

日中科学技術交流協会講演会

中国は科学技術力で日本を抜いたのか

平成29年12月14日

伊藤 宗太郎



科学技術振興機構

1. 研究の成果・論文数の国別推移

量的指標:

各国の大学や研究機関から産出されている論文数やシェア

質的指標:

被引用数(ある論文が他の論文から引用された回数)の多い論文の数やシェア

PY(出版年)
2003-2005



PY(出版年)
2013-2015

全分野 国・地域名	2003-2005年(PY)(平均)		
	論文数		
	分数カウント		
	論文数	シェア	順位
米国	221,367	26.1	1
日本	67,888	8.0	2
ドイツ	52,315	6.2	3
中国	51,930	6.1	4
英国	50,862	6.0	5
フランス	37,392	4.4	6
イタリア	30,358	3.6	7
カナダ	27,847	3.3	8
スペイン	21,527	2.5	9
インド	20,319	2.4	10

全分野 国・地域名	2013-2015年(PY)(平均)		
	論文数		
	分数カウント		
	論文数	シェア	順位
米国	272,233	19.9	1
中国	219,608	16.0	2
ドイツ	64,747	4.7	3
日本	64,013	4.7	4
英国	59,097	4.3	5
インド	49,976	3.7	6
フランス	45,315	3.3	7
韓国	44,822	3.3	8
イタリア	43,804	3.2	9
カナダ	39,473	2.9	10

全分野 国・地域名	2003-2005年(PY)(平均)		
	Top10%補正論文数		
	分数カウント		
	論文数	シェア	順位
米国	33,242	39.4	1
英国	6,288	7.5	2
ドイツ	5,458	6.5	3
日本	4,601	5.5	4
フランス	3,696	4.4	5
中国	3,599	4.3	6
カナダ	3,155	3.7	7
イタリア	2,588	3.1	8
オランダ	2,056	2.4	9
オーストラリア	1,903	2.3	10

全分野 国・地域名	2003-2005年(PY)(平均)		
	Top1%補正論文数		
	分数カウント		
	論文数	シェア	順位
米国	3,983	47.2	1
英国	673	8.0	2
ドイツ	503	6.0	3
日本	365	4.3	4
フランス	311	3.7	5
カナダ	295	3.5	6
中国	283	3.4	7
オランダ	211	2.5	8
イタリア	200	2.4	9
スイス	178	2.1	10

全分野 国・地域名	2013-2015年(PY)(平均)		
	Top10%補正論文数		
	分数カウント		
	論文数	シェア	順位
米国	39,011	28.5	1
中国	21,016	15.4	2
英国	8,426	6.2	3
ドイツ	7,857	5.7	4
フランス	4,941	3.6	5
イタリア	4,739	3.5	6
カナダ	4,442	3.2	7
オーストラリア	4,249	3.1	8
日本	4,242	3.1	9
スペイン	3,634	2.7	10

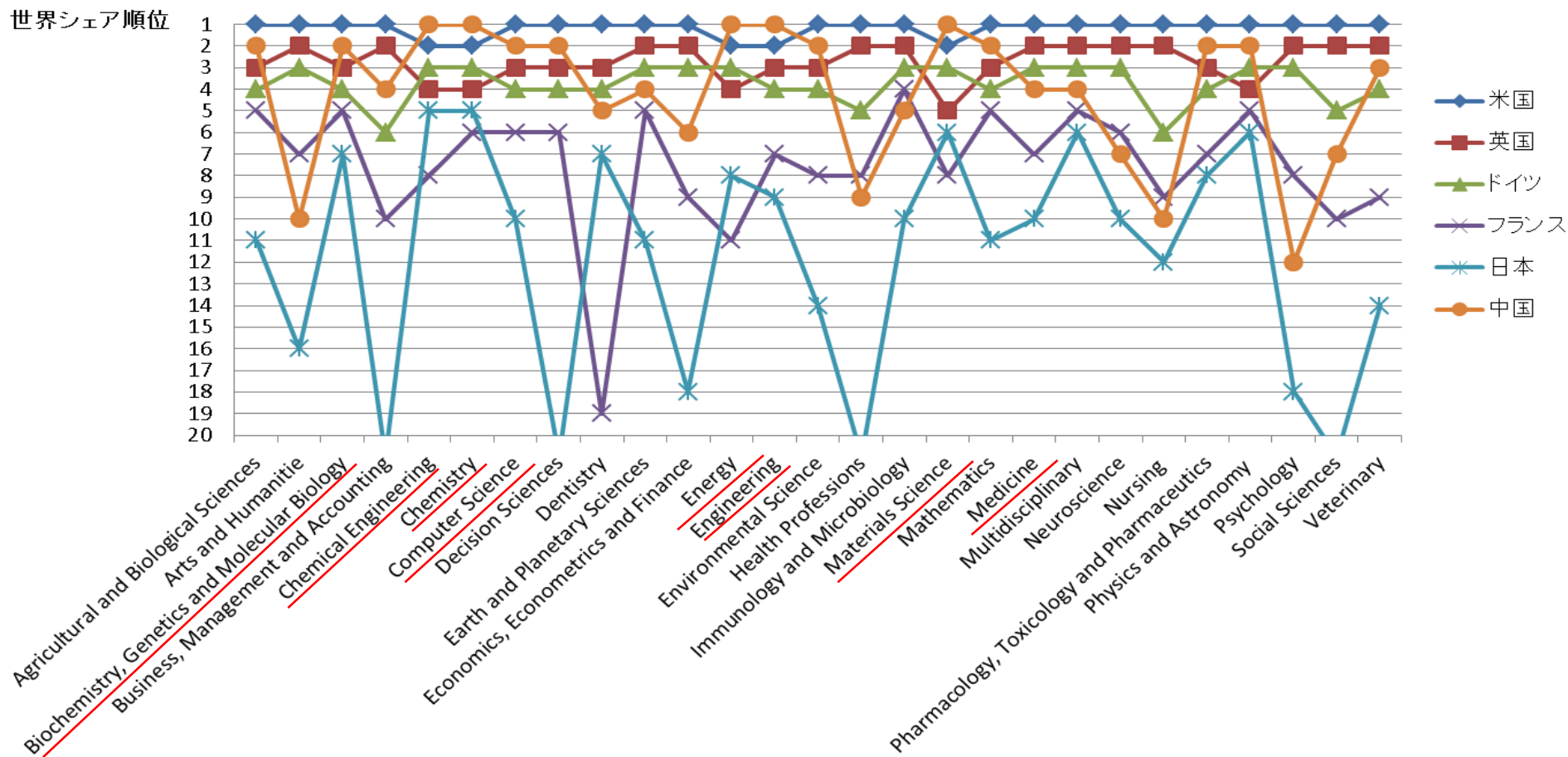
全分野 国・地域名	2013-2015年(PY)(平均)		
	Top1%補正論文数		
	分数カウント		
	論文数	シェア	順位
米国	4,700	34.3	1
中国	1,954	14.3	2
英国	961	7.0	3
ドイツ	763	5.6	4
フランス	476	3.5	5
オーストラリア	433	3.2	6
カナダ	419	3.1	7
イタリア	384	2.8	8
日本	335	2.4	9
スペイン	299	2.2	10

- ◆ 1990年代より中国は急速に論文の数を増やしている。現在、論文数では中国が2位、日本が4位、トップ10%論文では、中国が2位、日本が9位、トップ1%論文では中国が2位、日本が9位となっており、中国の躍進・日本の低迷が目立つ。

2. Top10%論文数 国別・分野別シェア

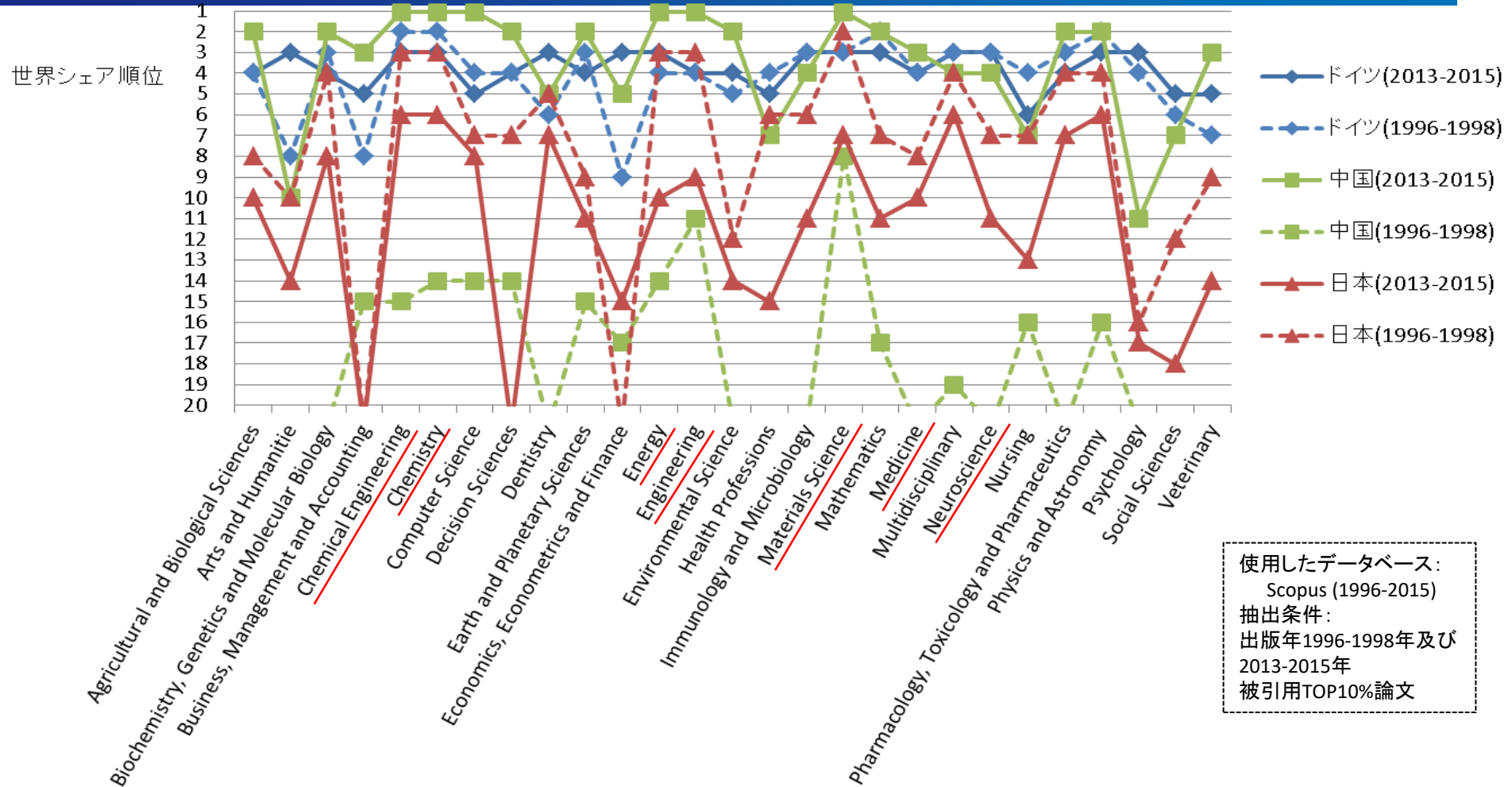
- データベースScopus (1996-2015)を使用。
- 抽出条件:出版年が2010-2015年のデータ、対象:すべての論文(レビュー論文等含む)

被引用回数TOP10%論文数国際シェア



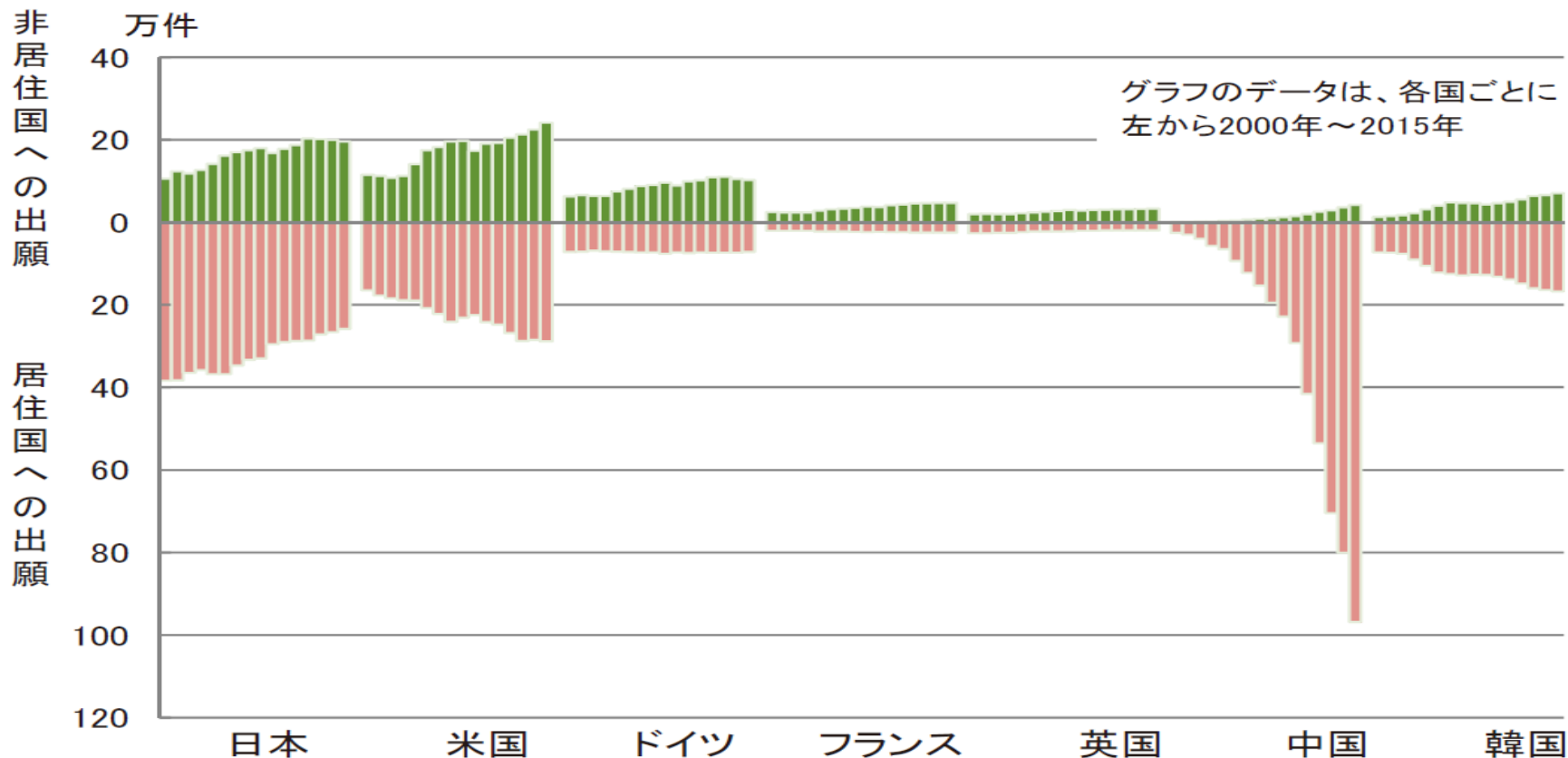
出典: Scopusデータベース(Elsevier社)を基にJSTで集計した

3. TOP10%論文国際シェアにおける国別推移 (すべての分野で中国が日本を抜き躍進)



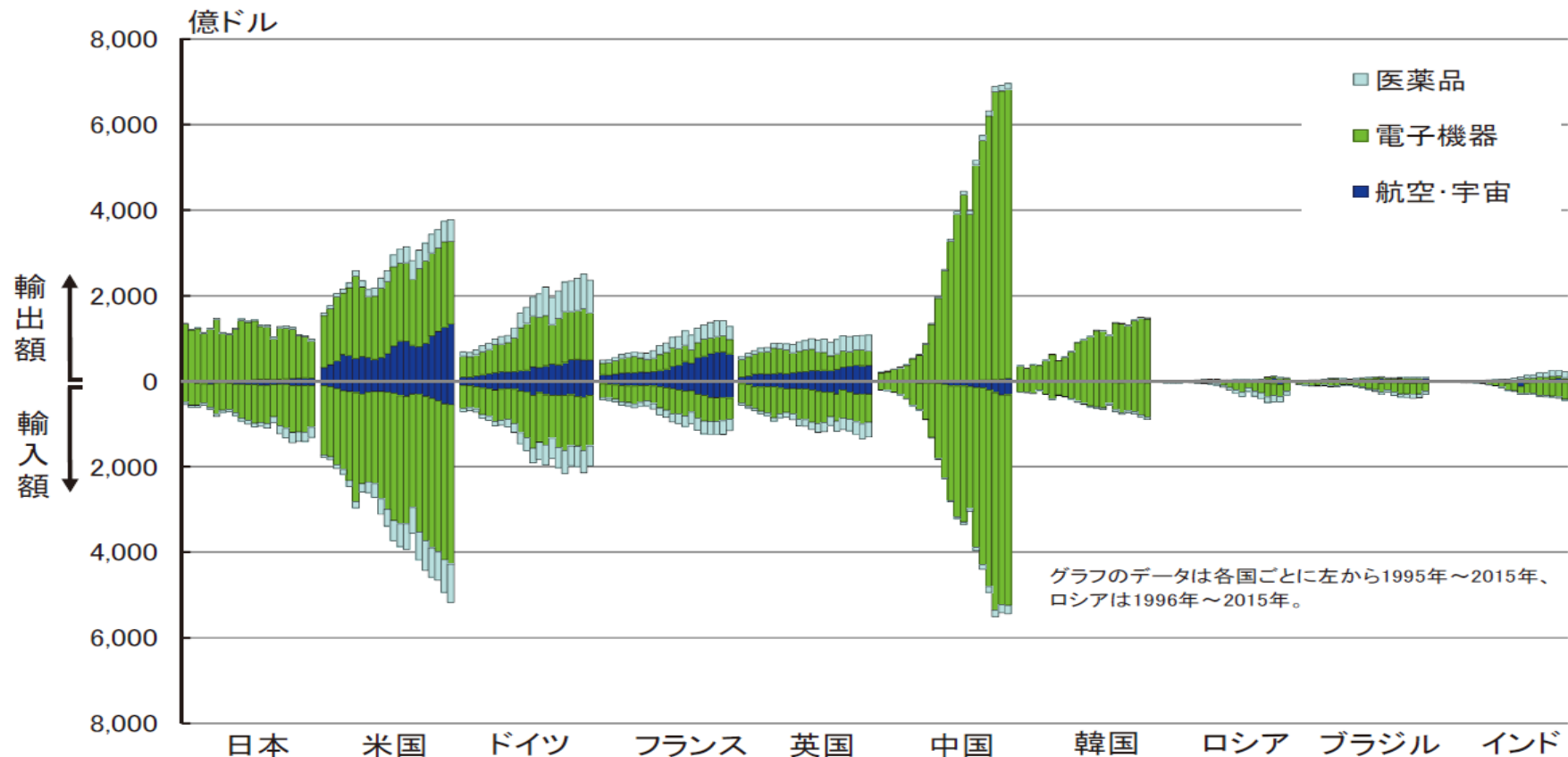
出典: Scopusデータベース(Elsevier社)を基にJSTで集計した

4. 特許出願の各国比較



◆ 2015年主要国の特許出願件数は、1位が中国で110.2万件、2位が米国で58.9万件、3位が日本で31.9万件（ピークの2001年の28%減）。中国の出願件数は2004年に入ってから急増し、さらに増える見込み。国際出願(PCT)は、米国、日本、中国、ドイツの順。

5. ハイテク産業貿易額に見る中国の躍進

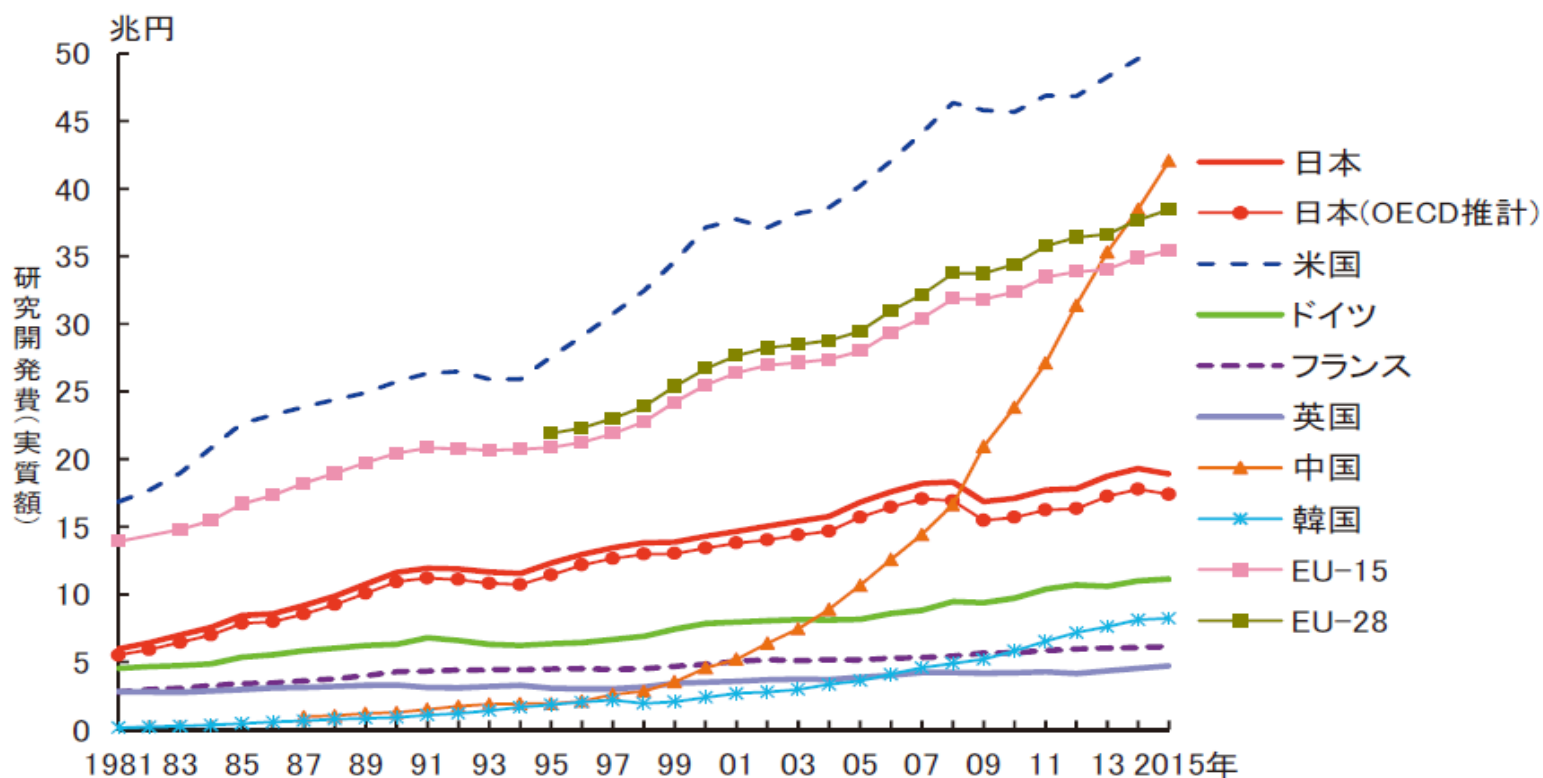


中国は輸出、輸入額ともに著しく拡大し、2000年代後半に入ると輸出額は米国を上回り、大きく伸び続けている。産業の構成を見ると、輸出、輸入ともに「電子機器」が大部分を占めている。

(ハイテクノロジー産業は OECD の定義に基づく。具体的には「医薬品」、「電子機器」、「航空・宇宙」の3つの産業を指す)

6. 各国の研究開発費の急速な伸び

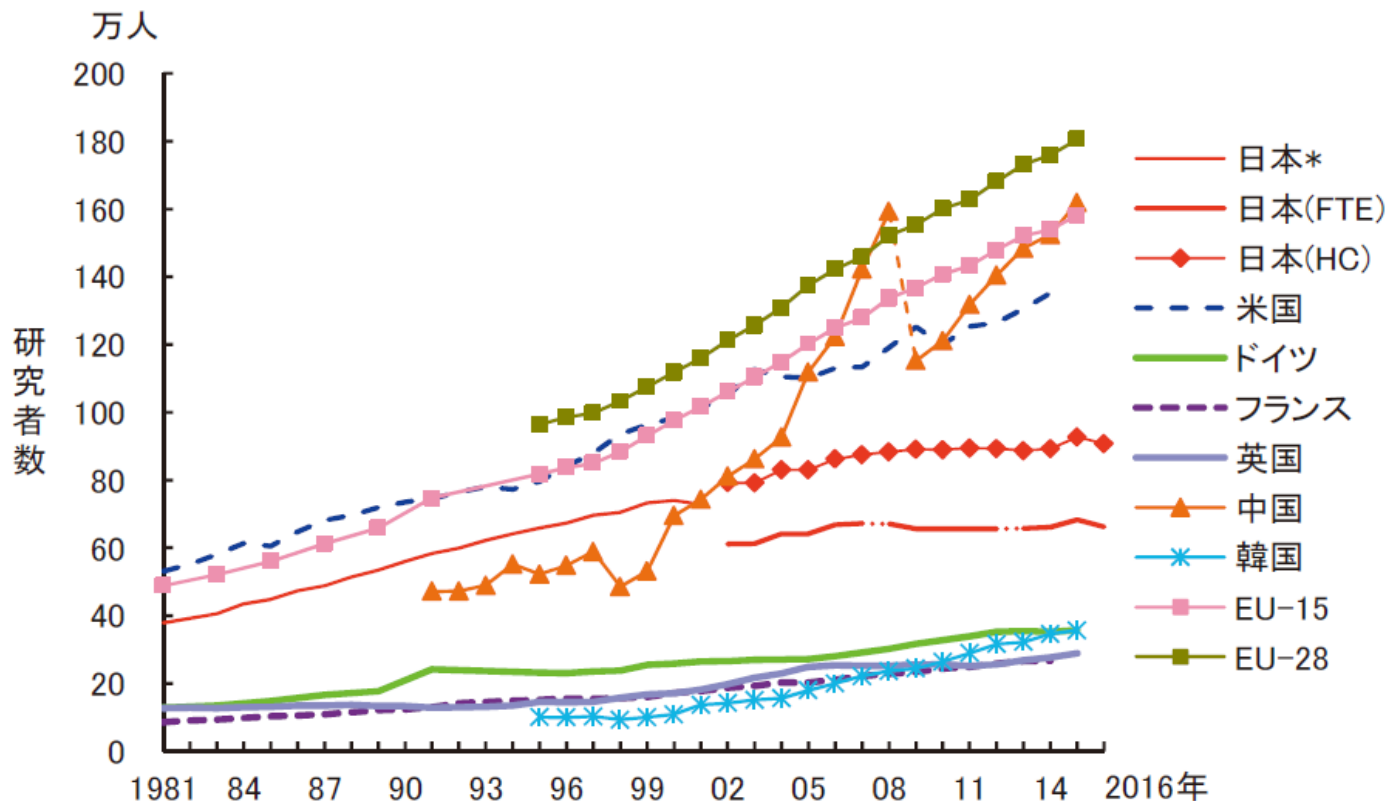
実質額(2010年基準; OECD購買力平価換算)



◆ 2015年、中国の研究開発費(実質)は41.9兆円規模で、日本(18.9兆円)を越え、米国(51.2兆円)に続く世界2位となっている。特に2000年に入ってから急増し、これからさらに増加する見込み。2000年を1とする指数では9.2(同日本1.3、米国1.4)と躍進。

7. 基盤となる研究人材の各国比較

主要国の研究者数の推移

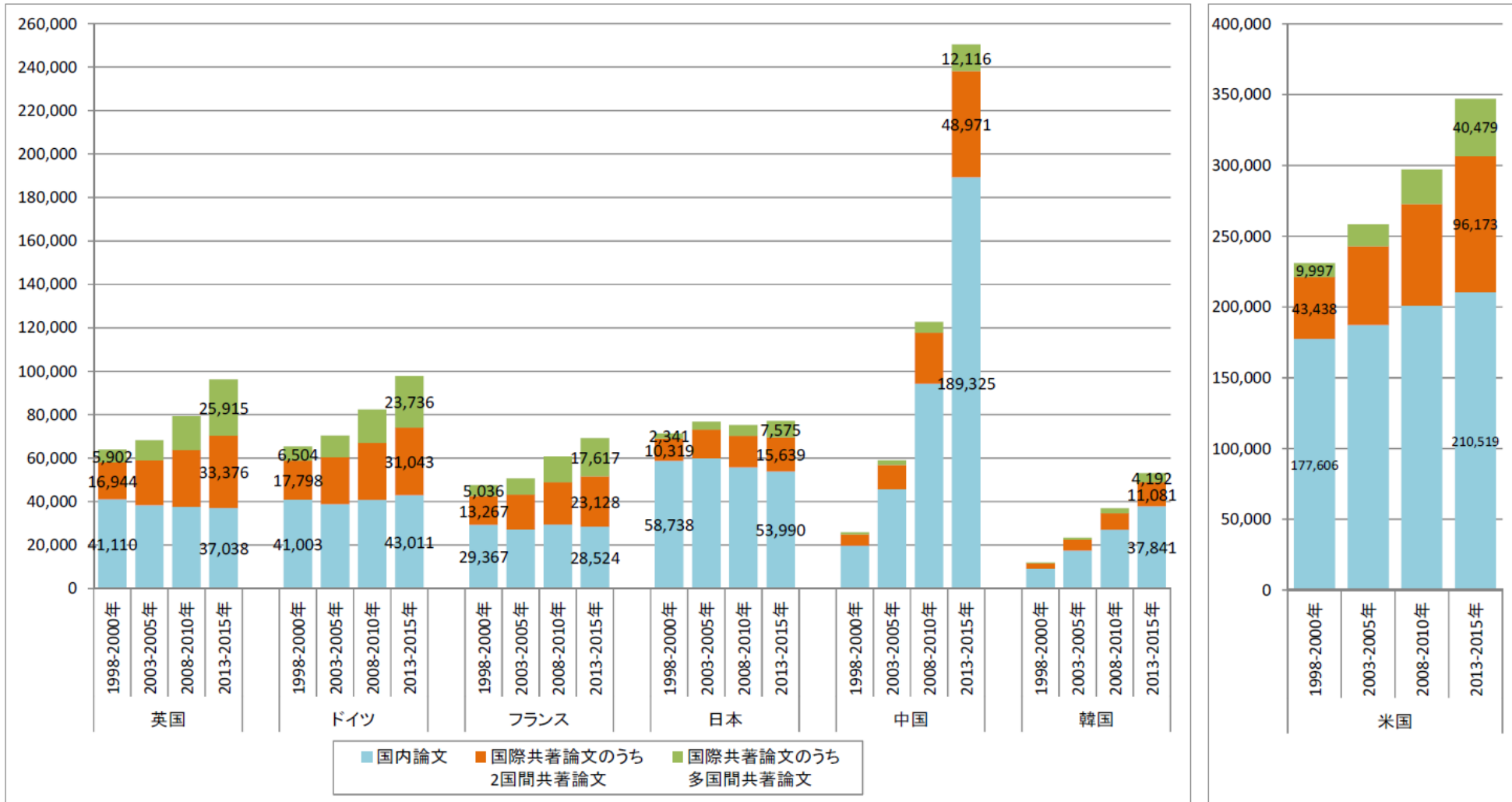


(参考) 人口1万人あたりの研究者数については、中国は11.8人と、日本53.7人、米国42.3人等と比較して少なく、増加余地。また研究者あたりの補助員も最も多い。

出典:「科学技術指標2017」

◆ 中国の研究者数の増加率は顕著であり、2015年では161.9万人で米国(135.2万人、2014年)を超え1位。(ただし、中国は2009年から統計手法を変え、研究者の定義を「中級ポスト者及び大卒者以上」から「中級ポスト者及び博士号取得者以上」にランクを上げた。これにより研究者数が一時的減少)

8. 論文の国際共著に見られる国際共同の伸び



出典: NISTEP 調査資料-262「科学研究のベンチマーキング2017ー論文分析でみる正解の研究活動の変化と日本の状況ー」(2017)

9. 米国の協力相手はもはや中国

	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
全分野	中国 21.2%	英国 13.5%	ドイツ 11.9%	カナダ 10.7%	フランス 7.9%	イタリア 6.9%	オーストラリア 6.3%	日本 5.8%	韓国 5.5%	スペイン 5.2%
化学	中国 28.8%	ドイツ 10.0%	英国 8.0%	韓国 7.2%	フランス 6.0%	日本 5.4%	カナダ 5.1%	イタリア 4.6%	インド 4.4%	スペイン 4.1%
材料科学	中国 37.7%	韓国 11.8%	ドイツ 7.5%	英国 6.4%	日本 4.7%	フランス 4.4%	カナダ 4.2%	インド 3.9%	オーストラリア 3.5%	イタリア 3.0%
物理学	ドイツ 23.2%	中国 20.4%	英国 19.3%	フランス 15.7%	イタリア 11.9%	日本 10.1%	カナダ 9.8%	スペイン 9.6%	ロシア 8.2%	スイス 7.9%
計算機・数学	中国 27.5%	英国 8.6%	カナダ 8.0%	ドイツ 7.7%	フランス 7.4%	韓国 5.6%	イタリア 4.9%	スペイン 3.8%	イスラエル 3.6%	オーストラリア 3.4%
工学	中国 32.7%	韓国 8.5%	カナダ 6.6%	英国 6.2%	ドイツ 5.2%	フランス 4.8%	イタリア 4.7%	オーストラリア 3.5%	日本 3.4%	イラン 3.2%
環境・地球科学	中国 22.8%	英国 15.3%	カナダ 12.9%	ドイツ 11.4%	フランス 9.5%	オーストラリア 9.2%	スイス 5.1%	イタリア 5.0%	日本 5.0%	スペイン 4.8%
臨床医学	英国 15.7%	カナダ 14.9%	中国 14.2%	ドイツ 12.4%	イタリア 9.8%	オランダ 7.6%	オーストラリア 7.6%	フランス 7.3%	日本 5.9%	スペイン 5.7%
基礎生命科学	中国 18.7%	英国 13.5%	ドイツ 10.9%	カナダ 10.7%	フランス 6.9%	オーストラリア 6.6%	イタリア 5.9%	日本 5.9%	オランダ 4.9%	スペイン 4.8%

日本
13位

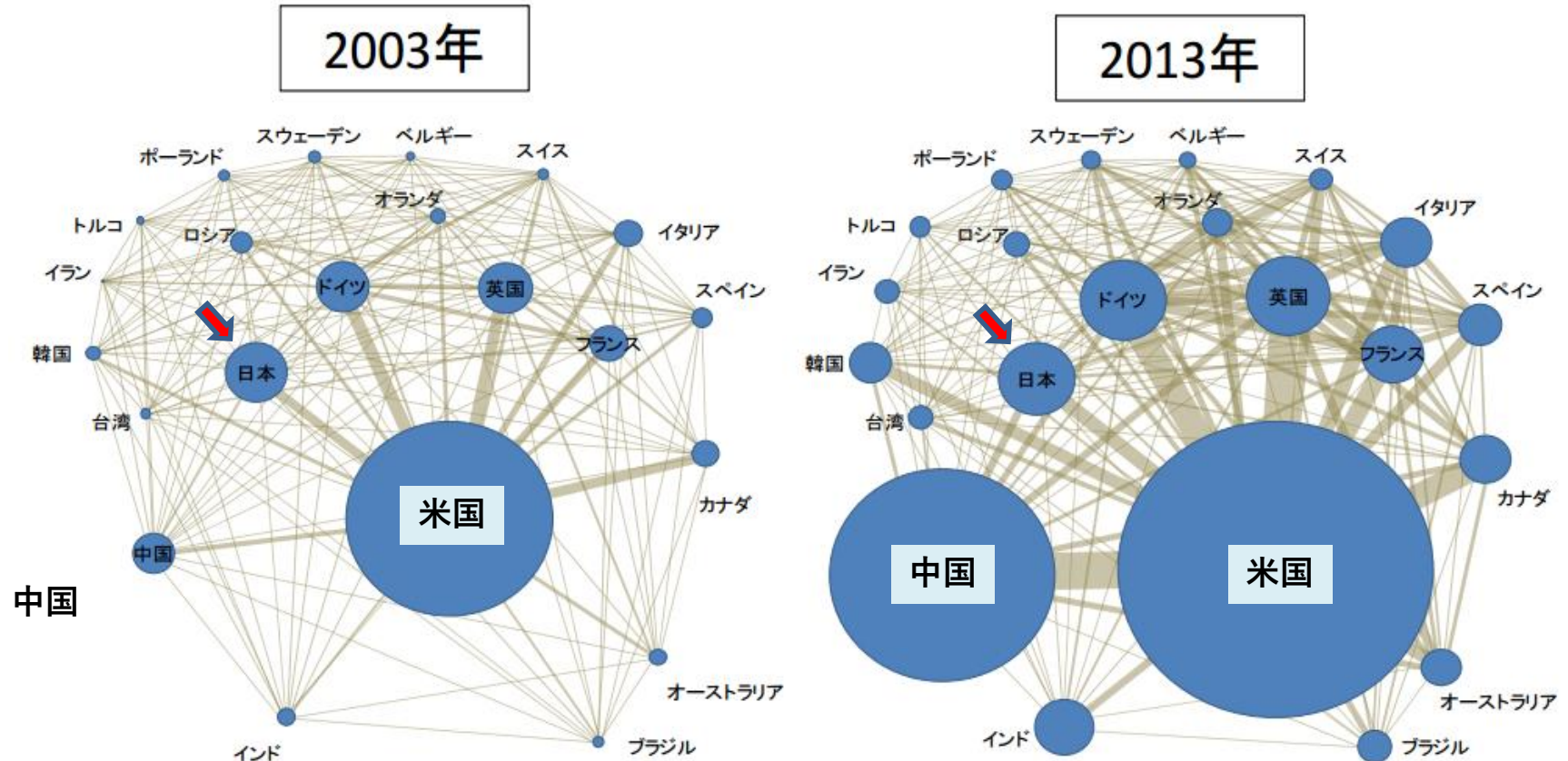
(注) 整数カウント法による。矢印始点●の位置は、2003-2005年の日本のランクである。矢印先端が2013-2015年の日本のランクである。シェアは、米国における国際共著論文に占める当該国・地域の割合を指す。

クラリベイト・アナリティクス社 Web of Science XML (SCIE, 2016年末バージョン)を基に、科学技術・学術政策研究所が集計

◆ 日本は2003年から10年間で相手国の第4位から第8位に転落。調査8分野すべてで低下。中国は現在、相手先として総合1位であり、8分野中6分野でも1位と強固な協力関係にある。

10. 世界の1極となりつつある中国

論文の国際共著関係の相関図



- 注: 1. 各国の中心点は両時点で見ても固定である。各国の円の大きさは当該国の科学論文(学術誌掲載論文や国際会議の発表録に含まれる論文等)の数を示している。
2. 国間の線は、当該国を含む国際共著論文数を示しており、線の太さは国際共著論文数の多さにより太くなる。
3. 整数カウントにより求めている。中国の論文数が増加し、欧米諸国の国際共著関係が強化している。

資料: エルゼビア社スコパスに基づいて科学技術・学術政策研究所作成

11. 科学技術イノベーションを政策の中心課題へ

- ・「国民経済・社会発展13次五カ年計画」「国家イノベーション駆動型発展戦略綱要」及び「国家中長期科学技術発展規画綱要2006～2020年」に踏まえて基本政策を策定
- ・2020年までに、イノベーション型国家の仲間入りに向けた科学技術イノベーション五カ年計画

＜科学技術振興における問題意識＞

- ・イノベーション能力がまだ低く、独創的な研究が少ない
- ・重要な領域におけるコア技術の不在
- ・ハイレベル研究者、技術者が不足
- ・グローバル・バリュー・チェーンのローエンドにいる中国企業が多い
- ・古い考え方や他の深層的な制度上の問題が科学技術改革の妨げになる

12次五カ年計画 ⇒ 13次五カ年計画

- ・12次五カ年期間においては、中国政府はまだ科学技術を産業や経済には直結しない要素だと認識され、優先順位は低かった
- ・13次五カ年期間中、中国政府は科学技術イノベーションを経済・社会発展の原動力と位置づけこれらを踏まえた科学技術計画も改称（審議プロセスも変化）

「科学技術12次5カ年計画」 ⇒ 「科学技術イノベーション13次5カ年計画」

12. 政策の目標

- 2020年までに、中国の科学技術はキャッチアップ段階から「**キャッチアップ・併走・先導**」併存の段階へ邁進、イノベーション能力を世界15位にランク上げ

科学技術イノベーション 13次五カ年計画 数値目標

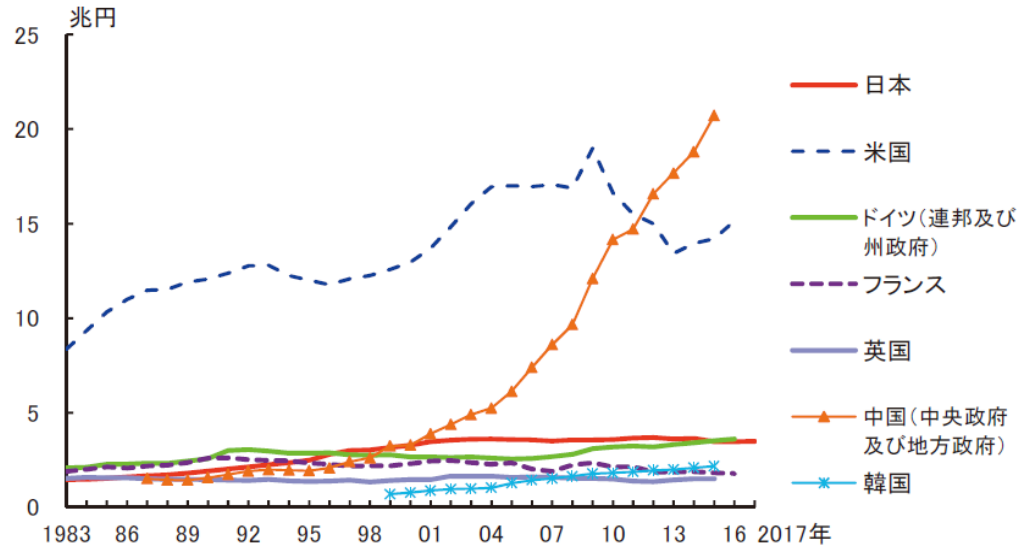
指標	2010年	2015年	2020年
国家イノベーション能力ランキング	—	18位	15位
研究開発費対GDP比	1.75%	2.1%	2.5%
研究開発者数/就業者人口1万人	33(人年)	48.5(人年)	60(人年)
ハイテク企業売り上げ(兆元)	—	22.2兆元 (約355兆円)	34兆元 (約544兆円)
知識密集型サービス業増加値/国内総生産(GDP)	—	15.6%	20%
「規模以上企業」の研究開発費/売り上げ	—	0.9%	1.1%
国際科学論文被引用回数ランキング	世界8位	世界4位	世界2位
PCT特許出願数	—	3.05万件	倍増
発明型特許保有件数/人口1万人	1.7件	6.3件	12件
全国技術取引契約額	3906億元 (約6.2兆円)	9835億元 (約15.7兆円)	2兆元 (約32兆円)

13. 研究のための人材と資金の確保・拡大

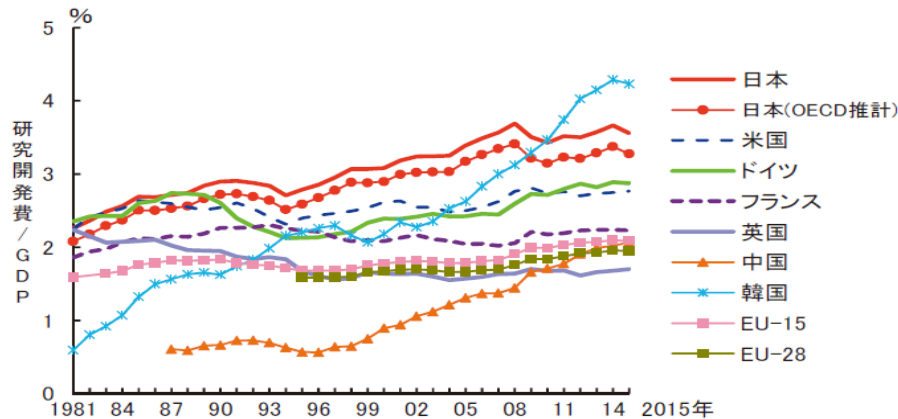
- 人材をイノベーション創出の第一条件とする
 - 人材には、研究者、技術者、管理型人材、起業人材が含まれる
 - 研究機関と大学の協力によって、研究の現場で人材を育成する
 - 海外の優秀人材を誘致し、将来的に競争的研究資金は海外人材も提供
 - 科学技術人材に対して、異なる評価手法を導入
⇒ 優秀な人材の確保（国内回帰の促進・外国人研究者の活用）
-
- 研究開発費対GDP比を2020年までに2.5%（2015年2.1%）にして経済規模に見合った科学技術先進国水準とする
 - 中所得国家の罫から脱出し、産業構造のグレードアップ及び国民経済の牽引力の転換には、科学技術が不可欠
 - イノベーション創出に向けて、改革を深化する
⇒ **政府研究投資予算の増大**（「科学技術進歩法」（2008年改訂・「科学技術投資の増加率は国家財政収入の増加率を上回ること」））、**関連機関・資金制度の改革**

14. 主要国等の政府研究開発投資の推移

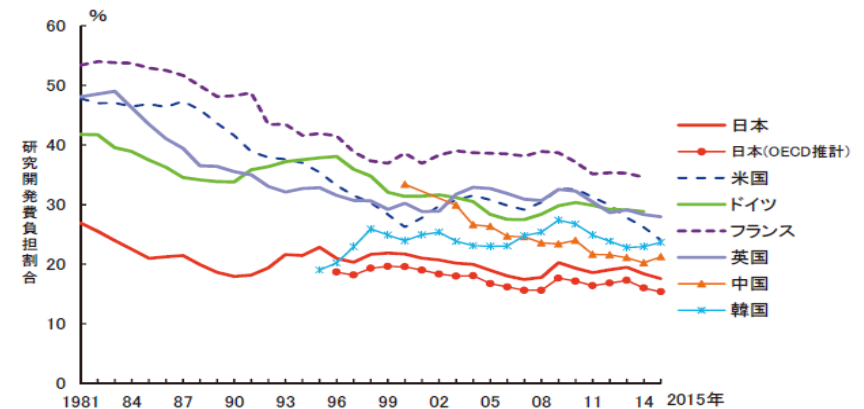
科学技術予算総額(OECD 購買力平価換算)の推移



主要国の研究開発費総額の対 GDP 比率の推移



主要国における政府の研究開発費負担割合の推移



15. 中国の教育事情(2014年)

【前期中等教育】(初級中学)

- <学校数> 5.26万校 うち私立校4,743校(9%) 日本は1.1万校(うち私立7%)
<在校生数> **4,384.63万人** 日本は**350.4万人**
<総在学率> 103.5%(小学校からの進級率**95.1%**)

【後期中等教育】(高級中学)(※職業教育を行う後期中等教育機関等も含む)

- <学校数> 2.57万校 うち私立校4,785校(18.6%) 日本は5千校(うち私立26%)
そのうち普通教育1.33万校 うち私立2,442校(18.4%)
<在校生数> **4,170.65万人** 日本は**333.4万人**
そのうち普通教育2,400.47万人
<総在学率> **86.5%** 日本の高校入学率は**98%**

【高等教育】(大学・専科・職業技術学院)

- <学校数> 2,529校 うち大学は**1,202校**(うち私立728校)
日本の高等教育機関は1,212校、大学は**781校**(うち私立603校)
<在校生数> **3,559万人** 日本の高等教育機関は308万人、大学は**255.2万人**
<総在学率> **37.5%**(大学のみの場合) ⇒2020年までに43%へ 日本の大学・短大は**54%**
<大学院教育機構数> 788箇所 (大学機関:**571校**、研究機関217箇所) 日本は**623校**
<大学院生数> **184.7万人** 日本は**25.1万人**

◆ 他の新興国に比べて圧倒的に高い進学率。全国的な教育熱もあり平均レベルが高い。

16. 世界ランキングで日本を抜いた中国の大学

アジアランキング

中国の大学（香港を含む）

1	香港科技大学（3位）
2	香港大学（5位）
3	清華大学（6位）
4	復旦大学（7位）
5	香港城市大学（8位）
6	北京大学（9位）
7	香港中文大学（10位）
8	浙江大学（21位）
9	上海交通大学（22位）
10	中国科学技術大学（23位）
11	南京大学（26位）

出典：QSアジア大学ランキング2017-2018

日本の大学

1	東京大学（13位）
2	東京工業大学（14位）
3	大阪大学（15位）
4	京都大学（17位）
5	東北大学（20位）

（参考）世界ランキング2017
北京大学（27位）
シンガポール国立大（22位）
清華大学（30位）
香港大学（40位）
東京大学（46位）
・・・
京都大学（74位）

出典：The Times Higher Education Asia
University Rankings 2018

17. 中国人大学生のグローバル化

(中国から海外への留学生の拡大)

- ・中国から海外の大学等への留学生は2015年度で**52.4万人**。
- ・中国から**海外の大学院へ進学する4割が米国へ**留学。英・豪州（いずれも10%以上）に次いで**日本は第4位（8%）**
- ・中国のトップ大学である**北京大学や清華大学等の留学生は、6～7割が米国**に留学。
- ・**日本から見た場合、大学院留学生の6割**を占め、日本にとっての中国の比重は大きい。
- ・米国への留学生数で中国が日本を抜いたのは、1999/2000年。
- ・米国や豪州でも大学院への留学生の35%、英国では24%、韓国では50%を中国人留学生が占めるなど、世界各国の大学において中国の存在感は大きくなっている。
- ・非英語圏でもフランスは、中国人留学生や研究者が約3万人であり、国別では2番目。

(中国への留学生も世界中から増加)

- ・2011年に始めて29万人を超えた中国への留学生数は、**2015年には40万人**と4年間で急増。

2011年は、韓国、アメリカ、日本の順。

2015年には、韓国、アメリカ、タイ、インド、ロシア、パキスタンに次いで**日本は第7位に低下**（2011年の17,961人から14,085人に4千人近く減少）

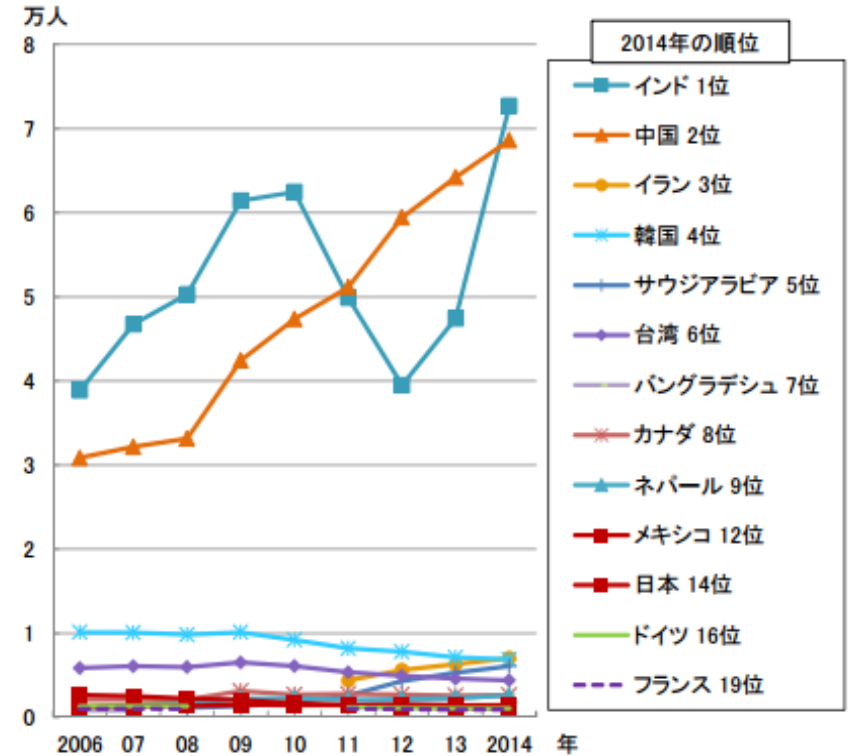
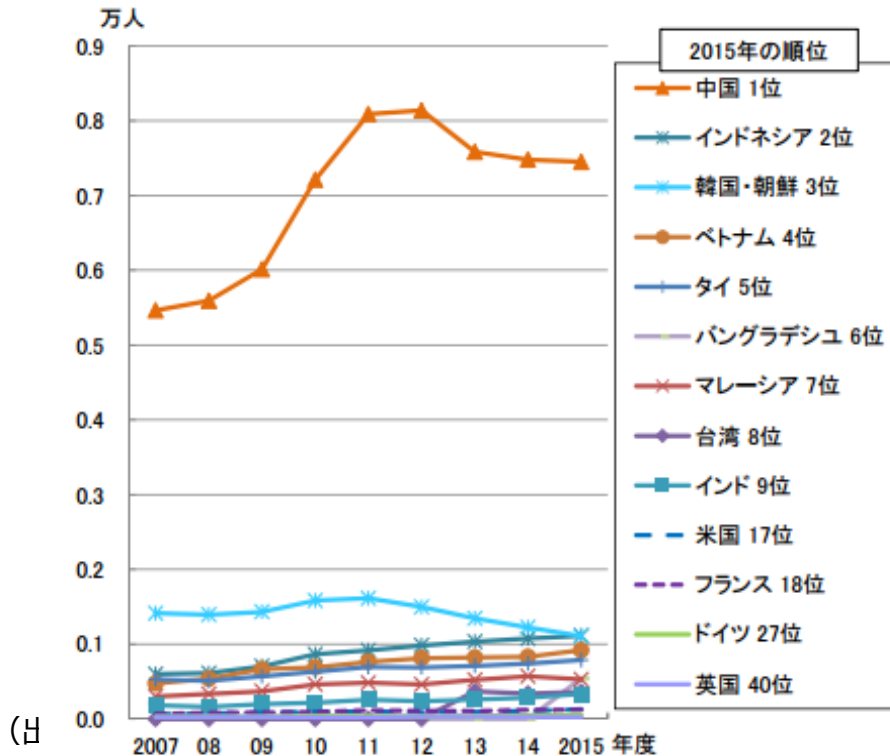
- ◎主要国の中国への留学生数は、減少に転じているが、数年前に比べれば増加。アジア諸国の中国留学が増加、またアフリカ等からも政策的に招聘。

18. 米国の研究を支える中国人

日本と米国における外国人大学院生の状況

(A)日本:自然科学分野

(B)米国:科学工学分野



(出)

◆ 日本における外国人大学院生は、中国人が最も多く、2015年度で約0.7万人。米国に対しては中国のさらに優秀な層の学生が留学し、インドとともに研究を支えている。トランプ政権の影響（研究費減・外国人問題等）はあるのか？

19. 科学技術力の国際比較

論文等のエビデンスは中国の躍進を示すが、我が国の研究者は実際にどのように感じているのか。

中国が強い・力を入れている分野 (例)

- 環境エネルギー 米国～欧州＞日本＞中国～韓国
- ライフサイエンス・臨床 米国～欧州＞日本＞中国～韓国
- 情報科学技術 米国＞欧州＞日本＞中国～韓国
- ナノテクノロジー・材料 米国～欧州～日本＞韓国～中国

太陽電池、水素エネルギー製造/貯蔵/利用?...

環境/ストレス応答(植物学)、動物ウイルス...

集積集積(高周波、アナログ)、光通信、光メモリー、ネットワークシステム、情報通信端末...

ナノ空間・メソポーラス材料、新型超伝導材料、単一分子分光、ポリマー、分子触媒...

宇宙・原子力・スパコン・量子通信・AI・ロボット・先進製造・電気自動車・無人走行...

(出典) JSTの研究開発の俯瞰報告書(2015年)等に基づき作成

- ◆ 我が国の研究者の評価では、中国は分野、基礎・応用を問わず、まだまだ欧米・日本に遅れているとの評価だが...

20. 論文被引用上位者の検定

- 注目する対象者: Highly Cited Researchers 2015 (2003年から2013年の11年間を対象として、トムソン・ロイター社が21分野のTOP1%科学論文の著者の中から約3,000名をリストアップ)

(中国)

- Highly Cited Researchers 2015の中で、中国の研究者は115名。リストにあるが、特定できない研究者が115名以外に3名存在。
- 中国科学院32名、北京大学6名、清華大学5名、浙江大学、復旦大学、東北師範大学、中国科学技術大学、ハルビン工業大学がそれぞれ4名など。
- 分野は、材料科学32名、化学32名、工学27名、数学13名、地球科学7名、物理学6名など。

(日本)

- 日本の研究者は79名。このうち、日本人は74名、日本の研究機関で研究を行っている中国人研究者が4名、ロシア人研究者が1名。所属は理化学研究所12名、東京大学9名、大阪大学8名、京都大学7名など。分野は、植物・動物学28名、免疫学18名などが目立ち、中国研究者に多い分野では、化学5名、物理学5名、材料科学4名、工学4名などと比較的少ない。

21. 科学技術力の国際比較

- ノーベル賞、ガードナー賞など比較的著名な34賞を調査
- 115名の**中国大陸**の研究機関に所属する研究者の受賞は**ゼロ**
- 79名の**日本**の研究機関に所属する研究者の受賞は下記の**4名**
 - 坂口 志文:免疫学 大阪大学、 山中 伸弥:生物学と生化学 京都大学
審良 静男:生物学と生化学 大阪大学、 谷口 維紹:免疫学 東京大学
- 国際学会賞など範囲を拡げて調査を行った結果、中国の研究者**7名**がリストアップ。
 - 趙東元: 化学、材料科学 復旦大学、 陳化蘭: ウィルス学 中国農業科学院、
成会明: 化学、材料科学 科学院金属研究所、 卢柯: 材料科学 科学院金属研究所、
龚流柱: 化学 中国科学技術大学、 施章傑: 化学 北京大、
方 忠: 物理学 科学院物理研究所

◆ 中国の場合、リストアップされた115名の研究者のうち7名しか国際学会等の賞を受賞していない。被引用回数の多さが、専門家による国際的な評価に必ずしも結びついていない。科学論文等の数量的には飛躍しているものの、科学的・学問的な価値やイノベーション創出に結びついていない？

22. Highly Cited Researchers2016 研究者数(国別) ～国際学会賞の受賞者数～

Top1%論文数順位 (2011～2013年) 全分野	国名 (1位の米国は除く)	Highly Cited Researcher 2016 に 選出された研究者数 (2016年11月4日時点)	国際学会賞受賞者数(%)
2	中国	115名(2015年)	7名(6%)(2015年)
3	英国	308名	120名(39%)
4	ドイツ	179名(82%がドイツ国籍保有)	79名(45%)
5	フランス	88名	29名(33%)
6	カナダ	97名	19名(20%)
7	イタリア	48名	13名(27%)
8	オーストラリア	112名	35名(31%)
9	オランダ	94名	40名(43%)
10	スペイン	52名	22名(42%)
11	スイス	71名(32%がスイス国籍保有)	18名(25%)
12	日本	74名	31名(42%)
22	フィンランド	15名	2名(15%)

23. 中国の研究者の論文で、 被引用回数の多さが論文の質につながらない理由

- 中国では研究者・研究機関の評価を上げるため、被引用回数を多くすることが「自己目的化」している？被引用回数の増加を自己目的化することは、伝統的な西欧流の科学の発展によくないと考えるべきであるが、中国でそのような考えは希薄。
- 西欧流の科学が以下のような理由からまだ十分に中国で根付いていない？
 - 採用・昇進などの評価で、数量的なデータが重視される
 - 西欧流の科学研究は1976年の文革後であり、歴史が浅い
 - 文革の10年間の空白期間があり、50歳後半以降の指導者が少ない
 - 真理を追究する科学文化や科学者を尊敬する世論が育っていない
- しかし、宇宙・原子力・スパコン・量子科学など世界トップレベルの分野が増大していることも事実

24. (例) スパコン開発に見る中国の躍進

2017年11月のスパコンランキング

(カッコ内は2017年6月の順位、グリーン500は前回とすべて入れ替わり前回国名のみ)

	TOP500			HPCG			グリーン500		
	単純な計算速度			工学などで使う複雑計算			省エネ性能		
順位	(前回)	機種	国	(前回)	機種	国	(前回国)	機種	国
1位	(1)	神威太湖之光	中国	(1)	京	日本	日本	菖蒲	日本
2位	(2)	天河2号	中国	(2)	天河2号	中国	日本	睡蓮2	日本
3位	(3)	ピッツダイト	スイス	(4)	ピッツダイト	スイス	日本	さくら	日本
4位	(69)	曙光	日本	(5)	Oakforest	日本	日本	DGV サターンV	米国
5位	(4)	タイタン	米国	(3)	神威太湖之光	中国	英国	曙光	日本

- ◆ 計算速度では中国が10連覇(5年連続)、「神威」等が米国を圧倒。他に日本の「Oakforest」は9位、「京」は10位に低下。中国はチップも当初のIntel製からほぼ全て中国製に。但し、実用的な演算においては日本の「京」、省エネ性も日本に強み。

25. スパコン運用台数

中国は、運用台数でも圧倒的世界一に

世界ランキング「TOP500」の国別台数シェア

- 2015年6月期のTOP500スパコンの台数
米国:233台、日本:40台、中国:37台、ドイツ:37台
- 2016年6月期のTOP500スパコンの台数
中国:168台、米国:165台、日本:29台、ドイツ:22台
- 2016年11月期のTOP500スパコンの台数
中国:171台、米国:171台、ドイツ:31台、日本:27台
- 2017年6月期のTOP500スパコンの台数
中国 200台 + 米国 145台 + 欧州 53台 + 日本 35台
- 2018年6月期のTOP500スパコンの台数(予測)
中国:3**台 >>> 米国:**台 + 欧州:**台 + 日本:**台

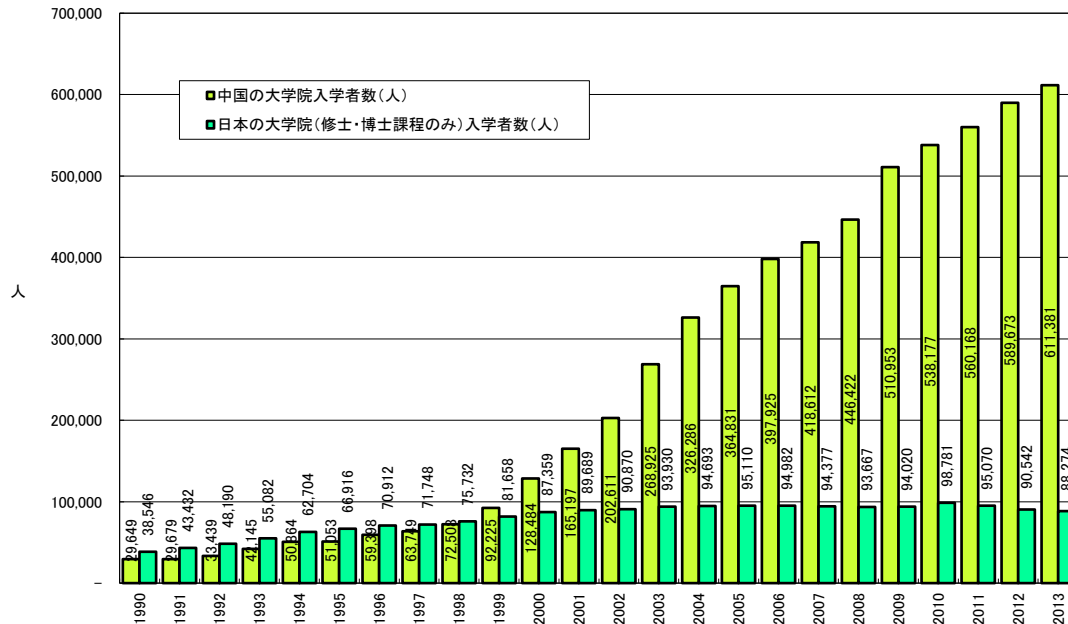
(出典) (株) PEZY.Computing 齊藤元章氏による (2017年11月、日経コンピュータ)

26. 中国の科学技術の強み

- 国家としての明確な目標、選択と集中
- 科学技術活動への資源投入の豊富さ
 - ・研究開発投資の拡大、競争的資金の充実
- 人材の拡大、若手人材の豊富さ
- 産学官連携の発展
- 欧米との国際連携の強さ、活発な人材流動
- 研究環境の整備
 - ・世界トップレベルの研究施設・機材、豊富な研究補助員
- 成果に対する報償と必罰

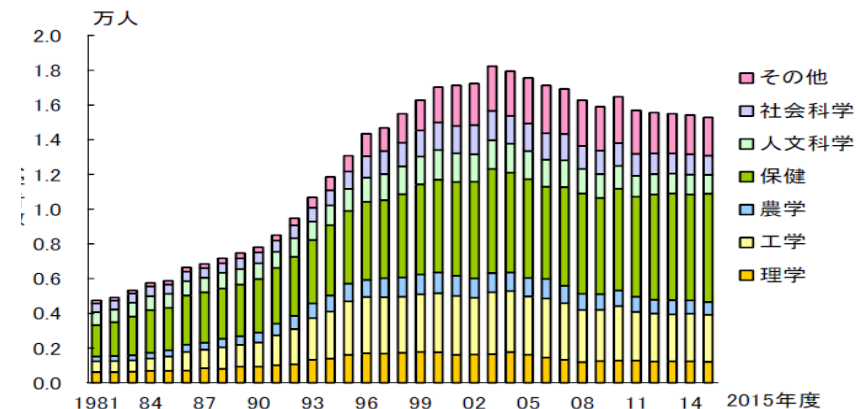
27. 日本の研究者の供給も頭打ち

日本と中国の大学院における入学者数の推移(1990-2013年)



日本の博士課程入学は2003年度をピークに減少

(A)専攻別入学者数の推移(博士課程)

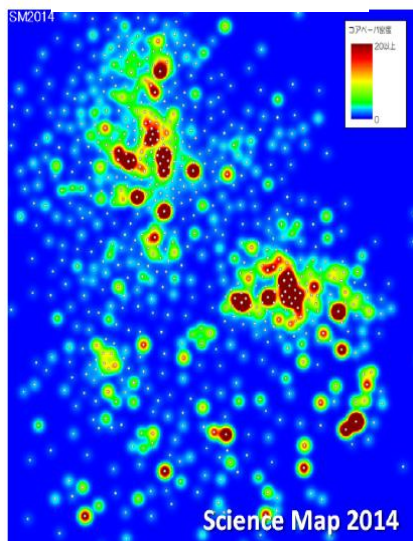


日中の大学院入学者数は、1999年に逆転、2013年、中国の大学院の入学者数が611千人となり、日本の6.9倍。その数は日本の4年制大学の入学者数(61.7万人)とほぼ同じ。中国の大学生の60%は理系(日本は25%程度)。博士課程では工学科(41%)、理学(18%)、医学(11%)の順で工学系に集中。

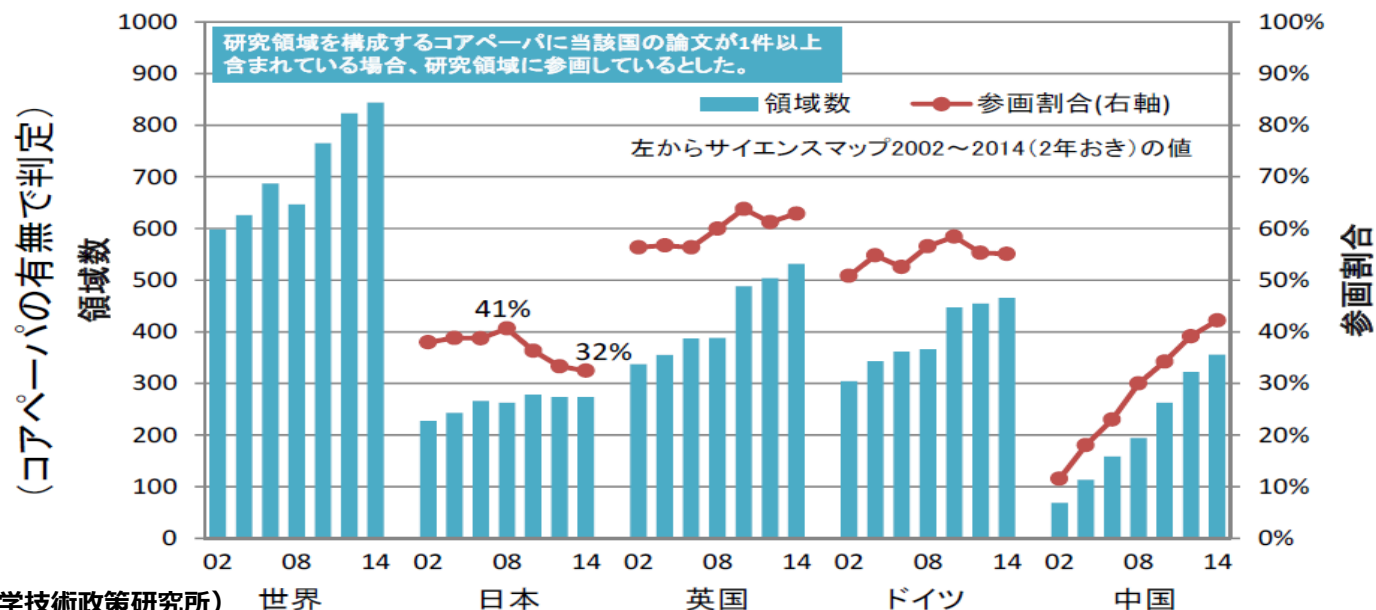
28. 新規研究領域への挑戦

- 日本の参画領域数：サイエンスマップ2008以降は停滞傾向
- 日本の参画領域割合：41%(サイエンスマップ2008)→32%(サイエンスマップ2014)
- 英国やドイツ：参画領域数は増加、参画領域割合も5～6割を維持
- 中国：急激に参画領域数及び参画領域割合を増加

研究領域(844)



＜サイエンスマップにおける日英独中の参画領域数(コアペーパーでの参画)の推移＞



(出典) サイエンスマップ2014 (科学技術政策研究所) 世界

◆ TOP 1%論文のグループ化から得られたサイエンスマップによると、中国は研究に参加する領域を確実に増やしている一方、日本は新たな領域への挑戦が少なく固定化している恐れ。

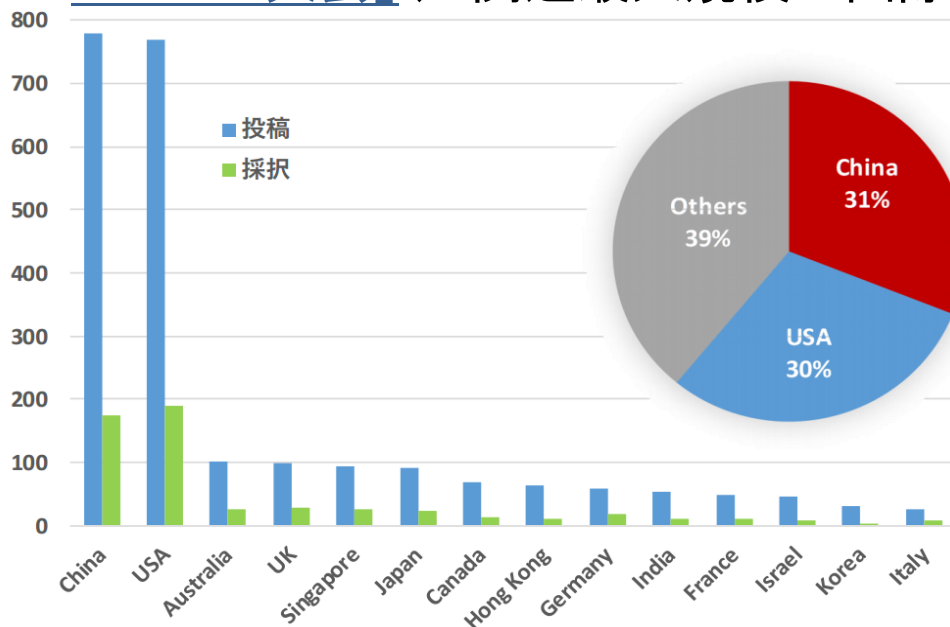
29. 中国の新たな分野への柔軟な対応

例：人工知能に関する論文投稿・発表数

(出典) CRDS海外トピックス情報より

「AAAI17大会」(AI関連最大規模の国際会議)論文投稿数と採択数(国別)

◎2017年2月4日～9日 @米国・サンフランシスコ



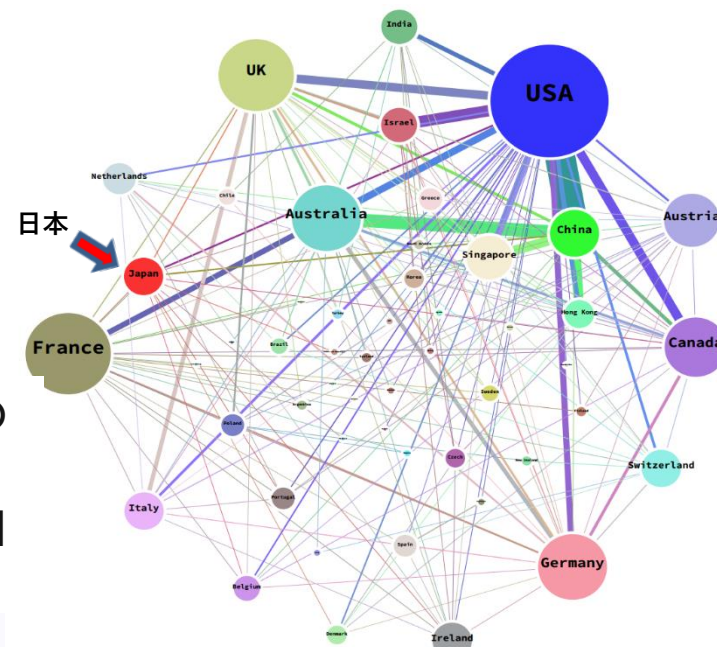
投稿数で中国が米国を抜き、発表数で米国に迫る(採択率24%)

➤ 質量とも存在感を高めている

国際共著関係(2010-2015年合算)

➤ 共同研究においては、米国と中国の共著が80件と最も多い

➤ 日本は他国との共著が少ない(米国と共著:6件、中国と共著:5件)

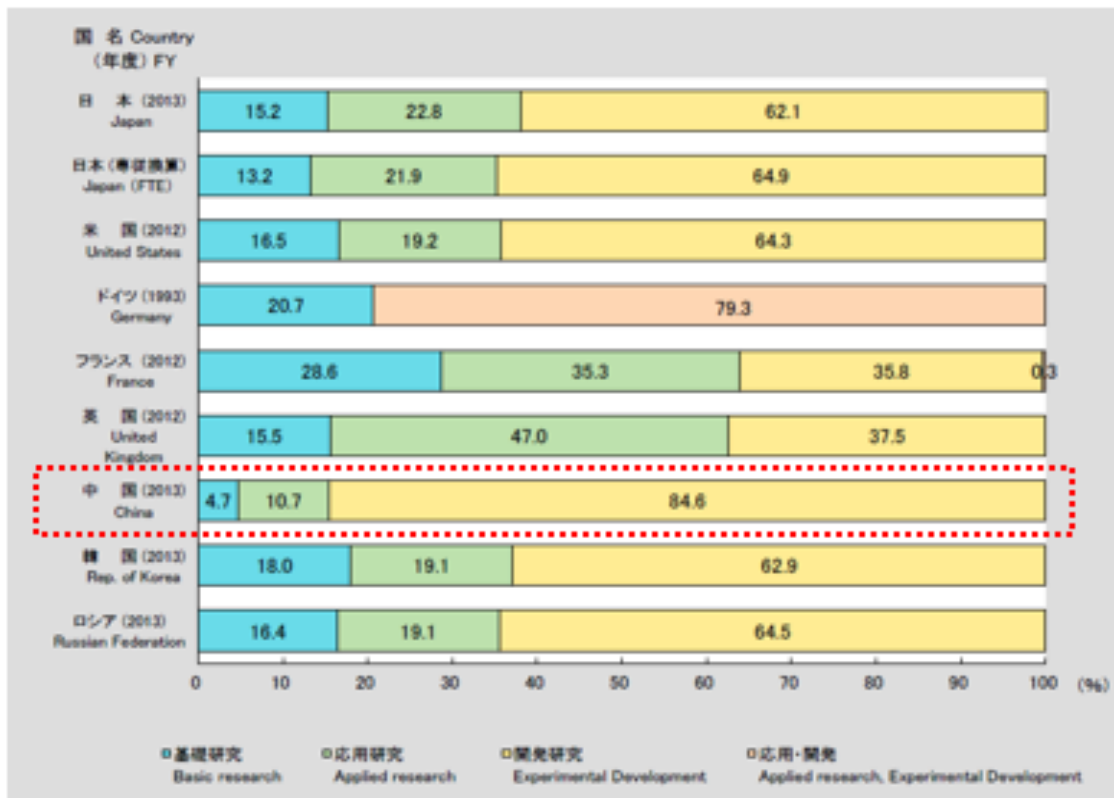


30. 中国の科学技術の弱み

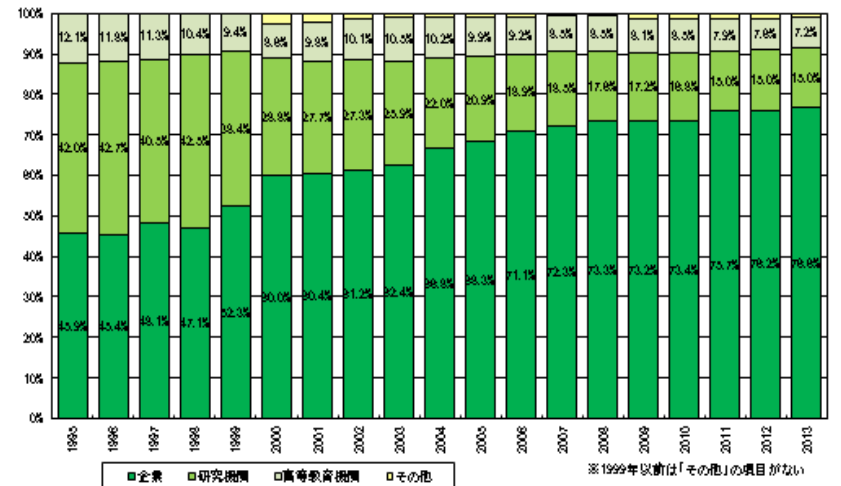
- オリジナリティの不足、所詮は集中的な後追い研究？
 - ・基礎研究・継続的な研究の軽視
- 中国独特な体制問題(特権、政治/行政的関与、等級化)
 - ・「世界最先端」、「〇位」ばかりが強調され自己目的化
 - ・過度の選択と集中は脆弱性を増す
 - ・先端施設・設備が使い切れていない
 - ・科学に本来必要な自由な環境の欠如
- イノベーションの実現が目標として強調されるが、その道のりは平坦でないことへの理解不足(魔の川、死の谷、ダーウインの海)
- 研究機関同士の連携が弱い、オープンイノベーションの時代への脱皮必要、国内での重複が激しい
- 連携の基盤となる知財重視の姿勢・透明性に欠ける
- 研究に対する基本姿勢？(研究不正、データ管理、研究指導、権威主義)

31. 基礎研究の弱さ

主要国の研究開発費の性格別構成比



組織別研究開発費支出の内訳の推移(1995-2013年)



(出典) 中国科学技術の概況2016 (JST/CRCC)

◆ 2013年、中国の研究開発費の使用では、「開発研究」が他の主要国より多く、84.6%を占めており、「基礎研究」の割合は4.7%と大変に小さい。これは研究開発支出の内訳における「企業」の比率が急速に拡大していることにも原因がある。

32. 異例であったノーベル賞受賞

2015年ノーベル医学・生理学賞受賞

○中国科学界が熱望した**自然科学分野**で**中国初の受賞**
(参考)日本22人、特に2000年以降は17人(米国に次いで2位)

○関係者の中では、様々な評価あり

- ・「**三無科学者**」 留学なし、博士号なし、科学院士でもなし
- ・海外研究者と国内研究者の戦い？

○中国科技分野における問題及び欠点の再考察が迫られる
・最も重要な問題は「**三化**」(過度な行政化、特権化、等級化)

Q. 今後、中国人のノーベル賞受賞ラッシュはあるか？

- 日本も20～30年前に科学技術予算が急速に伸び、その結果が今のノーベル賞ラッシュに繋がっている。中国もいずれそうなるといふ見方。
- 予算が増えたから、オリジナルな研究が生まれるというものではない。
研究者が自由に考え、じっくり研究に取り組める環境が最も重要



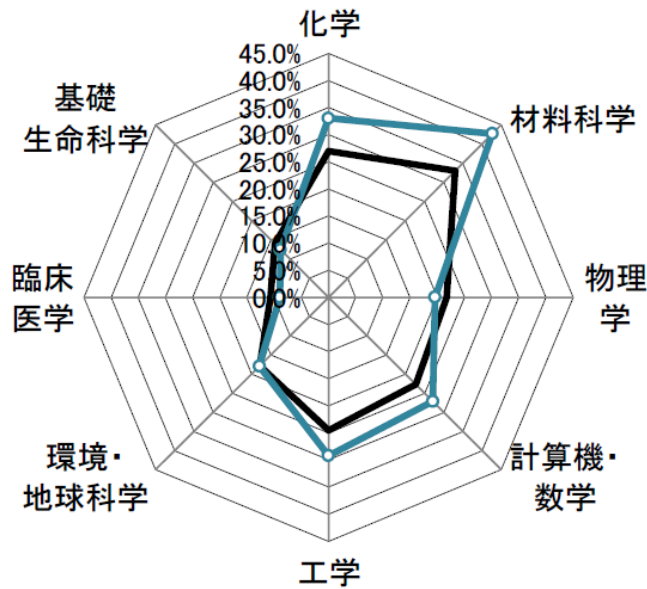
屠呦呦氏 1930年生

受賞理由: マラリアに対する新たな治療法に関する発見

33. 科学技術分野の偏り

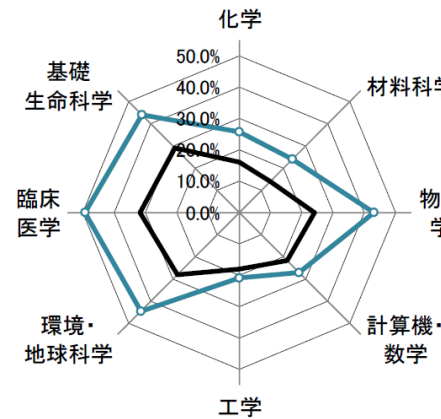
日米中の全論文・国際共著論文の分野別比率

中国 ポートフォリオ (2013-2015)



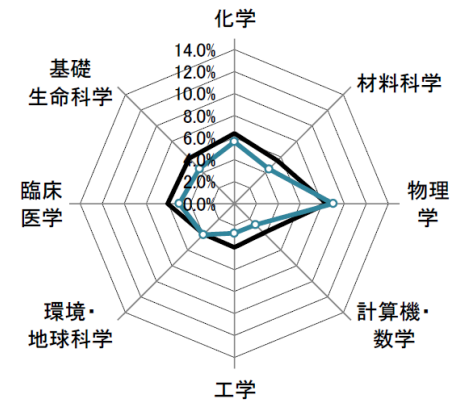
米国

ポートフォリオ (2013-2015)



日本

ポートフォリオ (2013-2015)



— 論文世界シェア — Top10%補正論文世界シェア

— 論文世界シェア — Top10%補正論文世界シェア

(出典) 科学研究のベンチマーキング2017 (科学技術政策研究所)

◆ 中国は化学、材料科学、計算機科学・数学、工学で存在感を示している。他方、バイオ、医療系では力不足で偏りが見られ、強化政策がとられている。

34. 中国の科学技術国際協力の相手

主要な国際共著相手国・地域(2013-2015年、%)

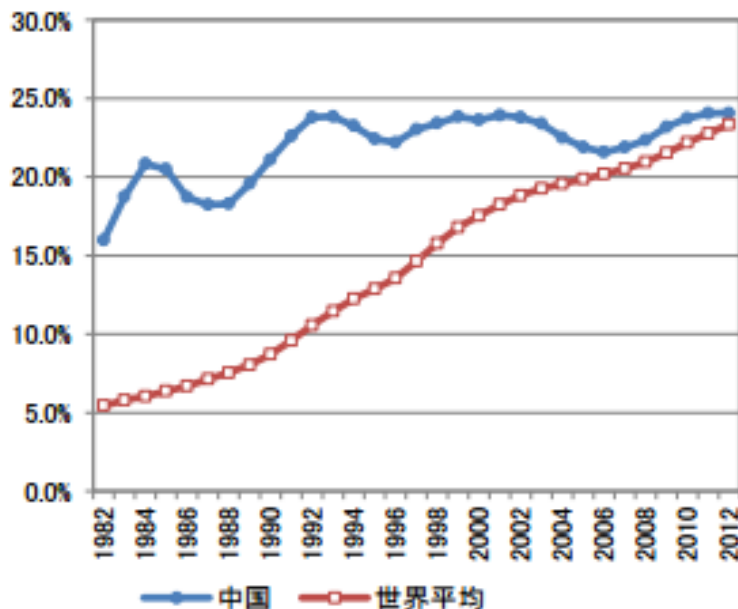
	1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	9位	10位
全分野	米国 47.3%	英国 10.1%	オーストラリア 9.2%	日本 7.7%	カナダ 7.4%	ドイツ 7.3%	フランス 4.6%	シンガポール 4.4%	韓国 4.0%	台湾 3.4%
化学	米国 39.6%	日本 9.0%	オーストラリア 7.9%	英国 7.7%	ドイツ 7.4%	シンガポール 6.0%	カナダ 5.7%	韓国 4.0%	フランス 4.0%	台湾 2.9%
材料科学	米国 37.6%	オーストラリア 11.0%	日本 10.6%	英国 8.6%	ドイツ 6.5%	シンガポール 5.9%	韓国 5.0%	カナダ 5.0%	フランス 3.5%	台湾 2.4%
物理学	米国 47.6%	ドイツ 17.4%	英国 14.3%	日本 11.8%	フランス 11.2%	イタリア 8.4%	オーストラリア 8.2%	ロシア 8.2%	スペイン 7.9%	韓国 7.1%
計算機・ 数学	米国 40.4%	英国 9.5%	オーストラリア 9.2%	カナダ 9.0%	シンガポール 6.3%	日本 4.6%	フランス 4.6%	台湾 4.5%	韓国 4.2%	ドイツ 3.5%
工学	米国 37.2%	英国 13.3%	オーストラリア 11.3%	カナダ 8.0%	シンガポール 6.7%	日本 5.9%	フランス 3.4%	ドイツ 3.4%	台湾 3.2%	韓国 2.9%
環境・ 地球科学	米国 47.2%	オーストラリア 10.8%	英国 10.1%	カナダ 9.7%	ドイツ 8.9%	日本 7.2%	フランス 5.3%	オランダ 3.5%	台湾 3.0%	スイス 2.2%
臨床医学	米国 61.6%	英国 10.6%	オーストラリア 9.5%	日本 7.3%	ドイツ 7.0%	カナダ 6.9%	韓国 4.4%	イタリア 4.0%	オランダ 3.7%	フランス 3.6%
基礎 生命科学	米国 56.1%	英国 8.0%	カナダ 7.5%	オーストラリア 7.5%	日本 6.8%	ドイツ 6.1%	韓国 3.4%	フランス 3.2%	シンガポール 2.4%	オランダ 2.4%

(出典) 科学技術政策研究所「科学研究のベンチマーキング2017」 矢印の意味はP.15の図表に同じ

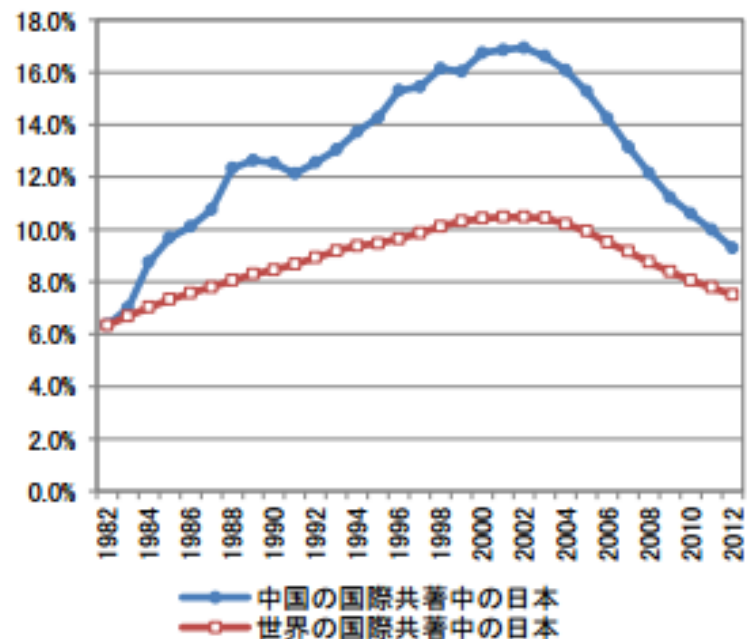
◆ 中国から見た国際協力の相手は、10年前に全分野で2位（割合16.1%）であった日本は、4位に後退、分野別でも化学を除き他のすべての分野で後退するなど協力相手としての地位が大きく揺らいでいる。

35. 低下する日中協力の比重

国際共著論文の比率 (3年移動平均、%)



国際共著中の日本比率 (3年移動平均、%)

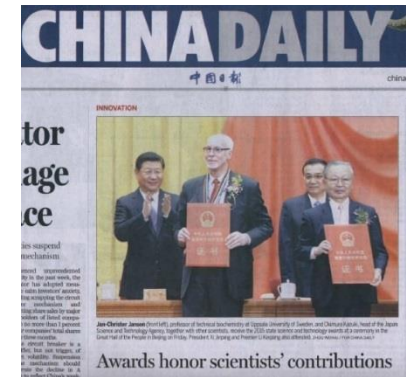


◆ 世界の国際共著における日本の比率が低下している以上に、日本と中国との関係が急速に希薄となっている。

36. JSTとして取り組んでいる活動

1. 科学技術面での人材・情報交流

- 優秀なアジアの青少年を日本へ短期招聘し、未来を担うアジアと日本の青少年が科学技術の分野で交流(2014年度2,945人(うち中国1,204)、15年4,226人(1,550)、16年度5,519人(1,808))する「**さくらサイエンスプラン**」の推進
- 中国文献DB作成、情報発信(「サイエンスポータル・チャイナ」、「客観日本」)



2. 日本の強みを活かす国際共同研究の拡大

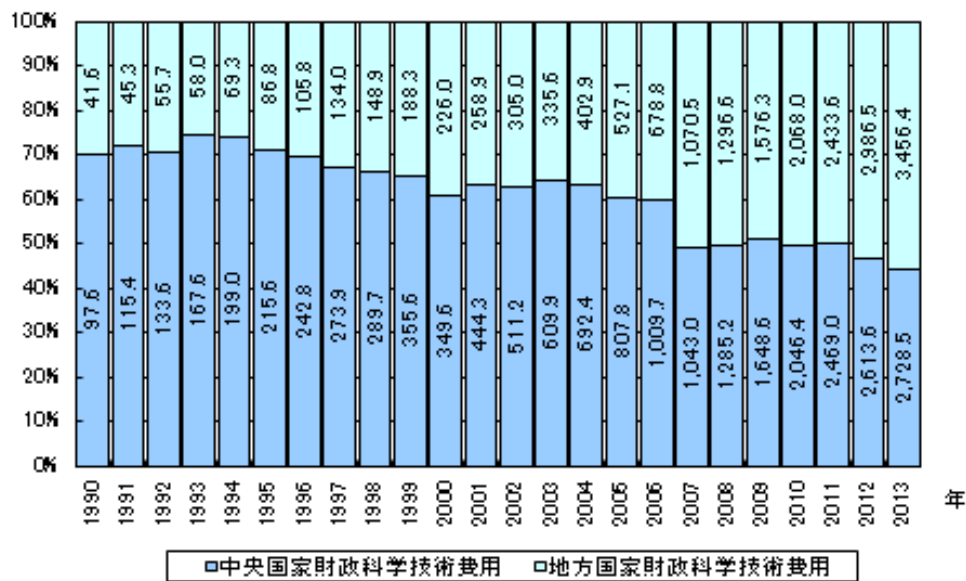
- 環境・省エネルギー、ロボット・センサー、高齢化社会対応、免疫・再生医療、感染症対策等
- 共同研究のプラットフォーム(拠点)作り

3. SDGs(国連2030年アジェンダ:持続可能な開発目標)等への共同の取り組み

37. 中国の潤沢な資金が海外の科学技術に向かう

中国地方政府の新たな動き

政府負担研究開発費の中央と地方の割合推移(1990-2013年)*



・中央から地方に科学技術資金の支出主体が移っている。地方の資金は批判の多い不動産開発等ではなく、将来のイノベーションを目指して科学技術へと向かっている？

・昨年後半以降、先進国において在外中国人の同窓会活動が活発化。地方政府や地方大学などの外国訪問が急増。在外で大学や企業に所属する中国人との接触、彼らの取り組んでいる研究や技術開発の成果へのアクセスが活発化。大使館も組織的に、これを支援。

