

# AI白書

2020

Artificial Intelligence White Paper

独立行政法人情報処理推進機構 AI白書編集委員会 編

広がるAI化<sup>ギャップ</sup>格差と  
5年先を見据えた  
企業戦略



独立行政法人情報処理推進機構  
Information-technology Promotion Agency, Japan

# 目次

発行にあたって	1
<b>第1章 2020年のAIとビジネス</b>	7
AIニュースピックアップ	8
ジェフリー・ヒントンが語ったディープラーニング革命	12
<b>【対談1】日本企業のこれからを左右する、AI時代のビジネス戦略</b>	14
石角友愛(パロアルトインサイトCEO)、中島秀之(AI白書編集委員長)	
<b>【対談2】生産性の向上とソーシャルインクルージョンのためのAIに向けて</b>	22
北野宏明(AI白書編集委員)、片岡 晃(独立行政法人情報処理推進機構社会基盤センター長)	
本書の構成	30
<b>第2章 技術動向</b>	33
2.1 はじめに	34
2.2 知的活動を実現する技術	35
2.2.1 認識	36
2.2.2 理解	42
2.2.3 学習	46
2.2.4 判断	51
2.2.5 予測	55
2.2.6 言語	61
2.2.7 知識	66
2.2.8 身体	74
2.2.9 創作	82
2.3 ディープラーニング	88
2.3.1 概要	88
2.3.2 背景、歴史	88
2.3.3 基本原理	90
2.3.4 主要な技術	91
2.3.5 最新の学会動向	95
2.3.6 最新技術紹介	96
2.4 開発基盤	100
2.4.1 基本原理	101

2.4.2	クラウド側基盤(民間クラウドサービスと公的インフラストラクチャーの動向) …	109
2.4.3	エッジ側基盤(推論用のプロセッサ技術と計算デバイスの動向) …	117
2.4.4	次世代AIインフラストラクチャー・ハードウェア …	122
<b>2.5</b>	<b>標準化・オープンプラットフォーム・信頼性</b> …	<b>128</b>
2.5.1	標準化 …	128
2.5.2	オープンソース …	130
2.5.3	共有データセット・共有モデル …	132
2.5.4	オープンプラットフォーム、エコシステム …	136
2.5.5	AI品質(QAI) …	138
2.5.6	説明可能なAI(XAI) …	139
<b>2.6</b>	<b>各国の研究開発の現状</b> …	<b>142</b>
2.6.1	各国の研究開発の現状 …	142
<b>【column01】</b>	<b>ニューロモルフィックダイナミクス/浅田 稔</b> …	<b>170</b>
<b>【column02】</b>	<b>AutoML/松尾 豊</b> …	<b>174</b>
<b>【column03】</b>	<b>機械学習応用システムにおける品質と説明可能性について/丸山 宏</b> …	<b>176</b>

<b>第3章</b>	<b>利用動向</b> …	<b>185</b>
3.1	総論 …	186
3.2	今利用されているAI技術 …	187
3.2.1	AI技術の整理 …	187
3.2.2	AI技術区分ごとの概要 …	187
3.3	国内・海外における利用動向 …	191
3.3.1	製造業における利用動向 …	191
	取組み事例：キューピー …	195
	取組み事例：住友化学 …	197
3.3.2	自動車産業における利用動向 …	199
	取組み事例：パナソニック …	213
3.3.3	インフラにおける利用動向 …	215
	取組み事例：日揮ホールディングス(日揮グループ) …	219
	取組み事例：横河電機 …	222
3.3.4	農業における利用動向 …	224

3.3.5	健康・医療・介護における利用動向	229
	取組み事例：エルピクセル	234
3.3.6	防犯・防災における利用動向	236
3.3.7	エネルギー分野における利用動向	240
3.3.8	教育における利用動向	244
3.3.9	金融業における利用動向	247
	取組み事例：富国生命保険	252
3.3.10	物流における利用動向	254
	取組み事例：スマートドライブ	257
3.3.11	流通業における利用動向	259
3.3.12	行政における利用動向	263
3.3.13	エンターテインメント分野における利用動向	267
3.3.14	スポーツにおける利用動向	271
	取組み事例：富士通	275
3.3.15	スマートライフにおける利用動向	277
	取組み事例：パルコ	282
3.3.16	そのほかの利用動向	284
<b>3.4</b>	<b>企業におけるAI利用動向アンケート調査</b>	<b>290</b>
A.1	調査目的及び調査概要	290
A.2	回答企業の属性	290
A.3	AIの利活用状況	291
A.4	AIの導入目的	294
A.5	AIを適用する業務分野	298
A.6	活用中／検討中のAI技術	302
A.7	AIを導入／検討する上での課題	306
A.8	AI人材について	310
A.9	AIへの期待／懸念	312
<b>3.5</b>	<b>AI導入予算・AI市場の規模</b>	<b>315</b>
3.5.1	AI導入予算の規模	315
3.5.2	AI市場の規模	316
<b>参考</b>	<b>データで見る中国のAI最新動向</b>	<b>323</b>
1.	中国AI市場を取り巻く環境	324
2.	リーディングカンパニーの動向	330
3.	AIベンチャーとファンドの動向	334

4. AI技術の応用展開事例	338
5. 地方政府のAI産業促進政策動向	343
6. 中国AI人材育成動向	346
<b>【column04】AIと人間の共生について／川上量生</b>	352
<b>【column05】リソースの構築：日本の実世界AIにむけて／辻井潤一</b>	356
<b>第4章 制度政策動向</b>	365
4.1 総論	366
4.2 AIに関する原則・ガイドライン等	367
4.2.1 海外における取組み	367
4.2.2 国内における議論	377
4.2.3 原則・ガイドラインの比較	384
4.3 制度改革(国内)	387
4.3.1 モビリティに係る制度改革	387
4.3.2 データ流通に係る制度改革	395
4.3.3 知的財産に係る制度改革	404
4.4 国内の政策動向	408
4.4.1 統合イノベーション戦略、同推進会議による政府横断の取組み	409
4.4.2 基盤省庁・出口省庁の方針と動向	416
4.4.3 予算の動向	430
4.5 海外の政策動向	437
4.5.1 米国	437
4.5.2 EU	442
4.5.3 英国	447
4.5.4 ドイツ	450
4.5.5 フランス	453
4.5.6 中国	456
4.5.7 インド	460
<b>【column06】データ三重苦／喜連川 優</b>	462

## 第5章 特集 AI実装を推進する

### 「AI人材育成」と「地域スタートアップエコシステム」……465

5.1 総論	466
5.2 地域スタートアップエコシステム	468
5.2.1 スタートアップエコシステムの概要	468
5.2.2 海外の地域スタートアップエコシステム	474
5.2.3 日本の地域スタートアップエコシステム	487
5.2.4 日本のスタートアップの課題と国による対策	489
5.2.5 地域スタートアップエコシステムへのさらなる期待	500
5.2.6 まとめ	503
5.3 AI人材育成	505
5.3.1 AI人材の需給動向	505
5.3.2 求められるAI人材のイメージ	511
5.3.3 「AIの民主化」—従業員によるデータ分析・業務改善—	514
5.3.4 AI人材育成施策など	517
5.3.5 まとめ	525
5.4 今後の展望	526
索引	527
編集・執筆関係者名簿	532

対談1 EUの法改正で、風向きが変わった

# 日本企業のこれからを左右する、 AI時代のビジネス戦略



## 石角友愛 × 中島秀之

Ishizumi Tomoe

パロアルトインサイトCEO

Nakashima Hideyuki

AI白書編集委員長、札幌市立大学理事長・学長

石角友愛氏はハーバード・ビジネススクールでMBAを取得後、Google本社勤務を経て、シリコンバレーでパロアルトインサイトを起業。日本企業にAI技術と戦略を導入している。著書『いまこそ知りたいAIビジネス』（ディスカヴァー・トゥエンティワン）は、AI経営の要諦がよく分かる良書として評判だ。AIでビジネスの課題を解決し、日本企業が世界で存在感を高めるにはどうすれば良いのか。石角氏と本書編集委員長の中島秀之氏が意見を交わした。

対談2 現場のクオリティが日本のAIを変える

# 生産性の向上と ソーシャルインクルージョンの ためのAIに向けて



**北野宏明**

Kitano Hiroaki

AI白書編集委員、ソニーコンピュータサイエンス研究所  
代表取締役社長・所長



**片岡 晃**

Kataoka Akira

独立行政法人情報処理推進機構  
社会基盤センター長

現在、様々な国や機関でAIに関する政策や戦略が発表されている。日本では、日本経済団体連合会が「AI活用戦略～AI-Readyな社会の実現に向けて」を、内閣府のAI戦略実行会議が「AI戦略2019」をまとめている。その両方に携ったのが、本書編集委員の北野宏明氏だ。これからのAI戦略の方向性やゴールについて、独立行政法人情報処理推進機構 (IPA) 社会基盤センター長の片岡晃氏が話を聞いた。



## 2.1 はじめに

本章では第1章の「本書の構成」で示した「俯瞰的イメージ」に基づき、まず「2.2 知的活動を実現する技術」で、人間の知的活動を実現する技術群として、図2-1-1に示す認識(2.2.1)、理解(2.2.2)、学習(2.2.3)、判断(2.2.4)、予測(2.2.5)、言語(2.2.6)、知識(2.2.7)、身体(2.2.8)、創作(2.2.9)の9つの知的活動につき、図2-1-2に示すように概要、主な技術、最新技術動向に分けて紹介する。

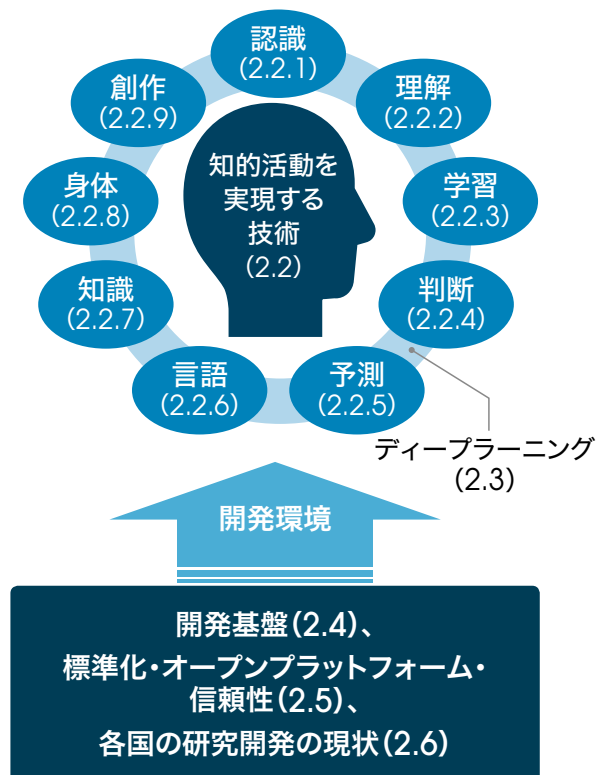
執筆にあたり、以下の方針で内容を書き分けた。概要と主な技術については、分かりやすさを主眼として記述した。さらに深い内容については専門書を参照されることを意図している。最新技術動向はやや専門的な内容となっている。

次に「2.3 ディープラーニング」では、上記の技術群に横断的に関連するディープラーニングについて、基本原理と最新の技術動向について紹介する。

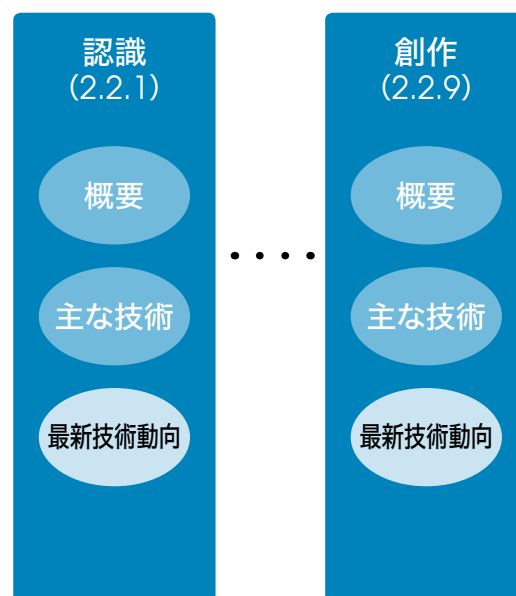
さらに、AIに関する基盤的な技術情報として、「2.4 開発基盤」、「2.5 標準化・オープンプラットフォーム・信頼性」、「2.6 各国の研究開発の現状」について紹介する。

「2.4 開発基盤」では、2018年8月にサービススタートした産総研の橋渡しクラウド(ABCI)の1年分の運用実績や、AIチップなどのエッジ技術の進展が、「2.5 標準化・オープンプラットフォーム・信頼性」では、AI品質や、説明可能なAI(XAI)の最新動向が、新たに追加されている。また、「2.6 各国の研究開発の現状」では、国内外のAIに関する研究開発動向を紹介するとともに我が国のNEDOのAI関連事業成果をコンパクトにまとめている。

■ 図2-1-1 第2章の構成



■ 図2-1-2 2.2節の構成



## 2.2 知的活動を実現する技術

図2-1-1で示すように、AIの技術を説明するにあたり、それを支える技術として9つの知的活動で整理した。表2-2-1に、知的活動を実現するAI技術の概要を示し、それに属する主な技術、及び最新技術動向を紹介する。

■表2-2-1 「知的活動」の中で盛り込む内容の概要と主な技術、最新技術動向

活動	概要	主な技術	最新技術動向
認識 (2.2.1)	AIによる「認識」に焦点を当て、物体認識、音声認識、行動認識などの主要な認識技術と最新技術動向を紹介する。	物体認識、行動認識、音声認識	隠れた物体の認識、顔認識、文字認識 (AI-OCR)
理解 (2.2.2)	AIによる「理解」に焦点を当て、言葉の意味理解、画像の理解などの主要技術と、マルチモーダル学習、比喩の理解などの最新技術を紹介する。	分散表現による意味理解、画像認識を介した理解、概念メタファーによる理解	マルチモーダル学習
学習 (2.2.3)	AIにおける「学習」に焦点を当て、学習の基本的考え方と、新旧の機械学習のアプローチの手法を説明し、学習自動化などの最新技術動向を紹介する。	教師あり・なし学習、強化学習、SVM、ディープラーニング、No Free Lunch定理、みにくいアヒルの子定理	学習自動化、「学習」のトレンド
判断 (2.2.4)	AIによる「判断」に焦点を当て、データを解析した結果に基づく判断＝意思決定する技術を紹介する。自動意思決定・自動交渉、議論マップ、ディベートAIなどの最新技術動向を紹介する。	プランニング技術、推薦システム、マッチング、行動経済学	自動交渉、意思決定過程の可視化・自動化(議論マップ、議論マイニング、ディベートAI)、不完全情報ゲーム解法の応用、脳の意思決定メカニズムの研究
予測 (2.2.5)	AIによる「予測」に焦点を当て、分類、回帰、クラスタリングなどを紹介し、タンパク質構造予測などの最新技術を紹介する。	分類、回帰、クラスタリング、ベイズ推定、アンサンブル学習、グラフ構造データによる予測、マテリアルズ・インフォマティクス、データ同化	タンパク質構造予測 (AlphaFold)
言語 (2.2.6)	自然言語処理に焦点を当て、伝統的なルールベース翻訳から、統計機械翻訳、ディープラーニングによる機械翻訳への進歩を紹介し、BERTやGPTなどの最新技術動向を紹介する。	ルールベース翻訳 (RBMT)、統計的機械翻訳 (SMT)、ニューラル機械翻訳 (NMT)、言語処理技術の応用	Transformerによる自然言語処理能力の飛躍 (BERT、ELMo、GPT)、自然な会話の実現 (Duplex)
知識 (2.2.7)	AIにおける「知識」及び「データ」に焦点を当て、ルールベースに始まりセマンティックWebに至る知識処理の考え方の変遷、データ基盤を説明し、知識を使った推論や、知識グラフの補完などの最新技術動向を紹介する。	オントロジー、セマンティックWeb、LOD、共通語彙、知識獲得、データ処理基盤技術、データ保護技術、知識グラフ	知識を使った推論 (推論チャレンジ)、知識グラフの埋め込みと補完、データの信憑性判定、データバイアス問題
身体 (2.2.8)	ロボティクス及び「身体性」について説明する。認知発達ロボティクスや、MNS (ミラーニューロンシステム)、ソフトロボティクス、レザパーコンピューティングなどの最新技術動向を紹介する。	認知発達ロボティクス、身体性、予測学習、MNS (ミラーニューロンシステム) の発達、利他行動の創発	ソフトロボティクス、レザパーコンピューティング
創作 (2.2.9)	AIによる「創作」に焦点を当て、学習されたデータにない新しい画像などを創作する技術を中心に、統計学の「生成モデル」との関連性を説明し、BigGANやMI / 創薬などの最新技術動向を紹介する。	オートエンコーダー、VAE、GAN	GANの様々なバリエーションの提案 (BigGAN、CycleGANなど)、マテリアルズ・インフォマティクス / 創薬への応用

## 3.1 総論

本章では、AIの利用動向について紹介する。

近年、「第三次AIブーム」により、「AI」というキーワードが新聞や技術誌、ネットメディアなどを賑わせており、様々な領域においてAIの利活用が進んでいる。その大きな原動力は「ディープラーニング」であり、自動運転、医療、金融のファンド運用など、多くの領域において研究開発、実証実験、さらには社会実装が進んでいる。ただし実態としては、第三次AIブーム以前のルールベースや探索アルゴリズム、ディープラーニング以外の機械学習によるデータ分析手法やツールなども広く使用されている状況である。

そこで本章では、まず「3.2 今利用されているAI技術」において、上記の「ディープラーニング」、ディープラーニング以外の機械学習、及び第三次AIブーム以前のルールベースや探索アルゴリズムなどの3種の各区分におけるAI技術の概要について簡単に触れる。

次に、「3.3 国内・海外における利用動向」において、国内外のAI技術の産業への応用の具体的事例を、『AI白書2019』発刊以降の事例を中心に説明する。対象領域としては、『AI白書2019』でも取り上げた、コネクテッド・インダストリーズの対象ともなっている製造業<sup>※1</sup>、自動車産業や物流<sup>※2</sup>、インフラ<sup>※3</sup>のほか、農業、健康・医療・介護、防犯・防災、エネルギー、教育、金融業、流通業、行政に加え、新たにスポーツ、エンターテインメント、スマートライフなど、幅広い領域を網羅している。各事例では、その概要とともに上記3種の区分のどの技術を使用しているかを可能な限り調査し、付与している。なお、上記のうち10事例の深掘り調査(企業ヒアリング)を行い、それぞれの関連する分野に追記している。

さらに「3.4 企業におけるAI利用動向アンケート調査」では、『AI白書2019』における「資料A 企業におけるAI利用動向アンケート調査」(以下、「前回調査」)に一部改良を加え、AIの利活用状況、導入目的、AIを導入／検討するうえでの課題などの調査を実施し、前回調査との比較などの分析を行っている。また、今回調査では、新たにAI人材の充足度に関する設問を追加した。加えて、「3.5 AI導入予算・AI市場の規模」ではAIに関する予算や市場規模を軸に進展状況を説明する。

最後に「参考 データで見る中国のAI最新動向」では、昨年引き続き、特に近年の躍進が目覚ましい中国に関してAIに関するデータを含めて詳細に説明する。今回は、AIベンチャーとファンドの動向、地方政府のAI産業促進政策動向などの新たな視点からの調査も盛り込んでいる。

※1 コネクテッド・インダストリーズでは「ものづくり・ロボティクス」

※2 同上「自動走行・モビリティ」

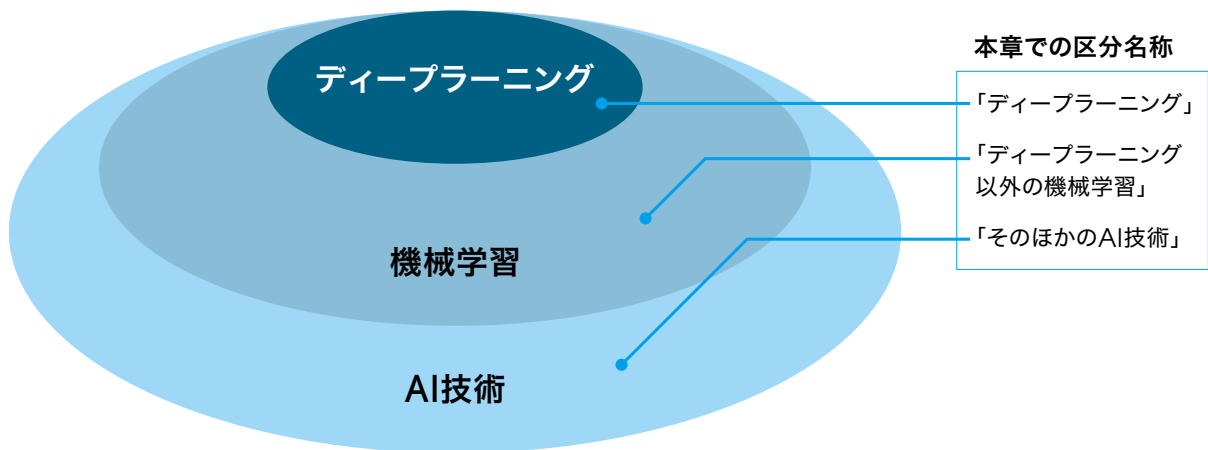
※3 同上「プラント・インフラ保安」

## 3.2 今利用されているAI技術

### 3.2.1 AI技術の整理

現在の第三次AIブームは「ディープラーニング(第2章 2.3参照)」の登場によるところが大きく、この技術は生活、交通、医療・ヘルスケアなど様々な産業分野にイノベーションをもたらすことが期待されている。「ディープラーニング」は機械学習の一種であり、実態としてはディープラーニング以外の機械学習の手法やツールも、データ分析などの分野において広く使用されている。また、第三次AIブーム以前のルールベースや探索アルゴリズムなどの技術も社会に浸透している。以上を踏まえると、現時点のAI技術の区分はおおまかには図3-2-1のように表せる。本章では「3.3 国内・海外における利用動向」の事例を区分するにあたり、図の3つの名称を使用することとした。

■図3-2-1 AI技術のおおまかな区分



### 3.2.2 AI技術区分ごとの概要

以下に、各区分におけるAI技術の概要について簡単に触れる。

#### (1) ディープラーニング

ディープラーニングの仕組みは、脳の神経回路の働き(ニューロン)をモデル化したものである。画像や音声を入力し、正解となる出力との差を小さくすることを繰り返して判断の精度を高めていく仕組みである。従来の機械学習で、分類や予測などの機能を実行するために必要な特徴を人間が与えていたのに対し、大量のデータを用いて特徴を自力で抽出することを可能にした。

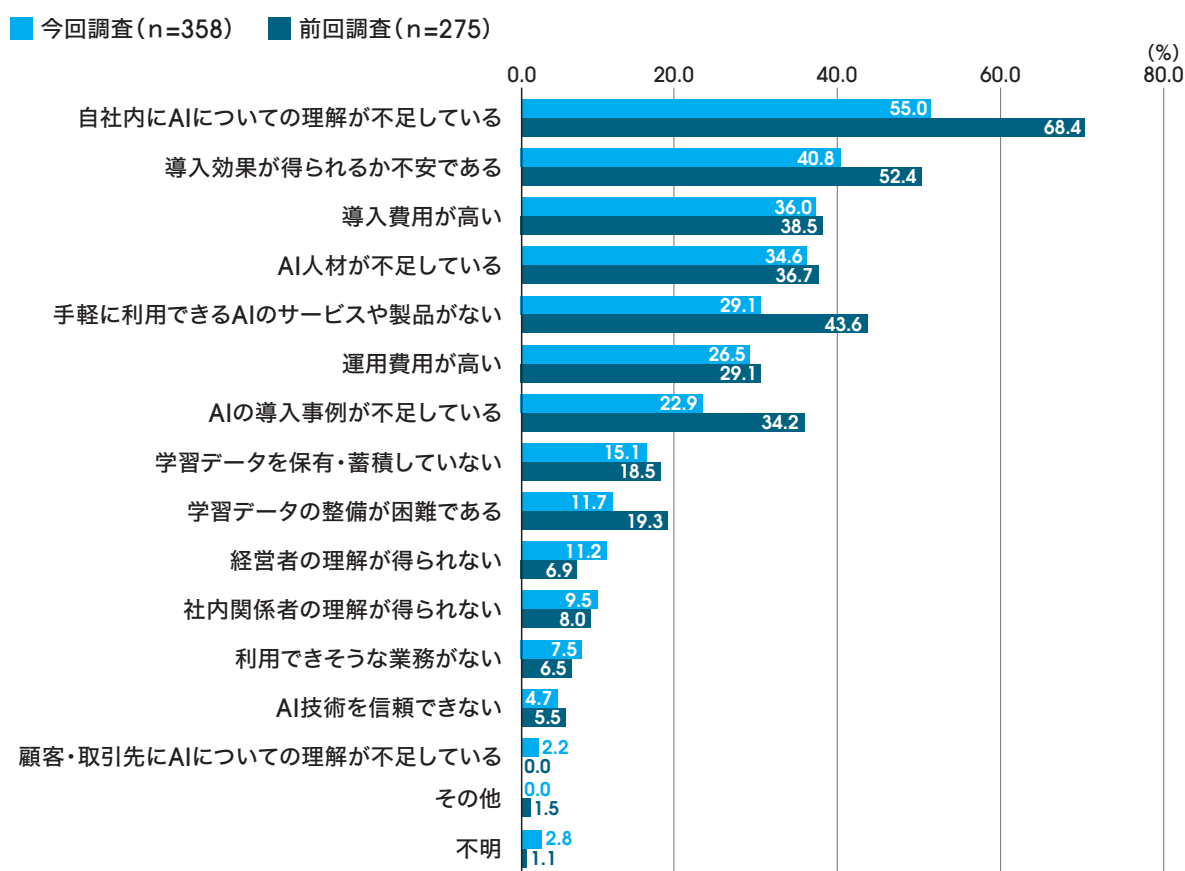
ディープラーニングの詳細な技術に関しては第2章「2.3 ディープラーニング」で解説したとおりである。

ディープラーニングの登場により、画像認識や音声認識の分野で従来の精度を凌駕するなど様々な成果が得られ、今後はディープラーニングと強化学習を組み合わせるロボットなどへの機械の動作の学習(運動の習熟)や、言葉の意味理解などへと発展することが期待されている(図3-2-2)。

## A.7 AIを導入／検討する上での課題

AIについて「検討中／関心あり」の企業に対し、AIを導入検討するに当たっての課題を尋ねた結果を図3-4-21に示す。「自社内にAIについての理解が不足している」がトップ、「導入効果が得られるか不安である」、「導入費用が高い」が続いている。上位2項目は『AI白書2019』と同順位であるが、回答比率はともに10%以上減少している。AI白書を含め、技術系メディアでAIが取り上げられる頻度が高まっていることから企業のAIに対する知識・理解が深まった結果とも推察されるが、前述のとおり、今回の調査ではアンケートの配布対象を拡大した影響もあると推察される（前回調査5,000件に対し、今回7,000件）。引き続きAIに関する情報発信が必要と考えられる。

■ 図3-4-21 「検討中／関心あり」と回答した企業におけるAIを導入検討するに当たっての課題（AI白書2019、2020比較）（複数回答）※11



「検討中／関心あり」と回答した企業について業種別に見た結果を図3-4-22に示す。金融業では「導入効果が得られるか不安である」（58.8%）が、それ以外の業種では「自社内にAIについての理解が不足している」がトップとなっている。また、金融業では「導入効果が得られるか不安である」、「AI人材が不足している」、「学習データを保管・蓄積していない」、「経営者の理解が得られない」、「AI技術を信頼できない」などで顕著な結果が見られる。これらの特徴は金融業ではAIの導入・検討が進んでいるため、ほかの業種よりも課題が明確化されているためと推察される。

※11 「顧客・取引先にAIについての理解が不足している」は『AI白書2020』に新規に加えた項目。「AI人材が不足している」は『AI白書2019』では「AIのエンジニア人材が不足している」の値。

## 3 AIベンチャーとファンドの動向

### 3.1 2018年以降設立の中国AIベンチャーの融資実態

ベンチャー投資ポータルサイトである「IT桔子」の統計(2019年9月13日)によると、2018年1月以降設立された中国AIベンチャーの会社数(新規投資件数)は204社もあり、中国ベンチャーのAI業界に対する開発意欲は依然と旺盛である。

■表R-3-1 中国AIベンチャーの融資統計(地域別)

No.	都市名・省名	2018年 新規 投資件数	2019年 新規 投資件数	合計
1	北京市	60	8	68
2	広東省	30	2	32
3	上海市	24	6	30
4	浙江省	20	3	23
5	江蘇省	16	2	18
6	湖北省	8	0	8
7	安徽省	3	1	4
8	四川省	3	1	4
9	陝西省	3	1	4
10	福建省	2	0	2
11	山東省	2	0	2
12	河南省	2	0	2
13	香港	1	1	2
14	天津市	1	0	1
15	新疆ウイグル族自治区	1	0	1
16	澳門	1	0	1
17	台湾	1	0	1
18	湖南省	0	1	1
	合計	178	26	204

■表R-3-2 中国AIベンチャーの融資統計(分業別)

No.	分業別	2018年 新規 投資件数	2019年 新規 投資件数	合計
1	企業向けサービス	49	11	60
2	ハードウェア	40	1	41
3	金融	17	0	17
4	教育	12	2	14
5	自動車・交通	13	1	14
6	医療・ケア	10	2	12
7	工業	7	3	10
8	ツール型アプリ	4	3	7
9	生活関連	5	0	5
10	不動産	3	1	4
11	コンテンツ	4	0	4
12	物流	4	0	4
13	農業	2	1	3
14	広告・PR	3	0	3
15	Eコマース	1	1	2
16	ソーシャル	2	0	2
17	旅行	1	0	1
18	スポーツ	1	0	1
	合計	178	26	204

出典:「IT桔子」の統計を基に作成  
※ここでいう「新規投資件数」はSeed、Angel、Pre-Aの投資フェーズのみを指す。

## 4.1 総論

本章では、AIに係る制度政策動向を国内外のAIに関する原則・ガイドラインなどの議論、AIの社会実装を進める上で必要な制度改革、及び政府が進める政策の3つの観点から説明する。

「4.2 AIに関する原則・ガイドライン等」では、AIの開発者が担うべき(または免れるべき)責任や、それに基づく規律や執行のあるべき姿に関する様々な原則・ガイドラインなどについて、まず海外での、経済協力開発機構(OECD)、G7などの国際的な枠組みにおける議論、各国政府における議論、民間における議論を紹介し、次に国内における議論として、「人間中心のAI社会原則(Social Principles of Human-centric AI)」の考え方を紹介する。さらに、それらの時系列的な比較を紹介する。

「4.3 制度改革」に関しては、注目すべきものとして、「モビリティ」、「データ流通」及び「知的財産」について説明する。まず、「モビリティ」については「自動運転」と「ドローン」に係る制度改革を説明し、次に「データ流通」に関しては、大量かつ高品質のデータを使用できる環境の構築に資する「データ流通・活用ワーキンググループ」、「産業データ共有事業」、「情報信託機能の認定」、「不正競争防止法」などの各省の政策動向を整理し、説明する。さらに「知的財産」については、「知的財産推進計画2019」を基に、「価値デザイン社会」の実現に向けた施策を紹介する。

「4.4 国内の政策動向」に関してはまず、政府全体の科学技術・イノベーション戦略を示した「統合イノベーション戦略」の概要を示し、次に2019年6月に統合イノベーション戦略推進会議より公表された「AI戦略2019」を紹介して、AI政策の基本方針と政府横断の主要な取組みを整理する。そのうえで、AIに係る深い6つの省庁について、研究開発や制度整備が主となる基盤省庁(総務省・文部科学省・経済産業省)と、取組みが一巡し、実証実験や社会実装が主となる出口省庁(農林水産省・厚生労働省・国土交通省)に分けて基本方針と具体的な取組みを解説する。さらに、2020年度の各省概算要求のうち、AIに関連する施策をまとめている。

「4.5 海外の政策動向」ではAIの活用が自国や地域の競争力強化につながるとの認識の下、AIに関する技術の研究開発に加え、社会実装に向けた事業環境の整備や制度検討・規制改革に向けた投資や取組みが進んでおり、その中でAI分野で先行する米国や中国、及びAIに関する積極的な取組みが注目される欧州連合(European Union; EU)、英国、ドイツ、フランス、インドの取組みを説明する。

## 4.2 AIに関する原則・ガイドライン等

様々な科学技術と同様に、人工知能(AI)は社会に多大な便益をもたらすことが期待される一方、開発・利用に関する不安や社会的位置づけの難しさなどの懸念も示されており、適切な社会実装が求められている。こうした背景の下、近年はAIの開発者が担うべき(または免れるべき)責任や、それに基づく規律や執行のあるべき姿について国内外で活発に議論が進められており、それらを体系化した様々な原則・ガイドラインが公表されている。

本節では、『AI白書2019』からのアップデートを中心に、国内外でのAIの研究開発及び利活用に関する原則・ガイドラインの動向を概説する。まず海外において特に重要なトピックは、経済協力開発機構(OECD)による「AIに関する理事会勧告」の採択である。同勧告は、AIに関する世界初の国際的政策ガイドラインであり、米国を含むOECD加盟36か国及び非加盟の6か国が採択している。具体的な規制や法的拘束力はないが、採択国は一定の政治的コミットメントを表明したことになる。しかし、こうした国際協調が進む一方、中国はOECD加盟国でないこともあり、同勧告を採択しておらず、採択した欧州連合(EU)も別途「信頼できるAIのための倫理ガイドライン」(4.2.1(2)参照)を打ち出すなど、イニシアティブを握る国際競争は依然として続いている。

こうしたグローバルルールの形成に際して、我が国は主に「“人間中心”アプローチの提案」及び「G20の議長国として『G20 AI原則』の採択」という形で大きな貢献を果たした。

### 4.2.1 海外における取組み

#### (1) 国際的な枠組みにおける議論

国際的な枠組みにおける主要な検討経過を表4-2-1にまとめる。以下、順にその内容を説明する。

■表4-2-1 国際的な枠組みにおける主要な検討経過

年月	会議名	AIに関する主な議題・決定事項
OECD: 経済協力開発機構		
2017年10月	AI: Intelligent Machines, Smart Policies <sup>※1</sup>	OECDと総務省の共催。AIの普及が社会にもたらす機会と課題、政策の役割と国際協調について議論。
2017年11月	デジタル経済政策委員会(CDEP)	OECDのAIに関する今後の取組みについて議論。事務局が分析レポートを作成し、理事会勧告作成に向けた作業に着手することに合意。
2018年9月	AIに関する専門家会合(AIGO)	初会合。AIに関する理事会勧告の策定を目標に、AIの信頼構築と社会実装を促すための原則について議論。
2019年3月	デジタル経済政策委員会(CDEP)	アドホック会合。AIGOにて策定された、AIに関する理事会勧告の案について議論。
2019年5月	閣僚理事会	「AIに関する理事会勧告」を採択。
2019年6月	閣僚理事会	報告書「社会の中の人工知能」を公表。

※1 OECD “Conference on AI: Intelligent machines, smart policies” <<http://www.oecd.org/going-digital/ai-intelligent-machines-smart-policies/>>



## 5.2 地域スタートアップエコシステム

海外では、AIを始めとするIT技術を活用したスタートアップを生み出し、育て、経済や産業を活性化する「スタートアップエコシステム」が注目を集めている。最大の事例は米国シリコンバレーであるが、地域の自治体や産業、大学などの連携により意図的、計画的に設置された「地域スタートアップエコシステム」も多く、これらは地域経済の活性化や地域人材の定着などの効果も大きい。AI関連のスタートアップにとっても、有益なビジネス環境と期待される。

本節では、まず米国のエコシステムがシリコンバレーなどの集中型のみでなく、地方都市を中心とした地域型エコシステムが多数存在すること、それぞれの成功要因として、地域地方自治体や大学、産業などが協力して立ち上げていることなどを調査によって示した。次に日本の地方都市や東京の地区においても同様の効果が期待できそうなことを米国の例と対比して示すとともに、日本のスタートアップには様々な課題があること、国によりスタートアップの課題の解消やエコシステム促進に関する施策が進められていることも明らかにした。

### 5.2.1 スタートアップエコシステムの概要

#### 5.2.1.1 スタートアップとは

近年、「スタートアップ」がビジネスイノベーションの担い手として注目されている。「スタートアップ」の定義は明確ではないが、例えば、「解決策が明白でなく、成功が保証されない問題の解決に取り組んでいる」、「非常に迅速に規模を拡大するように設計された」企業という説明がある<sup>\*1</sup>。他方、日本では新しい技術、新しいビジネスモデルを中核とする新規事業により急速な成長を目指す新興企業を「ベンチャー企業」と呼んでおり<sup>\*2</sup>、ほぼ同義のように見えるが、米国のスタートアップの約9割<sup>\*3</sup>が大企業にM&A(合併・買収)されることを出口(Exit)としている点に特徴がある<sup>\*4</sup>のに対し、日本のベンチャー企業では新規株式公開(IPO)の比率が高い。しかし、近年、日本のベンチャー企業においてもM&Aの比率が急速に高まっており<sup>\*5</sup>、スタートアップとベンチャー企業という用語の境界は薄まりつつある<sup>\*6</sup>。

スタートアップは先進的なビジネスアイデアや技術を有する起業家が、投資家やアドバイザーなどのスタートアップを支援する様々な関係者を広く巻き込むことで大きく成長していく特徴を持つ。このような、スタートアップの急速な成長を支える仕組みである「スタートアップエコシステム」が世界的なビジネスイノベーションの苗床として注目されている。

※1 <<https://www.forbes.com/sites/natalierobehmed/2013/12/16/what-is-a-startup/#2e6241844044>>を基にIPAが翻訳。

※2 経済産業省「ベンチャー企業の創出・成長に関する研究会最終報告書(2008年4月)」p.10 1行目より<<https://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g80509a02j.pdf>>

※3 <https://nvca.org/research/pitchbook-nvca-venture-monitor/>

※4 公益財団法人日本証券経済研究所「米国における資本形成の変遷」(2019年5月) <[http://www.jsri.or.jp/publish/discussion/pdf/1905\\_01.pdf](http://www.jsri.or.jp/publish/discussion/pdf/1905_01.pdf)>では、SOX法(上場企業会計改革および投資家保護法)などによる上場維持コストの増加が特に小規模のIPOの減少に影響していることが説明されている。

※5 <https://www.nikkei.com/article/DGKKZO38159600V21C18A1MM8000/>

※6 「ベンチャー企業」は、社会的課題の解決を新しいビジネスモデルで実現するソーシャルベンチャーのようにExitを目指さない企業も含めた包括的な意味としても使われることもある。

### 5.3.2.2 AI人材像の整理

本書では、「IT人材需給に関する調査」及び「AI活用戦略」を参考に、AI人材を表5-3-4に示す6種類に分類した。①は「AI活用戦略」のAI-Readyな「経営・マネジメント層」、②～④は「IT人材需給に関する調査」におけるAI人材であり、かつ「AI活用戦略」のAI-Readyな「専門家」である。⑤及び⑥は「AI活用戦略」のAI-Readyな「従業員」であるが、AI活用内容を明確にするために、AIツールでデータ分析を行う従業員と自社へのAI導入を推進する従業員に分けている。

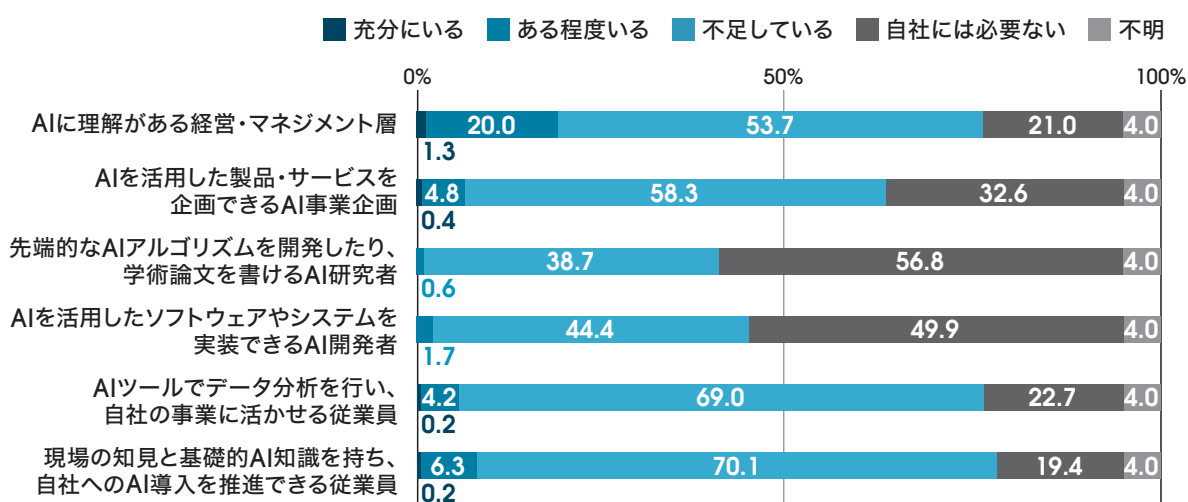
■表5-3-4 本書で整理したAI人材の分類

人材の種類	概要
①AIに理解がある経営・マネジメント層	「AI活用戦略」におけるAI-Readyな経営・マネジメント層(CxOなど)の人材。
②先進的なAIアルゴリズムを開発したり、学術論文を書けたりするAI研究者	「IT人材需給に関する調査」におけるAI研究者(AIサイエンティスト)に相当する人材。
③AIを活用した製品・サービスを企画できるAI事業企画	「IT人材需給に関する調査」におけるAI事業企画(AIプランナー)に相当する人材。
④AIを活用したソフトウェアやシステムを実装できるAI開発者	「IT人材需給に関する調査」におけるAI開発者(AIエンジニア)に相当する人材。
⑤AIツールでデータ分析を行い、自社の事業に活かせる従業員	「AI活用戦略」におけるAI-Readyな従業員の中で、データサイエンス系の人材。
⑥現場の知見と基礎的AI知識を持ち、自社へのAI導入を推進できる従業員	「AI活用戦略」におけるAI-Readyな従業員の中で、現場へのAI応用系の人材。

この6分類のAI人材に対して、一般企業における充足度を調査したアンケート結果(詳細は「3.4 企業におけるAI利用動向アンケート調査」参照)を図5-3-12に再掲する。「自社には必要ない」の比率がAI研究者は56.8%、AI開発者は49.9%と高い。前述の図5-3-9で、AI人材の獲得・確保方法として「外部委託で確保する」と回答した割合が半数近かったように、必要に応じてAIベンダーやIT企業に外部委託するためと想定される。

これに対して「AIツールでデータ分析を行い、自社の事業に活かせる従業員」及び「現場の知見と基礎的AI知識を持ち、自社へのAI導入を推進できる従業員」の需要(「充分にいる」、「ある

■図5-3-12 一般企業※におけるAI人材の充足度(第3章 3.4 図3-4-27再掲)



n=525

注:「自社には必要ない」には、「自社の事業には必要ない」、「外部に委託するので社内には必要ない」などが含まれる。

※8 「3.4 企業におけるAI利用動向アンケート調査」では「ユーザー企業」と表記。

## データ三重苦

どんなデータを持っているか分からない。  
持っているデータを使う権利があるか分からない。  
従って、データをどう利活用すべきか分からない。

情報・システム研究機構 国立情報学研究所 所長、東京大学生産技術研究所 教授

### 喜連川 優

2年前、大企業のトップが集まるフォーラムで、1時間講演し、その後1時間非常に多くの質問を受けた。質疑を集約すると本稿のタイトルのようにまとめられる。データの時代となったのは比較的最近であり、日本企業を批判などする気など毛頭ない。大きな企業では多様な活動があるため、データをしっかりと一元管理することはこれまでなされておらず、データ取り扱いの作法が定着してないことが実情と言えよう。最初の分からないに関しては、基盤となるデータ登録システムの導入が不可欠と言える。2つ目の分からないは、オーナーシップの問題であり、極めて複雑である。とりわけ、価値をはっきりと意識しない段階で収集されたデータの扱いは不透明であり、整理が必要である。これら最初の2点がきっちりされないと3つ目の「利活用」に進まないのは当然であろう。

さらに、データに個人のデータが含まれる場合、GDPR<sup>\*1</sup>に代表される個人データ保護の規則が重畳されることとなり、より複雑になる。米国ではカルフォルニア州でCCPA<sup>\*2</sup>なるルール作りが進む。Facebookへの莫大な制裁に驚いた方は少なからずおられるであろう。ケンブリッジアナリティカに係るスキャンダルが社会に与えた影響は極めて大きい。今後、個人を取り巻くデータに関して、多様な縛りが本格的に出てくることが強く予見され、データの管理には丁寧な配慮が不可欠と想定される。一方で、Privacy Techにみられるように、当該課題を支援するソリューションが生まれており、今後、こなれた生態系が生み出されることが予見されるが、我が国では、Facebookに起きたような大きな制裁事例が希薄であり、意識のずれから大事に至らないようにすることが必要であろう。

データの保護はもちろん必須ではあるものの、元来の目的はデータの活用と流通にある。データの経済が循環するような制度設計が望まれる。コンピューターの速度と同様、ストレージ容量もムーア則と同様、指数的な大変化を経てきた。情報爆発時代に突入する前のわずかしがデータがなかった時代の法体系を修正するだけでは不十分かもしれない。我が国が、世界に先駆けて、不正競争防止法改正を行い「限定提供データ」なる枠組みを導入したことは画期的である。ただITの進化は著しく速い。常に見直す必要があるだろう。すわなち、既にデータを利用している業を保護することも大切である一方、今後は「データのデザイン」が重要な産業となると筆者は考えており、データを創る業への配慮が不可欠である。そのインセンティブを大切にしたい。

2019年11月、ドイツはGAIA-X<sup>\*3</sup>なるプロジェクトを発表した。外資ベンダーのクラウド

# AI白書編集委員会

(敬称略、五十音順)

## 委員長



札幌市立大学 理事長・学長

### 中島 秀之

1983年、東京大学大学院情報工学専門課程修了(工学博士)。通産省工業技術院電子技術総合研究所に入所後、産総研サイバーアシスト研究センター長、公立ほこだて未来大学学長、東京大学特任教授を経て、2018年4月より現職。株式会社未来シェア取締役会長。2019年10月「情報化促進貢献個人等表彰」経済産業大臣賞を受賞。人工知能を状況依存性の観点から研究。マルチエージェントならびに複雑系の情報処理とその応用に興味を持っている。

## 委員長代理



大阪大学 先導的学際研究機構 共生知能システム研究センター 戦略顧問 特任教授

### 浅田 稔

1982年、大阪大学大学院基礎工学研究科修了(工学博士)。大阪大学工学部教授を経て現職。同大学先導的学際研究機構システム知能学部門長。国際的なロボット競技会「ロボカップ」の提唱者の一人(2002～2008年までプレジデント)。認知発達ロボティクスを提唱し推進している。一般社団法人日本ロボット学会会長。日本赤ちゃん学会副理事長。

## 委員



株式会社ドワンゴ 顧問

### 川上 量生

1991年、京都大学工学部卒業。1997年にドワンゴを設立、2000年代表取締役会長就任。2006年よりウェブサービス「niconico」運営に携わるほか、現在は人工知能、教育事業などのIT先端技術関連の新規事業開発に注力している。

## 委員



株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所 代表取締役社長・所長

### 北野 宏明

1984年、国際基督教大学教養学部理学科卒業、1991年京都大学博士号(工学)取得。1993年にソニーコンピュータサイエンス研究所へ入社。2011年より現職。また2001年にはシステム・バイオロジー研究機構を設立し、会長を務める。「ロボカップ」提唱者の一人で、国際委員会ファウンディング・プレジデント。World Economic Forum(世界経済フォーラム) AI & Robotics Council委員。ソニー株式会社 執行役員。

## 委員



情報・システム研究機構 国立情報学研究所 所長、東京大学生産技術研究所 教授

### 喜連川 優

1983年、東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻博士課程修了(工学博士)、同年東京大学生産技術研究所入所。2007年8月～2008年3月、経済産業省「平成19年度情報大航海プロジェクト」戦略会議議長を務める。2013年に国立情報学研究所所長就任。ビッグデータの第一人者で、そのブームの8年前に情報爆発を提唱。情報処理学会会長等を歴任。

## 委員



国立研究開発法人産業技術総合研究所 フェロー 兼 人工知能研究センター 研究センター長

### 辻井 潤一

1973年京都大学大学院修士課程修了。1978年同大学博士号(工学)取得。質問応答システム、言語理解の研究に従事。1979年京都大学助教授、1988年マンチェスター大学教授、1995年東京大学大学院教授、2011年マイクロソフト研究所(北京)首席研究員を経て2015年より現職。マンチェスター大学教授兼任。計算言語学会(ACL)、国際計算言語学会(ICCL)の会長を歴任。

## 委員



東京大学 大学院工学系研究科 人工物工学研究センター／技術経営戦略学専攻 教授

### 松尾 豊

2002年東京大学大学院工学系研究科電子情報工学専攻博士課程修了。博士(工学)。同年産業技術総合研究所研究員、2005年スタンフォード大学言語情報研究センター客員研究員、2007年東京大学大学院工学系研究科 准教授就任。2019年より現職。人工知能とウェブ工学を専門とし、人工知能学会の編集委員長、倫理委員長を歴任。