

## AIP プロジェクト(理研 AIP センター分)の中間評価における 情報委員会での指摘事項と対応状況

文部科学省 研究振興局 参事官（情報担当）付  
 理化学研究所 革新知能統合研究センター

○文部科学省における AIP プロジェクトの中間評価では、情報委員会において「継続」と判断されると同時に、検討過程における議論をもとに、今後の取組に対する主な課題・期待が助言としてまとめられている。

[【資料 2-2】情報委員会における議論の概要（理化学研究所革新知能統合研究センター中間評価）\(mext.go.jp\)](#)

以下、情報委員会からの助言に対する対応状況を掲載する。なお、本対応状況は、中間評価のフォローアップとして文部科学省が令和 4 年 2 月時点で適宜確認しているものである。

中間評価で指摘された主な課題・期待	令和 4 年 2 月での対応状況
<p>（新たなビジョンや戦略の構築、明確化への期待）</p> <p>(1) 理研 AIP センターには、我が国の中核的な AI 研究拠点として、どのような大きなビジョンを持って研究開発をしていくか、最終的にどのようなアウトプット、アウトカムを目指すのかに関する戦略を明確化（例えば、○ ○技術で世界トップを取り、その技術がスタンダードになっていくことを目指す等）し、AI 研究で国全体を牽引し、世界をリードする存在感を発揮することを期待する。</p> <p>(2) AI 研究において、世界に向けてどのように日本のアイデンティティを発揮するかを明確にすることが求められる。つまり、世界に向けて AI 研究の新たな潮流を創出していくために、何を目指し、どのように諸外国と渡り合っていくのかについて、明確なビジョンとシナリオの策定が求められる。特に、日本のアイデンティティの明確化の探求により、AI 研究において国際的に突出して強い領域を創出し、世界をリードすることが望まれる。</p>	<p>(1) 理研 AIP センターとしての AI 研究開発に関するビジョンと、その実現に向けた 2025 年度までのアウトカム・ロードマップについては、別添 1 の通りまとめている。</p> <p>(2) 世界に向けた AI 研究の新たな潮流の創出のためのビジョンについては、日本のアイデンティティを踏まえ、AI 研究における国際的な強みをもとに世界をリードできるよう、別添 1 の通りまとめている。</p>

<p>(3) 新しい AI 研究の潮流が、どのようにイノベーション創出につながっていくのか、その道筋を明らかにし、また、そのための仕組みを構築することが求められる。そのような実践を通じて、多様なニーズを有する社会とつながることで AI 研究の方向性を広げられると確信する。産業界との連携は、成果の応用、実装することだけを目的とするのではなく、逆の方向から社会ニーズの抽出を通じて、新たな研究分野や研究対象等の発掘に繋がる効果もある。</p> <p>(4) 全体を統括するビジョンが明確ではない現状においては、AIに関係するものは全てを研究対象とするかのような傾向を感じさせてしまい（企業との連携に関しても同様）、その結果、個々の独立した研究者を外形的に束ねただけのように捉えられる。明確なビジョンの下で、若手研究者を育成するための方向性を明らかにし、若手研究者が広い視野で育つ環境及び体制の整備が待たれる。</p> <p>（日本全体の AI 研究中核拠点としての発展への期待）</p> <p>(5) 我が国には、理研 AIP センター以外にも大学や研究機関に多くの AI 研究者が存在する。そのような中、理研 AIP センターが、今後の日本の AI 研究をどのようにリードしていくかについての方策を明確化し、それを社会や各界に積極的に発信することにより、これら日本各地の AI 研究者を牽引し、連携を強化していただきたい。そのことにより、ひいては我が国全体としての AI 研究力の向上が図られることを期待したい。その際、AI 研究開発ネットワークの有</p>	<p>(3) 理研 AIP センターで作り出している新たな AI 研究の潮流をイノベーション創出につなげるための、産業界の連携をはじめとする多様な社会ニーズへの貢献については、別添 2 の通り例示の上、理研 AIP センターとして取り組んでいるところである。なお、理研 AIP センターでは産業界との連携においては、次の 3 つの枠組みを活用して、産業界と密接な形態をとることによってニーズの把握を行っている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・連携センターをはじめとする企業との共同研究：企業と共同で AIP センター内に設置した連携センターを中心に、企業との共同研究を行う。</li> <li>・技術指導：企業側が有する AI 技術の社会実装課題に対し、技術指導を行う。</li> <li>・研究者案件：研究者を主体として連携研究を行う。</li> </ul> <p>(4) 別添 1 のビジョンに沿って研究開発を進めているが、理研 AIP センターの内部で、各チームの研究において、別添 3 の通りチーム間で連携しながら成果創出に取り組んでいるところである。また、若手研究者の育成については、理研における研究員の雇用のみならず、従前よりインターンの受け入れ等を行ってきているところだが、新型コロナウイルス感染症拡大の影響により、この受け入れが滞ってしまっている。一方、従前も個別の研究会をオンサイトで実施していたところであるが、コロナ禍を契機に AIP センター全体で「AIP オープンセミナー」、「EPFL CIS - RIKEN AIP ジョイントセミナー」、「TrustML Young Scientist Seminar」などのシリーズ化したオンラインセミナーを高い頻度で開催するなどの取組も進めており、若手研究者が広い視野で育つよう、工夫を凝らしているところである。</p> <p>(5) 理研 AIP センターは AI 技術の基礎研究領域、AI 技術を科学や社会課題へ適用する応用研究領域、AI に関わる ELSI 関連研究領域が一つの拠点を形成し、世界的にも類を見ない AI の総合的な研究体制としている。これらの異なる領域の研究者が密接に連携することで、新たな潮流を生み出すことを目指している。これに際しては、複数チームによるセミナーやワークショップを実施すること(2020 年度～)やセンター長のリーダーシップに基づく研究課題設定等により、グループ・チームを超えた交流を活発に行っている。また、各大学にも AIP 拠点を設置することで、研究者間のネットワークを広げ、さらに若手研究者や海外の先端研究者の糾合点としての役割を担っており、AIP センター単独ではなく、拠点の大学の教員、研究機</p>
---	---

<p>効な活用方策についても明確化してほしい。</p> <p>(6) また、研究者レベルの連携に留まっているサブ拠点については、これを組織間の連携に高め、さらに強固な連携に発展させることが重要である。</p> <p>(7) 日本全体の AI 研究中核拠点として、研究の成果や開発した技術を広く社会に還元していく方策について、基盤的なプラットフォームの構築も含め、具体的な手法を提示し、社会におけるプレゼンスを高めてほしい。</p>	<p>関からの客員を受け入れるなど、様々な研究者が集って互いを高め合い、研究を発展させる拠点としている。さらに、各大学に AIP 拠点があることで、アカデミアと研究開発法人のお互いの良い面(ボトムアップ的アプローチとトップダウン的アプローチ等)が組み合わさり相乗効果を発揮している。アカデミアとして個々に自由な発想で研究を行いながら、研究開発法人としてチーム力を発揮し日本の英知を結集することで相乗効果を出す。さらにその成果が各大学にもフィードバックされて、学生パートタイマーの雇用や研修生の受入れを通じた若手の育成や、拠点大学との共同研究や競争的資金による研究の実施を通して日本全体の底上げに繋がっている。このように大学の AIP 拠点がシステムとして機能することで、革新的な成果創出と若手育成、日本全体の底上げを実現している。引き続きこの役割を担ったうえで研究開発を進めていくことが、個々の大学・研究機関における AI 研究の推進に加え、新たな AI 研究の潮流の創出に繋がるものと再認識している。このためにも、別添 3 のような例を皮切りに、チーム間連携の加速を検討している。また、AI 研究開発ネットワークの活用においては、産総研や NICT とも連携の上で進めており、特に理研は利用可能な AI 教育プログラムの周知による人材育成の強化、また若手研究者・技術者のポストの提供を通じた人材の獲得の観点から、会員機関へのアンケート等を通じプログラムや公募情報の共有を図っている。</p> <p>(6) 上述のように、サブ拠点においては、当該拠点の大学に所属する教員のみではなく、他大学の教員や企業の技術者等とも協力して研究を実施するなどして連携を深め、今後も更に研究を発展させていきたいとしている。例えば、東大、AIPセンター、東北大がムーンショット研究開発目標 1 の課題 3 を実施。理研と東北大学による「教育アセスメント×言語処理シンポジウム」を開催し、多くの教育関連企業等の参加を得た。</p> <p>(7) AI 研究者のコミュニティにおいては成果物を GitHub 等において公開することが慣習となっているところであるが、加えて、社会還元のためのプラットフォームとして、AIP センターで開発したプログラムコードをまとめ、センターweb サイトで公開した*。また、研究成果公開のために、既存のプラットフォームの活用やソフトウェア公開を続けつつ、技術指導・共同研究を通じ、民間企業等への技術移転なども通じて、社会的プレゼンスの向上に一層努めるとしている。なお、具体的な</p>
---	--

<p>(戦略的なマネジメントへの期待)</p> <p>(8) 明確化されたビジョンや戦略の下、理研 AIP センター全体の研究チームや組織の再編を行い、従来以上に国際競争力を有する研究拠点の構築が行われるべきである。</p> <p>(9) 特に、組織マネジメントの財政的な観点からビジョンや戦略立案に関連して留意すべきこととして、限られた予算の下で、研究テーマが多岐にわたると、研究テーマ毎の研究者の配置およびデータ整備に関して財政的に不十分になる懸念が多分にある。その観点から、戦略を十分に検討した上で、メリハリをつけた資源配分を行うことが重要である。</p> <p>(新たな評価への期待)</p> <p>(10) 理研 AIP センターでは、プロジェクト評価の主な指標として論文数、あるいは当該分野で認知度の高い国際会議等での論文採択状況等が用いられている。その傾向は、これまでの他の事業等でも採用されてきた実績評価指標、プロジェクト達成に係るエビデンス等の域を脱していない。理研 AIP センターの中間評価に係る提出資料においても、これら従来の評価指標に拘り過ぎていくらいがあり、新たな AI 研究の潮流を創出していくという本事業の趣旨に制約を課してしまっているのではないかと懸念する。</p>	<p>事例としては別添 4 の通りである。 * <a href="https://aip.riken.jp/program-codes/">https://aip.riken.jp/program-codes/</a></p> <p>(8) 理研 AIP センターのビジョンとその時点での役割を踏まえて、研究チーム・組織の再編を行ってきた。中間評価を実施した 2020 年の 4 月には、研究の進展によりチーム間の研究領域が近くなったものや小規模のチームについて、合併し合理化を図るとともに、AI が普及した社会における法制度の在り方について提言がとりまとめられる等ある程度の基盤が整ったことを受け、社会実装に向けて再編を行った。その後も、インパクトのある成果創出・世界水準の研究成果の発表というビジョンに基づいた重点化・効率化の観点から、同様に改廃を実施している。具体的な組織改編は、別添 5 の通りである。今後も、ビジョンと状況の変化を踏まえつつ再編を行うこととしている。</p> <p>(9) 別添 5 の例の通り、研究チームや組織については、AIP センターのビジョンを踏まえ随時見直しを行い、組織の統合や資源の重点化を図っている。また、研究の進展に応じて必要な際にはセンター長裁量経費により重点配分を行うなど、メリハリの効いた資源配分を行うこととしている。</p> <p>(10) 別添 6 の通り、理研 AIP センターの事業趣旨のひとつである AI の基礎的・基盤的研究成果そのものを示す観点では論文数や国際会議での採択数は重要な指標の一つであるが、他にも例えば AI 戦略において理研 AIP センターが取り組むべき具体目標が設定されたり、行政事業レビューにおいて社会実装された技術や、実証実験に至った件数等が指標として記載されているなど、多様な観点からの評価が重要であると考えている。また、従来の評価指標に拘りすぎないように、新たな AI 研究の潮流の創出という観点からも、別添 1 のようなビジョンを定め、インパクトのある成果の創出ということを成否の基準と捉えるようにしている。</p>
--	---

<p>(新型コロナウイルス感染症への対応への期待)</p> <p>(11) 新型コロナウイルス感染症の流行によって新たな社会的課題が多数生じ、社会や産業の構造を大きく変えることが想定される。その変化を見据え、ICT や AI 技術でどのような対策を講じることができるかについて正面から取り組み、その成果を国際的に発信し、理研 AIP センターの存在感を高めていただきたい。</p> <p>(12) 新型コロナウイルス感染症への対応については、ビジョンや戦略の明確化において、そのことを念頭においた検討を十分に行い、社会課題の解決に貢献するとともに理研 AIP センターの強みを増す有意義な研究を進めていただきたい。</p> <p>(13) ただし、新型コロナウイルス感染症への対応に関する AI 研究について、現場から離れた議論や予測・解析結果の提示は却って現場を混乱させるおそれがある。予測・解析結果の質はデータに左右されるものであり、使用したデータのオープン化に取り組むことや予測・解析精度の問題にも適切に対応することが重要である。</p>	<p>(11) 令和 2 年度に、様々な情勢を踏まえ開始した新型コロナウイルス感染症への対応課題については、別添 7 の通り進捗しており、成果の創出・発信を継続的に行っている。また、新型コロナウイルス感染症の拡大状況においても引き続き研究成果創出に取り組んでいる。</p> <p>(12) 新型コロナウイルス感染症への対応課題は、既存の研究テーマでかつビジョンに沿ったものから派生的に検討されたものであり、理研 AIP センターの強みを活かしたものになっている。進捗については別添 7 に例示している。</p> <p>(13) プログラム等の成果物を 2022 年 2 月よりオープンソースとして理研 AIP のウェブサイト上に公開し、幅広く共有する取組を進めている。論文等の成果はいち早くプレプリントをはじめとするオープンアクセスサイトで公開するとともに、並行して査読を経た発表を行うことにより、今後も現場での混乱が生じないよう、適切な公開に努めていく。</p>
--	--

機械学習の原理を解明し、革新的なAI技術の開発を通して社会課題の解決に貢献し、誰もが信頼できるAI社会を実現するための世界に伍する国際的な研究拠点を形成する

これにより、**インパクトのある成果を創出**するとともに、TOP論文や国際会議において**世界水準の研究成果を発表**し、AI分野における国際的なリーダーシップをとる

### ビジョンの実現を目指した目標設計

主な観点	2025年度末の目標再設定
機械学習の原理の解明	<p>不完全なデータからの機械学習の進展や機械学習理論の解明などの成果を創出といったこれまでの成果をもとに、世界における我が国のプレゼンスを発揮するために、以下の目標を設定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ <b>良質な教師データが大量に収集できない場面でも機能する新しい機械学習技術を開発</b></li> <li>・ 独自の機械学習理論・アルゴリズムを開発し、国際的なイニシアチブをとる</li> </ul> <p>&lt;関連する研究成果例&gt; 深層学習に「高い適応力」があることを解明 等</p>
革新的なAI技術の開発を通して社会課題の解決に貢献	<p>我が国の研究力向上と社会課題解決にAIが大きく貢献できる領域において、関連機関と連携により、技術開発や論文出版にとどまらない<b>社会実装を最終アウトカムとすること目指し、以下の目標を設定</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 我が国が強いサイエンス分野(医学、材料など)を牽引する強力なパートナーと連携し、AI技術を融合した新たな科学的手法の創出等により科学研究を加速させる</li> <li>・ 我が国が抱える社会的課題(防災・減災、認知症など)解決に取り組むパートナーと連携し、応用分野に特化した基盤技術開発等により課題解決を図る</li> </ul> <p>&lt;関連する研究成果例&gt; がんの未知なる特徴をAIが発見 等</p> <p>&lt;関連する研究成果例&gt; 自然災害の防災・減災に寄与するAIシステムを構築 等</p>
誰もが信頼できるAI社会の実現	<p>社会からAIが信頼されるために不可欠なELSIを考慮したAIの社会実装を目指し、以下の目標を設定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ AIと社会との関係の解明と改善</li> <li>・ AIの開発・導入・運用の社会基盤</li> </ul> <p>&lt;関連する研究成果例&gt; AI倫理指針の作成への参画、普及への貢献 等</p>
世界に伍する国際的な研究拠点の形成、人材育成の観点	<p>国内のAI研究のハブとして、国際的に最高レベルのAI人材が集い、国内外の大学・研究所・企業に高度AI人材を輩出する国際AI研究拠点を形成</p>

※ 関連する研究成果例については、次ページに概要記載

# (参考) ビジョン策定にあたっての特筆すべき研究成果例

## 特筆すべき研究成果

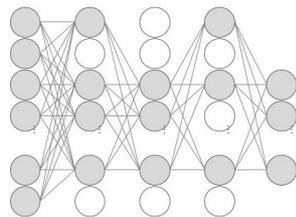
### 深層学習が本当に優れていることを数学的に証明

- 機械学習では高次元かつ複雑なデータを用いた学習が要求されるが、深層学習におけるパラメータの最適化は非常に困難。

- 本成果では、深層学習では大域的最適化と高次元予測が可能であることを数学的に証明。

- この成果は深層学習モデルの圧縮、説明性やロバスト性の向上など、信頼できるAIの開発に貢献できると期待される

(鈴木大慈ら, NeurIPS 2020)

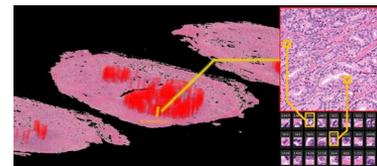


### がんの未知なる特徴をAIが発見

がんの画像から、再発に関わる新たな知識を自力で獲得

- 深層学習には、学習のためのビッグデータが必要なため、医療への実用化には、医師の診断情報が付いた大量の医療画像が不可欠。

- 前立腺がんの病理画像から 人間が理解できる情報を自動で取得するAI技術を開発。



- がんの再発予測、AIの解析根拠の理解、医療現場で利用できるAI技術として期待。

人に教えられることなく、がんの特徴をAIが自動で発見 (3D病理画像)

(2019年12月, 山本ら, Nature Communications)

### 自然災害の防災・減災に寄与するAIシステムを構築

自然災害被害を高速・高精度で推定

- 広域被害把握に有効なりモートセンシング画像では、ノイズや雲などの影響により、正確な被害推定が困難であった。

- 機械学習による地滑りの発生予測マップ技術を開発し、実データ解析で優れた精度を達成、また、新たに開発したハイパースペクトル画像技術により画像修復精度と処理速度を大幅に改善。



- 高速・高精度被害予測等、新たな防災技術に期待。

雲で隠れた画像(上)からの推定結果(下)

(2019年6月, Kalantarら, ISPRS, 2019年6月, Wei Heら, CVPR)

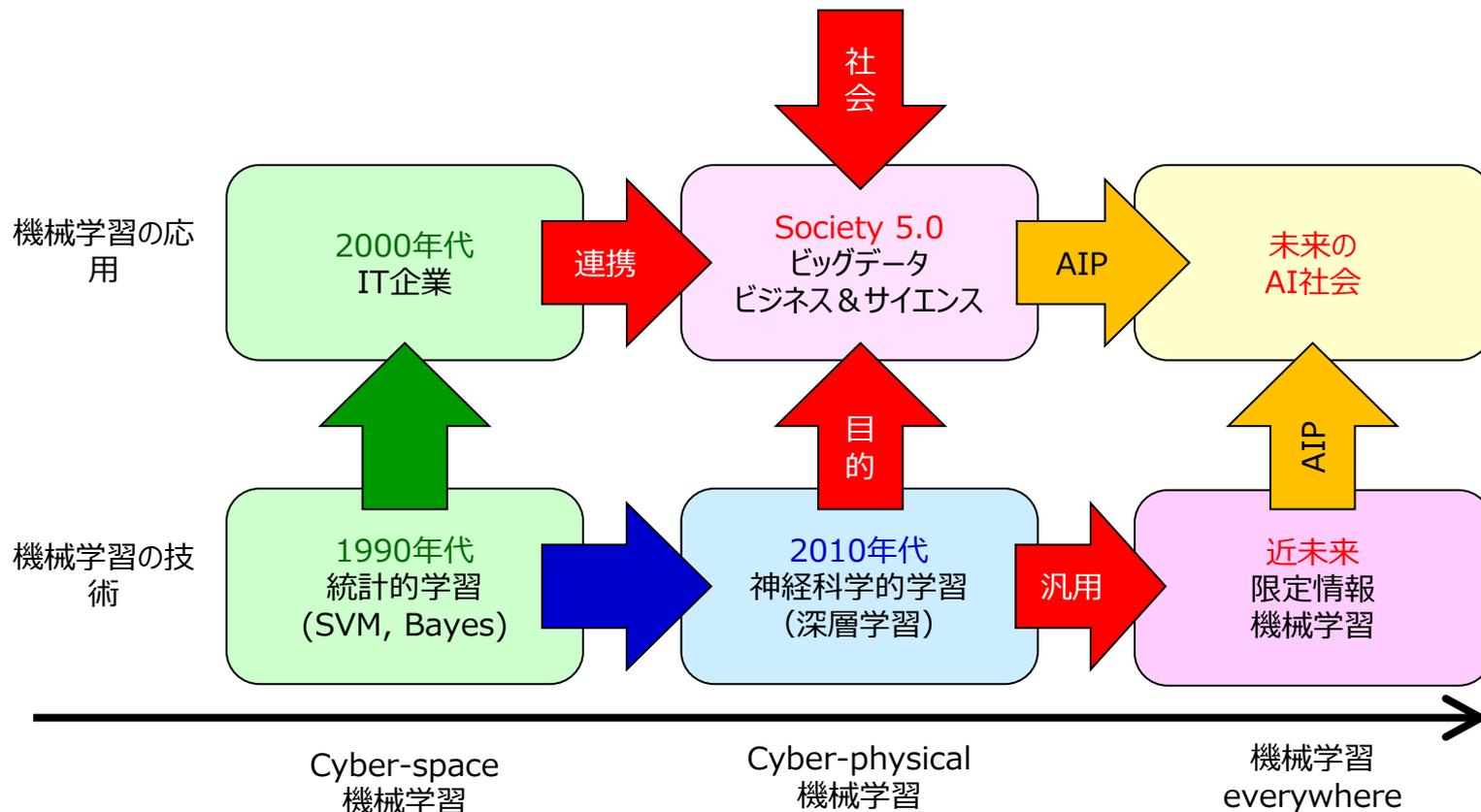
### AI倫理指針の作成への参画、普及への貢献

- 人工知能技術を日常生活に浸透させていくには、倫理規準や法制度の整備が急務。
- AI技術が行き渡った社会における法・社会制度の調査・分析、将来像を検討し、政府等に提案。国内、国際の複数のガイドライン、指針等に採用。

- IEEE Ethically Aligned Design, 1<sup>st</sup> edition
- 内閣府 人間中心AI社会原則の作成
- 総務省 AIネットワーク利用原則
- 人間工学の国際規格ISO/TR 9241-810: Ergonomics 等

(中川、江間、佐倉、成原、福住ら, G20, OECD 等に提案)

# AIPセンターのビジョン – 社会のAI研究開発の流れに応じたAIPセンターの貢献



## ■ AIP常設研究グループ

- 目的指向基盤技術研究グループ(上田)
- 社会における人工知能研究グループ(橋田)
- 汎用基盤技術研究グループ(杉山)



## ■ AIP連携センター

- NEC
- 東芝
- 富士通

# AIPセンターのビジョン – 具体的な研究開発計画①

※ 研究開発工程表を、AI戦略に基づき作成。

## 1. AI Core – Basic Theories and Technologies of AI

個別項目	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度以降	成果目標
現在の深層学習で 太刀打ちできない 難題解決	表現理論, 学習理論, 最適化理論を融合した深層学習の原理解明				深層学習では太 刀打ちできない 難題解決を目指 した次世代 A I 基盤技術を構築 (2025年度)
	次世代 A I 基盤技術の開発 ・不完全教師, 雑音, バイアス, 敵対的攻撃などに対しても精度よく学習できるロバスト学習技術 ・数十万並列規模でも高い計算効率が達成できる並列探索技術 ・未観測交絡因子が存在する場合でも因果関係が同定できる因果推論技術 等				

## 3. AI Core – Trusted Quality AI

個別項目	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度以降	成果目標
個人データなどの 保護と流通を促す 技術	個人データを本人が管理する仕組みの試験運用 個人データの匿名化と再識別に関する加工技術 と評価方法の確立	個人データ流通促進技術の実社会での運用と検証			個人データなどを 保護しつつ流通 可能とする技術、 プライバシー保護 技術等の確立
	暗号化されたデータから学習する技術等 学習データ収集	実社会での検証及びアルゴリズムの深化			
	理論研究・アルゴリズム開発				

# AIPセンターのビジョン – 具体的な研究開発計画②

## 3. AI Core – Trusted Quality AI

個別項目	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度以降	成果目標
人工知能の倫理的課題を数理的観点も踏まえて解決	AIの社会的な影響を俯瞰的に分析し、AIの倫理的・法制度的な課題を数理的観点を踏まえて解決				人工知能倫理、法制度に関する調査、提言を行う
	バイアスを生じさせるデータの特定技術等				
	学習データ収集			実社会での検証及びアルゴリズムの深化	データとアルゴリズムのバイアスを排除する理論と技術の確立
		理論研究・アルゴリズム開発			

個別項目	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度以降	成果目標
説明できるAI技術	深層学習のホワイトボックス化など有望要素技術の探索（～2019年度）				AIの高度な説明性を実現した要素技術をとりこんだ、複数のAIシステムの開発に着手（2025年度）
	学習・推論結果の説明、可視化を可能にする基盤的技術の研究開発		本格研究への移行		
こ	深層学習等の判断結果の理解に資する、原理の理論的解明推進		深層学習等の判断結果の理解に資する、原理の理論の実証及びアルゴリズムの深化		深層学習等の原理の理論的解明と深層学習の判断結果の根拠等を理解可能化、人工知能の判断結果を理解可能な形で説明するため手法を開発
	ビッグデータ解析により発見された仮説の評価技術等				
	学習データ収集			実社会での検証及びアルゴリズムの深化	
		理論研究・アルゴリズム開発			

# AIPセンターのビジョン – 具体的な研究開発計画③

## 4. AI Core – System Components of AI

### 4-1. 創造発見型AI

個別項目	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度以降	成果目標
AI による科学的 発見の研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>●医療、バイオ、ものづくり、新材料、防災・減災、境域、知識ベースなどの分野において、機械学習の新しい基盤技術を実装した解析システムを開発</li> </ul>				仮説生成、実験計画立案、実験結果の検証などを行うAI基盤技術の開発
	AI技術による特に日本が強みを有する分野の科学研究の加速			臨床や実設計等への適用／フィードバック 社会実装	

### 4-2. 実世界適用AI

個別項目	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度以降	成果目標
最新の機械学習技術やそれを補完する技術を実世界の課題や日本の強みである分野に適応し、融合的な研究開発を推進	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ソフトウェアの公開</li> </ul>				最新の機械学習理論を実用したソフトウェアを公開し、提供
	既存のプラットフォーム活用、ソフトウェア公開	民間企業等への周知活動	自立する仕組み等を含めて本格化		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>●医療、バイオ、ものづくり、新材料、防災・減災、境域、知識ベースなどの分野において、機械学習の新しい基盤技術を実装した解析システムを開発</li> </ul>	AI技術による特に日本が強みを有する分野の科学研究の加速 AI技術による社会的課題解決の基盤技術確立			臨床や実設計等への適用／フィードバック 社会実装

AIPセンターにおける成果については、新たなAI研究の潮流として次世代の汎用的な機械学習技術を創出することによってインパクトを与え、応用のアイデアが生まれやすくすることにより、産業界からのニーズを呼び起こしており、それにより得られたニーズを踏まえ、共同研究や技術指導などにより、企業の課題にAIPセンターが有する最先端技術を適用し、イノベーションにつなげていくこととしている。

## ○企業のニーズに基づき共同研究を開始した例

- ・東日本旅客鉄道（株）が導入した線路設備モニタリング装置から得られたビッグデータに対してAIを活用し、さらに効果的なメンテナンス手法を構築するとともに、AI人材の育成を推進（2018～）
- ・鹿島建設（株） ・ （株）コマツ製作所が共同で進める次世代の建設生産システムの研究開発において、自動化機械のさらなる自律性の向上や、自動化施工における生産計画や管理の合理化・最適化を目指し、AIの導入を促進（2018～）

## ○企業ニーズを踏まえた連携により得られた成果の例

- ・三菱電機（株）：以前より機器やエッジをスマート化するAI技術の開発を実施しており、信頼性や説明性が求められる制御分野に適用する上で大きな課題になっていた。理研AIPとの共同研究により、「制御の根拠を明示できるAI技術」を開発（2021）。今後、同社AI技術に加え、実用化を推進予定
- ・損害保険ジャパン（株）：安全運転支援サービスで得られる大量データを活用したドライバーへの情報・サービス向上を推進。理研AIPとの共同研究により、「Trajectory Miningを利用した自動車事故リスク予測モデル」を開発（2021）。サービス提供を開始

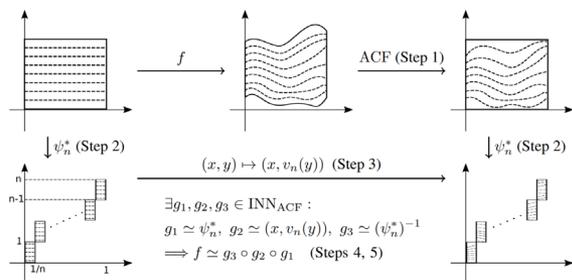
図：ドライブレコーダーの新端末と専用アプリの運転診断画面のイメージ。（図提供 損害保険ジャパン(株)）



理研AIPセンターでは、複数チームによるセミナーやワークショップを実施するなどグループ・チームを超えた交流を活発に行っており、チーム間連携による成果も出始めている。引き続き、トップ研究者が糾合しているメリットを活かし、連携の深化によって、最先端の研究成果を生み出していくこととしている。

## 可逆ニューラルネットワークの 万能近似性を数学的に証明

汎用基盤技術として、可逆ニューラルネットワーク(INN)の方法論を構築し、INNが一般的な可逆関数の集合に対して万能近似能力を持つことを初めて証明した。信頼されるAI開発につながる基礎理論として、広く応用されると期待される。



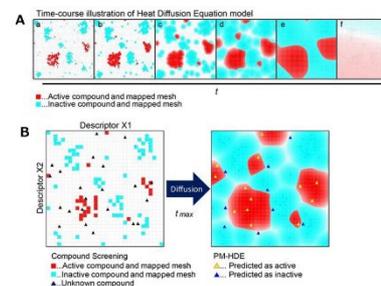
図：INNの万能近似能力の証明の概要

⇒ どんな入出力関係でも任意の精度で近似できる

不完全情報学習チーム、数理科学チームの成果(NeurIPS2020)

## AI創薬の新たなアルゴリズムの開発と ALS iPSパネルでの実装

治療薬の開発における化合物スクリーニングにおいて、ヒット化合物を予測する機械学習である熱拡散方程式(HDE)モデルを開発し、ALS患者さん由来のiPS細胞を用いてスクリーニングを実施し、強い効果を示す化合物を同定した。



図：HDEモデル（図提供 京都iPS細胞研究所(CiRA)）

熱拡散の様子と予測イメージ。縦横軸は記述子（HDEモデルの説明変数）。赤色は化合物の活性を示し、青色は非活性を示す。

iPS細胞連携医学的リスク回避チーム、構造的学習チーム、CiRA、T-CiRA、東京大学大学院数理科学研究科の成果(2020Patterns)

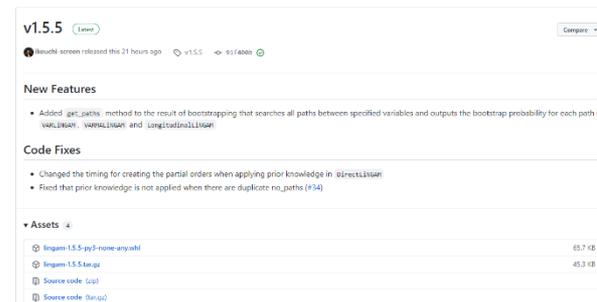
### 成果例: 統計的因果探索アルゴリズム "LiNGAM"の開発・発展



因果推論チーム  
(清水チームリーダー)

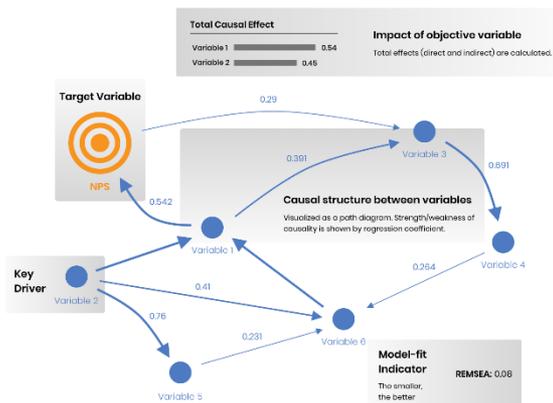
- 最近では、要因が全て明らかでなくとも因果関係の全体構造を推定可能なアルゴリズムを初めて開発 (Maeda & Shimizu, AISTATS2020)
- GitHubにて、開発した因果探索手法のアルゴリズムを汎用的なPythonパッケージとして公開し、因果探索のコミュニティの研究者による更新等、様々な貢献を得ている  
[GitHub - cdt15/lingam](https://github.com/cdt15/lingam)

### 因果推論のイメージ



商用化・プレゼンス向上

### 展開例1. 海外向けに、NECの子会社のスタートアップ Inguo.io, Incが因果探索のサービスをリリース



このサービスもLiNGAMに基づいて作成されていることが明記されている  
[Causal Discovery & Analysis | Inguo](https://www.inguo.io/)

### 展開例2. NTTコミュニケーションズからのNode-AIの リリース

ブラウザからノーコードで時系列データのAIモデルを作成できる  
**AIコラボレーションツール**

時系列データに特化。予測や異常検知への適用や因果分析、要因分析などの課題に対応

- ノーコーディング・誰でも理解可能な分析フロー構築
- ツール上で議論・報告書作成
- 因果分析・要因分析によるAIモデル導入判断の支援

時系列を考慮したLiNGAM(VARLiNGAM)を、  
コードを書かずに直観的に使える  
[ノンコーディングAIモデル開発ツール Node-AI | Smart Data Platform Knowledge Center \(ntt.com\)](https://www.ntt.com/smart-data-platform/knowledge-center/node-ai/)

# AIPセンターにおける成果物の広い社会還元によるプレゼンス向上の例②

## 記述式答案を自動採点するAI技術を開発 世界初の商用化を実現（自然言語処理×教育）

成果発表者 自然言語理解チーム 乾健太郎 チームリーダーら  
成果発表 メディア報道「現代文記述式問題をAIが採点 代ゼミが理研AIPと共同開発」（毎日新聞他、2021年5月27日）

### 概要

学習者の解答・説明・論述を即時的に評価・診断し、説明のフィードバックを返す新しい「言語アセスメントAI」技術群の研究開発を行っている。その一環として開発してきた記述式答案のAI自動採点の商用化を世界で初めて実現した。代々木ゼミナールに技術をライセンス提供し、共同でAI採点問題集を開発、2021年7月に販売を開始した。

### 研究成果の意義（インパクト）

問題文  
答  
採点基準

新しい記述式答案採点タスク（左図）を設計し、データセット構築・公開から新規技術の開発、実用化まで一貫通貫に行った。技術は理研ライセンスとして幅広い事業展開が期待できる。

新しい記述式答案採点タスク（左図）を設計し、データセット構築・公開から新規技術の開発、実用化まで一貫通貫に行った。技術は理研ライセンスとして幅広い事業展開が期待できる。

図：代ゼミ「記述式をAI採点する現代文トレーニング」商品パンフ

図：記述式答案自動採点  
学習者の答案を評価項目ごとに採点し、採点の根拠箇所・信頼性の情報とともに学習者に提示

技術的チャレンジと新技術：少量の訓練事例からの学習、説明性・納得感の保証

- 全体得点の他、評価項目ごとの点数を推定（説明性・低資源） **only one**
- 採点項目ごとに採点の根拠箇所を提示（低資源・説明性・納得感） **only one**
- 採点の信頼性推定によって費用対効果を最適化（納得感・低資源）

### 今後の展開

代ゼミは本事業の拡大を予定しており、河合塾とも導入を協議中。また、文科省MEXCBTへの導入に向けた実証実験を2022年度に開始、2025年度までの本格運用を目指す。

文科省e-learningシステム（GIGAスクール構想で全国小中学校に無償提供、潜在ユーザ数1千万人）

### 社会貢献への期待

当チームでは、他にも右図のような英作文の解説付き添削やディベートの対話的指導など、新しい言語アセスメントAIの研究開発を推進している。これらは学習者への即時的・適応的なフィードバックを可能にし、ラーニング・アナリティクスとも結びついて学習・教育方法の革新に繋がると期待できる。

△ since は既知の事実に基づく説明に使います  
She spoke Japanese fluently since she had lived in Japan for thirty years.

She spoke Japanese very fluently because she has lived there for 30 years.  
× 時制をそろえましょう × 場所を正しく記述しましょう

Smoking should be banned! It causes bad breath and makes your clothes stink!

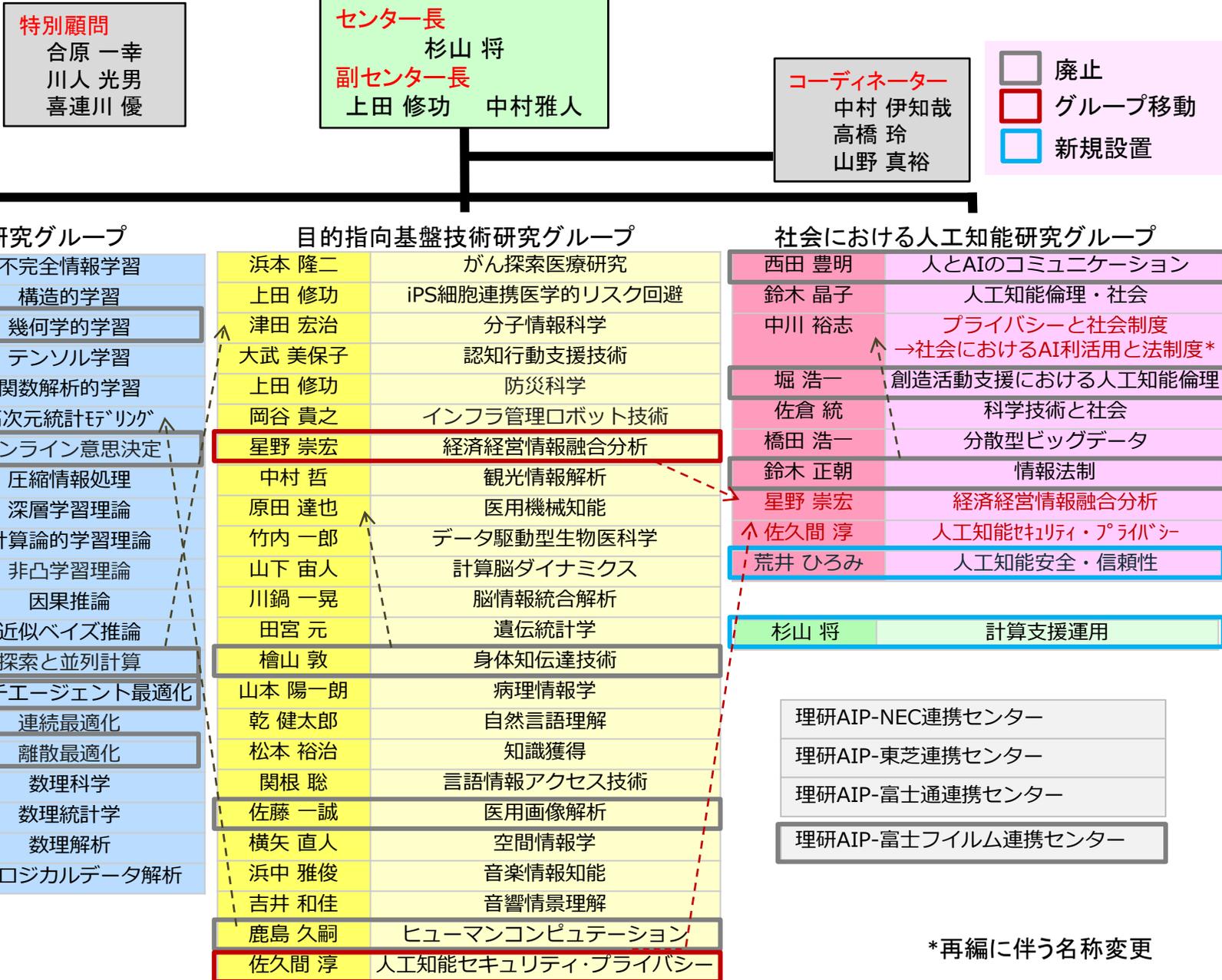
While your point is logically valid, it does not justify banning the substance. Can you provide a more relevant reason?

Oh, I know that many people die of second-hand smoke each day!

Indeed, people dying from second-hand smoke is much more convincing than causing bad breath. Where did you learn about this information?

# AIPセンターにおける組織の見直し(2020、2021年度)

別添5



## AIPセンターの評価指標について①

中間評価にあたっては、評価結果には記載はされなかったものの実際に様々な観点で自己評価書を作成しており、また行政事業レビューにあたって異なる指標での測定を行っている。それらや、他にもAIPセンターとして評価指標として考えるものを、以下改めて網羅的に整理する。

※一部指標は、2020年度の新型コロナウイルス感染症拡大の影響による悪化がみられることに注意。

○ビジョンを踏まえた、インパクトのある成果・世界水準の研究成果の創出に関連する指標 - 代表的なAIのトップレベルの国際会議採択数

指標の種類	2019(中間評価前)実績値	2020(中間評価後)実績値	2021(中間評価後)実績値	備考
NeurIPS採択数	21	21	17	2015年は日本全体で8件(※)
ICML採択数	14	18	26	2015年は日本全体で3件(※)
AISTATS採択数	10	17	7	
ICLR採択数	4	9	12	

※ NISTEP 調査資料253による。

○社会実装に向けた取組に関連する指標 - 特許出願・登録

		2016	2017	2018	2019	2020
出願	国内	0	4	3	8	6
	国外	0	0	2	6	18
登録	国内	0	0	1	0	0

## AIPセンターの評価指標について②

### 行政事業レビューに掲載している主な指標とその推移

指標		初年度 平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	最終年度 (令和7年度)
AIPセンターの研究成果に基づき実社会での実証実験に至っている案件数	成果実績(件)	0	0	1	1	1	-
	目標(件)	-	0	0	2	2	10
情報科学技術分野における研究開発の論文数、学会発表数	成果実績(件)	43	579	1266	1457	459	-
	目標(件)	-	100	600	1300	1100	1500
共同研究の参画研究機関数	活動実績 (単位: 機関)	13	38	55	70	70	-
	当初見込み (単位: 機関)	2	31	61	55	70	100

### その他、情報委員会における中間評価時の自己評価書にて掲載している指標

指標	初年度 平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度
常勤研究者の人数(人)	15	83	148	164	164
海外インターン年間受入人数(人)	2	21	57	61	1
学生の研究パートタイマーの採用数(人)	0	68	215	160	126
企業人の受け入れ人数(人) ※カッコ内が企業数	0 (0)	72 (19)	147 (40)	184 (40)	128 (39)
プレスリリース発表数(件)	3	1	11	6	19

# AIPセンターの評価指標について③

## AI戦略への貢献について

「AI戦略2021」別紙における理研AIPセンター関係箇所の進捗状況

AI戦略2019フォローアップにおけるセクション	理研AIPが関係する取組の数 ※カッコ内は、各セクションにおける政府全体の取組の数	うち「計画通り進捗」の数 ※カッコ内は、各セクションにおける政府全体での「計画通り進捗」の取組の数	進捗率 「計画通り進捗」の達成割合 ※カッコ内は、各セクションにおける政府全体での「計画通り進捗」の達成割合
II-1 教育改革	0(63)	- (58)	- (92%)
II-2 研究開発体制の再構築	20(35)	18(33)	90 % (94%)
III-1 社会実装	1(44)	1 (43)	100 % (98%)
III-2 データ関連基盤整備	0(12)	- (9)	- (75%)
III-3 AI時代のデジタル・ガバメント III-4 中小企業・ベンチャー企業への支援	1(10)	0 (6)	0 % (60 %)
IV 倫理 V その他	3 (7)	2 (5)	67 % (71%)
合計	25(171)	21(154)	84%(90%)

- ✓ AI戦略2019フォローアップにおいて、理研AIPがAI戦略において関わる取組のうち、8割は研究開発に関するもの。
- ✓ 多くの取組については、「計画通り進捗」となっている。
- ☞ 具体的な研究開発に関する項目は、別表1にまとめられており、II-2-20-032でまとめてフォローしているが、次ページに示す通り、理研AIPセンターが実施する項目は6つあり、進捗率は100 %となっている。
- ✓ 「計画通り進捗」となっていない(「一部未了」の)項目のほとんどは、理研AIPのみならず様々な省庁と合同で進めていく取組や、新型コロナウイルス感染症拡大の影響で達成困難となったもの。

# AIPセンターの評価指標について④

## AI戦略への貢献について

(別表1)中核基盤研究開発 における担当箇所

今後の研究開発重点項目	個別項目	具体的取組内容	達成時期	担当
1. AI Core – Basic Theories and Technologies of AI	現在の深層学習で太刀打ちできない難題解決	現在の深層学習の原理を解明するとともに、以下に示すような次世代A I 基盤技術の開発 ・完全な正解ラベルが得られない状況でも精度よく学習できる限定情報学習技術 ・数十万並列規模でも高い計算効率が達成できる並列探索技術 ・未観測交絡因子が存在する場合でも因果関係が同定できる因果推論技術 等	2024年度	【文】
3. AI Core – Trusted Quality AI	個人データなどの保護と流通を促す技術	個人データの流通の促進に資する、プライバシー保護技術の確立等	2025年度	【文】
	人工知能の倫理的課題を理数的観点も踏まえて解決	広範なバイアスを排除するデータ、アルゴリズム、運用などに関する理論と技術の開発	2025年度	【文】
	説明できるA I 技術	現在の深層学習等の原理を理論的に解明するとともに、深層学習の判断結果の根拠等を理解可能化 A I の判断を容易に理解したり、人の判断を助けるための説明技術の開発	2025年度	【文】
4. AI Core – System Components of AI 4-2. 実世界適用A I	最新の機械学習技術やそれを補完する技術を実世界の課題や日本の強みである分野に適応し、融合的な研究開発を推進	最新の機械学習理論を実用したソフトウェア・プラットフォーム（ミドルウェア・フレームワーク）の開発	2019年度着手	【文】
		医療、バイオ、ものづくり、新材料、防災・減災、境域、知識 ベースなどの分野において、機械学習の新しい基盤技術を実装した解析システムを開発	2019年度着手	【文】

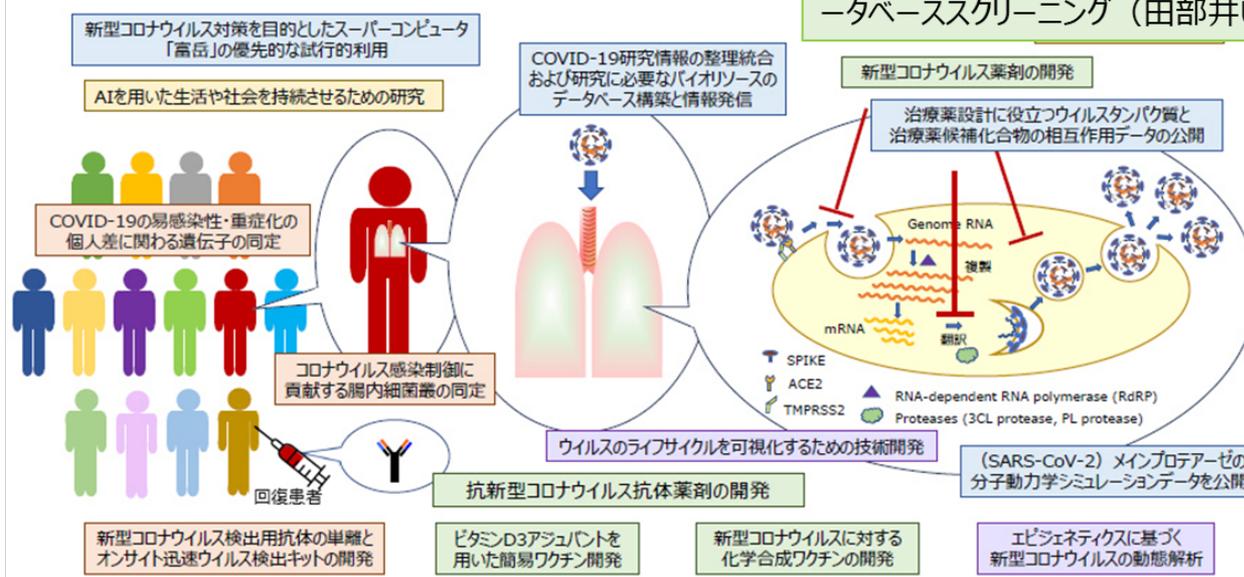
※ 別表1の個別の取組については進捗状況を公開していないが、全て計画通り進捗している。

## ○基礎的な研究

- ・COVID-19関連学術論文検索支援システムの開発(松本TL,乾TL)
- ・epigeneticsに基づく新型コロナウイルスの解析(浜本TL)

## ○治療薬開発に資する研究

- ・剛性解析によるCovid-19タンパク質の分析(津田TL)
- ・新型コロナウイルス感染症治療薬候補化合物の大規模データベーススクリーニング(田部井UL)



理研における新型コロナウイルスに関する研究  
(理研HPから抜粋  
<https://www.riken.jp/covid-19-rd/>)

## ○生活や社会を持続させるための研究 (社会科学との融合研究)

- ・コロナウイルス流行下における遠隔交流・対話支援システムの開発
- ・新型コロナウイルス感染症に関するヘイトスピーチ・偽情報の分析
- ・オンライン初診におけるELSIと対応策
- ・テレワークが人間に与える影響の調査・改善策
- ・長期の診療報酬データ(レセプトデータ)を用いた新型肺炎患者の重症化の予測
- ・ICT・HPCを活用した新型コロナウイルスの感染症伝播抑制・経済対策および社会センチメントのモニタリング
- ・ビッグデータを用いた行動変容のための情報通知内容の個別最適化
- ・コロナ感染症の蔓延阻止のための技術的、社会的および法制度的方策の検討