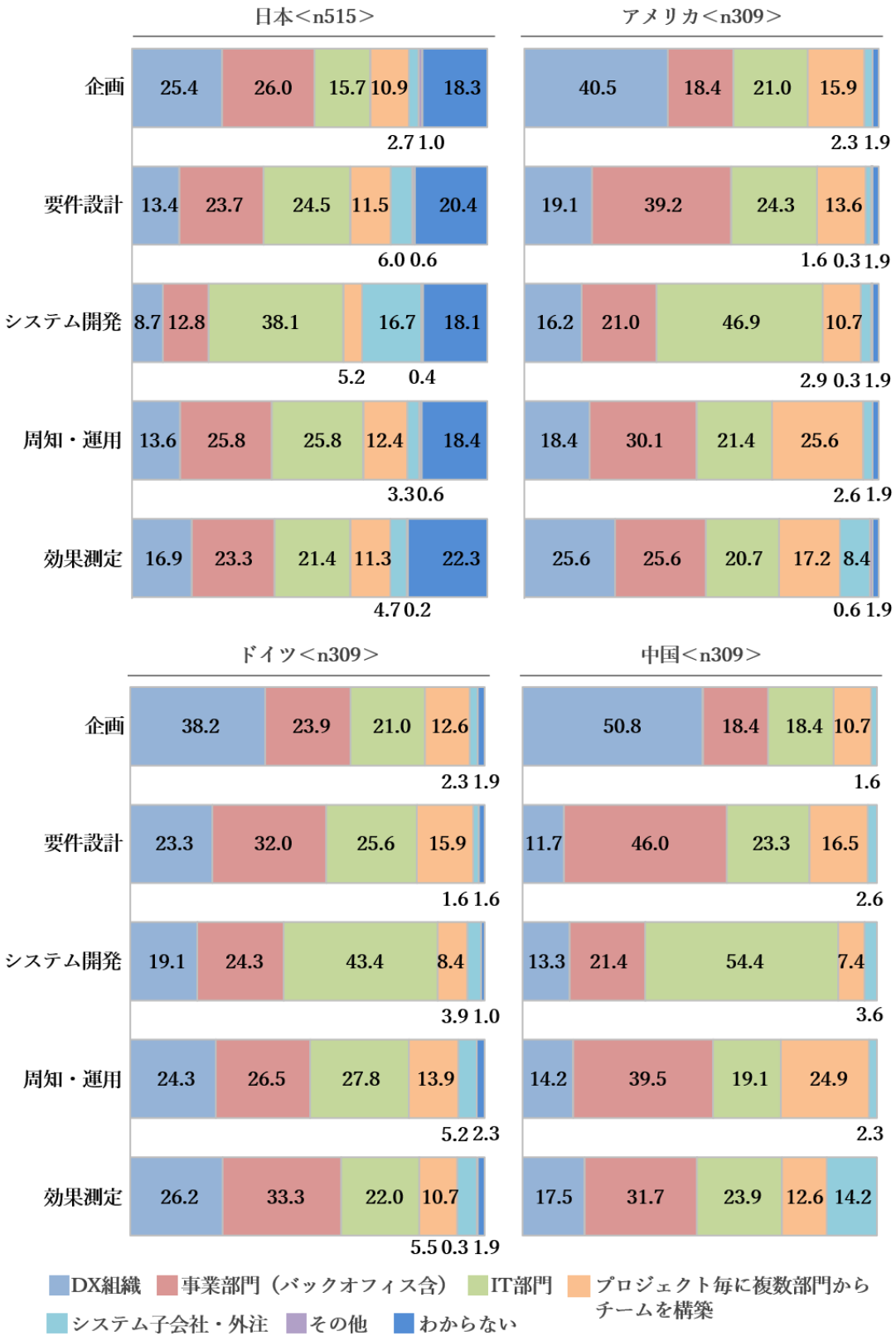
[185] Gartner,「Gartner、日本におけるソフトウェア開発の内製化に関する調査結果を発表」,<https://www.gartner.co.jp/ja/newsroom/press-releases/pr-20230118>(2024/3/28 参照)

ii　デジタル化プロジェクトの担い手

デジタル化プロジェクトに取組む際に企画から効果測定までの各フェーズをどの組織（「DX 組織」、「事業部門（バックオフィス含）」、「IT 部門」、「PJ 毎に複数部門からチームを構築」、「システム子会社・外注」、「その他」、「わからない」）が担当しているかを調査した。

概ね各フェーズの担い手は 4 ヵ国とも共通しているように見受けられる。例えば、「企画」は DX 組織、「要件定義」は事業部門（バックオフィス含）、「システム開発」は IT 部門、周知・運用は事業部門（バックオフィス含）や IT 部門やプロジェクト毎に複数部門からチームを構築、測定効果や事業部門（バックオフィス含）が担っている割合が大きい。また、「企画」の担い手に注目すると、日本企業では他国企業に比べて DX 組織が担い手である割合が小さい。日本企業では企業他国に比べて DX 組織の立ち上げが遅れていることが伺える（図表 3-112）。

図表 3-112　デジタル化プロジェクトの担い手（国別）

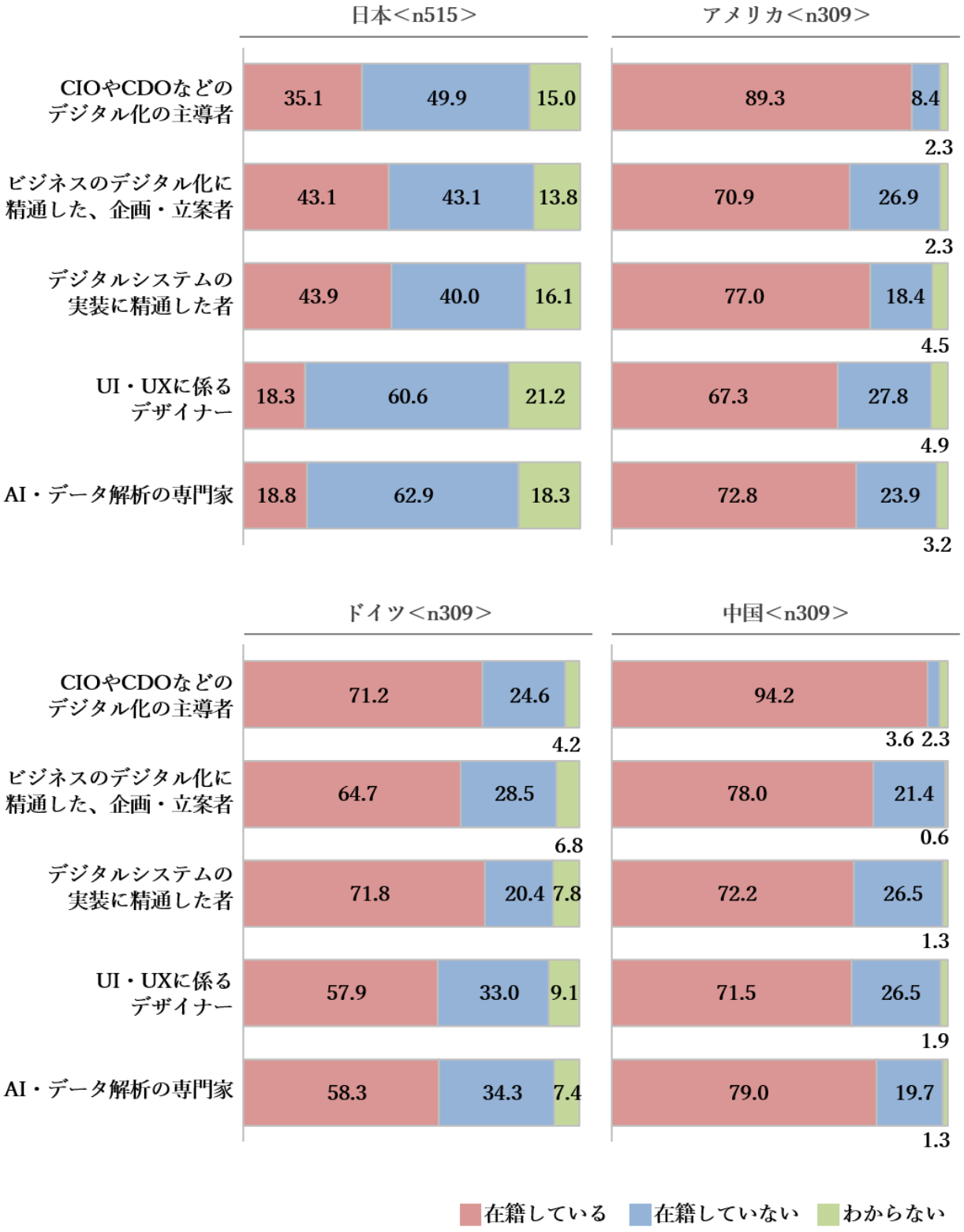


iii　専門的なデジタル人材の在籍状況

企業が保有する専門的なデジタル人材の在籍状況として、「CIO や CDO などのデジタル化の主導者」、「ビジネスのデジタル化に精通した、企画・立案者」、「デジタルシステムの実装に精通した者」、「UI・UX に係るデザイナー」、「AI・データ解析の専門家」の有無について調査した。日本企業においては特に UI・UX に係るデザイナーや、AI・デジタル解析の専門家が他国に比べて少ない点が顕著である。UI・UX に係るデザイナーが「在籍している」と回答した割合は、日本企業では 18.3%に対して他国企業では約 60%から約 70%であり、AI・デジタル解析の専門家が「在籍している」と回答した割合は、日本企業では 18.8%に対して他国企業では約 60%から約 80%であった（図表 3-113）。

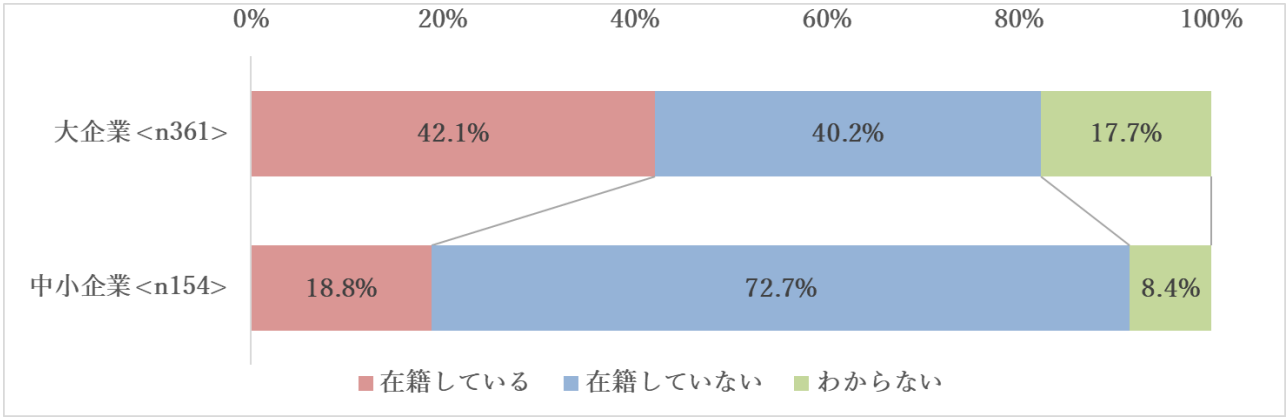
日本企業について企業規模別に見ると、何れの職種も「在籍している」と回答した割合は、大企業よりも中小企業において少なかった（図表 3-114）。

図表 3-113　専門的なデジタル人材の在籍状況（国別）

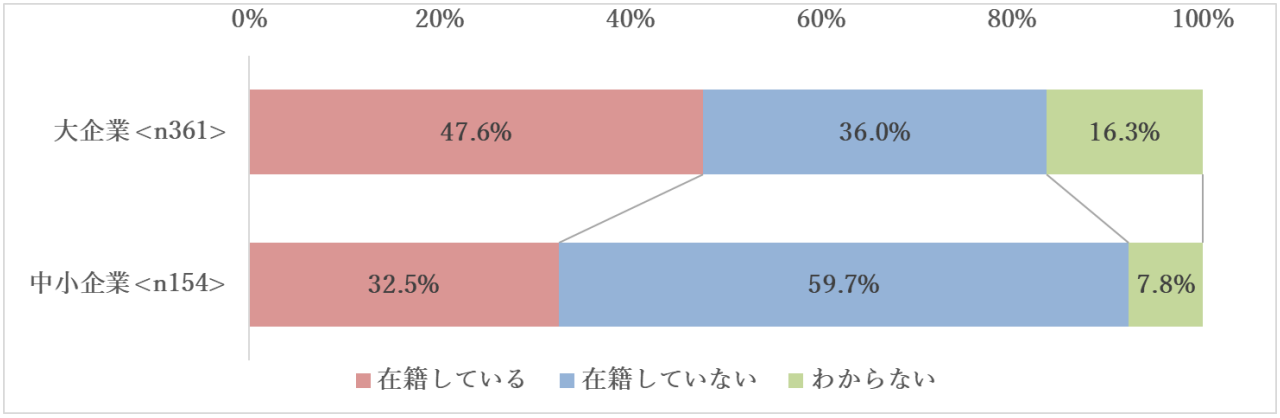


図表 3-114　保有するデジタル人材（日本：企業規模別）

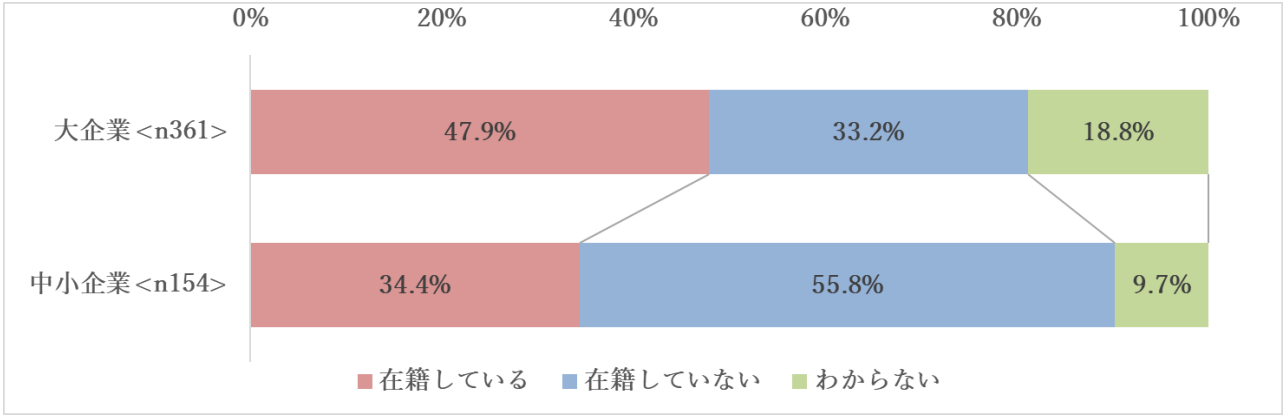
（a）CIO や CDO などのデジタル化の主導者



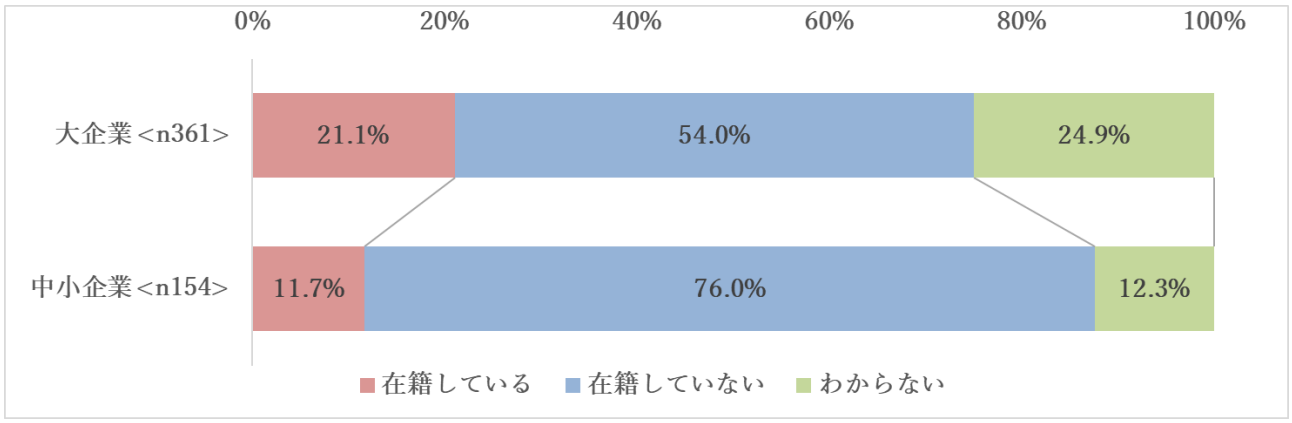
（b）ビジネスのデジタル化に精通した、企画・立案者



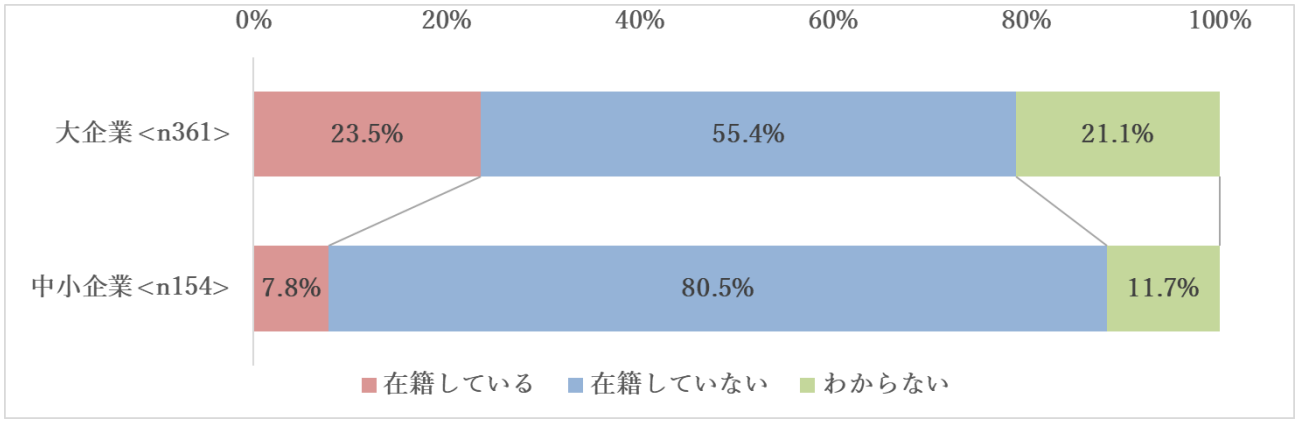
（c）デジタルシステムの実装に精通した者



（d）UI・UX に係るデザイナー



（e）AI・データ解析の専門家

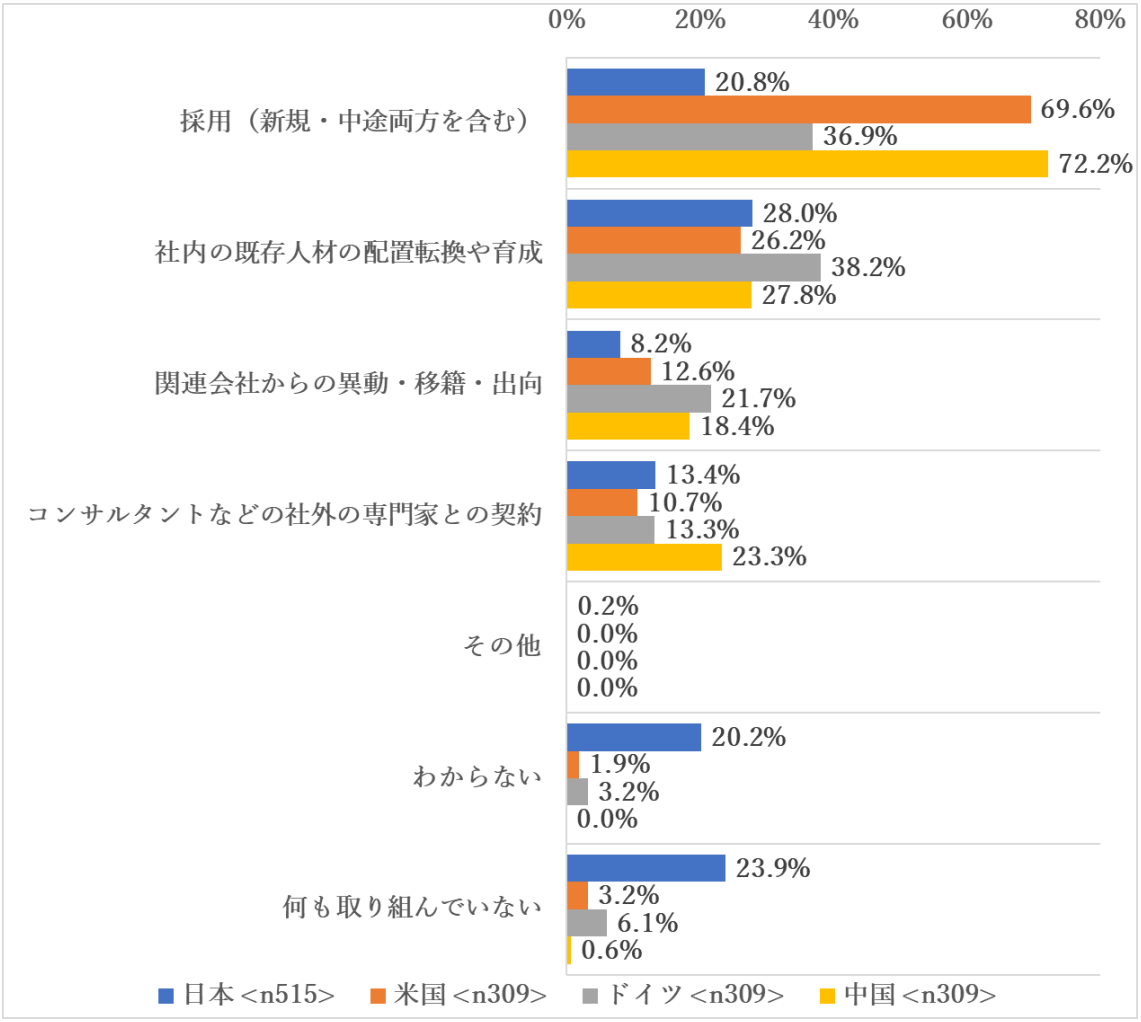


iv　人材の確保に向けた取組状況

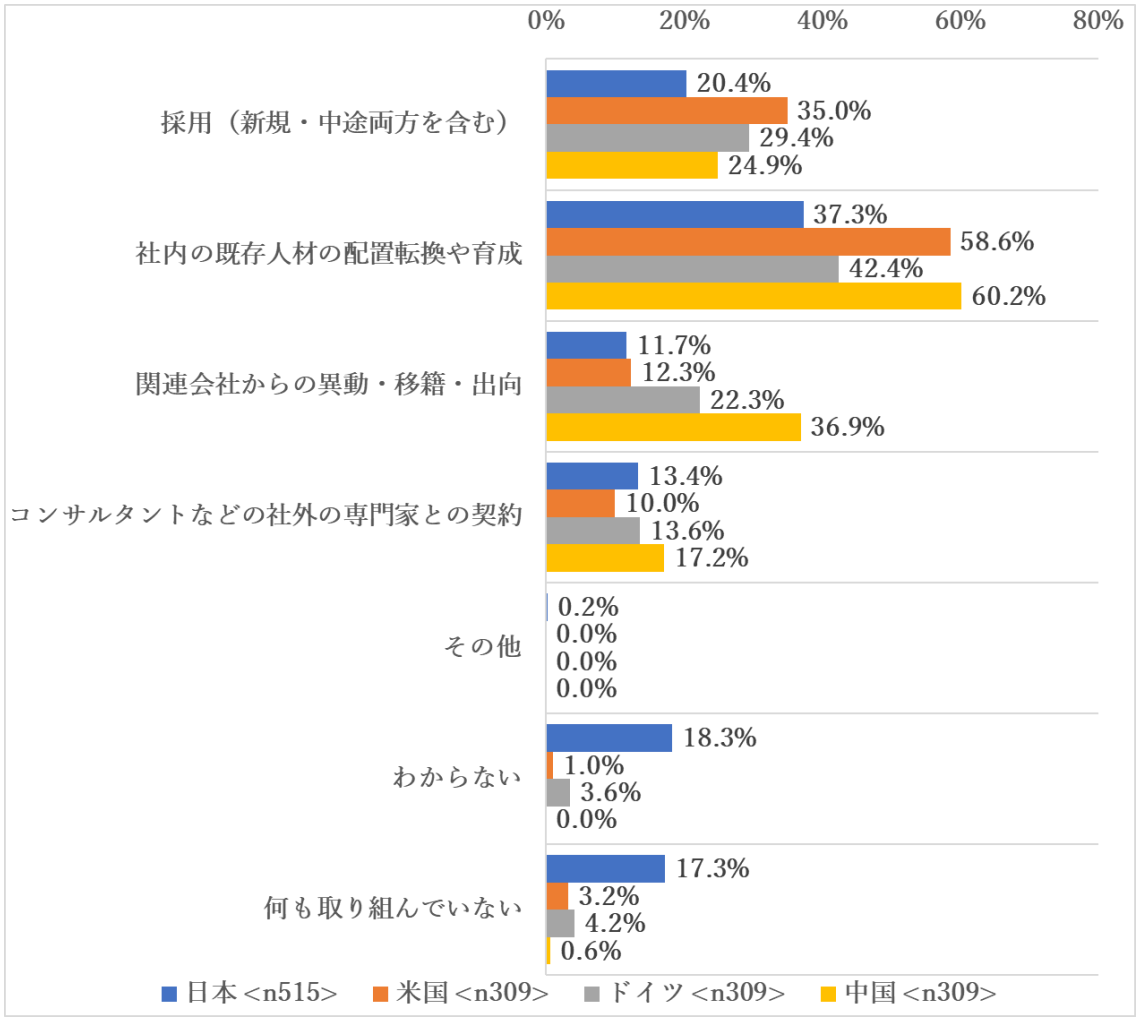
企業における専門的なデジタル人材の確保に向けた取組み状況を調査した。何れの国においても、主に採用活動や、既存人材の配置転換や育成を通じてデジタル人材の確保をしている。各人材に共通することとして、日本企業では「社内の既存人材の配置転換や育成」が最も多く、次いで「採用（新規・中途両方を含む）」となった。一方で米国企業では、ビジネスのデジタル化に精通した、企画・立案者以外のデジタル人材において「採用（新規・中途両方を含む）」が最も多かった。特に、UI・UX に係るデザイナーや AI・データ解析の専門家など、今後ますます必要性の出てくる人材について、アメリカでは積極的に採用を進めている。日米間で最も多い取組み内容に違いが出る背景には、前提として人材の流動性といった日米間の労働環境の違いがあると考えられるが、今後必要性の増す人材に関しては米国企業の対応の早さが伺える結果となった（図表 3-115）。

また、日本を対象に企業規模別で集計したところ、基本的には大企業の方が中小企業よりも各取組に関する回答が多いが、CIO や CDO などのデジタル化の主導者のコンサルタントなどの社外の専門家との契約を通じた人材確保については、中小企業の方が取組んでいる割合が大きい（図表 3-116）。

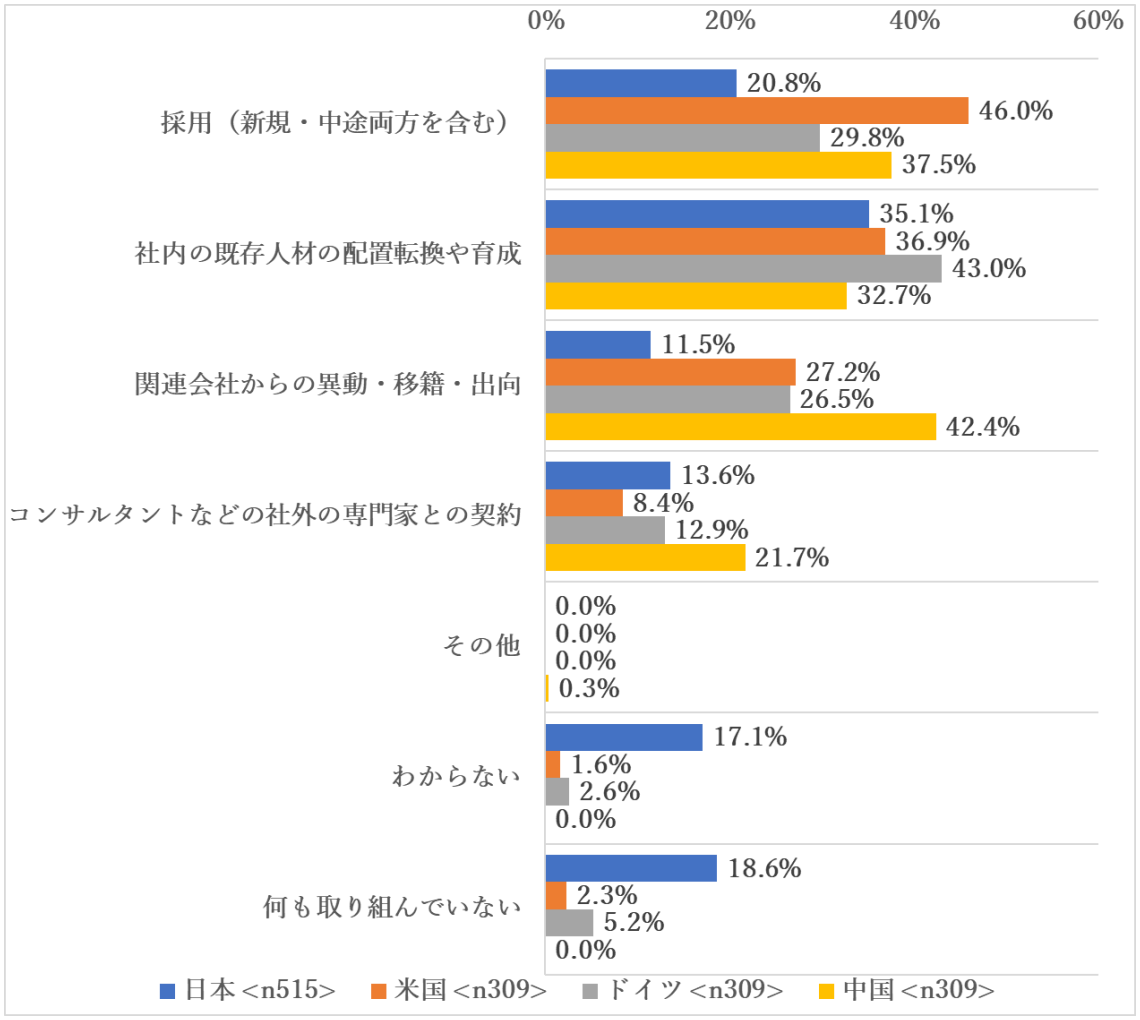
図表 3-115　人材確保に向けた取組（国別）
(a) CIO や CDO などのデジタル化の主導者



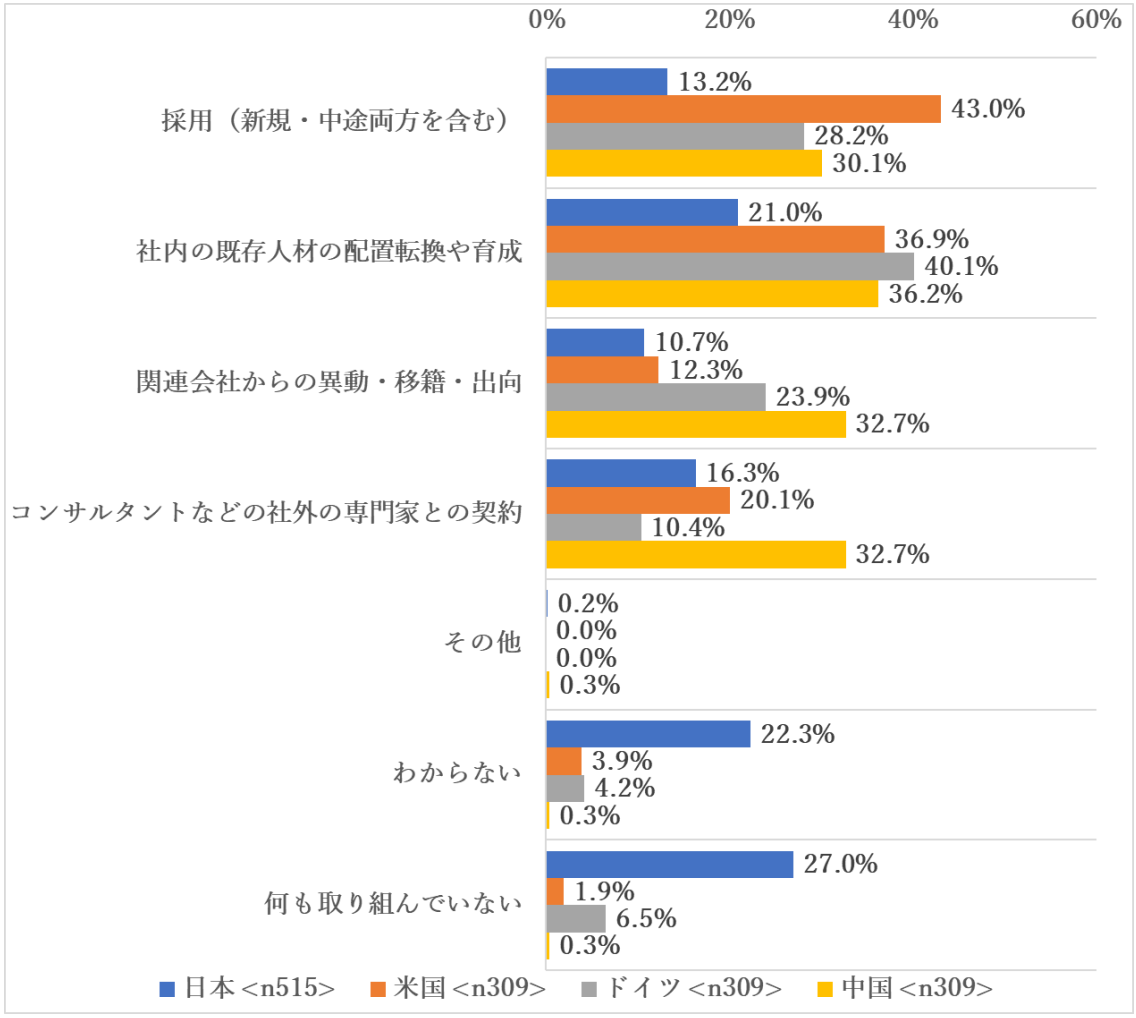
(b) ビジネスのデジタル化に精通した、企画・立案者



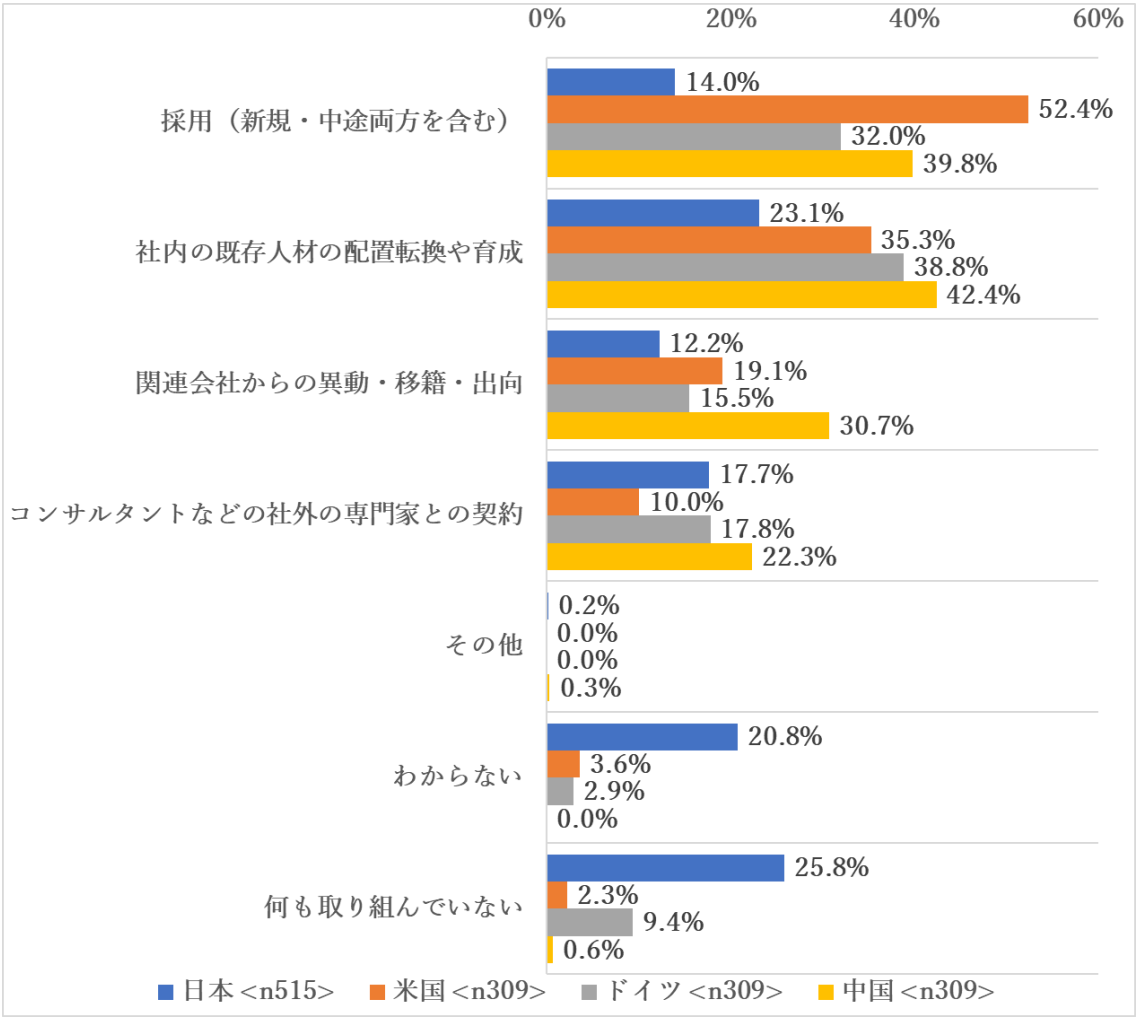
(c) デジタルシステムの実装に精通した者



（d）UI・UX に係るデザイナー

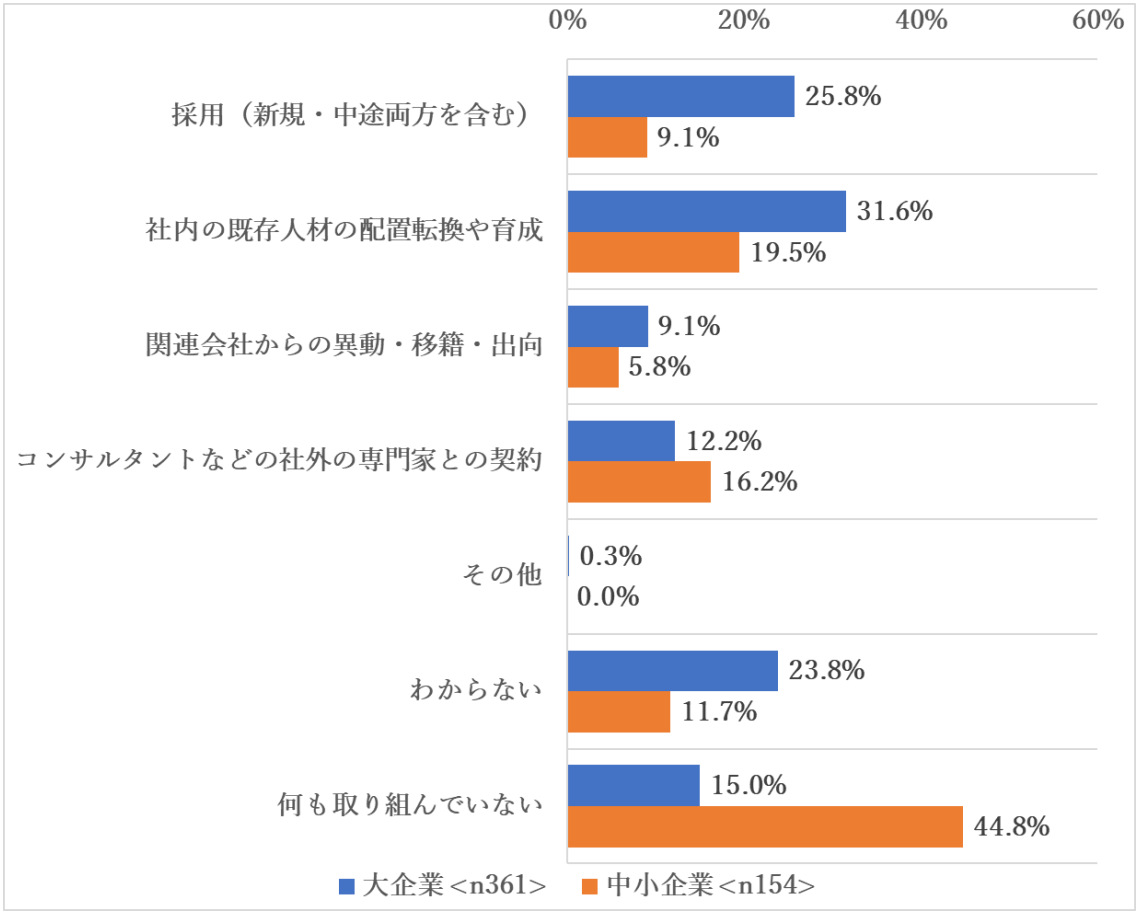


(e) AI・データ解析の専門家

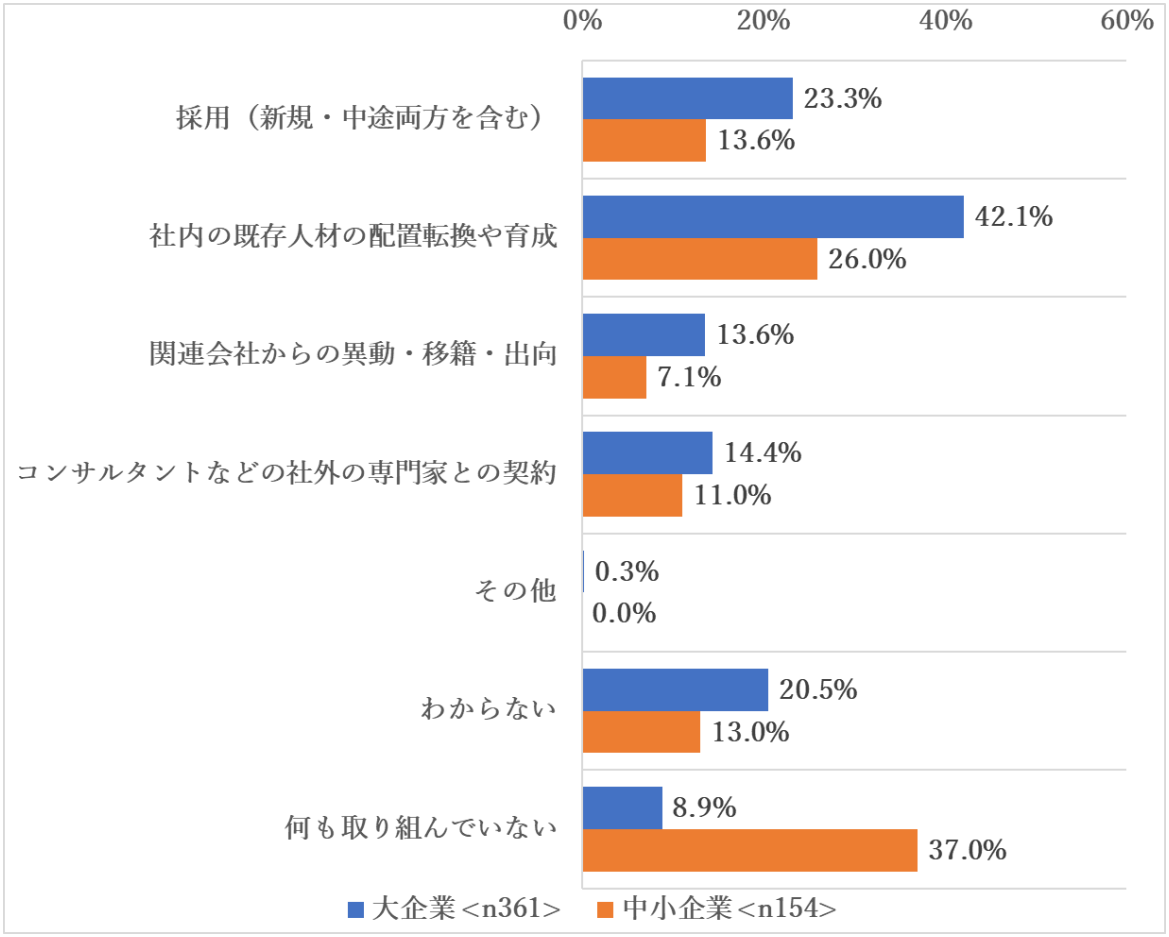


図表 3-116　人材確保に向けた取組（日本；企業規模別）

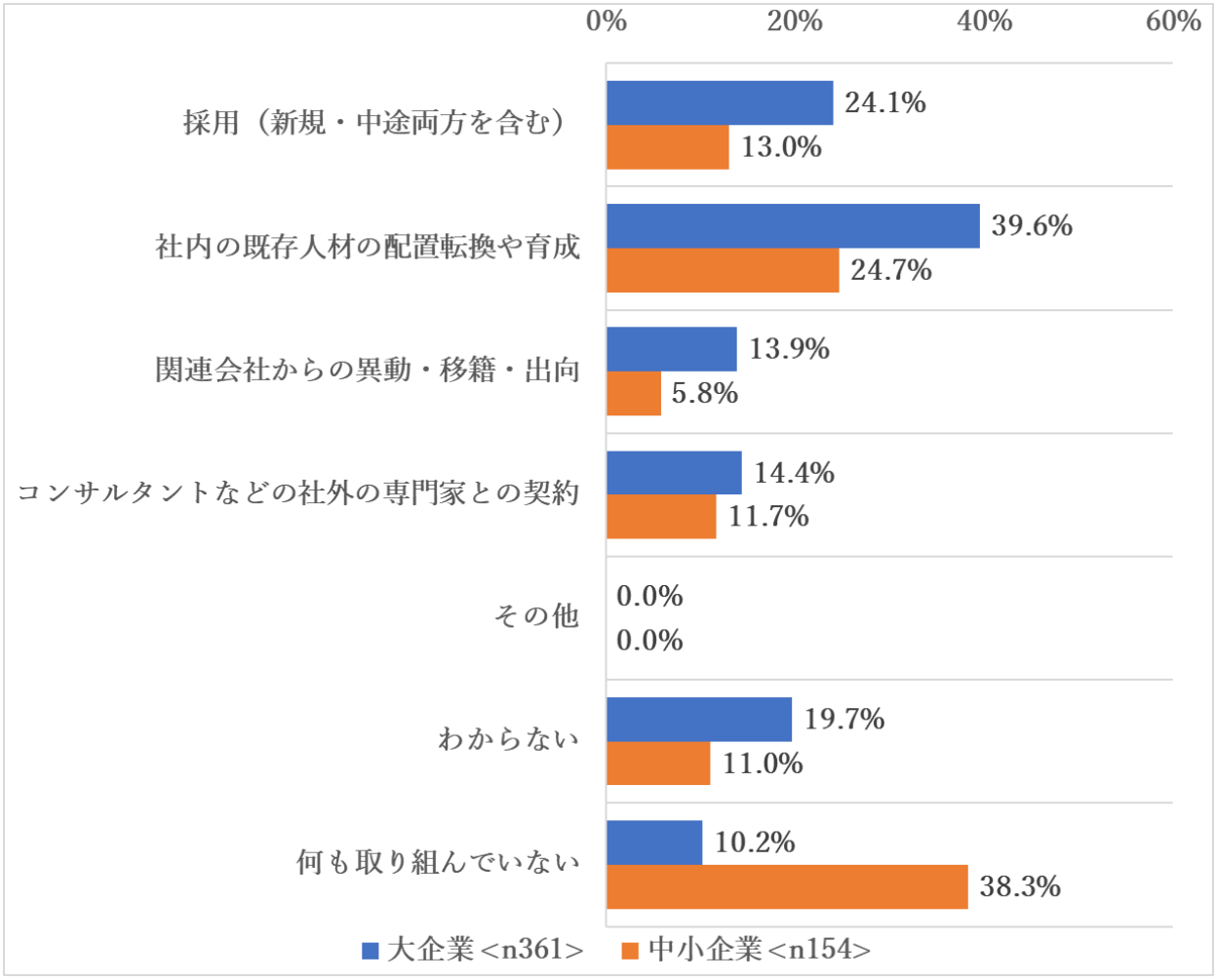
（a）CIO や CDO などのデジタル化の主導者



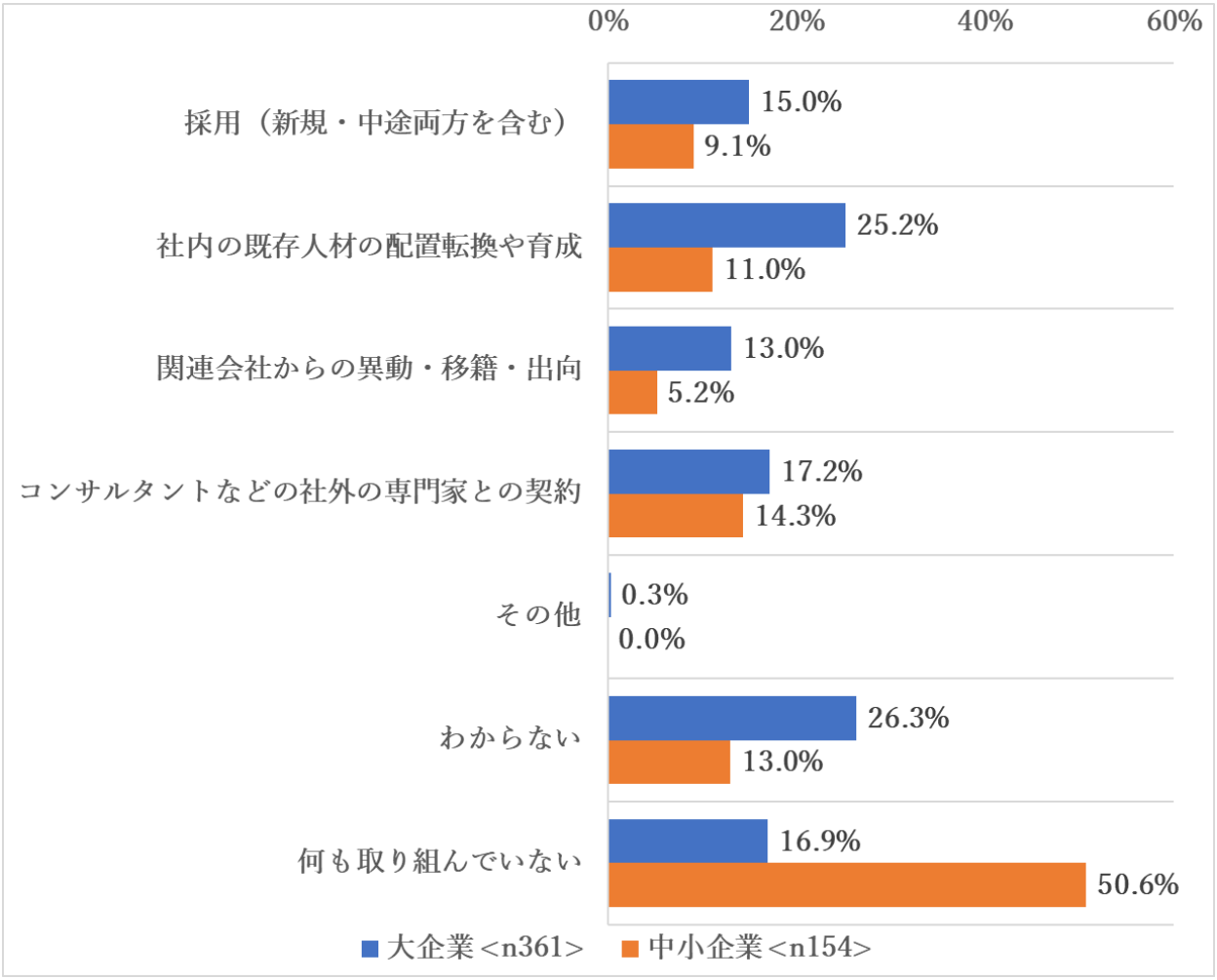
(b) ビジネスのデジタル化に精通した、企画・立案者



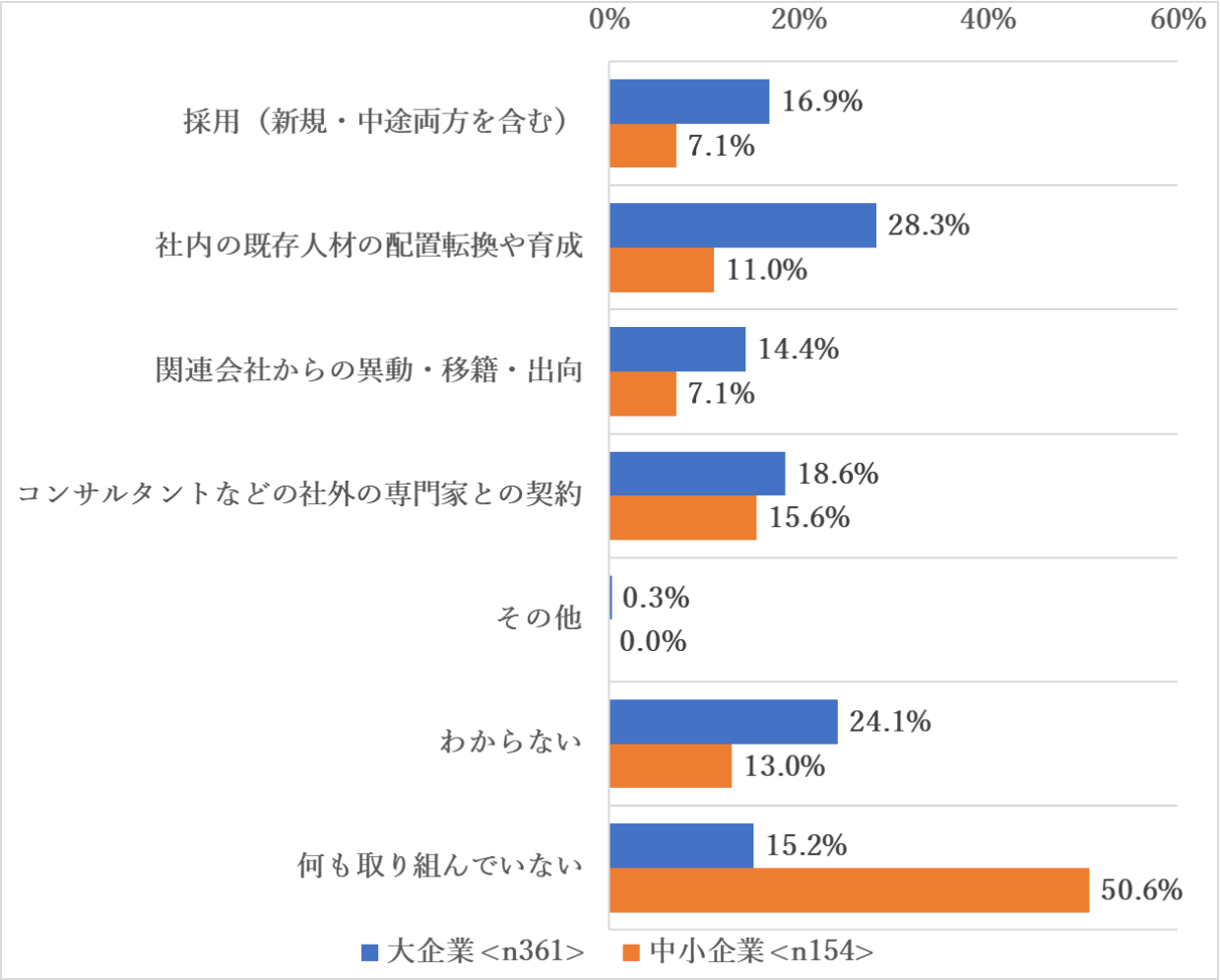
(c) デジタルシステムの実装に精通した者



(d) UI・UX に係るデザイナー



（e）AI・データ解析の専門家



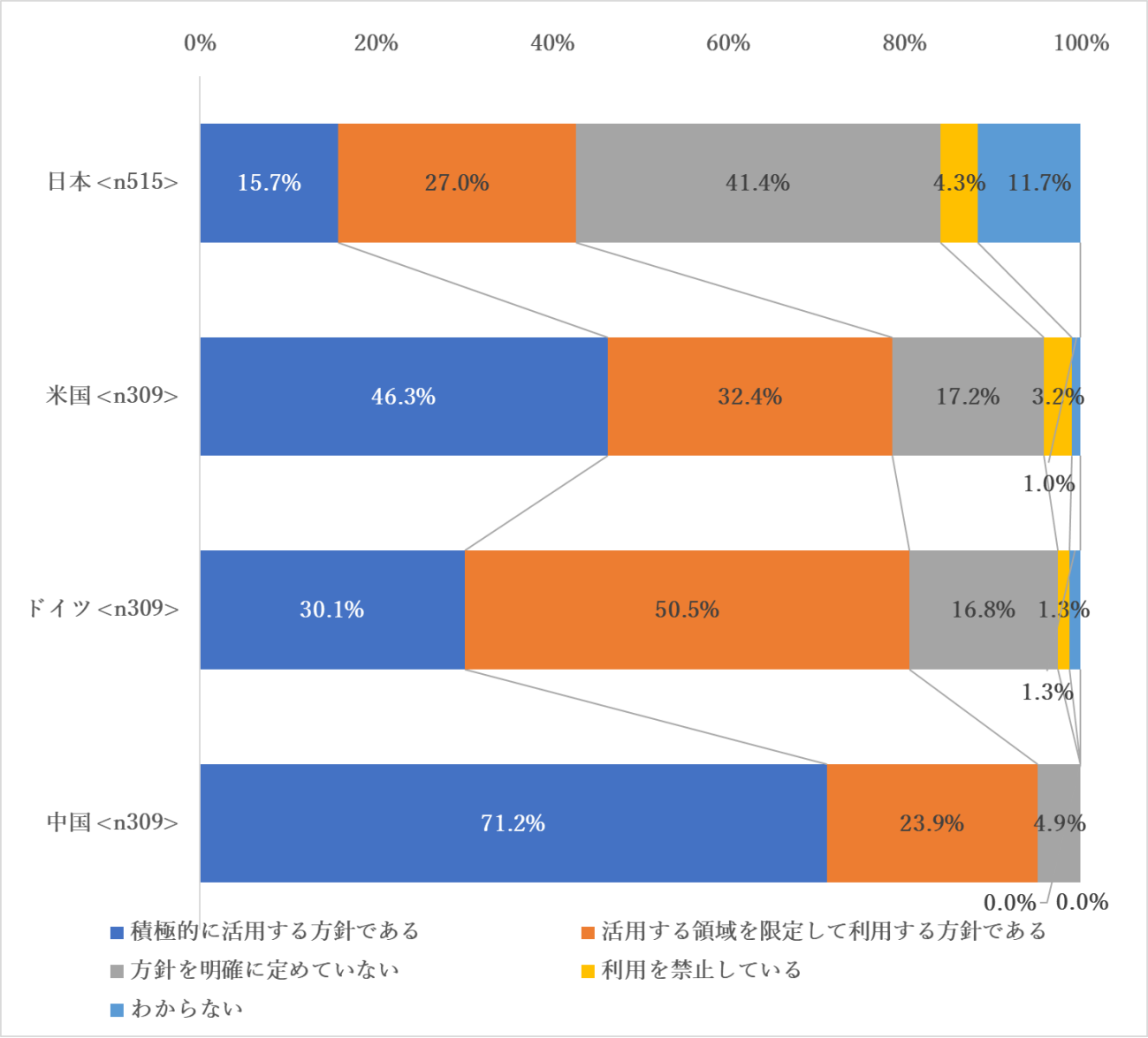
(2) 新技術の利用動向

1) 生成 AI の活用動向

- 生成 AI の活用方針

  生成 AI の活用方針について調査した。日本企業においては、生成 AI の活用方針を「明確に決めていない」もしくは「わからない」企業が多い。海外企業について、中国企業では積極的に活用する方針の企業が圧倒的に多い。ドイツ企業においては活用領域を限定して利用する方針の企業が多く、慎重姿勢である様子が伺える（図表 3-117）。

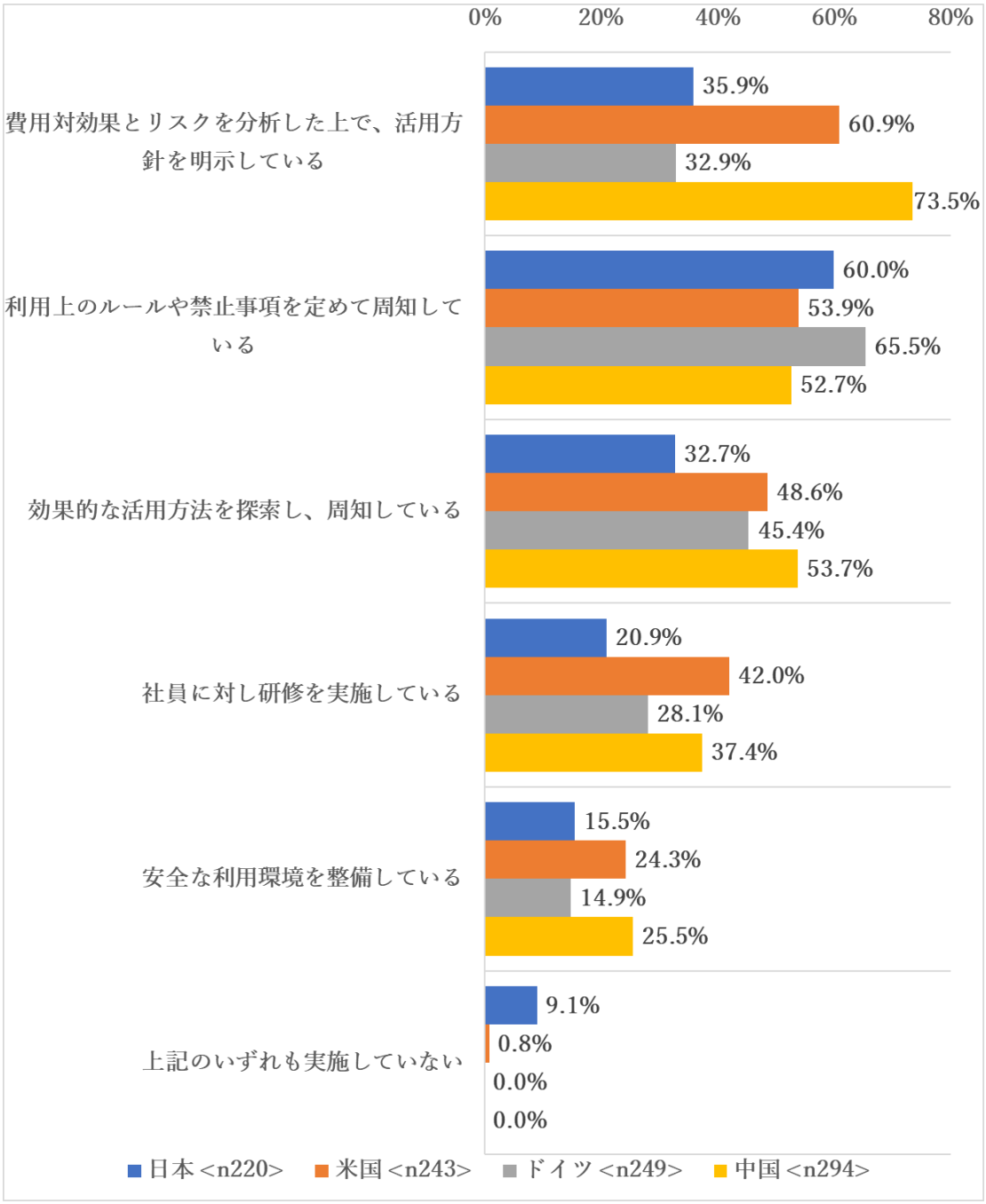
図表 3-117　生成 AI の活用方針（国別）



- 生成 AI の活用にあたっての利用環境やルール等の整備

　生成 AI の活用にあたっての利用環境やルール等の整備状況を調査した。日本では、生成 AI を活用すると決めていれば、利用上のルールや禁止事項を定めて周知することはできているようだ。費用対効果とリスク分析をした上での活用方針の明示や、効果的な活用方法の周知についても取り組みは進めているようだが、他国と比べると遅れを取っている（図表 3-118）。

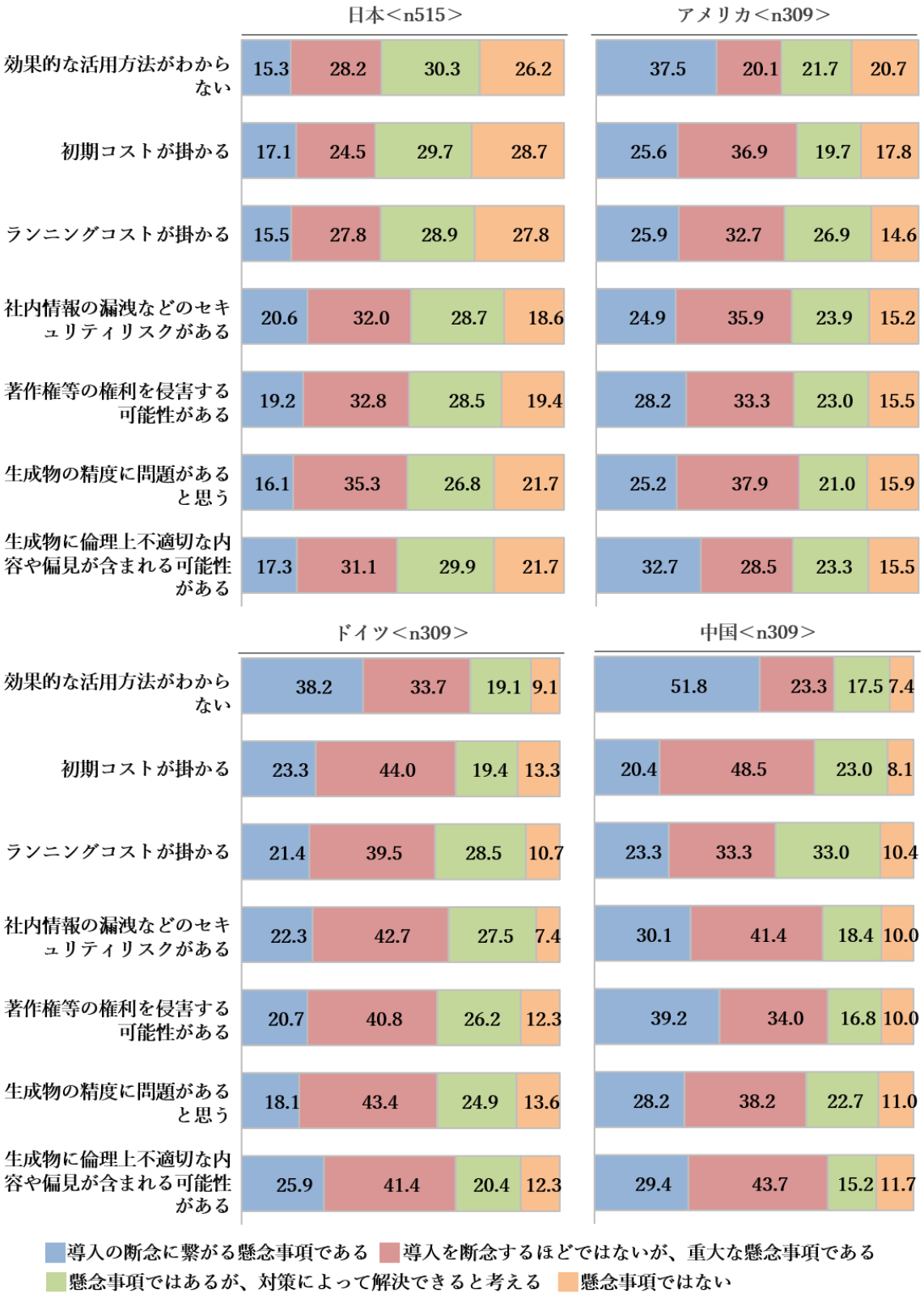
図表 3-118　生成 AI の活用にあたっての利用環境やルール等の整備（国別）



- 生成 AI 導入に際しての懸念事項

  生成 AI 導入に際しての懸念事項を調査した。懸念事項全体を通じて、日本は他国に比べて「懸念事項ではない」と捉えている傾向が強い。日本においては生成 AI をポジティブに捉える傾向が強いか、もしくは導入後のリスクに対する理解が不十分である可能性があると考えられる（図表 3-119）。

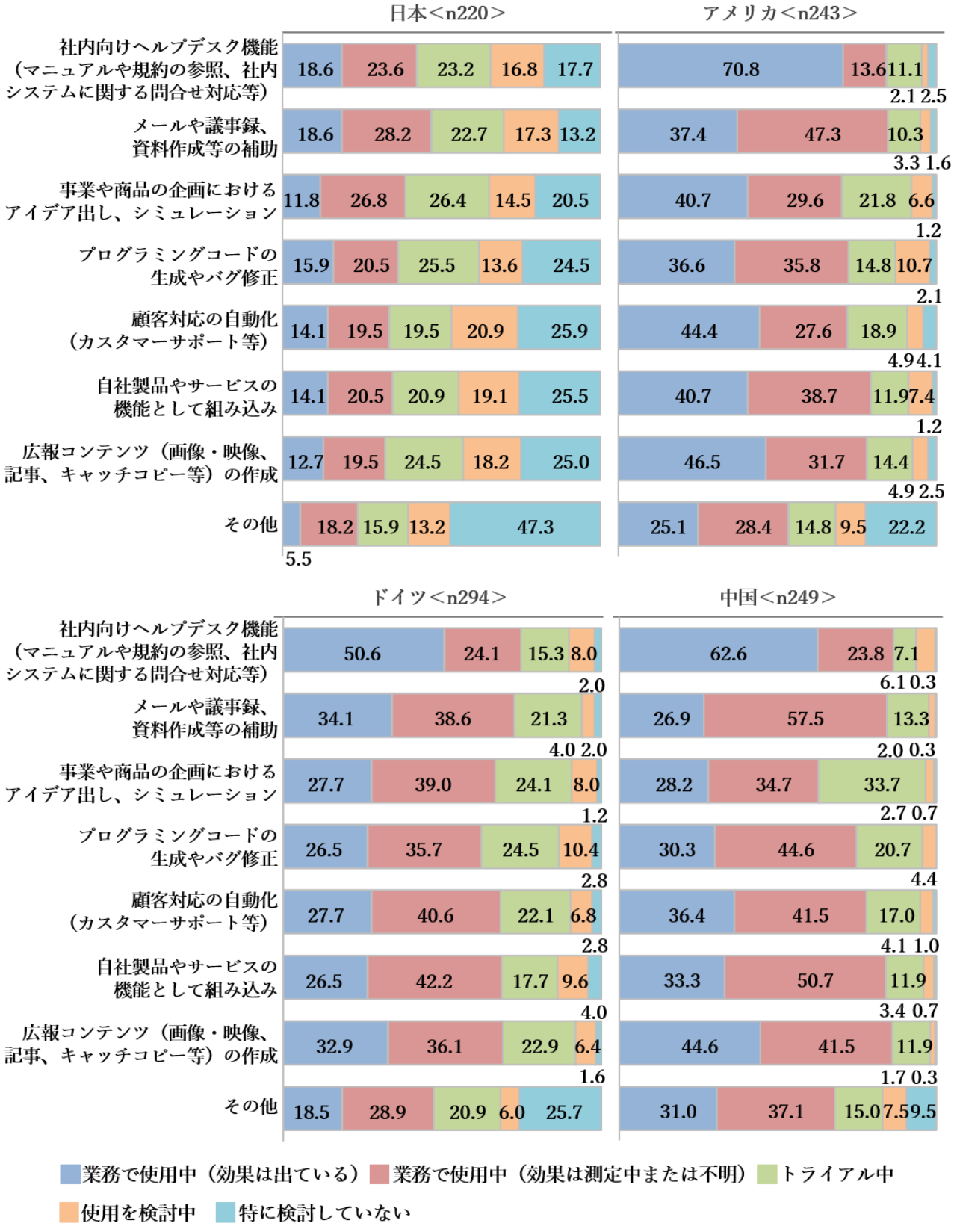
図表 3-119　生成 AI 導入に際しての懸念事項（国別）



- 各業務領域における生成 AI の活用状況

  各業務領域における生成 AI の活用状況を調査した。日本においては社内向け業務への生成 AI 活用が目立つが、海外においては、顧客対応や広報コンテンツの作成など、顧客の目に触れるような生成物の作成にも生成 AI を活用している（図表 3-120）。

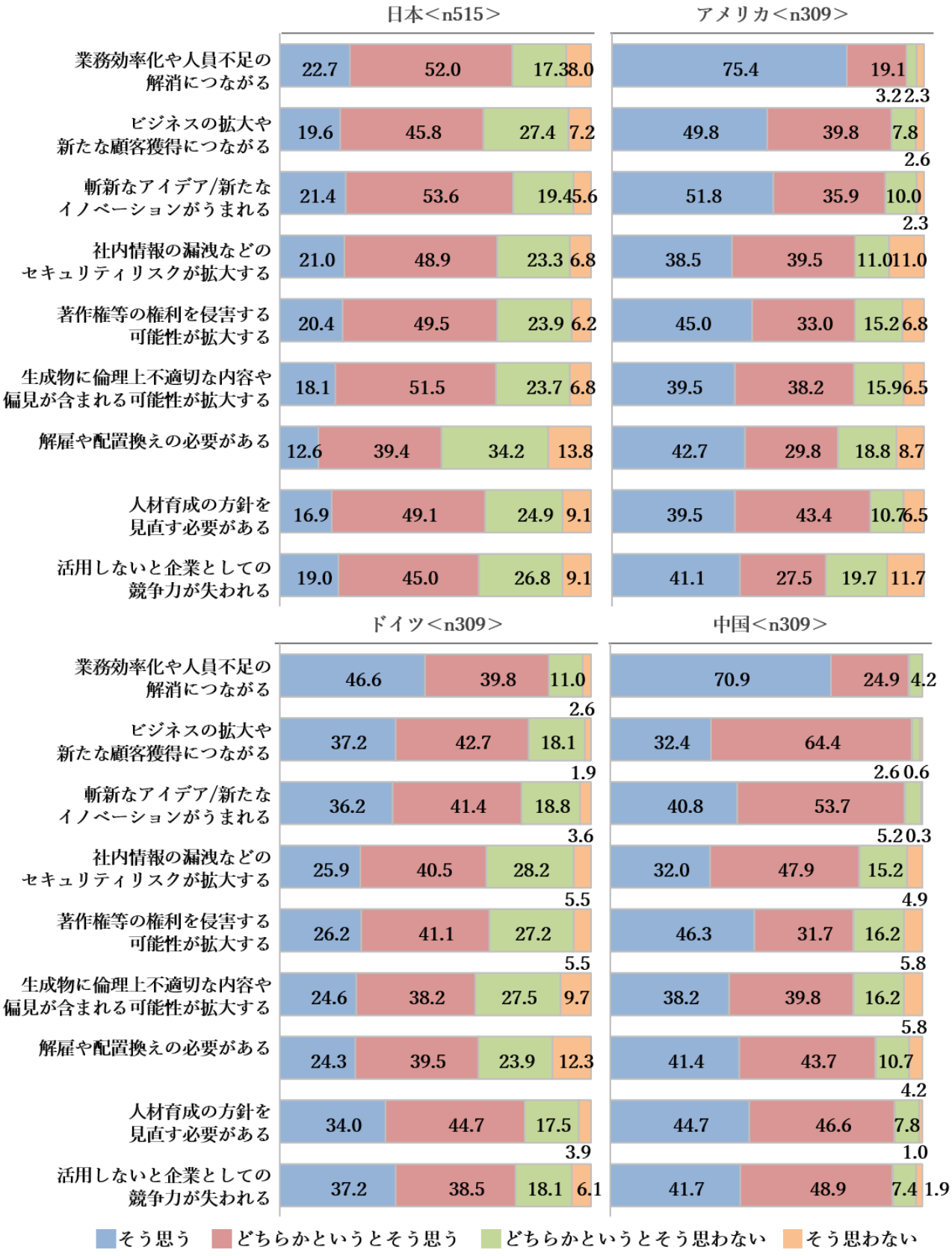
図表 3-120　各業務領域における生成 AI の活用状況（国別）



- 生成 AI の活用推進による自社への影響

  生成 AI の活用推進による自社への影響について調査した。何れの国においても業務効率化に繋がるという回答は多かったが、一方で、解雇や配置換えの必要性、人材育成方針の見直しの必要性、競争力が失われるなどの影響については海外に比べて日本では回答者が少なかった。日本においては生成 AI が業務だけでなくビジネス構造をも大きく変えるというイメージをあまり持てていない可能性がある（図表 3-121）。

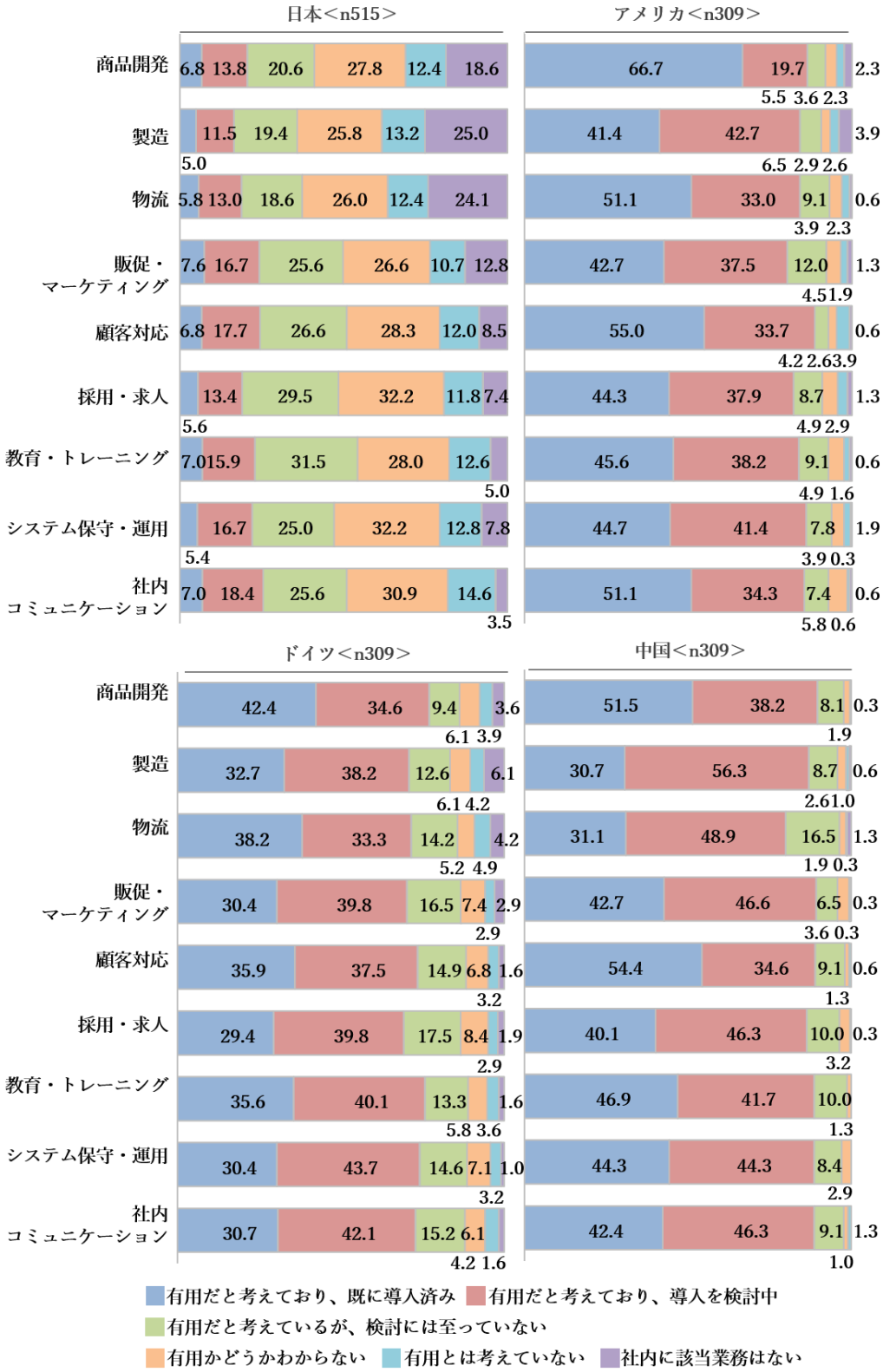
図表 3-121　生成 AI の活用推進による自社への影響（国別）



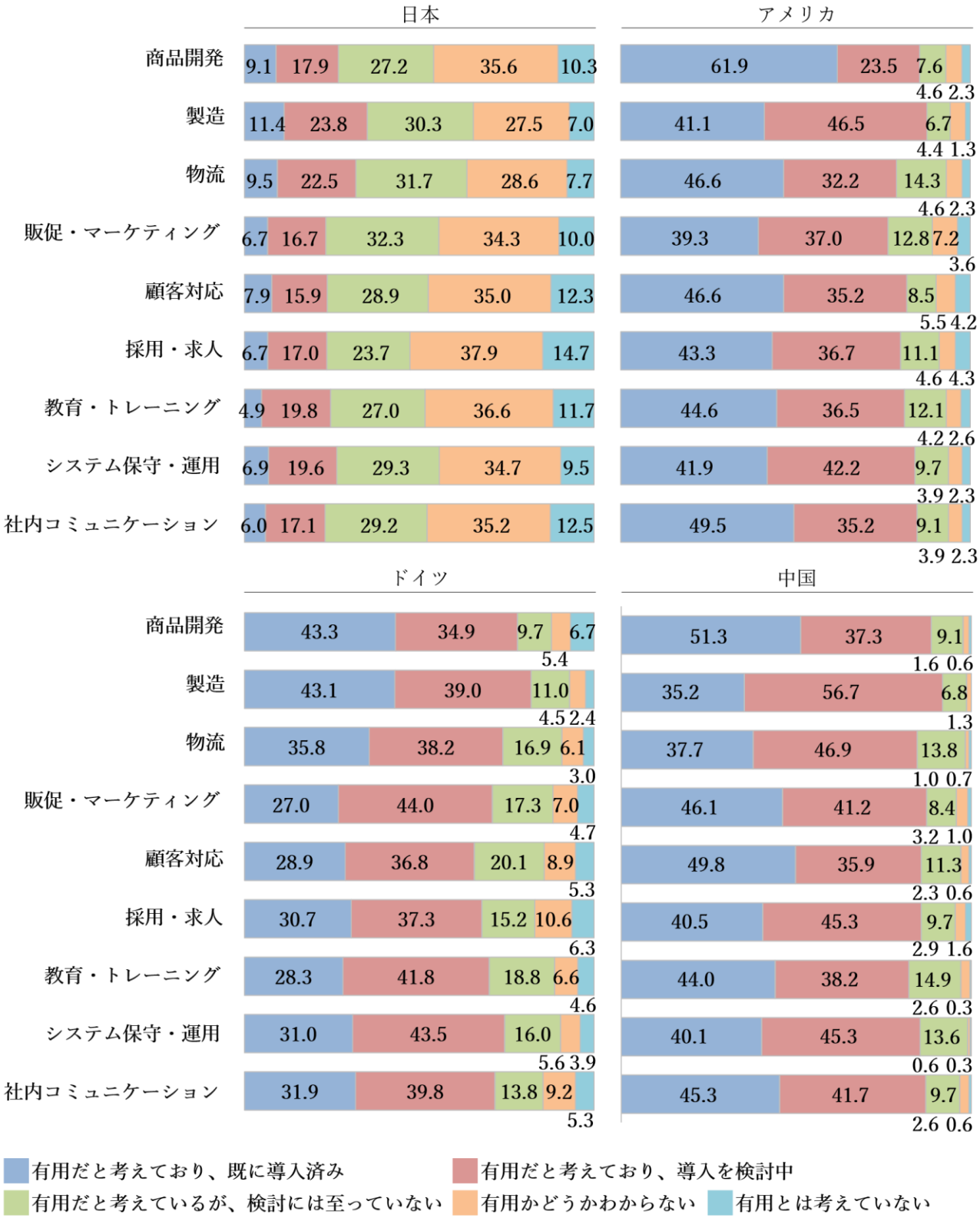
2) 仮想空間およびロボティクス活用の有用性

仮想空間およびロボティクス活用の有用性への意識を調査した。日本企業においては仮想空間およびロボティクスを導入済みの企業が極めて少ない。背景には新技術を含めたデジタル技術を用いて業務において効果を出すという意識や、デジタル活用が企業の競争力に影響を与えるという意識の低さがあるのではないか。但し、言葉（仮想空間、メタバース、ロボット）のイメージが国によって異なり、日本では狭義で捉えられている可能性もあると考えられる（図表 3-122、図表 3-123）。

図表 3-122　仮想空間（メタバース、デジタルツイン等）活用の有用性（国別）



図表 3-123　ロボティクス活用の有用性



※回答数は業務毎に異なる。

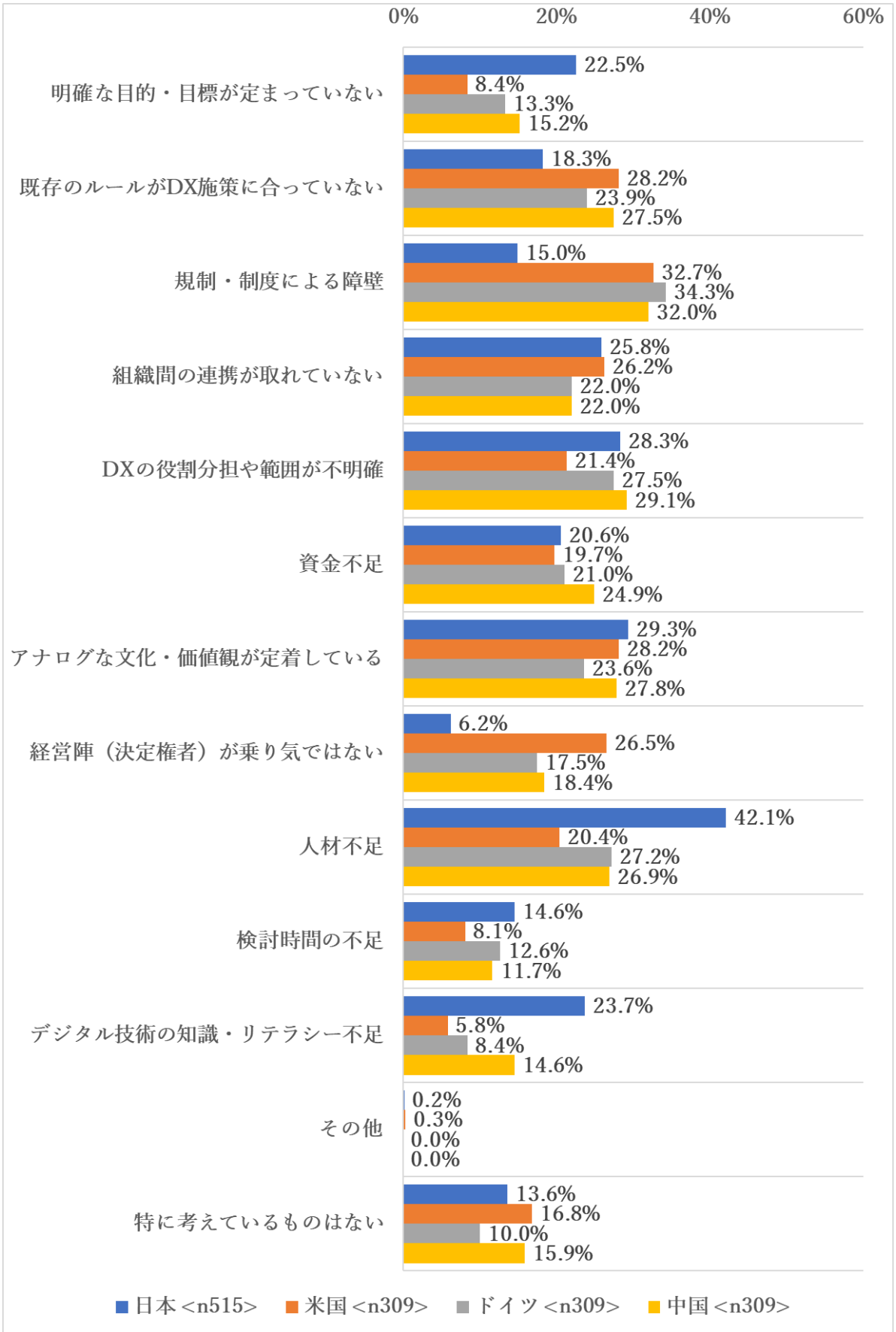
(3) 日本企業におけるデジタル活用の課題と今後の展望

1) 日本企業における課題

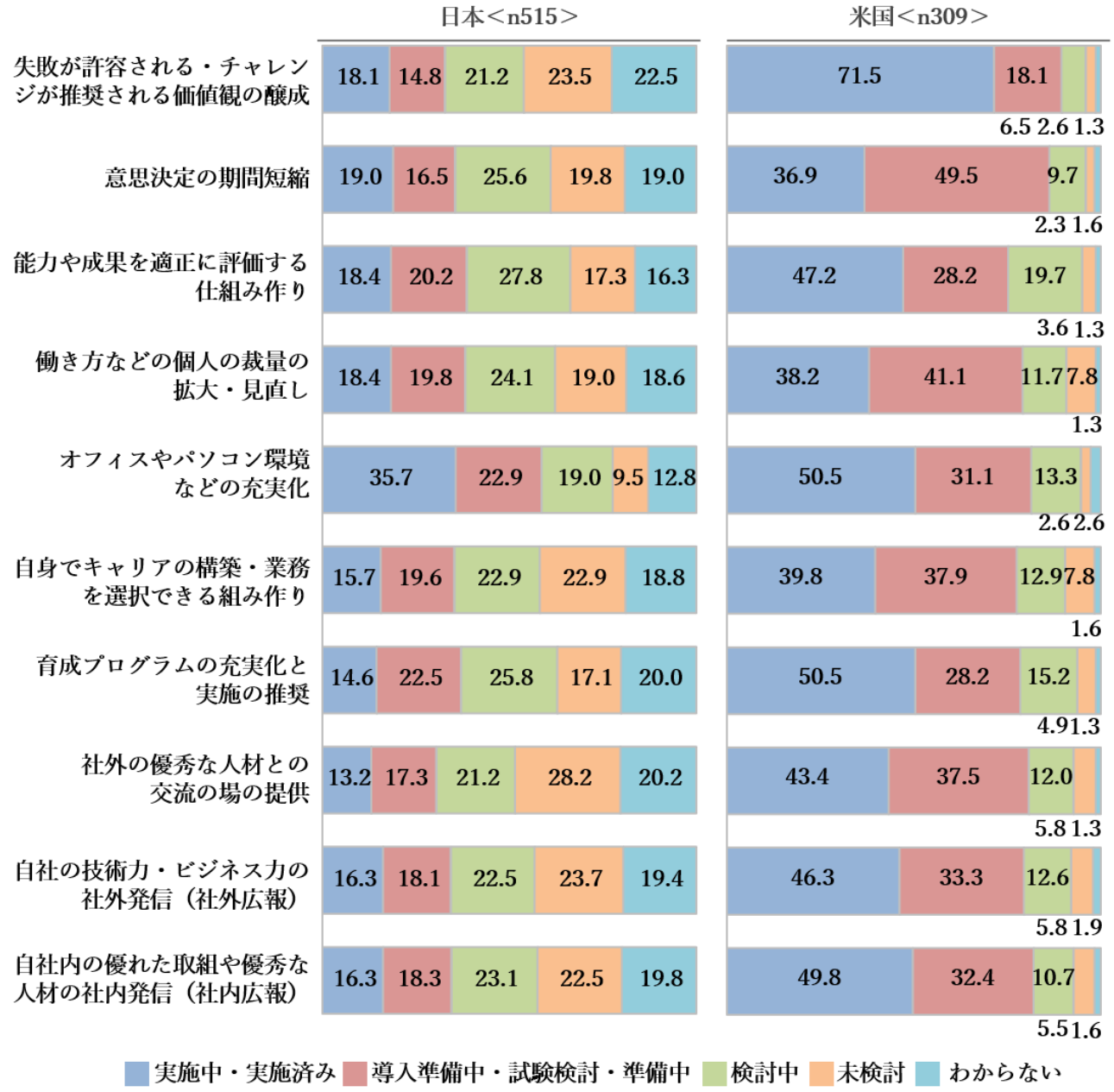
デジタル化に関して現在認識している、もしくは今後想定される課題や障壁を調査した。日本企業は「人材不足（42.1%）」の回答割合が最も大きく、他国企業と比較して圧倒的に高い割合となった。次いで「アナログな文化・価値観が定着している（29.3%）」、「DX の役割分担や範囲が不明確（28.3%）」の回答割合が高かった。特に、「人材不足」、「DX の役割分担や範囲が不明確」が上位である背景には、図表「デジタル活用方針の策定状況」（図表 3-108）や「人材像の定義および社内への周知状況」（図表 3-110）で示したように、そもそもデジタル活用方針の策定ができていないか、方針を策定できていたとしてもデジタル化推進人材像の定義や社内への周知ができていないといった、戦略検討の不十分さがあるのではないか（図表 3-124）。

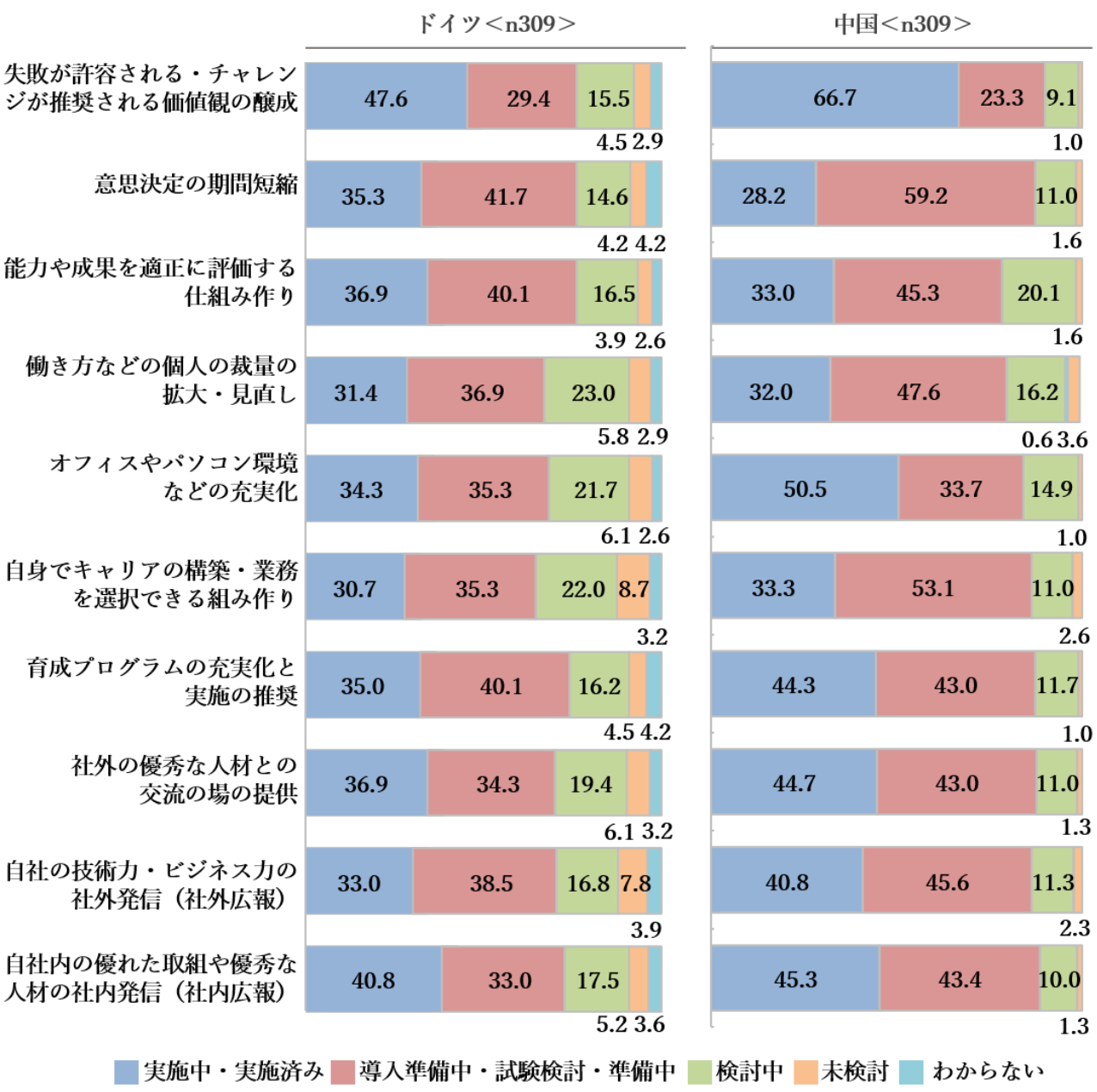
デジタル化の推進に向けて今後必要と想定される施策や工夫の取組状況についても調査した。日本では「オフィスやパソコン環境などの充実化」を「実施中・実施済み」と回答している割合が最も高く、35.7%であった。一方で、米国、ドイツ、中国においては、「失敗が許容される・チャレンジが推奨される価値観の醸成」を「実施中・実施済み」と回答している割合が最も高く、それぞれ 71.5%、47.6%、66.7%であった。今後日本においてデジタル化の効果（図表 3-107）を上げるにあたっては、ハード面だけでなくソフト面の取組への注力が必要であろう（図表 3-125）。

図表 3-124　デジタル化に関して現在認識している、もしくは今後想定される課題や障壁（国別）



図表 3-125　デジタル化の推進に向けて今後必要と想定される施策や工夫の取組状況（国別）




ドイツ＜n309＞
中国＜n309＞
失敗が許容される・チャレンジが推奨される価値観の醸成
47.6 29.4 15.5 4.5 2.9
66.7 23.3 9.1 1.0
意思決定の期間短縮
35.3 41.7 14.6 4.2 4.2
28.2 59.2 11.0 1.6
能力や成果を適正に評価する仕組み作り
36.9 40.1 16.5 3.9 2.6
33.0 45.3 20.1 1.6
働き方などの個人の裁量の拡大・見直し
31.4 36.9 23.0 5.8 2.9
32.0 47.6 16.2 0.6 3.6
オフィスやパソコン環境などの充実化
34.3 35.3 21.7 6.1 2.6
50.5 33.7 14.9 1.0
自身でキャリアの構築・業務を選択できる組み作り
30.7 35.3 22.0 8.7 3.2
33.3 53.1 11.0 2.6
育成プログラムの充実化と実施の推奨
35.0 40.1 16.2 4.5 4.2
44.3 43.0 11.7 1.0
社外の優秀な人材との交流の場の提供
36.9 34.3 19.4 6.1 3.2
44.7 43.0 11.0 1.3
自社の技術力・ビジネス力の社外発信（社外広報）
33.0 38.5 16.8 7.8 3.9
40.8 45.6 11.3 2.3
自社内の優れた取組や優秀な人材の社内発信（社内広報）
40.8 33.0 17.5 5.2 3.6
45.3 43.4 10.0 1.3
実施中・実施済み
導入準備中・試験検討・準備中
検討中
未検討
わからない

慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科の白坂成功教授は、日本においてデジタル技術の利活用を推進する上では、デジタル・トランスフォーメーションを正しく理解すること（「新しい手段（デジタル技術）」、「アーキテクチャ」、「実現可能でより大きい目的」といった3要素があると認識すること）、アーキテクチャ設計や目的設定のできる人材像を定義し、育成することが課題であると述べている。

- デジタル・トランスフォーメーションが、「手段」、「アーキテクチャ」、「目的」という3要素で構成されていることを正しく理解できていないのではないか
  - デジタルが手段であるということと、手段を活用して価値を提供するということとの間にギャップがあることを認識していないと、活用も推進も人材定義もできない。ギャップの認識をしていないために過度な期待をすると、期待に対して十分にできていないことで評価は低くなると考えられる。
  - 「活用可能な手段」で「アーキテクチャ」を作り「目的」を実現するという3要素あるという構造を認識していない人は多い。活用可能な手段にデジタル技術が入ってくることで、新しいアーキテクチャが作れるようになり、これまで実現できなかった目的が実現できるようになった。これをトランスフォーメーションと呼んでいる。この時、目的が実現可能であることが大事である。新しい手段により実現可能になったアーキテクチャを正しく理解することで目的を設定することができる。但し、フィージブルな（実現可能な）目的である必要がある。
- アーキテクチャ設計と目的設定をできる人材像を定義し、育成する必要がある
  - 現在は、手段としてのデジタル技術のみ教わって、アーキテクチャ設計と目的設定もせよと言われている状況となっている。アーキテクチャ設計と目的設定をできる人を育成する必要がある。手段を知っていることと、アーキテクチャ設計と目的設定ができることは別問題であることを知らずに、目的設定が上手くできていない状態に陥っている。
  - 経済産業省においてデジタル人材の育成に向けてデジタルスキル標準[186]を定義する際に、ビジネスの価値や目的として「問い」を立てるとともにそのアーキテクチャを設計する人材像として「ビジネスアーキテクト」を定義した。日本人は、しっかり定義すると着実に進めていく人が多いため、今は活用が低くても希望がないわけではない。

2) 日本企業におけるデジタル利活用推進に向けた展望

日本においてデジタル技術の利活用を推進する上では、デジタル・トランスフォーメーションを正しく理解すること（「新しい手段（デジタル技術）」、「アーキテクチャ」、「実現可能な目的」といった3要素があると認識すること）、アーキテクチャ設計や目的設定のできる人材像を定義し、育成することが

[186]経済産業省,「デジタルスキル標準」, <https://www.meti.go.jp/policy/it_policy/jinzai/skill_standard/main.html>

課題であることを先述した。その上で、今後、日本企業がデジタル技術やデータ活用を競争力強化に繋げる上で必要な変革について、慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科の白坂成功教授は、問いを立てる力を社会経験者がリスキリングできるような機会を設けたり、産学連携によって、大学では企業ごとの良いやり方を体系化し、企業では体系化された良いやり方をベースに人材育成をしたりすることが有効であると述べている。また、トリプルループ学習（企業間の複数システム連携時に何か問題があった時に、組織を越えてタスクを切り分け、悪い部分を発見して修正すること）を日本全体で取り組むことで、日本の競争力にしていくことが大切であり、企業や業界を越えた組織の設立や、法制度やガイドラインの整備は国が主導する必要があると述べている。

その他、データ利活用においてはシーズ（データ）とニーズ（利用目的）の間にギャップがあり、シーズとニーズそれぞれを十分に理解した人とそのギャップを埋められる人が協創してギャップを埋めるための情報変換のプロセスを設計する必要があることを知る必要があること、中小企業は手段のバリエーションが大企業に比べて少ないため、デジタル・トランスフォーメーション推進においては他社やアドバイザーと適宜連携することが有効となること、アーキテクチャ設計におけるタスク細部化に生成 AI を利用する際は、生成 AI に作業支援してもらう形で実現できるだろうということに関しても述べた。

- 問いを立てる力とは、手段とアーキテクチャを理解した上で目的を立てるということである
  - 問いを立てる力には一般的に「デザイン思考」が活用されており、ユーザーに共感して問いを立てていく力であると言われている。しかし、私は問いを立てるにはデザイン思考だけでは足りていないと思っている。情報通信技術という手段が進化したからこそ、実現できるようになったアーキテクチャがある。新しく実現できるようになったアーキテクチャの存在を知らない人が多い。新しいアーキテクチャを知らない人が設定する目的は、知っている人の設定する目的とは全く別ものになる。
  - Society5.0 では、デジタル技術が進化したからこそ実現できる人間中心の社会を目指している。サイバー空間とフィジカル空間を高度に融合させることは、単なるデザイン思考だけでは実現できない。Society4.0 では、サイバーとフィジカルの間に人が介在していた。Society5.0 は、その間に人が入らない。例えば、病院を予約して行く時に、車が時間に合わせて迎えに来てくれ、遅れそうな場合は車が病院に遅れる時間を連絡するといったものである。サイバーとフィジカルの高度な融合により、これまで独立していた病院と車が繋がり、フィジカル空間で連動することで新たな価値を生み出している。これを「システム・オブ・システムズ」と言う。デジタル通信技術という手段が進化することで、アーキテクチャにおいてこれまで独立していたものを繋げて考え、利用できるようになった。アーキテクチャが繋がったからこそ人間中心の課題解決ができるようになるものが存在するということだ。
  - 手段を知ると、タスク分解の仕方やタスク同士の繋がり方が変わってくることを理解したうえで、目的を設定できるようになる。まさに、問いを立てるようになるとは、手段とアーキテクチャを理解した上で目的を立てるということである。

- 問いを立てる力を社会経験者がリスキリングできるような機会を設ける必要がある
  - この辺りの（問いを立てる力を養う）人材育成ができていない。社会人か大学生どちらに教えるべきかという議論があるが、社会経験がある方が学びやすいこともあるため、リスキリングが重要だと考えている。日本には、働きながら学べる大学や学校が少ないことが、海外との圧倒的な差だと思っている。日本では、MBA や MOT がほとんどであり、その他の選択肢は限られている。日本人にも学べばできる人は多くいるため、対応する（問いを立てられるようになるよう、リスキリングできる機会を設ける）必要がある。

- 産学連携によって、大学では企業ごとの良いやり方を体系化し、企業では体系化された良いやり方をベースに人材育成をすることが有効である
  - 企業内での育成でも良いと思う。いくつかの企業で 3-5 年教えて、その後は企業内の講師で教育を運用してもらうことがある。大学院は教育ビジネス業者ではなく、研究もしているため、大学が教え続けるというよりも、企業内で育成ができる体制をつくっていく必要はある。
  - 大学院で教える内容は汎用性が高く、抽象度が高い。よって、（企業で教える際には）その企業の特徴にあわせて具体化していく必要がある。企業を分析することで企業に合った内容が見えてくる。事業によって、ある程度のパターンができて体系化できる。現在の大学と企業との関係性においては、企業活動の一部を大学が共同研究や委託研究としてうけとり、企業はそのアウトプットを活用する。一方で、大学は体系化を得意とする。企業が自らの経験を体系化して人材育成をすることは容易ではないが、大学が企業の良いやり方を体系化して、それをベースに企業において人材育成をやる方が圧倒的に速い。大学が体系化という学術として担うべきところを分担し、その後は企業内で使っていけば良いと考えている。

- トリプルループ学習（何か問題があった時に、組織を越えてタスクを切り分け、悪い部分を発見して修正すること）を日本全体で取り組むことで、日本の競争力にしていくことが大切である
  - 既存の競争領域があるが、その上に協調領域としてつながることができると、新しい競争領域として既存の競争領域を組み合わせた産業が生み出される。これを産業構造のレイヤー化と呼ぶ。Society5.0 では、これまでの発展とともに新しい産業を生み出すことで、経済の発展と社会課題解決が両立すると構想している。デジタル技術により、システム・オブ・システムズが生まれたことを理解した上で、目的の問いを立てる必要がある。組み合わせにより生まれる新たな産業領域は、日本の勝ち筋だと思っている。アメリカは、業界横断をしなくても業界内でのデジタル化ができている。アメリカが進んでいるのは、テクノロジーを理解するとタスクの細分化の方法が変わることを理解しているという点である。

- 本気で取組もうとすると業界を超える必要がある。日本が得意なのは、改善の部分だ。ビジネスモデルそのものが変わった際は、組織で取組むことが変わってくる。これをダブルループ学習といい、欧米が得意としている。ただ、システム・オブ・システムズでは、例えば、病院と車が繋がる。何か問題があった時にどこが悪いのかを切り分けなくてはいけない。これは、組織を超えて全体で取組む必要があり、トリプルループ学習という。このトリプルルーム学習では、企業を超えて協調的にガバナンスそのものを変更していくことが必要となる。自社で何とかすることは欧米の得意なことだが、企業を超えた協調的な活動は必ずしも欧米のほうが得意なわけではない。業界を超えた組織体を作ることが、日本でできるのではないかと思った。
- 業界内での産業構造のレイヤー化として、フードデリバリーを例にする。日本でも昔から電話で注文を受け、蕎麦の配達をやっていた。しかし、注文の受け方で他のお店と競争していたわけではなく、蕎麦の美味しさで競争していた。このようなフードデリバリーをおこなっていたお店のタスクを分解すると、「注文を受ける」、「蕎麦をつくる」、「配達する」というタスクに分解できる。このうち、「注文をうける」や「配達する」というタスクは、他社と競争していない非競争領域である。このような非競争領域において他社と協力しても良いことが分かる。ウーバーイーツは、この「注文を受ける」というところをプラット・フォーム化し、デジタル技術で自動化した。また、「配達する」というところはプラット・フォーム化した上で、マルチサイドプラットフォームにより対応をおこなった。
- 建設現場の現場監督は、作業タスクの 40-50%が書類作業だった。建設アシストというサービスでは、この書類作業では現場監督は他社と競争していないため、プラット・フォーム化して一部を自動化した。
- タスクを細分化した際に、他社との競争が起きていない非競争領域部分はプラット・フォーム化でき、プラット・フォームの部分をテクノロジーでカバーすることができる。テクノロジーでカバーできない部分は人がやり、スキルの要否を考える。
- ソニーの「録食」は、調理を記録し、再生することを目指したサービスである。これまでシェフがメニューを考えて作っていたが、タスクを分解すると、レシピを考えるというクリエイティブなところは人がやるが、レシピ通りに作ることはテクノロジーを活用すればできるのではないかという仮説を立てた。結果として、「録食」によって記録された一流シェフの美味しい料理を、再生することによって一般の人たちも作れるようになってきている。
- テクノロジーによってタスクの分解の仕方そのものが変わるという点では、生成 AI についても同様のことがおきている。これまでは、記者が読み手を考えて記事を書いていた。読み手を考えて記事を書く中には、伝えるべき内容を決めることと、わかりやすく伝えることという 2 つのタスクがある。生成 AI はターゲットに合わせた記事を書くことが柔軟にできる。例えば、オンラインであれば読み手がアクセスしてきた時に、生成 AI がターゲットに合わせてうまく情報を追加し、それを伝えることができる。読み手に阪神ファンと巨人ファンがいる場合、阪神ファン向けには、阪神が勝

ったときに阪神ファンの喜びそうな書き方をする、巨人ファンに向けには、巨人が頑張ったところを強く表現するといったことが生成 AI にはできる。あるいは将来、阪神や巨人といった球団が無くなった後に読み手が記事にアクセスする場合に、昔はこのような強い球団があったという書き方を自動で追加するようなことが生成 AI にはできる。つまり、生成 AI の存在を前提とすると、記者のタスクがそれまでとは違った分解のされ方になる。利用可能な手段としての技術を理解すると、タスクの分解というアーキテクチャが変わってくる例である。

- 企業や業界を越えた組織の設立や、法制度やガイドラインの整備は国が主導する必要がある
  - 経済産業省がデジタルアーキテクチャデザインセンターを設立したが、このような組織の設立によって、1、2 社ではできない産業構造のデザインができるようになる。法制度やガイドラインの整備をセットでやらなくてはいけないため、産官学が連携してデザインしていく必要がある。ガバナンス設計やテクノロジーのバランスを一緒に考えなくてはならない。ルールはテクノロジーで代替可能なところもあるが、規制としてルールを設定するか、テクノロジーで設定するかのトレードオフが重要となる。ルールとハードウェアやソフトウェアは設計上のトレードオフになっている。これは民間だけではできないため、国が主導する必要がある。

- データ利活用においてはシーズ（データ）とニーズ（利用目的）の間にギャップがあり、シーズとニーズそれぞれを十分に理解した人とそのギャップを埋められる人が協創してギャップを埋めるための情報変換のプロセスを設計する必要がある
  - 宇宙ビジネスにおいて、人工衛星データの利活用促進を目的に、優れた人工衛星データの利活用を表彰する取り組みがある。評価された事例を分析したところ、シーズとしてのデータとニーズとしての利用目的が“遠い”ことが評価を高めていることが分かった。オービタルインサイトの例では、人工衛星のカメラで石油備蓄タンクを撮影した。黒いところは影である。屋根が下がると影の面積が増える。屋根の影の面積から、石油備蓄タンクの屋根の高さを推定し、石油備蓄タンクの屋根の高さから石油の残量を推定し、石油残量の日々の変動から石油の利用量を推定し、そこから石油の先物価格を予想するということが行われた。このように、シーズとニーズの間で情報変換のステップ数が多いほど面白いと言われている。
  - 今使われていないデータを使おうとすると、そのデータからどのような情報が生まれるかを分析しなくてはいけない。シーズ側とニーズ側を埋める人はシーズを知っている人でもなく、ニーズを知っている人でもなく、別の人である。そのため、情報を可視化して結びつけることが有効である。データの利活用は、ニーズ側からやってもよい。この仕組みを知っているだけでデータ活用が進めやすくなる。仕組みを知らないために新しいデータ活用が生まれにくい。手段を理解した上でアーキテクチャのところで情報の転換が起こることを知っていると、目的が設定しやすくなる。

- 中小企業は手段のバリエーションが大企業に比べて少ないため、デジタル・トランスフォーメーション推進においては他社やアドバイザーと適宜連携することが有効となる
  - 中小企業においても（大企業と同様に）手段、アーキテクチャ、目的のセットで取組むという点では変わらない。手段、アーキテクチャ、目的それぞれを理解している人がチームとなって一緒に考えればよい。１人で手段、アーキテクチャ、目的すべてを理解できれば良いが、大企業であっても１人でできる人は少ない。
  - 中小企業は手段のバリエーションが少ない。自分たちの会社に合った手段、アーキテクチャ、目的を考えれば良い。なお、自分たちだけでやる必要はなく、他社と組んだりアドバイザーを立てたりすることも方法としてはありえる。自社で有用な手段を持っていれば競争にならない。今後、アーキテクチャ設計や目的設定に特化した会社が出てきてもよいと思っている。

- アーキテクチャ設計におけるタスク細部化に生成 AI を利用する際は、生成 AI に作業支援してもらう形で実現できるだろう
  - アーキテクチャ設計におけるタスク細部化への生成 AI 利用はまだ広まっていないが、恐らく使えると考える。生成 AI には作業を支援するものとシステムに組み込むものがある。新聞社において読者に合わせた記事を書く場合は、生成 AI はシステムに組み込まれている。一方で、タスクの分析と細分化を生成 AI にやってもらう場合は、生成 AI に作業を支援してもらうことになる。

3.2.3. 公的分野におけるデジタル活用の動向

(1) 我が国におけるデジタル・ガバメント推進の動向

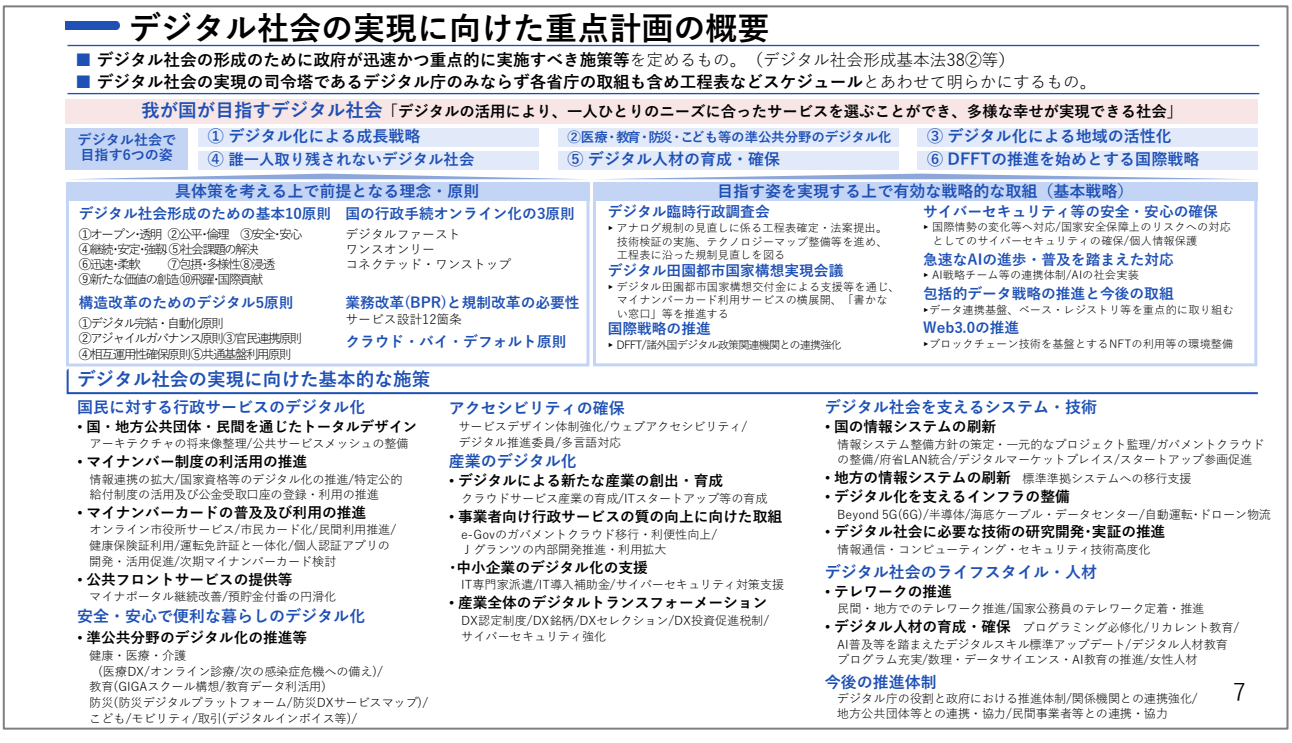
本項では、2023 年 6 月に改定された「デジタル社会の実現に向けた重点計画」に記載された施策を中心に、我が国における近年のデジタル・ガバメント推進の動向についてとりまとめた。

1) デジタル社会の実現に向けた重点計画の改定

「デジタル社会の実現に向けた重点計画」は、デジタル社会形成基本法第 37 条 1 項に基づき、デジタル社会の形成のために政府が迅速かつ重点的に実施すべき施策に関する基本的な方針等を定めるため 2021 年 12 月に閣議決定され、原則として年に 1 回改定する。

2023 年 6 月の改定では、マイナンバーカード推進に向けた利用拡大施策や安全・安心対策、データ利活用推進等が主なポイントとなった。

図表 3-126 デジタル社会の実現に向けた重点計画の概要



出典：デジタル庁（2023）[187]

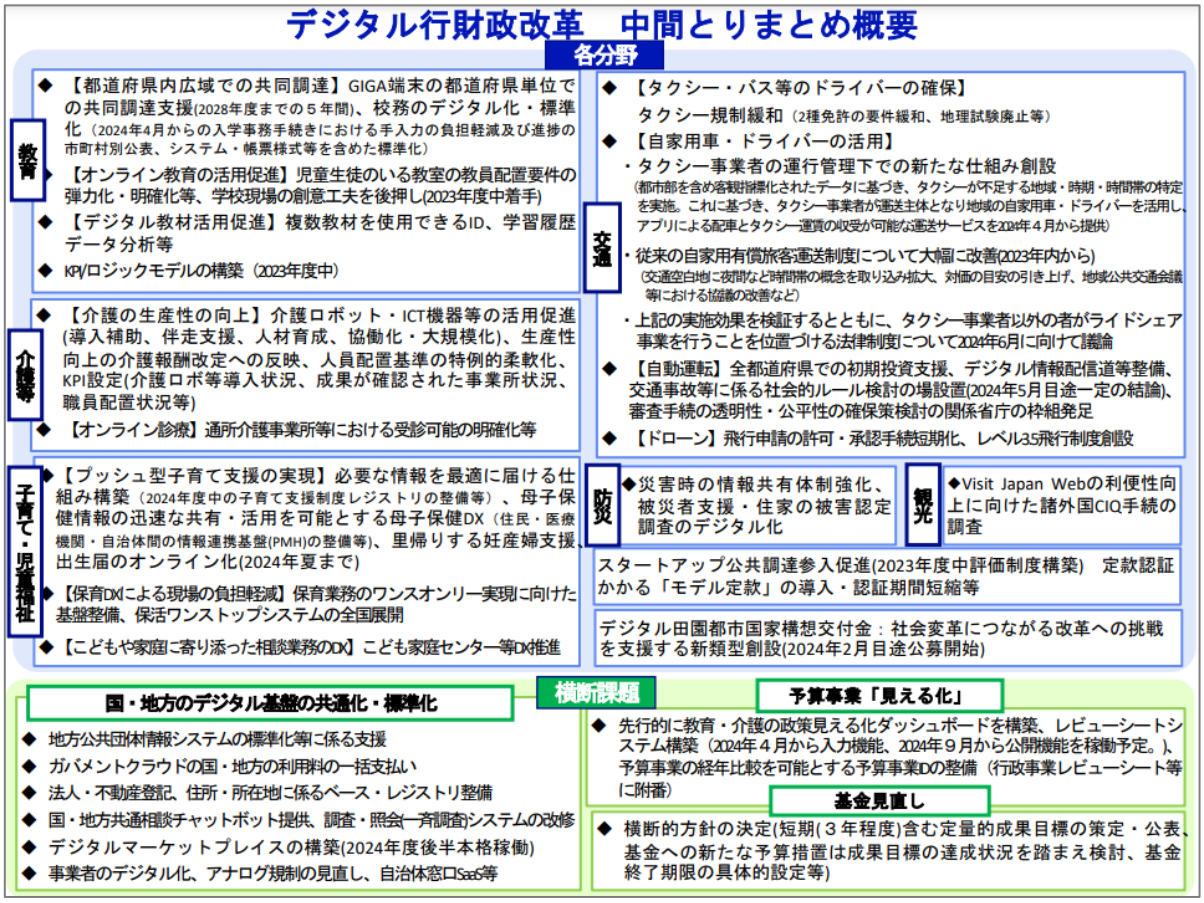
[187] デジタル庁（2023），「デジタル社会の実現に向けた重点計画（概要・簡易版）」，<https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/5ecac8cc-50f1-4168-b989-2bcaabffe870/9a29cbd2/20230913_policies_priority_outline_01.pdf>

2)　デジタル行財政改革会議の開催

政府は 2023 年（令和 5 年）10 月 6 日、急激な人口減少社会への対応として、利用者起点で我が国の行財政の在り方を見直し、デジタルを最大限に活用して公共サービス等の維持・強化と地 域経済の活性化を図り、社会変革を実現するため、デジタル行財政改革会議の設置を閣議決定した。

2023 年（令和 5 年）12 月には「デジタル行財政改革中間とりまとめ」を公表し、交通／教育／介護等／子育て・児童福祉／防災／インバウンド・観光／スタートアップの各分野について、公共サービスの維持・強化と地方の活性化を図るため、予算事業と規制・制度の見直しを一体的に進めると示し、2024 年以降、各分野で着手された取組を加速させ、残された課題に確実に対応し、成果に結実させていくとともに、デジタル共通基盤の在り方やデジタル人材の確保など横断 的な課題についても検討を深めていくこととしている。

図表 3-127　デジタル行財政改革　中間取りまとめ概要



出典：デジタル行財政改革会議（2023）[188]

[188] デジタル行財政改革会議（2023 年 12 月）,「デジタル行財政改革中間とりまとめ（概要）」,<https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/digital_gyozaikaikaku/pdf/chukan_gaiyou.pdf>

3) デジタル・ガバメント推進に係る具体的取組

重点計画に記載されている「デジタル社会の実現に向けた施策」のうち、特にデジタル・ガバメント推進に係る直近の取組について以下に記載する。

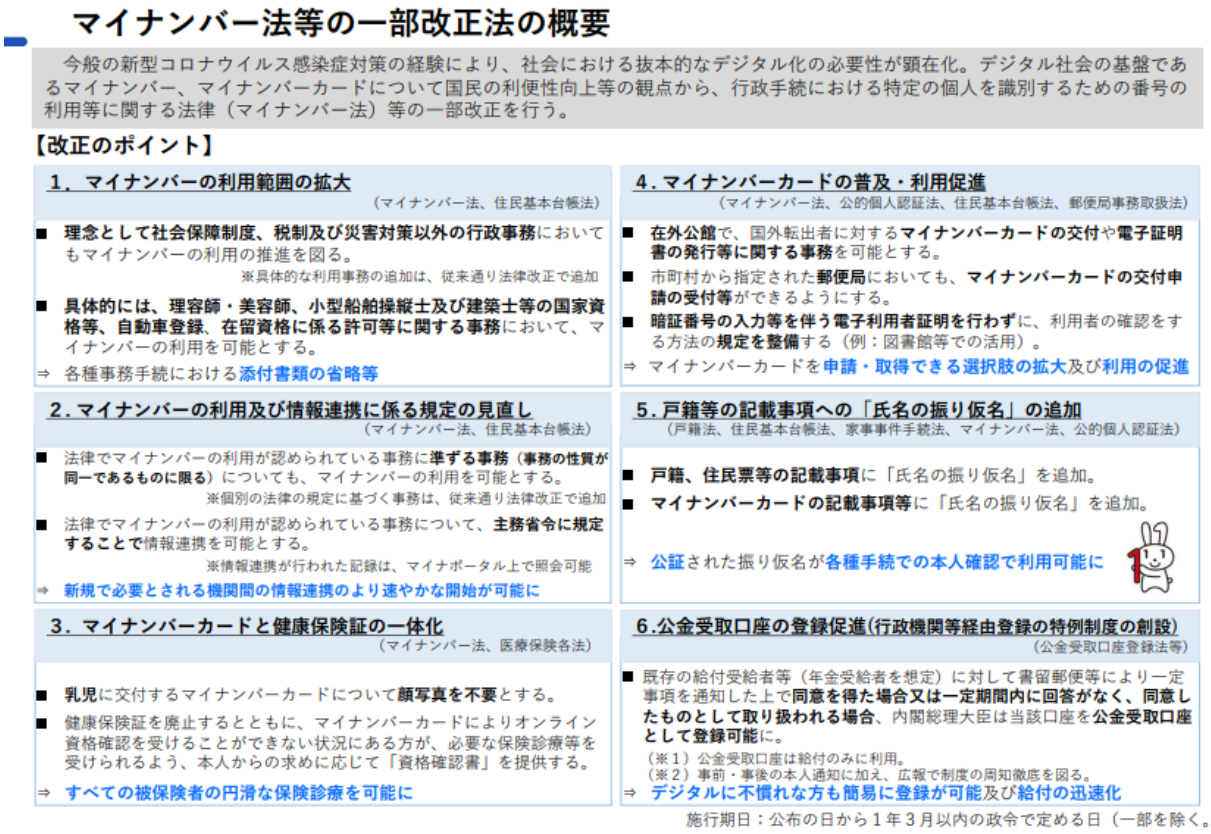
(ア)国民に対する行政サービスのデジタル化

i マイナンバー法の改正

マイナンバーの利用や情報連携については、行政側の都合や行政縦割りの従来の発想ではなく、徹底的に国民視点（利用者視点）に立って、セキュリティの確保や個人情報保護の確保を図ることを前提に、「国民にとって利便性を感じてもらうこと」を第一に考えるべきものであるとの方針の下、従来のマイナンバー利用事務からの拡大を図り、利用者のアクセシビリティを確保しつつ、デジタル完結を図るため、各制度を所管する関係府省庁においてその業務の在り方の見直しを進めている。

2023 年 6 月 2 日、マイナンバーカードと健康保険証の一体化や、マイナンバーの利用範囲の拡大などを盛り込んだ「行政手続における特定の個人を識別するための番号の利用等に関する法律等の一部を改正する法律 」が参議院本会議で可決・成立した。この法改正により、国家資格に関する手続き等、社会保障制度、税制及び災害対策以外の行政事務にマイナンバーの利用範囲が拡大されるほか、マイナンバーカードと健康保険証の一体化が実現する。

図表 3-128　マイナンバー法等の一部改正法の概要



出典：デジタル庁（2023）[189]

また、政府は 2024 年 3 月 5 日、次期マイナンバーカードの券面から性別を削除することや、スマートフォンだけでマイナンバーカードと同様の本人確認ができること等を規定したマイナンバー法の改正を含むデジタル社会形成基本法等の一部改正案を今国会に提出した。

デジタル庁は、2024 年 3 月 18 日に次期個人番号カードタスクフォース最終とりまとめの草案を公開し、同改正案の規定に基づいたデザイン案も示した。

[189] デジタル庁（2023），「マイナンバー法等の一部改正法の概要」，<https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/f8a3c045-6c82-4abf-b0bf-cf18bdb79c38/ed437638/20230628_policies_posts_mynumber_security_05.pdf>

図表 3-129　次期個人番号カードのデザイン（イメージ）

出典：デジタル庁（2024）[190]

ii　スマホ用電子証明書搭載サービスの開始

2023 年 5 月 11 日より、マイナンバーカードの保有者は、マイナポータルアプリからスマホ用電子証明書搭載の申込を行うことで、マイナンバーカードで利用できるサービスをスマートフォンだけで完結できるようになった。

2024 年 3 月現在、Android 端末のうち、約 200 の端末に搭載可能であり、マイナポータルにおける子育て支援、引越しの手続き、薬剤・健診情報、母子健康手帳の自己情報が閲覧できるほか、各種証明書のコンビニ交付サービスなどにおいて利用できる。

[190] デジタル庁 次期個人番号カードタスクフォース（第 4 回）（2024 年 3 月 18 日）「参考資料：次期個人番号カードのデザイン（イメージ）」<https://www.digital.go.jp/councils/mynumber-card-renewal/58b82d5b-338d-4f5b-be7e-7b771135e2c3>

図表 3-130　スマホ用電子証明書搭載サービスの概要

出典：デジタル庁（2023）[191]

[191] デジタル庁（2023 年 8 月改訂），「はじまります！スマホ用電子証明書搭載サービス」,<https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/29c7576b-de6c-4394-bf07-d39b78f26300/46601c4f/20231101_policies_mynumber_resources_leaflet_01.pdf>

iii　マイナポータルの機能強化

2023 年 8 月 24 日、マイナポータルアプリ（iOS, Android）が刷新され、順次配信が開始された。また、2023 年 12 月 27 日には、医師等がマイナンバーカードで電子処方箋への署名をするために必要な手続きができるようになった。また、2024 年 2 月から、2023 年分の所得税の確定申告において、国税庁の Web サイト「確定申告書等作成コーナー」からマイナンバーカードを利用して e-Tax で申告する際、勤務先から税務署に e-Tax で提出された給与所得の源泉徴収票の情報が自動で入力されるようになった。

2023 年 8 月 29 日より一部機能において実証ベータ版も開始されており、随時新しい機能追加が行われている。

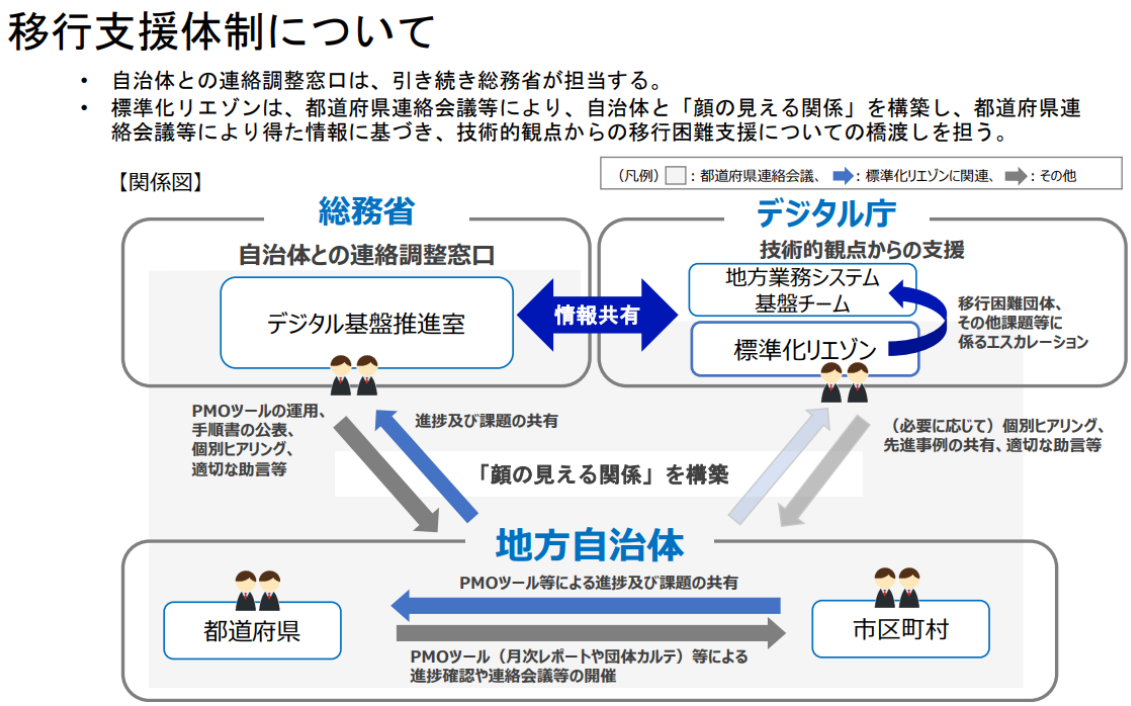
(イ) 地方公共団体情報システム標準化

2021 年 9 月 1 日に施行された「地方公共団体情報システムの標準化に関する法律」に基づき、2022 年 10 月、標準化の推進に関する基本的な事項について定めた「地方公共団体情報システム標準化基本方針」が閣議決定され、基幹業務システムを利用する原則全ての地方公共団体が、目標時期である 2025 年度までに、ガバメントクラウド上に構築された標準準拠システムへ移行できるよう、環境整備等が進められている。

2022 年度に実施されたスケジュール調査において、移行団体の集中・工数や需給ギャップの課題が明らかになったことを受け、2023 年 9 月、「地方公共団体情報システム標準化基本方針」を変更し、国は地方公共団体が早期に移行計画の策定や移行先システムに関わる事業者の決定を行えるよう集中的に支援するとともに、課題や工程が明確化した一部のシステムについては、デジタル庁及び総務省において、具体的な 対処方法を精査の上、所要の移行完了の期限を設定することとした。

デジタル庁は全国の地方公共団体に対し移行困難システムの把握に関する調査を実施し、2024 年 3 月 5 日に調査結果を公開した。これによると、移行対象の 1788 団体・34,592 システムのうち、171 団体（10%）・702 システム（2%）が移行困難と示されている。

図表 3-131　地方公共団体の基幹業務システムの統一・標準化における移行支援体制



出典：デジタル庁（2024）[192]

(ウ) デジタル原則を踏まえた規制の横断的な見直し

デジタル庁では、デジタル原則に沿って、4 万以上の法令等を対象にアナログ規制を横断的に見直し、3 年間で規制・制度のデジタル原則への適合の実現を目指している。

2022 年 6 月開催の第 4 回デジタル臨時行政調査会において策定された「デジタル原則に照らした規制の一括見直しプラン」では、代表的なアナログ規制として 7 項目を示し、7 項目に関する法律、政令及び省令等の規定として洗い出した約 5,000 条項のうち、約 4,000 条項について見直しの方針を確定させた。この一括見直しプラン等に基づき、2022 年 12 月に公表された「デジタル原則を踏まえたアナログ規制の見直しに係る工程表」[193]では、我が国にける法令の中で、7 項目のアナログ規制及び「FD 等の記録媒体を指定する規制」に該当するアナログ行為を求める場合があると解される条項のうち、当該条項に係る規制の見直しを実施することとされた 9,669 条項全ての見直し方針及び見直しに向けた工程表が示された。

---

[192] デジタル庁（2024 年 3 月 14 日更新）「地方公共団体の基幹業務システムの統一・標準化における移行支援体制について」<https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/c58162cb-92e5-4a43-9ad5-095b7c45100c/300efed1/20240314_policies_local_governments_outline.pdf>

[193] デジタル臨時行政調査会（2022 年 12 月 21 日）「アナログ規制の見直しに係る工程表」<https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/34a225ed-03be-4408-b00d-f9b88a5a2543/3efc9637/20230314_policies_digital-extraordinary-administrative-research-committee_itinerary_07.pdf>

図表 3-132　代表的なアナログ規制である 7 項目

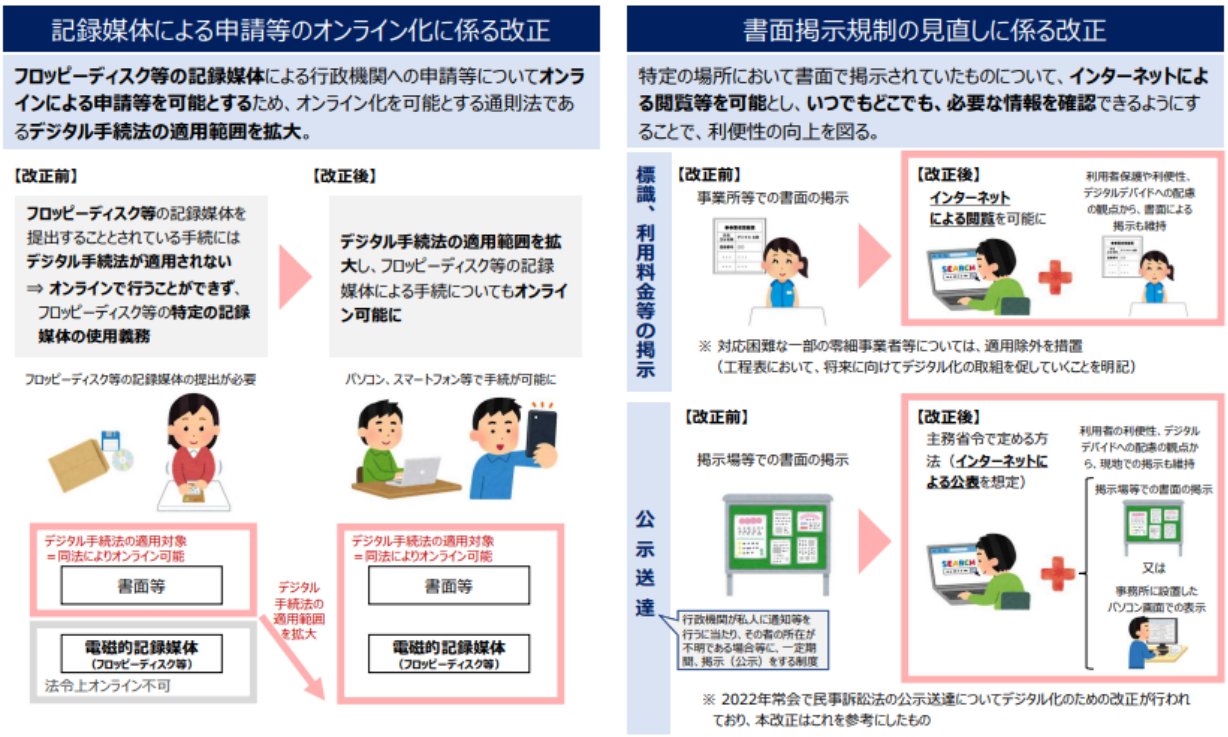
目視規制	人が現地に赴き、施設や設備、状況等が法令等が求める一定の基準に適合しているかどうかを、目視によって判定すること（検査・点検）や、実態・動向などを目視によって明確化すること（調査）、人・機関の行為が遵守すべき義務に違反していないかどうかや設備・施設の状態等について、一定期間、常時注目すること（巡視・見張り）を求めている規制
実地監査規制	人が現場に赴き、施設や設備、状況等が法令等が求める一定の基準に適合している かどうかを、書類・建物等を確認することによって判定することを求めている規制
定期検査・点検規制	施設や設備、状況等が法令等が求める一定の基準に適合しているかどうかを、一定の期間に一定の頻度で判定すること（第三者検査・自主検査）や、実態・動向・量等を、一定の期間に一定の頻度で明確化すること（調査・測定）を求めている規制
常駐・専任規制	（物理的に）常に事業所や現場に留まることや、職務の従事や事業所への所属等について、兼任せず、専らその任にあたること（１人１現場の紐付け等）を求めている規制
対面講習規制	国家資格等の講習をオンラインではなく対面で行うことを求めている規制
書面提示規制	国家資格等、公的な証明書等を対面確認や紙発行で、特定の場所に掲示することを求めている規制
住訪閲覧縦覧規制	申請に応じて、又は申請によらず公的情報を閲覧・縦覧させるもののうち、公的機関等への訪問が必要とされている規制

出典：デジタル臨時行政調査会（2022）[194]

また、この一括見直しプランを踏まえ、2023 年 6 月、「デジタル規制改革推進の一括法（デジタル社会の形成を図るための規制改革を推進するための デジタル社会形成基本法等の一部を改正する法律）」が公布された。この法改正では、将来にわたってデジタル技術の進展等を踏まえた規制の見直しが自律的かつ継続的に行われることを担保するため、見直しの基本方針や具体的な施策について定めるとともに、①書面掲示規制及び②フロッピーディスク等の記録媒体に係る規制が見直された。

[194] デジタル臨時行政調査会（2022）,「デジタル原則に照らした規制の一括見直しプラン（2022 年 6 月 3 日）」,<https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/34a225ed-03be-4408-b00d-f9b88a5a2543/7f6adee4/20230314_policies_digital-extraordinary-administrative-research-committee_outline_01.pdf>

図表 3-133　デジタル規制改革推進の一括法におけるアナログ規制の見直し



出典：デジタル庁（2024）[195]

その他、2023 年 12 月に公表された「行政手続のデジタル完結に向けた工程表」[196]では、2025（令和 7）年度末までのエンドツーエンドの行政手続のデジタル完結に向け、年間手続件数が 1 万件以上の「申請」及び「届出」並びにこれらに対応する「処分通知」及び「受付通知」のデジタル化について工程表が示された。

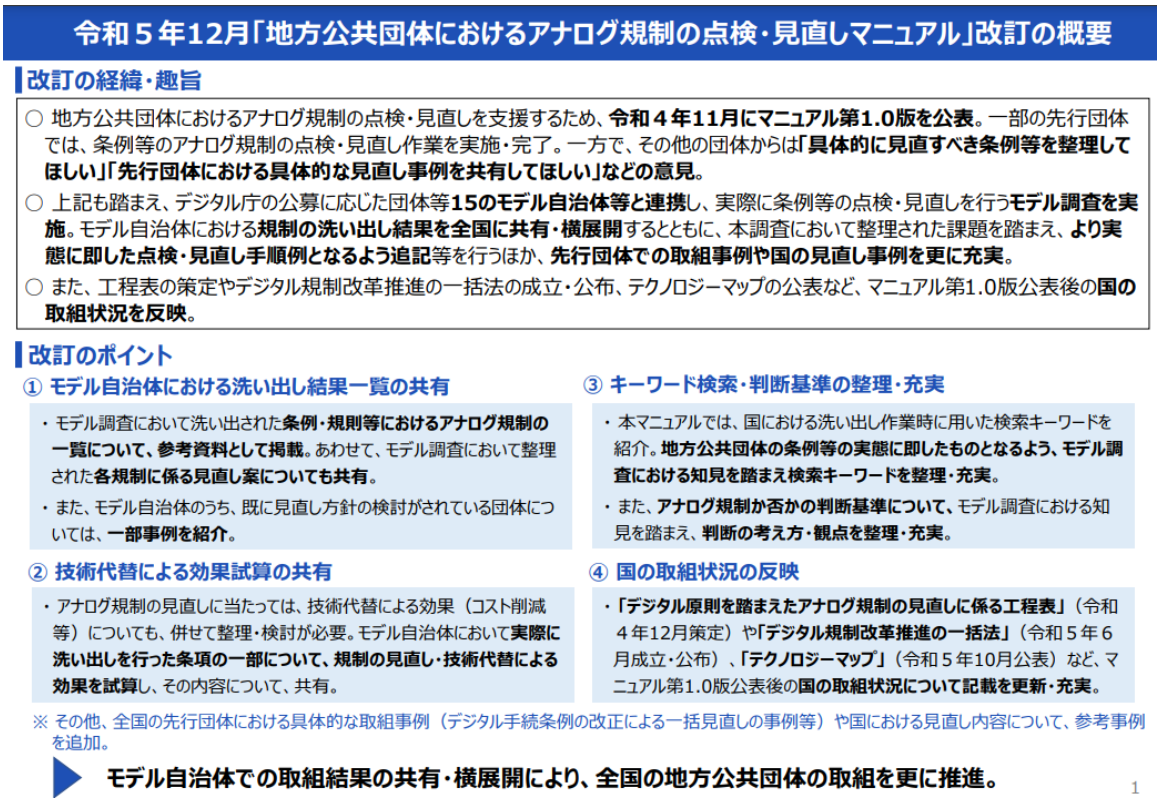
地方公共団体に対しては、2022 年 11 月に公表された「地方公共団体におけるアナログ規制の点検・見直しマニュアル」を 2023 年 12 月に【2.0 版】として改訂。モデル自治体における調査結果を全国に共有・横展開するとともに、工程表の策定やデジタル規制改革推進の一括法の成立・公布、テクノロジーマップの公表など、マニュアル第 1.0 版公表後の国の取組状況を反映した。

---

[195] デジタル庁（2023）,「デジタル規制改革推進の一括法について（2023 年 6 月）」,<https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/34a225ed-03be-4408-b00d-f9b88a5a2543/ac4b2432/20230714_policies_digital-extraordinary-administrative-research-committee_outline_01.pdf>

[196] デジタル庁（2023）,「行政手続のデジタル完結に向けた工程表（2023 年 12 月 20 日）」,<https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/34a225ed-03be-4408-b00d-f9b88a5a2543/c432e007/20231220_meeting_administrative_research_outline_01.pdf>

図表 3-134　地方公共団体における規制・見直しマニュアル改訂の概要



出典：デジタル庁（2023）[197]

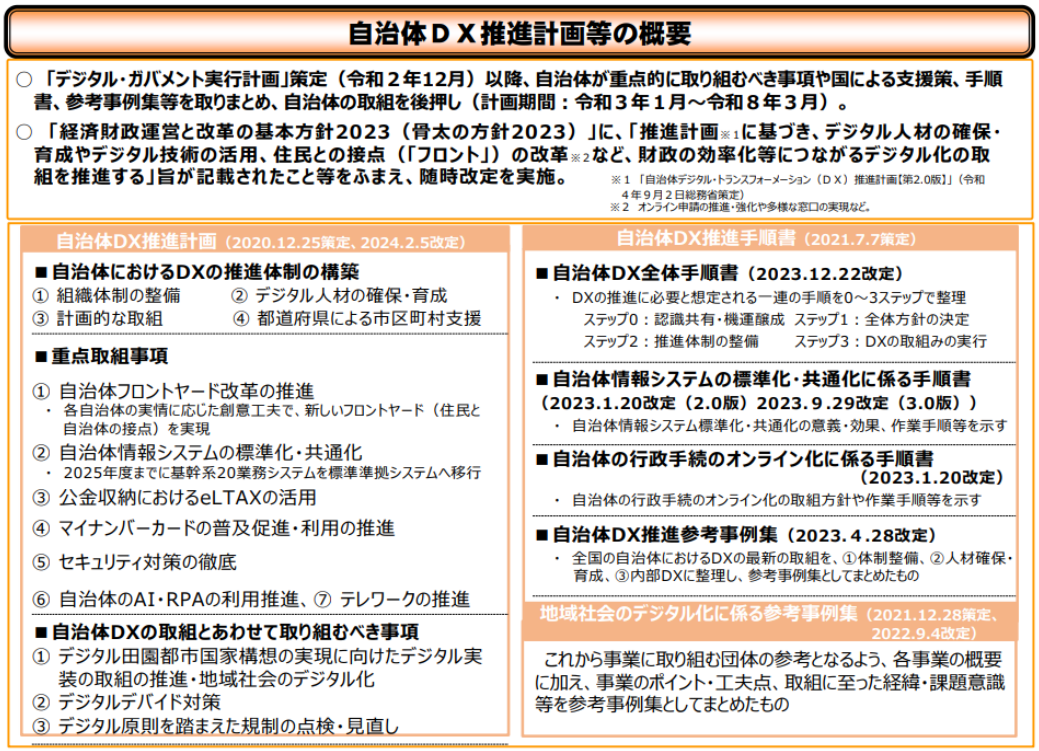
4)　自治体 DX 推進計画の改定

総務省は、2020 年 12 月に策定した「自治体デジタル・トランスフォーメーション（DX）推進計画」について、「経済財政運営と改革の基本方針 2023（骨太の方針 2023)」に、「推進計画に基づき、デジタル人材の確保・ 育成やデジタル技術の活用、住民との接点（「フロント」）の改革など、財政の効率化等につながるデジタル化の取 組を推進する」旨が記載されたこと等をふまえ、随時改定を実施している。

2023 年度の改定においては、自治体 DX の重点取組事項として「自治体フロントヤード改革の推進」等が追加された。自治体フロントヤード改革については、行政手続のオンライン化だけでなく、「書かないワンストップ窓口」など、住民と行政との接点（フロントヤード）の改革を進めていくことで、住民サービスの利便性向上と業務の効率化を進め、企画立案や相談対応への人的資源のシフトを促し、持続可能な行政サービスの提供体制を確保していくことが重要であると示し、国は総合的なフロントヤード改革の事例創出と横展開のため、調査研究や人的支援、財政的支援、環境支援を推進すると記載している。

[197] デジタル庁（2023）,「地方公共団体におけるアナログ規制の点検・見直しマニュアル【第 2.0 版】」,<https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/8993b6ae-e3d2-4d34-afe1-5c722d8e516f/59b2ca5c/20231226_policies_manual-analog-regulation-review_summary_01.pdf>

図表 3-135　自治体デジタル・トランスフォーメーション（DX）推進計画等の概要



出典：総務省（2024）[198]

総務省は、「創意工夫を活かした複数の改革を前提として、取組全体の最適化」を図る総合的なフロントヤード改革の実証支援を通じて、「住民利便性の向上」と「業務の効率化」を実現する汎用性のある人口規模別のモデルを構築するとともに、その横展開を図ることを目的として「令和 5 年度自治体フロントヤード改革モデルプロジェクト（補正予算関係）」を実施するため、2024 年 1 月、12 のモデル自治体を採択した。

モデル自治体は、2025 年 3 月までの取組において、住民利便性の向上と業務効率化を実現する適切な目標と成果指標等を設定した上で、複数のデジタルツール（オンライン申請や予約システム、書かないワンストップ窓口等）を用いた創意工夫を活かした取組により、住民との接点の多様化・充実化（オムニチャネル化）を図る。

[198] 総務省（2024）「自治体デジタル・トランスフォーメーション（DX）推進計画等の概要（2024 年 2 月）」<https://www.soumu.go.jp/main_content/000835261.pdf>

図表 3-136　自治体フロントヤード改革が目指すもの

出典：総務省[199]

[199] 総務省,「自治体フロントヤード改革が目指すもの」,<https://www.soumu.go.jp/main_content/000911679.pdf>（2024 年 3 月 25 日参照）

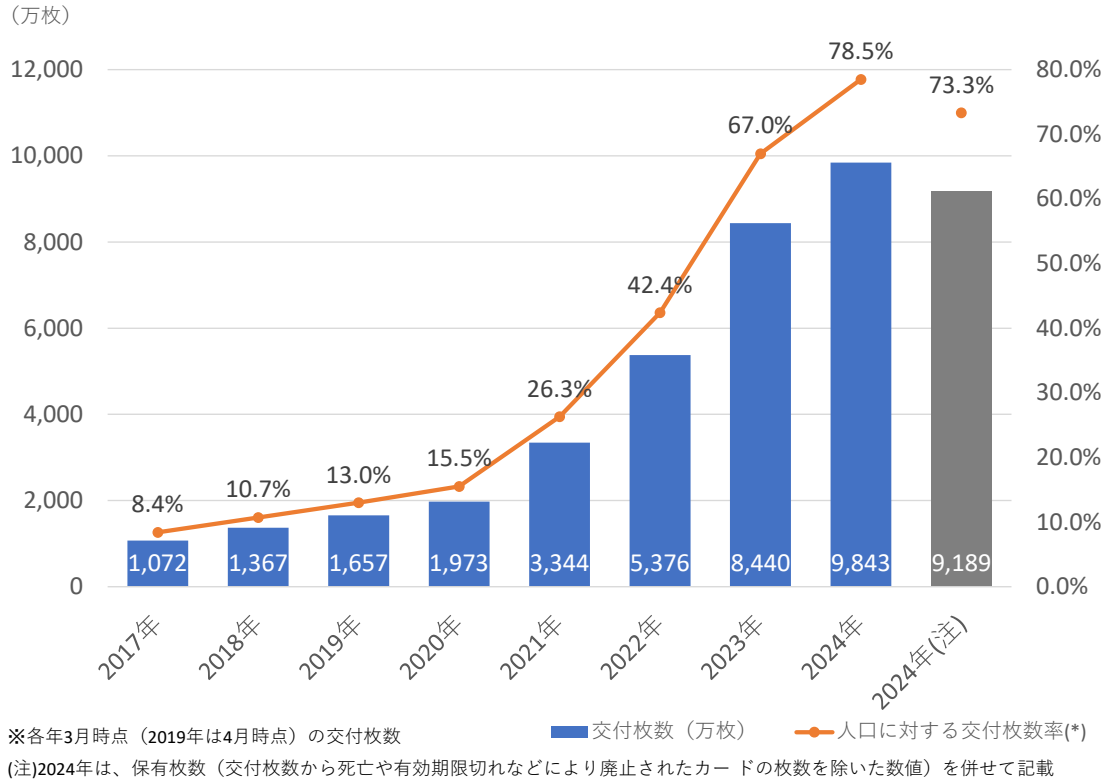
(2) 地方公共団体における DX の成果・推進状況

(1)にて示したデジタル・ガバメント推進に係る取組の成果・推進状況について、統計データ等を踏まえて現状の成果・推進状況を概観する。

1) マイナンバーカード普及促進

マイナンバーカードの累計交付枚数ならびに人口に対する割合の推移を図表 3-137 に示す。マイナンバーカードの人口に対する交付枚数は、2024 年 3 月 17 日時点で 78.5%まで到達している（交付枚数から死亡や有効期限切れなどにより廃止されたカードの枚数を除いた保有枚数は 73.3%）。

図表 3-137　マイナンバーカード普及状況の推移

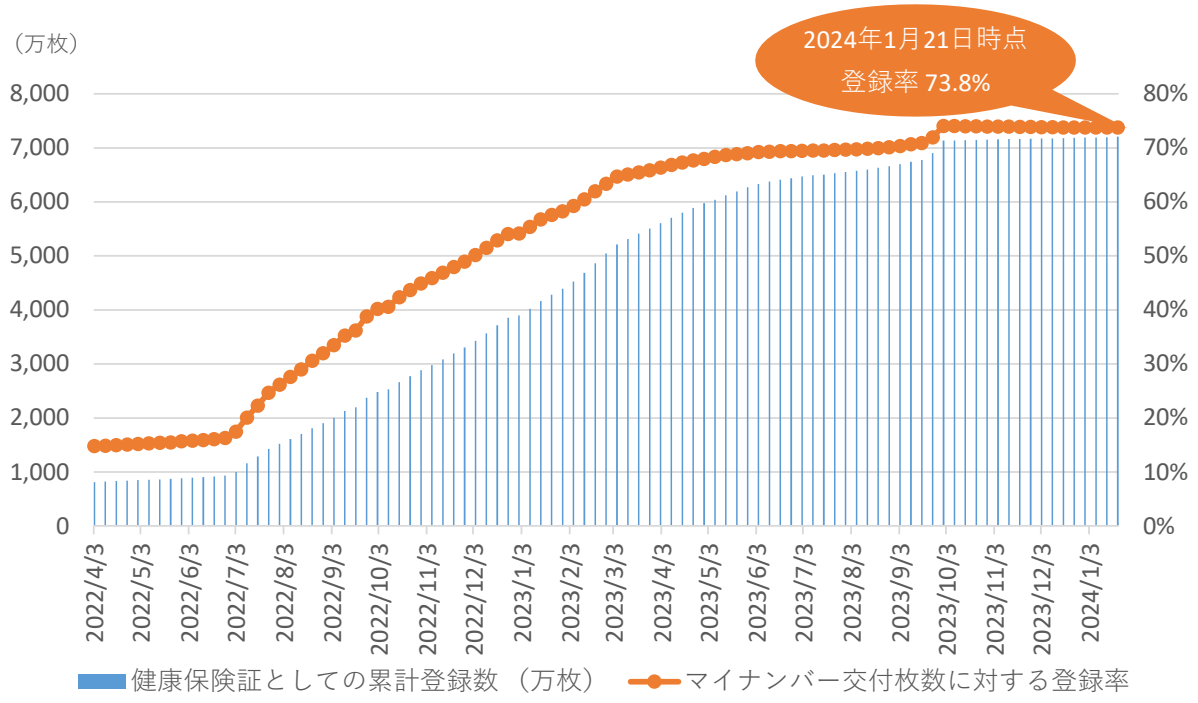


出典：総務省（2024）[200]をもとに NTT データ経営研究所作成

また、マイナンバーカードの健康保険証としての登録は、2024 年 1 月 21 日時点で、累計約 7,207 万枚、マイナンバーカード累計発行数に対する登録率は 73.8%である。公金受取口座の登録については、同じく 2024 年 1 月 21 日時点で、累計登録数が約 6,265 万件、マイナンバーカード累計発行数に対する登録率は 64.2%である。

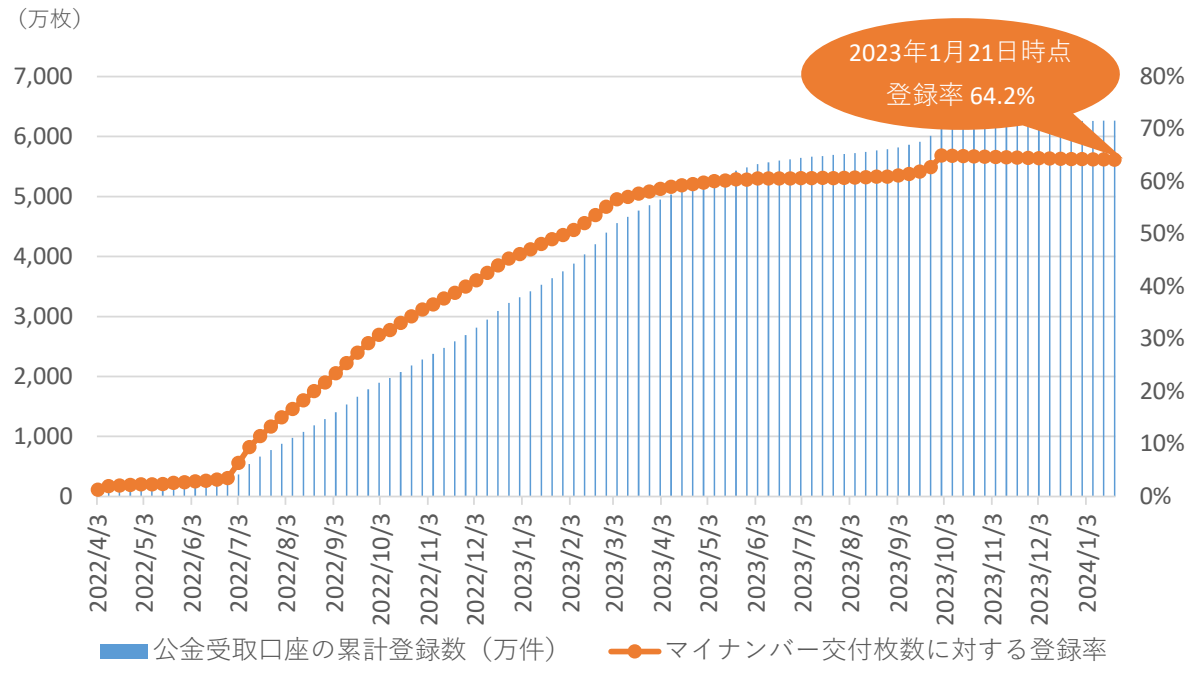
[200] 総務省,「マイナンバーカード交付状況について」,<https://www.soumu.go.jp/kojinbango_card/kofujokyo.html>（2024 年 3 月 25 日参照）

図表 3-138　マイナンバーカードの健康保険証としての登録状況推移



出典：デジタル庁[201]をもとに NTT データ経営研究所作成

図表 3-139　公金受取口座の登録状況推移



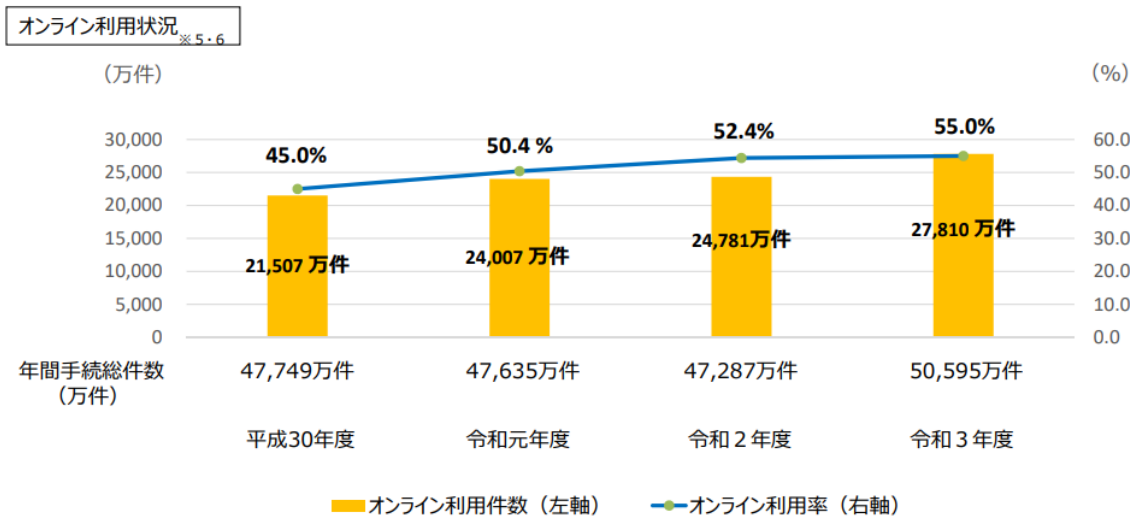
出典：デジタル庁「政策データダッシュボード」をもとに NTT データ経営研究所作成

[201] デジタル庁,「政策データダッシュボード」,<https://www.digital.go.jp/resources/govdashboard/mynumber_penetration_rate/>（2024 年 3 月 25 日参照）

2) 行政手続のオンライン化

「デジタル社会の実現に向けた重点計画」において、地方公共団体が 優先的にオンライン化を推進すべき手続とされている 59手続の令和 3 年度のオンライン利用率は 55.0%である。

図表 3-140　地方公共団体における行政手続（59 手続）のオンライン利用状況



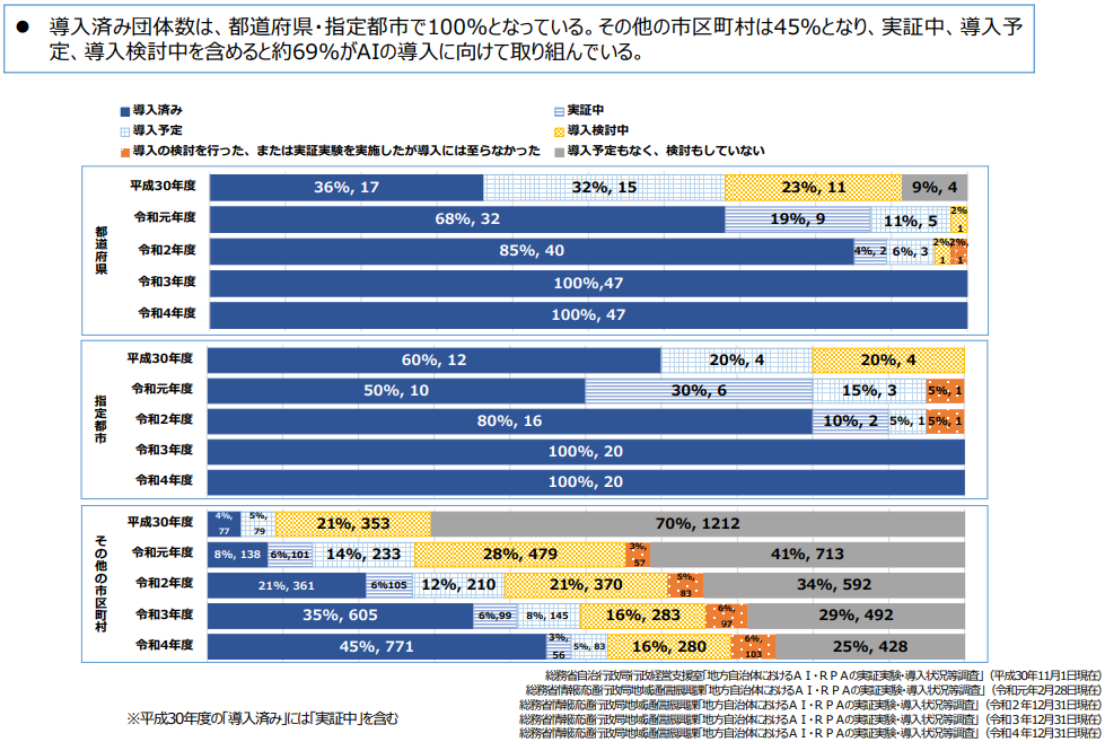
出典：総務省（2023）[202]

3) AI・RPA の利用推進

AI の導入済み団体数は、都道府県・指定都市で 100%となっている。その他の市区町村は 45%となり、実証中、導入予定、 導入検討中を含めると約 69%の自治体が AI の導入に向けて取り組んでいる（図表 3-141）。機能別にみると、上位 3 分野（音声認識、文字認識、チャットボットによる応答）は全ての規模の自治体で導入が進んでいる。下位 4 分野（マッチング、最適解表示、画像・動画認識、数値予測）は都道府県レベルでも導入事例が少ないものの、調査開始以降一貫して増加している。

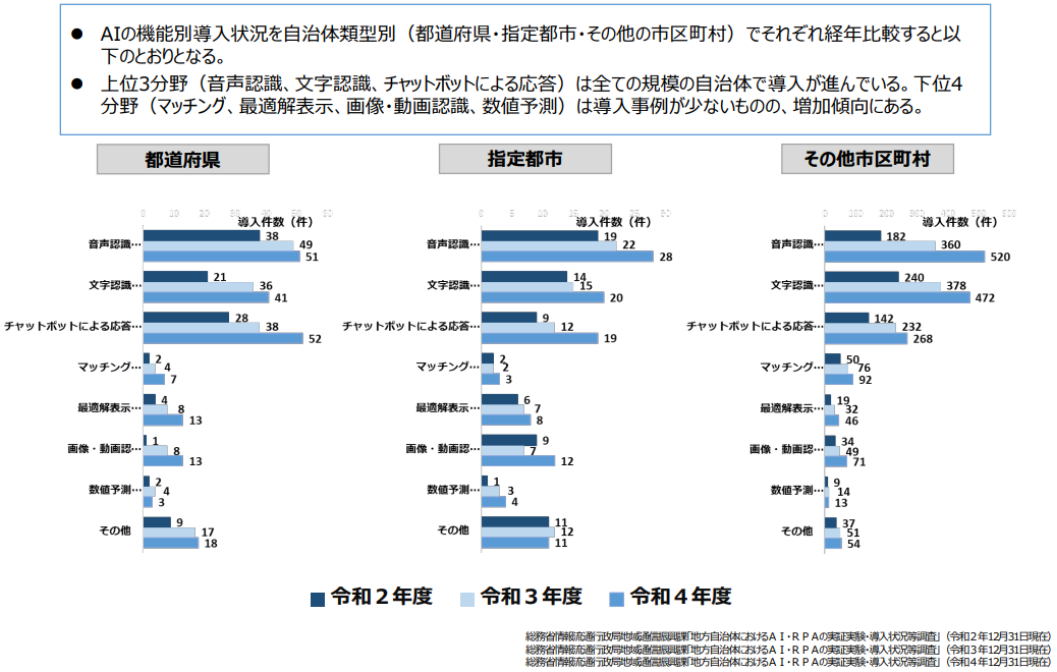
[202] 総務省（2023）,「自治体 DX・情報化推進概要 ～令和 4 年度地方公共団体における行政情報化の推進状況調査の取りまとめ結果～（2023 年 4 月）」,<https://www.soumu.go.jp/main_content/000878726.pdf>

図表 3-141　地方自治体における AI 導入状況



出典：総務省（2023）[203]

図表 3-142　地方自治体における AI 導入状況（AI の機能別導入状況）

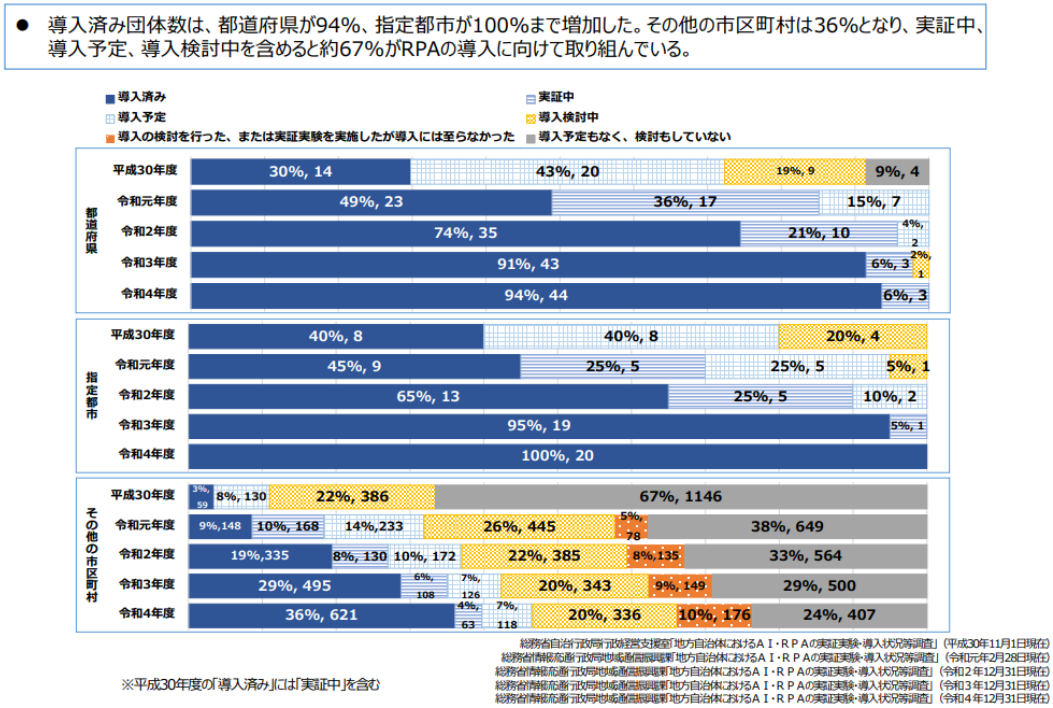


出典：総務省「自治体における AI・RPA 活用促進」（令和 5 年 6 月 30 日版）

[203] 総務省（2023），「自治体における AI・RPA 活用促進（令和 5 年 6 月 30 日版）」,<https://www.soumu.go.jp/main_content/000934146.pdf>

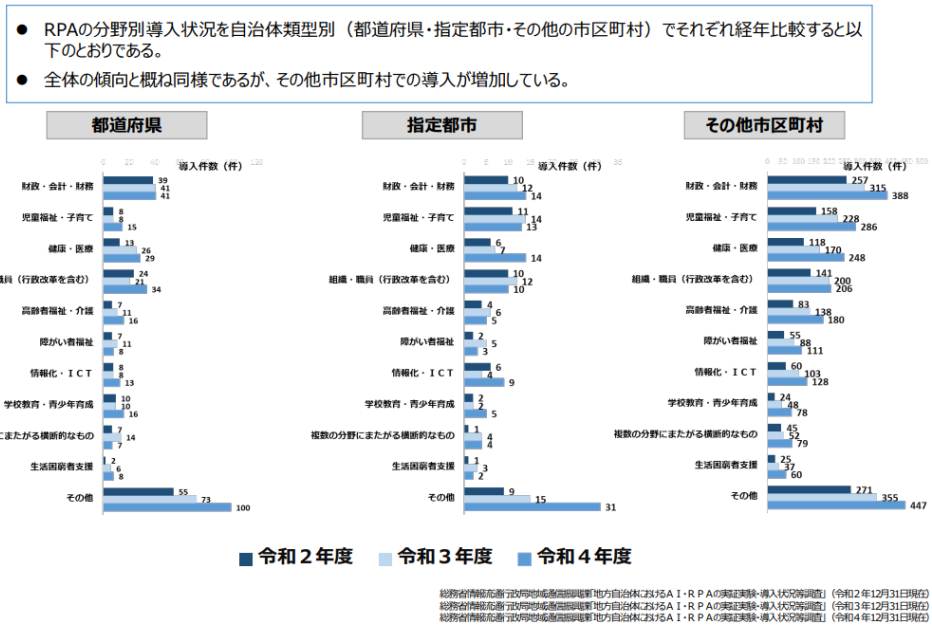
また、RPA 導入済み団体数は、都道府県が 94%、指定都市が 100%まで増加した。その他の市区町村は 36%となり、実証中、導入予定、導入検討中を含めると約 67%の自治体が RPA の導入に向けて取り組んでいる（図表 3-143）。分野別にみると、「財政・会計・財務」、「児童福祉・子育て」、「健康・医療」への導入が多い（図表 3-144）。

図表 3-143　地方自治体における RPA 導入状況



出典：総務省（2023）

図表 3-144　地方自治体における RPA 導入状況（RPA の分野別導入状況）

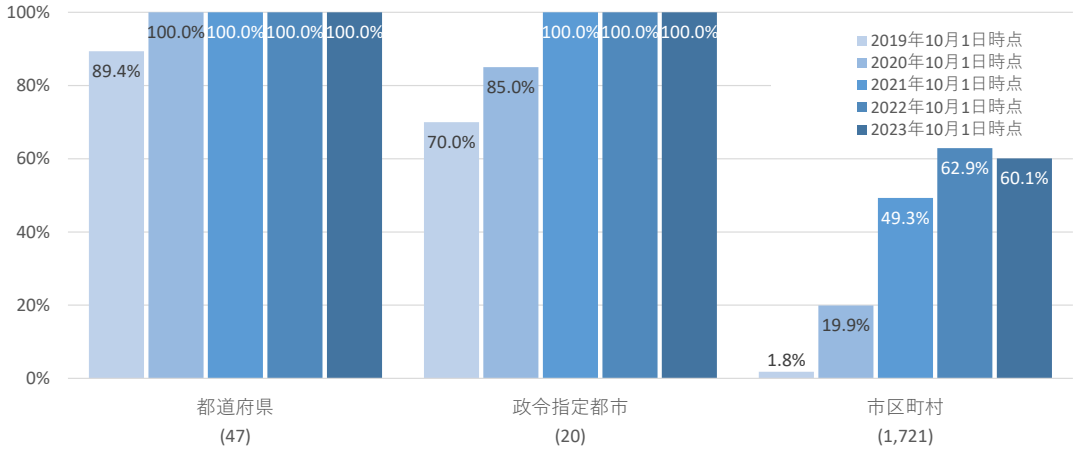


出典：総務省（2023）

4) テレワークの推進

新型コロナウイルス感染症拡大前後における自治体のテレワーク実施状況推移は、図表 3-145 に示すとおりである。市区町村における実施率は、2022 年 10 月時点では 62,9%であったところ、2023 年 10 月時点では、新型コロナウイルス感染 症の感染症法上の位置付けが 5 類感染症に変更されたこと等を理由としてわずかに低下し、60.1%となっている。

図表 3-145　自治体におけるテレワーク導入状況



出典：総務省[204]をもとに NTT データ経営研究所作成

[204] 総務省,「地方公共団体におけるテレワーク取組状況」（令和元年 10 月 1 日時点、令和 2 年 10 月 1 日時点、令和 3 年 10 月 1 日時点、令和 4 年 10 月 1 日時点、令和 5 年 10 月 1 日時点）,<https://www.soumu.go.jp/main_content/000920596.pdf>

(3) 国際的に比較した際の日本の電子政府の現状と課題

(ア) 国連（UNDESA）「世界電子政府ランキング」※更新なし

国連経済社会局（UNDESA）による電子政府調査は、国連加盟国における ICT を通じた公共政策の透明性やアカウンタビリティを向上させ、公共政策における市民参画を促す目的で実施され、2003 年から始まり、2008 年以降は 2 年に 1 回の間隔で行われている。この調査では、オンラインサービス指標（Online Service Index）、人的資本指標（Human Capital Index）、通信インフラ指標（Telecommunications Infrastructure Index）の 3 つの指標を元に平均して EGDI（電子政府発展度指標）を出して順位を決めている。

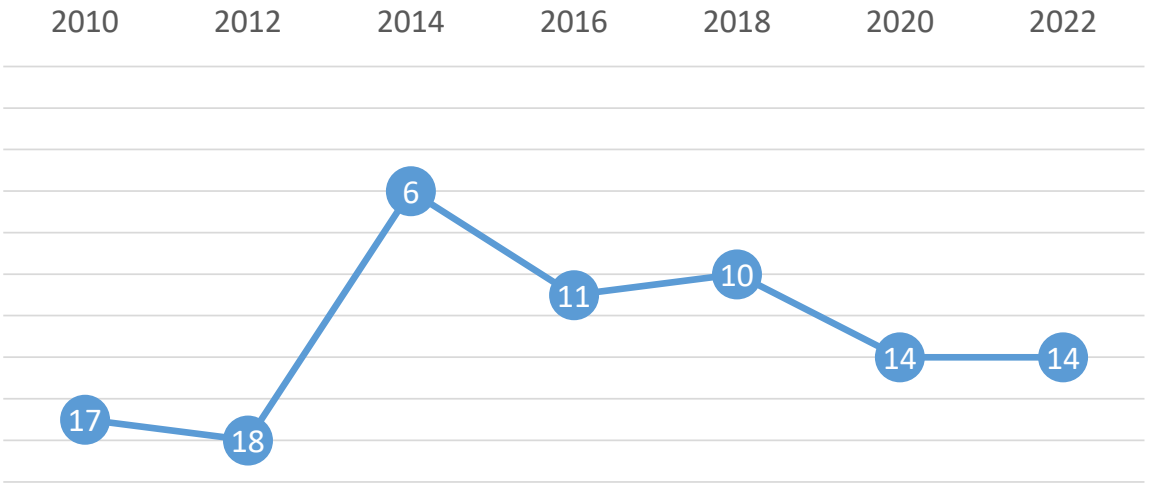
この電子政府ランキングによれば、最新調査時点の 2022 年における日本の順位は 14 位であり、前回調査（2020）と同じだが、スコア は前回調査より上昇（0.8989→0.9002）した。過去からの推移をみると、日本は概ね 18 位から 10 位の間で推移している。

個別指標のスコアをみると、日本は「eParticipation Index（電子行政参加）」部門において、前回の 4 位から順位を上げ、1 位を獲得した。eParticipation Index では、「e-information（情報提供）」「e-consultation（対話・意見収集）」「e-decision-making（意思決定）」という 3 つの分野の調査結果をもとにスコアリングされるが、日本は、Information 0.9818、Consultation 1.0000、Decision-making 1.0000 で、すべてにおいて高い評価を受けている。

デジタル庁によれば[205]、日本のオープン・ガバメントは、2011 年の東日本大震災を機に急速に取り組みが進められ、これまでも 2 位から 5 位と高い評価を受けていた。今回、オープン・データに関する取り組みや、意見やアイデアを収集するプラット・フォームを活用して国民の皆様と「対話」をする入り口を作ったこと、リーダシップの発揮、寄せられた意見を計画の中に反映したことなどが高い評価につながったという。

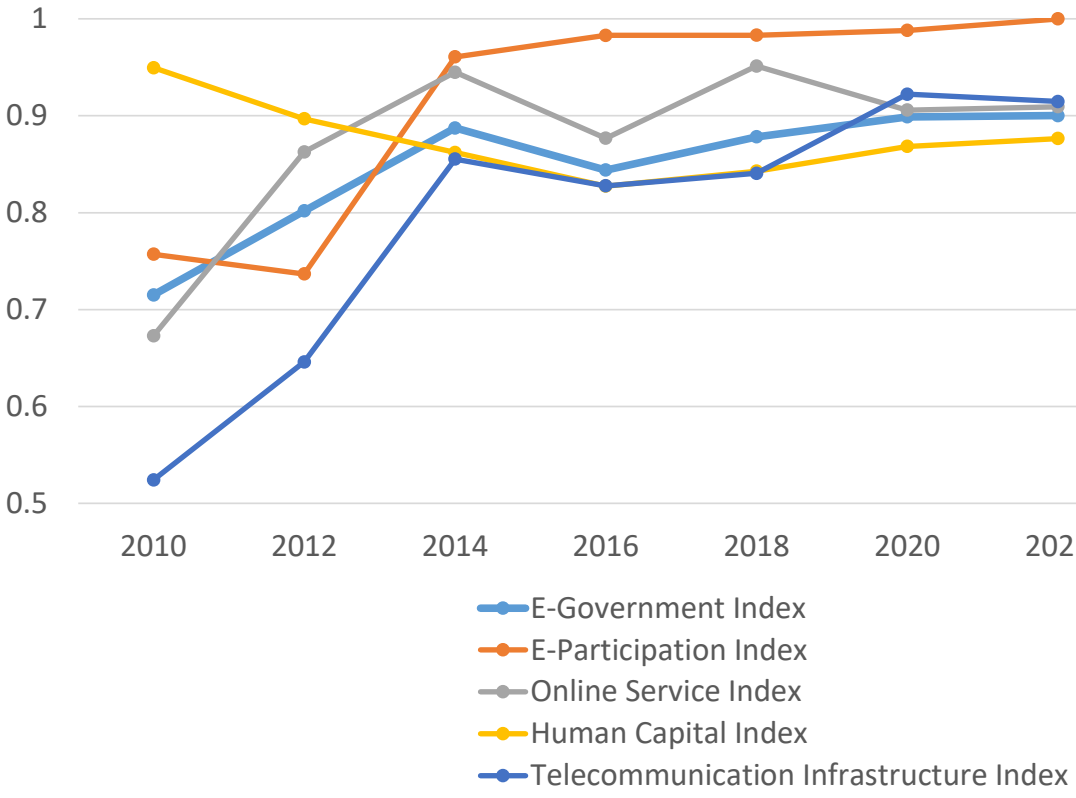
[205]デジタル庁 Data strategy team（2022 年 10 月 4 日）,,「日本はなぜ国連の e-Participation Index で世界 1 位なのか」<https://data-gov.note.jp/n/nb11a924f4f00>

図表 3-146　国連（UNDESA）「世界電子政府ランキング」における日本の順位推移



出典：UN e-Government Surveys[206]をもとに NTT データ経営研究所作成

図表 3-147　国連（UNDESA）「世界電子政府ランキング」における日本の個別指標スコア推移



出典：UN e-Government Surveys をもとに NTT データ経営研究所作成

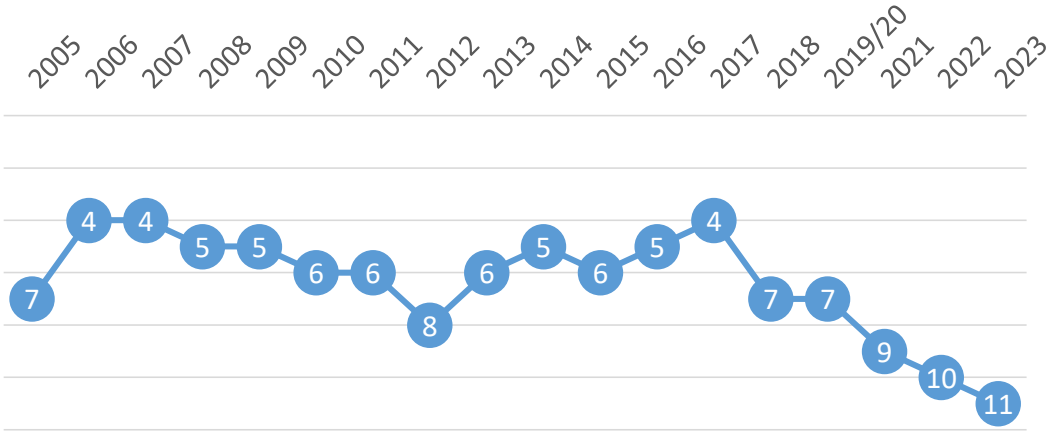
[206] UN e-Government Surveys,<https://publicadministration.un.org/en/Research/UN-e-Government-Surveys>

(イ) 早稲田大学世界デジタル政府ランキング

早稲田大学電子政府自治体研究所は、世界の ICT 先進国を対象（今回調査では下位グループを 2 減 4 増として組み換え 66 カ国を対象としている）に、各国のデジタル政府推進について進捗度を主要 10 指標[207]で多角的に評価する「世界デジタル政府ランキング」を、2005 年から毎年公表している。

18 回目となる 2023 年度の調査結果によれば、上位から 1 位：デンマーク、2 位：カナダ、3 位：イギリス、4 位：ニュージーランド、5 位：シンガポールとなった。デンマークは 3 年連続で 1 位となり、日本は国民視点のデジタル化、並びに行財政改革推進に十分な進捗がみられず、調査開始から初めてトップ 10 圏外となった。

図表 3-148　早稲田大学「デジタル政府ランキング」における日本の順位推移



出典：早稲田大学電子政府自治体研究所（2023）[208]をもとに NTT データ経営研究所作成

日本の課題と構造的弱点として、官庁の縦割り行政の弊害、スピード感の欠如等が引続きの課題として指摘されており、司令塔機関としてのデジタル庁の役割、権限の実効性に課題が残るとされている。また、政府と自治体の法的分離による意思決定の複雑性、都道府県・市区町村の行財政・デジタル格差の拡大等が指摘されている。デジタル政府の最優先事項として次の 4 項目の提言が挙げられた。

① 日本のデジタル政府が誕生して（以前は e-Gov）まだ 20 年余しか経過していません．世界もほぼ同じ事象と言えます．本報告は 18 回に及ぶ研究調査分析の集大成です が，18 年間の時系列分析から得た貴重な歴史的変遷を評価分析しています．将来の デジタル政府像（モデル）を予見するうえで必要な施策を多面的に論述しています．確実に急成長続ける AI が人類社会に挑戦す

[207] 主要 10 指標は、「NIP（ネットワーク・インフラの充実度（公的ネットワークの構築・整備））」、「MO（行財政改革への貢献度，行政管理の最適化）」、「OS（各種オンライン・アプリケーション・サービスの進捗度（オンライン・サービス活動の種類や進捗度））」、「NPR（ホームページ，ポータルサイトの利便性（ナショナル・ポータルの状況））」、「GCIO（政府 CIO（最高情報責任者）の活躍度（権限や人材育成））」、「EPRO（電子政府の戦略・振興策（計画の達成度））」、「EPAR（ICT による市民の行政参加の充実度（市民の電子参加））」、「OGD（オープン・ガバメント（オープン・データ））」、「CYB（サイバーセキュリティ）」、「AIU（先端 ICT（クラウド，IoT,ビッグデータ）の利活用度）」である。

[208] 早稲田大学電子政府自治体研究所（2023），「第 18 回世界デジタル政府ランキング 2023」,<https://idg-waseda.jp/pdf/2023_Digital_Government_Ranking_Report_Japanese.pdf>

るシンギュラリティ事象を歴史的教訓 として是非学んでほしいと思います.

② 今やるべきことは，直面する少子・超高齢・人口減少社会を見据え，デジタル活用に よる官民連携やイノベーションの推進による行財政のコスト削減や効率化，積極的 且つ最適なデジタル投資です. また，深刻な高齢社会問題を基調に国民生活の利便 性向上に寄与する施策を率先的に実施すべきです. すなわち，直面するデジタル社 会と高齢社会の総合的融合によって，デジタル政府の創生理念であるスピーディな 行財政改革と市民中心のワンストップ行政サービスの実行が求められます.

③ ポスト・コロナ時代のデジタル・イノベーション成長戦略の基軸は個別的（部分的） 集積ではなく，新総合ロードマップの策定が急がれます.

④ 高品質のデジタル・インフラは，5G／6G の開発・普及，AI・ブロックチェーン利活 用をベースに当研究所が提唱する「第 5 世代デジタル政府」の構築に向けてのコア （中軸）といえます.

3.3. 令和６年能登半島地震時におけるデジタル活用動向等に関する調査

3.3.1.　令和６年能登半島地震における通信インフラの状況調査

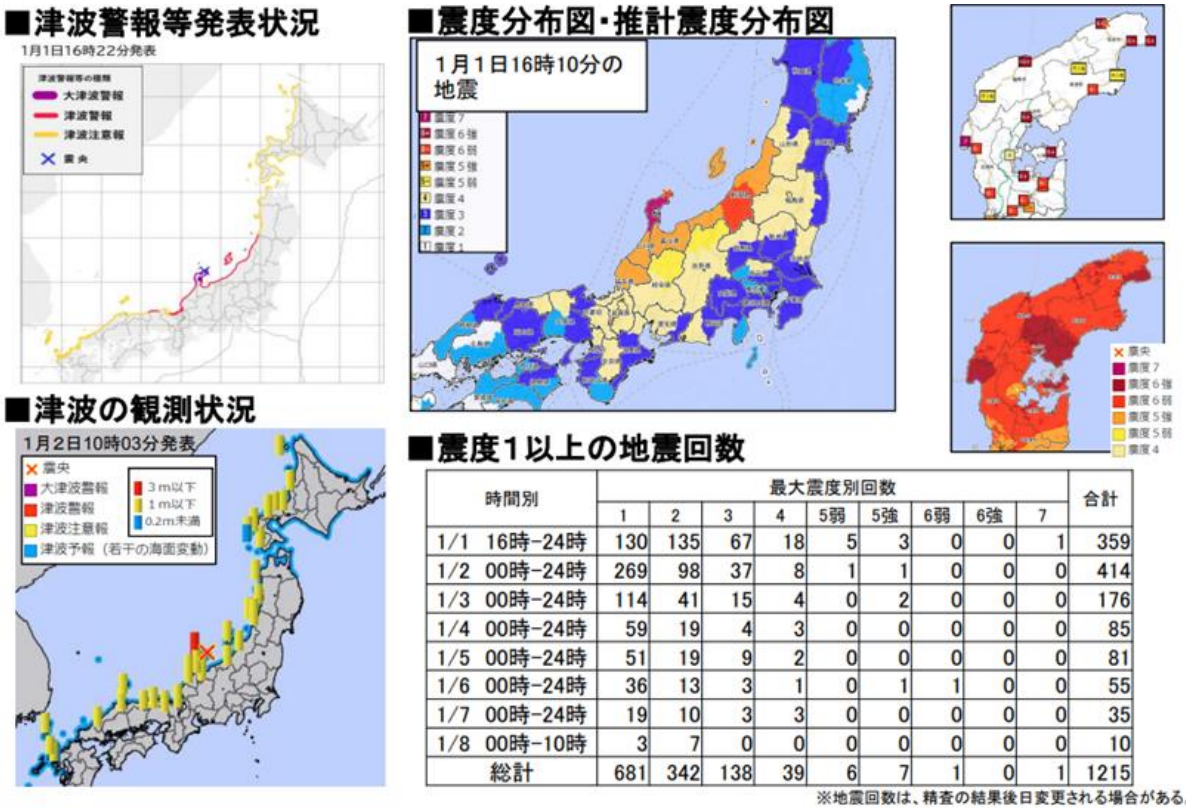
(1) 令和６年能登半島地震の概要

本項では､2024 年１月１日に発生した令和６年能登半島地震の概要と被害状況の概要をとりまとめた。

1)　地震の発生状況と規模

2024 年１月１日 16 時 10 分、石川県能登地方を震源とするマグニチュード 7.6、震源の深さ 16km の地震が発生した（暫定値)。この地震により、石川県輪島市、志賀町では震度７を観測、さらに北海道から九州にかけての広い範囲で震度６強から震度１の揺れが観測された。この地震に伴って、気象庁は石川県能登に対して大津波警報、山形県から兵庫県北部を中心に津波警報を発表、その後の観測により、輪島港で 1.2m 以上、富山で 0.8m などの津波の発生が報告されている[209][210]。

図表 3-149　地震及び津波の概要



時間別	最大震度別回数									合計
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7	
1/1　16時-24時	130	135	67	18	5	3	0	0	1	359
1/2　00時-24時	269	98	37	8	1	1	0	0	0	414
1/3　00時-24時	114	41	15	4	0	2	0	0	0	176
1/4　00時-24時	59	19	4	3	0	0	0	0	0	85
1/5　00時-24時	51	19	9	2	0	0	0	0	0	81
1/6　00時-24時	36	13	3	1	0	1	1	0	0	55
1/7　00時-24時	19	10	3	3	0	0	0	0	0	35
1/8　00時-10時	3	7	0	0	0	0	0	0	0	10
総計	681	342	138	39	6	7	1	0	1	1215

※地震回数は、精査の結果後日変更される場合がある。

出典：内閣府 非常災害対策本部会議（2024）[210]

---

[209] 内閣府,令和６年能登半島地震による被害状況等について（令和６年３月 26 日 14：00 現在）(2024 年３月 26 日)<https://www.bousai.go.jp/updates/r60101notojishin/r60101notojishin/pdf/r60101notojishin_38.pdf>

[210] 内閣府,非常災害対策本部会議（第７回）(2024 年１月８日)配布資料<https://www.bousai.go.jp/updates/r60101notojishin/pdf/r60101notojishin_hijoukaigi07.pdf>

2) 被害状況の概要

この地震により、死者 244 名、重軽傷者 1,300 名、住宅被害 111,572 棟（分類未確定等を除く）という甚大な被害が発生した。さらに地震発生直後から、最大で約 44,160 戸の停電、約 137,040 戸の断水など、広範なライフラインの被害が報告されている（3 月 26 日時点）。

特に大きな被害を受けた石川県能登地方は低山地と丘陵地が大部分を占める半島であり、その地形的な特徴により、交通網の寸断が救援・復旧活動の大きな妨げとなった。土砂災害が 440 件発生し、能登半島北部に向かう多くの幹線道路が通行困難になったことで、1 月 5 日時点で 33 箇所（最大 3,345 人）の孤立地区が発生した（2 月 13 日に全て解消）[209][211]。

図表 3-150　被害状況の概要

○人的被害（令和６年３月26日現在）

	死者	重軽傷者
人数	244名	1,300名

○住家被害（令和６年３月26日現在）

都道府県名	住宅被害				
	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	一部破損
石川県	8,441	15,373	6	5	51,098
新潟県	102	2,867		14	18,163
富山県	213	650			14,031
その他		12			597
合　計	8,756	18,902	6	19	83,889

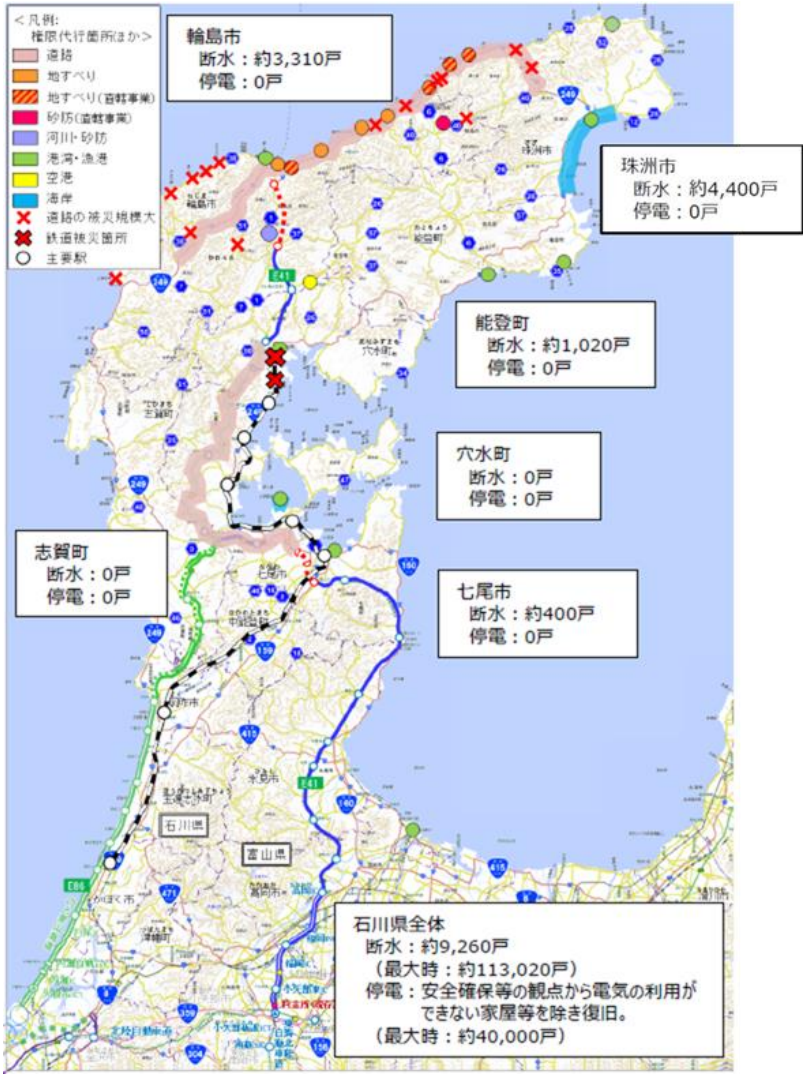
○ライフライン被害（令和６年３月26日現在）

	最大戸数	復旧状況
電力	約44,160戸	安全確保等の観点から電気の利用ができない家屋等を除き復旧。 ※北陸電力送配電が保安上の措置を実施：約370戸
水道	約137,040戸	約9,260戸が断水

出典：内閣府（2024）[211]

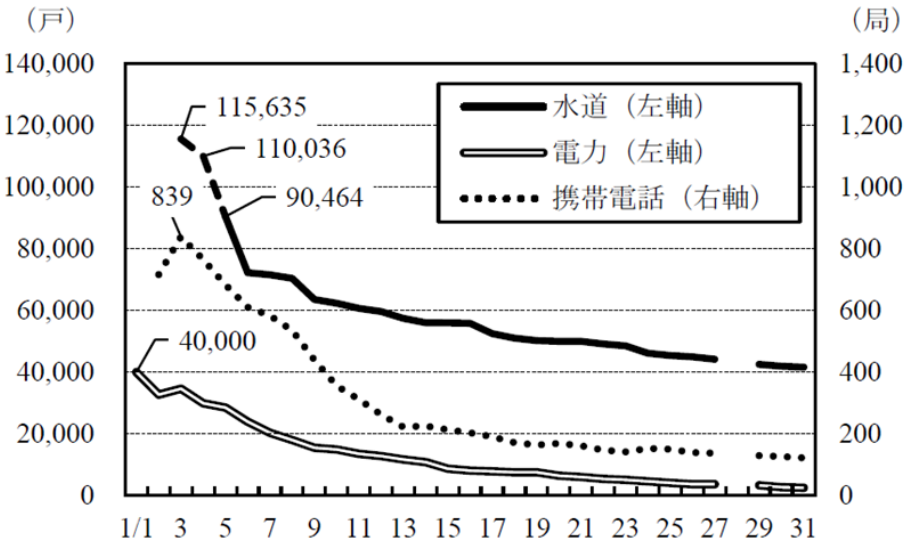
[211] 内閣府,令和６年能登半島地震に係る検証チーム（第２回）(2024 年 3 月 28 日)配布資料
<https://www.bousai.go.jp/updates/r60101notojishin/pdf/kensho_team2_shiryo01.pdf>

図表 3-151　インフラ・ライフラインの被害状況（3 月 26 日時点）



出典：内閣府（2024）[211]

図表 3-152　インフラの被害の推移（2024 年 1 月）



注）非常災害対策本部資料等を基に国立国会図書館作成。

水道は断水戸数、電力は北陸電力管内の停電戸数、携帯電話は携帯電話事業者 4 社の停波した基地局の計である。

水道の 1 月 3 日、4 日は、調査中の箇所があり、実態は数値以上となっている。

携帯電話事業者 1 社は 1 月 15 日から集計方法を変更した。

出典：国立国会図書館（2024）をもとに NTT データ経営研究所作成[212]

(2) 通信インフラに対する被害状況と復旧に向けた対応

本項では、地震発生後における電話（固定電話・携帯電話・衛星携帯電話等）、インターネット（固定回線・携帯電話回線・衛星回線等）、放送（テレビ・ラジオ・コミュニティＦＭ・ケーブル等）、防災行政無線、自営通信システム等の各種情報通信システムの被災状況及びその復旧状況についてとりまとめた。

1)　電話

(ア) 固定電話

固定電話においては、石川県輪島市、珠洲市、志賀町等を中心に、サービスが利用できない状況が発生した。

NTT 西日本が 2024 年 1 月 18 日に行ったオンライン記者会見によると、今回の地震により、通信ビルが停電した他、土砂崩れなどの影響で中継伝送路やケーブルが損傷し、大規模なサービス障害が発生、最大で固定電話 7,860 回線に影響が発生した。

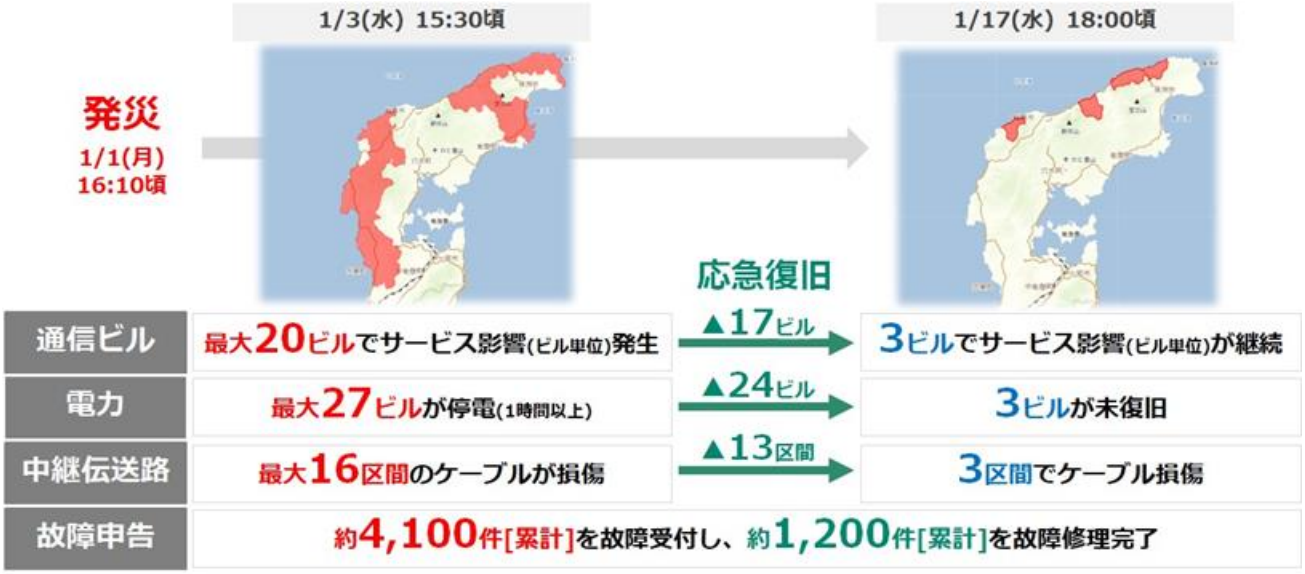
通信ビルについては移動電源車と発電機を活用して電力を供給、中継伝送路については、ケーブルの損

[212] 国立国会図書館,立法調査資料『調査と情報-ISSUE BRIEF-』No.1262(2024 年 2 月 15 日)「令和 6 年能登半島地震の概況」<https://dl.ndl.go.jp/view/prepareDownload?itemId=info:ndljp/pid/13333336>

傷修理、断線区間へのケーブル新設と共に、被害を受けていない中継伝送路への迂回等も実施しながら、基幹設備の復旧を進めた。併せて自治体と連携して、ポータブル衛星及び衛星携帯電話を配備し、被災者の通信確保にも取り組んだ[213][214]。

その後、3 月 26 日現在、石川県輪島市の一部（アナログ電話：約 180 回線、ひかり電話：約 40 回線）を残し、復旧が進んでいる[215]。

図表 3-153　NTT 西日本の通信設備の応急復旧状況（1 月 17 日時点）



出典：西日本電信電話株式会社

(イ) 携帯電話

携帯電話においては、土砂崩れなどによる伝送路等の断絶、また発災直後から発生した停電の長期化により基地局や通信ビルが影響を受けたことで、継続的なサービス障害が発生した。

総務省による被害状況の随時取り纏め資料によると、1 月 3 日（7 時 30 分時点）で、839 の基地局（うち石川県 799）において停波が報告されている[216]。

各社は応急復旧に向けて、移動基地局車や可搬型衛星アンテナ、可搬型発電機等の搬入を進めたが、土砂災害や液状化による道路の寸断、さらに被災地に向かう幹線道路の渋滞等によって、復旧活動が大幅

[213] 「能登半島地震：能登通信障害「応急復旧」携帯 4 社 道路寸断地域は難航」,『毎日新聞』2024 年 1 月 19 日.

[214] 「NTT 西が能登半島地震による通信障害について会見 『大部分の応急復旧が完了』」,『business network.jp』2024 年 1 月 19 日,リックテレコム.<https://businessnetwork.jp/article/18390/>

[215] 総務省,令和 6 年能登半島地震に係る被害状況等について（第 91 報）(2024 年 3 月 26 日)

[216] 総務省,令和 6 年能登半島地震に係る被害状況等について（第 13 報）(2024 年 1 月 3 日)

に遅れる事態が発生した[213]。

図表 3-154　　通信インフラ（携帯電話）の被害（光ファイバの被害・張替）

出典：内閣府 復旧・復興支援本部（2024）[217]

このような状況を受けて、各社は様々な取り組みを行って通信の確保に努めた。

NTT ドコモと KDDI は、陸路からの復旧が困難な輪島市の一部沿岸エリアに向けて、共同で「船上基地局」の運用を実施した。船舶上に携帯電話基地局の設備を設置するものであり、NTT ドコモグループが所有する海底ケーブル敷設船「きずな」を使用した。

ソフトバンクは、地上給電装置から有線給電することで長時間の飛行が可能になる「有線給電ドローン無線中継システム」を投入した。ドローンに無線中継装置を搭載し、上空から端末に電波を届けるもので、通信エリアの補完を実現する仕組みである[218][219]。

さらに応急復旧においては、各社が米 SpaceX 社の低軌道衛星通信サービス「Starlink」を活用している（2)(ウ)衛星回線を参照)。

---

[217] 内閣府,復旧・復興支援本部（第 2 回）(2024 年 2 月 16 日)配布資料
<https://www.bousai.go.jp/updates/r60101notojishin/pdf/r60101notojishin_hukkyuhonbu02.pdf>

[218] NTT ドコモ、KDDI,令和 6 年能登半島地震に伴う「船上基地局」運用の実施について(2024 年 1 月 6 日)<https://www.docomo.ne.jp/info/news_release/detail/20240106_00_m.html?icid=CRP_INFO_news_release_2024_01_17_00_to_CRP_INFO_news_release_detail_20240106_00_m>

[219] ソフトバンク,「被災地に早く“安心”を届けたい」。担当者が見た能登の現状と通信ネットワーク早期復旧への道(2024 年 1 月 12 日)<https://www.softbank.jp/sbnews/entry/20240112_02?page=02#page-02>

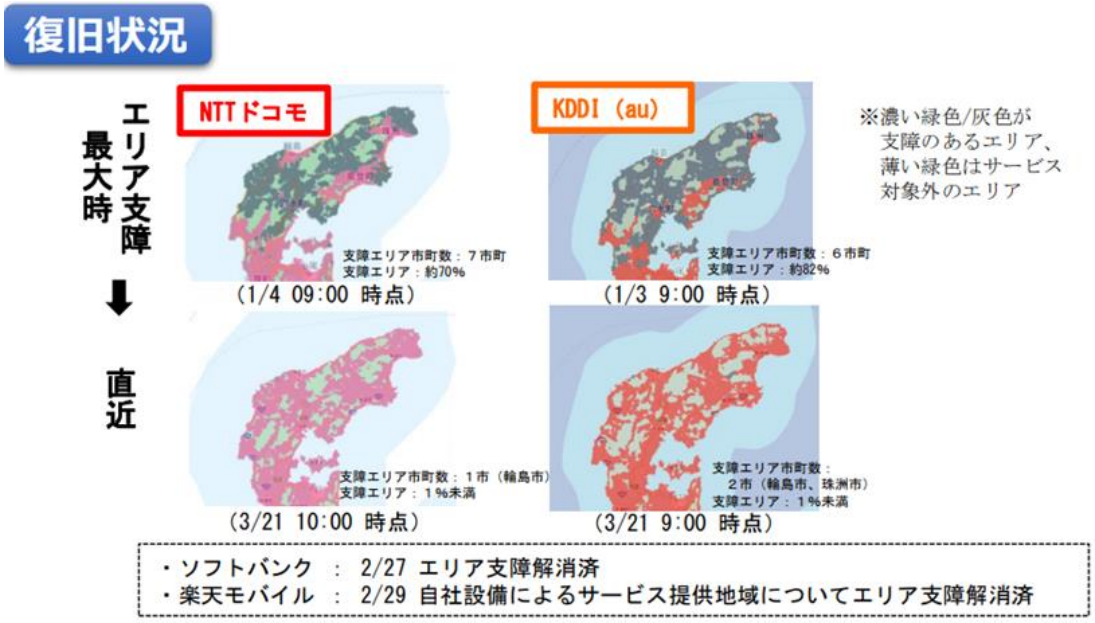
図表 3-155　移動型基地局（船舶型・ドローン型）

出典：内閣府 復旧・復興支援本部（2024）[220]

その後、KDDI、ソフトバンク、楽天モバイルは 1 月 15 日、NTT ドコモは 1 月 17 日に、土砂崩れなどによる立ち入り困難箇所を除き、応急復旧を終了した（各社プレスリリースによる）。

3 月 26 日現在、NTT ドコモ、KDDI は石川県の一部のエリアを除いて復旧済みである。ソフトバンクはエリア支障なし、楽天モバイルは自社設備によるサービス提供地域についてエリア支障がない段階まで復旧が進んでいる [215]。

図表 3-156　通信インフラ（携帯電話）の復旧状況（3 月 21 日時点）



出典：内閣府 復旧・復興支援本部（2024）[221]

[220] 内閣府,復旧・復興支援本部（第 3 回）(2024 年 3 月 1 日)配布資料
<https://www.bousai.go.jp/updates/r60101notojishin/pdf/r60101notojishin_hukkyuhonbu03.pdf>
[221] 内閣府,復旧・復興支援本部（第 4 回）(2024 年 3 月 22 日)配布資料
<https://www.bousai.go.jp/updates/r60101notojishin/pdf/r60101notojishin_hukkyuhonbu04.pdf>

(ウ)衛星携帯電話

能登半島地震においては、電話、インターネット等の通信サービスに大きな影響が発生したことから、特に被害が大きかった地域を中心に、衛星携帯電話が活用された。

総務省は、事業者等の協力を得て、災害対策用移動通信機器の自治体向け貸与を行っており、3 月 26 日現在、石川県及び県内の市町村に対し、合計 737 台の衛星携帯電話を貸与している[215]。

2) インターネット

(ア)固定回線

固定回線においては、被害の大きかった石川県を中心にサービスに影響が生じた。

固定電話の項で述べた様に、NTT 西日本では、通信ビルの停電、中継伝送路やケーブルの損傷により、最大でインターネット 1,500 回線に影響が発生した[213]（「1)(ア)固定電話」を参照)。

その後、3 月 26 日現在、石川県輪島市の一部を残し、復旧が進んでいる[215]。

また石川県の固定系超高速ブロードバンド市場において約 17%のシェアを占める CATV アクセスサービスにおいては[222]、センター施設や伝送路に甚大な被害が発生した（「3)(エ)ケーブルテレビ（CATV)」を参照)。

3 月 26 日現在も、石川県珠洲市の一部（能越ケーブルネット)、輪島市の一部（輪島市ケーブルテレビ）において、幹線の一部は復旧済みだが、伝送路断が続いている状況である[215]。

(イ)携帯電話回線

携帯電話回線については、携帯電話の項で述べた様に、石川県を中心にサービスに影響が生じており、完全復旧には至っていない状況である（「1)(イ)携帯電話」を参照)。

(ウ)衛星回線

能登半島地震においては、伝送路の回線断や基地局の停電などで通信サービスが利用できなくなった地域が多く発生したことから、米 SpaceX 社の低軌道衛星通信サービス「Starlink」が広く活用された。

KDDI は、応急復旧にあたり、土砂災害などで通信ケーブルが切断されて停止した基地局の通信ケーブルの代替として、Starlink アンテナを基地局に接続することで通信を復旧させる取り組みを行った。

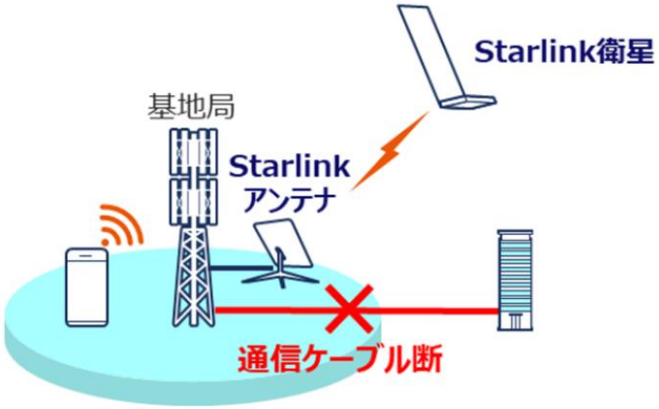
また被災地支援においても、避難所や災害派遣医療チーム（DMAT）等の現場で、Wi-Fi として活用さ

---

[222] 総務省（2023 年 8 月）,「令和 4 年度（2022 年度）電気通信事業分野における市場検証に関する年次レポート」,<https://www.soumu.go.jp/main_content/000900509.pdf>

れている[223]。

図表 3-157　Starlink のバックホール回線活用による応急的復旧のイメージ（KDDI）



出典：総務省（2024）[224]

図表 3-158　通信ネットワークの応急的復旧のために利用した Starlink 機材台数（1 月 18 日時点）（KDDI）

出典：総務省（2024）[224]

[223] 「4 キャリアが能登半島地震のエリア復旧状況を説明　“本格復旧“を困難にしている要因とは」,『ITmedia Mobile』2024 年 1 月 19 日.<https://www.itmedia.co.jp/mobile/articles/2401/19/news120.html>

[224] 総務省,活力ある地域社会の実現に向けた情報通信基盤と利活用の在り方に関する懇談会　地域におけるデジタル技術の利活用を支えるデジタル基盤の利用環境の在り方 WG（第 2 回）(2024 年 3 月 11 日),「衛星ブロードバンド「Starlink」による地域・産業・防災への活用事例（KDDI 株式会社)」,<https://www.soumu.go.jp/main_content/000934326.pdf>

3) 放送

(ア) テレビ

テレビにおいては、広範囲かつ長期間続いた停電により、地上波テレビ放送に継続的な停波が発生した。

発災直後から各局は非常用電源による運用を行っていたが、バッテリーの枯渇により、石川県輪島市の一部地域において、NHK 及び民放 4 局（北陸放送、石川テレビ、テレビ金沢、北陸朝日放送）の停波が発生、一時は約 2,130 世帯に影響があった。

その後、自衛隊ヘリに燃料搬入を依頼し、一部は復旧したが、道路の損傷や土砂崩れ等によって中継局への到達が難しい地域があり、継続的補給が困難であることから、一部の地域において長期間の停波が続くこととなった。

この間、ＮＨＫは大規模災害時の臨時対応として、停波予定の旧 BS プレミアムを活用し、NHK 総合テレビの金沢放送局の地域向けニュースや全国ニュースなど、能登半島地震の最新情報を伝えるとともに、総合テレビのほぼすべての番組の放送を行った[225][226]。

全ての局において停波が解消したことが報告されたのは、商用電源が回復した 1 月 24 日である（その後も一部の局では非常用電源にてサービスを継続）[227]。

その後、3 月 26 日現在、全ての地域において復旧が完了している [215]。

なお能登半島は地形の関係で地上波の難視聴地域が多いため、4 市町（輪島市、珠洲市、能登町、穴水町）でケーブルテレビが整備されている（輪島市の輪島市ケーブルテレビでは 50%、珠洲市の能越ケーブルネットでは 70%がケーブルテレビ経由で地上波を視聴）[228]。

後述するようにケーブルテレビも今回の地震で甚大なインフラの被害を受けており、3 月 26 日現在も、完全復旧には至っていない（「(エ)ケーブルテレビ（CATV)」を参照)。

---

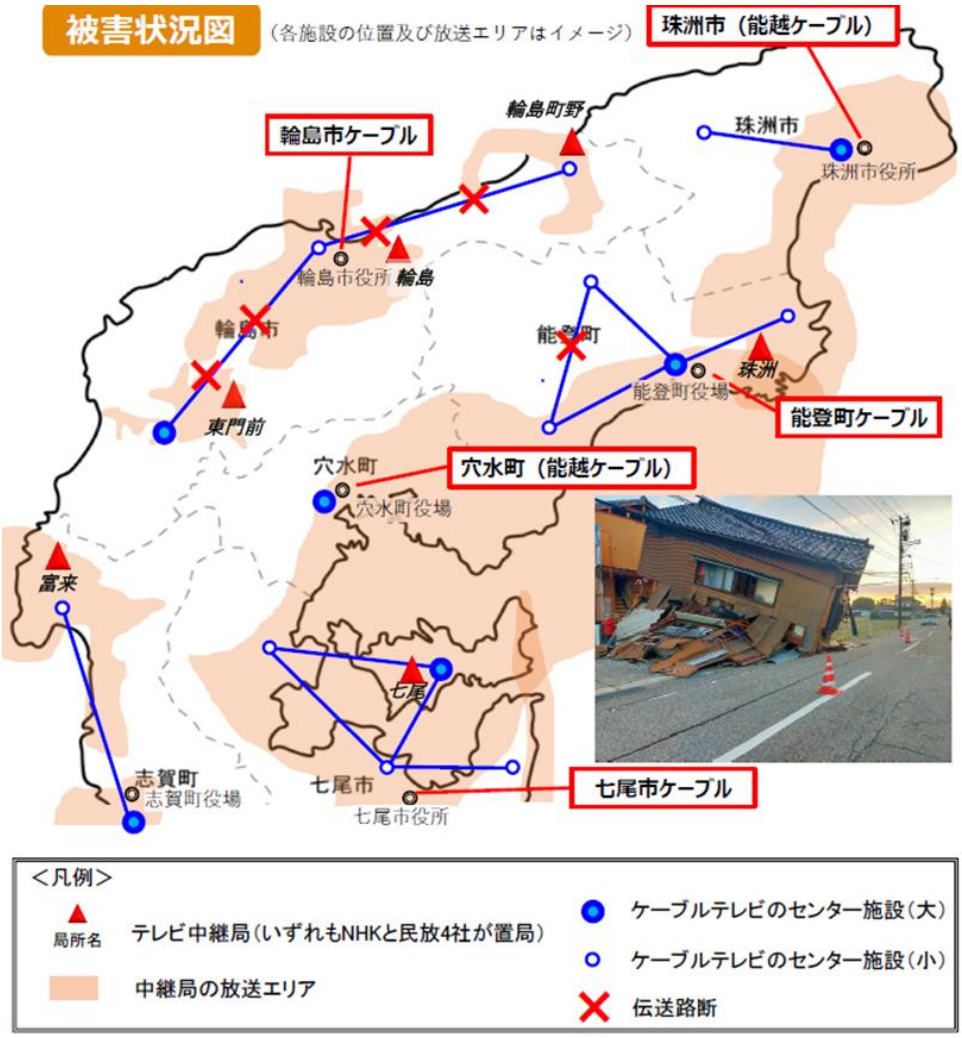
[225] 総務省,令和 6 年能登半島地震に係る被害状況等について（第 1 報～第 90 報）(2024 年 1 月 1 日～3 月 22 日)

[226] 「能登半島地震で中継局が被災　非常用電源で懸命の放送継続」,『映像新聞』2024 年 1 月 22 日.

[227] 総務省,令和 6 年能登半島地震に係る被害状況等について（第 55 報）(2024 年 1 月 24 日)

[228] 「ニュース－検討会でケーブルテレビの役割議論へ、民放連は能登地震被災中継局への支援要請」,『日経ニューメディア』2024 年 3 月 13 日,日経 BP.

図表 3-159　放送分野の被害状況図（2 月 27 日時点）



出典：総務省（2024）[229]

(ｲ) ラジオ

ラジオにおいても、放送設備の破損及び停電の影響によって、テレビと同様に、長期間の停波が発生した。

発災当日には、石川県羽咋市において、送信アンテナ柱破損により NHK の羽咋 FM 局が停波し、約 2 万世帯に影響があったが、仮設空中線設置により、1 月 2 日には復旧が報告されている。

また石川県輪島市の一部の放送設備においては、非常用電源のバッテリー枯渇により停波が発生、北陸放送の輪島 AM（対象約 1 万 4,000 世帯）及び輪島 FM 補完局（対象約 6,000 世帯）、NHK の輪島町野 FM 局（対象約 700 世帯）に影響があった[230][231]。

---

[229] 総務省,デジタル時代における放送制度の在り方に関する検討会（第 24 回）（2024 年 3 月 5 日）「令和 6 年能登半島地震における放送分野の状況」<https://www.soumu.go.jp/main_content/000931153.pdf>

[230] 総務省,令和 6 年能登半島地震に係る被害状況等について（第 1 報～第 90 報）（2024 年 1 月 1 日～3 月 22 日）

[231] 「石川県の民放、ＮＨＫ　能登半島地震で中継局が被災」,『映像新聞』2024 年 1 月 22 日.

全ての局において停波が解消したことが報告されたのは、商用電源が回復した 1 月 24 日である（一部の局は非常用電源にてサービスを継続）[227]。

その後、3 月 26 日現在、全ての局において復旧が完了している [215]。

(ウ) コミュニティ FM

コミュニティ FM においても、石川県内の局において、地震による影響が発生した。

震度 6 強を記録した石川県七尾市を拠点とする「ラジオななお」は、地震直後の停電によるバッテリー切れのため、一時的に停波が発生、七尾市、中能登町、志賀町の一部（約 23,000 世帯）に影響があった。

ただし翌 1 月 2 日には仮復旧、1 月 3 日には復旧し、引き続き、災害時に必要とされる地域に密着した情報を提供している[232][233]。

(エ) ケーブルテレビ（CATV）

ケーブルテレビ（CATV）においては、今回の地震でインフラが大きく損壊し、未だ完全復旧には至っていない状況である。

能越ケーブルネット（富山県氷見市）は、石川県内の羽咋市、珠洲市、穴水町でサービスを提供しているが、地震により、各地で伝送路が破損する大きな被害があった。また輪島市ケーブルテレビ（運営：石川県輪島市）も、伝送路の被害が大きく、電柱の倒壊や傾斜による断線等が発生した。能登町ケーブル（運営：石川県能登町）では、ヘッドエンドに不具合があったほか、サービスエリア内で 20 カ所電柱が倒壊し、加入世帯のうち半数が影響を受けた[234]。

3 月 26 日現在、石川県珠洲市の一部（能越ケーブルネット）、輪島市の一部（輪島市ケーブルテレビ）において幹線は一部復旧済みだが、未だ伝送路断が続いている状況である [215]。

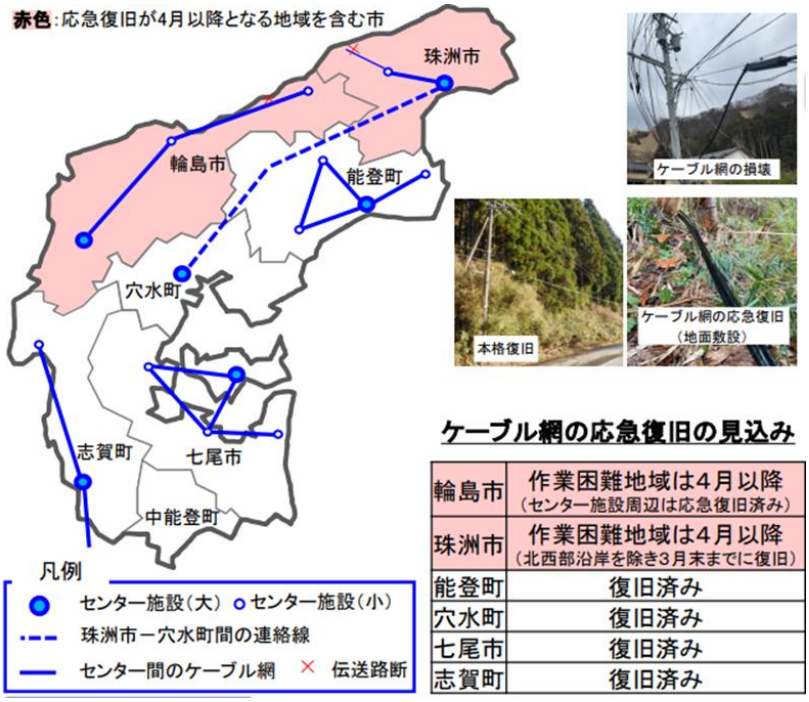
---

[232] 総務省,令和 6 年能登半島地震に係る被害状況等について（第 17 報）（2024 年 1 月 4 日）

[233] 「能登半島地震　地域メディアの状況は？～石川県・七尾市「ラジオななお」～【研究員の視点】#527」,『NHK 文研ブログ』2024 年 2 月 22 日,NHK 放送文化研究所.<https://www.nhk.or.jp/bunken-blog/100/491948.html>

[234] 「能登半島地震　近畿など各総通局がＣＡＴＶ局を支援」,『日刊電波新聞』2024 年 2 月 15 日.

図表 3-160　ケーブルテレビインフラ（放送・通信）の復旧（3 月 22 日時点）



ケーブル網の応急復旧の見込み

輪島市	作業困難地域は4月以降 （センター施設周辺は応急復旧済み）
珠洲市	作業困難地域は4月以降 （北西部沿岸を除き3月末までに復旧）
能登町	復旧済み
穴水町	復旧済み
七尾市	復旧済み
志賀町	復旧済み

出典：内閣府 復旧・復興支援本部（2024）[221]

4)　その他

(ア) 防災行政無線

都道府県防災行政無線については、石川県、富山県、福井県、新潟県、長野県では、現時点で被害の報告は行われていない。

一方で、市町村防災行政無線については、石川県内の広い地域で被害が報告されている（新潟県、長野県、富山県及び福井県の各市町村は、現時点で被害なし、又は復旧の上運用中）。

被害が大きかった珠洲市では、津波による機器の損壊の他、停電による非常用バッテリー切れでスピーカーが一時、使用不能になり、1 月 6 日頃に正常な作動を確認できたスピーカーは 76 基中、約 10 基のみであった。[235]

その後、3 月 26 日現在も、珠洲市では、中継局 1 局が停波し、配下の子局 4 局が停止中となっている。また内灘町と加賀市でも、各々子局 1 局が停止している（その他の石川県内の市町は被害なし又は復旧の上運用中）[215]。

(イ) 自営通信システム

災害に強い通信手段として行政機関等で使用されている MCA 無線システムについては、国内サービ

[235] 「〈1.1 大震災〉防災無線、多くが一時停止　石川 5 市町、停電長期化で蓄電池切れ」,『富山新聞』2024 年 3 月 8 日.

スエリアに異常は見られなかった。端末については、石川県中能登町設置の同報用子局のうち、2 局が停止したが、その後、復旧が報告されている。

一般財団法人移動無線センターは、応援派遣を実施する地方公共団体等に MCA アドバンス等の無償貸与を行っており、引き続き救援・復旧活動において活用されている[215236]。

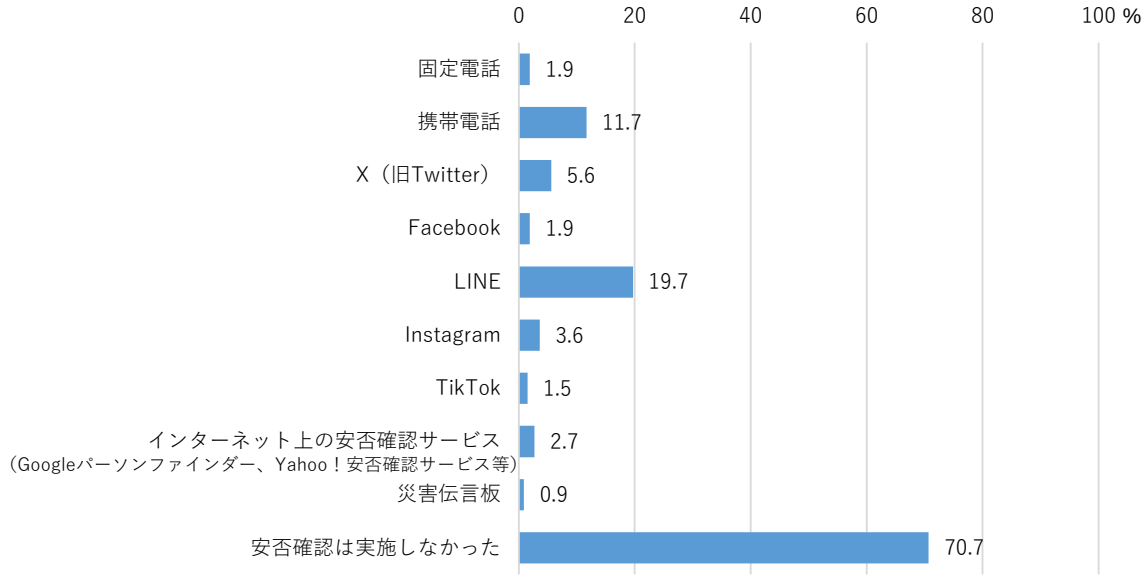
3.3.2. 令和 6 年能登半島地震におけるメディアの利活用状況調査

(1) 安否確認行動

家族や友人・知人等の安否確認行動（職務上の安否確認を除く）については、実施しなかった人が 7 割程度を占める（図表 3-161）。今回の調査は国内全域を対象としているため、大きな揺れを観測した地域に家族等がいない人が多かったと推測され、地震当日の状況別にみると、揺れを感じた人のほうが安否確認行動を実施する割合が高いことがわかる（図表 3-162）。

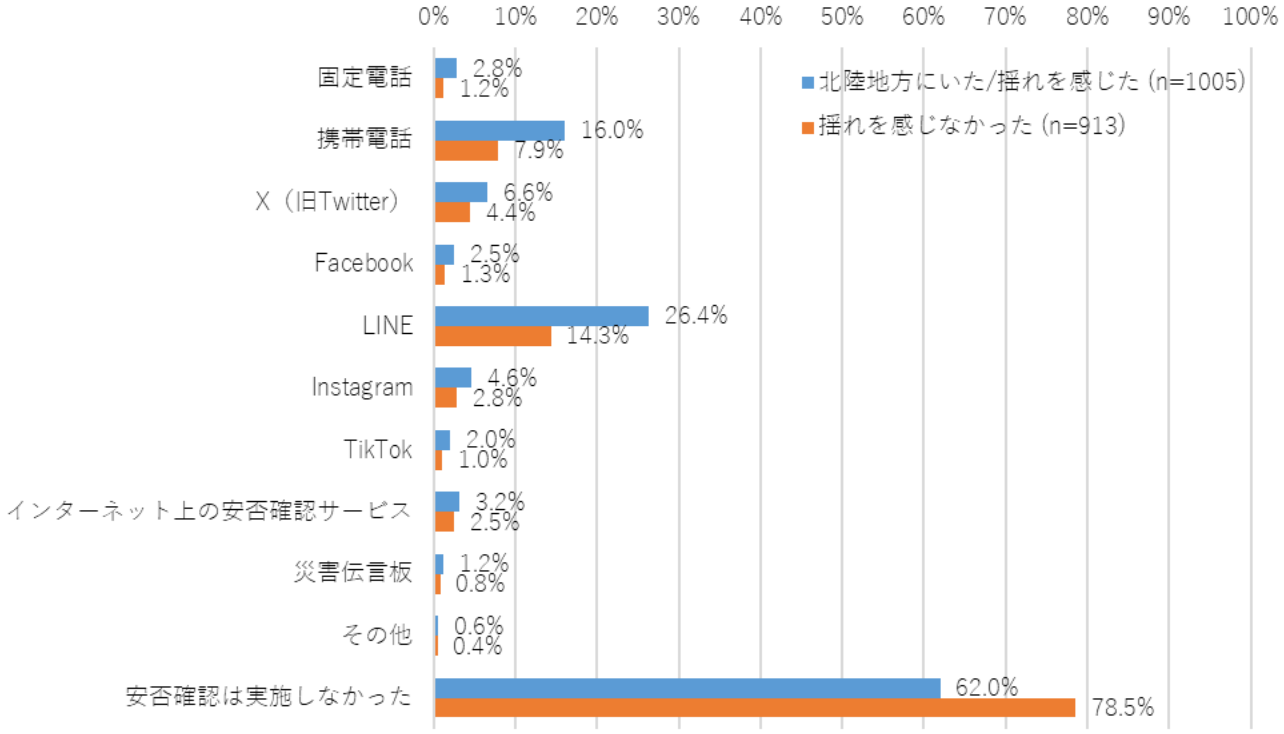
安否確認を実施した人の実施手段としては、LINE が最も多く、次いで携帯電話が多く用いられた。

図表 3-161 家族や友人・知人等の安否確認実施手段



[236] 総務省,令和 6 年能登半島地震に係る被害状況等について（第 62 報）(2024 年 1 月 29 日)

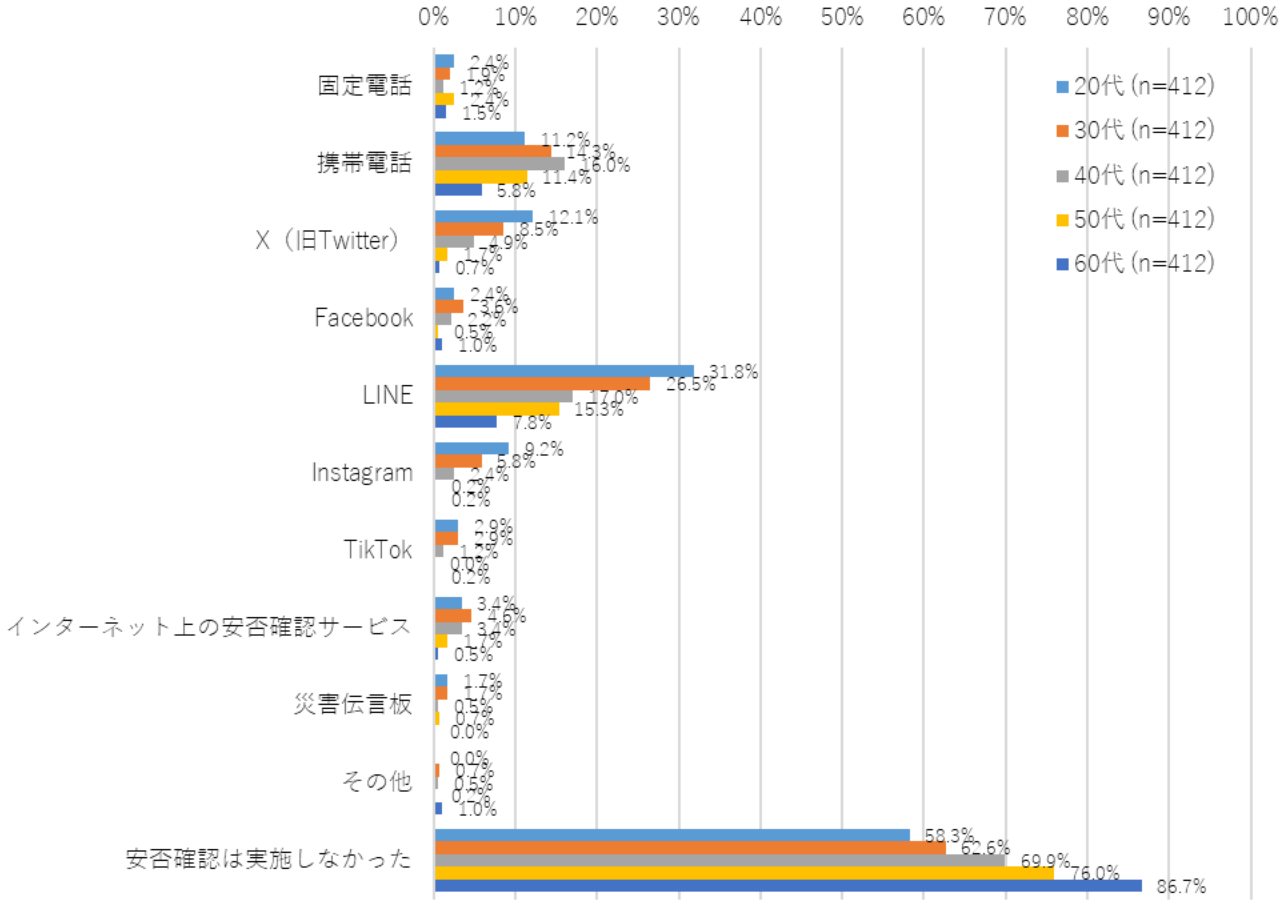
図表 3-162　家族や友人・知人等の安否確認実施手段（地震当日の状況別）



安否確認行動について年代別にみると、安否確認を実施しなかった割合は、年代が高くなるほど増加していた。一方で、X（旧 Twitter）や LINE、Instagram を利用した割合は年代が低いほど高かった（図表 3-163）。

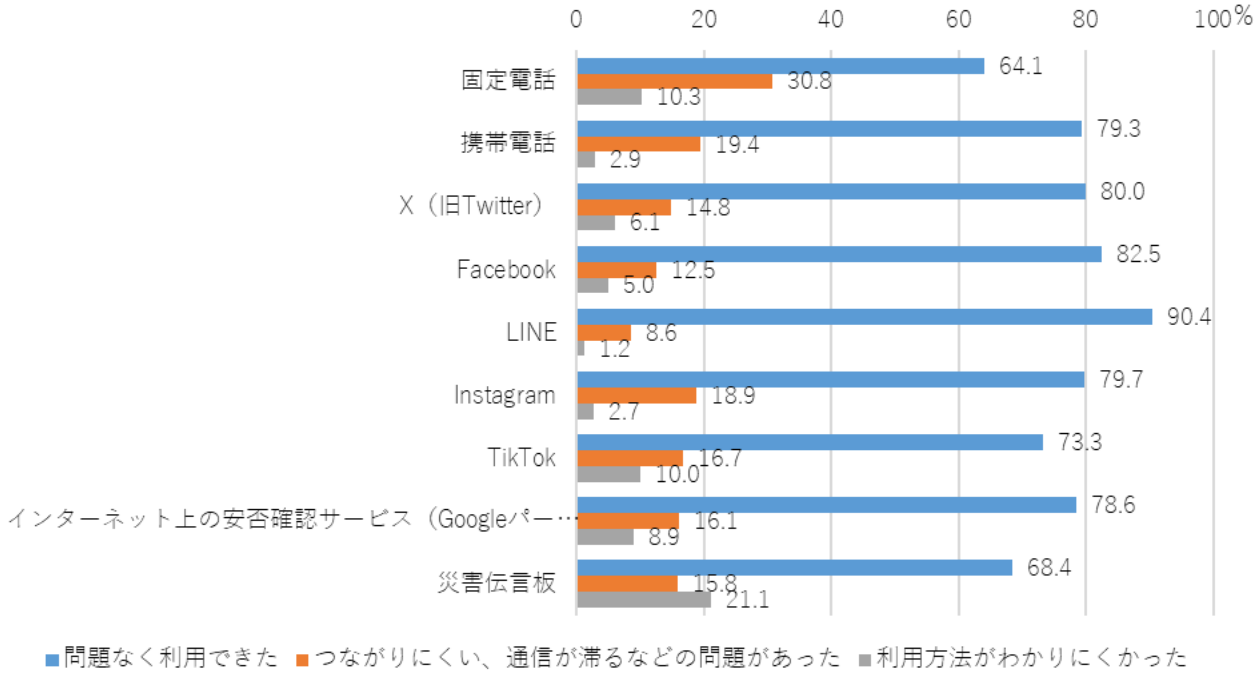
若年層は普段から慣れ親しんでいる SNS で気軽に安否確認行動を実施できる一方で、年齢の高い層は、こうしたツールを普段使い慣れていないことで、安否確認自体を控えてしまう傾向がみてとれる。

図表 3-163　家族や友人・知人等の安否確認実施手段（年代別）



また、安否確認を実施したと回答した層に対し、それぞれの手段の利用時に問題があったか尋ねたところ、各手段は概ね問題なく利用できた様子であったが、一部でつながりにくい現象が発生していた（図表3-164）。

図表 3-164　利用した各手段において問題があったか（各手段の利用者における割合）



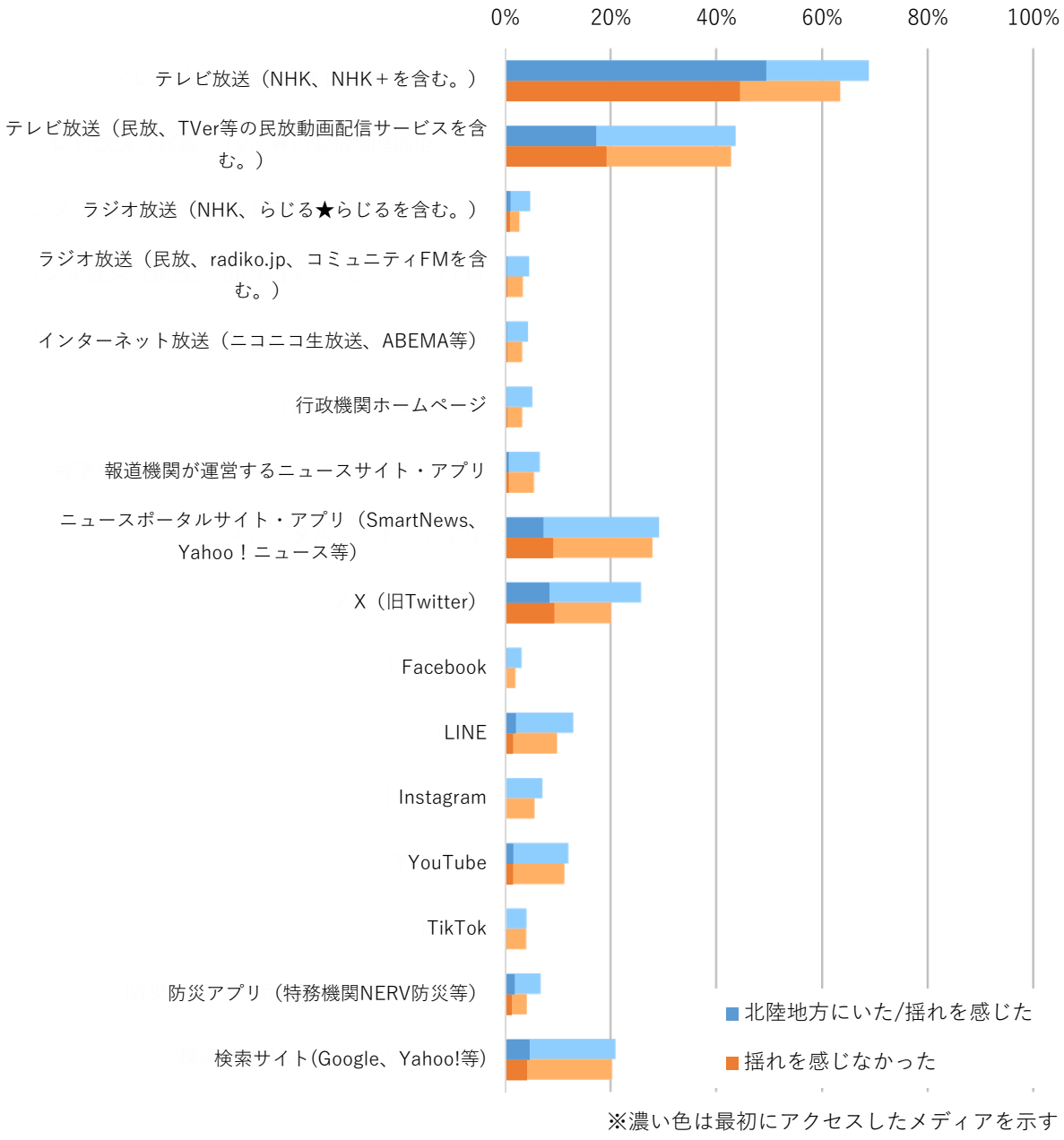
(2) 発災直後の情報収集行動

発災直後（数時間以内）の情報収集手段として活用したメディアについて、活用したメディア全てと、最初にアクセスしたメディアのそれぞれを質問した。

全体として、テレビ放送（NHK 及び民放）が最も多く活用されており、特に NHK は最初にアクセスしたメディアとして選択される割合も高かった。次いで、ニュースポータルサイト及び X（旧 Twitter）の活用が多く見られた。

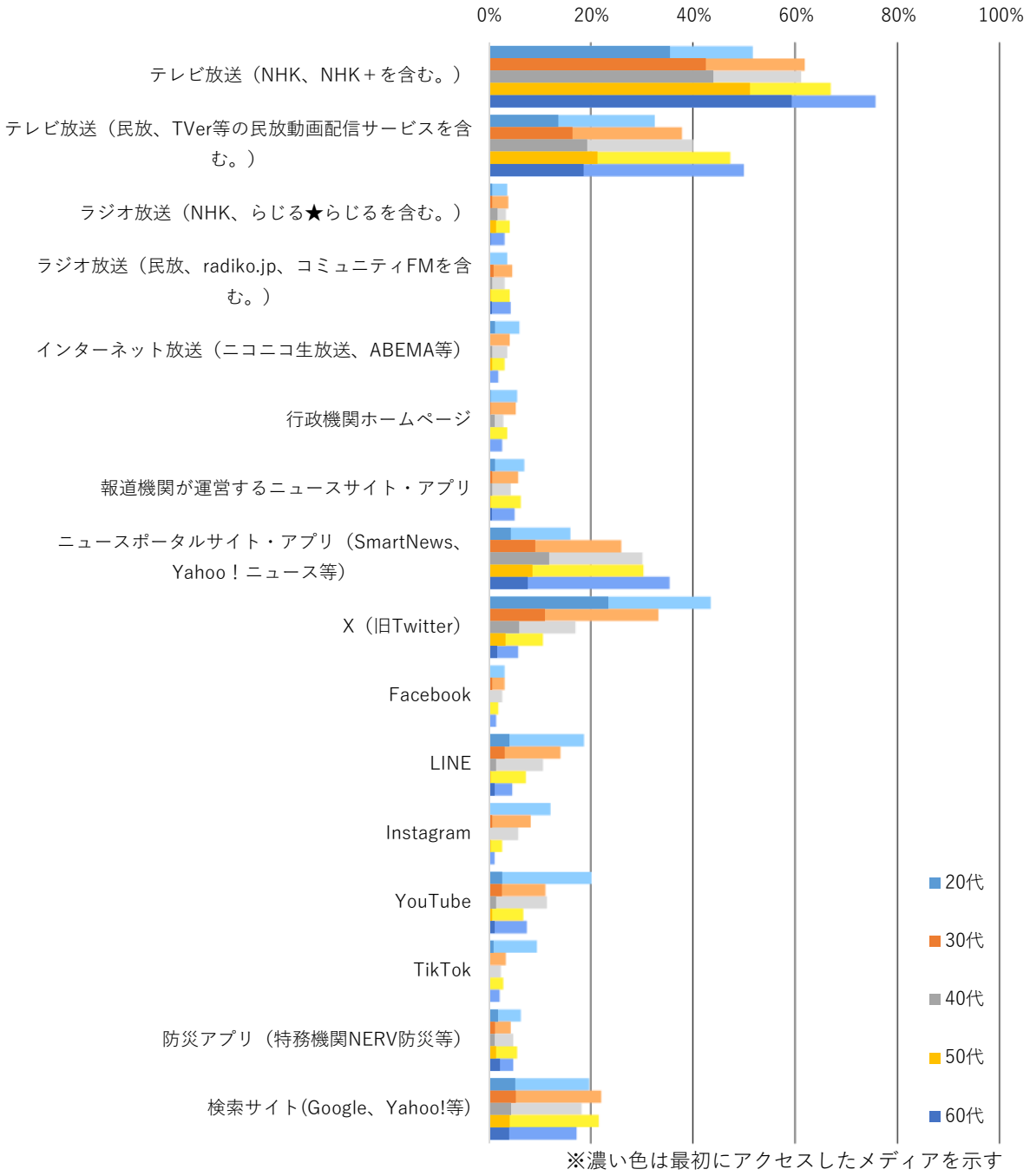
地震当日の状況別にみると、地震当日に揺れを感じた人は、最初にアクセスしたメディアとして NHK を選択する割合がやや高い。また、活用したメディア全てでみると、地震当日に揺れを感じた人は、NHK のほか X(旧 Twitter)はじめとする他メディアを併用する割合も高いことがうかがわれる(**図表 3-165**)。

図表 3-165　発災直後に活用したメディア（地震当日の状況別）



また、年代別にみると（**図表 3-166**）、テレビ放送、特に NHK は、全ての年代で最初にアクセスしたメディアとして選択される割合が高く、年代が高いほどその傾向が顕著である。また、テレビ放送の民放およびニュースポータルサイト・アプリも、年代が高いほど多く活用される傾向にあった。一方で、X（旧 Twitter）、LINE、YouTube は若い層ほど多く活用される傾向にあり、特に X（旧 Twitter）は、最初にアクセスしたメディアとしても 20 代の 2 割以上が選択するなど、大きな存在感をもっている。

図表 3-166　発災直後に活用したメディア（年代別）



(3) 目的ごとのメディア選択

以下の 4 つの目的のそれぞれについて、情報収集手段として活用したメディアを有用だった順に 3 つまで回答してもらった。

- 被害の大きさや余震・津波の見通し、道路・交通機関への影響、避難所開設等の情報
- 被災地域のライフライン（電気・ガス・水道)、食料・水の配給等の情報

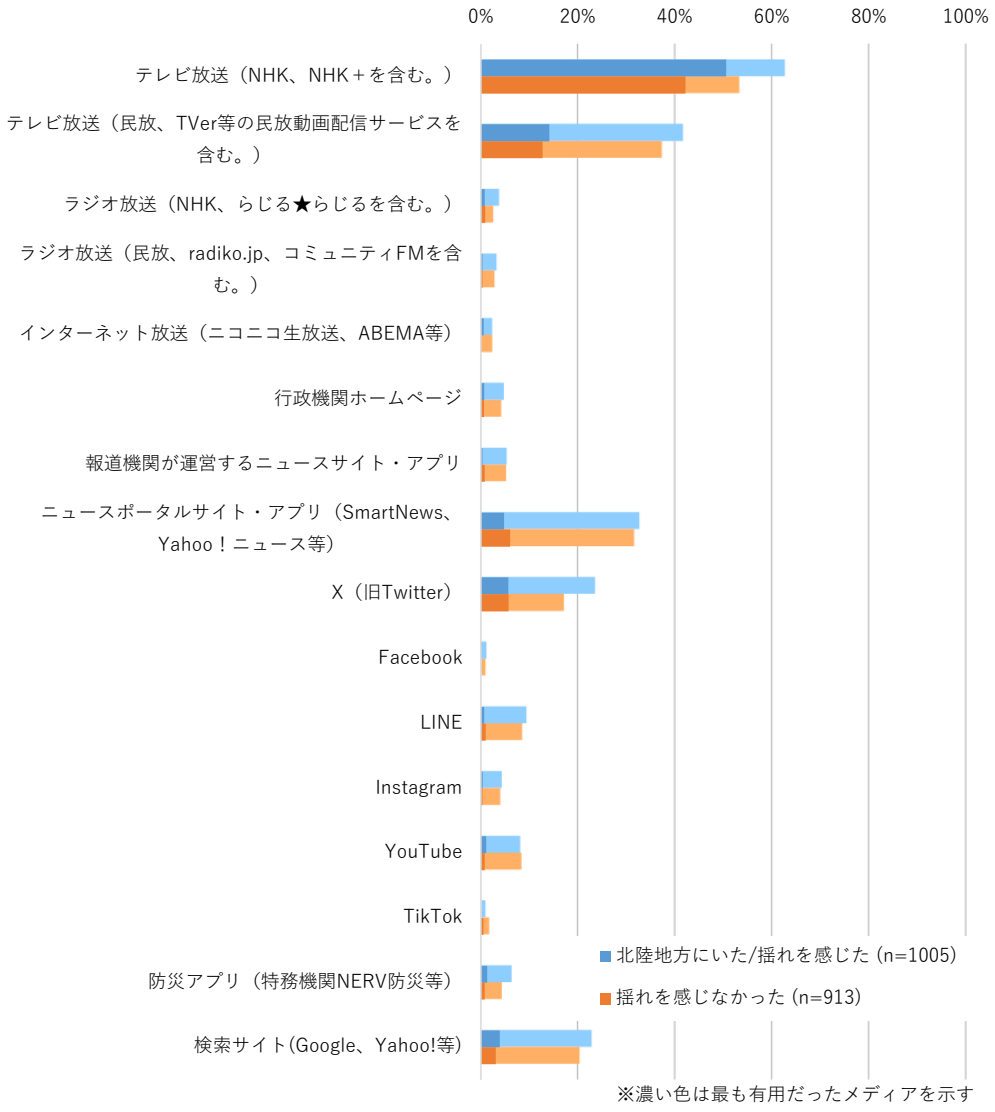
・　行政等による被災者向けの生業支援や生活再建支援に関する情報
・　被災地外からの支援方法（支援物資や寄付の受付先、ボランティアの受け入れ、その他ふるさと納税等による支援の手段等）

1)　被害の大きさ等に関する情報収集

被害の大きさや余震・津波の見通し、道路・交通機関への影響、避難所開設等の情報を収集する際に活用したメディアとしては、テレビ放送(NHK 及び民放)、ニュースポータルサイト・アプリ、X(旧 Twitter)、検索サイトが多く選択された。特に NHK は最も有用だったメディアとして評価されている。

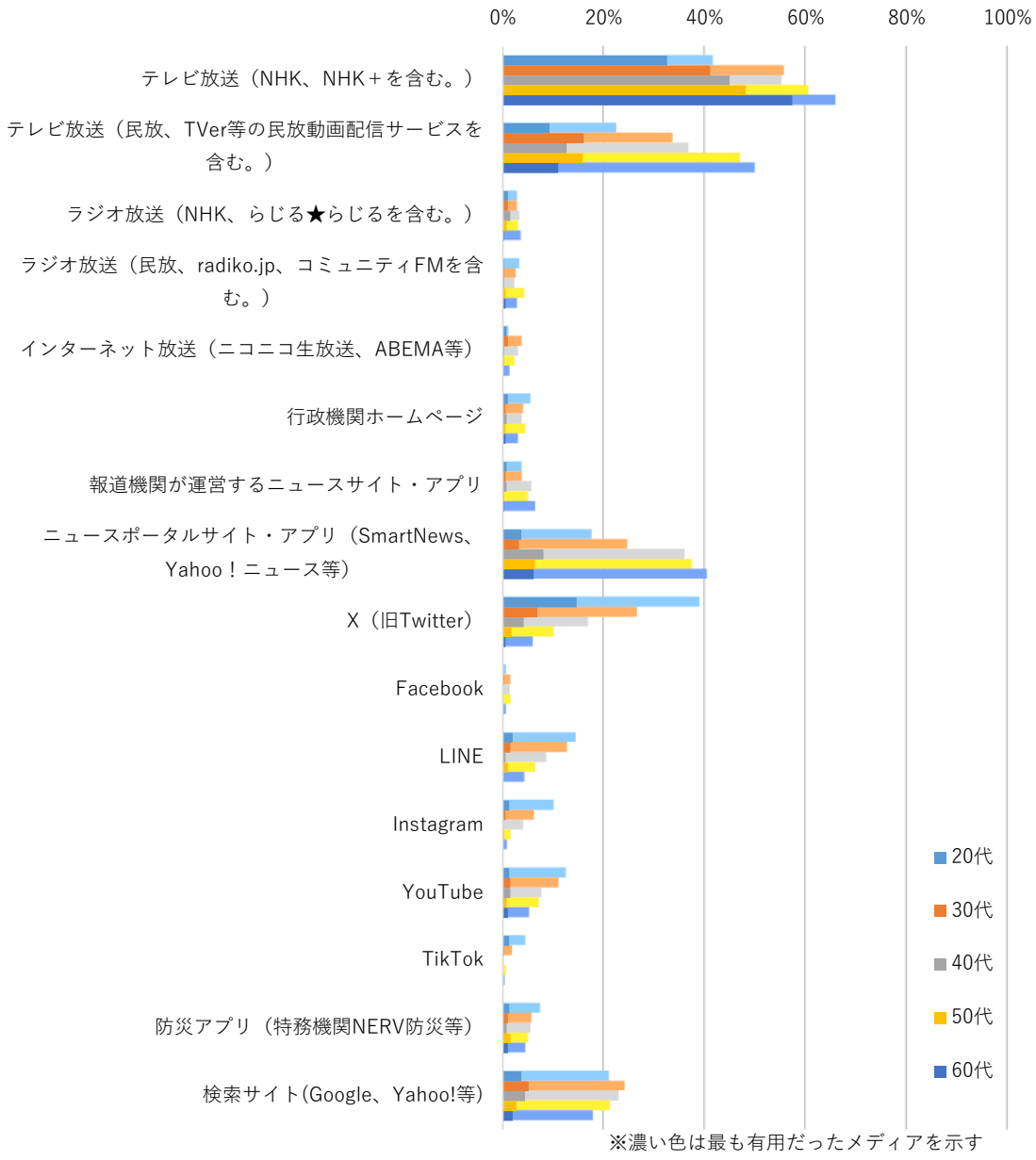
地震当日の状況別にみると、地震当日に揺れを感じた人は、NHK を最も有用なメディアとして活用する割合が高く、また民放を含むテレビ放送及び X（旧 Twitter）を活用する割合も高い傾向であった（図表 3-167)。

図表 3-167　目的別に有用だった情報手段（被害の大きさ）（地震当日の状況別）



年代別にみても、NHK は全ての年代で最も有用との評価であり、この傾向は年代が高いほど顕著であった。また、テレビ放送の民放およびニュースポータルサイト・アプリも、年代が高いほど多く活用される傾向にあった。一方で、X（旧 Twitter）、LINE、Instagram、YouTube は若い層ほど多く活用される傾向にあり、特に X（旧 Twitter）は、20 代の 4 割が情報収集に活用している。

図表 3-168　目的別に有用だった情報手段（被害の大きさ）（年代別）



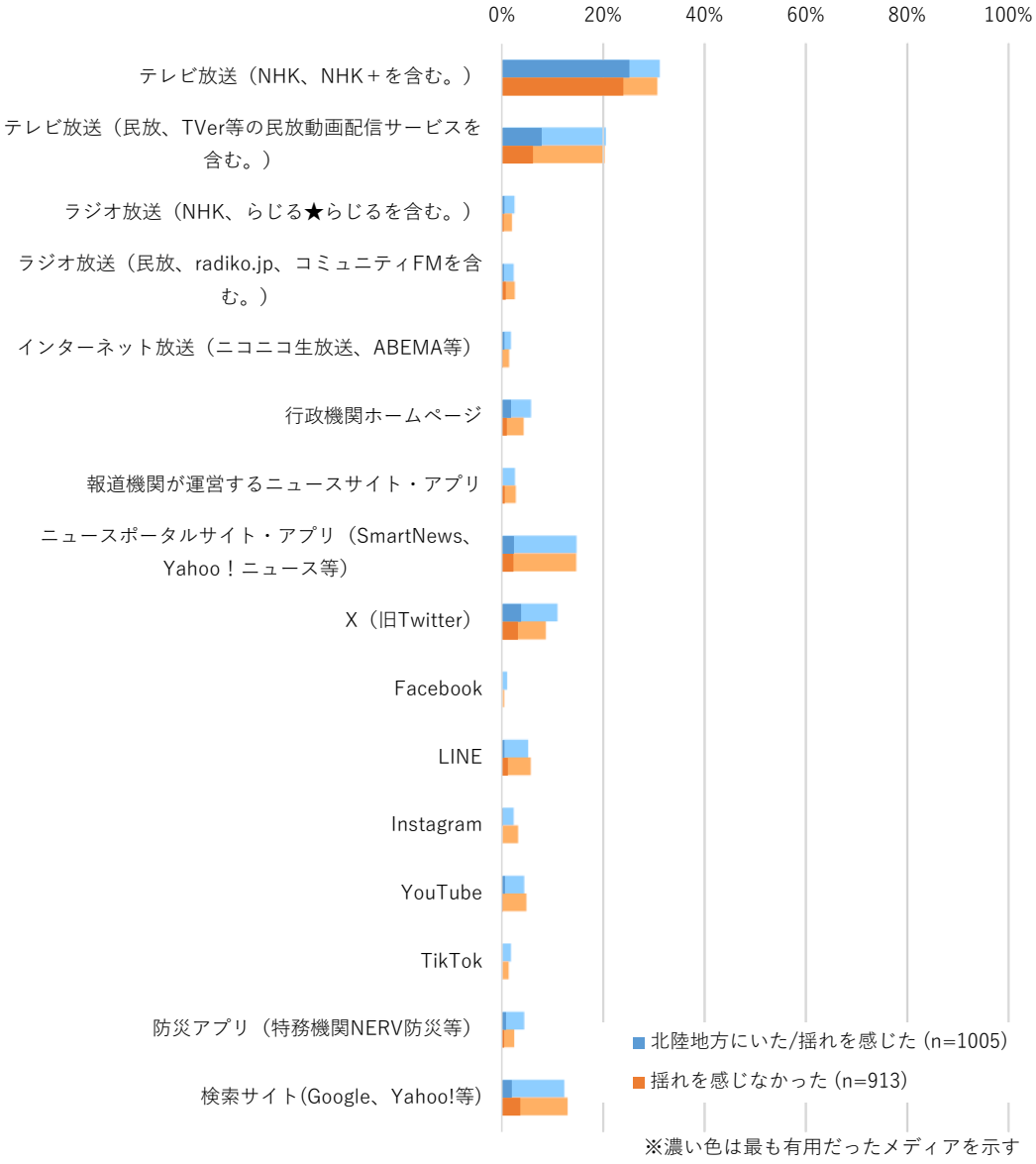
2)　ライフライン等に関する情報収集

被災地域のライフライン（電気・ガス・水道）、食料・水の配給等の情報を収集する際に活用したメディアとしては、テレビ放送（NHK 及び民放）、ニュースポータルサイト・アプリ、X（旧 Twitter）、検索

サイトが多く選択された。特に NHK は最も有用だったメディアとして評価されている。

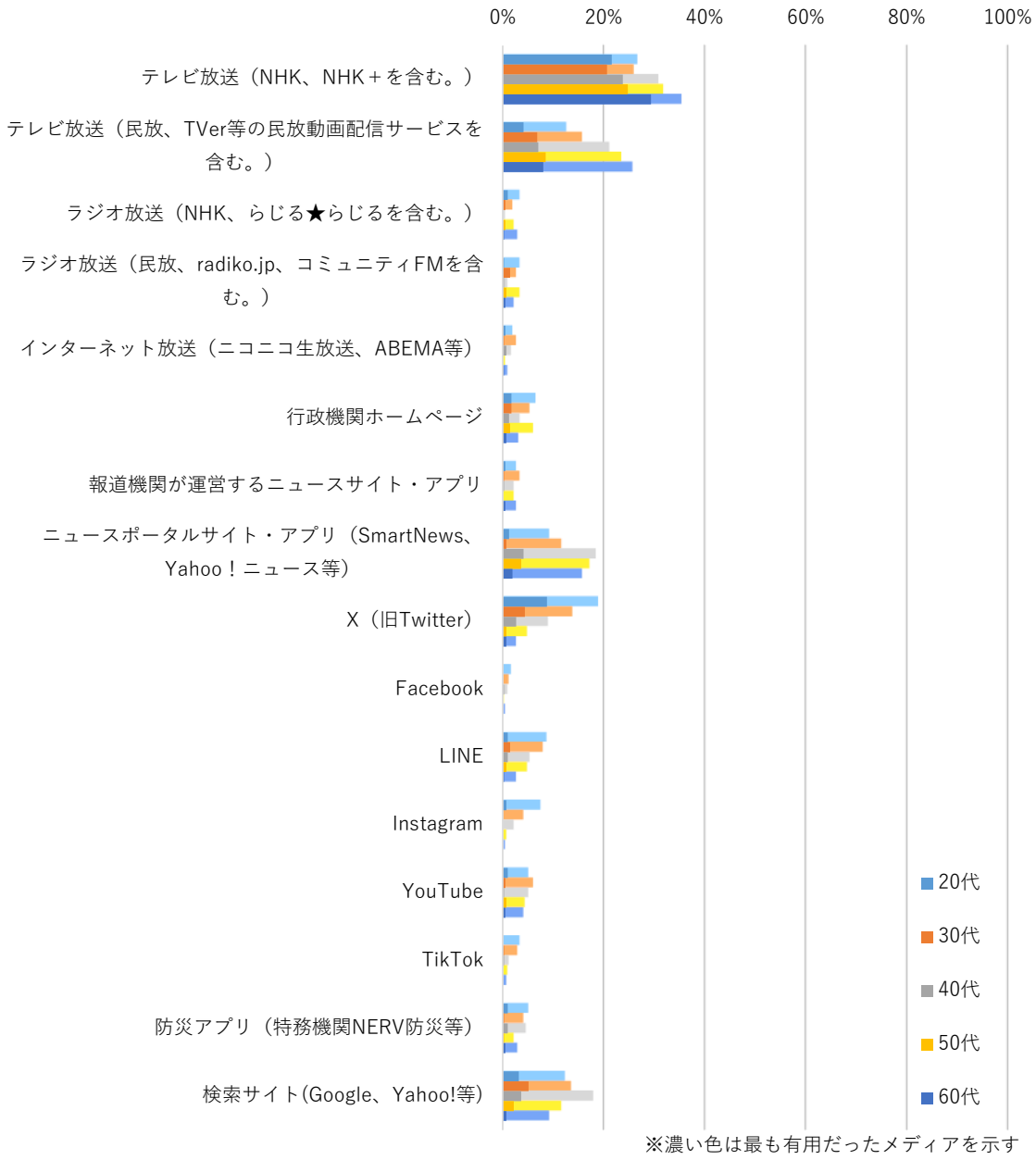
地震当日の状況別にみると、地震当日に揺れを感じた人はそうでない人と比較して、X（旧 Twitter）や行政機関ホームページ、防災アプリを併用する傾向にあった（図表 3-169）。

図表 3-169　目的別に有用だった情報手段（ライフライン）（地震当日の状況別）



年代別にみても、NHK は全ての年代で最も有用との評価であり、この傾向は年代が高いほど顕著であった。また、テレビ放送の民放およびニュースポータルサイト・アプリも、年代が高いほど多く活用される傾向にあった。一方で、20 代では X（旧 Twitter）が民放や検索サイトよりも多く活用されている。

図表 3-170　目的別に有用だった情報手段（ライフライン）（年代別）

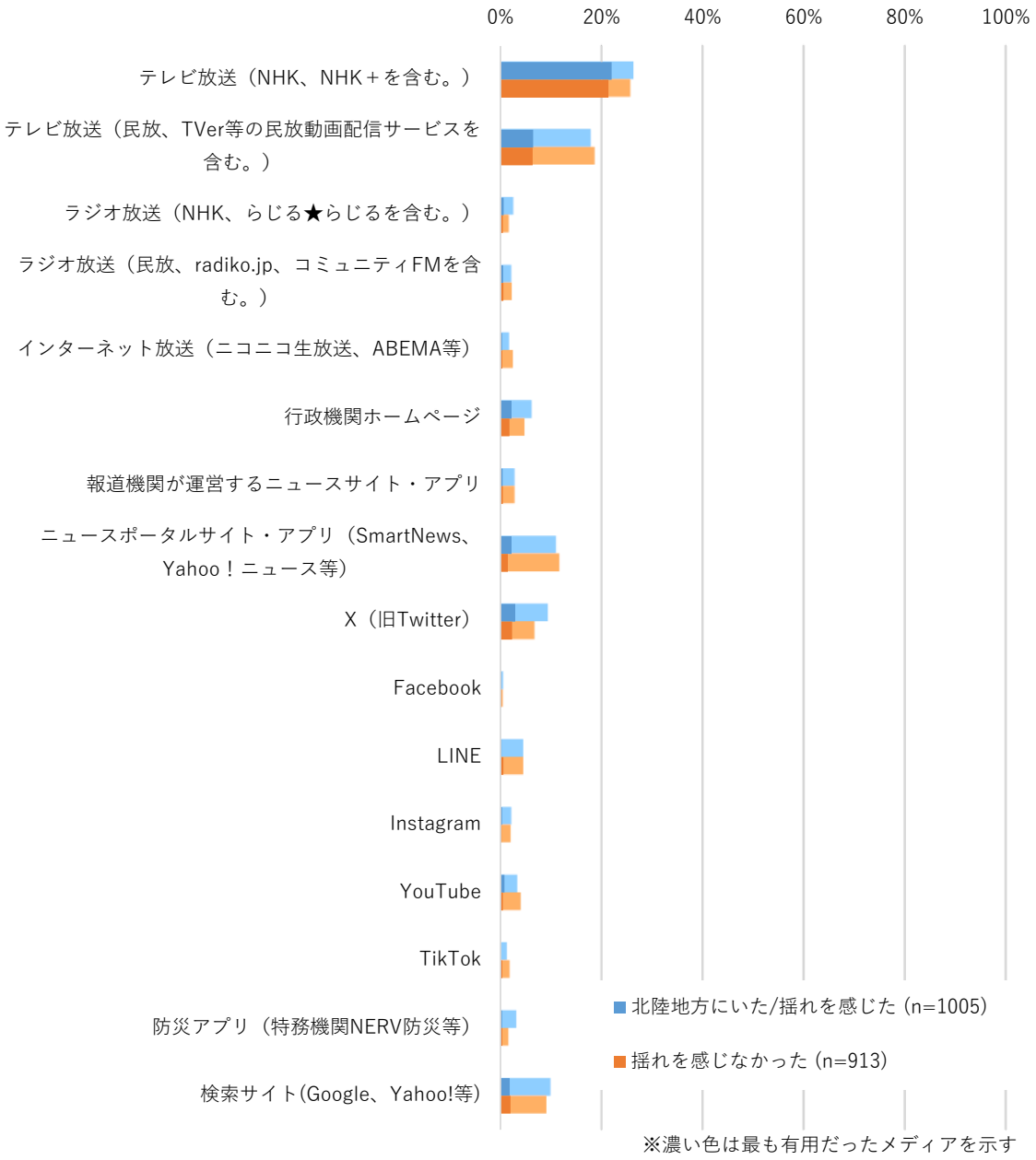


3)　行政等による支援の情報収集

行政等による被災者向けの生業支援や生活再建支援に関する情報を収集する際に活用したメディアとしては、テレビ放送（NHK 及び民放）、ニュースポータルサイト・アプリ、X（旧 Twitter）、検索サイトが多く選択された。特に NHK は最も有用だったメディアとして評価されている。

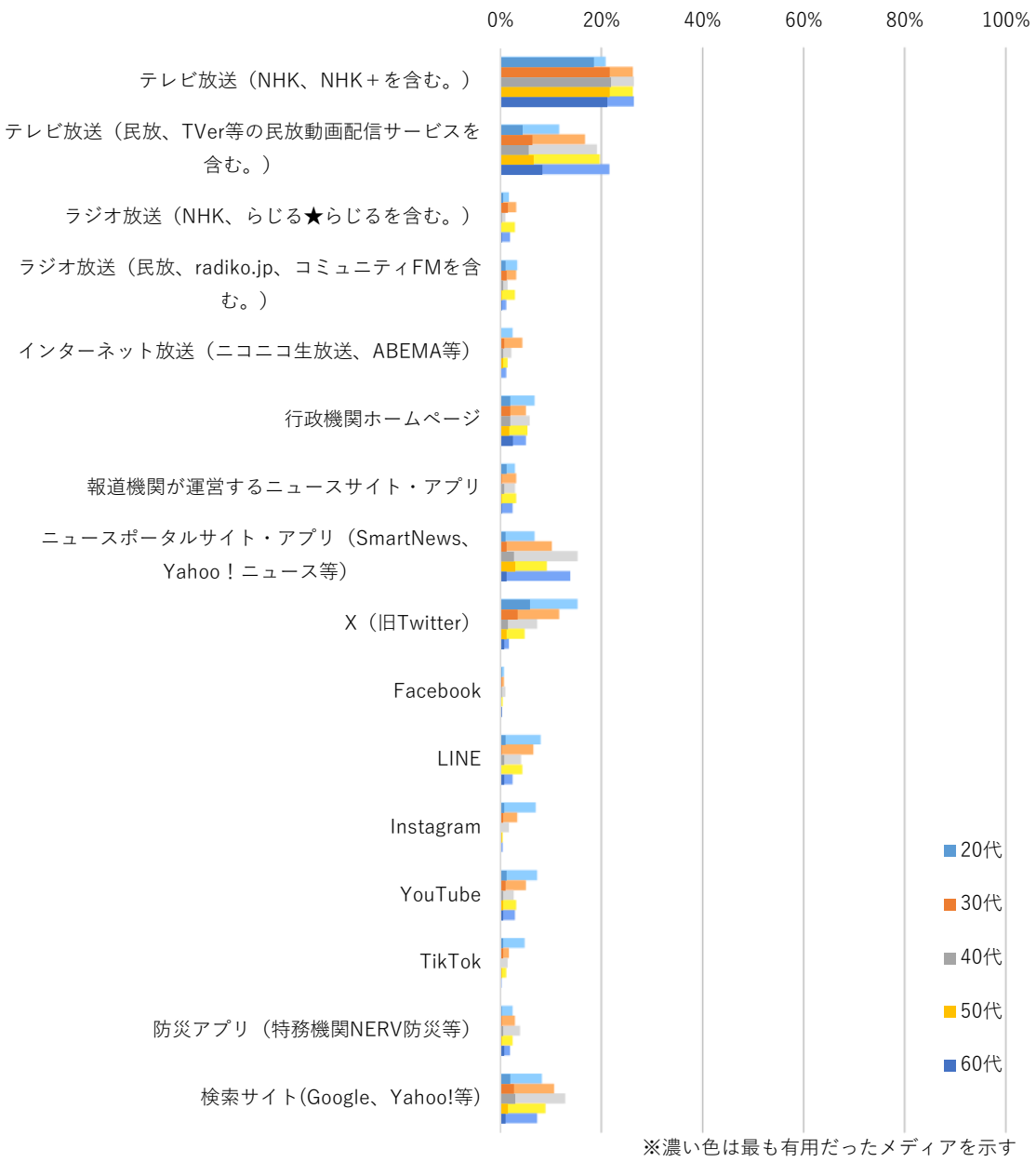
地震当日の状況別にみると、地震当日に揺れを感じた人はそうでない人と比較して、X（旧 Twitter）や行政機関ホームページ、防災アプリを併用する傾向にあった（図表 3-171）。

図表 3-171　目的別に有用だった情報手段（行政等による支援）（地震当日の状況別）



年代別にみても、NHK は全ての年代で最も有用との評価であり、また、テレビ放送の民放およびニュースポータルサイト・アプリは年代が高いほど多く活用される傾向にあった。一方で、20 代では X（旧 Twitter）が民放や検索サイトよりも多く活用されている。

図表 3-172　目的別に有用だった情報手段（行政等による支援）（年代別）

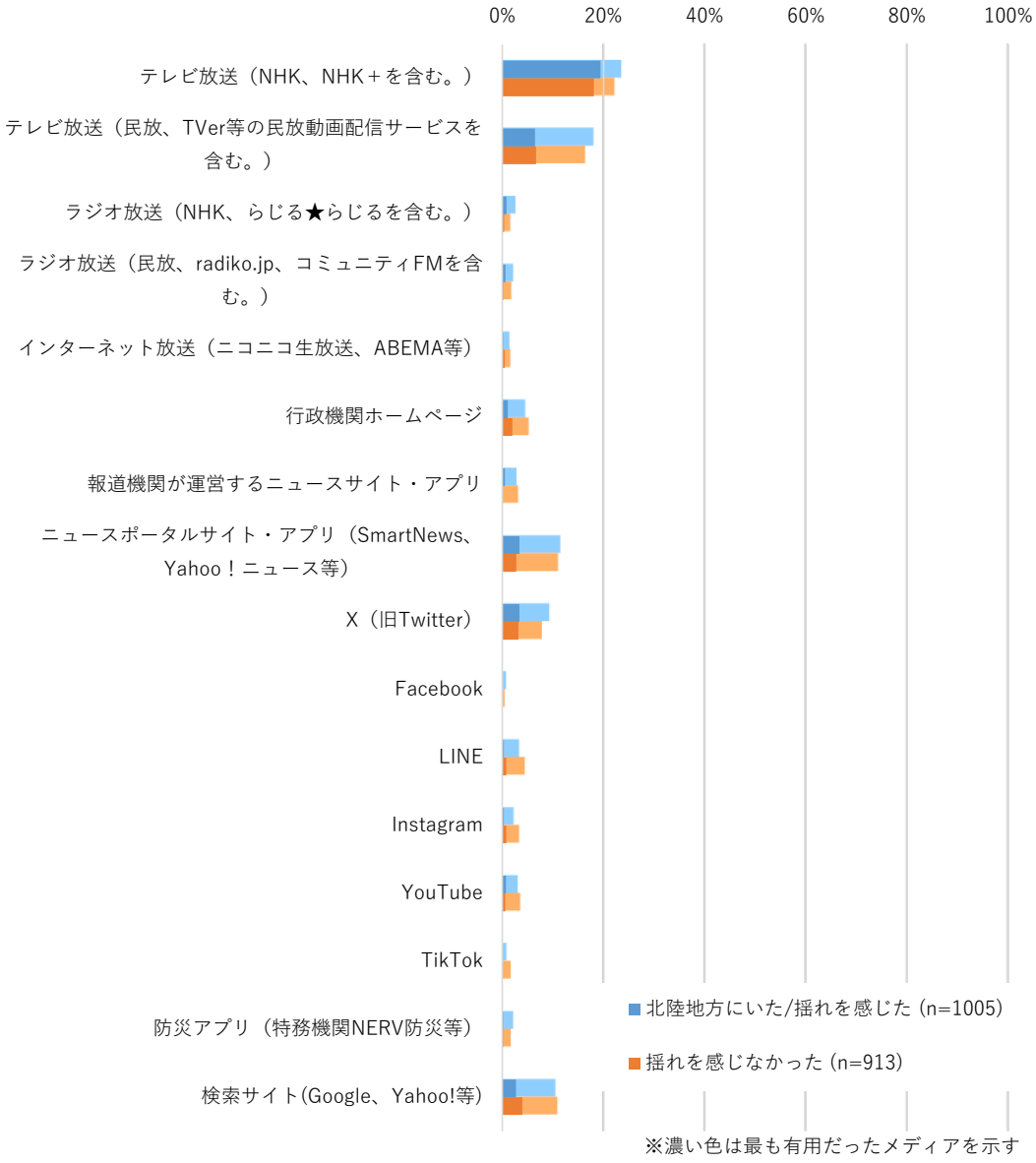


4)　被災地外からの支援方法等に関する情報収集

被災地外からの支援方法（支援物資や寄付の受付先、ボランティアの受け入れ、その他ふるさと納税等による支援の手段等）に関する情報を収集する際に活用したメディアとしては、テレビ放送（NHK 及び民放）、ニュースポータルサイト・アプリ、X（旧 Twitter）、検索サイトが多く選択された。特に NHK は最も有用だったメディアとして評価されている。

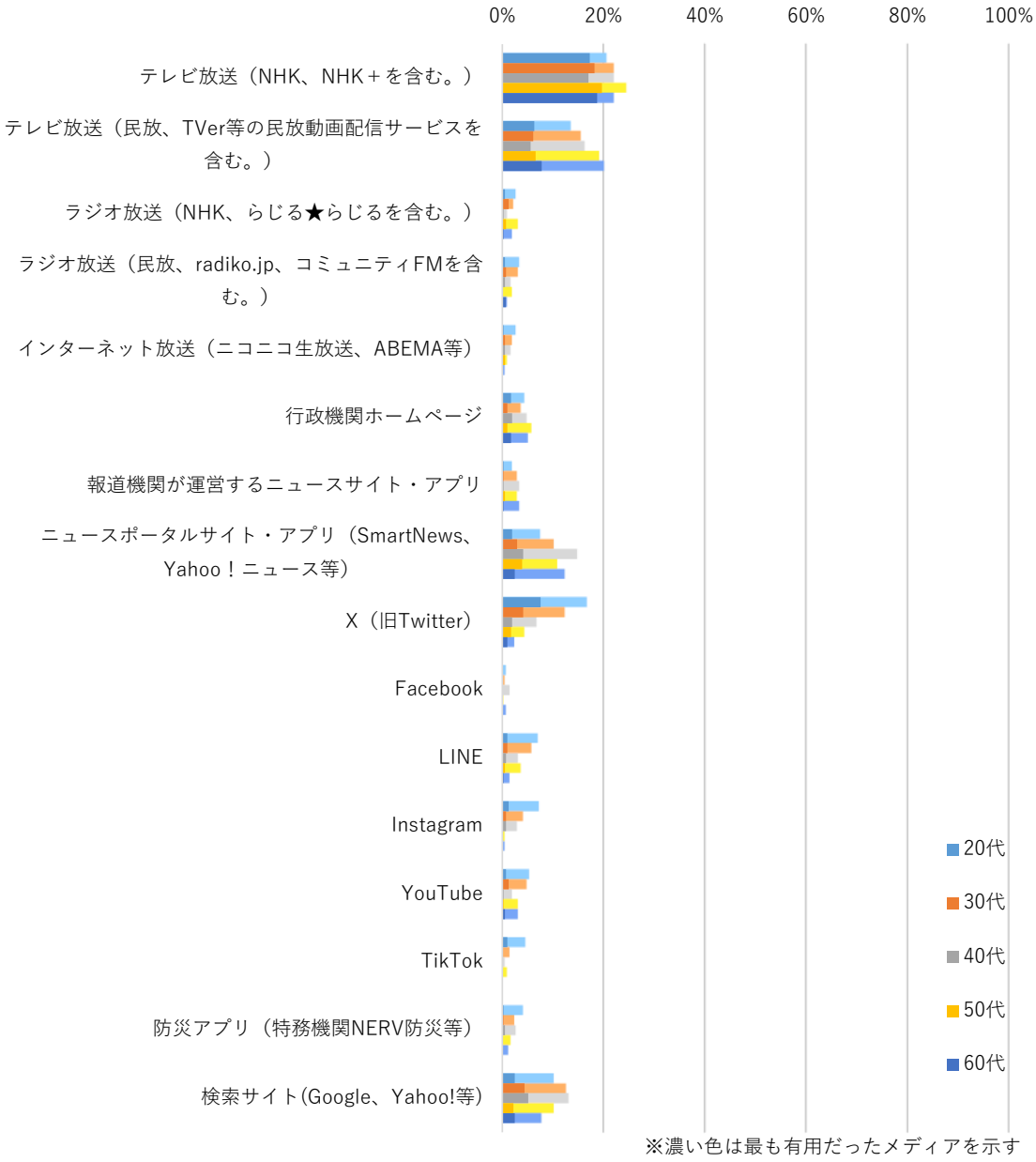
このカテゴリにおいては、地震当日の状況別で大きな差異はみられない（図表 3-173）。

図表 3-173　目的別に有用だった情報手段（被災地外からの支援方法）（地震当日の状況別）



年代別にみても、NHK は全ての年代で最も有用との評価であり、また、テレビ放送の民放およびニュースポータルサイト・アプリは年代が高いほど多く活用される傾向にあった。一方で、20 代では X（旧 Twitter）が民放や検索サイトよりも多く活用されている。

図表 3-174　目的別に有用だった情報手段（被災地外からの支援方法）（年代別）



(4) SNS における行動

回答者のうち、X（旧 Twitter）、Facebook、LINE、Instagram、YouTobe、TikTok のうち 1 つ以上を普段利用しているサービスとして選択した 1855 名に対し、今回の地震の際の SNS における行動について質問した。

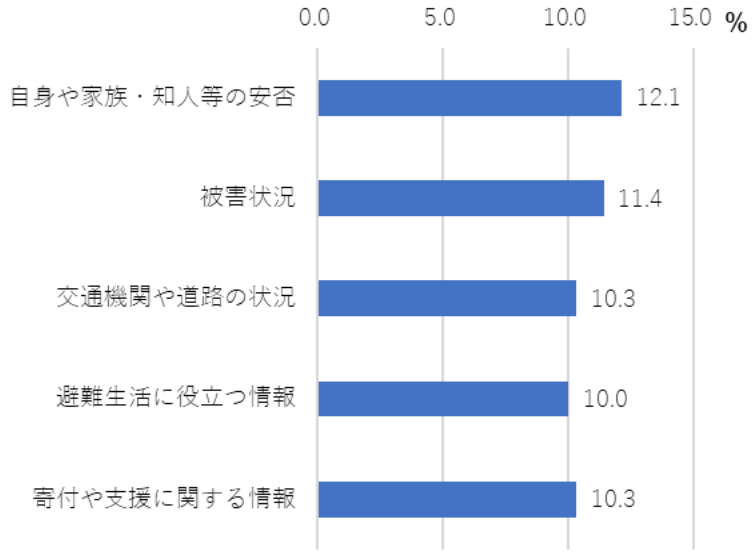
1)　今回の地震に関連する情報の発信・拡散

今回の地震に関連する情報を SNS で発信（シェア・リポストなどの拡散行動も含む）した割合は、最

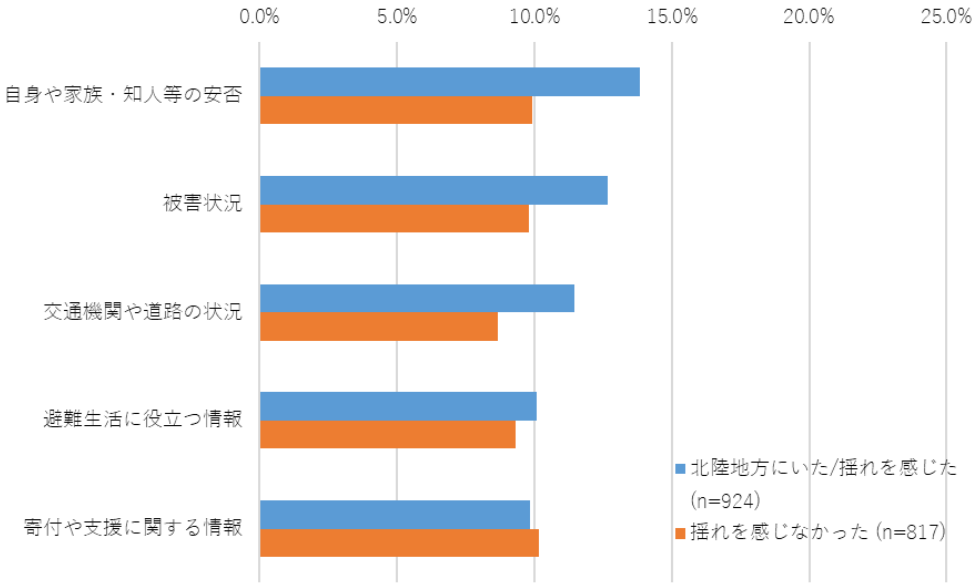
も高い「自身や家族・知人等の安否」に関する情報で 12.1%と、全体としては高いとはいえない（図表 3-175）。

地震当日の状況別にみると、揺れを感じた人は自身等の安否や被害状況、交通機関等の状況について発信・拡散する傾向が高かった（図表 3-176）。

図表 3-175　地震に関連する情報を SNS で発信した割合（全体）

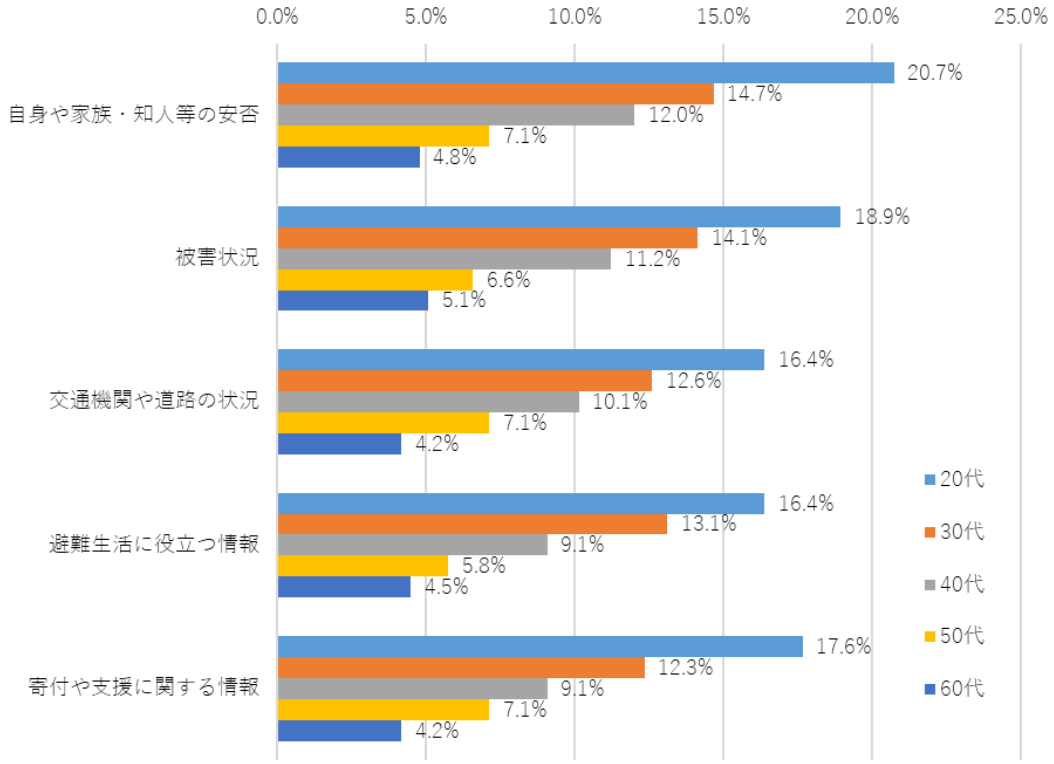


図表 3-176　地震に関連する情報を SNS で発信した割合（地震当日の状況別）



一方で、年代別にみると、地震に関連する情報を SNS で発信した割合は顕著な差がみられ、情報の種類を問わず、若い層ほど SNS で発信する割合が高かった（図表 3-177）。

図表 3-177　地震に関連する情報を SNS で発信した割合（年代別）



2)　真偽不確かな情報の発信・拡散

今回の地震に関連し、SNS 上で拡散され、後に悪意ある情報や偽・誤情報が含まれると指摘された以下の 8 種類の情報について、SNS における発信・拡散等の行動の状況を確認した。

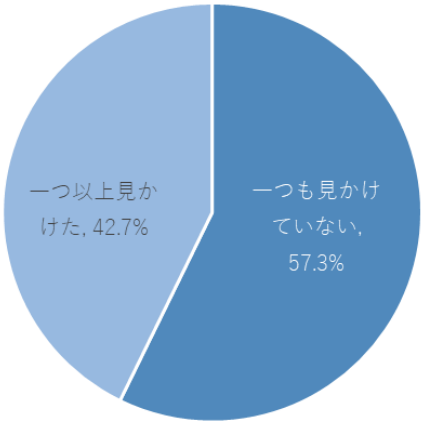
- 個人で支援を募る投稿（二次元コードを添付して寄附金・募金等を求める投稿）
- 公的機関による支援や施設利用に関する情報（実在しない避難所や支援物資の虚偽のひっ迫状況に関する投稿）
- 被災住宅について住宅改修工事を勧める投稿
- 東日本大震災等、異なる災害時の画像や動画を添付して被害状況を報告する投稿
- 住所が記載され救助を呼びかける投稿
- 被災地での治安に関する投稿（不審者・不審車両への注意を促す投稿／外国人による犯罪に関する投稿）
- 原子力発電施設の被災状況に関する投稿(志賀原発から油や放射性物質を含む水が漏洩したとする投稿)
- 能登半島地震が人工地震であるとする投稿

(ア) 見かけたことのある真偽不確かな情報

今回の地震に関連し、真偽不確かな 8 種類の情報のうち一つ以上を見かけたことがあると回答した割

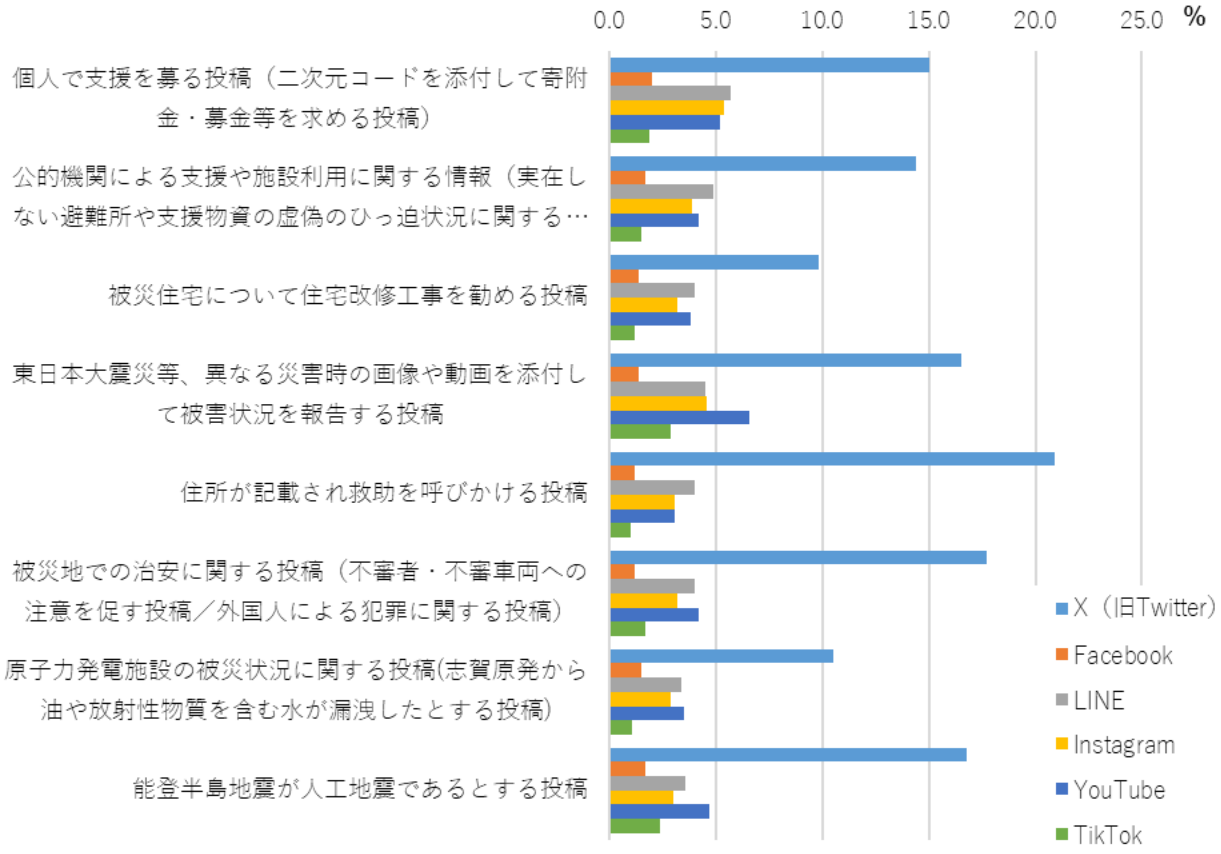
合は、SNS 利用者全体の 42.7%にのぼった（図表 3-178）。

図表 3-178　SNS 利用者のうち、真偽不確かな情報を一つ以上見かけた割合



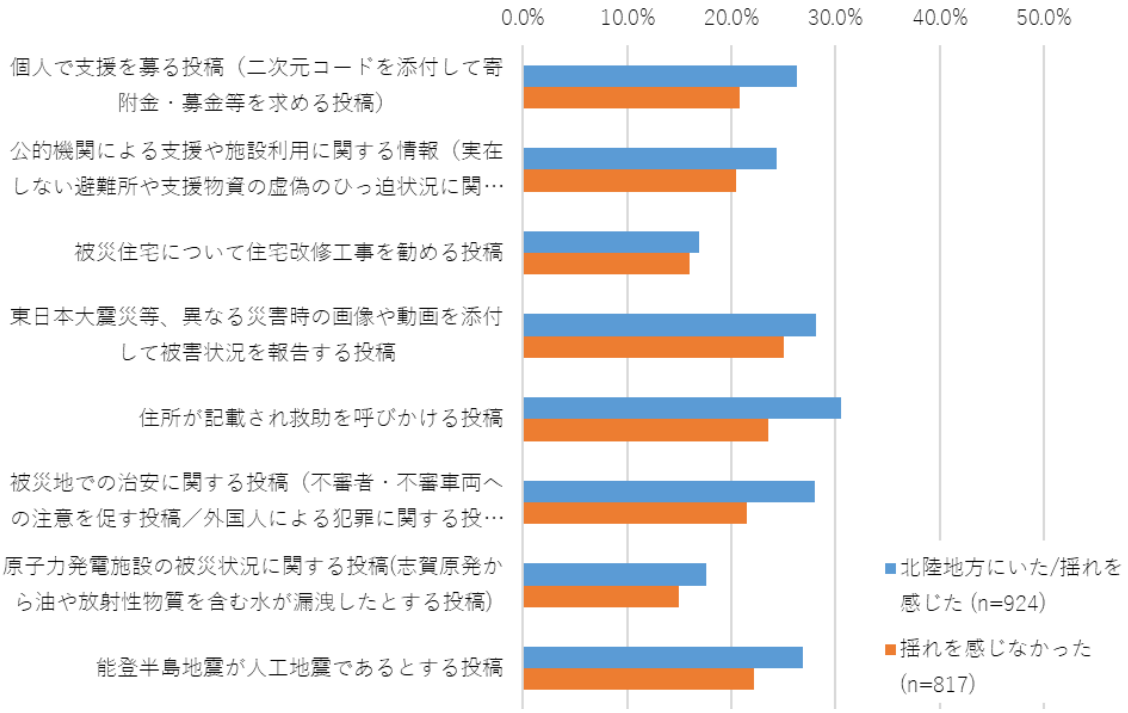
SNS の種類別にみると、全ての真偽不確かな情報において、X（旧 Twitter）で見かけたとする回答が顕著に高く、Facebook と TikTok は低い傾向にあった（図表 3-179）。

図表 3-179　SNS 上で見かけたことのある真偽不確かな情報



地震当日の状況別にみると、情報の種類によらず、地震当日に揺れを感じた人ほど真偽不確かな情報に触れている割合が高い（図表 3-180）。揺れを感じた人は積極的に情報を収集する結果として偽・誤情報にも触れる頻度が高くなると推察される。

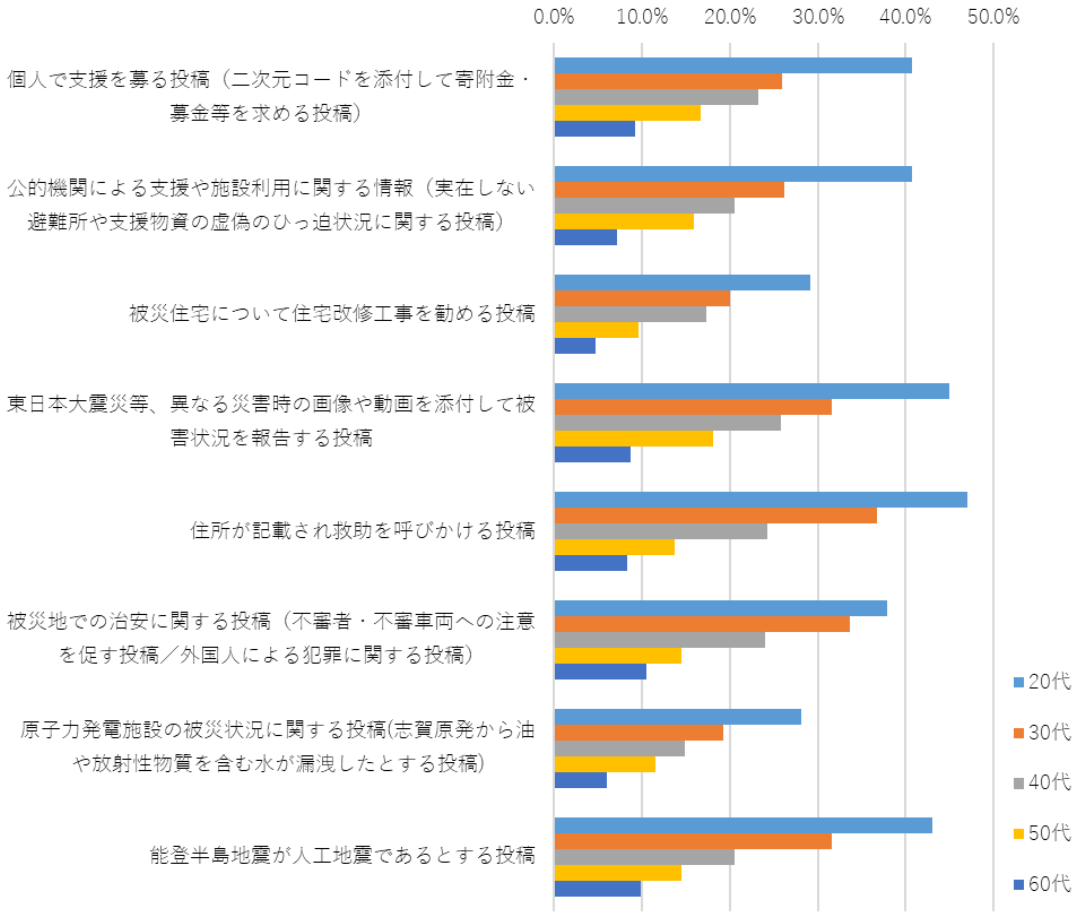
図表 3-180　SNS 上で見かけたことのある真偽不確かな情報（地震当日の状況別）



また、年代別にみると、情報の種類によらず、全体として若年層ほど真偽不確かな情報に触れている割合が高い（図表 3-181）。

今回の地震において、若い層は、特に真偽不確かな情報が多く拡散された X（Twitter）を普段から活用し、地震に関連する情報の収集においても「有用なメディア」として積極的に活用していることによって、真偽不確かな情報に触れる機会も増えてしまっていることがうかがわれる。

図表 3-181　SNS 上で見かけたことのある真偽不確かな情報（年代別）

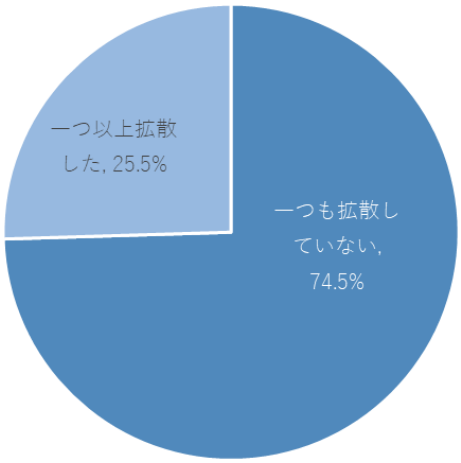


(イ) 拡散したことのある真偽不確かな情報

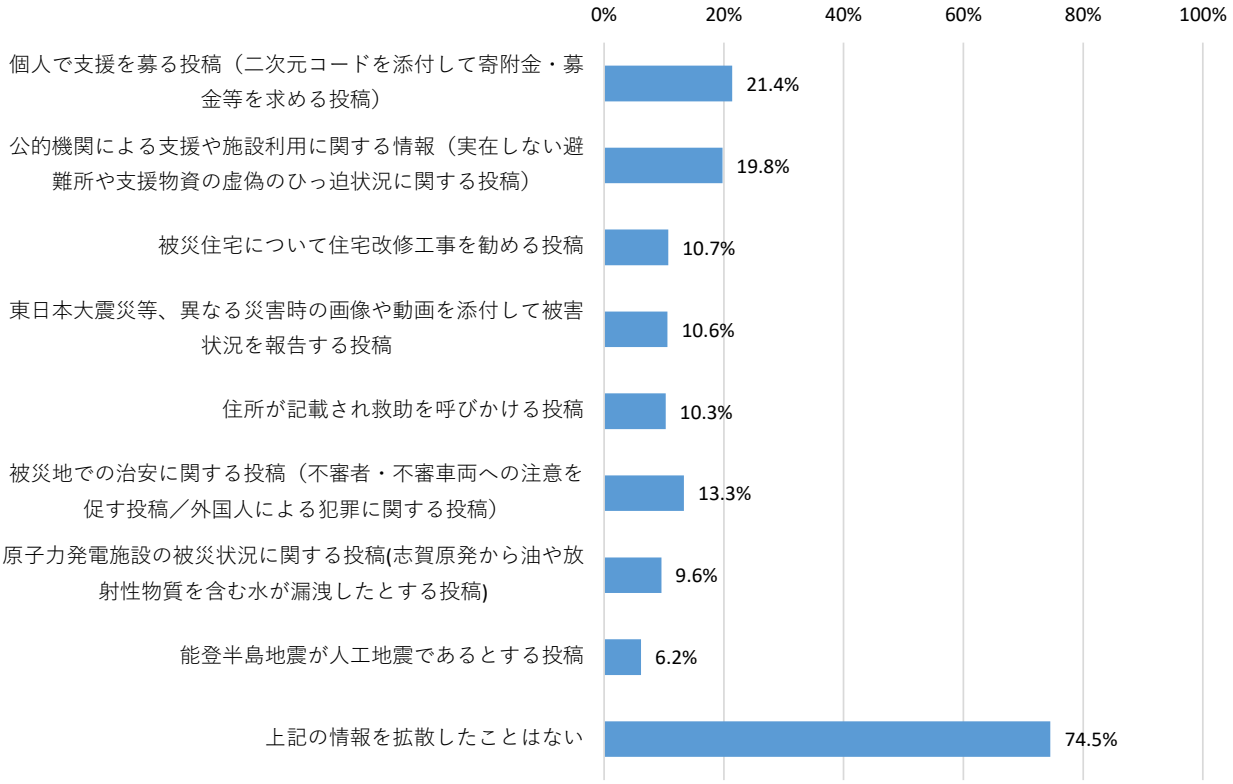
真偽不確かな情報を見かけたことがあると回答した 793 名のうち、見かけた情報を一つ以上拡散したことがあると回答した割合は 25.5%であった（図表 3-183）。

情報の種類別にみると、個人で支援を募る情報、及び公的機関による支援等に関する情報を拡散するケースが比較的多い（図表 3-183）。

図表 3-182　SNS 上で真偽不確かな情報を一つ以上拡散した割合

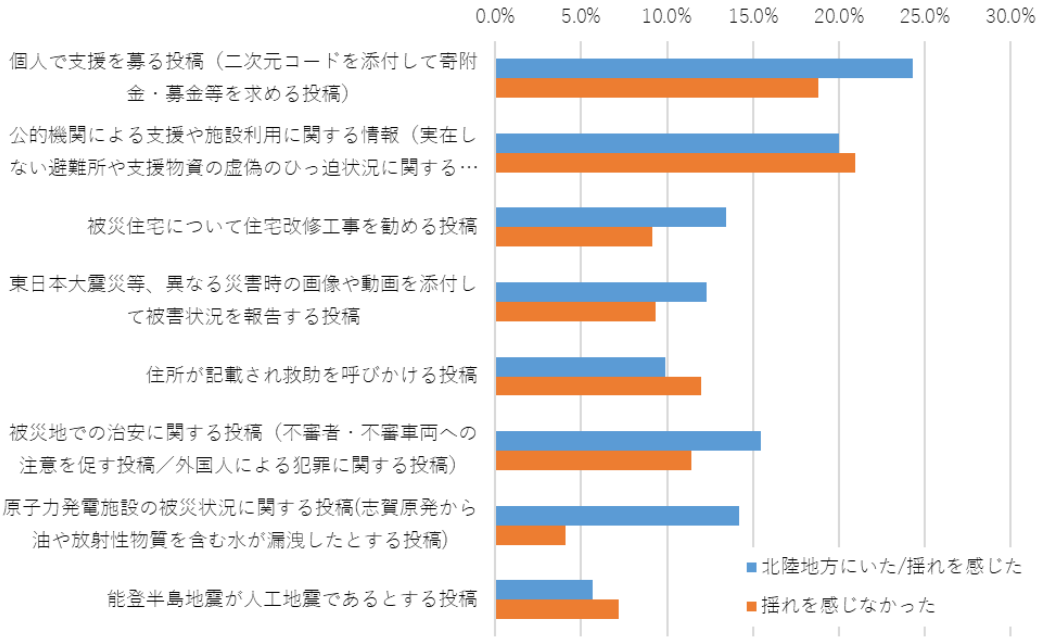


図表 3-183　SNS 上で拡散したことのある真偽不確かな情報



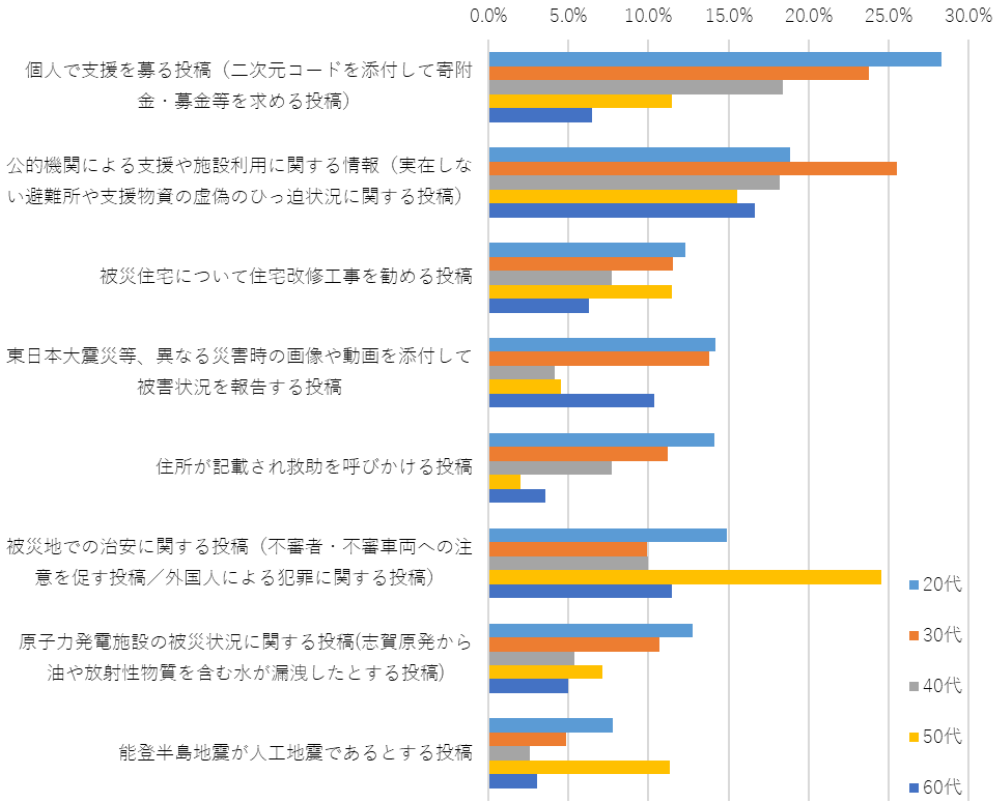
地震当日の状況別にみると、地震当日に揺れを感じた人は、支援を募る投稿や被災地の治安など、被災者にとって直接役立つと判断されそうな情報について、より多くの拡散行動をとっている（図表 3-184）。

図表 3-184　SNS 上で拡散したことがある真偽不確かな情報（地震当日の状況別）



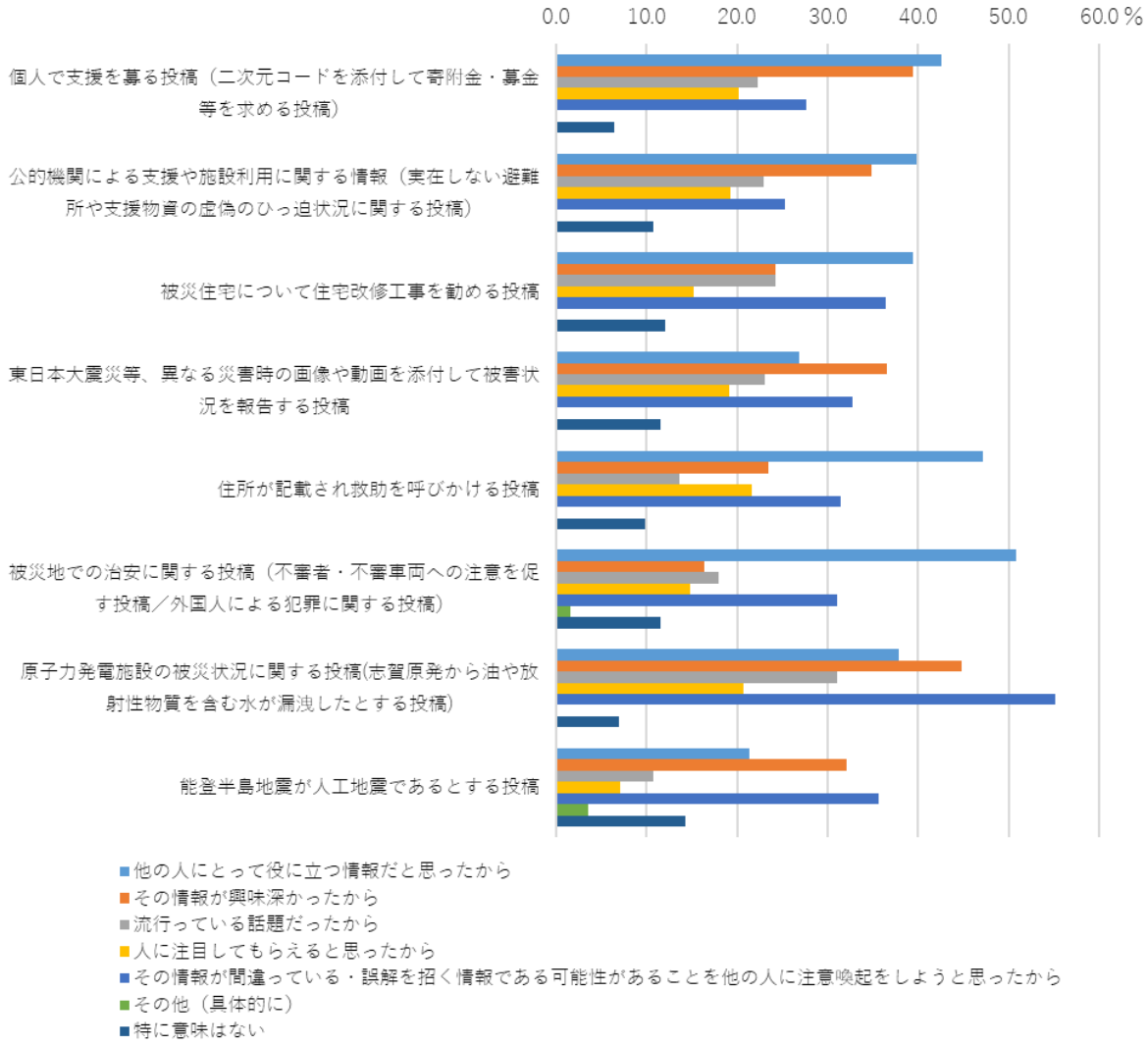
年代別にみると、拡散等の行動をとった割合は情報の種類によって異なり、20 代は支援を募る投稿、30 代は公的支援等に関する投稿、50 代は被災地の治安や人工地震に関する投稿を拡散することが多い（図表 3-185）。

図表 3-185　SNS 上で拡散したことがある真偽不確かな情報（年代別）



また、拡散する理由としては、「他の人にとって役立つ情報だと思ったから」、または「情報が間違っていることを注意喚起しようと思ったから」といった善意に基づく理由が多い傾向がみてとれる（図表 3-186）。

図表 3-186　真偽不確かな情報を拡散した理由

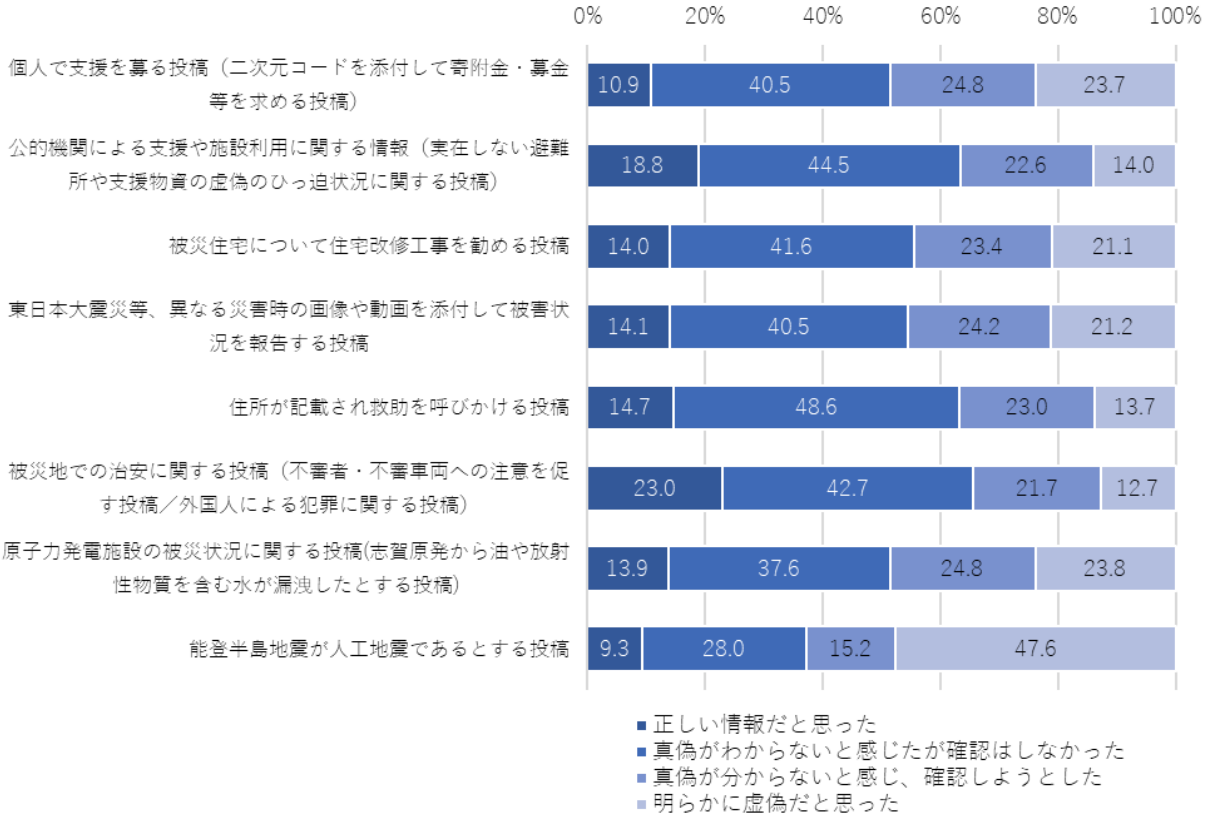


(ウ) 情報の確からしさの判断

真偽不確かな情報を見かけた人に対し、見かけたことのある情報それぞれの確からしさをどう感じたかを質問した（図表 3-187）。

情報の種類を問わず、見かけた情報をそのまま正しい情報だと鵜呑みにする割合は 1～2 割に留まっており、「能登半島地震が人工地震であるとする投稿」については半数程度が「明らかに虚偽」と判断している。一方で、真偽がわからないと感じ、確認しようとした割合もまた 2 割前後に留まっており、多くの真偽不明な情報について、わからないまま確認しようとしない層が最も多かった。

図表 3-187　見かけた情報の確からしさに対する判断



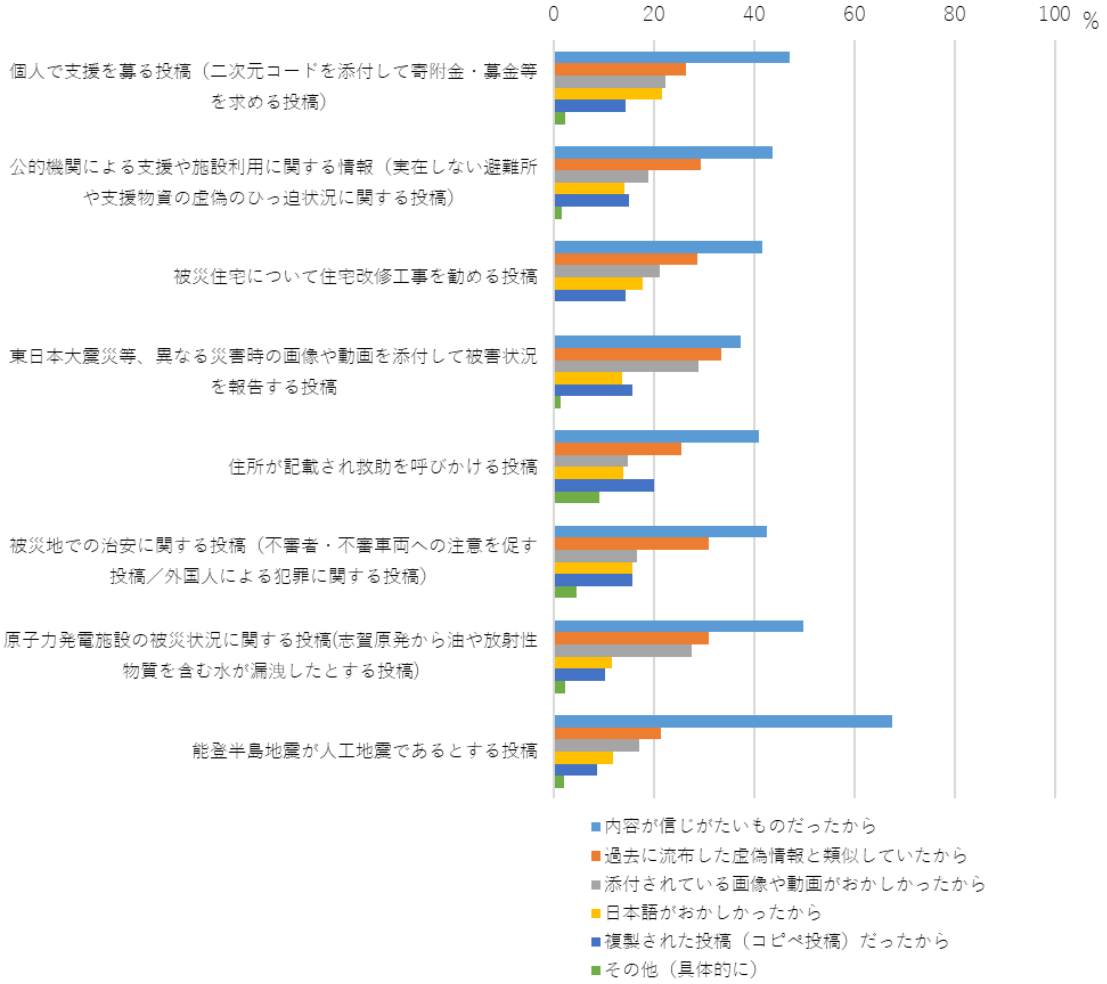
上記において、「真偽がわからない」「明らかに虚偽だと思った」と回答した層に対し、真偽を疑う理由を確認したところ、情報の種類を問わず「内容が信じがたい」が最も多く、次に「過去に流布した情報との類似」が挙げられている（図表 3-188）。

災害時に拡散されがちな偽・誤情報には決まったパターンがあることが知られており、例えば、日本ファクトチェックセンターは、「災害時に広がる偽情報 5 つの類型」として、「実際と異なる被害投稿」、「不確かな救助要請」、「虚偽の寄付募集」、「根拠のない犯罪情報」等を挙げている[237]。

今回の調査結果からも、災害時に拡散されやすい偽・誤情報のパターンを知ることが、情報の確からしさを判断する一助となったことがみてとれる。偽・誤情報に惑わされないための情報リテラシー向上施策として、こうした類型を広く啓蒙することが効果的である可能性が示唆される。

[237] 日本ファクトチェックセンター,（能登半島地震）災害時に広がる偽情報 5 つの類型～地震や津波に関するデマはどう拡散するのか(2024 年 1 月 5 日)< https://www.factcheckcenter.jp/explainer/others/5-types-of-disinformation-about-disaster/>

図表 3-188　情報の真偽を疑った理由

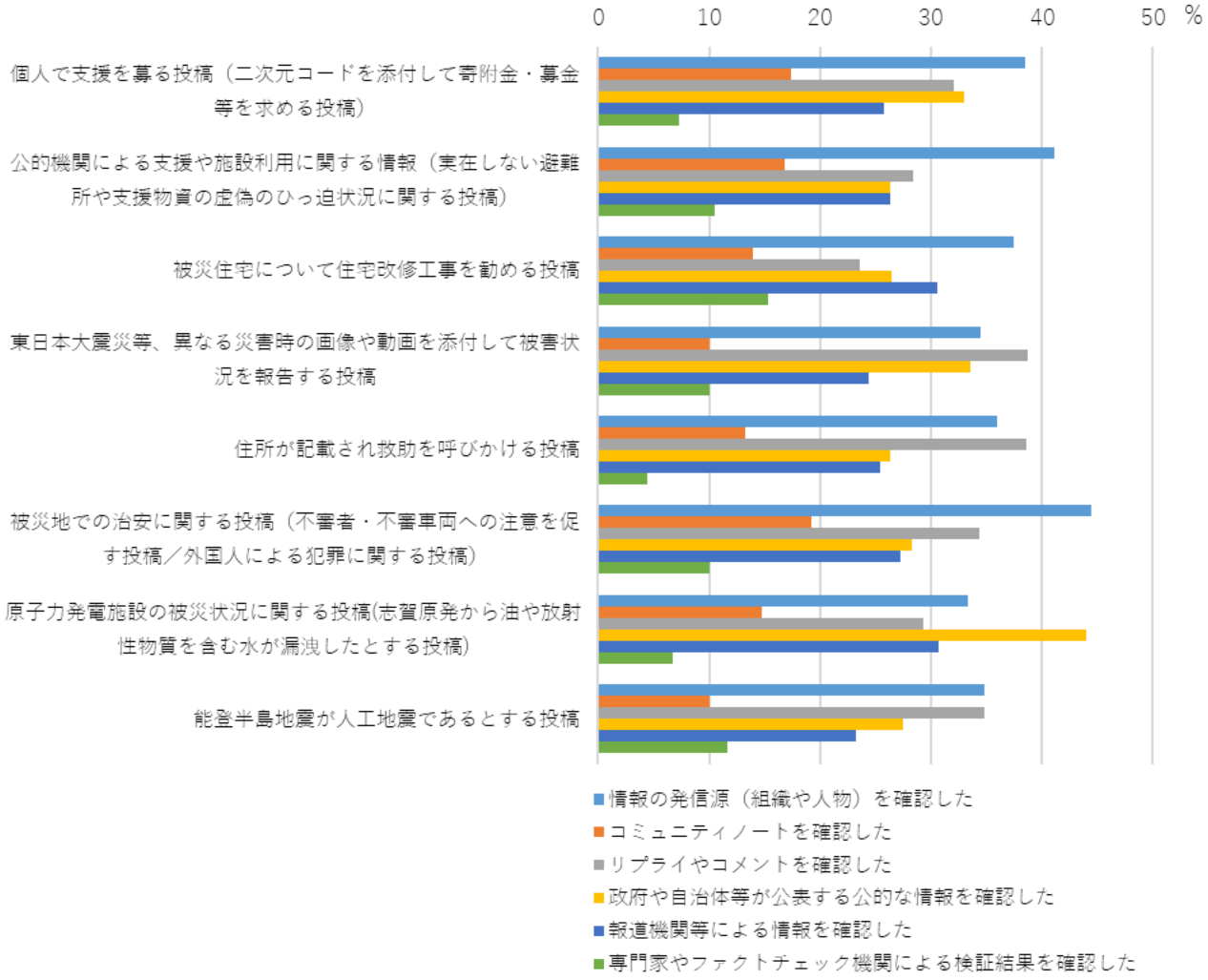


各情報について「真偽がわからないと感じ、確認しようとした」と回答した層に対し、確認手段を質問した（図表 3-189）。

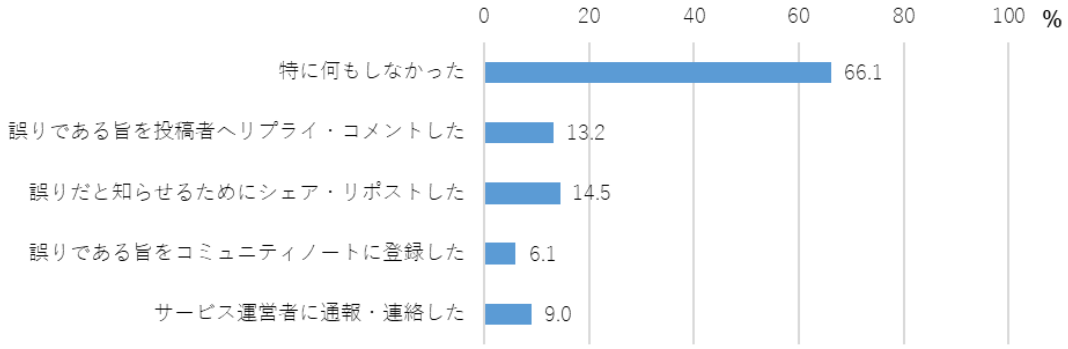
その結果、「情報の発信源を確認する」との回答が全体として多く見られた。また、異なる災害時の画像等が添付された投稿や救助を呼び掛ける投稿については「リプライやコメントを確認する」、原子力発電施設の被災状況については「公的な情報を確認する」など、情報の種類によって確認方法に特徴がみられた。一方で、全体的に専門家やファクトチェック機関による検証結果まで確認する割合は低かった。

また、誤りだと判断した情報については、「特に何もしなかった」との回答が顕著に高く、誤りである旨を投稿者へ指摘したり、サービス運営者に通報・連絡したりしたとの回答は 1 割程度に留まった（図表 3-190）。

図表 3-189　真偽がわからない情報の確認方法



図表 3-190　誤りだと判断した情報に対する行動



4. 参考文献一覧

4.1. 参考文献一覧

図表 4-1　参考文献一覧

著者等	発行/発表年	タイトル	出版社/掲載誌
総務省	2021	デジタル・トランスフォーメーションによる経済へのインパクトに関する調査研究	
内閣府	2023	経済財政運営と改革の基本方針 2023	
内閣府	2023	経済財政運営と改革の基本方針 2023	
内閣府	2021	科学技術・イノベーション基本計画	
内閣府	2023	統合イノベーション戦略 2023	
内閣府	2023	経済安全保障重要技術育成プログラム	
THE WHITE HOUSE	2023	FACT SHEET: President Biden's 2024 Budget Invests in American Science, Technology, and Innovation to Achieve Our Nation's Greatest Aspirations	
THE WHITE HOUSE	2023	UNITED STATES GOVERNMENT NATIONAL STANDARDS STRATEGY FOR CRITICAL AND EMERGING TECHNOLOGY	
国立研究開発法人科学技術振興機構　研究開発戦略センター	2023	研究開発の俯瞰報告書 科学技術・イノベーション政策の国際動向（2023 年）	
EXECUTIVE OFFICE OF THE PRESIDENT OF THE UNITED STATES	2023	SUPPLEMENT TO THE PRESIDENT'S FY 2024 BUDGET	
EUROPEAN COMMISSION	2022	A New European Innovation Agenda	
EUROPEAN COMMISSION	2020	A new ERA for Research and Innovation	
EUROPEAN COMMISSION	2021	Proposal for a Council Recommendation on a Pact for Research and Innovation in Europe	
EUROPEAN COMMISSION	2021	on the Global Approach to Research and Innovation	
EUROPEAN COMMISSION	2020	SHAPING EUROPE'S DIGITAL FUTURE	
EUROPEAN COMMISSION	2020	A European strategy for data	
EUROPEAN COMMISSION	2021	2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade	

著者等	発行/発表年	タイトル	出版社/掲載誌
EUROPEAN COMMISSION	2020	White Paper on Artificial Intelligence: a European approach to excellence and trust	
国立研究開発法人科学技術振興機構 アジア・太平洋総合研究センター	2022	国家イノベーション駆動発展戦略要綱	
国立研究開発法人科学技術振興機構	2022	中華人民共和国国民経済・社会発展の第 14 次五カ年計画および 2035 年までの長期目標綱要	
文部科学省	2023	科学技術指標 2023　報告書全文	
内閣官房	2021	科学技術・イノベーション基本計画	
総務省	2020	Beyond 5G 推進戦略 －6G へのロードマップ－	
総務省	2022	Beyond 5G に向けた情報通信技術戦略の在り方 報告書	
総務省	2022	Beyond 5G に向けた情報通信技術戦略の在り方(中間答申)	
内閣府	2021	第 6 期科学技術イノベーション基本計画	
内閣官房	2023	閣僚宣言 G7 デジタル・技術大臣会合 2023 年 4 月 30 日	
総務省	2023	GLOBAL COALITION ON TELECOMMUNICATIONS （GCOT）電気通信に関するグローバル連合	
総務省	2022	Beyond 5G 推進戦略 プログレスレポート 2022	
国立研究開発法人科学技術振興機構　研究開発戦略センター	2023	研究開発の俯瞰報告書　システム・情報科学技術分野（2023 年）	
NTT	2023	IOWN Technology Report2023	
内閣官房	2018	未来投資戦略 2018	
内閣府	2020	量子技術イノベーション戦略（最終報告）	
国立研究開発法人情報通信研究機構	2022	QUANTUM NETWORK WHITE PAPER	
内閣府	2022	量子未来社会ビジョン	
内閣府	2023	量子未来産業創出戦略	
内閣府	2024	戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）先進的量子技術基盤の社会課題への応用促進 社会実装に向けた戦略及び研究開発計画	
THE WHITE HOUSE	2023	UNITED STATES GOVERNMENT NATIONAL STANDARDS STRATEGY FOR CRITICAL AND EMERGING TECHNOLOGY	

著者等	発行/発表年	タイトル	出版社/掲載誌
THE WHITE HOUSE	2023	NATIONAL CYBERSECURITY STRATEGY	
総務省	2023	5G ビジネスデザインワーキンググループ報告書	
内閣府	2023	宇宙基本計画	
内閣府	2024	宇宙技術戦略（案）	
一般社団法人 日本航空宇宙工業会	2023	航空宇宙産業データベース	
総務省	2022	通信利用動向調査	
パーソルホールティングス株式会社	2024	【パーソルファシリティマネジメント】はたらき方に対する本音に迫る！調査結果発表「はたらき方において現実と理想のギャップを感じている」約 7 割　理想のはたらき方は「ハイブリッドワーク」が約半数～望むことは、場所や時間の使い方を主体的に選べ、仕事とプライベートを両立できること。仕事は人生を豊かにする一手段“ワークインライフ”の考えを重視～	
コリアーズ・インターナショナル・ジャパン株式会社	2024	「コロナ禍前後のオフィス・職場環境の変化」について	
株式会社矢野経済研究所	2023	メタバースの国内市場動向調査を実施（2023 年）	
デジタル庁	2023	デジタル原則に照らした規制の一括見直しプラン	デジタル庁
デジタル庁	2022	アナログ規制の見直しに係る工程表	デジタル庁
デジタル庁	2023	行政手続のデジタル完結に向けた工程表	デジタル庁
国立国会図書館	2024	立法調査資料『調査と情報-ISSUE BRIEF-』No.1262(2024 年 2 月 15 日)「令和 6 年能登半島地震の概況	
総務省	2023	電気通信事業分野における市場検証（令和 4 年度）　年次レポート	