Online version : ISSN 2432-7956

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 14 回

2023 年 9 月 9 日

ハイフレックス開催（対面＋zoom）
於：あわら温泉（福井）

第 14 回 国際 ICT 利用研究学会 研究会

下記のように第 14 回研究会を対面および Web 開催いたしますので，ご案内申し上げます。

今回はあわら温泉での対面会議と，Web 上での開催同時並行で進めるハイフレックス形式にて実施します。

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.4，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 9 月 9 日（土）　13:00－17:00（予定）
会場　あわら温泉「清風荘」および Zoom（Zoom 情報は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@iiiar.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　（会員・非会員）無料

プログラム

13:00 **開会の挨拶**　高見 友幸（大阪電気通信大学）
第 1 セッション（13:05－14:05，座長　田中 雅章（愛知医療学院短期大学））
13:05－13:20
若者の電子書籍利用について
〇古谷 悠（日本大学 法学部）

13:20－13:35
ICT を活用した食品ロス削減における現状と可能性
〇丸山 湖々（日本大学 法学部）

13:35－13:50
ICT 活用によるオンラインツアーの課題と可能性
〇鈴木 梨沙（日本大学 法学部）

13:50－14:05
情報倫理教育を活用した適切な情報社会との向き合い方

○大河原 桜椋（日本大学 法学部）

14:05－14:15　**休憩**

第 2 セッション（14:15－15:15，座長　田中 敏幸（慶応義塾大学））
14:15－14:30
手術に関するマルチメディア教科書システムの構築
○YING DIQI　佐藤 礼華（大阪電気通信大学　総合情報学研究科）

14:30－14:45
身体機能評価を可視化するシステム開発と実装
○田中 雅章（愛知医療学院短期大学）

14:45－15:00
数論的関数の iteration について
○山下 倫範（立正大学），宮田 大輔（千葉商科大学），柴木 恒一（岩手県立大学宮古短期大学），藤田 菜摘（富士通 Japan）

15:00－15:15
データサイエンスとしての日本書紀紀年問題
　～神武天皇、崇神天皇、応神天皇、神功皇后の解読～
○高見 友幸（大阪電気通信大学）

15:15 **閉会の挨拶**　次郎丸 沢（カンファレンスサービス）

若者の電子書籍利用に関する研究

古谷 悠
日本大学 法学部

キーワード：電子書籍，聴く読書，読書傾向

1　はじめに

近年，本を読む手段が多様化しつつある。紙の本を読む以外に，デジタル端末で読書を行う電子書籍などがその最たる例と言える。書籍出版に関する法律で，出版権というものがあるが，2014 年に著作権法が改正され，電子書籍にも出版権が付与されるようになると，電子書籍の市場は急速に拡大した。公益社団法人・全国出版協会・出版科学研究所が 2014 年に開始した統計調査によると，2014 年時点で 1144 億円だった市場は，2022 年までの 8 年間でおよそ 4.4 倍の 5013 億円の市場に成長している。[1]

代表的なサービスとして,「kindle」や「d-book」,「楽天 kobo」などの，定額制の配信サービスが挙げられる。毎月決まった額を課金することで様々な書籍が読み放題となる。これらのサービスの普及によって，読書の幅が広がり，より多くの書籍を手軽に読むことができるようになった。

以上を踏まえ，本稿では若者を中心とした読書の手段に焦点を当て，電子書籍の問題点と今後の展望を論じていく。

2　電子書籍の歴史

国内発の電子書籍は, 1985 年に三修社から発売された「最新科学技術用語辞典」である。当時はオンラインの環境が整っていなかったため，大量のデータを頒布するために CD-ROM が使用された。それを各個人が読めるようにするために，読み出し専用の機械を 1990 年に SONY が開発，販売した。

これがきっかけとなり，様々な企業が模倣をして開発が進んだが，読みにくいといった理由で大きなブームになることはなかった。1990 年代に PC がブラウザを標準装備したことがきっかけで，オンライン上で文章を閲覧する仕組みが定着した。これを機にオンラインで書籍を購入，閲覧する仕組みが整えられていった。さらにこの流れは携帯電話にも受け継がれ，大量通信の実現や携帯電話専用ビューアーが導入された経緯から, 2009 年には, 日本の電子書籍市場の 89%を占めるに至った。

2007 年に Amazon から発表された kindle は大きな反響を呼んだ。元々書籍を販売するサイトだったこともあり，長年培われた豊富なコンテンツ力を全面に押し出したことで，アメリカで大きなブームを引き起こし，瞬く間に日本の市場規模を追い抜いた。さらに 2010 年には日本でも iPad が発売されたことで，様々な電子書籍リーダーの開発や電子書籍のサービスが開始され，市場は更に拡大していった。このころから，デジタル端末を用いた読書が一般化され始め，今日に至るまでの電子書籍の形が形成されていった。[2]

3　「オーディオブック（聴く読書）」に関して

3.1　聴く読書の可能性

「電子書籍」について述べるにあたり,「聴く読書」という読書スタイルを取り上げたい。読書は一般的に，静かに座って集中して行われる活動とされてきた。しかし，現代社会においては多忙なスケジュールや情報過多の中で，十分な時間を確保して，集中して読書に取り組むことが困難な人が増加してきている。このような背景もあり，新たな読書スタイルである「聴く読書」が注目を浴びている。

「聴く読書」とは，オーディオブックサービスを通じて本の朗読を聴くことができるサービスである。「聴く読書」は，内容を朗読する音声で本を

楽しむことができ，月額制サービスによって膨大な数の朗読作品を手軽に楽しむことができる。「聴く読書」は，集中して読書する時間を確保できない人々にも適したサービスであり，端末と聴く環境さえ整えば，他の作業と並行して利用することも可能である。これにより，時間に追われる日々の中でも読書を楽しむことができ，読書習慣を持たなかった人々にも読書の機会を提供する可能性がある。

この「聴く読書」に関しては，読書の効率化のためだけに注目を浴びているわけではない。目が不自由な人や，ページをめくることが困難な人，字が読めない人，読書姿勢が維持できない人など，様々な理由で紙の本での読書を諦めざるを得なかった人のためのコンテンツといっても過言ではない。

3.2　聴く読書のメリット・デメリット

「聴く読書」を活用する際のメリットは，「時間効率の向上」「目の負担が減る」「プロによる朗読なので聴きやすい」などが挙げられる。「時間効率の向上」に関しては，通常の読書と違い，聴きながら別のことをする事が可能になるからである。通勤通学時はもちろん，家事をしながらでも読書が可能となる。「目の負担の軽減」だが，文字を追う必要がないため，本を選ぶとき以外は視覚を特に必要としないからである。目が疲れることがないのであれば，より読書に没頭できる人もいるかもしれない。「プロによる朗読」に関しては，朗読を任されるのはプロの声優やナレーター，役者などが主なため，ストレスなく内容に集中できる。

デメリットについては，「読み返しや読み飛ばしが出来ない」「ラインナップが少ない」「線引きや書き込みが出来ない」などが挙げられる。「聴く読書」は実体がないため，書き込みなどはもちろんできない。読み飛ばすためには早送りなどの操作が必要であり，何ページも先の文章を読みたい場合などには向かない。また，読みたい本が必ずしもオーディオブック化されているとは限らないため，聴きたい作品に出会えない可能性がある。[3]

3.3 「聴く読書」の認知度について

SNS やテレビの広告などで認知度自体は向上しているが，実際に活用している人はどの程度存在するのだろうか。2022 年にインプレックス総合研究所が実施した「電子書籍の利用率アンケート」の中でのオーディオブックの利用率に関するアンケートは，全 11794 回答中，「よく利用する」が 1.9%，「たまに利用する」が 6.1%，「利用してはいないが，今後利用してみたいと思う」が 19.3%という結果となった。[4]全体の 8%しか使ったことがないということは，未だマイナーなコンテンツであるといえる。

4　アンケート調査

今回，学生を中心に，電子書籍の利用率を明確にするため，アンケート調査を実施した。
アンケート調査は，10 代～20 代の 86 名を被験者とし，実施時期は 6 月中旬から 7 月下旬である。

4.1 調査結果

まず普段どのような本を読むか問うたところ，「文芸（小説やエッセイなど）」が 33 件，「漫画」が 61 件，「趣味・実用書（レシピ本やハウトゥー本）」が 19 件，「学習参考書（赤本，資格試験対策書）」が 27 件，「専門書（医学，法務に関する書籍）」が 10 件，「雑誌」が 18 件という結果となった。若い世代を対象にしたアンケートということもあり「漫画」の回答が最も多い結果となった。次に回答数が多かった「文芸」は「漫画」の半分ほどの回答数に留まった。（図 1）

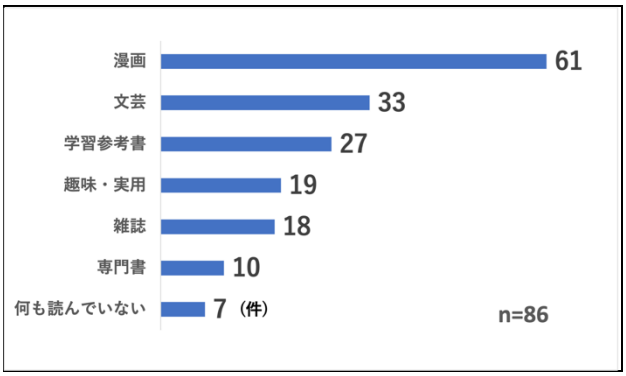

図 1. 普段どのようなものを読むか

電子書籍と紙の本，どちらを選ぶか問うたところ，50%の人が両方使う，2.3%の人が電子書籍のみを使うと答えた。残りの 41.9%が紙の本のみ，5.8%が本は読まないと答えた。（図 2）

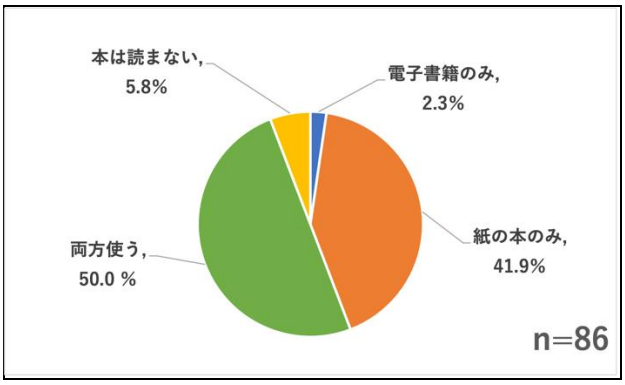

図 2.電子書籍と紙の本どちらを選ぶか

4.2 電子書籍を選ぶ理由

なぜ電子書籍を利用するのかを問うたところ，「持ち運びが楽だから」が 25 件，「置き場所に困らないから」が 20 件，「書店に行かなくていいから」が 13 件，「読みやすいから」が 10 件，「アプリなどで無料で読むことができるから」が 2 件となった。（図 3）

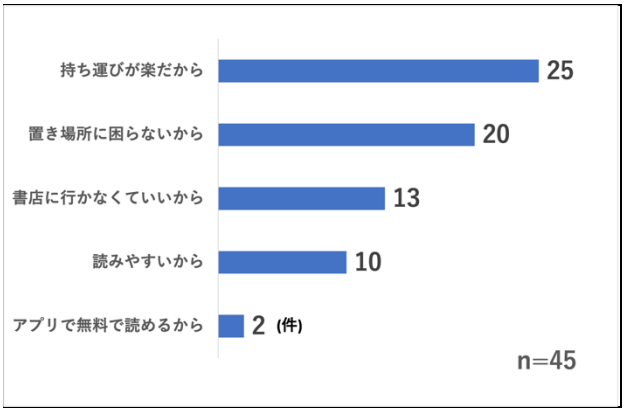

図 3. なぜ電子書籍を選ぶのか

保管の際場所を取らず，持ち運びが楽といった，電子書籍のコンパクトさを評価している声が多数上がった。また，書店に行かなくてもよいといった声も多く寄せられており，欲しい本をその場でダウンロードして読むことができる電子書籍の強みがよく現れていた。また，その他の理由として，「アプリなどを用いて無料で読むことができるから」といった回答も少数ながら見受けられた。

4.3 紙の本を選ぶ理由

紙の本のみを選ぶと回答した人たちに対して，なぜ電子書籍を使わないのか問うたところ，「集中できるから」が 7 件，「読了の達成感が感じられるから」が 8 件，「手元に置いておきたいから」が 12 件，「目が疲れるから」が 16 件，「読みにくいから」の回答が 17 件となった。（図 4）

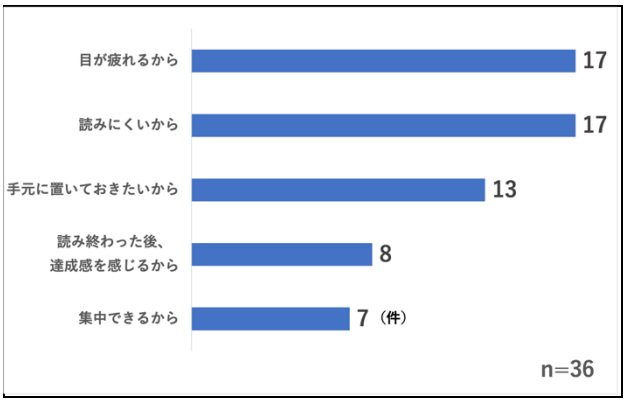

図 4. 電子書籍でなく、紙の本を選ぶ理由

紙の本を選ぶ大きな理由の一つとして，電子書籍は「読みにくい」や「目が疲れる」といった回答が目立ったことから，電子書籍を読む「媒体」に問題があることが挙げられる。

また，紙の本に物としての価値を見出している旨の解答も多くみられた。装丁のデザインが気に入っている場合や，インテリアの一つとして本を置いておきたい場合などが理由として考えられる。

5 考察

今回のアンケート調査から，電子書籍に対して，読書をする人がどのような点にメリット・デメリットを感じているのか，様々な意見を得ることができた。そして今回のアンケート調査から明らかになった電子書籍の課題点は，「読む際の疲労感」，「読みにくさ」の 2 点である。

1 つ目の「読む際の疲労感」については，アンケート調査において，対象となった 36 人中 17 人が電子書籍を選ばない理由として回答していた。デバイスの液晶画面を長時間凝視することで起こるものであるが，解決策としては，適宜休憩を挟むことや，ブルーライトカットのメガネをかけて読むことなどが挙げられる。また，長時間の読書に適した「電子書籍リーダー」を使うといった方法も挙げられる。しかし，新たに「物」を用意す

る必要があり，可能な限りコストを抑えたい人には向かないと考察する。

2 つ目の「読みにくさ」であるが，これは電子書籍を読む際に使っているデバイスの画面の大きさに問題があると推測する。タブレットなどのある程度画面が大きな端末は除き，スマートフォンなどの小さな画面で書籍を読む際は，画面のズームが必要な場合があり，画面の操作に気をとられて，読書に集中できないことなどが懸念される。解決策としては，文字の並びが電子書籍用に改良されている書籍を購入することなどが挙げられる。「Kindle」などは，ダウンロードした書籍の文字の大きさを変更できる機能が付いており，自分が読みやすい文字の大きさにカスタマイズすることが可能である。しかし，その分ページ数が多くなり，原書の文字の並びではなくなってしまう。人によっては文字の並びが変わるだけで印象が変わることがあるため，これを好まない人もいるだろう。さらに，電子書籍用の文字の並びに対応していない書籍も存在するため，一概に電子書籍リーダーにすればいいというわけではない。

6　終わりに

本調査により，読書の手段が個々人によって実に様々であり，「電子書籍」に関しては，アンケート回答者の半数以上が何らかの形で積極的に利用していることがわかった。読書傾向のアンケートにおいて，「漫画」の回答数が最も多かったことから，電子書籍を用いた読書においても，漫画が多く読まれていると考えられる。漫画も電子書籍であれば画面の拡大ができる上，通勤通学時に手軽に読める為，若者が利用するのに適していると言える。一方で，「電子書籍」に対し抵抗を感じている意見も多く見られ，改善の余地も見られた。中でも「目が疲れる」「読みにくい」といった意見は真摯に受け止める必要がある。特に，小説などの文芸作品は文字サイズを変更すると文字の並びが変わってしまうため，人によっては違和感や読みづらさを感じる場合もあるだろう。文字の並びが変化しても違和感のない画面の表示方法を模索するなどしてこれらの課題点を改善し，漫画アプリと同じように，気軽に文芸作品を読めるアプリが開発されれば，小説やエッセイをスマートフォンで読む文化が定着し，若者の読書の幅をより一層広げることができると考察する。「電子書籍」の普及が，若い世代だけでなく，全ての世代の人たちに有益な結果をもたらすことを期待したい。

参考文献

[1] 公益社団法人，全国出版協会・出版科学研究所，“出版月報” https://onl.tw/ev8yVzN(2023 年 7 月 25 日確認)

[2] 株式会社ルーラー，“デジタカジャーナル” https://www.ebook5.net/journal/column/history.html(2023 年 7 月 30 日確認)

[3] 株式会社スマートゲート，オーディオブックに関するアンケート https://smartgate.jp/bpo/information/10/（2023 年 7 月 30 日確認）

[4] 株式会社インプレックス，電子書籍の利用率調査 https://onl.tw/QBE6jyx（2023 年 7 月 30 日確認）

ICT を活用した食品ロス削減における現状と可能性

丸山 湖々
日本大学 法学部

キーワード：食品ロス，食品ロス削減アプリ・サービス，フードシェアリングサービス

1　はじめに

食品ロスの発生は, 過度な温室効果ガスの排出, 廃棄コスト，焼却後の灰の埋め立て等による環境負荷や飢餓問題, 貧困に繋がっていると指摘され, 世界中で人口の増加が続く中，食料問題の重要性はますます高まっている[1]。日本では，「食品ロスの削減の推進に関する法律」（略称 食品ロス削減推進法）が，2019 年 5 月 31 日に令和元年法律第 19 号として公布され，同年 10 月 1 日に施行された。また, 2015 年 9 月に国際連合で採択された「持続可能な開発目標」である SDGs の目標 12 では, 食品ロスの影響を鑑み，限りある地球の資源を守るため，持続可能な生産と消費のバランスを形成することを示した目標が提示されている[2]。目標 12 だけでなく，食品ロス削減は他の SDGs 目標とも関連する。例えば，食品ロスの問題が食料不足と関係する点から目標 2「飢餓をゼロに」や，食品ロスの問題が環境問題と関係する点から目標 13「気候変動に具体的な対策を」ともつながっている。

このように食品ロスの問題は，先進国や発展途上国に関係なく発生しており，日本だけでなく世界中で深刻な問題として捉えられ，様々な対策が各国で打ち出されている。

その中で近年，ICT 技術を利用した食品ロス削減が高い注目を集めている。本稿では，食品ロスの現状をまとめ，ICT を利用した食品ロス削減の取り組みについて調査し，今後の可能性について論じていく。

2　食品ロスの定義

消費者庁によると「食品ロス」とは,「本来食べられるにもかかわらず捨てられる食品」と日本では定義されている[3]。具体的には,「飲食店や家庭で食べきることができず, 消費できなかった食品」や「賞味・消費期限の超過による食品」などが挙げられる。

農林水産省では，主に「食品ロス」という言葉を使用しているが,「フードロス」という言葉もある。一般的に日本では「食品ロス」と「フードロス」として使われていることが多いが，英語でフードロス（Food loss）というと,「フードサプライチェーンの前半で生じる食品の量や質の低下」と，国連食糧農業機関（FAO）の定義されている[4]。つまり,「食べられる部分, 食べられない部分にかかわらず，生産から製造や加工を経て，卸や流通までの段階で発生した食品廃棄物」を意味し，日本語の「フードロス」や「食品ロス」よりも，損失の範囲が異なる。

3　食品ロスの現状

日本の現状として農林水産省によると 2021 年度の食品ロス量は 523 万トン，このうち食品関連事業者から発生する事業系食品ロス量は 279 万トン，家庭から発生する家庭系食品ロス量は 244 万トンとなっている[5]。なお，食品関連事業者から発生する事業系食品ロス量については，農林水産省が食品リサイクル法の規定に基づく定期報告結果等を基に推計し，家庭から発生する家庭系食品ロス量については，環境省が市区町村で実施している家庭系ごみの組成調査等を基に推計している。

また,「UNEP Food Waste Index Report 2021」によると，日本の家庭系食品ロス量での世界ランキングは 14 位と非常に高いことが現状だ。

4　食品ロス削減に向けた取り組み

食品ロス削減に向けた対策として，食品ロス削減に関わる省庁（消費者庁, 内閣府, 文部科学省, 農林水産省，経済産業省，環境省）が連携し，食ロス削減国民運動（NO-FOODLOSS PROJEGCT）を展開している。2013 年 10 月にロゴマーク（愛称：ろすのん）を定め，食品ロス削減に取り組む企業，自治体，団体，個人等が無料で使用でき，既に自治体, 消費者団体, 業界団体, レストラン, スーパー，等の様々な関係者が「ろすのん」とのコラボレーションを通じて食品ロス削減に取り組んでいる[1] [6]。

近年では，IT などを活用した事例が世界的に注目されている。例えば，米国の小売業界では，在庫の売れ行き予測ができるソフトウェアを導入しているスーパーが多くあり，他の店のプロモーション内容や天気などの様々な情報から，その日やその週の売れ行きを予測し，無駄の少ない適切な仕入れの量を AI で分析することができる。その結果，食品ロスを減らすことができる。さらに，英国では「OLIO」という食品ロス対策アプリが注目されている。食品を廃棄予定の人が，その食品を撮影した画像を「OLIO」のアプリに投稿し食品の簡単な説明を添えると，それを欲しい人がアプリ上でメッセージを送り，場所を指定して食べ物が受け渡される[7]。

このような事例は米国や英国だけでなく，日本においても「在庫管理システムによる廃棄ロス，機会ロスの削減」や「フードシェアリングサービス」などの食品ロス削減に向けた取り組みを行っている。特に後者は，農林水産省が 2019 年 12 月 23 日から 2020 年 1 月 16 日に実施した「ICT や AI 等の新技術を活用した食品ロス削減に効果的なビジネスの募集」では，新たな民間ビジネスが多く開始されていることが明らかとなり，近年は自治体と連携するなど関心が高まっている[8]。

そこで，我々消費者の食品ロスに対する意識を明確にするため，アンケートを実施した。本調査の被験者は，10 代から 50 代の男女 194 名とし，実施時期は 2023 年 8 月上旬から下旬である。

4.1　食品ロス削減に向けた取り組み状況

値引き食品を購入しているか，などの具体例を挙げ,「食品ロス削減に向けた取り組みを日常的に行っているか」と問うと，「はい」が 87.6%，「いいえ」が 11.9%，「その他」が 0.5%，という回答が得られた。（図 1）

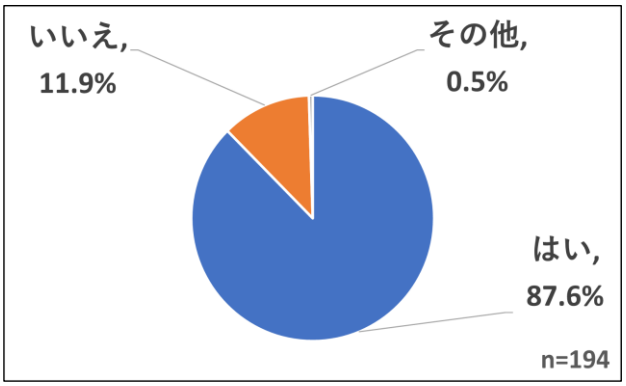

図 1．食品ロス削減に向けた取り組み

また,「食品ロス削減アプリ・サービスを利用しているか」と問うと，「利用している」が 51.5%，「利用していない」が 48.5%，という回答が得られた。（図 2）

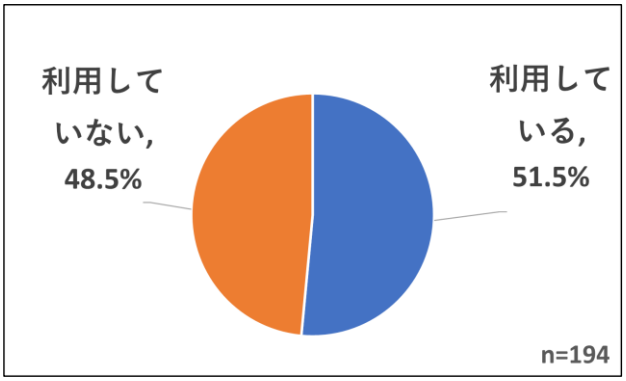

図 2. 食品ロス削減アプリ・サービスの利用率

5　フードシェアリングサービスについて

フードシェアリングサービスとは，食品ロスとなりそうな商品と消費者をアプリや EC サイトなどでマッチングするサービスを指し，事業由来の食品ロスを削減できる取り組みである。

日本で展開されているフードシェアリングサービスには利用者と提供者の性質などに応じて，飲食店・小売店から一般消費者，地域の生産者・食品メーカーから一般消費者，地域の生産者・食品

メーカーから飲食店などいくつかの種類に分けられる。

利用者の利点として，食品を安値で購入可能な点やアプリ登録のみで始められるので簡単に注文できる点，食品ロス問題に対し社会貢献が可能な点などが挙げられる。加えて，提供者の利点として売れ残った食品を販売し利益がでる点や，食品ロス問題に取り組む店としてブランド力が向上する点などが挙げられる。また，近年横浜市や新潟市，金沢市などの自治体との連携が促進され，市民に実施を推進している[9] [10]。

こうした自治体も，フードシェアリングサービスに関する事業の認知度向上，食品ロス削減に関する広報・PR 活動を行い，消費者の関心を高めていると考えられる。実際にそのような中で，我々のフードシェアリングに対する認知度や利用率も高まっているのだろうか。

5.1 フードシェアリングサービスに関する意識調査

先ほどのアンケート調査において，食品ロス削減アプリ・サービスの 1 つである「フードシェアリングサービスの認知度および利用率」について問うと，フードシェアリングサービスを「認知していない」が 44.8%，「利用している」が 38.7%，「認知しているが利用していない」16.5%，という回答が得られた。（図 3）

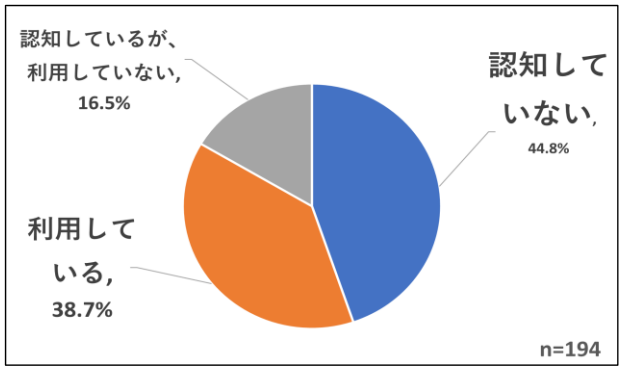

図 3. フードシェアリングサービスの認知率

5.2 フードシェアリングサービスを利用したことがある人への意識調査

次に，フードシェアリングサービスを利用したことがある人を対象に，「どの点に魅力を感じるか」と複数選択可能の形式で問うと，「美味しい食品・食材が安く買えるから」が 58.7%，「食品ロス問題に対して社会貢献できるから」が 53.3%，「アプリの登録のみで始められ，簡単に注文できるから」が 46.7%，「1 人でも利用しやすいから」が 40.0%，という回答が得られた。

また，フードシェアリングサービスは食品ロス削減に繋がっていると考えるか」と問うと，「はい」と回答した人が 100%だった。

5.3 フードシェアリングサービスを利用していない人への意識調査

最後に，フードシェアリングサービスを利用していない人を対象に，「利用していない理由」を複数選択可能の形式で問うと，「アプリ・サービスがあることを認知していなかった」が 66.0%，「関心がないから」が 24.5%，「面倒だから」が 12.8%。「必要ないと思うから」が 4.3%，という回答が得られた。

6 フードシェアリングサービス促進への課題

アンケート調査により，フードシェアリングサービスの認知度は全体の半数を占め，決して低くはない傾向にある一方で，フードシェアリングサービスを利用していない理由として多く挙がったのが認知度であった。つまり，我々の食品ロスに対する意識の違いがフードシェアリングサービス促進への大きな課題であることが考えられる。

上記のような課題の他，利用者側からみた課題として，導入店舗や地域が限られている点や，期限切れ間近な商品が多く早めに消費しなければならない点などがある。また，提供者側からみた課題として，業務負担の増加や単価が安値になる点や，アプリサイトへの投稿などの業務負担が増加する点などが挙げられる[10]。

以上より，フードシェアリングサービスの認知度、利用度の伸長はまだまだ順調とは言い難く，認知から利用への行動へと繋げる必要があると考える。人のライフスタイルや社会のあり方が大きく変化する中で，フードシェアリングサービスの利用が日本で増えていくかは，消費者や企業がこのような取り組みに価値を置くかどうかに左右されると推察される。

今後，食品ロス削減アプリ・サービスをさらに拡大していくためには，実生活の中での食品ロスに対する認知行動に着目し，ニーズの変化を捉え柔軟にアプリ・サービスを展開していくことが促進への可能性と考え，現在研究を進めている。

7　おわりに

本稿では，大量の食品ロスを排出し続ける日本の食料事情は世界的にみても深刻な問題であることから様々な取り組みがなされ，その中でも ICT 技術を利用したアプリ・サービスによる食品ロス削減に注目し，アンケート調査による現状を踏まえたうえで今後の可能性について考察した。

特に，資源の有効活用による持続可能な社会を目指すフードシェアリングサービスについては，利用者と提供者のどちらにもメリットがあり，利用者を対象にしたアンケート調査においても，フードシェアリングサービスは食品ロス削減に繋がっていると考える人が 100%だったことから，今後の食品ロス削減における取り組みとして進展していくことを期待する。

加えて，食品ロスという世界規模の問題を将来世代に押し付けないためにも，身近に存在するフードシェアリングサービスを含む食品ロス削減アプリ・サービスを活用するなど，我々全員が解決に向かおうとする姿勢が重要であると考える。

参考文献

[1] 消費者庁消費者教育推進課 食品ロス削減推進室，著食品ロス削減関係参考資料，令和 5 年 3 月 24 日版 https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_policy/information/food_loss/efforts/assets/efforts_230324_0001.pdf（2023 年 7 月 24 日参照）

[2] 日本財団ジャーナル，世界で捨てられる食べ物の量，年間 25 億トン。食品ロスを減らすためにできること https://www.nippon-foundation.or.jp/journal/2023/84322/food_loss（2023 年 7 月 24 日参照）

[3] 消費者庁，令和 2 年版消費者白書第 1 部第 2 章第 2 節（1）食品ロスとは https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_research/white_paper/2020/white_paper_131.html（2023 年 7 月 24 日参照）

[4] 国連食糧農業機関（FAO），食品ロス・廃棄物削減の推進 https://www.fao.org/state-of-food-agriculture/2019/en/（2023 年 7 月 24 日参照）

[5] 農林水産省, 最新の食品ロス量は 523 万トン，事業系では 279 万トンに ～食品ロス量（令和 3 年度推計値）を公表～ https://www.maff.go.jp/j/press/shokuhin/recycle/230609.html（2023 年 7 月 24 日参照）

[6] 農林水産省，食品ロス削減国民運動（NO-FOODLOSS PROJECT） https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syoku_loss/161227.html（2023 年 7 月 24 日参照）

[7] 令和 3 年度消費者庁請負調査，諸外国における食品ロス削減に関する 先進的な取組についての調査業務 報告書（概要版） https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_policy/information/food_loss/efforts/assets/consumer_education_cms201_220624_01.pdf（2023 年 7 月 28 日参照）

[8] 農林水産省，新技術を活用した食品ロス削減に効果的なビジネス https://www.maff.go.jp/j/shokusan/recycle/syoku_loss/attach/pdf/business-18.pdf（2023 年 7 月 24 日参照）

[9] 横浜市，フードシェアリングサービスを活用しよう！ https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/sumai-kurashi/gomi-recycle/sakugen/foodsharing.html（2023 年 7 月 28 日参照）

[10] Food Clip，注目のフードシェアリングサービスとは？食品ロスへの期待 https://foodclip.cookpad.com/4547/（2023 年 7 月 28 日参照）

ICT 活用によるオンラインツアーの課題と可能性

鈴木 梨沙
日本大学 法学部

キーワード：オンラインツアー，リアルな旅行，満足度，ハイブリット

1　はじめに

2019 年 12 月に発生した新型コロナウイルス感染症の拡大により[1]，最も大きな打撃を受けた業種の 1 つが「観光業」である。緊急事態宣言による外出自粛や入国制限などを受けて，国内観光客及び外国人観光客の数が大幅に減少した。その中で，観光振興に向けた取り組みとして，オンラインツアーが注目されている。オンラインツアーとは，インターネットを介して，現地と各参加者を繋ぐ「疑似旅行」のことで，自宅にいながら手軽に旅行体験ができるという特徴がある。しかし，トラベルズー・ジャパン株式会社の実態調査によると，2021 年 6 月時点のオンラインツアー経験者は 16.0%に留まり，未経験者は全体の約 8 割を占める結果となっている[2]。新型コロナウイルス感染症の拡大を契機に，オンラインツアーという言葉を耳にする機会が増えたが，利用度が未だに普及されていないことが現状である。

本稿では，国内におけるオンラインツアーの現状，また，アンケート調査の結果に基づき，消費者の立場から課題点を考察し，今後の可能性について論ずるものである。

2　オンラインツアーの概要

2.1　オンラインツアーとは

オンラインツアーとは，パソコンやスマートフォン，タブレット端末などを利用して，オンラインで旅行体験ができるサービスである。オンラインツアーには，視聴者が一斉にコンテンツを視聴し，リアルタイムで配信する「ライブ映像配信」，視聴者が一斉にコンテンツを視聴し，事前に収録・編集したものを配信する「録画配信」，視聴者が好きな時に視聴し，事前に収録・編集したものを公開する「オンデマンド映像配信」の 3 つの配信方法がある。その中でも，参加者と現地ガイドがオンライン上で繋がり，Zoom の Q&A 機能やチャットを介して，同時双方向のコミュニケーションを可能としている「ライブ映像配信」は，オンラインツアーの最大の特徴であるといえる。物理的な移動を伴わず，自宅などの好きな場所から気軽に参加できるオンラインツアーは，新しい観光の形として注目を集めている[3]。

2.2　オンラインツアーの事例

新型コロナウイルスの新規感染者数が落ち着きを見せ，行動制限が徐々に緩和されている現在においても，旅行会社や航空会社，バス事業者，自治体などが様々なオンラインツアーを開催している。ここでは，オンラインツアーを導入している旅行会社を 2 つ取り挙げる。

株式会社 HIS では，スタートアップ企業の Port Remote Pte. Ltd.（Port）と連携し，視聴者と現地ガイドを繋ぐオンラインコミュニケーション機能を導入した[4]。同機能は，視聴者の画面上のポインターを指すことで，現地ガイドのカメラ映像を好きな方向に操作することができ，ツアー中に出会った風景などを写真に収めることができる。また，マップ機能が搭載されており，ガイドの位置情報を確認したい場合や気になる場所を記録したい場合にピン止めをすることで，今後の旅行計画に活用することもできる。このような現地ガイドと同時双方向のコミュニケーションを可能とする機能を導入したことで，参加者から寄せられた口コミの 9 割以上が高評価となっている[5]。

株式会社 JTB では，リアルな修学旅行に代わる思い出作りを目的として，オンラインツアーを通じた「バーチャル修学旅行 360」を導入した。こ

れは，スマートフォンに取り付けた簡易ゴーグルを使用し，生徒たちが教室や体育館にいながら，修学旅行訪問先の歴史，文化，自然の 360 度映像を視聴するというコンテンツである。また，バスガイドや地域住民とのオンライン双方向交流，着物，能，舞子鑑賞などの伝統文化体験といった多方面のプログラムを展開することで，実際に修学旅行に行ったかのような感覚を味わうことができる。参加者アンケートでは，「面白かった」，「現地を訪れてみたくなった」という感想が寄せられ，満足度や来訪意欲向上に大きな効果をもたらした[6]。

3　アンケート調査

3.1　アンケート調査の実施及びその被験者

リアルな旅行の動向・志向を把握するほか，オンラインツアーの利点及び欠点を明確化するため，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 代の男女 170 名とし，実施期間は 2023 年 7 月上旬から 8 月下旬である。

3.2　リアルな旅行に関する意識調査

「今後 1 年以内に国内旅行をする予定はあるか」と問うたところ，「ある」と回答した人が 77.1%，「ない」と回答した人が 15.3%，「1 年以内ではないがある」と回答した人が 7.6%であった。(図 1)

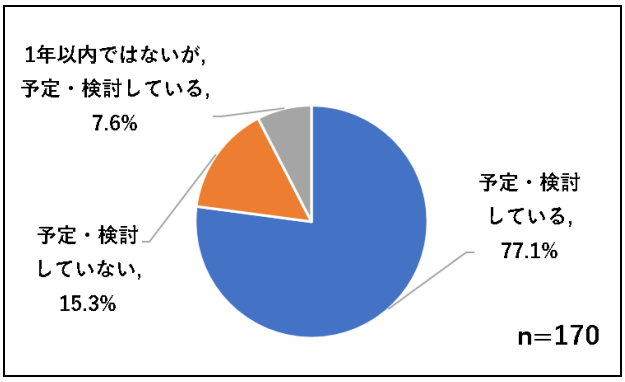

図 1.　今後 1 年以内に国内旅行をする予定はあるか

「コロナ禍において，旅行に対する意識はどのように変化したか」と問うたところ，「より旅行に行きたくなった」と回答した人が 52.9%，「今までとあまり変わらない」と回答した人が 40.6%，「むしろ旅行に行きたくなくなった」と回答した人が 5.9%であった。(図 2)

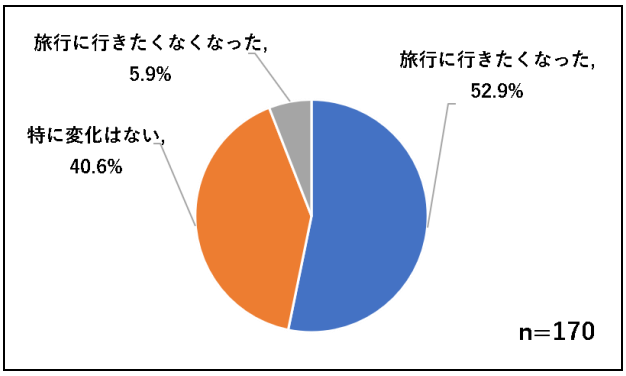

図 2.　コロナ禍における旅行意識の変化

「リアルな旅行で行きたい場所はどこか」と問うたところ，「一度も訪れたことがない場所」と回答した人が 48.2%，「有名な観光スポット」と回答した人が 31.2%，「普段訪れることが難しい場所（ダム，工場，洞窟，秘境など）」と回答した人が 7.6%，「以前に訪れたことがあり，愛着のある場所」と回答した人が 5.9%，「アニメや漫画，ドラマの舞台となった場所」と回答した人が 4.1%，「特に行きたい場所はない」と回答した人が 1.8%であった。

同様に，「オンラインツアーで行きたい場所はどこか」と問うたところ，「普段訪れることが難しい場所（ダム，工場，洞窟，秘境など）」と回答した人が 35.3%と最も多かった。(図 3)

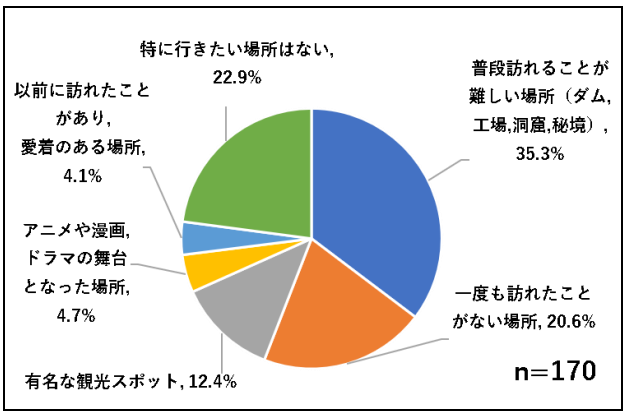

図 3.　オンラインツアーで行きたい場所はどこか

3.3　オンラインツアーに関する意識調査

「今後オンラインツアーを利用したいと思うか」

と問うたところ,「利用したいと思う」と回答した人が 32.9%,「利用したいと思わない」と回答した人が 65.3%であった。その他,「海外なら利用してみたい」,「魅力を感じられたら利用したい」,「できればリアルな体験をしたい」という回答が得られた。(図 4)

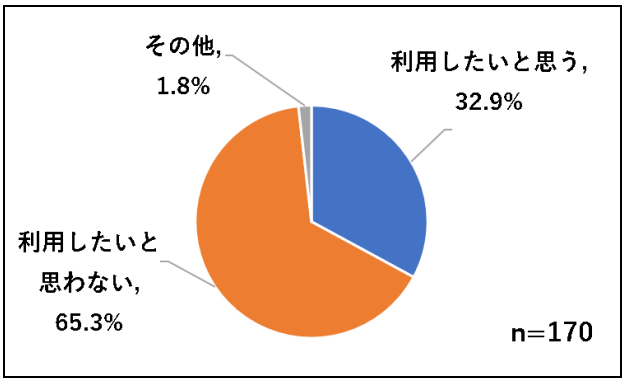

図 4.　今後オンラインツアーを利用したいか

オンラインツアーを利用したいと回答した人に,「なぜ利用したいと思うか」を複数選択可の形式で問うたところ,「自宅などの好きな場所から気軽に参加できる」と回答した人が 66.1%,「旅行に行く前の下調べができる」と回答した人が 51.8%,「時間帯を気にせず参加できる」と回答した人が 37.5%,「実際に訪れるよりも安く旅行気分を味わえる」と回答した人が 33.9%,「普段旅行に行くことが困難な方（高齢者や身体が不自由な方など）と一緒に参加できる」と回答した人が 16.1%であった。この結果から，オンラインツアーは旅行先の情報収集や，どこからでも参加できるという手軽さが強みであることが分かった。

オンラインツアーを利用したくないと回答した人に,「なぜ利用したくないと思うか」を複数選択可の形式で問うたところ,「現地の空気感を感じられない」と回答した人が 86.5%,「旅行前のワクワク感や緊張感を味わえない」と回答した人が 53.2%,「旅行の思い出が残らない」と回答した人が 36.9%,「現地のイベントやアクティビティに参加できない」と回答した人が 25.2%,「通信回線や電子機器の操作に手間がかかる」と回答した人が 9.9%であった。その他,「移動も旅行の醍醐味である」,「オンラインで長時間拘束されたくない」,「自分 1 人で好きなように回りたい」などの理由もあった。

4　オンラインツアーの課題と対策

アンケート調査の結果から，オンラインツアーはリアルな旅行よりも価値を見出しづらいと感じている人が多いということが分かった。

「旅行の思い出が残らない」という回答に関しては，体験キットや特産品セット，物販を組み合わせたオンラインツアーを実施し，思い出を形にして残すといった方法が挙げられる。実際に，HIS では，岐阜県のブランド牛・飛騨牛が自宅に届く「飛騨高山の古い街並み散策ツアー」や，北海道十勝のおすすめワインセットが付いた「ガイドと巡る池田ワイン城ツアー」などを実施している[7]。また，体験キットが事前に届く「沖縄のグラスサンドアートづくり体験」では，年齢問わずに誰でも参加可能であるため，家族や友人と一緒に旅先の思い出を残すことができるプランとなっている。それぞれの参加者からは,「お土産付きのコースだったので,現地に行ったような気分になった」,「次回はここに旅行してみたい」,「またお土産を購入したい」という感想が寄せられている[8]。このように，特産品セットやモノづくり体験を組み合わせることで，地域の魅力を再発見するきっかけとなり,理解をより一層深めることができる。また，現地ならではのお土産や伝統工芸品などを紹介・販売するオンラインショップと結び付けたり，その地域で使用できる割引券や宿泊券などの参加者特典を設けたりすることで，繰り返しの購入や来訪意欲向上に繋がり，経済効果も期待できると考察する。

5　おわりに

本調査により，オンラインツアーの価値を見出しづらいと感じている人が多くいることから，リアルな旅行と同じ満足度が得られないという課題が明確となった。現状では，現地の匂いや空気感を肌で感じるという行為を，オンラインツアーで体験することは難しい。しかし，HIS や JTB の例で挙げたように，オンラインツアーを通して，現地の人々と交流したり，現地の歴史や文化を教え

てもらったりするという観点からも，一定の満足度を得られると考察できる。また，オンラインツアーの強みである「旅行先の情報収集ができる」という点では，事前にオンラインツアーに参加してもらうことで，現地の歴史や文化，雰囲気などの知識が深まった状態で現地に訪れることができるため，旅行客の満足度をより高めることに有効である。

アンケート調査から得られた「オンラインツアーを用いて，普段行けないような場所に行ける」という点においても，リアルな旅行ではなかなか体験できないオンラインツアー独自の強みであり，コロナ禍後の需要拡大に繋がるのではないかと考える。

今後は，上記のようなオンラインツアーだからこそできる魅力を発信していき，オンラインツアーを活用した上で，リアルな旅行に繋げるといったハイブリット的な観光スタイルを実現していくことが求められる。

そして，コロナ禍終息後も，オンラインツアーがより多くの人に浸透し，日本の観光がさらに魅力的なものになることを切に願っている。

参考文献

[1] NIID 国立感染症研究所，“東京都での新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の流行（2020 年 1～5 月）”
https://www.niid.go.jp/niid/ja/2019-ncov/2487-idsc/idwr-topic/9669-idwrc-2021.html
（2023 年 7 月 14 日参照）

[2] トラベルズー・ジャパン株式会社，“オンラインツアー実態調査（2021 年 6 月実施）”
https://travelzoo-jp.com/data/onlinetour-survey-20210702/
（2023 年 7 月 14 日参照）

[3] JTB，WEB マガジン「＃Think trunk」，（2021 年 8 月 26 日）“海外旅行体験ができるオンラインツアーの魅力とは？社内コミュニケーションの活性化におすすめ！”
https://www.jtbbwt.com/business/trend/detail/id=1918
（2023 年 7 月 14 日参照）

[4] 総務省，情報通信白書，（令和 3 年版）“オンラインによる観光”
https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/html/nd121330.html
（2023 年 7 月 14 日参照）

[5] トラベルボイス, 観光産業ニュース, (2020 年 10 月 23 日）“HIS、視聴者側が画面操作できるオンライン体験ツアー開始、米スタートアップ企業と連携で”
https://www.travelvoice.jp/20201023-147322
（2023 年 7 月 23 日参照）

[6] JTB 法人サービス, “リアル×VR 新感覚体験プログラム「バーチャル修学旅行 360」”
https://www.jtbbwt.com/education/service/solution/jh/online/exchange-experience/virtual-trip/
（2023 年 7 月 23 日参照）

[7] HIS，“特産品・お土産付き満喫 日本のオンライン体験ツアー”
https://www.his-j.com/oe/search/T120/?order=1&p=1&area=O9
（2023 年 8 月 18 日参照）

[8] HIS，“【沖縄からオンライン体験教室】 おうちでグラスサンドアート体験！カラフルなカラーサンドを積み重ねて絵を描こう”
https://www.his-j.com/oe/detail/T95/?area=O9&country=OE2&city=TYO&product=TYO4055
（2023 年 8 月 18 日参照）

情報倫理教育を活用した適切な情報社会との向き合い方

大河原 桜椋
日本大学　法学部

キーワード：情報倫理教育，犯罪抑制，デジタル・シティズンシップ教育

1　はじめに

近年はインターネットの普及に加え，スマートフォン等の急速な拡大により国民全体が IT に触れる機会が増大している。その一方で総務省の情報通信白書によると，近年のソーシャルメディア上での不適切投稿による問題が注目を集め，刑事事件にまで発展するという現状がある。[1]そのため，IT の利活用により，そのメリットを享受し，情報モラルや情報セキュリティに関する知識を含め, 情報倫理教育によって国民全体の IT リテラシーの向上を図ることが必要であると考える。本稿では，アンケートを実施し，その結果を基にどのような情報倫理教育を行うべきかを考察し，今後の展望について論ずるものである。

2　情報倫理教育の定義

本稿では，文部科学省が示した内容に基づき情報倫理教育の定義を以下の内容とする。[2]

「情報社会では，1 人 1 人が情報化の進展が生活に及ぼす影響を理解し，情報に関する問題に適切に対処し，積極的に情報社会に参加しようとする創造的な態度が大切である。誰もが情報の送り手と受け手の両方の役割を持つようになるこれからの情報社会では，情報がネットワークを介して瞬時に世界中に伝達され，予想しない影響を与えてしまうことや，対面のコミュニケーションでは考えられないような誤解を生じる可能性も少なくない。このような情報社会の特性を理解し，情報化の影の部分に対応し，適切な活動ができる考え方や態度が必要となってきている。そこで，学習指導要領では，「「情報社会で適正な活動を行うための基になる考え方と態度」を「情報モラル」と定め，各教科の指導の中で身につけさせることとしている。」と定義する。つまり，日常のモラルの指導に加え，情報社会の特性の理解を行い，「情報社会で適正な活動を行うための基になる考え方と態度の育成」と定義する。

3　情報社会･情報倫理教育の現状

3.1 現代の情報モラルに関連する犯罪の現状

情報社会の発展により，携帯電話のインターネット等の普及が急速に進む中で，国民全体として IT に触れる機会が増大している。IT 利活用により, 子供から高齢者までがそのメリットを享受し，豊かな生活を送ることができるようにしなくてはならない。

しかし，情報化社会の発展により昨今ソーシャルメディアでの不適切投稿による問題が注目を集めている。[1]2013 年頃から SNS を通じた，飲食店やコンビニエンスストア，交通機関などにおける不適切な写真投稿による炎上事件が各種報道において注目を集めていた。近年では，大手回転寿司チェーン「スシロー」を運営する「あきんどスシロー」が，店内で醤油ボトルを舐めるなどの迷惑行為を行った客の少年に約 6,700 万円の損害賠償を求めていることが報じられた。また，本件の迷惑行為の影響によりスシローの親会社である「FOOD＆LIFE　COMPANIES」の株価が下落し，一日で 160 億円を越える損失が出る事態に発展した。このように現代の犯罪では，日常生活におけるモラルや情報を扱う上での意識の低下により，日常の面白半分で SNS 投稿した行為が社会的に大きな悪影響や損失を起こしかねないという現状がある。こうした若年層の不適切な SNS の使用によって起こる犯罪を防ぐために，情報モラルだけではなく,「日常生活におけるモラルの育成」を行

う情報倫理教育が重要であると考える。

3.2　従来と現在の情報倫理教育について

学校教育における情報倫理教育の始まりは，小学校・中学校は 2002 年，高校では 2003 年から新しい教育課程が実施され, その 1 つが「情報教育」である。[3]そして現在では，中学では技術・家庭科に「情報基礎」, 高校では情報の科目を設けることになっているが，すべて選択である。情報倫理教育が必修と位置付けられたことにより，小中高で一斉に情報教育が取り入れられることになった。情報倫理教育が情報社会の学校教育において，特にインターネットに代表されるマルチメディアが取り入れられると無数にある情報から取捨選択し, 情報を批判的に読み取る能力が重要となる。そのために，インターネットを利用し，悪影響を及ぼす情報も含まれていることを学校教育の中で早期に指摘することが情報倫理教育において非常に重要である。

また, 現代ではタブレットやスマートフォンなどを通じて、幼少期からインターネットに触れる機会が増えている。そのため，社会性に乏しく，経験の少ない子供はネット上のトラブルに巻き込まれやすく，自身で対処することも難しく，早いうちから情報モラルについて学んでおく必要がある。日常生活では，個人，家庭，地域社会と順に経験しながらゆっくりと時間をかけてその関係を理解していくことができるのに対し，情報ネットワークでは端末を利用したコミュニケーションを開始するとすぐに見えない人との繋がりや社会との接点が同時に生じる部分が異なる。従って情報社会の特性やネットワークの理解を深め，自分自身で正しく活用するために的確な判断ができる力を身に着けることが必要である。

4　アンケート結果に基づく情報倫理教育の現状

情報倫理教育の効果や課題を明確にするため，アンケート調査を実施した。本調査の被験者は，10 代から 80 代の男女 109 名とし，実施時期は令和 5 年 8 月上旬から中旬である。

4.1　情報倫理教育受講者の割合

「情報倫理教育を受けたことがあるか」と問うと，「はい」と答えた方が 47.7%，「いいえ」と答えた方が 52.3%という回答が得られた。（図 1）

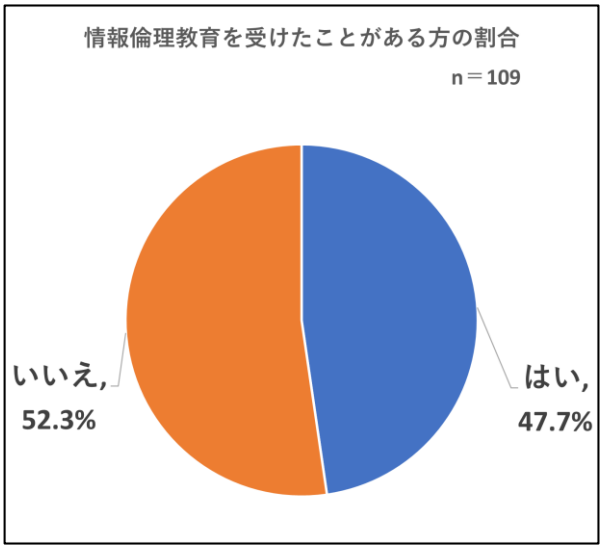

図 1 .受講経験者の割合

この結果から，情報倫理教育は学校教育では 2003 年頃から始まり，教育を受けている方の割合が多いかと見受けられたが，実際には教育を受けていない方の割合の方が大きいことが分かった。

4.2　情報倫理教育の教育現場

情報倫理教育を受けた方の中で,「いつ情報倫理教育を受けたか」と複数回答で問うと，「小学生」と答えた方が 25.0%，「中学生」と答えた方が 46.2%,「高校生」と答えた方が 63.5%,「大学生」と答えた方が 42.3%，「社会人」と答えた方が 15.4%という結果になった。（図 2）

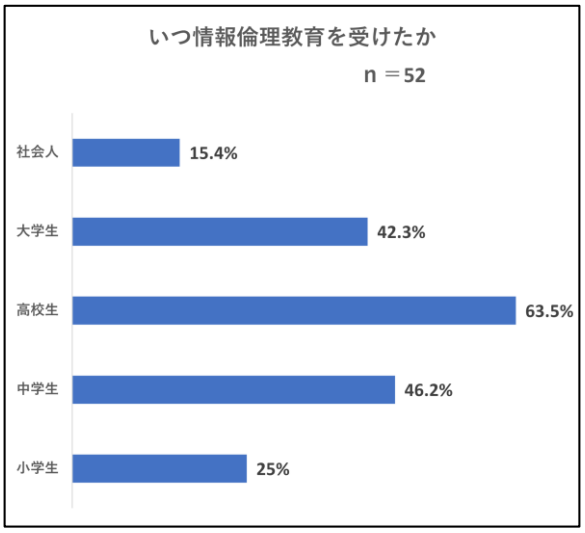

図 2 .情報倫理教育の受講時期

また，情報倫理教育を受けたことがある方の中で，「どこで情報倫理教育を受けたか」と問うと，「学校」と答えた方が 88.5%，[職場（アルバイト先を含む)」と答えた方が 23.1%，「その他」と答えた方が 1.9%という結果になった。この結果から，現代の情報倫理教育は学校教育が主な舞台とされ，学生時代を経て，社会人になった後は，情報倫理教育を受ける機会が減少していることも推測される。

4.3 情報倫理教育の教育内容

情報倫理教育を受けた方の中で,「どのような授業内容だったか」と複数回答で問うと,「情報の信頼性に関する内容」と答えた方が 90.4%,「個人情報漏洩に関する内容」と答えた方が 86.5%,「著作権や肖像権侵害に関する内容」と答えた方が 86.5%,「いじめや誹謗中傷に関する内容」と答えた方が 63.5%という結果になった。（図３）

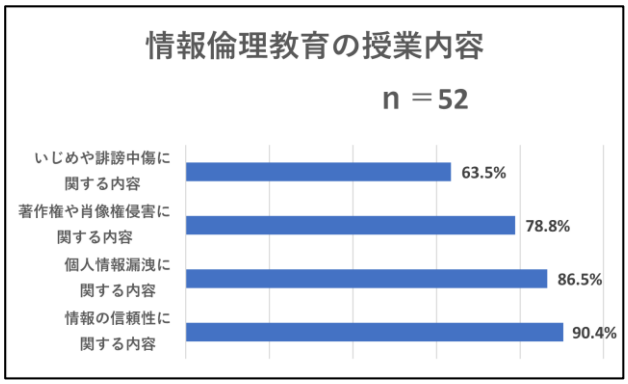

図３.情報倫理教育の授業内容

この結果から，現代の情報倫理教育では正しい情報の取り扱い方に焦点を当てて教育がされていることが推測される。

5 インターネット上のトラブル・被害に巻きこまれた時期と被害内容

情報倫理教育の効果を明確にするため，情報倫理教育を受けたことがある方，ない方双方に,「インターネット（SNS）上でトラブルに巻き込まれた・被害にあった経験はあるか」と問いた。その結果,「情報倫理教育を受けたことがある方」の中で，「被害を受けたことがある」と答えた方が 13.5%,「被害を受けたことがない」と答えた方が 86.5%であった。一方で,「情報倫理教育を受けたことがない方」の中では,「被害を受けたことがある」と答えた方が 7.0%,「被害を受けたことがない」と答えた方が 93.0%であった。この結果から，情報倫理教育を受けただけでは，インターネット上のトラブルを実質的に防ぐことには繋がっていないことが分かった。

次に，情報倫理教育を受けたことがある方・ない方双方に「いつ頃トラブル・被害に巻き込まれたか」と問うと,「中学生」と答えた方が 57.1%,「高校生」と答えた方が 14.3%,「大学生」と答えた方が 28.6%という結果になった。（図４）

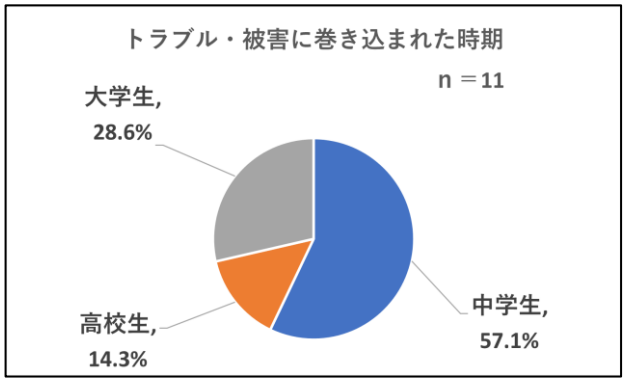

図４.トラブル・被害に巻き込まれた時期

この結果から，SNS をはじめとした多くの情報ツールを利用し始めることが多い中学生時代が，最もトラブル・被害に巻き込まれやすいことが分かった。

次に，情報倫理教育を受けたことがある方・受けたことがない方双方に,「どのようなトラブル・被害に巻き込まれたことがあるか」と複数回答で問いた。（図５）

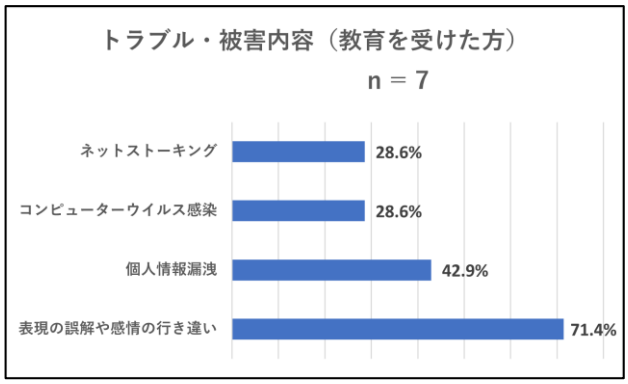

図５. トラブル・被害内容（教育を受けた方）

情報倫理教育を受けた方の中では,「表現の誤解

や感情の行き違い」と答えた方が 71.4%,「個人情報漏洩」と答えた方が 42.9%,「コンピューターウイルス感染」と答えた方が 28.6%,「ネットストーキング」と答えた方が 28.6%であった。

また，教育を受けたことがない方にトラブル・被害内容を問うたところ,「表現の誤解や感情の行き違い」と答えた方が 75,0%,「コンピューターウイルス感染」と答えた方が 25,0%であった。

この結果から，情報倫理教育を受けた方・受けていない方の被害内容に大きな違いは見られなかった。そして，双方の被害内容の中で最も多かった回答は,「表現の誤解や感情の行き違い」という結果になった。現在利用されている SNS の多くは,写真やメッセージを投稿できるものが多いが，必ずと言っていいほどメッセージ機能が付いているものがほとんどである。実際に会って直接言葉を伝えることと比べ，SNS を通じて間接的に言葉を伝えることの難しさや注意を払うべき点を今後の情報倫理教育の中でさらに力を入れて教育していく必要があるといえる。

6 情報倫理教育の課題と展望

6.1 情報倫理教育の課題

「情報倫理教育を受けたことで，あるいは教育を受けた場合，被害を最小に抑えることができたと思うか」と問うと,「防げたと思う」と回答した方が 71.4%,「防げたと思わない」と回答した方が 28.6%という結果になった。

また「なぜ被害を最小に抑えられたと思うか」と問うと,「情報倫理教育で SNS の正しい使用方法を学ぶことで被害を最小に抑えられたと思うから」と答えた方が 40.0%,「情報倫理教育で個人情報の正しい管理・取り扱いを知ることで，被害を最小に抑えられたと思うから」と答えた方が 40. 0%,「情報倫理教育で正しい情報の取捨選択の方法を学ぶことで，被害を最小に抑えられたと思うから」と答えた方が 20.0%であった。この結果から,様々な情報ツールに対する正しい使用方法,正しい情報の取り扱い方がトラブル・被害を抑制させることに繋がる学びであることが分かった。

一方で,「防げたと思わない」と回答した方を対象に,「なぜトラブル・被害を最小に防げたと思わないか」と問うと,「当時学んだ情報倫理教育の内容では，対応しきれないトラブル・被害内容だったから」と答えた方が 50.0%,「情報倫理教育を受けたが，知識の定着には繋がらず，いざトラブル・被害に書き込まれた時に活用できなかったから」と答えた方が 50.0%であった。

この結果から，情報倫理教育は常に進化していく情報社会に対応した教育や，これから先の情報社会を予測し教育を行うことが，トラブル・被害を未然に防ぐことに繋がると考える。そして，情報倫理教育における知識の定着を高めるために講義式の授業から，教わる側にも思考を促す授業形態へ変化させる必要があると考える。

6.2 情報倫理教育の今後の展望

「今後どのような情報倫理教育が必要だと感じるか」と複数回答で問うと,「子供だけではなく，親世代にも情報倫理教育を受けることのできる環境づくり」と回答した方が最も多く，73.4%,「できるだけ幼い頃から情報倫理教育を導入し，情報社会に対応できる学びの定着化を目指す」と回答した方が 65.1%,「講義形式から，生徒側にも思考を促し，知識の定着化を高める授業形態へと変化させる」と回答した方が 46.8%,「オンライン型授業といった気軽に情報倫理教育を受けられる環境づくり」と回答した方が 27.5%,「その他（AI の利用についても必要だと思う)」と回答した方が 0.9%であった。（図 6）

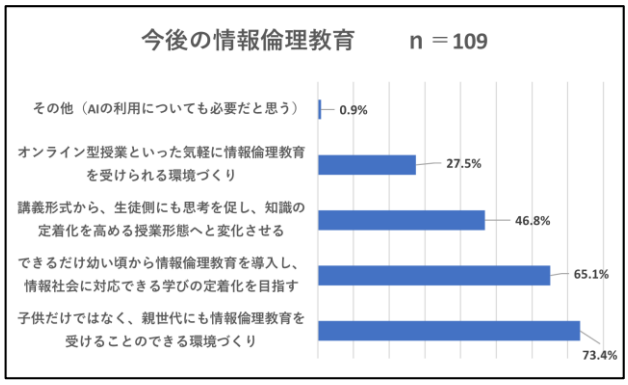

図 6 . 今後どのような情報倫理教育が必要か

この結果から，情報社会がこの先ますます進化していく中で，できるだけ幼い頃から情報倫理教育の学びを定着し，常識の一つとして取り入れることができる環境づくりが求められていることが

分かった。その環境づくりの一環として，親世代も情報倫理教育を学ぶことのできる環境をつくることで，未来の若者がインターネット上の脅威に巻き込まれる・被害に合うことを防ぐことに繋がるのではないだろうか。

6.3 デジタル･シティズンシップ教育の導入

今後，情報倫理教育の更なる発展に向けて「デジタル・シティズンシップ教育」が注目されている。デジタル・シティズンシップ教育とは，優れたデジタル市民になるために必要な能力を身に着けることを目的とした教育である。[4]デジタル・シティズンシップ教育では，学習者に自分の意見を主張することを促す授業形態をとっている。指導の特徴として，以下の 5 点が挙げられている。「1. デジタルコミュニケーションの積極的な道具的社会的意義を認めること。2. 学習者の自律と課題解決を促すこと。3. 子どもたちが直面するデジタルジレンマへの共感と真正の問いがあること。4. 実態に即した幅広い発達視点で構成すること。5. 統合的・合理的指導法を選択すること。」

また，「GIGA スクール構想」によって，全国の児童・生徒 1 人 1 台のコンピューターと高速ネットワークを設備する取り組みが文武科学省によって実施された。[5]そのため，これまで当たり前だった教育現場で使う ICT 機器が「複数人で使う借りもの」から「占有して使う自分のためのもの」に変化した。従来の ICT 環境は学校で管理していたため，ルールを提示して守らせる「抑制・他律・心情規範」が主だった。しかしこれからは，子どもたちが自分ごととして管理していくための「活用・自律・行動規範」の教育をデジタル・シティズンシップ教育によって，実現することができると考える。このように ICT を活用しながら，自ら生徒側に思考を促し，情報社会に自身の思考力で向き合うことで，情報倫理教育の知識の定着化や犯罪の抑制に繋がると考える。

7 おわりに

本稿では，従来と現代の情報倫理教育を比較した上で，アンケート結果に基づく情報倫理教育の課題点や今後の展望について考察した。現代の情報社会において主にトラブル・被害に巻き込まれることが多いのは中学生から大学生までの学生であることを示した。そのため，幼い頃から情報倫理教育を取り入れることで, 学びの定着化を図り, インターネット上の脅威に巻き込まれる・被害を未然に防ぐことに繋がることを考察した。

また情報倫理教育の中でも，ICT を活用したデジタル・シティズンシップ教育によって，生徒自らに情報社会においての思考を促し，自分事として考える授業形態を行うことにより，情報倫理教育の更なる発展や被害の抑制化を図ることができると推測する。

参考文献

[1] 総務省　平成 26 年度版　情報通信白書（令和 5 年 7 月 22 日参照）
https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h26/html/nc143120.html

[2] 文部科学省　情報モラル教育について（令和 5 年 8 月 20 日参照）
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/056/shiryo/attach/1249674.htm

[3] インターネット社会における情報リテラシー教育　2000 著　（令和 5 年 7 月 22 日参照）
https://www.jstage.jst.go.jp/article/mesj/41/3-4/41_21/_pdf/-char/ja

[4] 文部科学省　安心安全な利活用とデジタル・シティズンシップ教育　（令和 5 年 8 月 23 日参照）
https://www.mext.go.jp/content/20210827-mxt_jogai01-000017383_01.pdf

[5] 文武科学省　GIGA スクール構想の実現へ（令和 5 年 8 月 23 日参照）
https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-000003278_1.pdf

手術に関するマルチメディア教科書システムの構築

YING DIQI　佐藤　礼華
大阪電気通信大学　総合情報学研究科

要旨　ロボット支援下前立腺全摘出の手術に関する学習では、様々な教科書を利用する。従来型のテキスト教科書を含め、３ＤＣＧ、映像、ＶＲ、ＡＲ、ＡＩ技術の応用などを通して学習する手法が更なる学習の効率を高めることが期待できる。本研究では、テキストの内容説明、臓器の形状や体内の位置の立体的な表現、手術のプロセスを表現する映像など、様々な表現手法をまとめ、マルチメディア教科書のシステムを構築し、その応用方法と学習効果を検証する。

キーワード　手術学習、3DCG、ＶＲ/ＡＲ、マルチメディア教科書

1. はじめに

医療教育には様々な教科書を使っている。従来型のテキスト教科書を含め、イラストや映像なども利用しているが、ＶＲ/ＡＲ/ＡＩ技術の発展に従い、さらなる様々な教科内容の表現手法を開発されている。

本研究では、医療教育用の教科書の内容を様々な表現手法によるマルチメディア教科書システムを構築し、学習の応用手法と効果を検証していく。具体的に前立腺全摘の手術を事例として、ロボット支援下手術の現場の状況、臓器の説明、手術の内容と方法など、学習が必要な内容が含まれるようにマルチメディア教科書システムを構築する。

本システムでは、テキスト教科書の内容を含め、手術室、患者の身体、臓器などをＶＲで様々な視点から確認できるウィンドウ、施術時のプロセスを表現する映像ウィンドウ、モバイル機器でマーカーとする教科書内の画像などをスキャンして臓器などの空間、位置のバーチャル情報を読み取って立体的に表現する手法などをシステムに取り入れ、マルチメディア教科書として様々な応用手法を提案する。

2. マルチメディア教科書システムの構築

2.1 システムの構成

マルチメディア教科書システムでは、主に従来型のテキスト教科書、ＡＲの表現、ＶＲの表現、映像の表現内容が含まれる（図１）。

テキスト教科書では、紙ベースの教科書と同じく、ページ順の教科内容を示す。

ＡＲの表現内容では、テキスト教科書のそれぞれの２Ｄ画像をマーカーとして設定し、モバイル機器でスキャンして立体的に臓器を表現できる。

ＶＲの表現内容では、手術室の内部環境や人体と臓器などの形状と位置関係など、それぞれの内容を表現でき、マウスの操作によって自由に視点を変えて確認することができる。

映像表現の部分では、ロボット支援下の前立腺全摘出手術の内視鏡カメラで撮影した実際の映像と３ＤＣＧモデルによって作成した説明映像の手術プロセスのそれぞれの段階を表現した内容が含まれる。

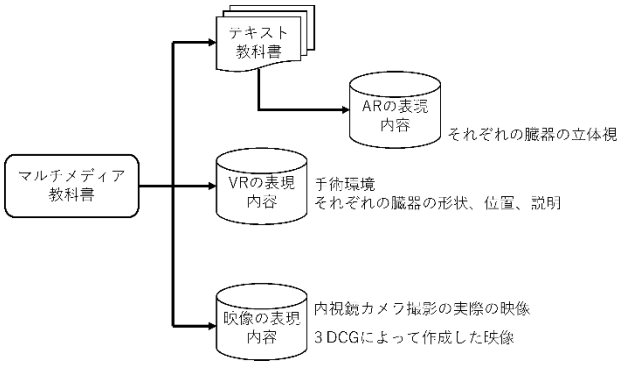

図１　システムの構成

2.2 教科書構成部分の制作

2.2.1　テキスト教科書及びＡＲの表現内容

従来型の教科書をデジタル化し、マウスの操作によってページめぐることが可能である（図２）。そして、テキスト内の２Ｄイラストをマーカー（図３）として設定し、モバイルデバイスのスキャンによって３ＤＣＧモデルの立体表示ができるＡＲ機能につながる。ＡＲ機能の実現では、Vuforiaエンジンを使用して実装した。Vuforiaのデータベースに変換マーカーとする画像を生成し、Unityエンジンによって構築したマルチメディア教科書システムにインポートした。画面上に表示されたマーカー画像をスキャンすることによってモバイルデバイス上に３ＤＣＧモデルや映像の表現ができる（図４、図５）。

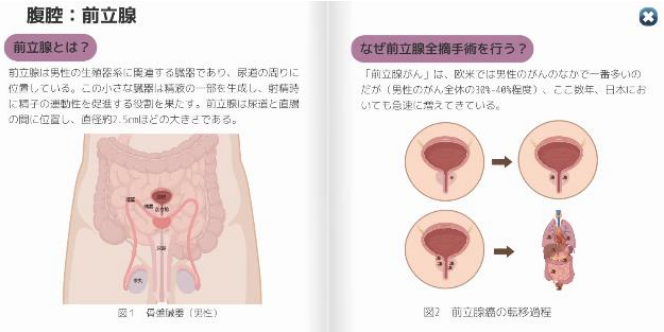

図２　デジタル化した従来型のテキスト教科書

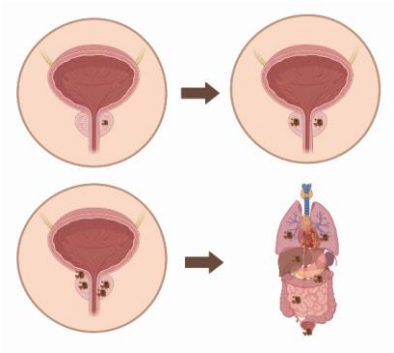
図３　マーカー用画像

図4　ＡＲ臓器モデルの表現

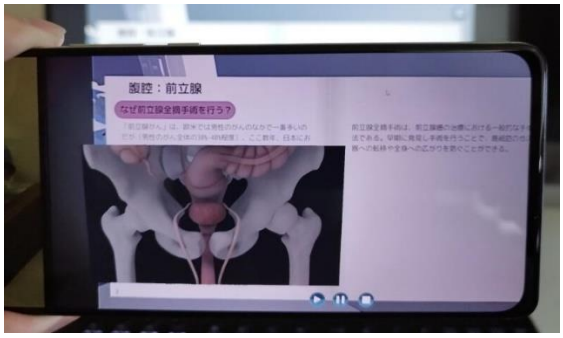

図5　ＡＲ説明映像の表現

2.2.2　ＶＲの表現内容

人体内部では、様々な臓器と骨、血管、脂肪などが詰まっているが、臓器の形状や位置を確認する際邪魔になるものが多く、わかりにくいことになる。３ＤＣＧモデルの臓器や骨など、ＶＲで表現することによって、視点遮蔽になっているものの透明化や視点の自由調整などで、確認しやすいように表現可能になっている[2]。

マルチメディア教科書システムに、ＶＲの可視ウィンドウに、手術室の環境（図6）や人体、内臓などの表現（図7）が見やすいように処理した[1]。

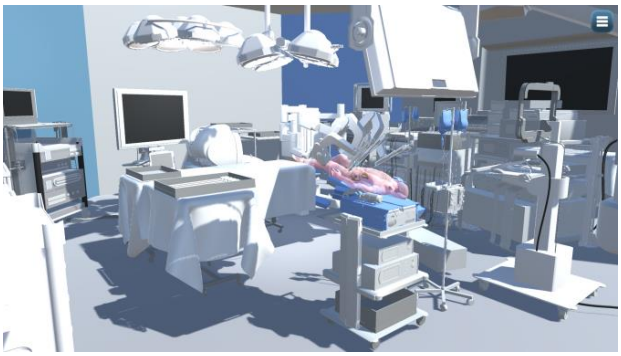
図6　手術室環境の表現

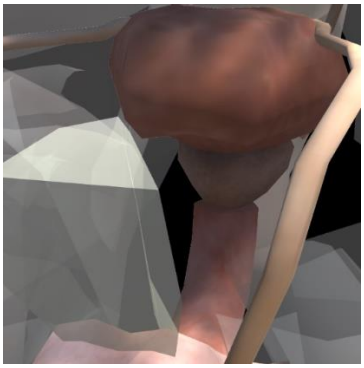
図7　臓器モデルの表現

2.2.3　手術プロセス映像の表現内容

事例のロボット支援下の前立腺全摘出の手術では、内視鏡によって手術プロセスの映像が記録されている（図8）。この手術は長時間で行い、内視鏡範囲内の映像は、手術見学している医学生にとって、どの段階のどのような操作が行っているのは分かりにくい。そのため、手術プロセスを7段階に分け、各段階の重要な説明の部分を短い映像を教科書のデータベースに入れ、必要な際取り出して確認できる。そして、それらに対応している操作を３ＤＣＧモデルで作成した説明映像を参考しながら確認できる（図9）。

図8　内視鏡による実際の映像

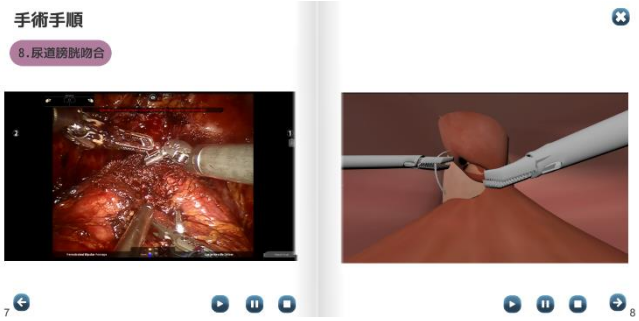

図9 実際の映像と対応する３ＤＣＧ映像

2.3 マルチメディア教科書の構成

マルチメディア教科書について、図10のようにそれぞれの内容と機能、操作手順などが含まれている。

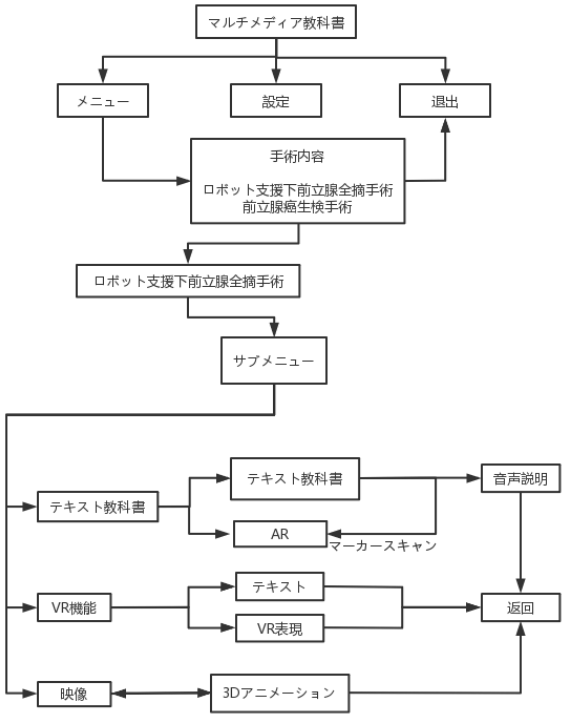

図10　教科書内容の事例

マルチメディア教科書には、従来型のテキスト教科書を含め、ハイテック技術を用いてＶＲ、ＡＲ機能を応用し、アプリケーション形式で様々な勉学手法を提案する。

3. マルチメディア教科書の応用

マルチメディア教科書のUI画面（図11）には、メニュー、設定、退出の操作ボダンが含まれる。開きたい手術を選択して進む、レイアウトの設定、終了などができる。

図11　UI画面

手術の内容を選択した後、具体的な確認内容を選ぶ。事例のロボット支援下前立腺全摘出手術を選択した場合、サブメニューが表わし、テキスト教科書、音声説明、ＶＲの表現（図12）、映像表現などを選択できる。

図12　VR表現ウィンドウ

テイスト教科書の部分では、従来型の教科書と同様のテキスト、画像があり、ページをめぐって読むことができる。テキストに音声をシンクロ（同期）させて読むこともできる。音声同期の役割では、ＶＲ機能を利用する際、テキスト教科書の内容を聞きながら確認でき、視覚化された内容について説明を聞き、効率的な勉学が可能にすることである。そして、ＡＲ機能の応用では、テキスト教科書内に含まれる画像をマーカーとして設定され、モバイルデバイスのスキャンによって、デバイス上に３ＤＣＧモデルを立体的に表示し、様々な角度から確認することも可能になる。

ＶＲ表現ウィンドウのメニューには、手術手順及び手術の説明が含まれる。手術手順では、手術プロセスの各段階に分け、臓器形状、位置関係、操作内容（図13、14）など具体的な内容を示し[3]、様々な視点、角度、拡大縮小の操作によって必要に応じて詳しく確認ができる。

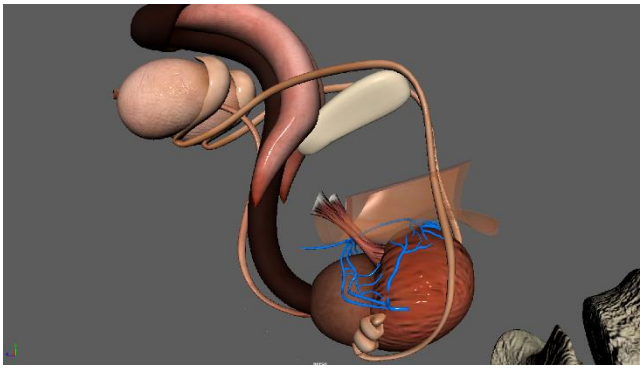

図13　臓器形状の３DCGモデル

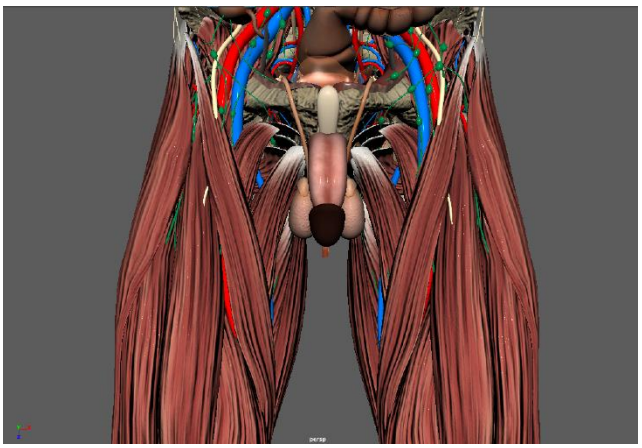

図14　臓器の位置関係表示

マルチメディア教科書内の映像内容は、テキスト教科書の内容順に従った３ＤＣＧモデルの構成による可視化された内容がある（図15）。内視鏡カメラが取った実際の映像も含まれ、参照に確認できる。例えば、実映像の視野が狭く、位置関係が分かりにくい場合、３ＤＣＧモデルで構成された空間位置を参照しながら操作内容の確認が可能である。

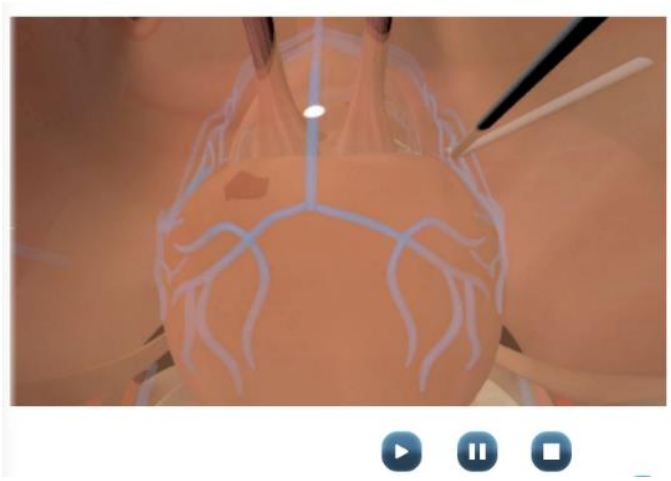

図15　手術の操作内容シミュレーション

4.　まとめ

医学生にとって、手術に関する学習は重要な一環である。手術の知識と視覚的な認識が一体化することによって、学びをより深めることが可能と考えられる。

マルチメディア教科書では、手術に関する学習構造を再編し、観察による知識の学習を広がり、実際の手術見学の経験から、仮想世界でも、手術現場に身を置くことによる手術の視点からなる学習構造の形成を示唆される。

近年、ICT機器の活用は、実際の手術場面を疑似体験できるような教材を開発することも可能になり、マルチメディア教材を活用した学習機会が増え、手術の学習教材として有用である。マルチメディア教科書は、医療教育の一形態として、医学生の個々の学習を支援、補完することを目的として行い、自己学習を中核とした医学生の自律的な学習継続を支援する。

本研究で開発したマルチメディア教科書システムでは、事例のロボット支援下前立腺全摘出手術の内容を取り上げ、関連する様々なコンテンツの作成を行った。映像、ＶＲ、ＡＲ技術などを用いた応用方法を試み、学習効果を高めることが目指している。今後、コンテンツの追加、さらなる機能の拡充などを行い、その効果を検証していく。

マルチメディア教科書の応用では、視覚化されたコンテンツの活用が重要な部分であり、シミュレーション教育の方法とする応用方法にもつながっている。手術のシミュレーションでは、多くの状況に対応する必要がある。ＩＴ技術の進歩に伴い、医学教育現場への新技術の応用も広がっている。ダイナミック・インタラクションの教材コンテンツも多くなり、マルチメディア教科書への応用も期待される。

今後の課題として、より多彩なコンテンツ開発を行いつつ、多様化の手術学習の内容の拡充による魅力的なマルチメディア教材を開発し、手術現場との連携も容易になる教科書システムの構築を目指す。

参考文献

[1] 佐藤礼華,"3DCG/VR を用いた手術学習支援システム",国際ICT 用研究学会研究会研究論文誌第 2 巻第 1 号,2021,18-22

[2] 佐藤礼華,戦揚,"3DCG 動画及び VR の活用による手術学習支援システムの構築",国際ICT用研究会第 9 回研究会講演論文集,2021

[3]董澤陽,佐藤礼華,"医学生教育用3DCGモデルの手術シミュレーション手法",国際ICT利用研究会第 12 回研究会講演論文集,2022

身体機能評価を可視化するシステム開発と実装

田中 雅章
Email: tanaka@yuai.ac.jp
愛知医療学院短期大学 リハビリテーション学科
◎Key Words：高齢者，作業療法，身体機能

1　はじめに

筆者が所属する学園にはクリニックが設置してあり、地域貢献として高齢者を対象としたリハビリ施設であるデイケアセンターが併設されている。デイケアの特徴としては介護認定の患者が入院することなく、通所型の治療を行っていることである。主にデイケアではリハビリテーションを行っており、約100名の高齢者の運動機能や活動機能の改善を目指し、身体の機能回復や日常生活動作(ADL)の向上を主な目的としている。作業療法士や専門看護師が、患者ごとに状態に合わせた適切なリハビリテーションを提供している。

これまでは患者の身体機能測定した結果をカルテに記録していただけだった。患者へ渡すリハビリの経過用紙へカルテから測定値を転記し、電卓を使って身体機能評価を計算していた。この方法の問題点として、転記ミスや計算ミスが発生しやすく、身体機能評価を時系列で並べた内容を高齢者に正しく理解しもらうことが容易なことではなかった。また、ケアマネージャーへ介護認定者の状況を毎月報告する資料としても、身体機能評価の経過の可視化は喫緊の課題であった。

筆者がこの問題を知ったのは、本学園で導入しているRPAでこの問題が解決できないだろうか、という相談からである。

2　作業療法における身体機能評価

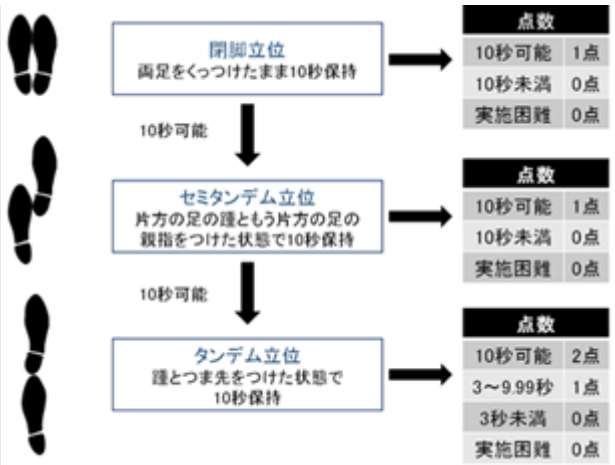

図1 機能評価尺度の例

身体機能評価とは、患者の状態を把握するだけでなく、リハビリの進捗管理にも役立つものである。患者の機能評価結果に基づきリハビリ計画の見直しや内容の調整が行われる。また、身体機能評価は患者とのコミュニケーションにも役立つ。患者が自身の状態を正確に理解してもらうために分かりやすくなければならない。身体機能評価の一例を図1に示す。

閉脚立位は足を閉じて立つ姿勢のことで、主に体幹の安定性を高めるために行われる姿勢である。足の筋力やバランス感覚の状態が分かり、姿勢の安定性の向上や脚部の筋力の増強につながる。リハビリの中に頻繁に使用される姿勢である。

セミタンデムは足を開いた閉脚立位姿勢から片方の足を半歩進め、もう一方の足のつま先を触れさせる姿勢である。セミタンデムはバランス感覚の向上や下半身の筋力強化で、閉脚立位と併用されることがある。

タンデムは両足のかかととつま先をつけた状態で、一定時間立つ姿勢である。バランス能力を向上させるための代表的なトレーニングの一つである。両足のかかととつま先をつけた状態で立つと、重心が前後方向に大きく偏りやすくなる。そのため、体幹や足関節、脊柱などの筋肉や関節をバランスよく使って、重心を安定させる必要がある。数値が改善されると歩行時の転倒のリスクを軽減させる。

高齢者は骨粗鬆症になっている事が多く、転倒によって骨折するリスクが高い。骨折すると若年者よりも回復が長くかかり、長期入院を余儀なくされる。長期入院によって脚部の筋力が衰える傾向がある。たとえ骨折が完治しても衰えた脚部の筋力が回復できない場合は、歩行困難になり寝たきりになるケースも多い。つまり、高齢者が転倒しないだけの筋力を日々維持することは、日常生活を安全に送るための予防になる。

3　身体機能評価システムの仕様

デイケアからのシステムの要望は、RPAでは実現不可能であることを説明した。しかし、法人契約しているGoogle Worksを活用して、身体機能評価を可視化するシステム

構築が可能であることを説明した。

現場からの要求項目をまとめると次の2点になる。

1. 入力は複数のPCやタブレットから同時入力が可能
2. 利用者番号を入力すると最新の1年分を抽出する。抽出したデータから身体機能評価値を自動計算し、項目の時系列線グラフを表示する。

身体機能評価の可視化システムについて説明する。患者の筋力や柔軟性、バランスなどを計測した結果を要望するデバイスからデータとして入力する仕組みが必要になる。次に測定データを時系列にグラフに表示する機能が必要である。これにより患者自身や医療スタッフが患者の身体機能状態を把握しやすくなり、適切なリハビリや治療計画を立てることができるようになる。また、患者自身が自分の状態を正しく理解することは患者がリハビリに対するモチベーションとなり、患者の身体機能の改善を促し、リハビリや医療支援の質を向上させることになる。

データの可視化やユーザーインターフェースの設計も重要な要素である。システムの運用と保守の容易性を総合的に判断し、Google formsとSpreadSheetで開発した。これらを実現するためにユーザーとインタビューを重ね、システムのアウトプットデザインやインプットデザインの検討を重ねた。

身体機能評価を可視化するためには、リハビリや医療支援における影響や効果を考慮する必要がある。可視化システムの導入により、リハビリや医療支援の効率化や精度向上が期待される。リハビリにおいて、患者である高齢者の身体機能の改善を追跡することができるため、適切な施術計画の立案や進捗の確認が容易になる。

また、医療支援において患者の身体機能評価の結果をリアルタイムで確認することで、適切な治療法の選択や病状のモニタリングが可能となる。さらに、可視化システムの実現により、身体機能低下予防の観点からも効果が期待される。高齢者の身体機能評価においては、早期の認知や予防が重要とされており、可視化システムを活用することで、機能低下の早期発見や予防のための適切なアプローチが可能となった。

高齢者の場合、身体の機能が低下することで認知機能も低下してしまうことがある。可視化の実現で、身体機能の評価結果を視覚的に確認することができる。これにより、高齢者自身が自身の身体状態を把握できるだけでなく、リハビリや医療支援の専門家もその結果を活用しやすくなる。また、可視化は認知機能の改善にも効果が期待できる。例えば、システムを通じて行われる身体機能のトレーニングやゲームなどは認知機能を刺激することになる。これにより、認知機能の改善が図られることもある。身体機能の可視化と認知機能の関連性をより深く理解することで、より効果的なリハビリや医療支援が実現できる可能性がある。身体機能の改善は認知機能の改善にも効果があることが経験則で明らかになっている。しかし、現在の身体機能の可視化においては、認知機能への影響を具体的に評価するための指標やデータが不足している。今後の研究や開発によって、より精度の高い身体機能評価が行えるシステムの実現が期待される。

4　身体機能評価可視化システム

身体機能評価グラフの例を図2に示す。

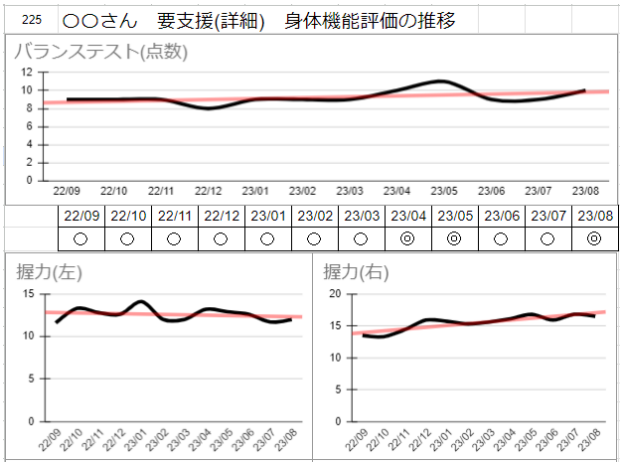

図2 機能評価グラフの例

バランステストは、高齢者が転倒の危険性を判断したり、転倒の原因を発見したりするために行われるテストである。前述の身体機能評価の総合得点から算出される。このグラフが得られるようになってから、利用者自身が現状把握しやすくなり、モチベーションに繋がっている。また、デイケアスタッフにとってリハビリ効果がよく分かるため、ケアの方針確認がしやすくなった。また、ケアマネージャーへ現状報告が改善されわかりやすくなった。

5　まとめ

身体機能評価を可視化するシステム開発に約1か月の期間を必要とした。希望するアウトプットのデザインを決めてから、インプットデザインが決まる。筆者がリハビリの専門家でないため、ネットで身体機能評価サンプルを探し、フリーハンドで書いたデザインを何種類か提案した。システム上、項目の追加が容易なためプロトタイプを作成しながら運用テストを行った。実際に運用してみると、現場からグラフの修正要求が続く。現在、バージョン3を1か月使用して、修正要求はまだ続くようである。

数論的関数の iteration と ψ_0 関数について

山下 倫範 † 宮田 大輔 ‡ 柴木 恒一 ⋆ 藤田 菜摘 *

立正大学 † 千葉商科大学 ‡ 岩手県立大学宮古短期大学 ⋆ 富士通 Japan*

キーワード Euler の φ 関数，iteration，Dedekind の ψ 関数，導来対数関数，ψ_0 関数

1 はじめに

数論的関数の iteration については，Euler の φ 関数の iteration がよく知られている．

それは φ 関数の "$n > 1$ であれば，$\varphi(n) < n$" であることに着目し，$\varphi^k(n) = \varphi(\varphi^{k-1}(n)) \quad (k > 1)$ と記述することにすれば，

$$\varphi(n),\ \varphi(\varphi(n)),\ \varphi(\varphi(\varphi(n)),\ \cdots,\ \varphi^{\ell}(n),\ \cdots$$

と φ を有限回作用させることにより，任意の自然数 $n > 1$ に対して，必ず，ある自然数 m が存在し，$\varphi^m(n) = 1$ となることがわかる．

この m の性質については，S.S.Pillai（1929）が最初に調べ始め [11, 12]，1943 年に H.Shapiro[14] がより詳しく調べ，この H.Shapiro の結果を知らないまま（文献交流不十分の時代背景もあり）1954 − 1955 年に H.Lindgren, E.S.Barnes[6, 1]，1960 年にも Murányi[10] が調べている．

また，H.Shapiro の結果に触発され，P. Erdös, A. Granvilie, C. Pomerance, C. Spiro, P. Pollack 等 [2, 13] 多くの数学者が $\varphi^k(n)$ の平均，$\sum \varphi^k(n)$, $\prod \varphi^k(n)$, $\dfrac{\varphi^k}{\varphi^{k+1}}(n)$ 等の諸性質を調べている．

2 iteration による導来対数的関数

S.S.Pillai が調べ始めた iteration の内容は次の結果で要約される．自然数 x に対して，$\varphi^m(x) = 2$ となる最小の整数 m を H.Shapiro[14] にしたがって $C(x)$ と表し，$C(1) = C(2) = 0$ と定める．このとき，

定理 1. （Shapiro[14, 16]）任意の自然数 x, y に対して

$$C(xy) = C(x) + C(y) + \epsilon(x, y)$$

が成立する．ただし

$$\epsilon(x, y) = \begin{cases} 1 & (x,\ y \text{ が共に偶数}) \\ 0 & (\text{それ以外}) \end{cases}$$

その後，1950 年に H.Shapiro[15] はさらに $n > 1$ に対し $n = \prod_{i=1}^{r} p_i^{e_i}$ の素因数分解に対して次の数論的関数を定義し

定義 2. （Shapiro[15]）

$$f(n) = \prod_{i=1}^{r} f(p_i)(A(p_i))^{e_i - 1}$$

ただし，$f(p_i)$, $A(p_i)$ は $0 < f(p_i) < p_i$, $0 < A(p_i) \leqq p_i$, $f(2) = 1$, $A(2) = 2$ である自然数とする．

H.Shapiro[15] は $f(p_i)$ に簡単な例として $f(p_i) = p_{i-1} \quad (i > 1)$, $f(2) = 1$ を挙げている [16]．

この f を用いて，$x > 2$ に対し，$f^k(x) = 2$ となるような $k = k_f(x)$ について $k_f(1) = k_f(2) = 0$ と定め，次の結果を示した．

定理 3. （Shapiro[15, 16, 17]）$c_f(x)$ を以下のように定義すれば

$$c_f(x) = \begin{cases} k_f(x) & x \ \text{：奇数} \\ k_f(x) + 1 & x \ \text{：偶数} \end{cases}$$

$c_f(x)$ について対数的関係式が成立する．

$$c_f(xy) = c_f(x) + c_f(y)$$

以上から見てきた通り，上の $C(x)$ の準対数的な関係式は，1 や 2 にたどり着くまでの回数に固執しなければ，$c_f(x)$ のように n の偶奇によって，以下のように $C(x)$ を見直し，$L(x)$ を定義することにより，完全対数的な関係を得られる．これについては，H. Lindgren[6] や山下 [20] も気づいていた．本質的な部分は変わらないが，対数的／準対数的では扱い方や一般化に微妙な差が出てくる．

定義 4. 次のように $L(x)$ を定義する

$$L(x) = \begin{cases} L(1) = 0 & \\ L(\varphi(x)) & (\ x \text{ が奇数}) \\ L(\varphi(x)) + 1 & (\ x \text{ が偶数}) \end{cases}$$

すると，任意の自然数 $x,\ y$ について

$$L(xy) = L(x) + L(y)$$

が成立する．

一方，宮田－山下 [8] は偶奇を捨象して，f を次のように定義することにより，次の定理を得ている．

その前にオイラー関数 φ を異なる視点で拡張しておこう．

定義 5. （宮田－山下 [8]）$\mathcal{P},\ \mathcal{N}$ をそれぞれ素数の集合，自然数の集合とし，関数 $f : \mathcal{P} \longrightarrow \mathcal{N}$ は，$1 \leqq f(p) < p \quad (\ p \in \mathcal{P}\ )$ を満たすものとする．このとき，f に依存するオイラー関数 $\varphi_f(x)$ を

$$\varphi_f(x) = x \prod_{i=1}^{r} \frac{f(p_i)}{p_i} \qquad \left(\varphi(x) = x \prod_{i=1}^{r} \frac{(p_i - 1)}{p_i} \right)$$

と定める．ただし，$x = p_1^{e_1} p_2^{e_2} \cdots p_r^{e_r}$ とする．

このとき，f に依存した φ_f を用いて，関数 L_f を次のように定義し

定理 6. （宮田－山下 [8]）

$$L_f(1) = 0$$
$$L_f(x) = L_f(\varphi_f(x)) + \# \left| \{\ p \in f^{-1}(1) \mid p|x\ \} \right|$$

とすれば，任意の自然数 $x,\ y$ に対して

$$L_f(xy) = L_f(x) + L_f(y)$$

が成立する．

を得る．この L_f では偶奇を捨象した形の対数的関数を生じさせている．

しかるに，先ほどまでの $L(x)$ については，次のように簡単な評価が得られている．

命題 7. （Shapiro, et al.[14, 10, 8]）

$$\log_3 x \leqq L(x) \leqq \log_2 x$$

3 φ 関数や導来対数関数 L に関する予想と問題

我々は L，φ に関する諸性質を調べる過程で，未解決ではあるがいくつかの予想や問題を提案している [9, 21, 24].

L に関する abc 予想

$abc-$triple について次の不等式が成立する．

$$\max(L(a),\ L(b),\ L(c)) \leqq 2L(\mathrm{rad}\ (abc))$$

$\varphi(n)$ と n の間に素数が存在する

自然数 $n > 1$ について，$(\varphi(n),\ n]$ の間に少なくとも 1 個の素数が存在する．

4 ψ_0 関数とその導来対数関数 L_{ψ_0}

ここで Dedekind の ψ 関数を変形した ψ_0 関数を定義しよう．$n = \prod p_i^{e_i}$ として

定義 8.

$$\psi_0(n) = \begin{cases} 1 & (\ n = 1\ ) \\ \displaystyle\prod_i p_i^{e_i - 1} \left\lfloor \frac{p_i + 1}{2} \right\rfloor & (\ n > 1\ ) \end{cases}$$

113 以下の素数に対する ψ_0 関数値は次の通り．

Table of ψ_0(prime) from 2 to 113

p	2	3	5	7	11	13	17	19	23	29
ψ_0	1	2	3	4	6	7	9	10	12	15
p	31	37	41	43	47	53	59	61	67	71
ψ_0	16	19	21	22	24	27	30	31	34	36
p	73	79	83	89	97	101	103	107	109	113
ψ_0	37	40	42	45	49	51	52	54	55	57

この関数 ψ_0 は，我々の示した定理 6 の f に関する仮定を満足している．ψ_0 から導来する L_{ψ_0} の値を 100 以下で求めると次のようになる．

Table of L_{ψ_0} from 1 to 100

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L_{ψ_0}	0	1	1	2	1	2	2	3	2	2
n	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
L_{ψ_0}	2	3	2	3	2	4	2	3	2	3
n	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
L_{ψ_0}	3	3	3	4	2	3	3	4	2	3
n	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
L_{ψ_0}	4	5	3	3	3	4	2	3	3	4
n	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
L_{ψ_0}	3	4	3	4	3	4	4	5	4	3
n	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
L_{ψ_0}	5	4	3	4	3	5	3	3	3	4
n	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
L_{ψ_0}	4	5	4	6	3	4	3	4	4	4
n	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
L_{ψ_0}	4	5	2	3	3	4	4	4	4	5
n	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
L_{ψ_0}	4	4	4	5	3	4	3	5	3	4
n	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
L_{ψ_0}	3	5	4	5	3	6	4	5	4	4

L_{ψ_0} については $L(x)$ と同様に我々の abc 予想（$c < 2^{30}$ では確認済 [9]）が考えられるが， L_{ψ_0} に対しては，パソコンで $c < 10^5$ の範囲で $abc-$triple 等の各値を実験すると，次のように，すでに 4 個の反例が存在していることがわかる．したがって，そのままでは予想は成立しないが，L に関する abc 予想の右辺の “2” をもう少し大きな数で置き換えることが可能か否かの実験がさらに必要となる．（パソコン実験では，“3” では成立している．）

a	b	c	$L_*(\overline{abc})$	$L_*(a)$	$L_*(b)$	$L_*(c)$
3	5^3	2^7	3	1	3	7
3^5	$5*19^2$	2^{11}	4	5	6	11
7	181^2	2^{15}	7	2	8	15
7^3	3^{10}	$2^{11}*29$	6	6	10	14

L_{ψ_0} を L_*，rad abc を $\overline{abc}$ と略記

確認したプログラム (Python) は以下の通り．

```
from math import gcd

N = 10**5

f = [i for i in range(N)]
rad = [1]*N
Lf = [0] * N

for i in range(2, N):
    if f[i] == i:
        for j in range(i, N, i):
            f[j] = f[j]//i * ((i+1)//2)
            rad[j] *= i

for i in range(2, N):
    if i % 2 == 0:
        Lf[i] = Lf[f[i]] + 1
    else:
        Lf[i] = Lf[f[i]]

for c in range(1, N):
    for a in range(1, c//2+1):
      if gcd(a,c) == 1:
        b = c - a
        q = Lf[c]/(Lf[rad[a]]+
                   Lf[rad[b]]+
                   Lf[rad[c]])
        if q > 2:
             print((a,b,c), q)
```

また，命題 7 に対応する L_{ψ_0} の評価については，上からの評価

$$L_{\psi_0}(x) \leqq \log_2 x$$

は明らかであるが，下からの評価について $L(x)$ を真似て考察すると，$L_{\psi_0}(x)=1$ なる x は $x=2,\ 3,\ 5$ であることから

$$L_{\psi_0}(x) \leqq n \Leftrightarrow x \leqq 5^n \Leftrightarrow \log_5 x \leqq L_{\psi_0}(x)$$

が予想されるが，例えば

$$L_{\psi_0}(73) = L_{\psi_0}(37) = 2 \text{ のとき} \quad 37,\ 73 \not\leqq 5^2$$

のように安易な予想は成立しないので，$L_{\psi_0}(x)$ に対する下からの評価は現在のところ得られていない．

.

5 今後の課題

- L_{ψ_0} に関する abc 予想で右辺の”2”をどこまで上げることができるか
- ψ_0 の Dirichlet 級数 $L(s,\psi_0)$ の計算

$$L(s,\ \psi) = \frac{\zeta(s)\zeta(s-1)}{\zeta(2s)}$$

  と同様に $\zeta(s)$ を用いて表すことができるか
- $L_{\psi_0}(x)$ に対する下からの評価の決定

付録 A 久留島義太と Leonhard Euler

Euler の φ 関数については，日本の和算家・久留島義太（?－1757）が Euler よりも早く発見していたことが知られ，加藤平左衛門の「明治前日本数学史」第 3 巻第 5 章 “久留島義太” 第 2 節 “業績解説”（[4]，74 頁）,「和算ノ研究　整数論」第四章諸約之法（[5]，117 頁）や遠山啓の「初等整数論」（[19]，73 頁）の中でも指摘されている．遠山は “久留島－ Euler 関数” の呼称を推奨している．

付録 B ψ_0 関数と μ 関数の convolution

$L(s,\psi_0)$ を求める一助を考え， $\psi_0 * \mu(n)$ を計算してみると次のように求められた．.

$$\psi_0 * \mu(n) = \begin{cases} \dfrac{\varphi(n)}{2} & (\ n:\ \text{奇素数}\ ) \\ 0 & (\ \omega(n) \leqq 2,\ 2 \| n) \\ \psi_0(\mathrm{rad}\ (n))\varphi\left(\dfrac{n}{\mathrm{rad}\ (n)}\right) & (\ \text{それ以外}\ ) \end{cases}$$

ただし，$\omega(n)$ は n の異なる素因数の個数を表す．

参考文献

[1] Barnes E. S., *Note 225*, Australian Math. Teacher 11 (1955), 20-21

[2] Erdös, P., Granvilie A., Carl Pomerance, C., Spiro, C.,*On the Normal Behavior of the Iterates Of some*

Arithmetic Functions, Analytic Number Theory (Allerton Park, IL, 1989) (eds. Berndt, B. C., Diamond, H. G., Halberstam, H. and Hildebrand, A.), Progress in Mathematics, 85 (Birkhäuser, Boston, MA, 1990), 165?204

[3] 平山諦，久留島義太，日本数学史学会，数学史研究，第108号，1986，p.1-27 `http://www.wasan.jp/sugakusipdf/sugakusi108.pdf` (2023.5.18 参照)

[4] 加藤平左衛門，久留島義太の業績，日本学士院編"明治前日本数学史"，第3巻，第5章「久留島義太」第2節：「業績解?」，1957，62–76

[5] 加藤平左衛門，和算ノ研究　整数論，第四章　諸約之法，日本学術振興会，1964.3.15,

[6] Lindgren, H., *Note.211 Given the Method, Find the Problem*, Australian Math. Teacher 10 (1954), 52-53

[7] Lind D., *Problem 5239*, Amer. Math. Monthly, 71 (1964), p.1047, Solution., Ibid., 72 1965), p.1035.

[8] Miyata, D.−M.Yamashita, M., *Note on derived logarithmic functions of Euler's functions* (in Japanese), Proceedings of Autum meeting(App. Math.), Math. Soc. of Japan, 2004.9,

[9] 宮田大輔 − 山下倫範，Euler 関数導来対数的関数の *abc*−triple の高速列挙アルゴリズム，国際 ICT 利用研究学会論文誌，Vol.1-1（2017.6），111-116

[10] Murányi, A., *Az Euler-félé ϕ -függvény iterálásával nyert számelméleti függvényröl*, Mat. Lapok (Budapest) 11 (1960), 46-67

[11] Pillai S. S., *On some functions connected with $\phi(n)$*, Bull. Amer. Soc., 35 (1929), 832-836

[12] Pillai S. S., *On a function connected with $\phi(n)$*, Bull. Amer. Soc., 35 (1929), 837-841

[13] Pollack, P., *Two remarks on iterates of Euler' s totient function*, Arch. Math. (Basel) 97(5) (2011), 443?452

[14] Shapiro, H., *An arithmetic function arising from the ϕ function*, Amer. Math. Monthly, 50 (1943), 18-30

[15] Shapiro, H., *On the iterates of a certain class of arithmeti functions*, Comm. Pure Appl. Math. 3 (1950), 259-272

[16] Shapiro, H., *Iterates of arithmetic functions and a Property of the sequence of primes*, Pacific J. Math.,Vol.3 No.3, 647−655 (1953)

[17] Shapiro, H., *Introduction to the Theory of Numbers*, John Wiley & Sons, New York et al., 1983,:3.Arithmetic Functions § 3.7 Exercise # 17, 77-78

[18] Shparlinski, I. E., *On the sum of iterations of the Euler function*, J. Integer Seq. 9(1) (2006), Article no. 06.1.6.

[19] 遠山啓，初等整数論 (日評数学選書)，日本評論社，1972.1.1.

[20] 内山三郎（岡山大）→山下倫範，private communication，1977.9.12 `http://yamashita-lab.net/yamasita-diary/uchiyama_19770912.pdf`

[21] Yamashita, M.−Miyata, D., *On the abc conjecture for a derived logarithmic function of the Euler function*, Proceedings of1st CCATS2015_IEEE(International Conference on Computer Application & TechnologieS 2015), Session # 7(9.2), Kunibiki Messe(Matsue，2015.8.31）9−2

[22] Yamashita, M.−Miyata, D. −Fujita, N., *The abc conjecture using logarithmic functions derived of Euler's function and its computer verification*, The Rissho Int'l J.，vol.2-1（2019.3），275-291

[23] 山下倫範 − 宮田大輔 − 藤田菜摘，Euler 関数の導来対数関数 $L(x)$ の諸相，地球環境研究，Vol.20（2021.3），67-72

[24] Yamashita, M.−Miyata, D., *20220321 notes:On a certain conjecture for $\varphi(n)$*, (unpublished), 2022.0321. `http://yamashita-lab.net/yamasita-diary/20220321memo.pdf`

[25] Yamashita, M.−Miyata, D.−Shgibaki, K., *Note on the derived logarithmic fuction of a multiplicative arithmetic function*, 1st International Conference on ICT Application Research (IAR2023), Proc. of IAR2023 (Session 4: Mathematics and ICT Application Research), Fukui, 2023.09.10-09.12　(to appear)

データサイエンスとしての日本書紀紀年問題
～神武天皇，崇神天皇，応神天皇，神功皇后の解読～

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　日本書紀の紀年，崩年干支，神武天皇，崇神天皇，応神天皇，神功皇后

1　はじめに

日本書紀の紀年問題は日本古代史の最重要研究テーマのひとつであるものの，今もなお未解決問題として残されたままである。

ところで，我々の最近の研究からは，その紀年問題に対して非常に整然とした結論を得ることができたので，本研究会にて速報する。本年 6 月開催の日本国史学会第 1 回学術大会 [1] では，4 世紀以前についての紀年復原を発表しているが，本発表では，5 世紀を含めた紀年について発表する。

本研究の紀年復原で用いた手法は，基本的には，1953 年に提起された笠井倭人氏の仮説 [2]（以下，笠井説と呼ぶ）に沿ったものである。なお，本復原では，笠井説の考え方と合わせて，2019 年に提起された伊藤雅文氏の創案 [3]（以下，伊藤説と呼ぶ）も大きな手がかりになっている。本稿の仮説（以下，原日本書紀仮説と呼ぶ）は，後述するとおり，笠井説，伊藤説の延長線上に，新たな仮定 4 件を加えて提起されたものである。

なお，本研究は，古代日本の大型将棋史の研究 [4] および古代大王家の系譜に関する研究 [5] から派生したものであり，非常に広範な研究課題と連携することがわかりつつある。

2　紀年復原の方法

日本書紀は，編纂当初，編年体の史書として存在していたであろうというのが笠井説と伊藤説の基本的な前提である。本稿で提起する原日本書紀仮説もこれらの先行 2 仮説の前提を引き継いでいる。つまり，日本書紀に見られる無事績年 [1] は，紀年延長の操作がなされたときに，挿入されたものであり，編纂当初にはなかったとするのである。編纂当初ではすべての年次に何らかの事績が記されていた史書（以下，原日本書紀と呼ぶ）が存在したとする。

さて，日本書紀から「原日本書紀」を作成する方法は，無事績年を削除し，事績のある年を詰めて並べるだけの操作である。主観や解釈が入る余地がないため，得られる結果は一意的である。神武天皇即位から顕宗天皇即位までの「原日本書紀」の年表を，本稿の最後に添付した。安康天皇紀の紀年については，客観的操作だけでは決定できないため，年表から取り除かれている。

なお，本稿の紀年復原の方法は，次の点で，笠井説あるいは伊藤説の方法と異なる。

1. 基本的には，無事績年を詰めるという作業だけで，原日本書紀を復原できるが，この作業は，仁徳紀以前についてのみ行う。履中紀以降の無事績年は削除しない。

2. 神武天皇および欠史八代の紀年を無視することはせず，紀年の始めを神武天皇からとして紀年復原を行う。

3. 二王朝並立を仮定する。４世紀までに限れば，崇神紀と垂仁紀，垂仁紀と景行紀，仲哀紀と神功紀，履中紀・反正紀・雄略紀と允恭紀，において，二王朝並立が実現したと考えている。

4. 神功紀から三国史記関連の事績を 5 年にわたり削除する（神功 55 年，56 年，62 年，64 年，65 年の記事がこれに該当する）。つまり，日本書紀が作られた段階で，これらの事績が追加されたものとみなす。原日本書紀の段階では，これらの 5 年の事績は記載されていないものと見る。

上記 1 については，結果的には，伊藤説とほぼ同様となるが，伊藤説では当初の無事績年をそのまま残すという考え方を取っていない [2]。

上記 2 については，笠井説，伊藤説とも紀年復原の対象外である。しかし，実は，原日本書紀のこの部分の紀

年が，編纂者の設計方針を明確に示しており非常に重要である。

上記 3 については，伊藤説では，継体紀と仁賢紀・武烈紀が並立するという考え方を取っているものの，それ以外の期間では，王朝の並立は想定されていない。なお，本研究においても，継体紀と仁賢紀・武烈紀が並立すると見ている（ただし，掲載の年表では範囲外）。

上記 4 は若干の主観的要素を含むが，さほど不自然な前提ではないであろう。伊藤説においても，同様の除外がなされているが，対象となる事績が異なっている。

原日本書紀の年表を作るためには，無事績年を削除した後，紀年を並べていく起点となるべき年（以下，定点と呼ぶ）を決める必要がある。本稿では，原日本書紀の定点を 301 年の崇神天皇即位年に設定した [3)]。これにより，原日本書紀の紀年全体の整合性を取ることができるため，この仮定は正当と考える。伊藤説でも，本稿と同様，301 年の崇神天皇即位年を前提に，紀年復原がなされているが，継体紀までの王朝並立が想定されていないため，本稿の復原とは異なる結果となっている。

原日本書紀の年表からもわかるとおり，二王朝並立を想定すると，古事記の崩年干支と原日本書紀から導かれる崩御年がほぼ一致する。

3　紀年の検証および考察

3.1　立太子年

「崩御年＝立太子年の翌年」および「即位年＝立太子年の翌々年」という紀年設計の基本シナリオが組み込まれていることがわかる。得られた結果（後述）の整合性はほぼ完璧に近いため，立太子年に関連する紀年と年齢の数値は，日本書紀の編纂者がきちんと意図した設計値であると見ることができよう。

また，立太子の翌年に崩御する皇后にも注目すべきである。播磨稲日大郎姫，磐之媛命は立太子年の翌年の崩御であり，天皇相当とみなされているかも知れない。また，変則的ではあるが，衣通郎姫（古事記），飯豊青皇女も該当するであろうか。神功皇后（とされた別の女王）がそうであるように，上記 4 人は女王であった可能性を検討すべきであろう。

3.2　二王朝の並立

並立期間中には，二王朝のそれぞれの事績が王朝ごとに記載されることになる。紀年延長操作に応じて，当然，原日本書紀と日本書紀の事績の内容は大きく変更されていると予想される。しかし，実際はそうではなく，多くの場合で類似点を見つけることができるのである。どうしてなのだろう。前述した立太子年と同様，日本書紀に施された設計意図を見ることができよう。

以下に，いくつかの紀年での類似をキーワードとともに示した。カッコ内がキーワードである。詳細については，日本書紀の原文を参照されたい。以下の 6 例とも二王朝並立の期間にあり，原日本書紀の年表では同じ紀年であることに注意されたい。

1. ● 崇神 10 年（迹迹日百襲姫命の予知）
   ● 垂仁 25 年（倭姫命を依代）
2. ● 崇神 62 年（池）
   ● 垂仁 35 年（池）
3. ● 垂仁 99 年（纏向宮）
   ● 景行 4 年（纏向に都）
4. ● 垂仁 99 年の翌年（八竿八縵）
   ● 景行 12 年（八握剣・八咫鏡・八尺瓊）
5. ● 仲哀元年（白鳥を焼けば）
   ● 神功 5 年（檻に火を放って）
6. ● 仲哀 2 年（角鹿に笥飯宮）
   ● 神功 13 年（角鹿の笥飯大神）

以上の例は，類似する事績を同一年に配置することで，二王朝の並立を暗示したかったのではないか。

3.3　天皇の誕生年

立太子年およびそのときの皇太子の年齢から天皇が誕生した年を推察することができる。

原日本書紀から，以下 10 例の誕生年を列挙する。原日本書紀によれば，たとえば，開化天皇と誉津別命が同じ誕生年であったり，天日槍が現れた年に応神天皇が誕生する。こうした紀年からは，非常に多彩な古代史シナリオが展開されそうではないか。この他にも，特筆すべき紀年は多数あるが，詳細は今後の論文に譲る。

201 年：神武天皇・崇神天皇・応神天皇 誕生
201 年（日本書紀）：神功皇后 即位
239 年：孝元天皇 誕生
249 年：綏靖天皇・崇神天皇 誕生
279 年：開化天皇・誉津別命 誕生
301 年：成務天皇 誕生
303 年：天日槍 現る，応神天皇 誕生
323 年：仲哀天皇 誕生
343 年：仁徳天皇 誕生

363 年：履中天皇 誕生
428 年：雄略天皇 誕生

たとえば，上記のとおり 201 年には，４人の事績が並ぶ。漢風諡号に「神」が入る天皇・皇后はこの４人だけであることに注意されたい。それが史実かどうかはともかく，日本書紀が数値的に設計されていることの現れである。同時に「原日本書紀仮説」が正しいことの立証にもなろう。

上記では，応神天皇の誕生を 201 年と 303 年の２例挙げているが，これは，計算の基準とする年を，立太子年，即位年，崩御年のうちのどれを選ぶかによって結果が異なるからである。また，日本書紀と古事記，どちらの宝算を参照するかによっても異なる。

4　おわりに

本研究の紀年復原の作業は，Excel による紀年の並べ替えと削除のくり返しで結論が得られている。笠井説では，原日本書紀の存在とともに，古事記の崩年干支も信じていたという点で，基本的には本研究と同じ立場である。1953 年にもし Excel が使えたとしたら，笠井倭人氏が原日本書紀の紀年復原を実現されていたかも知れない。

原日本書紀の紀年は，古事記の崩年干支と非常によい一致を示す。また，誕生年と崩御年の間には系統的な関係性が顕著であることから，原日本書紀と古事記の数値は仕組まれた意図の上なのかも知れない。たとえば，201 年の崇神天皇誕生は古事記の宝算 168 歳から導かれており，この 168 という数値が 201 年に 3 天皇の誕生年を集中させたということなのである。

本稿では取り上げなかったが，原日本書紀の紀年からは，従来の古代史研究では言及されなかった新しい事績がいくつも現れる。それらの数例を列挙して，本稿をひとまず終える。

- 369 年：七支刀伝来
  通説では，神功 52 年（252 年）の事績を干支 2 運（120 年）だけシフトさせた 372 年のこととされるが，原日本書紀では，そのような操作を経ず，七支刀の銘文どおり 369 年となる。

- 397 年：菟道稚郎子の即位
  454 年：木梨軽皇子の即位
  立太子の年の翌年に天皇または皇后／女王が崩御し，その翌年（空位年は無視）に次の天皇が即位というルールに基づく。「皇太子は必ず天皇になる」というルールも一考の余地ありと考える。語句による情報の埋め込みもあり得るであろう。

- 412 年：仁徳天皇の即位
  履中天皇の立太子が 410 年と記されおり，この翌々年の 412 年に新しい天皇の即位があったことになろう。日本書紀では仁徳朝の途中（仁徳 37 年）であるが，原日本書紀では，ここからが仁徳朝の開始と見る。前年の 411 年に磐之媛の崩御が記されることにも注意されたい。また，この紀年は倭の五王の問題とも関連が深い。

- 503 年：飯豊青皇女の即位
  仁賢天皇の立太子は 501 年であり，この翌々年に新しい即位がなるべきところ，次の顕宗天皇即位は 504 年である。ルールに則り，503 年に飯豊青皇女の即位があった可能性は検討されるべきである。
  なお，この場合，顕宗天皇即位が立太子年と結びつかないことになる。ここで，上記した磐之媛崩御の翌年の仁徳天皇即位を想起していただきたい。磐之媛を女王と見た場合，女王崩御の翌年が次の王朝開始年となる可能性もあろう。

注記

1) 事績が書かれていない年。伊藤論文 [3] の語句を拝借した。
2) 伊藤説では，5 世紀以前の無事績年と区別して，第 2 次無事績年という考え方がなされている。
3) 定点を，史実として明らかな年に取ってもよい。たとえば，継体 17 年を武寧王崩御の 523 年に取るということもできよう。ただし，紀年復原の作業は時代を遡るよりも時代を下って行う方が容易である。

謝辞

本研究の一部は，2022 年度中山隼雄科学技術文化財団設立 30 周年記念研究助成「中国象棋とチェスの起源に関する研究」による助成を受けて行われている。

参考文献

[1] 高見友幸，日本書紀の紀年問題に関する考察，日本国史学第 20 号，2023.（投稿中）
[2] 笠井倭人，<論説>上代紀年に関する新研究，史林，vol.36(4)，333-356，1953.
[3] 伊藤雅文，『日本書紀』だけが教えるヤマト王権のはじまり，扶桑社新書，2019.
[4] 高見友幸，大型将棋復刻研究の現状 ～平安京の復原／日本書紀の紀年復原／チェスの起源問題への発展～，第 21 回ゲーム学会合同研究会予稿集，2023.
[5] 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，83-104，2023.

原日本書紀 ver0.9

252	壬申	BC660	辛酉	神武元年	1	52歳							
253	癸酉	BC659	壬戌	神武2年	2								
254	甲戌	BC657	甲子	神武4年	3	安寧・懿徳天皇 誕生							
255	乙亥	BC630	辛卯	神武31年	4								
256	丙子	BC619	壬寅	神武42年	5	綏靖天皇 皇太子（14歳）							
257	丁丑	BC585	丙子	神武76年	6	127歳(137歳)	垂仁天皇 誕生						
258	戊寅	BC584		（空位）									
259	己卯	BC583		（空位）		孝安・孝霊天皇 誕生							
260	庚辰	BC582		（空位）									
261	辛巳									BC581	庚辰	綏靖元年	1	52歳
262	壬午									BC580	辛巳	綏靖2年	2	
263	癸未									BC578	癸未	綏靖4年	3	
264	甲申					安寧天皇 皇太子11歳				BC557	甲辰	綏靖25年	4	
265	乙酉	応神天皇 誕生								BC549	壬子	綏靖33年	5	84歳(45歳)
266	丙戌						BC548	癸丑	安寧元年	1				
267	丁亥						BC547	甲寅	安寧2年	2				
268	戊子						BC546	乙卯	安寧3年	3				
269	己丑						BC538	癸亥	安寧11年	4	懿徳天皇 皇太子16歳			
270	庚寅	孝元天皇 誕生					BC511	庚寅	安寧38年	5	57歳(49歳)			
271	辛卯						BC510	辛卯	懿徳元年	1				
272	壬辰						BC509	壬辰	懿徳2年	2				
273	癸巳						BC489	壬子	懿徳22年	3	孝昭天皇 皇太子18歳			
274	甲午						BC477	甲子	懿徳34年	4	- (45歳)			
275	乙未						BC476	乙丑	（空位）					
276	丙申									BC475	丙寅	孝昭元年	1	
277	丁酉									BC447	甲午	孝昭29年	2	
278	戊戌					孝安天皇 皇太子20歳				BC408	癸酉	孝昭68年	3	
279	己亥	開化天皇 誕生				誉津別命 誕生				BC393	戊子	孝昭83年	4	- (93歳)
280	庚子	BC392	己丑	孝安元年	1									
281	辛丑	BC391	庚寅	孝安2年	2									
282	壬寅	BC367	甲寅	孝安26年	3									
283	癸卯	BC355	丙寅	孝安38年	4									
284	甲辰	BC317	甲辰	孝安76年	5	孝霊天皇 皇太子26歳								
285	乙巳	BC291	庚午	孝安102年	6	- (123歳)								
286	丙午	BC290	辛未	孝霊元年	1									
287	丁未	BC289	壬申	孝霊2年	2									
288	戊申	BC255	丙午	孝霊36年	3	孝元天皇 皇太子19歳								
289	己酉	BC215	丙戌	孝霊76年	4	- (106歳)								
290	庚戌	垂仁天皇 誕生					BC214	丁亥	孝元元年	1				
291	辛亥						BC211	庚寅	孝元4年	2				
292	壬子						BC209	壬辰	孝元6年	3				
293	癸丑						BC208	癸巳	孝元7年	4				
294	甲寅						BC193	戊申	孝元22年	5	開化天皇 皇太子16歳			
295	乙卯						BC158	癸未	孝元57年	6	- (57歳)			
296	丙辰									BC157	甲申	開化元年	1	
297	丁巳									BC153	戊子	開化5年	2	
298	戊午									BC152	己丑	開化6年	3	
299	己未					崇神天皇 皇太子19歳				BC130	辛亥	開化28年	4	
300	庚申									BC98	癸未	開化60年	5	115歳(63歳)
301	辛酉	BC97	甲申	崇神元年	1	53歳(101歳)	BC29	壬辰	垂仁元年	1	成務天皇 誕生			
302	壬戌	BC95	丙戌	崇神3年	2		BC28	癸巳	垂仁2年	2				
303	癸亥	BC94	丁亥	崇神4年	3		BC27	甲午	垂仁3年	3	天日槍 現る	応神天皇 誕生		

304	甲子	BC93	戊子	崇神5年	4		BC26	乙未	垂仁4年	4							
305	乙丑	BC92	己丑	崇神6年	5		BC25	丙申	垂仁5年	5							
306	丙寅	BC91	庚寅	崇神7年	6		BC23	戊戌	垂仁7年	6							
307	丁卯	BC90	辛卯	崇神8年	7		BC15	丙午	垂仁15年	7	皇后 日葉酢媛命						
308	戊辰	BC89	壬辰	崇神9年	8		BC07	甲寅	垂仁23年	8	誉津別命 30歳						
309	己巳	BC88	癸巳	崇神10年	9		BC05	丙辰	垂仁25年	9							
310	庚午	BC87	甲午	崇神11年	10		BC04	丁巳	垂仁26年	10							
311	辛未	BC86	乙未	崇神12年	11	天下太平	BC03	戊午	垂仁27年	11							
312	壬申	BC81	庚子	崇神17年	12		BC02	己未	垂仁28年	12							
313	癸酉	BC50	辛未	崇神48年	13	垂仁天皇 皇太子24歳	1	辛酉	垂仁30年	13	景行天皇 皇太子						
314	甲戌	BC38	癸未	崇神60年	14		3	癸亥	垂仁32年	14	日葉酢媛命 薨去						
315	乙亥	BC36	乙酉	崇神62年	15							5	乙丑	垂仁34年	15		
316	丙子	BC33	戊子	崇神65年	16							6	丙寅	垂仁35年	16	天下太平	
317	丁丑	BC30	辛卯	崇神68年	17	120歳(168歳)			景行天皇 皇太子21歳			8	戊辰	垂仁37年	17		
318	戊寅											10	庚午	垂仁39年	18		
319	己卯	71	辛未	景行元年	1							58	戊午	垂仁87年	19		
320	庚辰	72	壬申	景行2年	2	皇后 播磨稲日大郎姫						59	己未	垂仁88年	20		
321	辛巳	73	癸酉	景行3年	3							61	辛酉	垂仁90年	21		
322	壬午	74	甲戌	景行4年	4	纏向						70	庚午	垂仁99年	22	140歳(153歳)	
323	癸未	82	壬午	景行12年	5	八八			仲哀天皇 誕生					(八竿八かげ)			
324	甲申	83	癸未	景行13年	6												
325	乙酉	87	丁亥	景行17年	7												
326	丙戌	88	戊子	景行18年	8												
327	丁亥	89	己丑	景行19年	9												
328	戊子	90	庚寅	景行20年	10												
329	己丑	95	乙未	景行25年	11												
330	庚寅	97	丁酉	景行27年	12												
331	辛卯	98	戊戌	景行28年	13												
332	壬辰	110	庚戌	景行40年	14	熊襲平定											
333	癸巳	116	116	景行46年	15	*成務天皇 皇太子 24歳											
334	甲午	121	辛酉	景行51年	16	成務天皇 皇太子											
335	乙未	122	壬戌	景行52年	17	播磨稲日大郎姫 薨去											
336	丙申	123	癸亥	景行53年	18												
337	丁酉	124	甲子	景行54年	19												
338	戊戌	125	乙丑	景行55年	20												
339	己亥	126	丙寅	景行56年	21												
340	庚子	127	丁卯	景行57年	22												
341	辛丑	129	己巳	景行58年	23												
342	壬寅	130	庚午	景行60年	24	106歳（137歳）											
343	癸卯		仁徳天皇 誕生														
344	甲辰																
345	乙巳																
346	丙午																
347	丁未																
348	戊申											131	辛未	成務元年	1	48歳	
349	己酉											132	壬申	成務2年	2		
350	庚戌											133	癸酉	成務3年	3		
351	辛亥											134	甲戌	成務4年	4		
352	壬子											135	乙亥	成務5年	5	天下太平	
353	癸丑								仲哀天皇 皇太子31歳			178	戊午	成務48年	6		
354	甲寅											190	庚午	成務60年	7	107歳(95歳)	
355	乙卯											191	辛未	（空位）			
356	丙辰		応神天皇 誕生				201	辛巳	神功元年	1							
357	丁巳						202	壬午	神功2年	2							

358	戊午					203	癸未	神功3年	3	応神天皇 皇太子3歳
359	己未	192	壬申	仲哀元年	1	205	乙酉	神功5年	4	
360	庚申	193	癸酉	仲哀2年	2	213	癸巳	神功13年	5	
361	辛酉	199	己卯	仲哀8年	3	239	己未	神功39年	6	魏志：景初三年239年云々　太歳己未！
362	壬戌	200	庚辰	仲哀9年	4	52歳(52歳)	240	庚申	神功40年	7	魏志：正始元年240年云々
363	癸亥	履中天皇 誕生					243	癸亥	神功43年	8	魏志：正始四年243年云々
364	甲子						246	丙寅	神功46年	9	
365	乙丑						247	丁卯	神功47年	10	
366	丙寅						249	己巳	神功49年	11	
367	丁卯						250	庚午	神功50年	12	
368	戊辰						251	辛未	神功51年	13	
369	己巳						252	壬申	神功52年	14	七支刀献上
370	庚午						266	丙戌	神功66年	20	泰初二年266年 倭の女王 遣使
371	辛未						269	己丑	神功69年	21	100歳(100歳)
372	壬申	270	庚寅	応神元年	1	70歳				
373	癸酉	271	辛卯	応神2年	2					
374	甲戌	272	壬辰	応神3年	3					
375	乙亥	274	甲午	応神5年	4					
376	丙子	275	乙未	応神6年	5					
377	丁丑	276	丙申	応神7年	6					
378	戊寅	277	丁酉	応神8年	7					
379	己卯	278	戊戌	応神9年	8					
380	庚辰	280	庚子	応神11年	9					
381	辛巳	282	壬寅	応神13年	10					
382	壬午	283	癸卯	応神14年	11					
383	癸未	284	甲辰	応神15年	12					
384	甲申	285	乙巳	応神16年	13					
385	乙酉	288	戊申	応神19年	14					
386	丙戌	289	己酉	応神20年	15					
387	丁亥	291	辛亥	応神22年	16					
388	戊子	294	甲寅	応神25年	17					
389	己丑	297	丁巳	応神28年	18					
390	庚寅	300	庚申	応神31年	19					
391	辛卯	306	丙寅	応神37年	20					
392	壬辰	308	戊辰	応神39年	21					
393	癸巳	309	己巳	応神40年	22	菟道稚郎子 皇太子				
394	甲午	310	庚午	応神41年	23	110歳 (130歳)　允恭天皇 誕生				
395	乙未	311	辛未	（空位）						
396	丙申	312	壬申	（空位）						
397	丁酉					菟道稚郎子？	313	癸酉	仁徳元年	1
398	戊戌						314	甲戌	仁徳2年	2	皇后 磐之媛
399	己亥						316	丙子	仁徳4年	3
400	庚子						319	己卯	仁徳7年	4
401	辛丑						322	壬午	仁徳10年	5
402	壬寅						323	癸未	仁徳11年	6
403	癸卯						324	甲申	仁徳12年	7
404	甲辰						325	乙酉	仁徳13年	8
405	乙巳						326	丙戌	仁徳14年	9
406	丙午						328	戊子	仁徳16年	10
407	丁未						329	己丑	仁徳17年	11
408	戊申						334	甲午	仁徳22年	12
409	己酉						342	壬寅	仁徳30年	13
410	庚戌						343	癸卯	仁徳31年	14	履中天皇 皇太子15歳
411	辛亥						347	甲辰	仁徳35年	15	磐之媛 薨去

412	壬子	349	己酉	仁徳37年	16									
413	癸丑	350	庚戌	仁徳38年	17	皇后 八田皇女								
414	甲寅	352	壬子	仁徳40年	18									
415	乙卯	353	癸丑	仁徳41年	19									
416	丙辰	355	乙卯	仁徳43年	20									
417	丁巳	362	壬戌	仁徳50年	21									
418	戊午	365	乙丑	仁徳53年	22									
419	己未	367	丁卯	仁徳55年	23									
420	庚申	370	庚午	仁徳58年	24									
421	辛酉	372	壬申	仁徳60年	25									
422	壬戌	374	甲戌	仁徳62年	26									
423	癸亥	377	丁丑	仁徳65年	27									
424	甲子	379	己卯	仁徳67年	28	天下太平								
425	乙丑	399	己亥	仁徳87年	29	- (83歳)								
426	丙寅													
427	丁卯						400	庚子	履中元年	1				
428	戊辰	雄略天皇 誕生					401	辛丑	履中2年	2	反正天皇 皇太子			
429	己巳						402	壬寅	履中3年	3				
430	庚午	412	壬子	允恭元年	1		403	癸卯	履中4年	4				
431	辛未	413	癸丑	允恭2年	2		404	甲辰	履中5年	5	皇妃 薨去			
432	壬申	414	甲寅	允恭3年	3		405	乙巳	履中6年	6	70歳（64歳）			
433	癸酉	415	乙卯	允恭4年	4							406	丙午	反正元年	1	天下太平
434	甲戌	416	丙辰	允恭5年	5							407				
435	乙亥	417										408				
436	丙子	418	戊午	允恭7年	6							409				
437	丁丑	419	己未	允恭8年	7							410	庚戌	反正5年	2	(60歳)
438	戊寅	420	庚申	允恭9年	8							411	辛亥	（空位）		
439	己卯	421	辛酉	允恭10年	9											
440	庚辰	422	壬戌	允恭11年	10											
441	辛巳	423														
442	壬午	424														
443	癸未	425	乙丑	允恭14年	11											
444	甲申	426														
445	乙酉	427														
446	丙戌	428														
447	丁亥	429														
448	戊子	430														
449	己丑	431														
450	庚寅	432														
451	辛卯	433														
452	壬辰	434	甲戌	允恭23年	12	木梨軽皇子 皇太子								
453	癸巳	435	乙亥	允恭24年	13									
454	甲午	436				木梨軽皇子？								
455	乙未	437												
456	丙申	438												
457	丁酉	439												
458	戊戌	440												
459	己亥	441												
460	庚子	442												
461	辛丑	443												
462	壬寅	444												
463	癸卯	445												
464	甲辰	446												
465	乙巳	447												

466	丙午	448									
467	丁未	449							457	丁酉	雄略元年	1
468	戊申	450							458	戊戌	雄略2年	2
469	己酉	451							459	己亥	雄略3年	3
470	庚戌	452							460	庚子	雄略4年	4
471	辛亥	453	癸巳	允恭42年	14	(78歳)			461	辛丑	雄略5年	5
472	壬子								462	壬寅	雄略6年	6
473	癸丑								463	癸卯	雄略7年	7
474	甲寅								464	甲辰	雄略8年	8
475	乙卯								465	乙巳	雄略9年	9
476	丙辰								466	丙午	雄略10年	10
477	丁巳								467	丁未	雄略11年	11
478	戊午								468	戊申	雄略12年	12
479	己未								469	己酉	雄略13年	13
480	庚申								470	庚戌	雄略14年	14
481	辛酉								471	辛亥	雄略15年	15
482	壬戌								472	壬子	雄略16年	16
483	癸亥								473	癸丑	雄略17年	17
484	甲子								474	甲寅	雄略18年	18
485	乙丑								475	乙卯	雄略19年	19
486	丙寅								476	丙辰	雄略20年	20
487	丁卯								477	丁巳	雄略21年	21
488	戊辰							清寧天皇 皇太子	478	戊午	雄略22年	22
489	己巳							62歳（124歳）	479	己未	雄略23年	23
490	庚午					480	庚申	清寧元年	1		
491	辛未					481	辛酉	清寧2年	2		
492	壬申			仁賢天皇 皇太子		482	壬戌	清寧3年	3		
493	癸酉					483	癸亥	清寧4年	4		
494	甲戌			飯豊青皇女 崩御		484	甲子	清寧5年	5		
495	乙亥								485	乙丑	顕宗元年	1
496	丙子								486	丙寅	顕宗2年	2
497	丁丑								487	丁卯	顕宗3年	3
498	戊寅								・	・		
・	・								・	・		
・	・								・	・		