

人工知能研究の位置づけ

- 工学や科学の難問を抽象化し，
数学とコンピュータを駆使して問題解決！

工学応用

テキスト，音声，画像，映像，ロボット，広告，電子商取引

科学応用

医療，生命，物理，化学，材料，宇宙，地学，社会

人工知能

数学

ベクトル，行列，微分，積分，確率，統計，論理，最適化，幾何

コンピュータ

プログラミング，ハードウェア，ネットワーク

人工知能研究の現状

- **欧米**: 巨大民間企業等が数百億～数兆円規模の莫大な予算を投じて研究開発を開始
 - Google, Microsoft, Facebook, Amazon, Toyota, OpenAI,...
- **国内**: 政府が中心となって, 数十億～数百億円規模の予算を幅広い分野に配分

国際会議NIPS2015での アジア勢の動向

- 体感的には、NIPSでの**日本人の存在感は皆無**：
 - 韓国は日本よりやや存在感があり、
中国はかなり溶け込んでいるという印象
- しかし、現在までの日本の情報科学の幅広い分野での研究の蓄積、研究者の質の高さを鑑みれば、今後飛躍をするチャンスは多いにある！

研究の動向

学習法

⋮

密度微分

異常検知

強化学習

密度比

非定常適応

分類

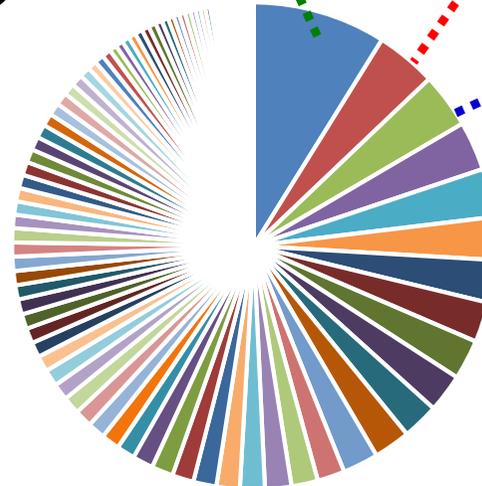
回帰

NIPS2015の
1838件の
投稿論文の
カテゴリ

Deep Learning (9%)

Convex
Optimization
(4%)

Clustering (3%)



深層学習が多いが、
支配的ではない

データ量

ビッグ

現在の
トレンド

スモール

モデル

線形

加法

カーネル

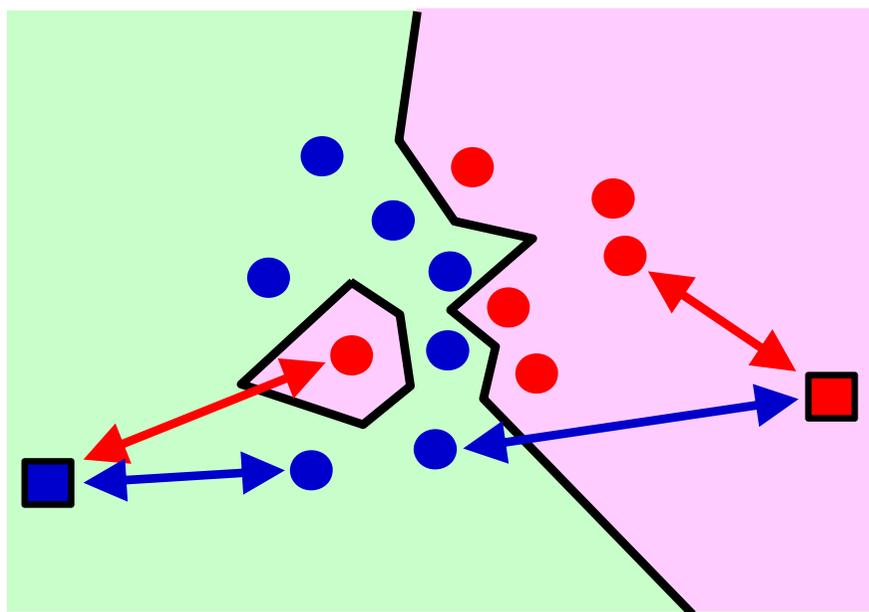
深層

...

ビッグデータ + 深層学習 = 究極の人工知能？

- データがたくさんあれば, 古典的な**最近傍分類**でもそこそこうまくいく

データ	深層学習 (CNN)	最近傍分類
印刷数字60万文字	0.01%	0%
手書き数字80万文字	0.11%	0.97%

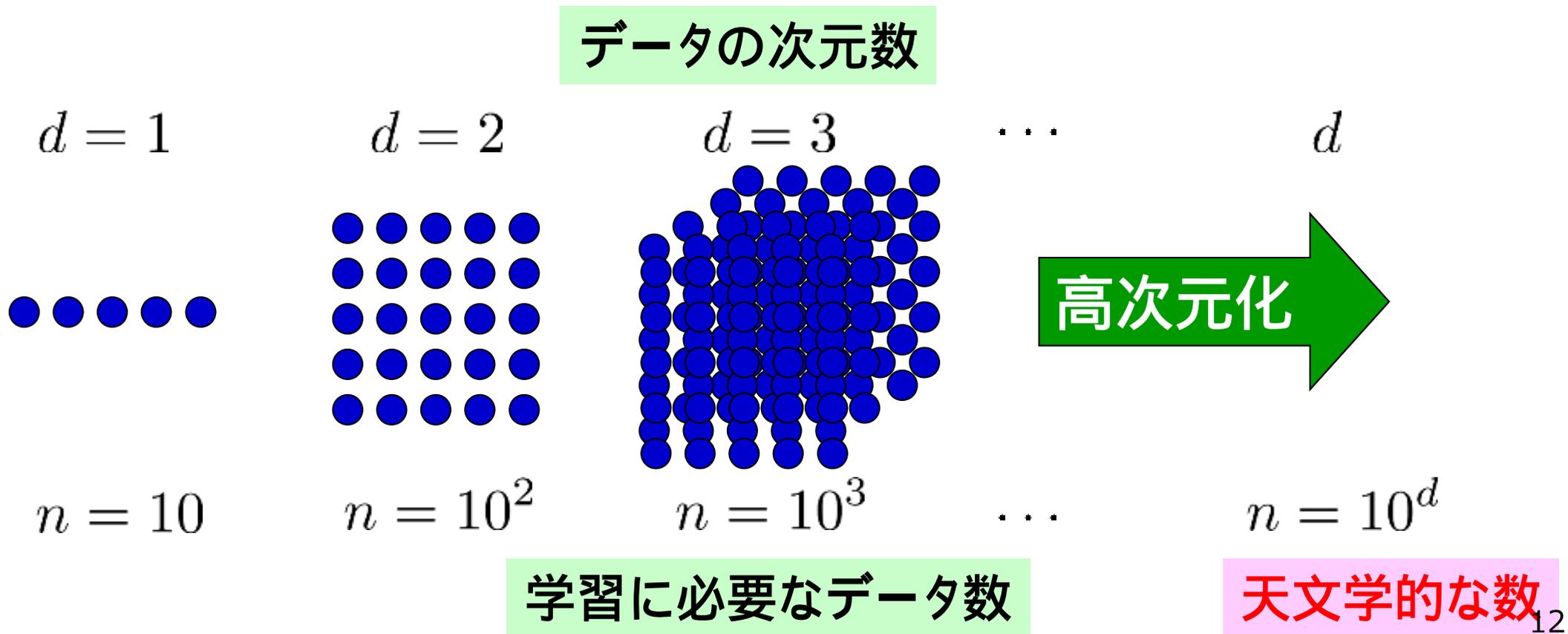


[PRMU2016/2内田ほか]

最近傍分類:
一番近くのデータと
同じクラスに分類

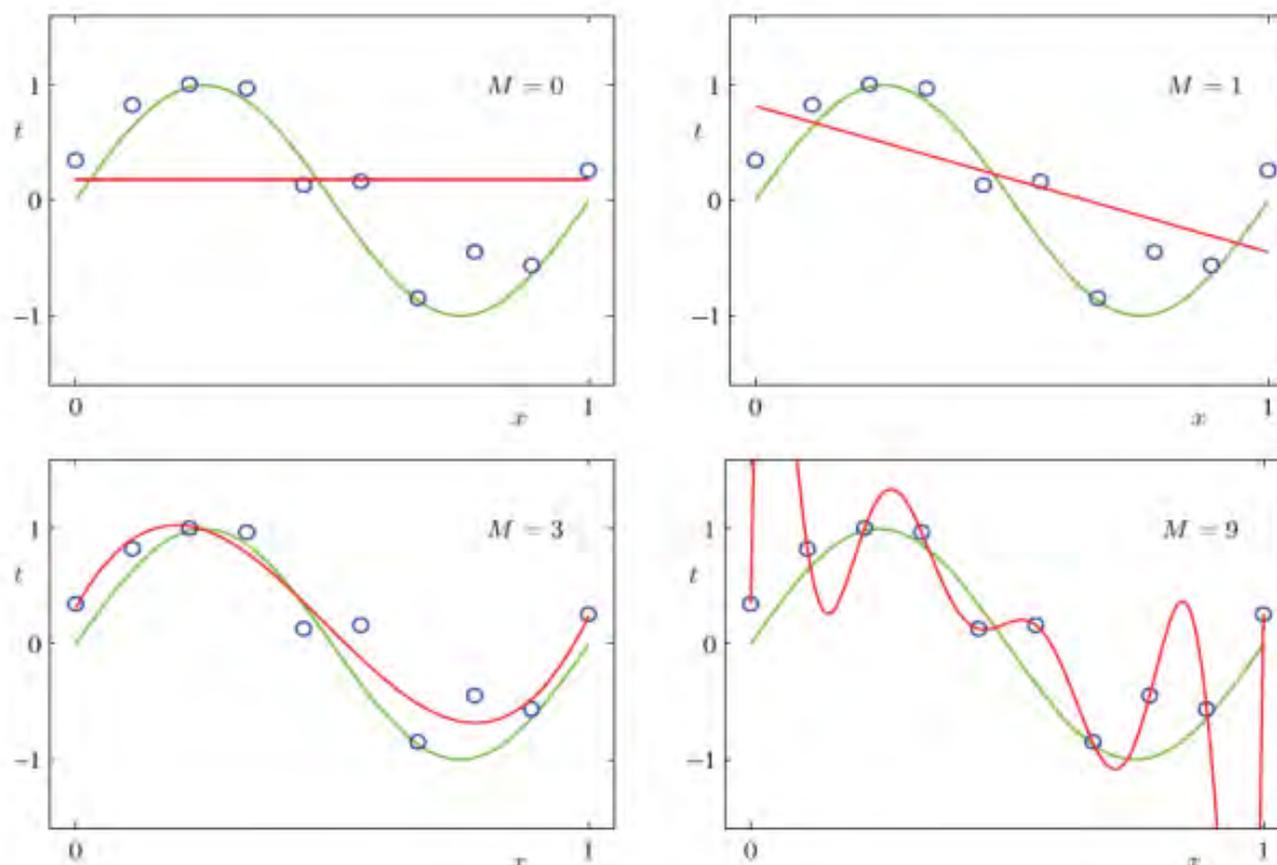
次元呪い

- センサーの数を増やすとデータの次元数が増加
 - 学習に必要なデータ数 n は、データの次元数 d に対して指数関数的に増加
- いくらビッグデータを集めても、データはまばら



究極の人工知能は汎化能力！

- **汎化能力**: 教わっていないことを, 過去の事例から類推する能力
- まばらなデータの間を補完・予測



汎化の原理



- 6面体のさいころを何回も振れば、その平均値は大体3.5
- 真の期待値(答え)がわからなくても、**たくさんのデータの平均**を取れば大体答えがわかる
- **中心極限定理**: 同じさいころを n 回振ると、その平均値は本当の期待値に $1/\sqrt{n}$ の速さで近づく
- ビッグデータを用いれば答えが簡単に予測できそう？

ビッグデータの現実

- 同じさいころを多数回振れない
 - 例：同じ病状の患者はそれほどたくさんいない
- そもそも**答えのないデータ**ばかり
 - 例：ドローンで橋梁の画像をたくさん撮っても、危険個所は人間が特定しないといけない
- **限られた情報からの学習が重要！**



【国際的な動向】

各分野での**ビッグデータの集積、センサーの量的・質的拡大**(IoT: Internet of Things)
人工知能に50年来の大きな技術的ブレークスルー(自ら特徴を捉え進化する人工知能が視野)
一方、**高度化する脅威に対するサイバーセキュリティの確保**(ますます巧妙化しており、人材育成が必須)

【文部科学省の対応】

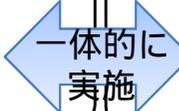
- 
- (1) 文部科学省が持つビッグデータの解析(コホート、環境のデータなど多様)を通じて、新たな価値を創造。
 - (2) そのため、革新的な人工知能技術を開発・活用
 - (3) ビッグデータの充実のため、高度なセンサー/IoT技術を活用。あわせて、堅牢なセキュリティを構築。
(経済産業省・総務省との連携を呼びかけ、基礎研究から社会応用まで、一体的に実施する体制を構築)

AIPセンター (理化学研究所) 1,450百万円

- I. 人間の知的活動の原理に学んだ革新的な人工知能の基盤技術を開発。
- II. 人工知能とビッグデータにより複数分野においてサイエンスを飛躍的に発達させる。
- III. 具体的な社会・経済価値を創造する多数の応用領域の社会実装に貢献。
- IV. 人工知能等が浸透する社会での倫理的・社会的課題等に対応。
- V. データサイエンティスト、サイバーセキュリティ人材等を育成。

戦略的創造研究推進事業(一部) (科学技術振興機構)

新規採択課題分 1,150百万円
関連する既存採択課題分 2,849百万円
※運営費交付金中の推計額



○ 大学等の研究者から広く提案を募り、組織・分野の枠を超えた時限的な研究体制を構築して、**戦略的な基礎研究を推進**。

【目指す成果】

人々と社会のための知能とイノベーションの創出に向けて、世界的に優れた競争力を持つ研究者を結集、最先端研究を統合。我が国が直面する労働力減少、高齢化社会の中でも、

- ・生産性の大幅な向上による経済成長への貢献
- ・一人ひとりに優しい社会構築(医療・介護等)を実現

理研AIP事業で行う 研究開発の考え方

- 数理学等に立脚した人工知能の原理・原則の解明を進め、世界をリードする**革新的人工知能** **基盤技術を構築**

- サイエンスや実社会などの幅広い出口に向けた**応用研究を進める**

- 未来の科学研究に必要な**データ構造**、**データ取得技術の世界標準化**を図る



理研AIP事業で行う研究開発の例

■ 超高齢社会へ向けた医療サポート

- 動画認識・センサ情報解析・アクチュエータ制御技術を融合し、高度な手術を支援
- 機械学習による電子医療記録の自動解析・予後予測
- 会話を通じて高齢者の認知機能を維持向上

■ 老朽化が進むインフラへの対応

- 自動操縦ドローンを駆使し、動画や打診音から橋梁などの危険個所を自律的に特定

■ 甚大な自然災害への対応

- ビッグデータ解析技術とシミュレーション技術を統合し、甚大災害をもたらす異常気象を適確に予測し、被害を最小限に抑え迅速に復旧できる社会システムを構築

理研AIP事業で行う研究開発の例

■ プライバシー

- プライバシー，説明責任，公平性，差別配慮，セキュリティなどを考慮した人工知能技術の開発

■ 細分化が進む科学研究への対応

- 論文・特許・実験結果をもとに科学研究の発展を支援
- これまで埋もれていた発見を見逃さない技術を開発
- 次に実験すべき項目を過去のデータに基づいて決定
- マテリアルズ・インフォマティクスなどへの応用

■ 倫理

- 人工知能技術が社会に浸透する際のELSI問題や社会的影響を，人文科学・社会科学の視点で検討

理研AIP事業で行う研究開発の例

■ データサイエンティスト, サイバーセキュリティ人材等の育成

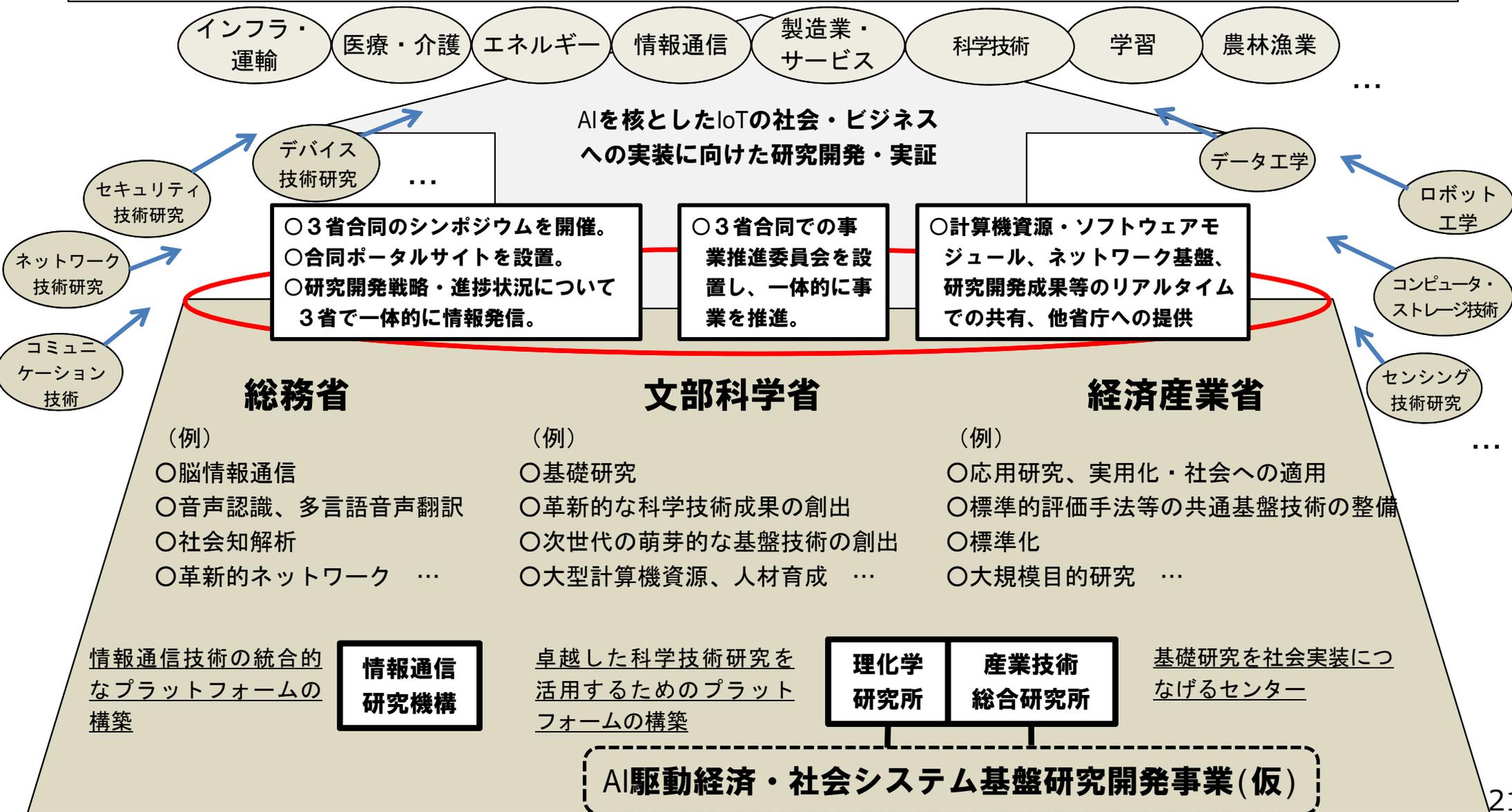
- クラウドソーシングを用いた遠隔データ解析教育

■ 革新知能プラットフォーム構築

- 深層学習等のビッグデータを用いた学習の革新
- 疎・不完全・超高次元データからの高精度学習の実現
- ストリーミングデータに対するリアルタイム学習の実現
- 学習アルゴリズムの選択・調整を自動化
- CPU, GPU, ディスクI/O等を考慮した学習技術の実現
- 最適なデータ収集戦略の策定

次世代の人工知能技術の研究開発における3省連携体制

- (1) 各分野でのビッグデータの集積、センサーの量的・質的拡大 (IoT: Internet of Things)。
- (2) 人工知能の50年来の大きな技術的ブレークスルー (自ら特徴を捉え進化する人工知能を視野)。
- (3) 3省連携による研究開発成果を関係省庁にも提供し、政府全体として更なる新産業・イノベーション創出や国際競争力強化を牽引。

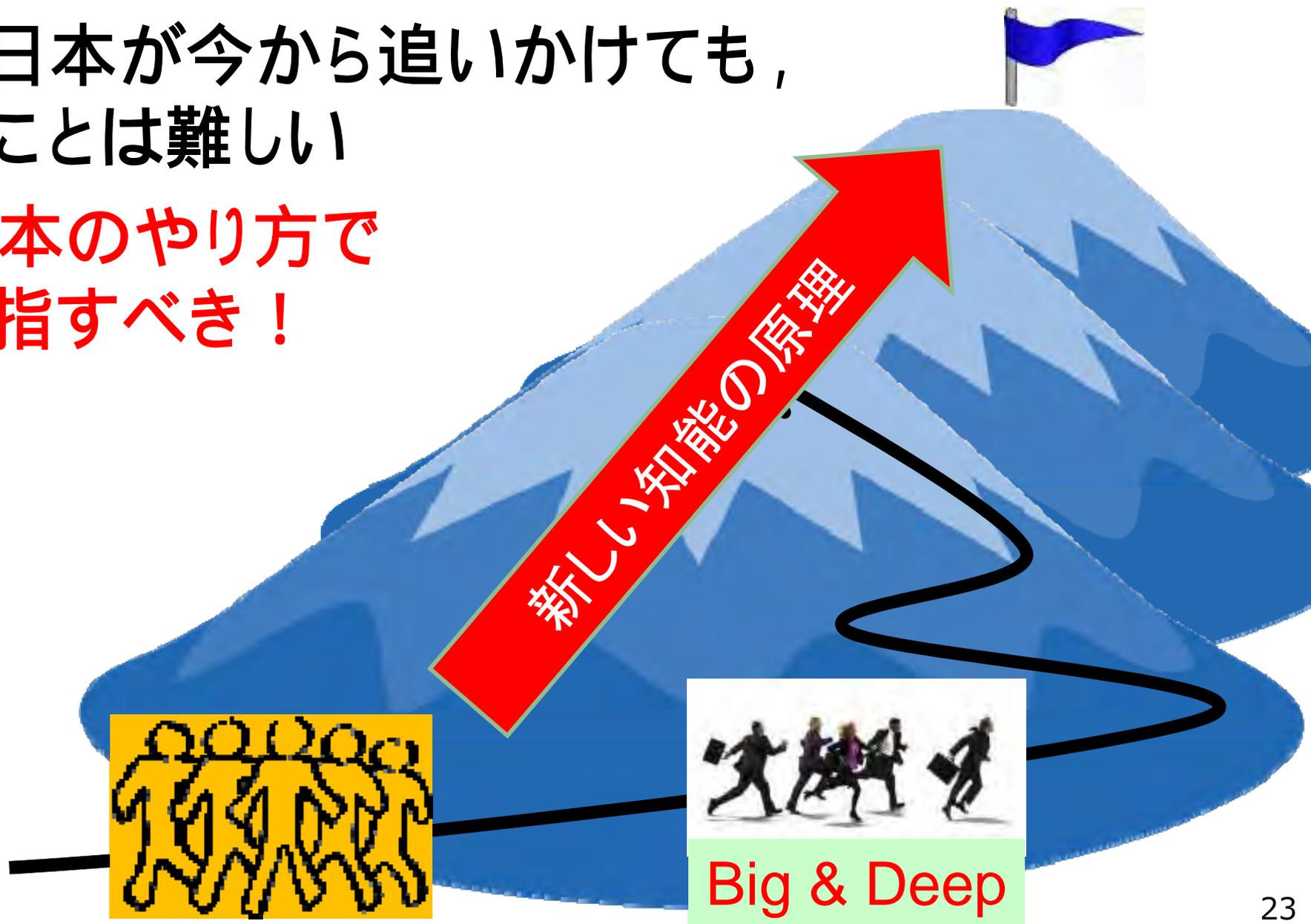


All Japanを超えた 国際研究拠点を目指して

- **欧米の大学・企業は「外国人」が集う国際拠点**
 - 助っ人外国人を雇うのではなく、国際拠点を目指す
 - 外国人率30%以上を目指す
- **Money: That's What I Want ?**
 - 国際的に競争力のある待遇で有力な研究員を雇用
- **欧米と比べて、日本の大学では博士課程に進学する学生が非常に少ない**
 - 修士・博士課程の学生のサポートを充実
 - 研究員に長期のポストを提供
 - 企業・大学と連携し、人材の流動性を高める

日本は欧米の周回遅れ? → No!

- 欧米は欧米のやり方で山頂を目指している
- その道を日本が今から追いかけても、
追い越すことは難しい
- 日本は日本のやり方で
山頂を目指すべき!



これまでの主なご指摘への考え方について

総合科学技術・イノベーション会議 (平成27年12月18日)での主な指摘事項

- ① センター長の役割、責任、権限及び支援体制の明確化。
- ② AIPセンターにおいて質の高い研究者を確保する方策の具体化。
- ③ 文部科学省、経済産業省、総務省の取組を統括するリーダーの配置、AIPセンターと人工知能研究センター（産総研）の拠点の集約化を含めた実効性のある3省連携方策の具体化。
- ④ 出口を見据えた研究開発における目標達成に向け、当初から産業界が参画し、密に協働する方策の具体化。

第116回評価専門調査会 (平成28年4月5日)での主な指摘事項

- I. 事業合同推進委員会には産業界のメンバをもっと入れるべきではないか。
- II. 事前評価結果で指摘した文科省AIPセンターと経産省AIセンターの拠点の統合についての見通しはどうか。方向性は堅持されていると考えてよいか。
- III. 3省で検討を進める事項が体制やマネジメントに偏っている。人工知能研究における我が国の戦略こそ、3省で検討を進める事項ではないか。
- IV. 3省の役割や研究テーマの選定にあたっては、分野別・時間軸別で決めるべきである。また、3省でのデータの相互利用も進めるべきである。
- V. 事前評価結果等で経産省や総務省との連携の重要性が指摘されている中、評価検討会では、
①具体的な連携の在り方を議論すべきであり、その参考として、②経産省・総務省からも情報提供を受けた方がいいのではないか。

① センター長の役割、責任、権限及び支援体制の明確化。

- 理化学研究所革新知能統合研究センター（AIPセンター）は、革新的人工知能基盤技術を中核とする情報科学の最先端研究を実施するトップ研究者で構成され、強い拠点リーダー（理研AIPセンター長）が率いることとしている。
- 理研AIPセンター長には、理化学研究所の規程に基づきセンター長としての、独立した予算・人事・センター運営にかかる大きな権限と責任が与えられている。
- 理研AIPセンターには、総理指示に基づく政府の特別な体制と文部科学省の次世代人工技術等研究開発拠点形成事業費補助金に基づくセンターとして、世界的に著名な金出武雄氏（カーネギーメロン大学教授）を「特別顧問」として登用するなど、センター長をサポートする体制の整備を進めている。なお、事務の支援体制としては、「革新知能統合研究推進室」を4月14日付で措置している。



すぎやま まさし

杉山 将 氏 41歳

東京大学大学院 教授
(新領域創成科学研究科
複雑理工学専攻)

【略歴】

2003年1月～2014年9月
東京工業大学大学院 准教授
2003年7月～2004年10月
独フ라운ホーファー研究所 訪問教授
2006年 英エディンバラ大学 訪問教授
2014年10月～ 現職



かなで たけお

金出 武雄 氏 71歳

カーネギーメロン大学 教授

【略歴】

1974年 京都大学大学院
博士課程修了（工学博士）
1985年 カーネギーメロン大学 教授
1992年～2001年
同大学ロボティクス研究所 所長
2014年～ 現職

【専門分野】機械学習の理論と応用

- ・英語論文約150編、国際会議論文約130編、著書9冊（英語4冊）
- ・機械学習分野最大の国際会議Neural Information Processing Systems (NIPS)にてアジア人初のプログラム委員長・実行委員長
- ・教科書5冊執筆（うち英語1冊）、30冊の教科書シリーズの監修
- ・30社以上の企業と共同研究・受託研究

② AIPセンターにおいて質の高い研究者を確保する方策の具体化。

- 今月11日に、特定国立研究開発法人法が成立し、理化学研究所および物質・材料研究機構、産業技術総合研究所の3機関が特定国立研究開発法人に指定された。
- これまで、国立研究開発法人の研究者の給与等の基準は国家公務員の俸給等を考慮することとされていたが、特定国立研究開発法人の研究者の処遇については、施行される今秋（10月1日）を期に、当該研究者が行う研究開発の内容及び成果についての国際的評価を勘案して行うものとされ、高額の報酬の支払いが可能となる。
- 理研AIPセンター長および事務方は、現在、特に海外の著名な研究者へのアプローチを含め、国内外を問わず卓越した研究者に対する人材募集の活動を鋭意進めている。（※6月初旬に公募を実施する予定）

- ④ 出口を見据えた研究開発における目標達成に向け、当初から産業界が参画し、密に協働する方策の具体化。

第116回評価専門調査会（平成28年4月5日）での主な指摘事項

I. 事業合同推進委員会には産業界のメンバをもっと入れるべきではないか。

- 理研AIPセンターは、研究開始の当初より、産業界が主体的に参画する仕組みとしている。
- 理研AIPセンターでは、産業界出身者を要職として登用することが想定されており、具体的な研究チームについても産業界からの大規模な参画を得るべく準備を進めている。
- 3省の取組を統括する司令塔である「人工知能技術戦略会議」は、日本経済団体連合会からも未来産業・技術委員会共同委員長2名の参画をいただいている。
また、「人工知能技術戦略会議」の下には「産業連携会議」を設置し、研究開発に関するロードマップ・人材育成・標準化・技術や知財動向等に関する複数のタスクフォースを設置し、産業界主体のメンバーにより密に協働する方策を具体化することが決定している。