

イノベーション創出実現に向けた  
情報通信技術政策の在り方  
＜平成25年1月18日付け諮問第19号＞

最終報告書（案）

平成26年6月13日

情報通信審議会 情報通信政策部会  
イノベーション創出委員会

## 目次

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| はじめに                          | 1  |
| 1 検討の背景                       | 2  |
| 1.1 わが国経済の長期停滞                | 2  |
| 1.2 経済成長への希求                  | 5  |
| 1.3 イノベーション創出への期待             | 6  |
| 1.4 東京オリンピックという好機             | 7  |
| 2 イノベーション創出の実現に向けた現状の課題       | 9  |
| 2.1 研究開発投資の低迷                 | 9  |
| 2.2 新たな産業の創出の低迷               | 11 |
| 2.3 ニーズの変化への対応の遅れ             | 13 |
| 2.4 自前主義への拘り                  | 14 |
| 2.5 人材の不足                     | 15 |
| 2.6 心理的障壁                     | 17 |
| 2.7 知財戦略の遅れ                   | 19 |
| 2.8 社会構造の障壁                   | 20 |
| 3 課題解決の方向性                    | 23 |
| 3.1 新技術・サービス創出                | 23 |
| 3.2 潜在的ニーズの視点に立った技術の活用        | 26 |
| 3.3 自前主義・自己完結主義からの脱却          | 27 |
| 3.4 イノベーション創出を促す環境の整備         | 28 |
| 3.5 基盤的技術としての ICT への取組        | 29 |
| 4 国による具体的な取り組み方策              | 31 |
| 4.1 新技術・サービス創出への挑戦の支援         | 31 |
| 4.2 エコシステム形成の支援               | 33 |
| 4.3 社会ニーズを先取りするプロジェクト推進       | 35 |
| 4.4 イノベーションを誘発する飛び抜けて優れた環境の構築 | 35 |
| 4.5 民間におけるリスクマネーの活性化誘導        | 36 |
| 5 今後取り組むべき技術分野                | 37 |
| 5.1 持続的イノベーションの観点からの研究開発の時間軸  | 37 |
| 5.2 2030年の社会像                 | 37 |
| 5.3 2030年に求められる ICT サービス像     | 43 |
| 5.4 2030年に求められる要素技術           | 46 |
| 5.5 技術開発を実現する環境の整備            | 51 |
| 6 国が重点的に取り組むべき技術分野            | 53 |
| 6.1 国として取り組むべき技術分野            | 53 |
| 6.2 国としての実施方策                 | 54 |
| 6.3 当面取り組むべき具体的プロジェクト         | 55 |
| おわりに                          | 60 |

## はじめに

わが国の経済成長は、バブル崩壊以降、著しく低迷し、何らかの変革なしに経済成長を期待することが困難な情勢にある。そのような中、平成24年末の政権交代を契機に、政府全体で、成長戦略の新たな検討が開始された。

中でも、研究開発等による成果を社会経済変革（イノベーション）につなげることが強く求められており、「世界で最もイノベーションに適した環境を整え」（平成25年1月25日 第3回日本経済再生本部 総理指示）るべく、政府全体として産業競争力会議や総合科学技術会議を中心として、それを実現するための新たな仕組みづくりへ向けた具体的な検討が進められた。その結果、大胆な金融政策、機動的な財政政策に続く、第3の矢として、民間投資を喚起する成長戦略である「日本再興戦略 -JAPAN is BACK-」（平成25年6月14日 閣議決定）がまとめられ、10年間での平均実質GDP成長率2%程度の実現を目指し、政策の総動員が開始された。また、「日本再興戦略」の進化に向け、産業競争力会議を中心として、更なる政策の追加、深掘りの検討が続けられており、平成26年年央に成長戦略の改定が予定されている。

情報通信審議会では、このような政府全体の検討の動きと呼応して、平成25年1月18日の情報通信審議会諮問第19号「イノベーション創出に向けた情報通信技術政策の在り方」を受け、情報通信政策部会に「イノベーション創出委員会」を設置し、全産業の名目国内生産額合計の約1割を占めかつ全産業に密接に関連するICT産業について、官民の研究開発能力を結集し、我が国が強みを発揮すべき技術分野を見定め、社会実装に確実につなげるよう、公的な予算・人材を重点投資するとともに、産学連携の強化や外部の資金・人材の活用など、我が国全体の力の結集を促す仕組みの構築などを通じて、イノベーション創出を実現する方策の検討を行ってきた。

さらに、イノベーション創出委員会は、情報通信審議会の単なる一委員会としてだけでなく、総務大臣の主宰により平成25年2月15日から開催された「ICT成長戦略会議」の関係会議としても機能することで、随時、それまでの検討結果を政府全体の検討の場へと提供し、「日本再興戦略」の検討にも貢献するとともに、平成26年1月27日より総務大臣主宰の「ICT成長戦略推進会議」の関係会議として、「日本再興戦略」の推進及び進化にむけた検討にも貢献をしてきたところである。

本報告書は、これまでの検討結果について、今後の総務省における情報通信技術政策の推進への活用と、それによる情報通信技術によるイノベーションの創出の実現を期待して、当面取り組むべき方策について取りまとめたものである。

あらゆる産業の共通基盤である情報通信技術によるイノベーション創出に向けた情報通信技術政策の在り方については、今後も、「日本再興戦略」を始めとする政府による政策の推進状況を踏まえつつ、更なる検討を継続することが求められることに留意いただきたい。

# 1 検討の背景

## 1.1 わが国経済の長期停滞

わが国の経済成長は、バブル崩壊以降、いわゆる「失われた20年」の間、著しく低迷している（図1-1）。

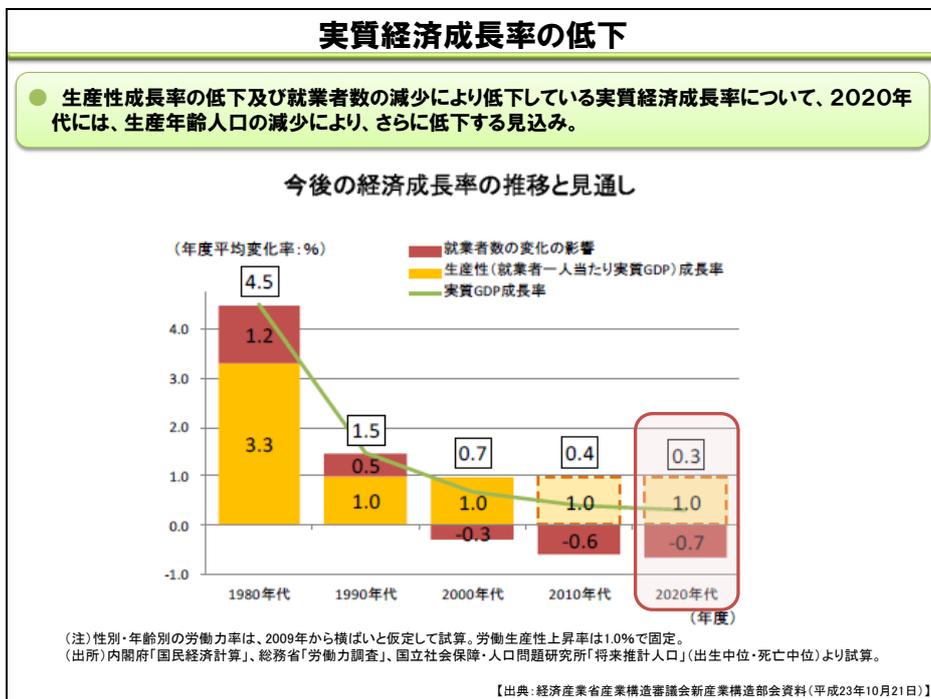


図 1-1 実質経済成長率の低下

さらに、今後少子高齢化が進展する中、すでに生産年齢人口比率はピークを過ぎており、いわゆる人口ボーナスによる経済成長も見込めない状況にあり、何らかの変革なしに経済成長を期待することが困難な情勢にある（図1-2）。

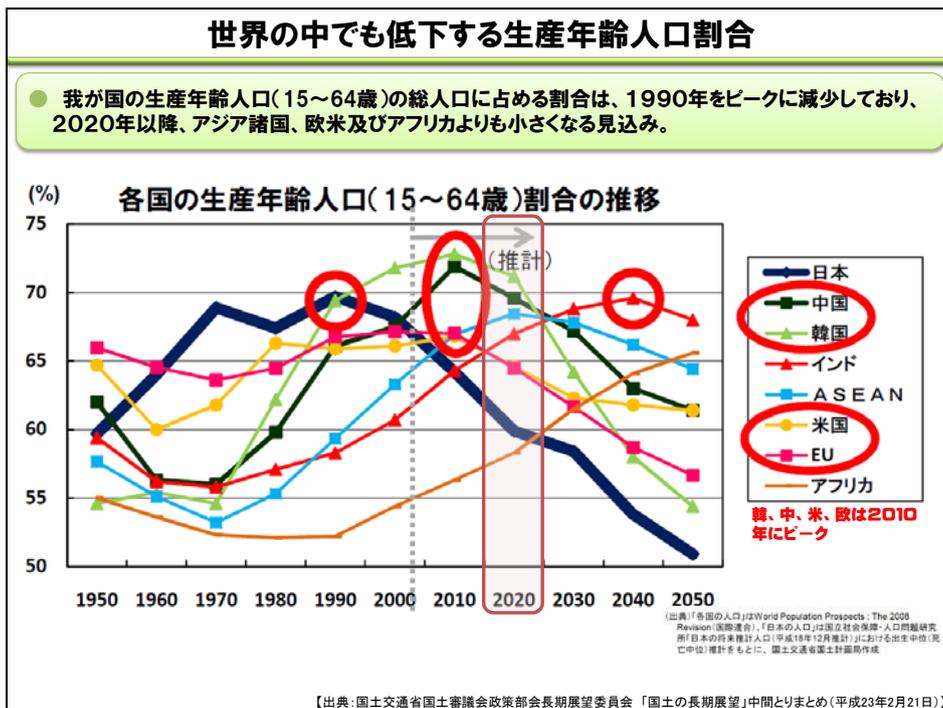


図 1-2 生産年齢人口割合の低下

このような中、長きにわたり米国に次いで世界第2位だった名目 GDP が、2010年について中国に抜かれ、2050年にはインド、ブラジル、メキシコ、ロシア、インドネシアにも抜かれるとの予想がなされている（図1-3、1-4）。

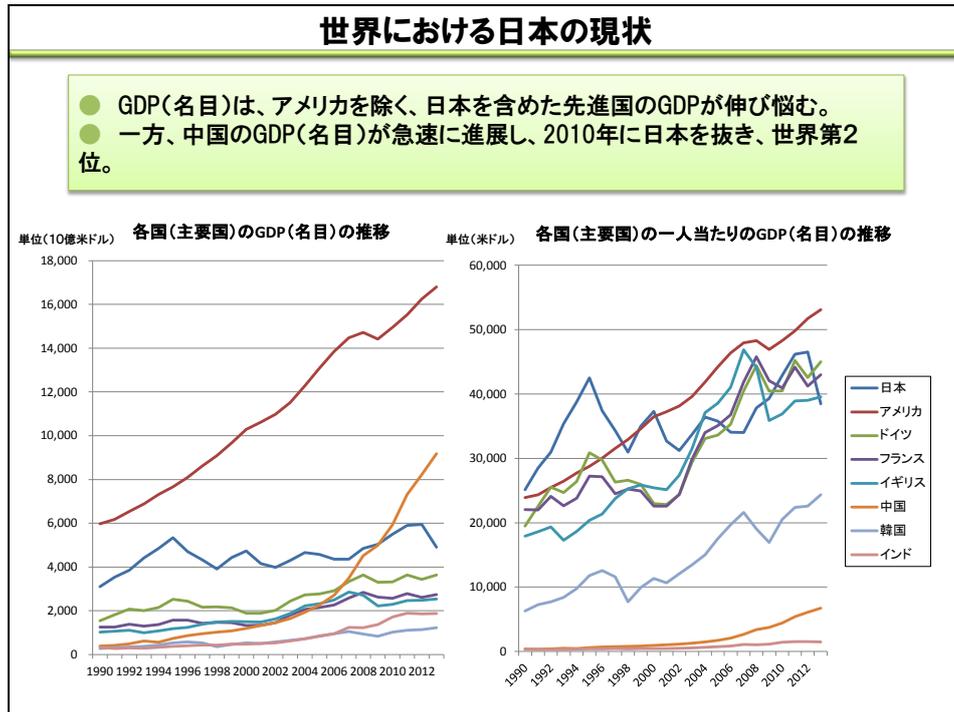


図 1-3 名目 GDP の低迷

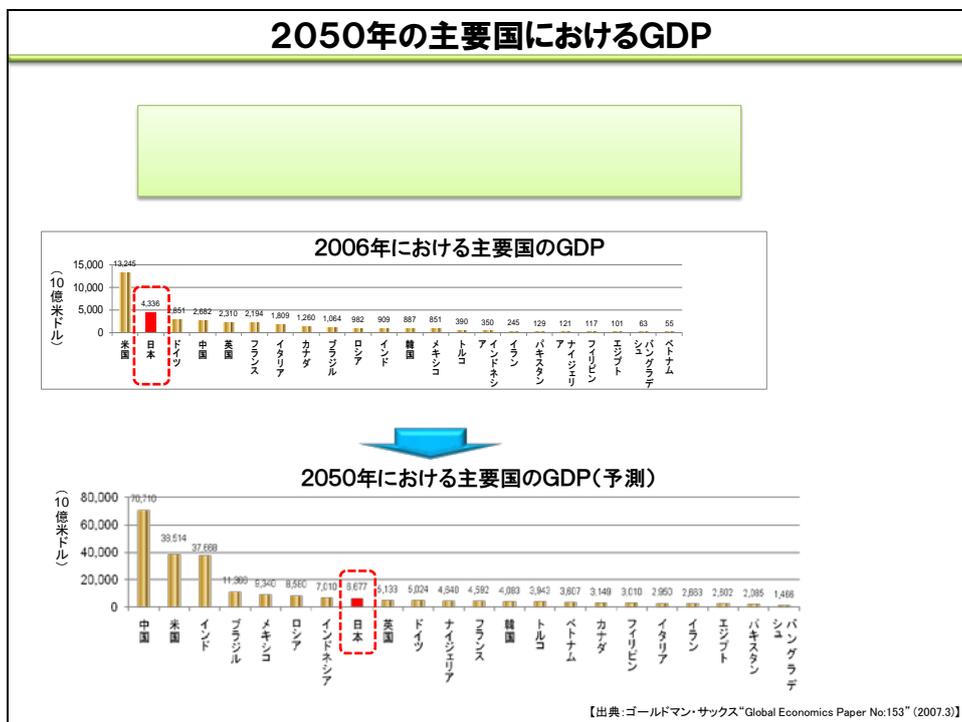


図 1-4 2050年における主要国における GDP

加えて、長期にわたり国内産業をけん引してきた ICT 産業も低迷し、特にリーマンショック以降の落ち込みは激しく、2011年には貿易収支がほぼゼロとなってしまったところである（図1-5、1-6、1-7）。

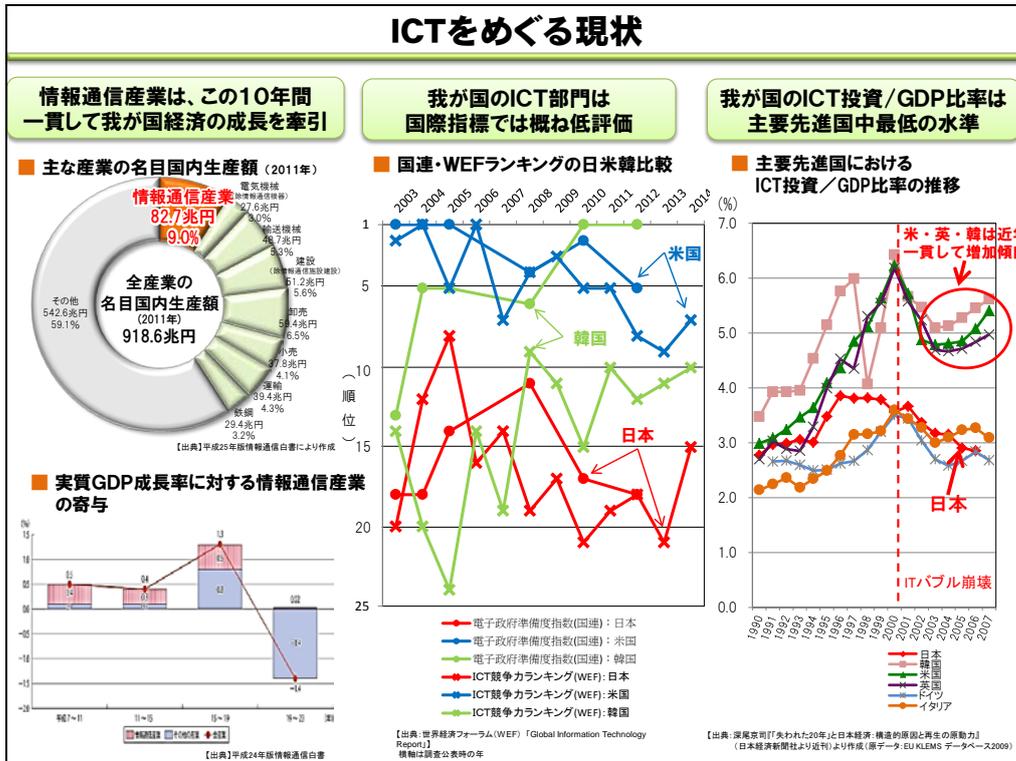


図 1-5 ICT をめぐる現状

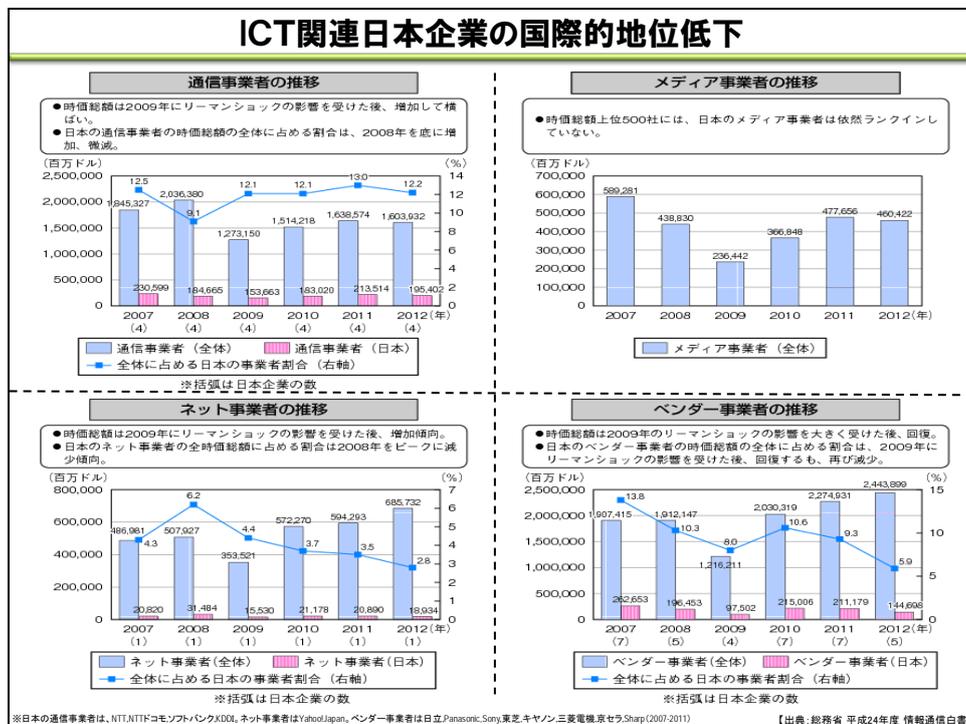


図 1-6 ICT 関連日本企業の国際的地位低下

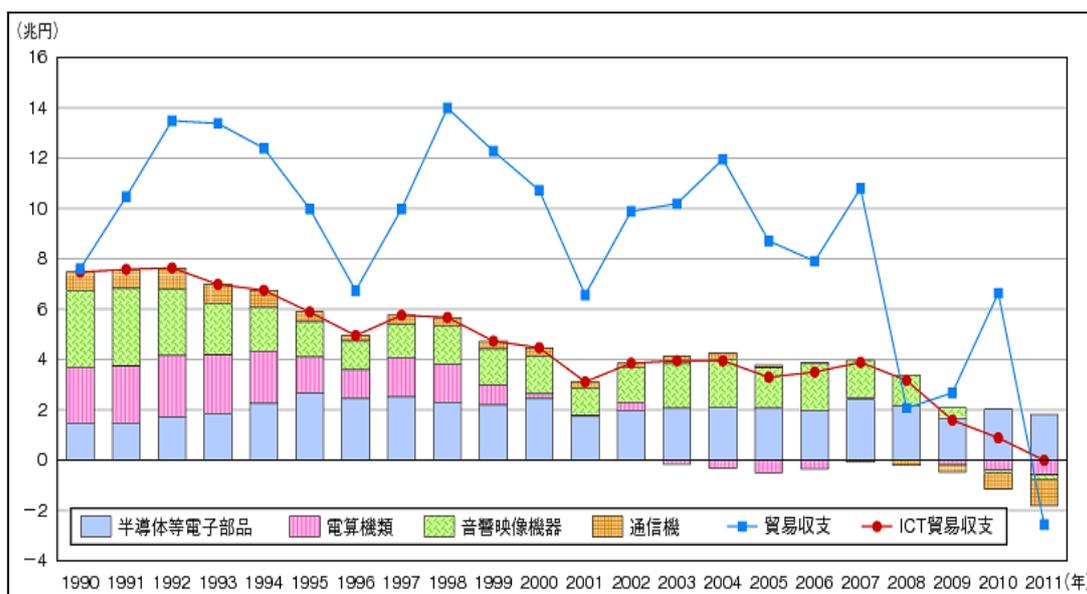


図 1-7 ICT 関連貿易収支の推移  
(総務省「ICT が成長に与える効果に関する調査研究」(平成 24 年)より)

## 1.2 経済成長への希求

このような中、平成 24 年末の政権交代に併せ、政府全体で、成長戦略の新たな取組が開始された。

安倍政権発足当初より、「大胆な金融政策」、「機動的な財政政策」、「民間投資を喚起する成長戦略」という 3 本の矢が提唱された。

「大胆な金融政策」としては、平成 25 年 1 月 22 日に政府・日本銀行による共同声明「デフレ脱却と持続的な経済成長実現のための政府・日本銀行の政策連携について」において、物価安定の目標として消費者物価の前年比上昇率を 2% とするという目標が定められ、さらに同年 4 月 4 日、日本銀行により「量的にみても質的にみても、これまでとは全く次元の違う金融緩和」として、通貨量（マネタリーベース）を 2 年で 2 倍にするという「異次元の金融緩和」などが実施され、この両者により極端な円高の是正及び株価の上昇など一定の成果<sup>1</sup>が得られた。

さらに、「民間投資を喚起する成長戦略」については、平成 25 年 1 月 8 日に「我が国経済の再生に向けて、経済財政諮問会議との連携の下、円高・デフレから脱却し強い経済を取り戻すため、政府一体となって、必要な経済対策を講じるとともに成長戦略を実現することを目的」として、日本経済再生本部が設置され、成長戦略の本格的な検討が開始された。

成長戦略の中核として、第 3 回日本経済再生本部（平成 25 年 1 月 25 日）における総理指示として、「世界で最もイノベーションに適した環境を整え、世界が

<sup>1</sup> 為替レートは、平成 24 年 12 月 1 日に 1 ドル 77 円 57 銭だったものが、平成 25 年 5 月 17 日には 1 ドル 103 円 18 銭に、日経平均株価は平成 24 年 12 月 3 日に 9484 円 20 銭だったものが、平成 25 年 5 月 17 日には 15138 円 12 銭と、大幅に改善

ら最高水準の人材が集積するような社会を実現」するイノベーション戦略と、「省エネ社会の実現、遠隔医療の実現、自宅で働ける環境の整備等幅広い分野で IT 技術が活用される世界最高水準の IT 社会を実現」する ICT 戦略の検討が指示された。

情報通信審議会では、このような背景の下、平成25年1月18日に、「イノベーション創出実現に向けた情報通信技術政策の在り方」について諮問を受け、情報通信政策部会に「イノベーション創出委員会」（以下「本委員会」という）を設置し、ICTによるイノベーションを創出する方策について検討を開始した。

これら様々な検討により、「科学技術イノベーション総合戦略」（平成25年6月7日閣議決定）や「日本再興戦略」（平成25年6月14日閣議決定）など、「民間投資を喚起する成長戦略」が取りまとめられ、政府全体による日本経済の再興への取組が既に進められているところである。

このような中、平成26年4月1日からの消費税増税を踏まえ、景気の腰折れを防ぐべく、平成25年度補正予算及び平成26年当初予算の早期執行も進められ、駆け込み需要の反動減も最小限に抑えられ<sup>2</sup>、更なる成長の実現に向けた戦略の進化が求められている。

また、内閣府設置法改正法が平成26年5月19日に施行され、内閣府のイノベーション創出の促進に関する総合調整機能等の強化及び科学技術イノベーション施策の推進機能の抜本的強化がなされるとともに、「総合科学技術会議」が「総合科学技術・イノベーション会議」に改組された。総合科学技術・イノベーション会議では、ICT等の分野横断技術の深掘りや、2020年オリンピック・パラリンピック東京大会の機会活用等の視点等を踏まえた「科学技術イノベーション総合戦略2014」の策定に向けた検討が進められているところである。

### 1.3 イノベーション創出への期待

イノベーションを創出する方策の検討に当たり、まず、イノベーションにより、何の実現を果たすのかを検討する必要がある。

わが国では、「innovation（イノベーション）」は長きに渡り、「技術革新」と訳されてきた<sup>3</sup>。しかしながら、イノベーションの提唱者であるシュンペーターによれば<sup>4</sup>、イノベーションとは、物事の「新結合」「新機軸」「新しい切り口」「新しい捉え方」「新しい活用法」を創造することにより、新たな価値を生み出し、社会的に大きな変化を起こすことである。

また、イノベーションは、大別すると、従来製品・サービスの改良による「持続的イノベーション」と、従来製品・サービスの価値を破壊するかもしれない

<sup>2</sup> 日本銀行「経済・物価情勢の展望(2014年4月)」では「駆け込み需要とその反動を受けつつも、基調的には潜在成長率を上回る成長を続けると予想される」と報告されている

<sup>3</sup> 1958年の経済白書による紹介の際に「技術革新」と記載されたものが定着したとの説がある

<sup>4</sup> ヨーゼフ・シュンペーター「経済発展の理論」(1911年)

まったく新しい価値を生み出す「破壊的イノベーション」との2種類に大別される<sup>5</sup>。同時に、イノベーションを起こす手法として、新製品の開発により差別化を実現する「プロダクトイノベーション」と、新たな方法の実施により差別化を実現する「プロセスイノベーション」とに大別できる。

破壊的イノベーションの代表例は、「熱機関の発明」や「半導体の発明」であり、前者であれば蒸気機関による産業革命や、モータリゼーションの実現など、後者であれば電子機器、特に電子計算機の登場により、劇的に社会を変化させた。また、あらゆるものを低廉につなげることに成功した「インターネット」の登場も破壊的イノベーションと言い得、さらにインターネット上の「無料広告モデル<sup>6</sup>」はプロセスイノベーション型の破壊的イノベーションと言い得る。

一方、わが国の経済発展は、いわゆる「カイゼン」を中心とするプロセスイノベーション型や、トランジスタラジオやヘッドフォンステレオの小型軽量化によるプロダクトイノベーション型の、先進国をキャッチアップし、より強い競争力を得る持続的イノベーションを中心に遂げられてきたと考えられる。

その一方で、経済のグローバル化が進展し、さらに多くの技術がコモディティ化した。このため、例えばEMS（Electronics Manufacturing Service：電子機器の受託生産サービス）を活用することで最先端技術を用いた製品の開発が容易になり、また、クラウドサービスの登場により、高性能なサーバーが必要なインターネット上のサービス開発であっても誰でもできるようになるなど、最先端技術を用いた製品・サービス開発を行う敷居が大幅に下がった。このため、持続的イノベーションによる競争力は、容易に別の者にキャッチアップされる可能性が高まってきている。

このため、わが国が安定的に更なる経済成長を遂げるためには、わが国発の破壊的イノベーションの創出が求められており、その実現のための方策を検討する必要がある。

#### **1.4 東京オリンピックという好機**

このような中、平成25年9月に、2020年のオリンピック及びパラリンピックが東京で開催されることが決定した。オリンピックに代表される大規模スポーツ大会では、公式映像として、膨大な映像を全世界に配信することが求められるとともに、多数の観客による通信ニーズへの対応や、海外から来訪する多数の観客等への対応など、最先端のICTの活用が必須となる。

同時に、この機会を捉えて、従来ないサービスをショーケース的に実施することにより、国民全体がわが国もつ力を改めて認識し、元気を取り戻す契機とするとともに、これら最先端のサービスを海外からの来訪者に提供することにより、わが国の先進性を世界に広く認識してもらうことができる、またとない好機であ

<sup>5</sup> クレイトン・クリステンセン「イノベーションのジレンマ - 技術革新が巨大企業を滅ぼすとき」(1997年)

<sup>6</sup> インターネット上で提供されるサービスにおいて、広告の掲載料を主たる収入として、利用者からは直接対価を求めないビジネスモデル。まず競争優位性のあるコンセプトのサービスを無料で提供してサブスクライバーを集め、そのサブスクライバー数を背景に場の価値を上げて投資を回収する方式として一般化。

る。

このため、2020年オリンピック・パラリンピック東京大会という機会を捉え、新たな技術の先行的導入や、新たなサービスの社会実証実験的な導入を行うことによる、イノベーション創出の実現方策を検討することが必要である。

## 2 イノベーション創出の実現に向けた現状の課題

わが国発の破壊的イノベーション創出を実現するためには、まず、何故近年わが国発の破壊的イノベーションによる経済成長がなされなかったかの分析を行うことが必要である。

その検討を網羅的に行うことは極めて困難であることから、本委員会の構成員による議論を通じて、イノベーション創出の実現に向け、わが国にはどのような課題があるかを抽出することとした。また、平成25年2月20日から3月15日の間、「重点的に研究開発に取り組むべき分野、研究開発成果をイノベーションにつなげる手法、その成果が実用化され広く社会で使われることを念頭に置いたパイロットプロジェクト」について一般からの提案の公募（以下、「提案公募」という）を行い、その中で挙げられた問題意識も抽出し、議論の参考とした。

本章には、その検討の結果あげられた、イノベーション創出の実現に向けた現状の課題をまとめるが、上述のように構成員や提案公募への応募者の主観を踏まえた検討結果であり、またその検討が網羅的でない可能性があることを留意する必要がある。

### 2.1 研究開発投資の低迷

わが国の研究開発投資の大宗は、民間企業によってきたが、リーマンショック以降急減している（図2-1、2-2）。

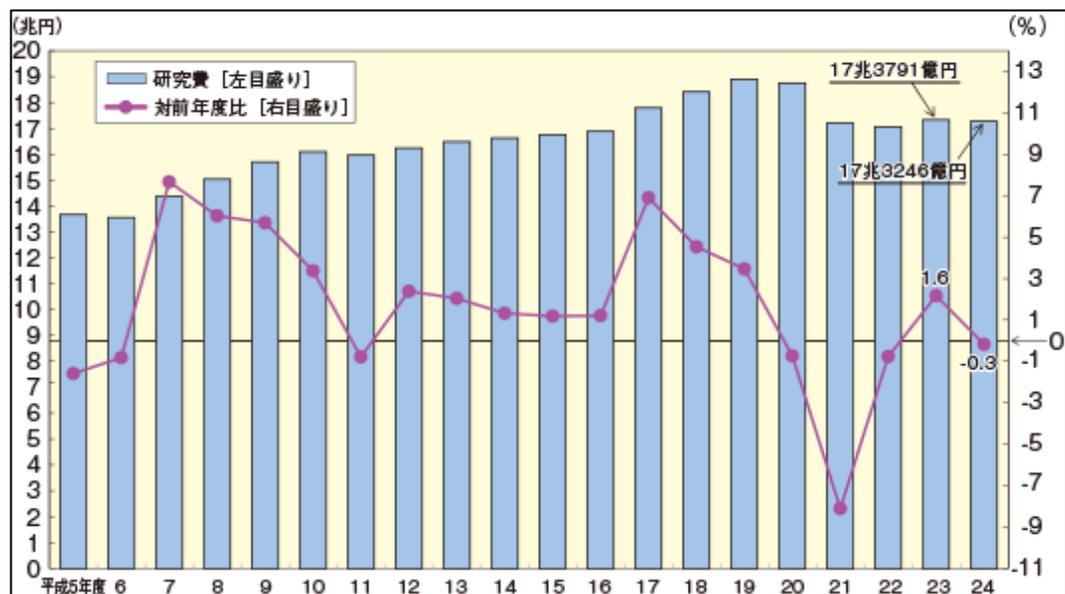


図 2-1 科学技術研究費の推移（平成25年科学技術研究調査（総務省統計局）より）

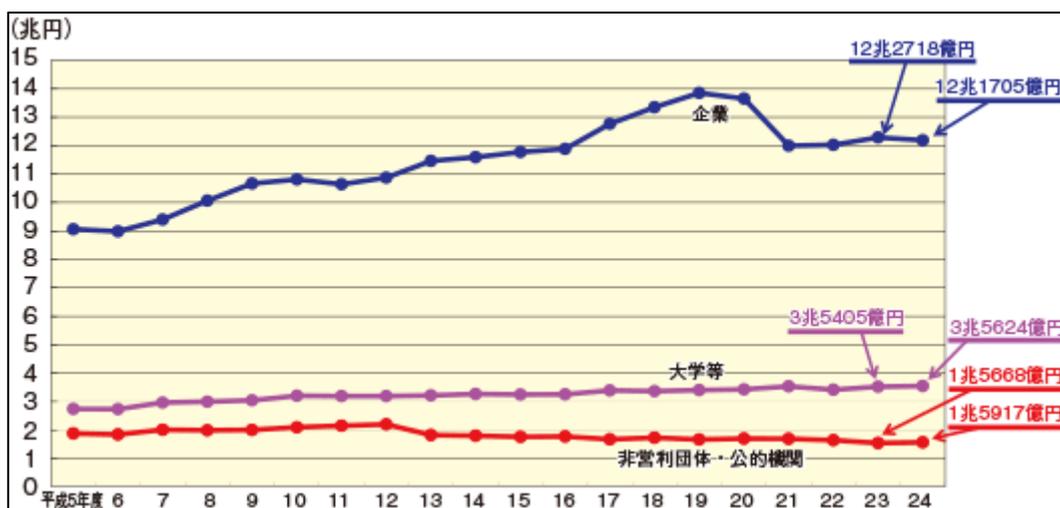


図 2-2 研究主体別研究費の推移（平成 25 年科学技術研究調査（総務省統計局）より）

また、その民間企業による投資も、大企業を中心とした企業による自己投資が中心となっており、リスクマネーなど、ベンチャーや中小企業、大学を含む第三者への投資が少なく、例えば大学における研究費の約半分が国・地方公共団体からの資金となっている（図 2-3）。

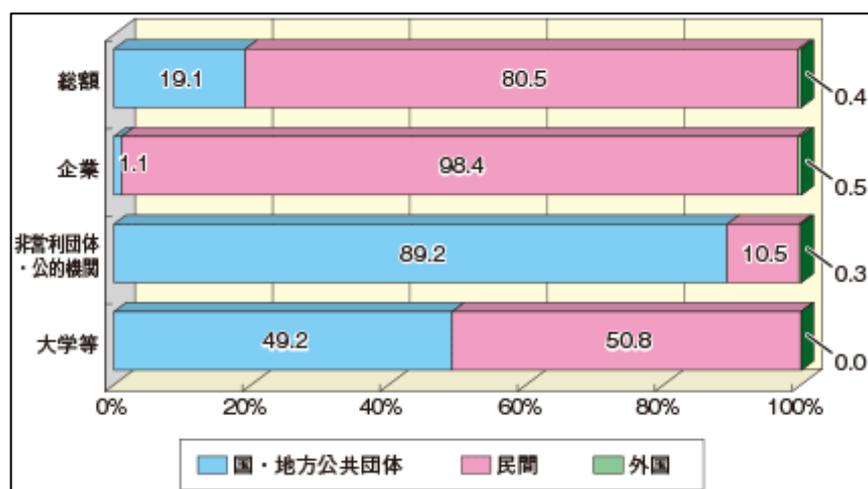


図 2-3 研究費の負担割合（平成 25 年科学技術研究調査（総務省統計局）より）

さらに、国による研究開発投資自体も、補正予算を除くと殆ど変化がない状況にある（図2-4）。

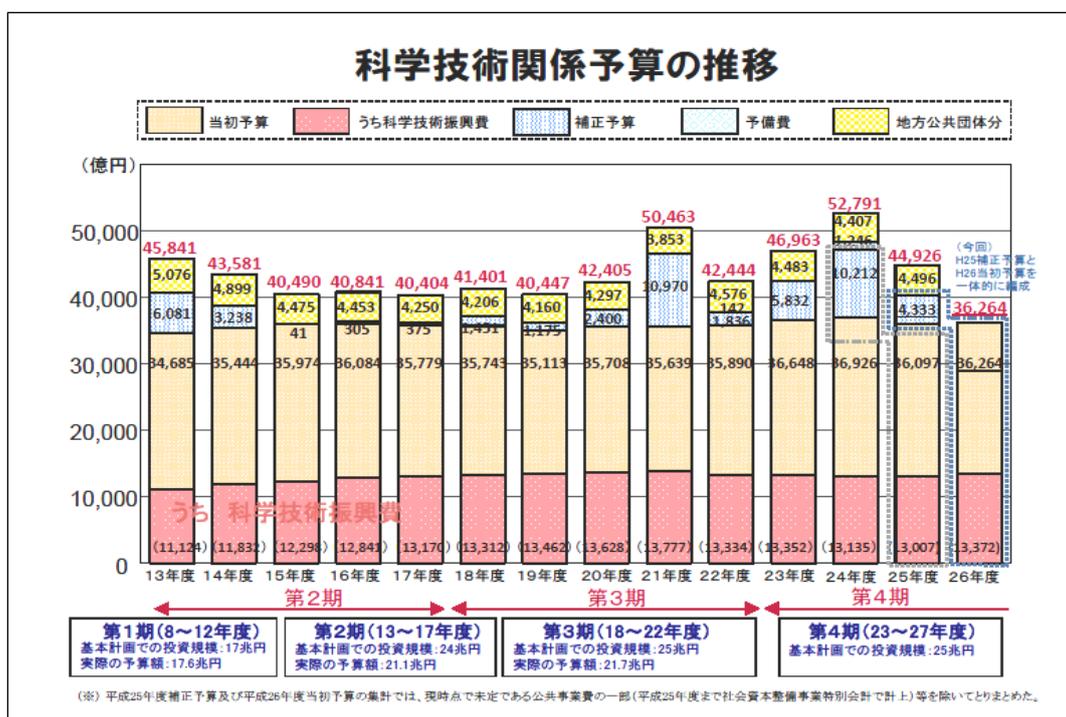


図2-4 科学技術関係予算の推移（内閣府 web サイトより）

これらの指標に見受けられるように、昨年来の景気回復により、力強さが取り戻されてきた兆しは見えているが、リーマンショック以前と比較すると、まだ十分とは言いがたい状況にある。

## 2.2 新たな産業の創出の低迷

わが国の ICT 産業は、欧米、韓国企業と比して、売上高は十分な規模を持っていると考えられるが、収益率が大きく見劣りしている（図2-5）。

図2-5において、大きな収益率を確保している社は、OS 及びパッケージソフト（マイクロソフト）、リレーショナルデータベース（オラクル）、インターネット検索（グーグル）、ビジネスマネージメントソフトウェア（SAP）、ルーター（シスコシステムズ）、CPU（インテル）、ダウンロードサービスと大容量音楽プレイヤーの組み合わせ及びタッチパネル型スマートフォン（アップル）など、破壊的イノベーションにより新たな事業・産業を創出し、その事業領域で極めて強い競争力を持ち、デファクトスタンダードとなっている企業がほとんどである。

## 日本の製造業(エレクトロニクス・ICT)の売上高・利益率

エレクトロニクス・ICT分野では、日本勢は企業数が多いものの、世界の主要企業と比較すると収益率で見劣りする。なかでも、米国企業の営業利益率の高さが顕著。

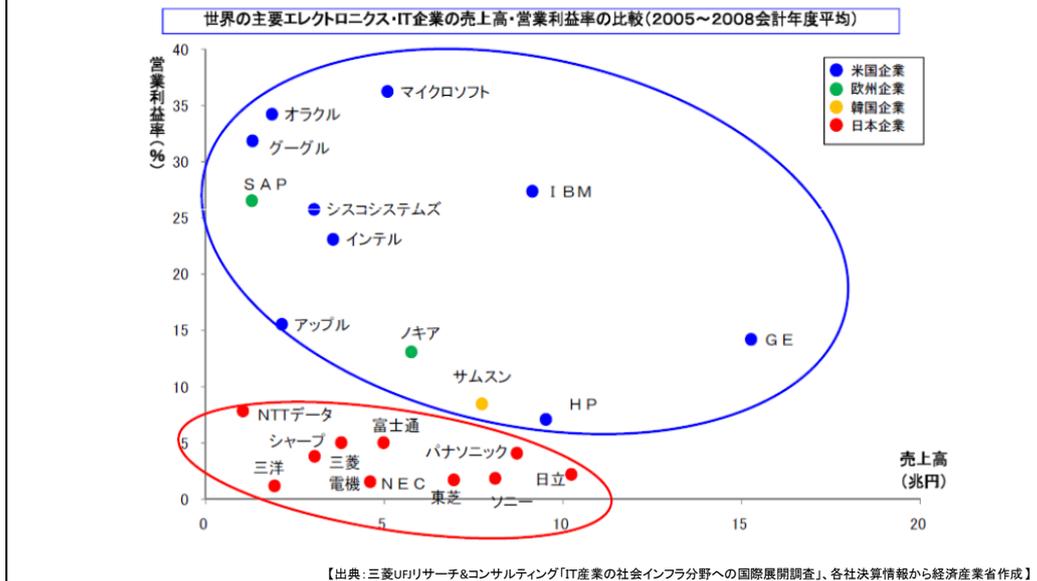


図 2-5 日本の製造業(エレクトロニクス・ICT)の売上高・利益率

一方、わが国では革新領域への投資が低迷しているためか、新たな産業の創出につながっていない(図2-6)。

## 革新領域からの成果(革新的成果)の日米比較

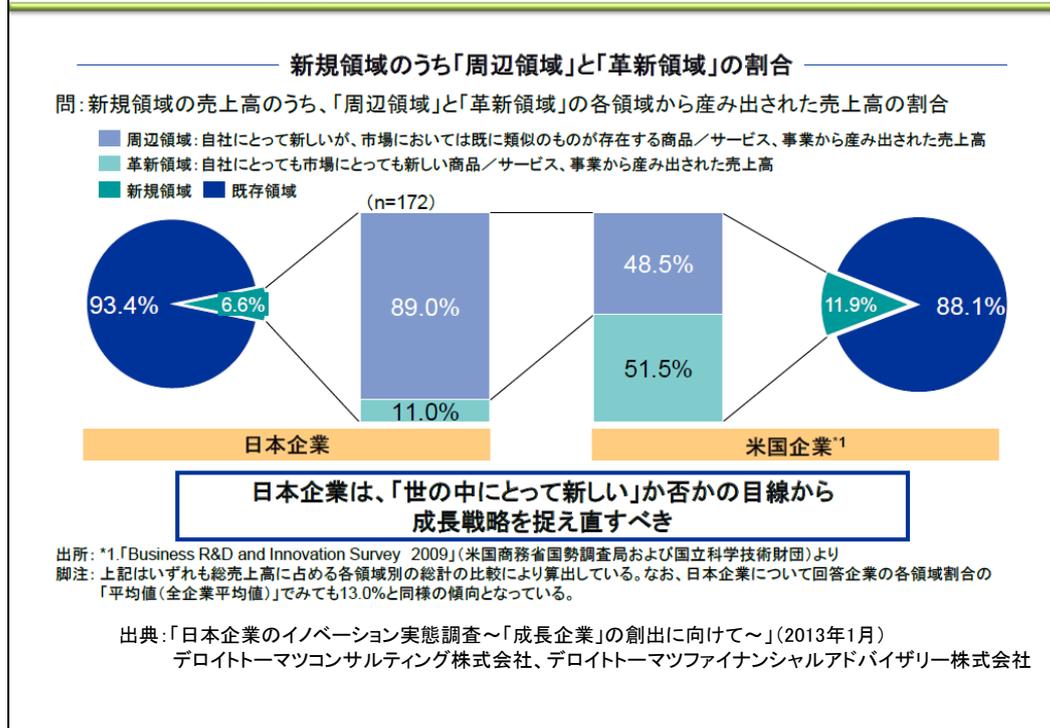


図 2-6 革新領域からの成果(革新的成果)の日米比較

同時に、携帯電話のようにコモディティ化した製品については、国際的な競争力だけでなく、国内市場でも、欧米企業や新興国の後塵を拝し始めている（図2-7）。

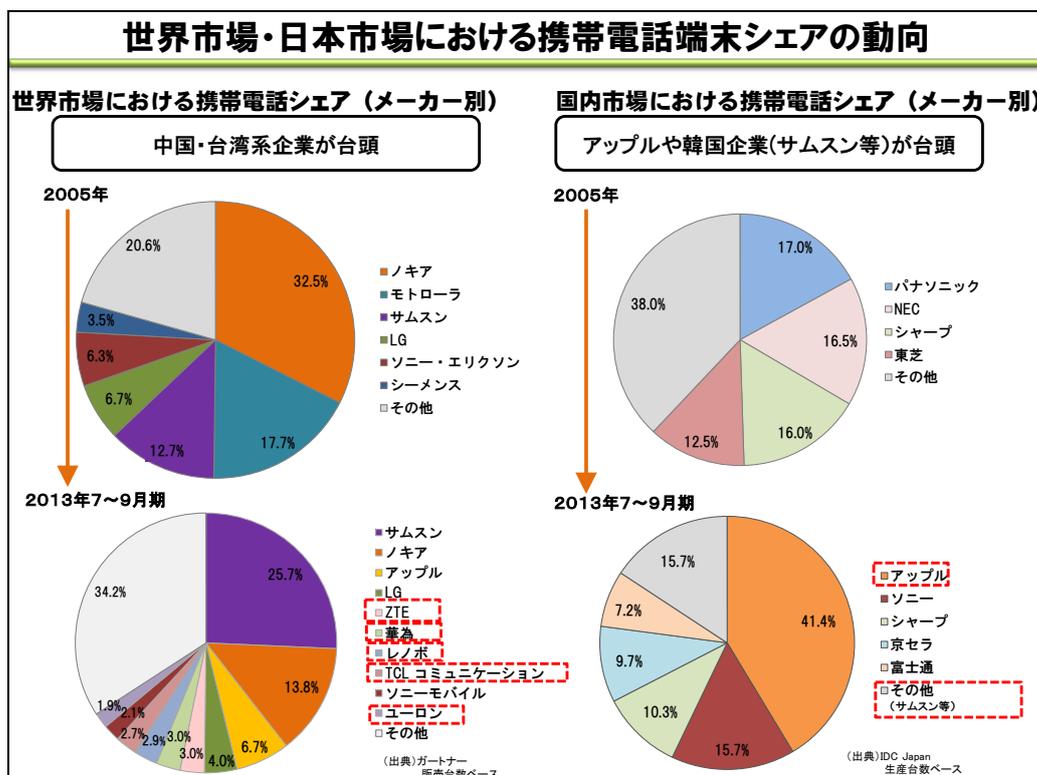


図 2-7 世界市場・日本市場における携帯電話端末のシェア動向

その一方で、国内各社において、事業の選択と集中が進むなどにより、過去最高益が更新<sup>7</sup>されるなど、ICT産業復活の兆しが出てきたところである。

### 2.3 ニーズの変化への対応の遅れ

これまでの社会的ニーズは、「不足を補うこと」、「効率を向上すること」、「より良いもの・快適なものを得ること」など、足りないものやより優れたものを得る、もしくは得やすくすることが中心であった。

しかしながら、21世紀に入り、「欲しいものが無い」という、いわゆる「モノ余りの時代」となり、社会的ニーズがSNSやTwitterの隆盛に代表されるように「コミュニティの構築や共感を得ること」などに急速に変化したものと思われる。しかしながら、グローバルな視点、長期的なビジョンの視点といった総合的な視点が不足していたため、いち早くニーズの変化に追従できず、さらにこれらのニーズを満たすサービスはインターネット経由で提供できるものであったことから、結果的に米国企業の先行を許してしまっている。

また、このニーズの変化は、「モノ」すなわち製品により満たされるものから、サービスにより満たされるものへの変化であったことから、ものづくり中心のわ

<sup>7</sup> 平成26年3月期において、上場企業のうち3月期決算企業1516社中、345社において経常最高益を更新。また「電気機器」業の経常利益は対前年度比2.1倍（日本経済新聞2014年5月17日付け報道）

が国経済の成長が低迷した原因の一つと考えられる。

その一方で、例えば介護分野等での活用が期待される「外骨格ロボット」の実用化を目指すベンチャー企業である CYBERDYNE 社が東京証券取引所マザーズ市場へ上場を果たしたり、日本発のチャットソフトである LINE が全世界で4億ユーザーを突破するなど、新たなニーズ、グローバルなニーズへの取組も顕在化してきたところである。

## 2.4 自前主義への拘り

わが国の産業の特徴として、国内で激しい市場競争を繰り広げている点がある。例えば、2000年のBSデジタル放送開始時には、シャープ、ソニー、東芝、パイオニア、日立、松下、三菱電機、JVCの8社が対応テレビを自社生産するなど、数多くの社が競争力の確保をめざし、網羅性の高い技術を保持していた。一方で、前述の図2-4や図2-5のように、欧米や韓国では、それぞれの分野で高い競争力を有する社は各国とも少数であり、必要な技術がその少数の社に集中していると考えられる。

その一方で、わが国の大企業は、他社技術の導入については、パーツや部材として完成している技術については製品開発に当たり多種多様なものが利用されているが、技術を持つベンチャー企業や中小企業のM&A（Mergers and Acquisitions：合併と買収）や、大学や他社からの技術そのものの購入など、第三者が開発した技術を自らのものとする動きや、グローバルな共同研究開発への取組が弱い。例えば、大企業の新規事業創出への研究投資は、海外拠点を含めた自社研究所の研究開発にその大半が使われている（図2-8）。

また、「技術発」の視点が強く、例えば大企業が、自らが保有する技術により新たな製品・サービスが提供できないかを模索する傾向が強く、さらに、当該技術が複数の強みを有する場合、その強みすべてを活かした製品・サービスを生み出そうとする傾向が強い。

さらに、自己の技術に自信があるが故に、環境変化への対応に際し、技術を先鋭化させ、持続的イノベーションで戦い続けようとする傾向もある。

この傾向は、個々の企業単位だけでなく、国全体としても「国内主義」「国産主義」として存在しており、わが国の国際競争力維持の観点では重要な姿勢ではあるが、破壊的イノベーション創出の芽を見落とす原因となっている可能性もある。

その一方で、各企業において、事業の選択と集中が進められた結果、必然的に各企業が網羅的に技術を保有することが困難となり、企業間の連携は拡大しつつある。また、ソフトバンクによる米国通信事業者スプリント・ネスクテル・コーポレーションの買収に見られるように、新たな成長手段としてM&Aを活用する動きも強まっているところである。

## 上場会社の新規事業創出のための研究費はどこへ？

- 研究開発費10億円超の上場企業642社(約1兆6000億円)のうち、
  - 1000億円以上 28社
  - 100億円以上1000億円未満 146社
  - 10億円以上100億円未満 468社
- 新規事業創出に研究費を計上していることが確認できた企業 101社
- 101社の研究費総額約3兆6000億円のうち新規事業創出に(約5412億円)①

【平成24年度大学等における産学連携実績】

| 大学名     | 共同・受託研究 (受入額単位: 千円) |             |            |             |
|---------|---------------------|-------------|------------|-------------|
|         | 件数                  | 受入額         | 件数(民間企業のみ) | 受入額(民間企業のみ) |
| 東京大学    | 2,826               | 31,339,102  | 1,343      | 4,297,272   |
| 京都大学    | 1,759               | 21,244,895  | 870        | 4,220,385   |
| 東北大学    | 1,487               | 14,279,544  | 757        | 2,404,881   |
| 大阪大学    | 1,617               | 12,284,178  | 921        | 2,650,388   |
| 九州大学    | 1,284               | 8,939,118   | 618        | 1,510,178   |
| 東京工業大学  | 879                 | 7,795,771   | 564        | 1,430,742   |
| 慶応義塾大学  | 895                 | 6,820,542   | 478        | 2,139,360   |
| 名古屋大学   | 978                 | 6,784,866   | 455        | 1,313,745   |
| 北海道大学   | 942                 | 4,293,003   | 453        | 844,707     |
| 筑波大学    | 551                 | 4,351,275   | 273        | 420,907     |
| 早稲田大学   | 638                 | 3,339,338   | 432        | 1,318,787   |
| 神戸大学    | 584                 | 2,470,543   | 349        | 614,759     |
| 広島大学    | 634                 | 2,147,728   | 359        | 513,333     |
| 信州大学    | 524                 | 1,923,318   | 309        | 447,278     |
| 東京医科大学  | 239                 | 1,839,260   | 125        | 212,038     |
| 名古屋工業大学 | 385                 | 1,825,059   | 238        | 374,137     |
| 山梨大学    | 189                 | 1,509,251   | 110        | 175,577     |
| 立命館大学   | 423                 | 1,454,879   | 238        | 319,765     |
| 東京農工大学  | 432                 | 1,477,787   | 238        | 408,722     |
| 千葉大学    | 485                 | 1,423,390   | 312        | 441,562     |
| 全大学計    | 39,973              | 196,425,732 | 22,487     | 43,375,094  |

- 大学等が受け入れている共同研究+受託研究費のうち、民間企業との件数は全体の約56%を占めるものの、受入額では約22%に過ぎない。
- 受け入れ総額は約434億円。この金額は①の約8.0%に過ぎない。

約5000億円の行方は??

図 2-8 上場企業における新規事業創出投資 (濱田専門委員提出資料より)

## 2.5 人材の不足

イノベーションの実現には、新たな技術が必要となるが、その創出に取り組む理系人材が諸外国と比較して不足しており、さらにハイレベルの教育を受けたICT人材は、極めて不足している(図2-9)。さらに、新たな技術を生み出すためには、多様な視点が重要であり、女性の視点も必要であるが、工学系をはじめ、理系分野における女性比率は、増加しつつあるものの依然低水準にある(図2-10)。

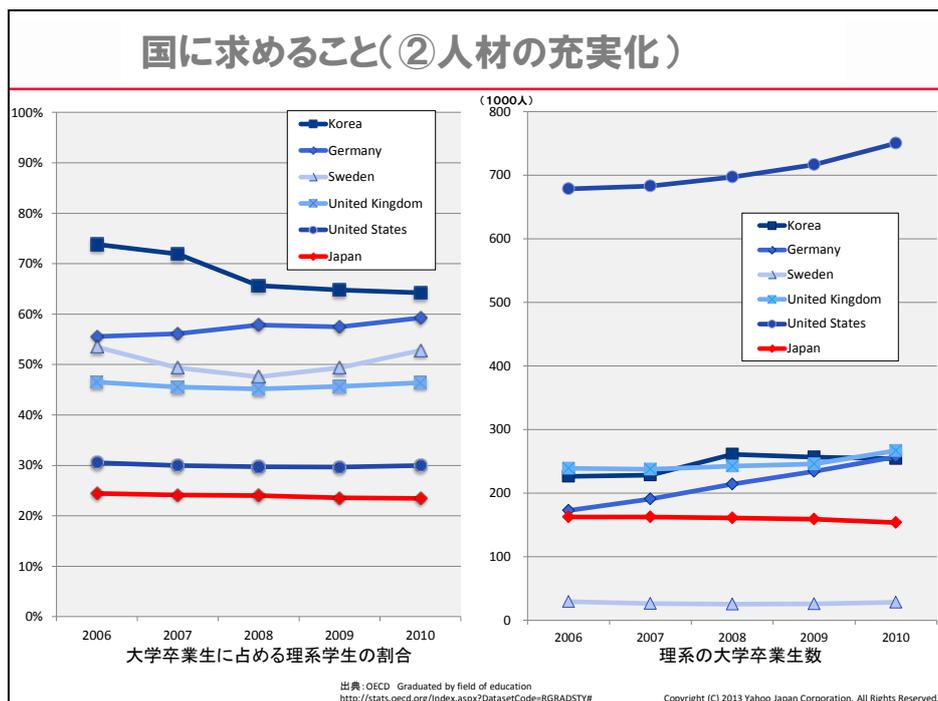


図 2-9 理系人材の不足（別所専門委員提出資料より）

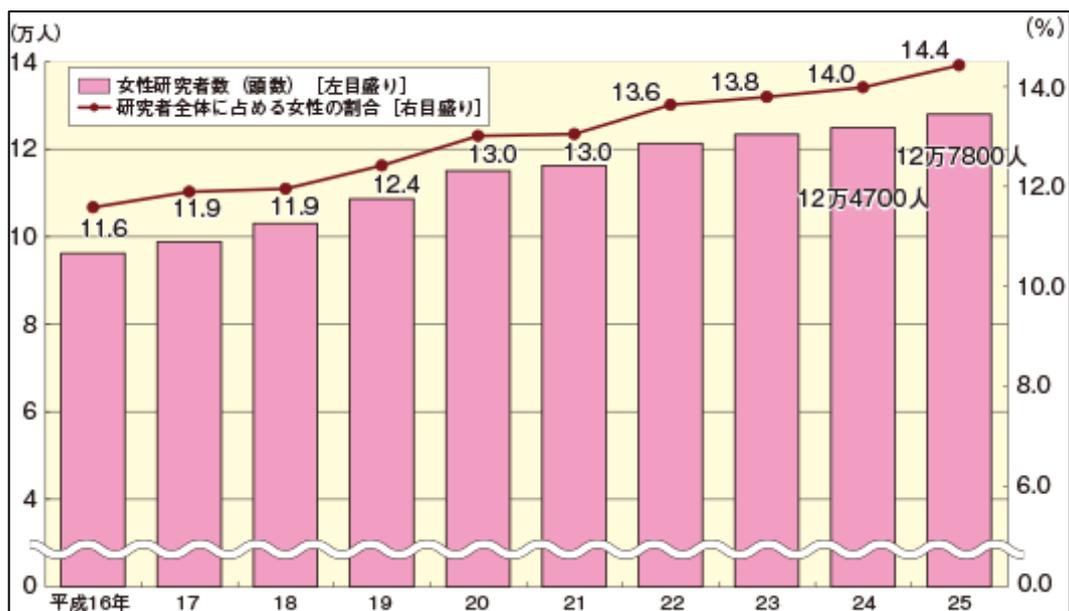


図 2-10 女性研究者数の推移（平成 25 年科学技術研究調査（総務省統計局）より）

また、創出された技術を活かし、新たな事業・産業とするための「ビジネスプロデューサー」に求められる、技術の目利きや市場ニーズの見極めといった能力を併せ持つ者が、国内にほとんどいない、もしくは見出されていないため、仮に技術が創出されたとしても、それを新たな事業・産業に育てあげる動きも弱い。

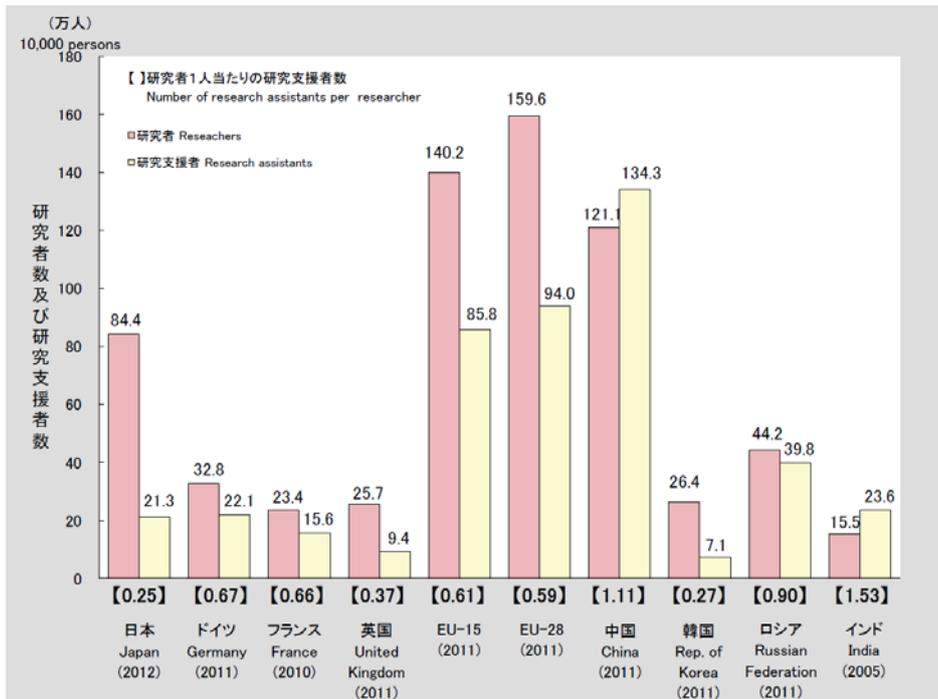
さらに、実際の事業化を実現するためには、研究者や起業家と同様に、広報戦略や知財戦略、標準化戦略の専門家や、その資金の出し手であるベンチャーキャピタリストなど、事業家を支援する者も重要であるが、研究者や起業家の周辺に殆どいない、もしくは十分な支援ができていない状況にあり、起業を志す者がいたとしても、起業し、成功することが難しい環境にある（図 2-11）。

そして、そもそも起業を目指す者、ほかの人と異なることに取り組み成功しようという起業家精神を持つ者自体が少ないと考えられる。

10. 研究関係従業者数 Persons employed in R&D

10-1 主要国等の研究者 1 人当たりの研究支援者数

Number of research assistants per researcher in selected countries



- 注) 1. 研究者1人当たりの研究支援者数は研究者数及び研究支援者数より文部科学省で試算。  
 2. 各国とも人文・社会科学を含む。  
 3. 研究支援者は研究者を補助する者、研究に付随する技術的サービスを行う者及び研究事務に従事する者で、日本は研究補助者、技能者及び研究事務その他の関係者である。  
 4. ドイツの値は推計値及び暫定値である。  
 5. 英国の値は暫定値である。  
 6. EUの値は暫定値とOECDによる推計値から求めた値である。  
 7. インドの値は推計値である。

資料: 日本:総務省統計局「科学技術研究調査報告」  
 インド:UNESCO Institute for Statistics S&T database  
 その他の国:OECD, Main Science and Technology Indicators, Vol. 2013/1.

図 2-11 研究支援者数の比較 (文部科学省「科学技術要覧」(平成24年版)より)

## 2.6 心理的障壁

### 2.6.1 失敗が許されない社会的雰囲気

いわゆる「国家プロジェクト」は、その原資が国民からの税金であることから、当然成功を求めべきものであるが、失敗を恐れるが故に、元来リスクの高い研究開発に重点をおくべきものであるにもかかわらず、必ず成功となるよう当初からその目標が確実に達成できる程度に低く設定されてしまい、結果として、国家プロジェクトが成功するものの、新たな産業の創出という大きな成果に繋がらなくなっている恐れがある。

また、競争的資金<sup>8</sup>などによる研究開発も、「技術目標の達成」を強く求められている一方、事業化は達成を優先すべき目標とされていないことから、事業化に至ったものはさほど多くないのが現状である。

<sup>8</sup> 資源配分主体が広く研究開発課題等を募り、提案された課題の中から、専門家を含む複数の者による科学的・技術的な観点を中心とした評価に基づいて実施すべき課題を採択し、研究者等に配分する研究開発資金(第三期科学技術基本計画による定義)

一方、破壊的イノベーションは、新しい価値を生むものであることから、その創出につながる技術は当然独創的・創造的なものである。このため、破壊的イノベーションに繋がる技術の研究開発への取組自体が、成功への道筋が明らかでないチャレンジであり、技術目標の達成を求める現在の研究開発事業の中では、そのような独創的な研究開発に取り組むことは困難である。

同時に、起業にも大きなリスクがある。ベンチャーキャピタルなどのリスクマネーの供給が十分でなく（図2-12）、リスクマネーに頼った起業や新事業創出が困難なため、企業の資金調達手段が、主に銀行からの融資によっており、中小企業等では、物的担保を超える融資を受けることが難しく、また、知的財産権など金銭に換算することが困難な資産を担保とすることも難しいことから、代表者などの人的担保に頼らざるを得なくなり、一度起業に失敗すると、立ち直るのが困難<sup>9</sup>となりやすく、起業に大きなリスクが伴う。

また、失敗を恐れる雰囲気は、社会全体だけでなく、企業内や大学内にも存在するため、新たな評価軸でなければ評価できない、独創的な取組が疎外される要因となっている。

| 2011年    | 米国            | 日本               |
|----------|---------------|------------------|
| VC社数     | 843社          | 46社（JVCA会員のみ）    |
| キャピタリスト数 | 6,125人        | ?                |
| VCファンド総額 | 17兆円（新規1.6兆円） | 6,495億円（新規390億円） |
| 投資社数     | 3,118社        | 292社（国内JVCA回答）   |
| 投資金額     | 2.5兆円         | 211億円（国内JVCA回答）  |
| 1社平均投資額  | 5億円           | 58百万円            |
| シード投資比率  | 16%           | 3%               |
| IPO(VC)  | 53社           | 28社              |
| M&A(VC)  | 455社          | ?                |

出展：JVCA2012年「JVCA投資動向調査」結果概要、NVCA Yearbook 2012、為替は2011年末TTM86.58

The University of Tokyo Edge Capital Co., Ltd. All rights reserved.

図 2-12 リスクマネーの現状の日米比較（山本専門委員提出資料より）

### 2.6.2 自信の喪失

その一方で、わが国が持つ技術力は非常に高く、すでに持っている技術や能力をうまく活用することで、高い国際競争力を獲得できるはずである。しかしながら、新たな価値の創造に取り組む自信を失っており、研究者が、次世代の技術を

<sup>9</sup> 事業資金への個人補償の制限について、法務省法制審議会で審議が進められており、環境の改善が期待されているところ

生み出し、将来の社会経済活動のあり方を変革する一翼を担っているという誇りを持たずにいる。

また、国内で生まれるベンチャー企業が、ビジネス志向ではなく、技術開発先行のものが多いために、結果としてマネタイズに至らずに失敗する事例が増加し、次の起業を目指す者の勇気を失わせるために起業が増えない、という悪循環に陥っている。

さらに、最近の学生は、リスクを取る、グローバルに取り組むことにネガティブで、将来に強い不安があるという空気に囲まれている。

## **2.7 知財戦略の遅れ**

特許権をはじめとする知的財産の確保について、自社製品を提供可能とする防衛的なものが中心であり、知的財産を経営資源として活用しようという意識が薄かったと考えられる。また、その結果として、クロスライセンスの締結や知的財産の共同保有が進み第三者への実施権の付与が難しくなったり、知的財産を開発された当時の目的意識とは異なる目的で活用する応用的利用への意識が低かったりし、知的財産の十分な活用がなされていない。

また、まずは技術を国内市場で利用することが主眼となっているため、コストや時間がかかる国際特許出願も低迷するとともに、出願するとしても、そのスピードがグローバルな研究開発の動きと比して遅いことが多い。

これらの結果として、特に大学において、米国大学等と比較して、知的財産の活用、およびロイヤリティ収入をベースとした自己資金の確保が低迷しており、さらに自己資金が少ないが故に知的財産の確保が困難になるという悪循環に陥っている（図2-13）。

さらに、ICT 分野では、国際標準化が肝要であるが、その獲得に注力するあまりに RF（royalty-free：実施権の無償許諾）ライセンスを選択してしまい競争優位性が失われたり、保有する知的財産を標準規格へ埋め込むことを重視するあまりにビジネス化に際して重要となる周辺特許の取得が疎かになったりしている。

## 発明を事業に展開するために

【わが国と米国の大学における発明届出数】

件数(2007年)

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 1. カリフォルニア大学(10キャンパス) | 1196 |
| 2. 東京大学               | 627  |
| 3. カリフォルニア工科大学        | 549  |
| 4. 東北大学               | 527  |
| 5. 大阪大学               | 525  |
| 6. マサチューセッツ工科大学       | 515  |
| 7. 東京工業大学             | 464  |
| 8. 京都大学               | 457  |
| 9. ウィスコンシン大学          | 405  |
| 10. スタンフォード大学         | 400  |

- わが国と米国の主要大学において発明届出数は大差ないことが分かる
- しかしながら、その発明から生みだされるロイヤリティ収入は東京大学とMIT、スタンフォードでは**60倍近い差となっている。**

<考察>

- 知的財産のマネジメント(管理から活用へ)
- 特許を事業化ステージにあげるための仕組み、ファイナンス手法の未確立
- 企業サイドの新規事業創出と大学との関わり

【発明・特許・ロイヤリティ収入の日米比較】

|           | 東京大学<br>2011-2012 | MIT<br>2011-2012 | スタンフォード<br>2011-2012 |
|-----------|-------------------|------------------|----------------------|
| 発明数       | 521               | 694              | 504                  |
| 収入のあった特許数 | 174               | n.a.             | 660                  |
| ロイヤリティ収入  | 2.1億円             | 43.8億円           | 61.2億円               |

(注) 東京大学は2012年3月末、MITは2012年6月末、スタンフォード大学は2012年8月末のデータ。  
(出所) 以下の出所データをもとに野村證券作成。2012年平均の為替レートで円換算。

- ・東京大学: <http://www.duor.u-tokyo.ac.jp/information/annualreport.html>
- ・MIT: [http://web.mit.edu/tlo/www/about/office\\_statistics.html](http://web.mit.edu/tlo/www/about/office_statistics.html)
- ・スタンフォード大学: <http://otl.stanford.edu/>

イノベーション創出の道筋作り

(大学から企業への橋渡し)

新たなファイナンス手法の確立

日本版PoCファンド

(注) PoC=Proof of Concept

図 2-13 大学による特許とロイヤリティ収入の比較 (濱田専門委員提出資料より)

## 2.8 社会構造の障壁

### 2.8.1 ベンチャー企業育成の土壌の不足

いわゆる「イノベーションのジレンマ」により、既存組織にとっての正しい行動は、既存の顧客のニーズへの対応、すなわち既存の製品・サービスの改良による持続的イノベーションの提供である。同時に破壊的イノベーションに繋がることが期待される新製品・新サービスへの顕在的ニーズによる市場は、既存の製品・サービスの市場と比べて小さいことがほとんどであるため、破壊的イノベーションに取り組むインセンティブは低くなる。このため、既存組織が破壊的イノベーションを創出する期待は低くならざるを得ない。

特に、新たなニーズへの取組については、既存のニーズ分析ではどのような製品・サービスを提供することが望まれているのか、分析しきれないことから、先行的ユーザーを対象に、ニーズとサービスの適合状況を探りながらサービスを練りあげるβ版的アプローチ<sup>10</sup>やアジャイル開発<sup>11</sup>が求められるため、未完成の製品・サービスの投入により既存のブランド価値の毀損を恐れる既存組織による取組は困難となりがちである。

<sup>10</sup> 不完全な形であっても、まずは製品・サービスを市場に投入し、市場や先行的ユーザーの意見を踏まえながら、ニーズに即した製品・サービスへと改良を続ける製品・サービス提供手法。インターネット経由で提供するサービスの場合、サーバー内のソフトウェアの変更でサービス内容を変更することができることから、端末などの製品に比べ、β版的アプローチを採ることが容易となる。

<sup>11</sup> 事前に仕様を定義し、その仕様を踏まえて設計し、プログラミングを行うのではなく、仕様の変更を前提として、大まかな仕様を元にまずは動くものをつくり、使用しながらニーズに合わせて仕様や設計を決定していく開発手法

このため、破壊的イノベーションを起こすためには、新しい組織、すなわちベンチャー企業による取組が効果的であり、米国、特にシリコンバレーでは、ベンチャー企業による新たな取組が極めて活発に行われている。

しかしながら、わが国では、「2. 6. 1 失敗が許されない社会的雰囲気」に述べたように起業リスクが高いと共に、ベンチャーキャピタルを中心としたリスクマネーの不足、起業家と起業を支援する人材の出会いの場の不足など、ベンチャー企業を立ちあげることは極めて困難な環境になっている。

その一方で、ベンチャー企業自身も、新規マーケットの開拓努力や、そもそも起業に当たり、事業コンセプトや競争優位性の事前検討が不十分なまま起業していることが多い。この事前検討には相応のノウハウが必要であるが、起業そのものの絶対数が少ないため、そのノウハウを持つだけの経験を有する人材が絶対的に不足している。

また、ベンチャー企業の成果を大企業が協業や M&A など活かせないため、ベンチャー企業のイグジットが IPO (Initial Public Offering : 株式公開) に偏っており、結果、多くのベンチャー企業が IPO までたどり着けずに消滅している (図 2-14)。

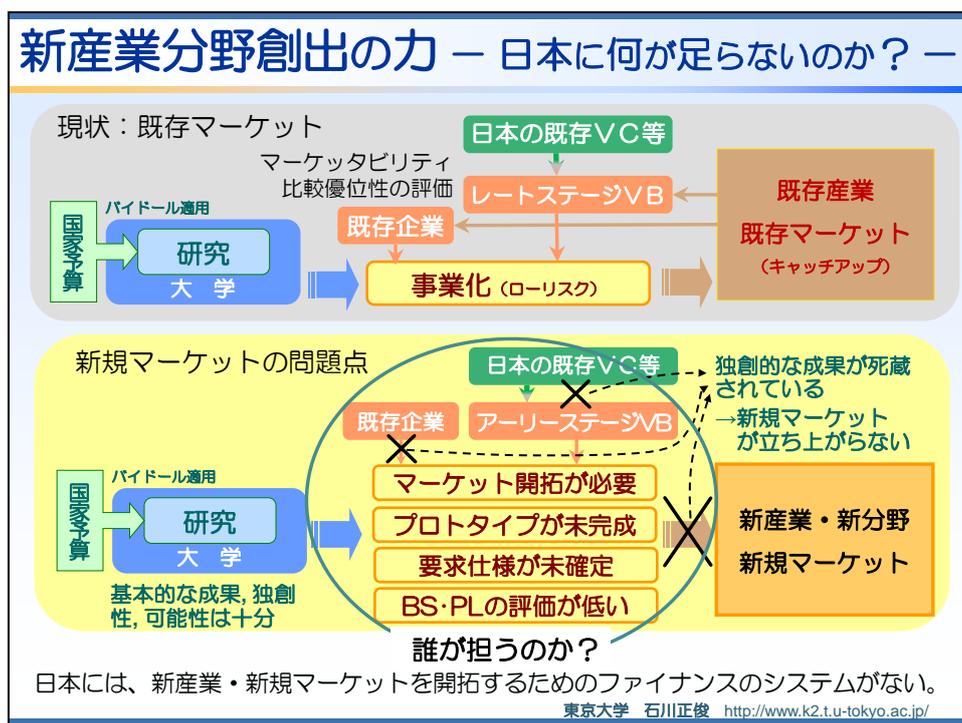


図 2-14 破壊的イノベーションへの挑戦の困難性 (石川専門委員提出資料より)

### 2.8.2 文化・制度によるイノベーションの阻害

「出る杭は打たれる」というわが国の精神風土により、イノベーション創出、特に起業家の成功が阻害されている。

また、現状のわが国の企業文化では、期間損益を重視するために証明されていないビジネスモデルへの取組が困難、製品化・サービス化にあたっての審査プロ

セスにおいて具体的な製品・サービスが必要なためβ版的アプローチに適合しない、新たな製品・サービスに法務的に未解決な問題が含まれている場合にその解決まで製品化・サービス化が困難であるなど、破壊的イノベーションへの挑戦すること自体が難しい状況にある。

さらに、近年、世界的に導入が進んでいる時価会計制度に伴い、経済活動に限らず、社会全体が短期的に成果を求める傾向が高まっていると考えられ、このような状況下、民間における長期的視点での研究開発への資金提供の担い手が殆ど見受けられないわが国では、いつ成果が出るかわからない長期的な取組が疎かになっている恐れもあり、破壊的イノベーションが起きない遠因となっている可能性もある。

また、破壊的イノベーションを産む製品・サービスは、そもそも、登場した時点での法制度が存在を想定していない<sup>12</sup>ものであるため、それら製品・サービス登場自体が制度により阻害される傾向がある。

---

<sup>12</sup> 例えば、インターネット登場前は、電気通信事業を行うのは大規模インフラ事業者であることが当然であったため、1990年ごろの電気通信事業法では、インターネット接続事業者が事業を行うことを認めることは難しかった。

また、著作権法では、インターネット検索エンジンがインターネット上のコンテンツをキャッシュとして保存することが「複製」とされてしまうため、2010年1月に著作権法が改正されるまで、日本国内では「複製権の侵害」となりえた。

### 3 課題解決の方向性

今後わが国が、破壊的イノベーション創出実現のフロントランナーとなるべく、第2章に述べた課題を解決するための方策について、提案公募の中で提案された手法も抽出しつつ検討した結果、以下の方向性に沿った取組を、わが国全体として行うことが必要と考えられる。

#### 3.1 新技術・サービス創出

##### 3.1.1 独創性ある技術・サービスへの挑戦とその評価方法見直し

新技術・サービス創出のためには、何よりもまず、中長期的な視点を持って、基礎的技術・要素技術への研究開発に取り組むことが不可欠である。さらに、それら技術について評価を経て徐々に選抜しつつ、より大きな投資を行い、サービス創出に向けて育てていくことが必要となる。

現状、研究開発過程における評価の仕組みは、研究開発に取り組む意義や設定する目標の高さなど、当該技術が現状の社会環境の延長線上でどのように利用されるかを評価者が想像しやすいものが有利な仕組みであるとともに、その進捗の評価も、目標の達成度合いを論文や特許などから推定する「アウトプット評価」が中核を占めている。このため、現状では、破壊的イノベーションにつながる可能性のある独創性のある技術への取組よりも、現状の延長線上にある社会環境における利用方法が容易に想像できる技術や、論文や特許にしやすい技術などへの取組に流れてしまう恐れがあることから、独創性のある技術への取組を積極的に支援していくことが重要である。

このためには、研究開発の目標について、国際標準獲得を目指した課題設定型研究開発（以下「国家プロジェクト」という）などの大規模プロジェクトや、大規模プロダクトのコア技術へと育てることだけを目標とするのではなく、独創性のある技術の研究開発に、その独創性を保ったまま挑戦し続けることが可能な道を確保するなど、複線的な研究開発への取組が必要である。

同時に、技術開発の進捗の評価指標が、技術開発目標の達成度合いを中心としていることにより、サービス開発や実用化という「出口」が疎かになっている恐れがあることから、その取組を含めて評価する仕組みが必要である。

##### 3.1.2 失敗の許容

研究開発現場が成功しない可能性のある研究開発に、必要な取組であるとの自信を持ってチャレンジすることが許されない限り、新たな価値の創造への挑戦すること自体が困難となる。このため、新たな価値の創造は、たくさんの失敗の上にはじめて成り立つことについての、社会的コンセンサスが何よりも不可欠であり、この社会的コンセンサスの涵養に向けた取組が必要である。

また、成功は真似ができないが、きちんと取り組んだ結果の失敗は、その経過を分析することで教訓にし、同じ失敗を繰り返さない礎とすることができる。このため、失敗を許容するのであれば、その失敗を教訓とするための取組も必要となる。

### 3.1.3 イノベーション創出への挑戦のリスクの高さの認識

イノベーションに繋がる技術開発は、狙って当たるものではないことから、一見無駄が含まれるようには見えるが、数多くの失敗を覚悟の上で、類似の研究開発に並行して取り組む必要があることについて、社会的コンセンサスが必要である。

その一方で、資金や人材は限られることから、周辺の状態を踏まえて目標を随時見直すとともに、成功できない可能性と、成功すれば得られるであろう見返りのバランスを勘案し、上手くいきそうもないもの、成功する見込みに対して得られる見返りの見込みが低いものなどを、途中で止めるための仕組みを評価の中に組み込むことが必要である。

### 3.1.4 人材の育成・提供

#### ① **起業につながる独創的人材**

まずは、初等中等教育や日々の生活の中で、理学や工学に興味を持つ仕組みづくりが重要である。これは、新たな技術を生み出す理系人材の増加のみならず、文科系人材が科学により深い興味を持ち、起業を支援する人材の育成へと繋がる可能性も高い。このためには、理学や工学によるエキサイティングな現場を生徒・学生に見せることが重要であり、現場を持つ企業などが教育に積極的に関与することが期待される。

また、理系人材の育成過程において、科学的知見だけでなく、リベラルアーツを通じた広い視野をもったイノベティブな精神や起業家精神の涵養や、「デザイン」への意識の強化も重要である。

同時に、研究者が自信を持って活動できるようになるためにも、日本でも成功できる、という自信を与えることが重要である。そのためにも、技術系高学歴者のロールモデルを数多く見せることが必要であり、中でも、自ら生み出した技術で世界を変えられる、という実例を作り出し、研究者に誇りを持たせることが重要である。

併せて、独創性を持つためには、意見の多様性がある人的ネットワークの中で様々なことを考え続けることが必要であり、そのためにも大学における人材の多様性、例えば女性比率の向上や留学生をはじめとする海外の優秀な人材、経験豊富なシニア層の受け入れ拡大などが実現することが望ましい。

また、新技術・サービスへのアイデアを基に、事業化を目指そう、社会を変えようという強い精神を持った人材を見出し、エンカレッジする仕組みが必要である。特に、創造的な人材は、その生み出す成果が、これまで存在しない価値であるため、既存の評価軸では評価できないことを共通認識とすることが必要である。すなわち、既存の常識に縛られない独創的な「変わった事を考える人材」「変わった事をする人材」「何をやっているのかよくわからない人材」をスポイルせず、エンカレッジするとともに、これら人材が交流する機会を設けることで、更なる独創的な発想が生まれることを期待するな

ど、独創的な人材を積極的に活かしていく仕組みが重要である。

## ② ビジネスプロデューサー

世界に通用する技術・サービスを生み出す、という意識を持った事業化責任者（以下、「ビジネスプロデューサー」という）の発掘・育成が不可欠である。このとき、技術開発、サービス開発の進展度合いに応じて、求められる能力が異なる可能性があるため、多様な人材を発掘・育成し、進展度合いに応じて様々な者を活用する必要があることに留意しなければならない。

また、現状、日本国内には、ビジネスプロデューサーのノウハウ自体が希薄であり、特に技術シーズから多様なビジネスの目を創造し、形作るノウハウが不足していることから、ベンチャービジネスが盛んな米国等での武者修行などを通じ、経験者を数多く輩出することが必要である。

さらに、ビジネスプロデューサーは、責任者であることから、与えた役割に応じた責任と権限を与えることが重要である。逆に、合議制のマネジメントではリスクを取った新たなビジネスの創出は困難であり、責任者を責任者たらしめることが必要である。

一方、ビジネスプロデューサーの業務は、事業化の進捗により当然終了するものであるが、ビジネスプロデューサーが自分の仕事を失わないように事業が進展していないよう見せかける恐れや、自らの評価を高めるためにプロジェクトが成功したかのように見せかける恐れもある。このため、ビジネスプロデューサーをマネジメントする側には、役割が果たされたことの見極めと、プロジェクトをある程度成功したように見せかけることを防止することなどが必要となる。

## ③ ベンチャーキャピタリスト

自ら投資し、事業化から資金回収まで責任を持って行う、ベンチャーキャピタリストの育成が、新ビジネス達成には不可欠である。ベンチャーキャピタリストが多数存在することで、リスクマネーの供給がより活発となり起業家自身が背負う起業リスクを低くするとともに、起業への関与の経験が豊富なベンチャーキャピタリストからアドバイスが得られることで起業の成功可能性も上がることになる。

また、失敗が自らの痛みに直結しなければベンチャーキャピタリストとしてのノウハウ獲得には繋がらないことから、既存企業等、身分の保証がある組織内での育成は不可能であり、機会の提供と淘汰を通じて養成していくことが重要である。

## ④ 事業化に必要な専門家

新技術・サービスを基にした事業化を実現するためには、研究者や起業家、出資者だけでなく、知財戦略や標準化戦略、マーケティング戦略、広報戦略などの専門家が、研究者や起業家、出資者と同様に重要な人材であることを

共通認識とすることが重要である。

研究者や起業家、新しい技術を基に新事業に取り組もうとする中小企業などが、これら事業化に必要な専門家の支援を容易に得られるよう、人材のプールやそれに必要な資金の手当てをすることが不可欠である。

### 3.1.5 ベンチャー企業の育成

破壊的イノベーションを起こすためには、新しい組織、すなわちベンチャー企業による取組が肝要である。実際に、ハイテク分野のコンセプトの多くが、ベンチャー企業設立が活発な米国から創出されており、そこから ICT 分野における破壊的イノベーションが世界に広がっている。

破壊的イノベーションを創出するベンチャー企業を育成するためには、イノベーションの起点となる技術を生み出すだけでなく、事業化プランの検討や、知財戦略、広報などその事業推進に必要な人材の提供といった人的資源や、事業家に必要となる周辺技術の取り込みを容易とする環境、さらに事業化に必要な資金を提供するリスクマネジメントが十分になされたリスクマネーの整備が重要となる。

また、研究開発の初期段階では、成果が見積もれないことから、ベンチャーキャピタルによる資金提供が難しいため、大企業の自らの資金、国の競争的資金や補助金などに資金の調達手法が偏っている。このため、挑戦する者の多様化を促進する観点から、起業家を支援するために長期的視点で投資を行う「エンジェル」の活性化が重要となる。

さらに、銀行等の金融機関が、現状の担保主義を超え、リスクを取って融資を行うことも重要であり、金融機関がリスクを取れる環境が整備されることが望ましい。

このように、研究開発や事業の段階に応じた適切な資金を円滑に調達できる環境の整備が図られることが望ましい。

## 3.2 潜在的ニーズの視点に立った技術の活用

### 3.2.1 ビジネス発・コンセプト発の視点の重視

インターネット上では日々新たなサービスが提供開始されているが、その多くは技術発ではなく、市場から何が求められているか、というビジネス視点発である。即ち、多くの技術がコモディティ化している中、ビジネス視点発で新たなサービスの創出を追い求め、その実現に不足している技術を開発することで競争力が獲得される傾向が強い。

この場合、市場と摺り合せながら新たな技術を次々と導入し、サービスを構築していくことから、自然と掘り起こしたニーズと合致していくこととなり、より高い満足感と安心感を、より早期に提供したサービスだけが市場に生き残ることができる。同時に、単にサービスを提供するだけでは、事業を継続することは不可能であることから、より優れたビジネスモデルを創出しなければ、長期的に生き残ることはできない。このため、 $\beta$ 版的アプローチによって、スピード感を持

って、サービス創出とビジネスモデル創出に取り組むことが必要となる。

特に今後は、東日本大震災に襲われたわが国だけでなく、ハイチ地震やタイの洪水など、世界各地で大きな自然災害が発生している中、共生、即ち「健康でありたい」「環境にやさしくありたい」といった、外形的には満足度を測定することが難しいニーズが強まっていくことが想定されるとの指摘もあることから、β版的なアプローチの重要性は、ますます増していくものと考えられる。

この際、国内市場だけでなく、他の言語圏におけるニーズやグローバルな市場環境などの周辺状況を見据え、タイミングを計り、日本市場だけでなくグローバルな市場への進出を目指していくことが重要である。

### 3.2.2 ビジネスモデル構築の重要性

新たなビジネスの構築に最も重要なのは、ビジネスモデルそのものである。すなわち、事業コンセプトと競争優位性が明らかでない状況で事業化を図っても、失敗することは自明であり、予め事業コンセプトと競争優位性を検討することが必要である。

同時に、考え出された新たなビジネスモデルを育てるべく、実際に市場で試みることを支援することが肝要であり、その実証期間の資金を提供するリスクマネーが存在することが必要である。

### 3.2.3 埋もれた技術の発掘

ニーズ発のサービス創出を行うためには、まずは技術トレンドを幅広く把握し、不足している技術の開発に取り組むこととなるが、不足している技術を把握するためにも、幅広い「埋もれた技術」「死蔵された技術」の発掘が容易となることが重要である。さらに、より良いサービスとするために「より優れた技術」を選択するためにも、「埋もれた技術」「死蔵された技術」の発掘の容易化は重要である。

この発掘に際しては、当該技術の開発意図とはまったく異なる用途での利用も想定されるため、当該技術の専門家でなくとも何ができる技術なのか、どのような特長を有するのかが理解できる形となっていることが望ましい。この「開発意図」により、思いもよらぬ領域の組織が、求める技術を意図せぬまま保有していることがあることに留意し、幅広い分野から「埋もれた技術」「死蔵された技術」を発掘する努力が必要となる。

## 3.3 自前主義・自己完結主義からの脱却

### 3.3.1 オープンイノベーションの活用

「ひらめき」はイノベーション創出の源泉の一つであり、そのひらめきを産むには、国籍や分野、性別、世代を超え、多様性を持った人材の交流や協働が必要となる。その観点から、殻に閉じこもるのではなく、グローバルな英知を活用することが重要である。

同時に、ICT 分野では、新サービスの創出のスピードが上がっている領域も見受けられることから、より適切な技術をより早期に手に入れるためにも第三者の

知見・技術を活用するオープンイノベーションへの取組が重要である。

具体的には、ベンチャー企業の M&A や、大学や中小企業発の技術の利用、他国と連携した共同研究開発、ジョイントベンチャーによる取組など、国境や事業領域を超えた取組が重要であり、さらには、ビジネスアイデアそのものを外部から広く公募する仕組みの活用も有用である。

### 3.3.2 事業領域に捕われない視座

3.2.3 節に記したように、第三者の技術の活用も重要であるが、それと同時に、自らが作った技術やアイデアを、自分達だけで使うのではなく、第三者に幅広く活用してもらう視点も重要である。

さらに、自らの事業領域だけでなく、まったく関係のない事業分野で利用し得ないか、という視点を持って、事業環境が随時変化し続けることを念頭に、古いものを含め、保有技術やアイデアの活用を検討することも重要となる。

## 3.4 イノベーション創出を促す環境の整備

### 3.4.1 アイデアを創発する飛び抜けて優れた環境の整備

新たなビジネス・サービスのアイデアは、新たな環境があって初めて生まれる。例えばブロードバンドサービスの登場により動画配信が可能となり、誰もが気軽に動画コンテンツを提供できるようになったり、スマートフォンの登場により様々なアプリケーションサービスが登場したりするなど、旧来と比較して飛び抜けて優れた環境が整備されることにより、次々と新たなサービスの創出へと繋がることになる。

即ち、新たな環境の整備自体が持続的イノベーション創出の一環であるが、誰もが利用可能で、あらゆるものにつながり、あらゆることを試すことができ、コストやスピード、利用可能な情報量、使いやすさなどが飛び抜けて優れた環境を整備することが、破壊的イノベーション創出の起爆剤となり、さらに連鎖的に破壊的イノベーションが創出されることも期待できる。

また、その飛び抜けて優れた環境を当該領域の技術者が独占するのではなく、想像力豊かなクリエイターや利用者たちに開放し、双方向で新たな「魅力」を生み出すことに自由に使えるようにすることで、思いもかけない新しいイノベーションに繋がることを期待できる。

### 3.4.2 自由な形でアイデアを競う環境の整備

近年、ソフトウェアによるサービス開発等の分野で活発に行われている、短期間の集中的な共同作業でプログラミングやデザインを競う「ハッカソン」や、米国 DARPA による無人自動車や災害救助ロボットのコンテストである「DARPA グランドチャレンジ<sup>13</sup>」に代表される「プライズ方式」による競争的研究開発の

<sup>13</sup> 2004 年、2005 年には無人自動車で未舗装路を制限時間内に走破、2007 年には無人自動車で市街地を想定したコースを走破する形式で実施。2012 年には「ロボティクス・チャレンジ」として、災害救助用ロボットの競技大会が実施。

場の提供も、破壊的イノベーションに繋がるアイデアを生み出す場となるものと期待される。

### 3.4.3 知財戦略や国際標準化の推進

知的財産について、サービスを展開する国や地域を想定した戦略的な標準化などの取組が必要である。また、通信プロトコルなど、国際標準化なくしては普及し得ない社会インフラに関するデジュール標準だけでなく、例えばユーザーインターフェイスやアプリケーション領域、ビジネス領域における知財形成や標準化戦略も重要である。

同時に、国際標準化に当たっては、出口戦略を重視しつつ、仲間となる国や企業をいかに作っていくかが重要である。さらに、個々の企業がそれぞれの活動として取り組むだけでは十分な対応を行うことが困難な場合も多いことから、産学官が共同して戦略的に取り組む枠組みの検討も必要である。

また、大学による研究開発活動については、当面の間、当該活動への資金提供者が、知的財産権確保のための資金や人材等も併せて提供するなど、知的財産のポートフォリオの改善を促すことも望ましい。

### 3.4.4 挑戦する人材の流動化・地位向上

イノベーションは最適なチームの結成により生まれてくるものであり、人材の流動性向上が必要であり、また、技術の進展や幅広い活用のためには、人材の流動化が不可欠である。

また、リスクを取って新しいことに取り組むことを推奨するなどの風土の醸成が重要であり、そのためにも、独創的な技術・サービスに取り組む研究者や起業家について、社会的認知度や、報酬面を含めた地位の向上を図ることが重要である。

### 3.4.5 規制緩和

現在新たなビジネスの種として注目されている、ビッグデータへの取組に必要な個人情報保護制度およびオープンデータ環境の整備が重要である。

また、新たなサービスの誕生を可能とする規制制度について、規制の緩和によるメリットとデメリットについて、バランスをとった検討を行うことが望まれる。

## 3.5 基盤的技術としてのICTへの取組

### 3.5.1 長期的視野に基づく研究開発

ICTは基盤的技術として、多様な分野で利用されるものである。このため、要素技術の確立から社会システムとして広く普及するまで、10年以上の期間が必要となることも多い。

その間に、社会的ニーズの変化や、破壊的イノベーションの実現により、求められる技術水準が大きく変わる可能性もある。例えば、スマートフォンの登場により、モバイルトラヒックは増大の一途をたどっており、これらトラヒックを収

容するための無線通信技術や、置局や端末収容にかかる制御技術など、新たな技術開発・導入が求められている。

同時に、基盤的技術である ICT は、その持続的イノベーションの実現が、他の破壊的イノベーションを実現する前提となる可能性もある。例えば、いわゆるビッグデータは、多様なデータの収集を可能とする各種センサー技術、膨大なデータをリアルタイムに収集可能な通信ネットワーク技術と、膨大なデータの蓄積が可能なストレージ技術、そして膨大なデータの比較・突合が可能な情報処理技術といった様々な持続的イノベーションの実現により初めて実現可能となったものである。

これらを踏まえ、ICT については、長期的な視野を持ちながら確実に ICT としての持続的イノベーションを起こし続けるとともに、多様な基礎的技術に着実に取り組むことが必要である。

### 3.5.2 破壊的イノベーションの種を生む視点

破壊的イノベーションは、全く新しい価値の創造であることから、どのような技術を元に生み出されるかを正確に予見することは本質的に困難である。

このため、破壊的イノベーションを実現するためには、破壊的イノベーションを生み出すための挑戦を促すのみならず、その種となる多様な基礎的技術を生み出すべく、着実に取り組むことが必要である。

## 4 国による具体的な取り組み方策

3章に記した「課題解決の方向性」を踏まえると、今後わが国がフロントランナーとして、破壊的イノベーション創出に取り組んでいくためには、国として以下のような取組について検討することが必要である。また、従来の研究開発事業等とは異なる発想に立った取組を行うことから、その実施に当たっては、詳細な事業設計が別途必要であることから、国において今後検討が進められることが望ましい。

### 4.1 新技術・サービス創出への挑戦の支援

#### 4.1.1 挑戦する人材の発掘、育成

##### ① 起業家・キャピタリスト育成プログラム開発事業（調査事業）

起業家・ベンチャーキャピタリストなど、起業にかかわる人材を育成すべく、若手人材を選抜し、米国においてトレーニングを行う養成プログラムを開発するとともに、シリコンバレー等で先行している日系企業、米国企業他の協力を得てプラットフォームを試行的に構築し、開発した養成プログラムの効果を検証する。

なお、国の支出は、プログラムの開発及びプラットフォームの構築に要する費用にとどめるべきであり、トレーニング参加者の参加費用は自己負担とすべきである。

本施策については、平成26年度予算への計上は見送られたが、現状では、新たな事業の創出に当たりシリコンバレーを超える環境は見受けられないことから、その力を引き継ぐためにも、こうした取組は極めて重要である。

##### ②アントレプレナー・シンポジウム

自ら生み出した技術で社会を変えられる、という誇りを研究者が共有できるよう、成功体験・失敗体験を持つ起業家によるシンポジウムを展開する。

##### ③ 総務省審議会、研究会へのベンチャー企業参加促進

そもそもの政策検討に、破壊的イノベーションへの挑戦の視点をより強く持つべく、総務省の審議会等の構成員としてベンチャー企業関係者やキャピタリストを招聘する。

##### ④ 独創的な人材のエンカレッジ

競争的資金制度において、既存の常識に縛られない独創的な「変わった事を考える人材」「変わった事をする人材」による挑戦を促進する。具体的には、総務省の競争的資金である「戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE：Strategic Information and Communications R&D Promotion Programme）」（以下「SCOPE」という）において、予備実験、理論検討等の研究開発を行い、優れた成果が得られるかどうかの実行可能性や実現可能性の検証等を目的とした「フェーズI」に、独創的な人向け特別枠を設定する。

また、当該研究開発においては、着手時点においてはどのような価値を生

み出すか予測できないことから、野心的な目標を設定した革新的なアプローチによる挑戦や、実現への道筋の明確化に貢献する価値ある失敗をより高く評価する仕組みとする。また、繰り返しの応募を可能とすることで、目標を達成できなかったケースを含め、それまでの成果を踏まえて、新たな目標の設定やアプローチを改善した上での次なる挑戦を促すことが重要である。

本施策については、平成26年度予算より新規の取組として開始するが、全く新しい取組であることから、より高い効果が生まれるよう、その取り組み方については不断の見直しが必要である。

また、研究開発の取組に対し、予算執行の柔軟性を持たせるとともに、このような創造的な研究開発については、その実施主体を国ではなく研究者であるとし、国の事業（委託）ではなく、研究者の取組（補助）に変更することについても検討を進めていくべきである。

#### ⑤ ICTベンチャーの育成

クラウドなどの利用環境や事業化アドバイス、知的交流の場など、ベンチャー企業、中小企業の活動を支援する環境を提供し、地域や社会の課題解決に資する若手やICTベンチャー企業、中小企業を発掘・育成する。

### 4.1.2 挑戦する活動への支援

#### ① 挑戦する人材を応援するチームの構築

競争的資金の受託者に対し、ICT分野を専門とする起業家、ファンディング専門家、弁護士、弁理士、マーケティング専門家、広報専門家、コンサルタントなどの専門家によるアドバイスを受託者が受けられる環境を整備する。具体的には、SCOPEにおける、可能性の検証等がなされたシーズについて実用性検証を目的とした「フェーズ II」及び市場ニーズ等を踏まえ事業化に向けたコンセプト実証を目的とした「フェーズ III」（後述）の受託者に対し、アドバイスを受けられる環境を提供する。

本施策については、平成26年度予算より新規の取組として開始するが、より高い効果が生まれるよう、専門家をあらかじめプールする方策の検討など、その取り組み方については、不断の見直しが必要である。

#### ② コンセプト実証（事業化）の支援

競争的資金の対象に、新技術を用いた事業化のビジネスモデル実証を加えることとする。具体的には、SCOPEに、プロトタイプの実証及びコンセプト検証等を行う「フェーズ III」（ビジネスモデル実証フェーズ）を「イノベーション創出チャレンジプログラム」として新たに創設する。その際、大学、ベンチャー企業、中小企業の他、大企業からのカーブアウトを奨励するため、大企業発の社外ベンチャー企業も支援対象として明確化とする。

事業化の検討は、通常の研究開発と異なり、時期を見た対応が求められることから、「フェーズ III」については、常時応募可能とし、一定以上の評価

点（キャピタル等の事業化に関する専門家による評価）や民間投資を受けた提案を採択するものとする。

また、採択された案件に対しては、評価者（キャピタル等）が責任を持って採択案件の事業化や民間資金の誘引をサポートするとともに、「4. 1. 2 ①研究者を応援するチームの構築」の支援も受けながら、ビジネスモデルの検討も並行して実施し、プロトタイプを用いた技術の売り込みの成功確率向上を図るものとする。

なお、本事業の評価は、アウトプット目標の評価の他、アウトカム目標の達成状況等について、技術の専門家及びキャピタル等の事業化の専門家による評価や失敗の分析を実施し、それらの内容は原則公開（被評価者の知財、経営状況等の非公開情報は除く）し、成果の売り込みに資するようになるとともに、年数回程度、優秀事業に関するアイデア発表の場を形成し、成功体験の共有を図るものとする。

本施策については、平成26年度予算より新規の取組として開始するが、全く新しい取組であることから、より高い効果が生まれるよう、その取り組み方については引き続き不断の見直しを進めていくことが必要である。

#### 4.1.3 競争的資金制度活用による技術の確立及び実用化の促進

4. 1. 1 節及び4. 1. 2 節に述べたように、競争的資金により、人材発掘・育成段階から、事業化に向けたビジネスモデル実証までの、多様な研究開発段階での挑戦への支援を行うことで、技術の確立及び実用化を促進する。この際、それぞれの段階について、どの程度の案件に対し、どの程度の期間と規模の支援を行うのかのバランスにより、その効果が大きく変わることから、詳細な事業設計が求められる。

また、挑戦への支援であることから、当然成功しない案件も発生することが予想され、評価を通じて途中でやめるなどの判断を行うことが必要である。また、成功しなかった案件については、その原因について分析を行い、今後の教訓とすることも必要である。

### 4.2 エコシステム形成の支援

#### 4.2.1 オープンイノベーションの推進

国家プロジェクト型の研究開発について、その応募の要件に、オープンイノベーションに取り組むことを明確に位置づけ、ベンチャー企業、中小企業をはじめとする市場に存在する技術の活用を促進する。

特に、異業種企業等との組み合わせによる取組や、ジョイントベンチャーやM&A などの取組を高く評価することで、国内企業によるオープンイノベーションへの取組を促進する。

本施策については、平成26年度予算より新規の取組として開始するが、全く新しい取組であることから、より高い効果が生まれるよう、その取り組み方については不断の見直しが必要である。

#### 4.2.2 オープンイノベーションに取り組む場の支援

いわゆる国家プロジェクト型の研究開発だけでなく、競争的資金や産学における研究開発についても、オープンイノベーションの活用がなされることが肝要である。

このため、近年、多数の技術者が技術を持ち寄り、短期間の集中的な共同作業でプログラミングやデザインを競う「ハッカソン」が、ソフトウェアによるサービス開発等の分野で活発に行われている。

このような活動の更なる活性化を果たすべく、オープンイノベーションに取り組む場に対して、国が開催を支援する取組が重要である。

#### 4.2.3 知財データベース利活用の促進等

研究開発において、科学技術振興機構(JST)が大学・国公立試験研究機関等から収集した研究成果や JST の基礎的研究等の研究成果をインターネットを通じて広く一般に提供する無料のデータベースである J-STORE (JST Science Technology Research Result Database for Enterprise Development) で公開されている知的財産の活用を奨励する。

また、知財データベースの利活用を促進する観点から、総務省の予算で実施する研究開発の成果については、知的財産として固まり次第、J-STORE への登録を原則として義務化するとともに、法定業務として研究開発に取り組む情報通信研究機構、日本電信電話株式会社や日本放送協会に対して、自ら研究の成果の登録を促す。

さらに、知財戦略の高度化を支えるべく、総務省の予算で実施する研究開発において、国際特許の取得経費を当該予算で支弁可能であることをより明確化する。

本施策については、平成26年度予算より新規の取組として開始するが、全く新しい取組であることから、より高い効果が生まれるよう、その取り組み方については不断の見直しが必要である。

#### 4.2.4 国際標準化への戦略的取組の推進

グローバルマーケットで勝ち残ることができる競争力ある技術・製品・サービスを生み出していくためには、戦略的に国際標準化等に取り組むとともに、グローバルなエコシステムを構築していくことが重要。

このような取組に当たっては、出口戦略を重視しつつ、必要に応じてオールジャパンで戦略的に推進する体制の構築が不可欠であり、このため、戦略的に取り組むべき分野を抽出の上で、国としてその取組を支援することが必要である。

#### 4.2.5 研究開発成果の実利用促進

総合科学技術・イノベーション会議による「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」のように、研究開発から当該技術の社会実装までを一気通貫で取り組むべく、研究開発に取り組む省庁と社会実装に取り組む省庁とが一体となって

産学官連携のもと事業に取り組むスキームが、平成26年度予算より新たにスタートした。

このように、研究開発の成果が国民生活の改善に直結するよう、出口を見据えて研究開発に取り組むことが重要である。

#### **4.3 社会ニーズを先取りするプロジェクト推進**

##### **4.3.1 国家プロジェクトの実施方法の改善**

国家プロジェクトの企画立案時において、研究開発目標等の設定にあたり、公募等を通じてユーザー等の声を反映し、将来ニーズを取り込んだものとする。

また、国家プロジェクトの受託者の実施体制において、ビジネスプロデューサーを、プロジェクトマネジメントの決定権等を有する「事業化責任者」として、明確にプロジェクトの最高責任者に位置付けることとする。

また、アウトプット目標の評価の他、アウトカム目標の設定、新技術・サービスの導入を目指すユーザー等によるアウトカム目標の達成度合いに対する評価を積極的に推進するとともに、その評価の結果、成功する見込みに対して得られる見返りの見込みが低いものについては、途中で止めることが必要である。

##### **4.3.2 国際共同研究の推進**

現在、日欧間を中心に進められている国際共同研究を、規模的にも、また共同研究の対象国についても拡充を図るとともに、その対象も研究開発だけでなく実証実験まで拡大する。

それに際しては、他国や他地域の研究機関との共同研究に対するニーズを調査の上で、社会的課題解決や国際競争力の確保に資するよう、明確に技術分野を設定し、それに応じた提携国や共同研究スキームを選定するなど、より効果的にグローバルな英知の活用が図られるよう取り組む。

#### **4.4 イノベーションを誘発する飛び抜けて優れた環境の構築**

桁違いの目標設定がなされた大型ビジョンに関する研究開発を実施するための環境として、通信環境や活用可能な情報（ビッグデータ）の量が飛び抜けて優れた環境（テストベッド等）を構築し、当該分野の研究者や起業家だけでなく、多様な者へ広く開放し、破壊的イノベーションの起爆剤として活用する。

また、新たな研究開発環境の創出手段として、特定の研究開発目標を目標期間内に達成したものに賞金を提供する「プライズ方式」により、民間による研究開発を促す方法を新たに導入することも検討すべきである。なお、政府は予算単年度主義により、将来の賞金を確約することが困難であることから、「プライズ方式」の導入にあたっては、国立研究開発法人等の活用についても検討することが必要である。

## 4.5 民間におけるリスクマネーの活性化誘導

### 4.5.1 新しいファンドの仕組み

独法、民間企業等が合同で運営する、新製品・新サービスの創造に挑戦するベンチャー企業等を対象とする日本版コンセプト実証ファンド<sup>14</sup>や、ベンチャーキャピタルへ投資するファンド・オブ・ファンドの創設など、民間の投資を誘発する新しいファンドの仕組みの導入に向けた支援を行う。

### 4.5.2 リスクマネーの多様化支援

比較的少額の投資を多数の者が行うことで、相応の規模の投資資金を形成する「クラウドファンディング」の制度化や、産学共同研究へ民間の研究開発資金を呼び込む措置の導入など、新たなリスクマネー提供手法の普及への支援を行う。

### 4.5.3 税制支援の検討

#### ① エンジェル税制要件緩和

ベンチャー企業へ投資を行った個人投資家に対して所得税減税を行っているエンジェル税制に関して、手続きの簡素化など運用方法の改善による投資環境の整備や、その対象を法人によるベンチャー投資まで対象拡大（法人版エンジェル税制の創設）するなど、ベンチャー企業投資に向けた税制支援の拡大について検討を行う。

#### ② M&A 促進税制創設

大企業がベンチャー企業の買収等を行った際に、のれん代について、非償却資産とする、あるいは一括償却と特別損失への算入を認めるなどの税制支援を検討する。

### 4.5.4 その他投資の阻害となり得る規制の緩和の検討

ビッグデータへの取組に必要となる個人情報保護制度およびオープンデータ環境の整備など、新たなサービスの誕生を前提とした規制制度の在り方を検討する。

特に、オープンデータへの取組については、平成25年6月に英国アイルランド、ロックアーンで開催されたG8サミットによる「オープンデータ憲章」に基づく、政府の保有するデータのオープンデータ化の推進が期待される。

また、パーソナルデータへの取組については、平成25年12月20日に、IT戦略本部において、「パーソナルデータの利活用に関する制度見直し方針」が決定され、平成26年6月までに、法改正の内容を大綱として取りまとめ、平成27年通常国会への法案提出を目指すこととされているところである。これらにより、パーソナルデータの安心・安全な利活用環境が整備されることが期待される。

<sup>14</sup> 試作、事業化調査などのコンセプト実証(PoC)を行うためのファンド。このようなファンドを供給するため、経済団体、財団、オーナー等の出資による純民間型PoCファンド基金を組成し、その運用益により助成を実施することなどが考えられる。

## 5 今後取り組むべき技術分野

第3章及び第4章においては、破壊的イノベーションを目指す方法論についてまとめたが、持続的イノベーションそのものも引き続き重要であるとともに、破壊的イノベーションを実現するためには独創的な技術だけでなくその周辺を支える技術も必要であることから、幅広い技術に今後も取り組んでいくことが必要である。

現在取り組まれている技術分野及び今後重点的に取り組むべき技術分野について、構成員からのプレゼンテーション、フリーディスカッションにおける発言及び提案公募への構成員からの推薦及びコメントを踏まえ、以下のように整理した。

なお、どのような技術が破壊的イノベーションを引き起こすのか、予測することは極めて困難であることから、基礎的技術については、本章の記載にかかわらず、中長期的視点に立ち、継続的に取り組むことが必要である。

また、この整理は、あくまで現時点のものであり、新たな分野が生まれたときには随時取り込んでいくべきであり、また新たな分野の創生に向けた取組も求められることに留意することが必要である。

### 5.1 持続的イノベーションの観点からの研究開発の時間軸

ICTは、幅広い分野、サービスで活用される基盤的技術であることから、中長期的な視点を持って取り組むことが必要である。

その一方で、2020年に東京でオリンピック及びパラリンピックが開催されるという、わが国の高い技術水準や、わが国初の新たなサービスを世界に生み出す絶好の機会が与えられたところである。

このため、研究開発により生み出す技術が社会で幅広く利用される時期を15年後の2030年と設定し、その5年前の2025年までの一般向けの商用サービスでの利用の開始（アーリーアダプターとなるコンシューマーによる実利用の開始）、そして東京オリンピック及びパラリンピックの開催される2020年にショーケースとして先導的デモンストレーションを実施するというシナリオをベースに研究開発に取り組むことが重要である。

併せて、

- ・ 通信速度の高速化のように、ニーズの増加に応じて持続的イノベーションが求められる領域
- ・ 情報セキュリティのように、新たな攻撃手法が見出されるごとに、新たな技術的手段の提供が求められる領域
- ・ 量子通信技術のように、実用化にあたって容易には達成困難なブレイクスルーがあったり、何を達成すればブレイクスルー足りうるのかが不明確であるなど、実用化に向けた時期的目標の設定は困難であるが実現が希求される領域

などについても、着実な取組を進めることが必要である。

### 5.2 2030年の社会像

2030年頃に社会から求められる技術目標を設定するに当たっては、まず、

その頃の社会像を類推することが必要である。その一方で、将来の社会においては、必然的に起きうることへの対応が、当然相応になされていることが想定されるが、その対応策には多様なものが有り得るとともに、どのような対応策が選択されるかは、その中途中途の社会情勢により大きく変化する。

このため、社会像の類推に当たっては、対応策の選択の結果は含めずに、時間変化によって必然的に生じるであろうことのみを対象として検討することが必要である。

なお、当然のことながら、現時点で予測できる社会像であることから、本節に述べる社会像は、持続的イノベーションにより実現される社会像であり、破壊的イノベーションが実現した場合には全く異なる社会が到来する可能性もあることに留意する必要がある。

### 5.2.1 少子高齢化の進展

先進国を中心に少子高齢化が進展しているなか、特に日本はその先行例<sup>15</sup>である。したがって、その対応を巧みに講じることで、その対応策を世界に広く展開することが可能となるが、労働者層が現在と同じである場合には、急速に労働者人口及びそれが総人口に占める割合が減る<sup>16</sup>ことになる。

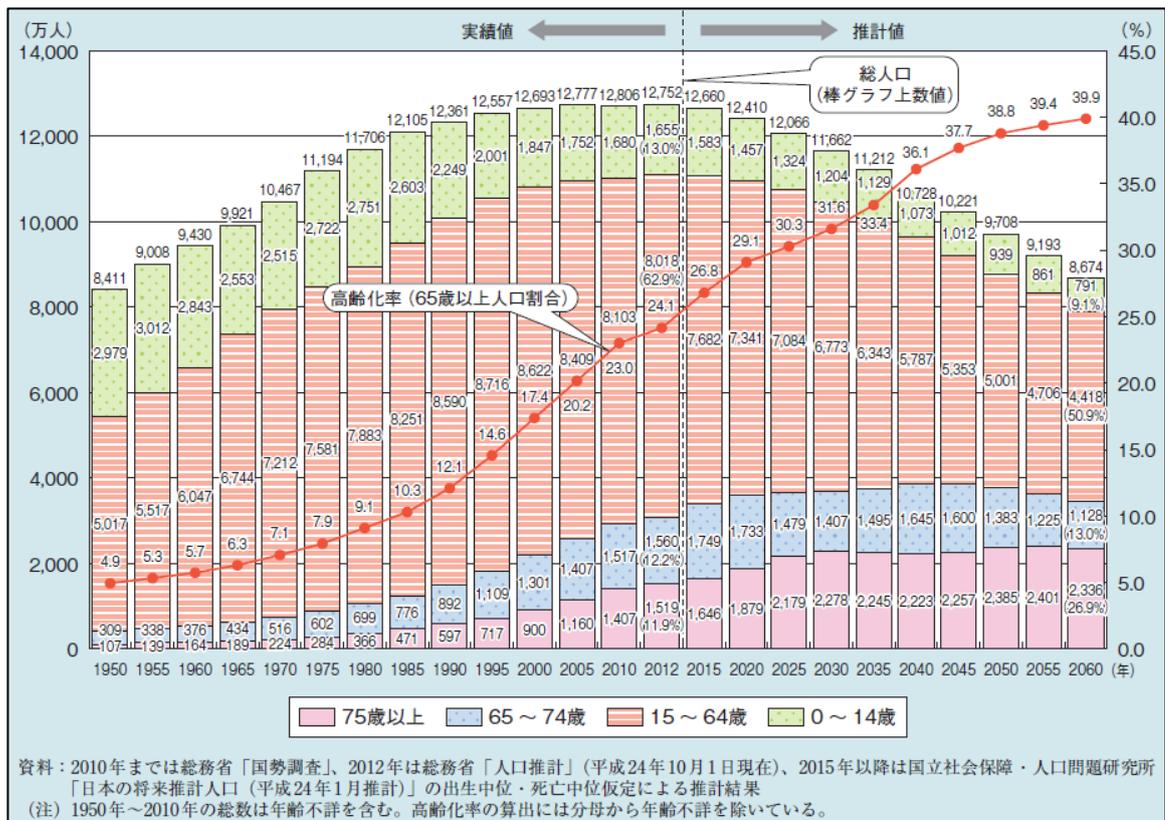


図 5-1 日本国内における人口の推移及び今後の予測  
(内閣府「高齢社会白書」(平成 25 年度版)より)

<sup>15</sup> 2030 年の高齢者(65 歳以上)人口は 3740 万人(国民の 3 人に 1 人に増大)と推計

<sup>16</sup> 2030 年の労働人口は 6773 万人(2012 年比 1200 万人以上減)



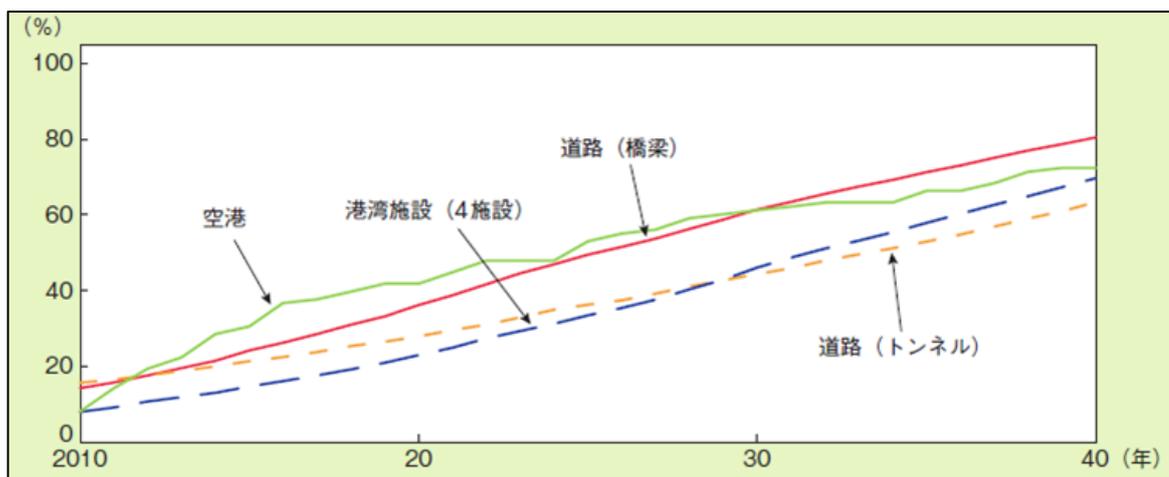


図 5-3 現存施設に占める建設後 50 年を経過する施設の割合  
(内閣府「年次経済財政報告」(平成 25 年度版)より)

インフラの寿命延伸のためには、点検と補修を丁寧に行うことが必要であるが、そのコストがインフラの更新コストを超えてしまえば意味が無いため、ICT を活用して低廉かつ確実に点検・補修を行うインフラの維持・管理が求められる。

同時に、上述の少子高齢化の進展により、現在現役の熟練技能者の多くが引退することになるため、この技術を継承するとともに、労働生産性を高めるための自動化が求められる。

### 5.2.3 安心・安全への希求

近年地球規模で大雨による大規模水害や、大寒波・大熱波などの極端な気象が発生し、多数の被害者が発生している。

同時に国内では、東日本大震災以降、震災予測の見直しが進み、東海・東南海・南海連動型地震や首都直下型地震が起きうるもの<sup>18</sup>として対策の実施が求められている。

<sup>18</sup>首都圏直下型地震の 30 年内の発生確率は 70%、経済損失(生産サービス):48 兆円と予測

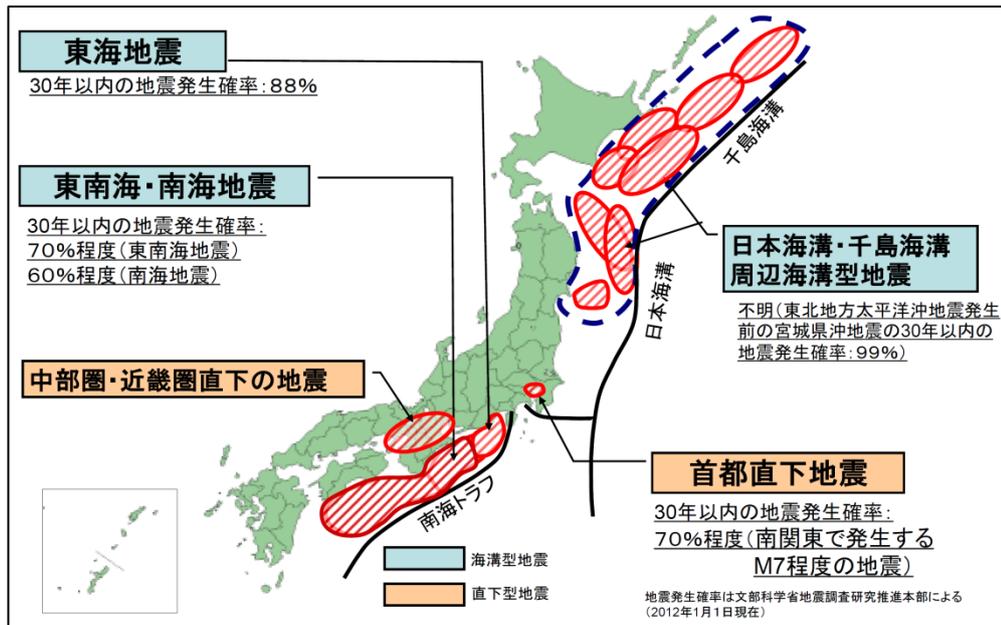


図 5-4 地震発生確率  
(内閣府首都直下地震対策検討ワーキンググループ第 1 回会議資料より)

|                            | 首都直下地震   | 南海トラフ沖地震            |
|----------------------------|----------|---------------------|
| マグニチュード                    | 7.3      | 9.1                 |
| 死者数                        | 5千人～23千人 | 32千人～323千人          |
| 経済的被害<br>資産等及び経済活動<br>への影響 | 95.3兆円   | 127.8兆円～<br>214.6兆円 |

図 5-5 被害想定 (内閣府中央防災会議より)

これら災害について、発生の予測、発生してしまった場合の発生事象及び被災状況の把握及び迅速かつ適切な避難・退避の誘導等を通じて、被害の可能な限りの低減を図ることなどが期待される。

さらに日本国内では、福島第一原発の事故などを踏まえ、放射線や化学物質などの環境内での分布状況を予測・把握したいという期待もある。

これら災害への対応だけでなく、犯罪などの人為的な脅威に対する不安も存在しており、実社会における安心・安全の実現への ICT の貢献も期待されている。

また、インターネットの発展に伴い、世界中で誰もがネットワーク上のサービスにアクセスできる時代が近づいていることから、個人情報保護を含め、情報通信ネットワークを利用する上での安心・安全も求められている。

このように、人のグローバル化、流動化等の進展とともに、これら、幅広い、安心・安全への希求への対応が求められる。

#### 5.2.4 世界総人口の増大

日本では人口減少が始まっているが、世界全体では総人口が増大する基調が続いている。

このため、人類が必要とするエネルギー源や水、食料等の資源の消費がこのままでは増大するため、資源生産の拡大／新資源の開拓、もしくは資源利用の節約、又はその全部が求められる。

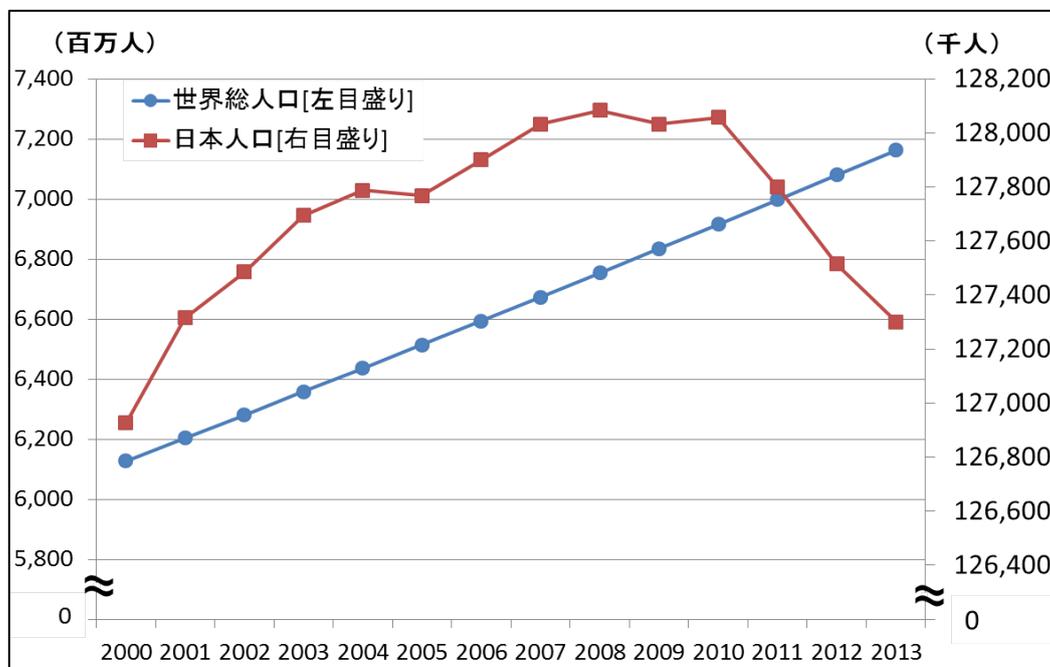


図 5-6 日本及び世界総人口の推移  
(総務省統計局「世界と日本の統計 2014」より)

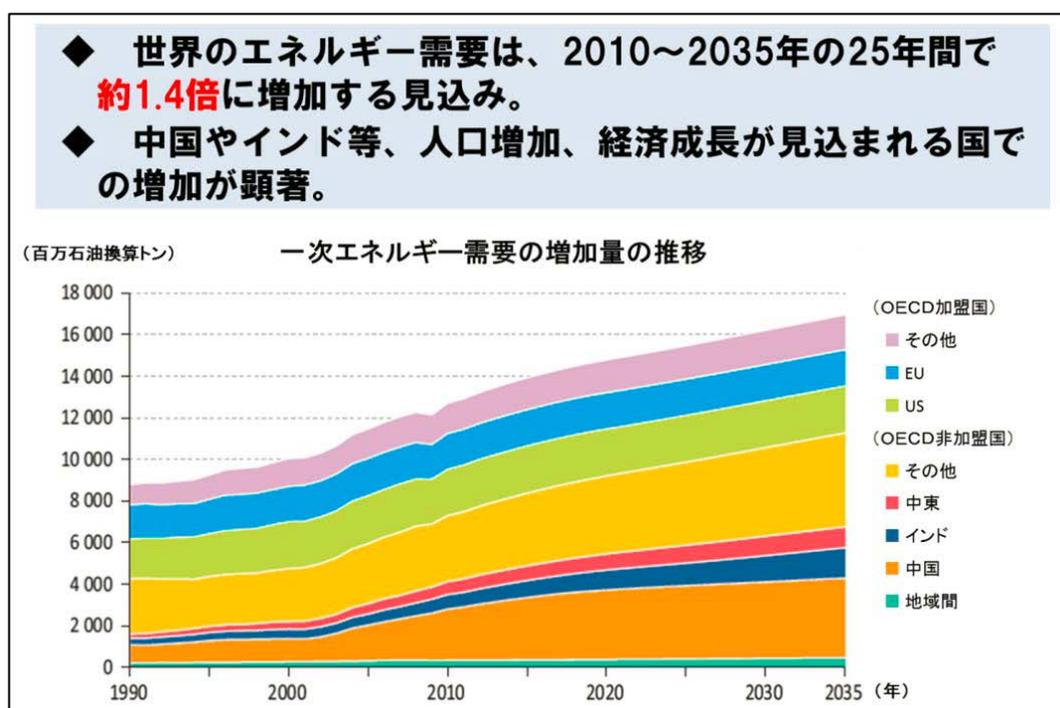


図 5-7 世界が直面する資源課題 (ICT 生活資源対策会議第 1 回会議資料より)

同時に、アジアやアフリカ、南米など、先進国ほど所得水準が高くない地域での市場が増大しており、その基調は変わらないものと考えられる。このため、最先端の製品・サービスだけでなく、それぞれの国・地域にあったもの（例えば、機能を絞った低廉な製品・サービス）への需要拡大も見込まれる。

また、これら新興国の発展とともに、わが国で生産された製品等と、当該地域で生産された製品等との競争も拡大すると見込まれる。

併せて、このような市場拡大は、製品・サービスのグローバル化・現地化だけでなく、人のグローバル化・流動化を促す可能性が高い。

#### 5.2.5 新たな社会欲求の登場

20世紀においては、より高品質なものを、より大量に、より廉価に提供することが求められてきたが、21世紀に入り、SNSなどに代表されるように、人と人を繋げるサービスが新産業として台頭するなど、社会が求める価値に大きな変化が見受けられる。

このような、コミュニティ形成や絆の醸成といった、新たな社会的要求を満たすことが強く求められていく可能性が高い。

### 5.3 2030年に求められるICTサービス像

5.2節に述べた社会像をICTの観点から総合的に勘案すると、多様なサービスや情報を、希望する若しくは必要とする全ての人に、適切かつ確に提供するために、

- ・ 大量のセンサーシステムや様々なユーザーインターフェイス等、多様なICTシステムがリアルタイムに連動し、様々な情報を網羅的に収集
- ・ 大規模化した情報の、「記録」、「処理」、「伝送」を低コスト、低エネルギーで実現
- ・ それら情報を自動的に統合・分析し、状況を把握
- ・ 把握された状況を踏まえ、大量の浅く薄い情報を、深く濃い情報に変換し、
  - 当該状況を知るべき人、知りたい人に、わかりやすく提示
  - 当該状況に応じて、必要となるサービス（例えば道路交通信号の制御、人の行動支援、災害の未然防止・被害最小化なども含む）を提供
- ・ 社会の隅々にまで広がった様々なセンサー等から収集される多種多様かつ膨大な情報を的確に伝送・集約・蓄積し、必要とする人やモノに確実に伝送するために必要となる有線・無線による情報通信ネットワーク基盤

が求められる社会と考えられる。

また、こうしたICTサービス／システムが安心して人に受容されるよう、プライバシーなどが不適切に侵されることを防ぐなど、それぞれの人々が、自分のニーズに合わせて情報セキュリティをカスタマイズ可能であることが必要と考えられる。

これら及び中間答申において国が取り組むべきとしたパイロットプロジェクト

を踏まえると、求められる具体的なサービス像は以下ようになる。

なお、ここに挙げるサービス像は、あくまで例示であり、実際のサービス実現に当たっては、この例示にとられることなく、また破壊的イノベーションを実現することも念頭に取り組むことが必要である。

### 5.3.1 高齢者が明るく元気に生活できるスマートプラチナ社会を実現するためのサービス

高齢者をはじめとして、誰もが自宅を含め、どこからでも、どこへでも社会参加できることが求められることから、誰にでも使いやすく、極めて臨場感の高い（超高精細、3D、触覚通信、ロボットなどを活用した）テレワーク環境が実現。

また、医療機関や介護施設などが、在宅者の体調を、遠隔からリアルタイムに把握可能とするセンサー群及び分析システムの提供による遠隔ヘルスケアが実現するとともに、脳情報通信技術などによる、効果的なリハビリテーション医療の提供による健康的な生活の持続の実現。

### 5.3.2 ICTスマートタウンを実現するためのサービス

生産性向上や豊かな生活の実現のために、多種多様なセンサーやユーザーインターフェイスにより、利用者のニーズ・期待の的確な把握が実現。例えばオンデマンドな乗り合い交通手段の提供や、デジタルサイネージやユーザー保有端末を通じて、利用者が欲するであろう情報を適時の提供を実現。

また、日々の買い物や移動などの記録（ライフログ）の適切な者への適切な提供による、便利で快適な、押し付けでないサービス享受が実現。

同時に、臨場感の高い（高精細映像だけでなく音声やウェアラブル端末、ロボットなど多様な手段を通じた）情報の提示や、自動音声翻訳・自動要約などにより、様々な情報を誰にもわかりやすく提供することが実現。

これらを通じて、感動や共感をコミュニティ内、コミュニティ間で共有することで絆の醸成に貢献。

### 5.3.3 交通事故も渋滞もない社会を実現するためのサービス

高齢者等の社会参加を促進するためには、テレワーク環境の充実のみならず、自動車等を使って安全に移動できる環境を実現することが求められる。また、生産性を向上するためにも、事故や渋滞をなくし円滑な交通インフラを実現することが必要となる。

このため、交通インフラの状況（交通量、信号の状況や通行の可否、路面の状況など）についてリアルタイムに把握し、歩行者や自動車などに必要な情報を即時に提供し、適切に誘導することで、渋滞のない社会を実現。

また、歩行者や自動車は、それぞれの位置や取っている（取る予定である）行動にかかる情報を周囲の歩行者や自動車に提供することで、事故に繋がる危険性がある場合には、車の自動停止などの回避行動を自動的に実施できる、事故の無い社会を実現。

さらには、自動車が、提供された情報や自らに搭載されたセンサーによる情報を元に、速度や進行方向などを自律的に決定する自動運転を実現。

#### 5.3.4 災害の被害が最小化された社会を実現するためのサービス

災害の被害を最小化するためには、様々な情報をセンサーにより把握し、必要な情報が必要な人に円滑かつわかりやすく提示されることが必要となる。

このため、あらゆる構造物に多種多様なセンサーを設置し、劣化状況等をリアルタイムに把握。また、その状況が適切に管理者に伝達され、対応方策が示されることにより、効率的かつ合理的な維持管理を実現。

また、人の流れの把握や、避難に必要な情報を自動収集。万が一災害が発生した場合、もしくは発生が予測された場合には的確な避難・退避の誘導を実現。

さらに、多様な気象情報をリアルタイムかつ稠密に収集し、気象災害に備えるとともに、天候を踏まえた農作業のアドバイスなど、気象状況に合わせた社会経済活動も実現。

## 5.4 2030年に求められる要素技術

5.3節に述べたサービス像を実現する技術について、ICTの観点から大まかに分類すると、下図のように①情報の取得、②情報の符号化・復号化、③ネットワーク、④処理・分析・制御・蓄積等、⑤提示、⑥サービス構築技術、⑦情報セキュリティ（安心安全なICT技術の実現）の7つに大別できる。

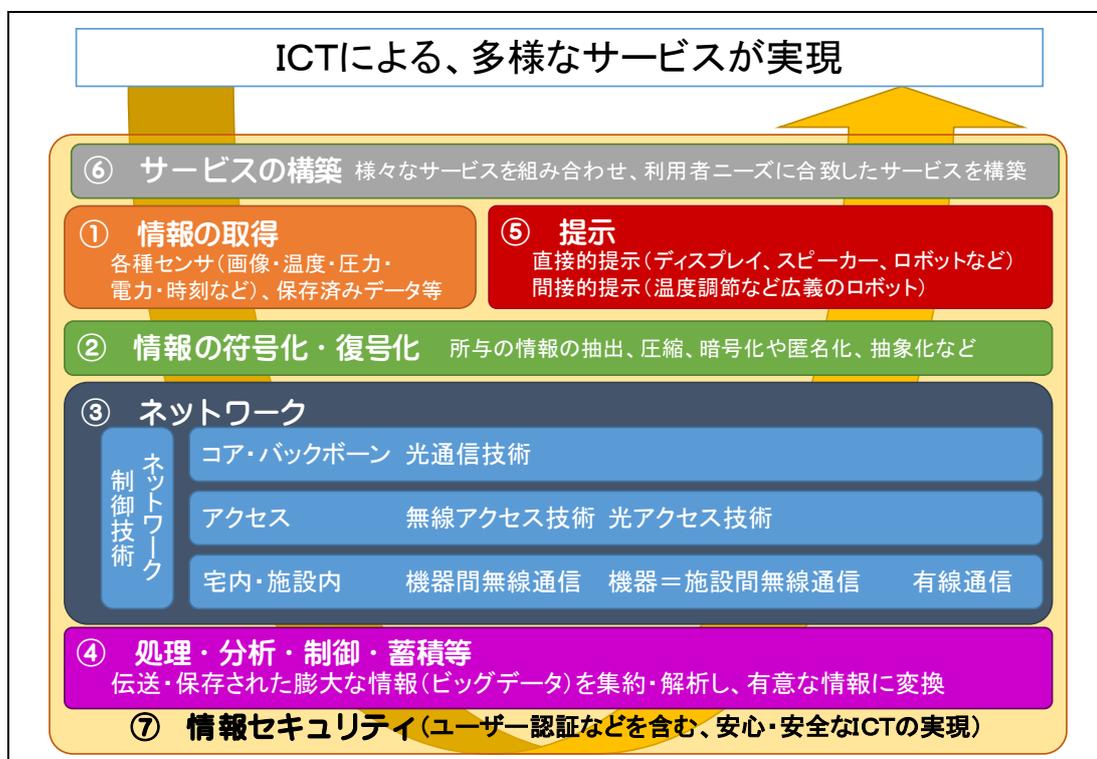


図5-8 2030年に求められる要素技術

本節で、それぞれの技術の方向性について述べるとともに、個々のサービス像について、その実現にあたりどのような技術が求められるかを別紙に示す。

なお、本節及び別紙に示すものは、それぞれの技術の方向性、即ち持続的イノベーションの観点からの方向性を示したものであることから、破壊的イノベーション実現のためには、この方向性とは異なる取組も必要であることに留意する必要がある。

### 5.4.1 情報の取得

- ① 様々なセンサー（素子・システム）が実用化され、これまで取得困難だった情報を含め、多様な情報を自然な形で取得の発展

画像素子については、すでに素子のサイズが光の波長と同程度となっており、小型化の限界を迎えており、今後は、多素子化、色空間の高分解能化、高感度化や波長域の拡大（近赤外、遠赤外や紫外）など、人の目の代わりではなく、センサーとして発展する。

その他、音響、温度、気圧、振動、湿度、粒子（PM2.5やほこり、花粉など）など、多種多様なセンサー素子が存在。これらについても、小型化、省電力化などが進展する。

これらがウェアラブルになることで、人の健康データについてもリアルタイム収集が容易となる。

## ② センサーシステムの発展

位置情報システムについては、GPSや実用準天頂衛星システムだけでなく、無線LAN等の電波を利用するもの、電波の反射を利用するものなど、多種多様なシステムが実現する。

併せて、相対的な位置を測定するレーダーについても、より精緻な位置情報や移動状況、測定対象の状況など、多様な情報の把握も実現する。

多様なシステムにより把握・蓄積された情報や、多種多様なサービスの過程で生み出された多様な情報が、ビッグデータとして解析されることで、様々な状況の把握が実現する。

## ③ 新たなセンサーの実用化

表情の分析や脳情報の測定などにより、サービスが利用者の期待に沿って提供されているか分析可能となる。

## ④ 新たな人→機器への入力インターフェイス（指示機構）の発展

会話や動作など、より自然なアクションで機器への指示ができる、多種多様なインターフェイスが実現する。

### 5.4.2 情報の符号化・復号化

#### ① 大容量のデータから必要な情報のみを抽出する、認識技術が発展

画像認識による、人物像や文字、標識等の抜粋、人や物の状態の認識が実現する。

#### ② 小容量のデータを束ね、効率的に伝送する技術が発展

情報のリアルタイム性を踏まえつつ、情報の（通信、エネルギー両面から）効率的な伝送が実現する。

#### ③ ニーズに応じた圧縮技術が発展

8k映像を代表とする、膨大な情報量を持つ映像や画像（立体映像を含む）の高圧縮技術が実現し、効率的な伝送・保存が実現する。

併せて、センサーの発展に伴い、画像の取得、伝送の目的が「人に見せる」ためだけでなく、その画像を分析・解析して知見を得ることへと拡大していくことから、ビッグデータ解析など、当初の取得目的とは異なるデータの活用を可能とする可逆性の高い圧縮技術や、可視光以外も念頭に置いた圧縮技術も併せて実現する。

**④ 情報の種別に応じて、適切に、暗号化・匿名化を行う技術が発展**

アクセス制御を含め、情報要求元に応じて、適切な情報を提供する技術、及びそれぞれの情報に対して、どのような要求元に対してどのような提供をするかを簡便かつわかりやすく設定する技術が実現する。

また、これらの情報について、安全に蓄積・伝送するための、TPO に応じた暗号化技術が実現する。

**⑤ 利用者の状況に応じた、情報の集約や、提示方法、提示先の自動選択が発展**

利用者が必要な情報を、その必要度に応じて、提示方法や提示先を意識することなく選択可能な技術が実現する。

同時に、膨大な情報を、利用者によりわかりやすく提示すべく、情報の集約やレイアウトの自動化が実現する。

**5.4.3 ネットワーク**

**① 比較的近接した機器間での、超高速かつ安定した無線通信技術の発展**

無圧縮の8k映像（毎秒100ギガビット級）を伝送可能な機器間通信が実現する。

また、ウェアラブル端末（センサ含む）間を接続する、省エネもしくは高速通信に対応したボディーエリアネットワーク技術が実現する。

**② 機器間の直接接続及び機器とホームゲートウェイ等を接続するための無線通信技術の発展**

現状の数十倍（数ギガ～数十ギガbps級）の通信速度を持つ、公衆アクセス系での利用も視野に入れた無線LAN技術が実現する。

また、センサーネットワークなどに向け、長期間電池交換が不要、もしくは回収エネルギーのみで動作可能な、極めて低消費電力な無線通信技術が実現する。

**③ 多様な通信ニーズを満たす超高速アクセス技術の発展**

現状の数十倍の通信速度を持つ無線アクセス技術及び光アクセス技術が実現するとともに、比較的低速ではあるが低廉にユーザーを収容可能なアクセス網技術が発展。

併せて、8k映像による放送を実現する、大容量放送方式が実現する。

**④ コア・バックボーンの発展**

膨大な通信ニーズを満たす、テラビット級超高速光通信技術が実現するとともに、洋上等、場所を問わず利用可能な衛星通信の利用容易化・高速化技術が実現する。

#### ⑤ ネットワーク制御技術の発展

多様な通信需要（センサー等小容量かつ多数の通信需要と、動画配信等大容量かつ比較的少数の通信需要など）に対し、柔軟に多様なネットワークを組み合わせたり、リソース配分を変えたりすることで、災害時などでも、円滑に通信需要に対応可能とする、ネットワーク仮想化技術が実用化されるとともに、多様な通信方式に対応し、シームレスに通信サービスを提供するアクセスポイント技術が実現する。

これらを組み合わせ、多様なアクセス網をシームレスに収容可能な有無線統合ネットワーク技術が実現するとともに、変動する通信需要に対応するための、柔軟に容量の変更ができるアクセス網設計技術及び基地局制御技術が実現する。

#### 5.4.4 処理・分析・制御・蓄積等

##### ① 情報の完全性、可要性の確保

クラウドコンピューティング技術の発展により、情報の保管場所を個々のサービス利用者は意識することが不要化。これに併せて、災害時などでも、必要なときに必要な情報が得られるよう、保管場所の分散の自動化など、情報の完全性の確保を実現する。

##### ② 様々な場所に保管された情報から、必要な情報を現実的な時間内に抽出する技術が発展

##### ③ 画像解析技術等、個々のデータから有意な情報を抽出する技術が発展

人の様子の把握など、確実な見守りサービスの実現や、標識などの自動認識による人の情報見落としの補完が実現する。

##### ④ 自動学習技術により、大量の蓄積情報と対比して、有意な結論を得る技術が発展

自動翻訳技術や、自動要約技術、関連情報の自動抽出の実現など、人間による情報理解を補完する技術が実現する。その応用として、医師への問診の支援など、専門家による状況分析を支援するシステムも実現する。

##### ⑤ 多種多様かつ大量なデータを統合的に解析する「ビッグデータ」により、個々のサービス利用者のニーズに合致した、多様なサービスが実現可能に

様々な状況における、人・モノの移動予測が可能となることで、人・モノに適切な情報やインセンティブの提供による、渋滞のない若しくは少ない快適な社会が実現する。

インフラ等の劣化をリアルタイムに予測・把握することで、効率的かつ効果的にインフラの維持管理を実現したり、健康データの活用による自動健康診断から、疾病リスク・感染症発生予測に基づく事前対策など、より健康で

いられる社会が実現する。

#### 5.4.5 提示

##### ① より臨場感のある情報の提示の発展

超高精細映像など、映像の解像度、色分解能などの向上により、より臨場感のある情報提示が実現するとともに、音響についても、多様な位置情報センサーシステムが発展するところにより、より臨場感がある情報定時が実現する。

また、立体映像についても、多視点化、多人数への対応化が進むことにより、その活用が容易となる。

##### ② 多様なユーザーインターフェースの登場

メガネ型ディスプレイに代表される新たなユーザーインターフェースが多種多様に出現し、実空間とサイバー空間からの体験を融合した新たな体験の提供が実現する。

また、ウェアラブルデバイスや、空調・照明などの周辺環境が連携し、振動や温度、痛みなど、多種多様な感覚を刺激することによる新たな体験の提供も実現する。

さらに、言葉の壁にとらわれることなく、自然な対話により多様な情報にアクセス可能とするユーザーインターフェースが実現する。

##### ③ ロボットによる実空間へのアウトプットの実現

ロボット（操作される機器）を用いた、サイバー空間から実空間への影響の直接行使（家から10m離れると自動的にロックされる鍵など）が実用化される。

また、映像だけでなく、人に類似した形状のロボットを用いた、通信相手への臨場感の提供も実現する。

##### ④ ロボットやエージェント技術によるインタラクティブサービスの実現

ロボットやエージェント技術を用いることで、インタラクティブな満足感の高いサービスが実現する。

#### 5.4.6 サービス構築技術

##### ① 多数のサービスの組み合わせによる豊かなサービスの構築

前節までに述べた様々な技術により、多様なサービスを実現することができるが、それらサービスの一つ一つは極めて単純なものであり、一般の利用者が使いこなすのは容易ではない。

このため、多数のサービスを組み合わせ、まるで一つのサービスであるかのような有機的なサービス連携を実現する、統合的なサービス構築環境が実現する。

また、これらにより、多様なサービスや情報を、希望する若しくは必要とする人に、適切かつ的確に提供することで、豊かなユーザーエクスペリエンスの提供を実現する。

#### 5.4.7 情報セキュリティ（安心安全なICTの実現）

##### ① 情報の取得から提供まで、一貫した認証の提供

多様な通信環境において、適切な本人確認を実現するとともに、証明書等の発行・無効化に関する公的な保証を確立する。

##### ② 情報の改ざんや漏洩を防ぐとともに、情報の完全性を証明可能に

より強固な、暗号技術（伝送時用及び保存時用並びに秘匿化用及び完全性証明用）を実現するとともに、現状の暗号と同等の強固さを維持しつつ、より軽い暗号技術（同上）も実現する。

さらに、原理的に盗聴・傍受が不可能となる量子鍵配送技術（ファイバー／空間）の実現を目指す。

##### ③ 故意の妨害行為や、操作過誤からシステム・サービスを守るフェイルセーフ技術の高度化

サイバー攻撃の悪影響を排除すべく、情報通信システムの高度化を図るとともに、システムの異常検知技術、事故からの復旧技術などの高度化が実現する。

##### ④ 個々の技術及びトータルシステムに対する安全性の客観的な評価

個々の技術に対する評価・認証並びに様々な技術を統合した機器やシステムの解析・評価システムが実現するとともに、安全だけ無く、安心を提供するための、システムの安全性の見える化を実現する。

##### ⑤ プライバシーを含む情報保護の実現

情報提供者が期待する情報を保護する技術を実現するとともに、情報の保護にかかる機器やシステムの認証を実現する。

その前提として、情報活用とプライバシー保護を両立するデータ取り扱いルール（ガイドライン）の確立し、当該ルールに基づき情報が取り扱われることで、情報の可能な限りのオープン化も実現。

これらにより、安全だけで無く、安心を提供するための、本人にかかる情報の取り扱いの見える化を実現する。

#### 5.5 技術開発を実現する環境の整備

5.4節の各要素技術を確立するためには、単に研究開発に取り組むだけでなく、その研究開発を実施する環境の整備が必要である。

特に、破壊的イノベーションを引き起こす技術は予見不可能であることから、

基礎的技術については、具体的なニーズが現にある若しくは見込める技術だけでなく、まだ具体的なニーズが顕在化していない技術や、ブレイクスルーではあるが現時点では活用方策が見出せない技術まで、幅広く生み出していくことが重要である。このため、国立研究開発法人による運営費交付金による取組や、競争的資金による大学、民間企業、国立研究開発法人等による取組の支援が期待される領域である。

併せて、テストベッドや実証実験環境など、研究開発の実施に当たり、わが国全体で共通的に必要となる施設・設備などについては、特区制度の活用や国・国立研究開発法人の事業としての整備が期待される

また、次章に述べるように、民間や大学などの取組だけではその実現に困難があることから、国が中核となって推進すべき技術も存在することに留意する必要がある。

以上、5章を整理し、我が国が直面する社会課題とその解決に必要なICTサービスを図にまとめると図5-9のようになる。

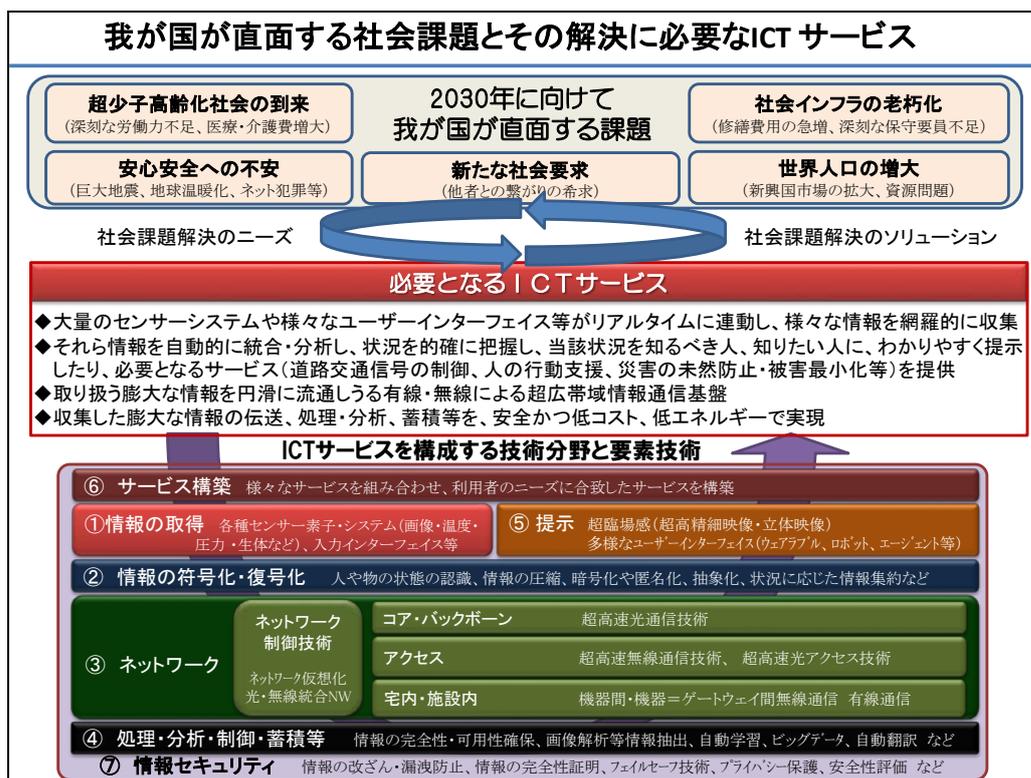


図5-9 我が国が直面する社会課題とその解決に必要なICTサービス

## **6 国が重点的に取り組むべき技術分野**

5章に示したサービス像を実現するために取り組むべき技術分野については、基本的には民間や大学の力により推進すべきものである。

しかしながら、経済的合理性の観点から民間企業のみで取り組むのは困難な領域や、国家的な社会課題の早期解決を図る上で取組の加速化等が必要な領域、国がもっとも要求水準の高い利用者であって当然国が研究開発を実施すべき領域等、民間や大学の自主的取組に委ねることが困難な領域も多々存在する

これらの観点から、以下の研究開発については、国が主導して取り組むことが必要である。

なお、基礎的技術の研究開発については、その事業化までの道筋が明らかでなく、またトライアンドエラーが求められるフェーズであることから、本章に示す領域を問わず、国としての支援や国立研究開発法人による自らの取組等が求められることに留意することが必要である。

同時に、今般の整理は、あくまで現時点のものであり、新たな分野が生まれたときには随時取り込んでいくべきであり、また新たな分野の創生に向けた取組も求められることに留意することが必要である。

### **6.1 国として取り組むべき技術分野**

#### **6.1.1 国際標準化が必須であり、技術が確立すれば利用できる保証がない技術**

光伝送技術やネットワーク制御技術など、国際的に複数の者が同じ規格の技術を利用しないといけないため、技術が完成するだけでなく、国際標準の獲得もしなければ製品化に結びつかない技術のうち、例えば、百億円を超えるような大規模投資が必要なものについては、国が主導して研究開発を推進することが必要である。

#### **6.1.2 開発者が受益することが困難な技術**

自動音声翻訳技術や符号化技術など、それを使ったサービスがイノベーションにつながる研究開発であるが、当該技術の普及のためには、技術自体を極めて低廉に提供する必要が生じることが類推され、経済合理性の観点からの研究開発が進まないものについては、国が主導して研究開発を推進することが必要である。

#### **6.1.3 国の要請に基づき開発する技術であり、かつ共通的な技術**

インフラ維持管理のためのセンサーネットワークや、気象・災害の観測・予測技術、G 空間情報を活用した情報プラットフォームなど、国自らが利用を欲しており、かつそのニーズが民間におけるニーズよりも先進的なものについては、国が主導して研究開発を推進することが必要である。

また、国が定める戦略の実現のために、民間におけるニーズよりも高度な技術を確立することが求められるものについても、国が主導して研究開発を推進することが必要である。

なお、国が提供するサービスのための技術であっても、当該技術が特定のサービスのみで利用することが想定される場合には、よりスペシフィックな技術開発を行うためにも、技術の研究開発ではなく、当該サービスを実現するシステムの開発として取り組むべきである。

#### 6.1.4 何が当たるか予測できないため、多様なシーズを育てることが必要な技術

ユーザーインターフェイスなど、サービス提供の基盤である技術であり、新たなものの登場が破壊的イノベーションや直面する社会課題の解決に繋がる可能性を秘める一方で、どのようなものがイノベーション実現に貢献するか、全く予測できないものについては、民間や大学の自主的取組に委ねることは困難な領域である。

#### 6.1.5 日本の強みを活かせる新たなビジネス領域の開拓に繋がる技術

交通分野（自動車）は、現在日本が強みを持っている技術分野である一方で、ITS に代表される新たな ICT の導入により極めて大きな変化がもたらされる予兆のある領域である。

また、センサー技術についても同様に強みを持っている技術分野であり、その活用や強化により、多様なサービスを生み出し世界へ広く展開していくことが期待される領域である。

このように、わが国に強みがある領域の優位性を維持し、またその優位性を活かしてビジネス領域の拡大を実現するものについては、国が主導して研究開発を推進することが必要である。

#### 6.1.6 国の資源の利用効率化に繋がる技術

電波は、資源総量の増えることのない限られた資源であるとともに、その利用ニーズは増大する一方である。このような国の管理する限りある資源について、未利用資源の利用可能化や利用効率向上につながるものについては、国が主導して研究開発を推進することが必要である。

### 6.2 国としての実施方策

6.1 節に示したそれぞれの技術領域については、国として実施する以上は、技術目標（数値目標）及び時期目標を明確にした上で取り組むべきである。

また、民間における事業化等、その投資の回収戦略までを念頭に置いたプロジェクト実施が求められるほか、4章に示した人材育成や国際標準化等の方策を盛り込みながら取り組むべきである。

その一方で、6.1.4 節に示した「何が当たるか予測できない」技術については、そもそも技術目標や時期目標を定めることが不可能である。このため、このような特殊な領域については、研究者が主体となる提案公募型（競争的資金）やプライズ方式による研究開発、テストベッド等を活用した創意工夫による民間主体の研究開発等で行うべきである。

また、6. 1 節に示した領域に限らず、基礎的技術の研究開発についても国としての支援が求められるが、これら研究者が主体となる研究開発については、国自らの事業とするのではなく、研究者の自主性を重んじるべく、補助制度として実施することについても検討すべきである。

### 6.3 当面取り組むべき具体的プロジェクト

6. 1 節及び6. 2 節に示した考え方に従い、2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会において実際に活用、若しくはショーケースとして提示すべく、以下のようなプロジェクトに早急に取り組むことが適当である。

なお、これらプロジェクトの推進に当たっては、2020 年オリンピック・パラリンピック東京大会で活用・提示するのみならず、その後広く社会展開をすることを念頭に置いた目標設定を行うことが必要である。また、その目標達成に向けて、常に評価・検証・改善等を行い、最大限の成果が得られるように進めるべきである。

#### 6.3.1 いつでもどこでも快適ネットワーク技術

- ① 超臨場感映像（例：8k 非圧縮映像）を競技場から、東京ビッグサイトに設置が予定されているメインプレスセンター及び国際放送センターへ、さらにこれらセンターから都内ライブサイトをはじめとする国内外への配信等にも対応可能なネットワーク基盤技術

仮に、公式映像が競技場から8k 非圧縮映像で送出される場合、そのフォーマットが毎秒120フレーム、各色10ビットであると、1映像あたり毎秒120Gビットという、巨大なリアルタイムデータが送出されることとなる。併せて、複数の競技が同時並行的に進められるため、各会場から併せて数百本の映像の伝送が求められる可能性がある。

同時に、公式映像配信や、来訪客が撮影した映像など、膨大な数の動画を同時に伝送することが求められる可能性がある。

また、ネットワークの高速化は、持続的に求められ続けていることから、求められる超高速伝送技術は、ショーケースとしての利用開始以降も、海底ケーブルや大都市間などの長距離中継から徐々に利用が広まっていくものと考えられる。

このため、この伝送を実現する超高速のネットワークの構築に必要な光伝送技術、これらを束ねネットワークとして運用するためのネットワーク構築・管理技術及びこれら膨大なデータの伝送媒体としてのマルチコアファイバーの利用技術等からなる「次世代光通信ネットワーク基盤技術」を確立することが必要である。

また、毎秒100Gビットを超える1つのリアルタイムデータを、実用レベルで伝送した経験は誰も有していないことから、様々なプレイヤーが参加可能なオープンテストベッドを早期に整備し、これにより、将来の多様な用途に利用可能な超高速ネットワーク運用技術を確立することが必要である。

## ② 急増が見込まれる都市部での無線基地局整備コストを劇的に下げ、スタジアムに会場する多数の観客を円滑に収容可能な無線ネットワークを構築可能とする光・無線統合アクセスネットワーク構築技術

2020年オリンピック・パラリンピック東京大会のメインスタジアムは、収容人数8万人で計画中であり、極めて稠密に多数の観客が収容されることとなる。また、現在のスマートフォンやタブレット端末の普及状況を鑑みると、すべてのユーザーが一斉に毎秒数Mビット級の動画を撮影し、ネットワークに伝送する可能性がある。

これら極めて稠密に配置される多数の高トラフィック端末を円滑に無線ネットワークに収容するためのネットワーク技術を確立することが必要である。

### 6.3.2 G空間高度利活用基盤技術 (Tokyo 3D Mapping)

#### ① サイバー空間上に東京を再現し、ICTサービス基盤として活用

無料公衆無線LAN環境が主要施設に整備される環境や、準天頂衛星が24時間365日利用可能となる環境が実現されることを念頭に、無線LAN情報等を活用して、G空間情報サービスのさらなる高度化を実現することが必要である。

具体的には、東京の街を、地下街を含め、すべてGISフォーマット3Dデータ化するとともに、外観データも保存。これらのデータをもとに、スマートフォン等、計算能力の低い端末でも風景を再現可能な、リアルタイムレンダリングエンジンを開発。併せて、高さ方向への移動を含めた3次元の移動経路検索エンジンを開発するとともに、無線LAN基地局からの電波受信強度や画像からの現在位置検索基盤を整備することで、どこにいても迷子になることない街を実現する。

### 6.3.3 以心伝心ICTサービス基盤

#### ① 言語の壁を超えたおもてなしを実現する高度な多言語自動翻訳技術

多数の多様な国からの来訪者に対し、誰もがおもてなしを提供できるよう、言葉の壁を感じさせない自由なコミュニケーションを実現する高度な自動翻訳を可能とすることが必要である。

このため、現在、センテンス単位での翻訳しかできない自動音声翻訳技術について、同時通訳に近い形で翻訳可能な「次世代音声翻訳技術」を確立する。併せて、周辺情報に応じて最適な翻訳を提供可能な「次世代翻訳ネットワーク基盤」を整備するとともに、10か国語程度の間で、観光（スポーツ観戦含む）、医療、災害誘導等の分野で高精度な自動翻訳を可能とする「多言語音声翻訳コーパス」の整備を行うとともに、その維持・管理技術の高度化を図る。

## ② 人の意図や環境変化を察して動作するロボット利活用技術

人とインタラクションするロボットと、G空間情報や各種センサーから得られる環境情報とウェアラブルセンサーから得られる脳情報・生体情報等を組み合わせ、利用者の意図や周辺的环境変化を察知し、人の行動支援に必要な知識を自動学習することで、ロボットが協調して状況に応じた最適なサービスを提供するためのプラットフォーム技術を確立する。

具体的には、センサーによる生体情報・近傍状況認識技術とクラウド知識処理技術の融合、脳情報・生体情報を様々なICTサービスに活用可能とする知識データベースの構築するとともに、高齢者や障害者が住みやすく働きやすい街の実現等を想定して実証を行う。

### 6.3.4 フレンドリーICTサービス技術

#### ① 誰もが使いこなせるユーザーインターフェイス技術

多種多様で高度なICTサービスをだれもが親しみをもって簡単に利用できる環境の創出を目指し、優れたユーザーインターフェイスを国内外の様々な知見を活用して実現するため、競争的資金やテストベッドの活用等により優れたユーザーインターフェイスの開発支援を実施する。

これらの技術開発成果について、選手村や競技場、メディアセンターなどでのショーケースに活用を目指す

#### ② 360度から、空間に立体が浮き出て見える3D映像技術

オリンピックイベントでの活用（会場におけるデモンストレーション（競技の説明・解説）やメモリアルの立体表示など）も念頭において、4K/8K映像に加え、全方向から、空間に立体が浮き出て見える3D映像技術を確立する。併せて、地方イベント会場への映像配信を実現するための、3D映像の撮影・符号化・伝送・表示技術を確立する。

これらについて、将来的には、双方向に臨場感のあるテレワークシステムとしての実現に向け実証を行う。

#### ③ クルマとネットワークの連携技術

既に多様なセンサーを搭載しているクルマをネットワークに繋げ、それらのデータを活用可能とするとともに、そのデータの分析結果を踏まえて利用者に適切な情報を提示する、リアルタイム性の高い連携技術を確立する。

### 6.3.5 社会インフラ維持管理サービス技術

#### ① センサーネットワークによる低コストで確実な社会インフラの維持管理技術

あらゆる構造物にセンサーを敷設し、インフラの補修の必要性をリアルタイムに把握可能にするなど、低コストで確実な管理を行うためのセンサーネットワーク技術を確立する。

具体的には、既設の構造物にセンサーを容易に敷設できるよう、可能な限

り長期間（例：5年以上）バッテリー交換が不要な超低消費電力無線技術を確立するとともに、水道管等の地下構造物に設置した各種センサーのデータを、高信頼かつ低消費電力で収集・伝送する通信技術を確立する。

併せて、通信コストの低廉化のため、これら多数のセンサーからの情報を自律的に集約した上で、ブロードバンド回線へと転送する、自律ネットワーク構築技術を確立する。

#### 6.3.6 レジリエンス向上ICTサービス技術

インフラ等を適切に管理していたとしても、自然災害の発生を防ぐことは不可能であり、その予測や早期検知、及び発生時の迅速な対応など、耐災害性の強化が必須であり、その実現は国の責務である。

特に、2020年オリンピック・パラリンピック東京大会においては、多数の外国人来訪者が見込まれ、その人々にとっては、インフラや習慣が全く異なる状況下で災害に見舞われることになることから、より一層手厚い対応が必要となる

##### ① 気象災害・自然災害を予報・観測技術

センサーネットワークにより、災害の発生の予測若しくはリアルタイムの観測を実現する。具体的には、現在数分間隔でしか観測できない降雨レーダーについて、フェーズドアレイレーダー技術の応用によるリアルタイム観測技術を確立する。

##### ② 災害時でも、必要情報の確実な収集・伝送技術

通信インフラが障害を受け、また大量の通信が集中する、災害発生時の過酷な通信環境においても、現地対策本部等の通信手段を確保するとともに、災害発生時の避難情報等の伝達を実現することが必要である。

このため、通信インフラが途絶した地域においても、早期に展開可能な自律的なネットワーク構築技術や、通信・放送メディアを重層的に活用して情報を迅速にあまねく伝達する配信技術を確立する。

併せて、インターネット上の掲示板などに提供された情報から、被災地にかかる情報を自動的に収集し、要約して提示する技術を確立する。

#### 6.3.7 車の自動走行支援基盤技術

##### ① ITSによる車の自動走行支援技術

大都市中枢での開催となる2020年オリンピック・パラリンピック東京大会では、円滑な大会運営を図る上でも、ITSを最大限活用した輸送手段の高度化・効率化が必要である。

さらに、今後のわが国では、超高齢化の急速な進展や労働力の不足等が懸念されることから、安全かつ効率的な移動手段を確保し、交通事故死者数を大幅に削減するため、ITSによる自動車の運転支援及び自動走行支援を実現する。

具体的には、ミリ波レーダーをはじめとする車載レーダーや、路車・車車・歩車間通信技術について、実証実験等を通じて一層の高度化や高信頼化をはかり、早期の実用化を目指す。

以上について、5. 3節に示した2030年に求められるICTサービス像と各プロジェクトの関係を含め整理すると、図6-1のとおりとなる。

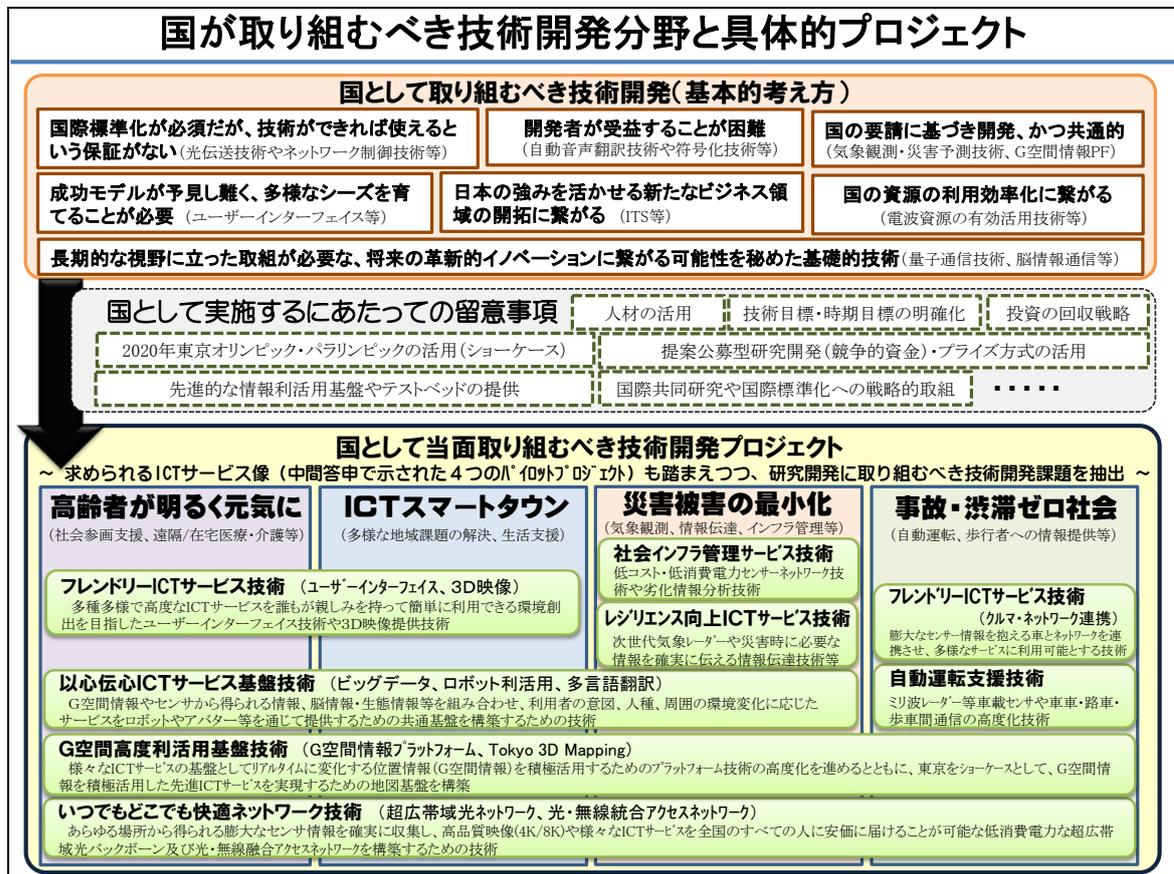


図6-1 国が取り組むべき技術開発分野と具体的プロジェクト

## おわりに

本取りまとめでは、イノベーション創出に向けた情報通信技術政策について、破壊的イノベーション実現の観点から、どのように政策・施策へ取り組むべきか、そして持続的イノベーション実現の観点から、どのような政策・施策へ取り組むべきかについての議論・検討結果を取りまとめたものである。

破壊的イノベーションは、現状の枠組みを打破し、新たなものを生み出すものであることから、第4章に述べたような、その実現を目指す取り組み方策については、従来の政府による取り組み方とは大きく異なるものも含まれており、その効果を最大限発揮させるための具体的手段の確立の確立に向け、不断の見直しが必要である。

したがって、破壊的イノベーション実現に向けた取組については、本委員会の検討結果をもって結論とするのではなく、国において、継続的に検討を行うことが必要である。

また、持続的イノベーションについては、2020年に東京においてオリンピック及びパラリンピックが開催されるという、新たな技術を早期に実社会で利用する絶好の機会を得たことから、世界に先んじて新たな技術を生み出し、それを生かしたサービスをショーケースとして提示することで、我が国が持つ力を世界が改めて見直し、我が国の産業が力強さを取り戻すことを強く期待する。

さらに、本委員会の検討と並行して、政府の行政改革推進本部において国立研究開発法人の在り方について議論がすすめられ、従前にも増して、国立研究開発法人の重要性が高まることとなった。今後、このような状況変化を踏まえつつ、どのようにICTによるイノベーションを実現していくのかについて、再度の議論も求められることであろう。その議論の際に、本とりまとめが一助となれば、幸いである。

このように、イノベーションの実現に向けた検討は、本委員会による取りまとめをもって終わるものでないことに配慮する必要があるが、その一方で、取りまとめた内容は、わが国において、あらゆる産業の共通基盤である情報通信技術によるイノベーション創出を実現するに当たり極めて重要なものであり、本取りまとめの内容に基づき情報通信技術の研究開発及びその普及に向けた政策が着実に推進され、わが国発のイノベーションの創出、わが国の経済成長及び国際競争力の向上に資することを期待する。

| 重点的に取り組むべき技術分野            |  |  | パイロットプロジェクト   |                        |   |  |
|---------------------------|--|--|---|------------------------|---|--|
|                           |  |  | I 災害の被害を最小限にする社会  |                        |   |  |
| 技術分野                      | 個々の技術  | 技術トレンド   | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)                      | a) 多種多様なセンサーによるインフラの管理 | b) 自然災害の発生のリアルタイムの把握  | c) 的確な避難誘導の実現  |
|                           |  |  |   | ① 情報の取得                | 既存のセンサー   | <ul style="list-style-type: none"> <li>画像素子については、すでに素子のサイズが光の波長と同程度に(小型化の限界)。今後は、多素子化、色空間の高分解能化、高感度化や波長域の拡大(近赤外、遠赤外や紫外)など、人の目の代わりではなく、センサーとして発展</li> <li>その他、音響、温度、気圧、振動、湿度、粒子(PM2.5やほこり、花粉など)など、多種多様なセンサー素子が存在。これらについても、小型化、省電力化などが進展</li> <li>これらがウェアラブルになることで、人の健康データについてもリアルタイム収集が容易に</li> </ul> |
| 新たなセンサー                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>表情の分析や脳情報の測定などにより、サービスが利用者の期待に沿って提供されているか分析可能に</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul>   |   |                        |   | -  |
| センサーシステム                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>位置情報システムについては、GPSや実用準天頂衛星システムだけでなく、無線LAN等の電波を利用するもの、電波の反射を利用するものなど、多種多様なシステムが実現</li> <li>併せて、相対的な位置を測定するレーダについても、より精緻な位置情報や移動状況、測定対象の状況など、多様な情報の把握の実現</li> <li>多様なシステムにより把握・蓄積された情報が、ビッグデータとして解析されることで、様々な状況の把握の実現</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>準天頂衛星システムのように、社会の共通基盤となるシステムについては、国がサービス提供者になることもある</li> <li>国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>インフラの状況を総合的に把握可能とする、多数のセンサーのシステム化</li> </ul> |                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会に多数存在する多様なデバイスの情報と位置情報を紐付け、センサーデータとして活用し、一つのシステムとして運用可能に</li> <li>多数のレーダなどを組み合わせることによる、観測の高精度化、高頻度観測化</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>平時に別目的で用いているセンサー(防犯カメラなど)の情報を集約し、状況把握に活用</li> </ul>   |
| 新たな人→機器への入力インターフェイス(指示機構) | <ul style="list-style-type: none"> <li>会話や動作など、より自然なアクションで機器への指示ができる、多種多様なインターフェイスの実現</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型センサーの操作にかかわる、自然なインターフェイスの実現</li> </ul>    |                        | -   | <ul style="list-style-type: none"> <li>避難所情報など、人による入力が必要な情報の入力容易化及び入力ミスを防ぎやすくする仕組みの提供</li> </ul>   |

| 重点的に取り組むべき技術分野                  |  |  | パイロットプロジェクト  |                        |                            |  |
|---------------------------------|--|--|--|------------------------|----------------------------|--|
|                                 |  |  | I 災害の被害を最小限にする社会   |                        |                            |  |
| 技術分野                            | 個々の技術  | 技術トレンド   | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要) | a) 多種多様なセンサーによるインフラの管理 | b) 自然災害の発生の実タイムの把握         | c) 的確な避難誘導の実現  |
|                                 |  |  |  | ②<br>情報の符号化・復号化        | 大容量のデータから必要な情報のみを抽出する、認識技術 | ・画像認識による、人物像や文字、標識等の抜粋、人や物の状態の認識   |
| 小容量のデータを束ね、効率的に伝送する技術           | ・情報のリアルタイム性を踏まえつつ、情報学的に伝送する技術  | ・通信システムとの整合性が求められることから、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい                                  | ・センサーデータを集約の上、散発的に伝送   |                        | 同左                         | 同左   |
| ニーズに応じた圧縮技術                     | ・8k映像を代表とする、膨大な情報量を持つ映像や画像(立体映像を含む)の高圧縮技術の実現<br>・ビッグデータ解析などに適用可能な、可逆性の高い圧縮技術の実現<br>・センサーの発達に伴い、可視光以外も念頭に置いた圧縮技術の実現 | ・無線通信を前提とした場合、周波数資源の効率的利用に資することから、国プロとしての取組みもあろう<br>・標準化が必須の領域であり、標準化活動への国の支援が望ましい | ・有意な圧縮率を持ちつつも、分析に必要な情報は潰さない圧縮                                  |                        | 同左                         | —  |
| 情報の種別に応じて、適切に、暗号化・匿名化を行う技術      | ・アクセス制御を含め、情報要求元に応じて適切な情報を提供<br>TPOに応じた暗号化   | ・社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもあろう   | ・悪意の者にセンサーデータを窃取されないためのアクセス制御、暗号化                              |                        | 同左                         | 同左   |
| 利用者の状況に応じた、情報の集約や、提示方法、提示先の自動選択 | ・利用者が必要な情報を、その必要度に応じて、提示方法や提示先を選定<br>・膨大な情報を、利用者によりわかりやすく提示すべく、情報の集約やレイアウトを実施                                      | ・デファクトスタンダードにより、多様なサービスに多大な影響を及ぼす可能性が高い領域であり、集中的な支援があり得る                           | ・膨大なセンサーデータの集約的な情報提示   |                        | ・複合的な気象情報の横断的な提示           | ・多種・多様な情報から、情報を提示する場所や、被災者の状況に応じて、必要な情報を抽出して提示<br>・被災者のプロパティに応じた、情報の自動変換(翻訳や、情報の簡素化など) |

| 重点的に取り組むべき技術分野 |                             |   | パイロットプロジェクト  |   |   |  |
|----------------|-----------------------------|---|--|---|---|--|
|                |                             |   | I 災害の被害を最小限にする社会   |   |   |  |
|                |                             |   | a) 多種多様なセンサーによるインフラの管理   | b) 自然災害の発生の実タイムの把握  | c) 的確な避難誘導の実現   |  |
| 技術分野           | 個々の技術                       | 技術トレンド  | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)   | あらゆる構造物に多種多様なセンサーを設置し、劣化状況等をリアルタイムに把握。効率的かつ合理的な維持管理を実現  | 多様な気象情報をリアルタイムかつ稠密に収集。気象災害に備えるとともに、天候を踏まえた農作業のアドバイスなど、気象状況に合わせた社会経済活動を実現        | 人の流れの把握や、避難に必要な情報の収集を通じた、災害時の的確な避難誘導                           |
|                | 比較的近接した機器間での無線通信技術          | ・無圧縮の8k映像(毎秒100ギガビット級)を送送可能な機器間通信の実現<br>・ウェアラブル端末(センサ含む)間を接続する、省エネもしくは高速通信に対応したボディーエリアネットワーク技術の実現   | ・所要の周波数割り当ての実現<br>・割り当て可能な周波数大域での実現の観点から、国プロとしての取組みもありうる<br>・混信を防ぐ観点から、標準化が必須の領域であり、国による支援が必要。   | -   | -   | -  |
| ③ ネットワーク       | 機器とホームゲートウェイ等を接続するための無線通信技術 | ・数ギガ～数十ギガbps級の無線LAN技術(公衆アクセス系も念頭)の実現<br>・長期間電池の交換が不要、もしくは回収エネルギーのみで動作可能な、極めて低消費電力な無線通信技術の実現   | ・所要の周波数割り当ての実現<br>・割り当て可能な周波数大域での実現の観点から、国プロとしての取組みもありうる<br>・混信を防ぐ観点から、標準化が必須の領域であり、国による支援が必要<br>・国がシステムの利用者となることが想定される場合には、その要求仕様実現のために国プロとしての取組みもありうる。 | ・据付型センサーとゲートウェイを結び、構造物の現状の定期点検程度の期間メンテナンスフリーとなる、極低消費電力通信方式<br>・災害時でも重要なセンサーの情報を収集可能とする堅牢な通信方式 | ・センサーとゲートウェイを結び、比較的長時間メンテナンスフリーとなる、低消費電力通信方式<br>・災害時でも重要なセンサーの情報を収集可能と刷る堅牢な通信方式 | ・情報提示装置(被災者所有の端末など)とゲートウェイを結び、多数端末を同時認証可能な通信方式                 |
|                | 多様な通信ニーズを満たす超高速アクセス技術       | ・数ギガbps級の無線アクセス技術及び数十ギガbps級の光アクセス技術の実現<br>・高速な技術だけでなく、低廉にユーザーを収容可能なアクセス網技術も同時に発展<br>・8k映像による放送を実現する、大容量放送方式の実現  | ・所要の周波数割り当ての実現<br>・割り当て可能な周波数大域での実現の観点から、国プロとしての取組みもありうる<br>・混信を防ぐ観点から、標準化が必須の領域であり、国による支援が必要  | ・ゲートウェイと通信基地局等を結び、低廉なアクセス技術<br>・災害時でも重要なセンサーの情報を収集可能とする堅牢な通信方式                                | ・同左(自然災害の把握の観点から、例えば、遠洋における津波の観測データのリアルタイム伝送の観点から実現する衛星通信技術を含む)                 | ・ブロードキャスト機能などを活用した、極めて多数の端末への同時に情報提供可能な通信方式                    |
|                | コア・バックボーン                   | ・膨大な通信ニーズを満たす、ファイバー1本当たり数Tbpsの超高速光通信技術  | ・国際標準化が必須の領域であり、国による支援が必要<br>・併せて、日本が強みを有する領域であり、国際競争力を確保する観点から、引き続き国プロとしての取組みもあり得る  | ・極少量かつ極多量の packets を伝送可能な、超高速通信技術<br>・災害時でも重要なセンサーの情報を収集可能とする堅牢な通信方式                          | ・同左(自然災害の把握の観点から、例えば、遠洋における津波の観測データのリアルタイム伝送の観点から実現する衛星通信技術を含む)                 | ・災害時でも、重要なセンサーの情報を収集可能とし、また重要な避難情報などを配信可能とする堅牢な通信方式            |
|                | ネットワーク制御技術                  | ・多様なアクセス網をシームレスに収容可能な有無線統合ネットワーク技術の実現<br>・多様な通信需要(センサー等小容量かつ多数の通信需要と、動画配信等大容量かつ比較的少数の通信需要など)に対し、多様なネットワークを組み合わせることで、災害時などでも、円滑に通信需要に対応可能とする、ネットワーク仮想化技術の実現<br>・多様な通信方式に対応し、シームレスに通信サービスを提供するアクセスポイント技術<br>・変動する通信需要に対応するための、柔軟に容量の変更ができるアクセス網設計技術及び基地局制御技術の実現 | ・国際標準化が必須の領域であり、国による支援が必要<br>・併せて、現状のインターネットの技術の延長では、対応に限界が見えつつあることから、全く新しい方式を生み出すことが求められており、民間のみによる取組みでは対応に限界があることから、国プロとしての取組みもあり得る。                   | ・極少量かつ極多量の packets の経路制御が可能な、制御技術<br>・災害時でも重要なセンサーの情報を収集可能とする堅牢な通信方式                          | 同左  | ・災害時でも、重要なセンサーの情報や避難誘導に必要な情報を収集可能とし、また重要な避難情報などを配信可能とする堅牢な通信方式 |

| 重点的に取り組むべき技術分野               |   |   |  | パイロットプロジェクト            |  |  |
|------------------------------|---|---|--|------------------------|--|--|
|                              |   |   |  | I 災害の被害を最小限にする社会       |  |  |
| 技術分野                         | 個々の技術   | 技術トレンド  | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)                                       | a) 多種多様なセンサーによるインフラの管理 | b) 自然災害の発生のリアルタイムの把握   | c) 的確な避難誘導の実現  |
|                              |   |   |  | ④ 処理・分析・制御・蓄積等         | 情報の完全性、可要性の確保  | <ul style="list-style-type: none"> <li>クラウドコンピューティング技術の発展により、情報の保管場所を個々のサービス利用者は意識することが不要に</li> <li>災害時など、必要なときに必要な情報が得られるよう、保管場所の分散の自動化など、情報の完全性を確保の実現</li> </ul> |
| 様々な場所に保管された情報から、必要な情報を抽出する技術 | <ul style="list-style-type: none"> <li>様々な場所に保管された情報から、必要な情報を現実的な時間内に抽出する技術</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> <li>災害時への対応など、純粋なビジネススペースでは対応困難な領域については、国プロとしての取組みもあり得る。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>災害時でも重要なセンサーの履歴情報を収集可能とする堅牢な通信方式</li> </ul>                   |                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>災害時でも重要なセンサーの履歴情報を収集可能とする堅牢な通信方式</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>災害時でも避難誘導に必要な情報(道路地図、GIS情報など)を収集可能とする堅牢な通信方式</li> </ul>   |
| 個々のデータから有意な情報を抽出する技術         | <ul style="list-style-type: none"> <li>人の様子の把握など、確実な見守りサービスの実現</li> <li>標識などの自動認識による、人による情報見落としの補完の実現</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>画像等のセンサーデータからの、インフラの老朽化状況等にかかる情報(傷の場所、大きさ、深さなど)の抽出</li> </ul> |                        | -  | -  |
| 自動学習技術                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>大量の蓄積情報との対比により、有意な結論を得る技術が発展</li> <li>自動翻訳技術や、自動要約技術、関連情報の自動抽出の実現</li> <li>医師への問診の支援など、専門家による分析の支援システムの実現</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ビジネススペースに乗りにくい領域については、国や国立研究開発法人による、ベースデータの収集・提供が必要</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>大量のセンサーデータから、インフラの老朽化状況等を総合的に把握し、必要な維持管理方策等を提案する技術</li> </ul> |                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>発生している事象からの、とるべき対応策の推測(被災時だけでなく、平時のアドバイス提示も)</li> </ul> |  |
| 多種多様かつ大量なデータを統合・解析する「ビッグデータ」 | <ul style="list-style-type: none"> <li>様々な状況における、人・モノの移動予測が可能となることで、人・モノに適切な情報・インセンティブの提供による、渋滞の(すく)ない快適な社会の実現</li> <li>インフラ等の劣化をリアルタイムに予測・把握することで、効率的かつ効果的なインフラ維持管理の実現</li> <li>健康データの活用による、自動健康診断から、疾病リスク・感染症発生予測に基づく事前対策など、より健康で居られる社会の実現</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>大量のセンサーデータから、インフラの老朽化状況等を総合的に把握する技術</li> </ul>                |                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>多様なセンサーからの情報を多角的な分析による、発生している事象を推測する技術</li> </ul>       |  |

| 重点的に取り組むべき技術分野 |                              |   | パイロットプロジェクト   |  |  |                                      |
|----------------|------------------------------|---|---|--|--|--------------------------------------|
|                |                              |   | I 災害の被害を最小限にする社会  |  |  |                                      |
|                |                              |   | a) 多種多様なセンサーによるインフラの管理  | b) 自然災害の発生のリアルタイムの把握                                   | c) 的確な避難誘導の実現  |                                      |
| 技術分野           | 個々の技術                        | 技術トレンド  | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)  | あらゆる構造物に多種多様なセンサーを設置し、劣化状況等をリアルタイムに把握。効率的かつ合理的な維持管理を実現 | 多様な気象情報をリアルタイムかつ稠密に収集。気象災害に備えるとともに、天候を踏まえた農作業のアドバイスなど、気象状況に合わせた社会経済活動を実現 | 人の流れの把握や、避難に必要な情報の収集を通じた、災害時の的確な避難誘導 |
| ⑤<br>提示        | 臨場感のある情報の提示                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>超高精細映像など、映像の解像度、色分解能などの向上により、より臨場感のある情報提示の実現</li> <li>併せて、音響についても、多様な位置情報センサーシステムが発展することにより、より臨場感のある音響情報提示の実現</li> <li>立体映像についても、多視点、多人数への対応が進むことにより、容易に活用可能に</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>デファクトスタンダードにより、多様なサービスに多大な影響を及ぼす可能性が高い領域であり、集中的な支援があり得る</li> <li>普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい</li> </ul> |  |  | —                                    |
|                | 多様なユーザーインターフェイス              | <ul style="list-style-type: none"> <li>メガネ型ディスプレイに代表される新たなユーザーインターフェイスが多種多様に出現</li> <li>実体験とサイバー空間からの体験を融合した新たな体験の実現</li> <li>ウェアラブルデバイスや空調などが連携し、振動や温度、痛みなど、多種多様な感覚を刺激することによる、新たな体験の実現</li> <li>言葉の壁にとらわれることなく、自然な対話により多様な情報にアクセス可能とするユーザーインターフェイスの実現</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>デファクトスタンダードにより、多様なサービスに多大な影響を及ぼす可能性が高い領域であり、集中的な支援があり得る</li> <li>普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい</li> </ul> | 膨大なセンサーデータ、アドバイス情報の集約的な情報提示                            | 膨大なセンサーデータ、アドバイス情報の集約的な情報提示  | 避難誘導情報の適切な提示                         |
|                | ロボットによる実空間へのアウトプット           | <ul style="list-style-type: none"> <li>ロボット(操作される機器)を用いた、サイバー空間から実空間への影響の直接行使(家から10m離れると自動的にロックされる鍵など)の実現</li> <li>映像だけでなく、人に類似した形状のロボットを用いた、相手への臨場感の提供の実現</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい</li> </ul>  | アドバイス情報に基づく、実空間への自動的なアウトプット(危険な経路の封鎖など)もありえる           | アドバイス情報に基づく、実空間への自動的なアウトプット(危険な経路の封鎖など)もありえる                             | —                                    |
|                | ロボットやエージェント技術によるインタラクティブサービス | <ul style="list-style-type: none"> <li>ロボットを用いることで、通信の相手方に対し、高い臨場感の付与の実現</li> <li>ロボットやエージェント技術を用いることで、満足度の高いサービスの実現</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい</li> </ul>  | インフラ管理者との自動的なやり取りを通じた、より必要な情報の絞込み                      | インフラ管理者との自動的なやり取りを通じた、より必要な情報の絞込み  | 避難者との自動的なやり取りを通じた、より必要な情報の絞込み        |

| 重点的に取り組むべき技術分野 |                            |  |  | パイロットプロジェクト  |  |  |
|----------------|----------------------------|--|--|--|--|--|
|                |                            |  |  | I 災害の被害を最小限にする社会   |  |  |
|                |                            |  |  | a) 多種多様なセンサーによるインフラの管理   | b) 自然災害の発生のリアルタイムの把握   | c) 的確な避難誘導の実現  |
| 技術分野           | 個々の技術                      | 技術トレンド   | 当該技術にかかる国の取組み<br>(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)   | ・あらゆる構造物に多種多様なセンサーを設置し、劣化状況等をリアルタイムに把握。効率的かつ合理的な維持管理を実現  | ・多様な気象情報をリアルタイムかつ稠密に収集。気象災害に備えるとともに、天候を踏まえた農作業のアドバイスなど、気象状況に合わせた社会経済活動を実現  | ・人の流れの把握や、避難に必要な情報の収集を通じた、災害時の的確な避難誘導  |
| ⑥<br>サービス構築技術  | 多数のサービスの組み合わせによる豊かなサービスの構築 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・様々なサービスから利用可能な形態でデータやサービスを提供(オープンデータ、WebRTC、各種API)</li> <li>・多様なデバイスで同一のアプリやサービスを利用できるOS、端末フリーサービスの実現</li> <li>・様々なモノ同士がインターネットを介して相互に制御しあうネットワーク(Internet of Things)</li> <li>・クラウド上で提供されるサービス同士を連携させ、端末上では1つのサービスとして提示(認証連携、HTML5等)</li> <li>・政府・自治体のオープンデータ活動の加速</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>・更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る</li> <li>・認証等にかかる公的機関の役割の検討</li> <li>・情報利用ルール/表現ルールの検討</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・センサ情報を書き換えられないための技術</li> <li>・複数のセンサ情報をもとに複合的に判断するセンサフュージョン技術</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・複数のセンサやSNS情報などが連携した情報の信頼度向上技術</li> <li>・センサデータの分析結果の通知技術</li> <li>・センサや取得情報の増減や属性変更からロジックの変更や拡張に迅速に対応できるアジャイル開発技術</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・利用者の状況(場所、負傷、職業、家族、所有物等)やニーズに合わせて様々なサービスから必要なものを選択し、端末上で統合して提示する技術</li> <li>・避難所や必要物資の蓄積状況、避難状況を組み合わせた避難計画のリアルタイム立案</li> </ul> |
|                | 科学的アプローチによるサービス設計の高度化      | 本質的な課題や潜在ニーズを捉え適切なサービスを提供するために、高度な知識・経験に左右されず、一般的なSEでも扱えるサービス設計技法を実現   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・データドリブンな新しいサービス領域において、SI体系化(CMMI等)は未踏領域である。世界に先駆けて確立し世界標準にすることが重要であり、国プロとしての取組みもあり得る。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・サービスの目的に応じた最適なセンサ種別の組み合わせを、顧客とインタラクティブに選定する半自動設計</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・サービスの目的に応じた最適な分析エンジンの組み合わせを、顧客とインタラクティブに選定する半自動設計</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・サービスの目的に応じた最適な制御エンジンの組み合わせを、顧客とインタラクティブに選定する半自動設計</li> </ul>   |
|                | データ分析専門家によるサービスの多産化        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・データ分析サービス構築のボトルネックである「専門家の不足」や「長いリードタイム」を解決するために、学習期間や現調期間の短縮、センサ配置の最適化、過去の案件の形式知化および活用、を実現</li> </ul>   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・センサーの配置や破損リスクに基づいた最適なセンサー配置を自動設計</li> <li>・収集するデータの選別や収集頻度など構築時のカスタマイズパラメータについて、類似案件から自動的に類推・適用</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・サービス構築後の学習期間(=サービスインまでのリードタイム)を最短化するための事前学習</li> <li>・事前学習を実現するための訓練データ生成</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・避難誘導の効果などを事前に評価するためのテストデータ生成</li> </ul>  |

| 重点的に取り組むべき技術分野          |  | パイロットプロジェクト  |   |   |
|-------------------------|--|--|---|---|
|                         |  | I 災害の被害を最小限にする社会   |   |   |
|                         |  | a) 多種多様なセンサーによるインフラの管理   | b) 自然災害の発生の実タイムの把握  | c) 的確な避難誘導の実現   |
| ⑦ 情報セキュリティ（安心安全なICTの実現） | 個々の技術  | 技術トレンド   | 当該技術にかかる国の取組み（基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要）  | <ul style="list-style-type: none"> <li>あらゆる構造物に多種多様なセンサーを設置し、劣化状況等をリアルタイムに把握。効率的かつ合理的な維持管理を実現</li> <li>多様な気象情報をリアルタイムかつ稠密に収集。気象災害に備えるとともに、天候を踏まえた農作業のアドバイスなど、気象状況に合わせた社会経済活動を実現</li> <li>人の流れの把握や、避難に必要な情報の収集を通じた、災害時の的確な避難誘導</li> </ul>  |
|                         | 情報の取得から提供まで、一貫した認証の提供  | <ul style="list-style-type: none"> <li>多様な通信環境において、適切な本人確認技術の実現</li> <li>証明書等の発行・無効化に関する公的な保証の確立</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る</li> <li>証明書等にかかる公的機関の役割の検討</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>センサードータを窃取されないための技術</li> <li>伝送経路において、センサードータを改ざんされない技術</li> <li>保存しているデータを改ざんされない技術</li> <li>保存しているデータを喪失しない技術</li> <li>防犯カメラ等の情報を窃取されないための技術</li> <li>防犯カメラ等の情報から、個人情報保護する技術</li> <li>伝送経路において、収集中の情報や、避難誘導情報を改ざんされない技術</li> <li>保存しているデータを改ざんされない技術</li> <li>保存しているデータを喪失しない技術</li> </ul> |
|                         | 情報の改ざんや漏洩を防ぐとともに、情報の完全性を証明   | <ul style="list-style-type: none"> <li>より強固な、暗号技術（伝送時用及び保存時用）の実現</li> <li>現状の暗号と同等の強固さを維持しつつ、より軽い暗号技術（同上）の実現</li> <li>原理的に盗聴・傍受が不可能となる、量子鍵配送技術の実現（ファイバー／空間）</li> </ul>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る</li> </ul>                             |   |
|                         | 故意の妨害行為や、操作過誤からシステム・サービスを守るフェイルセーフ技術   | <ul style="list-style-type: none"> <li>サイバー攻撃の悪影響を排除すべく、情報通信システムの高度化</li> <li>システムの異常検知技術、事故からの復旧技術などの高度化</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る</li> </ul>                             |   |
|                         | 個々の技術及びトータルシステムに対する安全性の客観的な評価  | <ul style="list-style-type: none"> <li>個々の技術に対する評価・認証の実現</li> <li>様々な技術を統合した機器やシステムの解析・評価システムの実現</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る</li> <li>認証等にかかる公的機関の役割の検討</li> </ul>  |   |
| プライバシーを含む情報保護           | <ul style="list-style-type: none"> <li>情報提供者が期待する情報を保護する技術の実現</li> <li>情報の保護にかかる機器やシステムの認証の実現</li> <li>情報活用とプライバシー保護を両立するデータ取り扱いルールの確立</li> <li>これらにより、情報のオープン化も容易に</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る</li> <li>認証等にかかる公的機関の役割の検討</li> <li>情報利用ルールの検討</li> </ul> |   |   |

| 重点的に取り組むべき技術分野 |                           |   | パイロットプロジェクト  |   |  |   |
|----------------|---------------------------|---|--|---|--|---|
|                |                           |   | II ICTスマートタウン  |   |  |   |
|                |                           |   | d) オンデマンドなサービス提供を実現するニーズ把握   | e) ライフログ解析による、必要なサービスの適時提供  | f) 様々な情報を、誰にも、わかりやすく提供                                 |   |
| ①<br>情報の取得     | 技術分野                      | 個々の技術<br><br>技術トレンド   | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)   | ・ ニーズに応じたオンデマンドな乗り合い交通手段<br>・ デジタルサイネージやユーザー保有端末への適時の情報提供                           | ・ 日々の買い物や移動などの記録(ライフログ)の適切な者への適切な提供による、便利で快適なサービス享受の実現 | ・ 臨場感の高い情報の提示<br>・ 自動翻訳や自動要約により、受け手にわかりやすい情報の提示 |
|                | 既存のセンサー                   | ・画像素子については、すでに素子のサイズが光の波長と同程度に(小型化の限界)。今後は、多素子化、色空間の高分解能化、高感度化や波長域の拡大(近赤外、遠赤外や紫外)など、人の目の代わりではなく、センサーとして発展<br>・その他、音響、温度、気圧、振動、湿度、粒子(PM2.5やほこり、花粉など)など、多種多様なセンサー素子が存在。これらについても、小型化、省電力化などが進展<br>・これらがウェアラブルになることで、人の健康データについてもリアルタイム収集が容易に | ・センサーそのものの開発については、民間の取組みが主<br>・実証実験を通じた要求仕様の明確化など、システムの利用者として、国等が主体的取組みをすることを期待                                      | ・スマートフォンや携帯電話、パソコンなど、ユーザーが利用する多種多様な端末に搭載される機能をセンサーとして活用                             | -  | -   |
|                | 新たなセンサー                   | ・表情の分析や脳情報の測定などにより、サービスが利用者の期待に沿って提供されているか分析可能に   | ・国がシステムの利用者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待  | -   | -  | ・臨場感の高い情報(超高精細映像、立体映像など)を取得する新たなセンサー            |
|                | センサーシステム                  | ・位置情報システムについては、GPSや実用準天頂衛星システムだけでなく、無線LAN等の電波を利用するもの、電波の反射を利用するものなど、多種多様なシステムが実現<br>・併せて、相対的な位置を測定するレーダについても、より精緻な位置情報や移動状況、測定対象の状況など、多様な情報の把握の実現<br>・多様なシステムにより把握・蓄積された情報が、ビッグデータとして解析されることで、様々な状況の把握の実現                                 | ・準天頂衛星システムのように、社会の共通基盤となるシステムについては、国がサービス提供者になることもある<br>・国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待 | ・位置情報システムは、GPSなどのグローバルなものだけでなく、建物内に設置された無線LANの受信強度などに局所的な手段など、多様化                   | -  | -   |
|                | 新たな人→機器への入力インターフェイス(指示機構) | ・会話や動作など、より自然なアクションで機器への指示ができる、多種多様なインターフェイスの実現   | ・国がシステムの利用者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待  | ・ウェアラブル端末による様々なバイタルデータや、カメラ画像などによる「感情」の利用<br>・位置情報そのものを指示としての利用(タクシー乗り場への一定時間の滞在など) | -  | -   |

| 重点的に取り組むべき技術分野  |                                 |  | パイロットプロジェクト   |  |                            |                                     |
|-----------------|---------------------------------|--|---|--|----------------------------|-------------------------------------|
|                 |                                 |  | II ICTスマートタウン   |  |                            |                                     |
| 技術分野            | 個々の技術                           | 技術トレンド   | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)                      | d) オンデマンドなサービス提供を実現するニーズ把握                               | e) ライフログ解析による、必要なサービスの適時提供 | f) 様々な情報を、誰にも、わかりやすく提供              |
|                 |                                 |  |   |  |                            |                                     |
| ②<br>情報の符号化・復号化 | 大容量のデータから必要な情報のみを抽出する、認識技術      | ・画像認識による、人物像や文字、標識等の抜粋、人や物の状態の認識   | ・民間の取組みが主   | ・表情などからの感情情報の抽出<br>・視線情報などからの、注目している対象の抽出                | —                          | —                                   |
|                 | 小容量のデータを束ね、効率的に伝送する技術           | ・情報のリアルタイム性を踏まえつつ、情報学的に伝送する技術  | ・通信システムとの整合性が求められることから、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい                                   | —  | —                          | —                                   |
|                 | ニーズに応じた圧縮技術                     | ・8k映像を代表とする、膨大な情報量を持つ映像や画像(立体映像を含む)の高圧縮技術の実現<br>・ビッグデータ解析などに適用可能な、可逆性の高い圧縮技術の実現<br>・センサーの発達に伴い、可視光以外も念頭に置いた圧縮技術の実現 | ・無線通信を前提とした場合、周波数資源の効率的利用に資することから、国プロとしての取組みもありうる<br>・標準化が必須の領域であり、標準化活動への国の支援が望ましい | —  | —                          | ・膨大な情報量を持つ、映像や画像(立体映像含む)、音声情報の高圧縮技術 |
|                 | 情報の種別に応じて、適切に、暗号化・匿名化を行う技術      | ・アクセス制御を含め、情報要求元に応じて適切な情報を提供<br>・TPOに応じた暗号化  | ・社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる   | ・利用者が提供を同意した情報のみを、同意先に限って提供(当該同意について、利用者が理解しやすく、かつ簡便に実施) | 同左                         | —                                   |
|                 | 利用者の状況に応じた、情報の集約や、提示方法、提示先の自動選択 | ・利用者が必要な情報を、その必要度に応じて、提示方法や提示先を選定<br>・膨大な情報を、利用者によりわかりやすく提示すべく、情報の集約やレイアウトを実施                                      | ・デファクトスタンダードにより、多様なサービスに多大な影響を及ぼす可能性が高い領域であり、集中的な支援があり得る                            | ・利用者の状況に応じて、サイネージやユーザー保有端末を適切に選択した情報提示                   | —                          | ・利用者の属性に応じて、自動翻訳や自動要約による情報の変換       |

| 重点的に取り組むべき技術分野              |   |  | パイロットプロジェクト  |                            |                            |   |
|-----------------------------|---|--|--|----------------------------|----------------------------|---|
|                             |   |  | II ICTスマートタウン  |                            |                            |   |
| 技術分野                        | 個々の技術   | 技術トレンド   | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)   | d) オンデマンドなサービス提供を実現するニーズ把握 | e) ライフログ解析による、必要なサービスの適時提供 | f) 様々な情報を、誰にも、わかりやすく提供  |
|                             |   |  |  | ③ ネットワーク                   | 比較的近接した機器間での無線通信技術         | <ul style="list-style-type: none"> <li>無圧縮の8k映像(毎秒100ギガビット級)を伝送可能な機器間通信の実現</li> <li>ウェアラブル端末(センサ含む)間を接続する、省エネもしくは高速通信に対応したボディーエリアネットワーク技術の実現</li> </ul>           |
| 機器とホームゲートウェイ等を接続するための無線通信技術 | <ul style="list-style-type: none"> <li>数ギガ～数十ギガbps級の無線LAN技術(公衆アクセス系も念頭)の実現</li> <li>長期間電池の交換が不要、もしくは回収エネルギーのみで動作可能な、極めて低消費電力な無線通信技術の実現</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>所要の周波数割り当ての実現</li> <li>割り当て可能な周波数大域での実現の観点から、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>混信を防ぐ観点から、標準化が必須の領域であり、国による支援が必要</li> <li>国がシステムの利用者となることが想定される場合には、その要求仕様実現のために国プロとしての取組みもありうる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用者の保有端末に、無圧縮の動画などを伝送可能な、超高速伝送技術</li> <li>ウェアラブル端末の情報を、利用者もつ情報集約端末へ伝送するボディーエリアネットワーク技術</li> </ul> |                            | —                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>例えば無圧縮の8k映像(毎秒100ギガビット級)などを、復号化装置から提示装置へ、又は撮像装置から記録装置へと伝送する、超高速伝送技術</li> <li>ウェアラブルな提示装置を利用する場合のボディーエリアネットワーク技術</li> </ul> |
| 多様な通信ニーズを満たす超高速アクセス技術       | <ul style="list-style-type: none"> <li>数ギガbps級の無線アクセス技術及び数十ギガbps級の光アクセス技術の実現</li> <li>高速な技術だけでなく、低廉にユーザーを収容可能なアクセス網技術も同時に発展</li> <li>8k映像による放送を実現する、大容量放送方式の実現</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>所要の周波数割り当ての実現</li> <li>割り当て可能な周波数大域での実現の観点から、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>混信を防ぐ観点から、標準化が必須の領域であり、国による支援が必要</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>廉価なアクセス網技術</li> </ul>   |                            | —                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>圧縮後でも膨大となる、臨場感の高い映像・音声信号などを、多数伝送可能な、極めて高速なアクセス通信技術</li> </ul>  |
| コア・バックボーン                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>膨大な通信ニーズを満たす、ファイバー1本当たり数Tbpsの超高速光通信技術</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>国際標準化が必須の領域であり、国による支援が必要</li> <li>併せて、日本が強みを有する領域であり、国際競争力を確保する観点から、引き続き国プロとしての取組みもあり得る</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>多様な情報をリアルタイムに伝送できる、高速なコア・バックボーン技術</li> </ul>  |                            | —                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>圧縮後でも膨大となる、臨場感の高い映像・音声信号などを、極めて多数伝送可能な、テラbps級の通信技術</li> </ul>  |
| ネットワーク制御技術                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>多様なアクセス網をシームレスに収容可能な有無線統合ネットワーク技術の実現</li> <li>多様な通信需要(センサー等小容量かつ多数の通信需要と、動画配信等大容量かつ比較的少数の通信需要など)に対し、多様なネットワークを組み合わせることで、災害時などでも、円滑に通信需要に対応可能とする、ネットワーク仮想化技術の実現</li> <li>多様な通信方式に対応し、シームレスに通信サービスを提供するアクセスポイント技術</li> <li>変動する通信需要に対応するための、柔軟に容量の変更ができるアクセス網設計技術及び基地局制御技術の実現</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>国際標準化が必須の領域であり、国による支援が必要</li> <li>併せて、現状のインターネットの技術の延長では、対応に限界が見えつつあることから、全く新しい方式を生み出すことが求められており、民間のみによる取組みでは対応に限界があることから、国プロとしての取組みもあり得る。</li> </ul>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>多種多様な情報が、リアルタイムに伝送できる柔軟性のある通信方式</li> </ul>  |                            | —                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>膨大な情報を円滑に伝送できるよう、通信ニーズに応じて伝送能力を振り分けられる、柔軟性のあるネットワーク制御技術</li> </ul>   |

| 重点的に取り組むべき技術分野 |                              |   | パイロットプロジェクト   |   |  |   |
|----------------|------------------------------|---|---|---|--|---|
|                |                              |   | II ICTスマートタウン   |   |  |   |
| 技術分野           | 個々の技術                        | 技術トレンド  | d) オンデマンドなサービス提供を実現するニーズ把握  | e) ライフログ解析による、必要なサービスの適時提供  | f) 様々な情報を、誰にも、わかりやすく提供   |   |
|                |                              |   |   |   | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>ニーズに応じたオンデマンドな乗り合い交通手段</li> <li>デジタルサイネージやユーザー保有端末への適時の情報提供</li> </ul> |
| ④ 処理・分析・制御・蓄積等 | 情報の完全性、可要性の確保                | <ul style="list-style-type: none"> <li>クラウドコンピューティング技術の発展により、情報の保管場所を個々のサービス利用者には意識することが不要に</li> <li>災害時など、必要なときに必要な情報が得られるよう、保管場所の分散の自動化など、情報の完全性を確保の実現</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> <li>災害時への対応など、純粋なビジネススペースでは対応困難な領域については、国プロとしての取組みもあり得る。</li> </ul> | -   | -  |   |
|                | 様々な場所に保管された情報から、必要な情報を抽出する技術 | <ul style="list-style-type: none"> <li>様々な場所に保管された情報から、必要な情報を現実的な時間内に抽出する技術</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> <li>災害時への対応など、純粋なビジネススペースでは対応困難な領域については、国プロとしての取組みもあり得る。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>多様なニーズに合致する情報を、リアルタイムに検索する技術</li> </ul>              | -  |   |
|                | 個々のデータから有意な情報を抽出する技術         | <ul style="list-style-type: none"> <li>人の様子の把握など、確実な見守りサービスの実現</li> <li>標識などの自動認識による、人による情報見落としの補完の実現</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>表情などから得られる利用者の感情等を、ニーズと提供情報の適合度の判断基準として利用</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用者の現在の情報から、現にユーザーがとろうとしている行動を推測する技術</li> </ul> | -   |
|                | 自動学習技術                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>大量の蓄積情報との対比により、有意な結論を得る技術が発展</li> <li>自動翻訳技術や、自動要約技術、関連情報の自動抽出の実現</li> <li>医師への問診の支援など、専門家による分析の支援システムの実現</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ビジネススペースに乗りにくい領域については、国や国立研究開発法人による、ベースデータの収集・提供が必要</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ユーザーの行動から、提供すべきサービスの自動判別</li> </ul>                  |  |   |
|                | 多種多様かつ大量なデータを統合・解析する「ビッグデータ」 | <ul style="list-style-type: none"> <li>様々な状況における、人・モノの移動予測が可能となることで、人・モノに適切な情報・インセンティブの提供による、渋滞の(すく)ない快適な社会の実現</li> <li>インフラ等の劣化をリアルタイムに予測・把握することで、効率的かつ効果的なインフラ維持管理の実現</li> <li>健康データの活用による、自動健康診断から、疾病リスク・感染症発生予測に基づく事前対策など、より健康で居られる社会の実現</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>過去の履歴に基づく、より適切なサービスの提供</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>ある行動をとろうとしているユーザーに対して、提供すべきサービスの自動判別</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用者の属性に応じて、自動翻訳や自動要約による情報の変換</li> </ul>                                |

| 重点的に取り組むべき技術分野 |                              |   | パイロットプロジェクト   |   |   |  |
|----------------|------------------------------|---|---|---|---|--|
|                |                              |   | II ICTスマートタウン   |   |   |  |
|                |                              |   | d) オンデマンドなサービス提供を実現するニーズ把握  | e) ライフログ解析による、必要なサービスの適時提供  | f) 様々な情報を、誰にも、わかりやすく提供  |  |
| 技術分野           | 個々の技術                        | 技術トレンド  | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>ニーズに応じたオンデマンドな乗り合い交通手段</li> <li>デジタルサイネージやユーザー保有端末への適時の情報提供</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>日々の買い物や移動などの記録(ライフログ)の適切な者への適切な提供による、便利で快適なサービス享受の実現</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>臨場感の高い情報の提示</li> <li>自動翻訳や自動要約により、受け手にわかりやすい情報の提示</li> </ul>            |
|                |                              | 臨場感のある情報の提示   | <ul style="list-style-type: none"> <li>超高精細映像など、映像の解像度、色分解能などの向上により、より臨場感のある情報提示の実現</li> <li>併せて、音響についても、多様な位置情報センサーシステムが発展することにより、より臨場感のある音響情報提示の実現</li> <li>立体映像についても、多視点、多人数への対応が進むことにより、容易に活用可能に</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>デファクトスタンダードにより、多様なサービスに多大な影響を及ぼす可能性が高い領域であり、集中的な支援があり得る</li> <li>普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>映像、音声、振動などを組み合わせた、より自然でわかりやすい情報提示</li> <li>音声認識などを活用した、自然なインターフェイスによるサービス要求</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>超高精細映像や自然な立体映像、立体感のある音響や視覚・聴覚以外の感覚(振動、温度など)を利用した、臨場感の高い情報の提示</li> </ul> |
| ⑤ 提示           | 多様なユーザーインターフェイス              | <ul style="list-style-type: none"> <li>メガネ型ディスプレイに代表される新たなユーザーインターフェイスが多種多様に出現</li> <li>実体験とサイバー空間からの体験を融合した新たな体験の実現</li> <li>ウェアラブルデバイスや空調などが連携し、振動や温度、痛みなど、多種多様な感覚を刺激することによる、新たな体験の実現</li> <li>言葉の壁にとらわれることなく、自然な対話により多様な情報にアクセス可能とするユーザーインターフェイスの実現</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>デファクトスタンダードにより、多様なサービスに多大な影響を及ぼす可能性が高い領域であり、集中的な支援があり得る</li> <li>普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>サービス提供手段としての、実空間へのアウトプット(オンデマンドバスの配送など)</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>サービス提供手段としての、実空間へのアウトプット(オンデマンドバスの配送など)</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>「画面」だけでなく、室内環境の変化や、利用者の近くの直接刺激、実空間への情報投影など、多様な提示装置による、情報提示</li> </ul>   |
|                | ロボットによる実空間へのアウトプット           | <ul style="list-style-type: none"> <li>ロボット(操作される機器)を用いた、サイバー空間から実空間への影響の直接行使(家から10m離れた自動的にロックされる鍵など)の実現</li> <li>映像だけでなく、人に類似した形状のロボットを用いた、相手への臨場感の提供の実現</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用者との自動的なやり取りを通じた、より適切なサービスの選択、提示</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用者との自動的なやり取りを通じた、利用者属性の把握</li> </ul>  |  |
|                | ロボットやエージェント技術によるインタラクティブサービス | <ul style="list-style-type: none"> <li>ロボットを用いることで、通信の相手方に対し、高い臨場感の付与の実現</li> <li>ロボットやエージェント技術を用いることで、満足感の高いサービスの実現</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用者との自動的なやり取りを通じた、より適切なサービスの選択、提示</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用者との自動的なやり取りを通じた、利用者属性の把握</li> </ul>  |  |

| 重点的に取り組むべき技術分野 |                            |   |  | パイロットプロジェクト   |   |  |
|----------------|----------------------------|---|--|---|---|--|
|                |                            |   |  | II ICTスマートタウン   |   |  |
|                |                            |   |  | d) オンデマンドなサービス提供を実現するニーズ把握  | e) ライフログ解析による、必要なサービスの適時提供  | f) 様々な情報を、誰にも、わかりやすく提供   |
| 技術分野           | 個々の技術                      | 技術トレンド  | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ニーズに応じたオンデマンドな乗り合い交通手段</li> <li>デジタルサイネージやユーザー保有端末への適時の情報提供</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>日々の買い物や移動などの記録(ライフログ)の適切な者への適切な提供による、便利で快適なサービス享受の実現</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>臨場感の高い情報の提示</li> <li>自動翻訳や自動要約により、受け手にわかりやすい情報の提示</li> </ul>                            |
| ⑥ サービス構築技術     | 多数のサービスの組み合わせによる豊かなサービスの構築 | <ul style="list-style-type: none"> <li>様々なサービスから利用可能な形態でデータやサービスを提供(オープンデータ、WebRTC、各種API)</li> <li>多様なデバイスで同一のアプリやサービスを利用できるOS、端末フリーサービスの実現</li> <li>様々なモノ同士がインターネットを介して相互に制御しあうネットワーク(Internet of Things)</li> <li>クラウド上で提供されるサービス同士を連携させ、端末上では1つのサービスとして提示(認証連携、HTML5等)</li> <li>政府・自治体のオープンデータ活動の加速</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る</li> <li>認証等にかかる公的機関の役割の検討</li> <li>情報利用ルール/表現ルールの検討</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>ライフログなどから人の状況を推測するためのコンテキスト分析技術</li> <li>プライバシーに配慮したセンサ(画像取得以外の方法)によるライフログ取得技術</li> <li>省エネやホームセキュリティ、見守りなどの多様なサービスを、スマートフォンやテレビ等のマルチデバイスで利用可能とする技術</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>複数サービスの情報から、適切な情報やコンテンツを自動生成する技術</li> <li>複数あるデバイスの中から最適なデバイスを選択して情報提示可能な技術</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>高齢者の身体的特性に配慮した情報提示技術(文字拡大表示、色調変調、音声変調など)</li> <li>サービスを受ける手順を自動的にナビゲーションする技術</li> </ul> |
|                | 科学的アプローチによるサービス設計の高度化      | 本質的な課題や潜在ニーズを捉え適切なサービスを提供するために、高度な知識・経験に左右されず、一般的なSEでも扱えるサービス設計技法を実現  | <ul style="list-style-type: none"> <li>データドリブンな新しいサービス領域において、SI体系化(CM/MI等)は未踏領域である。世界に先駆けて確立し世界標準にすることが重要であり、国プロとしての取組みもあり得る。</li> </ul>   | 同左  | —   | —  |
|                | データ分析専門家によるサービスの多産化        | データ分析サービス構築のボトルネックである「専門家の不足」や「長いリードタイム」を解決するために、学習期間や現調期間の短縮、センサ配置の最適化、過去の案件の形式知化および活用、を実現   |  | 同左  | 同左  | <ul style="list-style-type: none"> <li>効果などを事前に評価するためのテストデータ生成</li> </ul>  |

| 重点的に取り組むべき技術分野          |                                      | パイロットプロジェクト<br>II ICTスマートタウン   |  |   |   |   |
|-------------------------|--------------------------------------|--|--|---|---|---|
|                         |                                      | d) オンデマンドなサービス提供を実現するニーズ把握   | e) ライフログ解析による、必要なサービスの適時提供   | f) 様々な情報を、誰にも、わかりやすく提供                                  |   |   |
| 技術分野                    | 個々の技術                                | 技術トレンド   | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)   | ・ニーズに応じたオンデマンドな乗り合い交通手段<br>・デジタルサイネージやユーザー保有端末への適時の情報提供 | ・日々の買い物や移動などの記録(ライフログ)の適切な者への適切な提供による、便利で快適なサービス享受の実現 | ・臨場感の高い情報の提示<br>・自動翻訳や自動要約により、受け手にわかりやすい情報の提示         |
|                         | 情報の取得から提供まで、一貫した認証の提供                | ・多様な通信環境において、適切な本人確認技術の実現<br>・証明書等の発行・無効化に関する公的な保証の確立  | ・社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる<br>・更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る<br>・証明書等にかかる公的機関の役割の検討               |   |   |   |
| ⑦ 情報セキュリティ(安心安全なICTの実現) | 情報の改ざんや漏洩を防ぐとともに、情報の完全性を証明           | ・より強固な、暗号技術(伝送時用及び保存時用)の実現<br>・現状の暗号と同等の強固さを維持しつつ、より軽い暗号技術(同上)の実現<br>・原理的に盗聴・傍受が不可能となる、量子鍵配送技術の実現(ファイバー/空間)    | ・社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる<br>・更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る                                      |   |   |   |
|                         | 故意の妨害行為や、操作過誤からシステム・サービスを守るフェイルセーフ技術 | ・サイバー攻撃の悪影響を排除すべく、情報通信システムの高度化<br>・システムの異常検知技術、事故からの復旧技術などの高度化   | ・社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる<br>・更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る                                      | ・利用者の情報(利用者からの収集する情報、利用者への提供するサービスの情報の双方)を窃取されないための技術   | ・利用者の情報(利用者からの収集する情報、利用者への提供するサービスの情報の双方)を窃取されないための技術 | ・利用者の情報(利用者からの収集する情報、利用者への提供するサービスの情報の双方)を窃取されないための技術 |
|                         | 個々の技術及びトータルシステムに対する安全性の客観的な評価        | ・個々の技術に対する評価・認証の実現<br>・様々な技術を統合した機器やシステムの解析・評価システムの実現  | ・社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる<br>・更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る<br>・認証等にかかる公的機関の役割の検討                |   |   |   |
|                         | プライバシーを含む情報保護                        | ・情報提供者が期待する情報を保護する技術の実現<br>・情報の保護にかかる機器やシステムの認証の実現<br>・情報活用とプライバシー保護を両立するデータ取り扱いルールの確立<br>・これらにより、情報のオープン化も容易に | ・社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる<br>・更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る<br>・認証等にかかる公的機関の役割の検討<br>・情報利用ルールの検討 |   |   |   |
|                         |                                      |  |  |   |   |   |

| 重点的に取り組むべき技術分野 |                           |  | パイロットプロジェクト  |  |   |  |
|----------------|---------------------------|--|--|--|---|--|
|                |                           |  | III 高齢者が明るく元気に生活できる社会  |  |   |  |
| 技術分野           | 個々の技術                     | 技術トレンド   | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)   | g) 高齢者の社会参画  | h) 遠隔ヘルスケア  | i) 効果的なリハビリによる健康的な生活の持続  |
|                |                           |  |  |  |   |  |
| ① 情報の取得        | 既存のセンサー                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>画像素子については、すでに素子のサイズが光の波長と同程度に(小型化の限界)。今後は、多素子化、色空間の高分解能化、高感度化や波長域の拡大(近赤外、遠赤外や紫外)など、人の目の代わりではなく、センサーとして発展</li> <li>その他、音響、温度、気圧、振動、湿度、粒子(PM2.5やほこり、花粉など)など、多種多様なセンサー素子が存在。これらについても、小型化、省電力化などが進展</li> <li>これらがウェアラブルになることで、人の健康データについてもリアルタイム収集が容易に</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>センサーそのものの開発については、民間の取組みが主</li> <li>実証実験を通じた要求仕様の明確化など、システムの利用者として、国等が主体的取組みをすることを期待</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>テレワークに必要なとなる、視覚、聴覚などの情報を収集するセンサー</li> <li>遠隔地で利用者の行動を再生するために必要な情報を収集するセンサー</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>体調管理に必要なとなるバイタルデータを常時計測する、装着しても違和感の低いセンサー</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>脳情報を取得する、装着しても違和感の低いセンサー</li> <li>リハビリテーションが適切に行われているかを測定するセンサー</li> <li>リハビリテーションの効果を測定するセンサー</li> </ul> |
|                | 新たなセンサー                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>表情の分析や脳情報の測定などにより、サービスが利用者の期待に沿って提供されているか分析可能に</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul>   |  |   |  |
|                | センサーシステム                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>位置情報システムについては、GPSや実用準天頂衛星システムだけでなく、無線LAN等の電波を利用するもの、電波の反射を利用するものなど、多種多様なシステムが実現</li> <li>併せて、相対的な位置を測定するレーダについても、より精緻な位置情報や移動状況、測定対象の状況など、多様な情報の把握の実現</li> <li>多様なシステムにより把握・蓄積された情報が、ビッグデータとして解析されることで、様々な状況の把握の実現</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>準天頂衛星システムのように、社会の共通基盤となるシステムについては、国がサービス提供者になることもある</li> <li>国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>一般の画像情報だけでなく、可視光以外の画像情報や利用者の位置情報を組み合わせ、利用者の行動を収集するセンサーシステム</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>画像センサーや、スイッチ類の操作記録など、利用者の様子の把握に利用可能な機器類をマネージメントするシステム</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>多様なセンサーをマネージメントするシステム</li> </ul>  |
|                | 新たな人→機器への入力インターフェイス(指示機構) | <ul style="list-style-type: none"> <li>会話や動作など、より自然なアクションで機器への指示ができる、多種多様なインターフェイスの実現</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>遠隔地で利用者の行動を再生するために必要な情報を収集するセンサー</li> </ul>   | —   | —  |

| 重点的に取り組むべき技術分野  |                                 |   | パイロットプロジェクト   |  |   |  |
|-----------------|---------------------------------|---|---|--|---|--|
|                 |                                 |   | Ⅲ 高齢者が明るく元気に生活できる社会   |  |   |  |
| 技術分野            | 個々の技術                           | 技術トレンド  | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)  | g) 高齢者の社会参画  | h) 遠隔ヘルスケア  | i) 効果的なりハビリによる健康的な生活の持続  |
|                 |                                 |   |   |  |   |  |
| ②<br>情報の符号化・復号化 | 大容量のデータから必要な情報のみを抽出する、認識技術      | <ul style="list-style-type: none"> <li>画像認識による、人物像や文字、標識等の抜粋、人や物の状態の認識</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>民間の取組みが主</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>一般の画像情報だけでなく、可視光以外の画像情報や利用者の位置情報を組み合わせ、利用者の行動を認識</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>画像センサーや、スイッチ類の操作記録などから、利用者の行動を類推</li> <li>バイタルデータから、緊急を要する特徴的なデータの自動抽出</li> </ul>  | —  |
|                 | 小容量のデータを束ね、効率的に伝送する技術           | <ul style="list-style-type: none"> <li>情報のリアルタイム性を踏まえつつ、情報学的に伝送する</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>通信システムとの整合性が求められることから、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい</li> </ul>  | —  | <ul style="list-style-type: none"> <li>バイタルセンサーのデータを、利用者が身につける情報集約装置へ、効率的に伝送</li> </ul>   | —  |
|                 | ニーズに応じた圧縮技術                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>8k映像を代表とする、膨大な情報量を持つ映像や画像(立体映像を含む)の高圧縮技術の実現</li> <li>ビッグデータ解析などに適用可能な、可逆性の高い圧縮技術の実現</li> <li>センサーの発達に伴い、可視光以外も念頭に置いた圧縮技術の実現</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>無線通信を前提とした場合、周波数資源の効率的利用に資することから、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>標準化が必須の領域であり、標準化活動への国の支援が望ましい</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>膨大な情報量を持つ、映像や画像(立体映像含む)、音声情報の高圧縮技術</li> <li>「人の行動」という新たな情報の符号化及び圧縮</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>バイタルセンサーの情報について、体調を把握する上で必要な情報を潰さないように圧縮</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>多様なセンサーの情報を、分析に必要な情報を潰さないように圧縮</li> </ul>   |
|                 | 情報の種別に応じて、適切に、暗号化・匿名化を行う技術      | <ul style="list-style-type: none"> <li>アクセス制御を含め、情報要求元に応じて適切な情報を提供</li> <li>TPOに応じた暗号化</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用者が提供を同意した情報のみを、同意先に限って提供(当該同意について、利用者が理解しやすく、かつ簡便に実施)</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用者が提供を同意した情報のみを、同意先に限って提供(当該同意について、利用者が理解しやすく、かつ簡便に実施)</li> <li>「体調」という極めてセンシティブな個人情報扱うことから、他の領域に比して極めてレベルが高いアクセス制御が必要</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用者が提供を同意した情報のみを、同意先に限って提供(当該同意について、利用者が理解しやすく、かつ簡便に実施)</li> <li>「体調」や「リハビリ」という極めてセンシティブな個人情報扱うことから、他の領域に比して極めてレベルが高いアクセス制御が必要</li> </ul> |
|                 | 利用者の状況に応じた、情報の集約や、提示方法、提示先の自動選択 | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用者が必要な情報を、その必要度に応じて、提示方法や提示先を選定</li> <li>膨大な情報を、利用者によりわかりやすく提示すべく、情報の集約やレイアウトを実施</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>デファクトスタンダードにより、多様なサービスに多大な影響を及ぼす可能性が高い領域であり、集中的な支援があり得る</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用者がまるで現地にいるかのように感じられるよう、多様な情報を、利用者の所在地にある端末に応じて、選択して提示</li> </ul>            | —   | —  |

| 重点的に取り組むべき技術分野 |                             |  | パイロットプロジェクト  |  |  |   |
|----------------|-----------------------------|--|--|--|--|---|
|                |                             |  | Ⅲ 高齢者が明るく元気に生活できる社会  |  |  |   |
| 技術分野           | 個々の技術                       | 技術トレンド   | g) 高齢者の社会参画  |  |  |   |
|                |                             |  | h) 遠隔ヘルスケア   |  | i) 効果的なリハビリによる健康的な生活の持続  |   |
|                |                             |  | <p>当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)</p>  | <p>・高齢者が自宅を含め、どこからでも、どこへでも社会参画できる、極めて臨場感の高い(超高精細、3D、触覚通信などを実現した)テレワーク環境の整備</p>       | <p>・医療機関や介護施設などが、在宅者の体調を、遠隔からリアルタイムに把握可能とするセンサー群及び分析システムの提供<br/>・在宅医療を実現する、遠隔診断システム(可能であれば遠隔診療システム)の提供</p> | <p>・脳情報通信技術などによる、効果的なリハビリテーション医療の提供</p> |
| ③ ネットワーク       | 比較的近接した機器間での無線通信技術          | <p>・無圧縮の8k映像(毎秒100ギガビット級)を送送可能な機器間通信の実現<br/>・ウェアラブル端末(センサ含む)間を接続する、省エネもしくは高速通信に対応したボディーエリアネットワーク技術の実現</p>  | <p>・所要の周波数割り当ての実現<br/>・割り当て可能な周波数大域での実現の観点から、国プロとしての取組みもありうる<br/>・混信を防ぐ観点から、標準化が必須の領域であり、国による支援が必要。</p>  | <p>・複数の提示装置に対し、それぞれ必要な情報を伝送する高速伝送技術<br/>・ウェアラブルな提示装置、記録装置を利用する場合のボディーエリアネットワーク技術</p> | <p>・バイタルセンサーと利用者が身につける情報集約装置をつなぐボディーエリアネットワーク技術</p>  | —                                       |
|                | 機器とホームゲートウェイ等を接続するための無線通信技術 | <p>・数ギガ～数十ギガbps級の無線LAN技術(公衆アクセス系も念頭)の実現<br/>・長期間電池の交換が不要、もしくは回収エネルギーのみで動作可能な、極めて低消費電力な無線通信技術の実現</p>  | <p>・所要の周波数割り当ての実現<br/>・割り当て可能な周波数大域での実現の観点から、国プロとしての取組みもありうる<br/>・混信を防ぐ観点から、標準化が必須の領域であり、国による支援が必要<br/>・国がシステムの利用者となることが想定される場合には、その要求仕様実現のために国プロとしての取組みもありうる。</p> | <p>・圧縮後も膨大となる、臨場感の高い映像・音声信号などを複数伝送可能な、極めて高速な無線アクセス通信技術</p>                           | —  | —                                       |
|                | 多様な通信ニーズを満たす超高速アクセス技術       | <p>・数ギガbps級の無線アクセス技術及び数十ギガbps級の光アクセス技術の実現<br/>・高速な技術だけでなく、低廉にユーザーを収容可能なアクセス網技術も同時に発展<br/>・8k映像による放送を実現する、大容量放送方式の実現</p>  | <p>・所要の周波数割り当ての実現<br/>・割り当て可能な周波数大域での実現の観点から、国プロとしての取組みもありうる<br/>・混信を防ぐ観点から、標準化が必須の領域であり、国による支援が必要</p>   | <p>・圧縮後も膨大となる、臨場感の高い映像・音声信号などを、多数伝送可能な、極めて高速なアクセス通信技術</p>                            | —  | —                                       |
|                | コア・バックボーン                   | <p>・膨大な通信ニーズを満たす、ファイバー1本当たり数Tbpsの超高速光通信技術</p>  | <p>・国際標準化が必須の領域であり、国による支援が必要<br/>・併せて、日本が強みを有する領域であり、国際競争力を確保する観点から、引き続き国プロとしての取組みもあり得る</p>  | <p>・圧縮後も膨大となる、臨場感の高い映像・音声信号などを、極めて多数伝送可能な、テラbps級の通信技術</p>                            | —  | —                                       |
|                | ネットワーク制御技術                  | <p>・多様なアクセス網をシームレスに収容可能な有線統合ネットワーク技術の実現<br/>・多様な通信需要(センサー等小容量かつ多数の通信需要と、動画配信等大容量かつ比較的少数の通信需要など)に対し、多様なネットワークを組み合わせることで、災害時などでも、円滑に通信需要に対応可能とする、ネットワーク仮想化技術の実現<br/>・多様な通信方式に対応し、シームレスに通信サービスを提供するアクセスポイント技術<br/>・変動する通信需要に対応するための、柔軟に容量の変更ができるアクセス網設計技術及び基地局制御技術の実現</p> | <p>・国際標準化が必須の領域であり、国による支援が必要<br/>・併せて、現状のインターネットの技術の延長では、対応に限界が見えつつあることから、全く新しい方式を生み出すことが求められており、民間のみによる取組みでは対応に限界があることから、国プロとしての取組みもあり得る。</p>                     | <p>・膨大な情報を円滑に伝送できるよう、通信ニーズに応じて伝送能力を振り分けられる、柔軟性のあるネットワーク制御技術</p>                      | <p>・少量のデータが、極めて多数の地点から頻りに送信されることに対応できるよう、通信ニーズに応じて伝送能力を振り分けられる、柔軟性のあるネットワーク制御技術</p>                        | —                                       |

| 重点的に取り組むべき技術分野    |                              |   | パイロットプロジェクト   |             |   |  |
|-------------------|------------------------------|---|---|-------------|---|--|
|                   |                              |   | III 高齢者が明るく元気に生活できる社会   |             |   |  |
| 技術分野              | 個々の技術                        | 技術トレンド  | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)  | g) 高齢者の社会参画 | h) 遠隔ヘルスケア  | i) 効果的なりハビリによる健康的な生活の持続  |
|                   |                              |   |   |             |   |  |
| ④<br>処理・分析・制御・蓄積等 | 情報の完全性、可要性の確保                | <ul style="list-style-type: none"> <li>クラウドコンピューティング技術の発展により、情報の保管場所を個々のサービス利用者は意識することが不要に</li> <li>災害時など、必要なときに必要な情報が得られるよう、保管場所の分散の自動化など、情報の完全性を確保の実現</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> <li>災害時への対応など、純粋なビジネススペースでは対応困難な領域については、国プロとしての取組みもあり得る。</li> </ul> | -           | <ul style="list-style-type: none"> <li>遠隔診断、遠隔診療を行う場合、極めて完全性、可用性の高い通信方式</li> </ul>  | -  |
|                   | 様々な場所に保管された情報から、必要な情報を抽出する技術 | <ul style="list-style-type: none"> <li>様々な場所に保管された情報から、必要な情報を現実的な時間内に抽出する技術</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> <li>災害時への対応など、純粋なビジネススペースでは対応困難な領域については、国プロとしての取組みもあり得る。</li> </ul> | -           | -   | -  |
|                   | 個々のデータから有意な情報を抽出する技術         | <ul style="list-style-type: none"> <li>人の様子の把握など、確実な見守りサービスの実現</li> <li>標識などの自動認識による、人による情報見落としの補完の実現</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul>   | -           | <ul style="list-style-type: none"> <li>画像データなどから、人の様子を把握。確実な見守りや異常検知を実現。</li> </ul>   | -  |
|                   | 自動学習技術                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>大量の蓄積情報との対比により、有意な結論を得る技術が発展</li> <li>自動翻訳技術や、自動要約技術、関連情報の自動抽出の実現</li> <li>医師への問診の支援など、専門家による分析の支援システムの実現</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>ビジネススペースに乗りにくい領域については、国や国立研究開発法人による、ベースデータの収集・提供が必要</li> </ul>   | -           | <ul style="list-style-type: none"> <li>多数の健康データとの比較による、利用者の体調の詳細の把握</li> <li>多数の健康データの分析に基づく、疾病リスク予測などによる事前対策の提案</li> <li>複数の利用者の体調の横断的分析による、伝染病発生の早期把握及びその対策の提案</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>多数の脳情報計測結果との比較により、簡易なセンサーによる取得データから、詳細なほう活動状況を推測</li> </ul> |
|                   | 多種多様かつ大量なデータを統合・解析する「ビッグデータ」 | <ul style="list-style-type: none"> <li>様々な状況における、人・モノの移動予測が可能となることで、人・モノに適切な情報・インセンティブの提供による、渋滞の(すく)ない快適な社会の実現</li> <li>インフラ等の劣化をリアルタイムに予測・把握することで、効率的かつ効果的なインフラ維持管理の実現</li> <li>健康データの活用による、自動健康診断から、疾病リスク・感染症発生予測に基づく事前対策など、より健康で居られる社会の実現</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul>   | -           |   |  |

| 重点的に取り組むべき技術分野               |   |   | パイロットプロジェクト   |   |  |                                  |
|------------------------------|---|---|---|---|--|----------------------------------|
|                              |   |   | Ⅲ 高齢者が明るく元気に生活できる社会   |   |  |                                  |
|                              |   |   | g) 高齢者の社会参画   | h) 遠隔ヘルスケア  | i) 効果的なリハビリによる健康的な生活の持続  |                                  |
| 技術分野                         | 個々の技術   | 技術トレンド  | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)                                  | ・高齢者が自宅を含め、どこからでも、どこへでも社会参画できる、極めて臨場感の高い(超高精細、3D、触覚通信などを実現した)テレワーク環境の整備               | ・医療機関や介護施設などが、在宅者の体調を、遠隔からリアルタイムに把握可能とするセンサー群及び分析システムの提供<br>・在宅医療を実現する、遠隔診断システム(可能であれば遠隔診療システム)の提供 | ・脳情報通信技術などによる、効果的なリハビリテーション医療の提供 |
|                              | 臨場感のある情報の提示   | ・超高精細映像など、映像の解像度、色分解能などの向上により、より臨場感のある情報提示の実現<br>・併せて、音響についても、多様な位置情報センサーシステムが発展することにより、より臨場感のある音響情報提示の実現<br>・立体映像についても、多視点、多人数への対応が進むことにより、容易に活用可能に  | ・デファクトスタンダードにより、多様なサービスに多大な影響を及ぼす可能性が高い領域であり、集中的な支援があり得る<br>・普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい | ・超高精細映像や自然な立体映像、立体感のある音響や視覚・聴覚以外の感覚(振動、温度など)を利用した、臨場感の高い情報の提示                         | —  | —                                |
|                              | ⑤ 多様なユーザーインターフェイス   | ・メガネ型ディスプレイに代表される新たなユーザーインターフェイスが多種多様に出現<br>・実体験とサイバー空間からの体験を融合した新たな体験の実現<br>・ウェアラブルデバイスや空調などが連携し、振動や温度、痛みなど、多種多様な感覚を刺激することによる、新たな体験の実現<br>・言葉の壁にとらわれることなく、自然な対話により多様な情報にアクセス可能とするユーザーインターフェイスの実現 | ・デファクトスタンダードにより、多様なサービスに多大な影響を及ぼす可能性が高い領域であり、集中的な支援があり得る<br>・普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい | ・「画面」だけでなく、室内環境の変化や、利用者の近くの直接刺激、実空間への情報投影など、多様な提示装置による、情報提示                           | —  | —                                |
|                              | ロボットによる実空間へのアウトプット  | ・ロボット(操作される機器)を用いた、サイバー空間から実空間への影響の直接行使(家から10m離れると自動的にロックされる鍵など)の実現<br>・映像だけでなく、人に類似した形状のロボットを用いた、相手への臨場感の提供の実現   | ・普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい   | ・「画面」だけでなく、室内環境の変化や、利用者の近くの直接刺激、実空間への情報投影など、多様な提示装置による、情報提示<br>・利用者の行動をロボットを通じて遠隔地で再現 | ・遠隔診断、遠隔診療の場合、診察側からのセンサーの操作等   | —                                |
| ロボットやエージェント技術によるインタラクティブサービス | ・ロボットを用いることで、通信の相手方に対し、高い臨場感の付与の実現<br>・ロボットやエージェント技術を用いることで、満足感の高いサービスの実現 | ・普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい   | —   | ・遠隔診断、遠隔診療における問診等に対する支援   | —  |                                  |

| 重点的に取り組むべき技術分野 |                            |   |  | パイロットプロジェクト   |  |   |
|----------------|----------------------------|---|--|---|--|---|
|                |                            |   |  | Ⅲ 高齢者が明るく元気に生活できる社会   |  |   |
|                |                            |   |  | g) 高齢者の社会参画   | h) 遠隔ヘルスケア   | i) 効果的なりハビリによる健康的な生活の持続   |
| 技術分野           | 個々の技術                      | 技術トレンド  | 当該技術にかかる国の取組み<br>(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>高齢者が自宅を含め、どこからでも、どこへでも社会参画できる、極めて臨場感の高い(超高精細、3D、触覚通信などを実現した)テレワーク環境の整備</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>医療機関や介護施設などが、在宅者の体調を、遠隔からリアルタイムに把握可能とするセンサー群及び分析システムの提供</li> <li>在宅医療を実現する、遠隔診断システム(可能であれば遠隔診療システム)の提供</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>脳情報通信技術などによる、効果的なりハビリテーション医療の提供</li> </ul>   |
| ⑥<br>サービス構築技術  | 多数のサービスの組み合わせによる豊かなサービスの構築 | <ul style="list-style-type: none"> <li>様々なサービスから利用可能な形態でデータやサービスを提供(オープンデータ、WebRTC、各種API)</li> <li>多様なデバイスで同一のアプリやサービスを利用できるOS、端末フリーサービスの実現</li> <li>様々なモノ同士がインターネットを介して相互に制御しあうネットワーク(Internet of Things)</li> <li>クラウド上で提供されるサービス同士を連携させ、端末上では1つのサービスとして提示(認証連携、HTML5等)</li> <li>政府・自治体のオープンデータ活動の加速</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る</li> <li>認証等にかかる公的機関の役割の検討</li> <li>情報利用ルール/表現ルールの検討</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>高齢者の身体的特性に配慮した情報提示技術(文字拡大表示、色調変調、音声変調など)</li> <li>サービスを受ける手順を自動的にナビゲーションする技術</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>患者、家族、医者、介護者、薬剤師がいつでもどこでも情報共有可能なクラウドサービス構築</li> <li>遠隔診断に必要な情報を、利用者が簡単に自分で追加見やすくレイアウトできる利用(運用)支援技術</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>身体動作センシングによる最適な歩行姿勢等を矯正する技術</li> <li>危険行動予測によるアラーム提示技術</li> <li>地理情報等のオープンデータと利用者端末のセンサーデータを集積してバリアフリーマップ等を生成する技術</li> </ul> |
|                | 科学的アプローチによるサービス設計の高度化      | 本質的な課題や潜在ニーズを捉え適切なサービスを提供するために、高度な知識・経験に左右されず、一般的なSEでも扱えるサービス設計技法を実現  | <ul style="list-style-type: none"> <li>データドリブンな新しいサービス領域において、SI体系化(CMMI等)は未踏領域である。世界に先駆けて確立し世界標準にすることが重要であり、国プロとしての取組みもあり得る。</li> </ul>  | -   | <ul style="list-style-type: none"> <li>サービスの目的に応じた最適なセンサ種別の組み合わせ、最適な分析エンジンを、顧客とインタラクティブに選定する半自動設計</li> </ul>   | -   |
|                | データ分析専門家によるサービスの多産化        | <ul style="list-style-type: none"> <li>データ分析サービス構築のボトルネックである「専門家の不足」や「長いリードタイム」を解決するために、学習期間や現調期間の短縮、センサ配置の最適化、過去の案件の形式知化および活用、を実現</li> </ul>   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>収集するデータの選別や収集頻度など構築時のカスタマイズパラメータについて、類似案件から自動的に類推・適用</li> <li>事前学習を実現するための訓練データ生成</li> </ul> | -  | -   |

| 重点的に取り組むべき技術分野 |                                      |  | パイロットプロジェクト  |   |   |  |
|----------------|--------------------------------------|--|--|---|---|--|
|                |                                      |  | Ⅲ 高齢者が明るく元気に生活できる社会  |   |   |  |
| 技術分野           | 個々の技術                                | 技術トレンド   | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)   | g) 高齢者の社会参画   | h) 遠隔ヘルスケア  | i) 効果的なリハビリによる健康的な生活の持続  |
|                |                                      |  |  | ⑦ 情報セキュリティ(安心安全なICTの実現)                               | 情報の取得から提供まで、一貫した認証の提供   | ・多様な通信環境において、適切な本人確認技術の実現<br>・証明書等の発行・無効化に関する公的な保証の確立  |
|                | 情報の改ざんや漏洩を防ぐとともに、情報の完全性を証明           | ・より強固な、暗号技術(伝送時用及び保存時用)の実現<br>・現状の暗号と同等の強固さを維持しつつ、より軽い暗号技術(同上)の実現<br>・原理的に盗聴・傍受が不可能となる、量子鍵配送技術の実現(ファイバー/空間)    | ・社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる<br>・更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る                                      | ・利用者の情報(利用者からの収集する情報、利用者への提供するサービスの情報の双方)を窃取されないための技術 | ・利用者の情報(利用者からの収集する情報、利用者への提供するサービスの情報の双方)を窃取されないための技術(「体調」という極めてセンシティブな個人情報を扱うことから、他の領域に比して極めて高いセキュリティレベルが必要)<br>・遠隔診療などに当たっては、ホン領域の中でも特に高いフェイルセーフ技術が必要 | ・利用者の情報(利用者からの収集する情報、利用者への提供するサービスの情報の双方)を窃取されないための技術(「脳情報」という極めてセンシティブな個人情報を扱うことから、他の領域に比して極めて高いセキュリティレベルが必要) |
|                | 故意の妨害行為や、操作過誤からシステム・サービスを守るフェイルセーフ技術 | ・サイバー攻撃の悪影響を排除すべく、情報通信システムの高度化<br>・システムの異常検知技術、事故からの復旧技術などの高度化   | ・社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる<br>・更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る                                      |   |   |  |
|                | 個々の技術及びトータルシステムに対する安全性の客観的な評価        | ・個々の技術に対する評価・認証の実現<br>・様々な技術を統合した機器やシステムの解析・評価システムの実現  | ・社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる<br>・更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る<br>・認証等にかかる公的機関の役割の検討                |   |   |  |
|                | プライバシーを含む情報保護                        | ・情報提供者が期待する情報を保護する技術の実現<br>・情報の保護にかかる機器やシステムの認証の実現<br>・情報活用とプライバシー保護を両立するデータ取り扱いルールの確立<br>・これらにより、情報のオープン化も容易に | ・社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる<br>・更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る<br>・認証等にかかる公的機関の役割の検討<br>・情報利用ルールの検討 |   |   |  |

| 重点的に取り組むべき技術分野            |   |  | パイロットプロジェクト  |            |            |  |
|---------------------------|---|--|--|------------|------------|--|
|                           |   |  | IV 交通事故も渋滞もない社会  |            |            |  |
| 技術分野                      | 個々の技術   | 技術トレンド   | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)   | j) 渋滞のない社会 | k) 事故の無い社会 | l) 車の自動運転  |
|                           |   |  |  | ① 情報の取得    | 既存のセンサー    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・画像素子については、すでに素子のサイズが光の波長と同程度に(小型化の限界)。今後は、多素子化、色空間の高分解能化、高感度化や波長域の拡大(近赤外、遠赤外や紫外)など、人の目の代わりではなく、センサーとして発展</li> <li>・その他、音響、温度、気圧、振動、湿度、粒子(PM2.5)やほこり、花粉など)など、多種多様なセンサー素子が存在。これらについても、小型化、省電力化などが進展</li> <li>・これらがウェアラブルになることで、人の健康データについてもリアルタイム収集が容易に</li> </ul> |
| 新たなセンサー                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・表情の分析や脳情報の測定などにより、サービスが利用者の期待に沿って提供されているか分析可能に</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国がシステムの利用者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・交通量や周辺状況を把握するための多様なセンサーの実用化・低廉化(車や信号機などが自ら方法を発するものと、車載センサーや観測カメラなどで情報を取得するものの双方が存在)</li> </ul> |            | 同左         | 同左   |
| センサーシステム                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・位置情報システムについては、GPSや実用準天頂衛星システムだけでなく、無線LAN等の電波を利用するもの、電波の反射を利用するものなど、多種多様なシステムが実現</li> <li>・併せて、相対的な位置を測定するレーダについても、より精緻な位置情報や移動状況、測定対象の状況など、多様な情報の把握の実現</li> <li>・多様なシステムにより把握・蓄積された情報が、ビッグデータとして解析されることで、様々な状況の把握の実現</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・準天頂衛星システムのように、社会の共通基盤となるシステムについては、国がサービス提供者になることもある</li> <li>・国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・それぞれの装置が自ら発する情報と、車載センサーや観測カメラなどで集められた情報を集約し、ひとつのシステムとして運用</li> </ul>                           |            | 同左         | 同左   |
| 新たな人→機器への入力インターフェイス(指示機構) | <ul style="list-style-type: none"> <li>・会話や動作など、より自然なアクションで機器への指示ができる、多種多様なインターフェイスの実現</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国がシステムの利用者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・人や車の行動や位置そのもの、指示機構として利用</li> </ul>   |            | 同左         | 同左   |

| 重点的に取り組むべき技術分野  |                                 |   |   | パイロットプロジェクト   |                         |                 |
|-----------------|---------------------------------|---|---|---|-------------------------|-----------------|
|                 |                                 |   |   | IV 交通事故も渋滞もない社会   |                         |                 |
| 技術分野            | 個々の技術                           | 技術トレンド  | 当該技術にかかる国の取組み<br>(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)  | j) 渋滞のない社会  | k) 事故の無い社会              | l) 車の自動運転       |
|                 |                                 |   |   |   |                         |                 |
| ②<br>情報の符号化・復号化 | 大容量のデータから必要な情報のみを抽出する、認識技術      | <ul style="list-style-type: none"> <li>画像認識による、人物像や文字、標識等の抜粋、人や物の状態の認識</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>民間の取組みが主</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>車載カメラから、標識や他の車、歩行者、路面の状況などを認識</li> </ul>                       | 同左                      | 同左              |
|                 | 小容量のデータを束ね、効率的に伝送する技術           | <ul style="list-style-type: none"> <li>情報のリアルタイム性を踏まえつつ、情報学的に伝送する技術</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>通信システムとの整合性が求められることから、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>車という高速で移動するモノにかかる情報であることを前提にした、リアルタイム性の高い情報収集</li> </ul>       | 同左                      | 同左              |
|                 | ニーズに応じた圧縮技術                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>8k映像を代表とする、膨大な情報量を持つ映像や画像(立体映像を含む)の高圧縮技術の実現</li> <li>ビッグデータ解析などに適用可能な、可逆性の高い圧縮技術の実現</li> <li>センサーの発達に伴い、可視光以外も念頭に置いた圧縮技術の実現</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>無線通信を前提とした場合、周波数資源の効率的利用に資することから、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>標準化が必須の領域であり、標準化活動への国の支援が望ましい</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>車という高速で移動するモノにかかる情報であることを前提にした、リアルタイム性の高い圧縮技術</li> </ul>       | 同左                      | 同左              |
|                 | 情報の種別に応じて、適切に、暗号化・匿名化を行う技術      | <ul style="list-style-type: none"> <li>アクセス制御を含め、情報要求元に応じて適切な情報を提供</li> <li>TPOに応じた暗号化</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>悪意の者にセンサーデータを窃取されないためのアクセス制御、暗号化</li> </ul>                    | 同左                      | 同左              |
|                 | 利用者の状況に応じた、情報の集約や、提示方法、提示先の自動選択 | <ul style="list-style-type: none"> <li>利用者が必要な情報を、その必要度に応じて、提示方法や提示先を選定</li> <li>膨大な情報を、利用者によりわかりやすく提示すべく、情報の集約やレイアウトを実施</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>デファクトスタンダードにより、多様なサービスに多大な影響を及ぼす可能性が高い領域であり、集中的な支援があり得る</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>運転者や歩行者など、情報提示に注目できない利用者への情報提示であることを前提とした、情報提示方法の選択</li> </ul> | 同左(状況によっては、自動操作が選択肢に追加) | 同左(自動操作が選択肢に追加) |

| 重点的に取り組むべき技術分野              |  |  | パイロットプロジェクト   |            |                    |   |
|-----------------------------|--|--|---|------------|--------------------|---|
|                             |  |  | IV 交通事故も渋滞もない社会   |            |                    |   |
| 技術分野                        | 個々の技術  | 技術トレンド   | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)  | j) 渋滞のない社会 | k) 事故の無い社会         | l) 車の自動運転   |
|                             |  |  |   | ③ ネットワーク   | 比較的近接した機器間での無線通信技術 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・無圧縮の8k映像(每秒100ギガビット級)を送送可能な機器間通信の実現</li> <li>・ウェアラブル端末(センサ含む)間を接続する、省エネもしくは高速通信に対応したボディーエリアネットワーク技術の実現</li> </ul> |
| 機器とホームゲートウェイ等を接続するための無線通信技術 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・数ギガ～数十ギガbps級の無線LAN技術(公衆アクセス系も念頭)の実現</li> <li>・長期間電池の交換が不要、もしくは回収エネルギーのみで動作可能な、極めて低消費電力な無線通信技術の実現</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・所要の周波数割り当ての実現</li> <li>・割り当て可能な周波数大域での実現の観点から、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>・混信を防ぐ観点から、標準化が必須の領域であり、国による支援が必要</li> <li>・国がシステムの利用者となることが想定される場合には、その要求仕様実現のために国プロとしての取組みもありうる。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・自動車内の多種・多量な情報を効率的に集約する、ノイズ体制の強い無線通信技術</li> </ul>  |            | 同左                 | 同左  |
| 多様な通信ニーズを満たす超高速アクセス技術       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・数ギガbps級の無線アクセス技術及び数十ギガbps級の光アクセス技術の実現</li> <li>・高速な技術だけでなく、低廉にユーザーを収容可能なアクセス網技術も同時に発展</li> <li>・8k映像による放送を実現する、大容量放送方式の実現</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・所要の周波数割り当ての実現</li> <li>・割り当て可能な周波数大域での実現の観点から、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>・混信を防ぐ観点から、標準化が必須の領域であり、国による支援が必要</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・高速で移動する車の情報をリアルタイムに収集するとともに、必要な情報を車へ伝送する無線アクセス技術</li> <li>・歩行者や道路等の情報を効率的かつ低廉に収集する無線アクセス技術</li> </ul> |            | 同左                 | 同左  |
| コア・バックボーン                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・膨大な通信ニーズを満たす、ファイバー1本当たり数Tbpsの超高速光通信技術</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国際標準化が必須の領域であり、国による支援が必要</li> <li>・併せて、日本が強みを有する領域であり、国際競争力を確保する観点から、引き続き国プロとしての取組みもあり得る</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・様々な情報をリアルタイム性を持って伝送できる超高速通信技術</li> </ul>  |            | 同左                 | 同左  |
| ネットワーク制御技術                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・多様なアクセス網をシームレスに収容可能な無線統合ネットワーク技術の実現</li> <li>・多様な通信需要(センサー等小容量かつ多数の通信需要と、動画配信等大容量かつ比較的少数の通信需要など)に対し、多様なネットワークを組み合わせることで、災害時などでも、円滑に通信需要に対応可能とする、ネットワーク仮想化技術の実現</li> <li>・多様な通信方式に対応し、シームレスに通信サービスを提供するアクセスポイント技術</li> <li>・変動する通信需要に対応するための、柔軟に容量の変更ができるアクセス網設計技術及び基地局制御技術の実現</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国際標準化が必須の領域であり、国による支援が必要</li> <li>・併せて、現状のインターネットの技術の延長では、対応に限界が見えつつあることから、全く新しい方式を生み出すことが求められており、民間のみによる取組みでは対応に限界があることから、国プロとしての取組みもあり得る。</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>・極めてリアルタイム性が高く、相応に大容量かつ多数のデータを安定的に伝送できる、柔軟性のあるネットワーク制御技術</li> </ul>                                    |            | 同左                 | 同左  |

| 重点的に取り組むべき技術分野               |  |   | パイロットプロジェクト   |                |                               |  |
|------------------------------|--|---|---|----------------|-------------------------------|--|
|                              |  |   | IV 交通事故も渋滞もない社会   |                |                               |  |
| 技術分野                         | 個々の技術  | 技術トレンド  | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)  | j) 渋滞のない社会     | k) 事故の無い社会                    | l) 車の自動運転  |
|                              |  |   |   | ④ 処理・分析・制御・蓄積等 | 情報の完全性、可要性の確保                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・クラウドコンピューティング技術の発展により、情報の保管場所を個々のサービス利用者は意識することが不要に</li> <li>・災害時など、必要なときに必要な情報が得られるよう、保管場所の分散の自動化など、情報の完全性を確保の実現</li> </ul> |
| 様々な場所に保管された情報から、必要な情報を抽出する技術 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・様々な場所に保管された情報から、必要な情報を現実的な時間内に抽出する技術</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> <li>・災害時への対応など、純粋なビジネススペースでは対応困難な領域については、国プロとしての取組みもあり得る。</li> </ul> | —   |                | —                             | —  |
| 個々のデータから有意な情報を抽出する技術         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・人の様子の把握など、確実な見守りサービスの実現</li> <li>・標識などの自動認識による、人による情報見落としの補完の実現</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・多様なセンサーの情報から、車や人の周囲の状況について把握</li> </ul>   |                | 同左                            | 同左   |
| 自動学習技術                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・大量の蓄積情報との対比により、有意な結論を得る技術が発展</li> <li>・自動翻訳技術や、自動要約技術、関連情報の自動抽出の実現</li> <li>・医師への問診の支援など、専門家による分析の支援システムの実現</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ビジネススペースに乗りにくい領域については、国や国立研究開発法人による、ベースデータの収集・提供が必要</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・多数の車や人、道路にかかる情報を相互に分析することで、それぞれが必要とする情報を適切に抽出</li> <li>・併せて、それぞれの車や人がとるべき行動を提案</li> </ul> |                | 同左(事故にかかる分析は、高いリアルタイム性を持って実施) | 同左(全ての分析について、高いリアルタイム性を持って実施)  |
| 多種多様かつ大量なデータを統合・解析する「ビッグデータ」 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・様々な状況における、人・モノの移動予測が可能となることで、人・モノに適切な情報・インセンティブの提供による、渋滞の(すく)ない快適な社会の実現</li> <li>・健康データの活用による、自動健康診断から、疾病リスク・感染症発生予測に基づく事前対策など、より健康で居られる社会の実現</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国がシステムの利用者、サービスの提供者となる場合には、実証実験を通じた要求仕様の明確化など主体的取組みをすることを期待</li> </ul>  |   |                |                               |  |

| 重点的に取り組むべき技術分野 |                              |   | パイロットプロジェクト   |  |   |   |
|----------------|------------------------------|---|---|--|---|---|
|                |                              |   | IV 交通事故も渋滞もない社会   |  |   |   |
|                |                              |   | j) 渋滞のない社会  | k) 事故の無い社会   | l) 車の自動運転   |   |
| 技術分野           | 個々の技術                        | 技術トレンド  | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)                                  | ・交通インフラの状況(交通量、信号の状況や通行の可否、路面の状況など)についてリアルタイムに把握し、歩行者や自動車などに、必要な情報を即時に提供   | ・歩行者や自動車は、それぞれの位置や取っている(取る予定である)行動にかかる情報を、周囲の歩行者や自動車に提供<br>・事故に繋がる危険性がある場合には、車の自動停止などの回避行動を自動的に実施 | ・自動車は、提供された情報や、自らに搭載されたセンサーによる情報を元に、速度や進行方向などを自律的に決定(自動運転の実現) |
|                |                              | ⑤ 提示  | 臨場感のある情報の提示   | ・超高精細映像など、映像の解像度、色分解能などの向上により、より臨場感のある情報提示の実現<br>・併せて、音響についても、多様な位置情報センサーシステムが発展することにより、より臨場感のある音響情報提示の実現<br>・立体映像についても、多視点、多人数への対応が進むことにより、容易に活用可能に | ・デファクトスタンダードにより、多様なサービスに多大な影響を及ぼす可能性が高い領域であり、集中的な支援があり得る<br>・普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい   | -   |
|                | 多様なユーザーインターフェイス              | ・メガネ型ディスプレイに代表される新たなユーザーインターフェイスが多種多様に出現<br>・実体験とサイバー空間からの体験を融合した新たな体験の実現<br>・ウェアラブルデバイスや空調などが連携し、振動や温度、痛みなど、多種多様な感覚を刺激することによる、新たな体験の実現<br>・言葉の壁にとらわれることなく、自然な対話により多様な情報にアクセス可能とするユーザーインターフェイスの実現 | ・デファクトスタンダードにより、多様なサービスに多大な影響を及ぼす可能性が高い領域であり、集中的な支援があり得る<br>・普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい | ・車の運転者や歩行者など、提示情報を注視できないことを前提とした、多様なユーザーインターフェイスによる情報の提示   | 同左  | 同左  |
|                | ロボットによる実空間へのアウトプット           | ・ロボット(操作される機器)を用いた、サイバー空間から実空間への影響の直接行使(家から10m離れると自動的にロックされる鍵など)の実現<br>・映像だけでなく、人に類似した形状のロボットを用いた、相手への臨場感の提供の実現   | ・普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい   | ・状況に応じ、自動車そのものが自動対応  | 同左  | 同左  |
|                | ロボットやエージェント技術によるインタラクティブサービス | ・ロボットを用いることで、通信の相手方に対し、高い臨場感の付与の実現<br>・ロボットやエージェント技術を用いることで、満足感の高いサービスの実現   | ・普及のためには、標準化が肝要であり、標準化活動への国の支援が望ましい   | ・車の運転者や歩行者など、提示情報を注視できないことを前提とした、インタラクティブな情報の提示  | 同左  | 同左  |

| 重点的に取り組むべき技術分野 |                            |   |  | パイロットプロジェクト  |  |  |
|----------------|----------------------------|---|--|--|--|--|
|                |                            |   |  | IV 交通事故も渋滞もない社会  |  |  |
|                |                            |   |  | j) 渋滞のない社会   | k) 事故の無い社会   | l) 車の自動運転  |
| 技術分野           | 個々の技術                      | 技術トレンド  | 当該技術にかかる国の取組み<br>(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>交通インフラの状況(交通量、信号の状況や通行の可否、路面の状況など)についてリアルタイムに把握し、歩行者や自動車などに、必要な情報を即時に提供</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>歩行者や自動車は、それぞれの位置や取っている(取る予定である)行動にかかる情報を、周囲の歩行者や自動車に提供</li> <li>事故に繋がる危険性がある場合には、車の自動停止などの回避行動を自動的に実施</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>自動車は、提供された情報や、自らに搭載されたセンサーによる情報を元に、速度や進行方向などを自律的に決定(自動運転の実現)</li> </ul> |
| ⑥<br>サービス構築技術  | 多数のサービスの組み合わせによる豊かなサービスの構築 | <ul style="list-style-type: none"> <li>様々なサービスから利用可能な形態でデータやサービスを提供(オープンデータ、WebRTC、各種API)</li> <li>多様なデバイスで同一のアプリやサービスを利用できるOS、端末フリーサービスの実現</li> <li>様々なモノ同士がインターネットを介して相互に制御しあうネットワーク(Internet of Things)</li> <li>クラウド上で提供されるサービス同士を連携させ、端末上では1つのサービスとして提示(認証連携、HTML5等)</li> <li>政府・自治体のオープンデータ活動の加速</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る</li> <li>認証等にかかる公的機関の役割の検討</li> <li>情報利用ルール/表現ルールの検討</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>カーナビの目的地&amp;経路情報収集による渋滞予測やロードプライシング</li> <li>地域の特性(住民や働く人に関する統計)やイベント情報を取り込んだ渋滞予測やロードプライシング</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>歩行者、自動車、電車等が相互に位置情報などを通信する際に、適切な通信相手を互いの位置や目的地等の情報に基づき選択し、動的にネットワークを構成する技術</li> <li>モバイル端末と車載サーバとの通信技術、相対位置測定技術</li> <li>地域の特性を取り入れたリスク分析とそれに基づく道路インフラの整備、運用</li> <li>過去事故履歴(オープンデータ)に元づく、事故発生頻度の高い場所・時間帯の特定</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>自動運転中の乗員に提供する情報の制御</li> <li>自動運転の様々な用途に対応できるシステムの構築</li> </ul>          |
|                | 科学的アプローチによるサービス設計の高度化      | 本質的な課題や潜在ニーズを捉え適切なサービスを提供するために、高度な知識・経験に左右されず、一般的なSEでも扱えるサービス設計技法を実現  | <ul style="list-style-type: none"> <li>データドリブンな新しいサービス領域において、SI体系化(CMMI等)は未踏領域である。世界に先駆けて確立し世界標準にすることが重要であり、国プロとしての取組みもあり得る。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>サービスの目的に応じた最適なセンサ種別の組み合わせ、最適な分析エンジンを、顧客とインタラクティブに選定する半自動設計</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>サービスの目的に応じた最適なセンサ種別の組み合わせ、最適な分析エンジンを、顧客とインタラクティブに選定する半自動設計</li> </ul>   | -  |
|                | データ分析専門家によるサービスの多産化        | <ul style="list-style-type: none"> <li>データ分析サービス構築のボトルネックである「専門家の不足」や「長いリードタイム」を解決するために、学習期間や現調期間の短縮、センサ配置の最適化、過去の案件の形式知化および活用、を実現</li> </ul>   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>収集するデータの選別や収集頻度など構築時のカスタマイズパラメータについて、類似案件から自動的に類推・適用</li> <li>事前学習を実現するための訓練データ生成</li> </ul>            | 同左   | -  |

| 重点的に取り組むべき技術分野                 |                                      | 技術分野   | 個々の技術  | 技術トレンド  | 当該技術にかかる国の取組み(基礎技術の研究開発については、領域を問わず、国としての支援・国立研究開発法人による取組みが必要)  | パイロットプロジェクト   |            |           |
|--------------------------------|--------------------------------------|--|--|---|---|---|------------|-----------|
|                                |                                      |  |  |   |   | IV 交通事故も渋滞もない社会   |            |           |
|                                |                                      |  |  |   |   | j) 渋滞のない社会  | k) 事故の無い社会 | l) 車の自動運転 |
| ⑦<br>情報セキュリティ<br>(安心安全なICTの実現) | 情報の取得から提供まで、一貫した認証の提供                | <ul style="list-style-type: none"> <li>多様な通信環境において、適切な本人確認技術の実現</li> <li>証明書等の発行・無効化に関する公的な保証の確立</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る</li> <li>証明書等にかかる公的機関の役割の検討</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>交通インフラの状況(交通量、信号の状況や通行の可否、路面の状況など)についてリアルタイムに把握し、歩行者や自動車などに、必要な情報を即時に提供</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>歩行者や自動車は、それぞれの位置や取っている(取る予定である)行動にかかる情報を、周囲の歩行者や自動車に提供</li> <li>事故に繋がる危険性がある場合には、車の自動停止などの回避行動を自動的に実施</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>自動車は、提供された情報や、自らに搭載されたセンサーによる情報を元に、速度や進行方向などを自律的に決定(自動運転の実現)</li> </ul>  |            |           |
|                                | 情報の改ざんや漏洩を防ぐとともに、情報の完全性を証明           | <ul style="list-style-type: none"> <li>より強固な、暗号技術(伝送時用及び保存時用)の実現</li> <li>現状の暗号と同等の強固さを維持しつつ、より軽い暗号技術(同上)の実現</li> <li>原理的に盗聴・傍受が不可能となる、量子鍵配送技術の実現(ファイバー/空間)</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る</li> </ul>  |   |   |   |            |           |
|                                | 故意の妨害行為や、操作過誤からシステム・サービスを守るフェイルセーフ技術 | <ul style="list-style-type: none"> <li>サイバー攻撃の悪影響を排除すべく、情報通信システムの高度化</li> <li>システムの異常検知技術、事故からの復旧技術などの高度化</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>センサーデータを窃取されないための技術</li> <li>伝送経路において、センサーデータを改ざんされない技術</li> <li>保存しているデータを改ざんされない技術</li> <li>保存しているデータを喪失しない技術</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>センサーデータを窃取されないための技術</li> <li>伝送経路において、センサーデータを改ざんされない技術</li> <li>保存しているデータを改ざんされない技術</li> <li>保存しているデータを喪失しない技術</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>センサーデータを窃取されないための技術</li> <li>伝送経路において、センサーデータを改ざんされない技術</li> <li>保存しているデータを改ざんされない技術</li> <li>保存しているデータを喪失しない技術</li> </ul> |            |           |
|                                | 個々の技術及びトータルシステムに対する安全性の客観的な評価        | <ul style="list-style-type: none"> <li>個々の技術に対する評価・認証の実現</li> <li>様々な技術を統合した機器やシステムの解析・評価システムの実現</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る</li> <li>認証等にかかる公的機関の役割の検討</li> </ul>                     |   |   |   |            |           |
|                                | プライバシーを含む情報保護                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>情報提供者が期待する情報を保護する技術の実現</li> <li>情報の保護にかかる機器やシステムの認証の実現</li> <li>情報活用とプライバシー保護を両立するデータ取り扱いルールの確立</li> <li>これらにより、情報のオープン化も容易に</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>社会の要求水準と比して、利用可能な技術水準が劣る場合、国プロとしての取組みもありうる</li> <li>更に国も利用者である中、将来自らが利用することを念頭に、国プロとしての取組みもあり得る</li> <li>認証等にかかる公的機関の役割の検討</li> <li>情報利用ルールの検討</li> </ul> |   |   |   |            |           |

## 参考資料

1. 諮問書
2. 情報通信審議会 情報通信政策部会 イノベーション創出委員会 構成員名簿
3. 審議経過

1. 諮問書

諮 問 第 1 9 号  
平成25年1月18日

情報通信審議会会長 殿

総務大臣 新藤 義孝

諮 問 書

下記について、別紙により諮問する。

記

イノベーション創出実現に向けた情報通信技術政策の在り方

諮問第 19 号

イノベーション創出実現に向けた情報通信技術政策の在り方

1 諮問理由

現在、研究開発等による成果を社会経済変革（イノベーション）につなげることが強く求められており、政府全体として、それを実現するための新たな仕組みづくりへ向けて動きつつある。

このような中、ICT産業は全産業の名目国内生産額合計の約 1 割を占めかつ全産業に密接に関連しており、国全体として情報通信技術の確保・維持が重要である。

このためには、官民の研究開発能力を結集し、我が国が強みを発揮すべき技術分野を見定め、社会実装に確実につなげるよう、公的な予算・人材を重点投資するとともに、産学連携の強化や外部の資金・人材の活用など、我が国全体の力の結集を促す仕組みの構築などを通じて、イノベーション創出を実現していくことが求められる。

以上を踏まえ、2020年頃までを視野に入れ、具体的なパイロットプロジェクト案を含めた、イノベーション創出実現に向けた情報通信技術政策の在り方について、情報通信審議会に諮問する。

2 答申を希望する事項

- (1) 官民の研究開発能力を結集し、我が国が強みを発揮すべき技術分野
- (2) 研究開発成果をイノベーション創出につなげるために必要な取組及び取組体制
- (3) 上記を踏まえた、具体的なパイロットプロジェクト案
- (4) その他必要と考えられる事項

3 答申を希望する時期

平成 26 年 7 月目途（平成 25 年 7 月目途に第一次答申）

4 答申が得られた時の行政上の措置

今後の情報通信行政の推進に資する。

2 情報通信審議会 情報通信政策部会 イノベーション創出委員会 構成員名簿

|        |        |                                       |
|--------|--------|---------------------------------------|
| 主査委員   | 徳田 英幸  | 慶應義塾大学大学院<br>政策・メディア研究科委員長・環境情報学部 教授  |
| 主査代理委員 | 藤沢 久美  | シンクタンク・ソフィアバンク 代表                     |
| 委員     | 石戸奈々子  | NPO法人CANVAS 理事長                       |
| 〃      | 近藤 則子  | 老テク研究会 事務局長                           |
| 〃      | 知野 恵子  | 読売新聞東京本社 編集委員                         |
| 〃      | 根本 香絵  | 国立情報学研究所 情報学プリンシプル研究系 教授              |
| 〃      | 廣崎 隆太郎 | 日本電気株式会社 特別顧問                         |
| 〃      | 吉田 進   | 京都大学 特任教授・名誉教授<br>元 一般社団法人電子情報通信学会 会長 |
| 専門委員   | 浅羽登志也  | 株式会社IIJ イノベーションインスティテュート<br>代表取締役社長   |
| 〃      | 石川 正俊  | 東京大学 情報理工学系研究科 教授                     |
| 〃      | 大島 まり  | 東京大学大学院情報学環／東京大学生産技術研究所 教授            |
| 〃      | 大久保 明  | 独立行政法人情報通信研究機構 理事                     |
| 〃      | 佐々木 繁  | 株式会社富士通研究所 常務取締役                      |
| 〃      | 篠原 弘道  | 日本電信電話株式会社 常務取締役 研究企画部門長              |
| 〃      | 島田啓一郎  | ソニー株式会社 業務執行役員 SVP 中長期技術担当<br>技術渉外担当  |
| 〃      | 嶋谷 吉治  | KDDI株式会社 取締役執行役員専務 技術統括本部長            |
| 〃      | 津田 信哉  | パナソニック株式会社 R&D本部 全社CTO室長              |
| 〃      | 西田 直人  | 株式会社東芝 執行役上席常務                        |
| 〃      | 濱田 隆徳  | 野村證券株式会社 金融公共公益法人部 次長                 |
| 〃      | 平田 康夫  | 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 代表取締役社長             |
| 〃      | 別所 直哉  | ヤフー株式会社 執行役員 社長室長                     |
| 〃      | 山本 哲也  | 株式会社東京大学エッジキャピタル<br>取締役 ジェネラルパートナー    |

オブザーバ

|       |                          |
|-------|--------------------------|
| 田中 宏  | 内閣府 政策統括官（科学技術担当）付 参事官   |
| 下間 康行 | 文部科学省 研究振興局 参事官（情報担当）    |
| 松尾 元  | 農林水産省 農林水産技術会議事務局 技術政策課長 |
| 渡邊 昇治 | 経済産業省 産業技術環境局 研究開発課長     |
| 田村 秀夫 | 国土交通省 大臣官房 技術調査課長        |
| 吉川 和身 | 環境省 総合環境政策局 総務課 環境研究技術室長 |

### 3 開催経緯

平成25年1月18日 第26回総会にて諮問  
第40回情報通信政策部会にてイノベーション創出委員会に付託

平成25年2月14日 第1回 イノベーション創出委員会

- (1) イノベーション創出委員会の設置及び運営等について
- (2) 情報通信技術を取り巻く背景について
- (3) ICT研究開発のイノベーション創出につなげる仕組みの検討及び平成25年度研究開発における試行的取組み等について
- (4) フリーディスカッション

平成25年3月5日 第2回 イノベーション創出委員会

- (1) 構成員からのプレゼンテーション
- (2) フリーディスカッション

平成25年3月28日 第3回 イノベーション創出委員会

- (1) 構成員からのプレゼンテーション
- (2) フリーディスカッション

平成25年4月2日 第4回 イノベーション創出委員会

- (1) 構成員からのプレゼンテーション
- (2) フリーディスカッション

平成25年4月19日 第5回 イノベーション創出委員会

- (1) ICT成長戦略会議の状況について
- (2) 情報通信分野における技術ロードマップについて
- (3) ICT分野におけるイノベーション創出に向けた仕組みに関する提案募集結果
- (4) 構成員及び外部有識者からのプレゼンテーション
- (5) フリーディスカッション

平成25年4月26日 第6回 イノベーション創出委員会

- (1) 論点整理

平成25年5月10日 第7回 イノベーション創出委員会

- (1) 中間取りまとめ骨子(案)について

平成25年5月15日 第41回 情報通信政策部会にて検討状況報告

平成25年5月21日 第8回 イノベーション創出委員会

- (1) 情報通信政策部会(第41回)の概要及び示された意見について
- (2) 中間取りまとめ(案)について

平成25年6月25日 第9回 イノベーション創出委員会

- (1) 中間とりまとめ(案)に対する意見募集の結果について
- (2) イノベーション創出委員会中間報告書(案)について

平成25年6月28日 第42回 情報通信政策部会にて中間報告書(案)の報告

平成25年7月5日 第29回 総会にて中間答申

平成25年12月27日 第10回 イノベーション創出委員会

- (1) 最終答申に向けた検討の進め方について
- (2) 中間答申を踏まえた取組状況について
- (3) 研究開発法人にかかる制度の検討状況について

平成26年1月23日 第11回 イノベーション創出委員会

- (1) 今後取り組むべき課題について

平成26年2月18日 第12回 イノベーション創出委員会

- (1) 研究開発のシステム改革に向けた取組みについて
- (2) 今後取り組むべき技術課題について

平成26年3月25日 第13回 イノベーション創出委員会

- (1) 最終とりまとめに向けた論点整理について
- (2) 今後重点的に取り組むべき技術分野について

平成26年4月11日 第14回 イノベーション創出委員会

- (1) 戦略的な国際共同研究に対する調査結果について
- (2) 「独創的な人向け特別枠」及び「ビジネスモデル実証フェーズ」の取組み状況について
- (3) 最終取りまとめ骨子案について

平成26年5月20日 第15回 イノベーション創出委員会

- (1) 最終取りまとめ案について

平成26年6月13日 第16回 イノベーション創出委員会

- (1) 研究開発のシステム改革に向けた取組みについて (最終報)
- (2) 最終とりまとめ (案) に対する意見募集の結果について
- (3) イノベーション創出委員会最終報告書 (案) について

