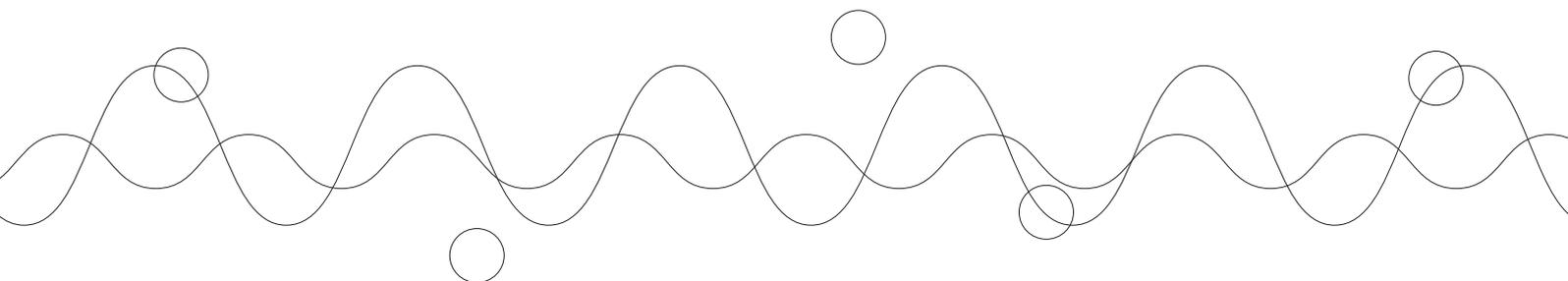


情報科学技術がもたらす社会変革への展望 － REALITY 2.0の世界のもたらす革新 －



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、情報科学技術が貢献しうる社会変革の展望について述べるものである。従来、私たちにとっての現実世界（実体社会）は、あくまで物理的世界であり、サイバー空間は現実世界に情報をもたらすコンピューター群であった。このような世界を「REALITY1.0」と呼ぼう。ところが、近年、個人やビジネスや社会活動が、サイバーの世界と物理的世界が一体となって切り離せないものになりつつある。つまり現実世界が、これらの2つの世界の一体化したものになっている。この世界を「REALITY2.0」と呼ぶ。本レポートは REALITY 2.0 の世界観に基づく社会構造、産業構造、生活の変化を考察するものである。

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ま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んでいる。こうした変化は、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的世界からサイバー空間上へと広がりつつある。

こうした情報科学技術の進展を背景に、ビジネスの手法、考え方も変わり、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。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（スマートフォン、車、機器等）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）といった概念に基づいたビジネスが展開され始めている。

さらに、企業間、個人群、サイバーの世界のエコシステムが価値の源泉になりつつある。機器の運用保守の効率化、新たな価値創造を目指すGEのIndustrial Internetや、機器間から工場間、中小製造業者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。生活面では、米国発のUBERによるタクシーサービスもサイバーと物理的世界の一体化したものと同じように見ることが出来る。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が出現し、革新的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。この新しい世界では、サイバーの世界の機能群（アプリケーション群）だけに留まらず、さまざまな社会機能がコンポーネント化されモジュールとして動的に組み合わせられ、サービスプラットフォームから提供される。このことによってさまざまな機能のエコシステムが目的に応じて形成される。この動的な構成は、「実体定義レンズ」というソフトウェアによって定義される。ここで実体定義レンズは、サービスプラ

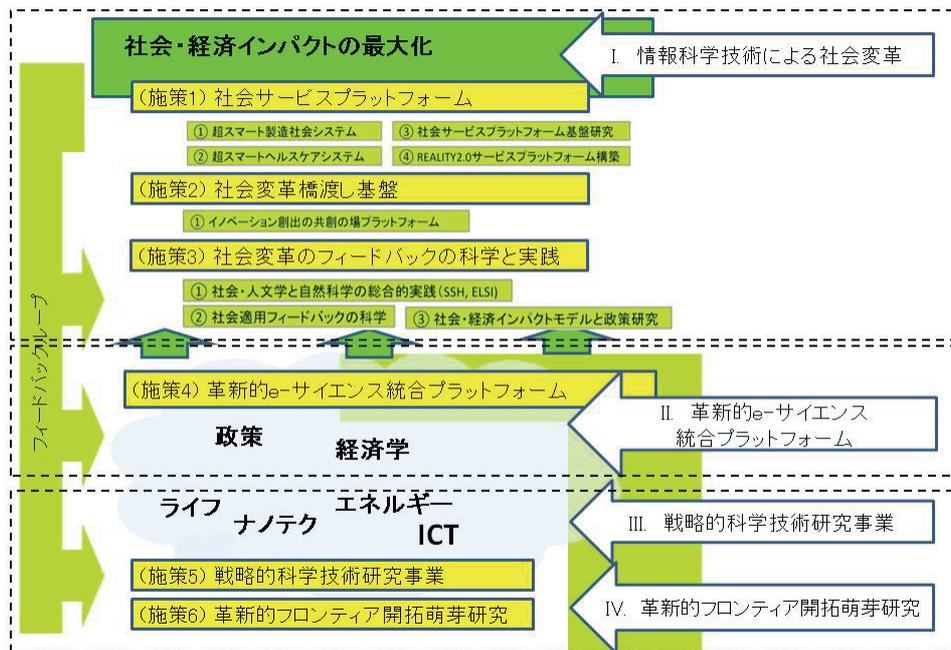
プラットフォーム上の機能群をレンズを通して覗くことで実体としての機能のエコシステムを実現するものである。例えば、モノ作り社会システム、ヘルスケア社会システム、社会モビリティシステム、ベンチャー支援システム、研究開発支援機能プラットフォームなどが定義され、革新的なインパクト（社会費用削減、新サービスや雇用の創造）を社会にもたらすことができるだろう。このようにソフトウェアで定義される社会という意味で「Software Defined Society」が実現される。

そのため、科学技術施策が、従来の分野別研究の掘り下げにとどまるのではなく、科学技術の成果を適切に、タイムリーに、効率よく社会に適用し、革新的な社会・産業・生活の変化に寄与する仕組み（システム）が肝要になる。具体的には、社会における機能をエコシステムとして揃え、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である。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、科学技術が貢献する社会変革が促進するとともに、新しい産業群を生み出す構造を社会に構築し、社会変革の要にできる。従来の物理的世界（REALITY1.0）のサービス群が、サイバーと物理的なモノ・人間が一体となって切り離せないサービス、つまり REALITY2.0 型のサービスが数多く出現するだろう。アメリカで誕生したタクシー配車サービスの UBER はその端緒と言える。

上記のように、REALITY2.0 の世界は、社会・産業・生活に直接的な影響を与えるものである。当然ながら、この世界の光と影について配慮されなければならない。影について言えば、新たな格差の問題、価値の再配分の問題、新しい世界やサービスの社会受容の問題、アカウントビリティの問題（社会的効用、リスク）、新たな社会的脆弱性（レジリエンシー、セキュリティ、プライバシー等）、教育、再教育、社会から信頼される専門家集団の形成等である。光について言えば、科学技術の進展の速度と、現実社会（REALITY1.0）の法制度、慣習の変化の速度の違いを吸収し、社会変革を促進する工夫が必須になる。実証実験、特区、タイムリーな法律の変更等である。そして、人文・社会科学のコミュニティーと科学技術のコミュニティーがともに、あるべき社会の姿とその実現過程を議論する場が必要である。

さらに、REALITY2.0 の世界においては、個人、組織、社会の実体やアイデンティティーが再定義され、それにともなった種々のサービスが生まれるだろう。ここに、新しい科学技術研究への要請、新しい社会・産業構造の変革が期待される。

この時、社会の基盤となる思想や哲学の確立と人文・社会科学と一緒に政策・制度等の研究が必要とされる。いわゆる SSH（Social Sciences and Humanities）と ELSI（Ethical, Legal, and Societal Issues）の議論、研究が必須である。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 [16, 18]。



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. 情報科学技術による社会変革の層

- (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
- (施策2) 社会変革橋渡し基盤
- (施策3) 社会変革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

である。

(以上)

情報科学技術がもたらす社会変革への展望

— REALITY 2.0 の世界のもたらす革新 —

科学技術振興機構 研究開発戦略センター

目 次

Executive Summary	i
1. 情報科学技術の進展とその役割の変遷	1
1.1 情報科学技術の進展	1
1.2 情報科学技術の役割と対象分野	1
2. 情報科学技術が影響を及ぼす重点的な対象	3
3. 情報科学技術施策の基本概念	5
4. 情報科学技術による社会変革のためのサービスプラットフォームの構築	6
4.1 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	6
4.2 REALITY2.0 の世界の到来	7
4.3 実体定義レンズによる機能のエコシステムの実体化	8
4.4 さまざまな課題	9
5. 具体的な6つの情報科学技術施策	11
5.1 I. 情報科学技術による社会変革の層	11
5.1.1 (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	11
5.1.2 (施策2) 社会変革橋渡し基盤	12
5.1.3 (施策3) 社会変革のフィードバックの科学と実践	13
5.2 II. 革新的e-サイエンス統合プラットフォーム	14
5.3 III. 戦略的科学技術研究事業	14
5.4 IV. 革新的フロンティア開拓萌芽研究	14
6. 各施策のインパクトと研究課題のサマリー	16
6.1 I. 科学技術による社会技術の層	16
6.2 II. 革新的e-サイエンス統合プラットフォームの層	17
6.3 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	18
7. 人文・社会科学との連携により進める政策課題	20

8. 参照文献	22
Appendix 1. 「REALITY2.0」の世界をめざして	24
Appendix 2. 社会変革のためのサービスプラットフォームのインパクトと研究領域	28
Appendix 3. (施策4) 革新的 e-サイエンス統合プラットフォームのインパクト	32
Appendix 4. (施策5) 戦略的科学技術研究事業の研究課題	32
Appendix 5. (施策6) 革新的フロンティア開拓萌芽的研究の研究課題	33
Appendix 6. NSF の I-CORPS プログラム	35
Appendix 7. 提案のサマリー	36
Appendix 8. 具体的な課題解決型プロジェクトのサマリー	37

1. 情報科学技術の進展とその役割の変遷

1.1 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年間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、価値の所在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AIの世界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]。

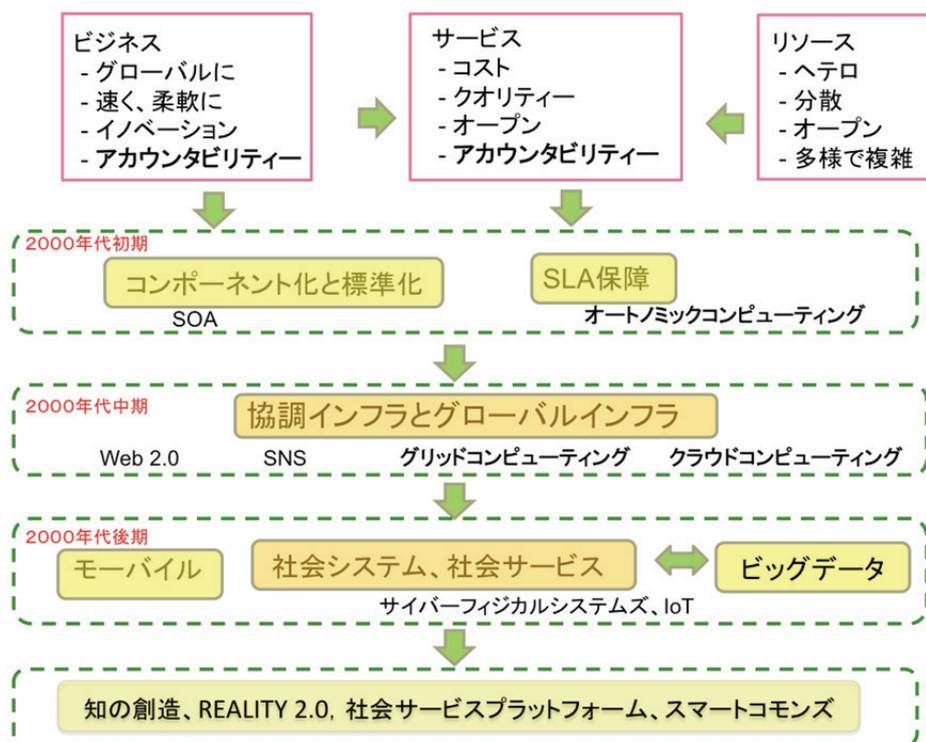


図1 情報科学技術の進展

1.2 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

1. 情報科学技術の進展とその役割の変遷

2. 情報科学技術が影響を及ぼす重点的な対象

3. 情報科学技術施策の基本概念

4. 情報科学技術による社会変革のためのサービスプラットフォームの構築

5. 具体的な6つの情報科学技術施策

6. 各施策のインパクトと研究課題のサマリー

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）

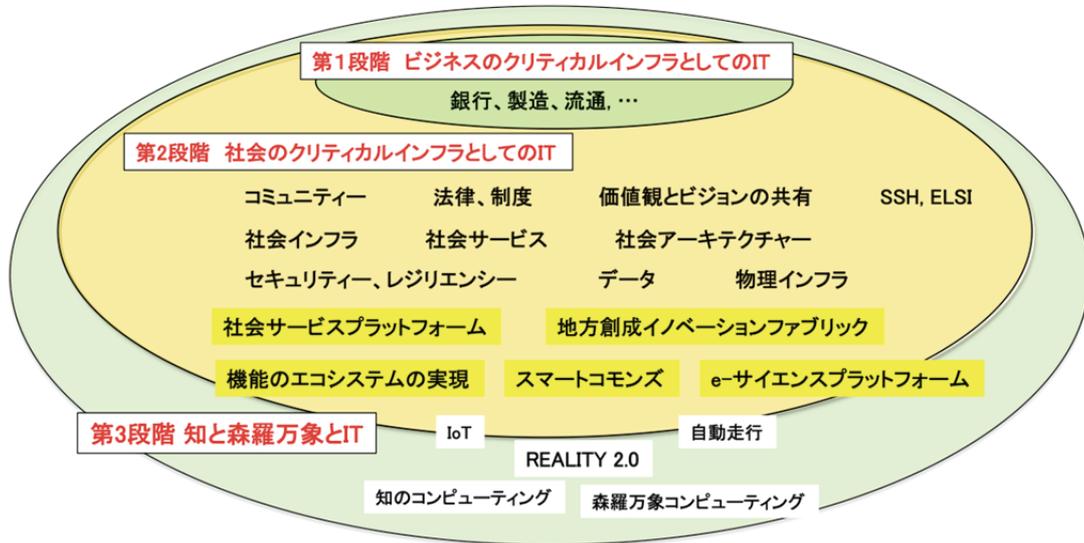


図2 情報科学技術の役割の変遷

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「科学技術による社会変革の科学」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、これらの政策の実行により国力や社会の成長の可能性（成熟度、幸福度等）に決定的な差を生じさせ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。例えば、知のコンピューティングが目指す知の創造、蓄積、伝播、アクチュエーション、森羅万象を計算要素として機能させる森羅万象コンピューティングなどである。

2. 情報科学技術が影響を及ぼす重点的な対象

この節では当提案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。

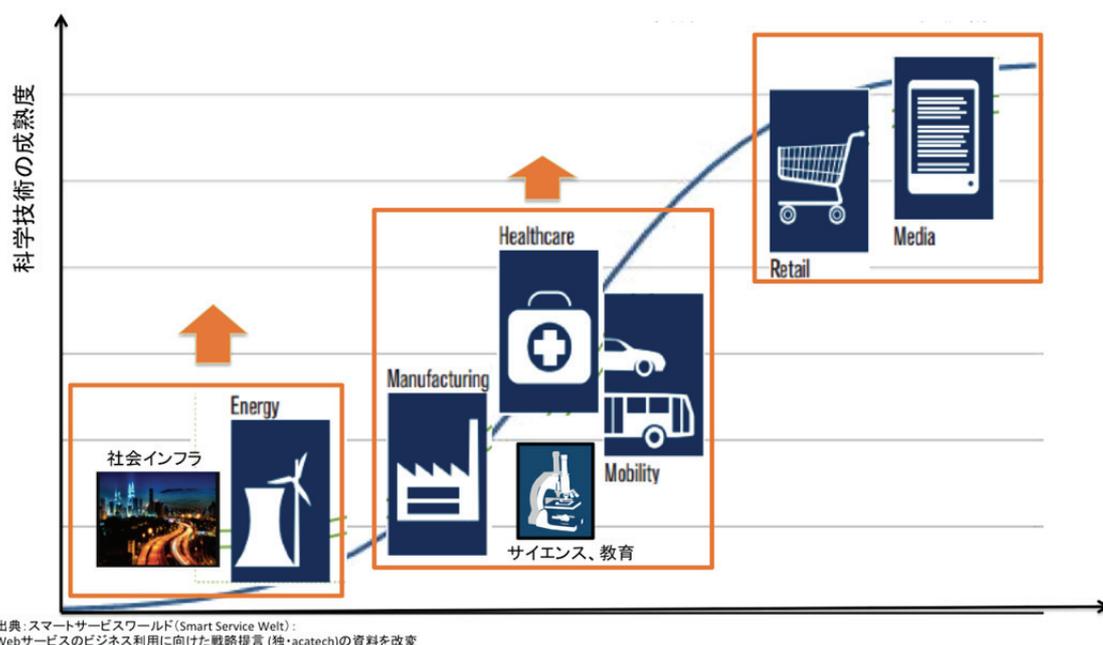


図3.1 科学技術の成熟度とこれからの革新が起きる分野

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、科学技術による社会変革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、科学技術による社会変革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能力とサービスの質を向上し、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

1. 情報科学技術の進展とその役割の変遷

2. 情報科学技術が影響を及ぼす重点的な対象

3. 情報科学技術施策の基本概念

4. 情報科学技術による社会変革のためのサービスプラットフォームの構築

5. 具体的な6つの情報科学技術施策

6. 各施策のインパクトと研究課題のサマリー

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適用による変革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、弱小企業従事者等である。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、社会保障、教育、仕事斡旋、保険、信用評価など）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。

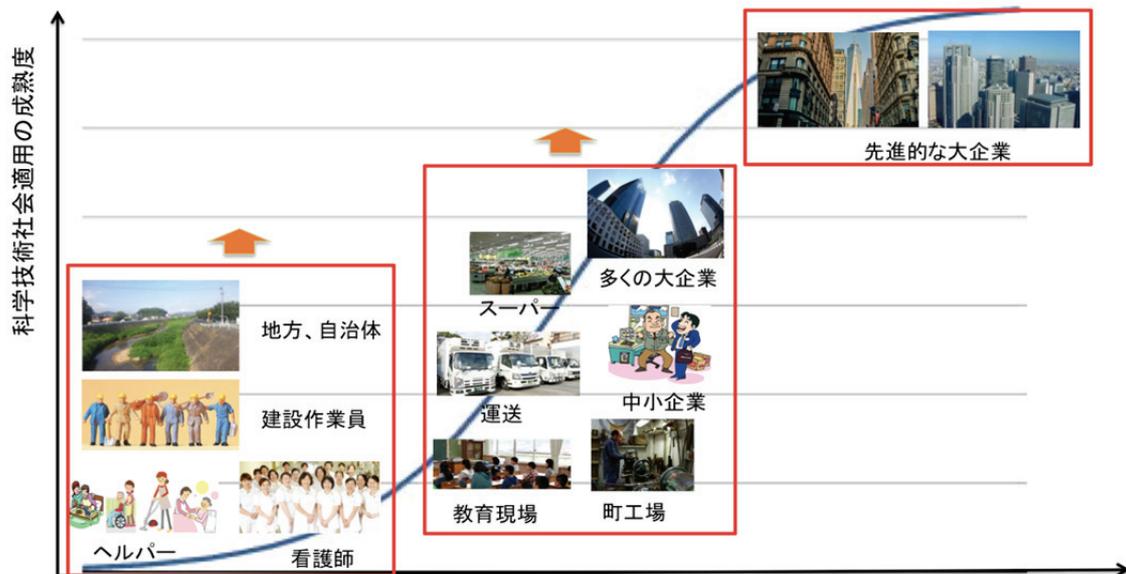


図3.2 科学技術による社会変革の度合いからみた成長分野

そのため、最初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、その層に必要な機能を共通サービスとしてサービスプラットフォームから提供していく。このことによって、共通機能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。そして、このプラットフォームが、サービスの需要者と供給者の媒介として機能することによる新たなサービスの源にもなる。さらに、活動の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、ひいてはその層の地位の向上が図られる。このようにある層を束ねることによる最適化や新たなサービスや機会の創出が図られることになる。

3. 情報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、社会変革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、アカウンタ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・社会科学が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情報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。

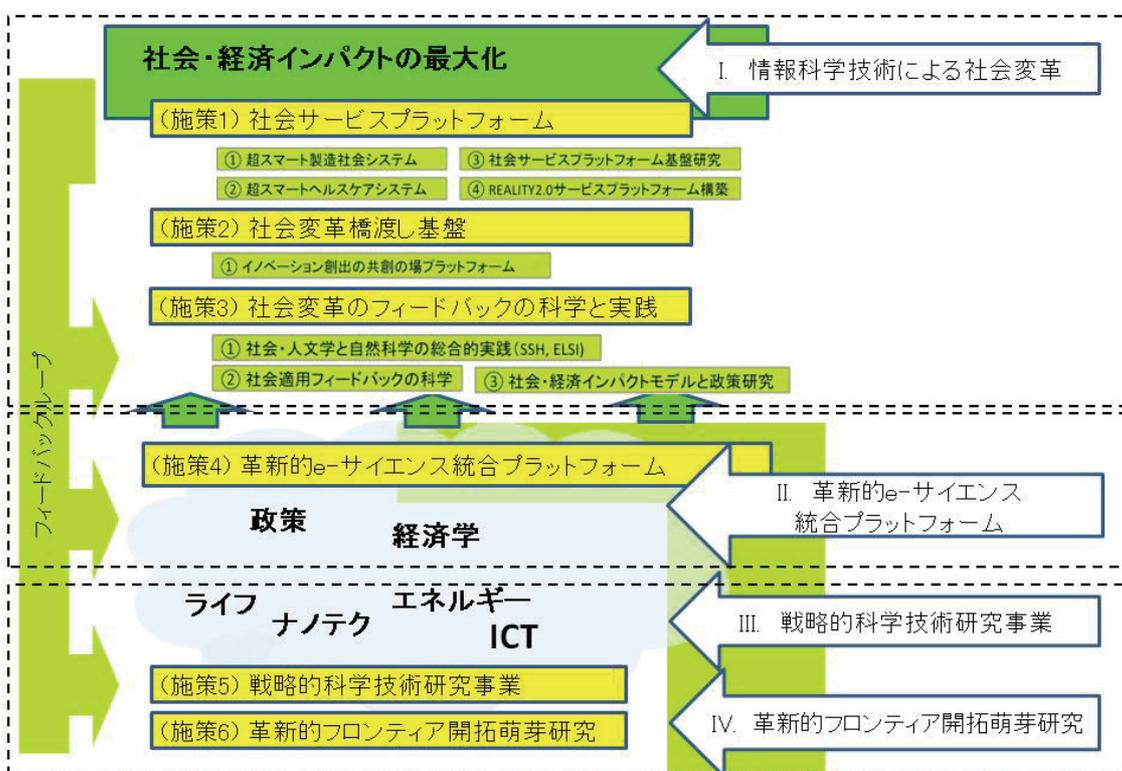


図4 情報科学技術の施策の位置づけ

つまり、

- I 情報科学技術による社会変革、
- 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。

1. 情報科学技術の進展とその役割の変遷

2. 情報科学技術が影響を及ぼす重点的な対象

3. 情報科学技術施策の基本概念

4. 情報科学技術による社会変革のためのサービスプラットフォームの構築

5. 具体的な6つの情報科学技術施策

6. 各施策のインパクトと研究課題のサマリー

4. 情報科学技術による社会変革のためのサービスプラットフォームの構築

ここでは情報科学技術による社会変革のためのサービスプラットフォーム構築にとって必須の施策を詳述する。

4.1 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

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。

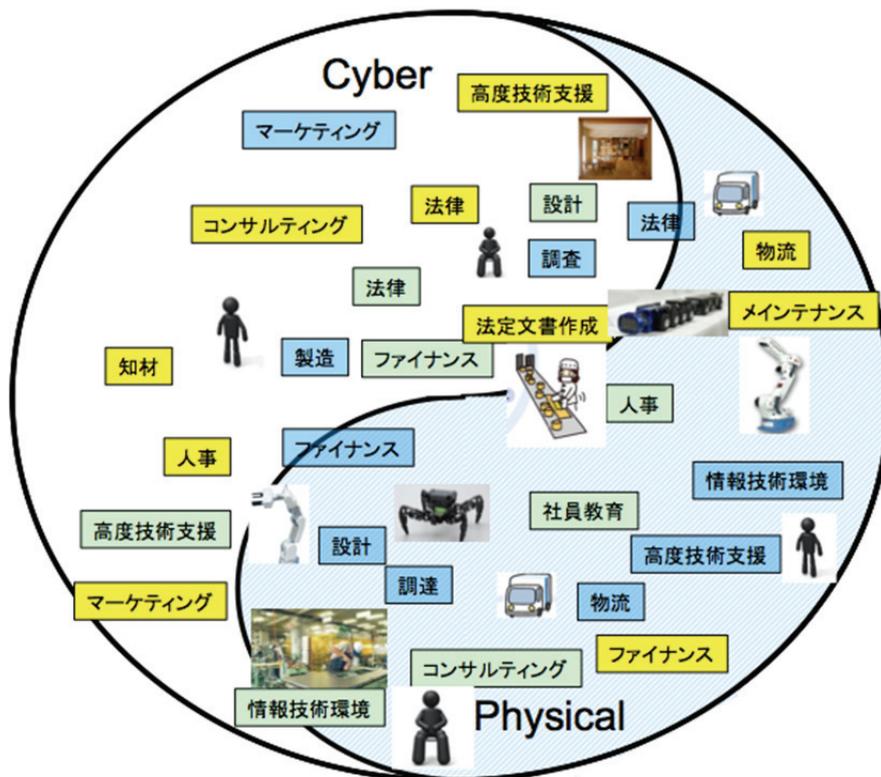


図5 社会の機能群を備えたサービスプラットフォーム

ここで機能は、領域ごとに変わるが、呼び出し可能な状態で適度な粒度でプラットフォームから提供される。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、知的財産権、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、さまざまな専門性を持った

サービスが細粒度で機能としてプラットフォームで提供される。

ここで重要なのは、提供される機能が、サイバーの世界のアプリケーションだけではなく、物理的世界の機能も同じように提供されることである。このようにして一個人を超えた拡張された個人や、一組織を超えた仮想的組織が実現される。この世界を REALITY2.0 の世界と呼ぼう。

4.2 REALITY2.0 の世界の到来

図 6 は、サイバーの世界と物理的世界の関係の変化を表したものである。図 6 の①は、物理的世界の実体（一個人や一組織等）が、サイバーの世界、から情報を得て、実世界の活動（オペレーション）を行っていた時代である。ここでは、サイバーの世界は典型的にはコンピューターというモノであった。図 6 の②では、物理的世界の企業群（や個人の集団）が、サイバーの世界の情報をもとに物理的世界でエコシステムを形成している状態である。例えば、Industrie4.0 や Industrial Internet Consortium のような世界である。ここでサイバーの世界は、クラウドコンピューティングで実現されている。これらの①や②までは、企業や個人の実体（現実世界）、すなわちアイデンティティーは、あくまで物理的世界である。この実体を“REALITY1.0”の世界と呼ぼう。

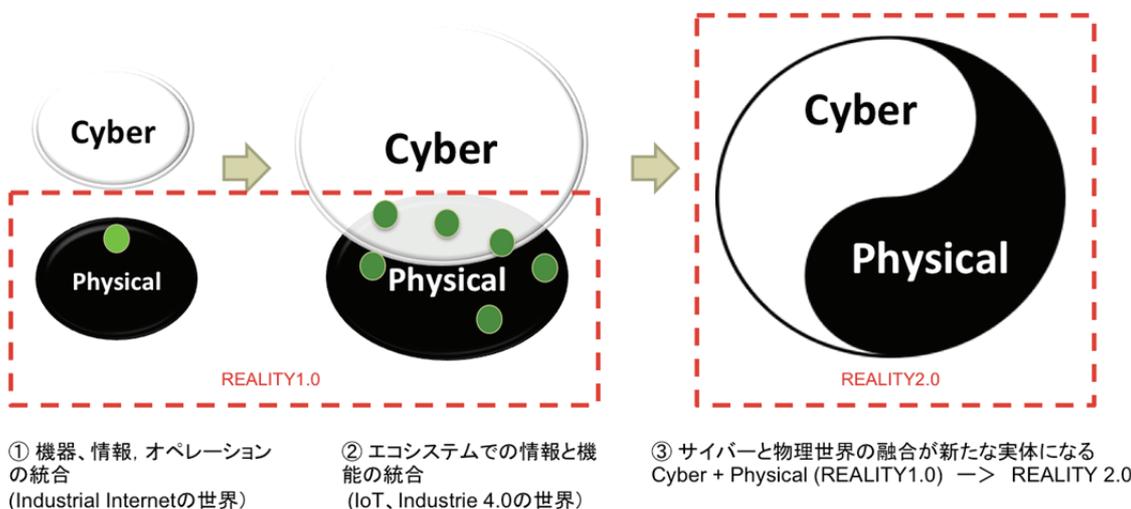


図6 REALITY2.0世界の社会構造の革新

図 6 の③では、サイバー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た社会である。この世界では、さまざまな活動の実体、すなわち、現実世界がサイバーの世界と物理的世界が一体となったものになる。この世界を“REALITY2.0”の世界と呼ぼう。この世界では、サイバーと物理的なものが一体となって実体やアイデンティティーを形成する。つまり、

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

である。ここで+は融合を表している。

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、サイバー世界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で実現される。そして、必要な機能群を動的に構成し、一つの活動単位を作ることができる。このとき、機能群の構成を指定するのがいわゆるソフトウェアからなる「実体定義レンズ」である。したがって、ソフトウェアによって社会機能のエコシステムを定義するという意味で、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世界のアプリケーションの融合だけではなく、サイバー世界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。

4.3 実体定義レンズによる機能のエコシステムの実体化

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さまざまな機能群からなる実体を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 5 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 7 のように、実体定義レンズを介して、この REALITY2.0 の世界のサービスプラットフォームから、右側のように、さまざまな機能のエコシステムが実現される。例えば、中小企業支援サービスプラットフォーム、ヘルスケアサービスプラットフォーム、研究支援サービスプラットフォーム等である。このように、REALITY2.0 の世界の上に多様な実体を実現されるのである。

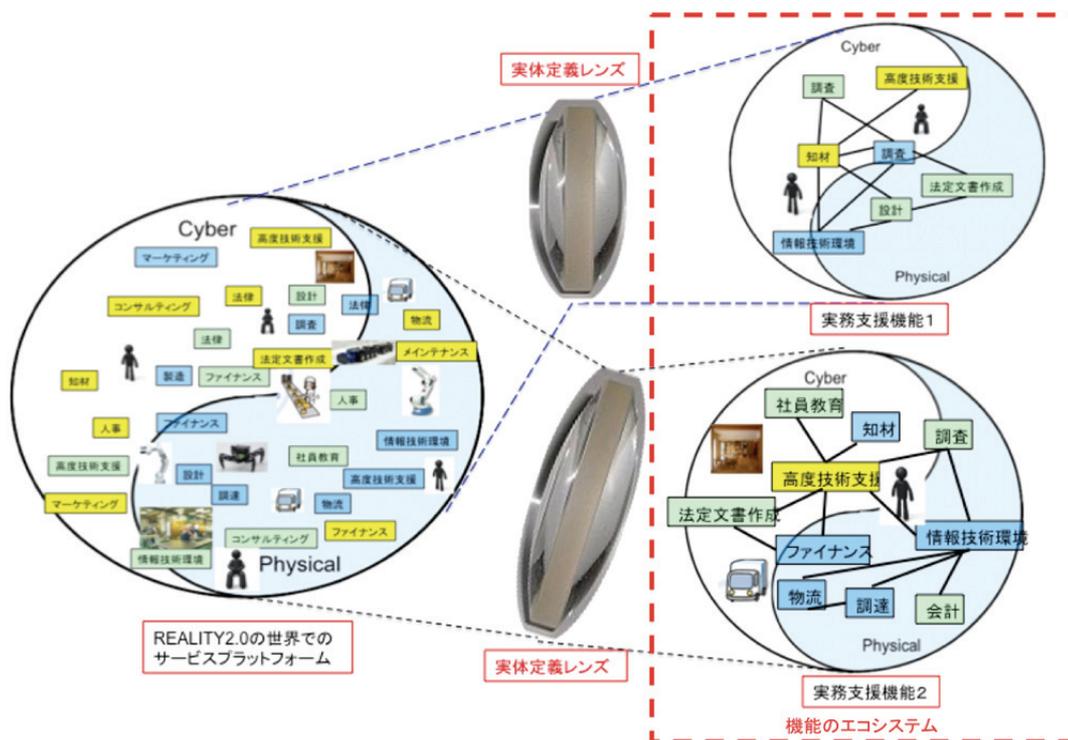


図7 実体定義レンズによって動的に構成される機能のエコシステム

このとき、機能はサイバー世界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、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。

4.4 さまざまな課題

このような社会構造をもたらすことによって、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がもたらされる。さらに、このような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の到来により、さまざまな実体定義レンズの定義による新しいサービス群が生まれてくるだろう。これはインターネットの到来によってさまざまな新しいサービスが生まれた様と似た状況である。

1. 情報科学技術の進展とその役割の変遷

2. 情報科学技術が影響を及ぼす重点的な対象

3. 情報科学技術施策の基本概念

4. 情報科学技術による社会変革のためのサービスプラットフォームの構築

5. 具体的な6つの情報科学技術施策

6. 各施策のインパクトと研究課題のサマリー

このようなサイバー世界と物理的世界の一体化による社会的・経済的インパクトを大きく引き出すために、それらの実行者（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。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トビリティー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に対する悪意による操作、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。

また個人レベルでも大きな変革がもたらされるだろう。例えば、個人の能力が社会においては機能としてサービス提供される。このとき、どのように能力を機能のコンポーネントとして定義づけるのかは工夫が必要である。コンポーネント化することは、何をオープンにしてサービスの魅力をあげるかとともに、そのサービスのコモディティー化を防ぐために、何をクローズにして確保するかの工夫が必要である。また、個人や組織がさまざまなエコシステムのなかで位置づけられるように多様な関係づけが必要になってくるだろう。そして、個人や組織のアイデンティティーの考え方や捉え方が変わり、それに応じたかかわり方や活動を考えなければならない。

5. 具体的な6つの情報科学技術施策

図4に示すⅠ. 情報科学技術による社会変革、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 の情報科学技術による社会変革の層では、情報科学技術による社会変革の仕組みを確立し、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。

5.1 I. 情報科学技術による社会変革の層

(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

(施策2) 社会変革橋渡し基盤

(施策3) 社会変革のフィードバックの科学と実践

5.1.1 (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

こ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（① 超スマート製造社会システム [7]、② 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、計測するののかも視野にいなければならない。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③ 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③の実現を図る④ REALITY2.0 サービスプラットフォーム構築が必要である。この③と④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。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。

5.1.2 (施策2) 社会変革橋渡し基盤

社会変革橋渡し基盤は、情報科学技術による社会変革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8は、死の谷の前段階での、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。

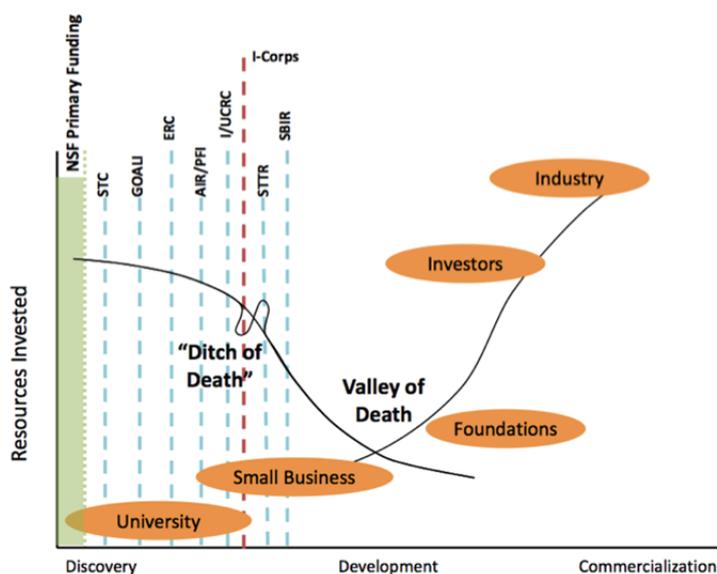


図8 研究から小さなビジネスへ持って行く時の困難 [11]

しかも、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6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、人材育成とさまざま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。

このように、地方創成もにらんだ情報科学技術による社会変革に向けた産・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① 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、情報科学技術による社会変革に優れた人材の育成にもつながる。

5.1.3 (施策3) 社会変革のフィードバックの科学と実践

この施策は、情報科学技術の社会・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タビリティを担保し、インパクトを最大化するための政策研究を行う① 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、情報科学技術による社会変革施策の社会に対するアカウンタビリティを担保する。このための② 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、組織、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タビリティを担保し、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、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

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。

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③ 人文・社会科学と自然科学の総合的実践 (SSH (Social Sciences and Humanities)、ELSI (Ethical, Legal and Social 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 [16]。

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。

5.2 II. 革新的 e-サイエンス統合プラットフォーム

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。このサービスプラットフォームで実現される機能のエコシステムは、研究者、エンジニア、3Dプリンターなどのラピッドプロトタイピング機能、ラボテクニシャン、クラウド上の大規模コンピューティング環境(サーバー、ストレージ、各種ソフトウェア群)、データプラットフォーム、センサー群、研究者コミュニティで統合的に問題解決にあたる SNS (Social Networking Service)、倫理委員会、研究成果の迅速な社会適用において必要な、ファイナンス、特許指導、法律相談、マーケティング、ベンチャーキャピタリスト、産業界からのメンター等からなる。

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、シミュレーション技術、機械学習、計算能力などの飛躍的向上に伴い、さまざま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。

5.3 III. 戦略的科学技術研究事業

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。

5.4 IV. 革新的フロンティア開拓萌芽研究

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) [17,18]、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。

1. 情報科学技術の進展とその役割の変遷

2. 情報科学技術が影響を及ぼす重点的な対象

3. 情報科学技術施策の基本概念

4. 情報科学技術による社会変革のためのサービスプラットフォームの構築

5. 具体的な6つの情報科学技術施策

6. 各施策のインパクトと研究課題のサマリー

6. 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 9 と図 10 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。

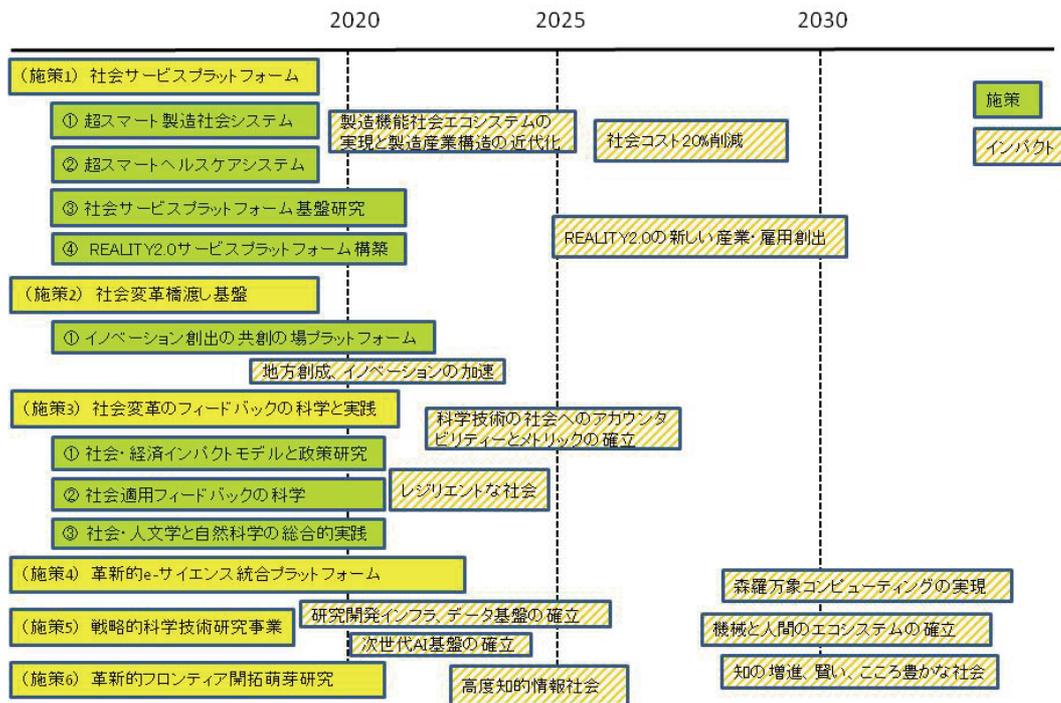


図9 各施策のサブプロジェクトのロードマップと期待されるインパクトの時期

各施策のインパクトのサマリーを図 10 に示している。

6.1 I. 科学技術による社会変革の層

この層について言えば、施策 1、施策 2、施策 3 の実施によるインパクトは次のようなものがあるだろう。

- A) 社会コストの 20%低減 (ヘルスケア、物流、エネルギーなど)
- B) 新しい雇用創造
- C) 賢い社会インフラの実現 (スマートコモンズ³⁾)
- D) 賢い判断と選択ができる社会のための助言サービスの実現
- E) 機械と人間の新しい関係を創出する科学と産業の実現

3 社会的共通資本は、コモンズ (commons) と呼ばれ、社会が継続的に投資、維持、管理、最適化を行い、質の保証を行っている。REALITY2.0 の世界のように、サイバーの世界が物理的世界と一体となって社会のクリティカルインフラになるとき、これを社会的共通資本として扱っていくことが肝要である。ここでは、この REALITY2.0 のインフラをスマートコモンズと呼んでいる。

- F) 新しい学問領域の創出（人間、社会の認知、受容、市場の科学）
- G) 社会・経済インパクト経済モデルの実現
- H) 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。

- ① 社会的費用（社会コスト）の計測、見える化と最適化の研究
- ② Software Defined Society の実現技術
- ③ 機能のコンポーネント化と統合化の研究
- ④ 機能のサービスプラットフォームを実現する共通サービス基盤技術の研究
- ⑤ REALITY2.0 でのアイデンティティー、セキュリティー、プライバシーの概念の確立とその研究
- ⑥ 人や組織、集団の状況把握技術とそれにもとづいた選択肢の提供技術
- ⑦ サービスプラットフォームから得られるデータからの知識創造と提供技術
- ⑧ REALITY2.0 時代での社会・経済インパクト経済モデルの研究

科学技術による社会変革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された研究ではなく、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。

これらのインパクトや研究領域については、Appendix 2 に詳述している。

6.2 II. 革新的 e-サイエンス統合プラットフォームの層

第II層についていえば、

- (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、知的財産権）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、知的財産権、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 Science 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。

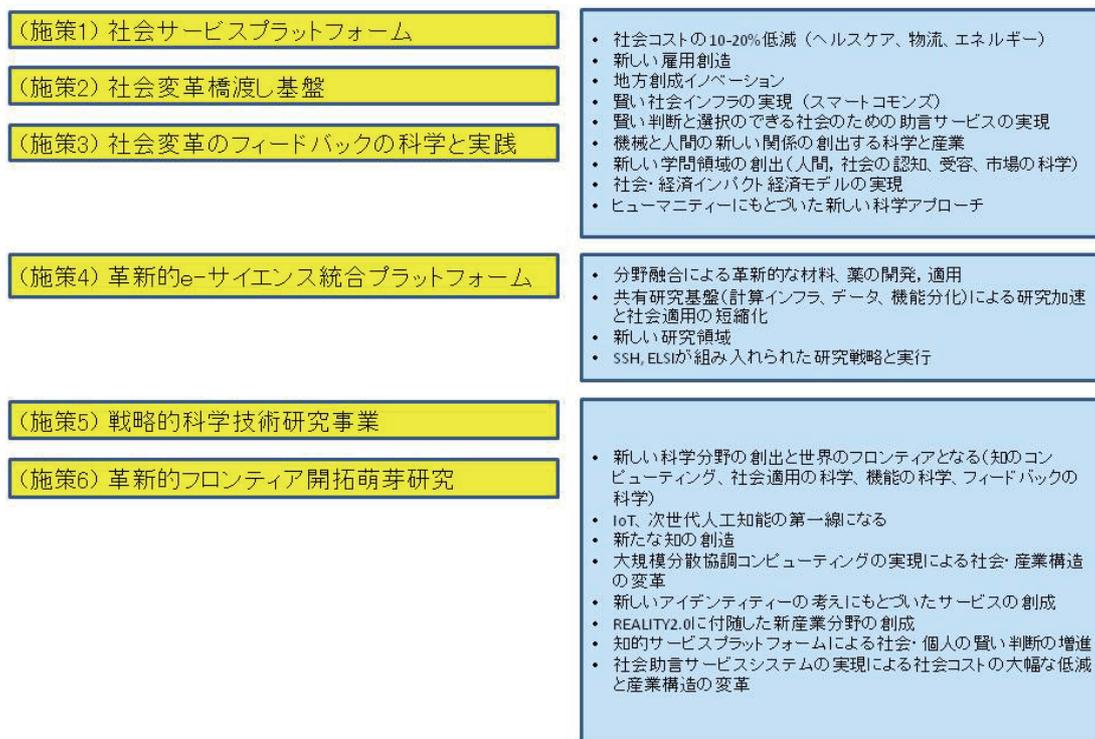


図10 提案施策によるインパクト

6.3 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

これらの各層についてみると、

- A) 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）
- B) IoT、次世代人工知能の第一線になる
- C) 新たな知の創造
- D) 大規模分散協調コンピューティングの実現による社会・産業構造の変革
- E) 新しいアイデンティティーの考えにもとづいたサービスの創成
- F) REALITY2.0に付随した新産業分野の創成
- G) 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
- H) 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低減と産業構造の変革

などのインパクトが考えられ、研究課題としては、

施策4では、

- ① サービスプラットフォーム、サービスサイエンス

- ② REALITY2.0 インフラ、サービス
- ③ 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
- ④ セキュリティー、プライバシー、レジリエンシー
- ⑤ 集団行動特性把握技術

施策 5 では、

- ① 知の創造とアクチュエーションの技術
- ② 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）
- ③ 新しいアイデンティティーにもとづくセキュリティーやプライバシーの研究
- ④ 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）
- ⑤ 極低消費電力社会コンポーネント
- ⑥ 知的サービスプラットフォーム
- ⑦ 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 • 機能のコンポーネント化と統合化の研究 • 機能のサービスプラットフォームを実現する共通サービス基盤技術の研究
(施策2) 社会変革橋渡し基盤	<ul style="list-style-type: none"> • REALITY2.0でのアイデンティティー、セキュリティー、プライバシーの概念の確立とその研究 • 人や組織、集団の状況把握技術とそれにもとづいた選択肢の提供技術 • サービスプラットフォームから得られるデータからの知識創造と提供技術 • 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3) 社会変革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	<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"> • 知の創造とアクチュエーションの技術 • 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ーにもとづくセキュリティーやプライバシーの研究 • 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11 各施策の研究課題例

1. 情報科学技術の進展とその役割の変遷

2. 情報科学技術が影響を及ぼす重点的な対象

3. 情報科学技術施策の基本概念

4. 情報科学技術による社会変革のためのサービスプラットフォームの構築

5. 具体的な6つの情報科学技術施策

6. 各施策のインパクトと研究課題のサマリー

7. 人文・社会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みなければならない。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 と ELSI 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を目指すか、起こりうる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世界と物理的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%削減といった目的に対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 (CRDS-FY2015-FR-01)
<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

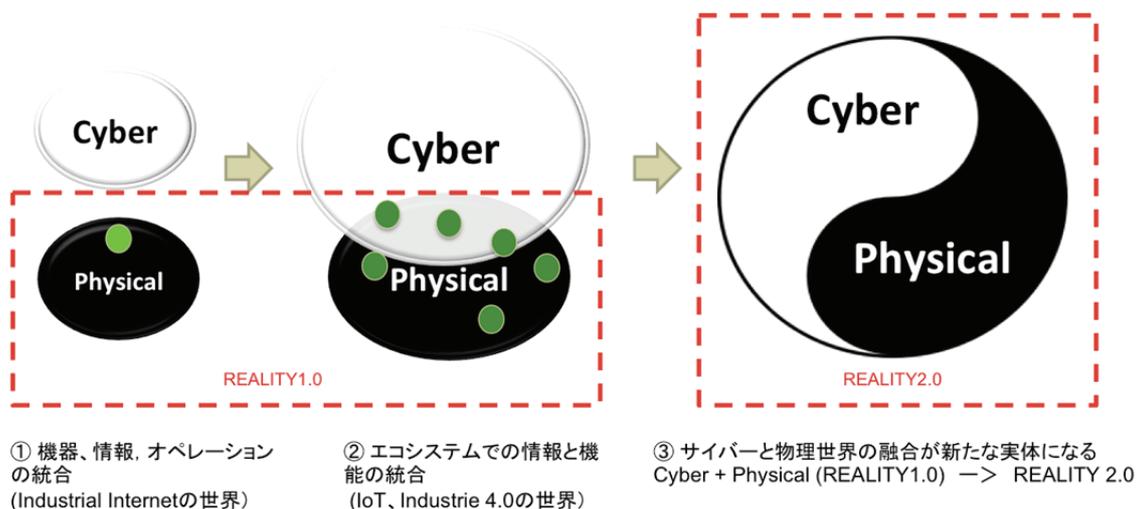
- http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/education/performance-based-funding-for-public-research-in-tertiary-education-institutions_9789264094611-en#page1
- [14] The proposed institutional funding principles and their rationale, Barbara Good, Brigitte Tiefenthaler,
<http://metodika.reformy-msmt.cz/the-proposed-institutional-funding-principles-and-their-rationale>
- [15] Measuring scientific performance for improved policy making,
[http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/527383/IPOL-JOIN_ET\(2014\)527383\(SUM01\)_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/527383/IPOL-JOIN_ET(2014)527383(SUM01)_EN.pdf)
- [16] CRDS-FY2015-RR-02, 科学技術イノベーションに向けた自然科学と人文・社会科学の連携
<http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2015/RR/CRDS-FY2015-RR-02.pdf>
- [17] CRDS-FY2013-WR-05, 科学技術イノベーションに向けた自然科学と人文・社会科学の連携「知のコンピューティング 一人と機械が 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>
- [18] CRDS-FY2014-WR-09, 「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>
- [19] 「超スマート社会」を支える次世代の革新的情報科学技術、マニユスクリプト、科学技術振興機構

Appendix 1. 「REALITY2.0」の世界をめざして

本提案では、「超スマート社会」の本質が、サイバー世界と物理的世界が混在したものが現実になる「REALITY2.0」の世界であると捉えている。いままでの世界観では、実体（REALITY1.0の世界）はあくまで物理的世界であり、サイバー世界と情報をやり取りし、物理的な世界での活動を行っている。しかし、図Aのように REALITY2.0の世界に向けた動きが出てきている。つまり

Cyber + Physical (REALITY1.0) → REALITY2.0

という世界である。この世界では、社会・経済・個人の実体がサイバー世界と物理的世界の垣根を超えて一体として機能する。直近では、① 機器からの情報が人間によるオペレーション（運用）と連携する世界である。次には、② あるドメインでのコミュニティーの情報をIoTのようなプラットフォームで連携させて仮想的な組織のようにオペレーションを連携させる世界である。例えば、Industrie 4.0で目指す製造業を束ねるプラットフォーム[4]や、GEを中心としたIndustrial Internet Consortiumによる企業連携プラットフォーム[3]で作り出す世界である。これは、ドメインが限定されてはいるが一つのエコシステムを実現しているものである。

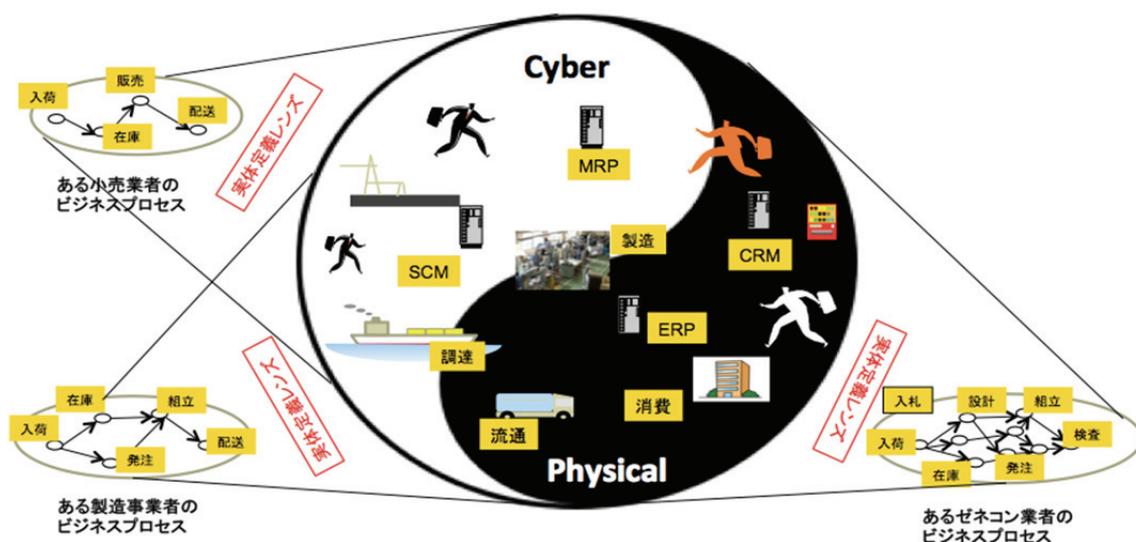


図A REALITY2.0世界の社会構造の革新

次の段階は、2段階目をさらに発展させたものである。③ 産業や社会の各機能が、情報とオペレーションが一体となったコンポーネントとして提供される。つまり、従来の物理的実体（人や機械）もサイバー世界の情報とともに機能の一部として提供される。これらの機能のコンポーネントは、動的に自由に統合化させビジネスや社会サービスを実行できる。このようにして、機能のエコシステムが実現される。これが当提案の主題である社会サービスプラットフォームの実現である。さらに、将来、機械と人間が一体として価値

を作り出す世界である。この世界に向けて、萌芽的研究を着手することにより、新しい世界でのグローバルでの主体性を担保できる。

第2段階の REALITY2.0 の入り口にさしかかった状態を示している。IoTにより物理的世界とサイバー世界がシームレスに結合する世界である。物理的世界の情報がサイバー世界に自動的に配信され、サイバー世界での処理結果が物理的世界に伝達される。Industrie 4.0の世界では、このようにして物理的世界での製造業者をサイバー世界で関連づけることで、産業構造の変革をねらっている。物理的世界の機器の情報をサイバー世界に伝達し処理することによって、機器の運用を目的とする Industrial Internet は、Industrial Internet Consortium のように企業の横断的な連携を取ることができれば、第1段階から第2段階に発展していると言えるだろう。



図B 第3段階（REALITY2.0の世界）：物理的世界とサイバー世界のオペレーションが一体として機能する

第3段階の物理的世界とサイバー世界のプロセスが一体として機能する REALITY2.0 の世界は図Bに示している。機能（プロセス）の実体は REALITY2.0 での機能のエコシステムの中で実現されている。ここで機能は、サイバー世界の情報と物理的オペレーションが一体となったコンポーネントとして提供される。REALITY2.0 の世界では、このような多様な機能があるプロトコル（接続の約束事）を介して提供される。ビジネスを実行する際には、機能（プロセス）の組み合わせ統合の定義（IT の用語ではポリシーとルールと呼ぶが、ここでは、実体定義レンズと呼ぶ）を指定する事によって、動的に行われる。REALITY2.0 の中に実現された組織が実体として動作するのである。つまり、多様なビジネスの実体や社会活動の実体が、実体定義を指定することによって REALITY2.0 の世界で実現される。換言すれば、REALITY2.0 の世界を実体定義レンズを通してみれば

ば、そこに必要な活動実体がエコシステムとして実現されるのである。つまり、REALITY2.0 の上に多様なエコシステムが実体として重なり合っているのである。もちろん第 2 段階のように、自身が保有する物理的世界のプロセスとこの物理的世界の組織実体を連携させることもできる。

このように、REALITY2.0 の世界では、機能がサービスプラットフォームの中で実体化されることによって、プロセスの標準化、高度化、コスト削減が実現される。従来、機能の実現は、物理的な世界の実体（人、組織、機械）が主体となり、サイバー世界の情報を取り込みながら、他の物理的な世界の実体との連携を契約関係などによって図ってきた。そのため、ここで作られる関係は、リアルタイム性、柔軟性に乏しい固定的なものにならざるを得なかった。あくまで物理的な世界の実体（これを REALITY1.0 の実体と呼ぼう）が主体のため、ここで作り出されるエコシステムも限定的であった。しかし、REALITY2.0 の世界では、物理的な世界の実体もサイバー世界の情報とともに一塊のコンポーネントとして提供される。したがって、ポリシーと呼ばれるプロセス組み合わせ統合の記述を変えるだけで、仮想的な組織やサービスやプラットフォームでさえ、動的に実現されることになる。さらに、企業、個人、自治体などは、それらが果たす役割毎にサービスプラットフォームに組み込まれ、他の機能サービスと連携されることによって、生産性や活動の機会が飛躍的に向上する。つまり、REALITY2.0 の世界での機能提供者は、その機能を活かすためのビジネス的な付属品や関係構築を自身で開発する必要はなく、その機能を提供するだけで一挙に市場が開かれるのである。また、その機能の使われ方も市場が多様に決めていく。このように従来自身でビジネスのエコシステムを構築する力（財、ネットワーク、資源等）を持っていなかった層（個人、中小企業、地方、自治体）にとってビジネスの立ち上げの参入障壁は下がり、より開かれた市場（国やグローバル）への展開が容易になる。

また、このサービスプラットフォームに情報が集まることによって、ビッグデータや AI や高度知的情報処理、最適化の最新の成果が適用できる構造が作り出される。この事によって、社会・経済活動の最適化が図られるとともに、機能に動的なフィードバックがかけられ、新しいサービスを呼び込むことにもなる。

これらの科学技術の成果が、社会システムの一部として大規模に高度化した高品質の機能として安全に提供できる。このことによって、社会コスト、ビジネスコストの大幅な削減と最適化が達成できるとともに、科学技術による社会変革にともなう倫理、安全、セキュリティ、安心、社会受容性、制度設計、アカウントビリティーの担保などを図りやすい社会構造が作られる。現在でも脅威になっているサイバーセキュリティ、IoT セキュリティ、プライバシー保護、データ保全、ディザスターリカバリなど社会全体での迅速な適用ができる構造を作ることができる。

さらに、このようにエコシステムが実現されれば新たなサービスが創出されることにもなる。サービスをパターン化するサービス、品質保証、保険、サービスのエコシステムの

解析、最適化サービス、社会費用のモニター見える化サービス、コンサルティングなどは、ほんの一例である。つまり、サービスがサービスを呼び込む社会構造を形成できる。

上記の REALITY2.0 の世界は、10年から20年以内に必然的に訪れる世界と考えられる。なぜなら、先進的なビジネスの世界では、このようなビジネスプロセスの動的な組み合わせを **Software Defined Everything** と称して、行っていく試みが取られている[5、6]。これが図 A で、第2段階から第3段階への発展とともに、REALITY2.0の世界に進む事になる。このように、REALITY2.0の世界では、**Software Defined Everything** というビジネスの観点をさらに推し進めて、**Software Defined Society** という社会・経済のエコシステムを動的に提供できるようになる。

この世界に向けた施策をタイムリーに実行することによって、我が国は、科学技術の革新的進歩のフロントランナーとしての役割を果たし、社会が科学技術の成果を敏速に安全に享受でき、成熟度の高い成長を続ける社会構造を生み出すことができる。そして、安定したところ豊かな社会の形で世界の範となるだろう。これが、高齢化し、地方過疎化、イノベーションの必要性が謳われる課題先進国としての我が国の解決策になるだろう。

Appendix 2. 社会変革のためのサービスプラットフォームのインパクトと研究領域

Appendix 2.1 社会変革のためのサービスプラットフォームのインパクト

(施策 1)、(施策 2)、(施策 3) 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。

- (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) 新しい雇用創造
- (ウ) 地方創成イノベーション
- (エ) 賢い社会インフラの実現 (スマートコモンズ)
- (オ) 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
- (カ) 機械と人間の新しい関係の創出する科学と産業
- (キ) 新しい学問領域の創出 (人間、社会の認知、受容、市場の科学)
- (ク) 社会・経済インパクト経済モデルの実現
- (ケ) ヒューマニティーにもとづいた新しい科学アプローチ

(ア) 社会コストの 20%低減

ヘルスケア、物流、エネルギー、中小製造業などのドメインごとに社会コスト(社会的費用)を計測し、それらを見える化し、最適化する。通常、そのような見える化が可能になるだけでかなりのコスト低減が達成できることが知られている。例えば、BEMS (Building Energy Management System) や HEMS (Home Energy Management System) では、エネルギー消費の見える化が実現できると、使用者の行動が変わり、10%程度のエネルギー消費削減効果が一般的に図られる事などは知られている。

(イ) 新しい雇用創造

2013 年の Oxford 大学のレポートによれば 2010 年に存在した 700 あまりの職種のうち、2020 年にはその 47%が高い確率で機械によって置き換えられるという。このように消える職種もあるが、新しい社会サービスプラットフォームで出現する職種と雇用がある。例えば、サービスをパターン化するサービス、品質保証、保険、サービスのエコシステムを解析、最適化するサービス、社会費用のモニター見える化サービス、コンサルテーションなどである。このような雇用や新しいサービスを産み出す構造が重要になる。

(ウ) 地方創成イノベーション

(施策 2) の社会適用橋渡し戦略事業により、地方にアカデミアと産業界を結ぶエコシステムや、拠点、人材育成が図られることによる効果である。図 B に見ら

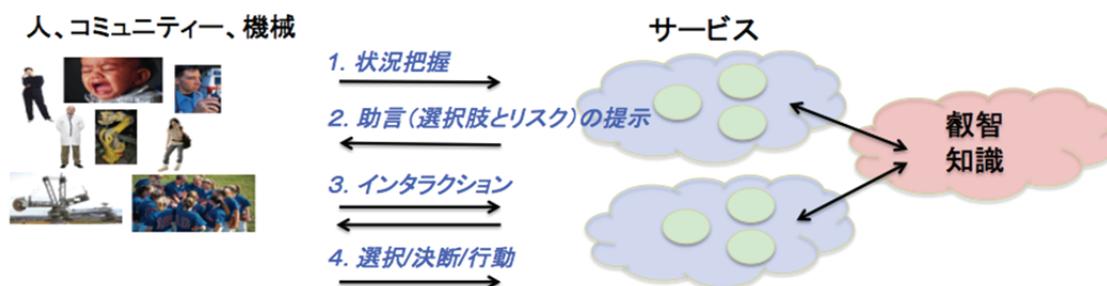
れるように、地方の社会機能をサービスプラットフォームに実装し、さらに、それだけでは足りない高度技術（例えば、画像診断、コンサルテーション、ファイナンス、高度設計、市場開拓、マーケティング機能）などを REALITY2.0 の機能エコシステムにより補完することにより、その地方に存在する技術、ビジネス価値を地域を越えて提供できる。さらに、地方で閉じていた社会コストの最適化の努力がもっと広い範囲で行える事による効果が大きく見込まれる。

(エ) 賢い社会インフラの実現（スマートコモンズ）

IT で実現された社会インフラと社会サービスを社会的共通資本（コモンズ）として投資、維持、管理していく必要がある。サイバー世界と物理的世界が一体となって情報が収集されオペレーションされること（スマート化される）ことによるインフラ維持の管理コスト、および、レジリエンシーの向上が期待される。

(オ) 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

将来の社会サービスの形は、下の図のようになる。



図C 将来の社会サービスの形

図 C では、人、コミュニティー、機械を含む様々な REALITY2.0 の実体に、社会サービスが、その状況把握を行い、高度な知的情報処理システム（Wisdom Computing や次世代 Watson システムなど）とともに、いくつかの助言を（リスクつきで）提示する。このとき、REALITY2.0 の実体は、サービスと情報をやりとりしながら、適切な選択、決断、行動に達する。このように賢い判断と選択のできる社会に近づくことができる。

(カ) 機械と人間の新しい関係の創出する科学と産業

REALITY2.0 がさらに進展した段階では、機械と人間の融合が図られていく。このとき、新しいアイデンティティーとそれともなうプライバシーの概念が研究されなければならない。これは、機械と人間の有機体かもしれないし、ある契約行

為での融合かもしれない。どちらにせよ、新しい機械と人間の関係、それに伴う社会、経済に関する哲学、思想、そして、産業が必要になる。

(キ) 新しい学問領域の創出（人間、社会の認知、受容、市場の科学）

REALITY2.0 の世界では、人間、集団、機械など森羅万象を対象としたサービスが主体となる。このときに、人間や集団の行動原理、制度、政策の受容が、サービスの成功には欠かせない。また人、集団、社会が賢くなる道については、新しい学問領域が必要になるだろう。また、従来の所有の原理から、使用の原理に価値が移ってきている。このとき使用の科学というものが確立されなければならない。現在のビッグデータ、IoT、AIの進展とともに、新しい経済が必要とされる。さらに、SSH、ELSIを基礎にした科学技術の推進も要請される。さらに、価値の所在が、どのエコシステムでどのように寄与するかということに力点が移ってくる。そのため、使用の科学から関係の科学に焦点をあてなければならない。このように新しい学問領域の創出が図られる。

(ク) 社会・経済インパクト経済モデルの実現

IoTやビッグデータ、知的情報処理、また REALITY2.0におけるITやサービスの社会・経済に対するインパクトが、従来のモノの動きだけで捕捉されるものではない。情報の価値、機能の価値、プラットフォームの価値、エコシステムの価値、知識や知の価値を計測し、経済モデルを確立し、継続的に更新していく必要がある。これによって、科学技術による社会変革に対して、社会へのアカウンタビリティを担保でき、適切な投資を行い続けることが可能になる。

(ケ) ヒューマニティーにもとづいた新しい科学アプローチ

科学技術による社会変革にあたっては、社会に対する科学技術の功罪、その適用にかかわる人たち（研究者、エンジニア、政策者など）の倫理感などが必須になる。このようなヒューマニティーの観点にもとづいた科学技術研究、適用が必要になる。さらに、賢い受容をもたらすための、人材育成、教育も必要になる。

Appendix 2.2. 社会変革のためのサービスプラットフォームの研究領域

科学技術による社会変革の科学と実践は、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された研究ではなく、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。

(ア) 社会コストの見える化と最適化

ドメイン（ヘルスケア、流通、物流、エネルギーなど）における社会指標、見える化、計測の技術である。大規模で分散された多様な（信頼度、粒度、頻度など）データを統合化して、目的とする信頼できる社会指標に持っていく技術である。そして、解析、最適化し、ドメインの系に影響を与える（アクチュエーション）技術である。通常、コストの見える化に成功すれば、それだけで人や企業の行動特性が変わり、そのコストに付随する無駄を 10 数%削減するのは容易であると言われている。例えば、BEMS（Building Energy Management System）での電力使用である。

(イ) Software Defined Society の研究

機能のエコシステムの構築の研究。機能のコンポーネント化、統合化の研究。コンポーネントの粒度決定。機能の標準化。信頼性やリスクの推定と管理。価値の配分のメカニズム。ユーザー定義のポリシー（規則）にもとづく機能のネットワーク構築。セキュアなクラウドコンピューティング上の機能のエコシステムの実装。認証、SLA（Service Level Agreement）保証技術。

(ウ) 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

REALITY2.0 の世界では、個人や企業、組織体のアイデンティティが、物理的なアイデンティティとは異なり動的な変化を生む可能性がある。その時に何を守り、何を開放して、サービスに結びつけるかの研究である。

(エ) 新しい雇用創造のための研究

Oxford University の 2012 年のレポートによれば、2010 年に存在した 700 あまりの職種のうち 47%が、2020 年には高い確率で機械によって置き換わられるという。このとき、いくつかの研究課題が生ずる。置き換わられる職種の人たちの再教育システムの構築、社会の不安定性を回避する富の再配分の問題、新しいサービスプラットフォーム上での新しい職種の構築である。これらには、機能エコシステムに関するデザイナー、受託構築者、評価者、監査人、動的機能保険、機能エコシステムのサブシステムの保全、提供者などが対象となる。

(オ) 賢い社会インフラの実現（スマートコモンズ）のための研究開発

REALITY2.0 で作り出されるサービスプラットフォームは、社会共通資本（commons）として位置づけられる。この社会共通資本を社会インフラとして維持・管理・運用する技術開発が必要である。つまり、知的社会共通資本、スマート

コモンズの構築である。また、機能のエコシステムとしてのサービスプラットフォームにおいて、機能のサービス状況を常時モニターし、その使われ方によって清算された価値の再配分を行うモデルやシステムの構築の研究が必要である。

Appendix 3. (施策4) 革新的 e-サイエンス統合プラットフォームのインパクト

近年のビッグデータ、データ解析、AI、センサー技術、データ管理、オープンデータ、クラウドコンピューティングに代表される研究資源共有インフラ、協調インフラ（SNSを含む）の進展や、オープンソース等に代表される研究のオープン化による様々な分野での研究技術開発の革命的な進歩が期待される。当施策は、これを e-サイエンス統合プラットフォームとして、実現するものである。つまり、BY IT により、研究技術開発における機能のエコシステムを実現するものである。

そのインパクトとして次のようなものが考えられる。

- 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

このような試みが EU でも European Integrated research Information e-Infrastructure のように提言されている [15]。

Appendix 4. (施策5) 戦略的科学技術研究事業の研究課題

ここでは、特に IT について、(施策5) 戦略的科学技術研究事業の研究課題について述べる。(施策5) 戦略的科学技術研究事業では、REALITY2.0 の世界の実現に向けた戦略的アプローチを行う必要がある。それらは、社会サービスプラットフォームを機能のエコシステムとしてとらえたときの機能コンポーネントとサービス研究。そしてプラットフォーム自身を安全に機能させるためのインフラの研究。サービスプラットフォームから作り出される価値を最大化するための要素研究。インフラのレジレジリエンスを担保する研究。そして、人、組織、社会の行動変容をもたらすための研究などである。

一例を挙げれば、次のようなものがあるだろう。それらは、

① サービスプラットフォーム、サービスサイエンス

社会サービスプラットフォームにおいて、どのように REALITY2.0 世界での実体をコンポーネント化するかの研究である。REALITY2.0 の実体は、サイバー世界と人、組織を含めたものが一体のコンポーネントとなって機能として働くものである。さらに、その統合化技術も開発されなければならない。また、価値の再配分の研究、サービスのメトリックの決定、その見える化、最適化などのサービスサイエ

ンスが重要になる。そして、機能のエコシステムが実現される社会サービスプラットフォームから、ビジネスなどの活動の実体を指定する実体定義の研究が必要である。実体定義の記述、標準化、コンフリクト処理、動的な実体定義の実現などである。

② REALITY2.0 インフラ、サービス

機能のエコシステムとしての REALITY2.0 のインフラ管理技術として、スケーラビリティの担保、モニタリング、認証、セキュリティー、レジリエンシー、動的な SLA 管理、動的な実体定義の実行とリソース配備、最適化の技術などが重要である。さらにサービスプラットフォームがデータプラットフォームとしても機能するために、データの管理、メタデータ、データやサービスのトレーサビリティ、超分散自律システム、様々に異なる信頼度を持つデータやサービスから判断を行う技術なども重要になる。

③ 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、データ解析、最適化

REALITY2.0 の世界では、超分散、超多様なデータがリアルタイムで流れる。それらのデータから知恵や叡智を産み出す次世代知的情報処理システム、Wisdom Computing が鍵となる。

④ セキュリティー、プライバシー、レジリエンシー

REALITY2.0 の世界では、サイバー世界と物理的なモノが一体となって機能するので、新しいセキュリティー、プライバシー、レジリエンシーの概念に応じた技術開発が必要になる。

⑤ 集団行動特性把握技術

社会サービスプラットフォームでは、人や、集団、組織が、ある状況下で何を望んでいるかを正直シグナルも含めて把握し、また、その特性に応じて、選択肢の提示をしなければならない。

Appendix 5. (施策 6) 革新的フロンティア開拓萌芽的研究の研究課題

(施策 6) 革新的フロンティア萌芽的研究では、10 年後の REALITY2.0 の世界の到来に備えて、我が国が研究の第一線に立ち続けるための萌芽的研究と次世代の人材を育成するものである。IT に関する研究課題の一例を挙げれば次のようなものがある。

① 叡智の創造

図 2 で示したように、コンピューティングのフロンティアは、知、森羅万象、人類になる。このとき、いかに叡智にたどり着くかの研究である。現在、遂行中の知的情報処理を超えて、次世代知的情報処理ともいえる知のコンピューティングの研究である。

② 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）

REALITY2.0 の世界の究極では、全て（森羅万象）が協力し合って価値を実現する。このときのコンピューティングの体系は、フェデレーティッドコンピューティングや森羅万象コンピューティングと呼べるものである。

この究極のコンピューティングを目指す研究である。

③ 新しいアイデンティティー研究

REALITY2.0 では、図 D のように、機械と人間の新しい関係が模索される。このための思想、哲学とともに、新しいアイデンティティーの概念にもとづいたセキュリティやプライバシーの研究と新しいサービスの創造が必要になる。

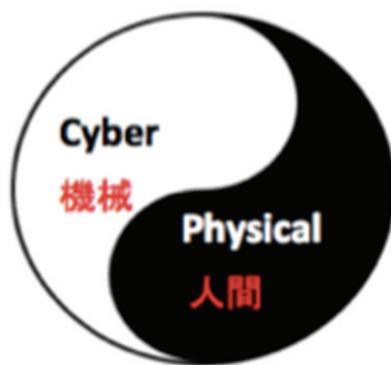


図 D REALITY2.0で実現される機械と人間の新しい関係

④ REALITY2.0 実現要素技術（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）

REALITY2.0 の世界を実現するための要素技術である。インプラントブルデバイスによって、人間は直接的に他者（人、社会、機械、サービス）とつながる。REALITY2.0 の世界では、人と機械が一体となって、一つの機能として働く。このように仮想化の新しい領域が出現する。REALITY2.0 におけるコンポーネントの標準化、プロトコル、制御、統合化、モニタリング、価値の再配分、レジリエンシーなどの研究が必要になる。

⑤ 極低消費電力社会コンポーネント

超分散多様なプラットフォームにおいては、エネルギーの問題の解決が必須になる。

⑥ 知的サービスプラットフォーム

⑦ 社会助言サービスシステム

⑥、⑦については、Appendix 2 で説明した。

Appendix 6. NSF の I-CORPS プログラム

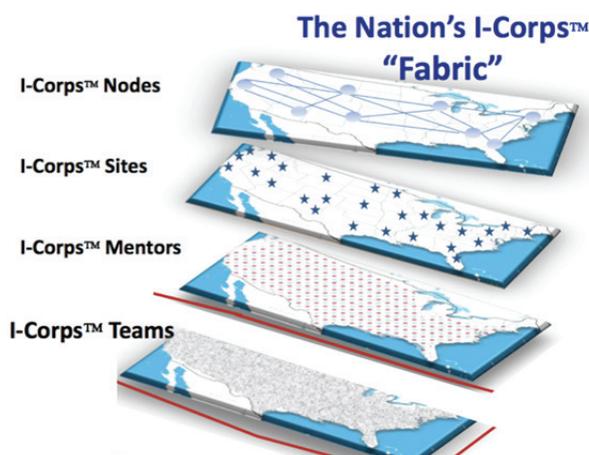


図 E チームから国全体へのファブリック

各チームは、図 F のように提案時から Lean Start Up の研修と 100 の潜在顧客とのインタビュー等を通して、社会適用のプロセスを身につける。これが国全体でのファブリックとなり、知識、経験の集積となり、さらに人材育成、地方創成の鍵にもなっている。

- **Mandatory** for all I-Corps participants
 - Attend **3-day Course** (arriving the day prior to course start)
for Fall 2014 Two Cohorts - Course dates are: **Oct 15-17**, Location TBD or **Oct 20-22**, Location TBD
 - Participate in **5 follow-on Webinars** -- team presentations/instructor interactions
Web dates are: **Mondays 1-4 PM Eastern – Oct 27– Dec 1** (for first October cohort)
Wednesdays 1-4 PM Eastern – Oct 29 – Dec 3 (for second October cohort)
 - Attend **2 days of Lessons-Learned** (arriving the day prior to start)
December 11-12 (for first cohort)
December 15-16 (for second cohort)
- **Requires** getting out of the lab
– **AT LEAST 15 hours of prep per week**
- **Requires** Teams to contact at least **100 potential customers**

図 F I-Corpsの各チームに要求される活動

Appendix 7. 提案のサマリー

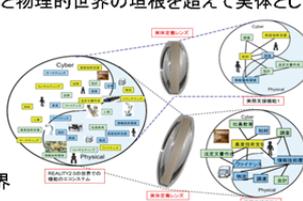
「情報科学技術がもたらす社会変革への展望」概要

【背景と狙い】

- 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り価値が提供されるようになってきた
- サービス提供に主眼を置き、多様な機能を組合せてシステムを構成する新たな概念 (SOA (Service Oriented Architecture)、Software Defined Everything 等) に基づいたビジネスが展開され始めている
- 「超スマート社会」を目指した第5期科学技術基本計画にむけて我が国が実施すべき科学技術施策を提案する

【「超スマート社会」の本質: REALITY2.0】

- 物理的世界が現在の実体である世界 (REALITY1.0) とサイバー世界が混在し現実になる世界: Cyber + Physical (REALITY1.0) → REALITY2.0
- 社会・経済・個人の実体がサイバー世界と物理的世界の垣根を超えて実体として一体的に機能
- 物理的実体 (人や機械) もサイバー世界の情報や機能と融合としてサービスを提供
- 機能の組合せの変更により、仮想的なサービス、プラットフォーム等を動的に実現し、ビジネスや社会サービスを実行
- REALITY2.0は10~20年後に到来する世界



【「超スマート社会」に向けて実施すべき施策】

- REALITY2.0における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
- 科学技術の社会適用橋渡し基盤
- 社会適用のフィードバックの科学と実践
- 革新的e-サイエンス統合プラットフォーム
- 戦略的科学技術研究事業
- 革新的フロンティア開拓萌芽研究

【施策の実施により期待される効果】

- サイバー化の恩恵を受けられなかった層 (個人、中小企業、地方、自治体等) の新たなビジネスへの参入や社会サービスの提供による新雇用創出や地方創成イノベーションの実現
- ヘルスケア、物流、エネルギー、製造業などのドメイン毎の社会コスト (社会的費用) 見える化・最適化による社会コストの大幅な低減
- 新しい科学技術分野のフロントランナーとして世界のイニシアティブを握る

【施策の実施にあたって必要なこと】

- 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つシンクタンク等の設置
- 科学技術の急速な進歩と変化に適應する柔軟なファンディングスキーム
- SSHとELSIのための社会・人文科学と自然科学の研究者の継続した議論を行う体制

ITの活用により生産性等が伸びることが期待される層



SSH: Social Sciences and Humanities
ELSI: Ethical, Legal and Social Issues

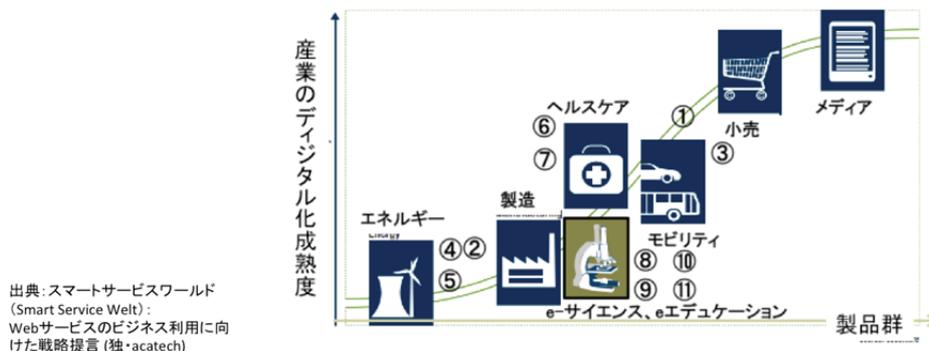
Appendix 8. 具体的な課題解決型プロジェクトのサマリー

ここでは JST がまとめた課題解決型プロジェクトのサマリーを転載する[19]。

社会応用・社会実装を目指す課題の具体例(全体概要)

サービス分野	番号	具体例
新産業/サービスの創出	①	日本の良さを出したおもてなしサービス
	②	次世代ものづくりシステム
	③	オンデマンドモビリティ
社会インフラ高度化	④	エネルギー最適利用システム
	⑤	人口密集地災害対応システム
人間らしい暮らしの創造	⑥	介護ケア統合マネジメントシステム
	⑦	健康情報リアルタイム監視システム
科学研究インフラの革新	⑧	サイバー空間研究プラットフォーム
	⑨	アイデア構築支援システム
教育 (eエデュケーション)	⑩	サイバー教室
	⑪	教育効果最大化システム

詳細はAppendix



社会応用・社会実装を目指す課題の具体例 (1)

番号	サービス分野	課題	目的/目標	内容	コアとなる技術	
1	新産業/サービスの創出	日本の良さを出したおもてなしサービス	相対する人物の性向を状況に応じ、国籍を問わず把握 ⇒東京オリンピック成功、観光立国日本への貢献	人の情緒理解、行動パターン予測、国民性・慣習等をAI技術を駆使して把握し、ロボット技術なども用いて、顧客に心地よいサービスを提供。	<ul style="list-style-type: none"> サービスメニュー動的構築技術 顧客反応(五感、加速度センシング等)統合計測技術 顧客反応予測シミュレーション 各種(顧客反応、情緒等)環境情報統合技術 アンドロイド技術 	<ul style="list-style-type: none"> マンマシンインタフェース(音声認識/合成、機械翻訳) 情緒理解 (Affective Computing) 感性情報DB構築 AIを用いた行動予測技術 セキュリティ(個人認証)等
		次世代ものづくりシステム	即時的なサービス指向ものづくりを実現 ⇒欲しいモノ/を欲しいときにお届け ⇒設計・製造効率の劇的向上	販売された「もの」のユーザの評価、意思、潜在ニーズ等をユーザ(個/集団)の様々な情報をIT技術による入手し、顧客にとって価値の高いサービスを提供すると共に、最適な設計/製造を行うスマート生産システムを実現。	<ul style="list-style-type: none"> ニューロマーケティング、五感センシング等による情緒理解及びこれに基づく製品・サービス評価技術 AIの意味連携技術を活用した異分野・異業種データ(データベース)の統合化 	<ul style="list-style-type: none"> ソフトウェア・デファインド技術を活用した産業機器間連携による自律生産システムの実現化 セキュリティ(暗号化データ演算、機器認証システム)等
		オンデマンドモビリティ	人の移動や物流において必要な時に最適な移動手段を提供 (低炭素化社会) ⇒渋滞ゼロ社会の達成	道路、駅、空港、商業施設等における渋滞等も含めた様々な移動手段情報を統合/解析することにより、社会や物流において最適で、人には快適な移動手段を提供。	<ul style="list-style-type: none"> オンデマンドモビリティ技術 自動運転技術(4次元地図履歴情報の解析と活用、センシングとアクチュエーションのハードリアルタイム統合化等) 複合インフラ動的情報の統合/解析(モバイルデータの標準化) 	<ul style="list-style-type: none"> 4次元ダイナミック地図、GIS(Geographic Information System: 地理情報システム)の構築と活用技術 ビークルアベイラビリティの対話型紹介技術(性別、年齢急ぎ度、賛成度等) 最適スケジューリング技術等

社会応用・社会実装を目指す課題の具体例 (2)

番号	サービス分野	課題	目的/目標	内容	コアとなる技術	
2	社会インフラ高度化	エネルギー最適利用システム	都市における限られた資源(電力、水、ガス等)の需給最適化 ⇒化石燃料使用量の大幅低減	交通やエネルギー、環境など都市で資源を利用する活動を消費者行動および経済活動を考慮し、最適制御する。	・分散電源調和型電力系統制御(動的に変動する電力需給制御) ・異分野センサーデータの統合/分析(セマンティクスによるデータ統合) ・エネルギー消費行動の観測	・ビッグデータ解析 ・センサーデータ統合検索分析技術 ・AI技術によるプライバシー保持データマイニング等
		人口密集地災害対応システム	人口密集地における複合災害の人的被害低減	震災に付随して発生する火災、交通傷害、建物被害、群衆パニックをトータルに扱う人的被害提言対応プラットフォーム	・震災・火災・交通傷害・建物被害統合情報に基づく、複合災害状況4次元地図 ・複合災害情報を見た群衆心理の把握とパニック発生予測 ・群衆ベースの待避・避難方策のリアルタイム立案技術 ・災害状況・避難ガイダンスの周知機能	・統合災害情報ビッグデータ解析 ・群衆心理観測技術 ・最適避難戦略立案モデル等
3	人間らしい暮らしの創造	介護ケア統合マネジメントシステム	介護インフラ・サービスを最適に活用し、利用者に応じたケアを実現 ⇒介護者負担・費用の劇的削減 ⇒ケアサービス品質の劇的向上	介護情報ビッグデータと被介護者情報の統合的解析により、①ケアプラン提案/作成②実施モニタリング③データ集約/評価これらのサイクルを実現し、改善サイクルを回す。	・介護者のモニタリング機能(生体情報、睡眠状況、移動状況等の監視) ・データ解析機能(過去データとの比較による改善事項の抽出) ・アンドロイド技術 ・AIの意味連携技術を活用した異分野データの統合化	・IoTセンサー(ウェアラブル健康モニター) ・データ解析機能(過去データの蓄積と解析手法) ・セキュリティ(暗号化データ演算)等
		健康情報リアルタイム監視システム	個人の膨大な健康情報をリアルタイムに監視。 ⇒不安のない生きがいのある社会の創造	ウェアラブルな機器を身に装着することにより、常に、健康状態を監視し、病気の予防対策を確実に実施する。	・健常者のモニタリング機能(生体情報、睡眠状況、移動状況等の監視) ・データ解析機能(過去データとの比較による改善事項の抽出) ・AIの意味連携技術を活用した異分野データの統合化	・IoTセンサー(ウェアラブル健康モニター) ・ビッグデータ処理(過去データの蓄積と解析手法) ・セキュリティ(暗号化データ演算)等

社会応用・社会実装を目指す課題の具体例 (3)

番号	サービス分野	課題	目的/目標	内容	コアとなる技術	
4	科学研究インフラの革新	サイバー空間研究プラットフォーム	すべての研究者が創造性の発揮に集中できる研究環境の実現 ⇒研究効率の劇的向上 ⇒研究者の創造的活動時間の劇的増大	各大学における研究データ/研究開発ツールの共有、各種DBの相互利用、討議の場を提供するためのサイバー空間上のセキュリティ保全されたアカデミア共通プラットフォームを構築 ・ネットワーク経由で遠隔利用できる物理的な実験室器具の共有	・統合/分散DB(分散するDBの国内規模での統合) ・Software Defined Experiment (物理的に存在する実験器具等をサイバー空間から利用)	・AIの意味連携技術を活用した異分野データの統合化 ・情報セキュリティ技術(暗号化データ演算、認証システム)等
		アイデア構築支援システム	研究者の創造性構築支援 ⇒研究者の能力の最大発揮	研究者が持つまとまりのないアイデアを、計算機との会話を通じて、アイデアとしてまとめることを支援	・機械翻訳、音声対話、意味解析技術等の統合化による計算機との対話の実現化	・AIを活用した概念構築支援技術等
5	教育(eエデュケーション)	サイバー教室	世界中のどこからでも受講可能な環境の提供 ⇒世界中に最高の教育機会を提供	遠隔地でも通常のローカルと同じ教育/体験学習を実現	・プロジェクションマッピング(原寸大、高度の臨場感、五感利用) ・受講者の状況や感情等の統合理解技術(感性工学、AI等の活用)	・VR (Virtual Reality)/ AR (Augmented Reality) ・情報セキュリティ技術(暗号化データ演算、個人認証)等
		教育効果最大化システム	個々の生徒に応じた最適な教育を実現 ⇒学習効果の劇的向上	生徒の学習時の動向や教師の指導状況を統合解析し、最適なテキストやカリキュラムを構築	・指導に対する反応と学習効果(脳内センシング等)統合計測技術	・履歴に基づく教材の最適化 ・学習履歴のビッグデータ解析 ・情報セキュリティ技術(暗号化データ演算、個人認証)等

■ 報告書作成メンバー ■

岩野 和生	上席フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
鈴木 慶二	フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
高島 洋典	フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
土井 直樹	フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
富川 弓子	フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
中村 幹	調査役	(企画運営室)
藤井 新一郎	フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
的場 正憲	フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
茂木 強	フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
山田 直史	フェロー	(システム・情報科学技術ユニット)
倉持 隆雄	センター長代理	
中原 徹	副センター長	

※お問い合わせ等は下記ユニットまでお願いします。

CRDS-FY2015-XR-05

情報科学技術がもたらす社会変革への展望

- REALITY 2.0 の世界のもたらす革新 -

平成 27 年 10 月 October 2015

国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
システム・情報科学技術ユニット
Systems / Information Science and Technology Unit
Center for Research and Development Strategy
Japan Science and Technology Agency

〒102-0076 東京都千代田区五番町 7 番地
電 話 03-5214-7481
ファックス 03-5214-7385
<http://www.jst.go.jp/crds>
©2015 JST/CRDS

許可無く複写／複製することを禁じます。
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

No part of this publication may be reproduced, copied, transmitted or translated without written permission. Application should be sent to crds@jst.go.jp. Any quotations must be appropriately acknowledged.

