

# 補遺

(2020 年 6 月 24 日追加)

(裏白紙)

---

## 1 はじめに

---

Discussion Paper の本編においては、日本が生み出す論文数が停滞している要因を明らかにするために、日本の大学を対象に1980年代からの論文数、研究者数、研究開発費の長期マクロデータを整備し、過去、日本の論文数が増加している時期も含めて重回帰分析及び要因分析を行った。

その結果、2000年代半ばからの、理工農分野の論文数の停滞は、1)教員の研究時間割合低下に伴う研究専従換算係数を考慮した教員数の減少(2000年代半ば～2010年頃)、2)博士課程在籍者数の減少(2010年頃以降)、3)原材料費のような直接的に研究の実施に関わる支出額の減少(2010年頃以降)といった複合的な要因からなることを示した。

本補遺では、論文数の停滞の主な要因と考えられる、研究専従換算係数を考慮した教員数や博士課程在籍者数、原材料費に注目し、これらの要因が改善した場合、理工農分野の論文数がどのように変化するのかについて、3つのシナリオを対象に試行的な推計を行った結果を示す。なお、3つのシナリオは停滞からの回復を念頭においたものであるため、他のインプット(FTE 医局員・その他の研究員数、その他の経費、有形固定資産購入費)については変化がないと仮定した。

ここで示す結果は、上記で述べた仮定や「5 考察と留意点」で述べるさまざまな留意点の下での試行結果である。したがって、資源配分のエビデンスや将来予測として用いる段階に至らない発展途上の推計による結果である。

本補遺は、2020年4月3日に公表した「長期のインプット・アウトプットマクロデータを用いた日本の大学の論文生産の分析」(DISCUSSION PAPER No. 180)の追加分析の結果である。補遺を追加した報告書は2020年6月24日に公表した。

---

## 2 分析を行った3つのシナリオ

---

分析を行った3つのシナリオについて示す。シナリオの期間は、科学技術基本計画を想定して5年間とした。本編の分析では2016年度(2015～2017年度の平均)の値が最新値であるので、2016年度の値を基準年の値として採用する。また、研究専従換算係数を考慮した教員数や博士課程在籍者数、原材料費以外のインプット(FTE 医局員・その他の研究員数、その他の経費、有形固定資産購入費)については変化がないと仮定した。シナリオ中の値は、いずれも全大学の理工農分野の値である。

---

### 2-1 シナリオ 1: 現状の変化が継続

---

2011年度から2016年度までの、FTE 教員数、FTE 博士課程在籍者数、原材料費の変化が、そのまま継続した場合のシナリオである。この間、FTE 教員数は0.22%増(+47人)、FTE 博士課程在籍者数は5.39%減(-1,298人)、原材料費は14.28%減(-146億円)であった。

本シナリオでは、基準年からの5年間に上記と同じ率で、FTE 教員数、FTE 博士課程在籍者数、原材料費

が変化すると仮定した。具体的には、FTE 教員数は 47 人増、FTE 博士課程在籍者数は 1,228 人減、原材料費は 125 億円減となる。

## 2-2 シナリオ 2: 教員の研究時間確保＋博士課程在籍者数と原材料費は現状の変化が継続

---

総合科学技術・イノベーション会議による「研究力強化・若手研究者支援総合パッケージ」(令和 2 年 1 月 23 日)には、「学内事務等の割合を半減し、研究時間を確保」との達成目標(2025 年度)が掲げられている。シナリオ 2 は、この目標が 5 年間で達成される一方で、FTE 博士課程在籍者数、原材料費については 2011 年度から 2016 年度までの変化が継続した場合のシナリオである。

具体的には、2018 年度の「大学等におけるフルタイム換算データに関する調査(FTE 調査)」で得られた全大学の理工農分野における「その他の職務時間」の割合 19.4%が半減(9.7%ポイント減)し、それらが研究時間の割合に置き換わったと考える。基準年の研究時間割合は 41.7%であるので、5 年後の研究時間割合が 51.4%となることを想定する。

基準年の FTE 教員数は 21,160 人なので、基準年からの 5 年間で研究時間割合が 9.7%ポイント増加と仮定した場合、FTE 教員数は 4,925 人の増加となる。FTE 博士課程在籍者数、原材料費については、シナリオ 1 と同じく 1,228 人減、125 億円減となる。

## 2-3 シナリオ 3: 教員の研究時間確保＋博士課程在籍者数と原材料費の回復

---

シナリオ 2 の教員の研究時間確保に加えて、基準年からの 5 年間で、2011 年度から 2016 年度までの FTE 博士課程在籍者数(1,298 人)と原材料費(146 億円)の減少分が回復することを想定したシナリオである。

本シナリオでは、基準年からの 5 年間で、FTE 教員数は 4,925 人、FTE 博士課程在籍者数は 1,298 人、原材料費は 146 億円の増加となる。

以上に示した 3 つのシナリオを検討する際に用いたデータと分析を行った 3 つのシナリオにおける FTE 教員数、FTE 博士課程在籍者数、原材料費の絶対値と変化を補遺図表 1 と補遺図表 2 に示した。

補遺図表 1 研究専従換算係数、FTE 教員数、FTE 博士課程在籍者数、原材料費の推移(全大学、理工農分野)

年度	組織種別	教員 (研究専従換算係数)	FTE教員数(人)	FTE博士課程在籍者数 (人)	原材料費(億円)
2000	全大学	0.499	24,838	22,082	1,037
2001	全大学	0.499	24,919	22,449	1,088
2002	全大学	0.494	24,766	22,892	1,111
2003	全大学	0.484	24,327	23,791	1,100
2004	全大学	0.469	23,604	24,385	1,052
2005	全大学	0.454	22,852	24,817	1,019
2006	全大学	0.439	22,024	24,794	1,069
2007	全大学	0.424	21,234	24,654	1,091
2008	全大学	0.415	20,772	24,197	1,126
2009	全大学	0.412	20,663	24,016	1,085
2010	全大学	0.415	20,894	24,044	1,068
2011	全大学	0.418	21,113	24,077	1,024
2012	全大学	0.421	21,290	23,801	1,029
2013	全大学	0.422	21,369	23,431	991
2014	全大学	0.421	21,363	23,057	957
2015	全大学	0.419	21,307	22,778	896
2016	全大学	0.417	21,160	22,778	877

注: 各年度の値は3年間の平均。研究専従換算係数は、全大学(国公立大学の合計)のFTE教員数とHC教員数(研究時間割合を考慮しない頭数の教員数)の比から求めた。

補遺図表 2 分析を行った3つのシナリオにおけるFTE教員数、FTE博士課程在籍者数、原材料費の絶対値と変化(全大学、理工農分野、基準年から5年後)

内容	組織種別	FTE教員数	FTE博士課程在籍者	原材料費(億円)
2011→2016 (絶対値)	全大学	47	-1,298	-146
2011→2016 (変化率)	全大学	0.22%	-5.39%	-14.28%
内容	組織種別	FTE教員数	FTE博士課程在籍者	原材料費(億円)
シナリオ1 (絶対値)	全大学	21,207 = 21,160 * (1 + 0.0022)	21,550 = 22,778 * (1 - 0.0539)	752 = 877 * (1 - 0.1428)
シナリオ2 (絶対値)	全大学	26,085 = 21,160 * (0.514 / 0.417)	21,550 = 22,778 * (1 - 0.0539)	752 = 877 * (1 - 0.1428)
シナリオ3 (絶対値)	全大学	26,085 = 21,160 * (0.514 / 0.417)	24,077 2011年度値	1,024 2011年度値
内容	組織種別	FTE教員数	FTE博士課程在籍者	原材料費(億円)
シナリオ1 (変化値)	全大学	47	-1,228	-125
シナリオ2 (変化値)	全大学	4,925	-1,228	-125
シナリオ3 (変化値)	全大学	4,925	1,298	146

注: 端数の処理により、表中に示されている計算式と集計値が一致しない場合がある。

### 3 分析方法

本編で用いた以下の重回帰式を用いて試行的な推計を行った。推計は、理工農分野の全大学の分数カウント、整数カウントの論文数について行った。回帰係数は、補遺図表 3 に示した結果を用いた。なお、推計を行う際は、論文数の停滞の主な要因と考えられる、FTE 教員数、FTE 博士課程在籍者数、原材料費に注目し、その他の説明変数は、変化はないと仮定した。

$$\begin{aligned}\Delta \text{被説明変数} = & \beta_1 \Delta \text{FTE 教員数}_{t-2} + \beta_2 \Delta \text{FTE 博士課程在籍者数}_{t-2} \\ & + \beta_3 \Delta \text{医局員・その他の研究員数}_{t-2} \\ & + \beta_4 \Delta \text{原材料費}_{t-2} + \beta_5 \Delta \text{その他の経費}_{t-2} \\ & + \beta_6 \Delta \text{有形固定資産購入費}_{t-2} + \gamma \text{年ダミー} + \epsilon\end{aligned}$$

補遺図表 3 最小二乗法による重回帰分析の結果と重回帰式(理工農分野)[概要図表 1 の抜粋]

	論文数[階差]	
	全大学 分数カウント OLS	全大学 整数カウント OLS
FTE教員数(Lag = 2年)[階差]	0.705** [0.198]	1.224*** [0.244]
FTE博士課程在籍者数(Lag = 2年)[階差]	0.220* [0.091]	0.294* [0.118]
FTEその他の研究員数(Lag = 2年)[階差]	-0.440 [0.441]	0.766 [0.522]
原材料費(Lag = 2年)[階差]	4.654*** [1.175]	7.797*** [1.466]
その他の経費(Lag = 2年)[階差]	3.012* [1.416]	4.254** [1.536]
有形固定資産購入費(Lag = 2年)[階差]	-0.561 [0.498]	-1.621* [0.671]
年ダミー	Yes	Yes
決定係数	0.936	0.953
自由度調整済み決定係数	0.920	0.941
F値	165.969***	134.624***
ダービン・ワトソン統計量	1.172	1.432
N	34	34

注: [ ]中の数字は、頑健標準誤差を示している。\*(5%有意水準), \*\*(1%有意水準), \*\*\* (0.1%有意水準)を示している。F 値は回帰係数がゼロであるという帰無仮説を検定している。説明変数の単位は、研究者数は人、研究開発費は億円である。

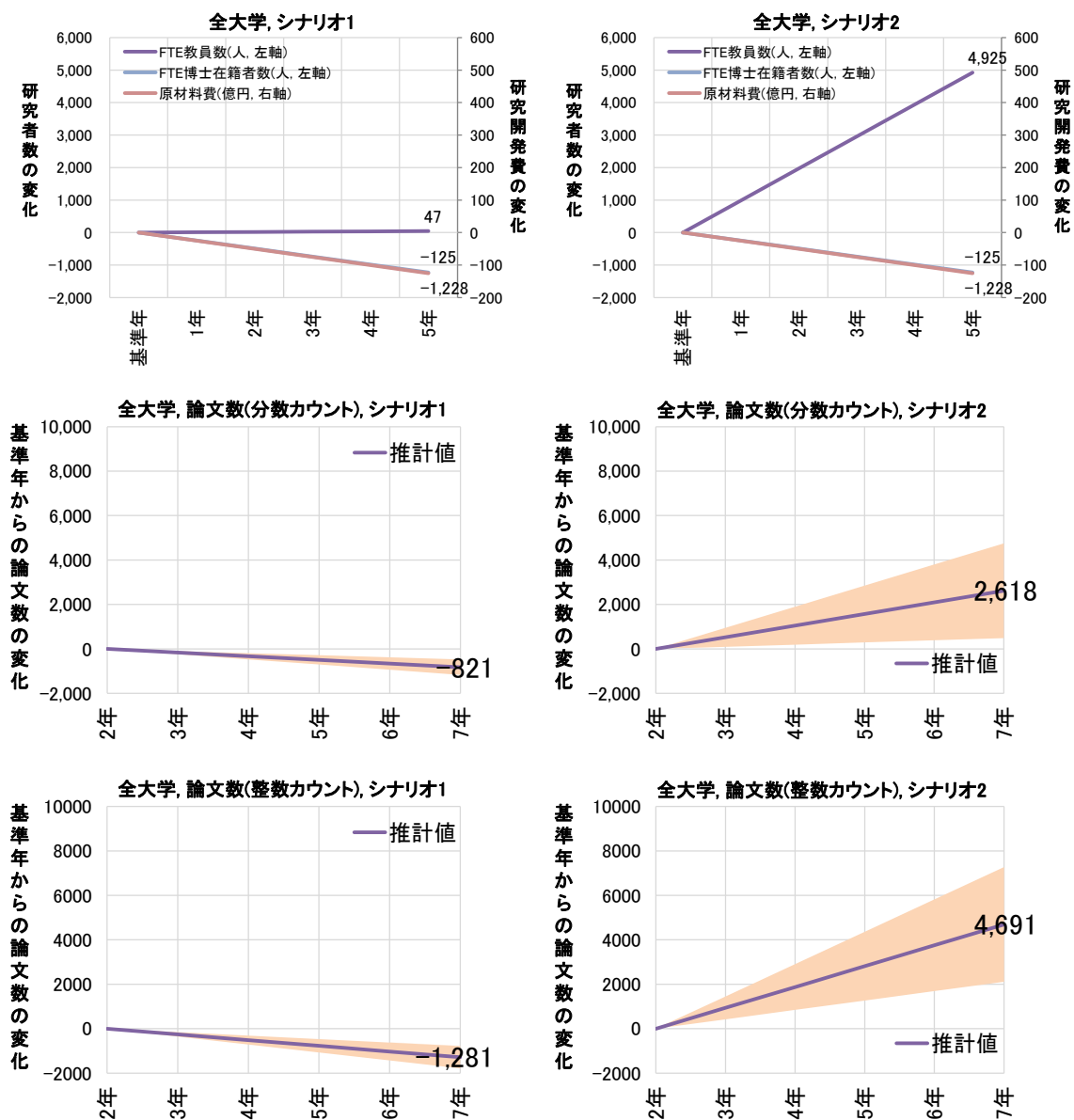
### 4 分析結果

補遺図表 4 にシナリオ 1 及び 2、補遺図表 5 にシナリオ 3 の分析結果を示した。論文数と研究者数及び研究開発費の間には 2 年のタイムラグを設定して分析しているので、基準年のインプットの変化は 2 年後の論文数の変化として現れる。

分析結果を概観すると、現状の変化が継続することを想定するシナリオ 1(補遺図表 4 の左)では、論文数は分数カウントでは 821 件、整数カウントでは 1,281 件の減少となった。研究力強化・若手研究者支援総合パッケージで述べられている「学内事務等の割合を半減し、研究時間を確保」する目標を達成する一方で、FTE 博士課程在籍者数、原材料費については現状の変化が継続することを想定したシナリオ 2(補遺図表 4 の右)では、論文数は分数カウントでは 2,618 件、整数カウントでは 4,691 件の増加となった。

研究力強化・若手研究者支援総合パッケージで述べられている目標を達成し、博士課程在籍者数と原材料費の回復を想定したシナリオ 3(補遺図表 5)では、論文数は分数カウントでは 4,439 件、整数カウントでは 7,551 件の増加となった。

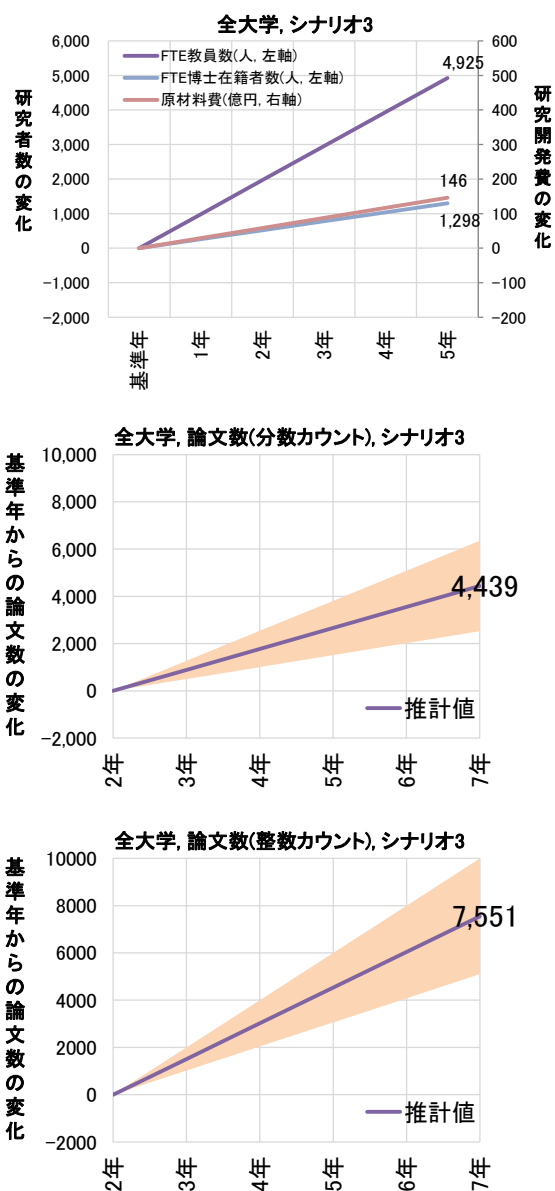
補遺図表 4 シナリオ 1 及びシナリオ 2 についての試行的な推計結果(全大学、理工農分野)



注 1: 論文数と研究者数及び研究開発費の間には2年のタイムラグを設定して分析している。推計値と一緒に示している帯部分は95%信頼区間を示す。

注 2: 論文数の3年目以降の推計値は、各年の増加分の足し合わせから求めている。

補遺図表 5 シナリオ 3 についての試行的な推計結果(全大学、理工農分野)



注 1: 論文数と研究者数及び研究開発費の間には2年のタイムラグを設定して分析している。推計値と一緒に示している帯部分は95%信頼区間を示す。

注 2: 論文数の3年目以降の推計値は、各年の増加分の足し合わせから求めている。



## 5 考察と留意点

補遺図表 6 に、3 つのシナリオと論文数の変化の試行的な推計結果(全大学、理工農分野)を一覧で示す。これらの結果によれば、教員の研究時間の確保、博士課程在籍者数や原材料費の増加は、論文数の増加につながると期待される。

補遺図表 6 3 つのシナリオと論文の試行的な推計結果(全大学、理工農分野)

	シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3
	現状の変化継続	教員研究時間確保＋ 博士課程在籍者数と原材料費は現状の変化継続	教員研究時間確保＋ 博士課程在籍者数と 原材料費の回復
研究専従換算係数を考慮した教員数	5 年間で 47 人増 ・ 2011～16 年度の変化率が継続	5 年間で 4,925 人増 ・ 研究時間割合を 9.7%ポイント増加 ・ 学内事務等の割合(19.4%、2018 年度)を半減した場合	5 年間で 4,925 人増 ・ 研究時間割合を 9.7%ポイント増加 ・ 学内事務等の割合(19.4%、2018 年度)を半減した場合
研究専従換算係数を考慮した博士課程在籍者数	5 年間で 1,228 人減 ・ 2011～16 年度の変化率が継続	5 年間で 1,228 人減 ・ 2011～16 年度の変化率が継続	5 年間で 1,298 人増 ・ 2011～16 年度の減少分を回復
原材料費	5 年間で 125 億円減 ・ 2011～16 年度の変化率が継続	5 年間で 125 億円減 ・ 2011～16 年度の変化率が継続	5 年間で 146 億円増 ・ 2011～16 年度の減少分を回復
論文数(分数カウント)	821 件減少	2,618 件増加	4,439 件増加
論文数(整数カウント)	1,281 件減少	4,691 件増加	7,551 件増加

本調査研究で得られた重回帰式を用いた試行的な推計によると、全大学の理工農分野の論文数は、シナリオ 2 の分数カウントでは 2,618 件、整数カウントでは 4,691 件の増加となる。これは、本推計で基準とした全大学の理工農分野の論文数(分数カウントでは 29,401 件、整数カウントでは 43,127 件、2016 年値、3 年平均)から、それぞれ 8.9%、10.9%増加することに対応する<sup>56</sup>。

シナリオ 2 は研究専従換算係数を考慮した教員数(FTE 教員数)が増加する一方で、FTE 博士課程在籍者数や原材料費は現状の変化が継続し、減少するシナリオである。FTE 博士課程在籍者数や原材料費の減少は論文数の減少に寄与するが、FTE 教員数の増加による論文数の増加によって、全体として論文数が増加している。本推計では研究時間を増やすための経費は明示的には表れないが、FTE 教員数の約 5,000 名増加は、大きな変化である点に注意が必要である<sup>57</sup>。具体的には、研究時間を 9.7%ポイント増加することは、約

<sup>56</sup> 参考までに、2011～2016 年の英国とドイツの国全体の理工農分野の論文数の伸びは、分数カウントでは 12.4%と 10.0%、整数カウントでは 27.0%と 17.7%である[7]。仮に 2016 年時点の日本全体の理工農分野の論文数(分数カウント 38,863 件、整数カウント 49,601 件)から、シナリオ 2 に相当する分だけ論文数が増加した場合の伸びは、分数カウントで 6.7%と整数カウントで 9.5%となる。これは、分数カウント、整数カウントともに英国やドイツの伸びより小さい。

<sup>57</sup> どの程度の変化であるかのイメージを得るために、本推計の結果ではないが、仮に教員を 1 名雇用するのに 1,100 万円\*が必要であるとすれば、シナリオ 2 で想定している約 5,000 名は、約 550 億円の人件費に相当する。なお、これは FTE 教員数約 5,000 名の規模感を、人件費に換算したものであり、これだけの人件費が必要という訳ではない。また、仮に人件費を確保する場合も、財源(運営費交付金、公募型資金など)をどのようなバランスで用いることが適当かは、本分析の範囲を超えている。

※ 科学技術研究調査の理工農分野(2016 年度、3 年平均)の人件費は 6,651 億円、教員数は 50,776 人、医局員・その他の研究員数は 7,326 人(いずれも HC 値)である。ここから、1 人当たりの人件費を見積もると約 1,100 万円となる。

5,000 名分に該当する仕事量を研究に振り分けること、即ち、振り分け対象となった研究以外の業務に相当する費用確保や仕事量(業務)削減が必要となることを意味する<sup>58</sup>。これを実現するためには、大学経営上の工夫(事務の効率化等)に加えて、バイアウト(研究以外の業務の代行)や研究支援スタッフの確保等のための費用が必要となるはずである。

シナリオ 3 が実現された場合、全大学の理工農分野の論文数は分数カウントでは 4,439 件、整数カウントでは 7,551 件の増加となる。これは本推計で基準とした全大学の理工農分野の論文数(分数カウントでは 29,401 件、整数カウントでは 43,127 件、2016 年値、3 年平均)から、それぞれ 15.1%、17.5%増加することに対応する<sup>59</sup>。また、シナリオ 3 における、1 年あたりの論文数の増加、分数カウントで約 900 件、整数カウントで約 1,500 件は、日本の論文数が最も増加していた 1990 年代半ばの 1 年あたりの論文数の増加における FTE 教員数、FTE 博士課程在籍者数、原材料費の寄与分と、ほぼ同程度である。このシナリオにおいても、博士課程への進学者数の長期的な減少を食い止め増加させる、博士課程在籍者が研究に集中するための環境を構築するといった取組も必要になる。しかし、これらの取組に要する費用の見積については、本推計は対象としていない。

これらのシナリオに基づく分析を見ても、本編で述べたように、「研究力向上改革 2019」や「研究力強化・若手研究者支援総合パッケージ」で述べられている各種の施策を着実に成し遂げることが、日本の研究力を再加速させるのに有効であると考えられる。ただし、これも本編の繰り返しになるが、本調査研究で用いたモデルは、大学全体を一括りにしたマクロな分析である点に注意が必要である。実際には、あるインプットが一定の増加を示したとしても、全ての大学に相似的に論文数の増加が生じることは無く、それぞれの大学の全体の変化に対する貢献も違ってくるのが予想される。つまり、現実の施策の展開に際しては、一律に同じ施策を全ての大学に適用するのではなく、大学の規模や役割の違いも考慮する必要があると言える。この点については、当研究所において、論文数シェアに基づく大学グループ別などの属性別に、研究専従換算係数を考慮した研究開発費や研究者数の分析を進めており、近日中の公開を予定している。

最後に手法面の留意点について述べる。これらは、①過去の実績に基づく推計である点、②インプットの相互は独立変数として推計している点、③主に停滞からの回復を想定したシナリオである点、④各説明変数の論文数への寄与を同じ単位で解釈することが困難である点の 4 点にまとめられる。

#### ① 過去の実績に基づく推計である点

1 点目として、ここで示したのは過去の実績に基づく推計である。今回の推計に用いた重回帰式は、過去 30 年間のインプット・アウトプットのマクロデータに基づくものであり、その範囲では論文数にマイナスの影響を与えた要因として、FTE 教員数、FTE 博士課程在籍者数、原材料費の減少の影響が大きいこと、またそれらの中で FTE 教員数の寄与が相対的に大きいことが示された。この結果を受けて、本補遺で示した 3 つのシナリオに

<sup>58</sup> 仮に、研究時間割合が 2016 年度時点の 41.7%から変わらない場合に、約 5,000 人の FTE 教員数を増加させるためには、ヘッドカウントで約 12,000 人の教員数を増加させる必要がある。

<sup>59</sup> 参考までに、2011～2016 年の英国とドイツの国全体の理工農分野の論文数の伸びは、分数カウントでは 12.4%と 10.0%、整数カウントでは 27.0%と 17.7%である[7]。仮に 2016 年時点の日本全体の理工農分野の論文数(分数カウント 38,863 件、整数カウント 49,601 件)から、シナリオ 4 に相当する分だけ論文数が増加した場合の伸びは、分数カウントで 11.4%と整数カウントで 15.2%となる。これは、分数カウントでは英国やドイツと同程度であるが、整数カウントでは英国よりは小さく、ドイツとは同程度となる。

対する推計においても FTE 教員数の増減が、論文数の増減に大きく寄与している。しかしながら、将来的にも同様の傾向が続くかどうかは不明である。一例として、施設設備、ICT 環境、研究手法等の研究環境・プロセスの変化等等で、研究活動の様態に変化が生じると、本補遺で用いた重回帰式の回帰係数自体が変わり得る可能性もある。

## ② インプットの相互は独立変数として推計している点

2 点目として、本推計では、それぞれのインプットが相互に独立して影響を与えないとして分析を行っている。他方で、実際の研究室・研究グループにおいては、研究開発費や研究室・研究グループのメンバーは一体的にマネジメントされており、本推計で用いたインプットは相互に影響しあっていると考えられる。その点において、ここで分析に用いた重回帰式は単純化したモデルである<sup>60</sup>。今後、インプットの相互関係など、本推計では考慮されていない新たなデータや観点・要素が加えられれば、一段と精緻なモデルの構築が可能になると考えられる。

## ③ 主に停滞からの回復を想定したシナリオである点

3 点目として、ここで示したシナリオは、日本の論文数の停滞に関係していると思われる要因にしか注目していない、言い換えれば停滞からの回復を念頭においたシナリオである。また、本補遺では 5 年間のシナリオを想定したが、このシナリオを 10 年間等に単純には拡張できない点に注意が必要である。例えば、シナリオ 2 や 3 においては、学内事務等の割合が半減した場合を想定しているが、それが更に 5 年間継続することは学内事務等の割合がゼロになることを意味している。これは現実的ではない。したがって、更に長期の成長シナリオを考える場合は、本補遺で取り扱ったインプット情報以外の要素についても考慮していく必要がある。

## ④ 各説明変数の論文数への寄与を同じ単位で解釈することが困難である点

4 点目として、本補遺で用いた重回帰式では、説明変数に研究者数に関するものと研究開発費に関するものをを用いている。前者と後者の単位が異なることから、各説明変数の論文数への寄与を同じ単位で解釈するには、両者の単位を一致させる必要がある。このためには、研究時間を増やすための経費、大学院生数を確保するための経費等の算出が必要であるが、本推計はこれを対象としていない。なお、この点が解決できれば、施策のオプションを考える際に有用な情報を与えることが期待される。しかし、その際にも 2 点目で述べたインプットが相互に関係している点には留意が必要である。

本補遺の冒頭で述べたように、ここで紹介したシナリオでは、日本の論文数の停滞の主な原因と考えられる研究専従換算係数を考慮した教員数や博士課程在籍者数、原材料費に注目し、これらの要因が改善した場合、理工農分野の論文数がどのように変化するかを試行的に推計することを目的とした。このため、他のインプット(FTE 医局員・その他の研究員数、その他の経費、有形固定資産購入費)については変化がないと仮定した。本補遺の結果は、このような仮定や上記で述べたさまざまな留意点の下での試行結果である。したが

<sup>60</sup> 本編の図表 20 や図表 21 に示した重回帰分析の結果を見ても分かるように、研究者のみを説明変数としたモデル 1 と研究者と研究開発費を説明変数としたモデル 3 の回帰係数を比べると、FTE 博士課程在籍者数の回帰係数の減少が大きい。このような傾向が見られることの仮説として、論文数の増加を考える上で、FTE 博士課程在籍者数が増えるだけでは不十分であり、彼ら/彼女らが研究を実施するための原材料費が必要であることが挙げられる。

って、資源配分のエビデンスや将来予測として用いる段階に至らない発展途上の結果である。本調査研究で用いたデータについては、参考資料として公表しているので、それを基にした建設的な議論がなされることを期待したい。