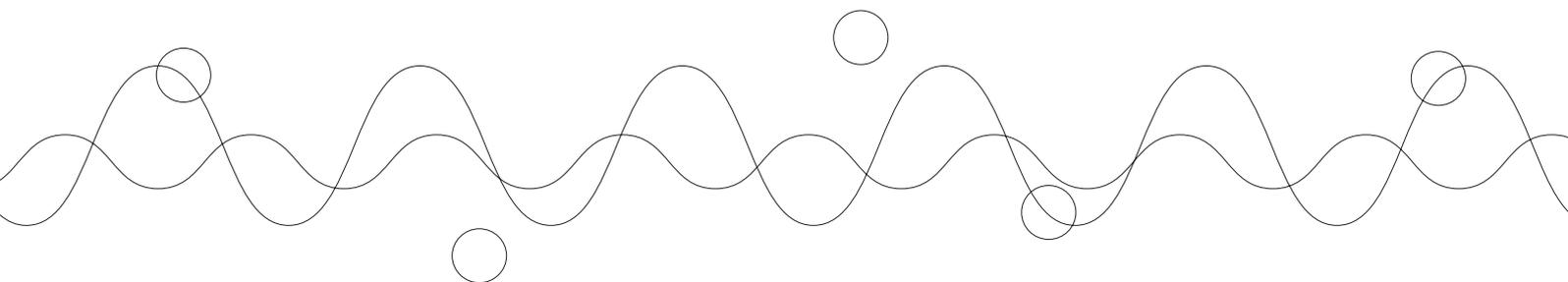


CRDS-FY2014-XR-03

平成25年度 報告書

社会的期待に応える研究開発戦略の立案

—未来創発型アプローチの試行—



独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
Center for Research and Development Strategy Japan Science and Technology Agency

エグゼクティブサマリー

公的資金による研究開発戦略の立案において、科学技術の社会に対する貢献を明確に打出す動きが、米国や欧州を中心に年々強まっている。日本では、2011年8月に閣議決定された第4期科学技術基本計画の中で、科学技術イノベーション政策の主要な柱を、従来の分野別重点化から重要課題の達成へと転換する方針が打ち出された。また2013年6月に閣議決定された科学技術イノベーション総合戦略においても、取り組むべき課題を設定し、その解決に向けた施策を実施することが方針として示されている。

独立行政法人科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）は、「社会が何を求めているか（社会的期待）」に応えることを研究開発戦略の立案にあたっての基本方針としている。この基本方針の下、CRDSでは、上述の科学技術イノベーション政策の方針を具体化すべく、これまで次の2つの異なるアプローチにより研究開発戦略の立案方法を検討してきた。

- ・課題解決型アプローチ（平成24年度）
- ・未来創発型アプローチ（平成25年度）

平成24年度に検討した課題解決型アプローチは、従来から実施されている分野別の研究開発動向からのアプローチと比較すると、研究開発分野/領域の視点や枠組みにとらわれずに社会的課題を把握、認識することができ、また課題解決に寄与しうる研究開発領域/課題を複数の異なる分野から見出すことができる等の点において改善が見られた。しかし、一方で、以下のような点を補完する方法が必要であるとの認識に至った。

- ◇ 解決が求められる課題への対処を起点として検討を進めるため、描かれる将来の社会像は、問題が解決された状態のものに留まる傾向にある。そのため、新しい科学技術によって実現しうる、未来志向で新規性のある社会像が描出されにくい。
- ◇ 課題解決に寄与しうる科学技術という視点からでは、先駆的、先端的な研究開発領域/課題が見出されにくい。

未来創発型アプローチは、これらの点を改善することを目的として、平成25年度に検討を試みた方法である。このアプローチでは、未来志向で新規性のある社会像を、先端的な研究領域から得られつつある科学的知見や萌芽的技術等を踏まえて描くことから検討を開始した。その一連の検討の流れは以下のとおりである。

- 1) 未来の社会像とその根拠となる科学技術のロングリストの作成
- 2) 1)の検討範囲を絞るための視点の抽出
- 3) 視点毎に関連する社会像と科学技術を把握
- 4) 3)を踏まえ、駆動力を持つ科学技術を特定し、実現されうる社会像の正負両面を把握
- 5) 再び視点の単位で駆動力を持つ科学技術、関連する社会像、必要となる制度等を把握

これらの検討を経て得られた戦略スコープ案のタイトル（A、B、C）、それぞれが含む駆動力を持つ科学技術は以下の通りである。戦略スコープ案とは、CRDSにおいて具体的

に研究開発戦略を検討していく候補である。

A：医療と病院の変容

- 物理的刺激による新しい治療法の開発
- 加齢医学による疾患予防
- 統合生理モデルの研究開発（システム生理学）
- 3次元多細胞体構築技術

B：人と機械の新たな関係

- モノのインターネット
- 知のコンピューティング
- 人間と機械の間の意思疎通インタフェース

C：人の能力とコミュニケーション

- 脳機能の非侵襲計測技術
- 脳科学と情報技術の統合化、ブレイン・マシンインタフェース（BMI）の進展
- 脳機能とコンピュータを連携させる技術

未来創発型アプローチでは、課題解決型アプローチでは見出せなかった、未来志向で新規性のある社会像を得ることができた。また、課題解決型アプローチで不十分であった、先駆的、先端的な研究開発領域/課題を見出すという点については、駆動力を持つ科学技術を特定することによって対応できたと言える。

しかし、未来創発型アプローチを研究開発戦略の立案方法として改善していくためには、さらに次の点について検討する必要があると考えられる。

- (1) ロングリスト作成時の典拠情報の拡大
- (2) 検討プロセスへの参加者のあり方
- (3) 社会像の検討方法の詳細化

以上のように社会的期待に応える研究開発戦略の立案方法として、課題解決型アプローチと未来創発型アプローチを構築、試行してきた。研究開発戦略の立案方法は、これらに限ることなく、研究開発を実施する目的に応じて多様なものが検討されることが望ましいが、CRSD では、両者の特徴を生かした改善と実際の立案プロセスへの適用を継続的に実施することを通じて、戦略策定の方法論を確立していく予定である。

目 次

エグゼクティブサマリー

| | |
|-----------------------------|----|
| <u>1. 検討の背景と目的</u> | 1 |
| <u>2. 検討方法</u> | 3 |
| 2.1 基本的な考え方 | 3 |
| 2.1.1 二つのアプローチの相違点 | 3 |
| 2.1.2 検討の流れ | 3 |
| 2.1.3 「社会的課題の検討枠組」の利用 | 3 |
| 2.2 検討プロセスの概要 | 4 |
| <u>3. 検討プロセスの詳細</u> | 6 |
| 3.1 Step1 | 6 |
| 3.2 Step2 | 11 |
| 3.3 Step3 | 13 |
| 3.4 Step4 | 15 |
| 3.5 Step5 | 19 |
| <u>4. 結論及び今後の課題</u> | 21 |

参考資料

1. 検討の背景と目的

公的資金による研究開発戦略の立案において、科学技術の社会に対する貢献を明確に打出す動きが年々強まっている。

米国エネルギー省によるエネルギー戦略の立案では、「未来の安定したエネルギー保障」という目標を掲げ、重点的に取り上げるべき研究領域が議論された[1]。欧州連合の研究資金提供プログラムである Horizon 2020¹には、社会的課題への対応（Societal Challenge）や産業のリーダーシップ確保（Industrial Leadership）が、卓越した科学（Excellent Science）と並んで鍵となる優先事項（Key Priorities）として掲げられた。英国ビジネスイノベーション省政府科学局内で実施されている Foresight Project²では、科学技術が貢献しうる社会的課題をテーマとした検討が行われ、関連する研究開発領域の施策検討に利用されている[2]。

日本においても、2011年8月に閣議決定された第4期科学技術基本計画³において、科学技術イノベーション政策の主要な柱を、従来の分野別重点化から重要課題の達成へと転換する方針が打ち出された。また2013年6月に閣議決定された科学技術イノベーション総合戦略⁴においても、取り組むべき課題を設定し、その解決に向けた施策を実施することが基本方針として示されている。

独立行政法人科学技術振興機構（JST）研究開発戦略センター（CRDS）では、「豊かな持続性社会」を地球規模で実現することを目指し、「社会が何を求めているか（社会的期待）」に応えることを研究開発戦略の立案にあたっての基本方針としている。この基本方針の下、CRDS では、社会的期待・邂逅横断グループ（以下、横断グループ）を設置し、上述した科学技術イノベーション政策の方針を具体化すべく、研究開発戦略の立案方法を検討してきた。

横断グループによるこれまでの検討では、次の2つの異なるアプローチが提案・実践された。

- ・課題解決型アプローチ（平成 24 年度）
- ・未来創発型アプローチ（平成 25 年度）

平成 24 年度に検討した課題解決型アプローチでは、社会的課題が解決された状態の社会像を想定し、その実現に必要な研究開発領域/課題を特定するという検討プロセスを採用した。このアプローチでは、従来から実施されている分野別の研究開発動向に基づく検討方法に対して、次の点において改善が見られた[3][4]。

- ◇ 研究開発分野/領域の視点や枠組みにとらわれずに、社会的課題を把握、認識する。
- ◇ 課題解決に寄与しうる研究開発領域/課題を、複数の異なる分野から見出す。

¹ 2013年12月採択。対象期間は2014～2020年。ウェブサイトは、<http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/what-horizon-2020>（2014年5月8日アクセス）

² <http://www.bis.gov.uk/Foresight/Our-work/projects>（2014年5月8日アクセス）

³ http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/kihon/main5_a4.htm（2014年5月27日アクセス）

⁴ <http://www8.cao.go.jp/cstp/sogosenryaku/>（2014年5月27日アクセス）

しかし、課題解決型アプローチにおいては、以下の点を改善する必要があるとの認識に至った。

- ◇ 解決が求められる課題への対処を起点として検討を進めるため、描かれる将来の社会像は、問題が解決された状態のものに留まる傾向にある。そのため、新しい科学技術によって実現しうる、未来志向で新規性のある社会像が描出されにくい。
- ◇ 課題解決に寄与しうる科学技術という視点からでは、先駆的、先端的な研究開発領域/課題が見出されにくい。

そこで横断グループでは、これらの点を改善することを目的として、平成 25 年度に、「未来創発型アプローチ」と名づけた方法による検討を試みた。未来創発型アプローチでは、先端的な研究開発動向から洞察される未来の社会像を描くことから検討を開始し、社会を変える駆動力となるような技術を特定するとともに、技術によって生じうる新たな課題や必要となる社会制度についても検討した。本報告書は、これらの検討プロセスと結果等を取りまとめたものである。

2. 検討方法

2.1 基本的な考え方

2.1.1 二つのアプローチの相違点

未来創発型アプローチと課題解決型アプローチは、ともに社会的期待に応えるための研究開発戦略を立案するための方法であるが、両者は次の2つの点において異なっている。

第一に、戦略立案にあたり想定している社会像に違いがある。

前章でも述べたように、課題解決型アプローチでは、広く社会から解決を求められている既知の社会的課題が解決へと向かい、その結果として実現する社会像を想定する。このような社会像は、平成 24 年度の検討で設定されたテーマである「地球環境・エネルギー問題への対応力がある社会」「社会インフラの保守・修復・構築力がある社会」等に端的に表れている。[3][4]

これに対し未来創発型アプローチでは、未来志向で新規性のある社会像を、先端的な研究領域から得られつつある科学的知見や萌芽的技術等を踏まえて検討する方針とした。

第二に、研究開発領域/課題や技術シーズを戦略に反映させるタイミングが異なる。

課題解決型アプローチでは、社会的課題が解決された社会像の検討から開始し、社会像を実現するための要求・要件を検討した上で、プロセスの後半で研究開発領域/課題や技術シーズとの結びつき（邂逅）を実施した[3][4]。

これに対し未来創発型アプローチでは、まず、先端的な研究領域から得られつつある科学的知見や萌芽的技術等を根拠として、どのような未来の社会像がありうるかを描いた。次に、描かれた社会像の実現に必要な研究開発領域/課題や技術シーズを探索し、さらにもう一度、社会像や科学技術以外に必要な制度等を検討するというプロセスを試みた。これは漸次的な邂逅を複数回にわたって実施しようとしたものもある。また、社会像の検討にあたっては、人間のあり方に対する倫理感をふまえつつ、科学技術によってもたらされる正の面だけでなく、負の面も視野に入れて検討する方針とした。

2.1.2 検討の流れ

2.1.1 で述べた方針に基づき、具体的な検討の流れを以下のように設定した。

- 1) 未来の社会像とその根拠となる科学技術のロングリストの作成
- 2) 1)の検討範囲を絞るための視点の抽出
- 3) 視点毎に関連する社会像と科学技術を把握
- 4) 3)を踏まえ、駆動力を持つ科学技術を特定し、実現しうる正負両面の社会像を把握
- 5) 再び視点の単位で駆動力を持つ科学技術、関連する社会像、必要となる制度等を把握

2.1.3 「社会的課題の検討枠組」の利用

未来の社会像とその根拠となる科学技術を検討していくため、課題達成型アプローチで利用した「社会的課題の検討枠組」の FACTS、TRENDS、VISION という項目[3][4]を、次のように再定義して利用した。

- ◇FACTS・TRENDS：注目されつつある科学的知見や萌芽的技術をキーワードもしくはフレーズで表したもの
 - ・FACTS：現時点で起こりつつあるもの
 - ・TRENDS：5年から20年の間に実現しうるもの
- ◇VISION：FACTS・TRENDSの進展によって実現しうる社会像や、その社会の中で起こりうる問題点を、キーワードもしくはフレーズで表したもの

2.2 検討プロセスの概要

2.1.2 で示した 1)~5)の検討の流れに対応させ、また 2.1.3 において再定義した FACTS、TRENDS、VISION の検討枠組を用いて、以下に示す 5つの Step から構成される検討プロセスに沿って具体的な業務をすすめた。これらのイメージを図1に示す。

- Step1：「FACTS・TRENDS・VISION リスト」の作成
- Step2：テーマの抽出
- Step3：「テーマ別 FACTS・TRENDS・VISION リスト」の作成
- Step4：ドライビングフォースとなる科学技術の特定と戦略スコープ骨子案の作成
- Step5：戦略スコープ案への再編

ここでテーマとは、ロングリストとして作成された「FACTS・TRENDS・VISION リスト」から、検討範囲を絞っていくための視点を意味する。

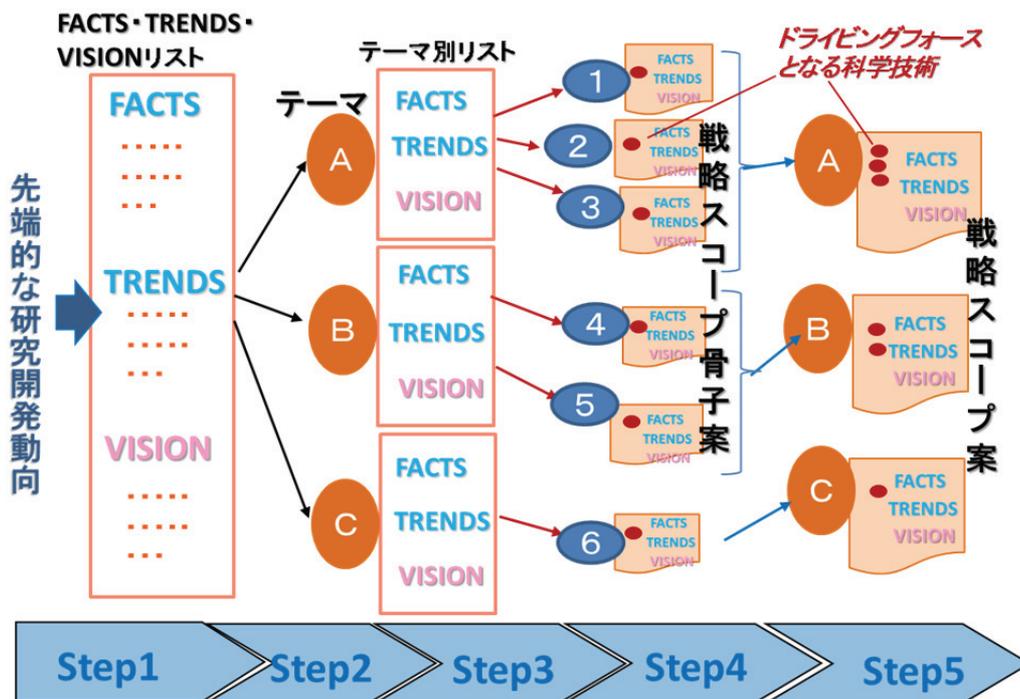


図1 検討プロセスの5つの Step

ドライビングフォースとなる科学技術とは、社会を変容させる駆動力を持つと判断される科学的知識及び技術的萌芽をいう。科学的知識とは、科学研究が内包している、自然観や人間観を変化させる力を持ちうる知識である。また技術的萌芽とは、その実現による社会的、経済的、あるいは文化的なインパクトが大きく、これまでの社会の姿を大きく変えていくことが想定される技術である。これらを生み出すことが期待される先駆的研究開発領域の多くは、関連分野の研究者の間で注目され始めていることも多い。

戦略スコープ骨子案とは、ドライビングフォースとなる科学技術と、これらの進展によって実現しうる社会像やそれに伴って生じうる問題点をセットにして取りまとめたものである（具体例を参考資料 1-6、参考資料 1-7 に示す。）

戦略スコープ案とは、戦略スコープ骨子案をテーマの視点でとらえ直したもので、CRDSにおいて具体的に研究開発戦略を検討していく候補として横断グループから提案されるものである（具体例を参考資料 1-8 に示す）。

これらの5つの Step からなる一連の検討プロセスは、Step1 で作成された「FACTS・TRENDS・VISION リスト」から、社会像とドライビングフォースとなる科学技術の双方を視野に入れつつ、対象を順次絞り込み、研究開発戦略を検討する候補を選定していく過程となっている。

3. 検討プロセスの詳細

各 Step について、目的、意義、作業期間、検討プロセス、ステップ毎の考察を記述する。検討プロセスが複数のサブステップから構成される場合は、サブステップ毎の目的と中間結果を示した。

3.1 Step1 : 「FACTS・TRENDS・VISION リスト」の作成

(目的)

先端的な研究開発動向から洞察される未来の社会像や、まだ顕在化していない問題点を、その根拠となる科学的知見や萌芽的技術を踏まえて把握する。

(意義)

科学的知見や萌芽的技術等を起点として検討することによって、これらによってこそ見出される新たな社会像や、まだ一般には顕在化されていないような社会の問題を見出すことにつながる。

(作業期間)

約 4 ヶ月（うち、Step1a に約 3 ヶ月）

(検討プロセス)

Step1a : FACTS・TRENDS・VISION 一覧の作成

目的 : 先端的な研究開発動向から洞察される未来の社会像や問題点、その根拠となる科学的知見や萌芽的技術等を列挙したリストを作成する。



- ・外部有識者に対し、以下の設問によるインタビューを実施し、発言内容の中から、FACTS・TRENDS 及び VISION に該当すると考えられるものを、キーワードもしくはフレーズの形で抽出した。

設問：「ご専門の領域の先端的な動向等から洞察される未来の社会像や、まだ顕在化していない/顕在化しつつある問題等についてお伺いしたい」

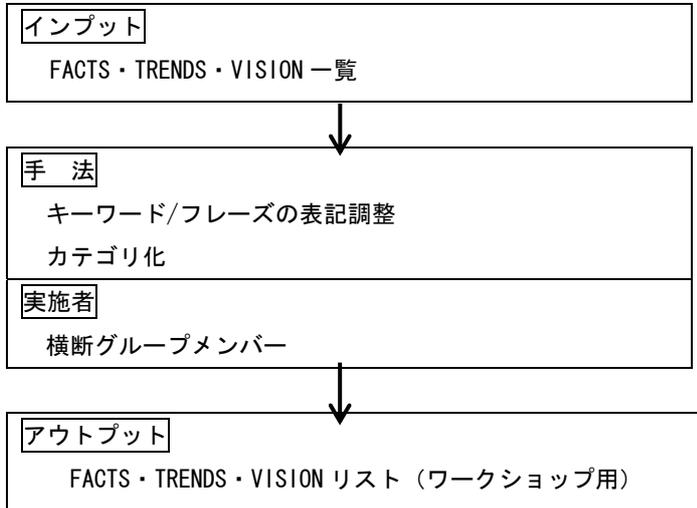
- ・インタビュー対象は、CRDS でこれまで実施してきた研究開発戦略立案の経験を踏まえつつ、上記の問いに適任と考えられる有識者とした。平成 25 年度にインタビュー対象とした外部有識者の一覧を参考資料 1-1 に示す。
- ・外部有識者へのインタビューに加え、以下の資料[5]の記述内容から、FACTS・TRENDS 及び VISION に該当すると考えられるものを、キーワードもしくはフレーズの形で抽出した。
 - ・ IBM の研究者が捕らえている新しい技術ドライバに基づく技術戦略、Global Innovation Outlook (GTO) の 2011 年、2012 年及び 2013 年版[5][6][7]
 - ・ McKinsey Global Institute による報告書 (2013 年 5 月) [8]
- ・ なお、これらの資料は、以下の基準によって選定したものである。
 - ▶ 今後の技術開発に対する中・長期的 (5 年~20 年程度先) な将来展望が分野横断的に示されていること
 - ▶ 技術の可能性拡大という要素を踏む、独自の視点を持ったものであること
 - ▶ 先進的な報告書として定評があり、注目度が高いものであること

結果：Step-1a のアウトプットである FACTS・TRENDS・VISION 一覧を参考資料 1-2 に示す。当一覧表では、仮のカテゴリとして以下を設定してキーワードやフレーズを整理した。

- ・ 個体/個人が持つ基本的な機能
- ・ 個人による個人や集団とのかかわり
- ・ マクロな集団としての人間
- ・ 人間を取り巻く自然・地球・宇宙・物質・エネルギー・情報

Step1b : FACTS・TRENDS・VISION リスト (ワークショップ用) の作成

目的:ワークショップのグループワークでの利用しやすさのためにロングリストを編集する。



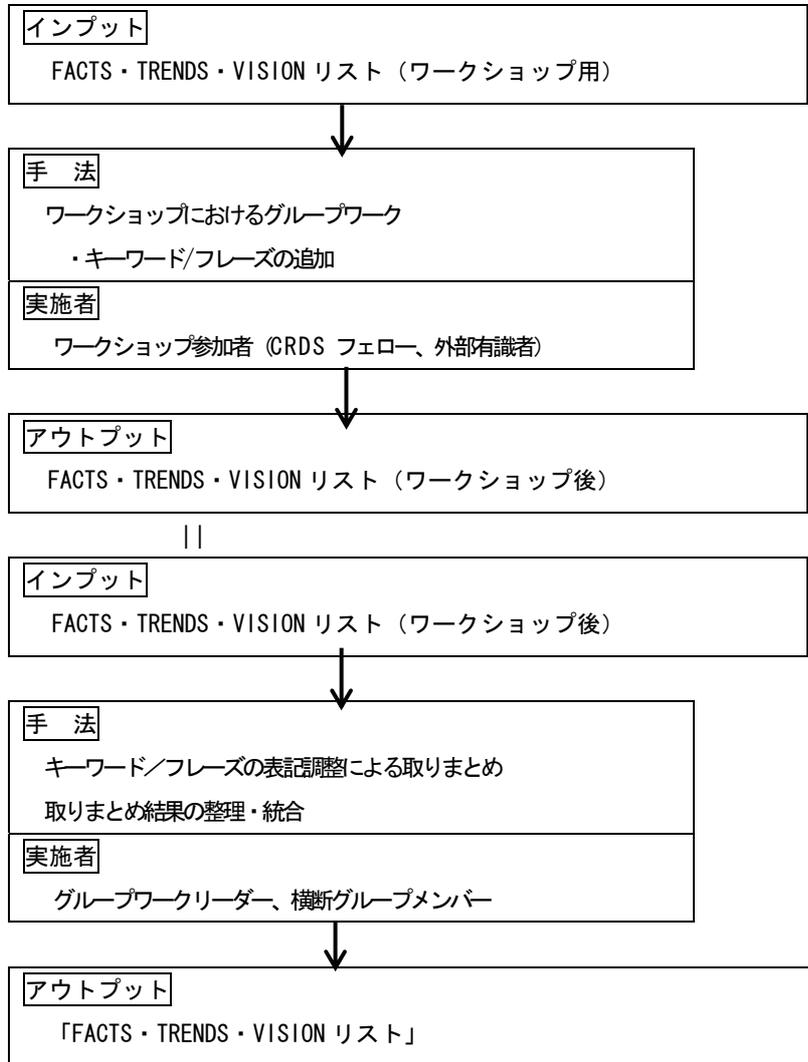
・FACTS・TRENDS・VISION 一覧に記載されたキーワード/フレーズの表記を調整した上で、それらを以下のようにカテゴリ化したリストを作成した。

- ◇生命・生体
- ◇脳とコミュニケーション
- ◇個人化の進行
- ◇大量データ蓄積とデータ同士の結びつき
- ◇ICT によるビジネスの変化
- ◇システムの複雑化
- ◇人とロボット
- ◇モビリティ
- ◇科学技術の変容
- ◇新材料・物質

結果: Step-1b までのアウトプットである FACTS・TRENDS・VISION リスト (ワークショップ用) を、参考資料 1-3 に示す。

Step1c : 「FACTS・TRENDS・VISION リスト」の作成

目的：ワークショップの結果を反映させたリストを作成する。



- ・社会的期待・邂逅に関するワークショップ（平成 25 年度第 1 回、9 月 19 日）を開催し、前 Step で作成した FACTS・TRENDS・VISION リスト（ワークショップ用）を用いたグループワークでの議論を通じて、リストに項目を追加した。
- ・ワークショップの参加者は、CRDS 上席フェロー及びフェロー、インタビュー対象とした外部有識者の一部、及び CRDS 関係者である。
- ・ワークショップの詳細は参考資料 2-1 に示す。
- ・ワークショップのグループワークの結果に対し、キーワード/フレーズの表記を調整した。また、リストに追加されたキーワード/フレーズに対応して追加・変更されたカテゴリを以下に示す。（追加されたものを斜体で示す）
 - ◇生命・生体
 - ◇脳とコミュニケーション
 - ◇個人化の進行

- ◇大量データ蓄積とデータ同士の結びつき
- ◇ICT によるビジネスの変化・生活の変化
- ◇システムの複雑化
- ◇人と機械が協奏する社会システムデザイン
- ◇人とロボット
- ◇モビリティ
- ◇科学技術の変容
- ◇新材料・物質
- ◇エネルギー・環境
- ◇経済
- ◇社会
- ◇個人のハピネスや豊かさ
- ◇その他

(結果)

Step1 全体のアウトプットである「FACTS・TRENDS・VISION リスト」を、参考資料 1-4 に示す。

(Step1 に関する考察)

- ・ Step1a においてインタビュー対象とした外部有識者の人数及び専門分野のバランスは、作業期間内での実現性を踏まえると妥当なものであったと言える。しかし、当方法をより本格化するにあたっては、インタビュー対象者数の拡大は不可欠である。特に、大きな社会像を変化を誘引しうる研究課題に取り組んでいる研究者等を、より幅広くインタビュー対象としていく必要がある。これによって、さらに多様で広がりのある未来の社会像や、その社会の中で起こりうる問題点、それらの根拠となる科学的知見や萌芽の技術等が得られると想定される。
- ・ Step-1a の資料調査で対象とした報告書類は、作業期間を考慮し、最優先すべきものを対象とした。しかし、当方法をより本格化するにあたっては、資料調査の網羅性をどの程度確保すべきかについての検討が必要である。
- ・ Step-1a 及び StepE-1b で実施した、インタビュー内容に基づいた FACTS・TRENDS 及び VISION に該当するキーワード／フレーズの選定や、後続のサブステップでのキーワード／フレーズの調整といった作業は、少人数での実施が必要であり、横断グループにより実施したことが適切であったと言える。
- ・ Step-1c でワークショップを開催し、グループワークによる議論を実施することによって、横断グループが作成した FACTS・TRENDS・VISION リスト（ワークショップ用）に対し、補完的な内容を追加することができたと考えられる。

3.2 Step2：テーマの抽出

（目的）

未来の社会像が持つ特徴的な状況を踏まえ、検討範囲を絞るための視点をテーマとして抽出する。

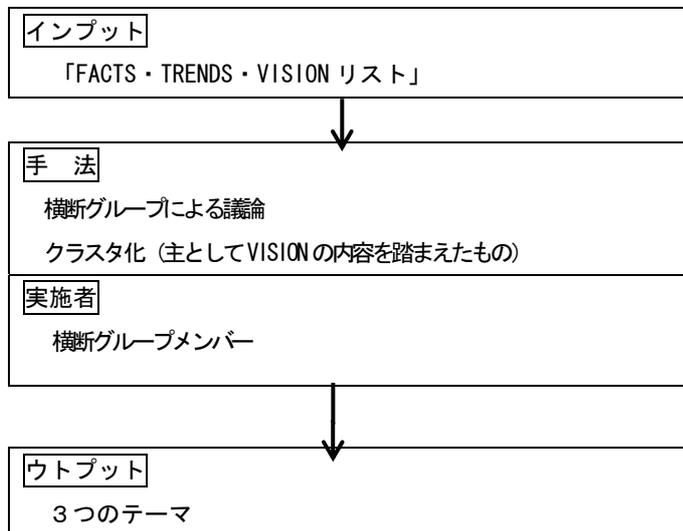
（意義）

リストに列挙された社会像及びその根拠となる科学的知見や萌芽的技術の中から、一定の方向性や特徴を持つまとまりを特定することによって検討範囲を絞るとともに、研究開発戦略を検討していく方向性をより明確にする。

（作業期間）

約 0.5 ヶ月

（検討プロセス）



- ・「FACTS・TRENDS・VISION リスト」の主として VISION に示されたキーワード/フレーズを踏まえると、未来の社会像の内容として示されているものの多くが、次の 3 項目のいずれか一つ以上に関連していることが明らかになった。
 - i) 健康や医療に関するもの（生命に対する考え方に関するものを含む）
 - ii) 人が持つ機能（脳や身体的機能、意思や心理的な影響も含む）と人工物（ロボット、機械等）との関係性に関するもの
 - iii) 大量データ・ICT がもたらす産業・生活の変化に関するもの
- ・ここで、iii) は他の 2 項目の基盤として密接に関係してくることから、独立した項目としては取り扱わないこととした。また、ii) については、人と機械の関係性に注目するものだけでなく、人自体の能力や人どうしの関係性に注目するものを独立して検討していく方針とした。
- ・以上を踏まえ、以下に示す 3 項目をテーマとして抽出した。

(結果)

- A : 医療・病院の変容 [医療と病院の変容]
- B : 人と機械の新たな関係性 [人と機械の新たな関係]
- C : 個人の価値創造力の開拓 [人の能力とコミュニケーション]

※ [] 内は、最終的に戦略スコープ案で用いられたテーマ名である。

(Step2 に関する考察)

- ・検討範囲をテーマとして絞る段階は、横断グループ内での議論によって実施した。前段階の Step1 で実施したリストを充実させる作業に関しては、インタビュー、資料調査、ワークショップの開催によって、多くの関係者が参加する形をとったが、検討対象を絞り込むことを目的として実施した当 Step においては、少人数（横断グループメンバ）による議論に妥当性があったと考えられる。
- ・得られた 3 テーマは、ライフサイエンスと情報技術という 2 つの分野を背景もしくは根拠としたものとなった。これは、これら 2 分野の先端的な研究開発動向が未来の社会像に大きな影響を及ぼすと想定される分野であるためと考えられる。

3.3 Step3 : 「テーマ別 FACTS・TRENDS・VISION リスト」の作成

(目的)

それぞれのテーマに該当する具体的な社会像と、それらの社会像の実現に寄与しうる科学的知見、萌芽的技術を把握する。

(意義)

テーマ別に、該当する具体的な社会像、科学的知見、萌芽的技術把握することを通じて、研究開発戦略を検討していく方向性をさらに明確化する。

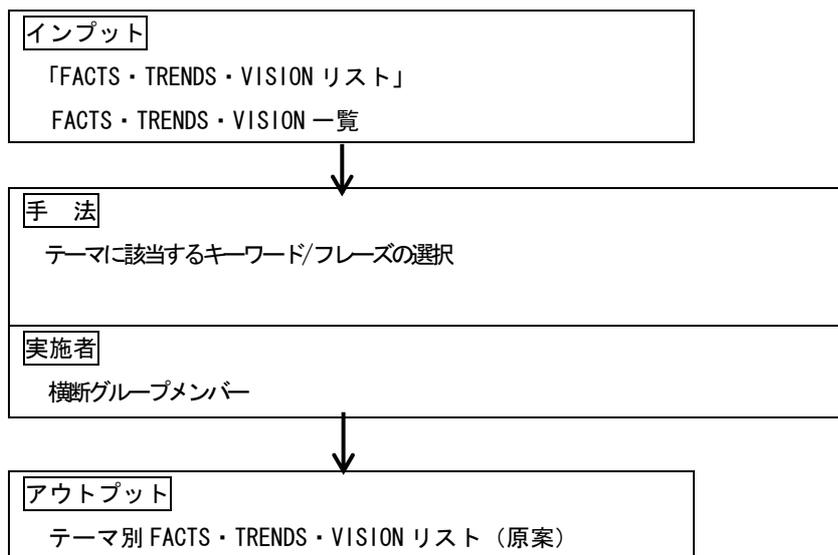
(作業期間)

約 2 ヶ月

(検討プロセス)

Step3a : テーマ別 FACTS・TRENDS・VISION リスト (原案) の作成

目的 : テーマ別に、該当する社会像、それらの社会像の実現に寄与しうる科学的知見、萌芽的技術をリストに基づいて整理する。



- ・ 3つのテーマに該当するキーワード/フレーズを「FACTS・TRENDS・VISION リスト」から抽出する作業を横断グループ内で分担して行った。これを横断グループ内でレビューし、テーマ別 FACTS・TRENDS・VISION リスト (原案) を作成した。

結果 : Step3a のアウトプットであるテーマ別 FACTS・TRENDS・VISION リスト (原案) を、参考資料 1-5 に示す。

Step3b : テーマ別 FACTS・TRENDS・VISION リスト (原案) の改訂

目的 : CRDS の分野別ユニットが把握している科学的知見や萌芽的技術をリストに追加する。



- ・横断グループからの依頼により、CRDS の 5 つの分野別ユニット (情報科学技術、ナノテクノロジー・材料、ライフサイエンス、環境エネルギー、システム科学) が、「研究開発の俯瞰報告書」[9]-[13]の作成等を通じて把握している各分野の最新状況を踏まえ、科学的知見や萌芽的技術をリスト (原案) に追加した。

(結果)

CRDS の分野別ユニットが把握している科学的知見や萌芽的技術が追加された「テーマ別 FACTS・TRENDS・VISION リスト」が得られた。

(Step3 に関する考察)

- ・テーマ別 FACTS・TRENDS・VISION リスト (原案) の作成においては、3 つのテーマ別に分担して作成したものを横断グループ内でレビューすることによって、抽出されたキーワード/フレーズの適切性を高めることができたと考えられる。
- ・分野別ユニットが把握している科学的知見等は、第 1 回のワークショップの参加者の意見として、ある程度は反映されたが、テーマ別リストが作成された段階で対象を絞って反映することによって、「テーマ別 FACTS・TRENDS・VISION リスト」の内容を充実させることができたと考えられる。

3.4 Step4：ドライビングフォースとなる科学技術の特定と戦略スコープ骨子案の作成

(目的)

各テーマに該当するものとして列挙された科学的知見や技術を踏まえ、戦略スコープ骨子案の核となる「ドライビングフォースとなる科学技術」を特定する。さらに、それらのドライビングフォースによって実現しうる未来の社会像や、これら以外の関連する科学的知見と技術を併せて把握する。社会像については、正負の両面を検討した。

(意義)

ドライビングフォースとなる科学技術を核として、関連する社会像、科学的知見、技術をセットで把握することによって、研究開発戦略を検討していく対象をさらに明確にする。また、ドライビングフォースとなる科学技術によって社会にもたらされうる正の面（利便性向上や課題解決等のメリット）だけでなく、負の面（プライバシー侵害や新たな課題の登場など）も検討することによって、負の面に対する対応を事前に考慮することを可能にする。

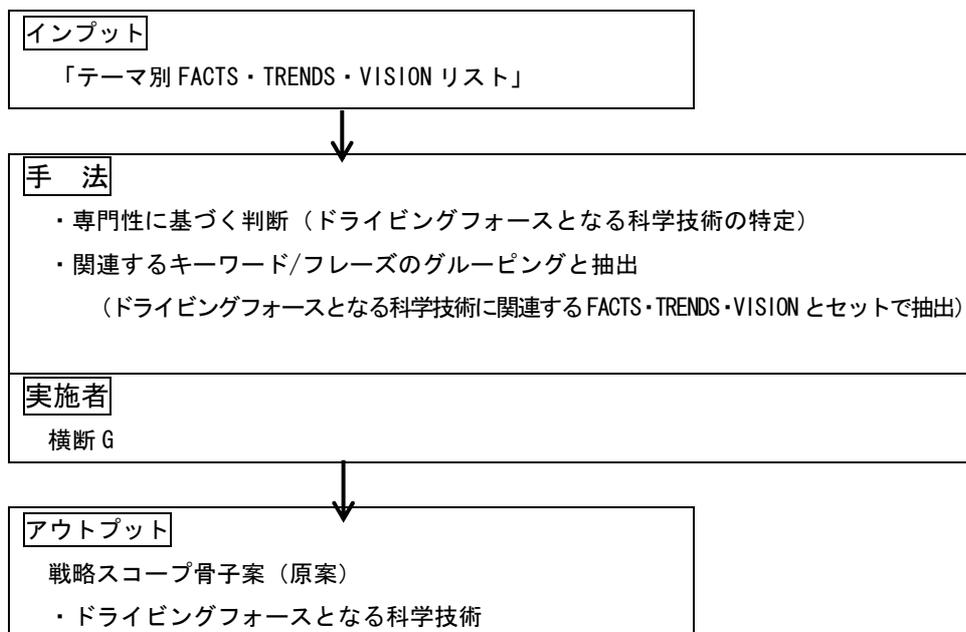
(作業期間)

約 1 ヶ月

(検討プロセス)

Step4a：戦略スコープ骨子案（原案）の作成

目的：テーマ別リストを踏まえてドライビングフォースとなる科学技術を特定し、これを核として関連する科学的知見や技術、実現しうる社会像（正負両面）を把握した原案を作成する。



- ・「テーマ別 FACTS・TRENDS・VISION リスト」の FACTS・TRENDS に記述された内容から、横断グループメンバが、ライフサイエンス及び情報技術に関する専門性に基づいて、分野別ユニットの意見も踏まえつつ、ドライビングフォースとなる科学技術を特定した。
- ・さらに、ドライビングフォースとなる科学技術を核として、「テーマ別 FACTS・TRENDS・VISION リスト」から横断グループメンバが分担して、関連する項目を抽出した。

結果：戦略スコープ骨子案（原案）は、1～4 点のドライビングフォースとなる科学技術（●で示す）を含む形で次の 6 項目が作成された。Step4a のアウトプットである戦略スコープ骨子案（原案）を、参考資料 1-6 に示す。

①生体統合モデル

- 統合生理モデルの研究開発（システム生理学）
- 3次元多細胞体構築技術

②加齢性疾患治療技術

- 疾患予防としての抗老化医学

③経験・感性と科学の融合

- 物理的刺激による新しい治療法の開発
- 漢方薬が何故、効くのかというメカニズムの解明

④モノのインターネット

- モノのインターネット

⑤人・社会と ICT

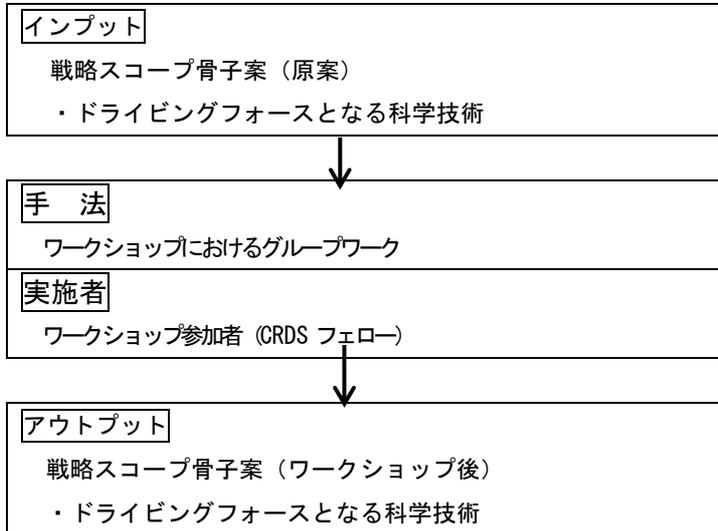
- 人間と機械の間の意思疎通インタフェース
- 知のコンピューティング
- ヒトの感覚システムの解析と模倣計測技術の開発、およびその送信方法開発

⑥脳とコンピュータ

- 脳機能の非侵襲計測技術
- 脳科学と情報技術の統合化、ブレイン・マシンインターフェース (BMI) の進展
- 脳機能とコンピュータを連携させる技術

Step4b：戦略スコープ骨子案（ワークショップ後）の作成

目的：ワークショップのグループワークでの議論を通じて、正負両面の社会像を拡充する



- ・ 社会的期待・邂逅に関するワークショップ（平成 25 年度第 2 回、12 月 24 日）⁵において、前 Step で作成した戦略スコープ骨子案（原案）に示されたドライビングフォースとなる科学技術によって実現しうる（こうなることが想定される）社会像について、グループワークで議論した。
- ・ ワークショップの参加者は、CRDS 上席フェロー及びフェロー、及び CRDS 関係者である。（詳細は参考資料 2-2）
- ・ ワークショップのグループワークの結果を戦略スコープ骨子案（原案）に反映させ、横断グループメンバが戦略スコープ骨子案（ワークショップ後）にとりまとめた。

（結果）

6 項目の戦略スコープ骨子案（ワークショップ後）を参考資料 1-7 に示す。
骨子案のタイトルは以下の通りである。②のタイトルが原案から変更された。

- ① 生体統合モデル
- ② 加齢医学による疾患予防
- ③ 経験・感性と科学の融合
- ④ モノのインターネット
- ⑤ 人・社会と ICT
- ⑥ 脳とコンピュータ

⁵ 平成 25 年度第 2 回ワークショップ資料を参考資料 2-2 に示す。

(Step4 に関する考察)

- ・ドライビングフォースとなる科学技術の特定は、分野別ユニットにおける議論もふまえつつ横断グループメンバにより実施されたが、ドライビングフォースの適切性や先進性をより高めるためには、この段階において、関連分野の外部有識者の意見を反映させることも必要であると考えられる。
- ・戦略スコープ骨子案の作成にあたっては、横断グループによって原案を作成し、この原案に示された社会像についてワークショップで議論した。これによって社会像をより広い視点から検討することができたといえる。

3.5 Step5；戦略スコープ案の作成

(目的)

ドライビングフォースとなる科学技術を中心に、実現しうる未来の社会像(正負両面)やドライビングフォース以外の関連する科学的知見や技術をセットにした戦略スコープ骨子案を、Step2 で設定したテーマの視点からとらえ直し、戦略スコープ案 (CRDS において研究開発戦略を検討していく候補) を作成する。

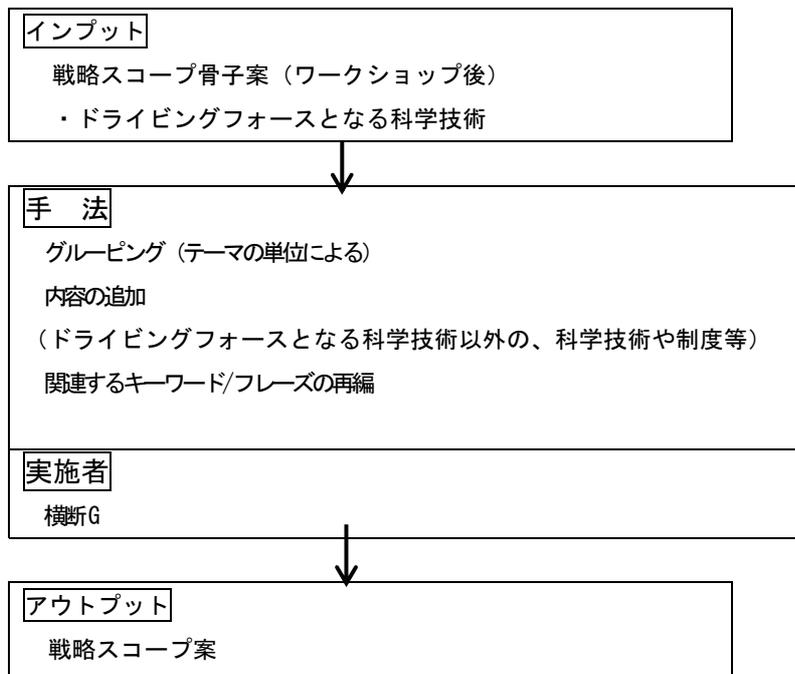
(意義)

テーマの視点から複数の戦略スコープ骨子案をとらえることによって、個別の戦略スコープ骨子案の単位では把握しにくい制度面の課題や幅広い社会像を認識することが可能となる。

(作業期間)

約 1 ヶ月

(検討プロセス)



- ・戦略スコープ骨子案に含まれるドライビングフォースとなる科学技術が、どの「テーマ FACTS・TRENDS・VISION リスト」に由来したものであるかによって、骨子案を 3 つにまとめた。

(結果)

結果として得られた 3 つの戦略スコープ案を参考資料 1-8 に示す。

これらのタイトルと、それぞれが含むドライビングフォースとなる科学技術は下の通りである。

A：医療と病院の変容

- 物理的刺激による新しい治療法の開発
- 加齢医学による疾患予防
- 統合生理モデルの研究開発（システム生理学）
- 3次元多細胞体構築技術

B：人と機械の新たな関係

- モノのインターネット
- 知のコンピューティング
- 人間と機械の間意思疎通インタフェース

C：人の能力とコミュニケーション

- 脳機能の非侵襲計測技術
- 脳科学と情報技術の統合化、ブレイン・マシンインタフェース (BMI) の進展
- 脳機能とコンピュータを連携させる技術

(Step5 に関する考察)

- ・戦略スコープ骨子案をテーマの視点でまとめたことは、未来の社会像と科学技術のつながりを保つためには有効であったと考えられる。ただし、この利点を活かすためには、科学的知見や技術の予測等を社会に活かすために必要な、共通的な制度面を検討するための十分な時間が必要と考えられる。

4. 結論及び今後の課題

未来創発型アプローチによる検討の結果、参考資料 1-8 に示す 3 項目の戦略スコープ案（CRDS において研究開発戦略を検討していく候補として提案されるもの）が得られた。これらのタイトルは以下の通りである。

- A：医療と病院の変容
- B：人と機械の新たな関係
- C：人の能力とコミュニケーション

このように、未来創発型アプローチでは、課題解決型アプローチでは見出せなかった、未来志向で新規性のある社会像を描くことができる。また、新しい技術が社会に導入される結果として生じる問題点についても言及することによって、見落とされがちな、社会への負の影響もあわせて把握することができる。

また、同様に課題解決型アプローチで課題であった、先駆的、先端的な研究開発領域/課題を見出すという点については、ドライビングフォースとなる科学技術を特定することによって補完できると言える。ドライビングフォースとなる科学技術は、戦略スコープ骨子案の中で、その科学技術によって実現しうる正負両面の社会像と共に把握されている。科学的知見から導かれる期待観のみが強く先行して選ばれているのではない点が、分野別に実施される研究開発領域/課題の探索との相違点である。

未来創発型アプローチには、改善すべき点も指摘できる。前章で記述した Step 毎の考察を踏まえると、今後、当アプローチによる検討プロセスを研究開発戦略の立案方法として改善していくためには、特に次の点を検討する必要があると考えられる。

(1) ロングリスト作成時の典拠情報の拡大

未来の社会像とその根拠となる科学技術のロングリストの作成を作成する際、すなわち **FACTS・TRENDS** 及び **VISION** に該当するキーワード/フレーズを抽出する際に、どのような情報に典拠するか、また科学領域としての包括度を十分なものとすることができるかは、未来創発型アプローチの最も重要な点である。基礎科学における萌芽的な研究動向を含めて、幅広い分野の研究開発動向を把握する必要がある。

インタビューに関しては、インタビュー対象者とする有識者の選び方を説明可能なものとする必要がある。特にインタビュー対象者が、どのようなステークホルダーを代表しているかを認識し、多様なステークホルダーを包含できるようにする必要がある。

資料調査に関しては、対象資料の選定基準を担保しつつ、資料調査の範囲を拡大することが不可欠である。調査範囲の拡大にあたっては、文献データベース等の計量的分析や科学研究助成事業の成果の活用など、調査対象についての検討や意見聴取が必要である。

(2) 検討プロセスへの参加者のあり方

各 Step の目的に応じて、どのような参加者を得るかを設計することも重要な点である。社会的期待に応えるための研究開発戦略の立案にあたっては、広く意見を聴取するという

姿勢を基本姿勢としつつ、検討プロセスの段階や目的等によって、比較的少人数の検討結果を求めるか、あるいは、ワークショップでの議論などを通じて多様な意見を求めるかを見極める必要がある。

(3)社会像の検討方法の詳細化

科学技術の側を起点とした将来の社会像(正負両面を含む)の検討は、主として StepE-1a、StepE-4b で実施された。技術的な要因を踏まえた社会像の検討は未来創発型アプローチの特徴であるが、キーワードやフレーズ等で表現するだけでなく、より詳細に検討する必要がある。

その際、社会像が内包しうる問題点に関する人文社会科学の知見を踏まえることは不可欠であり、人文社会科学者の関与が求められる。また技術シーズの社会実装を主に担うこととなる民間企業等からの関与も必要である。

また将来の社会像には、その実現可能性などに複数のレベルがあると考えられる。例えば、以下に示すようなレベルに応じて研究開発領域/課題が特定される必要がある。

- ・萌芽的技術等から必然的に想定できるもの
- ・ねらった効果が予期せぬ形で人や社会に影響を与えうるもの
- ・他の要因とも複雑に絡み、長期的にみて大きく影響しうるもの

社会的期待に応えることを意図した2つのアプローチは、それぞれが改善すべき点を残している。しかし、従来から実施されている個別分野の研究開発動向からのアプローチに対し、それらを補完し新しい視点を見出す手法としての可能性を持っていることは確かである。研究開発戦略の立案方法は唯一の“正しい方法”があるものではなく、研究開発を実施する目的、すなわちどのような研究開発成果が社会から求められているかによって多様なものが検討されることが望ましい。研究開発の目的に応じて、両者の特徴を生かした改善と実際の立案プロセスへの適用を、方法論の確立を試みながら実施していくことが必要である。

CRDS では今後とも研究開発戦略の立案方法の検討を継続していく計画である。

参考文献

- [1] 科学技術振興機構 研究開発戦略センター「G-Tec 報告書 課題解決型研究と進行・融合領域への展開」(2010 年) (CRDS-FY2010-CR-01)
- [2] 科学技術振興機構 研究開発戦略センター「海外調査報告書 欧州における“Foresight”活動に関する調査—CRDS 研究開発戦略の立案プロセスに活かすために—」(CRDS-FY2012-OR-02)、2012 年
- [3] 科学技術振興機構 研究開発戦略センター「平成 24 年度報告書<速報版> 社会的期待と研究開発領域の邂逅に基づく「課題達成型」研究開発戦略の立案」(CRDS-FY2013-XR-01)、2013 年
- [4] 科学技術振興機構 研究開発戦略センター「平成 24 年度報告書 社会的期待と研究開発領域の邂逅に基づく「課題達成型」研究開発戦略の立案」(CRDS-FY2013-XR-05)、2013 年
- [5] IBM Corporation, “Global Innovation Outlook 2011”、2011 年
- [6] IBM Corporation, “Global Innovation Outlook 2012”、2012 年
- [7] IBM Corporation, “Global Innovation Outlook 2013”、2013 年
- [8] McKinsey Global Institute, “Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy”、2013 年
- [9] 科学技術振興機構 研究開発戦略センター「研究開発の俯瞰報告書 システム科学技術分野 (2013 年)」(2013 年 3 月) (CRDS-FY2012-FR-07)
- [10] 科学技術振興機構 研究開発戦略センター「研究開発の俯瞰報告書 電子情報通信分野 (2013 年)」(2013 年 3 月) (CRDS-FY2012-FR-05)
- [11] 科学技術振興機構 研究開発戦略センター「研究開発の俯瞰報告書 ナノテクノロジー・材料分野 (2013 年)」(2013 年 3 月) (CRDS-FY2012-FR-06)
- [12] 科学技術振興機構 研究開発戦略センター「研究開発の俯瞰報告書 環境・エネルギー分野 (2013 年)」(2013 年 3 月) (CRDS-FY2012-FR-03)
- [13] 科学技術振興機構 研究開発戦略センター「研究開発の俯瞰報告書 ライフサイエンス・臨床医学分野 (2013 年)」(2013 年 3 月) (CRDS-FY2012-FR-04)

参 考 资 料

参考資料 目次

| | | |
|----------|----------------------------------|------|
| 参考資料 1-1 | インタビュー対象者一覧 | 参考 2 |
| 参考資料 1-2 | FACTS・TRENDS・VISION一覧 | 参考 3 |
| 参考資料 1-3 | FACTS・TRENDS・VISIONリスト（ワークショップ用） | 参考 9 |
| 参考資料 1-4 | 「FACTS・TRENDS・VISIONリスト」 | 参考13 |
| 参考資料 1-5 | テーマ別FACTS・TRENDS・VISIONリスト（原案） | 参考23 |
| 参考資料 1-6 | 戦略スコープ骨子案（原案） | 参考27 |
| 参考資料 1-7 | 戦略スコープ骨子案（ワークショップ後） | 参考37 |
| 参考資料 1-8 | 戦略スコープ案 | 参考45 |
| 参考資料 2-1 | 平成25年度第1回ワークショップ資料 | 参考49 |
| 参考資料 2-2 | 平成25年度第2回ワークショップ資料 | 参考57 |

参考資料 1-1 インタビュー対象者

参考資料 1-1 インタビュー対象者 (50 音順)

| 項番 | 氏名 | 所属・役職 | インタビュー日 |
|----|----------|------------------------------------|------------|
| 1 | 合原 一幸 | 東京大学 生産研究所 教授 最先端数理モデル連携研究センター長 | 2013年6月21日 |
| 2 | 浅間 一* | 東京大学 大学院工学系研究科 | 2013年9月20日 |
| 3 | 伊藤 公平 | 慶応義塾大学理工学部 教授 | 2013年8月26日 |
| 4 | 彌田 智一 | 東京工業大学 資源化学研究所 教授 | 2013年8月23日 |
| 5 | 内永 ゆか子 | NPO法人J-Win理事長(元日本IBM) | 2013年9月9日 |
| 6 | 香取 秀俊 | 東京大学工学系研究科 教授 | 2013年8月26日 |
| 7 | 川島 隆太 | 東北大学 加齢医学研究所 教授 | 2013年8月27日 |
| 8 | 木村 廣道 | 東京大学大学院薬学系研究科 教授 | 2013年6月27日 |
| 9 | 近藤 滋 | 大阪大学大学院 生命機能研究科 教授 | 2013年9月6日 |
| 10 | 桜田 一洋 | ソニーコンピュータサイエンス研究所 シニア・リサーチャー | 2013年6月26日 |
| 11 | 下山 勲 | 東京大学大学院 情報理工学系研究科 教授 | 2013年8月28日 |
| 12 | 新 誠一 | 電気通信大学 教授 | 2013年6月17日 |
| 13 | 須田 義大 | 東京大学 生産技術研究所教授 先進モビリティ研究センター長 | 2013年8月28日 |
| 14 | 染谷 隆夫 | 東京大学工学系研究科電気系工学専攻 教授 | 2013年8月23日 |
| 15 | 武田 晴夫 | 日立製作所研究開発本部 技術戦略室長 | 2013年6月28日 |
| 16 | 津本 忠治 | 理化学研究所 脳科学総合研究センター シニア・チームリーダー | 2013年7月1日 |
| 17 | 所 眞理雄 | ソニーコンピュータサイエンス研究所 会長 | 2013年6月13日 |
| 18 | 中島康治 | 東北大学電気通信研究所 教授 | 2013年8月30日 |
| 19 | 原島 博 | 東大名誉教授 | 2013年6月24日 |
| 20 | 長谷川 眞理子* | 総合研究大学院大学 教授 | 2013年9月30日 |
| 21 | 村井 純 | 慶応義塾大学環境情報学部 教授 | 2013年8月29日 |
| 22 | 森川博之 | 東京大学 先端科学技術研究センター 教授 | 2013年9月11日 |

※*印は第1回ワークショップ後のインタビューであるため、Step2以降で参考意見とした。

参考資料 1-2 FACTS・TRENDS・VISION 一覧

参考資料 1-2 FACTS・TRENDS・VISION 一覧

| 仮カテゴリー | FACTS・TRENDS | 情報源 | VISION | 情報源 |
|----------------|--|--|--|--|
| 個体/個人が持つ基本的な機能 | 情報・データは、情報・通信技術の進歩により、時空を超えることが可能に ・細胞を長期保存する技術の進展 ・生体の長期保存技術の移植・生殖技術への利用 脳計測の精密化 脳計測によるコミュニケーションの定量化 脳型コンピュータ(並列処理、学習、自己修復型)の発展 生命機能が持つ自律性の数理的説明 人の特有的機能に特化したロボットの実用化 ロボット研究における医療・介護・家事での利用という強い圧力 知的作業のロボットによる代替 技術のモジュール化で高度な技術がなくとも手術が可能に 人工知能の発達により知的作業の自動化がすすむ 個人化が進む ・教育の個人化。学習情報の管理 ・ものづくりのオーダーメイド化 ・医療のテーラーメイド化 蓄積された様々な個人データの文脈的解析 個人の選択が情報のパターンの一つにすぎなくなるおそれ 人間の脳自体は変化していないが外部環境が特にICTにより激変(因果関係の複雑化、情報量の激増、バーチャル化) 脳のメタボ化(人間の頭で考えるべきものもコンピュータが代わろうとしている) | インタビュー インタビュー インタビュー インタビュー インタビュー インタビュー インタビュー 資料調査 インタビュー 資料調査 資料調査 資料調査 資料調査 インタビュー インタビュー インタビュー | 生体の長期保存技術による食糧危機への備えが実現 脳の働きをモニターすることによる病気の警告が実現 ”人間らしい”コンピュータの実現 臓器形成の自立的メカニズムの解明 能力向上・能力減退の防止・支援が一般化している社会 * 人の価値をどこに求めるのかが変わる社会 * 個人向けの最適化サービスの提供が普及している社会 * | インタビュー インタビュー インタビュー インタビュー インタビュー インタビュー 資料調査 インタビュー 資料調査 資料調査 資料調査 資料調査 インタビュー インタビュー インタビュー |

| | | | | |
|---------------------|--|--|---|--|
| <p>マクロな集団としての人間</p> | <p>人類知の相対的縮退 意思決定・合意形成の困難さ 出来事を長期間、大量に蓄積することによる現実社会と科学的手法とのつながりを可能に 現実の社会現象の一回起性 (再現できないものを設計しようとする科学的手法の適用の限界)</p> <p>ICTと複数の異分野との連携 ・農業の完全自動化 ・医療情報の徹底活用</p> <p>インターネットのリスクの定量化、それによるリスクの低減</p> <p>スマホ依存症</p> <p>(様々なモビリティの変化)</p> <p>技術の進歩による創発に必要な制約条件の喪失 人間の2つの行動原理: 協調と競争。問題解決には協調がより重要。</p> | <p>インタビュ インタビュ インタビュ インタビュ インタビュ インタビュ インタビュ インタビュ インタビュ</p> | <p>人類知の向上を志向した「知の経済」の構築</p> <p>選択肢がメリット・デメリットとともに提示されている社会 (未来が未決のまま開かれていく社会)</p> <p>データドリブン社会</p> <p>インターネット空間の自立性確保・国家への非従属</p> <p>コミュニティの維持と集団としてのハピネスが実現している社会</p> <p>都市への集中と周辺への分散(繰り返し? 併存?)</p> <p>先端的なグローバルプロジェクトを誘致することによるグローバル化の進展</p> <p>制約条件を自らうまく設定しながら技術を発達させていく社会</p> <p>協調のメカニズムが作られた社会</p> | <p>インタビュ インタビュ インタビュ インタビュ インタビュ インタビュ インタビュ インタビュ インタビュ</p> |
|---------------------|--|--|---|--|

| | | | | |
|------------------------------------|---|---|-----------------------------|---------------|
| <p>人間を取り巻く自然・地球・宇宙・物質・エネルギー・情報</p> | <p>エネルギーに関するもの</p> <ul style="list-style-type: none"> 再生可能性エネルギーのコスト低下 非在来型エネルギーの利用浸透 蓄電技術の発展がすすむ <p>材料に関するもの</p> <ul style="list-style-type: none"> 高性能な材料の利用 応用範囲の拡大可能性 他分野の視点から材料の活用方法を見出す 量子単位での物質の制御による諸機能(計算や計測)の実・現 <p>情報に関するもの</p> <ul style="list-style-type: none"> 情報量の爆発的増大 ペタスケール分析機器による大量データの早く深い分析の実現深い解析 非構造化データの増大。その解析による問題解決 マルチメディアや解析による情報や予測の抽出 不確実なデータの解析と洞察 人工知能Watsonのビジネスへの応用 <p>モニタリングや掘削技術などの進歩</p> <p>生命とは何かはDNA分析だけでは分からない</p> | <p>資料調査 資料調査 資料調査</p> <p>資料調査 資料調査 インタビュー インタビュー</p> <p>インタビュー 資料調査 資料調査 資料調査 資料調査</p> <p>インタビュー インタビュー</p> | <p>宇宙へのさらなる進出、海底資源の有効利用</p> | <p>インタビュー</p> |
|------------------------------------|---|---|-----------------------------|---------------|

参考資料 1-3 FACTS・TRENDS・VISION リスト ワークショップ用

参考資料 1-3 FACTS・TRENDS・VISION リスト ワークショップ用

| FACTS・TRENDS (現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) | 情報源 | VISION (こうしたい/こうなるとよい) | 情報源 |
|---|---|---|-------------------------------------|
| <p>生命・生体</p> <ul style="list-style-type: none"> 細胞を長期保存する技術の進展 生体の長期保存技術の移植・生殖技術への利用 生命機能を持つ自律性の数理的解明 | <p>意見聴取</p> <p>意見聴取</p> | <p>生命・生体</p> <ul style="list-style-type: none"> 生体の長期保存技術による食糧危機への備えが実現 臓器形成の自律的カニズムの医療への応用* | <p>意見聴取</p> <p>意見聴取</p> |
| <p>脳とコミュニケーション</p> <ul style="list-style-type: none"> ヒトの脳計測の精密化 ヒトの脳計測によるコミュニケーションの定量化 脳型コンピュータ(並列処理、学習、自己修復型)の発展 ICTの発達による相手の顔を見ない情報交換の増加(脳のしくみとののかい離に対する危惧) | <p>意見聴取</p> <p>意見聴取</p> <p>意見聴取</p> <p>意見聴取</p> | <p>脳とコミュニケーション</p> <ul style="list-style-type: none"> 脳のモニターによる病気の警告が実現 ”人間らしい”コンピュータの実現 脳本来のしくみにあつたコミュニケーションが可能に | <p>意見聴取</p> <p>意見聴取</p> <p>意見聴取</p> |
| <p>個人化の進行</p> <ul style="list-style-type: none"> 蓄積された様々な個人データの文脈的解析 個人の選択が情報パートナーの一つになるという危惧 個人化の進行 <ul style="list-style-type: none"> ものづくりのオーダーメイド化 医療のテーラーメイド化 移動の個人化 | <p>GTO13-5</p> <p>意見聴取</p> <p>MCSI3-9</p> <p>GTO13-7</p> | <p>個人化の進行</p> <ul style="list-style-type: none"> 個人向けの最適化サービスの提供が普及* プライバシーと利便性のバランス* | <p>意見聴取</p> |
| <p>大量データ蓄積とデータ同士の結びつき</p> <ul style="list-style-type: none"> データ解析技術の進歩:大容量データ、不確実データ 構造化データ・非構造化データ・物理的データの結びつきによる相乗効果 モノのインターネットのひろがり(データベースのインターネット接続による物理世界のモニタリングの実現:ヘルスケア、インフラ、製造業など) 生活空間にあふれるセンサノード・ネットワーク 生体親和性のあるセンサの実現 | <p>GTO12-1, 11-2</p> <p>GTO11-1</p> <p>GTO11-4, MCSI3-3</p> <p>意見聴取</p> <p>意見聴取</p> | <p>大量データ蓄積とデータ同士の結びつき</p> <p>人間の行動の制御、企業活動やサービスへの利用*</p> | <p>意見聴取</p> |
| <p>ICTによるビジネスの変化</p> <ul style="list-style-type: none"> モバイル端末の普及による顧客対応の密接化 SNSによる人材配置の最適化/人材の有効活用 モバイル機器の普及による消費行動の変化 アウトカムベースのビジネスへ(コスト削減からのシフト) ICTの利用による農業の完全自動化 | <p>GTO13-1</p> <p>GTO12-2</p> <p>MCSI3-1</p> <p>GTO12-3</p> <p>意見聴取</p> | <p>ICTによるビジネスの変化</p> <p>モバイル端末のネットワーク化によるサービスのスマート化(モノどうしの連携)</p> <p>人が消費者から創造的生活者になる社会の実現</p> <p>金銭以外の価値を共有し再配分できる社会の実現</p> | <p>意見聴取</p> <p>意見聴取</p> |

| | | | |
|--|--|---|-------------------------------|
| <p>システムの複雑化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プログラムが複雑化し大きくなったことによる全体の把握困難 ・制御系システムのネットワーク化によるセキュリティの確保の課題 ・インターネットのリスクの定量化 | <p>システムの複雑化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・複雑なシステムの構造や相関関係の可視化が可能に(⇒セキュリティの強化・安心) ・価値として「信頼」「安心」「共感」が重視される社会の実現 (→「便利」) ・定量化によるリスクの低減 | <p>意見聴取 意見聴取 意見聴取</p> | <p>意見聴取 意見聴取 意見聴取</p> |
| <p>人とロボット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ロボット研究における医療・介護・家事での利用という強い圧力 ・単純作業のロボットによる代替・工場の無人化 ・サービスや生活の場へのロボットの適用 ・人工知能の発達による知的作業の自動化、ロボットによる代替の進行 | <p>人とロボット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人間とは何かが問われる社会 * | <p>意見聴取 MCS13-5 MCS13-5 MCS13-2</p> | <p>意見聴取 意見聴取 意見聴取</p> |
| <p>モビリティ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自動化した乗り物の低コスト化・普及 ・安全性・効率性の向上 ・新たな法制度の必要性 ・自動車運転の無人化 ・超高精度の時間計測による超高精度の GPS や地表の現状把握が実現 | <p>モビリティ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・公共交通の形の変化 ・あらゆる物流の無人化 ・自動運転や常時監視によるメンテナンスフリー化 ・首都直下型地震の予測、地下資源のマッピングなども可能に | <p>意見聴取 意見聴取</p> | <p>意見聴取 意見聴取 意見聴取</p> |
| <p>科学技術の変容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・出来事を長期間、大量に蓄積することによる現実社会と科学的手法とのつながりを可能に ・現実の社会現象の一発起性・再現性・再現できないものを設計しようとする科学的手法の適用の限界 | <p>科学技術の変容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・選択肢がメリット・デメリットとともに提示されている社会の実現 (未来が未決のまま開かれている社会) | <p>意見聴取 意見聴取</p> | <p>意見聴取</p> |
| <p>新材料・物質</p> <ul style="list-style-type: none"> ・量子単位での物質の制御による諸機能(計算や計測)の実現 ・他分野の視点による材料活用方法の拡大 | <p>新材料・物質</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高性能材料の多様な領域・産業での利用拡大 * | <p>意見聴取 意見聴取</p> | <p>意見聴取 意見聴取</p> |

参考資料 1-4 「FACTS・TRENDS・VISION リスト」

参考資料 1-4 「FACTS・TRENDS・VISION リスト」

| FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) | VISION(こころいいたい/こうなるとよい) | 情報源 | 情報源 |
|--|--|---------|---------|
| <p>生命・生体</p> <ul style="list-style-type: none"> 細胞を長期保存する技術の進展 生体の長期保存技術の移植・生殖技術への利用 生命機能を持つ自律性の数理的解明 | <p>生命・生体</p> <ul style="list-style-type: none"> 生体の長期保存技術による食糧危機への備えが実現 臓器形成の自律的カニズムの医療への応用* | 意見聴取 | 意見聴取 |
| <ul style="list-style-type: none"> バイオマーカーの進展 体内診断・治療デバイス 医療の高度化による長寿化 | <ul style="list-style-type: none"> 病気にならない社会(未病・先制医療) 医者いらずの社会(遠隔医療・在宅医療など) 死に方の考え方(倫理的・社会的・文化的・科学的) | テーブル 3 | テーブル 3 |
| <ul style="list-style-type: none"> スマホを用いた網膜検査技術等の進展 | <ul style="list-style-type: none"> 遠隔健康モニタリングシステムの実現 スマートライフケア(人工白血球など)の実現 | テーブル 4 | テーブル 4 |
| <ul style="list-style-type: none"> 遺伝子組み換えによりつくられた種子の知財戦略への取り込み 疫学情報とビッグデータの結びつけによる疾病リスク予測 | <ul style="list-style-type: none"> 疾病の発症機序の解明により発症リスクの抽出が可能に 乳菌(菌根)を保管し入菌代替の菌根を提供するサービスが登場 | テーブル 5 | テーブル 5 |
| <ul style="list-style-type: none"> 3次元で臓器が作れるようになりつつある。 iPS細胞を用いた治療で胎由来の肝細胞や iPS 細胞を導入する試験が行われた。 生体や食料などの保存技術が進んできている。 出生前診断が商業化してきている。 遠隔医療・治療が広まりつつある。 指先で血糖値が測れるようになってきた。 | <ul style="list-style-type: none"> '臓器交換社会'。寿命の延長。 システム全体の把握(部分の交換、導入による全体への影響の把握)。 病院が日本からなくなる(情報通信を介して診断、治療がより行なわれる。新しい治療法が考えられる: 'バーコード薬'、'プラセボ活用治療' など。 患者の整理モデルを構築、データベース化する。 健康が義務になる(組織内で評価される)。 (エネルギー問題と結合して)自分で発電する。スポーツウェアなど。 | テーブル 6 | テーブル 6 |
| <ul style="list-style-type: none"> 高精度バイオマーカーの開発 食の科学的根拠の解明 伝統・習慣の分析、定量化 | <ul style="list-style-type: none"> 疾患の早期予防 食事による疾患の予防 曖昧だった習慣の解明により新たな解明(遠方のメカニズム解明から新薬) | テーブル 7 | テーブル 7 |
| <ul style="list-style-type: none"> 遠隔医療の普及 バーコード薬(バーコードによる体内機能スイッチ) 先制医療 | <ul style="list-style-type: none"> 病院(という機能)が必要なくなる/少なくなる | テーブル 8 | テーブル 8 |
| <ul style="list-style-type: none"> 無意味な延命をやめる(=尊厳死・安楽死という選択への理解) 若者の命と高齢者の命の差が出る 運動しないで肥満を予防できる技術の開発 | <ul style="list-style-type: none"> 自然死の質の向上 不老不死を求めない社会(不老不死は次が生まれたいため犯罪では?) 健康診断をしないで済ませる(細かくわかりすぎない社会) 人間がしたいことが何かを理解する | テーブル 10 | テーブル 10 |
| <ul style="list-style-type: none"> 脳とコミュニケーション ヒトの脳計測の精密化 ヒトの脳計測によるコミュニケーションの定量化 脳型コンピュータ(並列処理、学習、自己修復型)の発展 ICTの発達による相手の顔を見ない情報交換の増加(脳のしくみとのかい離に対する危惧) | <ul style="list-style-type: none"> 脳とコミュニケーション 脳のモニターによる病気の警告が実現 "人間らしい"コンピュータの実現 脳本来のしくみにあつたコミュニケーションが可能に | 意見聴取 | 意見聴取 |

| | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・複雑系のモデリングー脳をハードウェアとして見て予測診断に利用 ・文脈を理解し主張の内容を正しく認識できるマンマシン・インターフェース ・言語の起源の解明 | <ul style="list-style-type: none"> ・判断力の落ちた高齢者への運転免許更新の拒絶【モビリティにも関連】 ・動作モードの不調による疾患(Dynamic Disease)の予兆を感知し、コントロールできる。 | <p>テーブル 5</p> <p>テーブル 6</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ・動的ネットワークバイオマーカーができてきた(合原先生)。 ・人間が持つ「データクサイド」がICTにより明るみに出やすくなってきた。 ・Face-to-Face でないコミュニケーションが増えてきている。 ・現代人の脳そのものは、かつてと変わりはない(使い方が変わってきている)。 | <ul style="list-style-type: none"> ・考えたことを検索し、直接脳に伝えるシステムの実現 ・総合医療の拡大(精神科以外にも)(ICT 支援) ・物忘れの回避による気力と健康向上 | <p>テーブル 7</p> <p>テーブル 8</p> <p>テーブル 8</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ・病は気からを科学する(脳と健康との関係の解明)(プラセボの効果) ・ブレインバック機能付きコンタクトディスプレイ ・認知症の初期段階で見るテレビ (・独居老人のセンサーによる状況確認) | <ul style="list-style-type: none"> ・“人間らしさ”を養成するコンピュータ、ロボットの実現 ・伝記・偉人伝のビジュアル素材化(ロールプレイング・ゲームなど) | <p>テーブル 9</p> <p>テーブル 9</p> |
| <p>個人化の進行</p> <ul style="list-style-type: none"> ・蓄積された様々な個人データの文脈的解析 ・個人の選択が情報リターンの一つになるという危険 ・個人化の進行 ・ものづくりのオーダーメイド化 ・医療のテラーメイド化 ・移動の個人化 | <p>個人化の進行</p> <ul style="list-style-type: none"> ・個人向けの最適化サービスの提供が普及 * ・プライバシーと利便性のバランス * ・オーダーメイドの衣料品が主流に ・民主主義的多数決に代わり個人の意見尊重を科学技術がサポート | <p>テーブル 5</p> <p>テーブル 1</p> <p>テーブル 3</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ・少量多品種のビジネス | <ul style="list-style-type: none"> ・その場調達(あらゆる物流のデータ化) ・時間・空間増強技術 | <p>テーブル 3</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ・単身世帯が増えている(老人に限らない)。 ・都会における独居老人が増えている。またその老人が認知症を発症している事例も増えている。 ・組織を構成する個人の潜在的な能力(使われていない、または組織が気づいていない能力)、またその活用への期待が高まりつつある。 ・人口減少社会に対する社会としての対応が不十分(または不在)。 | <ul style="list-style-type: none"> ・今は顧みられない専門性を生かせる社会→みなが楽しめる社会 ・散在する特殊な専門性をつなげる技術の実現 ・寝たきり老人の価値化(臨床データを提供することにより、報酬を得ることができるシステム) | <p>テーブル 4</p> <p>テーブル 4</p> <p>テーブル 4</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ・パーソナルアプリケーションの普及 ・子供の守り過ぎ | <ul style="list-style-type: none"> ・ネットワーク解析などにより「全員参加」や「適材適所」を社会に一層浸透させる。 ・自分のアイデアを評価して実現してもらおう仕組み ・創造消費プロシューマ ・各個人が思うように動ける、行動できる社会 | <p>テーブル 6</p> <p>テーブル 7</p> <p>テーブル 7</p> <p>テーブル 9</p> <p>テーブル 9</p> <p>テーブル 9</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ・日常生活の中の環境問題への対応(安全な飲料水の提供など) ・新技術を活用するために必要な知識の教育 | <ul style="list-style-type: none"> ・個人とコミュニティとの良い関係の構築 ・コミュニティの最適設計(規模、配置、運営方法など) ・教育の少人数制、専門性教師制度の普及(小学校を含む) | <p>テーブル 9</p> <p>テーブル 9</p> <p>テーブル 9</p> |

| FACTS・TRENDS (現時点で起こりつつあること/5 年から 20 年で実現しうること) | 情報源 | VISION (こうしたい/こうなるとよい) | 情報源 |
|---|---|--|--|
| <p>大量データ蓄積とデータ同士の結びつき</p> <ul style="list-style-type: none"> ・データ解析技術の進歩: 大容量データ、不確実データ ・構造化データ・非構造化データ 物理的データの結びつきによる相乗効果 ・モノのインターネットのひろがり (デバイスのインターネット接続による物理世界のモニタリングの実現・ヘルスケア、インフラ、製造業など) ・生活空間にあふれるセンサノード・ネットワーク ・生体親和性のあるセンサの実現 ・ビッグデータ→統計解析→相関解析→(モデル解析?) ・シミュレーション、ビッグデータ、オートメーションによる人間がものを考えない時代 ・疫学情報とビッグデータの結びつけによる疾病リスク予知【再掲】 ・計算機科学による自然災害の予知 ・ICTにより一人の人間が及ぼさる(負)の影響が大きくなっている。 ・反対に、一人の人間による影響が希薄化されやすくなっている。 ・人生をリセットする技術(個人情報のアインストール) ・ICT など生活に深く関わる新技術に関するリテラシー教育 ・尿等からの健康状態のアラート技術の開発と動言システムの開発(民間企業ベース) ・False Negative(偽陰性)の可能性を除去する技術の開発 | <p>GTO12-1、11-2 GTO11-1 GTO11-4 MCS13-3</p> <p>意見聴取 意見聴取</p> <p>テーブル1 テーブル3 テーブル5 テーブル5 テーブル6 テーブル6 テーブル8 テーブル9 テーブル10 テーブル10</p> <p>(テーブル9) GTO13-1 GTO12-2 MCS13-1 GTO12-3</p> <p>意見聴取</p> <p>テーブル1 テーブル5 テーブル7 テーブル7</p> | <p>VISION(こうしたい/こうなるとよい)</p> <p>大量データ蓄積とデータ同士の結びつき</p> <p>人間の行動の制御、企業活動やサービスへの利用*</p> <ul style="list-style-type: none"> ・価値発見技術 ・意思決定技術 ・仲裁技術 ・生命を守る予知・予測できる社会 →ハンドルを握るだけで、自動車に乗ってはいけいない(寝不足、飲酒) ・犯罪を防ぐ安全・安心な社会 ・環境を全てモニタリングできる装置(小学生から使える) ・新しい人生を歩めるICTによって窮屈にならない ・健康診断をしないで(病院や医者に行かないで)済ませる社会 <p>ICTによるビジネスの変化・生活の変化 モバイル端末のネットワーク化によるサービスのスマート化(モノどうしの連携)</p> <p>人が消費者から創造的生活者になる社会の実現 金銭以外の価値を共有し再配分できる社会の実現</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人間は楽して同じ生産性(給与も生産性に肩合った分もらえる) ・手のひら一つでできる社会(Suica、カード認証、セキュリティ、etc.) ・言語が違っても分かり合える ・効率のよい食物生産が可能になる社会 | <p>意見聴取 意見聴取</p> <p>テーブル5 テーブル5</p> <p>テーブル7 テーブル7</p> |
| <p>ICTによるビジネスの変化・生活の変化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・モバイル端末の普及による顧客対応の密接化 ・SNSによる人材配置の最適化/人材の有効活用 ・モバイル機器の普及による消費行動の変化 ・アウトカムベースのビジネスへ(コスト削減からのシフト) ・ICTの利用による農業の完全自動化 ・3D CAD センサが家庭に入り、立体的な予測やシミュレーションが可能に ・あらゆる仕事の機械化(人間の仕事が減る) ・翻訳技術が進展 ・ICTの利用による農作物生産のシミュレーションと計画的生産システムの構築 | <p>(テーブル9) GTO13-1 GTO12-2 MCS13-1 GTO12-3</p> <p>意見聴取</p> <p>テーブル1 テーブル5 テーブル7 テーブル7</p> | <p>意見聴取 意見聴取</p> <p>テーブル5 テーブル5</p> <p>テーブル7 テーブル7</p> | <p>意見聴取 意見聴取</p> <p>テーブル5 テーブル5</p> <p>テーブル7 テーブル7</p> |

| | | | |
|---|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・尿等からの健康状態のアラート技術の開発と助言システムの開発(民間企業ベース) ・False Negative(偽陰性)の可能性を除去する技術の開発 ・一極集中しないための技術の開発 | <p>テーブル 9 テーブル 10</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・ICTによる 24 時間セキュリティーサービスの普及 ・健康診断をしないで(病院や医者に行かないで)済ませる社会 | <p>テーブル 10 テーブル 10</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ・システムの複雑化 ・プログラムが複雑化し大きくなったことによる全体の把握困難 ・制御系システムのネットワーク化によるセキュリティーの確保の課題 ・インターネットのリスクの定量化 | <p>テーブル 10 意見聴取 意見聴取 意見聴取</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・システムの複雑化 ・複雑なシステムの構造や相関関係の可視化が可能に(⇒セキュリティーの強化・安心) ・価値として「信頼」「安心」「共感」が重視される社会の実現 (→「便利」) ・定量化によるリスクの低減 | <p>テーブル 10 意見聴取 意見聴取 意見聴取</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ボトムからの個別最適化からの脱却 ・非線形性の問題 | <p>テーブル 3 テーブル 5</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・価値観の多様性を調和できるシステム(多数決でない。衆愚政治でない) ・望ましいシステム構築手法が実現 ・「いちいちごっこ」ではない究極の(ultimate)セキュリティー(システム)の確保 | <p>テーブル 1 テーブル 3 テーブル 5</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ・インターネットの脆弱性が露呈 ・ICT ネットワークのグローバルな最適化ができなくなってきた。 ・コントロールできないくらいにICT システムが複雑になってきた。 ・より複雑な事象を把握しモデル化できつつある。 | <p>テーブル 6 テーブル 6 テーブル 6</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・多様な分野で見られる複雑なネットワークの不安定化を予測できる。 ・全体最適化されたシステム構築の方法論がよりよくなっていく。 | <p>テーブル 6 テーブル 6</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ・認知・身体の総合的理解 | <p>テーブル 7</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・ユニバーサル City | <p>テーブル 7</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> ・製品を分極可能なものにする | <p>テーブル 8</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・ユーザ個人が修理できるモノをつくる ・将来に対する不安(社会保障・環境問題など)を明確にして対応できる社会 ・将来の社会の姿を描き提示する ・お互いに褒めて支えあう社会 | <p>テーブル 8 テーブル 9 テーブル 9</p> |

| FACTS・TRENDS (現時点で起こりつつあること/5 年から 20 年で実現しうること) | 情報源 | VISION (こうしたい/こうなるとよい) | 情報源 |
|---|---|--|---|
| <p>人と機械が協奏する社会システムデザイン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・知のコンピューティング的な新しい潮流 ・Socio-Economic-Ecological Reality Mining ・Socio-inspired ICT ・実世界コンピューティング ・社会システムのアーキテクチャー設計 | <p>テーブル 2</p> | <p>人と機械が協奏する社会システムデザイン</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人と機械のオーケストレーションが実現 ・人と機械の半学半教システム(教える者と学ぶ者の分を定めず、相互に教え合い学び合う仕組み)が実現 ・社会動向の見える化が実現し、社会コストの削減、危機管理、合意形成、政策決定が実行しやすくなる。 ・暮らしよい社会システムデザイン・マネージメントの実現 ※「デモクラシー」という言葉が、「でも苦しい」というよりも暮らしよいと聞こえる暮らしよい社会の実現 ・まさかの時のための、超先端的科学技術の育成(科学技術的特異点を超えた挑戦)が、未来を先導する。 | <p>テーブル 2</p> |
| <p>人とロボット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ロボット研究における医療・介護・家事での利用という強い圧力 ・単純作業のロボットによる代替・工場の無人化 ・サービスや生活の場へのロボットの適用 ・人工知能の発達による知的作業の自動化、ロボットによる代替の進行 | <p>意見聴取 MCS13-5 MCS13-5 MCS13-2</p> | <p>人とロボット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・介護現場等でのロボット化が必然的に進む ・掃除や洗濯の完全自動化 ・人間とは何かが問われる社会*(雇用など) ・マインド・メディーター(人間同士の意見の対立を仲裁してくれるロボット) | <p>テーブル 8 テーブル 8 テーブル 3 テーブル 1 テーブル 3 テーブル 4 テーブル 4</p> |
| <p>人の感情や言葉の裏をよめる、文脈から言っていることが分かる(ロボット)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・感情を理解し、表現できるロボット | <p>テーブル 7 テーブル 7</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・人間の意識・情動を理解したコミュニケーション ・ロボットにとって最適な環境という視点から考える、人にとってもよい社会 ・器官再生技術により、みながおリンピックを目指すことのできる社会 | <p>テーブル 7 テーブル 7</p> |
| <p>ロボットの発展型である“ソニビの社会化”技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人型ロボットが高度化 ・多様なロボットの進化と普及 ・反応や応答のあるロボット ・人型ロボット ・ペット型ロボット | <p>テーブル 8 テーブル 8 テーブル 8 テーブル 8</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・心やさしいロボットと人間が共生 ・役に立たないロボット、修理や電池交換ができないロボット | <p>テーブル 7 テーブル 8</p> |
| <p>機械化により人間の役割が減ってきている</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運動しないで肥満を予防できる技術の開発 | <p>テーブル 10 テーブル 10</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・人間の存在意識が問われる社会。(人間は悩みつづける) ・人間が短時間で働くことで済む社会 ・個人が手を抜いていけない社会(ハビネスを追求すると人間は墮落する) | <p>テーブル 10 テーブル 10 テーブル 10</p> |
| <p>モビリティ</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自動化した乗り物の低コスト化・普及 ・安全性・効率性の向上 ・新たな法制度の必要性 ・自動車運転の無人化 ・超高精度の時間計測による超高精度の GPS や地表の現状把握が実現 | <p>MCS13-6 意見聴取 意見聴取</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・個人が社会を超越できる社会 ・JST の研究費配分をロボットが行う時代(研究開発、イノベーションをロボットに委ねることは危険) ・モビリティ ・公共交通の形の変化 ・あらゆる物流の無人化 ・自動運転や常時監視によるメンテフリー化 ・首都直下型地震の予測、地下資源のマッピングなども可能に ・パーソナルモビリティ(移動手段の個人化) | <p>テーブル 10 テーブル 10</p> |

| | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ・自動運転車どうしによる事故増加 ・車に乗る時間が増加しつつある(？)。 ・高齢者の運転が招く交通事故が増えている。 ・自動車社会の限界(渋滞など)。小型化が起こる。 ・大量データ(生活空間にあふれるセンサー・ネットワーク)とモビリティによる事故軽減技術の開発 ・交通事故の増加(世界的には経済の発展で増加、日本では特に高齢者が増加) ・モビリティにおける個人の快適性の確保、時間の有効利用 | <ul style="list-style-type: none"> ・複数の移動手段とその他の移動手段の有機的な結合による目的達成の効率化 ・判断力の落ちた高齢者への運転免許更新の拒絶【再掲】 ・車の機能が拡大する。乗れば乗るほど健康になる車、など。 ・従来が大幅に減少する。 ・車がい人による運転の補助をする。 ・ユビキタスマビリティ(椅子がそのまま外へ、宇宙へ) ・安全で快適な交通手段(公共、自家用とも)を、個々の利便性に応じて選択できる社会 ・安全安心を担保した完全自動移動システム ・自動交通システムにおける交通事故の排除・安全確保 ・無満員電車、無渋滞、無事故社会の実現 | <p>テーブル 5 テーブル 5</p> <p>テーブル 6 テーブル 6</p> <p>テーブル 6 テーブル 6</p> <p>テーブル 7 テーブル 7</p> <p>テーブル 9 テーブル 9</p> <p>テーブル 9 テーブル 9</p> <p>テーブル 10 テーブル 10</p> |
| <p>科学技術の変容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・出来事を長期間、大量に蓄積することによる現実社会と科学的手法とのつながりを可能に ・現実の社会現象の一回起性・再現できないものを設計しようとする科学的手法の適用の限界 ・政策を誘導する戦略的な研究開発 ・災害時対応などで見直されるローデータ ・ネットワーク・バイオマーカーを利用した国際間の状況、ゆらぎの定量技術 ・科学技術のリスク要因の把握、情報公開、透明性を確保した公的管理、対応策の提示 ・ICT などの技術への依存の高まり(トラブルにより技術が使えなくなった時の不安) ・新技術を個人の生活に導入する(介護ロボット、新交通手段など)ための実証実験の場の整備 | <p>科学技術の変容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・選択肢がメリット・デメリットとともに提示されている社会の実現 (未来が未決のまま開かれている社会) ・細分化された科学技術分野を再び統合化 ・科学を推進する時に、社会科学、政策決定者を納得させられる。「なぜやるか?」 ・Ultimate な科学技術の開発を進めた時に起こり得るマイナス側面を解決する科学 ・ローデータを組み合わせさせたロバストな高度化技術の実現 ・環境の変化に人間が適応することを手助けする技術の実現 ・国際間の緊張の定量、悪化が可視化できる社会。 ・科学技術のリスクのデュアルユース ・選択肢が自動化されるという危機 ・科学技術によって1粒で2度おいしい(食べるほど(科学技術の恩恵を受けると)によってもおいしい(価値)が変わる)社会。 | <p>意見聴取</p> <p>テーブル 1 テーブル 1</p> <p>テーブル 4 テーブル 4</p> <p>テーブル 7 テーブル 7</p> <p>テーブル 9 テーブル 9</p> <p>テーブル 9 テーブル 9</p> <p>テーブル 10 テーブル 10</p> |
| <p>新材料・物質</p> <ul style="list-style-type: none"> ・量子単位での物質の制御による諸機能(計算や計測)の実現 ・他分野の視点による材料活用方法の拡大 ・拒絶反応がなく長期移植が可能な生体材料 ・資源の枯渇する一方で物があふれている。3Dプリンター技術の発達。 ・質量分析技術の発展 | <p>新材料・物質</p> <ul style="list-style-type: none"> ・高性能材料の多様な領域・産業での利用拡大* ・物質の特性を突き詰める(Ultimate)領域の確立 ・3Dプリンターでゴミを再利用した個人による物づくり ・ゴミを消化して生物化学によるプロセスでエネルギー生成 ・モノのコピーが時空を超えて可能となる。 | <p>意見聴取</p> <p>意見聴取</p> <p>テーブル 5 テーブル 5</p> <p>テーブル 7 テーブル 7</p> <p>テーブル 10 テーブル 10</p> |

| FACTS・TRENDS (現時点で起こりつつあること/5 年から 20 年で実現しうること) | 情報源 | VISION (こうしたい/こうなるとよい) | 情報源 |
|--|--|---|---|
| <p>エネルギー・環境</p> <ul style="list-style-type: none"> ・混入した遺伝子組換え作物の自然交配による国内侵入 ・農地荒廃の都市生活への影響(シカ、イノシシの被害など) ・わからないもの、不安に対しての説明・解消技術 | <p>テーブル 9 テーブル 9 テーブル 1</p> | <p>エネルギー</p> <ul style="list-style-type: none"> ・無限の資源・エネルギー源 ・普段の人間活動から発電 ・市町村の境界にとらわれない廃棄物処理施設の設置 | <p>テーブル 3 テーブル 3 テーブル 9</p> |
| <p>経済</p> | | <p>経済・社会</p> <ul style="list-style-type: none"> ・世界規模での富の再配分(国レベルでなく地域・世代まで考慮) ・金銭によらないサービスによる取引社会 ・地域内で支えあう(助け合う)社会 | <p>テーブル 3 テーブル 3 テーブル 3</p> |
| <p>社会</p> <ul style="list-style-type: none"> ・老後を楽しくする技術、楽しみにする技術。痛みが無くなる。メガネの装着により物が良く(自分に都合よく)見える技術。 ・地域の顔の見えるコミュニケーションを支えるICT技術、社会とのつながり重視 ・子供を皆で育てる制度・技術 <p>高齢化社会</p> <ul style="list-style-type: none"> ・医療費を安くできる技術 ・介護メニューのオプション化 <ul style="list-style-type: none"> ・すべてを予防し守るのではなく、困難な事態を予測し、救助する仕組みで補う ・人間に最適な個人間の距離感や集団規模の解明 | <p>テーブル 7 テーブル 7 テーブル 7 テーブル 8 テーブル 8 テーブル 8 テーブル 1 テーブル 5</p> | <p>社会</p> <ul style="list-style-type: none"> ・明るい寝たきり生活。寝たきりでも、明るく老後を生きることができる社会。 ・互いに助け合って生きる社会。地域コミュニティの活性化。 ・子供が沢山いる社会 <p>・理想的な地域社会の実現</p> <p>・高齢者(リタイア後)のためのコミュニティ作り → 例)小学校に入学</p> | <p>テーブル 7 テーブル 7 テーブル 7 テーブル 5 テーブル 5</p> |

| FACTS・TRENDS (現時点で起こりつつあること/5 年から 20 年で実現しうること) | 情報源 | VISION (こうしたい/こうなるとよい) | 情報源 |
|---|----------------|--|----------------|
| <p>個人のハビネスや豊かさ</p> <ul style="list-style-type: none"> 若者の命と高齢者の命の差が出る 高齢者の小学校入学の導入(コミュニティの再構築、知識・経験の伝播、世代を超えた交流) <p>人間が宇宙に仕める技術の開発</p> | <p>テーブル 10</p> | <p>VISION(こうしたい/こうなるとよい)</p> <ul style="list-style-type: none"> 個人と社会の利害が相反しない社会 (個人が社会を超越できる社会があるのか?) 個人のハビネスを基盤とする社会の実現(健康、富、自由、名声を軸に評価) ハビネスの再配分が可能な社会(国際社会(途上国、先進国)、高齢者、子ども、女性等) 個人皆が価値を見出せる社会 人間が宇宙に仕める社会(高齢者などの筋力が衰えた人間は最後は宇宙に住む。ただし、放射線、心循環器、宇宙酔いへの適応も必要。) | <p>テーブル 10</p> |
| <p>その他</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本政府として2020年までに取り組むとコミットしている課題。(例:東京オリンピック成功、福島第一原発廃炉処理の実施、プライマリーバランス再建) 財務省による相続税の徴収が増加 オリンピック開催におけるリスクの分析と対策(安全・安心空間の提供 例:廃炉処理の影響、気温上昇による競技や観客への影響、モビリティ等) <p>Ultimate Science の研究開発の加速化</p> | <p>テーブル 10</p> | <ul style="list-style-type: none"> 生涯あるいは何世代もかかり取り組むべき仕事を創出する社会(福島第一原発廃炉処理のサイエンス) Ultimate Science の重要性が一般にも理解できる社会 | <p>テーブル 10</p> |

参考資料 1-5 「テーマ別 FACTS・TRENDS・VISION リスト」

参考資料 1-5 テーマ別 FACTS・TRENDS・VISION シート テーマ:A 医療・病院の変容

| マーク欄 | FACTS・TRENDS (現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること] | 情報源 | VISION (こうしたい/こうなるとよい/こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること] | 情報源 |
|------|---|---|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> 科学的根拠の証明 伝統・習慣の分析、定量化 病は気からを科学する(脳と健康との関係の証明)(プラセボの効果) 先制医療の発展 未病への対応が普及 健康状態のアラート技術の発展と助言システムの実用化 疫学情報とビッグデータの結びつけによる疾病リスク予測 検査・診断技術の進歩 患者の生理モデルを構築しデータベース化 高精度バイオマーカーの発展 体内診断・治療デバイスの発展 生体親和性のあるセンサの実現 遠隔医療の普及 在宅医療の高度化 医療のテラーメード化 医療費を安くできる技術 | <p>WS1 WS1 WS1</p> <p>WS1 WS1 WS1 (WS1) WS1 WS1 WS1 WS1 意見聴取</p> <p>WS1 WS1 GTO13-7 WS1</p> <p>WS1</p> <p>意見聴取 意見聴取 WS1</p> | <p>VISION (こうしたい/こうなるとよい/こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること]</p> <ul style="list-style-type: none"> 個人の健康維持に必要なすべての情報が科学的に管理され、最適利用できる社会 (食を通じて疾患を予防することが可能となっている) 食・漢方等の伝統、習慣を通じて疾患を予防することが可能となっている 病気を早期に予想できる/早期に介入ができる社会 (予防医療や先制医療が可能となっている) 疾病の発症機序の解明により早期発症リスクの抽出が可能になっている (不調や疾患を感知してコントロールする仕組みができていく) 医療に多様な選択肢(形態、環境、プロセス等)が用意されている社会 (個人が医療の形を選択できるようになっている)[法規制の緩和等が必要] (遠隔医療・在宅医療が一般的になっている) (病院の機能を代替する方法が確立できている) (どこでも同じ条件で医療を受けることが可能となる) (個人別の疾患に応じた最適な医療が可能となる) (総合医療の拡大(精神科以外にも)) | <p>WS1</p> <p>WS1</p> <p>WS1</p> <p>WS1</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> バーコード薬(バーコードによる体内機能スイッチ) 細胞を長期保存する技術の進展 生体の長期保存技術の移植・生殖技術への利用 3次元で臓器が作れるようになりつつある。 | <p>WS1</p> <p>意見聴取 意見聴取 WS1</p> | <p>死に対する多様な考え方が示されている社会 (死に対する考え方が、倫理的・社会的・文化的・科学的な面から表明されている)</p> <p>(不老不死を求めないという考え方)</p> <p>(寿命を延ばす(だけの)ための医療に対する考え方)</p> <p>(臓器交換が可能になることによる寿命の延長)</p> <p>(自然死の質の向上)</p> <p>(尊厳死・安楽死という選択への理解)</p> | <p>WS1</p> |

グループワーク結果のまともにあるものを踏まえて、テーマを構成するものとしての VISION を次の表現で列挙
 ・～(な)～(である)社会
 カッコ内は、～(な)～(である)社会 のより具体化した内容を表すものを、元の FTV リスト から表現を調整して列挙

VISION に列挙したもの(～(な)～(である)社会 及びカッコ内)につながらる FACTS・TRENDS を、元の FTV リストから列挙。
 VISION に列挙したものと左右で1対1で対応はしていないが、縦方向の位置で 緩やかにつながりをもたせている
 表現の調整は最小限としている(重複排除や語の補足など)

参考資料 1-5 テーマ別 FACTS・TRENDS・VISION シート テーマ:C 個人の価値創造力の開拓

| マーク欄 | FACTS・TRENDS (現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること] | 情報源 | VISION (こうしたい/こうなるとよい/こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること] | 情報源 |
|------|--|--|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ヒトの脳機能計測の精密化 ICTの発達による相手の顔を見ない情報交換の増加(脳のしくみとのかい離に 対する危惧) 脳機能の解明 文脈を理解し主張の内容を正しく認識できるマンマシン・インターフェース 言語と脳のメカニズムの解明 データ解析技術の進歩(大容量データ、不確定データも解析可能に) 生体親和性のあるセンサの実現 社会システムのアーキテクチャ設計の進歩 組織を構成する個人の潜在的な能力(使われていない、また組織が気づいて ない能力)、またその活用への期待が高まりつつある。 パーソナルファブリケーションの普及 蓄積された様々な個人データの文脈的解析 | <p>意見聴取</p> <p>意見聴取</p> <p>WS1</p> <p>WS1</p> <p>WS1</p> <p>WS1</p> <p>WS1</p> <p>資料調査</p> <p>資料調査</p> <p>資料調査</p> <p>資料調査</p> <p>WS1</p> <p>WS1</p> <p>資料調査</p> <p>意見聴取</p> | <p>VISION(こうしたい/こうなるとよい/こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること]</p> <ul style="list-style-type: none"> 人の脳機能に合わせた、人と人とのコミュニケーションが実現している社会 ※人間の脳機能自体は変わっていないが、外部環境が変化している中で (脳機能に合わせた ICT 技術が確立している) (脳計測によるコミュニケーションの定量化が可能となっている) (判断力の落ちた高齢者へのサポート技術が確立している) ・言語が違っても言葉が通じる社会 (翻訳技術が高度化している) (考えたことを直接脳に伝えることができる技術が実用化している) ・各々の能力をつなげることができている社会 (ICTを経由した参加や適材適所が可能となっている) ・人が消費者から創造的生活者になる社会の実現 (少量多品種ビジネスが主流となっている) (物流におけるデータ化が進み、その場調達”が可能になっている) (個人単位で移動する交通システムが確立されている) (アウトカムベースのビジネスへ(コスト削減からのシフト)) | <p>意見聴取</p> <p>(WS1)</p> <p>WS1</p> <p>WS1</p> <p>意見聴取</p> <p>資料調査</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> 個人化の進行 ・ものづくりのオーダーメイド化 ・医療のオーダーメイド化 ・移動の個人化 ・パーソナルファブリケーションの普及 ・モノのインターネットのひろがり ・あらゆるものにセンサがつく/センサーのネットワーク化 | <p>資料調査</p> <p>資料調査</p> <p>資料調査</p> <p>資料調査</p> <p>WS1</p> <p>WS1</p> <p>資料調査</p> <p>意見聴取</p> | <p>グループワーク結果のまとめにあるものを踏まえて、テーマを構成するものとしての VISIONを次の表現で列挙</p> <p>・～(な)(である)社会</p> <p>カック内は、～(な)(である)社会 のより具体化した内容を表すものを、元の FTV リスト から表現を調整して列挙</p> | <p>VISIONに列挙したもの(～(な)(である)社会 及びカック内)につながら FACTS・TRENDSを、元の FTV リストから列挙。</p> <p>VISIONに列挙したものと左右で1対1で対応はしていないが、縦方向の位置で 緩やになつながらりをもたせている 表現の調整は最小限としている(重複排除や語の補足など)</p> |

参考資料 1-6 戦略スコープ骨子案

参考資料 1-6 戦略スコアープ骨子案

②加齢性疾患治療技術

| | |
|---|---|
| <p>FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること]</p> <p>★関連する FACTS・TRENDS の項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・科学的な根拠を持つ老化予防が普及(疾患予防としての老化予防) ・未病への対応が普及 ・検査・診断技術の進歩 ・疫学情報とビッグデータの結びつけによる疾病リスク予測 <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術1 項目名: 疾患予防としての抗老化医学 概要: 理想の(不可避な)老化に近づけることで疾患予防を目指す。 ・老化は疾患の大きな要因となる。 ・老化に関わる遺伝子(Klotho、Sirtuin)などが同定されたり、カロリー制限が抗老化に働くなどの理解が進みつつある。 ・レスベラトロールなどの抗老化をうたうサプリメントも登場している。</p> <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術2</p> <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術(補足)</p> | <p>VISION(こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること]</p> <p>(正の面) ◎理想の(不可逆)老化に近づける老化疾患予防を目指すことにより健康長寿が可能となる社会 (病気を早期に予想できる/早期に介入できる) (不調や疾患を感じてコントロールする仕組みができていく) (疾病の発症機序の解明により早期発症リスクの抽出が可能になっている) (本来の寿命をまっとうする事で長い間人生を楽しむ事ができる) ()</p> <p>(負の面) ▲寿命が延びる事により、現状より高齢者の数が増加。医療費・介護費は増加してしまう。</p> |
|---|---|

参考資料 1-6 戦略スコアープ骨子案

③経験・感性と科学との融合

| | |
|--|--|
| <p>FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること]</p> | <p>VISION(こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること]</p> |
| <p>★関連する FACTS・TRENDS の項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・科学的な根拠を持つ老化予防が普及(疾患予防としての老化予防) ・病は気からを科学する(脳と健康との関係の解明)(プラセボの効果) ・伝統・習慣の分析、定量化 ・食の科学的根拠の解明 ・実世界コンピューティングの進展 ・物理刺激のヒトに対する科学的影響の解明 ・検査・診断技術の進歩 <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術 1</p> <p>項目名: 物理的・化学的・生物学的刺激による新しい治療法の開発</p> <p>概要: これまであまり検討されてこなかった物理的・化学的・生物学的刺激を用いた治療分野を開拓する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・細胞・組織は物理的・化学的・生物学的刺激に反応するメカニズムを持っている ・生命現象と物理的・化学的・生物学的刺激との関係を研究する『メカノバイオロジ』という領域ができていくが、まだ黎明期。 ・超音波刺激により骨折治癒が促進されるなどの事例もある。 <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術 2</p> <p>項目名: 漢方薬が何故、効くのかというメカニズムの解明</p> <p>概要: 近年、漢方のメカニズムが科学的に解明されつつある</p> <ul style="list-style-type: none"> ・FDA では漢方薬を開発・承認・販売として認め、オックスフォード大学がツムラと共同で漢方研究を開始(アルツハイマー病治療の漢方薬の開発を目標とする)等、エビデンスを基にした薬の開発が進められている。 <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術(補足)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・『怪しいもの(未科学)』の乱立に対し、科学の土儀に乗せられるような、「意味がありそう」という経験・直感を裏付ける指標開発に取り組む。 | <p>(正の面)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎医療に多様な選択肢が用意されている社会(個人の健康維持に必要なすべての情報が蓄積され、最適利用できる) (より多くの過去に蓄積された知恵が、科学的にも説明できている) (医療に多様な選択肢が用意されている) (物理的・化学的・生物学的刺激による生体内の調整機構の解明が発展している) (物理的・化学的・生物学的刺激の定量・解析技術が確立している) (病院の機能を代替する方法が確立できている) <p>(負の面)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲避ける事が難しいリスクが解明されてしまう(電磁波、放射能等の人体に対する物理刺激)。それにより、不必要な心配をしてしまう。 ▲これまでの民間療法、漢方は実はプラセボ効果である可能性。 |

参考資料 1-6 戦略スコープ骨子案
④モノのインターネットを利用した新しいものコトづくり

| | |
|---|---|
| <p>FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること]</p> | <p>VISION(こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること]</p> |
| <p>★関連するFACTS・TRENDSの項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・モノのインターネットのひろがり ・あらゆるものにセンサがつく/センサーネットワーク化 ・インターネットに接続するモノの増大 ・実世界コンピューティングの進展 ・乗用車一台あたりの平均MCU搭載個数の急増 ・新たな法制度の必要性 ・個人化の進展(教育、ものづくり、医療) <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術1 項目名:モノのインターネット(IoT)</p> <p>概要:Internet of Things(IoT)対応製品が実際に増大する。管理、流通、メンテナンスを支える情報システムとそれを促進する社会制度、法制度の設計は未完成。 センサーネットワークが将来的にどのように構築されていくか、日本国内に必要なネットワークは何か、世界的な市場はどこが有望か、センサーネットワークはどのように構築・維持・更新されるのか、その電源は何か、といったことを明らかにする必要がある。</p> <p>留意点:すでにどこかで議論が尽くされ、結論がでていない話題かもしれないので、事前調査が必要。 参考:研究開発の俯瞰報告書 電子情報通信分野(2013年)p.198 (CPSアーキテクチャ)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・ユーザーのセンシングにより人が求めるモノ・コトが生み出せる社会 (ヒトのためのモノ・コトへ (製品がユーザーのセンサーとして機能する) <ul style="list-style-type: none"> ・物質利用の縮減、リサイクル、リユースが大幅に進められている社会 (制約条件をうまく設定しながら技術を発達させていくことができる) (大量生産大量消費社会から高度3R社会へ) (人が消費者から創造的生活者になっている) (複雑なシステムの構造や相関関係が可視化できるようになっている) (車に一つだったセンサが、エンジンに一つ、カムに一つ、分子に一つといった具合に、細かく細かくセンサが組み込まれるようになっていく) (完成品という概念は消失し、部分や部品を取り換えながらモノを永遠に使い続ける) |

参考資料 1-6 戦略スコープ骨子案

⑤ 人・社会とIT

| | |
|---|---|
| <p>FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること]</p> <p>★関連する FACTS・TRENDS の項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・社会システムアーキテクチャ設計の進歩 ・人工知能の発達による知的作業の自動化も可能に ・モノのインターネットのひろがり ・あらゆるものにセンサがつく/センサーのネットワーク化 ・より複雑な事象を把握しモデル化できつつある ・文脈を理解し、主張の内容を正しく認識できるマンマシン・インターフェイス ・遠隔医療の普及 ・ICTの発達による相手の顔を見ない情報交換の増加(脳の仕組みとの乖離に対する危惧) ・脳機能の解明 ・ヒトの脳機能計測の精密化 <ul style="list-style-type: none"> ・言語と脳のメカニズムの解明 ・多様なロボットの進化と普及 ・反応や応答のあるロボット ・脳計測によるコミュニケーションの定量化 <ul style="list-style-type: none"> ・脳型コンピュータの発明 ・認知・身体の総合的理解 ・Global IP Traffic の増大 ・ICTを活用した集合知(SNS など)の力の発現 ・携帯電話数の増大 ・消費者向け電子商取引市場の拡大 ・専門知識の社会への還元危機 | <p>VISION(こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人の尊厳を高め、人と機械の協調、協奏的な関係性がデザインできる社会 (人と機械のオーケストレーションが実現している社会) (人と機械が相互に教え合い学び合う仕組みが実現している社会) (知的情報機械が全体に埋め込まれている社会) (人間の意思・情動を機械に伝えることが可能になっている社会) (実環境とサイバー環境の融合が進み、人間の認知機能や思考に変化が生じる社会) (機械が人と人との間を仲裁することが可能になっている) (人と機械が相互に教え合い学びあう仕組みが実現している) (複雑なシステムの構造や相関関係が可視化できるようになっている) (失われつつある人間らしい生活を知的情報機械が取り戻している社会): 全員貴族社会 (脳機能に合わせたICT技術が確立している社会) <ul style="list-style-type: none"> ・遠隔地同士のやりとりでも言語の壁なく、また五感が満たされる社会 (人の脳機能に合わせた、人と人とのコミュニケーションが実現している社会) (言語が違っていても言葉が通じる社会) (外部環境の変化と脳の仕組みの乖離に起因した深刻な問題の回避) (相互理解の深化) (創造的コミュニケーションの高度化) |
| <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術1 項目名: 人間と機械の意思疎通インタフェース</p> <p>概要: コンピュータの情報処理能力が向上し、処理可能な情報の種類が拡大しても、現状のマンマシンインタフェース(ディスプレイ、キーボード、タッチスクリーン、音声など)では、人間と機械の間のコミュニケーションには限界があり、自ずと人と機械の協調、協奏も制限される。より広く深く、人間とコンピュータが情報や意図を交換できるインタフェースの開発が必須となる。</p> <p>留意点: 単に交換する情報の容量を増やすのみならず、シグナックス&セマンティクス(文意と文脈)を理解した上で、さらに相互の意図を推論することが重要である。そのためには、それぞれが自分と相手のモデルを持ち、それらのモデルを連携、合成するアプローチが必要になるだろう。そして、その作業は動的に行うため、モデルの自己組織化による複雑性が招く問題(組合せや計算量の爆発など)の回避手法なども研究が必要と考える。</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・人の尊厳を高め、人と機械の協調、協奏的な関係性がデザインできる社会 (人と機械のオーケストレーションが実現している社会) (人と機械が相互に教え合い学び合う仕組みが実現している社会) (知的情報機械が全体に埋め込まれている社会) (人間の意思・情動を機械に伝えることが可能になっている社会) (実環境とサイバー環境の融合が進み、人間の認知機能や思考に変化が生じる社会) (脳機能に合わせたICT技術が確立している社会) |

| | |
|---|---|
| <p>VISION(こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること]</p> | <p>・人の尊厳を高め、人と機械の強調、協奏的な関係性がデザインできる社会 (人と機械のオーケストレーションが実現している) (人と機械が相互に教え合い学びあう仕組みが実現している) (機械が人と人との間を仲裁することが可能になっている) (実環境とサイバー環境の融合が進み、人間の認知機能や思考に変化が生じる) (複雑なシステムの構造や相関関係が可視化できるようになっている) (失われつつある人間らしい生活を知的情報機械が取り戻している社会): 全員貴族社会</p> <p>▼ヒューマニティという存在が失われる可能性 ▼ELSI(倫理的・法的・社会的問題)が起こる可能性</p> |
| <p>FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること]</p> <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術2 項目名: 知のコンピューティング</p> <p>概要: 知の創造を促進し、科学的知見や社会への適用を加速する。知は人間が賢く生きるための力である。知のコンピューティングは、知の発見、創造、蓄積、伝播、探索、影響を顕現し、加速する。人々が賢く生きたり、人々の暮らしを賢く変えるための、要素技術、統合化技術、応用化技術を実現するとともに、社会的な価値を生み出し、負の側面の発生を防ぐ(ヒューマニティ、ELSI)ための枠組みを構築する。 留意点: 情報科学技術ユニットで2013年度に提案予定。ただし、2014年度以降も様々な切り口で提案を継続予定。 ユニットとは別の見地からより深い位置づけが与えられることに意義がある。 関連した既存の取組事例として、以下の専門家同士・専門家と市民の協働の場が提供されることによる科学的知見の加速があげられる。 Polymath: 未解決の数学の難問を解決 Galaxy zoo: 未知の天体の発見</p> | <p>遠隔地同士のやりとりでも言語の壁なく、また五感が満たされる社会 (・人の脳機能に合わせた、人と人とのコミュニケーションが実現している社会) (・言語が違っても言葉が通じる社会) (・外部環境の変化と脳の仕組みの乖離に起因した深刻な問題の回避) (相互理解の深化) (創造的コミュニケーションの高度化)</p> <p>▼ 脳のしくみとのかい離に対する危険 ▼ 人間の移動を失う危険 ▼ 人間がバーチャル化に依存する危険 ▼ より思ったとおりにならないといけないと考え「人間」の増加(相手に対する自分の要求を求めすぎること)</p> |
| <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術3 項目名: ヒトの感覚システムの解析と模倣計測技術の開発、およびその送信方法開発</p> <p>概要: ICT 技術の進歩により遠隔コミュニケーションが社会に浸透しているが、一般の利用では、視覚、聴覚のみで、コミュニケーションを成立させようとしている。しかし、ヒトの直接対面では、相手の表情、声質、更には触覚、嗅覚など五感を使い、相手の理解を深めることで、より深い情報をお互いに交換することになる。ヒトの感覚システムの解析と模倣計測ができれば、遠隔地でも、五感を使い、直接対面しているようなコミュニケーションを進めることができる。特に、遠隔医療(二オイ、触診などの健康状態の把握)、職場における労働安全衛生(ヒトの疲労度、精神状態を把握しながら、コミュニケーションをとる)にも活用が期待できる。上記に加えて、翻訳技術の高度化や考えたことを直接脳に伝えることができる技術が実用化できれば、言語の壁なく、コミュニケーションを図ることも期待できる。 留意点: ICT の発達による人間の認知機能や思考の変化 ICT の発達により人々のコミュニケーションが多様化するなかで、今後、人間の認知機能や思考にどういった変化が生じるのか、またその変化には何らかの予防的対応が必要であるのか、といったことについての展望が現状ないように思える。個人レベルの人間の脳機能の変化以外にも、社会としての認知的行動(例: 国レベルならば選挙、自治体レベルならば住民投票、より一般的には合意形成プロセスやコミュニケーションのあり方など)に対してどういった影響があるのか、ということを検討しつつ、脳科学、情報科学、社会学、などの科学的見地からの対応余地を探ってはどうか。ただし、既にどこかで議論が尽くされている可能性もあるので、事前調査が必要。また産業競争力強化とのつながりが見出しにくい。 関連した既存の取組事例 ・CREST「共生社会に向けた人間調和型情報技術の構築」研究領域 http://www.jst.go.jp/kisoken/crest/research_area/ongoing/bunyah21-1.html ・脳情報通信融合研究センター http://cinet.jp/ ・理研脳科学融合研究センター http://www.brain.riken.jp/about/public.html ・応用脳科学コンソーシアムで脳科学の産業応用 http://www.keiiken.co.jp/can/index.html</p> | <p>▼ ヒューマニティという存在が失われる可能性 ▼ ELSI(倫理的・法的・社会的問題)が起こる可能性</p> |

参考資料 1-6 戦略スコープ骨子案

⑥脳とコンピュータ

| | |
|--|--|
| <p>FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること]</p> | <p>VISION(こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること]</p> |
| <p>★関連する FACTS・TRENDS の項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・脳機能の解明 ・ヒトの脳機能計測の精密化 ・生体親和性のあるセンサの実現 ・言語と脳のメカニズムの解明 ・文脈を理解し主張の内容を正しく認識しているマンマシン・インターフェース ・ICTの発達による相手の顔を見ない情報交換の増加(脳の仕組みとの乖離に対する危惧) <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術 1</p> <p>項目名: 脳機能の非侵襲計測技術 概要: 脳磁計、fMRI、脳波形、近赤外光計測などの脳機能非侵襲計測技術をさらに発展させるとともに、新しい原理に基づく計測技術も開発し、高い時間・空間分解能で脳計測を行い、脳機能の解明を行う。</p> <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術 2</p> <p>項目名: 脳科学と情報技術の統合化、ブレイン・マシンインターフェース(BMI)の進展 概要: 最近の BMI の進展(俯瞰ワークジョブ報告書から)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・BMI: 知覚機能の再建、深部脳刺激からコミュニケーションや運動機能への展開 ・情報技術による解読の進展・脳内情報を解読して脳にフィードバックすることによる脳状態の制御 ・心を読んだり制御するような倫理的問題 ・脳神経科学、情報技術、生体適合の電極、人体通信、移植システムの統合化 <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術 3</p> <p>項目名: 脳機能とコンピュータを連携させる技術 概要: 様々な意思決定を行う際、大量の情報を参照しうえて、望ましいと考えられる方向へ導いてくれる意思決定支援システムの開発が進むことで、国、企業、個人の意思決定をサポートすることが期待される。今後の検討においては、認知科学、教育学、心理学などからの参画も必要。</p> <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術(まとめ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・脳機能計測技術の進展(時間・空間分解能の向上、脳領域→個別ニューロン) ・データ(知)の統合による脳機能の理解(ヒト脳機能のシミュレーション) | <p>・人の脳機能に合わせた、人と人とのコミュニケーションが実現している社会</p> <ul style="list-style-type: none"> ・意思決定をコンピュータがサポートすることが可能な社会 (意思決定技術や価値発見技術が実現している) (脳機能に合わせた ICT 技術が確立している) (脳計測によるコミュニケーションの定量化が可能になっている) (判断力の落ちた高齢者へのサポート技術が確立している) (効率的な学習が可能になっている) (脳機能計測が容易に行えるようになり、人の選別に使われるなど倫理的な問題が生じている) (言語が違っても言葉を通じさせることができる) (翻訳技術が高度化している) (考えたことを直接脳に伝えることができる技術が実用化している) ※BMI による喪失機能の回復や個体能力のエンハンスメントという観点ではなく、人と人をつなぐ技術 に焦点をあてる ▼人の心を読む、相手を心理的に支配する、といった悪用の恐れもある |

留意点：既発行プロポーザル、ワークショップ報告書
 「認知ゲノム —脳の個性の理解と活用—」(2006 年 7 月)
 「認知ゲノム」は、ヒトゲノム解析と脳イメージングの融合研究と脳の個性を研究するモデル実験系とを組み合わせて、「一人ひとりの考え方が違う」というこの誰もが知っているがまだ科学的な根拠が示されていない問題の解明を目指す。
 「脳情報双方向活用技術」(2008 年 3 月)
 脳情報双方向活用技術 (interactive brain information technology, IBIT) とは、脳の活動に伴う信号を外部に出力し、外界の情報を脳に入力するといった双方向の情報やり取りにより、外部機器操作や人工感覚を実現する技術である。この技術には、情報のフィードバックによる脳機能の向上も含まれる。
 俯瞰ワークショップ「ライフサイエンス・臨床医学分野の俯瞰と重要研究領域」医療福祉分科会
 脳神経ワーキンググループ 検討報告書 (2013 年 3 月)
 ① 神経筋疾患・脳血管障害・脳腫瘍の革新的予防・診断・治療技術基盤の創出
 ② 社会性脳科学の学際融合的推進
 ③ 大規模データの計測・可視化・解析技術の革新的高度化とその活用のためのプラットフォーム形成
 ④ 治療と自立支援に資する脳情報双方向活用技術の実装
 ⑤ ヒト精神疾患の診断・治療技術基盤の創出に向けた統合的アプローチ (モデル動物、ゲノム科学、オミックス、神経回路、バイオマーカーを軸として)
 ⑥ 脳と身体と環境の相互作用の生物学的理解とその破綻による心身への影響
 ⑦ 光学と遺伝学の融合による神経回路の計測と操作の革新的技術の創出 (特任フェローの総合所感) から
 ・判断・創造・思考などという脳の「超高度機能」の解明を通しての「自己」の解明
 ・長期に亘る研究 (特にバースコホート研究) が脳科学においても重要
 ・脳科学は「総合的人間科学」であることを考えれば、終末期医療をどこまでやるべきなのか、など社会の中における人間のあり方についても、社会科学者を含めた議論が必要

★ドラIVING・フォースとなる科学技術(補足)
 主要国家プロジェクト
 日本：脳科学研究戦略推進プログラム (2008 年度～)、脳機能ネットワークの全容解明プロジェクト (2014 年度～) → 脳と心の健康大目録実現プロジェクト (2014 年度～)
 認知症やうつ病などの精神疾患等の発症に関わる脳神経回路・機能の解明に向けた研究開発及び基盤整備を強いに進めることにより、新的診断・予防・治療法を確し、**認知症・精神疾患等を克服**する。マーズセット脳マッピング。
 米国：ブレイン・イニシアティブ (2014 年度～、10 年間)
 神経疾患や精神疾患を治療するため、脳細胞からのシグナルをより早く、多く記録するためのツールを開発し、**新しい展開につなげる** 10 年計画。
 EU：ヒューマン・ブレイン・プロジェクト (2013 年度～、10 年間)
 ICT 統合基盤研究プラットフォームをコアとし、データ取得、理論、応用コンピュータエンジニアリングの 5 つのサブプロジェクトからなる、**ICT を用いて脳の理解を目指す** 10 年計画のプロジェクト。

参考資料 1-7 戦略スコープ骨子案（ワークショップ後）

参考資料 1-7 戦略スコープ骨子案(ワークショップ後)

①生体統合モデル

※青字:ワークショップによる追加

| | |
|---|---|
| <p>FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること]</p> <p>★関連するFACTS・TRENDSの項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・先制医療の発展 ・患者の生体モデルを構築し、データベース化 ・遠隔医療の普及 ・医療のテーラーメイド化 ・3次元で臓器が作れるようになりつつある。 ・検査・診断技術の進歩 ・生体親和性のあるセンサの実現 ・臨床予測性を高めるバイオマーカーの発展 (大規模コホート・バンクの活用と解析を通じたバイオマーカー探索) <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術1</p> <p>項目名:統合生体モデルの研究開発(システム生理学)</p> <p>概要:人間の生体モデルについては長い研究の歴史があるが、これまで作られたモデルのほとんどは、循環器系、呼吸器系、内分泌系、消化器系、温熱系、免疫系など部分的な機能モデルであり、それらを統合した生体モデルはその確立の試みが始まった段階である。近年、生命あるいは生体の生理機能の総称を意味する「フィジオーム」が提唱されその研究が活発化しているが、それに刺激されて統合生体モデルの研究も進みつつある。</p> <p>特に最近では免疫系、自律神経系、内分泌系の三者一体となった生体防御系の仕組みが明らかとなりつつあり、病気の発生とその成長、消滅の数理的な表現も活発に研究されるようになった。その意味でも、医療における統合的なモデル活用の気運は上昇している。</p> <p>留意点:最近では検査の方法や精度も大きく向上したため、モデルを新しい検査データの取得に応じて随時更新して精度を保つことが可能となった。生体統合モデルとそれにもとづく診断/治療のシステムを構築することが実現のキーとなる。また、スマートセンシング・ネットワーク技術を用いて、普段身につけているデバイスや生活空間に置かれたセンサなどから得られる生体情報および社会・生活・地域環境情報を活用することで、さらに精度を上げることが期待できる。</p> <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術2</p> <p>項目名:3次元多細胞体構築技術</p> <p>概要:in vitro で生体中の組織・器官にできるだけ近い機能をもつた多細胞体構築技術。構築された多細胞体は、医薬品・医療機器の研究開発におけるテストベッドとして活用することで、従来の培養細胞では得られなかった知見が得られ、医療技術研究開発の効率化・加速が可能になる。動物実験の代替が可能になれば、広い分野からの医療技術開発への参入を促す契機ともなる。再生医療(構築した組織、器官の移植)にもつながる技術であるが、テストベッドの構築に焦点を合わせ、工学的技術も積極的に取り入れ、テストベッドとして使いやすい多細胞体構築に注力する。in vitro 多細胞体に適した分析・解析技術の開発も併せて行うことが必要。</p> <p>留意点:戦略スコープ「ヒト多細胞体の構築・移植技術の確立と実用化」(2010年9月)との差別化</p> | <p>VISION(こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・病気を早期に予想できる/早期に介入できる社会 (予防医療や先制医療が可能となっている社会) (不調や疾患を感じてコントロールする仕組みができてきている社会) ・漢方や伝統的医療が科学的背景を持って復活している ・(▼)発症リスクが分かっても有効な介入方法がない病気の存在が社会問題になる) <p>・総合健康管理が実現している社会 (全身を総合的に捉えた健康管理が実現している/取り戻すことができている)</p> <p>(疾病の発症機序の解明により早期発症リスクの抽出が可能になっている)</p> <p>(生体や社会・生活・地域環境の情報の統合的時空間センシングができる社会)</p> <p>(遠隔医療・在宅医療が一般的になっている社会)</p> <p>(個人別の疾患に応じた最適な医療が可能となる社会)</p> <p>(▼)コスト上の面から誰もが利用できる技術とはならない可能性)</p> <p>その結果として>>>ネガティブな側面</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全身の情報が把握されることによるデメリット/課題 (▼)情報漏えいによるプライバシーの侵害) ・(▼)健康状態が本人の意思とは関係なく外部からコントロールされることも可能) ・健康維持の面でも格差がより広がっている社会(疾病への対応だけでなく) <p>グループワークで議論された、ポジティブな意見</p> <ul style="list-style-type: none"> ・シミュレーションで病因解明、その結果として創薬も容易に ・個々人への健康アドバイス、ならびに最適な治療法 ・医療費の低コスト化 ・グループワークで議論されたネガティブな意見 ・寿命が分かってしまう、より甚だぎは出生前から運命が分かってしまう ・過剰な検査により医療費増大 ・体は元気ののに頭はボケている、というリスク <p>主な議論の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生体モデルの統合というテーマだが、現在では各系のモデルもできていないのが現実。 ・どのモデルとどのモデルをつなげて考えるのが重要か? ・ターゲットの疾患を考えたいほうがやりやすいか?例えば、認知症など。精神疾患は解明できていない点が多く、科学として未開地。治療法もパラバラ。将来は重要な疾患になると考えられている。 ・DFとして次落しているポイントは何か? 医療費や健康保険のデータ名の活用が不十分という現実がある。 ・スマートセンシングはどこまで可能か? 息や汗などで日常的に計測することも考えられている。 ・fMRIによる脳の計測もまだまだ発展途上。 ・メタボ健診で注意を受けるが、様々な疾患への予想をモデルにより示すことが本ビジョンではないか? 未病の段階でいるような選択を示す。 ・在宅での安価で手軽な検査の実現。センサなどの計測技術の発展が必要。 ・喫煙者への健康保険料を上げるなども可能。 ・診断支援システムにもなるのではないか? ・コホートなどで大量蓄積されつつある。データから予測し、モデルの精度を上げる、という循環が可能。 ・ストレスが病をどう引き起こしているのか? そのマーカーを明らかにする。心的ストレスを未然に防ぐ。 ・東洋医学の科学的理解のようなイメージ。 ・病院に行かなくても、生活のなかでデータを取得し、統合モデルにより体の状態がわかるようになる。 ・医療費のコスト削減を目標に示すべき。1/3とか。先制医療の重要な考え方。 |
|---|---|

参考資料 1-7 戦略スコープ骨子案(ワークシヨップ後)

②加齢医学による疾患予防

※青字:ワークシヨップによる追加

| | |
|--|---|
| <p>FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること]</p> <p>★関連する FACTS・TRENDS の項目</p> <ul style="list-style-type: none"> 科学的な根拠を持つ老化予防が普及(疾患予防としての老化予防(先制医療の一つのアプローチ)) 未病への対応が普及 検査・診断技術の進歩 疫学情報とビッグデータの結びつけによる疾病リスク予知 <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術1 項目名:疾患予防としての抗老化医学 概要:理想の(不可避免な)老化に近づけることで疾患予防を目指す。 ・老化は疾患の大きな要因となる。 ・例えば、老化の結果の一つである動脈硬化は、子供の時から進行している。 ・老化に関わる遺伝子(Klotho, Sirtuin)などの同定、加齢因子や若返り因子の存在の示唆、カロリー制限の抗老化作用など、老化への理解が進みつつある。 ・レスベラトロールなどの抗老化をうたうサプリメントも登場している。</p> <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術2</p> <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術(補足)</p> | <p>VISION(こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること]</p> <p>(正の面) ◎理想の(不可避免)老化に近づける老化疾患予防を目指すことにより健康長寿が可能となる社会 (不老不死を目指すのではない) (病気を早期に予想できる/早期に介入できる) (不調や疾患を感知してコントロールする仕組みができていく) (疾病の発症機序の解明により早期発症リスクの抽出が可能になっている) (本来の寿命をまっとうする事で長い間人生を楽しむ事ができる) (高年齢×高QOLの実現) (適切な加齢により、疾患リスクが低下(高齢者だけでなく、40, 50代にもメリット)) (認知症などの社会問題の解決)</p> <p>(負の面) ▲高齢者数の増加による新たな課題が問題となる社会 (個の寿命と種の寿命、若年層との競合(食料、職業等)) (高齢者の就労、孤立) (寿命の延伸による新たな疾患の顕在化) (倫理観の問題:人の寿命に踏み込む抵抗感)</p> |
|--|---|

参考資料 1-7 戦略スコープ骨子案(ワークシヨップ後)

③経験・感性と科学との融合

| | |
|--|---|
| <p>FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること]</p> | <p>VISION(こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること]</p> |
| <p>★関連する FACTS・TRENDS の項目</p> <ul style="list-style-type: none"> 科学的な根拠を持つ老化予防が普及(疾患予防としての老化予防) 病は気からを科学する(脳と健康との関係の解明)(プラセボの効果) 伝統・習慣の分析、定量化 食の科学的根拠の解明 実世界コンピューティングの進展 物理刺激のヒトに対する科学的影響の解明 検査・診断技術の進歩 <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術1</p> <p>項目名:物理刺激による新しい治療法の開発 概要:これまであまり検討されてこなかった物理刺激を取り入れ、新しい治療分野を開拓する。</p> <ul style="list-style-type: none"> 細胞・組織は物理刺激に反応するメカニズムを持っている 生命現象と物理的ストレスとの関係を研究する『メカノバイオロジ』という領域ができていくが、まだ黎明期。 超音波刺激により骨折治癒が促進されるなどの事例もある。 <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術2</p> <p>項目名:漢方薬が何故、効くのかというメカニズムの解明 概要:近年、漢方のメカニズムが科学的に解明されつつある</p> <ul style="list-style-type: none"> FDAでは漢方薬を開発治療薬として認め、オックスフォード大学がツムラと共同で漢方研究を開始(アルツハイマー病治療の漢方薬の開発を目指す)する等、エビデンスを基にした薬の開発が進められている。 <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術(補足)</p> <ul style="list-style-type: none"> 『怪しいもの(未科学)』の乱立に対し、科学の土俵に乗せられるような、「意味がありそう」という経験・直感を裏付ける指標開発に取り組む。 | <p>(正の面)</p> <p>＜医療＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎医療に多様な選択肢が用意されている社会(個人の健康維持に必要なすべての情報が蓄積され、最適利用できる)(より多くの過去に蓄積された知恵が、科学的にも説明できている) (物理的・精神的刺激による生体内の調整機構の解明が発展している) (物理的・精神的刺激の定量・解析技術が確立している) (病院の機能を代替する方法が確立できている) (非西洋医学の活用による医療費の削減) <p>＜医療以外＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎健康増進が可能となる社会(安全性だけでなく、有効性も含めエビデンスに基づく情報にアクセスが可能)(エビデンスに基づいた人の楽しいということが解明される)(個人の生産性・創造性・運動能力等を最大化できる) ◎精神的な生産性、創造性が高められる社会(味覚の刺激のコントロールによる、何でも美味しいレストラン)(個人の生産性・創造性・運動能力等を最大化できる)(人の創造性を促進する、文化豊かな社会) <p>(負の面)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▲避ける事が難しいリスクが解明されてしまう(電磁波、放射能等の人体に対する物理刺激)。それにより、不必要な心配をしてしまう。 (これまでの民間療法、漢方は実はプラセボ効果である可能性) ▲健康状態の過剰な管理に繋がる恐れ ▲人に書を与える物理的・精神的刺激が表面化することで、兵器利用等、悪い事に利用されてしまふ。 ▲新たな制度が必要となり、医療費自体が高騰してしまう。制度、教育が必要。 ▲人間へのサイバーアタック ▲特定の物理的・精神的刺激による人の去勢、マインドコントロール ▲環境(騒音・化学物質等)規制が過剰かしよう |

※青字:ワークシヨップによる追加

参考資料 1-7 戦略スコープ骨子案(ワークシヨップ後)

④名称: モノのインターネットネットワークを利用した新しいものコトづくり

※青字: ワークシヨップによる追加

| FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること] | テーマ | VISION(こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること] |
|---|-----|---|
| <p>★関連する FACTS・TRENDS の項目</p> <ul style="list-style-type: none"> モノのインターネットのひろがり あらゆるものにセンサがつく/センサネットワーク化 インターネットに接続するモノの増大 全世界コンピュータ・テイングの進展 乗用車一台あたりの平均 MCU 搭載個数の急増 新たな法制度の必要性 個人化の進展(教育、ものづくり、医療) <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術1 項目名: モノのインターネット(IoT)</p> <p>概要: Internet of Things(IoT)対応製品が実際に増大する。管理、流通、メンテナンスを支える情報システムとそれを促進する社会制度、法制度の設計は未完成。 センサネットワークが将来的にどのような構築されていくか、日本国内に必要なネットワークは何か、世界的な市場はどうか有望か、センサネットワークはどのような構築・維持・更新されるのか、その電源は何か、といったことを明らかにする必要がある。 留意点: すでにどこかで議論が尽くされ、結論がでてきている話題かもしれないので、事前調査が必要。 参考: 研究開発の俯瞰報告書 電子情報通信分野(2013年)p.198 (OPFアーキテクチャ)</p> | | <p>ユーザーのセンシングにより人が求めるモノ・コトが生み出せる社会 (ヒトのためのモノ・コトへ) (製品がユーザーのセンサーとして機能する)</p> <ul style="list-style-type: none"> () () () () <p>・物費利用の縮減、リサイクル、リユースが大幅に進められている社会 (制約条件をうまく設定しながら技術を進達させていくことができる) (大量生産大量消費社会から高度3R社会へ) (人が消費者から創造的生活者になっている) (複雑なシステムの構造や相関関係が可視化できるようになっている) (車に一つだったセンサが、エンジンに一つ、カムに一つ、分子に一つといった具合に、細かく細かくセンサが組み込まれるようになっていく) (完成品という概念は消失し、部分や部品を取り換えながらモノを永遠に使い続ける)</p> <p>正の側面</p> <p>①攻めのビジョン IoTによってビジネスモデルが変革され、新たなサービス、ビジネスが生まれる より詳細かつ精緻な製品やサービスのリコメンデーション モノの組み合わせが柔軟になり、個人の好みに適応できる モノの情報の価値が高くなり、データのマーケットができる ウェアラブルコンピュータが普及し、パーソナルな医療サービスが実現 モノや人だけでなく、動物や植物のトレーサビリティも実現され、獣疫の予防や遺伝子組み換え作物の管理が進む</p> <p>②守りのビジョン 物流の情報がリアルタイムで得られるので効率化や情報分析が進む モノの売り切りビジネスから、保守へとビジネスが広がる モノの情報を得ることにより、製造の省エネ化、省人化が進む トレーサビリティにより、製造だけでなく、廃棄・回収が効率化し、リサイクル、リユースが進む</p> <p>負の側面</p> <p>①情報インフラへの負荷が高くなる アドレス管理の複雑化 通信容量がひっ迫 コンセプトと実装の間のギャップ</p> <p>②プライバシー侵害 個人に関する情報が流出 個人の情報、行動が統制される</p> <p>③技術の悪悪な利用 ロボットが戦争に使われる(簡単に戦争をする、誤爆、誤射など) サイバーテロの拡大 個人の行動への介入</p> <p>④サイバー化への過度の依存 ひとたびサイバーインフラがダウンすると何もできなくなる(災害時など) あまりにもタグを信用しすぎると、偽造された時にもろくなる 過剰な管理による行き詰り</p> |

参考資料 1-7 戦略スコープ骨子案(ワークショップ後)

⑤人・社会とIT

※青字:ワークショップによる追加

| | |
|--|--|
| <p>FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること]</p> | <p>VISION(こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること]</p> |
| <p>★関連する FACTS・TRENDS の項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・社会システムアーキテクチャ設計の進歩 ・人工知能の発達による知的作業の自動化も可能に ・モノのインターネットのひろがり ・あらゆるものにセンサがつく/センサーのネットワーク化 ・より複雑な事象を把握しモデル化できつつある ・文脈を理解し、主張の内容を正しく認識できるマンマシン・インターフェイス ・遠隔医療の普及 ・ICTの発達による相手の顔を見ない情報交換の増加(脳の仕組みとの乖離に対する危惧) ・脳機能の解明 ・ヒトの脳機能計測の精密化 ・言語と脳のメカニズムの解明 ・多様なロボットの進化と普及 ・反応や応答のあるロボット ・脳計測によるコミュニケーションの定量化 ・脳型コンピュータの発明 ・認知・身体の総合的理解 ・Global IP Traffic の増大★ ・ICTを活用した集合知(SNS など)の力の発現 ・携帯電話数の増大 ・消費者向け電子商取引市場の拡大 ・専門知識の社会への還元危機 | <p>・人の尊厳を高め、人と機械の強調、協奏的な関係性がデザインできる社会 (人と機械のオーケストレーションが実現している社会) (人と機械が相互に教え合い学び合う仕組みが実現している社会) (知的情報機械が全体に埋め込まれている社会) (人間の意思・情動を機械に伝えることが可能になっている社会) (実環境とサイバー環境の融合が進み、人間の認知機能や思考に変化が生じる社会) (機械が人と人との間を仲載することが可能になっている社会) (人と機械が相互に教え合い学びあう仕組みが実現している社会) (複雑なシステムの構造や相関関係が可視化できるようになっている社会) (失われつつある人間らしい生活を知的情報機械が取り戻している社会):全員貴族社会 (脳機能に合わせたICT技術が確立している社会)</p> <p>WSで議論された正の側面</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人の尊厳を高め、人と機械の協奏的な関係性がデザインできる社会 【ストレスなきマンマシンインターフェース】 人を学習してストレスなく使える機会やシステムが可能となる社会 Ambient Intelligence(身の周りの機械やシステムが人々を見守り困ったときに助けてくれる社会) ストレスなく人をサポート 適度なストレスを与えるインターフェース 疲労度などを測って人間の安全性を確保する社会 介護など人手不足業界の解消 異言語コミュニケーションのサポートが進み、通訳・紙・鉛筆のコミュニケーションが不要となる社会 人間の五感が機械との関係で生かされる社会 議論をファシリテートしてまとめてくれるシステム <p>【死後を含めた個人の尊厳】</p> <p>情報格差がなくなる社会(情報の格差がなくなること、個人のもつ情報の価値を当たり前なものとして認識する。引いてはプライバシーの概念もくつがええる可能性もあるというポジティブな発想)</p> <p>個人がプライバシーを気にしない社会</p> <p>個人の利便性を保つプライバシーが守られる社会</p> <p>今までのプライバシーが通じない社会(プライバシー概念の変更)</p> <p>死後の自分の記録が消せる・残せるの選択ができる社会</p> <p>【情報格差がなくなる場合の企業】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・企業情報の開示により、公正な競争や商取引ができる社会 |

| | |
|--|--|
| <p>VISION(こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること]</p> | <p>【実現のための教育】 新しいIT環境に応じた個人々人に対応した教育ができる社会。 知識やスキルそのものではなく学習を身に着ける教育(洞察力・哲学的思考・経験の知識化などの学習) 進路・職種に応じたスキル・学習・教育 Virtual と Real の間の Learning と Thinking の教育 【(社会の在り方) その他という分類で整理不十分]</p> <p>データを財として扱える社会 本物とコピーが区別される、改変がわかる 直接民主主義が実現する ICTを活用して都市に集中しない社会 人の形のロボットも一部にはあるが、道路も建物もすべてロボットといえる社会(人の状態への対応要求への充足) 多様性を確保し、Creativity 社会の Sustainability を保つ社会ネットワークの実現</p> <p>正・負の判断ができなかった側面 ・あらゆる情報に関する全知者(体)の出現? (ラプラスの悪意の出現?) ・論文や特許を自動的に生産してくれる社会</p> <p>負の側面 ▼ 機械や科学技術に支配される社会 ▼ 機械や人間が動かれるようになる社会(なりたくない) ▼ 個人の尊重/公共的な利益(何がそれかは難しい)の相克 ▼ フライバイザーに配慮がなくなる ▼ ヒトの能力の可視化による究極の能力格差社会の実現 ▼ マーケティングの過度な自動化のリスク(データに基づく予想を用いた行動が現実にはフィットしないとき) 例:金融恐慌のようなイメージ ▼ 情報過多(必要十分な情報でよい。個人向けの執事) ▼ 人の移動を失う危険性 ▼ ヒュ머니という存在が失われる可能性 ▼ ELSI(倫理的・法的・社会的問題)が起こる可能性 ▼ インフラ・セキュリティの脆弱性への対応</p> |
| <p>FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること]</p> | <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術1 項目名:人間と機械の意思疎通インタフェース (※略:参考資料 1-6(同じ))</p> <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術2 項目名:知のコンピューティング (※略:参考資料 1-6(同じ))</p> <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術3 項目名:ヒトの感覚システムの解析と模倣計測技術の開発、およびその送信方法開発 (※略:参考資料 1-6(同じ))</p> |

参考資料 1-7 戦略スコープ骨子案(ワークシヨップ後)

⑥脳とコンピュータ

※青字:ワークシヨップによる追加

| | |
|---|--|
| <p>FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること]</p> <p>★関連するFACTS・TRENDSの項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・脳機能の解明 ・ヒトの脳機能計測の精密化 ・生体親和性のあるセンサの実現 ・言語と脳のメカニズムの解明 ・文脈を理解し主張の内容を正しく認識しているマンマシン・インターフェース ・ICTの発達による相手の顔を見ない情報交換の増加(脳の仕組みとの乖離に対する危惧) <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術1</p> <p>項目名:脳機能の非侵襲計測技術 概要:脳磁計・fMRI、脳波形、近赤外光計測などの脳機能非侵襲計測技術をさらに発展させるとともに、新しい原理に基づく計測技術も開発し、高い時間・空間分解能で脳計測を行い、脳機能の解明を行う。</p> <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術2</p> <p>項目名:脳科学と情報技術の統合化、ブレイン・マシンインターフェース(BMI)の進展 概要:最近のBMIの進展(俯瞰ワークシヨップ報告書から)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・BMI:知覚機能の再建、深部脳刺激からコミュニケーションや運動機能への展開 ・情報技術による解読の進展:脳内情報を解読して脳にフィードバックすることによる脳状態の制御 ・心を読んだり制御するような倫理的問題 ・脳神経科学、情報技術、生体適合の電極、人体通信、移植システムの統合化 <p>ドライビング・フォースとなる科学技術3</p> <p>項目名:脳機能とコンピュータを連携させる技術 概要:様々な、意思決定を行う際、大量の情報を参照しうえて、望ましいと考えられる方向へ導いてくれる。意思決定支援システムの開発が進むことで、国、企業、個人の意思決定をサポートすることが期待される。今後の検討においては、認知科学、教育学、心理学などからの参画も必要。</p> <p>★ドライビング・フォースとなる科学技術(まとめ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・脳機能計測技術の進展(時間・空間分解能の向上、脳領域→個別ニューロン) ・データ(知)の統合による脳機能の理解(ヒト脳機能のシミュレーション) <p>留意点: 既発行プロポーザル、ワークシヨップ報告書 (※略:参考資料1-6に同じ)</p> | <p>VISION(こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人の脳機能に合わせた、人と人とのコミュニケーションが実現している社会 ・意思決定をコンピュータがサポートすることが可能な社会 (意思決定技術や価値発見技術が実現している) (脳機能に合わせたICT技術が確立している) (脳計測によるコミュニケーションの定量化が可能になっている) (判断力の落ちた高齢者へのサポート技術が確立している) (効率的な学習が可能になっている) (脳機能計測が容易に行えるようになり、人の選別に使われるなど倫理的な問題が生じている) (翻訳技術が高度化している) (考えたことを直接脳に伝えることができる技術が実用化している) ※BMIによる喪失機能の回復や個体能力のエンハンスメントという観点ではなく、人と人をつなぐ技術に焦点をあてる ▼人の心を読む、相手を心理的に支配する、といった悪用の恐れもある ▼コンピュータ(IT機器)への過度の依存が脳機能の退化につながる ・さまざまなストレスを緩和できる社会 (ストレスに対する心身反応が理解できている) (戦争、災害、DVなどによるトラウマからの回復を効果的に支援できる) (薬物依存から脱却を効果的に支援できる) (脳の「癖」を理解してハニックが抑制できる) ・精神疾患の理解が進んでいる社会 ・社会受容性に満ち溢れた統合的(精神)健康管理維持が進み、認知症、自閉症、うつ病などを もつ人々を「包み込む」社会 (精神疾患の予防、治療技術が進歩している) (乳幼児期の発達障害の改善が進んでいる) (精神疾患の診断基準が明確化されている) ・引きこもりなどの社会参加を促し、多様な人々の参画による創造的な社会 ・暗黙知を形式知として取り出せるようになる ・脳の正しい理解は時間効率の高い社会につながる ・「忘れない脳」(補助脳)が実現している社会 ▼非致死兵器への監用(戦闘意欲をなくす、攻撃性をなくすなど) ○脳の理解はどこまで進むか? ▼脳の解明が進んでも、役に立たないかもしれない→社会的効果をもたらすには様々な課題が顕在化する BMI-装置の軽量化、低価格化が必要 ・顔の表情のもつ意味の理解 ・脳とは何か?の解明は人間とは何か(という問いかけになる) ・幸福を感じる脳の仕組み |
|---|--|

参考資料 1-8 戦略スコープ案

テーマB：人と機械の新たな関係

参考資料 1-3 戦略スコープ案

| 情報源 | 検討の流れ | VISION(こうなることが想定される) [社会像を示す表現となっていること] | 情報源 |
|---|---|---|--|
| <p>意見聴取 資料調査 WS1 WS1 WS1 WS1 WS1 意見聴取 意見聴取 WS1 WS2 WS2 WS2</p> | <p>FACTS・TRENDS(現時点で起こりつつあること/5年から20年で実現しうること) [科学的知見や技術の見込み等の根拠があること]</p> <p>★FACT・TRENDS</p> <ul style="list-style-type: none"> ・あらゆるものにセンサがつく/センサーネットワーク化 ・個人化の進展(教育、ものづくり、医療) ・社会システムアーキテクチャ設計の進歩 ・人工知能の発達による知的作業の自動化も可能に ・より複雑な事象を把握しモデル化できつつある ・文脈を理解し、主張の内容を正しく認識できるマンマシン・インターフェイス ・遠隔医療の普及 ・ICTの発達による相手の顔を見ない情報交換の増加(脳の仕組みとの乖離に対する危機) ・脳機能の解明、ヒトの脳機能計測の精密化 ・認知・身体の総合的理解 ・Global IP Trafficの増大 ・ICTを活用した集合知(SNSなど)の力の発現 ・専門知識の社会への還元の危機 | <p>★主たる社会像とその詳細 △公正の面</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人と機械の協奏的な関係性がデザインできる社会 ・人と機械が相互に教え合い学び合う仕組みが実現している社会 ・(知的情報機械が全体に埋め込まれている社会) ・(人間の医師・情動を機械に伝えることが可能になっている社会) ・(実環境とサイバー環境の融合が進み、人間の認知機能や思考に変化が生じる社会) ・(複雑なシステムの構造や相関関係が可視化できるようになっている社会) ・(ストレスなきマンマシン・インターフェース・脳機能に合わせたICT) ・(死後を含めた個人の尊厳が守られる) ・(情報格差がなくなる・直接民主主義が実現する) ・(複雑なシステムの構造や相関関係が可視化) ・(人の多様性が保たれ、創造性の持続可能性が確保される) ・(個々人に対応した教育ができる社会) | <p>WS1 WS1 WS1 WS1 WS1 意見聴取 WS2 WS1,2 意見聴取 WS2 WS2</p> |
| <p>★ドライビングフォースとなる科学技術</p> <p>DF1 モノのインターネット(IoT) 概要: Internet of Things(IoT)対応製品が実際に増大する。 留意点: 管理、流通、メンテナンスを支える情報システムとそれを促進する社会制度、法制度の設計は未完成。センサーネットワークが将来的にどのように構築されていくか、日本国内に必要なネットワークは何か、世界的な市場はどの程度有望か、センサーネットワークはどのような構築・維持・更新されるのか、その電源は何か、といったことを明らかにする必要がある。事前調査が必要。参考: 研究開発の俯瞰報告書 電子情報通信分野(2013年) p.198 (CPSアーキテクチャ)</p> <p>DF2 知のコンピューティング 概要: 知の創造を促進し、科学的発見や社会への適用を加速する。知は人間が賢く生きるための力である。知のコンピューティングは、知の発見、創造、蓄積、伝播、探索、影響を実現し、加速する。 留意点: 情報科学技術ユニットで2013年度に提案予定。ただし、2014年度以降も様々な切り口で提案を継続予定。ユニットとは別の見地からより深い位置づけが与えられることに意義がある。</p> <p>DF3 人間と機械の間の意思疎通インターフェース 概要: コンピュータの情報処理能力が向上し、情報の種類が拡大しても、現状のマンマシンインタフェースでは、人間と機械の間のコミュニケーションには限界があり人と機械の協調、協奏も制限される。より広く深く、人間とコンピュータが情報や意図を交換できるインタフェースの開発が必要となる。 留意点: 単に交換する情報の容量を増やすのみならず、シグナックス&セマンティクス(文意と文脈)を理解した上で、さらに相互の意図を推論することが重要である。そのためには、それぞれが自分と相手のモデルを持ち、それらのモデルを連携、合成するアプローチが必要になるだろう。モデルの自己組織化による複雑性が招く問題(組合せや計算量の爆発など)の回避手法なども研究が必要と考える。 ★社会像を実現するために必要な「科学技術のトライブンングフオーース」以外の科学技術及び制度等 ・IRT(IT-RTの融合)の技術は重要。 http://www.jst.go.jp/crds/pdf/2004/JN/CRDS-FY2004-IN-01.pdf ・社会技術研究開発センターや日本科学未来館を活用して検討を進める。</p> | <p>▼負の面</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人と機械の協奏的な関係性がデザインできる社会 (ヒトの能力の可視化による究極の能力格差社会) (インフラ・セキュリティの脆弱性、サイバー化への過度の依存) (個人情報の流出、行動の統制・介入) (人間の認知機能や思考に変化が生じる) (脳のしくみとのかけ離れに対する危険) (人間がバーチャル世界に依存する危険) (人間の移動を失う) (アドレス管理の複雑化) (通信容量が逼迫) (コンセプトと実装の間のギャップ、過剰な管理の行き詰まり) (ロボットが競争に使われる(簡単に競争をする、誤爆、誤射など)) (サイバーテロの拡大) | <p>WS2 WS2 WS2 WS2 意見聴取 WS2 WS2 WS2 WS2 WS2 WS2</p> | |

参考資料 2-1

平成 25 年度 社会的期待・邂逅に関するワークショップ

第 1 回 (WS1) 開催案内

科学技術振興機構 (JST)
研究開発戦略センター (CRDS)
社会的期待・邂逅横断グループ

1. 開催趣旨

科学技術振興機構 (JST) 研究開発戦略センター (CRDS) では、研究開発戦略の策定にあたり、社会が何を求めているか—社会的期待—を知り、これを科学技術分野の研究開発領域／課題と結びつける—“邂逅”させる—ことを基本方針としている。そのため、社会的期待・邂逅横断グループを設置し、当基本方針を研究開発立案のプロセスとして具体化する検討を進めてきた。

平成 24 年度は、「顕在化している社会の問題を解決する」ことを重要な社会的期待であるにとらえ、広く社会に認識されている問題を検討し、その解決に寄与しうる研究開発領域／課題と邂逅させる、というアプローチを採用した。しかし、「問題が解決された社会を目指す」ことにとどまらず、未来に向けて進化していく社会像を描き、その実現に向けた研究開発戦略を検討するというアプローチも必要であるとの認識に至った。

今回のワークショップでは、平成 25 年度の第 1 回¹⁾として、新テーマ (進化型テーマ (仮称))²⁾について議論する。

- 1) 平成 24 年度は合計で 5 回のワークショップを開催。平成 25 年度も同様の回数の開催を予定。
- 2) 未来社会において実現すべき社会像を、先端的な研究領域から得られつつある科学的知見と、これを踏まえた人間の根源的なあり方に対する洞察に基づいて表したもの(検討中)。

2. 開催概要

日時：2013 年 9 月 19 日 (木) 13:30～17:30

場所：JST 東京本部別館 1 階会議室

参加者：別紙参照

外部有識者

CRDS 吉川センター長、有本副センター長、笠木上席フェロー、

CRDS 上席フェロー及びフェロー等 約 40 名

3. プログラム

司会：豊内 順一 フェロー

13:30- 13:45 はじめに

- ・開会挨拶： 笠木 伸英 上席フェロー
- ・開催趣旨： 前田 知子 フェロー

13:45 - 15:05 外部有識者からのプレゼンテーション (10 分/人)

「ご専門の領域の先端的な動向等から洞察される未来の社会像や、まだ顕在化していない/顕在化しつつある問題点等について」

(ご発言順)

原島 博 東京大学 名誉教授

合原 一幸 東京大学教授/最先端数理モデル連携研究センター長

新 誠一 電気通信大学情報理工学研究科 教授

伊藤 公平 慶応大学 理工学部物理情報工学科 教授

桜田 一洋 ソニーコンピュータサイエンス研究所 シニア・リサーチャー

木村 廣道 東京大学大学院薬学系研究科 特任教授

15:05-15:15 休憩

ファシリテーター：嶋田 一義 フェロー

15:15 - 15:25 グループワークの説明

15:25 - 16:30 グループワーク

- ・各グループで議論 (30)
- ・リーダー以外は他のグループに移動して議論 (30)
- ・元のグループに戻り、議論の成果を整理 (5)

16:30 - 17:25 まとめ

- ・各グループからの結果報告 (3 分/1 グループ)
- ・質疑応答
- ・全体討論

17:25 - 17:30 閉会挨拶 :吉川 弘之 センター長

(以 上)

当ワークショップの目的

- CRDSでは、社会的期待に応えることを基本方針とした研究開発戦略の立案方法を検討中
 - H24年度は、“顕在化している、あるいは将来顕在化しうる問題を解決する”というアプローチで検討
 - “問題の解決によって、あるべき社会の実現”を構想することに加え、科学技術の進化の先に展望される未来の社会像を描くことも必要
- **科学の進展や先端的な研究開発の動向から洞察される未来社会や、そこで顕在化しうる問題について議論する**

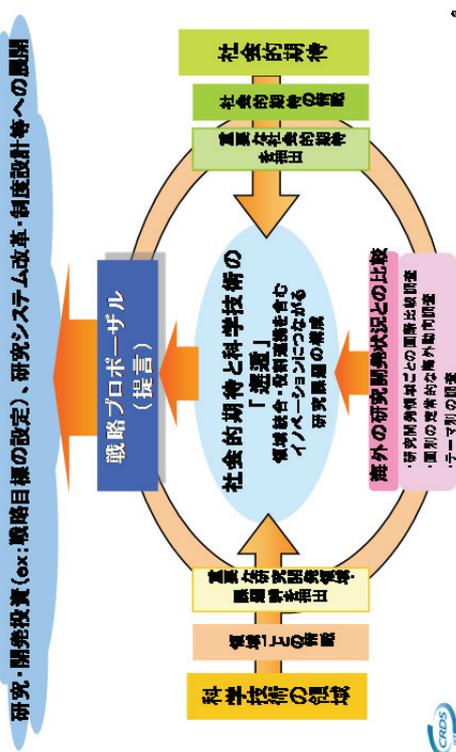
平成25年度
社会的期待・邂逅に関するワークショップ
第1回(W51)

趣旨説明

2013年9月19日(木)
科学技術振興機構(JST)
研究開発戦略センター(CRDS)
社会的期待・邂逅横断グループ

CRDSの研究開発戦略立案プロセス

社会的期待と研究開発領域の双方を等価に視野に入れ、両者を結びつける



● “社会的期待”と“邂逅”

吉川弘之「研究開発戦略立案の方法論 持続性社会の実現のために」
科学技術振興機構 研究開発戦略センター、2010年6月。

● 社会的期待

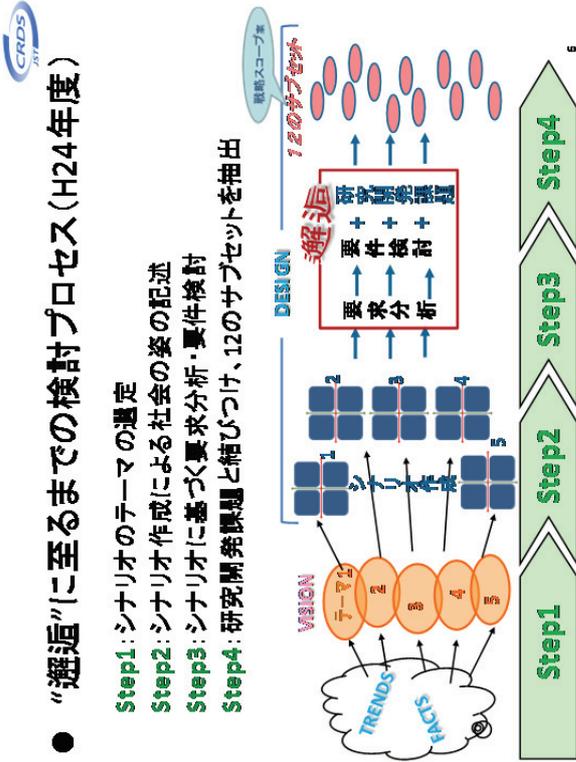
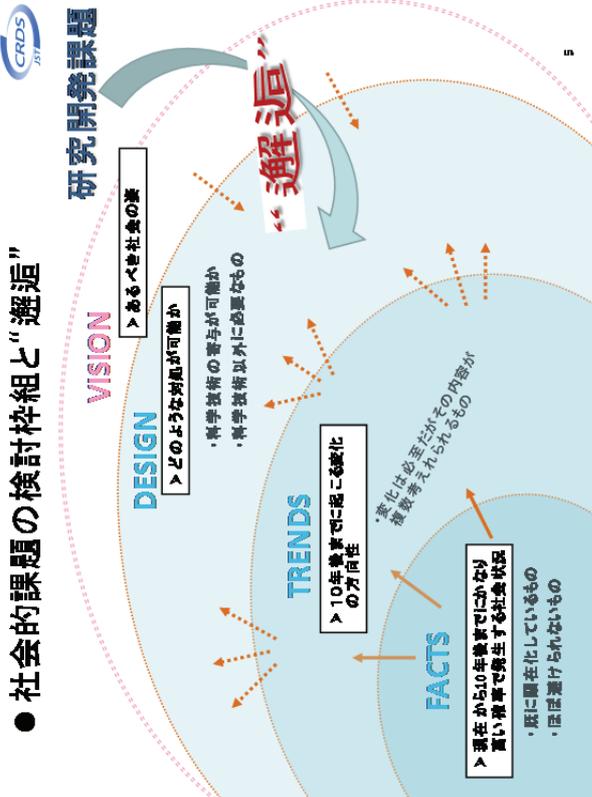
「社会のための研究」の研究課題を見出すには、社会が何を求めているのかを知ることが最も重要である。この“社会が求めている何か”を社会的期待と呼んでいる。

● 邂逅

・社会的期待と研究開発領域／課題を結びつける、というコンセプト

➤ 社会的課題

・その解決や対応によって、社会的期待の実現に近づけていくことができる社会に広く認識されている事柄
(社会的期待の検討範囲を明確化)



- 平成24年度：5つのテーマ
- ボーダーレスな世界の中での国家に関わるもの
テーマ1：国際連携ができる社会
- 国家という枠組の中で認識されるもの
(先進国を中心に世界的に問題とされており、日本との役割が重要となるもの)
とくに日本で顕著であったり、
- テーマ2：地球環境・エネルギー問題への対応力がある社会
テーマ3：社会インフラの保守・修復・構築力がある社会
テーマ4：心身の健康寿命がのびせる社会
(少子高齢への対応力がある社会)
- 個人に関するもの
テーマ5：一人ひとりが能力を発揮できる社会

平成24年度の検討結果：5つのテーマと12のサブセット

| | | |
|-------------------------------|------------------------------|--|
| ボーダーレスな世界の中での国際に関わるもの | 2-1 | ◆テーマ1: 国際連携・エネルギー問題への対応力がある社会 |
| ◆テーマ1: 国際連携ができる社会 | 2-2 | 日本におけるエネルギーベースのスマートなエネルギーの革新と次世代エネルギーの拡大に関する技術開発 |
| 国家という枠組の中で認識されるもの | 2-3 | Smart Rural (農村) の構築に向けた地域連携型エネルギーシステムの開発 |
| ◆テーマ2: 地球環境・エネルギー問題への対応力がある社会 | 2-4 | 高度エネルギー・都市の建設に向けた要請における、エネルギーの効率的な活用に関する技術開発 |
| 2-1 | 2-5 | エネルギー-環境協働型エネルギーへの活用に向けた社会予測技術の開発 |
| 2-2 | 2-6 | エネルギー-長距離送電技術のための重電設備を支える蓄電技術の開発 |
| 2-3 | ◆テーマ3: 社会インフラの保守・修復・構築力がある社会 | |
| 2-4 | 8-1 | 自治体資源活用型社会インフラのデザインと構築 |
| 2-5 | 8-2 | 地球・都市単位での、インフラ構築・保守・運営の最適化 |
| 2-6 | ◆テーマ4: 心身の健康寿命がのびせる社会 | |
| ◆テーマ5: 一人ひとりが能力を発揮できる社会 | 4-1 | 超高齢化・人口減少を見据えた社会デザインに関する予測単位の推進 |
| 2-1 | 4-2 | 高齢者が社会的・経済的価値を生み出す社会システムの構築に向けた研究開発 |
| 2-2 | 4-3 | 医療の革新に繋がる統合システムシステムの構築 |
| 2-3 | 4-4 | 超高齢社会における短コスト医療・介護システムの構築 |
| 2-4 | 4-5 | 医療・健康意識の高齢化に関する研究開発プロセスの革新 |
| 2-5 | ◆テーマ5: 一人ひとりが能力を発揮できる社会 | |

H25年度に設定したい進化型テーマの社会像

テーマ1～5の社会像

- (課題を解決した結果として) こうなる
 - 解決の必要性が広く認識され、課題を踏まえている
- テーマの重要性や必要性に対する合意感がある
 - 科学技術イノベーション政策のラインアップとして必要なものはあがっている
- 描かれるビジョンの新規性は高くはない(月並み)
 - 新規性のある研究開発課題が見出される可能性はある
 - 既存技術の組み合わせで実現できるという指摘もある

- こうしたい/こうなるとよい
 - 夢のあるもの
 - 未来志向
 - 新しさ、意外性
 - 価値観の多様性を内包
 - 新しい価値の創造がある
- テーマに対する意見が分かれる可能性(合意感が少ない可能性)
 - 賛同の無関心(反対ではなく)
 - リサーチ・ギャップの影響も
- 人間のあり方に関する本質や倫理を問うこととなる
- 光と影の両面性
- 科学研究が内包する進化力やこれに由来する技術が持つ創造力を背景とする

● 定義(仮)

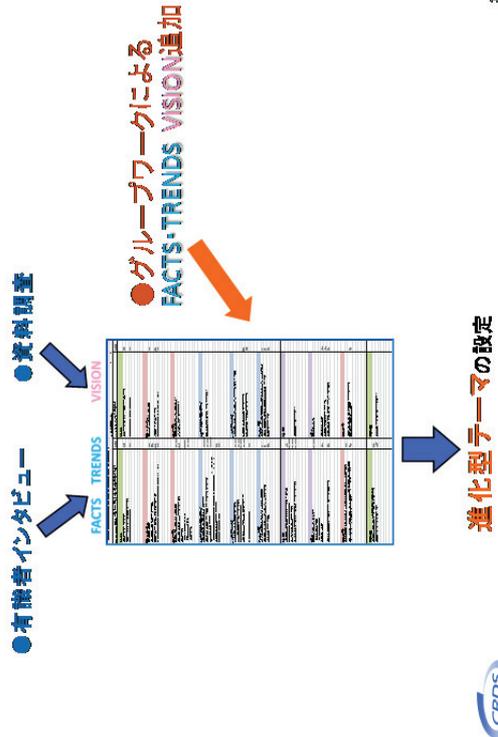
• テーマ1～5: 問題解決型テーマ

広く社会から解決を求められている既知の課題が、様々な対処法を実装することによって解決へと向かい、その結果として実現した社会像を表したものの

• 進化型テーマ

未来社会において実現すべき社会像を、先端的な研究領域から得られつつある科学的知見と、これを踏まえた人間の根源的なあり方に対する洞察に基づいて表したものの
 複雑化し、グローバル化した現代社会に生きる我々が抱く、人間本来のあり方に対する“問い”に応えうる研究開発課題につなげることが必要

進化型テーマ: 検討の流れ(イメージ)



● 有識者への意見聴取

- 問い: ご専門の領域の先端的な動向等から洞察される未来の社会像や、まだ顕在化していない/顕在化しつつある問題等についてお伺いしたい

参考資料 2-2

平成 25 年度 社会的期待・邂逅に関するワークショップ

第 2 回 (WS2) 開催案内

科学技術振興機構 (JST)
研究開発戦略センター (CRDS)
社会的期待・邂逅横断グループ

1. 開催趣旨

科学技術振興機構 (JST) 研究開発戦略センター (CRDS) では、研究開発戦略の策定にあたり、社会が何を求めているか (社会的期待) を知り、これを科学技術分野の研究開発領域/課題と結びつける (“邂逅” させる) ことを基本方針としている。そのため、社会的期待・邂逅横断グループを設置し、当基本方針を研究開発立案のプロセスとして具体化する検討を進めてきた。

平成 24 年度は、「顕在化している社会の問題を解決する」ことを重要な社会的期待であるにとらえ、問題を解決するための研究開発戦略を検討していくアプローチ (問題解決型アプローチ) を採用した。しかし、「問題が解決された社会を目指す」ことにとどまらず、先端的な研究開発動向から洞察される社会像を踏まえてのアプローチ (未来創発型アプローチ) も必要であるとの認識に至った。

今回のワークショップでは、未来創発型アプローチによる研究開発戦略の検討の一環として、戦略スコープの原案である「戦略スコープ骨子案」について議論する。

2. 開催概要

日時：2013 年 12 月 24 日 (火) 13:30～17:30

場所：JST 東京本部別館 2 階セミナー室

グループワーク時は小会議室に移動

参加者：別紙参照

CRDS 吉川センター長、有本副センター長、笠木上席フェロー、

CRDS 上席フェロー及びフェロー等

3. プログラム

司 会：中村 亮二 フェロー

13:30- 13:50 はじめに

- ・未来創発型アプローチについて：前田 知子 フェロー
- ・ワークショップの進め方について：嶋田 一義 フェロー
- ・質疑応答

13:50 - 14:20 「戦略スコープ骨子案」について

担当者からの説明（質疑応答含む）（5分/件×6件）

- ① 生体統合モデル：豊内 順一 フェロー
- ② 経験・感性と科学の融合：飛田 浩之 フェロー
- ③ 加齢性疾患治療技術：飛田 浩之 フェロー
- ④ モノのインターネット：嶋田 一義 フェロー
- ⑤ 人・社会と ICT：岩城 拓 主査
- ⑥ 脳とコンピュータ：中本 信也 フェロー

ファシリテーター：嶋田 一義 フェロー

14:20～15:30 グループワーク

- ・「戦略スコープ骨子案」における VISION に関する議論

15:30-15:40 休 憩

15:40 - 17:20 各グループからの結果報告と全体討論

- ・各グループからの結果報告（質疑応答含む）（MAX10分/1グループ×6）
- ・全体討論

17:20 - 17:30 まとめ

- ・結果報告と全体討論を振り返って：笠木 伸英 上席フェロー
- ・閉会挨拶：吉川 弘之 センター長

(以 上)



ワークショップの目的

- CRDSでは、社会的期待に応えることを基本方針に、研究開発戦略の立案方法を検討している：
 - H24年度は、課題達成型アプローチにより戦略スコープ案を検討
 - 平成25年度は、未来創発型アプローチにより、戦略スコープ案の提案に向けて検討中

➤ 未来創発型アプローチによる戦略スコープ案作成の一環として、先端的な研究開発動向から洞察される社会像について、正負両面から議論を深める

2

社会的期待に応えるための

2つの検討プロセスの相違

- 問題解決型アプローチ(平成24年度～)
- 未来創発型アプローチ(平成25年度～)
 - ← 進化した

創発につながる研究開発戦略を、先端的な研究開発動向から洞察される正負両面の社会像を視野に入れて検討していくアプローチ

科学的知識に内在する潜在的な社会的期待の発見に結びつけていくことができるかー

創発：進化論、システム論の用語。生物進化の過程やシステムの発展過程において、先行する条件から予測や説明のできない新しい特性が生み出されること。
創発 (emergence) 一般的な定義 部分の性質の単純な総和とことまらない性質が、全体として現れること。

4

平成25年度

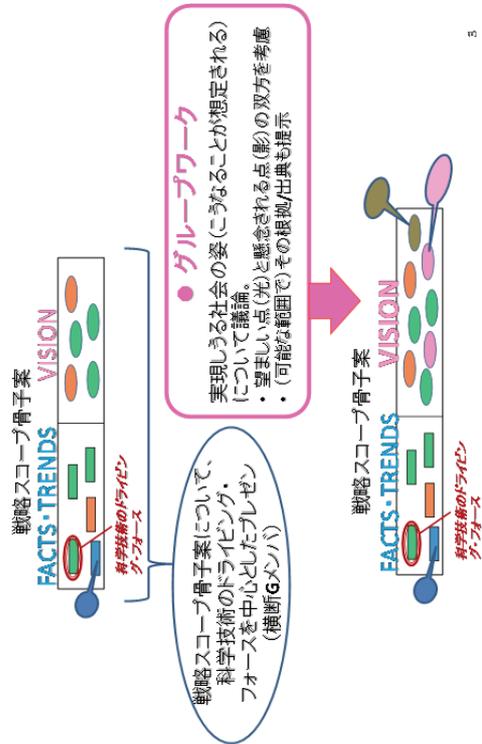
社会的期待・邂逅に関するワークショップ 第2回(WS2)

趣旨説明

2013年12月24日(火)
科学技術振興機構(IST)
研究開発戦略センター(CRDS)
社会的期待・邂逅横断グループ

1

ワークショップのポイントとアウトプット

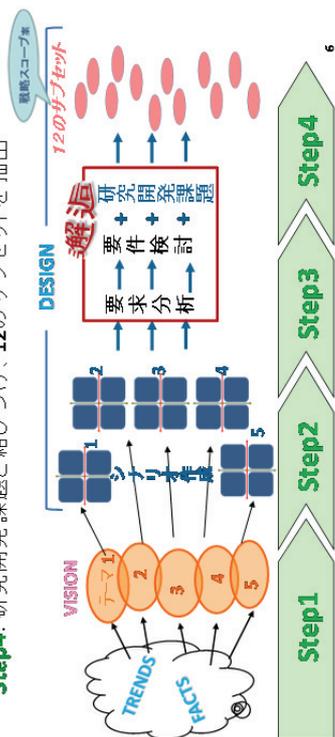


3

問題解決型アプローチ

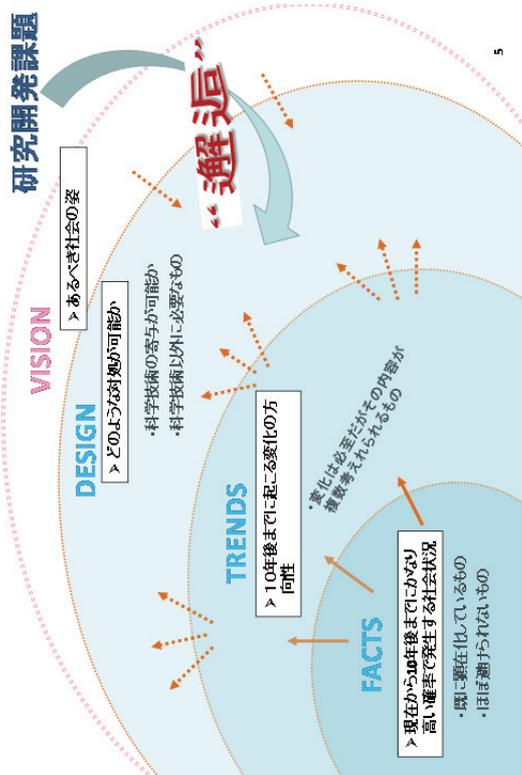
● “邂逅”に至るまでの検討プロセス

- Step1: シナリオのテーマの選定
- Step2: シナリオ作成による社会の姿の記述
- Step3: シナリオに基づく要求分析・要件検討
- Step4: 研究開発課題と結びつけ、12のサブセットを抽出



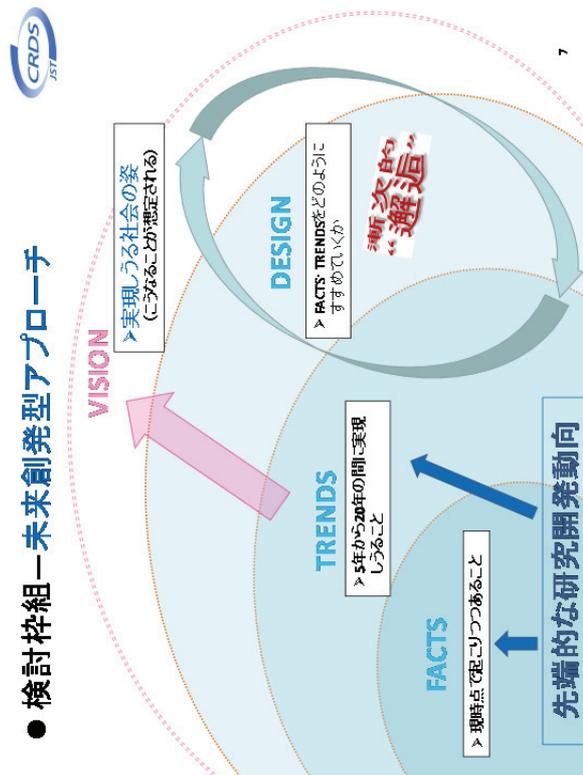
6

● 検討枠組—問題解決型アプローチ



5

● 検討枠組—未来創発型アプローチ



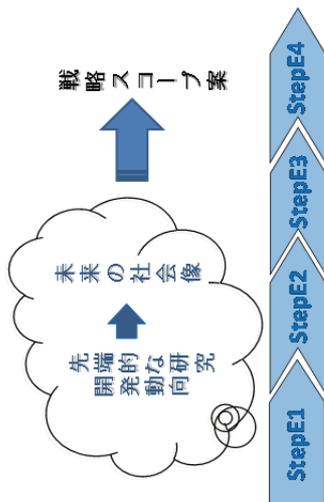
7

未来創発型アプローチ

8

未来創発型アプローチによる検討の流れ (概要)

- 注目すべき先端的な研究開発動向の把握と、これらに基づいて洞察される未来の社会像の双方を踏まえ、4つのステップによって戦略スコープ案を作成



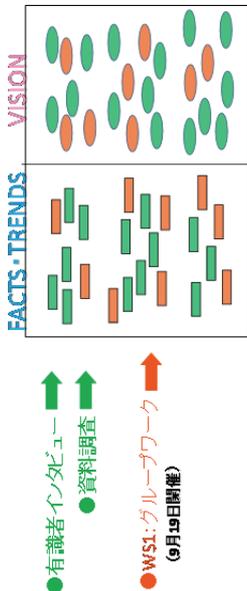
9

具体化された検討プロセス(1)

Step-E1: 「FACTS・TRENDS・VISIONリスト」の作成

- 先端的な研究動向や科学的知見、技術の見込み等を踏まえ、把握

- FACTS: 現時点で起こりつつあること 【この発想による相手の課題発見】
- TRENDS: 5年から20年の間に実現しうること 【産業界の動向、言葉と数字の分析】
- VISION: FACTS・TRENDSの進展によって実現しうる社会の姿 【産業界の課題に合わせたコミュニケーションの実現】

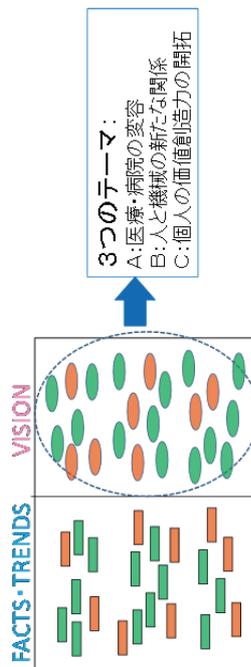


10

具体化された検討プロセス(2)

Step-E2: テーマの設定

- 把握されたFACTS・TRENDS及びVISIONを後続Stepで検討して行くための視点(テーマ)を、主にVISIONを踏まえ設定

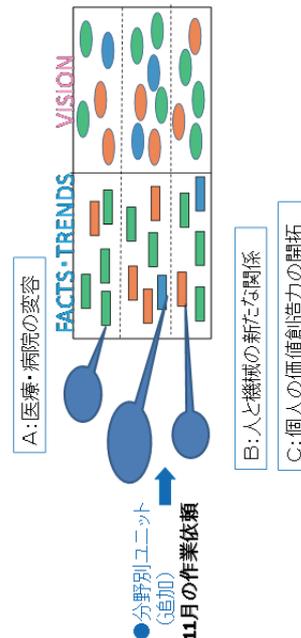


11

具体化された検討プロセス(3)

Step-E3: 「テーマ別FACTS・TRENDS・VISIONリスト」の作成

- テーマごとに、該当するVISIONと、VISIONに関連するFACTS・TRENDSを整理したリストを作成
- このリストに対し、分野別ユニットが把握している情報に基づいたFACTS・TRENDS・VISIONの追加、FACTS・TRENDSの関連情報の整理

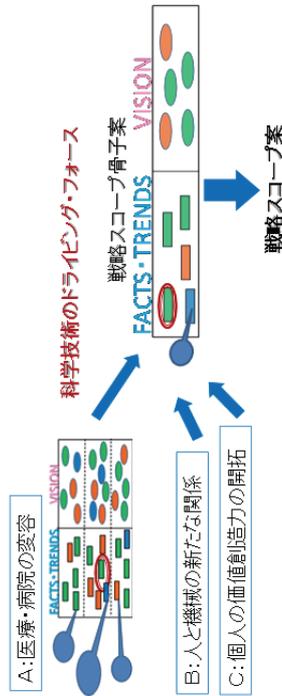


12

具体化された検討プロセス(4)

Step-E4: 戦略スコープ案の抽出(実施中)

- ・ テーマ別FACTS・TRENDS・VISIONリストに基づいて**科学技術のドライビングフォース**を特定、これを中心に**戦略スコープ骨子案**を作成
- ・ 「戦略スコープ骨子案」を踏まえて**戦略スコープ**を作成



15

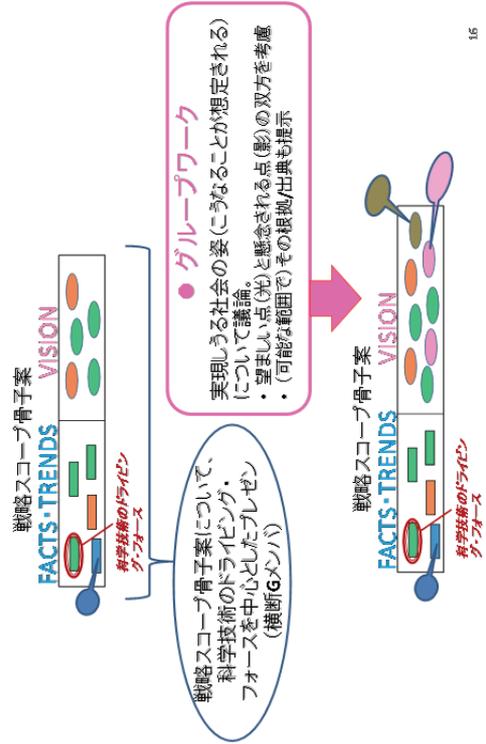
科学技術のドライビング・フォース

- 社会を変容させるドライビングフォースとなる科学的知識及び技術
 - ・ 科学研究が内包する、これまでの自然観や人間観を変化させる力を持つ科学的知識
 - ・ その実現による社会へのインパクトが大きい(これまでの社会の姿を大きく変えていく)ことが想定される技術
- 関連する研究開発課題/領域が研究者等の間で注目され始めている

- 社会に対する影響には正負両面があることが想定され、それらを的確に予測しておくことが期待されている。

14

ワークショップのポイントとアウトプット(再掲)



16

第2回ワークショップ

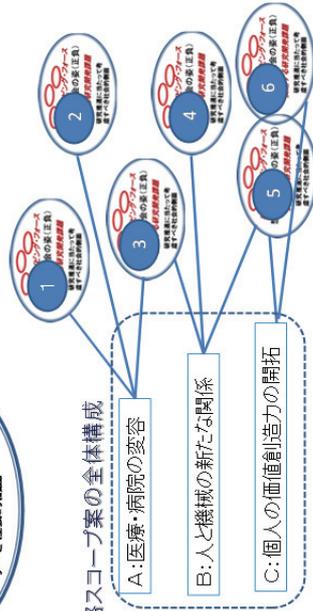
15

未来創発型アプローチによる戦略スコープ案 (イメージ)

● 1つの戦略スコープ案



● 戦略スコープ案の全体構成



科学技術のドライビング・フォース と戦略スコープ骨子案の名称(タイトル)

- ① **生体統合モデル**
 - ・ システム生理学の統合生理モデル
 - ・ フジオーブ研究
 - ・ 3次元多細胞体構築技術
 - － 細胞を用いた3次元組織構築方法の発展とナノ技術生体応用の発展
- ② **経験・感性と科学の融合**
 - ・ 直感的印象を裏付けるための新規実験系と計測方法の開発
 - ・ 新たな治療モダリティの開発を切り開くメカノバイオロジー技術
- ③ **加齢性疾患治療技術**
 - ・ 加齢をターゲットとしたアンチエイジング医学
- ④ **モノのインターネット**
 - ・ IoT対応製品の増大
 - ・ モノのインターネット
- ⑤ **人・社会とICT**
 - ・ 人間と機械の間の意思疎通・インタフェース
 - ・ ヒトの感覚システムの解析と模倣計測技術の開発、およびその送信方法開発
 - ・ ICTの発達による人間の認知機能や思考の変化
 - ・ 知のコンピューティング(知の創造を促進し、科学的発見や社会への適用を加速)
- ⑥ **脳とコンピュータ**
 - ・ 脳機能の非侵襲計測技術
 - ・ 脳機能とコンピュータを連携させる技術
 - － 脳科学と情報技術の統合化、ブレイン・マシン・インターフェース(BMI)の進展

■ 社会的期待・邂逅に関する横断グループ メンバー ■

| | |
|--------|-------------------------|
| ☆吉川 弘之 | センター長 |
| ☆笠木 伸英 | 上席フェロー |
| ◎前田 知子 | フェロー（政策ユニット） |
| ○中村 亮二 | フェロー（環境・エネルギーユニット） |
| 庄司真理子 | 主査（戦略推進室）平成25年8月迄 |
| 岩城 拓 | 主査（戦略推進室）平成25年7月より |
| 豊内 順一 | フェロー（システム科学ユニット） |
| 嶋田 一義 | フェロー（電子情報通信ユニット） |
| 中本 信也 | フェロー（ナノテクノロジー・材料ユニット） |
| 飛田 浩之 | フェロー（ライフサイエンス・臨床医学ユニット） |

☆総轄責任者、◎リーダー、○サブリーダー

CRDS-FY2014-XR-03

独立行政法人科学技術振興機構研究開発戦略センター

平成 25 年度 報告書

社会的期待に応える研究開発戦略の立案—未来創発型アプローチの試行—

平成 26 年 6 月 June 2014

独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター
Center for Research and Development Strategy
Japan Science and Technology Agency

〒102-0084 東京都千代田区五番町 7 K's 五番町 10F

電 話 03-5214-7481

ファックス 03-5214-7385

<http://crds.jst.go.jp/>

©2014 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。

