

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 16 日現在

機関番号：62615

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25280121

研究課題名(和文)大学の研究・教育の診断を目的とする多次元アセスメント手法の開発

研究課題名(英文) Study on Multidimensional Assessment of Research and Education of Universities for the Purpose of Diagnoses

研究代表者

孫 媛 (Sun, Yuan)

国立情報学研究所・情報社会相関研究系・准教授

研究者番号：00249939

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：近年、各種の大学ランキングが発表されてマスコミを賑わし、社会的に大きな影響力を持っている。しかし、大学ランキングでは大学を一元的に順序づけるため、大学の順位にのみ目が向けられがちである。また、論文数や論文の引用数などから算出されるビブリオメトリックス指標に大きく依拠しており、教育面の比重が軽い。本研究は、大学の研究活動だけでなく学修・教育活動をも重視して、それらを捉える指標を探索的に検討し、大学を多面的に評価・診断するための方法について提案を行った。

研究成果の概要(英文)：University evaluation have been of immense important for improving the quality of universities and have a major social impact in recent years. However current evaluation tends to put more attentions to rankings of each university. In addition, it relies greater on bibliometric indicators based on number of publications and their citations, and places less considerations on evaluation of educational activities, which is another important mission of universities. In this study, we put more focus on educational assessment which has less research on so far, to explore the indicators for measuring not only research but also educational activities of universities, and propose methodologies of multidimensional assessment of university for the purpose of diagnoses.

研究分野：ビブリオメトリックス

キーワード：評価指標 多次元アセスメント 診断

## 1. 研究開始当初の背景

近年、Times Higher Education (THE)やQuacquarelli Symonds (QS)、上海交通大学などが発表する世界大学ランキングの話題がマスコミを賑わしており、これらのランキングは政治的にも社会的にも大きな影響力を持つようになってきている。この種の世界大学ランキングは、当該大学に所属する研究者の論文の引用数など、ビブリオメトリックス指標に大きく依拠しており、大学の研究面に強く寄った評価となっている。「研究」による成果を社会に還元することは、たしかに大学が社会に対して負うべき重要な使命の一つである。しかしそれと同時に大学には、学生を「教育」し、付加価値をつけて社会に送り出すことが期待されている。したがって、大学を総合的に評価しようとするのであれば、大学の「研究」面だけでなく「教育」面にも目を向けて、多角的に大学を評価していくことが今後は重要となってこよう。

これに関連して、近年、世界中において大学の教育面での改革が進展しており、本邦もその例外ではない。たとえば、2012年には中央教育審議会がいわゆる質的転換答申を発表しており、文部科学省も同年に大学改革実行プランを策定して大学に教育改革を促している。大学側も初年次教育の導入やカリキュラム・入試改革の実施、IRやFDへの取り組みなどを通して、自大学の教育改革に乗り出し始めている。こうした「高等教育改革の推進」という観点からも、大学の教育面を適切に評価・診断するための指標や方法について考えていく必要がある。

世界大学ランキングでは、大学を一次的に順序づけて評価している。しかし、各大学が異なる理念や目標に基づき研究や教育を行っていることを考慮すると、それぞれの大学が自らの強み・弱みを多角的に評価できる仕組みが求められているといえよう。

## 2. 研究の目的

大学評価へのニーズが高まっている一方で、大学を評価するための観点や指標は未だに定まっていない。研究面に関しては、ビブリオメトリックス研究に基づき広く用いられる指標がいくつか存在するが、教育活動を評価する指標の研究は、まだ十分に行われていない。

また、評価される側が評価結果を自らの目標設定に生かせるような診断的評価法が求められるが、現行の大学ランキングではその役割を果たすことができない。本研究は、大学を単に一次的にランキングするのではなく、大学の研究力や教育力を多面的に捉え、大学の特徴を多角的に評価する方法の開発を試みる。

## 3. 研究の方法

大学の研究活動については、論文数や引用回数、研究費を用いたビブリオメトリックス分析、プレスリリース・新聞記事における大学研究の報道からみた各大学の研究の特徴分析、学術機関リポジトリへの大学の登録状況と分野特徴の調査・分析等にもとづいて研究を行った。教育活動については、教育力を表す次元・構成要素について調査・選定し、基盤となるデータを整備するとともに、それらの要素の諸指標について検討を加えた。

高等教育の評価に関する研究において、これまでは定性的な研究や個々の大学の事例研究が大半を占め、複数の大学を対象として定量的に検討が行われることはほとんどなかった。しかし、研究成果の実際の大学評価場面への適用可能性を考えると、複数の大学を対象として定量的な検討を行うことが必要である。そこで、本研究課題を実施するにあたって、下記で述べるように、複数の大学から同一のフォーマットで収集されているデータを利用することとし、実際の大学評価場面での研究成果の適用可能性の向上を図った。

以下では、教育面に注目して行った研究のうち3つを取り上げて、データ収集と分析方法を記述する。

- (1) 大学の研究面だけではなく教育面にも目を向けた、大学を多角的に評価・診断するための手法の開発と提案 (研究1)
- (2) 大学の教育面を適切に評価・診断するための指標等に関する探索的な検討 (研究2)
- (3) 各大学の教育理念や目標に基づき大学を分類するための手法の開発と提案 (研究3)

### (1) 研究1で使用するデータとその分析方法

研究1では、日本の国公私立の大学医学部計79学部のデータを使用した。これは、医学部が医師を養成するための学部であり、定義の難しい教育面の成果として医師国家試験の新卒合格者数を採用することが可能だからである。研究面への投資(インプット)を表す変数としては、教授の数、准教授の数、講師の数、研究施設の数、科研費の代表者となっている研究者の数、代表者が取得した科研費総額、教員が取得した分担金総額、教員が連携研究者となっている研究数、大学院生数(定員)を利用した。なお、連携件数に関しては、分数カウント法、すなわち1つの研究に対して3人の連携研究者がいた場合、1人あたりの連携件数を1/3としてカウント法を用いた。研究の成果(アウトプット)を表す変数としては、医学分野で出版された論文数、論文の引用回数、引用された論文の割合を用いた。一方、教育面への投資(インプ

ット)を表す変数としては、教員一人あたりの学生数、(付属)病院の数、教授の数、准教授の数、講師の数を利用した。教育の成果(アウトプット)を表わす変数としては、医学部医学科の卒業生数、および医師国家試験新卒合格者の数を用いた。なお、全ての変数の値は2012年度のものに統一されていた。上記の変数のうち、教員一人あたりの学生数、教授の数、准教授の数、講師の数は『大学ランキング2014』、卒業生数は『大学の真の実力 情報公開 BOOK』、病院の数、医師国家試験新卒合格者数、研究施設の数、代々木ゼミナールの医学部情報室にもとづいて、データを収集した。また、代表者数、研究費、分担金、連携件数に関しては、科研費データベースの当該年度の情報をダウンロードして使用し、大学院生数(定員)は、『全国大学一覽』より該当する情報を取得し使用した。最後に、論文数、引用回数、引用された論文の割合については、Web of Scienceより当該年度のデータをダウンロードし使用した。なお、これらの情報源から正確な値が得られなかった場合には、該当する項目の値を欠測値として扱い、以降の分析を行った。

研究1では、これらのデータを用いて以下の分析を行った。まず、大学を研究面と教育面に分けて評価する必要があるか確認するために、研究のアウトプットを表す3つの変数と教育のアウトプットを表す2つの変数の間で相関係数を算出した。続いて、研究・教育のインプットとアウトプットを表す変数群からそれぞれ主成分分析を用いて各大学の研究・教育のインプット・アウトプットスコアを算出し、評価者・評価機関の目的に沿った多次元評価を行えるのかを検討した。

#### (2) 研究2で使用するデータとその分析方法

研究2では研究1と同様に、日本の国公立の大学医学部計79学部のデータを使用した。研究1で使用した教員一人あたりの学生数、病院の数、教授の数、准教授の数、講師の数といった学修環境を表す変数に加えて、研究2では、英語による授業を行っていれば1、そうでなければ0となる「英語による授業」と卒業論文・製作が必修であれば1、そうでなければ0となる「卒業論文・製作の必修」を教育プログラムに関する変数として使用した。教育成果を表す変数としては、卒業生数と医師国家試験の新卒合格者数より医師国家試験の合格率を算出して使用した。また、大学のタイプを表す変数として公立で1となる「公立ダミー」、私立で1となる「私立ダミー」、医学部医学科の偏差値、開設年を用意し、分析の際の統制変数として使用した。なお、全ての変数の値は2012年度のものに統一されていた。上記の変数のうち、偏差値に関しては『大学ランキング2014』、英語に

よる授業と卒業論文・製作の必修に関しては『大学の真の実力 情報公開 BOOK』よりデータを収集した。

研究2では、医師国家試験合格率を従属変数とし学修環境や教育プログラムを表す変数を独立変数、大学のタイプを表す変数を統制変数とするロジスティック回帰分析を行った。

#### (3) 研究3で使用するデータとその分析方法

研究3では大学ポートレートを利用した。これは、大学ポートレートにおいて、日本の大多数の大学の教育理念や目標が「大学の教育研究上の目的や建学の精神」としてテキストデータで公開されているからである。なお、国公立大学と私立大学では掲載されているデータの形式が異なるため、研究3では、研究1や2とのつながりも考慮し、医学部を有する国立大学を対象とした。具体的には、国立大学の「大学の教育研究上の目的や建学の精神」に関するテキストデータを抽出してそこからキーワードを抽出、出現頻度の多い上位34単語を対象にして、出現頻度に対して対応分析を行った。

#### 4. 研究成果

本研究課題の成果は、国際・国内学会等で発表・公開している。ここではその一部を報告する。

##### (1) 研究と教育両面から大学を多次元的に評価・診断するための手法の開発と提案

まず、研究と教育のアウトプットを表す変数間で相関係数を算出した。その結果、研究のアウトプットに関する変数と教育のアウトプットに関する変数の間で相関係数が0.048から0.240となった。これらの結果からは、大学を評価・診断するにあたって、その研究面と教育面から多次元的に評価すべきであろうことが伺える。

続いて、研究・教育のインプット・アウトプット変数群のそれぞれに対して主成分分析を実施し、第1主成分スコアを抽出して、それぞれ、各大学の研究・教育のインプット・アウトプットスコアとした。主成分得点の算出にあたっては、4つの第1主成分が著者らの想定通りに教育・研究のインプット・アウトプットスコアを表していることを主成分負荷量より確認し、各スコアの値が高い大学ほど教育・研究のインプット・アウトプットが優れていることを示すようにスコアの符号を調整した。そして、これらの研究・教育のインプット・アウトプットスコアを用いて、大学を多次元的に評価するための手法に関して検討を行った。具体的には、上述の4つのスコアのうちの一部を利用した大学の散布図を2つ作成し、これらが大学間の関係を適切に2次元に縮約して表現しているかど

うかを確認した。図1は、研究・教育のアウトプットスコアに基づく散布図である。

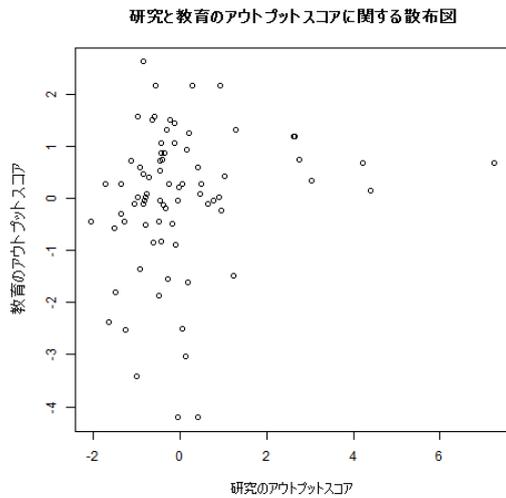


図1 研究と教育のアウトプットスコアの散布図

図1からは、教育面に関して一定程度の成果を出している大学のみが研究面に関して成果を残しているという関係がみてとれる。これは研究と教育のアウトプット変数間に小さな正の相関があるという先ほどの結果と矛盾しない。

他のスコアを用いた場合にも先行研究の結果と矛盾しない散布図が得られており、これら研究1の結果からは、大学を各評価者・評価機関の目的に沿って多次元的に評価・診断しようとする場合、上述のように、各々の評価軸に対応する変数群から主成分分析により対応するスコアを算出し、これに基づく散布図を作成することで、各大学の現状把握や他大学との比較を適切に行えるであろうと考えられる。

研究1に関しては、医学部以外のデータや異なる変数を用いても同様の結果が得られるかどうかを検討し、提案手法の適用可能性の向上に努めていくことを予定している。

(2) 大学の教育面を適切に評価・診断するための指標等に関する探索的な検討

ロジスティック回帰分析を行う際、教育プログラムに関しては、「各大学の教育目標に即して特別なプログラムを実施しているか否かが教育成果に対してどのような影響を及ぼすのか」検討するほうが重要であると考えられた。そのため、英語による授業か卒業論文・制作の必修が1であれば1、そうでない場合には0をとる変数（以下、教育プログラムと呼ぶ）を作成し、これを分析に用いた。ロジスティック回帰分析の結果が表1である。表1における $\beta$ はロジスティック回帰における偏回帰係数の推定値を、オッズ比は対応す

る変数の影響力の大きさを表している。なお、オッズ比は1から離れるほど影響力が大きいことを示す。分散説明率に相当するNagelkerkeのR二乗は0.825となり、本モデルのデータへのあてはまりは良好であった。

表1 ロジスティック回帰分析の結果

| 変数名         | $\beta$ | オッズ比  |
|-------------|---------|-------|
| 切片          | -1.008  |       |
| 公立ダミー       | 0.253   | 1.288 |
| 私立ダミー       | -0.182  | 0.833 |
| 偏差値         | 0.058   | 1.060 |
| 開設年         | 0.000   | 0.004 |
| 教員一人あたりの学生数 | 0.024   | 1.024 |
| 病院の数        | 0.004   | 1.004 |
| 教授の数        | -0.010  | 0.990 |
| 准教授の数       | 0.017   | 1.017 |
| 講師の数        | 0.001   | 1.001 |
| 教育プログラム     | 0.688   | 1.991 |

効果量であるオッズ比に着目すると、学修環境に関する変数のオッズ比は全て1前後となっているが、一方で、教育プログラムのオッズ比は1.991となっている。このことから、学修環境の変化による合格率への影響はほとんどみられなかったものの、教育プログラムを実施することによる合格率への影響はみられたといえる。すなわち、これらの結果から、高等教育の評価・診断の観点あるいは指標として、従来着目されることの多かった設備・人的資本などの学修環境に加え、学生・教員との交流を促す教育プログラムの有無にも目を向ける必要性が示唆されたといえる。

なお、研究2に関して、教育成果として異なる変数を使用して同様の分析を行なうなどして、大学の教育面を評価する指標としてより一般化可能性の高いものを探索していく予定である。

(3) 各大学の教育理念や目標に基づき大学を分類するための手法の研究

キーワードの出現頻度を各大学のデータとみなし対応分析を行った結果が図2になる。

図2の結果からは、長崎大学や広島大学といった被曝地にある大学が「国際」、「地域」、「平和」、「継承」といった平和に関するキーワードをその教育理念や目標として掲げており、一つのグループを形成し得ること、また、東京大学をはじめとする旧帝大の多くが「学術」、「研究」、「科学」、「世界」というキーワードを掲げて世界に通用する研究力の育成を重視しており、一つのグループを形成することなど、各大学に対する一般的な認識に沿った結果が得られている。これらの結果からは、研究3で提案された手法を用いるこ

とにより、各大学からリリースされるテキストデータ等に基づいて、各大学の教育理念や目標に基づく大学の分類が可能になるであろうことが伺える。

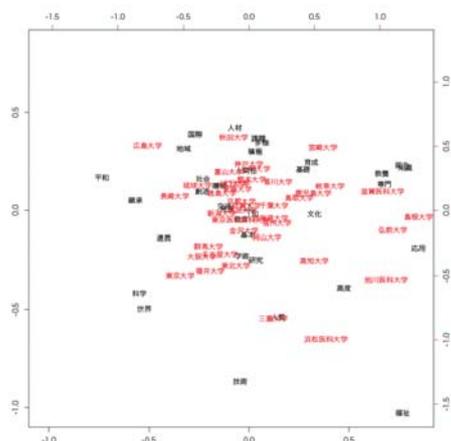


図 2 キーワードの出現頻度に対する対応分析の結果

研究 3 に関しては、今後、この手法を他のデータ (e. g., 教員数などの定量的データ) や他の分類手法 (e. g., クラスタ分析や多次元尺度法) と組み合わせ、教育改革や大学へのフィードバックに資するより適切な分類手法を開発・提案していく予定である。

#### (4) その他

学生の授業や諸活動への関与 (Student Engagement, SE) が教育成果に影響するに着目し、自主性の認知を取り上げ、自主性の認知が SE に及ぼす効果について実験を行い、教育成果を向上させるというメカニズムを提案した。

そこで、課題を学生自身に選ばせることが SE を向上させるか、日本と中国の大学生を対象に実験を行ったところ、自主性の認知が SE に及ぼす効果に文化差があることが示唆された。

教育評価に関しては、今後蓄積されていく学習データを分析するラーニング・アナリティクス (LA) の適用が重要になると予想している。本研究では、個人の知識状態を診断・フィードバックする手法を、大学の教育力の診断・評価に応用することを視野に入れて、Q-matrix の自動学習方法と推定アルゴリズム、学習者の項目反応パターンから個人正答確率関数と回答傾向を推定する手法の研究開発も行った。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 14 件)

- ① Naoya Todo, Yuan Sun, Shunya Inoue, Effects of perceived autonomy on student engagements and academic performance in Japanese university students, In Advanced Applied Informatics, IIAI 5th International Congress (IIAI-AA2016), IEEE, 査読有, 2016 (to appear)
- ② Yuan Sun, Shiwei Ye, Yi Sun, Tsunehiko Kameda, Improved Algorithms for Exact and Approximate Boolean Matrix Decomposition, International Journal of Data Science and Analytics (JDSA), 査読有, 2016 (to appear)
- ③ 孫媛, 西澤正己, 登藤直弥, 多次元的な大学評価の方法に関する探索的な検討, 情報知識学会誌, 26(2), pp. 124-129, 査読有, 2016
- ④ 登藤直弥, 孫媛, 井上俊哉, 日本人大学生を対象とした Student Engagement 尺度の因子的妥当性の検討, 情報知識学会誌, 26(2), pp. 110-115, 査読有, 2016
- ⑤ Naoya Todo, Yuan Sun, Sunya Inoue, Effect of educational program and learning environment in Japanese school of medicine, In Advanced Applied Informatics, IIAI 4th International Congress (IIAI-AA2015), pp. 449-454, IEEE, 査読有, 2015
- ⑥ 登藤直弥, 孫媛, 井上俊哉, 大学の教育プログラムの効果に関する研究—医学部を対象として—, 情報知識学会誌, 25(2), pp. 180-185, 査読有, 2015
- ⑦ Shiwei Ye, Yuan Sun and Yi Sun, Minimum Information Entropy Based Q-matrix Learning in DINA Model, Proceedings of the 5th International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK2015), pp. 404-405, 査読有, 2015
- ⑧ Yuan Sun, Shiwei Ye, Huiyang Shi, Haobo Wang and Yi Sun, Maximum Likelihood Estimation Based DINA Model and Q-matrix Learning, Proceedings of the International Conference on Behavior, Economic and Social Computing (BESCom2014), 査読有, 2014
- ⑨ Xiaomin Liu, Yuan Sun and Jing He,

Impact of articles in non-English language journals - a bibliometric analysis of regional journals of China, Japan, France and Germany in Web of Science, Proceeding of the 10th International Conference on Webometrics, Informetrics, Scientometrics and Science and Society & 15th COLLNET Meeting, pp. 335-344, 査読有, 2014

- ⑩ Masaki Nishizawa and Yuan Sun, How is scientific research reported in newspapers? ---Comparison between press releases and two national newspapers in Japan, Proceeding of the 10th International Conference on Webometrics, Informetrics, Scientometrics and Science and Society & 15th COLLNET Meeting, pp. 373-380, 査読有, 2014
- ⑪ Yuan Sun, Naoya Todo, Shunya Inoue, An exploration of higher education indicators and universities' characteristics in Japan, In Advanced Applied Informatics, IIAI 3th International Congress (IIAI-AA2014), pp. 411-416, IEEE, 査読有, 2014
- ⑫ Yuan Sun, Shiwei Ye, Shunya Inoue, Yi Sun, Alternating Recursive Method for Q-matrix Learning, Proceeding of the 7th International Conference on Educational Data Mining (EDM2014), pp. 14-20, 査読有, 2014
- ⑬ 孫媛, 登藤直弥, 井上俊哉, 大学ポートレートデータに基づく教育活動指標の探索, 情報知識学会誌, 24(2), pp. 112-117, 査読有, 2014
- ⑭ Yuan Sun, Masayuki Suzuki, Diagnostic Assessment for Improving Teaching Practice, International Journal of Information and Education Technology, 3(6), pp. 607-610, 査読有, 2013

[学会発表] (計 6 件)

- ① Naoya Todo, Junwen Bai, Yuan Sun, Shunya Inoue, Effects of perceived autonomy on behavioral- and emotional-engagement and task performances in university students, The 31st International Congress of Psychology, 2016, PACIFICO Yokohama, Yokohama, Japan (accepted)

- ② 西澤正己, 登藤直弥, 孫媛, 大学ポートレートデータに基づく大学分類の試み, 日本分類学会第 34 回大会, 2016 年 3 月 1 日, 東海大学高輪キャンパス(東京都)
- ③ Yuan Sun, Naoya Todo and Yi Sun, Derivation of logistic model from item response patterns, The 80th International Meeting of Psychometric Society (IMPS2015), July 13-16, 2015, Beijing, China
- ④ 孫媛, 登藤直弥, 井上俊哉, 日本における大学効果研究の試み—医学系大学を例として—, 第 21 回大学教育研究フォーラム, 2015 年 3 月 13-14 日, 京都大学吉田キャンパス(京都府)
- ⑤ 井上俊哉, 登藤直弥, 孫媛, 大学医学部の諸特徴と医師国家試験合格率との関係, 日本テスト学会第 12 回大会, 2014 年 8 月 30 日, 帝京大学八王子キャンパス(東京都)
- ⑥ Hiroyuki Tsunoda, Yuan Sun, Masaki Nishizawa, Liu Xiaomin, Current situation of sharing of frequently cited academic papers via institutional repositories in Japanese university libraries, IFLA World Library and Information Congress 80th IFLA General Conference and Assembly, 16-22 August 2014, Lyon, France

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

孫媛 (SUN, Yuan)

国立情報学研究所・情報社会相関研究系・准教授

研究者番号: 00249939

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

井上 俊哉 (INOUE, Shunya)

東京家政大学・人文学部・教授

研究者番号: 90232537

西澤 正己 (NISHIZAWA, Masaki)

国立情報学研究所・情報社会相関研究系・准教授

研究者番号: 00281585