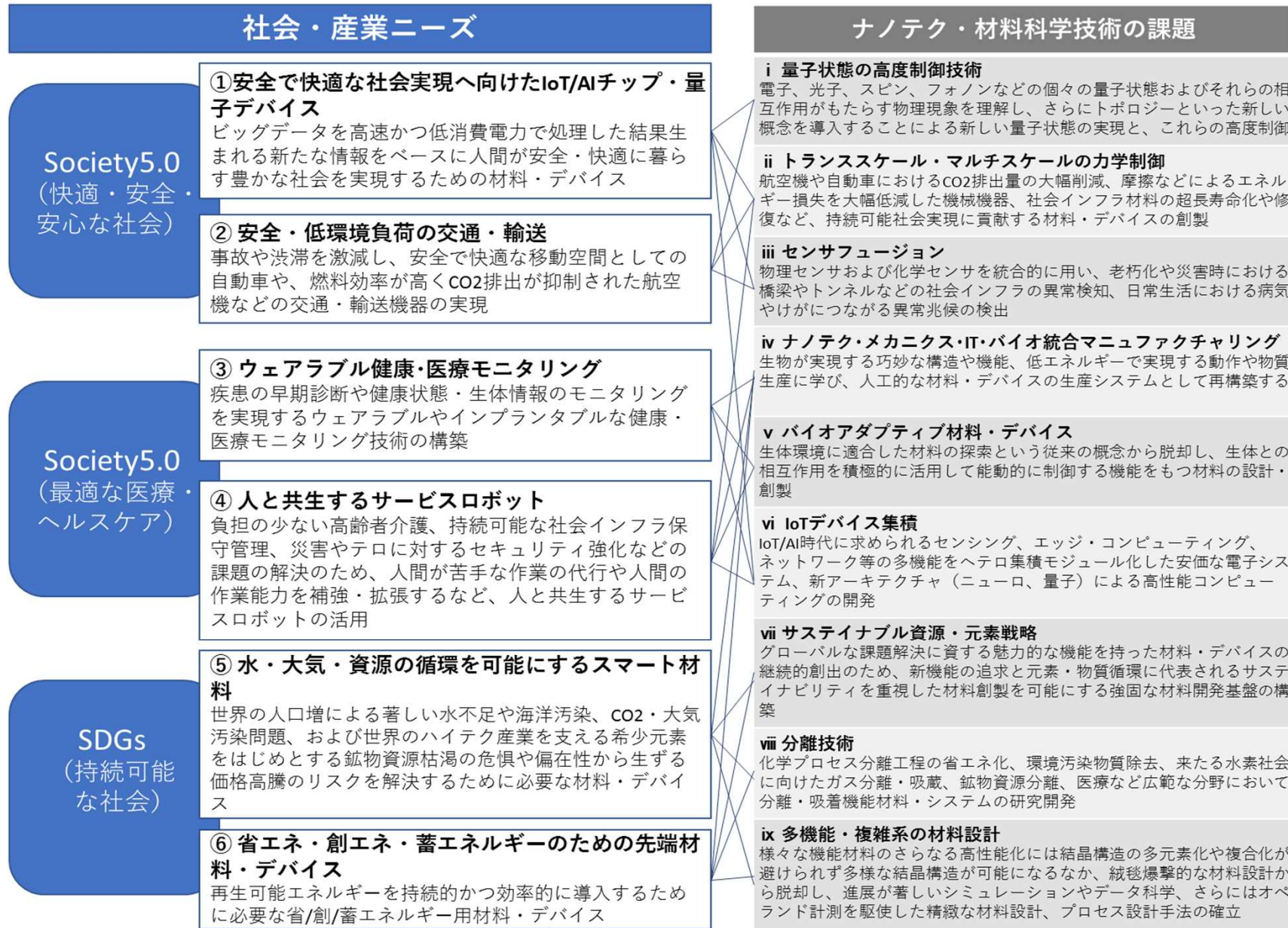


第6期科学技術基本計画に 向けた提言(案)

参考資料集

ナノテク・材料科学技術分野に対する社会的要請の例（1）



JST研究開発戦略センターまとめ

ナノテク・材料科学技術分野に対する社会的要請の例（2）

<p>貧困の撲滅</p>	<ul style="list-style-type: none"> 衣: 合成繊維(ナイロン、ポリエステル、など) 食: 脱脂粉乳、人工甘味料、など 住: 合板(ベニヤ、木質ボード) 	<p>製造消費</p>	<ul style="list-style-type: none"> 大量生産: オートメーション、ロボット 消費: 迅速な大量輸送(道路、輸送機器)
<p>飢餓の撲滅</p>	<ul style="list-style-type: none"> ナノ食材(吸収性・安定性・溶解性向上、食味改善、など) 衛生技術(ナノバブルを用いた殺菌・滅菌・洗浄、など) 	<p>気候変動</p>	<ul style="list-style-type: none"> (衛星搭載)地球観測センサ スーパーコンピュータ(地球シミュレータ)
<p>健康と福祉</p>	<ul style="list-style-type: none"> バイオチップ(診断デバイス) ナノドラッグデリバリーシステム ウェアラブルデバイス 人工感覚器 生体材料(再生医療材料) 	<p>海洋資源</p>	<ul style="list-style-type: none"> 計測技術 レアメタル、レアアース
<p>水とトイレ</p>	<ul style="list-style-type: none"> 逆浸透膜 イオン交換材料 ゼオライト吸着材料 ナノ多孔質材料 光触媒 	<p>陸上資源</p>	<ul style="list-style-type: none"> 木質耐火材 レアメタル・レアアース活用 バイオマス(燃料・素材)
<p>エネルギー クリーン</p>	<ul style="list-style-type: none"> 電子エネルギー変換 太陽電池、LED、熱電変換、など 化学エネルギー変換 光触媒、燃料電池、二次電池、など 発電用材料 タービンブレード用超耐熱材料、など エネルギー輸送・転換材料 超伝導材料、磁気冷凍材料、永久磁石材料、軟磁性材料、パワー半導体、アクチュエータ、など バイオ燃料 バイオエタノール、廃棄物利用、など クリーンプロセッシング 吸着材料、分離膜、排ガス触媒、など 	<p>産業技術革新</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◎技術革新=材料イノベーション 鉄鋼⇒蒸気機関、鉄道、アルミ⇒大型航空機 シリコン⇒半導体、炭素⇒プラスチック ◎次のナノテク・材料発イノベーション 半導体(グラフェン、カーボンナノチューブ、など) 原子スイッチ ➢ Beyond CMOS(CMOSと異なる動作原理、その物理限界を超える性能。スピントロニクス、など)
<p>労働 経済成長</p>	<ul style="list-style-type: none"> 産業用ロボット・ロボットスーツ(軽量化材料) ナノセンサ・アクチュエータ 	<p>不平等の是正</p>	<ul style="list-style-type: none"> パソコン、インターネット 輸送網(道路、輸送車両…)
		<p>持続可能都市</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◎建築土木資材 鉄鋼 コンクリート プラスチック

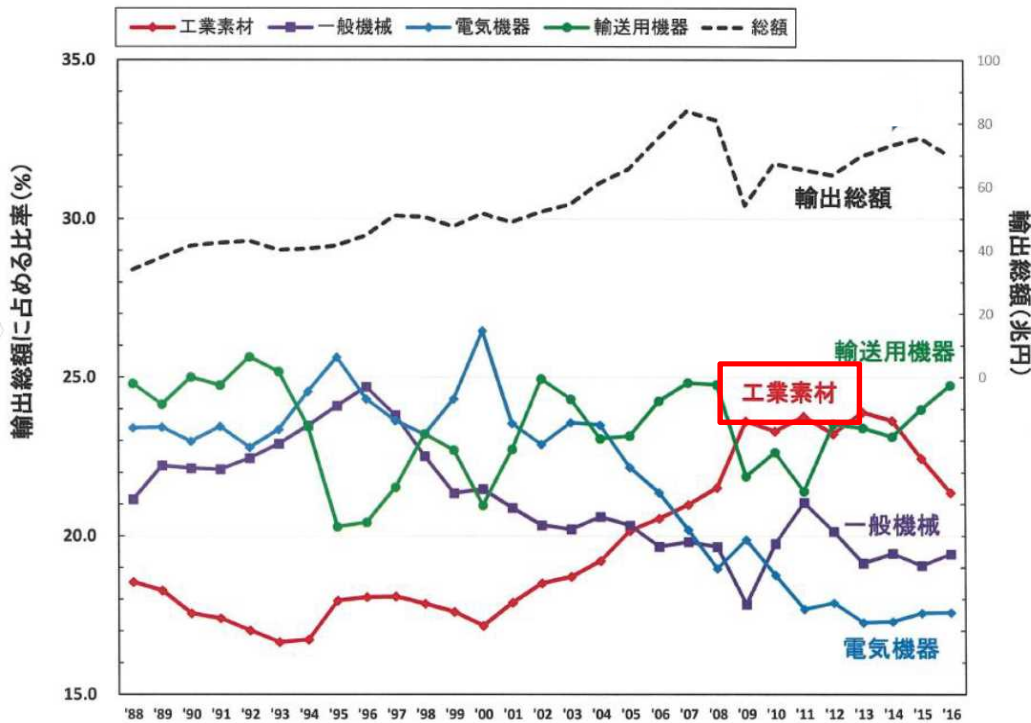
2018.2.16 ナノテクノロジー総合シンポジウム
岸輝雄 外務大臣科学技術顧問資料をCRDSが改変

【出典】第10期ナノテクノロジー・科学技術委員会(第4回)資料1-4 CRDS 中山智弘氏作成資料より
(2018.2.16ナノテクノロジー総合シンポジウム 岸輝雄 外務大臣科学技術顧問資料をCRDSが改変)

我が国の輸出における産業分野の割合

我が国の「工業素材」の輸出総額に占める割合は自動車と並んで20%を越えている。また、約30年間の輸出品目の変化を見ても、部素材が常に一定の割合を占めている。

輸出総額に占める概況品各分野の比率



工業素材: 化学製品+原料別製品

出典: 財務省 貿易統計(概況品)

輸出上位10品目の移り変わり

順位	1990年 輸出総額 41兆4,569億円	2000年 輸出総額 51兆6,542億円	2010年 輸出総額 67兆3,996億円	2018年 輸出総額 81兆4,788億円
1	自動車	自動車	自動車	自動車
2	事務用機器	半導体等電子部品	半導体等電子部品	半導体等電子部品
3	半導体等電子部品	事務用機器	鉄鋼	自動車の部分品
4	映像機器	科学光学機器	自動車の部分品	鉄鋼
5	鉄鋼	自動車の部分品	プラスチック	原動機
6	科学光学機器	原動機	原動機	半導体等製造装置
7	自動車の部分品	鉄鋼	船舶	プラスチック
8	原動機	映像機器	科学光学機器	科学光学機器
9	音響機器	有機化合物	有機化合物	電気回路等の機器
10	通信機	プラスチック	電気回路等の機器	有機化合物

【出典】ナノテクノロジー・材料分野の研究開発戦略検討作業部会 (第3回) 資料1より参事官(ナノテクノロジー・物質・材料担当)付にて抜粋・一部付記

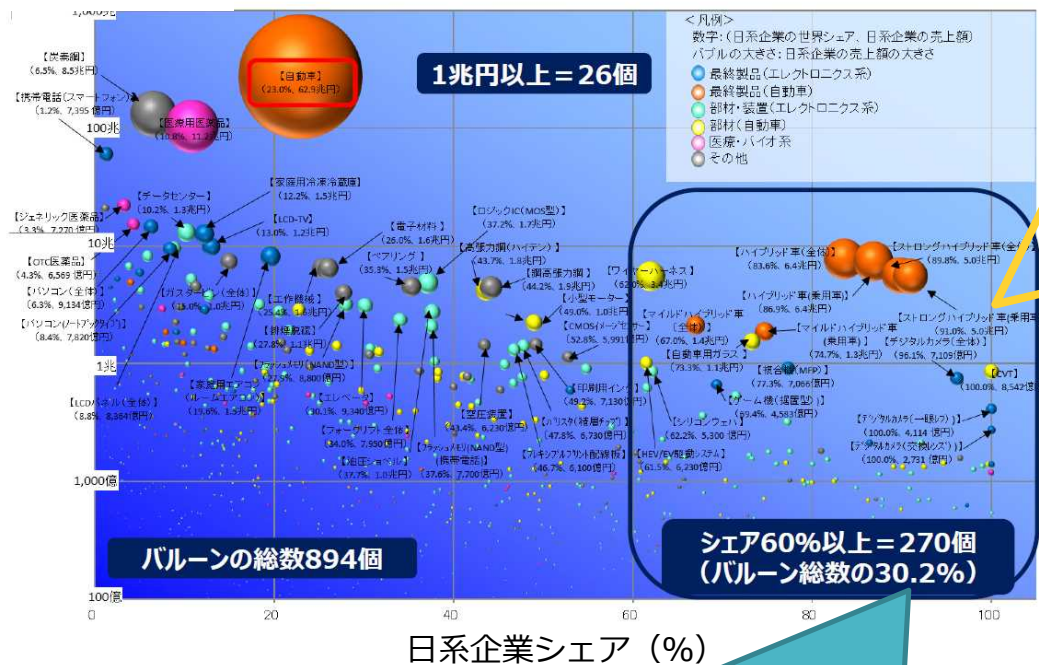
【出典】日本貿易会「日本貿易の現状と課題」より抜粋、参事官(ナノテクノロジー・物質・材料担当)付にて一部付記
http://www.jftc.or.jp/kids/kids_news/japan/item.html

我が国の部素材産業の世界シェア

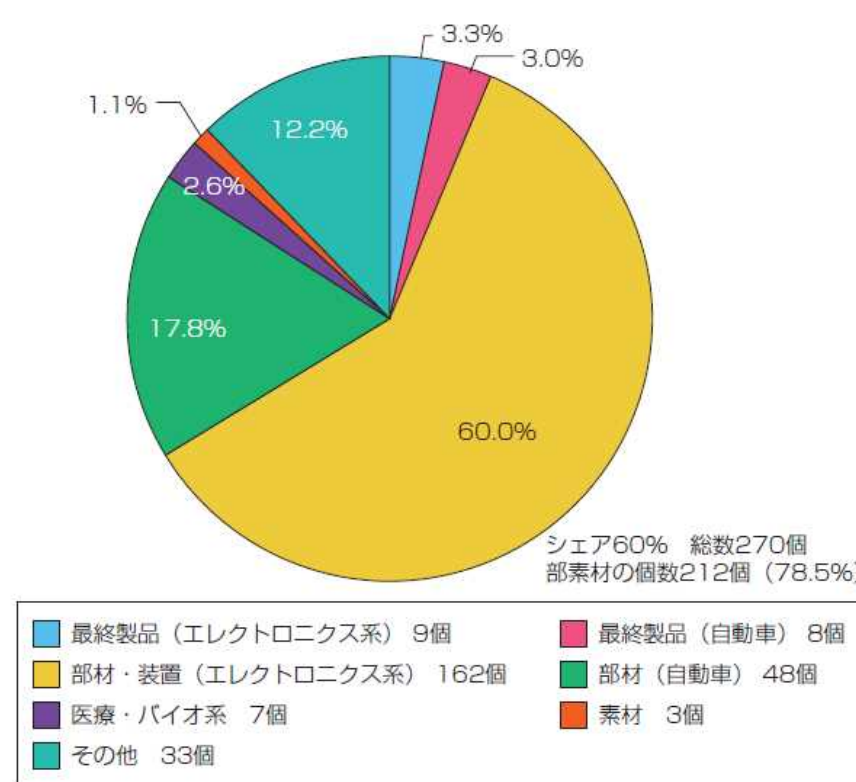
我が国の部素材産業は、主要な輸出品目であるだけでなく、世界市場において高いシェアを有する。日系企業が世界シェアの過半数以上を占める製品のうち、8割近くが部素材である。

日系企業が生み出した主要先端製品・部材の世界市場規模及び世界シェア(2016年)

世界市場規模 (円)



シェア60%以上に含まれる製品群の内訳

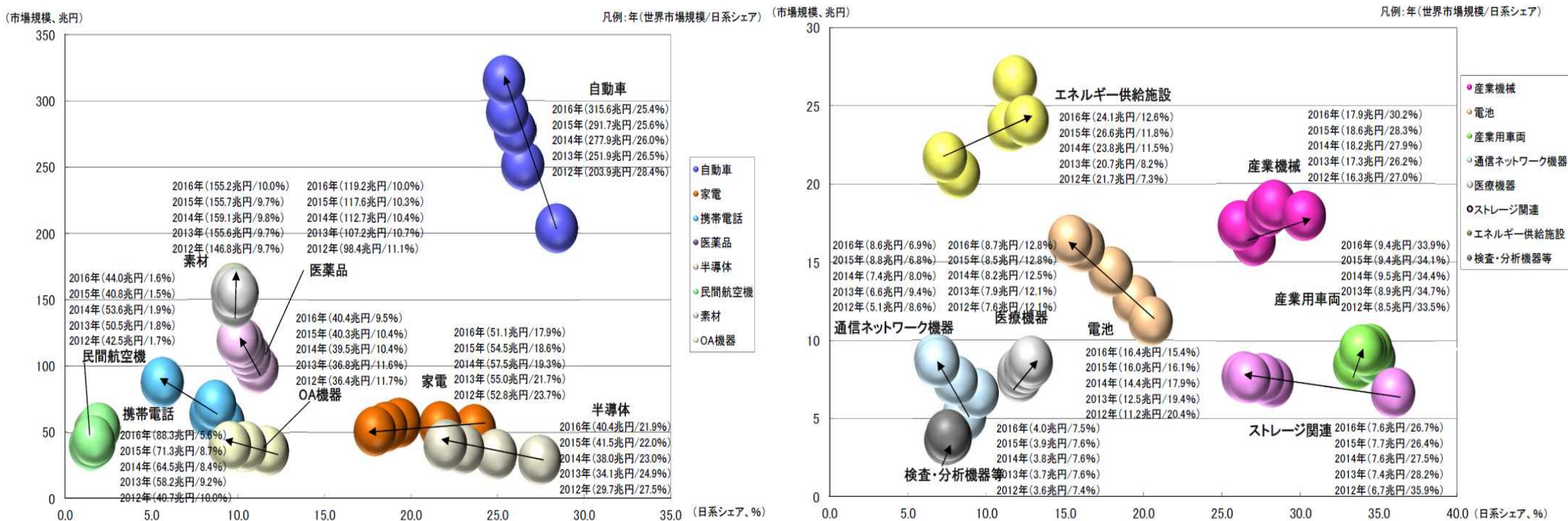


【参考】全バブルのうちシェアが60%以上のバブルの割合
日本: 30.2%、アメリカ: 19.8%、欧州: 8.9%、中国: 13.8%

主な産業の世界シェア推移

世界市場において素材分野はシェアを維持している。

2012年～2016年カテゴリ別市場規模及び日系シェア推移 (3兆円以上30兆円未満：2016年市場規模)



【出典】国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)『平成29年度成果報告書 日系企業のモノとサービス・ソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集 情報収集項目(1)「モノを中心とした情報収集と評価」(委託先 株式会社富士キメラ総研)より

材料が社会的・経済的なインパクトをもたらした例

磁石

本多光太郎（世界初合成磁石@1917）
佐川真人（世界最強の永久磁石@1984）
→**モーター、電気自動車、風力発電、HDD**

炭素繊維強化複合材料

進藤昭男（PAN系炭素繊維@1961）
→**航空機・自動車用CFRP**

光触媒

本多健一、藤嶋昭（TiO₂光触媒@1968）
橋本和仁（@1994）
→**光触媒コーティング、環境浄化**

触媒（有機合成）

根岸英一、鈴木章（カスカップリング@1970年代）
野依良治（不斉合成反応@1986）
→**創薬、農薬、香料、アミノ酸**

超伝導材料

前田弘（Bi系110K、線材応用@1988）
秋光純（40K金属系@2000）
細野秀雄（32K鉄系@2008）
→**超電導線材、超高磁場NMR**

カーボンナノチューブ

飯島澄男（カーボンナノチューブ発見@1991）
遠藤守信（CVDによる大量合成@1988）
→**Liイオン電池材料、タッチパネル**

スピントロニクス

岩崎俊一（垂直磁気記録方式@1977）
宮崎照宣（TMR素子室温動作@1995）
湯浅新治（MgOバリアで巨大MR@2004）
→**超高密度磁気ストレージ、MRAM**

青色LED, LD

赤崎勇、天野浩（GaN単結晶、p型@1989）
中村修二（高輝度青色LED、LD@1993）
→**LED照明、ディスプレイのバックライト、信号機**

酸化物材料

細野秀雄（IGZO材料、TFT動作@2004）
→**透明電極、LCD・OLEDディスプレイ駆動TFT**

その他にも、リチウムイオン電池（吉野彰）@1983、
Erドープ光ファイバー増幅器（中沢正隆）@1989等
ノーベル物理学賞受賞者11名、化学賞受賞者8名

我が国の自然科学分野でのノーベル賞

自然科学分野ではこれまでに24人受賞しているが、そのうちの**ほぼ半数は材料・ナノテク関連分野**である。

受賞年	氏名(受賞時年齢)	部門	対象研究
1949	湯川 秀樹 (42)	物理学賞	核力の理論的研究に基づく中間子の存在の予想
1965	朝永 振一郎 (59)	物理学賞	量子電磁力学の分野における基礎研究と素粒子物理学についての深い結論
1973	江崎 玲於奈 (48)	物理学賞	半導体内および超伝導体内の各々におけるトンネル効果の実験的発見
1981	福井 謙一 (63)	化学賞	化学反応過程の理論的研究
1987	利根川 進 (48)	生理学・医学賞	抗体の多様性に関する遺伝的原理の発見
2000	白川 英樹 (64)	化学賞	導電性高分子の発見と発展
2001	野依 良治 (63)	化学賞	キラル触媒による不斉反応の研究
2002	小柴 昌俊 (76)	物理学賞	天文物理学、特に宇宙ニュートリノの検出に対するパイオニア的貢献
2002	田中 耕一 (43)	化学賞	生体高分子の同定および構造解析のための手法の開発
2008	南部 陽一郎 (87)	物理学賞	素粒子物理学における自発的対称性の破れの発見
2008	小林 誠 (64)	物理学賞	小林・益川理論とCP対称性の破れの起源の発見による素粒子物理学への貢献
2008	益川 敏英 (68)	物理学賞	
2008	下村 脩 (80)	化学賞	緑色蛍光タンパク質(GFP)の発見と生命科学への貢献
2010	根岸 英一 (75)	化学賞	有機合成におけるパラジウム触媒クロスカップリング反応の開発
2010	鈴木 章 (80)	化学賞	
2012	山中 伸弥 (50)	生理学・医学賞	成熟細胞が、初期化され多能性を獲得し得ることの発見
2014	赤崎 勇 (85)	物理学賞	明るく省エネルギーの白色光源を可能にした効率的な青色発光ダイオードの発明
2014	天野 浩 (54)	物理学賞	
2014	中村 修二 (60)	物理学賞	
2015	大村 智 (80)	生理学・医学賞	線虫の寄生によって生じる感染症に対する画期的治療法の発見
2015	梶田 隆章 (56)	物理学賞	ニュートリノが質量を持つことの証拠であるニュートリノ振動の発見
2016	大隅 良典 (71)	生理学・医学賞	オートファジー(自食作用)のメカニズムの解明
2018	本庶 佑 (76)	生理学・医学賞	負の免疫制御の抑制によるがん治療の発見
2019	吉野 彰 (72)	化学賞	リチウムイオン電池の開発

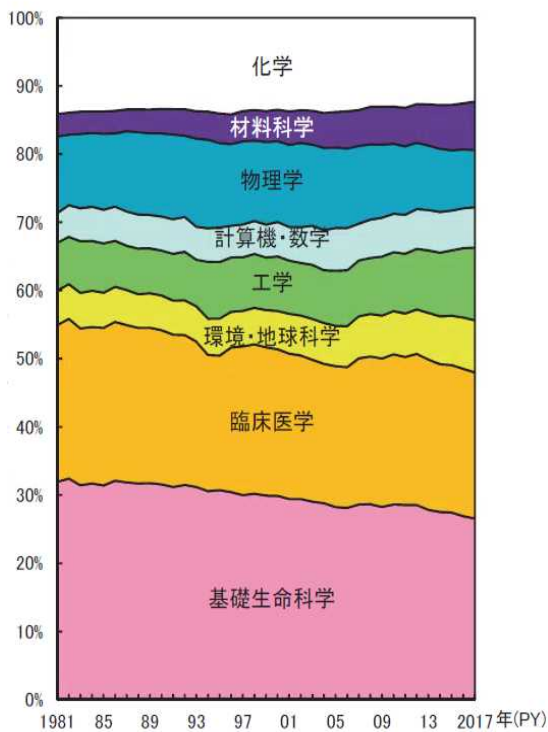
【出典】参事官(ナノテクノロジー・物質・材料担当)付にて作成

分野別に見た論文数の割合

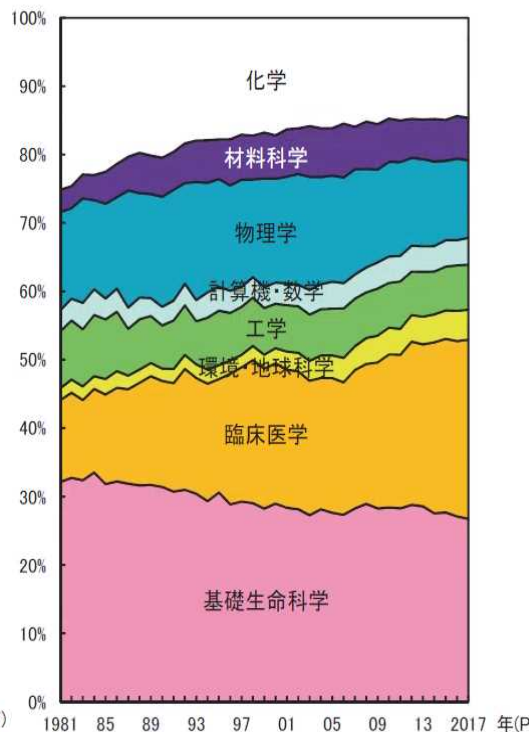
我が国の分野別論文数割合を見ると、6.2%を材料科学、さらに化学と物理学を合わせると32%を占めている。

分野別論文数割合の推移

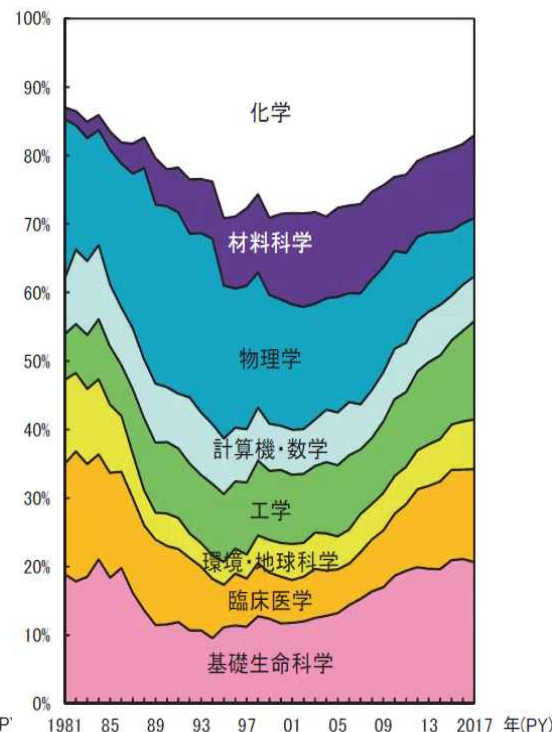
全世界



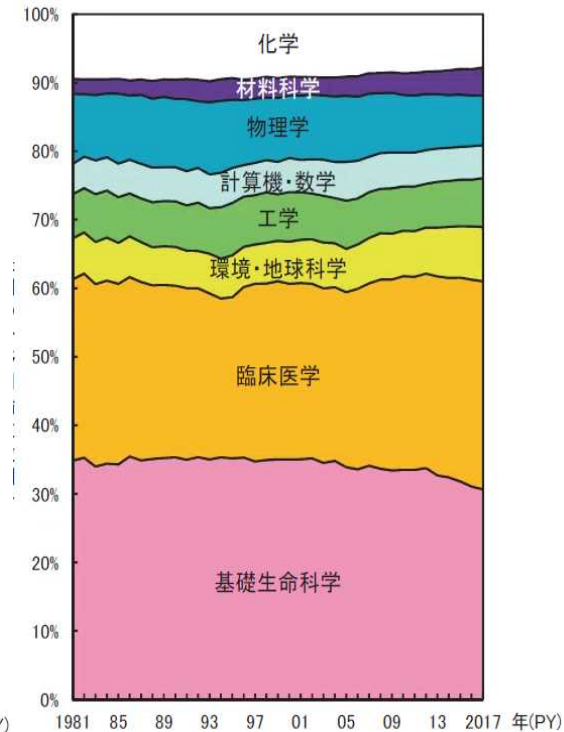
日本



中国



アメリカ

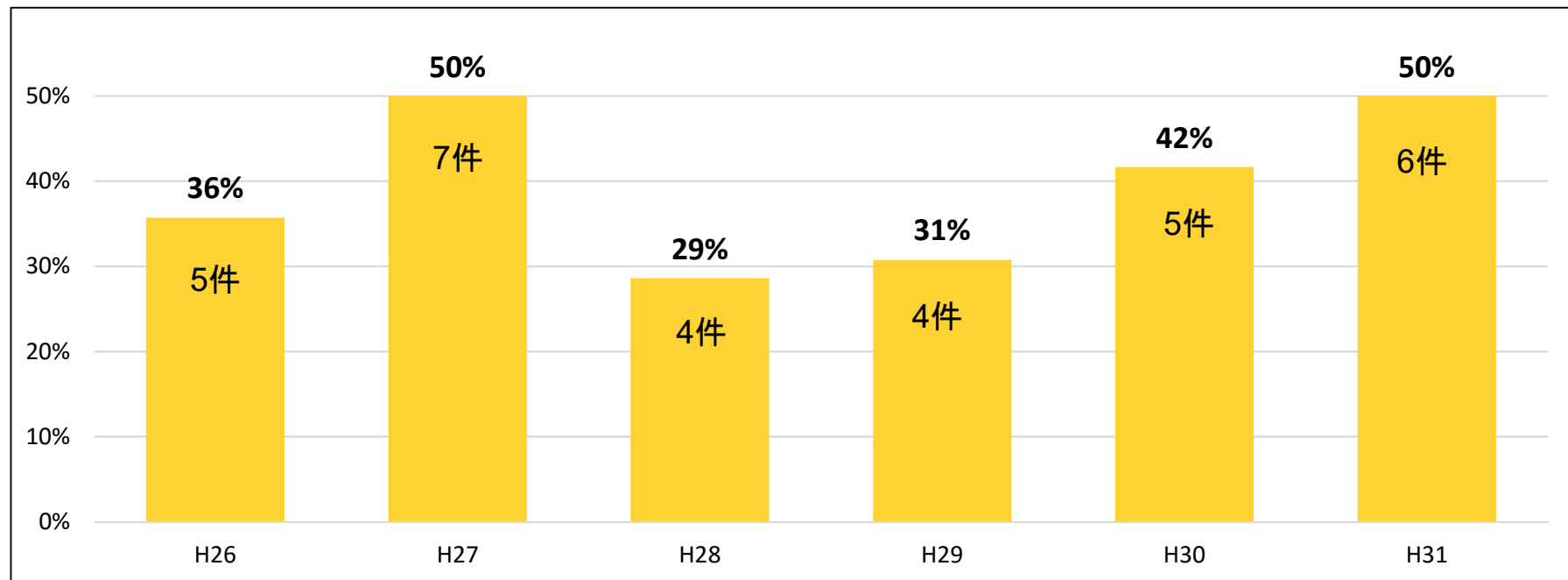


【出典】NISTEP『科学技術指標2019』より

科研費におけるナノテク・材料関連研究について（1）

科研費の特別推進研究におけるナノテク・材料に関連する採択課題の集計結果は以下の通り
※科研費の研究課題からCRDS 中山智弘氏がナノテク・材料関連課題として抜粋

科研費の特別推進研究における新規採択課題のうちナノテク・材料関連が占める割合

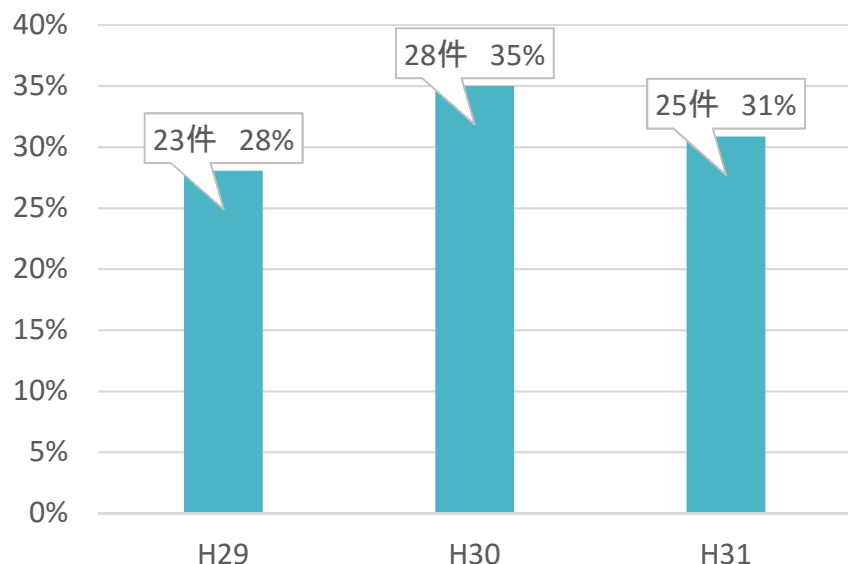


※国際的に高い評価を得ている研究であって、各段に優れた研究成果をもたらす可能性のある研究(期間3~5年、1課題5億円程度を目安とするが、制限は設けない)

科研費におけるナノテク・材料関連研究について（2）

科研費の基盤研究（S、A、B、C）におけるナノテク・材料に関係すると考えられる採択課題の集計結果は以下の通り

科研費の基盤研究（S）においてナノテク・材料が関係すると考えられる採択課題が全体に占める割合



・1人又は複数の研究者が共同して行う独創的・先駆的な研究。

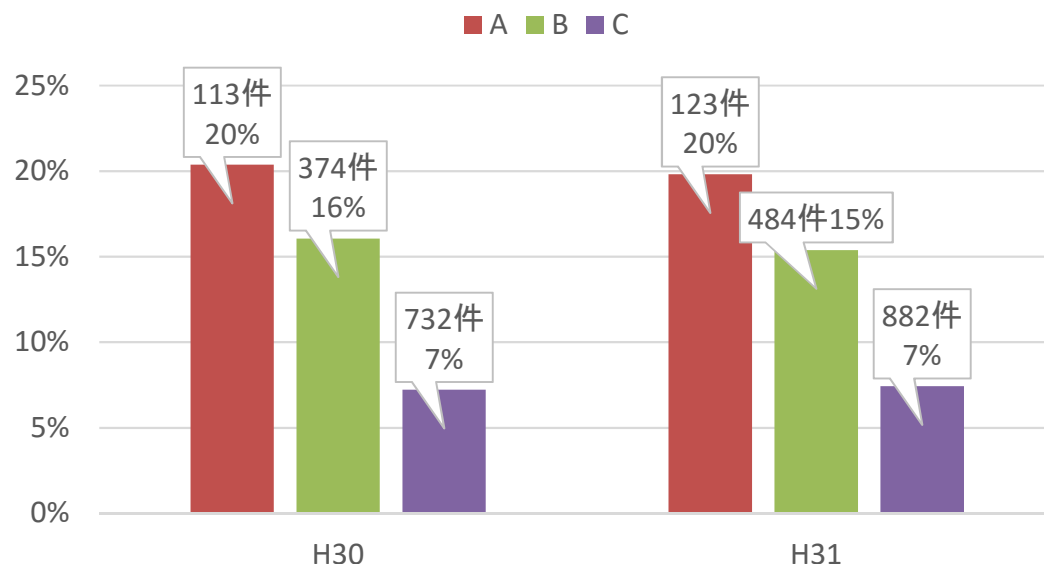
規模:基盤 S(2億～5千万円)

・「固体」、「凝固」、「磁石」、「電子化物」、「スピン」、「CMOS」、「エネルギー変換」、「ナノ構造体」、「イオン導電体」、「金属」、「反応」、「化学」、「分子」、「トポロジカル相」、「強相関電子系」、「熱光発電」、「エレクトロニクス」、「有機半導体」、「原子間力」、「量子ドット」、「界面」、「計測」、「トンネル顕微鏡」、「光」、「材料」、「触媒」、「電池」、「超電導」、「センサ」、「結晶」、「imaging」、「電子相」、「合成」、「スピン」、「チタン」、「電磁波吸収体」、「メタマテリアル」、「物性」、「磁束回路」、「電気工学」、「量子ホール」、「ヘテロ接合」、「物性」、「凝縮相」、「ナノ」、「レーザー」、「デバイス」のキーワードが採択課題名に含まれる研究課題を機械的に集計。

※上記以外にもナノテク・材料に関係する研究課題があると考えられる

【出典】参事官(ナノテクノロジー・物質・材料担当)付において科学研究費助成事業データベースよりナノテク・材料に関連する採択区分を抽出し作成
(抽出日:2019年10月15日)

科研費の基盤研究（A、B、C）においてナノテク・材料が関係すると考えられる採択課題が全体に占める割合



- ・1人又は複数の研究者が共同して行う独創的・先駆的な研究。規模:A(5千万～2千万円)、B(2千万円～500万円)、C(500万円以下)
- ・H30,H31については、科研費における審査区分の「物性物理学およびその関連分野」、「材料力学、生産工学、設計工学およびその関連分野」、「材料工学およびその関連分野」、「化学工学およびその関連分野」、「ナノマイクロ科学およびその関連分野」、「応用物理物性およびその関連分野」、「応用物理工学および化学分野」から機械的に集計。

JST 戦略的創造研究推進事業 (CREST) における ナノテク・材料関連研究の動向

ナノテク・材料に関連する文部科学省戦略目標設定の変遷は以下の通り

文部科学省における戦略目標の変遷(ナノテク・材料関連)

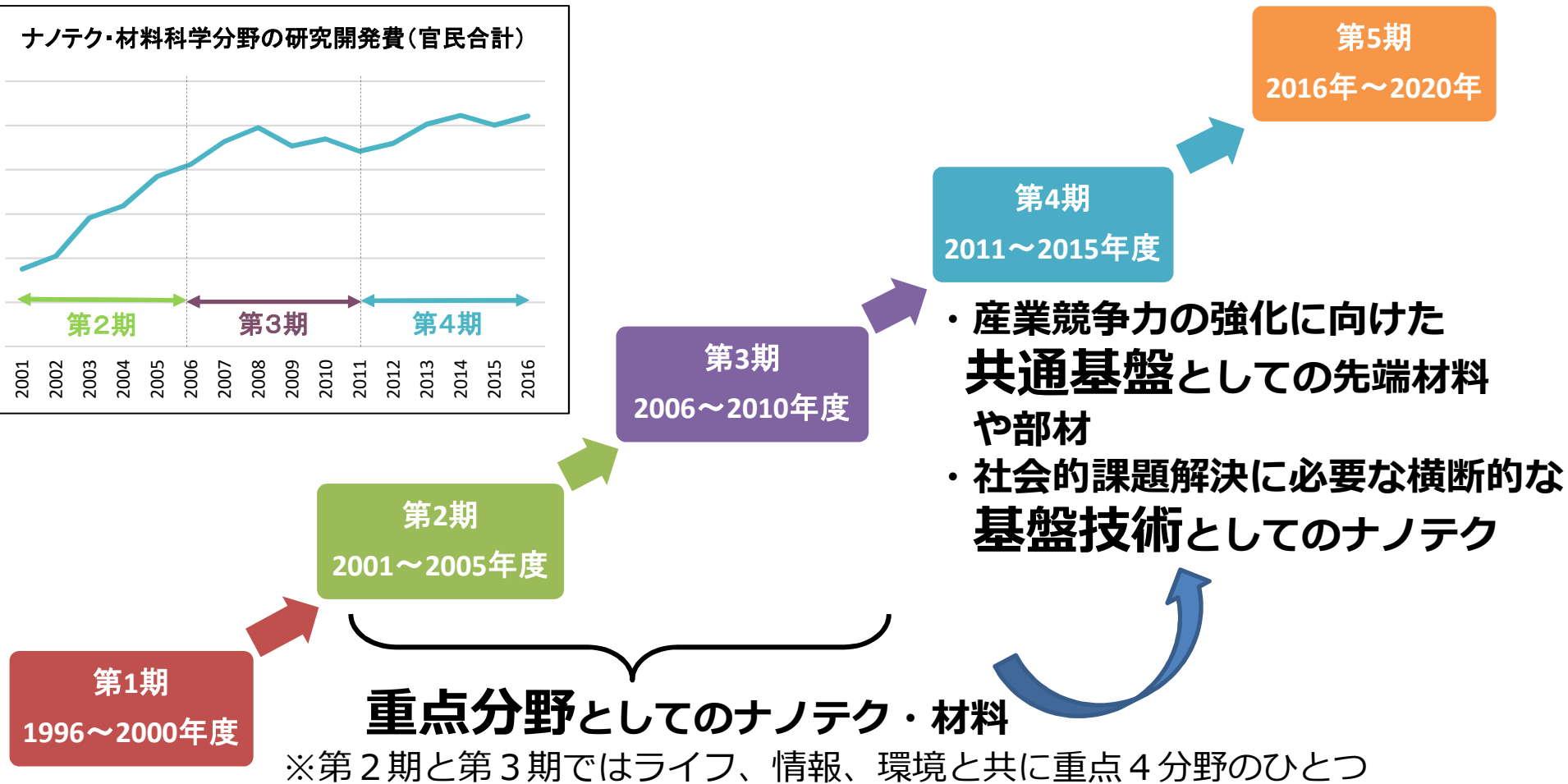
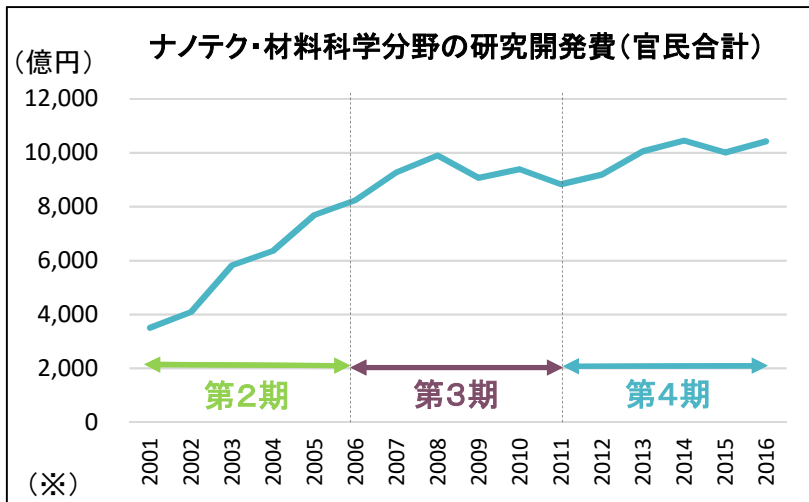
2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
○先端的な計測・分析機器実現に向けた基盤創出																				
○プログラムされたビルドアップ型ナノテクノロジー																				
○ナノスケール科学による製造技術の革新 ○革新的ナノ界面技術の創出とその応用																				
○新デバイスのための材料開拓とナノプロセス開発																				
○プロセスインテグレーションによるナノシステム																				
○自然光エネルギー変換材料及び利用基盤技術																				
○レアメタルフリー材料の実用化等の 元素戦略																				
○分子の自在設計『分子技術』の構築 ○先導的な物質変換技術の創出																				
○ 情報デバイスの革新的基盤技術 ○ 空間空隙構造制御技術による新機能材料の創製																				
○二次元機能性原子・分子薄膜																				
○革新的触媒の創製																				
○材料研究等における計測と情報処理の融合																				
○ナノスケール熱動態の理解と制御技術 ○実験とデータ科学融合による材料開発																				
○トポロジカル材料・デバイスの創出 ○革新反応技術の創出																				
○ナノスケール動的制御による力学特性 発現機構の解明																				

青: ICT応用
緑: 環境・エネ応用
黒: 物質・材料共通基盤

【出典】第10期ナノテクノロジー・科学技術委員会(第4回)資料1-4 CRDS 中山智弘氏作成
資料より抜粋、参事官(ナノテクノロジー・物質・材料担当)付において一部改変

我が国のナノテク・材料科学分野への投資

基本計画において、第2期及び第3期では「ナノテク・材料」が重点分野として位置づけられ、第4期では横断的な基盤技術の一つとして位置づけられている。第5期においては、ナノテクノロジー・素材が超スマート社会を支える「重要な基盤技術」として位置づけられている。

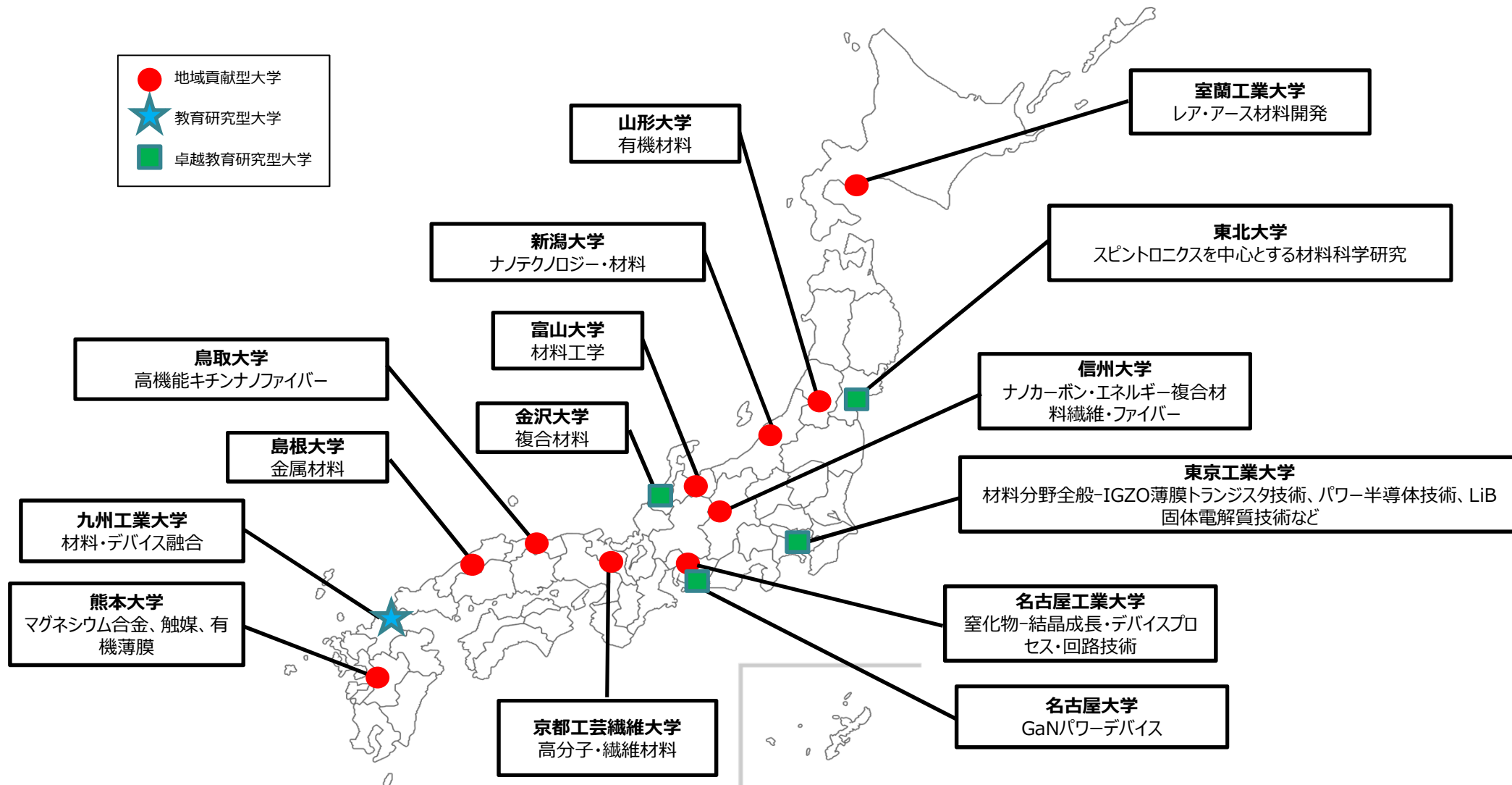


※【出典】JST-CRDS『研究開発の俯瞰報告書ナノテクノロジー・材料分野(2019年)(概要)』より
 (総務省『科学技術研究調査』をもとにCRDSが作成)

「材料」を強みとする主な国立大学

材料を研究開発活動の中核に掲げる主な国立大学は以下の通り。

(注) 大学ファクトブック「大学の得意分野とその具体例」に“材料”もしくは“具体的な材料名”のキーワードが表記されている大学を選定



化学、材料科学、物理学分野の論文数、Top10%論文数の推移

我が国の化学、材料科学、物理学分野の論文数はこの10年間で減少しシェアを下げている。
 トップ10%論文数でも同様の傾向にある。

2005-2007年(平均)

2015-2017年(平均)

化学	PY2005年 - 2007年(平均)					
	論文数					
	整数カウント			分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	論文数	シェア	順位
米国	23,462	18.7	1	20,253	16.1	1
中国	21,195	16.9	2	19,979	15.9	2
日本	11,593	9.2	3	10,533	8.4	3
ドイツ	9,661	7.7	4	7,313	5.8	4
インド	7,251	5.8	5	6,634	5.3	5
フランス	6,663	5.3	6	4,889	3.9	7
英国	6,370	5.1	7	4,799	3.8	8
ロシア	5,943	4.7	8	5,128	4.1	6
スペイン	5,124	4.1	9	4,063	3.2	9
イタリア	4,452	3.5	10	3,567	2.8	10

化学	PY2005年 - 2007年(平均)					
	Top10%補正論文数					
	整数カウント			分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	論文数	シェア	順位
米国	4,024	32.0	1	3,554	28.3	1
中国	1,749	13.9	2	1,569	12.5	2
ドイツ	1,187	9.5	3	889	7.1	4
日本	1,132	9.0	4	993	7.9	3
英国	865	6.9	5	643	5.1	5
フランス	734	5.8	6	520	4.1	6
スペイン	576	4.6	7	445	3.5	7
イタリア	483	3.8	8	357	2.8	10
インド	476	3.8	9	424	3.4	8
カナダ	456	3.6	10	357	2.8	9

【化学】
 論文数: 3位→4位
 Top10%: 3位→6位



化学	PY2015年 - 2017年(平均)					
	論文数					
	整数カウント			分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	論文数	シェア	順位
中国	53,643	29.8	1	48,898	27.1	1
米国	27,631	15.3	2	21,049	11.7	2
インド	13,317	7.4	3	11,699	6.5	3
ドイツ	12,197	6.8	4	8,500	4.7	5
日本	10,949	6.1	5	9,256	5.1	4
英国	8,009	4.4	6	5,010	2.8	10
フランス	7,953	4.4	7	5,154	2.9	9
ロシア	7,653	4.2	8	6,551	3.6	6
韓国	7,056	3.9	9	5,880	3.3	7
スペイン	6,385	3.5	10	4,406	2.4	11

化学	PY2015年 - 2017年(平均)					
	Top10%補正論文数					
	整数カウント			分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	論文数	シェア	順位
中国	6,873	38.1	1	5,959	33.1	1
米国	4,156	23.1	2	3,100	17.2	2
ドイツ	1,457	8.1	3	977	5.4	3
英国	1,140	6.3	4	703	3.9	5
インド	1,025	5.7	5	813	4.5	4
日本	878	4.9	6	646	3.6	6
韓国	754	4.2	7	563	3.1	7
フランス	739	4.1	8	457	2.5	8
スペイン	702	3.9	9	448	2.5	9
イタリア	554	3.1	10	353	2.0	11

材料科学	PY2005年 - 2007年(平均)					
	論文数					
	整数カウント			分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	論文数	シェア	順位
中国	10,224	21.0	1	9,484	19.5	1
米国	7,831	16.1	2	6,614	13.6	2
日本	5,294	10.9	3	4,671	9.6	3
ドイツ	3,437	7.0	4	2,594	5.3	4
韓国	2,824	5.8	5	2,466	5.1	5
フランス	2,397	4.9	6	1,732	3.6	8
英国	2,326	4.8	7	1,745	3.6	7
インド	2,275	4.7	8	2,048	4.2	6
ロシア	1,501	3.1	9	1,250	2.6	10
台湾	1,379	2.8	10	1,291	2.6	9

材料科学	PY2005年 - 2007年(平均)					
	Top10%補正論文数					
	整数カウント			分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	論文数	シェア	順位
米国	1,448	29.7	1	1,242	25.5	1
中国	799	16.4	2	696	14.3	2
ドイツ	439	9.0	3	312	6.4	4
日本	435	8.9	4	364	7.5	3
英国	352	7.2	5	261	5.4	5
フランス	291	6.0	6	206	4.2	7
韓国	267	5.5	7	221	4.5	6
カナダ	194	4.0	8	151	3.1	9
インド	177	3.6	9	154	3.2	8
スペイン	147	3.0	10	107	2.2	10

【材料科学】
 論文数: 3位→5位
 Top10%: 3位→9位



材料科学	PY2015年 - 2017年(平均)					
	論文数					
	整数カウント			分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	論文数	シェア	順位
中国	36,245	36.9	1	32,256	32.8	1
米国	14,658	14.9	2	10,384	10.6	2
韓国	6,876	7.0	3	5,788	5.9	3
インド	6,428	6.5	4	5,638	5.7	4
ドイツ	5,284	5.4	5	3,519	3.6	6
日本	5,001	5.1	6	3,887	4.0	5
英国	4,067	4.1	7	2,409	2.4	8
フランス	3,505	3.6	8	2,232	2.3	9
ロシア	3,022	3.1	9	2,675	2.7	7
イタリア	2,729	2.8	10	2,219	2.3	10

材料科学	PY2015年 - 2017年(平均)					
	Top10%補正論文数					
	整数カウント			分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	論文数	シェア	順位
中国	5,032	51.2	1	4,171	42.4	1
米国	2,457	25.0	2	1,620	16.5	2
韓国	755	7.7	3	560	5.7	3
ドイツ	608	6.2	4	346	3.5	4
英国	524	5.3	5	276	2.8	6
オーストラリア	467	4.8	6	255	2.6	7
シンガポール	402	4.1	7	242	2.5	8
日本	391	4.0	8	232	2.4	9
インド	372	3.8	9	284	2.9	5
フランス	266	2.7	10	147	1.5	12

物理学	PY2005年 - 2007年(平均)					
	論文数					
	整数カウント			分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	論文数	シェア	順位
米国	28,071	26.4	1	21,333	20.0	1
中国	13,525	12.7	2	11,918	11.2	2
ドイツ	12,460	11.7	3	7,464	7.0	4
日本	12,382	11.6	4	10,266	9.6	3
フランス	8,965	8.4	5	5,368	5.0	6
英国	8,240	7.7	6	4,887	4.6	7
ロシア	7,899	7.4	7	5,397	5.1	5
イタリア	6,737	6.3	8	4,474	4.2	8
韓国	4,178	3.9	9	3,316	3.1	9
スペイン	4,037	3.8	10	2,372	2.2	11

物理学	PY2005年 - 2007年(平均)					
	Top10%補正論文数					
	整数カウント			分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	論文数	シェア	順位
米国	4,765	44.8	1	3,616	34.0	1
ドイツ	1,837	17.3	2	995	9.3	2
英国	1,256	11.8	3	648	6.1	5
フランス	1,150	10.8	4	600	5.6	6
日本	1,078	10.1	5	750	7.0	3
中国	968	9.1	6	724	6.8	4
イタリア	719	6.8	7	385	3.6	7
カナダ	505	4.7	8	248	2.3	8
スイス	501	4.7	9	224	2.1	10
スペイン	492	4.6	10	240	2.3	9

【物理学】
 論文数: 3位→4位
 Top10%: 3位→6位



物理学	PY2015年 - 2017年(平均)					
	論文数					
	整数カウント			分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	論文数	シェア	順位
米国	29,624	24.0	1	19,735	16.0	2
中国	28,883	23.4	2	24,320	19.7	1
ドイツ	14,081	11.4	3	7,171	5.8	5
英国	10,555	8.5	4	4,954	4.0	8
ロシア	10,175	8.2	5	7,369	6.0	3
日本	10,113	8.2	6	7,345	5.9	4
フランス	9,766	7.9	7	4,958	4.0	7
イタリア	7,035	5.7	8	3,781	3.1	9
インド	6,961	5.6	9	5,522	4.5	6
スペイン	5,334	4.3	10	2,461	2.0	11

物理学	PY2015年 - 2017年(平均)					
	Top10%補正論文数					
	整数カウント			分数カウント		
国・地域名	論文数	シェア	順位	論文数	シェア	順位
米国	5,157	41.7	1	3,194	25.8	1
中国	2,983	24.1	2	2,074	16.8	2
ドイツ	2,451	19.8	3	1,020	8.2	3
英国	1,919	15.5	4	688	5.6	4
フランス	1,441	11.7	5	529	4.3	5
イタリア	1,116	9.0	6	442	3.6	7
日本	1,075	8.7	7	518	4.2	6
スペイン	955	7.7	8	305	2.5	8
スイス	898	7.3	9	267	2.2	12
カナダ	775	6.3	10	286	2.3	9

分野毎の論文数の伸び率

我が国の化学、材料科学、物理学における論文数は他分野と比較して落ち込んでいる。

分数カウント		論文数			分数カウント		Top10%補正論文数			分数カウント		Top1%補正論文数		
分野	PY2005-2007年 (平均値)	PY2015-2017年 (平均値)	伸び率	分野	PY2005-2007年 (平均値)	PY2015-2017年 (平均値)	伸び率	分野	PY2005-2007年 (平均値)	PY2015-2017年 (平均値)	伸び率			
化学	10,533	9,256	↓ -12%	化学	993	646	↓ -35%	化学	72	64	↓ -11%			
材料科学	4,671	3,887	↓ -17%	材料科学	364	232	↓ -36%	材料科学	32	28	↓ -12%			
物理学	10,266	7,345	↓ -28%	物理学	750	518	↓ -31%	物理学	64	40	↓ -37%			
計算機・数学	2,478	2,417	→ -2%	計算機・数学	107	127	↑ 19%	計算機・数学	8	9	↑ 17%			
工学	4,663	4,143	↓ -11%	工学	267	204	↓ -24%	工学	18	19	↑ 8%			
環境・地球科学	2,292	2,731	↑ 19%	環境・地球科学	120	165	↑ 37%	環境・地球科学	12	14	↑ 21%			
臨床医学	13,141	16,272	↑ 24%	臨床医学	746	1,030	↑ 38%	臨床医学	44	63	↑ 44%			
基礎生命科学	18,443	17,179	↓ -7%	基礎生命科学	1,143	971	↓ -15%	基礎生命科学	106	88	↓ -17%			

分数カウント法とは、1件の論文が、日本の機関Aと米国の機関Bの共著の場合、日本を1/2、米国を1/2と数える方法。論文の生産への貢献度を示している。

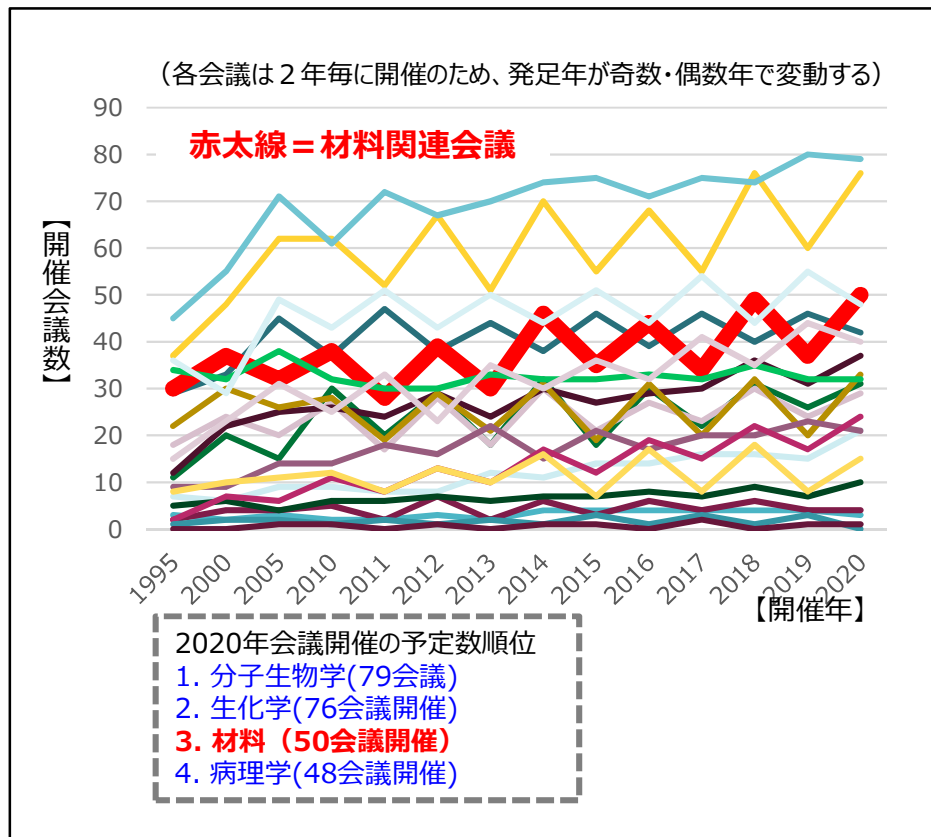
(注1) PYとは出版年 (Publication year) の略である。Article, Reviewを分析対象とした。分数カウント法を用いた。

(注2) 論文の被引用数 (2018年末の値) が各年各分野 (22分野) の上位10% (1%) に入る論文数がTop10% (Top1%) 論文数である。Top10% (Top1%) 補正論文数とは、Top10% (Top1%) 論文数の抽出後、実数で論文数の1/10(1/100)となるように補正を加えた論文数を指す。

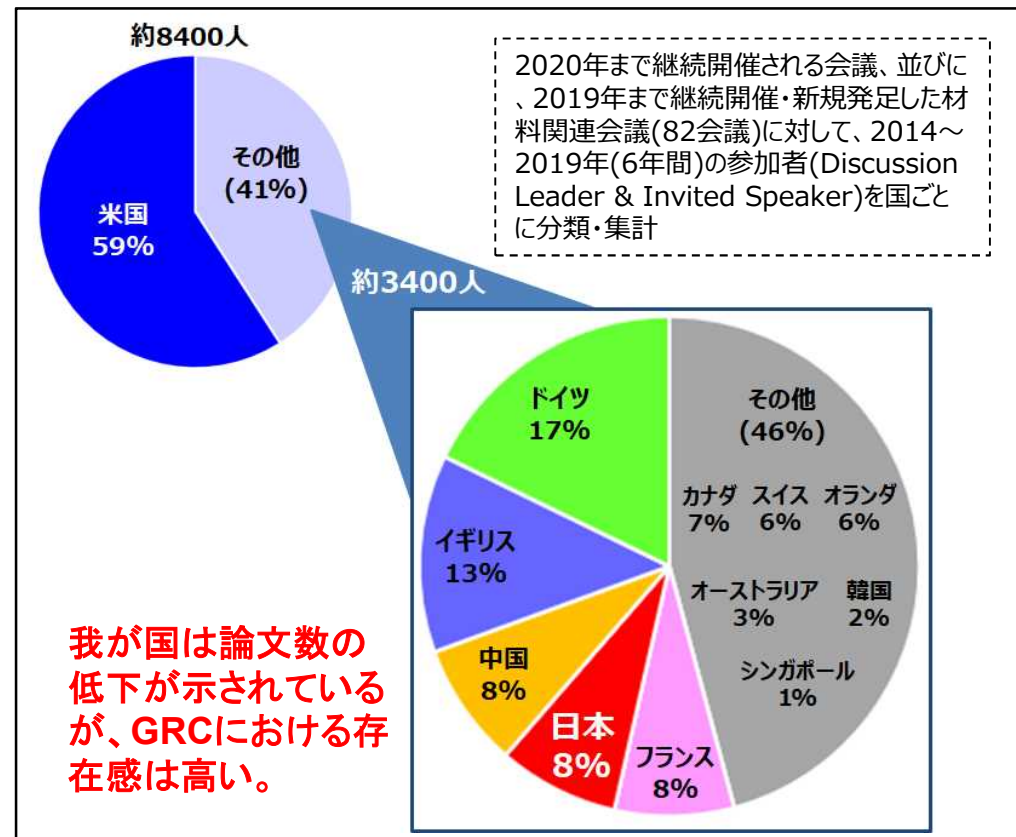
クラリベイト・アナリティクス社 Web of Science XML (SCIE, 2018年末バージョン)を基に、科学技術・学術政策研究所が集計。

GRCは、サイエンスの分野で歴史と権威があり、広く知られている研究集会の一つで、生物、化学、物理、工学、およびそれらのインターフェース分野における最新・最先端の研究のプレゼンテーションとディスカッションのための国際会議を提供している(2018年：会議開催数=203件)。材料に関連する会議も多く開催されており、その中で日本人研究者は一定の存在感を示している。

分野別の開催会議数変化



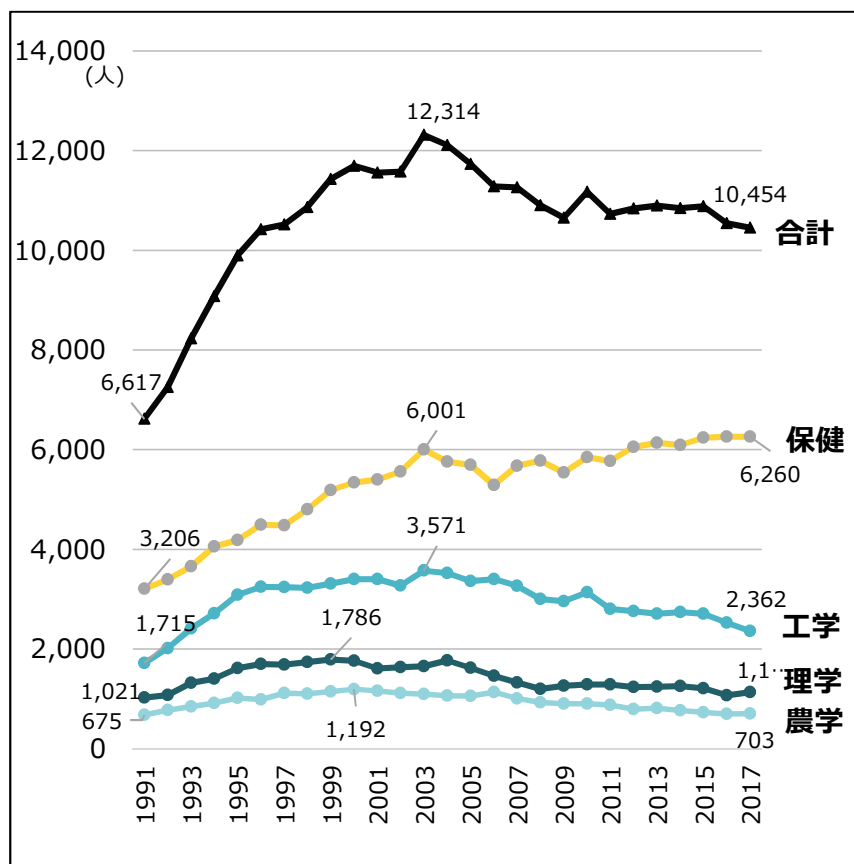
材料関連会議の各国参加者



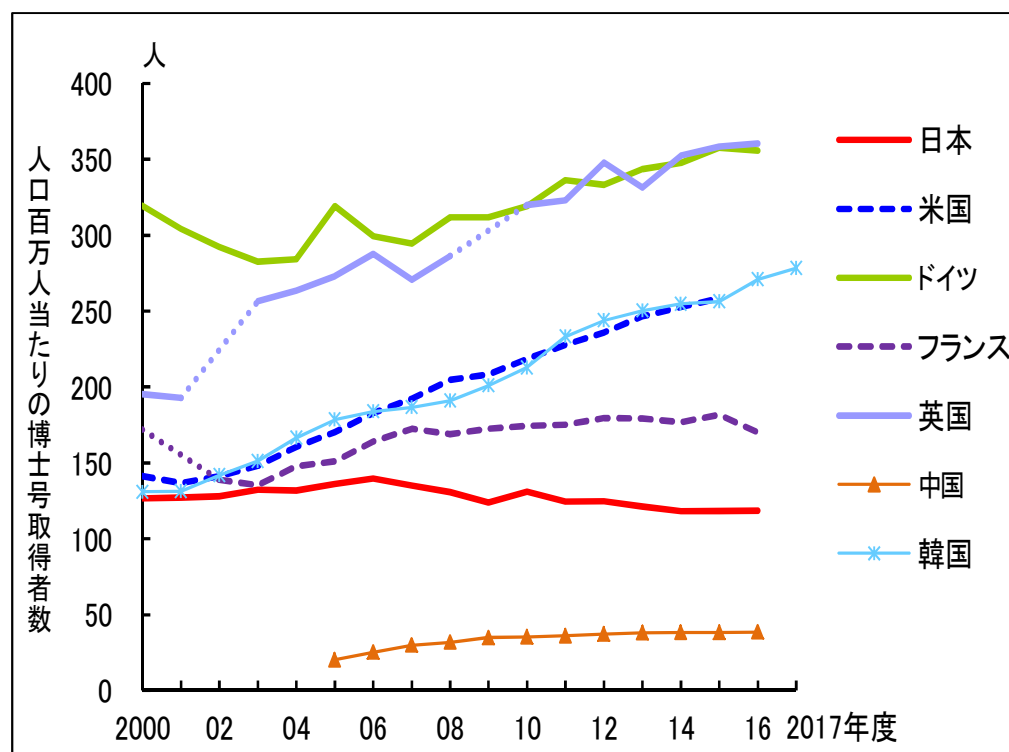
博士号取得者の推移

自然科学系の博士課程入学者は減少傾向にある。また、我が国の人口百万人あたりの博士号取得者は主要国の中で唯一減少傾向にある。

博士課程入学者数の推移
(自然科学系4分野)



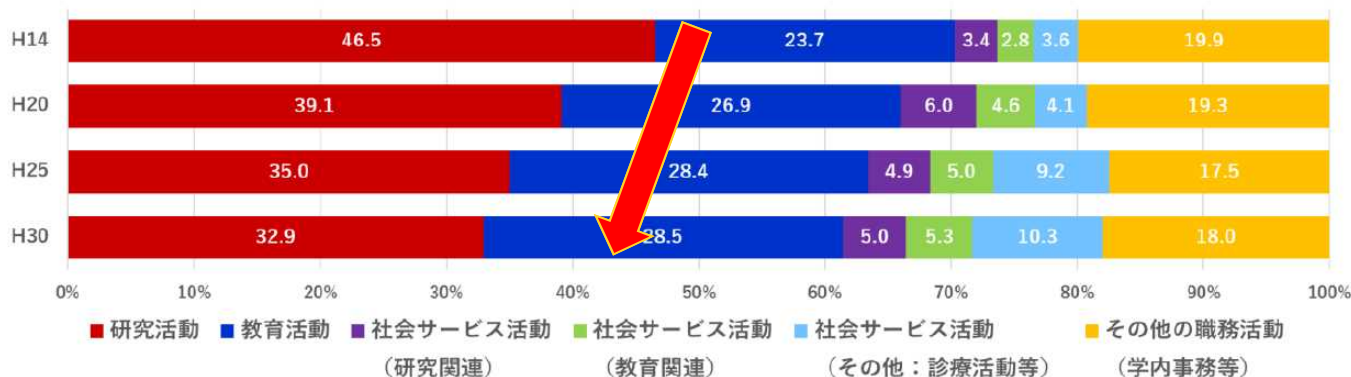
人口百万人当たりの博士号取得者数



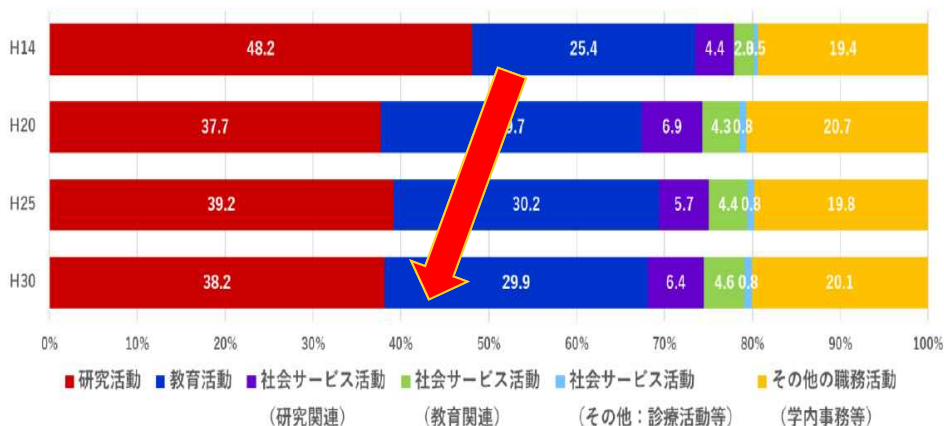
【出典】第68回学術分科会「日本の研究力低下の主な経緯・構造的 要因案 参考データ集」より抜粋、参事官(ナノテクノロジー・物質・材料担当)付において一部付記

大学教員の職務活動時間における研究活動の割合は減少傾向にある。理工学分野についても同じく減少傾向にある。

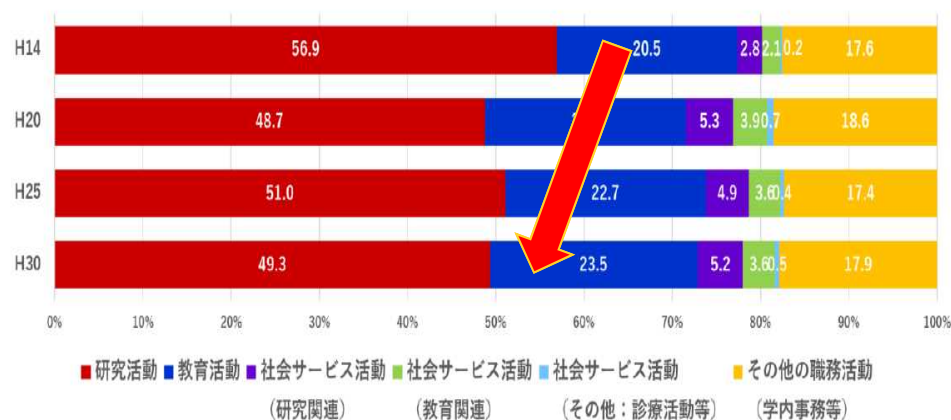
大学等教員の職務活動時間割合の推移



工学分野における大学等教員の職務活動時間割合の推移



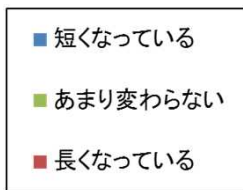
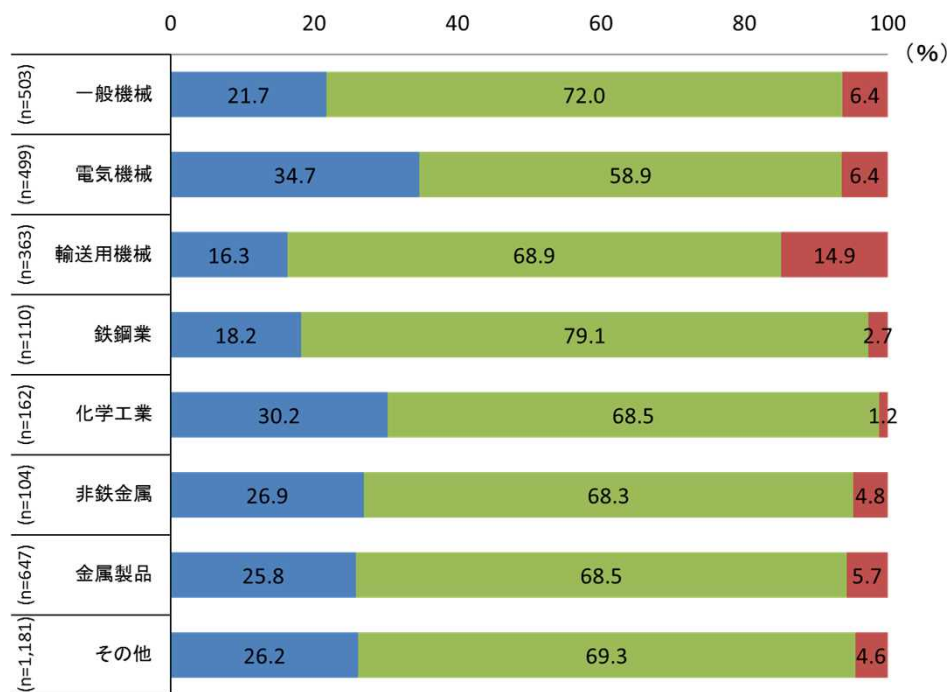
理学分野における大学等教員の職務活動時間割合の推移



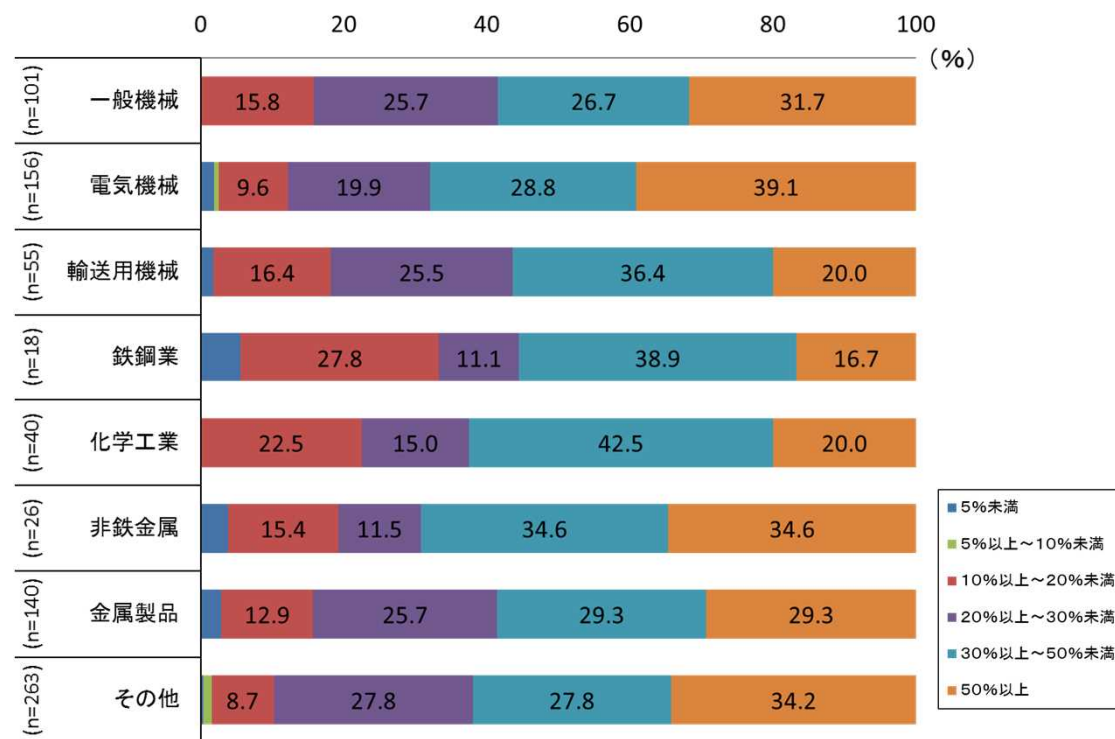
【出典】『概要「大学等におけるフルタイム換算データに関する調査」について』（令和元年）より抜粋、参事官（ナノテクノロジー・物質・材料担当）付において一部付記

工業製品のライフサイクルは産業種を問わず短縮傾向にある。

10年前のライフサイクルとの比較



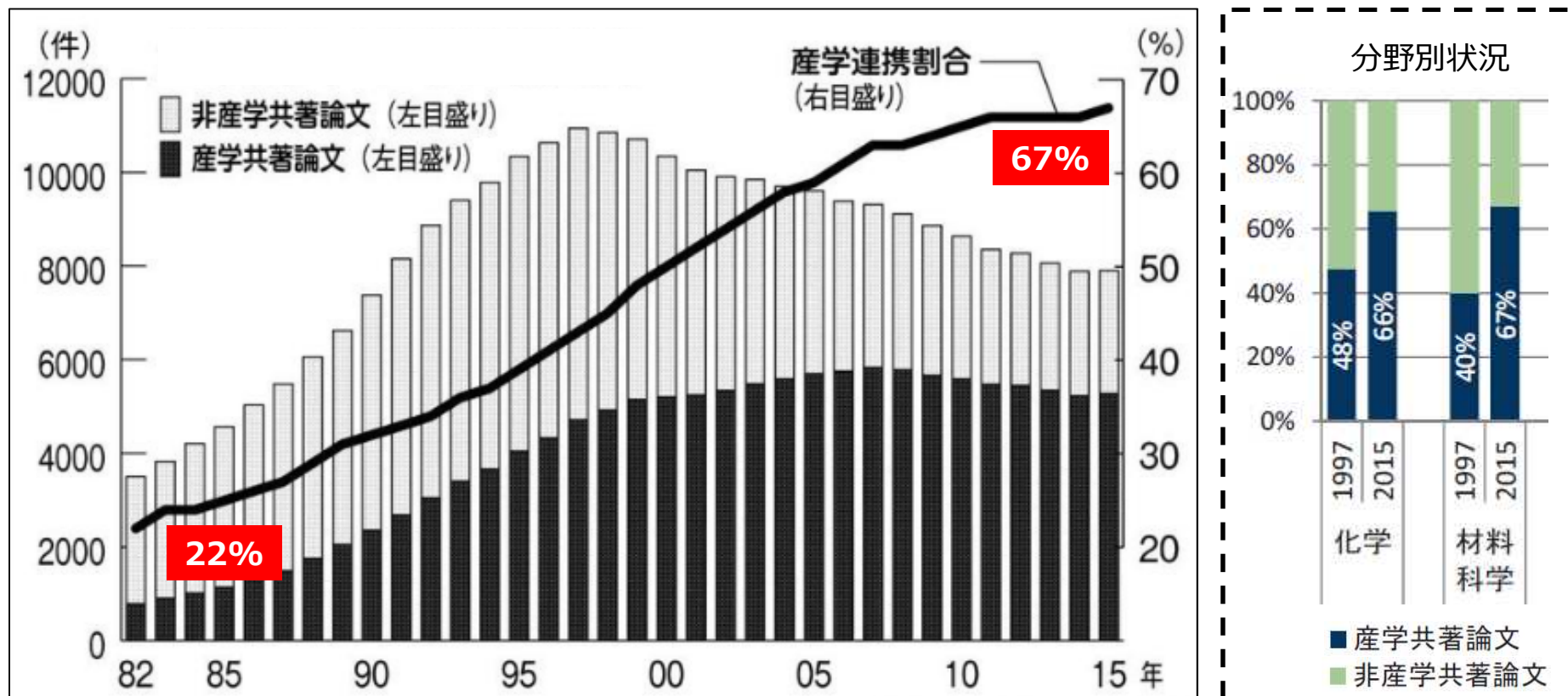
「短くなっている」と回答した企業におけるライフサイクルの短縮率



大学と企業の共著論文数の推移

日本企業の科学論文数が減少する中で、大学との共著論文が3分の2を占めている。

企業論文の産学連携動向

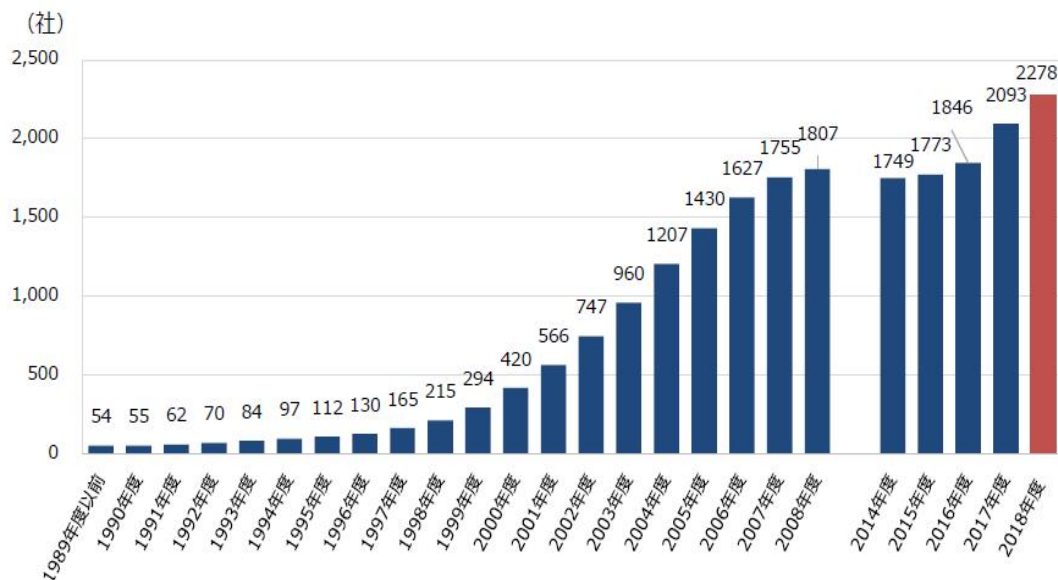


【出典】日刊工業新聞「企業の基礎研究、大学依存度高まる。拭えない懸念」(2018年8月23日)、
文部省 科学技術・学術政策研究所「科学技術指標2018」からJST-プログラム戦略推進戦部で加工・作成

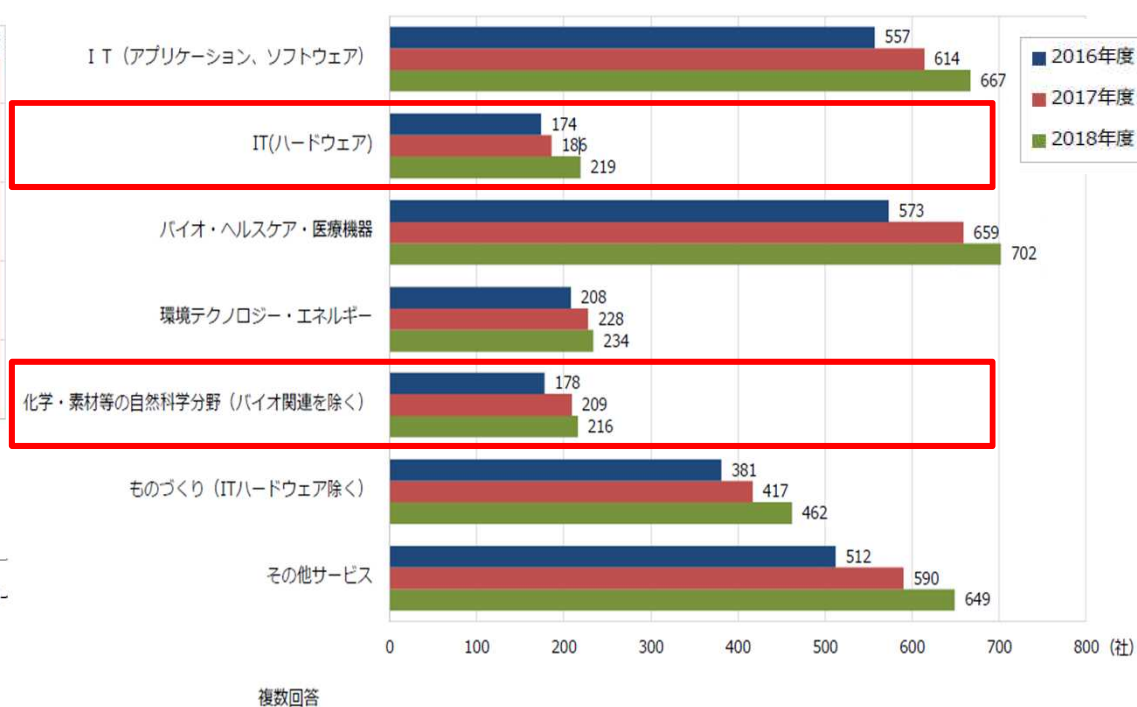
大学発ベンチャー数の推移

大学発ベンチャー企業数は年々増加している。また、物質、材料、デバイス系のベンチャー企業も年々増加している。

大学発ベンチャー数の推移



業種別ベンチャーの推移



本調査では、下記の5つのうち1つ以上に当てはまるベンチャー企業を「大学発ベンチャー」と定義している。

1. 研究成果ベンチャー：大学で達成された研究成果に基づく特許や新たな技術・ビジネス手法を事業化する目的で新規に設立されたベンチャー
2. 共同研究ベンチャー：創業者の持つ技術やノウハウを事業化するために、設立5年以内に大学と共同研究等を行ったベンチャー
3. 技術移転ベンチャー：既存事業を維持・発展させるため、設立5年以内に大学から技術移転等を受けたベンチャー
4. 学生ベンチャー：大学と深い関連のある学生ベンチャー
5. 関連ベンチャー：大学からの出資がある等その他、大学と深い関連のあるベンチャー

【出典】経済産業省『平成30年度産業技術調査(大学発ベンチャー実態等調査)調査結果概要』より抜粋、参事官(ナノテクノロジー・物質・材料担当)付において一部付記

パテントファミリーと論文の引用関係

日本の論文は、パテントファミリーに引用されている割合が相対的に高い。一方で、日本のパテントファミリーが、論文を引用している割合は相対的に低い。

論文を引用しているパテントファミリー数 (上位10か国・地域) パテントファミリーに引用されている論文数 (上位10か国・地域)

整数カウント		2007-2014年(合計値)			
		(A)論文を引用しているパテントファミリー		(B)パテントファミリー数全体	
順位	国・地域名	数	(A)における世界シェア	数	論文を引用しているパテントファミリー数の割合 (A)/(B)
1	米国	104,121	28.1	385,307	27.0
2	日本	44,395	12.0	487,764	9.1
3	ドイツ	38,415	10.4	218,430	17.6
4	フランス	22,339	6.0	86,402	25.9
5	中国	19,235	5.2	118,596	16.2
6	イギリス	18,950	5.1	66,823	28.4
7	韓国	14,042	3.8	158,298	8.9
8	カナダ	11,422	3.1	43,207	26.4
9	オランダ	10,018	2.7	33,016	30.3
10	インド	9,159	2.5	27,139	33.7

整数カウント		1981-2014年(合計値)			
		(A)パテントファミリーに引用されている論文		(B)論文数全体	
順位	国・地域名	数	(A)における世界シェア	数	パテントファミリーに引用されている論文数の割合 (A)/(B)
1	米国	386,655	35.5	7,773,669	5.0
2	日本	80,785	7.4	1,977,900	4.1
3	ドイツ	76,259	7.0	2,021,362	3.8
4	英国	75,755	7.0	2,014,621	3.8
5	フランス	49,942	4.6	1,473,247	3.4
6	中国	42,482	3.9	1,823,178	2.3
7	カナダ	40,565	3.7	1,123,128	3.6
8	イタリア	32,793	3.0	1,021,471	3.2
9	オランダ	26,419	2.4	600,059	4.4
10	スイス	22,646	2.1	454,920	5.0

・日本のパテントファミリーの中で論文を引用しているものの割合は相対的に低い

・パテントファミリーに引用されている論文数 →日本は世界第2位

・パテントファミリーに引用されている日本の論文数の割合は相対的に高い

注：論文を引用しているパテントファミリー数についての指標は、日本はパテントファミリーにおける技術分野のバランスにも影響を受ける。

日本の「環境・地球科学」、「臨床医学」、「基礎生命科学」の論文分野では、自国より、米国のパテントファミリーから引用されている割合が多い。米国のパテントファミリーから引用されている割合は、それぞれ、56.3%、50.3%、47.3%である。

欧州特許庁のPATSTAT(2018年秋バージョン)、クラリベイト・アナリティクスWeb of Science XML(SCIE, 2018年末バージョン)

クラリベイト・アナリティクス Derwent Innovation Index(2019年2月抽出)を基に、科学技術・学術政策研究所が集計。

諸外国におけるナノテク・材料科学分野の政策動向

日本	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 第5期科学技術基本計画、Society5.0の実現へ向けた11のシステムの一つに「統合型材料開発システム」を特定。新たな価値創出のコアとなる強みを有する基盤技術として「素材・ナノテクノロジー」「光・量子」など ◆ Q-LEAP（2018-）を開始、「量子技術イノベーション戦略」を検討中 	
米国	<ul style="list-style-type: none"> ◆ National Nanotechnology Initiative（2001-） <ul style="list-style-type: none"> - 第6次NNI戦略プラン（2016-）省庁横断テーマNational Signature Initiativeを更新 - National Strategic Computing InitiativeやBRAIN Initiativeと連携し、Future Computing GCを特定 ◆ Materials Genome Initiative（2011-2016）、Electronics Resurgence Initiative（2018-）、National Quantum Initiative（2019-）、Critical Minerals Executive Order発令（2017末） 	
欧州	EU	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Horizon 2020（2014-2020） <ul style="list-style-type: none"> - Key Enabling Technologies（KETs）として、ナノテクノロジー、先端材料、先進製造技術、バイオテクノロジーを選定 - Future and Emerging Technologies（FET）として、2018年よりQuantum Flagshipを開始 ◆ ELISI/EHS（およびRRI）に関する取組を世界的に主導
	独	<ul style="list-style-type: none"> ◆ ハイテク戦略2025（2018-） <ul style="list-style-type: none"> - マイクロエレクトロニクス、材料、バイオテクノロジー、人工知能を「未来技術」と位置付け ◆ Action Plan Nanotechnology 2020（2016-2020） ◆ Quantum Technologies –from basic to markets（2018-2022、最長2028）
	英	<ul style="list-style-type: none"> ◆ UK Nanotechnologies Strategy（2010-） <ul style="list-style-type: none"> - BIS（現BEIS）が中心となって策定した省庁横断の国家ナノテクノロジー戦略 ◆ UK COMPOSITES STRATEGY（2009-） <ul style="list-style-type: none"> - BISを中心に航空機、自動車向けの耐久性が高く軽量かつ高性能な複合材料の開発 ◆ UK Quantum Technologies Programme（2014-）
	仏	<ul style="list-style-type: none"> ◆ SNR France Europe 2020（2015-） <ul style="list-style-type: none"> - 10の社会的課題に対する重点的研究方針として、希少資源への依存度減少、化石燃料からの脱却、新材料設計、センサーを特定
中国	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 国家中長期科学技術発展計画綱要（2016-2020） <ul style="list-style-type: none"> - 先端技術8分野の一つに「新材料技術」、重大科学研究4分野の一つに「ナノ研究」 - 第13次5ヶ年計画 2030年を見据えた15の重大科学技術プロジェクトに「重点的新材料」「量子通信・量子コンピュータ」「スマート製造・ロボット」「航空エンジン・ガスタービン」等を指定 ◆ 国家重点研究開発計画の一つとして「材料ゲノム工学のキーテクノロジー」と支援キーテクノロジーを開始（2016-） ◆ 中国製造2025 半導体自国化へ向け投資拡大。R&D投資を対GDP比で1.5%程度から3%程度へ引き上げる ◆ 世界初の量子科学実験衛星「墨子号」を用いた量子暗号通信（2017）、北京-上海間の量子通信NW「京滬幹線」構築（2017）、合肥に量子科学技術国家実験室を建設中（2020年完成予定） 	
韓国	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 第4期ナノ技術総合発展計画（2016-2025）米国の技術レベルを100%としたときに、92%まで到達させる ◆ 第3次National Nanotechnology Map（2018-2027） <ul style="list-style-type: none"> - 70のコアテクノロジーを同定。ポータル人工知能、ポータル無線通信、無人飛行機、超急速充電電池などの開発を推進 ◆ 未来素材源泉技術確保戦略を公表し、「30の未来素材」を導出（2018） ◆ 素材・部品・装備（装置や設備）産業の自立を目指し、2179億ウォン（約200億円）の政府投資を発表（2019.9） 	