

参考資料 1

## 欧米における AI ネットワーク化に関連する 政策・市場動向

平成 28 年 4 月

(一般財団法人マルチメディア振興センター提供資料)

## 目次

サマリー .....	1
第1章 米国.....	7
1-1 研究開発体制の概況と AI 関連政策の概要 .....	7
1-1-1 科学技術分野における研究開発体制と関連政策.....	7
1-1-2 米国における科学技術分野の研究開発体制の構築と AI 研究の開始時期 .....	8
1-1-3 高性能コンピューティングの研究開発支援（1990 年代～） .....	8
1-1-4 イノベーション政策における AI の位置づけ .....	9
1-2 AI 関連政策：研究開発、イノベーション、人材育成、制度整備.....	9
1-2-1 オバマ政権におけるイノベーション戦略と AI 関連項目 .....	9
1-1-3 雇用創出・人材育成関連施策 .....	13
1-3 AI 関連の研究拠点・大学等 .....	15
1-3-1 AI 関連の研究部門を持つ大学・AI 関連研究拠点 .....	15
1-3-2 関連学会・会議 .....	18
1-4 AI 関連分野の市場動向と企業の取り組み .....	19
1-4-1 Google における AI 関連の動向 .....	19
1-4-2 米国における AI 関連要素技術のサービス化とオープン化の動き .....	24
1-4-3 AI 関連領域におけるベンチャー企業の動向.....	26
1-5 AI の社会への影響に関する議論等 .....	27
1-5-1 技術的リスク・消費者保護・制度整備にかかる取り組み .....	27
1-5-2 倫理的側面・社会・経済への影響にかかる取り組み.....	29
第2章 EU.....	35
2-1 研究開発体制の概況と AI 関連政策の概要 .....	35
2-2 AI 関連政策：産官学連携に基づく R&D 支援政策 .....	35
2-2-1 研究開発プログラム「FP7」（2007～2013 年） .....	35
2-2-2 研究開発プログラム「Horizon 2020」（2014 年～2020 年） .....	37
2-3 AI 関連の研究開発担当部局 .....	44
2-4 AI 関連分野の市場動向と企業の取り組み：民間における連携.....	46
2-5 AI の社会への影響に関する議論等 .....	46

第3章 英国.....	49
3-1 研究開発体制の概況と AI 関連政策の概要：R&D 関連政策.....	49
3-1-1 英国研究開発支援（資金交付）制度の概要.....	49
3-1-2 AI 関連分野の研究開発体制.....	50
3-1-3 2010 年のロボット五原則（Five Robotics Principles）.....	51
3-2 AI 関連政策.....	52
3-2-1 Innovate UK.....	52
3-2-1 科学・イノベーション分野の成長計画とアラン・チューリング研究所の設立.....	52
3-3 AI 関連の研究拠点・大学等.....	53
3-3-1 大学・大学院.....	53
3-3-2 学会・団体関係.....	56
3-4 AI 関連分野の市場動向と企業の取り組み.....	57
3-5 AI の社会への影響に関する議論等.....	59
3-5-1 戦略的人工知能研究センター（Strategic AI Research Center：SAIRC）.....	59
3-5-2 未来のインテリジェンスのためのレバーヒューム・センター（LCFI）.....	60
第4章 フランス.....	61
4-1 研究開発体制の概況と AI 関連政策の概要.....	61
4-2 AI 関連政策.....	61
4-2-1 国家デジタル研究所（Inria）による協同プロジェクト.....	61
4-2-2 「新産業フランス」と AI 関連分野の研究開発動向.....	62
4-2-3 ベンチャー支援プログラム「French Tech」.....	64
4-2-4 未来への投資.....	64
4-2-5 通信市場新規制戦略によるデジタル化への投資振興.....	65
4-3 AI 関連の研究拠点・大学等.....	66
4-4 AI 関連分野の市場動向と企業の取り組み.....	67
4-4-1 フランス企業の AI サービス事例.....	67
4-4-2 AI サービス開発における連携事例.....	71
4-5 AI の社会への影響に関する議論等.....	72
第5章 ドイツ.....	75
5-1 研究開発体制の概況と AI 関連政策の概要.....	75
5-2 AI 関連政策.....	76
5-2-1 デジタル・アジェンダ（2014-2017）.....	76
5-2-3 「新ハイテク戦略」.....	77
5-3 AI 関連の研究拠点・大学等.....	77

5-3-1 ドイツの公的研究機関の概要.....	77
5-3-2 ドイツ人口知能研究センター (DFKI) .....	78
5-4 AI 関連分野の市場動向と企業の取り組み .....	81
5-4-1 「インダストリー4.0」 .....	81
5-4-2 「インダストリー4.0」以外の AI 関連市場動向.....	82
5-5 AI の社会への影響に関する議論等 .....	83
参考資料 .....	85
ロボティクス五原則 (2010年 英国) (仮訳) .....	85
1 設計者、製造者、利用者のための原則 .....	85
2 七つのハイレベル・メッセージ .....	89



## サマリー

### ビッグデータの増加と AI 活用型サービス・製品による産業構造変革への期待

近年、ブロードバンド化、モバイル化、クラウド化の進展を背景に、ネットワーク上の多様な端末やその端末に搭載されたセンサーからの収集可能なデータ量が爆発的に増加したことから、ビッグデータ解析が情報通信分野にかかる技術開発の焦点の一つとなっている。また、ビッグデータ解析を行うことで、新たな情報を創出するとともに、その情報を新たな製品・サービスの価値を創出するために活用する動きが広がっている。

その際、人工知能（Artificial Intelligence : AI）を活用することにより、ブロードバンド経由でリアルタイムに人間の認知や行動に沿ったサービスや製品を開発することが可能になりつつある。こうしたなか、米国と欧州における情報通信分野においては、市場拡大が見込まれる IoT（Internet of Things）分野（サイバー・フィジカル・システムとも呼ばれる）、コネクテッド・カー分野のほか、製造業のさらなる高度化、ユーザー向けネット・サービス等に、AI を導入する動きが広がっている。

このように、ネットワークと AI が連動し、様々な端末や車両、ロボット等をつなぐことで、新たな市場が創造され、既存の産業構造の変革（第四次産業革命）も引き起こすと見られている。また、AI を活用することより、医療・教育・行政・交通等の公共分野の質と効率が向上することも含めて、社会や人々への恩恵も大きいと予想されている。

一方で、AI を実社会に導入する際についてのリスクや法的取り扱いについての懸念も出されているところであり、安全性確保や社会的・倫理的な側面からの議論が開始された段階にある。

### AI 関連領域にかかる政策・市場動向、社会への影響の議論に関する最新動向の調査

本調査では、以上を踏まえて、多様な分野における AI と関連領域研究やサービス・製品の開発の推進と、AI による社会への影響についての議論が進展しつつある米国と欧州（欧州連合と英国、フランス、ドイツ）を対象に、情報通信分野にかかる研究開発体制を概観するとともに、AI とその関連領域（ロボティクス、製造業、コネクテッド・カー等を含む）の研究開発動向について調査を行った。その際、各国における AI とその関連領域における研究開発支援政策と、関連する中小企業・ベンチャー企業支援策を取り上げ、各施策の内容についてもポイントを記述した。

加えて、AI にかかる大学等の研究開発拠点、関連学会を調査するとともに、各組織における最新動向を調査し、AI と関連領域の研究開発動向や社会への影響に関する議論の趨勢について簡潔にまとめた。その他、米国や欧州における AI を活用したサービス・製品の開発動向について、主要なネット・サービス事業者やベンチャー企業の最新の取り組みについても整理した。また、米国と欧州連合、欧州主要国における AI の社会への影響について

どのような議論があるのかについても調査を行った。

以上を踏まえて、本報告書では、各章（米国：第1章、欧州連合（EU）：第2章、英国：第3章、フランス：第4章、ドイツ：第5章）において、以下の項目で調査結果を取りまとめた。

- 1 研究開発体制の概況と AI 関連政策の概要
- 2 AI 関連政策（イノベーション政策、中小企業支援、人材育成等）
- 3 AI 関連の研究拠点・大学等
- 4 AI 関連分野の市場動向と企業の取り組み
- 5 AI の社会への影響に関する議論等（政策的取り組み、関連学会等の取り組み等）

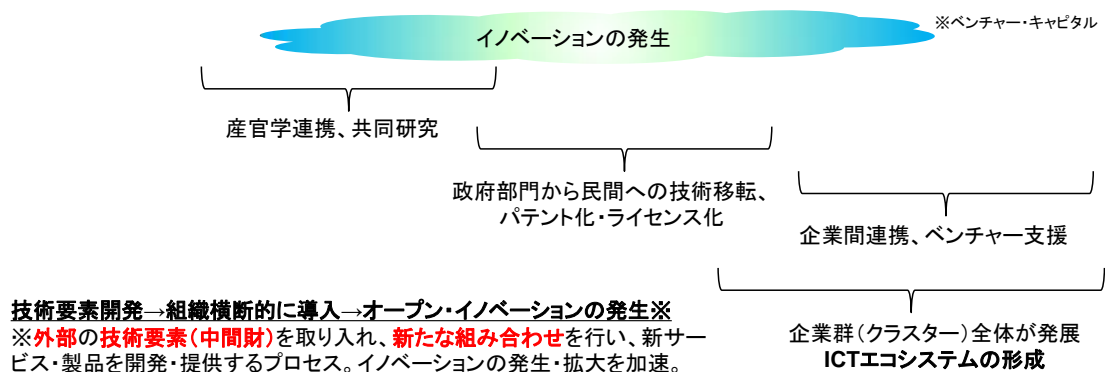
### AI にかかる研究開発プロセスとイノベーション・エコシステム

なお、AI にかかる研究開発については、音声認識のように、技術を応用して、サービス開発や商用化がすでに進展している分野もあれば、脳科学を AI に応用する分野のように基礎研究段階にある分野もある。また、AI は、高度な情報処理機能を提供するものであるが、ネットワークや端末と組み合わせて製品・サービスとなるため、要素技術として位置づけられるものである。そのため、AI そのものと AI 関連領域の両方を対象として、欧米における研究開発の最新動向を調査した。

また、本報告書では、AI にかかる研究開発から事業化までのプロセスとそのチャレンジについて、下図のように整理し、各国における動向を調査した。

#### □ 科学技術研究から応用研究、イノベーション、事業化のプロセス

	基礎研究	応用研究	開発・実証研究	事業化・収益化
研究開発資金	政府、企業	政府、企業	政府、企業、VC※	企業、VC、金融機関
主体	公的研究機関、大学	公的研究機関、企業	公的研究機関、企業、	企業、ベンチャー
チャレンジ	技術開発の不確実性	デス・バレー（死の谷）		ダーウィンの海



米国の国立科学財団（National Science Foundation：NSF）の定義を参照すると、基礎

研究（Basic Research）とは、「特定の応用を想定せずに対象についてより包括的な知識や理解をうる活動。産業界においては、潜在的な商用的関心はありつつも、直接的な特定の商目的目的を持たない科学的な知識を高める研究」<sup>1</sup>とされ、一般的に技術開発の不確実性の高い、中長期的な取り組みが必要とされる。また、応用研究（Applied Research）とは、「特定・認識されているニーズを満たすための知識や理解を得るための活動。産業界においては、特定の商目的な目的がある場合の研究活動」としている。

なお、基礎研究から応用研究の間には基礎研究で開発された技術等を応用して製品化するために必要な資金が不足することによる技術の応用が不十分になることを指す死の谷（Death Valley）と呼ばれる壁があると言われる。そのため、NSF の工学研究センター（Engineering Research Centers : ERC）の資料によると、この谷を超え、イノベーションを起こし、技術の商用化・市場化を成功させるためには、関連する研究機関や企業等との間の協力を促進するほか、会議や分野横断的な組織における活動、中核拠点における活動を通じて、オープンな連結を誘発するような、イノベーション・エコシステムの間を創出することが重要となる<sup>2</sup>。加えて、応用研究から商用化のプロセスにおいても、ダーウィンの海（Darwinian Sea）と呼ばれる、研究開発とビジネス領域における投資との間の距離があると指摘されている<sup>3</sup>。この点については、米国の国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology : NIST）では、技術者が行う研究開発への投資と、ビジネス側における新製品を市場に投入する際の投資とは異なるものであることから、技術者と企業間での相互への信頼関係構築や、技術開発への投資と製品・サービス開発への投資の両方をつなぐ取り組みが求められると指摘している。

### 欧米における AI・AI 関連領域における研究開発体制と関連政策の特徴

本調査で明らかとなった AI と AI 関連領域における研究開発、サービス開発の状況から、各国の取り組みには、以下のような特徴があるとまとめられる。

#### 欧米における AI・AI 関連領域における研究開発体制と関連政策の特徴

国名・地域	AI・AI 関連領域における研究開発体制と関連政策の特徴
米国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1960 年代頃から AI 研究拠点設置が進展。同時期に基礎研究体制も整備。</li> <li>・ オバマ政権ではイノベーション戦略のなかにロボティクス、高度製造業、コネクテッド・カーを優先分野として位置づけ、研究開発・実証実験を支援。</li> <li>・ コンピュータ分野の人材育成、雇用促進政策を実施し、産業構造転換を支援。</li> <li>・ 関連基礎研究分野としては BRAIN イニシアティブが注目されている。</li> </ul>
欧州	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2010 年に開始されたデジタル・アジェンダのなかにロボティックス等の AI 関</li> </ul>

<sup>1</sup> <http://www.nsf.gov/statistics/randdef/fedgov.cfm>

<sup>2</sup> [http://erc-assoc.org/best\\_practices/53-building-innovation-ecosystem](http://erc-assoc.org/best_practices/53-building-innovation-ecosystem)

<sup>3</sup> <http://www.atp.nist.gov/eao/gcr02-841/chapt2.htm>



	連領域があり、「FP7」や「Horizon 2020」の枠組みで、研究開発を支援。基礎研究に加えて、産官学が参画する連携も促進。
英国	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ビジネス・イノベーション技能省が研究開発費を公的研究組織や大学等に交付。AI 関連領域としては、ビッグデータ解析やロボット分野を支援。</li> <li>・AI 関連の研究拠点を有するケンブリッジ大学やオックスフォード大学では、AI 関連の人材やスタートアップを多く輩出している。</li> </ul>
フランス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・R&amp;D、ベンチャー支援、地域経済活性化等、複数の支援計画で、AI 関連領域であるコネクテッド・オブジェクト、ロボット分野等を重点分野と位置づけ。</li> <li>・ベンチャー支援である「French Tech」では IoT 分野のベンチャーを中心に支援。</li> </ul>
ドイツ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・AI 関連領域として、インダストリー4.0、スマート・デバイス、自律技術、3D、ビッグデータ、クラウド・コンピューティングの基礎研究・応用研究を推進。</li> <li>・AI 分野については、ドイツ人口知能研究センター（DFKI）が官民連携の中核拠点となっている。</li> </ul>

なお、米国、英国、フランスにおいては、大学内の AI 研究開発拠点が、ベンチャー人材やスタートアップを輩出しており、政府の研究開発支援から市場化までの流れを形成していると思われる。

#### イノベーション政策・ベンチャー支援政策の展開と AI 活用型サービス・製品開発の活性化

こうしたなか、米国における大手 IT 企業やネット・サービス事業者は、自社における AI 関連の研究開発体制を整えるとともに、AI を導入・応用したサービス開発・提供を加速させている。その際、自社技術開発に加えて、M&A による他社技術の導入や他者が保有するビッグデータの獲得にも意欲的である。一方で、Google や Amazon 等の大手事業者は、AI 活用のためのプラットフォームや API を他社も利用可能にし、AI についても他企業を巻き込んだエコシステムの形成を図っている。特に、Google では、英国系のスタートアップや AI 技術を持つ企業（DeepMind 等）を積極的に買収しているほか、ドイツ人口知能研究センター（DFKI）へも出資しており、M&A による AI の技術的競争力の強化を図っていると見られる。

このように、AI と AI 関連領域の研究開発政策と市場の動向を見ると、米国、欧州各国においては、研究開発政策のもとで、AI と AI 関連領域の研究開発が強化されている点と、産官学の連携が重視されている点が共通していると言えよう。また、米国、英国やフランスにおいては、AI 技術を活用したサービスや製品を提供するスタートアップやベンチャー企業の動きが活発化しているが、その背景には、各国のイノベーション政策やベンチャー支援政策があると思われる。ただし、米国では、大手ネット・サービス事業者や IBM が AI 技術を応用したサービス・製品の市場化・収益化で先行し、さらなる競争力強化のため

の M&A 実施やオープン化によるエコシステム構築を急ピッチで進めている点が際立っており、豊富な研究開発資金と自社の研究体制が死の谷とダーウィンの海を越える原動力となっていると思われる。

#### 米国政府による消費者保護への取り組みと民間主導での社会的な影響への議論の広がり

このように、近年、AI を活用したサービスや製品が市場に次々と登場しつつある状況にあるが、一方で、新しい技術が社会に与える影響について、期待と懸念の両方がある。AI の社会への影響に関して、米国では、コネクテッド・カーなど、AI 活用型の製品・サービスが既に市場に投入されていることから、自動運転によるリスク対策・セキュリティ強化のための安全基準の策定など、具体的な対策を実施する段階に入っている。ビッグデータ収集・分析にかかるプライバシー保護対策の在り方についても、立法府・行政府での関心が高まっているところであり、関連ガイドライン整備も進められている。

また、将来的に AI が社会に与える影響については、潜在的な利益と危険性の両方をはらむものであるとの認識から、2015 年に非営利団体の Open AI が民間企業の寄付により設立されており、今後、人間レベルの知能を持つ AI が登場することを前提として、AI が人類に資するものとなるように活動していくとしている。その他、個別分野としては、2012 年から毎年開催されている「We Robot カンファレンス」において、ロボットの利用拡大が社会に与える影響について、法的・経済的・社会的な様々な観点が議論されている。大学においける AI にかかる倫理や社会的影響についての講義が提供されている例としては、スタンフォード大学のコースがある。

#### 欧州におけるロボット分野にかかるソフト・ロー形成の動き

欧州においても、ロボット分野における議論が進みつつあり、研究開発プロジェクトである FP7 の枠組みで、「RoboLaw－欧州における新興技術規制」が策定された。同規則では、ロボット技術の発展が今後の社会規範、人々の価値観、社会的行動プロセスに与える影響についての予測を踏まえて、欧州がロボット技術で主導権を取ることが必要である点や、柔軟な規制方式であるソフト・ローによる規律が望ましいこと、個人情報・人権の尊重が求められること、倫理的な見地から法規制を行うべきであることなどが提示された。その他、ロボット関連としては、英国の研究者を中心としたグループによって、主にロボットにかかる責任の所在等についての規範的な内容であるロボット五原則<sup>4</sup>が策定されており、同原則についての議論が積み重ねられている。

AI が社会へ与える直接的な影響について研究する機関としては、2015 年 12 月、英国の研究助成基金であるレバーヒューム・トラスト (Leverhulme Trust) からの助成金に基づき、未来のインテリジェンスのためのレバーヒューム・センター (Leverhulme Centre for

---

<sup>4</sup> 同五原則については、合わせて作成された七つのハイレベル・メッセージも加えて、仮訳を報告書末に参考資料として添付した。

the Future of Intelligence : LCFI) がケンブリッジ大学に設立され、人類に利益をもたらすための AI の在り方について、コンピュータ科学、認知学、哲学、社会科学などの多分野にわたる学際研究を進めるとしている。また、フランスにおいて、国家デジタル研究所 (Inria) が主催した「AI の社会的影響と倫理に関する講演会」(2015 年 6~7 月開催) では、AI のモラルと倫理にかかる講演や、忘却と記録に関する個人データ規制や忘れられる権利の確立といった法的観点にかかる講演、AI ロボットと共存する社会での規制とモラルのバランスや社会的弱者保護のための情報収集と利用について講演が行われており、社会的・法的・倫理的な観点からの検討が行われている点が注目される。

### **欧米先進国における AI 活用における研究開発、市場形成、社会的議論の同時展開**

以上のように、欧米においては、AI 領域や AI 関連領域の拡大と市場化が、今後、経済・社会に大きな影響を与えるとの展望から、関連領域にかかる研究開発支援を強化するとともに、市場化を加速するべく、産官学の連携やベンチャー支援を推進している状況にあるといえる。ただし、AI の応用や関連領域での活用によって、どのような影響が社会にもたらされるのか、その対応策の在り方については議論や体制整備が開始された段階にある。しかし、米国のように既に実用化されているコネクテッド・カー分野については、消費者保護や安全基準策定に動いているほか、欧州では、忘れられる権利やデータ保護等の規則導入等、社会への影響を想定した具体的な制度整備や、論点整理等が進展している点が、今後の日本における議論や対応策の検討のうえで、参考になると思われる。

## 第1章 米国

政策	優先分野、研究費、人材育成、評価		試験環境整備・標準化支援	制度整備・消費者保護
担当	連邦 R&D 予算、STEM 教育強化		関連省庁、NIST 等	立法府・行政府
政策名	イノベーション戦略等の関連国家戦略、コンピュータ・サイエンス正式科目化推進		自動運転の安全指標の開発支援	議会：自動運転安全性、個人情報保護、連邦取引委員会テクノロジー研究調査室
市場	産官学共同研究	応用研究	市場ニーズ開拓	製品・サービス開発
自動運転	DARPA グランドチャレンジ (スタンフォード+Google)		Google 自動運転車(2010年～)、Android Auto、CarPlay 陣営の形成	テスラ・モーターズ (2015年～)
AI	IBM、Google、Microsoft、Facebook、Amazon、Apple、ベンチャー等による M&A、応用研究、自社サービスへの AI 活用、ソフトウェア・API のオープン化・サービス化			

### 1-1 研究開発体制の概況と AI 関連政策の概要

#### 1-1-1 科学技術分野における研究開発体制と関連政策

米国における AI 関連政策としては、①第二次世界大戦後に整備された科学技術分野における研究開発体制のもと実施されてきた研究開発支援策、②1990 年代以降の高度コンピューティング・システム (High-Performance Computing System : HPCS) の開発支援政策、③オバマ政権のイノベーション推進関連政策が該当すると思われる。いずれも、直接的に AI のための研究開発支援策ではないものの、上述の政策が多面的・多重的に実施されることで、現在の米国における AI 研究の層の厚みを形成したと考えられる。

以下、米国における多面的・重層的に発展してきた研究開発体制と競争力強化策の展開における AI が関わる領域について概観する。

## 1-1-2 米国における科学技術分野の研究開発体制の構築と AI 研究の開始時期

1950年代には、国立科学財団（NSF）、高等研究計画局（Defense Advanced Research Projects Agency : DARPA）、航空宇宙局（National Aeronautics and Space Administration : NASA）が設置された。ケネディ政権下の1962年には、大統領府に、科学技術局（Office of Science and Technology : OST）（現在の科学技術政策局（Office of Science and Technology Policy : OSTP））が設置された。なお、1950年代から1960年代は、1956年のダートマス会議で初めて人工知能（AI）の用語が用いられ、AI研究が開始された時期に該当する<sup>5</sup>。

同時期に設立された大学に拠点を持つAIの研究センターとしては、後述するMIT人工知能研究所（MIT Artificial Intelligence Laboratory : AIL）、スタンフォード人工知能研究所（SAIL）がある。

## 1-1-3 高性能コンピューティングの研究開発支援（1990年代～）

クリントン政権時には、1991年に「高性能コンピューティング法（High Performance Computing Act of 1991 : HPC法）」が成立し<sup>6</sup>、以後、HPC法とその後続の関連法により、コンピュータ産業の研究開発支援が展開されてきた<sup>7</sup>。同時期の1990年代には、クリントン大統領とゴア副大統領により、インターネットの振興策が展開されたことから、ITブームが発生し、Yahoo!等の多数のITベンチャーが誕生した。

その後、国家科学技術会議（National Science and Technology Council : NSTC）が策定したネットワーキング及び情報技術研究開発（Networking and Information Technology Research and Development : NITRD）プログラムの七つの個別研究分野のうちの一つである、高性能コンピューティング（High-End Computing : HEC）を推進するため、2003年に、高性能コンピューティング再生タスクフォース（The High-End Computing Revitalization Task Force : HECRTF）が設置された<sup>8</sup>。また、2004年には、「米国政府のHEC計画（Federal Plan for High-End Computing）」が策定され<sup>9</sup>、同年には、同計画実施を後押しする「高性能コンピューティング再生法（High-End Computing Revitalization Act of 2004）」が議会で成立した<sup>10</sup>。これは、2010年にペタフロップス級の処理能力の達成を目指すもので<sup>11</sup>、いわゆるスパコン開発プロジェクトであり、AIに直接関係するものではないが、コンピューティング性能の向上が、現在におけるビッグデータ解析の背景にあ

<sup>5</sup> <http://www.dartmouth.edu/~ai50/homepage.html>

<sup>6</sup> <https://www.govtrack.us/congress/bills/102/s272>

<sup>7</sup> <http://keima.la.coocan.jp/rwep/10years/10-2/docs/chapter009/misc/h11/book1.html>

<sup>8</sup> <http://www.csci.psu.edu/docs/hecertf.pdf>

<sup>9</sup> <http://www.csci.psu.edu/docs/hecertf.pdf>

<sup>10</sup> [https://www.nsf.gov/mps/ast/aaac/p\\_1\\_108-423\\_doe\\_high-end\\_computing\\_revitalization\\_act\\_of\\_2004.pdf](https://www.nsf.gov/mps/ast/aaac/p_1_108-423_doe_high-end_computing_revitalization_act_of_2004.pdf)

<sup>11</sup> <http://data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/2684/1/NISTEP-STT016E-46.pdf>、

<http://data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/1569/1/NISTEP-STT047-17.pdf>

ると想定される。

#### 1-1-4 イノベーション政策における AI の位置づけ

上述したように、米国における AI 関連の研究開発は、1950 年代に開始されたのちは、科学技術分野における研究開発体制のなかで分散化されている。ただし、AI 関連領域はソフトウェア開発やハードウェアの性能向上、次世代コンピューティング分野の研究や、ロボット等の広範な領域があり、米国では、こうした科学技術分野を重視して研究開発予算を割り振ってきた。

こうした研究開発体制の構築に加えて、米国では、1970 年代以降、イノベーションを重視した施策を展開してきた。米国では、1970 年代に、産業の国際競争力が低下した。その要因としては、第二次世界大戦後に疲弊していた欧州や日本の経済が復興したことがある。そこで、レーガン政権時には、大統領令で設置された競争力評議会（Commission on Industrial Competitiveness）<sup>12</sup>が、製造業の競争力の再興を目指す通称「ヤング・レポート」を議会に提出し、生産性を向上させるイノベーションのための研究開発支援の重要性を指摘した<sup>13</sup>。その後、2000 年代には、ブッシュ政権時に、競争力評議会が「Innovate America（通称 パルミサーノ・レポート）」（2004 年）を作成した。同レポートでは、「イノベーションこそ 21 世紀において成功を収めるための最も重要な要素である」として、サービス・イノベーションや人材育成を重視した研究開発政策の展開を提言した<sup>14</sup>。

近年では、後述するように、オバマ政権下において、イノベーション戦略が策定され、同戦略のもとで、応用研究や市場形成、雇用創出を重視した研究開発支援が実施されている。同戦略は、研究開発の優先分野を明確化し、重点的に研究開発費を配分するものであり、こうした重点分野では、直接的に AI は含まないものの、ロボットやコネクテッド・カー等の AI を活用した分野が含まれる。こうした連邦予算による科学技術分野の研究開発支援のための補助金等は、国立の研究機関のほか、大学等にも配分されている。

### 1-2 AI 関連政策：研究開発、イノベーション、人材育成、制度整備

#### 1-2-1 オバマ政権におけるイノベーション戦略と AI 関連項目

さらに、オバマ政権では、2009 年から三次にわたり改定してきた「米国イノベーション戦略」のなかで、ロボットやコネクテッド・カー等の AI を活用した分野を優先分野として位置づけている。

---

<sup>12</sup> <http://www.presidency.ucsb.edu/ws/?pid=41529>

<sup>13</sup> <http://www.finance.senate.gov/imo/media/doc/HRG99-75.pdf>,

R & D in the maritime industry : a supplement to An Assessment of maritime trade and technology, DIANE Publishing, p.32 (<https://www.princeton.edu/~ota/disk2/1985/8520/8520.PDF>) .

<sup>14</sup> <http://www.innovationtaskforce.org/docs/NII%20Innovate%20America.pdf>,

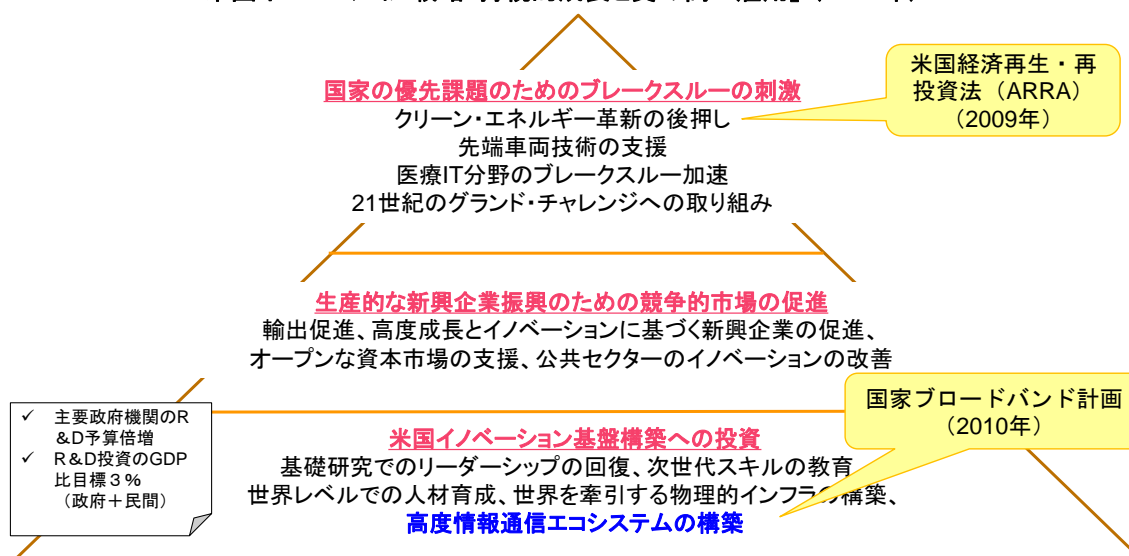
<http://www.nedodcweb.org/report/2005-2-3.html>

## (1) 「2009年米国イノベーション戦略」

オバマ政権では、2009年に、米国初の国家的なイノベーション政策である「米国イノベーション戦略（A Strategy for American Innovation）」を公表した。同戦略は、イノベーションの基盤の一つとして高度情報通信エコシステムを位置づけ、ブロードバンド網を整備するとともに、新興企業を支援し、競争的な市場環境を創出、さらに、クリーン・エネルギー等の国家的な優先課題への取り組みを支援する内容となっている<sup>15</sup>。

図 1-1 2009年米国イノベーション戦略の全体像

### 「米国イノベーション戦略：持続的成長と質の高い雇用」（2009年）



同戦略文書には、AI 関連分野として、先端車両技術の支援のほか、次世代の情報通信技術の研究開発支援が含まれている。ただし、AI そのものの色彩は薄く、次世代の情報通信技術の研究開発支援としては、周波数の効率的な共有が可能なコグニティブ無線分野、パラレル・コンピューティングによる効率的なプログラミング、IoT（Internet of Things）を含むサイバー・フィジカル・システム関連、データ・インテンシブなスーパー・コンピュータ開発、ムーアの法則の継続を視野に入れたナノエレクトロニクス分野が含まれている。こうした領域に対しては、国立科学財団（NSF）や DARPA、その他の公的機関や民間企業から研究開発費が拠出される。

## (2) 「2011年米国イノベーション戦略」

2011年には、第2弾の同戦略が公表され、高度製造業や質の高い創出を引き続き後押しする一方、R&E 研究試験（R&E）減税による企業のイノベーション加速や教育技術の革新

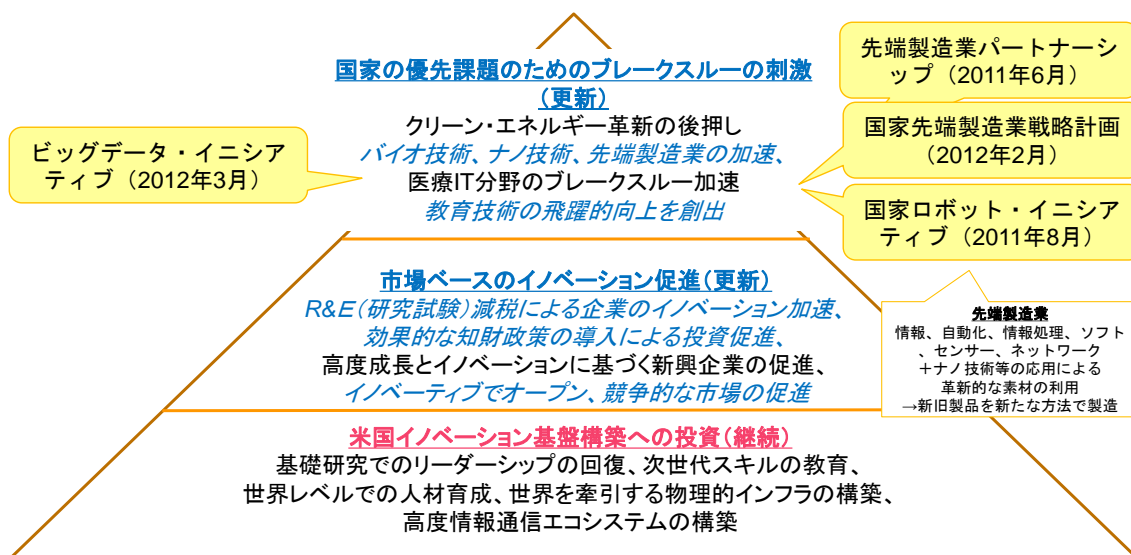
<sup>15</sup> <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/innovation-whitepaper.pdf>

を推し進める内容に改訂された<sup>16</sup>。

同戦略において注目される点は、先端製造業と呼ばれる情報化や自動化、ソフトウェアの導入、センサーの活用、ネットワーク化により、製造業のさらなる効率化・高度化を目指す内容となっている点である。戦略のもと、オバマ政権は、2011年6月には、「先端製造業パートナーシップ (Advanced Manufacturing Partnership : AMP)」を発表するなど<sup>17</sup>、次々と関連政策を打ち出した。Dow Chemical 等の企業が主導し米国の大手製造業の企業や一流工科大学等が参画する AMP は、新技術や製品の開発に向けた産学連携の場となっている。

図 1-2 2011 年米国イノベーション戦略の全体像

「米国イノベーション戦略：経済成長と繁栄」(2011年)



また、同戦略には、ロボット分野の強化も盛り込まれており、基礎的研究における米国のリーダーシップを強化・拡充することを目的として、NSF や、エネルギー省、国立標準技術研究所 (NIST) の研究費を倍増するとした。この措置により、ロボティクスやデータ・インセンティブな科学分野・エンジニアリングの強化につながるとした。関連して、2011年8月には、国家ロボットイニシアティブ (National Robotics Initiative) が発表され、NSF、国立衛生研究所 (National Institutes of Health)、NASA、農務省 (USDA) が、次世代ロボット研究開発費を拠出する共同提案公募が公表された<sup>18</sup>。

以上の戦略のもと、2012年度予算では、製造業と次世代高度車両技術分野で世界のリー

<sup>16</sup> <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/uploads/InnovationStrategy.pdf>

<sup>17</sup> <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2011/06/24/president-obama-launches-advanced-manufacturing-partnership> なお、AMP は、第2弾が2013年9月に開始された。

<https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2013/09/26/president-obama-launches-advanced-manufacturing-partnership-steering-com>

<sup>18</sup> <https://www.whitehouse.gov/blog/2011/08/03/supporting-president-s-national-robotics-initiative>



ダーとなることを目的に、特に高度車両技術に対しては、90%増の5億9,000万ドルの支出を行うとともに、車両購入者向けの既存の税控除の拡充を図った<sup>19</sup>。なお、エネルギー高等研究計画局（ARPA-E）による研究開発のイニシアティブでは1回の充電で300マイル走行可能なバッテリーの開発等の進展していることを踏まえ<sup>20</sup>。2012年予算では、車両技術のR&Dや新エネルギーイノベーションへの支援が30%増額された。

### (3) 「2015年米国イノベーション戦略」

2015年10月に公表された第3弾となる「米国イノベーション戦略」では、長期的な経済成長のための研究開発への投資を重視し、戦略的機会がある分野として以下の9分野に注力するとしている<sup>21</sup>。

- ・高度製造業分野（Advanced Manufacturing）：民間部門における研究開発の約4分の3が製造業分野において実施されていることを踏まえ、最先端の高度製造業を強化する。
- ・精密医薬分野（Precision Medicine）：患者の健康・病気・状態に関する複雑なメカニズムを解明し、最も効果的な治療を予想するための取り組みである「Precision Medicine Initiative」のため、2016年度予算に2億1,500万ドルを要求。
- ・BRAIN イニシアティブ（BRAIN Initiative）：脳の機能を解明するニューロサイエンス分野の研究開発の支援に同上約3億ドルを要求。
- ・高度車両分野（Advanced Vehicles）：高度車両の導入により、ヒューマン・エラーによる死者数の90%以上が削減されうるとして、2016年予算では、コネクテッド自動運転車のための性能・安全性標準の開発のための研究開発予算の倍増を要求。
- ・スマートシティ分野（Smart Cities）：センサー等からのデータの収集・分析により住民の生活を改善する研究開発やプロジェクトに1億6,000万ドルを投資する。テストベッドの構築のほか、交通渋滞や犯罪への対策、経済成長支援、気象変動からの影響対策、公共サービスの提供改善等の課題に取り組むスマートシティ・イニシアティブを2015年9月に公表し<sup>22</sup>、20都市以上が参加する計画を推進する。
- ・クリーン・エネルギーと省エネ技術分野：過去6年間で風力発電量は3倍、太陽光発電量は20倍以上となったとして、クリーン・エネルギー分野の開発を継続する。
- ・教育技術分野：幼稚園から高校まで（K-12）の教育分野における技術開発が進展しつつあることを踏まえて、2016年予算では、教育技術開発のための高度研究プロジェクト庁（Advanced Research Project Agency for Education : ARPA-ED）の新設のために5,000

<sup>19</sup> 電気自動車購入の際には7,500ドルを税控除する。

<sup>20</sup> <http://arpa-e.energy.gov/>

<sup>21</sup> [https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/strategy\\_for\\_american\\_innovation\\_october\\_2015.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/strategy_for_american_innovation_october_2015.pdf)、  
<https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2015/10/21/fact-sheet-white-house-releases-new-strategy-american-innovation>

<sup>22</sup> <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2015/09/14/fact-sheet-administration-announces-new-smart-cities-initiative-help>

万ドルを要求<sup>23</sup>。2018年までに高度ブロードバンド網に99%の生徒がアクセス可能になる見込み。

- ・宇宙分野：オバマ政権では、宇宙技術への投資の重要性を強調しており、長期的に、太陽系以外への探索も視野に入れている。2016年予算ではNASAの商用宇宙航行プログラムに12億ドルを、NASAの宇宙技術ミッション部門に7億2,500万ドルを要求。
- ・情報処理の新領域分野（New Frontiers in Computing）：大規模データセットの登場に対応可能な高性能コンピューティング（High-performance computing：HPC）を推進するため、2015年7月の大統領令で国家戦略コンピューティング・イニシアティブ（NSCI）を開始<sup>24</sup>。同戦略では、経済的競争力、科学的な発見、国家安全保障の観点から、コンピューティング技術開発を促進する。

以上の分野のうち、BRAINイニシアティブやスマートシティ、高度車両の分野は、AIに関連の深い分野であるといえる。なお、第1弾、第2弾の米国イノベーション戦略ではAIの用語は記載されていなかったが、第3弾では、AIについて、①長年取り組んで来た基礎研究開発領域として（インターネット、GPS、音声認識、AI等）言及されるとともに、②国家の優先的課題解決に向けたグランド・チャレンジ・プログラムの一貫として、IBMのAIを搭載したプログラムが、チェス大会でGary Kasparovを破った事例と、クイズ番組Jeopardyで、AIが人間のクイズ王のKen Jenningsに勝った事例が言及された。

#### （4）2017年度の科学技術関連予算とAIの位置づけ

大統領府が公表した2017年度の科学技術関連予算説明資料によると、米国のR&D予算総額は、1,523億ドルに上る<sup>25</sup>。同予算では、将来の産業のためのイノベーションを加速するほか、未来の雇用を創出する領域として、ロボティクス、サイバー・フィジカル・システム、ビッグデータ、マテリアル・ゲノム、ナノテク、エンジニアリング・バイオロジーを強力に支援していくとした。その他、自動運転車が実用化段階に入ったことを踏まえて、自動運転のテスト・パイロットプログラムに10年間で39億ドルを割り当てるほか、国家戦略コンピューティング・イニシアティブにより、エネルギー省に2億8500万ドル、NSFに3,300万ドル割り当てるとした。同予算でも、AIそのものの予算ではないものの、多くのAI関連分野の研究開発を強化する方針が採用されている。

#### 1-1-3 雇用創出・人材育成関連施策

<sup>23</sup> なお、同施策は、2011年から検討が進められているが（<http://www.ed.gov/sites/default/files/arpa-ed-background.pdf>）、ARPA-EDは2016年4月現在未設立である（<http://www.edcentral.org/launching-arpa-ed-higher-ed/>）。

<sup>24</sup> <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2015/07/29/executive-order-creating-national-strategic-computing-initiative>

<sup>25</sup> [https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/fy\\_17\\_ostp\\_slide\\_deck.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/fy_17_ostp_slide_deck.pdf)

### (1) 自動化による雇用への影響懸念

以上のように、米国では、ロボティクスや自動運転、高性能コンピューティング、ビッグデータ領域等、AI に関連する分野の研究開発の強化が図られているところである。一方で、こうした技術により従来産業の自動化や効率化、人間の仕事の代替が進むことで雇用の減少を招くのではないかの懸念も出ている。例えば、英国のオックスフォード大学のオズボーン教授らは、米国の労働省のデータを分析することで、702 の職種について、情報技術によって自動化されるかを検証し、今後 10 年から 20 年程度の期間で、米国における総雇用の約 47%の仕事が自動化されるリスクが高いと指摘した<sup>26</sup>。

### (2) 「TechHire イニシアティブ」

このような懸念があるなか、オバマ政権では、科学技術分野における雇用促進を図っている。オバマ政権は、2015 年 3 月に、IT 分野の雇用創出・雇用推進を目的とする TechHire イニシアティブを発表した<sup>27</sup>。同イニシアティブは、全国で 50 万人分が不足していると見られる IT 職務を埋められる人材の育成・採用に 1 億ドルの補助金交付が盛り込まれた<sup>28</sup>。補助金は、労働省から交付され、サイバー・セキュリティやソフトウェア開発、ネットワーク管理といった従来の教育分野だけでなく、コーディング・ブートキャンプやオンライン・コースなどの新たな教育方法にも補助金が付与される。なお、同イニシアティブに関連して、全国 20 以上の自治体が、企業と協力して人材の育成・採用を進めていく方針を打ち出している。

### (3) コンピュータ・サイエンス教育の強化策と民間企業の協力状況

オバマ政権は、コンピュータ・サイエンス教育の強化に向けて、法制度整備も進展させつつあり、コンピュータ・サイエンスを重要科目指定する「全児童・生徒学業達成法 (Every Student Succeeds Act : ESSA)」が 2015 年 12 月に発効した<sup>29</sup>。同法は、初等中等教育の底上げを図った「落ちこぼれ防止法 (No Child Left Behind Act)」を大幅に改正したもので、幅広い・豊かな教育に必要な科目構成 (well-rounded education) のなかにコンピュータ・サイエンスが初めて位置づけられたことが注目されている。これにより、コンピュータ・サイエンスが、同法が定める学業達成度の低い学校への改善支援や、教員の支援の対象に含まれるため、コンピュータ・サイエンスの授業への導入が進展すると見られている。

さらに、オバマ大統領は、2016 年 2 月に公表された 2018 年度予算案で、コンピュータ・サイエンスを学校の正式科目とする総額 40 億ドルの計画に、4000 万ドルを割り当て、そ

<sup>26</sup> [http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)

<sup>27</sup> <https://www.whitehouse.gov/issues/technology/techhire>

<sup>28</sup> <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2015/03/09/fact-sheet-president-obama-launches-new-techhire-initiative>

<sup>29</sup> <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2015/12/10/white-house-report-every-student-succeeds-act>、[http://www.ncsl.org/documents/capitolforum/2015/onlineresources/summary\\_12\\_10.pdf](http://www.ncsl.org/documents/capitolforum/2015/onlineresources/summary_12_10.pdf)。

なお、同法には、[http://edworkforce.house.gov/uploadedfiles/every\\_student\\_succeeds\\_act\\_-\\_conference\\_report.pdf](http://edworkforce.house.gov/uploadedfiles/every_student_succeeds_act_-_conference_report.pdf) からアクセス可能。

の後 5 年間で予算額を増やしていくことを求めた。「Computer Science for All」と名付けられたこの計画は、幼稚園から高校でコンピュータ・サイエンスを取り入れるもので、教師の研修や学校のインフラ更新、オンライン授業の提供が含まれる。なお、オバマ政権の同施策については、以下のように米国の大手 IT 企業、ネット・サービス企業も協力を表明している。

- ・ Apple : ワークショップの開催等子どものコーディング機会の提供。
- ・ Cartoon Network : 3,000 万ドルのコーディング・キャンペーンを実施。
- ・ Facebook : 親や保護者にもコード学習の機会を提供。
- ・ Microsoft : Make CS Count キャンペーンに 7,500 万ドルを拠出。
- ・ Salesforce.org : 2016 年に 1,300 万ドルを CS と科学・技術・工学・数学 (Science, Technology, Engineering, and Mathematics : STEM) 教育に投資。
- ・ Qualcomm : Virginia Tech と協力して中等教育向けの Thinkabit Lab を設立。
- ・ Code.org : コンピュータ・サイエンス関連のワークショップを開催、さらに 2 万 5,000 名の教師を支援。

### 1-3 AI 関連の研究拠点・大学等

#### 1-3-1 AI 関連の研究部門を持つ大学・AI 関連研究拠点

##### (1) AI にかかる学部を持つ大学

2014 年の US News による分野別大学院ランキング (Best Grad Schools) では、コンピュータ・サイエンス (CS) 関連の大学院について、総合順位を公表している。同ランキングは、各コースの質について 1 (周知的) から 5 (突出して優秀) までの 5 段階評価の集計結果から算出されている<sup>30</sup>。また、総合ランキングに加えて、AI、プログラミング言語、システム、理論の 4 つのサブカテゴリーでのランキングも公表している<sup>31</sup>。表 1-1 は、主要な工科大学における大学院の CS 大学院の総合ランキングとサブカテゴリー毎のランキング順位を集計したものである。

表 1-1 主要工科大学の CS 関連学部とサブカテゴリー別の大学院ランキング順位

大学名	CS(総合)	AI	言語	システム	理論
カーネギーメロン大学	1 位	2 位	1 位	4 位	5 位
マサチューセッツ工科大学 (MIT)	2 位	3 位	4 位	2 位	2 位

<sup>30</sup> <http://www.usnews.com/education/best-graduate-schools/articles/science-schools-methodology>

<sup>31</sup> <http://grad-schools.usnews.rankingsandreviews.com/best-graduate-schools/top-science-schools/artificial-intelligence-rankings>

スタンフォード大学	3位	1位	3位	3位	3位
カリフォルニア大学バークレー校	4位	4位	2位	1位	1位
イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校	5位	—	—	—	—
ワシントン大学	—	5位	—	5位	
プリンストン大学	—	—	5位	—	4位

出典：US News.

総合ランキングでは、トップ 18 位までの AI 関連の大学院を有する大学がリストアップされている。5 位以下は、ジョージア工科大学（6 位）、イリノイ大学（7 位）、テキサス大学オースティン校（7 位タイ）、コーネル大学（9 位）、カリフォルニア大学ロサンゼルス校（9 位タイ）、ミシガン大学アナーバー校（11 位）、マサチューセッツ大学アマースト校（12 位）、コロンビア大学（13 位）、ペンシルベニア大学（13 位タイ）、南カリフォルニア大学（15 位）、カリフォルニア工科大学（16 位）、メリーランド大学カレッジパーク校（16 位タイ）、ウィスコンシン大学マディソン校（18 位）である。

以下、総合ランキングと AI のサブカテゴリーで上位 3 校を占めるスタンフォード大学、カーネギーメロン大学、MIT の AI 関連の取り組みを概観する。

## (2) スタンフォード人工知能研究所 (SAIL)

SAIL は、1962 年に設立された、AI 関連の研究、教育、理論、実践のための拠点である<sup>32</sup>。所属教員は 14 名、客員教員は 9 名、提供している教育コースは、年間 26 コースとなっている（2016 年 3 月現在）<sup>33</sup>。その他、イベント等も活発に開催しており、ゲストスピーカーを招いた講演会シリーズ、隔月で開催される AI サロン、AI 起業家向けセミナーを主催している<sup>34</sup>。

企業との連携としては、パナソニックが年間 20 万ドルを提供する加盟員 (Affiliate Member) となっている。2015 年 9 月には、トヨタによる拠出金 2,500 万ドルをもとに、フェイ・フェイ・リー (Fei-Fei Li) 教授が中心となって設立する、SAIL-Toyota センターの新設が発表された<sup>35</sup>。

## (3) カーネギーメロン大学コンピュータ・サイエンス学部

カーネギーメロン大学コンピュータ・サイエンス学部は、研究領域として、AI のほか、グラフィックス（画像処理）、プログラミング言語、システム、理論の 5 領域をカバーして

<sup>32</sup> <http://ai.stanford.edu/>

<sup>33</sup> <http://ai.stanford.edu/courses/>

<sup>34</sup> <http://ai.stanford.edu/events/>

<sup>35</sup> <http://news.stanford.edu/news/2015/september/toyota-stanford-center-090415.html>

いる。同学部では、1950年代にハーバート・サイモン（Herbert Simon）とアレン・ニューウェル（Allen Newell）を招き、長らく AI 研究に取り組んできた。同学部の AI 研究では、インテリジェントなデジタル図書館、データ表現とアルゴリズム、市場均衡関連技術、複雑なタスク対応機能を持つロボティクス・アプリケーションなどの分野をに取り組んできた<sup>36</sup>。所属研究者は 31 名（2016 年 3 月現在）で、単なる単機能の AI ではなく、相互作用に対応したマルチエージェントシステムへと研究領域を広げている。

また、企業との連携としては、2015 年 1 月に、自動車メーカーのフォードと次世代車の開発で提携した<sup>37</sup>。同年 2 月には、カーシェアリング・アプリを提供する Uber と戦略的提携を行った<sup>38</sup>。その他、同年 10 月には、航空機製造業者のボーイングとカーネギーメロン大学コンピュータ・サイエンス学部は、年間で総額 750 万ドルの提携を締結し、航空宇宙データ分析研究所を新設し、AI とビッグデータを航空機に応用するプロジェクトを進めていくと発表した。提携では、機械学習を航空機的设计・建造・運用といったボーイングの事業の様々な面に活用する方針となっている<sup>39</sup>。

#### (4) MIT コンピュータ科学・人工知能研究所 (CSAIL)

MIT の CSAIL (The Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory) は、2003 年に、MIT 人工知能研究所 (MIT Artificial Intelligence Laboratory : AIL) と MIT コンピュータ科学研究所 (LCS) の合併により創設された<sup>40</sup>。CSAIL は研究領域においても研究員の人数においても MIT 最大規模となっている。従来から、タイムシェアリング、大規模並立処理、公開鍵暗号、ロボットの商用化、ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) 関連の技術開発、インターネットとワールド・ワイド・ウェブ (WWW) の技術開発等の重要な技術開発を担ってきた。100 社以上の企業 (3Com、Lotus Development Corporation、RSA Data Security、Akamai、iRobot、Meraki、ITA Software、Vertica を含む) が設立に参画している。また、CSAIL は、ワールド・ワイド・ウェブ・コンソーシアム (W3C) のホスト機関の一つとなっている<sup>41</sup>。

CSAIL は、1,000 名以上の人員と、8 学部の 100 名以上の主任研究官 (Principal Investigators) を擁し、AI、システム、理論の 3 つの領域における 50 以上の研究グループを設置している (2016 年 3 月現在)。各グループは、教員である主任研究官と、大学院生、学部生、ポストドクター、研究スタッフで構成されている。研究グループは、DARPA や NASA 等の連邦政府の研究補助金で支援されているほか、多国籍企業である Boeing、Cisco、DuPont、Microsoft、Nokia、NTT、Pfizer、Quanta、SAP、Shell、Toyota からの支援を

<sup>36</sup> <https://www.csd.cs.cmu.edu/research-areas/artificial-intelligence>

<sup>37</sup> <https://www.cmu.edu/silicon-valley/news-events/news/2015/ford-ian-lane-research.html>

<sup>38</sup> <http://www.cmu.edu/news/stories/archives/2015/february/uber-partnership.html>

<sup>39</sup> <https://www.washingtonpost.com/news/innovations/wp/2015/10/06/how-artificial-intelligence-could-lead-to-self-healing-airplanes/>

<sup>40</sup> <https://www.wired.jp/2003/06/12/mit> のコンピュータ科学研究所と人工知能研究所/

<sup>41</sup> <https://www.w3.org/Consortium/contact-mit>

受けている。CSAIL は、長期的な視点から次世代の技術開発に取り組んでおり、その研究領域は、AI、コンピュータ理論、機械学習、コンピュータ・グラフィックス、ヘルスケア、製造業、エネルギー分野、生産性向上のための革新的な情報処理技術を含むほぼすべてのコンピュータ科学の領域をカバーしている。

なお、MIT AIL は、1959 年に AI プロジェクトとして発足、画像誘導手術と自然言語ベースでのウェブアクセス技術、マイクロ・ディスプレイ等の新技術を開発してきた<sup>42</sup>。

2015 年 4 月には、トヨタが 2,500 万ドルを拠出して、CSAIL と共同で、自動運転技術を開発するセンターを新設すると発表した<sup>43</sup>。

### 1-3-2 関連学会・会議

#### (1) 国際人工知能会議 (IJCAI)

IJCAI (International Joint Conference on Artificial Intelligence) は、1969 年にカリフォルニアに設立された学術非営利団体である。活動目的は、AI に関する最先端の科学的知見に関する会議を開催し、プロシーディング、書籍、動画等の形態で情報発信を行うことである。IJCAI は、1969 年以降、関連学会と協力して隔年で開催されている<sup>44</sup>。

#### (2) 人工知能学会 (AAAI)

AAAI (Association for the Advancement of Artificial Intelligence) は、1979 年に設立された学術非営利団体である。AI にかかる研究と、AI の責任ある利用を推進している。また、一般社会における AI の理解促進、AI にかかる教育・訓練、研究ガイドラインの提供も行っている。なお、同学会は、米国内のみならず、グローバルに活動を行っていることから、2007 年に設立時の名称の American Association for Artificial Intelligence から American を削除し、現在の名称 (略称は同じ) となった。

#### (3) IEEE ロボティクス・オートメーション国際会議 (ICRA)

ICRA (IEEE International Conference on Robotics and Automation) は、1984 年から IEEE が開催しているロボットと自動化に関する国際会議である。同会議は、毎年開催されており、2015 年 5 月には米国のワシントン州立コンベンションセンターで開催された<sup>45</sup>。2016 年 5 月には、スウェーデンのストックホルムで開催予定である。

---

<sup>42</sup> <https://www.csail.mit.edu/about>

<sup>43</sup> <http://news.mit.edu/2015/csail-toyota-25-million-research-center-autonomous-cars-0904>

<sup>44</sup> <http://www.ijcai.org/aboutIJCAI>

<sup>45</sup> <http://icra2015.org/>、大会プログラムは [https://ras.papercept.net/conferences/conferences/ICRA15/program/ICRA15\\_ProgramAtAGlanceWeb.html](https://ras.papercept.net/conferences/conferences/ICRA15/program/ICRA15_ProgramAtAGlanceWeb.html) からアクセス可能。

## 1-4 AI 関連分野の市場動向と企業の取り組み

米国では、既に高度な情報解析技術や大量データ等の経営資源を持っている米国企業が競って AI 関連分野を強化していることから、2010 年代以降、AI 関連技術が、基礎研究フェーズから市場導入フェーズへと急速に移行しつつある。また、米国企業は、市場化に向け、技術の自社開発、巨額の資本投資、高度人材の獲得、ベンチャー買収、企業間連携といった様々な戦略を組み合わせ、急ピッチで、応用研究による既存サービスへの組み込みや次世代サービス開発を行っている。

なかでも、Google は、基礎研究、市場導入、市場形成のプロセス全体を見据えた、①中期的な自社での研究開発、②買収・ベンチャー投資による外部リソースの獲得、③自社サービスへの AI 関連技術の導入、④AI 関連技術のオープン化に取り組んでいる。さらに、同社は、⑤研究開発を重視した組織再編（持株会社 Alphabet 設立）も行い、既存事業に引きずられずに新規領域を開拓するとの意気込みである。

以下では、Google における AI の取り組みを概観するとともに、Microsoft、Amazon、Facebook、IBM、Yahoo! の AI 関連動向をまとめ、各社が AI サービスの収益化や、AI エコシステムにおけるプラットフォーマーとすることを目指していると指摘する。

### 1-4-1 Google における AI 関連の動向

#### (1) Google 内部での AI 関連分野の研究動向

Google の研究活動は<sup>46</sup>、Research at Google で情報が公開されている<sup>47</sup>。同サイトによると、Google 所属で研究に携わる人数は、2015 年 12 月現在、829 名である。Google では、科学コミュニティとの協力や技術者、産業界との交流を重視しており、成果は論文として公開されている。また、研究成果の情報発信は、科学論文での発表という従来型の形態と、業界フォーラム、標準化、オープンソース・ソフトウェア、製品仕様リリースといった新しい形態での研究成果の公表の両方を奨励している。Research at Google では、研究分野毎に論文が整理されている。各論文が掲載された媒体（学会誌等）は様々であるが、一部の論文は全文公開されている。表 1-2 は、研究分野（20 分野）毎の論文数、各分野で最も古い論文の公表年（公表開始年）を整理したものである。

表 1-2 Research at Google で公表されている研究領域・論文数・公表開始年

研究領域	論文数	公表開始年
データマイニング (Data Mining)	169	1998 年
ウェブからの情報収集 (Information Retrieval and the Web)	187	1998 年

<sup>46</sup> Google では、実現可能性が低いプロジェクトに取り組む Google X でも研究開発が行われている。

<sup>47</sup> ウェブサイトは、<https://research.google.com/>からアクセス可能。



セキュリティ、暗号化、プライバシー (Security, Cryptography, and Privacy)	207	1999 年
<b>AI と機械学習 (Artificial Intelligence and Machine Learning)</b>	<b>460</b>	<b>2001 年</b>
ソフトウェア・エンジニアリング (Software Engineering)	73	2001 年
一般科学領域 (General Science)	114	2002 年
モバイル・システム (Mobile Systems)	57	2002 年
自然言語処理 (Natural Language Processing)	284	2002 年
分散システムと並列処理 (Distributed Systems and Parallel Computing)	146	2003 年
ハードウェアとアーキテクチャ (Hardware and Architecture)	53	2003 年
ソフトウェア・システム (Software Systems)	170	2003 年
<b>アルゴリズムと理論 (Algorithms and Theory)</b>	<b>412</b>	<b>2004 年</b>
機会認識 (Machine Perception)	267	2004 年
機械翻訳 (Machine Translation)	40	2004 年
ネットワークング (Networking)	130	2004 年
データ管理 (Data Management)	102	2005 年
人・コンピュータ間の相互作用と視覚化 (Human-Computer Interaction and Visualization)	352	2005 年
経済学と電子商取引 (Economics and Electronic Commerce)	145	2006 年
音声処理 (Speech Processing)	150	2007 年
教育イノベーション (Education Innovation)	25	2008 年

出典 : Research at Google.

表 1-2 に示すように、Research at Google で公表されている論文は、AI と機械学習の分野が最も多く (460 本)、かつ、2001 年の論文が最も古い。続いて論文数が多いのはアルゴリズムと理論となっている。このように、Google が AI 関連分野について、中期的な視点から、研究開発に取り組んできたことと、自社内に多くの AI 関係の研究者と研究成果を保有していることが同社の AI 分野における強みの一つとなっていることが伺える。なお、AI と機械学習の分類の研究成果の中には、画像サイトの ImageNet のサイトから取得した 1,000 万枚の 200 ピクセル×200 ピクセルの画像を、1 万 6,000 の CPU コアにより処理し、自己学習により猫の顔や人体等の 2 万の物体を認識した内容の有名な論文も含まれている<sup>48</sup>。

<sup>48</sup> 同論文は、<http://research.google.com/pubs/pub38115.html> からアクセス可能。

## (2) 買収・ベンチャー投資による AI 関連分野の強化

Google では、自社開発のほか、買収・ベンチャー投資による AI 関連分野の強化も行っている。同社の Ventures は、2009 年に開始されたスタートアップ投資であり、現在、5 分野（ライフ・サイエンスとヘルス：22 社、コンシューマー：38 社、モバイル：35 社、コマース：29 社、エンタープライズとデータ：64 社）の合計 300 社以上に、ベンチャー投資を行っている。なかでも、Google は、ベンチャー投資先として、機械学習とライフ・サイエンス分野を重視していると説明している<sup>49</sup>。また、2013 年に開始された Capital は、成長フェーズにある後期ステージのベンチャー企業の 19 社に投資している<sup>50</sup>。

Google は、2014 年 1 月に、英国の AI 開発を手がける DeepMind（2011 年設立）を約 4 億ドルで買収した<sup>51</sup>。2015 年 2 月には、DeepMind が開発したアルゴリズムである deep Q-Network が、古いレトロゲームのプレイ方法を自己学習し、他のアルゴリズムと比較して高い学習利能力を示したと報道され、話題となった<sup>52</sup>。なお、DeepMind は、汎用人工知能 (Artificial General Intelligence: AGI) の開発を目指しているとされる<sup>53</sup>。その他、Google が買収した AI 関連企業としては、AI 技術を応用した都市案内アプリの Jetpac（2014 年 8 月買収）のほか<sup>54</sup>、オックスフォード大学発の DL を手がける 2 つのスタートアップの Dark Blue Labs（同年 10 月）と Vision Factory（同年 10 月）（いずれも DeepMind に統合）が挙げられる<sup>55</sup>。

## (3) Google の自社サービスにおける AI 関連技術の導入

Google では、AI 関連技術を自社サービスに導入し、サービス改善につなげている。例えば、Gmail サービスでは、機械学習 (Machine Learning) ・深層学習 (Deep Learning : DL) の技術を応用して、スパム・メールを 99.9%処理している<sup>56</sup>。2015 年 11 月に公表された新サービス「SmartReply」では、メールの内容を解析して、3 つの返信メールの候補を自動生成し、ユーザーのメール作成を支援する<sup>57</sup>。そのほか、Google 翻訳、Google の自動運転カーでも機械学習技術が利用されている。また、Google Photo では、2013 年から機

<sup>49</sup> Google Ventures のポートフォリオは <https://www.gv.com/portfolio> にまとめられている。

<sup>50</sup> <http://www.googlecapital.com/>

<sup>51</sup> DeepMind は、DL 技術を持ち、Facebook も買収意欲があったとされる

(<http://www.theverge.com/2014/1/26/5348640/google-deepmind-acquisition-robotics-ai>)。

<sup>52</sup> <http://www.techworld.com.au/article/569028/google-deepmind-advances-ai-deep-q-network-algorithm/>

<sup>53</sup> <http://gigazine.net/news/20150831-google-deepmind/>

なお、DeepMind のウェブサイト (<http://deepmind.com/>) では、ミッションとして、「知能を解明する：機械学習と神経科学の最高の技術を組み合わせてパワフルな汎用学習アルゴリズムを構築する (Solve Intelligence: We combine the best techniques from machine learning and systems neuroscience to build powerful general-purpose learning algorithms.)」としている。

<sup>54</sup> <http://techcrunch.com/2014/08/15/google-buys-jetpac-to-give-context-to-visual-searches>

<sup>55</sup> <http://www.theguardian.com/technology/2014/oct/23/google-uk-artificial-intelligence-startups-machine-learning-dark-blue-labs-vision-factory>。

<sup>56</sup> <http://www.wired.com/2015/07/google-says-ai-catches-99-9-percent-gmail-spam/>

<sup>57</sup> <http://gmailblog.blogspot.jp/2015/11/computer-respond-to-this-email.html>

会学習による画像認識により、タグ情報がない写真でも検索することが可能になった<sup>58</sup>。

近年では、2015年5月のGoogleの開発者向け会議（I/O）において、Android OSの次期アップデートで、Google Nowにコンテキスト認識機能を搭載した新サービス「Google Now on Tap」を追加する予定を発表した。同年10月にはAndroid M Marshmallowの提供が開始され、Google Now on Tapも利用可能となった<sup>60</sup>。Google Now on Tapの特徴は、機械学習技術を活用して、ユーザーが必要としている情報を自動表示する点である。例えば、映画について書かれたeメールが立ち上げられた状態で、ホームボタンを長押しすると、その映画に関する情報が自動で検索され、カードと呼ばれる情報として表示される<sup>61</sup>。そのほかのアプリが立ち上げられていても、同様にホームボタンを長押しするとそのアプリの状態や情報に応じた関連情報が表示される。なお、このサービスは、アプリ内の情報も活用するため、ディープリンク技術も利用されている<sup>62</sup>。

#### (4) AI関連技術「Tensorflow」のライブラリのオープン化

Googleは、2015年11月に、自社の深層学習技術の「DistBelief」を基盤とする「Tensorflow」<sup>64</sup>のオープンソース・ソフトウェアのライブラリをオープン化した。Tensorflowは、Google内の約50のチームと協力して開発されたもので、Googleの画像認識や音声認識の精度向上に利用されてきた深層学習技術を基盤としている。なお、「Tensorflow」ライブラリのオープン化の動機について、Googleでは、技術革新を促進し、研究者がアイデアやコードを共有しやすくすると説明している。ただし、企業分析企業のTrefis Team<sup>65</sup>によると、Googleが利用している以外のデータセット、特に組織内向けのデータセットから学習した内容に基づいたコードも、Apacheライセンスの規定に基づいて、Tensorflowに組み込まれることで、より総合的なAIを開発する助けになると考えているのではないかとする<sup>66</sup>。また、同Teamは、オープンソース・ソフトウェアのAndroid OSが80%以上の世界市場シェアを獲得していることを挙げつつ、Tensorflowのオープン化は、IBMやMicrosoftといった競争相手に対抗して、業界標準を獲得しようとする動きであると見ている。ただし、AI分野は発展途上にあり、その帰結は今後注視する必要があるともしている。

<sup>58</sup> <http://googleresearch.blogspot.jp/2013/06/improving-photo-search-step-across.html>

<sup>59</sup> 2015年10月のSearchEngineの記事によると、Googleの検索サービスのアルゴリズムの一部にもAI技術の「RankBrain」が導入されているという（<http://searchengineland.com/meet-rankbrain-google-search-results-234386>）。

<sup>60</sup> Google Now on Tapは、Android M Marshmallowのなかでも主要アップデートとして紹介されている。（[https://www.android.com/intl/ja\\_jp/versions/marshmallow-6-0/](https://www.android.com/intl/ja_jp/versions/marshmallow-6-0/)）

<sup>61</sup> <http://www.theverge.com/2015/5/28/8677147/google-now-on-tap-announced>

<sup>62</sup> <http://developer.android.com/intl/ja/training/articles/assistant.html>

<sup>63</sup> PC向けウェブサイトからモバイル・アプリへのリンクや、モバイル・アプリ内のリンクは、ディープリンクと呼ばれる。Googleでは、2012年から、ディープリンクに対応したアプリ広告を開始した（<http://readwrite.jp/archives/6953>）。

<sup>64</sup> <https://www.tensorflow.org/>

<sup>65</sup> MIT技術者とウォールストリートジャーナルのアナリストが設立した企業分析調査を手がける企業。

<sup>66</sup> <http://www.forbes.com/sites/greatspeculations/2015/12/01/reasons-why-googles-latest-ai-tensorflow-is-open-sourced/>

なお、Google は、2011 年から、予測アルゴリズムを API (application programming interface) 経由で利用可能な「Prediction API」を提供しているが、2015 年 12 月には、画像認識技術を API として提供する「Cloud Vision API」<sup>67</sup>の限定レビュー版の提供を開始した。同 API は、アップロードした写真に移った物体や人の表情などを自動認識するクラウド・サービスで、Google の画像認識技術を自社サービスで活用することができる。同社ブログによると、写真への自動タグ付けのほか、不適切な画像の抽出 (Safe Search Detection)、ランドマーク認識、会社等のロゴ認識機能、画像内の文字認識 (他言語対応) が利用可能で、今後 Google Storage サービスとも統合予定である<sup>68</sup>。

#### (5) 持株会社 Alphabet の発足による研究開発体制強化

Google は、2015 年 10 月、持株会社 Alphabet<sup>69</sup>を設立し、その傘下に検索サービスを始めとした各種事業を置くという組織再編を完了した。持株会社 Alphabet の CEO にラリー・ページ (Larry Page) が、社長にはセルゲイ・ブリン (Sergey Brin) が就任した。組織再編の理由について、同年 8 月の発表時の投資家向けレターで、ラリー・ページは、革新的なアイデアが次の時代の大きな変化をもたらす IT 分野においては、単なる漸進的变化に安住するのではなく、異なる領域に踏み出すことが必要であるとした<sup>70</sup>。また、そのため、独立性の高い持株会社の Alphabet が、研究開発組織の X Lab や投資部門の Ventures と Capital を内部組織とするとともに、全体的な資本配分の調整や個別の事業運営の統括を行う組織となると説明した。それに伴い、Google のすべての株式は Alphabet 株式に転換され、Google は Alphabet の一事業部門となった<sup>71</sup>。

#### (6) 量子人工知能研究所 (QuAIL)

2013 年 5 月に NASA と Google が共同で QuAIL (Quantum Artificial Intelligence Lab) を設立すると発表した<sup>72</sup>。QuAIL には、D-Wave 社の最新機「D-Wave 2X」が導入された。Google は、2015 年 12 月に、同最新機により、1 コアのプロセッサと比較して 1 億倍高速に組合せ最適化問題を解くことができたと発表している<sup>73</sup>。

---

<sup>67</sup> <https://cloud.google.com/vision>

<sup>68</sup> <http://googlecloudplatform.blogspot.co.uk/2015/12/Google-Cloud-Vision-API-changes-the-way-applications-understand-images.html>。

<sup>69</sup> <https://abc.xyz/>

<sup>70</sup> <http://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1288776000128877615000039/a20150810form8-k.htm>、<https://investor.google.com/releases/2015/0810.html>

<sup>71</sup> なお、2015 年第 3 四半期の事業報告書によると、同四半期の Google (Alphabet 発足前) の売上高は 186 億 7,500 万ドル、営業利益率は 25.2%、研究開発費は売上高の 17.3% (3 四半期合計では 16.3%) である。なお、2012 年通期では同 13.2%、2013 年は同 12.8%、2014 年は 14.8%であったことから、研究開発費の比率は増加傾向にある。( [https://investor.google.com/pdf/20141231\\_google\\_10K.pdf](https://investor.google.com/pdf/20141231_google_10K.pdf) )

<sup>72</sup> <http://googleresearch.blogspot.jp/2013/05/launching-quantum-artificial.html>

<sup>73</sup> <http://googleresearch.blogspot.jp/2015/12/when-can-quantum-annealing-win.html>

## 1-4-2 米国における AI 関連要素技術のサービス化とオープン化の動き

### (1) Microsoft の「Azure Machine Learning」と「Bot Framework」

米国では、Google 以外の企業も AI に積極的に取り組んでいる。Microsoft は、2014 年 11 月から、機械学習機能をクラウド・サービスで提供する「Azure Machine Learning」の提供を開始した。2015 年 2 月に正式リリースされた同サービスは、既存の分析サービスの Cortana Analytics Suite に組み込み可能で、プログラミング言語の Python や統計ソフトウェア・パッケージの R をサポートしている。また、アップロードされたデータに、ニューラル・ネットワークやブーステッド・デシジョン・ツリー (Boosted Decision Tree) 等の最新アルゴリズムを適用し、精度の高い予測モデルを作成することができる<sup>74</sup>、Azure Machine Learning の顔認識や音声認識等の 22 種類の機能が提供されている<sup>75</sup>。利用は、1 時間までは無料であるが、時間制限のないサービスを利用するためには、クラウド・サービスの Azure の月間契約 (9.99 ドル) が必要で、1 時間の利用料が 1 ドル、API を利用する場合には 1 時間 2 ドル、1,000 回の API トランザクション毎に 0.5 ドルがかかる<sup>76</sup>。

また、同社は、2016 年 3 月 30 日の開発者向け年次カンファレンス「Build 2016」で、多言語でインテリジェント・ボットの構築が可能なプラットフォームである「Bot Framework」を発表した<sup>77</sup>。なお、同社では、同カンファレンスに先立ち同年 3 月 24 日に、チャットボットと呼ばれる AI を搭載し、自然言語でユーザーと対話可能なサービスである「Tay.ai」を公開したが<sup>78</sup>、Twitter 上での利用において、悪意あるユーザーの発言を学習し、人種差別的な自動ツイートを発出することが問題視され、サービスが停止された<sup>79</sup>。同社では、Build 2016 において、「Skype Bots Platform」も Skype の開発者向けポータルで公開しており、機械学習によりユーザー対応 (通話によるピザ注文等) が可能になるとしている<sup>80</sup>。

### (2) Amazon の「Amazon Machine Learning」

Microsoft と同様のサービスとして、Amazon が、2015 年 4 月に、同社のクラウド・サービスである AWS 上で機械学習の環境を利用できる「Amazon Machine Learning」を発表した。同サービスでは、Amazon が、サプライチェーン管理、不正取引の特定、カタログの編成等、自社サービスで利用してきた技術に基づいて開発されたもので、データから

<sup>74</sup> <http://blogs.technet.com/b/machinelearning/archive/2015/02/18/announcing-the-general-availability-of-azure-machine-learning.aspx>

<sup>75</sup> <http://gallery.cortanaanalytics.com/browse/?fromlegacydomain=1>

<sup>76</sup> <https://azure.microsoft.com/en-us/pricing/details/machine-learning/>

<sup>77</sup> <http://news.microsoft.com/ja-jp/2016/03/31/160331-build-2016/#sm.000h4p3n714dffooxbi1z1syitfv4>

<sup>78</sup> <https://www.tay.ai/>

<sup>79</sup> <http://www.businessnewsline.com/news/201603281451410000.html>

<sup>80</sup> [http://www.skype.com/en/developer/?intcmp=blogs-\\_generic-click-\\_skype-bots-preview-comes-to-consumers-and-developers](http://www.skype.com/en/developer/?intcmp=blogs-_generic-click-_skype-bots-preview-comes-to-consumers-and-developers)

予測モデルを数秒で計算することができる<sup>81</sup>。なお、同サービスは、AWS で、1 時間 0.42 ドルから利用可能である<sup>82</sup>。なお、Amazon では、電子商取引におけるユーザーのレビュー評価のなかから、偽レビューを抽出するためにも機械学習技術を利用している<sup>83</sup>。

### (3) Facebook AI Research (FAIR) の動向

Facebook も、近年、AI 関連の研究開発を強化している。同社の研究活動は、「Facebook AI Research (FAIR)」、「データ・サイエンス」、「システムズ・サーチ」、「User Experience Research」の 4 分野で行われている<sup>84</sup>。FAIR は、2013 年 12 月に、深層学習分野のパイオニアの一人であるヤン・ルカン (Yann LeCun) を所長に迎えて立ち上げられた<sup>85</sup>。AI 関連の論文数は 29 本で(2016 年 3 月現在)、最も古いものが、精度の高い顔認識技術「DeepFace」についての 2014 年 6 月の論文である<sup>86</sup>。なお、FAIR は、2015 年 1 月、GitHub 上で、機械学習アルゴリズムをサポートするオープンソース・ソフトウェアの開発環境の「Torch」の提供を開始した<sup>87</sup>。

### (4) IBM の Watson Ecosystem 構築に向けた取り組み

IBM は、1945 年に、IBM ワトソン研究所 (IBM T. J. Watson Research Center) を設置し、古くから人工知能に取り組んで来た。IBM では、近年、自社開発の AI である Watson を核とした新たなサービス開発と事業化を進めている。2014 年 1 月には、Watson の事業化に向けて、IBM Watson グループを立ち上げ、10 億ドルを投資して、クラウド・ベースのコグニティブ・コンピューティングのアプリケーションやサービスを開発すると発表した<sup>88</sup>。また、同社は、イノベーションを市場変革につなげる触媒になるとして、約 2,000 名の専門家が、医療、金融、小売り、旅行、通信等の分野向けの市場を開拓するとした。

IBM では、開発者のコミュニティをベースとした Watson の活用範囲の拡大を図っており、IBM Watson Ecosystem と呼ばれるパートナーシップ・プログラムを提供している<sup>89</sup>。また、2015 年 3 月には、深層学習技術を持つ AlchemyAPI を 2015 年 3 月に買収したことで、開発者コミュニティを強化するとともに、Watson にはなかった顔認識技術を獲得した<sup>90</sup>。同社は、2015 年 4 月に、医療分野向けの「Watson Health Could」を発表し、データ収集・分析・フィードバックの面で Apple や Johnson & Johnson、医療機器メーカーの

<sup>81</sup> <https://aws.amazon.com/jp/machine-learning/>

<sup>82</sup> <https://aws.amazon.com/machine-learning/pricing/>

<sup>83</sup> <http://www.cnet.com/news/amazon-updates-customer-reviews-with-new-machine-learning-platform/>

<sup>84</sup> <https://research.facebook.com/areas>

<sup>85</sup> <https://www.facebook.com/yann.lecun/posts/10151728212367143>

<sup>86</sup> 同論文は、[https://www.cs.toronto.edu/~ranzato/publications/taigman\\_cvpr14.pdf](https://www.cs.toronto.edu/~ranzato/publications/taigman_cvpr14.pdf) からアクセス可能。

<sup>87</sup> <https://research.facebook.com/blog/879898285375829/fair-open-sources-deep-learning-modules-for-torch/>

<sup>88</sup> <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/42867.wss>

<sup>89</sup> <http://www.ibm.com/smarterplanet/us/en/ibmwatson/ecosystem.html>

<sup>90</sup> <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/46205.wss>

Medtronic と提携するほか、セキュアでオープンなクラウド・プラットフォームを提供する  
とした<sup>91</sup>。なお、同プラットフォームは、Apple の「ResearchKit」と「HealthKit」の大  
量の健康データ分析にも利用される。

IBM は、M&A によるビッグデータ解析技術の拡充も進めている。同社は、2016 年 2 月  
に、2 億人以上の患者の医療費や治療法についてのデータを持つトゥルーベン・ヘルス・ア  
ナリティクス (Truven Health Analytics) を 26 億ドルで買収することを発表した。同買収  
により、2015 年 4 月に創設された事業部門である Watson Health 部門の成長促進を図ると  
している。なお、同社では、Watson Health 部門の強化のために、このほか、クリーブラ  
ンド・クリニックのスピノフで医療データのクラウド・サービスを手がけるエクスプロ  
リス (Explorys) や医療ケア管理ソフトを開発するファイテル (Phytel) も買収しており、  
大規模なデータ資産を手に入れている<sup>92</sup>。

#### (5) Yahoo!における研究開発体制の強化

Yahoo!は、「サイエンス駆動型イノベーション」を掲げる Yahoo! Labs という研究開発部  
門を有していたが、同部門は、2016 年 2 月に「Yahoo! Research」に再編された<sup>93</sup>。同再編  
は、研究開発チームを製品開発チームと統合し、イノベティブな製品開発につなげるこ  
とが目的だとしている。

なお、旧 Yahoo! Labs は、2014 年 2 月に、カーネギーメロン大学と、5 年間で 1,000 万  
ドルを投じて Yahoo!のリアルタイム・データを活用したサービスを開発するパートナ  
シップを締結<sup>94</sup>した。旧 Yahoo! Labs では<sup>95</sup>、機械学習とデータ・サイエンスを含む 12 の分  
野で総勢 175 名の研究者が活動していた。機械学習とデータ・サイエンスに分類されてい  
る研究者は 98 名 (重複での分類あり) であるが、公表されている最も古い論文でも 2014  
年 8 月公表であった。

### 1-4-3 AI 関連領域におけるベンチャー企業の動向

米国では、AI 関連領域におけるベンチャー企業も増加しつつある。その理由としては、  
上述のように大手 IT 企業やネット・サービス事業者が AI の要素技術のオープン化を進め  
ているなか、クラウド・サービスと組み合わせたサービス提供が行われていることが挙げ  
られる。スタートアップ企業は、こうした製品やサービスを利用しつつ、様々な領域で AI  
技術を応用したサービス・製品の開発と提供を行う。スタートアップ企業と、大手企業の  
取り組みが合わさることで、全体として ICT エコシステムが形成されつつあると言える。

<sup>91</sup> <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/46580.wss>

<sup>92</sup> <http://www.nytimes.com/2016/02/19/technology/ibm-buys-truven-adding-to-growing-trove-of-patient-data-at-watson-health.html>

<sup>93</sup> <https://yahooresearch.tumblr.com/post/139436148571/yahoos-new-research-model>

<sup>94</sup> <http://yahoolabs.tumblr.com/post/76429739228/our-exciting-new-partnership-with-carnegie-mellon>

<sup>95</sup> <https://labs.yahoo.com/>のサイトは、2016 年 4 月現在、Yahoo! Reseach のウェブページに転送される。

スタートアップ企業のデータベースである Crunch Base によると、2016 年 2 月現在、Artificial Intelligence の分野のタグがつけられているスタートアップ企業数は 401 社に上る<sup>96</sup>。TechCrunch 記事によると、2015 年 1 月から 12 月までの期間に、AI 関連領域ベンチャーは約 900 社、投資案件は約 300 件、M&A は 33 件、新規株式公開 (Initial Public Offering : IPO) は 1 件と、活気あるベンチャー分野の一つとなっている<sup>97</sup>。

## 1-5 AI の社会への影響に関する議論等

### 1-5-1 技術的リスク・消費者保護・制度整備にかかる取り組み

米国では、AI・高度情報処理が様々な産業や社会生活に浸透するとの展望がある一方で、新たなリスクやマイナス面の懸念があることも指摘されている。こうしたなか、商用試験段階・商用化初期段階にある製品やサービスについて、消費者保護の観点から、規制当局による調査や関連制度整備が進められている。

#### (1) オバマ政権における AI 関連領域にかかるプライバシー保護に関する取り組み

オバマ政権は、2014 年 5 月、「ビッグデータとプライバシーに関する報告書 (Big Data: Seizing Opportunities, Preserving Values)」を公表した。同報告書では、プライバシーについて、(1) 個人のコントロール権、(2) 透明性、(3) 収集条件の尊重、(4) セキュリティ、(5) アクセス権と正確性、(6) 収集制限、(7) 説明責任の七つの原則を挙げた。その他、同報告書では、2012 年の「消費者プライバシー権利章典」を連邦議会が法制度化すること等を提言している。なお、IoT については、連邦取引委員会 (FTC) が、2015 年 1 月に、スタッフ・レポート「Internet of Things: Privacy & Security in a Connected World」を公表した。同レポートでは、2013 年 11 月に開催した同名のワークショップでの議論で、IoT が持つ潜在的なリスクとして、個人情報悪用の悪用や設備の攻撃等が指摘されたことや、IoT での情報利用に関する公平情報利用原則 (Fair Information Practice Principle) のあり方について議論が持たれたことを報告している。最近の動きとしては、2015 年 2 月に、上院通商・科学・交通委員会で、過剰な規制を回避しつつ、消費者保護を図ることを目的として、IoT に関する公聴会が開催された。

#### (2) 連邦取引委員会における関連の取り組み

##### ①テクノロジー研究調査室の設置

連邦取引委員会 (FTC) は、2015 年 3 月、旧モバイル・テクノロジー部の後継組織として、テクノロジー研究調査室 (Office of Technology Research and Investigation) を設置し、プライバシーやデータ・セキュリティ、コネクテッド・カー、スマートホーム、アルゴリ

<sup>96</sup> CrunchBase のデータベースに登録されているスタートアップ企業は大多数が米国系だが、米国以外のスタートアップ企業や大手企業買収済の企業も含んでいる (<https://www.crunchbase.com/search>)。

<sup>97</sup> <http://techcrunch.com/2015/12/25/investing-in-artificial-intelligence/>



ズムの透明性、新種の決済手段、ビッグデータ、IoT等の新技術にかかる消費者への影響について調査をいっていくとしている。米国における、議論や体制整備は初期段階にあるが、2014年12月に、米国自動車工業会と世界自動車メーカー協会が共同で、自動車テクノロジー・サービスのためのプライバシー保護原則を策定するなど、自動車業界の側でも、官民双方での取り組みが進展していくことが想定される。

## ②ビッグデータにかかる報告書

FTCは、2016年1月、どのようなビッグデータの利用形態が消費者の権利を侵害するかについて企業に指針を示す「Big Data: A Tool for Inclusion or Exclusion? Understanding the Issues」と題する報告を公表した。同報告は、ビッグデータが教育環境の改善やクレジットの拡大、特殊医療へのアクセス、就職といった面で消費者に大きな効用をもたらす可能性を持つ反面、誤情報の発生、機密情報の流出、詐欺行為への悪用、低所得層が利用する物品の価格上昇、消費者の選択肢削減といった悪効果も考えられるとしている。FTCは、企業に対して、ビッグデータの良い面だけを活用するよう呼びかけ、不正な利用についてはFTCが取り締まる権限を持っていると警告した。

## (3) IoT、コネクテッド・カーにかかるリスクへの対応

米国では、自動車メーカーとIT企業、通信事業者が、相次いで、新サービスや新端末を開発したことで、コネクテッド・カー市場が立ち上がりつつある。一方で、コンピュータやスマートフォン等の端末と同様に、ソフトウェア化した車にもサイバー・セキュリティのリスクがあることが明らかになりつつある。実際に、フィアット・クライスラーは、2015年7月に、ハッキングされるリスクがある140万台の車両のリコールを実施すると発表した。この事態を受け、米国政府もコネクテッド・カーのセキュリティ対策やプライバシー保護の状況について関心を高めており、必要な施策についての意見募集や検討を開始したほか、車のハッキング対策についても議論している。

こうしたなか、民主党のエド・マーキー（Ed Markey）上院議員は、2015年2月に、コネクテッド・カーのリスクとプライバシーにかかる報告書を公表した<sup>98</sup>。同報告書は、16社の主な自動車メーカーからの回答を踏まえてまとめられたもので、無線技術を利用する市場で販売されている車のほぼ100%にハッキングに対する脆弱性やプライバシー・リスクがあるとしているほか、ほとんどの自動車メーカーが過去のハッキング事例に対する報告を行っていない・行う用意がないことなどのリスクがあることを指摘している。データ保護についても、ほとんどの自動車メーカーが、車の運転履歴データの無線伝送で、効果的なデータ保護措置を講じていないことが明らかにされた。

2015年9月には、民主党のエド・マーキー上院議員とリチャード・ブルメンサル（Richard

<sup>98</sup> <http://www.markey.senate.gov/news/press-releases/markey-blumenthal-continue-investigation-of-automotive-cybersecurity-and-privacy-practices>

Blumenthal) 上院議員が、自動車メーカーに対して、コネクテッド・カーのハッキングやプライバシー侵害から保護するための対策について最新情報を提供するように求める書簡を送付した<sup>99</sup>。下院においても、車のハッキングに対して最大 10 万ドルの罰金を科すことを含む法案が 2015 年 10 月に提出された<sup>100</sup>。

## 1-5-2 倫理的側面・社会・経済への影響にかかる取り組み

### (1) Open AI の設立

米国では、新興自動車メーカーの Tesla や宇宙関連事業を手掛ける Space X の創業者であるイーロン・マスク (Elon Musk) を中心として、2015 年 12 月に、AI を研究する非営利団体として OpenAI が設立された。設立時の寄付者・スポンサーとして、イーロン・マスクのほか、5 名の個人名が記載されている<sup>101</sup>。その他、Amazon Web Services、Infosys、Y Research が企業スポンサーとなっており、個人と企業による総額 10 億ドルの寄付により設立された。

Open AI の設立目的としては、「商業的リターンを生む必要性に縛られず、全体として人類全体への利益となるように、デジタル・インテリジェンスを推進すること」が掲げられ、人間へのポジティブな影響にフォーカスするとしている<sup>102</sup>。また、AI は、可能な限り広範かつ公平に、自由な精神のもと、人間の意思に沿ったものであるべきとの信条も記載されている。今後、人間レベルの能力を持つ AI が登場した時を想定しつつ、そうした AI がどのように社会に貢献できるか、また悪用された場合、どこまで社会を損ないうるのかを、推測することは困難であるとする。

Open AI では、所属する研究者に対しては、成果について、論文やブログ記事、コード、特許等の様々な形態で公表することを強く勧めるとしている。また、外部との協力し、研究開発を実施するとしている。

設立時の研究ディレクターには、機械学習の専門家であるイリヤ・サスケバー (Ilya Sutskever)、CTO にはグレッグ・ブロックマン (Greg Brockman) を迎えた。その他、7 名が設立時の研究スタッフとなっている<sup>103</sup>。

### (2) We Robot カンファレンス

米国では、ロボットの利用拡大 (警察・軍事、病院、介護等) が見込まれるなか、マイアミ大学法学部のマイケル・フルームキン (Michael Fromkin) 教授が先導役となり、2012

<sup>99</sup> <http://www.markey.senate.gov/news/press-releases/markey-blumenthal-continue-investigation-of-automotive-cybersecurity-and-privacy-practices>

<sup>100</sup> なお、同法案は、2016 年 4 月現在、成立していない (<https://www.congress.gov/bill/114th-congress/senate-bill/1806/all-info#all-actions>)

<sup>101</sup> <https://openai.com/about/>

<sup>102</sup> <https://openai.com/blog/introducing-openai/>

<sup>103</sup> Trevor Blackwell, Vicki Cheung, Andrej Karpathy, Durk Kingma, John Schulman, Pamela Vagata, Wojciech Zaremba.

年から、ロボットの社会・経済的な影響について幅広い分野からの参加を募って議論する「We Robot」カンファレンスが開催されている。同カンファレンスは、毎年、ホスト校を変えて、2016年4月までに5回開催されている。以下は、各年のカンファレンスの概要である。

#### ①We Robot 2012

2012年4月21日・22日に、マイアミ大学で開催された。カンファレンスの問題意識は、以下のとおりである。

- ・ロボットが正確に人間を模倣可能になった場合、人間との関係はどうか。
- ・法の執行におけるロボット活用は、個人のプライバシーや法の適正手続にかかる権利を侵害するか。
- ・ロボットが人間に危害を加えることを学習した場合の責任はどこにあるのか。製造者か、プログラマーか、所有者か、第三者が偶然関与した場合にはその第三者か。
- ・機械が暴走した場合の刑事責任を担うのは誰か。戦争中におけるロボットによる殺害の取り扱いはどうするのか。

こうした点について、同会議では、法的・社会的な影響について議論された。米国では、ロボット開発は、オバマ政権のもとで、「国家ロボティクス・イニシアティブ」が進められており、国家的なイシューとなっていることを踏まえて、ロボット製作者や政策立案者が考慮すべき事項について、議論するタイミングであるとした<sup>104</sup>。1日目は六つのプレゼン、2日目には七つのプレゼンが行われた。プレゼンのタイトルは以下のとおり<sup>105</sup>。

#### □1日目

- ・プレゼン1：法律はロボットについてどう考えるべきか？
- ・プレゼン2：自動化された法執行に際して
- ・プレゼン3：高度ロボットによる肉体的危害のリスクの責任についての規制
- ・プレゼン4：法的権利のソーシャル・ロボットへの拡張
- ・プレゼン5：セックス・ロボットとコンテンツのロボット化
- ・プレゼン6：ロボット化された尋問についての合憲性の検討

#### □2日目

- ・プレゼン1：マシーン・エージェンシー：哲学的・技術的ロードマップ
- ・プレゼン2：委任、権利放棄、責任：ロボット専門家の展望
- ・プレゼン3：オープン・ロボエシックス：政策とデザイン変更加速のためのオンライン・

<sup>104</sup> <http://robots.law.miami.edu/robots-coming-to-miami-law/>

<sup>105</sup> <http://robots.law.miami.edu/category/presentations-day-1/>

コミュニティの設置

- ・プレゼン 4：マシンが殺人を犯すとき：自動殺人ロボットによる国際犯罪の犯罪責任
- ・プレゼン 5：スイッチの上での熟睡：いかに自動殺人ロボットが軍事的必要性を加速させるか
- ・プレゼン 6：交差点：戦時ルールと非武装・遠隔操作・自動ロボットシステム・プラットフォームの利用についてのいくつかの警鐘
- ・プレゼン 7：国際人道法の非人間化：武器システムの独立運用と現代の武力紛争

## ②We Robot 2013

2013年4月8日・9日に、スタンフォード大学で開催された。2013年には、ロボットの直近の商用化の展望にフォーカスしつつ、知的財産権、不法行為責任、法的倫理、プライバシー・バイ・デザイン等についてプレゼン、議論が持たれた。企業スポンサーは、Rock Center、CIS、Microsoft、Ropes & Gray、Auvsi となっている。

1日目には、パネル・ディスカッションのほか3本の論文プレゼンと一つのプレゼン、2日目には、2本の論文プレゼンと、一つのラウンド・テーブルと二つのパネル・ディスカッションが行われた。パネル・ディスカッションと発表のタイトルは以下のとおりである<sup>106</sup>。

### □1 日目

- ・パネル・ディスカッション：ロボティクスと知的財産権
- ・論文プレゼン 1：ヒューマン・ファクターとロボットの不法行為
- ・論文プレゼン 2：ロボットは電子法の夢を見るか？アルゴリズムとしての法における実験
- ・論文プレゼン 3：オープン・ロボティクス規制における免許アプローチ
- ・プレゼン：ベンダーの法則（Bender's Law）

### □2 日目

- ・論文プレゼン 1：機械学習に対する伝統的な不法行為理論の適用
- ・論文プレゼン 2：商用化ロボットにおけるリスク管理
- ・ラウンド・テーブル：ロボティクス産業ラウンド・テーブル
- ・パネル・ディスカッション 1：価値をデザインする
- ・パネル・ディスカッション 2：脱戦争への道

## ③We Robot 2014

2014年4月1日・2日に、マイアミ大学で開催された。2014年のスポンサー組織・企業は、マイアミ大学法学部、Hollywood Media Corp、Microsoft、マイアミ大学倫理プログラム（University of Miami Ethics Programs）、イェール情報社会プロジェクト、Google、

---

<sup>106</sup> <https://conferences.law.stanford.edu/werobot/agenda/>

Arsht Ethics Initiatives であった。

1 日目には 3 本の論文プレゼンとパネル・ディスカッション、2 日目には、4 本の論文プレゼンとパネル・ディスカッションが行われた<sup>107</sup>。

#### □1 日目

- ・論文プレゼン 1：ループを規制する：オートメーション法におけるアイロニー
- ・論文プレゼン 2：代理性への耐性：半自動化ロボットにおける責任モデルの再考
- ・論文プレゼン 3：雇用創出装置としてのロボット：ロボット技術とセカンド・シフトの拡張
- ・パネル・ディスカッション：ロボットと社会的正義

#### □2 日目

- ・論文プレゼン 1：ジョン・ロバート裁判官はロボット
- ・論文プレゼン 2：ロボットの目があなたを監視するとき：自動化されたコミュニケーション監視に関する法と政策
- ・論文プレゼン 3：ロボティクスと新たなサイバー法
- ・論文プレゼン 4：自動化された法執行のための保存理論のガバナンス
- ・パネル・ディスカッション：ドメスティック・ドローン

#### ④We Robot 2015

2015 年 4 月 10 日・11 日に、ワシントン大学で開催された。1 日目・2 日目は、それぞれ 4 本の論文プレゼンと討論のほか、一つのパネル・ディスカッションが行われた<sup>108</sup>。

#### □1 日目

- ・論文プレゼン：ジョニーとは誰か？人間とロボットの相互作用、統合、政策における人類学的分析枠組み
- ・論文プレゼン：ロボット・パスポート
- ・パネル・ディスカッション：ロボティクス・ガバナンス
- ・論文プレゼン：病院と家庭におけるヘルスケア分野のロボットの規制：機会最大化とリスク最小化の検討
- ・論文プレゼン：テレプレゼンス・ロボットの利用に関する法的・倫理的イシュー：ベストプラクティスとツールキット

#### □2 日目

---

<sup>107</sup> <http://robots.law.miami.edu/2014/>

<sup>108</sup> <http://www.werobot2015.org/we-robot-2015-program/>

- ・論文プレゼン：不公平で詐欺的なロボット
- ・論文プレゼン：日常生活におけるマシンのプレゼンテーション
- ・論文プレゼン：自分のやり方で行いました (I Did It My Way)：遠隔操作によるロボットのためのオペレーター署名と法律について
- ・パネル・ディスカッション：ロボット経済
- ・論文プレゼン：ユーザー管理の神経人工装具 (User-Controlled Neuroprosthetics) の時代における個人の責任

## ⑤We Robot 2016

2016年3月31日、4月1日・2日に、マイアミ大学で開催された。スポンサー企業は、Microsoft、Omidyar Group、Finnegan、大学・非営利団体のスポンサーは、マイアミ大学 Arsht 倫理イニシアティブ、Epic.org、スタンフォード大学コーポレート・ガバナンスのためのロック・センター、ワシントン大学テック・ポリシー・ラボ、マイアミ大学バイオエシックスのためのミラー医療研究所である<sup>109</sup>。

1日目は4本のワークショップ、2日目は四つの論文プレゼン、デモンストレーションが行われたほか、ホットトピックとして自動運転カーが議論された。また、10本のポスターセッションも行われた。3日目には、5本の論文プレゼン、1件のデモンストレーションが行われたほか、スペシャル・イベントが開催された<sup>110</sup>。

### □1日目

- ・ワークショップ1：ロボティックスの法的側面
- ・ワークショップ2：電子的な愛、信頼、濫用：ロボティックスの社会的観点
- ・ワークショップ3：ロボット革命は（センサーのデバッグができるようになるまで）スケジューリング調整されてきた：ロボティックスの技術的観点
- ・ワークショップ4：未来への投資：ロボティックスの資金的観点

### □2日目

- ・論文プレゼン1：倫理が潰されたゾーン：人間とロボットの相互作用における訓話
- ・論文プレゼン2：人間とロボットの相互作用におけるスマートなプライバシー：調査と今後の取り組み
- ・論文プレゼン3：倫理的側面への一般人の参画を進める方法と自動殺害武器のガバナンス
- ・デモンストレーション：我々の生活におけるロボティックスのための法的・倫理的示唆
- ・ホットトピック：自動運転カー
- ・論文プレゼン4：米国法におけるロボット

<sup>109</sup> <http://robots.law.miami.edu/2016/>

<sup>110</sup> <http://robots.law.miami.edu/2016/program/>

### □3 日目

- ・論文プレゼン 1：プライバシーとヘルスケア・ロボット-ANT 分析
- ・論文プレゼン 2：ロボット・ガバナンスにおける組織におけるオプション
- ・論文プレゼン 3：ロボット警官を黒人の見かけとすることは問題となるか？
- ・スペシャル・イベント：自動化技術とその影響
- ・デモンストレーション：OpenROV と Openrov トライデント：低価格のオープンソース海洋探索ロボットによる探索の民主化、保護、海洋科学
- ・論文プレゼン 4：本気かい？AI のための言論の自由
- ・論文プレゼン 5：我々がロボットと法について知っている本当のこととは何か？

### (3) スタンフォード大学コンピュータ・サイエンス学部の開講科目

スタンフォード大学コンピュータ・サイエンス学部では、2014 年秋学期の科目として、「人工知能：哲学、倫理、影響 (Artificial Intelligence - Philosophy, Ethics, and Impact)」を開講した<sup>111</sup>。同コースでは、AI の歴史と関連イシュー、哲学的イシュー、倫理的問題、法的・社会的・経済的影響、将来の課題について講義が行われた。

同コースでは、最近のコンピューティング技術の進歩により、人類は、その歴史のなかで、ユニークな転換点 (turning point) の入り口にあるとして、近い将来に、環境、経済、セキュリティ、インフラ、食料生産、ヘルスケアのみならず、個人的な活動も含めて、その管理を AI コンピューティング・システムに託すようになって見ている。ただし、自動化されたシステムは、多くの複雑でやっかいな課題も含んでいる。その例として、社会は、どのように、敵意あるロボットに対応することができるか、機械学習システムによりブルーカラーやホワイトカラーの雇用の代替に対応することができるのか、技術革新の恩恵は、社会全体に広がるのか、それとも恵まれた一部の人のためのみのものなのか、という問題意識を挙げている。その他、自動化されたシステムが、人間が理解できるよりも高速で意思決定を行うときに、人間の倫理的原則を尊重させるようにするためにはどうするか、どのように法的権利や責任を付与すべきか、ロボットを単なる洗練された道具としてみなすのか、新たな生命の形態として取り扱うべきか、といった点も同コースで取り上げられた。

同コースの目標は、学部生に対して、将来の AI マシンの時代を成功裏に進んでいくための知的なツール、倫理的基盤、心理的な枠組みを提供することだとしている。

---

<sup>111</sup> <http://web.stanford.edu/class/cs122/>

## 第2章 EU

政策	優先分野、研究費、人材育成、評価	試験環境整備・標準化支援	制度整備・消費者保護
関連政策	Horizon 2020、デジタル・アジェンダ (ロボティクス、サイバー・フィジカル、 スマート・システム統合、ビッグデータ/オープンデータ、 Photonics KET)		EASA (European Aviation Safety Agency) ドローンの運用規則 策定

### 2-1 研究開発体制の概況と AI 関連政策の概要

2010年に開始されたEUのデジタル社会化プログラム「デジタル・アジェンダ (Digital Agenda for Europe)」<sup>112</sup>でAIに関する直接の言及はないが、R&Dテーマには、「Robotic」などAI関連のものが見受けられる<sup>113</sup>。

具体的なR&D支援策としては、EUにおけるR&D支援プログラムである「第7次EU研究開発フレームワーク計画 (Framework Program-7: FP7)」(2007年～2013年)<sup>114</sup>と、その後継プログラムである2014年から実施されている「Horizon 2020」がある。これらのプロジェクトのなかには、ICT部門のなかでの募集テーマの幾つかでAI関連のものがある。EUのR&D支援プログラムの特徴は、多国籍の産官学の連携により、成果のEU加盟国全体での商用化と国際展開を目指していることであり、技術開発支援と産業振興支援が分かちがたく結びついているといえる。

### 2-2 AI 関連政策：産官学連携に基づく R&D 支援政策

#### 2-2-1 研究開発プログラム「FP7」(2007～2013年)

2007年から2013年までの期間を対象とするFP7の予算は、総額324億1,300万ユーロと大規模な研究開発予算となっている<sup>115</sup>。支援対象の分野は、10分野(ヘルス、食品・農業・漁業・バイオ技術、情報通信技術、ナノサイエンス・ナノ技術・素材等、エネルギー、環境(気候変動含む)、交通、社会経済・人文、宇宙、セキュリティ)をカバーする。情報通信技術分野には、総額90億5,000万ユーロの予算が割り当てられた。同予算は、様々な

<sup>112</sup> <http://daeimplementation.eu/>

<sup>113</sup> <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/research-and-innovation>

<sup>114</sup> 同プログラムの位置づけや概要については、小川紘一他(2010)「欧州型オープン・イノベーションシステムとしての Framework Program」参照

([http://pari.u-tokyo.ac.jp/unit/iam/outcomes/pdf/papers\\_100302ogawa.pdf](http://pari.u-tokyo.ac.jp/unit/iam/outcomes/pdf/papers_100302ogawa.pdf))。

<sup>115</sup> [https://ec.europa.eu/research/fp7/index\\_en.cfm?pg=cooperation](https://ec.europa.eu/research/fp7/index_en.cfm?pg=cooperation)



個別プロジェクトに割り当てられ、多くのプロジェクトは完了しているものの、一部は 2016 年頃まで実施されている。

表 2-1 研究開発プログラム「FP7」(2007～2013 年)における関連プロジェクト例

①MobiS : 先進的な AI 技術を介した効率的で安全なモビリティ・サービス<sup>116</sup>

期間	2012 年 10 月 1 日～2015 年 5 月 31 日
拠出額	487 万 7,624 ユーロ (うち 303 万 8,000 ユーロが EU のファンド)
概要	プロジェクトの主な目的は未来のインターネット技術や AI のメソッドを活用・カスタマイズされ、インテリジェントなモビリティのプラットフォームに関する概念やソリューションを創出することである。人間、物、自然、社会環境、ビジネス環境といった都市の複雑なモビリティのネットワークのモニターや管理が MobiS により実現される。

②CYBEREMOTION : サイバー空間における集合的感情<sup>117</sup>

期間	2009 年 2 月 1 日～2013 年 1 月 31 日
拠出額	460 万 6,660 ユーロ (うち 360 万ユーロが EU のファンド)
概要	プロジェクトの主な目的は電子コミュニティで形成される集合的感情の過程を理解することである。相互作用する人間の異質性 (heterogeneity) を解明し、次世代の感情的・インテリジェントな ICT サービスの開発における理論的なバックグラウンドを確立する。

③AlterEgo : AlterEgo の人工的エージェントによる社会的相互作用の向上<sup>118</sup>

期間	2013 年 2 月 1 日～2016 年 1 月 31 日
拠出額	383 万 4,912 ユーロ (うち 292 万ユーロが EU のファンド)
概要	プロジェクトでは人工的エージェントによるインタラクティブな認知的アーキテクチャを開発する。社会不安を患う人との持続的な相互作用での活用を想定している。ロボットをベースとする治療は、患者との社会的相互作用を向上させ、既存のセラピーを代替する。

以上のような開発プロジェクト以外にも、「ICT」「セキュリティ」等の枠組みで実施されたプロジェクトのなかには AI 技術を課題解決のカギとするものがある。例えば、2009 年～2012 年に実施された水害対応の「URBANFLOOD」では、災害対応アクションのアルゴリズムに以下のような形式で AI ソフトウェアの活用が組み込まれている<sup>119</sup>。

<sup>116</sup> <http://www.mobis-euproject.eu/>

<sup>117</sup> <http://www.cyberemotions.eu/>

<sup>118</sup> <http://www.alterego-project.eu/CMS/>

<sup>119</sup> FP7 の予算で実施された研究開発プロジェクトについては、[http://cordis.europa.eu/search/simple\\_en](http://cordis.europa.eu/search/simple_en) の検索サービスが提供されており、分野別や FP7、Horizon 2020 等の枠組み別検索、キーワード検索が可能になっている。

- ①堤防に埋め込んだ各種センサーが水位データを収集
- ②水害対応人口知能ソフトウェアが、センサーデータを分析、異常を感知した段階で、以前に実施されたシミュレーションからの学習結果に基づき、被害状況を予測、対策モデルを提示。
- ③データの異常を早期警報システムにより関連部署に通知するとともに、②のモデルをウェブベース・インターフェースで画像化、インターネット網を通じて関連庁舎の双方向タッチパネルに送信。
- ④堤防管理者がパネル上の画像データから事態の危険性を判断、起こり得る事態に関する予測データ等を加えて新たなシミュレーションを実施しながら具体的対応を指示。

こういった応用例では、危機対応に先立つデータ分析・シミュレーションでの AI の活用が期待されており、「Horizon 2020」等でビッグデータ分析が AI 関連テーマとして特に注目される要因となっている。

## 2-2-2 研究開発プログラム「Horizon 2020」（2014 年～2020 年）<sup>120</sup>

2014 年から 2020 年までの期間を対象とする研究開発プログラムの「Horizon 2020」の予算総額は約 800 億ユーロに上る<sup>121</sup>。同プログラムは、欧州 2020 フラッグシップ・イニシアティブである、イノベーション連合（Innovation Union）の実施の一環に位置づけられており、欧州のグローバルな競争力を確保することを目的としている。支援対象の分野は、22（①農業・森林、②海洋資源、③バイオ系産業、④バイオ技術、⑤エネルギー、⑥環境・気象関連、⑦食品・健康的な食事、⑧研究者支援、⑨ヘルス、⑩ICT リサーチとイノベーション、⑪イノベーション、⑫国際協力、⑬主要技術、⑭産業界と加盟国のパートナーシップ、⑮素材、⑯研究基盤、⑰セキュリティ、⑱中小企業、⑲社会科学と人文、⑳社会、㉑宇宙、㉒交通）に分類されている。

### (1) 2014 年関連プロジェクト例

2013 年 11 月に、「ICT」の枠組みで 2014 年半ばに開始予定の以下の助成対象テーマの公募が開始された。いずれも住民の社会生活の向上を意図した研究・技術開発という意義づけがされている<sup>122</sup>。募集要項に見る各テーマの概略は以下のとおりである。

<sup>120</sup> <http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/>

<sup>121</sup> <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/what-horizon-2020>

<sup>122</sup> Horizon2020 の枠組みで募集・実施されているプロジェクトについては、<http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/index.html> から検索可能である。

表 2-2 「Horizon 2020」における 2014 年の AI 関連 R&D 公募テーマ例

①ICT-01-2014 : Smart Cyber-Physical Systems

課題	IoT サービスの発展には安全な埋め込みシステム及びサイバー・フィジカル・システムが欠かせないという見地に立って、安全、安心かつサイズ及びコストの面でパフォーマンスの高い「システムのシステム」をデザイン、プログラム及び設定する。
アクションの内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リサーチ・イノベーション 適合性、規模、安全・安心、信頼性等の要件を満たし、自律性の高い CPS 及び「システムのシステム」の先駆的モデルを作成する。市場の要求に見合った少なくとも 2 通りの補完的な使用例を提示し、成果には広範な環境設定及びミドルウェアを含むこと。</li> <li>・コーディネーション・サポート CPS 業界の発展に資するプラットフォームを提示し、産学の専門家の開発活動の指針となること。</li> </ul>
拠出予定額	応募プロジェクトの内容により 500 万ユーロまで。 同 100 万ユーロまで。
予想できる成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市場における CPS のパフォーマンス向上方法の提示</li> <li>・CPS の先駆的モデルの提示による開発期間・コストの短縮</li> <li>・CPS の互換性向上</li> </ul>

②ICT-02-2014 : Smart System Integration

課題	複数の技術、機能及び素材の統合によるコンパクトでエネルギー面で自立性の高い次世代スマート・システムの開発により、欧州市場のナノエレクトロニクス展開戦略に資する。
アクションの内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リサーチ・イノベーション コンパクトでエネルギー効率が高く、応用性の広いスマート・システムとともに、ユーザーの個別の要求に応じたアプリケーションの R&amp;D を実施する。</li> <li>・イノベーション － 学術機関及び中小企業によるスマート・システムの開発に対するアクセスサービスを提供する。 － 製品の商品化に先立ち、各種調達をの便をを図る。</li> <li>・コーディネーション・サポート スマート・システム業界の各種機関のネットワーク形成を図り、プロジェクト</li> </ul>

	トの監修や研修活動を実施、国及び地域レベルの R&D におけるシナジーを推進する。
予想できる成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リサーチ・イノベーション <ul style="list-style-type: none"> <li>－マイクロ・ナノ規模でのシステムの機能向上により、より小さなサイズでコストの低いシステムを構築</li> <li>－医療、通信、消費者サービス、安全安心、エネルギー及び運輸アプリケーションにおけるスマート・システム需要の増大に見合ったマイクロシステム分野での欧州の優越</li> <li>－住民の健康、生活の質、環境等の社会的な問題解決の機会の増加</li> </ul> </li> <li>・イノベーション <ul style="list-style-type: none"> <li>－ミニチュアスマートシステムの産業・エンドユーザ向けアプリケーション需要に応じた製品への応用</li> </ul> </li> <li>・商品化前調達 <ul style="list-style-type: none"> <li>－ヘルスケア部門での公共調達部門での革新的ソリューションの採用</li> </ul> </li> <li>・コーディネーション・サポート <ul style="list-style-type: none"> <li>－R&amp;I 活動の調整による教育・訓練スキルの向上</li> </ul> </li> </ul>

### ③ICT-15-2014 : Big data and Open Data Innovation and take-up

課題	欧州企業が多言語のデータを利用して多様なサービスを実施するための意味的に互換性の高いデータ分析技術を提供する。
アクションの内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リサーチ・イノベーション <p>言語・地理・産業の境界なしに、中小企業のオープンデータ再利用、欧州企業のオープンデータ資産のアプリケーション開発への提供、中小企業のオープンデータ利用ビジネスへの進出、欧州規模のオープンデータ・ポータルと各国ポータルとのリンク形成、リンクによるオープンデータ利用の拡大のいずれかに資する提案を実施</p> </li> <li>・コーディネーション・サポート <p>データ資産の有効な交換及び再利用のための法規則の枠組み、実験やパイロットプロジェクト実施支援、欧州スキルセンターにおける研修カリキュラム等を提示する。</p> </li> </ul>
予想できる成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特に中小企業が参加可能な欧州レベルのデータ供給チェーンの形成</li> <li>・商用化可能な数十のデータ分析ソリューション</li> <li>・データ分析の研究者のためのデータ素材の入手機械の増大</li> <li>・ビッグデータユーザとデータ提供者間のコミュニティ形成</li> </ul>

④ICT-23-2014 : Robotics

課題	<p>広範な産学協同体制により、産業及びサービスの両面で現実世界のニーズに適合する人類との双方向性が高くかつ安全な次世代ロボットを製作する。</p>
アクションの内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リサーチ・イノベーション <ul style="list-style-type: none"> <li>－合目的性、認知能力、柔軟性、従順さ、双方向性、操作性等、ロボットに求められる基本的な機能の向上を図る。</li> <li>－以上の成果に基づき、産業界での多様な用途に適合させるデモンストレーションを実施する。</li> <li>－資源と評価基準の共有のため、業界共通のハードウェア及びソフトウェアのプラットフォームを提示し、ベンチマーク策定のイニシアティブを主導する。</li> </ul> </li> <li>・コーディネーション・サポート <ul style="list-style-type: none"> <li>開発技術の商用利用推進を目指し、ロボット業界、システム・インテグレータ及びユーザーとの協同を推進する。</li> </ul> </li> <li>・商用化に先立つ調達 <ul style="list-style-type: none"> <li>開発技術の公共の利益を鑑み、環境及びインフラと適合した調達方法を提示する。</li> </ul> </li> </ul>
予想できる成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2020年までに欧州のロボット市場でのシェアを世界の3分の1、専用サービス向けロボットについては50%に押し上げる。</li> <li>・欧州ロボット市場での新設・ベンチャー企業のシェアを2020年までに少なくとも20%まで押し上げる。</li> <li>・欧州の製造業、特に中小企業の競争力の向上</li> <li>・産学連携による情報交換と共同プロジェクトによる産業ニーズと学術研究の相互的な発展</li> <li>・ロボット技術の適用範囲の拡大</li> <li>・ロボットの技術レディネスのレベル向上</li> <li>・新規のロボットシステムのパフォーマンス評価及び認証方法の確立</li> <li>・欧州の研究レベルの水準の高さを維持し、成果を国際的に発表</li> <li>・拡大する市場に見合った専門家の確保</li> <li>・共有できる資源の確保</li> </ul>

⑤ICT-26-2014 : Photonics KET

<p>課題</p>	<p>国や地域でばらばらに開発されている光通信技術の成果をまとめ、住民の利便や厚生に資するソリューションを複数の産業界が協力して提示できる環境を調整する。</p>
<p>アクションの内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リサーチ・イノベーション             <ul style="list-style-type: none"> <li>－新世代の光通信デバイスに向けて多様なユーザーのニーズに適応し得るアプリケーション志向のコアテクノロジーを開発する。</li> <li>－移動性が高く、低コストのスクリーニングデバイスにより、各種医療診断への応用性を高める。</li> <li>－0.7～50um の近距離・中出力のアプリケーション向けの低コスト、高パフォーマンス、マルチバンドのセンシング・デバイスにより、市民の生活のセキュリティを高める。</li> <li>－特にセンシングの領域については、リサーチラボでの開発事例が産業利用可能であるかのデモンストレーションが重要視される。</li> </ul> </li> <li>・イノベーション             <ul style="list-style-type: none"> <li>－Solid State Lighting (SSL) のためのオープン・システム・アーキテクチャを提示し、当該のアーキテクチャが各種インターフェースの標準化を目的として、モジュール間に互換性があることを示すこと。</li> </ul> </li> <li>・コーディネーション・サポート             <ul style="list-style-type: none"> <li>－EU の主導する Photonics21 の参加者間のネットワーク形成</li> <li>－SSL 技術の利用促進に向けた欧州各都市間の情報共有</li> <li>－汎 EU レベルの一般に向けた光通信情報の浸透</li> </ul> </li> <li>・ERA-NET 共同基金             <ul style="list-style-type: none"> <li>－各国・地域の計画と協力して ERA-NET 共同基金によるプロジェクト助成を推進する。</li> </ul> </li> </ul>
<p>予想できる成果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リサーチ・イノベーション             <ul style="list-style-type: none"> <li>－アプリケーション志向技術開発による医療診断及びセキュリティ市場でのプレゼンス向上</li> <li>－バリューチェーン間の連携による欧州企業のビジネス機会の増大</li> <li>－産業・市民生活の双方に有益な新しいセンシング・システム</li> </ul> </li> <li>・イノベーション             <ul style="list-style-type: none"> <li>－欧州製のインテリジェント・ライティング・システムの世界での地位向上</li> <li>－オープン・システム・アーキテクチャとインターフェースの標準化によるユーザーの利便性</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コーディネーション・サポート <ul style="list-style-type: none"> <li>－キー技術の開発者とユーザーの関心共有によるバリューチェーンの強化</li> <li>－SSLの利用による都市市民の生活の利便性向上例の提示</li> <li>－一般の人々の光通信への関心の増大の提示</li> </ul> </li> <li>・ ERA-NET 共同基金 <ul style="list-style-type: none"> <li>－複数の国や地域の資源共有による EU レベルの R&amp;D プログラム実施</li> </ul> </li> </ul>
--	--

## (2) 2015 年関連プロジェクト例

2014 年 7 月にも前期と同様の趣旨で新たな R&D テーマの公募が開始された。2015 年向け公募テーマの 2 件は 2014 年のテーマのうち、ビッグデータとロボットに注目し、より産業的な視点で市場展開を意図したものとなっている。募集要項の概略は以下のとおりである。

表 2-3 「Horizon 2020」における 2015 年の AI 関連 R&D 公募テーマ例

### ①ICT-16-2015 : ビッグデータ (Big data - research)

課題	ビッグデータ分析における規模と分析能力に関する問題の解決、特に産業界に有益なユーザー仕様のシステム構築と監視・計測プロセスの厳密化を課題とする。
アクションの内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ リサーチ・イノベーション <ul style="list-style-type: none"> <li>－多言語、マルチモーダルなデータ、特にオープンデータのポータルからの多様なオープンデータの最適な処理方法の提示に関する協同プロジェクトの実施</li> <li>－協同プロジェクトによる産業界に適用可能で汎用性の高いベンチマーキング方法の提示</li> </ul> </li> <li>・ サポート <ul style="list-style-type: none"> <li>－分析活動評価のための小規模なコンソーシアムを形成、分析の規模と深さにおいて優れた活動を評価、報奨する。</li> </ul> </li> </ul>
予想できる成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 超大規模データ分析のパフォーマンス向上と最適化</li> <li>・ 分析の量、正確さ、フィージビリティの厳格なテストを通じた技術能力の高さの提示</li> <li>・ 欧州のオープンデータの価値創出の可能性の提示による関連企業での雇用機会の増大</li> </ul>

②ICT-24-2015 : ロボティクス (Robotics)

<p>課題</p>	<p>官民協力に基づくロボット開発のロードマップとモデルの提示により、産業・サービスロボット市場を活性化する。</p>
<p>アクションの内容</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リサーチ・イノベーション ヘルスケア、消費者対応、運輸を優先的適用分野とし、キーとなるロボット技術を特に重視し、人類との双方向コミュニケーション、ナビゲーション、知覚等の部分で強化する。また各種領域で四肢の不自由を中心に障害のある人々への介助を可能とする。開発の成果については、市場での応用可能性を提示するためのデモンストレーションを実施すること。</li> <li>・イノベーション：産学協働 産学協働シナリオに沿って学術団体と企業がインフラを共有、産業界のプラットフォームで小・中規模の実験を実施する。この活動においては、各分野で持続的な情報交換と成果の影響についての議論が推進されることが望ましい。外部からの資金提供を受ける場合は、実験の有効性について、当事者以外にも学術研究者、産業界及びユーザー代表による選考を実施する。</li> <li>・イノベーション：利用ケース プロジェクトで提示されたソリューションの産業・サービス場面での応用性拡大のため、関連のステークホルダーがすべてバリューチェーンに加わる。</li> <li>・商用化に先立つ調達 特にヘルスケア部門において、商用化に先立つ調達を含む一般の関心を喚起する。</li> <li>・コーディネーション ロボットに関するネットワーク形成、教育、一般の関心の喚起、技術への注視、標準化、産学協働、各国プログラムの連携等を目指した協働活動を実施し、一般のロボットへの認識を深める。またスマートロボット開発推進を目的としたコンクール等を実施する。</li> </ul>
<p>予想できる成果</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2020年までに欧州のロボット市場でのシェアを世界の3分の1、専用サービス向けロボットについては50%に押し上げる。</li> <li>・欧州ロボット市場での新設・ベンチャー企業のシェアを2020年までに少なくとも20%まで押し上げる。</li> <li>・欧州の製造業、特に中小企業の競争力の向上</li> <li>・産学連携による情報交換と共同プロジェクトによる産業ニーズと学術研究の相互的な発展</li> <li>・ロボット技術の適用範囲の拡大</li> <li>・ロボットの技術レディネスのレベル向上</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新規のロボットシステムのパフォーマンス評価及び認証方法の確立</li> <li>・欧州の研究レベルの水準の高さを維持し、成果を国際的に発表</li> <li>・拡大する市場に見合った専門家の確保</li> <li>・共有できる資源の確保</li> </ul>
--	---

また、2015年10月に発行された「Horizon 2020 Work Programme 2016-2017」の草稿<sup>123</sup>では、今後2年間の公募プロジェクトの候補として、スマート・サイバー・フィジカル・システムズ (Smart Cyber-Physical Systems) (1件)、スマート・システム統合 (Smart System Integration : SSI) (1件)、ビッグデータ (5件)、Photonic KET (2件)、Robotics and Autonomous System (4件) 等、2014-2015 のプロジェクトの後継となる例が複数挙げられている。

上記に関連して、技術トレンドに関するケーススタディの報告書や EU サイトでのプロジェクト紹介もあり、代表的な例には以下のようなものがある。

- ・「ビッグデータと AI (ケース 9)」 (BigData & Artificial Intelligencer) : ビジネス・イノベーション・オブザーバトリーが作成した研究開発トレンドに関する報告書<sup>124</sup>。
- ・プロジェクト紹介例:AI によるプラスチック成型の最適化プロジェクトについての紹介<sup>125</sup>。

## 2-3 AI 関連の研究開発担当部局

### (1) 欧州委員会研究開発総局 (Directorate-General for Research and Innovation)

EU の研究開発部門を担当する総局 (省庁と同格の役割を果たす部署) として、「研究開発総局」が欧州委員会内に設置されている。同総局は、研究開発担当委員 (Commissioner for Research, Science and Innovation) のもと、EU の研究開発政策の立案・実行、ならびに、加盟国の研究開発政策の分析、評価、勧告などを行う。

### (2) 欧州委員会通信ネットワーク・コンテンツ・技術総局 (DG Connect)

EU の情報通信部門を担当する総局として、通信ネットワーク・コンテンツ・技術総局 (DG Connect) が欧州委員会内に設置されている。同総局は、EU におけるデジタル化政策の立案・実行を担当している。同局内には、A から H までと R の部局 (Directorate A から H と Directorare R) の 9 つの部局が設置<sup>126</sup>されており、各部局の下には、5 から 6 のユニッ

<sup>123</sup> [http://cache.media.education.gouv.fr/file/ICT/32/7/ICT\\_consolidated\\_WP2016-17\\_05\\_08\\_2015\\_final\\_458327.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/ICT/32/7/ICT_consolidated_WP2016-17_05_08_2015_final_458327.pdf)

<sup>124</sup> <http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/13411/attachments/2/translations/en/renditions/native>

<sup>125</sup> <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/optimising-plastic-injection-moulding-through-artificial-intelligence>

<sup>126</sup> A から H までそれぞれ、A : 要素とシステム、B : 電子コミュニケーションネットワークとサービス、C : エクセレンス・イン・サイエンス、D : 協力、E : ネットの未来、F : デジタル・エコノミーとコーディネーション、G : メディアとデータ、H : デジタル社会、信頼、セキュリティを担当しており、部局 R

トが置かれており、各ユニットが研究開発にかかる個別分野を担当している。各ユニットの説明では、AI についての記述は見られないものの、部局 A ユニット 2 は、ロボティクスを担当しているほか、部局 A ユニット 3 では、複雑システムと高度コンピューティングの担当のもと、サイバー・フィジカル・システムやスマートシティ等を推進している。

なお、同局では、「第四の産業革命」により、サイバー・フィジカル・システム、モノのインターネット (IoT)、ビッグデータ、クラウド・コンピューティング、ロボティクス、AI の各分野が統合されることにより、線的な発展ではなく、飛躍的な発展がもたらされると見る<sup>127</sup>。また、「第四の産業革命」により、世界的な収入水準の引き上げや、生活水準の向上につながると見られるほか、以下の効果があると見ている。

- ・ビジネス面：顧客の期待、製品開発、コラボレーティブ・イノベーション、組織形態を大幅に変化させる。新技術により、資産の耐久性が増す一方で、データ分析により運用方法が変化する。
- ・政府面：新技術により、市民の参画が増加する一方で、政府は市民を管理するためのツールをより多く手にすることになる。政府と議会は、その状況に対処するために市民社会とより密接に協力しなければならない。
- ・市民側：大きな課題としては、プライバシー、オーナーシップのあり方、消費パターン、スキル獲得のための時間配分が挙げられる。

また、同総局では、「デジタル単一市場」形成に向けた戦略の一環として、各領域における研究開発 (R&D) を推進するとともに、様々なイベントやワークショップも開催し、関連他団体のイベント等にも参画している。その一つとしては、欧州科学技術協力 (Cooperation in Science and Technology : COST) におけるイベントへの参画が挙げられる。EU では、1971 年から、各国レベルでの研究開発活動を汎欧州でネットワーク化することを目的に、欧州科学技術協力 (Cooperation in Science and Technology : COST) が活動している<sup>128</sup>。COST は、2013 年に「ソーシャル・ロボティクスに関する COST ワークショップ (COSTCOST Workshop on Social Robotics)」を開催し、以下の DG Connect の関係者が発表を行った<sup>129</sup>。

- ・ Anne Bajart (EC/DG Connect A2 Robotics) : 欧州の基金によるロボティクス分野の研究動向：成果と展望
- ・ Fabrizio Sestini (EC/DG Connect) : コレクティブ・インテリジェンス、インターネット倫理と持続可能性：ソーシャル・ロボティクスにかかる 이슈

---

がサポート業務を担当している。

<sup>127</sup> <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/fourth-industrial-revolution>

<sup>128</sup> [http://www.cost.eu/about\\_cost](http://www.cost.eu/about_cost)

<sup>129</sup> <http://www.cost.eu/events/socialrobotics>、<http://www.cost.eu/download/38182>

## 2-4 AI 関連分野の市場動向と企業の取り組み：民間における連携

欧州の民間における連携事例としては、EU 加盟諸国を中心とする欧州各国の AI 関連団体が 1982 年に設立した ECCAI (European Coordinating Committee for Artificial Intelligence)<sup>130</sup>があり、講演会やサマーセミナー等、情報交換・研修イベントを実施している。参加団体は 2016 年 1 月現在、28 に達する。ECCAI の開催する特に大きな行事としては、2 年毎に開かれる欧州人工知能カンファレンス (European Conference on Artificial Intelligence) があり、2016 年には 8 月から 9 月にオランダのハーグで、学術研究者を招いての講演やシンポジウムが計画されている<sup>131</sup>。ECCAI に参加する各国の団体の性質は、研究機関・営利団体の別を問わない専門家集団という位置づけで、それぞれの国で講習会や年次講演会等の啓発イベントを主催している<sup>132</sup>。

## 2-5 AI の社会への影響に関する議論等

AI の社会的影響に関する EU 主導の研究活動として、前記 FP7 の枠組みで 2012 年 3 月から 2 年間にわたって実施された「RoboLaw－欧州における新興技術規制：ロボット技術<sup>133</sup>に対する法と倫理 (Regulating Emerging Technologies in Europe: Robotics Facing Law and Ethics)」が挙げられる。このプロジェクトの目的は、①現行の法的枠組みが急速に進行しつつあるロボット技術に適合し得るものであるかを広範に調査・考察し、②ロボット技術の発展が今後の社会規範、人々の価値観、社会的行動プロセスに与える影響を予測することにあつた。プロジェクトにはイタリアのサンタンナ大学を中心に、オランダ 1、ドイツ 2、英国 1 の合計 5 つの大学が参加し、助成金総額は約 149 万 5,000 ユーロである。プロジェクト開始にあたって提示された活動内容は以下のとおりである。

- ・プロジェクト管理体制の整備
- ・一般社会の規範と新技術との調整に関する政府機関等のガバナンスのパターン化
- ・「RoboLaw」進行のロードマップ作成
- ・ロボット技術の法的位置づけの調査
- ・未来技術に対する人間側の条件と取り組みの様態
- ・ロボット技術規制のガイドライン制作に関する勧告
- ・詳細分析及び他の SIS 技術領域とのネットワーク作り

<sup>130</sup> ポータルサイト URL は <http://www.eccai.org/>

<sup>131</sup> <http://www.ecai2016.org/>

<sup>132</sup> 英 BCS-SGAI、仏 Afia 等

<sup>133</sup> ここでは、人工知能を用いて人々の活動に貢献する技術を広く「Robotic」としており、ヒト型ロボット、産業用ロボット等のみならず、各種ヘルスケア機器や自動運転車等も「ロボット」に含まれる。

プロジェクト終了に当たって発行された報告書<sup>134</sup>では、調査・分析活動は、①個々の利用ケースにつき、現行の法的パラダイムが適切であるかを論議、②テクノロジーへの規制に際して、「倫理」が直接また間接に果たす役割の明確化、③新技術の利用によりこれまでの生活では不可能であったことが可能になることが、我々のアイデンティティの在り方にも大きな影響を与え得ることの例証、④ロボット利用による我々の能力の向上の可能性を論議、⑤ロボット関連事業者の技術向上への意欲と我々の人権に対してもプラスの効果をもたらす法的枠組みの在り方についての考察の 5 段階で進められ、以下の認識が得られたとしている。

- ・ロボット技術は欧州産業の発展戦略の重要項目の一つであり、欧州が世界標準の確立で主導権を取ることが、今後の世界市場での展開に最も必要とされる。
- ・進展の著しい技術分野の規制は、国による原則重視のものよりも、事業者が開発活動に合わせて柔軟にコードを調整するソフト・ロー（soft-law）形式が望ましい。
- ・ロボット技術は広範に一般の人々の生活に浸透しつつあり、ヘルスケア等では特に、個人情報や人権の尊重について十分な対策が必要とされる。
- ・ロボット技術に対する法規制は、それが人間の生活に深く関わるものであるという認識に基づき、倫理的な見地に基づくものであるべきと考えられる。

特に規制機関への勧告作成に当たっては、ロボット技術の社会への浸透を考慮し、それを我々の様々な能力の向上に役立てる方法に関する論議が最も重要であるとされ、以下の六つの主な論点についての知見を提示している。

- ・ロボット関連分野を他の産業分野と質的に異なる特殊分野とし、規制に際して他の分野と異なる原則を立てるべきかについては、ロボット技術が人間の社会生活のなかで用いられるものである以上は否であり、環境や製造物責任等の既存の法規制と異なった原則に立つものとは考えにくい。
- ・新興技術の規制における倫理の役割は、その技術に社会的意味付けを与えることであり、その使用法に関する「文化」を規定することである。
- ・障害を持つ人々がロボット技術を用いる場合を考える際の視点は、社会的に不都合な事情を持つ人々に治療的介入を行うというのではなく、個々人がそれぞれの置かれた状況下で生活の質（Quality of Life : QoL）を高め、より高い能力を発揮するためのツールを利用するというものであるべきである。
- ・EU 政府のロボット規制は、「ロボット技術が様々な社会的側面で人間の能力向上に貢献する」という基本方針に基づき、当該の技術を用いる個々の産業分野でケースバイケースの対応を可能にするものであることが望ましい。

---

<sup>134</sup> Guidelines on Regulating Robotics, 2014 年 9 月 ([http://www.robotlaw.eu/RoboLaw\\_files/documents/robotlaw\\_d6.2\\_guidelinesregulatingrobotics\\_20140922.pdf](http://www.robotlaw.eu/RoboLaw_files/documents/robotlaw_d6.2_guidelinesregulatingrobotics_20140922.pdf))

- 製造物責任等に関しては、製品の安全性を高めるための事業者による投資の促進と消費者が製造者に製品への意見を申し立てる機会の増大を図ることがポイントであり、規制は技術そのものよりも、その社会において果たす意義を重視したものであるべきである。
- ロボット技術の適用分野は急速に拡大しており、「ロボット」に対する一律の規制の方針を立てることは困難である。しかしながら、規制側がロボット技術利用の共通の目的は、それをを用いる人々の社会適応であるという認識を持ち、論議の場をオープンにすることで、技術の発展とそれをを用いる人々への責任に対する意識向上をともに図ることが可能になると考えられる。

## 第3章 英国

政策	優先分野、研究費、人材育成、評価	試験環境整備・標準化支援	制度整備・消費者保護	
英国	アラン・チューリング研究所（2014）設立	ビジネス・イノベーション・技能省・Innovate UK 高度製造業支援、イノベーター、プラットフォーム・エコシステム形成支援		
市場	産官学共同研究	応用研究	市場ニーズ開拓	製品・サービス開発
自動運転	オックスフォード大学の「ロボット・カーUK」プロジェクトにおける基礎・応用研究	Innovate UK の「コネクテッド・自律車両システム」プロジェクトによる技術開発・市場化への支援		

### 3-1 研究開発体制の概況と AI 関連政策の概要：R&D 関連政策

#### 3-1-1 英国研究開発支援（資金交付）制度の概要

研究開発を所管する省庁は、ビジネス・イノベーション技能省（Business, Innovation and Skills：BIS）であり、BIS 予算から国内の研究機関への政府の援助資金が拠出される。研究開発を実施する機関として、公的研究機関、大学等の高等教育機関及び民間の研究機関があり、BIS 研究開発費がこれらの研究実施機関に配分される。ただし、研究実施機関への予算配分は BIS から直接に実行されず、まず、BIS から、高等教育資金会議（HEFCs）、研究会議（RC）、Innovate UK（旧称：技術戦略審議会（TSB））といった研究支援機関へ交付金が供与され、同支援機関から各研究実施機関へ研究資金が交付される。このうち、RC は研究助成の中心機関であり、バイオテクノロジー・生物科学研究会議（BBSRC）、「工学・物理科学研究会議（EPSRC）、医学研究会議（MRC）、自然環境研究会議（NERC）、芸術・人文学研究会議（AHRC）、経済・社会研究会議（ESRC）、科学技術施設会議（STFC）の 7 分野にわたり、公的研究機関を中心（一部高等教育機関を含む）に研究資金の助成を行っている<sup>135</sup>。RC 傘下の研究実施機関に対しても、RC から資金が供与される。

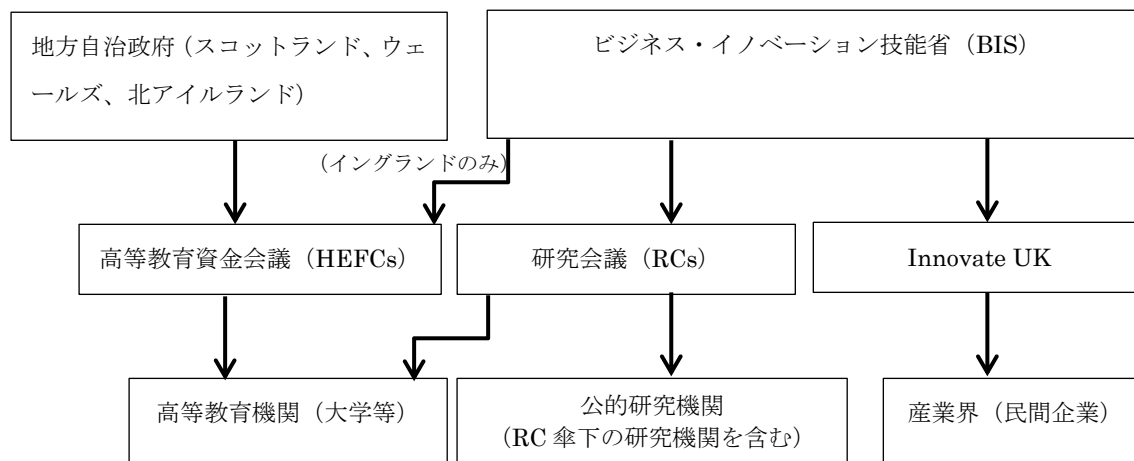
大学等の高等教育機関へ研究資金を交付する HEFC への交付金の拠出は、地方自治政府が（スコットランド、ウェールズ、北アイルランド）が各地域の研究開発交付金を負担している。ただし、イングランド地域については、BIS が高等教育機関への援助資金を負担する。

英国におけるイノベーションを支援している機関 Innovate UK は、BIS の下、民間企業

<sup>135</sup> STFC は、資金助成のほか、研究施設の管理・運営を担当。また、BBSRC、MRC、NERC は、自身でも基礎・応用研究を実施している。

を中心に研究支援を実施している。また、大学・公的研究機関に対しても、研究成果の実用化・商用化を進める産学連携プロジェクトにおいて研究助成を行っている。

図 3-1 英国政府の研究開発支援体制



出所：各種資料より作成。

### 3-1-2 AI 関連分野の研究開発体制

上記の政府研究開発体制において AI 分野の研究開発への政府資金援助がどの程度実行されているか、調査の範囲で詳細は不明である。ただし、英国内の大学においては、後述のとおり、AI 関連分野の研究が積極的に実施されている状況にあり、これらの研究活動に政府の教育援助が一定の役割を果たしていると考えられる。大学を始めとする高等研究機関への資金援助は、各研究プロジェクトを対象に交付される「競争的研究資金」のほか、各研究機関の運営に必要な職員給与や施設・設備の運用支援を目的にし、自己の裁量で用途を定めることができる「ブロック・グラント」で構成されており、大学で実施される研究活動もこれらの交付金の支援を得ていると考えられる。

なお、英国政府は、2012年に、研究開発の重点分野として、以下の八つを重要技術(8 Great Technologies)として特定しており、政府の開発支援が進められている。

- ・ ビッグデータ
- ・ 衛星
- ・ ロボット工学・自律システム
- ・ 合成生物学
- ・ 再生医療
- ・ アグリサイエンス
- ・ 先端材料
- ・ エネルギー貯蔵

AI 関連では、上記のビッグデータの技術開発として、RC の傘下にある「科学技術施設会議 (Science and Technology Facilities Council : STFC)」が、2015 年に IBM と共同で同社の Watson を利用したコグニティブ・コンピューティングの研究開発を進めるパートナーシップ協定を結んでいる。また、ロボット工学・自律システム (RAS : Robotics and Autonomous Systems) 分野では、英国政府が、初のロボット戦略「RAS 2020 戦略 (RAS 2020 Strategy)」を 2014 年に発表しており、そのなかで、AI を含むソフトウェア開発人材の育成を目指すこととしている。

### 3-1-3 2010 年のロボット五原則 (Five Robotics Principles)

上述の工学・物理科学研究会議 (EPSRC) と芸術・人文学研究会議 (AHRC) が、2010 年 9 月に共催したロボティクス・リトリートには、主に英国の大学の研究者が参画した。同リトリートでは、ロボットが、短期的・中長期的に実社会にもたらす大きな便益が期待されることを踏まえつつ、すべての市民への利益を最大化するものとなるようなロボット開発のステップのあり方について、議論が持たれた。同リトリートでは、ロボットが導入初期から、市民の信頼感を得ることが必要であり、市民と商業の両方の利益を最大化するためには、潜在的な意図せざる影響を防ぐようにするべきであるとした。

同リトリートでは、有名なアシモフのロボット三法則 (Three Laws of Robotics) が実践的に用いられたことがないことや、抜け穴があることを踏まえて、社会がロボットを導入するうえでの倫理的な含意を検討し、現実社会を前提とした新たな 5 項目からなるロボット原則 (Principles of Robotics) として、以下を提示した<sup>136</sup>。

- ・原則 1 : ロボットは、多用途の道具である。ロボットは、国家安全保障を例外として、単一の目的として、もしくは、主目的として、人を殺傷するものとして設計してはならない。
- ・原則 2 : ロボットではなく人間が責任主体である。ロボットは設計されるもので、実行上可能な限り、既存の法律や、基本的権利、自由、プライバシー規定に準拠する形で運用される。
- ・原則 3 : ロボットは製品である。ロボットは可能な限り安全でセキュリティを確保したプロセスを用いて設計されなければならない。
- ・原則 4 : ロボットは人工製造物である。脆弱な利用者を欺く形で設計されてはならず、マシンの性格について透明性を確保しなければならない。
- ・原則 5 : ロボットの法的責任者を割り当てなければならない。

なお、同原則については、後述する人工知能・行動シミュレーション学会 (AISB) の 2016 年 4 月のコンベンションの一環のワークショップでも議論された (3-3-2 (1) 参照)。

<sup>136</sup> <https://www.epsrc.ac.uk/research/ourportfolio/themes/engineering/activities/principlesofrobotics/> 5 原則とそのコメンタリー、合わせて公表された七つのハイレベル・メッセージとそのコメンタリーの仮訳については、報告書の最後に参考資料として添付した。



## 3-2 AI 関連政策

### 3-2-1 Innovate UK

英国におけるイノベーションを支援している機関 Innovate UK は、2015 年 2 月にデジタル経済におけるビジネス・イノベーション支援を目的とした「デジタル経済戦略 (Digital economy strategy 2015-2018)」を発表した。同戦略では、2020 年までに 300 億のデバイスが無線で接続されるとの予測の下、英国のデジタル経済を下支えするため、今後 4 年間で 1 億 2,000 万ポンドの資金を配分するとしている。具体的には、2015 年から毎年 1,500 万ポンドを革新的なビジネス・プロジェクト支援に費やすとともに、それとは別に毎年 1,500 万ポンドをデジタル経済カタパルト・センター (Catapult Centre) やオープンデータ機構、テックシティ UK といった公的機関への基金として拠出することが盛り込まれている。

このうち、カタパルト・センターは、Innovate UK が管理するカタパルト・プログラムの一環として設立された研究センターである。カタパルト・プログラムは、英国が、学術・産業において優位性を有する特定の技術分野において最先端の科学技術・イノベーションの拠点を構築することを目指して、企業及び科学者・エンジニアが協力する産学連携の拠点を設立・支援し、先端技術の製品化・サービス化を目指すプロジェクトである。現在、11 のカタパルトセンター (高価値製造、細胞療法、複合セミコンダクタ・アプリケーション、デジタル、エネルギーシステム、未来型都市、医療技術、海上再生可能エネルギー、精密医療 (Precision Medicine)、衛星アプリケーション、交通システム) が設立されている。このうち、高価値製造カタパルトセンターは、2011 年 10 月に、それまで個別に研究開発を進めていた七つの研究機関を統合して設立された機関であるが、その一つウォーリック大学にあるウォーリック製造グループは、コンピュータ・サイエンスも研究対象分野の一つにしている。

また、自動運転分野では、2015 年 7 月に、コネクテッド・自律車両システム (Connected and autonomous vehicles) の開発促進を目的とした共同研究・実行可能性調査プロジェクトに対し、最大 2,000 万ポンドを助成すると発表した。コネクティビティ、車両の自律性、顧客対話 (Customer Interaction) の 3 分野に焦点を置いたプロジェクトが募集され、助成対象となる。なお、無人車両の路上実験は、すでにグリニッジ、ブリストル、ミルトンキーンズ、コベントリーで進められている。

### 3-2-1 科学・イノベーション分野の成長計画とアラン・チューリング研究所の設立

2014 年 12 月に、BIS は、財務省と共同で、「科学・イノベーション分野の成長計画 (Our plan for growth: science and Innovation)」を発表し、政府が優先的に投資を行う技術分野における具体的取り組み、科学・イノベーションを担う人材の育成、科学インフラへの投

資、研究支援、イノベーションの事業化支援等に関し、2020年度までの中期的な計画が示された。ICT 関連では、コグニティブ・コンピューティング研究センターへの1億1,300万ポンドの投資に加え、ビッグデータの収集・編集・解析等を行うデータ・サイエンスの研究拠点の一つとして、アラン・チューリング研究所 (Alan Turing Institute) の設立及び4,200万ポンドの投資が盛り込まれた。ビッグデータは、2012年秋季の財政演説で、最も重要と認められる8大技術に対し6億ポンドの追加投資を発表した際、トップに挙げられた技術で、政府はビッグデータ革新及びエネルギー効率コンピューティングの分野で世界の先駆的立場を担いたいと発表していた。また、自動車の無人運転実験のテストベッドに、900万ポンドの追加的投資も盛り込まれている。

アラン・チューリング研究所は、2015年8月に設立され、11月に運営が開始された。英国の著名大学であるケンブリッジ大学、エジンバラ大学、オックスフォード大学、ユニヴァーシティ・カレッジ・ロンドン (University College London : UCL)、ウォーリック大学 (University of Warwick) のほか、BIS傘下のRCの一つであるEPSRC (3-1 (1) 参照) の合併として発足し、政府は5年間で4,200万ポンドを投資する予定である。拠点はロンドンの大英図書館に置かれている。同研究所は、データ・サイエンスと解析研究の分野で、理論と実用の両面で世界最高水準の研究を進める<sup>137</sup>。

### 3-3 AI 関連の研究拠点・大学等

#### 3-3-1 大学・大学院

AI 関連の研究を実施している大学は以下のとおりである。なお、AI 技術開発企業の創設者の多くは、ケンブリッジ大学、オックスフォード大学出身者であり、これら大学においてAI分野の基礎研究が進んでいる。

##### (1) ケンブリッジ大学

###### ①人工知能研究グループ (Artificial Intelligence Group)

AI 研究を実施している。統計処理による神経系統、機械化推論、コグニティブ科学の研究のほか、ゲノム・生体インフォマティクス (genomics and bio-informatics)、コンピュータ学習理論 (computational learning theory)、コンピュータ・ビジョン (computer vision) 非公式推論 (informal reasoning) など多岐の分野を研究対象としている。同グループのメンバーが IBM ディープブルー開発に参加している<sup>138</sup>。

<sup>137</sup> <https://www.gov.uk/government/news/plans-for-world-class-research-centre-in-the-uk>

<sup>138</sup> <http://www.cl.cam.ac.uk/research/ai/>

## ②「マシンラーニング研究グループ」

コンピュータにミュージカルを作成させる実験を行っている。2015年12月、多数のヒットミュージカルの筋書き、登場人物の人数やそれぞれの役柄を分析・学習し、AIによる世界初のミュージカル作品を作成、2016年2月に英国で上演された<sup>139</sup>。

### (2) オックスフォード大学における「ロボット・カー」試験

2013年2月、オックスフォード大学のオックスフォード・ロボットカーUKプロジェクト研究チームが、頻繁に往復するルートでの自動運転が可能なロボット・カーの実用化テストを実施した。レーザーや小型カメラを搭載したロボット・カーに、通学・通勤路などを覚え込ませる仕組みで、運転手に代わり自動運転が可能になるという。全地球測位システム（GPS）には依存せず、車が認識したデータを用いる。

同プロジェクトを推進する同大エンジニアリング・サイエンス科のポール・ニューマン教授は、「価格が非常に高い3Dカメラを天井に積んだGoogleのテスト車と比べ、我々の技術は費用が安い」と説明している。現在の試験段階では1台当たり5,000ポンドかかっているが、将来的には100ポンド程度まで圧縮できるとの考えを示している。

図 3-1 オックスフォード大学のロボット・カー開発にかかるウェブサイト



出典：Mobile Robotics Group<sup>140</sup>。

なお、同プロジェクトのスポンサーは、工学・物理科学研究会議（EPSRC）（3-1（1）参照）、日産、位置測定技術を持つ Guidance Navigation、自動車・航空機・鉄道関連を手がける MIRA となっている<sup>141</sup>。

自動運転車については政府の振興策も進んでいる。オックスフォード大学の無人走行車の試験走行は、法律面や保険に関する不安から、私道に限られてきたが、政府は2014年7

<sup>139</sup> <http://mlg.eng.cam.ac.uk/?p=1910>

<sup>140</sup> <http://mrg.robots.ox.ac.uk/application/robotcar/>

<sup>141</sup> <http://mrg.robots.ox.ac.uk/application/robotcar/>

月に自動運転車の公道での無人走行を認める方針を明らかにし、2015年2月ロンドン南東部グリニッジでの自動運転車の試験走行を許可した。そのほかイングランド南東部ミルトンキーネズ、南西部ブリストル、中部コベントリーでも1年半から3年間にわたり試験が実施される。また、これらの試験へは1,900万ポンドの政府助成が交付され、英国政府は積極的に技術開発を支援している。

### (3) ヨーク大学 コンピュータ科学部・人工知能研究グループ<sup>142</sup>

AI研究グループは、制約プログラミング、自然言語処理、マシン学習、アダプティブ学習（個人個人に最適化された学習内容の自動提供）エージェントの研究を実施している。関連分野との協力研究も進めており、生物学、ヒューマン・コンピュータ・インタラクション、心理学、生化学との連携を強化している。同大学では、以下の研究領域を手がけている。

- ・アダプティブ学習エージェント（Adaptive and learning agents）領域
  - －インダクティブ論理プログラミング
  - －コミュニケーション・言語の進化
  - －強化学習
- ・問題解決のための制約プログラミング（Constraint programming for problem solving）
  - －制約プログラムの自動生成
- ・自然言語処理・学習
  - －非監督・最少監督言語学習
  - －文書クラスタリング及び情報収集
  - －質問回答
  - －対話システム
- ・ゲーム及びインタラクティブ・ドラマに関するAI（Artificial intelligence for games and interactive drama）

### (4) エジンバラ大学

#### ①インフォマティクス学部（School of Informatics）

同学部下にある知的システム・アプリケーションセンター（Centre for Intelligent Systems & their Applications : CISA）の下部機関として、AIアプリケーション研究所（Artificial Intelligence Applications Institute : AI AI）がある。同研究所が中心となって、知識表現と推論研究を行っている<sup>143</sup>。

#### ②インフォマティクス学部アダプティブ・神経コンピュータ研究所（Institute for Adaptive and

<sup>142</sup> <https://www.cs.york.ac.uk/research/research-groups/ai/>

<sup>143</sup> <http://www.ai ai.ed.ac.uk/>

## Neural Computation : ANC)

機械学習研究を実施している<sup>144</sup>。同研究所における AI の主な研究対象は以下のとおりである。

- ・ 事例ベース推論 (case-based reasoning)
- ・ 遺伝的アルゴリズム (genetic algorithms)
- ・ 計画とワークフロー (planning and workflow)
- ・ インテリジェント・システム (intelligent systems)
- ・ 知識マネジメント (knowledge management)

### (5) バーミンガム大学

コンピュータ・サイエンス学部 (School of Computer Science) に AI・インテリジェントロボット工学グループ (Artificial Intelligence and Intelligent Robotics Group : AIIR) を有している<sup>145</sup>。

AI とコグニティブ科学の研究グループでは、主要テーマがロボット工学と機械学習に二分されており、前者ではロボット工学の専門技術の開発と人間型コグニティブ・システム (コグニティブ・ニューロ科学) の開発が対象となっている。後者では、機械学習のほか、自動推論 (automated reasoning)、自然言語処理が研究対象とされている。

### (6) マンチェスター大学

AI 研究のほか、コンピュータ科学科 (School of Computer Science) の課程に AI 専門コースを設けている<sup>146</sup>。

## 3-3-2 学会・団体関係

以下の 2 団体が、EU の European Coordinating Committee for Artificial Intelligence に参加し、EU とのリエゾン窓口となっている。

### (1) 人工知能・行動シミュレーション学会 (AISB)

AISB (The Society for the Study of Artificial Intelligence and Simulation of Behaviour) は、1964 年に設立された AI にかかる学術団体である。同学会の 2016 年 4 月の AISB コンベンションのプログラムは以下のとおりである<sup>147</sup>。

- ・ AI とゲームに関するシンポジウム

---

<sup>144</sup> <http://www.anc.ed.ac.uk/>

<sup>145</sup> [https://www.cs.bham.ac.uk/research/groupings/artificial\\_intelligence\\_and\\_intelligent\\_robotics/](https://www.cs.bham.ac.uk/research/groupings/artificial_intelligence_and_intelligent_robotics/)

<sup>146</sup> <http://www.cs.manchester.ac.uk/study/undergraduate/courses/artificial-intelligence/?code=00517&pg=home>

<sup>147</sup> <http://www.sheffieldrobotics.ac.uk/conferences/aisb-2016/>

- ・コンピューティングと哲学：人工的なセクシュアリティに関するシンポジウム
- ・コンピューテーションナル・クリエイティビティに関するシンポジウム
- ・組み込み認知・動作・性能に関するシンポジウム
- ・人間・ロボットの相互作用に関するシンポジウム
- ・鬱に関する新たな展望にかかるシンポジウム
- ・ロボット五原則（3-1（3）参照）について議論するワークショップ<sup>148</sup>
- ・認知とコンピューティングに関するコンベンション

## (2) 英国コンピュータ協会 AI 専門家グループ

英国コンピュータ協会 AI 専門家グループ（British Computer Society Specialist Group on Artificial Intelligence:BCS SGAI）は、1980年6月に設立されたAI産学団体である<sup>149</sup>。特に産業界のメンバーが多く、AI関連技術のビジネスへの応用の面から情報交換を行っている。同グループでは以下の分野ち取り組んでいる。

- ・知識工学
- ・知識表現、推理、推論（representation, inference and reasoning）
- ・機械学習（神経回路網、遺伝的アルゴリズム、事例ベース推論、データマイニング）  
（neural nets, genetic algorithms, case-based reasoning and data mining）
- ・定性推論、時間推論（Qualitative and temporal reasoning）
- ・知識マネジメント
- ・AI言語・環境
- ・自然言語処理
- ・インテリジェント・エージェント

### 3-4 AI 関連分野の市場動向と企業の取り組み

AI関連の技術開発を実施している英国企業は以下のとおりである。一部の企業は、Google、Microsoft、Appleの米国大手IT企業が買収しており、これらを通じた開発技術の普及が進むことが見込まれる。

#### (1) Google DeepMind（所在地：ロンドン）

2011年に設立されたDeepMind Technologies社が前身である。2014年にGoogleが買収した（1-4-1（2）の項参照）。ニューラルネットと機械学習を応用し、高得点を目指してゲーム戦略を自律的に学習するアルゴリズムであるDeep Q-Network（DQN）を開発した。囲碁ゲームで高度な学習能力を有するAIであるアルファ碁は、人間のプロ棋士に勝利し、

<sup>148</sup> <http://www.sheffieldrobotics.ac.uk/aisb-workshop-por/>

<sup>149</sup> <http://www.bcs-sgai.org/>

話題を呼んだ<sup>150</sup>。将来的には、分野を特定しない汎用人工知能（AGI）の開発を目指している。

**(2) SwiftKey (所在地：ロンドン)**

2008年設立。機械学習機能による変換予測機能を有するスマートフォンの文字入力システムを開発。2016年2月にMicrosoft社が買収（約2億5,000万ドル）。

**(3) VocalIQ (所在地：ケンブリッジ)**

ディープラーニングによる音声認識機能と自然言語処理システムを開発。ケンブリッジ大学のスティーブ・ヤング（Steve Young）教授が研究チームからスピンアウトさせて設立された。2015年10月Apple社が買収、コネクテッド・カー分野で車内音声対応システムに利用されると見られている。

**(4) Magic Pony Technology (所在地：ロンドン)**

2014年設立。機械学習ベースのコンピュータ画像処理のためのAIソフトウェアを開発。コンピュータ上の動画データ処理により、データ予測と動画圧縮（video compression）を実行するアルゴリズム開発に取り組んでいる。

**(5) Status Today (所在地：ロンドン)**

2015年設立。機械学習と人間の組織行動分析を融合させ、企業内で発生する不正・悪意のある行動を検知する企業セキュリティ向けのアルゴリズムを開発中である。

**(6) Rainbird (所在地：ロンドン)**

2013年設立。企業が有するビジネス情報・知識の分析・リエンジニアリングを通じ、ビジネス上の意思決定をサポートするAIを開発中。多様な企業群によるエコシステムを形成し、収集したデータからプラットフォーム形式でサービスを提供することを目指している。

**(7) Tractable (所在地：ロンドン)**

2015年設立。AIによる画像認識プラットフォームの構築を目指している。ディープラーニングによる、保険業界・医療業界・その他業界から収集したビッグデータの分類を行うアルゴリズムを開発中である。人間水準の正確性の達成を目指している。

**(8) Synap (所在地：リード)**

2015年設立。学生向け復習システムの構築を目指す。Synapコミュニティの参加者から収集するデータに基づき、学生ユーザーの個別能力に応じた復習プログラムを生成。オッ

---

<sup>150</sup> <https://deepmind.com/alpha-go.html>

クスフォード大学医学生、ロンドン・スクール・オブ・エコノミクス（London School of Economics）の学生が利用している。

#### **(9) Onfido（所在地：ロンドン）**

2012年設立。企業採用への応募者に関するバックグラウンドの自動チェックシステムを開発。対象人物の名前・住所・誕生日、作成文書、犯罪歴、融資記録、職歴、学歴、反社会的メディアとの関係、思想主義などがチェックの対象となる。

#### **(10) Weave.Ai（所在地：ロンドン）**

2015年設立。モバイルフォンの利用から発生するデータ（ツイート、アプリケーション等）の分析から、個別ユーザーのニーズに対応したサービス等を提供するAIの開発を目指す。

#### **(11) Seldon（所在地：ロンドン）**

2011年設立。ビジネス業界で発生するビッグデータを機械学習技術により処理し、ウェブユーザやモバイルユーザの電子コマース上の消費行為を予測し、企業ユーザーに提供する。

### **3-5 AIの社会への影響に関する議論等**

#### **3-5-1 戦略的人工知能研究センター（Strategic AI Research Center：SAIRC）**

2015年、オックスフォード大学哲学部（Faculty of Philosophy）の人間性の未来研究所（Future of Humanity Institute：FHI）下に設立された。AI開発のリスクの最小化および利益の最大化を図るための長期戦略を技術、政策、市場の面から総合的に研究することとしている<sup>151</sup>。

同研究センター所長のニック・ボストロム（Nick Bostrom）（FHI 所長を兼務）は、先端技術が将来の人間性への脅威をもたらすリスク（Existential Risks<sup>152</sup>と呼ばれる）を哲学・倫理面から研究している。同所長は、AIについて、人間を超える知能（Superintelligence）へ高度化する可能性を指摘している<sup>153</sup>。同研究センターにおいて、AIにより人類全体が直面するリスクや恩恵に関する評価、AIをコントロールする方法に焦点を当てた研究が進められることが見込まれる。

<sup>151</sup> <https://www.fhi.ox.ac.uk/research/research-areas/strategic-centre-for-artificial-intelligence-policy/>

<sup>152</sup> Nick Bostrom は、Existential Risks を、「地球で発生した知的生命体の絶滅、又は望まれる将来の発展の可能性の恒久的・根本的な破壊の脅威」（threaten the extinction of Earth-originating intelligent life or the permanent and drastic destruction of its potential for desirable future development）となるリスクと定義し、概念化している。

<sup>153</sup> Nick Bostrom, Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies, Oxford Univ Press（2014）。



### 3-5-2 未来のインテリジェンスのためのレバーヒューム・センター (LCFI)

2015年12月、AIが与える人間への影響を研究する機関として、英国の研究助成基金であるレバーヒューム・トラスト (Leverhulme Trust) からの助成金 (1,000万ポンド) に基づき、未来のインテリジェンスのためのレバーヒューム・センター (Leverhulme Centre for the Future of Intelligence : LCFI) が設立された。ケンブリッジ大学を所在地とし、同大学内では人文・社会科学・人間研究センター (Centre for Research in the Arts, Social Sciences and Humanities : CRASSH) が運営をサポートする。

ヒュー・プライス (Huw Price) 同センター所長 (同大・哲学教授) は、AIは21世紀中にすべての人間が関わる決定的に重要なテーマであるが、これが与える影響についてはこれまで検討されておらず、人類に利益をもたらすためのAIの在り方について、コンピュータ科学、認知学、哲学、社会科学などの多分野にわたる学際研究を進めるとしている。また、英国のオックスフォード大学、インペリアル・カレッジ・ロンドンのほか、米国のUCバークレーと提携関係を結んでおり<sup>154</sup>、国際的取り組みが進められている。

---

<sup>154</sup> <http://www.cam.ac.uk/research/news/the-future-of-intelligence-cambridge-university-launches-new-centre-to-study-ai-and-the-future-of->  
<https://www.fhi.ox.ac.uk/10-million-grant-for-new-centre-for-the-future-of-intelligence/>

## 第4章 フランス

政策	優先分野、研究費、人材育成、評価	試験環境整備・標準化支援	制度整備・消費者保護
関連政策	「未来への投資」先端分野の研究開発	「新産業フランス」応用研究支援	「French Tech」ベンチャー企業支援 フランス国立情報学自動制御研究所：AIの社会的影響と倫理に関する講演会

### 4-1 研究開発体制の概況と AI 関連政策の概要

フランスの ICT 産業育成政策では、AI に特化したものはないが、AI 技術を用いる個別分野への助成は充実しつつあり、特に、コネクテッド・オブジェクト、ロボット分野等が R&D、ベンチャー支援、地域経済活性化等、複数の支援計画で重点分野とされている。2015 年からは、これらの分野を IoT として、包括的な支援体制を整備する動きが出始めており、通信規制機関による資源配分の見直し等が注目される。

上記の政策の成果として、特にロボット関連で複数の地域ベンチャーの連携が進み、ソフトバンクと共同でペッパーを開発した Aldebaran 等の例で、国際的な評価が高まっている。特に 2015 年のラスベガス CES (Consumer Electronics Show) では、IoT ネットワークの SIGFOX、ホビードローンの Parrot 等、IoT・AI 関連のベンチャー企業が注目を浴び、国外からの投資や多国籍展開が活発化した。

### 4-2 AI 関連政策

#### 4-2-1 国家デジタル研究所 (Inria) による協同プロジェクト

フランスの学術・基礎研究としては、大学等のほか、国家デジタル研究所 (Institut national de recherche dédié au numérique : Inria) の活動に特徴的な動きが見られる。

Inria は広範なデジタル・サイエンスの研究及び支援を目的とする政府の研究機関で、2,700 名の研究者を抱えて学術的研究に従事するほか、他の研究機関や企業との協同研究のコーディネートも行っている<sup>155</sup>。これまでの AI 研究の成果としては、2010 年までに 7 件が挙げられており、いずれも国内外の企業や大学との協同で実施されている<sup>156</sup>。

<sup>155</sup> Inria は 4-4 に挙げる「競争的クラスター」の地域企業の連携プロジェクトの調整等も実施しているが、Inria が主導するプロジェクトは、企業を主体としたものに比べ、基礎研究の意味合いが強いのが特徴である。

<sup>156</sup> 各プロジェクトの概要については、以下にリンクあり。

- ・ ACACIA：専門家間における知識の習得と交換のモデル化
- ・ AIDA：データ解析及び意思決定プロセスのモデル化及び自動認識
- ・ CORTEX：神経回路型知能
- ・ MAIA：知性を持つ自動機械
- ・ MARS：契約における複合問題の解決のモデル化とアルゴリズム作成
- ・ ORION：自動システムにおける問題解決環境設定
- ・ SYCO：知覚認識プロセスの基本モデルとアプリケーション作成

現在の研究体制としては、以下の 5 部門<sup>157</sup>を対象としているが、いずれも上記の研究の成果に基づき、AI の活用を含むものとなっている。

- ・ 応用数学、計算システム及びシミュレーション
- ・ アルゴリズム、プログラミング、ソフトウェア及びアーキテクチャ
- ・ ネットワーク、サービスシステム及びディストリビューション計測
- ・ 知覚、認識及び相互作用
- ・ 医療、バイオロジー及びデジタル植物

#### 4-2-2 「新産業フランス」と AI 関連分野の研究開発動向

##### (1) 「新産業フランス」の助成対象

経済・産業・デジタル化省が 2013 年 9 月に発表した産業界の技術開発支援計画「新産業フランス」は、フランスが世界市場で競争力を持つと考えられる技術開発分野の支援プログラムである。第 1 フェーズでは世界経済で将来性があり、フランスが強みを持つ 34 分野、第 2 フェーズでは市場のニーズと発展計画の効果的な進展に見込みがある 9 分野が支援対象に指定された。第 1 フェーズでは、34 分野の重要産業指定分野のうち、以下の 11 分野が「デジタル化」の枠組みで助成対象とされている。

- ・ 工場の ICT 化
- ・ 送電網のインテリジェント化
- ・ ソフトウェア・埋め込みシステム開発
- ・ スーパー・コンピュータ
- ・ クラウド・コンピューティング
- ・ 通信ネットワーク高速化
- ・ 拡張現実
- ・ サイバー・セキュリティ
- ・ 電子教育

---

[https://www.inria.fr/searchepi/list/ \(kw\) /intelligence%20artificielle](https://www.inria.fr/searchepi/list/ (kw) /intelligence%20artificielle)

<sup>157</sup> <https://www.inria.fr/recherches/domaines-de-recherche>

- ・ビッグデータ
- ・非接触型 IC カードサービス

## (2) 第1フェーズの研究成果

2015年3月に行われた成果発表のうち、AI関連分野としては、以下が含まれている。

- ・コネクテッド・オブジェクト：ベンチャー支援プログラム「French Tech」の主導で、ラスベガス CES で各種製品を発表した。2016年 CES に向けて新製品が開発された。
- ・ロボット開発：2014年末に、中小企業向けのイニシアティブが発足、3,300万ユーロの予算で250社を支援予定である。また8,000万ユーロの予算を持つ基金「Robolution Capital」が発足しており、うち1,000万ユーロが7社のプロジェクトに割り当てられる。
- ・埋め込みソフトウェア及びファームウェア：先端産業育成計画「未来への投資」の枠組みで、8プロジェクトに2,400万ユーロの助成が決定された。2015年9月には、関連技術開発者と機器利用者が共同で取り組む「産業アンドロイド」プロジェクトが発足を予定している（当時）。
- ・ビッグデータ：5つの官民共同イニシアティブが発足しており、2016年末までに55のベンチャープログラムが実施される予定である。

## (3) 第2フェーズの概況

2015年4月からの第2フェーズでは、指定分野が国際競争力強化等の視点から九つに絞られたが、特にICT利活用と関連の深い4分野はいずれもAIを含むIoTとの関連性が深いものである。各分野の2020年までの到達目標は以下のとおりである。

- ・持続可能な都市：2020年までに以下のスマート化プロジェクトで1億ユーロの売上高と合計11万の現地雇用を達成する（スマートハウス：7万5,000名、水管理：1万6,000名、植林：9,000名、スマートグリッド：1万名）。
- ・ビッグデータ管理：2020年までに次世代スーパー・コンピュータを開発するとともにビッグデータ関連で13万7,000の雇用を創出。
- ・IoT：2020年までに人口20万以上の都市の50%以上にNFCシステムを導入、現行のカード支払の55%をモバイル端末上での決済に置き換える。
- ・デジタル空間の信頼性向上：サイバー・セキュリティ関連商品の売上高を国内で年毎に20%増加、世界市場では30%の増加を図る。2020年までに現在の1,000倍の容量の5G網を構築。

このほか、「ドローンの民間利用」が別枠での支援対象に指定されている。

### 4-2-3 ベンチャー支援プログラム「French Tech」

経済・産業・デジタル化省の複数の部局と公的金融機関、外務省が推進する中小ベンチャー支援プログラム「French Tech」は、デジタル産業のエコシステム進展の中心はベンチャー企業にあるという観点から、以下の3つを柱に起業支援を推進する。

- ・全国の都市に向けて地域経済活性化・都市環境デジタル化計画の公募を実施し、関連施設の設置や雇用の斡旋を求める。
- ・公共投資銀行（BpiFrance）が2億ユーロの基金を設定し、年に1,000程度のベンチャーへの融資を実施する。
- ・French Techの成果の国際的な周知や国外からの優秀な人材の募集のため、総額1,500万ユーロの基金を設置して国際ベンチャー間協力を支援する。

支援対象について、分野指定はされていないものの、応募プロジェクトの主流はデジタル化関連事業である。2015～2016年には、AIを含むデジタル・ベンチャーに対し、以下のような支援が実施されている。

- ・2015年6月までに17都市を「French Tech」推進都市に指定。うちAngerではIoT起業家のための「コネクテッド・オブジェクト・センター」を設置。
- ・2015年1月、2016年のラスベガスCESでは、コネクテッド・オブジェクト関連を中心に66社の出展を支援。2016年CESにも約200社が出展し、特に「French Tech」の特別ブースには、公募により22社（消費者サービス：6社、スマートホーム：5社、AV機器：5社、自動車関連：2社、eヘルス：4社）の製品を展示<sup>158</sup>。
- ・2015年10月のイニシアティブ発表に際し、経済・産業・デジタル化省及び国内の大手流通事業者7社及び総合通信事業者オレンジが、以下を趣旨とする憲章に署名した。  
①ベンチャー企業への販路提供、②開発技術の商品化に協力、③「French Tech」支援下で開発されたIoT関連ツールの店舗及びインターネットでの販売促進、④一般の人々へのIoT商品への関心を喚起

### 4-2-4 未来への投資

#### (1) 概要

首相府が主導する2010～2017年の先端産業育成プログラムで、国債収入より総額470億ユーロをデジタル化を含む5つの主要分野でのR&D活動助成に充てることとなった。各

---

<sup>158</sup> <http://www.minalogic.com/fr/actualite/ces-2016-22-startups-de-la-french-tech-sur-le-pavillon-business-france>

省及び公的金融機関との協力の下で重点テーマ毎にプロジェクトの公募と選定を実施し、プロジェクト費用の最大 50%までを出資する。「デジタル化」分野には計画発足時に 45 億ユーロの予算を設定し、うち IoT を含むデジタル・サービス分野には、約 23 億ユーロが割り振られた。計画発足当時の公募テーマは 8 項目であったが、2013 年初めのオランダ現大統領の国家デジタル化計画「デジタル化に関する政府活動ロードマップ」発表より、IoT 関連分野への関心が高まり、コネクテッド・オブジェクトやビッグデータソリューション等の 4 項目が公募テーマに加えられた。「新産業フランス」発足後は、同計画との連携を強め、同計画の指定産業分野を公募の中心としている。

## (2) 2013 年以降の IoT/AI 公募

2013 年以降の IoT/AI 関連のプロジェクト公募の動向は以下のとおりである。

- ・ 2013 年 4 月：七つのビッグデータ関連プロジェクトに対し、合計 1,150 万ユーロの助成を決定。
- ・ 2013 年 4 月：ファームウェア及びコネクテッド・オブジェクト技術開発、デジタル・シミュレーション及びスーパーコンピューティング技術開発、ビッグデータ利用ソリューション、情報システムのセキュリティ確保技術の 4 分野で同年内のプロジェクト公募予定を発表、助成総額を 1 億 5,000 万ユーロとする。
- ・ 2015 年 1 月：LTE 上でのコネクテッド・オブジェクト技術開発プロジェクト「FELIN」（仮想化に基づく LTE 接続機器）への 2,300 万ユーロの助成を決定。
- ・ 2015 年 9 月：AI 技術利用を含む①産業ツールやシステムのデジタル仮想化、②ビッグデータ利用、③サイバー・セキュリティに関するプロジェクト公募を開始。

### 4-2-5 通信市場新規制戦略によるデジタル化への投資振興

「通信市場新規制戦略」とは、2015 年 6 月に首相が発表した国家デジタル化戦略に呼応して、電子通信・郵便規制機関（ARCEP）が発表した 21 項目の通信事業規制・市場振興政策方針であり、今後の規制の中心を競争市場調整からデジタル化への投資振興にシフトする方針を明確にしている。

「通信市場新規制戦略」の 4 つの柱は、①インフラ投資促進、②コネクテッド・サービスの普及、③オープン・インターネット、④プロ・イノベーションの育成である。2016～2017 年の重点項目 12 の一つに「IoT サービス開発支援」があり、IoT あるいはインテリジェント・サービス振興を目的とした番号・周波数資源の割り当て及び IPv6 への移行推進が計画に挙げられている。

## 4-3 AI 関連の研究拠点・大学等

### 4-3-1 AI 関連の研究拠点・大学等

国内の大都市に存在する大学のほとんどで情報通信学科が設けられ、AI 関連のコンピュータ・サイエンスを専門的に学ぶ、また研究することができる。代表的な存在として以下が挙げられる。

#### ①マリー&ピエール・キュリー大学（旧パリ第1大学）

科学技術及び医学の専門大学として、AI を含むコンピュータ・サイエンスの教育及び研究を実施している。国内の関連分野の大学教員、研究者の多くがこの大学の出身である。AI を含む情報通信関連の研究拠点としては、国立科学研究所（CNRS）<sup>159</sup>と共同で設立・運営しているパリ第6情報ラボラトリ（LIP6）があり、500名余りの研究者・技術者がここに属する。最近の研究で話題性の高いものには、人間との感情の交流を可能にするAIプログラム開発が挙げられる<sup>160</sup>。

#### ②モンペリエ大学

従来から数学研究を中心とする科学技術部門の充実で知られている。理学部中に情報通信学科を設け、学部生400名、修士課程院生330名、教員・研究員60名を有する。国内で有数の研究ラボとして、情報通信・ロボット・マイクロエレクトロニクス・ラボラトリがあり、CNRSとの協力により、150名の研究者がここを活動拠点としている。

#### ③ニース大学

ニース市のスマートシティプロジェクトの中心課題の一つが大学のデジタル化であり、キャンパスのICT環境充実のほか、学内に「イノベティブ・シティ・ラボ」を設けて産官学連携を推進している。AIを含むコンピュータ・サイエンス研究については、「情報・信号・システム・ラボラトリ」を中心に、CNRS、Inria及び多くの関連企業との協力に基づき実施されている。

これらの研究機関の活動として特徴的なものに、「競争的クラスター（4-4-2参照）」への参加があり、多くのR&Dプロジェクトが大学、Inria、地方都市のICT企業の協力の下で実施されている。

---

<sup>159</sup> Inria（4-2-1の項参照）と類似の構成を持つ国立の研究機関であるが、研究領域は科学技術全般となっている。

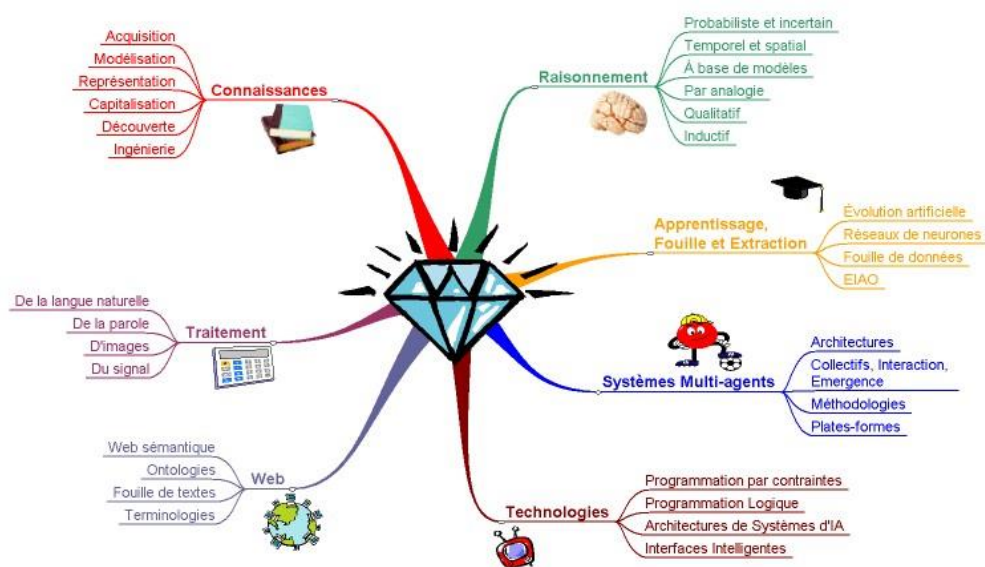
<sup>160</sup> [http://www.lemonde.fr/pixels/article/2015/10/12/intelligence-artificielle-une-machine-peut-elle-ressentir-de-l-emotion\\_4787837\\_4408996.html#iIMF57mXxWdVoZyo.99](http://www.lemonde.fr/pixels/article/2015/10/12/intelligence-artificielle-une-machine-peut-elle-ressentir-de-l-emotion_4787837_4408996.html#iIMF57mXxWdVoZyo.99)

## 4-3-2 学会・団体関連

AI 研究に関連する団体としては、産学を問わない関連プログラム開発機関の連合組織であるフランス人工知能協会（Afia）が挙げられる<sup>161</sup>。Afia は 1989 年に設立され、定期的な活動として、年に 3 回のニュースレター発行、年ごとの講演会開催、他の情報通信関連団体との意見交換会等を行っている。

関心領域としては、図 4-1 に示すとおり、AI が知識取得、推論、言語操作、学習、マルチエージェントシステム運用等を行うための各種プログラム開発及びそれらを可能にする技術、またウェブ関連技術となっている。

図 4-1 Afia の関心領域



出典：Afia ウェブ・サイト<sup>162</sup>。

## 4-4 AI 関連分野の市場動向と企業の取り組み

### 4-4-1 フランス企業の AI サービス事例

「French Tech」を中心とする政府の支援体制の整備と並行して、2014 年前後から、専門技術開発で国際的に高い評価を受け、多国籍展開を実施しつつあるベンチャー企業の活動が注目を受けている。「French Tech」では特に、国際 CES で、自国の ICT 技術の国外での認識を深めることに注力している。2015 年と 2016 年の出展のなかで、マスコミの注目を浴び、AI との関連性が深いと思われる企業例には以下がある。

<sup>161</sup> <http://www.afia.asso.fr/tiki-index.php>

<sup>162</sup> <http://www.afia.asso.fr/tiki-index.php>



表 4-1 2015 年と 2016 年の CES 展示における AI 関連の企業

〔2015 年 CES〕<sup>163</sup>

① Parrot<sup>164</sup>

設立年	1994 年
事業内容	小型ホビードローン製造、自動車通信システム、コネクテッド・オブジェクト（音声・園芸関係が主）。
最近の主な商品	「Parrot Bepop Drone」重量 400g の超軽量ドローンで、3 軸加速度計、3 軸ジャイロ、3 軸磁力計、超音波高度センサー、圧力センサー、対地速度計測用の垂直カメラによる安定飛行とフル HD カメラによる撮影写真の質の高さが特徴。
商品販売国	欧州及び北米、極東を中心に 34 か国。
売上高（2014）	2 億 4,390 万ユーロ（うちドローンの占める割合は 46%）

② Biomed Group（ブランド名 BeWell Connect）<sup>165</sup>

設立年	2007 年
事業内容	セキュリティ及び E ヘルス関連のコネクテッド・オブジェクト製造。
最近の主な商品	「MyCoach」エクササイズ管理ツール。健康状態を計測する腕時計型端末とスマートフォンを接続、利用者が画面上で自身の状態を把握するほか、緊急時には医療機関に連絡。
商品販売国	欧州を中心に 26 か国
売上高（2014）	1 億 3,300 万ユーロ

③ Optinvent<sup>166</sup>

設立年	2007 年
事業内容	インテリジェント光学機器製造。
最近の主な商品	「ORA」網膜型ディスプレイを用いた拡張現実眼鏡。
売上高（2014）	1,233 万ユーロ

④ Perfect Memory<sup>167</sup>

設立年	2008 年
-----	--------

<sup>163</sup> <http://www.lafrenchtech.com/actualites-du-numerique/la-liste-des-160-entreprises-et-startups-francaises-presentes-au-ces-2015>

<sup>164</sup> <http://www.parrot.com/fr/>

<sup>165</sup> <http://www.bewell-connect.com/fr/>

<sup>166</sup> <http://www.optinvent.com/>

<sup>167</sup> <http://www.perfect-memory.com/>

事業内容	セマンティック・ウェブとクラウド上に格納されたデータを用いた記憶補助ツール開発。
最近の主な商品	「Communauté」 公的機関向けコンテンツ管理・内容追加・公開ソリューション。

⑤ Ubithings<sup>168</sup>

設立年	2014 年
事業内容	インテリジェント・ジュークボックス開発。
最近の主な商品	「Prizm」 登録者のスマートフォンから入室を認知、登録した好みの音楽の傾向データを呼び出し、その場に合わせた楽曲を自動演奏するプレイヤー。

⑥ Cityzen Science

設立年	2008 年
事業内容	コネクテッド繊維製品製造。
最近の主な商品	「D-shirt」 着用者の身体状況のモニタリングにより、リアルタイムで着用感を自動調整するデジタルシャツ。
URL	<a href="http://www.cityzensciences.fr/">http://www.cityzensciences.fr/</a>

⑦ Smart me up

設立年	2012 年
事業内容	各種クラウド・サービス、埋込みソフトウェアに関するソリューション提供。
最近の主な商品	「Real-Time Face Analysis」 リアルタイムで年齢、表情、疲労状態等を推測できる顔認識ツール。運転中の眠気の感知と警告、写真と本人の一致、イベント等での聴衆の反応等に関するアプリケーションに応用可。
売上高（2014）	22 万 5,000 ユーロ
URL	<a href="http://www.smartmeup.org/">http://www.smartmeup.org/</a>

[[2016 年 CES]] <sup>169</sup>

① Blue Frog Robotics

設立年	2007 年
事業内容	ヒューマノイド製造。
最近の主な商品	Buddy—家庭向けコミュニケーションロボット。形態は「ペッパー君」に類似。家庭内での介助や娯楽に適した言動を行うようプログラムされている。

<sup>168</sup> <http://www.meetprizm.com>

<sup>169</sup> <http://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-ces-2016-10-start-ups-french-tech-a-suivre-63464.html> 等

商品販売国	米国（サンフランシスコ及びボストン）に拠点を有する。
URL	<a href="http://www.bluefrogrobotics.com/fr/home-fr/">http://www.bluefrogrobotics.com/fr/home-fr/</a>

### ② Drust<sup>170</sup>

設立年	2014年
事業内容	コネクテッド・カー関連ツール製造。
最近の主な商品	「AKOLYT」車内のボックスから位置情報、モーターの不具合の兆候、ガソリンの残量に応じた運転方法や速度に関する分析・アドバイス等を運転者のモバイル端末に通知する運行情報ツール。

### ③ Craft AI<sup>171</sup>

設立年	2015年
事業内容	情報プログラミング。
最近の主な商品	「Craft AI」アプリケーション開発者あるいはコネクテッド・オブジェクト製造者向け AI プラットフォーム。画面上のエディターで顧客との関係をシミュレーションし、インターフェース等を最適化できる。

なお、フランスの新聞各紙は、CES での出展の傾向について、2015 年は広範な IoT ツール、2016 年はドローン、コネクテッド・カー、AI であると解説している。また、「French Tech」の支援下での出展で、革新的な製品に対して与えられる CES イノベーション賞 (CES Innovation Award) の受賞数は、コネクテッド・オブジェクト関連を中心に、2015 年には 23、2016 年には 19<sup>172</sup>に達した。2016 年の受賞製品で、AI との関連性が考えられる例には以下が挙げられる。

表 4-2 AI 関連の CES Innovation Award の受賞製品

企業名	カテゴリー	製品
Enko	スポーツ、フィットネス & バイオテク	「Enko Runnig Shoes」走者の体重や走法に合わせて衝撃を自動調整するランニングシューズ
Visiomed	バイオテク	「MyECG」コードレス、インテリジェント、コネクテッドタイプのポケット型心拍計測計
Enlaps	デジタル映像	「Enlaps」一定のタイムラグでの写真の自動撮影と早回しビデオ作成を可能にするボックス
Parrot	自動車向けアクセサリ	「SOCA Simple Box」アンドロイドのプラットフォーム

<sup>170</sup> <http://drust.io/>

<sup>171</sup> <http://www.craft.ai/>

<sup>172</sup> <http://www.lsa-conso.fr/ces-innovation-award-2016-les-19-laureats-de-la-french-tech,228402>

		ム上での自動車向け情報・エンタテインメントボックス
NodOn	スマートホーム	「EYE」火災報知機の誤作動を回避できるインテリジェント煙探知装置
Ubithing	スマートホーム	Prizm（前述）
Ween	スマートホーム	「Ween」登録者のスマートフォンから当人の在室を感知、部屋の温度を自動調整するサーモスタット
Parrot	ドローン&遠隔操縦	「Hydrofoil」スマートフォンから遠隔操作可能なミニドローン

出典：CES Innioation Award 2016<sup>173</sup>。

#### 4-4-2 AI サービス開発における連携事例

##### (1) 競争的クラスターにおけるサービス開発プロジェクト

仏企業の競争力強化と地域経済活性化を目指して2004年から地方都市を拠点とした先端産業間の連携を推進する政府の「競争的クラスター（Pole de Competitivite）イニシアティブ」に基づいて、多数の都市で、地元企業、Inria の地方支部、地域の大学等の連携によるプロジェクトが実施されている。AI を活用した連携プロジェクトは多数の拠点で実施されており、企業間連携としては以下のような事例がある。

- ・ Graal（2011年）<sup>174</sup>：ビデオゲーム及びモバイル・ロボットにおけるAIプラットフォーム開発  
参加企業：Probaye（AIボックスツール）、e-Motion（自動ロボット技術）、POB-Technology（ロボット本体作成）
- ・ Romeo（2011年～）<sup>175</sup>：ヒューマノイド開発  
参加企業：Aldebaran（ロボット作成）、ALL4TEC（プログラム開発）、LAAS-CNRS（センサー開発）、CNRS-LIMSI（コミュニケーション感知プログラム開発）、ARMINES（ナビゲーション技術）、TELECOM PARITECH（マイクロフォンネットワーク）等16の企業・研究機関
- ・ ODISAE（2013年～）<sup>176</sup>：渉外用オンラインコミュニケーション分析  
参加企業：Jamespot（企業向けデジタル・ソリューション開発）、Eptica（クライア

<sup>173</sup> <http://www.cta.tech/i3/Features/2016/January-February/CES-2016-Innovation-Awards.aspx>

<sup>174</sup> <http://competitivite.gouv.fr/projets-en-fin-de-conventionnement-fui/fiche-projet-abouti-576/graal-43.html?cHash=9450d0a9d4fabd4d346c815a95997325>

<sup>175</sup> <http://projetromeo.com/fr/partenaires>

<sup>176</sup> <http://www.odisae.com/>

ント向けコミュニケーション分析)、Cantoche (アバターによる SaaS プラットフォーム開発)、Aproget (ビッグデータ分析) 等 6 社及びユーザー代表

## (2) 企業間連携プロジェクト：オレンジを主体とするエコシステム形成

旧国営通信事業者オレンジは、企業サービス部門での IoT (AI 技術活用含む) で、ベンチャーを中心とする各種関連企業との連携サービスを実施しており、代表的なサービスに以下がある。

- Fleet Performance<sup>177</sup>：車両走行管理。提携企業は Société Trajet (モニタージュ技術)、Société Birdway (位置情報ソリューション開発)、Société CHP (プロジェクト管理)
- LiveObject：社内機器の IoT ネットワーク接続サービス。クラウド・ベースのコネクテッド・オブジェクトデータ管理プラットフォーム「Datavenue」をクライアントの社内環境に合わせてカスタマイズする。Datavenue のパートナー企業には、Altran (テクノロジーコンサルティング)、Schneider Electric (エネルギー管理)、Netatmo (小型気候観測ステーション) 等があり、オレンジはなおベンチャーとの連携によるバリューチェーンの増大を求めている<sup>178</sup>。

## 4-5 AI の社会への影響に関する議論等

政府機関のアクションとしては、Inria が 2015 年 6～7 月に「人工知能の社会的影響と倫理に関する講演会」を主催している<sup>179</sup>。実施された講演の表題、講演者 (所属) 及び概要は以下のとおりである。

### ①AI のモラルと倫理：Robert Voyer (テレコム FM 社)

概要：「人工知能社会のモラルと倫理」は近年論じられることの多い問題であり、重要性の高いものである。ただし、重要であるだけに現代社会の他の問題との相関も多く、論点の混乱もよく見られる。この講演では、その混乱を引き起こす要因を明らかにし、この問題を論じる際の中心的な論点を抽出する。

### ②データの倫理からビッグデータの倫理へ：Jean Gabriel Ganascia (パリ第 6 大学)

概要：ビッグデータ産業における情報収集の方法は、マシンにより大量の情報を一度に取得し、一括処理するというものなので、従来の個人情報保護の原則であった個人

<sup>177</sup> <http://fleet-orange.com/accueil.html>

<sup>178</sup> <https://datavenue.orange.com/fr>

<sup>179</sup> 講演会の案内及び各講演の概要の原文は以下のページに記載  
<http://pfia2015.inria.fr/journees-bilaterales/ethique-et-ia>

向けの「プライバシー、正確さ、プロパティ、アクセシビリティ」という倫理原則が当てはまらない。従来の個人情報倫理は、個人間で善意に基づき相互的な情報交換関係を通してデータを共有することを前提としていたが、データの取得方法が大幅に変化しつつある現在、我々はデータの取り扱いに関する倫理の抜本的な見直しを迫られている。

③忘却と記録に関する個人データ規制：Annie Brandin（テレコムブルターニュ社）

概要：Google等の検索エンジンの業務上要される各種情報の記録と個人の「忘れられる権利」とのバランスは、通信規制における最大の課題であるという問題意識から、最近の政府規制案と検索エンジン側の自主規制を巡って行われた最近の議論を紹介、解説する。

④忘れられる権利の確立：Sébastien Gambs（レンヌ大学）

概要：「忘れられる権利」は情報社会で最大の課題の一つであるが、ウェブ上の情報が容易に流布し、誰もがコピー可能な現状で、その権利を守り抜くことは困難である。しかしながら、信頼性ツールの利用、関連政策の充実、秘密の共有等により、情報が流布した後も個人の意思によりある程度までは情報の消去が可能であり、その方法を例示する。

⑤人工知能の倫理と自律：Grégory Bonnet（GREYC社）

概要：AIを備えたロボットが自律性を備えることは、危険あるいは人とのコミュニケーションがない作業をする場合には望ましい。同時に、そういったロボットには人を傷つけない、プライバシーを尊重するといった人間の倫理に従うことが求められるが、これを実現するプログラムの設定や実行は、しばしば「自律性」を阻害するものとなる。本講演では、自律型ロボットに倫理的行動プログラムを組み込むのに必要と思われる要素を提示する。

⑥人工知能ロボットと共存する社会での規制とモラルのバランス：Yves Demazeau（グルノーブル情報ラボ）

概要：AIを備え、人類とコミュニケーション可能な数百万のロボットが存在する未来社会において、そこでの双方の行動規制につき、どこまでを法で、どこまでを倫理の問題として捉えるかについて、実的な例を挙げつつ問題点と解決法を提示する。

⑦人工知能倫理の統合ビジョン：Abchiche-Mimouni（IBISCラボ）

概要：人工知能を備えたロボットにどうやって既存の社会秩序に従った行動を取らせるかという課題について、①行動主体の意思と社会的立場のつながり、②行動主体の意思は必ずしも現実の行動に結びつかず、また長期的な傾向予測は不確実であること、を考慮しつつ、「行為のエコロジー」に基づいた統合的アプローチを提唱する。

⑧社会的弱者保護のための情報収集と利用：Annabelle Mercier（グルノーブル大学）

概要：我々は身体に不自由のある人がどんなタブレット上のアプリケーションを利用しているかの情報を収集し、その行動様式をモデル化して、彼らの置かれた環境に生じ得る異常事態の予測と早期解決に役立てたいと考える。これは当人にとっては侵害的な行為とも受け取られるが、現実には彼らを介助している者には有益である。問題はその情報を個々のケースに応じて「倫理的に」利用することであり、介助を受ける側と与える側がどの点で妥協できるかである。

民間の例では、通信事業者のオレンジが、ジャーナリストである Canet 氏のブログより、「人工知能から人間の知能へ<sup>180</sup>」の記事を同社ウェブ・サイト上で紹介している。同氏は、クラウド・コンピューティングと AI の発達により、大容量データの処理が可能になった社会でも、「デジタルの発展とアナログの発展」は協調すべきものであるというデジタル業界人の言説を支持している。Canet 氏は、スマートシティ計画における車両運行管理ツール等をユーザーの「集合知」の成果であると評価し、どのデジタル・サービスもユーザーの信頼のうえに成り立つものであり、デジタル化の進展は人間的なものであると指摘している。

---

<sup>180</sup> <http://www.orange-business.com/fr/blogs/cloud-computing/reflexions/de-l-intelligence-artificielle-l-intelligence-humaine>

## 第5章 ドイツ

政策	優先分野、研究費、人材育成、評価	試験環境整備・標準化支援	制度整備・消費者保護
政策	国家戦略「新ハイテク戦略」(2014) 優先分野の一つ「インダストリー4.0」、「自動・コネクテッド走行戦略」(2015) (インフラ、法、イノベーション、サイバー・セキュリティ、データ保護の実行計画)		

### 5-1 研究開発体制の概況と AI 関連政策の概要

ドイツで現在実施されている主な ICT 戦略に「デジタル・アジェンダ 2014 - 2017」(2014 年 8 月策定) と「新ハイテク戦略」(2014 年 9 月) があるが、このなかで AI、あるいはロボティクス、自動走行車といったキーワードは出てこない。

現在、ドイツでは、官民総力を挙げて「インダストリー4.0」に取り組んでいる状況であり、AI、IoT、サイバー・フィジカル・システム、5G といったテクノロジーは、インダストリー4.0 を実現させる要素技術として位置づけられている。このため、AI の分野に特化した包括的な政策は見られない。ただし、ドイツの AI の研究は、連邦教育研究省 (BMBF)、連邦経済技術省 (BMWV)、州政府、大学、研究機関、民間企業が連携して実施されている。

省庁レベルの取り組みの一例としては、以下が挙げられる。

- ・連邦教育研究省 (BMBF) : 2015 年 11 月 10 日に、人間とコンピュータのインターフェースに関する研究助成プログラムを発表した<sup>181</sup>。BMBF は 2016 年から 2020 年まで毎年約 7,000 万ユーロを出資する。
- ・連邦交通デジタルインフラ省: 2015 年 9 月 16 日に「自動・コネクテッド走行戦略 (Strategy for Automated and Connected Driving)」<sup>182</sup>を発表した。この戦略ではインフラ、法整備、イノベーション、サイバー・セキュリティ、データ保護の 5 つの分野におけるアクションプランが示されている。
- ・連邦教育研究省 (BMBF) : 上述の自動・コネクテッド走行戦略を受け、自動走行に関する研究助成プログラムを提案した。様々なプロジェクトに総額 5,000 万ユーロを出資する計画であり、最初のプロジェクト「autoSWIFT」<sup>183</sup>に 800 万ユーロを出資する。

ドイツには連邦政府や州政府から研究資金補助を受けている公的研究機関や大学、民間企業が出資する研究機関がおよそ 1,000 以上存在する。このなかにはマックス・プランク

<sup>181</sup> <http://www.mtidw.de/forschungsprogramm>

<sup>182</sup> <https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Pressemitteilung/2015/092-dobrindt-strategie-automatisiertes-vernetztes-fahren.html>

<sup>183</sup> <https://www.edacentrum.de/autoswift/>



協会やフ라운ホーファー研究機構といった公的研究機関があり、基礎研究から応用研究まで幅広く取り組んでいる。

このように、世界的に著名な公的研究機関があるなかで、AIの研究開発分野（ソフトウェア&アプリケーション・ベースの研究）では、「ドイツ人口知能研究センター（German Research Center for Artificial Intelligence : DFKI）」が主導的役割を担っている。

現在、DFKIでは180の研究プロジェクトが、2～3年の期間で運営されているが、これらのプロジェクトの多くは、実社会やビジネスに役立つ応用研究に主眼をおいている。

## 5-2 AI 関連政策

2014年から2017年までに4年間に、連邦政府がどのようにドイツのデジタル化を進めていくかを示した「デジタル・アジェンダ 2014 - 2017」（2014年8月策定）のなかでは、AI、あるいはロボティクス、自動走行車といったキーワードは出てこないが、政府が研究開発を支援する分野として、「インダストリー4.0」「スマート・デバイス」「自律技術（Autonomic Technology）」「3D」「ビックデータ」「クラウド・コンピューティング」を挙げている。

また、連邦政府による研究開発及びイノベーションのための包括的な国家戦略「新ハイテク戦略」（2014年9月策定）のなかでも、AIやロボティクスについて言及はない。その代わりに「6つの最優先タスク（課題解決）」のうちの一つである「デジタル経済と社会」のなかの一項目としてインダストリー4.0、スマート・サービス、スマートデータ、クラウド・コンピューティングなどを、また「インテリジェント・モビリティ」のなかの一項目としてスマート交通インフラ、電気自動車、自動運転などを挙げている。

### 5-2-1 デジタル・アジェンダ（2014-2017）

2014年8月に策定された2014年から、2017年の期間を対象とするデジタル・アジェンダの目的、重点項目、キーテクノロジーは以下のとおりである。

- ・目的：デジタル化の促進によって生まれる技術革新を積極的に導入することにより、欧州におけるデジタル最先進国となる
- ・重点項目：①デジタルインフラ（ブロードバンド網の整備）、②デジタル経済と雇用（インダストリー4.0）、③革新的な国家（電子政府の推進）、④社会におけるデジタル環境の形成、⑤教育、科学、研究、文化とメディア、⑥社会と経済のセキュリティ、防衛と信頼性、⑦欧州及び国際的な次元でのデジタル・アジェンダ
- ・キーテクノロジー：インダストリー4.0、スマート・サービス、自律技術、3D、ビックデータ、クラウド・コンピューティング

### 5-2-3 「新ハイテク戦略」

2014年9月に策定された「新ハイテク戦略」の目的、優先課題、キーテクノロジーは以下のとおりである。

- ・目的：ドイツが世界のイノベーションのリーダーになり、欧州経済をけん引し、輸出大国の地域を強化すること
- ・優先課題：①デジタル経済・社会（インダストリー4.0、ビッグデータ、クラウド）、②持続可能な経済とエネルギー、③革新的な労働環境、④健康的な生活、⑤インテリジェント・モビリティ（スマート交通技術、電気自動車）、⑥市民の安全（サイバーセキュリティ）
- ・キーテクノロジー：インダストリー4.0、マイクロ・エレクトロニクス、バッテリー技術、バイオテクノロジーなど

## 5-3 AI 関連の研究拠点・大学等

### 5-3-1 ドイツの公的研究機関の概要

連邦教育研究省（BMBF）のインターネットポータルサイト「Research in Germany<sup>184</sup>」によれば、2013年度のドイツの全産業を含む研究開発費は約800億ユーロで、そのうちの3分の2は企業が拠出したものである。ドイツには連邦政府や州政府から研究資金補助を受けている公的研究機関や大学、民間企業が出資する、または民間企業自らが設立した研究所がおよそ1,000以上存在する。また、ドイツには約36万人の研究者がおり、そのうちの25%が自動車産業に従事している。

公的研究機関のなかには、マックス・プランク協会や大学など主に基礎研究に焦点を当てている研究機関もあれば、フラウンホーファー研究機構のように応用研究及び技術移転に注力している研究機関もある。

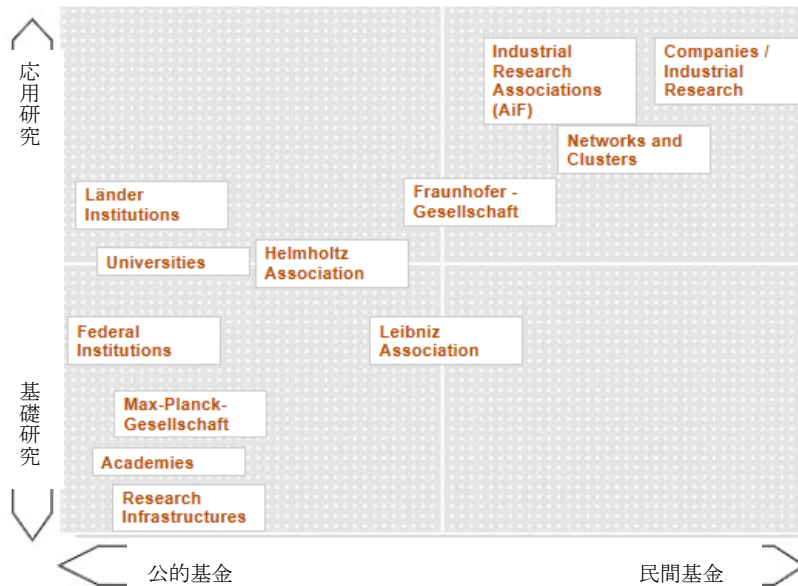
表 5-1 ドイツの代表的な公的研究機関の概要

機関名	拠点	職員	研究領域	予算（2015年）
フラウンホーファー研究機構 (Fraunhofer -Gesellschaft)	66	24,000名	基礎・応用 研究	20億ユーロ（連邦；29%、 州；6%、民間；65%）
ヘルムホルツ協会 (Helmholts Association)	18	38,000名	基礎・応用 研究	40億ユーロ（連邦；62%、 州；7%、民間；31%）
ライプニッツ協会 (Leibniz Association)	89	18,100名	基礎研究	16億ユーロ（連邦；39%、 州；39%、民間；23%）
マックス・プランク協会	83	17,000名	基礎研究	21億ユーロ（連邦；41%、

<sup>184</sup> <http://www.research-in-germany.org/en.html>

(Max-Planck-Gesellschaft)				州 ; 41%、民間 ; 18%)
---------------------------	--	--	--	-------------------

図 5-1 ドイツの各研究機関の基礎-応用研究の立ち位置



出典 : Research in Germany ホームページより.

### 5-3-2 ドイツ人口知能研究センター (DFKI) <sup>185</sup>

#### (1) DFKI の概要

上述のように、世界的に著名な公的研究機関があるなかで、AI の研究開発分野（ソフトウェア&アプリケーション・ベースの研究）では、ドイツ人口知能研究センター（German Research Center for Artificial Intelligence : DFKI）が主導的役割を担っている<sup>186</sup>。

DFKI は、1988 年設立された、Public-Private-Partnership（官民協調）モデルに基づく組織であり、官と民が出資する非営利の公益有限会社（gGmbH）の経営形態を取る。その設立目的は、AI 技術の研究開発で国際的競争力を高め、そこでの研究成果を技術移転することにより、起業・新たな雇用を促進し、人材を世界各地に送りネットワークを強化することにある。

DFKI は、カイザースラウテルン（ラインラント・プファルツ州）、ザールブリュッケン（ザールラント州）、ブレーメン、ベルリン（※ヘッドオフィス）の国内 4 か所に研究拠点を持っている。職員数は、世界 60 カ国以上から研究者が 485 人、大学院生が 373 人在籍している。

予算は、2012 年に 3,600 万ユーロ、2013 年に 3,820 万ユーロ、2014 年に 3,840 万ユーロ

<sup>185</sup> 本項は、一般社団法人情報処理学会「ドイツ人工知能研究センター (DFKI) の 20 年・成功への道筋とそれを可能とした人々」『情報処理』、Vol.49 No.7 July 2008 を参照した。

<sup>186</sup> [http://www.dfki.de/web/intelligent-solutions-for-the-knowledge-society?set\\_language=en](http://www.dfki.de/web/intelligent-solutions-for-the-knowledge-society?set_language=en)

ロと増加傾向にある。

出資者には、ラインラント・プファルツ州（カイザースラウテルンのある州）やザールランド州（ザールブリュッケンのある州）、ブレーメン州の州政府、ドイツの有名企業・大学・研究機関をはじめ、米国のインテル、Google、Microsoft、日本のリコーなどが含まれる。

図 5 - 2DFKI の出資企業一覧



## (2) DFKI の PPP モデルの特徴

DFKI は、連邦政府、州政府（州立大学を管理する）、出資企業と密に連携し、連邦・州政府と民間企業の 3 者で DFKI の研究費を分担するモデルを採用している。ラインラント・プファルツ州（カイザースラウテルン工科大学）、ザールランド州（ザールラント大学）、ブレーメン州（ブレーメン大学）の州政府は、DFKI が必要とする施設を大学構内に用意するとともに、DFKI の各研究部門の所長に教授の職を与える。また、修士課程や博士課程の学生に対し、研究機会と給与も提供する。連邦政府は、DFKI の研究テーマに必要な資金を提供する。出資企業は、研究を委託し、連邦政府と同額程度の研究費を提供する。

各研究プロジェクトは 2 年毎に進捗状況と研究結果を監査される。また、5 年毎に DFKI の研究面および経済面のレベルが目標に達しているかを評価されることになっている。研究面での評価項目としては、論文数、輩出した博士と修士の数、DFKI の研究者から教授に昇格した人数などが設定されている。また、経済面では、特許（出願）数、実際の収入、DFKI からスピノフした企業数や製品の数、新たな雇用数などが評価の対象となっている。なお、DFKI では 1988～2014 年までの間に 70 のスピノフ企業が誕生し、1,700 件の雇用を生み出している。

### (3) 組織構成

DFKI は、取締役会、研究諮問委員会、出資者委員会によって管理・運営されている。

- ・ 取締役会は、CEO と CFO、及び各研究部門を総括する 12 名の所長で構成される。取締役会メンバーは、DFKI の各研究部門の所長であると同時に、カイザーラウテルン工科大学、ザールラント大学、ブレーメン大学のコンピュータ・サイエンス学科の大学教授も兼任している。
- ・ 研究諮問委員会は、連邦政府が任命した著名な世界的研究者 8 名で構成され、各研究プロジェクトへのアドバイスや進捗状況を評価、報告書をまとめ、連邦政府に報告する役割を担っている。
- ・ 出資者委員会は、DFKI に出資している州政府と大学、研究機関、企業から 1 名ずつ派遣された顧問で構成され、戦略的、財政的な管理を行う。

DFKI は、15 の研究部門、6 つの「Living Lab」、9 のコンピテンス・センター、技術移転センターから構成される。Living Lab では、最新の革新的な技術がテスト、評価、デモされる。コンピテンス・センターは、すべての研究部門から選ばれた専門家の知見、技術、ノウハウ等を集約し、組織横断的に課題解決に取り組んでいる。技術移転センターは、民間企業への技術移転・事業化を支援している。

現在、180 の研究プロジェクトが、2～3 年の短期間で運営されている。DFKI では、実社会やビジネスに役立つ実用的なテクノロジーを研究することに主眼をおいている。以下は、各地区に置かれている研究部門である。

#### ➤ カイザーラウテルン地区

1. ナレッジマネジメント（マイクロログ分析、スマートグリッド、ビッグデータ、文字認識技術）
2. 埋め込みインテリジェンス
3. インテリジェント・ネットワーク
4. Augmented Vision（遠隔ロボット制御）
5. Innovative Factory Systems（スマート・ファクトリー）

#### ➤ ザールブリュッケン地区

6. 多言語技術
7. Innovative Retail Laboratory
8. Institute for Information Systems
9. Agents and Simulated Reality（拡張現実・仮想現実）
10. 知的ユーザインターフェース（セマンティック検索）

#### ➤ ブレーメン地区

11. サイバー・フィジカル・システムズ（インダストリー4.0、人間-ロボット間の協働）

12. Plan-Based Robot Control (3D マッピング、センサー・ネットワーク)
13. Robotics Innovation Center (宇宙・深海・災害救助、医療・介護、産業用ロボット)

➤ ベルリン地区

14. スマートデータ
15. 言語技術

## 5-4 AI 関連分野の市場動向と企業の取り組み

### 5-4-1 「インダストリー4.0」

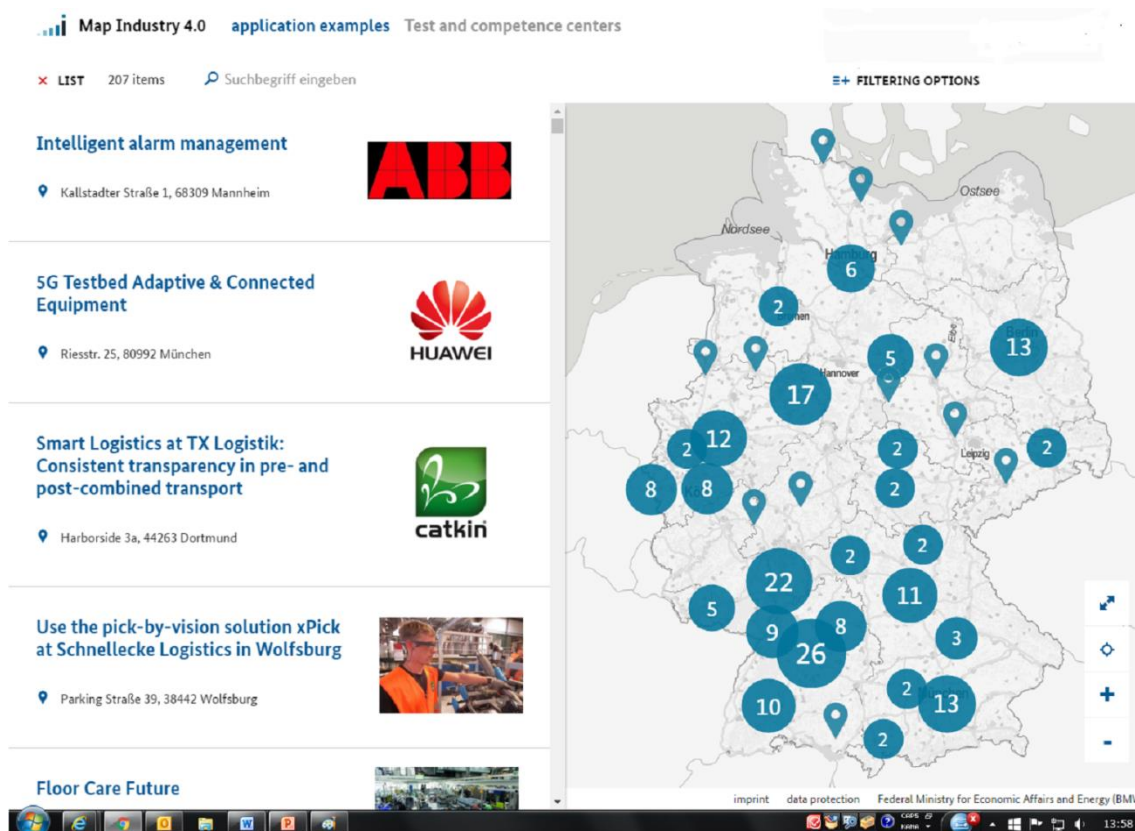
ドイツでは、国家プロジェクトとして「インダストリー4.0 (Industry 4.0)」を推進している。インダストリー4.0の中核技術となるサイバー・フィジカル・システムと、クラウド・サービスやビッグデータ、センサー技術、ブロードバンド、AI 技術など先端テクノロジーを組み合わせることで、意思決定の迅速化や柔軟性に加え、生産性の効率化とコストの最適化を図ることが狙いである。大手から中堅・中小企業まで多様な製造設備がインターネットでつながり、ドイツの産業全体が一つの工場 (スマート・ファクトリー) となることを目指している。

また、インダストリー4.0の推進団体として、プラットフォーム・インダストリー4.0 (Plattform Industrie 4.0)<sup>187</sup>が設立され、国際標準化活動を積極的に進めているほか、シーメンスや SAP、ボッシュなどドイツを代表する企業が、多くの実証システムの開発プロジェクトを進めている。

---

<sup>187</sup> <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/EN/Home/home.html>

図 5-3 インダストリー4.0 における実証システムの開発プロジェクト事例



出典：ドイツのインタストリー4.0 推進団体、Plattform Industrie 4.0<sup>188</sup>

#### 5-4-2 「インダストリー4.0」以外の AI 関連市場動向

##### (1) Google が DFKI に出資

Google は、2015 年 10 月 6 日、DFKI に出資することを明らかにした。Google は、DFKI の出資者委員会の一議席を占めることになる。ここでの研究成果を、同社の製品及びサービスに技術移転することが目的である。

##### (2) 自動走行車開発プロジェクト (EO smart connecting car <sup>2189</sup>)

DFKI の研究部門の一つである Robotics Innovation Center (RIC) が、電気自動車開発の一環として、都市部の狭いスペースでも簡単に縦列駐車ができるプロトタイプモデル EO2 を開発した。

EO2 は 2 人乗りの小型自動車で、全輪にインホイールモーターを搭載しており、車輪を 90 度回転させてカニのような横移動が可能で、簡単に縦列駐車ができる。また、駐車スぺ

<sup>188</sup> <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/Karte/SiteGlobals/Forms/Formulare/karte-anwendungsbeispiele-formular.html?oneOfTheseWords=Suchbegriff+eingeben>

<sup>189</sup> <http://robotik.dfki-bremen.de/en/research/robot-systems/eo-smart-connecting-3.html>

ースが狭い場合には、全長を縮めるように変形もできる。

また、高速道路での渋滞緩和も視野に入れており、レーザーやレーダー、カメラなどの各種センサー及び AI 技術を活用し、自律走行によるコンボイ走行が可能である。

同プロジェクトは、連邦交通デジタルインフラ省（BMVI）がスポンサーとなり、2010年10月から2014年7月まで開発が行われた。

図 5-1 EO2 のイメージ図



出典：DFKI GmbH, Robotics Innovation Center<sup>190</sup>.

### (3) ロボカップ世界大会 2016

ロボット工学と AI の融合・発展を目的としたロボットによる国際的な競技大会ロボカップ世界大会（Robo Cup 2016）が、2016年6月30日から7月3日までドイツ・ライプツィヒ（第20回大会）で開催される<sup>191</sup>。

同大会には、世界40カ国から3,500人以上が参加し、サッカーだけでなく、大規模災害へのロボットの応用である「レスキュー」、次世代の技術の担い手を育てる「ジュニア」などの競技リーグが組織されている。また、ロボット競技以外にも、競技で実証した研究を発表するシンポジウムも開催され、研究者の国際交流の場にもなっている。連邦教育研究省、ザクセン州政府、ライプツィヒ市等がスポンサーとなっている。

## 5-5 AI の社会への影響に関する議論等

AI やロボットは、製造業や交通、医療、物流、エネルギーなど幅広い分野での活用が期待されているが、人口知能が発達すると、多くの人間の職業が奪われるのではないかとの

<sup>190</sup> <http://robotik.dfki-bremen.de/en/research/robot-systems/eo-smart-connecting-3.html>

<sup>191</sup> <http://www.robocup2016.org/en/>



議論が活発化している。AI の発展によって、雇用環境や働き方にどのような影響をもたらすのか。また、どのような技能・資格が必要になり、企業はどのような人材を必要とするのかなど、未来の労働環境の在り方に関して研究が始まったところである。

連邦労働・社会省（BMAS）は 2015 年 4 月、インダストリー4.0 がもたらす労働への影響についてグリーンペーパーを発表した<sup>192</sup>。これを受けて現在、労使団体や研究機関等が、今後の労働市場で起こりうる問題解決の在り方を探っている。

産業用ロボットや自動走行車が AI を搭載し、インターネットにつながるようになると、サイバー攻撃により製造機器や自動走行車が乗っ取られるリスクや、企業の機密情報が漏えいするリスク、またはドライバーや顧客の行動が把握されプライバシー侵害のリスクが高まるという懸念も指摘されている。AI に一定の意志決定を認めた場合の責任問題について、十分に議論がなされておらず、法律が追いついていない状況がある。例えば、AI を搭載した自動走行車が交通事故を起こした場合、事故責任は誰にあるのか（運転手か、開発メーカーか）、法整備を行う必要がある。

---

<sup>192</sup> <http://www.bmas.de/EN/Services/Publications/arbeiten-4-0-greenpaper-work-4-0.html>

## 参考資料

### ロボティックス五原則（2010年 英国）（仮訳）

#### 1 設計者、製造者、利用者のための原則

(Principles for designers, builders and users of robots)

	法曹界向け	一般向け	コメントリー
1	<p>ロボットは、多用途の道具である。ロボットは、国家安全保障を例外として、単一の目的として、もしくは、主目的として、人を殺傷するものとして設計してはならない。</p>	<p>ロボットは、国家安全保障の目的を除いて、武器として設計してはならない。</p>	<p>道具の用途は一つ以上ある。我々は、農家が害虫や害獣を駆除するために銃を利用することを許可しているが、（戦争以外で）人間を殺害することは疑いもなく間違いである。ナイフは、バターを塗るためにも、人を刺すためにも使うことができる。多くの社会において、銃もナイフも禁止されていないが、必要に応じて社会の安全確保のために統制の対象となっている（例 銃刀法 (gun laws)）。ロボットも同様に複数の用途がある。創造力のある利用者は、鈍器を用いるのと同様に、いかなるロボットでも、暴力的な目的のために使うことができると思われるが、単一の目的として、もしくは主目的としてであったとしても、殺傷能力もしくはその他の攻撃能力を持つ武器として用いるために、ロボットを設計することは決してあってはならないと、我々は述べている。この原則が採用されたならば、ロボットの商用性能を制限するものであるが、我々は、市民社会において安全なものとして受容されるための基本原則 (essential principle) であるとみなしている。</p>
2	<p>ロボットではなく人間が責任主体である。ロボットは設計されるもので、実行上可能な限り、既存の法律や、基本的権利、自由、プライバシー規定に準拠する形で運用される。</p>	<p>ロボットは、プライバシー関連法を含めた既存の法律に準拠して設計・運用しなければならない。</p>	<p>我々は、人類が作ってきた法律に従うように、ロボットの動作が設定されることを確実にすることができる。そこで重要な点は2点ある。第一に、無論、誰も、わざと法律を破るようなロボットを製造することはないだろう。ただし、設計者は法律家ではないため、できうる限りのタスクを実行可能なロボットを製造する際には、予防的な法律と一般に認められる人権にかかる基準に照らして、時として、バランスを取る必要があることを、想起することが求められる。特にプライバシー保護は難しい課題であり、それだからこそ言及されるものである。</p>

			<p>例えば、あるロボットが、脆弱な個人をケアする際に利用されることは、その人の情報を 24 時間 365 日収集し、医療目的で病院にその情報を送信するように設計することは有益であろう。しかし、その利点は、その個人のプライバシー権や、個人の人生の自律（例えば治療拒否など）に照らしてバランスを取らなければならない。収集されたデータは、限定された期間のみ保管されるべきである。ここでも、法律が、適切なセーフガードを整備する。ロボット設計者は、設計プロセスにおいて、どのようにこうした法律を順守するかについて考慮しなければならない（例 一切スイッチを提供する）。第二に、この原則は、ロボットが、目的や人間が定めた要求を達するために設計された、単なる道具であることを明確にするために設けられたものであるということである。利用者や保有者は、設計者や製造者と同様に責任を有する。ロボットが学習し、行動を適用させる能力を持つことがあるため、設計者が事前に考慮する責任がある場合がある。しかし、利用者も、設計者が想定しなかったことをロボットにさせることもある。利用者を監督することが保有者の業務となる場合もある（例えば、親が、子供が遊ぶためのロボットを購入したときなど）。しかし、もし、ロボットの行動が法律をやぶるようなことをした場合に、ロボットではなく、法的にも倫理的にも、一人、もしくはそれ以上の人数の人間の責任である。（我々は、どのように誰が責任者かを特定するかについては原則 5 で考察した）</p>
3	<p>ロボットは製品である。ロボットは可能な限り安全でセキュリティを確保したプロセスを用いて設計されなければならない。</p>	<p>その他の製品と同様に、ロボットは製品であり、安全でセキュアな製品として設計されなければならない。</p>	<p>単純に、ロボットは人ではない。（家や車に警報を付けたリ、工場に警備員を置くのと同じように）、当然、所有者が守りたいと思う技術で構成されているが、我々は、常に、ロボットの安全よりも、人間の安全を重んじる。この原則の目的は、社会におけるロボットの安全とセキュリティを確保し、人々がロボットに信頼と信用を持つことができるようにすることである。これは、技術にかかる新しい問題ではない。我々は、すでに、このことを保証するための規則とプロセスを有している。例えば、家電や子供用玩具が安全に利用できるようにしている。こ</p>

			<p>れらは、既存の消費者保護枠組みで、十分に取組みられてきたものである。例えば、産業界のカイト・マーク<sup>193</sup>や、英国や国際基準、ソフトウェアのバグ除去のための試験方法などがある。また、我々は、一般人がソフトウェアやコンピュータが外部から「ハッキング」されうることを知っていると認識しており、ロボットが可能な限りこうした攻撃に対してセキュアであることを示すためのプロセスが開発される必要がある。我々は、ロボティクス産業のための、こうした規則、標準、試験については、ロボットが市場に投入される前にすべてのセーフガードが講じられていることを一般人に約束できるよう、可能な限り迅速に、公開性を持って採択されるべき、もしくは、開発されるべきであると考えている。こうしたプロセスにより、産業界が正に何をすべきかについても明らかになるだろう。どこまでロボットの保有者・運用者が、例えば、盗難や破壊から保護することを許されるかについては、まだ議論する余地がある。本グループでは、製造業者や保有者が、ロボットに「自己防衛」する能力を付与する権利について保証することについては、文言を削除することを選択した。言い換えれば、我々は、そもそも、ロボットは防衛のために「武装」するべきであるとは考えない。このことは、既存の法律の範疇を超えることであり、機器の保有者が正当な理由なしに暴力をふるうという罪を犯すかどうかということが、一般的な疑問となるだろう。</p>
4	<p>ロボットは人工製造物である。脆弱な利用者を欺く形で設計されてはならず、マシンの性格について透明性を確保しなければならない。</p>	<p>ロボットは、人工製造物である。その感情表現や意図は、脆弱な利用者を搾取するものではない。</p>	<p>ロボティクスの大きな可能性の一つは、ロボット玩具が与える喜びや慰め、さらには家の規則や、物理的な空間や、時間、お金の問題にかかわらず、ペットを飼うことかできない人のための相手となることである。しかし、一旦、持ち主が、こうした玩具に愛着を持つようになったら、製造業者が、その玩具の持ち主や家族に対して、ロボットのニーズや要望があるとして、より多くの金銭を不当に要求することがありうる。この原則の法曹界向けバージョンは、ロボットが時として本物の知能を持っているような印象を与えることが場合によっては許され</p>

<sup>193</sup> 訳者注：製品やサービスの品質保証マーク

			<p>る、さらには望ましいことがあるものの、ロボットを保有し、触れあう人は誰でも、本当はそれがなんなのか、そして、本当のところ何をするように製造されているのかについて、理解できるようにして置かなければならないことを言うために設けられた。我々は、消費者を守るために最もよい方法は、(オズの魔法使いのメタファーを使えば)「幕を上げる」方法を提供することを保証することで、ロボットの知能は人工物であることを消費者に思い込ませることであると考えた。このことは、法律で明確に表現することが最も難しいものであり、我々は、用いるフレーズについて、かなり長い時間議論した。実際に実現するためには、さらに考えていく必要があるだろう。すべてのロボットは、目に見えるバーコードやそれに類似した印が必要か?利用者や保有者(子供にロボットを買い与えた親など)は、ロボットの機能が特定可能なデータベースをいつも検索したり、登録したりできるようにすべきか?原則 5 も参照のこと。</p>
5	<p>ロボットの法的責任者を割り当てなければならぬ。</p>	<p>いかなるロボットについても、その責任者を特定することができるようにしなければならない。</p>	<p>我々は、この原則において、上述のすべての原則で暗示的に依拠している実践的な枠組みを提供しようとしている。どのロボットも、どんなことについても法的に決して責任を取ることはできない。ロボットは道具である。もし、ロボットが機能不全となり、損害を与えたとしたら、誰か人間が責を負うことになる。しかし、誰が責任者かを特定することは簡単なことではない。英国では、車の責任者が誰かを登録することは、英国運転免許庁(DVLA)が管轄している。一方で、誰も、犬や猫の正式な所有者として登録する必要はない。我々としては、ロボットの行動が損害を与えた場合に、単にロボットを止めるだけではなく、影響を被った人々が責任者から金銭的な補償も期待するだろうという利害もありうるということから、一つ目の方がモデルがよりロボットに適切であると感じている。責任については、複数の方法で実践的に明記できるだろう。例えば、一つの方法としては、(ちょうど車と同様に)どのロボットについても、責任者が誰かを記録する免許や登録がありうる。この方法は、すべての場合でも、所有者が明確でない場合(例えば、</p>

			<p>家の外を歩きまわるようなロボットのため、または、学校や病院のような公共機関で運用される場合) のみにも適用しうる。別の方法としては、すべてのロボットを、設計者・製造者の氏名やそのロボットを購入した責任者の氏名の記録を含む検索可能なオンライン免許をつけてリリースすることも可能である（こうした免許では、原則 4 で提示したような詳細情報についても明示することも可能である）。このことについては、さらなる議論をし、意見を求める必要があることは明らかである。重要なことは、法的な責任を共有することや、移転することの可能性も残されているべきであるということである。例えば、使用中のロボットの機能不全の原因が、設計の問題と利用者の変更の混合によるものであった場合には、設計者と利用者の両方に過失があるだろう。こうした状況では、責任を割り当てる法的な規則がすでに存在している（もっとも、我々は、そのことが明確になっていることを望むだろうし、もしくは、保険を要求するだろう）。しかし、登録により、原則 1 に依拠し、誰が問題となっているロボットの責任者が特定されるため、権利を侵害された人に出発点を提供するだろう。</p>
--	--	--	---

## 2 七つのハイレベル・メッセージ

(Seven High-Level Messages)

	原則	コメント
1	我々は、ロボットが、計り知れない恩恵を社会にもたらす可能性があると感じる。我々は、責任あるロボット研究が促進されることを願う。	この項目は、議論の途上で浮かび上がったもので、もともと「ゼロ番目」に相当する原則である。原則の一部はネガティブであり、厳しい内容で、恐怖を引き起こしさえするものであるが、この取り組み全体のポイントはポジティブなものであると強調したい。恐怖を誘発するような事例はすでに起こっており、さらにロボットの利用に関する法的な懸念もあると考える。我々は、我々のここでの取り組みが、危険を回避し、全ての人々にとってのロボットの可能性の実現を保証する最も良い方法であると考えている。
2	悪用はすべての人に損害を与える。	過激な考え方や無責任と思われる人々の仕事を見過ごすことは簡単だが、これを行うと簡単に現在の GM の科学者の立場、すなわちプレス発表でも何の結果ももたらさないような立場に我々を位置づけることができる。我々は公衆に関与し、我々の公的なイメージに責任を持つ

		必要がある。
3	明らかな人々の懸念に対応することは、すべての人が前進していくうえでの助けになる。	前述の記述は一般市民や SF 作家だけでなく、我々の同僚によっても提起された懸念にも当てはまる。
4	ロボット研究者として可能な限り模範となるような実践例となることが重要である。	同上。
5	研究の文脈と結果を理解するために社会科学、法学、哲学、芸術等を含む他の学問分野の専門家と協働すべきである。	他の専門家が我々の仕事をどのように認識しているかを理解し、法的・社会的に我々の仕事がどのような結果をもたらすのかを理解すべきである。ロボットを我々の社会の社会的・法律的・文化的な枠組みにどのように融合させるかを考え出さねばならない。多様なバックグラウンドを持ち、異なる仮定、神話、物語の側面から我々の研究を判断できる人々と、どうすれば対話ができるのかを考えていく必要がある。
6	透明性の倫理について考慮すべきであり、公開できることに限度があるかどうかについて検討すべきである。	この点はオープンソース・ソフトウェアとオペレーティング・システムについての興味深い議論によって示されており、そのようなソフトウェアを開発できるシステムは、ロボットの能力を追加的に獲得することができる。果たしてスクリプトを悪用し興味本位で第三者に被害を与えるようなロボットで何が得られるのかを考えてみる必要がある。我々はオープンソース・ソフトウェア運動に全く賛成だが、このような個別の問題と、一般的なオープン・サイエンスに関する幅広いイシューに関して考える上では、支援が必要であると考える。
7	プレスの間違った報告を目にした場合、当該ジャーナリストと対話する時間を取るべきである。	多くの人々がプレスの悪意ある主張を見ると、苛立ちを覚える。しかし実際には、科学分野の書き手はバカにされるのを好まないため、一般的にそうした主張や疑わしい出所は、署名記事を書いた記者への、控えめで簡潔な言葉で訂正されうる。このようなキャンペーンはすでに 1990 年代後半に実施され成功を収めている。