

人と共に進化する次世代人工知能に 関する技術開発事業 プロジェクト紹介



はじめに

プロジェクトリーダーからの期待 ～共進化プロジェクトが目指すもの

産業技術総合研究所 フェロー / 人工知能研究センター長 辻井 潤一



計算機に知的な能力を持たせるAI技術は、従来の情報処理の枠組みを大きく変貌させ、医療・介護・健康から製造業、創薬、金融など、これまでの産業、科学技術研究、社会の在り方を大きく変貌させている。AI技術は、DXが単なるデジタル化にとどまらず、大きな社会変革（トランスフォーメーション）に至る必須の技術となっている。

その一方で、AIの社会実装の過程で、AIと人間の知能がかなり異質なものであるとの認識も広がっている。AIが人間を置き換えるのではなく、2つの相補的な知能をいかに組み合わせ、課題解決を行うかが重要となっている。

共進化のプロジェクトは、この「2つの知能が共同する」チームアップの枠組み、これをさらに一歩進めて、「お互いの知能をスパイラル的に高める」枠組みを目指す。

チームアップの枠組みでは、2つの知能体の相互理解とコミュニケーションが課題となる。これは、説明能力を持つAI（Explainable AI: XAI）やAIのホワイトボックス化、HCI（Human-Computer Interaction）の研究として取り組まれてきたことを、より広い技術の体系にまとめていくことになる。

専門家（人間）が対象分野に関して持つ知識や経験は、これまで、教師データの構築という狭いチャンネルを通してAIに伝えられていた。このチャンネルを広げて、人間のもっと豊かな知識を系統的にAIシステムに埋め込む方法論の構築も、共進化AIの課題である。

その一方で、人間の専門家や熟練者が持つ非明示的な知識をAIにより顕在化させ、それを新たな知識の発見につなげたり、教育に反映したりすることにより、人間の側の知的能力を高めていくことも、共進化AIの目指すものである。

もとより、人間とAIの共進化はオープンエンドな野心的な課題であり、一朝一夕に実現するものではない。様々な試みが続けていくなかで、その在り様が明らかになってくる。このパンフレットで紹介される研究が、その第一歩となることを期待している。

プロジェクトマネージャーのコメント NEDO ロボット・AI部 主査 芝田 兆史



AIあるいは人工知能という言葉が今や日常的に使われ、多くのシステムやサービスにおいてAIの活用がうたわれています。みなさんはAIや人工知能と聞いてどのようなイメージを持たれるでしょうか。「生活を豊かにしてくれる技術」と思う方もいる一方で、「不安」や「怖い」と感じる方も多いのではないのでしょうか。

政府は「AI戦略2022」の中で「高品質で信頼性が高く安心・安全なAIによる競争力強化」を方針として掲げています。その取り組みの一つとして新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）では、「人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業（共進化PJ）」を立ち上げました。

共進化PJはAI・人工知能を得たいの知れない他人から内面まで理解し信頼し合える「友」に近づけようとするプロジェクトです。共進化PJでは次の3課題を研究開発項目として設定しています。

- (1) 人と共に進化するAIシステムの基盤技術開発（説明できるAI、人の意図や知識を理解して学習するAI）
- (2) 実世界で信頼できるAIの評価・管理手法の確立
- (3) 容易に構築・導入できるAIの開発

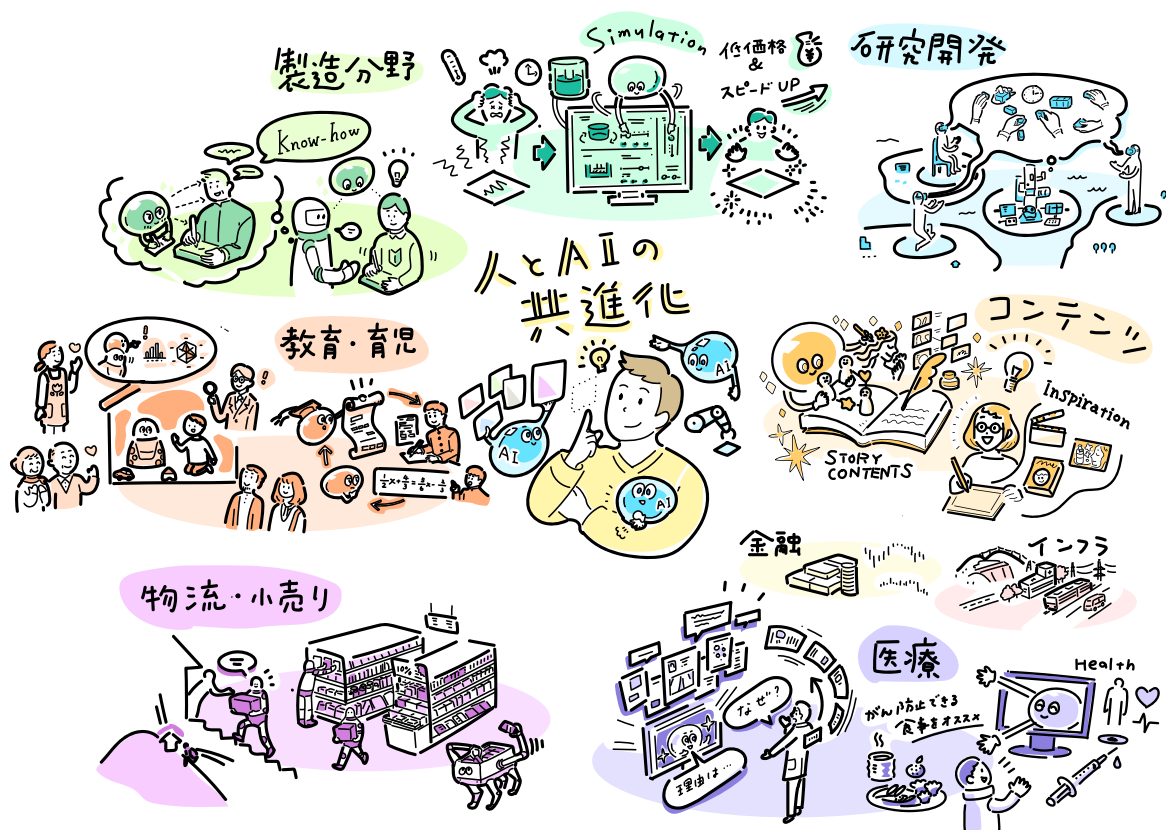
これらの項目に対して研究開発テーマを設定するとともに各テーマを相互に連携させ共有していきます。

それによりAI戦略2022の目標の一つである「責任あるAI」の実現を目指しています。

本パンフレットではプロジェクト内の研究開発テーマの概要や社会イメージを紹介します。その上で想定される連携・協業先を示しています。みなさまのお持ちの技術や課題等とマッチすることがあれば、本プロジェクトとの連携で新たな価値を創出したいと希望しています。ぜひ、ご検討いただければ幸いです。

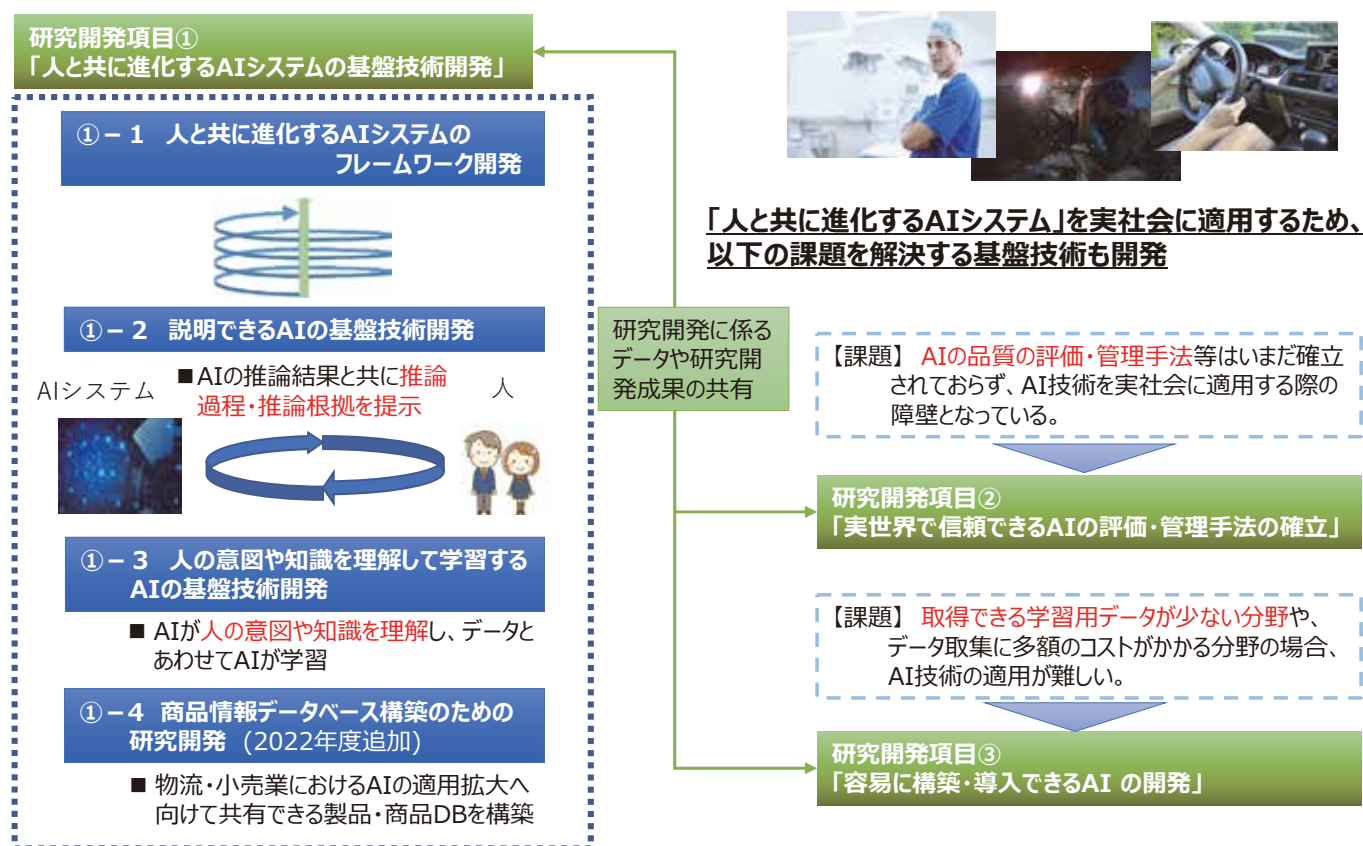
プロジェクトの概要

- 日本では生産年齢人口の減少による人手不足とともに労働生産性の低下が大きな課題となっており、人工知能（AI）は、こうした課題の解決につながる技術の一つとして期待されています。しかし、AIが全ての仕事やサービスに直ぐに適用できるわけではありません。
- インターネットにおける商品等の推薦機能や、文字や画像を認識する簡単な技術は、既に社会で活用されていますが、医療など人命に関わる仕事やサービスは、AIの判断のみで全てを決定するのは大きなリスクが存在します。
- また、現在のAIは限られたルールの中や限られた環境では容易に活用できますが、製造・小売業、コンテンツ制作、教育などは、日々刻々と出てくる新しい商品・製品、社会・経済の状況、利用する人々の個々の状況により変化するものであり、AIを直接活用する難しさがあります。
- これらの課題を解決するためには、人とAIが相互に作用しつつ判断を下したり、サービスを提供することが必要です。また、その中で人は新たなアイデアを創出したりスキルを身につける一方で、AIは精度や機能の向上を実現して、人とAIが協調して能力や機能を高める仕組みをつくることで、社会の様々な問題の解決に貢献できます。
- こうしたAIを実現するため、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は、2020年度から2024年度までの5年間のプロジェクトとして、「人と共に進化する次世代人工知能に関する技術開発事業」を開始しました。



事業期間	2020年度～2024年度
予算額	27.1億円 (2022年度)
P M	芝田 兆史 (NEDO ロボット・AI部 主査)
P L	辻井 潤一 (産業技術総合研究所 フェロー / 人工知能研究センター長)

研究開発項目



- 本プロジェクトには①から③の研究開発項目を設定しています。
- 研究開発項目①は「人と共に進化するAIシステムの基盤技術開発」で、本項目の各テーマが社会実装の中心となります。
- 研究開発項目①はさらに4つの小項目に分かれます。①-1ではAIフレームワークを、①-2ではAIの出力の説明性向上を、①-3では人の意図や知識の理解を中心に研究開発を行い価値の創造を目指します。また、2022年度には社会実装に必要な技術として①-4として商品情報データベースの構築を追加しました。
- 研究開発項目①で行う研究開発成果の社会実装のためには並行して次の2つの研究開発が必要と判断し、②として「実世界で信頼できるAIの評価・管理手法の確立」を、③として「容易に構築・導入できるAIの開発」を設定しています。
- 研究開発項目②ではAIを安心して活用するための品質マネジメントに関する研究開発とその標準化を行います。
- 研究開発項目③では例えば膨大な教師データの準備の必要性など、AIシステムの構築における課題の解決を図る研究開発を行います。

物流・小売り分野

少子高齢化が進む日本において、人手に頼ってきた物流・小売り分野の自動化の実現は喫急の課題です。一方でこうした分野では、人には簡単にできても従来のロボットにとっては複雑なタスクが多いことから、自動化が困難であるとされています。

本事業により、人とロボットが物流・小売り分野において協働することで、簡単な作業はロボットが行い、人はより専門性の高い分野に集中することができるため、業務全体の効率化が期待されます。

高い運動能力を持つAIロボットが人と一緒に繊細で複雑な作業を行う

人間と同程度の運動や判断、認識能力を持ち、協働することが可能なロボットとそれを制御するAIが、工場やスーパーでの物資の輸送・配送のように人手不足が顕著な環境において人の作業を支援します。

このロボットはでこぼこ道の移動や階段の昇り降りといった従来は難しかった運動を行うことが可能です。



AIが自動で作業のノウハウを抽出してロボットにも適用

AI技術と人間の持つ知識とをつなぐ基盤を開発しています。例えば、人の作業の撮影データを基に作業のノウハウを取り入れたシステムを、人と協働するロボットに組み入れることができます。

また、汎用的に活用できる学習済みモデルを構築し、少ないデータで様々な作業に利用することも可能になります。

製造分野

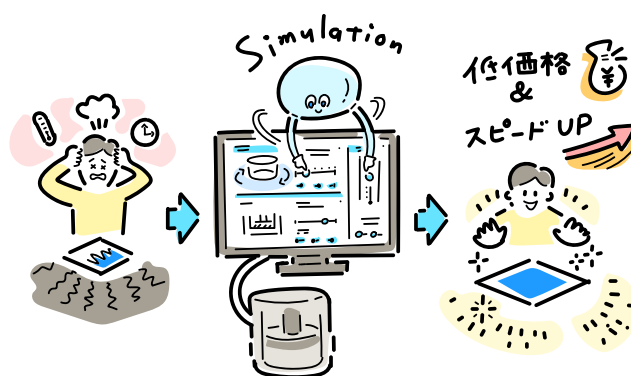
製造分野では、これまで熟練者の感覚に頼ってきた部分が多くありました。本事業により、ロボットやAIシステムが作業者の製造行為を学習し、協業することによって、労働生産性の向上や個々のニーズへの対応を効率化することが可能になります。

また、作業者はより効率的にスキルを取得できるようになり、多数のスキルを持つことで新たな製造開発分野の開拓も期待されます。

AIと開発者の意図や意味をやり取りし 製造プロセスの開発スピードを劇的に向上

次世代半導体を製造するための結晶成長プロセスなどの開発には、非常に多くの時間がかかります。

そこで本事業では、AIと製造プロセスの開発者が相互に作用して製造プロセスをシミュレーションできるシステムの開発に取り組んでいます。これにより、開発に係るコスト及び開発期間を数十分の1にできる可能性もあります。



AIを活用し、熟練者のスキルを 短時間で数多く身につける

労働生産性や品質の低下を防ぐことや、ユーザーニーズの多様化への対応のため、作業には熟練者のスキルを効率的に習得することが期待されています。

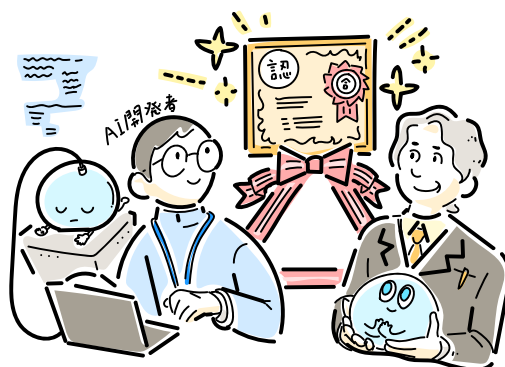
そこで本事業では、熟練者のインタビューや動画や画像などの情報をもとに、AIが熟練者の技術をモデル化して、そのスキルを素早く効果的に他の作業者に伝達・習得させるシステムを開発しています。



AIの品質管理を実現

社会の様々なシーンで、AIが普及していくにつれてAIの品質管理への要求が高まっています。

そこで、機械学習AIシステムの品質マネジメントガイドラインを作成し、AIシステムの品質管理手法を確立して、安心安全なAIの普及を促します。



教育・育児分野

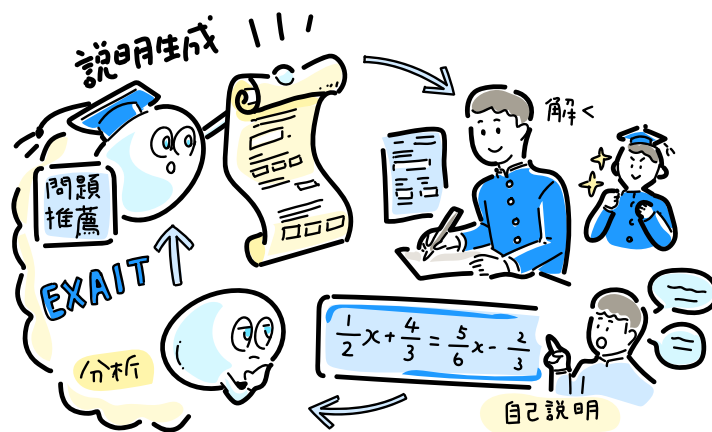
教育現場では一人一台のPCの配布も始まり、急速なデジタル化が進んでいます。また育児の分野でもワンオペ育児や待機児童の問題解消のため、デジタル技術の活用の検討が進んでいます。

本事業の技術開発が進むことにより、デジタル化された教育・育児分野においてAIによる学習支援や育児・発達支援を実現し、様々な課題が解決されることが期待されます。

人から説明の仕方を学んだAIが学習を支援

課題克服等の目的で、練習問題や教材を推薦するAIシステムは既に存在しますが、なぜその問題や教材を勉強するのか、学習者が納得できなければ、学習意欲を引き出し学習効果を高めることはできません。

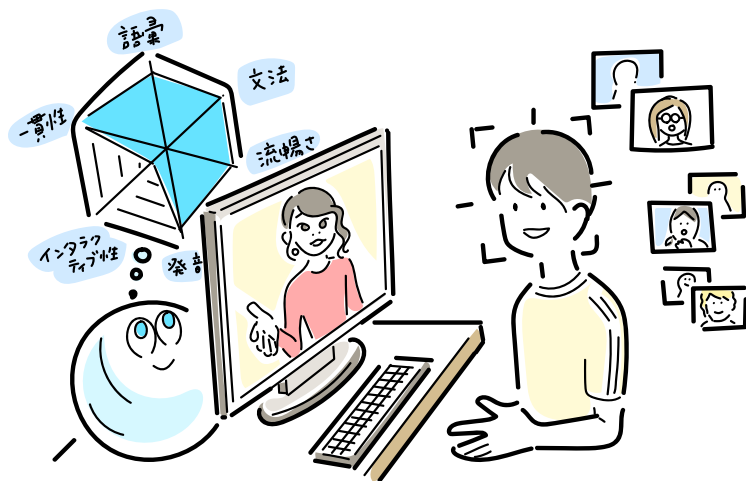
本事業では、学習者が納得して課題に取り組むための問題の説明をするとともに、学習者の理解を分析して、学習者と共に成長するAIシステムを開発しています。



AIが学習者に寄り添ったオンライン語学学習を実現

オンライン語学学習の場では、学習者の強みや弱みの分析をすることや、個人にあった学び方を提供することが難しいとされています。

本事業では、英語教育の専門家の知見を取り入れたAIが学習者のコミュニケーション能力を判定し、学習者と教育者の双方に対して納得感のあるオンライン授業システムを開発しています。

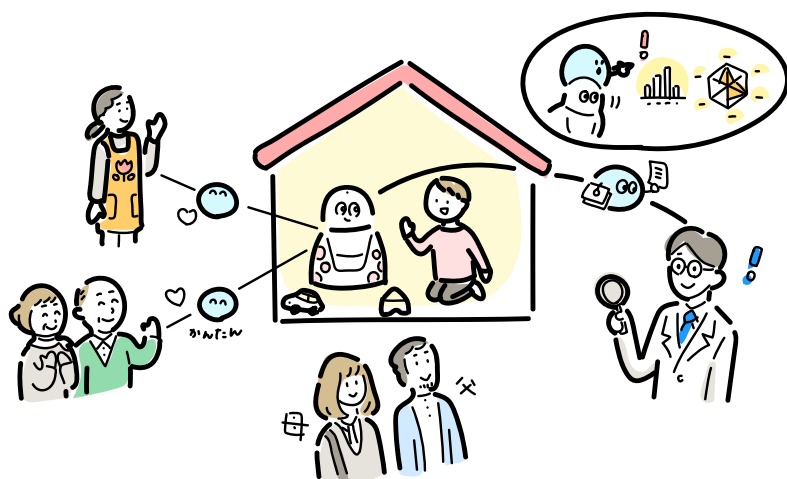


教育・育児分野

AIが個人に最適なカリキュラムで学びを支援

学習者にとって最適なカリキュラムが必ずしもみんな同じものとは限りません。

そこで本事業では、AI技術を活用して人材育成システムを高度化し、カリキュラム全体像の可視化と教科書、履修データの統合的な分析により、個々人に合った教材のリコメンドや振り返り学習の支援を行います。



ロボットを活用して充実した子育て支援を実現する

ワンオペ育児や育児・発達支援の人手不足が大きな社会問題になっています。

そこで、半自律型のロボットが子供達に興味ある遊びを提示したりする中で、発達障害などの支援も行き、親、保育士、育児・発達支援の専門家などを、総合的にサポートできるシステムを開発しています。

医療分野

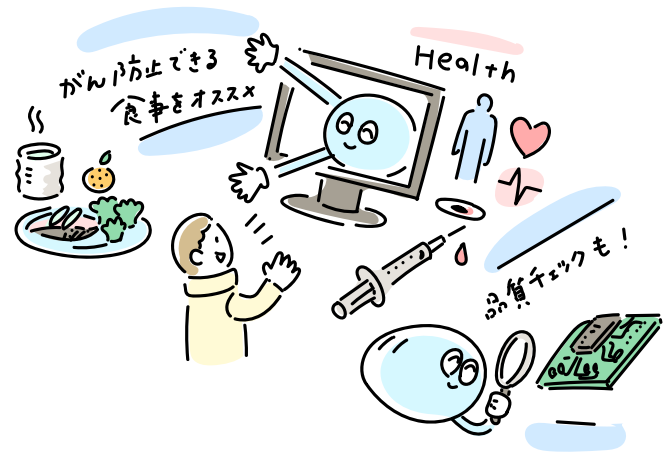
医療分野へのAI技術の適用は、画像の自動診断等で検討が進められています。しかし、人命に関わることから、適用には判断結果の根拠の明確化が求められています。

本事業では、診療の判断根拠が説明できるAIシステムなど、人とAIが相互に協力し、患者に寄り添いつつ、効率的で効果的な医療サービスの実現を目指しています。

AIを利用して食事で重大疾病を予測・予防

医療の世界では、診断に際して患者にとって納得できる根拠を示すことが非常に重要です。

食事や運動などの日々の生活のデータと、高い精度と説明性の両方を維持するAI技術を組合わせて医療に活用することで、高精度の重大疾病の早期発見や予防といった新たなサービスが実現します。



診断結果の説明を支援するAI

従来のAIは何が学習されているか分からない「ブラックボックス」であることが大きな問題でした。

本事業では、なぜそう判断したのか、ということをも明確に説明できるAIを開発し、その診断結果に至った根拠を明示するとともに、患者に対する診断の説明をAIが支援します。

AIが患者の症状や生活習慣等を解析し、新薬の臨床試験をサポート

医薬品・医療機器開発において、希少な疾患を持つ患者の治療歴を理解することが重要ですが、疾患と症状の関係はこれまでは専門医の暗黙知になっていました。

そこで、AIにより患者の治療歴を分析し、専門医とAIが協働しながら、特定の患者を選択し、迅速な臨床試験を支援するシステムを実現します。



研究開発分野

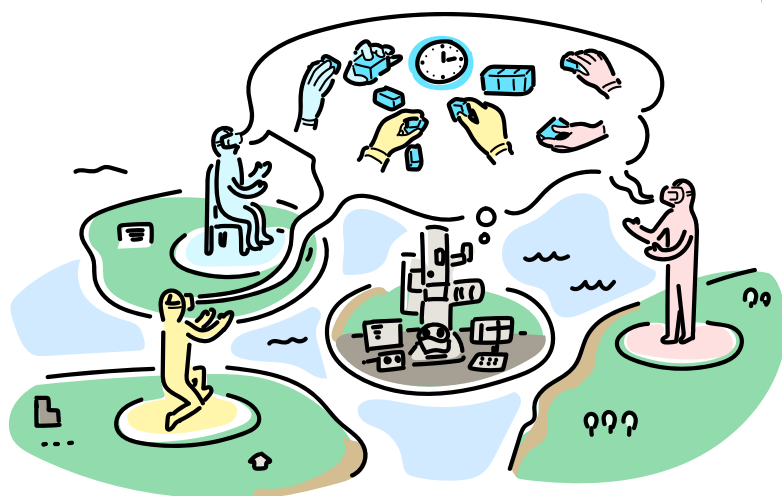
研究開発分野では、膨大な時間と費用を要することが多いために、AIを活用した効率的な研究開発環境の構築が期待されています。

本事業では、遠隔地にいる複数の研究者が協働しながら緻密な研究開発が行える環境の実現や知的生産性を高める基盤構築の実現を目指しています。

遠隔地にいる複数の研究者との研究開発が可能

VRを活用した分子レベルの作業環境では、ネットワークの遅延によって対象物の操作が困難であることが課題でした。

そこで、遠隔での緻密な作業環境の遅延を解消するAIや、シミュレーション解析を行うAIを開発しています。この技術を用いることで、高度な知見を必要とする分子ロボットなどの様々な分野で研究開発のスピードを加速します。



人と人、人とAIが文書の意味を共有し、社会の知的生産性とAIの性能を持続的に向上

多数の人とAIがまとまった情報を共有するには、文書を読み書きする必要があります。文書をグラフの形に構造化し、人にとってもAIにとっても読み書きしやすくすることにより、人同士および人とAIに関して、情報共有と合意形成の質と効率を高めつつ、同時にAIの性能も高める基盤を構築します。

コンテンツ分野

コンテンツ分野では人ならではのクリエイティビティが重要であり、AIの活用が難しいとされています。本事業では、クリエイティブなコンテンツ創作をクリエイターとAIシステムが相互に作用しながら、新たなコンテンツを創出するようなAIシステムの実現を目指します。

クリエイティブなAIがコンテンツ創作をサポート

小説やマンガ、TV番組や企業プロモーションといったストーリー性のあるコンテンツ創作は非常にニーズ大きくなりつつあり、それに対応していく必要があります。

そこで、クリエイターの目指すものを踏まえて、AIが既存の物語やキャラクターのデータから、プロットやキャラクターのイメージなどを作成し、クリエイターのアイデアを誘発するようにサポートするシステムを開発しています。



研究開発テーマごとの技術と 連携・協業先の紹介

◎ 各テーマ2ページで
技術の概要と想定さ
れる連携・協業先を
紹介します。

研究開発テーマ名	
実施者名	
研究目標 概要図	
取組内容	技術優位性

提供価値	
想定応用例	関連する産業領域
	想定される協業先
主要研究者および連絡先	

研究開発項目① 「人と共に進化するAIシステムの基盤技術開発」

①-1 人と共に進化するAIシステムのフレームワーク開発

- サイボーグAIに関する研究開発 13-14
- 実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発（人と共に進化するAIシステムのフレームワーク開発） 15-16

①-2 説明できるAIの基盤技術開発

- 学習者の自己説明とAIの説明生成の共進化による教育学習支援環境EXAITの研究開発 17-18
- 実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発（人と共に進化するAIにおける視覚的説明と言語的説明技術の基盤開発） 19-20
- 進化的機械知能に基づくXAIの基盤技術と産業応用基盤の開発 21-22
- 説明できる自律化インタラクションAIの研究開発と育児・発達支援への応用（説明性に要求される技術の開発） 23-24
- 人と共に成長するオンライン語学学習支援AIシステムの開発 25-26
- モジュール型モデルによる深層学習のホワイトボックス化 27-28

①-3 人の意図や知識を理解して学習するAIの基盤技術開発

- インタラクティブなストーリー型コンテンツ創作支援基盤の開発 29-30
- 実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発（状況を考慮してデータを解釈し情報伝達する人工知能基盤技術の開発） 31-32
- 熟練者暗黙知の顕在化・伝承を支援する人協調AI基盤技術開発 33-34
- 説明できる自律化インタラクションAIの研究開発と育児・発達支援への応用（人-ロボットインタラクションの自律化） 35-36
- 人と共に進化するAIオンライン教育プラットフォームの開発 37-38
- 人とAIの協調を進化させるセマンティックオーサリング基盤の開発 39-40
- AIとオペレータの『意味』を介したコミュニケーションによる結晶成長技術開発 41-42
- AIとVRを活用した分子ロボット共創環境の研究開発 43-44
- Patient Journeyを理解し臨床開発での意思決定を支援する人工知能基盤の開発 45-46

研究開発項目② 「実世界で信頼できるAIの評価・管理手法の確立」

- 機械学習システムの品質評価指標・測定テストベッドの研究開発 47-48

研究開発項目③ 「容易に構築・導入できるAI技術の開発」

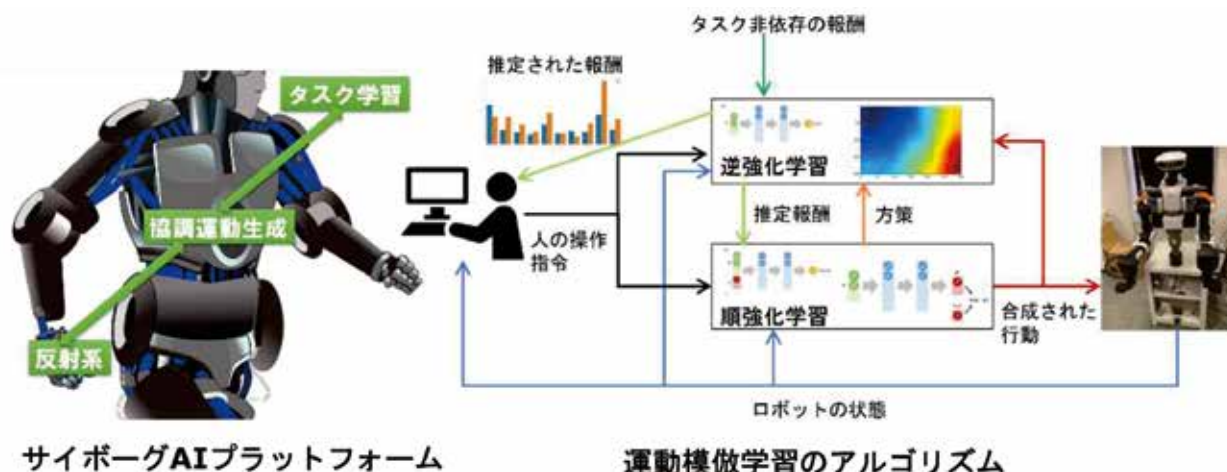
- 実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発（実世界へのAI導入を容易にする技術の開発） 49-50

サイボーグAIに関する研究開発

(株)国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) / 京都大学 / 産業技術総合研究所

本事業では、工場や輸送・配送などの実環境において、人間と同程度の時定数でもって適応的に協働作業可能なロボット搭載用AIである「サイボーグAI」の基本技術を開発しつつ、人間並みの身体性と実時間意思決定能力を定量的に評価するための「ロボットX-Games」環境の開発を行っている。

人間の動的で俊敏な動作から基本的な運動モジュールを抽出し、それをキネマティクス、ダイナミクスの異なる多自由度力学系に転移し、また、合目的な運動系列として再構成するための基本技術を開発する。また、人工物における最適化により、人間の運動を支援するための処方の提供を行い、さらに再構成の際には脳からの信号を入れることで、環境の与える拘束の下で創造性の高いものとし、人間とサイボーグAIとの共進化を図る。



図：サイボーグAIのプラットフォームと開発するアルゴリズムの概要

取組内容

「深層学習」などのAI技術、実環境で動作するロボティクスの二つの潮流を統合し、人間との共進化により適応的に協働作業可能なロボット搭載用AIを開発、またサイボーグAIの評価の場として、ロボットX-Games環境の開発も進める。

- ① 人と実時間、実環境で協働可能なサイボーグAIプラットフォーム
- ② 人とサイボーグAIとの協働による運動学習アルゴリズム
- ③ 人とサイボーグAIとの協働による創造アルゴリズム
- ④ 人とサイボーグAIとの運動転移アルゴリズム
- ⑤ サイボーグAI学習のための階層ベイズネットワーク
- ⑥ サイボーグAIダイナミクスの低次元情報表現法

技術優位性

人間並みの身体性と実時間意思決定能力を定量的に評価可能なシステムを組み込んでいる。実用化にむけて特に以下に示した現場では「サイボーグAI」の技術の有用である。

- ① 多種生産現場
作業目的に応じて、人間並みの時定数で機敏に多様な動作を生成する自動機械が人と協働することで生産性を向上することができる。
- ② 個別配送・発送
労働集約性の高い業態の一種であり、人間居住環境での応用を考えると、多自由度系、高時定数、人との協調によるAI制御が必須である。
- ③ 身体機能の向上（スポーツ、介護支援）
生体計測データは、身体制御機能向上のプログラムの開発などの応用可能性がある。

サイボーグAIに関する研究開発

多種少量生産のサイボーグAIの社会実装を目指す

人間並みの身体性と実時間意思決定を行うロボットの開発を行っている。これらの技術の共同開発や実用化に関心のある企業との協業を希望している。



想定されるアプリケーション

多種少量生産用の工場、個別配送・輸送など、労働集約性の高い作業現場における、人間・AI協働による「働き方改革」を実現する。

- ①AI搭載ロボットによる人間との協働（システム）
- ②AI搭載ロボットによる人的資源の補充（ハードウェア）
- ③人間と人工物の協働による作業効率化（ソフトウェア）

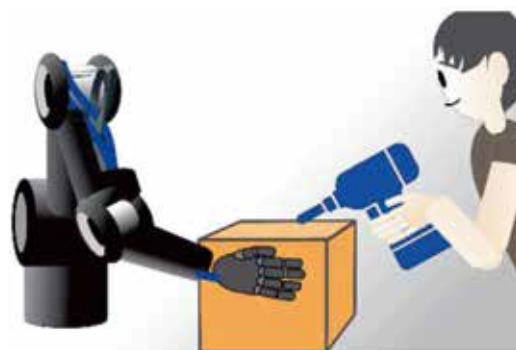


関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

人間並みに機敏な動きをするロボットを導入して、労働生産性の高い作業現場の生産性向上を目指す企業



重筋労働作業における人間との協働

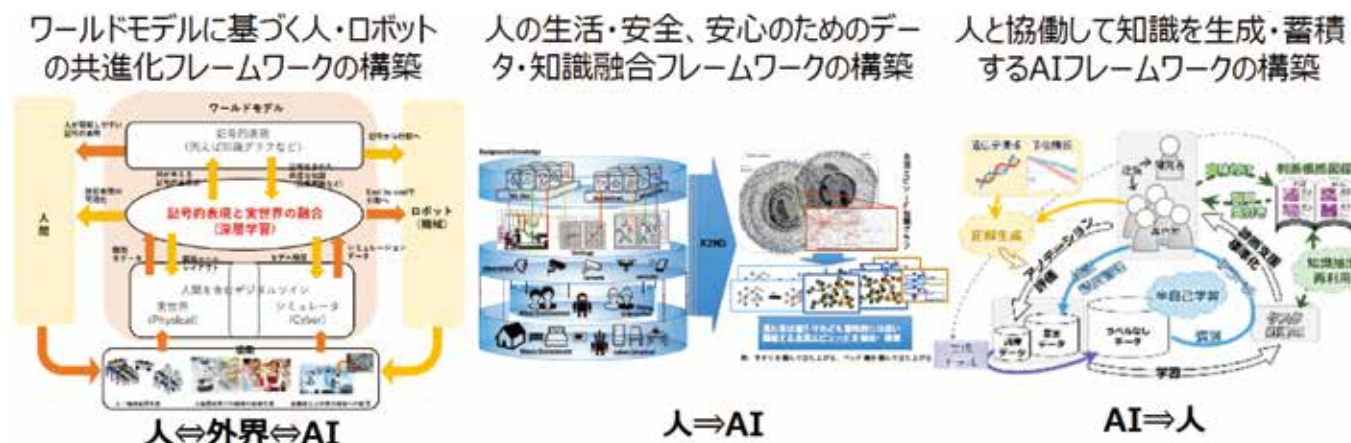
生産現場において、発生しうる重筋作業はロボットシステムにより一部改善されているが、全てではない。ライン外における重筋作業を必要とする企業に導入することで、生産性向上・労働災害の低減が実現可能である。

プロジェクト名	サイボーグAIに関する研究開発
参加機関	(株)国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) / 京都大学 / 産業技術総合研究所
主要研究者	石井 信 (ATR)、篠本 滋 (京大)、島崎 秀昭 (京大)、平山 淳一郎 (産総研)
Website	https://www.atr.jp/
E-mail	ishii-lab@atr.jp

実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 (人と共に進化するAIシステムのフレームワーク開発)

産業技術総合研究所／日鉄ソリューションズ(株)／情報学研究所／大阪大学／大阪工業大学／中京大学／筑波大学／早稲田大学／奈良先端科学技術大学院大学／東京工業大学／長崎大学／山梨大学

データと知識とをつなぐ技術は、現在のAI技術の限界を克服する突破口となるが、データ・知識ともに分野やタスクごとの多様性が非常に大きい。我々はデータと知識をつなぐ一般的で抽象的な研究を行うよりも、応用へのシナリオが明確かつ具体的な問題設定の中でデータと知識とをつなぐ技術を研究することを目指す。すなわち、タスクを明確にでき、かつ、その解決が一般への拡張の糸口となる典型的なタスクを設定してそのフレームワークの構築を行う。人間・ロボットの共進化という問題設定を通じて、人間とAIの相互のギャップを解消するためのフレームワークを構築する。



図：データ駆動のAI技術と人間のもつ知識とをつなぐAIに関する3つの研究開発テーマの概念図

取組内容

- ①ワールドモデルに基づく人・ロボットの共進化フレームワークの構築**
人間・ロボットの共進化という問題設定を通じて、人間とAIの相互のギャップを解消するためのフレームワークを構築する。
- ②人の生活・安全、安心のためのデータ・知識融合フレームワークの構築**
人の生活・安全、安心に係る日常生活空間における人とAIの共進化を目指し、人間の生活エピソード(個別的なコト、あるいは、コトの系列)を汎化された知識のレベルで処理するためのAIフレームワークを構築する。
- ③人と協働して知識を生成・蓄積するAIフレームワークの構築**
AIが獲得した情報を、専門家と対話を通じて整理・蓄積し、AIの精度向上や人へ気付きを与える手掛かりとして活用可能なフレームワークを構築する。

技術優位性

- ①ワールドモデルに基づく人・ロボットの共進化フレームワークの構築**
デジタルツインのギャップを埋める強化学習、ものものの関係性のようなメタ知識の理解に基づくロボット行動ポリシー生成AI機能を実現している。
- ②人の生活・安全、安心のためのデータ・知識融合フレームワークの構築**
AIが獲得した情報を、専門家と対話を通じて整理・蓄積し、AIの精度向上や人へ気付きを与える手掛かりとして活用可能なフレームワークを構築する。
- ③人と協働して知識を生成・蓄積するAIフレームワークの構築**
学習済みAIが獲得した知識を判断根拠図鑑として可視化する仕組み、病理医と協力して診断精度を改善する仕組みを実現している。

実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 (人と共に進化するAIシステムのフレームワーク開発)

仕事における機械・AIとの協調による生産現場の実現を目指す。

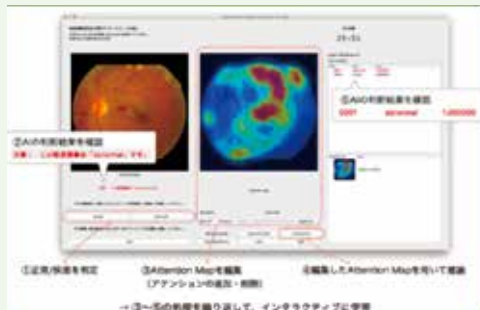
データ駆動のAI技術と人間のもつ知識をつなぐAI技術を開発している。実際の製造機械メーカーやそれら技術を導入したい企業との協働を希望している。



想定されるアプリケーション

実世界に機械等が既に埋め込まれている工場や介護現場や、説明が必要な業態におけるAIの利用など、人と協調して問題解決に取り組めるシステムが提供可能である。

- ①部品のピックアップ
- ②介護補助
- ③実況およびサマリの自動生成
- ④画像診断教育アプリ

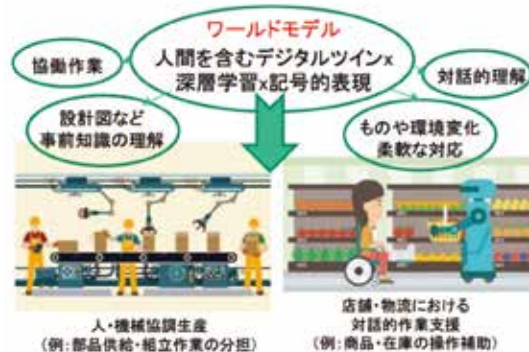


関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

工場での人と機械の協調生産や店舗内での商品の搬送作業を実施している、または装置を製造している企業



ロボットによる単純作業の能力向上

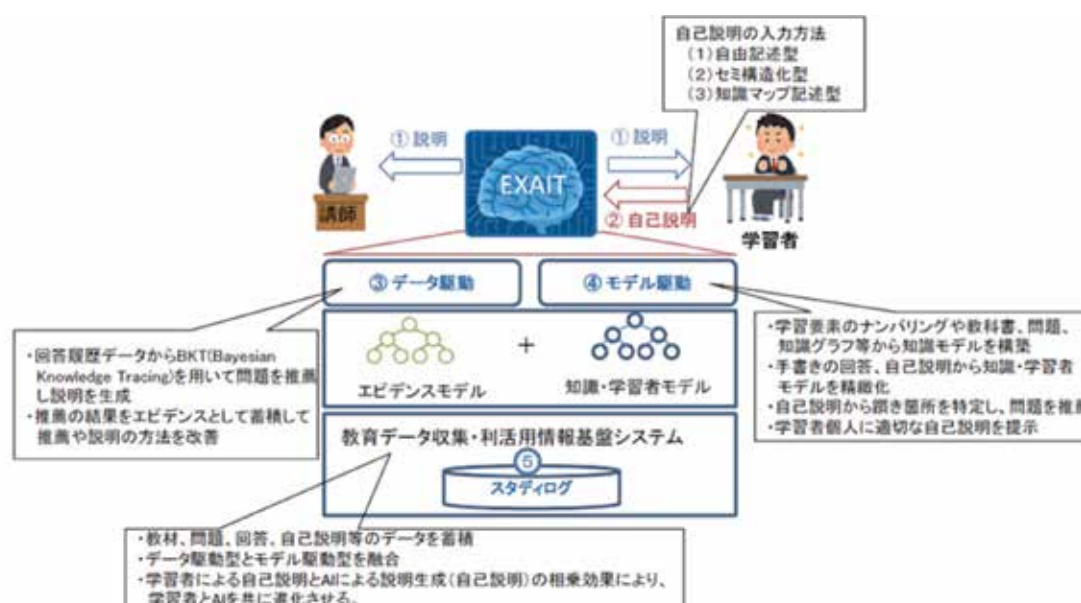
生産ラインや物流倉庫等、ロボット作業がある現場にて、本研究を導入することで、AIに支援されたロボット動作により作業の効率化が図れる。

プロジェクト名	実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発
代表機関	産業技術総合研究所／日鉄ソリューションズ(株)／情報学研究所／大阪大学／大阪工業大学／中京大学／筑波大学／早稲田大学／奈良先端科学技術大学院大学／東京工業大学／長崎大学／山梨大学
主要研究者	辻井 潤一(産業技術総合研究所)
Website	-
E-mail	M-airc-nedo2020-contact-ml@aist.go.jp

学習者の自己説明とAIの説明生成の共進化による教育学習支援環境EXAITの研究開発

京都大学 / (株)内田洋行

これまで研究開発してきた、教育ビッグデータ収集・分析基盤システムLEAF (Learning, Evidence and Analysis Framework) の上に、教育用説明生成AIエンジンEXAIT (Educational eXplanable AI Tools) を構築する。問題や教材の推薦、ダッシュボードの解釈などの説明を生成し、教員や学習者に提示することで、納得して教育や学習を進めることを可能にする。そのために、EXAITでは、「教材や知識グラフ等から知識モデルを構築し、問題の解答履歴から学習者モデル (ベイジアンネットワーク) の構築」「学習者による自己説明によって、知識・学習者モデルの精緻化」「知識・学習者モデルに加えて、説明の結果、学習者の行動変容をフィードバックするエビデンスモデルの構築」をすることにより、納得して実行可能な説明を生成する。



図：自己説明を用いたモデル駆動型EXAITの概要

取組内容

- ① **自己説明を用いたモデル駆動型EXAITの研究開発**
学習者からの自己説明により、モデルを精緻化・成長させ、説明を改良していくモデル駆動型AIを構築する。
- ② **データ駆動型EXAITの研究開発**
EXAITがどのような状態の学習者に対して、どのようなタイミングでどう説明を生成した結果、学習者がどうなったか、という情報をエビデンスとして蓄積しエビデンスモデルを提案する。
- ③ **データ駆動型とモデル駆動型EXAITの融合による共進化**
学習者からの自己説明によってAIが進化することによって人の学習が効果的に行えるようになる、というシステムを開発する。
- ④ **実証実験による効果検証と事業化の検討**
京都市教育委員会、滋賀県教育委員会の協力を得てEXAITの有効性を評価する手法を開発する。

技術優位性

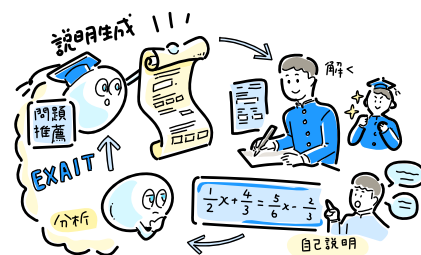
従来技術では、学習者の解答の正誤判定を用いて、学習者の理解度と問題の難易度を推測して問題を推薦していたが、本研究では、学習者の自己説明を分析して、つまりポイントを検出することで問題の推薦理由を生成する。国内外のアダプティブドリルの商用システムの動向を調査し、その結果から本研究の新規性・革新性は、以下の2点である。

- ・学習プロセス・解答の自己説明からつまり箇所を検出し、データ駆動とモデル駆動の融合により、推薦の理由を示す機能を有している。
- ・AI推薦・説明(システム)の精度と学習者の理解度・自己説明(人)の共進化が可能である。

学習者の自己説明とAIの説明生成の共進化による教育学習支援環境EXAITの研究開発

学習者がより納得して課題に取り組むために説明を生成できるAI教育システムの実現を目指す。

学習行動に係るAI技術を開発している。教育ビッグデータやAI技術を用いて教育支援のサービスを実施している企業・自治体との協働を希望している。



想定されるアプリケーション

「データ駆動」と「モデル駆動」を融合することにより、児童生徒の学習プロセスを理解して説明を生成し、学ぶべき事項を推薦する教育AIの実現

- ①教育ビッグデータやAI技術を用いて教育支援のサービス
- ②学習eポータル（LMS）の活用
- ③CBTの活用
- ④デジタル教科書・教育データ標準の公表

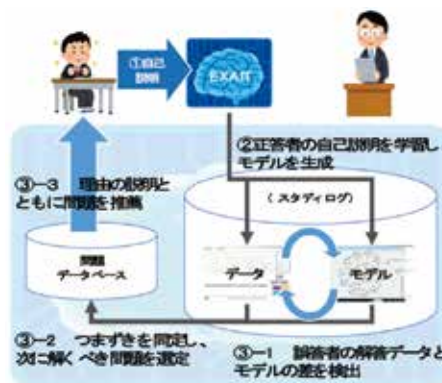


関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

教育ビッグデータやAI技術を用いて先進的な教育支援のサービスを実施している企業や自治体



先進的な学習eシステムの提供

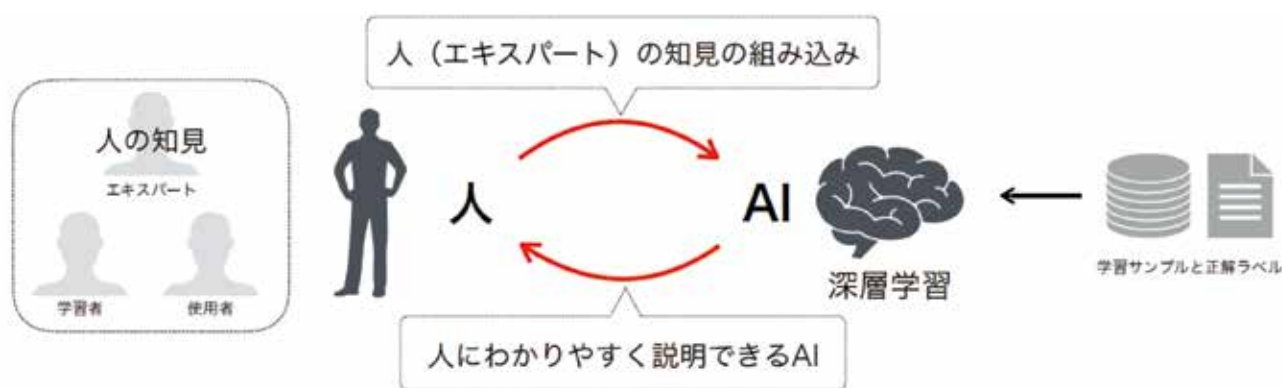
公教育・学習サービスの急速なICT環境の整備が必要であり、それら団体と協働することにより、学習者がより納得して課題に取り組める学習プラットフォームの提供が可能になる。

プロジェクト名	学習者の自己説明とAIの説明生成の共進化による教育学習支援環境EXAITの研究開発
代表機関	京都大学／(株)内田洋行
主要研究者	緒方 広明(京都大学)
Website	https://www.let.media.kyoto-u.ac.jp
E-mail	ogata.hiroaki.3e@kyoto-u.ac.jp

実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 (人と共に進化するAIにおける視覚的説明と言語的説明技術の基盤開発)

中部大学／慶應義塾大学

識別タスクの注視領域（アテンションマップ）を生成するAttention Branch Network（以下ABN）を基盤として、エキスパートである人の知見を深層学習ネットワークに組み込むことで、視覚的説明性の向上と共に性能向上を目指す。さらに、専門家の知見を組み込んだ深層学習ネットワークを用いて、どのような領域に注目すべきかを教育するツールを開発する。言語的説明では、視覚的説明であるアテンションマップと識別結果を言語的説明へ融合するために、マルチモーダル言語理解・生成手法であるMMC-GANにAttention BranchとLSTMデコーダネットワークを導入することで、タスクに合わせた説明文の生成を目指す。



図：本事業で構築する専門家の知見を組み込んだ深層学習ネットワーク

取組内容

- ① **マルチスケールアテンション機構によるエキスパートの知見の導入**
各グレードにおける共通特徴を捉えることで、どこに注目するだけでなく、どのような特徴に注目したかを視覚的に説明する手法を開発する。
- ② **マルチスケールアテンション機構による教育ツール**
医療診断すべきかをゲーム形式で教育する研修医のための教育ツールの構築をする。
- ③ **動画像からのスキル判定における視覚的説明の実現**
動画像に対応した視覚的説明の獲得とスキル判定ネットワークモデルにおける視覚的説明の実現。
- ④ **深層強化学習における視覚的説明の実現**
A3Cにアテンション機構を導入した手法を構築し、OpenAI gymの代表的なゲームにおいて、平均スコアの向上を図る。
- ⑤ **ロボットの行動計画における視覚・言語的説明の利活用**
Carry and Placeタスクにおいて相対誤り率を30%改善するとともに、危険性の説明文生成問題に対し性能を改善する。
- ⑥ **宇宙天気予報におけるクロスモーダル説明生成**
手法を一般化し、視覚・言語物理量等の異種データ間における説明生成に発展させる。

技術優位性

- ① **マルチスケールアテンション機構によるエキスパートの知見の導入**
エキスパートの知見を組み込むアプローチは類似研究がない。
- ② **マルチスケールアテンション機構による教育ツール**
アテンションマップをインタラクティブに編集して学習する教育アプリはこれまでに存在せず、AIからの学ぶという初めてのアプローチであり、類似研究は無い。
- ③ **動画像からのスキル判定における視覚的説明の実現**
②の成果との連動となるため、類似研究は無い。
- ④ **深層強化学習における視覚的説明の実現**
生活空間において動作するために説明性を必要とする生活支援ロボットの動作を対象とした評価とデータセットの構築が可能になる。
- ⑤ **ロボットの行動計画における視覚・言語的説明の利活用**
ロボティクス分野において、危険性に関する視覚的・言語的説明手法には類似研究はない。
- ⑥ **宇宙天気予報におけるクロスモーダル説明生成**
Transformer型モデルのABN化は類似研究はなく、専門家に現象の物理的・画像的説明を提供すると同時に、専門家の知見を取り込む手法は類似研究もない。

実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 (人と共に進化するAIにおける視覚的説明と言語的説明技術の基盤開発)

仕事における機械・AIとの協調による生産現場の実現を目指す。

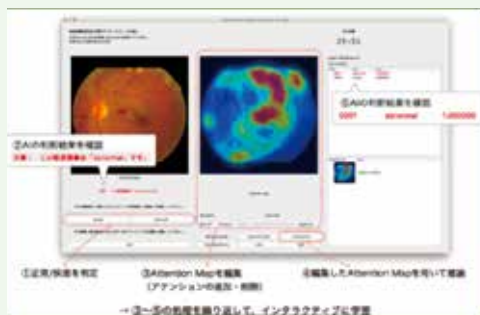
データ駆動のAI技術と人間のもつ知識とをつなぐAI技術を開発している。実際の製造機械メーカーやそれら技術を導入したい企業との協働を希望している。



想定されるアプリケーション

実世界に機械等が既に埋め込まれている工場や介護現場や、説明が必要な業態におけるAIの利用など、人と協調して問題解決に取り組めるシステムが提供可能である。

- ①部品のピッキング
- ②介護補助
- ③実況およびサマリの自動生成
- ④画像診断教育アプリ

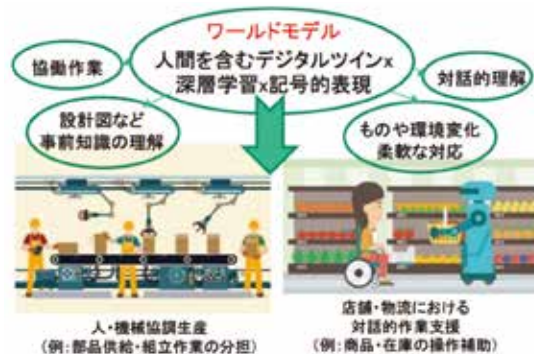


関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

工場での人と機械の協調生産や店舗内での商品の搬送作業を実施している、または装置を製造している企業



ロボットによる単純作業の能力向上

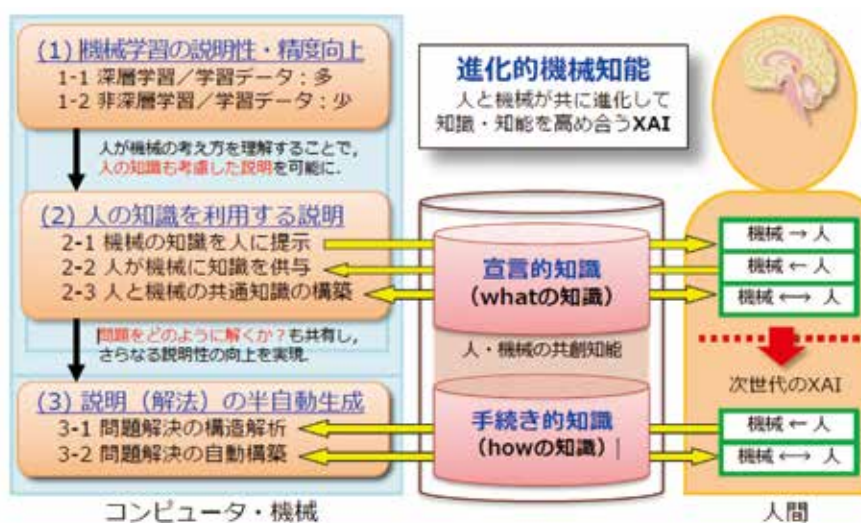
生産ラインや物流倉庫等、ロボット作業がある現場にて、本研究を導入することで、AIに支援されたロボット動作により作業の効率化が図れる。

プロジェクト名	実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発
代表機関	中部大学／慶應義塾大学
主要研究者	藤吉 弘亘 (中部大学) / 杉浦 孔明 (慶應義塾大学)
Website	-
E-mail	M-airc-nedo2020-contact-ml@aist.go.jp

進化的機械知能に基づくXAIの基盤技術と産業応用基盤の開発

横浜国立大学／東京医科大学／キューピー（株）

各産業にて「説明できるAI」を活用し、自社ソリューションに組み込むことが可能な基盤技術があれば、「事業」「人材」双方の課題を大きく低減させ、AI導入を強く促進できると考えられる。本事業では、説明できるAIを発展させた共進化AI「進化的機械知能」の基盤技術を開発し、産業応用基盤を開発してヘルスケア・製造・サービス分野などで産業応用することを目指す。本事業では下図のように機械→人、人→機械の相互作用を通して人と機械の知能が共進化する「進化的機械知能」を開発し、産業応用基盤を開発してヘルスケア・製造・サービス分野などで産業応用することを目指す。



図：本プロジェクトにおける共進化AIに対する考え方

取組内容

①機械学習の説明性・精度向上

モジュールの自動構築、潜在変数の取り扱いなどに重点を置き、従来は扱えなかった処理構造など、従来と比べ高度な処理構造の最適化と自動構築を行うことで、機械学習の説明性・精度のさらなる向上を目指す。

②人の知識を利用する説明

機械学習で得られた知識を人が理解し易いように可視化するとともに、逆に人があらかじめ持っている知識を機械学習の際に利用する処理モデルを開発する。人の知識を様々な表現形式で表現し、機械学習との融合を図る。

③説明(解法)の半自動生成

手続き的知識を機械自ら作り出すことを目標にして、最初に人による問題解決の方法論の分類・解析などを画像認識などの特定の領域を対象にして行うことで解析し、問題解決の構造・手順を記述する。その記述を進化計算などによって組み上げることで、説明できるAIを機械が半自動で構築する方式を開発する。

技術優位性

①機械学習の説明性・精度向上

学習時だけ参照できる入力変数情報を効率的に学習に利用する独自の浸透学習法や、潜在変数による独自の可視化および説明法を開発している。

②人の知識を利用する説明

分野タスクによって説明方法、人の知識の質と量は異なるため様々な説明方法や知識の機械学習への取込み方法が必要とされている。重要な入力変数やルールなどの人の知見を深層回路の設計などに組み込める本事業の方法論は新規性が高い。これまでに、人の知識の導入で認識率が改善できる場合だけでなく、かえって下がる場合などがあることを確認している。また、共進化できる知識ベースはこれまで開発されているとは言えない。

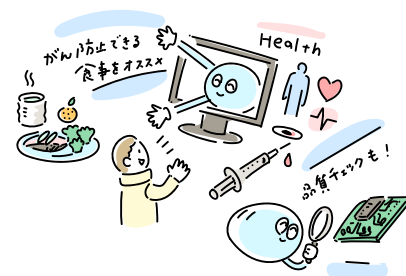
③説明(解法)の半自動生成

分野・タスクを指定した問題解決法の調査・解析結果を基にして実用性の高い処理アルゴリズムやプログラムの自動生成を行う方式として新規性・革新性があるとともにAIが自分で自分のプログラムを生成する将来のAIにもつながる研究である。

進化的機械知能に基づくXAIの基盤技術と産業応用基盤の開発

AI基盤技術を産業応用基盤・産業応用することで、人々の健康を守り、経済活動を促進し、持続可能な社会を創る。

開発している説明性・精度が共に高い説明するAI (XAI) 基盤ソフトウェアを導入することで技術向上可能な企業との協働を希望している。



想定されるアプリケーション

- ①ヘルスケア・医療
 - がんリスク判定
 - バイタルデータから将来の状態を予測
 - 生活習慣病等への健康支援
- ②製品製造工程での欠陥検査の省力化・自動化
- ③プラントなどの複雑システムの状態観察と障害発生予測
- ④販売後の機械のネット利用による障害発生検知 (理由: 5Gの発展により遠隔モニタリングが主流になったため)
- ⑤金融時系列商品の異常急変動の検出と予測

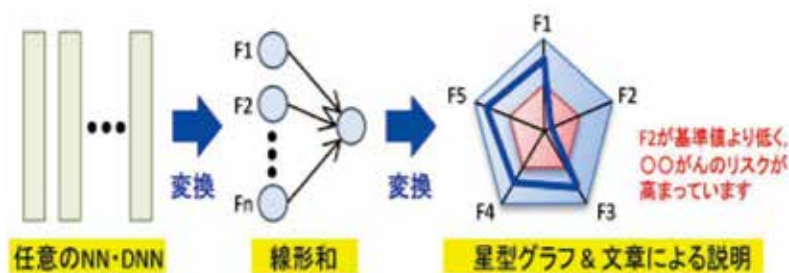


関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

現場の生産性・技術力向上をAIで実施しようとしている医療・製造業・農業関係の企業



リスク・欠陥における検知と予測精度の向上

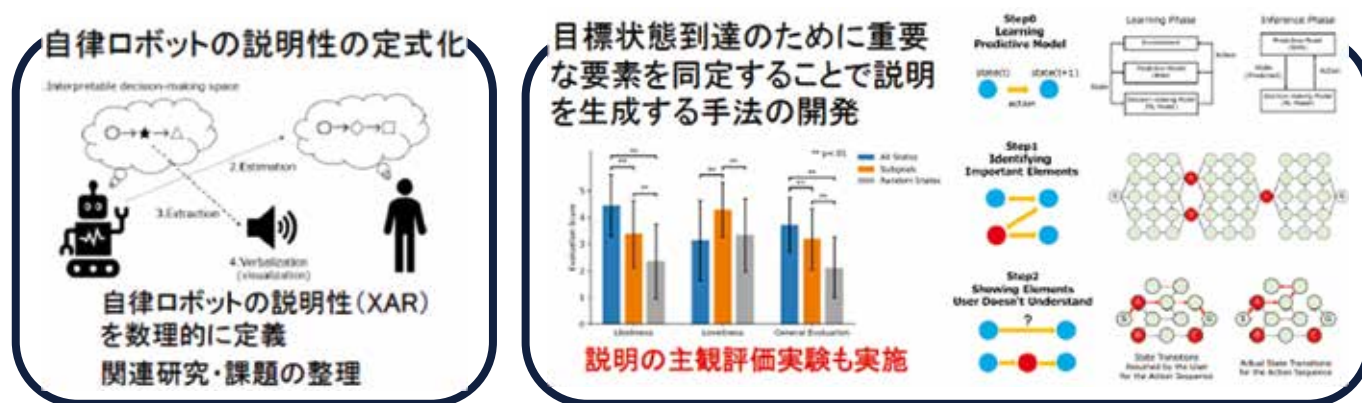
人間における疾病、機械における故障等に対して、これまでの知見による学習と学習結果の簡易表示能力により、対象者に素早く周知できるシステムを構築することができる。

プロジェクト名	進化的機械知能に基づくXAIの基盤技術と産業応用基盤の開発
代表機関	横浜国立大学／東京医科大学／キューピー(株)
主要研究者	長尾 智晴(横浜国立大学)、落谷 孝広(東京医科大学)、河野 純範(キューピー(株))
Website	-
E-mail	nagao@ynu.ac.jp

説明できる自律化インタラクションAIの研究開発と 育児・発達支援への応用（説明性に要求される技術の開発）

大阪大学／電気通信大学／(株)ChiCaRo

現在大きな社会問題となっている育児の孤立化（ワンオペ育児）や保育士不足、発達支援における人手不足を、AI技術（人の意図や知識を理解して学習するAIの基盤技術及び説明できるAIの基盤技術）を利用して解決することを目指す。人工知能の信頼性に関する技術開発/脳型生成モデルによる推論・言語と非言語の融合によって説明するAIを基盤技術として、自律化AI（ロボット）の説明性に要求される技術の開発を行う。本研究開発は、①-3-4「育児・発達支援への応用を目指した人-ロボットインタラクションを自律化するためのAI技術の開発」と同時に遂行する。



図：自律ロボットの説明性の定式化と説明手法の提案

取組内容

①データの提示や言語による説明手法の開発

言語による説明は、インタフェースとしても重要であり、データの提示と併せてどのように説明を実現できるかを検討し、新たな手法を開発する。

②被説明者の状態を考慮した一般化説明手法の開発

被説明者の想定している状態空間を推定し、ロボット自身の状態空間との差異を埋めつつ説明する手法を開発する。その際、離散的な状態空間や連続的な状態空間など、さまざまな状況に一般化した手法を導出し、複雑なタスクにおいては、状況を階層化した上で適切な粒度の説明をする。

③被説明者の状態空間への介入手法の開発

被説明者の状態に介入することで、状況の理解自体を変化させた上で説明する場合を考慮する。どのような場合にロボットのモデルを合わせるのか、もしくは被説明者の状態に介入するのかを決めるための尺度やアルゴリズムを開発する。

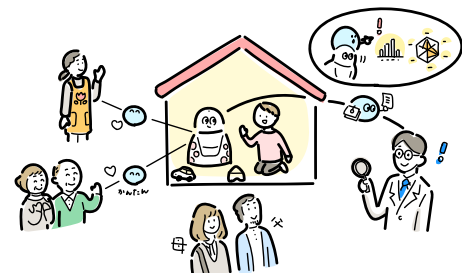
技術優位性

AIの説明性に関して国内外を問わず様々な研究がなされているが、多くは識別モデルの局所的な説明か大局的な説明に関するものである。学習する自律エージェントの説明性については問題を別の視点でとらえる必要があり、この問題にいち早く着目し問題の定式化と、その解法を世界に先駆けて開発している。世界モデルを用いた反実仮想や因果推論を利用しており非常に高い独創性があるといえる。言語による説明や被説明者の理解に基づく説明より高度かつ説得力のある説明をするという本質的に解決すべき課題であるという意識をもち、さらに解決する道筋を把握している研究グループはほとんど存在していない。そのような中で、自律化インタラクションAIにおける自律化プロセスと、説明性を融合した研究は非常に新しいユーザインタフェース実現に結び付く可能性がある独創的な研究といえる。

説明できる自律化インタラクションAIの研究開発と 育児・発達支援への応用（説明性に要求される技術の開発）

発達支援における教育者の不足を解決したい。

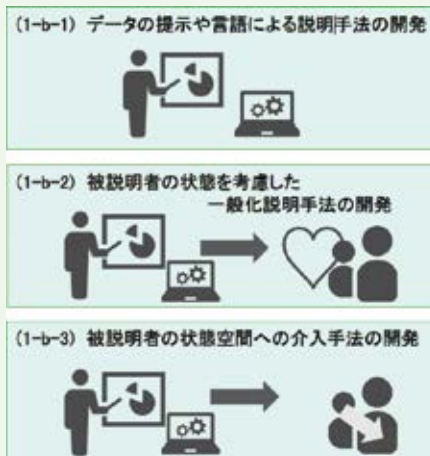
人-ロボット間の相互作用を自律化するためのシステム構築を行っている。これらの技術を使用した、教育者不足を解決しつつも教育レベルを下げたくない教育機関・企業・地方自治体との協業を希望している。



想定されるアプリケーション

専門家の技能を遠隔操作を通してロボットに学習させることで転移し、説明を行うことで、技能を人に伝承する（教育すること）を可能とする。

- ①学習者の行動を理解できる教育ロボット（ハード）
- ②専門家の技能学習・データベース化の簡易化（システム・ハード）
- ③機械を通した、リモートシッター・リモートエドューケーターによる教育（システム・ハード）



関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

育児・教育・技能育成を迅速かつ少人数で実施を目指している教育機関や地方自治体・装置を製造している企業



地域教育の拡充化

人口の偏りにより発生している教育者不足に対して機械を運用できる教育者のみの配置により、従来と同様な教育環境の提供が可能である。地域特有の教育文化も学習できるため、地域に根差した教育が可能になる。

プロジェクト名	説明できる自律化インタラクションAIの研究開発と育児・発達支援への応用
代表機関	大阪大学／電気通信大学／(株)ChiCaRo
主要研究者	長井 隆行 (阪大)、阿部 香澄 (電通大)、奥 温子 ((株)ChiCaRo)
Website	http://www.rlg.sys.es.osaka-u.ac.jp/
E-mail	nagai@sys.es.osaka-u.ac.jp

人と共に成長するオンライン語学学習支援AIシステムの開発

早稲田大学

本研究開発の目的は、オンライン英会話授業支援をメインターゲットとして、英語教育の専門家とAIが連携して受講者の英語コミュニケーション能力を判定し、学習者と教育者の双方に対して納得感のあるオンライン授業システムを実現する。

オンライン英会話授業支援をメインターゲットとして、**英語教育の専門家とAIが連携**して受講者の英語コミュニケーション能力を判定し、**学習者と教育者の双方に対して納得感のある**オンライン授業システムを実現する。

研究テーマ②

人とAI が協調して共に成長する
英会話能力判定システムの開発

研究テーマ①

人-人 大規模英会話データセットの構築

研究テーマ③

学習者の成長を促す説明性の高い
フィードバックの開発



図：オンライン英会話授業支援をメインターゲットとした、英語教育の専門家とAIが連携するイメージ図

取組内容

①人-人 大規模英会話データセットの構築

受講者の英会話能力がバランス良く観察できるように設計されたシナリオに基づく英会話データおよび実際のオンライン英会話の大規模データを収録する。

②人とAIが協調して共に成長する英会話能力判定システムの開発

英会話能力判定の枠組みをニューラルネットワークの構造に予め組み込むことで判断過程を説明可能とし、経験豊富な人間の判定者に最終判断を下してもらうような、人とAIが協働し共に成長する枠組みを提案する。

③学習者の成長を促す説明性の高いフィードバックの開発

開発された対話指向の英会話能力判定システムを用いて、オンライン英会話授業プログラムの中で学習者が短期・長期的に成長できるような説明性の高い学習フィードバックの枠組みを開発し、大規模な実運用を通して、学習者と指導者の双方に対する効果を検証する。

技術優位性

①インタラクティブ性

本研究テーマで開発する能動的データサンプリング対話戦略を技術を用いることにより、人間のインタビューに匹敵する、あるいは属人性を配した公平なスピーキング能力判定を実現することができる。

②診断的能力判定

ユーザの学習ゴールや性格も加味した認知診断的なフィードバック技術（現状分析+学習提案を適切な方法で伝達する）を用いることにより、より高い学習効果と学習意欲の維持が期待できる。

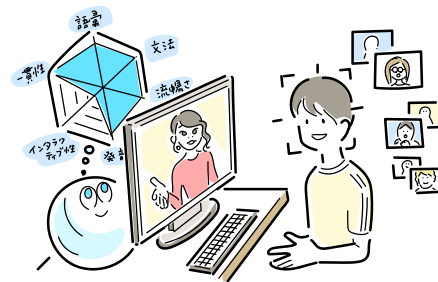
③セルフラーニング

対話システムと診断的能力判定、さらに人間同士のオンライン授業の超大規模な学習履歴のデータ分析に基づいて、効果的なカリキュラムとフィードバックが可能になる。

人と共に成長するオンライン語学学習支援AIシステムの開発

学習者と教育者の双方に対して納得感のあるオンライン授業システムを実現したい。

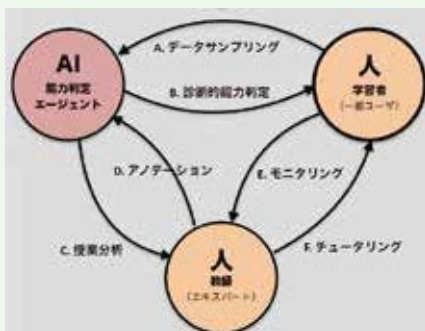
言語学習の習得における学習者の納得性あるセルフレARNINGシステムの提供により、誰でも容易に学習システムへアクセスできる。



想定されるアプリケーション

英会話セルフレARNINGサービスプラットフォーム

- データサンプリング：AIが対話戦略を通して学生から能動的にサンプリングする。
- 診断的能力判定：AIから学習者に対して、説明性の高い現状分析と学習提案を行う。
- 授業分析：学習者と教師同士のインタラクションをAIが分析し、そのインサイトを可視化する。
- アノテーション：人間の教師が各種の正解ラベルを付与する。
- モニタリング：人間の教師が学習者のアクティビティを観察する。
- チュータリング：オンライン授業プラットフォーム上でチュータリングを行う。



関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

社員の外国語能力向上を図る企業・英会話教育を推進していきたい教育機関



外国語習得における対人教育の削減

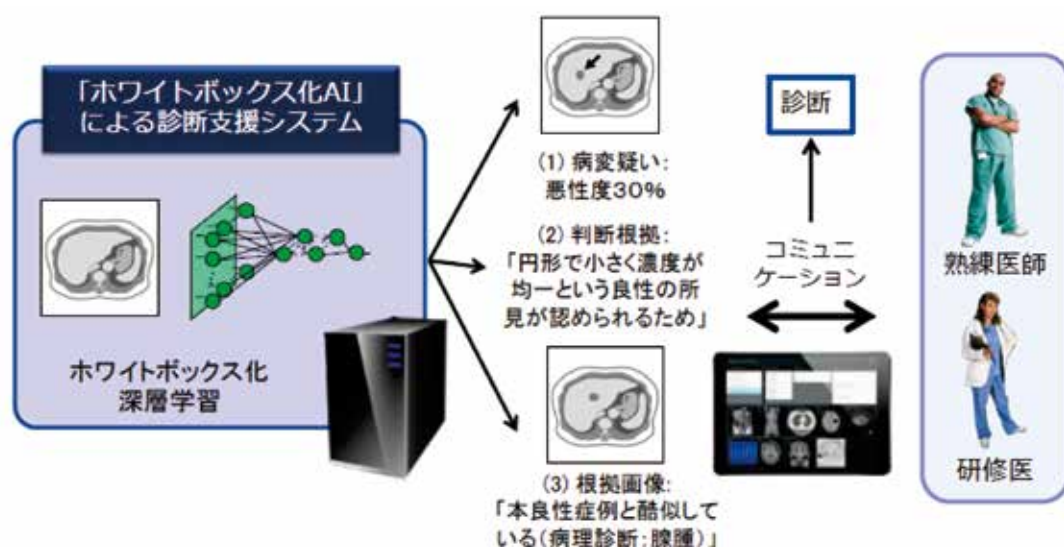
スピーキング能力が判定できて（判定）、次に何を勉強すればいいかわかって（学習提案）、継続できる（モチベーション維持）ができるような英会話セルフレARNINGサービスの対象者へのサービス提供が可能になる。

プロジェクト名	人と共に成長するオンライン語学学習支援AIシステムの開発
代表機関	早稲田大学
主要研究者	松山 洋一、鈴木 駿吾、佐伯 真於 (早稲田大学)
Website	https://www.teai-waseda.jp/
E-mail	matsuyama@pcl.cs.waseda.ac.jp

モジュール型モデルによる深層学習のホワイトボックス化

東京工業大学 / GEヘルスケア・ジャパン (株) / 神戸大学 / 東京大学

深層学習モデルをモジュール化し、役割を細分化・専門化することにより、複雑なモデルを単純化し、中身の解析や理解を容易にする。また、モジュール化された深層学習モデルを、既存の処理や従来の特徴量型機械学習モデルと融合することで、学習されたモジュールを既存の処理や特徴量で解釈可能とする。このようにして、ブラックボックスである深層学習を「ホワイトボックス化」し、深層学習の判断理由と根拠を説明できるようにする。さらに、「ホワイトボックス化された深層学習」をAI支援画像診断に応用し、その効果を医師による心理物理実験を通じて明らかにする。



図：医用画像におけるAIのホワイトボックス化

取組内容

モジュール型モデルによる深層学習のホワイトボックス化により、深層学習の「ブラックボックス」の問題を解決した「ホワイトボックス化AI」を開発する。また、その医療分野への応用に踏み込み、「ホワイトボックス化AI」を組み込んだAI支援画像診断システムのプロトタイプを完成させ、大学院等の医師による心理物理実験によってその効果を測定・評価する。

- ① 深層学習モデルのモジュール化
- ② モジュール型深層学習モデルの可視化
- ③ ホワイトボックス化AIの診断支援応用における社会ニーズ調査と分析
- ④ モジュールを既存のモデルで置き換えるメカニズムの開発
- ⑤ 学習されたモデルの説明、解釈、根拠の提示
- ⑥ ホワイトボックス化AIによるAI支援画像診断システムのプロトタイピング
- ⑦ ホワイトボックス化AIを利用した医師の心理物理実験

技術優位性

- ① 深層学習分野
深層学習モデルをモジュール化する試みは、内外でも我々のグループ以外には行っておらず、独創性・革新性が極めて高い。モジュール化により、役割を細分化・専門化できると同時に、複雑な深層学習モデルを単純化することができ、その中身の解釈を容易にする。
- ② 深層学習の中身を理論的に解析する研究
深層学習が学んだ内部ネットワークを可視化する試みは行われているものの、単なる可視化では判断理由・根拠を示すことはできない。本研究開発のようなアプローチは内外でも全く行われていない。
- ③ 独自性
医師がカルテに記載した自然言語による理由や根拠を、医用画像を入力するだけで提示できるAIの開発は、我々独自のものである。

モジュール型モデルによる深層学習のホワイトボックス化

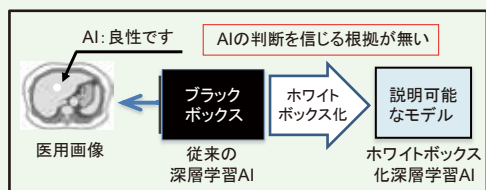
ホワイトボックス化ディープラーニング（深層学習）を搭載したAI支援診断システムを医師に提供する。

医用画像の診断支援AIを利用しようと考えている、または利用している医療機関・医師との協業を望んでいる。



想定されるアプリケーション

AIの判断理由や根拠を知ることができ、従来のAIに比べ、AIに対する医師の信頼度を向上させられ、その結果AIを活用した際の医師の診断能を向上させられる。医療を一応用として、本基盤技術を他の分野（自動運転、FA、ファイナンス、サービスなど）に展開可能である。

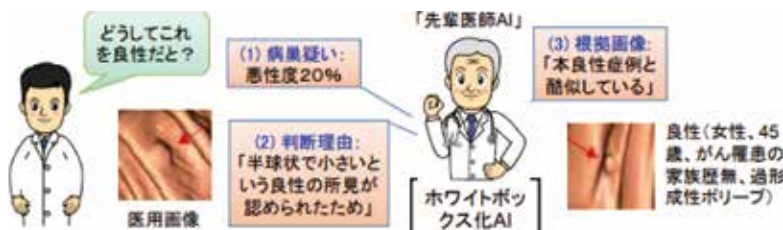


関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

画像診断をAIで補助しようと考えている、または運用している医療機関又は医師



医用画像のAI支援診断の信頼度を向上

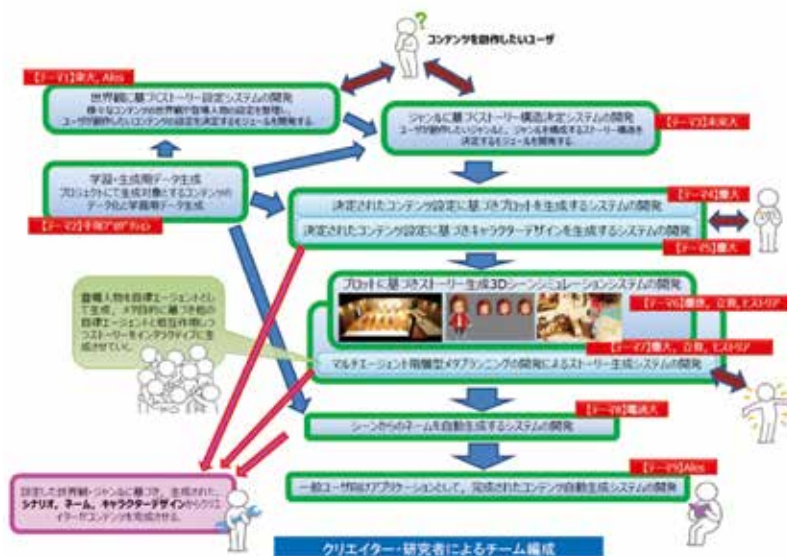
後輩医師があたかも先輩医師と共に働いているかのように、AIの判断理由や根拠を聞け、医師がAIを有効利用できるようになり、医師の診断能を向上させられる。

プロジェクト名	モジュール型モデルによる深層学習のホワイトボックス化
代表機関	東京工業大学 / GEヘルスケア・ジャパン (株) / 神戸大学 / 東京大学
主要研究者	鈴木 賢治 (東京工業大学)、大村 和元 (GEヘルスケアジャパン)
Website	http://www.bmai.iir.titech.ac.jp , https://www.gehealthcare.co.jp/products/edison
E-mail	suzuki.k.di@m.titech.ac.jp

インタラクティブなストーリー型コンテンツ 創作支援基盤の開発

慶應義塾大学／東京大学／電気通信大学／公立ほこだて未来大学／立教大学／
(株)手塚プロダクション／(株)Ales／(株)ヒストリア／(有)ネオンテトラ／(株)エッジワークス

TEZUKA2020を契機として、創造力支援のための2つのアプローチを、マンガに限定せずストーリー性のあるコンテンツ生成全般に適用することを目指し、実質3ヶ月間の稼働であったTEZUKA2020にて明らかとなった多くの課題を解決する。さらに人の創造力を後押しするための仕掛けを入れこみ、プロレベルのクリエイターによるさらなる高いクオリティのコンテンツの生成を可能とするだけでなく、一般ユーザであってもプロレベルに近いコンテンツの制作を可能とするシステム基盤の構築を目指す。



図：コンテンツの生成AIを開発に必要なテーマの全体像

取組内容

効率化を目指す現在のAIの活用とは対極的な、人ならではの能力である創造力を拡張するためにAIを活用するという、人と共生し人の創造力を後押しする役割の確立を行う。

- ① 世界観に基づくストーリー設定システムの開発
- ② 学習・生成用データ生成
- ③ ジャンルに基づくストーリー構造決定システムの開発
- ④ 決定されたコンテンツ設定に基づきプロットを生成するシステムの開発
- ⑤ 決定されたコンテンツ設定に基づきキャラクターデザインを生成するシステムの開発
- ⑥ プロットに基づきストーリー生成3Dシーンシミュレーションシステムの開発
- ⑦ マルチエージェント階層型メタプランニングの開発によるストーリー生成システムの開発
- ⑧ シーンからのネームを自動生成するシステムの開発
- ⑨ 一般ユーザ向けアプリケーションとして、完成されたコンテンツ自動生成システムの開発

技術優位性

従来の物語構造分析では構成要素の配列のみが注目されていたが、本研究では感情曲線分析と重畳することにより、物語の潜在的意味や物語の分量との関係性が明らかになった。これにより、クリエイターに対して、創作上の条件を勘案しつつより適切に生成する物語のジャンルを推薦できる。

従来の物語自動生成は特定のジャンルや少数の恣意的なデータセットに限定されたものであり、複数のジャンルにまたがる大規模な既存作品のデータセットに基づく構造分析、および自動生成は本研究が国際的にも初である。複数のジャンルに共通のフォーマットを用いることで、ジャンル間の計量的な構造の比較が初めて可能となった。また、複数ジャンルの物語を同じ形で扱えることで、今後ジャンル横断的・複合的な物語の自動生成にも発展させることが可能である。

インタラクティブなストーリー型コンテンツ 創作支援基盤の開発

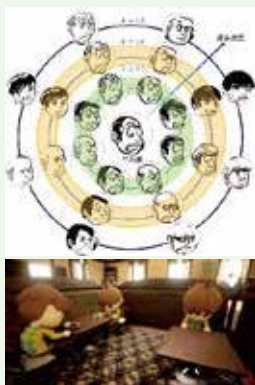
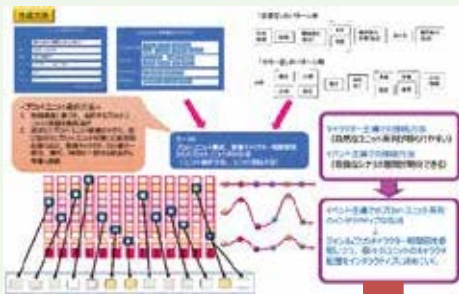
一般ユーザであっても完成されたコンテンツを 容易に生成できるシステム構築によるインタ ラクティブ創造支援サービスの提供

出版社・漫画家・ゲームクリエイターなどコンテンツを生み出す作業従事者のストーリー生成支援を実現する。



想定されるアプリケーション

人の創造力を増強させ、人のみでは生み出すことが困難な斬新・奇抜で多様なストーリー生成を可能とする、人と協調しつつインタラクティブに創造支援を行うAI



関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービス その他

想定される協業先

ストーリー性を必要とするコンテンツをクリエイトする出版社・漫画家・ゲーム会社



ストーリー生成の高速化

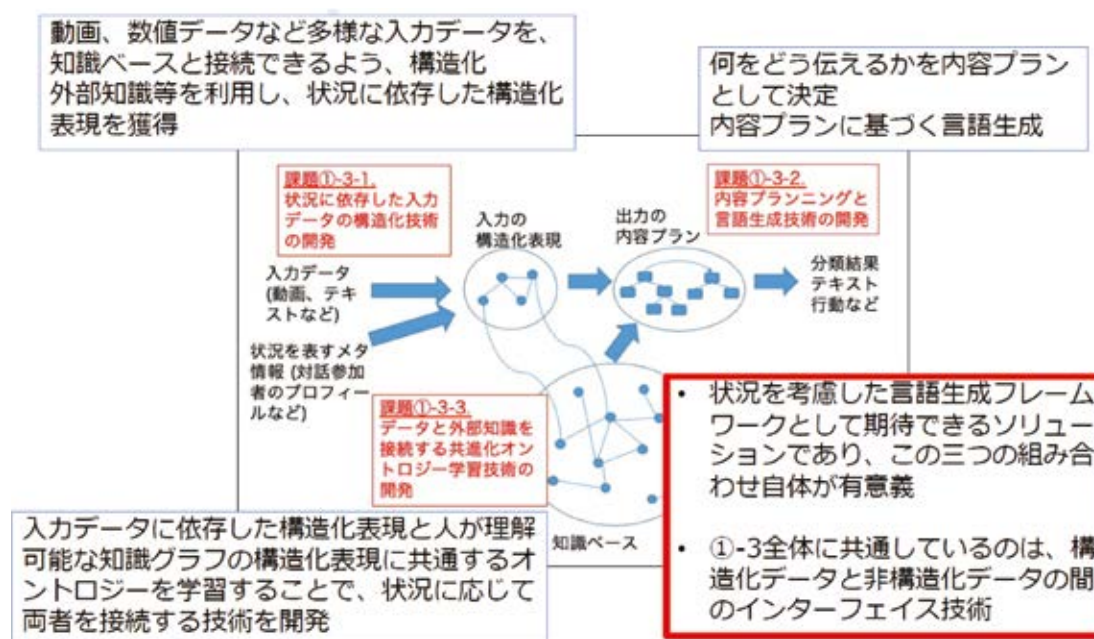
ストーリー性が販売に大きく影響するコンテンツは、それらストーリーを生み出すには莫大な時間を有する。これまで人間に頼っていたストーリー生成をAIにて一部行うことで、クリエイティビティは失わず高速化する事が可能である。

プロジェクト名	インタラクティブなストーリー型コンテンツ創作支援基盤の開発
代表機関	慶應義塾大学／東京大学／電気通信大学／公立はこだて未来大学／立教大学／(株)手塚プロダクション／(株)Ales／(株)ヒストリア／(有)ネオンテトラ／(株)エッジワークス
主要研究者	栗原 聡 (慶大)、松原 仁 (東大)、稲葉 通将 (電通大)、村井 源 (未来大)、三宅 陽一郎 (立教大)
Website	https://sites.google.com/view/nedocontents/
E-mail	satoshi@keio.jp

実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 (状況を考慮してデータを解釈し情報伝達する人工知能基盤技術の開発)

産業技術総合研究所

データの処理や解釈、人工知能と人とのコミュニケーションにおいては、背景や意図を含む状況（コンテキスト）が十分に考慮できていない。過去の状態や発話などの履歴、入力の付帯状況が動的に変化する状況、ドメインにおける目的や推定される意図などのコンテキストをどういう応用で考慮するのかを、例えばシステムミック文法などの枠組みなどから整理していくことでより“気の利く”人工知能を構築する。



図：入力データを解釈し情報伝達するAI開発の開発概要

取組内容

- ① **状況に依存した入力データの構造化技術の開発**
構造化表現をベースとし、時間情報や文脈・メタ情報を利用することで状況に依存した構造化表現を得る技術の開発を行う。
- ② **内容プランニングと言語生成技術の開発**
状況や意図を理解してコミュニケーションをする人工知能のために必要な内容プランの枠組みを決定する。また、入力に応じた適切な内容プランを推定する技術を開発する。さらに、内容プランを基に与えられた状況に適した発話や文章等を生成する技術を開発する。
- ③ **データと外部知識を接続する共進化オントロジー学習技術の開発**
外部知識ベースとなる知識グラフと、入力データおよびメタ情報から得られる初期構造化表現を接続するための共通のオントロジーを学習する技術を開発する。

技術優位性

本プロジェクトでは、様々な入力データに対して、知識を利用するなどして状況を解釈し、論理的な文章を生成する技術を目指しており、これを可能とする実用レベルの技術はまだ存在しない。多様な情報源からの情報統合と統合された情報からのテキスト生成にかかわる諸技術を開発することで、例えば 構造化データ、テキスト、ビデオの情報のきめ細かな相互参照を行う情報提供を行うサービス・相互矛盾を検出する Fake News Detection・文脈を考慮できる知的なチャットボットを作るための要素技術となることが期待できる。

優位性のある技術要素を挙げる。

- ① 汎用性の高い入力データの構造化技術の開発
- ② 内容プランの枠組みからの推定方法・利用方法
- ③ オープンドメイン対応可能な共進化オントロジー学習技術の開発

実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発 (状況を考慮してデータを解釈し情報伝達する人工知能基盤技術の開発)

仕事における機械・AIとの協調による生産現場の実現を目指す。

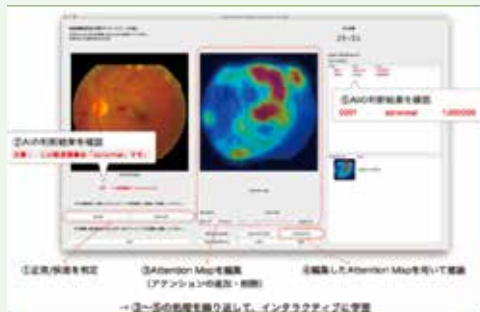
データ駆動のAI技術と人間のもつ知識とをつなぐAI技術を開発している。実際の製造機械メーカーやそれら技術を導入したい企業との協働を希望している。



想定されるアプリケーション

実世界に機械等が既に埋め込まれている工場や介護現場や、説明が必要な業態におけるAIの利用など、人と協調して問題解決に取り組めるシステムが提供可能である。

- ①部品のピッキング
- ②介護補助
- ③実況およびサマリの自動生成
- ④画像診断教育アプリ

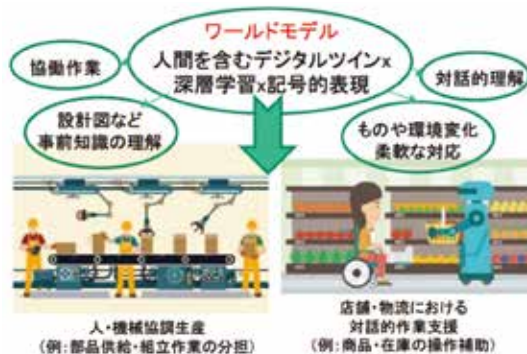


関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

工場での人と機械の協調生産や店舗内での商品の搬送作業を実施している、または装置を製造している企業



ロボットによる単純作業の能力向上

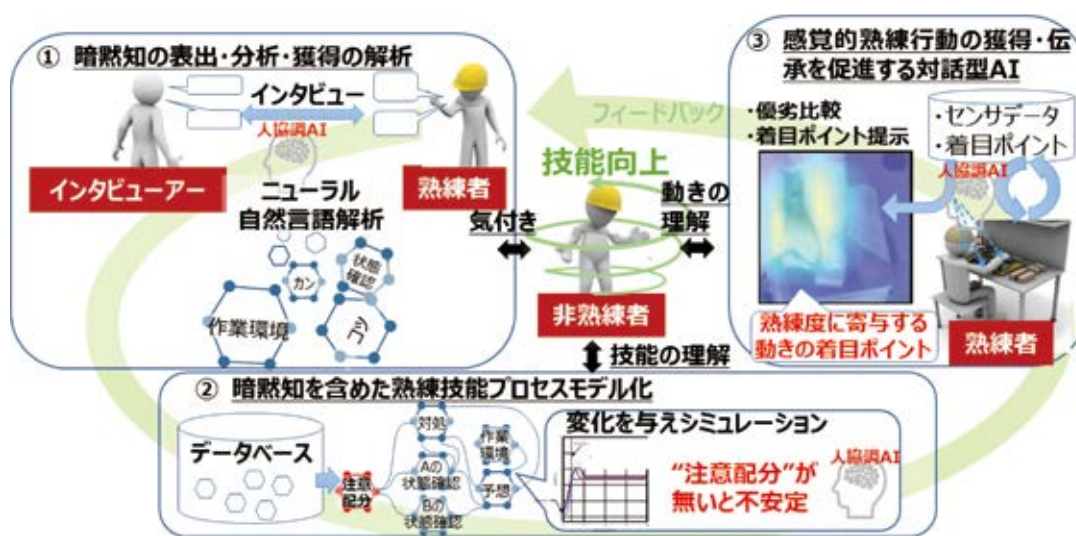
生産ラインや物流倉庫等、ロボット作業がある現場にて、本研究を導入することで、AIに支援されたロボット動作により作業の効率化が図れる。

プロジェクト名	実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発
代表機関	産業技術総合研究所
主要研究者	辻井 潤一 (産業技術総合研究所)
Website	-
E-mail	M-airc-nedo2020-contact-ml@aist.go.jp

熟練者暗黙知の顕在化・伝承を支援する 人協調AI基盤技術開発

京都大学／産業技術総合研究所／三菱電機（株）

従来から研究が進められてきた一定の条件下で共通した行動をとるような熟練者（定型的熟達者）だけでなく、作業条件やツール等周辺環境に働きかけながら自らのとるべき行動を変容させる熟練者（適応的熟達者）を対象として、応用的な行動を可能にする熟練者がもつ暗黙知の顕在化を目指す。熟練者の適応と調整の仕組みを明らかにすることで、非熟練者に対して効率的に伝承していくことを支援するための人協調AI基盤技術開発を、「新たなニューラル自然言語解析による暗黙知の表出・分析・獲得」「暗黙知を含めた熟練技能プロセスモデル化」「感覚的熟練行動の獲得・伝承を促進する対話型AI」の三点から行う。



図：研究テーマの全体構成

取組内容

- ①暗黙知の表出・分析・獲得の解析**
インタビューアーが積極的にインタビューに参加し、潜在している「カン、コツ」を能動的に引き出すための「仮説駆動型インタビューモデル」を構築し、発話連鎖の文脈の解析に基づいて暗黙知の獲得と分析を可能にする手法を確立する。
- ②暗黙知を含めた熟練技能プロセスモデル化**
計測データからなる熟練技能特徴量と作業結果を関連付けるデータベースプラットフォームを構築する。さらに熟練技能の発現には作業を取り巻く作業環境が寄与している点に着目し、機能と環境とが協同的に相互を創出する関係としてモデル化する。
- ③感覚的熟練行動の獲得・伝承を促進する対話型AI**
技能の効率良い習得のためには、上記の内容に加えて、作業間で捉え方の異なる感覚的な行動の顕在化が必要である。この行動を“センサデータ基準”で比較可能とし、理解を促して技能伝承加速を実現する人協調AI基盤技術を開発する。

技術優位性

- ①暗黙知の表出・分析・獲得の解析**
暗黙知の獲得のためのインタビューを、質問者と回答者のアクティブな相互行為を通して創発する「交渉モデル」としての協働過程としてモデル化し、その構築のためにAIによる自然言語理解の手法ならびに機械学習モデルによる発話の理解度判定を伴う半自動化されたタグ付け機能によって実現するのは新規手法である。
- ②暗黙知を含めた熟練技能プロセスモデル化**
あえて作業対象に擾乱を与えてみることで隠れている局所情報を顕在化させている熟練者の暗黙知に特徴的な「能動的知覚」のプロセスの妥当性を実証できるモデルとして革新的である。
- ③感覚的熟練行動の獲得・伝承を促進する対話型AI**
一対比較で熟練行動を判定するモデルや、AIの学習に人が介入する手法はあるが、これらを組み合わせ、熟練者にとって直感的な熟練行動判定モデルを構築し、これを技能伝承へ活用する研究は本研究が初めてである。

熟練者暗黙知の顕在化・伝承を支援する 人協調AI基盤技術開発

暗黙知の伝承を支援するAIによる生産現場力を維持向上させる。

熟練者と呼ばれる技術者が高齢化していくことに伴う技能伝承問題をAIによって解決したい企業との協働を望む。



想定されるアプリケーション

- ①技能習得訓練システム・遠隔OJT
- ②暗黙知の遠隔教示システム
- ③Cyber-Social Co-Coaching System (互助・協働型コーチング)
- ④熟練者と共に作業できる人・協働ロボット
- ⑤熟練を要する高難度な作業ができるロボット



関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

数値化されない技術を継承したいモノづくり起業



口伝技術のデータ化と半永久的な継承

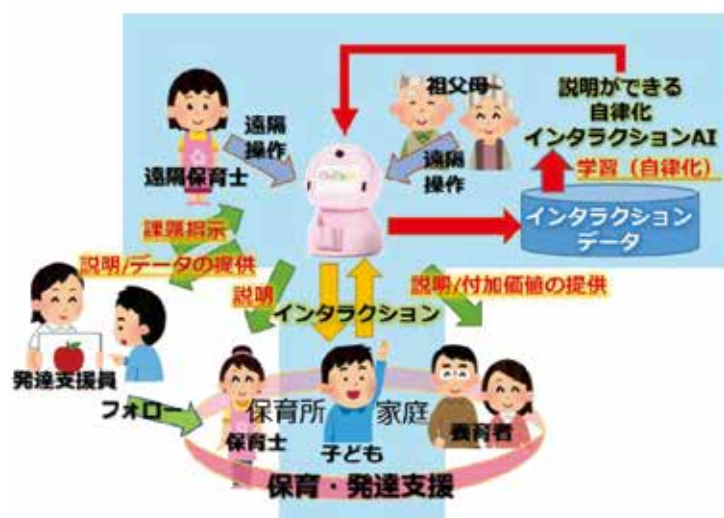
熟練工が減少している企業等において、暗黙知を顕在化させることで、若手への継承断絶を阻止し、また教育課程においても簡素化する事が可能になる。

プロジェクト名	熟練者暗黙知の顕在化・伝承を支援する人協調AI基盤技術開発
代表機関	京都大学／産業総合技術研究所／三菱電機株式会社
主要研究者	榎木 哲夫 (京都大学)、黒橋 禎夫 (京都大学)、澤田 浩之 (産総研)、虻川 雅浩 (三菱電機)
Website	https://www.syn.me.kyoto-u.ac.jp/ja/
E-mail	sawaragi@me.kyoto-u.ac.jp

説明できる自律化インタラクションAIの研究開発と 育児・発達支援への応用 (人-ロボットインタラクションの自律化)

大阪大学／電気通信大学／(株)ChiCaRo

現在大きな社会問題となっている育児の孤立化（ワンオペ育児）や保育士不足、発達支援における人手不足を、AI技術（人の意図や知識を理解して学習するAIの基盤技術及び説明できるAIの基盤技術）を利用して解決することを目指す。ここで開発する自律化インタラクション技術は、その操作・インタラクションデータを学習しChiCaRoを徐々に自律化する。さらには、そのデータを解析することで、その子どもの日常的な発達状態を専門家や保育士、養育者に説明し、発達支援の質を向上させる。本研究開発は、①-2-4「育児・発達支援への応用を目指した自律化AIの説明性に要求される技術の開発技術の開発」と同時に遂行する。



図：開発するインタラクションを自律化したAIを用いた応用システム図

取組内容

- ① **インタラクションデータを用いた自律化AIアルゴリズム**
統合認知モデルをインタラクション場面など特定のドメインに限定して適用する。そうすることで、モデル構築における自由度を減らし、実現可能な形に問題を定式化する。
- ② **遠隔操作者の意図理解の実現**
インタラクション相手の性格や状態の推定手法を学習モデルに取り入れる必要があるため、ロボットの行動学習（統合認知モデルの学習）だけでなく、インタラクション相手に関する情報を推定する。
- ③ **AIと遠隔操作者の共進化の実現**
自律化AIアルゴリズムによって徐々に自律化する遠隔操作システムでは、システムが動的に変化する。その変化が遠隔操作者の操作感を損ねることのない自律化インタフェースを開発する。

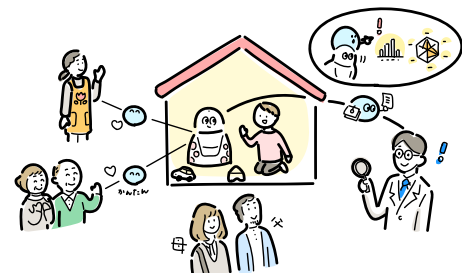
技術優位性

- ① **自律インタラクションロボットの実現**
本研究開発のターゲットはロボットの動作も含めたインタラクションの自律化である。育児支援などある程度のドメイン限定と学習によって柔軟性を確保し、人の遠隔操作をベースに学習を実現（意図やメタ戦略の表現学習）している。こうした自律化インタラクションAIの技術はまだ実現されていない。
- ② **教師無し学習に基づく脳型統合認知モデル**
モデルをロボットの行動学習に用いる技術は2020年度に開発しており、すでに簡単な家事タスクを自律化させることに成功した。これを模倣学習の枠組みに拡張し、動作を伴う対人インタラクションの自律化に応用する本研究は当グループが先導している。

説明できる自律化インタラクションAIの研究開発と 育児・発達支援への応用 (人-ロボットインタラクションの自律化)

発達支援における教育者の不足を解決したい。

人-ロボット間の相互作用を自律化するためのシステム構築を行っている。これらの技術を使用した、教育者不足を解決しつつも教育レベルを下げたくない教育機関・企業・地方自治体との協業を希望している。



想定されるアプリケーション

専門家の技能を遠隔操作を通してロボットに学習させることで転移し、説明を行うことで、技能を人に伝承する（教育すること）を可能とする。

- ①学習者の行動を理解できる教育ロボット（ハード）
- ②専門家の技能学習・データベース化の簡易化（システム・ハード）
- ③機械を通した、リモートシッター・リモートエドューケーターによる教育（システム・ハード）

(1-b-1) データの提示や言語による説明手法の開発



(1-b-2) 被説明者の状態を考慮した一般化説明手法の開発



(1-b-3) 被説明者の状態空間への介入手法の開発

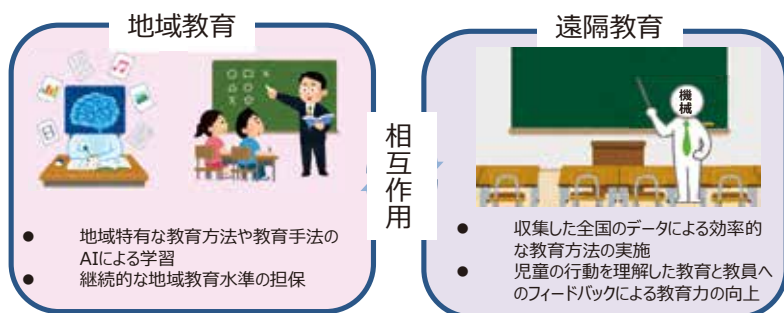


関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

育児・教育・技能育成を迅速かつ少人数で実施を目指している教育機関や地方自治体・装置を製造している企業



地域教育の拡充化

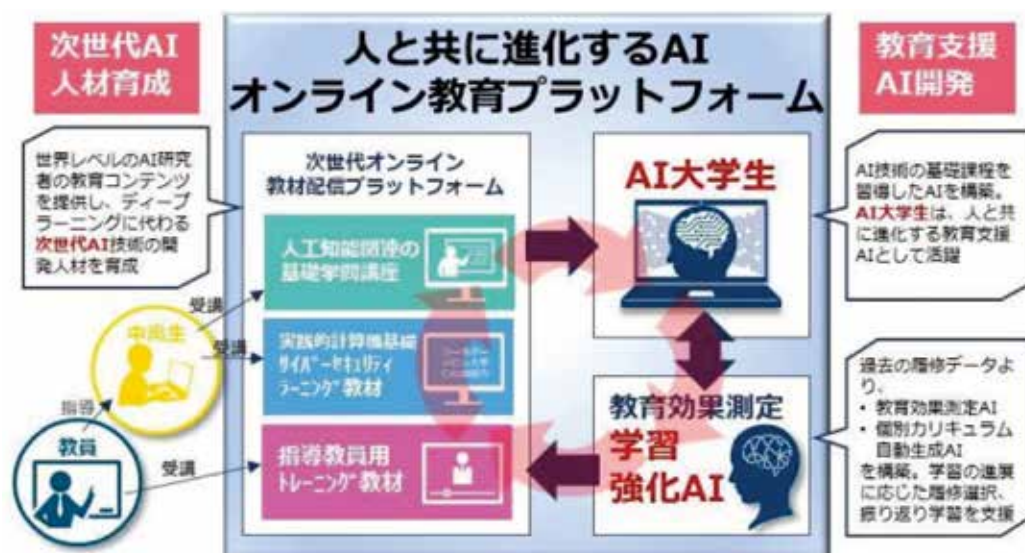
人口の偏りにより発生している教育者不足に対して機械を運用できる教育者のみの配置により、従来と同様な教育環境の提供が可能である。地域特有の教育文化も学習できるため、地域に根差した教育が可能になる。

プロジェクト名	説明できる自律化インタラクションAIの研究開発と育児・発達支援への応用
代表機関	大阪大学／電気通信大学／(株)ChiCaRo
主要研究者	長井 隆行 (阪大)、阿部 香澄 (電通大)、奥 温子 ((株)ChiCaRo)
Website	http://www.rlg.sys.es.osaka-u.ac.jp/
E-mail	nagai@sys.es.osaka-u.ac.jp

人と共に進化するAIオンライン教育プラットフォームの開発

京都大学／コグニティブリサーチラボ(株)／金沢電子出版(株)／千葉工業大学／MAIキャピタル(株)

本研究開発では、ディープラーニングを超える人工知能の開発に主眼を置き、計算機科学を中心とした基礎学問の教育プログラムを提供するオンラインプラットフォームを開発する。また、金沢電子出版株式会社が運営する名誉教授等の人材ネットワーク（e教育サロン等）を活用したAI関連講義ビデオの構築を行うと共に、1) 講義コンテンツの自動音声認識および自動翻訳による多言語字幕付与、2) 講義コンテンツの自然言語処理によるトピック抽出およびそれを用いた検索・チャプター分割、3) 音声認識を利用した不適切部分の抽出、4) CTFプラットフォームの開発とAIによる学習者への学習方法の提案、の4点を中心に研究を行うことで遠隔教育の有用性・アクセシビリティを高める。



図：人と共に進化するAIオンライン教育プラットフォームの概念図

取組内容

AIを活用したAI人材の育成＝プラットフォーム、講義・CTF等の教育コンテンツ、及びビジネスモデルの構築を行い、カリキュラム全体像、及び学びの可視化と教科書、学習履歴データの統合的な分析により、個々の学習状況に寄り添った教材のリコメンドや振り返り学習の支援を行う。下記4項目によって、学びの進行のデータ蓄積、分析と共に、AIもより適切な支援ができるよう進化する。

- ① ディープラーニングを超える新たな人工知能数理論理アルゴリズムの開発とセキュリティに考慮した社会実装を行える人材育成プラットフォームの開発
- ② AI技術を活用したAIオンライン教材の構築に関する研究開発
- ③ クラウド型AIオンライン演習教材の開発
- ④ 学生やシルバー人材を活用した課外活動型の理解促進教育

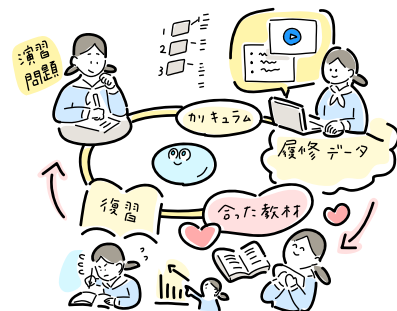
技術優位性

学習データの収集は個々のシステムで行われているのみであり、その標準化や統合的な収集、利活用に関しては、未だ今後の大きな課題であり、まさに我々が発起人になり設立したEd-AI研究会において主要な議論の対象となっているものであり、その点においても本研究による技術の先進性は評価されるべきものである。加えて、これらのデータ活用によるビデオ教材や演習教材の統合的なリコメンドの枠組みの構築は、CognitiveCTFへの統合も併せて他に類をみないものであり、その新規性・革新性は十分、主張できるものである。

人と共に進化するAIオンライン教育プラットフォームの開発

AIオンライン教育による持続的な高度人材育成基盤を提供。

カリキュラム全体像、及び学びの可視化と教科書、学習履歴データの統合的な分析により、個々人の学習状況にあった学習の支援を行う。



想定されるアプリケーション

with/postコロナ社会における、新たなオンライン、及びブレンDED教育による持続的な高度人材育成プラットフォームを提供。

- 専門的知識を持った音声翻訳エンジンによる多言語オンライン教育教材の提供。次世代インクルーシブ教育環境の構築を支援。
- 組織や国の枠を超えた教育ビッグデータ活用によるスーパーラーニング・システムを創出。
- シルバー人材活用による新たな経済再生モデルの創生。
- 学習履歴データの分析による企業/新たな産業ニーズとの人材マッチングサービスへの応用。

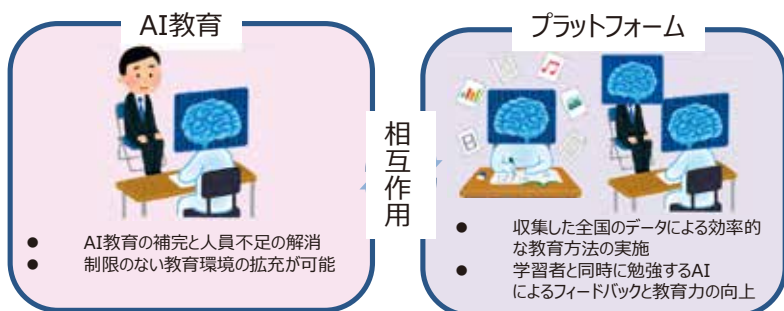


関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

デジタルトランスフォーメーションを目指した、AI関連教育を実施している教育機関や実施しようとしている事業者



不足するAI人材の教育機会の創出

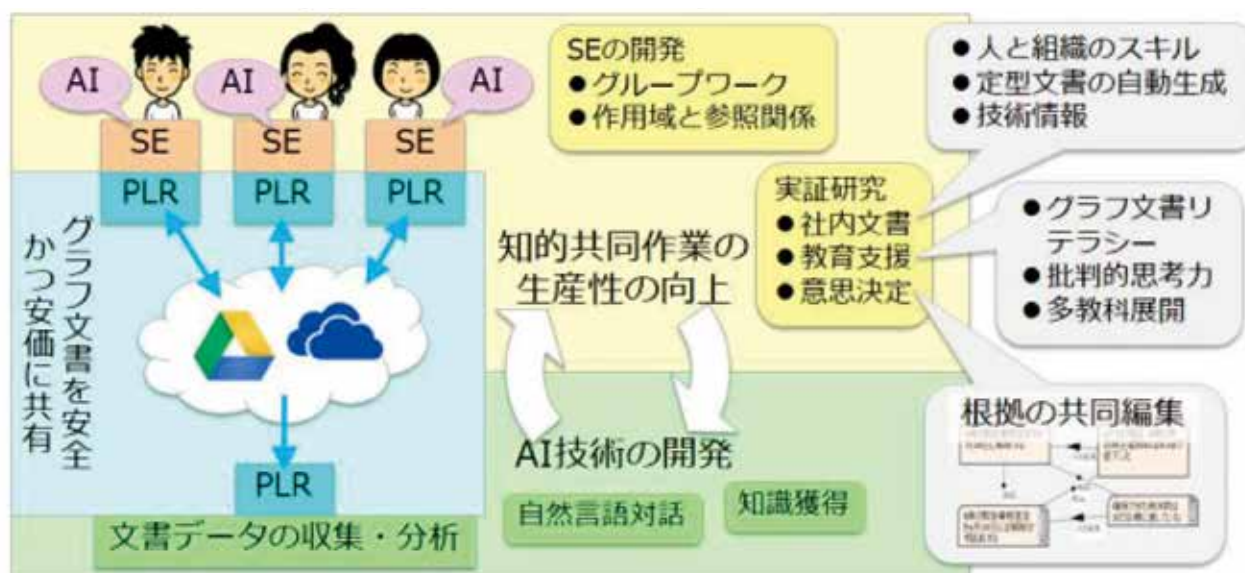
デジタルトランスフォーメーションが必須な社会において、AI人材の確保・教育が必要な事業者が当該研究成果の導入によって、教育機会の創出が可能になり、人材不足の改善につながる。

プロジェクト名	人と共に進化するAIオンライン教育プラットフォームの開発
代表機関	京都大学／コグニティブリサーチラボ(株)／金沢電子出版(株)／千葉工業大学／MAIキャピタル(株)
主要研究者	美馬 秀樹(京都大学)、 苫米地 英人(コグニティブリサーチラボ(株))、 藤原 祐介(コグニティブリサーチラボ(株))
Website	https://researchmap.jp/hideki_mima/ 、 https://www.crl.co.jp 、 https://web.cognitivetf.com/
E-mail	mima.hideki.8y@kyoto-u.ac.jp

人とAIの協調を進化させるセマンティックオーサリング基盤の開発

理化学研究所／沖電気工業(株)／東北大学／名古屋工業大学

共同セマンティックオーサリング（オントロジーに基づくグラフ文書のオンライン共同作成）を支援するツール（セマンティックエディタ; SE）を開発し、知的共同作業の生産性とセキュリティを高める。また、SEを用いて社内文書処理や教育や意思決定を支援する方法を明らかにする。さらに、SEの普及により日常の業務や生活で大量に生成されるグラフ文書のデータから良質の知識を獲得することで高性能の人工知能を実現し、共同セマンティックオーサリングの支援に限らないさまざまな目的に活用する、スケーラブルで持続可能な基盤を構築する。



図：研究開発の概要

取組内容

- ① **セマンティックエディタの設計と評価**
SEのユーザビリティを評価・改良することにより、その機能が知的生産性の向上に有効であることを検証する。
- ② **セマンティックオーサリング支援技術の開発**
SEに対話機能等を付加することにより、文書の共同作成に基づく業務の生産性を高める技術と、その持続可能な運用法を開発する。
- ③ **教育支援**
セマンティックオーサリングを教育に応用するための自然言語処理技術および教育学習環境を開発するとともに、その効果を高める活用法を探索する。
- ④ **意思決定支援**
政策決定等の議論における意思決定の精度と効率と説明可能性をセマンティックオーサリングによって高める方法を開発する。

技術優位性

- ① **セマンティックエディタの設計と評価**
 - 文書の内容をグラフで完全に表現
 - 談話関係や発話タイプのオントロジー
 - 数十億人が安価に利用可能
- ② **セマンティックオーサリング支援技術の開発**
 - 業務文書のグラフ構造化による生産性の向上
- ③ **教育支援**
 - 知識と推論に基づく論述のロジック解析モデルの実現
 - 論述のロジックレベルの診断・評価
- ④ **意思決定支援**
 - 反復的合意形成プロセスのモデルに基づく自動ファシリテーション

人とAIの協調を進化させるセマンティックオーサリング基盤の開発

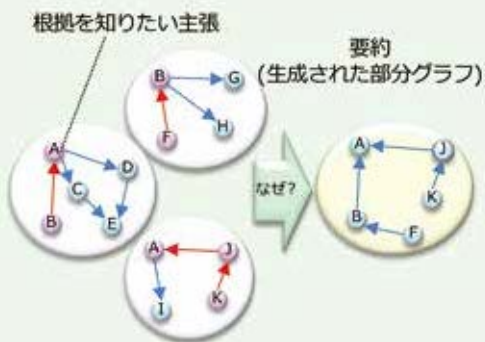
セマンティックオーサリング基盤の構築により、知的共同作業の生産性を向上させる。

グラフ文書により人間の生産性を高めると同時にAI技術の水準も向上させることで人とAIの協調を進化させる基盤の構築を目指す。



想定されるアプリケーション

グラフ文書の中でいま注目しているノードに対して、「なぜ?」・「それで?」・「たとえば?」のような質問に応じてその回答となる部分グラフ（グラフ文書全体の要約）をAIがインタラクティブに作ってくれる。たとえば下図で主張Aに対して「なぜ?」と質問すると右側のグラフが生成され、それによってAの根拠がわかる。

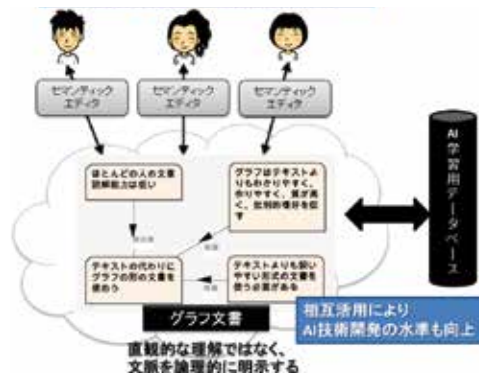


関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

営業・権利・許諾関係の文書を作成し提供する事が業務の中心であり、それら文書が会社の損益につながる企業



企画・設計・開発等の速度と質の向上

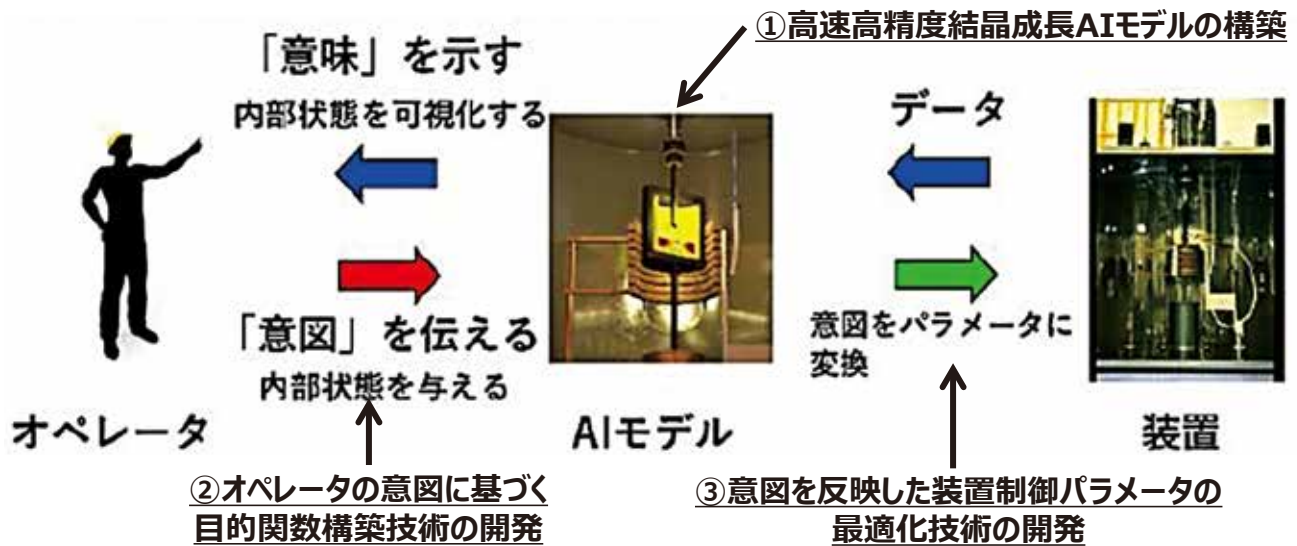
文書の論理的構造を明示することにより、企画書や権利関係書類の作成と理解を容易にし矛盾や誤読を防いで文書の質とその内容に関する合意形成の効率と精度を高めることで、企画・設計・開発等の生産性を向上させる。

プロジェクト名	人とAIの協調を進化させるセマンティックオーサリング基盤の開発
代表機関	理化学研究所／沖電気工業(株)／東北大学／名古屋工業大学
主要研究者	橋田 浩一(理研)、村田 稔樹(OKI)、乾 健太郎(東北大)、白松 俊(名工大)
Website	https://www.assemblogue.com/apps/PLR2.html
E-mail	koiti.hasida@riken.jp

AIとオペレータの『意味』を介した コミュニケーションによる結晶成長技術開発

名古屋大学／産業技術総合研究所／理化学研究所／アイスクリスタル(株)

次世代半導体を合成する結晶成長プロセスなどの開発は、とても複雑で開発に時間がかかる。また、研究者のセンスがカギとなる。本事業では、機械学習技術を駆使し素材プロセスの高速高精度モデルを構築し、そのモデルを用いてオペレータが疑似的実験を行うことで、オペレータの判断を目的関数化し、それによりプロセスの最適化を行うためのシステムを構築する。さらに、これらのシステムを実際のプロセス装置と連携することで、実際に素材開発を行う。本研究では、素材プロセスの例として、GaNやSiCといった次世代半導体結晶成長について、システム開発と高品質結晶成長を実現する。



図：本事業開発の概要とサブプロジェクトとの関係性

取組内容

- ①高速高精度結晶成長AIの構築**
シミュレーションの高速モデル化を目指し、結晶成長のモデル化を行い、モデルにフィッティングパラメータを組み込んで、実際の実験結果と比較し「まさに目の前にある装置を再現するモデル」を実現する。
- ②オペレータの意図に基づく目的関数構築**
空間分布を代表的な複数のパラメータで表す技術を開発し、オペレータの判断を完全に行列で表すことで、多くの内部状態の例をオペレータに提示し、オペレータ判断データで学習することで、AIモデルを構築させる。
- ③意図を反映したパラメータの最適化**
制御誤差、およびAIモデルの誤差の両方を考慮した最適化を行い、一連のシステム化をする。また、それらをSiC溶液成長実験とGaN気相成長実験を通してシステムの有効性の評価を行う。

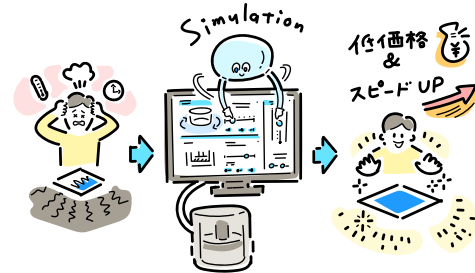
技術優位性

- オペレータが経験的に感じ取っている最適な状態を、一対比較と潜在空間を用いた手法で明示して、スコアリングする。これにより、数値化しづらい状態を明示的に表現することができる。
- 数値化しづらかった状態を潜在空間上で数値として表せるようになることから、最適化手法を用いて、その状態を実現する実験パラメータを求めることができる。
- さらに、潜在変数の意味を明らかにすることで、オペレータの判断などの意味付けや、ノウハウの継承なども可能となる。
- オペレータの判断を逐次数値化することで、例えば、試行錯誤を行うときの、結果とオペレータの判断の変化なども明示化できる。これにより、試行錯誤の過程をも、将来的にはモデル化が可能となる。

AIとオペレータの『意味』を介した コミュニケーションによる結晶成長技術開発

半導体デバイス開発の低コスト・超高速化を実現したい。

「研究者のセンス」を組み込んだAIのシステム構築を行っている。実際の材料開発やデバイス開発を行いたい企業との協業を希望している。



想定されるアプリケーション

非常に複雑で開発に時間がかかる結晶成長プロセスなどの開発をコンピュータ中の疑似実験により効率化ができ、新デバイス開発が低コスト・超高速に行えるようになる。

- ①結晶成長プロセスの事前検討（システム）
- ②オペレータの勉強機会獲得による知見獲得（システム）
- ③AI-オペレータの意図を有する制御装置（ハード）



関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

プロセスインフォマティクスにより結晶性材料の開発を促進することで、新しい材料・デバイスの開発を目指している企業

本事業で構築したシステム基盤



開発加速



新規材料
新プロセス
新デバイス

シミュレーション材料の現実化

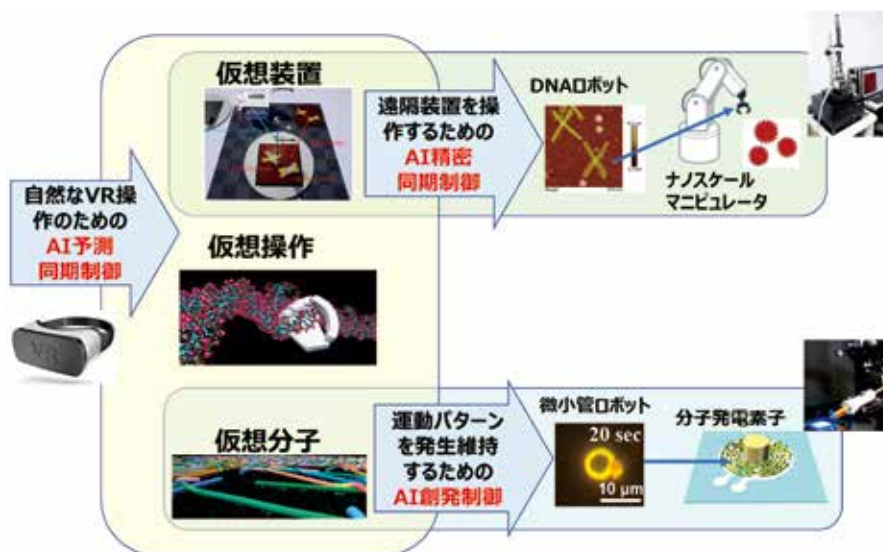
新規材料開発に向けて、シミュレーションによる用途別に最適な分子構造が数多く報告されているが、実際に合成できない・合成方法が確立されていない。「研究者のセンス」を組み込んだAIの基盤を導入することで実現が可能になる。

プロジェクト名	AIとオペレータの『意味』を介したコミュニケーションによる結晶成長技術開発
代表機関	名古屋大学／産業技術総合研究所／理化学研究所／アイスクリスタル（株）
主要研究者	宇治原 徹（名大）、竹内 一郎（名大）、清水 三聡（産総研）、沓掛 健太郎（理研）
Website	-
E-mail	ujihara@nagoya-u.jp

AIとVRを活用した分子ロボット共創環境の研究開発

関西大学／京都大学／(株)分子ロボット総合研究所

分子ロボットは一般的に、分子部品の自己組織化により創成される。これらは、原子間力顕微鏡や透過型電子顕微鏡を用いることで観察できる。しかしながら、分子ロボットを構成する分子部品の設計は容易でなく、生体分子や化学反応に関する高度な知識と経験が不可欠となっている。また、分子部品を完成のための設計・実験・観察のサイクルが長いことが分子ロボットを実用化する上でのボトルネックとなっていると言っても過言ではない。本研究では、AIやVRを活用し、インターネット上でドライ系研究者とウェット系研究者が協力して分子部品を設計できるVR共創環境を構築する。



図：VR共創環境で実施する研究内容の概念

取組内容

- ①分子ロボット創成のためのVR共創環境の研究開発**
クラウド上で分子シミュレーションを実行し、WANおよび5Gで動作するVR共創環境を構築する。また、マルチユーザ化することで、地理的に離れた研究拠点間でVR上の仮想分子を共有し、操作できるVR共創環境の構築を目指す。
- ②DNAロボットの創成とナノスケールマニピュレータへの応用**
機械学習と高速AFMによる測定データの重ね合わせ画像解析を組み合わせることにより、DNA分子ロボットに微細構造まで観察可能な、従来のAFMの解像度を超える超解像AFMシステムを開発する。
- ③微小管ロボットの創成とマイクロ化学エネルギー発電素子への応用**
微小管分子ロボットで用いられる筒状の分子構造を仮想現実（VR）環境で再現するモデルを開発し、このモデルを活用した、微小管以外のアクチンなどの棒状の分子オブジェクトにも適用できることを実証する。

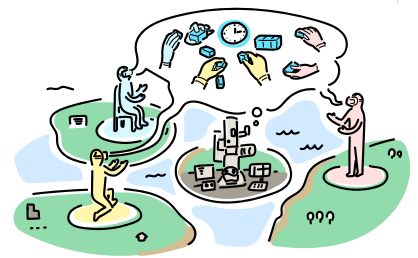
技術優位性

- ①分子ロボット創成のためのVR共創環境の研究開発**
実時間推論と学習技術を活用した長通信遅延、低伝送速度環境で動作する仮想ハンドの同期制御が可能になり、VRシミュレーション上での仮想分子、仮想装置を用いた仮想実験の展開ができる。
- ②DNAロボットの創成とナノスケールマニピュレータへの応用**
VR分子とVR探針から生成したAFM画像を学習セットとした超解像画像の生成により、AI&VR技術を活用した直感的なAFM操作環境の実現が可能になる。
- ③微小管ロボットの創成とマイクロ化学エネルギー発電素子への応用**
類似技術もなく国内外に同様の取組もない。AI技術を活用して非線形力学系の観点から微小管ロボットを解析し、実時間推論と学習により大規模渦巻運動を創発、維持することで、化学エネルギーで駆動する発電素子の開発が可能になる。

AIとVRを活用した分子ロボット共創環境の研究開発

地理的に離れた複数の拠点から複数の利用者が同じ仮想分子を操作するVR共創環境により分子ロボット創成を加速する。

合成生体材料の開発をしている企業や分子シミュレーションを実施している研究機関・企業とのプラットフォーム構築を望んでいる。



想定されるアプリケーション

実時間AIとクラウドVR技術を活用することによりインターネットや次世代通信網を介した様々なVR応用に適用可能

- ①手で操作できる「仮想分子」を用いたVR創薬
- ②視覚的に操作できる「仮想装置」を用いたVR実験サービス
- ③自然な「仮想操作」を用いたVRアート

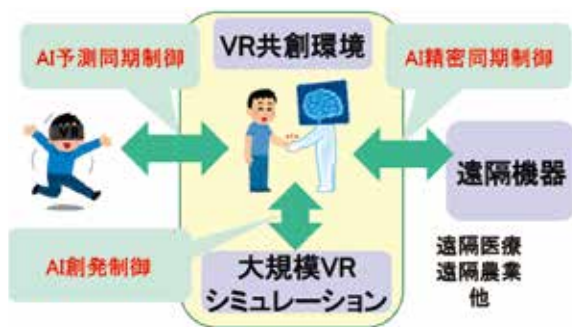


関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

生体材料や分子の構造解析により新規分子の創出を図っている企業や研究機関によるプラットフォームの共同利用



VRシミュレーションによる新規分子創出加速

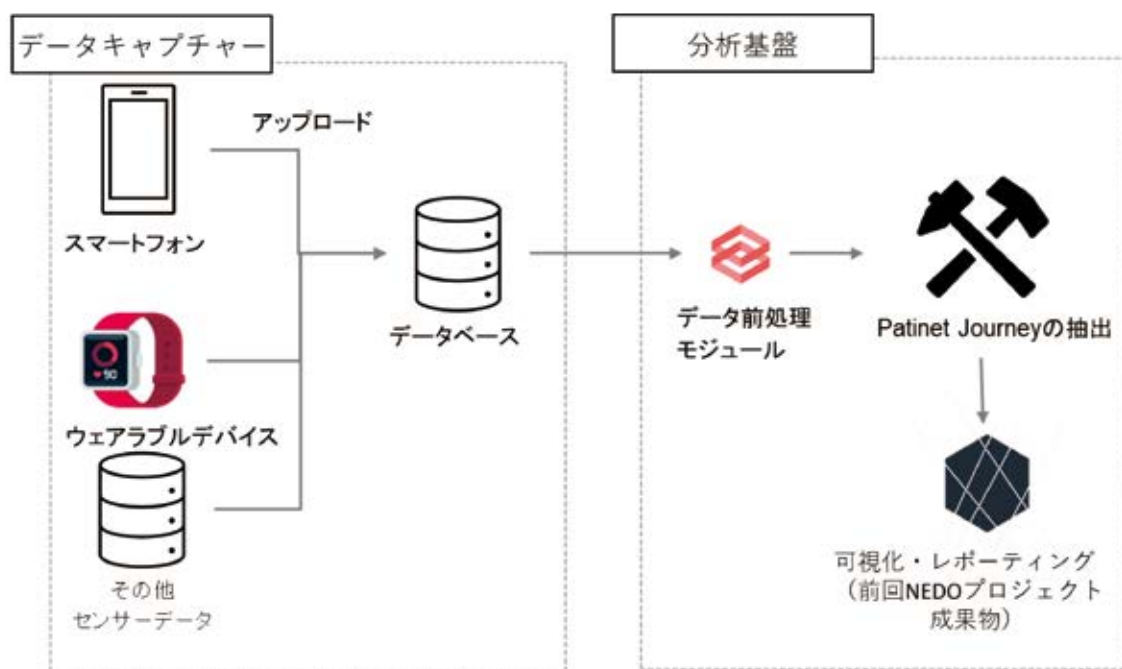
VR共創環境が提供する大規模VRシミュレーションサービスと遠隔機器のVR実験サービスを活用することで、検討している分子の創出が加速できる。

プロジェクト名	AIとVRを活用した分子ロボット共創環境の研究開発
代表機関	関西大学／京都大学／(株)分子ロボット総合研究所
主要研究者	葛谷 明紀 (関大)、角五 彰 (京大)、小長谷 明彦 (分子ロボ)
Website	https://molecular-robot.com
E-mail	info@molecular-robot.com

Patient Journeyを理解し臨床開発での意思決定を支援する人工知能基盤の開発

サスメド(株)／東京大学／東北大学／滋賀大学／名古屋市立大学

サスメド(株)がこれまで研究開発を続けてきた人工知能基盤をベースに、Patient Journeyを理解し、臨床開発での意思決定を支援する人工知能基盤の開発を行う。具体的には「時系列医療データからのPatient Journeyの抽出機能の開発」「因果探索を用いたPatient Journeyの構造説明機能の開発」の2点を実施する。さらに開発した人工知能基盤は共同実施先に所属する複数の大学病院でその実用性の検証を行う。



図：得られた医療データの処理経路と各種システム

取組内容

臨床試験（治験）における利用を想定している。本来臨床試験においてデータ取得はデータの信頼性担保の観点から医療機関において医師の監督下での実施が原則だった。しかしコロナ禍において医療機関受診が難しくなった現在、本基盤のような医師の非監督下での取得が主流になると考えられる。

① 質の高いデータの取得

個人のなりすましを防ぎながら患者情報を在宅で容易に取得できる時系列データ取得基盤を開発する。

② 抽出アルゴリズムの開発

治療歴をもとに時系列医療データから患者抽出する。

③ 妥当性の検証

大学病院・国立研究センターに検証基盤を提供し医療機関の専門医が抽出アルゴリズムの妥当性を検証する。

技術優位性

技術優位点は「専門医の知見を組み込みながら、患者の治療歴（Patient Journey）から、臨床開発の患者を抽出することができる」ことである。

開発システムは、以下の2つの機能を有している。

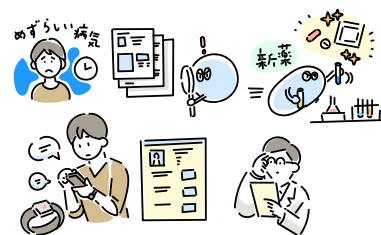
- 医療データベースと直結した形で、医師の知見をベースに客観的にPatient Journeyを抽出できる
- Patient Journeyの構造を説明する人工知能基盤および専門医による検証が可能である

特にアンメットメディカルニーズ領域のPatient Journeyの構造を把握する際は専門医の知見を吸収し進化する仕組みが必要であり、臨床開発候補の患者を抽出するAIと、専門医の知見を組み合わせながら、最適化していく人工知能基盤を開発し、実用性の検証を行っている。

Patient Journeyを理解し臨床開発での意思決定を支援する人工知能基盤の開発

医療ビッグデータからPatient Journeyを抽出する。

医療ビッグデータからPatient Journeyを抽出し、臨床試験（治験）および臨床研究への活用を希望する大学・病院・製薬企業との協業を希望している。



想定されるアプリケーション

本システムは大学・製薬企業における臨床試験（治験）および臨床研究での利用を想定している。対象とする疾患をもつ患者候補を効率よく抽出することで、臨床試験における患者のリクルーティングの加速につながり、臨床試験期間の短縮、ひいては臨床開発費用の削減が期待できる。with / post コロナ社会において、感染防御力の弱まった患者が多数集まる医療機関への受診は極力削減できることが望ましい。本プロジェクトの根幹となる「時系列医療データ取得基盤」はスマートフォン上で動作するアプリであり、自宅での臨床試験が実施可能になる。これによって医療機関への受診回数を減らしながら極力質の高い患者を集めることができる。



関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

医療ビッグデータを基に、Patient Journeyを抽出して医療に活用させたい病院・専門機関・製薬企業・医療機器開発企業



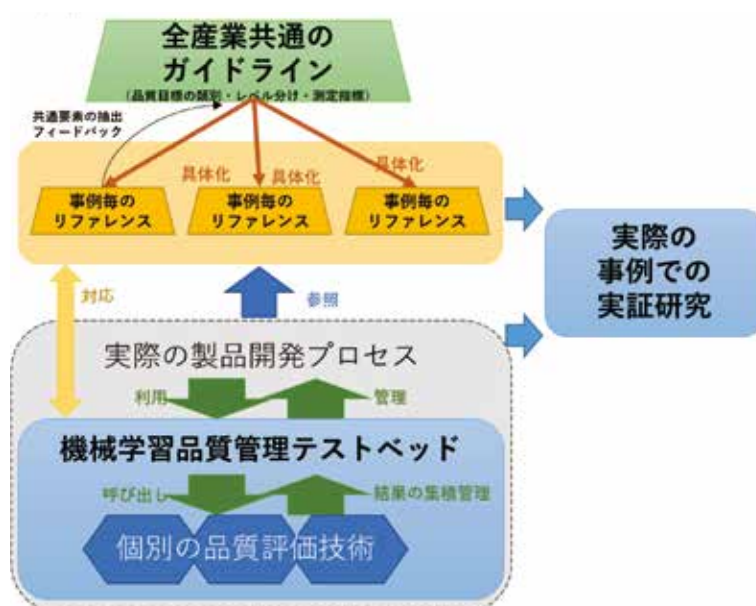
医薬品の開発には欠かせない臨床試験には莫大なコストを要し、このことが医薬品価格の高騰の要因のひとつにもなっている。私たちが独自に開発したブロックチェーン技術で臨床試験のデータの信頼性を担保することにより、臨床試験に割かれていた人手とコストの削減を実現する。

プロジェクト名	Patient Journey を理解し臨床開発での意思決定を支援する人工知能基盤の開発
代表機関	サスメド (株) / 東京大学 / 東北大学 / 滋賀大学 / 名古屋市立大学
主要研究者	上野 太郎 (サスメド)、大庭 幸治 (東大)、新妻 邦泰 (東北大)、清水 昌平 (滋賀大)
Website	-
E-mail	office@susmed.co.jp

機械学習システムの品質評価指標・測定 テストベッドの研究開発

産業技術総合研究所

人工知能、特に統計的機械学習を利用した各種産業製品の品質について、その製品に必要な安全性やセキュリティなどの品質が十分に担保されていることを確認でき、その品質を明確に説明し受容可能にする方法について、具体的な事例ベースの研究開発を行い、機械学習品質ガイドライン、品質管理リファレンスガイドとテストベッドソフトウェアとして実現する。将来の認証制度等と連動した品質保証プロセスの統一的作業基盤（の選択肢の一つ）として広く社会供給することで、人工知能の社会実装への大きな障害を除去することを目指す。



図：活動の全体像

取組内容

- ① **機械学習品質ガイドラインの開発および標準化提案**
統計的機械学習を利用した各種産業製品の品質のマネジメントガイドラインの普及や国際標準化を進める。
- ② **機械学習応用分野ごとの品質評価リファレンス策定**
機械学習技術の産業応用における品質評価について、具体的な応用分野や具体的なシステム・サービスを想定して、応用分野・特性ごとの具体的な機械学習品質評価リファレンスを策定し、そのために必要な研究開発を行う。
- ③ **機械学習品質評価共通基盤（テストベッド）の開発**
品質評価プロセスの容易化や誤り防止などを支援する「機械学習品質管理テストベッド」を研究開発する。
- ④ **具体的な品質評価技術およびツールの研究開発**
品質評価の要素技術について、ソフトウェア工学、機械学習、統計解析、システム実装技術などを用いて具体的に検討し、前記の評価テストベッドのコンポーネントとして実現する。

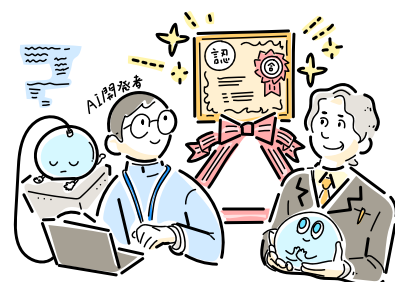
技術優位性

日本国内で、機械学習を用いたAIシステムの品質管理に関する国内標準化や国際標準化を進める唯一の取組である。策定したガイドラインでは、対象となるAIシステムのライフサイクル全体にわたる品質マネジメントを扱い、AIシステムのサービス提供で求められる品質要求を充足するための必要な取り組みや検査項目を体系的にまとめている。AIシステムの開発者と利用者が、システムに求められる品質要件を合意でき、品質に関する不透明性を取り除いて、AIシステムのビジネス活用を加速させることが期待される。

機械学習システムの品質評価指標・測定テストベッドの研究開発

AIを用いた製品やサービスの品質を安全、安心に管理する

策定したガイドラインの実ビジネスでの活用とそこからのフィードバックを元に、本ガイドラインを用いた評価作業を支援するソフトウェア開発基盤の構築、そして種々の評価技術の開発を予定している。



想定されるアプリケーション

「機械学習品質マネジメントガイドライン」は、機械学習AIの開発者と、それを用いる製品開発者が利用

- 開発者自身による品質の理解と管理
- 開発関係者間での協力体制の確立
- 自己認証による品質の外部への説明

- ①品質管理テストベッドによる効率的開発
- ②将来的な標準化・第三者認証の基準

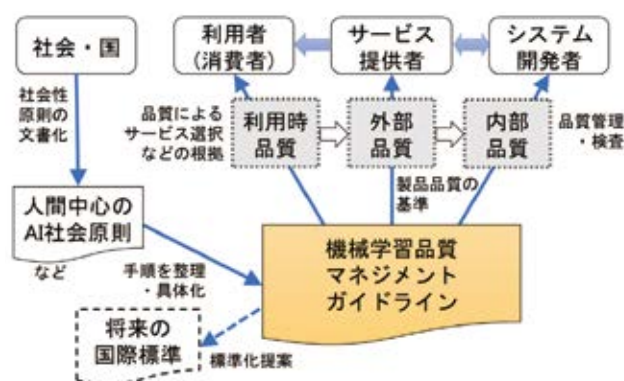


関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

AIシステムに求められる品質要件を合意したいAIシステムの開発者と利用者に活用されることを想定している。



機械学習品質マネジメントガイドライン

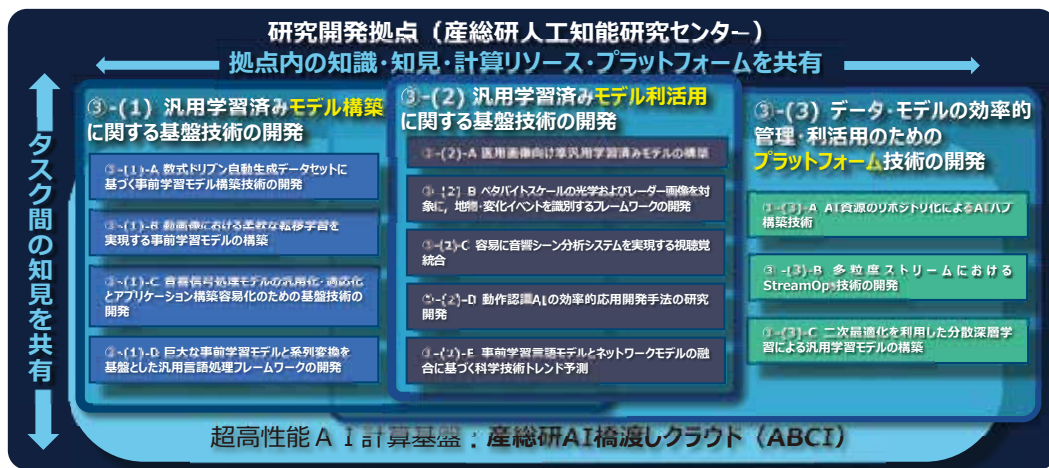
機械学習を用いたAIシステムの品質管理方法をガイドラインとして公開した。

プロジェクト名	機械学習システムの品質評価指標・測定テストベッドの研究開発
代表機関	産業技術総合研究所
主要研究者	大岩 寛、妹尾 義樹、中島 震(産総研)
Website	https://www.digiarc.aist.go.jp/publication/aiqm/
E-mail	M-aiqm-pr-ml@aist.go.jp

実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発（実世界へのAI導入を容易にする技術の開発）

産業技術総合研究所／(株)AIメディカルサービス／静岡大学／名古屋大学／早稲田大学／筑波大学／近畿大学／千葉工業大学／東京大学

AI技術は深層学習の発展に伴い飛躍的な進化を遂げている。しかしながら、深層学習で高い性能を得るためには、個別応用ごとに大量の学習用データが必要となることから、実世界の問題解決にAIを導入する大きな妨げとなっている。特に産業界が目指す実世界でのAI応用では、そもそも、学習用データの大量取得が不可能なことも多く、取得できる場合でも、それを学習に使うためのアノテーション付け（教師付け）の方法論の欠如やコスト高が大きな障害となっている。また、学習時に高性能な計算資源が必要となり、投資コストが大きいことも足かせとなる。得られた知見を共有しながら同時並行的に行うことで、実世界へのAI導入を容易にする技術の開発と、そのための環境を構築する。



図：本研究の実施内容の概要

取組内容

- ①汎用学習済みモデル構築に関する基盤技術の開発
「汎用学習済みモデル」の構築に関する基盤技術を整備する。
- ②汎用学習済みモデル利活用に関する基盤技術の開発
実応用分野にフォーカスした準汎用モデルの開発、および汎用学習済みモデルから適用分野に応じて少量データで高精度のモデルを構築する技術の開発を行う。
- ③データ・モデルの効率的な管理・利活用のためのプラットフォーム技術の開発
AI資源のリポジトリ化によるAIハブ構築技術、多粒度ストリームデータ処理技術、大規模計算インフラを最大限活用して高速化する分散ディープラーニング技術の開発を行う。

技術優位性

AI技術の容易な構築・導入を可能にするため、画像、動画、音響信号、自然言語など様々な情報を対象とした汎用学習済みモデルの構築および利活用に関する基盤技術の開発および開発したデータ・モデルの効率的な管理・利活用のためのプラットフォーム技術の開発を行っている。

本技術には以下の特徴がある。

- ①数式ドリブン教師あり学習
画像データ/教師を自動生成し、権利関係クリアな状態で汎用学習済みモデルを提供。
- ②動画
既存の動画DBを柔軟に統合し新規DB構築なしに精度向上している。
- ③音響信号
複数異種DB統合・少量教師/簡易ラベルでの学習による汎用学習済みモデル、クラウドソーシングの利活用。
- ④自然言語
情報抽出・言い換えなどの言語処理の様々な問題を系列変換問題として整理、それらを解決する共通モデルを実現。

実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発（実世界へのAI導入を容易にする技術の開発）

仕事における機械・AIとの協調による生産現場の実現を目指す。

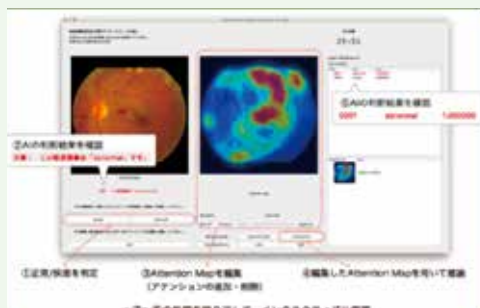
データ駆動のAI技術と人間のもつ知識をつなぐAI技術を開発している。実際の製造機械メーカーやそれら技術を導入したい企業との協働を希望している。



想定されるアプリケーション

実世界に機械等が既に埋め込まれている工場や介護現場や、説明が必要な業態におけるAIの利用など、人と協調して問題解決に取り組めるシステムが提供可能である。

- ①部品のピッキング
- ②介護補助
- ③実況およびサマリの自動生成
- ④画像診断教育アプリ

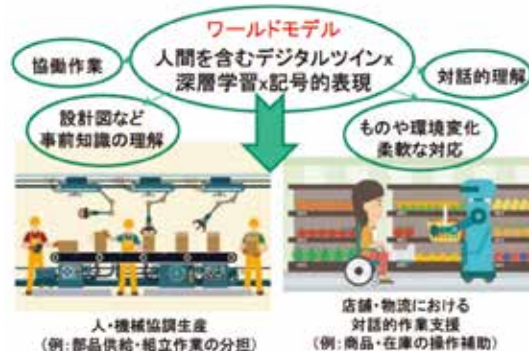


関連する産業領域

食品	エネルギー資源	建設・資材	素材・化学
医薬品	自動車輸送機	鉄鋼・非鉄	機械
電機・精密	情報通信	運輸・物流	卸売・小売
教育	金融	不動産	サービスその他

想定される協業先

工場での人と機械の協調生産や店舗内での商品の搬送作業を実施している、または装置を製造している企業



ロボットによる単純作業の能力向上

生産ラインや物流倉庫等、ロボット作業がある現場にて、本研究を導入することで、AIに支援されたロボット動作により作業の効率化が図れる。

プロジェクト名	実世界に埋め込まれる人間中心の人工知能技術の研究開発
代表機関	産業技術総合研究所 / (株)AIメディカルサービス / 静岡大学 / 名古屋大学 / 早稲田大学 / 筑波大学 / 近畿大学 / 千葉工業大学 / 東京大学
主要研究者	辻井 潤一 (産業技術総合研究所)
Website	-
E-mail	M-airc-nedo2020-contact-ml@aist.go.jp



国内拠点

●本部

〒212-8554
神奈川県川崎市幸区大宮町1310
ミューザ川崎セントラルタワー(総合案内16F)
TEL: 044-520-5100(代表) FAX: 044-520-5103

●関西支部

〒530-0011
大阪府大阪市北区大深町3-1
グランフロント大阪 ナレッジキャピタル タワー C 9F
TEL: 06-4965-2130 FAX: 06-4965-2131

海外事務所

●ワシントン

1717 H Street, NW, Suite 815
Washington, D.C. 20006, U.S.A.
TEL: +1-202-822-9298
FAX: +1-202-733-3533

●欧州

10, rue de la Paix
75002 Paris, France
TEL: +33-1-4450-1828
FAX: +33-1-4450-1829

●北京

2001 Chang Fu Gong Office Building,
Jia-26, Jian Guo Men Wai Street,
Beijing 100022, P.R.China
TEL: +86-10-6526-3510
FAX: +86-10-6526-3513

●シリコンバレー

3945 Freedom Circle, Suite 790,
Santa Clara, CA 95054 U.S.A.
TEL: +1-408-567-8033
FAX: +1-408-567-9831

●ニューデリー

15th Floor, Hindustan Times House,
18-20 Kasturba Gandhi Marg,
Connaught Place,
New Delhi 110 001, India
TEL: +91-11-4351-0101
FAX: +91-11-4351-0102

●バンコク

8th Floor, Sindhorn Building Tower 2,
130-132 Wittayu Road, Lumpini,
Pathumwan
Bangkok 10330, Thailand
TEL: +66-2-256-6725
FAX: +66-2-256-6727

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

ロボット・AI部

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310 ミューザ川崎セントラルタワー

Tel 044-520-5242 Fax 044-520-5103 (代表)

<https://www.nedo.go.jp/>

February 2023 (初版)