

令和2年度内外一体の経済成長戦略構築にかかる国際経済調査事業費
産業競争力強化に資する知的資本の
有効活用及びその獲得に向けた調査

最終報告書

2021年3月15日

経済産業省 御中

ご注意: 本資料にはADL社の独自コンセプト、分析フレームや手法が含まれており、本資料開示範囲は、貴社内およびグループ企業内に限定させていただいております。上記以外の第三者開示は、事前にADL社の文書による確認をお願い申し上げます。

TASK1

知的資本の 集積に関する 基礎的調査

- 研究者のフローを直接把握が困難なため、研究者が所属する機関の所在国情報を基に、トップ研究者の国際異動動向を分析
 - 加えて、産業応用が進む半導体・ディスプレイ分野は、企業別の特許出願数推移を分析
- デバイス・マテリアル分野は、日本が強みを有する領域とされてきたが、論文数においては全分野を通じて米中の存在感が大きく、10年以上前からその傾向は変わらず
- 中国では、特に2012年以降に千人計画の効果が表れ、トップ研究者が世界各国より中国に異動している
 - ただし、異動する研究者の多くは中華系と推測され、基本的に出戻りの場合が大半を占める
 - 2015年以降は中国国内を中心に経験を積んだ研究者がトップレベルの実績を出しており、研究者が育つ環境が整ってきていることが伺える
- 日本のマテリアル・デバイス分野のトップ研究者は、2008年頃までのプレゼンスは高かったが以降は低下傾向
 - ただし、計測・分析、材料設計・材料合成、デバイスの一部領域においては、未だ日本はトップ研究者のプレゼンスは高い

TASK2

知的資本の 変化に 関する考察

- 中国は、千人計画等の施策により、国外の研究機関で活躍していたトップ研究者の呼び戻しに成功
 - 但し、留学経験者等の中国出身者の海外からの呼び戻しが大半であり、外国人研究者の引き抜き数は多くない
 - また、中国では国内研究機関の強化を通じて、呼び戻し人材の活躍の場を整備し、国内人材育成も併せて強化
- 米国は、あらゆる分野においてトップ研究者層が厚く、世界中から人材が集結
 - 但し、個別の政策・施策に基づくものではなく、歴史的に優秀な人材を集める文化・環境を醸成
- EU各国においては、EU域内における国境を越えた研究人材の交流・移動が活発
- 個別の人材獲得事例に目を向けると、報酬による短期的な成果を実現している事例もあるが、研究環境の整備を通じて中長期的な成果を実現している事例も存在
 - 日本における導入状況および有効性を考慮すると、研究者キャリアパスの整備と海外との技術補完の実現が有望と考えられる

TASK3

調査結果の 分析及び 対策の提示

- 海外優秀人材の大規模獲得の成功事例は少なく、国内における研究機関の強化および研究者の育成とあわせて、国際的な人材循環(自国への還流)を促すことが重要
- まずは、研究者キャリアパス・研究組織制度等の整備を通じた国内人材の育成と国際的な人材還流の促進を両輪で図ることを優先し、次いで、特定技術領域における海外との技術補完の実現が有効と思料

Agenda

- 0 プロジェクト概要
- 1 知的資本の集積に関する基礎的調査(知的資本の集積状況など)
- 2 知的資本の変化に関する考察(各国政策など)
- 3 調査結果の分析及び対策の提示

Appendix

引用情報を基にした日本の研究力分析

産業競争力強化に資する知的資本の有効活用及びその獲得に向けた検討を推進。

背景

我が国は、少子高齢化が進展する中、産業競争力の強化、ゼロエミッション、災害・感染症対策等の課題に対応していかなばならず、このような課題を解決するために継続的なイノベーションの創出が期待される。

近年、イノベーションメカニズムは劇的に変化しており、特に米国や中国を中心に、知的資本によって市場競争における価値を創造する「知的資本主義経済」へと移行が進んでいる。この知的資本主義経済の主な対象となるITやバイオ等の分野は、今後グローバルに産業規模が拡大するとみられており、我が国においても、当該分野における研究開発をいち早く進め、グローバルな市場で勝ち筋を見つけていく必要がある。

他方、知的資本主義経済を制するには、知的資本の中でも特に中心的な役割を果たす「人材」の集約が欠かせないが、優秀な人材は米国や中国に集まっている傾向があり、今後米中において益々イノベーションが加速していくことが想定される。

また、経済安全保障上の米中対立も加速しており、人や技術がこれまでとは違った形で流出入する可能性もあることから、今後の技術開発に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

目的

長期的な人材育成の観点では、我が国でもSTEAM教育などが取り入れられ、理系学生の拡充などに力を入れている。他方、近年のイノベーションサイクルは早いことから、長期的な人材育成を待たず、海外人材の積極的な登用や他分野からの転身等、技術や人材への投資をあらゆる方面から検討する必要がある。

そのため、本調査では、特に短中期的に知的資本の集積が必要と考えられる分野を特定し、当該分野における知的資本(特に人材)の獲得に向けた課題の整理と方策を整理する

具体的には下記の業務を実施する。

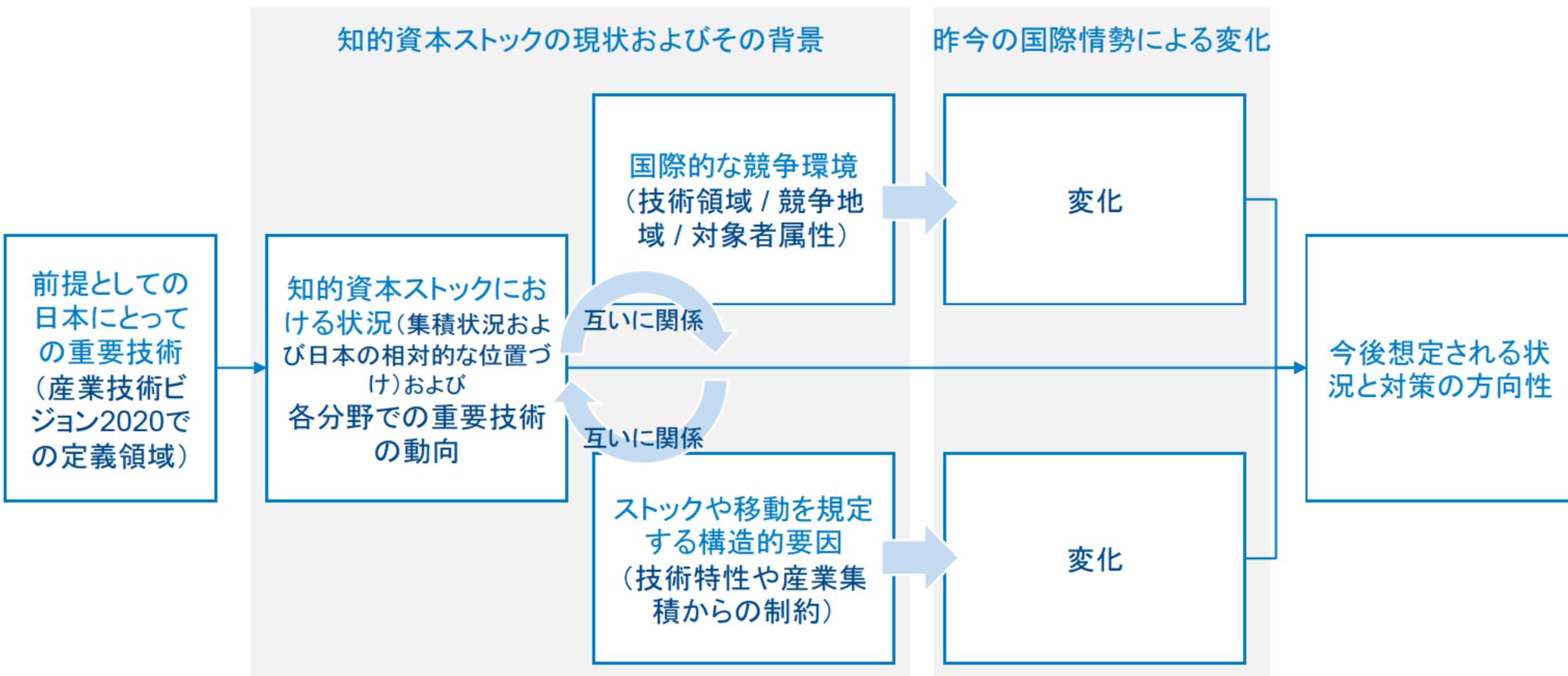
- (1) 知的資本の集積に関する基礎的調査
- (2) 知的資本の変化に関する考察
- (3) 調査結果の分析及び対策の提示

知的資本集積の現状および今後の環境変化を踏まえて、今後想定される状況・課題と対策の方向性などについて検討する。

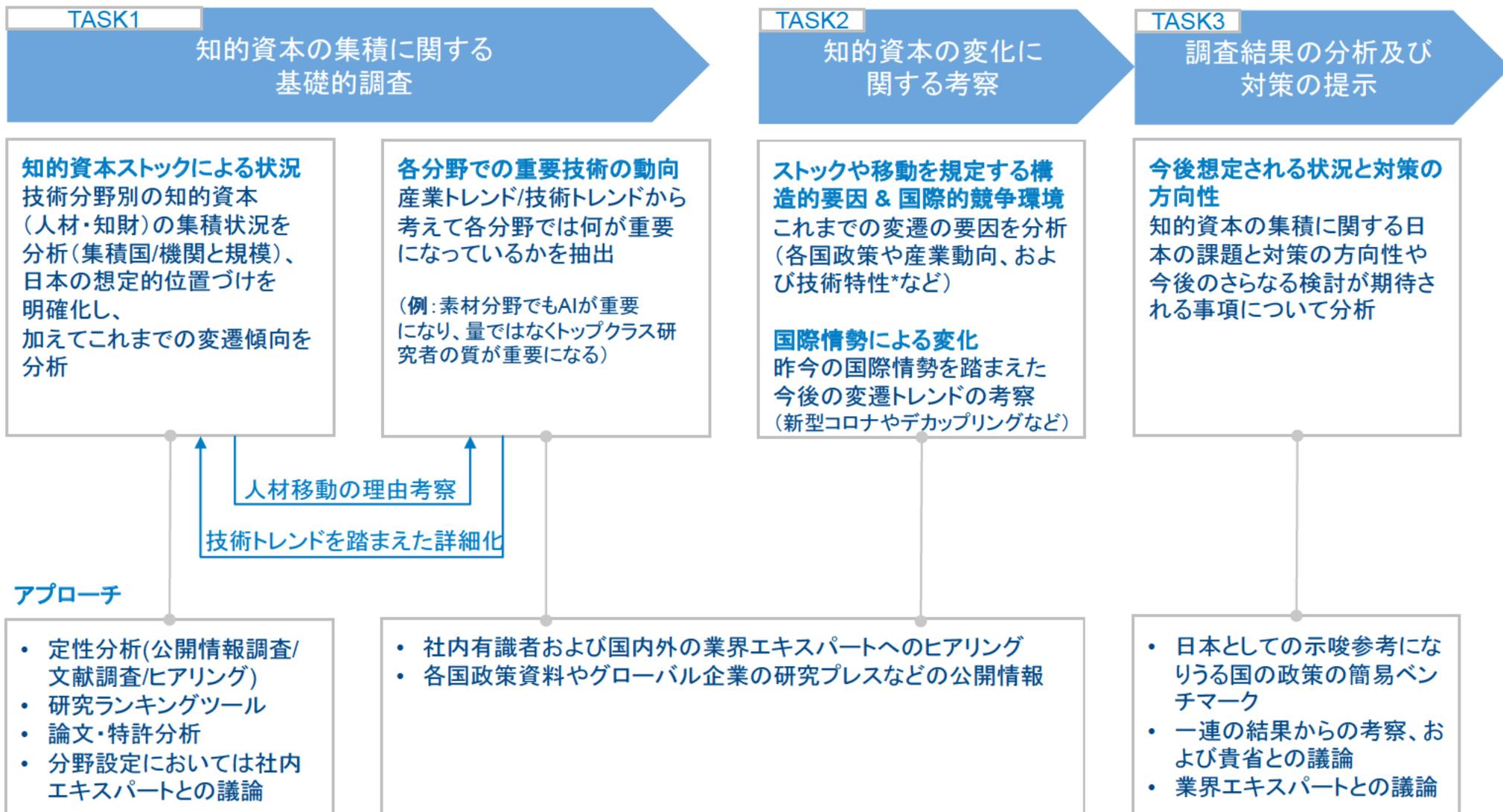
(1) 知的資本の集積に関する基礎的調査

(2) 知的資本の変化に関する考察

(3) 調査結果の分析及び対策の提示



「1.知的資本集積の基礎調査」「2.変化の考察」「3.対策の提示」の3ステップで実施。



Agenda

- 0 プロジェクト概要
- 1 知的資本の集積に関する基礎的調査(知的資本の集積状況など)
- 2 知的資本の変化に関する考察(各国政策など)
- 3 調査結果の分析及び対策の提示

Appendix

引用情報を基にした日本の研究力分析

調査対象分野は産業技術ビジョン2020での重点技術分野を起点とし、本調査においては日本が強みを有するとされるデバイス・マテリアル領域にフォーカスする。

貴省の重点技術分野

本検討での調査分野

左記のピックアップ理由

Illustrative

- 「産業技術ビジョン2020」におけるリソース集中分野
- A-1: 知的資本主義経済を動かすIntelligence of Things・人間拡張等のデジタルテクノロジー
 - A-2: A-1を支える次世代コンピューティング/エレクトロニクステクノロジー
 - B: イノベーション産業としての潜在性も大きいバイオテクノロジー
 - C: あらゆる分野の基盤であるマテリアルテクノロジー
 - D: 経済の負の側面を解決するエネルギー・環境テクノロジー

AI	・マシンラーニング
デバイス	・AIチップ
バイオ	・遺伝子治療・遺伝子編集
マテリアル	・マテリアルインフォマティクス
環境エネルギー	・LiB(および次世代電池)

- ML人材の獲得はグローバルで熾烈化
- 技術特性としても(層の厚さだけでなく)トップ層の有無が重要
- IT企業による垂直統合化や用途業界による開発など、世界的に業界横断での人材移動が顕著
- 当該分野の技術力は自動車産業の競争力も左右
- 再生医療への集中投資の結果として、海外への人材流出が顕著
- 他には、強化領域としてバイオインフォマティクスも候補
- 研究面および教育面を鑑みても人材不足かつ材料開発の在り方にも影響
- 他、韓国が強化している半導体向け材料も候補
- 日本から韓国への移動に加えて、近年は韓国から中国への移動も加速。数年前にはAppleによる人材引き抜きも顕著

デバイス・マテリアルにフォーカス

次いで、特に人材獲得などが激しい具体分野を分析

人材競争の激しさや日本の状況等の観点から具体的分野をピックアップ

研究者の集積動向に係る定量分析は、次の3つのステップで実施する。

Step	Step1 重要研究領域の抽出	Step2 各分野における各国の研究開発力指標を可視化	Step3 研究領域ごとの注目研究者の抽出・所属機関推移のまとめ
情報ソース	<ul style="list-style-type: none"> ■ JST-CRDS 研究開発の俯瞰報告書 ■ NISTEP サイエンスマップ 2018 ■ NEDO Foresight 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Microsoft Academic Graph ■ BizCruncher 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Microsoft Academic Graph
具体的手順	<ol style="list-style-type: none"> ① 中長期的に産業競争力を左右する研究開発領域を抽出 <ul style="list-style-type: none"> - 研究開発の俯瞰報告書に掲載の研究開発領域より抽出 ② ①の領域に加え、世界的に注目されている902の研究領域の中で、日本が競争力を有し、重点的に施策を推進する領域を補完 <ul style="list-style-type: none"> - NISTEPが2013-2018年の学術論文を対象に分析 - 日本のコアペーパーのシェアが10%以上かつサイティングペーパーのシェアが10%以上の領域が対象 - NEDO Foresight に記載がある領域が対象 	<ol style="list-style-type: none"> ① Step1にて抽出した領域における各国のトップ研究者数を可視化 <ul style="list-style-type: none"> - Microsoft Academic Graphを基に、各期間中に各著者が発表した文献の2020年末時点の引用数を集計 - 引用数上位100位までの著者の所属国を2020年末時点の著者在籍機関を基に集計 ② Step1にて抽出した領域における各国の研究開発機関(民間中心)のランキング動向を可視化 <ul style="list-style-type: none"> - BizCruncherを基に、2011-2020年の間に出願された特許を出願人別に調査 	<ol style="list-style-type: none"> ① Step2にて抽出した領域で活躍する研究者の中で、2020年末時点で中国の研究機関に所属する研究者の過去の所属機関所在国を集計 <ul style="list-style-type: none"> - Microsoft Academic Graphを基に、各研究者の文献発表時点の所属機関情報を基に、過去の在籍国を集計

NISTEPのサイエンスマップを活用することにより、各分野で注目されている研究領域に加え、国別の動向調査も可能。

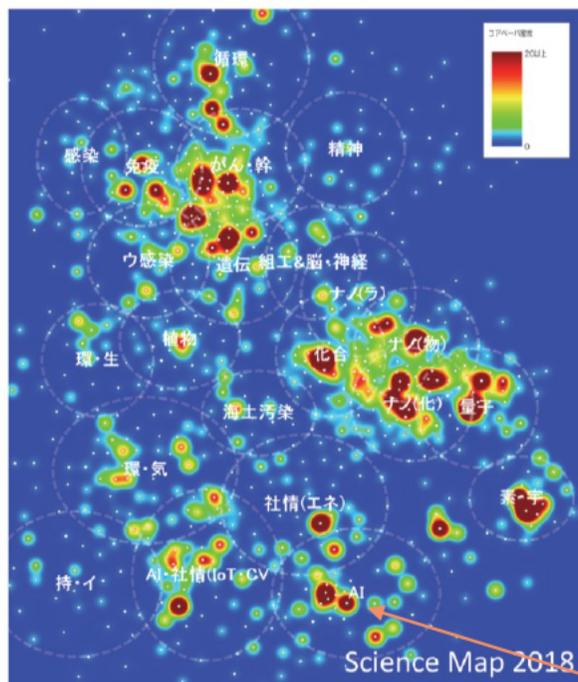
サイエンスマップの概要

- 科学技術・学術政策研究所がクラリベイト社 Essential Science Indicators (NISTEP ver.)及び Web of Science XML (SCIE, 2019 年末バージョン)をもとに集計・分析、可視化(ScienceMap visualizer)を実施
- サイエンスマップ2018 では、2013年から2018年までの6年間に発行された論文の中で、各年、各分野(22分野)において被引用数が上位1%であるTop1%論文(約9.3万件)を分析に用いた。これらTop1%論文に対して、「共引用」を用いたグループ化を2段階(論文→リサーチフロント→研究領域)行った。これにより**902 研究領域**が得られた
- 研究領域を構成している論文(Top1%論文)を「コアペーパー」と呼ぶ。また、コアペーパーを引用している論文を「サイティングペーパー」、その中でも被引用数の高い論文を「サイティングペーパー(Top10%)」と呼ぶ
- 国別の動向も調査可能

出所: 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ2018, NISTEP REPORT No.187, 2020年11月

サイエンスマップ分析の概要

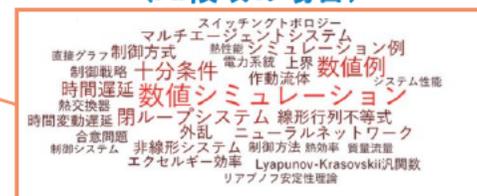
サイエンスマップの全体像



研究領域タイプのカテゴリ

ペニンシュラ型 (半島) <ul style="list-style-type: none"> ● 中規模領域 ● 領域数は領域全数の約2割 ● 入れ替わりが中程度(4割程度は検出されない) ● 1割がアイランド型へ移行 ● 5割がコンチネント型へ移行 	コンチネント型 (大陸・固い) <ul style="list-style-type: none"> ● 大規模領域 ● 領域数は領域全数の約2割 ● 入れ替わりが小程度(3割程度は検出されない) ● 2割弱がアイランド型へ移行 ● 6割弱がコンチネント型で継続 <p>★いかに世界的な存在感を示すか。</p>
スモールアイランド型 (小島・やわらかい) <ul style="list-style-type: none"> ● 小規模領域 ● 一番領域数が多い ● 入れ替わりが活発(6割は検出されない) ● 3割がアイランド型へ移行[大型化へ] ● 1割がコンチネント型へ移行[大型化へ] <p>★いかに多様性を確保するか(将来大きくなる可能性のある領域を含んでいる)。</p> <p>★将来大きくなる可能性のある領域を見つけ出し、いかにサポートしていくか。</p>	アイランド型 (島) <ul style="list-style-type: none"> ● 中規模領域 ● 領域数は領域全数の約2割 ● 入れ替わりが中程度(5割は検出されない) ● 4割がアイランド型で継続 ● 1割がコンチネント型へ移行 <p>★いかに世界的な存在感を示すか。</p>

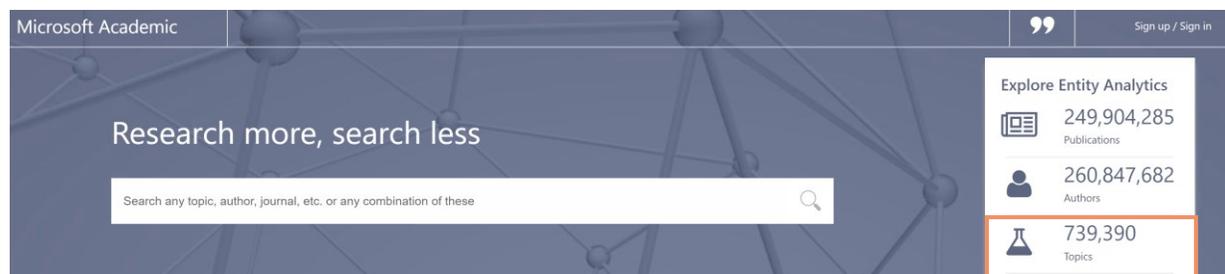
各研究領域群における上位特徴語のイメージ (AI領域の場合)



Microsoft Academic Graphは、研究領域を74万パターン程度に分類しているため、詳細なテーマ別の研究者動向を把握できるデータベースである。

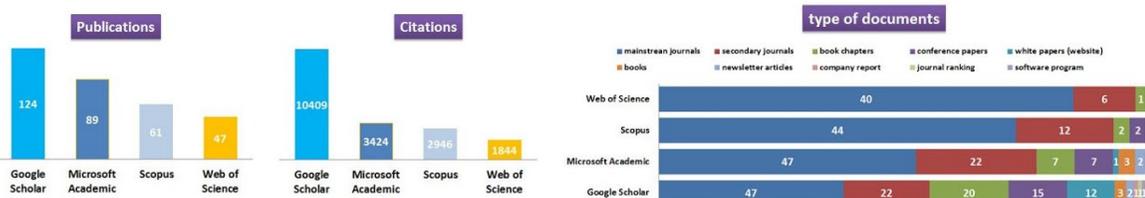
Microsoft Academic Graphの概要

- Microsoft社が2015年に公開した書誌情報データベース
- Google Scholarと同様に、ウェブのクローリングによって書誌情報を整理
- 独自のAIによって、研究領域(Topics)を約74万パターンに分類



各文献データベースの同一条件下での収録件数・引用数・文献種の比較

- Microsoft AcademicはMainstream Journals以外の文献収録がGoogle Scholarより少なく、Web of ScienceとScopusに比べて多い傾向にある



Microsoft Academic Graphの評価

- 出版年、著者情報及び引用情報については、Scopus (エルゼビア社の商用データベース)と遜色ないレベルのデータであることが分かった。一方で、論文著者の機関名情報については欠損している論文が多い
- 結論として、Microsoft Academic Graphは全体としては有用なデータベースであり、ウェブ上に存在する論文等の研究成果を全体的に把握した上で議論する目的には役立つといえるが、機関別の評価など研究目的によっては従来の商用データベースに頼らざるを得ないというのが現状といえる

(NISTEPによる評価)

TASK1: 知的資本の集積に関する基礎的調査

重要検討領域(マテリアル)



マテリアル分野において日本は、理論・計算、計測・分析、設計・合成の各領域でバランスよくトップ人材が集積している。

技術カテゴリ	技術領域	産業動向・技術開発動向	トップ人材・組織の動向	日本の強み・弱み	成果公表先	
マテリアル	理論・計算	マテリアルス・インフォマティクス(MI)	<ul style="list-style-type: none"> 米国・中国がデータベース構築では先行し、日本はMIを活用した実際の材料合成実現事例が多い 	<ul style="list-style-type: none"> 米国・中国ではマテリアルゲノムなる国策で、材料開発向けデータベースの構築に取り組む人材が集積 欧州は第一原理計算ソフトウェアの開発拠点で人材が集積 	<ul style="list-style-type: none"> MIと合成・解析を組み合わせた材料開発・材料研究に強みを持つ 	論文中心
	計測・分析	STEM ^{*1}	<ul style="list-style-type: none"> 研究室レベルで高分解能かつその場観察が可能な計測方法として、近年急速に普及 	<ul style="list-style-type: none"> 欧州・米国・日本ともに放射光施設が材料開発に貢献しており、施設周辺に有力研究者が集積 	<ul style="list-style-type: none"> 電子顕微鏡、放射光施設の能力もトップクラスであり、研究者のレベルは高い 	
		放射光X線	<ul style="list-style-type: none"> 精密な材料構造解析や反応機構の解明に利用される計測方法として、着実に利用ニーズが増加 			
		中性子線	<ul style="list-style-type: none"> 軽元素材料や磁性材料の構造解析に不可欠な観測設備であり、着実に利用ニーズが増加 			
	設計・合成	自己組織化	<ul style="list-style-type: none"> ナノレベルの制御が必要な半導体製造プロセス等の高度化に向け、開発競争が米国・欧州・日本・中国で繰り広げられる 	<ul style="list-style-type: none"> 領域をけん引してきた米国・日本・ドイツ・フランスは頭打ちであり、一方で中国が拡大 	<ul style="list-style-type: none"> 東京大学・京都大学・東京工業大学の論文発表数が世界トップ10に 	
		プロトン伝導	<ul style="list-style-type: none"> 主に燃料電池用途として、プロトン伝導の研究開発が近年活発化 	<ul style="list-style-type: none"> 米国・中国・日本に集結しており、近年は中国のプレゼンスが高い 	<ul style="list-style-type: none"> 2008年頃までは、トップ研究者数は世界一の水準であった 	
		光触媒	<ul style="list-style-type: none"> CCUS等の関心の高まりにより、二酸化炭素を利活用するための要素技術である光触媒への関心が高まっている 	<ul style="list-style-type: none"> 日本および中国に集結 	<ul style="list-style-type: none"> <u>信州大学(元東京大学)の堂免教授</u>など有力な研究者が多数 	
		超電導	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー分野の応用に加え、量子コンピュータ領域への応用の期待が高まっている 	<ul style="list-style-type: none"> 米国・日本・欧州を中心にトップ研究者が各地に集積 	<ul style="list-style-type: none"> <u>東工大細野教授</u>などがトップ研究者として活躍 	

出所: ADL
^{*1}: 走査型透過電子顕微鏡

TASK1: 知的資本の集積に関する基礎的調査

重要検討領域(デバイス)

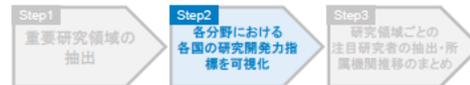


AI分野においては、日本は有力な研究者を輩出することが課題であり、デバイス分野においては、材料や製造装置の領域において技術的な競争力を維持している。

技術カテゴリ	技術領域	産業動向・技術開発動向	トップ人材・組織の動向	日本の強み・弱み	成果公表先		
デバイス	チップ開発	<ul style="list-style-type: none"> 微細化競争においては、TSMC(台湾)・サムスンがIntelをリード ARMやRISC-Vなどの新規チップアーキテクチャが広がり、GAFAM等が独自にチップ開発を実施 	<ul style="list-style-type: none"> TSMC(台湾)・サムスンに微細化技術を有する技術者が集結 Intel等の従来のチップメーカーだけでなく、GAFAM等がチップ開発人材が集結 微細化のキーテクノロジーである露光装置はASML(オランダ)が独占 中国は中国2025を掲げ、製造技術改革に伴い人材確保を推進中 	<ul style="list-style-type: none"> 商用向け独自チップ開発は、米国・中国・英国に比べ劣後 独自開発チップを搭載するスパコン富岳は一部性能が世界最高となる見通し ウエハー、レジスト、コータ、フォトマスク、洗浄装置、など日本勢のシェアが高い 	特許中心		
	実装技術	<ul style="list-style-type: none"> チップの微細化が物理的な限界値に近づき、半導体メーカー各社がチップ開発と合わせて、実装技術に注力 	<ul style="list-style-type: none"> 先端半導体デバイスを生産する日本・台湾・韓国に集結 中国は中国2025を掲げ、製造技術改革に伴い人材確保を推進中 	<ul style="list-style-type: none"> 実装用基板を生産するイビデン、新光電気、京セラは微細化技術に優れ、台湾・韓国勢とともに国際的な競争力を有する ダイシング装置、パッケージングテスト装置など日本勢のシェアが高い 			
	発光・表示デバイス	<table border="1"> <tr> <td>液晶</td> <td rowspan="2"> <ul style="list-style-type: none"> 液晶関連の工場投資が一巡し、OLED等次世代ディスプレイの技術開発が中心に </td> </tr> <tr> <td>有機EL</td> </tr> </table>	液晶	<ul style="list-style-type: none"> 液晶関連の工場投資が一巡し、OLED等次世代ディスプレイの技術開発が中心に 	有機EL	<ul style="list-style-type: none"> OLEDの開発に際し、中国メーカーが韓国技術者の露骨な引き抜きに乗り出す 	<ul style="list-style-type: none"> ガラス基板(旭硝子)、偏光板(日東電工、住友化学)、ターゲット材料(JX金属、三井金属)等で高シェア OLED実用化のキーとなった酸化物半導体は東工大細野教授が開発
	液晶	<ul style="list-style-type: none"> 液晶関連の工場投資が一巡し、OLED等次世代ディスプレイの技術開発が中心に 					
	有機EL						
スピントロニクス	<ul style="list-style-type: none"> エレクトロニクスデバイスと比べ、消費電力が劇的に小さい等の利点 新規センシングデバイス等向けに開発競争が激化 	<ul style="list-style-type: none"> 米国・日本・中国にトップ人材が集結 	<ul style="list-style-type: none"> 現東京大学(元東北大学)の齋藤英治教授はスピントロニクスの第一人者の一人 	論文中心			
量子デバイス	量子コンピュータ	<ul style="list-style-type: none"> 基礎研究段階にあり、要素技術開発と大規模化に向けた開発が展開 	<ul style="list-style-type: none"> D-Wave(カナダ)、Google、IBMが一部開発成功事例を公表 		<ul style="list-style-type: none"> NECなど複数社が開発を進めており、産総研は世界2位の規模のアニーリングマシン製造に成功 量子アニーリング理論の提唱者は東工大の西森教授 		
	スピン液体	<ul style="list-style-type: none"> 量子デバイス全般への応用が期待される理論分野の研究であり、近年発表論文数が大幅に増加 					
	量子センサ	<ul style="list-style-type: none"> 量子コンピュータに接続するセンサとして、徐々に研究開発が活発化 					

TASK1: 知的資本の集積に関する基礎的調査

各国の文献引用数Top100研究者数【マテリアルズ・インフォマティクス】



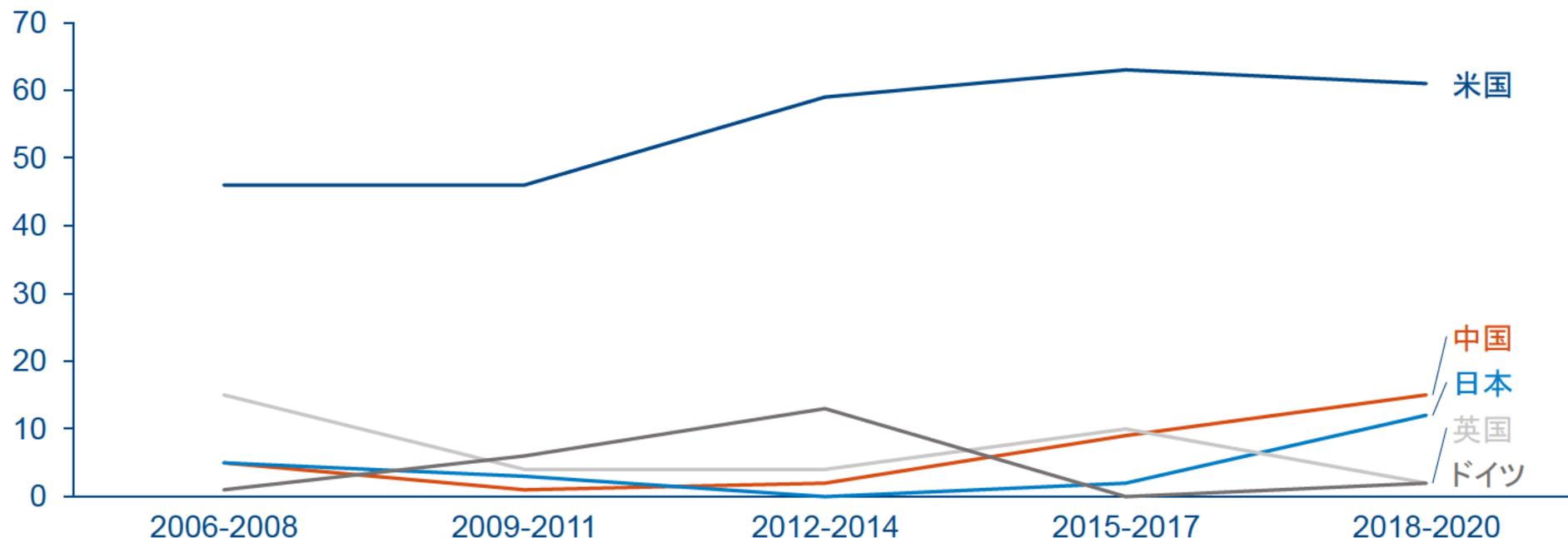
トップ研究者はMIの発祥地である米国に集結しており、近年は国家重点研究計画等により人材育成も含めて多額の投資を行ってきた中国が躍進している。

各国の文献引用数Top100研究者数【マテリアルズ・インフォマティクス】

技術領域概要

- MI^{*1}とはコンピューターとデータベースを駆使してさまざまな元素や結晶構造などを組み合わせ、新素材を開発すること
- 米国・中国がデータベース構築では先行し、日本はMIを活用した実際の材料合成実現事例が多い

Top100研究者数



出所: Microsoft Academic Graphを基にADL作成

「Materials Informatics」領域における、各集計期間中に各著者が発表した文献の2020年末時点の引用数を集計し、引用数Top100の著者を国別(2020年末時点の著者在籍機関所在国)に集計

*1: Materials Informatics

Copyright © Arthur D. Little 2021. All rights reserved.

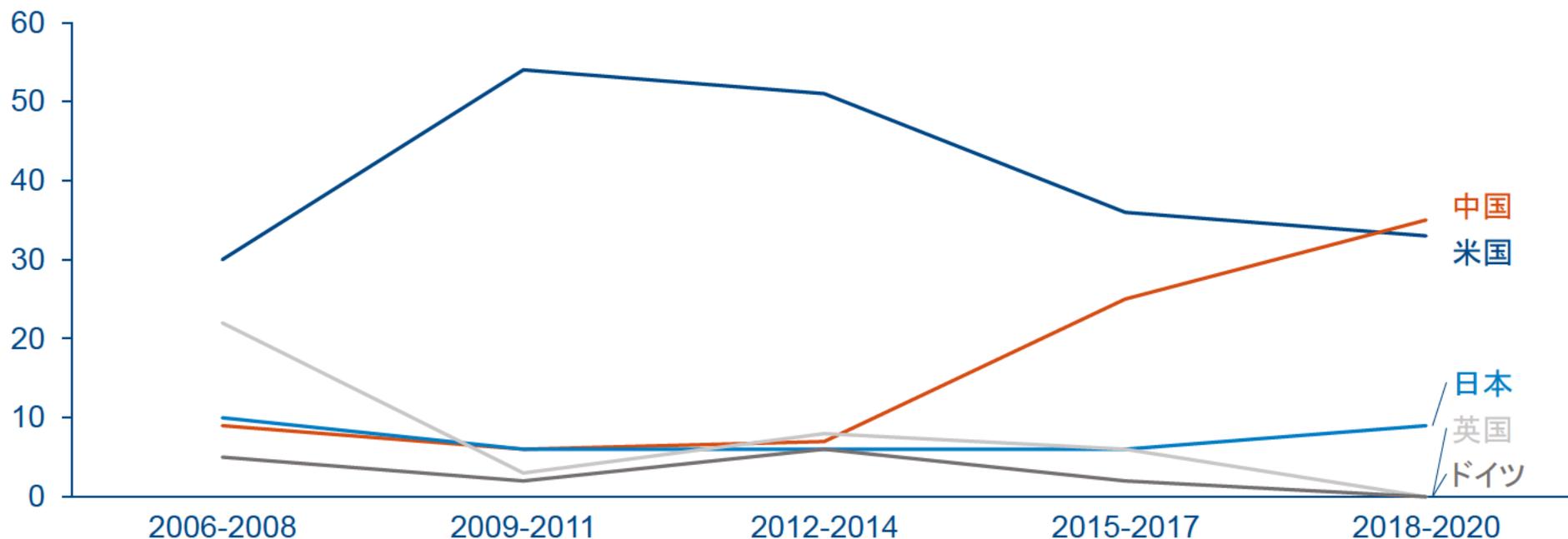
中国は海外で活躍する若手を呼び戻し、短期間で技術追従を達成する体制を構築しており、トップ研究者数を拡大している。

各国の文献引用数Top100研究者数【走査型透過電子顕微鏡】

技術領域
概要

- 走査型透過電子顕微鏡とは、原子・分子像を直接観察可能なレベルでの高倍率・高分解能観察が可能な装置
- 最近急速な発展を遂げており、今や欠くことのできない解析手法として、世界中の大学、研究所、企業に導入されている

Top100研究者数



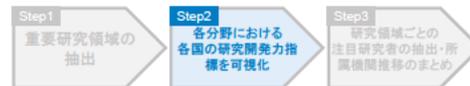
出所: Microsoft Academic Graphを基にADL作成

「Scanning transmission electron microscopy」領域における、各集計期間中に各著者が発表した文献の2020年末時点の引用数を集計し、引用数Top100の著者を国別(2020年末時点の著者在籍機関所在国)に

集計
Copyright © Arthur D. Little 2021 . All rights reserved.

TASK1: 知的資本の集積に関する基礎的調査

各国の文献引用数Top100研究者数【放射光X線】

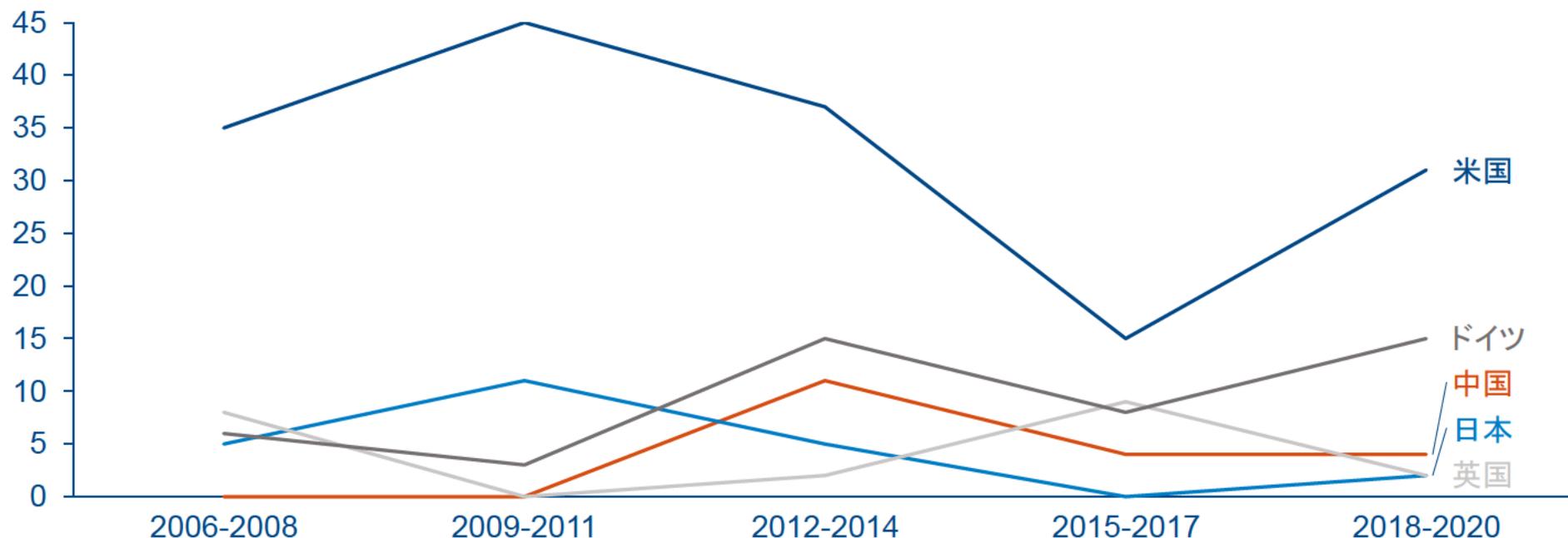


米国に次いで、大型ビームライン施設を有する欧州のプレゼンスが高く、中国は2012年頃からトップ研究者を日本以上に輩出するようになった。

各国の文献引用数Top100研究者数【放射光X線】

- 技術領域概要
- 放射光 X 線は、オペランド計測のプロープとして最もニーズの高い量子ビームである
 - X 線による計測では電池・触媒材料の例が最も多いが、最近では高分子材料、生体材料などの新しい測定対象への応用も

Top100研究者数

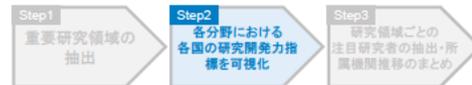


出所: Microsoft Academic Graphを基にADL作成

「Synchrotron radiation」領域における、各集計期間中に各著者が発表した文献の2020年末時点の引用数を集計し、引用数Top100の著者を国別(2020年末時点の著者在籍機関所在国)に集計

Copyright © Arthur D. Little 2021 . All rights reserved.

TASK1: 知的資本の集積に関する基礎的調査
各国の文献引用数Top100研究者数【中性子回折】

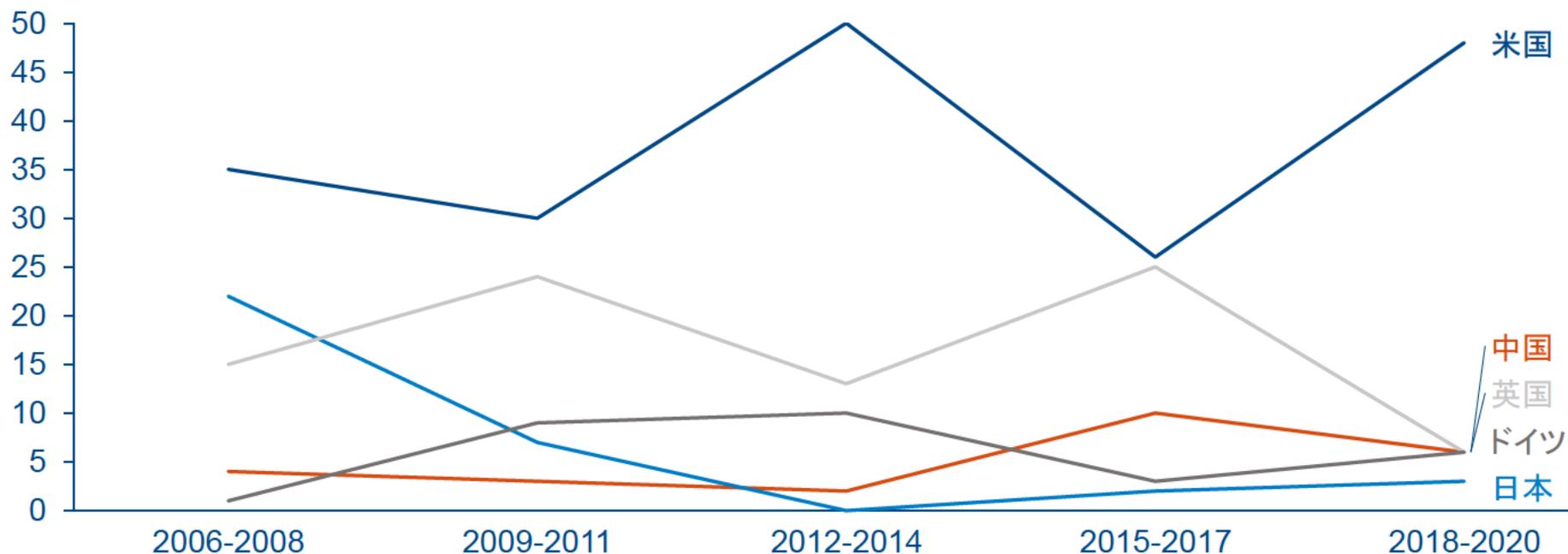


米国に加え、世界最高強度のビームラインを有する欧州のプレゼンスが高く、中国は2018年にビームラインの運転が開始され、今後競争力を高める可能性がある。

各国の文献引用数Top100研究者数【中性子回折】

- 技術領域概要**
- 中性子回折は、軽元素にも敏感なため水素やリチウムの観測や、材料の磁氣的性質の評価に活用される測定手法
 - 二次電池電極の実電池計測時にも活用されるため、アカデミアだけでなく産業界からも注目が集まっている

Top100研究者数

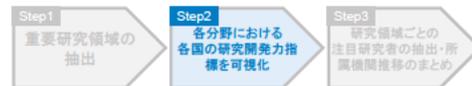


出所: Microsoft Academic Graphを基にADL作成

「Neutron diffraction」領域における、各集計期間中に各著者が発表した文献の2020年末時点の引用数を集計し、引用数Top100の著者を国別(2020年末時点の著者在籍機関所在国)に集計

TASK1: 知的資本の集積に関する基礎的調査

各国の文献引用数Top100研究者数【自己組織化】

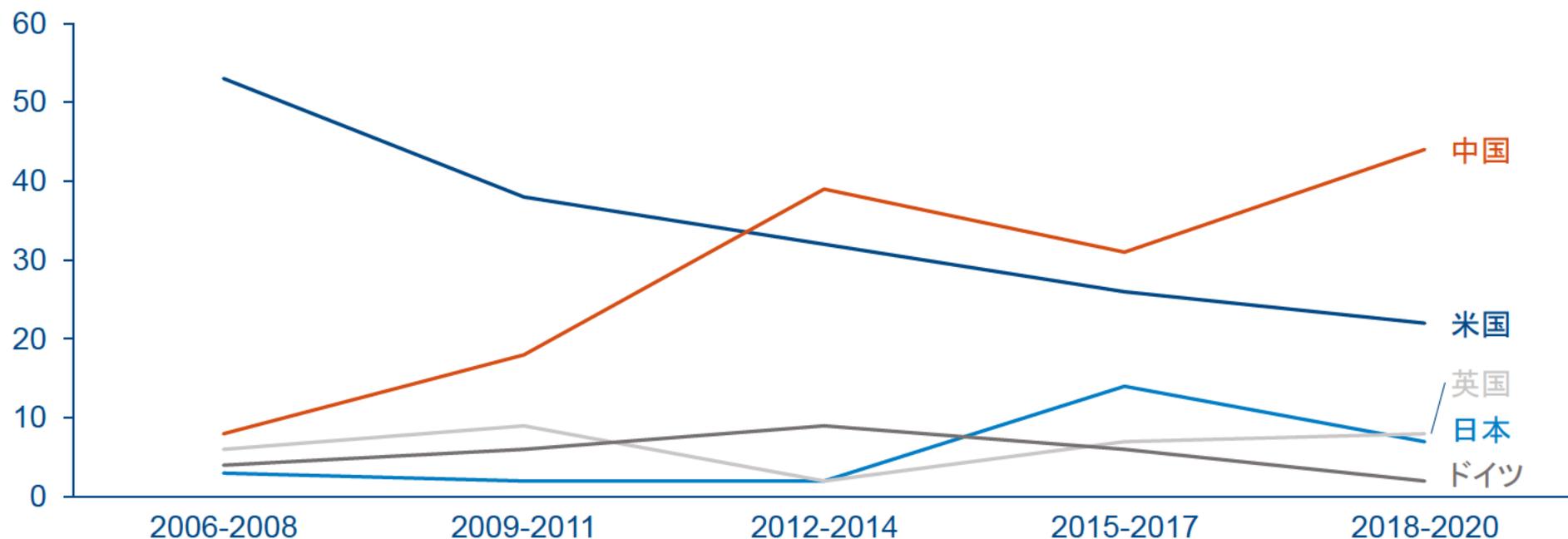


米国・日本・欧州は論文数が頭打ちの傾向にある一方で、中国は論文発表数を拡大し続けておりトップ研究者数も拡大傾向にある。

各国の文献引用数Top100研究者数【自己組織化】

技術領域概要 • 自己組織化とは、材料やデバイスの構成要素が自ら集まってある構造を形成していく、又はエネルギーや物質が拡散していく動的過程の中で構成要素が自らあるパターンや構造を形成していく現象。エレクトロニクス分野など幅広く応用が期待されている

Top100研究者数

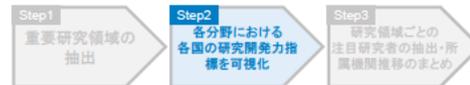


出所: Microsoft Academic Graphを基にADL作成

「Self-assembly」領域における、各集計期間中に各著者が発表した文献の2020年末時点の引用数を集計し、引用数Top100の著者を国別(2020年末時点の著者在籍機関所在国)に集計

TASK1: 知的資本の集積に関する基礎的調査

各国の文献引用数Top100研究者数【プロトン伝導】



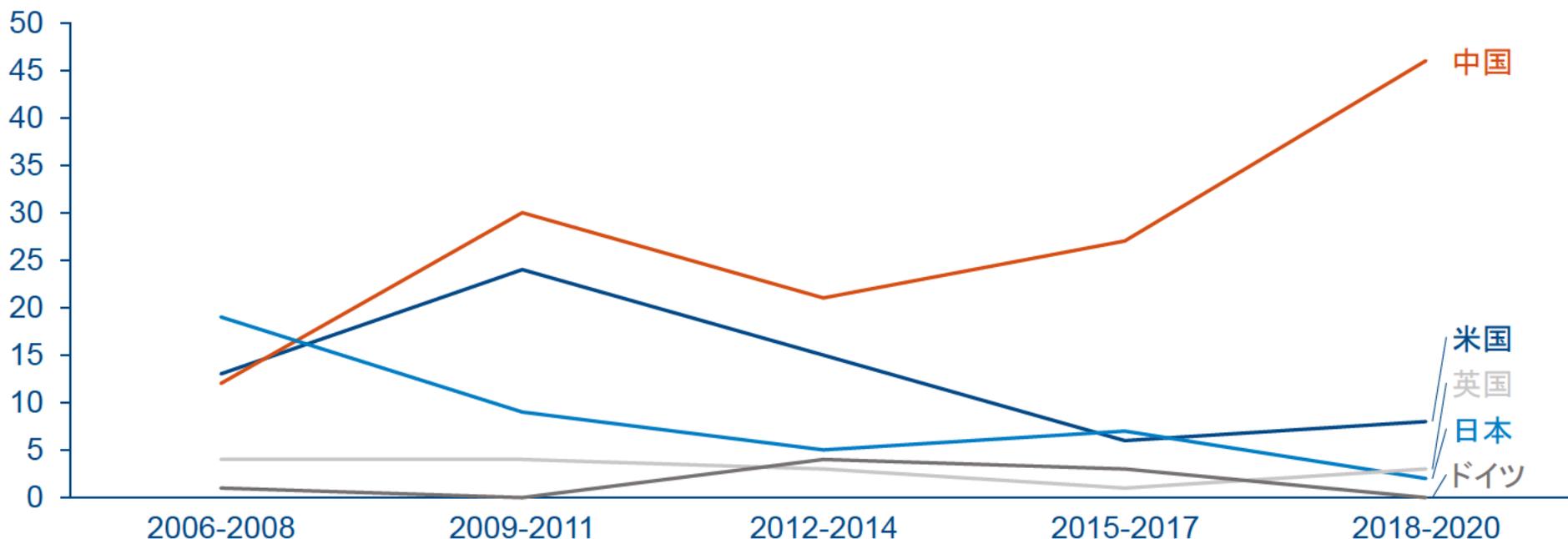
中国は2006年以降トップ研究者数を大きく拡大させている一方、日本は2006-2008年にかけてトップ研究者数が世界一であったものの以降は低下傾向にある。

各国の文献引用数Top100研究者数【プロトン伝導】

技術領域概要

- プロトン伝導とは、イオン伝導の一種であり、水素イオンが伝導体として振る舞う
- プロトン伝導体が「燃料電池」の電解質として必要不可欠であるため、禁煙は改めて脚光を浴びている

Top100研究者数



出所: Microsoft Academic Graphを基にADL作成

「Proton conductor」領域における、各集計期間中に各著者が発表した文献の2020年末時点の引用数を集計し、引用数Top100の著者を国別(2020年末時点の著者在籍機関所在国)に集計

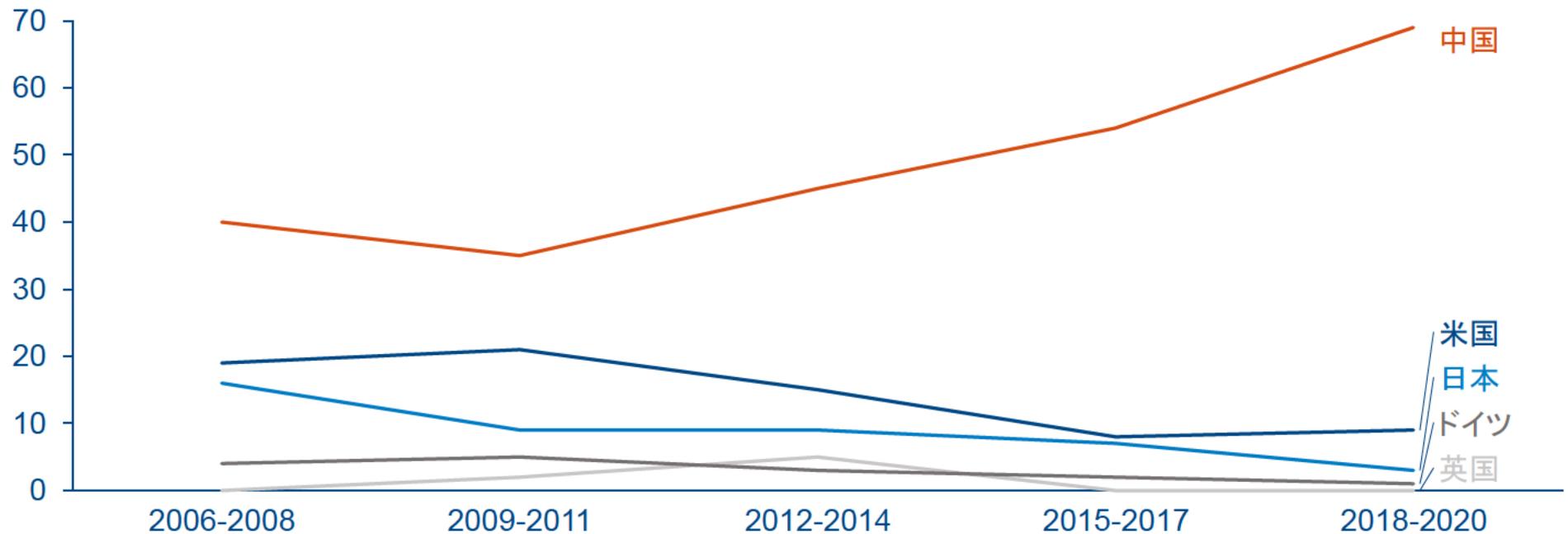
中国は2006年以降、トップ研究者数を大きく拡大させている一方、日本は2006-2008年にかけてトップ研究者数が世界一であったものの以降は低下傾向にある。

各国の文献引用数Top100研究者数【光触媒】

技術領域概要

- 光触媒とは、光を照射することにより触媒作用を示す物質の総称
- 化学物質を高効率・低環境負荷で変換するニーズや人工光合成のニーズが高まり、近年光触媒の注目度が高まっている

Top100研究者数



出所: Microsoft Academic Graphを基にADL作成

「Photo Catalysis」領域における、各集計期間中に各著者が発表した文献の2020年末時点の引用数を集計し、引用数Top100の著者を国別(2020年末時点の著者在籍機関所在国)に集計

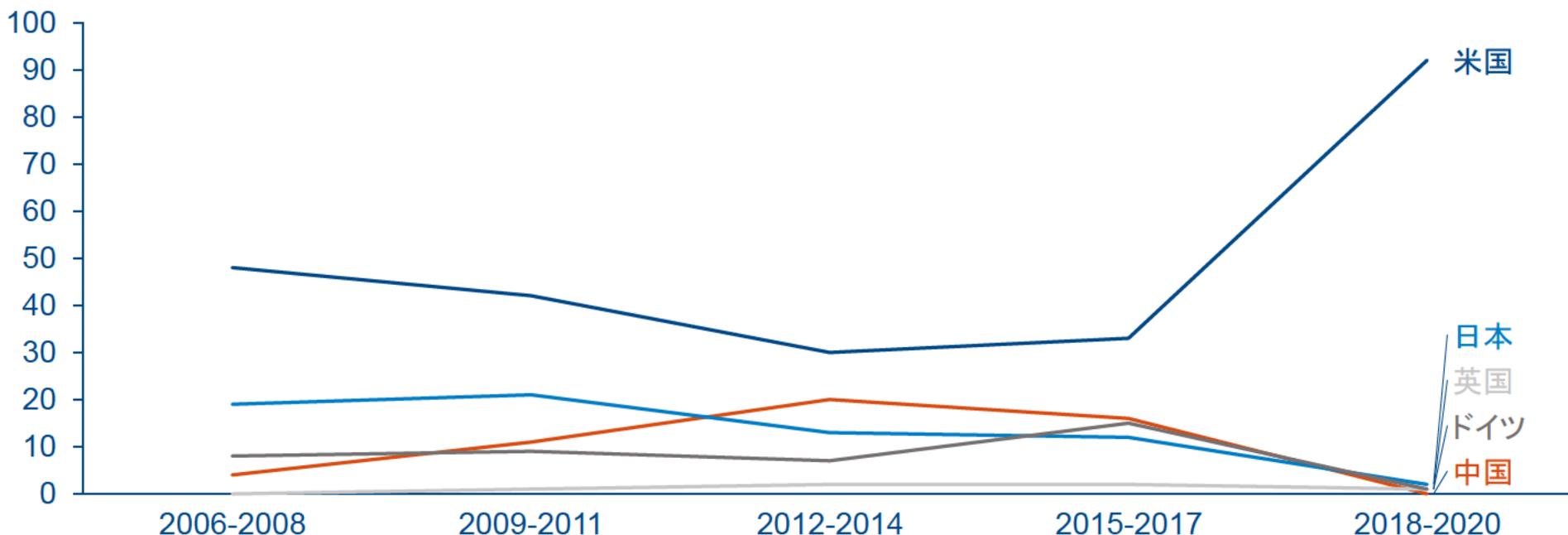
米国はトップ研究者数首位を維持しており近年は民間のトップ研究者も台頭、日本は2011年頃まではトップ研究者数が世界2位であったが、2012-2017年は中国に劣後。

各国の文献引用数Top100研究者数【超電導】

技術領域概要

- 超電導とは電気抵抗がゼロになる現象であり、環境エネルギー分野等への応用が期待される技術
- 量子コンピュータへ応用される技術でもあるため、近年盛り上がりを見せている領域となっている

Top100研究者数

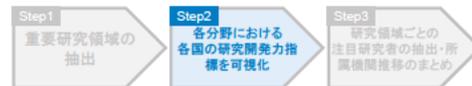


出所: Microsoft Academic Graphを基にADL作成

「Superconductivity」領域における、各集計期間中に各著者が発表した文献の2020年末時点の引用数を集計し、引用数Top100の著者を国別(2020年末時点の著者在籍機関所在国)に集計

TASK1: 知的資本の集積に関する基礎的調査

各国の文献引用数Top100研究者数【スピントロニクス】



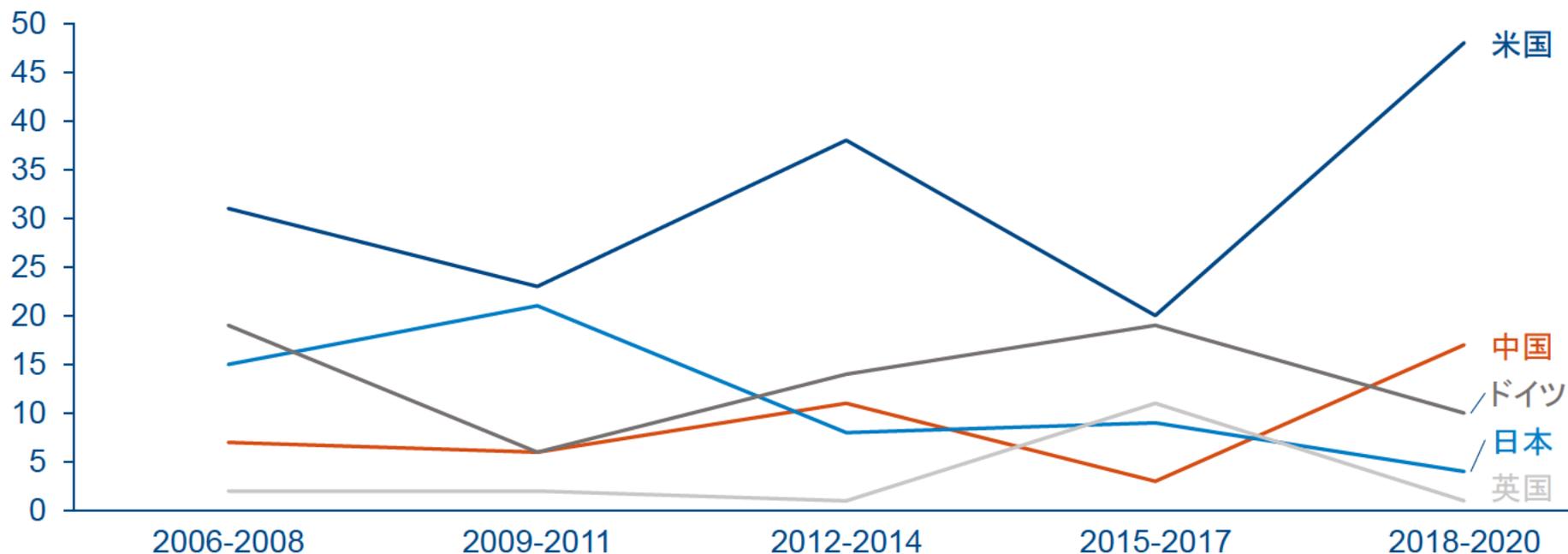
米国・中国・日本・欧州の間でトップ研究者数の入れ替わりが激しい領域であり、中国は2018-2020年において世界2位に躍進している。

各国の文献引用数Top100研究者数【スピントロニクス】

技術領域概要

- スピントロニクスとは、固体中の電子が持つ電荷とスピンの両方を工学的に応用する分野
- 不揮発性メモリなど、デバイスの高機能化・省電力化に向けた研究開発が進められている

Top100研究者数

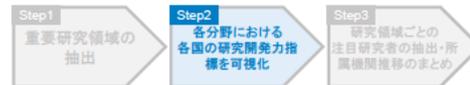


出所: Microsoft Academic Graphを基にADL作成

「Spintronics」領域における、各集計期間中に各著者が発表した文献の2020年末時点の引用数を集計し、引用数Top100の著者を国別(2020年末時点の著者在籍機関所在国)に集計

TASK1: 知的資本の集積に関する基礎的調査

各国の文献引用数Top100研究者数【量子コンピュータ】

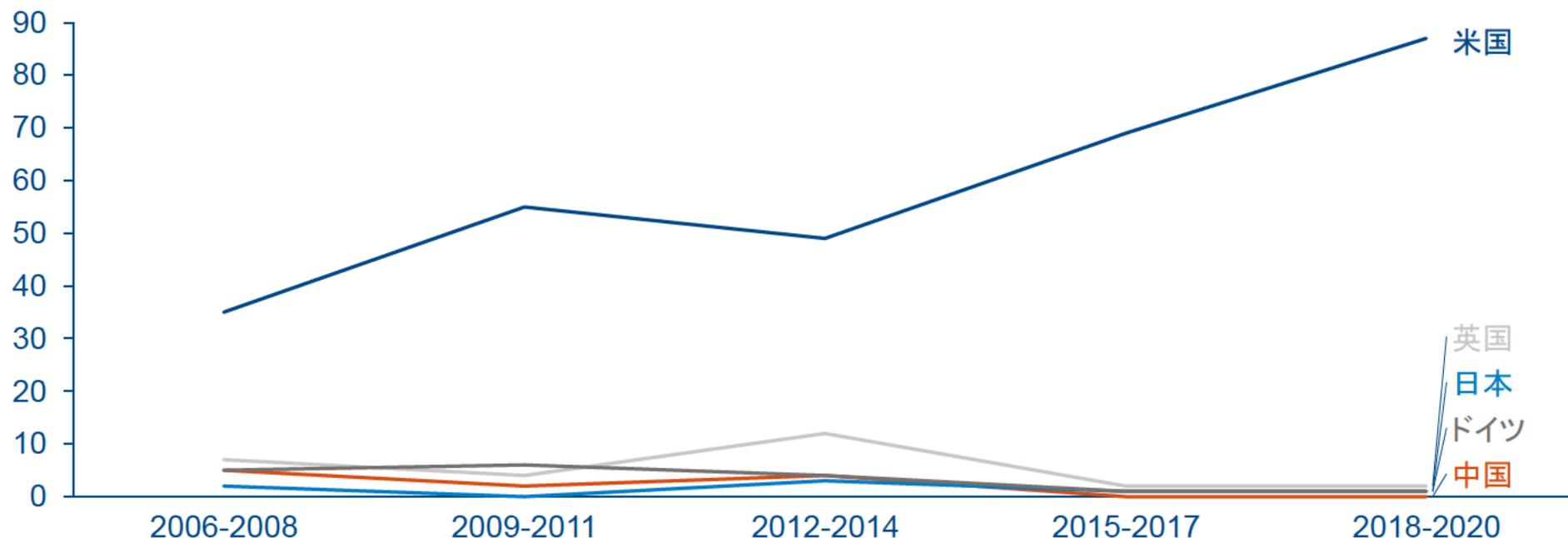


米国が圧倒的にトップ研究者が多い領域であり、日本と中国は2番手争いでほぼ互角であるが、米国との差が拡大傾向にある。

各国の文献引用数Top100研究者数【量子コンピュータ】

- 技術領域概要
- 量子力学的な現象を用いて従来のコンピュータでは現実的な時間や規模で解けなかった問題を解くことが期待されるコンピュータ
 - 社会に変革をもたらす重要な技術として、各国や巨大IT企業をはじめ、研究開発競争が激化している

Top100研究者数

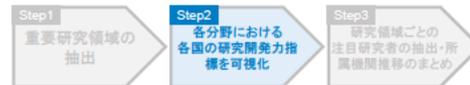


出所: Microsoft Academic Graphを基にADL作成

「Quantum Computer」領域における、各集計期間中に各著者が発表した文献の2020年末時点の引用数を集計し、引用数Top100の著者を国別(2020年末時点の著者在籍機関所在国)に集計

TASK1: 知的資本の集積に関する基礎的調査

各国の文献引用数Top100研究者数【量子スピン液体】



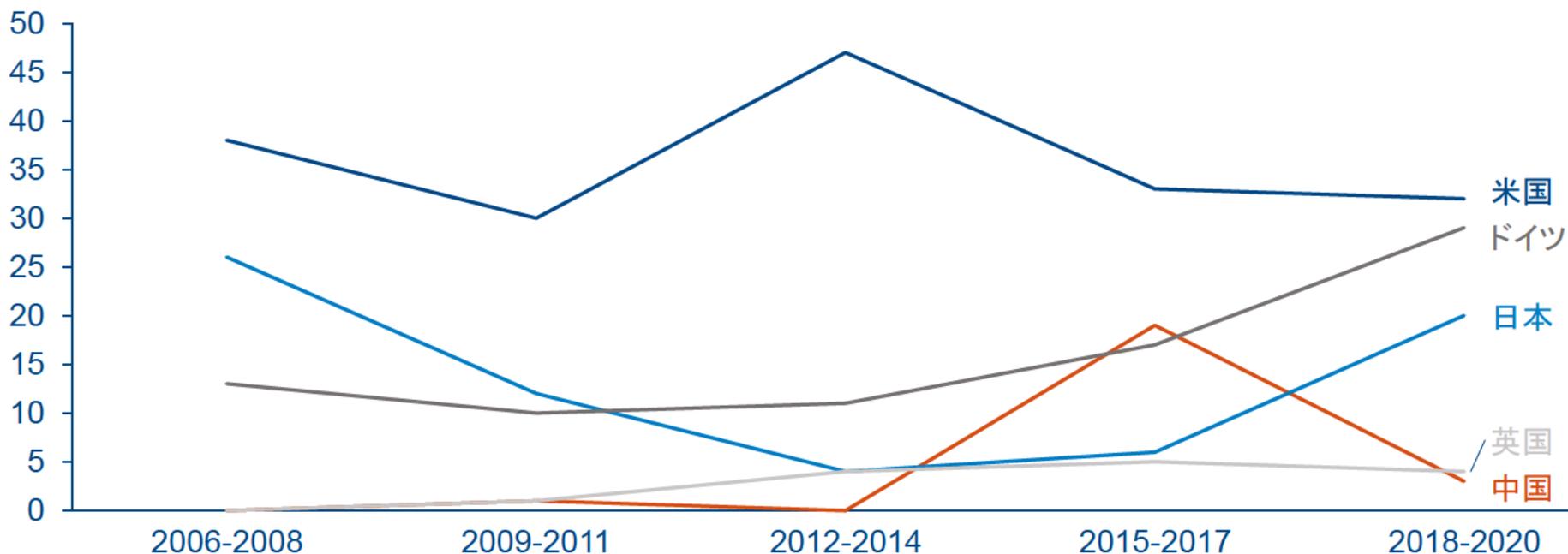
米国はトップ研究者数首位を維持し続けており、ドイツ・日本・英国中国の間でのトップ研究者の入れ替わりが激しい。

各国の文献引用数Top100研究者数【量子スピン液体】

技術領域
概要

- 量子スピン液体とは、電子のスピンが活性な絶縁体において、電子スピンの整列が絶対零度まで抑制された状態
- スピントロニクスや量子コンピューティングデバイスへの応用に期待されている

Top100研究者数

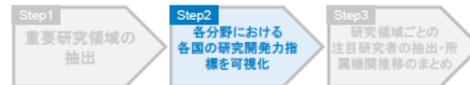


出所: Microsoft Academic Graphを基にADL作成

「Quantum Spin Liquid」領域における、各集計期間中に各著者が発表した文献の2020年末時点の引用数を集計し、引用数Top100の著者を国別(2020年末時点の著者在籍機関所在国)に集計

TASK1: 知的資本の集積に関する基礎的調査

各国の文献引用数Top100研究者数【量子センサ】

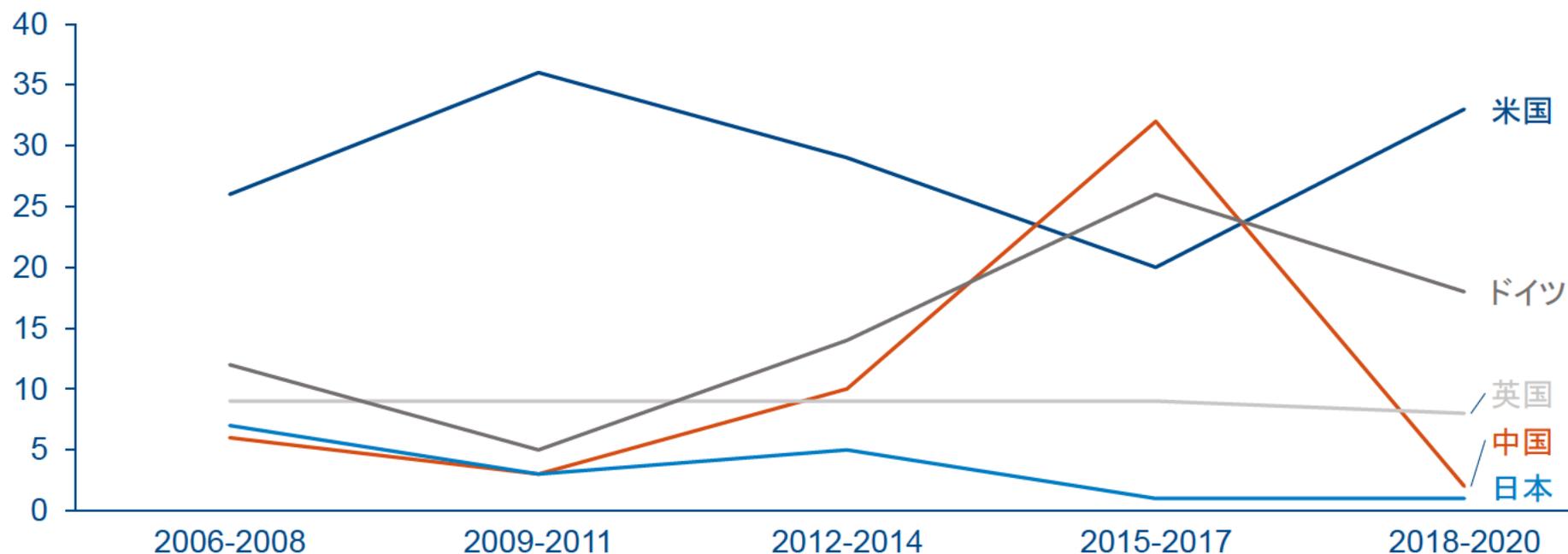


米国・ドイツ・英国・中国の間で、トップ研究者の入れ替わりが激しく、日本のトップ研究者数は低下傾向にある。

各国の文献引用数Top100研究者数【量子センサ】

- 技術領域概要
- 量子センサーとは、量子の状態を検出することで、周囲の状態を認識するセンサーデバイスに応用したもの
 - 量子コンピュータの他、医療やウェアラブル機器など微小な周囲の変化量の計測が求められる領域での研究開発が活性化

Top100研究者数



出所: Microsoft Academic Graphを基にADL作成

「Quantum Sensor」領域における、各集計期間中に各著者が発表した文献の2020年末時点の引用数を集計し、引用数Top100の著者を国別(2020年末時点の著者在籍機関所在国)に集計

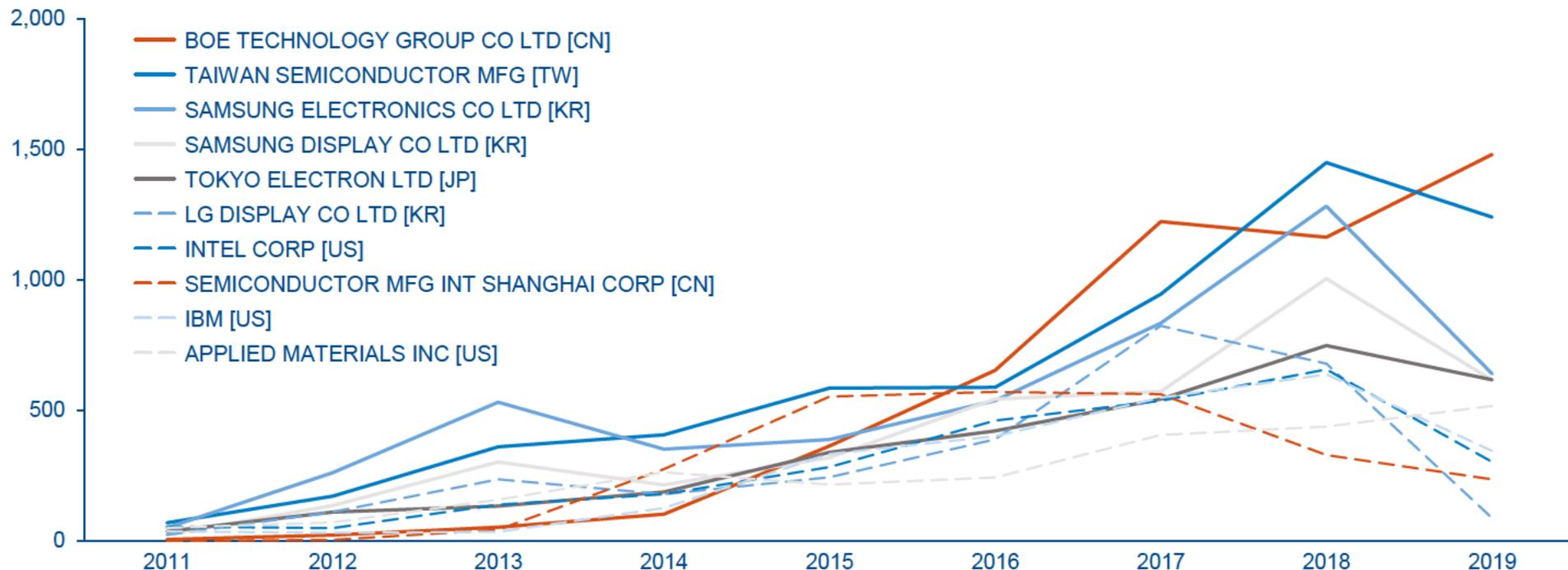
ディスプレイに加えてDRAM等の集積回路を手掛ける中国BOEがTSMCやサムスンを上回る特許を出願している。

各企業の特許出願件数【チップ開発】

技術領域概要

- 微細化競争においては、TSMC(台湾)・サムスンがIntelをリード
- ARMやRISC-Vなどの新規チップアーキテクチャが広がり、GAFAM等が独自にチップ開発を実施

(出願件数*)



出所: BizCruncher IPC= H01L 21 + H01L 23 + H01L 25 + H01L 27 + H01L 29を検索対象として集計

*1: ファミリー特許を集約した件数

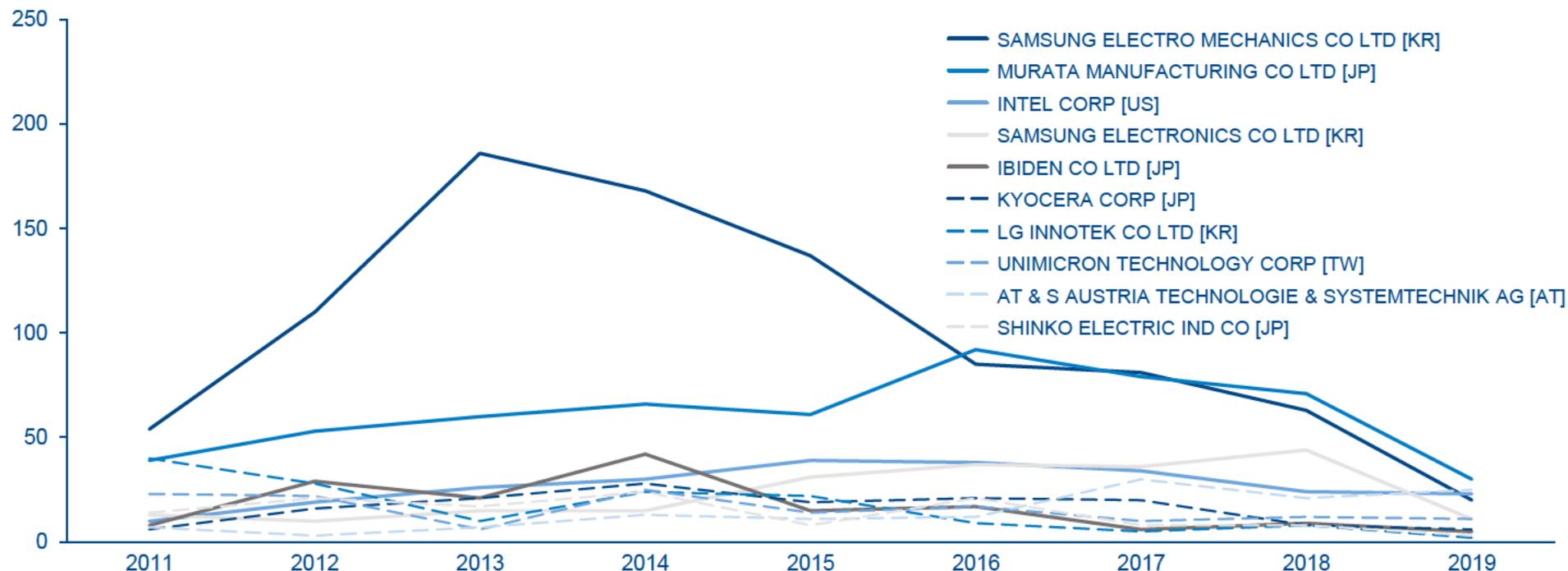
電子部品を基板へ実装する技術においては、未だ中国の台頭は見られず、村田製作所・イビデン・京セラ・新光電気などの日本勢も強さを維持している。

各企業の特許出願件数【実装技術】

技術領域概要

- チップの微細化が物理的な限界値に近づき、半導体メーカー各社がチップ開発と合わせて、実装技術に注力

(出願件数^{*1})



出所: BizCruncher IPC=H05K 1/16 + H05K 1/18 + H05K 3/46、テキスト=EMBEDDED + EMBEDDING + ENCAPSULATED + ENCAPSULATING + ENCAPSULATION + BURIED + ENCASED + "BUILT IN" + "BUILD IN" + INTERNALを検索対象として集計 *1: ファミリー特許を集約した件数

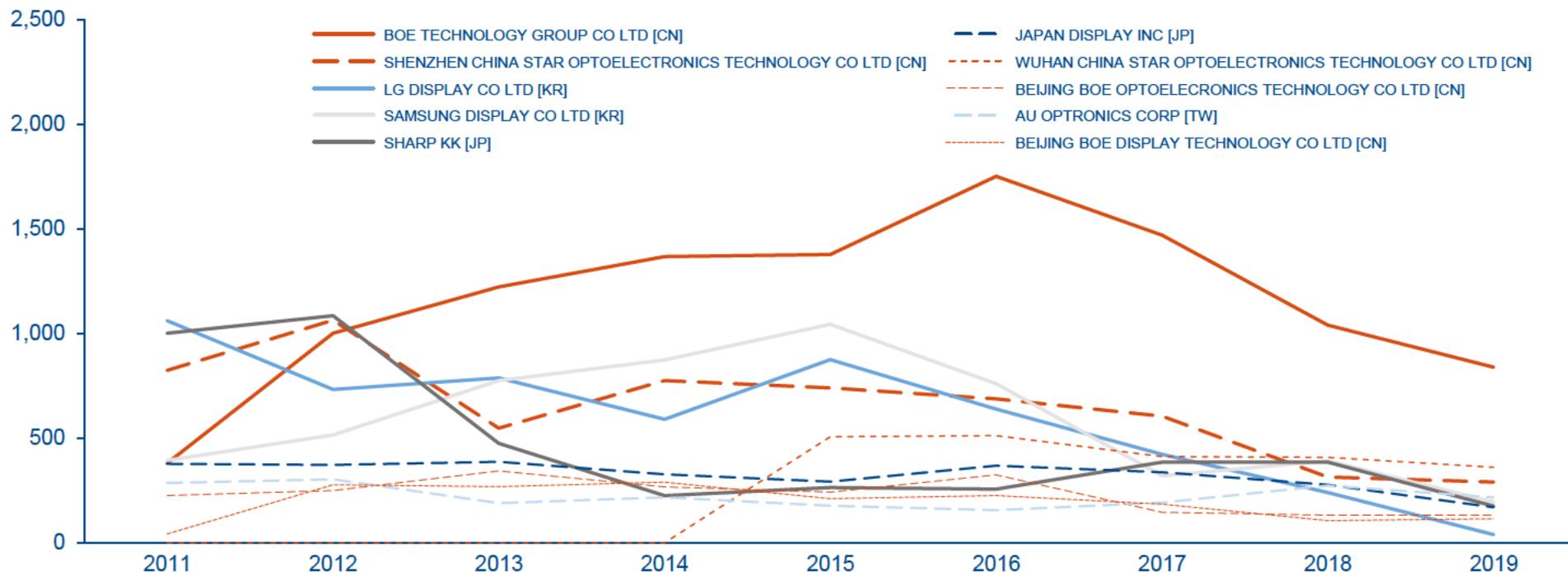
液晶パネルの領域では、中国系企業の特許出願件数の多さが際立っている。

各企業の特許出願件数【液晶パネル】

技術領域概要

- 液晶は、ディスプレイの方式として最も普及
- ディスプレイ関連技術領域を見ると、近年は液晶関連の工場投資が一巡し、OLED等次世代ディスプレイの技術開発が中心に

(出願件数*)



出所: BizCruncher IPC=G02F1/13 +G02F1/133 +G02F1/1334 +G02F1/1337 +G02F1/139 +G02F1/141を検索対象として集計

*1: ファミリー特許を集約した件数

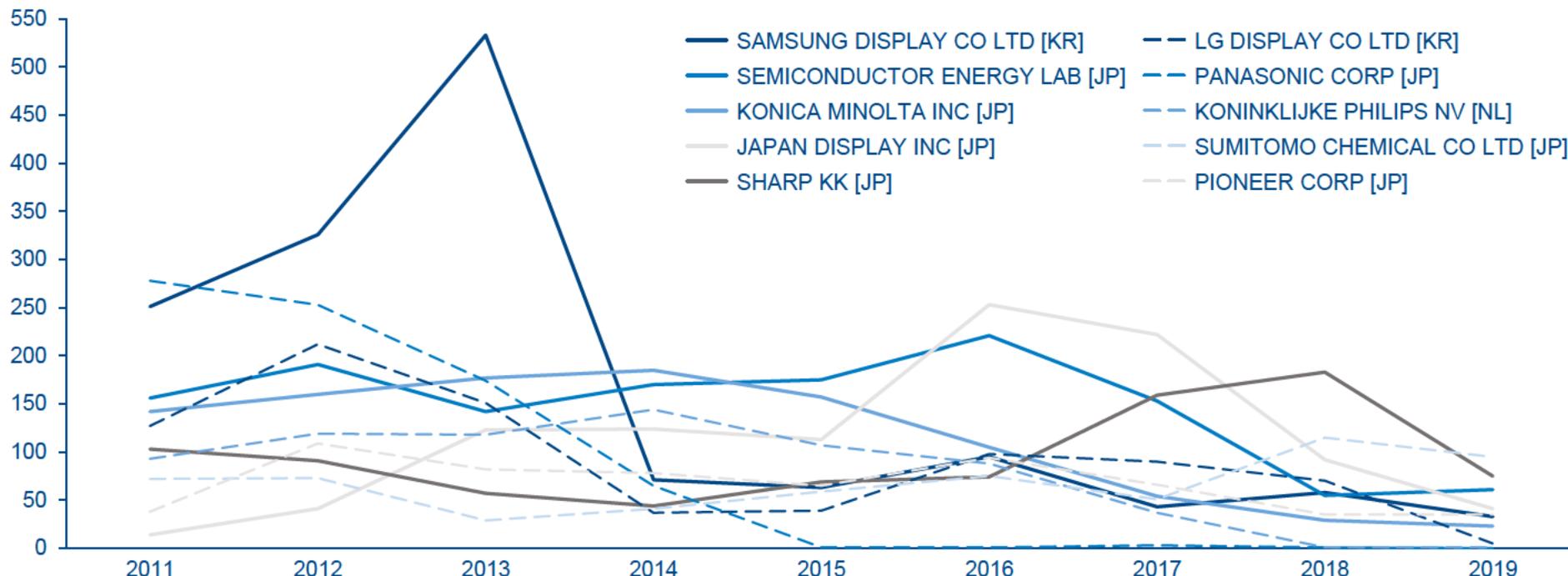
特許出願数において、中国の台頭は見られず、韓国のサムスン・LGの特許出願数が多く、日本もコニカミノルタ・シャープ・パナソニック・住友化学等の特許出願数が多い。

各企業の特許出願件数【有機EL】

技術領域概要

- 有機ELは、液晶パネルに代わる次世代ディスプレイとして、徐々に市場規模を拡大
- ディスプレイ関連技術領域を見ると、近年は液晶関連の工場投資が一巡し、OLED等次世代ディスプレイの技術開発が中心に

(出願件数^{*1})



出所: BizCruncher IPC=H05B33/00 + H05B33/08 + H05B33/10 + H05B33/14 + H05B33/20 + H05B33/22 + H05B33/26 + C09L11/06を検索対象として集計

*1: ファミリー特許を集約した件数

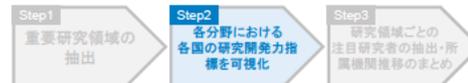
2008年に創設された千人計画等の効果が2012年頃から現れ、ほとんどの技術領域でトップ研究者数が日本を上回る。

技術カテゴリ	技術領域		日本と中国の間のトップ研究者数比較 ^{*1}					トップ研究者の集約動向
			2006-2008	2009-2011	2012-2014	2015-2017	2018-2020	
マテリアル	理論・計算	マテリアルズ・インフォマティクス(MI)	同数	日本	中国	中国	中国	・米国が圧倒的だったが、中国と日本の順にキャッチアップ中
		STEM ^{*2}	日本	同数	中国	中国	中国	
	計測・分析	放射光X線	日本	日本	中国	中国	中国	・2011年頃までは日本の方が多かったが、2012年頃からは中国の方が多い
		中性子線	日本	日本	中国	中国	中国	
		自己組織化	中国	中国	中国	中国	中国	
	材料設計・材料合成	プロトン伝導	日本	中国	中国	中国	中国	・2008年頃までは日本の方が多かったが、2009年頃からは中国の方が多い
		光触媒	中国	中国	中国	中国	中国	・中国の方が多い
		超電導	日本	日本	中国	中国	日本	・2011年頃までは日本の方が多かったが、2012年頃からはほぼ互角
スピントロニクス		日本	日本	中国	日本	中国	・個別量子関連分野では、2011年頃までは日本の方が多かったが、2012年以降は領域別に一進一退	
デバイス	量子コンピュータ	中国	中国	中国	日本	日本	・米国が圧倒的で、日本と中国は2番手争いでほぼ互角であるが、米国との差が拡大傾向に	
	量子スピン液体	日本	日本	日本	中国	日本	・個別量子関連分野では、2011年頃までは日本の方が多かったが、2012年以降は領域別に一進一退	
	量子センサ	日本	同数	中国	中国	中国		

出所: BizCruncher分析結果を基にADL作成

*1: 引用数Top100にランクインする研究者数を比較し、当該研究者数が多い国を記載 *2: 走査型透過電子顕微鏡

TASK1: 知的資本の集積に関する基礎的調査 技術領域別の各企業の特許出願件数分析のまとめ



中国勢は半導体市場ではチップ開発、ディスプレイ市場では液晶の特許出願件数が多い状態にあり、技術力が不足している領域での動向については注視が必要。

技術カテゴリ	技術領域	各企業の特許出願件数の推移	プレーヤ戦況
デバイス	チップ開発		<ul style="list-style-type: none"> 2016年以降、中国勢のディスプレイに加えてDRAM等の集積回路を手掛ける中国BOEがTSMCやサムスンを上回る特許を出願している
	実装技術		<ul style="list-style-type: none"> 未だ中国勢の台頭は見られず、村田製作所・イビデン・京セラ・新光電気などの日本勢も強さを維持している
	液晶パネル		<ul style="list-style-type: none"> 2011年以降は全ての期間において、中国企業の特許出願件数の多さが際立っている
	有機EL		<ul style="list-style-type: none"> 未だ中国の台頭は見られず、韓国のサムスン・LGの特許出願数が多く、日本もコニカミノルタ・シャープ・パナソニック・住友化学等の特許出願数が多い

出所: BizCruncher分析結果を基にADL作成

TASK1: 知的資本の集積に関する基礎的調査 技術領域別のトップ研究者動向(中国)



中国では、2015年以降のMIや量子関連領域でのトップ研究者増加が顕著であり、トップ研究者は中国以外で実績を有する場合が多いが、日本での実績を有する場合は少ない。

技術カテゴリ	技術領域		中国のTop100研究者数					うち中国以外で研究実績を有する研究者比率					うち日本で研究実績を有する研究者比率					
			2006-2008	2009-2011	2012-2014	2015-2017	2018-2020	2006-2008	2009-2011	2012-2014	2015-2017	2018-2020	2006-2008	2009-2011	2012-2014	2015-2017	2018-2020	
マテリアル	理論・計算	マテリアルス・インフォマティクス(MI)	5	1	2	9	15	0%	0%	0%	33%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
		STEM	9	6	7	25	35	22%	33%	71%	24%	6%	0%	0%	0%	4%	0%	
	計測・分析	放射光X線	0	0	11	4	4	N/A	N/A	9%	50%	50%	N/A	N/A	0%	0%	0%	0%
		中性子線	4	3	2	10	6	25%	100%	50%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	材料設計・材料合成	自己組織化	8	18	39	31	44	38%	17%	38%	55%	20%	0%	0%	0%	0%	0%	
		プロトン伝導	12	30	21	27	46	25%	27%	29%	19%	11%	8%	7%	10%	7%	4%	
		光触媒	40	35	45	54	69	38%	49%	56%	50%	28%	8%	9%	7%	6%	1%	
		超電導	4	11	20	16	0	75%	64%	85%	63%	N/A	0%	9%	0%	6%	N/A	
デバイス	スピントロニクス		7	6	11	3	17	14%	50%	73%	67%	24%	0%	0%	0%	0%	6%	
	量子コンピュータ		5	2	4	0	0	60%	100%	100%	N/A	N/A	0%	0%	0%	N/A	N/A	
	量子スピン液体		0	1	0	19	3	N/A	100%	N/A	21%	67%	N/A	0%	N/A	0%	0%	
	量子センサ		6	3	10	32	2	100%	100%	50%	13%	50%	0%	0%	0%	0%	0%	

- ・千人計画の成果により、2012年以降から顕著にトップ研究者数が増加
- ・2015年頃以降は、MIや量子関連領域でのトップ研究者数増加が目立つ

- ・2011年頃までは外国で実績を積んだ研究者比率が多かったが、直近は外国での実績がない研究者の活躍が目立つ
→中国国内でトップ研究者が育ちつつある

- ・日本の研究機関で活躍したTop研究者は数名程度で、ゼロの領域も多い
- ・中国の研究機関で活躍する日本人のTop研究者はゼロ

出所: Microsoft Academic Graph
を基にADL作成

TASK1: 知的資本の集積に関する基礎的調査

技術領域別のトップ研究者動向(日本)・技術領域別研究者数



日本のマテリアル・デバイス分野のトップ研究者は、全般的に2006-2008年頃までは多かったが以降は低下傾向にある。ただし、計測・分析、材料設計・材料合成、デバイスの一部領域においては、過去の蓄積もあり日本は未だにトップ研究者のプレゼンスが高い。

技術カテゴリ	技術領域		日本のTop100研究者数						日本の研究者層の厚み	文献を発表した研究者数						研究競争(戦況変化)
			2006-2008	2009-2011	2012-2014	2015-2017	2018-2020	平均		2006-2008	2009-2011	2012-2014	2015-2017	2018-2020	増加率 06-08→18-20	
マテリアル	理論・計算	マテリアル・インフォマティクス(MI)	5	3	0	2	12	4.4	少ない	286	370	460	553	705	247%	激しい
		STEM	10	6	6	6	9	7.4	多い	5,001	6,585	7,794	11,324	12,321	246%	激しい
	計測・分析	放射光X線	5	11	5	0	2	4.6	少ない	15,584	14,534	14,761	13,122	12,189	78%	緩やか～普通
		中性子線	22	7	0	2	3	6.8	多い	10,093	9,527	9,766	9,737	9,171	91%	緩やか～普通
	材料設計・材料合成	自己組織化	3	2	2	14	7	5.6	多い	21,252	24,984	27,145	29,997	31,607	149%	緩やか～普通
		プロトン伝導	19	9	5	7	2	8.4	多い	897	1,239	1,255	1,218	1,008	112%	緩やか～普通
		光触媒	16	9	9	7	3	8.8	多い	23,234	37,649	63,056	92,779	130,372	561%	激しい
	超電導	19	21	13	12	2	13.4	多い	37,108	38,852	44,090	43,948	49,858	134%	緩やか～普通	
デバイス	スピントロニクス		15	21	8	9	4	11.4	多い	4,918	6,597	9,884	15,856	21,090	429%	激しい
	量子コンピュータ		2	0	3	1	1	1.4	少ない	7,107	7,504	8,566	10,927	19,833	279%	激しい
	量子スピン液体		26	12	4	6	20	13.6	多い	1,743	2,200	2,061	2,607	2,819	162%	緩やか～普通
	量子センサ		7	3	5	1	1	3.4	少ない	1,793	2,478	2,952	3,865	3,338	186%	緩やか～普通

- 全般的に2006-2008年頃まではトップ研究者数は多かったが、以降は低下傾向にある
- 計測・分析、材料設計・材料合成、一部のデバイス領域においては、蓄積もあり日本は未だにトップ研究者のプレゼンスが高い

- MI、STEM、光触媒、スピントロニクス、量子コンピュータの領域では、2006-2008年から2018-2020年にかけて、文献を発表した研究者数が大幅に増加しており、研究競争が激しい

出所: Microsoft Academic Graph
を基にADL作成

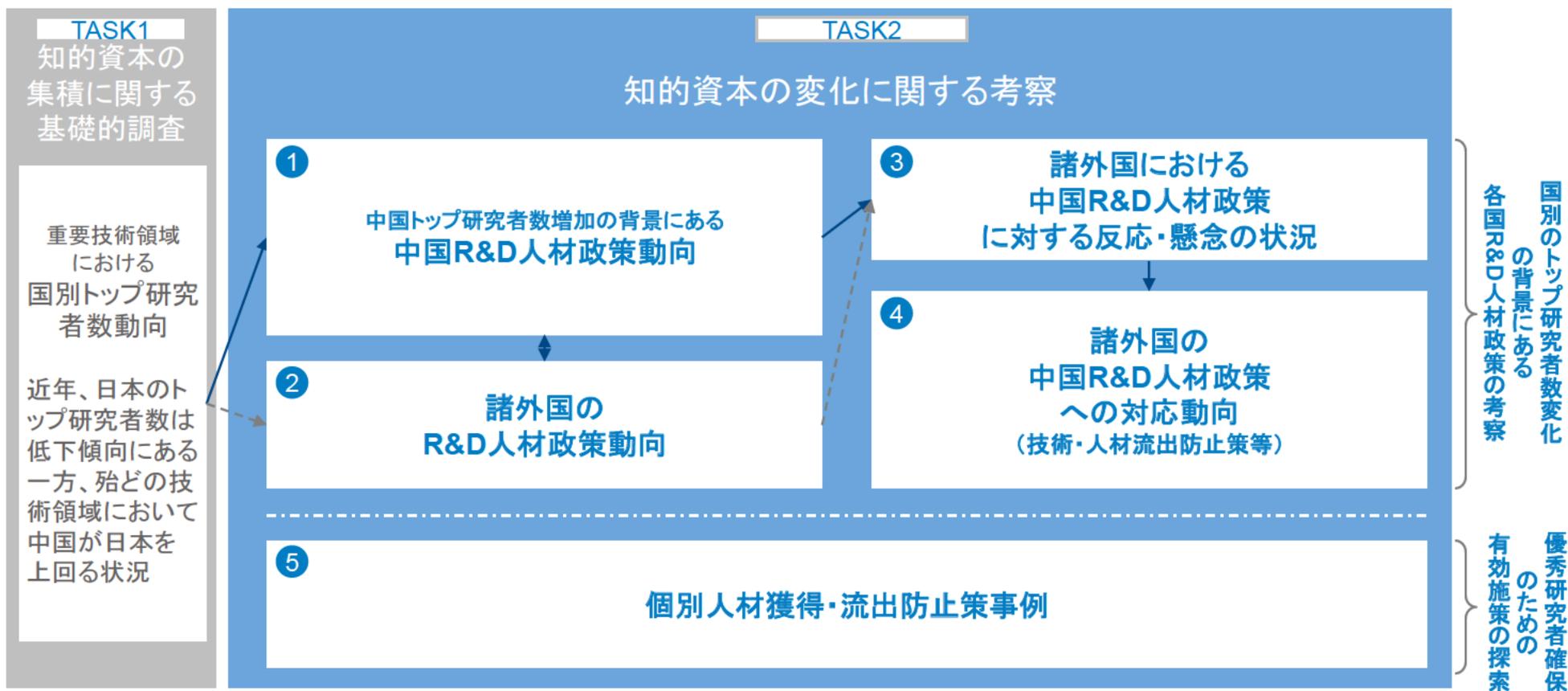
Agenda

- 0 プロジェクト概要
- 1 知的資本の集積に関する基礎的調査(知的資本の集積状況など)
- 2 知的資本の変化に関する考察(各国政策など)
- 3 調査結果の分析及び対策の提示

Appendix

引用情報を基にした日本の研究力分析

中国のトップ研究者増加の背景にあるR&D(特に人材関連)政策動向を把握した上で、諸外国における中国政策への反応および対応策を分析・考察する。



TASK2: 知的資本の変化に関する考察

①中国R&D人材政策動向: 全体概要

中長期科学技術計画に基づき、海外派遣、海外人材呼び戻し/招致、国内育成・強化の大きく三つの人材政策を展開。

中国R&D人材政策動向

中長期 科学技術計画	国家中長期科学技術発展規画綱要(2006~2020年)	<ul style="list-style-type: none"> 科学技術政策の長期的な基本方針。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た 	
	中国製造2025	<ul style="list-style-type: none"> 2025年までに製造強国入りを目指した中長期製造産業政策 	
	国家革新駆動発展戦略綱要(2016~2030年)	<ul style="list-style-type: none"> 2050年までを見据えた2030年までの15年間の中長期戦略 	
	第13次五カ年計画国家科学技術革新計画(2016-2020年)	<ul style="list-style-type: none"> 、「国家中長期科学技術発展計画綱要」と「国家革新駆動発展戦略綱要」の方針を踏まえ、2020年までの5カ年計画 	
中長期 人材計画	国家中長期人材発展計画要綱(2010-2020年)	<ul style="list-style-type: none"> 中国初となる中長期人材発展計画として2020年までの全国的な人材業務に関する指導的文書。高度人材を現在の1億1,400万人規模から1億8,000万人規模にする目標 	
	中長期科学技術人材発展計画	<ul style="list-style-type: none"> 「国家中長期人材発展計画」に基づく科学技術人材発展計画 	
人材政策	海外派遣 政策	訪問学者公費派遣プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> 大学、企業等から毎年1000人の研究者を国費で海外に派遣(1996年)
		西部地域人材育成特別プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> 西部地域13の省・市・自治区の人材を国費で海外に派遣(2001年)
		国家ハイレベル研究者公費派遣プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> 大学、企業等から毎年190人のハイレベル研究者を国費で海外に派遣(2003年)
		ハイレベル大学院生派遣プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> 重点大学から毎年5000人の大学院生を国費で海外に派遣(2007年)
		公費派遣大学院生特別奨学金プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> 大学、企業等から毎年1000人の大学院生を国費で海外に派遣(2008年)
	(海外人材) 呼び戻し ・招致政策	留学人員創業園	<ul style="list-style-type: none"> 海外に留学・就職している中国人の帰国を奨励、帰国者の起業を支援(1994年)
		百人計画	<ul style="list-style-type: none"> 中国で最初に開始された「高目標、高基準、高強度」の人材招致・養成政策(1994年)
		春暉計画	<ul style="list-style-type: none"> 留学経験者の祖国奉仕支援策(中国国内での研究・技術導入旅費補助)(1996年)
		長江学者奨励計画	<ul style="list-style-type: none"> 国内外の優秀な学者を中国の高等教育機関に招致(1998年)
		千人計画	<ul style="list-style-type: none"> 海外高度人材の呼び戻し・招致政策(「海外ハイレベル人材招致プロジェクト」)(2008年)
	(国内人材) 育成強化 政策	ポスドクステーション	<ul style="list-style-type: none"> 大学、研究機関、企業におけるポスドク人材の活躍の場の設置(1985年)
		高等教育重点化政策	<ul style="list-style-type: none"> 高等教育機関設置・研究拠点整備プロジェクト(211プロジェクト(1993年)、985プロジェクト(1998年)、111プロジェクト(2006年))
		万人計画	<ul style="list-style-type: none"> 中国国内の高度人材支援策(「国家ハイレベル人材特別支計画」)(2012年)

TASK2: 知的資本の変化に関する考察

①中国R&D人材政策動向: 中長期科学技術計画等における重要技術領域

長期科学技術計画・産業政策に基づき、5カ年計画では詳細な重点技術領域が設定されている。

	国家中長期科学技術発展規画 (2006)	中国製造2025 (2015)	国家革新駆動発展戦略 (2016)	第13次五カ年計画国家科学技術革新計画 (2016)
情報通信	ハイエンド汎用チップ・基本ソフトウェア 次世代ブロードバンド・モバイル通信 量子制御	次世代情報技術: ①IC・専用設備、②情報通信設備、③OS・産業用ソフト、④スマート製造のコアとなる情報設備	次世代情報ネットワーク技術	量子通信と量子コンピュータ研究 国家サイバー・セキュリティ研究 天地一体化通信網技術 ビッグデータ技術 次世代情報通信技術 マン・マシン融合に向けた情報通信技術
ライフサイエンス・医療健康	遺伝子組み換え 新薬開発 伝染病 タンパク質研究 発育・生殖研究	バイオ医薬・高性能医療機器: ①バイオ医薬、②高性能医療機器	健康技術	脳科学と類脳研究 健康福祉技術 先進バイオ技術 国民福祉に資する技術 医学免疫学 タンパク質複合体と生命過程制御 幹細胞研究及び臨床へのトランスレーション 発達における遺伝と環境の相互作用 合成生物学 ゲノム編集
材料・ナノテク	新材料技術 ナノテクノロジー	新素材: ①先進基盤素材、②コア戦略素材、③先端新素材		新素材の研究開発と応用 新材料技術 ナノ・サイエンス・テクノロジー 物質深層構造と宇宙物理研究
環境・エネルギー・資源	水汚染、地球観測システム 大型油田・ガス田・炭層ガス開発 原子炉 先進エネルギー技術 観測設備・技術	電力設備: ①発電設備、②送変電設備	現代のエネルギー技術 資源効率利用および環境保護技術	石炭のクリーン・高効率利用技術 京津冀地域総合的環境保全 グリーン・高効率なエネルギー技術 環境・生態保全技術 資源の高効率な利用技術 海洋資源利用技術 超深地層開発技術 地球システムの統合的モニタリング研究 グローバル気候変動と対策 磁気閉じ込め核融合
海洋・航空・宇宙・国防	大型航空機 宇宙 レーザー技術	航空・宇宙装備: ①航空機、②航空エンジン、③航空機載設備・システム、④宇宙関連設備(運搬ロケット、衛星など) 海洋エンジニアリング・ハイテク船舶 (海洋資源探査・開発設備、ハイテク船舶、大型低速船舶用エンジンなど)	海洋および宇宙技術	大型航空機エンジン及びガスタービン研究 深海ステーション研究 宇宙探査と軌道上保全システム研究 宇宙探査・宇宙開発技術 深海・超深地層・宇宙に関する研究
ものづくり・工業	超大規模集積回路製造技術 NC工作機械	CNC工作機械・ロボット: ①CNC工作機械・基盤製造設備、②ロボット 省エネ・新エネ自動車: ①省エネ自動車、②新エネ自動車、③コネクテッドカー	スマート・グリーン製造技術 産業変革技術	インテリジェント製造とロボット 先進製造技術 産業革命に資する破壊的技術 極限環境(大電流・強磁場・超高温・超低温)における製造技術
農林水産		農業設備(自動化、情報化、スマート化した農業機械など)	現代の農業技術	自主的な育種技術 先進農業技術 先進食品製造技術 農業における生物の遺伝的改良
社会基盤・公共安全	観測設備・技術	先進軌道交通設備(高速鉄道、中低速リニアなど)	スマートシティ・デジタル社会技術 現代型サービス業技術	スマートグリッド技術 先進交通技術 ビジネスモデルの進化に資するサービス技術 都市化に係る技術 公共安全に係る技術 メガプロジェクトが起こす災害予測

出所: 各種資料よりADL作成

TASK2: 知的資本の変化に関する考察

①中国R&D人材政策動向：マテリアル/デバイス領域における科学技術政策動向

マテリアル領域では、宇宙航空、軌道交通、電子機器、新エネルギー自動車などの産業のニーズに応える新材料供給に向けた産業技術および基礎技術を強化

マテリアル領域における中国科学技術政策動向

中期計画における重点領域設定	科学技術イノベーション 13次5カ年計画	<ul style="list-style-type: none"> 重大科学技術プロジェクトとして「新素材の研究開発と応用」、産業技術の国際競争力の向上として「新材料技術」、基礎研究の強化として、「新材料の設計と製造工程に関する研究」、「量子通信・量子コンピュータ」を設定
	第13次五カ年 戦略的新興産業発展計画	<ul style="list-style-type: none"> 2020年迄の目標として、中国の新材料メーカーが世界のサプライチェーン入り、宇宙航空、軌道交通、電子機器、新エネルギー自動車などの産業のニーズに応えられる新材料を供給、レアアースやリチウムなどの回収技術、グラフェンの産業技術に注力することを掲げた
	中国製造2025	<ul style="list-style-type: none"> 中核的理念として「情報化と産業化の融合」を掲げ、「スマート製造」・「グリーン製造」の実現を目標とする マテリアル領域では、10重点分野の一つとして「新材料」を設定
研究施設整備	国家実験室 設置	<ul style="list-style-type: none"> 1984年に科学技術部、教育部と中国科学院等が中心となり重点的に予算を配分する研究室を指定する国家重点実験室計画を開始。1990年代より、国家重点実験室の上位の「実験室」として国家実験室を設置 マテリアル領域では、放射光国家実験室、瀋陽材料科学国家実験室を設置した他、合肥微小物質科学国家実験室、北京分子科学国家実験室、微細構造国家実験室の整備を審査中
	国家ナノ科学技術センター 設立	<ul style="list-style-type: none"> 2003年中国科学院と教育部の初めての共同事業として、中国科学院と清華大学及び北京大学による中国国家ナノ科学センターが設置 ナノデバイス、ナノ材料、ナノ材料の生体への影響と安全評価、ナノキャラクタリゼーション、ナノ標準化、ナノマニファクチャリング等の実験室を設置
	スーパーコンピュータ 開発	<ul style="list-style-type: none"> 国防科技大学(天河シリーズ、銀河シリーズ)、中国科学院(星雲シリーズ)、国家並行計算機工程技術センター(神威シリーズ)、レノボグループ(深騰シリーズ)の四者が開発競争を推進 スーパーコンピュータの性能ランキング「TOP500」において、中国無錫国立スーパーコンピュータセンターが開発した「神威・太湖之光」が2017、2018年の世界第1位となる
競争的研究資金	国家重点研究開発計画	<ul style="list-style-type: none"> 各省庁による課題解決型研究費助成を集約したプログラム。2018年度の資金は約259億元(約4100億円) マテリアル領域では、「ナノテクノロジー」、「マテリアルズ・ゲノム工学のキーテクノロジーとサポートプラットフォーム」、「量子制御と量子情報」、「トランスフォーマティブ技術の核心的科学問題」分野における研究開発を支援

出所: 各種資料よりADL作成

TASK2: 知的資本の変化に関する考察

①中国R&D人材政策動向: マテリアル/デバイス領域における科学技術政策動向

デバイス領域では、量子通信・量子コンピュータ、次世代通信、次世代AI技術の開発および国内半導体産業強化に向けた技術を展開

デバイス領域における中国科学技術政策動向

中期計画における重点領域設定	科学技術イノベーション 13次5カ年計画	<ul style="list-style-type: none"> 重大科学技術プロジェクトとして、「量子通信と量子コンピュータ」、「国家サイバーセキュリティ」、「天地一体化通信網」を設定。産業技術の国際競争力として、「次世代情報通信技術」、「ビッグデータ、AI等の産業革命に資する破壊的技術」、「量子制御と量子情報」技術を設定
	第13次五カ年 戦略的新興産業発展計画	<ul style="list-style-type: none"> 1 Gbps 光通信ネットワークの普及、4G 移動通信の普及、5G 移動通信技術の開発、テレビ放送網とインターネットの融合、全国をカバーするビッグデータシステムの開発と安全管理、高性能ICチップの開発、AI技術などの重点領域を設定
	中国製造2025	<ul style="list-style-type: none"> 本政策で指定された10重点分野のうち「次世代情報通信技術」が優先順位1位となる
	次世代人工知能発展計画 (AI2.0/AI2030)	<ul style="list-style-type: none"> 2017年国務院発表。「ステップ1:2020年までにAI技術で世界の先端に追いつき国民の生活改善の新たな手段となる、ステップ2:2025年までにAI基礎研究で重大な進展を実現し、産業アップグレードと経済モデルの転換を牽引する主要動力となる、ステップ3:2030年までにAI理論・技術・応用のすべてで世界トップ水準となり、中国が世界の“AI革新センター”となる」ことを目標として掲げる
	半導体産業政策	<ul style="list-style-type: none"> 「中国製造2025」の発表と同時期に、半導体産業に10年で約16兆円巨額投資を行う政策を発表。半導体自国生産を目指し、2025年までに自給7割を目標としている
研究施設整備	国家実験室 設置	<ul style="list-style-type: none"> デバイス領域では、量子情報科学国家実験室を建設中、清華大学情報科学技術国家実験室、武漢オプトエレクトロニクス国家実験室の整備を審査中
	量子関連研究施設 整備	<ul style="list-style-type: none"> 2015年中国科学院と民間企業のアリババグループ(阿里巴巴集団)が「量子計算実験室」を共同設立 2017年、北京と上海を結ぶ全長2,000km以上の量子通信幹線ネットワーク「京滬幹線」を構築
	スーパーコンピュータ 開発	<ul style="list-style-type: none"> 国防科技大学(天河シリーズ、銀河シリーズ)、中国科学院(星雲シリーズ)、国家並行計算機工程技術センター(神威シリーズ)、レノボグループ(深騰シリーズ)の四者が開発競争を推進 スーパーコンピュータの性能ランキング「TOP500」において、中国無錫国立スーパーコンピュータセンターが開発した「神威・太湖之光」が2017、2018年の世界第1位となる
競争的研究資金	国家科学技術重大 プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> 国の競争力を強化すべき16の分野において、「ハイエンド汎用半導体チップ及び基本ソフトウェア」、「超大規模集積回路製造設備(VLSI)及びフルセット技術」、「ハイエンド・コンピュータ・数値制御工作機械(CNC)と基礎製造技術」を設定

出所:各種資料よりADL作成

Copyright © Arthur D. Little 2021. All rights reserved.

海外の教授レベルの研究者、青年研究者、起業家、外国人専門家を対象とした呼び戻し、招致を2008年より展開。

<p>概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 2008年から進められている中国共産党中央組織部が実施する海外高度人材の呼び戻し・招致政策 開始当初、5～10年間で2千人のイノベーション人材を招致する目標を設定 招致人材に対して、高額な助成金、永久居住権、家族の就職・就学支援等を提供
<p>人材 カテゴリー別 施策</p>	<p>革新人材(長期)</p> <ul style="list-style-type: none"> 博士学位を持つ大学、研究機関等における教授と同等レベルの職位者、有名な国際企業・金融機関の上級技術または管理職(55歳未満)を対象として、中国国内で3年以上のフルタイム勤務を行う 処遇等: 100万RMB(約16百万円)の資金提供(ワнтаイム)、研究助成事業における優先採用、ビザ支給、家族扶養支援 <p>革新人材(短期)</p> <ul style="list-style-type: none"> 長期と同等の人材を対象として、中国国内で3年以上年間2か月以上の勤務を行う 処遇等: 50万RMB(約8百万円)の資金提供(ワнтаイム)、ビザ支給、家族扶養支援 <p>創業人材</p> <ul style="list-style-type: none"> 海外大学学位を持つ起業家、有名な国際企業の中堅/上級管理職を対象 処遇等: 革新人材(長期)と同等の処遇 <p>青年</p> <ul style="list-style-type: none"> 自然科学・工学分野で博士学位を持つ40歳以下の研究者を対象として、中国国内で3年以上のフルタイム勤務を行う 処遇等: 50万RMB(約8百万円)の資金提供(ワнтаイム)、100万～300万RMBの追加の研究助成金、ビザ支給、家族扶養支援 <p>外専(外国人専門家)</p> <ul style="list-style-type: none"> 65歳未満の外国人専門家を対象として、中国国内で3年以上年間9か月以上の勤務を行う 処遇等: 100万RMB(約16百万円)の資金提供(ワнтаイム)、300万～500万RMBの追加の研究助成金、ビザ支給、家族扶養支援 <p>トップ人材・イノベーションチーム</p> <ul style="list-style-type: none"> ノーベル賞、チューリング賞、フィールズ賞などの主要な国際賞の受賞者、米国、英国、カナダ、オーストラリアなどの主要な先進国の科学/工学アカデミーの学者を対象として、中国国内で5年以上のフルタイム勤務を行う

出所: 各種資料よりADL作成

TASK2: 知的資本の変化に関する考察

①中国R&D人材政策動向: 千人計画概要②

EUの中国研究助成事業紹介サイトでは2019年より千人計画が別プロジェクトに移行したと紹介されている。

概要	<ul style="list-style-type: none">2019年より「千人計画」を担当する科学技術部と国外専門家局が統合されたことに伴い両部門の海外人材招致政策を統合され、千人計画は「ハイエンド外国人専門家採用計画(National High-end Foreign Experts Recruitment Plan)」に置き換えられたとされる(EUのChina Innovation Fundingサイトより)
人材 カテゴリー	<p>戦略的技術開発</p> <ul style="list-style-type: none">主要なコア技術の先駆的な研究、開発、革新に関与し、主要ボトルネックを解決する能力を備えた専門家およびチーム(最優先カテゴリー) <p>産業技術革新</p> <ul style="list-style-type: none">産業のアップグレードと変革、革新的な設計、および、グローバル化拡張戦略の実装に関与する技術専門家。多国籍事業や異文化管理に携わる専門家、および戦略的計画に携わる専門家が優先 <p>ソーシャル・エコロジカルコンストラクション</p> <ul style="list-style-type: none">社会的および生態学的建設の確かな経験を持ち、特に健康、社会、法と規制、言語、文化産業、および近代サービスにおいて中国のグリーンで持続可能な開発を推進する能力を備えた専門家 <p>農業と農村の活性化</p> <ul style="list-style-type: none">農村開発と貧困緩和戦略を成功裏に実施した確かな経験を持ち、中国に高度な外国育種品種、技術、生産安全と試験技術、および管理モデルを導入できる専門家
人材要件	<ul style="list-style-type: none">世界的に有名な外国の大学や研究機関の准教授に相当する役職国際的に有名な企業で上級管理職または上級技術職を歴任固有の知財を保有する、もしくは、主要なコアテクノロジーを習得している起業家国が緊急に必要としている他の高レベルの外国人専門家や若い専門家

TASK2: 知的資本の変化に関する考察

①中国R&D人材政策動向：海外高度人材招致・呼び戻しのためのインセンティブ

好待遇（給与・職位）、潤沢な研究資金助成、世界トップレベルの研究設備、研究成果事業化支援を通じて海外のトップレベル人材の招致・呼び戻しを図っている。

待遇	給与・職位等の好待遇 (千人計画・他)	<ul style="list-style-type: none"> 長期100万RMB(約16百万円)、短期50万RMB(約8百万円)の奨励金提供 大学教授、特別研究員などの職位提供 移住者への永住権、中国籍者への希望都市戸籍の付与 配偶者の就業支援、子女の就学支援、など 受入研究機関・企業による給与(40万~RMB)、住宅補助、移動交通費支給、など また、中央政府による千人計画の他、北京、上海、深圳等の地方都市においても、千人計画と同様の海外高度人材招致政策を展開しており、好待遇で高度人材を招聘
研究資金	研究資金助成 (千人計画)	<ul style="list-style-type: none"> 革新人材(長期):研究助成事業における優先採用 青年:100万~300万RMBの研究助成金 外専:300万~500万RMBの研究助成金
研究設備	世界トップレベルの 研究施設・設備 (研究機関・施設整備政策)	<ul style="list-style-type: none"> 高等教育重点化政策(111プロジェクト等)を通じた、世界レベルの研究機関の育成・強化 国家実験室等の重点技術領域における先端研究・実験設備の整備(物理、材料系の大型実験設備等) 近年の取組みとして、AI2.0において2020年迄に全国の50大学にAI学院設立を推進、国家次世代AIプラットフォームに5企業(自動運転のBaidu)、スマートシティのAlibaba、医療画像認識のTencent、音声認識のiFlyTek、顔認識のセンスタイム(SenseTime、商湯科技)を認定
研究成果 事業化支援	産学連携強化	<ul style="list-style-type: none"> 1990年代より国家ハイテクパークの設置や「産業技術イノベーション戦略連盟」プロジェクトを実施し、地方における産学連携イノベーション拠点を整備 「科学技術進歩法(2008年)」にて、産学研連携の連携を奨励、軍民両用技術の発展を明確に指摘
	起業支援・ 起業人材育成支援	<ul style="list-style-type: none"> 中央政府は起業投資マスターファンドを設立、中央財政は中小企業信用保証資金を設立し、ベンチャー企業に税収優遇を与え、銀行業金融機関の科学技術支店設立を奨励、インキュベータ設立等、起業支援の環境を整備 千人計画や地方版千人計画を通じて起業家人材を招聘し、資金を提供

TASK2: 知的資本の変化に関する考察

①中国R&D人材政策動向: 海外高度人材招致・呼び戻しのためのインセンティブ(研究者コメント)

千人計画に参加した日本人研究者によると、研究ポスト・研究資金の獲得がインセンティブとのコメント。(日本における研究ポスト・資金の減少・不足が要因)

処遇	<p><u>中国人研究者</u></p> <ul style="list-style-type: none">教授のポストを求めて中国には安定した将来の約束は無いが大きなチャンスがある、当時はまだ若手だったので挑戦してみようと思った諸外国では科学技術予算が縮小し、テニユアのポジションも不足しているが、中国では基礎研究への投資が大きい <p><u>日本人研究者</u></p> <ul style="list-style-type: none">自分を含めて中国に来た若手の研究者は、働けるなら日本にいたいというのが本音です。給料や研究費が高いから中国に行くのではなく、日本に研究者としてのポストがない。だから中国へ行くしかなかったのです日本だと、私の同僚で私より業績がある人でも、研究室をまだ持てないという人がたくさんいます。日本だとほぼ不可能な環境なので、非常に感謝しています
研究資金	<p><u>中国人研究者</u></p> <ul style="list-style-type: none">諸外国では科学技術予算が縮小し、テニユアのポジションも不足しているが、中国では基礎研究への投資が大きい <p><u>日本人研究者</u></p> <ul style="list-style-type: none">研究費は3年間で2100万円とこの分野ではかなりいい額を貰えました。日本では名誉教授といっても、単なる肩書きで給料も研究室もないので、中国で研究するのも悪くないと思わせてね
研究設備	<p><u>日本人研究者</u></p> <ul style="list-style-type: none">専門であるビーム機能化学では、新しい研究をしようと思えばいろいろと高額な実験装置をその都度、開発する必要もあります。名誉教授、招聘教授の立場では、研究を続けられても制約があります。定年後、海外から幾つかお誘いを頂いた中で、阪大時代の教え子が准教授になった華中科学技術大学に教授として赴任しました
その他	<p><u>中国人研究者</u></p> <ul style="list-style-type: none">一人っ子世代で両親の世話をするために帰国

TASK2: 知的資本の変化に関する考察

①中国R&D人材政策動向: 千人計画採用者への大学教員ポストの提供の考え方

大学間の厳しい競争環境の中で優秀な研究者に適切なポストを提供することが原則。
現職にある海外大学教授は現職維持を志向し、短期プログラムに研究員として参加。

千人計画採用者への大学教員ポストの提供

大学・研究機関が
教員として採用するに足る
人材のみを採用
(無駄にポストをつくる
必要性は低い)

- 中国の大学は競争環境の中で優秀な大学・学部に資金・教員・学生が集中する状況
- 大学教員に関しても、質量両面の業績評価を通じて、厳しい競争環境の中で新陳代謝が働く仕組み構築
- 大学は高い成果を上げる教員を学内・学外の両方から求めており、外部から招聘する人材は内部の教員よりも既に優秀か極めてポテンシャルが高い人材
- 千人計画への応募は中国の大学・研究機関等からの採用が前提であり、大学・研究機関が千人計画の条件に合致する適任者を(仮)採用した上で、大学・研究機関が千人計画に申請を行う
- また、長期プログラムの対象者は教授、助教授等のポストで迎えられる一方、短期プログラムの対象者はプロジェクト研究員としての契約となることが多い模様

現役外国人研究者の場合
自国でのテニユアポストを
維持するために
中国大学でのポジションを
必要とせず

- 現在各国の大学等でテニユアポストに就いている外国人トップ研究者は、現在の大学教授等のポストを放棄することを望まず、千人計画においても短期プログラムでの採用に応募する傾向があり、中国における教授・助教授ポストを必要としていない
- 名誉教授などの研究者を長期プログラムで採用する場合は教授ポストを提供する場合はあるが、必ずしも事例としては多くない模様

TASK2: 知的資本の変化に関する考察

① (参考) 中国における大学教員の評価

中国の大学教員は質・量ともに業績・成果を残せなければ辞職勧告もあり得る厳しい競争環境に身を置いている。

中国における大学教員の業績評価項目(例)

研究	<ul style="list-style-type: none">論文の執筆、学術雑誌への論文発表研究プロジェクト(競争的研究資金)の獲得企業等との共同研究特許・実用新案の出願・登録・ライセンス研究関連の受賞・表彰学会発表・講演、報告書の執筆 等
教育	<ul style="list-style-type: none">講義・演習担当数・内容学生による授業評価教育プロジェクト(競争的資金)の獲得教育関連の受賞・表彰教科書、書籍等の執筆学生指導(学生の表彰等の成果) 等
大学運営 ・管理	<ul style="list-style-type: none">役職に応じた大学・部局運営・管理業務学内イベント等への参加・貢献 等
社会貢献	<ul style="list-style-type: none">学外の審議会・委員会、学会活動雑誌・論文等の編集委員・審査員診療活動・医療活動・教育臨床マスメディアへの出演・掲載 等

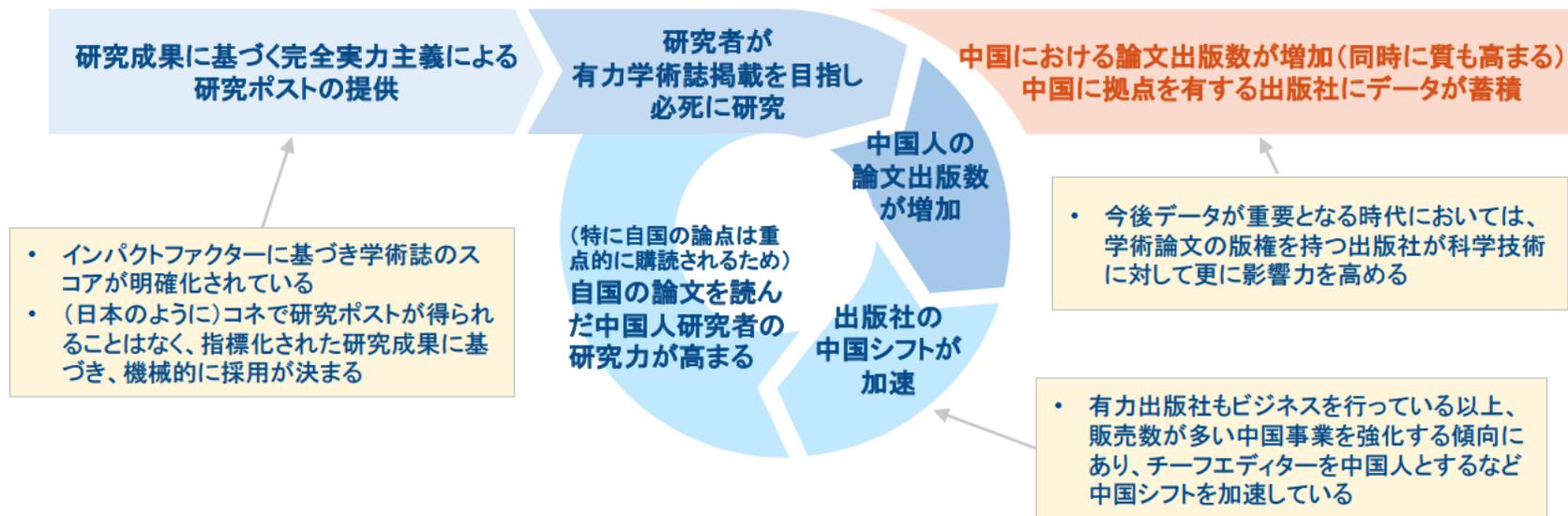
教員の業績を量・質の両面より評価
業績は報奨インセンティブに色濃く反映されると共に、
最低任務量を満たせない場合は辞職勧告も

- 多くの大学では成果・業務の量のみならず、質についても評価(90年代は量重視の傾向があったが、2000年代以降、質を重視する傾向)
- 質に関して、論文の場合、掲載論文誌・雑誌自体のランク付け、サイテーションインデックスを利用、質の高さをランクやポイントで評価
- また、多くの大学で最低任務量として量・質両面のノルマが設定されており、これを満たせない場合、減給、降格、辞職勧告等のペナルティが課される
- また、業績に応じて昇給、保証金、研究費、博士学生の割り当て等のインセンティブが付与される
- 昇任の申請基準は段階的に引き上げられており、申請基準を満たすためには相当の業績を上げる必要がある

1990年代以降の高等教育重点化政策を通じて
優秀な大学・学部に対して優先的に資金が提供されるため
大学・学部自体が厳しい競争環境にある

中国は研究成果に基づく研究ポストを提供することで、論文数・論文の質を高めると同時に、データが重要になる時代を見据えた戦略をとっていることが伺える

論文・出版社に対する中国の戦略



完全実力主義による研究ポストの提供により「正のスパイラル」が構築

日本の大学は講座制が実態として残っており、今後重要性が増す共同研究の活性化・トレンドに沿う研究テーマ採用・研究コンセプト想像力強化に向けて対策が必要

大学の研究体制比較

組織制度	講座制	Principal Investigator(PI制)
概要	<ul style="list-style-type: none"> ■ 一人の教授・准教授の指示の下、複数の准教授・助教が研究実施 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 単独のPI(助教、准教授、教授)がポスドクや大学院生と共同で研究を実施
主な採用国	<ul style="list-style-type: none"> ■ 日本 <ul style="list-style-type: none"> - 2007年に大学設置基準から制度は削除されたが、実態は残る 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 米国、欧州各国
共同研究の多さ	<ul style="list-style-type: none"> ■ 共同研究は少ない <ul style="list-style-type: none"> - 決まった組織の枠内でピラミッド型で連携する場合が多い 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 共同研究は必然的に多くなる <ul style="list-style-type: none"> - 研究資金獲得には、PIが協力してチームを結成することが求められる
研究テーマの入れ替え	<ul style="list-style-type: none"> ■ テーマ変更の頻度は少ない <ul style="list-style-type: none"> - 教授が退官した場合、研究テーマを同研究室のメンバーが引き継ぐ 	<ul style="list-style-type: none"> ■ テーマ変更の頻度は多い <ul style="list-style-type: none"> - PIが退官する度に、新しいテーマが採用される
重視されやすい能力	<ul style="list-style-type: none"> ■ 与えられた研究テーマの遂行力 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 研究テーマ・コンセプトの創造力
適合しやすい領域	<ul style="list-style-type: none"> ■ 専門性深化に時間を要する領域 <ul style="list-style-type: none"> - バイオ・マテリアル等、文章化されていないノウハウの伝承が重要となる領域に適合 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 学際領域 <ul style="list-style-type: none"> - 共同研究が日常的に行われており、分野融合が求められる領域に適合

- 日本の大学の多くは講座制を採用しているが、海外はPI制を採用しているため、個人で裁量を持って研究ができる
 - 海外(特に米国)では個人の研究者同士が連携して、ファンドを獲得しに行くため、必然的に共同研究が多くなっている
 - 日本は決まった組織の枠内でピラミッド型で連携する場合が多い
- 東大は講座制を敷いているため、存在するテーマが変わるには時間がかかる一方で、ハーバード大はPI制を採用しているため、1つポストが空くたびに新しいテーマが選ばれる。変化の激しい時代には、PIの方が適している
- 米国はコンセプトメイキングがうまい
 - マテリアルゲノムのアイデアも米国発。アイデアで勝負して、実際のものづくりは日本や中国にやらせてもよいと考えている
(東工大 細野教授)

TASK2: 知的資本の変化に関する考察

①中国R&D人材政策動向: 千人計画(採用者の申請前所属国と専門領域)

青年採用者の申請時の所属国は米国が6割を超え、日本は3%。専門領域では生命科学・医学、工学・材料科学領域の研究者が過半を占める。

千人計画(青年*)採用者の所属・博士学位取得国

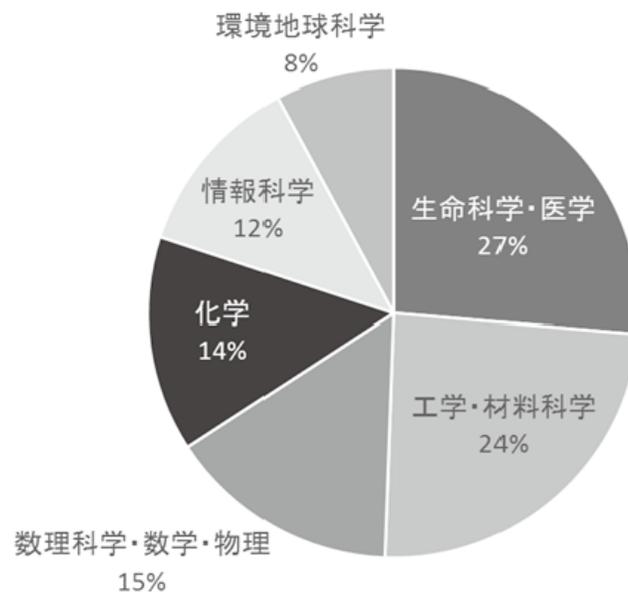
①帰国前(申請時)の所属国・地域

北米	1,987 (68.0%)
米国	1,900 (65.0%)
カナダ	87 (3.0%)
ヨーロッパ	527 (18.0%)
ドイツ	177 (6.1%)
英国	166 (5.7%)
フランス	39 (1.3%)
その他	145 (5.0%)
アジア	303 (10.4%)
シンガポール	120 (4.1%)
日本	94 (3.2%)
台湾・香港・マカオ	79 (2.7%)
韓国	10 (0.3%)
オセアニア	91 (3.1%)
オーストラリア	87 (3.0%)
ニュージーランド	4 (0.1%)
中東	14 (0.5%)
イスラエル	9 (0.3%)
サウジアラビア	5 (0.2%)
アフリカ	2 (0.1%)
南アフリカ共和国	2 (0.1%)
(不明)	2
合計	2,926 人

②博士学位を取得した国・地域

アジア	836 (47.0%)
中国	674 (37.9%)
シンガポール	61 (3.4%)
台湾・香港	61 (3.4%)
日本	35 (2.0%)
その他	5 (0.3%)
北米	740 (41.6%)
米国	706 (39.7%)
カナダ	34 (1.9%)
ヨーロッパ	186 (10.5%)
英国	67 (3.8%)
ドイツ	44 (2.5%)
フランス	23 (1.3%)
その他	52 (2.9%)
オセアニア	15 (0.8%)
オーストラリア	14 (0.8%)
ニュージーランド	1 (0.1%)
(不明)	1,149
合計	2,926 人

千人計画(青年*)採用者の専門領域



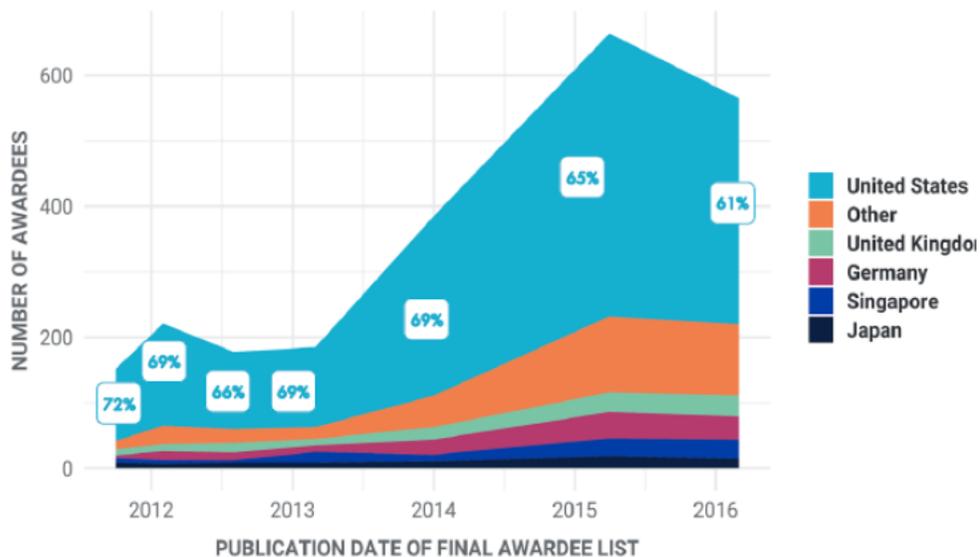
*2011~2017年までの千人計画青年カテゴリー採用者(全2926人)

TASK2: 知的資本の変化に関する考察

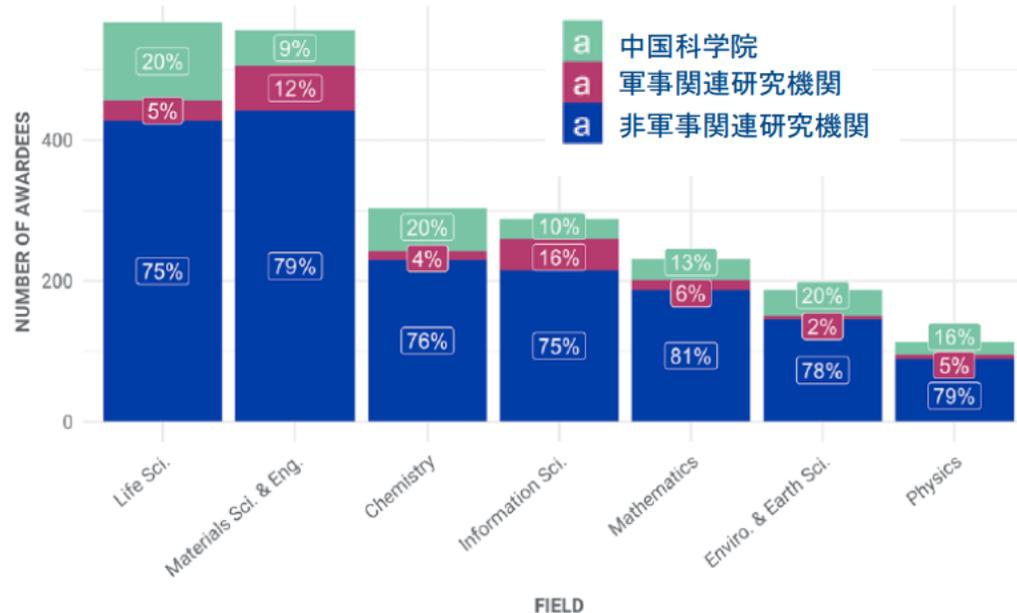
①中国R&D人材政策動向: 千人計画(採用者の申請前所属国と専門領域)

米国における同様の調査においても同様の傾向となっている。中国科学院および軍事関連機関への採用者は2割程度。

千人計画(青年*)採用者の所属国



千人計画(青年*)採用者の専門領域と採用機関



*2011~2016年までの千人計画青年カテゴリ採用者のうち、採用前の所属が判明(全2350人)

TASK2: 知的資本の変化に関する考察

①中国R&D人材政策動向: 千人計画採用者数(海外中国人研究者と外国人専門家)

海外在住中国人採用者は2008～2014年で約4千人、一方、外国人専門家の採用者は242人、単年比較で1割未満と少ない。

千人計画: 中国人研究者・外国人専門家の採用者数(2014年時点)

千人計画	<p>中国では昨年も大型の人材プロジェクトが推進された。その一つ「千人計画」では昨年海外からの人材が861人増え、総数は4180人に上った。</p> <p>北京で17日から19日まで開かれた一級行政区組織部門の人材業務座談会、中央と国家機関の関連省庁・委員会組織人事部門の人材業務座談会で次のようなことが明らかになった。「千人計画」の専門家による効果は次第に目に見えるようになり、基礎研究分野で多くの独創的成果を収め、生命科学、プラズマ物理、量子通信、鉄系超電導などの研究分野を世界一流レベルにした。また新材料、新エネルギー、ハイエンド装置製造など戦略的新興産業で多くの中国オリジナル・中国設計のものを生み出し、核技術、有人宇宙飛行、有人潜水艇、北斗衛星ナビゲーション(システム)、軍需産業などの分野でネックとなっていた技術的難関を突破させたという。</p> <p>(2014/2/20 中華人民共和国日本国大使館 中国ニュース)</p>
外専(外国人専門家)千人計画	<p>外国人のハイレベル人材を誘致することを目的とした「千人計画」ハイレベル外国専門家プロジェクト(外専千人計画)が2011年8月に開始されてから、中国国家外国専門家局(以下、同局)は政策の研究、プロジェクトの申請、専門家の審査、連絡サービスなどを推進し、海外人材導入事業の新たな局面を切り開いた。人民日報が伝えた。</p> <p><u>これまでの4期に渡り、29カ国・196人の外国人専門家が同計画に入選した。また、外専千人計画の実施が始まる前に、千人計画のプロジェクトに入選した外国人専門家を含めると、計242人が同局の連絡・サービスの範囲内に収められた。</u></p> <p>(2014/6/9 科学技術振興機構 Science Portal China中国ニュース)</p>

出所: 中華人民共和国駐日本国大使館、科学技術振興機構 (Science Portal China)

米国はSTEM教育の継続的な強化による人材の底上げを図ると共に、近年「未来の産業」(AI、量子、通信、製造、バイオ)を中心とした研究開発投資を加速。

米国R&D人材政策動向

人材育成 関連政策	STEM教育戦略	<ul style="list-style-type: none"> 生涯にわたって質の高いSTEM教育を受ける機会を全国民に対して提供し、STEM分野における能力開発、イノベーションおよび雇用においてグローバル・リーダーになるための今後5年間の目標を提示(2018)
	NSF I-Corps事業	<ul style="list-style-type: none"> 2011年より開始された起業人材育成プログラム。起業を志望する大学院生/ポスドク、指導教官、メンターの3人1組のチームを対象とした研究開発成果の事業化を支援する教育プログラム 2018年「イノベーターから起業家へ」法案により、SBIR・STTR予算の一部をI-Corpsに充当、参加枠拡大
(近年の) 研究開発政策と 重要技術領域	国家量子イニシアチブ法	<ul style="list-style-type: none"> DOE、NSF、NISTにおける量子分野の取り組みに5年間で約13億ドルを投資(2018)
	米国AIイニシアチブ	<ul style="list-style-type: none"> AI分野における米国のリーダーシップを促進するために国防/非国防合わせ約20億ドル/年投資(2019)
	未来の産業における米国リーダーシップ強化のための提言	<ul style="list-style-type: none"> 「未来の産業」(人工知能(AI)、量子情報科学、次世代通信、先進製造、バイオテクノロジー)を対象とした研究開発、環境整備、人材育成を推進(2020)
	未来の先端コンピューティングエコシステム開拓戦略計画	<ul style="list-style-type: none"> AI、量子等「未来の産業」の基盤としてHPCからエッジまで広範なコンピューティングとソフト/データのエコシステムを構築するための戦略(2020)
	2022年度研究開発予算優先項目	<ul style="list-style-type: none"> 2022年度予算において考慮すべき5つの優先事項を設定。 ①公衆衛生のセキュリティとイノベーション(Covidへの対応、バイオテクノロジー) ②未来の産業および関連技術(AI、量子情報科学、先進通信ネットワーク、先進製造、未来のコンピューティングエコシステム、自律・遠隔操作ビークル) ③安全保障(レジリエンス、先端軍事能力、半導体) ④エネルギー・環境(エネルギー、海洋、北極、地球システム予測および気象サービス) ⑤宇宙(月から火星へ)
審議中の研究開発関連法案	<ul style="list-style-type: none"> 「国家人工知能イニシアチブ」法案、「エンドレス・フロンティア」法案(未来の産業への投資増加)、「半導体製造インセンティブ」法案、「米国ファウンドリ」法案 	

出所: 各種資料よりADL作成

EUでは研究・イノベーション長期計画であるHorizon 2020に基づき、研究者助成プログラムおよび重要領域への研究開発投資を実施。

EUR&D人材政策動向

人材育成 関連政策	欧州研究会議(ERC)を通じた研究者助成	<ul style="list-style-type: none"> Horizon 2020 (後述)のもとで5種類の研究者への助成プログラムを運営。若手研究者の育成、専門分野融合型の研究への助成を行う
	Marie Skłodowska-Curie actions(マリーキュリー事業)	<ul style="list-style-type: none"> Horizon 2020の一環として行われている研究者助成プログラム 研究者に対するキャリア支援プログラム。研究者向けの助成プログラムとして、EU枠内での移動およびEU枠外からの移住、EU枠外での一定期間の研究を支援するプログラムを提供。研究機関向けプログラムとして、若手向けトレーニング、スタッフ交流(出向)、ファンディング機関支援プログラムを提供
(近年の) 研究開発政策と 重要技術領域	Horizon 2020 (・Horizon Europe)	<ul style="list-style-type: none"> 1984年より開始された研究及び革新的開発を促進するための欧州研究・イノベーション枠組み計画 Framework Program (FP)の第8次計画(計画期間:2014-2020) 「卓越した科学基盤の強化」、「産業技術におけるリーダーシップの発揮」、「社会的課題への取組み」を3本柱とする 重要(産業)技術領域: ICT、ナノテク、材料、バイオテクノロジー、先進製造、宇宙 重要社会課題: 保険・人口・福祉、食糧安全保障・バイオエコノミー、クリーンエネルギー、スマート輸送、気候・資源・材料、包括的・イノベティブ・内省的な社会、安全な社会 また、Horizon2020の一環として行われている欧州委員会と産業界との共同開発イニシアティブであるJTI (Joint Technology Initiative)では以下の7つの領域に対して研究資金を投資(Horizon2020予算、EU加盟国、産業界が資金分担):革新的医薬品、電子部品とシステム、航空・航空輸送、水素・燃料電池、欧州単一鉄道網、バイオ原料・生物精製、航空交通管理システム 2021年からは「Horizon Europe」(2021-2027)に引き継がれる Horizon Europeの重要領域(クラスター): (1)健康、(2)文化・創造性・創設的な社会、(3)安全な社会、(4)デジタル・産業・宇宙、(5)気候・エネルギー・モビリティ、(6)食糧・バイオエコノミー・資源・農業・環境

出所: 各種資料よりADL作成

研究者助成プログラムFuture Leaders Fellowshipは国籍を問わず優秀な研究者を支援。近年は産業戦略に基づく研究開発投資を推進。

イギリスR&D人材政策動向

人材育成 関連政策	Future Leaders Fellowship	<ul style="list-style-type: none"> キャリア初期の研究者やイノベータに対して最長7年間のファンディングを実施(2018~) 対象者は出身国を問わず、海外からの高度人材獲得も意図
	CASE studentships	<ul style="list-style-type: none"> 博士課程学生のトレーニングのための奨学金プログラム(CASE: Collaborative Awards in Science and Engineering)。大学と企業の双方から研究指導を受けることを前提に3~4年間の研究を助成
	Knowledge Transfer Partnerships	<ul style="list-style-type: none"> ポスドク・大学卒業者を中心とした企業における研究開発プロジェクトを支援するプログラム。 産学連携を促進することを目的として、プロジェクト費用(人件費、研究装置・材料費、間接経費等)の1/3~1/2を支援
	産業戦略における人材育成 関連投資	<ul style="list-style-type: none"> STEM能力の教育促進に向け、4億600万ポンド投資 デジタル分野などの国民再研修制度を新設し、建築技術およびデジタル技術研修に6,400万ポンド投資
(近年の) 研究開発政策と 重要技術領域	産業戦略: 将来に適應する 英国の建設	<ul style="list-style-type: none"> 2017年に発表された産業戦略、技術革命を主導できる領域として4つの「グランド・チャレンジ」を設定 1. 人工知能(AI)とデータ: データ、AI、およびイノベーションを用いて、病気の予防、早期診断、および慢性疾患の治療を2030年までに変える 2. 高齢化社会: 富裕層と貧困層の格差を縮め、2035年までに今よりも少なくとも5年間長く人々が健康で独立した生活を送れるようにする 3. クリーン成長: 2030年までに新しい建物のエネルギー利用を少なくとも現在の半分にする。2030年までに低炭素の産業クラスターを少なくとも1つ確立し、2040年までに世界初となる温室効果ガス純排出量ゼロの産業クラスターを確立する 4. 未来の輸送手段: 英国をゼロエミッション車(ZEV)のデザインと製造の最先端に位置付け、2040年までに自動車とトラックすべての新車を事実上排出ゼロにする
	産業戦略チャレンジ基金 (ISCF)	<ul style="list-style-type: none"> 産業界・社会の重要課題に対処すべく、起業と研究者を支援するプログラム 第3次(2019決定)の重要領域: 産業の脱炭素化、未来の飛行、スマート製造、電力革命、病気発見、量子技術、デジタルセキュリティ、基盤産業変革、持続可能なプラスチック包装、等

出所: 各種資料よりADL作成

研究者・大学助成プログラムを通じて海外のトップ研究者の招聘を促進。また、近年は地方・大学の自主性重視のみならず、連邦政府主導でのイノベーション戦略を強化。

ドイツR&D人材政策動向

人材育成 関連政策	エクセレンス・イニシアティブ	<ul style="list-style-type: none"> 高等教育の目標を各地方における教育レベルの向上から米国・英国等の大学に対抗できる優れた大学を生み出すために選ばれた少数の大学に集中的に助成を行うプログラム(2006~) 海外トップレベル研究者の招聘を促進
	ドイツ研究振興協会(DFG) エミー・ネータープログラム	<ul style="list-style-type: none"> ポストドク研究者の早期自立を目指したフェローシッププログラム 国内外で研究を行っているポストドクを対象にドイツ国内の大学でポストを得ることを条件に助成
	ドイツ研究振興協会(DFG) ハイゼンベルグプログラム	<ul style="list-style-type: none"> ポストドク向けフェローシッププログラムとテニュアトラック支援のプロフェッサーシッププログラムを実施 後者は研究者と大学が共同申請を行い5年間の助成期間を終えると、共同申請を行った大学に定年制ポストが保証される
(近年の) 研究開発政策と 重要技術領域	ハイテク戦略2025	<ul style="list-style-type: none"> 2006年より開始された研究開発およびイノベーションのための包括的な中期戦略の第4次(2018) 社会的課題(健康・介護、エネルギー・環境、輸送、都市・地方、安全、経済・労働4.0)、未来技術(基盤技術、高度人材、市民参加)・人材、イノベーション環境(イノベーションネットワーク、起業文化、知識移転)の3つの優先領域を設定 重点技術領域として、以下の2つを設定 社会的実装・応用を見据えた研究(機械学習、ビッグデータ、サイバーセキュリティ、HMI、ロボット、VR、通信システム、5G通信技術、電池、3Dプリント、軽量化、製造技術) 世界トップへ飛躍させる技術(量子シミュレーションシステム、超精密計測技術、画像化技術、バイオテクノロジー、パイオインフォマティクス、航空宇宙衛星、材料)を設定
	AI戦略・量子戦略	<ul style="list-style-type: none"> AI戦略(2018): AIの実用化に向けて、基礎研究から応用研究へ連携とフランス等との国際連携を推進 量子戦略(2018): 第二世代の量子コンピューティング、量子コミュニケーション、計測技術の開発および技術移転と産業の参画を推進
	水素戦略	<ul style="list-style-type: none"> 自動車、機械、化学などドイツの主力産業に加え水素製造を新しい核とすることを旨し「水素戦略」を発表(2020)。EUの地球温暖化対策「欧州グリーン・ディール」政策と連動して、水素製造の産業化を加速
	飛躍的イノベーション機構 (SprinD)	<ul style="list-style-type: none"> 新たな製品やサービスによって、市場を変革させるインパクトを持つポテンシャルの高いイノベーション創出を目標とする(2019) 以下のプロジェクトを採択:(1)エネルギー効率の高いAIハードウェアの設計、(2)ミニ臓器の培養、(3)高性能/低価格蓄電池開発

トップ研究室への研究助成を通じて海外トップ人材獲得を促進。Horizon 2020との調和を図った研究開発戦略を推進。

フランスR&D人材政策動向

人材育成 関連政策	若手研究者支援プログラム (JCJC)	<ul style="list-style-type: none"> 国立研究機構(ANR)が運営する若手研究者の支援プログラム(2005~) 若手で構成される研究チームの立ち上げを支援
	研究を通じた育成のための 企業との協定(CIFRE)	<ul style="list-style-type: none"> 博士課程学生および共同研究を行う企業への助成を行う支援プログラム 博士課程学生を3年間雇用した企業に対し、学生に企業が支払った報酬の一部を助成 研究費税額控除(CIR)の制度により学生に支払った給与の控除を受けることが可能
	優れた研究室 (LABEX)	<ul style="list-style-type: none"> 既に世界的なプレゼンスを獲得している研究室を対象とした研究助成プログラム(2011~) 研究の競争力向上と共に海外のトップ人材惹きつけることを目的とする
(近年の) 研究開発政策と 重要技術領域	SNR France Europe 2020 (研究に関する国家戦略)	<ul style="list-style-type: none"> 「高等教育・研究法」(2013)により策定が定められた国家研究開発戦略(2015) EUの研究開発戦略との調和を図った社会課題に基づく研究開発戦略 対象とする社会課題: 資源管理および気候変動への対応、クリーン・安全で効率的なエネルギー、産業の復興、健康と社会的福祉、食糧安全保障と人口変動、持続可能な輸送と都市システム、情報通信社会、革新的・包括的かつ適応力のある社会、欧州のための宇宙・航空、欧州市民社会の自由と安全 分野横断研究領域: 健康・環境・社会、健康・デジタル、デジタルな人類、社会・デジタル・セキュリティー、デジタル・エネルギー・環境・社会 2020年計画における優先項目: 人工知能、人文社会科学、量子技術、薬剤耐性、神経発達障害における自閉症、希少疾患における平行的な研究

TASK2: 知的資本の変化に関する考察 海外R&D人材政策動向

② 諸外国のR&D政策における重要技術領域

各国が掲げる重要技術領域は大差はなく、今後これらの技術領域における競争は更に激化することが予想される。

	中国	米国	EU	イギリス	ドイツ	フランス
情報通信	量子通信と量子コンピュータ サイバー・セキュリティ 次世代情報通信 AI・ビッグデータ技術	人工知能 (AI) 量子情報科学 次世代通信 ハイケイパビリティコン ピューティング 大規模データ・ネットワーク	次世代通信 ハイパフォーマンスコンピュー ティング ビッグデータ サイバーセキュリティ 量子	人工知能 (AI) とデータ 量子 デジタルインフラ サイバーセキュリティ デジタルエコノミー	機械学習、ビッグデータ、AI サイバーセキュリティ、HMI、VR 通信システム、5G 通信技術 量子シミュレーションシステム 量子コンピューティング・コ ミュニケーション	デジタルセキュリティ 次世代通信インフラ AI、量子技術 デジタルエコノミー ハイパフォーマンスコンピュー ティング
ライフサイエ ス・医療健康	バイオ医薬・高性能医療機器 脳科学と類脳研究 タンパク質複合体と生命過程制御 幹細胞 ゲノム編集	バイオテクノロジー 特定疾患治療 公衆衛生イノベーション 脳科学、生命法則理解 生物医学・再生医療	バイオテクノロジー 革新的医薬品 バイオ原料・生物精製 個別化医療 公衆衛生	AI利用による病気予防、早期診断、 慢性疾患治療 高齢化社会 早期診断・精密医療 再生医療	健康と介護 バイオテクノロジー バイオインフォマティクス 国民的疾患治療 個別化医療	バイオテクノロジー 薬剤耐性 医療システムデジタル化 持続可能食糧 特定疾患治療
材料・ナノテ ク	新素材の研究開発と応用 新材料技術 ナノ・サイエンス・テクノロジー 物質深層構造と宇宙物理研究	持続可能ナノ製造 ナノエレクトロニクス	ナノテクノロジー 先進材料 水素・燃料電池 グラフェン	ナノテクノロジー 材料エンジニアリング グラフェン、セラミック、複合 材料、金属・合金	ナノテクプラットフォーム ナノテクのエネルギー、交通、 医療、建築、機械分野応用 高効率資源利用	ナノテクノロジー ナノテクのマイクロエレクトロ ニクス、自動車、5G・AI・IoT、 航空宇宙分野応用
環境・エネ ギー・資源	石炭のクリーン・高効率利用技術 グリーン・高効率エネルギー グローバルモニタリング 海洋資源利用 超深地層開発	エネルギー資源の安全・効率的 活用 地球システムの予測 希少鉱物有効利用プロセス 気候変動	環境負荷低減・エネルギー効率 向上 クリーン・高効率エネルギー スマート輸送 気候変動	クリーン成長 ゼロエミッション 電力革命 気候システム 天然資源の持続可能な使用	スマート・クリーンな輸送 再生可能エネルギー 水素エネルギー	持続可能エネルギー 持続可能輸送・都市システム 深海資源 気候変動、生物多様性
海洋・航空・ 宇宙・国防	大型航空機エンジン・ガスタービ ン 深海ステーション 宇宙探査・宇宙開発 超深地層	宇宙の窓 宇宙探査・商業活動 高度軍事能力	航空・航空輸送	宇宙	航空宇宙衛星	航空・宇宙
ものづくり・ 工業	インテリジェント製造・ロボット 先進製造技術 省エネ・新エネ自動車・コネク テッド化 極限環境製造技術	スマート・デジタル製造技術 高度産業用ロボット 自律・遠隔操作ビークル	電子部品とシステム 先進製造	スマート製造 脱炭素化	経済4.0・労働4.0 自動走行、電気・燃料電池自動 車 電池、3D プリント、軽量化、製 造技術	工場デジタル化 自動走行、電気・燃料電池自動 車
農林水産	育種・先進農業技術 先進食品製造技術 遺伝的改良					代替農薬品・農薬削減
社会基盤・公 共安全	スマートグリッド技術 先進軌道交通 都市化・公共安全 災害予測	重要インフラレジリエンス向上 エネルギーセキュリティ	鉄道網 航空交通管理システム			持続可能輸送・都市システム

出所: 各種資料よりADL作成

米国政府は2018年頃より、千人計画を始めとする中国の技術人材政策を通じた米国技術・知的財産の不法窃取を問題視、対策の必要性を訴えた。

米国における中国R&D人材政策に対する反応・懸念

ホワイトハウス
通商製造政策局による
中国の経済的侵略行為
に対する警鐘

- ホワイトハウス通商製造政策局による2018年6月発表のレポート「How China's Economic Aggression Threatens the Technologies and Intellectual Property of the United States and the World」
- 中国によるグローバルな規範やルールの範囲外の攻撃的な行為、ポリシー、慣行を「経済的侵略」と定義し、近年の経済的侵略行為と米国にとっての脅威を報告
- 本レポートにおいて、国外からの人材採用を通じた技術獲得策の例として千人計画を解説
- 2018年よりテキサス大学やバージニア工科大学の研究者が助成金搾取等の疑いによりFBIに逮捕されたことから米国内での千人計画への懸念が露見したことが本レポートにおいて千人計画が直接的に言及された背景にある模様

上院委員会による千人計画の
問題と各省庁等の対応状況と
今後の推奨対応方針を報告

- 上院国土安全保障・政府問題委員会による2019年発表のレポート「Threats to the U.S. Research Enterprise: China's Talent Recruitment Plans」
- 中国千人計画の背景による中国共産党政策、千人計画の内容、千人計画採用者による違法行為の発生状況、米国の主要政府機関における本問題への対応状況および今後の推奨対応方針を報告
- 米国の開放性を中国が悪用し、米国の知的財産を不法・違法に取得し、自国の利益のために利用するために展開されている中国の人材採用計画の最たる問題事例として千人計画を取り上げている

豪州のシンクタンクは中国の技術人材獲得の取組みを分析し、各国政府・研究機関に対応策の必要性について警鐘を鳴らした

豪州における中国R&D人材政策に対する反応・懸念

ASPI (Australian Strategic Policy Institute) による
中国による技術人材政策
に対する警鐘

- ASPI (Australian Strategic Policy Institute) による2020年発表のレポート「Hunting the Phoenix」
- 中国政府による海外優秀人材の取り込みの活動が、米国に限らず世界中に広がっており、中国政府による人材確保政策の数は、地方政府や関連機関の関与も含め200以上の政策が展開されており、千人計画はその代表施策の一つと位置付け、これらの人材採用獲得政策は合法的なものから違法な秘密裡の活動を含め多岐に亘ると分析
- 中国政府は優秀人材を特定・スカウトするため、世界各地に少なくとも600以上の拠点を設置し、人材採用拠点が擁する権限は「千人計画」よりも幅広く、人材採用事業は透明性に欠け、不正行為や知的財産盗用、スパイ行為と広く結び付く取組みを促進している、としている(人材採用拠点数: 米国146、ドイツ・豪州57、英国・カナダ47、日本・フランス46拠点)
- 中国政府の人材政策の背景には共産党による文民融合戦略を通じた、産業スパイ的な活動を通じた、海外技術の不法な取得を通じた技術競争力の強化、民生技術の軍事転用への懸念を表明
- 中国政府による人材採用政策と取組み内容、違法な技術取得のケーススタディ、および、各国政府および研究機関に対する推奨対応方針を提示

TASK2: 知的資本の変化に関する考察

④ 中国の千人計画等に対する諸外国の対応

千人計画等による中国への技術・人材流出に対応するため、米英豪ではガイドラインの提供や輸出管理規制強化といった対策が取られている。

米国	<ul style="list-style-type: none">• 国家安全保障関係当局による輸出管理・査証等の規制強化• 軍民融合戦略に関わる中国籍研究者等の入国停止• FBIによる啓発活動／無届兼業等の摘発強化• 国防総省による懸念のある大学・研究機関のリスト作成義務化(国防権限法 2020)• 米国100以上の大学に設置された孔子学院(中国語教育・文化普及)を不法行為が拠点となっている疑いのため孔子学院設置大学への資金提供停止(国防権限法 2020)• 科学技術関係当局による研究インテグリティ強化(利益相反に関する情報の開示の徹底、科学技術関係当局による大学・研究機関に対するガイドライン修正、国家安全保障関係機関からの情報提供や助言、大学の協会等からグッドプラクティス等の情報提供)<ul style="list-style-type: none">- 大学・研究機関に対して「外国からの影響」に対するイニシアティブの実行、必要な体制整備を要求- 国立衛生研究所(NIH)、エネルギー省(DOE)、国防総省(DOD)等によるプロジェクト契約者の外国(政府)からの資金提供・人材採用プログラムに関する情報開示義務付け- DOEが中露等の外国政府の人材募集計画への参加を禁止
英国	<ul style="list-style-type: none">• 国家安全保障機関が、研究における潜在的なリスクの概要を説明し、十分な情報に基づいた決定を行うためのアドバイス提供の文書を公表
豪州	<ul style="list-style-type: none">• 大学セクターに対する外国の干渉に対抗するためのガイドラインを発表• 安全保障関係のシンクタンクから中国の軍関係の大学に関する情報提供などの取組

出所: 各種資料よりADL作成

TASK2: 知的資本の変化に関する考察 ⑤ 個人人材確保施策事例

研究開発人材の獲得・流出防止に向けた打ち手オプション(一覧)

報酬に関する施策は大きな効果が期待されるが、我が国は研究開発環境等に関する施策についてより検討を進めるべきか。

研究開発人材にとっての国際異動のインセンティブ		打ち手施策例	施策が有効な研究開発人材の属性	中国の研究開発人材政策の重点事項	各施策の特徴
報酬	報酬の充実 (給与、住環境、税制など含む)	1 研究者・技術者に対する高額報酬の提供 (サムスングループの人事制度など)	アカデミア/民間	○	<ul style="list-style-type: none"> • 効果が大きい • 効果発現が比較的早い • 大きな予算が必要
	研究資金や設備の充実	2 赴任時における高額実験設備の提供 (キング・アブドラ科学技術大学の人材獲得制度など)	アカデミア	○	
	研究者キャリアパスの整備 (研究者の新陳代謝・国内外還流)	3 多様なキャリアパスの整備と人材循環を促す組織制度 (ドイツのキャリアパス・組織制度など)	アカデミア	○	
名誉・自由度	研究機関の名声の高さ	総合的な取り組みが必要	アカデミア		<ul style="list-style-type: none"> • 比較的小さな予算で済む • 効果的な施策構築には手間を要する • 効果発現に時間を要する
	研究開発テーマの自由度	4 自身の設定する研究テーマに費やす業務時間の保証 (3Mの15%ルールなど)	アカデミア/民間		
	雇用体系の自由度	5 クロスアポイントメント制の促進 (中国における大学・企業の兼業に係る法規制など)	アカデミア/民間	○	
環境	各分野の研究開発力の高さ・ トップ研究者の有無	6 特定分野に特化した重点的な研究開発支援 (カナダのAI政策など)	アカデミア/民間		
	研究チームの組成	7 研究室を丸ごと呼び込むユニット誘致 (北海道大学のユニット誘致など)	アカデミア		
	海外との技術補完の実現	8 全般的な技術力の高さを訴求し、不足する要素技術の 権威を招聘(島根大学の海外大教授招聘など)	アカデミア/民間		
	長期的な研究サポート	9 技術の停滞期にも研究サポートを継続 (カナダのAI政策など)	アカデミア/民間		
	スタートアップ支援体制の充実	10 大学によるスタートアップ支援 (清華大学のスタートアップ支援など)	アカデミア/民間	○	
	テストフィールドの充実・ 研究開発データの取得性	11 テストフィールドの環境整備 (アリゾナ州の自動運転特区)	アカデミア/民間		
	各国の経済・文化的状況	総合的な取り組みが必要	アカデミア/民間		

1 サムスングループの人材戦略

サムスは人材第一を経営理念に掲げ、会長や幹部が人材確保に注力し、更にインセンティブ制度等も充実させることで、外部のトップ人材を獲得してきた。

サムスングループの人材戦略



- **人材第一**を経営理念に掲げ、2代目会長の李健熙(イ・ゴンヒ)は業務の半分以上を**核心人材**確保に費やす
 - 幹部に対しても、外部から優秀な人材をスカウトすることに成功した場合、高い報酬を支払う制度を創設

- 核心人材の採用と維持のために多様なインセンティブ制度を運用
 - 契約金、ストックオプション、マンション、通訳、家族向けサービスの提供等
- 核心人材をS級、A級、H級に定義
 - **研究開発などの専門職は外部中心**
 - 経営管理などの職種は内部中心

自分自身の業務の半分以上を核心人材の確保に費やすつもりだ



2代目会長
李健熙(イ・ゴンヒ)

私は、一生を通じて、時間の80%は人材を見付け出し、教育するのに費やしてきた



(参考)初代会長
李秉喆(イ・ビョン Chol)

核心人材の定義

S級 (Super)	<ul style="list-style-type: none"> • 世界的に独歩的な技術や能力を保有している人材 • 世界的超一流企業で卓越した成果を作り出している人材 • 社長級の処遇も惜しくない人材で、会長が関心を持つほどの比重のある人材
A級 (Ace)	<ul style="list-style-type: none"> • 専門知識、技術水準、希少性などでS級には多少及ばないが、経営成果創出において革新的役割を担うことができる人材 • 該当分野の技術や市場をリードする力量を保有している人材 • 社長が責任をもって管理しなければならないほどの比重のある人材
H級 (High Potential)	<ul style="list-style-type: none"> • まだ実務経験はないが、十分な資質と潜在力を整えて今後S級、A級に成長が期待される者 • スタンフォード、MITなど海外優秀大学や国内核心大学出身者のうち、上位5%内人材

出所: 李 美善「サムスン電子の「新経営」の展開」、サムスン経済研究所「三星のグローバル経営と人材育成」を基にADL作成

サウジアラビアは石油依存の経済からの脱却を目指し、海外の研究者・学生を手厚い待遇で獲得しており、大学ランキングも上位に位置している。

キング・アブドラ科学技術大学(KAUST)

住宅や商業施設も整備されたKAUST



KAUSTが設置する研究センター

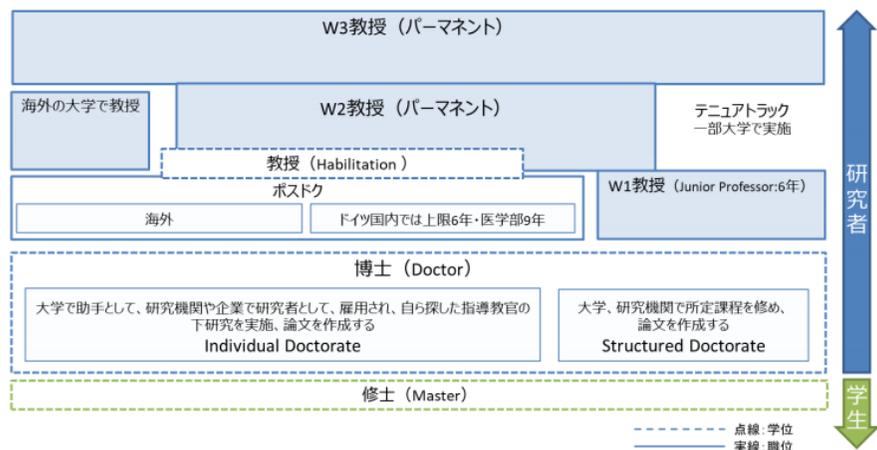
クリーン燃焼研究センター	KAUSTソーラーセンター
先端膜・多孔質材料センター	紅海研究センター
Ali I. Al-Naimi 石油工学研究センター	ビジュアルコンピューティングセンター
計算生物学研究センター	海水淡水化および再利用センター
Extreme Computing 研究センター	サウジアラムコ研究センター
KAUST触媒センター	

- 石油依存の経済から脱却し新産業の創造を目指す大学の設立
 - アブドラ前国王がサウジアラビアの未来のため世界一の大学をつくりたいと考え、個人資産を約2兆円投じ、2009年に開学
 - 創立50年以下のNature Indexによる大学ランキング(2019年)では、世界9位に
- 海外から招いた教授に対して、手厚い研究環境を提供
 - 赴任時には実験装置を用意するため億単位の設備費が用意される
 - 外国からスカウトした教授の研究費のベースラインは6000~8000万円
 - 事務職員が教員の4倍くらいいて、研究資金の応募手続きから研究成果の評価にいたるまであらゆる面で教員を支援する体制を提供
 - ハーバード大学に次ぐほど大きな基金が設けられ、年間約800億円の運営費が交付。日本の理化学研究所の運営費にほぼ匹敵
- 世界各国から優秀な学生を獲得
 - 国際性、多様性を重視しサウジ国籍の学生は30%以下に留め、2018年時点で85カ国の学生が集う
 - 授業料無料に加え、毎年1回母国に帰る往復旅費を支給
 - 1学年約250人の定員に対し8000人を超える応募があり、世界の最難関校のひとつに

ドイツの公的研究機関では、在籍期間や同一機関内での昇進の制限等により、研究機関内での競争・新陳代謝、及び、国内外機関での人材循環を促す仕組みを構築。

ドイツの研究者キャリアパスと海外研究者比率

ドイツの研究者のキャリアパス

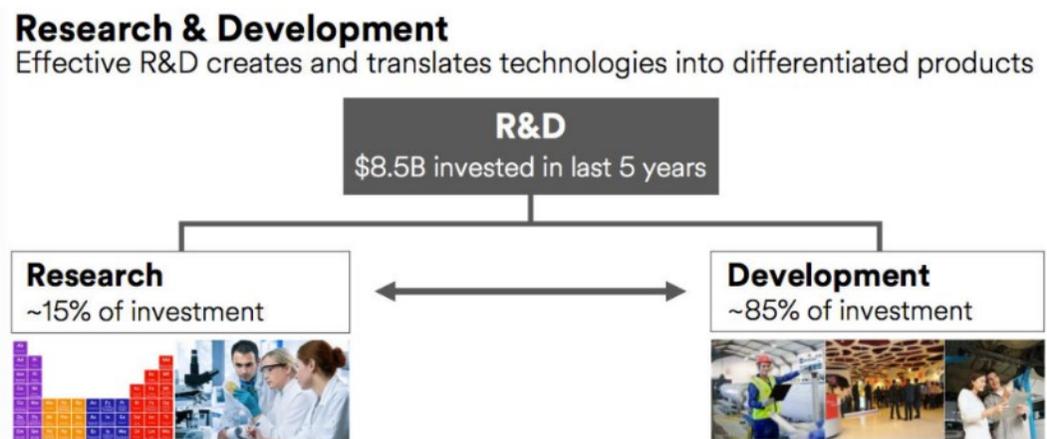


公立の大学はほとんどが州立のため、州によって制度が若干ことなる
学内昇進禁止 (Hausberufungsverbot) は今でも原則となっているが、一部緩和されW1教授からパーマナント教授への昇進は認められている
教授W3、W2は雇用条件の違い、W3教授の方が同時に雇える技官やアシスタントの人数多

- 国内において期限付きポジションで研究できる期間が限られていることもあり、国外へのキャリアパスやアカデミア以外のキャリアパスが普及
 - ドイツでは、研究者がドイツ内の期限付きポジションで研究できる期間を 12 年までと制限している
 - 期限までに教授職または期限なしの研究職ポストに就けなければ国外に出るか、アカデミックの道はあきらめる
 - この 12 年には博士課程も含まれる。もし 4 年で博士課程を終えて学位を取得したとしたら、猶予は 8 年となる
 - ドイツ大学科学研究センターの調査によると、博士取得後のキャリアについては、アカデミアに残る意思があったのは僅か22%で、55%が残る意思がない、23%が決めていないと回答した
- 積極的に人材を循環させ、ネットワークを構築するとともに組織をフレキシブルに保つ組織制度を構築
 - 同じ大学内で昇進できることはまれであり、公募の際はドイツ全国だけでなく、欧州全土にまで視野を広げて応募することが一般的
 - マックス・プランク研究所においても研究者は任期制で、基本的には5年、最大10年程度の在籍で次の職場に移らなければならない
- 加えて、国が出資している助成機関による若手研究者支援プログラムが充実しており、国内外問わず優秀な研究者の早期獲得が進む
 - エミー・ネーター・プログラム、ハイゼンベルク・プログラム、ソフィア・コヴァレフスカヤ賞、ERC スターティング・グラント等の支援プログラムが存在

3Mでは、研究および開発の両部門において、個人が設定する自由な研究開発を行うことが可能であり、研究者・技術者を惹きつけている。

3Mの研究開発部門におけるリソース配分



	役割	予算配分	業務内容	工数配分	KPI
Business Labs	新製品の開発	85%	Company Project	85%	30% rule* / Patent
			Personal Project	15%	KPIなし
Corporate Research	基礎技術の研究開発	15%	Company Project	85%	30% rule* / Patent
			Personal Project	15%	KPIなし

一定の自由な研究活動が可能である職場が、研究者・技術者に選択される理由の一つに

出所: 3M's 2017 Outlook Meeting

*売上高の30%は新規開発製品である必要があるというルール

中国における大学教員の兼業・副業については、大学自身が経営する企業での兼務には制約があるが、民間企業での兼務は推奨されており、近年も強化の動きがある。

中国における大学・企業の兼業に係る法規制等の動向

年次	政策・法律等	内容
1988年	科学技術者の兼業に関する意見（科学技術委員会） タイムズ計画	<ul style="list-style-type: none"> タイムズ計画は、ハイテクの産業化の実現を目指し、①ハイテク産業開発区の設立と創業サービスセンター（インキュベータ）の建設、②研究機関、大学、企業、科学技術人材のハイテク型企業の設立、その地域における産学官連携の促進を実施。 国務院は、国家レベルのものとしては中国初となるハイテク産業開発区の試験地域として、北京市海淀区中関村に、北京市新技術産業開発試験区を設立。
1999年	改正高等教育法	<ul style="list-style-type: none"> 大学の先生は企業と兼業で勤務できる。エフォートが一定以下ならば届出不要。
2005年	校弁企業管理体制の改革	<ul style="list-style-type: none"> 人員管理で、①大学の高級管理人員が、資産経営会社以外の校弁企業の役員を兼任することを禁止。②大学の高級管理人員が、資産経営会社の役員を兼任することは認められるが報酬を受けることは禁止
2006年	国家中長期科学技術発展計画綱要（2006～2020年）	<ul style="list-style-type: none"> 企業がハイレベル科学技術人材を雇用し優れた科学技術人材を養成することを奨励、科学研究機関や大学の科学技術者が市場に参入して起業をすることを奨励、科学研究機関や大学の科学技術者が企業で兼任し技術開発することを認可する。
2015年	「衆創空間（小型アクセラレータ）の発展による、大衆創新創業を推進する国務院弁公庁の指導意見」、「新形势下の就職創業工作のさらなる深化に関する国務院の意見」、「大衆創業、万衆創新を積極的に推進する若干の政策・取組に関する国務院の意見」	<ul style="list-style-type: none"> いずれも、科学技術者が在職または、離職で起業するよう奨励するとした。 兼任・起業休学制度の導入、特許の譲渡・ライセンスによる収益の半分以上を研究者に帰属する制度の導入、大学生スタートアップ教育プログラムの設置、スタートアップ支援基金の設置などを行う。 科学技術研究機関、高等教育機関、国有企業、事業単位の科学技術者が離職して科学技術企業を創立するについて、大部分の地方政府が3年以内に元の身分と職称を保持する奨励政策を行っている。 河北、天津、黒竜江、山西、湖北省など。一部の省はその上、さらなる奨励措置を策定した。
2015年	上海市「本市科学研究人員双方向流動の整備に関する実施意見」	<ul style="list-style-type: none"> 科学研究者の双方向の兼任を支持し、高等教育機関や科学研究機関などの事業単位の科学研究者は、所属する機関の職責を遂行し、自分の仕事を完了させることを前提として、兼任申請を書面で提出する場合は、所属機関の同意を得て、科学技術企業に兼任することができるとした。ハイテク成果の転化、技術の難関突破に有料サポートを提供し、兼任の給料を獲得できる。同時に、高等教育機関や科学研究機関などの事業単位は、仕事のニーズに応じて一定割合の流動ポストを設定し、イノベティブな実践経験を持つ企業家と企業の科学技術人材を引き付けて兼職させることができる。
2019年	中国国務院による、イノベーションを刺激する新しい改革施策	<ul style="list-style-type: none"> 管理・研究職の者に「技術+現金」でエクイティを持たせる制度、大学等の企業技術開発への参加等の技術移転インセンティブ強化 政府系エクイティファンドによるスタートアップ企業支援、特許実施保険/特許 被侵害保険設立等、科学技術に資する金融サービスの革新

出所：経済産業省「令和元年度産業技術調査事業（産学官の人材流動化を促進するためのクロスアポイントメント制度活用に向けた調査）調査報告書」

カナダでは、AI研究の権威である3名のトップ研究者を中心とした産業ハブを設置することにより、世界的な研究者の招致を実現し、国内の人材流出防止も図ろうとしている。

トップ研究者を核としたカナダのAI国家戦略「Pan-Canadian AI Strategy」

1980年代からAI研究をリードしてきた
“カナディアン・マフィア”と称される3人の権威



ジェフリー・ヒントン教授
(トロント大学)
【深層学習の産みの親】



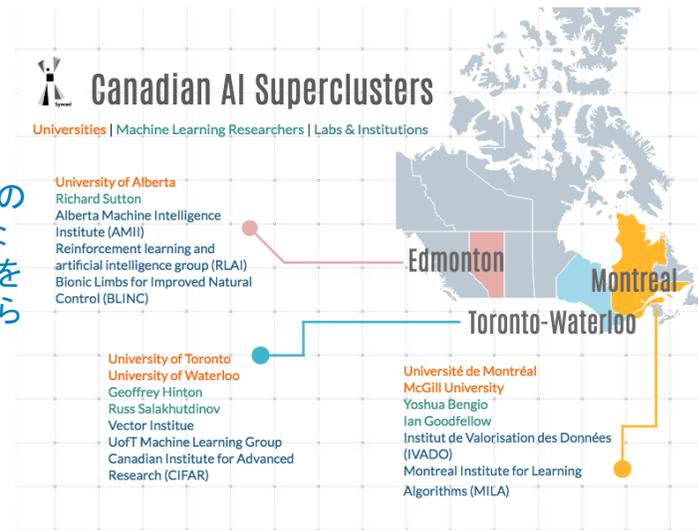
ヨシュア・ベンジオ教授
(モントリオール大学)
【深層学習のパイオニア】



リチャード・サットン教授
(アルバータ大学)
【強化学習の創始者】

3人の権威がそれぞれ所属する
3つの拠点をAI産業のハブに

総勢29名の
世界的な
AI研究者を
国内外から
招集



AI国家戦略の4つの目的

人材関連目標

カナダに優れたAI研究者や
大学院生を増やすこと
(特に頭脳流出防止が目的)

3つの主要なAI研究所を強化し、
科学的成果を題すこと

AI発展に向けたリーダーシップ
(経済、政策、倫理、規制面で)
を発揮すること

国内のAIに携わる
研究コミュニティを支援すること

出所: 国際社会経済研究所「カナダの小都市エドモントン市が挑むAIの社会実装と産業化」、Synced Review「Building AI Superclusters in Canada」

海外の有力研究室を丸ごと呼び込むユニット誘致が北海道大学や京都工芸繊維大学で行われているが、ユニット誘致の拡大には至っていない。

北海道大学のユニット誘致

北海道大学によるユニット誘致状況

- 海外の名門大学から研究室を丸ごと呼び込む「ユニット誘致」が2014年より、北海道大学および京都工芸繊維大学で開始
 - 北海道大学は、2017年2月28日時点で、8つの研究ユニットを誘致。2020年6月時点においても、誘致したユニットとの共同研究は継続しているが、大きな拡大は確認できず
- ユニット誘致には人件費や旅費など億単位の費用が掛かるため、誘致する側と誘致される側の特徴や強みを見極めた戦略が必要
 - 京都工芸大の場合、教授だけで欧米並みの1千万～2100万円の年俸を用意し、滞在が短期の場合は月割りで給与を支払う。国の財政支援が無ければ誘致の実現は難しい
 - カネで研究者を釣るような姿勢では長続きしないため、誘致される側にも研究教育等でメリットがあることが大切



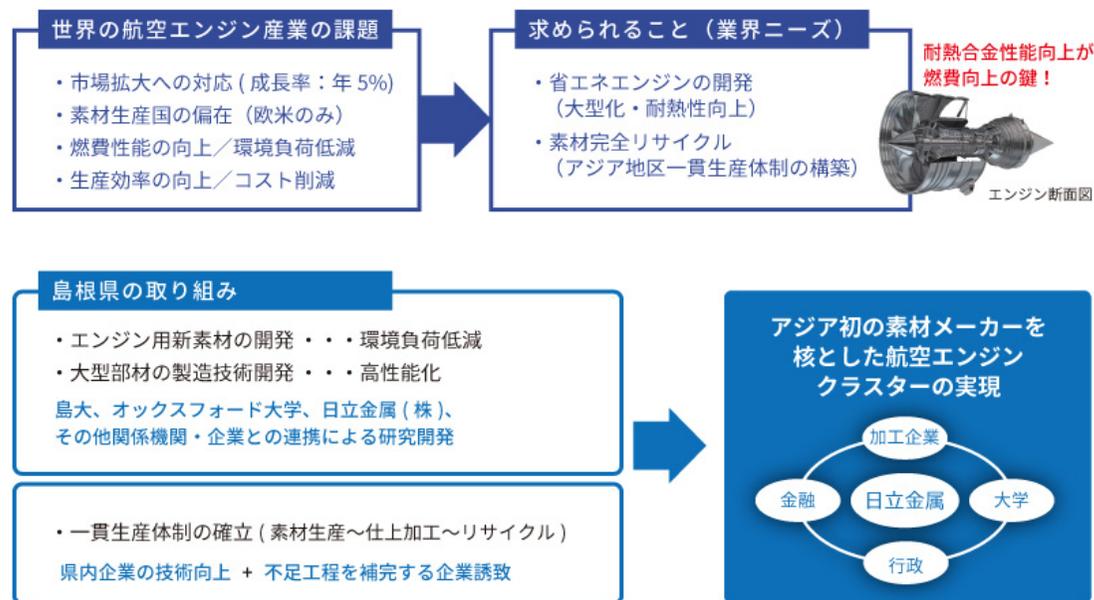
出所：北海道大学Website、日本経済新聞「世界の名門、丸ごと誘致 教授・院生、研究室単位で」(2014/6/12)

※2017年2月28日時点

島根大学は、航空機エンジン産業や合金産業が発展している日本での活躍の場を訴求することで、合金分野の世界的な権威であるオックスフォード大学教授を招聘した。

島根大学「次世代たたら協創センター」における先端金属素材グローバル拠点の創出

航空機産業向け超耐熱合金プロジェクトの概要



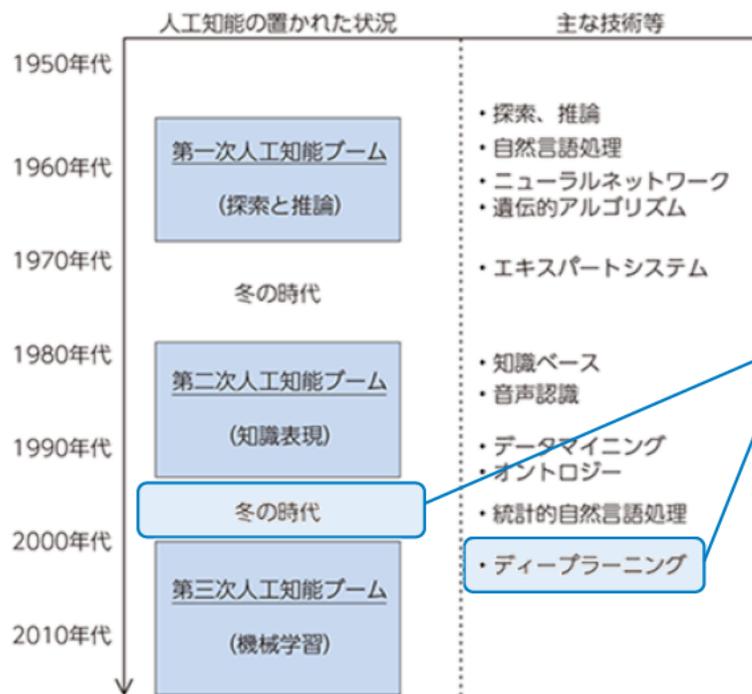
- 日本には、世界三大航空機エンジンメーカーのエンジンやエンジンパーツを手掛けるメーカーが存在
- 特に日立金属安来工場では、超耐熱合金を使ったジェットエンジンのガスタービンディスクを製造
 - 更なる耐熱合金性能向上に向けて、素材の超耐熱合金を溶融し、インゴットをつくる技術に課題があった
- そこで、超耐熱合金の世界的な権威であるオックスフォード大学のロジャー・リード教授に協力を依頼し、「次世代たたら協創センター」の所長に就任してもらう
 - 内閣府「地方大学・地域産業創生交付金事業」に採択
 - ロジャー・リード教授にとっても、航空機エンジン産業や合金産業が発展している日本での活躍の場は、出口産業との距離が近く魅力的だった
- オックスフォード大学教授の招聘を通じて、世界トップレベル研究者の行動・思考原理の導入・浸透、面的なネットワークの構築が図られた
 - 事業化を意識した研究ゴールの設定、研究者個人の研究資金獲得(例:最低3千万円)の必要性等、日本人研究者に意識・行動変革を求める
 - ロジャー・リード教授のみならず、他のオックスフォード大学教授やレスター大学教授といった世界トップレベル研究者達とのネットワークを構築
 - 本プロジェクトを契機にオックスフォード大学と日立金属が共同研究組織を設立し、海外研究者を招聘した国内研究機関がハブとなり国内産業界と海外研究機関を結びつける役割を果たす

出所: 島根大学 次世代たたら協創センター Website

カナダ政府は第二次「AI冬の時代」の間も研究サポートを継続し、ディープラーニング発祥の地になると共に、AI研究の権威である3名の研究者の輩出に貢献した。

カナダ政府による長期的なAI研究サポート

人工知能研究の歴史



- 現在、AI研究の権威である3名の研究者は、第二次「AI冬の時代」の間、企業からの研究予算が次第に干上がっていく辛い状況の中でも、CIFARで研究を継続
- CIFARの予算の多くはカナダ政府から享受
- その後ディープラーニング(深層学習)普及し、成果が表れる



ジェフリー・ヒントン教授
(トロント大学)
【深層学習の産みの親】



ヨシュア・ベンジオ教授
(モントリオール大学)
【深層学習のパイオニア】

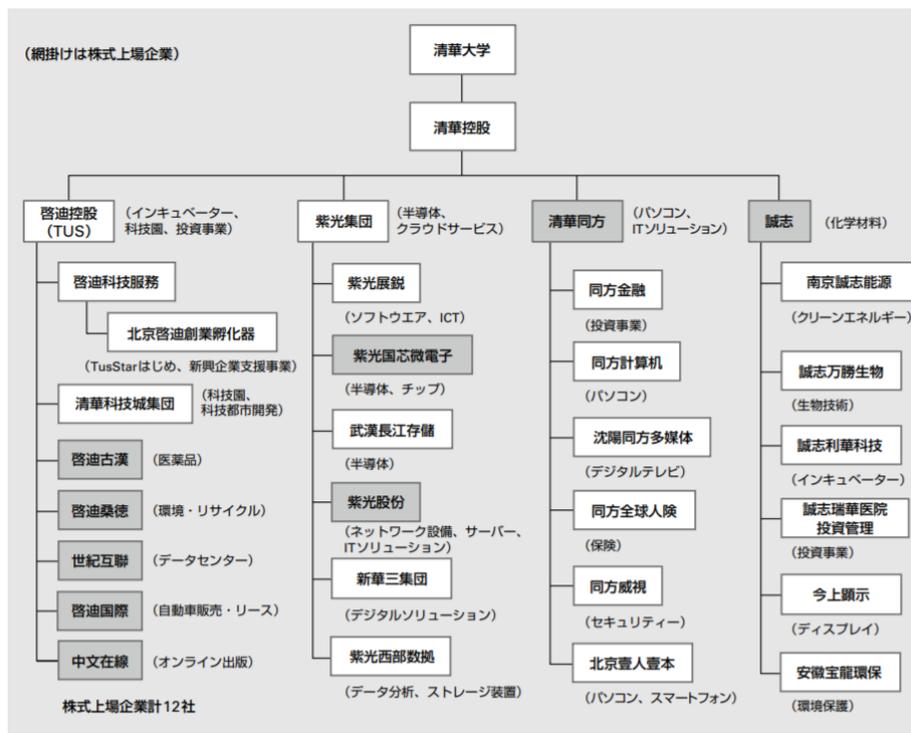


リチャード・サットン教授
(アルバータ大学)
【強化学習の創始者】

清華大学は傘下の企業を通して、サイエンスパークの運営とスタートアップ支援を一体的に行っており、外資大手企業の拠点も構えられている。

清華大学によるスタートアップ支援体制の充実

清華大学傘下の主要企業



- 清華大学は、教育・研究活動に加えて、傘下の企業活動を通して科学技術の発展に貢献
- 特に最も事業規模が大きな啓迪控股股份有限公司(TUS Holdings)は、大学周辺のスタートアップ支援に取り組む
 - TSUの主な事業は、以下の3つ
 - ①サイエンスパークの開発運営・インキュベーション事業運営
 - ②投資事業の運営
 - ③科学技術事業の運営
- サイエンスパークには、技術開発協力を目的に世界各地の企業が拠点を構える
 - 外資企業の参画例として、トヨタ、NEC、マイクロソフト、グーグル、P&Gなどが挙げられる

米国アリゾナ州では、自動運転の実証に必要な法整備や道路整備を進め、開発に必要な環境を整備したことにより、米国各地や日本など外国から技術者が集結している。

次世代自動車の開発拠点が集積する米国アリゾナ州

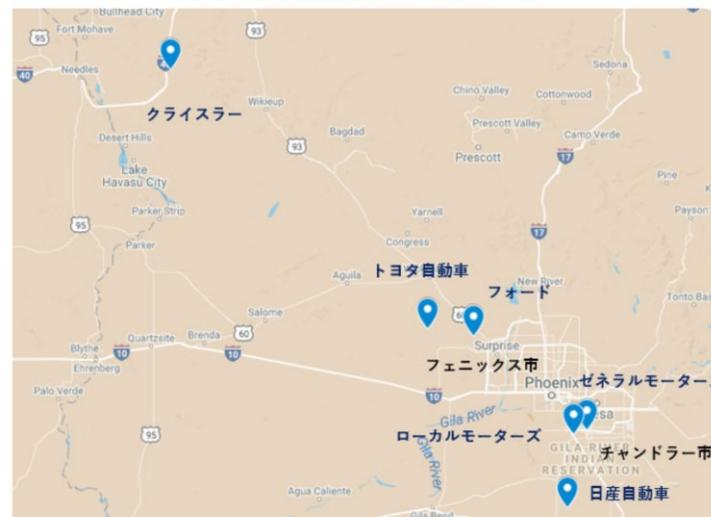
- アリゾナ州では、州政府に加えて市などの自治体や市民が次世代自動車に係る企業活動に協力的で法整備や道路整備が進む
 - 米国アリゾナ州のチャンドラー市は、2018年に市の条例を改正し、自動運転車などによる交通行動の変化を前提とした、乗降スペースの設置を奨励・駐車スペースの削減可能性を規定
- 次世代自動車開発に不可欠な自動走行データ取得を目的に、米国のIT企業や大手自動車メーカーに加え、日系自動車メーカーも開発拠点を構え、多くの研究者・技術者が集結している



▲ライドシェア・自動運転に対応した乗降スペースと、自動運転車（チャンドラー市庁舎前公道の路側に設置）

テストベットの整備により、研究者・技術者が集結

図：アリゾナ州南部に集積する自動車メーカー



注：ウェイモ、ウーバーの所在地は非公開。ルーシッドモーターズ、ニコラモーターズは未発表。
出所：各社ウェブサイトをもとにジェトロ作成（Map Data©2018 Google）

日本における導入状況および有効性を考慮すると、研究者キャリアパスの整備と海外との技術補完の実現が有望と考えられる。

研究開発人材にとっての国際異動のインセンティブ		打ち手施策例	日本における導入状況	日本における今後の導入有効性
報酬	報酬の充実 (給与、住環境、税制など含む)	1 研究者・技術者に対する高額報酬の提供 (サムスングループの人事制度など)	△ (個別機関の取組*1)	△-× (効果は期待できるが大規模予算必要)
	研究資金や設備の充実	2 赴任時における高額実験設備の提供 (キング・アブドラ科学技術大学の人材獲得制度など)	× (目立つ事例なし)	△-× (効果は期待できるが大規模予算必要)
	研究者キャリアパスの整備 (研究者の新陳代謝・国内外還流)	3 多様なキャリアパスの整備と人材循環を促す組織制度 (ドイツのキャリアパス・組織制度など)	×	○ (政策的導入による面的効果発現に期待)
名誉・自由度	研究機関の名声の高さ	(日本においても研究機関への競争的資金配分政策展開)	○-△ (政策展開中*2)	- (既に政策展開中)
	研究開発テーマの自由度	4 自身の設定する研究テーマに費やす業務時間の保証 (3Mの15%ルールなど)	△ (3M等外資企業中心)	△-× (個別機関・企業の方針に依存)
	雇用体系の自由度	5 クロスアポイントメント制の促進 (中国における大学・企業の兼業に係る法規制など)	○-△ (政策展開中*3)	- (既に導入展開中)
環境	各分野の研究開発力の高さ・ トップ研究者の有無	6 特定分野に特化した重点的な研究開発支援 (カナダのAI政策など)	○-△ (政策展開中*4)	- (既に導入展開中)
	研究チームの組成	7 研究室を丸ごと呼び込むユニット誘致 (北海道大学のユニット誘致など)	△ (左記事例など*5)	△-× (効果は期待できるが大規模予算必要)
	海外との技術補完の実現	8 全般的な技術力の高さを訴求し、不足する要素技術の 権威を招聘(島根大学の海外大教授招聘など)	△-× (左記事例など*6)	○-△ (個別成功事例の創出拡大は可能か)
	長期的な研究サポート	9 技術の停滞期にも研究サポートを継続 (カナダのAI政策など)	○-△ (政策展開中*7)	- (既に導入展開中)
	スタートアップ支援体制の充実	10 大学によるスタートアップ支援 (清華大学のスタートアップ支援など)	○-△ (徐々に拡大中*8)	- (既に導入展開中)
	テストフィールドの充実・ 研究開発データの取得性	11 テストフィールドの環境整備 (アリゾナ州の自動運転特区)	○-△ (政策展開中*9)	- (既に導入展開中)
	各国の経済・文化的状況	総合的な取組みが必要	-	× (個別施策的な実現は困難)

*1:(事例)NECによる若手研究者の報酬上限撤廃、*2: 科研費、戦略的基盤技術高度化・連携支援事業など、*3: 統合イノベーション戦略による推奨、文部科学省・経済産業省による枠組み・留意点の整理、*4: スマートシティ関連事業など、*5: 筑波大学、京都工芸繊維大学など、*6: 日本学術振興会による外国人特別研究員プログラムなどの招聘プログラムは多いが技術補完の実現事例は少ない模様、*7: 科研費等による基礎研究支援、*8: 各大学のTLO/リエゾン組織による支援・大学ベンチャーファンドの設立など、*9: 国家戦略特区
Copyright © Arthur D. Little 2021. All rights reserved.

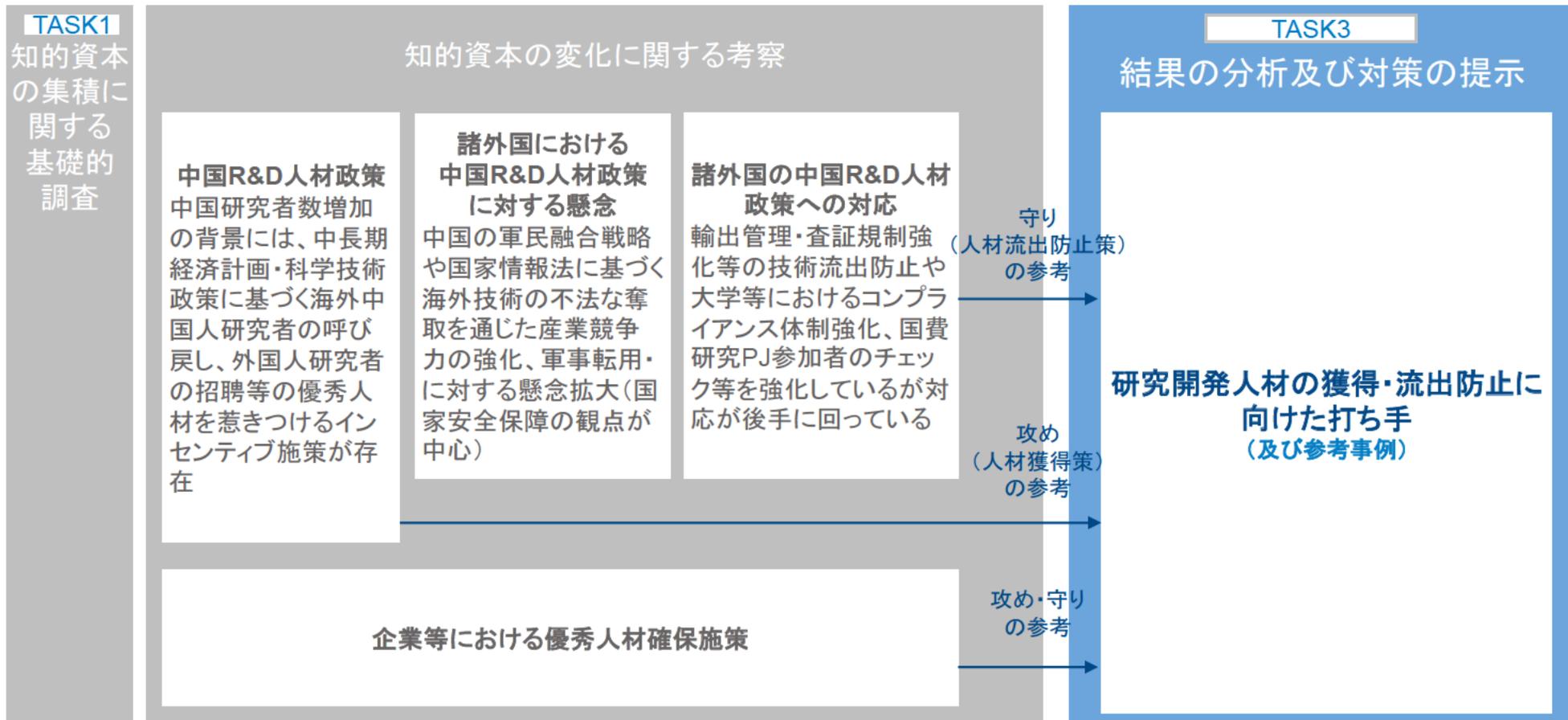
Agenda

- 0 プロジェクト概要
- 1 知的資本の集積に関する基礎的調査(知的資本の集積状況など)
- 2 知的資本の変化に関する考察(各国政策など)
- 3 調査結果の分析及び対策の提示

Appendix

引用情報を基にした日本の研究力分析

TASK2における中国のR&D人材政策および諸外国の対応状況を踏まえ、日本における研究開発人材の獲得・流出防止の打ち手を検討する



海外優秀人材の大規模獲得の成功事例は少なく、国内における研究機関・研究者の育成と国際的な人材循環(自国への還流)を促すことが重要。

各国のR&D人材政策と人材集積状況

中国	<ul style="list-style-type: none"> 千人計画等の施策により、国外の研究機関で活躍していたトップ研究者を獲得 <ul style="list-style-type: none"> 留学経験者等の中国出身者の呼び戻しが大半であり、中国籍以外の研究者引き抜き数は多くない 国内研究機関の強化を通じて、呼び戻し人材の活躍の場を整備し、国内人材育成も強化
米国	<ul style="list-style-type: none"> あらゆる分野のトップ研究者層が厚く、世界中から人材が集結(個別の政策・施策に基づくものではなく、歴史的に優秀な人材を集める文化・環境を醸成) 特にMIや量子コンピュータ領域なるエマージング領域での研究者層の厚みは圧倒的
欧州	<ul style="list-style-type: none"> EU各国における独自R&D政策はあるが、国境を越えたEU域内における研究人材の交流・移動が活発 <ul style="list-style-type: none"> Horizonプログラムでは(EU加盟国を中心とした)国際連携を重視
日本	<ul style="list-style-type: none"> 欧米諸国と近いR&D政策を展開 トップ研究者数は低下傾向にあるが、複数の領域でトップ研究者のプレゼンスは依然として高い <ul style="list-style-type: none"> マテリアル・デバイス分野では、計測、材料設計・合成、量子デバイス、半導体実装、有機ELなどの領域で高いプレゼンス

企業等による人材確保施策からの示唆

研究人材確保のインセンティブ	打ち手施策例	日本における導入期待効果
研究者キャリアパスの整備 (研究者の新陳代謝・国内外還流)	多様なキャリアパスの整備と人材循環を促す組織制度(ドイツのキャリアパス・組織制度など)	<ul style="list-style-type: none"> 国内研究機関における競争を通じた人材の新陳代謝・適所適材実現を図ると共に、国外(研究機関外)への人材輩出と優秀人材呼び戻し・獲得の還流を促進 政策的導入を通じた国内(公的研究機関)における広い効果発現を期待
海外との技術補完の実現	全般的な技術力の高さを訴求し、不足する要素技術の権威を招聘(島根大学の海外大教授招聘など)	<ul style="list-style-type: none"> 特定領域における技術力/産業競争力の高さを呼び水として、不足/弱い技術領域の優秀人材を海外から獲得・招聘 トップレベル研究者の行動・思考原理の導入・浸透や研究機関をハブとした研究者ネットワークの構築・拡大を図る 個別成功事例を増やすことで技術領域レベルの効果発現を期待

TASK3: 調査結果の分析及び対策の提示

トップ研究者集積に向けた日本の打ち手の方向性

国内人材の育成と国際的な人材還流の促進を両輪で図ることが優先。次いで、海外との技術補完の実現が有効と史料。

人材集積施策の方向性		海外政策からの学び	個別事例からの学び	日本の打ち手方向性
海外人材獲得		<ul style="list-style-type: none"> 中国も海外人材獲得は難航(呼び戻しの1割未満) 米国も個別政策・施策による成果ではない 	<ul style="list-style-type: none"> 報酬による海外人材獲得は大規模な予算が前提であり導入のハードル高い 技術補完実現を前提とした招聘であれば国内事例あり 	<ul style="list-style-type: none"> 技術的/産業的補完関係が成立する領域において、海外研究者の招聘や国内研究者の派遣を通じて、研究者ネットワークの構築(海外との知的資本の補完的還流)を図り、他国との相互恩恵的な競争力向上を図る(但し、個別領域単位での取り組みとなる)
海外流出防止		<ul style="list-style-type: none"> 各国の施策は人材ではなく技術流出の防止 また対象領域もナショナルセキュリティ関連に限定 	<p>(報酬等による人材獲得策や研究環境整備が流出防止に繋がる)</p>	—
国内外還流		<ul style="list-style-type: none"> 中国は千人計画で呼び戻しに成功 EU加盟国はEU枠内での循環を実現 	<ul style="list-style-type: none"> ドイツの研究者キャリアパス整備は国内人材育成・新陳代謝と国内外還流の双方を実現 	<ul style="list-style-type: none"> 公的機関におけるキャリアパス整備(任期制限・競争導入)や国内研究者海外派遣/呼び戻し政策を通じて、国内研究者の育成を図ると共に、国内外研究機関への送り出しと海外で成長した優秀な研究者の呼び戻しによる国際的な還流促進を通じた競争力向上を図る
国内育成		<ul style="list-style-type: none"> 各国共に自国内における研究機関の選択的強化・研究者育成を展開 中国も呼び戻しのみならず国内育成も重視 		

Agenda

- 0 プロジェクト概要
- 1 知的資本の集積に関する基礎的調査(知的資本の集積状況など)
- 2 知的資本の変化に関する考察(各国政策など)
- 3 調査結果の分析及び対策の提示

Appendix

引用情報を基にした日本の研究力分析

後続の研究に大きな影響力を与える研究者数は、日本は減少傾向であるのに対し、中国は着実に順位を上げ、人口が少ない豪国やカナダ等も高順位を維持している

高被引用論文*1著者数ランキング*2 (国・地域別)

順位	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	United States						
2	United Kingdom	China	China				
3	Germany	Germany	Germany	China	China	United Kingdom	United Kingdom
4	China	China	China	Germany	Germany	Germany	Germany
5	Japan	Australia	Australia	Australia	Australia	Australia	Australia
6	Canada	Canada	Canada	Netherlands	Netherlands	Canada	Canada
7	France	Netherlands	Netherlands	Canada	Canada	Netherlands	Netherlands
8	Netherlands	Japan	France	France	France	France	France
9	Australia	France	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland
10	Switzerland	Switzerland	Japan	Japan	Spain	Spain	Saudi Arabia
11	Italy	Saudi Arabia	Spain	Saudi Arabia	Italy	Japan	Spain
12	Spain	Spain	Saudi Arabia	Spain	Saudi Arabia	Saudi Arabia	Japan
13	Belgium	Italy	Italy	Italy	Japan	Italy	Italy

出所: クラリベイト・アナリティクス「高被引用論文著者リスト」を基にADL作成

*1: 特定出版年・特定分野における世界の全論文のうち引用された回数が上位1%に入る論文 *2: 第一所属機関の所在国ベース

マテリアル関連領域の日本の研究レベルは他領域に対して高い水準にあるが、直近は低下傾向にあり、我が国の強みが失われる危機に直面している

日本の高被引用論文著者比率(研究領域別)

研究領域	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Agricultural Sciences	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%
Biology and Biochemistry	3%	1%	1%	0%	1%	0%	0%
Chemistry	2%	2%	2%	3%	3%	3%	3%
Clinical Medicine	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Computer Science	0%	1%	0%	0%	0%	3%	1%
Cross-Field					1%	2%	1%
Economics and Business	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Engineering	2%	3%	2%	2%	0%	1%	1%
Environment and Ecology	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Geosciences	1%	1%	1%	1%	1%	0%	0%
Immunology	22%	16%	12%	11%	6%	5%	4%
Materials Science	5%	3%	3%	3%	3%	2%	1%
Mathematics	1%	1%	1%	1%	1%	0%	0%
Microbiology	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Molecular Biology and Genetics	0%	2%	1%	0%	0%	2%	1%
Neuroscience and Behavior	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Pharmacology and Toxicology	4%	4%	5%	4%	1%	1%	2%
Physics	10%	4%	3%	6%	4%	4%	4%
Plant and Animal Science	15%	16%	14%	12%	11%	12%	10%
Psychiatry and Psychology	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Social Sciences	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Space Science	5%	2%	2%	0%	0%	1%	0%
全領域	3%	3%	2%	2%	1%	2%	1%

超電導・量子コンピュータ・量子センサー・スピントロニクス の領域において、日本は重要論文のシェアが高い

研究領域ID	22分野分類	特徴語から推定される研究領域	Sci-GEO研究領域型	コアペーパー		サイティングペーパー (Top10%)		NEDO Foresight領域	Keyword (MAG検索用)
				総出版数	日本シェア	総出版数	日本シェア		
215	物理学	高温超伝導	コンチネン 型	58	27.6%	500	19.0%	超電導分野	Superconductivity
285	物理学	高温超伝導(高圧条件下)	アイランド 型	16	12.5%	121	14.0%	超電導分野	Superconductivity
706	物理学	超伝導理論	ペニンシュ ラ型	7	28.6%	116	19.0%	超電導分野	Superconductivity
444	物理学	スピン液体 (量子コンピュータ)	ペニンシュ ラ型	52	13.5%	400	16.3%	コンピューティング/物性・ 電子デバイス分野	Quantum computer
210	物理学	NVダイヤモンド量子センサ	ペニンシュ ラ型	17	17.6%	366	15.6%	コンピューティング/物性・ 電子デバイス分野	Quantum sensor
371	物理学	スピントロニクス	ペニンシュ ラ型	10	10.0%	112	11.6%	コンピューティング/物性・ 電子デバイス分野	Spintronics
479	物理学	スピントロニクス	スモールア イランド型	4	25.0%	41	29.3%	コンピューティング/物性・ 電子デバイス分野	Spintronics
879	物理学	ニュートリノ	コンチネン 型	50	24.0%	543	16.4%	N/A	(長期的な産業応用を 見込む領域のため略)
317	物理学	量子色力学(QCD)	アイランド 型	38	10.5%	272	12.1%	N/A	(長期的な産業応用を 見込む領域のため略)
243	物理学	加速器	アイランド 型	36	27.8%	460	25.4%	N/A	(長期的な産業応用を 見込む領域のため略)

出所: 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ2018, NISTEP REPORT No. 187, 2020年11月(元データ: クラリベイト社 Web of Science)を基にADL作成

光触媒・プロトン伝導・水素製造・自己組織化・リチウムイオン電池の領域において、日本は重要論文のシェアが高い

研究領域ID	22分野分類	特徴語から推定される研究領域	Sci-GEO研究領域型	コアペーパー		サイティングペーパー (Top10%)		NEDO Foresight領域	Keyword (MAG検索用)
				総出版数	日本シェア	総出版数	日本シェア		
876	物理学	ガンマ線	コンチネント型	22	72.7%	275	34.9%	N/A	(長期的な産業応用を見込む領域のため略)
478	物理学	有効場理論(仮)	アイランド型	15	13.3%	230	17.0%	N/A	(長期的な産業応用を見込む領域のため略)
847	物理学	重力波	ペニンシュラ型	11	45.5%	39	33.3%	N/A	(長期的な産業応用を見込む領域のため略)
262	物理学	ゲージ理論	スモールアイランド型	9	22.2%	85	10.6%	N/A	(長期的な産業応用を見込む領域のため略)
834	化学	光触媒	ペニンシュラ型	12	16.7%	399	12.8%	資源循環分野	Photocatalysis
392	化学	プロトン伝導	ペニンシュラ型	12	16.7%	385	12.5%	水素分野	Proton conductor
379	化学	CCU	スモールアイランド型	12	41.7%	265	18.9%	N/A	N/A
580	化学	自己組織化	スモールアイランド型	6	50.0%	138	16.7%	自己組織化応用プロセス分野	Self-assembly
890	化学	リチウムイオン電池	ペニンシュラ型	5	60.0%	193	11.9%	車載用蓄電池分野／電力貯蔵分野	(産業応用領域での開発も多いため略)
70	化学	水、氷、包接水和物の構造とダイナミクス	スモールアイランド型	4	25.0%	73	19.2%	N/A	(長期的な産業応用を見込む領域のため略)

出所: 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ2018, NISTEP REPORT No. 187, 2020年11月(元データ: クラリベイト社 Web of Science)を基にADL作成

パワー半導体(GaN)・地熱発電の領域において、日本は重要論文のシェアが高い

研究領域ID	22分野分類	特徴語から推定される研究領域	Sci-GEO研究領域型	コアペーパー		サイティングペーパー (Top10%)		NEDO Foresight領域	Keyword (MAG検索用)
				総出版数	日本シェア	総出版数	日本シェア		
13	工学	デジタル変調(仮)	スモールアイランド型	16	18.8%	126	10.3%	N/A	(略)
14	工学	パワー半導体(GaN)	スモールアイランド型	7	28.6%	70	35.7%	N/A	(産業応用領域での開発も多いため略)
302	工学	地熱発電	スモールアイランド型	6	66.7%	33	33.3%	地熱発電分野	(産業応用領域での開発も多いため略)
388	工学	原子炉	スモールアイランド型	6	33.3%	60	15.0%	N/A	(略)

(参考)強みを有する研究領域の抽出

研究領域ID	22分野分類	特徴語から推定される研究領域	研究領域の特徴語_最大上位30
215	物理学	高温超伝導	鉄系超伝導体;フェルミ面;高い転移温度;電荷整列;電荷密度波;超伝導状態;相図;銅酸化物超伝導体;超伝導転移温度;電子構造;高温超伝導;角度分解光分光法;基底状態;低温;ネマチック順序;磁場;超伝導ギャップ;アンダードープ銅酸化物;磁気秩序;超伝導相;超伝導特性;単結晶;温度依存性;スピンゆらぎ;ネマチック相;擬ギャップ相;軌道秩序;フェルミ準位
285	物理学	高温超伝導(高圧条件下)	高圧;臨界温度;高い転移温度;高温超伝導;圧力範囲;第一原理計算;ダイヤモンドアンビルセル;超伝導特性;超伝導状態;環境気圧;結晶構造;金属水素;硫化水素;密度汎関数理論;高圧相;動的に安定した;電子構造;超伝導転移温度;相図;電子-フォノンカップリング;フェルミ準位;相転移;高温超伝導体;超伝導相;超伝導臨界温度;電子状態;水素リッチ化合物;室温超伝導;固体水素
706	物理学	超伝導理論	ヒッグスモード;秩序パラメータ;振幅モード;集団モード;ヒッグス振幅モード;光誘起超伝導;超伝導状態;電荷密度波;超伝導ギャップ;電荷整列;量子材料;集団励起;超伝導秩序パラメータ;ゴールドストーンモード;光学伝導度;角度分解光分光法;銅酸化物超伝導体;光格子;物性物理学;相転移;共鳴励起;自由電子レーザ;X線自由電子レーザ;非平衡ダイナミクス;BCS描像;非平衡動的平均場理論;対称性の破れ;強相関システム;電子-フォノンカップリング;光励起
444	物理学	スピン液体 (量子コンピュータ)	窒素空孔;窒素空孔センター;磁場;色中心;核スピン;光学的磁気共鳴検出;室温;量子情報処理;負電荷窒素空孔;蛍光ナノダイヤモンド;環境条件;ダイヤモンド表面;電子スピン;単一スピン;量子センシング;単一窒素空孔;核磁気共鳴;空間分解能;量子計測学;量子技術;炭化ケイ素;単一NV中心;バルクダイヤモンド;量子情報;単結晶ダイヤモンド;コヒーレンス時間
210	物理学	NVダイヤモンド量子センサ	窒素空孔;窒素空孔センター;磁場;色中心;核スピン;光学的磁気共鳴検出;室温;量子情報処理;負電荷窒素空孔;蛍光ナノダイヤモンド;環境条件;ダイヤモンド表面;電子スピン;単一スピン;量子センシング;単一窒素空孔;核磁気共鳴;空間分解能;量子計測学;量子技術;炭化ケイ素;単一NV中心;バルクダイヤモンド;量子情報;単結晶ダイヤモンド;コヒーレンス時間
371	物理学	スピントロニクス	近接効果;スピン軌道相互作用;スピン偏極;ディラック・ポイント;交換場;室温;第一原理計算;スピン輸送;磁気近接効果;フェルミ準位;二層グラフェン;遷移金属ジカルコゲナイド;スピン注入;スピン流;スピンフィルタ;密度汎関数理論;異常ホール効果;強磁性絶縁体;電場;磁場;磁気絶縁体;トポロジカル絶縁体;ゲート電圧;2次元;量子異常ホール効果;電子状態;バンド構造;強結合モデル;スピン緩和
479	物理学	スピントロニクス	電場;垂直磁気異方性;磁気異方性;電圧制御磁気異方性;電界制御;磁気特性;電界効果;室温;電圧制御;磁気トンネル接合;マルチフェロイックヘテロ構造;スピントロニクスデバイス;垂直磁気トンネル接合;電氣的制御;後退制御;酸素移動;磁気モーメント;飽和磁化;Fe/MgOのインターフェース;トンネル磁気抵抗効果;スピントランスポール;交換バイアス;界面垂直磁気異方性;面内の;印加電圧;印加電界;磁化反転;電圧制御磁気異方性係数;ゲート電圧;電圧制御磁気異方性効果
879	物理学	ニュートリノ	ニュートリノ質量;ニュートリノ二重ベータ崩壊;ステライルニュートリノ;ニュートリノ振動;標準模型;混合角;CP対称性の破れ;暗黒物質;ニュートリノセクター;nu beta beta decay;右手系ニュートリノ;シーソーメカニズム;ニュートリノ質量行列;パラメータ空間;核行列要素;ニュートリノ質量階層;レプトンセクター;大亜湾原子炉ニュートリノ実験;二重ベータ崩壊;ニュートリノ物理;荷電レプトン;ニュートリノ混合;軽いステライルニュートリノ;ニュートリノ振動実験;バリオン非対称;質量階層;通常階層;アクティブニュートリノ;マヨラナ相
317	物理学	量子色力学(QCD)	QCD和則;量子数;崩壊幅;LHCbコラレーション;束縛状態;分子状態;ペンタクォーク状態;実験データ;質量スペクトル;隠れたチャーム;クロスセクション;テトラクォーク状態;重いクォーク;重心系エネルギー;減衰モード;分岐率;格子QCD;エキゾチック状態;真空凝縮;強い崩壊;不変質量分布;LHCb検出器;重いクォーク対称性;重いクォークを2個含むバリオン;スピンパリティ;クォーク模型;演算子積展開;Triangle Singularity
243	物理学	加速器	重イオン衝突;横運動量;クォーク-グルーオン-プラズマ;PbPb衝突;相対論的重イオン衝突;Elliptic Flow;pPb衝突;Pb衝突;pp衝突;大型ハドロン衝突型加速器;ALICE検出器;root s(NN);LHCのエネルギー;相対論的重イオン衝突型加速器;荷電粒子;実験データ;核改変因子;金原子の衝突;中心性依存性;大型ハドロン衝突型加速器(LHC);せん断粘度;初期条件;超相対論的重イオン衝突;中心衝突;衝突エネルギー;粒子生成;小規模システム;Mid-rapidity;2粒子相関

出所: 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ2018, NISTEP REPORT No. 187, 2020年11月(元データ: クラリベイト社 Web of Science)を基にADL作成

(参考)強みを有する研究領域の抽出

研究領域ID	22分野分類	特徴語から推定される研究領域	研究領域の特徴語_最大上位30
876	物理学	ガンマ線	ガンマ線;ガンマ線放射;フェルミ大面積望遠鏡;フェルミガンマ線宇宙望遠鏡;宇宙線;高エネルギーニュートリノ;X線;高エネルギー;エネルギー範囲;暗黒物質;ニュートリノ流束;活動銀河核;スペクトルエネルギー分布;フェルミガンマ線宇宙望遠鏡データ;アイスキューブデータ;とかげ座BL;上限;ガンマ線源;均一スペクトル電波クエーサー;アイスキューブ共同研究;ガンマ線フラックス;超新星残がい;ガンマ線バースト;天体物理学的ニュートリノ;アイスキューブ・ニュートリノ観測所;銀河中心;光子指数;PeV程度のエネルギーを持つニュートリノ;スペクトル指数;暗黒物質消滅
478	物理学	有効場理論	カイラル有効場理論;核構造;中性子星;対称エネルギー;3体核力;核物質;結合エネルギー;実験データ;中性子物質;対称核物質;核物理学;軽核;三体力;カイラル拡大;電荷半径;3核子相互作用;基底状態;純粋中性子物質;核力;励起エネルギー;飽和密度;良好な一致;有限核;原子核;次から次へと続く順序;励起状態;低エネルギー定数;第一原理計算;エキゾチック原子核;中性子過剰核
847	物理学	重力波	重力波;背景重力波;確率的背景;進歩したレーザー干渉計型重力波天文台(advanced LIGO);宇宙重力波背景放射;原始ブラックホール;初期宇宙;ゲージ場;宇宙マイクロ波背景放射;ブラックホール連星;宇宙ひも;一般相対性理論;非ガウス性;ブラックホール;パラメータ空間;パルサータイミングアレイ;テンソルモード;Curvature perturbation;中性子星;パワースペクトル;エネルギー尺度;テンソル対スカラー比;Advanced Virgo検出器;上限;重力波天文学;合体レート;テンソルバイスペクトル;天体物理学的重力波背景;宇宙ひもループ;Cosmological Source
262	物理学	ゲージ理論	分配関数;ゲージ理論;楕円種数;超対称ゲージ理論;超対称局在化;ゲージ化線形シグマモデル;局所化法;ゲージ群;4次元;超対称パーティション機能;ゲージ化超重力;モジュラス空間;リーマン面;トポロジカルツイストインデックス;ベクトル多重;M理論;2次元;超対称理論;超共形理論; σ 型;インスタントン分配関数;クイヴァー型ゲージ理論;グロモフ・ウィッテン不変量;経路積分;次元圧縮;クーロン核;ブラックホール;~次元理論;ケーラーポテンシャル;ウィッテン指数
834	化学	光触媒	金属有機構造体;二酸化炭素の還元;可視光照射;光触媒活性;可視光;光触媒還元;二酸化炭素の光触媒還元;光触媒性能;二酸化炭素;二酸化炭素の光電気化学還元;水分解;人工光合成;触媒活性;太陽エネルギー;二酸化炭素換算;光触媒変換;水素放出;ゼオライトイミダゾレート骨格;グラファイト状窒化炭素;X線回折;活性部位;ターンオーバー数;共触媒;UiO-66-NH ₂ ;金属有機構造体材料;電子移動;X線光電子分光法
392	化学	プロトン伝導	金属有機構造体;プロトン伝導度;プロトン伝導;相対湿度;単結晶X線回折;配位高分子;高いプロトン伝導性;結晶構造;室温;粉末X線回折;水和物;水分子;金属イオン;水素結合;構造的特徴づけ;2水和物;ジカルボン酸;3水和物;単結晶;活性化エネルギー;磁性特性;多孔性配位高分子;水熱条件;固体状態;Grotthussメカニズム;多孔質材料;溶媒熱合成条件;プロトン伝導材料;熱安定性
379	化学	CCU	ギ酸;アンモニアボラン;触媒活性;水素発生;室温;ターンオーバー頻度;水素製造;ギ酸分解;触媒性能;加水分解脱水素;効率的な触媒;ギ酸脱水素;不均一触媒;パラジウムナノ粒子;初期触媒回転速度;温和な条件;最高の触媒活性;高触媒活性;水溶液;二酸化炭素;触媒反応;水素生産;金属ナノ粒子;活性化エネルギー;水素貯蔵合金;高活性;高活性の相乗効果
580	化学	自己組織化	自己組織化;超分子ポリマー;超分子重合;ブロックコポリマー;結晶化駆動自己アセンブリ;水素結合;制御長;種結晶成長;ジブロック共重合体;リビング超分子重合;経路複雑性;速度支配;超分子集合体;自己組織化プロセス;リビング結晶化駆動自己組織化;J凝集体;円筒状ミセル;階層アセンブリ;分子自己集合;分子量;選択的溶剤;H凝集体;超分子構造;生体系・生物系;エネルギー地形;エチレングリコール;階層的自己組織化;溶液自己組織化
890	化学	リチウムイオン電池	リチウムビス;水性電解質;リチウムイオン電池;溶媒和構造;エネルギー密度;固体電解質界面;濃厚電解質;水系電解質;イオン導電率;高エネルギー密度;電気化学的性能;低コスト;容量維持;エチレンカーボネート;リチウム塩;高濃縮電解質;イオン性液体;カソード材料;塩濃度;高静電容量;電極材料;高電圧;電解質溶液;高い安全性;プロピレンカーボネート;水系電池
70	化学	水、氷、包接水和物の構造とダイナミクス(仮)	液体水;過冷却水;液液臨界面;水分子;分子動力学シミュレーション;液液相転移;液液転移;Widomライン;高密度液体;低密度液体;水素結合;水素結合ネットワーク;バルク水;ガラス転移;温度依存性;コンピュータシミュレーション;臨界面;低密度アモルファス氷;相図;液相;低密度;構造緩和;水構造;深過冷却水;環境気圧;分子動力学;低温;アモルファス氷;異常特性;水模型

出所: 文部科学省 科学技術・学術政策研究所, サイエンスマップ2018, NISTEP REPORT No. 187, 2020年11月(元データ: クラリベイト社 Web of Science)を基にADL作成

(参考)強みを有する研究領域の抽出

研究領域ID	22分野分類	特徴語から推定される研究領域	研究領域の特徴語_最大上位30
13	工学	デジタル変調(仮)	空間変調;屈折率変調;送信アンテナ;スペクトル効率;MIMO;直交周波数分割多重;符号誤り率;誤り性能;一般化空間変調;平均符号誤り率;Space Shift Keying(SSK);モンテカルロシミュレーション;チャネル情報;直交空間変調;最尤法;計算複雑性;閉形式表現;システム性能;上界;受信アンテナ;アクティブサブキャリア;レイリーフェージングチャンネル;コンピュータシミュレーション;低複雑性;符号誤り率性能;情報ビット ;アンテナ指数;ペアワイズエラー確率
14	工学	パワー半導体(GaN)	降伏電圧;バルクGaN基板;オン抵抗;しきい値電圧;比オン抵抗;高耐圧;GaN自立基板;ドリフト層;垂直構造p型GaN;GaNP-nダイオード;金属有機化学蒸着;漏れ電流;ハイドライド気相エピタキシー;窒化ガリウム;接合ダイオード;逆バイアス;電源スイッチング用途;フィールドプレート;差動比オン抵抗;GaN基板;容量電圧;垂直構造GaNデバイス;垂直構造GaNパワーデバイス;ドリフト領域;GaN表面;逆方向漏れ電流;GaN層
302	工学	地熱発電	き裂網;フラクタル次元;流体の流れ;き裂ネットワークモデル;フラクタルモデル;等価透過性;破碎岩盤;フラクタル理論;多孔質媒体;水力こう配;3乗法則;岩盤;せん断変位;拘束圧;水理特性;開口分布;き裂開口幅;せん断変位増加;岩石亀裂ネットワーク;有効透過率;き裂開口幅分布;フラクタルスケール則;油圧開口; Tortuosity fractal dimension;実験データ;単一裂か;岩石亀裂;フラクタル特性;き裂多孔質媒体;き裂の長さ
388	工学	原子炉	軽水型原子炉;事故耐性燃料;FeCrAl合金;炭化ケイ素;クラッド材料;中性子照射;燃料被覆管;機械的性質;加圧水型原子炉;酸化挙動;事故耐性燃料被覆;SiCマトリックス;SiC/SiC複合材;事故条件;核アプリケーション;熱伝導率;耐酸化性;高温;ジルコニウム合金;SiC繊維;室温;放電プラズマ焼結法;核燃料被覆管;FeCrAlクラディング;原子炉;冷却材喪失事故;高温蒸気;温度範囲; β SiC

Arthur D Little

Arthur D. Little has been at the forefront of innovation since 1886. We are an acknowledged thought leader in linking strategy, innovation and transformation in technology-intensive and converging industries.

We navigate our clients through changing business ecosystems to uncover new growth opportunities. We enable our clients to build innovation capabilities and transform their organizations.

Our consultants have strong practical industry experience combined with excellent knowledge of key trends and dynamics. Arthur D. Little is present in the most important business centers around the world. We are proud to serve most of the Fortune 1000 companies, in addition to other leading firms and public sector organizations.

For further information please visit www.adlittle.com.

Copyright © Arthur D. Little 2021. All rights reserved.

Contact:
Arthur D. Little Japan, Inc.

Shiodome City Center 33F

1-5-2 Higashi Shimbashi, Minato-ku

105-7133 Tokyo

T: +81 3 6264-6300 (Reception)

二次利用未承諾リスト

産業競争力強化に資する知的資本の有効活用及びその獲得に向けた調査 最終報告書
 産業競争力強化に資する知的資本の有効活用及びその獲得に向けた調査
 アーサー・ディ・リトル・ジャパン株式会社

頁	図表番号	タイトル
10	図1	サイエンスマップの全体像
10	図2	研究領域タイプのカテゴリ
10	図4	各研究領域群における上位特徴語のイメージ (AI領域の場合)
11	図5	Microsoft Academic Graphの概要
11	図6	各文献データベースの同一条件下での収録件数・引用数・文献種の比較
48	図7	千人計画 (青年) 採用者の所属・博士学位取得国
48	図8	千人計画 (青年) 採用者の専門領域
49	図9	千人計画 (青年) 採用者の所属国
49	図10	千人計画 (青年) 採用者の専門領域と採用機関
50	図11	千人計画：中国人研究者・外国人専門家の採用者数 (2014年時点)
61	図12	サムスングループの人材戦略
62	図13	キング・アブドラ科学技術大学 (KAUST)
63	図14	ドイツの研究者のキャリアパス
64	図15	3Mの研究開発部門におけるリソース配分
65	図16	中国における大学・企業の兼業に係る法規制等の動向
66	図17	トップ研究者を核としたカナダのAI国家戦略「Pan-Canadian AI Strategy」
67	図18	北海道大学のユニット誘致
68	図19	島根大学「次世代たたら協創センター」における先端金属素材グローバル拠点の創出
69	図20	カナダ政府による長期的なAI研究サポート
70	図21	清華大学によるスタートアップ支援体制の充実
71	図22	次世代自動車の開発拠点が集積する米国アリゾナ州
78	図23	高被引用論文著者数ランキング (国・地域別)
79	図24	日本の高被引用論文著者比率 (研究領域別)
80	図25	日本が強みを有する研究領域
81	図26	日本が強みを有する研究領域
82	図27	日本が強みを有する研究領域
83	図28	強みを有する研究領域の抽出
84	図29	強みを有する研究領域の抽出
85	図30	強みを有する研究領域の抽出