

科学技術による社会変革への展望

科学技術振興機構 研究開発戦略センター システム・情報科学技術ユニット

2015 年 8 月 19 日

目次

Executive Summary

1. 情報科学技術の進展とその役割の変遷
2. 提言施策が影響を及ぼす重点的な対象
3. 科学技術施策の基本概念
4. 具体的な 6 つの科学技術施策
 - (施策 1) 機能のエコシステムを実現する社会サービスプラットフォームの実現
 - (施策 2) 科学技術の社会適用橋渡し基盤
 - (施策 3) 社会適用のフィードバックの科学と実践
 - (施策 4) 革新的 e-サイエンス統合プラットフォーム
 - (施策 5) 戦略的科学技術研究事業
 - (施策 6) 革新的フロンティア開拓萌芽研究
5. 各施策のインパクトと研究課題のサマリー
6. 社会適用のためのサービスプラットフォーム施策の詳細
7. 社会・人文科学との連携により進める政策課題
8. 参考文献

Appendix 1. 「REALITY2.0」の世界をめざして

Appendix 2. 社会適用のためのサービスプラットフォームの詳細

Appendix 3. (施策 4) e-サイエンス統合プラットフォームの詳細

Appendix 4. (施策 5) 次世代戦略事業プログラム研究課題

Appendix 5. (施策 6) 戦略的萌芽的研究プログラムの研究課題

Appendix 6. NSF の I-Corps プログラム

Appendix 7. 提言のサマリー

Executive Summary

本レポートは、第5期科学技術基本計画が目指す「超スマート社会」に向けて、我が国の科学技術施策による社会変革の展望について述べるものである。とくに近年の情報科学技術の進展は、社会構造、産業構造、研究開発に革新的な変化をもたらすだろう。そのために必要な施策案について述べる。

今日、情報科学技術の進展は目覚ましく、その高度化と社会への普及はあっという間に進んでいる状況にある。データ処理技術や通信技術の進展とともに、ネットワークへ接続される機器の数が増大し、2020年には500億端末に上るといわれている。これに伴い、IoT、M2Mといった技術やクラウド環境の整備が進み、モノのデータをサイバー空間上で収集・分析し、その結果をもとに物理世界をアクチュエートする（影響を与える、作用する）といった一連のサイクルが実現可能となっている。

これにより、ビジネスの手法、考え方も変わってきている。これまでは、モノに付随する形で価値が提供されてきたが、モノを通じたサービスによって価値が提供されるようになってきた。また、サービスの提供に主眼を置き、多様な機能を組み合わせてシステムを構成する、SOA（Service Oriented Architecture）といった新たな概念に基づいたビジネスが展開され始めている。

こうした情報科学技術の進展を背景に、社会・経済インパクトを強力に引き起こすイニシアティブが出現している。機器の運用保守や効率化、新たな価値創造を目指すGEのIndustrial Internetや、機器間から工場間までを連携させ製造業の変革を狙うドイツのIndustrie 4.0はその顕著な例である。

こうした変化は社会、生活の場でも起きている。例えば、スマートフォンやPCを通じてインターネットに接続する人口は2015年には55億人、SNS利用者は2017年には23億人に上るとされ、コミュニケーションの基盤が物理社会からサイバー空間上へと広がりつつある。

このように、社会のあらゆる面でサイバー化が進展し、その結果、物理社会とサイバー空間の融合・一体化した超サイバー社会、「REALITY2.0」（第2章参照）が出現し、巨大なイノベーションが生まれるとともに、既存の価値観、社会規範が変貌していく可能性がある。そのため、科学技術施策が、従来の分野別研究の掘り下げの強化にとどまるのではなく、科学技術を適切に、タイムリーに、効率よく社会に適用する仕組みを確立する事が肝要になる。それが、社会における機能をエコシステムとしてそろえ、必要に応じて動的に機能群を提供していくサービスプラットフォームの確立が望まれる。このサービスプラットフォームの共通基盤技術を確立することで、科学技術の社会適用が

促進されるとともに、新しい産業群を生み出す構造を社会に構築できる。この世界感が「RELITY2.0」である。そのため、今こそ、人文・社会科学と一体的に「REALITY2.0」に向けた科学技術政策的手段を打たなくてはならない。

具体的には、次の4つの層に分類される6つの施策である。

I. 科学技術の社会適用の層

(施策1) 機能のエコシステムを実現する社会サービスプラットフォームの実現

(施策2) 科学技術の社会適用橋渡し基盤

(施策3) 社会適用のフィードバックの科学と実践

II. 革新的e-サイエンス統合プラットフォームの層

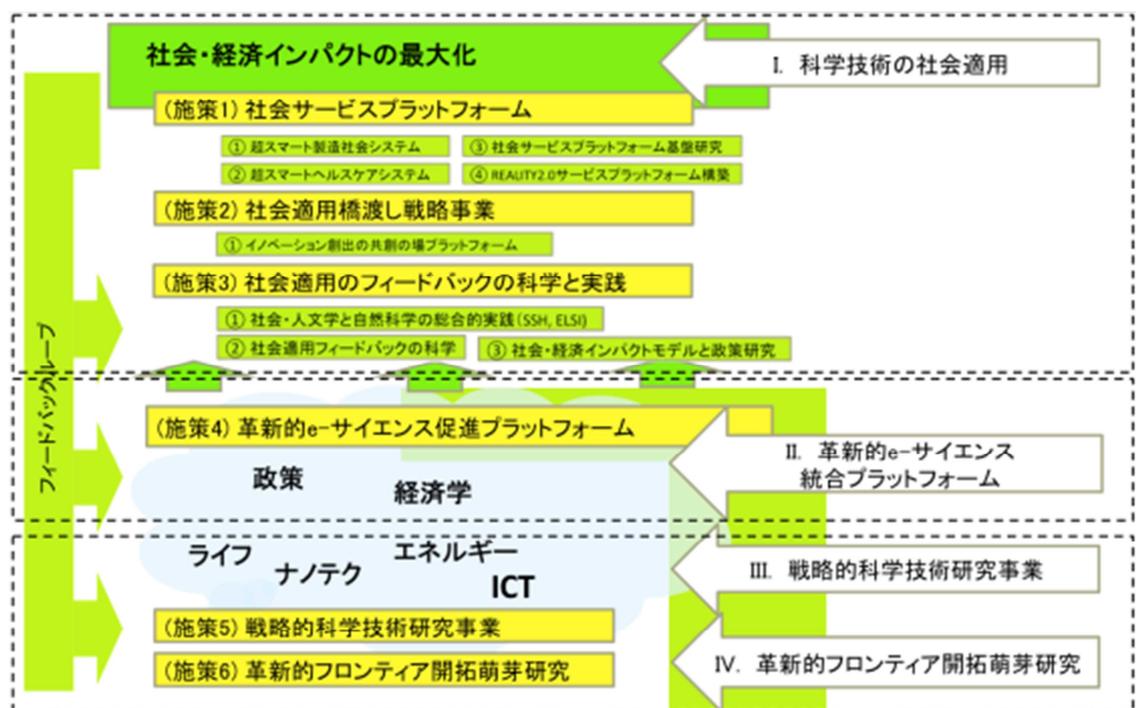
(施策4) 革新的e-サイエンス統合プラットフォーム

III. 戦略的科学技術研究事業の層

(施策5) 戦略的科学技術研究事業

IV. 革新的フロンティア開拓萌芽研究の層

(施策6) 革新的フロンティア開拓萌芽研究



(以上)

1. 情報科学技術の進展とその役割の変遷

(A) 情報科学技術の進展

1年半から2年毎に半導体の集積度が2倍になるというムーアの法則が1965年に提唱されて以来、過去50年にわたるコンピューターの年率70%の性能向上、価格低減のもたらした影響は劇的なものであった。最も大きな変化は、価値の所在の変化である。つまり、価値が従来のモノの世界から、モノと融合したサービスに移ってきた。インターネットの登場とともに、様々なサービスがネットワーク越しに提供されるサービスモデルに変化していった。サービスデリバリープラットフォームとしてのクラウドコンピューティングや、サービスを介して得られる多量のデータの処理、解析技術がビッグデータとして進展している。そして、機器やシステムの智能化(スマート化)が人工知能の発展とともに一気に進む状況になっている[1]。

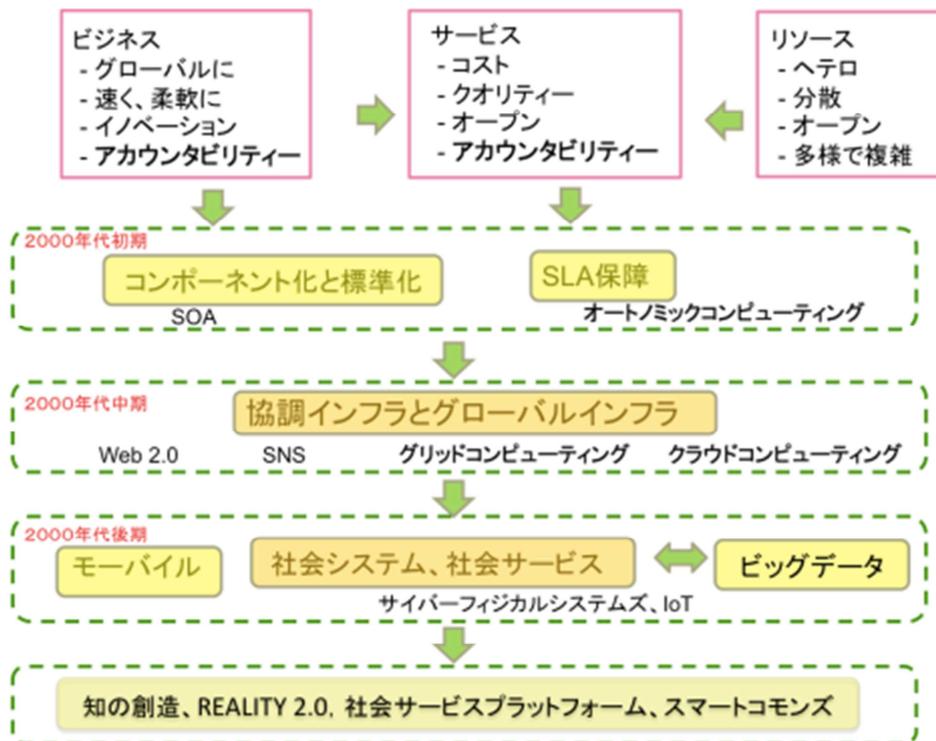


図1 情報科学技術の進展

(B) 情報科学技術の役割と対象分野

情報技術の近来、引き続いてきた指数関数的な成長により、その役割が従来のビジネスのクリティカルインフラとしての機能(第1段階)から社会のクリティカルインフラ

としての機能（第2段階）、そして、森羅万象（人間、機械、モノ）の融合による価値創造段階（第3段階）へと進みつつある。（図2参照）

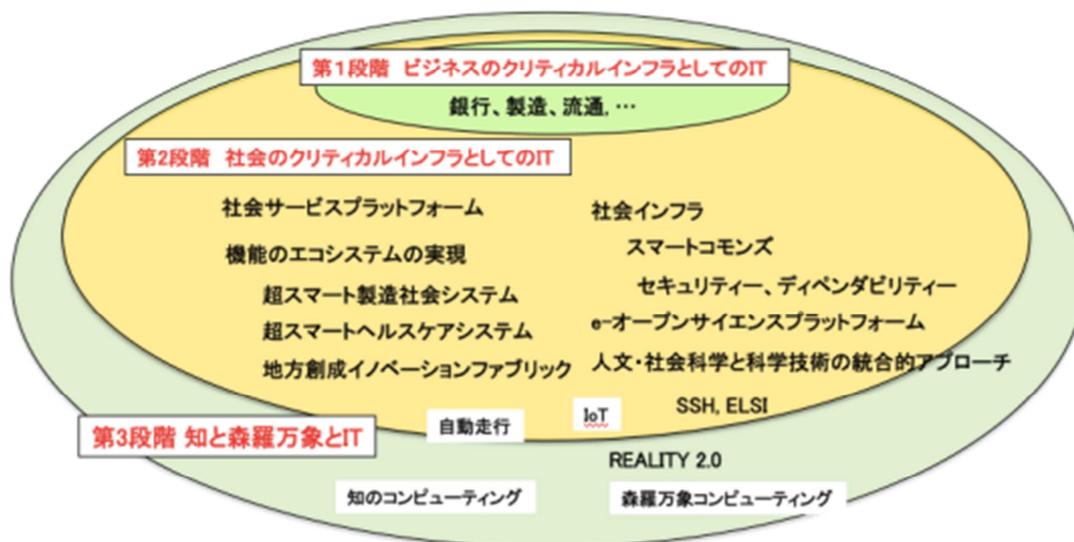


図2 情報科学技術の役割の変遷

最も重要なのは、第1段階から第2段階への変化は、確実にこの5年以内で進んでいくことである。これは情報技術の進展だけで実現される訳ではなく「科学技術の社会適用の科学」と政策を同時に確立しなければ実現できない。この第2段階を成功させることによって、社会コストの大幅な低減による財政の健全化、さらに、新規産業や新規ビジネスの加速が期待される。重要なのは、現時点が、これらにより国力や社会の成長の可能性（成熟度、幸福度等）に決定的な差が生じる分岐点であることである。その意味で、情報技術と社会の成果を手に入れられるかどうかの政策実現の時期は Point of no return を迎えていると言えるであろう。つまり、待ったなしの状態である。

さらに、第3段階の知、森羅万象、人類にわたる科学技術の挑戦は、端緒についたばかりである。世界でもこの方向への努力が始まっている。この分野の萌芽的研究を戦略的に行うことによって、我が国を新しい科学技術分野のフロントランナーとして位置づける事ができる。

2. 提言施策が影響を及ぼす重点的な対象

この節では当提言が重点的に対象とする領域を記述する。図3.1は、Industrie 4.0において、科学技術の成熟度に対する産業領域の位置づけがどのように変わりうるかを

示したものである。価値の源泉がモノの世界からサービスの世界に移ることやオープンなプラットフォームなどの形態を取っているかなどが鍵になる。

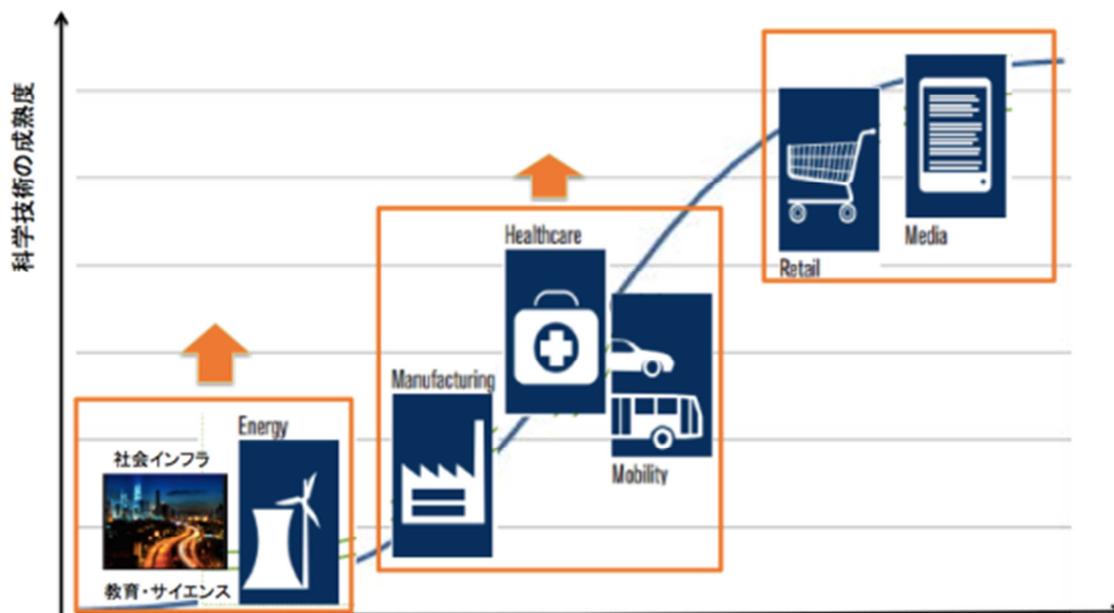


図 3.1 科学技術の成熟度とこれからの革新が起きる分野

その意味で、科学技術の成熟度がまだ十分ではなかった産業領域（製造業、ヘルスケア、流通、地方自治など）やエネルギー、社会インフラの分野において、科学技術の社会適用サービスプラットフォームの実現により、革新を起こし、社会コストの大幅な削減や新しい産業、雇用を生み出す。さらに機能のエコシステムを社会的に実現することによるインパクトや現場での効率性や生産性の向上が期待できる。例えば、ドメイン毎に社会コスト（社会的費用）の数 10%の削減などである。このように大きく影響を受ける分野としては、教育、サイエンス、政策、Funding Agency などもあるだろう。

さらに、図 3.2 のように、従来、科学技術の社会適用がまだ進んでいなかった分野や人や組織に焦点をあて、この領域の人や組織の質を向上し、新たなサービスの創出とこころ豊かな社会を実現する。先進的な大企業や企業グループにおいては、先端的技術者群、豊富な資金などを背景に先進的な情報技術への投資と応用によって、構造革新やイノベーションの促進を迅速に行ってきた。しかし、多くの大企業や企業グループ、そして、社会・産業を支えてきたマジョリティーの層（中小企業、地方自治体、教育機関）などは、このような科学技術の革新の適用から取り残されてきた。これは職種についてもいえる。例えば、看護師、介護士、ヘルパー、建設作業員等である。これらの層は、日々の細分化された個別活動に従事している。しかし、これらの職種では、統合的サー

ビス（ファイナンス、社会的保証、教育、仕事斡旋、保険、評価など）が提供されにくく、社会的・経済的にも機会損失が発生している。



図 3.2 科学技術の社会適用の度合いからみた成長分野

そのため、クラウドコンピューティングなどで実現されるプラットフォームにある領域の人や組織（自治体、中小企業、製造業、ヘルパー、建設作業員）を束ねる事により、その層に必要な機能を共通サービスとしてプラットフォームとして提供していく。このことによって、機能の標準化にともなうプロセスやデータの標準化、質の高度化、新たなサービスの創出などが促進されていくことになる。さらに、データがプラットフォームを通して蓄積され、ビッグデータの解析と最適化とサービスの向上、ひいては地位の向上が図られる。

3. 科学技術施策の基本概念

現在、急速に発展する科学技術の進歩を担保しながら、その社会適用をタイムリーに適切に行い、さまざまな社会課題の解決に寄与する事が求められている。そのために、社会適用の科学の確立とその実践、フィードバック、そのための政策、制度設計、社会受容性、アカウントビリティを担保するための社会システムを自然科学と人文・社会科学と一体となって形成しなければならない。そのような観点から科学技術による社会・経済インパクトを最大化するために科学技術施策の基本概念を下の図 4 の 4 つの層として考える。

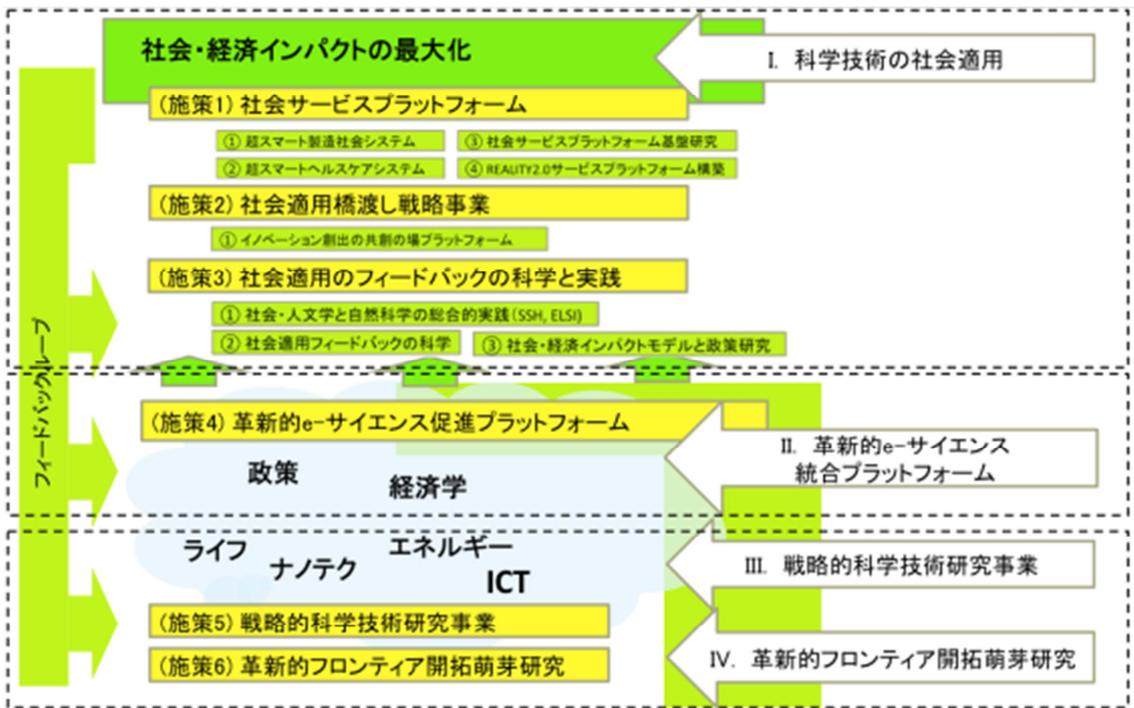


図4 情報科学技術の施策の位置づけ

つまり、

- I. 社会・経済インパクトを最大化する社会適用の科学と実践、
- II. R&Dを革新的に促進するe-サイエンス統合プラットフォーム、
- III. 科学技術そのものに関する戦略的研究、
- IV. 科学技術のフロンティアを開拓する戦略的萌芽研究の層からなる。

IとIIの層は統合化の層、IIIとIVは要素技術の層といえる。さらに、Iの社会適用の科学と実践の層からのフィードバックループが各層にもたらされる事が要となっている。

4. 科学技術施策の位置づけ

図4に示される I. 科学技術の社会適用、II. 革新的 e-サイエンス統合プラットフォーム、III. 戦略的科学技術研究事業、IV. 革新的フロンティア開拓萌芽研究の各層での施策を述べる。

Iの科学技術の社会適用の層では、科学技術の社会適用の仕組みを確立し、社会、産業、生活の構造の革新的変化を起こし、誰もが科学技術のイノベーションを享受できる社会構造を創出する。つまり、この層は、社会適用の科学を追究するものである。この層は、次の3つの施策から成り立つ。

I. 科学技術の社会適用の層

(施策1) 機能のエコシステムを実現する社会サービスプラットフォームの実現

(施策2) 科学技術の社会適用橋渡し基盤

(施策3) 社会適用のフィードバックの科学と実践

(施策1)の社会サービスプラットフォームについては、いきなり社会全般にわたる統一的なサービスプラットフォームの構築を目指すのではなく、ドメイン(超スマート製造社会システム [7]、 超スマートヘルスケアシステムなど)ごとにサービスプラットフォーム構築事業から進めるのが現実的である。このとき、各社会システムを種々のポイントソリューションの寄せ集めといったボトムアップのアプローチをとるのではなく、トップダウンに目標を定めて実行するようなプログラムが必要である。例えば、あるドメインの社会コストを10%下げるといようなマイルストーンと目標を決めた統合的プロジェクトの実行などである。このようなアプローチは、Performance-Based Research Funding System (PRFS)のように近年議論されている[13、14]。そのとき、納得の得られる社会コストやインパクトをどのように設定し、計測するのも視野にいれなければならない。そして、このドメイン毎のサービスプラットフォームも将来の統合化された社会サービスプラットフォームのために、共通のアーキテクチャーをもったプラットフォームとして設計・構築される必要がある。これが 社会サービスプラットフォーム基盤研究の成果として提供されるものである。さらに の実現を図る REALITY2.0 サービスプラットフォーム構築が必要である。この と のサービスプラットフォーム基盤技術が施策1の各ドメイン毎のプラットフォームや下記の施策2の社会サービスプラットフォームや、施策4のe-サイエンス統合プラット

フォーム構築の際の共通基盤技術となる。このことによって、様々なサービスプラットフォームが共通の仕組みを持つことで、将来の統合化や解析や国の施策の適用などがはるかに簡単になる事が期待される。

(施策2)の科学技術の社会適用橋渡し基盤については、地方創成もにらんだ社会適用に向けた産・学・官の個人、組織の融合的ネットワーク(ファブリック¹)を構成しイノベーションを促進するイノベーション創出の共創の場プラットフォームの構築がある。このプラットフォームでは、さらに、アイデア、技術、実証、ビジネスに向かう一連のプロセスを機能のエコシステムとして提供する。このことによって、科学技術の社会適用に優れた人材の育成にもつながる。

(施策3)の社会適用のフィードバックの科学と実践では、科学技術の社会・経済へのインパクトのモデル構築と継続的改変によって、科学技術投資の社会に対するアカウントビリティーを担保し、インパクトを最大化するための政策研究を行う社会・経済インパクトモデルと政策研究が必要である。さらに、(施策1)、(施策2)の社会適用に対するフィードバックループを確立し、科学技術の社会適用施策の社会に対するアカウントビリティーを担保する。このための社会適用フィードバックの科学の促進を行う。社会適用には必ず負の側面がでてくる。情報操作、制度、法における変化の時定数と自然科学の変化の時定数の極端な差がもたらす不利益²、不合理、グローバルな性格を持った自然科学の性質と、社会・経済というローカルな場のギャップから生ずる、不利益、不合理など戦略的に研究されなければならない。さらに、データが資源となる時代において、データや解析技術・インフラを持つもの持たざるものの格差が社会、組、個人の間で歴然としてくる。このとき、情報操作、セキュリティ、プライバシー、レジリエンシーの実践的研究や、この格差を利用することによる社会的不合理を回避する施策が必須になる。また、社会適用のための制度、法、プラットフォームの社会的・経済的インパクトのモデルとその測定、改変、情報操作、防止の施策、レジリエンシーなど社会適用のためのアカウントビリティーを担保し、社会のリスクコントロールも行うものである。近年、大規模なデータと実証実験や大規模投資や先端的技術の集中投資を伴う事業(e.g. 薬開発、情報産業における大衆向けコンテンツサービス)などでは、

¹ ここで、ファブリックと呼んでいるのは、いろいろな地方や場所、状況で展開されるプラットフォームを統合的に連携させるものである。

² つまり、科学技術の進展のスピードに対して、社会制度、法の変化は遅い。また、新しい考え方(例えば、サービス化やシェアリングエコノミーなど)の社会的受容も遅いと考えられる。すると、これらの差がデジタルディバイドや持つ者、持たざる者の格差を極端に生み出す可能性がある。

情報を持つモノからの主張、標準化、情報操作等に対するエビデンスに基づいた対抗策を打つのが難しくなっている。この事が国や社会や産業の将来の見えない損失として大きなリスクとなってきた。このような事態への科学的アプローチを目指すものである。

さらに、自然科学の社会・組織・個人に対する影響はますます拡大していく。このとき、人文・社会科学の分野と自然科学の分野の人たちが、共同の場を持ち、社会に対する信頼できる指針、考え方、問題の共有を図って行く必要がある。そのような場を作るのが 人文・社会科学と自然科学の総合的実践(SSH(Social Sciences and Humanities) ELSI(Ethics, Legal and Societal Issues)) [8]である。また、社会・個人・組織が科学の成果をうまく取り込み、成熟度の高い賢い存在になるために、ヒューマニティーによる観点で次世代の育成、社会適用施策を考えていく場にもしていくことができる。

施策1と施策2が究極のREALITY2.0の世界でどのように実現されるかは第6章で詳述する。これらの施策によって、従来の我が国の安心、安全、安定といった価値に、科学技術のイノベーションの恩恵を社会すみずみまで蒙る構造を実現する。

第II層は、科学技術の促進を革新的に担保する創造プロセスであり、(施策4)革新的e-サイエンス統合プラットフォームの形で実現する。これは、情報科学技術のプラットフォームの考え方、情報解析、センサー技術、計算能力などの飛躍的向上に伴い、様々な分野の科学技術分野の研究を革新的に促進するものである。さらに、データ共有、共同研究のあり方もオープンサイエンスの形で世界的に多くの成果を生み出している。このように、R&Dのためのプラットフォームを提供することによる、イノベーションの加速、研究資源の最適化を図るものである。

第III層は、各科学技術分野のコアリサーチを支え、(施策5)戦略的科学技術研究事業として実現される。

第IV層では、(施策6)革新的フロンティア開拓萌芽研究への焦点によって、我が国が知のフロントランナーとして位置づけられる知の創造、社会助言サービスシステムを確立する。この施策は、図2の第3段階の知、森羅万象、人類に対する貢献を図るものである。ヒューマニティーに根ざした知のコンピューティング(Wisdom Computing)、森羅万象コンピューティングなどによる知の創造、REALITY2.0の世界の実現を目指す

ものである。このことによって、個人、社会、人類が賢く生きていく指針を得るものである。

5. 各施策のインパクトと研究課題のサマリー

これらの6つの施策とサブプロジェクト群についてのロードマップとインパクトを図5と図6に示している。(施策5)と(施策6)については、ITの分野を記述している。

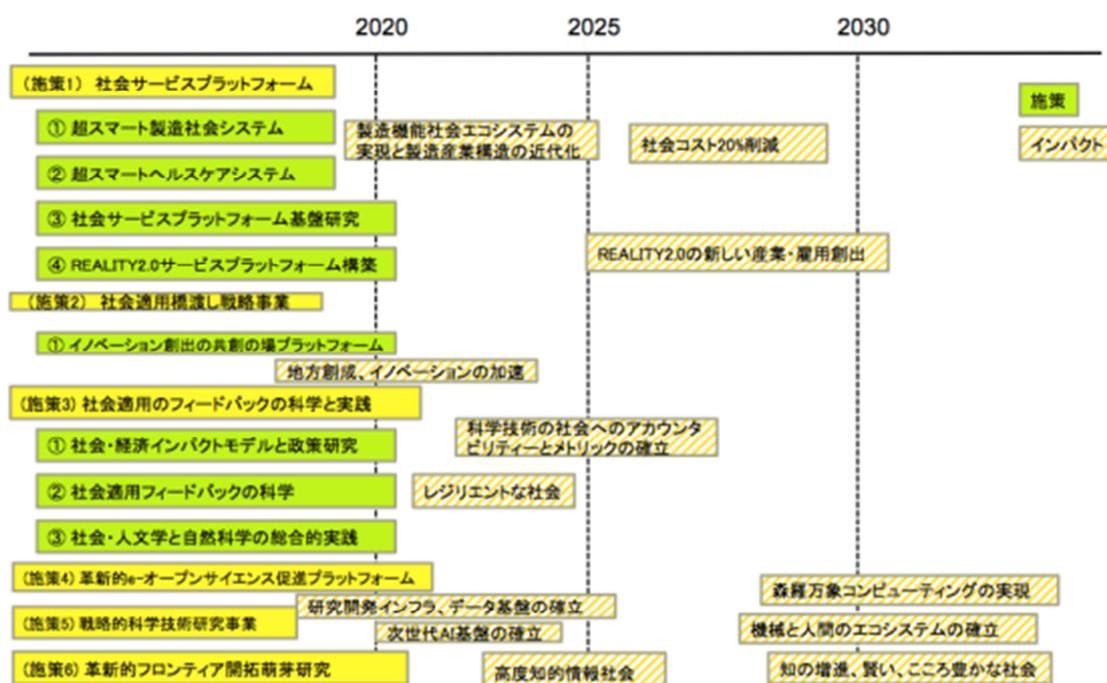


図5 各施策のサブプロジェクトのロードマップと期待されるインパクトの時期

各施策のインパクトのサマリーを図6に示している。

1. 科学技術の社会適用の層について言えば、

(施策1) 機能のエコシステムを実現する社会サービスプラットフォームの実現

(施策2) 科学技術の社会適用橋渡し基盤

(施策3) 社会適用のフィードバックの科学と実践

を実施することによるインパクトを挙げると次のようなものがあるだろう。

- (ア) 社会コストの20%低減（ヘルスケア、物流、エネルギーなど）
- (イ) 50%の新しい雇用創造
- (ウ) 賢い社会インフラの実現（スマートコモンズ）
- (エ) 賢い判断と選択のできる社会のための助言サービスの実現
- (オ) 機械と人間の新しい関係の創出する科学と産業
- (カ) 新しい学問領域の創出（人間、社会の認知、受容、市場の科学）
- (キ) 社会・経済インパクト経済モデルの実現
- (ク) ヒューマニティーにもとづいた新しい科学アプローチ

さらに、これらの層の研究課題について見ると次のものがあるだろう。科学技術の社会適用の科学と実践については、近年、急速に焦点が当たってきた領域である。従来の確立された研究領域の細分化する研究ではなく、統合化社会受容、行動変容、インパクト創出といった新しい科学が必要である。さらに、サービスプラットフォームの新しい概念に伴う研究も開拓されなければならない。下記に述べるような新たな研究分野が期待される。

一例を挙げれば、次のような研究領域が考えられる。

- (ア) 社会コストの見える化と最適化
- (イ) Software Defined Societyの研究
- (ウ) REALITY2.0でのアイデンティティー、セキュリティ、プライバシーの概念の確立とその研究
- (エ) 50%の新しい雇用創造のための研究
- (オ) 賢い社会インフラの実現（スマートコモンズ）
- (カ) 賢い判断と選択のできる社会のための助言サービスの実現
- (キ) 機械と人間の新しい関係の創出する科学と産業
- (ク) REALITY2.0時代での社会・経済インパクト経済モデルの研究

第II層の革新的e-サイエンス統合プラットフォームについていえば、

- (ア) 分野融合による革新的な材料、薬の開発，適用
- (イ) 共有研究基盤（計算インフラ、データ、機能分化，知材）による研究の加速と社会適用の短縮化

研究にとって必要な共通機能の集約、共有化による研究促進が期待できる。共通機能として、計算インフラ、データインフラ、エンジニアリング、知材、ファイナンス、ビジネス化、プロトタイプ作成などがある。

- (ウ) 新しい分野横断的な研究領域
- (エ) SSH, ELSI が組み入れられた研究戦略と実行
- (オ) 研究の適正な実行に関するガイドラインの効果的運用

研究課題についてみると Material Informatics、Life Informatics、共有研究基盤構築（計算インフラ、データ、機能分化）、新しいオープンデータプラットフォーム、メタデータ、LOD、SSH, ELSI が組み入れられた研究戦略と実行等があるだろう。

(施策1) 社会サービスプラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> • 社会コストの20%低減（ヘルスケア、物流、エネルギー） • 50%の新しい雇用創造 • 地方創成イノベーション • 賢い社会インフラの実現（スマートコモンズ） • 賢い判断と選択のできる社会のための助言サービスの実現 • 機械と人間の新しい関係の創出する科学と産業 • 新しい学問領域の創出（人間、社会の認知、受容、市場の科学） • 社会・経済インパクト経済モデルの実現 • ヒューマニティーにもとづいた新しい科学アプローチ
(施策2) 社会適用橋渡し戦略事業	
(施策3) 社会適用のフィードバックの科学と実践	
(施策4) 革新的e-オープンサイエンス促進プラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> • 分野融合による革新的な材料、薬の開発、適用 • 共有研究基盤（計算インフラ、データ、機能分化）による研究加速と社会適用の短縮化 • 新しい研究領域 • SSH, ELSIが組み入れられた研究戦略と実行
(施策5) 戦略的科学技术研究事業	<ul style="list-style-type: none"> • 新しい科学分野の創出と世界のフロンティアとなる（知のコンピューティング、社会適用の科学、機能の科学、フィードバックの科学） • REALITY2.0インフラ、サービス科学 • IoT、次世代人工知能の第一線になる
(施策6) 革新的フロンティア開拓萌芽研究	<ul style="list-style-type: none"> • 知の創造 • 大規模分散協調コンピューティング（フェデレーテッドコンピューティング、森羅万象コンピューティング） • 新しいアイデンティティー研究 • REALITY2.0実現技術（インプラントブルデバイス、仮想化、コンポーネント化技術） • 極低消費電力社会コンポーネント • 知的サービスプラットフォーム • 社会助言サービスシステム

図6 提言施策によるインパクト

III. 戦略的科学技术研究事業、IV. 革新的フロンティア開拓萌芽研究の各層についてみると、

- 新しい科学分野の創出と世界のフロンティアとなる（知のコンピューティング、社会適用の科学、機能の科学、フィードバックの科学）
- REALITY2.0 インフラ，サービス科学
- IoT、次世代人工知能の第一線になる
- 知の創造

- 大規模分散協調コンピューティング（フェデレーティッドコンピューティング、森羅万象コンピューティング）の実現による社会・産業構造の変革
- 新しいアイデンティティの考えにもとづいたサービスの創成
- REALITY2.0 実現技術（インプラントブルデバイス、仮想化、コンポーネント化技術）に付随した新産業分野の創成
- 知的サービスプラットフォームによる社会・個人の賢い判断の増進
- 社会助言サービスシステムの実現による社会コストの大幅な提言と産業構造の変革

などのインパクトが考えられ、研究課題としては、

施策4は、

- サービスプラットフォーム、サービスサイエンス
- REALITY2.0 インフラ，サービス
- 次世代人工知能、ディープラーニング、IoT、ビッグデータ，ヒューマンインタラクション
- セキュリティー，プライバシー，レジリエンシー
- 集団行動特性把握技術

施策5は、

- 知の創造
- 大規模分散協調コンピューティング（フェデレーティッドコンピューティング、森羅万象コンピューティング）
- 新しいアイデンティティ研究
- REALITY2.0 実現技術（インプラントブルデバイス、仮想化、コンポーネント化技術）
- 極低消費電力社会コンポーネント
- 知的サービスプラットフォーム
- 社会助言サービスシステム

等が考えられる。これについては、Appendix で詳述している。

(施策1) 社会サービスプラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> 社会コストの見える化と最適化 Software Defined Societyの研究 REALITY2.0でのアイデンティティ、セキュリティ、プライバシーの概念の確立とその研究 50%の新しい雇用創造のための研究 賢い社会インフラの実現（スマートコモンズ） 賢い判断と選択のできる社会のための助言サービスの実現 機械と人間の新しい関係の創出する科学と産業 REALITY2.0時代での社会・経済インパクト経済モデルの研究
(施策2) 社会適用橋渡し戦略事業	
(施策3) 社会適用のフィードバックの科学と実践	
(施策4) 革新的e-オープンサイエンス 促進プラットフォーム	<ul style="list-style-type: none"> Material Informatics Life Informatics 共有研究基盤構築（計算インフラ、データ、機能分化） 新しいオープンデータプラットフォーム、メタデータ、LOD SSH, ELSIが組み入れられた研究戦略と実行
(施策5) 戦略的科学技术研究事業	<ul style="list-style-type: none"> サービスプラットフォーム、サービスサイエンス REALITY2.0インフラ、サービス 次世代人工知能、ディープラーニング、IoT、ビッグデータ、ヒューマンインタラクション セキュリティ、プライバシー、レジリエンス 集団行動特性把握技術
(施策6) 革新的フロンティア開拓萌芽研究	<ul style="list-style-type: none"> 知の創造 大規模分散協調コンピューティング（フェデレーテッドコンピューティング、森羅万象コンピューティング） 新しいアイデンティティ研究 REALITY2.0実現技術（インプラントデバイス、仮想化、コンポーネント化技術） 極低消費電力社会コンポーネント 知的サービスプラットフォーム 社会助言サービスシステム

図 7 各施策の研究課題例

6. 社会適用のためのサービスプラットフォーム施策の詳細

ここでは REALITY2.0 の世界での社会適用に特に必須の（施策 1）と（施策 2）を詳述する。

情報技術によって社会や産業の構造を変える要点は、社会や産業に機能のエコシステムを実現するサービスプラットフォーム（機能サービスプラットフォーム）を構築することである。機能のエコシステムとは、サービスプラットフォームの上で様々な社会・産業の構成要素が機能コンポーネントとして提供され、動的にそれらの機能コンポーネントを構成し仮想的な経済単位や社会構成要素を作るものである。ここで機能は、領域ごとに変わるが、例えば、中小企業にとっては、調査、ファイナンス、会計、企画、設計、物流、調達、製造、法律、知材、法定文書作成、人事、情報技術環境、社員教育、マーケティング、高度技術支援、コンサルティング等様々な領域が細粒度で機能としてプラットフォームで提供される。

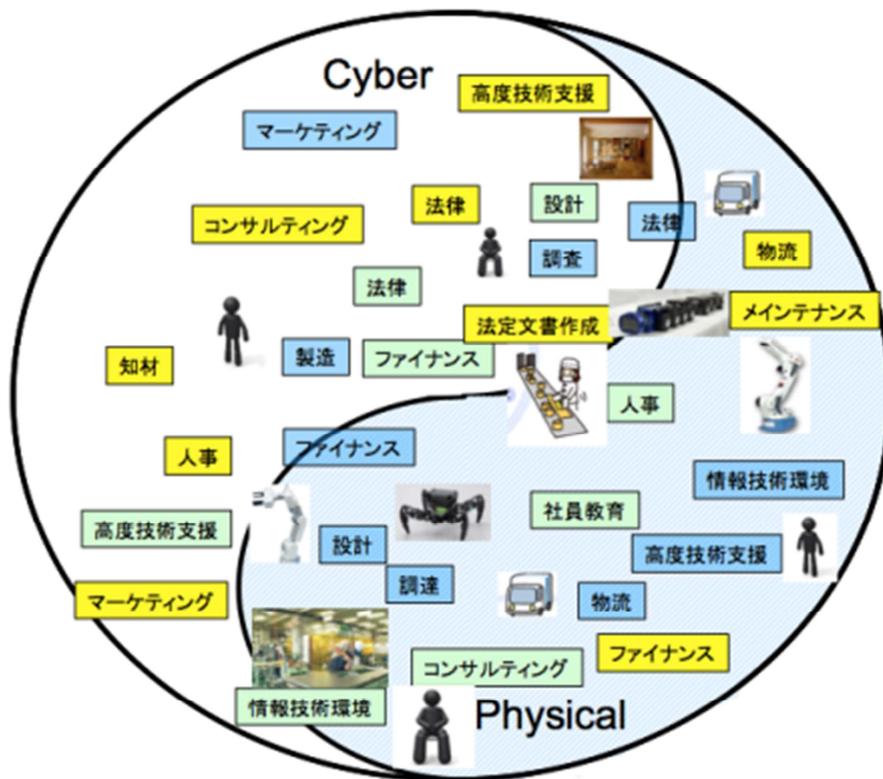


図8 機能のエコシステムを実現する社会サービスプラットフォーム

この REALITY2.0 の世界に対して、実体定義レンズを介して見ると様々な実体の実現できることになる。このような実体を「機能のエコシステム」と呼ぼう。例えば、図8の REALITY2.0 の世界では、設計、法律、物流、法定文書作成、社員教育、人事、情報技術環境、ファイナンス、高度技術支援、コンサルティング、マーケティング、印刷、調達、製造など様々な機能がエコシステムとして提供されている。

これに対して、図9のように、実体定義レンズを介して、この REALITY2.0 の世界を見ると(アクセスすると)下の左や右のように、中小企業支援エコシステムが実現される。

このように、REALITY2.0の世界の上に多様な実体が実現されるのである。

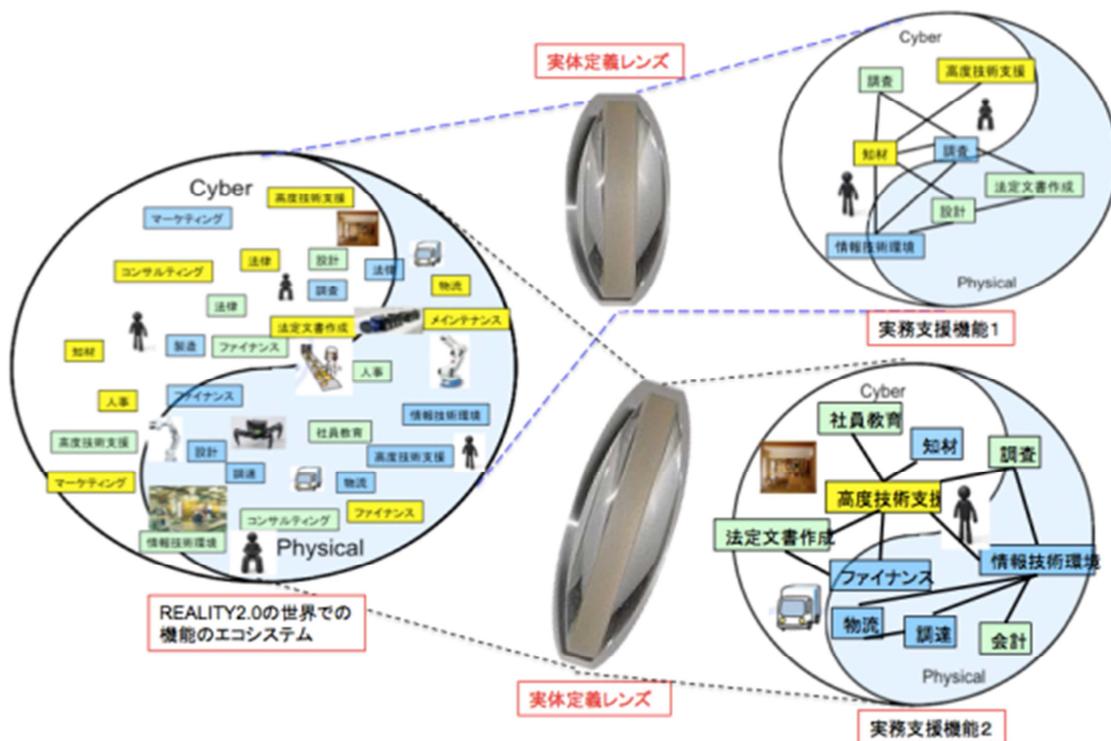


図9 実体定義レンズ（ポリシー）によって動的に構成される活動実体

このとき、機能はサイバーの部分で処理されるものと実際のモノや人の動きを伴う部分が一体化している。これが可能になるのは、情報技術のプラットフォームによってある領域（例えば、中小企業、中小製造業者、介護事業者、物流業者、クリニック、中小自治体、大学、高校、クリニック、看護師、建設作業員、介護士など）を束ね、サービスを標準化し提供することができるからである。そのことによってサービスの質を向上させ、安価に提供でき、さらに、この仮想的に束ねられた層に新しいサービスを提供できる。このように束ねることによって、その領域に関するデータが継続的に収集、解析、最適化が図られる。そして、高度な専門技術をこの領域のために開発、投資できることになる。このように現在の社会の構造や産業の構造を組み替え、社会コストの大幅な低減と新しい価値の創造が可能になることである。このことによって、従来、ICTの恩恵を蒙っていなかったセグメントや集団や地方の革新的な変化を呼び起こすことができる。

このような社会構造をもたらすことが、上記のように、社会の効率化、生産性向上、レジリエンシー、セキュリティの向上をもたらす。そのために、このようなサイバーとリアルの世界の一体化による社会的・経済的インパクトを大きくひきだすために、そ

これらの実行者（政府、企業、個人）に対するインセンティブを喚起する施策が必要となるだろう。さらに、これらの実行者は多様なステークホルダーとなる。そのためこれらのステークホルダーに対するアカウンタビリティを担保するためのエビデンスとなりうる指標の確立とそのため社会計測の技術が必要となる。さらに、この構造のもたらす負の脅威にも触れておかなければならない。例えば、実体定義レンズの標準化、設計、実装、運用に関しては、格別の注意が払わなければならない。なぜなら、この実体定義レンズの悪意による操作、改変の可能性による社会的・経済的な負のインパクトがもたらされる危険性があるからである。

図10の第2段階から第3段階の変化は、この10年以内に到来するであろうREALITY2.0の実現される中で起こると考えられる。REALITY2.0とは、図10のようにサイバーの世界と物理的世界が融合して一つの有機体として機能し始める社会である。私たちの物理的世界が現在の実体世界、すなわち REALITY1.0 である。つまり、

$$\text{REALITY1.0} + \text{Cyber} \rightarrow \text{REALITY2.0}$$

である。

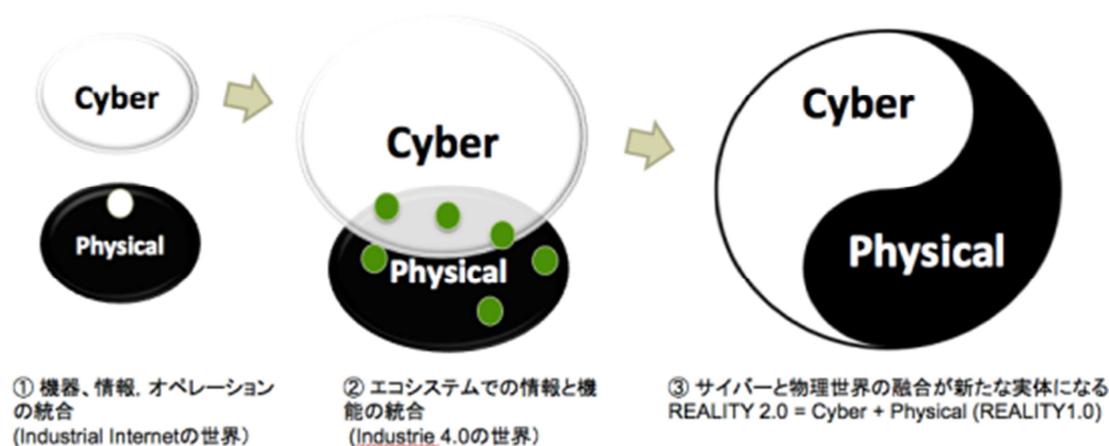


図10 REALITY2.0 世界の社会構造の革新

新しい実体（REALITY2.0）のなかでの価値創造が鍵となる。上記の機能のエコシステムでは、機能が REALITY2.0 の実体として、すなわち、サイバーと物理的オペレーションの融合として実現されている。そして、この世界では、機能のエコシステムがクラウドコンピューティング上に実現されることから、機能を動的に構成し、一つの活動単位を作ることができる。これを Software Defined Society と呼ぶ。つまり、ユーザーが設定する実体定義レンズによって、動的に機能を統合し、活動組織を形成できる。この活

動組織はサイバーのアプリケーションの融合だけではなく、サイバーとモノや人のオペレーションが一体となった REALITY2.0 の実体としての機能の融合である。

REALITY2.0 の世界で留意すべきは、価値の所在の変化である。つまり、価値が従来のモノの世界から、モノと融合したサービスに、そして、どのエコシステムに位置づけられるかという関係に存在するようになるのである。つまり、社会サービスプラットフォームの上では、個人、組織の社会的価値やビジネス価値は、機能のエコシステムのなかに位置づけられて実現される。

6.2. (施策 2) 科学技術の社会適用橋渡し基盤の実現

これは科学技術の社会適用を適切に適切なタイミングで、あらゆる社会層に行うためのプロセス、拠点、プラットフォームの確立を目指している。このとき、科学技術を社会課題に結びつけ、適用する人材育成も行われる。ヒューマニティーに根ざし、高い倫理観を持って社会や制度設計と実装を行う人材の育成を図る。そのために、地方においても研究者と若い世代を社会課題に適切にガイドしていくメンターのネットワークを形成する。先例としては、NSF の I-Corps プログラムがある[11] (詳しくは Appendix 参考)。これは研究開発が死の谷にも至らない段階から社会適用を見据え、適切にメンターと潜在的顧客との邂逅を促し、イノベーションを国全体で推進していく試みである。図 11 は、死の谷の前の大学の研究から小さなビジネスに持って行く時の困難さを示している。さらに、拠点毎に産、学、官・自治体、一般人の人たちによる価値創造の場を実現する。ここで、人材育成とイノベーションを促進する場の実現を目指す。

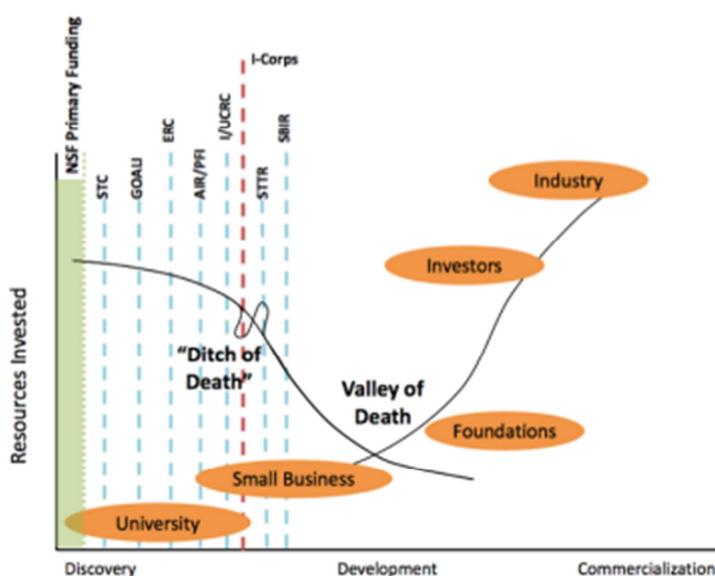


図 11 研究から小さなビジネスへ持っていく時の困難

しかし、この場とともに、地方やイノベーション創出のための機能を提供するプラットフォームをともに提供する。ここで、地方やイノベーション創出のための機能とは、ソフトウェアツール、アプリケーションツール、IT 環境、ファイナンス、企画、ビジネスモデル設計、マーケティング、知財、エンジニア、3D プリンターなどのラピッドプロトタイプツールなど科学技術研究から出される種やアイデアを実現にもっていくための要素である。例えば、図 9 のように、中小企業やベンチャーのための業務支援機能を REALITY2.0 の世界やクラウドコンピューティングのクラウドの上で提供するなどである。このように、人材育成といろいろな人たちが協業できる場と地方創成やイノベーション創出の機能提供が一緒になり、それが国全体でのネットワーク(ファブリック)を構成することを当施策は目指している。

7. 社会・人文科学との連携により進める政策課題

図 2 のように科学技術と社会の関係、知の創造や人類との関係を模索していく時代に入ってきた。このとき、適切な政策を適切なタイミングで実行し、社会的納得のもとで、科学技術の恩恵を社会が適切に受けられる構造を作る必要がある。そのためには、思想、哲学の発展と人文・社会科学との連携のもとに社会設計に取り組まなければならない。政策課題の一例を挙げると次のようなものがある。

1. 科学技術動向と社会の動きを見据え、プロアクティブに手を打てるような戦略チームかシンクタンクの必要性
2. 科学技術、とくに IT の急速な進歩と変化に適応する柔軟なファンディングスキームの確立
3. 社会目標（例えば、社会コストの 20%削減）の達成を目的とする統合型研究提案とマイルストーンに基づいたステージゲートによる資金配分
4. 科学技術者、社会適用者、マスメディア、教育者、家庭のほとんどすべてに、倫理観と社会的責務が要求される。SSH (Social Sciences and Humanities) と ELSI (Ethics, Legal and Societal Issues) の科学技術研究への組み込み
5. 社会から信頼される科学技術者コミュニティの確立
6. 人文・社会科学のコミュニティと自然科学のコミュニティの場をつくり、どのような社会の実現、問題の議論を絶えず行っていく体制の確立

7. 社会適用の層と科学技術の研究の層のフィードバックループを担保する施策
8. 社会サービスプラットフォームにおける標準化、設計、運用が適正に行われるための施策
9. e-サイエンスやオープンデータポリシーを適切に強力に進める施策
10. 次世代の社会をリードする若者達に対する教育、研究機会創出、社会デザインへの参画などの施策
11. 社会適用の科学、REALITY2.0時代の秩序などの新しい科学技術分野の確立
12. REALITY2.0時代に向けたサイバーとリアルの世界の融合の実行者(政府、企業、個人)に対するインセンティブの確立

近年、科学技術、特に情報技術の進歩は、目覚ましいものがあり、タイムリーに戦略的に政策の手を打つことが肝要である。そのために、つねに、科学技術動向と社会の動きを見据え、プロアクティブに手を打てるような戦略チームかシンクタンクを専任で設置することが必要である。さらに、この科学技術、特にITの急速な進歩と変化に適応する柔軟なファンディングスキームの確立が望まれる。社会適用の科学とその実践では、縦割りのディシプリンに沿ったボトムアップの研究募集だけではなく、例えば、社会コストの20%削減といった目的とする統合的研究提案募集にし、マイルストーンにしたがったステージゲートによって資金提供を変えることも必要だろう。

また、科学技術とそのタイムリーな適用が社会や人々の幸福度や安定や富に直結する時代がやってこようとしている。このとき、科学技術者、社会適用者、マスメディア、教育者、家庭のほとんどすべてに、倫理観と社会的責務が要求される。その意味で、SSHとELSIを活動の根幹におかなくてはならない。欧州で、このことについて、2013年にVilnius宣言が出された。さらに、科学者を含む専門家集団が所属するコミュニティーの利益代表者ではなく、社会から信頼される集団にならなければならない。このための教育を含めた施策が求められる。また、人文・社会科学のコミュニティーと自然科学のコミュニティーの場をつくり、どのような社会を実現するのか、新たな社会の問題の議論を絶えず行う体制が必要になる。

そして、社会サービスプラットフォームが提供するサービスについて、継続的なフィードバックループを担保しなければならない。これはシステム全体が安定的に善なるものとして機能することを保証するためである。

直近では、(施策 4)の e-サイエンスやオープンデータポリシーを適切に強力に進め、研究開発のグローバルな競争力を担保しなければならない。

(施策 6)の萌芽的研究でも触れたが、次世代の社会をリードする若者達に対する教育、研究機会創出、社会デザインへの参画などの施策が重要になる。

最後に、従来、物理的世界の秩序によって発展してきた科学技術に対して、REALITY2.0の世界の秩序の構築が喫緊の課題である。

8. 参考文献

[1] CRDS 俯瞰報告書。2013 年、2014 年（改訂版）。2015 年版。

<http://www.jst.go.jp/crds/report/report02.html>

[2] Marco Annunziata & Peter C. Evans、 The Industrial Internet@Work。

http://www.ge.com/jp/docs/1389000498785_Japan_IndustrialInternetatWork_0106s.pdf

[3] Industrial Internet Consortium、 <http://www.industrialinternetconsortium.org>

[4] Industrie 4.0、

http://www.gtai.de/GTAI/Navigation/JP/Invest/Industries/Smart-industry/smart-industry_did=1031152.html

[5] Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2015、

<http://www.gartner.com/newsroom/id/2867917>

[6] Tech Trends 2015、 2015 The Fusion of Business and IT、

http://d2mtr37y39tpbu.cloudfront.net/wp-content/uploads/2015/01/Tech-Trends-2015-FINAL_3.25.pdf

[7] CRDS-FY2014-RR-04、 調査報告書 「次世代ものづくり ~基盤技術とプラットフォームの統合化戦略~ 」 <中間とりまとめ>。

<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2014/RR/CRDS-FY2014-RR-04.pdf>

[8] Vilnius 宣言、

<http://horizons.mruni.eu/vilnius-declaration-horizons-for-social-sciences-and-humanities/>

[9] CRDS-FY2013-WR-05、 科学技術未来戦略ワークショップ、「知のコンピューティング 人と機械が共創する社会を目指して 」 Wisdom Computing Summit 2013。

<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2013/WR/CRDS-FY2013-WR-05.pdf>

- [10] CRDS-FY2014-WR-09、科学技術未来戦略ワークショップ、「知のコンピューティングと ELSI/SSH」。<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2014/WR/CRDS-FY2014-WR-09.pdf>
- [11] NSF I-CORPS。 http://www.nsf.gov/news/special_reports/i-corps/index.jsp
- [12] *Overview of Models of Performance-Based Research Funding Systems (PRFS)*、Diana Hicks、 2010、 <http://www.oecd.org/science/sci-tech/45710868.pdf>
- [13] Performance-based Funding for Public Research in Tertiary Education Institutions Workshop Proceedings、
http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/education/performance-based-funding-for-public-research-in-tertiary-education-institutions_9789264094611-en#page1
- [14] The proposed institutional funding principles and their rationale、Barbara Good、 Brigitte Tiefenthaler、
https://www.google.co.jp/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCIQFiAA&url=http%3A%2F%2Fmethodika.reformy-msmt.cz%2Fcs%2Fcck%3Ffile%3Dvloz_soubor%26id%3D337%26task%3Ddownload&ei=INFQVZeJMYS7mQXAv4GIDq&usq=AFQjCNHTUdvDgC9XBxHU0DEUJWgOrIC5ww&sig2=BTMX1K-j_paekY4Ukij9FQ&bvm=bv.92885102.d.dGc
- [15] Measuring scientific performance for improved policy making、
https://www.google.co.jp/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCkQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.europarl.europa.eu%2FRegData%2Fetudes%2Fetudes%2Fjoin%2F2014%2F527383%2FIPOL-JOIN_ET%25282014%2529527383%2528SUM01%2529_EN.pdf&ei=8dJQVZD8K8LAmwXotIHADw&usq=AFQjCNFu5eqIqLfI9-4HpcRKvMhogxMRrA&sig2=bfJttZc-eN2yRENo_Q9SBA&bvm=bv.92885102.d.dGY