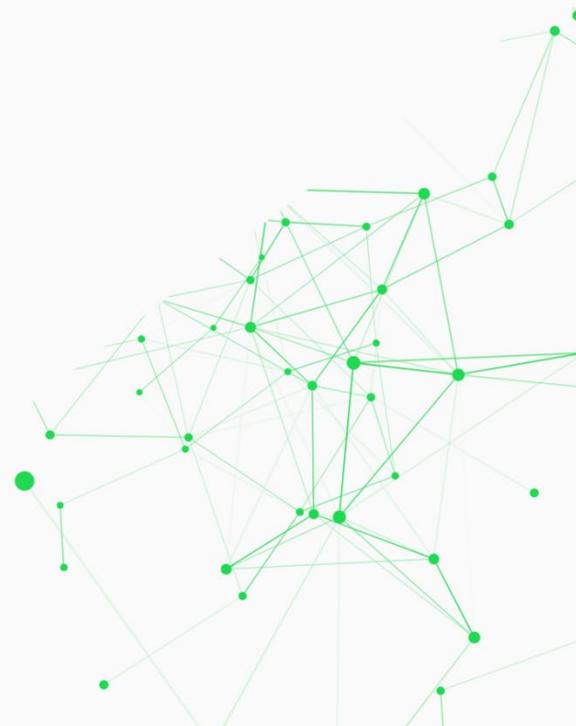


2020年度

# AIPシンポジウム 成果報告会

RIKEN Center for Advanced Intelligence Project



## 目的指向基盤技術研究グループの 活動紹介

上田 修功

目的指向基盤技術研究グループ  
グループディレクター



# 目的指向基盤技術研究グループの目標・戦略

## ■ AI技術による科学の発展を目指す

我が国が強いサイエンス分野（医学、材料など）を牽引する強力なパートナーと連携し、**AI技術を融合した新たな科学的手法の創出**等により科学研究を加速させる

## ■ 基礎研究の知見を社会的課題の解決にむけた応用研究へと繋げる

我が国が抱える社会的課題(防災・減災、認知症など)解決に取り組むパートナーと連携し、**応用分野に特化した基盤技術開発**等により課題解決を図る

# 目的指向基盤技術研究グループの体制

日本が強い分野を  
さらに強化

1. 深層学習とALS iPS細胞を用いた疾患予測法を開発

● モノづくり支援

2. NMR法によるタンパク質構造の精度評価法を開発

遺伝・バイオ

3. AI診断における新たな信頼性評価法の開発

社会的課題

解決への貢献

4. AI x HPCによる災害時の高速3D変化推定法を開発

5. 認知症予防のための会話支援AIの開発

● 観光支援

メディア・知識処理

6. 動画から人間の知覚に合う動きを抽出する手法を開発

● 音楽・画像処理

● 画像処理

# 目的指向基盤技術研究グループの体制

日本が強い分野を  
さらに強化

## 1. 深層学習とALS iPS細胞を用いた疾患予測法を開発

- モノづくり支援
- 機能材料開発

社会的課題  
解決への貢献

- 自然災害の防災・減災
- インフラ管理・保守の効率化
- 高齢者ヘルスケア
- 観光支援

遺伝・バイオ

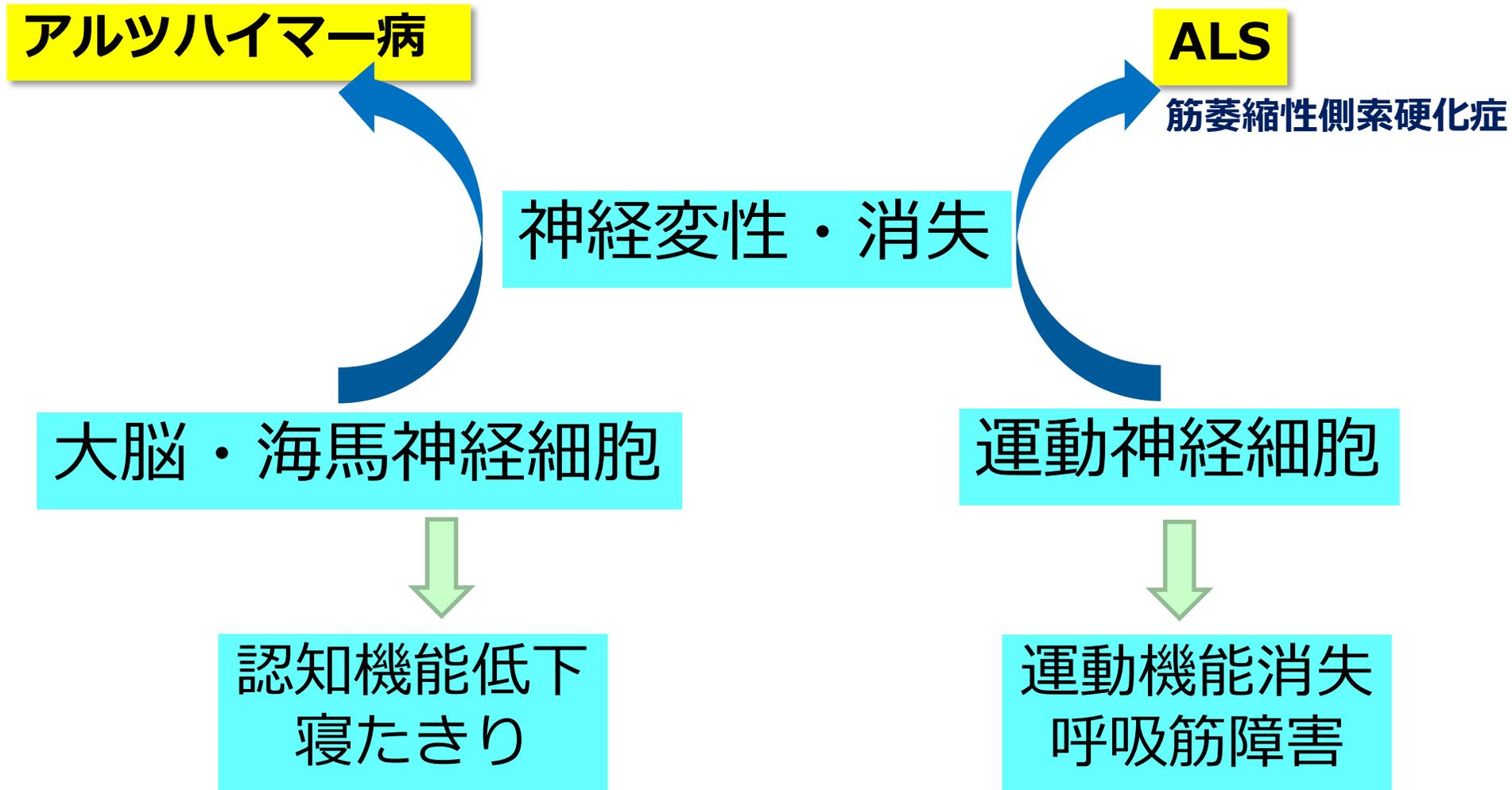
- 病理情報
- 計算脳・脳情報融合
- バイオマーカー発見支援

メディア・知識処理

- 自然言語処理
- 対話処理
- 音響・音楽処理
- 画像処理

# 健康長寿社会の脅威：神経変性疾患

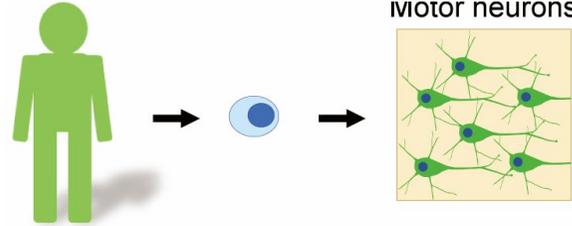
加齢が最大の危険因子：根本的処方が未確立



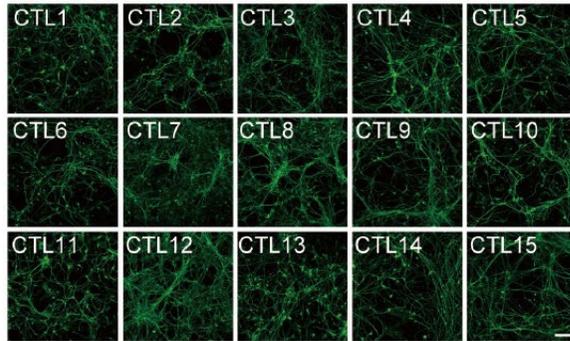
# 1. 人工知能による難治性疾患の検知・診断を実現

健康な人の運動神経細胞およびALS患者から，運動神経細胞のiPS細胞を作製し，それらから両者を自動判別するAIを開発

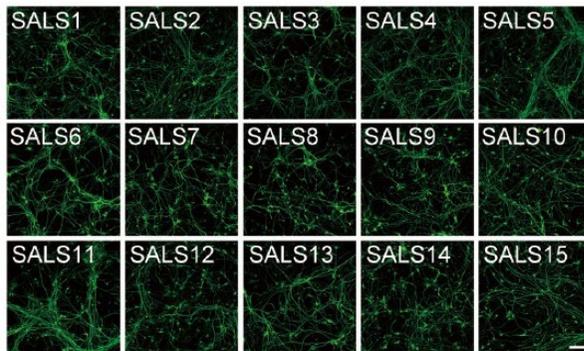
健常な方が  
ALSの患者さんか  
どうか分からない人



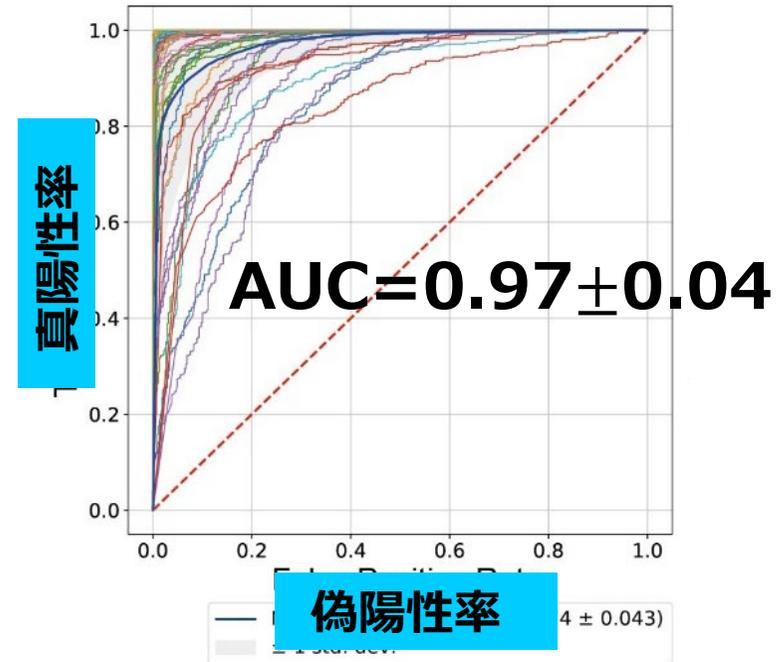
➡ ALSかどうかを検知



健常な方の運動神経細胞の写真



ALSの患者さんの運動神経細胞の写真



Imamura et al., Ann Neurology, 2021

# 目的指向基盤技術研究グループの体制

## 日本が強い分野をさらに強化

- 再生医療, がん治療

- 2. AIによる材料特性のリアルタイム予測手法を開発

## 遺伝・バイオ

- 病理情報
- 計算脳・脳情報融合
- バイオマーカー発見支援

## 社会的課題解決への貢献

- 自然災害の防災・減災
- インフラ管理・保守の効率化
- 高齢者ヘルスケア
- 観光支援

## メディア・知識処理

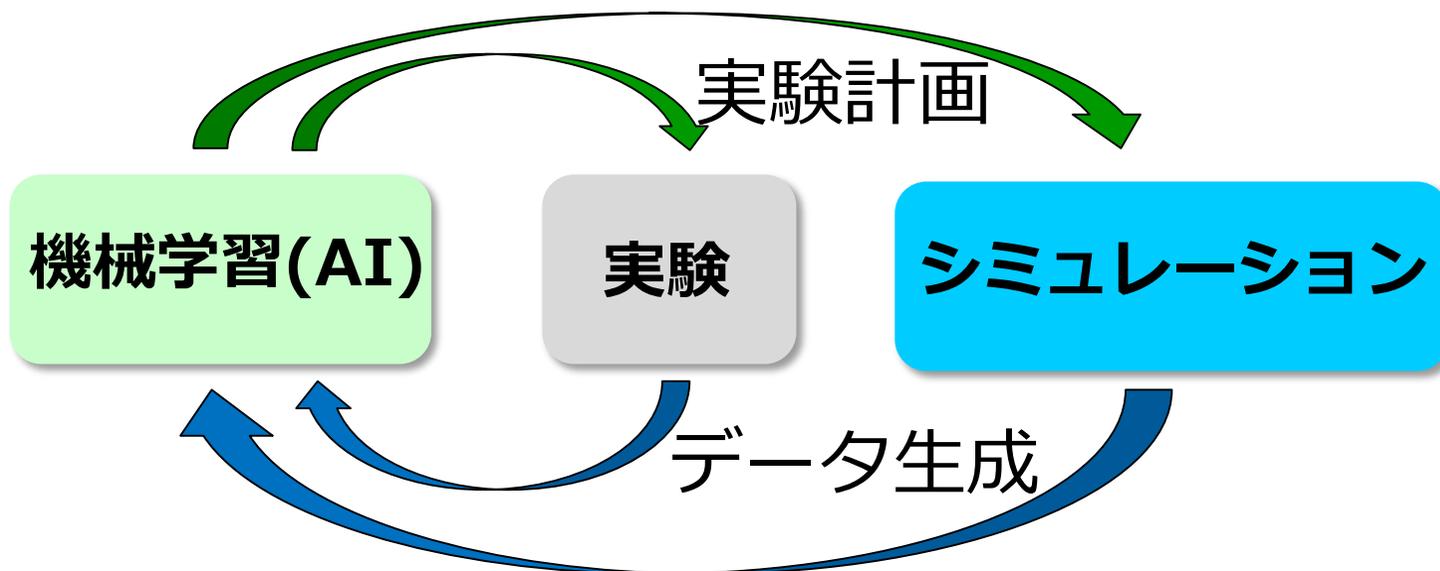
- 自然言語処理
- 対話処理
- 音響・音楽処理
- 画像処理

# マテリアルズ・インフォマティクスによる 新素材探索

かつて材料・素材開発は、専門家の勘と経験が頼り

↓ 第4の科学（データ駆動型科学）

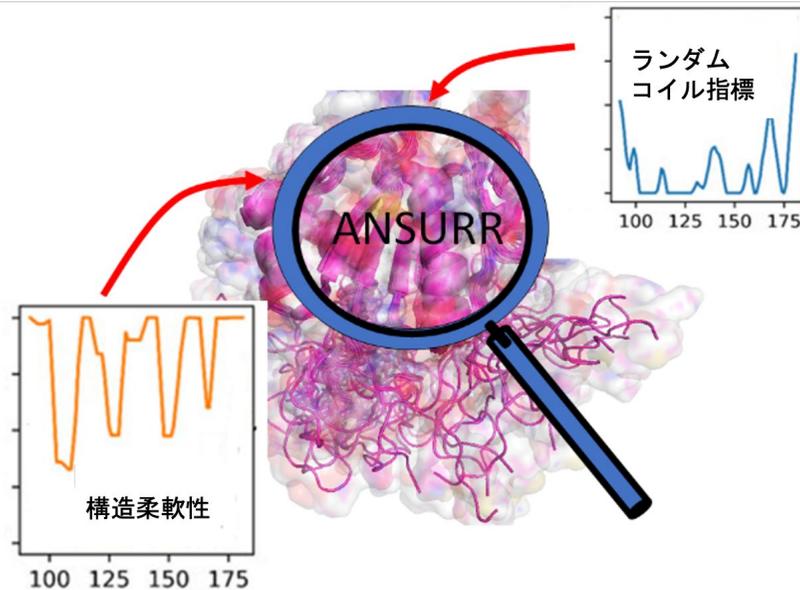
材料開発の自動化への期待



## 2. 核磁気共鳴(NMR)法によるタンパク質構造の精度評価法を開発

シェフィールド大学（英国）との国際共同研究（JST CREST）

- **X線結晶解析法**ではタンパク質構造の精度評価法が確立しているのに対し、**NMR法**では試料の結晶化が不要という利点があるが、精度評価の有効な方法がなかった
- 「化学シフト」から得られるランダムコイル指標と、「数理剛性理論」から得られる指標（構造柔軟性）を比較することで、精度評価に成功



試料を結晶化しなくてもタンパク質の構造推定が可能となるため、創薬ターゲットとなるタンパク質の構造決定のプロセスの加速化への貢献が期待できる

Sljoka et al.,  
Nature Communications, 2020<sub>9</sub>

# 目的指向基盤技術研究グループの体制

## 日本が強い分野をさらに強化

- 再生医療, がん治療
- モノづくり支援
- 機能材料開発



## 社会的課題解決への貢献

- 自然災害の防災・減災
- インフラ管理・保守の効率化
- 高齢者ヘルスケア
- 観光支援



## 遺伝・バイオ

### 3. AI診断における新たな信頼性評価法の開発



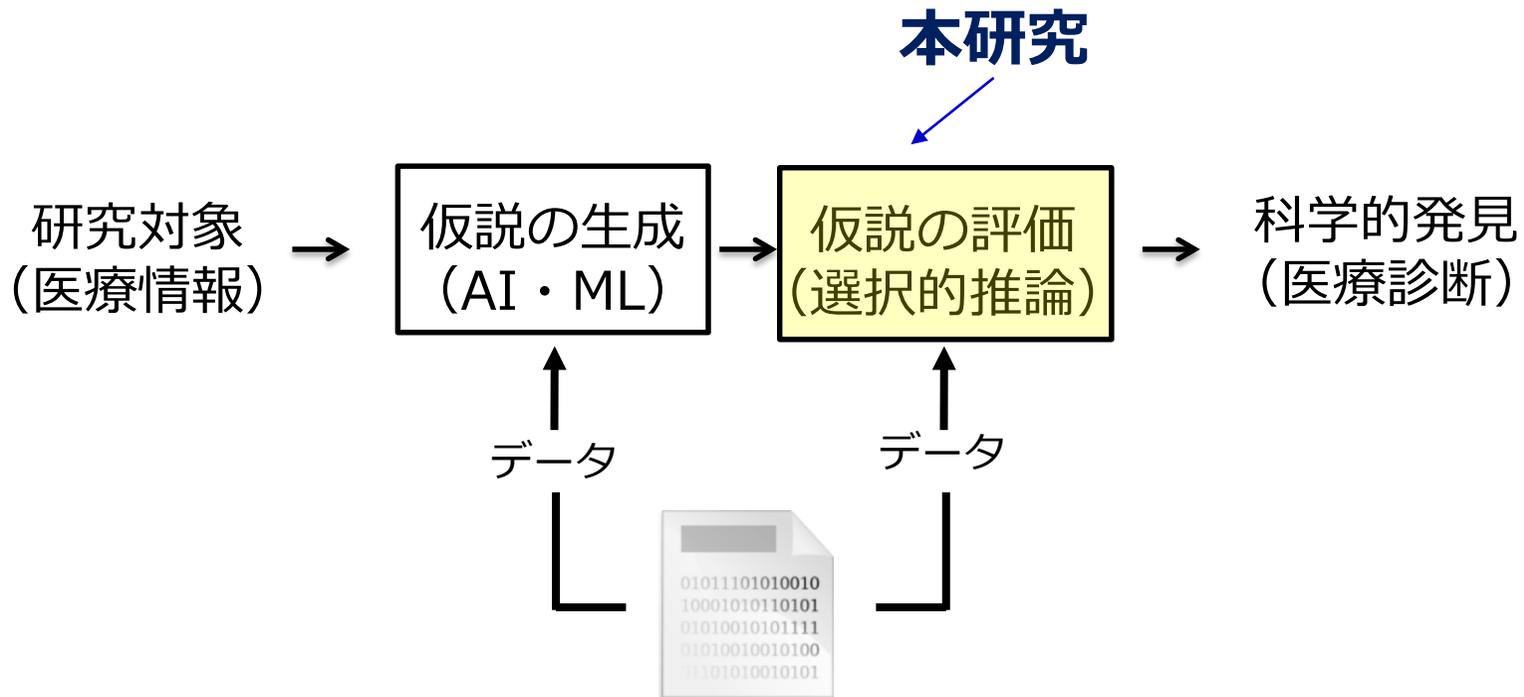
## メディア・知識処理

- 自然言語処理
- 対話処理
- 音響・音楽処理
- 画像処理



# データ駆動型科学の枠組とAI医療診断

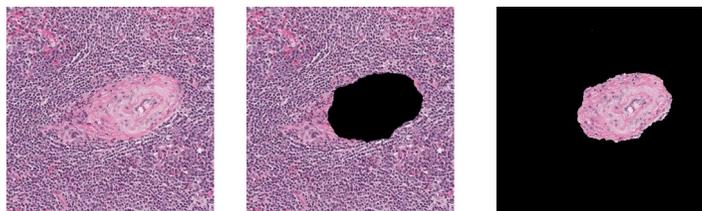
AIやMLによって発見される潜在的パターンはデータに過剰適合することがあり、**AI医療診断の信頼性**を適切に評価することは困難であった



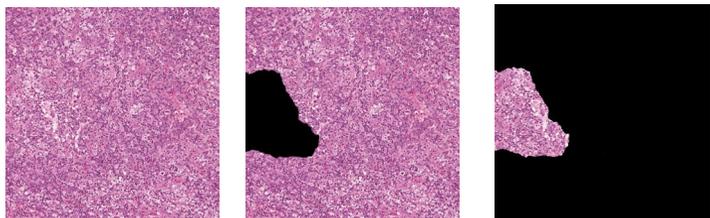
# 3. AI医療診断における新たな信頼性評価法を確立

**選択的推論 (Selective Inference)** と呼ばれる枠組を発展させることで、**病理画像診断の信頼性評価法、ゲノム異常診断の信頼性評価法**を確立した

セグメンテーションや変化点検知の信頼性評価に選択的推論の導入は世界初

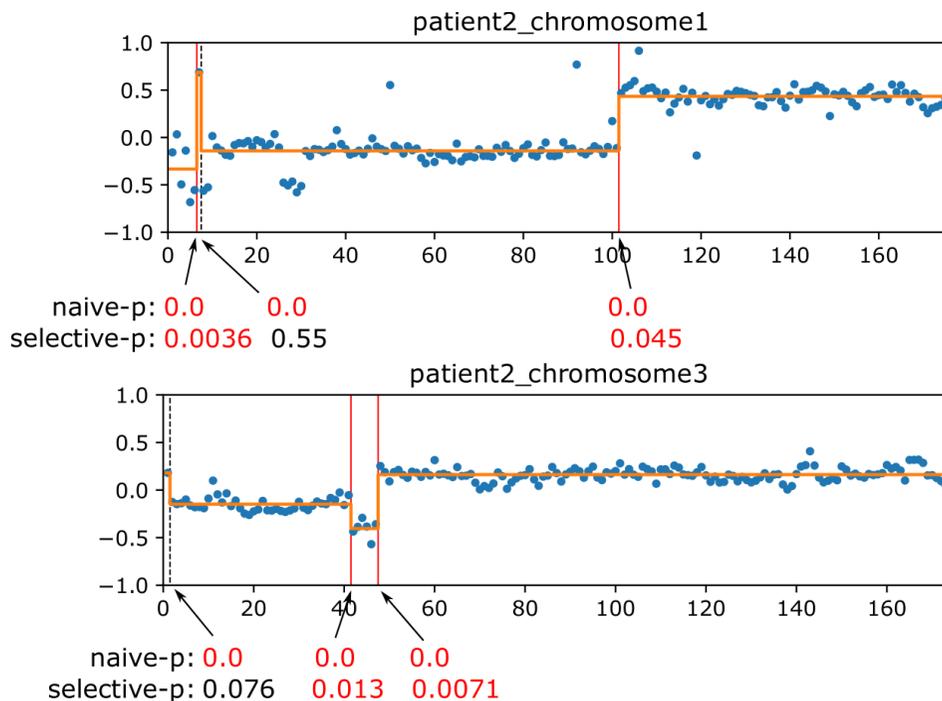


Naïve  $p = 0.000$ , Selective  $p = 0.000$



Naïve  $p = 0.000$ , Selective  $p = 0.351$

病理画像診断の信頼性評価法  
**Tanizaki et al. CVPR2020**



ゲノム異常診断の信頼性評価法  
**Duy et al., NeurIPS2020**

# 目的指向基盤技術研究グループの体制

## 日本が強い分野をさらに強化

- 再生医療，がん治療
- モノづくり支援
- 機能材料開発

## 4. AI x HPCによる災害時の 高速3D変化推定法を開発

- インフラ管理・保守の効率化
- 高齢者ヘルスケア
- 観光支援

## 遺伝・バイオ

- 病理情報
- 計算脳・脳情報融合
- バイオマーカー発見支援

## メディア・知識処理

- 自然言語処理
- 対話処理
- 音響・音楽処理
- 画像処理

# 自然災害における迅速かつ正確な 被害推定の重要性

災害発生直後に、被害推定や状況把握により、それらの情報を災害対応の意思決定に生かすことが、避難誘導、救助支援に極めて重要

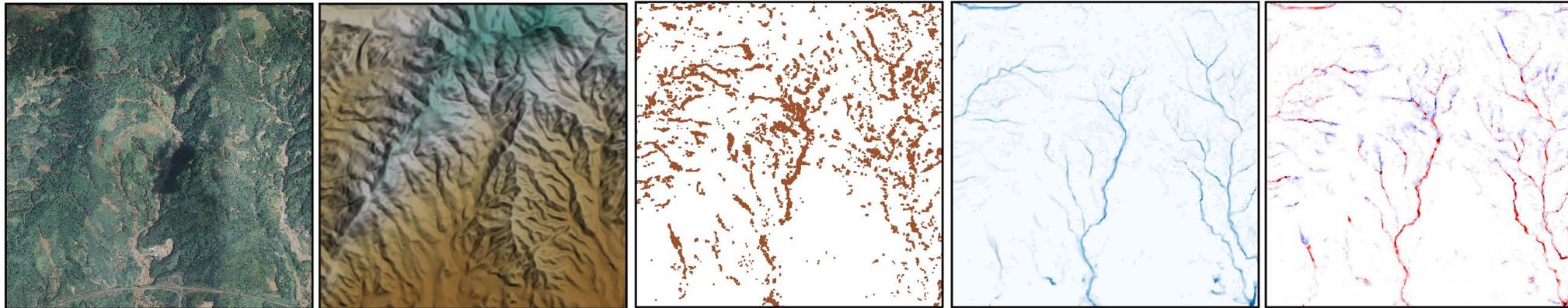


# 4. AI x HPC x 計測により 災害時の高速3D変化推定を初めて実現

理研R-CCS, 京大防災研との共同研究

深層学習とシミュレーションの融合により, リモートセンシング  
画像から**水土砂災害時の浸水深や地形変化を瞬時に推定する技術**  
を開発

災害状況把握の国際協カプロジェクト (センチネルアジア) に貢献



被災後画像

地形データ

水土砂災害領域  
従来手法

浸水深

地形変化

提案法では, AI x HPCにより浸水の深さも推定可能

**提案手法**

今後, “富岳”を用いてスケールアップを図る

Yokoya et al., TGRS2021

# 目的指向基盤技術研究グループの体制

## 日本が強い分野をさらに強化

- 再生医療, がん治療
- モノづくり支援
- 機能材料開発



## 社会的課題解決への貢献

- 自然災害の防災・減災
  - インフラ管理・保守の効
- ### 5. 認知症予防のための会話支援AIの開発
- 観光支援



## 遺伝・バイオ

- 病理情報
- 計算脳・脳情報融合
- バイオマーカー発見支援

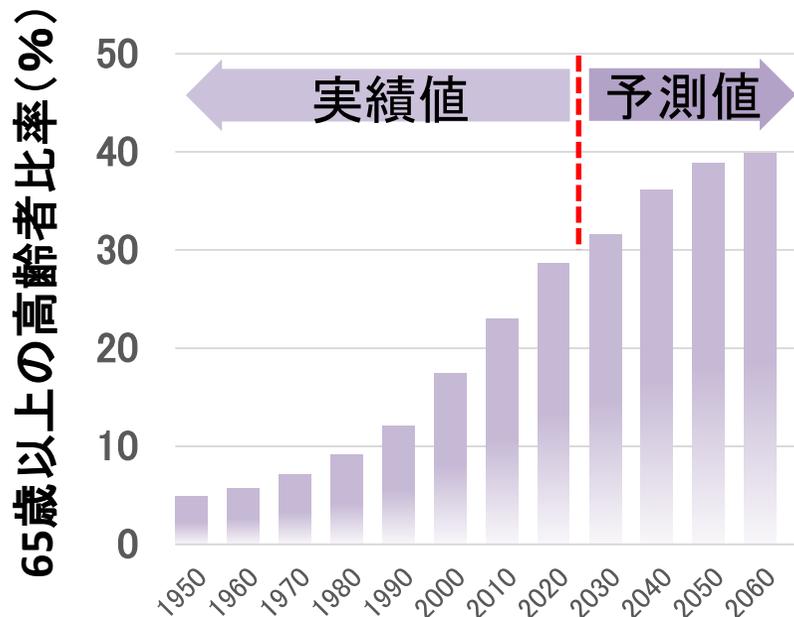


## メディア・知識処理

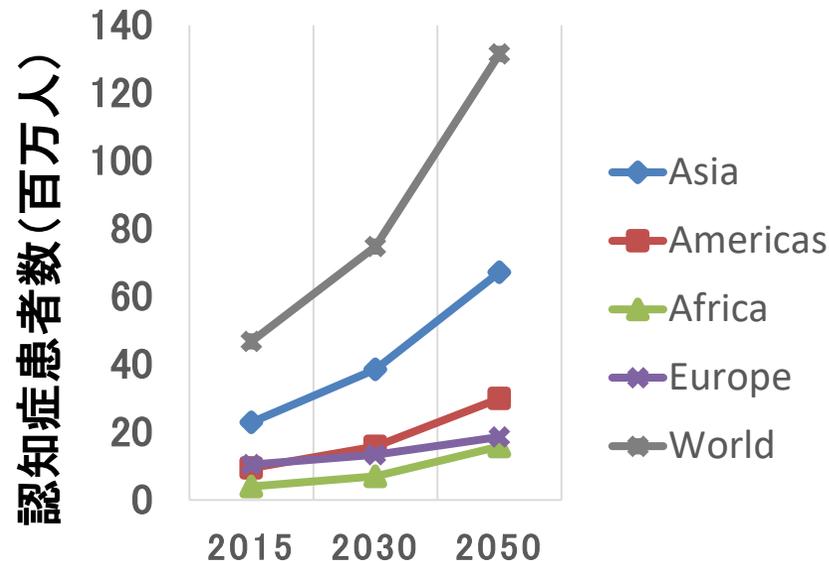
- 自然言語処理
- 対話処理
- 音響・音楽処理
- 画像処理



# 認知症および認知機能低下を防ぐ



(2020年9月15日現在の総務省統計局資料)



(World Alzheimer's Report 2015)

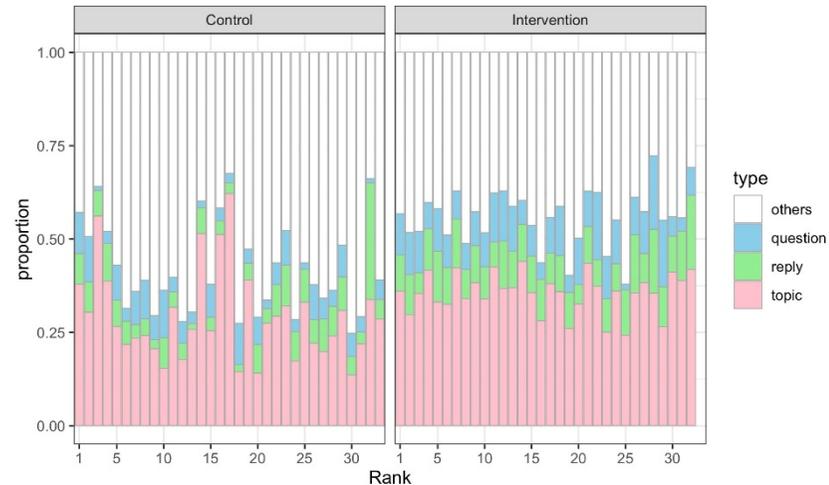
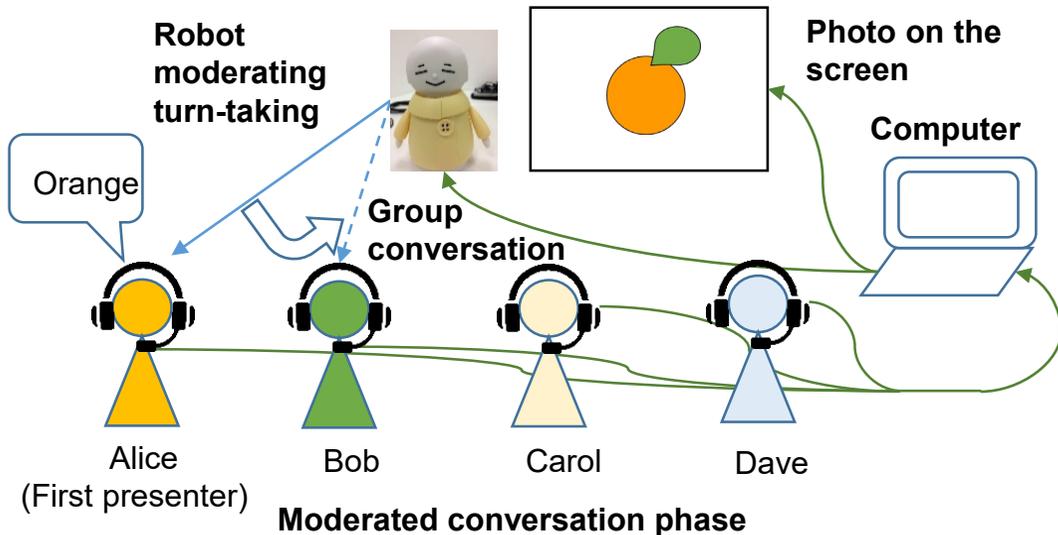
➡ 会話支援手法「共想法」に立脚した認知行動支援技術の開発

**共想法**：テーマに沿って話題と写真を用意し、持ち時間を決めて会話する手法で、人の話を聞かない人には聞くよう、話さない人には話すよう支援

発話量制御：特許第5799410号会話支援装置および会話支援方法

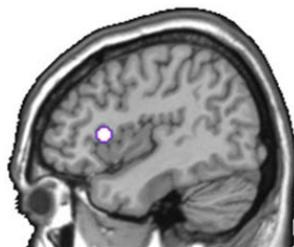
# 5. 会話支援AIの認知的介入効果を検証

高齢者の言語流暢性（言葉を取り出す能力）が向上！



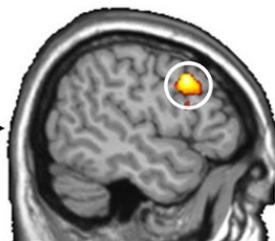
	介入群	対照群
前	11.8	11.4
後	13.6	11.2

Seed region



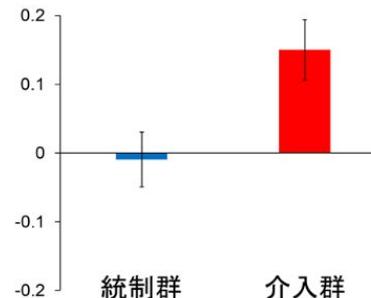
左下前頭回  
(-44, 18, 6)

Functional connectivity map



中前頭回  
(50, 12, 36)

Contrast estimate with 95% C.I.



Sugimoto et al.  
BMC Geriatrics 2020

実行制御に関わる中前頭回や意味処理に関わる側頭極との間の結合は介入群で統制群よりも強い

# 目的指向基盤技術研究グループの体制

## 日本が強い分野をさらに強化

- 再生医療, がん治療
- モノづくり支援
- 機能材料開発



## 社会的課題解決への貢献

- 自然災害の防災・減災
- インフラ管理・保守の効率化
- 高齢者ヘルスケア
- 観光支援



## 遺伝・バイオ

- 病情報
- 計算脳・脳情報融合
- バイオマーカー発見支援



## メディア・知識処理

### 6. 動画から人間の知覚に合う動きを抽出する手法を開発

- 音響・画像処理
- 画像処理



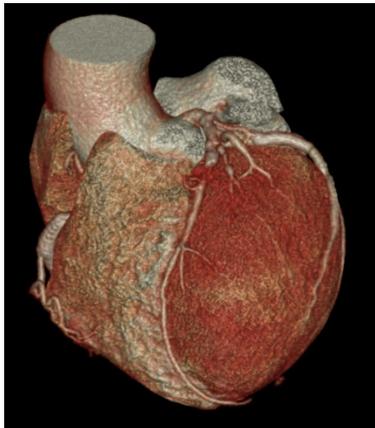
# 4次元医用画像処理

医用画像処理分野では、臓器の表面構造や血管の線状構造を3次元画像として捉える3次元画像処理システムが開発されているが、心臓の冠動脈抽出のように、前景と背景を非侵襲でセグメンテーションするのは容易ではない



コンピュータビジョン技術, AI技術, 医用情報を活用し, 動きも加えた4次元情報 (空間+時間) 再構成技術, さらに, リスク推定の実現を目指す

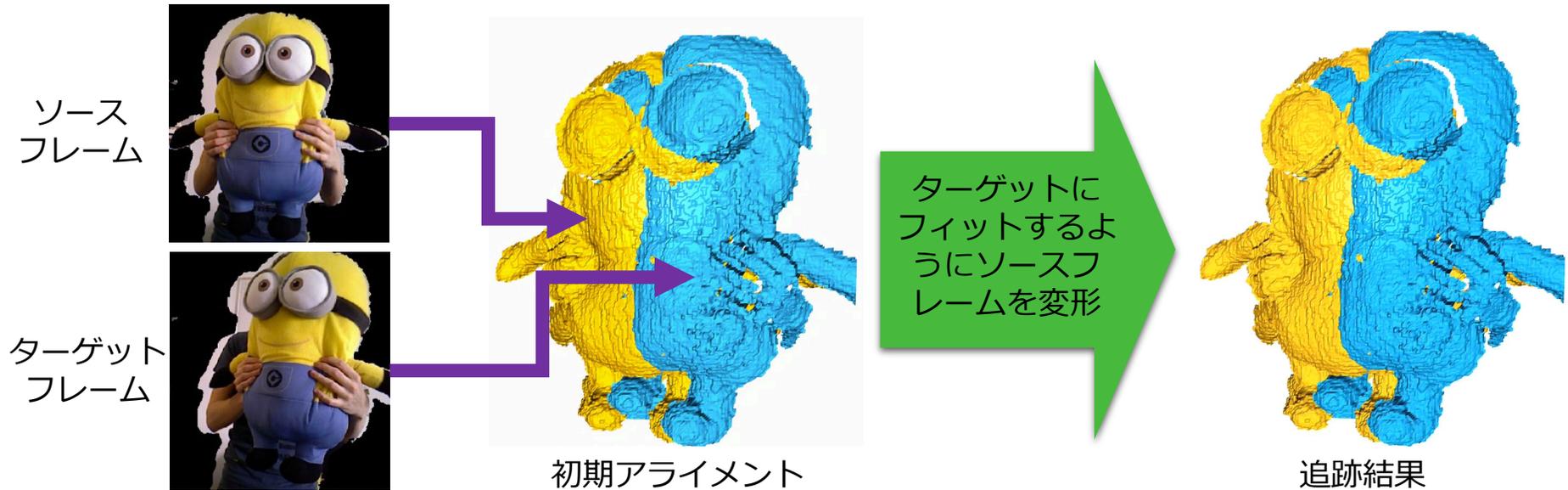
## 非侵襲的冠動脈診断



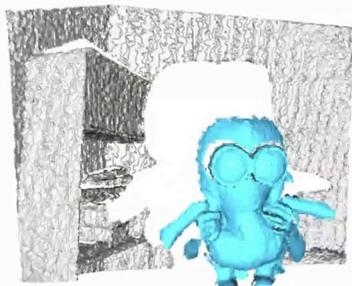
赤い部分がリスク部位

# 6. 変形する前景の物体と環境の同時再構成と追跡を初めて実現

Li et al., CVPR2020



Result on Minion sequence



Result on Selfie sequence



# 他の成果および進行中のテーマ

日本が強い分野を  
さらに強化

AIを活用した大腸内視鏡診  
断サポートシステムが管理医  
療機器として承認

深層学習の診断確率予測  
を補正する手法を開発

遺伝・バイオ

AIによる日本人向け高精度  
次世代シーケンシング解析  
法を開発

うつを見分ける脳回路  
バイオマーカーを開発

多電極脳活動データの  
新たな解析法を開発

社会的課題

観測データと理論シミュレーションの融合  
に基づく地震強振動予測モデルの開発

多目的最適観光自動プランニングを実現

- インフラ管理・保守の効
- 高齢者ヘルスケ
- 観光支援

メディア・知識処理

意味に基づく科学技術論文検索を実現

構造化世界知識（森羅）の構築

記述式答案自動採点で  
人間と同等の精度を実現

高速かつロバストな  
汎用音響技術を開発

情景を理解し説明  
できるAIを実現

演奏指導現場における  
教授学習過程をモデル化

# 2020年度外部発表，受賞（目的G）

## ■ 外部発表・ジャーナルでの論文発表（2021.2末時点）：

- 口頭発表：33件
- 国外ジャーナル（国際会議）：89件
- 国内ジャーナル：15件
- 特許：国外17件、国内5件

## ■ 主要な受賞：

- 日本人工知能学会インタラクティブ情報アクセスと可視化マイニング研究会 研究奨励賞（三浦ら）
- 生存科学研究武見奨励賞（山本）
- ナイスステップな研究者2020（山本）
- ナイスステップな研究者2020（桂）

# 今後の課題

## サイエンス研究、社会課題解決への貢献

- 医療系についてはさらに重要成果を創出すべく、パートナーとの連携を強化する
- バイオ・マテリアルサイエンスについては、実問題での新発見を目指すべく、関係機関との連携を強化し、有用な要素技術開発を推進する
- 防災研究については、最近社会問題となっている豪雨、台風の激化予測を含む気象予報研究にも注力する
- “説明できるAI”研究を加速する
- 教育、観光、音楽分野におけるAIシステムの社会実装を加速する