

# 研究パフォーマンス確認モデル報告書

令和7年12月

独立行政法人大学改革支援・学位授与機構

# 目次

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 1. 本報告書の概要.....                       | 1  |
| 2. 研究パフォーマンス確認モデルの手引き.....            | 2  |
| (1) 大学における研究評価                        |    |
| (2) 生産性という考え方の導入                      |    |
| (3) 研究パフォーマンス確認モデルについて                |    |
| 1) 研究パフォーマンス確認モデルにおける使用データ・分析・評価      |    |
| 2) 研究パフォーマンス確認モデルを試してみる               |    |
| 3) 研究パフォーマンス確認モデルの実践にあたって             |    |
| 3. 研究パフォーマンス確認モデルの導入事例.....           | 15 |
| (1) 同一研究分野のグループを分析対象とした導入事例 (A 大学)    |    |
| 1) A 大学の分析仕様                          |    |
| 2) A 大学の分析結果と解釈の実例                    |    |
| 3) A 大学における取り組みと評価                    |    |
| (2) 研究者個人を分析対象とした導入事例 (B 大学)          |    |
| 1) B 大学の分析仕様                          |    |
| 2) B 大学の分析結果と解釈の実例                    |    |
| 3) B 大学における取り組みと評価                    |    |
| 4. 研究パフォーマンス確認モデルの課題と活用可能性.....       | 43 |
| (1) 現状での課題                            |    |
| 1) 時系列データの蓄積                          |    |
| 2) 時系列データを扱う際の物価調整                    |    |
| 3) データの入手可能性と有効活用                     |    |
| 4) DEA 利用における技術的課題の検討                 |    |
| 5) 研究分野別分析単位の変更と研究者の異動                |    |
| (2) 今後の活用可能性                          |    |
| 1) 重点研究分野の特定と学内予算配分への活用               |    |
| 2) 研究分野別のパフォーマンス管理への活用                |    |
| 3) 研究者の評価と処遇の決定に関する参考情報としての活用         |    |
| 4) 政府の要請による提出データの有効利用                 |    |
| 5) 国立大学法人等改革基本方針に沿った研究マネジメントツールとしての活用 |    |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 5. 分析手法についてのテクニカルノート .....         | 47 |
| (1) 本章の目的                          |    |
| (2) 包絡分析法 (DEA) の技術的説明             |    |
| 1) 線形計画法について                       |    |
| 2) DEA の定式化と CCR モデルおよび BCC モデルの解説 |    |
| 3) スラックの発生に関する課題                   |    |
| 4) DEA モデルに関する研究の進展                |    |
| (3) DEA に関する参考文献の紹介                |    |
| 6. 研究パフォーマンス確認モデル事業実施体制 .....      | 61 |

## 1. 本報告書の概要

大学改革支援・学位授与機構は、大学改革支援・学位授与機構法にもとづき、国立大学法  
人と協働して必要な情報の収集・整理、分析を行い、広くその成果の提供を行っている。こ  
の取組の一環として、「研究パフォーマンス確認モデル」の開発に取り組んだ。

国立大学は国費の投入をもとに、基礎研究はもとより応用研究や開発フェーズにおいて  
も、高等教育機関による研究活動をリードする役割が求められている。

各大学では学内研究者による研究業績の管理と評価が実施されている。業績の中でも、特  
に論文の量、質、厚みや国際性に着目した評価が定着しており、また日本学術振興会の科学  
研究費助成事業などに代表される競争的研究資金や受託・共同研究の獲得件数・金額も評価  
対象となっている。

こうした研究のアウトプットは、研究者自身を含めたヒト、施設や設備などのモノ、必要  
経費をまかなうためのカネといった資源を消費することで生み出される。

消費された資源の量（インプット）とアウトプットを対照させることにより、研究活動の  
「生産性」という視点を新たに得ることができる。

「研究パフォーマンス確認モデル」は、こうした発想にもとづいて、論文数等のアウトプ  
ットを、ヒト・モノ・カネ等のインプット対比で評価することを可能とするものである。研  
究者別、研究ユニット別、年度別といった、各大学のニーズに応じたカスタマイズを行い、  
アウトプットを生み出す効率性を測ることで、適正なインプット水準や期待されるアウト  
プット水準の検討への活用が期待される。

このたび、このモデルの実証的検証を更に精度を高めるため、覚書締結大学の導入事例と  
ともに、大学側の認識する課題と今後の活用可能性について紹介した。加えて、今後の実践  
における研究パフォーマンス確認モデルの活用可能性について、手引きとして最終報告書  
にまとめた。

本報告書は、大学内の研究関連データを研究の生産性という観点から分析することで、大  
学経営での活用を念頭に進めてきた。国立大学法人をはじめとする大学経営に関係する  
方々にとって、有益な情報提供となれば幸いである。

最後に、本「研究パフォーマンス確認モデル」の分析に携わっていただき、分析データ  
をご提供いただいた覚書締結大学の執行部及び担当者の皆様に心より感謝申し上げ、締め括  
りとした。

## 2. 研究パフォーマンス確認モデルの手引き

### (1) 大学における研究評価

日本の大学における研究力の低下が取りざたされて久しい。その根拠として取り上げられるのは、主に論文数などの研究成果である。例えば、メディア報道の情報源としては、文部科学省科学技術・学術政策研究所の『科学技術指標』や『科学研究のベンチマーキング』などがあげられる。2025年8月公表の調査結果（NISTEP 2025a, 2025b）に関する報道をみても、国際共著論文や被引用数で上位10%に入る「注目論文」（Top10%論文）で日本が他国の後塵を拝していることが指摘されており（例、日本経済新聞 2025）、特に論文数が世界5位であるのに対して、注目論文数の順位が13位である点を問題視する報道が多くみられた。こうした状況に対して、国としても研究力の向上を目指して、国際卓越研究大学<sup>1</sup>やJ-PEAKS<sup>2</sup>といった特定の大学に対する重点的な財政支援など、様々な制度を政策的に展開しているところである。

このような国全体のマクロの評価とともに、各大学におけるミクロの研究評価も当然行われている。特に国立大学は、国費の投入をもとに、基礎研究はもとより応用研究や開発フェーズにおいても、高等教育機関による研究活動をリードする役割が求められており、各大学では学内の研究者による研究業績の管理と評価が実施されている。具体的には、論文の量、質、厚みや国際性に着目した評価<sup>3</sup>が定着しており、また日本学術振興会の科学研究費助成事業（以下「科研費」とする）などに代表される競争的研究資金の獲得や受託・共同研究の受入も評価対象となっている<sup>4</sup>。つまり、研究活動が産み出す「アウトプット」に着目した

---

<sup>1</sup> 国際的に卓越した研究の展開及び経済社会に変化をもたらす研究成果の活用が相当程度見込まれる大学を国際卓越研究大学として認定し、当該大学が作成する国際卓越研究大学研究等体制強化計画に対して、科学技術振興機構が運用する10兆円規模の大学ファンドの運用益による助成を実施する事業。

([https://www.mext.go.jp/a\\_menu/kagaku/daigakukenkyuryoku/kokusaitakuetsu\\_koubo.html](https://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/daigakukenkyuryoku/kokusaitakuetsu_koubo.html) 2025年9月1日参照)

<sup>2</sup> 「地域中核・特色ある研究大学強化促進事業（J-PEAKS）」は、日本学術振興会が実施主体となり、我が国全体の研究力の発展をけん引する研究大学群の形成のため、地域中核・特色ある研究大学に対し、強みや特色ある研究力を核とした戦略的経営の下、研究活動の国際展開や社会実装の加速・レベルアップの実現に必要な環境構築の取組を支援する事業。

([https://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/2023/mext\\_00014.html](https://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/2023/mext_00014.html) 2025年9月1日参照)

<sup>3</sup> 例えば、小泉・他（2021）では、大学単位での研究力を測るため、「量」として論文数（article, review, conference paper, book, book chapter を含む）、「質」としてFWCI（Field-Weighted Citation Impact：論文の被引用数を、同じ出版年・分野・文献タイプの被引用数の世界平均で割った指標。1以上であればその論文は世界平均よりも多く引用されており、研究のインパクトが平均以上であることを示す。）とTop10%（FWCI）論文割合（参考指標）、「厚み」としてh5-index（5年間の発表論文群にh-indexを適用。h-indexとは、発表論文のうち被引用数がh回以上ある論文がh本以上ある場合、そのhがh-indexとなる。）とTop10%（FWCI）論文数、「国際性」としてCNI（Collaborative Network Index）という独自指標（国際共著機関数と共著論文数の関係にh-indexを適用）と国際共著論文率（参考指標）を用いている。なお、その他にActive Authors（論文著者数）も参考指標としている。

<sup>4</sup> 2025年度現在で、国立大学法人運営費交付金の「成果を中心とする実績状況に基づく配分」における共通指標として常勤教員当たりの研究業績数（査読付き論文数等）、科研費獲得額・件数、受託・共同研究等受入額が評価対象となっており、大学はこうした指標の評価結果を部局への予算配分に使用している（大学改革支援・学位授与機構 2023, 水田・他 2024）。

評価がマクロとミクロの両面で一般的に実施されている。

## (2) 生産性という考え方の導入

しかし、こうした研究活動のアウトプットは、学内の研究者や企業等の共同研究者、研究協力者（大学院生を含む）などの「ヒト」、施設や実験設備などの「モノ」、その他の必要経費（消耗品費、光熱水費など）をまかなうための「カネ」といった資源を消費することで産み出される。そして、消費された資源の量（インプット）と産出されたアウトプットを対照させることにより、研究活動がいかに効率的に実施されているかという「生産性」の視点を新たに得ることができる。本報告書で紹介する「研究パフォーマンス確認モデル」（以下「本確認モデル」とする）は、こうした発想にもとづいて「生産性」を評価するために開発されたものである<sup>5</sup>。

ちなみに、研究活動の「生産性」は、単純化すれば以下のような分数式になる。

$$\frac{\text{研究活動で産み出された成果（論文数、競争的資金獲得額、受託・共同研究受入額など）}^6}{\text{研究活動に投じた資源（研究者数or人件費、研究費執行額、研究設備の減価償却費など）}}$$

この分数式の最大化を目指すことにより、生産性の向上が図られる。ただし、この分数式を計算しようとした際に1つ問題がある。それは、分子と分母に含めたいインプットとアウトプットの要素が複数あるため、アウトプットとして論文数を取り上げただけでも、以下のような複数の式でばらばらに評価するしかない点である<sup>7</sup>。

$$\frac{\text{論文数}}{\text{研究者数or人件費}} \quad \frac{\text{論文数}}{\text{研究費執行額}} \quad \frac{\text{論文数}}{\text{研究設備の減価償却費}} \quad \text{など}$$

本確認モデルは、この問題を解決し、研究活動の生産性について、「投じた資源」と「産み出された成果」の個別要素を上記のように1つ1つバラバラに組み合わせて評価するのではなく、総合的に評価した上で、「生産性をどの程度上げることができそうか」という目標値を示す手法となっている。以下では、その概要を簡単な実例をもとに紹介し、さらに一般に公開されている無償の分析ツールを使用して、手元にあるデータをもとに試行するための手順を案内する。

## (3) 研究パフォーマンス確認モデルについて

### 1) 研究パフォーマンス確認モデルにおける使用データ・分析・評価

#### ① インプットとアウトプットの選択

<sup>5</sup> 詳しい開発経緯等については、大学改革支援・学位授与機構（2024）を参照のこと。

<sup>6</sup> 競争的資金獲得額や受託・共同研究受入額は研究活動のインプットでもあるが、インプット投入した成果が研究力の高さとして評価されることにより資金の獲得や研究プロジェクトの受入につながることを踏まえると、アウトプットという位置づけも可能となる。

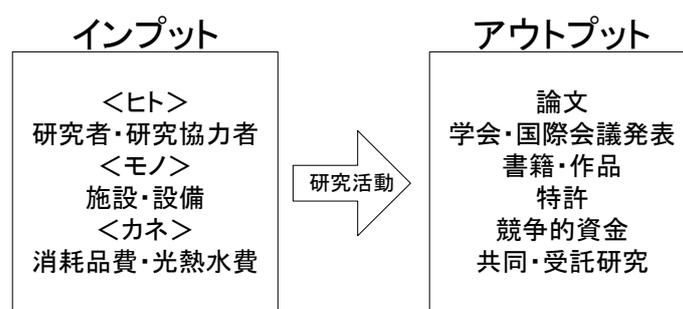
<sup>7</sup> インプット3要素、アウトプット3要素を組み合わせると9つの分数式で評価することになる。

「本確認モデルを試してみようか?」と考えた場合、まずインプットとアウトプットの要素として何を入れるかを定める必要がある。これは、特に決まった組み合わせがあるわけではなく、意思決定の役に立つ要素をモデルの利用者が考えて決めることになる。例えば、「研究予算が有効に使われているか?」を確認して予算配分に活かしていきたいと思えば、インプットに研究費の執行額を入れることが必要となる。あるいは、「研究分野(例、専攻)別の人の配置が適切に行われているか?」を検証したいと思えば、研究者数(例、職位別の教員数)、大学院生数(博士前期・後期課程)、企業派遣の共同研究者数といった研究従事者や協力者の人数(頭数またはFTE換算人数<sup>8)</sup>あるいは人件費などをインプットとして含めることを考慮する。

そして、アウトプットについても同様に研究成果として何を重視するかにより決定する。すぐに考えつくものとしては論文数になるが、共著論文の場合に分数でカウントするのか、あるいは論文の質まで考慮して掲載誌のインパクトファクター<sup>9</sup>の四分位(Q1~Q4)やFWCIを重みづけとして使用するのか、国際共著論文を別枠で評価するのかといったことも必要に応じて判断する。また、学会や国際会議での発表も研究成果としてカウントすることが可能であろう。さらに、研究分野によっては論文以外の成果物、例えば書籍(および共著書内の執筆章)、建築等の作品、特許(申請数、出願数、取得数)やライセンス契約数・収入額などもアウトプットの候補としてあげることができる。そして、国立大学にとっては運営費交付金から配分できる研究資金には限界があり、科研費やその他の競争的資金、民間企業等との共同研究や受託研究の受入等も研究力の評価を背景に獲得した成果としてアウトプットの対象となり得る。

以上を簡単にまとめると、図2-1のようなインプットとアウトプットの対応が本確認モデルの前提にある。

図2-1 研究活動のインプットとアウトプット



ただし、本確認モデルでは、インプットとアウトプットの間「インプットを増やせば(減らせば)、アウトプットが増える(減る)」という関係があることが望ましい<sup>10</sup>ため、イン

<sup>8</sup> FTEはFull-Time Equivalentの略であり、パートタイム勤務の人員を頭数ではなく、フルタイム勤務の人員数に換算したものである。単純例を示せば、フルタイム人員が週5日9時から17時勤務とした場合、週3日9時から17時勤務の人員はFTE換算で0.6人(3÷5)ということになる。

<sup>9</sup> インパクトファクター(Impact Factor)は、特定の学術誌の影響度を評価する指標で、過去2年間に当該誌に掲載された論文の被引用回数の平均値として算出されている。そして、当該誌が属している研究分野の学術誌のうち、このインパクトファクターが上位何%くらいに位置しているのかを示すのが四分位(Quartile)指標であり、25%刻みで上位からQ1、Q2、Q3、Q4となる。

<sup>10</sup> インプットとアウトプットに正の相関関係があるという。統計的には、インプットとアウトプットの間相関係数が有意な正の係数であることが望ましい。

プットとアウトプットを選択する際に考慮しておく必要がある。

また、アウトプットの産出にあたり負の影響を与える要素を本確認モデルに反映することも可能である。例えば、研究者や研究協力者が研究活動にどれだけ集中できているかという視点を導入する場合には、「ヒト」について頭数ではなく研究活動時間をインプットとすることも考えられる（大学の運営業務や授業・論文指導などの教育活動に割く時間が大きく、研究活動に集中できない状況におかれれば、インプットは減少する）<sup>11</sup>。ただし、研究者や研究協力者の研究活動時間を調査するには大きな手間と労力が求められるため、困難をともなう。そこで、研究活動以外にどれだけ時間を割いているかという逆からみた要素を考慮することもアイデアとして考えられる<sup>12</sup>。

その他にも重要な点として、インプットを投入してからアウトプットを産出するまでに必要とされる期間（以下「タイムラグ」とする）を考慮することがあげられる。この点は、研究分野によって異なると考えられるため、厳密に考えるとタイムラグを一概に設定することは難しい。しかし、伊神・他（2020, 30-32）のような既存の研究成果にもとづいて、「2年」と設定することも可能である<sup>13</sup>。

## ② 生産性の点数化（効率性スコア）

上記のように、研究活動の生産性を考える場合には、複数のインプットとアウトプットが想定される。そして、「アウトプット／インプット」の分数式で生産性を測ろうとすると「インプット数×アウトプット数」の組み合わせの数の結果を総合して評価しなければならない。そこで、本確認モデルでは、包絡分析法（Data Envelopment Analysis: DEA）<sup>14</sup>という手法を使用して、インプットとアウトプットの要素が複数あっても単一の点数を計算して、生産性を評価する方式をとっている。

それでは、単純な例を用いて、DEAによる点数化の仕組みを以下で説明する。

まず、ある架空の大学で同一の研究分野（例えば、「工学研究科有機化学専攻」など）に10人の教員が存在し、一定期間に使用した研究費と発表した論文数について表2-1のような実績があったと仮定する<sup>15</sup>。

表2-1 ある大学の同一研究分野の研究者が使用した研究費と発表した論文数

| 研究者     | A  | B  | C  | D  | E  | F   | G   | H  | I  | J  |
|---------|----|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|
| 研究費（万円） | 30 | 10 | 90 | 70 | 40 | 120 | 100 | 60 | 80 | 50 |
| 論文数（本）  | 4  | 2  | 5  | 4  | 3  | 7   | 4   | 2  | 6  | 5  |

<sup>11</sup> 国立大学教員の職務活動時間割合の推移をみると、研究活動時間の割合が経年で減少していることが確認できる（日本デیلیー通信社 2025）。

<sup>12</sup> 第3章の導入事例では、授業や大学運営に関する会議の負荷を指数化して、その「逆数」（研究活動以外の負荷が大きくなれば指数が小さくなる）をインプットに含めるといった工夫をしている。

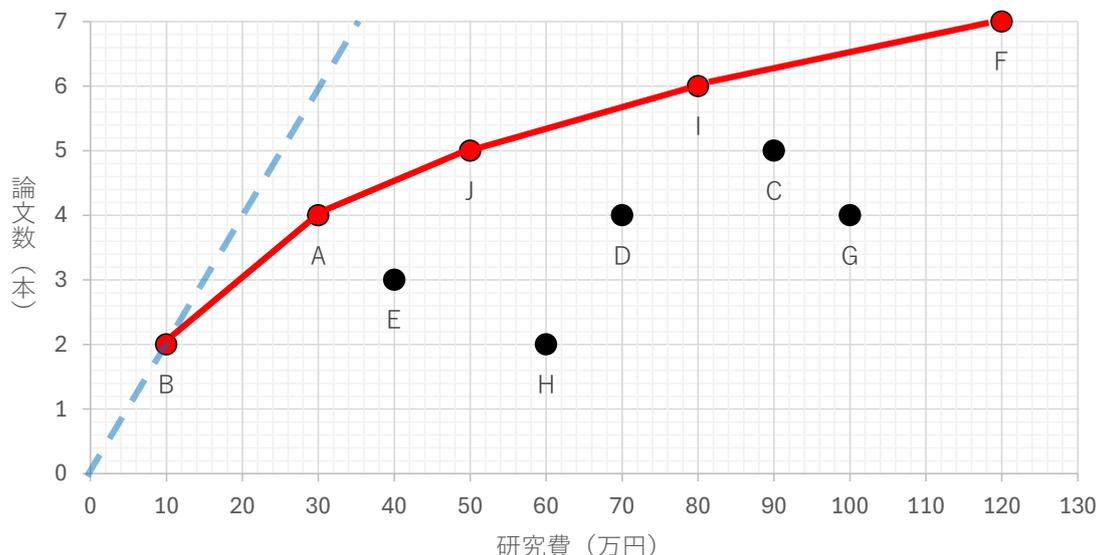
<sup>13</sup> 第3章のA大学での導入事例では、この根拠にもとづいてタイムラグを「2年」としている。

<sup>14</sup> 包絡分析法（DEA）の詳しい説明については、第5章のテクニカルノートを参照のこと。

<sup>15</sup> DEAは複数のインプット、アウトプットを同時に扱えるが、説明をわかりやすく単純化し、図2-2のような平面上での図示を可能にするためにインプットとアウトプットを各1つに絞っている。なお、インプットとアウトプットの間タイムラグについては、適切に設定されているものと仮定する。

この10人の中で最も生産性の高い研究者は、研究費10万円で2本の論文を発表しているBだということは、すぐに分かる。図2-2のようなグラフにしてみると、原点からBをとる青の破線の傾きが他の研究者に比較して最も大きい。Bにできることは、他の研究者にもできるはずということで、他の研究者も研究費5万円あたり1本の論文が発表できるはずだと考えることも可能である<sup>16</sup>。

図2-2 ある大学の同一研究分野の研究者が使用した研究費と発表した論文数



ただし、使用した研究費に対して発表される論文数の割合が常に一定であるとは限らない。研究費の増加に対して論文数は増えるが、研究費の追加分に対して論文数の増え方はだんだん小さくなっていくことも考えられる<sup>17</sup>。そのような考え方にもとづけば、ここで検討している10人の研究者のうち、外側を取り巻く5人の研究者(B→A→J→I→F)の生産性は高く、この5人をつないだ赤の実線<sup>18</sup>の上であれば、生産性の高い状態にあると評価することもできる<sup>19</sup>。逆に赤の実線よりも下にいる研究者(E、H、D、C、G)は、赤の実線上にいる5人に比較すると生産性が低く、もっと論文を発表してもよいはずだということになる<sup>20</sup>。

では、このような各研究者の生産性の違いをどのように点数化すればよいのか。図2-3を使って生産性の低い研究者Eと生産性の高い研究者Iの点数を計算してみる<sup>21</sup>。

<sup>16</sup> 包絡分析法 (DEA) には、このような考え方で分析するCCR (Charnes-Cooper-Rhodes) モデルがある。詳しくは、第5章のテクニカルノートを参照のこと。

<sup>17</sup> 「限界生産力逓減の法則」または「収穫逓減の法則」と呼ばれているものが当てはまる場合、こうしたことが起きる。

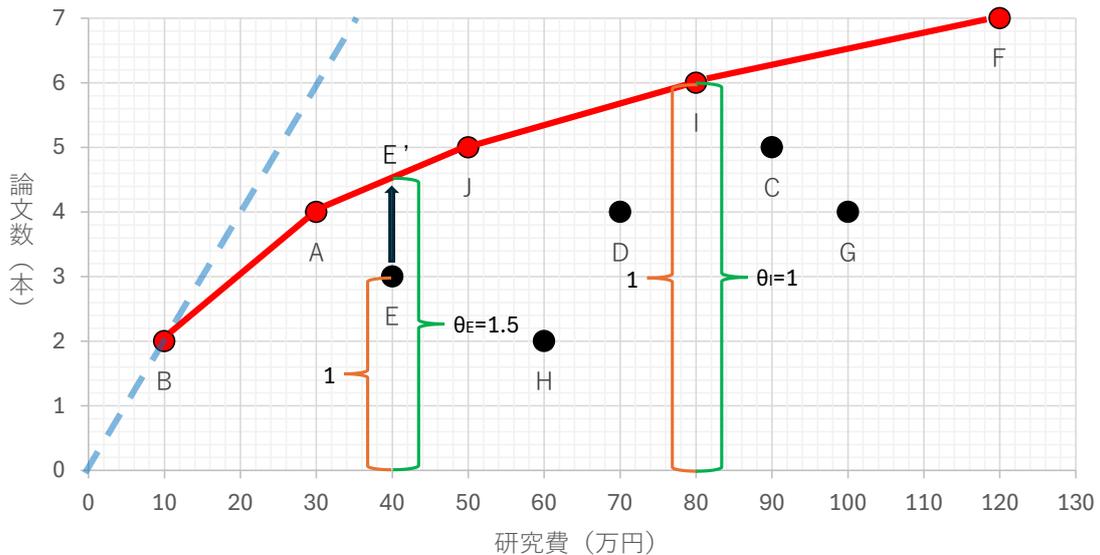
<sup>18</sup> 効率的フロンティア (Efficiency Frontier) と呼ばれている。

<sup>19</sup> このような考え方で分析するモデルは、BCC (Banker-Charnes-Cooper) モデルと呼ばれている。詳しくは、第5章のテクニカルノートを参照のこと。

<sup>20</sup> ここではアウトプットに着目した評価を行っている(「アウトプット指向モデル」と呼ばれている)。もちろん、インプットに着目した評価(「それくらいの論文数であれば、もっと研究費を削減してもよいはずだ」という評価)も可能である(「インプット指向モデル」と呼ばれている)。

<sup>21</sup> この生産性の点数を「効率性スコア (Efficiency Score)」と呼ぶ。

図 2-3 生産性の点数（効率性スコア）の計算



まず、研究者 E の効率性スコアを計算してみよう。研究費を 40 万円使用しているのであれば、研究者 A と研究者 J の実績からみて、研究者 E は論文数を現在の 3 本から 4.5 本まで伸ばして赤の実線（効率的フロンティア）上の E' という架空の研究者<sup>22</sup>になることを目標にできる（「研究費を 40 万円使えば、架空の研究者 E' になれたはずだ」と仮定する）。つまり、現在の論文数の実績（3 本）を 1 とすると E' になるためには、論文数を 1.5 倍（ $\theta_E$ ）の 4.5 本にする必要がある。そして、効率性スコアは以下の計算式で計算する<sup>23</sup>。

$$\text{研究者 E の生産性の点数（効率性スコア）} = \frac{1}{\theta_E} = \frac{1}{1.5} = 0.66666 \dots$$

次に研究者 I の効率性スコアを計算してみよう。まず、研究者 I は赤の実線（効率的フロンティア）上にあるため、より生産性の高い架空の研究者を想定する必要はない。現在の論文数の実績（6 本）を 1 とすると、目標とする論文数は同数であるため  $\theta_I = 1$  である。よって、効率性スコアは、以下の計算のとおり 1 となる<sup>24</sup>。

$$\text{研究者 I の生産性の点数（効率性スコア）} = \frac{1}{\theta_I} = \frac{1}{1} = 1$$

つまり、赤の実線（効率的フロンティア）上にいる研究者の効率性スコアはすべて 1 であり、赤の実線（効率的フロンティア）より下にいる研究者の効率性スコアは 1 未満となる。効率性スコアが低いほど生産性が低いという評価となり、他の研究者の実績からみて、改善が可能と思われる目標値が示されるわけである。

以上がインプット 1 つ、アウトプットが 1 つの単純な例による生産性の点数づけ、つま

<sup>22</sup> 架空の研究者 E' は、研究者 A と研究者 J をつなぐ線分のちょうど真ん中に位置しているので、両者を足して 2 で割った計算上の研究者である。

<sup>23</sup> インプット指向で計算することも可能である。研究者 E は、研究者 A と研究者 B をつなぐ線分のちょうど真ん中に架空の研究者 E' を想定し、論文数が 3 本であれば、研究費は 20 万円で済んだのではないかと仮定できる。この場合の効率性スコアは、20 万円 / 40 万円 = 0.5 となる。

<sup>24</sup> インプット指向で計算しても、効率性スコアは同様に 1 となる。

り効率性スコアの求め方である。平面図をもとにわかりやすく説明するためにインプット、アウトプットとも 1 つずつに絞っているが、既述のとおり、本確認モデルの利点は複数のインプットとアウトプットを同時に扱える点にあり、DEA という手法の利点もそこにある。ただし、インプットの数+アウトプットの数次元（例えば、第 3 章の事例のようにインプット 5 つ、アウトプット 2 つであれば、 $5+2=7$  次元）の分析が必要であり、2 次元の平面図をもとに分かりやすく説明することが困難なため、あえて数を絞っている点はご了承いただきたい（詳しい説明は、第 5 章のテクニカルノートに譲る）。

## 2) 研究パフォーマンス確認モデルを試してみる

ここまでお読みいただいた方の中には、手元のデータで DEA という手法を試してみたいという方もいらっしゃると思われる。そこで、ここではインターネット上で簡単に手に入る無償のツールである College Analysis<sup>25</sup> を使用して、DEA による研究生産性の評価を試す手順について紹介する。具体的には、表 2-1 にある「研究費と論文数のデータ」および「研究費と論文数のデータに外部資金獲得額を加えたデータ」の分析例をとりあげる。

<インプット：研究費⇒アウトプット：論文数>

### ① College Analysis をダウンロードする

以下の URL にアクセスして、「はじめに見て下さい」にある PDF ファイル、「プログラム (zip 形式)」にあるソフトウェア、「総合マニュアル」にあるマニュアルのうち「gmanual05\_1 (OR I)」(Word 版と PDF 版あり) の 3 つをダウンロードする。

<https://sites.google.com/view/fukuimasayasu/ホーム> (2025 年 9 月 11 日参照)

「はじめに見て下さい」には、「統計・社会システム分析ソフトウェア College Analysis Ver.X.X」というタイトルの PDF ファイルがあり、このソフトウェアの開発趣旨や概要が紹介されているので、ご一読いただきたい。「プログラム (zip 形式)」からは、使用する College Analysis というソフトウェア本体がダウンロードできる (ファイル名は CAnalysis)。「総合マニュアル」は、分析機能ごとに分かれており、「gmanual05\_1 (OR I)」の P.47-63 が DEA のマニュアルとなっている。ソフトウェアの操作方法とともに、DEA 自体について学生向けに丁寧な説明も掲載されているため、こちらもご一読を勧めたい<sup>26</sup>。

---

<sup>25</sup> 覚書締結大学からご提供いただいたデータをもとに本確認モデルの開発で使用したツールは、SAITECH 社の DEA-Solver PRO というマイクロソフト社製 Excel のソルバー機能を使用する有料のソフトウェアである (第 3 章では、このツールを使用した結果を事例として紹介している)。なお、Cooper et al. (2006, 2007) には、このソフトウェアの機能限定版が CD-ROM として書籍に付属している。ただし、DEA-Solver PRO については、本稿執筆時点で新規のライセンス販売は停止されている (<https://saittech.capoo.jp/ライセンスのオプション/> 2025 年 9 月 11 日参照)。その他、一般に普及している無料統計ソフトの R を使用する方法などもあるが、手軽にやさしく DEA による分析を試していただくため、福井正康氏 (元・福山平成大学経営学部経営学科教授) が教育用に開発し、無償で公開している College Analysis というソフトウェアを使用した分析手順をここでは紹介する。

<sup>26</sup> Web サイトには、「サンプルファイル (zip 形式)」として学習用データがダウンロード可能となっているため、マニュアルとサンプルデータを使用して理解を深めることが可能となっている。

## ② データを用意する

データについては、College Analysis のデータ編集画面で直接入力しても構わないが、「はじめに見て下さい」に書かれているとおり、Excel で作成されたデータをコピー・ペーストすることが想定されている。そこで、表 2-1 にあるデータを Excel で図 2-4 のような形に作成する。

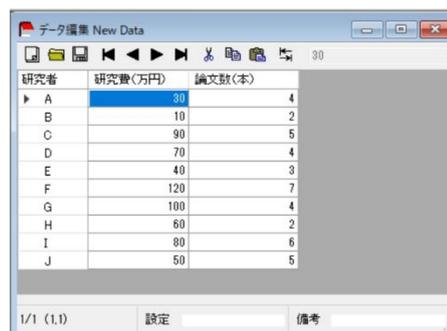
図 2-4 Excel データの用意

|    | A   | B        | C       |
|----|-----|----------|---------|
| 1  | 研究者 | 研究費 (万円) | 論文数 (本) |
| 2  | A   | 30       | 4       |
| 3  | B   | 10       | 2       |
| 4  | C   | 90       | 5       |
| 5  | D   | 70       | 4       |
| 6  | E   | 40       | 3       |
| 7  | F   | 120      | 7       |
| 8  | G   | 100      | 4       |
| 9  | H   | 60       | 2       |
| 10 | I   | 80       | 6       |
| 11 | J   | 50       | 5       |
| 12 |     |          |         |

## ③ College Analysis を起動してデータを貼り付ける

CAnalysis をダブルクリックして起動し、「データ編集 New Data」ウィンドウに②で作成した Excel データの内容をコピー・ペーストする（[編集]-[全貼り付け]）。

図 2-5 Excel データの貼付



## ④ DEA の分析仕様を指定する

[分析]-[OR]-[DEA]を選択し、図 2-6 の「DEA (包絡分析法)」の分析仕様を指定するウィンドウを表示する。オプションの指定については任意<sup>27</sup>だが、既述の「②生産性の点数化 (効率性スコア)」の内容を簡潔に確認するため、以下のように設定する (図 2-6)。

A) オプション: 「優位集合」と「改善案」を選択

- 優位集合: 効率的フロンティア上のどの研究者を参照したかを分析結果で確認する。
- 改善案: 参照した研究者の実績から論文数を何倍に増やせるかを分析結果で確認する。

B) 変数選択: 「001-研究費 (万円)」と「002-論文数 (本)」を選択

- インプット→アウトプットの順に選択する。

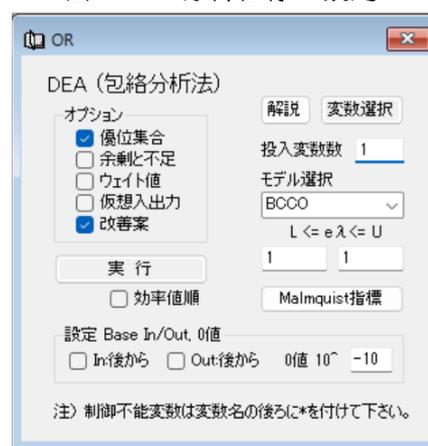
C) 投入変数数: 1 を入力

- インプットがいくつあるかを入力する。

D) モデル選択: 「BCCO」を選択

- 「②生産性の点数化 (効率性スコア)」の説明で使用したアウトプット指向の BCC モデルを選択する。

図 2-6 分析仕様の設定



<sup>27</sup> 詳しくは、マニュアル「gmanual05\_1 (OR I)」の P.50-51 を参照。

## ⑤ DEAの分析を実行し結果を確認する

図 2-6 に示したウィンドウの[実行]ボタンをクリックすると、DEA が実行され、図 2-7 および図 2-8 のような結果が表示される。

まず、図 2-7 の「BCCO モデル計算結果」を確認してみると、「D 効率値」と記されている効率性スコアについては、図 2-2 (右下に再掲) や図 2-3 で赤の実線(効率的フロンティア)上にあった研究者 A、B、F、I、J について「1.000」となっている。その他の 5 人については、スコアが 1 未満となっており、効率的フロンティアから遠い研究者ほどスコアが低くなっていることが確認できる。既述の「②生産性の点数化(効率性スコア)」で検討した研究者 E については、「0.667」となっており、先に計算式で確認したスコアと一致している。

そして、優位集合と記載されているのは効率的フロンティア上の研究者の中でどの研究者を参照しているかということを示している。研究者 E でいえば、研究者 A と研究者 J を参照していることが分かる。そして、カッコ内にある入値は、効率的フロンティア上の各研究者をどの程度参照しているかを示しており、研究者 E の場合、研究者 A が「0.500」、研究者 J が「0.500」となっている。つまり、研究者 E は研究者 A と J を 50%ずつ足した架空の研究者が目指すべき状態ということになる。同様に最も効率性スコアの低い研究者 H (0.375) については、架空の研究者である「研究者 I × 0.333 + 研究者 J × 0.667」が目指すべき状態として示されている。他の研究者の結果もこのようにみることができる。

次に図 2-8 の「BCCO モデル 1つの改善案」を確認してみると、研究者 E については、すでに「②生産性の点数化(効率性スコア)」で確認したとおり、研究者 A と J の実績からみて論文数を「1.5000 倍」にできるのではないかと提案されている。そして、最もスコアの低い研究者 H については、研究者 I と J の実績からみて、論文数を「2.6667 倍」にできるのではないかと示唆されている。他の研究者についても、同様にアウトプットの改善案が示されている。

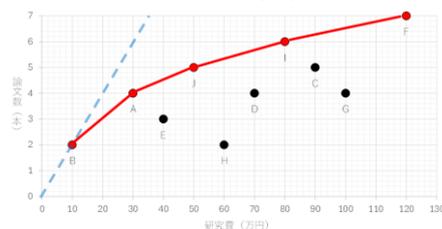
図 2-7 分析結果 (1)

|   | D効率値  | 優位集合1(入) | 優位集合2(入) |
|---|-------|----------|----------|
| A | 1.000 | A(1.000) |          |
| B | 1.000 | B(1.000) |          |
| C | 0.800 | F(0.250) | I(0.750) |
| D | 0.706 | I(0.667) | J(0.333) |
| E | 0.667 | A(0.500) | J(0.500) |
| F | 1.000 | F(1.000) |          |
| G | 0.615 | F(0.500) | I(0.500) |
| H | 0.375 | I(0.333) | J(0.667) |
| I | 1.000 | I(1.000) |          |
| J | 1.000 | J(1.000) |          |

図 2-8 分析結果 (2)

|               |                  |
|---------------|------------------|
| DMU:A(1.0000) | 効率的です。           |
| DMU:B(1.0000) | 効率的です。           |
| DMU:C(0.8000) | 産出を 1.2500 倍します。 |
| DMU:D(0.7059) | 産出を 1.4167 倍します。 |
| DMU:E(0.6667) | 産出を 1.5000 倍します。 |
| DMU:F(1.0000) | 効率的です。           |
| DMU:G(0.6154) | 産出を 1.6250 倍します。 |
| DMU:H(0.3750) | 産出を 2.6667 倍します。 |
| DMU:I(1.0000) | 効率的です。           |
| DMU:J(1.0000) | 効率的です。           |

図 2-2 再掲



<インプット：研究費⇒アウトプット：論文数、外部資金獲得額>

次に表 2-1 の 10 人の研究者データに、アウトプットとして「外部資金獲得額」を 1 つ増やしたもの（表 2-2）を使用して、DEA の分析を行った結果を以下に紹介する。

表 2-2 表 2-1 の研究者が使用した研究費、発表した論文数および獲得した外部資金

| 研究者            | A  | B  | C  | D  | E  | F   | G   | H  | I  | J  |
|----------------|----|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|
| 研究費 (万円)       | 30 | 10 | 90 | 70 | 40 | 120 | 100 | 60 | 80 | 50 |
| 論文数 (本)        | 4  | 2  | 5  | 4  | 3  | 7   | 4   | 2  | 6  | 5  |
| 外部資金獲得額 (10万円) | 5  | 2  | 20 | 15 | 3  | 30  | 25  | 4  | 7  | 2  |

図 2-9 表 2-2 の散布図

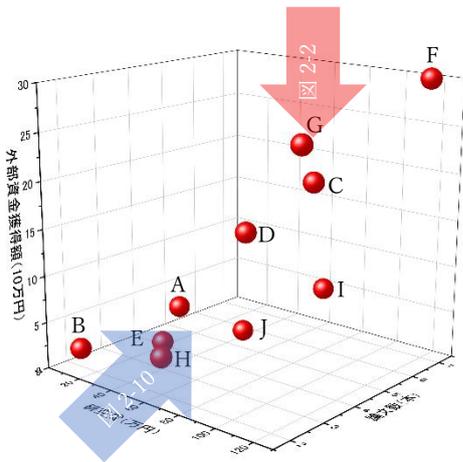


図 2-10 研究費と外部資金獲得額

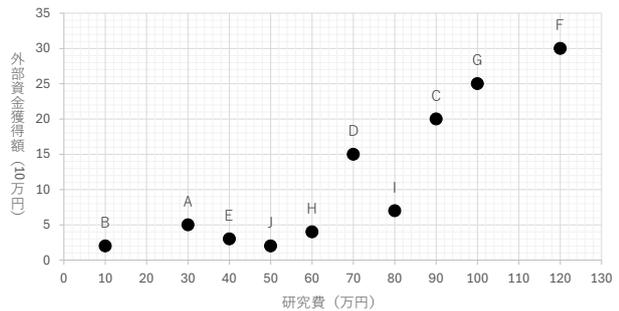


図 2-9 は、3 次元の散布図を示しているが、この図を上からみた平面図が図 2-2 であり、研究費の軸側からみた平面図が図 2-10 である。そして、論文数のみをアウトプットにした分析と同様の手順でこのデータを分析した結果が図 2-11 である。

先に検討した研究者 E については、効率的フロンティア（3次元のため平面になる）上にいる研究者 A、F、J を参照した結果、効率性スコアは 0.672 となっている。そして、架空の研究者である「研究者 A×0.587 + 研究者 F×0.025 + 研究者 J×0.388」が目指すべき状態であり、論文数と外部資金獲得額を 1.4875 倍にできる可能性があるという改善案が示されている。

なお、論文数だけをアウトプットとして評価した先の分析で効率性スコアが 0.615 とな

っていた研究者 G については、研究費が 10 人中 2 番目に大きな分、外部資金獲得額も 2 番目に大きな額を獲得していることが影響して、この分析では効率的フロンティア上に位

図 2-11 分析結果



置き、効率性スコアが1.000となっている。

### 3) 研究パフォーマンス確認モデルの実践にあたって

これまで見てきたとおり、DEA という手法を使用した本確認モデルは、なるべく少ないインプットでなるべく多くのアウトプットを産み出している人や組織（効率的フロンティア上にいる人や組織）と比較して、生産性が劣っているかどうかを確かめ、劣っている場合には、「どの程度劣っているのか」（効率性スコア）と「優れている人や組織の実績からどの程度の改善が可能と思われるか」（改善案）を示すものである。そして、研究評価に使用する際の比較対象<sup>28</sup>については、以下のような2つのパターンが考えられる。

A) 同一の研究者または研究組織の過去の実績を比較する。

B) 同一または類似の研究分野の研究者または研究組織同士を比較する。

Aのパターンでは、例えば、ある研究組織単位（例えば、「工学研究科機械工学専攻」など）の過去10年間の実績を比較する。最も生産性の高い年度からみて直近の年度の実績が劣っていないかを確認し、もし劣っている場合には効率性スコアが1未満となる。そうしたケースでは、最も生産性の高かった年度の実績からみて、アウトプット（例えば、「論文数」など）をどの程度増やすことができそうかという改善案を得て目標値を設定することができる。第3章のA大学の実例では、こうしたパターンを紹介している。なお、研究組織単位ではなく、研究者個人単位でこのような分析を行うことも可能である。

Bのパターンは、同一または類似の研究領域<sup>29</sup>（例えば、「工学研究科有機化学専攻」など）の研究者単位で、同じ期間の生産性を比較する。最も生産性の高い研究者からみて劣っていないかを確認し、もし劣っている場合には効率性スコアが1未満となる。そうしたケースでは、最も生産性の高い研究者の実績からみて、アウトプット（例えば、「論文数」など）をどの程度増やすことができそうかという改善案を得て目標値を設定することができる。本節の表2-1や表2-2で例示したのはBのパターンであり、第3章のB大学の実例も同様である。なお、研究者単位ではなく、研究組織単位（例えば、「研究室」など）を比較対象としてこのような分析を行うことも可能である。

まずは、第3章で紹介する実例をご確認いただき、目的に応じてどちらのパターンで評価するかを決定の上<sup>30</sup>、第4章で紹介するような有益な利用価値を見出していただければ幸いである。

---

<sup>28</sup> DEAでは、比較対象となるものを意思決定単位（Decision Making Unit: DMU）と呼んでいる（第5章のテクニカルノートを参照）。

<sup>29</sup> 研究分野によりインプットの標準的な投入量やアウトプットの産出ペースが異なることは容易に想像できるため、できるだけ同一の研究分野内での比較分析とすることが望ましい。

<sup>30</sup> もちろんA、Bの両パターンを同時に適用して、一時点での研究者・研究組織間の相互比較と同一研究者・研究組織の時間経過による比較を有機的に組み合わせた評価を行うことも可能である。

## 謝辞

本報告書での College Analysis のご紹介について、ご快諾をいただきました福井正康氏に感謝申し上げます。

## 参考文献

- 伊神正貫・神田由美子・村上昭義 2020, 『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』. (<https://doi.org/10.15108/dp180> 2025年8月29日参照)
- 大山達雄・末吉俊幸 2002, 「3.3 DEA」『公共政策とOR』朝倉書店, pp.34-40.
- 小泉周・調麻佐志・鳥谷真佐子 2021, 「大学の研究力を総合的に把握する「量」、「質」、「厚み」に関する5つの指標と、新しい国際ベンチマーク手法の提案」『STI Horizon』, Vol.7, No.1, pp. 34-39. (<https://doi.org/10.15108/stih.00248> 2025年8月29日参照)
- 末吉俊幸 2001, 『DEA: 経営効率分析法 (経営科学のニューフロンティア 10)』朝倉書店.
- 大学改革支援・学位授与機構 2023, 『国立大学法人における学内資源配分に関する調査研究報告書(続)』.
- 大学改革支援・学位授与機構 2024, 「2. 研究パフォーマンス確認モデル」『大学経営手法に関する共同プロジェクト報告書』, pp.5-37.
- 刀根薫 1993, 『経営効率性の測定と改善: 包絡分析法 DEA による』日科技連出版社.
- 刀根薫・筒井美樹・丸山幸宏・濱口由子・福山博文・橋本敦夫・岩本大輝・大里怜史 2022, 『経営効率性の測定の基礎 DEA 分析の事例で学ぶ生産性・効率性向上への挑戦』日本評論社.
- 日本経済新聞 2025, 「科学の国際共著論文、中国を頼る 81 カ国・地域 文科省系報告、日本の 5 倍に急増」, 2025年8月19日朝刊.
- 日本デリー通信社 2025, 『令和5年度大学等におけるフルタイム換算データに関する調査』. ([https://www.mext.go.jp/b\\_menu/toukei/chousa06/fulltime/kekka/1284881\\_00005.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa06/fulltime/kekka/1284881_00005.htm) 2025年9月5日参照)
- 水田健輔・竹中亨・佐藤亨 2024, 「2023 年度国立総合大学 (G グループ) アンケート調査結果について」『大学改革支援に関する調査研究 2023 年度プロジェクト報告書』, 大学改革支援・学位授与機構, pp.243-261.
- 文部科学省科学技術・学術政策研究所 (NISTEP) 2025a, 『科学技術指標 2025』. (<https://www.nistep.go.jp/research/science-and-technology-indicators-and-scientometrics/indicators> 2025年8月29日参照)
- 文部科学省科学技術・学術政策研究所 (NISTEP) 2025b, 『科学研究のベンチマーキング 2025』. (<https://www.nistep.go.jp/research/science-and-technology-indicators-and-scientometrics/benchmark> 2025年8月29日参照)
- Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A. and Seiford, L. (Ed.) 1995, *Data Envelopment Analysis Theory, Methodology and Applications*, Kluwer. 邦訳: 刀根薫・上田徹 (監訳) 2007, 『経営効率評価ハンドブック (普及版) 包絡分析法の理論と応用』朝倉書店.
- Cooper, W., Seiford, L. and Tone, K. 2006, *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses with DEA-Solver and References*, Springer.
- Cooper, W., Seiford, L. and Tone, K. 2007, *Data Envelopment Analysis A Comprehensive Text*

*with Models, Applications, References and DEA-Solver Software* (Second Ed.), Springer.

### 3. 研究パフォーマンス確認モデルの導入事例

研究パフォーマンス確認モデル（以下「本確認モデル」とする）については、2019（令和元）年度に開始された「大学経営手法に関する共同プロジェクト」に参加した2つの覚書締結大学から必要データをご提供いただき、その有効性について検証を重ねてきた。ただし、各大学で本確認モデルの分析対象と活用目的が異なっている。

まず、1大学（「A大学」とする）については、学内の工学系の研究ユニット（同種の分野の教員が所属する研究組織）を分析対象として、その研究生産性を経年で比較分析している。本確認モデルの活用により、各ユニットの生産性の低下や改善の兆候を把握し、研究ユニットに対する既存の評価システムに新たな視点を加えることを目的としていた。

もう1つの大学（「B大学」とする）については、学内の工学系の研究者個人を分析対象として、大学院の同一専攻に所属する研究者間で研究生産性を比較分析している。本確認モデルの活用により、同一分野の他の研究者に比較した生産性の高低を毎年度明らかにするとともに、同一分野内での相対的な順位の経年変化から、生産性の低下や改善の兆候を把握する。この大学で既に使用されている研究者評価システムに対して、追加の参考情報を提供することを目的としていた。

以下では、A大学、B大学それぞれの導入事例について、詳しく紹介する。

#### （1）同一研究分野のグループを分析対象とした導入事例（A大学）

##### 1) A大学の分析仕様

##### ① インプット・アウトプット項目

DEAで分析する際のインプット・アウトプット項目は、表3-1の内容で設定した。

表3-1 A大学におけるインプット・アウトプット項目

| インプット（5項目）   | アウトプット（2項目）                                      |
|--|--|
| A) 経常的研究費総額＝研究費および科研費等の執行額                                       | F) 論文数合計＝論文数（日本語）＋論文数（日本語以外）                     |
| B) 教員総数＝教授、准教授、講師、助教、特任教授、特任准教授、特任講師、特任助教の合計                     | G) 外部資金獲得額＝科研費内定額＋その他の競争的資金受入額＋共同・受託研究受入額＋寄附金受入額 |
| C) 大学院生総数＝博士課程および修士課程学生数   |  |
| D) 減価償却費＝施設および工具・器具の減価償却費  |  |
| E) 授業・会議負荷指数(逆数)<br>※ 授業・会議負荷指数＝（主要会議＋ワーキンググループ）×20＋授業時間（学部・大学院） |  |

まず、インプットについて説明すると、経常的研究費総額（A）は、運営費交付金を主財源とする学内研究費と科学研究費助成事業（以下「科研費」とする）を主とした外部資金の執行額の合計としている。次に教員総数（B）については、職階や任期の有無、勤務エフォートなどを勘案せず頭数で総数を把握し使用している。なお、大学院生数（C）も研究の実施にあたり必要かつ重要な人的資源としてインプットに含めており、博士と修士で重みづ

けはせず、頭数での総数を使用している。また、研究に使用している施設・設備の投入量については、取得価額を耐用年数で除した減価償却費を使用している。このうち施設については、「ユニット所属の教員による専有面積／延べ床面積」で建物の減価償却費を按分し、設備については、ユニット所属の教員の執行権限にもとづいて購入されたものの減価償却費を集計している（耐用年数を過ぎた設備については対象外）。そして、授業・会議の負荷については、授業や会議で拘束される時間が多いほど研究時間が減少し、アウトプットの産出に負の影響を及ぼすものとして分析に加えている。A 大学の主観的な評価にもとづき指数化しているが、他のインプットと異なり、負荷が大きいほど研究成果が減少することを想定しているため、指数の逆数（授業・会議負荷指数(逆数) (E)）をインプットとして使用している。

次にアウトプットについては、論文数合計と外部資金獲得額を採用している。まず、論文数合計 (F) については、日本語の発表論文および海外誌等の掲載論文について、本数を単純に合計して使用している<sup>1</sup>。また、外部資金獲得額 (G) については、科研費はもとより、その他の競争的研究資金、企業や政府・自治体等との共同研究や受託研究、寄附金の受け入れをすべて足し合わせた金額をアウトプットとした。

## ② 分析対象年度とインプット・アウトプットのタイムラグ

図 3-1 A 大学におけるインプットとアウトプットの年度対応

|               | 2013年度 | 2014年度        | 2015年度        | 2016年度         | 2017年度         | 2018年度         | 2019年度         | 2020年度         | 2021年度 | 2022年度 | 2023年度 |
|---------------|--------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|--------|--------|
| 2014年度-2016年度 |        | インプット(2014年度) |               |                |                |                |                |                |        |        |        |
|               |        |               |               | アウトプット(2016年度) |                |                |                |                |        |        |        |
| 2015年度-2017年度 |        | インプット(2015年度) |               |                |                |                |                |                |        |        |        |
|               |        |               |               | アウトプット(2017年度) |                |                |                |                |        |        |        |
| 2016年度-2018年度 |        |               | インプット(2016年度) |                |                |                |                |                |        |        |        |
|               |        |               |               | アウトプット(2018年度) |                |                |                |                |        |        |        |
| 2017年度-2019年度 |        |               |               | インプット(2017年度)  |                |                |                |                |        |        |        |
|               |        |               |               |                | アウトプット(2019年度) |                |                |                |        |        |        |
| 2018年度-2020年度 |        |               |               |                | インプット(2018年度)  |                |                |                |        |        |        |
|               |        |               |               |                |                | アウトプット(2020年度) |                |                |        |        |        |
| 2019年度-2021年度 |        |               |               |                |                | インプット(2019年度)  |                |                |        |        |        |
|               |        |               |               |                |                |                | アウトプット(2021年度) |                |        |        |        |
| 2020年度-2022年度 |        |               |               |                |                |                | インプット(2020年度)  |                |        |        |        |
|               |        |               |               |                |                |                |                | アウトプット(2022年度) |        |        |        |

A 大学では、2013～23 年度にわたる 11 年度分のデータを分析対象としているが、単年度のノイズや変動に惑わされずに傾向をみるため、すべてのインプットとアウトプットについて 3 年移動平均値を使用している。また、ヒト・モノ・カネといった資源（インプット）が投入されてから、論文の発表や研究資金の獲得といった成果（アウトプット）に結び

<sup>1</sup> 掲載誌の Impact Factor (Q1～Q4) や論文の FWCI (Field-Weighted Citation Impact) など、論文の質的要素をアウトプット項目に加味することも可能と思われるが、A 大学での導入にあたっては、データの準備に係る負担の軽減等を考慮した。なお、研究分野によっては、書籍やブック・チャプター、作品などが研究成果としてアウトプット項目の候補となるが、この点についてもデータの準備に係る負担の軽減等を考慮した。

つくまでにはタイムラグが生じる。そこで、A 大学では資源投入が成果に結びつくまでの所要期間を 2 年と見積もり、タイムラグを設定している<sup>2</sup>。よって、後に 2) で紹介する分析結果と解釈の実例では、2013～23 年度の 11 年度分のデータを使用しているが、インプットとアウトプットの年度の対応は図 3-1 のようになっている。

なお、2) における年度表記については、表 3-2 のような注意点がある。

表 3-2 A 大学におけるインプット・アウトプットの年度表記の注意点

- ① グラフや分析結果と解釈の文章の年度表記は、3 年平均の中間年度を記載している。
- ② グラフ内での年度の表記について、例えば「2020 年度-2022 年度」の場合には、「2019 年度・2020 年度・2021 年度の 3 年平均のインプット」と「2021 年度・2022 年度・2023 年度の 3 年平均のアウトプット」を対照した年度という意味になる。
- ③ 分析結果と解釈の文章の中で、例えば「2020-22 年度」と記載している場合には、グラフ内の「2020 年度-2022 年度」を指している。
- ④ 分析結果と解釈の文章の中で、例えば「2020 年度の経常的研究費総額」と記載している場合は、「2019・2020・2021 年度の 3 年平均の経常的研究費総額」の意味になる。また、「2022 年度の論文数合計」と記載している場合は、「2021・2022・2023 年度の 3 年平均の論文数合計」を指している。単年度の実績ではないため、注意のこと。

### ③ A 大学における研究ユニットの再編

研究生産性を経年で分析するにあたって課題となるのが、分析対象となる組織の再編や教員の異動である。A 大学では、2023 年度に研究ユニットの再編があり、今回対象としている年度のうち 2013～22 年度に 16 あったユニットが 2023 年度に 11 ユニットの再編されている。具体的には、2 つのユニットが 1 つに統合されたケースが 4 件あり、また別の 1 ユニットの廃止されている。

この再編に対して、本確認モデルの分析では、2013～22 年度のデータについても、統合対象のユニットのインプット・アウトプットを単純合算して統合後の 11 ユニットの直して分析することとした。なお、廃止された 1 ユニットの他のユニットへの資源（教員、設備、資金等）の移動もあるが、影響は小さいため、特に補正等は行っていない。

### ④ A 大学における既存の研究ユニット評価（参考）

A 大学では、各研究ユニットについて「業績評価」（論文、著書、特許、作品、外部資金獲得額、企業等への技術指導など）と「計画評価」（研究活性化、若手研究者育成、共同研究、有力誌への論文投稿、外部資金獲得など）の 2 つの側面からポイント換算し、精緻な評価を行い、予算の傾斜配分を実施している。こうした既存の評価制度と本確認モデルの関係性や連携の可能性についても、随時言及する。

<sup>2</sup> タイムラグを 2 年とした根拠については、伊神・他（2020, 30-32）における研究者数および研究開発費の変化と論文数の変化の一致度に関する検証結果にもとづいている。

## 2) A大学の分析結果と解釈の実例

ここでは、A大学において本確認モデルを適用した分析結果と解釈の実例を3つ紹介する。具体的には、①2023年度の統合対象外で直近の効率性スコアが1を下回ったユニット(Aユニット)、②2023年度の統合対象で直近の効率性スコアが1を下回ったユニット(Bユニット)、③2023年度の統合対象で直近の効率性スコアが1に回復したユニット(Cユニット)の3種類である。

### ① Aユニット (研究分野：航空・宇宙工学系)

このユニットについては、2023年度の統合対象とはなっていない。

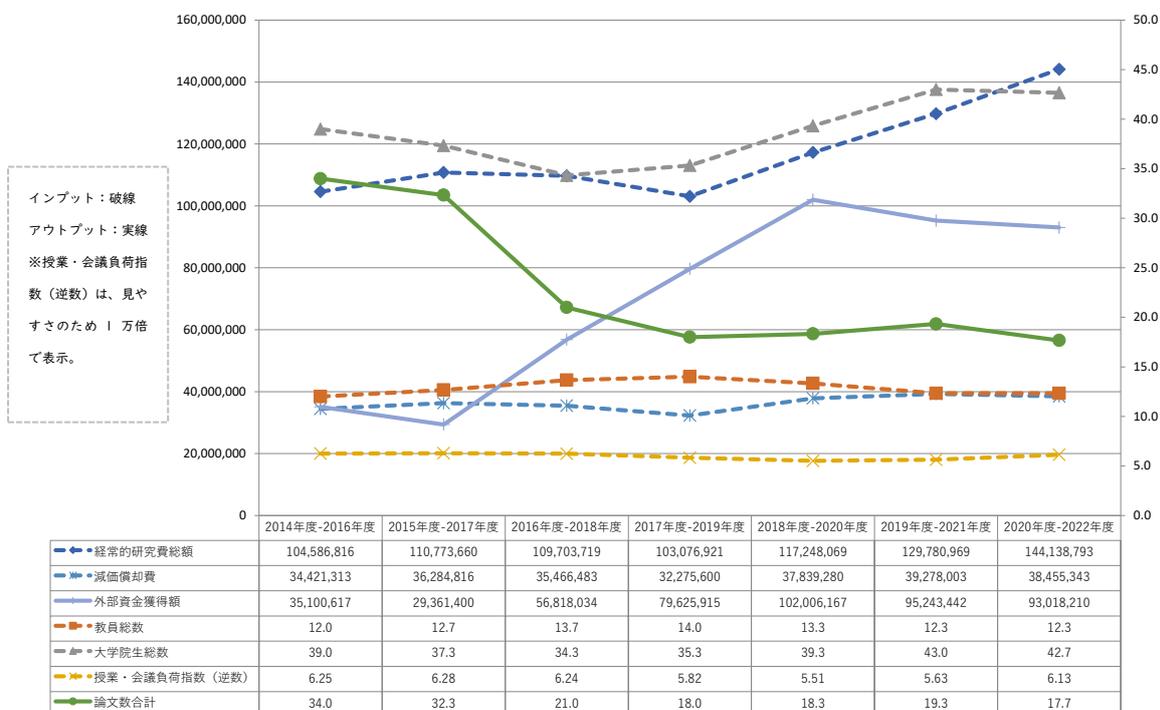
#### <効率性スコアとインプット・アウトプットの経年推移>

表 3-3 A大学 Aユニットの効率性スコア

| インプット                | アウトプット               | CCR-0 | BCC-0 |
|----------------------|----------------------|-------|-------|
| 2014年度 (2013-15年度平均) | 2016年度 (2015-17年度平均) | 1.000 | 1.000 |
| 2015年度 (2014-16年度平均) | 2017年度 (2016-18年度平均) | 0.993 | 1.000 |
| 2016年度 (2015-17年度平均) | 2018年度 (2017-19年度平均) | 0.927 | 1.000 |
| 2017年度 (2016-18年度平均) | 2019年度 (2018-20年度平均) | 1.000 | 1.000 |
| 2018年度 (2017-19年度平均) | 2020年度 (2019-21年度平均) | 1.000 | 1.000 |
| 2019年度 (2018-20年度平均) | 2021年度 (2020-22年度平均) | 1.000 | 1.000 |
| 2020年度 (2019-21年度平均) | 2022年度 (2021-23年度平均) | 0.978 | 1.000 |

図 3-2 A大学 Aユニットのインプットとアウトプットの動き

A大学Aユニット (3年移動平均・2年タイムラグ)



注：年度の表記については、表 3-2 を参照の上、注意のこと。

<分析結果と解釈(CCR-O モデル)> 注：年度の表記については、表 3-2 を参照の上、注意のこと。

まず、効率性スコアの推移については（表 3-3）、2017-19 年度～2019-21 年度は 1 を維持していたが、直近の 2020-22 年度は 0.978 となっており、過去の実績に比較して、**研究生産性に若干の低下**がみられる。具体的には、2019 年度および 2020 年度のアウトプット実績と比較して、生産性が劣っているとされており、この両年度に匹敵する生産性を上げるには、論文数合計で約 2 本、外部資金獲得額で 600 万円強の改善が必要であることが示唆されている（表 3-4）。

表 3-4 実績値と予測値の差異

| 2022年度 | 論文数合計  | 外部資金獲得額    | 参照年度             |
|--------|--------|------------|------------------|
| 実績値    | 17.7   | 93,018,210 | 2019年度<br>2020年度 |
| 予測値    | 19.6   | 99,137,215 |                  |
| 差異     | 1.98   | 6,119,005  |                  |
| 差異 (%) | 11.22% | 6.58%      |                  |

2014～20 年度のインプットの推移を確認してみると（図 3-2）、ヒト（大学院生総数）、モノ（減価償却費）、カネ（経常的研究費総額）は 2016・17 年度に最低値となっており、その後は増加傾向を示している（ヒト（教員総数）は、変化が小さいながら逆の傾向）。つまり、インプットの投入量が増加する中で効率性スコアを 1 に保つには、アウトプットも相応の増加が必要となる。しかし、アウトプットの論文数合計は 2017 年度以降 2019 年度まで一貫して減少傾向を示しており（同図）、2020 年度・2021 年度に微増したが、2022 年度は過去最低値に減少している。つまり、2017-19 年度～2019-21 年度に効率性スコアが 1 を保っていたのは、**外部資金獲得額が 2018 年度以降に急増したことに支えられていた**。しかし、**2022 年度の外部資金獲得額は前年度に引き続き微減となり、同年度に論文数合計が最低値を記録した**ことも相まって、効率性スコアが 1 を切ることとなった。

アウトプットの論文数合計および外部資金獲得額の変動係数<sup>3</sup>は、全ユニットでそれぞれ 2 番目および 1 番目に大きく、**安定性が低い**（表 3-5）。インプットが安定的<sup>4</sup>かつ基本的に増加傾向にある中、**両アウトプットをそれに見合った水準で保つ**ことがポイントとなる。

表 3-5 インプット・アウトプットの基本統計量

|      | 経常的研究費総額    | 教員総数  | 大学院生総数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 減価償却費      | 論文数合計 | 外部資金獲得額     |
|------|-------------|-------|--------|---------------|------------|-------|-------------|
| 最大値  | 144,138,793 | 14.0  | 43.0   | 0.00063       | 39,278,003 | 34.0  | 102,006,167 |
| 最小値  | 103,076,921 | 12.0  | 34.3   | 0.00055       | 32,275,600 | 17.7  | 29,361,400  |
| 平均値  | 117,044,135 | 12.9  | 38.7   | 0.00060       | 36,288,691 | 23.0  | 70,167,684  |
| 標準偏差 | 13,835,035  | 0.7   | 3.1    | 0.00003       | 2,277,302  | 6.6   | 27,586,623  |
| 変動係数 | 0.118       | 0.055 | 0.080  | 0.050         | 0.063      | 0.286 | 0.393       |

なお、2015-17 年度と 2016-18 年度の効率性スコアが 1 を切っているのは、前者が外部資金獲得額の低さ、後者が論文数合計の急減に起因しており、要因が異なっている。将来的に**外部資金獲得額を 1 億円前後で維持しつつ、論文数合計を 2016 年度および 2017 年度の水準（30 本超）に近づける**ことができれば、このユニットのポテンシャルが 100% 発揮されることになると思われる。

その他、個別には以下のようなことがみられる。まず、授業や会議の負荷については、2016～18 年度にかけて高まったが、2019 年度以降若干低下している。そして、論文数合計は授業・会議負荷指数（逆数）と一定の正の相関（0.63）が確認できるため（表 3-6）、研究外業務を抑制することにより論文数を安定させることができるかもしれない。なお、外部資金獲得額については、経常的研究費総額（0.60）、大学院生総数（0.49）および減価償

<sup>3</sup> 変動係数は「標準偏差／平均値」であり、標準的に平均値の何倍くらい動きがあるかを示しており、高ければ平均値からのばらつきが大きく、安定していないことを指している。表 3-5 からは、論文数合計が平均値の 28.6% 程度、外部資金獲得額が平均値の 39.3% 程度、経年で動いていることを示している。

<sup>4</sup> 特に減価償却費の変動係数は全ユニットで最も小さくなっており、設備・機器等への投資が継続的、安定的に行われている証とみられることできる。

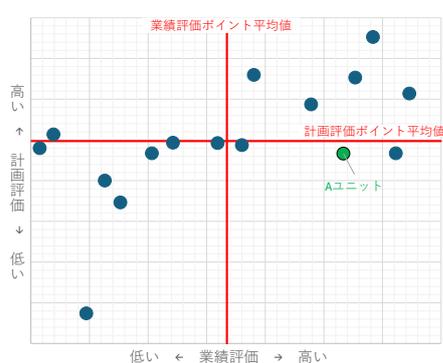
却費 (0.48) と一定 (0.4) 以上の正の相関を確認できる (同表)。

表 3-6 インプット・アウトプットの相関係数

|                | 経常的研究費総額 | 教員総数  | 大学院生総数 | 授業・会議出席回数 (逆数) | 減価償却費 | 論文数合計 | 外部資金獲得額 |
|----------------|----------|-------|--------|----------------|-------|-------|---------|
| 経常的研究費総額       | 1.00     | -0.45 | 0.82   | -0.19          | 0.83  | -0.48 | 0.60    |
| 教員総数           | -0.45    | 1.00  | -0.75  | -0.25          | -0.50 | -0.49 | 0.20    |
| 大学院生総数         | 0.82     | -0.75 | 1.00   | -0.33          | 0.79  | -0.17 | 0.49    |
| 授業・会議出席回数 (逆数) | -0.19    | -0.25 | -0.33  | 1.00           | -0.32 | 0.63  | -0.81   |
| 減価償却費          | 0.83     | -0.50 | 0.79   | -0.32          | 1.00  | -0.27 | 0.48    |
| 論文数合計          | -0.48    | -0.49 | -0.17  | 0.63           | -0.27 | 1.00  | -0.91   |
| 外部資金獲得額        | 0.60     | 0.20  | 0.49   | -0.81          | 0.48  | -0.91 | 1.00    |

<A 大学における既存のユニット評価との対比> 注: 既存のユニット評価については、1) の④の紹介を参照のこと。

図 3-3 2022 年度予算配分時ユニット評価結果



A 大学における 2022 年度予算配分時のユニット評価では、A ユニットの業績評価ポイントが 16 ユニット中 5 位、計画評価ポイントが 16 ユニット中 13 位となっている (図 3-3)。細かくみると、論文や特許の数、外部資金の獲得といった業績がユニット間比較で相対的に高く評価されている反面、若手研究者の育成や地域の発展に資する共同研究の計画、あるいは有力誌への論文投稿計画の評価が平均を若干下回り、同図の第 4 象限に位置している。

結局、ユニット間で比較した場合、A ユニットの業績 (アウトプット) は高く評価されるべきものとなっている。しかし、本確認モデルでインプットの安定的な増加傾向を分析に加えると、アウトプットの経年変化、特に論文数についてはさらに伸ばせる可能性が示唆されている。なお、2022 年度予算の計画評価において、有力誌への論文投稿計画が若干低めに評価されている点は、本確認モデルの分析結果を先取りした評価とみることがもできる。

#### <分析結果・解釈に対する A 大学のコメント>

実態としては、大型の外部研究資金を約 3 年スパンで獲得している特定の教員がいるため、外部資金獲得額は所属教員の細かな積み上げにはなっていない。その意味では、1 億円前後で安定させるという考え方は難しい。また、教員の年齢層がかなり高くなりつつあるため、どのような影響が現れるか注意深く見守りたい。

そして、今回の分析結果で最も気をつけなければならないのは、経常的研究費総額や大学院生数が増加しているにもかかわらず、最も大事な論文数合計がピーク時の半分程度に落ちている点である。この点については、原因を究明しなければならないと考えている。

② B ユニット（研究分野：機械工学系）

このユニットについては、2023年度に2つのユニットが統合したものであるため、2022年度以前のインプット・アウトプットについては、2つのユニットの実績を合算して架空の統合ユニットを作成して分析した。

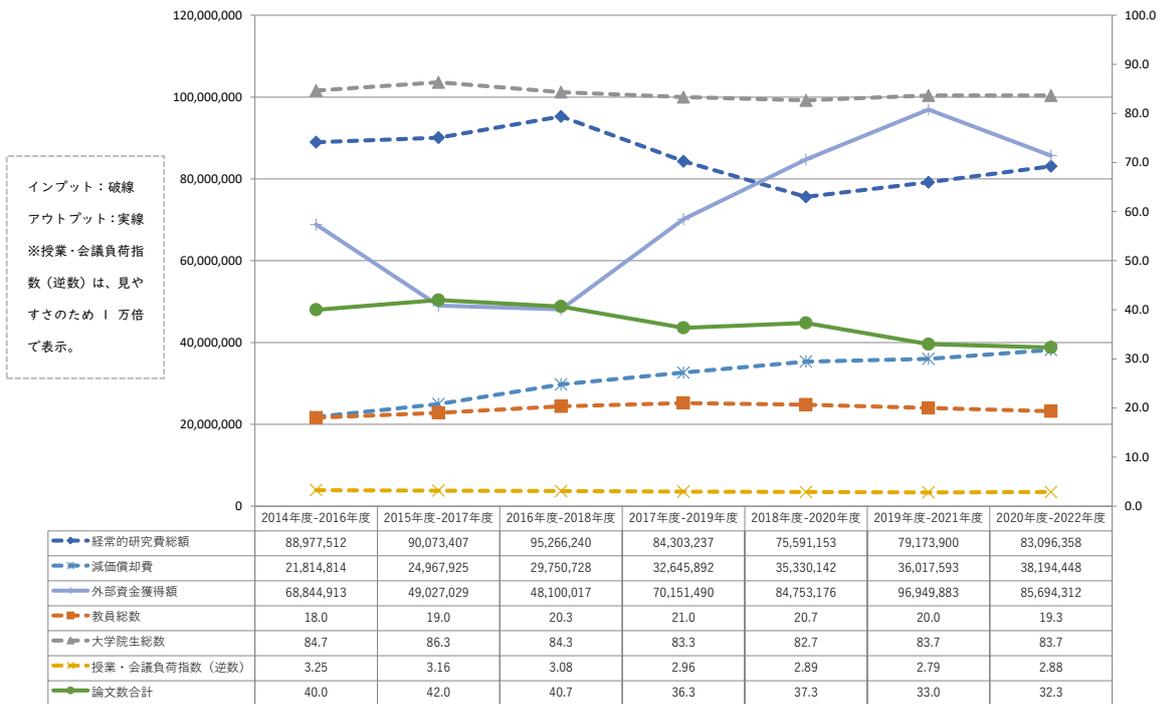
<効率性スコアとインプット・アウトプットの経年推移>

表 3-7 A 大学 B ユニットの効率性スコア

| インプット               | アウトプット              | CCR-0 | BCC-0 |
|---------------------|---------------------|-------|-------|
| 2014年度（2013-15年度平均） | 2016年度（2015-17年度平均） | 1.000 | 1.000 |
| 2015年度（2014-16年度平均） | 2017年度（2016-18年度平均） | 1.000 | 1.000 |
| 2016年度（2015-17年度平均） | 2018年度（2017-19年度平均） | 0.995 | 1.000 |
| 2017年度（2016-18年度平均） | 2019年度（2018-20年度平均） | 0.944 | 0.949 |
| 2018年度（2017-19年度平均） | 2020年度（2019-21年度平均） | 1.000 | 1.000 |
| 2019年度（2018-20年度平均） | 2021年度（2020-22年度平均） | 1.000 | 1.000 |
| 2020年度（2019-21年度平均） | 2022年度（2021-23年度平均） | 0.952 | 1.000 |

図 3-4 A 大学 B ユニットのインプットとアウトプットの動き

A 大学 B ユニット（3年移動平均・2年タイムラグ）



注：年度の表記については、表 3-2 を参照の上、注意のこと。

<分析結果と解釈(CCR-0 モデル)> 注：同上

まず、効率性スコアの推移については（表 3-7）、2018-20 年度および 2019-21 年度は 1 となっていたが、2020-22 年度は 0.952 となっており、過去の実績と比較して、直近で研究生産性が若干低下している。具体的には、2015 年度および 2020 年度のアウトプット実績と比較して、生産性が劣っているとされており、この両年度に匹敵する生産性を上げるには、論文数合計で約 5 本、外部資金獲得額で 1,200 万円弱の改善が必要であることが示唆されている（表 3-8）。

表 3-8 実績値と予測値の差異

| 2022年度 | 論文数合計  | 外部資金獲得額    | 参照年度             |
|--------|--------|------------|------------------|
| 実績値    | 32.3   | 85,694,312 | 2015年度<br>2020年度 |
| 予測値    | 37.6   | 97,616,507 |                  |
| 差異     | 5.30   | 11,922,195 |                  |
| 差異 (%) | 16.40% | 13.91%     |                  |

続いてインプットの推移を細かく確認してみると(図3-4)、以下のようなことがわかる。まず、ヒトについては、教員総数は2014年度から2017年度にかけて漸増、2018年度から2020年度にかけて漸減しており、大学院生数はほとんど変化がない(変動係数は全ユニットで2番目に小さい(表3-9))。次に、モノ(減価償却費)については、一貫して増加しており、設備・機器等への投資が継続的に行われているといえる。そして、カネ(経常的研究費総額)については、2017年度と2018年度に連続して減少したが、2019年度と2020年度は増加に転じている。ただし、変動の幅は小さい(変動係数は全ユニットで4番目に小さい(同表))。

次に、アウトプットの推移については(同図)、以下のようなことがみられる。論文数合計は経年で減少傾向にあり、2022年度は最低を記録している。ただし、変動の幅は小さい(変動係数は全ユニットで4番目に小さい(同表))。外部資金獲得額は、2019年度から2021年度にかけて大幅に伸びているが、2022年度に若干減少した(全ユニットの中で5番目に変動係数が大きい(同表))。

表3-9 インプット・アウトプットの基本統計量

|      | 経常的研究費総額   | 教員総数  | 大学院生総数 | 授業・会議負荷指数(逆数) | 減価償却費      | 論文数合計 | 外部資金獲得額    |
|------|------------|-------|--------|---------------|------------|-------|------------|
| 最大値  | 95,266,240 | 21.0  | 86.3   | 0.00033       | 38,194,448 | 42.0  | 96,949,883 |
| 最小値  | 75,591,153 | 18.0  | 82.7   | 0.00028       | 21,814,814 | 32.3  | 48,100,017 |
| 平均値  | 85,211,687 | 19.8  | 84.1   | 0.00030       | 31,245,935 | 37.4  | 71,931,546 |
| 標準偏差 | 6,247,528  | 1.0   | 1.1    | 0.00002       | 5,609,766  | 3.5   | 17,258,454 |
| 変動係数 | 0.073      | 0.049 | 0.013  | 0.052         | 0.180      | 0.093 | 0.240      |

つまり、インプットが総じて横ばいか増加傾向にある中、アウトプットの減少が記録されたため、2020-22年度の研究生産性が落ちている。よって、概して変動が小さいインプットに対して、一貫した減少傾向にある論文数合計をいかに上向かせるか、そして2021年度まで3年連続で伸び続けた外部資金獲得額をどのように安定させるかが研究生産性の維持にあたりポイントとなる。

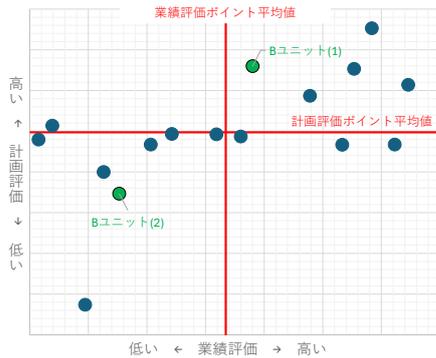
その他、個別には、以下のようなことがみられる。まず、授業や会議の負荷については、若干負荷が大きくなりつつあるが、ほぼ一定である(変動係数は全ユニットの中で4番目に小さい(同表))。そして、論文数合計は経常的研究費総額(0.68)、大学院生総数(0.66)、授業会議負荷指数(逆数)(0.86)と、外部資金獲得額は減価償却費(0.70)と一定(0.4)以上の正の相関が確認できる(表3-10)。

表3-10 インプット・アウトプットの相関係数

|               | 経常的研究費総額 | 教員総数  | 大学院生総数 | 授業・会議負荷指数(逆数) | 減価償却費 | 論文数合計 | 外部資金獲得額 |
|---------------|----------|-------|--------|---------------|-------|-------|---------|
| 経常的研究費総額      | 1.00     | -0.35 | 0.70   | 0.76          | -0.67 | 0.68  | -0.88   |
| 教員総数          | -0.35    | 1.00  | -0.64  | -0.63         | 0.63  | -0.27 | 0.16    |
| 大学院生総数        | 0.70     | -0.64 | 1.00   | 0.72          | -0.74 | 0.66  | -0.70   |
| 授業・会議負荷指数(逆数) | 0.76     | -0.63 | 0.72   | 1.00          | -0.96 | 0.86  | -0.78   |
| 減価償却費         | -0.67    | 0.63  | -0.74  | -0.96         | 1.00  | -0.85 | 0.70    |
| 論文数合計         | 0.68     | -0.27 | 0.66   | 0.86          | -0.85 | 1.00  | -0.88   |
| 外部資金獲得額       | -0.88    | 0.16  | -0.70  | -0.78         | 0.70  | -0.88 | 1.00    |

<A 大学における既存のユニット評価との対比> 注：既存のユニット評価については、1)の④の紹介を参照のこと。

図 3-5 2022 年度予算配分時ユニット評価結果



A 大学における 2022 年度予算配分時のユニット評価では、統合対象となったユニットの 1 つ (B ユニット(1)) の業績評価ポイントが 16 ユニット中 7 位、計画評価ポイントが 16 ユニット中 2 位となっている (図 3-5)。細かくみてみると、前者については、論文や著書の数、外部資金の獲得といった業績がユニット間比較で相対的に高く評価されている。また、後者については、有力誌への論文投稿計画の評価が少々低いほかは、全般的に高い評価を得ている。よ

って、業績、計画両面で優れている同図の第 1 象限に位置している。これに対してもう 1 つの統合対象 (B ユニット(2)) については、業績評価ポイントが 16 ユニット中 12 位、計画評価ポイントが 16 ユニット中 15 位となっている (同図)。前者については、論文数や共同研究が低調であり、後者については、地域の発展に資する共同研究の計画や有力誌への論文投稿計画の評価が特に低く、同図の第 3 象限に位置している。

結局、評価が対照的な 2 つのユニットが統合されており、今後は両者が一緒になったことによる相乗効果が発揮され、研究生産性を安定させることが求められている。

#### <分析結果・解釈に対する A 大学のコメント>

大変難しいユニットである。統合対象の B ユニット(2)はアクティビティのレベルが低く、外部資金も取れない状況にあった。それに対して B ユニット(1)には、論文の生産と外部資金の獲得についてスーパースターがいる。しかし、論文数合計が落ち気味の中、そのスーパースターもいなくなるため、残る教員でどの程度持ちこたえられるかを研究生産性の観点から継続的に確認していきたい。

本確認モデルは、アウトプットの落ち込みだけでなく、インプット対比でアウトプットを評価するため、減少するインプットに見合うアウトプットを出せば効率性スコアは 1 となる。スーパースターがいなくなった後、規模が縮小しても生産性を保っているかを確認できると思う。

とにかく、スーパースターが抜けた後にどのような形でユニットが落ち着くかについて、時間をかけて見守りたい。

### ③ Cユニット（研究分野：情報学系）

このユニットについては、2023年度に2つのユニットが統合したものであるため、2022年度以前のインプット・アウトプットについては、2つのユニットの実績を合算して架空の統合ユニットを作成して分析した。

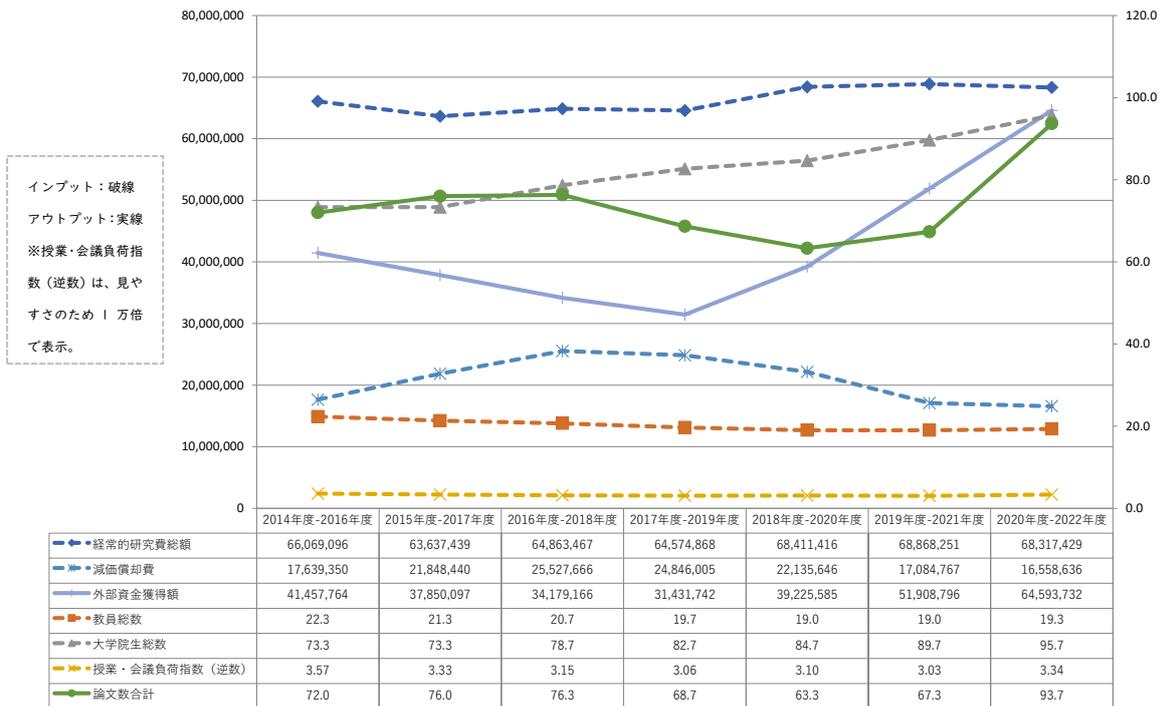
#### <効率性スコアとインプット・アウトプットの経年推移>

表 3-11 A 大学 C ユニットの効率性スコア

| インプット               | アウトプット              | CCR-0 | BCC-0 |
|---------------------|---------------------|-------|-------|
| 2014年度（2013-15年度平均） | 2016年度（2015-17年度平均） | 0.972 | 1.000 |
| 2015年度（2014-16年度平均） | 2017年度（2016-18年度平均） | 1.000 | 1.000 |
| 2016年度（2015-17年度平均） | 2018年度（2017-19年度平均） | 0.964 | 1.000 |
| 2017年度（2016-18年度平均） | 2019年度（2018-20年度平均） | 0.839 | 1.000 |
| 2018年度（2017-19年度平均） | 2020年度（2019-21年度平均） | 0.757 | 1.000 |
| 2019年度（2018-20年度平均） | 2021年度（2020-22年度平均） | 0.885 | 1.000 |
| 2020年度（2019-21年度平均） | 2022年度（2021-23年度平均） | 1.000 | 1.000 |

図 3-6 A 大学 C ユニットのインプットとアウトプットの動き

A大学Cユニット（3年移動平均・2年タイムラグ）



注：年度の表記については、表 3-2 を参照の上、注意のこと。

#### <分析結果と解釈(CCR-0 モデル)> 注：同上

まず、効率性スコアの推移については(表 3-11)、2015-2017 年度および 2020-2022 年度の効率性スコアが 1 となっており、ヒト（教員総数・大学院生総数）・モノ（減価償却費）・カネ（経常的研究費総額）のインプット投入に対して効率的にアウトプット（論文数合計・外部資金獲得額）を生み出している。つまり、直近の実績が最も効率的であり、2015-2017 年度を除く他のほとんどの年度が相対的に非効率と評価されている。

少し細かくインプットの推移を確認してみると(図 3-6)、カネ（経常的研究費総額）については大きな増減はなく、2018 年度以降は 6,800 万円台で安定している。しかし、モノ（減価償却費）は、2016 年度まで増加していたが、2017 年度以降は減少が続いている。

ヒトについては、教員総数が漸減から横ばい、大学院生総数は一貫して増加傾向にある。総じて、モノ以外のインプットは経年で安定的に投入されているユニットである。

表 3-12 インプット・アウトプットの基本統計量

|      | 経常的研究費総額   | 教員総数  | 大学院生総数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 減価償却費      | 論文数合計 | 外部資金獲得額    |
|------|------------|-------|--------|---------------|------------|-------|------------|
| 最大値  | 68,868,251 | 22.3  | 95.7   | 0.00036       | 25,527,666 | 93.7  | 64,593,732 |
| 最小値  | 63,637,439 | 19.0  | 73.3   | 0.00030       | 16,558,636 | 63.3  | 31,431,742 |
| 平均値  | 66,391,710 | 20.2  | 82.6   | 0.00032       | 20,805,787 | 73.9  | 42,949,555 |
| 標準偏差 | 1,972,938  | 1.2   | 7.7    | 0.00002       | 3,451,413  | 9.2   | 10,693,229 |
| 変動係数 | 0.030      | 0.059 | 0.093  | 0.056         | 0.166      | 0.124 | 0.249      |

さらにインプットの変動係数を確認してみると（表 3-12）、経常的研究費総額は全ユニットの中で最も小さくなっており、安定している。その他のインプットについては、概ね全ユニットの中間的な安定性を示している。

次にアウトプットの推移について確認してみると（同図）、まず論文数合計は2年ごとに増減を繰り返している。具体的には2018年度にかけて漸増、2020年度にかけて漸減、2021年度に再び漸増し、2022年度は前年度比で1.4倍に急増している。外部資金獲得額については、2019年度にかけて3年連続で減少していたが、2020年度以降は急増しており、2022年度は2019年度の2倍強、前年度比でも1.24倍となっている。

つまり、比較的安定した推移を示しているインプットに対して、2022年度にアウトプットが急増しているため、2020-2022年度の研究生産性が飛びぬけて高く評価され、効率性スコアが1となったことがわかる。

なお、論文数合計と外部資金獲得額は両方とも、2022年度の実績が他の年度を引き離して高い水準にある。よって、インプットの安定性が今後も継続するのであれば、直近のアウトプットの水準が将来的に維持されるかどうかが研究生産性維持のポイントとなる。ちなみに、論文数合計の変動係数は全ユニットの中で6番目と中間的であるが、外部資金獲得額の変動係数は4番目に大きい（同表）。

その他、個別には、以下のようなことがみられる。まず、相関係数を確認してみると（表 3-13）、論文数合計は授業・会議負荷指数（逆数）（0.44）と一定（0.4）以上の正の相関が認められるが、他のインプットとの相関は弱い。また、外部資金獲得額は経常的研究費総額（0.71）および大学院生総数（0.75）と一定（0.4）以上の正の相関が認められる。

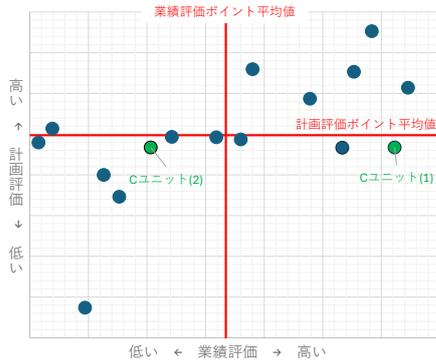
表 3-13 インプット・アウトプットの相関係数

|               | 経常的研究費総額 | 教員総数  | 大学院生総数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 減価償却費 | 論文数合計 | 外部資金獲得額 |
|---------------|----------|-------|--------|---------------|-------|-------|---------|
| 経常的研究費総額      | 1.00     | -0.64 | 0.77   | -0.18         | -0.65 | 0.01  | 0.71    |
| 教員総数          | -0.64    | 1.00  | -0.85  | 0.78          | 0.04  | 0.07  | -0.36   |
| 大学院生総数        | 0.77     | -0.85 | 1.00   | -0.40         | -0.42 | 0.36  | 0.75    |
| 授業・会議負荷指数（逆数） | -0.18    | 0.78  | -0.40  | 1.00          | -0.45 | 0.44  | 0.21    |
| 減価償却費         | -0.65    | 0.04  | -0.42  | -0.45         | 1.00  | -0.34 | -0.85   |
| 論文数合計         | 0.01     | 0.07  | 0.36   | 0.44          | -0.34 | 1.00  | 0.64    |
| 外部資金獲得額       | 0.71     | -0.36 | 0.75   | 0.21          | -0.85 | 0.64  | 1.00    |

授業や会議の負荷については、概して2019年度にかけて高まったが、2020年度に低下している。減価償却費は減少傾向にあり、一般的には設備・機器等への投資不足や老朽化等が懸念される。

＜A 大学における既存のユニット評価との対比＞ 注：既存のユニット評価については、1)の④の紹介を参照のこと。

図 3-7 2022 年度予算配分時ユニット評価結果



A 大学における 2022 年度予算配分時のユニット評価では、統合対象となったユニットの 1 つ (C ユニット(1)) の業績評価ポイントが 16 ユニット中 2 位、計画評価ポイントが 16 ユニット中 11 位となっている (図 3-7)。細かくみてみると、前者については、論文、著書、特許の数、外部資金の獲得といった業績がユニット間比較で相対的に高く評価されている。しかし、後者については、ユニット内での研究活性化計画や学部資金獲得計画の評価が特に低く、全

体に低調となっている。よって、業績面で優れており、計画面で少々平均よりも劣る第 4 象限に位置している (同図)。これに対してもう 1 つの統合対象 (C ユニット(2)) については、業績評価ポイントおよび計画評価ポイントの両方とも 16 ユニット中 11 位となっている (同図)。前者については、著書数が多いものの論文数や共同研究、受託研究が C ユニット(1)に比較して低調であり、後者については、C ユニット(1)と同一の計画のため評価結果も同じである。結局、両評価とも相対的に劣っている同図の第 3 象限に位置している。

両ユニットに属する教員数は同じであるが、1 人当たりの業績評価ポイントには 2 倍の差があり、類似した分野を扱う両者が一緒になったことにより、相乗効果が発揮され、研究生産性を安定させることが求められている。なお、このユニットの計画評価結果が低調なのは、下記のコメントにもあるとおり、優れた教員が論文生産を牽引し、外部資金獲得についても実績をあげている現状において、挑戦的な計画等の必要性が低かった可能性がある。

#### ＜分析結果・解釈に対する A 大学のコメント＞

まず、論文生産性の高さについては、特異点のような教員とそのグループが牽引して、このような実績が現れていることが考えられる。また、外部資金の獲得については、やはりかなり強い教員が 1 人いたことが影響している。ただし、最近では数名の教員が大変な努力をして、外部資金を獲得できるグループが増加しつつある。

このユニットは、AI (人工知能) を扱う本拠地となっており、大学としても外部資金がとれるように戦略的にサポートしている。ただし、心配なのは、特異点となっている教員を除いた全体のアベレージがどうなっているのかということである。こうした好調を継続させたいと考えているが、特定の教員への依存を取り除いた全体の厚みがどうなっているのかを把握する必要性を感じている。

#### ④ 実例に対する補論（相関係数の確認と重回帰分析）

##### <相関係数の確認>

表 3-14 A 大学インプット・アウトプット項目間の相関係数

|               |      | 経常的研究費<br>総額 | 教員総数   | 大学院生総数 | 授業・会議<br>負荷指数 | 減価償却費  | 論文数合計  | 外部資金<br>獲得額 |
|---------------|------|--------------|--------|--------|---------------|--------|--------|-------------|
| 経常的研究費<br>総額  | 相関係数 | 1            | .237*  | .402** | -0.031        | .791** | .322** | .574**      |
|               | 度数   | 84           | 84     | 84     | 84            | 84     | 84     | 84          |
| 教員総数          | 相関係数 | .237*        | 1      | .790** | .901**        | .409** | .648** | .312**      |
|               | 度数   | 84           | 84     | 84     | 84            | 84     | 84     | 84          |
| 大学院生総数        | 相関係数 | .402**       | .790** | 1      | .691**        | .455** | .802** | .574**      |
|               | 度数   | 84           | 84     | 84     | 84            | 84     | 84     | 84          |
| 授業・会議<br>負荷指数 | 相関係数 | -0.031       | .901** | .691** | 1             | 0.127  | .541** | 0.187       |
|               | 度数   | 84           | 84     | 84     | 84            | 84     | 84     | 84          |
| 減価償却費         | 相関係数 | .791**       | .409** | .455** | 0.127         | 1      | .238*  | .363**      |
|               | 度数   | 84           | 84     | 84     | 84            | 84     | 84     | 84          |
| 論文数合計         | 相関係数 | .322**       | .648** | .802** | .541**        | .238*  | 1      | .471**      |
|               | 度数   | 84           | 84     | 84     | 84            | 84     | 84     | 84          |
| 外部資金<br>獲得額   | 相関係数 | .574**       | .312** | .574** | 0.187         | .363** | .471** | 1           |
|               | 度数   | 84           | 84     | 84     | 84            | 84     | 84     | 84          |

\*\*、1%水準で有意 \*、5%水準で有意

本確認モデルで使用している DEA では、原則としてインプットが増えれば（減れば）、アウトプットが増える（減る）という共変関係が想定されている。そこで、インプット項目とアウトプット項目の適切さを確認するために、A 大学の分析で使用した 7 年度分（2014-2016 年度～2020-2022 年度）×12 ユニット＝84 件のデータのインプット・アウトプット項目間の相関係数を確認したのが表 3-14 である。

結果として、経常的研究費総額、教員総数、大学院生総数、減価償却費については、論文数合計と外部資金獲得額に対して 1%水準で有意な正の相関となっており、理想的な共変関係が認められる。ただし、授業・会議負荷指数については、有意な負の相関となることが望ましいが、論文数合計とは有意な正の相関となっており、外部資金獲得額とは有意な相関が認められなかった。

##### <重回帰分析の結果>

さらに、アウトプット（論文数合計および外部資金獲得額）を従属変数、インプット（経常的研究費総額、教員総数、大学院生総数、減価償却費、授業・会議負荷指数）を独立変数とし、7 年度分（2014-2016 年度～2020-2022 年度）×12 ユニット＝84 件のデータを使用して重回帰分析を行い、アウトプット項目に対するインプット項目の説明力を検証した。

表 3-15 A 大学における論文数合計を従属変数とした重回帰分析結果（対数）

|             | $\beta$ | t 値    | 有意確率  |
|-------------|---------|--------|-------|
| (定数)        |         | 2.065  | 0.042 |
| ln経常的研究費総額  | 0.245   | 2.295  | 0.024 |
| ln教員総数      | 0.585   | 2.959  | 0.004 |
| ln大学院生総数    | 0.780   | 7.329  | 0.000 |
| ln減価償却費     | -0.455  | -2.527 | 0.014 |
| ln授業・会議負荷指数 | -0.492  | -4.447 | 0.000 |

従属変数 = ln論文数合計 調整済みR<sup>2</sup> = 0.703

まず、論文数合計を従属変数として分析した結果については（表 3-15）、インプットの独立変数がすべて有意となっており、標準化偏回帰係数から大学院生総数や教員数といった人的資源が最も論文数合計に寄与していることがわかった。相関係数では想定と逆の結果が出ていた授業・会議負荷指数は、係数がマイナスで有意となっており、想定通りとなっている。ただし、減価償却費の係数は想定とは逆のマイナスで有意となっている。

表 3-16 A 大学における外部資金獲得額を従属変数とした重回帰分析結果（対数）

|             | $\beta$ | t 値    | 有意確率  |
|-------------|---------|--------|-------|
| (定数)        |         | 1.641  | 0.105 |
| ln経常的研究費総額  | 0.642   | 4.711  | 0.000 |
| ln教員総数      | -0.110  | -0.435 | 0.665 |
| ln大学院生総数    | 0.633   | 4.662  | 0.000 |
| ln減価償却費     | -0.084  | -0.366 | 0.716 |
| ln授業・会議負荷指数 | -0.378  | -2.675 | 0.009 |

従属変数=ln外部資金獲得額 調整済みR<sup>2</sup>=0.516

次に、外部資金獲得額を従属変数として分析した結果については（表 3-16）、インプットの独立変数のうち経常的研究費総額、大学院生総数、授業・会議負荷指数が有意となっている。標準化偏回帰係数から経常的研究費総額と大学院生総数が最も外部資金の獲得に寄与している。また、授業・会議負荷指数は係数がマイナスであり、負荷が少ないほど資金を獲得していることになる。ただし、教員総数と減価償却費は有意ではなく、両者とも係数が想定とは逆のマイナスとなっている。

### 3) A 大学における取り組みと評価

A 大学の協力のもと、以上のような分析結果が得られたが、ここでは A 大学における本確認モデルの評価と今後の活用可能性に関する意見などについて紹介する。

まず、2023 年度段階での A 大学の取り組みと評価については、以下のとおりである（大学改革支援・学位授与機構 2024, 28-29）。

分析用データの準備について、A 大学では次のように進められた。財務データについては、財務会計システム上の振替伝票や固定資産台帳などから準備し、また総務省統計局の「科学技術研究調査」のために集計している研究費データも使用している。アウトプットデータについては、学内の教員評価用データベースにある論文データを使用するとともに、大学改革支援・学位授与機構が実施している教育研究評価用の提出データから外部資金と特許権に関するデータを研究ユニット単位で集計し対応している。なお、研究外業務の負荷に関するデータについては、教員評価用データベースにある授業時間数、学生指導数等のデータが活用された。このように、既存のデータを用いることで準備作業の省力化を図っている。

A 大学が評価する本確認モデルの利点については、以下のとおりである。まず、学内における既存の研究ユニット評価では、アウトプットの質と量のみを評価対象としているが、インプットを考慮した「効率性」の観点を加えることができ、複合的な評価を行うことが可能となった点をあげている。そして、本確認モデルの利用者としては、大学執行部や事務局が想定され、人的・物的資源の投入に関する意思決定において、最適化を図るための根拠の一つとすることが考えられるとしている。また、各ユニットにおける DEA の分析結果（効率性スコア）を経年でモニタリングすることにより、研究パフォーマンス低下のアラートをキャッチすることが可能になる点もあげている。つまり、表面的には見えづらい変化を察知し、

必要に応じてヒアリングを実施するなどの対応をとることで、研究支援に役立てる可能性を示唆している。さらに、授業評価など教育に関するアウトプット項目を分析に加えることで、研究者の多面的評価に活用する可能性も視野に入れている。ちなみに、A大学ではDEA分析ツール（DEA-Solver-PRO）を独自に購入し活用しており、ユニットの研究パフォーマンスの確認以外にも、大学経営の効率化に資する活用を図っていきたいとしている。

なお、A大学が試行段階で認識した本確認モデルの課題と改善提案については、以下のような点があげられている。まず、分析手法であるDEAの計算内容がブラックボックス化しており、効率性スコアがどのような意味を持つのかについて専門家の解説等を必要としている。また、研究分野により各インプット・アウトプットの持つ重要性や価値、そして研究効率は異なるため、複数のユニットを横断的に相互比較することは困難な点が指摘されている。これまでの取り組みでは、ユニット別に過去からの実績を相互比較して効率性を分析しているため、この課題はクリアされている。しかし、ユニットへの予算配分の参考情報とするには、ユニット間の研究効率の比較がより望ましいことも確かである。今後の改善提案としては、1)研究支援体制（URAなど）をインプットに加えて効果を検証する、2)インプットとアウトプットのタイムラグについて研究分野別の標準的な期間を設定する、3)論文について掲載誌のインパクトファクターや引用数等による重みづけ等の質的要素を加味する、4)ユニットごとに書籍、特許、作品などのアウトプット項目を追加するといったアイデアが示された。

A大学では、ユニットの1)研究業績と2)研究計画の評価をポイント計算し、研究予算の配分に反映している。こうしたアウトプットを中心とした既存の評価に対して、本確認モデルは、費用対効果（インプット対比のアウトプット効率）を客観的に数値化することができる点に利点がある。そして、こうした情報は、現状で成果の出ていない分野に対するテコ入れを検討する際に参考とすることができるのではないかとA大学では期待している。また、大学の意思決定として重点研究分野を選定する際に、目指すべきアウトプットを確保するために投入すべき適切なインプットの規模感を知るための参考にすることが考えられる。

次に、A大学では、ユニットの再編を経て新たな取り組みも開始しており、そうした環境変化の中、2024年度の段階で本確認モデルに対してどのような評価がなされているかについて、以下に紹介する。

まず、各ユニットの詳細な状況について日頃から定性的に把握している内容を、定量的に裏打ちするようなエビデンスが一定の信頼できる分析手法で得られる点が評価されている。資金の割り当てに関する経営判断に際して、こうしたエビデンス付きでできる可能性がある。ただし、個別の論点として、大学院生総数がアウトプットの増加に寄与している点については、因果が逆（研究業績があがっていることにより大学院生が集まる）である可能性が示唆された。今後、研究業績が最大になるような最適な大学院生数を探索できれば、評価や意思決定に有用ではないかという意見が示された。

次に、A大学ではユニットの再編が実施され、従来よりも大括りとなった反面、財務的な制約もあり、研究資金配分について重点投資型の仕組みの導入を開始している。具体的には、ユニットの枠にとらわれずに、新たな研究シーズを生み出すことを目的としたグループを教員が作り、申請にもとづいて学内で競争的に配分するといった設計である。A大学の研究

ユニットは教育のコースと重なる形で編成されているが、上記のような新たな重点投資の仕組みを動かしつつ、ユニット単位でみた場合にも活動の活性化が図られているかどうかを、本確認モデルで検証できればと考えている。特に本確認モデルがインプット対比でアウトプット評価しているため、財務的に厳しい制約下にあっても、それに見合ったアウトプットが出せていれば高く評価できるため、教員のモチベーションの維持につなげることができると感じている。

全体としては、ユニットに対する既存の評価システムに本確認モデルの分析結果を組み込むということではなく、利用できる部分を経営意思決定上のエビデンスとして付加的に利用していくという方向性で検討されている。

## (2) 研究者個人を分析対象とした導入事例 (B 大学)

### 1) B 大学の分析仕様

#### ① インプット・アウトプット項目

DEA で分析する際のインプット・アウトプット項目は、表 3-17 の内容で設定した。

表 3-17 B 大学におけるインプット・アウトプット項目

| インプット (5 項目)   | アウトプット (2 項目)   |
|--|---|
| <b>A) 研究費執行額</b> = 研究費および科研費等の執行額<br><b>B) 人件費</b><br><b>C) 共同研究員受入人数</b><br><b>D) 博士課程大学院生数</b><br><b>E) 授業・会議負荷指数(逆数)</b><br>※ 授業・会議負荷指数 = (主要会議 + ワーキンググループ) × 20 + 授業時間 (学部・大学院) | <b>F) 論文数合計</b> = 論文数 (日本語) + 論文数 (日本語以外)<br><b>G) 外部資金獲得額</b> = 科研費内定額 + 共同・受託研究受入額 + 寄附金受入額 |

まず、インプットについて説明すると、研究費執行額 (A) は、運営費交付金を主財源とする学内研究費と科研費を主とした外部資金の執行額の合計である。次に人件費 (B) については、各教員の年間人件費を使用している。博士課程大学院生数 (D) については、各教員が指導している博士課程在籍者について頭数での総数を使用している。その他、企業等から受け入れている共同研究員受入人数 (C) についても、研究に使用している人的資源としてインプットに加えた。そして、授業・会議の負荷については、授業や会議で拘束される時間が多いほど研究時間が減少し、アウトプットの産出に負の影響を及ぼすものとして分析に加えている。指数化にあたっては、A 大学の主観的な評価にもとづいた算式を B 大学においても、ほぼ同様に使用できるものとして、援用した。ただし、他のインプットと異なり、負荷が大きいほど研究成果が減少することを想定しているため、指数の逆数 (授業・会議負荷指数(逆数) (E)) をインプットとして使用している。

次にアウトプットについては、論文数合計と外部資金獲得額を採用している。まず、論文数合計 (F) については、日本語の発表論文および海外誌等の掲載論文について、本数を単純に合計して使用している<sup>5</sup>。また、外部資金獲得額(G)については、科研費、企業や政府・自治体等との共同研究や受託研究および寄附金の受け入れをすべて足し合わせた金額を成果としてアウトプットとした。

## ② 分析対象と分析方法

B 大学については、工学系研究者（教員）合計 160 人（匿名化処理済み）について 5 年分（2018～22 年度）のデータを使用している。3 年平均をとった場合には、2018～20 年度平均、2019～21 年度平均、2020～22 年度平均という 3 時点の設定が可能となった。なお、A 大学のようにインプット・アウトプット間に 2 年のタイムラグを設定すると研究者個人の研究生産性（効率性スコア）の変化を追跡できないため、タイムラグは設けないこととした。

分析単位は研究者個人であり、同一専攻（研究分野）の研究者間で研究の生産性を相対比較し、効率性スコアを確認する。また 2018～20 年度平均→2019～21 年度平均→2020～22 年度平均で各研究者の効率性スコアがいかに変化したか（同一専攻（研究分野）の研究者間で研究生産性の相対的な順位がいかに変化したか）をあわせて検証した。

なお、2)における分析結果の表記については、表 3-18 のような注意点がある。

表 3-18 B 大学の分析結果表の表記についての注意点

- |  |
|--|
| <p>① 「DMU」欄の列には研究者（教員）の「所属専攻+匿名化 ID 番号」を表示している。</p> <p>② 「2018-20 Score」欄の列には、2018～20 年度平均値を分析した効率性スコアを降順に表示し、「2018-20 Rank」欄の列には、2018～20 年度平均値を分析した効率性スコアの順位を昇順で示している。2019～21 年度平均と 2020～22 年度平均も表示内容は同様であるが、研究者の表示順は、2018～20 年度平均値の分析結果順となっている。</p> <p>③ 「2018-20 と 2019-21 の比較」には、2018～20 年度平均値の効率性スコア・順位と 2019～21 年度平均の効率性スコア・順位を比較した変動を「Score 上昇・下降」および「Rank 上昇・下降」欄の列に矢印で示している。また、「Score 変化」欄の列に効率性スコアの変化（2019～21 年度平均の効率性スコア－2018～20 年度平均値の効率性スコア）を表示している。「2019-21 と 2020-22 の比較」の表示方法も同様である。</p> |
|--|

<sup>5</sup> A 大学と同様に、掲載誌の Impact Factor (Q1～Q4) や論文の FWCI (Field-Weighted Citation Impact) など、論文の質的要素をアウトプット項目に加味することも可能と思われるが、データの準備に係る負担の軽減等を考慮した。なお、研究分野によっては、書籍やブック・チャプター、作品などが研究成果としてアウトプット項目の候補となるが、この点についてもデータの準備に係る負担の軽減等を考慮した。

## 2) B大学の分析結果と解釈の実例

ここでは、B大学において本確認モデルを適用した分析結果と解釈の実例を2つ紹介する。具体的には、①B大学で最も有力な工学系分野であるA専攻と②最多の研究者数を抱え分野が異なるB専攻の分析結果を取り上げる。

### ① A専攻（研究分野：材料系）

まず、A専攻について、CCR-Oモデルを使用し、2018～20年度平均、2019～21年度平均、2020～22年度平均の3つの時点で同専攻の研究者の相対的な効率性を分析し、また各研究者の効率性スコアの変化について、特定の研究者をサンプルに検証する。

<効率性スコアと経年推移> 注：表記については、表3-18を参照の上、注意のこと。

表3-19 B大学A専攻の研究者別効率性スコア

| DMU      | 2018-20 |      | 2019-21 |      | 2020-22 |      | 2018-20と2019-21の比較 |               |             | 2019-21と2020-22の比較 |               |             |
|----------|---------|------|---------|------|---------|------|--------------------|---------------|-------------|--------------------|---------------|-------------|
|          | Score   | Rank | Score   | Rank | Score   | Rank | Score<br>上昇・下降     | Rank<br>上昇・下降 | Score<br>変化 | Score<br>上昇・下降     | Rank<br>上昇・下降 | Score<br>変化 |
| A専攻14008 | 1.000   | 1    | 1.000   | 1    | 1.000   | 1    | →                  | →             | 0.000       | →                  | →             | 0.000       |
| A専攻2197  | 1.000   | 1    | 1.000   | 1    | 0.984   | 9    | →                  | →             | 0.000       | ↓                  | ↓             | -0.016      |
| A専攻25994 | 1.000   | 1    | 1.000   | 1    | 1.000   | 1    | →                  | →             | 0.000       | →                  | →             | 0.000       |
| A専攻46949 | 1.000   | 1    | 1.000   | 1    | 0.872   | 11   | →                  | →             | 0.000       | ↓                  | ↓             | -0.128      |
| A専攻55516 | 1.000   | 1    | 0.789   | 19   | 1.000   | 1    | ↓                  | ↓             | -0.211      | ↑                  | ↑             | 0.211       |
| A専攻56455 | 1.000   | 1    | 0.865   | 15   | 0.523   | 25   | ↓                  | ↓             | -0.135      | ↓                  | ↓             | -0.343      |
| A専攻57713 | 1.000   | 1    | 1.000   | 1    | 1.000   | 1    | →                  | →             | 0.000       | →                  | →             | 0.000       |
| A専攻61530 | 1.000   | 1    | 1.000   | 1    | 1.000   | 1    | →                  | →             | 0.000       | →                  | →             | 0.000       |
| A専攻79055 | 1.000   | 1    | 1.000   | 1    | 1.000   | 1    | →                  | →             | 0.000       | →                  | →             | 0.000       |
| A専攻88749 | 1.000   | 1    | 0.658   | 24   | 0.790   | 12   | ↓                  | ↓             | -0.342      | ↑                  | ↑             | 0.132       |
| A専攻90084 | 1.000   | 1    | 1.000   | 1    | 1.000   | 1    | →                  | →             | 0.000       | →                  | →             | 0.000       |
| A専攻90331 | 1.000   | 1    | 0.905   | 14   | 0.748   | 14   | ↓                  | ↓             | -0.095      | ↓                  | →             | -0.157      |
| A専攻9383  | 1.000   | 1    | 0.990   | 11   | 0.603   | 21   | ↓                  | ↓             | -0.010      | ↓                  | ↓             | -0.387      |
| A専攻51776 | 0.962   | 14   | 0.956   | 12   | 0.585   | 23   | ↓                  | ↑             | -0.006      | ↓                  | ↓             | -0.371      |
| A専攻28435 | 0.960   | 15   | 0.829   | 18   | 0.952   | 10   | ↓                  | ↓             | -0.131      | ↑                  | ↑             | 0.123       |
| A専攻15188 | 0.767   | 16   | 1.000   | 1    | 0.563   | 24   | ↑                  | ↑             | 0.233       | ↓                  | ↓             | -0.437      |
| A専攻59195 | 0.673   | 17   | 0.849   | 16   | 0.698   | 17   | ↑                  | ↑             | 0.176       | ↓                  | ↓             | -0.151      |
| A専攻48399 | 0.626   | 18   | 0.777   | 21   | 0.603   | 20   | ↑                  | ↓             | 0.151       | ↓                  | ↑             | -0.174      |
| A専攻22225 | 0.576   | 19   | 0.696   | 23   | 0.713   | 16   | ↑                  | ↓             | 0.120       | ↑                  | ↑             | 0.017       |
| A専攻74006 | 0.575   | 20   | 0.610   | 25   | 0.639   | 19   | ↑                  | ↓             | 0.035       | ↑                  | ↑             | 0.029       |
| A専攻41050 | 0.559   | 21   | 0.832   | 17   | 0.721   | 15   | ↑                  | ↑             | 0.273       | ↓                  | ↑             | -0.111      |
| A専攻95955 | 0.517   | 22   | 0.760   | 22   | 0.588   | 22   | ↑                  | →             | 0.243       | ↓                  | →             | -0.172      |
| A専攻29727 | 0.513   | 23   | 0.428   | 27   | 0.520   | 26   | ↓                  | ↓             | -0.085      | ↑                  | ↑             | 0.092       |
| A専攻36434 | 0.471   | 24   | 0.929   | 13   | 0.775   | 13   | ↑                  | ↑             | 0.458       | ↓                  | →             | -0.154      |
| A専攻45325 | 0.465   | 25   | 0.785   | 20   | 1.000   | 1    | ↑                  | ↑             | 0.320       | ↑                  | ↑             | 0.215       |
| A専攻1154  | 0.452   | 26   | 1.000   | 1    | 0.427   | 29   | ↑                  | ↑             | 0.548       | ↓                  | ↓             | -0.573      |
| A専攻23712 | 0.423   | 27   | 0.000   | 35   | 0.000   | 34   | ↓                  | ↓             | -0.423      | ↑                  | ↑             | 0.000       |
| A専攻86059 | 0.388   | 28   | 0.327   | 29   | 0.412   | 30   | ↓                  | ↓             | -0.061      | ↑                  | ↓             | 0.084       |
| A専攻47768 | 0.362   | 29   | 0.207   | 31   | 0.684   | 18   | ↓                  | ↓             | -0.155      | ↑                  | ↑             | 0.477       |
| A専攻21021 | 0.281   | 30   | 0.206   | 32   | 0.203   | 32   | ↓                  | ↓             | -0.075      | ↓                  | →             | -0.003      |
| A専攻51488 | 0.235   | 31   | 0.330   | 28   | 0.379   | 31   | ↑                  | ↑             | 0.095       | ↑                  | ↓             | 0.050       |
| A専攻8153  | 0.231   | 32   | 0.469   | 26   | 0.509   | 27   | ↑                  | ↑             | 0.238       | ↑                  | ↓             | 0.040       |
| A専攻69958 | 0.190   | 33   | 0.291   | 30   | 0.494   | 28   | ↑                  | ↑             | 0.101       | ↑                  | ↑             | 0.203       |
| A専攻20025 | 0.126   | 34   | 0.193   | 33   | 0.143   | 33   | ↑                  | ↑             | 0.068       | ↓                  | →             | -0.051      |
| A専攻31168 | 0.000   | 35   | 0.000   | 34   | 0.000   | 35   | →                  | ↑             | 0.000       | ↓                  | ↓             | -0.000      |

表 3-20 B 大学 A 専攻のインプット・アウトプットの基本統計量

| 2018-2020年度 | 研究費       | 人件費        | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 論文数合計 | 外部資金獲得額     |
|-------------|-----------|------------|-----------|-----------|---------------|-------|-------------|
| 最大値         | 2,277,109 | 31,089,502 | 8.7       | 11.3      | 0.0485        | 24.0  | 107,531,892 |
| 最小値         | 66,667    | 5,506,173  | 0.0       | 0.0       | 0.0024        | 0.0   | 0           |
| 平均値         | 741,811   | 10,453,980 | 0.6       | 2.0       | 0.0113        | 5.9   | 10,955,445  |
| 標準偏差        | 504,867   | 4,653,581  | 1.5       | 3.1       | 0.0089        | 5.2   | 21,079,319  |
| 2019-2021年度 | 研究費       | 人件費        | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 論文数合計 | 外部資金獲得額     |
| 最大値         | 2,217,703 | 29,629,884 | 3.3       | 10.3      | 0.0353        | 17.3  | 91,423,098  |
| 最小値         | 146,667   | 5,778,252  | 0.0       | 0.0       | 0.0025        | 0.0   | 0           |
| 平均値         | 755,590   | 10,788,815 | 0.2       | 1.5       | 0.0120        | 5.3   | 10,861,731  |
| 標準偏差        | 479,892   | 4,865,214  | 0.6       | 2.6       | 0.0081        | 4.4   | 20,515,134  |
| 2020-2022年度 | 研究費       | 人件費        | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 論文数合計 | 外部資金獲得額     |
| 最大値         | 7,693,327 | 28,482,556 | 10.0      | 5.7       | 0.0222        | 18.5  | 247,070,708 |
| 最小値         | 223,689   | 6,476,532  | 0.0       | 0.0       | 0.0019        | 0.0   | 0           |
| 平均値         | 1,049,226 | 10,858,798 | 0.5       | 1.1       | 0.0074        | 5.6   | 21,125,044  |
| 標準偏差        | 1,304,566 | 3,877,814  | 1.8       | 1.6       | 0.0041        | 4.3   | 42,904,967  |

表 3-21 B 大学 A 専攻のインプット・アウトプットの相関係数

| 2018-2020年度   | 研究費   | 人件費   | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 論文数合計 | 外部資金獲得額 |
|---------------|-------|-------|-----------|-----------|---------------|-------|---------|
| 研究費           | 1.00  | 0.30  | 0.46      | 0.66      | -0.27         | 0.37  | 0.42    |
| 人件費           | 0.30  | 1.00  | 0.21      | 0.39      | 0.50          | 0.72  | 0.63    |
| 共同研究員受入人数     | 0.46  | 0.21  | 1.00      | 0.73      | -0.15         | 0.22  | 0.83    |
| 博士課程大学院生数     | 0.66  | 0.39  | 0.73      | 1.00      | -0.22         | 0.31  | 0.63    |
| 授業・会議負荷指数（逆数） | -0.27 | 0.50  | -0.15     | -0.22     | 1.00          | 0.32  | 0.21    |
| 論文数合計         | 0.37  | 0.72  | 0.22      | 0.31      | 0.32          | 1.00  | 0.58    |
| 外部資金獲得額       | 0.42  | 0.63  | 0.83      | 0.63      | 0.21          | 0.58  | 1.00    |
| 2019-2021年度   | 研究費   | 人件費   | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 論文数合計 | 外部資金獲得額 |
| 研究費           | 1.00  | 0.42  | 0.27      | 0.65      | -0.27         | 0.56  | 0.47    |
| 人件費           | 0.42  | 1.00  | 0.07      | 0.25      | 0.11          | 0.65  | 0.72    |
| 共同研究員受入人数     | 0.27  | 0.07  | 1.00      | 0.57      | -0.14         | 0.18  | 0.64    |
| 博士課程大学院生数     | 0.65  | 0.25  | 0.57      | 1.00      | -0.34         | 0.35  | 0.48    |
| 授業・会議負荷指数（逆数） | -0.27 | 0.11  | -0.14     | -0.34     | 1.00          | -0.06 | 0.05    |
| 論文数合計         | 0.56  | 0.65  | 0.18      | 0.35      | -0.06         | 1.00  | 0.63    |
| 外部資金獲得額       | 0.47  | 0.72  | 0.64      | 0.48      | 0.05          | 0.63  | 1.00    |
| 2020-2022年度   | 研究費   | 人件費   | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 論文数合計 | 外部資金獲得額 |
| 研究費           | 1.00  | 0.79  | 0.26      | 0.71      | -0.31         | 0.70  | 0.54    |
| 人件費           | 0.79  | 1.00  | 0.14      | 0.60      | -0.03         | 0.65  | 0.51    |
| 共同研究員受入人数     | 0.26  | 0.14  | 1.00      | 0.46      | -0.08         | 0.17  | 0.88    |
| 博士課程大学院生数     | 0.71  | 0.60  | 0.46      | 1.00      | -0.17         | 0.70  | 0.64    |
| 授業・会議負荷指数（逆数） | -0.31 | -0.03 | -0.08     | -0.17     | 1.00          | -0.26 | -0.10   |
| 論文数合計         | 0.70  | 0.65  | 0.17      | 0.70      | -0.26         | 1.00  | 0.48    |
| 外部資金獲得額       | 0.54  | 0.51  | 0.88      | 0.64      | -0.10         | 0.48  | 1.00    |

<分析結果と解釈>

表 3-19 によると、2018-20 年度平均で効率性スコア 1 を達成している 13 人の研究者のうち、2019-21 年度平均および 2020-22 年度平均でスコアが 0.9 を切っている人数はそれぞれ 3 人と 5 人に過ぎず、3 時点をとおしてスコア 1 を保持している研究者が 6 人いる。このように、A 専攻内で高い研究生産性を維持している研究者群が明らかとなっている。B 大学からも学内の重点経費を獲得している教員の効率性スコアが 1 となっており、実感と合致しているという回答を得ている。

表 3-22 A 専攻 90331 のインプット・アウトプットの推移

| DMU(研究者) | 年度          | インプット     |            |           |           | アウトプット        |       |            |
|----------|-------------|-----------|------------|-----------|-----------|---------------|-------|------------|
|          |             | 研究費       | 人件費        | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 論文数合計 | 外部資金獲得額    |
| A専攻90331 | 2018-20年度平均 | 1,088,360 | 10,400,228 | 0.00      | 2.00      | 0.012121      | 11.00 | 11,048,667 |
|          | 2019-21年度平均 | 1,311,025 | 10,640,974 | 0.00      | 3.33      | 0.010345      | 11.67 | 5,285,334  |
|          | 2020-22年度平均 | 1,038,709 | 10,834,864 | 0.00      | 4.50      | 0.007317      | 9.17  | 10,540,000 |

個別の研究者については、まず「A 専攻 90331」（表 3-19・青矢印）のように、2018-20 年度平均で効率性スコアが 1 であったにもかかわらず、その後の順位が 2019-21 年度平均および 2020-22 年度平均とも 14 位に下がり、効率性スコアは 2 年連続で前年度比マイナスとなっている。表 3-22 でインプットとアウトプットを細かく確認してみると、人

的資本のインプット（人件費や博士課程大学院生数）が増加する中、2019-21年度平均では外部資金獲得額が急減しており、スコアと順位の低下につながった。その後、2020-22年度平均の外部資金獲得額は回復したものの、A専攻全体で外部資金獲得額が急増しているため（表3-20）、専攻内の相対的な評価は上がらず、その上に論文数合計が減少したため、効率性スコアの低下につながった。A専攻90331については、インプットは比較的安定しているため、同一専攻内のアウトプットの増加に追いつくような成果の必要性が示唆されている。

表3-23 A専攻55516のインプット・アウトプットの推移

| DMU(研究者) | 年度          | インプット     |            |           |           |               | アウトプット |            |
|----------|-------------|-----------|------------|-----------|-----------|---------------|--------|------------|
|          |             | 研究費       | 人件費        | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 採算・全額採算指数(総数) | 論文数合計  | 外部資金獲得額    |
| A専攻55516 | 2018-20年度平均 | 634,660   | 10,655,747 | 0.00      | 0.00      | 0.016667      | 11.33  | 5,980,000  |
|          | 2019-21年度平均 | 942,405   | 11,042,053 | 0.00      | 0.67      | 0.014815      | 9.00   | 5,497,000  |
|          | 2020-22年度平均 | 1,199,316 | 10,894,807 | 0.00      | 1.00      | 0.004255      | 13.00  | 23,922,667 |

逆に、「A専攻55516」（表3-19・赤矢印）は、2018-20年度平均で効率性スコアが1であったにもかかわらず、2019-21年度平均では0.789まで下がり、順位も19位となっている。しかし、2020-22年度平均では再びスコアが1に戻っている。表3-23でインプットとアウトプットを細かく確認してみると、研究費や博士課程大学院生が増加する中、2019-21年度平均は論文数合計および外部資金獲得額がともに減少しており、研究生産性の低下がA専攻内での相対的な順位の低下に結びついた。しかし、2020-22年度は研究費と博士課程大学院生の増加が続く中で、論文数合計と外部資金獲得額の両方が大きく伸び、A専攻内でも最も優れた効率性と評価された。特に外部資金獲得額については、A専攻全体で急増している中、それを上回る増加率を記録したことが、こうした結果に結びついている。A専攻55516については、インプットの増加に見合ったアウトプットの増減を今後も維持できるかが課題となる。

② B 専攻（研究分野：情報・電子工学系）

次に、B 専攻について、CCR-O モデルを使用し、2018～20 年度平均、2019～21 年度平均、2020～22 年度平均の 3 つの時点で同専攻の研究者の相対的な効率性を分析し、また各研究者の効率性スコアの変化について、特定の研究者をサンプルに検証する。

<効率性スコアと経年推移> 注：表記については、表 3-18 を参照の上、注意のこと。

表 3-24 B 大学 B 専攻の研究者別効率性スコア

| DMU      |                  |                 |                  |                 |                  |                 | 2018-20と2019-21の比較 |               |             | 2019-21と2020-22の比較 |               |             |
|----------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------------|---------------|-------------|--------------------|---------------|-------------|
|          | 2018-20<br>Score | 2018-20<br>Rank | 2019-21<br>Score | 2019-21<br>Rank | 2020-22<br>Score | 2020-22<br>Rank | Score<br>上昇・下降     | Rank<br>上昇・下降 | Score<br>変化 | Score<br>上昇・下降     | Rank<br>上昇・下降 | Score<br>変化 |
| B専攻21852 | 1.000            | 1               | 0.729            | 19              | 1.000            | 1               | ↓                  | ↓             | -0.271      | ↑                  | ↑             | 0.271       |
| B専攻30721 | 1.000            | 1               | 1.000            | 1               | 0.977            | 8               | →                  | →             | 0.000       | ↓                  | ↓             | -0.023      |
| B専攻32446 | 1.000            | 1               | 0.877            | 15              | 0.526            | 26              | ↓                  | ↓             | -0.123      | ↓                  | ↓             | -0.351      |
| B専攻43575 | 1.000            | 1               | 1.000            | 1               | 1.000            | 1               | →                  | →             | 0.000       | →                  | →             | 0.000       |
| B専攻44409 | 1.000            | 1               | 0.903            | 13              | 0.612            | 22              | ↓                  | ↓             | -0.097      | ↓                  | ↓             | -0.291      |
| B専攻44597 | 1.000            | 1               | 1.000            | 1               | 0.313            | 32              | →                  | →             | 0.000       | ↓                  | ↓             | -0.687      |
| B専攻44649 | 1.000            | 1               | 1.000            | 1               | 1.000            | 1               | →                  | →             | 0.000       | →                  | →             | 0.000       |
| B専攻46485 | 1.000            | 1               | 0.888            | 14              | 0.773            | 16              | ↓                  | ↓             | -0.112      | ↓                  | ↓             | -0.115      |
| B専攻51447 | 1.000            | 1               | 1.000            | 1               | 0.487            | 28              | →                  | →             | 0.000       | ↓                  | ↓             | -0.513      |
| B専攻53811 | 1.000            | 1               | 1.000            | 1               | 1.000            | 1               | →                  | →             | 0.000       | →                  | →             | 0.000       |
| B専攻58439 | 1.000            | 1               | 0.215            | 34              | 0.634            | 21              | ↓                  | ↓             | -0.785      | ↑                  | ↑             | 0.419       |
| B専攻68087 | 1.000            | 1               | 1.000            | 1               | 0.678            | 19              | →                  | →             | 0.000       | ↓                  | ↓             | -0.322      |
| B専攻78942 | 1.000            | 1               | 1.000            | 1               | 0.569            | 24              | →                  | →             | 0.000       | ↓                  | ↓             | -0.431      |
| B専攻9419  | 1.000            | 1               | 0.510            | 24              | 0.283            | 35              | ↓                  | ↓             | -0.490      | ↓                  | ↓             | -0.227      |
| B専攻38373 | 0.914            | 15              | 0.953            | 12              | 0.889            | 13              | ↑                  | ↑             | 0.039       | ↓                  | ↓             | -0.064      |
| B専攻72891 | 0.905            | 16              | 1.000            | 1               | 0.898            | 11              | ↑                  | ↑             | 0.095       | ↓                  | ↓             | -0.102      |
| B専攻39856 | 0.818            | 17              | 0.745            | 17              | 0.929            | 10              | ↓                  | →             | -0.073      | ↑                  | ↑             | 0.183       |
| B専攻34223 | 0.798            | 18              | 1.000            | 1               | 0.688            | 18              | ↑                  | ↑             | 0.202       | ↓                  | ↓             | -0.312      |
| B専攻18835 | 0.747            | 19              | 0.586            | 22              | 0.500            | 27              | ↓                  | ↓             | -0.160      | ↓                  | ↓             | -0.086      |
| B専攻34715 | 0.726            | 20              | 0.519            | 23              | 0.570            | 23              | ↓                  | ↓             | -0.206      | ↑                  | →             | 0.051       |
| B専攻73969 | 0.675            | 21              | 0.461            | 29              | 0.891            | 12              | ↓                  | ↓             | -0.214      | ↑                  | ↑             | 0.430       |
| B専攻66580 | 0.675            | 22              | 0.381            | 31              | 0.250            | 37              | ↓                  | ↓             | -0.293      | ↓                  | ↓             | -0.131      |
| B専攻31921 | 0.607            | 23              | 0.743            | 18              | 0.960            | 9               | ↑                  | ↑             | 0.137       | ↑                  | ↑             | 0.217       |
| B専攻68064 | 0.601            | 24              | 0.392            | 30              | 1.000            | 1               | ↓                  | ↓             | -0.209      | ↑                  | ↑             | 0.608       |
| B専攻30164 | 0.586            | 25              | 0.610            | 21              | 0.474            | 30              | ↑                  | ↑             | 0.024       | ↓                  | ↓             | -0.136      |
| B専攻41611 | 0.555            | 26              | 1.000            | 1               | 0.849            | 14              | ↑                  | ↑             | 0.445       | ↓                  | ↓             | -0.151      |
| B専攻2275  | 0.525            | 27              | 0.626            | 20              | 0.253            | 36              | ↑                  | ↑             | 0.101       | ↓                  | ↓             | -0.372      |
| B専攻11608 | 0.503            | 28              | 0.319            | 32              | 0.692            | 17              | ↓                  | ↓             | -0.184      | ↑                  | ↑             | 0.373       |
| B専攻42373 | 0.476            | 29              | 0.264            | 33              | 0.788            | 15              | ↓                  | ↓             | -0.213      | ↑                  | ↑             | 0.525       |
| B専攻38174 | 0.468            | 30              | 0.466            | 27              | 0.306            | 34              | ↓                  | ↑             | -0.002      | ↓                  | ↓             | -0.160      |
| B専攻67086 | 0.453            | 31              | 0.463            | 28              | 0.547            | 25              | ↑                  | ↑             | 0.009       | ↑                  | ↑             | 0.084       |
| B専攻71085 | 0.441            | 32              | 0.507            | 25              | 1.000            | 1               | ↑                  | ↑             | 0.066       | ↑                  | ↑             | 0.493       |
| B専攻85947 | 0.343            | 33              | 0.481            | 26              | 0.470            | 31              | ↑                  | ↑             | 0.138       | ↓                  | ↓             | -0.012      |
| B専攻83917 | 0.295            | 34              | 0.164            | 36              | 0.310            | 33              | ↓                  | ↓             | -0.131      | ↑                  | ↑             | 0.145       |
| B専攻69325 | 0.276            | 35              | 0.055            | 38              | 0.484            | 29              | ↓                  | ↓             | -0.221      | ↑                  | ↑             | 0.429       |
| B専攻14418 | 0.263            | 36              | 0.196            | 35              | 0.642            | 20              | ↓                  | ↑             | -0.067      | ↑                  | ↑             | 0.446       |
| B専攻2099  | 0.240            | 37              | 0.761            | 16              | 1.000            | 1               | ↑                  | ↑             | 0.521       | ↑                  | ↑             | 0.239       |
| B専攻59724 | 0.144            | 38              | 0.110            | 37              | 0.000            | 39              | ↓                  | ↑             | -0.034      | ↓                  | ↓             | -0.110      |
| B専攻20100 | 0.094            | 39              | 0.000            | 39              | 0.000            | 38              | ↓                  | →             | -0.094      | ↓                  | ↑             | -0.000      |
| B専攻87379 | 0.068            | 40              | 0.000            | 40              | 0.000            | 40              | ↓                  | →             | -0.068      | →                  | →             | 0.000       |

表 3-25 B 大学 B 専攻のインプット・アウトプットの基本統計量

| 2018-20年度 | 研究費       | 人件費        | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 論文数合計 | 外部資金獲得額    |
|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|---------------|-------|------------|
| 最大値       | 1,114,413 | 11,393,481 | 1.0       | 2.0       | 0.0667        | 11.0  | 17,881,880 |
| 最小値       | 151,833   | 6,663,671  | 0.0       | 0.0       | 0.0026        | 0.3   | 0          |
| 平均値       | 486,622   | 9,272,375  | 0.1       | 0.3       | 0.0103        | 2.9   | 1,614,932  |
| 標準偏差      | 203,755   | 1,173,798  | 0.2       | 0.5       | 0.0113        | 2.2   | 3,215,855  |
| 2019-21年度 | 研究費       | 人件費        | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 論文数合計 | 外部資金獲得額    |
| 最大値       | 859,358   | 11,441,454 | 0.3       | 1.3       | 0.0667        | 8.3   | 12,509,085 |
| 最小値       | 78,898    | 6,687,971  | 0.0       | 0.0       | 0.0029        | 0.0   | 0          |
| 平均値       | 474,141   | 9,451,455  | 0.0       | 0.1       | 0.0090        | 2.5   | 1,480,451  |
| 標準偏差      | 199,766   | 1,125,260  | 0.1       | 0.3       | 0.0100        | 2.0   | 2,430,488  |
| 2020-22年度 | 研究費       | 人件費        | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 論文数合計 | 外部資金獲得額    |
| 最大値       | 879,987   | 11,579,261 | 1.0       | 1.0       | 0.0133        | 12.7  | 34,527,256 |
| 最小値       | 197,014   | 5,742,304  | 0.0       | 0.0       | 0.0018        | 0.0   | 0          |
| 平均値       | 526,432   | 9,468,338  | 0.0       | 0.1       | 0.0060        | 3.0   | 4,547,884  |
| 標準偏差      | 190,990   | 1,168,098  | 0.2       | 0.3       | 0.0030        | 2.3   | 6,881,449  |

表 3-26 B 大学 B 専攻のインプット・アウトプットの相関係数

| 2018-2020年度   | 研究費   | 人件費   | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 論文数合計 | 外部資金獲得額 |
|---------------|-------|-------|-----------|-----------|---------------|-------|---------|
| 研究費           | 1.00  | 0.29  | 0.21      | 0.61      | -0.30         | 0.32  | 0.404   |
| 人件費           | 0.29  | 1.00  | 0.09      | 0.43      | -0.38         | 0.06  | 0.373   |
| 共同研究員受入人数     | 0.21  | 0.09  | 1.00      | 0.38      | -0.01         | 0.65  | 0.675   |
| 博士課程大学院生数     | 0.61  | 0.43  | 0.38      | 1.00      | -0.12         | 0.44  | 0.535   |
| 授業・会議負荷指数（逆数） | -0.30 | -0.38 | -0.01     | -0.12     | 1.00          | 0.04  | -0.025  |
| 論文数合計         | 0.32  | 0.06  | 0.65      | 0.44      | 0.04          | 1.00  | 0.389   |
| 外部資金獲得額       | 0.40  | 0.37  | 0.67      | 0.53      | -0.03         | 0.39  | 1.000   |
| 2019-21年度     | 研究費   | 人件費   | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 論文数合計 | 外部資金獲得額 |
| 研究費           | 1.00  | 0.37  | 0.13      | 0.61      | -0.28         | 0.51  | 0.447   |
| 人件費           | 0.37  | 1.00  | -0.08     | 0.21      | -0.27         | 0.09  | 0.249   |
| 共同研究員受入人数     | 0.13  | -0.08 | 1.00      | 0.10      | -0.02         | 0.31  | 0.406   |
| 博士課程大学院生数     | 0.61  | 0.21  | 0.10      | 1.00      | -0.12         | 0.42  | 0.337   |
| 授業・会議負荷指数（逆数） | -0.28 | -0.27 | -0.02     | -0.12     | 1.00          | -0.04 | -0.013  |
| 論文数合計         | 0.51  | 0.09  | 0.31      | 0.42      | -0.04         | 1.00  | 0.171   |
| 外部資金獲得額       | 0.45  | 0.25  | 0.41      | 0.34      | -0.01         | 0.17  | 1.000   |
| 2020-22年度     | 研究費   | 人件費   | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 論文数合計 | 外部資金獲得額 |
| 研究費           | 1.00  | 0.38  | 0.30      | 0.47      | -0.02         | 0.34  | 0.328   |
| 人件費           | 0.38  | 1.00  | -0.07     | 0.23      | -0.24         | -0.08 | 0.232   |
| 共同研究員受入人数     | 0.30  | -0.07 | 1.00      | 0.23      | 0.01          | 0.07  | 0.242   |
| 博士課程大学院生数     | 0.47  | 0.23  | 0.23      | 1.00      | -0.20         | 0.35  | 0.398   |
| 授業・会議負荷指数（逆数） | -0.02 | -0.24 | 0.01      | -0.20     | 1.00          | -0.02 | -0.134  |
| 論文数合計         | 0.34  | -0.08 | 0.07      | 0.35      | -0.02         | 1.00  | 0.035   |
| 外部資金獲得額       | 0.33  | 0.23  | 0.24      | 0.40      | -0.13         | 0.03  | 1.000   |

<分析結果と解釈>

表 3-24 によると、B 専攻では 2018-20 年度平均で効率性スコア 1 を達成している 14 人の研究者のうち、2019-21 年度平均および 2020-22 年度平均でスコアが 0.9 を切っている人数はそれぞれ 5 人と 9 人となっており、3 時点をとおしてスコア 1 を保持している研究者は 3 人とどまる。A 専攻に比較すると、特定の研究者が高い研究生産性を維持しているというよりも、研究者間の実力が拮抗しており、3 時点でスコアや順位に大きな変動がみられる。

表 3-27 B 専攻 46485 のインプット・アウトプットの推移

| DMU(研究者) | 年度          | インプット   |            |           |           |               | アウトプット |           |
|----------|-------------|---------|------------|-----------|-----------|---------------|--------|-----------|
|          |             | 研究費     | 人件費        | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数（逆数） | 論文数合計  | 外部資金獲得額   |
| B専攻46485 | 2018-20年度平均 | 301,266 | 10,567,268 | 0.00      | 0.67      | 0.005797      | 0.67   | 2,630,000 |
|          | 2019-21年度平均 | 352,470 | 10,657,540 | 0.00      | 0.00      | 0.005357      | 0.67   | 2,663,333 |
|          | 2020-22年度平均 | 374,404 | 10,751,061 | 0.00      | 0.00      | 0.005000      | 0.50   | 9,940,000 |

個別の研究者については、まず「B 専攻 46485」（表 3-24・青矢印）のように、2018-20 年度平均の効率性スコアが 1 であったにもかかわらず、2019-21 年度平均、2020-22 年度平均では立て続けにスコアおよび順位が下がっているケースがある。表 3-27 でインプットとアウトプットを細かく確認してみると、まず 2019-21 年度平均の研究費や人件費といったインプットが増加している中、アウトプットはほぼ前年度の水準にとどまっており、スコアと順位の低下を招いている。そして、2020-22 年度平均でもインプットの増加は続いているが、論文数合計が減少しており、スコアと順位の低下に結びついている。ただし、外部資金獲得額が急増しているため、論文数合計の減少を相殺する影響があるように思われるが、2020-22 年度平均では B 専攻全体の外部資金獲得額が急増しており（表 3-25）、スコアや順位の好転にはつながらなかった。B 専攻 46485 については、インプットが比較的安定して増加しているため、所属する専攻の動きに見合ったアウトプットの実績が求められている。

表 3-28 B 専攻 71085 のインプット・アウトプットの推移

| DMU(研究者) | 年度          | インプット   |           |           |           |               | アウトプット |         |
|----------|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|---------------|--------|---------|
|          |             | 研究費     | 人件費       | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数(定数) | 論文数合計  | 外部資金獲得額 |
| B専攻71085 | 2018-20年度平均 | 265,319 | 9,525,791 | 0.00      | 0.00      | 0.004598      | 2.00   | 0       |
|          | 2019-21年度平均 | 296,121 | 9,577,863 | 0.00      | 0.00      | 0.003947      | 2.00   | 0       |
|          | 2020-22年度平均 | 248,469 | 9,745,457 | 0.00      | 0.00      | 0.003509      | 2.67   | 200,000 |

逆に、「B 専攻 71085」(表 3-24・赤矢印)は、2018-20 年度平均の効率性スコアが 0.441 で 32 位、2019-21 年度平均のスコアが 0.507 で 25 位と低迷していたが、2020-22 年度平均でスコア 1 を獲得している。表 3-28 でインプットとアウトプットを細かく確認してみると、まず、インプットの研究費が B 専攻の平均をかなり下回っている(表 3-25)。よって、アウトプットが少なくても、インプットに見合う実績をあげればスコアが 1 に近づくという特性がある。2018-20 年度平均と 2019-21 年度平均では、論文数合計が伸びず、外部資金獲得額も 0 であったため、上記のとおりスコアおよび順位が低迷していた。しかし、2020-22 年度は研究費が減少する中、論文数合計が増加し、外部資金獲得額もプラスとなったため、スコアは 1 となっている。B 専攻 71085 については、アウトプットだけを評価した場合には、B 専攻内でかなり低位置となるが、平均よりも少ない研究費と対比して評価した場合には、相応のアウトプットを産出すればスコアが 1 となる典型的な事例である。

以上のように、研究者個人を対象とした本確認モデルについては、上記のような視点での気づきと活用が期待できる。

### ③ 実例に対する補論(相関係数の確認と重回帰分析)

#### <相関係数の確認>

表 3-29 2018-20 年度平均のインプット・アウトプット項目間の相関係数

|           |      | 研究費    | 人件費    | 共同研究員受入人数 | 博士課程大学院生数 | 授業・会議負荷指数 | 論文数合計  | 外部資金獲得額 |
|-----------|------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|--------|---------|
| 研究費       | 相関係数 | 1      | .331** | .448**    | .627**    | 0.125     | .404** | .447**  |
|           | 度数   | 160    | 160    | 160       | 160       | 160       | 160    | 160     |
| 人件費       | 相関係数 | .331** | 1      | .252**    | .429**    | .169*     | .486** | .588**  |
|           | 度数   | 160    | 160    | 160       | 160       | 160       | 160    | 160     |
| 共同研究員受入人数 | 相関係数 | .448** | .252** | 1         | .664**    | 0.095     | .285** | .802**  |
|           | 度数   | 160    | 160    | 160       | 160       | 160       | 160    | 160     |
| 博士課程大学院生数 | 相関係数 | .627** | .429** | .664**    | 1         | 0.141     | .371** | .628**  |
|           | 度数   | 160    | 160    | 160       | 160       | 160       | 160    | 160     |
| 授業・会議負荷指数 | 相関係数 | 0.125  | .169*  | 0.095     | 0.141     | 1         | -0.032 | 0.044   |
|           | 度数   | 160    | 160    | 160       | 160       | 160       | 160    | 160     |
| 論文数合計     | 相関係数 | .404** | .486** | .285**    | .371**    | -0.032    | 1      | .577**  |
|           | 度数   | 160    | 160    | 160       | 160       | 160       | 160    | 160     |
| 外部資金獲得額   | 相関係数 | .447** | .588** | .802**    | .628**    | 0.044     | .577** | 1       |
|           | 度数   | 160    | 160    | 160       | 160       | 160       | 160    | 160     |

\*\* . 1% 水準で有意 \* . 5% 水準で有意

表 3-30 2019-21 年度平均のインプット・アウトプット項目間の相関係数

|           |      | 研究費    | 人件費         | 共同研究員<br>受入人数 | 博士課程<br>大学院生数 | 授業・会議<br>負荷指数 | 論文数合計  | 外部資金<br>獲得額 |
|-----------|------|--------|-------------|---------------|---------------|---------------|--------|-------------|
| 研究費       | 相関係数 | 1      | .417**      | .268**        | .642**        | 0.087         | .497** | .403**      |
|           | 度数   | 160    | 160         | 160           | 160           | 160           | 160    | 160         |
| 人件費       | 相関係数 | .417** | 1           | 0.096929372   | .306**        | .176*         | .486** | .611**      |
|           | 度数   | 160    | 160         | 160           | 160           | 160           | 160    | 160         |
| 共同研究員受入人数 | 相関係数 | .268** | 0.096929372 | 1             | .532**        | 0.003         | .193*  | .533**      |
|           | 度数   | 160    | 160         | 160           | 160           | 160           | 160    | 160         |
| 博士課程大学院生数 | 相関係数 | .642** | .306**      | .532**        | 1             | 0.118         | .422** | .476**      |
|           | 度数   | 160    | 160         | 160           | 160           | 160           | 160    | 160         |
| 授業・会議負荷指数 | 相関係数 | 0.087  | .176*       | 0.003         | 0.118         | 1             | -0.023 | -0.028      |
|           | 度数   | 160    | 160         | 160           | 160           | 160           | 160    | 160         |
| 論文数合計     | 相関係数 | .497** | .486**      | .193*         | .422**        | -0.023        | 1      | .620**      |
|           | 度数   | 160    | 160         | 160           | 160           | 160           | 160    | 160         |
| 外部資金獲得額   | 相関係数 | .403** | .611**      | .533**        | .476**        | -0.028        | .620** | 1           |
|           | 度数   | 160    | 160         | 160           | 160           | 160           | 160    | 160         |

\*\*. 1% 水準で有意 \* . 5% 水準で有意

表 3-31 2020-22 年度平均のインプット・アウトプット項目間の相関係数

|           |      | 研究費    | 人件費    | 共同研究員<br>受入人数 | 博士課程<br>大学院生数 | 授業・会議<br>負荷指数 | 論文数合計  | 外部資金<br>獲得額 |
|-----------|------|--------|--------|---------------|---------------|---------------|--------|-------------|
| 研究費       | 相関係数 | 1      | .647** | .260**        | .575**        | 0.061         | .520** | .444**      |
|           | 度数   | 160    | 160    | 160           | 160           | 160           | 160    | 160         |
| 人件費       | 相関係数 | .647** | 1      | .156*         | .522**        | .215**        | .485** | .259**      |
|           | 度数   | 160    | 160    | 160           | 160           | 160           | 160    | 160         |
| 共同研究員受入人数 | 相関係数 | .260** | .156*  | 1             | .431**        | -0.021        | .159*  | .225**      |
|           | 度数   | 160    | 160    | 160           | 160           | 160           | 160    | 160         |
| 博士課程大学院生数 | 相関係数 | .575** | .522** | .431**        | 1             | 0.063         | .500** | .169*       |
|           | 度数   | 160    | 160    | 160           | 160           | 160           | 160    | 160         |
| 授業・会議負荷指数 | 相関係数 | 0.061  | .215** | -0.021        | 0.063         | 1             | -0.008 | -0.071      |
|           | 度数   | 160    | 160    | 160           | 160           | 160           | 160    | 160         |
| 論文数合計     | 相関係数 | .520** | .485** | .159*         | .500**        | -0.008        | 1      | .446**      |
|           | 度数   | 160    | 160    | 160           | 160           | 160           | 160    | 160         |
| 外部資金獲得額   | 相関係数 | .444** | .259** | .225**        | .169*         | -0.071        | .446** | 1           |
|           | 度数   | 160    | 160    | 160           | 160           | 160           | 160    | 160         |

\*\*. 1% 水準で有意 \* . 5% 水準で有意

本確認モデルで使用している DEA では、原則としてインプットが増えれば（減れば）、アウトプットが増える（減る）という共変関係が想定されている。そこで、インプット項目とアウトプット項目の適切さを確認するために、B 大学の分析で使用した 2018-20 年度平均、2019-21 年度平均、2020-2022 年度平均における各 160 件のデータについて、インプット・アウトプット項目間の相関係数を確認したのが表 3-29~31 である。

結果として、研究費、人件費、共同研究員受入人数、博士課程大学院生数については、論文数合計と外部資金獲得額に対して有意な正の相関となっており、理想的な共変関係が認められる。ただし、授業・会議負荷指数については、有意な負の相関となることが望ましいが、論文数合計についてはすべて負の相関係数、外部資金獲得額については 2018-20 年度を除いて負の相関係数だが、統計的に有意ではない。

### <重回帰分析の結果>

さらに、アウトプット（論文数合計および外部資金獲得額）を従属変数、インプット（研究費、人件費、共同研究員受入人数、博士課程大学院生数、授業・会議負荷指数）を独立変数とし、3年度分（2018-20年度平均～2020-22年度平均）×160人=480件のデータを使用して重回帰分析を行い、アウトプット項目に対するインプット項目の説明力を検証した。

表 3-32 B 大学における論文数合計を従属変数とした重回帰分析結果

|           | $\beta$ | t 値    | 有意確率  |
|-----------|---------|--------|-------|
| (定数)      |         | -2.903 | 0.004 |
| 研究費       | 0.205   | 4.500  | 0.000 |
| 人件費       | 0.334   | 7.611  | 0.000 |
| 共同研究員受入人数 | 0.002   | 0.046  | 0.963 |
| 博士課程大学院生数 | 0.190   | 3.863  | 0.000 |
| 授業・会議負荷指数 | -0.115  | -3.004 | 0.003 |

従属変数＝論文数合計 調整済み $R^2=0.324$

まず、論文数合計を従属変数として分析した結果については（表 3-32）、インプットの独立変数が共同研究員受入人数以外すべて有意となっており、標準化偏回帰係数から人件費が最も論文数合計に寄与していることがわかった。相関係数では有意となっていなかった授業・会議負荷指数は、係数がマイナスで有意となっており、想定通りとなっている。

表 3-33 B 大学における外部資金獲得額を従属変数とした重回帰分析結果

|           | $\beta$ | t 値    | 有意確率  |
|-----------|---------|--------|-------|
| (定数)      |         | -3.105 | 0.002 |
| 研究費       | 0.419   | 8.542  | 0.000 |
| 人件費       | 0.101   | 2.138  | 0.033 |
| 共同研究員受入人数 | 0.201   | 4.252  | 0.000 |
| 博士課程大学院生数 | -0.175  | -3.292 | 0.001 |
| 授業・会議負荷指数 | -0.065  | -1.587 | 0.113 |

従属変数＝外部資金獲得額 調整済み $R^2=0.218$

次に、外部資金獲得額を従属変数として分析した結果については（表 3-33）、インプットの独立変数のうち研究費、人件費、共同研究員受入人数が正の係数、博士課程大学院生数が負の係数で有意となっている。標準化偏回帰係数から研究費が最も外部資金の獲得に寄与しているが、博士課程大学院生数の係数は想定と逆の符号となってしまった。また、授業・会議負荷指数は係数がマイナスであり、負荷が少ないほど資金を獲得していることになるが、統計的に有意ではない。

### 3) B 大学における取り組みと評価

B 大学の協力のもと、以上のような分析結果が得られたが、ここでは B 大学における本確認モデルの評価と今後の活用可能性に関する意見などについて紹介する。

まず、2023 年度段階での B 大学の取り組みと評価については、以下のとおりである（大学改革支援・学位授与機構 2024, 33-34）。

分析用データの準備については、データの所管部署に取得目的を丁寧に説明して理解を得ることから着手しており、また、IR 業務に使用する各種データを保管するために構築した専用サーバに保管するなどして、セキュリティ対策にも十分注意したとのことである。デ

ータの加工に当たっては、一定の作業時間を要しており、特に財務会計情報を研究者個人単位で集計する際に、データの不整合（個人IDが含まれていない、複数の研究者名が併記されている、氏名の表記が様でない、など）を目視で確認・解決する作業が不可欠であった。また、年度を重ねると、退職教員や新規採用教員などのデータ処理の取り扱いを個別に確認することも必要となった。B大学の場合、工学系部局の財務会計情報を容易に切り分けることが可能であった半面、継続的なデータ提供、あるいは5年以上遡ってデータを取得する際、データの保存期間やシステムの更新が阻害要因となったとのことである。

次に、B大学が評価する本確認モデルの利点については、以下のとおりである。B大学では、書誌データ（被引用数、掲載誌のQ値など）や研究費の獲得総額といった研究者のアウトプットに着目した評価を実施してきたが、インプットを含めて研究のパフォーマンスを専攻等の組織単位に加え、研究者個人でも俯瞰的に把握できることから得られる示唆は大きいと考えている。特に、学部・研究科等における資源配分や教員評価（処遇、昇格）の基礎データとして活用することを想定している。将来的な主たる利用者は、部局長、専攻長等の学部・研究科の長が想定される。また、学長、理事等の大学の執行部が学内で重点支援を行う研究プロジェクトの選定、支援を行った後の効果検証の基礎データとして活用することも考えられる。さらに、大学全体として、研究広報や関係省庁への研究パフォーマンス（例：財務報告等における費用対効果）の基礎資料として参照することも考えられるとしている。

また、B大学が試行段階で認識した本確認モデルの課題と改善提案については、以下のようない点があげられている。まず、本確認モデルの内容を理解するには丁寧な説明や結果を適切に解釈するための詳細な解説が必要であり、学内関係者の理解を醸成するための初期対応が課題として考えられる。そして、当面は分析結果の安定性、妥当性を検証し、その結果を踏まえて改善点を検討する必要があると考えている。さらに検討が必要と思われる事項については、以下の3つがあげられた：1)論文数に著者の役割（筆頭著者、責任著者、共著など）を加味する、2)科研費等の外部資金における役割（代表者、分担者）を加味する、3)研究者の年齢または勤続年数を加味する。

B大学の研究評価では、主として書誌データ（論文数、被引用数、掲載誌のQ値など）や研究費の獲得総額等の基礎データに加え、外部資金、補助金等を獲得して推進した研究プロジェクト等に対する第三者評価の結果を活用している。また、教員評価については、研究者総覧として運用している研究者データベースに教員評価機能を実装し、当該システムを用いて評価を行っている。こうした研究評価および教員評価において、現状ではインプットを加味していない。そのため、本確認モデルで得られた組織および個人単位の分析結果は、新たな基礎データとして活用することができると考えている。また、全学として重点支援の対象となる研究プロジェクトの選定、または支援後の効果検証に学長、理事が活用することに加え、学部・研究科等における資源配分、教員採用、教員評価（処遇、昇格）の基礎データとして部局長が活用する、あるいは現行の教員評価における追加の基礎データとして活用するといったことが想定されている。

続いて、2024年度の段階で本確認モデルに対してどのような評価がなされているかについて、以下に紹介する。

まず、本確認モデルの導入に関連して、以下のような現状での課題が認識されている。

B大学については、研究者個人単位のデータを使用している点に特徴があり、プロジェクトや学内組織単位での分析が必要となった場合にも、個人単位のデータがあれば集計によって可能な利点を見据えた対応となっている。しかし、インプット、アウトプット双方でデータを個人単位の完全に紐づけることは難しく、課題となっている。

インプットについては、研究費の執行単位が複数名の共同や研究室単位になっている場合があり、また研究科長の裁量経費や部局の機器管理経費などが財源の場合、研究者個人に紐づけることが難しいものについては、「研究科共通」という形で個人に紐づけない枠を作成して集計するしかない。こうした「共通枠」については、何らかの合理的な按分比を使用して個人に割り振ることも考えられるが慎重な検討が必要となる。次にアウトプットについては、共著論文の研究者個人単位への紐づけが課題となっている。講座制ではないものの、研究室単位での業績について、職位の高い教授に業績が位置づけられ、実質的に貢献している研究者に割り振られない可能性がある。また、外部資金についても、研究科長名あるいは学長名での申請が必要な場合が多く、こうしたケースも「研究科共通」に整理されるため、研究者個人の業績が過小評価になる可能性がある。その他、共同研究員や共同研究も研究者個人への紐づけが難しくなっているため、「研究科共通」に集計される場合があり、対応が必要となっている。なお、共同研究については、年度単位できれいに区切られておらず、どの年度に位置づけるかについて、対応を検討する必要がある。

B大学においても改組や研究者の異動について、課題となる点がある。具体的には、データサイエンス系の新しい専攻を理学系・工学系を組み合わせた形で開設しており、専攻分野別の研究者間相互比較である現状の分析について、対応の検討が必要となる。また、研究者が定年などで大量に入れ替わる時期が来ており、160人の固定した研究者を経年で分析している現状について、退出と採用による入れ替わりに対応する必要性が生じている。

次に、本確認モデルの活用については、以下のようなことが考えられる。

まず、「インプットが大きいにもかかわらずアウトプットが出ていない研究者」を特定して、その要因を探るためのツールとして使用することが考えられる。財務的に厳しい状況にある中、限られた資源を研究生産性の高い研究者に振り向けることが重要であり、その根拠の1つとして、本確認モデルの分析結果が活用可能なのではないかと思われる。また、学長、理事の判断にもよるが、学長表彰の候補者を絞り込む際のクライテリアの1つとすることも考えられる。

次に、B大学における研究業績評価は、研究業績について研究者と管理者が入力・管理するデータベースがあり、それをもとに研究者が自己評価を行った上で、研究科長評価、理事評価、最終的に学長評価を行うシステムになっている。評価は、4段階となっており、本確認モデルにおける生産性評価を付加的にリンクすることも考えられる。

また、B大学では、研究者のプロファイリング的な取り組みの必要性を感じており、本確認モデルの分析結果は、比較的「総合的」な情報として用いることが可能なように思われる。本確認モデルの分析結果も含めて、様々な指標について、その意味と結果を丹念に追うことが可能なようにしておくことが重要であり、ダッシュボードのような形で見せていくこと

も視野に入る。さらに、本確認モデルの分析をとおして、研究活動に係る情報をできるだけ研究者個人に紐づけて管理する大切さがわかるため、今後の情報システム更新にあたり、必要なデータを取り出せる形の仕様を検討するといったことも考えられる。

ちなみに、国立大学法人は内閣府の e-CSTI に人事データと財務データを提供しているため、研究者個人ベースの研究費データ等は e-CSTI への提供データを援用し、データの準備に係る負荷の軽減を図ることも可能と思われる。

## 参考文献

- 伊神正貫・神田由美子・村上昭義 2020, 『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』． (<https://doi.org/10.15108/dp180> 2023年8月28日参照)
- 大学改革支援・学位授与機構 2024, 『大学経営手法に関する共同プロジェクト報告書』, 2024年1月.

## 4. 研究パフォーマンス確認モデルの課題と活用可能性

第3章では、2つの覚書締結大学の導入事例とともに、大学側の認識する課題と今後の活用可能性について紹介した。本章では、大学改革支援・学位授与機構（2024, 34-36）およびその後の取り組みの中で明らかとなった課題を整理し、今後の実践における研究パフォーマンス確認モデル（以下「本確認モデル」とする）の活用可能性についてまとめる。

### （1）現状での課題

現状での課題としては、以下の諸点があげられる。

#### 1) 時系列データの蓄積

第3章のA大学の事例で紹介したとおり、本確認モデルでは、インプットの投入とアウトプットの産出の間に2年のタイムラグを想定しており、また単年度の突出した動きを平準化するために3年移動平均をとっている。DEAという分析手法は、相互比較を行う対象（Decision Making Units: DMUs）の数が多くほど処理が安定し、分析結果の信頼性も高まる。A大学で導入した各研究ユニットにおける「過去の実績との比較」による現状分析については、年度をDMUとしているため、中長期の時系列データ確保により処理の安定と分析の充実を図ることができる。B大学で導入した「同一研究分野内の研究者の相対比較」においても、個々の研究者の順位や効率性スコアの変動を分析することが重要であり、こちらも時系列データの充実が望まれる。さらに、データの蓄積によりDEA以外の分析手法を使用した補完など、分析の幅を広げることが可能となる。

#### 2) 時系列データを扱う際の物価調整

第3章のA大学の事例のように同一組織（A大学の場合「研究ユニット」）における各年度の実績をDMUとしてパフォーマンスを比較する場合、金額データについては物価水準の変動を調整する必要がある。例えば、年2%のインフレーションのもとでは、経常的な研究経費が前年度比で2%伸びたととしても、インプットが2%増加したことにはならない。なお、伊神・他（2020）の研究では、物価調整を行わない名目値でも結論に影響が出ないことを確認している（同, 2 および 24）。しかし、本確認モデルの射程は長期ではなく、2022年春以降の物価上昇が急激であることを考えると、金額データは実質値であることが望ましい。調整の方法としては、指数を使用した実質化が簡便と思われ、文部科学省『科学技術要覧』の「日本の研究費デフレーター」などがその候補としてあげられる。

#### 3) データの入手可能性と有効活用

本確認モデルについては、研究活動の状況を検証するために必要なインプットおよびアウトプットについて、頑健なデータを収集することが求められる。しかし、データ項目の中には、相互比較を行う対象（DMU）の単位で収集することが難しいものも存在する。例えば、第3章のB大学における導入事例で紹介したとおり、研究科や研究室単位で使用した研究費、あるいは共著論文や共同研究などについて、研究者個人に紐づけることが困難な場合が存在する。A大学における研究ユニット単位のデータについても、施設の減価償却費などは、専有床面積による按分などの処理が必要である。こうした課題については、分析結果に悪影響が出ないように合理的な理由づけをしつつ、1つ1つの項目を整理していくこと

が必要となる。

なお、DEA はインプットとアウトプットの項目数に制限を設けていない点がメリットであるが、項目数が多いと、処理結果が安定せず結果の解釈が難しくなる側面がある。よって、A 大学および B 大学の導入事例では、意味のある結果を導くために項目数を制限している。しかし、両大学の事例で使用されているデータ以外にも、研究活動の状況を検証するために有益なデータが考えられるため、使用データについてより良い組み合わせを常に考えることが必要である。

#### 4) DEA 利用における技術的課題の検討

第 5 章のテクニカルノートで詳しく触れるが、本確認モデルで使用している DEA という手法については、オペレーションズ・リサーチ (Operations Research: OR) の領域で新しい分析モデルが継続的に開発されている。よって、そうした動向を追いつつ、本確認モデルに適切な分析モデルについて検討することも必要である。また、分析の結果、非効率とされた DMU (効率性スコア < 1) については、効率的な DMU (効率性スコア = 1) を参照した改善予測値が示される。この予測値が実務上で活用可能となれば、改善のための目標値を設定することができるため、継続的に検証していくことが必要である。

#### 5) 研究分野別分析単位の変更と研究者の異動

まず、学内の改組などにより分析単位に変更が加えられた際、分析の継続性をどのように保つかという課題がある。例えば、第 3 章で紹介した A 大学の事例では、2023 年度の研究ユニットの統合にあたり、2022 年度以前のユニット別データを 2023 年度以降のユニットに統合・変換して分析を行っている。また、B 大学では教員の退職や新規採用による入れ替えにより、これまで 5 年間保持してきた 160 名の同一研究者という分析対象に変更が加わる。研究者の異動については、A 大学においても課題を共有しており、いくつかの研究ユニットにおいて、スター研究者の退職等がどの程度の変化として現れるかに注意を注いでいる。こうした人と組織の変化に対する対応は、本確認モデルの分析対象に係る重要な検討事項であり、その都度、モデルの利点を損なわない合理的な方法を検討しなければならない。

### (2) 今後の活用可能性

今後の活用可能性としては、実務面への展開を中心に以下の点があげられる。

#### 1) 重点研究分野の特定と学内予算配分への活用

本確認モデルでは、研究分野ごとの特性に配慮しつつ、インプット対比で研究業績等がどれだけ効率的に生み出されているか (研究生産性) を定期的に確認することができる。よって、時系列で研究生産性の変化を追うことにより、勢いのある研究分野や研究者を頑健なデータから特定することができる。研究活動が活発になっている分野や研究者については、アウトプットの動向から主観的・感覚的に気づくこともできるが、このモデルを用いることによって、投入資源を考慮したエビデンスを得ることが可能となる。

その上、どの分野や研究者に対して重点的に資源配分を行うか、あるいは研究成果の改善のためにどの資源を補充すべきかといった意思決定に際して、分析結果が有益な参考情報を提供することになる。財務状況が厳しさを増す中で、資源の選択と集中を行うための有効

なエビデンスを得ることができる。

## 2) 研究分野別のパフォーマンス管理への活用

学内の研究担当理事等が研究分野別のパフォーマンスを管理する際に、本確認モデルはインプットを考慮した研究生産性を時系列で比較した趨勢について情報を提供することが可能である。こうした情報は、伸びている研究分野をより伸ばし、停滞している分野へのテコ入れを考える際の判断材料の 1 つになる。特に定期的な確認を行うことにより、研究分野別に遅滞なく対応できる点に特徴がある。例えば、研究パフォーマンスが低下した際のアラートといった、表面的に見えづらい変化に対するいち早い察知が期待できる。

なお、大学の経営情報を分析し意思決定者を支援する IR (Institutional Research) 部門や研究活動の促進を支援する URA (University Research Administrators) にとっても、その機能を果たす上で有益な情報を本確認モデルは提供することができる。また、第 3 章で B 大学が指摘していたとおり、本確認モデルの分析結果が「総合的」な指標となっているため、経営情報や研究活動情報のダッシュボードに加えることにより、学長、研究担当理事、研究科長などの意思決定支援に役立つ可能性がある。

## 3) 研究者の評価と処遇の決定に関する参考情報としての活用

B 大学のように、本確認モデルについて研究者個人を単位とした活用を図ることにより、各研究者の研究生産性の評価を行うことができる。論文数等のアウトプットにもとづく評価は、すでにすべての大学で導入されているものと思われるが、インプット対比で期待されるだけのアウトプットが生み出されているかという新たな視点を評価に加えることが可能となる。第 3 章でも紹介したとおり、B 大学では、「インプットが大きいにもかかわらずアウトプットが出ていない研究者」を特定して、要因分析を行うためのツールとしての利用が提案されている。また、逆に学長表彰対象者や外部の表彰制度への候補者の推薦にあたり、参考にするといった視点も示唆されている。こうした視点が評価に加わることにより、個々の研究者に対して、限られた資源を有効に配分し、効率的な研究活動を促すインセンティブとすることが期待できる。

## 4) 政府の要請による提出データの有効利用

第 3 章で紹介した導入事例においても、インプットおよびアウトプットのデータ項目については、政府の要請による提出データを活用することも可能である。例えば、A 大学では、研究ユニット別の研究費データについて総務省統計局の「科学技術研究調査」のデータを採用しており、また B 大学では、内閣府の e-CSTI への提出データ（人事・財務）が活用できる可能性を示唆していた。また、運営費交付金の「成果を中心とする実績状況に基づく配分」で使用している客観・共通指標にもアウトプットデータとして活用可能な項目が含まれている。よって、既存の提出データを有効に活用することにより、負担を軽減し、本確認モデルの利点を享受することが可能となる。

## 5) 国立大学法人等改革基本方針に沿った研究マネジメントツールとしての活用

2025 年 11 月 4 日に文部科学省から発表された『国立大学法人等改革基本方針』（以下「基本方針」とする）では、研究力の強化に向けた国立大学法人の取り組みについて方向性を示している（文部科学省 2025, 5-6）。この基本方針の中で謳われている「・・・迅速

に対応する研究体制を構築するためのシステム改革」、「高度な研究開発マネジメント」、「研究コストの可視化」と「便益の可視化」といった方向性に沿った実践の中で、本確認モデルが果たす役割は小さくない。特に、インプットとしての研究コストの把握に着目している点は、本確認モデルの内容・目的に同期しており、基本方針に沿った研究マネジメントツールの一つとして有効に機能するものと思われる。

## 参考文献

伊神正貫・神田由美子・村上昭義 2020, 『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』． (<https://doi.org/10.15108/dp180> 2023年8月28日参照)

国立大学法人の機能強化に向けた検討会 2025, 『改革の方針』, 2025年8月29日.

大学改革支援・学位授与機構 2024, 『大学経営手法に関する共同プロジェクト報告書』, 2024年1月.

文部科学省 2025, 『国立大学法人等改革基本方針』, 2025年11月4日.

## 5. 分析手法についてのテクニカルノート

### (1) 本章の目的

これまでに、第2章では研究パフォーマンス確認モデル（以下「本確認モデル」とする）が使用している包絡分析法（Data Envelopment Analysis: DEA）という手法について、技術的な細部に立ち入らずに、グラフ等を使用してなるべく分かりやすく例示した上で、手元のデータと無償のツールを使って試していただく手順を紹介した。そして、実際に2つの覚書締結大学で研究評価を試行した実例を第3章、試行結果から明らかになった現状での課題と今後の活用可能性を第4章でまとめている。

そこで本章では、補足説明として、第2章で立ち入らなかった技術的側面、つまり DEA という手法がどのような数理モデルを使用しているのかについて、少しでも踏み込んだ解説を行う。具体的には、DEA が線形計画法（Linear-Programming）の問題として定式化することができることを示し、その上で DEA の基本モデルである BCC モデルと CCR モデルについて分析事例を交えて解説する。その上で、本確認モデルで DEA の分析結果を検討する際の注意点や限界に触れる。

なお、本章で解説する CCR（Charnes-Cooper-Rhodes）と BCC（Banker-Charnes-Cooper）という2つのモデル<sup>1</sup>は DEA が開発された初期の基本的なものであり、その後の研究で多数の分析モデルが生み出されている。本章での説明内容をさらに掘り下げて理解したいとお考えの方、そして2つの基本モデル以外のモデルについて知りたい方に向けて、最後に参考文献の紹介を行う。

### (2) 包絡分析法（DEA）の技術的説明

#### 1) 線形計画法について

DEA の解説に入る前に、DEA の定式化の前提となる線形計画法について簡単に紹介する。

線形計画法の教科書的な例としては、工場の生産計画がよく取り上げられる。例えば、2つの製品 A、B を原材料①、②を使って製造している工場を想定してみる（表 5-1）。

表 5-1 ある工場における製品の利益と使用原材料

|           |  |   |
|-----------|--|---|
| 製品の利益     | 製品 A の 1 個当たりの利益 = 5 万円<br>製品 B の 1 個当たりの利益 = 4 万円 |   |
| 製造に必要な原材料 | 原材料①   | 製品 A の 1 個当たりの使用量 = 2<br>製品 B の 1 個当たりの使用量 = 1<br>原材料①の在庫量 = 100          |
|           | 原材料②   | 製品 A の 1 個当たりの原材料②の使用量 = 1<br>製品 B の 1 個当たりの原材料②の使用量 = 2<br>原材料②の在庫量 = 80 |

<sup>1</sup> 両モデルとも開発者の姓の頭文字をとって名づけられている。

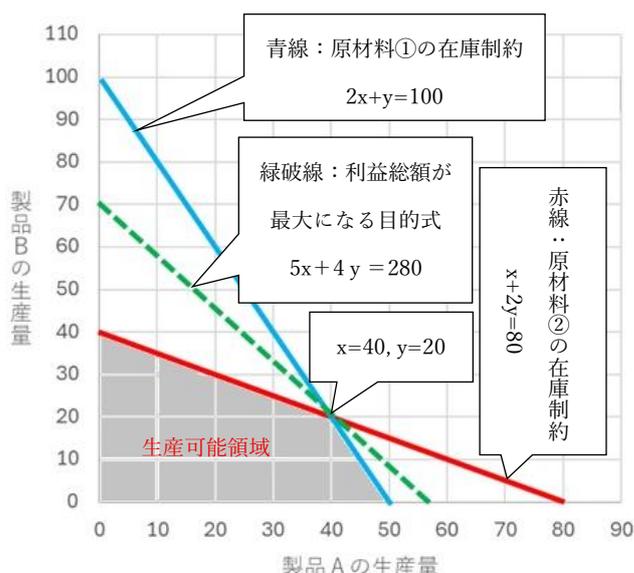
このような工場で「現状の原材料の在庫量」（制約）で「利益を最大にする」（目的）には製品 A と B を何個ずつ製造すればよいかを考える場合、線形計画法を使用することができ。線形計画法は、目的式（最大化（max）または最小化（min））と制約式（subject to（s.t.と略される））で定式化される。この生産計画問題については、製品 A の製造量を  $x$ 、製品 B の製造量を  $y$ 、利益総額を  $z$  とすると、 $z$  の最大化を目的式とし、原材料の在庫量を制約式として下記のように定式化できる。

ある工場における利益最大化を求める線形計画法の定式化

|      |                   |
|------|-------------------|
| max  | $z = 5x + 4y$     |
| s.t. | $2x + y \leq 100$ |
|      | $x + 2y \leq 80$  |
|      | $x, y \geq 0$     |

この問題についてグラフを使用して解いてみると、図 5-1 のようになる<sup>2</sup>。

図 5-1 線形計画法のグラフによる解法



まず、原材料①は青線の下、原材料②は赤線の下が在庫の制約であり、両者に囲まれたグレーの領域が製品 A と製品 B の生産可能な組み合わせを示す領域（生産可能領域）になる。そして、目的式の  $z$ （利益総額）が最大になるのは、目的式のグラフ（緑破線）が同じ傾きで最も右上で生産可能領域と接している点となる。よって、製品 A を 40 個、製品 B を 20 個生産することにより、最大の利益（280 万円）を稼得できる最良の組み合わせが求められる。

れる。

以上のように一次式<sup>3</sup>で示される制約の中で、一次式で示された目的値が最大または最小になるような解を求める問題を線形計画問題と呼んでいる。DEA は、線形計画法の応用であり、以下で説明するとおり、一次式の目的式と一次式の制約式として問題を記述することができる。

<sup>2</sup> 線形計画法の解法については、シンプレックス法などがある。

<sup>3</sup> 「線形」とは、一次式の意味である。

## 2) DEA の定式化と CCR モデルおよび BCC モデルの解説

第2章でも確認したとおり、DEAは複数の個人や組織などを相互比較して、最も効率的な個人や組織と比べて、インプットを投入しすぎていないか、あるいはアウトプットが少なすぎるのではないかという効率性を評価する手法である。ここで相互比較の対象となっている個人や組織などの主体を、DEAでは意思決定単位 (decision Making Unit: DMU) と呼んでいる。また、DEAには、インプット指向モデル (他のDMUと比較して効率的なインプットの投入量となっているかを評価するモデル) とアウトプット指向モデル (他のDMUと比較して効率的にアウトプットを産み出せているかを評価するモデル) の2種類がある。

それでは、インプット指向モデルとアウトプット指向モデルに分けて、CCRとBCCの2つのモデルを線形計画問題として定式化し、解説する<sup>4</sup>。以下に示す式では、入力項目を  $x_{ij}$ 、出力項目を  $y_{rj}$  とする。添え字の  $j$  は、 $n$  個あるDMUのうち何番目のDMUかを示す ( $j=1,2,\dots,n$ )。そして、効率性を測りたいDMUは  $k$  番目のDMUと設定する。また、添え字の  $i$  は何番目のインプットかを示し、インプットの数全部で  $m$  個 ( $i=1,2,\dots,m$ ) とする。また同様に、添え字の  $r$  は何番目のアウトプットかを示し、アウトプットの数全部で  $s$  個 ( $r=1,2,\dots,s$ ) としている。

### ① インプット指向モデル

まず、インプット指向のCCRモデルとBCCモデルを線形計画問題として定式化すると以下ようになる (末吉 2001, 18-19)。

インプット指向 CCR モデル (CCRI)  
(BCCI)

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta \\ \text{s. t.} \quad & - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + \theta x_{ik} \geq 0 \\ & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk} \\ & \lambda_j \geq 0 \end{aligned}$$

インプット指向 BCC モデル

$$\begin{aligned} \min \quad & \theta \\ \text{s. t.} \quad & - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + \theta x_{ik} \geq 0 \\ & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{rk} \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j \geq 0 \end{aligned}$$

以降では、はじめにCCRIにもとづいて式の内容を解説する。式の意味を分かりやすくするために、1番目の制約式について左辺の第1項を右辺に移項すると以下の式になる。

$$\theta x_{ik} \geq \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j$$

<sup>4</sup> 主に末吉 (2001) によりながら、より平明な説明方法を考えて大山・末吉 (2002) と Charnes et al. (1995) = 刃根・上田 (2007) を参照している。

ここで、この線形計画問題は、最小の  $\theta$  を求める問題であることを今一度確認しておく。右辺は、効率的フロンティア上の  $i$  番目のインプットであり、左辺の  $k$  番目の DMU の  $i$  番目のインプット ( $x_{ik}$ ) が等しければ (効率的なフロンティア上の点と同等のインプットが投入されていれば)、 $\theta$  の最小値はこの式が等式となる  $\theta=1$  となる (1 よりも小さくすると不等式が成り立たない)。もし、 $x_{ik}$  が効率的フロンティア上の  $i$  番目のインプットより大きければ (つまりインプットが効率的フロンティア上の点に比較して過剰に投入されていれば)、この不等式を成立させるための最小の  $\theta$  は、左辺=右辺の等式となる  $\theta$  であり、 $\theta < 0$  となることが分かる。

このように、インプットが効率的に投入されていれば  $\theta=1$ 、非効率に過剰に投入されていれば  $\theta < 1$  となるように定式化されている。

次に 2 番目の制約式については、左辺が効率的フロンティア上の  $r$  番目のアウトプットであり、右辺の  $k$  番目の DMU の  $r$  番目のアウトプット ( $y_{rk}$ ) は、左辺以下となることが条件式で示されている。つまり、最大のアウトプットを産出したとしても効率的フロンティアを超えない、要するに  $y_{rk}$  の最大値は効率的フロンティア上にあることが限界として示されている。

まとめると、以上のような目的式と制約式のもとで  $\theta$  が決まり、

(1)  $\theta$  倍した  $x_{ik}$  が効率的フロンティア上にある。 ( $i=1,2,\dots,m$ )

(2) その時に  $y_{rk}$  も効率的フロンティア上にある。 ( $r=1,2,\dots,s$ )

というときに  $\theta=1$  であれば、もともと  $k$  番目の DMU は効率的フロンティア上にあり、 $\theta < 0$  であれば、効率的フロンティア上の目指すべき DMU\* がインプット  $= \theta x_{ik}$ 、アウトプット  $= y_{rk}$  として導かれる。そして、 $\theta$  が効率性スコアとなる。

ただし、ここで注意しなければならない点がある。第 2 章で示した単純な事例のように、インプットが 1 つ、アウトプットが 1 つであり、すべての DMU が効率的フロンティア上にあるか、もしくはインプットを  $\theta$  倍した先に効率的フロンティアがあれば、これで説明を終えることができる。しかし、DEA は複数のインプット、アウトプットを扱える点がメリットであり、上記の定式化にあたっては、インプットが  $m$  個、アウトプットが  $s$  個と設定している。この場合、 $\theta$  倍すれば  $m$  個のインプットすべてが効率的フロンティアに達するとは限らず、いくつかのインプットは  $\theta$  倍しても過剰な分が残っている可能性がある。また、DEA のモデルによっては、インプットを  $\theta$  倍した先に効率的フロンティアがないケースもある。こうした場合には、制約式が等式にならず不等式となり、インプットを  $\theta$  倍しても効率的フロンティアに至らないことになる。このようなケースでは、効率的フロンティアまでの過剰分のインプットや不足分のアウトプットが生まれており、以下の式で示される (末吉 2001, 19)。

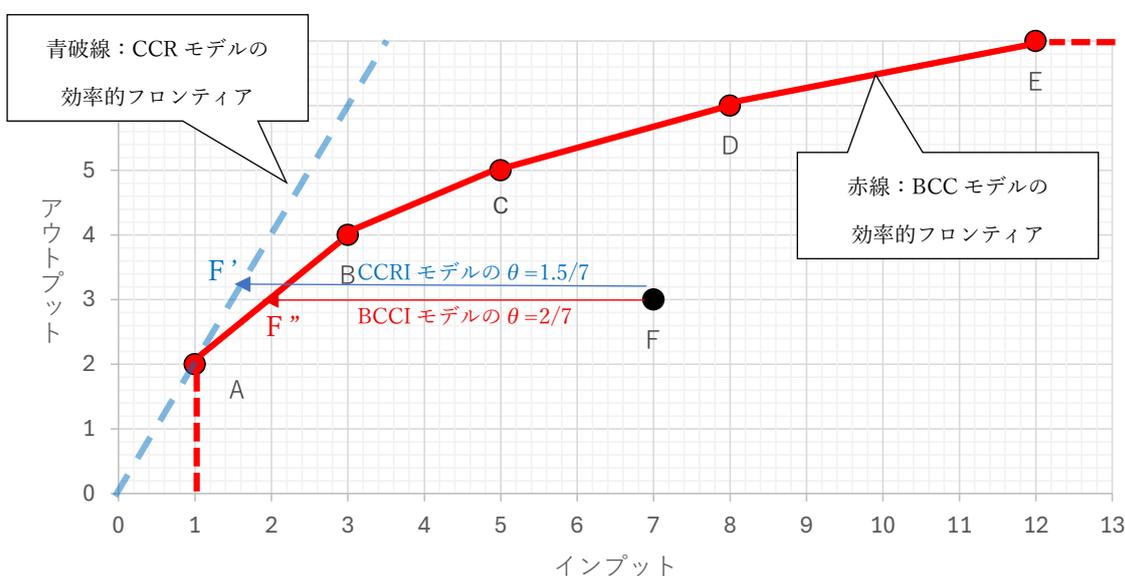
(1) 過剰分のインプット:  $d_i^x = \theta x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j$

(2) 不足分のアウトプット:  $d_r^y = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - y_{rk}$

この $d_i^x$ と $d_r^y$ はスラックと呼ばれており、CCRやBCCといった基本的なDEAモデルを使用した場合には、スラックが発生しているかどうかには注意しなければならない。

次に、BCCIの式の内容を解説する。CCRIとのちがいは、制約式に $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ が入っていることだけである。この式の意味合いは、k番目のDMU (DMU<sub>k</sub>)が効率的フロンティア上の一点 (DMU<sub>k</sub><sup>\*</sup>) を目標として見定めるとき、DMU<sub>k</sub><sup>\*</sup>が効率的フロンティア上にあるDMUの線形結合<sup>5</sup>になっていることを示している。つまり、BCCIモデルの効率的フロンティアは、効率的なDMUを結んだ形で構成されている。逆にCCRIモデルは、 $\lambda$ について線形結合の条件が入っていないため、最も効率的なDMUを入倍した効率的フロンティアとなる。インプット1つ、アウトプット1つの事例で平面図を作成すると、CCRモデルとBCCモデルにおける効率的フロンティアの違いが視覚的によく分かる(図5-2)。

図5-2 CCRモデルとBCCモデルの効率的フロンティアとインプット指向モデル



まず、 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ の制約がなく、原点から最も効率的なDMUであるAをとる直線(青の破線)として描かれるのが、CCRモデルの効率的フロンティアである。それに対し、 $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ の制約により比較対象の効率的なDMU (A~E) を結ぶ線分(赤線)として描かれるのが、BCCモデルの効率的フロンティアとなる。そして、CCRモデルの場合、インプットの増加に対して限界生産性(効率性フロンティアの傾き)は一定となっている(収穫一定)。それに対して、BCCモデルの場合には、インプットの増加に対して限界生産性は可変であり(収穫可変)、図5-2の事例では、限界生産性は逡減している(収穫逡減)。

ここで、非効率なDMUであるF(インプット=7、アウトプット=3)が存在すると、インプット指向のCCRIモデルで目標とすべき効率的フロンティア上の点は青の破線上にあるF'(インプット=1.5、アウトプット=3)というAを1.5倍した仮想のDMUであ

<sup>5</sup>  $a=0.3b+0.7c$ のように「bを30%」「cを70%」の割合で混ぜて新しい値aを求めるような操作、つまり各項に合計で1となるような係数(ここでは0.3と0.7)を掛けて足し合わせる操作を線形結合という。なお、数学的には「係数が非負で、合計が1になる線形結合」を凸結合と呼んでいる。

る ( $\lambda = 1.5$ )。そして、効率性スコアは入力量の比をとった  $\theta = 1.5/7 = 0.214\dots$ となる。

インプット指向の BCCI モデルの場合には、目標とすべき効率的フロンティア (赤線) 上の点は A と B を結ぶ線分の中間にある F'' (インプット=2、アウトプット=3) となる。F'' は A (インプット=1、アウトプット=2) と B (インプット=3、アウトプット=4) をそれぞれ  $\lambda = 0.5$  で線形結合した点 ( $A \times 50\% + B \times 50\%$ ) であり、効率性スコアは  $\theta = 2/7 = 0.285\dots$ となる。

そして、両モデルとも F のインプットを  $\theta$  倍した点は完全に効率的フロンティア上に位置づけられており、スラックが発生していないことも確認できる。

## ② アウトプット指向モデル

次に、アウトプット指向の CCR モデルと BCC モデルを線形計画問題として定式化すると以下のようなになる (末吉 2001, 21)。

アウトプット指向 CCR モデル (CCRO)

アウトプット指向 BCC モデル (BCCO)

$$\begin{aligned} \max \quad & \varphi \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{ik} \\ & - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + \varphi y_{rk} \leq 0 \\ & \lambda_j \geq 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max \quad & \varphi \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{ik} \\ & - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + \varphi y_{rk} \leq 0 \\ & \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j \geq 0 \end{aligned}$$

以降では、はじめに CCRO にもとづいて式の内容を解説する。式の意味を分かりやすくするために、2 番目の制約式について左辺の第 1 項を右辺に移項すると以下の式になる。

$$\varphi y_{rk} \leq \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j$$

ここで、この線形計画問題は、最大の  $\phi$  を求める問題である。右辺は、効率的フロンティア上の  $r$  番目のアウトプットであり、左辺の  $k$  番目の DMU の  $r$  番目のアウトプット ( $y_{rk}$ ) が等しければ (効率的なフロンティア上の点と同等のアウトプットが産出されていれば)、 $\phi$  の最大値はこの式が等式となる  $\phi = 1$  となる ( $1$  よりも大きくすると不等式が成り立たない)。もし、 $y_{rk}$  が効率的フロンティア上の  $r$  番目のインプットより小さければ (つまりアウトプットが効率的フロンティア上の点に比較して不足していれば)、この不等式を成立させるための最大の  $\phi$  は、左辺=右辺の等式となる  $\phi$  であり、 $\phi > 1$  となることが分かる。

このように、アウトプットが効率的に産出されていれば  $\phi = 1$ 、非効率に不足していれば  $\phi > 1$  となるように定式化されている。

次に 1 番目の制約式については、左辺が効率的フロンティア上の i 番目のインプットであり、右辺の k 番目の DMU の i 番目のインプット ( $x_{ik}$ ) は、左辺以上となることが条件式で示されている。つまり、最小のインプットを投入したとしても効率的フロンティア未滿にはならない、要するに  $x_{ik}$  の最小値は効率的フロンティア上にあることが限界として示されている。

まとめると、以上のような目的式と制約式のもとで  $\phi$  が決まり、

- (1)  $\phi$  倍した  $y_{rk}$  が効率的フロンティア上にある。 ( $r=1,2,\dots,s$ )
- (2) その時に  $x_{ik}$  も効率的フロンティア上にある。 ( $i=1,2,\dots,m$ )

というときに  $\phi=1$  であれば、もともと k 番目の DMU は効率的フロンティア上にあり、 $\phi>1$  であれば、効率的フロンティア上の目指すべき DMU\* がアウトプット =  $\phi y_{rk}$ 、インプット =  $x_{ik}$  として導かれる。そして、 $1/\phi$  が効率性スコアとなる。

ただし、インプット指向モデルの説明で触れたとおり、CCR や BCC といった基本的な DEA モデルを使用した場合には、スラックの存在に注意しなければならない。まず、 $\phi$  倍すれば s 個のアウトプットすべてが効率的フロンティアに達するとは限らず、いくつかのアウトプットは  $\phi$  倍しても効率性フロンティアに届かず不足分が生じている可能性がある。また、DEA のモデルによっては、アウトプットを  $\phi$  倍した先に効率的フロンティアがないケースもある。こうした場合には、制約式が等式にならず不等式となり、アウトプットを  $\phi$  倍しても効率的フロンティアに至らないことになる。このようなケースでは、効率的フロンティアまでの不足分のアウトプットや過剰分のインプット、つまりスラックが生まれている。アウトプット指向モデルのスラックは以下の式で示される。

- (1) アウトプットのスラック (不足分) :  $d_r^y = \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - \phi y_{rk}$
- (2) インプットのスラック (過剰分) :  $d_i^x = x_{ik} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j$

次に、BCCO の式については、すでにインプット指向モデルの説明で解説したとおり、制約式に  $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$  が入っており、効率的フロンティアは効率的な DMU の線形結合になっている。

では、図 5-2 の例を今一度使用し、非効率な DMU である F (インプット=7、アウトプット=3) がアウトプット指向モデルでどのように分析・評価されるかについて説明する (図 5-3)。まず、アウトプット指向の CCRO モデルで目標とすべき効率的フロンティア上の点は青の破線上にある F' (インプット=7、アウトプット=14)<sup>6</sup> という A を 7 倍した仮想の DMU である ( $\lambda=7$ )。そして、 $\phi$  は F と F' の出力量の比をとった  $\phi=14/3$  となり、効率性スコアはその逆数である  $1/\phi=3/14=0.214\dots$  となる。

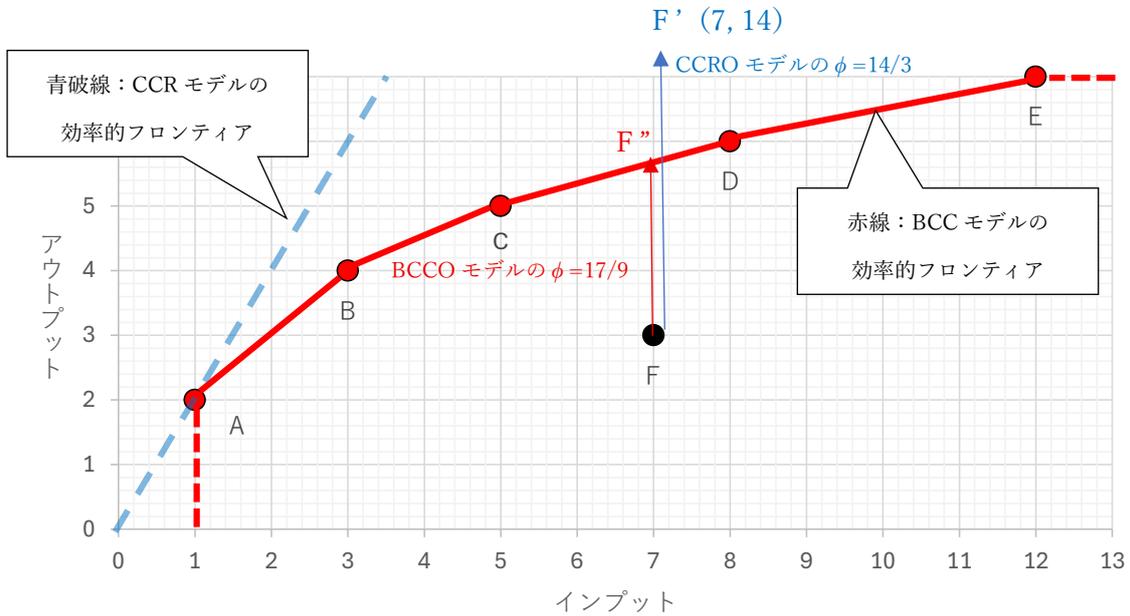
アウトプット指向の BCCO モデルの場合には、目標とすべき効率的フロンティア (赤線) 上の点は C と D を結ぶ線分の間にある F'' (インプット=7、アウトプット=17/3) となる。この F'' は、C (インプット=5、アウトプット=5) と D (インプット=8、アウトプット=6) をそれぞれ  $\lambda=1/3$ 、 $\lambda=2/3$  で線形結合した点 ( $C \times 33.3\% + D \times 66.7\%$ ) である。 $\phi$  は F と F'' の出力量の比である  $17/3 \div 3 = 17/9$  であり、効率性スコア

<sup>6</sup> 図 5-3 の範囲には入りきらず上方の図外に位置している。

アはその逆数である  $1/\phi = 9/17 = 0.529\dots$ となる。

そして、両モデルとも F のアウトプットを  $\phi$  倍した点は完全に効率的フロンティア上に位置づけられており、スラックが発生していないことも確認できる。

図 5-3 CCR モデルと BCC モデルの効率的フロンティアとアウトプット指向モデル



### 3) スラックの発生に関する課題

DEA の最も基本的なモデルである CCR モデルと BCC モデルについては、以上のように定式化された線形計画問題として解くことができるが、スラックの発生が課題であることも指摘した。ここでは、スラックの発生について例を示した上で、この課題に関する理解を深める。

#### ① $\theta$ あるいは $\phi$ 倍した先に効率的フロンティアが存在しないケース

まず、図 5-2 および図 5-3 で例示した 6 つの DMU に G、H という 2 つの DMU を加えて、表 5-2 のような 8 つの DMU からなるデータを分析するケースを考える。

表 5-2 ある DMU 群の事例

|        | A | B | C | D | E  | F | G | H  |
|--------|---|---|---|---|----|---|---|----|
| インプット  | 1 | 3 | 5 | 8 | 12 | 7 | 3 | 13 |
| アウトプット | 2 | 4 | 5 | 6 | 7  | 3 | 1 | 5  |

このDMU群に対してCollege Analysis<sup>7</sup>を使用して、まずインプット指向のBCCモデル(BCCI)で分析を行う。ただし、スラックの発生を確認するために、分析仕様の設定の際に図5-4のように「余剰と不足」のチェックボックスを選択しておく。

その分析結果が図5-5であり、Sx1(1番目のインプットxのスラックの意味)とSy1(1番目のアウトプットyのスラックの意味)の列にスラックの発生が示されている。8つのDMUのうち、Gについては、アウトプットに1.000のスラックが発生していることが確認できる。これが何を意味しているかを図5-6で説明すると以下ようになる。

Gについては、Aを参照してインプットを1/3に減らすことができると分析結果が出ているが、それだけでは効率的フロンティア上には届かない(Aと同じ効

図5-4 分析仕様の設定(BCCI)

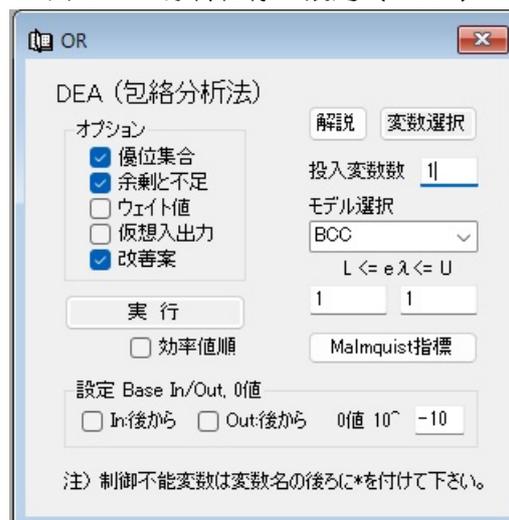
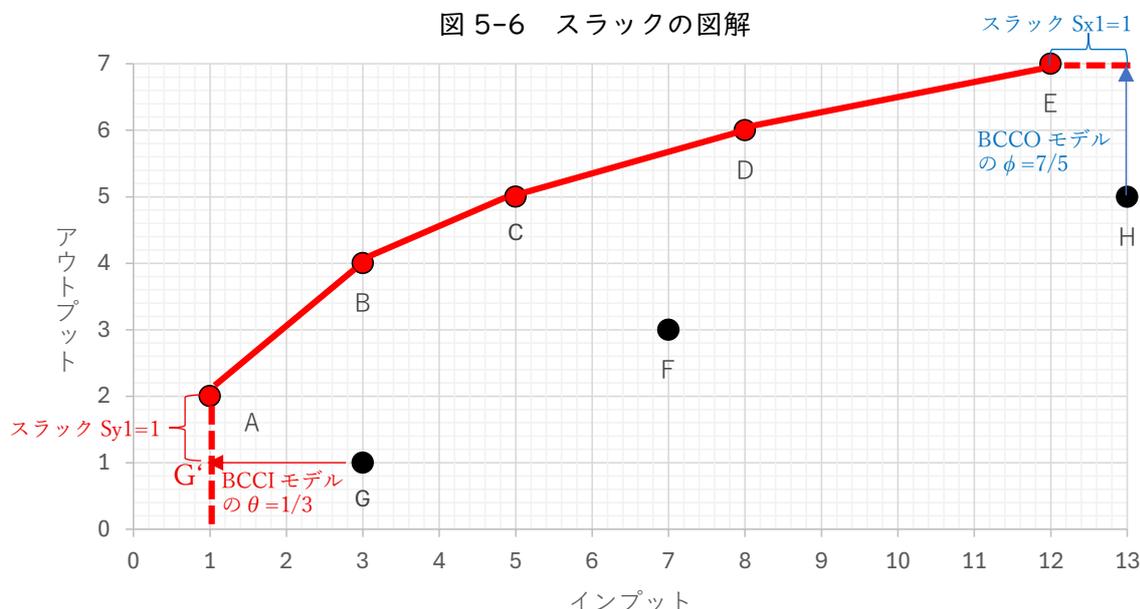


図5-5 表5-2の分析結果(BCCI)

|     | D効率値  | 優位集合1(λ) | 優位集合2(λ) | Sx1   | Sy1   |
|-----|-------|----------|----------|-------|-------|
| ▶ A | 1.000 | A(1.000) |          | 0.000 | 0.000 |
| B   | 1.000 | B(1.000) |          | 0.000 | 0.000 |
| C   | 1.000 | C(1.000) |          | 0.000 | 0.000 |
| D   | 1.000 | D(1.000) |          | 0.000 | 0.000 |
| E   | 1.000 | E(1.000) |          | 0.000 | 0.000 |
| F   | 0.286 | A(0.500) | B(0.500) | 0.000 | 0.000 |
| G   | 0.333 | A(1.000) |          | 0.000 | 1.000 |
| H   | 0.385 | C(1.000) |          | 0.000 | 0.000 |

図5-6 スラックの図解



<sup>7</sup> College Analysis の操作については、第2章を参照のこと。

率性は達成できない)。Aと同じだけの効率性を達成するためには、アウトプットをさらに1増加させる必要があるため、 $Sy1=1.000$  というスラックが発生している。

次に、同じデータに対してアウトプット指向の

図 5-7 表 5-2 の分析結果 (BCCO)

|     | D効率値  | 優位集合1(λ) | 優位集合2(λ) | Sx1   | Sy1   |
|-----|-------|----------|----------|-------|-------|
| ▶ A | 1.000 | A(1.000) |          | 0.000 | 0.000 |
| B   | 1.000 | B(1.000) |          | 0.000 | 0.000 |
| C   | 1.000 | C(1.000) |          | 0.000 | 0.000 |
| D   | 1.000 | D(1.000) |          | 0.000 | 0.000 |
| E   | 1.000 | E(1.000) |          | 0.000 | 0.000 |
| F   | 0.529 | C(0.333) | D(0.667) | 0.000 | 0.000 |
| G   | 0.250 | B(1.000) |          | 0.000 | 0.000 |
| H   | 0.714 | E(1.000) |          | 1.000 | 0.000 |

BCC モデル (BCCO) で分析を実施してみると、図 5-7 のような結果が得られる。今度は、H についてインプットに 1.000 のスラック ( $Sx1$ ) が発生していることが確認できる。これを図 5-6 で説明すると、H は、E を参照してアウトプットを 7/5 倍に増やすことができるが、それだけでは効率的フロンティア上には届かない (E と同じ効率性は達成できない)。E と同じだけの効率性を達成するためには、さらにインプットを 1 減少させる必要があるため、 $Sx1=1.000$  というスラックが発生している。

このように効率的フロンティア上の参照すべき DMU と同等の効率性から乖離しているインプットの余剰、アウトプットの不足がスラックとして発生する点に注意しなければならない。

## ② インプット、アウトプットの数を増やしたケース

DEA のメリットは、インプットとアウトプットの数に制限がないことであり、複数のインプットの投入と複数のアウトプットの産出について、生産性の相互比較をすることが可能である。ただし、今回紹介している CCR や BCC といった基本的なモデルでは、インプットやアウトプットの数を増やすと、スラックが発生する可能性が高まる。例えば、第 2 章の表 2-2 の DMU を研究者とした例 (インプット：研究費、アウトプット：論文数、外部資金獲得額) という 1 インプット対 2 アウトプットでは、スラックは発生していないが、この例に「博士課程大学院生数」というインプットを加えて、表 5-3 のようなデータを作り、インプット指向の BCC モデル (BCCI) で分析した事例を取り上げる。

表 5-3 表 2-2 (第 2 章) に博士課程大学院生数を加えたデータ

| 研究者            | A  | B  | C  | D  | E  | F   | G   | H  | I  | J  |
|----------------|----|----|----|----|----|-----|-----|----|----|----|
| 研究費 (万円)       | 30 | 10 | 90 | 70 | 40 | 120 | 100 | 60 | 80 | 50 |
| 博士課程大学院生数 (人)  | 5  | 1  | 7  | 10 | 2  | 9   | 8   | 4  | 6  | 3  |
| 論文数 (本)        | 4  | 2  | 5  | 4  | 3  | 7   | 4   | 2  | 6  | 5  |
| 外部資金獲得額 (10万円) | 5  | 2  | 20 | 15 | 3  | 30  | 25  | 4  | 7  | 2  |

College Analysis で分析した結果は図 5-8 のようになっている。効率性スコアが 1 を下回り、非効率と判断された DMU は研究者 C、D、E、H であり、いずれもスラックが発生している。インプット 2 つ + アウトプット 2 つで四次元となっているため、平面図での説明は困難であるが、非効率と判断された DMU のうち 2 つ (E と H) について詳しく確認する。

図 5-8 表 5-3 の分析結果 (BCCI)

|     | D効率値  | 優位集合1(λ) | 優位集合2(λ) | 優位集合3(λ) | Sx1    | Sx2   | Sy1   | Sy2   |
|-----|-------|----------|----------|----------|--------|-------|-------|-------|
| ▶ A | 1.000 | A(1.000) |          |          | 0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| B   | 1.000 | B(1.000) |          |          | 0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| C   | 0.896 | B(0.339) | F(0.559) | G(0.102) | 0.000  | 0.089 | 0.000 | 0.000 |
| D   | 0.872 | B(0.508) | F(0.339) | G(0.153) | 0.000  | 3.937 | 0.000 | 0.000 |
| E   | 0.917 | B(0.690) | F(0.036) | J(0.274) | 11.786 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| F   | 1.000 | F(1.000) |          |          | 0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| G   | 1.000 | G(1.000) |          |          | 0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| H   | 0.393 | B(0.929) | F(0.071) |          | 5.714  | 0.000 | 0.357 | 0.000 |
| I   | 1.000 | I(1.000) |          |          | 0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| J   | 1.000 | J(1.000) |          |          | 0.000  | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

まず、研究者 E については、効率性スコアが 0.917 となっており、インプットを 0.917 倍に削減すれば効率的フロンティアに達するはずであるが、Sx1 つまり研究費にスラックが 11.786 万円生じている。つまり、博士課程大学院生数はスラックが発生していないため、2 人から  $2 \times 0.917 = 1.834$  人に減少させればよいが、研究費は  $40 \times 0.917 = 36.68$  万円に減らしても効率的フロンティアには届かず、さらに 11.786 万円減らして 24.894 万円とすれば、「 $B \times 69.0\% + F \times 3.6\% + J \times 27.4\%$ 」で求められる効率的フロンティア上の点（目標とする研究者 E'）に達することができることを意味している。

また、研究者 H という DMU については、インプットとアウトプットの両方にスラックが生じている。効率性スコアが 0.393 となっており、インプットを 0.393 倍に削減すれば効率的フロンティアに達するはずであるが、Sx1 つまり研究費にスラックが 5.714 万円生じている。つまり、博士課程大学院生数はスラックが発生していないため、4 人から  $4 \times 0.393 = 1.572$  人に減少させればよいが、研究費は  $60 \times 0.393 = 23.58$  万円に減らしても効率的フロンティアには届かず、さらに 5.714 万円減らして 17.866 万円とする必要がある。ただし、これだけでは効率性フロンティア上の点に達しない。というのは、アウトプットにも Sy1 つまり論文数にスラックが生じており、論文数を 2 本から 0.357 本足して、2.357 本に増やす必要がある。まとめると、大学院生を 4 人から 1.572 人に、また研究費を 60 万円から 17.866 万円に減少させた上で、論文数を 2 本から 2.357 本に増やして、やっと「 $B \times 92.9\% + F \times 7.1\%$ 」で求められる効率的フロンティア上の点（目標とする研究者 H'）に達することができることを意味している。

その他、研究者 C と D では、Sx2 のスラックが生じているため、2 つのインプットの実績に効率性スコアを掛けて減少させたうえで、博士課程大学院生数についてはスラック (Sx2) をさらに差し引いた人数にすることにより、効率的フロンティア上の点（目標とする研究者 C' および D'）に至ることができる。

このように、効率性スコアだけでなく、スラックの発生により効率的フロンティアに至る改善経路の読み方が変わり、改善経路の現実的妥当性の有無を検討する必要がある。

#### 4) DEA モデルに関する研究の進展

以上では、DEA の最も基本的なモデルである、CCR モデルと BCC モデルについて、数式を使用しつつも、グラフ等による視覚的な説明も交えて、できるだけ平易に説明を行った。冒頭でも触れたとおり、この分析手法の研究は進んでおり、この 2 つのモデル以外にも多数のモデルが開発されている。

その中でも特に触れておかなければならないのは、スラック基準測定 (Slack-Based Measure: SBM) モデルと呼ばれているものである<sup>8</sup>。CCR モデルや BCC モデルは、 $\theta$  や  $\phi$  で何倍すれば効率的フロンティアに届くかということを経準にして<sup>9</sup>、それでも届かない残りの部分をスラックとして処理している。しかし、SBM は効率性を評価する DMU のインプットとアウトプットの実績値から効率的フロンティアまでの乖離をスラックとして、スラックそのものの大きさのみで効率性スコアを求める手法である<sup>10</sup>。また、SBM でもインプット指向モデルとアウトプット指向モデルの定式化がなされているが、注目すべきは両方の指向を考慮したモデルの定式化が可能である点である。参考まで 2) における定式化と同じ条件でインプット・アウトプット両指向の SBM モデルを定式化すると、以下のような分数計画問題になる (末吉 2001, 94; 刀根・他 2022, 37)。

インプット・アウトプット両指向 SBM モデル

$$\begin{aligned} \min \quad & \rho = \left(1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{d_i^x}{x_{ik}}\right) / \left(1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{d_r^y}{y_{rk}}\right) \\ \text{s. t.} \quad & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + d_i^x = x_{ik} \\ & \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - d_r^y = y_{rk} \\ & \lambda_j, d_i^x, d_r^y \geq 0 \end{aligned}$$

式は一見複雑に見えるが、以下のような内容である。まず、制約式は効率的フロンティアから DMU<sub>k</sub> までの距離をスラック ( $d_i^x$ ,  $d_r^y$ ) とすることが記載されている。そして、目的式の分子については、効率性を評価する DMU<sub>k</sub> の各インプットのスラック ( $d_i^x$ ) が DMU<sub>k</sub> の各インプット実績値 ( $x_{ik}$ ) に比してどのくらいの大きさかという比率をとって、すべての比率の平均値をとって 1 から引いている。つまり、分子の最大値は 1 であり、インプットのスラックが大きいほど分子は小さくなる。また、目的式の分母については、各アウトプットのスラック ( $d_r^y$ ) が DMU<sub>k</sub> の各アウトプット実績値 ( $y_{rk}$ ) に比してどのくらいの大きさかという比率をとって、すべての比率の平均値をとって 1 に足している。つまり、分母の最小値は 1 であり、アウトプットのスラックが大きいほど分母が大きくなる。

よって、分子÷分母の  $\rho$  は  $0 < \rho \leq 1$  となり、インプットとアウトプットのスラックが小さいほど  $\rho$  は 1 に近づいていくため、効率性スコアとして使用することが可能となる。

<sup>8</sup> 刀根薫氏により開発された。

<sup>9</sup> ラディアル測定 (radial measure) と呼ばれている。

<sup>10</sup> 非ラディアル測定 (non-radial measure) と呼ばれている。

例えば、 $DMU_k$  のインプットおよびアウトプットのすべてのスラックが 0 であれば、目的式の分子と分母で計算されている比率の平均値も 0 であるため、 $\rho = (1-0)/(1+0) = 1$  で  $DMU_k$  が効率的フロンティア上にあることが分かる。

以上は、CCR モデルや BCC モデルで発生するスラックの課題に対応するモデルの開発が進んでいることの一例として紹介した。

### (3) DEA に関する参考文献の紹介

本確認モデルの開発、および本報告書の執筆（特に本章の執筆）にあたり参考にした書籍について、最後に紹介しておく。より詳しく DEA の内容を知りたい方は、こうした書籍にあたっただければと思う。なお、DEA を使用した学術論文については、数多く出版されており、別途、google scholar などで検索していただき、ご興味のある分野での応用例を参照していただければと思う。

まず、DEA の開発者自身が執筆した主な書籍は以下のとおりである。

- 1) Charnes, A., Cooper, W., Lewin, A. and Seiford, L. (Ed.) 1995, *Data Envelopment Analysis Theory, Methodology and Applications*, Kluwer.  
邦訳：刀根薫・上田徹（監訳） 2007, 『経営効率評価ハンドブック（普及版）包絡分析法の理論と応用』朝倉書店。
- 2) Cooper, W., Seiford, L. and Tone, K. 2006, *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses with DEA-Solver and References*, Springer.
- 3) Cooper, W., Seiford, L. and Tone, K. 2007, *Data Envelopment Analysis A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software* (Second Ed.), Springer.

1)のみ翻訳本が出版されている。2)と3)には、DEA-Solverというマイクロソフト社のExcelのSolver機能上で動くソフトがCD-ROMで添付されている。ただし、扱えるDMUの数などに制限があるため、注意が必要である。なお、フル機能のDEA-Solverは、DEA-Solver ProとしてSAITECH社<sup>11</sup>から発売されていたが、現在、ライセンスの新規購入は出来なくなっている<sup>12</sup>。

---

<sup>11</sup> 以下の書籍がSAITECH社のWebサイトで推薦されているので紹介しておく：K. Tone (ed.) 2017, *Advances in DEA Theory and Applications - With Extensions to Forecasting Models*, Wiley.

<sup>12</sup> <https://saitech.capoo.jp/ライセンスのオプション> (2025年10月6日閲覧)

日本語で書かれたものとしては、出版年順に以下のような書籍がある。

- 4) 刀根薫 1993, 『経営効率性の測定と改善: 包絡分析法 DEA による』日科技連出版社.
- 5) 末吉俊幸 2001, 『DEA: 経営効率分析法 (経営科学のニューフロンティア 10)』朝倉書店.
- 6) 大山達雄・末吉俊幸 2002, 「3.3 DEA」『公共政策と OR』朝倉書店, pp.34-40.
- 7) 刀根薫・筒井美樹・丸山幸宏・濱口由子・福山博文・橋本敦夫・岩本大輝・大里怜史 2022, 『経営効率性の測定の基礎 DEA 分析の事例で学ぶ生産性・効率性向上への挑戦』日本評論社.

日本に DEA という手法を紹介し、また米国の創始者とともに新たなモデルの開発と手法の普及に大きな功績を残されたのが刀根薫氏であり、4)は日本においてはじめて本格的な DEA の紹介を行った書籍である。また、近年も 7)を編纂され、DEA の基礎から産業界や公的部門等での応用例まで幅広く取り上げている。

5)については、本章を執筆するにあたり最も参考にした書籍であり、DEA の定式化から応用例まで分かりやすくカバーされている。6)は多くの数理モデルを紹介する書籍の一部として DEA が紹介されている。実質的には 5)の著者が執筆を担当されているものと思われる。

## 研究パフォーマンス確認モデル事業 実施体制

大学連携・支援部

水田 健輔 研究開発部教授（第2章～第5章 執筆）

（令和7年4月現在、敬称略）