

# AI・脳研究WGの検討状況について

～ビッグデータ解析等の新しい技術によるAIの発展の方向性と、  
脳科学の知見を取り入れたAIの飛躍的な発展の方向性、今後の推進方策～

---

AI・脳研究WG

# AI・脳研究WGで取り扱う分野

情報通信審議会技術戦略委員会「AI・脳研究WG」では、ビッグデータ解析等の新しい技術による人工知能の発展の方向性と、脳科学の知見を取り入れた人工知能の飛躍的な発展の方向性、今後の推進方策について検討。

AI・脳研究WG構成員 氏名	所属・役職
主任	柳田 敏雄 国立研究開発法人 情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター(CiNet) センター長
柳田 敏雄	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 人工知能研究センター 副センター長
麻生 英樹	(株)リクルートホールディングス RIT推進室長
石山 洸	日本電信電話(株) NTTコミュニケーション科学基礎研究所 上田特別研究室長(NTTフェロー) 機械学習・データ科学センター代表
上田 修功	KDDI(株) 技術統括本部 技術開発本部長・理事
宇佐見 正士	(株)NTTドコモ 執行役員イノベーション統括部長
栄藤 稔	国立研究開発法人 情報通信研究機構 NICTフェロー・未来ICT研究所 主管研究員
大岩 和弘	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
岡田 真人	日本電気(株) 中央研究所 主席技術主幹
加納 敏行	早稲田大学 基幹理工学部 情報通信学科 教授
亀山 渉	(株)国際電気通信基礎技術研究所 脳情報研究所長
川人 光男	大阪大学大学院 生命機能研究科 教授
北澤 茂	大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所 所長
喜連川 優	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授
杉山 将	国立研究開発法人 情報通信研究機構 ユニバーサルコミュニケーション研究所 データ駆動知能システム研究センター センター長
鳥澤 健太郎	奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 教授
中村 哲	(株)富士通研究所 取締役
原 裕貴	国立研究開発法人 情報通信研究機構 脳情報通信融合研究センター(CiNet) 脳情報通信融合研究室 主任研究員
春野 雅彦	日本電信電話(株) NTTコミュニケーション科学基礎研究所長
前田 英作	東京大学大学院 工学系研究科 准教授
松尾 豊	国立研究開発法人 理化学研究所 理事
松本 洋一郎	大阪大学 理事・副学長
八木 康史	(株)日立製作所 研究開発グループ 技師長
矢野 和男	(株)ドワンゴ 人工知能研究所 所長
山川 宏	国立研究開発法人 科学技術振興機構 革新的研究開発プログラム(ImPACT) プログラム・マネージャー
山川 義徳	電気通信大学大学院 情報理工学研究科 助教
山崎 匡	

※ 経済産業省、文部科学省からオブザーバが参加。

# AI・脳研究WGの論点例(案)

## 人工知能(AI)・脳研究に関する論点例

### (1) 人工知能の発展の方向性

- ア 人工知能及び脳科学の現状及び課題
- イ 新しい技術の発展による弱いAIの発展の方向性とその実現へのロードマップ
- ウ 脳科学の発展の方向性とその知見を取り入れた強いAIの飛躍的な発展の可能性

### (2) 人工知能の利活用

- ア 人工知能の将来の活用イメージ
- イ 人工知能の普及が社会にもたらす影響

### (3) 人工知能の発展のための推進方策

- ア 国や研究機関が取り組むべき研究課題と推進方策
- イ 我が国の国際競争力の強化のための戦略
- ウ 専門家の人材の確保及び育成、産学官の連携の在り方

## 第1回会合

- AI・脳研究WGにおける検討(検討イメージと論点例)
- 構成員等からのヒアリング(AIの国内外の研究動向等)
  - ・国内外におけるAI・脳研究の動向について(三菱総合研究所)
  - ・人工知能研究の歴史から現状(脳科学とAIの関係)(岡田構成員)
  - ・機械学習分野の国内外の動向と今後(杉山構成員)

## 第2回会合

- 構成員等からのヒアリング<AI利活用と課題、脳科学の現状と課題等①>
  - ・脳科学と機械知能(川人構成員)
  - ・最速で汎用人工知能(AGI)を創るために脳に学ぶ(山川(宏)構成員)
  - ・これからのAI利用(栄藤構成員)
  - ・人工知能利活用の現状と課題(加納構成員)

## 第3回会合

- 構成員等からのヒアリング<AI利活用と課題、脳科学の現状と課題等②>
  - ・Ambient AI:環境に「知能」を持たせる(上田構成員)
  - ・ディープラーニングの先にあるもの(松尾構成員)
  - ・音声翻訳研究の変遷と課題(中村構成員)
  - ・AI、特に言語処理研究について(鳥澤構成員)

## 第4回会合

- 構成員等からのヒアリング<人材育成、社会実装への手順等>
  - ・人材育成について(八木構成員)
  - ・人材育成と社会実装について(喜連川構成員)
  - ・AIビジネスの課題及び将来の方向性について(石山構成員、矢野構成員)

## 第5回会合

- 構成員等からのヒアリング<脳の最先端科学>
  - ・脳研究と人工知能研究の接点:実験神経科学の視点から(NICT脳情報融合研究センター)
  - ・What whoからwhere whenへ(北澤構成員)
  - ・AIと脳:計算脳科学からの視座(理化学研究所)
  - ・脳情報の可視化と制御による活力溢れる生活の実現(山川(義)構成員)

## ア 人工知能及び脳科学の現状及び課題

### <現状・課題>

- ▶ 計算能力(プロセッサ、メモリ、ネットワーク等)の向上に伴い、大容量データの効率的な収集、分析を行える環境が整いつつある。特にウェブ上には様々なデータが溢れており、ハイパージャイアント(Google、Microsoft、Amazon、Facebook等)は同データを活用し、機械学習の高度化に取り組んでいる状況。
- ▶ 機械学習の発展形である深層学習に加え、欧米では脳・生命科学に学び、脳機能を再現し、人工知能を高度化しようとする研究も近年積極的に進められている状況。
- ▶ 欧米では、グーグル等民間企業を中心に数百億から数千億円規模の膨大な予算を人工知能分野に投入し、研究開発、実用化に取り組んでいる状況。

### <主な意見>

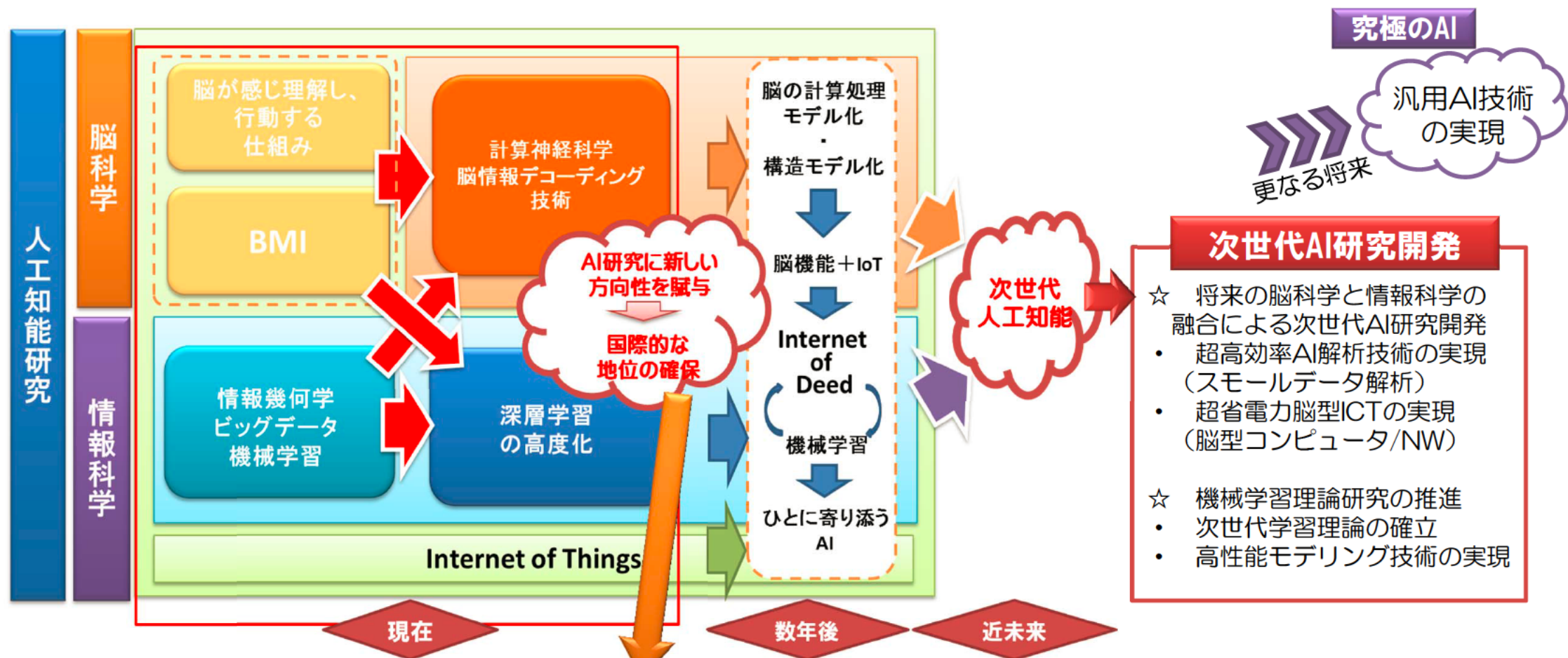
- ▶ ハイパージャイアントは、ウェブ系のデータは多量に収集しているが、それ以外のデータ(ファイナンス、インダストリー等)のデータを同じように多量に保有しているかという点必ずしもそうではない。現状、日本にビッグデータがないというのは、取ろうとしていないからであり、アプリケーションをきちんと想定すれば、ビッグデータは作れるのではないか。
- ▶ 欧米の研究の後追いをしても勝ち目はないのではないか。一方、欧米でのAIビジネスの成功例は必ずしも多くないので、我が国独自の新たな基礎理論研究等に対して研究開発投資を行い、十年後に実用化／花咲くような研究を着実に進めていくべきではないか。
- ▶ 計算機能力が向上し、データも増え、アルゴリズムも進化してきている今がまさに人工知能を発展させる絶好の好機なのではないか。このタイミングを逃すことなく、研究開発を進めていくことが重要なのではないか。



### <今後の方向性>

- ◆ ビッグデータの活用による高度な人工知能技術の研究開発及びロボット等の我が国が得意とする分野と様々な独創的アイデアとの組合せによる新サービスの創出を推進する。
- ◆ 脳科学と情報科学の融合により、次世代の人工知能技術の研究開発を推進する。

# 次世代人工知能の進展イメージ(案)



- ### 次世代AI研究開発
- ☆ 将来の脳科学と情報科学の融合による次世代AI研究開発
    - ・ 超高効率AI解析技術の実現 (スモールデータ解析)
    - ・ 超省電力脳型ICTの実現 (脳型コンピュータ/NW)
  - ☆ 機械学習理論研究の推進
    - ・ 次世代学習理論の確立
    - ・ 高性能モデリング技術の実現

## 近い将来のAIの進展

- ☆ ビッグデータを活用した新しいAIの進化
- ☆ 脳科学の適用によるAIの高度化 (スモールデータの活用)
- ☆ ロボット等の日本の得意分野や様々な独創的アイデアとの組合せによる新サービスの創出
  - 【主な適用分野】
  - ・ ロボット (運動)
  - ・ ネットワーク
  - ・ 自然言語処理
  - ・ センシングデータ利活用

## AI進化のための拠点

- ◎ AIの利活用推進のための異分野連携、支援環境の整備が重要
  - ・ 産学官が連携して推進可能なオープンなテストベッド (オープンデータ利用、大規模な計算機リソース、超高速/高信頼ネットワーク等) を整備
  - ・ AI若手研究者の育成 等

## イ 機械学習の発展の方向性

### <現状・課題>

- 民間企業における人工知能の多くは、ビッグデータ+機械学習により構成されている状況。
- 機械学習については、汎用化に向けて、特徴量の設計、フレーム問題、シンボルクラウディング問題等の課題が存在するが、特徴量の設計については、計算機能力の向上に伴い深層学習が高度化し、自動化が実現しつつある状況。
- 非特化型の人工知能の研究開発が進み、徐々に実用に耐えうるものが出てきている状況。
- データから学習し、状況に応じて自ら成長する人工知能技術の研究が行われている。
- AI技術のオープン・ソース・ソフトウェア(OSS)化の進展に伴い、AI技術開発・標準化戦略は新たな段階に突入している。AIプラットフォームの公開によって、今後ますますユーザー囲い込みも激化が予想される。
- ディープラーニング等の機械学習によってもたらされる結果について、因果関係を説明することが困難。

### <主な意見>

- トップランナーの技術でなくても、機械学習を適用できる領域を適切に発見し、応用できることが重要なのではないか。
- モデリング部分自体が勝負となる領域においては、日本にも勝ち目はあるのではないか。
- 複数のデータを用いて分析しようとした場合、個々のデータの粒度が揃っていない場面が多々存在する。これを如何にシステムティックに分析可能な状態にするかがポイントではないか。
- AI技術やプラットフォームの標準化にあたっては、しっかりとした戦略を立てる必要がある。



### <今後の方向性>

- ◆ 機械学習を適用するためのモデル化自体が課題となるケースにおいて、モデリング手法の研究を推進する。
- ◆ **深層学習の発展の方向性**
  - ・我が国が良質なデータを有する医療分野等での利活用を推進するとともに、ロボット等の頭脳として利活用を目的とした、新たなモデリングの研究開発を推進する。
  - ・AI技術のオープン・ソース・ソフトウェア(OSS)化の進展に伴い、投資効果を見極めたAIの適用分野や市場のターゲット戦略を定める必要がある。

## ウ 脳科学の発展の方向性と、機械学習と脳科学が融合した次世代AI技術

### <現状・課題>

- 脳科学の急速な進展に際し、まだ人工知能技術に反映されていない知見もある。
- 脳の複雑な立体視機構は、現在の画像認識には取り入れられていない。
- 脳の結合様式(コネクトーム)は、現在解明されつつある。
- **急速に蓄積してきた脳科学の知見を、再び人工知能に取り入れようとする動きがある。**
- 機械学習関連学会にて、脳と機械学習に関するシンポジウムを開催。

### <主な意見>

- 画像認識の精度を短時間で向上させるためには、深層学習に視覚野の知見を取り入れたAI解析技術の構築が必要。
- 脳と現実世界の複合ビッグデータを如何に取得するかがブレイクスルーへの鍵となる。
- **脳情報解読と制御の高精度化によって、機械学習の更なる進化を目指すべき。**
- 自然言語処理における学習データ不足の解消や有効な教師無し学習法の探索のためには、脳の内部状態のパターンから、言語(記号・シンボル)を理解する取組(脳内表現の辞書)が必要。
- 体験(視覚・触覚等のセンサー情報)から、言語情報・文脈を理解する取組が必要。
- **情報科学(AI)に脳科学を導入することによって、新たな計算モデルや最適なコンピュータ基盤技術を確立すべき。**
- 実世界の変化にリアルタイムに対応するため、デバイス処理が分散し、**脳科学を活用した知的処理を小型、低消費電力化を実現すべき。**



### <今後の方向性>

- ◆ 脳の高次機能の解明によるモデル化と、DNNに代表される神経回路に学ぶ特徴抽出・学習アルゴリズムの高度化を融合し、超高効率AI解析技術(超スモールデータ解析技術)や超省電力脳型ICT(脳型コンピュータ/NW)技術の研究開発を推進する。
- ◆ ハードウェアへのプログラミングモデルや、利活用モデルによる超省電力処理ハードウェア技術の研究開発を推進する。



# (2) 人工知能の利活用

## ア 人工知能の将来の活用イメージ

ビッグデータから  
知能を理解／作る  
アプローチ



介護ロボット



豊かなコミュニティ



明るく暖かな未来社会



未来住宅



未来家電

環境知能



計測、計算、制御・誘導をリアルタイムに循環



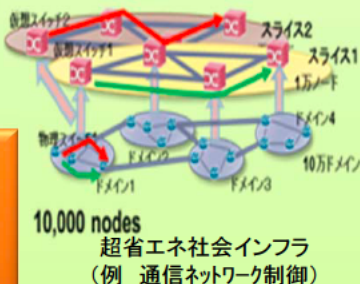
未来の車社会



車 = ロボット



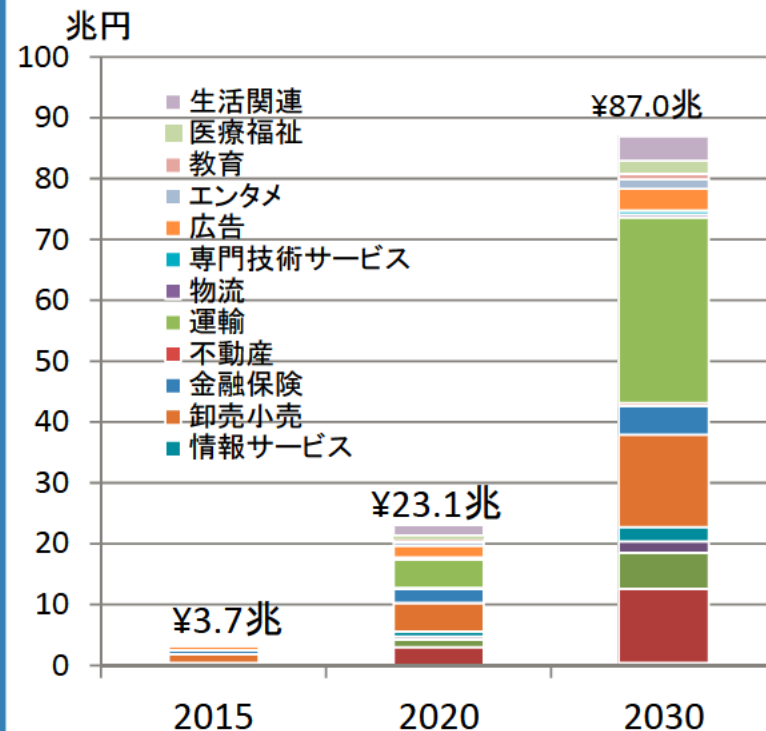
脳機能から  
知能を理解／作る  
アプローチ



故障検知・異常予測と対処方法の提示



## 人工知能関連産業 国内市場予測



出展: 人工知能関連産業国内市場予測  
(EY総合研究所 2015)

## ア 国や研究機関が取り組むべき研究課題と推進方策

### <現状・課題>

- 機械学習のためには、良質で大量のデータを確保することが重要。また、データのフォーマットを揃えることも重要。
- 日本企業は大量のデータを所有しているが、個人情報保護の観点からデータ管理を厳しく問われ、なかなか提供してもらえない。現在は統計処理によるデータの匿名化の技術も進んできている。
- 少量データしか存在しない分野があり、海外企業の一部では、スモールデータ活用の動きがある。
- ロボットの強化学習では得られるデータ量に限界がある。
- データ分析のためには、取り扱うべきデータの「前処理」に相当の時間・労力を消費しており、効率化が望まれる。

### <主な意見>

- 日本の公共機関・研究機関には良質なデータも多く、これらを活用すべき。
- 自然言語解析では、辞書・知識ベースなどのデータの品質の良さで、欧米と勝負できる可能性がある。
- 少量データを扱う機械学習法の研究を行うべき。
- 対訳、音声等のコーパス構築等のデータ活用における環境整備が重要である。
- データのスパース(疎)性を活かすことにより、少ないデータからの元情報の再現、欠損値の穴埋めなどが可能となり、センシングの時間効率性の向上、観測可能領域の拡大、ノイズ除去(前処理等)等に威力を発揮する。
- どういうデータを集めるか、またどういうデータを作り出すかという観点から、データのデザイン性が非常に重要である。
- 企業自らが有する大切なデータを容易には提供してくれないので、これを解決するための方策をしっかりと検討すべき。



### <今後の方向性>

- ◆ 我が国の公共機関・研究機関が有するデータのうち、公共性の高いデータ等の利活用を積極的に推進するとともに、データ利活用にあたってのルールを策定する。
- ◆ 機械学習に必要な良質なデータを作り出すための、環境整備の構築を国が推進する。
- ◆ ビッグデータの前処理に効果的な解析手法や、スモールデータによる精度の高い解析技術の研究開発を推進する。

## イ 我が国の国際競争力強化のための戦略

### <現状・課題>

- ▶ 欧米では、グーグル等民間企業を中心に数百億から数千億円規模の膨大な予算を人工知能分野に投入し、研究開発、実用化に取り組んでいる状況。(再掲)
- ▶ AI技術のオープン・ソース・ソフトウェア(OSS)化の進展に伴い、AI技術開発・標準化戦略は新たな段階に突入している。AIプラットフォームの公開によって、今後ますますユーザー囲い込みも激化が予想される。(再掲)
- ▶ 少量データしか存在しない分野があり、海外企業の一部では、スモールデータ活用の動きがある。(再掲)

### <主な意見>

- ▶ 欧米の研究の後追いをしても勝ち目はないのではないか。一方、欧米でのAIビジネスの成功例は必ずしも多くないので、我が国独自の新たな基礎理論研究等に対して研究開発投資を行い、十年後に実用化／花咲くような研究を着実に進めていくべきではないか。(再掲)
- ▶ AI技術やプラットフォームの標準化にあたっては、しっかりとした戦略を立てる必要がある。(再掲)
- ▶ 日本の公共機関・研究機関には良質なデータも多く、これらを活用すべき。(再掲)
- ▶ 自然言語解析では、辞書・知識ベースなどのデータの品質の良さで、欧米と勝負できる可能性がある。(再掲)



### <今後の方向性>

- ◆ 我が国が良質なデータを有する医療分野等での利活用を推進するとともに、ロボット等の頭脳として利活用を目的とした、新たなモデリングの研究開発を推進する。(再掲)
- ◆ AI技術のオープン・ソース・ソフトウェア(OSS)化の進展に伴い、投資効果を見極めたAIの適用分野や市場のターゲット戦略を定める必要がある。一方、公共利用を目的とした場合の在り方について今後検討が必要である。(再掲)

## ウ 人材の確保及び育成

### <現状・課題>

- 従来は脳のモデリングと機械学習のアルゴリズムを同一の人が開発するということがあったが、現在は分業化が進んでいる状況。
- 企業は、即戦力確保という観点から、ディープラーニングの各種ツールを使える人材を求める傾向にある。
- 我が国では、人工知能研究における博士号取得者が少ない。
- システムソフトウェア及びセキュリティの人材はいつの時代にも枯渇している。一方で、キーワード(パソコン、インターネット等)が絡むような人材については、その時代の流れに合わせて、増減を繰り返している。
- 日本の企業文化には、失敗が許されない、設定した課題は解決しなければならないといった風潮が存在する。

### <主な意見>

- AI・脳科学のツールを使える人材を育てるだけでなく、基礎学力を持った人材を育てるべき。
- 海外から優秀な人工知能の研究者を招集できるような環境作りが必要。
- 数理・情報科学の研究者を育成しつつ、医療分野・産業ロボット等への広範囲な適用を視野に入れたオールラウンダーの専門家の育成も重要。
- 当事者意識を持って研究開発を行えるように、エンドユーザと接せられる機会を創出すべき。すなわち、研究型人材のアントレプレナーシップを進めていくことが重要。
- 失敗が許される、チャレンジが認められる環境を作っていくことが重要。
- 企業が生データを外部に公開できない場合でも、データを抽象化／一般化、あるいは社会的課題に置き換えて、議論する場が存在すると、企業の人材育成にも役立つのではないか。
- 人材育成に関しては、長期的視野に立った国家としての戦略をしっかりと立てるべき。

### <今後の方向性>

- ◆ 脳に学び、新しいアルゴリズムを開発できるような融合的な研究を行える人材、あるいは相互に連携できる土壌の育成に取り組む。
- ◆ On The Job Trainingを行える環境を整備し、人工知能に係る様々な領域(モデリング、統計処理、プログラミング等)を横断的に見られる人材を育成する。
- ◆ 特に基礎研究に関して、10年等のスパンで持続的に研究開発に取り組むことのできる環境(新たな教育システム等)を整備する。