

令和 4 年 6 月 29 日現在

機関番号：57403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K11596

研究課題名(和文) R言語による理工系学生用の大規模データ処理・分析の教育支援ソフト開発に関する研究

研究課題名(英文) Development of Education Assistance System of Big Data Processing and Analysis for Science and Engineering Students

研究代表者

村上 純 (Murakami, Jun)

熊本高等専門学校・電子情報システム工学系HIグループ・教授

研究者番号：40174271

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：理工系学生にR言語を用いて大規模データの処理や分析を行うために必要なスキルを身に付けさせる教育支援ソフト開発を行った。

まず多次元データ処理教育用に3Dパズルを利用してオンラインでテンソル分解を学習できる教材を開発し有効性を確かめた。次に分散処理教育のためにSparkフレームワーク環境でR言語を動作させ、機械学習やTwitterデータによる株価分析などの応用例をコンテンツとして作成した。また因果関係分析もデータ分析の例題として取り上げコンテンツとした。

以上のように単なるR言語の使用法や統計教育ではなく、大規模データ処理の基礎から応用までを目的に分散処理環境も含めたコンテンツ作成を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我国ではAIやデータサイエンス人材の育成が急務で大学ではそれらを学べる環境が整い始めている。我々は従来からテンソル分解計算や応用、教育を行ってきたが、大規模データ処理や機械学習でよく用いられるTensorFlowプラットフォームの普及で、その基礎のテンソル分解が注目されてきた。

本研究ではR言語を用い、テンソル分解を分かり易く学ぶため3Dパズルを用いたオンライン用学習コンテンツを作成し、有効性を確かめた。また大規模データ処理に必要な分散処理教育のためSparkフレームワーク環境下の学習コンテンツなども作成した。

これらのコンテンツにより、データサイエンス教育の普及に貢献できると考えられる。

研究成果の概要(英文)： We developed educational support software to equip science and engineering students with the skills necessary to process and analyze large-scale data using the R language.

First, we developed a teaching material for multidimensional data processing education that can learn tensor decomposition online using 3D puzzles, and confirmed its effectiveness. Next, in order to educate on distributed processing, we used the R language under the environment of the Spark framework to create educational content with application examples such as machine learning and stock price analysis using Twitter data. In addition, we also took up causal analysis as an example of data analysis using R language, and made it educational content.

As described above, rather than simply teaching statistics and data processing using the R language, we created educational content including a distributed processing environment for the purpose of large-scale data processing.

研究分野：統計解析

キーワード：データサイエンス教育 大規模データ R言語 分散処理 3Dパズル テンソル分解 因果分析

## 1. 研究開始当初の背景

2015年度の総務省の『情報通信白書』によると、2014年のデータ流通量は、企業が電子的に受け取るデータについての統計で、約14.5エクサバイト（10<sup>18</sup>バイト、EBと表記する）になるとされており、その伸び率は2005年からの9年間で約9.3倍とある（図1）。今後はさらに、IoT（モノのインターネット、Internet of Things）により様々な機器からのデータ収集が増加

すると考えられ、大規模データ（ビッグデータ）解析は科学技術や産業の発展、ひいては我々の生活に大変重要な役割を果たすであろうことは間違いない。近年、これからの時代において求められる能力の一つとして情報活用能力が挙げられており、そのためには情報の分析や、プログラミング的思考などが必要と指摘されている<sup>①</sup>。さらに理工系の学生は、大規模データ処理やAIの技術を身に付ける必要があるとされる。その教育はどのよう



図1 ビッグデータ活用の進展  
(H27年版総務省情報通信白書より)

に進めていけばよいのか、という「問い」に対して、日頃データ分析や統計処理の研究・教育に当たっている立場の者として、大規模データや多次元データの取り扱い方、統計および因果分析（多変量解析含む）手法、AIの利用法などを分かり易く教える教材の開発が必要であると考えた。そこで本研究では、それらの基礎を、R言語を使用してパズルやCG（Computer Graphics）を用いながら教えることから、実際にビッグデータやAIを扱っての分析まで教える教材の開発を行うこととした。

## 2. 研究の目的

データサイエンスの教育が重要になってきている背景下において、本研究は統計解析用プログラム言語のR言語によりビッグデータや多次元データ処理およびそれらの解析の技術、さらにSparkフレームワークを使用した分散処理環境下でのR言語の利用法などについて、分かり易く理工系の学生に教える教材を開発することを目的とする。具体的には、大規模データや多次元データの取り扱い方、統計および多変量解析手法の利用法などを教えるために、3D数理パズルやCGを作成して教材に用いる取り組みから、実際に大規模データを扱って分散処理を利用して分析するまでを対象とする学習コンテンツを開発するものである。

## 3. 研究の方法

筆者らは既にR言語を用いたデータ処理の基礎および多次元データ処理についての教科書を出版しており<sup>②,③</sup>、この本に記述した内容にしたがって、R言語による統計教育を高専や大学のほか、地域の企業のソフトウェア技術者にも実施している<sup>④,⑤,⑥</sup>。また、多次元データ処理で必要なテンソル積展開の理解を助けるためのCG表示ツールの開発も行っている<sup>⑦,⑧</sup>。さらに、同様な理解支援用教材として3Dパズルを取り入れた取り組みも始めるところである<sup>⑨</sup>。このような状況から研究を開始し、次のように進めた。なお、ここでは項目ごとに示した。

(1) 大規模データのテンソル分解手法の教育に利用できる3D数理パズルを探し、その求解およびR言語による実装に取り組む。さらにCG表示で分かり易く表示させる。そして、その効果アンケートにより調べる。さらに、オンライン学習にも使用可能な教材の作成も行い、実際に

授業に使用して教育効果を調べる。

(2) 大規模データを取り扱うために、ハイスペックサーバーを購入し、Hadoop や Spark の分散環境下で大規模データ処理が行えるようにソフトウェアのインストールなどの環境整備や設定を行う。分散環境における R 言語の使用については、実際に統計処理等を行って非分散時よりも高速に実行できることを確認し、統計処理、回帰分析、機械学習の教育用コンテンツを作成する。

(3) データ分析の一つである因果分析について、構造方程式モデリング法を用いて R 言語で分析・計算するコンテンツを作成する。作成したら、公開講座を実施して有用性を確認する。また、応用例として本校学生の定期試験のデータ分析なども取り上げてみる。さらに、ベイズモデリングにも対応できるように Stan プラットフォームの環境も整え、R 言語で例題等が実行できるようにする。

(4) TensorFlow などのプラットフォームが機械学習の普及で有名になり、テンソル分解教育の必要性が高まってきたので、テンソル分解の数値計算例や同分解を用いた気象データ分析などの具体例をコンテンツとして追加する。

#### 4. 研究成果

コロナ禍による国内外の移動制限などによる研究活動への影響のため、1年間期間を延長して研究を行った。上記の計画に沿ってその成果を述べる。

(1) 機械学習の急速な普及により TensorFlow などのテンソル分解手法が広く知られるようになり、その基本的な計算法を学ぶ必要性が

出てきた。しかし、そのための教材は日本だけでなく、米国の大学や大学院においても充実していない現状である<sup>⑩</sup>。本研究では、我々が従来から取り組んでいるテンソル分解教育教材をさらに発展・充実させており、数々の 3D パズルを例題として、CG を用いながら、しかもオンラインで学習できるようにした (図 2 参照)。この内容は実際に授業や公開講座で試して、有用性を確認した。成果は国際会議や論文に発表し<sup>⑩,⑪</sup>、発表では Best Presentation Award を受賞するなど注目された。テンソル分解教育用に取り上げた 3-D パズルについては「初等数学」誌に数回にわたって掲載した<sup>⑩</sup>。

(2) 実際に大規模データ処理の実習を行うためには、分散処理の環境下での演習が必須である。そこで Spark プラットフォームを導入して、その上で R 言語での統計処理等を行うことができるようにした。図 3 にこの環境下での処理の概念を図示する。当初は Hadoop プラットフォーム下での実施を行っていたが、それよりも高速性や拡張性に富む Spark に切り替え、この環境を使用することにした。そして、分散環境下での R 言語使用の高速性を確認後、統計処理、回帰分析、機械学習を行うコンテンツを作成した<sup>⑬</sup>。

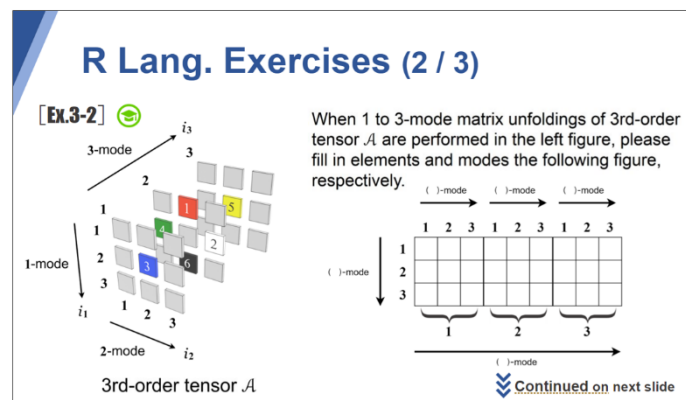


図 2 テンソル分解のオンライン学習教材のスライド例

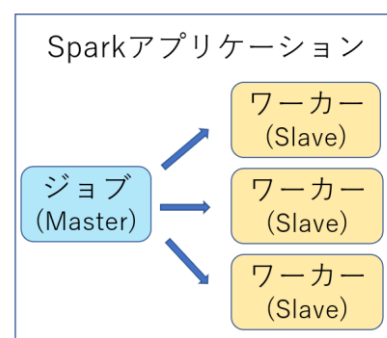


図 3 Sparkの処理の概念

(3) R 言語を用いたデータ分析の一つとして因果分析を取り上げ、構造方程式モデリング法のパッケージを利用して例題の分析を行うコンテンツを作成した。そして、公開講座を開催し、その有用性を確認した<sup>④</sup>。応用例として、学生にも関心が深いと思われる定期試験の点数の分析や、睡眠時間の分析なども行ってコンテンツとした<sup>⑤,⑥</sup>。なお、因果分析には主成分分析などの多変量解析も含むものとする。また、因果関係の分析にはベイジアンネットワークによる手法も知られており、R 言語でこれを行うためには Stan プラットフォームを使用して動作させる必要があるため、この環境も構築した<sup>⑦</sup>。

(4) 我々が従来から行ってきたテンソル分解計算とその教育に関する研究において、本研究では特に後者の必要性により前述のコンテンツ作成に注力したが、テンソル分解についても広く知られるようになってきたため、その計算法や応用についても研究を行って、成果を学習用コンテンツに盛り込むことを試みた。計算法の改良についてはまだ始めたところであるが<sup>⑧</sup>、応用については気象データからの天気予測への応用を行いよい結果を得たので、今後国際会議等への投稿を行う予定である<sup>⑨</sup>。

以上、大規模データ処理・分析の教育のためのコンテンツ作成を行った。その構成は図 4 のようになっている。特に重要となってきたテンソル分解教育では 3D パズルを利用したオンライン教材とし、実際に授業で使用して有効性を確認するなど力を注いだ。また大規模データ処理のための分散処理環境やベイズ統計用の Stan 環境などの環境整備も行い、各種コンテンツ作成を行った。さらに、テンソル分解の応用についてもコンテンツ

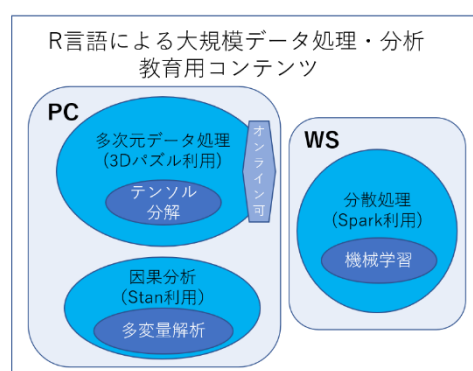


図4 作成したコンテンツの構成

化を目指して取り組んだ。これらの内容は利用環境が異なるので、統合化することは難しいが、各分野において有効に教育用コンテンツとして利用できるものであり、これからのデータサイエンス教育に有用なものであると考えられる。

#### <引用文献>

- ① 教育再生会議：「これからの時代に求められる資質・能力と、それを培う教育、教師の在り方について（第七次提言）」，2015年5月14日。
- ② 村上純，日野満司，山本直樹，石田明男：『統計ソフトRによるデータ活用入門—統計解析の基礎から応用まで』，日新出版，2016。
- ③ 村上純，日野満司，山本直樹，石田明男：『統計ソフトRによる多次元データ処理入門—仮説検定・分散分析・主成分分析』，日新出版，2017。
- ④ 熊本高専ホームページ，イベント・近況報告「ビッグデータ解析関係セミナー開催報告」，<http://www.kumamoto-nct.ac.jp/update/2016/03/bigdata-seminar/>。
- ⑤ 熊本高専ホームページ，イベント・近況報告「くまもと地域創生人材育成プロジェクトのIT研修で本校教員が講師を務めました」，<http://www.kumamotonct.ac.jp/update/2017/07/20170704a/>。
- ⑥ 熊本大学シラバス（2017年度～2020年度），「文系のための数学入門」，<http://syllabus.kumamoto-u.ac.jp/>。
- ⑦ 大隈千春，長岡翔，村上純，山本直樹，石田明男：「計算過程の可視化による高次特異値分解の理解支援システムの開発」，論文集「高専教育」，vol. 38（2015），pp. 129-134。

- ⑧ 石田明男, 山本直樹, 平田将大, 村上純:「高次特異値分解(HOSVD)の計算過程理解を目的とした立体パズルの利用」, 第27回九州沖縄地区高専フォーラム, 2017.
- ⑨ 山本直樹, 石田明男, 平田将大, 村上純:「立体パズルを利用した多次元データ分解手法の理解支援の試み」, 熊本高等専門学校研究紀要, vol. 9 (2018), pp. 67-74.
- ⑩ S. Abe, A. Ishida, J. Murakami, and N. Yamamoto, “Development of Online Learning Materials for Tensor Data Processing Exercises,” International Journal of Information and Education Technology, Vol. 12, No. 3 (2022), pp.194-202.
- ⑪ S. Abe, A. Ishida, J. Murakami, and N. Yamamoto: “Development of Online Learning Materials for Tensor Data Processing Exercises,” International Conference on Networking and Information Technology, Nov. 2021, Macau (online).
- ⑫ 扇塚和希, 石田明男, 村上純, 山本直樹:「 $5 \times 5 \times 5$ の立体電球点灯パズルについて」, 初等数学, vol. 91 (2021), pp.16-19.
- ⑬ 岡田大幸, 山本直樹, 村上純:「R環境におけるSparkを用いた多次元データ処理に関する学習コンテンツの開発」, 令和2年度熊本高等専門学校専攻科特別研究発表会 (2021).
- ⑭ 熊本高専ホームページ, イベント・近況報告「公開講座『R言語を用いてアンケート結果から因果関係を分析してみよう!』を実施しました。(11/30)」, <https://kumamoto-nct.ac.jp/update/2018/12/20181205b/>.
- ⑮ N. Oishi, A. Ishida, N. Yamamoto, J. Murakami, “A Causal Analysis by Structural Equation Modeling of Sleep Monitoring Sensor Data,” International Journal of Electronics and Electrical Engineering, Vol. 8 (2020), No. 3, pp. 58-62.
- ⑯ 石田明男, 山本直樹, 村上純:「共分散構造分析を用いた国立高専学習到達度試験(数学)の分析」, 熊本高等専門学校メガミーティング2022 (2022).
- ⑰ 志水悠真, 村上純, 山本直樹:「StanとRによるベイズ統計の基礎に関する研究」, 令和元年度熊本高等専門学校卒業研究発表会 (2020).
- ⑱ 坂本颯, 村上純:「クロネッカー積を応用したHOSVDの数値計算法に関する研究」, 令和3年度熊本高等専門学校卒業研究発表会 (2022).
- ⑲ 渡邊野々香, 山本直樹:「テンソル分解による気象データの分析に関する研究」, 令和3年度熊本高等専門学校卒業研究発表会 (2022).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計21件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 石田明男, 扇塚和希, 山本直樹, 大石信弘, 村上純	4. 巻 90
2. 論文標題 第87号60頁の4×4×4立方体パズルについて(後編)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 初等数学	6. 最初と最後の頁 18-22
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 N. Yamamoto, A. Ishida, K. Ogitsuka, N. Oishi, J. Murakami	4. 巻 11
2. 論文標題 Development of Online Learning Material for Data Science Programming Using 3D Puzzle	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Information and Education Technology	6. 最初と最後の頁 154-163
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 山本直樹, 石田明男, 大石信弘, 村上純	4. 巻 12
2. 論文標題 マクマホン立方体を用いたテンソルデータ処理に関するデータサイエンス教育の試み	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 熊本高等専門学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 45-48
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 石田明男, 扇塚和希, 山本直樹, 大石信弘, 村上純	4. 巻 89
2. 論文標題 第87号60頁の4×4×4立方体パズルについて(前編)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 初等数学	6. 最初と最後の頁 15-19
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 N. Oishi, A. Ishida, N. Yamamoto, J. Murakami	4. 巻 8
2. 論文標題 A Causal Analysis by Structural Equation Modeling of Sleep Monitoring Sensor Data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Electronics and Electrical Engineering	6. 最初と最後の頁 58-62
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 石田明男, 山本直樹, 大石信弘, 村上純	4. 巻 88
2. 論文標題 多次元データ分解の手法を用いた立体パズルの解法 (その6)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 初等数学	6. 最初と最後の頁 28-32
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 大石信弘, 山本直樹, 石田明男, 村上純	4. 巻 11
2. 論文標題 睡眠見守りセンサーデータの構造方程式モデリングによる因果分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 熊本高等専門学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 83-86
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 山本直樹, 石田明男, 大石信弘, 村上純	4. 巻 11
2. 論文標題 マクマホン立方体を用いたテンソル分解理解支援の教材開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 熊本高等専門学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 79-82
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 N.Yamamoto, A.Ishida, N.Oishi, J.Murakami	4. 巻 10
2. 論文標題 Development of Teaching Tool for Supporting Understanding of Tensor Decomposition Using MacMahon's Coloured Cubes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Information and Education Technology	6. 最初と最後の頁 14-19
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 石田明男, 山本直樹, 大石信弘, 村上純	4. 巻 87
2. 論文標題 多次元データ分解の手法を用いた立体パズルの解法 (その5)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 初等数学	6. 最初と最後の頁 21-25
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 石田明男, 山本直樹, 大石信弘, 村上純	4. 巻 86
2. 論文標題 多次元データ分解の手法を用いた立体パズルの解法 (その4)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 初等数学	6. 最初と最後の頁 20-24
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 山本直樹, 石田明男, 村上純	4. 巻 1
2. 論文標題 テンソル分解プログラミングの理解支援のための立体パズルの利用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ソフトウェア・シンポジウム2019 in 熊本 論文集	6. 最初と最後の頁 115-124
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 石田明男、山本直樹、大石信弘、村上純	4. 巻 84
2. 論文標題 多次元データ分解の手法を用いた立体パズルの解法 (その2)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 初等数学	6. 最初と最後の頁 21-25
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 A. Ishida, N. Yamamoto, J. Murakami, and N. Oishi	4. 巻 Vol. 8, No. 5
2. 論文標題 Solving 3-D Puzzles Using Tensor Decomposition and Application to Education of Multidimensional Data Analysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Machine Learning and Computing	6. 最初と最後の頁 447-453
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 該当する

1. 著者名 山本直樹、石田明男、村上純、大石信弘	4. 巻 10
2. 論文標題 カラーダイスパズルを利用したn-モード行列展開の理解支援アプリの試作	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 熊本高等専門学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 75-78
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 石田明男、山本直樹、大石信弘、村上純	4. 巻 85
2. 論文標題 多次元データ分解の手法を用いた立体パズルの解法(その3)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 初等数学	6. 最初と最後の頁 19-22
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 山本直樹、石田明男、村上純	4. 巻 -
2. 論文標題 テンソル分解プログラミングの理解支援のための立体パズルの利用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ソフトウェア・シンポジウム2019 (SS2019) 論文集	6. 最初と最後の頁 掲載予定
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 山本直樹、石田明男、村上純	4. 巻 13
2. 論文標題 非構造化データのテンソルデータ処理教育への導入事例	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 熊本高等専門学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 59-62
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 S. Abe, A. Ishida, J. Murakami, N. Yamamoto	4. 巻 12
2. 論文標題 Development of Online Learning Materials for Tensor Data Processing Exercises	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Journal of Information and Education Technology	6. 最初と最後の頁 194-202
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 扇塚和希、石田明男、村上純、山本直樹	4. 巻 91
2. 論文標題 5×5×5の立方体電球点灯パズルについて	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 初等数学	6. 最初と最後の頁 16-19
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 大石信弘	4. 巻 13
2. 論文標題 TE科2年生における欠点科目数の因果分析	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 熊本高等専門学校研究紀要	6. 最初と最後の頁 67-70
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計30件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 N.Yamamoto, A.Ishida, K.Ogitsuka, N.Oishi, J.Murakami
2. 発表標題 Development of Online Learning Material for Data Science Programming Using 3D Puzzle
3. 学会等名 2020 11th International Conference on Networking and Information Technology, 2020 9th International Conference on Software and Information Engineering (online) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nobuhiro Oishi, Naoki Yamamoto, Akio Ishida, Jun Murakami
2. 発表標題 A Causal Analysis by Structural Equation Modeling of Sleep Monitoring Sensor Data
3. 学会等名 2020 IEEE 5th International Conference on Big Data Analysis (online) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 N.Yamamoto, A.Ishida, N.Oishi, J.Murakami
2. 発表標題 Development of Teaching Tool for Supporting Understanding of Tensor Decomposition Using MacMahon's Coloured Cubes
3. 学会等名 2019 10th International Conference on Networking and Information Technology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村上純
2. 発表標題 情報リテラシーとしてのR言語による統計教育について
3. 学会等名 ソフトウェア・シンポジウム2019「未来を切り開くソフトウェア教育の可能性を探る」WG
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本直樹, 石田明男, 村上純
2. 発表標題 テンソル分解プログラミングの理解支援のための立体パズルの利用
3. 学会等名 ソフトウェア・シンポジウム2019 in 熊本(SS2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本直樹, 石田明男, 大石信弘, 村上純
2. 発表標題 テンソル分解の理解支援のための行列展開による立体パズルの求解
3. 学会等名 平成30年度(第71回)電気・情報関係学会九州支部連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 A. Ishida, N. Yamamoto, J. Murakami, and N. Oishi
2. 発表標題 Solving 3-D Puzzles Using Tensor Decomposition and Application to Education of Multidimensional Data Analysis
3. 学会等名 2018 10th International Conference on Software Technology and Engineering (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本直樹, 石田明男, 村上純, 岡田大幸, 坂口梨子
2. 発表標題 3-Dパズルを用いたテンソル分解教育の取り組み
3. 学会等名 熊本高専メガミーティング2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村上純, 山本直樹, 石田明男, 大石信弘, 五嶋千賀哉, トゥーグー
2. 発表標題 R言語によるアンケートデータの因果分析の公開講座の取り組み
3. 学会等名 熊本高専メガミーティング2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本直樹, 石田明男, 村上純
2. 発表標題 テンソル分解プログラミングの理解支援のための立体パズルの利用
3. 学会等名 ソフトウェア・シンポジウム2019 in 熊本 (SS2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石田明男, 山本直樹, 村上純
2. 発表標題 共分散構造分析を用いた国立高専学習到達度試験(数学)の分析
3. 学会等名 熊本高等専門学校メガミーティング2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阿部将太、山本直樹、石田明男、村上純
2. 発表標題 テンソルデータ処理プログラミング学習のためのe-Learning教材の開発
3. 学会等名 熊本高等専門学校メガミーティング2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S. Abe, A. Ishida, J. Murakami, N. Yamamoto
2. 発表標題 Development of Online Learning Materials for Tensor Data Processing Exercises
3. 学会等名 2021 12th International Conference on Networking and Information Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔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	石田 明男  (Ishida Akio)  (80633619)	熊本高等専門学校・リベラルアーツ系理数グループ・助教   (57403)	
研究分担者	山本 直樹  (Yamamoto Naoki)  (70259969)	熊本高等専門学校・電子情報システム工学系H Iグループ・教授   (57403)	
研究分担者	大石 信弘  (Oishi Nobuhiro)  (00203703)	熊本高等専門学校・電子情報システム工学系T Eグループ・教授   (57403)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------