

令和 2 年 5 月 29 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H01998

研究課題名(和文) 教育目標の達成に重要な教学データを自動選択する ASモデル生成システム

研究課題名(英文) AS model generation system automatically selects important educational data for achieving educational goals

研究代表者

山下 英明 (Yamashita, Hideaki)

首都大学東京・経営学研究科・教授

研究者番号：30200687

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、大学生が学業上の成功(AS: Academic Success)を達成するための修学支援の高度化を目指し、学生の教育データを用いて、ASのための学生指導を支援するシステムを構築した。このシステムでは、指導学生が将来ASを達成するかどうかを機械学習で予測する機能、参考になる過去の学生のデータを抽出する機能などを実装している。システムの実証実験の結果からも、指導教員の経験のみに基づく従来の学生指導よりも高度な指導が可能であることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究において開発したシステムは、大学生が学業上の成功を収めるために有効な指導を支援するものである。昨今は学習成果を重視した大学教育の質保証が課題となっており、本システムはこれを促進するための有用なツールとなりうる可能性がある。また、データに基づき大学教育の改善を支援するインスティテューショナル・リサーチの観点からも、本研究は先進的なデータの活用方向性を示すものと考えている。

研究成果の概要(英文)：This study aims to improve the sophistication of academic support for university students to achieve academic success (AS), and uses the educational data of students to establish a system to support student guidance for AS. This system implements functions such as machine learning to predict whether or not the supervising student will achieve AS in the future and extracting data from past students for reference. The results of the formative evaluation of the system also suggest that it can provide a higher level of guidance than traditional student guidance based solely on the experience of the supervisor.

研究分野：オペレーションズ・リサーチ

キーワード：アカデミック・サクセス 教学IR 機械学習 予測モデル アカデミック・アドバイジング

様式 C-19, F-19-1, Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究を開始した時期には、教学 IR が大学に導入されると並行して、学習分析や教学データマイニングの研究が進み、分析可能なデータや分析手法が拡大していた。一方、大学を取り囲む環境の多様化が進み、大学ごと（場合によっては学位プログラムごと）に、個々の学生の Academic Success (AS) を判定する達成指標を大学の望まれる学生像に対応して独自に設定する必要があった。

本研究プロジェクトはそれまで、サポートベクターマシンを用いた機械学習から教学 IR データを分析し、学生の留年を予測する「リスク・ディテクター」(以下、RD) というシステムを開発していた(基盤研究(B) 課題番号 26282057)。この研究の総括的評価では、RD には留年予測に必要な最小限の指標が含まれる一方、各大学の望まれる学生像に関連する指標が含まれないことで、教員が危険予測された学生を指導するに際し、一定以上の指導経験が必要となり、そのため、経験の少ない教員の指導の寄る辺となる Academic Success 指標を別に生成し、提示する必要があるという課題が浮かび上がっていた。

AS の指標を束ねた AS モデルの欠如は、RD を含む多くの IR システムに共通する問題であった。この AS モデルの作成には、大学・部局ごとに所持する教学データと理想的な学生像が異なることから、システムのインプットたるデータとアウトプットたる AS モデルの両面で次の課題解決が求められていた。課題 1: 使用するデータの入力と整備個々の大学が保有する教学データが多様であることに加え、各大学の望まれる学生像の指標として重要なデータは分析後にしか明らかにならないが故に、実際は判別や予測に使用できないデータであるにも関わらず、その処理に多くの手間を費やさざるを得ないこと。課題 2: 学生の成功を表す指標の作成および個々の指標の各学生の水準の表示各大学の望まれる学生像の特徴を表す指標を作成するとともに、個々の学生の各指標の水準を示すシステムを開発しなければ、学生指導の際、学生に改善させるべき項目を指導教員がその都度検討しなければならないこと。

2. 研究の目的

本研究は、1 で述べたような問題を解決するため、機械学習を用いた AS 予測モデルと、AS のために重要な教学 IR データを自動選定する機能により、AS に向けた学生指導を支援するシステムを開発することを目的とした。このシステムは、モデルを構成する指標の重要度を表示するとともに、個々の学生の指標の水準からモデルへの合致度を計算して表示するものを想定した。またこれを実際の学生指導で用いることにより、学生支援の効果を評価することを計画していた。

3. 研究の方法

研究の目的を達成するため、以下の 3 つの研究テーマに分け、テーマごとの進捗計画を作成し、計画的に研究を遂行するものとした。

テーマ 1: 理想的な学生像の解明を通じた AS モデルの確立、包括的なデータセットの定義

テーマ 2: 重要指標の選定による AS モデルの生成、AS モデルの表示方法

テーマ 3: 開発されたシステムを効果的に用いる学生指導方法のアクションリサーチ

以上の研究テーマのうち、2017 年度は、テーマ 1 とテーマ 2 の一部 (AS モデル生成方法) を研究し、2018 年度には、テーマ 2 の残された部分を開発するとともに形成的評価を行い、最終年度である 2019 年度には、開発・改善されたシステムを用いて、テーマ 3 に取り組むものとした。

2018 年度のテーマ 2 の検討のうち、システムの仕様を決定するにあたって、数値実験の大規模な追加実験等を要したため、一部を 2019 年度に繰り越すなどの計画変更があったが、全体を通して、おおよそ上述の計画通りに遂行することができた。

4. 研究成果

主な研究成果を以下の 2 つの観点からまとめる。

(1) 多目的進化計算により重要変数を自動選択する AS 予測モデル構築の手法の開発

AS のための学生指導を支援するシステムに搭載する機能として、対象学生に関する指導時点でのデータをもとに、卒業時の AS の状態を機械学習で予測するモデルを構築する手法を開発し、数値実験によりその有用性を検証した。

図 1 は近藤ほか (2019) にて提案した、遺伝的アルゴリズムにより重要変数を選択できる AS 予測モデルの模式図である。ここでは、学士課程におけるある時点 (この図では 1 年次末) において、経年後の AS の度合い (この図では通算 GPA) を予測するという状況を想定している。学生の教学データ (属性や成績等) を説明変数、予測したい AS 指標を目的変数として、過去の学生のデータをもとに、機械学習によって予測モデルを構築するものとしている。

これを学生指導の場面で用いる場合、説明変数が少ないほどモデルの説明可能性が高まり実際の指導に活かしやすくなることから、説明変数を自動選定するメカニズムとして、最適化問題における確率的多点探索法として有用な進化計算のひとつである遺伝的アルゴリズムを用いて、説明変数の部分集合を選定する方法を提案した。遺伝的アルゴリズムで用いる個体の染色体の各遺伝子と説明変数を対応づけ、1 を使用、0 を不使用とすることで、各個体がそれぞれひとつ

の予測モデルを表現することができる。

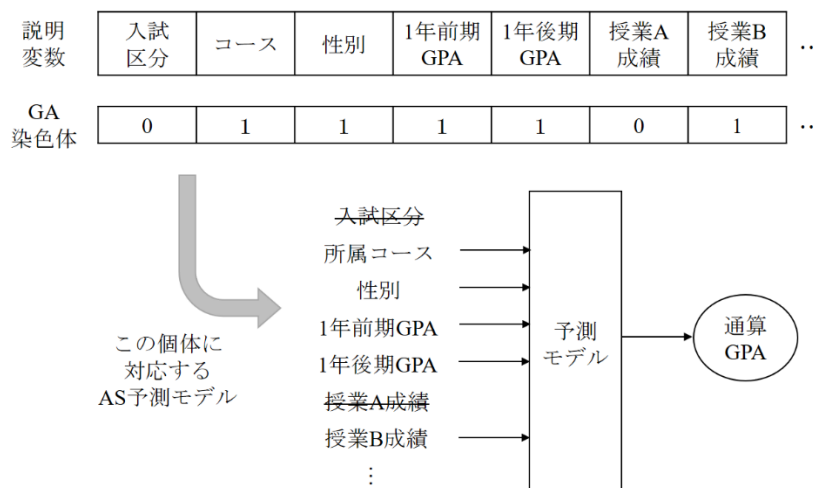


図1 遺伝的アルゴリズムにより説明変数を自動選定する AS 予測モデル構築 (近藤ほか (2019) より引用)

ここで、予測モデルが何を持って「良い」と言えるかは、モデルの使用目的に応じてさまざまに考えられる。予測精度が高いことも、説明変数が少ないことも、いずれもある意味で「良い」モデルといえるが、こうした複数の評価基準は、多くの場合トレードオフの関係にある。そこで本研究では、これを多目的最適化問題ととらえ、進化計算を拡張した多目的進化計算を用いることを提案した。多目的最適化問題では、すべての評価関数において自身を優越しない解である「パレート最適解」の集合を求める。本研究では、広く知られた多目的進化計算アルゴリズムである NSGA-II (Deb 2001) を用いている。

数値実験の結果の一例 (近藤ほか 2020) を図 2 に示す。本実験では、X 大学 Y 学部のある入学年度の学生 181 名のデータを使用し、1 年次末までの 101 の変数を説明変数として、4 年次末通算 GPA を予測する問題を扱っている。図 2 は初期集団と最終世代集団の各モデルの評価値を示している。図の右下へ向かうほど両方の評価値が高いことになるが、最終世代集団は全体的に右下の方へ改善されていることがわかる。「モデル A」と「モデル B」は、最終世代集団の中でも 2 つの評価値がとくに高いものであるが、各評価値はトレードオフの関係にある。この 2 つのモデルは、モデルの使用者がどちらの評価をより重く捉えるかによって、優劣が異なる。本手法は、モデルの候補を複数提示したうえで、意思決定者が評価のトレードオフを考慮してモデルを選択できる大きな利点がある。

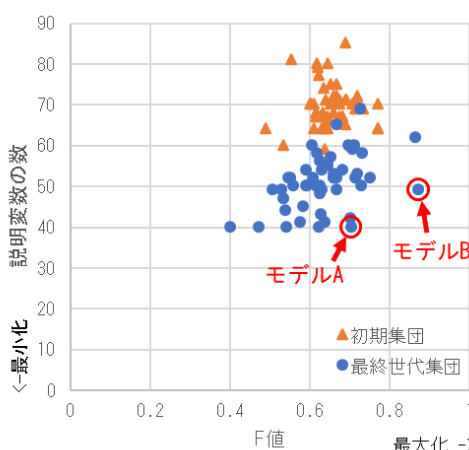


図2 得られたモデルの評価値 (近藤ほか (2020) より引用)

(2) AS に向けた学生指導のためのシステム開発

本研究の目的である、学生が AS を達成するための学生指導を支援するシステムを開発し、形成的評価のための実験を行った。本成果については現在論文としてまとめているところであるため、以下にその概要のみを示す。

本システムは、大学や学部等に応じて適切な AS の定義を行い、AS に対応する指標を設定すれば、これに基づいて、過去の学生の教学 IR データをもとに学生指導に資するデータを以下の

ように多面的に表示する機能をもつ。

- ・ (1)で開発した AS 予測モデル構築の手法を用いて、指導対象学生の現時点でのデータから、あらかじめ設定された AS のタイプ別の AS 予測値、および予測に重要な変数の表示がなされる。
- ・ 指導対象学生の現状と同じような学業上の状態にあった過去の学生の教学 IR データや AS の状態、重要変数などを閲覧・比較できる。
- ・ 過去にサクセスした学生の教学 IR データや AS の状態、重要変数などを閲覧・比較できる。

これらの機能をもつシステムを制作した。実際の指導場面を模したシステム評価実験を行ったところ、1 や 2 で述べたような課題や研究目的に対応した機能を一定程度実現できていることが確認できた。

(参考文献)

近藤伸彦, 松田岳士, 林祐司, 渡辺雄貴, 松河秀哉, 立石慎治, 椿本弥生, 山下英明 (2019) 自動選定した教学 IR データに基づくアカデミック・サクセスの予測. 第 27 回教育学習支援情報システム (CLE) 研究発表会.

Deb, K. (2001) Multi-Objective Optimization using Evolutionary Algorithms. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.

近藤伸彦, 松田岳士, 林祐司, 渡辺雄貴, 松河秀哉, 立石慎治, 椿本弥生, 山下英明 (2020) 多目的進化計算により選定された重要変数に基づくアカデミック・サクセスの予測. 日本教育工学会 2020 年春季全国大会講演論文集, pp.427-428, 2020.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 小方 直幸, 立石 慎治, 串本 剛	4. 巻 52
2. 論文標題 国立大学における組織再編と学士課程教育の再構築：専門分野・教員組織・教育課程の相互連関	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 大学論集	6. 最初と最後の頁 19-34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://doi.org/10.15027/48916	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 立石 慎治, 丸山 和昭, 速水 幹也, 松宮 慎治, 中尾 走, 村澤 昌崇	4. 巻 104
2. 論文標題 高等教育研究と計量分析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 教育社会学研究	6. 最初と最後の頁 29-55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nobuhiko Kondo, Toshiharu Hatanaka	4. 巻 3(2)
2. 論文標題 Estimation of Students' Learning States using Bayesian Networks and Log Data of Learning Management System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Institutional Research and Management	6. 最初と最後の頁 35-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 近藤伸彦	4. 巻 37(2)
2. 論文標題 教育 / 学習における予測モデルの活用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 教育システム情報学会誌	6. 最初と最後の頁 93-105
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.14926/jsise.37.93	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Nobuhiko Kondo, Toshiharu Hatanaka	4. 巻 41(1)
2. 論文標題 Modeling of Learning Process based on Bayesian Networks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Educational technology research	6. 最初と最後の頁 57-67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.15077/etr.42136	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 大山牧子, 松田岳士	4. 巻 42(3)
2. 論文標題 アクティブラーニングにおけるICT活用の動向と展望	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本教育工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 187-189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.15077/jjet.42166	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 立石慎治, 村澤昌崇	4. 巻 20
2. 論文標題 計量分析の新展開: 過去10年間の経験を振り返って	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 高等教育研究	6. 最初と最後の頁 135-156
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takeshi Kushimoto, Yuki Watanabe	4. 巻 17
2. 論文標題 Paths from Formative Assessments to Learning Outcomes: A between-course approach study of undergraduate freshmen in two Japanese universities	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Higher Education Theory and Practice	6. 最初と最後の頁 113-122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 近藤伸彦, 畠中利治	4. 巻 41
2. 論文標題 ベイジアンネットワークによる修学状態推移モデルの構築	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本教育工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 271-281
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.15077/jjet.41031	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 松田岳士, 渡辺雄貴	4. 巻 41
2. 論文標題 教学IR, ラーニング・アナリティクス, 教育工学	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本教育工学会論文誌	6. 最初と最後の頁 199-208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.15077/jjet.42028	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計21件(うち招待講演 3件/うち国際学会 5件)

1. 発表者名 橋本弥生
2. 発表標題 学習支援に活かすメタ認知: 研究を指向した初年次教育TAIにおけるメタ認知と社会的スキルとの関係
3. 学会等名 大学教育学会第41回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 橋本弥生
2. 発表標題 研究を志向した初年次教育に対する学生評価 講義開始前後での期待感の因果関係
3. 学会等名 第26回 大学教育研究フォーラム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤伸彦, 畠中利治, 松田岳士
2. 発表標題 教学IRにおける予測モデル活用に関する実験的考察
3. 学会等名 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤伸彦, 松田岳士, 林祐司, 渡辺雄貴, 松河秀哉, 立石慎治, 椿本弥生, 山下英明
2. 発表標題 多目的進化計算により選定された重要変数に基づくアカデミック・サクセスの予測
3. 学会等名 日本教育工学会2020年春季全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤伸彦, 畠中利治
2. 発表標題 ペイジアンネットワークによるLMSログからの修学状態推定
3. 学会等名 第62回システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takeshi Matsuda, Yuki Watanabe, Katsusuke Shigeta, Nobuhiko Kondo, Hiroshi Kato
2. 発表標題 Student-Centered Enrollment System: Data-Assisted Advising Functions
3. 学会等名 the 58th AIR Annual Forum (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nobuhiko Kondo, Toshiharu Hatanaka
2. 発表標題 Bayesian Network about Students' Learning Process
3. 学会等名 7th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 近藤伸彦, 松田岳士, 渡辺雄貴, 重田勝介, 加藤浩
2. 発表標題 科目選択支援のためのSDLRSに基づく成績予測に関する考察
3. 学会等名 教育システム情報学会第43回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 近藤伸彦, 畠中利治
2. 発表標題 計算知能による教育/学習システムの構築に関する考察
3. 学会等名 第28回インテリジェント・システム・シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 近藤伸彦, 松田岳士, 林祐司, 渡辺雄貴, 松河秀哉, 立石慎治, 椿本弥生, 山下英明
2. 発表標題 自動選定した教学IRデータに基づくアカデミック・サクセスの予測
3. 学会等名 第27回教育学習支援情報システム (CLE) 研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 橋本 弥生
2. 発表標題 データからみる初年次ゼミナールの学び
3. 学会等名 東京大学教養教育高度化機構シンポジウム「東京大学初年次ゼミナールの軌跡と展望」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 橋本 弥生
2. 発表標題 教育工学研究における言語分析
3. 学会等名 日本教育工学会 SIC01 高等教育・FD第4回セミナー「ツールに頼りすぎないテキストデータの分析 - もう一工夫して論文を書こう -」 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tsubakimoto, M., Tominaga, A., Fujita, A., & Kashino, W.
2. 発表標題 Cluster Analysis of Learners Based on Their Perception of Writing Aids
3. 学会等名 ICCS2017 Program (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hisaki Kawamoto Yuki Watanabe Kazuyoshi Hidaka
2. 発表標題 Influence of Learning Motivation and Behavior on Learning Experience and Academic Satisfaction in Higher Education
3. 学会等名 The Asian Conference on Education & International Development 2017 (ACEID2017) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡辺雄貴, 大地奈穂子, 植松明彦, 田中岳
2. 発表標題 東京工業大学「学びの7か条」の策定過程-教職協働による教学支援の取り組み
3. 学会等名 日本教育工学会第33回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nobuhiko Kondo, Midori Okubo, and Toshiharu Hatanaka
2. 発表標題 Early Detection of At-Risk Students Using Machine Learning Based on LMS Log Data
3. 学会等名 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 近藤伸彦, 畠中利治
2. 発表標題 教学IRにおけるLMSログデータ活用の試み
3. 学会等名 教育システム情報学会第42回全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 近藤伸彦, 松田岳士
2. 発表標題 教学IRにおける予測モデル活用の枠組み
3. 学会等名 第6回大学情報・機関調査研究会MJIR
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松田岳士、林祐司、渡辺雄貴、松河秀哉、立石慎治、椿本弥生、山下英明
2. 発表標題 学生指導を目的としたIRシステムの開発と形成的評価
3. 学会等名 日本教育工学会第33回 全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松田岳士
2. 発表標題 内部質保証を支援する教学IR：位置づけの再考
3. 学会等名 高等教育質保証学会第7回大会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松田岳士
2. 発表標題 大学IR活動のベースとなる 指標：何を「見える化」するか
3. 学会等名 2017年度第4回DCC産学交流フォーラム・2017年度早稲田大学大学総合研究センターシンポジウム「大学における教育データの利活用～実務と研究の観点から教育データを考える～」（招待講演）
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 Linda B. Nilson（編著）、美馬のゆり（監訳）、伊藤崇達（監訳）	4. 発行年 2017年
2. 出版社 北大路書房	5. 総ページ数 224
3. 書名 学生を自己調整学習者に育てる：アクティブラーニングのその先へ（第4, 5章）	

1. 著者名 鈴木克明, 美馬 のゆり (編著), 竹岡篤永, 室田真男, 渡辺雄貴, 市川尚, 富永敦子, 高橋暁子, 根本淳子	4. 発行年 2018年
2. 出版社 北大路書房	5. 総ページ数 248
3. 書名 学習設計マニュアル: 「おとな」になるためのインストラクショナルデザイン	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	立石 慎治 (Tateishi Shinji) (00598534)	国立教育政策研究所・高等教育研究部・主任研究官 (62601)	
研究分担者	近藤 伸彦 (Kondo Nobuhiko) (10534612)	首都大学東京・大学教育センター・准教授 (22604)	
研究分担者	林 祐司 (Hayashi Yuji) (40464523)	首都大学東京・大学教育センター・准教授 (22604)	
研究分担者	椿本 弥生 (Tsubakimoto Mio) (40508397)	東京大学・教養学部・特任准教授 (12601)	
研究分担者	松河 秀哉 (Matsukawa Hideya) (50379111)	東北大学・高度教養教育・学生支援機構・講師 (11301)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	渡辺 雄貴 (Watanabe Yuki) (50570090)	東京理科大学・教育支援機構・准教授 (32660)	
研究分担者	松田 岳士 (Matsuda Takeshi) (90406835)	首都大学東京・大学教育センター・教授 (22604)	