

デジタル変革時代の ICT グローバル戦略懇談会 報告書〔案〕

令和元年 5 月

目 次

はじめに	1
第1章 「ICT グローバル戦略」策定の必要性	3
1. 1 デジタル化の進展・効果	3
1.1.1 デジタル・テクノロジーの社会への浸透	3
1.1.2 デジタル化が経済に与える影響	4
1. 2 デジタル化に伴う課題	5
1.2.1 デジタル格差／デジタル経済・社会の脆弱性	5
1.2.2 デジタル・インフラの整備	6
1.2.3 データの自由な流通	7
1.2.4 デジタル人材の不足	8
1. 3 Society 5.0 をグローバルに実現するために	8
1.3.1 SDGs 達成を通じた Society 5.0 の実現	8
1.3.2 「ICT グローバル戦略」の策定	10
第2章 SDGs 達成に向けた取組	12
2. 1 デジタル化による SDGs 達成への貢献	12
2.1.1 SDGs 達成に向けた取組におけるデジタルの役割	12
2.1.2 SDGs のビジネス化	12
2.1.3 SDGs 達成により新たに創出される ICT 関連市場	14
2. 2 SDGs 達成に向けたパイロット・プロジェクト等の実施	15
2.2.1 「SDGs×ICT モデル」の推進	15
2.2.2 SDGs 達成に向けた国際機関を通じた取組の推進	16
2. 3 国内における ICT の社会実装	17
2.3.1 現状と課題	17
2.3.2 社会課題の解決に向けた社会実装の加速化方策の方向性	25
2.3.3 社会課題解決に向けた社会実装の加速化の取組	27
第3章 国際社会における合意形成	31
3. 1 今後の国際戦略の在り方	31
3. 2 デジタル化による SDGs 達成への貢献（「誰一人取り残さない」ためのデジタル化の推進）	31
3. 3 データの自由な流通と利活用の促進	34
3.3.1 現状・課題	34
3.3.2 取組の方向性	34
3. 4 AI/IoT の利活用の促進と環境整備	36
3.4.1 現状・課題	36

3.4.2 取組の方向性	36
3.5 サイバーセキュリティの確保	38
3.5.1 現状・課題	38
3.5.2 取組の方向性	38
第4章 ICTの海外展開の推進	41
4.1 現状と課題	41
4.2 これまでの取組	42
4.3 今後の対応	43
4.3.1 取組の方向性	43
4.3.2 海外展開における官・民・支援組織の役割分担	46
4.4 アフリカの現状と今後の取組	46
第5章 オープン・イノベーションによるキーテクノロジーの高度化	49
5.1 今後の技術戦略の在り方の全体像	49
5.1.1 2030年代の具体的な社会の姿について	49
5.1.2 今後の技術戦略の在り方	50
5.2 研究開発・標準化の現状と課題	54
5.3 研究開発・標準化の推進方策	58
(Appendix) Society 5.0の実現・進展を支える主なキーテクノロジーのロードマップ	62

はじめに

現在、日本と世界は、AI、IoT、ビッグデータなどが牽引している第四次産業革命によって、狩猟、農耕、工業、情報に続く第5の社会である「Society 5.0¹」に向けての大きな変革の中にある。

このような中、我が国が少子高齢化、気候変動、災害の多発などに伴う社会課題に対応し、国際的な競争力の強化、地域の活性化と持続的な経済成長を達成していくためには、ICTの社会実装によるイノベーションで社会革新をリードし、日本のICTの海外展開を進めていくことが重要であり、このことは、国連が掲げる持続可能な開発目標（SDGs, Sustainable Development Goals）の達成を通じた世界の社会課題の解決にも貢献することになる。

本懇談会は、AI技術、センシング技術、ネットワーク技術などの世界最先端のICT研究開発を進めると共に、ICTの社会実装とその海外展開、国際標準化などによる世界の社会課題解決を進めるための戦略の在り方を検討することを目的として、平成30年（2018）12月から開催し、平成31年（2019）1月からは、懇談会の下に設置された技術戦略ワーキンググループ及び国際戦略ワーキンググループにおいて精力的に戦略の検討を行ってきた。

戦略の検討に当たっては、国内外におけるデジタル化によってSDGsを達成し、持続可能かつ包摂的な社会（Society 5.0）を実現することを戦略の目標とした。そして、SDGs達成に向けた取組、国際社会における合意形成、ICTの海外展開の推進、オープン・イノベーションによるキーテクノロジーの高度化の4つの事項について、現状と課題や取組の方向性、そのために何を実施すべきかを整理し、「ICTグローバル戦略」の策定を提言している。また、6月8日・9日に開催されるG20 茨城つくば貿易・デジタル経済大臣会合やその後に向けた方向性についても、別冊として取りまとめた。

なお、ICTの研究開発と社会実装については、2020年、大阪・関西万博が開催される2025年、2030年という3つのターゲットイヤーを設定し、それぞれに向けて、政策実現へのプロセスを可能な限り明確化した実践的かつ現実的な戦略の検討を行った。また、特に海外展開について戦略を検討する際には、「自由で開かれたインド太平洋」の実現に向けた取組等の政府全体の方針も踏まえつつ検討を行った。

令和元年（2019）は、我が国にとって重要な国際会議が続く。我が国は6月にはG20の議長国を務め、8月にはアフリカ開発会議（TICAD）を横浜で開催する。本報告書を踏まえ、産学官が一体となって、国際機関等とも連携したマ

¹ サイバー空間とフィジカル（現実）空間を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会。狩猟社会（Society 1.0）、農耕社会（Society 2.0）、工業社会（Society 3.0）、情報社会（Society 4.0）に続く、新たな社会を指すもので、第5期科学技術基本計画において我が国が目指すべき未来社会の姿として初めて提唱。

ルチステークホルダーによる取組によりデジタル化による SDGs を達成し、持続可能かつ包摂的な社会 (Society 5.0) を国内外で実現することを期待する。

第1章 「ICT グローバル戦略」策定の必要性

1. 1 デジタル化の進展・効果

1.1.1 デジタル・テクノロジーの社会への浸透

インターネットの利用は世界的に拡大を続けており、その普及率は平成 30 年（2018）に世界の全人口の 50%を突破²した（図 1－1）。また、この中で国境を越えるデータの流通も拡大しており（図 1－2）、デジタル化によって、経済・社会活動は国内外の垣根がなくなりつつある。

インターネットを基盤として、AI/IoT、ビッグデータ等のデジタル・テクノロジーの社会への浸透が進み、経済・社会のデジタル化が進展している。今後、超高速・多数接続・超低遅延といった特徴を持つ第5世代移動通信システム（5G）の普及等により、経済・社会のデジタル化は更に急速に進展していくことが見込まれる。

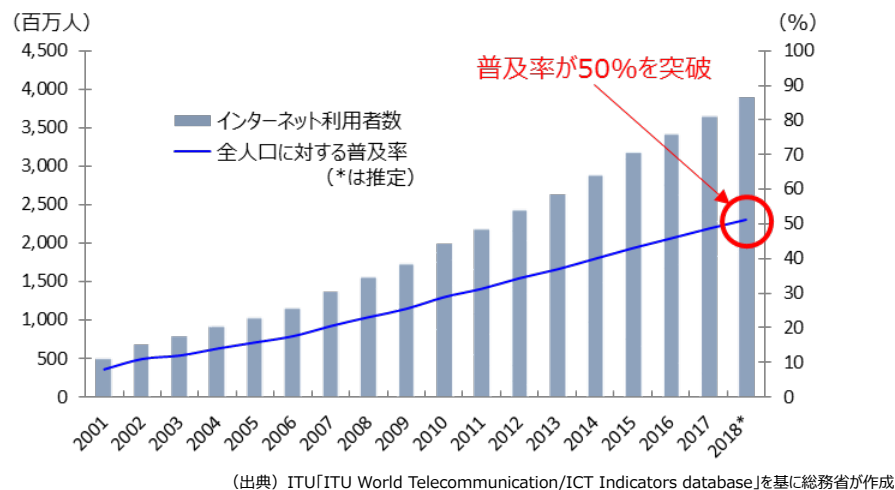
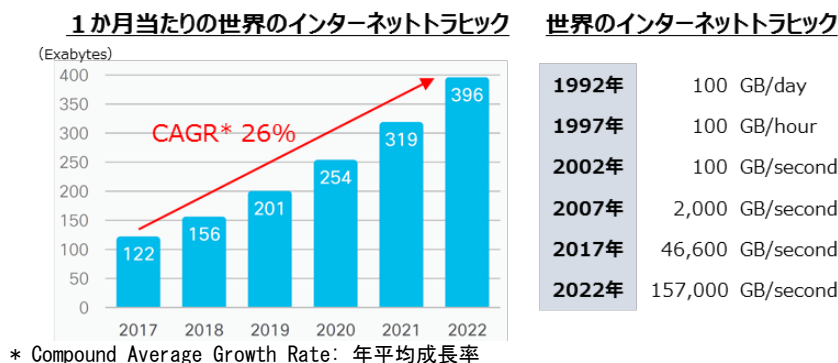


図 1－1：インターネット利用者数の増大



(出典) Cisco Systems, Inc. 「Cisco VNI Global IP Traffic Forecast (2017-2022)」に総務省が追記
(出典) Cisco Systems, Inc. 「Cisco Visual Networking Index (2018)」を基に総務省が作成

図 1－2：インターネットトラフィックの増大

² (出典) ITU “ITU World Telecommunication/ICT Indicators database”

1.1.2 デジタル化が経済に与える影響

インターネット利用の増大と IoT の普及に伴い、大量のデータ（ビッグデータ）の生成とその AI による分析・活用が進み、新たな価値創造が始まっている。この結果、市場での優位性の基準がデータへと移転する、つまり、現実世界とサイバー空間の主従関係が逆転し、デジタル・データが主導する経済・社会へ進化する「デジタル変革」の時代が到来しつつあり、令和 4 年（2022）には、デジタル・エコノミーが世界全体の GDP（国内総生産）の 60%を占めると予測されている（図 1－3）。また、我が国においても、デジタル変革により、令和 3 年（2021）までに GDP の年平均成長率が 0.4%増加し、ICT や AI/IoT 等のデジタル・テクノロジーを直接活用した製品やサービスが GDP の約 50%に達すると予測されている³。

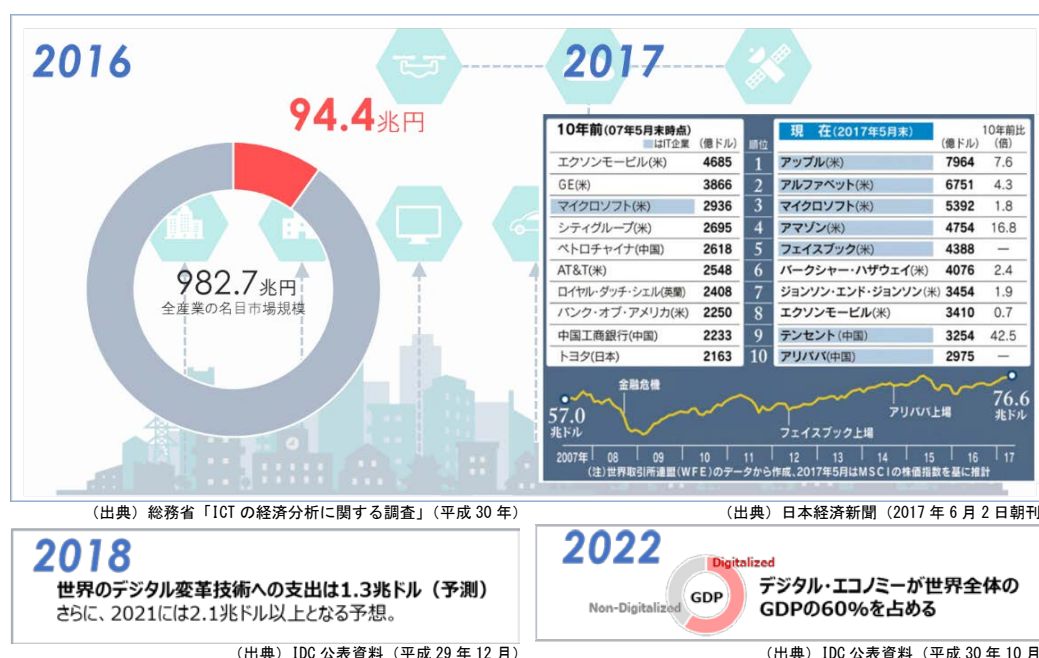


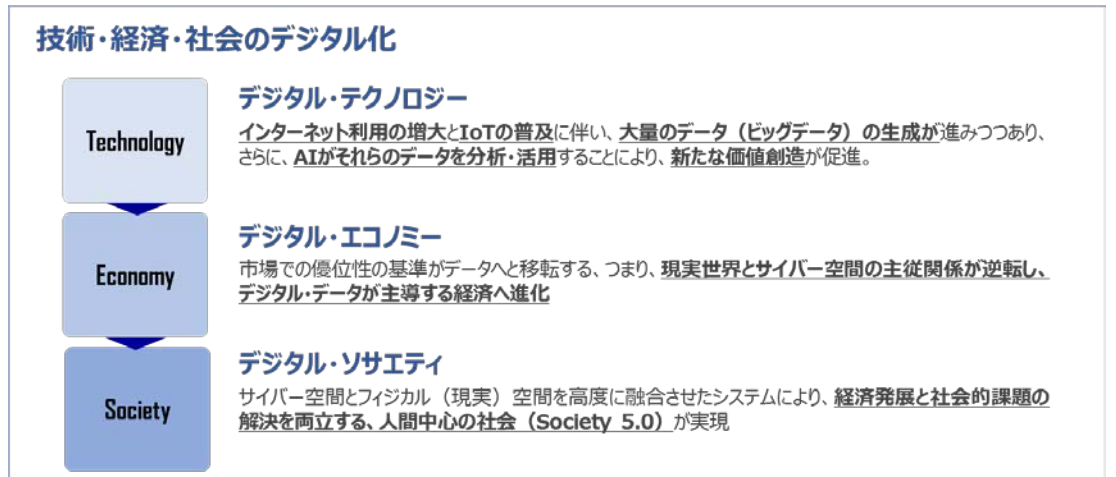
図 1－3：デジタル産業が経済の中心へ

前述のとおり、デジタル化が経済に与える影響は広範なものとなるが、経済的な効果のみならず、よりスマートかつ安全で効率的な都市の実現、教育や職業訓練の機会の増加、高付加価値の創業の創出等の社会的な効果もあると期待⁴されている。これらの社会的な変化により、個人においては、デジタル化で空いた時間を使って、人々が新しいことにチャレンジできるようになると考えられる。

³ <https://news.microsoft.com/ja-jp/2018/02/20/180220-idc-digital-transformation-asia/>

⁴ IDC “Unlocking the Economic Impact of Digital Transformation in Asia Pacific” (2018)

このように、デジタル化は、経済発展と社会的課題解決の双方を実現し、狩猟、農耕、工業、情報に続く第5の社会である人間中心の社会（Society 5.0）の実現に大いに資するものである。現在は、デジタル・テクノロジーの経済・社会への浸透、デジタル・エコノミーの成長を経て、デジタル・ソサエティが形成されつつあり、Society 5.0の実現に向けた大きな変革の中にあるといえる（図1－4）。



（出典）平成30年度版情報通信白書を基に総務省が作成

図1－4：技術・経済・社会のデジタル化の進展

1. 2 デジタル化に伴う課題

1.2.1 デジタル格差／デジタル経済・社会の脆弱性

経済・社会のデジタル化が進展する一方で、デジタル経済・社会にアクセスできる者とできない者の格差（デジタル格差）が生じている。例えば、インターネットの普及率（世帯）は先進諸国では80%を超えているのに対し、後発開発途上国では15%程度にとどまり、男女による利用格差も大きい⁵。加えて、インターネットの普及率の伸びも鈍化（平成19年（2007）は16.7%であったが、平成29年（2017）には6.1%。）している⁶。

また、令和2年（2020）までに平均的なインターネットユーザーが200個以上のオンラインアカウントを持つと見込まれる⁷一方で、世界で約10億の人々が出生証明記録等の公的な証明を持っておらず⁸、デジタル経済・社会から取り残されつつある。オンラインの恩恵を受けることができない労働者は、就職活動、サービス、教育面で様々な不利益を被ると指摘⁹されており、デジタル

⁵ ITU “The ITU ICT Facts and Figures 2018” (2018)

⁶ ITU “ITU World Telecommunication/ICT Indicators database”

⁷ 国際戦略ワーキンググループ（第3回）稲田構成員説明資料

⁸ 世界銀行 “The global identification challenge: Who are the 1 billion people without proof of identity?” (2018)

⁹ CEA calculations “Census Bureau, American Community Survey” (2014)

格差がより大きな格差につながるおそれがある。

さらに、高度にデジタル化した経済・社会では、サイバー攻撃の脅威も大きな脅威となっており、情報漏えいやサイバー犯罪の被害も深刻化している（図1－5）。これらを背景として、テクノロジーに対する信頼性も低下（テクノロジーが生活をより良くすると考えるのは半数（45%）未満¹⁰。）している。

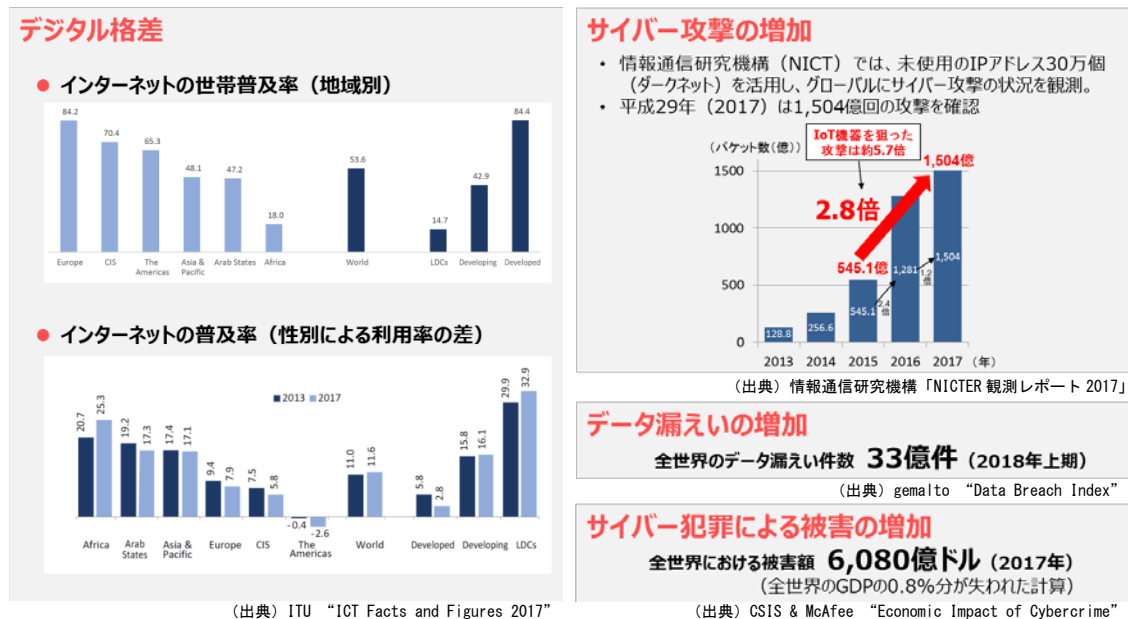


図1－5：デジタル格差／デジタル経済・社会の脆弱性

1.2.2 デジタル・インフラの整備

経済・社会のデジタル化に伴い、それを支えるデジタル・インフラの重要性は増大しているが、国際開発金融機関（MDB, Multilateral Development Bank）による ICT 分野への拠出は、拠出総額全体の1%にとどまっており、他の分野と比較して ICT 分野に十分な支援が行われているとはいえない。令和12年（2030）には、ICTに係るインフラ整備費用として全世界で440億米ドルが不足することが見込まれており、インフラ整備費用の確保が課題となっている（図1－6）。

¹⁰ 国際戦略ワーキンググループ（第3回）稲田構成員説明資料

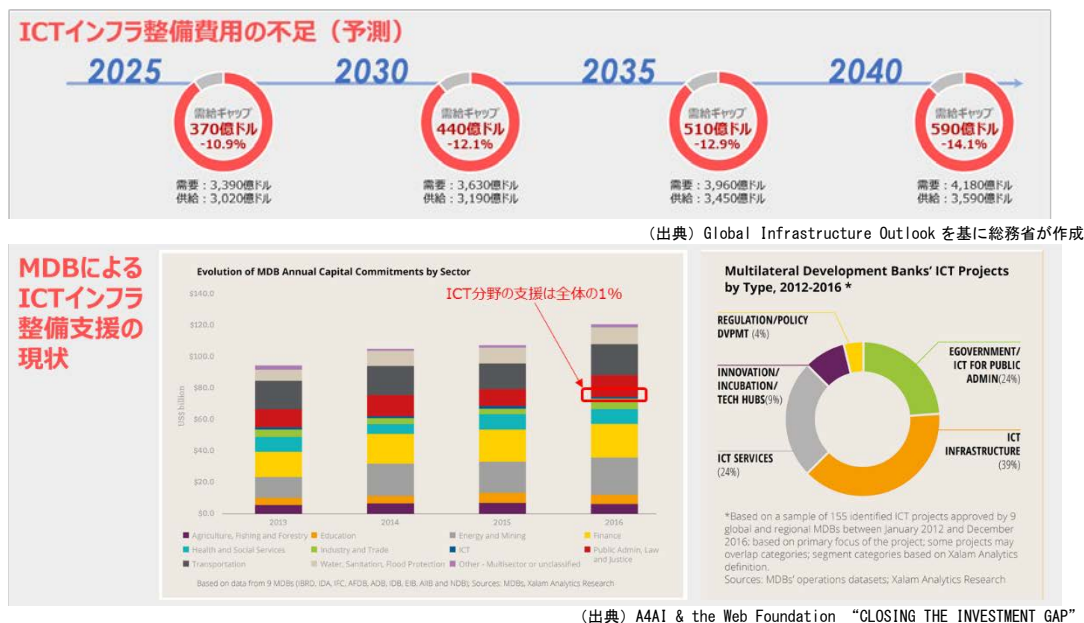
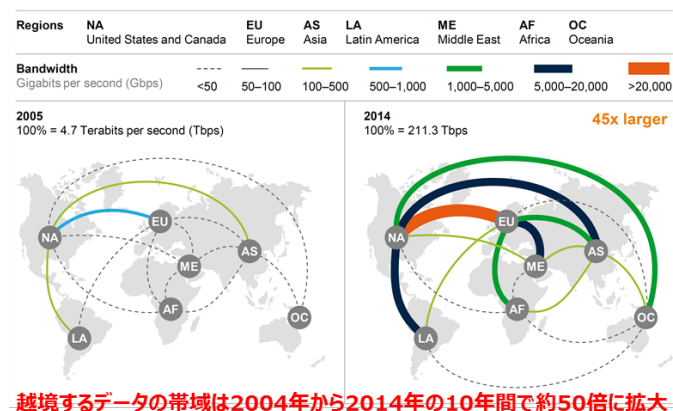


図 1-6：ICT インフラ整備費用の不足

1.2.3 データの自由な流通

企業における事業活動がグローバル化し、国境を越えて多くのデータが流通している。越境するデータは平成 16 年（2004）から平成 26 年（2014）の 10 年間で約 50 倍に拡大している（図 1-7）。



(出典) McKinsey Global Institute 「DIGITAL GLOBALIZATION: THE NEW ERA OF GLOBAL FLOWS」に総務省が追記

図 1-7：越境するデータ流通の増大

デジタル経済・社会の健全な発展には、旧来の経済・社会におけるモノの自由な流通と同様に、データの自由な流通・利活用が重要であるが、近年、特に新興国を中心に、データローカライゼーション（data localization）規制¹¹

¹¹ ある国において（あるいは外国から当該国を対象に）特定の事業活動を営む場合に、当該事業活動に必要なサーバーやデータ自体の国内設置・保存を求める規制。

を導入する動きがある。データの流通の必要以上に過度な規制は、デジタル経済・社会の発展を阻害するおそれがあることから、データの自由な流通に関する国際的なルール形成が求められている。

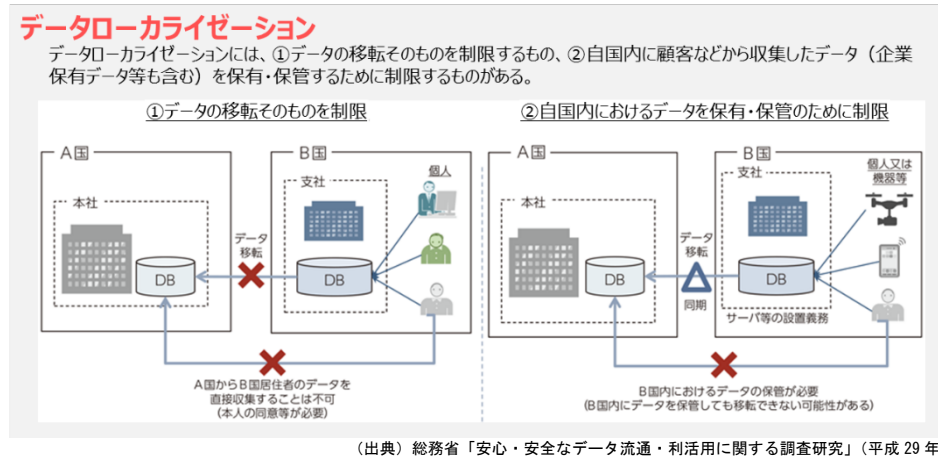


図 1－8：データの流通に関する制度

1.2.4 デジタル人材の不足

我が国の人口減少に伴い、産業人口は減少に向かっている。また、令和元年（2019）をピークにデジタル関連産業への入職者は退職者を下回ると予測されている。しかし、ニーズの拡大によってデジタル市場は今後も拡大が続けることが見込まれており、デジタル人材不足は今後ますます深刻化し、令和 12 年（2030）には、約 59 万人程度まで人材の不足規模が拡大すると推計されている。

今後、特に大幅な市場拡大が予想される AI/IoT やビッグデータを担う先端デジタル人材については、令和 2 年（2020）までに 12.9 万人まで増加すると見込まれるものの、4.8 万人が不足すると推計されている¹²。また、同様にサイバーセキュリティに関する人材は、令和 2 年（2020）までに 37.1 万人まで増加すると見込まれるものの、19.3 万人が不足すると推計されている¹³。

1.3 Society 5.0 をグローバルに実現するために

1.3.1 SDGs 達成を通じた Society 5.0 の実現

1.1.2 で示したとおり、経済・社会のデジタル化が進展し、Society 5.0 に向けた変革が進む一方で、世界は、人口の増大、貧困、医療・教育機会の不平等、地球温暖化等の社会課題を依然として抱えており、持続可能かつ包摂的な社会をグローバルに実現するためには、これらの社会課題の解決に取り組んで

¹² 経済産業省「IT 人材の最新動向と将来推計に関する調査結果」（2016）。出典元では「IT 人材」を、本報告書では「デジタル人材」と置き換えている（以下同じ）。

¹³ 経済産業省「IT 人材の最新動向と将来推計に関する調査結果」（2016）

いく必要がある。

国連では、地球上の誰一人として取り残さない（leave no one behind）持続可能な世界を実現するため、令和 12 年（2030）までの具体的な国際目標として「持続可能な開発目標（SDGs, Sustainable Development Goals）」¹⁴を掲げており、社会課題を具体的に提示（17 のゴール・169 のターゲット）し、各ステークホルダーに SDGs 達成に向けた行動をとることを促している。SDGs は、開発途上国だけではなく、先進国も自ら取り組まなければならない課題を含む普遍的（ユニバーサル）なものであり、経済発展と社会的課題解決の両立を目指すものである。

よって、国連が掲げる SDGs 達成と我が国が掲げる Society 5.0 の実現は軌を一にするものであり、Society 5.0 は SDGs が達成されたときに初めて実現するといえる。このため、解決すべき社会課題が具体的に提示されている SDGs を道標とし、その達成に向けた取組を Society 5.0 実現への道程と捉え、SDGs 達成に向けた取組を通じ、持続可能かつ包摂的な社会をグローバルに実現していくべきである。



（出典）公益財団法人地球環境戦略研究機関（IGES）作成による仮訳を参考に総務省が作成

図 1－9：持続可能な開発目標（SDGs）

¹⁴ SDGs は、平成 13 年（2001）に策定されたミレニアム開発目標（MDGs, Millennium Development Goals）の後継として、平成 27 年（2015）9 月の国連サミットに「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」にて採択されたもの。MDGs が開発途上国のための目標であったのに対し、SDGs は格差の問題、持続可能な消費や生産、気候変動対策等、先進国も自ら取り組まなければならない課題を含む普遍的（ユニバーサル）な目標と位置付け。

1.3.2 「ICT グローバル戦略」の策定

経済・社会のデジタル化が進展し、デジタル・テクノロジーの活用によって社会課題を解決することが期待される一方で、デジタル格差、データの囲い込み、サイバー攻撃の増大等、デジタル化に伴う課題が深刻化している。経済発展と社会的課題解決の双方を実現し、持続可能かつ包摂的な社会(Society 5.0)を実現するためには、デジタル化による社会課題の解決のみならず、デジタル化自体に伴う課題を解決することが喫緊の課題となっている。また、経済・社会のデジタル化の進展により、単にデジタル化による効率性や利便性から得られる利益の享受にとどまらず、経済や社会構造の変革やイノベーションを通じてデジタル変革が加速し、デジタル化が国境を越えて人間のあらゆる活動や営みに影響を与え、デジタル・テクノロジーの役割や期待がより一層大きくなっていくということを国内外での共通認識とする必要もある。

このため、社会全体のデジタル化によって持続可能な開発目標(SDGs)達成に貢献し、SDGs 達成に向けた取組を通じて、我が国が掲げる Society 5.0 の理念を世界に広げ、持続可能かつ包摂的な社会をグローバルに実現することを目指し、デジタル化による SDG の達成に向けた戦略、SDGs 達成を支えるより具体的な戦略としてデータ・ガバナンス、AI/IoT の利活用、サイバーセキュリティの確保に関する戦略、更にはこれらの取組を下支えするための日本国内における取組として、ICT 海外展開戦略やオープン・イノベーション戦略を含むグローバルな戦略を策定する必要がある。

この戦略の策定に当たっては、次の基本的な理念が重要である。

第一に、「人間中心」であることである。人々が ICT に過度に依存し、人々の行動が ICT によってコントロールされることになっては本末転倒である。人々が ICT を道具として使いこなし、ICT が人間の能力を補い、そして伸ばすことにより、一人一人が持つ可能性を十分に発揮することができる人間中心の社会を目指すべきである。

第二に、「持続可能性」のある変革を目指すべきだということである。「持続可能性」という理念は、社会格差の解消や社会課題の解決を実現し、経済成長と社会課題の解決が両立できる持続可能かつ包摂的な社会を目指すことを意味する。

第三に、「多様性」のある社会の実現を図るべきということである。「多様性」の理念は、様々な主体がインクルーシブに参加することで、オープン・イノベーションによる開発と ICT の積極的な活用によって社会を変革し、性別や年齢等の属性を超えた人々の参画による、多様なライフスタイルの実現や新たな価値観の創造を可能とすることにより、様々な幸せの形の追求やチャレンジができる社会を目指すことを意味している。



図 1 - 10 : 目指すべき社会像

第2章 SDGs 達成に向けた取組

2. 1 デジタル化による SDGs 達成への貢献

2. 1. 1 SDGs 達成に向けた取組におけるデジタルの役割

経済・社会のデジタル化の進展により、デジタル・テクノロジーは社会の有り様を変えつつあり、デジタル化の直接的又は間接的な効果を通じて、農業・食糧、医療・介護、教育、金融等の基本的な経済・社会活動から観光・人的交流の促進、バリアフリーの促進、ジェンダー格差の解消に至るまで、様々な社会課題の解決へ貢献することが期待されており、一部では既に実現¹⁵しつつある。表2-1にデジタル化によるSDGsへの貢献イメージを示す。

2. 1. 2 SDGs のビジネス化

SDGsは「地球上の誰一人として取り残さない（leave no one behind）」ことを誓っていることから、企業の社会的な責任（CSR, Corporate Social Responsibility）の文脈で捉えられる向きもあるが、SDGs達成に向けた取組を自律的かつ継続的なものとし、官・民の各セクターが相互に連携して強力に推進していくためには、SDGs達成に向けた取組をビジネス化していくことが必要不可欠である。

国連財団が支援する民間有識者で構成された「ビジネスと持続可能な開発委員会」（BSDC, Business & Sustainable Development Commission）¹⁶は、令和12年（2030）にSDGsが達成された場合に企業が享受する経済的なインパクトに関する調査・分析を行っており、平成29年（2017）1月に発刊したレポート「Better Business, Better World」において、令和12年（2030）にSDGsが達成された場合、「食料と農業」「都市」「エネルギーと材料」「健康と福祉」の経済システム¹⁷を通して、世界全体で新たに年間12.1兆米ドル（約1,331兆円¹⁸）の市場が創出され、3億8,000万件以上の雇用が新たに生み出されると推定している。これは、世界全体の総産出額の約10%に相当する金額であり、SDGsのビジネス化が可能であることを示すものであるといえる。

¹⁵ アフリカでは、携帯電話のネットワークを通して金融機能を提供するサービスが普及しており、銀行口座を持たない人々も経済活動へのアクセスの提供を実現。また、輸血用の血液をドローンで空輸することで、医療環境が不十分な地域においても適切な医療サービスの提供を実現。

¹⁶ 平成28年（2016）1月にスイス・ダボスで設立。民間部門と市民社会の37人のリーダーから構成。

¹⁷ “Better Business, Better World”では4つの経済システムを「食料と農業」（食料生産、化学肥料、流通、小売りを含む）、「都市」（自動車、輸送関連部門、住宅、建設、公共施設を含む）、「エネルギーと材料」（鉱業、石油及びガス、再生可能エネルギー、発電、耐久財を含む）、「健康と福祉」（医薬品、一次医療と二次医療、ジム、予防と幸福を含む）と定義。

¹⁸ 平成30年（2018）の平均の米ドル円の為替レート（110円）を用いて換算。

表 2-1 : デジタル化による SDGs 達成への貢献イメージ

デジタル化によるSDGsへの貢献イメージ ※SDGsの目標 1 (貧困をなくそう) は、他の目標達成を通じて到達可能な最終的なゴールでもある。		◎：日本・世界における課題 ●：主に世界における課題	
分野	日本・世界における課題	ICTソリューション (例)	想定される効果
インフラ	- インフラの不足 - インフラの老朽化 - 通信容量の不足	5Gネットワークの整備 - 光ファイバー、光海底ケーブル等の敷設 - ICT・郵便インフラの向上等を通じた生活支援 - 災害に強い強靱なインフラの開発促進	- 生活基盤の確保 - 生産性の向上
	- 食糧不足、収獲口への対応 - 水不足 - 食の安全性の向上確保 - 農業生産現場の人手不足	- スマート農業システムを活用した効率的な農業運営 (遠隔操作、IoTを活用した情報収集等) - 自律的な生産管理 - ICTを活用した需給管理	- 生産性の向上 - 食品廃棄ロスの削減 - 食の安全・栄養改善 - 水の利用効率の向上
医療 介護	- 医師不足等に伴う死亡率の停止 - 糖尿病・がん・心臓病等の増大	- 遠隔医療による医療機会の提供 - センサ等を活用したモニタリングや診断、予防医療、予兆検知 - AI・IoT・ビッグデータを活用した医療診断システムの開発	- 医療格差の是正 - 死亡率の低減 - 医師負担の軽減
	- 貧しい国・地域における不十分な教育環境、初等教育の未就学児の増大 - 地理的又は経済的事情による高等教育の機会の不均衡 - 技能・ノウハウの継承	- 遠隔教育システムを通じた教育機会の確保 ※MOOCsの実用化事例 [Udacity (米国)、edX (米国)、Coursera (米国)、JMOOC (日本) 等] - 高精細映像やインタラクティブな質の高い教育コンテンツの提供 - AIを活用した個別教育プログラムの提供、リカレント教育の実現 - 技能・ノウハウのデジタル化	- 教育格差の是正 - 人材交流の促進 - 人材育成の促進
都市 地域	- 高齢化の進展 - 人口増加に伴う都市への人口集中 - 社会インフラの維持管理 - 電力・エネルギーの不足	- 自動運転・航空交通システム高度化による移動機会の提供 - ICTを活用した買物等の生活支援 - AI・IoT・ビッグデータを活用した基礎インフラ・サービス効率化の管理・運営 (スマートシティ) - 中小企業によるAI・IoT・ビッグデータの活用 - ICTを活用したエネルギーマネジメント	- 都市・地域のサステナビリティ確保 - 生産性の向上 - 社会インフラの自律化 - 再生可能エネルギーの利用拡大 - エネルギー効率の向上
	- 身元証明基盤の未整備 - 市民登録の不徹底、無戸籍児の存在 - 所得格差	- 国民IDシステム (出生登録・管理、身元確認等) ※国民IDシステムの活用事例 [Aadhaar (インド)、eID/X-road (エストニア) 等] - 生体情報を活用した認証基盤による公共サービスの提供 - ICTを活用した就業マッチング	- 生活基盤の確保 - 経済・社会活動の可視化 - 公共サービスの効率化
金融	- 決済等の金融サービスの供給が不十分 - 金融システム基盤の不備 - 不正送金への対応	- 金融サービス向け基幹業務システム - ブロックチェーンを用いたマイレドバイメント・キャッシュレス基盤 ※少額決済システムの活用事例 [M-Pesa (アフリカ)、グラミンバンク (バングラデシュ) 等] - デジタル情報でカススタイズされたサービスによる消費促進	- 資金の有効かつ効率的な配分、投資促進 - 金融安定の維持
	- 自然災害の増加 - 災害による甚大な被害 - 工業化の進行による生態系の破壊 - 森林・水産資源の維持管理	- 衛星・ドローン・センサーを活用した情報収集・災害情報の配信 ※災害情報共有システムの活用事例 [Jアラート (日本) 等] - AI・IoT等を活用した各種災害の観測・予測 - 自動運転・ドローンによる自動救急 - AI・IoT・ビッグデータを活用したモニタリング・資源管理	- 災害被害の抑制、早期復旧 - 災害による死亡数の抑制 - 生態系の回復
観光 人的交流	- 観光客が一部地域に集中 - 交流やコミュニティの分断	- 放送コンテンツを通じて地域の魅力を発信し、インバウンドを拡大 ※多言語音声翻訳システムの活用事例 [VoiceTra (日本) 等] - 多様な情報へのアクセス、AIを活用した多言語翻訳システム	- 地方創生 - 社会的包摂の実現
	- 高齢化による労働人口の減少 - 都市への労働力集中 - ジェンダーバイアス	- テレワークによる就業機会の提供 - ロボット・AIを活用した労働代替や障がい者支援 - 労働者と職業訓練や教育サービスとのマッチング - ICTを活用したメンタリングシステム	- 労働生産性の向上 - 多様な人の就業機会増 - 人材配置の最適化・改善

2.1.3 SDGs 達成により新たに創出される ICT 関連市場

これを踏まえ、令和 12 年（2030）に向けて経済のデジタル化が加速して ICT の利活用が更に進むと仮定し、SDGs 達成により新たに創出される ICT 関連市場を試算¹⁹すると、前述の SDGs 達成により新たに創出される 1,331 兆円の市場のうち、ICT 関連市場は、世界全体で年間約 173 兆円となる見込み²⁰である。

この約 173 兆円の分野ごとの内訳としては、「都市」が 62 兆円、「エネルギーと材料」が 49 兆円、「食料と農業」が 35 兆円、「健康と福祉」が 27 兆円となっている。また、分野ごとの市場規模上位 3 地域は、

- － 「都市」で、1 位：中国（12.1 兆円）、2 位：欧州（11.8 兆円）、3 位：北米（11.2 兆円）、
- － 「エネルギーと材料」で、1 位：欧州（12.1 兆円）、2 位：中国（11.0 兆円）、3 位：北米（6.6 兆円）、
- － 「食料と農業」で、1 位：中南米（6.0 兆円）、2 位：北米（5.8 兆円）、3 位：アフリカ（5.1 兆円）、
- － 「健康と福祉」で、1 位：北米（5.9 兆円）、2 位：中南米（4.0 兆円）、3 位：アフリカ（3.8 兆円）

となっている。ICT の海外展開については第 4 章で述べるが、こうしたデータを踏まえながら、海外展開に向けた地域別の戦略を検討していく必要がある。

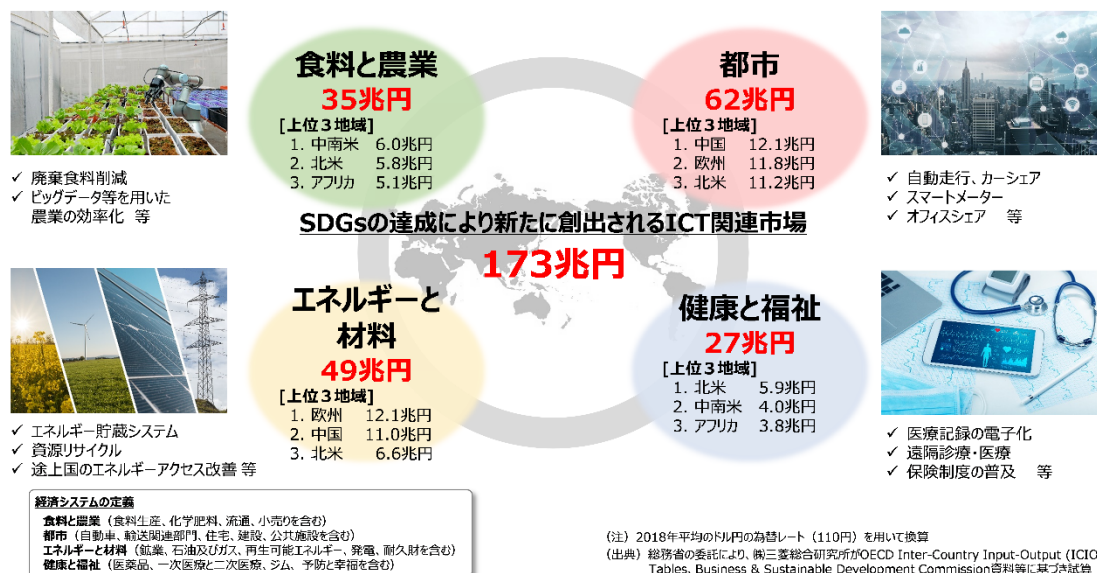


図 2-1：SDGs 達成により新たに創出される ICT 関連市場

¹⁹ デジタル経済の進展が SDGs 達成に貢献する経路は複数想定され、各々において異なる測定方法が考えられるが、本報告書では、「SDG による市場機会の拡大」に焦点を当て、国際的な産業連関表（OECD Input-Output Tables）を活用して試算。

²⁰ 総務省の委託により、㈱三菱総合研究所が OECD Inter-Country Input-Output (ICIO) Tables, Business & Sustainable Development Commission 資料等に基づき試算。

2. 2 SDGs 達成に向けたパイロット・プロジェクト等の実施

2.2.1 「SDGs×ICT モデル」の推進

2. 1で示した、デジタル化によるSDGs 達成への貢献を具体化するため、SDGs の17の目標を踏まえ、ICTの活用の効果が大きいと考えられる分野を10程度（例えば、インフラ、農業・食糧、医療・介護、教育、都市・地域、基盤・生活、金融、防災・環境、観光・人的交流、バリアフリー・ジェンダー）を選定し、パイロット・プロジェクト（SDGs×ICT プロジェクト）等を国内外で実施する必要がある。

SDGs×ICT モデルの推進に当たっては、海外においては、それぞれの分野の各国・各地域におけるニーズを的確に捉えつつ、我が国の優位性を活かしたICT インフラシステムや、郵便や放送コンテンツ等も含めて幅広く海外展開を戦略的に実施すべきである。

一方、国内においては、「Society 5.0時代の地方」を支える新たなICTの研究開発と地域実装を総合的に支援するとともに、例えば、「データ利活用型スマートシティ²¹」の展開、行政部門のデジタル・トランスフォーメーションの推進、キャッシュレスの普及、デジタル化によるイノベーションを通じた生産性の向上、女性活躍等のためのテレワークを推進すべきである。

なお、データ利活用型のスマートシティの展開に当たっては、スマートシティのプラットフォーム間のインターフェースやデータフォーマットの標準化を進めることも必要である。また、行政部門のデジタル・トランスフォーメーションは、中央政府と地方政府で時間軸とそのデジタル化のレベルがシンクロナイズすることにより、一層促進される。

²¹ 複数分野のデータを収集して分析等を行うことにより、都市や地域の機能やサービスを効率化・高度化し、生活の利便性や快適性を向上させるとともに、人々が安心・安全に暮らせる街を指す。



図 2-2：パイロット・プロジェクトの例

2.2.2 SDGs 達成に向けた国際機関を通じた取組の推進

SDGs 達成に向け、国際機関を通じ、例えば、我が国の国際機関への任意拠出金等を活用し、ワークショップの開催、人材確保・育成の促進、パイロット・プロジェクト等を推進すべきである。また、国際機関での議論の枠組みを活用して、ルール・規範の策定等を主導する必要がある。これらの過程で得られた課題解決のノウハウをステークホルダーと共有することで、世界の持続可能な発展に貢献することが期待される。

なお、国際機関との連携に当たっては、各国際機関の強みや特徴を踏まえ、案件に応じて戦略的に連携を推進することが重要である。

国際機関の例

	WBG（世界銀行グループ） ・ AU（アフリカ連合）と連携し、2030年までにデジタル・アフリカへの転換を達成するための取組を推進
	WEF（世界経済フォーラム） ・ 官民トップリーダーのコミュニティ・プラットフォームにおいて、デジタルエコノミーの官民ベストプラクティスの共有を推進
	OECD（経済協力開発機構） ・ AI原則の策定やデジタルのジェンダー格差解消のための取組を推進
	APEC（アジア太平洋経済協力） ・ APECTEL（情報通信作業部会）を活用したワークショップ、ベストプラクティスの共有 ・ 「質の高いインフラ」に関する認識の共有
	ASEAN（東南アジア諸国連合） ・ 日ASEANサイバーセキュリティ能力構築センターにおけるサイバーセキュリティ人材育成及びASEAN防災・人道支援調整センターにおけるICT利活用支援
	ITU（国際電気通信連合） ・ 開発途上国に対し、電気通信分野における支援を実施 ・ 特にサイバーセキュリティ分野及び防災分野において、開発途上国の人材育成を目的としたワークショップの開催やベストプラクティスの共有を推進
	UPU（万国郵便連合） ・ 災害に強く、環境への負荷が少ない郵便局ネットワークの構築、社会課題解決に向けた郵便ネットワークの活用、ニーズに応じた支援の促進等
	APT（アジア・太平洋電気通信共同体） ・ アジア太平洋地域における「スマート・デジタルエコノミー」創造に向けた協力（2014年共同声明）に基づき、人材育成の推進等

※ 本邦企業とその他の国際開発金融機関（アジア開発銀行、米州開発銀行、アフリカ開発銀行、米州機構等）との連携も促進。

図 2－3：国際機関との連携の例

2. 3 国内における ICT の社会実装

2.3.1 現状と課題

現在、あらゆる産業分野においてデジタル化が始まり、IoT、ビックデータ、AI といった革新的技術が実世界へ適用されつつある。これらの革新的技術は少子高齢化、東京一極集中、地方の疲弊等、様々な社会課題の解決につながると期待されているものの、我が国においては、社会実装、特に地域における実装が進んでいない。特に地方の抱える課題の一つである地域産業の担い手不足に対応するため、業務効率化、省人化を技術の活用により実現しようとする取組はあるが、一部の地域での実施に留まっている。また、技術を実証はしたものの、実証段階からビジネス化されて広く全国で利用された例は極めて少ない。

このような中、総務省では、平成 30 年（2018）12 月より「Society 5.0 時代の地方」をキーワードに、革新的な技術の実装例や導入施策を全国の自治体に共有する取組を実施しているところであり、社会実装、地域実装を更に加速化させることが必要である。

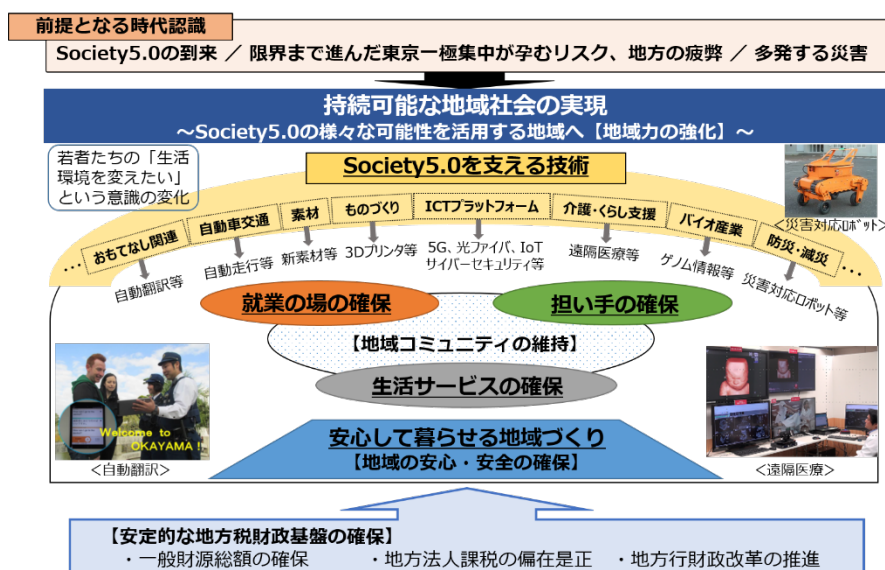


図 2 - 4 : 「Society 5.0 時代の地方」の実現

また、我が国の抱える課題の一つに労働生産性の低さが挙げられる。先進7カ国で最下位、OECD 加盟国 35 カ国の中でも第 21 位となっている。例えば、米国の労働生産性（122,986 米ドル）と比較すると、日本（81,777 米ドル）は概ね 2/3 程度の水準となっている²²。総人口の減少に加えて生産年齢人口の割合の減少が進む中において、国際競争力の維持を図るためには、労働生産性の向上が急務である。

労働生産性の向上には、あらゆる産業におけるデジタル化の推進とともに、業務やプロセスの効率化のみならず新たな価値を生むイノベーションが重要である。

以上のような背景を踏まえ、革新的技術の社会実装の加速化の検討に当たり、現状・課題を整理したところ、以下の 5 点が考えられる。

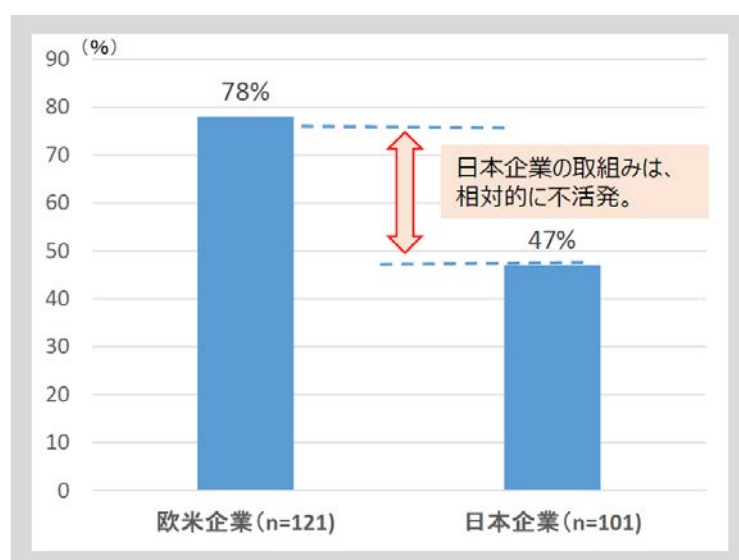
① イノベーション創出手法の変化への対応が不十分

近年、消費者の求めるものが「モノ」から「コト」、「サービス」に移行する価値観の変化に伴い、市場の主導権は提供側から利用側に移動している。これを受け、イノベーションの創出手法はサービス等の提供側からの技術シーズ中心のリニア思考から、利用側のニーズや社会課題の解決等を複合的に考える「デザイン思考」に変化している。

この変化に的確に対応するためにはオープン・イノベーションが不可欠であり、我が国においてもオープン・イノベーションの重要性は認識されつつ

²² 総務省「平成 30 年版情報通信白書」

ある。一方、米山らの調査（2017）によると、日本企業は欧米企業に比較するとオープン・イノベーション活動の実施が少ない状況にある。当該調査は、オープン・イノベーション活動を「社内でのイノベーション・プロセスの加速化や、社内シーズの社外での利用等を目的として、社外の知識や能力、社外にある市場化の方法や経路を意図的に利用していくイノベーション活動」と定義し、日本企業及び欧米企業にオープン・イノベーション活動の実施状況を調査したものである。図2-5に示すとおり、オープン・イノベーション活動を実施したことがある欧米企業は、回答企業のうち78%を占めた一方で、日本企業は47%であった。なお、調査対象は、概ね売上高250億円以上の企業を対象としている。



出典：米山ら「日米欧企業におけるオープン・イノベーション活動の比較研究」（学習院大学経済論集第54巻第1号）を基に総務省作成

図2-5：オープン・イノベーション活動の実施率（日本、欧米比較）

また、昨今では、従来の提供産業と利用産業の共創だけではなく、利用者も含めた共創が重要になっている。欧州では、政府、産業、大学及び市民が参画する「Quadruple Helix Model」（クアドルプル ヘリックス モデル）に基づくオープン・イノベーションが進められている。²³

しかしながら、我が国においてはこのようなイノベーション創出手法の変化に対応した事業や経営の変革が進まない企業が依然として存在している。

オープン・イノベーションは、年齢、障害の有無、性別等によらず、IoTやAIの活用により社会参画が可能となるデジタル共生社会²⁴を実現する際にも必要である。

²³ European Commission Open Innovation 2.0 参照日時 2019 年 5 月末
<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/policies/open-innovation>

²⁴ なお、総務省においては、昨年11月から本年3月まで「デジタル活用共生社会実現会議」を開催し、共生社会の実現に向けた方策等を取りまとめたところである。

そうした中、自治体が地元の企業、大学、高等専門学校、研究所、市民等と一体となって、どのような街づくりを行うのかというビジョンとともに、多様な技術を組み合わせた社会実装を進めようとする取組も始まっている。米国においても、無線通信分野のデバイス、ネットワーク、システム、サービス等を実証できるプラットフォームを構築して、研究開発を推進する産学官（自治体）連携プログラム PAWR（Platforms for Advanced Wireless Research）が実施されている。当該プログラムの資金については、米国国立科学財団及び 25 以上の企業が持ち寄り提供され、応募にあたっては大学と自治体等によるチームを組むことが条件となっている。このように、異業種、異なるステークホルダーが参加した実証の場合も、社会実装の加速化に必要である。

② スピード重視、ソフトウェア化の進展への対応の遅れ

ハードウェア機器や機能をソフトウェアプログラムによって具現化し、システム・サービスをより柔軟かつ迅速に構築・運用する「ソフトウェア化」が進展している。また、技術の進展・普及のスピードが加速化し、プロダクトサイクルの短期間化、開発時間の短縮化が生じている。こうした中、ソースコードが公開され改良等が許可されているオープンソース・ソフトウェアの利用も進展している。

また、市場動向に迅速に対応するためのシステム開発の手法として、利用者からのフィードバックを活用しながら素早く改善を繰り返す「アジャイル開発」が注目されている。アジャイル開発は従来のウォーターフォール型²⁵に比べると、開発期間や費用が効率的になるという利点がある一方で、システム開発を自社で行うことを前提としているため、ソフトウェア人材を確保することが必須となる。

しかしながら、我が国においてはソフトウェア人材の不足という課題に直面している。現状、人材不足への対応として、例えばインドなど外国から高度なソフトウェア人材を採用しようとする取組は一部の企業で積極的に実施されているが、まだ不十分である。

http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/digital_utilization/index.html

²⁵ 開発において、要求定義、設計、実装、テストの順で進める手法。

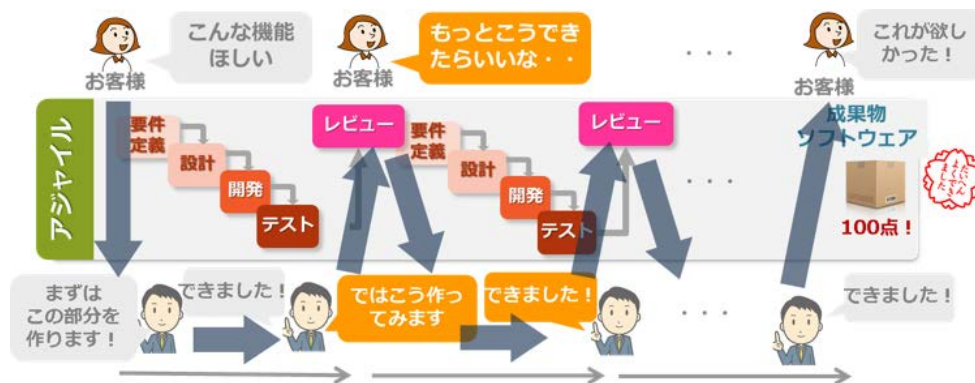
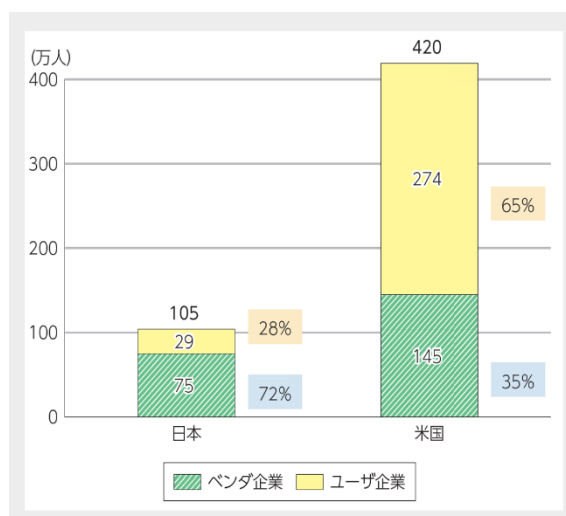


図 2-6 : アジャイル開発のイメージ

③ ICT 提供企業・利用企業等の課題

まず、我が国は、米国と比較して ICT 人材の数が不足している。また、我が国の ICT 人材は、ICT サービスの提供側であるベンダに偏在しており、ICT を利用する企業側の ICT 人材が顕著に不足している、という構造的問題がある。また、我が国は雇用習慣の違いから他国に比べて人材の流動性が低い点も留意する必要がある。



出典：総務省 平成 30 年版情報通信白書

図 2-7 : 日米の ICT 人材の比較

こういった背景により、ICT サービスの提供側の多くは、利用側が持つ現場の課題についての理解が不足する一方、利用側も提供側に対して現場のニーズを十分に説明できない傾向がある。

次に、利用側においては ICT への理解が不足している。中でも企業の経営層や自治体の首長による ICT への関心、正しい理解が不十分であり、とりわけ、地域・地方においては先進事例の情報が不足している課題もある。

加えて、ICT 利用側における ICT に係る基本的な理解が不足しており、現場のニーズの解決のためどのように ICT を導入・活用すればよいか分からない場合が多く、特に ICT の活用が期待されている地方・地域の現場ほど ICT の利用経験や基本的な理解が不足しているという課題もある。

更には、日本の組織は、一般的に意思決定の遅さ、自前主義、現状維持、リスクを伴う挑戦不足等の傾向が強く、他企業等との共創の実現までに時間を要する等の課題がある。そうした状況において、共創を迅速に進めるためには、組織のトップ同士の合意に基づくオープン・イノベーション等が鍵となると考えられることから、企業の経営層や自治体の首長の ICT への理解、オープン・イノベーションへの理解を深めるよう自らが自己変革を行っていくことが重要である。

また、我が国は、全企業数に対する小規模事業者の割合が圧倒的に高い²⁶構造になっており、これが ICT の利活用が進まない要因の一つとなっているとの指摘がある。また、中小企業は、大企業に比べて ICT への投資意欲が低調との調査結果²⁷もある。

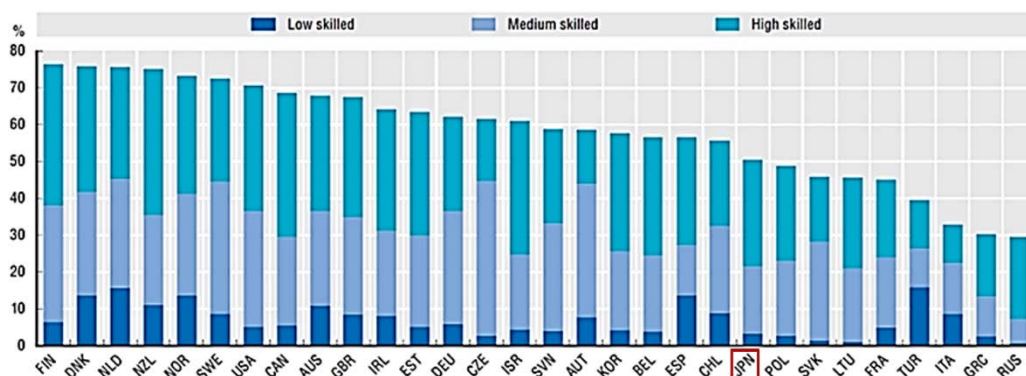
平成 30 年（2018）には、中小企業の経営者の高齢化が進んでおり、今後、中小企業廃業が急増するという問題意識の下、中小企業等経営強化法が改正された。これは、後継者が不在のため事業承継が行えないといった課題を抱える場合には、M&A による事業承継を行う事業者支援として、登録免許税・不動産取得税の軽減等の支援を実施するものであるが、このような制度は、中小企業の ICT 活用の強化を後押しする効果もあるといえる。

前述の①、②のように社会変化が著しいため、民間企業は社員に実践的な教育を継続的に受けさせることが必要とされているが、OECD の調査では日本の社員教育は諸外国に比べて不十分²⁸との結果が示されている。

²⁶企業全体のうち、大企業が約 1.1 万者（全企業数の 0.3%）、中小企業が約 380.9 万者（同 99.7%）。中小企業のうち、中規模企業が約 55.7 万者（同 14.6%）、小規模事業者が約 325.2 万者（同 85.1%）。出典：経済産業省「2017 年版中小企業白書」

²⁷IoT・AI の導入意向アンケートにおいては、IoT・AI のどちらも導入意向はないと回答した企業は、大企業では約 39%、中小企業では 54%。出典：経済産業省「2019 年版中小企業白書」（2019）

²⁸OECD “SCIENCE, TECHNOLOGY AND INDUSTRY SCOREBOARD 2017”（2017）



出典：OECD SCIENCE, TECHNOLOGY AND INDUSTRY SCOREBOARD 2017

図2-8：企業研修を受けた従業員の割合（2012、2015年、スキル別）

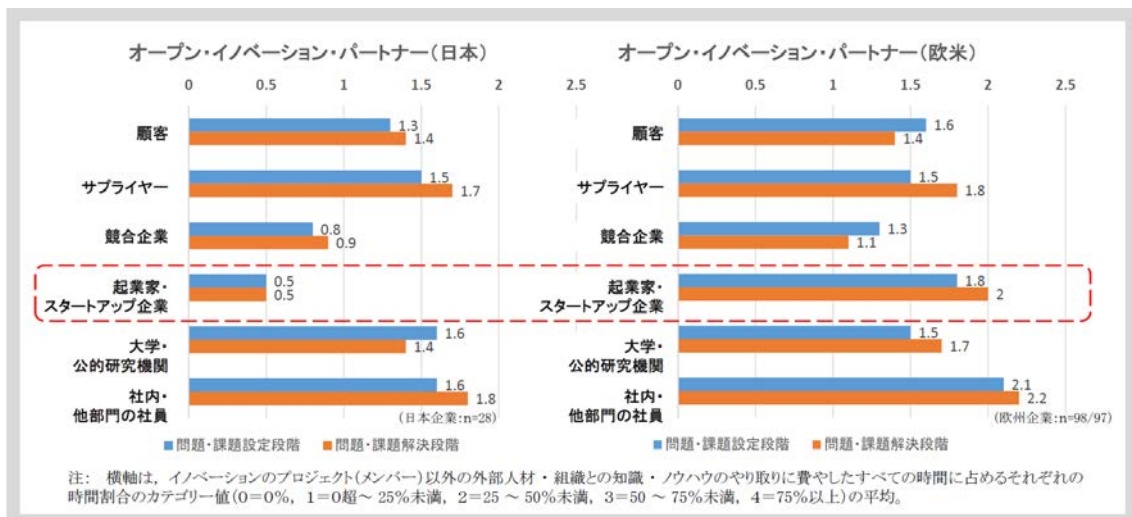
④ イノベーションにおけるベンチャー企業の役割の増加

一般的に大企業は、既存事業の維持や拡大は得意であるが、大胆で迅速な取組は不得意であり、社会や産業の変化が大きい中で、大企業のみでイノベーションを生み出すことは困難である。スピード感をもって果敢に事業化に取り組むベンチャー企業、特に革新的な技術やアイデアを活用して新事業の創出を目指す企業には、新たなビジネスモデルの開発、新たな市場、いわゆるブルーオーシャンの開拓等が期待される。

ベンチャー企業の有する研究開発成果の事業化に向けては成果の段階に応じて持続的な資金供給が必要であるが、我が国においては、特にシーズ段階から目利きし投資するベンチャーキャピタルが稀少である。昨今ではコーポレートベンチャーキャピタルによる投資も増えてはいるものの、親会社の経営戦略が投資行動に強く反映される等、大企業の業務上の戦略目的に沿ったベンチャー投資となっているとの指摘もなされている。

また、大企業の有する多くの経営資源（資本、人、販売力、設備等）はベンチャー企業の急成長に重要であることから、大企業とベンチャー企業の連携は成長の有力な手段と考えられる。

米山ら（2017）は、オープン・イノベーション活動におけるパートナーを日本企業と欧米企業に調査しており、その結果、図2-9に示すとおり欧米企業では「起業家やスタートアップ」とより活発に接点を持っている一方、日本企業では著しく小さくなっている。我が国は欧米に比べて、大企業による起業家・ベンチャー企業との連携は少ない状況にある可能性がある。



出典: 米山ら「日米欧企業におけるオープン・イノベーション活動の比較研究」(学習院大学経済論集第54巻第1号)を基に総務省作成

図2-9: オープン・イノベーション・パートナー(日本、欧米比較)

このようなことから、ベンチャー企業等が研究開発成果を活用した事業の実現可能性を検証していたとしても、試作品の開発やフィールドでの実証等に基づくコンセプト検証を行うための資金が得られず、技術がビジネスにつながらず、「死の谷」を乗り越えられない状況にある。特に、ハードウェアの開発が必要な場合にはソフトウェア開発のみの場合に比べて開発期間が長期化し費用負担が大きくなるため、資金が不足しがちである。

⑤ グローバル市場への対応や社会全体のシステム設計が不十分

我が国は「空気を読む」、「あうんの呼吸」といった文化的な特徴を有しているが、これは、時として諸外国の企業や関係機関と協業する際、日本人同士であれば伝わることも相手に伝わらず、結果として、誤解が生じてビジネスや共同研究プロジェクトが円滑に進まない等、障壁となり得る。そういったことから、グローバル市場の獲得や、海外との連携には、日本人のマインドセットを変更することが必要だが、未だその認識や対応が不十分である。

なお、ニーズ把握にあたっては、既に普及している技術の、新たな活用法が編み出されることによって、リープフロッグする可能性についても留意する必要がある。例えば、1994年に自動車製造現場の管理等を目的として日本で開発されたQRコードは、アリペイやWeChat Payにおいてスマート決済に利用されているなどしている。

また、①で述べたようにイノベーションの創出手法が人間中心に変わり、また、あらゆる産業界でデジタル化が進む中では、社会全体のシステム設計も視野に入れながら、利用側や社会課題、価値観などを理解して新しいサービス・システムを創り出し、解決策を描ける「デザイナー人材」が必要であ

る。日本人は個々のシステムやサービスの設計は得意だが、社会全体のビジョンを描く、複数の業界をつなげることが不得意であるという指摘がなされている。

また、上記以外にも革新的な技術の社会実装を進めるにはプライバシー保護の規制やAI倫理のガイドラインなど、技術の標準化のみならずルール形成の重要性が大きい。そのため、制度等の見直し、標準化、個人情報保護等のルール形成、倫理、社会的受容性等がますます重要になっている。

2.3.2 社会課題の解決に向けた社会実装の加速化方策の方向性

(1) に示した現状・課題を踏まえ、我が国においては、価値観が変化し、技術革新スピードが加速化する中において、我が国の企業、政府、自治体、大学、学会、個人が既存のルールや価値観に拘泥することなく、マインド、事業手法、制度、教育といった根本的な部分において変化・変革を続けていくことが不可欠である。こうした基本的な考え方の下、国全体の取組の方向性を以下のとおり取りまとめた。

① デザイン思考の活用

社会課題の解決、イノベーション創出に向けては、ICT提供産業と利用産業の共創の機会を拡大することが必要である。

また、イノベーション創出手法の変化に対応できるよう、「デザイン思考」の理解を進めるとともに、現場の課題を認識し解決方を提案できるデザイナー等が開発をリードする機会の拡大が必要である。開発においては、自治体や市民の参画も積極的に検討すべきである。

② アジャイル型による開発アプローチ

研究開発者とユーザーが協働して事業化に向けた課題の理解、サービス提供に必要な技術的要件や仕様を明確化し、技術実証、改善を進めることで、効率的な開発に資する「アジャイル型開発アプローチ」の採用を広めることが必要である。また、提供者側に対して、適当な依頼、提案、適切なフィードバックをするためには、利用側においてもICTに関する基礎的な知識が必要であり、また、ICT人材の確保・育成が急務である。中でもオープンソース・ソフトウェアを含むソフトウェアの開発・活用を行う人材を確保・育成が不可欠である。

③ トップダウンによるイノベーションの推進

ICTの利用側である企業の経営トップや自治体の首長によるICTへの理解を促進が重要である。その上で、利用側、提供側双方において、経営トップ等によるオープン・イノベーションの必要性の認識を向上、トップの意思決定に基

づき他企業との迅速な連携を推進していくことが必要である。

特に、自治体においては首長のリーダーシップが発揮できる環境にあることから、国は先進事例の情報を提供し新たな ICT の積極的な導入を促進することが有用である。

④ ベンチャー企業への支援

イノベーション創出におけるベンチャー企業の役割やコンセプト検証の重要性を認識し支援すべきである。ベンチャー企業等の育成の観点から、アンカーテナンシー²⁹として国や大企業、自治体がベンチャー企業の研究開発の成果を先導的・積極的に導入することが期待される。

また、宇宙分野においては研究開発の加速化や事業化促進の手段として、米国等を中心に様々なコンテストが開催され、ベンチャー企業の育成に成果を挙げている。アイデアや技術を持ったベンチャー企業が台頭してきた技術分野では、その分野を更に盛り上げるため、また、人材を育成するため、アイデアの優劣を競うビジネスコンテストの開催や、メンターや VC とのマッチングの機会の場の提供が活発に行われることが有用である。

さらに、資本や既存事業の販売網等を有する大企業においては、企業内の研究開発成果等に係る社内ベンチャー化を積極的に推進することが期待される。

⑤ 戦略的なルール形成、社会的受容性の向上

革新的技術の社会実装には、プライバシー保護の規制や AI 倫理のガイドラインなど、技術の標準化を超えて、戦略的にルール形成を図ることが必要である。

合わせて技術に対する正しい理解と、理解に基づいた社会的受容性の向上が欠かせない。特に、社会課題解決を目的とした開発であれば、技術の利用企業、利用者だけではなく、様々な立場の業界や人との議論や対話を重ねる中で社会的受容性を向上させることが望ましい。

2. 3. 1の①で述べたように、自治体や地域が一体的に社会実装にチャレンジする取組が進められており、こうした実装を通して社会的受容性の向上を図るほか、ルールの作成や見直し等の必要性の検討につなげることも期待されるところであり、自治体による国家戦略特区やサンドボックスの活用も含め、市民、自治体等の技術理解を促進するためのアウトリーチ活動の推進が必要である。

²⁹ 民間の産業活動において政府が一定の調達を補償することにより、産業基盤の安定等を図ること。

2.3.3 社会課題解決に向けた社会実装の加速化の取組

2.3.2 の方向性を踏まえ、国としては、以下の取組を推進するべきである。

(1) 社会課題解決型の研究開発及び社会実装の促進

ア 社会課題解決型の研究開発

自治体や利用者のニーズを吸い上げ、フィールドトライアルを繰り返しながら、技術を高度化・汎用化する社会課題解決型の研究開発の仕組みを構築し実施することが有用である。具体的な研究開発プロジェクトの例としては、次の8つが考えられる。



図 2－10：社会課題解決型の研究開発のイメージ

- ① 人的交流：地域のコミュニティや行政部門を含む各種産業の場で、外国人観光客や労働者と円滑にコミュニケーションが可能となるよう、多様な言語において実用レベルの翻訳精度を実現。
- ② 防災・減災（１）：過去の災害（地震・噴火・豪雨）の前後における衛星観測データから、地表面変位や土壌水分量などを導出しつつ、災害被害のリアルタイムでの解析・予測を実現。
- ③ 防災・減災（２）：ツイッター等の SNS 上の災害関連情報をリアルタイムに分析・要約し、災害発生時の迅速な状況把握・判断を支援する技術に関し、特に自然言語処理技術を実用レベルへの高度化を実現。
- ④ 都市・地域：5G 超高速・低遅延通信のワイヤレス通信技術を用いたスマートモビリティにより、高齢者も自由に移動でき、人的災害を気にする必要のない交通事故ゼロ社会を実現。また、特定地域の課題の一括的な解決を実現。
- ⑤ 農業：農作地における温湿度、二酸化炭素濃度等の大規模で多様なデータを取得する IoT を接続する複雑なネットワーク構成や運用管理を容易化する技術の開発により、スマート農業を実現。

- ⑥ 医療・介護：大容量映像データを低遅延で無線伝送する技術の確立により、遠隔手術等を実現。
- ⑦ 教育：超高速通信ネットワークの利用により、自分の分身が授業に出席することが可能となり、どこに住んでいても最先端の教育を受けることができる。
- ⑧ 仕事：AI や IoT 等を活用することにより、中小企業の新たな発想や企画等、創造的な事業の展開を図る。また、事業の承継を促進。

イ 研究開発成果の社会実装の促進

研究開発成果の周知を国内外に積極的に図るとともに、AI・IoT・5G 等の Society 5.0 時代を支える重要技術の地方での社会展開等を促進する必要がある。研究開発成果の例としては、以下があげられる。

【研究開発成果の例】

- 介護：ベッド上の排泄臭検知シート及び排泄検知アルゴリズムの開発により、おむつ交換のタイミング予測を行い、計画的な介護を可能。
- 医療：クラウド型胎児心拍計及び子宮収縮計の開発により、遠隔地からの妊婦健診を実現。
- 医療：小型可搬な心電図計を開発し、それらの生体情報をクラウドへ送信することにより、県境を越えた救急病院と消防の相互受入れや僻地への医療サービスの浸透を実現。
- 漁業：魚群を非接触・非侵襲でモニタリング・誘導する ICT システムの開発により、養殖時の効率化を実現。
- 通信：従来比 2 倍以上の処理能力を持つ光通信ノードの開発により、消費電力を減じつつ増大する通信量に対応可能な通信システム等を実現。
- 防災：通信制御アルゴリズム及びこれを実装したセンサノードを開発することにより、災害時や獣害対策等の地域の課題に柔軟かつ着実に対応する警報システムを実現。

(2) SDGs 達成に向けたイノベーション創出の支援

ア 研究開発成果のビジネス化の加速化

我が国発のイノベーション創出に向けて、新技術の実用化検討段階及びコンセプト検証段階のベンチャー企業や大学等に対し、ビジネス化を支援する

べきである。その際、SDGs 達成に向けて、我が国・世界の社会課題の解決につながる場合は重点的に資金を配分することが考えられる。

また、地方においては都市部に集中しがちなベンチャー企業との出会いが少ないとの声もあることから、ビジネス化に取り組むベンチャー企業等と地域等の産業の担い手が抱える課題とのマッチングを行う仕組み等の検討もすべきである。

加えて、諸外国におけるコンテストを成功事例としつつ、我が国の ICT 分野においても、技術開発や実用化のための実証機会の拡充やコンテストの具体化により、多様なアイデアの実現を支援することが必要である。

さらに、新たなビジネスやサービスの創出に欠かせない破壊的イノベーションは、誰かが検証したアイデアではなく誰も思いつかない奇想天外でアンビシャスな技術課題への挑戦から生まれることを踏まえ、課題設定型のコンテスト等による多様なアイデアの実現への支援のため、地域においても挑戦できる環境を提供し、地域発の破壊的イノベーションの種の積極的な発掘・育成を実施すべきである。加えて、その成果の地球規模の発信に取り組むことで、ビジネス化に向けたマッチングにつなげることが考えられる。

また、国による研究開発プログラムにおいては、その評価指標として、技術開発の内容に応じて「自治体や利用者の参画」、「事業の継続性」の重視を検討すべきである。

イ ベンチャー企業の優れた先導的技術の利用の促進等

大企業とベンチャー企業の情報交換の場、異分野・異業種の情報交換の場を支援する。

また、ベンチャー企業の初期需要の創出、信用力の向上につながるよう、研究開発成果をビジネス化したベンチャー企業等の商品・サービスの購入・活用を促進することが適当である。例えば、公共調達や民生市場への橋渡しとして、国プロにより研究開発成果をビジネス化したベンチャー企業の製品・サービスの説明会の開催や、国内外の展示会への積極的な参加支援を行うことが必要である。更には、官公庁の入札においては、創業間もないベンチャー企業の入札参加を促進するための検討も重要である。

(3) 人材育成

Society 5.0 の全国的な実現に向けて、高度な ICT 人材の確保・育成を図る観点及び IoT や 5G 等の重要な ICT の社会実装を通じた課題解決を促進する観点から、ICT の活用が期待されている地方・地域を中心として、これら重要な ICT に対する基本的な理解の向上を図るための取組を国により実施すべ

きである。具体的には、ICT 利用側企業等を対象とした ICT 人材を育成する取組、急激な IoT 導入が特に見込まれる分野（製造分野等）の ICT 人材を育成する取組、及び次世代を担う ICT 分野の若手を対象とした人材を育成する取組が重要である。

その他、大学によるリカレント教育の充実、民間企業と大学・学会等との産学連携による社員教育の実施が必要である。

また、法務省の「高度人材ポイント制度」では、一定の要件を満たし在留資格を得られた人材は、複数の在留資格にまたがるような活動が認められるなど優遇措置が設けられている。当該制度で認定された在留者数は年々増加し、平成 29 年度（2017）末には約 9,000 人となっている。今後はこの制度を用いた海外の優秀な人材の呼び込みを促進していくことが重要である。

（４） 戦略的なルール形成、社会的受容性の向上

国としては、AI 等の革新的な技術の社会的受容性や利用促進に向けた、規制・制度の見直し、指針の作成・更新等を行うべきである。

国としては、2.3.1 で述べたとおり、全国の自治体に対して革新的な技術の実装例や導入施策を周知しているところであるが、引き続き、ユーザーや自治体等へ先進・優良事例の紹介を行うべきである。

第3章 国際社会における合意形成

3. 1 今後の国際戦略の在り方

第1章で示した社会像の下、デジタル化に伴う課題や昨今の国際的な議論の動向を踏まえ、①デジタル化によるSDGsへの貢献（「誰一人取り残さない」ためのデジタル化の推進）、②データの自由な流通と利活用の促進、③AI/IoTの利活用の促進と環境整備、④サイバーセキュリティの確保の4つの観点から今後の取組の方向性を国際社会における取組及び国内における取組に分けて、それぞれ示すこととする。

なお、国際社会における取組と国内における取組は個々に独立したものではなく、相互に連携させて一体的に実施するものであり、国内においては今後の政策に反映し、国際社会においてはG7/G20（特にG20茨城つくば貿易・デジタル経済大臣会合）やその他の多国間の枠組み、個別の二国間の政策対話等を通じ、その実現を図っていくべきである。

3. 2 デジタル化によるSDGs達成への貢献（「誰一人取り残さない」ためのデジタル化の推進）

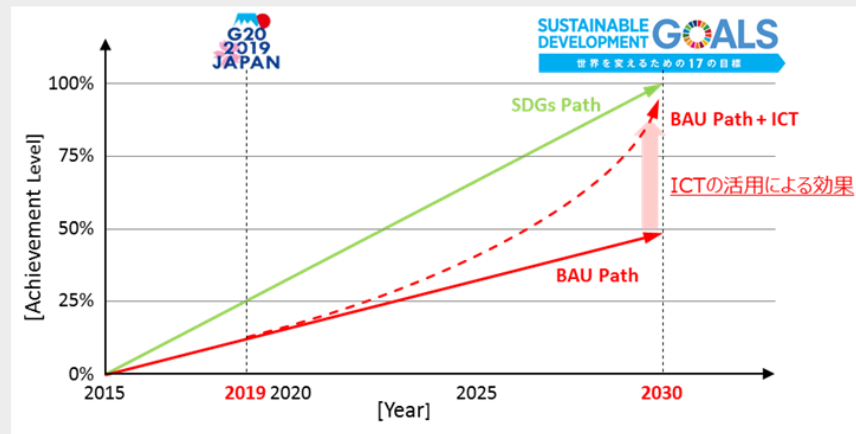
3.2.1 現状・課題

第1章で示したとおり、世界では、人口増加、医師不足、教育機会の不平等、水・食糧の需要の増加、自然災害の増加等といった社会課題を抱えており、令和12年(2030)のSDGs達成に向けて、過去のやり方(BAU, Business as Usual)では達成が困難³⁰で、ICTを革命的に活用した社会課題の解決が重要となる。

インターネットの普及率は、平成30年(2018)にようやく世界人口の50%を超えたものの、現状では世界の半数近くの人々がインターネットにアクセスすることができず、今後、AI/IoT等のデジタル化の進展により、デジタルにアクセスできる者・できない者との格差の拡大が懸念される。また、令和12年(2030)時点で全世界において440億米ドルが不足する見込みであり、インフラ整備費用の確保が課題となっている。そのような中、G20デジタル大臣宣言（平成29年(2017)4月7日 ドイツ・デュッセルドルフ）では、令和7年(2025)までに世界の全ての人をインターネット接続するよう推奨している。さらに、デジタル・テクノロジーを活用することによって、社会課題を解決することができる人材の確保・育成が課題となっている。

³⁰ SDGsの達成状況について、グローバル・国レベルで正式な定量結果は示されていないが、国連の「持続可能な開発ソリューション・ネットワーク（SDSN）」と独ベルテルスマン財団では、SDGsが発効した平成28年(2016)から、各国の達成状況を分析し順位づけした報告書「SDGインデックス&ダッシュボード レポート」を発表。この第3回目のレポートによれば、現状のペースのままだと、令和12年(2030)にSDGsを達成する国は皆無であり、各国とも取組を加速する必要があると警鐘。

ICTの利活用によるSDGsの達成



(出典) 国際戦略ワーキンググループ（第1回）内藤構成員説明資料を基に総務省が作成

図3-1：ICTの利用によるSDGs達成への貢献

3.2.2 取組の方向性

【国際社会】

ア G7/G20 等における議論を通じた確認

SDGs 達成には、デジタル・テクノロジーの活用が不可欠であり、インフラ整備の促進、デジタル格差・ジェンダー格差の解消等が必要であることをG7/G20 等における議論を通じて確認すべきである。

イ デジタル化によるSDGs 達成への貢献モデルを世界に発信

第2章において、「デジタル化によるSDGs 達成への貢献イメージ」を整理したが、世界の社会課題に対し、デジタル化がどのように貢献するかについて、世界で共通認識を醸成すべきである。このため、例えば、イラストを作成し、これをG20 茨城つくば貿易・デジタル経済大臣会合等の国際会議等で世界に積極的に発信していくことが有効である。

ウ デジタル格差の解消に向けた取組

デジタル格差の解消に向け、①ICT へのアクセスの確保に向けた取組（例えば、官民によるブレンドファイナンス（Blended Finance）³¹の活用によるインフラ整備）、②ICT リテラシーの涵養を推進することが重要である。

エ 女性のデジタル経済への参画の促進

OECD の調査によると、大学でICT を専攻する女性の割合は少なく³²、これが雇用市場におけるICT スペシャリストの女性の割合の低さ³³、スタートア

³¹ 公的資金と民間資金を組み合わせたファイナンス手法

³² OECD “OECD Education at a Glance 2017: OECD Indicators” (2017)

³³ OECD “Bridging the Digital Gender Divide: Include, Upskill, Innovate” (2018)

ップに女性が占める割合の低さ³⁴、ソフトウェアの開発チームでの女性の少なさ等につながっており³⁵、女性の ICT 人材の育成等を推進することが急務である。

オ 「質の高い ICT インフラ」の国際スタンダード化の推進

経済・社会の持続的な成長を実現するためには、インフラの量だけではなく、使いやすさやライフサイクルコストを考慮したインフラ、すなわち、「質の高いインフラ」が必要である。このため、総務省では、「質の高い ICT インフラ」の概念の国際的な普及、各国のインフラ事業の質の向上に資するよう、平成 29 年（2017）7 月に「質の高い ICT インフラ」投資の指針を策定した。今後は、我が国の ICT インフラシステムの海外展開を推進するため、国際社会で「質の高い ICT インフラ」の国際スタンダード化（開放性、透明性、経済性、財政の持続可能性等）を推進すべきである。

カ ICT や郵便インフラシステムの海外展開の推進

第 2 章で示したとおり、「SDGs × ICT モデル」を海外で展開するため、グローバルなニーズを捉えつつ、我が国の優位性を活かした ICT インフラシステムや、郵便や放送コンテンツ等も含めて幅広い海外展開を戦略的に実施し、我が国企業による SDGs に関する取組のビジネス化を推進すべきである。

キ SDGs 達成に向けた国際機関を通じた取組の推進

第 2 章で示したとおり、SDGs 達成に向け、国際機関を通じ、例えば、我が国の国際機関への任意拠出金等を活用して、ワークショップの開催、人材の確保・育成の促進、パイロット・プロジェクト等を推進すべきである。

また、国際機関での議論の枠組みを活用し、ルール・規範の策定等を主導する必要がある。

【国内】

ア デジタル化による SDGs 達成に向けた取組の推進

第 2 章で示したとおり、「SDGs × ICT モデル」を国内で展開するため、例えば、データ利活用型スマートシティの展開、行政部門のデジタル・トランスフォーメーションの推進、キャッシュレスの普及、デジタル化によるイノベーションを通じた生産性の向上、女性活躍等のためのテレワークを推進すべきである。

イ デジタル人材の確保・育成

³⁴ OECD “Bridging the Digital Gender Divide: Include, Upskill, Innovate” (2018)

³⁵ OECD, STI Micro-data Lab “Intellectual Property Database”

デジタルを活用することによって社会課題を解決することができる人材（デジタル人材）の確保・育成を推進することが重要である。

3. 3 データの自由な流通と利活用の促進

3.3.1 現状・課題

AI の進化や IoT 機器・サービスの普及や等により、多種多様かつ大量のデータを効率的かつ効果的に収集・共有・分析・活用することが可能となりつつある。これらのデータを活用することで新規事業・サービスの創出、生産活動の高度化・効率化、国民生活の安全性及び利便性の向上等が実現すると期待されている。

このため、世界各国では、データを活用したビジネス・サービスの高度化に向けた取組が進展するとともに、法制度整備を含むデータの流通・活用環境の整備が進められている。例えば、我が国では、内閣官房 IT 総合戦略室が平成 28 年（2016）9 月から「データ流通環境整備検討会」を開催し、同検討会に設けられた「AI、IoT 時代におけるデータ活用ワーキンググループ」においては、特に個人情報を含むパーソナルデータの流通・活用について検討を行っている。平成 29 年（2017 年）3 月の「中間とりまとめ」では、パーソナルデータの流通を実現させるために有効な仕組みの一つとして、個人の関与の下でデータの流通・活用を進める「情報銀行³⁶」が挙げられたところである。

こうした背景から、国境を越えたデータの流通の在り方が国際社会で注目されており、我が国としてデータの取扱いを巡るルール形成やデータという財の市場をどのように形成していくか等が課題となっている。平成 30 年（2019）1 月の世界経済フォーラムの年次総会（ダボス会議）では、安倍総理が、同年に日本・大阪で開催される G20 サミット（令和元年（2019）6 月）を「世界的なデータ・ガバナンスが始まった機会として、長く記憶される場」とし、「データ・ガバナンスに焦点を当てて議論するトラック（大阪トラック）」と位置付けて「信頼性のあるデータ流通（データ・フリー・フロー・ウィズ・トラスト）」を提唱したところであり、デジタル経済の持続的かつ包摂的な成長の観点からも、関係者の権利・利益に関する適切なバランスがとれたデータ流通・利活用環境を整備することが必要である。

3.3.2 取組の方向性

【国際社会】

ア G7/G20 等における議論を通じた確認

³⁶ 情報銀行（情報利用信用銀行）とは、個人とのデータ活用に関する契約等に基づき、PDS（Personal Data Store）等のシステム（個人が自らのデータを蓄積・管理するためのシステム）を活用して個人のデータを管理するとともに、個人の指示又はあらかじめ指定した条件に基づき個人に代わり妥当性を判断の上、データを第三者（他の事業者）に提供する事業。

データの自由な流通及び利活用の促進は経済成長の源泉であり、データの自由な流通によって、デジタル化の恩恵が最大化されることが重要である。このため、信頼性（トラスト）の向上（個人情報保護、サイバーセキュリティの強化、知的財産の保護等）によって自由なデータ流通の促進が重要であることを G7/G20 等における議論を通じて確認すべきである。

また、グローバルな企業活動やイノベーションの創出を支援するため、我が国としてデータの自由な流通の重要性を世界に向けて常に発信していくことが重要である。

イ データの特性に応じた分類等の検討

個人によるデータのコントローラビリティの確保に向け、様々なデータをその特性に応じて分類やそれを踏まえた適切な取扱い等の検討を行う必要がある。

ウ ルール形成の促進

我が国主導でグローバルなデータ流通市場の健全な発展と、「情報銀行」等の個人によるデータのコントローラビリティの確保に向けたルール形成を促進することが適当である。

【国内】

ア トラストサービスの制度化の推進

サイバー空間での自由で安心・安全なデータ流通を支える基盤として、データの改ざんや送信元のなりすまし等を防止する仕組みであるトラストサービスの制度化を推進することが必要である。

EU では、トラストサービスを包括的に規定する eIDAS (Electronic Identification and Trust Services Regulation) 規則が発効しており、国際的な相互運用性を確保し、データを国外とやり取りする国民や企業等が国外での訴訟等でその真正性や完全性を主張する場合などにおいて、国民や企業等が国外での権利実現を図る基盤としても、我が国における法制度に基づくトラストサービスの構築が期待されている。

イ 「情報銀行」の社会実装等

国内におけるデータの自由な流通及び利活用を促進するため、「情報銀行」の社会実装を推進するとともに、データ取引市場における環境整備やデジタルプラットフォーマーを巡る取引環境整備を推進する必要がある。

3. 4 AI/IoT の利活用の促進と環境整備

3.4.1 現状・課題

近年、様々な分野や産業で AI/IoT の利活用が進展しており、AI/IoT の関連市場は急速な成長が続いている。令和 3 年（2021）には、AI 関連の市場規模は約 368 億米ドル³⁷、IoT 関連の市場規模は約 5,200 億米ドル³⁸に拡大する見込みである。このような市場の拡大に伴い、AI/IoT に関する人材に対するニーズも拡大していくことが予想されるおり、令和 2 年（2020）には 4.8 万人が不足すると推計されていることから、それらの先端技術に関する人材の確保・育成が課題となっている。

また、AI/IoT の普及は、人々や社会に効率性や利便性を提供するだけでなく、生活の様式や社会の有り様を大きく変えていくと予想されていることから、産業面や技術面に加えて、倫理面についても検討が必要となる。さらに、そのような倫理面まで包含した幅広い検討を行うための国際協調や枠組み作りも必要である。

加えて、データが AI によって分析されることで、価値を生み出す源泉となりつつあることに鑑み、データを「新たな資産」としてどのように位置付けていくかが新しい課題となっている。

3.4.2 取組の方向性

【国際社会】

ア AI 時代の未来像

AI の深化によって、経済格差が拡大し、一部の富裕層と多数の低所得者層が存在する社会は生んではならず、AI を我々のより良い生活につなげていくという、「AI 時代の未来像」を示していくことが必要である。具体的には、AI によって労働環境が効率化され、人々のチャレンジが可能となり、新しい雇用や産業が創出されるという考え方を世界に発信し、共通認識を醸成していくことが必要である。

イ G7/G20 等における議論を通じた確認

AI については、開発者が安心して自由に開発できるとともに、利用者が安心・安全に利活用できることが重要であることを G7/G20 等における議論を通じて確認すべきである。

また、AI に対する人々の安心や社会の受容性向上のため、人間中心の AI 原則を共有していく必要がある。加えて、G20 各国の AI 政策、戦略等の事例の共有により、AI の開発や利活用を促進し、イノベーションの創出につなげ

³⁷ Tractica “Artificial Intelligence Market Forecasts” (2019)

³⁸ Bain and Company “IoT Markets Are Growing at 20%” (2018)

ていくことが重要である。

ウ インクルーシブな AI 経済社会の実現に向けたデータの役割の検討

公正な競争環境の下、様々な主体が、AI とデータを活用し、社会的・経済的活動に積極的に参加するとともに、貢献に応じた分配、充足感、余暇の拡大等を得て、社会全体で豊かさを共有できるインクルーシブな経済社会を実現することが重要である。特に、多種多様なデータが収集され、AI によって分析されることで、価値を生み出す源泉となりつつあることに鑑み、データを「新たな資産」として位置づけ、データの生産性向上への貢献とそれに伴う分配の状況を計測するための検討に着手するとともに、データへの正当な報酬のあり方、データのオーナーシップのあり方等について議論を深める必要がある。

また、こうした議論の成果を活用し、国際的な原則策定に向けて検討していくことが適当である。

エ AI/IoT に関するスキル向上の促進

AI/IoT に関する需要が拡大する中、世界での学校教育や職業訓練を通じた AI/IoT のスキル向上を促進することが重要である。

【国内】

ア リアルデータの活用の促進

我が国が強みとするリアルデータ³⁹・知識を活用した AI/IoT プラットフォームの構築を推進することが重要である。また、リアルとバーチャルの融合（サイバー・フィジカル・システム／デジタルツイン⁴⁰）による社会・生活・産業のリデザイン（サイバー空間におけるものづくり等）を促進する必要がある。

イ AI/IoT に関する人材の確保・育成の推進

Society 5.0 に対応した AI/IoT に関する人材の確保・育成を推進することが重要である。また、ソフトウェアの開発チームにおける女性の割合が少数であるなどの現状を踏まえ、多様な人材を確保する観点から、女性人材の育成も考慮すべきである。

³⁹ 健康情報、走行データ、製品の稼働状況等や個人・企業の実世界での活動についてセンサー等により取得されるデータを指す。

⁴⁰ IoT 等を活用して現実（フィジカル）空間の情報を取得し、サイバー空間内に現実（フィジカル）空間の環境を再現すること。

3. 5 サイバーセキュリティの確保

3.5.1 現状・課題

経済・社会のデジタル化の進展するに伴い、サイバー攻撃の脅威が増大しており、サイバーセキュリティの確保が世界的な課題となっている。平成 29 年（2017）には、サイバー犯罪によって全世界で 6,080 億米ドル⁴¹の経済的な損失が発生するなど、サイバー攻撃は大規模な損害をもたらすおそれがあるグローバル・リスクとなっている⁴²。また、IoT の普及に伴い、様々な機器がインターネット等のネットワークに接続されるようになっているが、IoT 機器を狙ったサイバー攻撃が近年増加傾向⁴³にあり、セキュリティ対策に不備がある IoT 機器は、サイバー攻撃に悪用されるなどの新たな脅威も出現している。

このため、政府や企業だけではなく、産学官・市民社会⁴⁴が連携し、サイバー攻撃に対するレジリエンスの確保、サイバーハイジーン(Cyber Hygiene)⁴⁵の普及を進めていくことが重要であるが、これらに対応できるセキュリティ人材の供給が需要に追いついていない状況にある。日本国内では令和 2 年(2020)時点で 19.3 万人が不足すると見込まれており⁴⁶、サイバーセキュリティ人材の確保は大きな課題となっている。

また、サイバーセキュリティは世界共通の脅威であり、ある国のサイバーセキュリティのぜい弱性が世界に影響を及ぼすおそれもあることから、各国とのサイバー協議や ICT 政策対話、ベストプラクティスの共有等を通じ、世界レベルで対策を行っていく必要がある。

なお、総務省は、平成 30 年（2018）9 月に「日 ASEAN サイバーセキュリティ能力構築センター(AJCCBC, ASEAN-Japan Cybersecurity Capacity Building Centre)」をタイ（バンコク）に開設し、ASEAN 域内のサイバーセキュリティ能力の底上げに貢献する人材育成を進めており、具体的な国際貢献の方策の一つとして参考になると考えられる。

3.5.2 取組の方向性

【国際社会】

⁴¹ CSIS & McAfee “Economic Impact of Cybercrime” (2018)

⁴² 世界経済フォーラム (World Economic Forum) が平成 31 年 (2019) 1 月に公表した「The Global Risks Report 2019」では、世界において今後 10 年間で大規模な損害をもたらすおそれのある大規模な事象を「グローバル・リスク」として、その発生可能性や影響規模、相互の関連等について整理しているが、これによると、経済・社会・環境・技術等にわたる広範な領域におけるグローバル・リスクのうち、サイバー攻撃、重要インフラの停止、データ不正・窃盗等のセキュリティ脅威は、発生可能性・影響規模共に上位に位置している。

⁴³ 国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) が平成 31 年 (2019) 2 月に公表した「NICTER 観測レポート 2018」によると、全体の約半数が IoT 機器で動作するサービスや脆弱性を狙った攻撃であるとしている。

⁴⁴ 例えば、世界経済フォーラム (World Economic Forum) は、サイバーセキュリティの課題について協力するため、企業、政府、国際機関、学術研究機関、市民社会で構成される世界的なパートナーネットワークである Centre for Cybersecurity を構築している。

⁴⁵ サイバー空間の衛生管理。コンピュータやその他のデバイスのユーザーがシステムの健全性を維持し、セキュリティを向上させるために講じる慣習や手順。

⁴⁶ 経済産業省「IT 人材の最新動向と将来推計に関する調査結果」(2016)

ア G7/G20 等における議論を通じた確認

IoT 機器・サービスの急速な普及等により、社会の変化に対応したセキュリティに関する新たな共通認識の醸成や産学官・市民社会の幅広い関係者による議論と共通理解、サイバーセキュリティの意識向上、人材の確保・育成等が重要であることを G7/G20 等における議論を通じて確認する必要がある。

イ 産学官・市民社会の連携

サイバーセキュリティの確保は、産学官・市民社会の全ての関係者が連携して課題解決を図っていくことが重要である。

ウ 各国とのサイバーセキュリティ協議や ICT 政策対話の実施

各国とのサイバー協議や ICT 政策対話等を通じ、近年、急速に脅威が高まっている IoT のセキュリティに関する政策や取組についての連携強化や信頼醸成を促進すべきである。

エ 各国のサイバーセキュリティの能力構築の推進

サイバーセキュリティの強化は、世界レベルで考えることが必要であり、対応が進んでいない国に対しては、国際的なパートナーシップにより、サイバーセキュリティのレベルを上げるための教育等の普及を推進することが重要である。ASEAN 加盟国をはじめとする各国のサイバーセキュリティの能力構築や意識啓発の推進等を通じ、各国のサイバーセキュリティ能力を底上げすべきである。

オ ベストプラクティスの共有

グローバルな産学官のプラットフォーム等を通じたサイバーセキュリティに関するベストプラクティスの共有を推進していくことが適当である。

【国内】

ア サイバーセキュリティ人材の育成等

サイバー攻撃が巧妙化・複雑化している中、実践的な対処能力を有するサイバーセキュリティ人材の育成を推進し、国内の各地域において、国際的に通用する人材も含めた様々なレベルのセキュリティ人材育成のエコシステムを構築すべきである。また、世界の優れたサイバーセキュリティ技術を我が国に取り込むとともに、自国技術の育成の推進についても検討することが適当である。

【参考】

「日 ASEAN サイバーセキュリティ能力構築センター
(AJCCBC)」プロジェクト



- JAIF（日 ASEAN 統合基金）を活用した、ASEAN 域内のサイバーセキュリティ能力の底上げに貢献する人材育成プロジェクト。実践的サイバー防御演習（CYDER）*、デジタルフォレンジック演習及びマルウェアの挙動解析演習等を実施。

* CYDER（Cyber Defense Exercise with Recurrence）は、国内では国立研究開発法人情報通信研究機構（NICT）が実施主体となり、国の行政機関、地方公共団体、独立行政法人及び重要インフラ事業者等の情報システム担当者等を対象とした体験型の実践的サイバー防御演習を実施。

- 平成 29 年（2017）12 月の日 ASEAN 情報通信大臣会合において、総務省が議論をリードし、タイの ETDA（電子取引開発機構）がセンターを運用することで合意。平成 30 年（2018）9 月にセンター開所。



日 ASEAN 情報通信大臣会合
(平成 29 年 (2017) 12 月)



サイバーセキュリティ演習

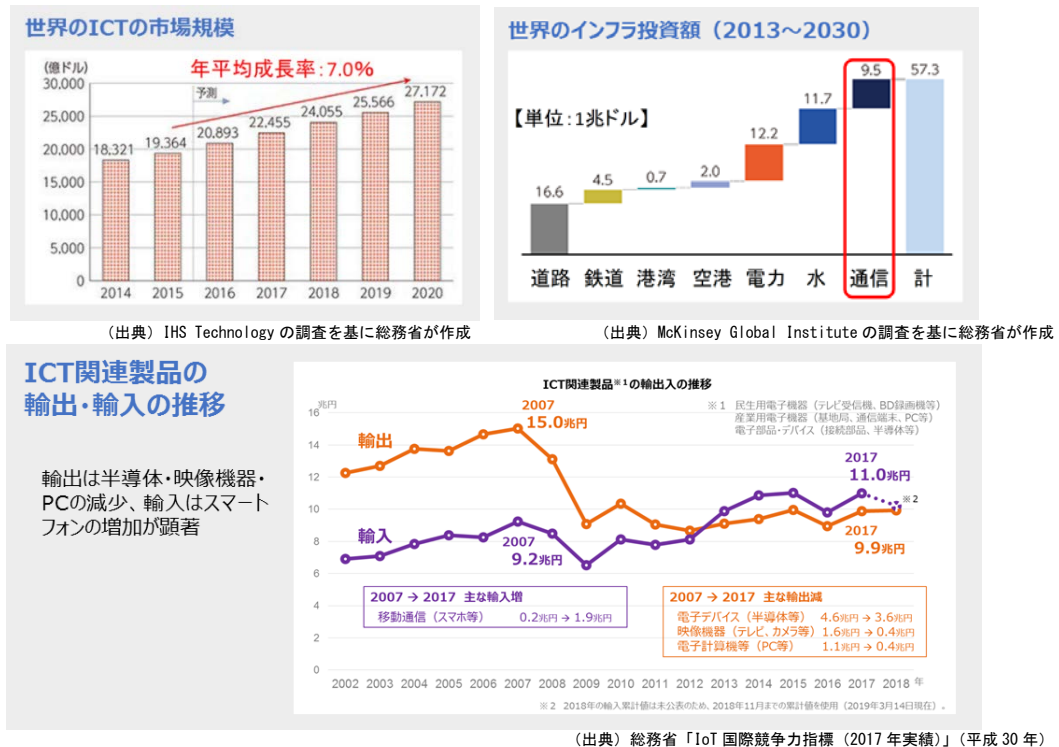
第4章 ICTの海外展開の推進

4.1 現状と課題

デジタル分野は継続的な技術革新を通じ、今後も世界的に市場が拡大（年平均7.0%）していくことが予想されている。特にAI/IoT、ビッグデータ等の新たな技術・サービスの発展に伴い、これらを支えるデジタル・インフラやこれを活用した様々なシステムの需要が世界的に増大していくことも見込まれており、平成25年（2013）から令和12年（2030）までの通信分野の世界のインフラ投資額は9.5兆米ドルに達すると推計されている。

その一方で、日本のICT関連製品の輸出額は、平成19年（2007）をピークに減少し、平成25年（2013）には輸入額と逆転するなど競争力の低下が進んでいる（日本企業が依然として競争力を有し、据置型ゲーム、産業用ロボット、画像センサー等、高い市場シェアを占める製品も存在するものの、その市場規模は比較的小さい⁴⁷）。

また、日本企業の強みが要素技術に偏重しており、それらをキーテクノロジーとしたシステム化やパッケージ化が十分にできていなかったり、リープフロッグ型の発展が進む海外市場においては、日本で開発された製品が現地のニーズに適合しないミスマッチが生じていなかったりするなど、日本企業によるICTの海外展開は様々な課題を抱えている。



(出典) 総務省「IoT国際競争力指標 (2017年実績)」(平成30年)

図4-1: ICTの海外展開の現状と課題

⁴⁷ (出典) 総務省「IoT国際競争力指標 (2017年実績)」(2018)

4. 2 これまでの取組

総務省では、地上デジタル放送の日本方式の海外展開⁴⁸で培った諸外国との関係やそこで得られたノウハウを活用し、通信・放送・郵便システム、防災／医療 ICT、セキュリティ等の ICT インフラシステムについて、①案件発掘（規制／ニーズの事前調査等）、②案件提案（官民ミッション・デモンストレーション）、③案件形成（整備計画策定・モデル事業実施等）といった展開ステージに合わせた支援の実施により、日本企業の海外展開を支援してきた。

また、官民ファンドである株式会社海外通信・放送・郵便事業支援機構（JICT）⁴⁹を設立し、通信・放送・郵便に係るインフラの整備及びその運営・維持管理又はこれらと当該インフラを活用した ICT サービス等の海外展開を一体で支援してきたところである⁵⁰。

これらの取組により、日本企業の海外展開は一定の成果を上げてきたものの、AI/IoT、ビックデータ等の新たな技術・サービスの発展に伴うデジタル分野の成長に取り組んでいくためには、従前の取組を更に強化しつつ、新たなアプローチにより海外展開を推進していく必要がある。

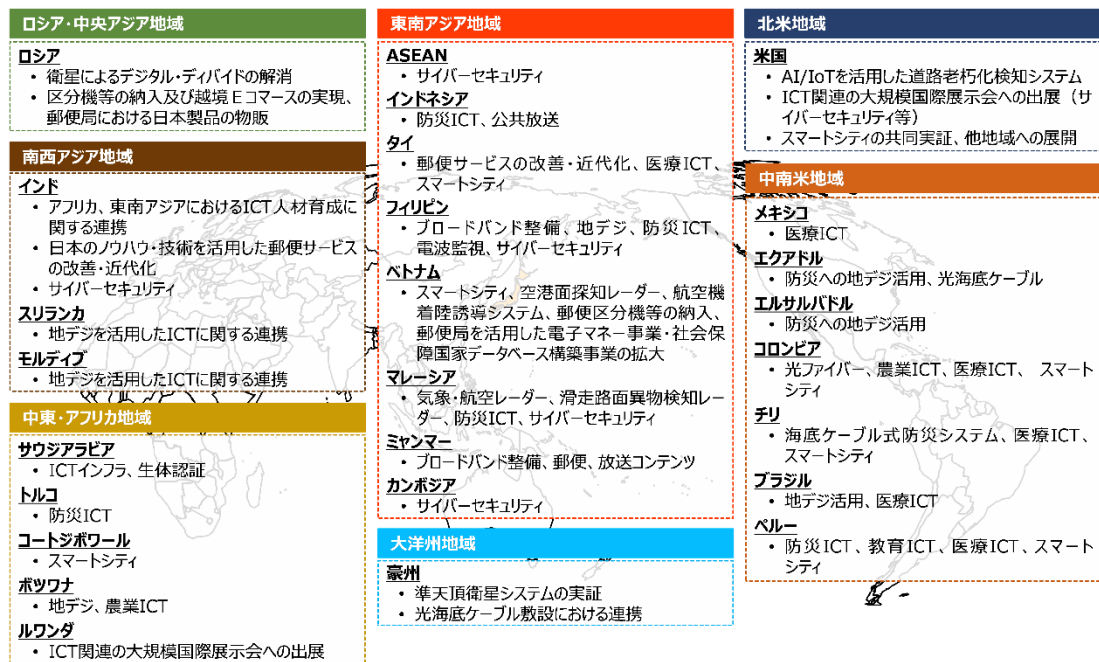


図 4-2：現在進めている総務省の海外展開に関する具体的な取組の事例

⁴⁸ 地上デジタル放送の日本方式は 20 か国約 7 億人の消費者市場を獲得（令和元年（2019）5 月現在）。

⁴⁹ 海外において電気通信事業、放送事業又は郵便事業等を行う者に対し、出資や専門家の派遣等の支援を行う官民ファンド。平成 27 年（2015）11 月設立。リスクマネーの供給拡大を通じて、「質の高いインフラ」の海外展開を推進。

⁵⁰ JICT の支援により、アジア・太平洋地域における光海底ケーブルの敷設、ミャンマーにおける番組製作事業の立ち上げ、欧州における電子政府関連事業会社の取得。

4. 3 今後の対応

4.3.1 取組の方向性

我が国の企業が置かれている現状やデジタル分野特有の発展の態様等を踏まえつつ、技術力のみを頼りにするのではなく、また、価格競争に巻き込まれるのでもなく、これまでの国際協力等により培った我が国への信頼性の活用やルール形成への関与、キャパシティビルディングへの支援等を活用した柔軟なアプローチにより、海外展開を推進する必要がある。

以下、取組の方向性を示す。

方向性① 官・民・支援組織の役割分担によるトータルパッケージでの提案

相手国の政策立案、開発計画策定、制度・規制等のルール形成、人材育成や技術指導、ファイナンスの支援の面で官・民・支援組織が役割分担しつつ一体的な取組として進める。

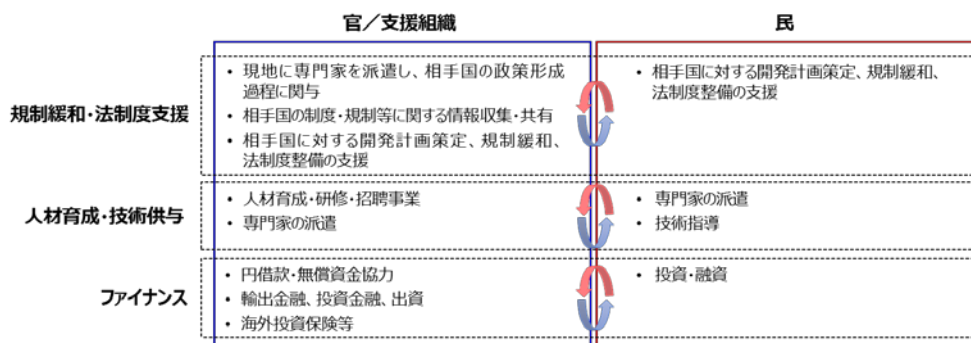


図4-3：官・民・支援組織の役割

方向性② 海外での展開を前提とした取組

海外市場をターゲットとして事業を展開する場合、当初から海外において取組を進めることにより、早期の開発や事業化を図る。

《具体例》

- 障壁となりうる既存の制度や規制がない国・地域をサンドボックスとし、現地でのサービスの開発（研究開発拠点の海外移転を含む）、他国への横展開又は日本への逆輸入を実施
- 相手国の国情を踏まえ、最先端の技術ではなく、既に普及している技術を革命的に利用し、新たなビジネスモデルを構築
- 官民一体となって海外市場をターゲットにした戦略的な標準化の推進

方向性③ 国内関係府省の連携の推進

上位レイヤーのサービスの需要が増大する中、AI/IoT 等を活用した社会課題解決型のサービスを提供するため、関係府省で連携した展開を推進する。

《具体例》

- 国土交通省と連携したベトナムにおける空港面探知レーダー（MLAT）／航空機着陸誘導システム（現地職員の研修・技術指導を国土交通省が担当）等をモデルとした関係府省の連携の促進

方向性④ 現地における日本企業（ICT）と海外企業（サービス）のマッチングの支援

現地への一層の展開に資するため、現地の需要を正確に把握するとともに、例えば、日本企業（ICT 企業）と海外企業（サービス提供企業）等とのマッチングを支援する。

《具体例》

- 各国の在外公館、JICA 及び JETRO の現地事務所と連携し、日本企業の有する ICT と海外企業のニーズをマッチングする枠組みを構築

方向性⑤ AI/IoTプラットフォームの構築

IoT の世界は言語障壁が取り除かれ、我が国にとっても有利になるため、日本が強みとするリアルデータや知識を活用した AI や IoT プラットフォームの構築を進める。

《具体例》

- 海外展開に向けて AI/IoT プラットフォームのデータ連携や開発に向けた取組を促進

方向性⑥ スマートシティの海外展開

相手国のスマートシティ構想を踏まえて、データを利活用したスマートシティの海外展開を推進する必要がある。また、スマートシティのプラットフォーム間のインターフェースやデータフォーマットの標準化を進める。

《具体例》

- 日本企業が有する ICT とデータを利活用した取組を共有し、各国のスマートシティ構想の下、各国が策定したアクションプランの実現に貢献、海外展開を促進

方向性⑦ 世界で拡大する需要の戦略的な取り込み

ICT の成長分野が「サービス」や「プラットフォーム」、更には「データ」の活用へとシフトしていることを踏まえ、単なる「モノの輸出」にとどまらない海外展開を推進する。

また、企業の潜在的な競争力につながる「M&A」や「研究開発」については、自前主義にとらわれないオープン・イノベーションという観点も踏まえつつ、更に強化していく。

《具体例》

- 株式会社海外通信・放送・郵便事業支援機構（JICT）を活用した日本企業の海外展開を支援。特に、ICT のビジネストレンドや民間企業のニーズ踏まえ、JICT として Society 5.0 の海外展開を通じた SDGs 達成に向けて貢献していくことが必要
- また、JICT が日本企業による海外企業の M&A を支援することにより、日本企業の潜在的な競争力を強化

方向性⑧ 「信頼性」を我が国の強みに

AI/IoT 等が社会に浸透し、デジタル・テクノロジーが社会で果たす役割が大きくなる中、ネットワークや機器の「信頼性」が国際社会でも大きな関心事項となっている。このため、これまでの国際協力等により培った信頼性を我が国の強みとし、海外展開を推進していく。

《具体例》

- 「信頼性」を高める国際標準化、研究開発等
- 「信頼性」が担保された ICT 基盤、サービスの推進

方向性⑨ スタートアップ・ベンチャー企業の育成や展開支援

スタートアップやベンチャー企業の振興を重視し、Society 5.0 時代の主役としてグローバルに活躍できる企業の育成を進めるとともに、そのような企業を次々と生むような産業構造への変革を図る。

《具体例》

- 我が国のスタートアップやベンチャー企業に対し、CES（米国）、RSA Conference（米国）、HANNOVER MESSE（ドイツ）、IFA（ドイツ）、MWC（スペイン）、SET EXPO（ブラジル）、ANDICOM（コロンビア）、Transform Africa Summit（ルワンダ）といった大規模 ICT 関連展示会への出展を支援

※これらの大規模 ICT 関連展示会への出展に当たっては、大企業とも連携し、オールジャパンで発信していくことが重要。

4.3.2 海外展開における官・民・支援組織の役割分担

4.3.1. の取組の方向性は、民間事業者の自発的かつ積極的な活動を前提とした上で、官・民・支援組織が役割分担し、一体で取組を進めていく必要がある。図4-3のとおり、官・民・支援組織が集まり、地域ごとの海外展開事例のフォローアップ、課題、ノウハウ等を共有していくことが有効であり、そのための戦略的な市場獲得に向けたタスクフォースの設置等について検討することが適当である。

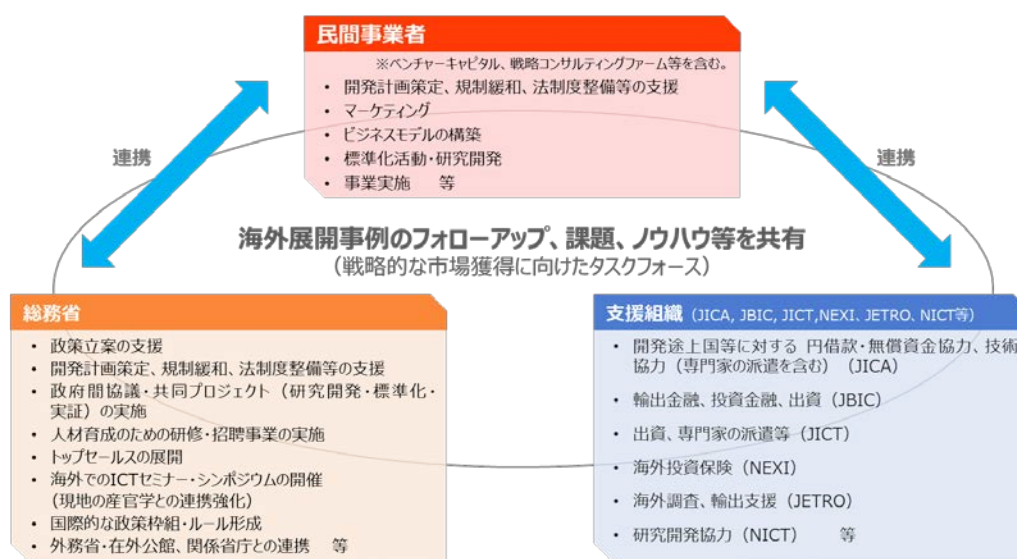


図4-4：官・民・支援組織の役割分担

4.4 アフリカの現状と今後の取組

アフリカは、豊富な天然資源や増加する人口を背景に、近年目覚ましい経済成長を遂げており、投資先としても注目されている。また、アフリカのいくつかの国々では、ICT 立国を目指し、通信インフラの整備、人材育成、起業家支援等を推進しており、世界の大手 ICT 企業や大学は、アフリカで研究所の設置や人材の確保・育成を進めている⁵¹。

⁵¹ 国際戦略ワーキンググループ（第1回）内藤構成員説明資料

一方、我が国も、アフリカ開発会議（TICAD）⁵²等を通じ、アフリカの開発支援を主導してきた実績があり、平成 25 年（2013）に開始された「アフリカの若者のための産業人材育成イニシアティブ（ABE イニシアティブ）」では、アフリカにおける ICT 人材の育成を支援してきたところである。令和元年（2019）8 月には、横浜で第 7 回目の TICAD が開催される予定であることから、この機会やこれまでに培った関係を活用し、アフリカへの ICT や郵便のインフラシステム等の海外展開も積極的に推進していくことが期待される。

以下に取組例を示す。

取組例① スマートアフリカをはじめとしたアフリカ域内の関係機関との連携促進

【現状・課題】

アフリカは、経済成長が続く一方で、経済規模、人口、言語等、様々な国が存在し、政治・社会情勢のリスクもあることから、日本企業が単体で海外展開の取組を行うことは困難である。

【今後の取組例】

スマートアフリカのネットワークをアフリカにおける ICT 海外展開における連携のハブとし、日本企業の投資・進出のリスクを軽減する。

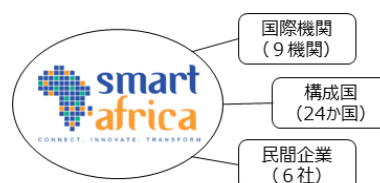


図 4 - 4 : Smart Africa

取組例② 社会基盤のデジタル化による社会の安定及び経済成長への貢献

【現状・課題】

アフリカは、南アジアと同様に、他地域と比較して出生登録、国民 ID の普及が遅れており、適切な選挙管理や徴税の実施、乳幼児の予防接種、教育が十分にできていない。

【今後の取組例】

ICT を活用した国民 ID 基盤等を整備し、アフリカの社会基盤のデジタル化に貢献することで、経済成長、社会の安定化（治安改善を含む。）を促進しつつ、戦略的にルール作りに参加することで大企業からスタートアップまで我が国企業進出の機会を増やしていく。

⁵² TICAD (Tokyo International Conference on African Development (アフリカ開発会議))。TICAD は、アフリカの開発をテーマとする国際会議。日本政府が主導し、国際連合 (UN)、国連開発計画 (UNDP)、世界銀行及びアフリカ連合委員会 (AUC) と共同で開催。

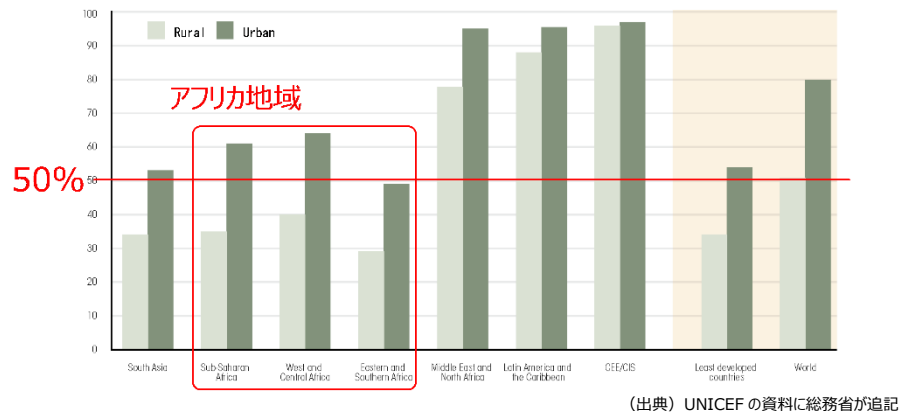


図 4-5：各地域（都市・地方別）の出生登録率

取組例③ 現地発のスタートアップとの連携及び支援

【現状】

アフリカは、モバイル通信やそれに付随するサービスが普及しつつある一方、それを支えるバックホール（通信基盤）の整備が不十分である。また、アフリカ特有のビジネスモデルがあり、日本の製品やサービスがそのままでは受け入れられない場合がある。

【今後の取組例】

国際機関や関係国の政府開発機関の他、現地発スタートアップとも協力し、バックホールへの投資を推進することなどにより、リープフロッグ型発展への対応を促進していく。

また、ICT サービスやソリューションを対象としつつ、海外の事業者や国際開発金融機関等も関与できる官民連携の仕組みを検討することが適当である。

取組例④ 郵便局ネットワークや配達システムの整備の支援

【現状】

電子商取引の進展に伴う物流の増加や郵便局に期待される役割の多様化に対応した郵便局ネットワークや配達システムの整備も十分ではない。

【今後の取組例】

郵便ネットワークを活用した新たなビジネスの創出・経済振興や社会課題を解決する万国郵便連合を通じた各種施策の支援等を促進していくことも考えられる。

第5章 オープン・イノベーションによるキーテクノロジーの高度化

5. 1 今後の技術戦略の在り方の全体像

5.1.1 2030年代の具体的な社会の姿について

2030年代の社会は、あらゆる産業、社会、生活でデジタル化を前提として、IoT、AI、ビッグデータ等の革新的技術の実世界への本格的な適用が開始されまさに、サイバー空間とフィジカル空間の融合による人間中心の Society 5.0 が実現・進展している姿である。

ICT は引き続き、社会的・経済的な基盤として、我が国、世界の課題解決に重要な役割を果たすとともに我が国の国際競争力を維持する重要なツールである。技術戦略ワーキンググループでは、現状の課題を念頭に置きつつ、ICT の活用によって 2030 年代の具体的な社会像を以下にとりまとめた。

●生活（高齢者等の生活支援）

- ・ 発話内容の意味や話者の関係を理解する高度な対話技術の活用により、人に優しい応答機能のほか、人との関わり合いを提供できる対話エージェントやロボットが実現する。
- ・ 脳活動を計測し、脳情報を読み解く技術が深化するとともに、日常生活においても装着可能な小型のBMI（ブレイン・マシン・インターフェース⁵³）の実現により、思うだけで家電やドローン等を操作することが可能になる。

●産業（担い手不足対策）

- ・ IoT、ロボット、ドローン等の活用により、農業、酪農、養殖等の一次産業においても作業の自動化・省人化が進み、生産性が向上する。
- ・ 店舗ではセキュリティの確保された生体情報を活用した個人認証技術により、個別の会計処理をせずとも買い物やサービスを受けることができる。

●防災・減災（自然災害対策）

- ・ 衛星センサー等により取得される高頻度かつ高解像度の全球的な地球環境データの蓄積・解析が進展することで、地球規模での環境変化の予測が可能となる。
- ・ 災害発生時には、各種センサー等に基づく洪水や土砂崩れ被害等に関するデータを、市民の持つウェアラブルセンサー等の他の情報と合わせて分析

⁵³ 脳活動信号を計測して、その信号を解析することで運動指令や運動意図などを読み取り、外部の機械やコンピュータなどを制御する技術をいう。

することで、使用可能な動線や通信路の確保が可能になる等、迅速な救済活動や復旧活動が可能となる。

●都市・地域（モビリティ対策）

- ・ 超高速・低遅延通信のワイヤレス通信技術を用いたスマートモビリティにより、高齢者も自由に移動でき、人的災害を気にする必要のない交通事故ゼロ社会を実現する。
- ・ 超高速通信ネットワークを利用して、視覚情報のみならず、温度や感触等の感覚をリアルタイムに伝える技術の実現により、遠隔地にいる家族とのふれ合いや、家に居ながらもスタジアムにいるようにスポーツ観戦ができる。

●教育・仕事（社会参加の促進）

- ・ 超高速通信ネットワーク、ロボット・ホログラム等の利用により、自分の分身が会議や授業に出席することが可能となる。例えば、分身ロボットを通じて入院中の児童が学校での授業に参加する、同様に、家で寝たきりの人が会社での業務を行うなど社会参加が進む。

●医療・介護（過疎地対策）

- ・ 医者が不足している地域においても、超高速・低遅延通信の革新的ネットワーク技術により専門医による遠隔での診察や、超一流の外科手術の再現が可能となる。

●人的交流（外国人との共生）

- ・ 非ネイティブの発音や方言にも対応した同時翻訳技術が進展することで、外国人観光客や外国人労働者が、各種産業の場や日常生活の場で日本人と円滑にコミュニケーションが可能となる。

5.1.2 今後の技術戦略の在り方

上述の社会像を実現するには、中長期の視野に基づく10年単位での研究開発が必要となる。ここでは、社会像の実現に不可欠なテクノロジーを、Society 5.0を支えるデータ・サイクルの観点から整理するとともに、その高度化に向けたロードマップを作成した。更にキーテクノロジーの高度化の方向性を踏まえ、国として重点的に取り組むべき10の研究開発プロジェクトを提示する。

ア Society 5.0 の実現・進展を支える技術分野とキーテクノロジー

Society 5.0 では、実世界の様々なデータをセンシング技術により取得し、それらを収集・蓄積（ビックデータ化）して AI 等により処理・解析し、新たに生まれるデータや価値を実世界で活用するデータのサイクルが実現する。この実現・進展には、A) データ取得、B) 通信、C) データ分析、D) セキュリティ、E) データ流通・利活用、F) データ利用（データの提示、アクチュエーションの操作）の技術分野におけるキーテクノロジーの高度化が不可欠である。

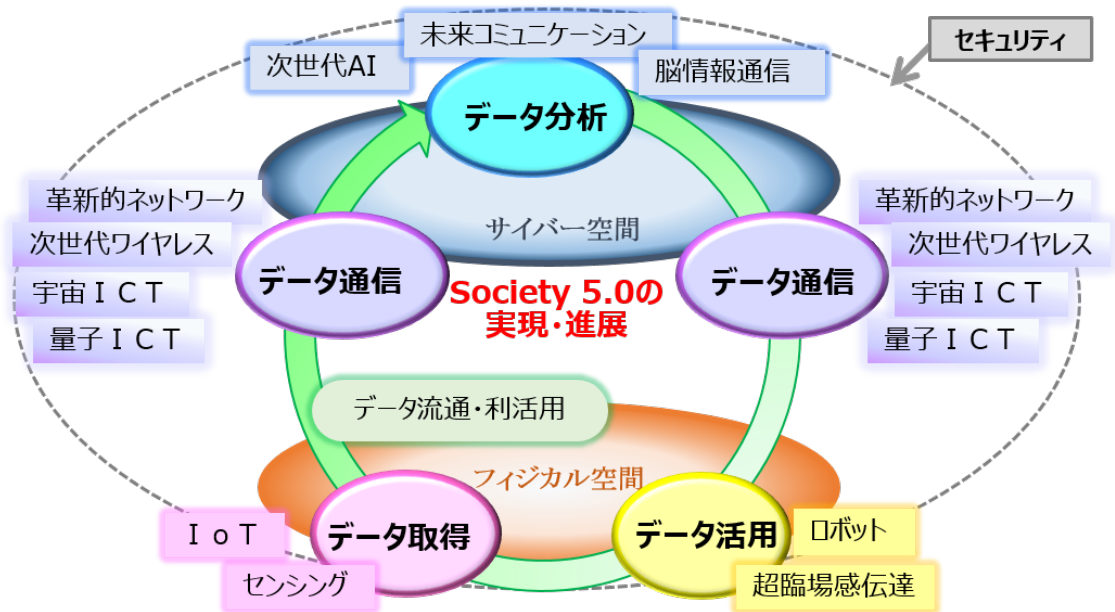


図5－1：Society 5.0 の実現・進展を支える技術分野とキーテクノロジー

イ キーテクノロジーのロードマップと時間軸

次に、アで示した A から F の技術分野について、これまでの我が国の研究実績や諸外国の研究開発動向を踏まえ、次の時間軸でロードマップを作成した。（詳細は appendix を参照）。

【各技術分野における主なキーテクノロジー】

- A) データ取得：センサー統合運用技術、センシングデバイス、リモートセンシング（地表、空中）、非破壊センシング、センシング・認識技術
- B) 通信：革新的ネットワーク技術、ワイヤレスネットワーク技術、ワイヤレス IoT 技術、宇宙 ICT（衛星通信、宇宙天気予報等）
- C) データ分析：自然言語処理技術（翻訳・文脈理解等）、脳情報通信技術
- D) セキュリティ：量子 ICT、サイバーセキュリティ対策技術
- E) データ流通・利活用：分野・事業間データ関係技術

F) データ活用（データ提示、アクチュエーションの操作）：ロボットに係る技術

【時間軸】

第2章（2. 3）で述べたとおり、技術・社会が加速的に変化していく中においては、現時点での技術を迅速に社会実装することも重要である。また、上述のキーテクノロジーについては、2025年の大阪・関西万博を良い機会ととらえ、従来にないサービスや技術をショーケースとして展示することで、我が国の先進的な技術を国内外に広くアピールすることも有用である。以上を踏まえ、以下の時間軸を設定した。

- 2020年：社会実装の加速化の必要がある技術指標
- 2025年：大阪・関西万博等でのデモンストレーション目標
- 2030年以降：将来像の実現のための技術目標

ウ キーテクノロジーの高度化の3つの方向性と具体的なプロジェクト
イのロードマップを踏まえ、次の3つの方向性の下、10のキーテクノロジーについて、国が重点的に研究開発プロジェクトを実施する必要がある。

方向性1）次世代コミュニケーション技術による生活の質の飛躍的向上

① 次世代AI・ロボット

特定の決まった作業を実施するためのAI（自動運転技術、画像認識等）から、人間と同様に多様な課題に柔軟に対応できるAIを実現する。ロボットやアバターも高度化する。生産性向上、生活支援の高度化等により人間の自由時間の拡大、新たな価値の創造、豊かな生活を実現する。

② 脳情報通信・未来コミュニケーション

話している人の表情や感情を読み取り、その場の雰囲気も察知して意図やニュアンスも理解することで、人と区別のつかない対話が可能なエージェント、ロボットを実現。超高齢化社会において人間に代わり人間をサポートする。脳情報が伝達可能となり、念じただけで、家電やドローンの操作が可能になる。身体拡張も実現する。

③ 超臨場感伝達

超高精細の映像データのほか、聴覚、触覚、嗅覚等の人間の様々な感覚情報を伝送し、VRやARによりリアルタイムに再現することにより、空間を越えた超臨場感のコミュニケーションを実現する。

方向性2) 安全安心なデータ主導社会の実現

④ センシング・IoT

地表面の状況を cm 単位で高精度に観測できるレーダーが現状の 100 分の 1 程度に小型化する。これにより、ドローン等にも搭載可能となり、災害発生時に迅速に被災状況を確認することが可能になる。

⑤ データ流通・利活用

個人のプライバシーやトレーサビリティ等が確保された安全・安心なデータ主導社会を実現する。あらゆる産業の実世界における多種多様なデータ流通・利活用が可能になる。

⑥ サイバーセキュリティ

AI 等がサイバー空間の脆弱性をリアルタイムに検知し、格段に安全性が高まるセキュリティ技術を実現する。

⑦ 量子 ICT

盗聴できないことが数学的に保証された、秘匿性の高い通信を地球規模で実現し、通信の安全性が大幅に向上する。

光ネットワークを越える大容量・低消費電力の通信を実現する。革新的ネットワークの次の世代のネットワークに向けた普及が始まる。

方向性3) 未来を支える高度なネットワークインフラの構築

⑧ 革新的ネットワーク

伝送路の AI 制御を実現し、ニーズに応じて、必要な時に必要な通信路が確保される効率的なポスト・インターネットを実現する。データの自由な流通を支えられるようインターネットの設計を改良すべく検討するとともに、実装に向け国際標準化を図る。毎秒 10 テラビット級の光伝送技術により、現在の約 400 倍の通信速度を実現。事実上、遅延がなくなる。

⑨ 次世代ワイヤレス

beyond5G を実現する（双方向での超大容量×超大量接続×超低遅延）。

高速な移動体の遠隔操作、医療分野等のクリティカルな場面でも無線利用が実現する。

⑩ 宇宙 ICT

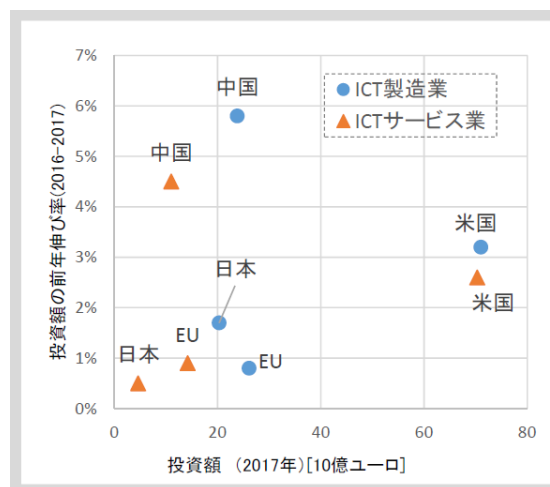
様々な軌道の衛星及び地球上のネットワークがシームレスに連携した基盤が実現するとともに、高解像・高頻度取得された衛星データが、地上のセンサー等の様々なデータと組み合わせられ、社会課題の解決や多様かつ新たなビジネスの創出がなされる⁵⁴。

5. 2 研究開発・標準化の現状と課題

2030 年に向けて中長期的な視点でキーテクノロジーの研究開発を進める上では様々な課題がある。具体的には、①基礎的・基盤的な研究力の衰退、②研究開発のオープン化・グローバル化不足、③研究開発環境の悪化、研究者の不足があげられる。

① 基礎的・基盤的な研究力の衰退

2016 年度の日本の研究開発費の総額は約 18.4 兆円であり、研究主体別で見ると民間企業の研究開発費は約 13.3 兆円であり全体の 7 割を占めている。また、民間企業の研究開発費のうち ICT の研究開発費は約 3.7 兆円（27.6%）を占めている⁵⁵。また、図 5-2 のとおり、我が国の ICT 関連企業による研究開発費は、米中に比べて伸びが低調であるとの結果も欧州委員会の調査結果により示されている。



出典：The EU Industrial R&D Investment Scoreboard 2018に基づき総務省で作成

図 5-2：ICT 関連企業の研究開発投資の国別比較

研究開発の傾向としては、民間企業においては短期的な成果が期待できる応用研究に重点が置かれ、国による研究開発プロジェクトも出口志向の課題が増えている。結果として中長期的視点をもった研究開発への投資が進まず、基礎

⁵⁴ 宇宙 ICT については、総務省「宙を拓くタスクフォース」（平成 30 年 8 月設置）において検討、平成 31 年 5 月とりまとめ予定。

⁵⁵ 出典：総務省 平成 30 年版情報通信白書

的・基盤的な研究力が衰退しつつある。例えば、図5－3に示すとおり、論文については質量ともに国際的な地位の低下が見られる。

全分野	2003－2005年 (PY) (平均)				全分野	2013－2015年 (PY) (平均)			
国・地域名	論文数 分数カウント				国・地域名	論文数 分数カウント			
	論文数	シェア	順位			論文数	シェア	順位	
米国	221,367	26.1	1		米国	272,233	19.9	1	
日本	67,888	8.0	2		中国	219,608	16.0	2	
ドイツ	52,315	6.2	3		ドイツ	64,747	4.7	3	
中国	51,930	6.1	4		日本	64,013	4.7	4	
英国	50,862	6.0	5		英国	59,097	4.3	5	
フランス	37,392	4.4	6		インド	49,976	3.7	6	
イタリア	30,358	3.6	7		フランス	45,315	3.3	7	
カナダ	27,847	3.3	8		韓国	44,822	3.3	8	
スペイン	21,527	2.5	9		イタリア	43,804	3.2	9	
インド	20,319	2.4	10		カナダ	39,473	2.9	10	

全分野	2003－2005年 (PY) (平均)				全分野	2013－2015年 (PY) (平均)			
国・地域名	Top10%補正論文数 分数カウント				国・地域名	Top10%補正論文数 分数カウント			
	論文数	シェア	順位			論文数	シェア	順位	
米国	33,242	39.4	1		米国	39,011	28.5	1	
英国	6,288	7.5	2		中国	21,016	15.4	2	
ドイツ	5,458	6.5	3		英国	8,426	6.2	3	
日本	4,601	5.5	4		ドイツ	7,857	5.7	4	
フランス	3,696	4.4	5		フランス	4,941	3.6	5	
中国	3,599	4.3	6		イタリア	4,739	3.5	6	
カナダ	3,155	3.7	7		カナダ	4,442	3.2	7	
イタリア	2,588	3.1	8		オーストラリア	4,249	3.1	8	
オランダ	2,056	2.4	9		日本	4,242	3.1	9	
オーストラリア	1,903	2.3	10		スペイン	3,634	2.7	10	

注：分数カウント法を用いた。
資料：クラリベイト・アナリティクス社 Web of Science XML (SCIE、2016年末バージョン) を基に、
科学技術・学術政策研究所作成 (『科学研究のベンチマーキング2017』(平成29年8月))

出典：文部科学省 平成30年版科学技術白書

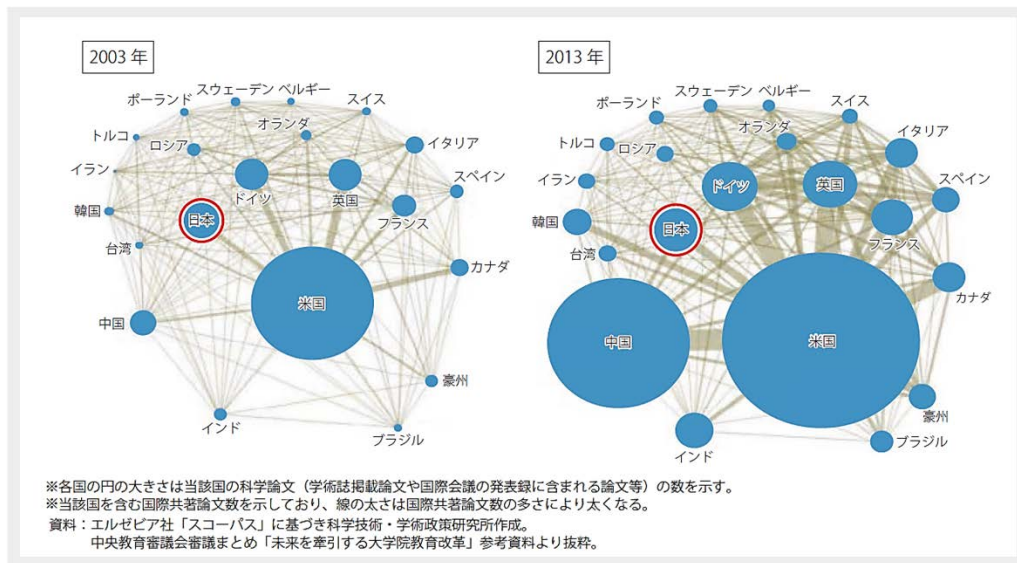
図5－3：国・地域別論文数、TOP10%補正論文数⁵⁶

② 研究開発のオープン化・グローバル化不足

基礎的・基盤的な研究開発が、研究者側の視点に偏って実施される傾向がある。独創的で柔軟な発想は、多様な分野の人材との積極的な交流の中で培われていくため、研究者や技術者においてもこういった交流が有用であるが、研究開発において自前主義が強く、特定の研究分野のコミュニティに閉じて研究が実施されており、異領域・異分野との交流が不足している。

また、国内はもとより海外の研究機関・企業等との連携も限られている。研究者の国際ネットワークに関する調査では、中国、インド、ブラジル等新興国や欧米を中心に国際ネットワークが急激に拡大する一方で、日本の伸びは低調であることが示されている。

⁵⁶ Top10%補正論文数とは、被引用数が各年各分野(22分野)で上位10%に入る論文の抽出後、実数で論文数の1/10となるように補正を加えた論文数を指す。



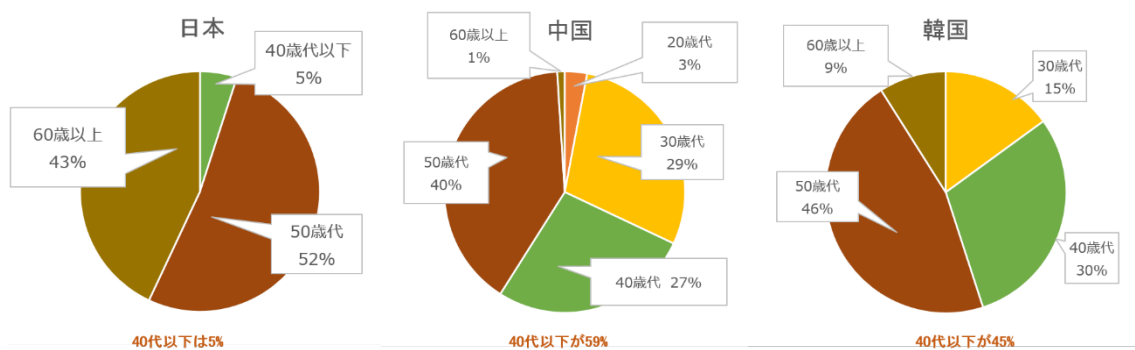
出典：経済産業省 通商白書 2017

図5－4：世界の研究者の国際ネットワーク（共著関係）

標準化については、その意義や役割、プロセス等が大きく変化しつつある。具体的には、競争戦略のツールから協調戦略のツールとして活用される機会が拡大しており、市場創出や仲間づくり、オープン・イノベーションの一環として国際標準化を行うなど、マーケティングとして活用する国・企業が増加している。加えて、標準化作業は研究開発段階終了後に実施されることが多かったが、昨今では研究開発に並行又は先行して標準化作業（コンセプト策定、アーキテクチャ定義等）が行われ、標準化作業に基づいて技術開発の目標（要求条件）やスケジュールを設定する流れに変化している。

特に、国際的な市場形成は、3GPP/IEEE/IETF/W3C等のフォーラムでの標準化がリードしている。

このような標準化の役割・位置づけの変化に対して、前述のように、海外との連携やオープン・イノベーション型の取組が不十分であること、短期的な成果への重点が置かれていることなどから、我が国、企業は十分に対応できていない。結果として、標準化活動へ参加する人材の固定化・高齢化や影響力の低下が課題となっている。その一方で、欧州、中国、韓国等は政府の支援等を背景にして標準化活動を活性化させている。



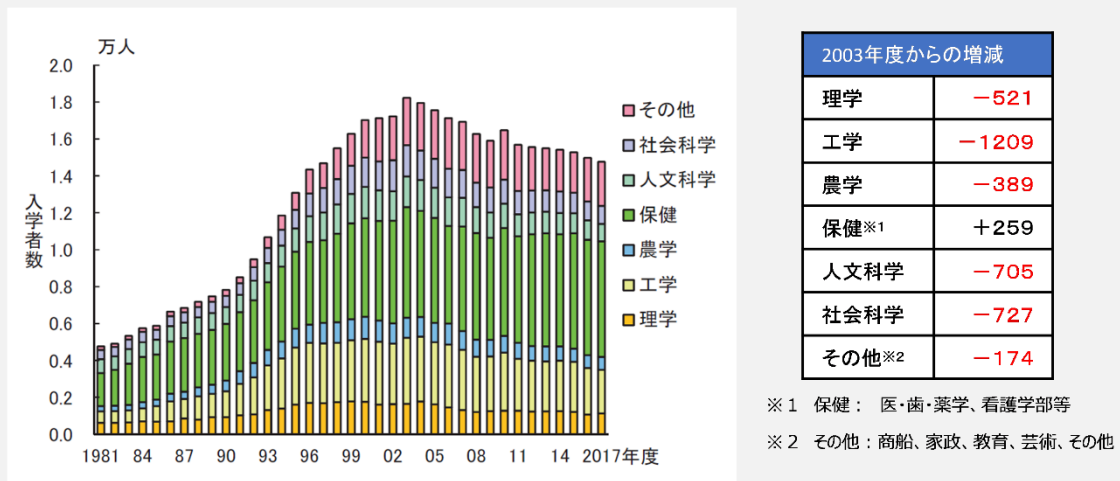
（出典）日本のデータについては、経済産業省 第四次産業革命時代に向けた標準化体制の強化（2017年2月）、中国・韓国のデータについては

三菱総合研究所「国際標準化に係る中国・韓国の動向について」（2016年3月）を基に総務省が作成

図5-5：デジュール標準化会合（ISO 及び IEC）への出席者の年齢分布

② 研究開発環境の悪化、研究者の不足

我が国の研究現場においては、国内外の優秀な研究者を引きつける総合的な研究開発環境が整っていない。企業においては、優秀な研究者に対しても特別に魅力的な条件を提示できず、研究者の海外流出が進んでおり、海外からも人が集まらない。大学においても博士課程への進学者が減少しており、次世代を担う研究開発人材が育成できていない。



（出典）科学技術指標 2018 を基に総務省が作成

図5-6：修士課程修了者の進学率の推移

業種としてはハードウェアの競争力が低下傾向にあり、これをベースとした新技術を開発する研究者のほか、技術を実装できるエンジニアも不足していると指摘された。地域的には、地方に眠っている優れた人材、シーズを発掘できていない可能性も指摘されている。

5. 3 研究開発・標準化の推進方策

5. 2の課題を踏まえ、我が国において最先端 ICT の研究開発を進めるためには、次の5点の取組が必要である。

① 中長期的研究開発の推進

一般的に、要素技術の確立からシステムやサービスとして一般に広く使われるまでには10年以上かかることも多く、また、基盤的な ICT 技術の進展は他の ICT 技術の土台となる可能性もある。次世代の基礎を作るには、長期的視点に立ち、基礎的な研究開発に継続的に取り組むことが重要である。

我が国の研究開発費の7割を支出する民間企業においても持続的にイノベーションを創出する観点から、大学や国研との連携を強化するなど、中長期的な研究開発に取り組むことが重要である。

政府は、国プロの実施により、民間企業における中長期的な研究開発を支援するとともに、短期的な研究開発とのバランスを考えつつも、① 新たな ICT 市場、ビジネスの創出につながる領域、② 国民の安心・安全確保や社会の課題解決に資する領域、③ 民間だけでは投資回収が困難な領域、④ 通信環境の健全性確保のための領域、等の分野に重点化し中長期的な研究開発を実施することが必要である。

更には、技術革新の芽となる多様で基礎的な研究開発の支援を、中長期的な観点から実施することも重要である。なお、国プロを含め、我が国全体として、状況の変化に応じて研究開発の評価、研究目標・研究体制の柔軟化を促進することが必要である。

② オープン・イノベーションを促進する環境整備

ア 利用者の参画、異業種・異分野の交流の推進

基礎的・基盤的な研究開発の成果を効果的・効率的に社会実装へとつなげるため、我が国全体として、早い段階から利用側の企業、公的機関、市民等を巻き込んだ研究開発を推進するといった利用側の参画を積極的に進めるべきである。

国プロにおいても、基礎的・基盤的な研究開発の早い段階から、利用側を巻き込む方策を検討し実施することが必要である。例えば、アンカーテナンシーとしての国等の機関による研究開発成果の導入が明確であるものなど実証・実用段階における利用者が具体的化している研究開発については、その研究開発案件を優先的に採択していくことなどが考えられる。また、イノベーション創出に向けては、専門分野以外の分野とのコラボレーションによる新領域の開拓、バーチャルな研究組織の活用による柔軟なチーム作り、組織の外にある多

様なアイデアを事業創出に繋げるためのコンテストや競争的資金など、異領域・異分野との交流を増やす取組が重要である。

更に、特に若い人材や地方の人材も将来の夢が描けるよう、各機関は成功している研究者や開発者の取組について内外への情報発信を強化するとともに、革新的なアイデアや要素技術を有する者の挑戦の後押し等も進めるべきである。

国プロにおいては、異分野・異業種の参加する実証実験の促進が必要である。また、年齢や性別など参加する研究者の多様性等も評価に加えるといった検討が必要である。

イ 研究開発環境の整備、研究データの共有

我が国の国際競争力の強化につながるよう、民間企業や大学が単独では整備困難な世界最先端の計測機器や実証環境（テストベッド）を世界に先駆けて国が整備し、研究開発や社会実装を促進することが必要である。

例えば、beyond5G 時代に想定される無線ネットワーク環境や多種多様なセンシングデータを扱うための有線ネットワーク環境である最先端の研究開発テストベッドの構築が考えられる。さらに、Society 5.0 時代の実空間とサイバー空間が融合したサイバーフィジカル空間（CPS）における新しいインフラ／システム／プラットフォーム／アプリケーション・サービスのデザイン、評価、検証を可能にするため、多様な無線システムの周波数帯・通信方式等を大規模かつ高精度で模擬可能な電波エミュレータ（高精度な電波シミュレータ）の開発が考えられる。

こういったテストベッドの構築は、研究コミュニティの構築、研究者の人材育成にも役立つほか、様々な研究データの他研究機関との共有により限られたデータの有効活用による最先端研究の促進にも資する。国は、国等の研究データや知財の活用等、研究資源の積極的な活用の推進に向けた検討を進める必要がある。

他方、宇宙分野に見られるような、他の分野と比較し研究開発成果に関する実証に時間や費用を要するものなどについて、特に自ら多くの開発費を投入することが現実的ではないベンチャー企業等の支援の観点から、研究開発の期間や費用の考え方に柔軟性を持たせるなど、研究開発支援の制度または運用に関する検討を加えるほか、多様な実証機会を確保し、提供する方策を検討することが適当である。

③ 諸外国との戦略的パートナーシップの構築

技術の進展が早いため、最先端の研究は自主研究だけでは不可能となっており、オープン・イノベーションは国内のみならず海外の研究機関等との継続的

な連携の一層の強化が必要であり、一流の海外研究者の招へいや、海外への研究拠点の活用・設置等を推進すべきである。

政府としては、基本的な価値観を共有する国、地域と継続的に Win-Win な連携体制を構築することが必要である。これまで連携してきた米、欧、アジア諸国に加えて、分野・テーマに応じた戦略的なパートナー形成や、特に製造分野における日独連携等を強化していくことが必要である。

また、研究開発の初期段階から戦略的なパートナー作りを重視し、国際共同研究の検討・取組を強化する必要がある。

④ ビジネス視点の国際標準化の実現

我が国全体として、各企業のマーケティング部門と技術部門が一体となり、ビジネスの観点から標準化戦略の検討、適切な標準化活動を推進する必要がある。検討に当たっては、デジュール標準⁵⁷だけでなくフォーラム標準⁵⁸も念頭におき、定常的、長期的な参画を推進すべきである。

標準化作業においては実装事例や実証試験結果を提示しつつ、標準を策定することが主流となっており、我が国においても積極的に対応を進めるべきである。しかしながら、実証試験について、個社（特に中小企業等）が実施するには負担が大きいことから、国の支援を強化すべきである。

また、標準化活動の基盤となる人材の拡大に向けた支援として、若手や役職者の参加支援の強化、我が国のプレゼンス向上を図るための積極的な国際会合の日本招致、経営層への標準化に対する理解を促進する取組等を実施すべきである。

更に研究開発プロジェクトにおいて適切な標準化目標を設定するとともに、デジュール及びフォーラム標準の動向を一体的かつ定期的、継続的に把握し、社会実装への期待が大きい IoT 分野（製造分野の IoT 化、スマートシティ、データ連携など）等における標準化の取組を強化することが適当である。

⑤ トップ級の研究開発人材確保のための環境整備と育成

我が国全体として、国際的な競争が激しい研究分野によっては、研究者の処遇を見直し、国内外の優秀な人材を確保する必要がある。

また、次世代を担う研究開発人材の育成も火急の課題であり、政府は、国プロを通じた次世代の ICT 分野の研究開発活動を担う若手研究者の育成、国際的なチームでの研究開発の経験機会の提供などを実施すべきである。大学においても、民間企業との共同研究を通じて実践的な研究開発人材を育成することも有用である。

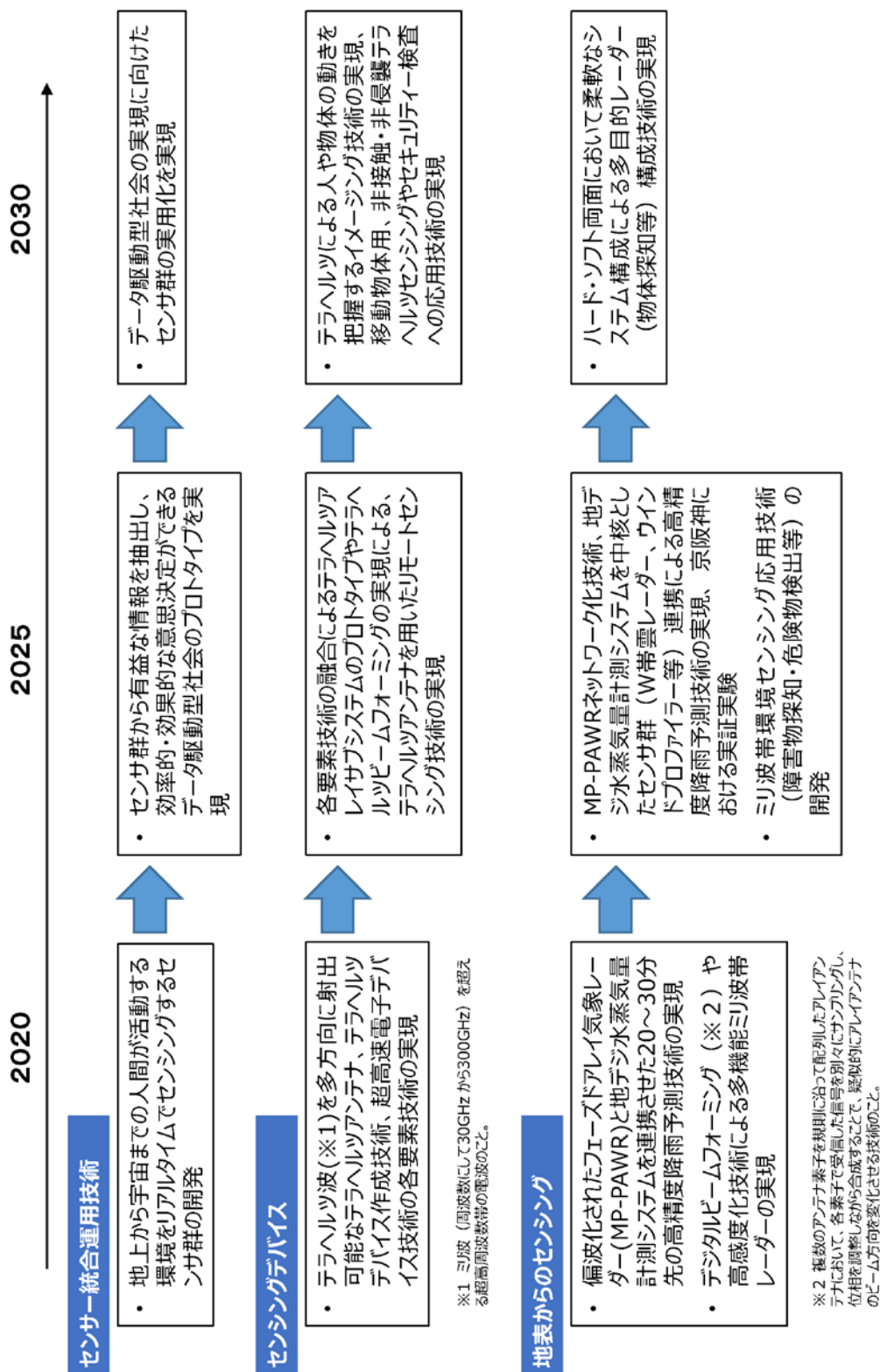
⁵⁷ 国際電気通信連合（ITU：International Telecommunication Union）等の公的な国際標準化機関によって策定された標準

⁵⁸ 複数の企業や大学等が集まり、これらの関係者間の合意により策定された標準

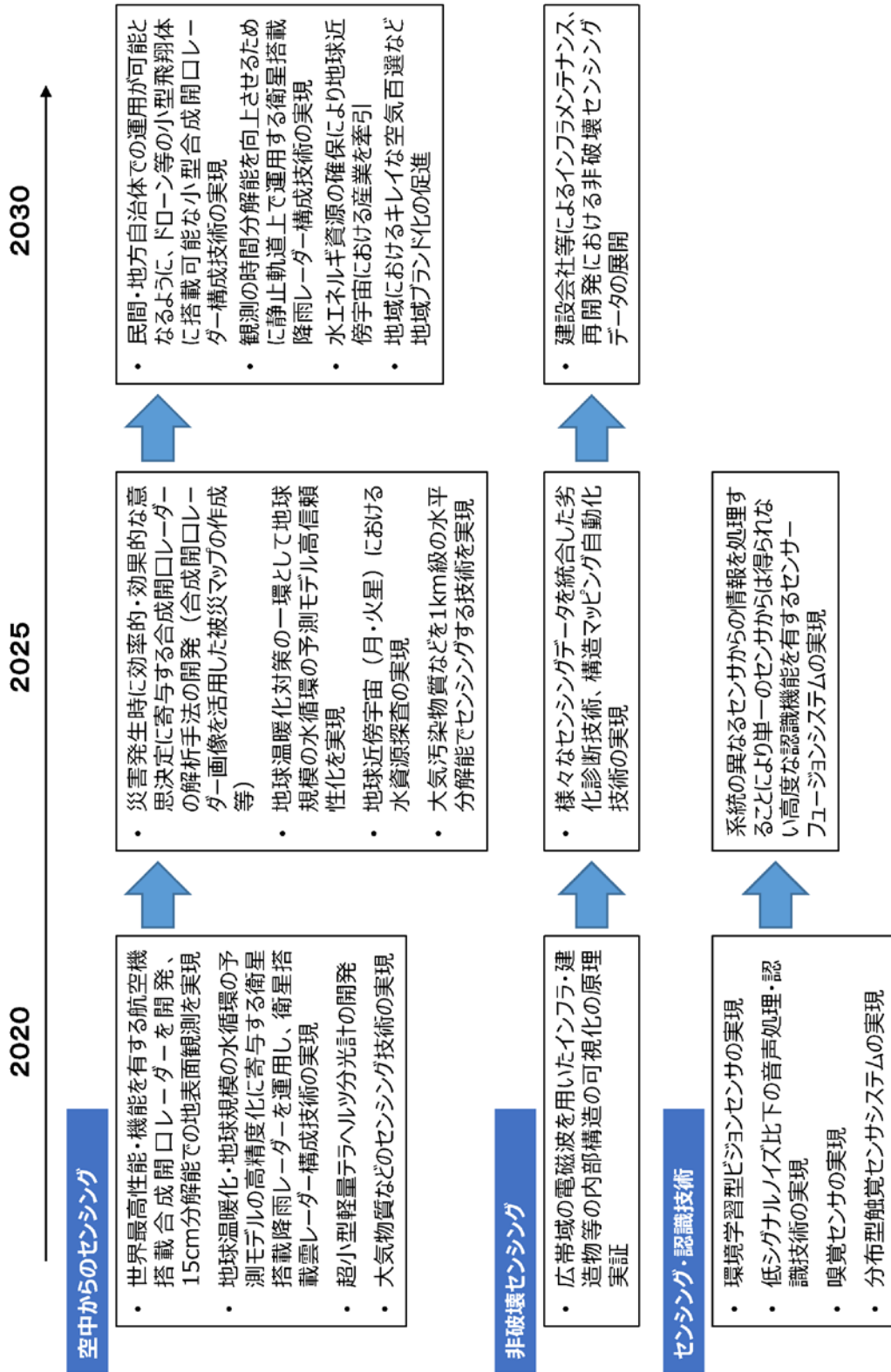
更に研究者の多様性の確保にも取り組むべきであり、特に、他国に比べて低い割合の女性研究者の育成や活躍するための環境整備の検討が急務である。

研究者が研究に注力し、そのポテンシャルを最大限に発揮できるよう、研究開発成果の知的財産の対応、社会実装に向けた他組織との契約の締結など研究開発を取り巻く様々な業務についてマネジメントや支援を行う人材の確保の在り方について検討すべきである。

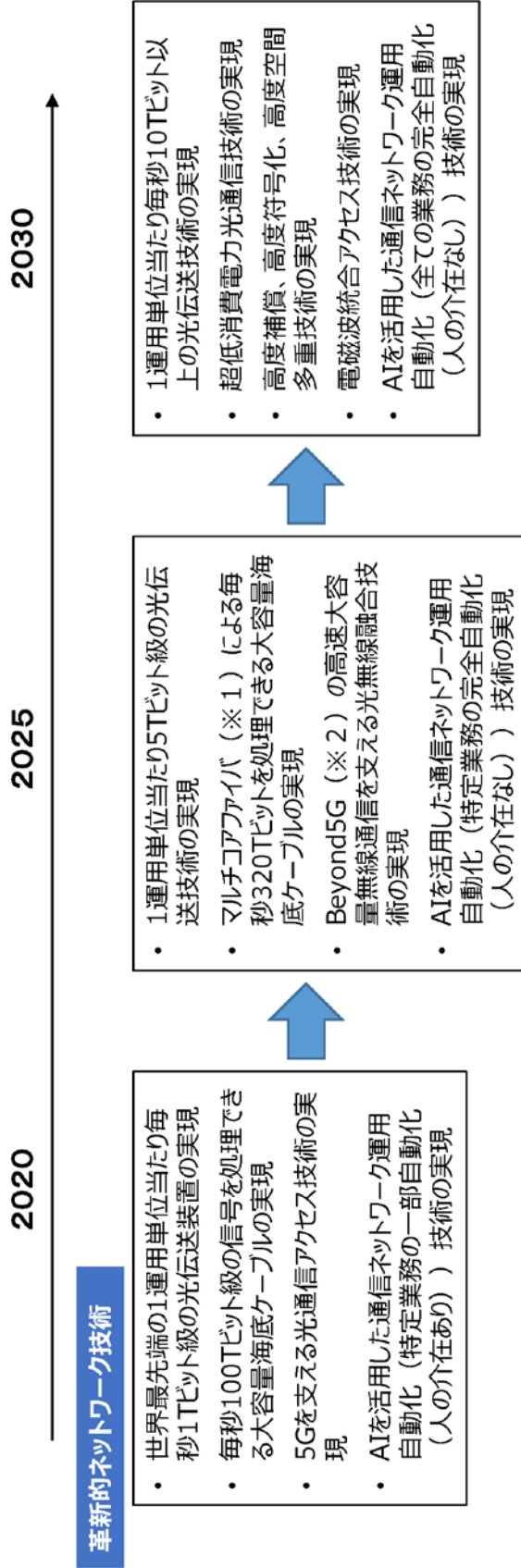
A. データ取得 (1)



A. データ取得（2）



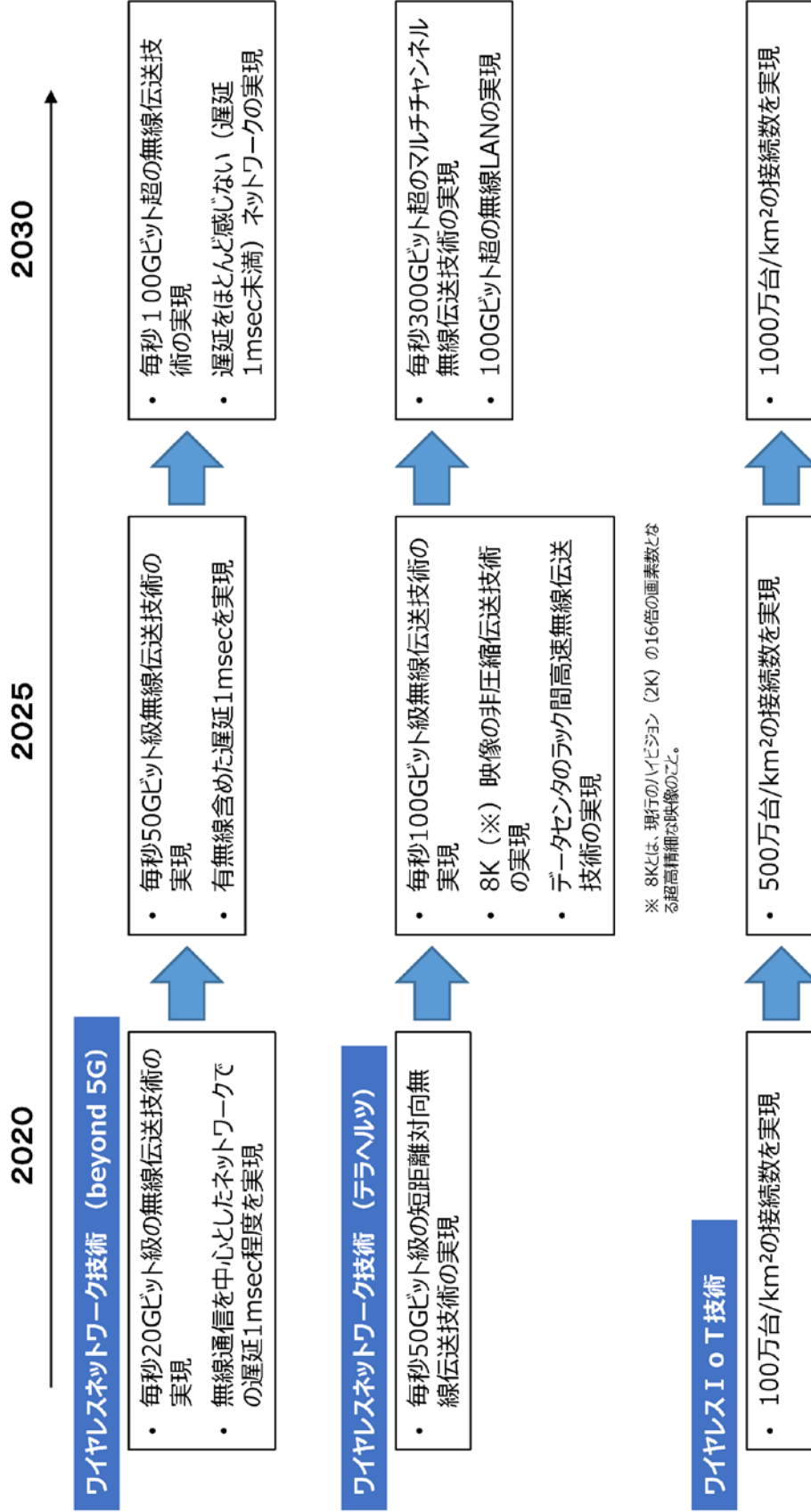
B. データ通信（1）



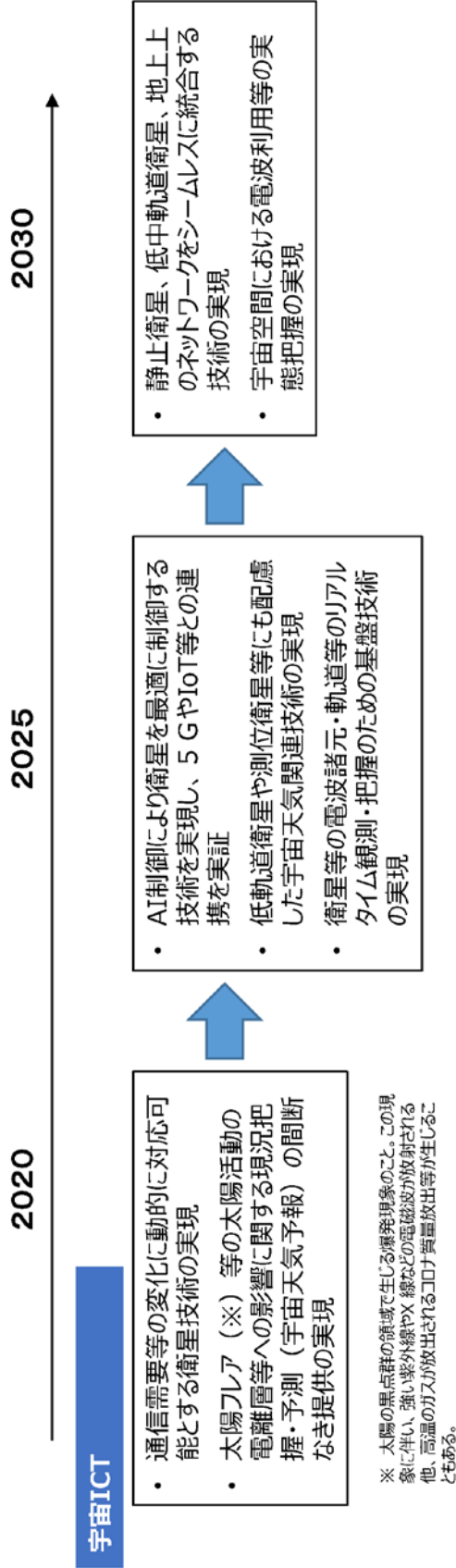
※1 1本の光ファイバーに複数のコア（光の伝送路）を高い空間密度で配置したものと。ファイバー当たりの伝送容量を増やすことが可能となる。

※2 5G（第5世代移動通信システム）の次の世代として構想されている新たな無線通信システムのこと。

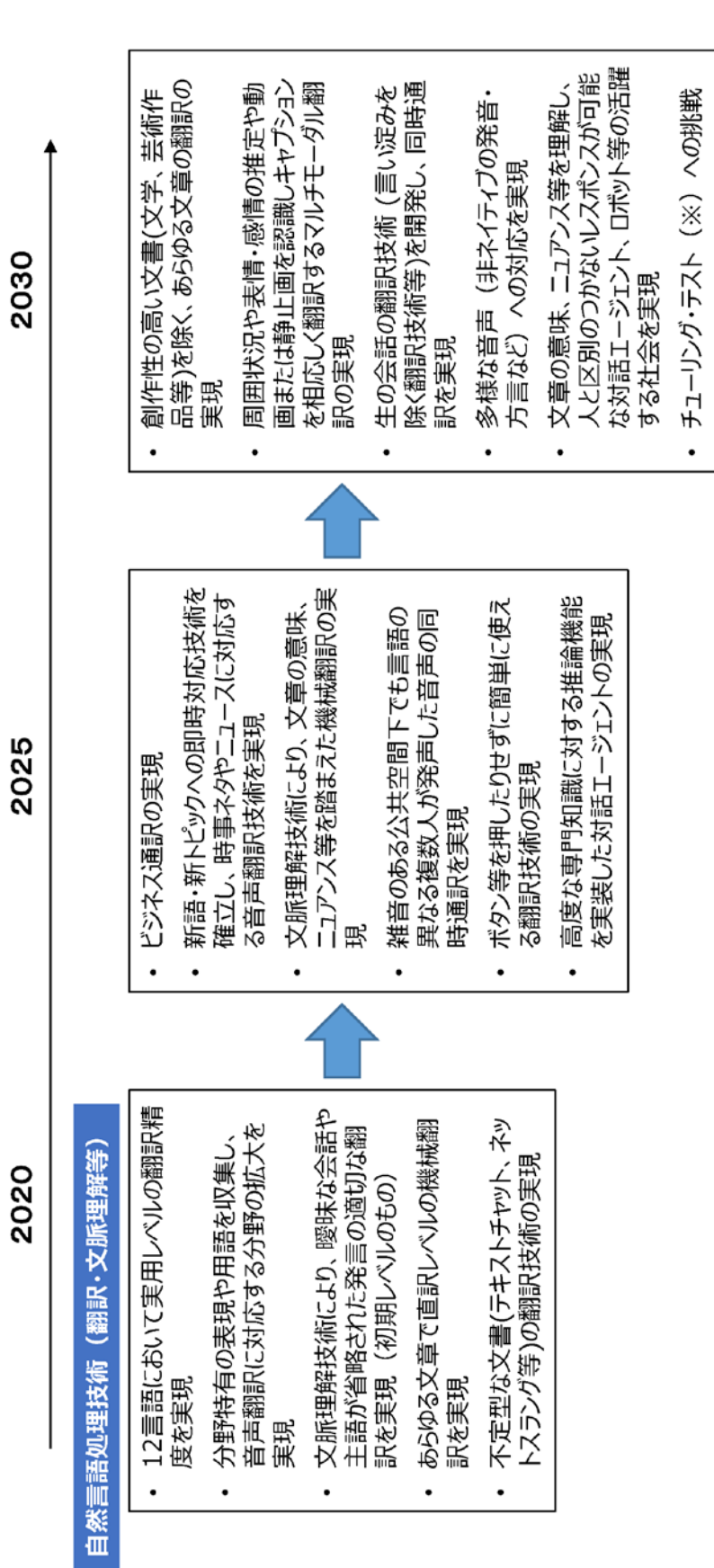
B. データ通信（2）



B. データ通信（3）

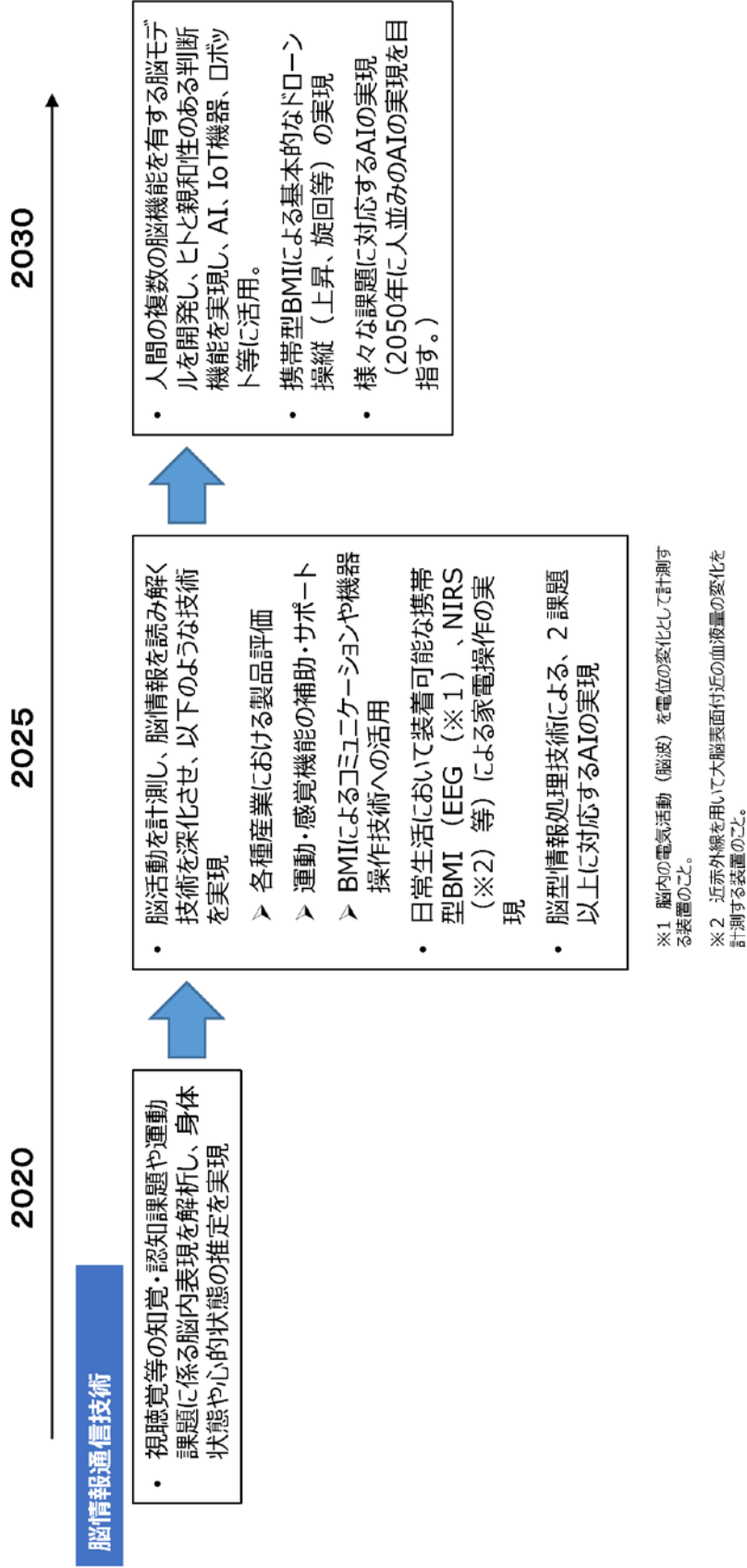


C. データ分析 (1)

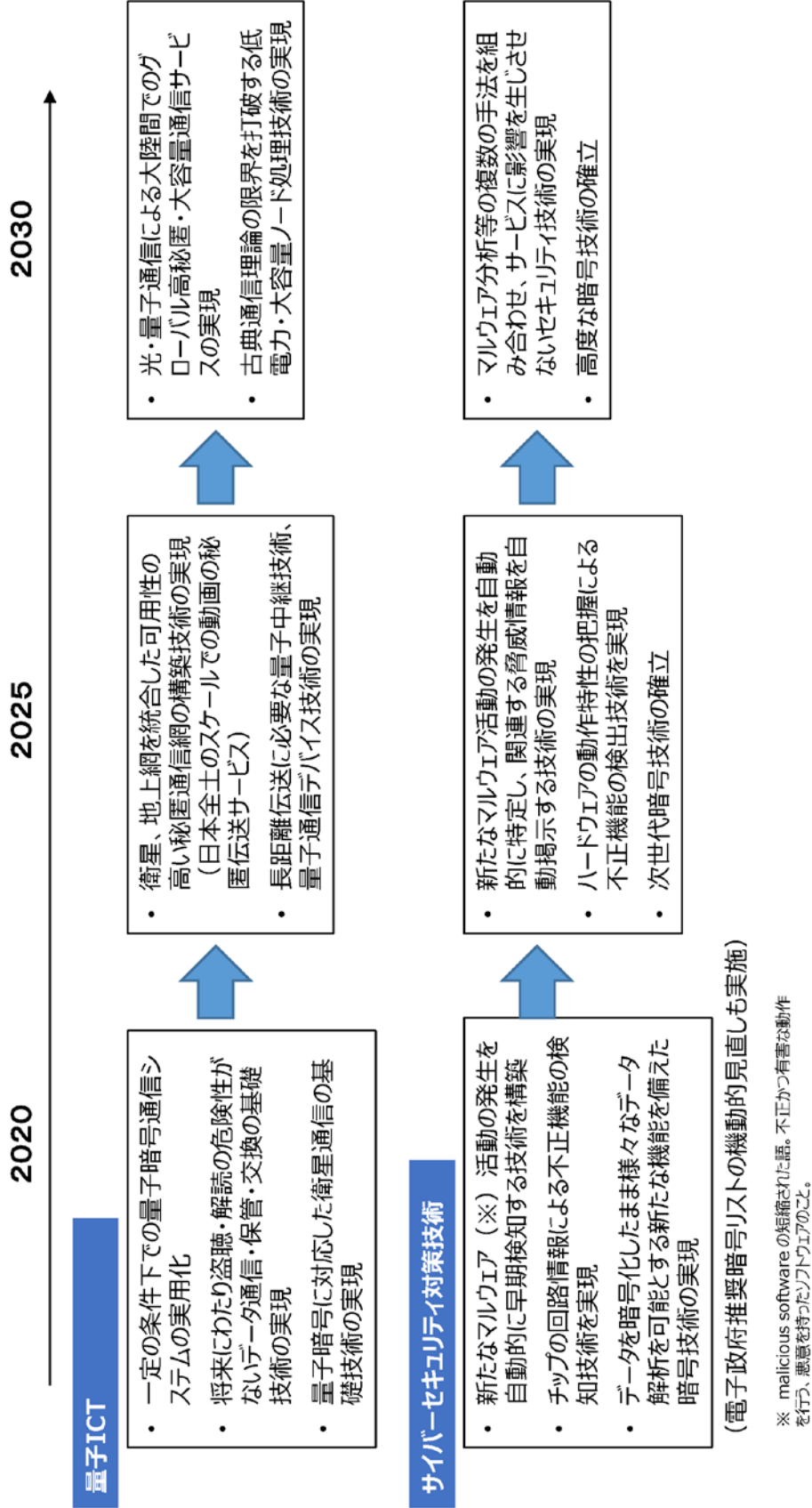


※ 1950年に数学者チューリングが提唱した、知能があることに関する実験のこと。2台のディスプレイの前にテストをする人を座らせ、1台のディスプレイには隠れている別の人が、もう1台は人間をまねるように作られたコンピュータが受け答えた結果がそれぞれ提示される。テストをする人がどちらが人間か分からなければ、このコンピュータには知能があるとされる。

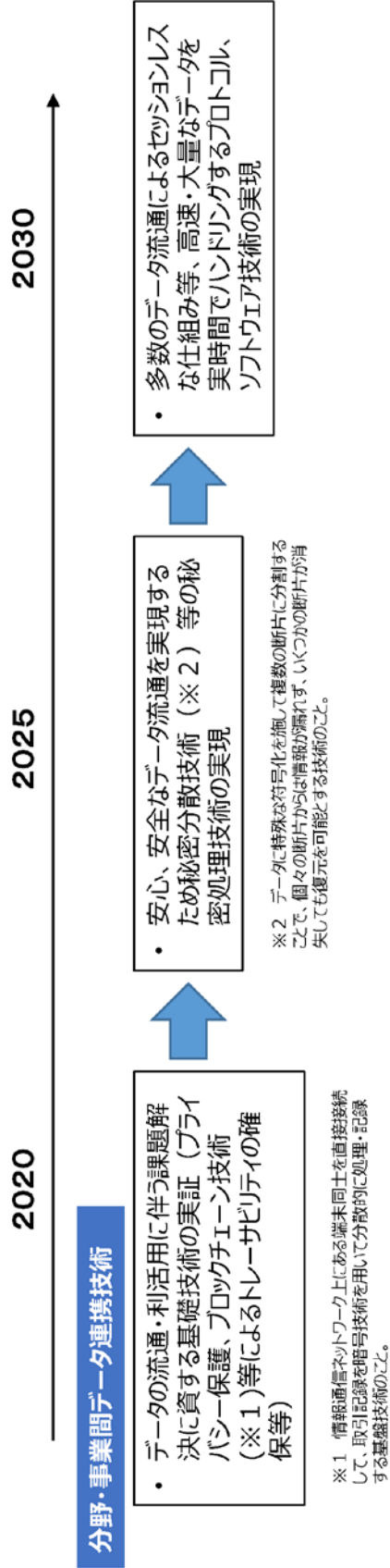
C. データ分析（2）



D. セキュリティ



E. データ流通・利活用



F. データ活用

