



科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの 専門家によるワークショップについて

2019年11月6日

文部科学省科学技術・学術政策研究所
上席フェロー 赤池 伸一

科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの 専門家によるワークショップについて（概要）

趣旨

科学技術イノベーション政策に関連するシンクタンクから専門家が参集し、共通して重要であるとする科学技術領域と、その社会実装に向けて必要な制度等を検討する。

手法等

- ◆ 各シンクタンクが示す重要テーマを事前に抽出し、AI関連技術でクラスタリング
- ◆ ワークショップ形式で、コアとなる科学技術、それがどう社会に役立つか、社会実装上のボトルネック等の検討
- ◆ ワークショップはチャタムハウスルール*にて計2回実施（10月16日（水）、23日（水））

* 発言者を特定する発言内容は伏せられ、発言そのものに組織としての責任を負わないルール

検討体制

- ◆ 参加者（19名）
 - 科学技術・学術政策研究所（NISTEP）
 - 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（JST/CRDS）
 - 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター（NEDO/TSC）
- ◆ オブザーバーとして検討に協力（10名）
 - 内閣府、文部科学省、日本学術振興会(JSPS)、政策研究大学院大学(GRIPS) SciREXセンター、公益財団法人未来工学研究所*、株式会社三菱総合研究所*

* 第5期科学技術基本計画フォローアップ調査を内閣府より受託



科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの 専門家によるワークショップ^o（検討の枠組み）

科学技術イノベーション政策に関連するシンクタンクから専門家が参集し、共通して重要であると考えられる科学技術領域と、その社会実装に向けて必要な制度等を検討する。

社会課題

我が国の
世界・アジアに
おける存在感

持続的な
経済システム

国民の安全・
安心

知的探求

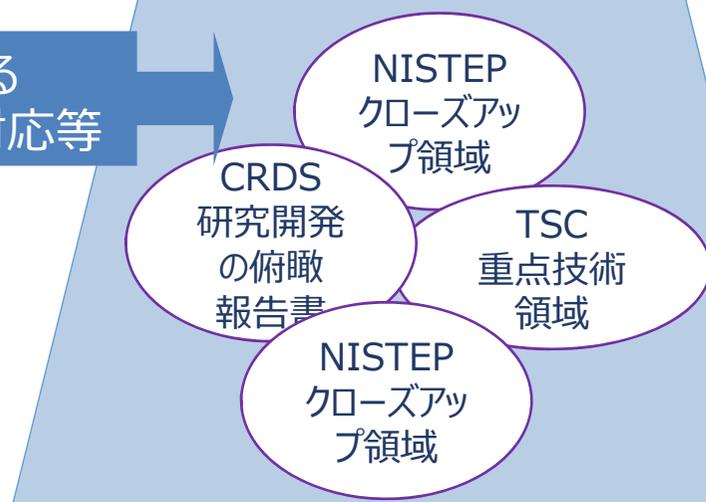
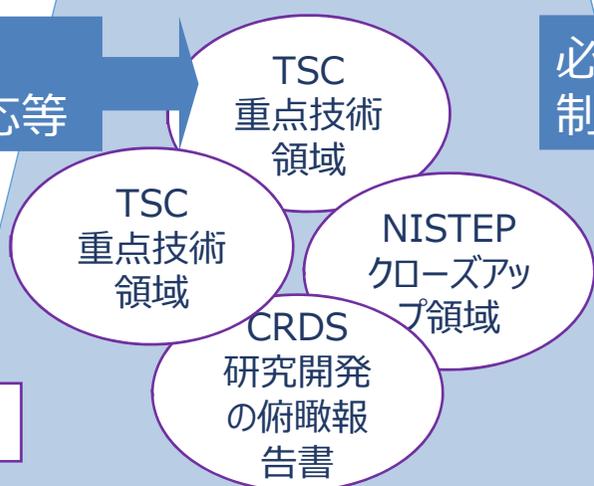
〇〇のための××領域

△△に資する□□領域

必要となる
制度的対応等

必要となる
制度的対応等

重要テーマ



①NISTEP :
「クローズアップ科学技術領域」
より、8の横断的領域 + 8の軸足
を持つ領域を抜粋
(合計16)

②CRDS :
「分野別俯瞰報告書」より、今後の展望・
方向性の章から抜粋
(合計38)
(例：ナノテクノロジー・材料分野なら、
10のグランドチャレンジ)

③NEDO :
「重点技術領域の探索・分析手法の
高度化に係る調査」より、
重要技術領域を抜粋
(合計50)

科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの 専門家によるワークショップ^o（検討方法）



① 仮領域の設定

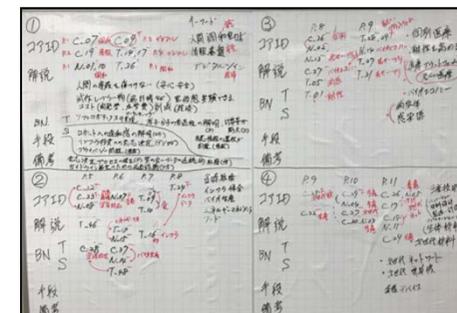
- NISTEP、CRDS及びTSCシンクタンクの報告書から抽出した**104の重要テーマ**を、**AI 関連技術**（自然言語処理によるクラスタリング）によって**16のクラスタ**に分類
- クラスタを組み合わせる**検討の対象となる科学技術領域（4つの仮領域）**を設定

② 仮領域と社会課題の紐付け

- 104の重要テーマについて、それぞれ貢献する社会課題（**国際社会、安全・安心、経済的価値、知的探究**）を◎○で評価
- それぞれの仮領域について、構成する重要テーマの社会課題への貢献に関する評価を集計
- 集計結果を参照しながら、**領域全体としてどのような社会課題に貢献するか**を検討

③ コアとなる科学技術要素と制度的課題を検討

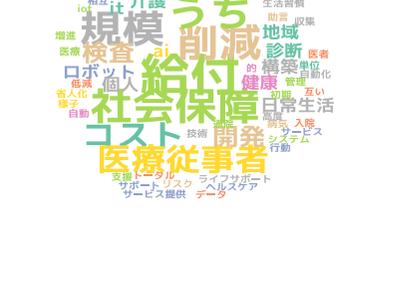
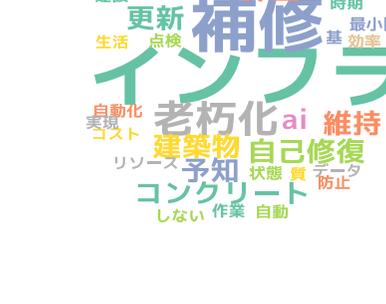
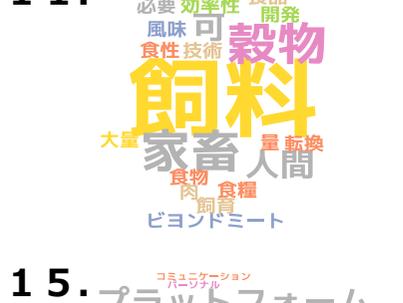
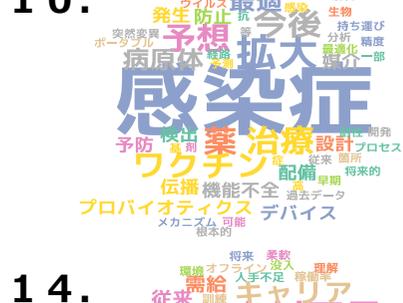
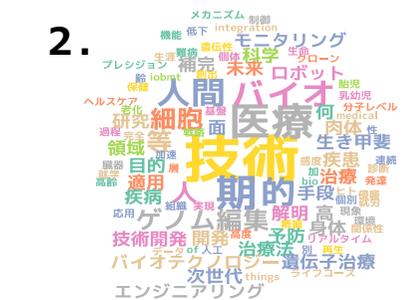
- 重要テーマを基に、**コアとなる重要テーマ**を抽出
- **社会実装に向けて必要となる制度的対応等**を検討



④ 領域名の設定と特徴の記述（とりまとめ）

- 「○○のための××領域」のように、**社会課題とコアとなる重要テーマを組み合わせた名称**を付与
- **コアとなる重要テーマ、必要となる制度的対応等**を具体化

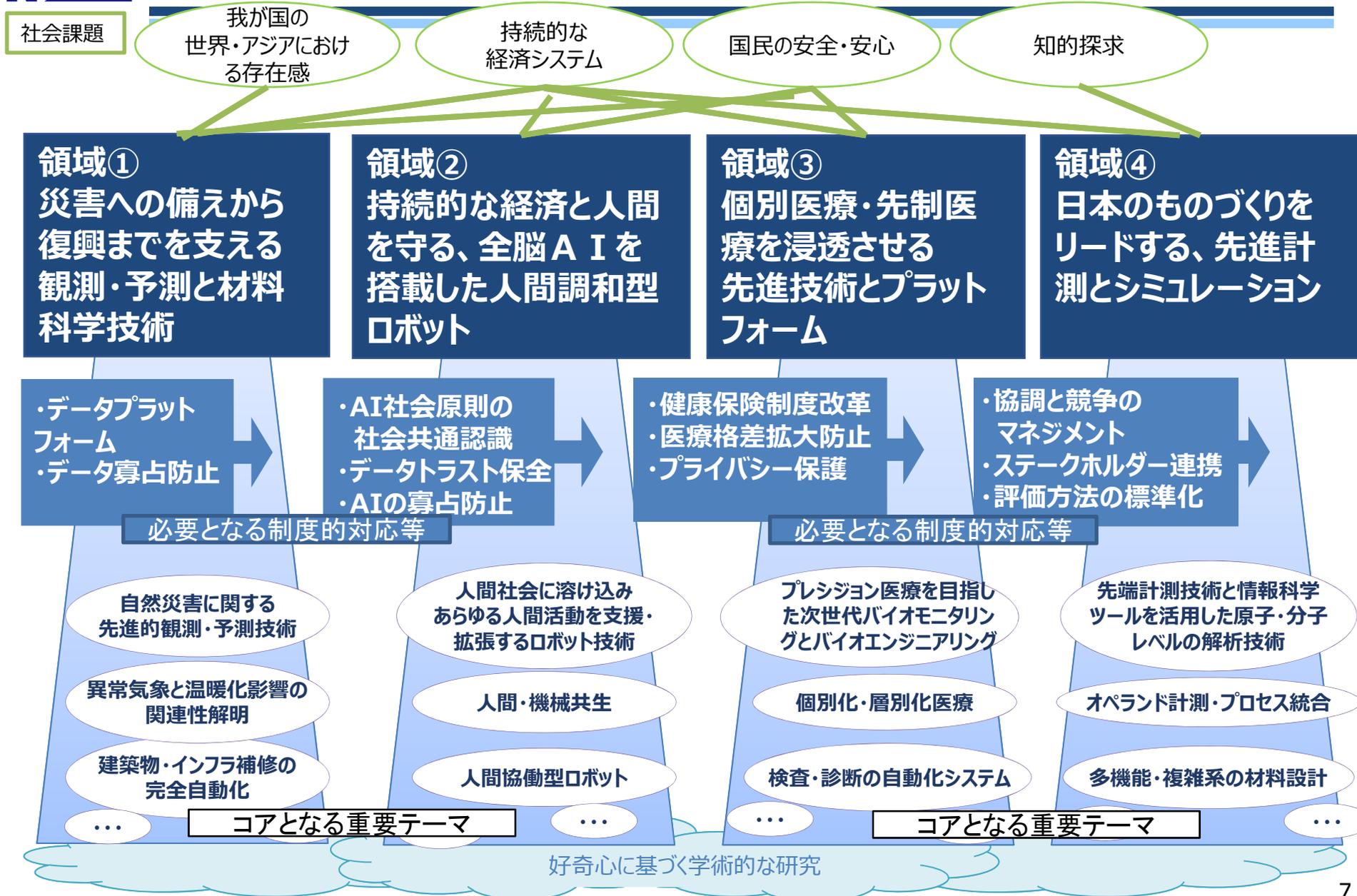
全16クラスのワードクラウド



クラスタを構成する各シンクタンクのテーマ（例）

クラスタ ID	組織	テーマ	テーマの概説
1	CRDS	意思決定・合意形成支援	多様な価値観が混在・対立し、フェイクニュースが社会問題化しつつある複雑社会において、個人・集団が主体性や納得感を持って意思決定できるような、情報科学技術を活用したより良い仕組みの実現を目指した研究開発テーマ。
1	CRDS	人間・機械共生	レベル 3 自動運転やロボティック・プロセス・オートメーション（RPA）との協調作業など、人間と機械の協力作業にかかるシステム・情報科学技術を扱う。技術的な側面だけでなく、製造物責任法（PL 法）やソフトウェア品質標準など、法制度的な側面の課題も含まれる。
1	CRDS	RegTech	特許や法律などの文章を機械可読とすることで、テキストマイニングや機械学習を使って利用しやすくし、人間の作業を支援する技術を開発するテーマ。
1	NISTEP	社会・経済の成長と変化に適応する社会課題解決技術	社会的インフラストラクチャー、都市建築空間、教育、医療、金融などの多様な社会的共通資本のサービス・ソリューションに向けたAI、IoT、量子コンピューティング、ELSI（倫理的・法的・社会的課題）対応、認知科学・行動経済学など、複雑な社会現象（ラージ・ソーシャルコンプレックスシステムズ）が抱える課題を解決する科学技術領域
1	NISTEP	人間社会に受け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術	人間社会に受け込み、ものづくり・サービス、医療・介護、農林水産業、建設、災害対応などの多様な社会・産業活動や、運動・記憶などの個人の能力を自然な形で支援・拡張するロボットに関する科学技術領域
1	TSC	農作業のオートメーション	世界での穀物需要は増加する一方、農業従事者の高齢化が進んでいるため、農作業をAI・ロボット等によってオートメーション化する
1	TSC	人間協働型ロボット	少子高齢化による生産年齢人口減少に伴う製造業や特定のサービス業での労働力不足、生産性の低さに対して、人と協働可能なロボットを開発することでそれらの解決を目指す
1	TSC	パーソナル承認ロボット	AI・ロボットの能力が人間を上回り人間の尊厳が問われる未来に対して、むしろ積極的にAI・ロボットと人間の垣根を取り払い、人間の生き甲斐を高めるための承認欲求を満たす存在となるロボットを開発する
1	TSC	動物型パートナーロボット	AI・ロボットの能力が人間を上回り人間の尊厳が問われる未来に対して、むしろ積極的にAI・ロボットに対する抵抗感を取り払い、人間の他者との繋がりを支えるパートナーとしてのロボットを開発する
1	TSC	多言語対応世話人ロボット	移民の視点では言語や文化の面で障害をなくすことが求められ、多言語対応可能で日常生活の様々な局面で移民を助けるロボットの開発に取り組む
1	TSC	ふるさと VR・テレプレゼンス	移民の精神的なサポートでは故郷や家族との繋がりを保持することが大切であり、場所を問わずに繋がることができるVR技術・テレプレゼンス技術を開発する

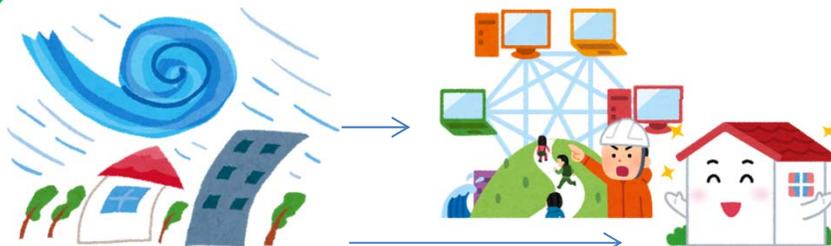
科学技術イノベーション政策関連シンクタンクの 専門家によるワークショップ（検討結果）



コアとなる重要テーマの例

- 自然災害に関する先進的観測・予測技術
 - ◆ 温暖化に伴う異常気象による災害への対応（洪水・土砂災害）
 - ◆ 異常気象と温暖化影響の関連性解明
 - 建築物・インフラ補修の完全自動化
 - AI・ロボットによるインフラ予知保全
- :NISTEP ◆:CRDS ■:TSC

安心・安全で災害に強い日本



- ・リアルタイム予測や自己修復する建造物の実現
- 例えば… **リアルタイムの災害対応や復興までの支援**

現在ある科学技術

- ・被災者からの問合せに対応するAIチャットボット⁽¹⁾
- ・土石流が発生した溪流にワイヤーセンサー等を設置し下流側に警報するシステム⁽²⁾
- ・自己治癒/修復材料⁽³⁾

必要となる制度的対応等

- ・いつまでに、どこに避難すれば安全かわかるデータプラットフォーム
- ・有用データの寡占防止

2040年頃までの科学技術課題例

- ・リアルタイム津波予測に地域住民に必要な避難に必要な情報を提供するSNS情報分析システム（2027）
- ・局地的短時間豪雨の高精度予測に基づく斜面崩壊および土建造物のリアルタイム被害予測（2029）
- ・経年劣化・損傷に対する自己修復機能を有し、ビル等の建築建造物の機能を維持できる構造材料（2035）

※括弧内は社会的実現見込み年

(1) AI 防災協議会「令和元年台風第15号による千葉県の実災者からの問合せに対応する「LINE」AIチャットボットの開発・提供開始について」

(2) 平成30年7月豪雨を踏まえた豪雨地盤災害に対する地盤工学の課題-地盤工学からの提言-【暫定版】

(3) JST 先端的低炭素開発技術(ALCA)：「自己治癒機能を有する革新的セラミックスタービン材料の開発」

コアとなる重要テーマの例

- 人間社会に受け込みあらゆる人間活動を支援・拡張するロボット技術
 - ◆ 人間・機械共生
 - 人間協働型ロボット
 - 多言語対応世話人ロボット
 - 動物型パートナーロボット
- :NISTEP ◆:CRDS ■:TSC

人間の心と生活を守りながら、持続的な経済の発展



現在ある科学技術

- ・顔データまで含めたコミュニケーション解析用データセット(1)
- ・自動運転可能な電動車イス(2)
- ・店舗や公共空間でのサービス業務支援を行う自律ロボット(3)

必要となる制度的対応等

- ・AI社会原則の統一策定と、その社会的共通認識
- ・DFFT（データ・フリー・フロー・ウィズトラスト）、データトラストの保全
- ・AIの活用にもなう制度的課題への対応（AIの寡占問題への対処など）

2040年頃までの科学技術課題例

- ・ヒトと違和感なくコミュニケーションが取れる対話技術（2030）
- ・自立した生活が可能となる、高齢者や軽度障害者の認知機能や運動機能を支援するロボット機器と、ロボット機器や近距離を低速で移動するロボットの自動運転技術（2030）
- ・当人の代わりに買い物をしたり、他の人と出会ったりすることを実現する、等身大のパーソナルロボットやテレプレゼンスロボットの開発と普及（2031）

※括弧内は社会的実現見込み年

(1) NEDO ニュースリリース「世界初、顔データまで含めたコミュニケーション解析用データセットを公開」

(2) JAL : 協働プレスリリース「羽田空港における次世代型電動車イスの自動運転の試験走行を実施」

(3) 日立 ホームページ「EMIEW3とロボットIT基盤：ロボティクス」

* 先制医療：発症前診断により各個人に適切な治療を行い、発症を未然に防ぐ医療

コアとなる重要テーマの例

- プレジジョン医療を目指した次世代
バイオモニタリングとバイオエンジニアリング
- ライフコース・ヘルスケアに向けた疾病予防・
治療法
- ◆ 個別化・層別化医療
- 検査・診断の自動化システム

● :NISTEP ◆ :CRDS ■ :TSC

超高齢化社会における 国民一人ひとりの健康増進



・個々のライフコースを通じたヘルスケアの実現

例えば… 非侵襲の診断デバイスによって、**本人の苦痛等がなく、一瞬で健康診断の実施**が可能になる。

現在ある科学技術

- ・光電式脈波センサー⁽¹⁾
- ・がん診断のための尿中の
micro RNAの分離・回収
デバイス⁽²⁾
- ・5ナノメートルの量子センサー⁽³⁾

必要となる制度的対応等

- ・健康保険制度の改革（健康維持、未病の部分を社会保険に組み込む）
- ・科学技術が行き届かない地域へ医療格差が広がらないような政策手段
- ・ライフログのプライバシーの問題と、ライフログ提供のインセンティブ付与
- ・本人が望む以上の情報を与えない、知らない権利を守る仕組み

2040年頃までの科学技術課題例

- ・生活環境のセンシングやライフログセンシングによる、脳血管障害・心筋梗塞・致死的不整脈などの血管イベントの検知に基づいた救急医療情報システム(2033)
- ・循環体液中の生体高分子や低分子の低侵襲リアルタイムモニタリングシステム（2033）
- ・光をほとんどあてずに測定する被写体(生体に)ダメージを全く与えない、量子もつれを利用したイメージング技術（2038）

※括弧内は社会的実現見込み年

(1) ローム株式会社(<https://www.rohm.co.jp/pulse-wave-sensor>)

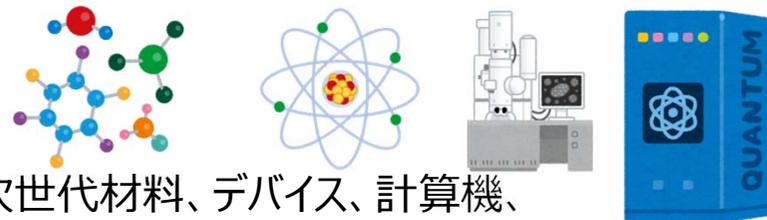
(2) ICARiA株式会社 (<https://icariacorp.com/>)

(3) 量子科学技術研究開発機構 ニュースリリース「世界最小のダイヤモンド量子センサーの作成に成功」

コアとなる重要テーマの例

- 先端計測技術と情報科学ツールを活用した原子・分子レベルの解析技術
 - 新規構造・機能の材料と製造システムの創成
 - ◆ オペランド計測・プロセス統合
 - ◆ 多機能・複雑系の材料設計
- :NISTEP ◆ :CRDS

日本のものづくりがリードする持続的な経済



- ・次世代材料、デバイス、計算機、ネットワークとそれらを支える生産技術の実現
- ・未知で複雑な材料の解析と合成

例えば… **複雑な材料設計を可能にする、リアルタイムの計測の実現。未知の物質科学のフロンティアの開拓。**

現在ある科学技術

- ・100 ナノメートルオーダーの空間分解能を有する軟X線顕微分光システムによる電気化学オペランド測定法⁽¹⁾
- ・ほぼ絶対零度下での超高速量子シミュレーター⁽²⁾
- ・分解能5nmの確率的光学再構築顕微鏡⁽³⁾

必要となる制度的対応等

- ・企業によるデータの抱え込みに関して、協調領域と競争領域の線引きなどのマネジメント
- ・異なるステークホルダーの連携
- ・長期的な投資が必要な計測施設（放射光など）の利用の公平性等に関するルール
- ・材料・デバイスの評価方法の標準化

2040年頃までの科学技術課題例

- ・合成プロセスシミュレーション、加工プロセスシミュレーション、実利用環境における機能予測を一環して可能とするシミュレーション技術（2032）
- ・量子化学計算に基づく薬剤や触媒デザインを可能にする量子シミュレーター(2033)
- ・ピコメータスケールで原子・分子の内部を可視化できる超高解像度顕微鏡(2034)

※括弧内は社会的実現見込み年

(1) 産総研・東大 先端オペランド計測技術オープンイノベーションラボラトリ (<https://unit.aist.go.jp/operando-oil/>)
 (2) 自然科学研究機構 分子科学研究所 ニュース「原子レベルで動作する世界最速の量子シミュレーター（大森教授ら）」
 (3) ThermoFisher社 確率的光学再構築顕微鏡（Stochastic optical reconstruction microscopy ; STORM）

寡占や格差に対する対応

- IT等のグローバル企業による独占・寡占に対する対策
- 本来は格差を埋める技術であるはずの科学技術が、格差を助長しないような社会制度

データの管理・利活用における信頼とインセンティブ

- 公平かつ安全なデータ保有（第三者機関の活用等）
- データの囲い込みの解消・共有に向けたインセンティブ（研究データに限らず、ライフログ等の提供を含む）

倫理的・法的・社会的問題（ELSI）への具体的対応

- 科学技術の社会実装における社会的なコンセンサス作りと制度化
- デジタライゼーションに伴う新たなプライバシーの問題等への適正な規制

文部科学省科学技術・学術政策研究所 (NISTEP)

「未来につなぐクローズアップ科学技術領域—AI関連技術とエキスパート
ジャッジの組み合わせによる抽出の試み」

URL : <http://hdl.handle.net/11035/00006599>

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 (JST/CRDS)

「研究開発の俯瞰報告書 環境・エネルギー分野(2019年)」

「研究開発の俯瞰報告書 システム・情報科学技術分野(2019年)」

「研究開発の俯瞰報告書 ナノテクノロジー・材料分野(2019年)」

「研究開発の俯瞰報告書 ライフサイエンス・臨床医学分野(2019年)」

URL : <https://www.jst.go.jp/crds/report/report02/index.html>

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 技術戦略研究センター (NEDO/TSC)

「平成30年度成果報告書 重点技術領域の探索・分析手法の高度化に係る調査」
(公開日 2019年05月22日)

URL: https://www.nedo.go.jp/library/database_index.html

形態素の抽出

■ 文章から名詞句のみを抽出

MeCab + mecab-ipadic-neologd

◆ 例

- 非定形の文章・会話から所望の情報を抽出できる自然言語処理技術
- 非定型, 文章, 会話, 情報, 抽出, 自然言語, 処理, 技術

分散表現化

■ 名詞句を分散表現（ベクトル，座標値）に変換

FastText

◆ 併せて，ベクトルを線形加算&正規化し，文章の特徴量に

- 非定型, 文章, 会話, 情報, 抽出, 自然言語, 処理, 技術
- $v = (0.1, 0.6, 0.5, \dots, 0.8, 0.8, 0.1)$

クラスタリング

■ 距離を計算して，近いもの同士でグループを作る

hclust@R

◆ 今回は階層クラスタリングを利用

- 複数階層でまとめてみて，理解しやすいサイズを採用
 - ▶ 今回の試行では，距離はユークリッド距離，併合法はWard法

可視化

■ クラスタ毎の頻出語をワードクラウドで可視化

- ◆ よく出てくる単語ほど，大きく表示
 - 色については可視性を重視してランダムに着色