

令和元年6月21日現在

機関番号：34416

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K12563

研究課題名(和文)アナリティカルスキル育成のための試行錯誤型データ分析環境の構築

研究課題名(英文)Data Analysis Environment for Fostering Analytical Skills

研究代表者

小尻 智子(Kojiri, Tomoko)

関西大学・システム理工学部・准教授

研究者番号：40362298

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文):アナリティカルスキルはデータを適切に分析し、有用な知見を引き出して活用する能力のことである。このような実践的なスキルは、具体的なデータに対し、一連の分析過程を試行錯誤的に繰り返す中で習得されていく。本研究課題では、アナリティカルスキルの育成に有効なデータ分析の試行錯誤方法およびその支援環境を構築し、有効性を明らかにする。具体的には、感性やメタ認知のような暗黙知を導出するためのデータ分析を対象とし、1.データを試行錯誤的に分析できる環境、2.学習者の試行錯誤の過程を分析してより良い試行錯誤を促進するための支援機能、を持つシステム構築し、その有効性を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来はProject-Based Learning (PBL)や現場での実践をとおして経験的に獲得されてきたアナリティカルスキルに対し、その習得過程を明らかにしたうえでより良い支援方法を提案しようとする点は、過去にみられない独創的な試みである。本研究課題では、メタ認知や感性などの暗黙知の導出を目的としたデータ分析を提案しており、データマイニングや機械学習だけでは対応できない、より高度な情報処理ができるデータアナリストを効率的に育成することが可能になる。

研究成果の概要(英文):Analytical skills are the ability to properly analyze data and to extract and exploit useful findings. Such practical skills are acquired for specific data while repeating a series of analysis processes through trial and error.

The objective of this research is to propose the analysis methods that are appropriate for the target data, which is effective for fostering analytical skills, and establish their support environments.

This research focuses on implicit knowledge as target to derive, such as sensitivity, meta-cognition, and usage of English words. Our research 1) proposed environment where data can be analyzed by trial and error, and 2) constructed a system with support functions to promote better trial and error. Through the evaluation experiment using the constructed systems, we clarified the effectiveness of the analysis method and the support method.

研究分野：学習支援システム

キーワード：アナリティカルスキル データ分析 データ整理 学習支援システム

## 1. 研究開始当初の背景

総務省の情報通信白書[a]でも述べられているように、ビッグデータ時代の到来に伴い、データを統計処理できるだけでなく、そこから有用な知見を引き出すことのできるアナリティカルスキルが要求されている。このような実践に関わるスキルは、実際のデータに対して一連の分析過程を試行錯誤的に繰り返す中で経験的に習得されていくが、分析の試行が不十分であると有効なスキルを身に着けることができない。統計教育分野では、個々の分析手法を教えることが中心となっており[b]、データの特性に応じた分析手法の適用についてはこれまで教授の対象とされてこなかった。一方、教育システム情報学分野において、スキルを支援対象としている研究の多くはスキルを適用した結果に基づいた支援を提供しており、その習得過程に焦点をあてている試みは存在しない。

## 参考文献

- [a] 総務省 | 平成 26 年版 情報通信白書 | データ活用を推進する上での課題,  
<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/html/nc134020.html>
- [b] 吉根勝美:「人数授業を補完する文系大学生向け統計学学習システムの検討」, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.114, No. 82, pp.17-20 (2014).

## 2. 研究の目的

アナリティカルスキルはデータを適切に分析し、有用な知見を引き出して活用する能力のことである。このような実践的なスキルは、具体的なデータに対し、一連の分析過程を試行錯誤的に繰り返す中で習得されていく。本研究課題では、アナリティカルスキルの育成に有効なデータ分析の試行錯誤方法およびその支援環境を構築し、有効性を明らかにする。

## 3. 研究の方法

アナリティカルスキルが必要な様々な場面を設定し、1. データを試行錯誤的に分析できる環境、および 2. 学習者の試行錯誤の過程を分析してより良い試行錯誤を促進するための支援機能、を持つシステム構築する。構築したシステムを用いた評価実験をとおして、アナリティカルスキルの育成に有効なデータの分析方法とその支援方法を明らかにする。

## 4. 研究成果

### 【美的感性認識のための芸術作品分析システム】

芸術活動の上達には、感性を自己認識したうえで洗練する必要がある。しかし、感性は暗黙的であり、認識することが困難である。一方、感性は気に入っている作品に反映されていると考えられる。気に入っている作品に共通してみられる特徴を分析することができれば、感性を認識できる。本研究課題では、自身の美的感性を認識するために、自身の創造したたくさんの芸術作品を分析する手法を提案した。

作品は気に入るか気に入らないかの 2 種類ではない。気に入っている作品の中でもさらに気に入っているものとそうでないものに分類され、それらがさらに気に入っているものとそうでないものに分類される。この分類の過程を繰り返し、各グループの共通点を見出すことが、感性認識のための試行錯誤である。本研究課題では、このような芸術作品の繰り返しの分類作業を可能とするため、グループを分類したものを木構造で管理する手法を提案し、その手法を実現できるシステムを構築した。なお、システムの対象となる芸術作品を写真とした。

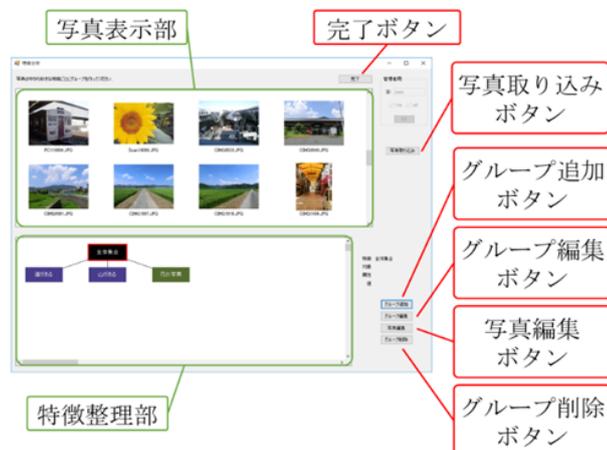


図 1 美的感性の認識支援システム

図 1 にシステムのインタフェースを示す。写真取り込みボタンにより分類する写真を取り込むと、写真表示部に表示される。これらの中で好きなものを選択し、グループ編集ボタンを押すことで、グループを生成できる。生成されたグループは、もとの写真集合を表すグループの子ノードとして生成される。特徴整理部では、構成されたグループ間の関係を見ることができる。

図 1 にシステムのインタフェースを示す。写真取り込みボタンにより分類する写真を取り込むと、写真表示部に表示される。これらの中で好きなものを選択し、グループ編集ボタンを押すことで、グループを生成できる。生成されたグループは、もとの写真集合を表すグループの子ノードとして生成される。特徴整理部では、構成されたグループ間の関係を見ることができる。

本学の学生 10 名を対象に、構築したシステムの評価実験を行った。あらかじめ用意した 174

枚の写真を見てもらい、自身が良いと思う写真の一般的な特徴（感性）を自由記述で回答してもらった。次に、システムを使用して、174 枚の写真を好みに応じて整理してもらった。その結果、システムの使用後に感性に関する記述が増加した協力者が6名いた。また、「みどりがメインで自然の写真」という特徴を発見した写真群に対して、システム使用後は新たに「空がきれい」、「花が存在する」、「赤い花」という、異なる特徴を発見することができていた協力者もいた。よって、特徴を木構造でまとめることはこのように詳細な特徴発見に有効であると考えられる。

【メタ認知モニタリング方略への気づきのための学習者／指導者の視線情報の分析システム】

本研究では、文章読解における視線情報にはメタ認知モニタリングの一端が反映されているという研究仮説を設定し、学習者と指導者の論文読解における視線情報の差異や視線の遷移からメタ認知モニタリングへの気づきを促すシステムを提案した。



図2 文章読解における視線情報の可視化システム

図2にシステムのインタフェースを示す。本システムはセンサで取得した学習者と指導者の視線情報の可視化方法を2種類保持している。一つは語句を見た回数の可視化である。図2は視線を見た回数による可視化であり、図2aはそれぞれの語句に対して学習者・指導者が視線を向けた回数がヒートマップとして表示されており、それらを見比べることができるようになっている。図2bは両者の視線回数を重畳表示させたものとなっている。これらに加え、指導者の視線箇所の動きを表示するインタフェースを構築した。もう一つは語句を見た順番の可視化である。このインタフェースでは、指導者の視線の移動に応じて順番に文字がハイライトされるようになっている。

教員1名、教員と同じ研究室の大学生3名を実験協力者とし、大学生を学習者、教員を指導者として実験を行った。学習者の書いた1000文字程度の研究の抽象度を指導者に見てもらい、視線の移動を計測した。学習者には、ヒートマップ対比、ヒートマップ重畳、視線の移動の可視化インタフェースを見てもらい、文章の読み方に関して気づいたことを記述してもらった。その結果、ヒートマップ対比を観察させることで、提出時の読解では違和感が生じていなかった文章に対して、学習者のメタ認知モニタリングが活性化されることが示唆された。また、視線の遷移を観察させることで、指導者の読解意図をある程度推察できることが示された。しかし、実験協力者が回答した「文章の読み方」を指導者に見てもらった結果、すべて指導者の意図を反映していないものだということが明らかになった。視線情報を組合せた静的な可視化のみでは、メタ認知モニタリングの活性化に限界があることが示唆された。

【英単語の用例理解のための用例の分析支援システム】

同じ日本語訳に対する英語表現は多数存在している。例えば、「つくる」という日本語訳となる可能性のある英単語には、“create”、“generate”、“bake”等が挙げられる。これらの単語は、例えば“bake”は「パンやケーキを焼くとき」に用いるといったように、それぞれに使用可能な状況が存在する。個々の英単語を習得して自身で使い分けができるようになるためには、用例を分析し、それぞれの使用可能な状況を理解する必要がある。本研究では英単語の使用可能な状況を理解するために、用例を分析する手法を提案し、分析方法を陽に行うことのできるシステムを構築した。

個々の学習単語が使用可能な状況は、用例中に現れる他の英単語で表現されている。したがって、学習単語の用例に存在する英単語を抽出し、複数の用例に存在する英単語を抽象化した形で理解できれば、学習単語の使用状況を一般的な知識として習得できる。そこで、学習単語の用例中に出てくる他の英単語を学習者自身の言葉で抽象化して整理できる環境を提供する。また、抽象化したい語の意味を取得できる機能を付加することで、抽象化が困難な学習者も支

援する。

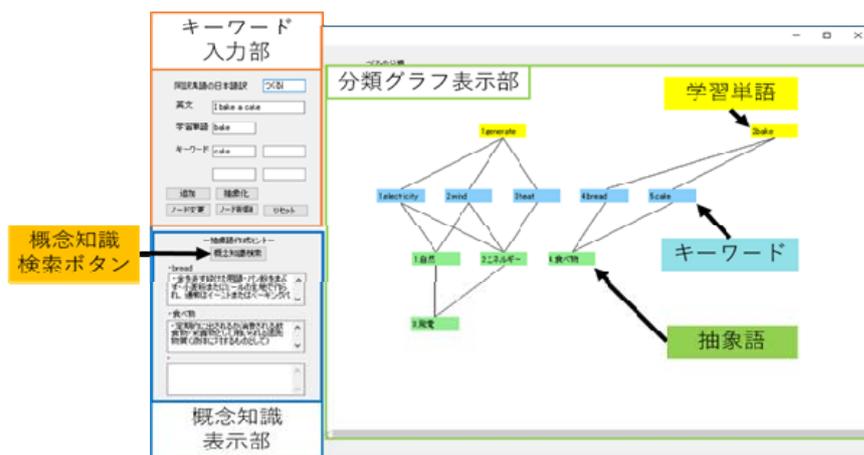


図3 文章読解における視線情報の可視化システム

図3に構築したシステムのインタフェースを示す。学習単語と、キーワード、抽象語を入力していくことで、語の抽象語をグラフ形式で整理していけるようになっている。一方、抽象語を容易に作成するためには、学習者が抽象化した語の意味を知っている必要がある。また複数の語から抽象語

を生成する場合、それらの単語に共通して見られる概念に気づく必要がある。本研究では概念辞書の WordNet を用いた単語の意味の検索機能を導入し、語の意味の理解を促進する。概念知識検索ボタンを押すと、単語の意味の検索用のインタフェースが表示される。検索したい語を入力して検索ボタンを押すと、概念知識表示部に検索結果が表示されるようになっている。

同じ日本語訳を持つ動詞のペアとその用例を複数用意し、大学生8名にシステムを用いて学習してもらった。システムを使う前と使った後に、個々の単語を使った穴埋め問題と、学習単語の用例を説明する記述問題をテストとして与えた。その結果、本システムを用いて学習することで、穴埋め問題も記述問題も正答率が向上した。この結果よりシステムを用いて英単語と共にでてくる語を抽象化することは、使用状況を考えることを促し、英単語の理解に効果があるといえる。一方、抽象語検出機能については、使用した4人中3人が新たな抽象語を導出することができていた。これらの実験協力者はシステムを使用することで抽象語の作成が容易になったと述べており、本機能は抽象語の作成に有効であったことがわかる。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 3 件)

1. Atsushi Ashida, Tomoko Kojiri: “Plot-creation Support with Plot-construction Model for Writing Novels”, Journal of Information and Telecommunication, Vol.3, No.1, pp.57-73 (2018) 査読あり
2. 小尻智子, 渡邊雄大: “話題の論理モデルに基づいたプレゼンテーションのコンテンツ・マップ作成支援システム”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J101-D, No.6, pp.884-894 (2018) 査読あり
3. Yuta Miki, Tomoko Kojiri, “Historical Event-Based Story Creation Support System for Fostering Historical Thinking Skill”, Transactions on Engineering Technologies, pp.367-382 (2017) 査読あり

[学会発表] (計 25 件)

1. 松岡知希, 林佑樹, 瀬田和久: “省察的思考と研究資料作成の往還による自己内対話支援システム”, 教育システム情報学会特集論文研究会 (2019)
2. Tomoko Kojiri, Takushi Yamada: “Generalization-based Learning Support System for Understanding Way to Use English Words”, International Conference on Computers in Education (2018)
3. Tomoko Kojiri, Kouta Nishimura: “Reading Support System of Based on Hierarchical Contents Map”, International Interdisciplinary Symposium on Reading Experience & Analysis of Documents (2018)
4. 芦田淳, 小尻智子: “小説執筆を対象とした質問提示型アイデア導出支援”, 教育システム情報学会全国大会 (2018)
5. 塩谷賢司, 小尻智子, 徳竹圭太郎: “推論能力育成のための試行錯誤的な解法マップ作成環境の構築”, 情報処理学会第80回全国大会 (2018)
6. 山田拓史, 小尻智子: “英単語の意味理解のため用例抽象化支援”, 第8回知識共創フォーラム (2018)
7. 上坂誠信, 小尻智子: “感性洗練のための嗜好整理と嗜好発見支援システム ~ 写真

- を対象として ～”，電子情報通信学会教育工学研究会（2018）
8. Atsushi Ashida, Tomoko Kojiri: “Question-based Idea Generation System for Writing Novels”, International Symposium on Educational Technology (2018)
  9. Nozomu Fukumura, Tomoko Kojiri: “Understanding Support System for Kansei of Teacher in Fashion Domain”, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (2018)
  10. 荻野了, 林佑樹, 瀬田和久: “視線情報を活用したメタ認知的学びの長期実践”, 教育システム情報学会特集論文研究会（2018）
  11. 荻野了, 林佑樹, 瀬田和久: “自作文章と視線情報に基づくメタ認知的推察活動の実践”, 第8回知識共創フォーラム（2018）
  12. Ryo Ogino, Yuki Hayashi, Kazuhisa Seta: “Enhancing Metacognitive Inference Activities Using Eye-movements on One’s Academic Paper”, 10th Workshop on Technology Enhanced Learning by Posing/Solving Problems/Questions in conjunction with 25th International Conference on Computers in Education (2017)
  13. Tomoko Kojiri, Nanaho Goda, Keitaro Ishihara: “Nonverbal Behavior Analysis for Job Interview Training Support System”, 6th Asian Conference on Information Systems (2017)
  14. 山田拓史, 小尻智子: “用例の抽象化に基づいた英単語学習支援システム”, 教育システム情報学会第42回全国大会（2017）
  15. Tomoko Kojiri, Yoshihiro Adachi: “How We Improve Sense of Beauty? Kansei Improvement Process and Its Support System”, 19th International Conference on Human-Computer Interaction, Human Interface and the Management of Information 2017（2017）
  16. Atsushi Ashida, Tomoko Kojiri: “Plot-Creation Support System for Writing Novels”, 5th International Conference on Computer Science, Applied Mathematics and Applications (2017)
  17. Yuki Hayashi, Aoi Sugimoto, Kazuhisa Seta: “Accessible Multimodal-interaction Platform for Computer-supported Collaborative Learning System”, 11th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (2017)
  18. 合田七穂, 石原圭太郎, 小尻智子: “非言語情報の特徴分析に基づいた就職面接練習支援システム”, 電子情報通信学会教育工学研究会（2017）
  19. 足立祥啓, 小尻智子: “芸術活動支援のための美的感性洗練支援システム”, 電子情報通信学会教育工学研究会（2017）
  20. 谷口博紀, 林佑樹, 瀬田和久, 小川修史: “特別支援教育実践者と情報技術者の知識共創モデルの構築と実践に向けて”, 第7回知識共創フォーラム(2017)
  21. Tomoko Kojiri, Yuta Watanabe: “Contents Organization Support for Logical Presentation Flow”, 14th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence (2016)
  22. 林佑樹, 瀬田和久, 池田満: “視線情報に着目した思考プロセス分析ツールの開発”, 第30回人工知能学会全国大会（2016）
  23. 荻野了, 林佑樹, 瀬田和久: “自作論文を対象とした視線情報に基づく思考モニタリング活動の活性化に向けて”, 教育システム情報学会全国大会（2016）
  24. 荻野了, 林佑樹, 瀬田和久: “視線情報を活用した主体的学びのデザインに向けてーメタ認知モニタリング方略への気づきの活性化ー”, 電子情報通信学会教育工学研究会（2016）
  25. Yuki Hayashi, Kazuhisa Seta and Mitsuru Ikeda: “Ontology-based Systemization Approach to Capture Meta-level Thinking Processes from Gaze Behaviors”, 24th International Conference on Computers in Education (2016)

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年：

国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等  
特になし

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：瀬田 和久

ローマ字氏名：Kazuhisa Seta

所属研究機関名：大阪府立大学

部局名：人間社会システム科学研究科

職名：教授

研究者番号（8桁）：50304051

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。