

理化学研究所  
革新知能統合研究(AIP)センター

これまでの成果と今後の  
AIPの在り方について

センター長 杉山 将

1. **次世代AI基盤技術の開発**  
(コンピュータ科学、統計学、最適化などの理論)
2. **科学研究の加速**  
(がん、再生医療、材料など)
3. **社会的課題の解決**  
(高齢者ヘルスケア、自然災害の防災減災など)
4. **倫理的・法的課題への対応**  
(倫理指針の策定、公平性・信頼性等の規準策定、新しい個人データ管理モデルの提案など)
5. **AI人材の育成**  
(学生・研究員・エンジニア、海外)

- **機械学習**の技術を軸足に、  
**基礎から応用・社会**まで一気通貫の研究体制
- **産学官で連携**し、研究成果を国際的に発信
- **国際的な高度AI人材**の登竜門を目指す

## ■ 研究体制：

- 汎用基盤技術研究グループ（杉山）
- 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）



## ■ 統計情報：

- 常勤研究員137名（外国人40%、女性22%）
- 客員研究員284名、学生96名
- 延べ156名の海外インターン生
- 40+企業と共同研究
- 40+海外大学・研究機関と連携

研究拠点



日本橋オフィス



## ■ 基盤技術研究

- 機械学習や最適化などの分野で、主要な国際会議、論文賞、オーラル／スポットライト発表、招待講演など、国際的な認知を受けた汎用技術を複数開発

## ■ 目的指向研究

- 医療や災害などの分野で、AI技術の実用化を実現
- 我が国が強みを有する分野の科学研究の加速

## ■ 社会AI研究

- 個人情報共有や倫理指針などの分野で、社会システムの実装を実現

## ■ 人材育成

- AIP出身の研究者が国内外の主要な大学・研究所・企業で活躍

- 主要な国際学会での論文採択数、さらには採択論文のうちトップ数%だけが選ばれるOral/Spotlight発表も増加

2015年以前（理研AIP開始前）：

- 日本からの主要国際会議への論文採択はごくわずか  
（日本全体の採択件数（2015年） NeurIPS：8、ICML：9、ICLR：1）
- Oral発表等への採択はほぼ皆無

現在：論文や口頭発表の数が大幅に増加

AIPの採択件数

	2020	2021	2022	2023	2024	
NeurIPS	21	17	23	35		'20: Oral 2件（トップ1%）, Spotlight 7件（3%） '21: Spotlight 1件（3%） '23: Spotlight 1件（3%）
ICML	18	26	11	23		'21: Long 5件（3%）, '22: Long 3件（2%） '23: Oral 2件（2%）
ICLR	4	9	12	7	19	'21: Best Paper 1件（0.3%） '22: Best Paper Honorable Mention 1件（0.3%） '23: Oral 2件（6%）, Spotlight 1件（2%） '24: Spotlight 4件（5%）
AISTATS	10	17	7	7	7	

- プログラム委員長やシニアエリアチェアを務めるとともに、招待講演（Keynote、Plenary Talksセッションでの登壇）などを通して、世界でのAIPの存在感を示している

### ■ General Chair

PAKDD2023

EMNLP-IJCNLP2019

ACML2019

Naonori Ueda

Kentaro Inui

Ichiro Takeuchi

ACML2017

NeurIPS2016

Masashi Sugiyama

Masashi Sugiyama

### ■ Program Chair

IEEE-CAI2024

ICLR2024

ACML2022

ACMMM-Asia2021

ACML2020

Masashi Sugiyama

Emtiyaz Khan

Emtiyaz Khan

Tatsuya Harada

Masashi Sugiyama

AISTATS2019

ACML2019

PACLING2019

ACML2018

Masashi Sugiyama

Taiji Suzuki

Koiti Hasida

Ichiro Takeuchi

### ■ Keynote, Plenary Talks

ALT2023

AIED2023

ICLR2023

ACPR2023

ICCOPT2022

MaxEnt2022

COLING2022

ACML2022

ICDM2021

Boab2021

Taiji Suzuki

Kentaro Inui

Masashi Sugiyama

Tatsuya Harada

Akiko Takeda

Emtiyaz Khan

Kentaro Inui

Taiji Suzuki

Masashi Sugiyama

Shinichi Fukuzumi

PACLING 2019

ACML2019

IWAENC2018

ICONIP2018

CCF-ICAI2018

ALT-DS2017

DS2017

MEET THE DATAIII2017

CCAI2017

Kentaro Inui

Tatsuya Harada

Masashi Sugiyama

Masashi Sugiyama

Masashi Sugiyama

Masashi Sugiyama

Koji Tsuda

Naonori Ueda

Masashi Sugiyama

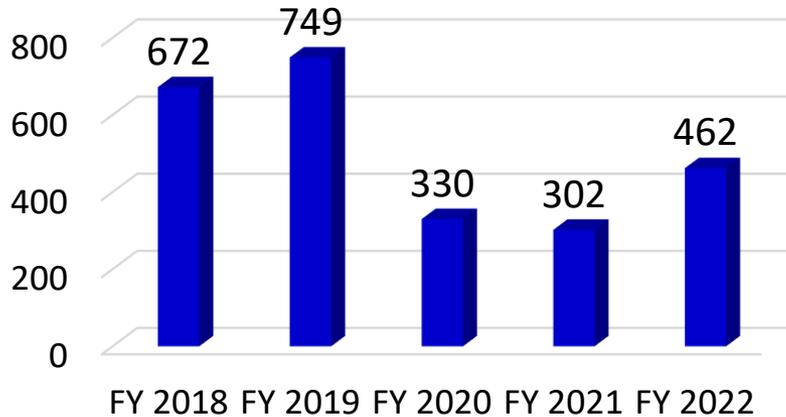
	FY2019	FY2020	FY2021	FY2022
CELL	0	0	1	0
Nature Communications	2	7	1	3
Nature Genetics	0	0	1	0
Nature Aging	0	0	0	1
PNAS	1	1	0	0
Science	1	0	0	0
Science Advances	0	0	1	0
International Journal of Molecular Sciences	0	0	1	1

## 国際的な受賞

- FY2018
  - ・2018.04.11 AISTATS2018 Best Paper Award
  - ・2018.04.20 CHI2018 Honorable Mention Award
- FY2019
  - ・2019.05.21 IEEE-ICASSP2019 Best Student Paper Award
  - ・2019.08.06 SIGGRAPH2019 Jury Prize
  - ・2019.11.21 ACML 2019 Best Paper Award
  - ・2020.02.26 AAI-20 Outstanding Paper Award, Honorable Mention
- FY2020
  - ・2020.10 IEEE Systems, Man, and Cybernetics 2020 Awards
- FY2021
  - ・2021.04.01 ICLR 2021 Outstanding Paper Award
- FY2022
  - ・2022.01.14 HPC ASIA 2022 Best Paper Award
  - ・2022.04.22 ICLR 2022 Outstanding Paper Honorable Mention
  - ・2022.09.21 ECMLPKDD 2022 Test of Time Award

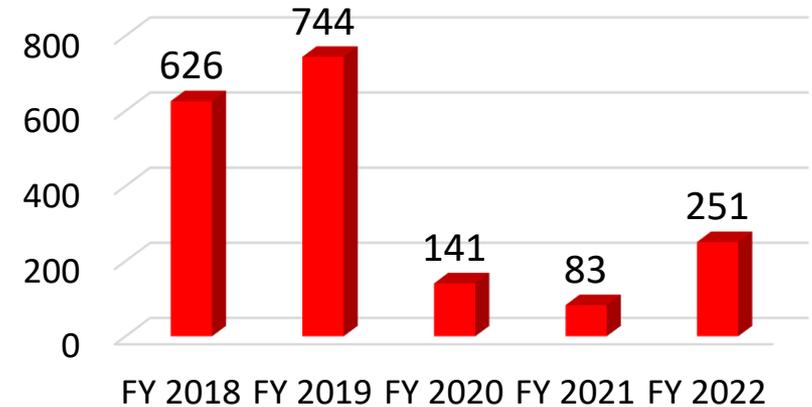
国内における賞も  
多数受賞

論文・書籍等



	FY 2018	FY 2019	FY 2020	FY 2021	FY 2022
Original Papers/Books	672	749	330	302	462
Per Team/Unit	12.9	14.4	7.5	6.9	12.8
Per Resercher	0.8	0.8	0.4	0.4	0.7

口頭発表



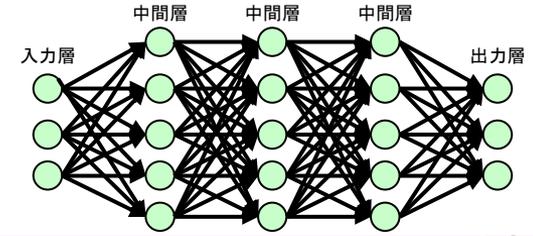
	FY 2018	FY 2019	FY 2020	FY 2021	FY 2022
Oral Presentations	626	744	141	83	251
Per Team/Unit	12.0	14.3	3.2	1.9	7.0
Per Resercher	0.7	0.8	0.2	0.1	0.4

■ COVID-19の影響により  
一時低下していたものの、  
現在は回復傾向にある

■ COVID-19の影響により  
国際学会が中止に

## ● 深層学習・最適化の理論 :

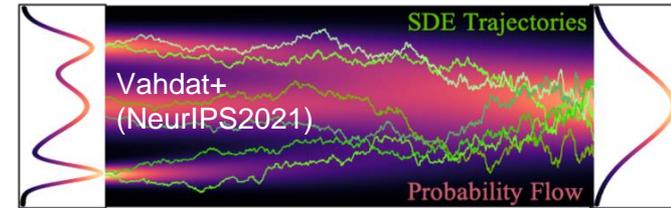
- 浅層学習より予測性能が良い ICLR2021 Outstanding Paper Award
- 拡散モデル・トランスフォーマの最適性 ICML2023 Oral
- 理論保証付き多レベル最適化 JMLR2021, NeurIPS2021



$$\mathbb{E}[\|f_T - f^*\|_{L_2}^2] \leq \epsilon_M + O(T^{-\frac{2r\beta}{2r\beta+1}})$$

## ● 新手法の開発 :

- 弱教師付き学習 ICLR2022 Outstanding Paper Honorable Mention, ICASSP2023 Best Paper Award, ICLR2023 Plenary Talk
- ロバスト継続学習 ICLR2023 Oral, ICML2023 Oral, NeurIPS2023 Spotlight
- 因果構造推定 AISTATS2020, UAI2021



$$\mathbb{E}_{D_n} [W_1(\hat{Y}, X_0)] \lesssim n^{-\frac{s+1-\delta}{2s+d'}}.$$

$$\begin{aligned} \min_{x,y,z} f(x,y,z) \\ \text{s.t. } y \in \arg \min_{y',z'} g(x,y',z') \\ \text{s.t. } z' \in \arg \min_{z''} h(x,y',z'') \end{aligned}$$

### 因果推論

#### ■ ランダム化比較試験 (A/Bテスト) :

- 被験者を2群にわけ、1群だけ介入
- 病気の治療などでは倫理的な問題

#### ■ 介入せずに因果関係を求めたい :

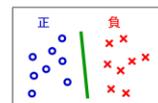
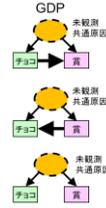
- 隠れた要因の扱いが、因果推論の最大の課題の一つ

#### ■ 隠れた要因の存在下でも、全体構造が推定可能な初めての手法を開発 :

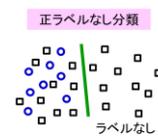
- 音声の分離に用いられる技術を応用して、隠れ要因を分離

Maeda & Shimizu (AISTATS2020)

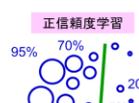
#### ■ 公開したソフトウェアを国内外の企業が利用



### 弱教師付き学習



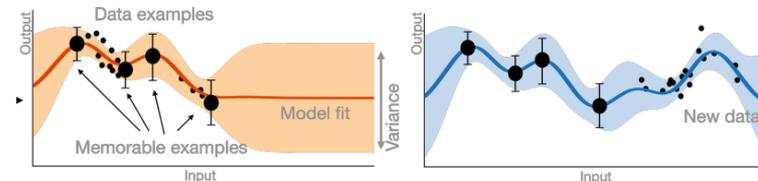
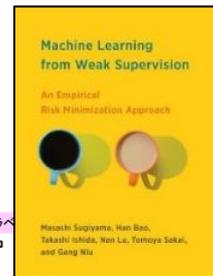
du Plessis et al. (NIPS2014, ICML2015, ML2017), Niu et al. (NIPS2018), Kiryo et al. (NIPS2017), Hsieh et al. (ICML2019)



Ishida et al. (NeurIPS2018), Shioda et al. (IJCAI2021)



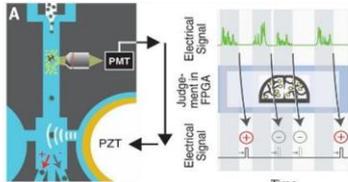
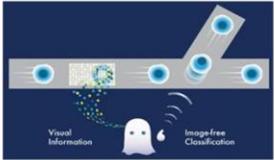
Lu et al. (ICLR2019, AISTATS2020), Charoenphakdee et al. (ICML2019), Lu et al. (ICML2021)



## 高速蛍光イメージングセルソーターの実現

細胞形態データを圧縮計測する単一画素イメージング手法（フローサイトメトリー）に対し、機械学習技術と流体ハードウェア技術を融合して超高速化に成功 (Science, 2018)

特殊な光構造照明上での対象の「動き」を利用して、対象像を捉えるべく、蛍光など暗い対象も高速（秒速数万枚）で撮影できる**単一画素圧縮撮像手法**を開発



マイクロ流体デバイスは、3つの機能部位から構成されている。細胞の流れは、最初に3次元の流体力学的な流れの集中によって集約され（左側上部）、次にランダムな、構造化された光照射を受け（右側）、最後にソーティング領域（左側下部）に到達する。

人を介さない画像解析に画像は必要ない点に着目し、**画像を作らずに、単一画素圧縮計測信号を直接機械学習モデルに判別させる**ため、シンプルで正確、かつ、リアルタイムでのイメージングデータ処理が可能

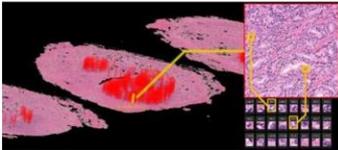
シンクサイト社より研究用プロトタイプ  
の提供開始予定。より正確・安価な血液、体液診断等に貢献可能。

## 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 (Yamamoto et al., Nature Communications 2019)

### 概要・世界的位置づけ

医療画像から自力で新たな知識を発見する医療AI技術を開発。医師の診断情報のない大量の顕微鏡画像を解析させることで、専門家も気づけなかった新しいがんの特徴を発見し、高精度な再発予測を実現。



図：人に教えられないことなく、がんの特徴をAIが自動で発見（3D病理画像）

### 成果の意義・社会貢献への期待

AIが自力で画像から新たな知識を発見する手法は、手術後の高精度ながんの再発予測法として、個々に合った治療選択に生かされるとともに、画像から新たな知識を獲得するための自動解析手法として役立つ。医療において安心して使用できるAIの実現に貢献すると期待されるとともに、医療以外にも幅広く応用が可能であり、汎用性が高い技術として期待されており、企業との実用化を推進。本研究が高く評価され、山本陽一朗チームリーダーが「ナイスステップな研究者2020」に選出。

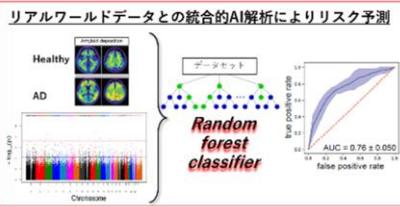
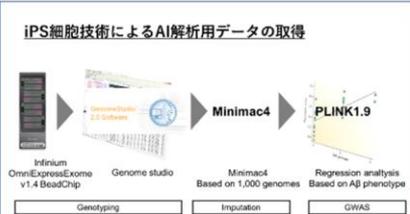
Nature Communicationsの物理部門において  
2019年に最も多く読まれた「Top 50 Physics Articles」の第5位に選出

## 神経細胞におけるアミロイドβのリスク予測のための「Cellular dissection of polygenicity (CDiP) テクノロジー」

Kondo et al., Nature Aging, 2022  
Kondo et al., Journal of Human Genetics, 2022

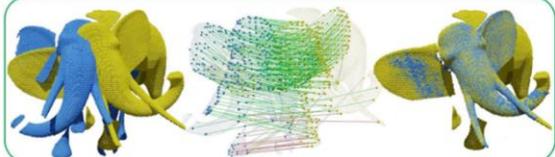
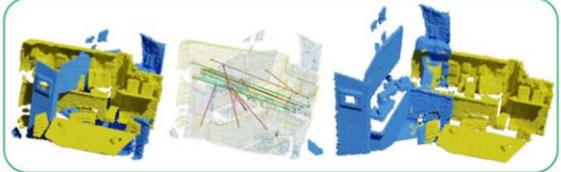
■ 劣孤発性アルツハイマー病 (AD) の患者102人から樹立したiPSコホートを用いて、複雑な孤発性ADの病態を細胞種および病態ごとの表現型（病的形質）に分解し、その背景の遺伝子データからADの臨床リアルワールドデータを再構成するCDiPテクノロジーを開発

重要性：現実味を帯びている抗アミロイドβ交代治療の適切な対象者をCDiPにより選択可能



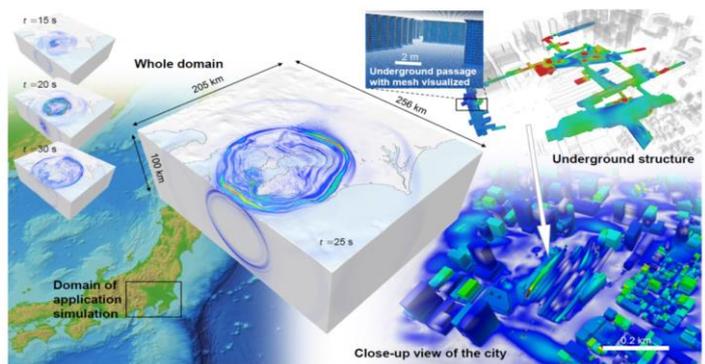
## 非剛体物体間の部分点群マッチング

- (非)剛体物体間の部分点群照合のためのニューラルネットワークモデルを考案
  - 非剛体間の部分点群マッチングにおいて、世界最先端の手法と比較してもダブルスコアに近い圧倒的な性能を誇る
  - 常に動作し、変形する心臓の正確な4次元モデル化に利用可能
- Li et al., CVPR2022. (oral, acceptance rate = 342/8161 = 4%)



## 超並列計算物理シミュレーションとデータ学習のハイブリッド手法

超並列計算物理シミュレーションとデータ学習を組み合わせたハイブリッド手法を開発し、富岳全系（7,312,896並列）までスケールアップし、**世界初の断層都市高解像度解析を実現**。  
地震シミュレーションの根幹となる非構造低次有限要素法による大規模非線形動的解析は地震の被害推定・メカニズム解明に貢献

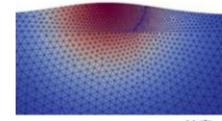
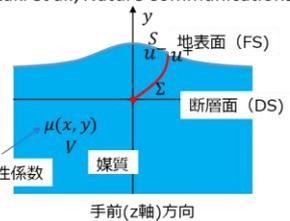


Ichimura, Ueda et al., HPC ASIA2022 Best Paper Award

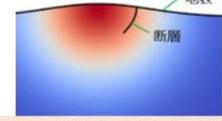
## 地殻変動をシミュレートする機械学習技術

■ 地殻ダイナミクス(非線形微分方程式)を制約条件とする深層学習技術を考案  
Okazaki et al., Nature Communications 2022

例) 布田川断層 (熊本地震, 2016)



有限要素法 (従来法)  
メッシュ毎の線形近似



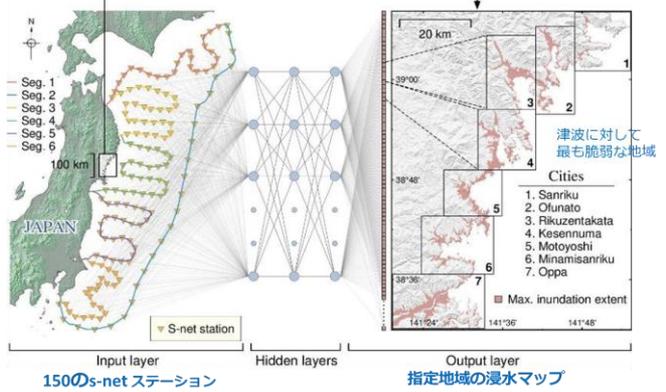
提案法  
メッシュフリーな厳密解析

従来手法(上)と本手法(下)における解析領域の表現方法。図は地下構造の断面図配色は地下を構成する岩石の硬さを表す

本手法による地殻変動の解析結果。地下構造の断面図。配色は地震による地殻の変形の計算結果を表す。断層や地形の連続的に曲がった形状や、断層や地下構造の急激な変化によるひずみが解析できている。

## リアルタイム津波浸水被害予測

海域の観測無しに、S-netを入力として、指定地域の浸水マップを出力する機械学習技術を提案  
Mulia et al., Nature Communications 2022



S-net: 日本海溝に沿って地震と津波のための海底観測ネットワーク (S-net)。  
1 kHz の高周波データをリアルタイムで送信できる海底圧力センサーと地震計で構成

## AIを用いた超音波検査における影の自動検出

ーラベルなしデータ学習で胎児心臓スクリーニング技術に進展ー

MIDL 2019 (the 2nd International Conference on Medical Imaging with Deep Learning) にて発表 (2019/7/10日)  
富士通株式会社・昭和大学・国立がん研究センターとの共同研究成果 (2019/7/26日)

少量のデータや不完全なデータからでも確に判定できる「ロバストな機械学習技術」を用いて、胎児の超音波動画から心臓の異常をリアルタイムに自動検知する技術を開発した。また、画像に映り込む影の影響を評価する技術を開発した。本技術を用いることにより、心臓の各部位の位置や、どの部位が異常判定に影響したか等、先天性心疾患を診断する際に有用な情報を医師に提供することが可能となる。

### 研究成果の意義 (インパクト)

胎児の心臓は小さく複雑なため、超音波検査での観察には高度な技術が必要とされる。一方、人工知能 (AI) 技術を応用するには教師データとなる疾患データが少ないこと、画像に映り込む影を検出することが課題となっていた。本成果により、早急に治療が必要な重症かつ複雑な先天性心疾患の見落としや異常検知を防ぎ、早期診断や綿密な治療計画の立案、検査の迅速化につながると期待される。



図：開発した胎児心臓超音波スクリーニング異常検知システム

### 今後の展開

今後、医療機関での実証試験を進め、スクリーニング精度の向上・実証と検査対象の拡大を図る。

### 社会貢献への期待

生まれつき心臓に異常をもつ先天性心疾患は、全出生児の1%に発症し、重症の先天性心疾患による新生児の死亡は約20%にも及ぶ。本技術の社会実装により、胎児期に超音波検査などで早期発見することが可能となり、出生直後の手術による治療効果の著しい向上につながるものと期待される。また、幅広い領域で横断的に活用されると期待される。

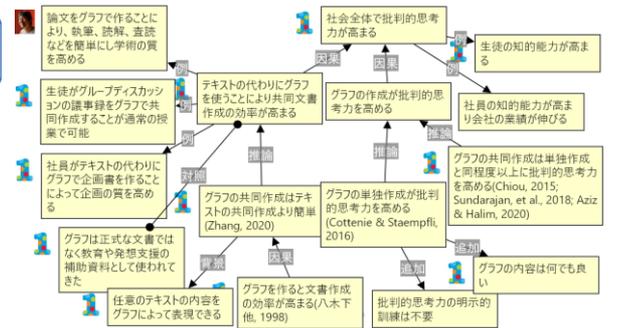
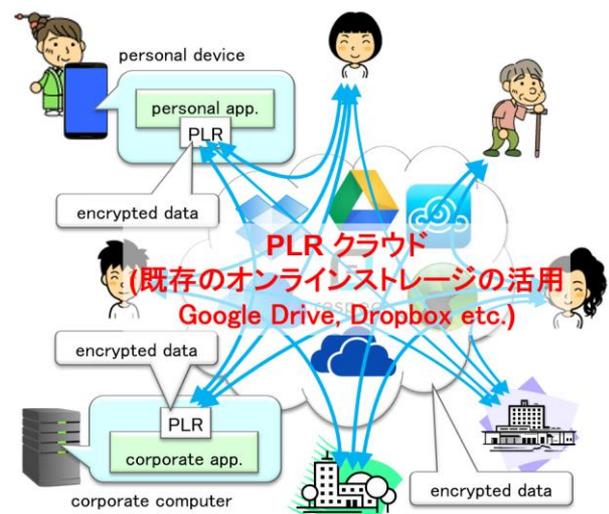
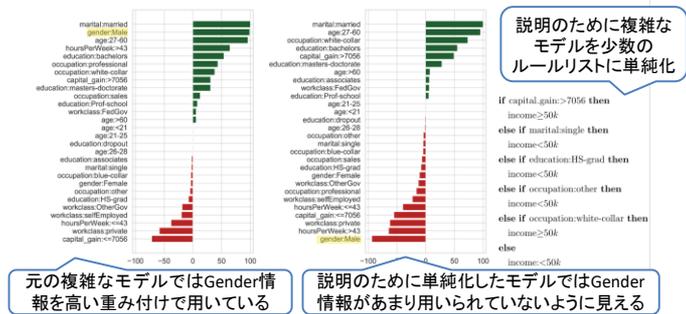
- **AI倫理規定の策定：**
  - 日本人工知能学会、総務省、内閣府
  - IEEE、G20、OECD
- **個人データ管理：**
  - 個人ベースのアクセス制御システム
  - グラフ文書
- **AIセキュリティと信頼性：**
  - 敵対的攻撃への対処
  - ファクトチェック
  - 公平性の保証



CHI2023

NeurIPS2023 Spotlight  
 NeurIPS2022 Spotlight  
 ICLR2021 Oral

ICML2019, NeurIPS2021



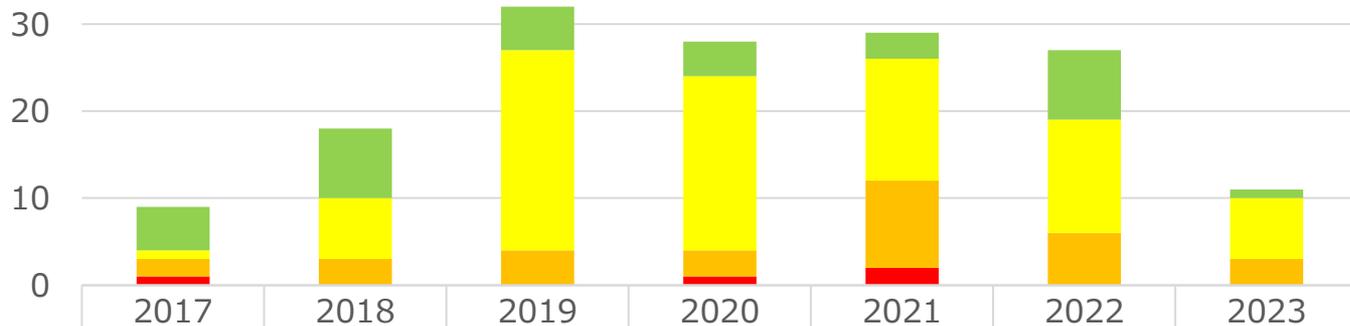
- AIPで育成した優秀な人材を国内外の企業、大学、研究機関等へ積極的に輩出し、国際的な頭脳循環の一端を担っている
- 2023年度12月末まで計154名を輩出

教授：九州大学、岡山大学、長崎大学など

准教授：東京大学、東北大学、名古屋大学、東京工業大学、広島大学など

海外（Associate Prof. Assistant Prof.）：Univ. of Queensland, Maastricht Univ., Indian Institute of Technology Mandi, Shanghai Jiao Tong Univ., Ulsan National Institute of Science and Technology, Southeast Univ., Southwest Jiaotong Univ. Telecom Parisなど

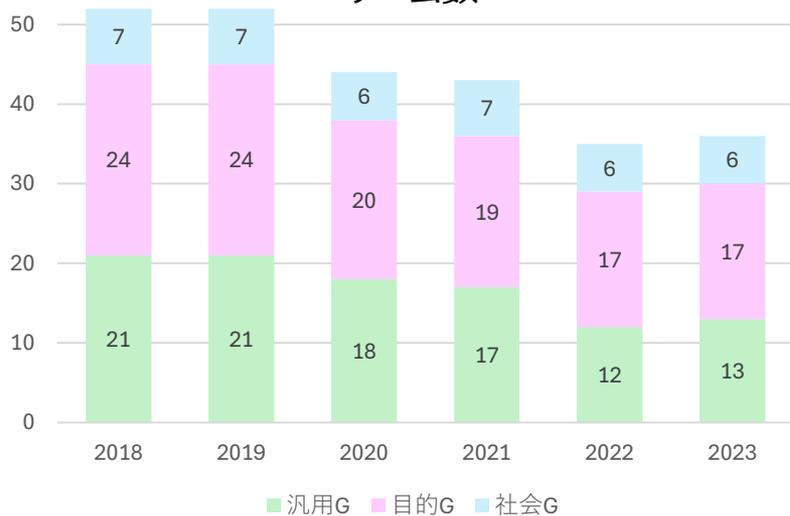
国内外の大学に加え、企業にも多くの人材を輩出



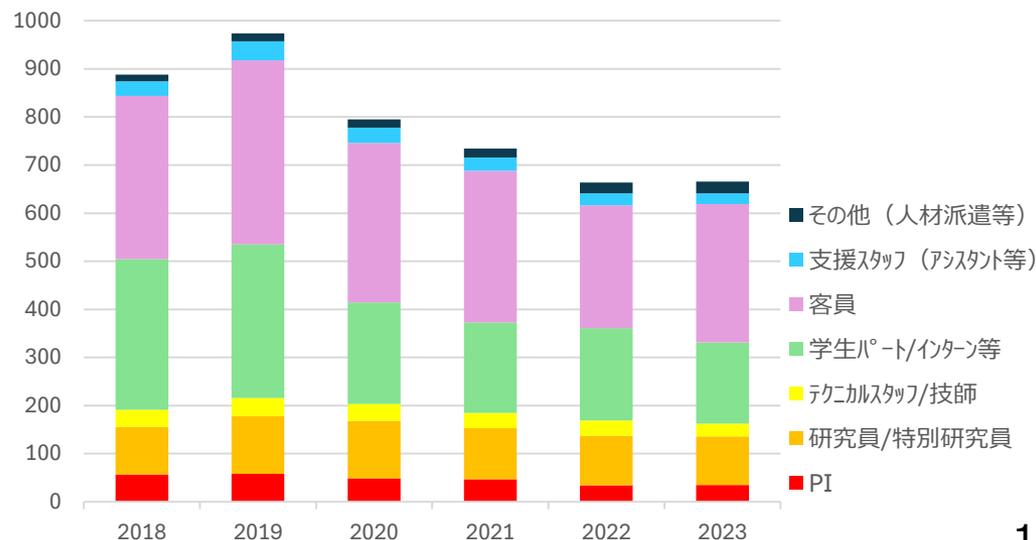
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
■ テクニカルスタッフ・技師	5	8	5	4	3	8	1
■ 特別研究員	1	7	23	20	14	13	7
■ 研究員	2	3	4	3	10	6	3
■ PI	1	0	0	1	2	0	0

- センター立ち上げ時は、AIが重要になる可能性があると予想した分野に**幅広く資源を配分**
- 国内外の評価、世界の研究分野の動向、研究の進展具合などを踏まえテーマを見直し、**戦略的に組織改編を実施**
  - 汎用G：小さいチームを**合併**し、運営効率を向上
  - 目的G：重要性を増してきた分野に**資源を集中**
  - 社会G：分析結果の実現に向け、**技術系のチームを編入**

チーム数



人員数



## ■ 現AIPの強み

- 深層学習の理論解析などで**国際的な競争力**
- 弱教師付き学習などで**新たな学問分野を開拓**
- **数理にも強い**画像、言語、信号処理などの研究者が在籍
- 医学などの**応用分野**や公平性などの**人文系の研究者と連携し易い**
- アジアを中心とした**海外の優秀な若手研究者**から注目
- **拠点を主要大学に分散**させることにより、優れた教員・学生を登用

## ■ 現AIPの運営上の課題

- AIの研究テーマの移りかわり、進化は早いため、**常に新しい研究人材が集まる研究環境**が必要。  
一方、AIPプロジェクトが終盤に差し掛かり、**新たな研究人材の確保に課題**が生じている。  
(終了期限を意識して優秀な人材が流出、確保が困難)
- **ハブとなるAIP及び各大学・研究機関に拠点**を置きAI研究の活性化を図ったことは、日本のAI研究の底上げに貢献。
- **情報分野における深刻な人材不足**

■ 社会におけるAIの状況に鑑みて、AIの技術開発のさらなる強化が求められる。現AIPで培った強みを最大限に活用するとともに、新たな研究の方向性を加えた組織をあらためて形成し、日本のAI研究をさらに進展させ、**引き続き牽引する役割**を担う。

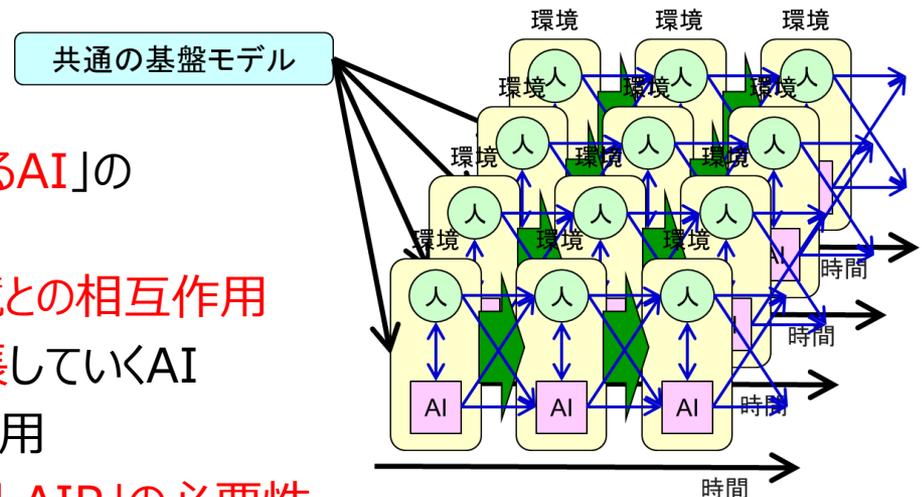
AI研究の状況や課題を踏まえた今後の方向性

## ■ 社会におけるAIの状況

- AIの技術進歩に伴い、AIが急速に社会に普及・浸透
- 大規模言語モデルをはじめとする**生成AI**は、AIの社会的価値を高めた一方で**正確性・信頼性の面で課題**
- 基盤モデルの大規模化により、**大規模なリソース**も必要
- 今まで積み上げてきた深い理論研究の上に、更に成果を積み上げることによって、世界の誰にも真似ができない**圧倒的なレベルの独自技術**を構築していく必要がある
- さらに、**学習精度の向上**、**計算資源の省力化**による分散型、**ドメイン指向型AI**の研究開発が重要
- 実世界ではシミュレーションできない領域のほうが圧倒的に広大であり、他の科学分野や物理的世界で利用可能な**頑健性のある知能システム**開発が必要。

## ■ 想定する将来像

- 安全性、頑健性が確保された「**信頼できるAI**」の実社会での活用
- AIシステムが**個別化**し、ユーザとAIが**環境との相互作用**を繰り返しながら、互いに教え合い**共に成長**していくAI（ドメイン指向型AI、パーソナルAI等）の活用
- **AIPを継承、更に展開させる「Advanced AIP」の必要性**



## ■ 日本のAI研究のハブとしての機能

- 日本国内にあるAIPの拠点は現AIPで培った強みであり、今後も拠点を活用して大学や企業と連携し、日本のAI研究をさらに進展・牽引する役割を担う

## ■ 産業界・海外との連携

- 日本を代表するAI研究機関として、各国のAI研究機関との連携を深化し、国際的なAI研究をリード
- 信頼できるAIの実現にむけて、企業などと連携し、実社会で活用

## ■ 人材育成：情報分野における深刻な人材不足の改善

- ハブ機能を活用
- 情報系の母数を増やす施策
  - 情報系学生・若手研究者の積極的雇用
  - 女性博士課程進学者をふやす
  - 社会人の博士取得支援、修士課程からの経済的なサポート
  - 中高生向けアウトリーチ活動の強化
  - 海外大学や企業に所属する研究者をPIや研究員としてクロスアポイントメント雇用
- 安定した雇用・研究環境の実現

※現在でもできるものから順次着手

Advanced AIP構想

## ●Advanced AIPセンターの3つの柱:

### ① Mathematical Intelligence:

先端的な機械学習原理の  
数理的な解明

新しいフレームワーク、  
論理的根拠

新しいアルゴリズム、  
実世界の制約  
安全性

理論指導

新しい問題

### ② Domain Intelligence:

新しい技術の科学や産業の諸課題への応用  
(例：自然災害、物理学、医学、生物学など)

実証的洞察

実践的な実装

信頼性

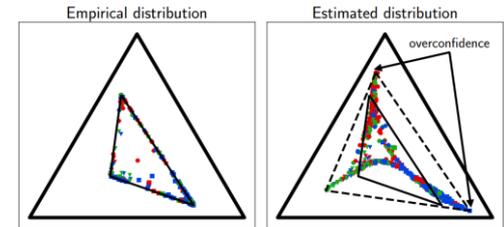
### ③ Physical Intelligence:

新しい挑戦的な課題に対する  
実用的な知的情報処理技術の開発

■ **ゴール**  
■ **背景**

**数理知能技術の解明と開発**

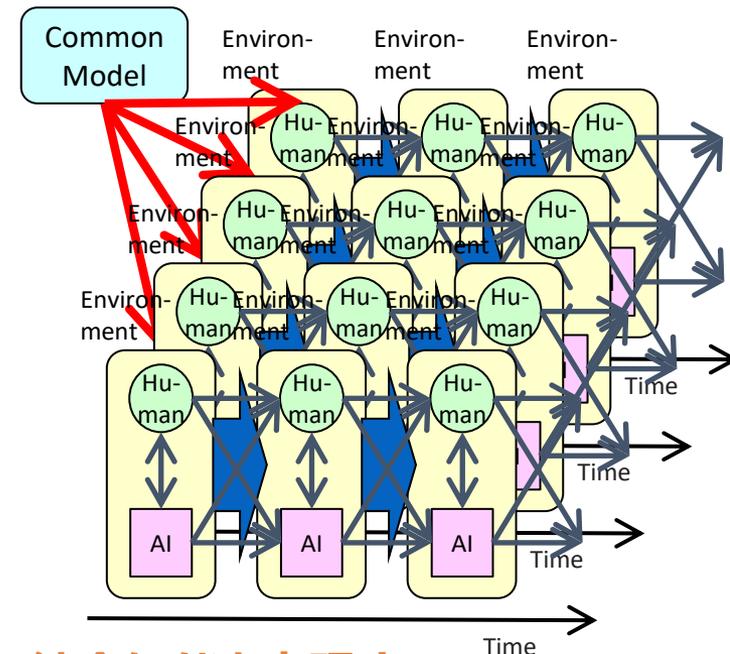
- 標準的な機械学習は最も確率の高い回答を出力：  
多様な意見を反映する必要がある。
- 一つの共通モデルを使う不自然さ：  
モデルのパーソナライズ、多様化の必要性



経験則に基づくアプローチを超える理論的な基盤が必要

■ **研究テーマ**

- 変化する環境下でのオンライン学習
- 脆弱で信頼性の低いデータからのロバスト学習
- 逐次的意思決定と因果関係
- 巨大モデルとデータによる学習
- 圧縮データと構造化データによる学習
- 多様なAIと人間の相互作用
- AIの安全性、信頼性、公平性
- 巨大モデルとデータの分散最適化
- 複雑最適化のための量子機械学習
- 幻覚を超えた確率的推論
- データ駆動型仮説の検証



個々の数学理論とアルゴリズムを統合し、統合知能を実現する

## ■ ゴール

現実世界における難問を解決し、科学研究を加速させる人工知能（AI）技術の創造

## ■ 背景

様々な領域、特にサイエンスのためのAIは、AI分野の重要な研究テーマである

- ・ シミュレーション主導の科学研究へのディープラーニングの応用は目覚ましい進歩を遂げている。一方で、実世界で行われる科学研究活動への支援はまだ限られている

## ■ 研究テーマ

様々な領域で新たなAI技術を創出する。領域の研究で得られた技術課題を必要に応じてMathematical Intelligence・Physical Intelligenceにフィードバック

- ・ **医学・医療**：がんの早期発見・診断、生体シミュレーション、先制医療のための数理データ科学統合シミュレーション、認知症改善、遺伝子コホート解析など
- ・ **防災・減災**：都市大規模地震シミュレーション、地殻変動解析、気象予測、災害被害予測、防災情報システムなど
- ・ **物理シミュレーション**：物理法則を満たす高精度・高効率物理シミュレーション、連成系物理シミュレーションなど
- ・ **宇宙物理学**：大型望遠鏡データを用いた計算宇宙論、重力レンズ解析、宇宙地図生成など
- ・ **生命科学**：学際科学としての生物学、動的・確率的生命システムの動作原理の解明など

## ■ ゴール **物理の世界に基づいた人工知能によるブレイクスルーを起こす**

### ■ 背景

- ・ 現在のLLMは、言語野など脳機能の一部しか再現していない。
- ・ 実世界環境における人間の学習効率、ロバスト性、汎化性は、現在のAIをはるかに凌駕している。

### 知能を構築するための現在の標準的アプローチを再考

### ■ 研究テーマ

- ・ **物理世界知能:** 知覚（視覚、聴覚、触覚など）と行動、身体と感覚器官、超高効率コンピューティングなど
- ・ **セマンティクス知能:** 継続的学習、思考、計画、創造性、言語、コミュニケーション、知識表現など
- ・ **社会知能:** 超並列、分散、非同期計算、分散データと知識、マルチエージェントシステムなど

### 上記の知能を統合し、実世界環境で普遍的に機能する汎用AIを実現

### ■ アプリケーション

- ・ 組み立て、運搬、梱包、機械操作、科学実験など、さまざまな作業を器用かつ安全にこなす知能ロボット
- ・ 発電計画、交通渋滞制御、金利政策など、分散型センサー、ウェブ記事などに基づく社会の全体最適化

理研におけるAI研究の総合的推進

## ■ 理研でAI研究を行うことの優位性

- 理研では様々な分野での最先端の研究に取り組んでおり、異なる分野の研究と連携機会を見いだすことや、研究者・学生に直接アクセスすることが容易。
- 外部の研究機関・大学等との連携促進も重要。その際、理研がもつ多くの大学等との研究協力や交流の枠組み、支援体制の活用も可能。
- 理研が「AI for Science」として取り組む科学基盤モデルの研究との連携、データ部門、エンジニアリング部門との連携による研究活動の効率化。
- 理研が連携融合したAI研究の推進に取り組む中、他の科学分野と協力したAI研究において、研究者が相互にフィードバックを行う取組を指向。

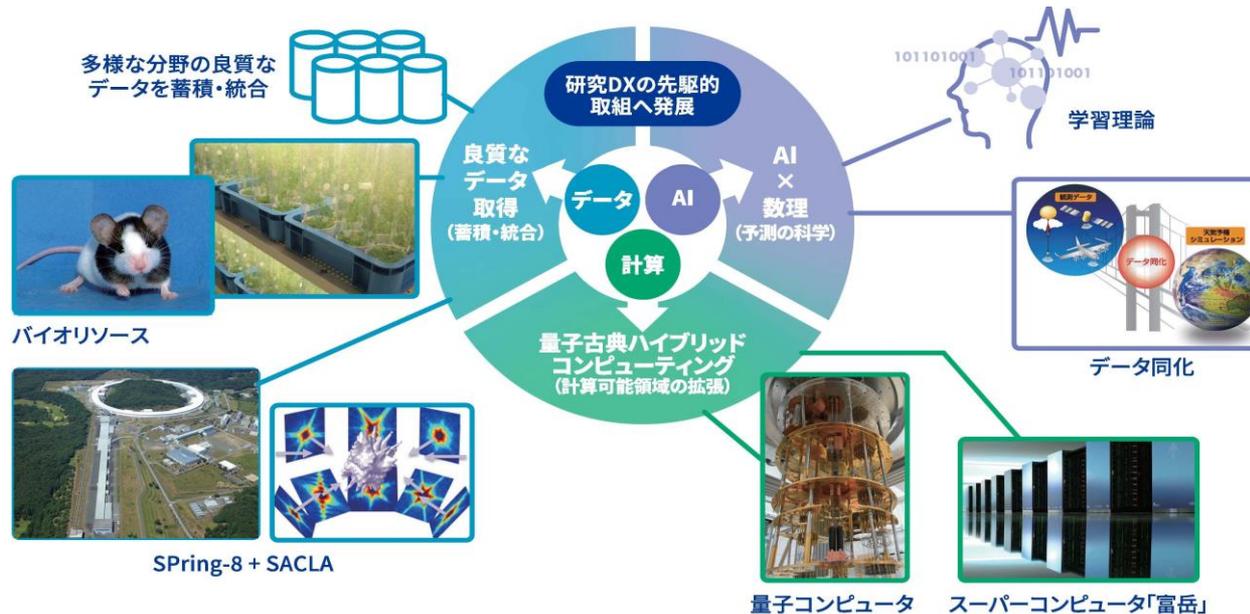
## ■ 理研の各センターが保持している有望な科学データ

理研内には最先端の研究によるデータがあり、AIPの研究者にとって非常に有望。理研のデータ基盤の整備により、学習データとしてアクセスが容易になることを期待。

例：生命・医科学分野（遺伝子配列・発現(ゲノムコホートデータ)、タンパク構造、イメージングなど）  
材料・物性科学分野

# 理研のミッション

- ① 卓越した研究を通じて基礎科学の学知を広げること
- ② 国家戦略・政策課題解決へ貢献すること



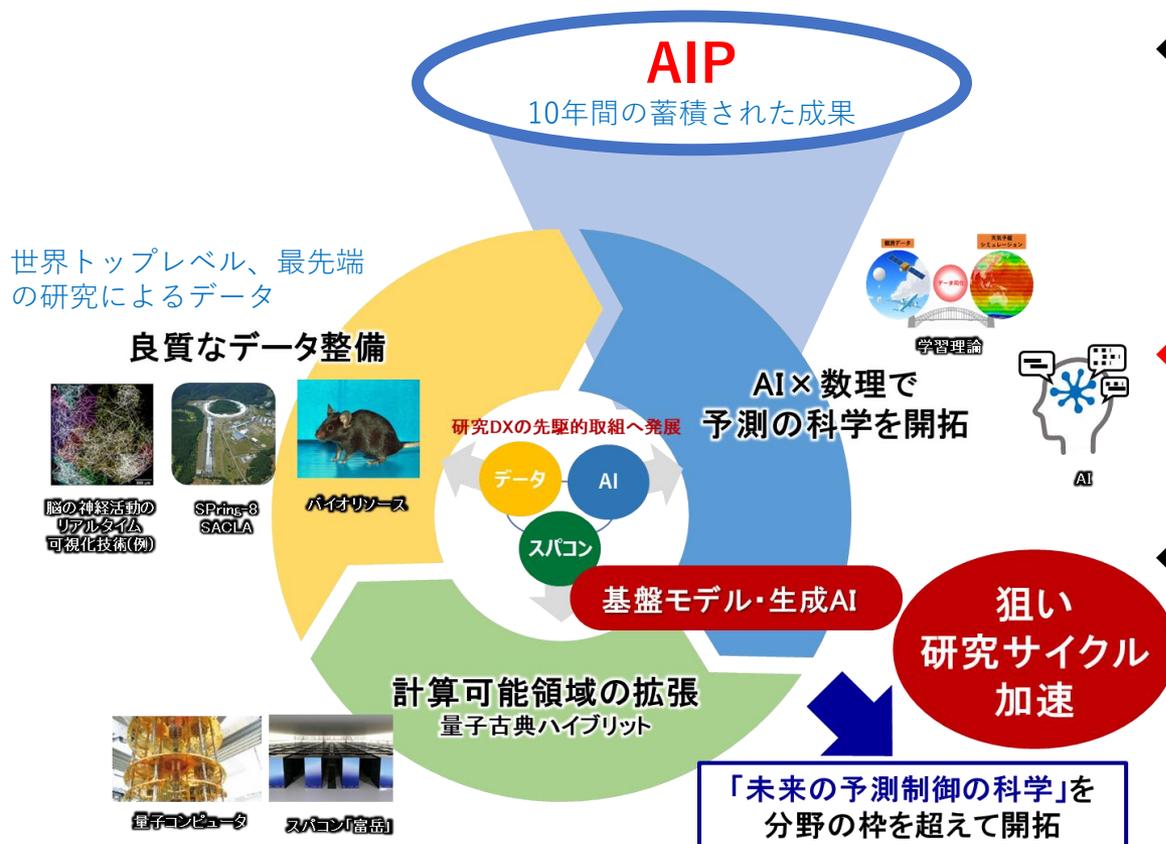
- SPring-8や「富岳」など唯一無二の技術、理研でないと出来ないことをしっかり進める
- 国が取り組むべき課題に対し、総合的に支える



理研TRIP構想へ

# AI研究における理研内の総合的な取組

## Transformative Research Innovation Platform of RIKEN platforms (TRIP) を活用して連携融合したA I 研究を促進



◆ コアとなるAIPの高度な学理研究と、理研内の異分野の連携融合研究を促進する「TRIP」プラットフォームも活用し、理研としてAI研究を総合的に推進。

◆ 推進に当たっては理研内のAI研究を俯瞰し総合的に推進する機能を理研内に構築。

◆ AIPの高度な学理研究、信頼性が、TRIPの枠組みに繋がり、理研全体のAI研究の底上げに貢献。

AIP開始以降、計算科学、量子コンピュータなどAI周辺の動きが大きく、理研への期待も高まっている

## 參考資料

# AIPセンターの3つの研究グループ

## 汎用基盤技術 (13チーム)

<b>不完全情報学習チーム</b> チームリーダー 杉山 将 (Ph.D.) <a href="#">研究室WEB</a> <a href="#">理研WEB</a>	<b>構造的学习チーム</b> チームリーダー 河原 吉伸 (Ph.D.) <a href="#">研究室WEB</a> <a href="#">理研WEB</a>
<b>テンソル学習チーム</b> チームリーダー Qibin Zhao (Ph.D.) <a href="#">研究室WEB</a> <a href="#">理研WEB</a>	<b>関数解析的学习チーム</b> チームリーダー Quang Minh Ha (Ph.D.) <a href="#">研究室WEB</a> <a href="#">理研WEB</a>
<b>圧縮情報処理ユニット</b> ユニットリーダー 田部井 隆生 (Ph.D.) <a href="#">研究室WEB</a> <a href="#">理研WEB</a>	<b>深層学習理論チーム</b> チームリーダー 鈴木 大慈 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>
<b>計算論的学习理論チーム</b> チームリーダー 畑笠 晃平 (Ph.D.) <a href="#">研究室WEB</a> <a href="#">理研WEB</a>	<b>因果推論チーム</b> チームリーダー 清水 昌平 (Ph.D.) <a href="#">研究室WEB</a> <a href="#">理研WEB</a>
<b>近似ベイズ推論チーム</b> チームリーダー Mohammad Emtyaz Khan (Ph.D.) <a href="#">研究室WEB</a> <a href="#">理研WEB</a>	<b>連続最適化チーム</b> チームリーダー 武田 朗子 (Ph.D.) <a href="#">研究室WEB</a> <a href="#">理研WEB</a>
<b>数理科学チーム</b> チームリーダー 坂内 健一 (D.Math.Sc.) <a href="#">研究室WEB</a> <a href="#">理研WEB</a>	<b>高次元因果解析チーム</b> チームリーダー 今泉 允聡 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>
<b>逐次的意思決定チーム</b> チームリーダー 伊藤 伸志 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>	

- 学習と推論のアルゴリズム
  - ロバスト、ベイズ、構造、...
- 統計的学習と最適化の理論
  - 収束性、表現力、非凸、...

## 目的指向基盤技術 (17チーム)

<b>がん医療応用技術チーム</b> チームリーダー 鈴木 隆二 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>	<b>認知科学の学習システム構築チーム</b> チームリーダー 上田 健治 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>
<b>分子情報科学チーム</b> チームリーダー 津田 北彦 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>	<b>遠隔行動支援技術チーム</b> チームリーダー 大庭 美保子 (Ph.D.) <a href="#">研究室WEB</a> <a href="#">理研WEB</a>
<b>脳科学チーム</b> チームリーダー 上田 健治 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>	<b>インフラ技術応用システムチーム</b> チームリーダー 岡谷 晋之 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>
<b>医用画像処理チーム</b> チームリーダー 藤田 文彦 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>	<b>データ駆動型生物医学システムチーム</b> チームリーダー 竹内 一樹 (Ph.D.) <a href="#">研究室WEB</a> <a href="#">理研WEB</a>
<b>計算機デザインシステムチーム</b> チームリーダー 山下 直人 (Ph.D.) <a href="#">研究室WEB</a> <a href="#">理研WEB</a>	<b>最先端AIチーム</b> チームリーダー 田邊 元 (Ph.D.) <a href="#">研究室WEB</a> <a href="#">理研WEB</a>
<b>高度基盤システムチーム</b> チームリーダー 山本 潤一博 (Ph.D., Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>	<b>自然言語処理チーム</b> チームリーダー 坂 健太郎 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>
<b>知能検索チーム</b> チームリーダー 松本 敬司 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>	<b>言語処理プラットフォーム構築チーム</b> チームリーダー 藤巻 進 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>
<b>空間情報システムチーム</b> チームリーダー 横山 進人 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>	<b>防災情報処理チーム</b> チームリーダー 中野 孝俊 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>
<b>計算機倫理チーム</b> チームリーダー 西戸 利性 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>	

## 社会におけるAI (6チーム)

<b>社会におけるAI利用と法制策チーム</b> チームリーダー 中野 裕志 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>	<b>科学技術と社会チーム</b> チームリーダー 高橋 祐 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>
<b>分散型ビッグデータチーム</b> チームリーダー 藤田 浩一 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>	<b>政府政策情報提供技術チーム</b> チームリーダー 安野 崇宏 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>
<b>人工知能やセキュリティ・プライバシーチーム</b> チームリーダー 佐々木 洋 (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>	<b>人工知能安全確保・倫理性ユニット</b> ユニットリーダー 高井ひろみ (Ph.D.) <a href="#">理研WEB</a>

- 個人データ管理
- AIセキュリティ
- 経済と経営
- 倫理とガバナンス

- AIによる科学研究の加速
  - がん、材料、遺伝子、...
- AIによる社会課題解決への貢献
  - 自然災害、高齢者ヘルスケア、教育、...



Gang Niu



杉山将

## 部分ラベルに基づく弱教師付き学習の統一理論を世界で初めて構築し、実用的な深層学習アルゴリズムを開発

**成果発表** ICLR2022 (Outstanding Paper Honorable Mention, 投稿数3391中トップ0.3%)  
NeCo2023, 専門書 MIT Press 2022, ICLR2023 Keynote Speech

### 概要・世界的位置づけ

深層学習は良質な教師情報を大量に用いれば、高い予測性能を発揮する。しかし、多くの現実問題では良質な教師情報の入手は困難であり、深層学習の成功はIT分野など限定的であった。本研究では、部分ラベルと呼ばれる曖昧な教師情報（1か7、犬か狼、風邪かインフルエンザなど）からでも精度良く学習できる革新的な理論体系と実用的な深層学習アルゴリズムを開発した。

### 成果の意義・社会貢献への期待

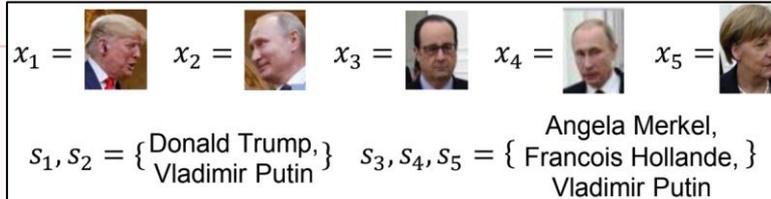
部分ラベル学習は幅広い応用が期待できる。例えば、医療診断補助AIの構築において、時間やコストのかかる精密検査は行わなくても、簡易検査による曖昧な診断情報だけから精度良く学習できる。また、画像中の人物認識では、画像に付随するキャプションから部分ラベルを自動付与でき、人手によるラベル付けが不要となる（右図）。今後、開発したアルゴリズムを物理学や医学などのデータ駆動科学にも応用していきたい。



Donald Trump receives a football from Vladimir Putin during their joint news conference.



Angela Merkel and Francois Hollande joined Vladimir Putin to discuss the escalating crisis in Ukraine.



図：部分ラベルの例  
画像とキャプションから曖昧な教師情報を自動生成できる。

ICLRは全学術分野のGoogle Scholar h5-indexでNature、Science、Lancetなどに次いで第9位にランク付けされている機械学習の超難関国際会議。杉山将はICLR2023にて日本人初のKeynote講演を実施。



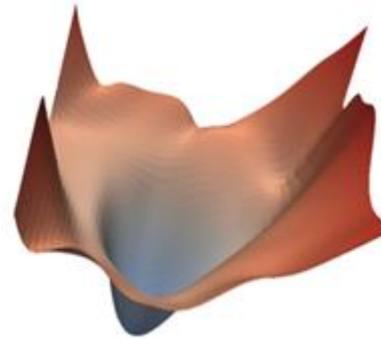
## 深層学習の汎化性能を向上させる実用的なアルゴリズムを開発

成果発表 ICLR 2023 (オーラル発表, 投稿数4966中トップ1.6%)

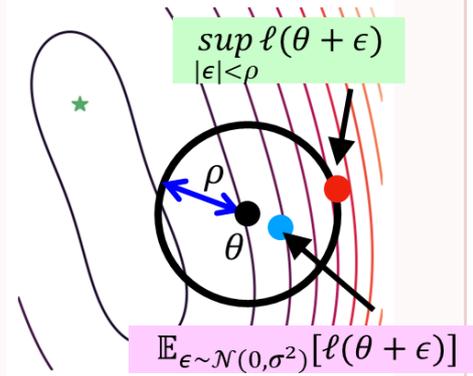
Mohammad Emtiyaz Khanら

### 概要・世界的位置づけ

深層学習では、「平らな」局所解を見つけた方が汎化するという理論・実験的知見に基づいたSharpness-Aware Minimization (SAM)と呼ばれる学習アルゴリズムがある。SAMがバイズ推論のFenchel双共役を用いた近似手法とみなせることを理論的に証明し、SAMの汎化性能を更に向上させる実用的なアルゴリズムを開発した。



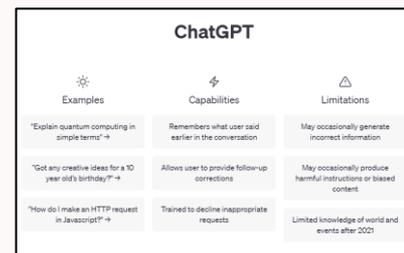
図：平らな局所解



SAMは最大値、バイズ推論は平均値をとる。

### 成果の意義・社会貢献への期待

本成果は、SAMの理論的な性質を解明するとともに、更に汎化性能を更に向上させることに成功した画期的な成果である。大規模言語モデルなどの基盤モデルの効率的な学習にも活用できる汎用的な技術であり、今後の実用化が大きく期待できる。



<https://chat.openai.com/>



<https://www.midjourney.com>



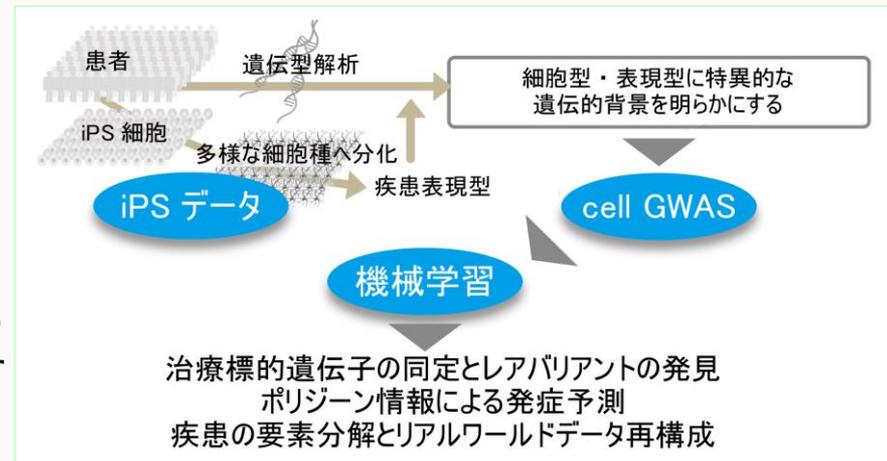
井上 治久

## 細胞種特異的に孤発性（アルツハイマー病）ADを予測する技術を開発

成果発表 Nature aging (2022)

### 概要・世界的位置づけ

アルツハイマー病（AD）を中心とする多様な認知症の発症メカニズムの分子生物学的解明が進んでいるが、現時点では限られた対症療法しかない。本成果ではiPS細胞を用いた疾患形質データのAI解析により、AD患者の95%を占める家族歴のない孤発性ADを予測するCDiP(Cellular Dissection of Polygenicity) 技術を開発した。



### 成果の意義・社会貢献への期待

孤発性ADでは、ADの病態が複雑であることに加え、遺伝的な原因を見つける有効な手法がこれまで存在していなかった。本成果は、対処療法しかなかった孤発性ADを予測可能とした点で革新的成果であり、これにより、未発症の無病期から、個々人に必要な回避策を提案できる無病社会の実現が期待される。





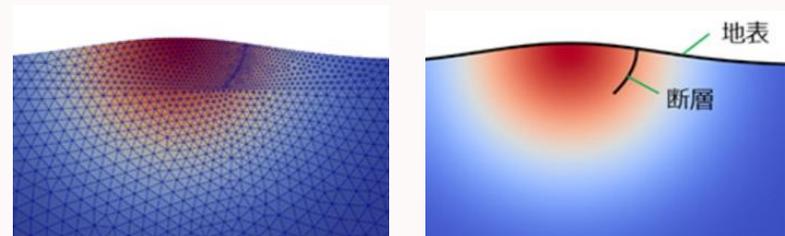
## 物理と深層学習による地殻変動解析

成果発表 Nature Communications (2022)

岡崎 智久 上田 修功

### 概要・世界的位置づけ

従来の地殻変動解析では、解析領域をメッシュに分割して各メッシュごとに数値解析を行っている。そのため、複雑な地形や地下構造を正確に表現するには細分化された多数のメッシュが必要となるため計算量が膨大になるという問題があった。本研究では、深層学習に物理法則の情報を組み込むことにより、地震に伴う地殻変動の新たなモデリング手法を考案した。



図：従来手法(左)と本手法(右)における解析領域の表現方法  
図は地下構造の断面図、配色は地下を構成する岩石の硬さを表わす。

### 成果の意義・社会貢献への期待

本成果は、従来のメッシュ分割に基づく手法と異なり、地殻の連続的な変動を柔軟かつ容易にモデル化でき、これまで困難であった複雑な地下構造など、多様な問題設定における地震解析が原理的に実現可能という点で革新的な成果である。物理と深層学習の融合に基づく本手法は、必ずしもビッグデータが得られない自然科学分野においても、深層学習が活用可能となり、機械学習技術の適用範囲の拡大に貢献した意義は大きい。



図：本手法による地殻変動の解析結果  
図は地下構造の断面図、配色は地震による地殻の変形の計算結果を表す。断層や地形の連続的に曲がった形状や、断層や地下構造の急激な変化によるひずみが解析できている。



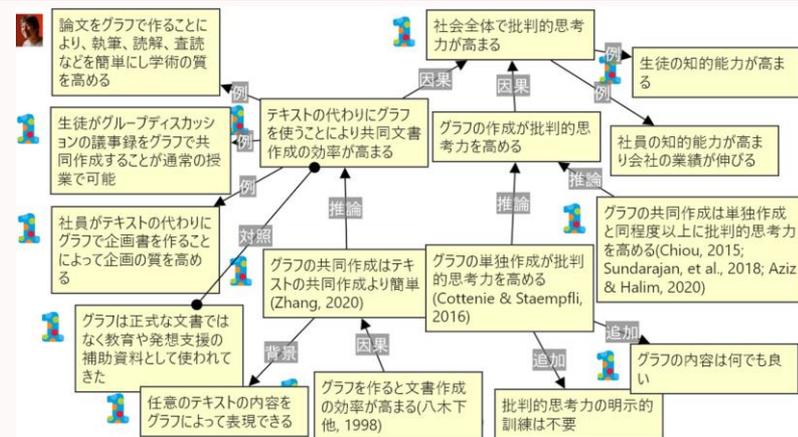
橋田 浩一ら

## グラフ文書の教育現場での運用可能性を実証し、AIを永続的に振興する社会基盤を提案

成果発表 言語処理学会大会およびプレスリリース (2023)

### 概要・世界的位置づけ

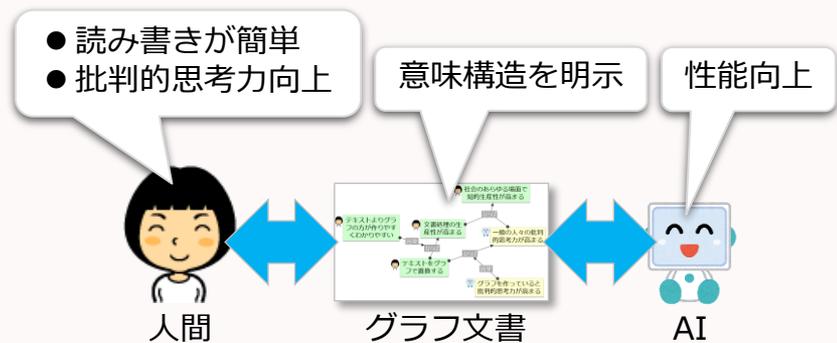
共同セマンティックオーサリング(オントロジーで規格化されたグラフ文書の共同作成)を高校1年の「現代の国語」の通常の授業(約100名の生徒)でグループディスカッションに使うことが教員の余分な負担なく可能で、それにより生徒の批判的思考力が高まることを実証した。



図：規格化された談話関係等を用いたグラフ文書の例

### 成果の意義・社会貢献への期待

本成果により、グラフ文書を教育現場に普及させて多くの生徒の批判的思考力を高めることが可能。さらに、大規模言語モデル等に基づくAIと一般の人々が共同セマンティックオーサリングで対話し、AIがグラフ文書のデータから学習することにより、文書作成の生産性と人間の批判的思考力とAIの性能が向上すると期待される。





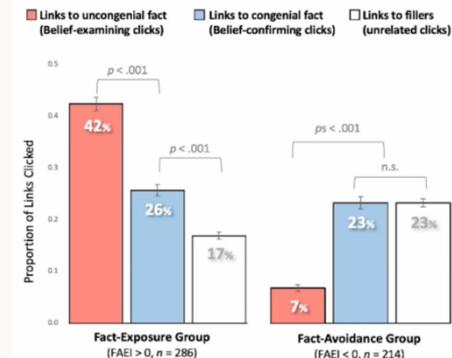
## 訂正情報の効果を制限するオンライン行動の特徴を解明

成果発表 CHI2023

荒井 ひろみら

### 概要・世界的位置づけ

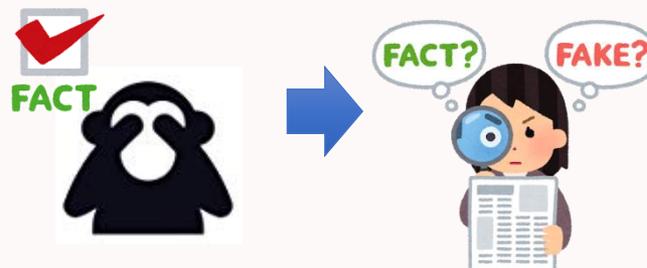
多くのファクトチェック記事がオンライン経由でアクセスされている。本研究はクリック行動に着目、信じている誤情報に対する訂正記事のクリックの選択的回避、及び選択的回避傾向の強い人の特徴を検証した。その結果43%の参加者は「信じている誤情報に対する訂正記事」へのクリックを選択的に避ける傾向があることが示された。



図：クリック行動実験の結果  
選択的にクリック(左)と回避(右)のグループに分かれた。

### 成果の意義・社会貢献への期待

誤情報対策として訂正情報を広く共有していくため、少なからぬ人々に見られる選択的回避というクリック行動の特徴を明らかにし、インターフェースデザインや介入方法の実装につなげていくことが期待される。



- 新型コロナウイルス感染症の流行により生じた今般の世界的な危機や社会構造の変化に対応するため、AIPセンターではこれまでの研究を基盤として新たに12の関連課題を実施。
  
- 主な研究課題と成果
  - 「Epigeneticsに基づく新型コロナウイルスの解析」  
機械学習を用いた治療の標的の解析
    1. Asada K et al. Application of Artificial Intelligence in COVID-19 Diagnosis and Therapeutics. J Pers Med. 2021 Sep 4;11(9):886.
    2. Kaneko S et al. Epigenetic Mechanisms Underlying COVID-19 Pathogenesis. Biomedicines. 2021 Sep 2;9(9):1142.
  
  - 「新型コロナウイルス関連学術知識探索支援システムの開発」  
論文解析の成果を新型コロナ関係の論文データベースCORD-19の論文検索に応用  
Truong Do et al. "CovRelex-SE: Adding Semantic Information for Relation Search via Sequence Embedding," Proceedings of the 17th Conference of the European Chapter of the Association for Computational Linguistics (EACL): System Demonstrations, pp.35-42, Dubrovnik, Croatia, May 2023.
  
  - 「新型コロナウイルス関連学術知識探索支援システムの開発」  
ソーシャルメディアにおけるヘイトスピーチ検出に向けた日本語データセット構築の試案  
荒井ひろみ, 和泉悠, 朱喜哲, 仲宗根勝仁, 谷中瞳  
言語処理学会年次大会発表論文集(Web) 27th 2021年

# 共同研究等による連携研究

- データを保有している、もしくは課題を共有している外部機関（病院、国立研究機関等）と積極的な連携を実施
- 企業等への技術コンサルティングを行い、実社会に知見・技術を展開

## 企業連携による主な成果

- 記述式答案を自動採点するAI技術を開発【代々木ゼミナール】
- 線路設備モニタリング装置のAI（深層学習モデル）導入【JR東日本】
- AIを用いた超音波検査における影の自動検出【富士通】
- 自動車走行データ解析に関するAI技術の開発【損害保険ジャパン】



問 傍線部(1)「こうした～築いてきた」とあるが、それはどういふことか。70字以内で説明せよ。

答案 A 西洋文化の基礎の対決 B 神対人間(宗教・契約)、人間対自然(科学・合理主義)、人間対人間(個人主義)という形で現れるということ。日本人のように念計なことを言わないのではなく、他人に分かってもらうために言葉を尽くす対決のスタンスが西洋の文化を築いてきた。 C 自分自身と他を対決の対決 D 他人を自分と他を対決の対決

採点基準 A 西洋文化の基礎の対決 B 神対人間(宗教・契約)、人間対自然(科学・合理主義)、人間対人間(個人主義)という形で現れるということ。日本人のように念計なことを言わないのではなく、他人に分かってもらうために言葉を尽くす対決のスタンスが西洋の文化を築いてきた。 C 自分自身と他を対決の対決 D 他人を自分と他を対決の対決



※2021年度から実体に即し、企業との共同研究から技術指導に切り替え

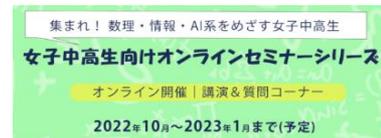
## ■ セミナーによる研究成果の発信

- AIPオープンセミナー  
2020年11月～2021年9月（全43回）  
AIPセンターの各チームの研究成果をセミナー形式で毎週発信
- EPFL CIS 理研AIPジョイントセミナー  
2021年10月～2022年7月（全17回、2回のワークショップ）  
スイス連邦工科大学のインテリジェントシステムセンター（EPFL CIS）と公開セミナーを実施
- Trust ML Young Scientist Seminars  
2022年1月～（100名以上のスピーカーが実施）  
信頼できる機械学習に関連する研究に関する若手研究者による講演



## ■ 中高生向けの発信

- 女子中高生に向けたオンラインセミナーを開催  
2022年1月、2022年12月～2023年1月（6回）  
数理系目指す女子学生向けに「数理・情報・AI」の魅力を発信



## ■ 講演会やセミナーはオンラインで多数公開:

<https://www.youtube.com/channel/UCipPccqvcfyckKNOaYUokyQ>

250本以上の動画、AIPチャンネルの登録者数 1700人超

AIP Channel

理研AIP

- 海外の大学・研究機関等とのMOUを締結し、多数の機関とシンポジウムやジョイントワークショップを開催。人事交流、連携研究等を促進
  - May 2019: The Hong Kong Polytechnic University (Hong Kong)
  - Jun. 2019: Major Universities in Taiwan (Taipei)
  - Jul. 2019: Georgia Institute of Technology, etc.(Tokyo)
  - Sep 2019: Berlin Big Data Center, etc. (Berlin)
  - Sep. 2019: Alan Turing Institute (Edinburgh)
  - Sep. 2019: Istituto Italiano di Tecnologia (Genova)
  - Dec. 2019: University of Freiburg, etc. (Tokyo)
  - Mar. 2021: University of Technology Sydney (Online)
  - Jun. 2021: Alan Turing Institute (Online)
  - Dec. 2022: A\*STAR-CFAR (Singapore)
  - Mar. 2023: A\*STAR-CFAR (Tokyo)
  - Mar. 2023: Fraunhofer IIS (Nuremberg)
  - Mar. 2023: EPFL-CIS (Lausanne)
  - Mar. 2023: PRAIRIE (Tokyo)
  - Mar. 2023: Vector Institute (Online)
  - Apr. 2023: MBZUAI(Online)
  - Jul. 2023: Bar-Ilan University(Tokyo)
  - Sep. 2023: Nicolaus Copernicus University(Poland)
  - Nov. 2023: INSAIT(Bulgaria)



- **定例会／ボードを毎月開催：**
  - 理研経営層との意見交換・センターの意思決定を行う場として、担当理事、センター幹部、推進室長が出席
- **PIミーティングを毎月英語で開催：**
  - 重要事項の周知、チーム間の情報共有・意見交換
- **研究セミナー、リトリートを英語で開催：**
  - 各チームの研究活動を紹介・議論し、チーム間・グループ間の共同研究のきっかけを作る
- **アドバイザリ・カウンシル(AC)を英語で開催：**
  - 理研独自の評価制度として、国内外の有識者・専門家を委員として開催し、理研全体のACに報告
- **適切な資源配分：**
  - 世界のAI関連の研究動向ならびに研究の進捗・成果に基づき、研究計画を精査した上で予算配分を実施
- **戦略的な組織改編：**
  - 研究評価等を踏まえた研究体制の見直しを実施

- センターの研究方向性やマネジメントにかかる評価・提言を受けるため、国内外の有識者によるアドバイザリーカウンシルを実施

アドバイザリーカウンシルの委員 実施期間：2023年5月23～25日

AIP-AC	Title	Name	Affiliation	Expertise
Chair	Prof./ Director	Klaus-Robert Müller	Technische Universität Berlin and Korea University/BIFOLD	Kernel Method, Deep Learning
Member	Prof.	Jennifer Dy	Northeastern University	Machine Learning and their Application
Member	Director	David Leslie	The Alan Turing Institute	Applied ethics, Social philosophy, Philosophy of emerging technologies, AI ethics, Data ethics
Member	Prof.	Itsuki Noda	Hokkaido University	AI, Social Simulation, Robotics, Multiagent
Member	Prof.	Alice Oh	Korea Advanced Institute of Science and Technology(KAIST)	Machine Learning, Computational Social Science
Member	President	Hideyuki Tokuda	Natl. Inst. of Info. and Communs. Tech. (NICT)	Ubiquitous Computing and Networking
Member	Fellow	Junichi Tsujii	Natl. Inst. of Adv. Ind. Sci. and Tech. (AIST)	Artificial Intelligence, Natural Language Processing, Text Mining, Machine Translation
Member	Prof./ Director	Sethu Vijayakumar	The Alan Turing Institute/The University of Edinburgh	Robotics
Member	Prof.	Zhi-Hua Zhou	Nanjing University	Machine Learning Algorithms

# ACの評価結果（1）

## TOR2

### [Strengths (internal/positive)]

- The 4th Mid- to Long-Term Plan has been successfully and consistently accomplished.
- 第4次中長期計画は成功裏に一貫して達成された。
- 素晴らしいビジョンとリーダーシップにより、計画の達成は、最近の深層学習のブレークスルーを支え、理解を与えるアウトプットを生み出している（チャットGPTの本質的な基礎である「トランスフォーマー」の主要成分など）。
- 今後、AIPでさらに重要な洞察と進歩が生み出されることが期待される。

progress will be generated in AIP in the future.

### [Opportunities (external/positive)]

- AIP has a great opportunity to set the agenda of modern AI leadership and governance and to react
- AIPは、現代のAIのリーダーシップとガバナンスのアジェンダを設定し、技術的・社会的な性質の新しい、予期せぬ発展に機敏に対応する絶好の機会を有している。
- AIPは、AIの基礎、AIの応用、AIの社会的影響の3つのグループからなる素晴らしいチームを作りました。基礎研究、ミッション主導の科学、AIの倫理とガバナンスの統合を通じて3つのグループが協力し合うこの組み合わせはユニークで必要なものであり、理研が国内的、世界的にAIの分野で指導的役割を果たすことを可能にするでしょう。

take a leadership role in AI nationally and globally.

### [Weaknesses (internal/negative)]

- Lack of clear **Communication strategy/communication specialists** in AIP.
- AIPにおける明確なコミュニケーション戦略／コミュニケーション専門家の欠如。
- 情報学やコンピュータサイエンスにおける日本人の博士号取得者の不足。
- 明確なスタートアップの事例やドキュメンテーションの欠如。AIPからのスタートアップの良い事例があると良い。それらは潜在的なスタートアップ企業にとって良い種や参考となる。
- 優秀な研究者が終身在職権を得るための明確なキャリアパスがない。

### [Threats (external/negative)]

- To **quickly make AIP permanent (operating budget)** and in addition a **standalone center** otherwise significant drawbacks are to be expected. AIP is a world-renowned center. One of the negative consequence is **the loss of talented AI researchers and getting back to this level will be difficult.**
- AIPを早急に恒久的なもの（運営費予算）にし、さらに**独立したセンター**にすること。そうでなければ大きな欠点が予想される。AIPは世界的に有名なセンターである。その弊害のひとつは、**有能なAI研究者を失うこと**であり、このレベルに戻ることは難しいだろう。

## TOR3 [Policies of the 5th Mid- to Long-Term Plan period (FY 2025 - 2031)]

-> See separately prepared slides.

### [Evaluation]

1. **AIP should be a stand alone center. Riken needs the Vertical Pillar AI**, and in addition horizontal activities can be provided for all other pillars. Only staying with the technology available now, will not work. Put all fields on equal footing, intertwine.
2. Modern Science often happens at the boundary between disciplines. Around the globe institutions strive for fostering such interdisciplinary

1. AIPは**独立したセンター**であるべきだ。理研には**縦の柱のAIが必要**であり、それに加えて他のすべての柱に横の活動を提供することができる。今ある技術だけにとどまってはうまくいかない。すべての分野を対等な立場に置き、絡み合わせる。

2. 現代科学は、しばしば分野間の境界で起こっている。世界中の研究機関が、このような学際的な研究の育成に努めている。TRIPは、このような複雑で長期にわたる研究を対象とした抽象的な概念である。そのため、理研の各分野の内部で、分野横断的な研究課題や方法論的アプローチを伝え、統合する努力が必要です。基礎AIは、科学と工学におけるこのような学際的進歩を可能にする重要な取り組みとして認められている。そのため、AIPのような独立した長期的なAI基盤研究の取り組みが必要です。

3. この統合的な機能をサポートするために、AIPと他の理研センターをつなぐ、課題主導型、問題主導型の新しい統合プロジェクトや新しい専門グループを可能にするために、理研の予算を追加配分することも提案する。

integrator projects and dedicated novel groups that connect AIP with other RIKEN centers.

## TOR3

### [Recommendation]

1. **Strongly and crucially to quickly make AIP permanent** (operating budget) and in addition a **standalone center**.
2. AIP continue on the path of **creating world-class foundational research** harvesting synergies
3.
  1. **AIPを恒久的（運営予算）かつ独立したセンターに早急にする**こと。
  2. AIPは、チーム間や包括的グループ間のシナジーを生かし、**世界トップクラスの基礎研究を創出する道**を歩み続ける。
  3. **AIPの貢献を理研内に伝える努力を継続する。AIは科学と工学にとって重要なイネーブラーである。** AIPと他の理研センターをつなぐ、課題主導型・問題主導型の新規インテグレーター・プロジェクトや新規専門グループを可能にするために、理研予算を追加配分することを提案する。
4. **ACは、効果的なコミュニケーションと広報戦略が極めて重要であり、戦略的コンセプトを策定する必要があると考えている。** 私たちは、アウトリーチのための資金を割り当て、これを担当するプロの人材を雇用することを推奨する。ソーシャルメディア戦略も含めたコミュニケーション戦略の策定を推奨する。
5. **スタートアップ戦略の策定。** この戦略は機敏なものであるべきで、つまり、小さな新興企業を立ち上げ、それを成長させたり、そこから新たな新興企業を派生させたりするものである。
6. 研究者、PI、博士課程の学生に対して、より**競争的でインセンティブを与える給与**を支給する。
7. **明確なキャリア展望**（昇給、昇進、テニュアトラック／終身雇用など）の構築。
7. **特別な託児所、家族介護、住居を必要とする研究者に対する適切な支援システムを構築するための創造的なアプローチ。**
8. **日本以外の企業とのコラボレーション**に関する方針を引き続き追求すべきである。
9. **AIPのAIと社会グループは専門知識を有しており、また、近年の生成AIモデルの進展により、AIのガバナンスと規制に関して日本政府とのより積極的な関与が必要である。**
10. More **active involvement with the Japanese government for AI governance and regulation**, as AIP's AI and Society Group has the expertise, and the recent progress in generative AI models necessitates speedy action in terms of AI governance and regulation.