

CRDS報告書 諸外国・地域における研究ビジョンや戦略

2.2.5 諸外国・地域における研究ビジョンや戦略

(1) 米国

オバマ政権において2009年に策定され、2011年4月にアップデートされた未来イノベーション戦略では、次世代の教育と労働力創出、基礎研究のリーダーシップ強化と拡大、先進的な社会インフラ構築、先端情報技術のエコシステム構築をイノベーションの基盤と位置づけ投資対象に挙げている。また、試験研究費税控除によるビジネスイノベーション促進、起業支援、イノベーションハブと起業エコシステム育成を通じたマーケットベースのイノベーション促進と同時に、クリーンエネルギー革命、バイオテクノロジー・ナノテクノロジー・先端製造の加速、宇宙空間の利用、ヘルステック技術、教育技術といった国家的重要なテーマにおけるブレークスルー促進を掲げている。エコシステムを構築すべき先端情報技術として、高速インターネットへのアクセス拡大、電力グリッドの近代化、高付加価値利用のための無線スペクトルの可用性拡大、セキュアなサイバー空間を具体的に挙げている。

こうしたイノベーション戦略の下、情報科学技術の研究開発に対する公的投資は、省庁改革の枠組みであるネットワーク情報技術(NITRD)プログラムを中心に戦略的に取り組まれている。NITRDプログラムは国家科学技術会議(NSTC)のNITRD小委員会により統括されているが、プログラムの進捗と方向性について2005年以降は大統領科学技術諮問会議(PCAST)が評価を実施することになっている。PCASTによるプログラムのレビュー(2010年)や米連邦イノベーション戦略(2011年)を受け、NITRD戦略計画が2012年に策定されている。戦略計画は研究開発の5年計画であり、米国がリーダーシップを確保しつつ増強するために強化すべき3つの広範な領域を挙げ、省庁連携の一層の推進、新たな産学連携や学際的な取り組みが必要と指摘している。

【強化すべき3つの領域】

- ①拡張された人とコンピューターの連携・協働(WeCompute)
 - ②生活を任せられる安心・安全なシステムの設計・構築(Trust and Confidence)
 - ③サイバー能力を最大限に活用するための教育・訓練の革新(Cyber Capable)
- なお、2010年の更新版となるプログラムのレビュー(2012年)が公表されている。

次に技術領域別に絞ると、NITRDプログラムでは技術領域を8つのプログラム・コンポーネント・エリア(PCA)にカテゴライズして、研究開発内容の分析・重要度付けなどをやっている。また、新しい課題に柔軟に取り組むための4つの上級運営グループ(SSGs)のほか、参加機関のCIOが実務に関する情報共有を行うためのCommunity of Practice(PoC)が組織されている。

欧州委員会令欧州委員会の執行機関以外による Horizon2020 の資金配分¹⁸⁾

- 欧州技術プラットフォーム(ETP)¹⁹⁾
- バイオ、エネルギー、健康、情報通信技術、生産・プロセス、輸送の6分野
- 情報科学技術に関連の深いものとして、
 - ARTEMIS: 組み込みシステムとCPS
 - ENIAC: ナノエレクトロニクス
 - EPoSS: スマートシステム
 - ETP4HPC: ハイパフォーマンス・コンピューティング
 - euRobotics(NPO): ロボティクス
 - NEM: 新メディア・コンテンツ
 - Nessi: ソフトウェア・サービス・データ
 - Network 2020: 通信ネットワークとサービス
 - Photonics21: フォトニクス
- 共同技術イニシアチブ(JTC)²⁰⁾
- 情報科学技術に関連の深いものとして、
 - Embedded Computing Systems (ARTEMIS)
 - Nanoelectronics Technology 2020 (ENIAC)

Ⅱ. 英国

2015~2016年を対象とした複数年度予算計画「スパンディング・ラウンド2015」が2015年6月に財務省から発表された。計画では、カタルパルトセンターやバイオメディカルカタルパルト基金を含むイノベーションの実現を行っている技術戦略会議(TSB、2014年8月よりInnovate UKと改称)に対して185M£の資源予算を追加することが明記されている。また、資本予算を2015年~2016年の6億£から2015年~2016年には11億£に増強することが明記されている。

また、2014年12月にビジネス・イノベーション・技能省(BIS)から科学・イノベーション戦略「成長計画: 科学とイノベーション」が発表された。計画のなかで、科学とイノベーションの強みを維持するものとして、8大技術(Eight Great Technologies)への重点化と産業戦略、デジタルスキルを含む科学的才能の育成、科学研究インフラへの投資、研究へのファンディング、イノベーションの促進、グローバルな科学研究イノベーションへの参加を掲げている。ここで8大技術とは英国が進みを持つと考えられる①ビッグデータとエネルギー・効率の高いコンピューティング、②人工知能と宇宙空間の商業利用、③ロボティクスと

【プログラム・コンポーネント・エリア】

- ①ハイブンド・コンピューティング監視とアプリケーション(HEC IAA)
- ②ハイブンド・コンピューティングの研究開発(HEC RAD)
- ③サイバーセキュリティと情報保証(CSIA)
- ④ヒューマン・コンピューター・インタラクションと情報管理(HCI&ID)
- ⑤大規模ネットワークング(LANS)
- ⑥ソフトウェアの設計と生産性(SDP)
- ⑦ITが及ぼす社会、経済、労働力への影響とIT人材育成(SEW)
- ⑧高信頼ソフトウェアとシステム(HCRS)
- 【上級運営グループ】
- ⑨ビッグデータR&D
- ⑩サイバー・フィジカルシステムR&D
- ⑪サイバーセキュリティと情報保証R&D
- ⑫医療情報技術R&D
- ⑬無線スペクトルR&D

(2) 欧州

1. 欧州委員会

2010年に発表された欧州の中長期成長戦略Europe 2020²¹⁾の7つのフラッグシップイニシアチブの一つが情報通信戦略である欧州デジタルアジェンダ²²⁾である。デジタルアジェンダは高速インターネットと相互運用可能なアプリケーションを支えられたデジタル革命市場から持続可能な経済的・社会的利益を創出することを目的に掲げ、次の7つの行動領域を定めている。

- ①高質に備ったデジタル第一者
- ②ICT標準と相互運用性
- ③信頼性・安全性
- ④高速・超高速インターネット
- ⑤研究開発とイノベーション
- ⑥デジタルリテラシー向上と社会的包摂
- ⑦ICTを促進した社会的課題への対応

研究開発とイノベーションの行動領域では、米連邦と比較して欧州におけるIT投資、R&D投資が不十分であり、FP7の終了する2013年までにR&D予算を年間20%増とし、公共調達(government procurement)や官民連携(public private partnership)により民間投資へ、てこ入れすることを掲げている。

自律システム、④合成生物学、⑤再生医療、⑥アドラサイエンス、⑦先端材料とナノテクノロジー、⑧エネルギーと蓄積である。また、特筆すべきものとして、科学研究インフラへの今後5年間(2016年~2021年)で69億€の投資のなかで、ビジネス利用を目的とした6つの新たな投資の一つとして、ハートレーセンターの認知ティブコンピューティング研究センターに110M€投資し、計算機の専門家だけでなくビッグデータからの知見を得られるようにすることを目指している。また、イノベーションの促進として、Innovate UKが管理運営するカタルパルトセンターは産学連携の拠点となり、企業、科学者、エンジニアが研究開発を行い、アイデアを新たな製品やサービスに転換することを目標としている。①無線治療、②遠隔デジタル経済、③未来都市、④未来付知能製造、⑤オフショア再生エネルギー、⑥人工知能応用、⑦輸送システムのカタルパルトセンターに加えて、⑧エネルギーシステム、⑨精密医療のカタルパルトセンターを新たに策定させること、⑩農村知能製造を強化することを掲げている。⑪遠隔デジタル経済カタルパルトセンターは、最新できる手段による私有データの準備の共有を図り、2015年までに365M€の経済的付加価値を生み出すことを目指している。このために多くの中小企業が迅速かつ低リスクでイノベーションを実現するためのプラットフォームを構築する。なお、Innovate UKは2011年にオープンデータを活用したスタートアップの育成、スキルアップ、経済インパクトの分析とビジネスモデル開発を目標に掲げて10M£5年間のファンドによりOpen Data Institute²³⁾を設立している。

Ⅲ. ドイツ

科学技術イノベーション基本計画が2010年に更新され、連邦教育研究省(BMBWF)より「新ハイテク戦略2020²⁴⁾」として2014年に発表された。新ハイテク戦略2020では、グローバルな課題である7つの重点分野①気候・エネルギー、②健康・栄養、③輸送、④安全、⑤通信を掲げるとともに、課題別タイプアクションプランとして11の未来プロジェクトを策定している²⁵⁾。11の未来プロジェクトとは、①00%ニュートラル社会の実現、②エネルギー供給構造改革、③再生可能エネルギー、よりよい治療、④最適な栄養摂取と健康増進、⑤自立した高齢者の生活、⑥持続可能な輸送・電気自動車導入、⑦通信ネットワーク・個人情報の安全、⑧インターネットベースのサービス、⑨世界の知能へのデジタルによるアクセス・作戦、⑩明日の労働環境と労働市場であり、⑪は農に統合されIndustry 4.0のイニシアチブへと発展している。Industry 4.0では、製品輸出及び製造技術輸出により生産拠点としての競争力を確保しつつ、モノとサービスのインターネットの生産過程への応用、Cyber-Physical Systemsでネットワーク化された考えられる工場の実現などを目標に掲げている。

なお、連邦政府のハイテク戦略の重要なプロジェクトである先端クラウドコンピューティングのうち情報科学技術に深く関連するものとして、it's OWL(OurWestfalenApp、イン

さらに、2012年に公表された欧州デジタルアジェンダ - 欧州の成長をデジタルにより促進²⁶⁾では、2010年の欧州デジタルアジェンダと相互に補充・強化する7つの重要領域を掲げている。

- ①国境の低いデジタル経済の促進
- ②公的部門のイノベーションの加速
- ③超高速ネットワーク構築
- ④クラウドコンピューティング
- ⑤信頼性・安全性の保証
- ⑥研究を用いた起業、雇用とスキル
- ⑦重要技術に対する産業界の取り組み

こうした戦略を骨格として、Europe 2020のフラッグシップイニシアチブの一つであるイノベーションユニオン(研究の成果をイノベーション・経済成長・雇用につなげる)を推進するものとして、2014年よりFP7の後継枠組みプログラムとしてHorizon 2020²⁷⁾がスタートした。Horizon 2020は、卓越した科学(Hase/Best Science)、産業界のリーダーシップ確保(Industrial Leadership)、社会的課題への取り組み(Societal Challenges)の3つの柱の下で公的の年次計画(Work Programme)が立てられている。2014年~2015年のWork Programmeにおける情報科学技術関連のテーマは情報科学技術の研究開発と情報科学技術を活用した社会的課題への取り組みが共に含まれている。

・卓越した科学

- Future Emerging Technologies (FET)
- Research Infrastructure
- ・産業界のリーダーシップ
- ICT
- Factories of the Future
- ・社会的課題への取り組み
- Health, Demographic Change and Wellbeing
- Secure, Clean and Efficient Energy
- Smart, Green and Integrated Transport
- Climate Action, Environment, Resource Efficiency and Raw Materials
- Europe in a changing world - Inclusive, innovative and reflective societies
- Secure societies - Protecting freedom and security of Europe and its citizens
- その他に欧州イノベーション投資機構(EIT)
- 知識・イノベーションコミュニティ(KIC)²⁸⁾

ナリジェント技術システム)がある²⁹⁾が、「考える工場」のモデル運用を主な研究内容としており、Industry 4.0の重要な産学連携拠点の一つとなっている。

一方で、情報通信政策を担当する連邦経済エネルギー省(BMWI)より「ドイツ・デジタル2015³⁰⁾(2010年)として2015年までに実施すべき取り組み・プロジェクトの産業実用化を行っている。このなかで、①経済活動の全局面でICTの活用を通じて企業の競争力を強化すること、②将来の課題に応えるためICTに係るインフラやネットワークを拡大すること、③消費者の個人的な権利を保護すること、④R&Dの促進と成果の迅速な商業化、⑤ICT活用に関する学校教育・職業教育・生涯教育の強化、⑥環境・気候変動・健康増進・モビリティ・行政・市民のQoL向上に取り組むとしている。また、2014年には、連邦経済エネルギー省(BMWI)、連邦内務省(BMI)、連邦交通デジタルインフラストラクチャー省(BMVI)の連名による「デジタル・アジェンダ2014~2017」が連邦政府より公表されている。アジェンダでは7つの主要行動エリアとして、①デジタルインフラストラクチャー、②デジタル経済と雇傭、③イノベティブな行政機関、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・メディア、⑥社会・経済におけるセキュリティ・保護・信頼の構築、⑦欧州及び国際的協調を掲げている。

Ⅳ. フランス

高等教育・研究法が2015年7月に施行され、これを踏まえて研究戦略 France Europe 2020³¹⁾が策定されている。戦略では、①社会的課題への取り組み、②研究戦略決定権限の刷新、③科学研究の促進、④デジタル教育とインフラの充実、⑤イノベーションと技術移転の促進、⑥科学文化の振興、⑦ファンディングプログラムの最適化、⑧研究主体の連携強化、⑨フランスのプレゼンス向上を9つの横断領域として挙げている。上記①社会的課題への取り組みとして、9つの社会的挑戦(合理的な資源管理と気候変動への対応、クリーン・安全・効率的エネルギー、製造業の復興、健康と福祉、食の安全と人口問題、持続可能なモビリティと都市、情報通信社会、イノベティブで柔軟な社会、宇宙利用)を挙げている。特に情報通信社会に向け、ビッグデータ、サイバーセキュリティ、IoT、インテリгентコンピューティング、ロボティクスが戦略的に重要性を持つとしている。また、上記④デジタル教育とインフラの充実のなかで、シミュレーションやビッグデータマイニングは、科学研究・イノベーション・競争力にとって重要なキー技術であるとし、研究用インフラの強化、研究データのためのクラウド開発が不可欠だとしている。

CRDS報告書 諸外国・地域における研究ビジョンや戦略

(3) 中国

2006 年からの 15 年間の科学技術政策の方針を示す国家中長期科学技術発展計画綱要では、2020 年までに世界トップレベルの科学技術力を誇つインノベーション型国家とすることを目標に掲げており、国家の発展、国防にとっての重要分野を特定し、比較的短期間で技術的に解決できる可能性の高い項目を優先テーマに設定している。情報産業及び近代高度サービス業が重要分野の一つとなっており優先テーマは次の通りである²⁴⁾。

- ①近代化のサービス業の発展支援政策及び大型応用ソフト
- ②次世代のネットワークのコア技術及びサービス
- ③最先端で国際性の高いコンピュータ
- ④センサーネットワーク及びインテリジェント情報処理
- ⑤デジタルメディア・ブロードキャスト
- ⑥紙質高度の大スクリーン薄型ディスプレイ
- ⑦重要システム向けの情報安全

また、2006-2020 年国家情報化発展戦略²⁵⁾では次の項目を 2020 年までの戦略目標として掲げている。

- ①総合情報インフラの基本的普及を促進す
- ②情報技術の自主创新能力を大きく向上させる
- ③情報産業の構造を全体的に改善する
- ④情報セキュリティ保護のレベルを次第に向上させる
- ⑤国民の経済や社会の情報化で顕著な成果を目指す
- ⑥新しい形の工業発展モデルの基本的確立を目指す
- ⑦情報化の推進に向けた国の制度・環境・政策の基本的産業を目指す
- ⑧国民の情報技術の応用能力を大きく引き上げる
- ⑨情報社会への移行の基礎づくりをする

とらに、国全体の方針を示す国家経済・社会発展第 12 次 5 年計画 (2011 年～2015 年) において、消費者主導型成長への転換、新しい成長産業の育成・サービス業の強化、都市化の推進による技術革新を重視している。さらに、戦略的発展産業として①省エネルギー・環境保護、②新世代情報技術、③バイオ、④最先端の製造業、⑤新エネルギー、⑥新素材、⑦新エネルギー自動車を開発すること、サービス業の強化、都市化の推進による地域振興を重要目標としている。国家経済・社会発展第 12 次 5 年計画の科学技術分野の政策は多くが国家中長期科学技術発展計画綱要の内容を継承している²⁶⁾。

国家経済・社会発展第 12 次 5 年計画を受け、長期的科学技術分野の国家第 12 次 5 年科学技術発展計画を公表しており、さらに詳細な分野別の専門計画が策定されている。情報科学技術に関連する専門計画は次の通りである²⁷⁾。

- ①現代サービス業科学技術発展専門計画
 - ②スマート製造科学技術発展専門計画
 - ③サービスロボット科学技術発展専門計画
 - ④スマートグリッド大規模産業化技術専門計画
 - ⑤新型ディスプレイ科学技術発展専門計画
 - ⑥ナビと位置情報サービス科学技術発展専門計画
 - ⑦中国クラウド科学技術発展専門計画
 - ⑧国家ブロードバンドネットワーク科学技術発展専門計画
- 科学技術分野のほかは、工業・情報化部が情報科学技術関連の次のような計画を策定している²⁸⁾。
- ①電子情報サービスの第 12 次 5 年計画
 - ②情報網の第 12 次 5 年計画
 - ③電子情報設備の第 12 次 5 年計画
 - ④情報技術の第 12 次 5 年計画
 - ⑤ソフトウェア及び情報技術サービスの第 12 次 5 年計画
 - ⑥情報通信設備の第 12 次 5 年計画

(4) 韓国

国は創造的なアイデアが、科学技術・ICTと結び付き、創発、産業化、市場展開につなぐ。質の高い成長を生み出す「創造経済システム」を構築する計画として「創造経済発展計画」が 2013 年 6 月に政府会議において決定されている。創発経済発展計画では「創造経済を通じて国民の幸福と豊かに携り未来時代を構築する」というビジョンの下、次の 5 つの戦略を掲げている。

- ①企業しやすい環境づくり
- ②ベンチャー・中小企業支援
- ③成長動力の創出
- ④グローバル創大人材育成
- ⑤科学技術と ICT のイノベーション革新力強化
- ⑥創造経済文化の醸成

さらに、この計画の下、科学・ICTと連携産業を融合させ、対象産業の高度化と問題解決を実現する企業庁による「創造ビジネスプロジェクト」が打ち出され、引き続き「創造ビジネスプロジェクト」推進計画において次の重点 7 分野で 2013 年度より積極事業として開始し

た。2014 年には、対象がエネルギー・交通・環境等にも拡大している²⁹⁾。

1. 融合の早期活性化が期待できる分野：食品水産食品、文化観光
 2. 融合を通じた戦略的強化が必要な分野：保健医療、主力・伝統産業、教育学習
 3. 早急な社会課題解決が必要な分野：小規模工業創業、災害安全
- こうした創造経済システムを実現する申請機関として 2013 年 3 月に未来創造科学館が新設されている。さらに 3 月の臨時国会において「情報通信の振興及び融合の活性化に関する特別法案 (ICT 特別法)」が可決された。この特別法では、ICT の活用を促進する見返の観点、未来創造科学館長官が 3 年ごとに ICT 政策に関する基本計画 (ICT 基本計画) を策定・実施すること、国庫移譲の枠の下に ICT 政策の統合調整機能を担う「情報通信戦略委員会」(未来創造科学館長官が幹事) を設置すること、未来創造科学館によるソフトウェア産業及びデジタルコンテンツ産業の振興や ICT を活用した新しい技術・サービス等への支援などが掲げられている³⁰⁾。

また、2013 年 12 月には 2017 年までの国家情報化戦略として「国民の幸福のためのデジタル創発韓国の実現」を目標に掲げた第 5 次国家情報化基本計画を発表した。目標実現に向けて 4 大戦略として以下の「CORE」及び 15 個の戦略的課題を提示している。

- ①情報化を通じた創造経済の牽引 (Creative Economy)
- ②国家社会の創造的情報通信技術の活用 (Optimised Society via ICT)
- ③国民の想像力強化 (Renewed Human Capacity)
- ④デジタル創発韓国のインフラ高度化 (Enhanced ICT Infrastructure)

一方、科学技術・イノベーション政策の軸となる「第 3 次科学技術基本計画 (2013 年～2017 年)」では創造経済の実現に向け、科学技術と ICT の融合による新産業創出、国民の生活の質向上等のための具体策として次の 5 つの戦略分野を高度化する「High」を掲げている³¹⁾。

- ①High1 国の研究開発投資の拡大と効率化
 - ②High2 国家戦略技術の開発
 - ③High3 中長期的な競争力の強化
 - ④High4 新産業創出支援
 - ⑤High5 科学技術基盤の刷新創出
- 「High」国家戦略技術の開発」では研究開発投資すべき分野として 5 大重点分野とその下の 20 種選定領域を挙げ、各選定領域を推進するための 30 の重点国家戦略技術、120 の国家戦略技術の研究開発を推進する方針を掲げている。

①IT 融合新産業の創出

- ①IT 融合新産業の創出
- ②IT 融合新産業の創出
- ③IT 融合新産業の創出
- ④IT 融合新産業の創出

⑤IT 融合新産業の創出

⑥IT 融合新産業の創出

⑦IT 融合新産業の創出

⑧IT 融合新産業の創出

⑨IT 融合新産業の創出

⑩IT 融合新産業の創出

⑪IT 融合新産業の創出

⑫IT 融合新産業の創出

⑬IT 融合新産業の創出

⑭IT 融合新産業の創出

⑮IT 融合新産業の創出

⑯IT 融合新産業の創出

⑰IT 融合新産業の創出

⑱IT 融合新産業の創出

⑲IT 融合新産業の創出

⑳IT 融合新産業の創出

㉑IT 融合新産業の創出

㉒IT 融合新産業の創出

㉓IT 融合新産業の創出

㉔IT 融合新産業の創出

㉕IT 融合新産業の創出

㉖IT 融合新産業の創出

㉗IT 融合新産業の創出

㉘IT 融合新産業の創出

㉙IT 融合新産業の創出

㉚IT 融合新産業の創出

㉛IT 融合新産業の創出

㉜IT 融合新産業の創出

㉝IT 融合新産業の創出

㉞IT 融合新産業の創出

㉟IT 融合新産業の創出

㊱IT 融合新産業の創出

㊲IT 融合新産業の創出

㊳IT 融合新産業の創出

㊴IT 融合新産業の創出

㊵IT 融合新産業の創出

㊶IT 融合新産業の創出

㊷IT 融合新産業の創出

㊸IT 融合新産業の創出

㊹IT 融合新産業の創出

㊺IT 融合新産業の創出

①High6 科学技術基盤の刷新創出」では、創造経済を支えるものとして、ロボット、情報セキュリティ、ビッグデータ、認知科学、人工知能、再生学、文化コンテンツといった新興技術の専門性・独創性の育成に力を入れている。

知のメディア

ライフサイエンス分野におけるビッグデータ

(7) 国際比較

国・地域	フェーズ	現状	トレンド	各国の状況、評価の際に参考にした機関など
日本	基礎研究	◎	↑	・自然言語処理に関する大学・公的機関における基礎研究レベルは高く、研究成果も多い。
	応用研究・開発	◎	↑	・国立情報学研究所 (NII) の人工知能プロジェクト「ロボットは真大に入れるか」が2011年に立ち上がり、この中で自然言語処理の中核技術である知識推論に関する研究が推進されている。
	産業化	○	→	・モバイル端末を用いた音声質問応答システム (NTTドコモ「しゃべってコンシェル」, Yahoo!「音声アシスト」など) や音声翻訳システムが実用に近いレベルとなり、普及しつつある。
米国	基礎研究	◎	→	・NSFにサポートされた評価表現解析、自然発的、知識獲得などの研究も活発である。
	応用研究・開発	◎	→	・DARPAによる巨額の研究費によって継続的に研究プロジェクトが推進されている。
	産業化	◎	→	・MicrosoftによるOSやOfficeにおける言語処理、GoogleのWebサーチ、Appleの音声質問応答システムSiriなど、枚挙にいとまがない。
欧州	基礎研究	◎	→	・機械翻訳に関する研究は継続的に活発であり、FP7においても20を超えるプロジェクトが推進されている。
	応用研究・開発	○	→	・FP7のFET Flagship Polaris Project (2011年～2012年) となったビッグデータ関連のプロジェクトFutureICTでは知識処理としてSemantic Webがフォーカスされている。
	産業化	○	→	・古くから機械翻訳システムの開発が進んで、代表的なものとしてSYSTRANがある。また、最近ではオープンソースの統計翻訳システムMoses をベースとしたシステムの開発も盛んである。
中国	基礎研究	◎	↑	・清華大学、中国科学院などを中心に、近年、基礎研究のレベルが大幅に向上している。国家プロジェクトとしてもウィング語、チャットボットなどを含む多言語翻訳、多言語検索に関する多数の課題が採択されている。
	応用研究・開発	◎	↑	・Microsoft Research Asia (北京) をはじめ、応用研究のレベル向上も目覚ましい。また、2011年からはBaiduを中核として多数の大学、公的研究機関が参加する機械翻訳研究が立ち上がった。
	産業化	◎	↑	・国産検索エンジンBaiduが国内シェア1位であり、社にも中国独自の検索エンジンが種々開発されている。音声検索、音声翻訳などのサービスも広まりつつある。
韓国	基礎研究	○	→	・KAIST, POSTECHなどを中心に基礎研究が推進されている。欧州との連携でSemantic Web関係の研究が盛んであり、ビッグデータのプロジェクトも立ち上がっている。
	応用研究・開発	○	→	・知識経済部 (Ministry of Knowledge Economy) がプロジェクトを推進しており、音声翻訳システムのプロジェクトが始まっている。
	産業化	○	→	・国産検索エンジンNaverが国内シェア1位であり、文書インデックス構築や、Eコマースや選挙などでの評判分析など、ネット系の言語処理企業が数多くある。

(7) 国際比較

国・地域	フェーズ	現状	トレンド	各国の状況、評価の際に参考にした機関など
日本	基礎研究	○	↑	・iPS細胞の発見や、それに基づく再生医療の研究など、ライフサイエンスそのもののアクティビティは高い。ただし、情報学に詳しい人材の不足から、データ解析のレベルは高いとはいえない。この事実が、ライフサイエンス研究の質そのものを悪化させるかどうかは、まだ不明である。
	応用研究・開発	△	→	・欧米に比べて、大規模な研究プロジェクトが少なく、人材が不足している。これは、数十年にわたって投資を怠ってきたことが原因であり、すぐに好転するとは考えられない。長期的な視点に立って、トレンドを好転させる努力が必要である。
	産業化	△	→	・欧米に比べると低調といわざるを得ない。
米国	基礎研究	◎	↑	・すべてに関して世界をリードしている。基礎的な生物学、シークエンサなどの測定機器、情報学に関してすべて圧倒的な力を持つ。NCBI ²⁸⁾ には世界中の情報が集まる。
	応用研究・開発	◎	↑	・現状では世界一の力を持つ。Googleが、Google genomics ²⁹⁾ というクラウドプラットフォームを開始した。
	産業化	◎	↑	・米国の強みは、新技術が開発されるとすぐにベンチャーによって事業化される点である。ゲノム診断に関しては23andMeを始めとする多くの企業がある。
欧州	基礎研究	◎	↑	・Wellcome Trust Sanger Institute ³⁰⁾ 、EBI ³¹⁾ 、ドイツのMax Planck ³²⁾ などが強力なゲノム関係のプロジェクトを推進している。高質的な生物学のレベルも高い。
	応用研究・開発	○	↑	・イギリスにおいては、50万人規模のUK Biobank ³³⁾ が進行中である。また、スウェーデンでも、同様に50万人規模のLifeGene ³⁴⁾ プロジェクトが立ち上がりつつある。
	産業化	○	→	・DaxdoMe ³⁵⁾ などのゲノム診断サービスが存在する。ただ、米国に比較すると広がりとしては小さい。
中国	基礎研究	△	↑	・前述のBGIを中心に、ハイインパクトジャーナルに多くの論文を出版している。ただし、基礎生物学のレベルは高くない。
	応用研究・開発	○	↑	・コホート研究では、UK Biobankと同規模のChina Kadoorie Biobank ³⁶⁾ がスタートしている。
	産業化	△	↑	・BGIによるゲノム解析の受託解析サービスが世界的に展開されている。
韓国	基礎研究	△	↑	・今のところ特筆すべき点はない。
	応用研究・開発	△	↑	・今のところ大きな動きはない。
	産業化	△	↑	・特筆すべき点はない。

(注1) フェーズ

ビッグデータ解析技術

(7) 国際比較

国・地域	フェーズ	現状	トレンド	各国の状況、評価の際に参考にした機関など
日本	基礎研究	△	→	・機械学習の基礎研究全般に関しては、電子情報通信学会の情報論的学習と機械学習(BISM)研究会 ¹⁹⁾ が国内の学術界を主導しているが、これまでのところ、ディープラーニングに関する研究発表はわずかである。
	応用研究・開発	○	↗	・画像処理、音声認識、自然言語処理などを専門とする研究者、エンジニアがディープラーニング技術に対する強い興味を示している。これまでのところ、北米で開発された技術の転移会や、それらの技術の実証実験などが盛んに行われている。
	産業化	○	↗	・海外の企業の成功を受け、同様の技術を自社に取り込もうと、多くの企業がディープラーニング技術の習得に力を入れている。 ・NTTドコモが音声認識サービス「しゃべってコンシェル」にてディープラーニング技術を実用化 ²⁰⁾ 。 ・デンソーアイティラボラトリが歩行者認識技術を開発 ²¹⁾ 。
米国	基礎研究	◎	↗	・元来、機械学習の研究が非常に盛んであり、これまでのディープラーニングに関するほぼすべての技術は、米国とカナダの大学や企業から発信されている。 ・もともとは、Neural Information Processing Systems ²²⁾ やInternational Conference on Machine Learning ²³⁾ という機械学習学会の国際会議にてディープラーニングの研究情報が発信されていたが、2013年よりInternational Conference on Learning Representations ²⁴⁾ というディープラーニングに特化した国際会議が開始され、今後は北米が中心となってディープラーニングの基礎研究がけん引されていくものと考えられる。
	応用研究・開発	◎	↗	・Facebook社がディープラーニングを用いたほぼ人間レベルの顔認識技術DeepFace ²⁵⁾ を発表。 ・Microsoft社が画像認識技術Project Adam ²⁶⁾ を発表。
	産業化	◎	↗	・Google社が画像検索にディープラーニングを採用 ²⁷⁾ 。 ・Apple社がSiriの音声認識にディープラーニングを採用 ²⁸⁾ 。
	基礎研究	○	↗	・イギリス、ドイツ、フランス、スイス、イタリア、スペインなどの大学や研究機関にて機械学習の研究が行われており、ディープラーニングの基礎研究も活発に行われつつある ²⁹⁾ 。
欧州	応用研究・開発	○	↗	・Google社、Amazon社などのヨーロッパのブランドが、ディープラーニングの応用研究を行っている。
	産業化	○	↗	・欧州に特化した産業化が行われているわけではないが、北米の企業が欧州にも進出している。
中国	基礎研究	○	↗	・機械学習の主要な国際会議であるInternational Conference on Machine Learning ²⁹⁾ を2014年に北京でホストするなど、研究者人口が爆発的に増加している。北米とのコラボレーションも活発で、アジアの機械学習研究をけん引しつつある。ディープラーニングの研究も盛んになりつつある。
	応用研究・開発	○	↗	・Baidu社にて、ディープラーニングに関する応用研究が活発に行われている ³⁰⁾ 。
	産業化	○	↗	・Baidu社を中心として、ディープラーニングの産業化が行われていく環境である。
韓国	基礎研究	×	→	・ソウル大学、KAIST、POSTECHなどの主要大学にて機械学習に関する研究が行われているが、ディープラーニングに関する基礎研究はほとんど行われていない。
	応用研究・開発	△	↗	・Samsung社がディープラーニングに関する研究開発に力を入れている ³¹⁾ 。
	産業化	△	→	・今のところ、韓国のディープラーニング産業は見当たらぬ。

BMI(ブレイン・マシン・インターフェース)

(7) 国際比較

国・地域	フェーズ	現状	トレンド	各国の状況、評価の際に参考にした機関など
日本	基礎研究	◎	↗	・高度埋め込み技術によるロボット操作、多関節複合運動を指揮するBMI、精神疾患の脳状態のチューニング(脳プロ(文科省)) ・脳を傷つけず、長期にわたる安定的な脳計測を多チャンネルで実現する技術革新が進んでいる。非侵襲型についても、情報統計と次元縮約を駆使して、1000を超える多次元脳データが少ないサンプル数にもかかわらずモデルに落とし込む情報解析技術が着実に構築されている。脳卒中やジストニアといった神経疾患の脳状態をBMIでチューニングし、従来の医療では治療できなかったタイプの運動障害を克服することに成功している。 ・また、スマートハウスによる環境センシングデータとの統合により、複数人のユーザーがBMIを使って生活する実証実験が進みつつあり、脳以外の情報で制御をとりつつ、自覚脳活動のデコーディングをすることに成功している。
	応用研究・開発	○	→	・ロボットスーツHALによる高齢者運動介助、歩行訓練などのなかでBMI機能を搭載し、脳からしか信号が取得できない重度運動障害者のための動作支援やコミュニケーション支援を視野に入れた研究が進んでいる。
	産業化	○	↗	・BMIによる脳卒中片麻痺の治療について、パナソニック、日本光電をはじめとした企業グループと慶應義塾大学をはじめとした医療グループが実用化研究を推進している。 ・電圧が米国の脳波センサーを組み込んだおもちゃを発売(ネコミミ)、7万台のセールスを達成している。脳活動をデコーディングできるかどうかの検証が十分でなく、基礎研究サイドとの距離はある。
米国	基礎研究	◎	→	・神経種を解へ理解することによって高品質な信号を取得し、多自由度なロボット操作がピッツバーグ大学とブラウン大学で実現されている。圧力センサーからの出力に基づいて、脊髄や脳の神経を刺激することで感覚機能を再建し、これによって運動制御の性能を高める研究に歩を進めている。またサルを用いて、脳と眼を人工的に電気接続し、その後の適応運動や能力増強性を調べる研究が、University of Washingtonで体系的に研究されており、理論と実証の両面で研究が発展している。 ・一方で、研究トピックとしては10年前とほぼ変わらず、コンセプトのリノベーションはやや遅い印象がある。
	応用研究・開発	◎	↗	・脳信号が脳内に伝わってきたところで信号を計測することで、高い剛応性と自由度を実現したロボットアーム技術がResearch Institute of Chicagoで開発され、大規模な臨床研究が進められている。日常生活に十分耐えられる時間空間自由度を確保し、手首のひねり、肩の挙上、リーチング運動、つまみ動作、握り動作などが実現できる。
	産業化	○	→	・BMIによるロボットアーム制御は、ベンチャー企業GrainGate ³²⁾ FDA承認を得るための知見を推進中である。 ・Neurosky、Emotivといった複数のベンチャー企業が、数万円オーダーの価格で脳波計測モジュールを一般販売しており、複数のゲームメーカーがおもちゃを販売している。 ・アスリート養成のために、アーチェリー米国オリンピックチームがシューティング時の脳波解析を行い、脳の気候化支援を行っている。
欧州	基礎研究	◎	↗	・デンマークCopenhagen大学やドイツTubingen大学などで、脳に電流を与えて脳機能を修飾する研究が盛んであり、そのためのデバイス開発が進んでいる。具体的には、リアルタイムに脳内情報を検定する逆閉回路法と、脳計測装置の中でノイズの発生なしに脳電流刺激を行えるデバイスが確立している。一部は、日本の研究所や大学に技術移転が進んでいる。

認知科学

汎用人工知能

(7) 国際比較

国・地域	フェーズ	現状	トレンド	各国の状況、評価の際に参考にした根拠など
日本	基礎研究	◎	↘	研究テーマが細分化する傾向にあり、「人間の知の理解」などの基礎的研究に取り組む研究者は少ない。
	応用研究・開発	○	↗	人間行動の理解（消費者行動や災害時の避難行動など）に基づく、サービス工学研究が立ち上がりつつある。
	産業化	○	→	工業製品のユーザビリティを反映した製品開発が行われている。
米国	基礎研究	◎	↗	認知科学は心理学や脳科学、工学の融合分野に位置づけられており、企業を含め基礎研究は充実している。
	応用研究・開発	◎	↗	脳活動を計測することで人間行動の前段階での理解を目指した研究が立ち上がりつつある。消費者の購買行動や政治行動（投票行動など）を脳活動から推測するニューロマーケティングが盛んになっている。
	産業化	◎	↗	認知科学的視点に基づくコンサルタント専門の企業も立ち上がり、製品展開している。
欧州	基礎研究	◎	↗	認知科学は特に医学分野との連携を深め、医療分野での基礎研究が盛んである。
	応用研究・開発	○	↗	自閉症の早期発見・治療プロジェクトを代表として、認知科学の成果を応用した治療法の開発が盛んである。
	産業化	△	→	基礎研究に重点が置かれ、特筆すべき産業化の事例は見当たらない。
中国	基礎研究	△	→	fMRIやPETを利用した脳機能計測に基づく認知科学的基礎研究が行われている。
	応用研究・開発	×	→	ベンチャー企業を中心にさまざまな認知科学の知見を応用した教材や教育玩具が開発されているが、特筆すべき活動は見えていない。
	産業化	×	→	認知科学分野において特筆すべき、産業化の事例は見当たらない。
韓国	基礎研究	×	→	韓国科学技術院を中心に基礎研究が行われているが、特筆すべき活動・成果が見えていない。
	応用研究・開発	△	↗	自動車運転時の行動解析の大型プロジェクトが進行している。
	産業化	×	→	認知科学分野において特筆すべき、産業化の事例は見当たらない。

〔注1〕 フェーズ

(7) 国際比較

「基礎研究」、「応用研究・開発」、「産業化」の3つのフェーズについて、現状およびトレンドを専門家としての見識に基づき、主観的に記す。また、これらの根拠について、エビデンスなどと併せて文章にて記す。日本、米国、欧州、中国、韓国について記載するが、他の国についても当該技術について重要な国については行を挿入して記載する。

国・地域	フェーズ	現状	トレンド	各国の状況、評価の際に参考にした根拠など
日本	基礎研究	△	↗	AGI国際会議では1%程度の発表だが、かつての大型プロジェクト投資などを通じてシニア人材には強みがある。発達ロボティクスの研究の歴史も長い。また最近に入り金剛アーキテクチャ勉強会、汎用人工知能研究会などの活動も活性化。また汎用人工知能の発表評価環境になりうるRobocup@Home研究も世界的に認知されている。
	応用研究・開発	×	↗	要素技術である深層学習の応用を目指すPreferde Networksが設立され、研究が加速されると思われる。
	産業化	△	↗	周辺技術として感情認識に力点を置いたPepperがソフトバンクモバイルから発表された。ロボット革命の動きから、汎用人工知能への期待が高まると思われる。
米国	基礎研究	◎	↗	認知アーキテクチャーの構築や、理論の両面において研究が盛んである。AGI国際会議では4割の発表を占めやや伸びている。
	応用研究・開発	○	→	IBMによるSynapseプロジェクトや、DARPAを中心とした軍用用途に向けた認知アーキテクチャーなどの応用開発が進んでいる。
	産業化	×	→	要素技術としての深層学習は、GoogleやFacebookなどのマーケティングなどに利用されている。
欧州	基礎研究	◎	→	欧州は理論的な研究に強みがありつつ、Micro PSIなどアーキテクチャーや、ITALKなどの言語獲得のプロジェクトもある。AGI国際会議の約半分の発表を占めているが、ここ数年の発表件数はやや低調気味。Human Brain Projectの主要出口は医療だが、知能技術についても一定の後押しがあり、今後はこの分野の研究もある程度加速するとと思われる。
	応用研究・開発	×	→	Human Brain Projectで開発されるNeuromorphic Computingを利用した応用や開発の準備が進められている。
	産業化	△	→	特筆すべき産業化事例はみあたらない。
欧州	基礎研究	○	→	AGI国際会議の7%程度の発表をしめる。理論的研究に強みがあり、Googleが買収した英国のDeepMindとの繋がりがある。
	応用研究・開発	△	→	海馬のナビゲーション機能をヒントとして、ナビゲーションを行うRatSLAMという認知アーキテクチャーの研究などがある。
	産業化	×	→	特筆すべき産業化事例はみあたらない。
その他アジア	基礎研究	?	?	中国・韓国などを含めてAGI国際会議の4%程度の発表をしめるが、現段階では米国との共同で、研究が根をおろしている段階ではない。
	応用研究・開発	×	→	特筆すべき応用研究・開発事例はみあたらない。
	産業化	×	→	特筆すべき産業化事例はみあたらない。

時空間データマイニング技術

オントロジーとLOD

(7) 国際比較

国・地域	フェーズ	現状	トレンド	各国の状況、評価の際に参考にした根拠など
日本	基礎研究	△	→	・オントロジーに関する基礎研究が着実に進められている
	応用研究・開発	○	↗	・オントロジーについて、さまざまな領域において応用レベルのもの構築され、現場への適用などが行われている。 ・LODについて、産学官の協働で、データ公開やアプリケーションの開発が進められている。
	産業化	△	↗	・オントロジーに基づく応用がいくつかの領域で行われている ・特にLODについて民間企業の動きが活発になっていることなど、産化に向けて進展が進んでいる。
米国	基礎研究	○	→	・バイオ分野のオントロジーを中心に基礎的研究に厚みがある。
	応用研究・開発	◎	→	・Wordnet、CYC、ConceptNetなどの大規模知識ベースが構築され、一部は公開されている。 ・バイオ分野におけるオントロジー群の構築にもNCBOやOBO foundry が大きな役割を果たしている。
	産業化	◎	↗	・IBMによって Watson の技術の医療診断といった分野への産業応用が進められている。 ・Google など大手サービス業では Knowledge Graph に基づくサービスが行われている。 ・多くのベンチャー企業が活発に活動している
欧州	基礎研究	◎	→	・オントロジーやLODの基礎分野において、英国・ドイツ・イタリアなどが先導的な成果を挙げている。
	応用研究・開発	◎	↗	・2013年までのFP7において、LOD2、PlanetDataなどの意味処理に関わる多くのプロジェクトが行われた ・ドイツ・英国を中心にLODの応用研究・開発が積極的に進められている。
	産業化	○	↗	・ドイツを中心に、オントロジーとLODに関するベンチャーなどが設立されている。2014年から開始されているEUの Horizon 2020によって産業界の支援が行われる予定である。
中国	基礎研究	△	↗	・中国語の意味処理基盤が構築され、近年、トップカンファレンスでも研究論文を発表している。
	応用研究・開発	△	→	・独自のLODハブや統合的スキーマが開発された後継であり、未成熟である。
	産業化	×	→	・まだ顕著な産業化は見えてこない。
韓国	基礎研究	△	→	・複数の共同機関が欧州のDERI と共同研究を行うなど積極的に国際共同研究を進めている。
	応用研究・開発	○	→	・気象情報や高齢者のモニタリングなどへのSW技術の適用などが行われている。
	産業化	△	→	・意味処理に関するベンチャーが設立されている。

(注1) フェーズ

各国の状況、評価の際に参考にした根拠など

日本	基礎研究	△	↗	・大学、研究所、企業などにおいて研究が行われているが、限定的なインシテブをとるには至っていない。 ・ソーシャルグラフマイニングの研究はかなり活発に行われている。また、時系列データマイニングに関しては世界トップレベルである。 ・2014年におけるデータベースおよびデータマイニング分野のトップ国際会議 2014の論文採択数は7件（全体の約3%）であり、他国と比べて件数は少ないものの、若干ではあるが全体的に研究レベルは上昇傾向にあると思われる。
	応用研究・開発	△	→	・データマイニングにおいてはGoogleなどの米国企業が強みを有するため、応用研究については日本がいつか任せていくか早急な検討が必要である。 ・分散オンライン機械学習フレームワークであるJuhatusが現れるなど、一定の進展が見られる。
	産業化	△	→	・データストリーム処理のための商用システムとして、uCosmos Stream Data Platform（日立）やMEMソリューションCONNEXIVE（NEC）がある。
米国	基礎研究	◎	↗	・データマイニングについては、米国の大学、研究機関における基礎研究のレベルは高い。 ・2014年におけるデータベースおよびデータマイニング分野のトップ国際会議 2014の採択数は147件（全体の約7%）であり、件数は極めて多い。その中には世界をリードする研究も数多く見られる。
	応用研究・開発	◎	↗	・医療情報解析に対する研究開発が本格化している。国際会議KDD'14では11件の医療情報解析に関する発表があり、その中で9件が米国の企業、大学からの発表である。また、IBMは基礎研究と応用研究の両面で医療情報解析の技術開発をリードしている。
	産業化	◎	↗	・Google、Facebook、IBM、AT&Tなどの企業によって、各社のために有用なデータマイニング技術が開発され、様々な商用製品がリリースされている。 ・著名なグラフデータベースNeo4jは米国産である。
欧州	基礎研究	○	↗	・データマイニングについては、特にドイツの大学、研究機関における基礎研究のレベルが高い。またデータベース技術に関してはドイツのみならず、スイスの研究レベルも高い。 ・2014年におけるデータベースおよびデータマイニング分野のトップ国際会議 2014の採択数はドイツ11件（全体の約4%）、スイス3件（約2%）、イギリス4件（約2%）、フランス4件（約2%）、イタリア8件（約1%）となっている。その中にはインパクトのある研究も見られる。
	応用研究・開発	○	↗	・StreamCloudプロジェクトなどデータストリームの研究開発、さらにグラフデータ処理の研究も進められている。
	産業化	△	→	・時空間マイニングについては、応用研究・開発の動きは見られるものの、全体的に産業化が進んでいることを示す明確な情報は見当たらない。
中国	基礎研究	○	↗	・2014年におけるデータベースおよびデータマイニング分野のトップ国際会議 2014の論文採択数は20件（全体の約14%、全体の11件を含む）であり、件数は急増している。また、米国の大学との共同研究が多いことも特徴である。
	応用研究・開発	○	↗	・グラフデータ処理の研究が進められている。 ・知識情報を用いたソーシャルネットワークマイニング、推薦システムデータ解析など、医療情報を用いたデータマイニングに関する応用研究も進んでいる。また、大気汚染に関する研究も行われている。
	産業化	△	↗	・Baiduをはじめとして、IT企業の強みが目覚ましい。研究所の発表も積極的に進められている。
韓国	基礎研究	△	↗	・2014年におけるデータベースおよびデータマイニング分野のトップ国際会議 2014の論文採択数は1件と大幅に件数は下がっている。しかし韓国はこれまで質の高い研究成果を長年に亘って出してきており、た若干の研究者の台頭もあり、一時的なものと思われる。
	応用研究・開発	△	→	・グラフデータの融合処理において質の高い研究が行われているものの、応用研究・開発が進んでいることを示す明確な情報は見当たらない。
	産業化	△	→	・時空間マイニングについては、応用研究・開発の動きは見られるものの、全体的に産業化が進んでいることを示す明確な情報は見当たらない。

(注1) フェーズ