

戦略目標「自律駆動による研究革新」の下に設定する研究領域

研究領域「AI・ロボットによる研究開発プロセス革新のための基盤構築と実践活用」(さきがけ)

研究総括：竹内 一郎 (名古屋大学 大学院工学研究科 教授 / 理化学研究所革新知能統合研究センター チームリーダー)

### 研究領域の概要

AI やロボット技術の顕著な進展に伴い、科学研究や技術開発のプロセスを加速する自律駆動型の研究開発アプローチが世界的な潮流になりつつあります。AI やロボットを導入することで、研究開発現場の単純作業から研究者・技術者を解放することに加えて、研究者・技術者の認知機能・身体機能を超えた複雑な対象を扱うことが可能になります。研究者・技術者が AI・ロボットと連携しながら研究開発を進めることで、研究開発のあり方そのものが革新され、従来では不可能であった科学発見や技術革新が期待されます。

本研究領域では、自律駆動型の研究開発アプローチの確立を目指し、AI・ロボットを活用した研究開発プロセスの革新につながる基盤技術の創出、ならびに、AI・ロボットを活用した科学技術の発展を目指します。具体的には、研究開発プロセスの革新のための基盤技術として、AI・機械学習の方法開発、ロボットシステムの構築を進めます。また、AI・ロボット技術を活用した生命科学や材料科学等の科学分野、計測工学や機械工学等の工学分野の具体的な研究に取り組みます。基盤技術の開発と科学技術研究への活用を密接に連携させながら進めることで、新たな科学発見や技術革新の創出を目指しつつ、自律駆動型研究開発の汎用的な枠組を構築します。

なお、本研究領域は文部科学省の人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト(AIPプロジェクト)に参画します。

## 募集・選考・領域運営にあたっての研究総括の方針

### 1. 背景

従来の科学研究や技術開発は、研究者・技術者の勘、経験やひらめきに基づいており、人間の認知能力・身体能力の制約の範囲内で進められてきました。近年は研究開発対象が複雑になり、従来のアプローチで取り組むには、複雑な対象を単純な要素に分割して取り組む必要がありました。しかしながら、要素への分割によって、全体としての性質を見誤ったり、全体の最適性が失われてしまったりする問題に直面しています。

近年、AI やロボットの飛躍的な発展により、研究開発プロセスを加速する自律駆動型の研究開発アプローチが世界的な潮流となりつつあります。AI とロボットの自律性を活用することで、研究者や技術者の認知機能や身体機能を超越した研究開発が可能となり、未開拓の領域での科学発見や技術革新が期待されます。また、AI とロボットの導入により、研究開発プロセスが根本的に変革される可能性があります。

### 2. 本研究領域のねらい

上記の背景を踏まえて、本研究領域では、研究開発プロセスを革新するための AI やロボットの基盤技術を開発しつつ、それらを科学研究や技術開発の実践課題に活用します。AI とロボットの導入によって研究者や技術者を単純作業から解放する自動化(注 1)に限らず、AI とロボットの自律機能に基づく自律化(注 2)の研究を特に推進します。AI やロボットが研究者や技術者とのインタラクションを通じて、仮説生成、予測・分析、実験検証、知識獲得など、一連の研究開発プロセスのループ(注 3)を自律的に繰り返すことで、系統的に科学発見や技術革新を可能にする枠組みの構築を目指します。

AI の基盤技術開発では、科学研究や技術開発で活用可能な機械学習の理論やアルゴリズムに関する研究を行い、それらを仮説生成、予測・分析、実験計画、知識獲得に活用する方法を構築します。特定の分野や研究開発課題に特化した技術ではなく、幅広い研究開発対象で適用可能な一定の汎用性を持った AI 技術の開発を目指します。

ロボットの基盤技術開発では、科学研究や技術開発で活用できる新しいロボットシステム(ハードウェア研究、ソフトウェア研究を含む)の研究や、それらを研究開発プロセスで活用する仕組みを構築します。特に、AI と連携した自律的なロボットの開発や、研究者・技術者とのインタラクションを促進するロボット技術の開発を行います。特定の分野の研究開発課題に特化した技術ではなく、幅広い研究開発対象で利用できる一定の汎用性を持ったロボット技術の開発を目指します。

実践活用では、生命科学、材料科学などの科学研究(特定の分野に限らず、科学全般を含みます)や計測工学、機械工学などの技術開発(特定の分野に限らず、工学全般を含みます)において、AI やロボットを活用することで、従来のアプローチでは実現できなかった科学発見や技術革新を目指します。挑戦的な研究開発課題に取り組む様々な科学技術分野からの提案に基づき、AI・ロボット技術を開発する研究者と連携し、科学発見、技術革新を目指します。

本研究領域における「自動化」及び「自律化」を以下のように定義します。また、「研究開発プロセスのループ」は以下のように定義しますが、必ずしもこれに限定するものではなく、より自由で挑戦的な提案を期待します。

**【注1:自動化】**

システムが事前にプログラムされた手順や判断基準に基づいて指示された動作を実行することにより、プログラム可能な範囲での人間の作業を機械やシステムに代行させ、作業の効率化・生産性向上を行うこと。

**【注2:自律化】**

システムが環境に対して柔軟に対応し自らの判断で行動することであり、情報が限られている、または、条件が変化する中でも、周囲の状況を把握、理解し、目標を達成するための最適解を探索し、実行すること。

**【注3:研究開発プロセスのループ】**

科学研究や技術開発における研究開発プロセスでは、一連の流れを繰り返しながら科学発見や技術革新を目指します。各々の問題によって詳細は異なりますが、多くの研究開発では、以下のようなプロセスが繰り返されます:1) 有望な仮説を生成する、2) 仮説の性能を予測・分析する、3) 実験で仮説の性能を検証する、4) 実験結果を整理して知識を獲得する。本研究領域では、このような研究開発プロセスの一連の流れを「研究開発プロセスのループ」と呼びます。なお、ループの構成要素は仮説生成、予測・分析、実験検証、知識獲得に限定するものではなく、幅広い科学研究・技術開発にとって汎用的なプロセスであれば、ループの構成要素として捉えていただいて問題ありません。

### **3. 具体的な研究開発例**

上記のねらいを実現するために、具体的には以下のような研究に取り組みますが、必ずしもこれらに限定するものではなく、より自由で挑戦的な提案を期待します。

(1) 研究開発プロセス革新のための AI・機械学習技術に関する研究

- ・研究開発のための仮説生成 AI に関する研究 (例:生成 AI の理論・アルゴリズム研究、生成 AI による分子設計、言語生成 AI による自動レポート作成など)
- ・研究開発のための実験計画やプロセス最適化を行う AI に関する研究 (例:AI に基づく実験計画の理論・アルゴリズム研究、プロセス最適化のためのアルゴリズム研究など)
- ・マルチモーダルなデータの観測・解析を行う AI に関する研究 (例:Vision & Language モデルの開発、研究開発のためのコンピュータビジョン・自然言語処理応用など)
- ・AI とシミュレーションの融合に関する研究 (例:AI を活用したシミュレーション、データ駆動型ア

アプローチとモデル駆動型アプローチの統合による新たなシミュレーション技術の構築など)

#### (2) 研究開発プロセス革新のためのロボットシステムに関する研究

- ・環境に対して柔軟に対応し自らの判断で行動可能な自律型ロボットに関する研究(例:ロボットの動作生成に関する研究、自律的な試行錯誤による環境認識を行うロボットの研究など)
- ・限られた情報または条件が変化する中でも、周囲の状況を把握、理解し、目標を達成するための計画を実行できる自律型ロボットに関する研究(タスクやモーション計画に関する研究など)
- ・ロボットと研究者・技術者のインタラクションに関する研究(研究者・技術者のノウハウをロボットに導入や、ロボットから研究者の五感へのフィードバックを行う研究など)
- ・研究者・技術者の身体的制約によって実現できない実験を行うロボットシステムの開発(微細な対象に対する実験操作を行うロボット、多様な情報をもとに複雑な作業を行うロボットなど)

#### (3) AI・ロボットを活用した科学発見、技術革新に関する研究

- ・研究者・技術者の認知能力を超えた多様かつ大量のデータセットから新しい科学発見を目指す研究課題(生命科学、材料科学を含む科学分野全般を対象とする)
- ・研究者・技術者の身体能力を超えた高度な実験システムの技術開発を目指す研究課題(計測工学、機械工学を含む工学分野全般を対象とする)
- ・AI and/or ロボットの活用によって実現可能となる科学発見を目指す研究課題(生命科学、材料科学を含む科学分野全般を対象とする)
- ・AI and/or ロボットの活用によって実現可能となる技術開発を目指す研究課題(計測工学、機械工学を含む工学分野全般を対象とする)

(キーワード)

機械学習、深層学習、生成 AI、大規模言語モデル、ベイズ推論、因果推論、ヒューマンコンピューテーション、計測・解析のマルチモーダル化、暗黙知の抽出、AI とシミュレーションの統合、自律ロボット、ロバスト制御、強化学習、模倣学習、データ駆動制御、モーションプランニング、ヒューマンインターフェース、ラボオートメーション、マシンビジョン、バイオインフォマティクス、マテリアルインフォマティクス等の分野固有のインフォマティクス技術、プロセス最適化、生命科学、材料科学等の科学分野、計測工学、機械工学等の工学分野

#### 4. 想定する研究の進め方

本研究領域では、自律駆動型研究開発の基盤構築と実践活用を両輪で進めるため、AI の基盤技術開発(AI 分野)、ロボットの基盤技術開発(ロボット分野)、実践的な科学研究・技術開発(実践研究開発分野)を行う研究者が密接に連携しながら研究を実施します。

各分野の研究者には次の取組を期待します。

- ・ AI 分野の研究者:最先端の AI の理論・アルゴリズム研究を促進しつつ、ロボット分野や実

実践研究開発分野の研究者と連携し、自律駆動型研究開発を促進する研究

- ・ ロボット分野の研究者:最先端のロボティクス技術の研究を進めつつ、ロボティクスへの AI 導入に関する共同研究、実践研究開発課題への応用に関する研究
- ・ 実践研究開発分野の研究者:AI やロボットを活用することで初めて実現可能なチャレンジングな研究課題に取組、AI 分野、ロボット分野との連携

本研究領域では、各連携を通して、自律性の高い研究開発アプローチが構築された際の研究開発活動のあり方、社会受容性、サイエンスコミュニケーションに対する議論が進むことを期待します。「さきがけ」は個人型研究ではありますが、領域内連携の促進や産業界との交流、理化学研究所などのデータ基盤等を通じたデータ利活用を積極的に行います。本研究領域のみならず、戦略的創造研究推進事業としての成果を最大化するために、関連する CREST やさきがけの研究領域との連携を図り、必要に応じてワークショップやシンポジウム等の開催を共同で行います。また、未来社会創造事業「共通基盤」領域「ロボティックバイオロジーによる生命科学の加速」、ムーンショット型研究開発事業目標3「AI とロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現」の他、理化学研究所革新知能統合研究センター(AIP)及び TRIP-AGIS、データ創出・活用型マテリアル研究開発プロジェクトなどにおいても、本研究領域に関連する取組が行われていることから、本研究領域との技術連携・研究交流等による効率的・効果的な研究推進を図ります。

## 5. 研究期間と研究費

研究期間は3年半以内、申請時の予算規模は総額3,500万円(間接経費を除く)とします。研究期間中、自律駆動型の研究開発アプローチを促進する連携活動に対して追加の予算配分を行う場合があります。

## 6. 応募にあたっての留意点

さきがけ研究では、達成が容易でなくても真にインパクトの大きい研究を通して、次世代のリーダーへのステップアップとなるような尖った成果の創出を期待します。したがって、本研究領域の目標に資する可能性のある失敗を恐れない独創的・挑戦的な提案やアプローチ等が、提案者の意欲とともに示されていれば積極的に評価します。

本研究領域では、自律駆動型の研究開発アプローチの確立を目指し、主に、AI 分野、ロボット分野、実践研究開発分野(生命科学、材料科学を含む科学分野全般、および、計測工学、機械工学を含む工学分野全般)の提案を募集します(ただし、自律駆動型の研究開発アプローチによる研究開発を促進するための異なる視点からの提案も歓迎します)。AI 分野の提案では、特定の分野の課題に特化したものではなく、自律駆動型研究開発アプローチに幅広く適用可能なものとしてください。さらに、ロボット分野、実践研究開発分野との連携に関する見通しを記載してください。ロボット分野の提案では、特定の分野の課題に特化したものではなく、ロボットに自律性を持たせることで自律駆動型研究開発アプローチを汎用的に促進できるものとしてください。さらに、AI 分野、実践研究開発分野との連携に関する見通しを記載してください。実践研究開発分野の提案では、

コアとなる研究開発課題が解決すればその分野にどのような変革をもたらすものであるかを明記してください。さらに、コアとなる課題の解決に AI・ロボットをいかに活用できるかの見通しを記載してください。

上述のように、本研究領域では、課題採択後に異分野と連携していただくことを推奨するため、自分自身の専門分野の提案だけでなく、異分野との連携案を盛り込んだ研究提案を期待しています(ただし、本研究領域外と連携する場合、領域外の研究者は予算の追加配分の対象になりません)。異分野との連携を構想する場合は、他分野との連携によって、自身の研究がどのように自律駆動型の研究開発アプローチの発展に寄与するのか、連携による自身及び連携先研究者のそれぞれにどのようなメリットがあるかを記載してください。なお、応募時点では、異分野間の連携に関して綿密な研究計画を立てていただく必要はなく、見通しを記載していただくだけで結構です。

なお、本研究領域は文部科学省の人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト(AIP プロジェクト)を構成する「AIP ネットワークラボ」の1研究領域として、理化学研究所革新知能統合研究センターをはじめとした関係研究機関等と連携した取り組みなどにも貢献していきます。