

強み	課題
<p>認知科学</p> <p>認知科学の基礎研究は日本の強みの一つであるが、研究テーマが細分化する傾向があり、基礎的研究に取り組む研究者は少ない。認知科学がこれまでに蓄積した知見は産業、医療・介護、教育、文化・芸術などさまざまな分野の発展に重要な役割を果たす可能性がある。ただし、これらは認知科学内部だけで簡潔するものではない。関連分野との連携、協力が不可欠である。残念ながらこの連携、協力は現時点までで十分な形で行われているとは言えない。</p> <p>ブレイン・マシン・インターフェース</p> <p>日本では、低侵襲な方式の人工視覚研究が産学連携によって進められたり、医療応用を見据えた原理実証型研究が政策的に推進されている。超高齢化にともなう病院対応の限界が言われているなか、疾病予防をしたり、軽度の疾患をヘルスケア側で対応したりできるシステムが構築されることは、我が国の医用健康問題にも大きく資する。</p> <p>知のメディア</p> <p>日本の自然言語処理に関する大学・公的機関における基礎研究のレベルは高く、研究成果も多い。</p>	<p>オントロジーとLOD</p> <p>現状、他国に比べて顕著な活動・成果は見られていない。オントロジーやLODの基礎的研究は、「データの意味的抽出」のレベルから「知の集積・伝搬・探索」レベルへの深化によって、「知のコンピューティング」の基盤技術となる。</p> <p>汎用人工知能</p> <p>潤沢な資金をもつ米国IT企業が、世界中から好待遇で研究者を招聘して強力に研究を加速させている一方で、国内のIT企業等は、これらに対抗しうる状況にない。多彩なタレントを持つハイレベルな研究者を集結させ、日常的に議論を行える場を長期間安定して維持することがキーになる。</p> <p>時空間データマイニング技術</p> <p>我が国では基礎研究と応用研究が個別に進められている感がある。産学が連携する試みもあるものの、多くの場合、製品化のような産業展開にはつながっていない。</p> <p>ビッグデータ解析技術</p> <p>ビッグデータを効率よく処理するための超高速学習技術の開発が、ディープラーニングの科学技術的な重要研究事項である。政策的な課題として産学官による基礎理論から実世界応用までを広範に含む大型プロジェクトの登場が切望されるが、日本のディープラーニングに関する基礎研究発表はわずかである。</p> <p>ライフサイエンス分野におけるビッグデータ</p> <p>大量のデータを解析し、信頼性ある結果を得ることができるアルゴリズムの開発が急務であるが、日本は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言えない。</p>

目 次

エグゼクティブサマリー

1. 目的と構成	1
1.1 「研究開発の俯瞰報告書」作成の目的	1
1.2 俯瞰対象分野設定	1
1.3 構成	1
2. 俯瞰対象分野の全体像	3
2.1 分野の範囲と構造	3
2.1.1 分野の範囲	3
2.1.2 俯瞰の枠組	3
2.1.3 研究開発領域	4
2.2 分野の歴史、現状及び今後の方向性	6
2.2.1 分野の歴史	6
2.2.2 分野の現状 ～社会とのかかわりを深める IT～	8
2.2.3 分野を取り巻く環境変化と IT のチャレンジ	10
2.2.4 我が国の課題と分野の方向性	11
(1) ビッグデータ	15
(2) CPS/IoT	16
(3) 知のコンピューティング	17
(4) セキュリティ	18
2.2.5 諸外国・地域における研究ビジョンや戦略	19
(1) 米国	19
(2) 欧州	20
(3) 中国	25
(4) 韓国	26
3. 研究開発領域	29
3.1 基礎理論	29
3.1.1 情報理論	33
3.1.2 暗号理論	41
3.1.3 離散構造と組合せ論	47
3.1.4 計算複雑度理論	53
3.1.5 アルゴリズム理論	59

3.1.6 最適化理論	68
3.1.7 プログラム基礎理論	75
3.1.8 データアナリシス	80
3.2 デバイス・ハードウェア	85
3.2.1 集積回路技術	89
3.2.2 MEMS デバイス技術	95
3.2.3 フォトニクス	101
3.2.4 プリントドエレクトロニクス技術	108
3.2.5 極超低電力 IT 基盤技術	118
3.2.6 量子コンピューティングデバイス	124
3.2.7 メモリーとストレージ	131
3.2.8 アクチュエーター	137
3.2.9 センサー	143
3.2.10 アナログ回路	148
3.2.11 情報処理	154
3.2.12 通信	160
3.2.13 エネルギーハーベストデバイス	171
3.2.14 電源	180
3.3 通信とネットワーク	185
3.3.1 光通信技術	188
3.3.2 無線通信技術	193
3.3.3 ネットワーク・エネルギーマネジメント	199
3.3.4 ネットワーク仮想化技術	208
3.3.5 通信行動と QoE (Quality of Experience)	215
3.3.6 情報ネットワーク科学	220
3.3.7 新たな情報流通基盤	226
3.4 ソフトウェア	232
3.4.1 ソフトウェア工学	234
3.4.2 組込みシステム	240
3.4.3 プログラミングモデルとランタイム	248
3.4.4 システムソフトウェアとミドルウェア	255
3.5 IT アーキテクチャー	261
3.5.1 エンタープライズ・アーキテクチャー	266
3.5.2 ソフトウェア定義型アーキテクチャー	277
3.5.3 クラウドコンピューティング	287
3.5.4 モバイルアーキテクチャー	293
3.5.5 ワークロード特化型アーキテクチャー	303
3.5.6 ハイパフォーマンスコンピューティング (HPC)	309
3.6 IT メディアとデータマネジメント	318
3.6.1 ビッグデータの統合・管理・分析技術	321

研究開発の俯瞰報告書

情報科学技術分野 (2015年)

3.6.2	ユーザー生成コンテンツとソーシャルメディア	326
3.6.3	センサーデータ統合検索分析技術	332
3.6.4	時空間データマイニング技術	339
3.6.5	次世代情報検索・推薦技術	345
3.6.6	個人ライフログデータの記録・利活用技術	350
3.7	人工知能	355
3.7.1	探索とゲーム	357
3.7.2	機械学習、深層学習	365
3.7.3	オントロジーとLOD	374
3.7.4	Web インテリジェンス	385
3.7.5	知能ロボティクス	392
3.7.6	統合的人工知能	401
3.7.7	汎用人工知能	408
3.7.8	認知科学	416
3.8	ビジョン・言語処理	423
3.8.1	大規模言語処理に基づく情報分析	425
3.8.2	言語情報処理応用 (機械翻訳)	433
3.8.3	言語情報処理応用 (音声対話)	438
3.8.4	画像・映像の意味解析	445
3.8.5	言語と映像の統合理解	452
3.9	インタラクション	457
3.9.1	BMI (ブレイン・マシン・インターフェース)	459
3.9.2	人間拡張工学	468
3.9.3	ハプティクス (触覚)	473
3.9.4	ウェアラブルコンピューティング	480
3.9.5	HRI (ヒューマン・ロボット・インタラクション)	489
3.9.6	グラフィックス・ファブリケーション	496
3.10	ビッグデータ	504
3.10.1	ビッグデータ基盤技術	506
3.10.2	ビッグデータ解析技術	513
3.10.3	クラウドソーシング	520
3.10.4	プライバシー保持マイニング技術	525
3.10.5	ITメディア分野におけるビッグデータ	533
3.10.6	ライフサイエンス分野におけるビッグデータ	540
3.10.7	教育とビッグデータ	545
3.10.8	社会インフラとビッグデータ	561
3.10.9	オープンデータ	567
3.10.10	著作権とビッグデータ	571
3.10.11	ビッグデータとプライバシー	578
3.11	CPS/IoT	584

研究開発の俯瞰報告書

情報科学技術分野 (2015年)

3.11.1	CPS/IoTアーキテクチャー	586
3.11.2	M2M	591
3.11.3	社会システムデザイン	598
3.11.4	CPS/IoTセキュリティ	603
3.11.5	応用と社会インパクト	611
3.11.6	ものづくりとIoT	617
3.12	知のコンピューティング	623
3.12.1	知のメディア	626
3.12.2	知のプラットフォーム	632
3.12.3	知のコミュニティ	638
3.13	セキュリティ	644
3.13.1	次世代暗号技術	648
3.13.2	ITシステムのためのリスクマネジメント技術	654
3.13.3	要素別セキュリティ技術	661
3.13.4	認証・ID連携技術	668
3.13.5	サイバー攻撃の検知・防衛次世代技術	673
3.13.6	プライバシー情報の保護と利活用	678
3.13.7	デジタル・フォレンジック技術	688
(付録1)	専門用語解説	694
(付録2)	検討の経緯	704
(付録3)	執筆協力者一覧	710
(付録4)	索引	714
(付録5)	研究開発の俯瞰報告書 (2015年) 全分野を対象としている研究開発領域一覧	720
謝辞		734

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年に策定された、2011年4月にアップデートされた米国イノベーション戦略¹⁷⁾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、試験研究費税額控除によるビジネスイノベーション加速、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、ヘルスケア技術、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、省庁横断的枠組みであるネットワーク情報技術(NITRD)プログラム¹⁸⁾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によるプログラムレビュー(2010年)や米国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ヵ年計画であり、米国のリーダーシップを確保しつつけ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・協調(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・訓練の充実(Cyber Capable)
- なお、2010年の更新版となるプログラムレビュー¹⁹⁾(2013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(PCoA)にカテゴライズして、研究開発内容の分析・重要度付けなどを行っている。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が実施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。

欧州委員会や欧州委員会の執行機関以外による Horizon2020 の資金配分²⁰⁾

欧州技術プラットフォーム(ETP)^{21,22)}
 バイオ、エネルギー、環境、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: 組込みシステムとCPS
 - ENIAC: ナノエレクトロニクス
 - EPOS: 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
 - eRobotics(NFO): 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
 - Network2020: 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(JTI)²³⁾
 情報科学技術に関連の深いものとして、
 Embedded Computing Systems (ARTEMIS)
 Nanoelectronics Technologies 2020 (ENIAC)

II. 英国

2015~2016年を対象にした複数年度予算計画「スパンディング・ラウンド2013²⁴⁾」が2013年6月に財務省から発表された。計画では、カタルドセンターやバイオメディカルカタルド基金を含めイノベーションの支援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150M£の資源予算を追加配分することが明記されている。また、資本予算を2012年~2013年の6億£から2015年~2016年には11億£に増額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大技術とは英国が強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人工衛星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ハイエンド・コンピューティング基礎とアプリケーション(HEC I&A)
 - ②ハイエンド・コンピューティングの研究開発(HEC R&D)
 - 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&IM)
 - ⑤大規模ネットワークワーキング(LSN)
 - 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高級ソフトウェアとシステム(HCSS)
- 【上級運営グループ】
- ⑨ビッグデータR&D
 - ⑩サイバー・デジタルシステム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 2020²⁵⁾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技術である欧州デジタルアジェンダ²⁶⁾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単一市場から持続可能な経済的・社会的便益を提供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密に隣ったデジタル単一市場
- 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を活用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、米国の比較して欧州におけるIT投資、R&D投資が不充分であり、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(pre-commercial procurement)や市民連携(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アグリサイエンス、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、科学研究イノベーションの今後5年間(2016年~2021年)で59億ポンドの投資のなかで、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113M£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ドセンターは産学連携の拠点を形成し、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指している。①細胞治療、②連結デジタル経済、③未来都市、④高付加価値製造、⑤オフショア再生エネルギー、⑥人工衛星応用、⑦輸送システムのカタルドセンターに加えて、⑧エネルギーシステム、⑨精密医療のカタルドセンターを新たに発足させること、⑩高付加価値製造を強化することを掲げている。⑪通信デジタル経済カタルドセンターは、信頼できる手段による私有データの早期の共有を向け、2018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年のファンドによりOpen Data Institute²⁷⁾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2020²⁸⁾」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5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、課題解決型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²⁹⁾。11の未来プロジェクトとは、①CO₂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、④個別化医療、⑤最先端医療と健康増進、⑥自立した高齢者の生活、⑦持続可能な輸送・電気自動車導入、⑧通信ネットワーク・個人情報保護、⑨インターネットベースのサービス、⑩世界の知識へのデジタルによるアクセス・体験、⑪明日の労働環境と労働体制であり、⑫⑬は後に統合され、Industrie 4.0のイニシアチブと発展している。Industrie 4.0では、製品輸出及び製造技術輸出による生産拠点としての競争力を確保しつつつくること、モノとサービスのインターネットの生産過程への活用、Cyber-Physical Systemsでネットワーク化された考え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スターコンベンションのうち情報科学技術に深く関連するものとして、it's OWL(OstWestfalenLippe、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」³⁰⁾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国境の無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接続
- ④クラウドコンピューティング
- ⑤信頼性・安全性の保証
- ⑥Web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

こうした戦略を背景として、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 2020³¹⁾がスタートした。Horizon 2020は、卓越した科学(Excellent 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つの柱の下で公募の年次計画(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³²⁾。

・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技術連携(EIT)
 知識・イノベーションコミュニティ(KIC)³³⁾

デジタル技術システム)がある等が、「考える工場」のモデル適用を主な研究内容としており、Industrie 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2015」(2010年)として2015年までに実施すべき取り組み、プロジェクトの重要度付けを行っている。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 대응するためICTに係るインフラやネットワークを拡大すること、③利用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・健康保護・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2014~2017³⁴⁾」が連邦政府より公表されている。アジェンダでは7つの主要な行動エリアとして、①デジタルインフラストラクチャー、②デジタル経済と環境、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欧州及び国際的協力を掲げている。

IV. フランス

高等教育・研究法が2013年7月に施行され、これを踏まえて研究戦略 France Europe 2020³⁵⁾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研究戦略策定機能の刷新、③技術研究の促進、④デジタル教育とイノベーションの充実、⑤イノベーションと技術移転の推進、⑥科学文化の振興、⑦デジタル教育プログラムの最速化、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つの戦略領域として挙げている³⁶⁾。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、持続的なモビリティと都市、情報通信社会、イノベティブで適応力ある統合社会、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、インターネットコンピューティング、ロボティクスが戦略的重要性を持つとしている。また、上記②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、科学研究支援・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eインフラの強化、研究データのクラウド連携が不可欠だとしている。

(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概要では、2020年までに世界トップレベルの科学技術力を持つイノベーション型国家とすることを目標に掲げ、経済社会の発展、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。情報産業及び近代的な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^{38,39}。

- ①近代的なサービス業の情報支援技術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高効率で信頼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・プラットフォーム
 - ⑥高解像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⁴⁰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目指す
- ②情報技術の独自開発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大幅に向上させる
- 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・機構・政策の基本的整備を目指す
- 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

さらに、国全体の方針を示す国民经济・社会発展第12次5ヵ年計画(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地域振興を重視している。さらに、戦略的新興産業として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育成すること、サービス業の強化、都市化の推進による地域振興を重要な目標としている。国民经济・社会発展第12次5ヵ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概要の内容を踏襲している^{38,39,41}。

国民经济・社会発展第12次5ヵ年計画を受け、西側の科学技術強国が第12次5ヵ年科学技術発展計画を出しており、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⁴²。

- 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スマートグリッド電力社会信息化情報専門計画
 - ⑤移動デバイスプラットフォーム社会信息化情報専門計画
 - 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国家クラウドバンドネットワーク科学技術発展専門計画
- 科学技術計画のほか、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⁴³。
- ①電子部品サービス業の第12次5ヵ年計画
 - ②情報網の第12次5ヵ年計画
 - ③電子情報製造業の第12次5ヵ年計画
 - ④情報印刷の第12次5ヵ年計画
 - ⑤ソフトウェア及び情報技術サービスの第12次5ヵ年計画
 - ⑥情報通信産業の第12次5ヵ年計画

(4) 韓国

国民的創造的なアイデアが、科学技術・ICTと結び付き、産業、商業、業の発展につながる。質の高い雇用を生み出す「創造経済システム」を確立する計画として「創造経済発展計画」が2013年6月に閣内会議において策定されている。創造経済発展計画では「創造経済を通じて国民の幸福と希望に満ちた新時代を実現する」というビジョンの下、次の5つの戦略を掲げている。

- ①企業革新・環境づくり
 - ②ベンチャー・中小企業支援
 - ③成長意欲の喚起
 - ④グローバル創業者の育成
 - ⑤科学技術とICTのイノベーション革新強化
 - ⑥創造経済文化の醸成
- さらに、この計画の下、科学・ICTと既存産業を融合させ、対象産業の高度化と価値増大を支援する施策が行われる「創造デジタルプロジェクト」が打ち出され、引き続き「創造デジタルプロジェクト」推進計画において次の重点7分野で2018年度より積極事業として実施し

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^{38,39,44}。

1. 融合の早期活性化が期待できる分野：農畜水産食品、文化観光
 2. 融合を通じて戦略産業化が必要な分野：保健医療、主力・伝統産業、教育学習
 3. 早急な社会問題解決が必要な分野：小国工業創業、災害安全
- こうした創造経済システムを実現する中核機関として2013年3月に未来創造科学部が新設されている。さらに7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特別法案）」が可決された。この特別法では、ICTの活用を阻害する規制の緩和、未来創造科学部長官が8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、國務総理の所轄の下にICT政策の統合調整機能を担う「情報通信戦略委員会」（未来創造科学部長官が幹事）を設置すること、未来創造科学部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⁴⁵。

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造計画の実現」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個の戦略別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国家社会の創意的情報通信技術の活用（Optimized Society via ICT）
- ③国民の想像力強化（Renewed Human Capacity）
- ④デジタル創造韓国インフラ高度化（Enhanced ICT Infrastructure）

一方、科学技術・イノベーション政策の主軸となる「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「High5」を掲げている⁴⁶。

- (High1) 国の研究開発投資の拡大と効率化
 - (High2) 国家戦略技術の開発
 - (High3) 中長期的な創意力の強化
 - (High4) 新産業創出支援
 - (High5) 科学技術基盤の雇用創出
- 「High2 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大推進分野とその下の20推進課題を挙げ、各推進課題を活用するための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
- ②中央成長動力の育成
- ③グリーンで便利の生活環境の構築
- ④創業者育成時代の実現
- ⑤安全安心な社会の構築

重点国家戦略技術として、超微細セキュリティ技術、無線基盤ビッグデータ活用技術、次世代有機発光ディスプレイ技術（OLED）、融合サービスプラットフォーム技術、加齢対応ロボットケア技術、スマートグリッド技術、健康管理サービス技術、自然資源モニタリング・予測・対応技術などが挙げられており、いずれの推進分野においても情報科学技術が重要な役割を果たすものとして位置づけられている。

「High5 科学技術基盤の雇用創出」では、新産業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、超微細科学、老人医療、再生学、文化コンテンツといった新産業分野の専門家・職業群の育成に取り組もうとしている。

知のメディア

(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)の人工頭脳プロジェクト「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ジュ」、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。
米連	基礎研究	◎	→	・NSFにサポートされた評価表現解析、自然語訳、知識獲得などの研究も活発である。 ・ペンシルベニア大学の構文・文法解析、ISI(南カリフォルニア大学)の機械翻訳など、世界を牽引する研究成果をあげている。
	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。 ・AT&Tにおける音声理解/対話、IBMにおける質問応答システムWatson、Googleにおける機械翻訳と多言語固有名称解析、Microsoftにおける機械翻訳・評価表現解析・自動要約など、産業界の研究のアクティビティも世界トップレベルである。
	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、効率にいとまがない。
	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。
欧州	応用研究・開発	○	→	・FP7のFET Flagship Polio Project(2011年～2012年)となったビッグデータ関連のプロジェクトPolarICTでは知識処理としてSemantic Webがフォーカスされている。 ・2012年Googleが1000台のコンピュータで構築した大規模ニューラルネットワークに1000万枚の画像を入力したところ驚きの写真に反応するニューロンができた。Deep Learningの成果が認識と有名になった。
	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。
	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グル語、チベット語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。
中国	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。
	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開発の研究が進んでおり、ビッグデータのプロジェクトも立ち上がっている。
韓国	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、音声対話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、大昔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。

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	○	↑	・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。
米連	基礎研究	◎	↑	・すべてに關して世界をリードしている。基礎的な生物学、シーケンサなどの測定機、情報学に關してすべて圧倒的な力を持つ。NCBI ²⁰⁾ 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 ²¹⁾ というクラウドプラットフォームを開始した。
	産業化	◎	↑	・米連の強みは、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。ゲノム診断に關しても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 ²²⁾ 、EBI ²³⁾ 、ドイツのMax Planck ²⁴⁾ 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。高素養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 ²⁵⁾ 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 ²⁶⁾ プロジェクトが立ち上がりつつある。
	産業化	○	→	・DecodeMe ²⁷⁾ などのゲノム診断サービスが存在する。ただ、米連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 ²⁸⁾ 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根拠など
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(BISML)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勉強会や、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ー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⁾ という機械学習全般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かれ、今後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プランナーが、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。
	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。
中国	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。
	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は行われているが、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。
韓国	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ない。

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根拠など
日本	基礎研究	◎	↗	高度埋め込み技術によるロボット操作、多関節複合運動を制御するBMI、精神疾患の脳状態のチューニング(脳プロ(文科省))語を傷つけず、長期に安定的な脳刺激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量サンプル数しかなくてもモデルに落とし込む情報解釈技術が着実に押進されている。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脳波センシングデータとの統合により、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、自然な動作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、隠れ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徳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(ネコマミ)、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	◎	→	針電極を脳へ埋植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、その後の運動適応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、理論と実践の両面で研究が進展している。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、高い対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。日常生活に十分前えられる時間空間精度を持ち、手首のひねり、肩の繰上、リーディング運動、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が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、アーチェリー米國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、脳の発達支援を行っている。
欧州	基礎研究	◎	↗	デンマークCopenhagen大学やドイツTübingen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知覚療法と、脳刺激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情動面での理解を目指す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・成果は見えていない。
	応用研究・開発	△	↗	自乗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遂げ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深い。また最近に入り全国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詳細領域になりうる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理論、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割の発表を占めやっばりしている。
	応用研究・開発	○	→	IBMによるSynapseプロジェクトや、DARPAを中心とした軍事利用にむ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などの言語習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、現時点では外国との共同で、研究が根をおろしている状態ではない。
	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	コメント	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、産学官の協力で、データ公開やアプリケーションの開発が進んでいる。
	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、産業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によって産業化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	△	→	・複数の民間機関が欧州の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、学際的なインタラクティ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の論文提供数は7件（全体の約3%）であり、依然として件数は少ないものの、若干ではあるが学際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十分に任せていくと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Jubatus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、uCloudstream Stream Data Platform（日立）やMEMソリューションCONNECTIVE（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の論文提供数は147件（全体の約57%）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	◎	→	・医療情報解析に関する研究開発が本格化している。国際会議KDD2014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、他にドイツの大学、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の論文提供数はドイツ11件（全体の約4%）、スイス7件（約3%）、イギリス4件（約2%）、フランス4件（約2%）、イタリア3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プロジェクトなどで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盛んに行われている。
	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の論文提供数は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盛んに行われている。 ・知識探検を用いたソーシャルネットワークマイニング、移動軌跡データ解析など、位置情報を用いたデータマイニングに関する応用研究も盛んである。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企業の発展が目覚ましい。研究所の拡充も積極的に行われている。
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の論文提供数は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、た若干の研究者の参加もあり、一時的なものと思われる。
	応用研究・開発	△	→	・グラフデータの割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。

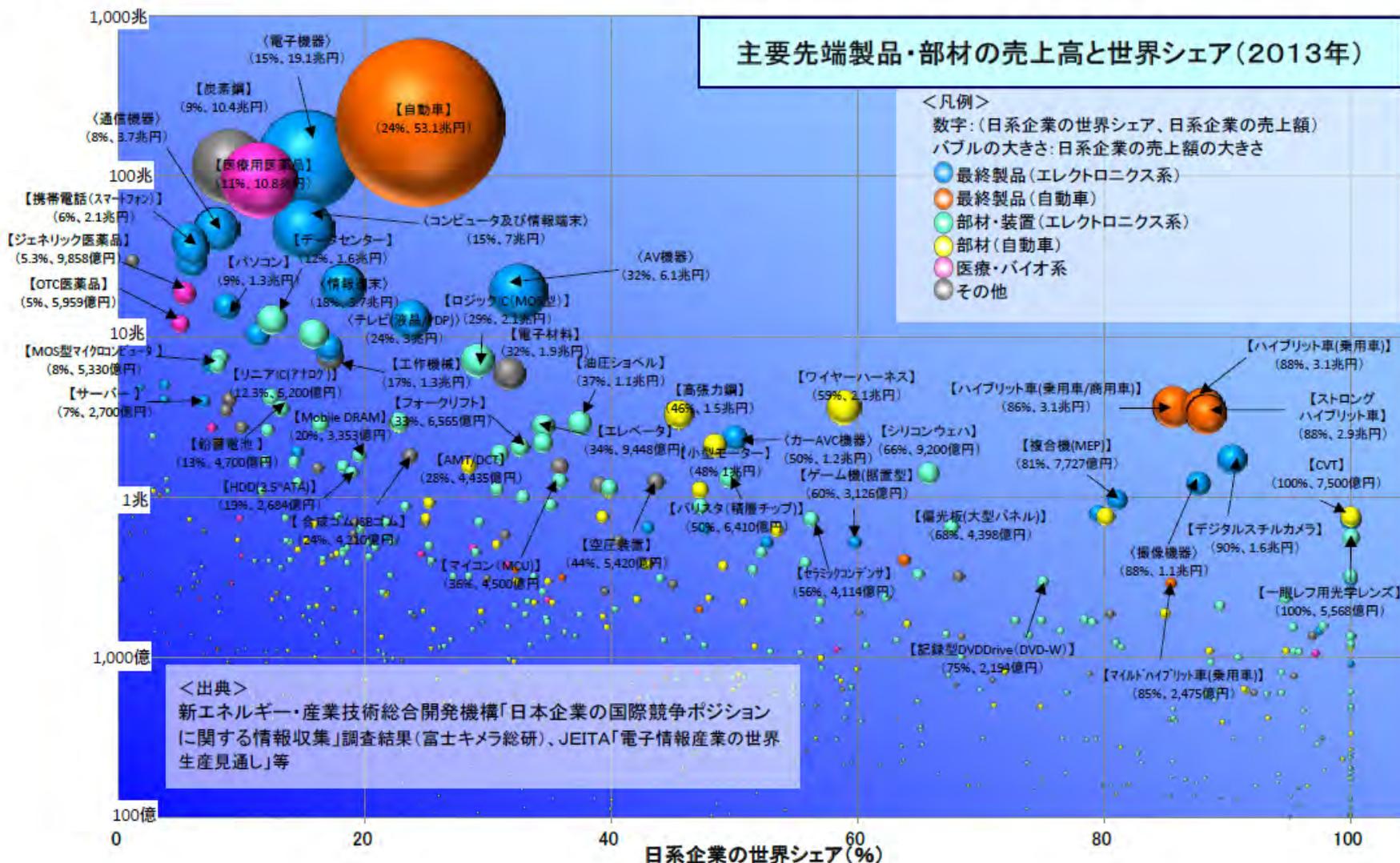
(注1) フェーズ

I. 日本企業の国際競争ポジション推移の評価

I-1. 企業国籍区分別の製品別世界市場規模と市場占有率および売上額のバブルチャート

I-1-1. 製品別市場規模及び日系企業売上高と世界シェア

世界市場規模(円)



I-1-2. 製品別市場規模及び米国系企業売上高と世界シェア

世界市場規模(円)

