

国際 ICT 利用研究学会

第 17 回 IIARS 研究会
講演論文集

2025 年 3 月 9 日

Zoom 開催

International ICT Application Research Society

Proceedings of
the 17th IIARS Workshop

9, March 2025

Venue : Zoom

第 17 回 国際 ICT 利用研究学会 研究会

下記のように第 17 回研究会を Web 開催しますので、ご案内申し上げます。

今回も集合開催は中止し、Web 上での開催を実施します。この Web での講演・聴講によって本研究会が成立したものいたします。

本研究会の講演論文集は後日 OnLine edition: ISSN 2432-7956 として Web 上に置きます。また、会員により発表された内容で、あらためて投稿された後、査読を経た論文（非会員共著者は 1 名まで）については、Transactions of the IIARS (IIARS 研究会論文誌) Vol.4 No.2, もしくは Journal of IIARS (IIARS 学術研究論文誌) Vol.7 No.2 以降に掲載します。

山下倫範（立正大学）

日時 2025 年 3 月 9 日（日） 12:29－

会場 Zoom（会員には直接お知らせいたします。また非会員でも参加ご希望の方は office@iiar.org までご連絡下さい。Zoom 情報をお知らせいたします。）

参加費 無料

プログラム

12:29

開会挨拶 次郎丸 沢（OME）

第 1 セッション（12:30－13:24；次郎丸 沢（OME））

12:30－12:48

噴火災害（溶岩流）発生時における災害時要援護者の避難課題に関する一考－静岡県御殿場市を対象として

○川島 稜矢，白木 洋平（立正大学）

12:48－13:06

ChatGPT API と RPA（Microsoft Power Automate for Desktop）を用いた Excel 自動入力の比較

○鎌田 光宣（千葉商科大学）

13:06－13:24

オントロジー活用のための Java アプリケーションの作成

○永田 清（大東文化大学）

13:24－13:30 休憩

第 2 セッション（13:30－14:24；永田 清（大東文化大学））

13:30－13:48

長野県千曲川流域市町村における災害危険度調査とハザードマップの現状について

○中村 洋介，織田 智也（福島大学）

13:48－14:06

フィリピン大での IAR2025 について

○Fidel Nemenzo（フィリピン大）

14:06－14:24

芝浦工業大学における ICT を活用した教育の取り組み

○山澤 浩司（芝浦工業大学）

14:24－14:30 休憩

第 3 セッション（14:30－15:24：田中 敏幸（慶應義塾大））

14:30－14:48

データドリブンな課題解決力を育成するデータサイエンス教育の実践

○加納 久子（明海大学）

14:48－15:06

データサイエンス学部に於ける数学教育－ワリスの公式の形式化と教育的示唆－

○渡瀬 泰成（立正大学）

15:06－15:24

原摩訶大将棋の復刻および同時手番制の試み

○高見 友幸（大阪電気通信大学）

15:24－15:30 休憩

第 4 セッション（15:30－16:06：鎌田 光宣（千葉商科大学））

15:30－15:48

熊谷市におけるスマートクールシティの取り組み

○白木 洋平（立正大学）

15:48－16:06

n -竜王問題の解の個数の母関数について

○宮田 大輔（千葉商科大学），山下 倫範（立正大学）

16:06－16:10 休憩

第 5 セッション（16:10－17:04：高見 友幸（大阪電気通信大学））

16:10－16:28

大学データサイエンスリテラシー教育における高校情報旧課程学習者から見た新課程への対処

○鈴木 次郎（信州大学）

16:28－16:46

法学部におけるデータサイエンス教育

○木川 裕（日本大学）

16:46－17:04

医療系養成課程における数理・データサイエンス・AI 教育プログラムの取り組み

○田中 雅章（愛知医療学院大学）

17:04

閉会挨拶 高見 友幸（大阪電気通信大学）

The 17th IIARS Workshop

We are pleased to announce that the 17th Workshop will be held via the web as follows.

The workshop will not be held as a group meeting, but will be held on the Web.

The proceedings of this workshop will be posted on the web as OnLine edition: ISSN 2432-7956. The papers presented by IIARS members that have been submitted for review (up to one non-member co-author) will be published in Transactions of the IIARS No.5 or Journal of IIARS Vol.7 No.2 or later.

YAMASHITA Michinori (Rissho Univ.)

Date and time: March 9, 2025 (Sun.) 12:29 a.m. –

Venue : Zoom (Members will be notified directly. Non-members who wish to attend should contact office@iiar.org for Zoom information.)

Admission: Free

Program

12:29

Opening Remarks : JIROMARU Taku (OME, Inc.)

1st session (12:30 – 13:24, Char.: JIROMARU Taku (OME, Inc.))

12:30 – 12:48

Study on the Evaluation of Volcanic Disaster Prevention Map Focusing on People in Need of Assistance during Disasters - Case Study of Gotemba City, Shizuoka Prefecture -

○KAWASHIMA Ryoya, SHIRAKI Yohei (Rissho Univ.)

12:48 – 13:06

Comparison of ChatGPT API and RPA (Microsoft Power Automate for Desktop) for Automated Excel Entry

○KAMATA Mitsunobu (Chiba University of Commerce)

13:06 – 13:24

Creating Java applications for ontology utilization

○NAGATA Kiyoshi (Daito Bunka Univ.)

13:24 – 13:30 Break

2nd session (13:30 – 14:24, Char.: NAGATA Kiyoshi (Daito Bunka Univ.))

13:30 – 13:48

Current situation of a disaster degree of risk surveys and hazard maps in municipalities along the Chikuma River in Nagano Prefecture

○NAKAMURA Yosuke, ODA Tomoya (Fukushima Univ.)

13:48 – 14:06

On IAR2026 in the Philippines

○NEMENZO Fidel (Univ. of the Philippines)

14:06 – 14:24

Educational initiatives using ICT at Shibaura Institute of Technology

○YAMAZAWA Hiroshi (Shibaura Institute of Technology)

14:24 – 14:30 Break

3rd session (14:30 – 15:24; Char.: TANAKA Toshiyuki (Keio Univ.))

14:30 – 14:48

Practices in Data Science Education for Fostering Data-Driven Problem-Solving Skills

○KANO Hisako (Meikai Univ.)

14:48 – 15:06

Mathematics Education in Data Science Departments: Formalization of Wallis' Formulas and Educational Implications.

○WATASE Yasushige (Rissho Univ.)

15:06 – 15:24

Restoration of original Maka large shogi and an attempt to play games with simultaneous moves

○TAKAMI Tomoyuki (Osaka Electro-Communication Univ.)

15:24 – 15:30 Break

4th session (15:30 – 16:06; Char.: KAMATA Mitsunobu (Chiba University of Commerce))

15:30 – 15:48

Smart Cool City initiatives in Kumagaya City

○SHIRAKI Yohei (Rissho Univ.)

15:48 – 16:06

On the number of symmetric solutions to the n -kings problem

○MIYATA Daisuke (Chiba University of Commerce), YAMASHITA Michinori (Rissho Univ.)

16:06 – 16:10 Break

5th Session (16:10 – 17:04; Char.: TAKAMI Tomoyuki (Osaka Electro-Communication Univ.))

16:10 – 16:28

Adaptation of university data science literacy education to the new curriculum from the perspective of high school old curriculum learners

○SUZUKI Jiro (Shinshu Univ.)

16:28 – 16:46

Data Science Education in Law Schools

○KIGAWA Yutaka (Nihon Univ.)

16:46 – 17:04

Initiatives for Mathematical Data Science education program(MDS) in Healthcare Professional Training Curricula

○TANAKA Masaaki (AICHI Medical College of Rehabilitation)

17:04

Closing Remarks TAKAMI Tomoyuki (Osaka Electro-Communication Univ.)

噴火災害（溶岩流）発生時における災害時要援護者の避難課題に関する一考察

—静岡県御殿場市を対象として—

川島 稜矢 白木 洋平
立正大学 データサイエンス学部

キーワード：災害時要援護者，救助活動可能者，溶岩流，地理情報システム

1 はじめに

たとえば，2022 年に 235 回，2023 年に 215 回の噴火を記録している鹿児島県桜島の南岳や[1]，噴火警戒レベルの引き上げがなされないまま噴火し，死者・行方不明者合わせて 63 名をもたらした 2014 年の長野県御嶽山[2]などといった近年における山々の噴火活動からもわかる通り，日本は世界有数の火山大国として知られている。火山が噴火する前には地震や地殻変動，火山ガスの増加など，いわゆる予兆や前兆がある場合もあるものの，水蒸気噴火と呼ばれる突発性の噴火現象があることも知られていることから，早急に防災意識向上や避難に関する施策を検討・実施することが重要となってくる。このような施策を検討する上では，噴火発生時には地域住民同士の助け合い，いわゆる共助が重要となってくることが指摘されている[3]。しかしながら，わが国は地方の高齢化という大きな問題を抱えており[4]，災害時に救助活動を行うことが可能な人材（本研究では，救助活動可能者と記す）が地方においては不足しているという問題が発生している。

静岡県と山梨県の県境に位置する富士山は，2013 年 6 月 22 日に世界文化遺産に登録されて以降，日本のみならず海外からも多くの観光客が訪れており（2024 年の登山者数は 204,316 人[5]），わが国の代表的な山の一つとして知られているが，過去には甚大な噴火災害をもたらしたことがわかっている。たとえば，864 年（貞観 6 年）に発生したいわゆる貞観大噴火では富士山の北西斜面から溶岩が噴出し，当時存在した湖（せの海）の分

断を引き起こしている。また，1707 年（宝永 4 年）に発生したいわゆる宝永大噴火では火山灰が遠く離れた江戸にまで届いたことが知られている[6]。このような背景から，現在においては行政が各災害の予想被害を示した「御殿場市富士山火山防災マップ」を作成し，緊急時に適切な対応を行えるよう住民に開示を行っている[7]。しかしながら，御殿場市富士山火山防災マップは被害状況の予測については記載されているものの，具体的な避難方法や災害時要援護者の情報については記載されていない（本研究における「災害時要援護者」の定義は内閣府によって HP に公開されている「これまでの災害時要援護者の避難対策」に準ずる定義，すなわち「必要な情報を迅速かつ的確に把握し，災害から自らを守るために安全な場所に避難するなどの災害時の一連の行動をとるのに支援を要する方々」のことをいい，主に妊産婦等、乳幼児、外国人、障害者、高齢者を指す）[8]と同意であることを追記する）。また，富士山噴火時の対応として「御殿場市富士山火山避難計画」[9]もあるが，これについては災害時要援護者を具体的に明記し，車を持つ市民が救助活動可能者として対応するとの記載はあるものの，救助活動可能者がどのように災害時要援護者に対応するかについては記載されていない。

そこで本研究では，災害時要援護者の避難課題について考察を行うことを目的として，前述した宝永大噴火にて壊滅的被害を被った御殿場市を研究対象地域，また同様の噴火災害に伴う溶岩流が発生した場合を想定し，①災害時要援護者の分布

について明らかにするとともに、②「溶岩流到達時間」、「救助活動可能者」、「避難場所までの距離」の情報を考慮して、溶岩流が発生した場合における災害時要援護者が住んでいる地域の危険度（地域危険度）について避難の実現性も含めた解析を行うこととした。なお本研究では、災害時要援護者のうち事例として高齢者（75 歳以上）のみとしたことを追記する。

2 研究対象地域の概要

御殿場市は静岡県東部に位置し、富士山と箱根山に挟まれている緑豊かな高原都市として知られている。観光地としては富士山や箱根山のみならず御殿場アウトレットモールや時之栖といった商業施設もあり、観光地としての知名度も高い。しかしながら、過去には宝永の大噴火にて壊滅的な被害を被った土地でもあり、したがって市内には溶岩流の浸食によってできた風穴が各所に存在する。また、地形的な特徴としては起伏に乏しい緩やかな傾斜地となっている。人口分布の特徴は、標高が低い地域（南北方向）に人口が密集しており、特に JR 御殿場駅周辺は、高い人口密集度となっている。

3 研究方法

3.1 災害時要援護者分布図の作成

災害時においては、災害時要援護者の避難に時間を要することが考えられる。そのため、どの地域にどれだけの災害時要援護者が存在するのか可視化を行うことは、防災基礎情報として極めて重要となってくる。本研究では、まず政府統計ポータルサイトの統計地理情報システム (<https://www.e-stat.go.jp/gis>) から国勢調査の人口及び世帯の 5 次メッシュ (250m メッシュ) と 5 次メッシュのシェープファイルをダウンロードし、このデータと地理情報システム（以下、GIS と表記する）を利用して地図化を行った。

3.2 災害時要援護者が住んでいる地域の危険度(地域危険度)の抽出

本研究における地域危険度の定義は、「災害時要援護者が大規模災害発生時にどの程度避難することが困難であるか」を指す。これを知るために、

まず「溶岩流到達時間」、「避難場所までの距離」、「救助活動可能者」について、各情報を上述した 250 メッシュ内に格納することとした。なお、「溶岩流到達時間」については、既存のハザードマップの「溶岩流が到達すると予想される時間」について GIS を用いたデジタイズをすることで情報を得ている。また、「避難場所までの距離」については、GIS を用いて各メッシュにおける中心点を算出し、中心点から最寄りの避難所までの道路データを用いた最短経路を求めることで情報を得ている。「救助活動可能者」については、そのままの情報を用いずに「救助活動可能者数÷災害時要援護者」の計算を行うことで、災害時要援護者 1 人当たりの救護活動可能者数を算出し、これを利用している。なお、救助活動可能者については 15 歳から 60 歳までの男女として定義している。これらの情報をグラフに表示することで、災害時要援護者が住んでいる地域の危険度（地域危険度）の抽出を行った。

4 結果

図 1 から図 3 に年齢別の災害時要援護者の分布を示す。これによると、すべての年齢区分において御殿場市街を中心に広く分布しているものの、最も富士山に近い地域の場合においては 2 時間以内に溶岩流が到達する可能性も示唆されている。また、郊外では避難場所と避難場所の間隔が極めて遠く、避難場所から離れている地域があることを読み取ることができる。

次に、「溶岩流到達時間」、「避難場所までの距離」、「救助活動可能者」によって得られた情報から作成した、災害時要援護者が住んでいる地域の危険度（地域危険度）について GIS で表示したものを図 4 に示す。これによると、富士山に近い地域ほど地域危険度は高い傾向がある。一方で、これらの地域においては適切な避難場所を設置することで避難距離を短くすることができ、救助活動可能者の対応も容易にすることができる可能性もある。

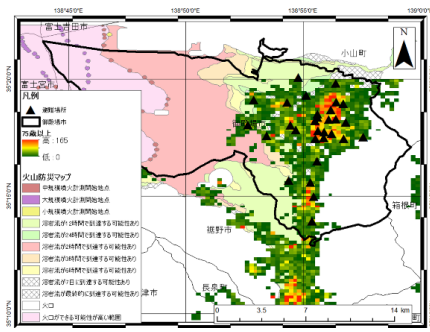


図 1. 災害時要援護者（75 歳～84 歳）の分布

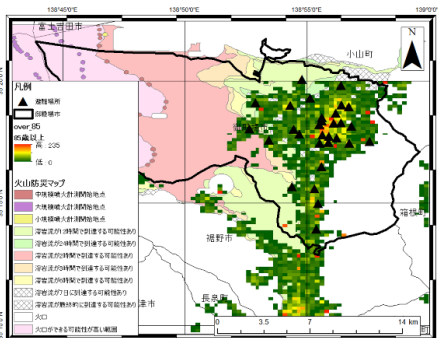


図 2. 災害時要援護者（85 歳～94 歳）の分布

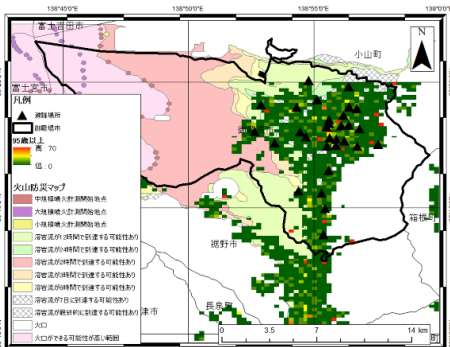


図 3. 災害時要援護者（95 歳以上）の分布

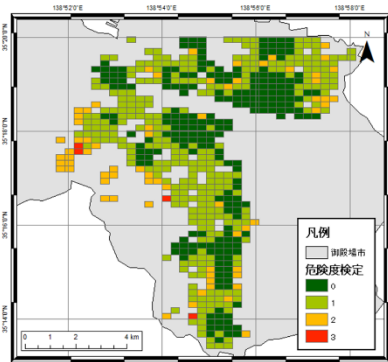


図 4. 災害時要援護者（75 歳～84 歳）の分布

5 まとめと今後の課題

本研究では、「溶岩流到達時間」、「救助活動可能者」、「避難場所までの距離」の情報を考慮して、溶岩流が発生した場合における災害時要援護者が住んでいる地域の危険度（地域危険度）について避難の実現性も含めた解析を行うこととした。その結果、以下のことが明らかとなった。①高齢者は御殿場市全域に分布しており、市街地から離れるほど救助活動可能者も少なくなっていく、あわせて避難場所も少なくなっていくという現状が把握できた。②富士山に近ければ近いほど（郊外）、地域危険度が高くなることがわかった。以上から、地域危険度を下げるためには郊外において避難場所を増設することが良いと考えられる。

また、本研究では地域住民の連携による災害時要援護者への支援（共助）が必須という前提があるため、日ごろから地域住民同士密接な関わりを持ち、災害時に適切な避難支援ができるようにしてなくてはならない。なお、本研究では溶岩流のみを対象としたが、噴火時には溶岩流以外にも噴石や火砕流などの災害も考慮する必要がある。また、外国人居住者や観光客などの避難計画を認知していない人たちについても、災害時要援護者の枠組みに入れて考察する必要があると考えられる。

参考文献

- [1]鹿児島地方気象台：桜島の月別噴火回数，http://www.jma-net.go.jp/kagoshima/vol/data/skr_erp_num.html（閲覧日：2024 年 10 月 27 日）
- [2]内閣府：御岳山噴火を踏まえた今後の火山防災対策の推進について，https://www.bousai.go.jp/kazan/suishinworking/pdf/20150326_hokoku.pdf（閲覧日：2024 年 10 月 27 日）
- [3]内閣府：平成 26 年版防災白書，<https://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h26/honbun/index.html>（閲覧日：2024 年 11 月 10 日）
- [4]国土交通省：東京一極集中の現状と課題，<http://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/content/001390443.pdf>（閲覧日：2024 年 10 月 27 日）
- [5]環境省：2024 年夏期の富士山登山者数について，https://kanto.env.go.jp/press_00089.html（閲覧日：2024 年 10 月 27 日）

- [6]静岡県：富士山の噴火史について，<https://www.city.fuji.shizuoka.jp/safety/c0107/fmervo00000xtb.html>（閲覧日：2024年10月27日）
- [7]御殿場市：御殿場市富士山火山防災マップ，<https://www.city.gotemba.lg.jp/anzen/kanri/assets/uploads/2022/02/8af3a56af28f7a4bc6981db34c875a93.pdf>（閲覧日：2024年10月27日）
- [8]内閣府：これまでの災害時要援護者の避難対策，<https://www.bousai.go.jp/jishin/tsunami/hinan/4/pdf/sub1.pdf>（閲覧日：2024年10月27日）
- [9]御殿場市：富士山火山避難計画，<https://www.city.gotemba.lg.jp/anzen/kanri/assets/uploads/2016/02/gotembashi-hujisankazanhinankeikaku.pdf>（閲覧日：2024年10月27日）
- [10]国勢調査の基本に関する Q&A（回答），<https://www.stat.go.jp/data/kokusei/qa-9.html>（閲覧日：2024年12月14日）

ChatGPT APIとRPA（Microsoft Power Automate for Desktop）を用いたExcel自動入力の比較

鎌田光宣

千葉商科大学

kamata@cuc.ac.jp

要旨 本研究では,Excel に記載された質問を ChatGPT に入力し,その応答を再び Excel に記録する自動化プロセスについて,ChatGPT API を用いた方法と RPA（Microsoft Power Automate for Desktop）を用いた方法の2つを比較検討する.比較項目として,導入の容易さ,実装の手順,処理速度,コスト,エラー処理のしやすさなどを挙げ,それぞれの手法のメリット・デメリットを明確にする.本研究の成果は,ChatGPT を業務で活用する際に,どの方法を選択するべきかの判断基準となることを目的とする.

キーワード ChatGPT, API, RPA, Excel 自動入力, 業務自動化

1 ChatGPT の有料版と無料版の違い

ChatGPT には無料版と有料版（ChatGPT Plus）が存在し,それぞれ利用できる機能や性能に違いがある.有料版は月額料金を支払うことで,より高度な AI モデルや優先的なアクセス権を得られるのに対し,無料版は一定の制限のもとで利用できる仕様となっている.

無料版では,主に GPT-3.5 が利用可能であり,基本的な対話や情報検索,文章生成が可能である.しかし,アクセスが集中する時間帯には応答速度が低下し,場合によっては利用制限がかかることもある.また,高度な処理を必要とする長文生成や専門的な内容の回答では,精度に限界が見られることがある.

一方,有料版（ChatGPT Plus）では,最新の AI モデルである GPT-4 が利用可能である.GPT-4 は,GPT-3.5 と比較して応答の精度が向上し,より自然で論理的な文章生成が可能である.また,GPT-4 Turbo という高速かつ効率的なバージョンが提供されており,従来よりも高速なレスポンスが得られる.有料版では,利用可能なトークン（処理できる文字数）の制限が緩和され,長文の入力や複雑なタスクの処理がスムーズに行える.さらに,サーバー負荷が高い時間帯でも優先的にアクセスできるため,安定した環境で利用できる.[1]

料金については,ChatGPT Plus は月額 20 ドル（日本円で約 3,000 円前後）で提供されており,個人利用においても比較的手頃な価格で高度な AI 機能を利用できる.一方で,無料版はコストをかけずに利用できるが,処理能力や応答速度に制限があるため,頻繁に ChatGPT を活用する場合は有料版の方が利便性が高い.

2 ChatGPT API の特徴と仕組み

ChatGPT API とは,OpenAI が提供する対話型 AI の機能を外部システムと連携させるためのプログラムインターフェース（API）である.この API を利用することで,既存のアプリケーションや業務システムに AI による自然言語処理を組み込むことができる.特に,テキストデータの処理を自動化する用途に適しており,カスタマーサポート,コンテンツ生成,データ分析など多岐にわたる場面で活用されている.[2]

ChatGPT API の最大の特徴は,REST API 形式で提供されていることである.これにより,HTTP リクエストを送信することで応答を取得でき,主要なプログラミング言語（Python,JavaScript,Java など）と容易に統合できる.また,クラウドベースのサービスであるため,ローカル環境に AI モデルを導入する必要がなく,インターネット経由で利用できる.これにより,開発や運用の手間を削減しつつ,最新の AI 技術を活用することが可能となる.（表 1）

ChatGPT API を利用するには,まず API キーを取得し,それをリクエストヘッダーに含めて送信することでアクセスが可能となる.リクエスト時には,入力テキスト（プロンプト）に加え,いくつかのパラメータを設定することができる.[3]

料金体系は従量課金制となっており,リクエスト数や生成されるトークン（単語単位の処理量）に応じて費用が発生する.そのため,小規模なプロジェクトではコストを抑えながら運用することが可能であるが,大規模な運用ではコスト管理が重要となる.また,利用制限として API の

表 1: API (Python) と RPA (Power Automate for Desktop) の比較

項目	API (Python)	RPA (Power Automate for Desktop)
実装の容易さ	事前にプログラムを作成する必要があるが, ChatGPT で補助可能	ローコードで実装可能だが, GUI 操作の安定性に欠ける
処理速度	高速	比較的遅い
コスト	API の利用料がかかる	RPA ツールのライセンス料がかかる場合あり
安定性	API の仕様がかわらない限り安定	UI の変更やネットワーク環境によって動作が不安定になる可能性がある

リクエスト数に制約があるため, 高頻度なアクセスが必要な場合は適切なプランの選択や負荷分散の工夫が求められる。

3 RPA

RPA (Robotic Process Automation) とは, 業務プロセスを自動化するためのソフトウェア技術であり, 定型的な作業をコンピュータ上で自動実行する仕組みである。これにより, 人が手作業で行っていた反復的な業務を効率化し, 人的ミスの削減や作業時間の短縮を実現できる。

RPA は主に, データ入力, ファイル操作, ウェブサイトからの情報取得, メールの送受信, アプリケーション間のデータ連携など, ルールが明確で繰り返し発生する作業に適用される。従来, こうした業務の自動化にはプログラミングが必要とされたが, RPA ツールを利用することで, プログラミングの知識がなくても視覚的な操作で業務フローを作成できるようになった。[4]

Microsoft Power Automate for Desktop は, Microsoft が提供する RPA ツールの一つであり, デスクトップ上での操作を自動化するための機能を備えている。特に Windows 環境との親和性が高く, Excel, Outlook, Teams などの Microsoft 製品と容易に連携できることが特徴である。また, ウェブブラウザの操作やファイルの処理, システム間のデータ転送など, 幅広い業務を自動化することが可能である。

Power Automate for Desktop では, GUI (グラフィカル・ユーザー・インターフェース) を用いたノーコード・ローコード開発が可能であり, マウスのクリック操作やキーボード入力の記録, 条件分岐やループ処理などを視覚的に設定できる。これにより, プログラミングの専門知識がないユーザーでも, 直感的に業務の自動化シナリオを構築できる。

例えば, Excel に記載されたデータを基に特定のウェブサイトから情報を取得し, その結果を Excel に入力する作業があるとする。通常, この作業は手作業で行う必要があるが, Power Automate for Desktop を利用すれば, ウェブブラウザの操作を自動化し, 指定された条件に基づいてデータを抽出し, Excel に書き込む処理を完全に自動化できる。これにより, 作業時間の大幅な短縮と業務の正確性向上が期待できる。

4 実験方法

4.1 データの準備と採点用プロンプト

Excel に記載された複数の質問を ChatGPT に入力し, その応答を Excel に自動入力するプロセスを, ChatGPT API を利用する方法と RPA (Microsoft Power Automate for Desktop) を利用する方法の 2 つで実施し, それぞれの違いを比較する。比較項目としては, 実装の容易さ, 処理速度, コストなどを評価する。

まず, 実験用の Excel データを作成する。A 列には質問を記載し, B 列にはそれに対応する ChatGPT の回答を記録しておく。全体のプロセスとしては, Excel のデータを取得し, ChatGPT に送信し, その応答を Excel に書き戻すという一連の処理を自動化する。

データセットの生成にも ChatGPT を活用した。課題内容として「SDGs の 17 目標のうち, 関心があるものを一つ選び, それが私たちの日常生活にどのように関係しているかを説明すること。また, 選んだ目標の達成に向けて個人としてどのような行動ができるかも提案すること。合わせて 800 字程度とする。」を設定し, レポートを作成した。

採点用のプロンプトとして, 与えられたテーマに対してレポートが適切かつ重要な情報を含んでいるかを詳細に指示した。また, ChatGPT は過去の会話を踏まえた回答



図 1: RPA(Microsoft Power Automate) のフロー

を出力することがあるため、回答のたびに初期化するプロンプトを追加し、点数のみを回答するように指示した。

4.2 API を利用

Python を用いて OpenAI の ChatGPT API を呼び出す。API の呼び出しには openai ライブラリを利用し、pandas を用いて Excel データを操作する。

手順としては以下の通りである。

1. API キーを取得し、Python 環境を設定する
2. Excel ファイルを開き、A 列の質問を取得する
3. 取得した質問を API リクエストとして ChatGPT に送信する
4. API のレスポンスを受け取り、B 列に書き込む
5. 処理が完了した Excel ファイルを保存する

4.3 RPA (Microsoft Power Automate for Desktop) を利用

この方法では、Microsoft Power Automate for Desktop を用いて、手作業で行う操作を RPA で自動化する。

手順としては以下の通りである。(図 1)

1. Power Automate for Desktop を起動し、新しいフローを作成する
2. Excel の A 列の質問を読み取る
3. Web ブラウザを起動し、ChatGPT の Web ページにアクセスする
4. 入力ボックスに質問を入力し、送信ボタンをクリックする
5. ChatGPT の応答を取得し、B 列に書き込む
6. 全ての質問に対して同様の処理を繰り返し、Excel を保存する

両手法について、導入のしやすさやコストの観点から比較を行う。

5 実験結果

5.1 API を利用

API を利用した方法では、プログラムの作成が必要となる。しかし、プログラミングの多くの部分を ChatGPT

に任せることで、コードの作成自体の負担は軽減された。一方で、いくつかの課題も見受けられた。まず、API の利用申請と API キーの取得が必要であり、これには一定の手間がかかる。また、API の利用には追加の料金が発生するため、大量のデータ処理を行う場合にはコストの増加が懸念される。しかしながら、処理速度は比較的高速であり、1 件ずつ処理する場合でも短時間で Excel に応答を記録することが可能であった。このように、API を利用した方法は、一度実装すれば自動化の精度が高く、安定した動作が期待できるものの、初期設定の手間やランニングコストが発生する点がデメリットとして挙げられる。(図 2)

API の利用料金は、入力および出力のトークン数に基づいて計算される。トークンとは、単語や文字の一部を指し、英語では 100 万トークンが約 75 万単語に相当する。日本語の場合、英語と比べて 1 文字あたりのトークン数が増えるため、コストの見積もりには注意が必要である。

ChatGPT-4o の API を利用してレポートを採点する場合、コストは以下のように計算される。なおレポート、レポート採点基準、ChatGPT の役割を含めて 1 通あたり 4,000 字とする。

- 入力トークン：約 2,000 トークン（100 万トークンあたり 5 ドル）→ \$0.01
- 出力トークン：仮に 1,000 トークン（100 万トークンあたり 15 ドル）→ \$0.015
- 合計コスト：\$0.025（約 3.75 円/1 レポート）（1 ドル＝150 円換算）

以上のことから、ChatGPT-4o を用いた大量のレポート採点では、処理回数とコストのバランスを考慮する必要がある。

5.2 RPA (Microsoft Power Automate for Desktop) を利用

RPA を利用する方法では、ローコードで作業の流れを記述できるため、プログラミングの知識が少なくても実装が可能であった。しかし、実際に運用してみるといくつかの問題が発生した。特に、ChatGPT の出力画面が安定しないため、特定の要素を正確にクリックすることが困難であった。また、入力や出力の判定が不安定であり、意図しない部分が選択されることがあった。さらに、API を利用する場合と比較して処理速度が遅いことも確認された。RPA は、ブラウザの GUI 操作を自動化する手法であるため、環境の変化に弱いという課題がある。また、有料版

	A	B	C
1	SDGsの17	SDGs(持続	83点
2	SDGsの17	SDGs(持続	82点
3	SDGsの17	私が関心	85点
4	SDGsの17	私はSDGs	82点
5	SDGsの17	SDGs(持続	82点
6	SDGsの17	私が関心	86点
7	SDGsの17	持続可能	80点
8	SDGsの17	SDGs(持続	85点
9	SDGsの17	選んだSD	85点
10	SDGsの17	持続可能	78点
11	SDGsの17	SDGs(持続	82点
12	SDGsの17	持続可能	85点
13	SDGsの17	SDGsの17	88点
14	SDGsの17	SDGs(持続	82点
15	SDGsの17	SDGsの日	88点

図 2: API を用いた場合の採点結果

であっても 1 時間あたり 50 回の制限があり、大量の処理を短時間で実行する用途には適していないことが分かった。加えて、処理の正確性を確保するための調整に時間がかかる点も問題となった。(図 3)

6 考察

本実験では、ChatGPT API と RPA (Microsoft Power Automate for Desktop) を利用し、Excel 上のデータを基に ChatGPT へ問い合わせを行い、その応答を自動入力するプロセスを比較した。その結果、総合的な使い勝手や処理効率の観点から、API を利用した方法の方が優れていることが明らかとなった。

まず、API は一度実装すれば高い精度で安定した動作を維持できる。API の利用には事前の申請やキーの取得が必要であり、初期設定には一定の手間がかかるものの、一度環境を整えれば、処理の正確性や安定性が保証される。また、処理速度も高速であり、大量のデータを効率よく処理できる。API の利用には従量課金制のコストが発生するが、そのコストは処理の安定性や効率の向上によって十分に相殺されることが考えられる。

一方で、RPA を利用した方法では、画面操作の不安定さが大きな課題となった。ChatGPT の出力画面が変動することで、特定の要素を正確にクリックできない、入力や出力の判定がずれるといった問題が発生し、結果として作業の調整に多くの時間を要した。さらに、処理速度も API に比べて遅く、有料版であっても 1 時間あたり 50 回の制限

	C	D	E
3	私に関心を	**85点**	
4	私はSDGs(	**得点: 88点**	
5	SDGs (持	**採点結果: 85点**	
6	私に関心を	**採点結果: 88点**	
7	持続可能な	**採点結果: 88点**	
8	SDGs (持	**採点結果: 88点**	
9	選んだSDC	80点	
10	持続可能な	**採点結果: 86点**	
11	SDGs (持	**採点結果: 88点**	
12	持続可能な	**採点結果: 82点**	
13	SDGsの17	**得点: 88点**	
14	SDGs (持	85点	

図 3: RPA を用いた場合の採点結果

- [4] 岩崎 将大, 山口 晃弘, 原沢 陵央, “今すぐ使えるかんたん Power Automate for desktop 完全ガイドブック”, 技術評論社, 2023

があるため, 大量のデータ処理には向いていない. 加えて, 環境の変化に弱いため, システムや UI の更新が発生するたびに, ワークフローの修正が必要になるというデメリットも大きい.

これらの点を総合的に考慮すると, 長期的な視点では API を利用する方が, 安定した運用が可能であり, 作業効率の向上につながる. RPA はプログラミングの知識がなくても導入しやすいという利点があるものの, 運用時の不安定さや制限の多さを考えると, 大量のデータ処理を伴う業務には適していないといえる. 特に, 処理の正確性や効率を求める場合, API を活用する方が確実であり, 結果としてコストが低く抑えられる選択肢である.

参考文献

- [1] “Hello GPT-4o”, <https://openai.com/index/hello-gpt-4o/>, (2024 年 11 月 22 日閲覧)
- [2] Ming Liu, Ran Liu, Ye Zhu, Hua Wang, Youyang Qu, Rongsheng Li, Yongpan Sheng, Wray Buntine, “A Survey on the Real Power of ChatGPT”, <https://arxiv.org/abs/2405.00704> (2025 年 2 月 19 日閲覧)
- [3] Team Braze, “「ChatGPT API」について徹底解説! 使い方や利用料金, 使用する際の注意点について”, <https://www.braze.com/ja/resources/articles/chatgpt-api>, (2025 年 2 月 19 日閲覧)

オントロジーを活用した JavaFX プログラミング

永田 清

大東文化大学 経営学部

nagata@ic.daito.ac.jp

キーワード オントロジー, SPARQL, JavaFX プログラミング

1 はじめに

Tim Berners-Lee 等によって提唱された Semantic Web [2] の概念は, Web 上の様々な情報を機械的に処理する枠組みを提供し, それによって大量かつ多様なデータの意味を考慮した処理システムの開発を可能にするものである [3]. 全体のレイヤー構成を表すものは Semantic Web Layer Cake, または Semantic Web Layer Stack などと呼ばれている (図 1).

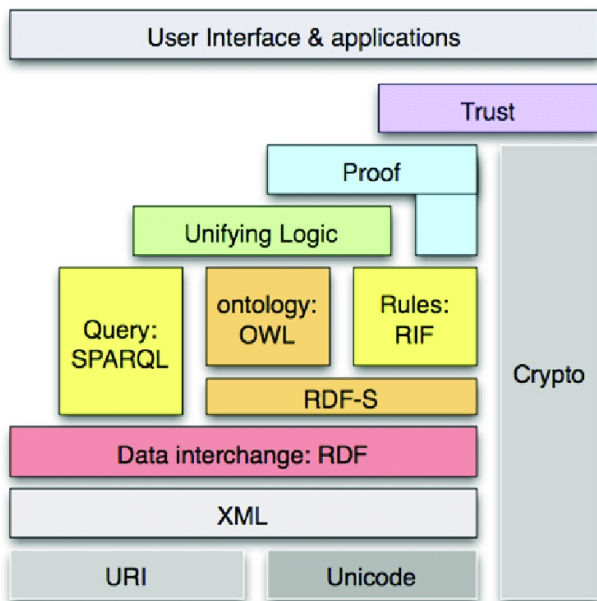


図 1: Semantic Web "Layer Cake" (Berners-Lee & Swick, 2006)

Layer Cake において, 最下層の URI (Uniform Resource Identifier) や XML (eXtensible Markup Language) などは, 統一された情報の表現法であり, アプリケーション作成のために必要な技術は中間層に示され, これらは W3C によって標準化されている. RDF (Resource Description Framework) はいわゆる Triple Graph 形式で情報を表現するための枠組みを提供し, そのための基本言語

は RDFS (RDF Schema) によって与えられる. RDFS を拡張し, RDF 構文に対しより深い意味を与えるものとして OWL (Web Ontology Language) があり, 論理表現に基づいて Semantic Web の有理性などを提供している. それらは N-Triples 形式として記述されるが, より簡潔な Turtle 形式なども使われる.

Turtle やその他の形式で表されたオントロジーファイルは, Web 上の様々な場所に存在し, 巨大なデータベースと考えることが出来るが, それらから必要とする情報を取得するには, RDB (Relational Data Base) に対する SQL (Structured Query Language) に相当する問合せ言語が必要になる. SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language) は, その為に開発され W3C の RDF Data Access Working Group (DAWG) によって標準化された言語であり, いくつかのアプリケーション開発環境から利用することが出来る.

本研究では, JavaFX による Window アプリケーションプログラムにおいて, SPARQL を介してオントロジーファイルを操作し, 結果を表示する一連の流れを確認し, 実際に情報セキュリティ分野のアプリケーションプログラムを作成する為の課題を明らかにする.

全体の流れは次のようになっている. 次節では, オントロジーに関する一般的な事柄を示し, 作成のためのソフトウェアなどについて述べる. 3 節では, SPARQL の簡単な説明と例を示す. 4 節では, JavaFX の説明と, SPARQL 対応の Java 言語 API ライブラリである Apache Jena について, その概要と注意点を述べる. 5 章では, 実際にオントロジーを利用した Window アプリケーションプログラムを作成し, その結果を考察する. 最終節は, 結論と今後の課題である.

2 オントロジー (Ontology)

この節では, オントロジーの概念と, 既存のオントロジーおよび実際に作成するためのソフトウェアなどを紹介する.

2.1 オントロジーの概念

“オントロジー”という言葉は哲学から借用されたもので「存在の体系的な説明」と定義されているが、Thomas R. Gruber [4] によれば、知識ベースシステムにおける「存在する」とはまさに表現できるものであり、その意味で「オントロジーとは概念化の明示的な仕様である」と考えられる。

“An ontology is an explicit specification of a conceptualization.”

また、オントロジーの開発における一般的な目標の1つは、人々やソフトウェアエージェントの間で情報の構造に関する共通の理解を共有することである。Natalya Noy と Deborah McGuinness はオントロジー開発のガイド [10] を発表した。そこではオントロジーは、ドメイン内で情報を共有する必要がある研究者のための共通語彙として定義され、ドメイン内の基本概念とそれらの間の関係の機械解釈可能な定義が含まれる。また彼らは、オントロジーを開発する理由として以下のようなものを挙げている。

- 人々やソフトウェアエージェントの間で情報の構造に関する共通の理解を共有する
- ドメイン知識の再利用を可能にする
- ドメインの仮定を明示的にする
- ドメイン知識を運用知識から分離する
- ドメイン知識を分析する

Hendler [5] は、セマンティックウェブの観点から、オントロジーが一連の知識セットを提供することに注目し、特定のタスクやドメインに関する語彙や簡単な推論規則を含む基本概念の集合であると考えた。

2.2 既存オントロジーと作成

オントロジーは、世の中に存在する知識や語彙を PC などの機械が処理するために、概念を定式化し、インターネット上を介するアクセスと処理を可能にする。実際、さまざまな種類のオントロジーが作成されており、汎用的なものは想定したドメインに特化するように改変し、再度公開することで再利用を促している。

Dublin Core¹は Web 上のリソースのメタデータを記述するもので、1995 年に米国ダブリンで開発され、電子書

¹<https://www.dublincore.org/>

籍やジャーナルなどのタイトル、著者、日付、キーワード、言語といった書誌情報やファイル形式を記述するための基本プロパティを含んでいる。

FOAF(Friend Of A Friend)²は、その名称からも分かるように人やグループなどに関する情報を記述するもので、人物、グループ、組織といったクラスと、それらの属性を表す名前、勤務先、参加したプロジェクト、ホームページなどをそのプロパティとして含んでいる。

CContology(Customer Complaint Ontology)³は、オンラインビジネスなどでカスタマーサポートに対応するために開発されたもので、苦情問題、苦情解決、苦情申立人、苦情受理者、「ベストプラクティス」などの苦情処理ルールの分類などから構成され、ヨーロッパの 11 言語に対応している。

LKGontology(Legal Knowledge Graph Ontology)⁴は、Lynx ドキュメント と呼ばれる法務知識グラフに含める価値のあるコンプライアンス関連のドキュメントを表現する目的で、ELI (European Legislation Identifier) のメタデータ要素を多用して作成されている。

医学や生理学関連のオントロジーも多く開発され、有償のものが多いようであるが、公開されたいくつかの論文 [11] からオントロジーを作成することが可能である。また BioPortal サイト⁵には、さまざまな種類のオントロジーが登録されているので、ここから目的のものをダウンロードすることもできる。例えば、CARO(The Common Anatomy Reference Ontology) は、さまざまな種類の既存の解剖学オントロジー間の相互運用性を促進するために開発され、新しい解剖学オントロジーを構築するためのテンプレートを提供している。

組織構造や情報セキュリティ管理の分野でのオントロジーと関連する論文と実際のオントロジーをいくつか紹介する。

Edlira Kalemi と Edlira Martiri は [7]、FOAF オントロジーを基に学術機関の人やコミュニティとそれらの性質を考察し、オントロジーを作成した⁶。

情報リスクに対する IT 資産オントロジーについて、A. Kayode Adesemowo 等は情報資産を“人”、“ネットワーク”、“サービス”、“データ”、“ハードウェア”、“ソフトウェア”、および“情報”に分割して、作成するオントロジーを提案している [1]。

Sweden, Linköpings 大学の Almut Herzog 等は、資産、

²<http://xmlns.com/foaf/spec/>

³<https://www.jarrar.info/CContology/>

⁴<https://lynx-project.eu/doc/lkg/>

⁵<https://bioportal.bioontology.org/ontologies/>

⁶<https://vocab.org/aiiso/>

脅威, 脆弱性, 対策の他, 機密性や整合性といったセキュリティ目標達成のための防御戦略を含む “Cyber Security Ontology” を提案した [6]. これらを参照して作成された 4 種類の OWL 形式オントロジーがネット上に置かれている⁷.

既存のオントロジーを組合せ, 修正や追加を行うことで独自のオントロジーを作成するためのアプリケーションソフトウェアとして Protégé があり, Free Open Source としてダウンロード可能である⁸. また, Natalya F. Noy 等は Protégé を使ったオントロジー作成の基本をガイドブック [10] にまとめており, そこではワインに関するオントロジー作成を例として取り上げている. 図 2 は, “Cyber Security Ontology” を取り込んで, クラスの第 3 レベルまでを表示し, それらの関係を OntoGraf によって表示したものである. 矢印の多くはサブクラス関係を表しているが, 別の Property を表すものもあり, マウスを使ってその内容を表示できる.

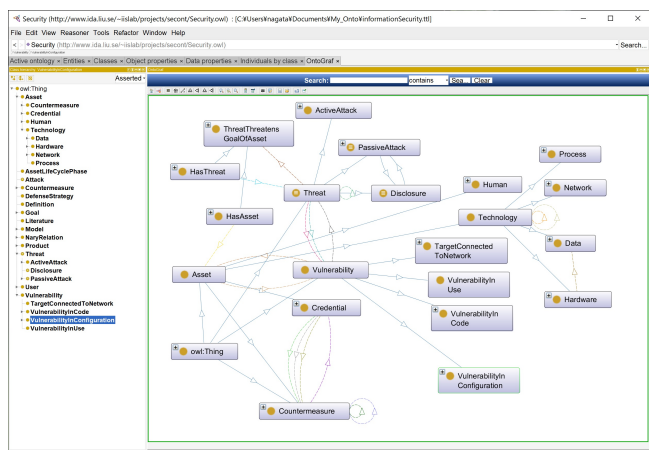


図 2: Protégé に Cyber Security Ontology を取り込んだクラス階層

図 3 は Threat と Vulnerability の関係を表した Triple Graph で, 下の黒点線は以下のような Turtle 形式 RDF に対応している.

```
@prefix : <http://www.ida.liu.se/~iislab/projects/secont/Security.owl#>.
:Vulnerability :enablesThreat :Threat .
```

このように, 実際に作成されるオントロジーには, 階層構造を持ったクラスの集合, 属性を表すプロパティ (Slot), クラスのインスタンス (インディビジュアル) などがあり, それらが主語, 述語, 目的語の組である Triple Graph によって表されている.

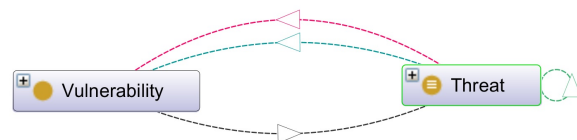


図 3: Threat と Vulnerability の関係

オントロジー作成手法に関しても, 汎用的なもの [8] や各ドメイン (領域) ごとのものなどが論文で示されているが, 基本的には以下の手順で行うことになる.

1. 対象とするドメインを決定する
2. どのような問いに答えるものを作成するかを決めるために, 所謂 Competency Question を作成する
3. クラスとそれらの階層構造を決定する
4. 述語に対応するプロパティを, 定義と地域を含めて作成する
5. オントロジー全体に論理的矛盾がないかを確認する
6. クラスのインスタンスを作成する
7. 作成したオントロジーを Trurtle 形式などのファイルに保存する

上記 3 以降は Protégé において比較的簡単に作成することができ, 特に論理的矛盾やサブクラスの定義域設定などは Reasoner と呼ばれる機能を使うことで達成できる.

残念ながら Protégé の一般的な使い方を詳しく解説した本は見当たらないが, GitHub にダウンロード, インストール, およびオントロジー作成手順を含めた解説があり, Youtube へのリンクも張られている⁹. また, Youtube 上にはその他の解説動画¹⁰もあり, 英語ではあるが基本的な操作は分かるようになっている.

3 SPARQL

オントロジーは Triple Graph による RDF モデルという一種のデータベースであるが, そこから必要なものを取り出すためには問合せ言語 (Query Language) による処理が必要である. SPARQL は, それを可能にするもので, W3C で標準化されている¹¹. 基本的には SELECT で抽出する Triple の要素を, WHERE で Triple に対す

⁷<http://www.ida.liu.se/divisions/adit/security/projects/secont/>

⁸<http://protege.stanford.edu/>

⁹<https://protegeproject.github.io/protege/getting-started/>

¹⁰<https://www.youtube.com/watch?v=bpjMYBc98bk>

¹¹<https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

る条件を記述し、CONSTRUCT を使って新しい Triple を生成する。図 4 のような Triple Graph の集まりに対応する RDF は次のようになる。(_:a のように記されているものは名前付けされない匿名の空白ノードであり、またインスタンスは四角で表されている。)

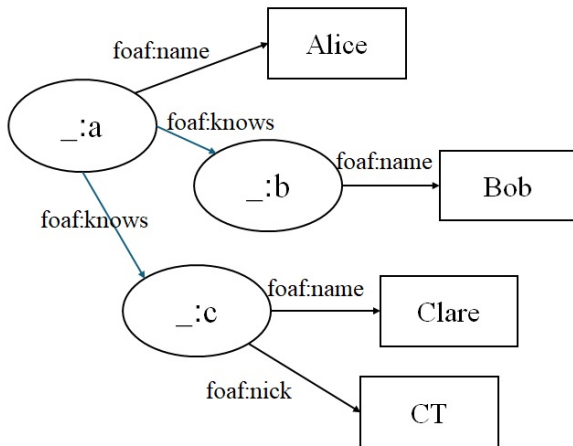


図 4: 空白ノードを含む Triple Graph

```

@prefix foaf:<http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
_:a foaf:name "Alice" .
_:a foaf:knows _:b .
_:a foaf:knows _:c .
_:b foaf:name "Bob" .
_:c foaf:name "Clare" .
_:c foaf:nick "CT" .
  
```

上記 RDF から名前 (name) とニックネーム (nick) を抽出する SPARQL 文は次のようになる。

```

PREFIX foaf:<http://xmlns.com/foaf/0.1/>
SELECT ?nameX ?nameY ?nickY
WHERE
{
  ?x foaf:knows ?y ;
    foaf:name ?nameX .
  ?y foaf:name ?nameY .
  OPTIONAL { ?y foaf:nick ?nickY }
}
  
```

ここで、変数は “?” で始まり、OPTIONAL は条件が成り立つ場合、つまり ?y に対応する空白ノードがニックネームを持つ場合にだけ、その値を変数 ?nickY に入れる。この他にも FILTER, BIND, VALUES, LIMIT, ORDERED BY, DISTINCT, GROUP BY, SUM, COUNT などいくつかの用語や関数があるが、Javaなどでプログラムを作成する場合は、取り込んだデータをそちらで処理することも出来る。

4 JavaFX プログラミングと Apache Jena

Turtle形式のオントロジーがあり、そこから必要なデータを問合せる SPARQL が作成できれば、それを Java の Window アプリケーションに落とし入れることになる。Javaにおける Window アプリケーション作成には、Swing か JavaFX ライブラリを用いることが多いが、私見では JavaFX の方が使い勝手が良いようである。ここでは統合環境として Eclipse を使うが、JavaFX は JDK11 以降 JDK(Java Development Kit) から削除されてしまい Java 自体の Version が新しいとそのままでは使えない。一方、Java から SPARQL のコマンドを動かすには Apache Jena を使うことになるが、こちらは古い Version の Java では動かない。

解決手段として、OpenJFX を外部ライブラリとして使うこととし、その際の若干の注意事項を以下の 4.1 に示す。

4.1 OpenJFX の環境構築

まず、JavaFX ホームページ (<https://openjfx.io/>) の “Download” をクリックすることによって、各プラットフォームに対応した SDK(zip ファイル) をダウンロードして適当な場所に解凍する。Eclipse を起動してプロジェクトを作成したら、[Window] → [Preferences] → [Java – BuildPath – UserLibraries – New...] の手順で UserLibrary(“JavaFX”) を新しく作成する。次に、このライブラリに [AddExternalJARs...] からダウンロードしたフォルダの “lib” フォルダに移動し、全ての “jar” ファイルをライブラリに取り込んで適応させる。

プロジェクトを右クリックして表示されるプルダウンから [BuildPath] → [ConfigureBuildPath...] で表示されるウィンドの “Libraries Path” タブから “Classpath” を選び、[AddLibrary] → [UserLibrary] から JavaFX を登録する。(“Classpath” でうまくいかない場合は “ModulePath” で試す)

JavaFx 対応のクラスを作成し、[Run] → [Configurations...] の “(x)=Arguments” タブにおける “VM arguments:” に以下を追加する。(ただし ” 内は JavaFx のライブラリフォルダの場所を指定)

```

--module-path "C:\Program Files\
Java\javafx-sdk-23.0.1\lib" --add-modules
javafx.controls,javafx.fxml
  
```

4.2 Apache Jena の環境構築とオントロジー利用

Apache Jena の環境構築も JavaFX の場合と同様であり, Apache Jena ホームページ (<https://jena.apache.org/>) から “Download” をクリックし, 各プラットフォームに対応した Jena zip ファイル (2025 年 3 月現在 “jena-5.3.0-source-release.zip”) をダウンロードして適当な場所に解凍する. 以下ライブラリの作成から “Classpath” への登録まで同様の手順で行うことができる.

実際のプログラム作成に関してはページ https://jena.apache.org/tutorials/rdf_api.html#preface を参照すればよいが, 例として以下に第 3 節で示した名前とニックネームを取得するものを示す.

```
public static void main(String[] args) {
    FileManager.get().addLocatorClassLoader(
        ⇒ JenaTest.class.getClassLoader());
    Model model=FileManager.get().loadModel
        ⇒ ("C:\\short.ttl");
    String queryStr=genQueryStr(
        ⇒ "C:\\test.rdf");
    Query query=QueryFactory.create(queryStr);
    QueryExecution qexec=QueryExecutionFactory.
        ⇒ create(query, model);
    try {
        ResultSet results=qexec.execSelect();
        while(results.hasNext()) {
            QuerySolution soln=results.nextSolution();
            // Resource org=soln.getResource("x");
            Literal nameX=soln.getLiteral("nameX");
            Literal nameY=soln.getLiteral("nameY");
            Literal nickY=soln.getLiteral("nickY");
        }
    }finally {
        qexec.close();
    }
}
```

基本的には, Model でオントロジーの Turtle ファイル (“C:short.ttl”) から “model” を, SPARQL ファイル (“C:test.rdf”) からの “queryStr” を使って Query クラスのオブジェクトを作成し, それらを QueryExecution のコンストラクタに与えてオブジェクト “qexec” と作る.

検索されたデータは Result クラスのオブジェクト “results” に取り込まれるので, QuerySolution のオブジェクト “soln” で順次取得してメソッド getLiteral(literal 要素の場合) で Literal オブジェクトに入れる. もしも, ここで返ってくるものがリソースならば Resource クラスのオブジェクトに入れることになる. Literal の場合も文字列として表示するときは .toString で文字列に変換することになる.

5 Window アプリケーションの作成

情報セキュリティポリシー作成がためにオントロジーを活用することを提案した [9]. 図 5 は, そのイメージであり, 組織の特性に対応したオントロジーを読み込み基本ポリシーテンプレートに反映させるように設計されている. 反映させるデータは, 組織構造, 管理体制, 責任の所在, および重要情報資産などであるが, 今回は特に情報資産をオントロジーから抽出し, チェックボックスとして提示する部分を実装する.

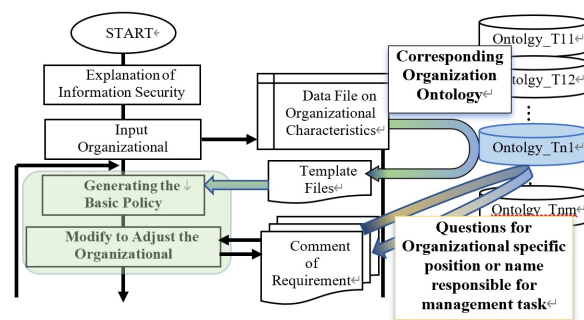


図 5: オントロジーを組込んだ情報セキュリティポリシー作成システム概念

テストケースなので, これまで作成してきたものとは分離して実行を検証することとした. 図 6 は, 初期画面で処理の流れを解説し, [StartProgramme] ボタンを押すと組織プロファイルのファイル指定を行うようになっている (図 7).

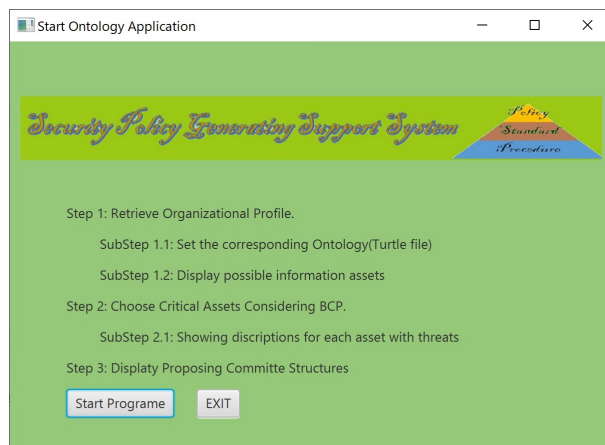


図 6: オントロジー処理のための初期画面

選択された組織プロファイルに対応するオントロジー Turtle ファイルが読み込まれ, Asset の上位第 3 階層までの情報資産を取り出し, チェックボックスとして配置し

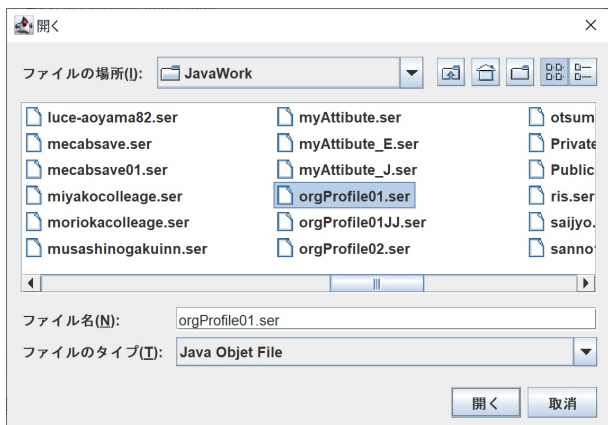


図 7: 組織プロファイルを選択

たものが図 8 であり，その上には組織プロファイルを表示している。

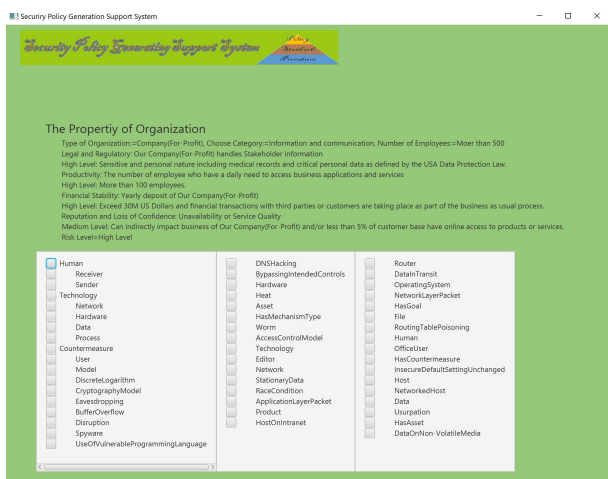


図 8: 情報資産から重要資産候補を選択

6 結論と今後の課題

オントロジーを活用した JavaFX によるウィンドウアプリケーションプログラム作成の流れを示し，実際に簡単なアプリケーションプログラムを作成した．ここで使ったオントロジーは，2.2 で述べた Cyber Security Ontology をそのまま読み込んだので，組織プロファイルにおける組織分類と直接関係がないものである．

また，図 2 のように，情報資産が Asset クラス以外と複雑に結びついていること，hasTreat プロパティによる関係設定が分かりにくいことなどから，思うような結果を表示してくれないことが分かった．これらのことと Competency Question を参考に，組織プロファイルは反映し

たオントロジーの作成が必要である．

参考文献

- [1] Adesemowo, A.K., von Solms, R. and Botha, R.A., ITAOFIR: IT Asset Ontology for Information Risk in Knowledge Economy and Beyond. In: Communications in Computer and Information Science, vol 630, Springer, Cham. pp 173–187 (2016), https://doi.org/10.1007/978-3-319-51064-4_15
- [2] Berners-Lee, T., Hendler, James, and Lassila, Ora, The Semantic Web, Scientific American. Vol. 284, no. 5. pp. 34–43 (2001)
- [3] Cregan, A. M., Overview of Semantic Technologies, In book: Handbook of Ontologies for Business Interaction, pp. 1-20 (2007)
- [4] Gruber, T. R., A Translation Approach to Portable Ontology Specifications, Knowledge Acquisition, Vol. 5, (2), pp. 199-220 (1993), doi: 10.1006/knac.1993.1008
- [5] Hendler, J., Agents and the Semantic Web, IEEE Intelligent System, 16(2), pp. 30-37 (2001)
- [6] Herzog, A., Shahmehri, N., and Duma, C., An Ontology of Information Security. International Journal of Information Security and Privacy (IJISP), 1(4), pp. 1-23 (2007), <https://doi.org/10.4018/jisp.2007100101>
- [7] Kalemi, E., and Martiri, E., FOAF-Academic Ontology: A Vocabulary for the Academic Community, Proceedings of Third International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (Fukuoka, Japan, 2011), pp. 440-445 (2011)
- [8] Nicola, A. D., Missikoff, M. Navigli, R., A software engineering approach to ontology building, Information Systems, Volume 34, Issue 2, pp. 258-275 (2009), ISSN 0306-4379, <https://doi.org/10.1016/j.is.2008.07.002>.
- [9] Nagata, K., Automatic Generating System of Information Security Policy, Athens Journal of Technology and Engineering - Volume 10, Issue 4, pp. 227-236 (2023)
- [10] Noy, N. F., and McGuinness, D. L., Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology, Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 (2001)
- [11] 古崎 晃司, 国府 裕子, 周 俊, 今井 健, 大江 和彦, 溝口 理一郎, 「臨床医学オントロジーの構築とその基本思想」, 人工知能学会第二種研究会資料, 2008 巻, SWO-019 号, pp. 0901-0907, ISSN 2436-5556, https://doi.org/10.11517/jsaisigtwo.2008.SWO-019_09

長野県千曲川流域 市町村における 災害危険度調査と ハザードマップの 現状について

中村洋介、織田智也
(福島大学)

写真：令和元年東日本台風による
千曲川堤防決壊地点の様子(長野市)
(毎日新聞,2019)



はじめに

近年、地震や大雨などによって引き起こされる災害が後を絶たない。特に**長野県**では、右図のように火山噴火、地震、洪水等**様々な災害が短期間**で発生している。

そのため、日ごろからハザードマップなどの**情報を基に備えること**や、**過去の災害からどのような被害を受ける可能性があるのか**知ることが重要である。

→ 2つの調査から、**ハザードマップに必要な情報、早期の避難行動**につながるハザードマップについて考える。

長野県で発生した主な災害	被害
平成18年豪雨	死者10人、住家全壊30戸
平成26年御嶽山噴火	死者 58人 、行方不明者5人
平成26年神城断層地震	住家全壊81戸、半壊175戸
平成26年梨子沢土石流災害	死者1人、住家全壊10戸
令和元年東日本台風	死者23人、住家全壊 920戸 、半壊 2496戸

図1,長野県で近年発生した主な災害

調査①：千曲川流域18市町村の災害危険度調査

- ・ **水害・地震危険度**についてそれぞれ調査を実施。

→指定緊急避難場所、指定避難所、学校・役所等の**公共施設の立地**や**過去の災害の被害状況**から**危険度を分析**。

- ・各市町村のハザードマップ、災害報告書、重ねるハザードマップ、防災科研J-SHIS Mapを用いる。

調査①：千曲川流域18市町村の災害危険度調査

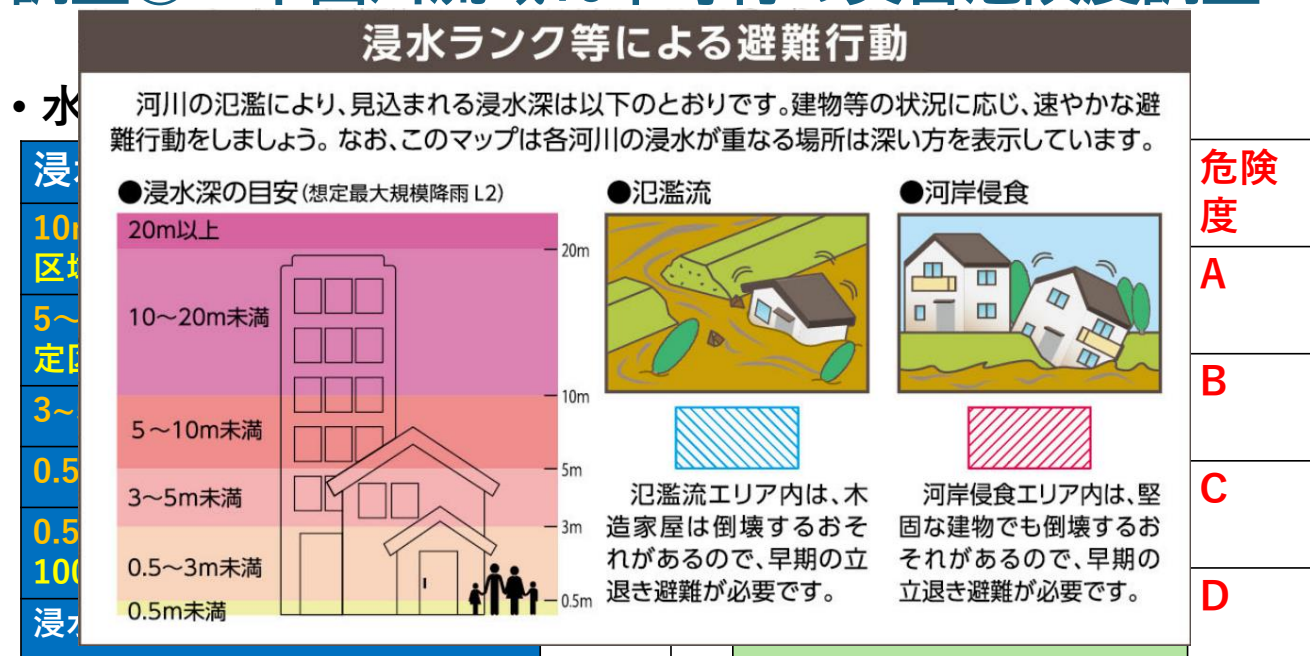
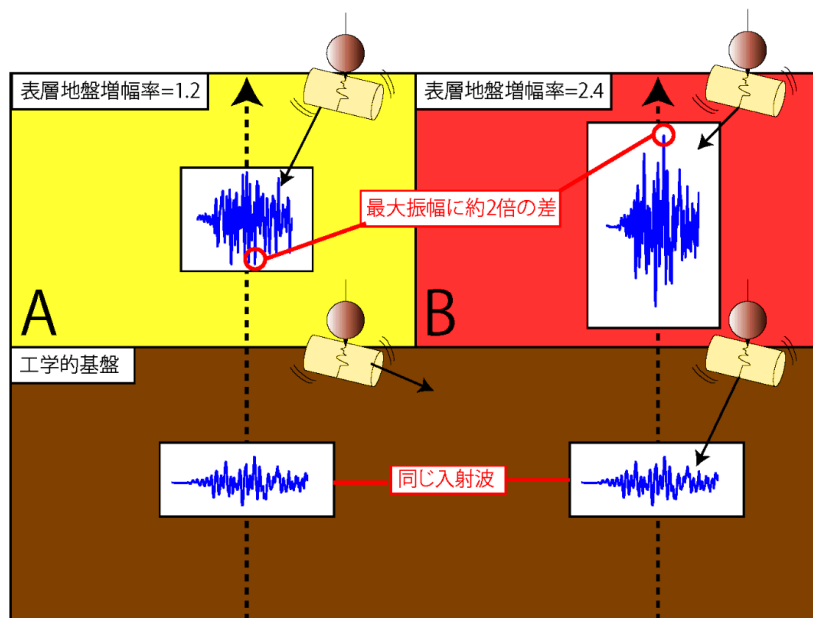


図2:長野市洪水ハザードマップより引用

調査①：千曲川流域18市町村の災害危険度調査

・地震危険度

表層地盤
2.0以上
1.6～1.9
1.4～1.5
1.0～1.3
0～0.9



	危険度
流入	A
9	B
m	C
	D

図3：防災科研 J-SHIS地震ハザードステーションより引用

調査①：千曲川流域18市町村の災害危険度調査

・巨野県内A市

- ・ **水害危険度がAランク**の施設はいずれもハザードマップにおいて**5m以上の浸水想定**がされている。
→水害発生リスクが高まっている時には、**早期の安全確保が必要**である。
- ・ **地震危険度がAランク**の施設は、**土砂災害警戒区域内に立地**しているなど、**山間部、斜面の付近**に立地する施設が多い。
→地震発生に伴う**土砂災害に警戒が必要**である。

0	1	0	12	23	0	10	1	113	20
---	---	---	----	----	---	----	---	-----	----

調査②：ハザードマップの公開・更新状況、記載項目ごとの記載率の調査

ハザードマップポータルサイト（国土交通省）、長野県内各市町村のハザードマップのリンク（信濃毎日新聞社）を利用し、インターネット上で公開されている市町村ごとの水害、土砂災害のハザードマップの公開・更新状況について調査。

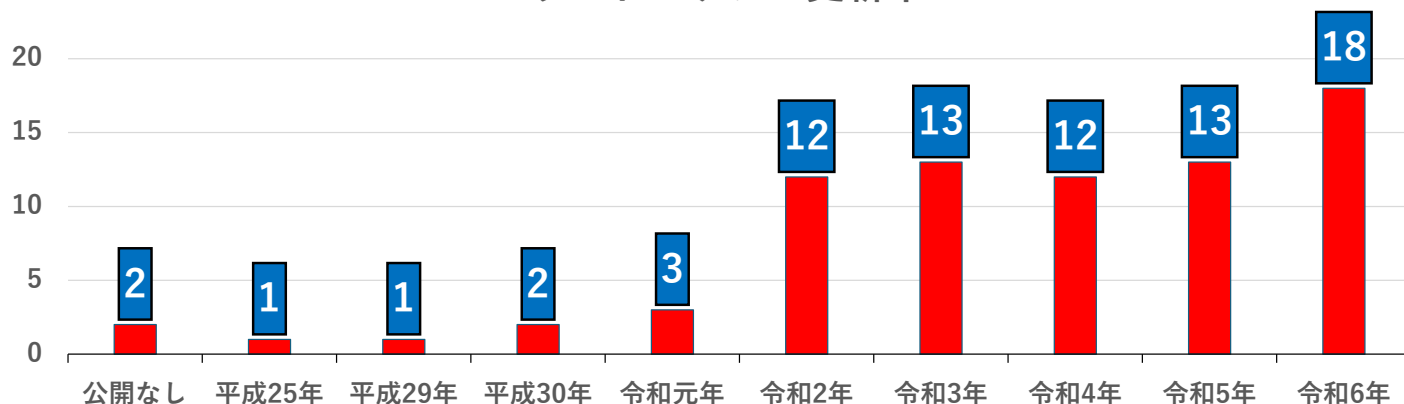
記載項目ごとの記載率の調査

→地図面13項目、情報・学習面20項目の計33項目を調査。

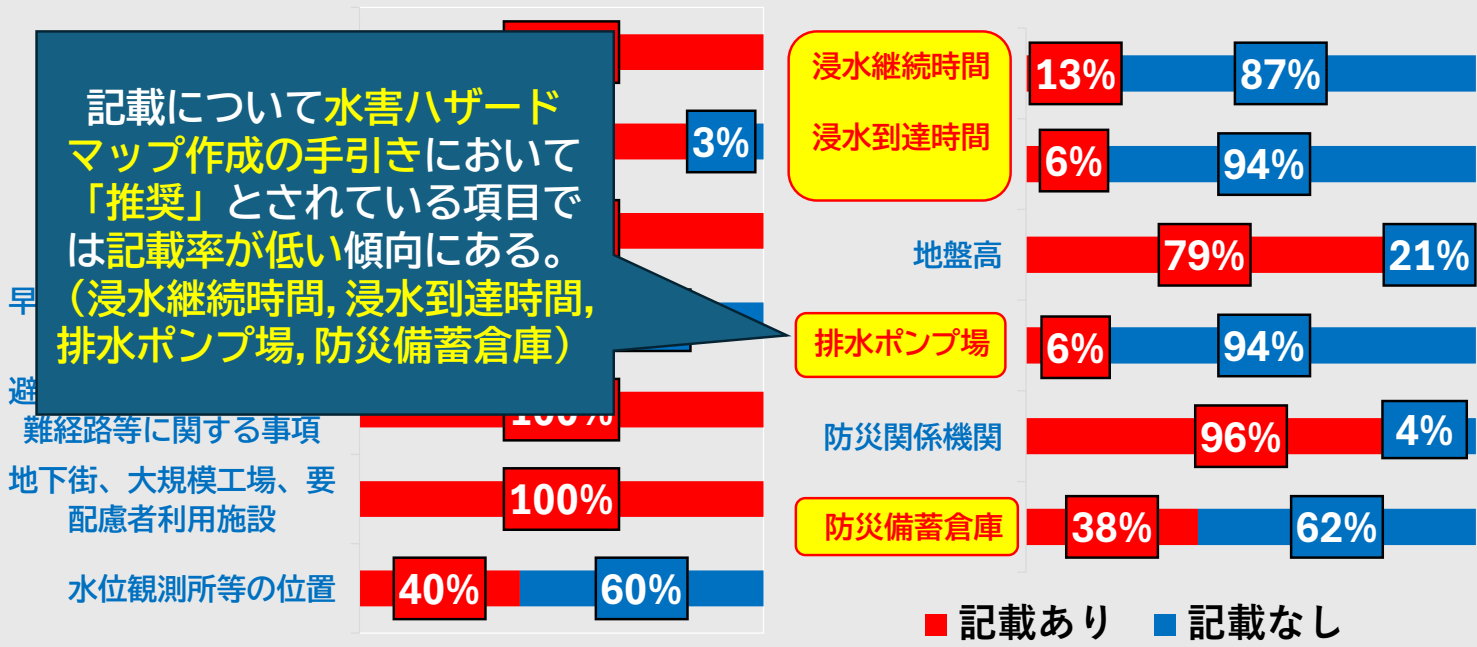
対象は洪水ハザードマップ等の水害ハザードマップ

ハザードマップの公表・更新状況 (全77市町村)

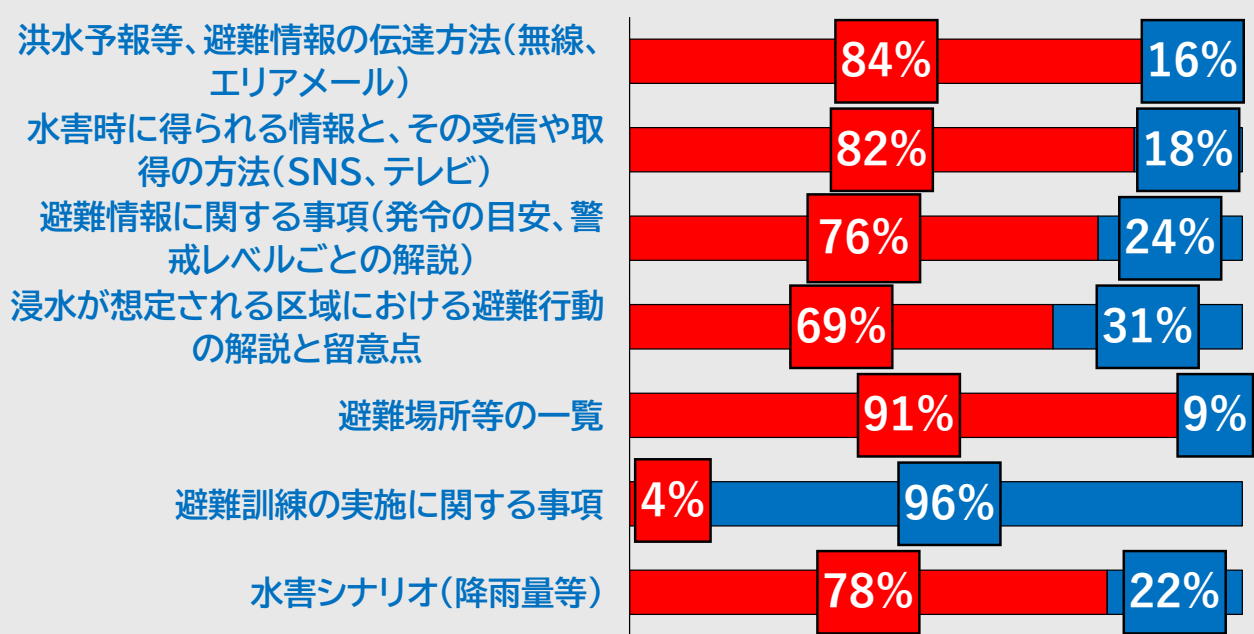
ハザードマップの更新年



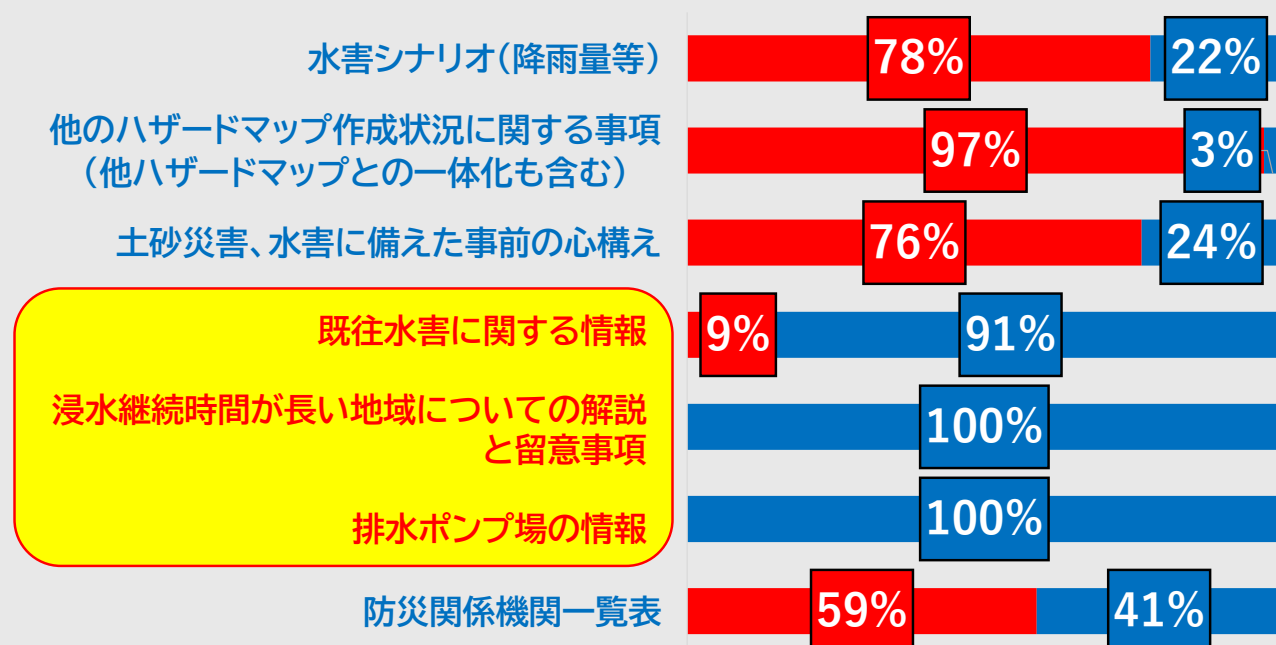
地図面における項目ごとの記載率（全68市町村）



情報・学習面における項目ごとの記載率（全68市町村）



情報・学習面における項目ごとの記載率（全68市町村）



情報・学習面における項目ごとの記載率（全68市町村）

- 地図面において「記載あり」が50%以下の項目については、情報・学習面における項目においても記載率が低い（浸水継続時間、排水ポンプ場、防災備蓄倉庫に関する情報）。
- 既往水害に関する情報は令和元年東日本台風による被害を受けている市町村においても記載がなく、記載率が9%と低くなっている。
- 多言語対応については、9割以上の自治体で進んでいない状況。



■ 記載あり ■ 記載なし

考察

- ・長野新幹線車両センター
- ・表層地盤増幅率：1.4～2.0
- ・想定浸水深：10～20m
- ・令和元年東日本台風の千曲川の氾濫により浸水

- ・表層地盤増幅率が高い区域と水害危険度が高い区域が重なっているため、水害と地震の双方で大きな被害を受ける可能性がある区域が存在していることが分かる。



図4：千曲川の氾濫により水没した新幹線車両（長野市）(産経新聞,2019)

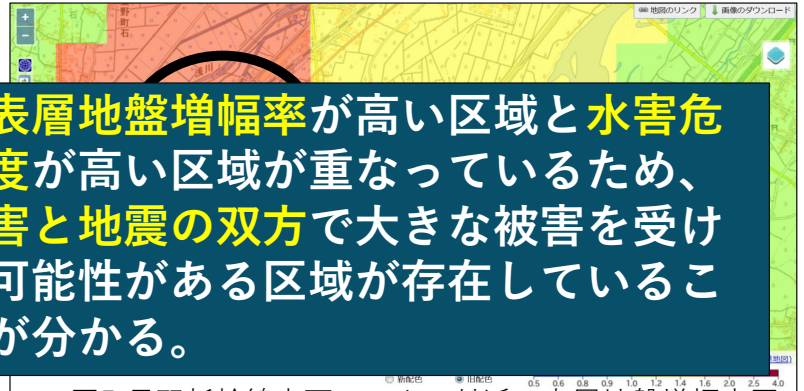


図5:長野新幹線車両センター付近の表層地盤増幅率図

- ・水害危険度がAランクの施設、浸水深が深い区域に立地している施設の周辺→氾濫平野のような地盤の軟弱な地形が広がり、表層地盤増幅率が高くなっている。

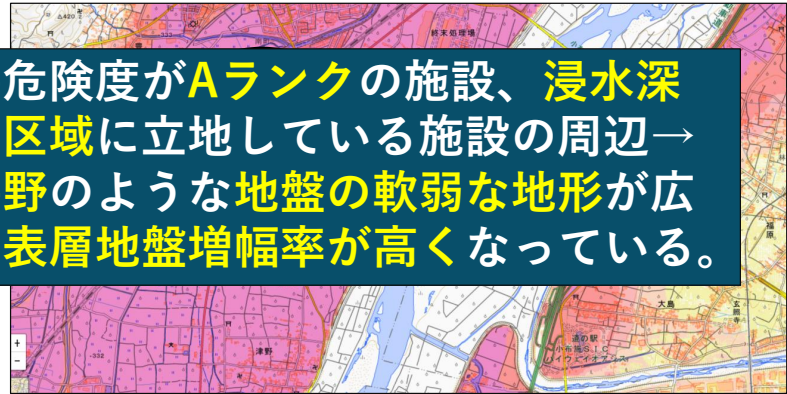


図6:長野新幹線車両センター付近の浸水想定区域図

- ・上流部や河川狭窄部のように平地の少ない地域では、浸水と土砂災害の双方の被害を受けることが想定されている場所も多く存在する。

- ・地震危険度については土砂災害警戒区域内に立地する施設が山間部では特に多

- ・避難場所が、それぞれどの災害に対応しているか

- ・洪水、土砂災害等の災害発生時に危険な箇所

これらを確認し、災害発生時の避難経路・避難場所を考えることが重要。

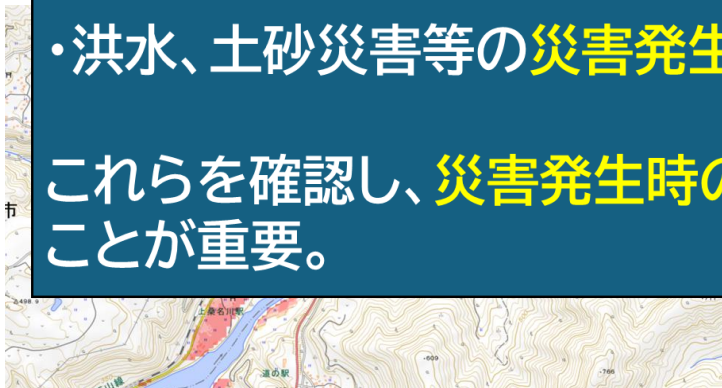


図7,飯山市、野沢温泉村境の浸水想定区域図



図8,飯山市、野沢温泉村境の土砂災害警戒区域図

考察

これらの流域自治体の水害ハザードマップはすべて、これらの**情報が公表された後に更新**が行われている。

・千曲川：飯山市から上田市（**H28**）、新潟県境から飯山市

浸水想定区域の情報が更新された場合、今後もその都度更新されるかどうか注目する必要がある。

引用文献

- ・表紙：（毎日新聞,2019）
<https://mainichi.jp/articles/20201002/ddl/k20/040/120000c>
- ・図1:長野県で発生した主な災害について（長野県）
<https://www.pref.nagano.lg.jp/bosai/documents/02-03.pdf>
- ・図2,長野市洪水ハザードマップ（長野市）
<https://www.city.nagano.nagano.jp/n024000/contents/p000037.html>
- ・図3:表層地盤増幅率の解説（防災科研）
<https://www.j-shis.bosai.go.jp/faq-siteamp-and-shakiness>

引用文献

- 図4: (産経新聞,2019)

<https://www.sankei.com/article/20191106-7LEXCEEXFZOYZI3E4AW4GMKHLM/>

- 図5:J－SHIS Map (防災科研)

<https://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>

- 図6,図7,図8:重ねるハザードマップ (国土交通省)

<https://disaportal.gsi.go.jp/hazardmap/maps/index.html>

A nighttime photograph of the University of the Philippines Visayas building, a large, ornate, light-colored structure with arched windows and a central entrance. In the foreground, a tall, dark, abstract sculpture of a human figure stands on a base of stacked stones. The scene is illuminated by streetlights, creating a dramatic contrast against the dark sky.

Fidel Nemenzo
University of the Philippines

A proposal for
IAR 2025 (winter)

International Conference on ICT Application Research 2025 (Winter)

25-28 February 2026, Iloilo City, Philippines

Proposal for IAR 2025 (winter)

Where: University of the Philippines Visayas in Iloilo (“ilo-ilo”) City, Central Philippines.

When: 25 February (Wednesday) to 28 February (Saturday) 2026

Why: Iloilo City is one of the major Philippine cities outside Manila. It has an international airport, and is known for its history, cultural heritage and natural environment. The sea and mountains are nearby. There are several educational institutions in Iloilo City.

The month of February is one of the cooler months of the year in the Philippines, which has warm weather most of the time. In contrast, the months of July to September are warmer, and have more rainfall.

UP Visayas (University of the Philippines Visayas) is one of the eight constituent universities of the University of the Philippines System. I have talked with the Chancellor of the UP Visayas, and he has agreed to host IAR 2025 in the Iloilo Campus of UP Visayas. They will provide the venue for IAR 2025 and form a local organizing committee to help prepare for the conference.

University of the Philippines Visayas (Iloilo City)



Shown above is the Iloilo City Campus. About 40 kms away is the 1200-hectare Miag-ao campus (right).

UPV has offered to host IAR 2025 in its Iloilo City Campus.

UP Visayas is one of the eight constituent universities of the University of the Philippines System. It is located in the province of Iloilo, in the central Philippine island of Panay. It has two campus: the city Campus in Iloilo City, and the main campus in Miag-ao, Iloilo.

Website: www.upv.edu.ph



Where is ILOILO?



<https://www.pixtastock.com/illustration/55214880>



Iloilo City is the capital of the province of Iloilo, which is in the island of Panay.

Iloilo City

Iloilo City is a medium-sized city, known for its history, local culture, and cuisine, especially seafood. It is in the southern part of Panay Island, which is the six largest island in the Philippines (12,011 km²)



There are eight universities and several colleges in Iloilo City.

Iloilo: old churches, heritage houses, tropical beaches



Molo Cathedral



one of the many heritage houses



Tatlong Pulo Beach, Guimaras, Iloilo

Iloilo is famous for its food!



See you at IAR 2025!

If you questions, email me at
frnemenzo@up.edu.ph



芝浦工業大学における ICT を活用した教育の取り組み

山澤浩司

芝浦工業大学

yamazawa@shibaura-it.ac.jp

要旨 本講演では、芝浦工業大学における ICT を活用した取り組みに対して教育イノベーション推進センター先進部門の 24 年度活動内容を調査し 25 年度以降に行うべき内容を取りまとめることを目的としている。また、まとめることで今後の調査研究の問題を明確にする。

1. 芝浦工業大学教育イノベーション推進センター

芝浦工業大学教育イノベーション推進センターの目的は、「教員・職員が協働して教育の質保証及び不断の教育改善のための取り組みについて全学的方針を策定し、あらたな教育改革・改善活動を推進すること、教育力の向上を目指して努力する個々の教職員、組織的に活動する FD・SD 活動推進の取り組みについて支援・協力すること、及び学生の学力向上のための学習支援等を行うこと」とされている。また、目的を達成するために現在、以下の 6 部門・1 室が設置されている。

- ・データサイエンス部門
- ・先進教育部門
- ・教職支援室
- ・FD・SD 推進部門
- ・IR 部門
- ・全学開講・学部間開講検討部門
- ・カリキュラムマネジメント部門

この中で先進教育部門は AI の進歩が著しい中、AI を含む教育への ICT の活用を開発・推進することは中心的目的

を一つと考えられる。

2. 先進教育部門の取り組み

これまで先進教育部門が取り組んでいた活動内容も含み今後取り組むべき内容を検討すると以下が考えられる。

- ・倫理教育、知的財産権などの教育

オンライン授業などにおける肖像権、著作権の問題、生成系 AI 利用における留意点などの e-ラーニング教材を作成し入学時のガイダンスで新入生が視聴し学ぶものである。AI の進歩が著しくまた卒業研究などで AI を利用も多くあるため上級生も学ぶ必要がある。

- ・オンライン授業、オンデマンド授業の把握

芝浦工業大学ではオンライン・オンデマンド授業を使った授業も推進している。現在各学部でどの程度の数のオンライン・オンデマンド授業が行われているか未調査である。そこで、その数や方法を調査する必要がある。

- ・教育への生成系 AI の取入れ

生成系 AI の進歩が著しい中、どの様に生成系 AI を授業に取り入れているか調査する必要がある。

- ・ CBT の取入れ

オンライン・オンデマンド授業とセットで授業形態を完全オンラインにするには CBT にて課題・試験を実施することである。学内だけでなく他大学での取り組みを調査し現状把握が必要である。

3. 教育への生成系 AI の取入れ

生成系 AI の進歩が著しい中、教育において生成系 AI を取り入れた授業運営は既に個々のレベルでは行われている。また、どの様に取り入れられるのかが分からないケースもある。そこで、まずは大学内で取り入れられている科目数やどの様に取り入れているか、以下の項目について情報収集から始めたい。

- ・ AI を授業準備（資料の作成・演習問題の作成など）に使っているか？またどの様に使っているか？
- ・ AI を授業に使っているか？
- ・ AI を課題や試験に使っているか？
- ・ AI を分析に使っているか？

4. CBT の取入れ

CBT の実施について、下記の通り学内から、また他大の取り組みについても情報収集を行いたい。

- ・ どんな科目・問題が CBT に適しているか？
- ・ どこで行うか（大学内、自宅など）？
- ・ どんなシステムがあり、どんな機器が必要か？

5. まとめ

芝浦工業大学教育イノベーション推進センター先進教育部門として 25 年度以降の取り組みとして生成系 AI・CBT について特に調査を行うことを予定し

たい。調査結果について今後また報告を行いたい。

参考文献

- [1] 芝浦工業大学教育イノベーション推進センター目的
<https://edudvp.shibaura-it.ac.jp/outline/>

データドリブンな課題解決力を育成するデータサイエンス教育の実践

加納久子[†]

[†] 明海大学 総合教育センター

キーワード：POS データ、データ駆動型意思決定、データリテラシー

1 はじめに

近年の情報技術の飛躍的な進展により、大量のデータを容易に収集・蓄積することが可能となった。この結果、データドリブンな意思決定、すなわちデータに基づいた課題解決や戦略立案の重要性が一層高まっている。このような状況を踏まえ、高等教育機関においても、学生のデータリテラシーを涵養し、データ駆動型意思決定^[1]に必要なスキルを育成することが喫緊の課題となっている。

本稿は、大学1年生を対象とした「数理・データサイエンス・AI教育プログラム（リテラシーレベル）」の一環として実施したデータサイエンス教育の実践報告である。本実践では、ビジネス現場で広く用いられている「POS データ」を用いた分析を通じて、学生のデータドリブンな課題解決力の育成を目指した。具体的には、POS データの時系列分析、メーカー別売上分析、特定商品の詳細分析、そして販売戦略の立案といった一連のプロセスを体験的に学修することで、データに基づいた意思決定の向上を図った。本稿では、その実践内容と教育効果について考察する。

2 実践方法

本実践は、大学1年生を対象とした「数理・データサイエンス・AI教育プログラム（リテラシーレベル）」の「情報リテラシー」科目において、2コマ（各90分）の授業として実施した。授業テーマは「実データを用いたデータの可視化と考察（POS データの活用）」である。

2.1 データ分析の具体例

授業では、POS データの分析プロセスを、「データ取り込み → ピボットテーブルで集計 → グラフによる可視化 → 分析結果の考察 → 販売戦略の立案 → 成果報告」（図1）として体系化し、

以下の分析①～分析⑤の演習課題を設定した。各課題は、データ操作、可視化、分析結果に基づく意思決定のプロセスを段階的に学修できるように設計されている。学生はこれらの演習を通して、データ分析プロセスを体験的に学修し、エビデンスに基づいたデータドリブンな課題解決、データ駆動型意思決定に必要なスキル修得を目指した。

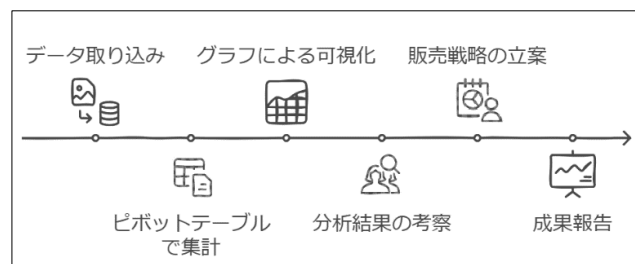


図1 POSデータの分析プロセス

2.1.1 分析①：市場全体の動向の可視化

POS データから全商品の販売金額の時系列推移を可視化した。これにより、市場の成長性、季節変動、トレンドといったマクロな視点で市場全体の動向を把握した。

2.1.2 分析②：メーカー別の動向とシェアの可視化

市場全体の動向を把握した後、主要メーカー10社に焦点を絞り、メーカー別の販売金額の推移を折れ線グラフで時系列に整理し、シェアの変動を比較した。

2.1.3 分析③：特定メーカーの主要商品の調査

販売戦略の基礎として、特定のメーカーに着目し、そのメーカーが展開する商品のうち、販売金額が上位10件に入る主要商品を抽出・ランキング化した。

2.1.4 分析④：特定メーカーの主力商品の現状分析と販売戦略の立案

分析③で抽出した主要商品10件のうち、販売金

額がトップの主力商品に着目し、販売金額、販売個数のほか、出現店千人金額、カバー率などの複数の指標における時系列変化を可視化した。学生は、これらの指標の推移と相互関係を分析し、多角的な販売戦略を立案した。

2.1.5 分析⑤:(発展課題)学生自身で分析対象を設定

学生が自ら分析テーマを設定し、これまでの分析①～分析④で得た知見や手法を活用しながら、POS データを独自に可視化・考察する課題を提示した。具体的には、「メーカー別一日当たり販売個数の推移」、「営業日数の推移」、「主要商品の価格推移(最低価格、最高価格、平均価格)」といった複数の観点を例示し、学生が自分の興味や関心に合わせて分析の視点を選択できるようにした。

2.1.6 成果報告発表

授業の最後に、POS データ分析のまとめとして、発展課題で得られた可視化した結果や考察をスライドに整理し、プレゼンテーション形式で報告を行った。

3 アンケート調査の実施

POS データを活用したデータドリブンな課題解決に必要なスキル修得や、データリテラシー育成の観点から、その教育効果の有効性を検討するため、授業終了後にアンケートを実施した(表 1)。調査対象者は、学生のうち調査協力が得られた 17 名とした。

アンケートは、POS データを活用した授業に対して、「A. データ分析に関する理解」(7 項目)、「B. データドリブンな意思決定に関する理解」(3 項目)、「C. データ分析に対する意識変化」(3 項目)の計 13 項目から構成し、各項目を 5 段階評価(5 = 「あてはまる」～1 = 「あてはまらない」)で回答させた。また、アンケートの最後に「感想・意見」の自由記述欄を設け、学生からの主観的評価を収集した。

4 結果と考察

4.1 POS データ分析に関する理解度と意識変化

アンケート調査の結果(表 1)より、「A. デー

タ分析に関する理解」(7 項目)、「B. データドリブンな意思決定に関する理解」(3 項目)、「C. データ分析に対する意識変化」(3 項目)の全 13 項目において、5 段階評価の平均値は 4.24 から 4.59 の範囲で、全項目が 4 点以上であった。これより、学生は概ね授業内容を理解し、肯定的に捉えていることがわかった。特に、「市場動向の把握における POS データの重要性」(表 1-A2)と「ビジネスにおけるデータ活用の重要性」(表 1-B3)の 2 項目については、最も高い平均値 4.59 となった。一方、項目ごとの標準偏差は、0.60 から 0.94 の範囲となり、特に「授業でのデータ分析演習を通じた課題解決力の向上」(表 1-C3)については、0.94 となり個人差があった。

4.2 下位尺度間の相関分析

さらに、下位尺度間の相関分析の結果(表 2)から、「A. データ分析に関する理解」と「B. データドリブンな意思決定に関する理解」($r = .75, p < .01$)、「A. データ分析に関する理解」と「C. データ分析に対する意識変化」($r = .87, p < .01$)、「B. データドリブンな意思決定に関する理解」と「C. データ分析に対する意識変化」($r = .70, p < .01$)、の全てにおいて強い正の相関が認められた。

中でも、「A. データ分析に関する理解」と「C. データ分析に対する意識変化」の相関が最も高く、データ分析の理解度が、学生の意識変化に強く影響していることが明らかとなった。

これらの結果から、「A. データ分析に関する理解」を深めることが、「B. データドリブンな意思決定に関する理解」と「C. データ分析に対する意識変化(データ分析スキルを活用したいという意欲や学修意欲)」の向上につながることを示唆された。

4.3 自由記述分析

アンケートの自由記述を分析した結果、回答は「ピボットテーブルの有用性・利便性」、「データ分析の意義・価値」、「実務・社会での活用意欲」、「学修・修得の困難さと成長」の四つの主要な観点到に大別された。

4.3.1 ピボットテーブルの有用性・利便性

多くの学生は、ピボットテーブルを用いることで「実際のデータを使ってグラフを作成する中で学ぶことができた」、「情報が簡単にまとめられる

ことが分かった」と回答し、その利便性の高さが注目された。とりわけ、ピボットテーブルによる迅速な可視化や集計の過程に対して肯定的な評価が多かった。

4.3.2 データ分析の意義・価値

POS データの分析を通じて、市場動向の把握や販売戦略立案の重要性を認識した学生が多く、「売り上げの推移が可視化できる」、「何が売れているのかをデータとして目に見える形にすることで判断しやすくなる」といった肯定的な意見が多く見られた。また、一部の学生からは、「消費者の需要を把握し、無駄な供給を削減できるのではないか」といった、データ活用による社会貢献の可能性に着目した意見も挙げられた。

4.3.3 実務・社会での活用意欲

学生の多くが、修得したデータ分析スキルを、「今後社会に出て使っていきたい」、「様々な業界で活用できそう」と回答しており、今後の活用に向けた意欲を示した。また、「仕事でもこの分析スキルが役立つだろう」といったコメントからは、授業で培ったスキルが将来のキャリア形成に役立つという期待がうかがえた。

4.3.4 学修・修得の困難さと成長

ピボットテーブルや POS データ分析に初めて触れる学生からは、「最初は見てもやり方が分からなかった」、「一人で使うには難しい」といった声があった。しかし、同時に「徐々に慣れて上手く扱えるようになった」、「家でも復習して使いこなせるようになりたい」など、段階的な学修により理解が深まるにつれ、学修意欲が高まっていく様子もうかがえた。

4.3.5 自由記述の総評

以上の四つの観点から総合的に評価すると、ピボットテーブルを活用した POS データの分析は、学生がデータに基づく課題解決のプロセスを体験し、データ駆動型意思決定の重要性を理解する上で有用な学修機会であったといえよう。一方で、ピボットテーブルの操作に時間を要する学生が一部いたものの、段階的な演習を通じて習熟度が向上するにつれ、活用意欲が高まる様子もうかがえた。

5 今後の課題

本実践におけるアンケート調査の自由記述からは、一部学生が課題の作成に困難を感じていたことが明らかになった。したがって、POS データを扱う演習の難易度を低減するため、初期段階でのサポートや、初学者がより段階的に分析スキルを修得できる授業設計を構築することが考えられる。

また、本実践では、Excel のピボットテーブル機能に焦点を当てたが、今後はデータサイエンス分野で広く利用されているプログラミング言語（Python、R など）を用いた分析手法の導入も検討したい。

さらに、多様なデータセットを用いた演習や、グループワークにより、学修者同士が分析結果をディスカッションしながら、協働的に課題解決を図るプロセスを体験させることで、より深い理解を促すための工夫が考えられる。今後、これらの課題に継続的に取り組むことで、学生は実社会における多様な課題に対して、データに基づいた実践的な対応力を培い、データドリブンな意思決定へのより深い理解につながれると考えられる。

6 おわりに

本実践では、POS データを用いた実践的な授業を通して、学生のデータドリブンな課題解決力の育成を試みた。アンケート調査の分析および自由記述から、学生はデータ分析の重要性や有用性を認識し、データに基づいた意思決定に関する意識が向上したことが示唆された。さらに、本実践は学生に対してデータドリブンな課題解決プロセスを体験的に学ぶ機会を提供し、一定の教育効果を達成したと考えられる。

今後は、より多様なデータセットや Python などのプログラミング言語によるデータ分析を取り入れつつ、初学者のつまづきを低減するための段階的な支援や、協働的な学修環境を整えることで、より実効性の高いデータサイエンス教育を実現していきたい。

参考文献

- [1] IBM, “データ駆動型の意思決定とは”,
<https://www.ibm.com/jp-ja/think/topics/data-driv>

表 1 POS データ分析を通じた理解度と意識変化に関する調査結果

質問項目	Mean	S.D.
A. データ分析に関する理解 7項目		
1 POSデータの活用方法について、具体的に理解できた。	4.41	0.60
2 実際のPOSデータに触れることで、市場動向の把握における重要性を理解できた。	4.59	0.60
3 ピボットテーブルを用いたデータの可視化方法を、実践を通して理解できた。	4.47	0.61
4 ピボットグラフを用いて、データの傾向を分析するスキルが向上した。	4.35	0.76
5 POSデータから得られた情報を元に、現実的な販売戦略を考察する手順について理解できた。	4.41	0.60
6 授業で扱った分析例は理解しやすかった。	4.35	0.76
7 データ分析のプロセスを理解できた。	4.24	0.81
B. データドリブンな意思決定に関する理解 3項目		
1 データに基づいた意思決定の重要性を、実践を通して理解できた。	4.35	0.68
2 データ分析結果を使って効果的に戦略を提案できることがわかった。	4.41	0.69
3 ビジネスにおけるデータ活用の重要性を認識できた。	4.59	0.60
C. データ分析に対する意識変化 3項目		
1 データ分析スキルを今後も機会があれば活用していきたいと思う。	4.24	0.73
2 データ分析スキルを向上させるための学修意欲が高まった。	4.35	0.68
3 授業でのデータ分析の演習を通じて、課題解決力が向上したと思う。	4.24	0.94

表 2 下位尺度間の相関と平均値・標準偏差

下位尺度名	相関分析			Mean	S.D.
	A	B	C		
A. データ分析に関する理解	-	0.75 **	0.87 **	4.40	0.69
B. データドリブンな意思決定に関する理解		-	0.70 **	4.45	0.67
C. データ分析に対する意識変化			-	4.28	0.79

** $p < .01$

データサイエンス学部に於ける数学教育

ワリスの公式の形式化と教育的示唆

渡瀬泰成[†]

[†] 立正大学データサイエンス学部

[†] ywatase@ss.iij4u.or.jp

キーワード 数学教育, 形式化証明, 定理証明支援系

1 はじめに

立正大学データサイエンス学部は、産業界の要請や文部科学省の指針を受け、デジタル時代に対応した人材の育成を目的として 2021 年度に設立された。同年度には初めて学生を迎え、本格的に学部としての活動を開始した。本学部の特徴の一つとして、理系の学生に限らず、文系の学生にも広く門戸を開いている点が挙げられる。そのため、入試では数学を必須科目としない選抜区分も設けられており、多様な背景を持つ学生が学ぶ環境が整えられている。筆者は 2022 年度より、本学部において数学演習科目（微分積分学演習、線形代数学演習、統計学 II 実習）の授業を担当してきた。これらの科目は、すべて後期に 2 コマ連続の演習形式で開講されている。2024 年度には、微分積分学演習および線形代数学演習を受け持った。本稿では、データサイエンス学部における数学教育の内容について、高校数学から大学数学への橋渡しをどのように進めるべきかを考察する。とくに微積分の演習を通して理解が不足している箇所を指摘した。本質的な問題として、何故分からないのかを考えた。試しに高校数学レベルで扱える公式を、コンピュータで検証できる形の厳密な証明（形式化証明という）を作成し検証を試みた。形式化することにより証明自体を冷静な目で分析でき、理解するのが難しい箇所を予測した。形式化が数学教育に役立つか考察した。

1.1 演習・実習科目について

2025 年度後期に担当予定の「微分積分学演習」を例として、高校で数学 III を履修していない学生、すなわち理工系を志望する学生とは異なる背景を持つ学生に対する数学教育のあり方について紹介する。微分積分学および線形代数学は、高度な数学の基盤を形成する重要な分野である。本学部では、これらの科目をデータサイエンス教育の一環として位置づけ、学生が応用可能な数学的

思考を身につけられるよう指導している。授業の具体的な進め方や指導方法については、文献 [?] に詳しく解説されているため、そちらを参照されたい。

1.2 微分積分学演習における指導方針と実践

微分積分学演習は後期に 2 クラスに対して実習を担当し、受講者数はそれぞれ 51 名と 54 名であった。本実習では、以下の演習計画に基づき指導を行った。具体的な実習内容は以下の表の通りである。

講義	内容
第 1 回	集合、数、写像、.
第 2 回	実数、数列、数列の極限.
第 3 回	関数の極限と連続性
第 4 回	微分法と導関数 (1) 平均変化率.
第 5 回	微分法と導関数 (2) 三角関数、指数関数.
第 6 回	1 - 5 回の復習.
第 7 回	級数の収束と発散、冪級数
第 8 回	積分の概念、初等関数の積分
第 9 回	定積分と定積分の応用
第 10 回	多変数の関数
第 11 回	偏微分と偏導関数
第 12 回	重積分、多重積分
第 13 回	極座標、線積分
第 14 回	求積法と一階微分方程式.
第 15 回	線形微分方程式.

表 1. 微積分学実習の内容

本実習の方針は、解析学の基本概念とその演習を自ら解くことで理解を深めることにある。演習中は教室内を巡回し、各学生の実践を確認しながら、つまづいている部分には適宜アドバイスをを行った。高校数学で計算力を養ってきた学生はスムーズに課題に取り組めるが、そうでない学生は問題の解釈や用語の理解に苦労する傾向があった。そこで、基本事項の補強として、高等学校の教科書 [?] を用いた復習を取り入れ、練習問題を演習に組み込んだ。

具体的には、書画カメラを使用して教科書の内容を投影し、学習方法の説明を交えながら解説を行った。特に理解が難しい部分については、図を用いて丁寧に説明し、関連する演習問題に取り組ませた。また、高校数学 III で導入される部分積分などの手法は、一般的に概念の理解よりも計算技術・テクニックとして習得されることが多い。しかし、それらの経験がない学生にとっては、短期間で習得するのが難しいと考えられた。

1.2.1 微積分学の理解について

高校の教科書を、演習時の参考書として学生とともに読み直してみた。高校数学の知識の枠内でうまく整理された説明には感心したものの、肝心の学生は今ひとつ納得できず、例題を解けない者もいる。どこが理解できていないのかを探るため、質問しながら計算過程を見せてもらうが、まったく手がつかないこともある。

おそらく、中学・高校の段階で十分な計算訓練がなされてこなかったのだろう。たとえるなら、計算尺の使い方を知らない者に計算尺を渡し、「早く計算しろ」と命じるようなものだ。極端な場合を除けば、三角関数・対数関数・指数関数の理解に苦しむ学生も少なくない。教える側も、この「理解の難しさ」の原因を探究する必要がある。前述の教科書には、「参考」として次のような積分の解説がある。

$$I_n = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^n x \, dx$$

これはワリス (Wallis) の積分と呼ばれ、**ワリスの公式**を導く際に用いられる積分である。この積分を徹底的に形式化し、どのような点が難しいのかを検討することにした。

2 微積分の理解と形式化証明

2.1 形式化証明を利用して計算過程を検証する

数学の定理の証明が論理的に正しいかどうかを厳密に推論し、検証するために、定理証明支援系 (Proof Assistant) を用いる。形式化証明では人間が証明をギャップの無い証明を作成しコード化する。コード化された証明を定理証明支援系が機械的に検証する。本稿では形式化証明についての解説は深くは立ち入らにが、解説としてよく、まとまった成書として文献 [?] をあげておくにとどめる。本研究では、ワリスの公式を以下の手順で検証する。

1. 既存の証明の形式化: 既存の証明を定理証明支援系が読めるコードへ翻訳する。通常、教科書や書籍に

記載された証明では細かい推論が省略されているため、厳密な形式証明を作成する。

2. 定理証明支援系による検証: 厳密化された形式証明を定理証明支援系に入力し、論理的な整合性が確認される。
3. 証明の妥当性の確認: 定理証明支援系によって推論の全ステップが検証されれば、その証明は正しいものと認められる。

筆者は、**Mizar** という定理証明支援系を用いてワリスの公式の形式証明を実施した。Mizar の証明ライブラリにはワリスの公式に関する既存の証明が存在しなかったため、新たに証明を構築する必要があった。形式化は文献 [?] を参考にした。その結果、作成したソースコードは 2500 行を程の規模なものとなった。最終的に得られた定理は、Mizar において以下のように記述される。

```
theorem Th58:
  lim (sqrt Wallis_Seq) = 1/sqrt(PI)
proof
  lim (sqrt Wallis_Seq) = sqrt (1/PI)
by Th55,Th57;
hence thesis by SQUARE.1:32, COMPTRIG:5;
end;
theorem Th60:
  for n be Nat holds (sqrt Wallis_Seq).n
    (sqrt(n+1)*((2*(n+1))!))
    /(((4^(n+1))*((n+1)!)^2));
```

表 2. 形式証明コード例

2.2 形式化してみて分かったこと

三角関数の積分に関する証明であり、内容としては比較的単純なもので、高校の教科書にも参考として掲載されている。しかしながら、この証明を形式化する過程で、さまざまな示唆を得る結果となった。三角関数は、実軸全体で有界かつ微分可能な関数であり、取り扱いやすい初等関数の一つである。定理証明支援系の既存ライブラリにおいても、このクラスの関数に関する微積分の結果は多数形式化されている。ところが、三角関数の任意べき乗に関する微積分の結果は、これまで形式化されていなかった。そこで、実軸全体で有界かつ微分可能な関数が、各点ごとの積によって乗法群を構成することを形式化し、その結果を踏まえ、連続関数のべきを取る際に群の元とみなす仕組みを定義した。この過程では、関数を別の対象として扱う、いわゆる「同一視」が発生している。さて、こ

ここで学生の立場に立って考えてみると、関数同士の積を明確に認識できているだろうか？ 関数の合成とは異なる概念である。さらに、教える側としても、ある区間で連続な関数同士の加減乗除が連続であることを、果たして適切に説明しているだろうか？ 改めて、数学教育における基本概念の明確に教えることの重要性を考えさせられた。実際 $\sin^2$ は関数として扱えるが、各点では $(\sin x)^2$ と解釈される。兎角関数の記号は誤解を招きやすいの注意せねばならない。数学の記述や数式の理解を妨げる要因について、実際に定理証明支援系へ証明をコード化し、入力する過程を通して考察した。定理証明支援系は論理的に整合しないコードがあるとエラーを返す。sin を関数として処理する場合と乗法群の元として扱う場合には属性を変換しながらの処理が必要となる。以下のコードは x が実関数として $\wedge x$ は代数系の元に変換を示し、代数系の元 y は $@ y$ で実関数へ変換される様子を示している。

```
@((^x)|^(n+1)) = (^x)|^(n+1) by Def3
```

表 3. 形式証明コード例

このような属性の不一致によって論理的に整合しないコードが発生した場合、エラーが返されるのは、2 種類の数学的構造（代数と集合）にまたがる処理というのが本質的である。一方で、通常は同一視を行うことで、これを当然のこととして受け入れた上で推論を進めている。同一視があることを指摘しないで説明すると、そのような了解なく説明を聴く側は理解できないであろう。

1. 同一視が存在している場合：関数であると同時ににかしらの代数構造の元とみなす。分数が比をあらわすのか数を、被積分関数の実数倍は定数関数を乗じているのか、整式 $x^2 + x + 1$ は関数なのか、多項式なのかといった解釈を要するとが発生する。
2. 記号が分かりにくい場合：同一視に起因するであろう $\int c(\text{定数関数 } 1)dx = c \int dx$ この場合は積分記号は積分区間の長さを示している。定数関数 1 を残した方が親切と思う、 $\int_0^x f dx$ は積分区間に関数 x を入れているのではなく任意の点の味だろうが変数 x の乱用に思える。
3. 商集合に由来する同一視：関数空間に代数構造を入れるとき例外的な集合を無視して等号を定める（至る所等しい）関係で商集合を考えている。

同一視の存在を認識して、推論や手計算において、計算機での計算処理でも明確に違いを意識することが必要である。

3 数学教育への応用

3.1 教訓を現場へ生かす

ここでは、学生が関数を計算するときに適切な扱いができていないかを確認する。以前、「sin, cos を説明せよ」という演習を課したことがあったが、多くの学生は「三角形の辺の比」と解答した。これは、三角関数を関数として捉えていないことを示している。このような理解のままでは、三角関数を含む微分・積分の学習が円滑に進まないと考える。そこで、実軸全体で定義される実数値関数の集合に加法・乗法の演算を導入し、関数の評価の仕方を明確に定義する。また、このような三角関数を含む実数値関数の具体例を示し、演習を通じて理解を深める。例えば、関数の和に関しては、 $f + g$ の x での評価が $(f + g)(x) = f(x) + g(x)$ であることを確認する。さらに、関数の合成は関数の四則演算とは異なる概念であることを明確にし、その違いを認識できるようにする。具体的には、 $\sin \theta^2$ と $\sin^2 \theta$, $(\sin \theta)^2$ の違いを正しく理解できるように指導を行う。

3.2 形式化数学の数学教育への応用

定理証明支援系の教育への応用は、以前から試みられてきた [?]. 従来は主に論理教育への応用が中心であったが、最近では学部レベルの数学教育において、証明を支援するためのインターフェースを提供するプログラムの開発も進められている [?]. 証明を形式化しにくい部分には、何らかのギャップが存在し、そこは慎重に論理を追う必要がある重要なポイントとなる。このような箇所では、定理証明支援系が「君は誤っているよ」と冷徹に指摘してくれるため、我々は機械を通じて学習していると言える。高校数学レベルで扱える定理を形式化することにより急所を特定していくことが実行性がある。

4 結論

本稿では、データサイエンス学部における数学教育の課題と、それを解決するための形式化数学の可能性について考察した。特に、微積分演習において学生が直面する理解の困難を分析し、その主な要因として、

1. 関数の評価や代数構造の認識不足
2. 記号の誤用や同一視の問題
3. 証明の厳密性に対する意識の欠如

を指摘した。

これらの問題に対処するために、定理証明支援系を用いた形式化数学の活用を提案し、Mizar によるワリスの公式の形式化を実践した。その結果、証明の厳密化により数学的な「急所」を明確にできること、また関数同士の和と積や記号の使い方に関する誤解が学習の妨げになっていることが明らかになった。これらの知見は、数学教育における指導の改善に示唆を与えている。今後の展望として、以下の3点が挙げられる。

1. 高校数学の証明を形式化し、学習における理解の難所を特定することで、学教育への形式化の効果を検証する。
2. 大学数学の論理学教育において、定理証明支援系を活用した学習で数学的推論能力の向上を目指せないか検討する。
3. 既に定理証明支援系を教育環境に導入している事例を調査し、その教育的効果や課題を分析する。

本研究は、数学教育における形式化数学の有用性を検討する第一歩であり、今後の研究を通じて、形式化数学を活用した具体的な教育手法の確立を目指す。

参考文献

- [1] 飯高茂, 松本幸夫 数学 III, 東京書籍, 2010
- [2] 黒川信重, 現代三角関数論, 岩波書店, 2013
- [3] 萩原学, アフェルト レナルド, CoqSSReflectMathComp による定理証明, 森北出版株式会社, 2019
- [4] 友永 昌治 (立正大学). 文理系データサイエンス学部における数学教育, 国際 ICT 利用研究学会 特別研究会 (第 2 回), 2023.6.25
- [5] Josef Urban, Formalized Mathematics as a Teaching Tool, Studies in Logic, Grammar and Rhetoric, 2004
- [6] Patrick Massot. Teaching Mathematics Using Lean and Controlled Natural Language. In 15th International Conference on Interactive Theorem Proving (ITP 2024). Leibniz International Proceedings in Informatics (LIPIcs), Volume 309

原摩訶大将棋の復刻および同時手番制の試み

高見 友幸

大阪電気通信大学 総合情報学部 デジタルゲーム学科

takami@osakac.ac.jp

キーワード：原摩訶大将棋，摩訶大将棋，棋譜，大型将棋

1. はじめに

少し前までの我々の研究によれば起源とされる将棋は摩訶大将棋であったが、最近になって、摩訶大将棋よりも以前に存在したであろう類似の大型将棋（原摩訶大将棋と呼ぶ）の存在が浮かび上がっている。

原摩訶大将棋の初期配置やルールについては古文書に記載されているわけではなく、我々の将棋史研究から導かれた仮説である。したがって、復刻にあたっては、将棋盤のサイズ、駒の初期配置（図1）、使う駒の枚数と種類等において、明確な根拠を提示する必要がある。発表では、この点を明らかにしたい。

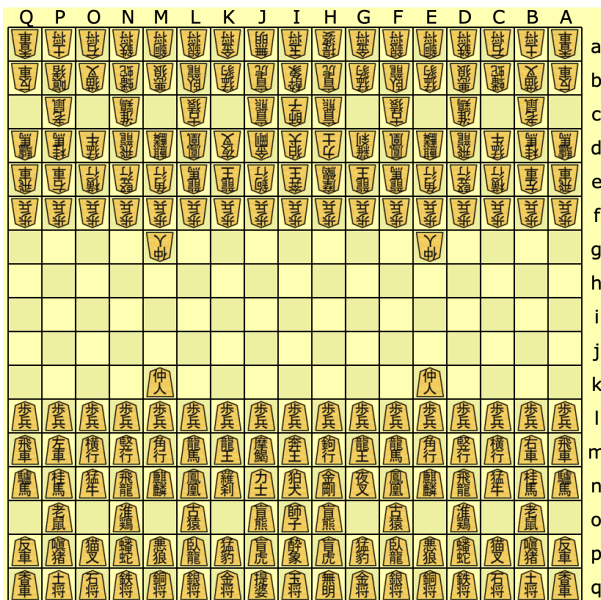


図1. 原摩訶大将棋の初期配置。

2. 原摩訶大将棋

2.1 初期配置

原摩訶大将棋の駒は、その成立過程を考慮すれば、交点置きとするべきであるが、縦横17マスの盤を使い、マス置きとする。駒数96枚は摩訶大将棋と変わらないが、駒種は48種である。駒を十干十二支（陰陽五行思想）に当てはめることを考慮すれば、駒種が12の倍数であることは、原初により近い将棋と言える。摩訶大将棋では、駒2種が増え、50種となるが、これは、横飛と瓦将が追加されたからである。

摩訶大将棋では麒麟、鳳凰、古猿、臥龍、蟠蛇、淮鷄は各1枚であるが、原摩訶大将棋では左右対称の位置に2枚が配置されている。麒麟と鳳凰、嗔猪と猫又、

古猿と臥龍、淮鷄と蟠蛇、悪狼と銅将が横または縦に並ぶのは、駒の動きの対称性を考えれば妥当な配置と言える。なお、玉将の左右には、復刻原案では左将と右将とすべきであるが、遊戯性の観点から、この2駒を提婆と無明に置き替えている。

2.2 対局観

駒の動きは摩訶大将棋とすべて同じである。勝利条件についても、一点（麒麟／鳳凰の成りである師子／狛犬も勝利を決める駒とする）を除き同じである。しかしながら、将棋盤のサイズや初期配置の違いにより、摩訶大将棋とはかなり異なる対局観となる。

対局において最も影響の大きい違いは、敵味方の歩兵の間隔が5マスであり、摩訶大将棋より1マス分だけ広いことである。これにより、より融通の効く攻防が可能となった。また、摩訶大将棋では、筋違いであった摩羯、角行、飛龍が、原摩訶大将棋では利き筋が当たることになる。

摩訶大将棋では、序盤早々に一方の狛犬が中央の歩兵の前に3マス飛ぶと、他方の狛犬は歩兵の前に出ることができなかった。原摩訶大将棋では、狛犬の直接の当たりがないため、狛犬の動きの制約がほぼなくなるのである。

3. 同時手番制

対局型ボードゲームでは、プレイヤーが交互に駒を動かすことでゲームが進むが、双方のプレイヤーが同時に駒を動かすというのが、本稿で取り上げた同時手番制である。敵駒の利きがあるマスへの移動が問題ではなくなることが、交互手番制の将棋とは根本的に異なる点であり、遊戯性が大きく変化する。果たして、この点が受け入れられるのかどうか。

同時手番制のボードゲームは、コンピュータ制御での対局が前提となる。したがって、1980年以前では制作できなかった、したがって、遊ぶことのできなかったゲームなのである。その同時手番制を、起源の将棋だったであろう原摩訶大将棋に付加させてみた。本発表では、同時手番機能を持つコンピュータ原摩訶大将棋の盤面を示しつつ、どのような遊戯が実現しているのかを紹介する。

参考 Web サイト

[1] 高見友幸，原摩訶大将棋のルールおよび対局棋譜の紹介，YouTube (Tomoyuki Takami チャンネル)，https://www.youtube.com/@Tomoyuki_Takami/videos.

熊谷市におけるスマートクールシティの取り組み

白木 洋平

立正大学 データサイエンス学部

キーワード：スマートクールシティ，気象観測，熊谷市

1 はじめに

2023年7月4日、市長のもと「熊谷スマートシティ宣言」が発出されて以降、埼玉県熊谷市ではデジタル技術を活用した持続可能な都市づくりが強力に推進されてきた。その中で行われた取り組みの一つとして、「熊谷スマートシティ デジタルデザイン企画」がある。これは、熊谷市と市内にキャンパスを有する立正大学が連携し、気象観測機器の開発や暑さ対策に関する市民参加型ワークショップの実施、観測データの分析・活用などを通じて、快適なまちづくりに向けた技術とノウハウを蓄積していく取り組みである[1]。このような取り組みは、2018年7月23日に国内観測史上最高気温となる41.1℃を記録したことから「日本一暑いまち」として国内で認知されており、夏季には最高気温記録の話題でたびたび名前が登場する熊谷市にとって、夏季の高温対策や市民の熱中症予防、さらには都市の快適性向上を図る上で、極めて意義深いものである。

本稿では、この「熊谷スマートシティ デジタルデザイン企画」にて実施されたイベントのうち、観測データの分析・活用を実行するために必要となる観測データ（気温や湿度などのデータ）の取得方法および結果について概説を行うこととする。

2 観測データの取得方法

2.1 自動車による熊谷市内の移動観測

図1に示す観測経路の通り、2024年8月20日14:00～15:50に自動車による熊谷市内の移動観測を行った。利用したセンサは株式会社ティアンドデイ社製温度湿度データロガーおんどとり TR-42Aであり、これを自作の強制通風筒に内蔵して車の上部に設置した。なお、データの取得間隔は1秒であり、計測地点の計測時間から80秒前までに取得したデータの平均をその計測地点の気温として定義している。

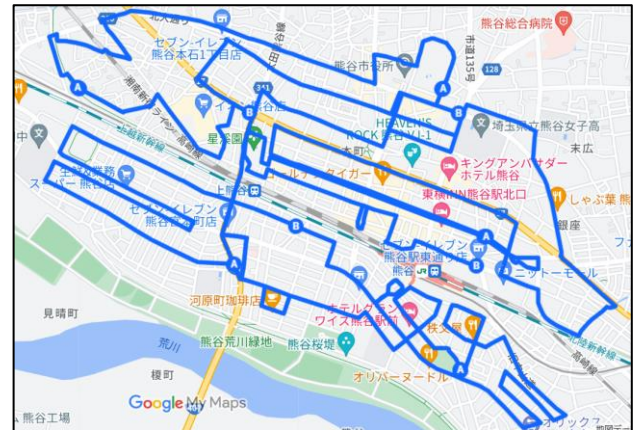


図1. 観測経路（熊谷中心部）

※ベースマップ（Google Maps）

また、計測開始から計測終了までの時間を利用して気温の時間補正を行っていることを追記する。

2.2 熊谷市内10か所の定点観測

2024年の夏季（7月および8月）において、熊谷市内10か所の定点観測（気温・湿度）を行った。設置場所は図2に示す通り、熊谷市内において大規模公園として知られている中央公園（熊谷市役所の東側に位置）と熊谷市内の中心部を流れる星川周辺である。なお、データの取得間隔は10分であり、利用したセンサは株式会社ティアンドデイ社製温度湿度データロガーおんどとり TR72A2-Sである。

2.3 市民による徒歩での気温観測

市民が自分たちの手で自分の身の回りの気温を知ることができることは、都市の高温化について「自分事化（または、わが事化）」することができる。言い換えれば、自らデータを取得し変化を実感することによって都市の高温化問題が抽象的なものではなく、日常生活に直結した現実的な問題であることを実感することが可能となり、結果として個人や地域社会における適応行動や持続可能なまちづくりに向けた主体的な



図 2. 定点観測（気温・湿度）を行うためのシェルター設置場所（上図：熊谷市内の大規模公園・中央公園、下図：熊谷市内中心部を流れる星川周辺）

取り組みが促進される可能性が高まる。なお、観測実施日は 2024 年 7 月 27 日（土）14 時頃であり、先に述べた「市民参加型ワークショップ」の参加者を 5 班に分けて熊谷駅を中心としたエリアにて観測を行っている。

3 結果および考察

3.1 自動車による熊谷市内の移動観測

図 3 に移動観測の結果から得られた熊谷中心地の気温分布図を示す。これによると、観測経路においては最大 1.5 度程度の気温差が見てとれる。また国道 17 号は気温が低く（図中青枠）、住宅地は気温が高い（図中赤枠）という傾向も確認された。このような気温分布になる要因として、単一ではなく、都市構造や地形、植生、あるいは風向および風速といった多様な要素が複雑に関係しあって形成されていると考えられる。したがって、データについて適切な処理を行った上で統計的な手法などを用いて慎重



図 3. 移動観測によって得られた熊谷中心地の気温分布図

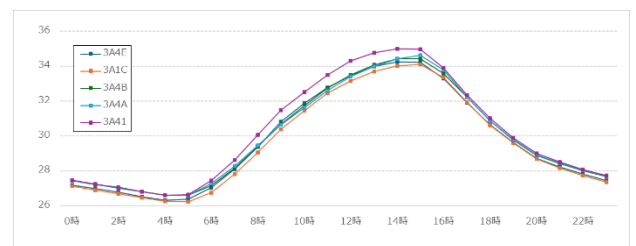


図 4. 夏季における熊谷市内の大規模公園・中央公園の気温・湿度の変化

な要因の分析を行うことが必要となってくる。

3.2 熊谷市内 10 か所の定点観測

本稿では、熊谷市内の大規模公園である中央公園の気温・湿度の変化に関する結果のみを提示することとする（図 4）。これによると、公園から最も離れた場所であり、市役所の駐車場付近に設置をした 3A41 にて終日気温が高く、公園内で最も樹木が多い 3A1C にて気温が低いという結果となった。また、2 番目に気温が低く同じく公園内に設置してある 3A4E も気温が低く、14 時の時点で公園内と公園外（3A41）では 1 度以上の差が現れることも確認することができる。このことから、熊谷市においても多くの既往研究[2-4]にて示されている通り都市における緑地や樹木の存在が局所的な気温の低下に寄与していることが確認された。

3.3 市民による徒歩での気温観測

本稿では、5 班のうち D 班によって得られた気温分布図について確認を行うこととする。これによると、熊谷駅の南側に位置する比較的大きな公園である万平公園付近では気温が低く、熊谷駅（図中左上）に近づくにつれて気温が高くなる様子が確認された。



図 5. D班によって観測された気温分布図

このことから、地域によって気温に大きな差があるという現象について、観測を通じて市民も実感できたものと考えられる。

4 今後の課題

本稿では、「熊谷スマートシティ デジタルデザイン企画」にて実施されたイベントのうち、観測データの分析・活用を実行するために必要となる観測データ（気温や湿度などのデータ）の取得方法および結果について概説を行った。結果として、熊谷市における気温分布の地域差について確認をすることができた。一方で、その要因について適切に解析を行い、地域における気温差の発生メカニズムを明らかにするには至っていない。したがって、今後は地表面の被覆状況や建物の密度、植生の分布、風向・風速などの多様な環境要因を定量的に把握し、統計的手法などを用いて相関関係を検証する予定である。以上を行うことで、快適なまちづくりに向けたデータの蓄積がなされるものと考えている。

謝辞

本研究は「気象観測機器の開発及び気象データの分析業務委託（熊谷市）」により実施されている。ここに記して感謝を表する。

参考文献

- [1] 熊谷市，令和 6 年度実施 立正大学と連携したデジタルデザイン企画「気象観測機器の開

発および気象データの分析」<https://www.city.kumagaya.lg.jp/smartcity/kouminrenkei/kisyokan/soku/index.html>（閲覧日：2025 年 3 月 2 日）

- [2] 福井英一郎（1956）都市における気温分布と緑地，都市問題，47，50-56.
- [3] 浜田崇，三上岳彦（1994）都市内緑地のクールアイランド現象 -明治神宮・代々木公園を事例として-，地理学評論，67A，518-529.
- [4] 菅原広史，成田健一，三上岳彦，本城毅，石井康一郎（2006）都心内緑地におけるクールアイランド強度の季節変化と気象条件への依存性，天気，53（5），393-404.

n -竜王問題の対称解の個数について

宮田 大輔* 永岡 淳一† 山下倫範‡

* 千葉商科大学 † サレジオ工業高等専門学校 ‡ 立正大学

要 旨 大きさ $n \times n$ の将棋盤に、互いに取合わないようにな n 個の竜王を置くような配置が何通りあるかという問題を n -竜王問題と呼び、そのような条件を満たす配置を解と呼ぶ。また、解のうち回転や鏡像によって一致するものを同一視した場合の解の個数を基本解の個数と呼ぶ。本稿では回転対称解の個数および対角線対称解の個数を表す母関数と漸化式を与える。これにより基本解の個数を求めることが可能となる。

キーワード n -竜王問題, n -kings problem, 基本解, 対称解, 数え上げ

1 はじめに

与えられた条件の下でチェス盤に駒を配置するような問題は、レクリエーション数学の1つとして、古くから研究されている。

例えば、 $n \times n$ の大きさのチェス盤に n 個の queen を互いに取られないように配置する n -queens 問題は有名である。 n -queens 問題では、 $n \leq 27$ についてバリエーション解（回転と鏡像を考慮しない解）と基本解（回転と鏡像によって一致する配置を同一視した解）の個数が知られている [8]。また、 n -rooks 問題（将棋の飛車と同じ動き）の場合、バリエーション解の個数が $n!$ 個あることは明らかである。パズル作家として有名な Dudeney はその著書 [2] の中で n -rooks 問題の基本解の個数を決定することは難しいと述べているが、Lucas [7] や Larson [5] によって基本解の個数を求める式が与えられている。この個数はオンライン整数列大辞典 (OEIS A000903 [10]) に登録されている。他にも様々な変種の問題が Kotesovec の著書 [4] に詳しくまとめられている。

本稿では、日本古来のボードゲームである将棋の竜王について同様の問題を考える。筆者らは計算機実験によって $n \leq 30$ について、 n -竜王問題の基本解の個数を求めた。今回、回転対称解および対角線対称解の個数を与える母関数および漸化式を得たので報告する。

2 n -竜王問題

将棋における竜王は図 1 のように垂直方向と水平方向には何マスでも動くことができ、左上、右上、左下、右下方向に 1 マスだけ動くことができる。 $n \times n$ の大きさの将棋盤に、互いに取られないようにな n 個の竜王を置くような配置が何通りあるかという問題を n -竜王問題と呼ぶ。 n -竜王問題は、チェスの king を互いに取られないよ

うに各行各列にちょうど 1 個ずつ置く問題と同値であることから、 n -kings 問題と呼ばれることもある。

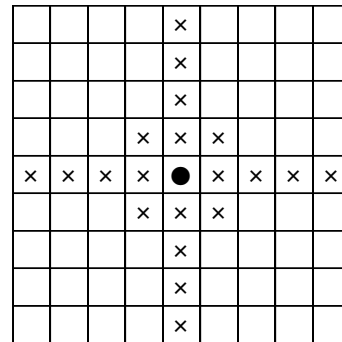


図 1: 竜王の動き（×が移動可能な位置）

2.1 バリエーション解

回転や鏡像を考慮しない解をバリエーション解と呼ぶ。例えば 5-竜王問題のバリエーション解は図 2 に示すように全部で 14 個存在する。

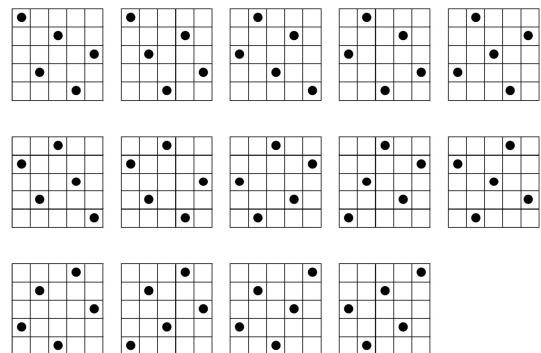


図 2: 5-竜王問題のバリエーション解

2.2 基本解

回転や鏡像によって一致するバリエーション解を同一視した解を基本解と呼ぶ。例えば 5-竜王問題の基本解は図 3 に示すように全部で 3 個存在し、これらの基本解に対して回転あるいは反転（鏡像）を施すことですべてのバリエーション解が得られる。

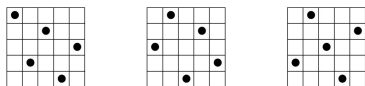


図 3: 5-竜王問題の基本解

3 基本解の個数

n -竜王問題の基本解の個数を f_n で表す。 f_n は、Cauchy-Frobenius の定理（Burnside の補題という名前でも知られる。例えば Liu[6], 成嶋 [12]）を用いて、次のように表すことができる。

$$f_n = \frac{1}{8}(v_n + c_n + 2r_n + 2d_n) \quad (1)$$

ここで、 v_n はバリエーション解の個数、 c_n は盤面中央について点対称な解（以下、点対称解とよぶ）の個数、 r_n は 90° 回転について対称な解（回転対称解）の個数、 d_n は対角線について対称な解（対角線対称解）の個数を表す。

後述するように v_n と c_n については母関数および漸化式が知られている。したがって、回転対称解の個数 r_n と対角線対称解の個数 d_n が与えられれば、基本解の個数は直ちに求めることができる。

3.1 バリエーション解の個数

Abramson は、連続する数が隣り合わない順列の個数（つまりバリエーション解の個数）に関する式を与えた [1]。また、Shapiro らは簡潔な方法でその母関数を導出している [9]。次の定理は Shapiro による。

定理 A (Shapiro)

バリエーション解の個数 v_n の通常型母関数は

$$\begin{aligned} V(x) &= \sum_{n=0}^{\infty} v_n x^n \\ &= \sum_{k=0}^{\infty} k! \left(\frac{x - x^2}{1 + x} \right)^k \end{aligned}$$

である。

$V(x)$ のはじめのいくつかの項を求めると次のようになる。

$$V(x) = 1 + x + 2x^4 + 14x^5 + 90x^6 + 646x^7 + 5242x^8 + \cdots$$

定理 A から、 $n \geq 4$ について、次の関係が成り立つことが示せる。

$$\begin{aligned} v_n &= (n+1)v_{n-1} - (n-2)v_{n-2} \\ &\quad - (n-5)v_{n-3} + (n-3)v_{n-4} \quad (2) \end{aligned}$$

ただし、 $v_0 = 1, v_1 = 1, v_2 = 0, v_3 = 0$ である。

バリエーション解の個数に関する有益な情報は、オンライン整数列大辞典 (OEIS A002464[11]) から得ることができる。

3.2 点対称解の個数

バリエーション解のうち、盤面中央を中心に 180° 回転しても配置が変わらないような解を点対称解と呼ぶ。点対称解の例を図 4 に示す。

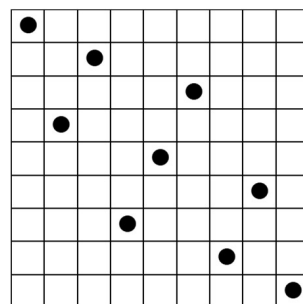


図 4: 9-竜王問題の点対称解の例

Kirchner は、点対称解の個数 c_n に関して次の定理と同等の結果を得ている [3]。

定理 B (Kirchner)

回転対称解の個数 c_n の通常型母関数は

$$\begin{aligned} C(x) &= \sum_{n=0}^{\infty} c_n x^n \\ &= \frac{1 + x - x^2 - x^3}{1 + x^2} \sum_{k=0}^{\infty} 2^k k! \left(\frac{x^2 - x^4}{1 + x^2} \right)^k \end{aligned}$$

である。

$C(x)$ のはじめのいくつかの項を求めると次のようになる。

$$C(x) = 1 + x + 2x^4 + 2x^5 + 14x^6 + 14x^7 + 122x^8 + 122x^9 + \cdots$$

定理 B から, $n \geq 4$ について, 次の関係が成り立つことが示せる。

$$c_{2n} = (2n+1)c_{2n-2} - (2n-5)c_{2n-4} - (2n-5)c_{2n-6} + (2n-6)c_{2n-8} \quad (3)$$

ただし, $c_0 = 1, c_2 = 0, c_4 = 2, c_6 = 14$ である。また $n \geq 0$ について $c_{2n+1} = c_{2n}$ である。

3.3 回転対称解の個数

バリエーション解のうち, 盤面中央を中心に 90° 回転しても配置が変わらないよう解を回転対称解と呼ぶ。回転対称解の例を図 5 に示す。

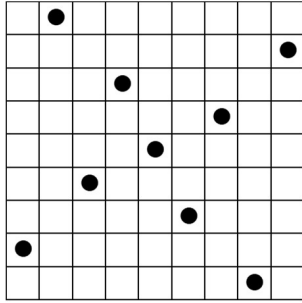


図 5: 回転対称解の例

回転対称解に関して次が成り立つ。

定理 1 回転対称解の個数 r_n の通常型母関数は

$$R(x) = \sum_{n=0}^{\infty} r_n x^n = (1+x) \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(2k)!}{k!} \left(\frac{x^4 - x^8}{1+x^4} \right)^k$$

である。

$R(x)$ のはじめのいくつかの項を求めると次のようになる。

$$R(x) = 1 + x + 2x^4 + 2x^5 + 8x^8 + 8x^9 + 76x^{12} + 76x^{13} + \dots$$

また, 定理 1 より, $n \geq 4$ について次の関係が成り立つことが示せる。

$$r_{4n} = (4n-1)r_{4n-4} - (4n-5)r_{4n-8} - (4n-15)r_{4n-12} + (4n-14)r_{4n-16} \quad (4)$$

ただし, $r_0 = 1, r_4 = 2, r_8 = 8, r_{12} = 76$ である。また $n \geq 0$ について $r_{4n+1} = r_{4n}, r_{4n+2} = r_{4n+3} = 0$ である。

3.4 対角線対称解の個数

バリエーション解のうち, 対角線について反転しても配置が変わらないよう解を対角線対称解と呼ぶ。対角線対称解の例を図 6 に示す。

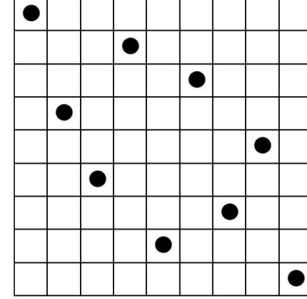


図 6: 対角線対称解の例

対角線対称解に関して次が成り立つ。

定理 2 対角線対称解の個数 d_n の通常型母関数は

$$D(x) = \sum_{n=0}^{\infty} d_n x^n = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(2k)!}{2^k k!} \left(\frac{x^2 - x^4}{1+x^2} \right)^k \left(\frac{1+x+x^2+x^3}{1+2x^2+2x^3+x^4} \right)^{2k+1}$$

である。

$D(x)$ のはじめのいくつかの項を求めると次のようになる。

$$D(x) = 1 + x + 2x^5 + 8x^6 + 22x^7 + 74x^8 + 256x^9 + \dots$$

また, 定理 2 より, $n \geq 12$ について, 次の関係が成り立つことが示せる。

$$\begin{aligned} d_n = & -d_{n-1} + nd_{n-2} \\ & + (2n-7)d_{n-3} + (n+5)d_{n-4} \\ & + 2d_{n-5} - (2n-30)d_{n-6} \\ & - (4n-38)d_{n-7} - (2n-27)d_{n-8} \\ & + 11d_{n-9} + (n-2)d_{n-10} \\ & + (2n-19)d_{n-11} + (n-11)d_{n-12} \end{aligned} \quad (5)$$

ただし, $d_0 = d_1 = 1, d_2 = d_3 = d_4 = 0, d_5 = 2, d_6 = 8, d_7 = 22, d_8 = 74, d_9 = 256, d_{10} = 912, d_{11} = 3410$ である。

4 おわりに

n -竜王問題の回転対称解および対角線対称解の個数に関して母関数と漸化式を与えた。式 (1)–(5) を用いることで、基本解の個数を求めることが可能となった。

参考文献

- [1] M. Abramson and W. O. J. Moser, “Permutations without rising or falling ω -sequences”, *Ann. Math. Stat.*, **38**, pp.1245–1254, 1967.
- [2] H. E. Dudeney, “Solutions 295: The eight rooks” in *Amusements in Mathematics*, Thomas Nelson and Sons, London, p.214, 1917.
- [3] G. Kirchner, Sequence A283184 in *The On-line Encyclopedia of Integer Sequences*, <https://oeis.org/A283184>, 2017.
- [4] V. Kotesovec, *Non-attacking chess pieces 6ed.*, 2013.
- [5] L. C. Larson, “The number of essentially different nonattacking rook arrangement”, *J. Recreat. Math.*, **7**, pp.180–181, 1974.
- [6] C. L. Liu, *Introduction to Combinatorial Mathematics*, McGraw-Hill, New York, 1968.
- [7] E. Lucas, *T  orie des Nombres*, Gauthier-villars, Paris, 1891.
- [8] T. B. Preu  er, “The Q27 project”, <https://github.com/preusser/q27>, 2016.
- [9] L. Shapiro and A. B. Stephens, “Bootstrap percolation, the Schroeder problems and the n -kings problem”, *SIAM J. Discrete Math.*, **4**, pp.275–280, 1991.
- [10] N. J. A. Sloane, Sequence A000903 in *The On-line Encyclopedia of Integer Sequences*, <https://oeis.org/A000903>, 2003.
- [11] N. J. A. Sloane, Sequence A002464 in *The On-line Encyclopedia of Integer Sequences*, <https://oeis.org/A002464>, 2017.
- [12] 成嶋弘, 『数え上げ組合せ論入門』, 日本評論社, 1996.
- [13] 宮田大輔, 永岡淳一, “N-竜王問題の解の個数について”, 第11回国際 ICT 利用研究学会研究会講演論文集, pp.41–45, 2022.

高校情報旧課程学習者から見た 新課程への大学データサイエンスリテラシー教育の対処

鈴木 治郎[†], 平井佑樹[‡]

^{†‡} 信州大学 全学教育センター

[†]szkjro@shinshu-u.ac.jp, [‡]yhirai@shinshu-u.ac.jp

キーワード データサイエンスリテラシー, 高校新課程情報, プログラミング教育

1 はじめに

信州大学では, 2023 年度以降に入学する学部生を対象に, 必修科目「データサイエンスリテラシー (以下では DSL と略す)」を開講している. その今後の実施において, 2025 年度からの高校新課程の情報科目である情報 I 履修者が入学してくることを考慮しなければならない. そのため授業内容の設定においては, 旧課程履修者と新課程履修者のデータサイエンスにとくに関係する科目 (数学 I および情報 I) にもとづき, 前提知識のどこに違いが現れるのか把握するべきである. なお, 大学における DSL モデルカリキュラムと高校情報 I の学習事項との対応は, 数理・データサイエンス・AI 教育強化拠点コンソーシアムが公表している [1].

こうした状況にもとづき筆者らは, 高校情報 I 全般を出題範囲とする問題集 [2] に掲載の全問題をもとにした理解度確認テスト (以下では確認テストと略す) を作成し, 高校情報の旧課程履修者である現 1 年生を対象とした確認テストおよび高校までの学習状況確認アンケート (以下ではアンケートと略す) も実施し, その結果を報告した [3].

ここでは, その結果から一部の側面を取り上げて, とくに大学でのデータサイエンス科目の一つとして取り上げられることの多いプログラミング教育への影響を考える.

この確認テストは, 各回 6 題前後に分けて 15 回にわたり実施した. その被験者は各回ごとに募集した [3]. このため, 統計的吟味を与えることのできる資料ではないことに留意されたい.

2 問題は何か

高校までの学習の有無と DSL 科目の指導内容との関係を表すマトリックスを次のように考える.

	DSL で提供する	提供しない
高校で学習済み	不要	中立
学習していない	すべき	避けたい

「学習済み」であるかどうか自体も, 明確な判定のできるものではないため, このような切り分けにあいまいさが残るのはもちろんである. しかし便宜上, このようなマトリックスの設定自体を否定してしまうと, 高校で学習済みの問題を考えること自体が困難になる. さらに「学習していない」の行は, 大学独自で考える内容であり, 今回報告する確認テストでは検出できない. そのことは旧課程履修を取り上げて考えても同じことになる.

高校情報 I の学習領域を対象とした確認テストの実施を通じて, 「高校で学習済み」の領域を発見できるだろう. それは旧課程学習者には教材を補うべき領域であり, 新課程学習者には教材で提供する内容を簡易化あるいは高度化できる領域である.

アンケートでは, すべての問題共通に同じ選択肢

高校情報科目で学習した
高校他科目で学習した
大学 DSL で学習した
大学 DSL 以外で学習した
その他

を用意して回答させた. 本稿の分析では, これらを「高校まで」, 「大学」, 「その他」の 3 つに大別した.

さらに各問題がどの知識領域に属するかに注目して以下の 3 つのカテゴリーを設定した. 高校までの学習と各問題との相関係数を次表に示してある. なお「その他」のカテゴリーは, 個人的に経験したことを想定して設けたものである. 被験者の学生たちと確認テスト実施後に意見交換の時間を設けたが, そのときの対話からも, 実際にそのように考えてよいと思える.

カテゴリーの各記号は,

P: プログラミング教育につながるもの (ソフトウェア

に関する理解を含む)

T: ICT 技術 (コンピュータの構造やインターネット技術に関する理解を含む)

E: 情報倫理 (利用者視点の情報セキュリティやインターネット利用を含む)

とした。これらの分類は旧課程の高校情報科目「社会と情報」および「情報の科学」の違いも考慮して設定した。

カテゴリー	高校まで	その他	合算
E	0.461	0.043	0.459
P	0.291	0.113	0.327
T	0.224	NaN	0.224

相関係数の値は高くないが、それでもプログラミング系課題 P ではその他、おそらく個人経験が正答率に寄与し、情報倫理 E は高校で学習した寄与がある程度高いと判断した。各問ごとに P, T, E でプロットし、散布図にした (次図)。

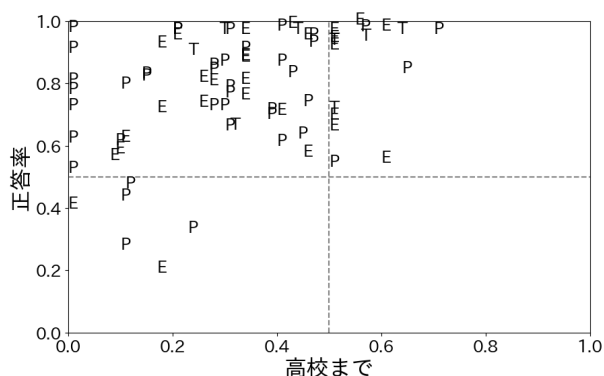


図 1: 高校までの既習割合と正答率の関係。点 P, T, E は本文中で説明した記号であり、点線は正答率および既習率の 50%ラインを表す。

3 DSL 教材に活かす視点

前節の散布図を正答率および高校までの学習状況をもとに、50%ライン (図の点線) で 4 つの領域に分けたとき、右上、右下、左上、左下の各領域の特徴を以下のよう考えた。

右下: 新課程学習者に限らず、高校までの学習が理解度に十分に結びついていないことを示す。本研究で

は該当がなかった。DSL で学習できるよう考慮したい。

左下: 高校で学習しておらず、かつ正答率が低いことから新課程での理解向上があるのか、今後の検討を進めたい。

左上: 個人差の影響が大きく、DSL で十分な学習をできるように考慮したい。

右上: より進んだ DSL の学習へと進めるための支援を検討したい。

3 つのカテゴリー P, T, E の中でもカテゴリー E に属する知識は、インターネット利用が不可欠な現代社会にあっては、高校までの学習に関わらず目にすることが多いはずであり、分析に当たっては考慮すべき要因が多く考えられる。以下では個人差も大きいカテゴリー P の問題について考察を述べていく。とくに高校までの情報科目を、旧課程でも新課程でも未消化な学習者に対して、大学で学習支援することのできる DSL 教育を進める上で、有益と考えるからである。

3.1 右上領域の例題

この領域では、高校で学習したことと正答率とともに高く、正の相関がある。

第 13 回・問 4 (第 4 章問 9[2]): カテゴリー P

以下に示す 1 から 6 の文章は、インターネットでの情報のやりとりと、Web の仕組みについて説明しています。下線部に当てはまる選択肢に対して、それぞれ対応する説明文の番号を選びなさい。問 6 は教員による追加です。

- インターネット上で情報を発信するシステムに_____は多く利用され、通常は Web と略称される
- これにより、文字、画像、音声、動画などの情報をまとめてある_____を閲覧することができる
- それを表示するためのソフトウェアを_____という
- 利用者は、それに_____を与えることによって、所望の情報を閲覧することができる
- 上で与えたものは Web 内の_____に当たりものであり、「プロトコル名 (スキーム) ://ファイル名 (パス名)」で構成される文字列である
- 近年ではインターネット上で行う通信情報の安全性を高めるため、プロトコル名に_____を使うところが多くなっている

選択肢: 住所、ワールドワイドウェブ、URL、HTTPS、Web ページ、(Web) ブラウザ

問題文を読めばわかるように、扱っている内容に馴染みがなければ正答することは困難であろう。それでも少

し馴染みがあれば、選択肢を当てはめる合理性をもとに正答を見つけることはそれほど難しくない。

本研究で利用した問題集 [2] の扱う多くの問題に対する解き方のテクニックとして、同様な想定を考えられる出題形式であった。

3.2 左上領域の例題

この領域では、高校で学習した割合が低くても正答率が高い。個人差の問題は左下の領域にあげた例に譲り、一つ興味深い例を検討したい。

第 6 回・問 4 (第 2 章問 13[2]) : カテゴリー P

以下の 1 から 7 の文章は、情報をデジタル化したときの特徴・特質について述べたものです。各選択肢に対する特徴を表す文の番号をそれぞれ選びなさい。

1. デジタル化により、コンピュータでさまざまな情報の処理が可能となる
2. デジタル化により、情報をコンピュータでより扱いやすくして価値を高めることが可能になる
3. デジタル化により、文字・数字・音声・画像などを組み合わせて処理することができる
4. デジタル化により、ある情報とまったく同一のコピーを大量に作成することができる
5. デジタル化により、情報をさまざまなメディアに記録し、収納しておくことができる
6. デジタル化により、コンピュータとインターネットによって、情報をどこへでも送信することが可能となる
7. デジタル化により、情報の伝送や複製時における劣化防止や変形などに対して強くなる。

選択肢：加工性，記録性，頑健性，処理性，伝達性，統合性，複製性

この問の高校までの学習割合は 40%，正答率は 97% であった [3]。デジタル化という抽象概念に対する何通りもの特徴（選択肢）をことばで結びつける問題であり，このような課題解決は，学習者が自然にできるようにはならないと筆者は理解している。だから右上領域であげた例のように，ことばに多少の親和性があるからと，選択肢を選ぶ合理性のみで回答できるとは考えていない。高校まででデジタル化に対する概念的な見方を学習した経験が有効に働いているのではないだろうか。

3.3 左下領域の例題

この領域では，高校までで学習した割合も，正答率もともに低い。

第 11 回・問 4 (第 3 章問 20[2]) : カテゴリー P

以下に示す 1 から 8 の文章は，コンピュータプログラムについて説明しています。下線部に当てはまる選択肢に対して，それぞれ対応する説明文の番号を選びなさい。

1. プログラムとは，コンピュータが当該の問題を処理するための，一連の命令を記述したコンピュータへの_____とみなせる
2. プログラムは，コンピュータが実行する処理手順の抽象化である_____にもとづいて記述すると明瞭にできる
3. 各プログラムは通常，_____に属するコンピュータ言語によって書かれる
4. それによって書かれたプログラムを_____という
5. また，そのプログラムは_____によって，コンピュータが理解できるように変換（翻訳）される
6. その変換（翻訳）されたプログラムは_____と呼ばれ，実行システムの備えるライブラリと合わせて実行される
7. 多くの場合，これはコンピュータが直接実行できる_____になっている
8. 応用プログラムと，それを制御・管理してコンピュータを効率よく動作させるためのソフトウェアが_____である

選択肢：アルゴリズム，オブジェクトプログラム，オペレーティングシステム（OS），機械語，言語処理系（コンパイラ），高水準言語，指示書，ソースプログラム

この問題では，IDE（統合開発環境）のもとでのプログラミング経験しかない学生であれば，オブジェクトプログラムのことを知らない可能性もあるだろう。だから新旧いずれの課程学習者であっても正答率は低いだろうと事前に想定はしていた。予想通りに正答率は低かったばかりでなく，個人的にプログラミング経験があるだろう学生でも低いことを確認できた。

この領域にある他の問題でも，同様な知識の解像度の高さが，正答率を低くしていると想定できた。大学教育の枠組みで考えるならば，DSL ではなく応用基礎レベルとすべき問題がいくつも設定されたと考えている。

4 おわりに

問題集 [2] にある問題のすべてを学生たちに回答してもらった結果から，散布図（図 1）に示したように，多くは左上の領域に属すること，すなわち高校で学習していなくても，正答率は比較的高いことを確認できた。

このことは，情報 I の扱う知識そのものを個別に論じるよりも，DSL の教育目的に沿って，情報 I で扱われる素材を考慮の上で，学習者の理解をどのように発展させるべきかが重要であると示唆していると思える。本学の DSL コースで提供する教材においても [4]，この点を考慮して見直しを進めていきたい。

参考文献

- [1] 数理・データサイエンス・AI 教育強化拠点コンソーシアム. 数理・データサイエンス・AI (リテラシーレベル) モデルカリキュラム～データ思考の涵養～.
<http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/pdf/model.literacy.20240222.pdf>
- [2] 小山透,. 高校科目「情報 I」プラス α 問題集. 山川出版社. 2024.
- [3] 平井佑樹, 鈴木治郎. 必修科目「データサイエンスリテラシー」における高等学校新学習指導要領への対応に向けた理解度調査. 信州大学総合人間科学研究. to appear.
- [4] 平井佑樹, 鈴木治郎, 太田家健佑. 信州大学全学必修科目「データサイエンスリテラシー」の開講とその成果. 情報処理学会論文誌：デジタルプラクティス. Vol. 5, No. 4, pp. 11-23, 2024.

法学部におけるデータサイエンス教育の現状と課題

木 川 裕
日本大学 法学部

キーワード：全国大会，講演論文，IIARS

1 問題の所在

大学で授業を行っている、学生から「授業で AI を使ってもよいか」と質問されることが増えてきた。AI の活用に肯定的な意見も多く、「積極的に活用すべきである」との考えも根強い。一方で、法学部を含む文系大学では、情報教育や ICT の活用に対して慎重な立場を取る教員も少なくなく、AI の利用に関しても消極的な姿勢が見られる。

こうした中、2025 年 2 月 18 日付の Bloomberg に掲載された「AI で人類退化、マイクロソフトが認めた真意は」(Parmy Olson) という記事では、マイクロソフトとカーネギーメロン大学の研究に基づき、AI の利用が批判的思考力の低下を招く可能性を指摘している。特に、時間に追われた状況では、AI が生成した内容をそのまま受け入れ、文章作成や分析、批判的評価を行う機会が減少する傾向があるという。

AI の活用を推奨する立場であっても、こうした指摘は無視できず、AI の利便性と教育上の課題を再評価する必要がある。本稿では、この背景を踏まえ、法学部におけるデータサイエンス教育の現状について学生の意識調査を行い、今後のデータサイエンス教育 (ICT・AI を含む) の在り方について検討する。

2 マイクロソフト等の研究の概要

2.1 研究の目的

マイクロソフトとカーネギーメロン大学の研究 (The Impact of Generative AI on Critical Thinking: Self-Reported Reductions in Cognitive Effort and Confidence Effects From a Survey of Knowledge Workers) は、生成 AI (GenAI) の利用が知識労働者の批判的思考に与える影響を調査したものであ

る。本研究の目的は以下の 2 点である。

- ① 知識労働者が GenAI を使用する際、批判的思考をどのように行っていると認識しているかを調査する。
- ② GenAI が批判的思考の努力にどのような影響を与えるかを明らかにする。

2.2 調査方法と考察

本研究では、319 人の知識労働者を対象にアンケートを実施し、936 件の GenAI を活用した業務タスクの事例を収集した。その結果、以下の傾向が明らかになった。

- GenAI に対する信頼度が高いユーザーほど、批判的思考を行う頻度が低い。
- 一方で、特定のタスクに対する自己効力感が高いユーザーは、GenAI を使用する際にも積極的に批判的思考を行う傾向がある。

このことから、GenAI の利用は批判的思考の性質を以下のように変化させる可能性がある。

- 情報検証: ユーザーは GenAI が提供する情報の正確性や信頼性を確認する必要がある。
- 応答の統合: GenAI の出力を自身のニーズやコンテキストに適応させる作業が求められる。
- タスクの管理: ユーザーはタスク全体の進行を監督し、GenAI の出力が目的に合致しているかを評価する役割を担う。

2.3 研究の結論

本研究は、GenAI の利用が知識労働者の批判的思考に影響を及ぼすことを示唆しており、GenAI ツールの設計において、ユーザーの批判的思考を促進する機能を組み込むことの重要性を強調している。

3 本学におけるICT・データサイエンス教育

本学法学部では、現在いくつかの情報関連科目が設けられており、筆者が担当する科目は以下のとおりである。

- コンピュータ・リテラシー: Word、Excel、PowerPoint など
- 社会情報システム論: Excel を使用した統計学
- 社会情報システム研究: Access データベース
- 経営情報システム論 I・II: 経営情報システム、ICT など

これらの科目はすべて選択科目、または選択必修科目であり、学科ごとに他の関連科目も設置されている。

4 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度

本制度は、デジタル時代の「読み・書き・そろばん」としての数理・データサイエンス・AIに関する大学の正規課程のうち、一定の要件を満たした優れた教育プログラムを文部科学大臣が認定・選定する制度である。

デジタル時代において、この知識は法学部生にとっても重要であると考えられるが、実際に学生はどのように捉えているのだろうか。

5 アンケート調査

法学部におけるデータサイエンス教育の現状について学生に意識調査を実施した。

被験者は法学部学生であり、被験者数は 862 名、実施時期は 2024 年 7 月である。

5.1 ICT・AI・ロボット学習の必要性

「今後、ICT や AI、ロボットについての学習が必要か」という設問に対し、「すごく必要」か「まあまあ必要」と回答した割合は 90.2%であった(図 1)。

5.1.1 必要な理由 (一部抜粋)

また、必要な理由の多くをまとめると次の通りであった。

- AI に関する知識が、将来のキャリアの安定につながるから。
- どの職業においても ICT や AI の知識は必要。

5.1.2 不必要な理由 (一部抜粋)

次が不必要な理由をまとめたものである。

- 法学部には関係がないため、個人的に学習すればよい。
- まずは法律の勉強を優先すべき。

5.2 データサイエンス教育の必要性

「今後、データサイエンス教育は必要か」という設問では、「すごく必要」「まあまあ必要」との回答が 83.9% であった (図 2)。

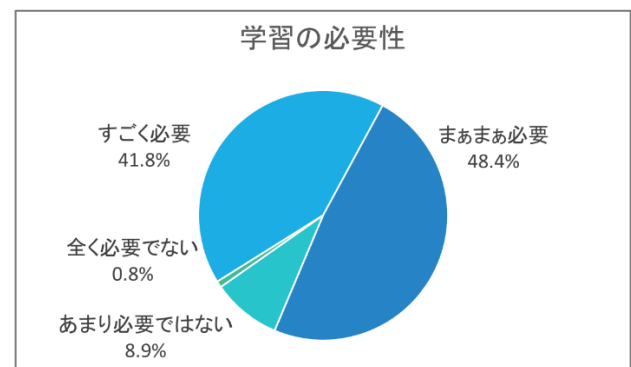


図1. ICT や AI、ロボットなどの学習の必要性

5.2.1 必要な理由 (一部抜粋)

これについて必要な理由は次の通りであった。

- 法律実務ではデータ分析が重要になるため。
- 判例の分析にデータサイエンスの知識が役立つから。

5.2.2 不必要な理由 (一部抜粋)

不必要な理由は次の通りであった。

- 分析や解析が苦手。
- 法学部では専門的すぎる分野。

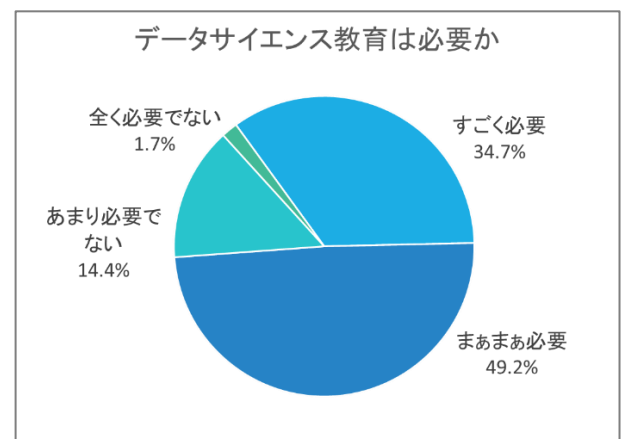


図2. データサイエンス教育の必要性

5.3 文部科学省の「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度」の認知度

「文部科学省の数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度を知っているか」という設問に対し、「知らない」と回答した割合は70.0%であった。これについてはむしろ知っている学生が珍しいのかもしれない。

5.4 文系学生の「数理・データサイエンス・AI」の知識の必要性

文系学生でも「数理・データサイエンス・AI教育」の知識は必要かという設問に対し、「必要」と回答した割合は85.0%であった。

「将来の進路でデータサイエンスの知識が必要な場面はあると思うか」という設問に対し、「思う」と回答した割合は71.9%であった。(図3)

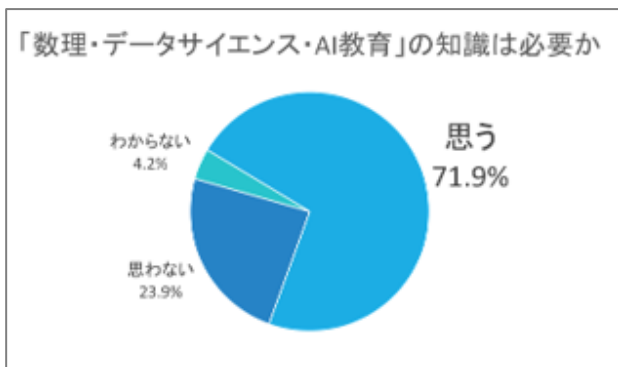


図3. 将来でのデータサイエンス知識の必要性

6 今後の課題

調査結果によれば、多くの学生がICT・AI・データサイエンスの重要性を認識している。しかし、AIの利用が批判的思考力の低下を招く可能性があることも懸念される。

今後は、AIの利便性を活かしつつ、学生の思考力や創造力を育む教育のあり方を模索することが求められる。例えば、AIが提供する情報の正確性を検証する能力を養うことが、大学教育において不可欠であろう。

教育者にとっても、AIとの適切な向き合い方が問われる時代が到来している。

参考文献

- [1] Parmy Olson, 「AIで人類退化、マイクロソフトが認めた真意はー」, Bloomberg, 2025年2月18日,
<https://www.bloomberg.co.jp/news/articles/2025-02-17/SRU8CKDWLU6800>
- [2] Hao-Ping(Hank) Lee, et al. *The Impact of Generative AI on Critical Thinking: Self-Reported Reductions in Cognitive Effort and Confidence Effects from a Survey of Knowledge Workers*. Microsoft Research, 2025,
https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2025/01/lee_2025_ai_critical_thinking_survey.pdf.
- [3] 文部科学省, 「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度」,
https://www.mext.go.jp/a_menu/koutou/suuri_data/science_ai/00001.htm

医療系養成課程における数理・データサイエンス・AI 教育プログラムの取り組み

田中 雅章

Email: tanaka@yuai.ac.jp

愛知医療学院大学

◎Key Words: 情報リテラシー, 統計学, データサイエンス

1 はじめに

2021年度、文部科学省はデジタル時代の「読み・書き・そろばん」である数理・データサイエンス・AI教育プログラム(MDASH)の質の向上を図り、学生の学習意欲を高め、社会の様々な分野で活躍できる人材を育成するための教育プログラム制度を開始した。これは大学等で所定の基準を満たす教育プログラムを認定し、認定されたプログラムを実施する教育機関において単位を修得することで、数理データサイエンスのMDASHの認定証が授与される。

この認証制度には、大きくリテラシーレベルと応用基礎レベルの2種類がある。リテラシーレベルには、リテラシーレベルとリテラシーレベル プラスの2段階に、応用基礎レベルには、応用基礎レベルと応用基礎レベル プラスの2段階にそれぞれ細分化される。

2 医療系養成課程における AI 教育の必要性

医療系養成課程においては、従来より統計学や疫学などの関連科目が提供されてきたものの、数理・データサイエンスに関する体系的な教育は必ずしも十分ではなかった。しかしながら、近年、医療系養成機関において数理・データサイエンス教育の重要性が広く認識されるようになり、様々な取り組みが開始されるに至っている。

医療現場においては、電子カルテ、画像診断データ、ゲノム情報など、多種多様なデータが蓄積されている。これらのデータを適切に分析し、活用することにより、より質の高い医療提供が可能となる。また、AI技術の急速な発展に伴い、画像診断支援や創薬研究など、医療分野におけるAIの応用が活発化している。このような背景から、医療系養成課程においても、以下の教育が不可欠となる。

数理・データサイエンスの基礎

統計学、確率論、線形代数などの基礎知識を習得することで、データ解析やAI技術の理解を深める。

医療データ解析

実際の医療データを用いたデータ解析演習を通じて、データ分析スキルを習得する。

AI技術の基礎

機械学習や深層学習などのAI技術の基礎を習得し、医療分野への応用力を身につける。

倫理的考察

個人情報保護やAIの偏りなど、医療における数理・データサイエンス・AIの倫理的な問題を理解し、適切な判断ができる能力を養う。

3 目標とする認定レベル

リハビリテーション専門職養成課程における数理・データサイエンス・AI(MDASH)教育の推進は、国家試験受験資格に関わる専門科目との兼ね合いから制約を受ける。本研究では、このような制約下において、MDASH教育の理想像に近づくため、リテラシーレベル認定取得を目標とした教育プログラムの検討を行った。

当該プログラムは、MDASH教育に関する11項目のカリキュラム要件を網羅する必要がある。リテラシーレベル認定は、データサイエンス関連科目を1科目以上含むことで申請可能である。

本校では、カリキュラム要件を網羅するため、情報科学と基礎統計学の2科目でMDASHの認定取得を目指すこととした。このようになら理由は、私立大学等改革総合支援事業タイプ1の申請を視野に入れたからである。

私立大学等改革総合支援事業タイプ1は、「Society 5.0」の実現等に向けた特色ある教育の展開を支援する事業で、情報リテラシー教育の実施と数理・データサイエンス・AI教育に係る科目の開講、実践的なデータサイエンス教育の実施が採点要件に含まれている。

4 まとめ

本報告では、デジタル社会における人材育成を目的とした文部科学省のMDASH教育プログラム認定制度に着目し、医療系養成課程におけるMDASH教育の必要性と、本校が目指す認定レベルについて検討した。医療現場におけるデータ利活用とAI技術の進展を踏まえ、医療系養成課程では数理・データサイエンスの基礎、医療データ解析、AI技術の基礎、倫理的考察の4つの要素を含む教育が不可欠である。

本校では、様々な制約がある中で、MDASHの認定と私立大学等改革総合支援事業タイプ1の申請を目標とした。情報科学と基礎統計学の2科目のカリキュラムで必要要件を網羅し、目標達成を目指す。本取り組みは、医療系養成課程におけるデータサイエンス教育の発展に寄与するとともに、学生の能力向上に繋がることが期待される。