

国際 ICT 利用研究学会

国際 ICT 利用研究
研究会講演論文集
第 13 回

2023 年 3 月 12 日

オンライン開催@Zoom

第 13 回 国際 ICT 利用研究学会 研究会

下記のように第 13 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）No.3、もしくは Journal of IIARS（IIARS 学術研究論文誌）Vol.6 No.1 以降に掲載します

山下倫範（立正大学）

日時 2023 年 3 月 12 日（日） 13:00－17:00

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

13:00 開会の挨拶 次郎丸沢（OME）

第 1 セッション（13:05－14:20、座長 永田 清（大東文化大学））

13:05－13:20

アパレル業における ICT 活用と今後の展望

○ 田中 里歩（日本大学）

13:20－13:35

メタバースを活用したコミュニケーション能力向上

○ 内田 真人（大東文化大学）

13:35－13:50

AR 広告における課題と今後の展望

○ 鬼塚 龍信（日本大学）

13:50－14:05

データサイエンスにおける会計データの利用可能性

○ 木川 明彦（立正大学）

14:05－14:20

仮想空間と立体視動画の連携による地域情報コンテンツの制作

○ 鎌田 光宣（千葉商科大学）

14:20－14:30 休憩

第2セッション（14:30－15:45，座長 田中 敏幸（慶応義塾大学））

14:30－14:45

発想支援ツール「SocialBooster Assistant System」の開発

○ 柴 俊輔（立正大学）

14:45－15:00

若い世代の投票率の向上とインターネット投票について

○ 吉川 将太（日本大学）

15:00－15:15

わが国における自動運転の現状と可能性について

○ 北爪 雄貴（大東文化大学）

15:15－15:30

逃げ地図を活用した熊谷市内の買い物難民の定量的把握と解決策への適用手法に関する研究

○ 柿沼 波斗 田中 優也 後藤 真太郎（立正大学）

15:30－15:45

Web リフレクションによる校種別学習行動の分析

○ 田中 雅章¹，奥原 俊²，山崎 一徳³（四日市大学¹，三重大学²，愛知みずほ大学³）

15:45－15:55 休憩

第3セッション（15:55－16:55，座長 田中 雅章（四日市大学））

15:55－16:10

教育・保育施設の広域利用に対する給付請求システムの活用可能性

○ 井上 孝之（岩手県立大学） 阿部 考志（岩手インフォメーション・テクノロジー）

16:10－16:25

唐長安城と初期平安京の設計思想 ～都城の拡張と十二律呂～

○ 高見 友幸（大阪電気通信大学）

16:25－16:40

イオノゾンデ観測の全球規模解析： $h'F$ の解析

○ 松本 貴裕, 山本 隼也, 高見 友幸 (大阪電気通信大学)

16:40－16:55

クロンバックの α 係数は負にもなることについて

○ 鈴木 治郎 (信州大学)

16:56 閉会の挨拶 上山 俊幸 (千葉商科大学)

アパレル業における ICT 活用と今後の展望

田中 里歩
日本大学法学部

キーワード：アパレル EC，ファッションテック，OMO

1 はじめに

昨今，特に新型コロナウイルスの感染症拡大に伴う巣ごもり消費の影響で，ECの利用が活発化した。経済産業省が発表した「令和3年度デジタル取引環境整備事業（電子商取引に関する市場調査）」[1]によれば，令和3年の日本国内のB to C・EC市場規模は20.7兆円に拡大している。そのなかで「衣類・服装雑貨等」の市場規模は2兆4,279億円で，EC化率は21.15%である。行動制限が緩和され，コロナ禍以前の生活に戻りつつある現在でも引き続き増加傾向にあることから，ECの利用が消費者の間で徐々に定着しつつあることが窺える。

本稿は，「衣類・服装雑貨等」に焦点を当て，アパレル業におけるICT活用についてECサイトと実店舗の利点及び欠点を列挙したうえで，各々の良さを融合させていくためにはどのようなICT活用が有効であるかを考察し，今後の展望について論ずるものである。

2 電子商取引（EC）の定義

本稿ではOECD[2]に基づき，ECの定義を以下の内容とする[3]。

広義的には「物・サービスの売却あるいは購入であり，企業，世帯，個人，政府，その他公的あるいは私的機関の間で，コンピュータを介したネットワーク上で行われるもの」とする。狭義的には「物・サービスの売却あるいは購入であり，企業，世帯，個人，政府，その他公的あるいは私的機関の間で，インターネット上で行われるもの」とする。

また，双方において「物・サービスの支払及び配送はオンラインで行われてもオフラインで行われても構わない」と定義する。

3 アンケート結果に基づく EC サイトの利点及び欠点

アパレル商品におけるECの普及率の実態や消費者が感じるECサイトと実店舗の利点及び欠点を明確にするため，アンケート調査を実施した。本調査の被験者は，10代から50代前半の男女99名とし，実施時期は令和5年1月中旬から下旬である。

3.1 アパレル商品の購入方法

アパレル商品の購入方法として最も利用頻度の高いものを問うと，実店舗が「55.6%」，ECサイトが「28.3%」という回答が得られた。（図1）

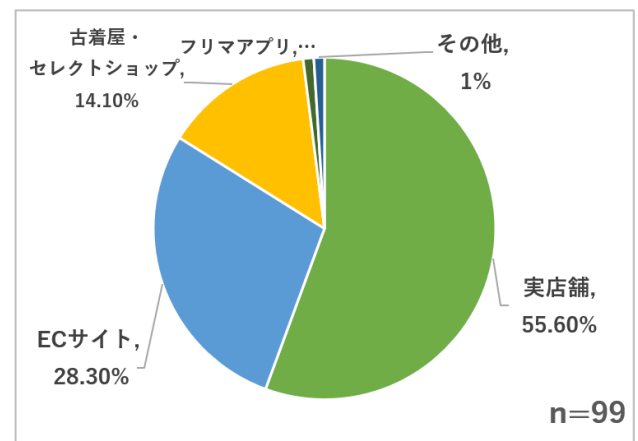


図1. アパレル商品の購入方法

この結果から，ECは消費者に普及しているものの，実店舗を利用する割合の方が大きく，ECの市場規模は現在もなお拡大過程にあることが分かった。

3.2 EC サイトと実店舗の利点及び欠点

アパレル商品を購入するにあたりECサイトを利用するメリットを問うと，82.8%が「時間や場所に左右されない」，49.5%が「類似商品・価格等を比較購入することができる」，26.3%が「実店舗では購入

できない商品が手に入る」と回答した。また、利用するデメリットを問うと、94.9%が「実際に手に取り、サイズや質感などを確かめることができない」、49.5%が「送料がかかる」、26.3%が「商品が手元に届くまで時間的コストがかかる」と回答した。それに対し、実店舗を利用するメリットについては97%が「実際に手に取り、サイズや質感などを確かめることができる」、60.6%が「購入してすぐに持ち帰ることができる」、28.3%が「お店のディスプレイや匂いなど五感で感じられる」デメリットについては70.7%が「場所や時間に左右される」、45.5%が「店員さんとコミュニケーションをとるのが面倒」、36.4%が「混雑時等、待ち時間が長い」と回答した。

以上の結果から、ECサイトの最大の利点は「時間や場所に左右されない」という点、実店舗の最大の利点は「商品を実際に目で見て確かめられる」という点にあり、他方でそれぞれの欠点は相反していることが分かった。

4 アパレル業界における ICT 活用

コロナ禍の巣ごもり消費の影響を機に、時間や場所に左右される実店舗とは別の販売チャネルであるECがより消費者に浸透するようになった。しかしながら、アンケート結果からも分かるようにECは「実際に目で見て確かめられない」という大きな欠点を負っている。その欠点を補うサービスとして、近年Virtusize[4]やSTAFF START[5]といったファッションテック企業が登場している。

4.1 Virtusize（バーチャサイズ）

ECでアパレル商品を購入した場合、デジタル上で購入した商品と購入者の手元に届いたときの実際の商品に差異が生じることが多く、ECで購入された商品の返品要因は50%以上がサイズ感であるとされている[6]。このような課題を解決すべく開発されたのが、Virtusizeである。

ファッション業界のあらゆる課題に対してデータ分析を駆使したサービスを提供するVirtusizeは、誰もが自分らしいサイズ感を見つけることができる方策を提案することで、理想のアイテム探しを支援するサービスである。ECサイトの商品を他のアイテムのサイズと比較することができ、また、身長や体重、年齢など簡単な情報を入力して作成したシル

エット上で商品を試着することができる。さらに、すべての購入履歴はクローゼットで一元管理されるため、ECサイトの商品とクローゼットに保存されたアイテムを自由に比較することができる。この画期的なサービスにより、サイズ選びに失敗するリスクが低減され、返品数の減少と平均的なCVR[7]の上昇に貢献する。Virtusizeは世界中から注目を集めており、サービス開始から約7年間でオーダーされた商品は1.5億件を超え、毎月約300万人、累計3,000万人を超えるユーザー数を誇る。

4.2 STAFF START（スタッフスタート）

株式会社バニッシュ・スタンダードが提供するスタッフDXのアプリケーションサービスSTAFF STARTは、店舗スタッフをDX化させ、自社ECサイトでオンライン接客を可能にする“Staff TECH（スタッフテック）”サービスである。コーディネーター投稿や紹介動画、商品レビューや特集記事などのコンテンツを通じて、店舗スタッフがデジタル上で顧客に接客を行うことでECの売上に貢献する。また、スタッフのEC売上は企業がもつ管理画面に反映されるため、その売上実績をもとにスタッフや店舗の評価にも活かすことができる。STAFF STARTは、スタッフの活躍の場を広げることでECの売上向上に貢献し、スタッフの活躍を適切に評価することでモチベーションを高め、よりホスピタリティのあるオンライン接客を実現する。

STAFF STARTは、アパレル業を含めた小売業からブライダルや住宅、保険、証券等のサービス業まで幅広い業種の業務のオンライン変換が可能である。利用ブランド数は2022年9月時点で2,100を超え、流通経由売上は1,529億円を突破している。同年11月にはサービス開始6周年を迎え、右肩上がりで急成長を遂げている。

5 OMOの取り組み

アパレル業においてあらゆるICTが活用されることで、ECの市場規模はパンデミック収束後もさらに成長を遂げていくとみられる。しかし、ECと実店舗それぞれのチャネルが担うべき役割は果たして同じなのだろうか。

先ほどのアンケート調査において、利点及び欠点に加えてアパレル商品を購入する上での利便性と購

入過程における有意義さについて、EC サイトと実店舗ではどちらの方が優れているか問うた。利便性の面では「EC サイト」が 63.6%, 「実店舗」が 36.4% と EC サイトの方が高い。(図 2)

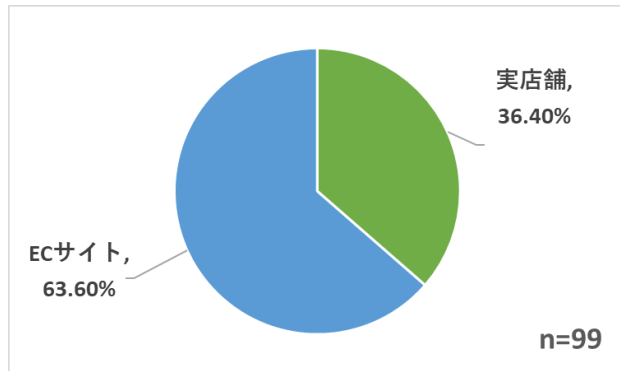


図 2. アパレル商品を購入する上での利便性の高さ

有意義さの面では「EC サイト」が 21.2%, 「実店舗」が 78.8% と実店舗の方が高いという回答が得られた。(図 3)

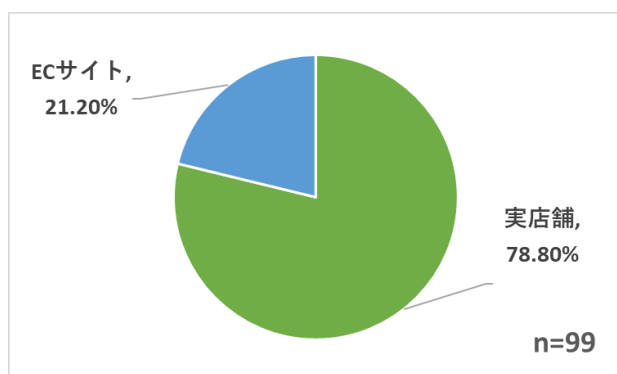


図 3. アパレル商品の購入過程における有意義さ

この結果から、多くの消費者が EC サイトには時間や場所に左右されず指先 1 つで簡単に商品を購入できる利便性を、実店舗には実物に触れることだけでなく、コミュニケーションを介しての買い物自体の楽しさや思いがけない商品との出会いなど、商品を購入すること以上の体験価値を求めているのではないかと推測する。このような各々の良さを融合させてシームレスな購買体験を可能にするのが OMO[8]である。

近年では、商品やサービスの機能的価値だけでなく、それを通して得られる満足感や愛着などといっ

た情緒的価値が重視されており、企業は顧客体験の最大化を図ることが求められる。中国から広まったこの新しいマーケティング戦略は現在注目を集めており、ここでは実際に OMO に取り組む企業の事例を 2 つ取り上げる。

5.1 ZOZOMO (ゾゾモ) [9]

ファッション通販サイト ZOZO TOWN とブランド実店舗をつなぐ OMO プラットフォーム ZOZOMO は 2021 年 11 月より提供されており、ZOZOTOWN を通じて蓄積されたファッション領域の膨大な知見と年間購入者数 1,061 万人 (2021 年 7 月 1 日から 2022 年 6 月 30 日までの間に 1 回以上購入したアクティブ会員数とゲスト購入者数の合計) を誇る ZOZOTOWN の販売力を活かし、ローンチ時には主に 3 つのサービスを展開した。

まず、ZOZOTOWN 上でブランド実店舗の在庫確認及び在庫取り置きが可能なサービスでは、ZOZOTOWN を訪れる顧客に対してブランドが実店舗の在庫情報を知らせることで、実店舗への集客を促す。ショップスタッフの販売サポートツール FAANS (ファーンズ) では、ZOZOTOWN が保有する EC での販売ノウハウと店舗スタッフがもつ実店舗での販売ノウハウを掛け合わせることで、オンラインとオフラインをシームレスにつなぐ新たな販売方法を実現する。なお、2022 年 8 月からは新しくコーディネート投稿機能と成果確認機能が追加されている。在庫シェアリング Fulfillment by ZOZO (フルフィルメントバイゾゾ) では、ZOZOTOWN の在庫とブランド自社 EC の在庫を一元管理することで、各チャネルにおける商品欠品による販売機会損失の最小化に貢献する。これら 3 つのサービスに加え、2022 年 11 月には新サービス顧客直送がローンチされ、ブランド実店舗で欠品している商品の在庫が ZOZOTOWN の物流拠点 ZOZOBASE にある場合には、顧客は店頭で決済をおこない、ZOZOBASE から指定した住所へ商品を直送することができる。実店舗での欠品による販売機会損失を軽減し、企業に対してプロパー価格での在庫消化を支援する。

このように ZOZOMO は各サービスを通じてアフターコロナを見据えたファッション業界を積極的に支援している。

5.2 PARCO CUBE（パルコ キューブ）[10]

“次世代型商業施設“がコンセプトである渋谷 PARCO5F に展開する PARCO CUBE は、デジタル化時代における顧客との新しいコミュニケーションや買い物のあり方を提案し、オンラインとオフラインを融合した購買体験を提供する。従来の売り場より縮小したスペースで戦略アイテムや限定商品を中心に陳列し、その他の商品はオンラインストアで販売する。テナント自社 EC サイトとパルコオンラインストアのデータを連携させ、来店者は店頭に設置されたデジタルサイネージを操作することでスマートフォンへ直接データを転送し、店頭にはないオンライン上の商品をいつでも購入することができる。さらには、試着時に自分の後ろ姿を見られる CUBE MIRROR, AI アシスタント機能が実装された自走式ロボット temi, 最新デジタル技術を活用した床面デザイン演出 Root F など ICT を活用した接客、空間作り、購買体験を提供することで、かつて経験したことのないような体験価値を創出する。

このように OMO の取り組みは消費者に対し、EC と実店舗を横断した購買体験を提供することで、販売機会損失の減少と LTV[11]の向上に貢献する。

6 おわりに

本調査により、消費者の購買行動が多様化している昨今においては、企業は EC や実店舗という1つの販売チャネルに固執せず、あらゆる ICT を駆使することで消費者との間により多くのタッチポイントを創出する必要があることが分かった。なかでもオンラインとオフラインの垣根をなくし、シームレスな購買体験を提供する OMO はアパレル業界の将来に大きな可能性を秘めていると考えられる。顧客データの収集や分析、システムの導入など顧客の体験価値を向上させるための OMO 戦略は、その仕組みづくりに多大な時間と費用を要するが、今後のアパレル業界全体を活気づけるためには非常に重大な施策であると考察する。

参考文献

[1] 経済産業省, “令和3年度デジタル取引環境整備事業（電子商取引に関する市場調査）”

<https://www.meti.go.jp/press/2022/08/20220812005/20220812005.html>（令和5年3月4日参照）

[2] Organization for EConomic Co-operation：経済協力開発機構

[3] 経済産業省, “令和3年度電子商取引に関する市場調査 報告書”, p.13-14

<https://www.meti.go.jp/press/2022/08/20220812005/20220812005-h.pdf>（令和5年3月4日参照）

[4] Virtusize, “Virtusize”

<https://www.virtusize.jp/>（令和5年3月4日参照）

[5] 株式会社バニッシュ・スタンダード, “STAFF START”

<https://www.staff-start.com/>（令和5年3月4日参照）

[6] Virtusize, “Virtusize”, 返品数ダウン

<https://www.virtusize.jp/virtusize>（令和5年3月4日参照）

[7] 株式会社マクロミル, “コンバージョンレート（CVR）とは”

<https://www.macromill.com/research-words/conversion-rate.html>（令和5年3月4日参照）

[8] NEC ソリューションイノベーション株式会社 “OMO とは？小売業界で注目されるのはなぜ O2O やオムニチャネルとの違いをわかりやすく解説”

<https://www.nEC-solutioninnovators.co.jp/sp/contents/column/20210716.html>（令和5年3月4日参照）

[9] 株式会社 ZOZO, “ZOZOTOW とブランド実店舗をつなぐ OMO プラットフォーム「ZOZOMO」始動”

<https://corp.zozo.com/news/20211028-16352/>（令和5年3月4日参照）

[10] 株式会社パルコ, “次世代型商業施設”渋谷 PARCO 5.TECHNOLOGY”

<https://www.parco.co.jp/advantage/shibuyaparcophp>（令和5年3月4日参照）

[11] Life Time Value：顧客生涯価値

メタバースを活用したコミュニケーション能力向上

内田 真人
大東文化大学 経営学部

キーワード：メタバース，コミュニケーション，コロナウイルス

1 はじめに

経団連の行った「2018 年度新卒採用に関するアンケート調査」で選考にあたって特に重視した点で、16 年連続「コミュニケーション能力」が 1 位になった。近年、コロナ禍で人とのかかわりが減少し、コミュニケーション能力の低下が懸念される中、コミュニケーション能力を向上させるにはどのようにしたらよいか興味を持った。Google トレンドで調査した結果、2021 年の終わりごろから「メタバース」というワードが急速に検索され始め、ネットや、テレビで「メタバース」というワードが頻繁に取り上げられるようになった。「メタバース」はまだ発展途中で、ワードを知る人はいるが、それがどのようなものか知る人は少ない。「メタバース」は次のインターネットとも言われるほどのものであり、一般人に留まらず、企業、大学などからも注目を集め、それをどう活用するか様々な研究がなされている。そのようなメタバースをコミュニケーションという側面から捉え、メタバースをコミュニケーション能力の向上に活用できるのではないかとすることを研究していきたい。

2 メタバースについて

2.1 メタバースの定義

まず、メタバースという言葉は造語であり、「超 (Meta)」と「世界 (Universe)」を組み合わせた造語で、元々はアメリカの SF 小説「スノウ・クラッシュ」(1992)に登場する架空の仮想世界の名前である。

2.2 メタバースの 7 要件

メタバースは主に以下の 7 つの要件を満たすことにより成立する。

・空間性：三次元の空間の広がりのある世界

・自己同一性：自分のアイデンティティを投影した唯一無二の自由なアバターの姿で存在できる世界

・大規模同時接続性：大量のユーザーがリアルタイムに同じ場所に集まることのできる世界

・創造性：プラットフォームによりコンテンツが提供されるだけでなくユーザー自身が自由にコンテンツを持ち込んだり創造できる世界

・経済性：ユーザー同士でコンテンツ・サービス・お金を交換でき現実と同じように経済活動をして暮らしていける世界

・アクセス性：スマートフォン・PC・AR/VR など目的に応じて最適なアクセス手段を選ぶことができ物理現実と仮想現実が垣根なくつながる世界

・没入性：アクセス手段の一つとして AR/VR などの没入手段が用意されており、まるで実際にその世界にいるかのような没入感のある充実した体験ができる世界

つまりメタバースは現実の代わりとなるようなそこで人生を送ることができる空間のことである。

2.3 必要最低限のメタバース

しかし、これらの要件は例えば、「アクセス性」であれば、「PC に対応しているがスマートフォンには対応していない」といった強弱の幅がある概念であり、ゼロかイチかというものではなく、まだこれらすべての要件を満たすメタバースは存在しない。だが、全要件を最小限満たす「必要最低限のメタバース」は存在し、それは「ソーシャル VR」と定義されている。本稿でもそれに従い、「メタバース=ソーシャル VR」と定義し、「ソーシャル VR」からメタバースを活用したコミュニケーション能力の向上について考えていきたい。

3 アンケート調査

アイブリッジ株式会社が運営するネットリサーチツール「Freeasy」を使用し、2023 年 1 月 16 日からアンケートを開始し、全国の 15 歳以上 29 歳以下の男女 100 人にアンケートを配信した。当日中にサンプル数 100 を回収し、集計分析した。

サンプルを全年齢に設定すると、誤差が大きくなるので、10 代、20 代の若い世代に設定した。

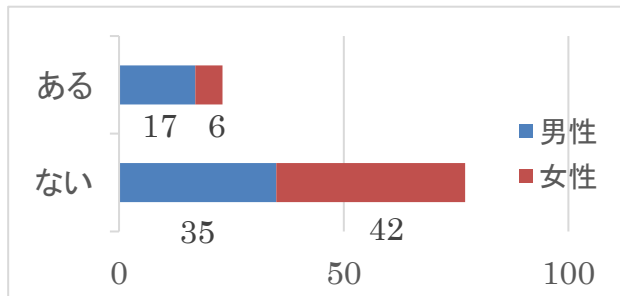


図 1. 自分のコミュニケーション能力に自信がありますか？

設問 1「自分のコミュニケーション能力に自信がありますか？」という設問は回答率 100%で「ある」と答えた人は男性「17%」女性「6%」計「23%」であった。「ない」と回答した人は男性「35%」、女性で「42%」計「77%」である。

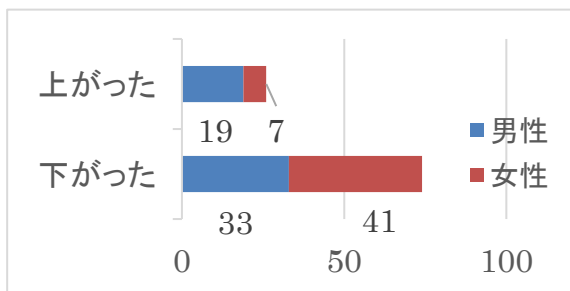


図 2. コロナ禍で自分のコミュニケーション能力はどうなりましたか？

設問 2「コロナ禍で自分のコミュニケーション能力はどうなりましたか？」という設問は回答数 100%で「上がった」と回答した人は男性「19%」女性「7%」計「26%」である。「下がった」と回答した人は男性「33%」女性「41%」計「74%」である。

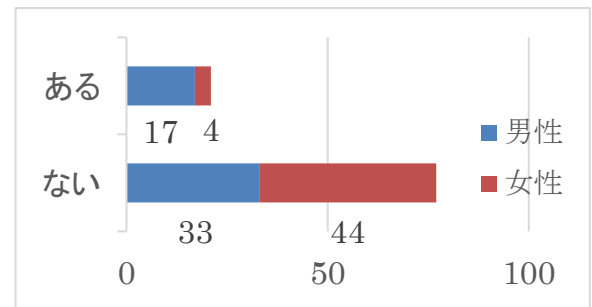


図 3. あなたが普段、日常生活を送る中で会う人はどのような人ですか？

設問 3「あなたが普段、日常生活を送る中で、会う人はどのような人ですか？」という設問は回答率 100%で「家族」は男性「35%」女性「34%」計「69%」、「友人」は男性「15%」女性「15%」計「30%」、「恋人」は男性「6%」女性「7%」計「13%」、「仕事(アルバイト)先の人」は男性「17%」女性「19%」計「36%」、「その他」は男性「1%」女性「1%」計「2%」その他の自由回答は「いない」「会わない」である。

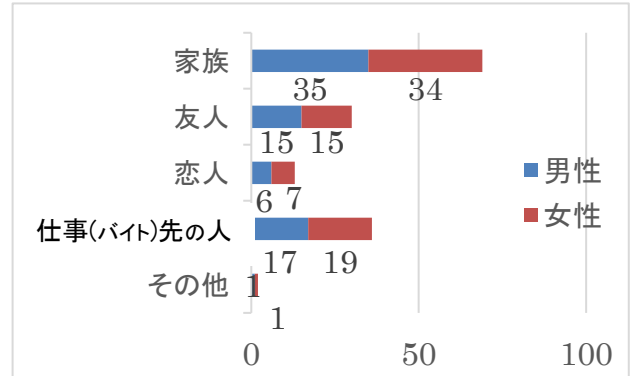


図 4. あなたは自分に自信がありますか？

設問 4「あなたは自分に自信がありますか？」という設問は設問設定ミスにより、回答数 98%となった。「ある」と回答した人は男性「17%」女性「4%」計「21.43%」、「ない」と回答した人は「33%」計「78.57%」である。

3.1 アンケート調査の結果

アンケート調査の結果は「自分のコミュニケーション能力に自信がない人が多い」「コロナ禍で自分のコミュニケーション能力が落ちた人が多い」「自分に自信のない人が多い」「日常生活を送る中

で会う人は「家族」「友人」「恋人」「仕事(バイト)先の人」である。また、クロスして集計した結果、「自分のコミュニケーション能力に自信がない」と回答した人は「コロナ禍で自分のコミュニケーション能力が落ちた」と回答「自分に自信がない」と回答した人は「自分のコミュニケーション能力に自信がない」と回答したことがわかった。

3.2 アンケート結果から明らかになったこと

アンケート調査の結果からコミュニケーション能力向上に関して二つのことが明らかとなった。

「自分のコミュニケーション能力が上がった」と回答した人と「自分のコミュニケーション能力に自信がある」と回答した人は日常生活で複数の属性の人と会っている。つまり、多様な人と接することでコミュニケーション能力が向上するということである。また、「自分に自信がある」人は「自分のコミュニケーション能力に自信がある」と回答「自分のコミュニケーション能力に自信がある」人は、「コロナ禍でコミュニケーション能力が上がった」と回答。つまり、自分に自信があるとコミュニケーション能力が向上するということである。そして、この2つを実現するのに、「メタバース」が活用できると考える。

4 活用方法

メタバースがコミュニケーション能力の向上に役立つのは以下のためである。

- ・多様な人と会える
- ・空間性
- ・円滑なコミュニケーションを遮る要素を可能な限り減らせる
- ・現実と比べたハードルの低さ。

4.1 多様な人との出会い

まず、多様な人と会えることであるが、自身の経験としてこれまでメタバース上で会った人たちは普段学生生活を送っているだけでは決して出会うことのない人ばかりであった。主にどのような人たちか例を挙げると

- ・京都府の社会人男性
- ・福岡県の19歳女子大生
- ・大阪府の20歳男子専門学生
- ・大阪府の21歳男子大学生

- ・富山県で就職活動中の30代前半の男性
- ・通信制高校に通う女子高生
- ・火力発電所に勤める7歳の娘を持つ男性
- ・愛知県で郵便局に勤める25歳男性
- ・福井県在住の23歳女性
- ・大阪府の26歳女性
- ・埼玉県上尾市在住の19歳男子学生

など学生、社会人、年齢、性別が違う人と出会ってきた。ネット上という事であり個人情報を開示することは好まれない環境のため、出会ってきた人全ての現実での詳細を知ることは不可能だが、教えてくれた人たちでもこれだけのばらつきがあり、また、障害やジェンダー問題を抱えている方も少数ながら会う機会があった。このように多様な人たちと会える場がメタバースである。しかし、それならメタバース以外でも良いのではという疑問が出てくる。例えば、SNSで出会った人と通話やビデオ通話を使った飲み会などでコミュニケーションをする機会を得ることができる。しかし、そこでのコミュニケーションは現実性があまりないのだ。現実で会話する時は相手との物理的な距離が発生する。あまり親密でない相手とコミュニケーションを取る場合、すぐ目の前に立って会話するという人は少ないだろう。また、話の内容によって距離が変わってくる、例えば、どうでもいいような雑談の場合、距離が近くなるようなことは少ないが、大事な話や、相談といったものでは、自分が真剣に聞いていることをアピールするため、そばに行ったり、目をしっかりみて頷いたりということをするだろう。通話やビデオ通話など距離が発生しないゼロ距離でのコミュニケーションである。例えば通話であれば、うなずいたりといったジェスチャーが伝わらなかったり、いきなり通話が始まるので徐々に近づいていくという心理的距離を表すことができない。またビデオ通話であれば、ジェスチャーは伝わるが、これもゼロ距離のコミュニケーションで物理的距離によって心理的距離を表すことができない。ではなぜメタバースが大丈夫なのか。それは空間性があるからである。

4.2 空間性

メタバースは現実と同じように3次元の空間で作

られており、ユーザーはその空間を自由に行き来することができる。そのため、話しかけたい相手を遠くから見て手を振って振替してくれたら近づいていくといった本格的なコミュニケーションを取る前のアクションをすることができる。例えば、現実世界で言えば、あの人は今話しかけても大丈夫だろうかといった様子を伺う行為のことである。これが可能になることによってより現実に近い形でのコミュニケーションを取ることができ、SNSや通話などよりも、コミュニケーション能力向上に役立つと思われる。

4.3 円滑なコミュニケーションを遮る要素を可能な限り減らすことができる

また、円滑なコミュニケーションを遮る要素を可能な限り減らせるという利点がある。現実には「容姿」「声」「性別」「年齢」「社会的な地位」など生まれ持ってきたものがある。生まれ持ってきたものであるからが故に簡単に変えることのできないものである。そのため、これらに自信がない場合、コミュニケーションをしても、満足のいくものにはなりにくいと思われる。しかし、メタバースであれば、「容姿」はアバターを使い、自分の好きなようになれば、また、声もボイスチェンジャーを使うことで変えることができ、不自然ではないとは言えないものの、元の声から変わることができる。また、「音声読み上げソフト」という手もある。このようにすれば、本人の一番自信のある状態でコミュニケーションをとることができる。

4.4 現実には比べたハードルの低さ

ほかの SNS と同じように匿名性が高く、個人が特定されにくい。また、コミュニケーションで何か失敗したときにすぐその場から消えたい衝動に駆られる。そのような場合は、「ログアウト」をすればすぐその場から消えることができる。また、現実世界の影響も少なく、時間や場所も気になくて良い。そして、現実では苦手な人物を自分の世界から消すことはできないが、「メタバース」では「ブロック」をすれば消すことができるのも利点である。

5 おわりに

5.1 まとめ

アンケート調査の結果からコミュニケーション能力を向上させるには「多様な人と接すること」と「自分に自信がある」ことが必要と判明した。現実でこれらを実現できるのが一番良いが、すぐできるようなものではなくハードルが高めである。そのため、最も現実近く、現実ではあり得ないことも実現できるメタバースを活用することで、コミュニケーションを取るハードルが下がり、この二つのことを実現できるので、コミュニケーション能力が向上する。

5.2 課題

アンケートの設定ミスがあり、一つだけ 98 人の回答になってしまった。また、コミュニケーション能力の「自信」だけでなく「高い」「低い」も調査するべきであった。そして、自分への「自信」がどこから来るのか調査すれば、それをどう「メタバース」で実現するか検討することができた。次回は「メタバース」で「コミュニケーション能力」が向上した人は現実でも「コミュニケーション能力」は向上するのか研究する必要がある。

6 参考文献

- [1] バーチャル美少女ねむ, 「メタバース進化論—仮想現実の荒野に芽吹く「解放」と「創造」の新世界」, p34,p43,p61,p291, 技術評論社, 2022 年
- [2] 2018 年度 新卒採用に関するアンケート調査結果 - 経団連
<http://www.keidanren.or.jp/policy/2018/110.html?v=p> (参照 2023-01-20)
- [3] Freeasy: 24 時間セルフ型アンケートツール
<https://freeasy24.research-plus.net/> (参照 2023-01-20)
- [4] GoogleTrends
<https://trends.google.co.jp/trends/explore?date=today%205-y&geo=JP&q=%E3%83%A1%E3%82%BF%E3%83%90%E3%83%BC%E3%82%B9>
(参照 2023-01-20)

AR 広告における課題と今後の展望

鬼塚 龍信
日本大学法学部

キーワード：AR 広告, デジタル広告, 通信技術

1 はじめに

近年、若者のテレビ離れや社会の急速なデジタル化が進んでいる。マスコミ 4 媒体の広告費（テレビ・新聞・ラジオ・雑誌）は年々減少しており、2021 年にはインターネット広告費がマスコミ 4 媒体の広告費を初めて上回った[1]。2011 年、マスコミ 4 媒体の広告費が 27,016 億円に対してネット広告費は 8,062 億円であったが、10 年後の 2021 年、マス広告費が 24,538 億円に対してインターネット広告費が 27,052 億円と、2010 年以降のスマートフォンの普及に伴い、デジタル広告市場の規模が急拡大していることが分かる[2]。しかし、過度な訴求や複数のバナー表示によって不快感を抱くユーザーも増加しているのが現状である。そのため、今後はより個々のユーザーにパーソナライズ化された広告が必要になると推測する。

本稿では、広告の更なる発展のために、若者を中心としたデジタル広告の認知度のヒアリング調査、また現在行われているデジタル広告の手法について調査し、課題及び今後の展望について論じていく。

2 インターネット広告の定義及び各手法

本節では、インターネット広告の定義、又現在多種に拡大してきたインターネット広告の種類とその特徴について整理する。

インターネット広告とは、Web サイトやアプリ、メールなどのインターネットを利用した広告・マーケティング活動のうち、インターネット上のメディア（媒体社）によって用意された有償で広告枠に掲出されるものであり、「ネット広告」「オンライン広告」とも呼ばれる。また、広告媒体の広告掲載枠に掲載される広告自体がインターネット広告の範囲であると定義する[3]。

インターネット広告の代表的な手法として、Google や Yahoo の検索結果ページで、上部もしくは下部に表示される「リスティング広告（検索連動型広告）」、LINE, Twitter, Facebook, Instagram, TikTok などのプラットフォームに配信する「SNS 広告」、特定のメディアの広告枠を買い取り掲載する「純広告」、メディア上の記事やニュースなどのコンテンツの中に表示される「ネイティブ広告」、成果報酬型の広告である「アフィリエイト広告」、広告が出稿可能な多数の WEB サイトを集めた広告配信のネットワークの「アドネットワーク」、動画で商品・サービスの推奨を行う「動画広告」などが挙げられる。

以上のようにインターネット広告の種類は多岐にわたっており、現在も増加し続けている。インターネット技術の進歩により、新たなインターネット広告が生まれる可能性があることから、インターネット広告に対する意識を向ける必要がある。

3 インターネット広告の新たな取り組み

現在、海外の企業では ICT やそれを活かした技術を積極的に活用している。代表例として、本節では AR (Augmented Reality) 広告を取り上げる。AR とは、スマートフォンやタブレット、カメラ付き端末などを使って、現実世界にデジタル情報を付加し、仮想的に拡張する技術であり、AR 広告と、この AR を活用した広告手法である。

AR 広告の種類は大別して「マーカー型」と「GPS 型」の 2 つに分けられる。「マーカー型」とは、事前に登録した画像や動画などのマーカーと呼ばれるパンフレットやオブジェクトなどをスマートフォンのカメラなどで読み込むことでユーザーに AR コンテンツを表示するものである。例えば、スマートフォンでパンフレットを読み込む

と平面的な情報から立体物(3Dモデル)が浮かび上がってくる体験ができる。一方で「GPS型」とは、事前にARコンテンツを出す場所を設定し、ユーザーが指定場所で端末をかざすことで、ARコンテンツを表示させるものである。これはスマートフォンなどのGPS機能を利用している。

以上のようにAR広告の種類を説明した上で、ここでは、AR広告を導入している企業を2例取り挙げる。

1つ目の事例は、世界的スポーツメーカーのNIKEである。NIKEはバスケットボールシューズ「Air Jordan」シリーズにおいて、スナップチャットのARレンズを使い、ジョーダンによるダンクシュートのシーンをスマホ画面に再現した。また、ECプラットフォームのShopifyやECサイト専用の物流会社Darkstoreと提携し、ジョーダン本人が履いている「AIR JORDAN 3」をアプリ内で購入できるようにした。このような取り組みを行った結果、「AIR JORDAN 3」はわずか23分で完売するなど、大きな反響を呼んだ[4]。

さらには、クリオ賞の最優秀賞であるグランドクリオおよびカンヌライオンズ Creative eCommerce 部門のゴールドライオンを受賞している[5]。

2つ目は、アメリカの大手ハンバーガーチェーン「バーガーキング」がブラジルで行った、ARを用いて店舗を炎上させる「Burn That Ad」というプロモーションを紹介する。これは、バーガーキングの専用アプリを使って同業他社のファストフード店の広告や看板に向けて画面をかざすと、炎を上げて燃えるARエフェクトが現れるという仕組みである。そして、ライバル店をARエフェクトで炎上させると、バーガーキングの看板商品である「ワッパーミール」の無料クーポンを貰うことができる。一見、過激なキャンペーンであるが、ライバル店からの乗り換えを推進するプロモーションはアメリカではよく行われている企画で若者を中心に盛り上がりを見せ、また、このキャンペーンによってアプリでの売り上げが54.6%増加した[6]。

4 アンケート調査

AR広告の認知度やメリット・デメリットを明確化するために、20代の若者を中心にAR広告に関するアンケート調査を実施した。

本調査の被験者は10代以上の男女108名とし、実施期間は2023年2月初旬から2月中旬である。

4.1 AR広告の認知度及び利用率

まずAR広告の認知度について問うたところ、「知っている」と回答した人が34.3%、「知らない」と回答した人が65.7%であった。

また、「AR広告を利用したことがあるか」について問うたところ、「利用したことがある」と回答した人が10.2%に対し、「利用したことがない」と回答した人が89.8%という結果になった。

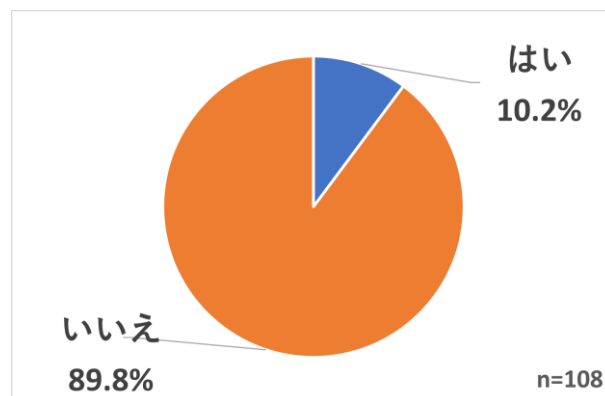


図1. AR広告を利用したことがあるか

デジタルに敏感な若者でもAR広告について認知度が低いことが分かり、かつ利用する人も約1割程度であるため、AR広告が世間にまだ浸透していないことが分かる。

4.2 AR広告を利用したことがある人のAR広告に関する意識調査

次にAR広告を利用したことがあると回答した人を対象に「実際に利用してみてどのような点が魅力的・便利だと感じたか」と複数選択可能の形式で問うたところ、「商品・サービスの疑似体験ができる」と回答した人が72.7%、「どこにいても店舗と同じ体験ができる」と回答した人が36.4%、「広告っぽくなく見入ってしまう」と「印象的でみんなに共有したくなる」と回答した人が同じく18.2%であった。

一方、「実際に利用してみてどのような点が不便と感じたか」と複数選択可能な形式で問うたところ、「通信環境が良くないと利用できない」と回答した人が 45.5%、「AR コンテンツが物理的世界に組み込まれるため、プライバシーを考慮しなければならない」と回答した人が 36.4%、「例えば家具の購入検討の際に携帯カメラでの現実世界の計測ミスがあればサイズ感が変わり不安」と回答した人が 9.1%、「特になし」と回答した人が 18.2%であった。

4.3 AR 広告を利用したことがない人の AR 広告に関する意識調査

次に AR 広告を利用したことがないと回答した人を対象に AR 広告のメリットを複数挙げ、「どの点に魅力を感じるか」と複数選択可能な形式で問うたところ、「商品・サービスの疑似体験ができる」と回答した人が 63.5%、「広告っぽくなく見入ってしまう」と回答した人が 36.5%、「どこにいても店舗と同じ体験ができる」と回答した人が 16.7%、「印象的でみんなに共有したくなる」と回答した人が 13.5%であった。

また、「AR 広告のメリットを踏まえた上で AR 広告を利用したいと思うか」と複数選択可の形式で問うたところ、「はい」と回答した人が 72.2%、「いいえ」と回答した人が 22.7%、「その他」と回答した人が 6%であった。

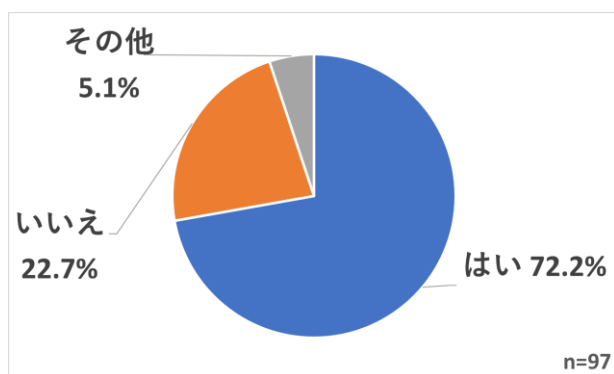


図 2. AR 広告のメリットを踏まえた上で AR 広告を利用したいと思うか

5 AR 広告の普及・促進への課題

AR 広告の課題として「ハードウェアやソフトウェアの普及がまだ足りない」という点が挙げら

れる。AR 広告の普及にはハードウェアや通信設備などが密接に関係しており、AR 広告をスムーズにどこでも見られるようにするためには、膨大なデータを安定して扱える通信技術を用意する必要がある。アンケート調査においても「通信環境が良くないと利用できない」と回答した人が多くいたことや、現在 5G の普及が進んでいることから、5G が完全なスペックで本格的に実現できれば、AR 広告の普及を一気に増加すると考える。

6 おわりに

本稿では、AR 広告に関するアンケート調査によって、AR 広告の普及率の低さと使用の際の課題が明確となったが、AR 広告のメリットである「疑似的に商品やサービスの体験ができる」ことで、EC サイトを中心に AR 広告を幅広く導入する企業が増え、顧客体験は向上していくと推察する。また、視認性の高いコンテンツによりユーザーが内容を理解しやすい点も特徴であるため、広告業界の課題である長時間の広告視聴を解決し、訴求力を高める可能性も持ち合わせる。

AR 広告が我々ユーザーに浸透し、商品の訴求を行いながら楽しさや利便性などのメリットを届けることで、ユーザーに新しい刺激を与えられることを期待する。

参考文献

- [1] 総務省“令和 4 年版情報通信白書”
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r04/html/nd233220.html>
(2023 年 2 月 27 日参照)
- [2] 消費者庁“近年の広告市場の動きについて”
https://www.caa.go.jp/policies/policy/representation/meeting_materials/assets/representation_cms216_220915_06.pdf
(2023 年 2 月 9 日参照)
- [3] 一般社団法人日本インタラクティブ広告協会 (JIAA) “インターネット広告におけるガイドライン等の取り組みとステルスマーケティング対策に関する考え方について”
<https://www.caa.go.jp> (2023 年 2 月 9 日参照)

- [4] PREDGE“広告賞受賞のソーシャルコマース
施策「AR/Jordan」”
<https://predge.jp/101511/>
(2023 年 2 月 9 日参照)
- [5] CLIO“2018Clio Awards Winners”
<https://clios.com/awards/winners?year=2018>
(2023 年 2 月 9 日参照)
- [6] UMANTECH “BURN THAT AD”
<https://www.umantech.com.br/burn-that-ad>
(2023 年 2 月 9 日参照)

データサイエンスにおける会計データの利用可能性

木川明彦

立正大学データサイエンス学部

Keyword: 質的特性 時間軸 仕訳テスト EDINET API

1. はじめに

近年、データサイエンス(以下、DS)や人工知能(以下、AI)の研究が積極的に行われている。会計学の分野においてもテキストマイニングやディープラーニングといった手法を取り入れた研究が多く確認できる。こうした背景に、分析については、例えば、Python などのプログラミング言語の普及や SAS などの統計分析ソフトウェアの存在があり、また、データ提供(入手)については、例えば、EDINET(Electric Disclosure for Investors 'Network)のようなプラットフォームや有料であるが NIKKEI Financial QUEST などのサービスの存在がある。総じて、多くの研究者が会計データを比較的簡素に入手し、分析できる環境が整備されてきていることがこうした動向を推進させていると考えている。こうした中、会計データを利用したメジャーな研究手法の一つに仕訳テストを用いた機械学習がある。この研究手法は、限定的な活動ではあるものの営業活動において継続的な取引状況を検知することが可能であるし、議論の展開幅も広く研究の方向性としては好ましく感じられる。しかし一方、仕訳データの入手の困難さ、扱うデータ量の観点から気軽に行うにはハードルが高いようにも感じられる。そこで、実際に利用可能なプラットフォーム

を先に考えてみるというのも研究視座としてよいのではないかと考えた次第であり、言い換えるならば、会計システムとの整合性を想定して意思決定や統合処理の関係性の中から利用可能性について考えるのも妥当と考え、本稿をまとめるに至った。

2. 会計データの質的特性

まず、会計学における学問的特性と質的特性についてまとめる。まず、会計とは記録の学問であり、一般的に商品やサービスを販売して得た売上から費用を引いた「利益」を扱うのが企業における会計となる。従って、会計で扱うのは「過去」に得た利益といえる。一方、似た範囲には金融学や経済学があるが、金融学は企業がどのように資金を調達し運用していくべきかを考える経営学の一分野であり、現在価値や将来価値(将来キャッシュフロー)を評価する学問である。従って、ファイナンスで扱うのは「将来」生み出される利益のキャッシュ・フローということになる。総じて、会計の時間軸は過去と現在であるのに対し、ファイナンスの時間軸は現在と将来であり、似て非なるものである。また、日本公認会計士協会(以下、IASB)が公表している「財務報告に関する概念フレームワーク」において“有用な財務情報の質的特性”について「財務報告の目的

は、企業価値評価の基礎となる情報、つまり投資家が将来キャッシュ・フローを予測するのに役立つ企業成果等を開示することである。その目的を達成するにあたり、会計情報に求められる最も基本的な特性は、意思決定有用性である。すなわち、会計情報には、投資家が企業の不誠実な成果を予測するのに有用であることが期待されている」と報告されており、目的も異なることがわかる。

3. データの取得

簡単な紹介であるが、EDINET についても触れておく。EDINET とは、2001 年から金融庁が提供している有価証券報告書等の開示書類をインターネットのオンライン経由で財務局に提出・受理するシステムの総称である。金融庁は、この EDINET を一般に公開し、投資家に不利益とならないよう情報提供している。開示情報には、「有価証券報告書」の他に「大量保有報告書」や「公開買付届出書」などがある。こうした中、昨今においては NDINET-API といったサービスも提供されこうしたデータを収集しやすい環境も取りやすくなっている。

分析上の課題としては、EDINET で扱う情報は有価証券報告書や四半期報告書などであるが、公開される情報は金融商品取引法に基づいて形成された公開情報であり、上記、質的特性とも関連するが、いわゆる集合された情報である。すなわち、日々の営業活動は確認することができない。また、過去のデータを継続して閲覧することもできないため比較可能性の観点からも難しさを感じるところもある。

4. 会計データの利用可能性

上記を受け、データの分析の視座を考える。異常検知や仕訳テストは手法として問題ないが、データの扱う量が多いし、意思決定の有用性に一定のタイムラグがあることが実務上ある課題のように感じられる。また、仕訳テストの妥当性についてはその企業実態に合わせ、専門家が判定すべき点が多く、印象としては企業内で検証される性質の強い分析となる。そうした意味において、外部から可能な分析とは、企業間の比較であったり、また意思決定に寄与する新たな指標の作成だったりするようにも感じられる。

参考文献

- I. 白田圭子・坂上学(2009)『XBRL が拓く会計情報開示』(中央経済社).
- II. 市原直通(2020)「財務分析の解像度を上げる」『企業会計 Vol.72No.8』(pp89-98,中央経済社).
- III. 棚橋慶太(2022)「会計情報システムの目的と組織特性、企業業績間の関係に関する考察」『会計プロフェッション第 17 号』(pp23-35, 青山学院大学大学院会計プロフェッション研究学会).
- IV. 木村史彦(2023)「会計情報の質に対する影響要因の多様性と変化」『会計第 203 巻 1 号』(pp15-26, 森山書店).
- V. PwC's view Vol.35(閲覧日:2023/3/2).
<https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/pwcs-view/assets/pdf/202111.pdf>
- VI. 金融庁 HP(閲覧日:2023/3/2).
<https://www.fsa.go.jp/search/20130917.html>

仮想空間と立体視動画の連携による地域情報コンテンツの制作

鎌田光宣

千葉商科大学

kamata@cuc.ac.jp

要旨 地域情報発信のツールとして、仮想空間と 3D ステレオ（立体視）動画を組み合わせた HMD（ヘッドマウントディスプレイ）向けのコンテンツを提案する。仮想空間を構築する際、細かなものや動きを CG のみで表現しようとするると多大なコストがかかる。そこで、本研究では、仮想空間内を自由に移動し、特定の位置に行くと立体視動画が再生されるコンテンツを試作し提案する。

キーワード メタバース, VR, 3D ステレオ動画, 地域情報発信, Unity, HMD

1 メタバースおよび VR による地域の魅力発信

地域情報の発信にメタバースあるいは VR (Virtual Reality) が活用されている。観光地の VR ツアーでは、VR ヘッドセットを装着し、360 度の映像や音声、触覚などを用いて、観光地を仮想的に体験することができる。例えば、仮想的にパリのエッフェル塔の頂上から眺めたり、ニューヨークの自由の女神を近くで見たりすることができる。また、例えば、工場や農場の中を仮想的に見学できるようにしたり、地元の食材を使ったレシピを紹介するなどして地域の魅力や産業の特色を紹介することができる。ほかにも、仮想の博物館や、歴史的建造物の再現、祭りや伝統行事の VR 体験などが挙げられる。

これらのコンテンツの特長としては、まず、実際に行く前に、仮想的に現地を体験できるため、旅行前の下調べや旅行の計画の立て方に役立つことが挙げられる。また、天候や混雑などの問題がなく、快適な環境で観光を楽しむことができる。そして、身体的な制限がある人や、海外旅行ができない人なども、仮想的に観光地を楽しむことができる。観光地のメタバースツアー、VR ツアーは、今後ますます普及していくと考えられ、よりリアルな体験や、より多くの情報を提供する技術の向上が期待されている。

2 HMD (VR ゴーグル) を用いたコンテンツ

コンピュータグラフィックスで描かれた仮想空間は一般的に自由に動くことが可能である。ユーザーが何らかのアクションを起こすと、それに対してシステムが反応し、結果が表示されるといったように、ユーザーとシステムが相互に影響しあいながら、コミュニケーションを行

うことができる。しかしながら、グラフィックに凝り、細かな動きまで設定した仮想空間を作るには多大なコストがかかる。

立体視カメラで撮影された映像は事前に撮影した映像であり、何らかのアクションを起こせるわけではない。ただ、180 度または 360 度の視野角で撮影された映像については、HMD (Head Mount Display) (VR ゴーグル) の動きに合わせて周囲を見渡すことが可能である。立体視カメラを用いた映像は、撮影機器さえあれば、一般的な映像とほぼ変わらない編集作業で制作できる。また、HMD については、高性能なものは 20 万円以上もするが、スマートフォンを取り付けて使うタイプの装置は 4,000 円程度で買うことができる。

本研究ではこの 2 つのコンテンツの利点を組み合わせ、仮想空間内を自由に移動しながら、指定位置に到達した際に立体視映像を再生する仕組みについて検討し、試作した。

3 立体視映像の再生

まず、HMD に任意の立体視映像を再生する環境を構築した。

機材には、HMD に「HTC VIVE Pro 2」[1] を、立体視カメラに「VUSE XR」を使用した。また、3D アプリケーションを開発するための統合型開発環境 (IDE) として「Unity」[2] を使用した。Unity は、主にゲームや AR, VR, シミュレーションなどの 3D アプリケーションを開発するための IDE であり、クロスプラットフォーム対応のゲームエンジンである。Unity は、商用利用でも個人開発でも無料で使用でき、商用利用の場合は、一定額の収益が発生した場合にライセンス料を支払う必要がある。Unity

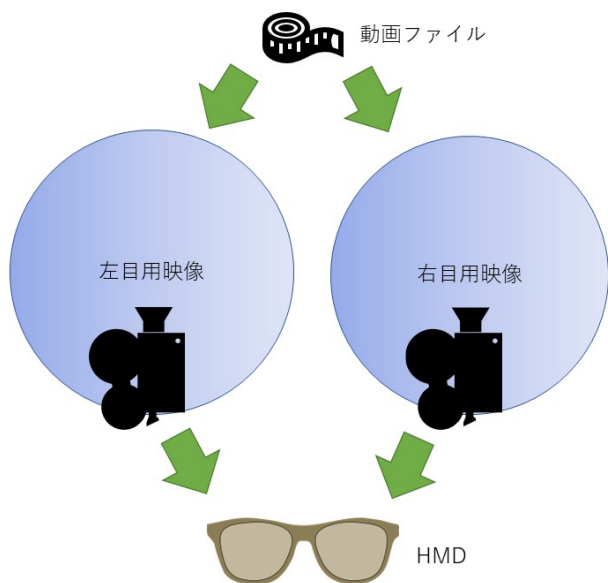


図 1: 立体視映像を見る仕組み

のプロジェクト内に、VR に対応したアセット「SteamVR plugin」[3] (Ver. 2.7.3) を入れることで、VR ゴーグルを利用したアプリケーションを開発することができる。[4]

立体視映像を再生する仕組みとしては、図 1 に示す通り、2 つの球体にそれぞれ左目用と右目用の映像を内側から投影し、2 つのカメラの視点でレンダリングした後、HMD の左と右に出力すればよい。HMD を装着した頭を回転させると、その方向の映像が映し出される。

なお、球の内側から見たときに映像が見える必要があるため、法線が内側を向いている球状メッシュを使う必要がある。しかしながら Unity のデフォルトの球状メッシュは法線が外向きであるため、別途 3D モデリングツールで作成するか、配布されている素材をダウンロードして用いる。今回は、warapuri 氏が配布している 360 動画用全天球モデル「sphere100」[5] を用いた。

左眼用の全天球モデルと右眼用の全天球モデルを用意し、それぞれに左眼用と右眼用のエクイレクタングル (equirectangular) 形式の映像を入力する。エクイレクタングル形式は、360 度映像を矩形のフラットマップとして扱う。矩形のフラットマップは、映像の全方位の画像情報を縦横に平坦に並べたもので、通常の 2D 映像のように扱うことができる。

立体視映像を撮影する機材として、「VUZE XR」を使用した。3820 × 1920 ピクセルのサイズに、左眼用と右眼用の映像が記録される。左右ともに 1920 × 1920 ピクセ



図 2: 立体視映像

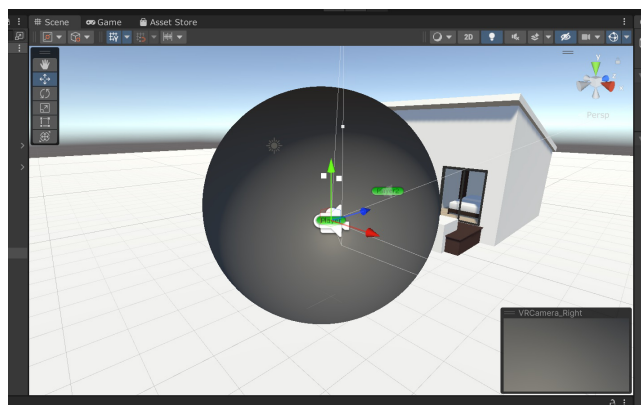


図 3: VR カメラと球体を配置

ルである。VUZE XR に付属のソフトウェアでエクイレクタングル形式に変換して出力することができる。(図 2)

続いて、両眼用の天球を作成する。球体「sphere100」を 2 個、シーン上に「LeftSphere」「RightSphere」として配置する (図 3)。この球体は同じ大きさにするとともに、位置も同じとする。これは、アプリケーション実行時に 2 つの球体とカメラの位置を別々に管理するより、一カ所にあった方が管理しやすいためである。

2 つの球体とカメラが重なっている場合、そのままでは 2 つの映像をそれぞれのカメラで受け取ることができない。そこで、レイヤ分けを行う。左眼用のカメラは「Left」レイヤのみを、右眼用のカメラは「Right」レイヤのみをレンダリングできるようにする。[6]

まず、「LeftSphere」のレイヤを「Left」に、「RightSphere」のレイヤを「Right」にする。このとき、球体の x 軸を負の値にする。球体の内側から見た場面をレンダリングするため、 x 軸の値が正の値だと画像が左右反転して見えてしまう。

続いてカメラを設定する。「SteamVR plugin」に含ま

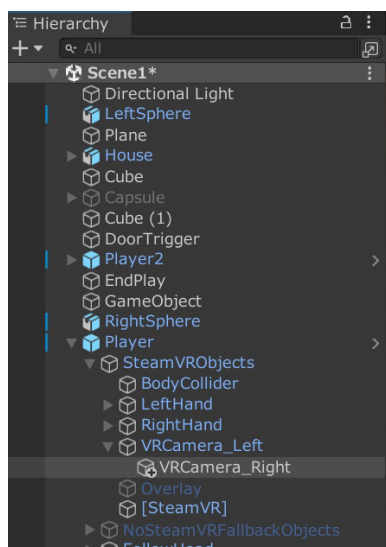


図 4: VR カメラアセットをコピーして Child として貼り付け

れる「Player」(Assets > SteamVR > InteractionSystem > Core > Prefabs > Player) を球体の中心に配置する。なお、「Player」は、HMD との入出力を担う Prefab (再利用を可能にしたアセット) である。

次に、「VRCamera」(Player > SteamVRObjecs > VR-Camera) をコピーし、「VRCamera」の Child として貼り付ける。Child として貼り付けることで、同じ位置に配置されるとともに HMD の傾きや回転といった情報が渡される。名前をそれぞれ「VRCamera_Left」と「VRCamera_Right」にする。(図 4)

「VRCamera_Left」について、「Clear Flags」を「Depth only」に、「Culling Mask」(カメラでレンダリングするレイヤ) を「Default」と「Left」のみに、「Target Eye」(HMD のどちらに投影するか) を「Left」に設定する。この際、「Culling Mask」に「Default」を含めないと正しく動作しない。「VRCamera_Right」についても同様に、「Clear Flags」を「Depth only」に、「Culling Mask」を「Default」と「Right」のみに、「Target Eye」を「Right」に設定する。

2つの球体に投影する映像は、1つの動画の左眼部分と右目部分を切り抜いて用いる。2つの動画ファイルを同時再生しようとする、どうしても僅かな時間的ずれが生じてしまう。そこで、テクスチャマッピングの際に切り抜いて使用する。具体的には、「RightSphere」のマテリアル・シェーダーの「tiling」について、横方向の uv 座標を 0.5 (50%の位置) に設定する。

なお、Unity にインポートした 3D モデルはそのまま

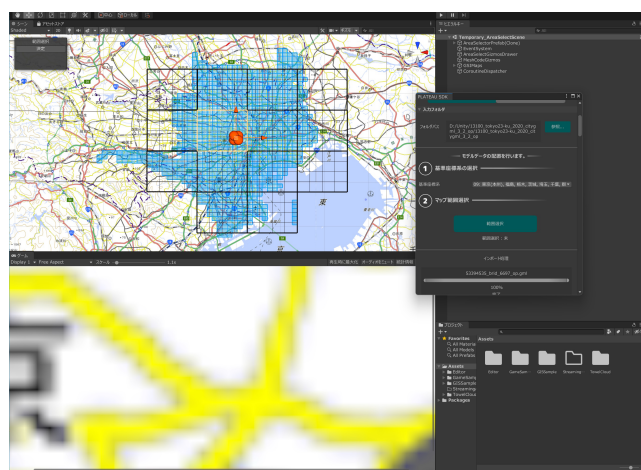


図 5: PLATEAU SDK の範囲選択画面

はマテリアル・シェーダーの内容が変更できない。Project 中の「Sphere100」(Assets > Model > Sphere100) を選択して、「Inspector」の「Materials」タブ内の、「Location:」を「Use External Materials(Legacy)」にしておく必要がある。

これにより HMD で立体視映像の視聴が可能になる。本システムでは、立体視用のカメラとは別の VR カメラを用意しておく。仮想空間内を移動するときは別の VR カメラを用い、ボタンが押された、あるいは仮想空間の指定の位置に到達したときに立体視カメラに切り替えるようにする。

4 仮想空間の構築

仮想空間の構築は Unity でも可能であり、他の 3DCG ツールで制作したデータを読み込むことも可能である。地域の街並みや施設を細かく再現することができれば利用者の没入感はより高くなる。

今回、建物の 3D データの取得には「PLATEAU SDK for Unity」[7] (Ver. 1.1.0) を使用した。「PLATEAU (プラトール)」は国土交通省が管理する日本全国の 3D 都市モデルであり無償で利用できる。2023 年 2 月より Unity および Unreal Engine 用の SDK が公開された。SDK を Unity のプロジェクトに入れると、選択範囲を選んで 3D モデルを取り込むツールを開くことができる。(図 5)

取り込んだ結果が図 6 である。この図ではライティングの設定が不十分なため、全体が暗くなっている。3D モデルは 3つの精細度に分かれており、建物ごとに分れている。また、3D モデルにはテクスチャが貼られている。「PLATEAU」を利用することで、地域の街並みが簡単に

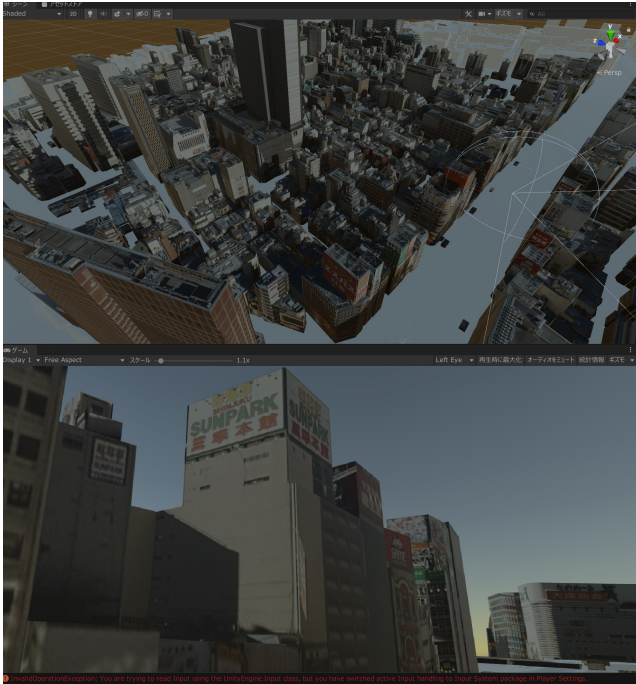


図 6: PLATEAU のデータの取り込み結果

再現できるだろう。ただし、現在のところ、3D モデルが収録されているのは全国の都市部に限られており、またテクスチャが貼られているモデルがある範囲は更に狭い。そのため、収録されていない地域については自分たちで 3D モデルを作っていく必要がある。

5 取り組み事例

「学内のバリアフリーマップ」

千葉商科大学における車椅子利用者の利便性について調査している。その結果をもとに、車椅子での移動時に注意が必要となる場所について、車椅子利用者に対する注意点と、一般学生によるサポート方法を立体視映像で見ってもらうための VR コンテンツを制作している（制作中）。

「東北の被災地復興応援」

千葉商科大学人間社会学部では、福島県浪江町の震災復興応援プロジェクトを立ち上げている。未だに帰還困難区域が多く残り、住人が少ないことから働く場や遊ぶ場が少なく、そのため人口が増えないという状況にある。地域の魅力や震災遺構を全国、そして全世界に発信して、多くの人に訪れてもらい、応援してもらえるような VR コンテンツを制作している（制作中）。

参考文献

- [1] HTC Corporation, “VIVE Pro 2 HMD”, <https://www.vive.com/jp/product/vive-pro2/overview/> (2023 年 3 月 8 日閲覧)
- [2] Unity Technologies, “Unity Real-Time Development Platform — 3D, 2D, VR & AR Engine”, <https://unity.com/> (2023 年 3 月 8 日閲覧)
- [3] Unity Technologies, “SteamVR Plugin”, <https://assetstore.unity.com/packages/tools/integration/steamvr-plugin-32647?locale=ja-JP> (2023 年 3 月 8 日閲覧)
- [4] 阿部秀之, “Unity でつくる建築 VR 入門”, エクスナレッジ, 2020
- [5] warapuri, “Unity と Oculus で 360 度パノラマ全天周動画を見る方法【無料編】”, <https://warapuri.com/post/131599525953/> (2023 年 3 月 8 日閲覧)
- [6] Shogo Matsusako, “【Unity】VR で立体視 360 画像を見る”, <https://qiita.com/wappaboy/items/5d359829d30283d24d89> (2023 年 3 月 8 日閲覧)
- [7] 国土交通省, “PLATEAU [プラトール] — 国土交通省が主導する、日本全国の 3D 都市モデルの整備・オープンデータ化プロジェクト”, <https://www.mlit.go.jp/plateau/> (2023 年 3 月 8 日閲覧)

発想支援ツール「SocialBooster Assistant System」の開発

柴 俊輔

立正大学 社会福祉学部

211g10155@rissho-univ.jp

キーワード 発想支援, 発想支援ツール, フレームワーク, リフレクション

1 はじめに

問題解決支援ツールとして開発された SocialBooster Lite[1] やその前の世代のアプリケーションにあたる「SocialBooster」の両方に共通する課題に、ユーザが自身の意見を忠実にシステムに入力するのが難しいというものがある。この意味するところは二つある。

一つ目は、両アプリケーションはデザインとして見れば SNS や掲示板に分類されるが、問題解決に関わる内容しか入力できない上に、文体に強い制約がかかるなど、他の SNS や掲示板とルールや仕組みが大きく異なるため、ユーザがそれまでに培った経験が活かされにくいという点である。

二つ目は、ユーザが自身の考えを言語化する際に、必ずしも適切な言葉を選択するとは限らないという点である。たとえば、自身のコンプレックスに関わるようなテーマでは、コンプレックスを意識しつつも、自身がコンプレックスを抱いていないかのように言語化する場合がある。その違いはしばしば大きなものとなり、問題解決上の障害となる。

この課題に対する取り組みとして、SocialBooster Lite ではアプリケーション内にチュートリアルページを作り、画面上の指示で、本音の意見を入力するよう促した。一方、SocialBooster では独立した発想支援ツールを開発し、同ツールでの作業と出力の結果を SocialBooster に利用できるようにした。

本報告では、SocialBooster の補完アプリケーションであると同時に、独立した発想支援ツールでもある「SocialBooster Assistant System」を取り上げ、その設計について説明する。また、アプリケーションの課題を明らかにし、今後の開発方針を検討していく。

2 発想支援

ユーザの入力には発想する段階が先立つことから、「発想支援」という分野を知る事になった。KJ 法に代表される発想法をはじめとして、その影響を受けた、図的発想支援システム D-ABDUCTOR[2] やカード操作ツール KJ エディタ [3] など、コンピューター上での作業が可能なツールが少なからず存在している。

発想支援の分類にはないものの、思考支援ツール「Reverse」[4] を利用することで、問題を解決していくプロセスにおける盲点が発見が容易になったという報告もある。

3 システムの概要

3.1 発想支援の方法

KJ 法では言葉を目に見えるように紙に書き出し、マッピングするが、これは思考の整理や把握を容易にする一方で、最初に書き出した事柄に発想が引き寄せられ、発想を制約する結果をうみかねない。また、紙の範囲や既に書き出した円形、線、言葉がレイアウトの調整を迫り、無意識に着地点を設定することも考えられる。

SocialBooster Assistant System は、KJ 法のそれとは異なり、要素を一覧させるのではなく、隠す事で新たな発想を促す。システムの指示とユーザの入力を再帰的に繰り返すなかで、当初の発想に距離を置くのである。こうすることで、ユーザが無意識に着地点を調整することを防ぎ、ユーザの内面をあらわすに相応しい言葉が生成されるのである。

3.2 システムの開発言語とそのバージョン

開発環境や利用したライブラリのバージョンは以下の通りである。

- Php 8.1.3
- Laravel 8.73.1
- Npm 8.3.0
- Vue 3.2.20
- Vuex 4.0.2
- PrimeVue 3.8.0
- TailwindCss 2.2.16
- MySQL 8.0

3.3 発想支援のプロセス

図1の最初の画面で「生成を開始する」を選択すると、テーマ選択画面に遷移する。



図1 最初の画面

図2のテーマ選択画面では、SDGs、環境問題、貧困問題、教育格差、少子高齢社会の五つが初期のテーマとして登録されている。この五つのテーマで不足する場合は、入力ボックスから自らテーマを登録し、それを選択することも可能である。



図2 テーマ選択画面

図3の画面では、「人権問題」という語から想起され

た単語や文章の入力を求める。標準では単語の入力が可能だが、文章タブを選択することで、文章の入力も可能になる。SocialBooster Assistant Systemでは、システムに登録される単語や文章のことを、「Symbol」と呼んでいる。



図3 感覚を言い当てよう 画面

これまでに登録された Symbol で、文章よりも単語の数が多かった場合、交差と再言語化画面に遷移する。この画面では、これまでに登録された単語を交差結合させ、重複を取り除いたものを二つずつ順に表示し、表示された二つの単語から文章の入力を促す。標準では文章タブが選択されているが、単語タブを選択することで、単語の入力も可能である。

逆に、単語よりも文章の数が多かった場合、文章から単語を抽出する画面に遷移する。

登録したか否かに関わらず、「次へ」から次の二つの単語を表示したページへ遷移することができる。全ての組み合わせの入力が終わると、画面下部に「次のステップへ進む」が表示される。このとき、入力された文章の数が一定未満であれば、感覚を言い当てよう画面に遷移し、再度この作業に取り組むよう促される。



図4 交差と再言語化 画面

一定程度の Symbol の生成が確認されれば、収束画面に遷移する。これまでのページでは、一つの Symbol から一つ、または複数の Symbol の生成が可能だったが、

この収束画面では複数の Symbol の生成はせず、トーナメント方式で収束させていく。

二つの Symbol を一つにまとめる作業は、両者の Symbol から中心的な意味を選択することを意味する。この選択を再帰的に繰り返す事で、最終的に、より自身の内面をあらわすものとして相応しい単語または文章が生成されるのである。



図5 収束画面

登録された Symbol を一覧する機能の実装はユーザが自身の立ち位置を自覚することで、発想を調整しかねないという懸念から消極的であるものの、デバックの必要性やリフレクションがしたいという要望から、タイトル下部の「Symbols」から図6のような Symbol の一覧機能を利用できるようになっている。



図6 Symbol の一覧画面

4 今後の課題と展望

4.1 リファクタリング

当初明確な設計がなかったため、仕様変更が多発し、保守性に欠けるシステムになってしまった。根本からのリファクタリングが必要である。

4.2 一時中断機能の実装

作業に長い時間を要するにも拘わらず、一時中断が出来ないため、最後までやり遂げられるユーザはごく少数

だった。データベースへの保存機能や保存ファイルのエクスポート、インポート機能の実装が必要である。

4.3 API の拡充

SocialBooster Assistant System では最終的に得られた答を表示するのみに留まり、内容をそのまま SocialBooster など、外部のアプリケーションに利用する事は出来ない。API を充実させて他アプリケーションとの連携機能を強化する必要がある。

4.4 間接的な交流

現状ではシステムとユーザの二者間での発想支援に留まっているが、他のユーザの Symbol を表示することで、ユーザ同士が間接的に気付きを与え合うことが可能になる。単なるコミュニケーションツールにならないよう気を配りながら再設計する必要がある。

4.5 リフレクション支援

Symbol 間の関係を階層的に記録しているため、自身に至った答がどこからきたものなのかを振り返ることができる。教育やカウンセリングなど、リフレクションが必要な現場での利用も可能なデザインに見直していく必要がある。

参考文献

- [1] 柴俊輔, 問題解決支援ツール「SocialBooster Lite」のシステム開発と社会福祉分野での利用の展望, 国際 ICT 利用研究学会全国大会講演論文集, 2022, 7, p. 44-47
- [2] 三末和男, 杉山公造, 図的発想支援システム D-ABDUCTOR の開発について, 情報処理学会論文誌, 1994, 35, 9, p. 1739-1749
- [3] 小山雅庸, 河合和久, 大岩元, カード操作ツール KJ エディタの実現と評価, 日本ソフトウェア科学会, 9, 5, p. 416-431
- [4] 佐久間大, 長谷川勝久, 問題解決における思考支援ツール Reverse の開発, 2019, <https://www.jcss.gr.jp/archives/001/201907/9d62d88d70797e7fcf9d7d23e0b6b812.pdf> (参照 2023-03-10)

若い世代の投票率の向上とインターネット投票について

吉川 将太
日本大学 法学部

キーワード：インターネット投票，投票率，選挙原則，シルバーデモクラシー

1. はじめに

現在の民主主義を体現している代表的な制度は選挙である。しかし総務省が公表している国政選挙における年代別投票率のデータを見ると、10代や20代といった若い世代の投票率が低いことがわかる[1][2]。投票者がある一定の特徴を持った集団に偏ってしまう場合、候補者は票を集めるためにその特定の集団の利益となる政策を重視するため、政策内容に偏りが生じてしまう。世代間の投票率の差をなくすため、若い世代の投票率の向上が課題としてあげられる。そして本稿では若い世代の投票率の向上について、インターネット投票を導入することを提案する。インターネット投票については多くの先行研究や様々な実証実験が行われている中で、安定的に導入されている例が少ない[3][4][5][6]。

本稿におけるインターネット投票とは、インターネットを利用して投票を行う制度であり、インターネットに接続できる環境下であればどこからでも投票ができることが特徴である。本稿では若い世代の投票率の向上に向けたインターネット投票導入の効果、そしてインターネット投票導入における課題について考察する。

2. 現在の選挙制度

2.1. 現在の選挙

本稿では国会議員を選出する国政選挙に焦点を当てる。国政選挙とは衆議院議員総選挙と参議院議員通常選挙を指す。衆議院議員総選挙は衆議院議員の任期満了、または衆議院の解散時に行われる。衆議院議員総選挙の選挙方式は選挙区内の最多得票者が一人だけ当選する小選挙区制と、ブロック毎の得票数に応じて政党に議席が配分される比例代表制である。参議院議員通常選挙は3年に

一度、定数の半分を選ぶために行われる。参議院議員通常選挙の選挙方式は選挙区の定数が地域によって異なる選挙区制と、全国の得票数に応じて政党に議席が配分される比例代表制である[7]。

このようにして選挙が行われる中で、選挙を行う上でのルールとして5つの選挙原則がある[9]。1つ目は普通選挙である。普通選挙とは財産や性別に関係なく一定の年齢に達したすべての人に選挙権が与えられる原則である。日本では平成27年の公職選挙法等の一部改正により満18歳以上のすべての日本国民に選挙権が与えられるようになった[8]。2つ目は平等選挙である。平等選挙とは有権者一人につき、一票投票することができる原則である。すべての選挙権は同じ価値を持つとされているが、投票価値の平等は絶対的な基準によるものではなく、公正かつ公平な代表の選出を目標として調和的に実現されるものと解されている。3つ目は秘密選挙である。秘密選挙とは投票の秘密が守られる原則である。つまり有権者がどの候補者に投票したかを他の人に知られないようにする原則である。4つ目は直接選挙である。直接選挙とは国民が直接代表者を選ぶ原則である。つまり有権者が直接候補者を選ぶことを定めている。5つ目は自由選挙である。自由選挙とは自己の自由な意思によって投票を行う原則である。また選挙に行かない自由も保障されており、有権者が投票を強制されない原則でもある。本稿ではこれらの選挙原則を満たしたインターネット投票の導入について考察する。

2.2. 現在の投票率

令和3年10月に行われた衆議院議員総選挙の全世代を通じた投票率は55.93%であり、年代別に見ると60歳代の投票率が71.43%で最も高く、50歳代が62.96%、70歳代以上が61.96%と続いてい

る。また 20 歳代の投票率は 36.50%で最も低く、10 歳代が 43.21%と続いており、20 歳代と 10 歳代の若い世代の投票率が低くなっていることがわかる[1]。(図 1)

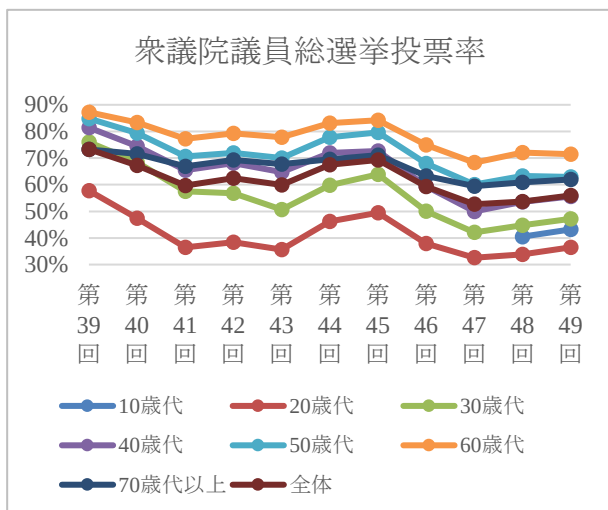


図 1 衆議院議員総選挙投票率[1]

令和 4 年 7 月に行われた参議院議員通常選挙の全世代を通じた投票率は 52.05%であり、年代別に見ると 60 歳代の投票率が 65.69%で最も高く、50 歳代が 57.33%，70 歳代以上が 55.72%と続いている。また 20 歳代の投票率は 33.99%で最も低く、10 歳代が 35.42%と続いており、20 歳代と 10 歳代の若い世代の投票率が低くなっていることがわかる[2]。(図 2)

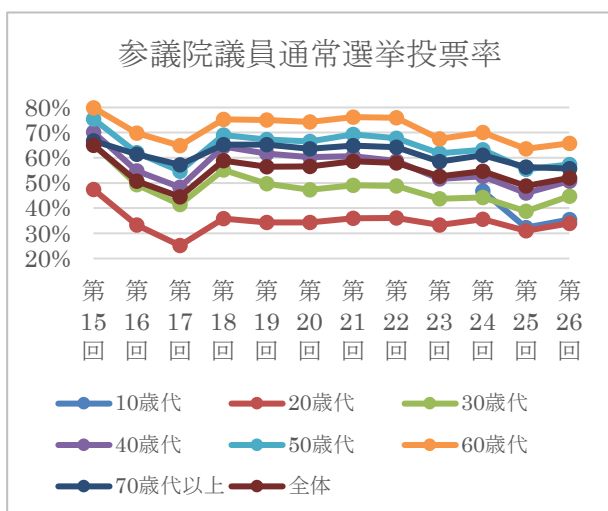


図 2 参議院議員通常選挙投票率[2]

どちらの国政選挙においても 20 歳代と 10 歳代の投票率が低く、投票率の高い世代との差が大きくなっていることがわかる。一部の世代の投票率が低い場合、特定の投票率の高い世代に利益が集中するような政策が行われるという問題が生じる恐れがある。現在の日本の国政選挙における投票率は、年齢の高い世代の投票率が高いことから、年齢の高い世代の人々にとって有益な政策が中心となるシルバーデモクラシーの問題が懸念される。

3. アンケート調査

現在の選挙制度において若い世代の投票率が低くなっている原因、そして現在の投票制度とインターネット投票についての意見を得るためにアンケート調査を実施した。本調査の対象者は 10 代から 20 代の 130 名、実施期間は令和 5 年 1 月上旬から 2 月上旬である。

3.1. 現在の投票の実態

「あなたはこれまでに国政選挙に投票したことはありますか？」という問いに対して、「毎回投票している」と回答した人が 40.8%，「ほとんど投票している」と回答した人が 16.9%，「投票したことはあるが、投票しなかったことのほうが多い」と回答した人が 22.3%，「一度も投票したことがない」と回答した人が 20.0%であった。(図 3)

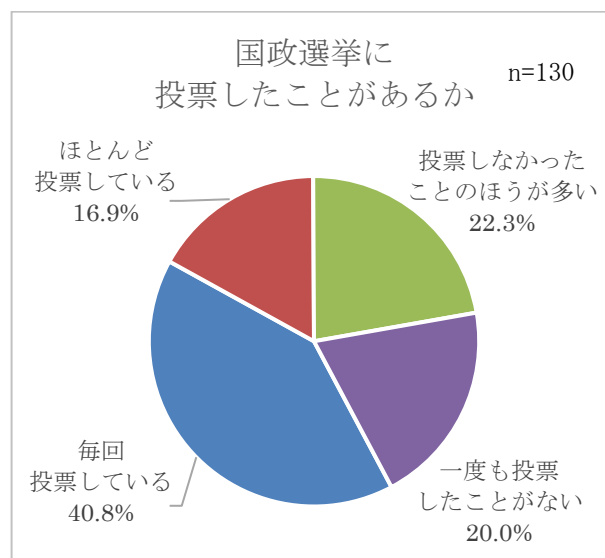


図 3 国政選挙に投票したことがあるか

「あなたはなぜ選挙に行かなかったのです

か？」と問うと、「投票所に行くことが面倒くさかったから」と回答した人が 39.7%で最も多く、続いて「投票日に別の予定があったから」と回答した人が 33.3%、「選挙に興味がないから」と回答した人が 26.9%、「どこに投票していいのかわからなかったから」と回答した人が 20.5%であった。また、「選挙権が手元になかったから」と回答した人は 17.9%であった。(図 4)

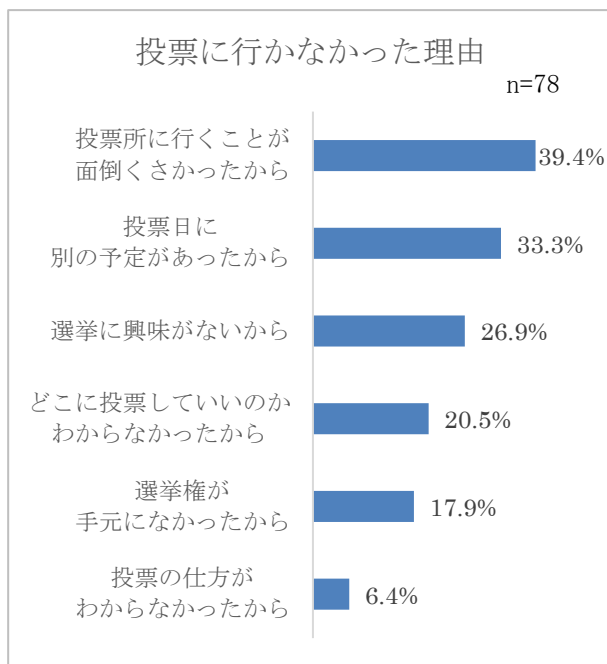


図 4 投票に行かなかった理由

以上の調査結果より、投票に至るまでの過程を手間と感じる若者が多く存在していることがわかった。また投票案内はがきは住民票がある場所に届くため、住民票の所在地以外の場所で居住している有権者の手元に投票案内はがきが届かない。従って住民票を移さずに一人暮らしなどをしている有権者は投票案内はがきが手元にないため、投票するために実家に帰省する、あるいは不在者投票の申請を行う必要があり、投票までにかなりの手間がかかる。

3.2. インターネット投票について

「インターネット投票についてどのような印象がありますか？」と問うと、「投票が簡単になる」と回答した人が 70.8%で最も多く、続いて「投票所に行く手間がなくなる」と回答した人が 68.5%

であり、インターネット投票に対して好意的な印象を持っている人が多いことがわかった。一方で「セキュリティ面に心配がある」と回答した人が 17.7%であり、「システム障害等のトラブルに心配がある」と回答した人が 14.6%であるように、インターネット投票に対して不安な印象を持っている人もいることがわかった。(図 5)

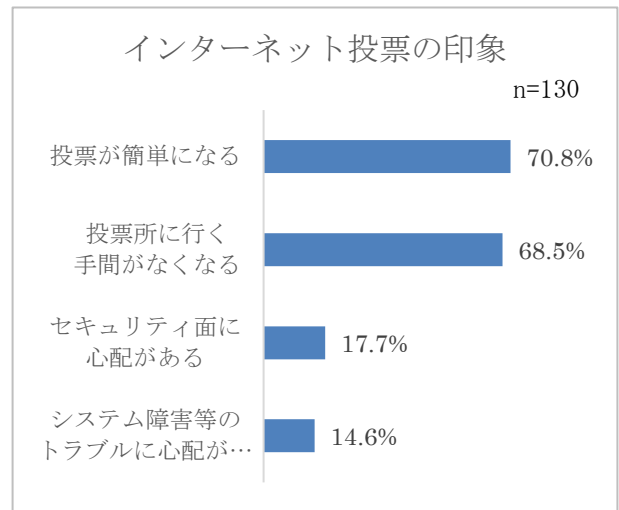


図 5 インターネット投票の印象

「インターネット投票が導入されたら利用したいと思いますか？」という問いに対して、86.1%が「インターネット投票で投票したいと思う」と回答しており、インターネット投票を利用したい人が多いことがわかった。(図 6)

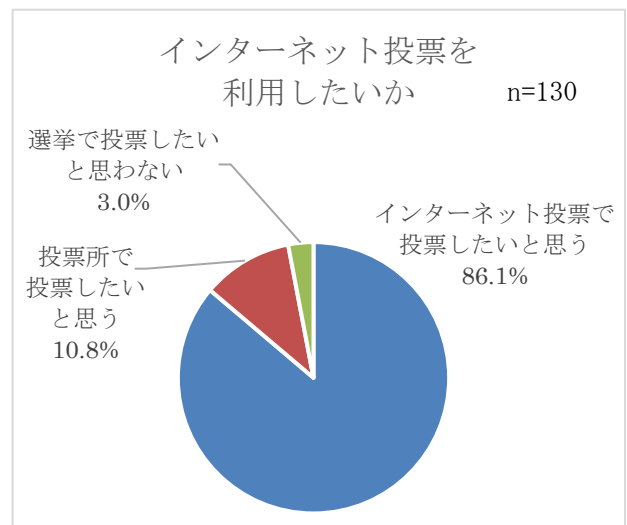


図 6 インターネット投票を利用したいか

4. 諸外国で実施されたインターネット投票の事例

インターネット投票導入について様々な事例が存在している。本稿ではエストニア、スイス、ノルウェー、フランスの導入事例に注目してインターネット投票の現状を分析する[3]。

エストニアでは期日前投票期間においてのみインターネット投票が実施されている。電子IDを用いて認証を行い、電子投票システムにログインをすることで投票を行っている。公開鍵によって投票結果を暗号化し、選挙管理委員会が厳重に管理する秘密鍵で匿名化した状態で復号化をすることで開票をしている。一部の自治体で実施後、地方選や全国に拡大していき、現在もインターネット投票が実施されている。

スイスでは一部の州でのみインターネット投票が行われた。郵便により送付されるセキュリティコードと個人認証情報を用いて認証を行い、電子投票システムにログインをすることで投票を行った。しかしインターネット投票を行う州を拡大することを予定していたが、2019年スイス連邦政府は安全性を欠くなどの理由からインターネット投票を取りやめることを発表した[4]。

ノルウェーでは実証実験として一部の自治体でインターネット投票が導入された。既存の個人認証方法を活用し、住民番号と突合して電子投票システムにログインをすることで投票を行った。実証実験を段階的に拡大していくことを目指していたが、2014年6月にシステムのセキュリティに課題があるとして実証実験の中止が発表された。

フランスでは在外フランス人を対象にインターネット投票を導入した。あらかじめ登録しておいたメールアドレスや電話番号に届くIDとパスワードを利用して電子投票システムにログインをすることで投票を行った。対象者に一元的に実施をしたが、2017年3月にサイバーセキュリティ上の脅威が高まっていることから中止が発表された。

このようにインターネット投票導入の事例は存在するが安定的に導入されている事例は少ない。

5. インターネット投票導入にあたっての課題

この章ではインターネット投票を導入するにあ

たって生じる課題について考察する。

インターネット投票を導入するにあたって、選挙原則との整合性が課題としてあげられる。具体的には公平性と秘密性の維持である。インターネット投票では現在の投票制度と異なり、投票する際に投票立会人を設けることができないため、投票時の脅迫や賄賂等の不正行為が行われる可能性が生じてしまう。公平性、秘密性の維持について、実際にインターネット投票を導入しているエストニアの事例を参考にすると、投票期間内であれば何度でも投票の上書きを可能にすることで、不正行為による投票が結果に反映される可能性を払拭している[6]。

またインターネット投票制度を導入するにあたって、セキュリティ面、システムの維持管理などのインターネット投票を実施するための技術的な課題が最も大きな課題である。前章のアンケート調査においてもセキュリティやシステム障害を心配する意見が存在しており、また諸外国のインターネット投票導入の事例を見ても、この技術的な課題を解決できずに導入が中止されている。現状の技術ではインターネット投票の全体的な導入は困難であると考えられる。しかしながら近年のマイナンバー制度の導入と活用や、行政手続きのICT化など、行政のデジタル化が進んでいるため[10]、技術的課題については今後のさらなる開発が期待される。また現在の日本では、在外選挙インターネット投票システムの技術的検証および運用に係る調査研究事業も継続的に行われており、インターネット投票導入に向けた取り組みが段階的に進められている[11]。

6. おわりに

本稿では若い世代の投票率向上に向けたインターネット投票導入の効果、インターネット投票導入における課題について考察した。若い世代の投票率についてはインターネット投票を導入し、投票に対するハードルを少なくすることで投票率の向上に期待ができることを示した。またインターネット投票の利便性を最大限活用した導入は若い世代だけではなく、すべての年代の人々に有益であるだろう。

一方インターネット投票の導入にあたって、これまでにも多くの先行研究や実証実験が行われてきているが、正式導入に至るまでには大きな課題が存在していることが現状である。しかしながら在外投票や期日前投票など、実施する範囲を限定することでインターネット投票導入の可能性が広がるだろう。また、近年の様々な行政サービスのICT化に伴い多くの行政システムの開発が行われているため、インターネット投票導入が実現する未来に一步ずつ近づいていると推察される。

参考文献

- [1] 総務省，衆議院議員総選挙における年代別投票率（抽出）の推移
https://www.soumu.go.jp/main_content/000255967.pdf （2023年3月7日参照）
- [2] 総務省，参議院議員通常選挙における年代別投票率（抽出）の推移
https://www.soumu.go.jp/main_content/000646811.pdf （2023年3月7日参照）
- [3] 総務省，インターネット投票導入の検討
2018年2月26日
https://www.soumu.go.jp/main_content/000535494.pdf （2023年3月7日参照）
- [4] 水野秀幸，世界のインターネット投票（前編）～オンライン選挙を進める国々の動向，WTR No381(2021年1月号)，情報通信総合研究所，2020年12月28日
<https://www.icr.co.jp/newsletter/wtr381-20201228-mizuno.html> （2023年3月7日参照）
- [5] 船津宏輝，世界のインターネット投票（後編）～オンライン選挙を進める国々の動向，WTR No382(2021年2月号)，情報通信総合研究所，2021年2月15日
<https://www.icr.co.jp/newsletter/wtr382-20210215-funatsu.html> （2023年3月7日参照）
- [6] 湯浅 壱道，電子投票に関する法制度の近時の動向，社会文化研究所紀要，67巻，2011年
<http://id.nii.ac.jp/1265/00000411/> （2023年3月7日参照）
- [7] 総務省，選挙の種類
https://www.soumu.go.jp/senkyo/senkyo_s/naruhodo/naruhodo03.html （2023年3月7日参照）
- [8] 総務省，公職選挙法等の一部を改正する法律改め文，2015年年6月19日
https://www.soumu.go.jp/main_content/000364624.pdf （2023年3月7日参照）
- [9] 京都市，京都市情報館，選挙の基本原則，2018年6月1日
<https://www.city.kyoto.lg.jp/senkyo/page/0000072756.html> （2023年3月7日参照）
- [10] 総務省，ICT利活用の促進
https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriyou/index.html （2023年3月7日参照）
- [11] 株式会社情報通信総合研究所 令和3年度在外選挙インターネット投票システムの技術的検証及び運用等に係る調査研究事業の報告書概要，2022年9月22日
https://www.soumu.go.jp/main_content/000836857.pdf （2023年3月7日参照）

わが国における自動運転の現状と可能性について

北爪 雄貴
大東文化大学 経営学部

キーワード：人工知能（AI）、自動運転、交通、運輸・輸送業の人手不足や労働環境

1 はじめに

人工知能（AI）の発達は、現代社会の多くの問題を改善したり、人々の生活をより豊かにしたりすることが期待されている。とりわけ自動運転については、人間の起こす様々なミスを未然に防いだり、或いは運転自体を全て車に任せたりすることにより、痛ましい交通事故の発生を抑制することや、運輸・輸送業における人手不足や労働環境の問題を改善することが期待されている。

諸外国では既に高いレベルの仕様で実証実験を行うなどしており、日本国内でもそれに追随する形で開発が行われている。しかし、諸外国と日本とでは、交通事情などの様々な環境が異なるため、開発・実験などのすべての段階において差が出ている。また、実際に自動運転を行うにしても、日本国内では現行の法規上の問題など、様々な問題が障壁となることがすでに指摘されている。そして、自動運転に対する我々国民の受け止め方にも差があることは無視できない。民主主義国家である以上、自動運転機能を搭載した車が主流となった世の中でも、それらの車を利用する・しないは個人の自由であるはずだ。これは個人レベルにはとどまらず、企業レベルでも言えることだろう。我々国民の受け止め方によっては、技術が進歩し、大衆の車として自動運転車の販売が許可されたとしても、一部の業界だけが積極的に採用するだけに留まる場合、或いは一切利用しないという場合も十分に考えられる。

これらを受け、自動運転を取り巻く現状を改めて整理したうえで、日本国内においての自動運転は、どのように利用すれば、国内の事情に寄り添った、より高い効果を期待できるかについて、アンケートの結果を用いて検討する。アンケートは

Google Forms を用い、SNS（Twitter や Instagram を通じてアンケート調査の協力を依頼）を通じて不特定多数を対象に行う。集計は年齢や性別、あるいは回答者の趣味趣向などを考慮して比較し、まとめる。

2 日本国内における自動運転の現状

2.1 技術面での推移

自動運転におけるレベル別の段階分けは、モビリティ専門家を会員とするアメリカの非営利団体である SAE（Society of Automotive Engineers）が 2016 年 9 月に定めたものや、2018 年 2 月に公益社団法人自動車技術会（JASO）が発行した JASO テクニカルペーパー「自動車用運転自動化システムのレベル分類及び定義」に準じる。この定義によると、自動運転は技術レベルによって、レベル 0 からレベル 5 までに分類される。

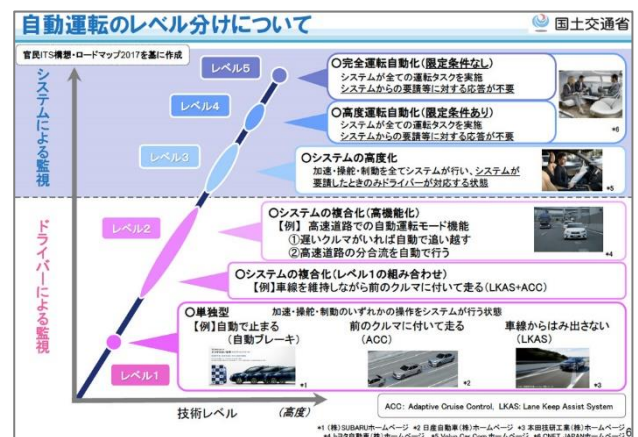


図 1 自動運転のレベル分けについて

レベル 0（自動運転化なし）は、ドライバーが全ての主制御システムの操作を行う必要のある状態で分類される。特に、ABS（アンチロック・ブレー

キシステム）や、後方死角検知機能、レーン逸脱警報機能といった機能が搭載されていても、危険を知らせるアラート機能だけであったり、瞬間的なアシストに限られた機能だけであったり、いずれも操作系への介入がないところが特徴として挙げられる。現在は後述するレベル 1 相当の自動ブレーキ機能などを搭載した車が多く販売されているため、ほとんど新車では見ることは出来ない。

レベル 1（運転支援）は、自動ブレーキや前車追従走行（ACC）、車線逸脱防止機能（LKAS）など、システムが縦方向または横方向いずれかの車両運動制御のサブタスクを、限定領域において実行できる状態が分類される。なかでも自動ブレーキは、新車への装着率が 95%を越したり、現在では一部車種を除き新車への搭載義務化が開始されたりするなど、広く技術が浸透している様子がうかがえる。

レベル 2（部分自動運転化）は、システムが縦と横、双方の車両運動制御のサブタスクを限定領域において実行できる状態が分類される。渋滞時において、同一走行レーンを走行維持しながら先行車の停車や発進を検知し、それに自車が追従する、というような渋滞時の追従支援システムなど、いわゆる「ハンズオフ」運転が可能な機能を搭載した車種を各自動車メーカーは順次拡大している。

レベル 3（条件付き自動運転化）は、自動運転システム動作時は、システム自体が運転操作全般を複合的に操作する一方、作動継続が困難な場合は、システムの介入要求などに対して人間が適切に応答しなければならない、という状態が分類される。“渋滞時の高速道路に於いて、最大 50km/h 以下の範囲で自動運転が可能”といった動作条件付きではあるが、ホンダの新型 LEGEND がこの段階に値し、日本における量産化最前線の段階ともいえる。

レベル 4（高度自動運転化）は、前述のレベル 3 で作動継続が困難な場合に人間の介入を必要とした部分に関しても、限定領域内に於いてはシステム自体が応答するといった状態が分類される。法規的側面の項でも後述するが、日本では法改正が 2023 年 4 月に施行される見込みであり、現時点では公道走行自体が許可されていない。また、この

レベルの自動運転車の市販なども行われていない。

レベル 5（完全自動運転化）は、システムの運行設計領域（ODD）に限定されることなく、どの条件下でも自動運転を行える状態が分類される。

2.2 法規的側面からの制限

道路交通法では、2020 年 4 月の改正施行により、高速道路など一定の条件下で自動運転できるレベル 3 相当の自動運転車が公道を走れるようになった。さらに 2023 年 4 月には、レベル 4 相当の自動運転車が公道を走れるように許可された改正案が成立し施行される見通しである。ただし、この法改正は、過疎地などでの無人運転による移動サービスや、最高時速 6 km 以下の自動配送ロボットのルールが盛り込まれるなど、主に事業者を対象とした内容といえるため、一般消費者がレベル 4 相当の自動運転車を所有するのは、まだ少し先とも考えられる。

2.3 諸外国との比較

自動運転車の販売開始時期を比較すると、レベル 3 相当の機能が搭載された車種が販売されたのは、ドイツが 2018 年 1 月、中国が 2020 年内なのに対し、日本は 2021 年 3 月と、最大で 3 年近くの差が出ている。アメリカや中国では、レベル 4 相当の自動運転車を用いた大規模なサービスが開始された。また両国は、自動運転トラックの開発が盛んで、量産化を視野に入れた取り組みも加速させている。レベル 5 相当に関しては、現在の技術水準では達成が困難とされているが、各国ともに完全自動運転化達成への意欲を示し、技術開発を加速させている。日本でもこのような動きはみられるものの、上記のようなアメリカや中国の大規模サービスに似類する事例はみられず、実用化にも至っていない。

2.4 自動運転技術の活用

政府は 2025 年までの高度自動運転の実現に向けたシナリオを三つの分野に分類して策定した。一つ目は、交通事故の削減と交通渋滞の緩和を目的とした自家用車の分野、二つ目は物流交通の効率化と目的とした物流サービスの分野、三つ目は

交通弱者の解消を目的とした移動サービスの分野である。

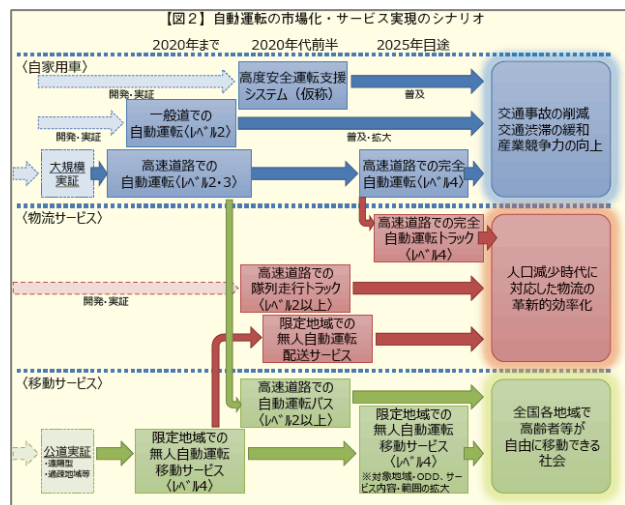


図 2 高度自動運転の実現に向けたシナリオ

また、どの業界でも人手不足が叫ばれる昨今、物流や輸送といった業界では、他業種よりも一層問題が深刻である。

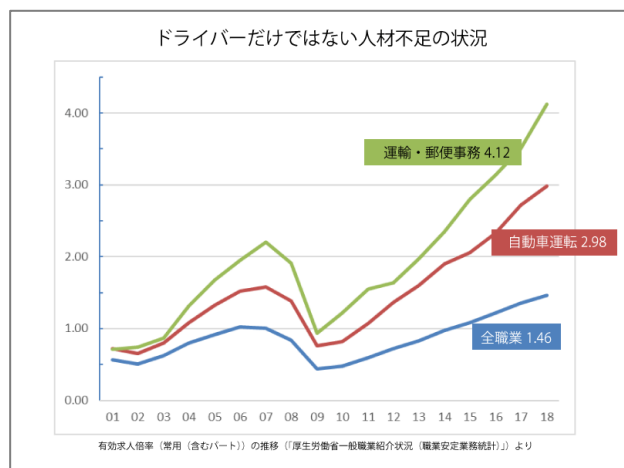


図 3 物流・輸送業界における有効求人倍率

上記の図3からも分かる通り、人手不足によりどの業界も有効求人倍率は年々上昇しているが、特に物流や運輸といった業界における有効求人倍率の伸び率が激しく、差が広がっている。

こういった問題などを解決する糸口として、自動運転の技術を活用できないか、各地で実証実験など重ね、今も模索が続いている。

3 自動運転に対する国民の受け止め

3.1 アンケート調査の実施

前項2で上げた日本国内における自動運転の現状からもわかるように、現代社会は様々な問題を抱えており、それらの解決の糸口として、自動運転技術を有効活用できないか、日々模索している。現在では、実証実験などの段階であるため、全国民衆にとってなじみの深いものではないが、政府が公開した高度自動運転の実現に向けたシナリオにもあるとおり、近い将来、自動運転は身近なものになることは十分に推測できる。しかし、このような動きや自動運転に対する受け止め方には、我々国民の間でも差があることは無視できない。

そこで本研究では、Google 社が提供しているアンケート作成サービス「Google Forms」を用い、今の国民は、自動運転に対してどのような印象があり、どのように受け止めているのか、自動運転技術を有効活用できる方法について、どのような考えを持っているのかについて調査する。



図 4 Google Forms によるアンケート調査

3.2 調査概要

アンケート調査の対象者は不特定多数とする。しかしながら、対象者の趣味趣向によっては、自動運転に関する知識などに差があり、そこから自身の考えにも何かしらの影響を及ぼすのではないかと仮定し、この条件を基に集計しやすいよう、回答フォームを2つ別々に作成した。アンケート調査への協力依頼の告知を行った媒体は、主に Twitter や Instagram の自身が所有するアカウントを用いた（こちらで告知した回答フォームは、以下、回答票 I とする）が、仮定の検証を行いたい

と考えたため、Twitter のサービス特性を踏まえ、運輸や交通、車に興味のあるといった層のみに対し、先述した別の回答フォーム（以下、回答票Ⅱとする）を自身の所有する別のアカウントにて告知した。ただし、回答票自体は同一の内容とするなど、正確な比較・検討がしやすいように配慮を行った。

3.3 調査結果

アンケート調査には、延べ 23 人の協力を得た。このうち、回答票Ⅰでは、男性は 6 人、女性は 2 人、回答票Ⅱでは、男性は 14 人、女性は 1 人であった。年代別で見ると、20 代と回答した割合が多く、次いで 10 代と続く。回答者の社会的な属性では、16 人が学生（大学・専門）であると回答、次に学生（中学・高校）、社会人と続いた。なお、回答票Ⅱで社会人と答えた回答者で、現時点で運輸・輸送業（本研究では、陸上交通に限る。以下同様）に従事していると答えた回答者はいなかった。

回答者自身の運転免許所持の有無に関しては、最も多かったのが普通自動車免許を所有で、次いで免許を所持していない、原付免許を所有と続く。普通自動車免許所有者のなかでも、回答票Ⅱでは、限定なし免許の所有者が多かった一方、回答票Ⅰでは、AT 限定免許の所有者が多く、ここで早くも仮定で想定した通りの結果が出た。また、運輸・輸送業に興味があるか、車に興味があるかといった質問でも、回答票Ⅱで興味があると答えた回答者の方が多かった。

現在の自動運転の技術やそれらを取り巻く日本の環境に対しての印象を問う質問では、どちらの回答票でも「よいとおもう」「どちらかと言えばよいと思う」といった肯定的な意見が多かった一方、その理由を問うと、回答票Ⅰでは利便性の向上を、回答票Ⅱでは交通安全を含めた安全性の向上を答えた回答者が多く、結果が二分した。「どちらかと言えばよくないと思う」といった若干否定的な意見を答えた回答者は、その理由として実用的な視点から考えたときに弊害などが発生しないか懸念がぬぐえないと答えた回答者が多かった。

日本国内にて自動運転は必要不可欠であるかどうかを問う質問では、どちらの回答票でも「選択

の余地があればいいと思う（どの業種には必ず必要だとは思わない）」といった回答が多かった。

自動運転技術は、どのような場面で利活用すれば効果的だと思うかを問う質問では、回答票Ⅰでは「悲惨な人身事故などを防ぐための手段」と答えた回答者が多かった一方、回答票Ⅱでは意見が分散し、「過疎地域の公共交通・物流」と答えた回答者が多く、次いで「過酷な環境下での公共交通・物流」、「悲惨な人身事故などを防ぐための手段」と続いた。

乗用車の購入を検討していると仮定し、最も重要視する視点を問う設問では、回答票Ⅰでは意見が分散し、本体価格と答えた回答者が多く、次いで車両の見た目、操作性（運転のしやすさ）と続いたのに対し、回答票Ⅱでは車両の機能性と答えた回答者が多かった。

乗用車の購入を検討しているという仮定はそのまま、レベル 5 相当の完全な自動運転機能が搭載された車が他の車と同一の価格で販売されていたとして、機能面を重視して車を選ぶとしたらどれがよいかを問う設問では、回答票Ⅰでは「完全な自動運転機能が搭載された車」を選んだ回答者が多く、選んだ理由にも利便性や安全性を挙げる回答者が多かった一方、回答票Ⅱでは、「現在主流とされている車（サポート機能搭載など）」を選んだ回答者が多く、利便性や安全性を求める一方、自分で運転する感覚は残しておきたいといった理由が多かった。またどちらの回答票でも、「従来からある車（レベル 0 相当）」を選んだ回答者は、自分で運転がしたいからといった理由の他にも、長く乗ることを考えると、高機能であればあるほど整備面で劣りがちなため、安易なつくりである方がよいからといった理由も見られた。

今後、自動運転車を販売義務化する可能性が否定できないが、このような動きがあった場合、どのように考えるかを問う設問では、どちらの回答票でも、「どちらかと言えばよくないと思う」「よくないと思う」といった否定的な意見が多く、選んだ理由としては、考え方は人それぞれであるから、選択の自由を残すべきであるという意見が目立った一方、肯定的な意見を選んだ回答者からは、選択肢としての余地を残さないことにより、自動

運転が目的としていた安全で効率的な交通が実現出来ると考えているからといった意見があった。

3.4 調査結果から分かること

回答者の属性を把握する質問以外で、回答票Ⅰと回答票Ⅱの双方で回答に同じ傾向がみられたのは、現在の日本の自動運転に対しての印象を問う質問、日本国内にて自動運転は必要不可欠であるかどうかを問う質問、今後、自動運転車の販売義務化を行うような動きがあった場合、どのように考えるかを問う設問の3つであり、自身の興味関心や、自動運転に関する知識などの有無に関わらず、同じ意見を持っている傾向があることが分かった。

対して、そのほかの設問に関しては意見が分かれているが、乗用車の購入を検討していると仮定し、レベル5相当の完全な自動運転機能が搭載された車が他の車と同一の価格で販売されていたとして、機能面を重視して車を選ぶとしたらどれがよいかを問う設問では、両回答票の結果の差や、意見に差が出なかった自動運転車販売義務化を仮定した設問から、技術がどれだけ発展していったとしても、我々大衆にとって選ぶことのできる環境を維持していく必要があることが分かる。自動運転技術はどのような場面で利活用すれば効果的だと思うかを問う質問では、我々の安全を求めるのか、社会インフラを支える人々の待遇改善や人手不足の解消を求めるのか、意見が二分する。これは具体例を選ぶ際、趣味趣向その他が関係するのではないとも考えられるが、どちらも天秤にかけることが出来ない重要な問題である。しかし、どちらの回答票でも、利便性や居住性を追求する項目が選ばれていないことから、利便性を追求するよりも先に、より安全で、誰もが過ごしやすい社会環境を作る一助として自動運転技術を活用していくべきであると言えるだろうと考えられる。

4 おわりに

人工知能（AI）の発達、現代社会の多くの問題を改善したり、人々の生活をより豊かにしたりすることが期待されている。そのなかでも、自動

運転技術については、我々の生活環境における安全性の向上や、社会インフラを支える人々の待遇改善や人手不足の解消の手段といった、より安全で誰もが過ごしやすい社会環境を作る一助として利活用していくべきである。また、技術の発展が進んだ未来においても、自動運転車の普及や使用は強制的なものではなく、個々人の考えに応じて、使う使わないを自由に選択をすることができる社会環境を維持し続けていくべきである。

参考文献

- [1] 国土交通省，“自動運転の実現に向けた国土交通省の取り組み 参考資料”（自動運転レベル分けについて），国土交通省，2017-6，<https://www.mlit.go.jp/common/001227121.pdf>，（参照 2023-1-20）
- [2] 株式会社 ZMP，“自動運転レベルについて”，https://www.zmp.co.jp/knowledge/ad_top/info/level，（参照 2023-1-20）
- [3] 株式会社 ライナロジクス，“物流業界における人手不足の実態と対策”，<https://lynalogics.com/column20190522.htm/>，（参照 2023-1-20）
- [4] 内閣府，“トピックス 先端技術について”，https://www8.cao.go.jp/koutu/taisaku/r01kou_haku/zenbun/genkyo/topics/topic_11.html，（参照 2023-1-20）
- [5] Google Forms 回答フォーム（回答票Ⅰ），https://docs.google.com/forms/d/1K2qWk4o93FPCfv3LQ1IzvcWJmrStLKWT2DEAR03_GEY/edit，（参照 2023-1-20）
- [6] Google Forms 回答フォーム（回答票Ⅱ），https://docs.google.com/forms/d/1TJqs-2NJ9Emug2wgqZ_ZREz6CrOLg6j-PojMKrSyek4/edit，（参照 2023-1-20）

一般に、高齢者が徒歩による買い物が可能な距離は片道で 500m 以内、すなわち往復 1km の範囲内とされている⁶⁾。そこで、今回は最寄りのスーパーから直線距離 500m 圏外を買い物難民エリアに設定した。また、買い物エリアの抽出後は、ネットワーク分析を用いて最寄りスーパーからの歩行距離の可視化を行った。

3.2 買い物難民の人数の推計

人数の推計にあたり、各メッシュの重心に高齢者人口をそれぞれ付加し、重心からスーパーまでの距離を算出した。次に、距離別に重心を集計し、エクセルを用いて買い物難民の人数の推計を行った。

4 熊谷市における買い物難民の定量的把握

4.1 買い物難民エリアの選定と歩行距離

GISを用いてフードデザートマップを作成した(図 2, 3)。

スーパーから 500m 圏外の地域を水色の斜線で表示し、買い物難民が居住している可能性がある場所を抽出した(図 2)。黒丸で囲んだ高齢者が多く分布する地域(中央地区、西部地区)には、スーパーが多数立地している。しかし、この黒丸の地域ではスーパーから 500m 圏外の場合にも高齢者の人口数が高いメッシュが集中しており、買い物難民が発生していると推測される。また、北部地区においてはスーパーの店舗数が少ないうえ、100-150 人の高齢者人口数のメッシュが点在しており、この地域においても買い物難民が分布していると思われる。

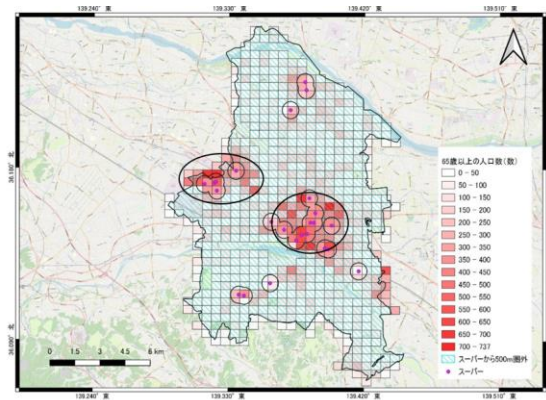


図 2 熊谷市の買い物難民エリア

最寄りスーパーからの道路距離を 500m 単位で色分けした(図 3)。図 3 より、市全体においてスーパーから 2km 以上離れた赤色の道路が目立ち、特に北部・大里地区ではそのほとんどの地域で道路距離が 2km 以上あることがわかる。

また、4.1 で選定した買い物難民エリアである黒丸の地域(中央・西部地区)と北部地区では、前者ではスーパーまでの道路距離 1.5km 圏内であり、後者はほとんどの地域が道路距離 2km 以上あることがわかる。

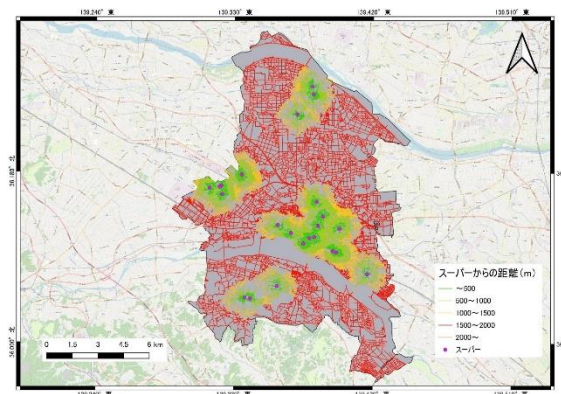


図 3 最寄りスーパーへの歩行距離

4.2 買い物難民の人数

3.2 の手法で距離別の買い物難民の将来人数を推計した(図 4)。このとき、既存のスーパーがすべて存続していると仮定した。

図 4 より、徒歩による買い物が困難な高齢者は、どの年代においても高齢者全体の約 7

割であった。その買い物難民の中で500m毎の距離別に分類した結果、距離が増加するごとに買い物難民は減少しており、そのうち500-1000m間が約17610人（歩行距離500m以上の中で3割：2020年度）で最多となった。また、その500-1000m間における買い物難民は、2020年度は歩行距離500m以上の中で35%であったが、その数は年々増加し、2040年度には40%を超える結果となった。

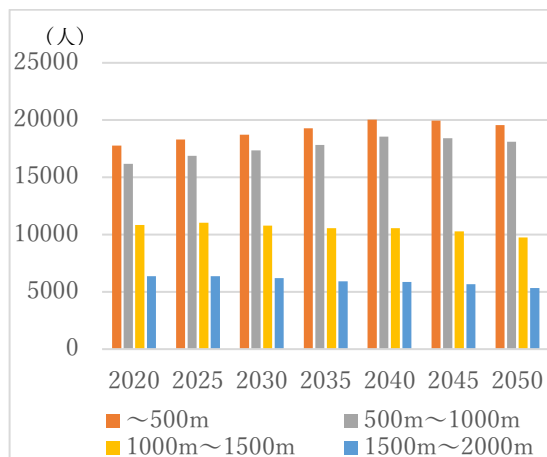


図4 距離別の買い物難民の将来推計

買い物難民支援策の一つである移動スーパーは、買い物難民の歩行距離を減らし、買い物の困難度を下げることが期待できる。本研究における高齢者は、免許返納や自家用車を有していないなどの理由で長距離の移動は困難であるが、短距離においては自力で歩くことができることを想定している。そこで、次章では買い物難民の支援策として、移動スーパーを活用した買い物場所再配置による最適化とその有効性について検討していく。

5 移動スーパーによる支援策の検討

5.1 既存の公園施設の利用

公園施設の特徴として一定の利用スペースと安全性が期待できる。また、そのうち地区公園は1km区画ごとに配置されており、買

い物難民エリアを減少させるうえでの確な距離配置である。以上の理由から、今回は公園施設の利用を想定する。

5.2 施策による変化とアクセシビリティの向上

図5に移動スーパーを追加した場合の買い物難民エリアを示した。図2と比較すると、特に高齢者が集中している中央地区と西部地区において、公園施設の追加によって商圈距離500mのエリアが広がったことがわかる。また、既存スーパーが見られない北部地区においては、新たに買い物場所が追加された。

図6に既存のスーパーまたは公園までの歩行距離を示した。図3と比較すると移動スーパーの追加によって、買い物難民エリアである500m以上のエリアが市全体で大きく減少していることがわかる。

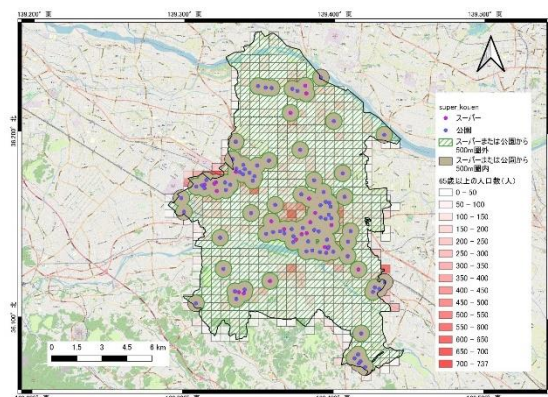


図5 公園の敷地を買い物施設に追加した場合の熊谷市の買い物難民エリア

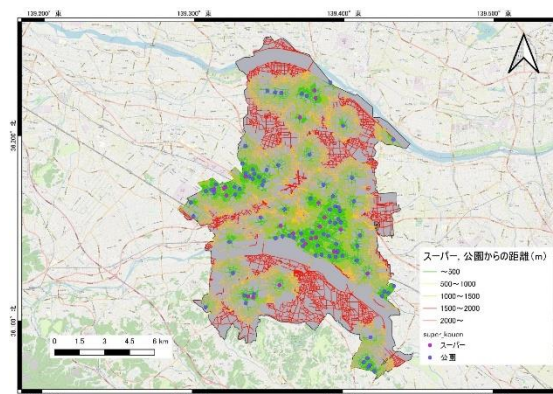


図6 最寄りのスーパーまたは公園までの歩行距離

次に、商業施設として既存スーパーのみの場合と移動スーパー導入した場合とで買い物難民の将来推計人数を比較する。図7に公園を追加した場合の距離別の買い物難民の将来推計人数を示した。

2020年度では、500m圏内の人数は約20000人（もとの約2倍）増加した。買い物難民は約27000人（もとの6割）まで減らすことができた。

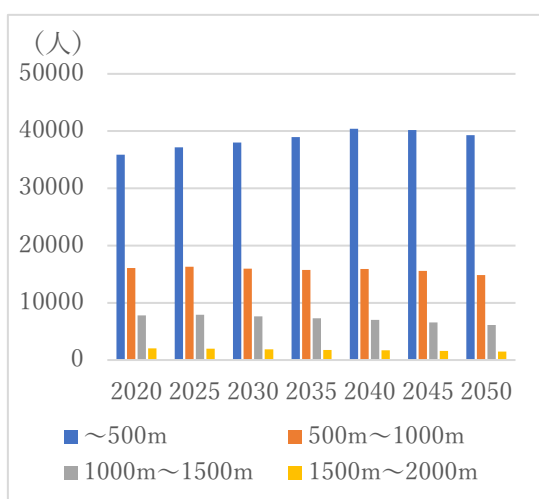


図7 公園を追加した場合の距離別の買い物難民の将来推計人数

第6章 まとめと今後の課題

6.1 まとめ

本研究では、GISを用いて熊谷市を対象に買い物難民の定量的把握と支援策の提案を行なった。

現状として、商業施設が既存スーパーのみの場合、地区によってはほとんどが買い物難民地域となるところもあった。一方で、高齢者の多く分布する場所にスーパーが多く立地していることもあり、地区によって買い物困難度が大きく異なることが示唆された。支援策として様々なものがあるが、今回の移動スーパーを想定したフードデザートマップと買い物難民の将来推計人数の変化をみると、買い物施設へのアクセシビリティが向

上し、買い物難民者も約3割と大幅に減少することが分かった。移動スーパーは買い物難民支援策の一つの手法として有効的である。

6.2 今後の課題

本研究では、すべての高齢者は自家用車を有していないものとした。しかし、実際は自力での運転や同世帯者による送迎が可能な場合もある。高齢者の身体状態や居住形態を踏まえた買い物行動について考慮する必要がある。

また、本研究ではスーパーを買い物場所として設定したが、他にも「精肉店・鮮魚店」「青果店」「米穀店」といった食料品販売店は多くある。これら3種類ごとに販売店のカバー範囲を求める方法についても検討していきたい。

参考文献

- [1] 農林水産省, 食料品アクセス（買い物弱者等）問題の現状について
https://www.maff.go.jp/j/shokusan/eat/access_genjo.html
- [2] 農林水産省, 地域に応じた各地での買い物支援の取組
https://www.maff.go.jp/j/shokusan/eat/access_jirei.html
- [3] 農林水産政策研究所, 食料品アクセスマップ
https://www.maff.go.jp/primaff/seika/fsc/faccess/a_map.html#1
- [4] 高橋・薬師寺, 食料品アクセス問題の実態と市町村の対応—定量的接近と全国市町村意識調査による分析から—, フードシステム研究, 2013 第20巻1号, 26-39
- [5] 駒木伸比, 豊橋市におけるフードデザートマップの作成とその評価—地域住民とのディスカッションを通じて—, 地域政策学ジャーナル, 2013, 第2巻第2号, 65-72
- [6] 岩間・田中ほか, 地方都市在住高齢者の「食」を巡る生活環境の悪化とフードデザート問題—茨城県水戸市を事例として—, 人文地理, 2009, 61巻2号

Web リフレクションによる校種別学習行動の分析

田中 雅章^{*1}, 奥原 俊^{*2}, 山崎 一徳^{*3}

Email: m-tnk@yokkaichi-u.ac.jp

四日市大学 環境情報学部^{*1}, 三重大学大学院 工学研究科^{*2}, 愛知みずほ大学 人間科学部^{*3}

◎Key Words : リフレクション活動, アクティブラーニング, 学習分析

1 はじめに

新型コロナの流行により、大学の授業にLMSなどのICTの導入が進んだ。既存の対面授業では紙媒体によるリフレクションの活用が活発ではあったが、リモート授業環境では紙媒体によるリフレクション活動は円滑な運用が不可能になった。そのため、学生の理解度に合わせて授業内容を軌道修正しながら授業を進めることができなくなり、学生のコメントに基づいた授業改善にフィードバックすることも容易でなくなった。

そこでGoogle FormとGoogle Spreadsheetを連携させ、学生のスマホやPCから24時間提出できるWebリフレクションシステムを開発し実装した。2021年度より本格運用を開始し2022年度まで5,510件の蓄積ができた。このシステムは1短大、2四大、2専門学校の5校で運用した。収集したデータを校種別に統計解析した結果を分析した。

2 システムの概要

実装したシステムの概要を図1に示す。Google Formはスマホからデータを受け取ると学生へは入力確認メール、管理者へは提出通知のメールが届く。Google Formで受け取ったデータは、連携されたGoogle Spreadsheetのシートに蓄積される。

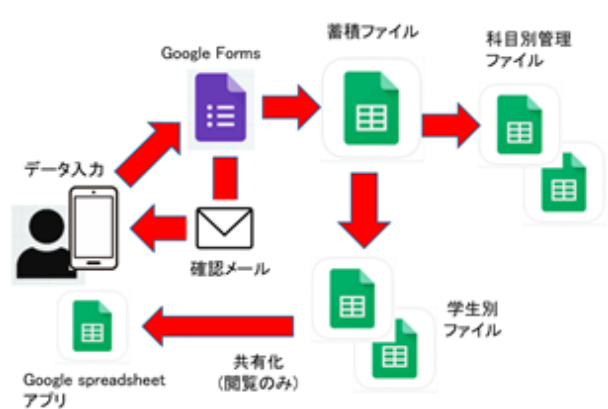


図1 実装システムの概要

3 リフレクションデータの分析結果

2年間で5,510件の提出の蓄積があった。その内、表1に

示すように専門学校で713件、短大で3,681件、四大で1,161件であった。リフレクションの平均文字数が多いのは短大の277.1文字であった。

表1 校種別一覧

	学生数	提出数	平均文字数	標準偏差
専門	38	713	229.4	115.2
短大	136	3,681	277.1	127.4
四大	137	1,116	253.7	185.3

表2に示すように当日提出の割合が多いのは専門学校で83.0%であった。これは担当する教員の指導結果であり、在籍学生の提出率が100%であった。短大の当日提出率は56.7%と低いものの90%以上が2日以内に提出していた。四大は当日提出率が専門学校と短大との中間の71.4%であった。

表2 校種別提出日割合

提出日	当日	1日後	2日後	3日後以降
専門	83.0%	4.3%	0.7%	11.9%
短大	56.7%	32.0%	3.3%	8.0%
四大	71.4%	15.1%	2.9%	10.6%

表3に示すように短大は当日提出の方が1日後の261.9文字より32.8文字多い94.7文字であった。それに対して専門学校や四大では当日よりも1日後の提出の方が文字数が多い。特に専門学校はその差が顕著で1日後の文字数が当日のおよそ1.5倍である。

表3 校種別提出日平均文字数

提出日	当日	1日後	2日後	3日後以降
専門	227.1	344.9	339.2	197.0
短大	294.7	261.9	227.4	234.1
四大	253.4	278.2	246.6	222.2

4 まとめ

コロナ禍の制限の中でもWebリフレクションを導入・運用することで以前の紙方式と同様にリフレクション活動を継続することができた。さらに提出時刻であるタイムスタンプを活用することで、学生の提出習慣の分析ができた。今回、校種別の学生の学習行動が明らかになった。指導者は学生にきちんと提出する習慣づけの指導が必要であることを示唆した。

教育・保育施設の広域利用に対する給付請求システムの活用可能性

井上 孝之[†] 阿部 考志[‡]

[†]岩手県立大学 社会福祉学部 [‡]岩手インフォメーション・テクノロジー（株）

キーワード：子ども・子育て支援新制度、給付費等申請、保育所等の広域利用、保育 ICT、業務の省力化

1 問題

「子ども・子育て支援新制度(2015)」以降、教育・保育施設(以下、園と記す)における ICT 化は、補助金等を活用し保育者の負担軽減や省力化を目指して実装されてきた。近年では、園の業務軽減のみならず、正確性や子どもの安全管理のために導入され、子どもの命を守るツールとしても推進されてきている。当初、民間保育所のみが補助金の対象であったが、近年では、ほぼすべての保育所、幼稚園、認定こども園等に、公私の別なく、補助金や助成金等を利用して ICT 化が進められてきている。これらの補助金や助成金等は園を対象としており、自治体の保育業務に対するものではなかった。

しかしながら、子ども・子育て支援新制度によって、自治体に求められる給付費等の算定は煩雑であり、申請業務の課題となっていた。例えば、自治体職員に求められた業務は、園ごとの加算項目の管理、公定価格の変更への対応、園との確認のためのメールや電話対応、加算項目や公定価格の変更のための通り計算等が挙げられる。園への給付費の支給誤りは全国で起きており、その原因は、各種加算の誤適用や不十分な確認による誤算定である[1]。

そこで、井上ら(2021)は、これらの課題解決に向けた実証研究を行い[2]、岩手インフォメーション・テクノロジー株式会社(以下、岩手 IT と記す)が給付費等申請クラウドシステムとして製品化した[3]。このシステムを導入した自治体では前述の課題は解決された。さらに、自治体にシステムを実装することにより、自治体職員と園の担当者双方の業務負担が軽減され、省力化と正確性の担保が図られた。

しかし、急速な少子化に伴い、待機児童問題は解消され、現在は、居住する自治体以外の園を利用する保護者も増えてきている。このような他の自治体から越境して園を利用する広域利用では、自治体と園の担当者の負担が大きい。今後さらに、少子化や無子化が進み、高齢化を伴う人口減少社会では、園の統廃合は容易に予想される。さらに、園の運営は基礎自治体が単独で行うのではなく、広域自治体で持続的に維持する時代の到来も近いと推察される。

そこで、本研究では、隣接する2つの自治体に広域対応の給付費等申請クラウドシステムを開発・実装し、このシステムの広域利用化を目指している。隣接する自治体間で、広域利用をしている児童の給付請求が可能になれば、複数の自治体との連携も可能となり、自治体担当者や園の担当者の負担は大きく軽減されることとなる。

2 方法

2.1 対象地域

- ・岩手県釜石地域 釜石市3園、大槌町3園

2.2 実践期間

- ・2022年10月～2023年2月

2.3 方法(システムの概要)

- ・釜石市、大槌町に広域給付に対応した給付費等申請クラウドシステムを実装。
- ・釜石市、大槌町の担当者へ実証実験の説明会を実施。
- ・広域利用のある釜石市3園、大槌町3園へ調査。
- ・担当者のストレスチェック調査を実施(9月)。
- ・広域給付に対応した給付費等申請クラウドシステムを運用、トライ・アンド・エラーで強固化。
- ・担当者のストレスチェック調査を実施(2月)。

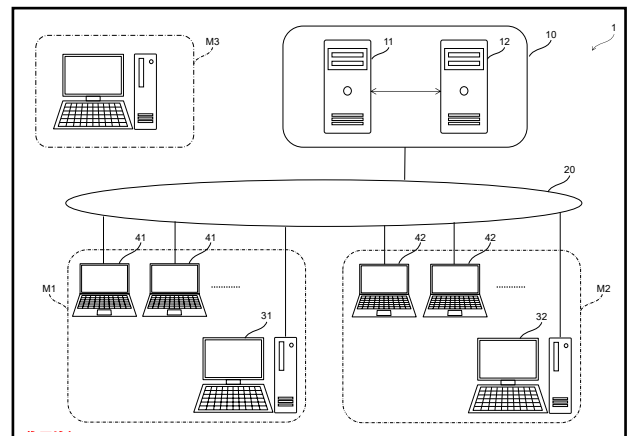


図1 広域対応の給付請求クラウドシステム

3 結果

3.1 広域利用のイメージ

図2は、釜石市、大槌町の両自治体の子どもの広域利用のイメージである。左側は釜石市、右側は大槌町の保育施設を表している。紺色の矢印は大槌町の保育利用申請を示し、水色の矢印は釜石市の保育利用申請を示している。さらに、赤色の矢印は両市町の保育利用請求を示している。

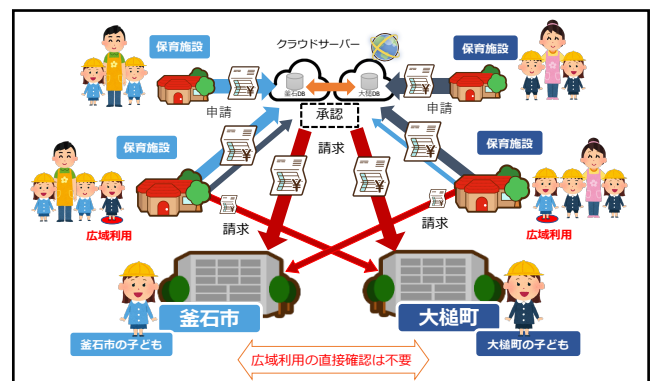


図2 広域利用のイメージ

これまで、釜石市の保育施設を利用した大槌町の子ども(女児)の給付申請と承認は、保育施設の担当者が大町地域福祉班職員と直接連絡を取って確認作業を行っていた。しかし、本システムの導入により給付申請に対する承認はクラウドシステムで行われることが確認された。そのため、保育施設と自治体との広域利用の直接承認は不要になった。同様に、大槌の子どもの広域利用もクラウドシステムで承認されるため、釜石市の保育施設は大槌町にそのまま請求できることが確認された。本研究のクラウドシステムの実装と実証研究により、2つの自治体間の広域給付支援システムが完成した。

3.2 園担当者のストレス

表1は、園担当者の実証実験前後のストレスチェックの比較を示した。実験前は6園の担当者に対面で直接配付し、郵送で回収した。実験後は、郵送で配付し、郵送で回収した。提出された6人のデータのうち、比較可能な4人のうち3人においてストレス反応が低くなっており、少なくとも今回の結果からは「システムの導入によるストレス低減の可能性は無い」とは言い切れないと考えられる。

表1 実証実験前後のストレス反応 (園担当者)

	ア			イ			ウ			エ		
	前	後	差	前	後	差	前	後	差	前	後	差
抑うつ	5	4	-1	3	5	2	16	12	-4	6	5	-1
不安	3	0	-3	2	3	1	21	12	-9	3	3	0
怒り	7	3	-4	6	7	1	9	13	4	11	8	-3
情動反応 合計	15	7	-8	11	15	4	46	37	-9	20	16	-4
身体 反応	4	3	-1	3	5	2	11	12	1	3	2	-1
高揚感	13	14	1	1	8	7	4	9	5	4	8	4

3.3 自治体担当者のストレス

表2は、自治体担当者の実証実験前後のストレスチェックの比較を示した。実験前は2人の担当者に対面で直接配付し、郵送で回収した。実験後は、郵送で配付し、郵送で回収した。2人のデータを比較したところ2人ともストレス反応が低くなっており、今回の結果からは「広域給付システムの導入によるストレス低減の可能性はある」と考えられる。

表2 実証実験前後のストレス反応 (自治体担当者)

	オ			カ		
	前	後	差	前	後	差
抑うつ	13	12	-1	12	4	-8
不安	13	11	-2	14	3	-11
怒り	10	8	-2	12	6	-6
情動反応合計	36	31	-5	38	13	-25
身体反応	10	8	-2	11	6	-5
高揚感	9	10	1	4	14	10

3.4 質問紙調査 (実験後)

実証実験の質問紙調査では、次のような意見が得られた。

(園担当者)

- ・少しずつ楽になってきてはいるが、押印省略になればもっとメリットが増えると思う。
- ・システムを利用していない市町村には、エクセルを利用し提出していますが、数式が入っていない部分もあるので、数式が入っていると便利だと思う。
- ・小規模事業で園児数も少ないため、請求書の発行前に承認をいただけるので安心感がある。
- ・請求書を提出のために庁舎に行っても、駐車場に空きがなく不便を感じることもある。押印レスにして、届けに行かなくてもいいような仕組みにしてほしい

(自治体担当者)

- ・これまでの広域給付請求は、請求書を郵送でいただいてから内容を確認し支払処理を行っていたため、請求書に誤りがあった場合、再度郵送いただく必要があった。このシステムにより、請求書を提出いただく前にパソコンの画面上で加算内容等を確認できるようになったため、園の担当者にとっても、自治体の担当者としても業務の効率化につながっていると思います。
- ・従来の請求方法では、確認作業に時間を要していたが、広域給付請求システム導入後は、それらの時間が大幅に短縮された。現在は2市町での運用であるが、山田町、宮古市も導入できるようにしてほしい。
- ・広域委託する市町村によって請求書の処理方法が違っていると効果が小さいと思われるので、近隣市町村の処理方法を統一したい。

4 考察

4.1 給付請求システムの効果

釜石市、大槌町の園担当者のストレス反応や質問紙調査によるシステムへの好意的な意見は概ね、給付支援クラウドシステムの成果と考えられる。この地域では初めて導入したシステムであるため、園の担当者にとって給付支援クラウドシステムそのものの効果が大きかったことが理解できる。

4.2 広域給付請求システムの効果

園担当者にとっては、広域利用の子どもが居住する自治体と給付に関するやりとりが簡便になった。給付請求もクラウドで承認されたことがわかるため便利にはなったものの、自治体にはこれまで同様に請求する必要があるため、広域給付請求システム導入の効果は限定的である。

一方で、自治体担当者にとっては、広域請求はこれまでと違って、園担当者とのやりとりも必要なく、システム上で承認できるため、請求書を待つのみとなる。これまでのメールや電話等での対応から解放されるため、広域給付請求システム導入の効果は大きいと言える。さらに、保育料の給付業務は煩雑であり、理解するまで時間のかかる作業である。属人化を防ぐためにも自治体における広域給付請求システムの導入は有効であると考えられる。

4.3 広域給付請求システムの活用に向けて

給付請求システムは、園担当者にとっても、自治体担当者にとっても有益なシステムであることは明らかとなった。このシステムが有効

に活用されれば、園担当者の時間的コストから解消され、精神的にも余裕が生まれ、保育の質の向上に充てる時間が見出せるであろう。それは、自治体担当者にとっても同様であり、広域利用の個別対応から逃れることができる。

本研究の2自治体の実証研究で明らかになったこととして、2つを挙げる。第一に、本研究の対象となった自治体の周辺のその他の自治体にも広域給付請求システムが導入されていなければ、その効果は半減されることである。実際に、自治体担当者からの声にもあったように、さらに広域との共同が必要になってくるであろう。例えば、広く県内全域に網をかけるようにつなぐことで、本来の広域給付請求システムの効果が発揮できると考える。そのためには、自治体が広域給付請求システムを「ぜひ導入したい」と考えるようなコストとサービスが求められよう。

二つ目として、デジタル化の更なる推進が挙げられる。広域給付請求システムを利用することで、申請に対する承認まではクラウドで管理できているにも関わらず、実際の請求は、押印し、自治体まで送付(または持参)する作業が残っているのである。これでは、広域利用にかかる業務は減らない。自治体の押印文化の撤廃が今後の広域給付請求システムの導入を推し進めるものと考ええる。

引用文献・註

- [1] 仙台市では市内の保育施設等を運営する事業者を支払う給付費について、平成27年度から令和3年度までの間、23施設に合計約1億1,124万円の過払いがあることが判明した。
<https://www.city.sendai.jp/kyufu/kyufu01.html> (2022年3月10日参照)
- [2] 井上孝之、日向秀樹、星 拓史「保育施設と自治体を結ぶICTの実証的研究」地域協働研究 研究成果報告集9【平成31年度 ステージⅡ/令和2年度 ステージⅠ】pp86-87
2021 岩手県立大学・地域連携室
- [3] 自治体と教育・保育施設を結ぶ給付費等申請クラウドシステム「おがへるウェブレポ」
<https://webrep.jp/> (2022年3月10日参照)

本研究は、2022年度「岩手県産学官連携による科学・情報技術活用DX推進事業」の助成を受けた。

唐長安城と初期平安京の設計思想 ～都城の拡張と十二律呂～

高見 友幸[†]

[†] 大阪電気通信大学 総合情報学部

[†]takami@osakac.ac.jp

キーワード 初期平安京, 唐長安城, 十二律呂, 古代都城の正方形仮説

1 はじめに

我々が最近提起した仮説によれば、唐長安城および初期平安京には正方形性および階層構造という非常に明確な設計思想が現れている。その仮説のもとになる都城の復原案には、発見的に導かれた箇所が少なからずあり、全部が考古学や文献史学からの知見によるものではない。本稿では、都城の復原案とは呼ばず、都城の数理モデルと呼ぶことにする。

図1に唐長安城の数理モデル [1][2]、図2に初期平安京の数理モデル [3][4] を示した。その導出過程についてはそれぞれの文献を参照されたい。

なお、図1と図2の数理モデルは、それぞれ別個の考え方により独立に推察されたものである。しかしながら、このふたつの数理モデルは、正方形性および階層構造という点において定性的な一致を示すだけでなく、都城設計の要点となる寸法や比率が数値的にも一致するという定量性をもつ。

「平安京は長安城を模倣した都である」という通説は、全体がほぼ正方形の形状であり、内部に碁盤目状の条坊をもち、中央に朱雀大路、北側に宮が配置されるといった特徴を表現したものである。しかし、そうした認識は大きく改める必要があろう。なされた模倣はぼんやりとした模倣ではなく、徹底した模倣なのである。文献史学的には、中右記（永長元年十月十一日）の「一事不違彼宮」の文言が興味深い。彼宮は唐長安城のことである。平安京は唐長安城と一切違わないと記述する。

本発表では、これまでに得られた知見をまず列挙し、それらの知見を前提として、さらに追加的な検証を行う。この検証には、古代中国で用いられた十二律呂（1オクターブの中にある12の音階）の数学を用いた。

2 唐長安城の数理モデル

2.1 正方形性

- 図1に示されるとおり、一辺360歩の正方形が条坊の基本区画となるが、同じ大きさの正方形を宮城内部に見出すことができる。また、都城全体からはそのちょうど10倍の正方形（一辺3600歩の正方形）を抽出することができる。
- 同様に、太極殿を囲む領域を一辺96歩の正方形と想定ことができるが、宮城は一辺960歩の正方形として設計されている。
- 同様に、宮城内部に一辺500歩の正方形を抽出することができるが、都城はそのちょうど10倍の正方形（一辺5000歩の正方形）として設計されたものと見ることもできる。

2.2 階層構造

- 凸型宮殿形の階層構造が現れる。3段階の階層構造があり、凸型宮殿形の上部の正方形の一辺は、それぞれ、96歩、360歩、1333.33歩（あるいは1350歩と見てもよい）である。注目すべきことは、凸型宮殿形の全体の南北長と上部の正方形の一辺の比率が、3.75または3.7となることである。なお、上記1333.33歩に対応する凸型宮殿形の全体長が5000歩となる（ $= 1333.33 \times 3.75 =$ 周囲長10000丈の正方形）。

3 初期平安京の数理モデル

3.1 正方形性

- 初期平安宮は一辺400丈の正方形であり、宮の中央にある大極殿院は一辺40丈の正方形である。また、平安京の条坊の基本区画も大極殿院と同じ一辺

40 丈の正方形である。

3.2 階層構造

- 唐長安城と同様の凸型宮殿形の階層構造が2つ見られる。凸型宮殿形の上部の正方形は、大極殿院（40丈の正方形）と初期平安宮（400丈の正方形）であり、凸型宮殿形の全体が、それぞれ、初期平安宮、初期平安京となり、それらの比率も唐長安城と同じ3.75あるいは3.7である。

4 十二律呂

4.1 概要

古代中国では、一オクターブの中の12音階を三分損益法により算出している。この音階は十二律呂と呼ばれる。表1に三分損益法で順次計算されていく12音階のうちのはじめの7音（七音と呼ばれる）を示した。もともになる基本音（ド：黄鐘）の波長を9、周波数を1として規格化されている。三分損益法をくり返し計算すれば、13回目の計算で基本音のほぼ2倍の周波数（2.027）が現れるため、この音階を1オクターブ上のドとみなすことで12音階が決まることになる。

表1. 十二律呂のはじめの七音.

音階	波長	周波数
ド	9	1
ソ	6	1.5
レ	8	1.125
ラ	5.33	1.688
ミ	7.12	1.266
シ	4.74	1.898
ファ#	6.32	1.424

4.2 都城との関連

古代中国では、9を天の数、6を地の数、8を人の数とされるが、十二律呂のはじめの3音の波長が順にこれらの数値に相当する。こうした対応関係だけでなく、十二律呂は音響学の起源であるとともに、思想との関連性も深い。古代中国の思想は、唐長安城の正方形性（10000、1000、100、10、1という数値が出現する）からもわかるように、数に対する信奉が非常に大きく、十二律呂から生じる数に関する記述も古典籍には多く見られる。

十二律呂の数値と都城との関連性は、はじめに設計された正方形都城から長方形に拡張される際の比率に現れ

る。唐長安城の場合、図1の5000歩の正方形が南北長5580歩に拡張されたものと見れば、その比率は1.116で、レの周波数1.125とは誤差0.8%である。同じく、初期平安京の1500丈の正方形都城で、その南端が八条大路から九条大路（平安京の南北長：1664丈）に拡張したとすれば、その比率は1.109、誤差1.6%である。

十二律呂と都城の関連については、他にも関連性を挙げるができるため、本稿では結論せずに留める。これまでに得られた正方形性や階層構造は、静的な様相を数で表現するが、それとは別に、都城の拡張という動的な様相にも数が組み込まれているのが面白い。新王朝が都城を厳密な正方形として造営するのは、天に王朝の正統性を示すものである。その後の都城拡張の理由は、現時点では不明であるが、はじめはド、次にレと、天に向けて演奏しているものと想像したい。

5 おわりに

本稿で示した都城モデルが仮説の段階を脱するためには、考古学や文献史学の観点からの学術的検証を経なければならない。しかしながら、古代史学におけるアマチュアリズム[5]の立場では、唐長安城正方形仮説も初期平安京正方形仮説もすでに成立と見てよいのではないかと思う次第である。

なお、正方形仮説から派生する関連研究[6][7]も、正方形仮説を前提にして論理的矛盾をさほど生じることなく進展している。

参考文献

- [1] 高見友幸, 唐長安城の正方形仮説 ～初期平安京との関連性～, 考古学ジャーナル, 2023年2月号, 2023.
- [2] 高見友幸, 唐長安城の数理モデル ～唐長安城の正方形仮説補遺～, 考古学ジャーナル, 2023年3月号, 34-40, 2023.
- [3] 高見友幸, 大型将棋の将棋盤と平安京の条坊: 初期平安京の復原, 大阪電気通信大学人間科学研究, Vol.23, 1-13, 2021.
- [4] 高見友幸, 初期平安京の復原再考 ～都城における設計数値の継承～, IIARS 研究会研究論文誌第2巻, 23-29, 2021.
- [5] 高見友幸, YouTube 視聴から得られる日本古代史に関する様々な仮説 ～日本古代史学におけるアマチュアリズムについて～, 第12回 IIARS 研究会講演論文集, 68, 2022.
- [6] 高見友幸, 摩訶大将棋起源説と初期平安京の復原 ～中国象棋とチェスの起源～, 考古学ジャーナル, 2021年11月号, 40-50, 2021.
- [7] 高見友幸, 古代大王家の系譜に関する仮説, 日本国史学第19号, 2023. (受理)

イオノゾンデ観測の全球規模解析：h'F の解析

松本 貴裕[†] 山本 隼也[†] 高見 友幸[†]

[†] 大阪電気通信大学大学院 総合情報学研究科

[†]dt21a001@oecu.jp [†]mw21a008@oecu.jp [†]takami@osakac.ac.jp

キーワード イオノゾンデ, h'F, データサイエンス, Python プログラミング学

1 はじめに

地球の上層大気は高度約 80km 以上の領域において電離大気が現れる。この領域は電離圏と呼ばれ、高度の低い側から順に D 領域 (～80km), E 領域 (～100km), F 領域 (200～600km) と呼ばれる。電離圏の観測的な研究は 1950 年代から行われてきたが、近年、人工衛星の利用が一般的になり、宇宙ステーションの建設計画がなされるに至って、電離圏環境に関する研究が重要視されつつある。宇宙天気予報のための研究や人工衛星の破片が作り出す宇宙のゴミ問題対策の研究等がこれに相当する。

本研究では、電離圏 F 領域に生じる電離大気の層 (以下, F 層) に関連する観測データの解析を行う。当然ながら、電離圏物理学への寄与を期待するものであるが、それと同時に、データサイエンスの教材開発という視点での取り組みも意図された研究である。本稿では、後者の目的に重点を置く。

解析対象としたデータは、1960 年代以降の世界各地 (図 1) のイオノゾンデ観測から得られた h'F の 1 時間値、波長 10.7cm の太陽光強度 (F10.7) の 1 日値、地磁気の kp インデックスの 3 時間値である。プログラミング言語には Python を使用し、データ処理、データ可視化、データベース構築、データ公開までを一貫したシステムとして構築すべく研究に着手した。ライブラリとして、pandas, matplotlib, numpy, pyscript といったメジャーなライブラリを使用している。

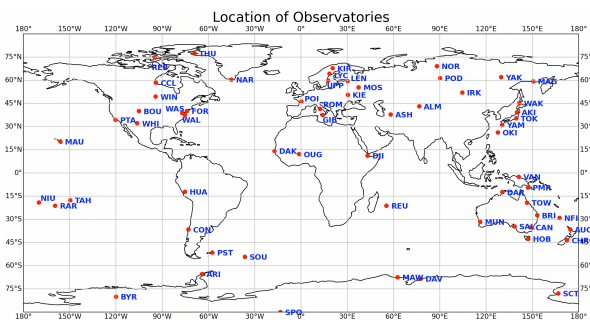


図 1. イオノゾンデ観測の観測地点.

2 データ解析

2.1 開発過程

目指すシステムの開発過程は、次の 5 段階に分かれる。

1. 世界 62 地点のイオノゾンデ観測の収集を行った上で、F10.7 および kp データと合わせて独自のデータベースを構築する。
2. F 層高度の平均日変動の特徴が太陽活動度、地磁気変動、季節にどのように依存するかを調べる。
3. 全球規模での F 層高度の平均描像を抽出する。
4. 全球規模とは別に局所的な変動についても検討する。
5. 最終的には、データ公開のための Web アプリケーションの作成を行う。

上記 5) については今後の課題であり、4) の過程までが本研究に対応する。上記 1) については、各観測地点では、すべての期間で観測が行われているわけではなく、また、電離圏 F 領域の観測はより低い高度領域である E 領域の妨害を大きく受けるため、観測期間中であっても観測データが得られるとは限らない。このように、各観測地点での全球規模的な観測の足並みが揃うことはほぼないわけであるが、50 年以上に渡る統計解析を行えば、各観測地点の観測期間のばらつきの問題は影響せず、F 層の平均描像を抽出できることが期待できる。この点が 50 年以上の観測ビッグデータを扱う研究手法の特徴でもある。

2.2 データの分類

データを季節別、太陽活動度別、地磁気擾乱度の別に分類し、あらかじめ最適の分類基準を探った (図 2)。その結果、季節については、夏、春秋、冬の 3 分割、太陽活動度については F10.7=120 の上下で 2 分割した。地磁気擾乱度についても 2 分割し、kp=3+以下を地磁気静穏時、4+以上を地磁気擾乱時としている。こうして計 12 グ

ループの分類で統計処理と周波数分析を行い、観測地点の緯度依存性および南北半球依存性としてまとめた。

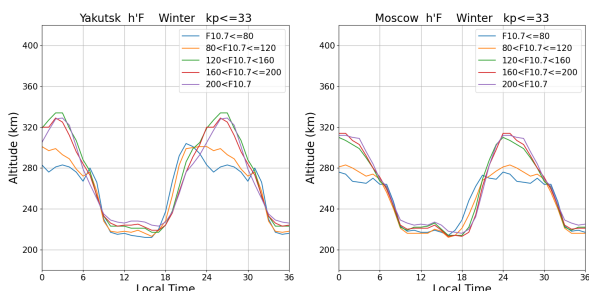


図2. Yakutsk と Moscow の平均日変動. F10.7=120 を境として日変動の様相が大きく変わることがわかる。

なお、データサイエンスの教材としては、データをどのような観点から見たときに顕著な特徴を抽出できるかということに重点が置かれており（つまり、上述したとおり、データをどのように分類するかという作業が重要となる）、データを分類した後の定型化された処理（統計解析やデータ可視化等々）は、データサイエンスのトレーニングにとってはさほど重要でないと考えている。とは言え、統計解析やデータ可視化の作業は、未知のデータの性質を探る上では必須である。統計解析とデータ可視化を駆使した試行錯誤の末にデータの本質が浮かび上がる。その面白さを教材にすることができるかどうかという試みである。

3 解析結果

3.1 全球規模の解析

全球規模特性の抽出のため、F 層高度変動の 1 日周期および半日周期変動成分に注目して解析を行った。最も顕著な特徴として、太陽活動度の高い時期における地磁気静穏日の冬半球側に、1 日周期成分の緯度特性として現れることが明らかになった。

3.2 局所的な変動特性

得られた全球規模特性を踏まえた上で、各観測地点に固有の変動特性について考察した（図3）。特に、日本の 5 観測地点（稚内、秋田、東京、山川、沖縄）の F 層高度の南北構造が、他の経度緯度領域および南半球に類似した現象として現れているのかに注目した。F 層高度の平均日変動には、観測地点の領域ごとに、特定の季節および時間帯で様々な特徴的な変動が出現する。日本上空の現象の一例として、地磁気静穏日の冬の夜明け時における F

層高度の急な上昇が見られるが、この上昇は緯度が下がるにつれ、より大きな上昇を見せる。これと類似した現象は、同じ経度上にある南半球の観測点 (Townsville から Hobart に連なる 4 観測地点) で確認することができた。

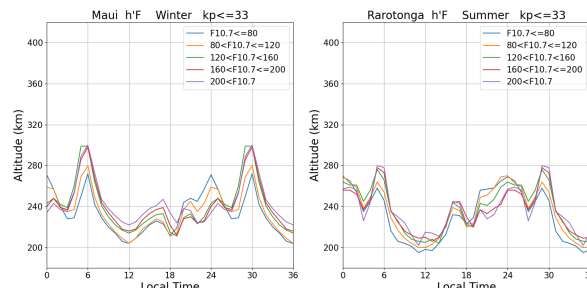


図3. Maui と Rarotonga の平均日変動。複雑な日変動であるが、赤道を挟んでほぼ同じ緯度では、夏と冬で同じ様相を見せる。したがって、正しい平均日変動を抽出できていることがわかる。

4 まとめ

本研究は h'F の観測データをデータサイエンスの教材とする試みでなされたものであるが、教材の候補となるデータは他にも多々あり、本稿でその一例を紹介した次第である。h'F のデータ解析から得られた成果は非常に多く、電離圏物理学への寄与も期待できであろう。

一般には、電離圏の様相はほとんど知られておらず、たいていの学生は先入観なくデータ解析に取り組むことができるものと思われる。冒頭で述べたとおり、興味を持たれそうな処理対象でもある上、電離圏の様相は、時刻、季節、緯度、地磁気活動度、太陽活動度のパラメータに大きく依存するため、データの見方により結果が大きく変わる点が面白い。

通常、データ処理の演習は、題材となるデータベースがきちんと整えられていることが多く、用いる解析方法の選択肢は多くない。プログラミング手法の学習用ではなく、データ解析の作業そのものを体験し試行錯誤を楽しむことのできるデータ教材を見つけるのはむずかしいかも知れない。

参考文献

- [1] 山本隼也, 田中竜二, 高見友幸, 地球電離圏のビッグデータ解析 ～F 層高度の平均日変動特性～, 第 11 回国際 ICT 利用研究会研究会講演予稿集, 25-26, 2022.

クロンバックの α 係数は負にもなることについて

鈴木治郎 *1

*1 信州大学 全学教育機構

*1 szkjiro@shinshu-u.ac.jp

キーワード 多次元尺度, 信頼性係数, 逆転項目

1 はじめに

Yahoo!知恵袋 (2012 年 12 月 2 日) に次のような質問回答例がある.

質問 クロンバックの信頼性分析で負の値が出たとき, ということが考えられますか?

回答 項目全体の分散を項目間分散を超えることはない, 計算が間違っているとしか考えられません.

クロンバックの信頼性係数 α は 1 に近いほうが望ましいことを質問項目の設計に生かす使い方を勧めてはいても, 負にもなることを明記する書籍は見かけない. 次節に α の定義をあげたが, 負にもなることが明らかな定義式 (次節の式 (1) はその例) を載せている書籍 [2] も, 実は意外と少ない.

たとえば統計 Web[1] では (次節の定義式に合わせて記号は変えた), 次のように説明している.

n は質問の項目数, s_{ii} は各質問項目の分散, s_x^2 は各質問項目を合計した尺度得点の分散としたとき, 次節の式 (2) から α を求められる.

この例に限らず, 上の回答のように**項目全体の分散と項目間分散の比較**として説明してあるものを多く目にする. また, 大学共通学力テストの CBT 化への研究も進む中 [3], テスト設計の基本となる項目反応理論 (Item Response Theory ; IRT) の内的整合性を測るクロンバックの信頼性係数 α の正しい理解は必要であろう.

以下では数値例も参考に, 上にあげた回答者の錯誤の問題を論じたい.

2 α の定義式

設問項目 i と項目 j の標本共分散を s_{ij} で表すとき, クロンバックの信頼性係数 α は次式で定義される [2].

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n s_{ij}}{s_x^2} \quad (1)$$

$$= \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n s_{ii}}{s_x^2} \right) \quad (2)$$

右辺の式変形では標本共分散が次の関係式を満たすことを用いている.

$$s_x^2 = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n s_{ij} = \sum_{i=1}^n s_{ii} + \sum_{j=1}^n \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n s_{ij}$$

とくに自身の共分散 s_{ii} とは項目 i の標本分散 s_i^2 のことであり, つまり $s_{ii} = s_i^2$ である. 書籍によっては項目間分散, 項目内分散などのことばを通じて説明しているものもあるが, 基本的に各設問の相関関係が正である (各設問の評価に整合性がある, 逆転がない) ことを測る指標が α であり, 共分散を用いた式 (1) による定義の方が直観的であると思う.

定義の (1) 式からは, $\alpha < 0$ になる可能性があることは, 共分散の定義から明らかである. はじめに取り上げた回答の誤解は, (2) 式の分母を項目全体の分散とみなしたためであろう.

定義式の理解の助けに, 極端な例を一つ考察しておこう. すべての項目の標本分散 $s_{ii} = s_i^2$ が 1 に正規化されていると仮定するとき, 共分散は相関係数に等しい. このとき, すべての相関係数が 1 であれば, 式 (1), (2) におけるそれぞれの和は項数に等しいので, 次のように計算できる.

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n s_{ij} = n^2$$

$$\sum_{i=1}^n s_{ii} = n$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n s_{ij} = n(n-1)$$

なので

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \frac{n-1}{n} = 1$$

である。

3 数値例による実験

次の数値例を考察する。このデータは、実は筆者が在職する大学に在籍の大学院生が「クロンバックの信頼性係数が負になった」のだが、利用していた統計解析ソフトウェア (JMP) に誤りがないのだろうか、と相談を受けたことに端を発する。その学生も、この数値が必ず正になると思い込んでいたから質問したのである。それを、 $\alpha < 0$ が再現される限りにおいて簡略化した。

設問番号 j	1	2	3	4
得点 x_1	9	8	13	9
得点 x_2	14	13	11	9

$\alpha < 0$ であるとは、式 (2) にある分数の分子が分母より大きくなるのを確認すればよい。

以下で用いた R の関数はベクトルを引数にとる var (分散) と cor (相関係数) だけである。このデータに対する R を用いた検証コードは以下の通りである。

```
# データの準備
x1 <- c(9,8,13,9)
x2 <- c(14,13,11,9)
var(x1)+var(x2) # (2) 式の分子
[1] 9.833333
# x1+x2 と x1,x2 は同じサイズのベクトル
var(x1+x2) # (2) 式の分母
[1] 7
# x2 の得点を負にしたベクトルを準備
x3 <- -x2
var(x1)+var(x3) # (2) 式の分子
[1] 9.833333
```

```
var(x1+x3) # (2) 式の分母
```

```
[1] 12.66667
```

```
# 相関係数の計算
```

```
cor(x1,x2)
```

```
[1] -0.2881356
```

```
cor(x1,x3)
```

```
[1] 0.2881356
```

計算結果からわかるように、用意したデータの設定では $\alpha < 0$ であり、 $x_3 = -x_2$ を用いた設定では $\alpha > 0$ である。

4 数値例の解釈

数値例より得られた符号の違いをどう解釈すればよいのだろうか。そのためにテストの信頼性とは何かという基本に立ち返りたい。

もしも設問がある種の能力を測るのに妥当であるとすれば、各設問で高得点をとることは各被験者に共通となるべきである。ところが、この数値例では得点 x_1 と x_2 の相関係数は -0.29 である。これは被験者 1 に対して妥当と思える得点が、被験者 2 に対しては逆の得点を与えているのであり、それはテストそのものの妥当性が低いからである。そのことをクロンバックの信頼性係数が $\alpha < 0$ として示したのである。

だから、 α の値は負の可能性もあることも踏まえた上で、1 に近い値になるようテストを設計すべきなのである。

5 終わりに

さまざまな数量分析を行う上でコンピュータの利用は避けられない。計算パッケージが信頼できることはもちろんであるが、計算値の解釈は、数学的な理由も含めてできる範囲で確かめて利用したいものである。

最後に、群馬大学の青木繁浩氏 [4] に感謝したい。学生からの質問に対して自信をもって返答できたのは、私の疎い分野の解釈を確認してくれた氏のおかげである。

参考文献

- [1] 統計 Web, クロンバックのアルファ,
<https://bellcurve.jp/statistics/glossary/1274.html>

- [2] 豊田秀樹,『項目反応理論 [入門編] 第 2 版』, 朝倉書店, 2012 年
- [3] 大学入試センター,『CBT について』,
<https://www.dnc.ac.jp/research/cbt/>
- [4] 青木繁浩,『R による統計解析』, オーム社, 2015 年, <http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/R/>