

STI政策に関する 「我が国の基本的課題のレビュー」(2)

2024年2月28日

未来工学研究所 平澤 冷

■前回のまとめ

基本的課題 1 の前半 **「40年間にわたる研究の質の停滞の実像」**

■政策形成手法（根の深い状況の改善策を対象に）

1. オートポイエティック・アプローチ autopoietic approach
2. 認識論（哲学）を背景にした知識論からのアプローチ

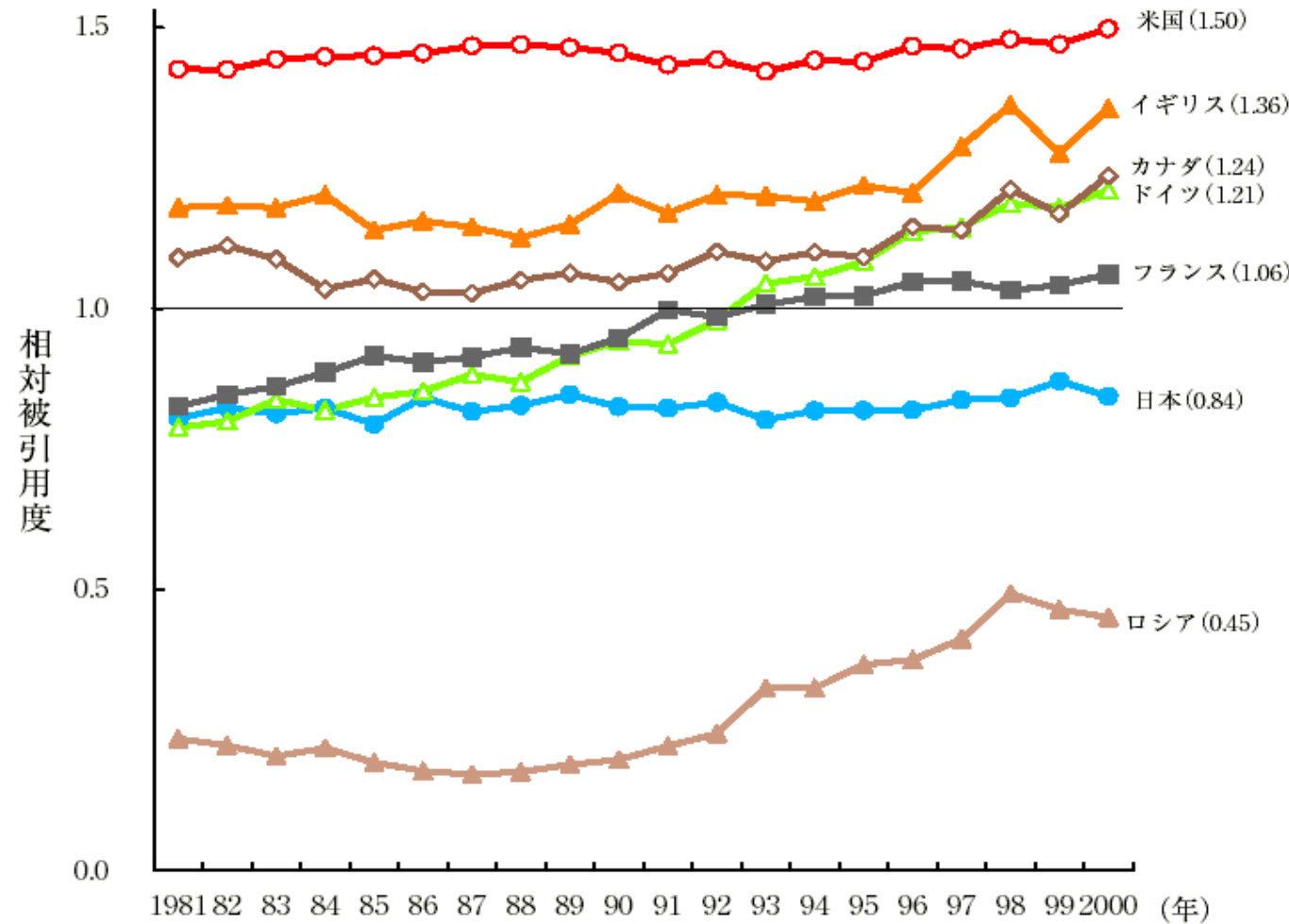
■試案の提示と議論（参加者からの「構想」提案を含む）

基本的課題 1 の後半 **「そこからの脱却のための政策の構想」**

■暫定的なとりまとめ

< 先行研究 > 相対被引用度が著しく低い（引用されていない）

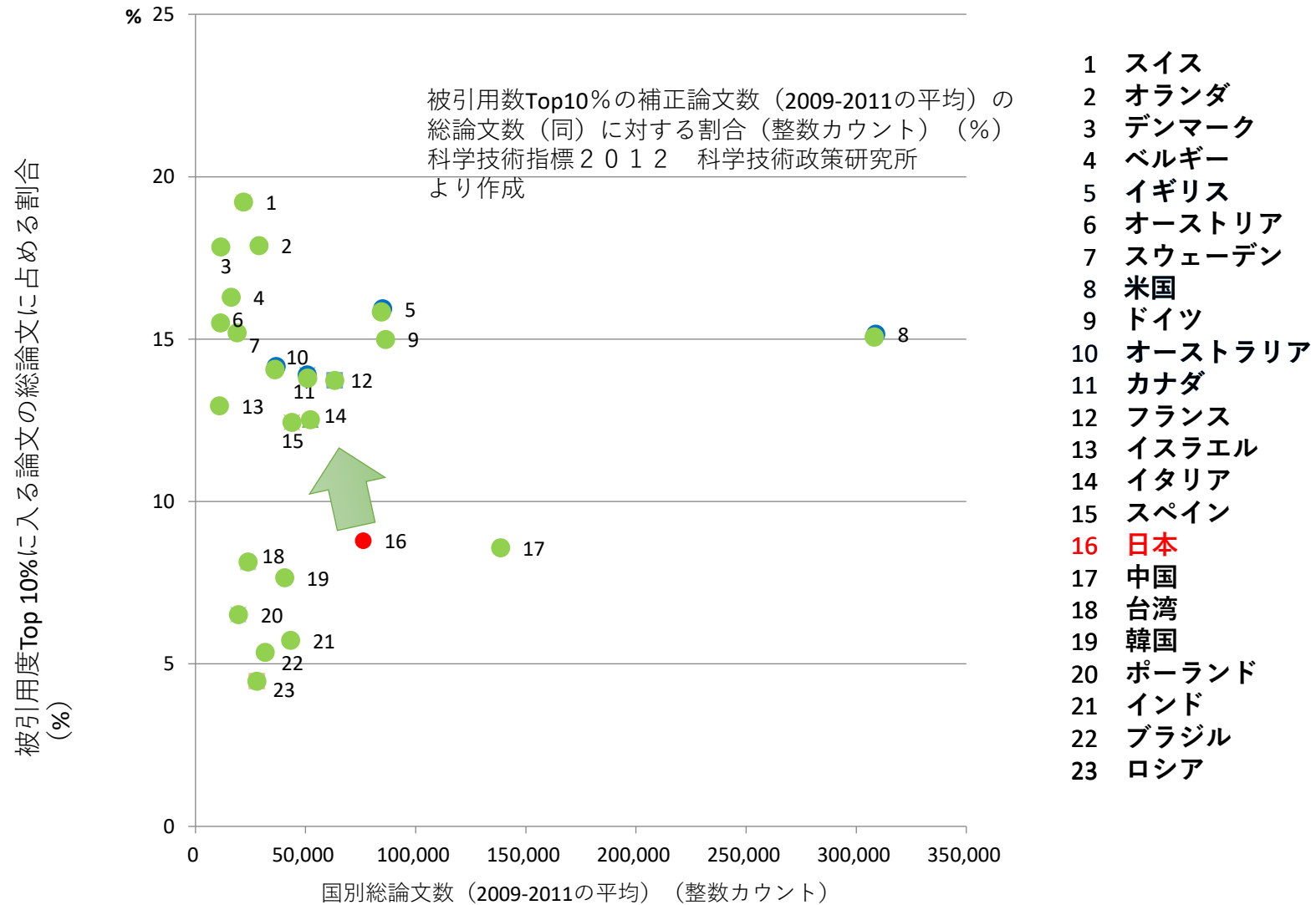
- ◆私より10年早く日本の質的停滞現象に気づいていた。
- ◆その際、大学のどのようなセクターに問題があるかについて綿密に分析している。



→ 20年間、
傾向は本当に
何も変わって
いないのか？

資料：I S I 「National Science Indicators 1981-2000」

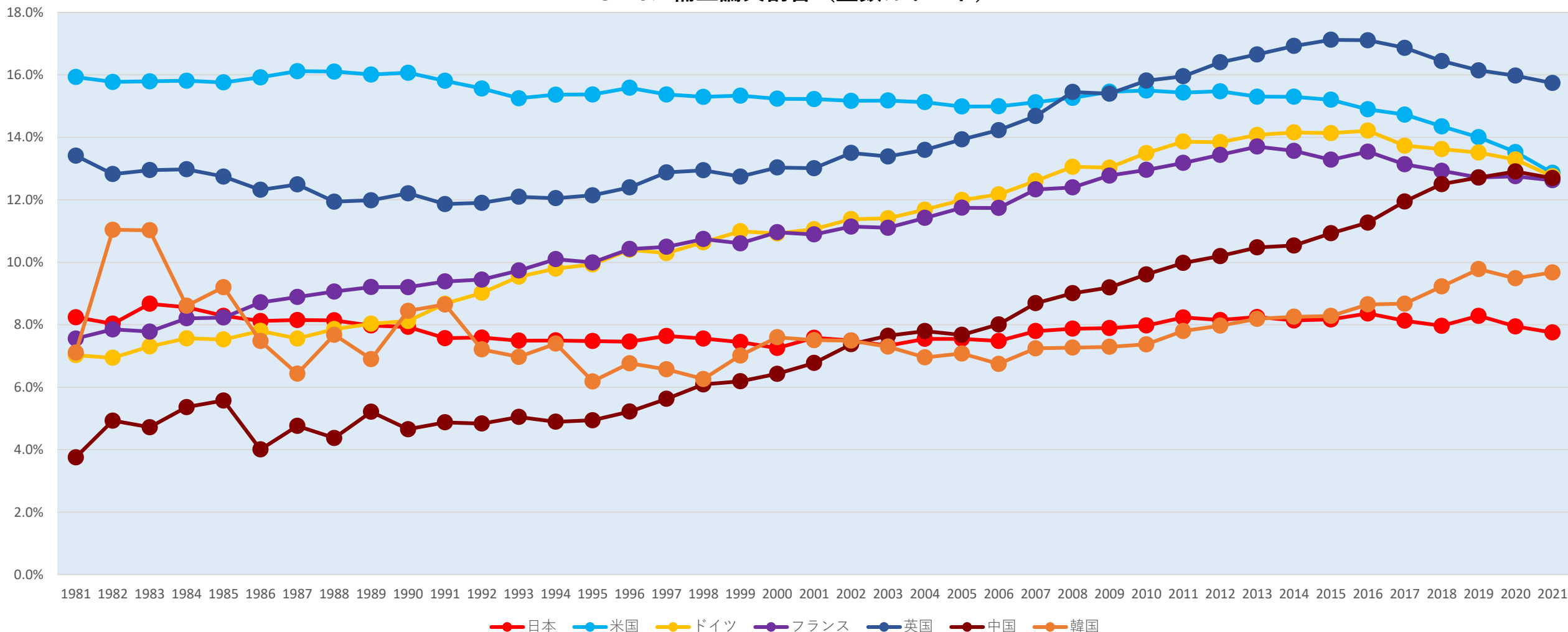
被引用数Top10%論文の割合と国別総論文数 2009 - 2011



Top10%補正論文（整数カウント）割合の推移

- ◆我が国は40年間質的低迷を続けている。なぜか、何を直せばよいか。
- ◆英国は専攻課程ごとの評価結果によって研究資金の配分額を変え、7段階の下位2段階には配分なし。

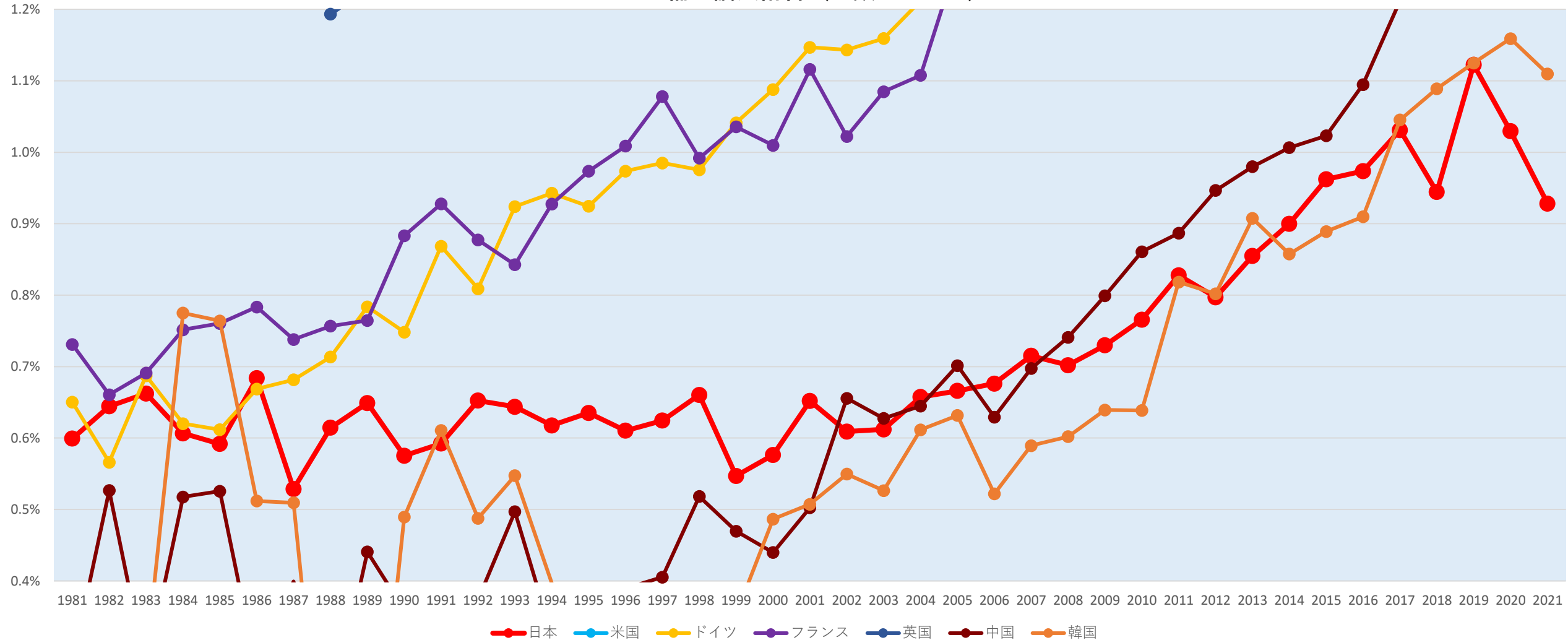
TOP10%補正論文割合（整数カウント）



Top1%補正論文（整数カウント）割合の推移～縦軸を拡大

◆日本の上昇基調は明確。（何故かを後で分析する）

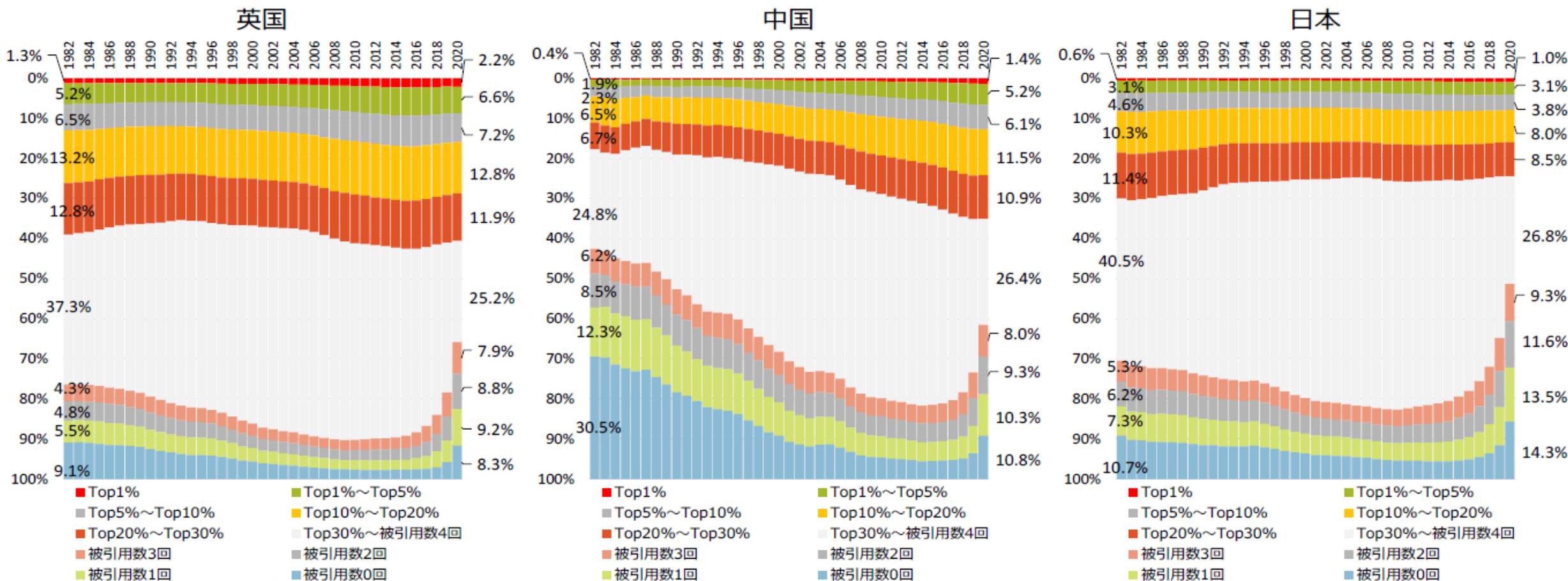
TOP1%補正論文割合（整数カウント）



論文における被引用数パーセンタイル

◆どのランクの論文が伸びているか。典型的な3国比較。1%、10%の予備軍に注目。

概要図表 7 論文における被引用数パーセンタイル【全分野】



(注1) Article, Review を分析対象とし、整数カウント法により分析。3年移動平均値であり、例えば、2020年値は、2019~2021年平均である。図表中に表示の値は、四捨五入のため合計値が100%に一致しない場合がある。

(注2) 論文の被引用数(2022年末の値)が各年各分野(22分野)の上位X%に入る論文数がTopX%論文数である。TopX%補正論文数とは、TopX%論文数の抽出後、実数で論文数のX/100となるように補正を加えた論文数を指す。ここでは、X%には、1%、5%、10%、20%、30%がそれぞれ入る。

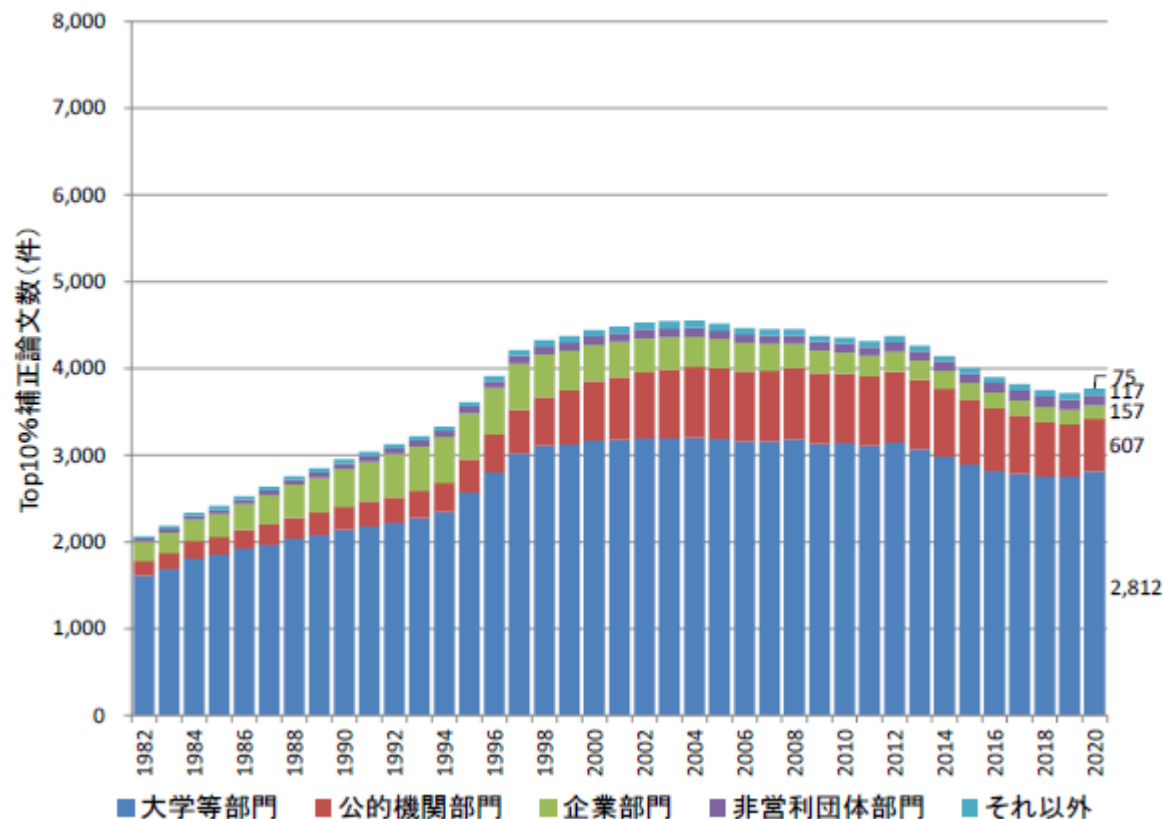
クラリベイト社 Web of Science XML (SCIE, 2022 年末バージョン)を基に、科学技術・学術政策研究所が集計。

出典：NISTEP 『科学研究のベンチマーキング2023』

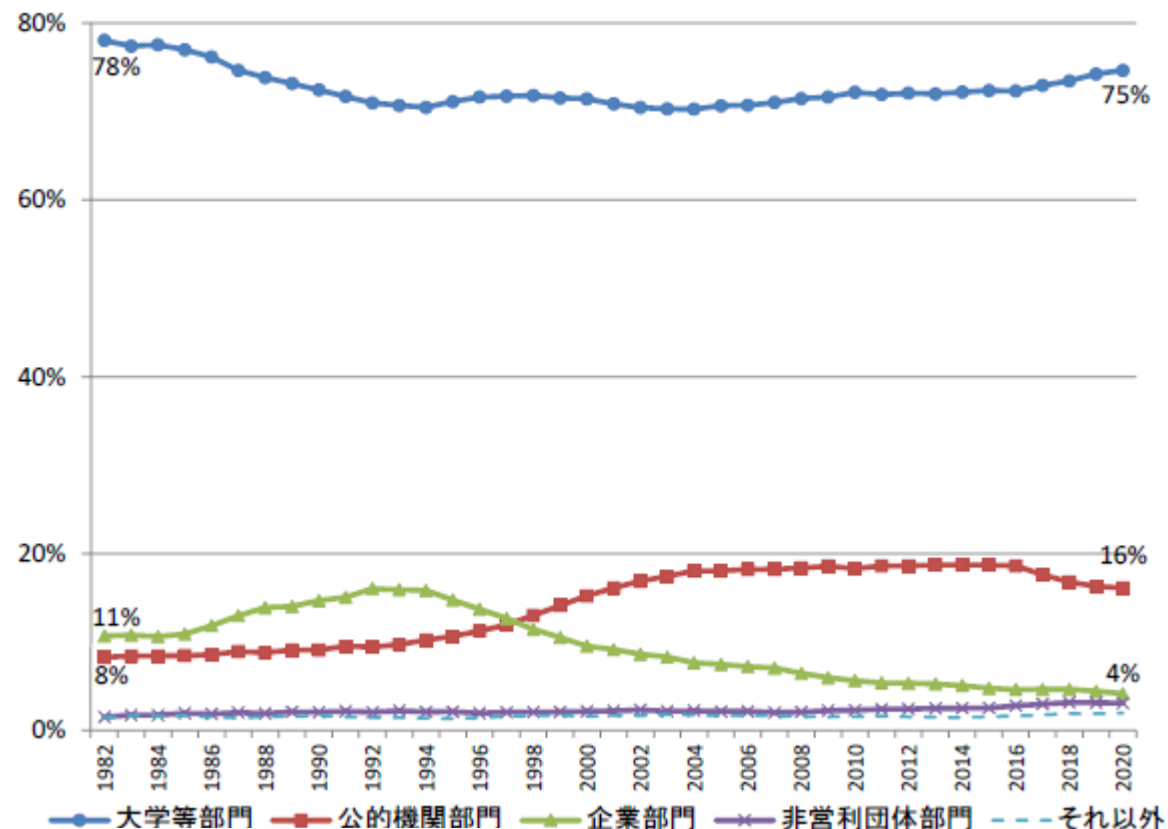
TOP10%論文数（大学、研究所、企業、その他）のトレンド

- ◆どのセクターに問題があるのか。数量的に太宗を占める大学の影響が大。
- ◆トップ10%論文数は、80年代前半は大学が、後半は企業が、2000年代以降は国研が頑張っている。

日本の部門別Top10%補正論文数



日本のTop10%補正論文における各部門区分の割合

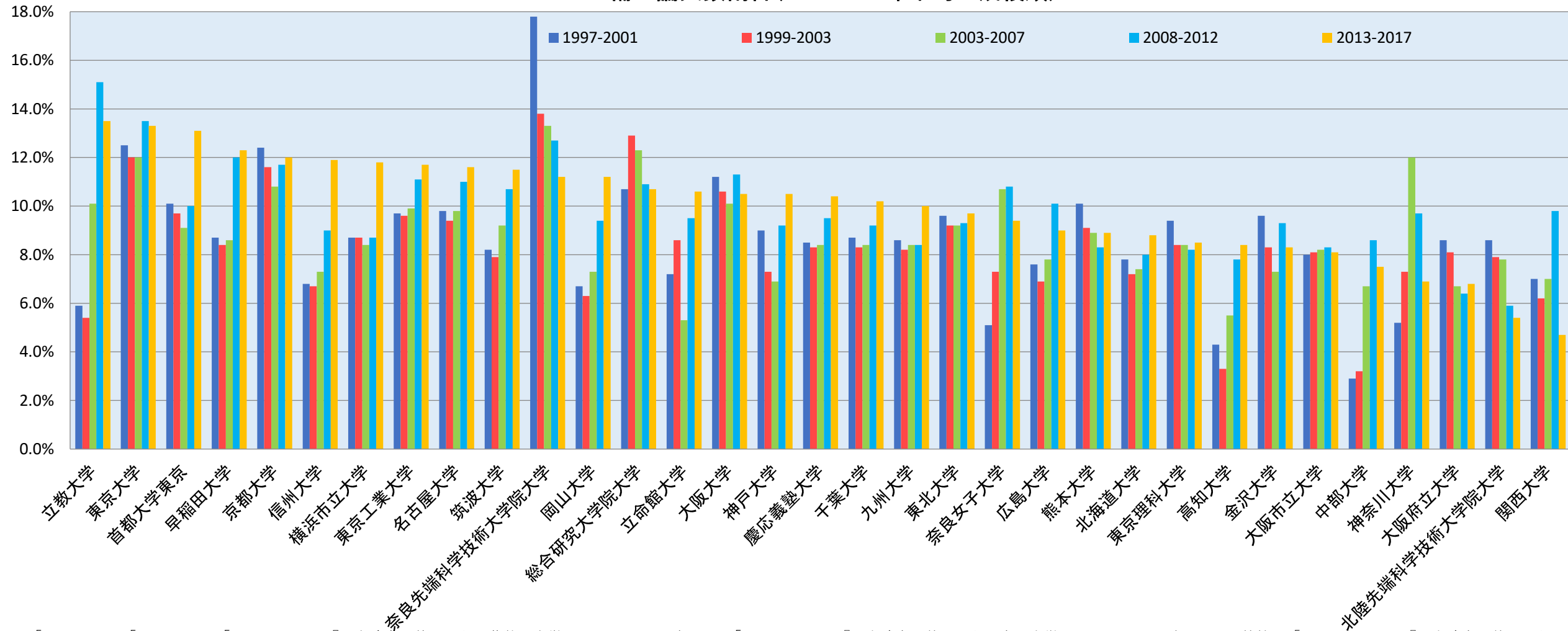


(注1) Article, Reviewを分析対象とし、分数カウント法により分析。3年移動平均値であり、2020年値は2019年～2021年平均である。
 (注2) 論文の被引用数(2022年末の値)が各年各分野(22分野)の上位10%(1%)に入る論文数がTop10%(Top1%)論文数である。
 Top10%(Top1%)補正論文数とは、Top10%(Top1%)論文数の抽出後、実数で論文数の1/10(1/100)となるように補正を加えた論文数を指す。詳細は、本編2-2-7 Top10%補正論文数の計算方法を参照のこと。
 (注3) 「大学等部門」には、国立大学、公立大学、私立大学、高等専門学校及び大学共同利用機関を含む。
 (注4) 「公的機関部門」には、国の機関、国立研究開発法人等及び地方公共団体の機関を含む。
 クラリベイト社 Web of Science XML (SCIE, 2022年末バージョン)を基に、科学技術・学術政策研究所が集計。

主要大学の論文に占めるTOP10%補正の割合

- ◆2013-2017のパフォーマンスで序列化。
- ◆年度ごとの入れ替わりが激しい。いわゆるトップレベル大学が上位を占めるとは限らない。

TOP10%補正論文数割合(2013-2017年平均の成績順)

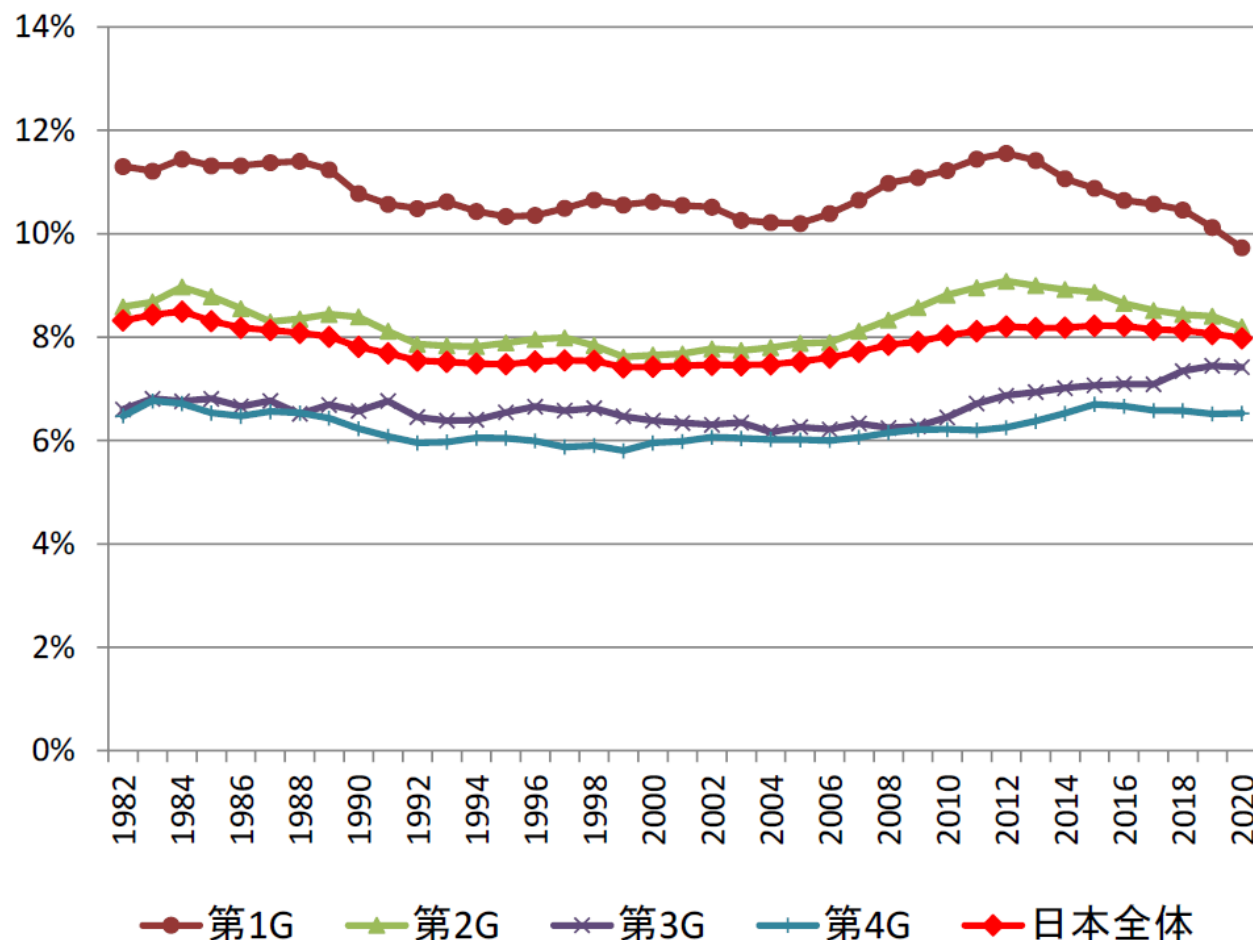


※「2003-2007」「2008-2012」「2013-2017」は『研究論文に着目した日英独の大学ベンチマーキング2019』『1999-2003』は『研究論文に着目した日本の大学ベンチマーキング2015』の数値、「1997-2001」は『研究論文に着目した日本の大学ベンチマーキング2011』の数値を使用

大学分類別のTOP10%論文割合のトレンド

◆第2Gが日本全体の平均的姿？ それにしても、第1Gの近年の落ち込みの原因は何か？

図表 88 大学グループ別の論文数に占める Top10%補正論文数の割合(Q 値)の推移(全分野)



論文数シェアを用いた大学グループ分類

大学グループ	論文数シェア (2017-21年)	大学数
第1G	1%以上のうち 上位4大学	4 (4, 0, 0)
第2G	1%以上～ (上位4大学を除く)	14 (11, 1, 2)
第3G	0.5%以上 ～1%未満	28 (16, 3, 9)
第4G	0.05%以上 ～0.5%未満	133 (36, 17, 80)
その他G	0.05%未満	-

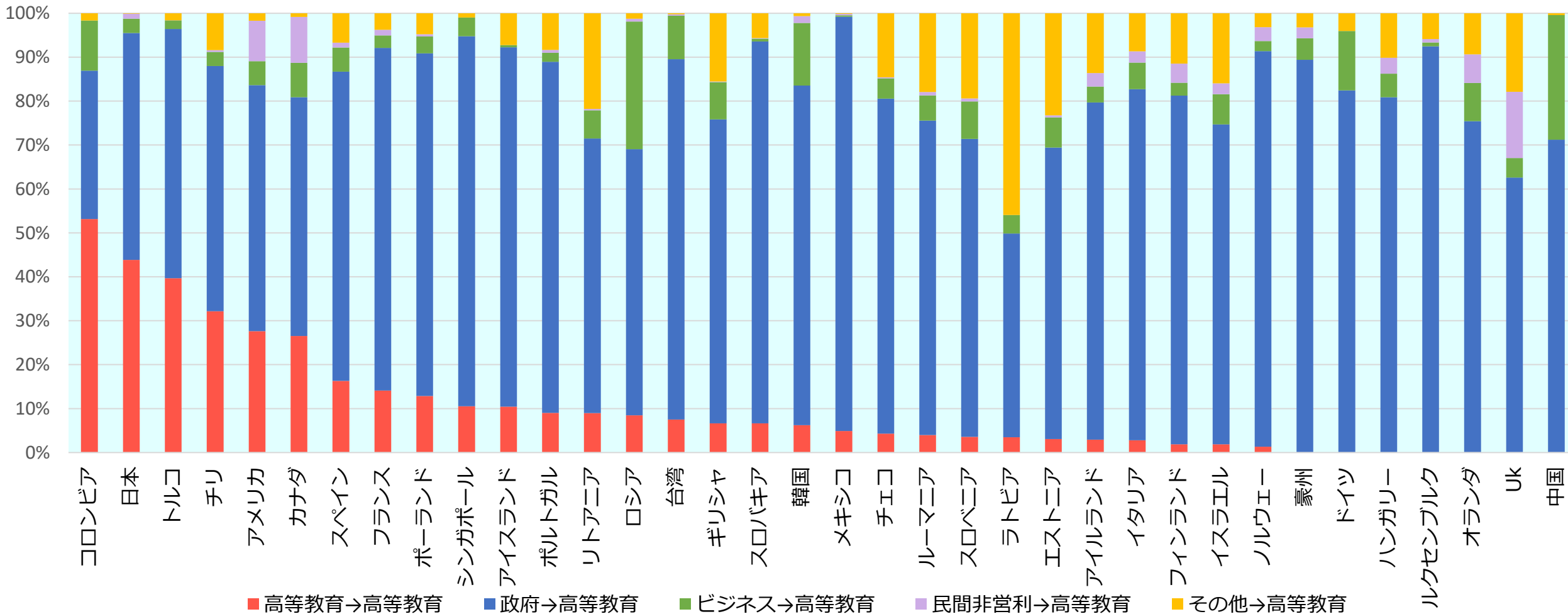
- (注1) 自然科学系の論文数シェアに基づく分類である。ここでの論文数シェアとは、日本の国公立大学の全論文数(分数カウント法)に占めるシェアを意味する。第1グループの上位4大学の論文数シェアは4%以上を占めている。
- (注2) 大学数のカッコ内の数は、国立大学、公立大学、私立大学の該当数を示す。
- (注3) 第1グループ～第3グループの大学名は、国立大学、公立大学、私立大学の順番で五十音順に並べている。第4グループの大学名は、国立大学、公立大学、私立大学のそれぞれについて五十音順で5つまでを表示した。大学共同利用機関と高等専門学校は論文数シェアに関係なく、その他グループに分類した。
- (注4) 本文中や図表中では、グループのことをGと表記することがある(例:第1グループを第1Gと表記)。

- (注1) Article, Review を分析対象とし、整数カウント法により分析。
 - (注2) 論文の被引用数(2022年末の値)が各年各分野(22分野)の上位10%に入る論文数がTop10%論文数である。Top10%補正論文数とは、Top10%論文数の抽出後、実数で論文数の1/10となるように補正を加えた論文数を指す。詳細は、本編 2-2-7 Top10%補正論文数の計算方法を参照のこと。
 - (注3) 各年のQ値は、3年平均値を用いて算出している。例えば、2020年値は、2019～2021年平均のTop10%補正論文数を2019～2021年平均の論文数で除した値である。
- クラリベイト社 Web of Science XML (SCIE, 2022年末バージョン)を基に、科学技術・学術政策研究所が集計。

高等教育機関の研究開発費部門別負担割合（2018年）

◆負担構造の国際比較でも日本は「自前」部分が多い。UKは外部から。

2018年OECD諸国比較

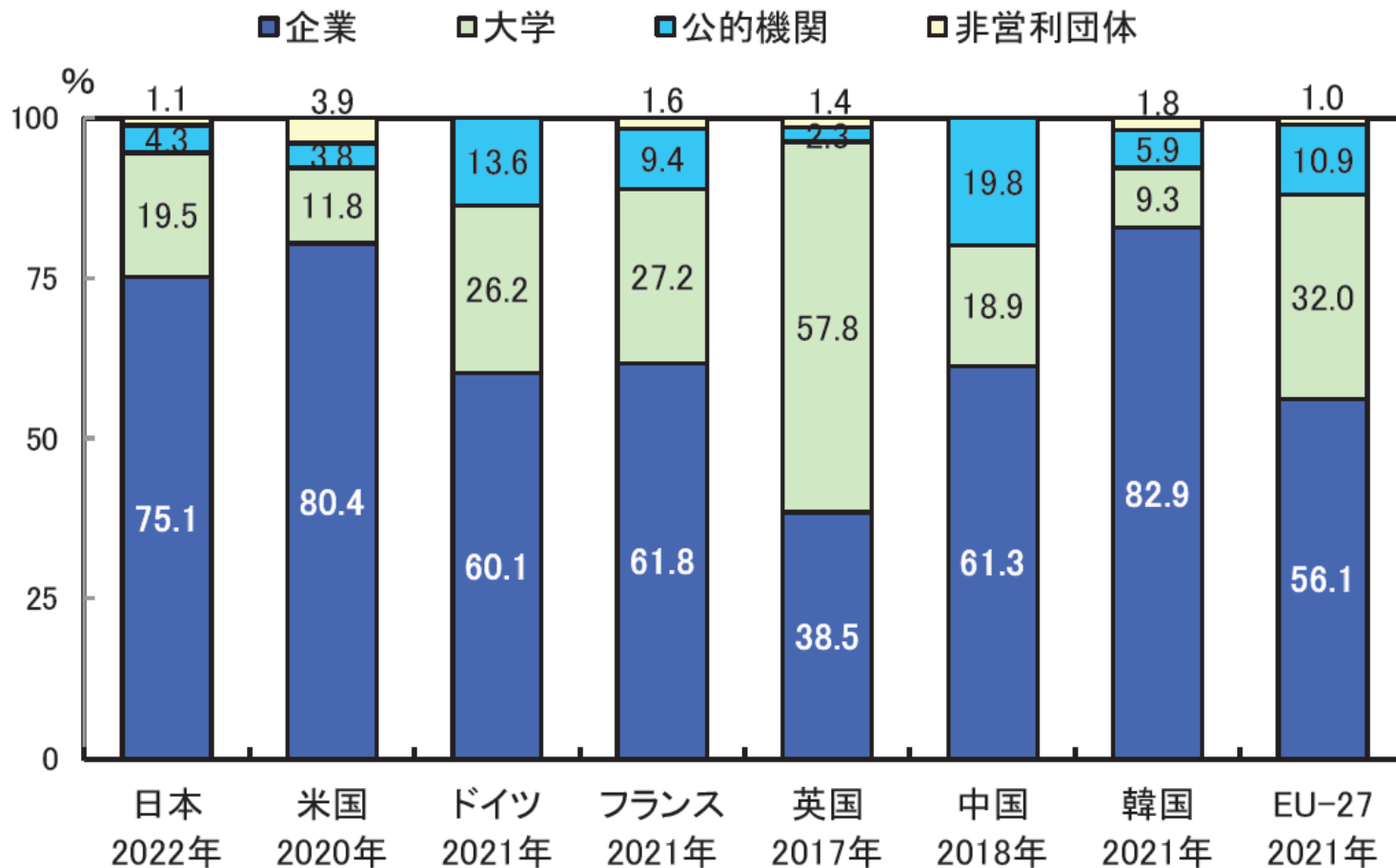


主要国の研究者数部門別内訳

◆研究者の内部構造に関する国際比較

◆英国は大学中心（バイオ系を除く産業界が弱い）。米国、韓国、日本は企業研究者が多い。

【図表 2-1-6】 主要国における研究者数の部門別内訳



注:

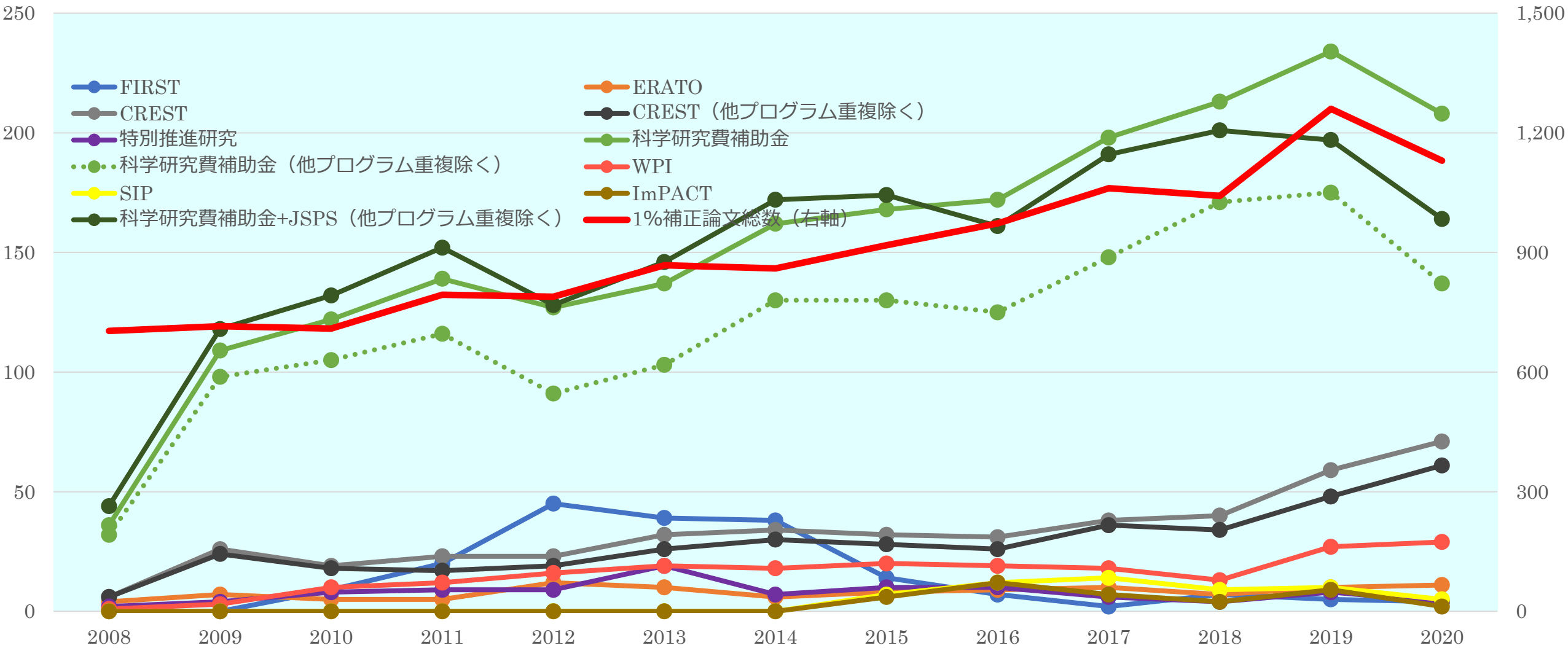
- 1) 各国の値は FTE 値である。
- 2) 人文・社会科学を含む。
- 3) 各国の非営利団体は研究者数全体から、企業、大学、公的機関を除いたもの(日本は除く)。
- 4) 日本は該当年の 3 月 31 日時点の研究者数を測定している。
- 5) 米国の公的機関の値は定義が異なり、過大評価されるか、過大評価されたデータに基づく。
- 6) ドイツの公的機関は非営利団体を含む。暫定値である。
- 7) EU-27 の値は見積り値である。

資料:

日本:総務省、「科学技術研究調査報告」 文部科学省、「大学等におけるフルタイム換算データに関する調査」
米国、ドイツ、フランス、英国、中国、韓国、EU-27:OECD, "Main Science and Technology Indicators March 2023"
参照:表 2-1-6

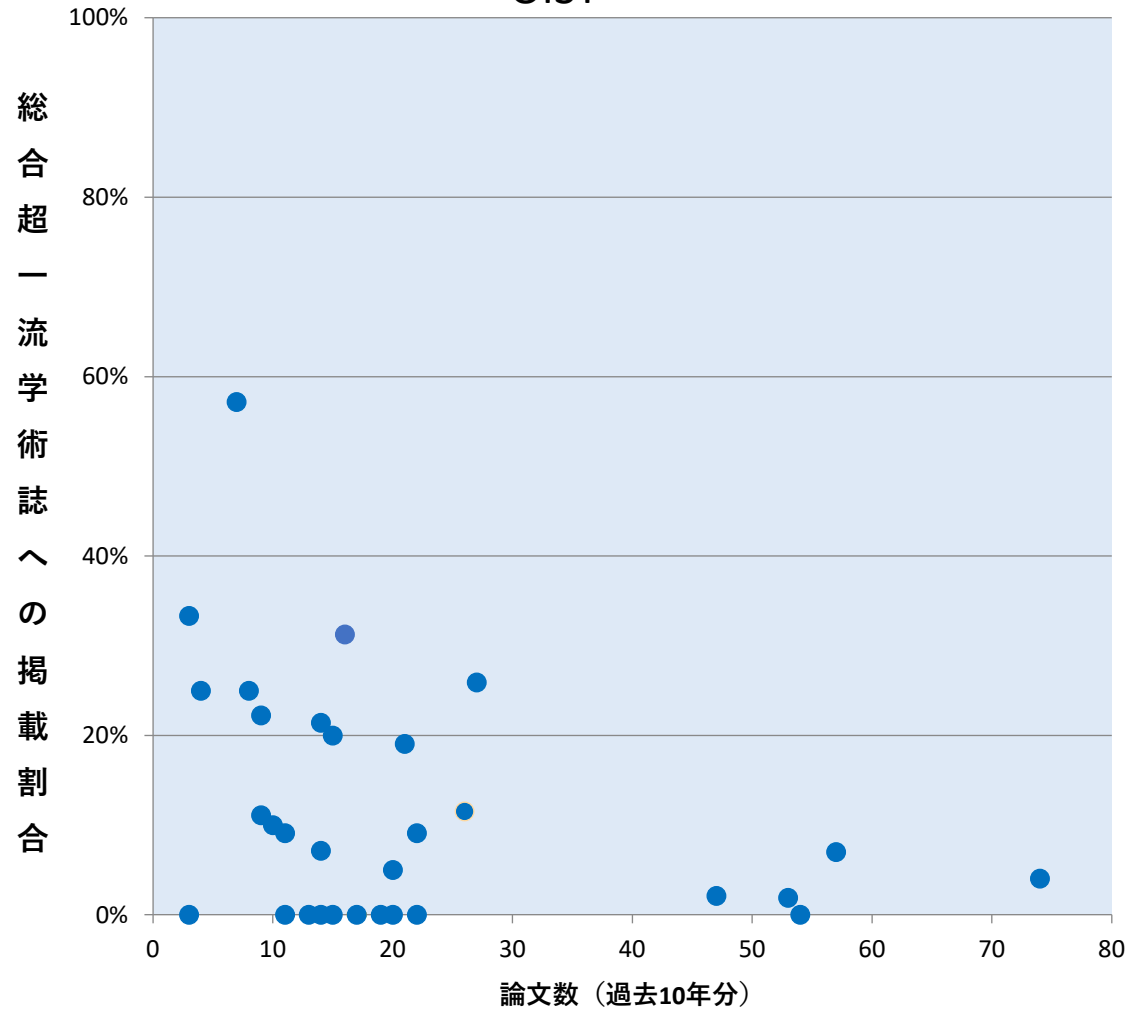
年別トップ1%論文プログラム別出現報数 (2)

- ◆ 科研費（右側尺度）と大型プログラムの比較。
- ◆ 科研費によるトップ1%論文数も伸びている。

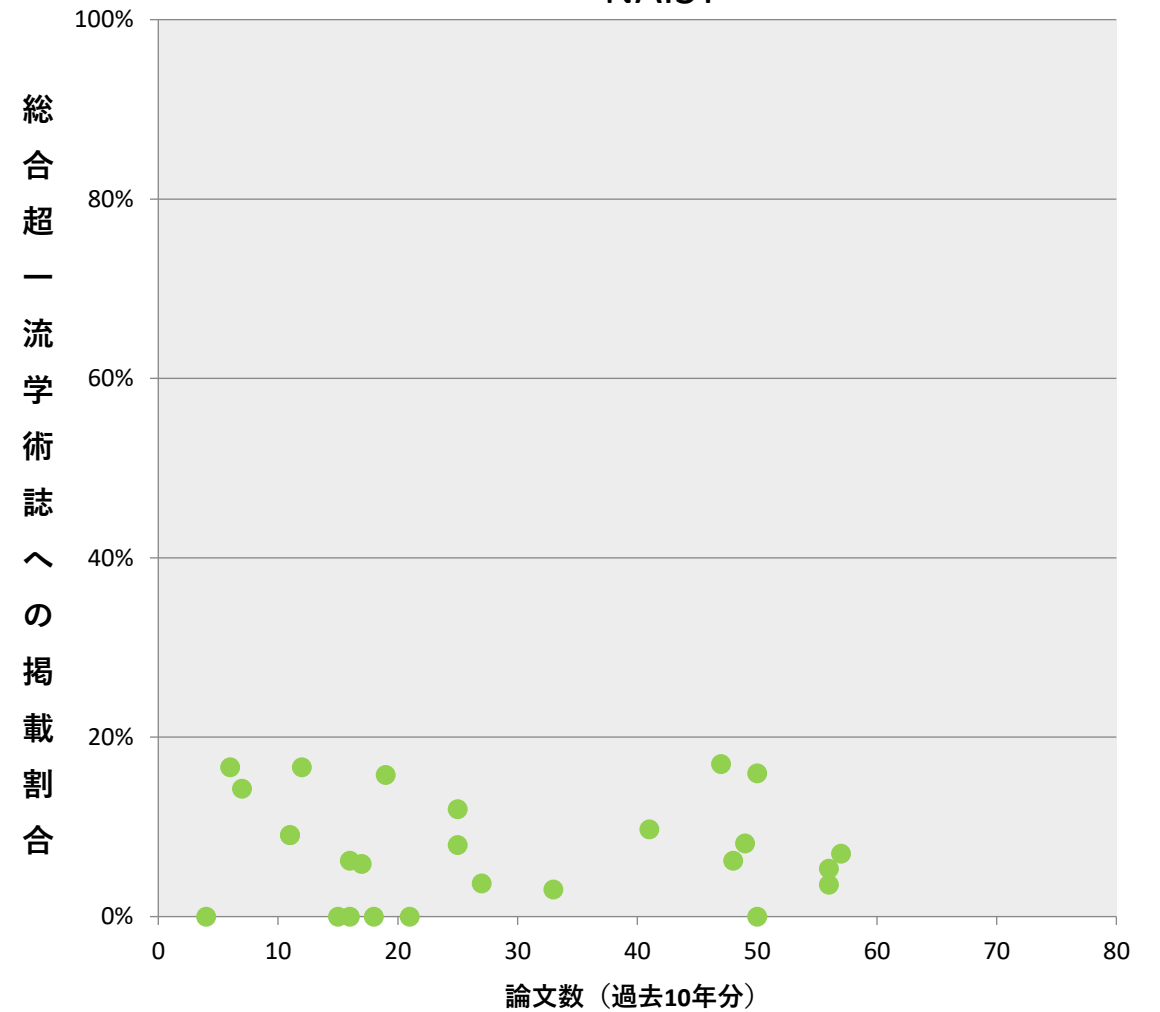


科学技術系大学院大学の研究成果の比較 (1 / 2)

OIST

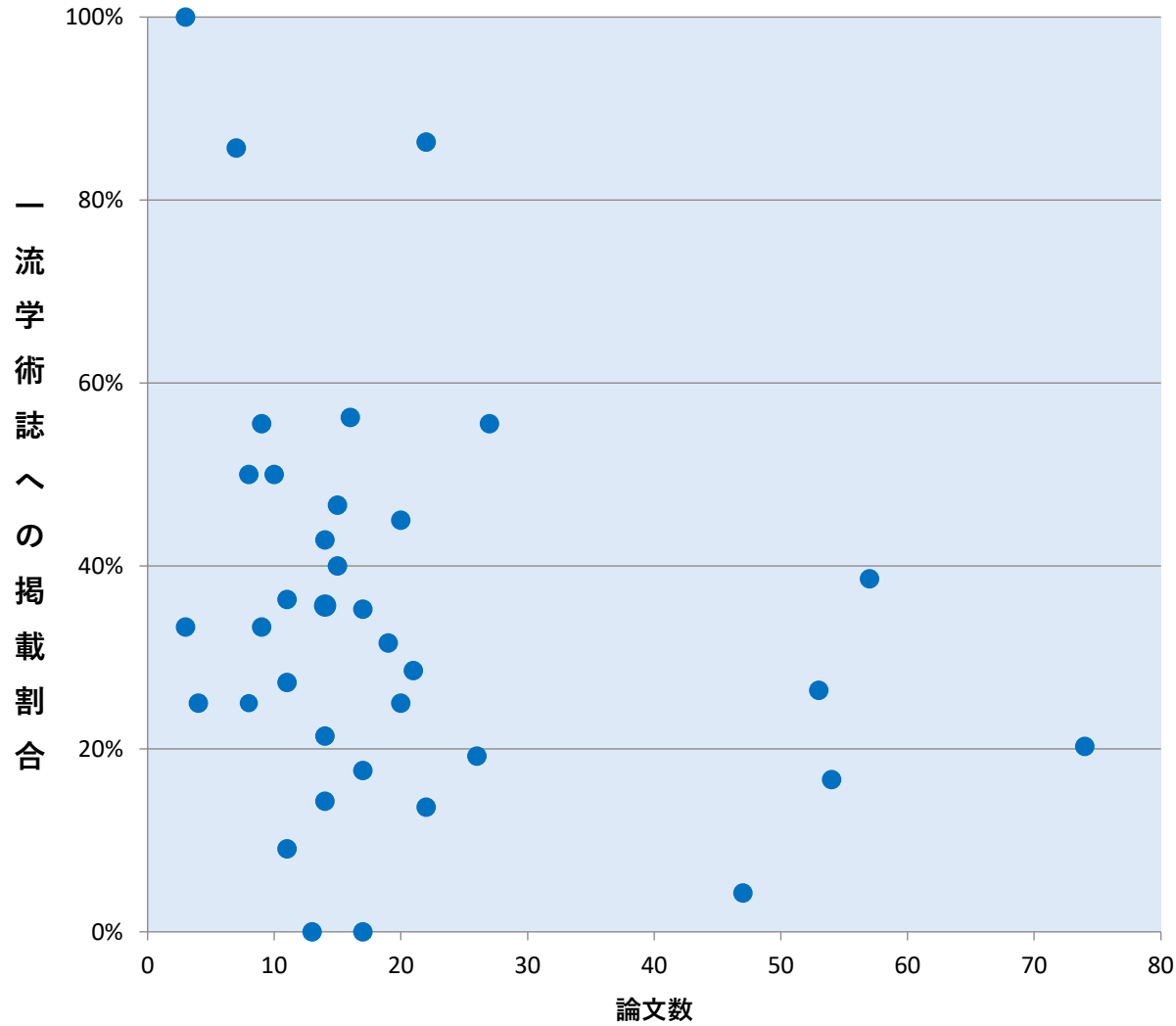


NAIST

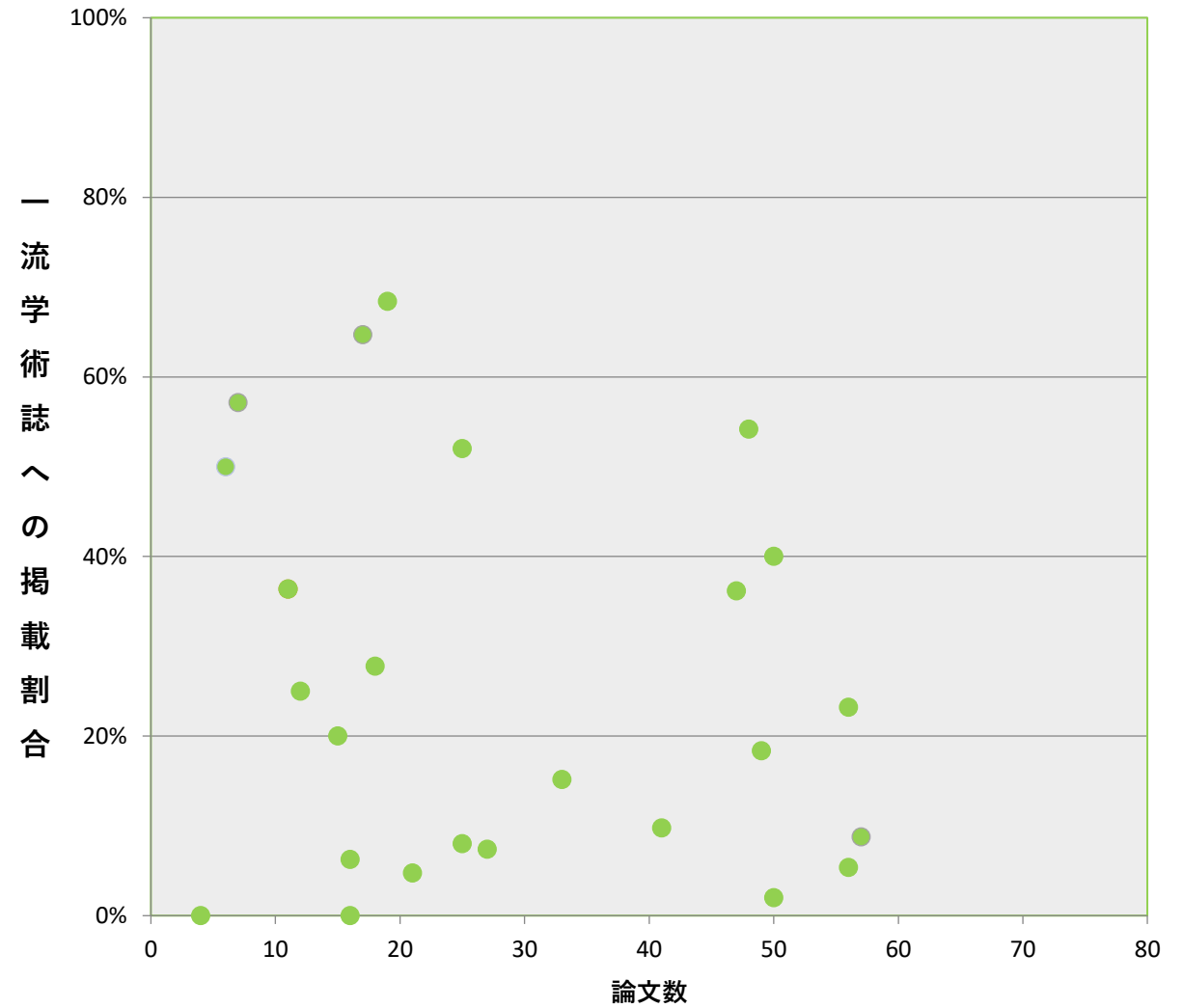


科学技術系大学院大学の研究成果の比較 (2 / 2)

OIST



NAIST



■一般的なシステム論（一般システム理論）：Ludwig von Bertalanffy

- ・システムとして注目する系をシステム境界で分離する
- ・システム境界の内部に存在する要素に注目し
- ・システム境界の外部に存在する要素はシステムのパラメータとする
- ・システム内部の要素間の関係性に着目
- ・各要素の内面には立ちいらない
- ・いかなる存在をもシステムの構成要素に同時に組み込める（文理融合）

■オートポイエーシス：H. R. Maturana & F. J. Varela

- ・生命システム（視覚神経系の構成と知覚認識の関係）の考察から生み出された
- ・単位体unitの行為practiceと産出poiesisを構成単位とする
- ・構成単位の連鎖（ネットワーク）が閉じている場合「円環的構成」
- ・円環的構成を成すシステムがオートポイエーシスautopoiesis（自律産出系）

単位体をアクター、アクターの行為の結果である産出が次のアクターの行為を促すインセンティブとなる関係

■ インセンティブ：動因

単なる損得勘定だけでなく人間的な多様な価値観に基づく動因

■ インセンティブ連鎖：動因連鎖

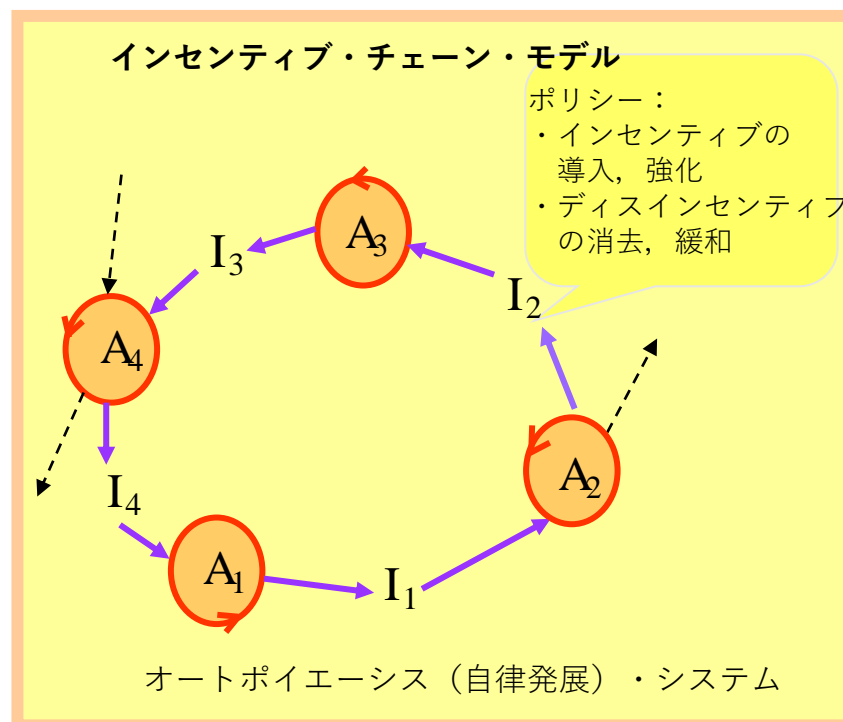
あるアクターの活動結果が他のアクターの活動にとってインセンティブを与える関係の連なり

■ アクター・ネットワーク：活動者網

インセンティブ連鎖によって関係づけられたアクターの連なり

■ ポリシー

インセンティブ連鎖形成と強化のための「仕掛け」
(取組み, 制度, 環境条件整備等)



○概念の構成要件

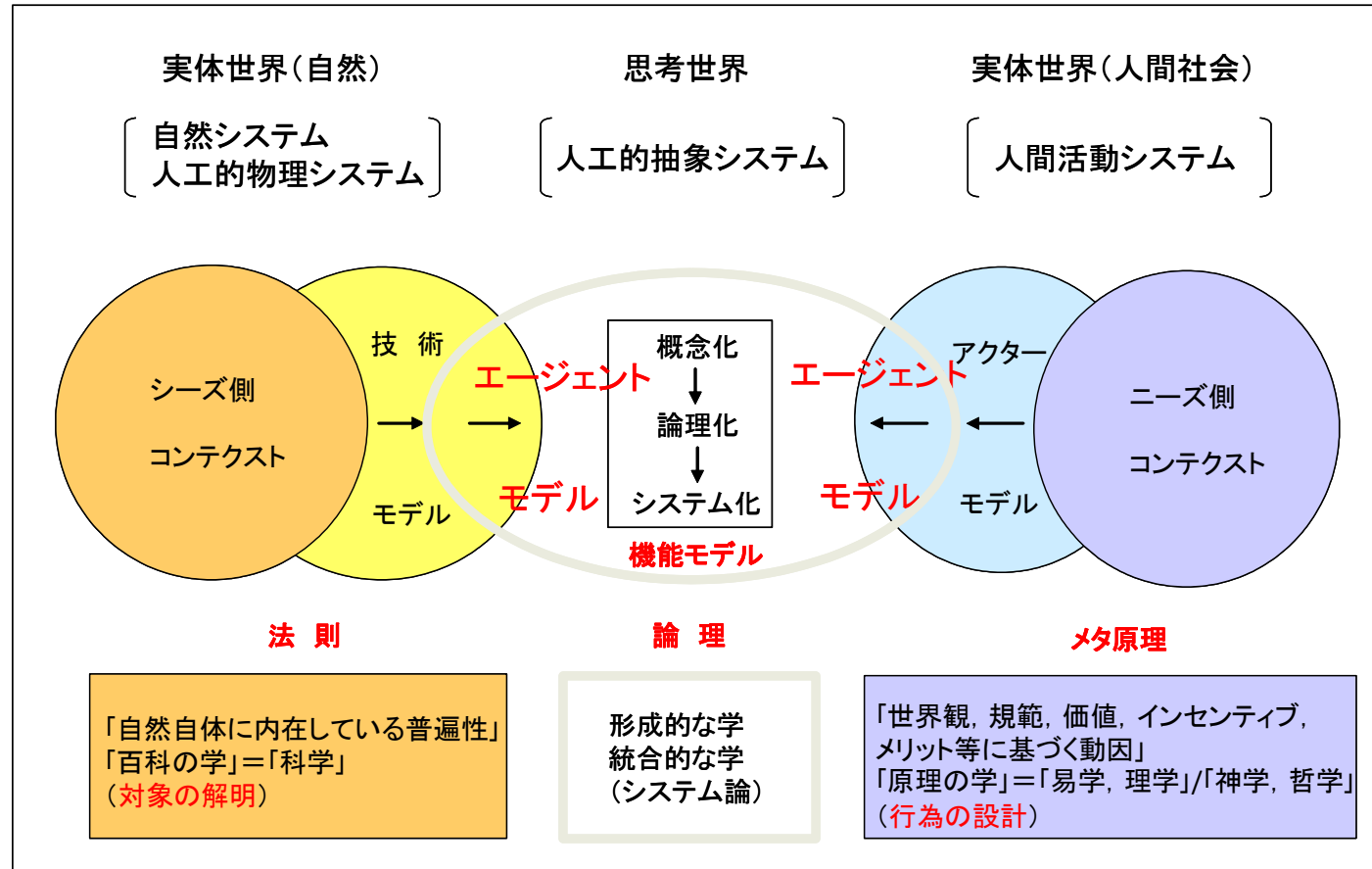
- ・システム（思考の対象）と外界
- ・システム（制度）/アクター（体制）/コンテンツ（内容）//プロセス（過程）
- ・戦略の策定（コンテンツ中心のモデル）
 - 論理的側面：全体性、先見性、操作性、・・・
 - 意思的側面：願望、夢、・・・

○思考の枠組み

- ・リスク危機管理（アクター中心のモデル）
 - 危機管理者を取り巻く外部要因
 - 危機管理者自身に係る要因
 - （静的要因）
 - 危機管理者の人的要因
 - 危機管理者が採用する手段や資源に係る要因
 - （動的要因）
 - 危機管理者の個別行動に係る要因
 - 危機管理者の全体的行動に係る要因

◆ 知の類型

- ・ 3 類型
- ・ 知識の利用の側面



◆ 思考世界の支援

- ・ 論理思考
- ・ システム思考

		実態的概念による対象区分			
		自然工学システム	境界領域	人間・社会システム	
チェックランドの類概念による区分	物理システム と 人工的 自然システム				ハードな対象
	抽象システム 人工的	(第1類)		(第2類)	ソフトな対象
	人間活動システム	(第4類)		(第3類)	

◆ 知識の確かさ

- 知識とはその確かさの根拠（アンカー）がある知見
- アンカーとは、知見の確かさを確認する思考作業を繰り返し深めて得た確かさの根拠と定義する

1. アンカー

知識のアンカーには2種類ある。

- 認識主体の外部（外界）にある根拠：実態的概念としての「自然工学システム」。外界に内在する普遍的原理（自然法則）がアンカー（科学哲学）。
- 認識主体の内部（内界）にしか見いだせない根拠：実態的概念としての「人間・社会システム」。内界は、価値観、感情、情動等内発的な動機に基づく認識が支配していて、内在的普遍原理を見出すことは一般に困難であるが、個人にとっては「確信」をアンカーとすることも可能（現象学）。

2. 知識の種類と学問

- 外界のアンカーに基づいて体系化されている学問領域の典型は自然科学であり、工学もこれに属する。その思考世界は人工的抽象システムであるが、ソフト1類として同様なアンカーと照合し確かさの根拠を得られる。
- 個人の内界の確信を体系化した学問は人文学であり、哲学、芸術学、宗教学等である。その思考世界は「人工抽象システム」としてソフト2類ないし「人間活動システム」としてソフト3類に分類される。個人の「確信」をアンカーとして（本質観取）扱える様に努めることもできる（現象学）。
- 多数の内界が関与する対象を扱う学問領域を「人文・社会科学」として一括しているが、その多くは思考世界の「人工抽象システム」としてソフト2類で扱い、対象に内在する普遍的原理を求めようとするが、容易には普遍的内在原理を得られない対象である。

その内実は多様であり、外見的な観察に基づく知見による場合（行動学等）、総体的動向をモデル化して考察を深める場合（経済学等）、個別的動向を統計的手法等により相対化して理解を深める場合（社会学や経営学等）、観察する手法や状況を厳格に規定することによって対象の特性が観察者によらず同一に反映されることを期待する（手法の科学化に励む）場合（心理学等）、そしてこれらの手法を混合して適用する場合も多い。

- 人文学や人文・社会科学の知見をその確かさの限界を意識して扱うことが重要である。実務的なSTI政策や経営を対象とする場合、有用性の有無・大きさや広さ・質等が考察の対象になるが、「有用性」に対する考察に際し、考察の広さ、深さ、トレンドの長さを判断根拠の事例として挙げておく。自然科学・工学的知見の評価においても、同様の考察が評価におけるエキスパートレビューにおいて極めて有効である。

■ 財政破綻論の根拠

- 国債発行残高がGDPの200%を超えている。

■ 積極財政論の根拠

- 1997年以降デフレが継続していて、デフレ脱却が優先課題であり、国債を財源とする景気対策やインフラ投資を行うべき。

■ 経済モデルにおける論拠の広さの比較

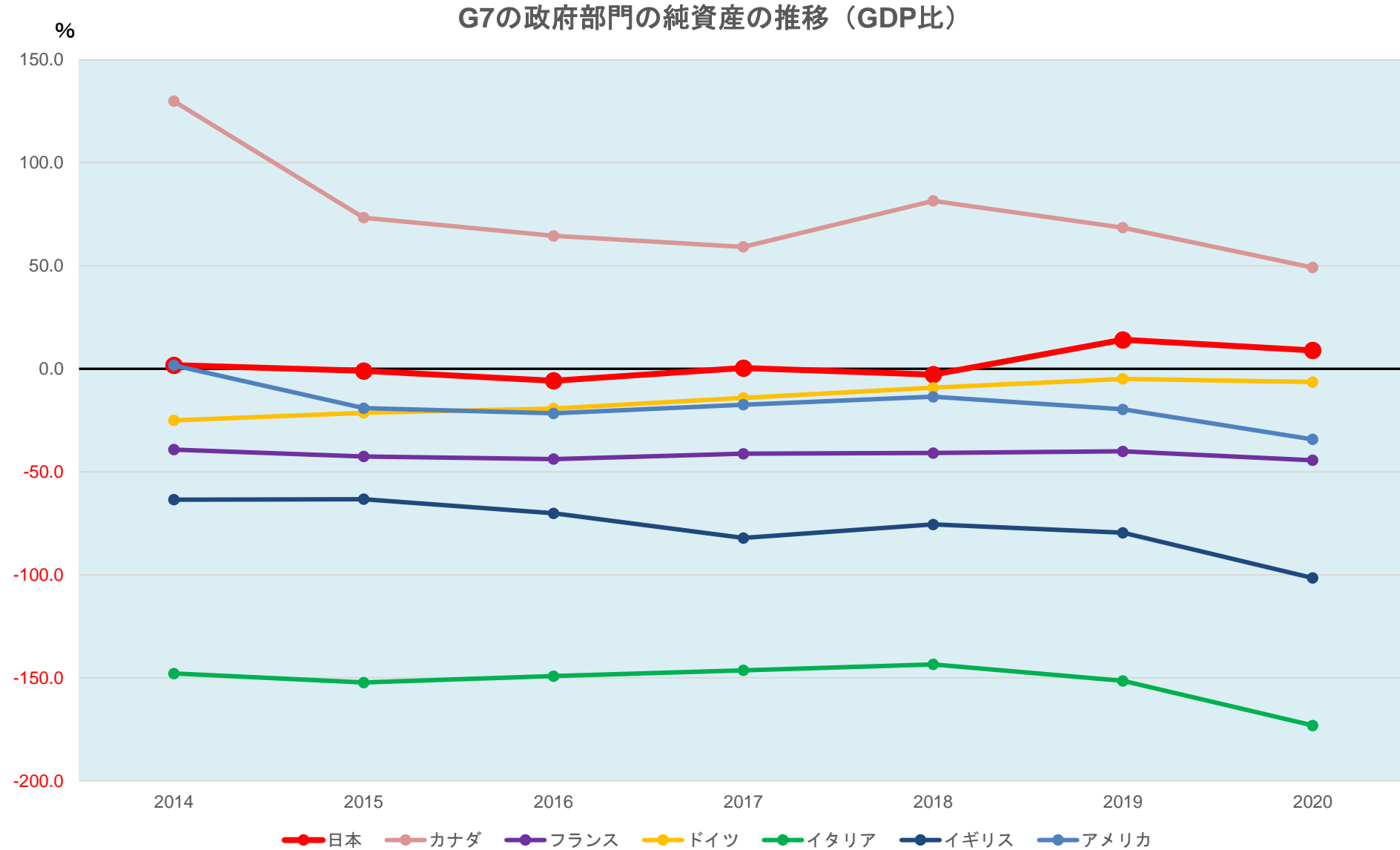
- 国債発行残高は政府負債の一項目
- 財政の健全性は政府部門の純資産で判断すべき

IMFに報告されている政府部門のバランスシート

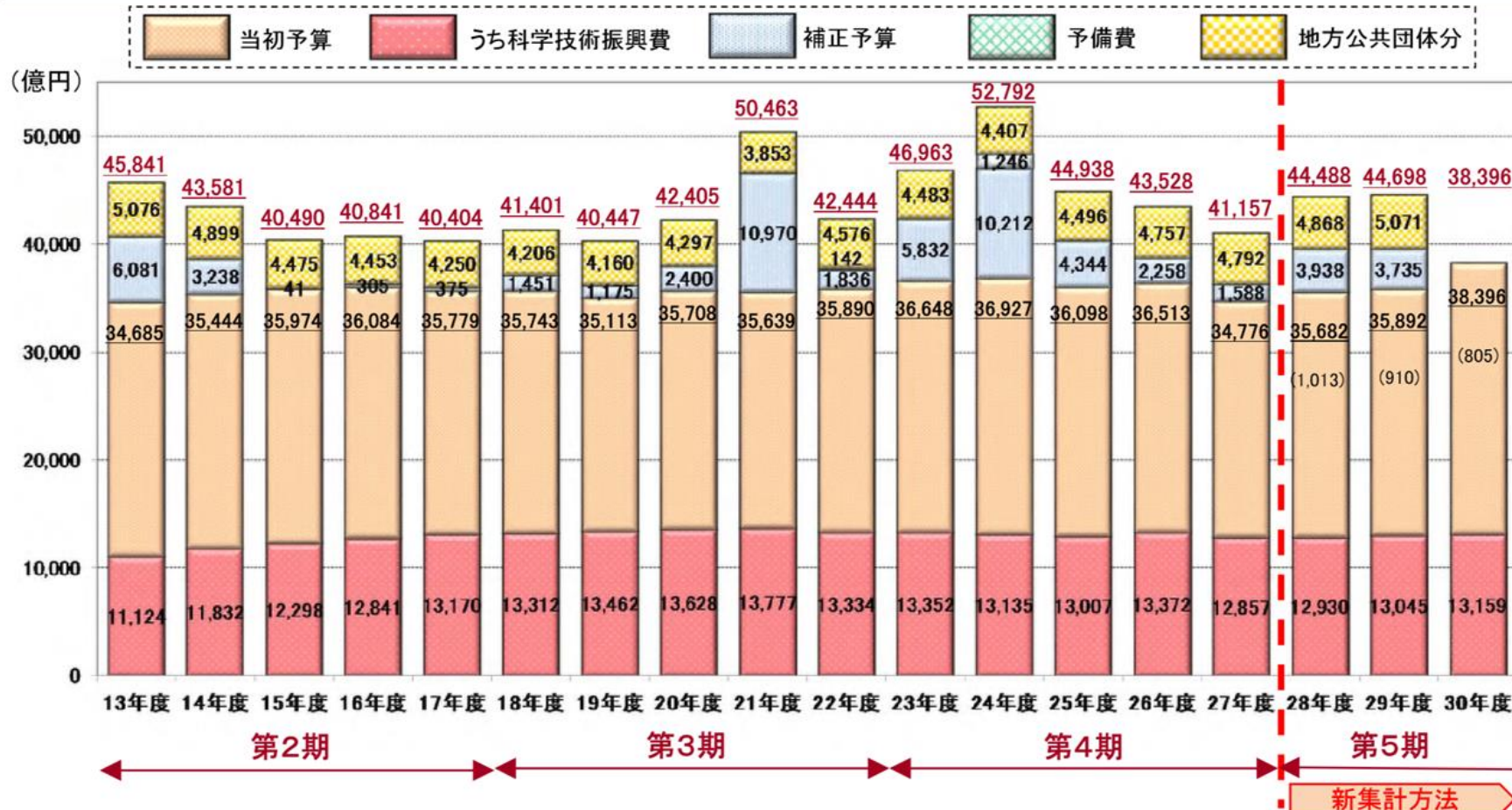
2020年日本のバランスシート (GDP比%)

Indicator	Central Government	General Government	Nonfinancial Public Corps	Financial Public Corps	Consolidated Public Sector	Consolidation (Public Sector)
BALANCE SHEET	...	...	...	...	...	...
TOTAL ASSETS	...	275.7	45.3	265.5	378.2	-208
Nonfinancial Assets	...	145.5	36.5	2.0	184.1	0
Fixed Assets	...	122.4	31.8	0.2	154.3	0
Other fixed assets	...	0.8	0.1	-	0.9	0
Land	...	21.4	4.6	1.9	27.9	0
Mineral and energy resources	...	0.1	-	-	0.1	0
Other non-produced assets	...	0.9	0.0	-	0.9	0
Financial Assets	52.3	130.2	8.8	263.5	194.1	-208
by instrument	...	...	...	...	...	...
Monetary gold and SDRs	0.5	0.4	-	0.9	1.3	0
Currency and deposits	6.9	22.7	2.5	16.1	28.2	-13
Debt securities	0.1	12.4	0.4	130.1	11.2	-132
Loans	1.8	3.5	0.9	81.8	54.9	-31
Equity and investment fund shares	12.9	33.4	3.9	23.2	33.8	-27
Insurance, pension, and standardized guarantee schemes	-	-	-	-	-	0
Financial derivatives and employee stock options	0.0	-	-	-	-	0
Other accounts receivable/payable	30.1	57.6	1.1	11.5	64.7	-5
TOTAL LIABILITIES	216.8	291.4	45.3	265.5	369.2	-233
by instrument	...	...	...	...	...	...
SDRs	0.4	0.3	-	-	0.3	0
Currency and deposits	0.9	-	-	159.4	146.4	-13
Debt securities	204.1	220.0	2.3	37.8	128.4	-132
Loans	9.6	28.1	12.9	18.0	27.6	-31
Equity and investment fund shares	0.1	3.3	27.6	23.1	2.5	-51
Insurance, pension, and standardized guarantee schemes	-	28.6	0.3	14.5	43.3	0
Pension entitlements	...	28.6	...	...	28.6	0
Claims of pension funds on pension managers	...	...	...	...	-	...
Other	...	...	...	...	-	...
Financial derivatives and employee stock options	0.0	0.0	-	-	0.0	0
Other accounts receivable/payable	1.8	11.1	2.2	12.7	20.6	-5
NET FINANCIAL WORTH	-164.5	-161.3	-36.5	-	-175.1	23
NET WORTH	...	-15.7	-	-2.0	9.0	27
STATEMENT OF OPERATIONS	...	...	...	...	...	...
Revenue	13.7	36.8	...	...	...	...
Expense	23.7	45.9	...	...	...	...
Net operating balance	-10.0	-9.1	...	...	...	...
Net investment in nonfinancial assets	0.3	0.9	...	...	...	...

IMFに報告されたG7の政府部門の純資産の推移（GDP比）



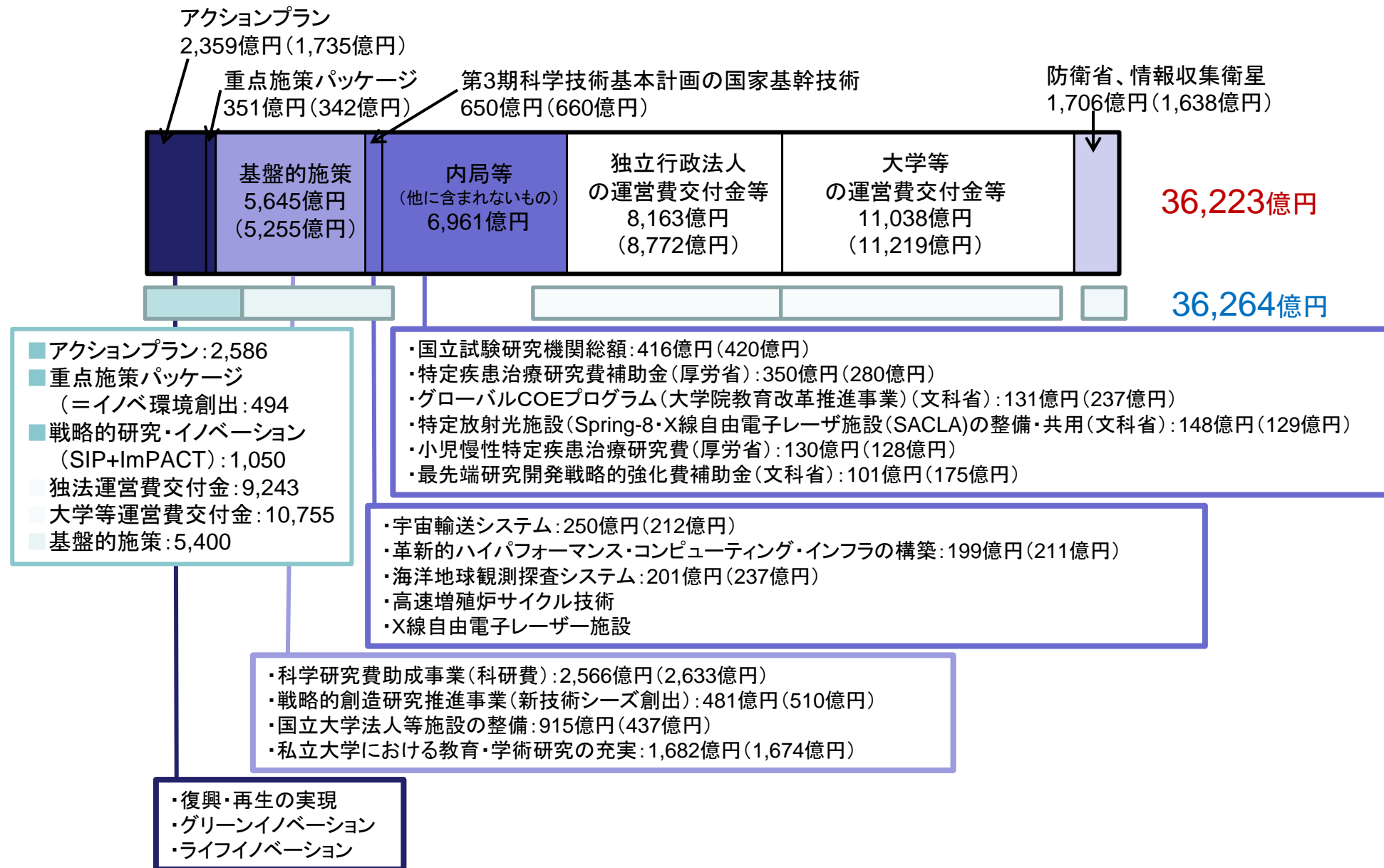
科学技術関係予算の推移



第1期(8~12年度) 基本計画での投資規模: 17兆円 実際の予算額: 17.6兆円	第2期(13~17年度) 基本計画での投資規模: 24兆円 実際の予算額: 21.1兆円	第3期(18~22年度) 基本計画での投資規模: 25兆円 実際の予算額: 21.7兆円	第4期(23~27年度) 基本計画での投資規模: 25兆円 実際の予算額: 22.9兆円	第5期(28~32年度) 基本計画での投資規模: 26兆円 現時点での予算額: 12.8兆円
--	---	---	---	---

(※1) 科学技術関係予算のうち、決算後に確定する外務省の(独)国際協力機構運営費交付金、国土交通省の公共事業費の一部について、平成28~30年度は、平成28年度の決算実績額

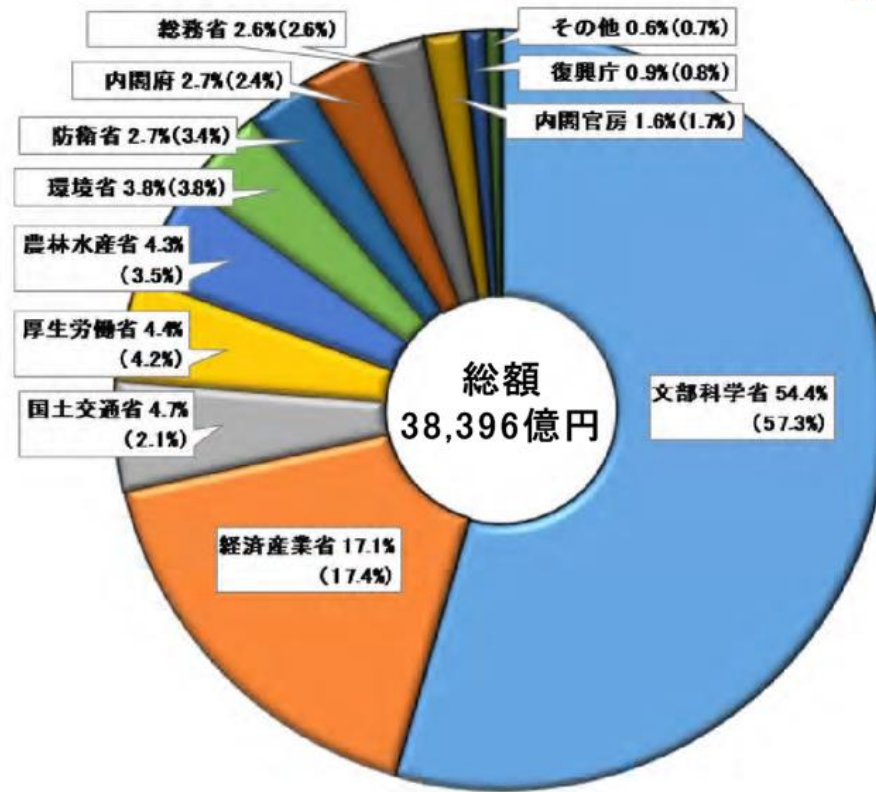
科学技術関係政府予算案の内訳 (2012年度と2014年度)



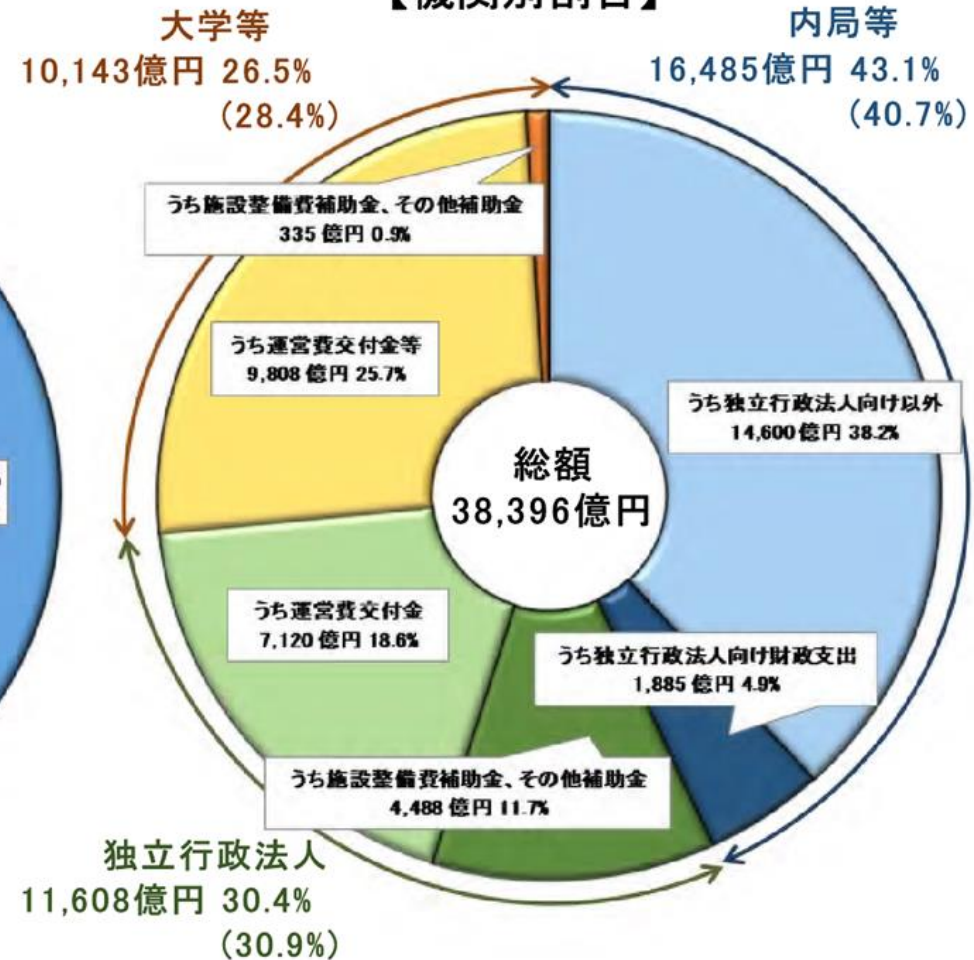
科学技術関係予算の内訳（2018年／平成30年度当初）

平成30年度当初予算案における科学技術関係予算 <府省別・機関別>

【府省別割合】



【機関別割合】



(※1) 科学技術関係予算のうち、決算後に確定する外務省の(独)国際協力機構運営費交付金、国土交通省の公共事業費の一部については、平成28年度の決算実績額を参考値として計上

主として大学を対象にして構想することが妥当

■40年間ほぼ変化しない制度（システム）は何か

- 研究費配分制度（研究評価システム）：人頭経費制度から一部競争的資金配分制度に
- 競争的資金の評価制度（挑戦的、革新的提案が少なく、フォローアップ型を容認）

■40年間ほぼ変化しない体制（アクター）は何か

- 研究者養成体制（大学院での研究者養成体制）：講座内教育から一部専攻課程一体改革体制に（改革を進めた専攻課程は成果を挙げているが自己資金への転換に苦慮）

■40年間ほぼ変化しない政策内容（コンテンツ）は何か

- 有力大学の有識者が構想する政策：革新的政策であっても現場では平等主義ないしトレンド重視に変換して実施（現場の意識改革が必要）

■40年間ほぼ変化しない指標は何か

- 「教育・研究費」であって「研究費」ではない
- 博士課程在籍者数は大きくは変わっていないが、進学者の質に問題（留学生で補填等）

海外主要国との比較の視点から

■ 米国

- 大学は基本的に教育機関で、研究費を獲得できた教員が研究組織を構成して研究を実施
- 研究費を獲得できる研究大学は1割程度で、その在籍者であっても研究費の獲得は補償されていない
- 革新的アイデアを継続して発想できる若手が研究者を志望
- 公的研究機関であっても同様に外部資金の獲得が必須
- 分野ごとのトップ企業しかPhDが占める基礎研究所を備えていない
- スタートアップの各段階ごとに資金提供機関は多様に存在している

■ 英国

- 90年代の終末から専攻課程ごとに厳しい評価制度が導入され、実績の低い専攻課程には研究費の配分がない。評価制度は慣れ（対策の普及）を避け、数年ごとに改定されるが、基本的には実績を上げている研究者の（海外からも含め）引き抜き強化が図られ、総体として英国は極めて高い実績を上げている
- このモデルはアングロサクソン系諸国にも普及し豊富な資金提供に裏付けされた国際公募が常道になっている

- ・ 資金力と厳しい評価制度で高パフォーマンスの体制を目指すのではなく
- ・ 我が国の状況を踏まえた「インセンティブ連鎖ネットワーク」が円環形を成し、パフォーマンスを改善していく「自律産出系」を構想したい

■ 科学技術関係予算の増額

- ・ 対2012年度大学関係「競争的資金」8,886億円を2倍に、運営費交付金を1.5倍にすると、14,405億円増
- ・ これを原資に、大学院生奨学金、専攻課程改革資金、競争的資金プログラムを抜本的に整備する

■ 独立行政法人関係予算の増額

- ・ 対2012年度独立行政法人関係「大型研究資金」1,694億円を2倍に、運営費交付金を1.5倍にすると、5,776億円増
- ・ これを原資に、期間雇用者を漸次減少させ、10年後には若手挑戦的研究者に置き換える

■ 意思決定体制の整備

- ・ 厳正公正な有識者による意思決定体制を整え、省庁バイアスに固執せず国民のメリットを追求する官僚機構主導の下、政治家が関与する資金配分機構を廃止する

参加者との意見交換

◆大胆な分類？

概要図表 16 論文数シェアを用いた大学グループ分類(2017-21年のシェア)

大学グループ	論文数シェア (2017-21年)	大学数	大学名
第1G	1%以上のうち 上位4大学	4 (4, 0, 0)	大阪大学, 京都大学, 東京大学, 東北大学
第2G	1%以上～ (上位4大学を除く)	14 (11, 1, 2)	岡山大学, 金沢大学, 九州大学, 神戸大学, 千葉大学, 筑波大学, 東京医科歯科大学, 東京工業大学, 名古屋大学, 広島大学, 北海道大学, 大阪公立大学, 慶應義塾大学, 早稲田大学
第3G	0.5%以上 ～1%未満	28 (16, 3, 9)	愛媛大学, 鹿児島大学, 岐阜大学, 熊本大学, 群馬大学, 静岡大学, 信州大学, 東京農工大学, 徳島大学, 鳥取大学, 富山大学, 長崎大学, 新潟大学, 三重大学, 山形大学, 山口大学, 京都府立医科大学, 東京都立大学, 横浜市立大学, 北里大学, 近畿大学, 自治医科大学, 順天堂大学, 東海大学, 東京女子医科大学, 東京理科大学, 日本大学, 立命館大学
第4G	0.05%以上 ～0.5%未満	133 (36, 17, 80)	国立: 秋田大学, 旭川医科大学, 茨城大学, 岩手大学, 宇都宮大学, 他 公立: 会津大学, 秋田県立大学, 北九州市立大学, 岐阜薬科大学, 九州歯科大学, 他 私立: 愛知医科大学, 愛知学院大学, 愛知工業大学, 青山学院大学, 麻布大学, 他
その他G	0.05%未満	-	上記以外の大学、大学共同利用機関、高等専門学校

- (注1) 自然科学系の論文数シェアに基づく分類である。ここでの論文数シェアとは、日本の国公立大学の全論文数(分数カウント法)に占めるシェアを意味する。第1グループの上位4大学の論文数シェアは4%以上を占めている。
- (注2) 大学数のカッコ内の数は、国立大学、公立大学、私立大学の該当数を示す。
- (注3) 第1グループ～第3グループの大学名は、国立大学、公立大学、私立大学の順番で五十音順に並べている。第4グループの大学名は、国立大学、公立大学、私立大学のそれぞれについて五十音順で5つまでを表示した。大学共同利用機関と高等専門学校は論文数シェアに関係なく、その他グループに分類した。
- (注4) 本文中や図表中では、グループのことをGと表記することがある(例:第1グループを第1Gと表記)。