

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 8 回

2020 年 10 月 4 日

オンライン開催@ZOOM

第8回 国際ICT利用研究学会 研究会 プログラム (第4報)

下記のように第8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でのご講演・聴講によって本研究会が成立したものといたします。

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.5 以降に掲載します。

山下倫範 (立正大学)

日時 2020年10月4日(日) 11:45-16:30

会場 Web (会員には直接お知らせいたします)

参加費 無料

プログラム

11:45 開会の挨拶 次郎丸 沢 (OME)

第1セッション (11:50-12:50, 座長 田中敏幸 (慶應義塾大学))

11:50-12:05

○神崎秀嗣 (秀明大学看護学部/京都大学高等教育研究開発推進センター)

4年制大学看護学科における学力不足の問題を考慮した生化学教育の一考察

12:05-12:20

○神崎秀嗣 (秀明大学看護学部/京都大学高等教育研究開発推進センター)

COVID-19下での医療専門職のICTリテラシーについての一考察

12:20-12:35

○鎌田光宣 (千葉商科大学人間社会学部)

遠隔授業におけるMicrosoft TeamsとForms/Power Appsの連携

12:35-12:50

○田中雅章 (ユマニテク短期大学)

コロナ禍における入学前教育の取り組み

12:50-13:00 休憩

第2セッション (13:00-14:15, 座長 高見友幸 (大阪電気通信大学))

13:00-13:15

○青木和昭 (立正大学地球環境科学部)

オンライン形式でのクラウドツールを用いたプログラミング教育

13:15-13:30

○尾有栄光, 平塚太一, 松本貴裕, 高見友幸 (大阪電気通信大学総合情報学研究科)

python 競技プログラミングサイトの設計と開発

13:30-13:45

○次郎丸 沢 (OME)

学会の発表プログラム作成に関する一考察

13:45-14:00

○田中敏幸, 高橋良輔 (慶應義塾大学理工学研究科)

画像処理を用いたバーチャル免疫染色

- eラーニングに長く関わってきた立場から -

14:00-14:15

○張 冰, 後藤真太郎 (立正大学大学院地球環境科学研究科)

東京都のリサイクル分野における官民協働のSDGs的評価モデルの構築

休憩なし

第3セッション (14:15-15:15, 座長 永田 清 (大東文化大学))

14:15-14:30

○鈴木治郎 (信州大学)

対応のあるt検定はなぜ使われにくいのか

14:30-14:45

○大畑行世, 木川 裕 (日本大学法学部)

民事裁判へのICT適用における課題と対策-3つのeの実現とAI裁判の可能性-

14:45-15:00

○余 俊福, 劉 奇, 佐藤礼華 (大阪電気通信大学総合情報学研究科)

モーションキャプチャーによる認知症患者の動作検束システム

15:00-15:15

○戦 揚, 張 シンシ, 佐藤礼華 (大阪電気通信大学総合情報学研究科)

VRシステムにおける手術3D動画の応用

休憩なし

第4セッション (15:15-16:30, 座長 田中雅章 (ユマニテク短期大学))

15:15-15:30

○齋藤豪仁, 木川 裕 (日本大学法学部)

ICT活用で見える次世代コンビニの挑戦と課題

15:30-15:45

○廖シンイ, 田静, 劉哲均, 佐藤礼華 (大阪電気通信大学総合情報学研究科)

高齢者に対する脳トレゲーム応用の可能性

15:45-16:00

○星野遼 (栃木市立都賀中学校), 瀬戸真之 (福島イノベーションコースト構想推進機構),
中村洋介 (福島大)

奥羽山脈御霊櫃峠にみられる植生分布の特徴と気候環境との関係

16:00-16:15

○佐藤響平, 後藤真太郎 (立正大学大学院地球環境科学研究科)

環境保全型農業における稲と雑草の競合評価手法に関する研究

16:15-16:30

○高見友幸（大阪電気通信大学総合情報学部）

初期平安京の復原 一都城の思想と大型将棋との関係性一

16:30 閉会の挨拶 田中雅章（ユマニテク短期大学）

4年制大学看護学科における学力不足の問題を考慮した生化学教育の一考察

神崎 秀嗣^{†‡}

[†] 秀明大学 看護学部

[‡] 大阪大学大学院 医学研究科

キーワード：生化学，生物学，国家試験，ガニエ9教授事象，キャリアカウンセラー

1 はじめに

生物学・生化学は理系科目の根幹をなしており、植物や魚類から人体まで大学入試だけでなく医療系の専門職の分野でも必ず必須科目である。

筆者らは4年制大学看護学科において生物学・生化学教育に携わっている。生命活動、生命維持機構や代謝など看護師、臨床検査技師などの医療従事者にとって国家試験には必ず生化学は出題され、さらに生物学・生化学を基に分子生物学・免疫学・生理学・栄養学や薬理学などが組み立てられており、臨床的知識の理解は必須であることから入学直後から生化学は習い始める。

しかし、入学生は生物学・生化学の十分な知識を必ずしも有しているようには思えない。そこで、入学者のリテラシーに合わせ、医療従事者養成校の実情に合ったカリキュラムを創出し、更に、補習や個別指導を行い、専門科目に対応できる学力を定着させることが出来たので報告する。

2 医療従事者養成校の現状

保健医療学部看護学科では看護師国家試験[1, 2]に合格するカリキュラムが組み立てられており、知識だけでなく実習も組み立てられており、基本となる学問にも関わらず生化学に割く時間は少ない[3]。全体の単位と1.6%に過ぎない。この限られた時間の中で医療現場に出ても対応でき、「なぜ医師がこの検査項目をもとめるのか」「患者さんの現在の病状はどうか」100%理解するだけの生物学・生化学の知識を身につけるのは至難の技である。

理科の科目は、日本の中学では必須であるが、高校での理系教育では理科総合Aもしくは化学基礎しか学んでいない入学生の大半であった。

「ゆとり教育」のため、なおざりにされているからかもしれない[4]。特に化学の知識は深刻である。また看護師、理学療法士の生化学は一般の大学教育の生化学とは異なり、医療に特化した生化学である。筆者は人体の構造と機能、生体内でおこる代謝、消化から始めた(表1)。入学生のなかには高校時、理科総合Aもしくは化学基礎しか学習しておらず、生物を履修していない学生がいるからである。

この講義の後、看護師は看護の基礎や在宅介護などの実習を行うことから、本来の業務に直結するという点も動機付けさせながら行っている[3]。

看護師では患者のvital signや尿検査や血液検査の結果を正確にお読み取り、体内の代謝産物の影響や体内の異常を判断していくことになる。従って解糖系、ペントースリン酸経路、TCAサイクル、電子伝達系の細かな酵素反応の知識など幅広く求められる。また核酸やアミノ酸、赤血球の分解産物、脂肪酸の生合成などが影響する。酵素活性の強さやアイソフォームの種類を検出など幅広く使用される。

3 方法

3.1.1 ガニエ9教授事象

筆者は従来の授業とは異なり、本稿で提案するカリキュラムと授業は、ガニエ9教授事象[4, 5, 6]を参考に構築した。9教授事象、それぞれの取り組みを記載する。(大項目はA~Dで、9教授事象の各項目1~9を現在形で記した。筆者らの試みはその下に過去形で記載した。)

A. 導入

1. 学習者の注意を喚起する。

2. 学習者に目標を知らせる。
3. 前提条件を思い出させる。

B. 情報提示

4. 新しい事項を提示する。
予め、到達目標を提示した。
5. 学習の指針を与える。

次回の授業で、前回の授業内容の小テストを行った。

C. 学習活動

6. 練習の機会をつくる。

次回の授業で、前回の授業内容の小テストを行う。

7. フィードバックを与える。

D. まとめ

8. 学習の成果を評価する。

小テストを採点し、次回の授業で学生に返却し、理解度を認識させた。

9. 保持と転移を高める。

時間を置いて、数回前の授業内容の復習テスト（中間試験など）を行った。

3.1.2 キャリアカウンセラー的関わり

筆者はキャリアカウンセラーの資格を国家資格キャリアコンサルタント(登録番号 18044447)、CDA(#CDA151293) (日本キャリア開発協会) と日本キャリア教育学会認定キャリア・カウンセラー(#248)を取得している。カウンセリングを行うためには倫理規定に則って実施しなければならない。新学習指導要領の総則にキャリア教育が記載された。また「キャリアカウンセリング」という用語が登場している。よって成績不良者には、教員として出来るキャリアカウンセリング的関わりを行った。成績不良を攻めるものではなく、経験を聞き、その時の気持ちを聞くように内省を促した。

4. 結果

4.1 ガニエ 9 教授事象の効果

実際、看護師用の基本的教科書があるが[7]、これを全て入学直後に理解させるのは無理である。しかし、経験的にこのような基本的教科書が表 1.

表 1. 4 年制大学看護学科での生物学、生化学のカリキュラム

回	項目
第 1 回	生化学を学ぶための基礎
第 2 回	アミノ酸・タンパク質・酵素
第 3 回	糖質の構造
第 4 回	糖質代謝 I
第 5 回	糖質代謝 II
第 6 回	脂質の構造
第 7 回	脂質代謝
第 8 回	アミノ酸・タンパク質代謝 I
第 9 回	アミノ酸・タンパク質代謝 II
第 10 回	核酸の構造と代謝
第 11 回	遺伝子の発現と制御
第 12 回	免疫
第 13 回	ビタミン
第 14 回	ホルモン
第 15 回	酸・塩基平衡

ら国家試験問題が出題されていることから、臨床的な実習などを行う中で、最終的に生化学を理解させるようにした。実際入学当初、生物や化学の実力試験を行った。

内容としては、以前と同様に行った[4, 8]。中学(以下の問2, 3, 6)、高校生物レベルである(それ以外)。

入学者 120 名の平均正解率 (問題数 14 問) は 89.4%(SD:16.6)で、以前講義していた検査技師養成校の成績 85.6%(SD:12.8)と比べて[4, 8]、好成績であった(図 1, T 検定, $p < 0.05$ [9])。やはり、双方入学試験を課しているが、4 年生大学の方が高いレベルで入学試験を行っているからだと思われる。

もともとゆとり教育の影響で入学生の過半数が高校時代、理科総合 A もしくは化学基礎しか履修しておらず、生物学の知識が無いと思われていたが、意外に学習に対する非常に意識が高かつ

た。そこで、検査技師養成校とは異なり[4, 7]、アミノ酸の理解を進めるために、化学結合の復習から生物学生化学の世界に馴染んでもらうようにした(表 1)。生物学・生化学においては細胞や細胞内小器官、神経、酵素、免疫、遺伝や発生学の基礎を理解させた(表 1)。また代謝と吸収やエネルギー、タンパク質、脂質、核酸、ホルモンやビタミンなど、最終的には生体内でおこる化学反応や情報伝達、恒常性の維持の理解を進めた(表 1)。

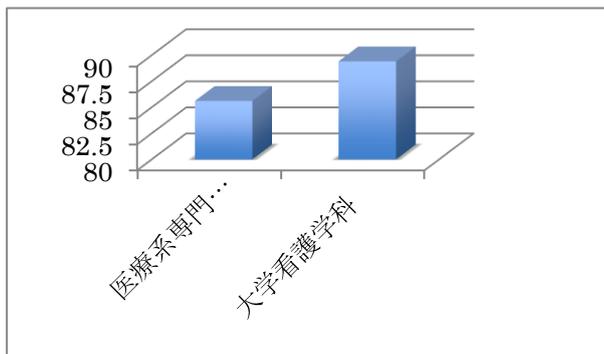


図 1. 実力テストの比較

*T 検定, $p < 0.05$ [9]

具体的な方法としては

- (1)授業ごとに、前回授業で行った項目について次回小テストを行い、理解を進めた。正解者の少なかった問題は繰り返し行った。
- (2)正解率が低い問題は折を見て繰り返し解かせた。

毎回の小テストの正解率は 53.1%(SD:12.6, 中央値 52.2)と低調であった。しかし、中間試験で確認したところ、平均 81.4 点 (SD:16.1, 中央値 85.0 点) を超えており予想以上であった。また期末試験では平均 92.6 点 (SD:6.4, 中央値 95.0 点) とその目的を達したように思える。

しかし小テストの周期表の正解率は 74.6% (N=118)、ペプチド結合の正解率は 43.2% (N=118) であったことから、知識にムラがあると思われた。

筆者らが教鞭をとった看護師と臨床検査技師養成校の成績を比較したところ、大学看護学科では成績は上昇していた (図 1)。小テストで、勉強する焦点が明らかになり、その周辺を集中的に

表 2. 中間試験問題例

問題番号	問題
1	胆汁酸の一部は大便とともに排泄されるが、残り(約 90%)は回腸から吸収され、門脈を経て肝臓に戻り、肝臓から再び胆管を出て行く。このことを何というか。
2	空腹時には、貯蔵されたトリグリセリドから生じた脂肪酸が、アセチル CoA にかえられ、クエン酸回路と電子伝達系で分解されて ATP が産生するミトコンドリア内における一連の反応系を何というか?
3	ケトン体を 3 つ挙げなさい。
4	ペントースリン酸回路の役割を 3 つ挙げなさい。
5	a. 解糖系、b. 電子伝達系、c. クエン酸回路、d. ペントースリン酸回路は細胞内のどこで行われるか?
6	ステロイドホルモン、胆汁液、ビタミン D の生合成原料になる脂質は何か?
7	炭素数 18 の飽和脂肪酸を 1 つ挙げなさい。
8	炭素数 20 の不飽和脂肪酸を 1 つ挙げなさい。
9	固体が液体になることを何というか? またその温度を何というか?
10	三大栄養素は、それぞれ消化酵素によって小さな成分にまで分解され、主にどこから吸収されるか。
11	代謝のうち、分子が分解される場合を何というか。
12	筋肉の収縮や細胞膜における物質の能動輸送などに利用されるエネルギーとなる物質は何か?
13	糖質とタンパク質の分解産物はどこを経て肝臓に入り、全身に運ばれるか?
14	次の経路は細胞のどこに存在するか答えなさい。 a. 電子伝達系、b. 解糖系、c. クエン酸回

	路 d. ペントースリン酸回路 e. グリセロールリン酸シャトル f. リンゴ酸-アスパラギン酸シャトル
15	電子伝達系、クエン酸回路を持たない細胞の代表的な細胞は何か？
16	次の糖質はどのような単糖からなっているか？ (1) マルトース (2) ラクトース (3) 砂糖 (4) グリコーゲン (5) デンプン (6) セルロース (7) アミロース (8) アミロペクチン (9) キチン
17	グリシン以外のアミノ酸は、アミノ基とカルボキシル基が結合している炭素原子がある。この炭素原子を何というか。
18	アミノ酸は、正に荷電しうるアミノ基と負に荷電しうるカルボキシル基の両方を持っている。この性質を何というか。
19	次の単位の中で正しいものを選び、○をつけなさい。 (a) c: 10^{-1} (b) T: 10^{12} (c) k: 10^2 (d) μ : 10^{-6} (e) n: 10^{-10} (f) k: 10^6 (g) M: 10^6 (h) G: 10^{12} (i) T: 10^{15} (j) m: 10^{-2}
20	細胞内小器官でないのはどれか。 1. ミトコンドリア 2. ゴルジ装置 3. 中心小体 4. リソゾーム 5. ルフィニ小体

勉強したことが窺えた。

看護師国家試験問題に出る範囲は決められている[1,2]。また生物学・生化学は臨床化学の範囲で出題される。基礎的知識であり、教育の基礎をなしており、影響は目に見えるところだけでなく、幅広いところに影響があると考えるのが妥当であろう。

5 考察

5.1 リメディアル教育の必要性

中間試験(表2)、期末試験(表3)の結果を検討すると、免疫学を学ぶと同時に、真正細菌やウイルスなど微生物の細胞構造や細胞膜構造(グラ

表3. 期末試験問題例

問題番号	問題
1	微生物のうち、ごく一部がヒトや動植物に疾病を引き起こす微生物は何か。
2	糖原性アミノ酸には含まれないケト原性アミノ酸を2つ挙げなさい。
3	今まで知られていなかった微生物が連続と発生している。その多くは動物由来の感染症である。自然の乱開発等によってヒトと動物の接点が増えた事が原因と思われる。この病気は何か？
4	予防接種最初に行った偉人は誰か？ ○をつけなさい。 1. リューエンフック 2. コッホ 3. イワノフスキー 4. ジェンナー 5. 北里柴三郎
5	病原微生物によっては、感染しても発症しないものを何というか？
6	病原体が体内に侵入してから発症に至るまでの一定の期間を何というか？
7	以下の感染防御機構を、A. 物理化学的防御機構 B. 自然免疫 C. 獲得免疫に分類しなさい。 1. NK細胞 2. 好中球 3. 抗体 4. 細胞傷害性T細胞 5. Toll-like receptor 6. 皮膚 7. 常在細菌叢
8	一次リンパ組織(中枢リンパ組織)を2つ挙げなさい。
9	アドレナリン、ノルアドレナリンは何というアミノ酸から合成されるか？
10	ヒトの体細胞の染色体数は？
11	DNAに含まれるペントースは？
12	RNAは、遺伝情報をもとにタンパク質をつくる過程に必要である。mRNA以外2つ挙げなさい。
13	DNAは二重らせん構造をとる。それに寄与する結合は？
14	本来健康なヒトに対して無害である非病

	原～弱病原微生物が、抵抗力の低下した宿主（老化、臓器移植手術後の患者、癌、その他の重傷疾患を持つ患者）に対して、病原性を示す病気は何か？
15	ピリミジン塩基を2つ挙げなさい。
16	プリン塩基を2つ挙げなさい。
17	ヒトの細胞にはDNAが2箇所存在する。2つ挙げなさい。
18	DNA鎖をつくる酵素を何というか？
19	RNA鎖をつくる酵素を何というか？
20	一次転写産物からイントロンを削除する過程を何というか？
21	mRNA上のアミノ酸配列に対する情報をもつ翻訳領域を何というか？
22	一次リンパ組織（中枢リンパ組織）を2つ挙げなさい。
23	タンパク質の種類、構造、量などが個体間で異なることによって、各個体に固有の形態的特徴や性質が表れる。このことを何というか？
24	塩基対を形成する塩基はお互いに、どのような関係にあるか？
25	アンモニアを分解する回路を何というか？
26	ヘモグロビンやシトクロムなどのヘムタンパク質の構成成分であるヘムは、二価鉄錯体を形成する何を含むか？
27	RNAは、遺伝情報をもとにタンパク質をつくる過程に必要である。mRNA以外2つ挙げなさい。
28	セントラルドグマについて知るところを記述しなさい。

ム陽性とグラム陰性や莢膜、カプシドなど）を学ぶ必要がある。

新学習指導要領の中学理科や高校の生物学でも学んでいるものもあるはずであるが、100%の正解率ではないようである。

5.2 キャリア形成

看護師のキャリア教育は、高い離職率のため（2019年離職率10.8%[10]）、様々な試みが行わ

れてきており、様々なガイドライン[11, 12]やキャリア教育プログラムの開発が実施されている。専門職の社会化は「人がさまざまな職業に固有の価値・態度や知識・技能を、職業に就く前に、あるいは職業につくことにより内在化していく累積的な過程」に加え、専門職として価値観や倫理規範なども内面化していくプロセスであり、看護における社会化は基礎教育に入った段階から始めると考えられている[13]。

そこで筆者も、生化学は医療専門職として基本科目であり、十二分に知識を身につけることは、臨地実習や現場に出ても役立つものであり、看護としてとしての自覚を身につけるように講義するようにした。

日本看護協会[14]は「専門看護師」（13分野）、「認定看護師（21分野）」、「認定看護管理者」を制定している。医療機関に従事している限り、血液検査を始め、生化学の知識は必要となる。これらは、離職率の高い看護職の雇用の安定には有効な資格のように思われる。

看護師の業務において、看護記録や看護計画などICTを使用する。医療機関でもICT化が進んでおり、看護師が律速になれば、医療機関全体の業務が停滞する[15]。OECDはコンピューターを使うスキルは労働環境を好転させると報告している[16]。

以上、近年の看護職の基礎教育として、また将来の高度な知識・技量を有する看護専門職又は看護師のための教育者・研究者となるための基盤を養うためには重要である[17, 18]。

6 おわりに

日本はこの10年間「ゆとり教育」が行われていた。生物学の知識が、十分でなく、入学後即、専門課程を教えることを危ぶまれる現状であった。そこで筆者は、ガニエの9教授事象を参考にしながら、新しい生物学生化学の教授法を考案し、生物学・生化学を基礎にする科目の学習や国家資格にも貢献したように思われた。医療系専門学校での養成の際よりは介入の度合いが少なく済んだことから伺える（教授事象の数は今回の大学5に対して、養成校[4]。また補習や個別指

導を行わずに済んだことは、教員の負担軽減としても有効であった。

さらに、国試前に1. 国家試験の過去問題を数多く解かせる。2. 国試対策の授業を行う。3. 場合によっては個別指導も行う。等を行う必要があるだろう。また筆者らはe-ラーニングソフトを開発しており[19, 20]、オペラント条件付けを応用したスキナーのプログラム学習やブルームの完全習得学習(マスタリーラーニング)を参考にしたものである。国家試験だけでなく、日々の授業にも導入しようとしている[20, 21]。

筆者らが教鞭をとった看護師と臨床検査技師養成校では基礎学力の低下が著しく、リメディアル教育に多大な時間を割かねばならなかった。

看護師の就労人口は100万人を超えており、毎年日本の医療の根幹を成している。また医師以外で、範囲はあるが医療行為が許される。数万人の国家試験合格者が世に出ている。新学習指導要領(の導入により、基礎学力が向上し、専門科目に時間を多く割けるようになることを期待したい[22])。

看護師の離職率は非常に高い(2019年生正規雇用看護職員離職率10.7%、既卒採用者の離職率17.7%[10])。そのため様々なガイドライン[11, 12]が作成され、キャリア教育も行われている。看護師のキャリアを考えると、仕事と家庭の両者を考えると、職業キャリアとライフ・キャリアの双方を個人の生涯にわたる発達として、キャリアと捉えることが望ましいのではないだろうか[13, 22]。

* 研究倫理について *

本研究で用いられたデータは匿名化されている。筆者は2020年度eAPRINの以下の講習を受講済みである。

1. 医学研究者推奨コース(15単元)_2020(AP0000475299)
2. 人を対象とした研究ダイジェスト_2020(AP0000479191)
3. 人を対象とした研究: 基盤編_2020(AP0000479183)
4. JSTコース(1)(生命医科学系) / JST Course (1) Biomedical_2020 再受講者用 (AP0000474469)
5. JSTコース(2)(理工系) / JST Course (2)

Engineering_2020 再受講者用(AP0000478250)

6. JSTコース(3)(人文系) / JST Course (3) Humanities_2020 再受講者用(AP0000476329)
7. AMED支援「国際誌プロジェクト」教材_2020(AP0000483159)

またビジネスコンプライアンス検定初級(Certifyコンプライアンス検定委員会)(平成23年2月18日)を取得している。ガバナンス・コンプライアンスの知識を有している。

参考文献

- [1] クエストン・バンク 看護師国家試験問題解説, 東京: 医療情報科学研究所(編集), 2011.
- [2] クエストン・バンク 看護師国家試験問題解説, 東京: 医療情報科学研究所(編集), 2015.
- [3] Kohzaki, H.: A proposal regarding English education at schools to train paramedics/medical technologists in Japan”, J Med English Edu. 11(1), 7-14, 2012.
- [4] 神崎秀嗣: 医療系専門学校における生化学教育の質保証に関する一考察(生化学教育における学力不足の問題に着目して), 化学教育ジャーナル 17(1), 17-2, 2015.
- [5] 神崎秀嗣, 鈴木崇根, 森千里: 看護師養成大学における解剖学教育の重要性に関する一考察(解剖学教育での入学者の学力不足克服を目指して). 形態・機能. 16(1), 2-7, 2017.
- [6] ロバート・M. ガニエ, キヤサリン・C. ゴラス, ジョン・M. 他. インストラクショナルデザインの原理, 京都, 北大路書房, 2007.
- [7] 三輪一智: 生化学—人体の構造と機能〈2〉(系統看護学講座 専門基礎分野), 医学書院, 東京, 2014.
- [8] Kohzaki, H., Fujita, Y. Ishida, Y.: A proposal of chemistry education for medical technologist/paramedics in Japan., Chemical Education Journal 14, 3, 2011.
- [9] Kohzaki, H., Murakami, Y.: Faster and easier chromatin immunoprecipitation assay with high sensitivity., Proteomics 7, 10-14, 2007.
- [10] 日本看護協会(2020): 2019年病院看護実態調査結果速報.

- <https://www.nurse.or.jp/up_pdf/20200330151534_f.pdf>
- [11] 日本看護協会(2012) 継続教育の基準 ver.2.
<<https://www.nurse.or.jp/nursing/education/keizoku/pdf/keizoku-ver2.pdf>>
- [12] 厚生労働省(2014) 新人看護師職員研修ガイドライン (改訂版)
<<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000049578.html>>
- [13] 岡本裕子:アイデンティティ論から見た生涯発達とキャリア形成, 組織化学, 33(2), 4-13, 1999.
- [14] 日本看護協会 :<
<http://nintei.nurse.or.jp/nursing/qualification/>>
- [15] 神崎秀嗣, 西岡良泰, 菅原良 : 医療現場の ICT 機器普及に伴う看護師養成における ICT リテラシー教育の現状と提言, パーソナルコンピュータ利用技術学会論文誌, 10(1), 21-28, 2016.
- [16] 神崎秀嗣 : CHAPTER 6 TRENDS IN USING YOUNG PEOPLE'S SKILLS AT WORK., OECD Skills Outlook 2015-Youth. Skills and employability-, 明石書店, 東京, 2017.
- [17] 山邊素子, 佐藤香代 : 看護学教育における専門基礎教科の課題をさぐる. The Journal of Kyushu University of Nursing and Social Welfare 4(1), 279-285, 2002.
- [18] 今本喜久子, 徳永祥子:4年制看護教育における人体解剖生理学実習, 日本看護研究学会雑誌, 21(1), 39-49,1998.
- [19] 神崎秀嗣, 石田洋一, 藤田洋一他:データベースソフトウェアを活用した臨床検査技師国家試験対策 e ラーニングシステムの開発と活用報告, Computer & Education 35, 60-63, 2013.
- [20] 神崎秀嗣, 石田洋一, 藤田洋一他:臨床検査技師養成における携帯情報通信端末利用教育の必要性と教育プログラムの開発, キャリアデザイン研究 9, 201-209, 2013.
- [21] 神崎秀嗣, 藤田洋一, 石田洋一: 医療系養成校の情報科学教育の現状と問題点、そしてスマートフォン、タブレットの医療系養成校への適用の提案, 数学教育学会誌, 55(1・2), 61-75, 2014.
- [22] 神崎秀嗣: 医療従事者のキャリア教育, キャリア

形成支援の方法論と実践 (菅原良, 渡部昌平, 松下慶太, 木村拓也, 神崎秀嗣 編), 仙台, 東北大学出版会, 2016.

COVID-19 下での医療専門職の ICT リテラシーについての一考察

～薬剤師を中心に～

神崎 秀嗣^{† §}

[†] 三重大学 医学部 [§] 秀明大学 看護部

キーワード：薬剤師，ICT リテラシー，医療，Zoom

1 はじめに

現在のCOVID-19下のなかで、ICT化が急速に進んでいる。リモート講義も行われ、LMS (Learning Management System)やZoom, Meet, Teamsなどリモート会議ソフトが普及している。しかし医療専門職がすぐに使用できるかといえば疑問が残る。筆者は、これまで看護師[1]，臨床検査技師[2]，歯科衛生士[3][4]，歯科技工士[4]など医療専門職のICTリテラシー(情報科学)教育の現状を調査してきた。今回、薬剤師をアンケート調査した。さらに薬剤の取り扱いにもICT化が押し寄せており、Personal digital assistants (PDAs)が利用され始めている[5]-[7]。そこで医師が薬剤師に求めるICTリテラシーの現状を明らかにし、今後について考察する。

またA大学看護学部教員にZoomの使用方法を講義した。いずれも様々なキャリアの持ち主である。そこで一社会人として、また医療従事者としても役立つICT講義を検討しているが、近年の高度なICT化に対応できていないように思われる。

2 方法

2.1 アンケート調査

2016年に筆者は、医師を対象として、表1のような「薬剤師に求めるICTリテラシーレベルに関するアンケート」を実施した。

依頼した42名の医師のうち、現時点で返答を頂いた医師は11名であった(回収率26.2%)。医師の属性を表2に示した。

2.2 Zoomの使用について

2020年4月、A大学看護学部教員と学生に対して、Zoomの講習を行った。メールでZoom会議のURLを送付し、Zoomソフトをダウンロードし、会議に入室できるかどうか確認した。

3 結果

3.1 薬剤師に必要とされるICTリテラシー

医師を対象にして行ったアンケートでは、薬剤師に求めるスキルとして、j. 職場のネットワークのトラブルに対応できる。メンテナンスが出来る 以外はほぼ全てのスキルを求めていたが(図1)、特にa. 携帯を使える c. パソコンを使える g. Microsoft officeを使用できる k. タブレット端

表1 薬剤師に求めるICTリテラシーレベルに関するアンケート

1	年齢
2	性別
3	お勤め先
4	リハビリテーション専門職に求めるICTリテラシーは次のどのレベルですか? ^{[1][2]}
a	携帯を使える
b	スマートフォンを使える
c	パソコンが使える
d	自宅でパソコンを使っている

e	自宅のパソコンを自力で繋ぐことができる
f	プリンターを使える
g	Microsoft officeを使用できる
h	職場のネットワークにパソコンを繋ぐことができる
i	パソコンのトラブルに対応できる。メインテナンスが出来る
j	職場のネットワークのトラブルに対応できる。メインテナンスが出来る
k	タブレット端末を使える
l	インターネットで情報収集が出来る
m	e-mailを使える
n	cloudを使いこなせる
2	その他、求めるスキルがあれば記載ください。(自由記載)

末を使える m. e-mail を使えるなどがあれば、十分のようである。

その他、医師からは、1. Excel で VBA 使える
 2. SPSS で解析ができる 3. SPM で画像解析ができる
 4. TBSS で画像解析ができる 5. Mac/Linux で shell が書ける
 6. 簡単なC言語が使える 7. 通信会議 (Skypeなど) の手段
 8. 分包機関連のスキルがきちんと使える 9. 薬剤管理をIT化して管理できる
 10. 診療報酬の請求をきちんとできる 11. SNSなどの共有プラットフォームを使える
 12. 患者情報に関するセキュリティと個人情報保護に関する知識とそれらを担保するICT技術 など幅広い意見が寄せられた。

3.2 学生が身につけているスキル

薬剤師養成課程も6年制に移行し、これまで以上の高度な知識を必要としている[8]。一方、それに合わせて、養成課程でも国家試験に合格するよう養成している[9]。さらに、西洋的薬剤だけでなく、漢方薬にも精通する必要がある。

3.3 Zoom の使用

延べ42名の看護学部教員と学生の接続の有無を調べたところ、全員入室できたが、音声繋がらない教員と学生が約20名いた。講習の回数を行うにつれて、減少していったが、画面共有やブレイクアウトセッションの使用の有無は皆無であった。講義や学生面談などに柔軟に対応できるICTリテラシーの不十分さがうかがえる結果であった。

表2 返答を頂いた医師12名の属性

年代	ICT リテラシー		男	女	年齢分布
	Yes	No			
20	0	0	0	0	0
30	1	0	1	0	1
40	7	0	7	0	7
50	4	0	4	0	7
60	0	0	0	0	0
合計	12	0	12	0	12
大学病院	1	0	0	0	0
個人	11	0	0	0	0

4 おわりに

今後予想される医療の高度な ICT 化に対応するための薬剤師に求める ICT スキルを医師にアンケート調査したところ、これまで調査した医療専門職に対して行った調査よりも高度なスキルを求めている。

これには6年制の導入やお薬電子手帳の導入[10]を始め、栄養サポート[11]、地域医療、在宅医療サポート[12]など、薬剤師の社会における役割が大き

変わろうとしている。なおリハビリテーション専門職に求める ICT リテラシーについて、同様な調査を行ったが、「分包機関連のスキルがきちんと使える」「薬剤管理を IT 化して管理できる」など、薬剤師特有の業務以外はほぼ同様な結果であった [13]。

Zoom の使用方法をもとに、看護学部教員と生徒の ICT リテラシーの実務能力を検討したが、必ずしも高いものでなかった。Zoom などの会議ソフトは遠隔地医療・在宅介護にも使用できるツールであり、さらに定着するよう促すよう教育していくのが望まれる。

OECD は ICT スキルを身につけることは職の安定に繋がると報告している [14, 15]。また ICT スキルとそのスキルを身に着けた教員が地方に赴任することにより、地域間格差がなくなるよう政策も行われている。ICT はキャリア教育として、薬剤師を目指す学生にも当てはまるのかもしれない。

Zoom などの会議用ソフトは遠隔地医療や在宅医療にも有用である。医療専門職として身につけておくべきスキルだと思われる。

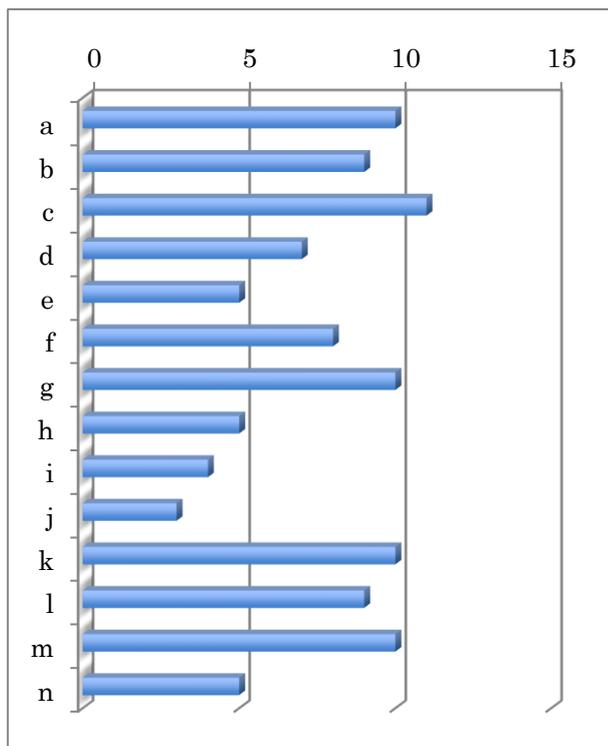


図 1 医師が薬剤師養成学生に求めたスキル

参考文献

- [1] 神崎秀嗣, 西岡良泰, 菅原良: 医療現場の ICT 機器普及に伴う看護師養成における ICT リテラシー教育の現状と提言, パーソナルコンピュータ利用技術学会論文誌, 10(1), pp. 21-28, 2016.
- [2] 神崎秀嗣, 菅原良: 臨床検査技師養成における ICT リテラシー教育の問題点と提言. *Computer & Education*, 33, pp.104-105, 2012.
- [3] 神崎秀嗣, 矢島孝浩, 野見山和貴他: 歯科衛生士の ICT リテラシーの技能とその習慣化への試み, 日本歯科医療管理学会誌, 50(3), pp. 191-198, 2015
- [4] 野見山和貴, 神崎秀嗣, 末瀬一彦他: 歯科衛生士・歯科技工士養成課程での ICT リテラシー実態調査, 日本歯科衛生教育学会誌, 6(1), pp. 40-47, 2015
- [5] Dasgupta, A., Sangsiry, SS., Sherer, JT., Wallace, D., Sikri, S., Pharmacists' utilization and interest in usage of personal digital assistants in their professional responsibilities, *Health Information and Libraries Journal*, 27, pp.37-45 (2009)
- [6] Bates, DW., and Gawande, AA. Improving Safety with Information Technology, *NEJM* 348(25), 2526-2534 (2003)
- [7] Lindquist, AM., Johansson, PE., Petersson, GI., et al. The Use of the Personal Digital Assistant (PDA) Among Personnel and Students in Health Care: A Review, *J Med Internet Res.* 10(4): e31. (2008)
- [8] 文部科学省 薬学系人材養成の在り方に関する検討会. 薬学教育モデル・コアカリキュラム, (2013)
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2015/02/12/1355030_01.pdf#search='薬学教育モデル・コアカリキュラム' (参照日 2019-10-19)
- [9] 昭和薬科大学, シラバス,
<https://gakumu.shoyaku.ac.jp/syllabus/>, (参照日 2016-10-19)

- [10] 公益社団法人日本薬剤師会, 電子お薬手帳,
<http://www.eokusuri.nichiyaku.or.jp>, (参照日 2016-10-19)
- [11] 飯田浩子, 大橋直人, 小武家優子他: 栄養サポートチーム(NST)における薬剤師の役割~九州中央病院 NST におけるアンケート調査より
~, 第一薬科大学研究年報, 30, pp.49-57, 2014
- [12] 公益社団法人日本薬剤師会, 薬剤師の将来ビジョン, <http://www.nichiyaku.or.jp/action/wp-content/uploads/2013/03/visions.pdf>
- [13] 神崎秀嗣, 鴻上啓次朗: 医療現場の ICT 機器の高度化に伴うリハビリテーション専門職における ICT リテラシー教育の現状と提言. 白鳳短期大学研究紀要. 13, 1-4, 2018.
- [14] 神崎秀嗣, “CHAPTER 6 TRENDS IN USING YOUNG PEOPLE’S SKILLS AT WORK.”, OECD Skills Outlook 2015-Youth. Skills and employability- (菅原良/橋本喜代太 監訳), 株式会社 明石書店, 東京, 2016.
- [15] 神崎秀嗣 “CHAPTER 3 What kinds of skills give countries a global advantage?”, OECD Skills Outlook 2017-Skills and global value chains-. 株式会社 明石書店, 東京, 2019.

遠隔授業における Microsoft Teams と Forms/Power Apps の連携

鎌田光宣

千葉商科大学人間社会学部

kamata@cuc.ac.jp

要旨 Microsoft Teams は Forms や Power Apps と連携することで、遠隔授業に役立つ様々な機能を実現することができる。本稿では Forms と Power Apps の概要と活用事例を挙げる。Forms を用いてオンライン授業で使う小テストを作成し、Power Apps を用いて面談日程調整アプリを作成した。Teams と Forms だけでも強力なツールだが、Power Apps を用いることで少ないコードでビジネスアプリを開発することが可能であり、活用場面が広がる。

キーワード e ラーニング、オンライン授業、フォーム、データベース、ローコード開発

1 はじめに

千葉商科大学では 2020 年度より、全学生・教職員に Microsoft Office 365 のライセンスを提供しており、リアルタイムの遠隔授業において Microsoft Teams[1, 2] を利用している。Teams はテレビ会議やチャット、ファイル共有を中核としたアプリケーションソフトであるが、そこに「アプリ」を追加することで機能を拡張できる。その中でもオンライン授業で良く用いられているのが Microsoft Forms[3, 4] である。Forms を用いて、オンラインのアンケート、クイズ、投票を簡単に作成できる。また、Microsoft Power Apps を用いて、ローコード（少ないコード）またはコードを書かずにネットワークとデータベースを用いたアプリを作成できる。本稿では、Teams、Forms と Power Apps の概要について説明するとともに、Forms と Power Apps の活用事例を紹介する。

2 Microsoft Teams

Microsoft Teams は、チャットサービスを中核としたアプリケーションソフトで、チームでチャットをしたり、テレビ会議、ファイル共有などの機能がある（図 1）。

PC で動作するデスクトップアプリ版のほか、Web アプリ版、スマートフォン/タブレットアプリ版が用意されており、動作環境の違いをほとんど意識することなく利用できる。

Teams にはツール連携機能があり、チャンネルに Forms や Power Apps のアプリを追加することで、機能を拡張することができる。

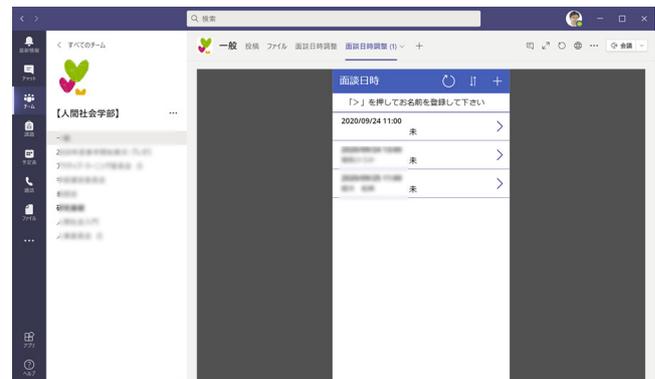


図 1: Microsoft Teams

3 Microsoft Forms

Office 365 の機能の一つで、アンケート、クイズ、投票を簡単な操作で作成できる。作成した小テストやアンケートは PC やモバイル端末で回答が可能で、回答結果は Web 上でリアルタイムに集計され、Excel へ出力することもできる。ライバルである Google フォームとほぼ同じ機能を持つ。

図 2 は Forms のホーム画面である。「新しいフォーム」では、アンケートや投票のフォームを作成することができる。「新しいクイズ」では、採点を伴う小テストを作成することができる。ここではクイズ機能を利用し小テストを作成した事例を紹介する。

図 3 は、Forms の編集画面である。回答方法として、選択肢、テキスト、評価、日付から選択することができる。質問を入力する欄には、文字だけでなく画像等のメ



図 2: Forms の新規作成画面



図 3: Forms の編集画面

ディアを挿入することができるが、表や下線などは入力できない。複数の選択肢と正解を設定し、点数を設定する。詳細設定で、質問項目や選択肢をシャッフルするように設定することもできる (図 4)。

図 5 は作成した小テストを携帯電話/タブレットで見た時のプレビュー画面である。利用者 (学生) は問題を見て、4つの選択肢の中から1つを選択して次の問題に進み、すべての問題に解答したところで自動的に採点が行われる。

4 Microsoft Power Apps

4.1 Power Apps の概要

Power Apps は Power Platform に含まれるビジネスアプリ作成が行えるサービスである。クラウド上や自社内にあるさまざまなデータソースとの接続を前提に設計されており、作成したアプリはモバイル端末や PC の Web



図 4: Forms のオプション詳細設定

ブラウザなどさまざまなデバイスで利用できる。

Power Apps で作成できるアプリの種類には、「キャンバスアプリ」「モデル駆動型アプリ」「ポータル」の 3 種類がある。「キャンバスアプリ」は、PowerPoint のような直観的な操作と、Excel のような関数を入力するだけで、ソースコードをほとんど書くことなく (これをローコードと呼ぶ) で簡単にビジネスアプリケーションを作成できる。「モデル駆動型アプリ」は Web ベースのアプリで、グラフなどのダッシュボード作成に特化している。Common Data Service (CDS) の機能がフルに使える、フォーム、ビジネスルール、プロセスフローまで短時間で構成が可能である。「ポータル」は主に情報発信を行うための Web サイト形式のアプリで、作成したアプリは一般公開される。

ここでは、外部データソースとして Excel のテーブルを使い、「キャンバスアプリ」を作成する方法を紹介する。Power Apps では、ほとんどのキャンバスアプリで、データソースと呼ばれるクラウドサービスに格納されている外部情報を使用する。OneDrive に格納されている Excel ファイル内のテーブルを使うのが一般的である。空白のキャンバスに入力コントロール (テキストボックスなど)、ラベル、図形などの要素を配置し、一から画面レイアウトを作成することもできるが、外部データソースを使用することで、自動的にアプリのひな型が生成される。

4.2 面談日程調整システム

面談日程調整システムについて説明する。学部長である筆者と、学部の教員 18 名が面談をする際の日程調整を行うことを想定する。学部長が面談可能な日時を提示し、学部の教員が、その中から希望する日時を選択する。

まず、面談日時、教員名、ステータス (未実施、実施済み) をデータとして格納する Excel データを作成した (図 6)。データ範囲を選択して、【ホーム】【テーブルとして書式設定】によって「テーブル」とする必要がある。



図 5: Forms の Preview (携帯電話/タブレット)

日時	教員名	ステータス
2020/9/17 22:00	鎌田	済

図 6: Excel でのテーブルの設定

なお、複数のテーブルがある場合は、テーブルごとにワークシートを分ける必要がある。レコードを追加した場合に行が増えることになるので、他のテーブルと利用範囲が重複しないようにするためである。

図 7 は Power Apps Studio の画面である。画面左側にはアプリのスクリーンと部品の一覧表が表示され、画面右側で選択されたコンポーネントの各種設定を行う。

この段階で、アプリが自動的に生成される。生成されるアプリは次の機能を持つ 3 つのスクリーンで構成される。データの一覧表示およびレコードの追加を行う「Browser」、1 つのレコードの詳細を表示し、あるいは削除を行う「Detail」、1 つのレコードの編集を行う「Edit」である (図 8)。

このアプリを動かし、「Edit」のスクリーンで日時と教員名を入力すると、Excel のデータに新しい行が追加される。また、ID の働きを持つ列が自動的に追加される (図 9)。

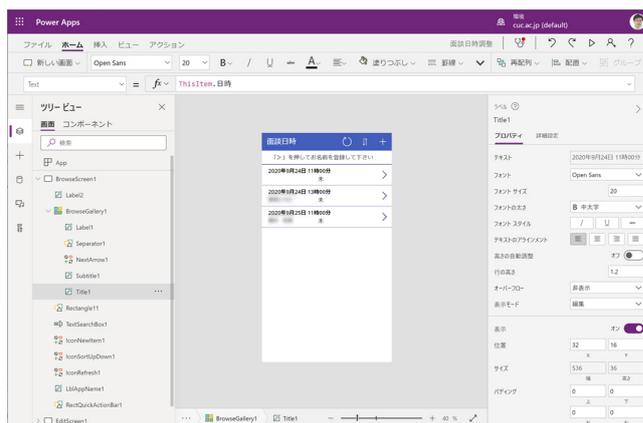


図 7: Power Apps Studio の画面構成



図 8: Power Apps で生成された 3 つのスクリーン

このままでも面談日程調整システムとして動作するが、使い勝手を良くするために、スクリーンの構成を以下の通り設計した (図 10)

スクリーン 1(Browser)：日程、教員名一覧

- ステータスが「未」の行を抽出し、日時を昇順に並べて表示。コードは図 11 の通り
- 各教員は希望日時の「>」を押すことで、スクリーン 2 が表示される
- 学部長は「+」を押すことで、スクリーン 3 が表示される

スクリーン 2(Edit1)：教員名入力

- 各教員が教員名を入力
- キャンセルしたい場合は、教員名に「空き」と入力

日時	教員名	ステータス	PowerApp
2020/9/17 22:00	鎌田	済	y0YoY_BAdNo

図 9: 追加された ID 列



図 10: 面談日程調整システム

- ユーザー名を取得して自動的に入力することも可能であるが、システムが複雑になるため、あえて教員自身が入力するように設計した

スクリーン 3(Edit2)：日時追加（学部長用）

- 学部長が日時を入力
- メール等で連絡があり、あらかじめ教員が決まっている場合は教員名を入力

5 おわりに

Power Apps を用いて面談日程調整アプリを作成した。Teams と Forms だけでも強力なツールだが、Power Apps を用いることで少ないコードでビジネスアプリを開発することが可能であり、活用場面が広がるだろう。

参考文献

- [1] Microsoft Teams | リモートワークのためのコラボレーション ツール, <https://www.microsoft.com/ja-jp/microsoft-365/microsoft-teams/group-chat-software> (参照:2020-9-26)
- [2] Microsoft Teams のヘルプとラーニング, <https://support.microsoft.com/ja-jp/teams> (参照:2020-9-26)

データ

Items

```
SortByColumns(Search(テーブル1, "未", "ステータス"), "日時", If(SortDescending1, Descending, Ascending))
```

図 11: Browser 画面の並べ替えを指示するコード

- [3] Forms のヘルプとラーニング, <https://support.microsoft.com/ja-jp/forms> (参照:2020-9-26)
- [4] Edward Marteson, “Microsoft Forms 2020: Learning the Fundamentals”, Independently published, 2020
- [5] 株式会社イルミネート・ジャパン 奥田 理恵, “ひと目でわかる Power Apps ローコードで作成するビジネスアプリ入門 改訂新版”, 日経 BP, 2020
- [6] Microsoft Power Platform ドキュメント, <https://docs.microsoft.com/ja-jp/power-platform/> (参照:2020-9-26)

コロナ禍における入学前教育の取り組み

田中 雅章

Email: m_tanaka@jc-humanitec.ac.jp

ユマニテク短期大学 幼児保育学科

◎Key Words 初年次教育, FYE (First Year Experience)、入学前オリエンテーション

1. はじめに

日本で新型コロナ新型コロナウイルスの陽性患者が確認されたのは令和2年1月15日で、中華人民共和国湖北省武漢市から帰国した男性だった。初めの頃は、患者が急激に悪化し死に至るような恐ろしいウィルスと知られておらず、爆発的に患者が増加するとは考えられていなかった。しかし、その後陽性患者の増加がおさまることはなかった。

ついには、政府は2月27日に新型コロナウイルスの感染拡大を防ぐため、全国の小中学校、高校、特別支援学校を3月2日から春休みまで臨時休校とするよう、要請することを決めた。政府が臨時休校を要請する以前に、ほとんどの大学や専門学校では卒業式や入学前教育・入学前オリエンテーションを中止あるいは規模縮小した

例年ならば、3月の末ごろから、2泊3日の宿泊を伴う入学前教育を実施していた。ところが、政府の臨時休校を受けて、学生を集めた入学前教育が開催不可能になった。在学生ならばLMSとiPadによるデジタル教材の配信が可能であり、学生とコミュニケーションを取る環境が整っている。

しかし、入学前の学生に対してはオンラインで入学前教育を行う情報機器を貸与していない上にその利用教育も済んでいない状態だった。にもかかわらず、試行錯誤をしながら入学前教育を実施した報告を行う。

2. 入学前教育の方法

令和2年1月10日～2月14日に日本全国を調査地域として実施された内閣府の青少年のインターネット利用環境実態調査によると、高校生スマートフォンの所有率は98.6%になったと公表されている。

そこで、入学予定の学生の入学前教育は、オンラインによる入学前教育を実施する事を決めた。使用する電子機器は、学生が所有するスマートフォンを活用することとなった。ただし、学生のポケット料の負担を軽減するために、学校側から学生への資料は宅配便や郵送を利用する。学生から学校への提出は原則スマートフォンで行い。スマートフォンで提出できない学生は郵送で受け取ることとした。

初回の3月16日の〆切までにスマートフォンで提出できなかった学生は78名中3名のみで、ほとんどの学生がスマートフォンで提出することが

できた。2回目の3月31日の〆切までは、全員の学生がスマートフォンで提出することができた。

今回の提出受付システムは、費用と時間の結果、Googleフォームで作成した。フォームで受け付けたデータはスプレッドシートへ蓄積される。担当する教員の負担を軽減するため、自動採点をする機能を追加した。さらに間違っている回答は復習するページを示す。なお、学生に返却する採点結果は、コンピュータの無機質なコメントではなく、担当教員が手書きの言葉を記入するようにした。これは、対面教育ができない教員が学生との信頼関係の構築するためである。

3. 学生の評価とまとめ

4月10日に新型コロナの感染を防止するために3つの密を避けつつ、新入生を2班に分けてオリエンテーションを実施した。この時に入学前教育の取り組みを学生に評価してもらった。〆切りまでに53件の回答があった。その結果を表1 入学前教育の評価に示す。

表1 入学前教育の評価

	そう思う	どちらでもない	そう思わない
コメントを読んだ	44 83.0%	9 17.0%	0 0.0%
コメントは嬉しい	40 75.5%	12 22.6%	1 1.9%
コメントに親しみ	31 58.6%	21 39.6%	1 1.9%
投函手間が不要	48 90.6%	5 9.4%	0 0.0%
いつでも提出可	46 86.8%	7 13.2%	0 0.0%
感染の心配がない	46 86.8%	3 5.7%	4 7.5%
通学費用が不要	33 62.3%	18 34.0%	2 3.8%
通学時間が不要	30 56.6%	22 41.5%	1 1.9%
コロナの心配がない	46 86.8%	3 5.7%	4 7.5%

スマートフォンを活用した入学前教育はおおむね好評であったと思われる。コロナ感染の心配が解消したことよりも、郵便による投函をしなくて済む提出の利便性の向上の方の評価が高かった。また、学生のアンケートによると手書きのコメントは好評で、手書きコメントに対して教員に対して親しみを感じていた。短期間で新型コロナの対応を行ったが、学生に対する配慮が功を奏したと評価する。

オンライン形式でのクラウドツールを用いたプログラミング教育

青木 和昭[†]

[†] 立正大学 地球環境科学部 環境システム学科

[†]kazu@ris.ac.jp

キーワード プログラミング、Python、Google Colaboratory

1 はじめに

立正大学では、2020 年度 I 期の全ての講義をオンライン形式で実施することが決定され、5 月中旬より I 期が開始した。地球環境科学部では学科の特色として、フィールドワークや実験実習科目を多く実施している。こうした科目は現地を訪れる必要があったり、実験器具や大型機器を取り扱う科目も多く、オンラインでの実施については様々な議論がなされた。

そうした実験実習科目の中で「プログラミングの基礎」という科目の実施方法について、クラウドツールを用いることで解決を図った。本発表では、クラウドツールを用いたプログラミング教育について述べ、学生への教育効果や課題について考察する。

2 オンライン実習の問題点

オンラインでプログラミングを学ぶための方法としては、オンラインプログラミングレッスンなどのサービスを利用する方法が考えられる。例えば、CodeCamp[1] や Progate[2]、AOJ(Aizu Online Judge)[3] といったサイトで C 言語や C++、Java、Python などが学習できる。また、プログラミングコンテストを定期的で開催している Atcoder[4] や CodeForces[5] といったサイトもあり、オンラインでプログラミングを学習する環境は十分に揃っているともいえる。

しかし、これらのサイトを授業で利用するとなると問題もいくつかあり、利用に料金が必要であったり、ある程度の前提知識が必要であるといった点が挙げられる。また、プログラミング初学者向け授業に適した難易度の教材や問題があるとも限らないため、オンライン授業での利用は困難であると判断した。

また、これまでは大学のコンピュータ教室で授業を実施していたため、全員が同一環境での受講が可能であった。しかし、キャンパスは立入禁止の状況が続いており、大学施設の利用は不可能であるため、各自の PC やタブ

レットで授業を受ける必要があった。プログラミング開発環境を各自の端末で整えてもらうことも検討したものの、受講生 16 名の環境を調査したところ、PC のスペックや OS は様々であり、統一した環境を整えることは困難であった。

また、異なる環境で開発した場合、同じソースコードでも環境によってエラーが出る場合と出ない場合があるなど、オンライン環境ではフォローができない場面も出てくることが予想された。そこで、オンライン授業でも全員が同一環境で開発可能な環境として、クラウドツールの利用を検討した。

3 Google Colaboratory[6]

授業で利用する開発環境として、以下のような条件が考えられる。

- PC、もしくはタブレットから利用可能なこと
- 全員が同一環境を利用可能なこと
- 受講者が負担する料金が発生しないこと
- Python が利用可能であること

これらの条件を満たすツールとして、今回は「Google Colaboratory」(以下、GoogleColab) の利用を検討した。GoogleColab は研究・教育機関への機械学習の普及を目的としたプロジェクトの一つであり、2012 年から社内向けプロジェクトとして開発が始まり、2017 年には社外に公開された。GoogleColab の特徴としては、以下のような点が挙げられる。

1. 環境構築がほぼ不要であり、必要なパッケージ類はおおよそインストール済みである。
2. GPU、TPU が利用可能である。
3. プログラムの共有が容易である。



図 1: Google Colaboratory の画面

1. に関しては、Python の開発環境として用いられている「Jupyter Notebook」とほぼ同等の環境が利用可能である。図 1 は、実際に授業で用いたファイルの画面である。また、Python で利用可能なライブラリが 300 以上インストール済みであり、機械学習でよく利用される numpy や pandas の他に、scikit-learn や tensorflow なども利用可能である。必要に応じて追加のライブラリもインストール可能であり、全員が同一の環境で開発するためには十分な機能を備えている。

2. については、プログラミングの基礎段階では不要な機能であるが、GoogleColab を利用する上では大きな利点である。機械学習では、CPU だけでは処理に非常に時間がかかることが多く、GPU や TPU で処理時間を短縮させることが必要である。GoogleColab では GPU、TPU が無料でも利用可能であり、GPU であれば NVIDIA Tesla K80 が無料版では利用できる。

3. については、ノートブックと呼ばれるファイルを共有することが可能であり、今回の授業では課題の提出に共有機能を利用した。

以上のように、GoogleColab はオンライン授業でプログラミング教育に用いるための条件を備えているため、今回の授業では GoogleColab を用いることとした。注意が必要な点としては、データ等を読み込むためのファイル入出力が GoogleDrive 経由となるため、特殊な手順が必要となる点が挙げられる。また、Python にはグラフ描画を行うライブラリもあり、GoogleColab のノートブック内でも図 2 に示すようにグラフ描画が可能である。

4 授業の流れ

実際の授業では、以下のような流れで実習を行った。

1. 大学ポータルサイトにて講義資料（PDF）を配布し、Zoom アドレスを掲示

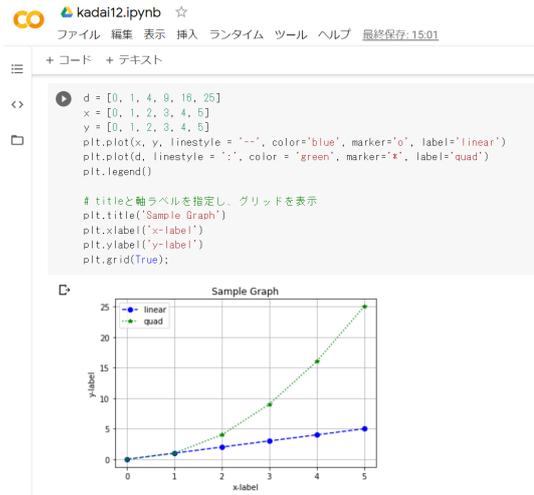


図 2: ノートブック内でのグラフ描画

2. Zoom で配布資料と Colab を共有しながら授業実施
3. 学生は例題の確認や課題を GoogleColab のノートブックで行う
4. 作成したノートブックを教員と共有する形で提出
5. 提出されたノートブックを採点し、コメントを編集して返却

ノートブックはプログラムだけでなく、テキストやメモも追加可能であるため、このように授業メモの作成から課題の作成、提出までがノートブックで完結する。また、ノートブックはブラウザで編集可能であるため、PC だけでなくタブレットやスマートフォンでも受講は可能である。実際は入力のためのキーボードが無いと編集速度が落ちるため、PC やタブレット+キーボードの組み合わせが望ましい。

4.1 受講生の反応

GoogleColab を用いたオンライン授業について、学生アンケートの結果や反応を見ると、昨年までの対面授業と大きな差異は見られなかった。自由記述でもオンライン形式について述べている学生も特に見られず、問題なく受講出来ていたと考えられる。

5 おわりに

オンライン形式でプログラミング教育を実施するための方法として、GoogleColab の利用方法について述べた。今後、プログラミングの授業だけではなく、研究指導でも

利用が可能であると考えられる。特に、機械学習やデータサイエンスでは、GPUやTPUが利用可能である点が利点として大きく、ディープラーニングのように学習に時間を要する機能を利用する場合に役立つと期待される。

参考文献

- [1] CodeCamp,
<https://codecamp.jp/>, 2020年9月30日参照.
- [2] Progate,
<https://prog-8.com/>, 2020年9月30日参照.
- [3] AIZU Online Judge,
<http://judge.u-aizu.ac.jp/onlinejudge/>,
2020年9月30日参照.
- [4] AtCoder,
<https://atcoder.jp/>, 2020年9月30日参照.
- [5] CodeForces,
<http://codeforces.com/>, 2020年9月30日参照.
- [6] Google Colaboratory,
<https://colab.research.google.com/notebooks/welcome.ipynb?hl=ja>, 2020年9月30日参照.

Python競技プログラミングサイトの設計と開発

尾有 栄光 平塚 太一 松本 貴裕 高見 友幸

大阪電気通信大学 総合情報学部

キーワード：競技プログラミング，学習用Webサイト，Python

1. はじめに

1.1 背景

現在，自身のプログラミングスキルの証明や高度なIT人材を採用する手段として，競技プログラミングが活用されている．競技プログラミングとは，与えられた課題を解くプログラムをいかに素早くかつ正確に作成するかを競うものである．

国内の代表的な競技プログラミングサイトとして，AtCoder[1]やyukicoder[2]などがある．

AtCoderは国内最大級のプログラミングサイトであり，毎週，定期的にコンテストを開催している．また，初心者向けと上級者向けのコンテストがそれぞれあり，自分のレベルに合ったコンテストに参加することができる．

yukicoderは競技プログラミングの練習を目的として運営されているサイトである．競技よりも学習に重点を置いた競技サイトとなっているため，ユーザー側が競技の問題を出題することもできる．

1.2 目的

競技プログラミングはプログラミングを駆使して競い合うため，自身のプログラミングスキルの向上に繋がるものである．よって，競技を通して自身の不足している知識を発見し，学習した後，再度挑戦するというサイクルは，当然のように思われる．しかし，既存の競技プログラミングサイトでは，競技のみで完結している．そこで，競技サイトと学

習サイトが連携することで，競技で得た情報を学習サイトで活用し，学習で得た情報を競技サイトで活用することができるのではないかと考えた．本研究では，競技と学習の間で相互作用を引き起こす競技プログラミングサイトを提案する．

1.3 関連研究

本研究のように，競技サイトと学習サイトが連携した一つのコンテンツを開発した研究は，現状存在しないが，中村ら[3]のWOJや上野ら[4]のCLECなど，Webシステムを用いてプログラミング環境の支援システムを開発した事例は多数存在する．しかし，これらのシステムは，競技プログラミングとの関連性は無く，あくまで授業の支援を目的として設計されたシステムである．

2. Pythonについて

Pythonとは，C言語などと比較して簡潔で分かりやすい文法が特徴的なプログラミング言語の一つである．近年，特に機械学習といった分野では必須とされる言語であり，競技プログラミングにも使用されている．また，世界的に大変人気のある言語でもある[5]．よって，有用性という観点から，本研究ではPythonの競技プログラミングサイトの設計と開発を行う．

3. システムの設計

3.1 システムの設計について

相互作用する例として、例えば競技サイトで初心者向けの問題を作成する際に、学習サイトの正答率などを参照することで、より適切な難易度の問題を作成できるだろう。また、学習サイトの解答時間を参照することで、競技の時間設定をより適切なものにできるだろう。

最終目標は、競技と学習が相互作用する一つのコンテンツ(図1)を完成させることであるが、本研究では、学習サイトの完成を目指した。

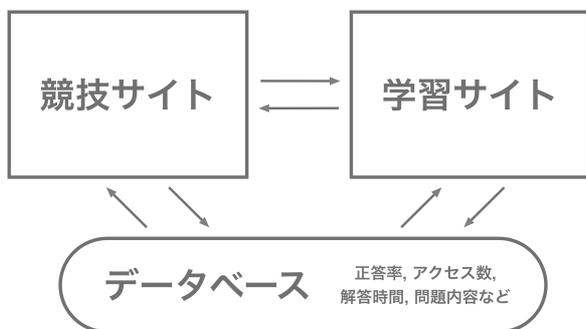


図1. システムの構成図.

3.2 開発環境

Webサイトの開発は、サイトのデザインやUIなどの見た目に関するフロントエンドと、データ処理やURLのルーティングを担当するバックエンドに分けられる。それぞれの開発環境について説明する。

3.2.1 フロントエンド

使用する言語はHTML, CSS, JavaScriptである。HTMLとCSSを用いてWebページにおけるデザインやUIを設計する。また、JavaScriptを用いてWeb上のボタンのクリックやスクロールなどのイベントに応じて処理を動的に変更する。このような開発手法は、Web開発においてはデファクトスタンダードであるため、本研究でも採用した。

3.2.2 バックエンド

使用する言語はPythonである。Web上で扱うデータを保持するデータベースは、Pythonに標準搭載で、別途サーバーを用意する必要がなく、扱いやすい、という理由でSQLite3を使用した。また、効率的に開発を行うために、FlaskというWeb開発フレームワークを使用した。Djangoという似たようなフレームワークも存在するが、Flaskの方が軽量で動作が軽いので、こちらを採用した。

3.3 システムの設計と開発

3.3.1 システムの設計

主にChecki0[6]という既存のPython学習サイトを参考にして、システムの設計を行った。機能ごとに分割すると、ユーザー管理機能、学習機能、質問機能の3つの機能に大別される(図2)。それぞれの機能について解説する。

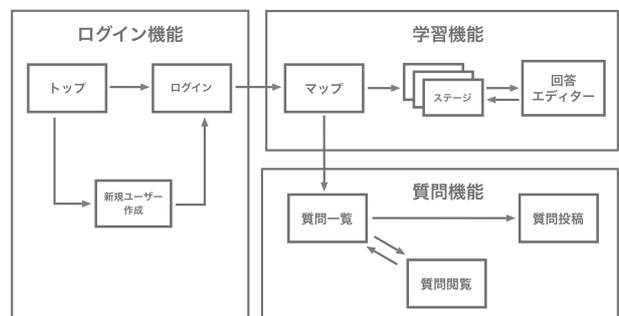


図2. 学習サイトの状態遷移図.

3.3.2 ユーザー管理機能

ユーザー情報の管理を目的として設計した機能である。主にログイン処理を担当している。ログイン処理とは、ユーザーIDで個々のユーザーを識別し、パスワードでユーザーが本人であることを認証する仕組みである。また、同時にセッションIDという値を生成することで、ユーザーの状態を保持する役割も担う。

3.3.3 学習機能

ユーザーの学習を目的として設計した機能である。マップ(図2)で問題の種類ごとにステージという単位で分割されたものを選択できるようになっており、ユーザーはその中から自身が学習したい分野を選択する。次に、ユーザーはステージで問題を選択し、回答エディターで関数内に回答を入力する(図3)。その関数(関数名は問題に沿った名称)の出力値とデータベースにある回答値を照合することで正否を判定する仕組みになっている。



図3. 回答エディター。

3.3.4 質問機能

ユーザーが学習する上で解決できない課題や、Pythonについての疑問を解消することを目的として設計した機能である。質問を投稿することで、質問一覧に掲示板のように表示される。質問をクリックすることで、質問閲覧ページに移り、質問を閲覧できる。質問閲覧ページ内にその質問に対する回答を投稿できる機能があり、他のユーザーが任意で回答できるシステムとなっている。

3.3.5 その他の機能

学習の結果を競技に反映するために、ユーザーのデータを管理する必要がある。そのため、前述の3つの機能の他にも、問題作成機能とデータ管理機能をそれぞれ実装した。これらは、管理者側の機能であるため、ユーザーは参照できない仕組みと

なっている。

4. 回答エディターの実装

4.1 エディターの実装

ブラウザ上で動作するオープンソースのエディターで、CDNという技術を用いてWebサイト上にエディターを組み込むことができる。本研究では、このエディターを用いてエディター機能を実装した。

回答エディターには、出力の結果を確認する「実行ボタン」と実行時の出力値と解答の値が一致するか判定する「解答ボタン」がある(図3)。それぞれの機能について解説する。

4.2 実行処理

実行ボタンを押すことで、ユーザーのコードがuser.pyファイルに保存される。この際に、他のユーザーと競合が発生しないように、Pythonのfcntlモジュールで排他制御を行う。次に、Pythonのsubprocessモジュールで別プロセスとしてuser.pyを実行する。最後に、その出力結果をhtmlファイルに出力することで実行処理を実現している。

4.3 解答処理

解答ボタンを押すことで、htmlファイルのform要素の宛先を変更し、回答とは別のプロセスとして受け付ける。次にユーザーのコードがuser.pyファイルに保存される。そして、データベースから該当する問題の回答値を取得し、Pythonのassert構文を利用して正否を判定するassert文を生成する。最後に、Pythonの組み込み関数のexec()でそれらのassert文を順次実行し、その出力結果をhtmlファイルに出力することで解答処理を実現している。

5. 今後の課題

例えば、特定のファイルを参照することが、課題

の条件としてある場合、現状ファイルを扱う機能が無い場合、そのようなファイル操作に関連する問題は実装できない。そのため、ユーザーがファイルを参照する仕組みや、問題で扱うファイルそのものを管理者が実装できる仕組みが必要である。

また、前述の通り、質問閲覧ページでは他のユーザーが任意に回答できる仕組みとなっている。しかし、回答者にメリットが無い場合、十分な回答が得られない可能性がある。また、回答を他のユーザーに全て任せてしまっているため、質問がいつまで経っても回答されない可能性がある。そのため、例えばゲーミフィケーションを取り入れるなど、質問への回答を促す仕組みを導入する必要があると考えられる。

6. おわりに

本研究では、競技サイトと連携する学習サイトの開発を行った。ユーザーが問題を選択し、回答できるため、学習サイトとしては成り立っているが、前述のような問題があるため、引き続き学習サイトの開発を行う必要があるだろう。また、システム的设计で触れなかったが、運用するにあたっては、どのようにコンテンツをリリースしていくのかも検討していかなければならない。AWSのようなクラウド上に実装する場合でも、プラットフォームサービスを利用するのか、サーバーから構築していくのかで、実装方法は異なってくるからである。実装した後も、どのようにユーザーの情報を分析し、競技に反映していくのかについても考えていかなければならない。

実際にリリースして運用することで、少しでもユーザーが競技プログラミングで活躍できるようになることを期待する。

参考文献

- [1]「AtCoder」
<https://atcoder.jp>, (参照2020年9月24日).
- [2]「yukicoder」
<https://yukicoder.me>, (参照2020年9月24日).
- [3]中村慎司, 笈捷彦, “プログラミング授業システムWOJの開発”, 情報処理学会第77回全国大会, Vol 4, 939-940, 2015.
- [4]上野大貴, 紫合治, “プログラミング学習環境のクラウド化とリモートペアプログラミング”, 情報処理学会第76回全国大会, Vol14, 553-554, 2014.
- [5]「The Top Programming Languages 2019-IEEE Spectrum」, <https://spectrum.ieee.org/computing/software/the-top-programming-languages-2019> (参照2020年9月19日).
- [6]「CheckiO」
<https://py.checkio.org>, (参照2020年9月24日).

学会の発表プログラム作成に関する一考察

次郎丸 沢

株式会社カンファレンスサービス

キーワード：学会 発表プログラム

1 はじめに

各学会では学会発表の際に、発表申込締切後に発表プログラムを作成する。多くの学会では Excel を使用しているが、Excel を使用すると大会プログラムのリリースや予稿集編集との連携を密に取ることが難しく、学会運営上において人的コストを抑えることが難しい一因となっている。

そこで本稿では現在の発表プログラム作成に関する現状を調べ、解決法を探る。

2 発表プログラム作成

2.1 使用ソフト

筆者が担当した学会の内、使用ソフトを確認できた 51 のケースのうち 50 のケースで Excel を使用しており、1 件は Easy chair Professional を使用していた。なお、51 のケースの参加者は最大で 500 名であり、Excel を利用している 50 のケースの中には各発表をカード式の紙媒体に印刷して Excel でのプログラム編成が正しいかどうかを確認するために併用した事例を 1 件確認した。

2.2 Excel を使用するメリット

なぜ Excel を使用するのかについて、3 名の担当者にインタビューを行ったところ、①複雑なスクリーミングが比較的楽に出来る②参加国や参加構成など複雑な条件を加味しながらある程度アナログで編成したい③Excel で作成したものをそのまま印刷物として利用する④代替案が無い、等の意見が出た。

2.3 Web アプリの使用頻度が低い理由

Easy chair Professional 等、Web 上でプログラムを作成する方法もあるが、2.1.の調査結果より少なくとも中小規模の学会に普及しているとは言えない。その理由についても 3 名の担当者にインタビ

ューを行ったところ、①複雑なスクリーミングが出来ない②並列会場の数が途中で変わるなど、イレギュラな対応が Web アプリでは難しい③存在を知らなかった、等の回答があった。

3 Web アプリによる解決法

Web アプリには 2.3 で挙げたような問題があるものの、Excel ではコピーミスなどのヒューマンエラーを完全に排除することが難しい。そこで筆者が考える Web アプリによる解決法を発表時に提案する。

4 おわりに

学会には前例を踏襲し、継続性を重視する傾向がある[1]。その部分をいかに乗り越えるかについては今後の課題である。

参考文献

- [1] 宮田洋輔, et al. 研究集会における学会発表の形式とアクセス. 日本図書館情報学会誌, 2017, 63.2: 109-118.

画像処理を用いたバーチャル免疫染色

田中敏幸 高橋良輔
慶應義塾大学 理工学研究科

キーワード：画像処理, バーチャル免疫染色

1 はじめに

手術や検査によって採取された検体に対して、病理医が診断を行う際に、染色が行われる。必ず行われる染色として、HE (Hematoxylin Eosin) 染色がある。染色されていない検体はコントラストが低く診断が難しいが、HE 染色することにより検体全体が赤紫色、細胞核が黒くなり、組織全体の構造や細胞核の形状が見やすくなる。HE 染色された画像によって癌・非癌の判定は容易にできるが、がんのその後の治療を決定するためのタイプの判別のため、免疫染色を行うことがある。

近年の医療技術では、HE 染色を行った検体を一度洗浄して、同じ検体に免疫染色を施すことも可能にはなっているが、完全な洗浄が難しいこと、洗浄して乾燥させ免疫染色を行うという過程で多くの時間を費やすこと、それぞれの過程で多額の費用が掛かることなどから、現実には行われていない。実際には、HE 染色を行った検体に隣接するスライス画像に対して免疫染色が行われている。

癌のタイプを調べる時、1 種類の免疫染色で一つのたんぱく質の発現を見ることになるが、タイプの特定に複数回の免疫染色が必要な場合がある。その際に隣接スライスを一つずつ消費することになり、費用面だけでなく検体の消費も現場での大きな問題となっている。

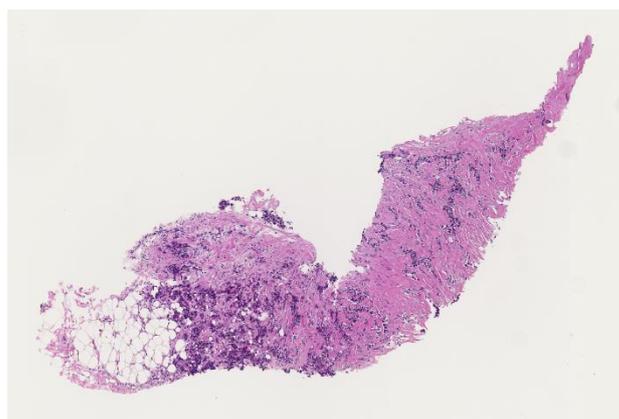
近年考えられているのが、画像処理を用いたバーチャル免疫染色である。HE 染色した検体に対して、画像処理により免疫染色画像を作ってしまうという発想である。しかし、病理医でも HE 染色のどの部分がどのように染色されるのかはわかっていない。そこで本研究では、HE 染色画像と免疫染色画像を利用して機械学習を行い、HE 染色画像から自動的に免疫染色画像を出力するシステ

ムを構築することを目的とする。

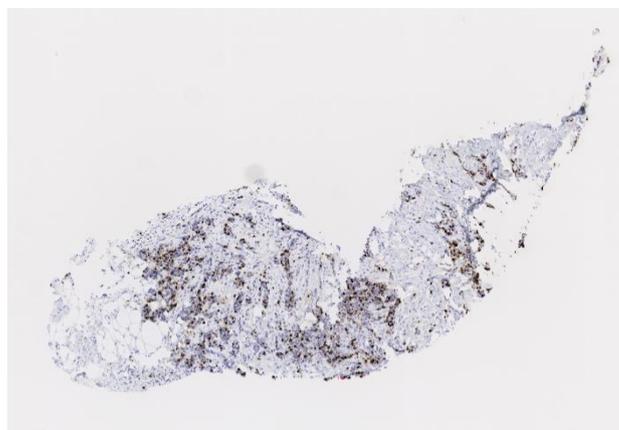
2 方法

2.1 利用する画像

本研究で利用する HE 染色画像と免疫染色画像の例を Fig. 1 に示す。



(a) HE 染色画像



(b) 免疫染色画像

Fig. 1 乳がんに対する HE 染色画像と隣接する検体スライスの免疫染色画像

2.2 処理の流れ

Fig. 1 の HE 染色画像を画像処理することによって免疫染色画像を作る際、原画像の各ピクセルの色を変換することになる。その時の変換ルールをどのようにするかが大きな問題となる。医師が知見を持っている場合は、その知見に合わせたルール構築をすることになるが、免疫染色した結果がどのようになるかの知見を持っている医師はいない。本研究では、HE 染色画像と免疫染色画像を CNN (Convolutional Neural Network) によって学習させることにより、HE 染色画像を免疫染色画像に変換する。CNN の学習結果そのものが画像変換の知見ということになる。

本研究での一つの課題として、HE 染色画像と免疫染色画像の位置合わせということがある。両方とも同じ患者の同一検体から得られた画像ではあるが、異なるスライスを染色したものなので、写真中の対象物の位置だけでなく、形状も微妙に異なっている。Fig. 1 の二つの画像を重ね合わせたものを Fig. 2 に示す。見てわかるとおり、完全に位置がずれている。形状の若干の違いもあるため、ここでは医用画像解析で用いられる、相互情報量を用いた位置合わせを行うことにする。

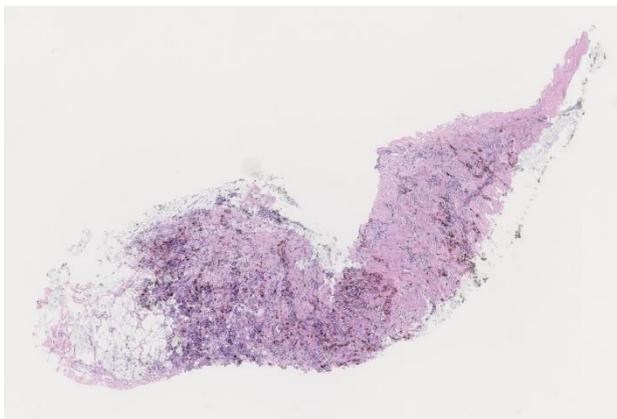


Fig.2 Fig. 1(a)(b)を重ね合わせた画像

相互情報量を基準としたアフィン変換[1]を用いて、Fig. 1(a)(b)の位置合わせを行い、二つの画像を重ね合わせたものを Fig. 3 に示す。Fig. 2 に比べて、明らかにずれが少なくなっているのがわかる。

Fig. 3 示されている HE 染色画像と免疫染色画像の各画素値における値を学習データとして、

CNN で学習を行う。新しい画像を入力することにより、バーチャル免疫染色の結果が出力される。



Fig. 3 相互情報量を用いたアフィン変換により画像の位置合わせを行い、重ね合わせた画像

3 現状と今後の方針

現在、CNN によって学習を行い、結果を求めているところであるが、大きな問題が見つかった。Fig. 3 の小領域を学習に用いて、出力させた結果の例を Fig. 4 に示す。Fig. 4 の 1 行目は HE 染色画像、2 行目は学習後の出力画像、3 行目は免疫染色画像。1 行目と 3 行目が学習データとなっている。

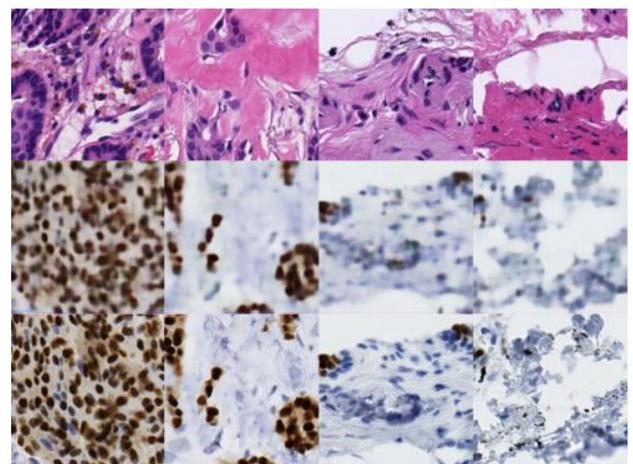


Fig. 4 バーチャル染色画像。1 行目は HE 染色画像、2 行目は学習後の出力画像、3 行目は免疫染色画像。1 行目と 3 行目が学習データとなる。

まず、この段階で学習後の出力が鮮明でなく、ボケが生じていることがわかる。Fig. 4 は学習デー

タであるので、テストデータで検証を行ったところ、免疫染色画像とは全く異なった画像が出力された。

この結果を検証したところ、CNNによるバーチャル免疫染色では、HE染色と免疫染色の画素位置が厳密に一致している必要があるが、もともとが隣接スライスから得られている画像なので、マクロな位置のずれでなく、ミクロなずれや形状変化も起きている。その影響のため、十分な結果が得られていないことが分かった。Fig. 4を見ても、HE染色画像と免疫染色画像が同じスライスに対して染色したようには見えない。

今後の方針として、ミクロな位置も含めた画像の位置合わせの手法を検討していく。アフィン変換だけでなく、ピクセル単位のシフトも必要になるので、方法論的な検討が必要である。また、このようなミクロな位置合わせが必要になるのは、CNNを使う場合の欠点と考えられるので、CNNを使わない解析手法を考えることも重要である。

4 おわりに

本稿では、最近話題になっているバーチャル免疫染色の紹介と、研究室で行っている研究の現状と明らかになってきた問題点について説明を行った。バーチャル免疫染色自体は非常に大きな期待があるが、最近の検討から、画像のミクロな位置合わせだけでも大きなコントリビューションになることが分かった。

参考文献

- [1] 篠原広行, 伊藤猛, 橋本雄幸, 「医用画像位置合わせの基礎書名」, 医療科学社, 2011年

東京都のリサイクル分野における官民協働のSDGs 的評価モデルの構築

張冰 後藤真太郎

立正大学大学院 地球環境科学研究科

キーワード：SDGs, リサイクル, LCA

1. はじめに

SDGs（持続可能な開発目標）とは、2016年から2030年までの国際目標で、人間の尊厳を奪う貧困へのグローバルな取り組みとして開発目標（MDGs）の後継となって、持続可能な世界を実現するための17のゴール、169のターゲットから構成され、地球上の「誰一人として取り残さない（leave no one behind）」ことを誓っている。発展途上国のみならず、先進国自身が取り組む普遍的なものであり、2015年以降、193の加盟国も積極的に取り組んでいて、状況がそれぞれ異なることが示された。日本としても積極的に取り組んでいる。しかし、多くの国家がまだ浸透しておらず、地域の評価を行うと検討を行うのが必要である。日本が発表しているプラスチックごみのリサイクル率は84%とされているのだが、「世界基準のリサイクル」に照らし合わせると、実はたったの23%しかリサイクルが出来ていない。また、20年で捨て場がなくなるごみの埋め立て問題、50年で石油がなくなる資源の枯渇問題、止まらない地球温暖化問題などの原因で、強制的にリサイクルをするべき、日本にはまだ大きな改善の余地がある。SDGsのリサイクルの分野を参考し、日本風土に合ったリサイクル活動を通じて、リサイクル率も上昇することができる。

本研究では、東京都におけるリサイクル問題についてSDGsのモデルを構築され、地域環境への影響を評価することを目的とする。

2. リサイクルの課題対策におけるSDGs 的構造

東京都におけるリサイクル問題については、スチール缶を対象をとして調査を行う。SDGsの

進捗における日本の位置の評価に関する調査の成果を踏まえごみのリサイクルに着目し、SDGsが進展することで環境への影響につき、LCAの考え方にに基づき、CO₂削減量にて評価する。

まず、リサイクル問題を改善するためには、12のゴールである「つくる責任つかう責任」のみを解決するだけでなく、SDGsの17のゴールの中に、課題を引き起こしている障壁、考えられる原因、関連する出来事などを書いて、分析してSDGsのネットワークを作る。A～Dは行政セクター、行政の視点からどうやってCO₂排出量を削減することができるということを考えられている。リサイクル推進、リサイクル工場増加、CO₂排出量減少とエネルギー消費量減少を構成される。①～④は市民セクター、市民の視点から行政視点と同じ問題を考えられる。開始の出来事もリサイクル推進で、リサイクル教育強化、市民のパートナーシップによるごみ分別とまちづくりによる活性化を構成される。行政と市民の視点を合わせて、リサイクル問題を具体化になって、もっと改善されると思う。

具体的には図1を示す。市民セクターの方面、CO₂排出量を減少するために、リサイクル率を上昇することが必要である。リサイクル推進したら、リサイクル教育は強化し、モラル・ゴミ分別率は上昇することができて、CO₂排出量を減少し、そして環境負荷も低減し、状態が改善されている。行政セクターの方面はリサイクル推進を開始し、リサイクル工場の数を増加し、ごみのリサイクル率も上昇し、CO₂排出量・エネルギー消費量を減少し、環境負荷も低減し、状態が改善されている。SDGs 的構造（ネットワーク）を参考すると東京都においてデータを収集して、LCA（Life Cycle Assessment）評価方法を通じてCO₂の削減量が計算することができる。

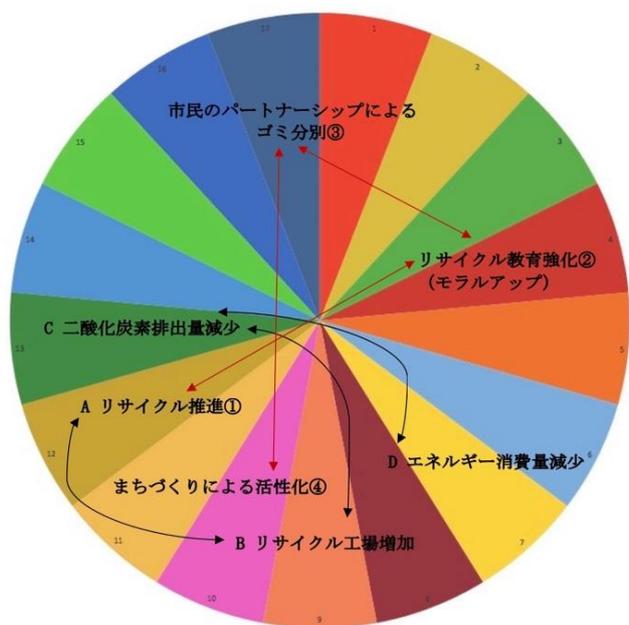


図1 リサイクルの課題対策におけるSDGs的構造
3. 東京都のリサイクル対策におけるSDGs的評価

まず、東京都のリサイクル対策におけるSDGs的構造の市民セクター・行政セクターに関してデータ(総務省「社会生活基本調査」・内閣府「NPOホームページ」・経済産業省「温室効果ガス排出量の集計結果」)を収集して、スチール缶リサイクル率とボランティア活動年間行動者数・NPO団体数・CO₂排出量につき回帰分析を行い、SDGsによる活動が機能した場合の効果をLCA(Life Cycle Assessment)によりCO₂排出量で評価するモデルを構築する。

3-1GOAL17 パートナーシップによるごみ分別の効果

図2で示したように、回帰分析の結果を式(1)に示す。

$$y = 0.0003x + 84.822 \quad (t \text{ 値}=4.668) \quad \dots \dots (1)$$

ここに、X: ボランティア活動年間行動者数(人)を表し、Y: スチール缶リサイクル率(%)を表す。

これにより、GOAL17により市民のパートナーシップの活性化がリサイクル率に及ぼす効果は

ボランティア活動年間行動者 1000 人の増加に伴い 0.3%上昇すると評価される。

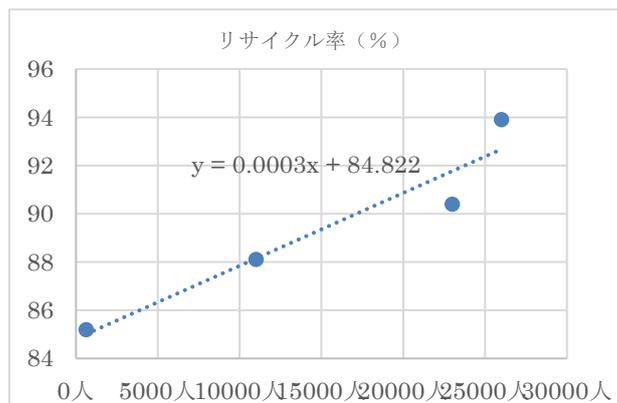


図2 ボランティア活動年間行動者数とリサイクル率の関係

3-2GOAL11 まちづくりによる活性化の効果

図3で示したように、回帰分析の結果を式(2)に示す。

$$y = 0.0034x + 90.215 \quad (t \text{ 値}=2.155) \quad \dots \dots (2)$$

ここに、X: NPO 団体数(件)を表し、Y: スチール缶リサイクル率(%)を表す。

これにより、GOAL11によるNPO 団体数が増加してまちづくりの活性化がリサイクル率に及ぼす効果はNPO 団体が100 件増加するにあたり0.3%で増加すると評価できる。

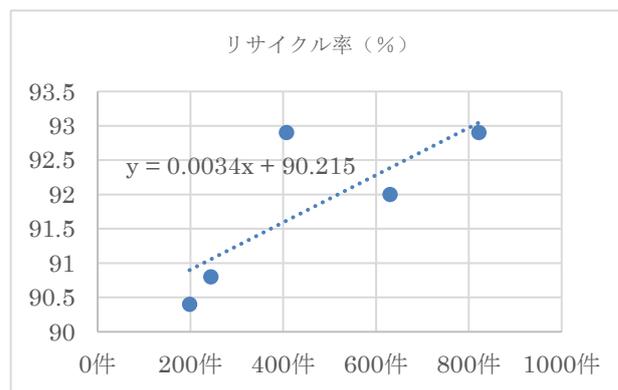


図3 NPO 団体数とリサイクル率の関係

3-3 GOAL 7 CO₂排出量減少

図4で示したように、回帰分析の結果を式(3)に示す。

$$y = -0.0042x + 115.91$$

$$(t \text{ 値} = -0.515) \quad \dots \dots (3)$$

ここに、X：CO₂排出量（万 t）を表し、Y：スチール缶リサイクル率（%）を表す。

リサイクル率は 0.4%が増加する事により、CO₂排出量を 100 万 t 減少するものと予測される。

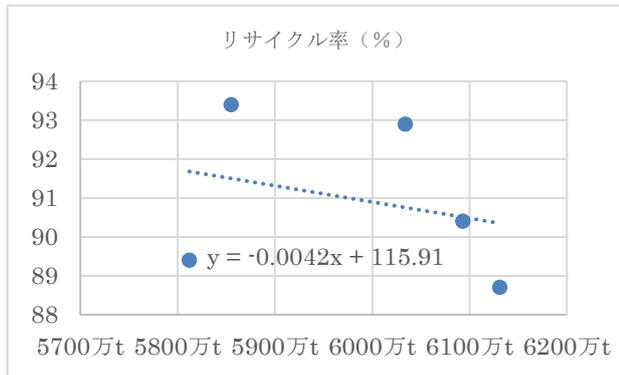


図4 CO₂排出量とリサイクル率の関係

4. LCAによる官民協働のSDGs的評価

ライフサイクル・アセスメントとは、商品やサービスの原料調達から、廃棄・リサイクルに至るまでのライフサイクル全体を通しての環境負荷を定量的に算定する手法である。

スチール缶2ピース全くリサイクルせずに廃棄した場合のCO₂排出量は0.146kg。スチール缶2ピースをリサイクル率100%でマテリアルリサイクルした場合のCO₂排出量は0.096。そして、スチール缶2ピースのCO₂排出量削減効果は0.146-0.096=0.050kg（平成16年容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業報告書）。この原単位を用い、リサイクル率が上昇することが可能で、5年・10年・20年後SDGs活動をして家族レベル・区レベル・国レベルのスチール缶のCO₂削減量が予測できる。

例えば、GOAL17によりリサイクル率が向上すると75万tのCO₂が削減できると評価できる。

5. おわりに

環境問題がますます厳しくなるにつれて、どのようにもっと良く環境悪化を防止し、適時に相応の措置を取ることができて、環境悪化速度をより正確に予測し、それに応じた環境改善効

果が重要となる。SDGs視点からリサイクル問題を代表をとらえ、SDGsモデルを構築した。官民協働とリサイクル率の関係評価については公開されているデータの制限もあり統計的に有意な結果を求める事は困難であるが、SDGsの効果測定の手法として現在の定性的な手法と比べて有用な方法であると考え、説得力のある手法として展開していきたい。

参考文献

- [1] 筧裕介 (2019) : 持続可能な地域の作り方, 英治出版, 166-177.
- [2] UN (2019) : Sustainable development report 2019, 54-55&150-300
- [3] 環境省 (2018) : 3Rエコポイント, 121-123
- [4] 自治体SDGs指標検討委員会 (2018) : 私たちのまちにとってのSDGs - 進捗管理のための指標リスト-, IBC 一般社団法人建築環境・省エネルギー機構
- [5] 平成16年容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業報告書『資料編』
- [6] 高須幸雄・NPO法人「人間の安全保障」フォーラム『SDGsと日本』全国データ, 258-262
- [7] 総務省「社会生活基本調査」
- [8] 内閣府「NPOホームページ」
- [9] 経済産業省「温室効果ガス排出量の集計結果」

対応のある t 検定はなぜ使われにくいのか

鈴木 治郎 *¹

*¹ 信州大学 全学教育機構

*¹szkjiro@shinshu-u.ac.jp

キーワード データサイエンス教育, 統計的検定, 統計学の誤用

1 はじめに

2 群の平均値の差の検定に使われる t 検定は, 検定手法の中ではおそらく, もっともよく使われるものの一つであろう. この t 検定を統計解析ソフトで処理しようとする場合, メニュー型であろうとなかろうと「対応のある/ない」の選択を指定する形になっているのがふつうである.

たとえば表計算ソフト Excel に用意されている分析ツールで t 検定を選択した場合, 選択肢は次の通りである.

- 一对の標本による平均の検定
- 等分散を仮定した 2 標本による検定
- 分散が等しくないと仮定した 2 標本による検定

あるいは R の t 検定関数 `t.test` であれば Welch の t 検定が適用され, この関数のオプションとして

`paired=TRUE/FALSE`

の指定を行う. TRUE 指定が対応のある t 検定の指定であり, FALSE は対応のない場合である. 省略時デフォルトは FALSE 指定に同じである.

この t 検定であるが, 2 群の平均比較のレポート (学術論文でも) において, 「運動前と後の被験者への効果」のような, 各メンバーに関して明らかに対応のある場合でも, 次節に示すような「対応のない t 検定」を適用している事例を少なからず目にする. 以下ではこの問題を取りあげて議論したい.

2 サンプルデータと分析例

説明のためのサンプルデータを次により与える (Table 1 参照). $y = x + r$, ただし r は一様乱数 $0 \leq r < 1$ であり, 小数点以下第 2 位までで四捨五入したものを用意した. 平均値は

$$\bar{x} = 12.0, \quad \bar{y} = 12.68, \quad \overline{x - y} = \bar{x} - \bar{y} = -0.68$$

である.

サンプルデータのモデル $y = x + r$ は, 同じ集団において, 集団内の各個体に関する計測値に変化があり, その変化を分析する設定のつもりである.

Table 1 サンプルデータ

変数	1	2	3	4	5
x	10	11	12	13	14
y	10.7	11.2	12.6	13.9	15.0

2 群の平均値の比較では, 次図のようなグラフに表すことが多い.

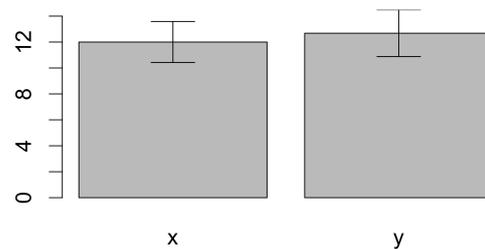


Fig.1 2 群の平均値の比較グラフ

このサンプルデータに対して R の t 検定関数 `t.test` を適用すると, 出力 (p 値) は次の通りとなる.

Table 2 サンプルデータに対する t 検定結果

paired 指定	p 値
TRUE	0.0081
FALSE	0.5439

ここで与えたサンプルデータは, x と y との変化, すなわち差 $x - y$ の平均値が 0 とみなせるかどうかを検討の対象になるべきである. だから分析対象とすべきは, 次表にあげた $x - y$ とすべきである.

Table 3 サンプルデータの本質は差 $x - y$ である

変数	1	2	3	4	5	平均
x	10	11	12	13	14	12.00
y	10.7	11.2	12.6	13.9	15.0	12.68
$x - y$	-0.7	-0.2	-0.6	-0.9	-1.0	-0.68

3 統計学の教科書では

「対応のない t 検定」に関する教科書の記述では、数学的な表現を伴う場合

2つの群が独立であるとき検定統計量は...

と条件に書いてあることがふつうである [1]. 前節の例における 2 群 x と y は、明らかに独立でない.

なぜ 2 群の独立を仮定した解析方法の適用が行われるのであろうか.

3.1 実利的な記述例

統計解析にコンピュータ利用が当然のこととなった今日、実利的な側面から解説がなされることは珍しくない. たとえば嶋田 [2] では、「対応のない t 検定」による処理を説明した後に、

... 有意な結果にはならなかった. ... 似た被験者を組みにして差を取る「対応のある t 検定」で分析をするとどうなるだろうか? その結果、有意な差が得られた.

と解説する例題を紹介している.

コンピュータ利用の統計解析が手軽に行えるようになって以降、一部の利用者にみられる「いくつもの統計解析手法を実施した中で、有意な差を得たものを採用する」という嘆かわしい愚行を試すことが、この記述であれば促されると受け取る人もいるであろう.

分析方法の選択は、考察すべき統計モデルを利用者がどう判断するかにもとづくべきである. 前節のサンプルデータで「対応のない t 検定」を採用した場合、モデルの x と y は独立ではないため、方法の誤用になる.

もちろん、2 群の集団の平均の差を t 検定で確かめた状況の多くは、2 群が独立かどうかわからないから独立を仮定して検討するわけである. しかし、ここで問題にしている誤用とは、適当な処理の前後の平均値の比較問題であり、**2 群が独立ではありえない状況**を扱っていることに注意したい.

なぜ誤用が起こるのだろうか.

3.2 教科書のスタイル

一つには、ハウツー型の教科書が、各方法を採用するための数学的条件の説明を避けがちだという状況がある.

もう一つの理由は、正規分布の利用にもとづく平均値の点推定から進める標準的展開において、平均値の差の

検定が紹介されるとき、「対応のある t 検定」は 1 標本の平均の検定の問題として先にとりあげることになる. もう一方の「対応のない t 検定」は 2 標本の平均値の差の検定でとりあげる [1]. このために、両者の検定を統合的な視点で眺める機会を持たないまま教科書を終える展開のよくあることも問題背景の一つであろう.

4 分散分析として考える

ここで論じてきた t 検定は、線形モデルであり、分散分析 (ANOVA) の枠組みで捉えることができる. そして

- 対応のない t 検定 = 繰り返しのある 1 元配置分散分析
- 対応のある t 検定 = 繰り返しのない 2 元配置分散分析

に同等である. このことに言及している統計学入門の教科書もある [3].

4.1 計算例による確認

次表は 2 節で扱ったサンプルデータを「繰り返しのある 1 元分散分析」として分析して得た分散分析表である. 先にあげた「対応のない t 検定」の p 値 0.5439 は、この値と小数点以下 3 桁まで一致している.

Table 4 繰り返しのある 1 元配置分散分析

項目	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
集団間	1	1.156	1.1560	0.4023	0.5436
集団内	8	22.988	2.8735		

次表は 2 節で扱ったサンプルデータを「繰り返しのない 2 元分散分析」として分析して得た分散分析表である. 先にあげた「対応のある t 検定」の p 値 0.0081 は、この値と小数点以下 4 桁まで一致している.

Table 5 繰り返しのない 2 元配置分散分析

項目	自由度	平方和	平均平方	F 値	p 値
集団間	1	1.156	1.1560	23.835	0.0081482
個体間	4	22.794	5.6985	117.495	0.0002125
誤差	4	0.194	0.0485		

コンピュータ利用が手軽となった現在、分散分析の枠組みの中で平均値の差をみるという考え方から、適切なモデルを考えること、そして群数が 2 に限って「平均の差をみる t 検定という手法」でも、同じ結果を得るが分析可能である、とするのも一つの見方ではないか.

4.2 数式上の確認

対応のある／ない t 検定と分散分析の関係の概略を以下に示す。

4.2.1 対応のない t 検定

対応のない t 検定に関しては、標本の大きさが n に等しい 2 集団の平均を \bar{x}_i 、分散を s_i^2 , $i = 1, 2$ とするとき、検定統計量 t は

$$t = \frac{\sqrt{n}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{s_1^2 + s_2^2}}$$

と表せる。

一方で、繰り返しのある 1 元配置分散分析において分散の比は、各繰り返し数 n が一定のもとで、全体平均は

$$\bar{x} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2}{2}$$

であり、これと各平均 \bar{x}_i との差が

$$|\bar{x}_i - \bar{x}| = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{2}$$

であることに注意すれば、2 つの分散

$$n((\bar{x}_1 - \bar{x})^2 + (\bar{x}_2 - \bar{x})^2) = \frac{n}{2}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2$$

および

$$\frac{s_1^2 + s_2^2}{2}$$

の比であるから、

$$\text{分散比} = \frac{n(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2}{s_1^2 + s_2^2} = t^2$$

である。これが前節の数表 (Table 4) の集団間の検定統計量および p 値を与えている。前節で p 値が十分に近いことに注意したが、その違いは、検定統計量に対応する確率を t 分布から得るか、 F 分布から得るかの違いに応じた数値計算に属するものである。

4.2.2 対応のある t 検定

対応のある t 検定に関しては、標本の大きさが n に等しい 2 集団 $\{x_{i1}\}, \{x_{i2}\}$ の平均は上の通り \bar{x}_1, \bar{x}_2 とし、分散は

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{i1} - x_{i2})^2$$

であるから、

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{i1} - x_{i2})$$

に注意すれば、検定統計量 t は

$$t = \frac{\sqrt{n}(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{s^2}}$$

と表せる。

一方で、繰り返しのある 1 元配置分散分析における、前節 Table 5 の集団間の検定統計量は各個体ごとの分散の合計

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{i1} - x_{i2})^2$$

を自由度で除したものであり、対応のない t 検定と同じく $t^2 = F$ という関係を得る。

5 おわりに

ここでは、明らかに独立でない 2 群の平均の差の検定に「対応のない t 検定」が使われることをよく見かける状況を取りあげ、その背景を考察してきた。それは、データサイエンス教育の重要性が高まってきた今日において、統計学教育として何から学習すべきかという枠組みを設定するための、重要な問題を提起していると考えられる。

今後、多くの分析では、統計解析のオペレーションを支援する人工知能の発達に伴って、ブラックボックス化が進行するだろうことは容易に想像できる。その際に人間が判断すべき根拠を明確に意識することは必要である。

ここでとりあげた問題は、人間が統計学の誤用をしないために欠かせない問題を提起していると考えられる。今後の研究の発展としては

- メタアナリシスあるいはインタビューの手法により、適当な領域の研究論文において、ここでとりあげた誤用の実態を明らかにすること
- 大学初年次学生などを対象とした統計学教育カリキュラムを設計すること
- 上で設計したカリキュラムを実践し、誤用の問題への気づきが高まるのか検証すること

などを考えたい。

参考文献

- [1] 東京大学教養学部統計学教室, 「統計学入門」, 東京大学出版会, 1991
- [2] 嶋田正和他, 「R で学ぶ統計学入門」, 東京化学同人, 2017
- [3] ホーエル, 「初等統計学第 4 版」, 培風館, 1981

民事裁判における ICT 適用の課題と対策

～3つのeの実現とAI裁判の可能性～

Issues and Countermeasures for Applying ICT in Civil Courts

～ Realization of 3 e and Possibility of AI trial ～

大畑 行世 木川 裕
Kosei Ohata, Yutaka Kigawa
日本大学 法学部
College of Law , Nihon University

キーワード：民事裁判，3つのe，AI裁判

1 はじめに

司法へのICT適用とは、裁判手続きにICTを適用し、裁判の簡略化と迅速化を促すことである。裁判へのICT適用については最高裁判所の司法制度改革審議会の意見書¹（平成14年3月）の中の裁判所へのアクセスの拡充において「裁判所の訴訟手続，事務処理，情報提供，などの各側面での情報通信技術の積極的導入を推進する計画を策定・公表するための所要の措置を講ずる。」として現在まで進められており、令和2年の2月より最初の段階として争点整理におけるweb会議が導入された²。

本稿では、私たちに身近な民事裁判の手続きに焦点を当て、現行の民事訴訟手続きとICT適用による手続きを対比し、また、裁判のICT化が進んでいる諸外国を参考にして、今後考えられる課題と解決策について日本の展望を述べていく。さらにICTを最大限適用し、AIと併用することで、完全なオンラインだけによる裁判審理の可能性についても考察していく。

2 訴訟への関心度と現行民事訴訟手続きの問題点について

ところで、民事訴訟とはそもそも私たちにとって、それほど身近なものだろうか。そこで、大学生360人に「将来自分が訴訟（刑事以外）にかかわることがあると思うかどうか」というアンケート調査を行ったところ、次の図1のような結果となった。

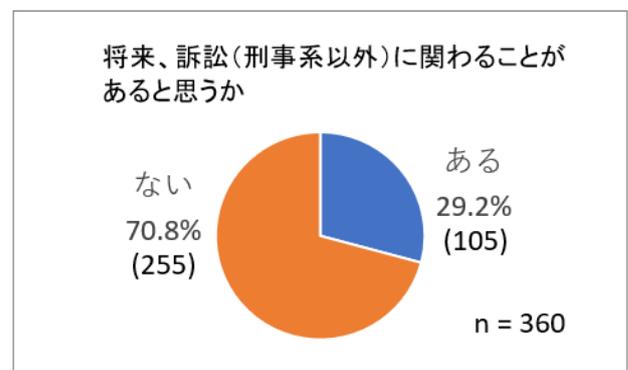


図1. 将来の訴訟との関わりについて

この調査によれば、全体の7割以上の学生が訴

¹ 最高裁判所「司法制度改革推進計画要綱－着実な改革推進のためのプログラム－」平成14年3月20日，<https://www.courts.go.jp/saikosai/vc-files/saikosai/file2/80716011.pdf>

² 第1回民事裁判手続等IT化研究会 平成30年

7月24日
<https://www.shojihomu.or.jp/documents/10448/6839369/05+sankousiryou1.pdf/3aacbbf-7f7b-4345-bfa7-f4d845ba9263>，（参照2020-09-22）

訟に対して、あまり身近には感じられていないという結果であった。しかし、2019年の日本弁護士連合会の白書によると全国の民事系統における訴訟件数の推移は、不法利得などの通常訴訟において510,750件、家族に関わる家族事件訴訟で1,066,332件、労働関係の訴訟で7,126件を示している³。

民事訴訟では、当事者と相手方が多人数に及ぶことがあり、また権利関係が複雑かつ広範に及ぶため、件数だけでみれば、年間約150万件ほどだが判決後の権利関係までを考慮すると、将来高い確率で民事訴訟に関わる機会があると考えられる。また、日本は弁護士強制主義をとっておらず本人訴訟が可能であるため、53.5%の人が本人訴訟を行っており、さらに、その内19.2%が双方とも本人訴訟で行っている⁴。このことから民事訴訟は、より簡略的なものであり、また自分の財産や権利が深く関わってくるため、より迅速な解決が望ましいとされる。

では、現行の民事訴訟はどのように進んでいくのだろうか。図2は民事訴訟手続きの流れを示したものである。

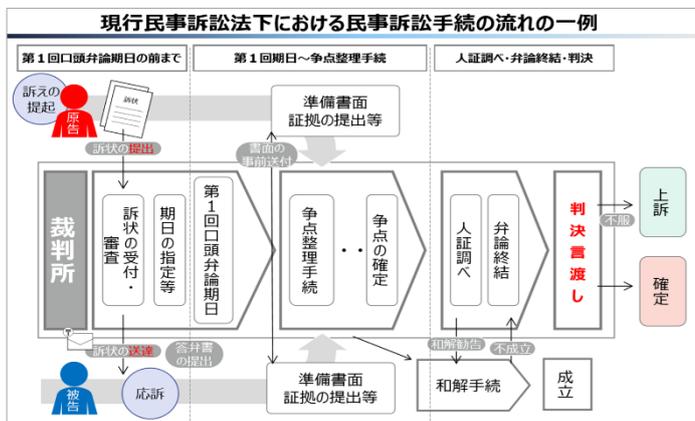


図2. 現行民事訴訟手続きの流れ⁵

日本の民事訴訟手続きでは、一般的な裁判の形

に行くまでに二つの段階がある。第1に、原告により提出された訴状を裁判所が相手方に送達し、相手が応訴することで訴訟手続きが開始する。

第2に、裁判資料の提出とその資料をもとに、予めこの権利関係について争うか決める争点整理手続きという機会が設けられる。そして、最後に一般的な裁判審理において判決が確定する。

すべての段階を踏む前に和解が成立すれば最も早く終わるが、裁判が始まってしまうと、1審の平均審理期間に9か月を要し、証人尋問などを実施した場合は21か月を要する。また、提出書類は原則、全て紙媒体での作成が義務づけられており、訴状を裁判所に持参したり、期限までに裁判所へ書類を郵送したりする必要がある。その際の印刷代や郵送料は当事者負担とされ、裁判所内でも訴状や資料の保管にコストをかけている⁶。

さらに、口頭弁論、争点整理や審理が行われる際、原則として当事者たちは裁判所に赴かなければならないが、当事者と相手方が遠距離である場合、社会人である両者が何度も時間を作り集まるのは困難であり、開催地まで赴く際の交通費や宿泊費などが裁判費用とは別途でかかってしまう。このような長い裁判は断続的な不安を呼び起こし、日常生活においても精神的な負担をかけるのではないかと考えられる。

以上のことをまとめると、長期的かつ手続きが困難な裁判をより迅速かつ簡易的にするためには、第1に遠隔での審理を可能とすることで、審理日数を短縮し、第2に裁判書類などをネットでいつでも提出できるようにすることが必要である。そこで裁判手続きへICTをどう適用すれば効率化が図れるのかについて検討を試みた。

3 日本の裁判手続きへのICT適用～3つのe～

では、日本ではどのように裁判にICTが適用さ

³ 日本弁護士連合会「弁護士白書2019年版」

⁴ 裁判の迅速化に係る検証に関する報告書（第5回）<https://www.courts.go.jp/vc-files/courts/file2/20523002.pdf>（参照2020-09-22）

⁵ 首相官邸。裁判手続等のIT化検討会。裁判手続等のIT化に向けた取りまとめ — 「3つの

e」の実現に向けて —（平成30年3月）

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/saiban/pdf/report.pdf>（参照2020-09-22）

⁶ 「民事裁判IT化 うまく活用し利便性の向上を」『読売新聞』社説2020年02月07日

れているのか。

「民事訴訟手続における e 提出 (e-Filing)、e 法廷 (e-Court)、e 事件管理 (e-Case Management)」の実現が考えられてこれらは「3つのe」と呼ばれ、また、この適用段階を「e-phase」と呼ぶ。

図3で、具体的にどこに適用されるかを現行民事訴訟手続きの図と対比しながら参照していただきたい。

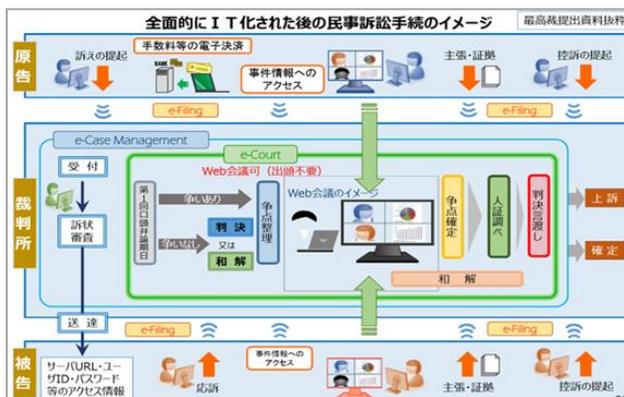


図3. 全面的IT化後の民事訴訟手続⁷

①e-Filing(e-提出)とは、訴状、答弁書、準備書面等の裁判書類及び証拠を電子情報でオンライン提出することである。つまり、現行手続きにおける、紙媒体の裁判書類を裁判所に持参・郵送等する取扱いに代えて、全日利用可能な、電子情報によるオンライン提出へ極力移行し、一本化していくというものである。

②e-Court (e-法廷) とは、口頭弁論期日、弁論準備手続期日などの裁判手続を当事者等の裁判所への出頭に換えてテレビ会議やウェブ会議を活用して実施する。つまり、当事者等の裁判所への出頭の時間・経済的負担を軽減し、期日にメリハリを付けて審理の充実度を高め、民事訴訟手続の全体

⁷日本経済再生総合事務局。裁判手続等のIT化検討会(第1回)配布資料(平成29年10月30日)

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/saiban/dai7/siryoku2.pdf> (参照2020-09-22)

⁸日本経済再生総合事務局。裁判手続等のIT化検討会。裁判手続等のIT化に向けた取りまとめ—「3つのe」の実現に向けて—(平成30年3

を通じて、当事者の一方又は双方によるテレビ会議やウェブ会議の活用を大幅に拡大するものである。

③e-Case Management(e-事件・管理)とは、裁判所が管理する事件記録や事件情報につき、訴訟当事者本人及び訴訟代理人の双方が、随時かつ容易に、訴状、答弁書その他の準備書面や証拠等の電子情報にオンラインでアクセスできる事である⁸。

次に e-phase について説明していく。下記の図は e-phase の導入段階を示したものである。

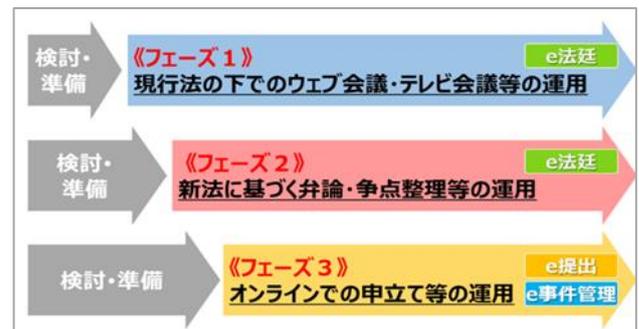


図4. 利用者目線から望まれる裁判IT化のプロセス⁹

現在の段階として、2020年2月3日より東京地裁など主要な9か所の裁判所で、インターネットを使った「ウェブ会議」(e-phaseでいうところのphase1)が導入された。弁護士や訴訟当事者らが裁判所に来なくても、弁護士事務所などからパソコン画面を通じて裁判官と裁判手続を進めることができる。これは非公開の民事裁判の争点整理などに活用され、裁判官と原告、被告側の代理人弁護士らがパソコンを利用し、互いの顔を画面で見ながら協議を進める。また、ネットでデータを管理する「クラウド」を使い、それぞれが意見を出しながら、画面上で裁判の争点表や和解案など

月) P7~11

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/saiban/pdf/report.pdf> (参照2020-09-22)

⁹日本経済再生総合事務局。裁判手続等のIT化検討会。裁判手続等のIT化に向けた取りまとめ—「3つのe」の実現に向けて—(平成30年3月) P20

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/saiban/pdf/report.pdf> (参照2020-09-22)

の書面も作成可能である¹⁰。

2022 年実施が考えられている phase2 では、公開の法廷で行われる口頭弁論や証人尋問もネットを通じて行う。しかし、口頭弁論は原則、民事訴訟法の規定通り、当事者の裁判所への出廷を義務づけている。最後に、phase3 において実施年度は未定であるが、訴状や準備書面といった全ての裁判書面をネットでやり取りをする見通しである。

では日本より、裁判手続きの ICT 化が進んでいる諸外国ではどのように進めているのだろうか。また、それを参考に日本では今後 phase2, phase3 をどのように導入し、起こりうる問題に対し、どのように対処すべきだろうか。

4 諸外国における裁判への ICT 導入例

日本より早い段階で ICT を適用し始めた諸外国はどのように進めてきたのだろうか。

4.1 ドイツにおける対応

ドイツでは裁判手続きへの ICT 適用に関して、訴訟原則との対立が議論されている。ドイツ法と類似した構造を持つ日本の民事手続法においてもこの議論は起こりうるため、参考にする必要がある。

ドイツにおける民事訴訟裁判への ICT 適用は、2001 年 7 月 31 日の私法方式適合法から始まり、2013 年の裁判所電子的法情報交換促進法が、包括的な裁判手続きへの ICT 化の後押しとなった。

まず、従前、連邦各州に委ねられていた、電子的法情報交換及び電子記録の導入時期、形態等の決定権限を連邦政府に委ね、電子的法情報交換を連邦全域で統一的に導入し、弁護士等に裁判所との裁判書類のやり取りする際に電子文書を利用することを義務付け、これらの電子記録を裁判所が管理することで、裁判官や弁護士が常にアクセスが可能となった。これは日本での e-提出、e-事務管理にあたる。

次に、電子的法情報交換の促進に伴いテレビ会議システムの利用が強化された。これが、日本で

の e-法廷に当たる。しかし、導入された当初情報設備や当事者の IT に関する知識の欠如や心理的抵抗から、活発に利用されずにいた。そこで、立法者は当事者への同意を不要とすることで、テレビ会議システムの利用拡大を図った。

以上より、ドイツにおける民事訴訟の ICT 化は、三つ領域から成るといえる。

①裁判所と当事者間の電子的法情報交換

②①を前提とした訴訟記録の電子化(電子記録)

③テレビ会議による弁論及び証人等の尋問

では、ここからドイツの訴訟原則と抵触する部分について述べていく。①、②の電子的法情報交換と電子記録においては、目立った議論はないが、③のテレビ会議は、自由心証主義に抵触すると考えられている。裁判官は心証を形成していく際、証拠方法を知覚し評価している。特に証人尋問の場合には、証人の信用性が重要となり、証人の仕草や話し方を細かく認識しなければならないが、テレビ会議で直接対峙する以上に証人を評価できるとは言い難く、文献上、カメラを通して尋問をした場合に、供述が真実に反する可能性は高くなるとの批判が繰り返さされている。この問題は決着していないようであり、同じ自由心証主義を有している、我が国でも ICT 導入の際に起こりうると思われる¹¹。

4.2 アメリカにおける対応

訴訟大国ともいわれるアメリカでは、1980 年代前半にはもう e-filing について考えられてきた。アメリカは 50 の州と連邦区からなる連邦共和国であるため、連邦裁判所と州裁判所が独立並存している。州裁判においては各自の裁判制度を有しているが、現在、連邦裁判所は統一されたシステムが導入され、IT 化が徹底されている。

連邦裁判所の裁判手続きにおける IT 化は 1980 年代初めの倒産裁判所の事件一覧表を電子化することから始まった。この効果により 1990 - 2000 年までに倒産事件の申し立ては倍増したが、これらの電子化システムを作動させ、維持するための費

¹⁰ 読売新聞オンライン

<https://www.yomiuri.co.jp/national/20200203-OYT1T50193/> (参照 2020-09-22)

¹¹ 本間 学 (2017) 「民事訴訟の IT 化と訴訟原則

との関係に関する基礎的研究—ドイツにおける民事訴訟の IT 化とその訴訟原則に与える影響をめぐる議論の紹介—」

用が大きくなってしまい、従来のハードウェアとソフトウェアが廃れていしまったことから旧式の電子化システムは、利用されなくなった。連邦裁判所の次の取り組みは、紙媒体の裁判記録を電子化することであった。この動きは 1990 年代から多くの連邦裁判所で独自に進められていたが、2001 年以降公的ウェブシステムである PACER (public access to electronic records) がオンラインで利用できるようになり、裁判記録の電子化が促進した。これにより、連邦裁判所の裁判記録が公に、かつ容易に閲覧できるようになった。

しかし、このシステムを通じて裁判の申し立てができたわけではなく、紙媒体のものをスキャンして電子化するにすぎなかった。PACER の普及に伴い連邦裁判所は裁判手続きの電子申し立て (e-filing) の構築を始めた。e-filing の導入は多額の費用を要したものの、価値を見出され 1996 年後半 CM/ECF (case management/electronic case files) と呼ばれる連邦裁判所全体で利用できる電子申し立てシステムの構築が始まり、現在では、連邦裁判所管轄の裁判手続きの申し立ては、全てオンラインで行えるようになってきている。原則として、弁護士がついている場合は CM/ECF の利用が強制されており、本人訴訟の場合には紙媒体の提出を認めるという形をとっている。

アメリカは、かなり早い時期から裁判手続きに ICT を導入していたが、日本が最初に取り組み始めた e-法廷に関しては消極的であった。しかし、2011 年よりテレビ会議システムの利用が当事者や代理人、裁判官の移動時間や費用削減に効果的であるとして増加傾向を示し、証人尋問などへの利用が期日調整を容易にし、手続きの迅速化に大きく貢献した¹²。

4.3 韓国における対応

韓国は日本と同じくらいの時期に裁判の IT 化が始まったが日本よりも目覚ましい進歩を遂げている。韓国における裁判手続きへの ICT 適用を日本と同じ 3 つの e の観点から説明していく。

4.3.1 韓国における 3 つの e

・ e-filing : 2011 年以降民事訴訟手続きにおいて導入され、日本で進行中のものと同じく書面や証拠を電子媒体で裁判所にアップロードし提出できるシステムである。韓国ではすでに e-filing のための web サイトが開設してある。

・ e-court : ここでは二つの意味を持つ。一つ目は電子機器を備えた「テクノロジーコート」という趣旨の e-Court であり、これは韓国内の各裁判所の一部法廷に設置されている。二つ目はネットワーク経由のテレビ会議等で期日参加するという趣旨の e-Court である。しかし、これはあまり利用率が高くない

・ e-case management : ポータルサイト形式で自分の関連する事件の情報を確認できる。具体的には、提起した事件の一覧、各事件の進行状況、自分に送達された文章の一覧など。

韓国での裁判手続きにおける ICT 導入の効果として、電子訴訟率が 2015 年において約 60% を占め、訴状受付から第 1 回口頭弁論までの所要期間が紙媒体の場合 113.3 日かかっていたところ、電子媒体の場合だと 90.6 日、つまり 22.7 日の短縮に成功し、裁判の透明性も向上した。

しかし、当事者の一方が電子媒体の利用を求めている相手方が電子媒体の利用に疎く、紙媒体を求める場合もあり、このようなデジタルデバイドに対する配慮として原則、当事者の一方が電子媒体での利用を要求したら電子訴訟となるが、もう一方が拒否した場合の片面的電子訴訟において紙媒体と電子媒体の並存を認め、裁判所が紙媒体の資料を無料ですべて電子化するという形で対策している。また、電子化するに伴うセキュリティーの対策としてユーザー登録を二種類に分け、一つは全国民が利用可能な当事者本としてのユーザー、もう一つは訴訟代理人が行うことのできる代理人としてのユーザーである。ユーザー登録が行われると ID とパスワードが発行され、これらだけでも閲覧自体は可能となっているが、電子認証が必要な行為についてはさらに公認認証書を必

¹² 杉本純子「アメリカにおける裁判手続の IT 化 : e 法廷の現状をふまえて」『自由と正義』

要としている¹³。

5 e-phaseを進めていく上での課題と対策

諸外国における ICT の導入例から、日本でも考えられる課題について3つあげられる。

5.1 e-法廷における現行の原則との対立と本人確認について

前述のように日本はドイツの民事裁判手続きと似た原則を有しており、e-法廷の導入に当たり、口頭弁論における公開原則や直接原則との対立、事実認定をする際の裁判官の自由心証主義の確保、当事者のなりすましが懸念される。

日本ではこれらの懸念に対し、まず、口頭弁論の公開原則と直接原則においては、目立った異議はなく、現行法のままウェブ会議等を利用することで、当事者と裁判官とのやり取りが明らかであり、また、裁判所は出頭しない当事者の細かな様子を把握し、当事者の発言をほぼリアルタイムで聴取しながら手続きを進めることができるならば対立は生じないとされている。

次に、裁判官の自由心証主義の確保において、近年の IT の革新的な発展により、インターネット回線を通じた映像や音声の通信による会話は、現実に対峙してこれを行うのと、ほぼ同等の質を実現することができることとされ、ウェブ会議等の方法により証人尋問を行ったとしても、裁判所の心証形成に大きな影響を及ぼさないと考えられている。前述した通り、証人尋問は裁判官の心証形成において非常に重要なものであり、当事者が望む限りは、対面での陳述されることが望ましいが、当事者の同意が得られればウェブ会議で行ったとしても不利益は生じないとされている。

しかし、ウェブ会議を進めるにあたって、対面で行うより容易に当事者本人のなりすましが可能なため、この点に関して厳正な審査を導入すべきである。具体的には、電子訴訟を始める時点で、本人確認をマイナンバーや免許証から厳正に行い、

利用者登録をさせ、e-事件管理 (phase 3) を通してウェブ会議に参加させることで一定以上の懸念は払拭できると考えられる。e-事件管理は、e-phaseでは最後になるが、ウェブ会議の利用件数の増加に合わせて、徐々に組み込んでいくべきである¹⁴。

5.2 本人訴訟へのサポート体制の充実化

先に述べたように日本では、53.5%が本人訴訟を行っている。よって、韓国と同様に、IT リテラシーの格差から電子化された訴訟を望まない場合が考えられる。

この場合のサポートとして、だれでも使いやすいシステムの構築と当事者への IT 面でのサポート体制の確立があげられる。

まず、だれでも利用しやすいシステムの構築について、令和元年版情報通信白書 (総務省) によれば、端末別インターネット利用状況 (2018 年時点) は、「スマートフォン」が 59.5%と最も高くなっていることから、スマートフォンやタブレットから利用可能なアプリなどを経由したシステムの構築が望ましい。また、様々な法的知識レベルに合わせて、常時質疑応答が可能なシステムが必要となる。これに加えて、裁判所内では、韓国と同様に片面的電子訴訟の際に、紙媒体の裁判資料を電子化し、相手方が随時確認できるシステムも求められる。

次に、当事者への IT 面でのサポート体制として、日本司法書士会連合会の「民事裁判手続の IT 化における本人訴訟の支援に関する声明」内で具体案として、全国 157 箇所稼働している司法書士会総合相談センターの窓口で、IT 機器を設置し、本人訴訟の当事者に民事訴訟の追行に必要な機器の貸与、裁判書類の提出・閲覧・相手方提出書類の入手等の IT 面のサービスを提供する事業を開始することや全国各地に存在する司法書士が、本人訴訟の当事者の依頼に応じて従前の業務に加え、必要な IT 面のサポートサービスを提供することなどについても積極的に検討・対応していくとし

¹³ 新阜直茂「韓国における裁判手続きの IT 化の実情について」『自由と正義』, vol69, No11, 26-31 2018

¹⁴ 「民事裁判手続等 IT 化研究会報告書 一民事裁判手続の IT 化の実現に向けて一」公益

社団法人 商事法務研究会

<https://www.shojihomu.or.jp/documents/10448/6839369/民事裁判手続等%EF%BC%A9%EF%BC%B4研究会%20報告書.pdf/f0c69150-e413-4e26-9562-4d9a7620031b>, (参照 2020-09-27)

ている。

このように、法律専門士業者の支援を中心に当事者のサポートシステムの構築を目指している¹⁵。

5.3 セキュリティー対策

裁判手続きにおけるセキュリティーの水準は非常に高く、厳格なものが要求される。しかし、本システムの導入の最大目的の一つである、利便性の確保についても考慮しなければならない。そこで、韓国の例に習い、機密性の高い個人情報等と容易に閲覧可能な機密性の低い情報とでアクセスの仕方を分けて利用することを目指すべきであり、オープンなデータに関しては、民間のサービスや Cloud 等と連携したシステムを築いていくべきである¹⁶。

このように、諸外国での課題と対策を参考に、日本における課題とその対策について考えてきたが、どのような問題が潜在するかは、実際に使われてみなければわからない。冒頭で述べたように、裁判の迅速化と簡易化を実現は、最終的に私たちの利益に繋がるため、私たちが電子訴訟を認知し、積極的に利用していくことで、問題を浮き彫りにし修正を繰り返していく必要がある。

6 AI 裁判の可能性

ICT の発展には目覚ましいものがあり、AI の可能性も近年広がりつつある。裁判が完全にオンライン化できた時、その迅速性・簡易性から訴訟件数が増えることが予測できる。そこで、AI 裁判官を導入することで、裁判官の絶対数を増やし、さらなる迅速化が可能となるだろうか。

AI 裁判官について、中国で以下のような報告がなされている。

『2019年6月27日「オンラインスマート訴訟サービスセンター」記者発表会において、北京イ

ンターネット裁判所総合審判第二法廷の責任者である劉書涵氏が、彼女の「分身」となる AI バーチャル裁判官と共に登場した。北京インターネット裁判所の訴訟サービスプラットフォームの電子訴訟カテゴリー、もしくは直接「モバイルマイクロ裁判所」微信小程序 (WeChat ミニプログラム) を利用することで、当事者は AI バーチャル裁判官のスマート訴訟案内サービスを受けることができる。』と北京青年報が伝えた。

中国の AI バーチャル裁判官は、当事者に没入型訴訟案内を 24 時間提供する。具体的には、当事者の登録、応訴、調停、法律コンサルティングを提供する。また、技術操作の中でよく生じる問題を 120 種に分けスマート識別技術の利用により、当事者からの質問についてキーワード読み取り、的を射た回答を行う。現段階では、当事者と AI バーチャル裁判官の交流は文書を送るだけに留まっているが、劉氏によると、裁判所は今後、既存の機能と音声認識技術を結びつけることで、音声による質問を実現することを検討するという¹⁷。

このように、AI 裁判官は本格化しつつあるが、裁判審理を任せられるほどには達していない。また、東京大学大学院の大野勝造教授は AI 裁判について、「欠点として、裁判による法創造や法政策の判断が困難となるだけでなく、技術的限界、判例のデータ不足や国民感情から、判決に際し、人の手が及ばないことで利用者の不安が払拭できないため、実現は現段階ではほとんど不可能であるとされている¹⁸。」

7 おわりに

新型コロナウイルスの影響により、対面上の行動が制限されるようになり、この影響から裁判所では刑事裁判よりも緊急性の低い、民事裁判にお

¹⁵ 民事裁判手続の IT 化における本人訴訟の支援に関する声明 日本司法書士会連合会 2019 年 09 月 17 日

https://www.shiho-shoshi.or.jp/association/info_disclosure/statement/49617/ (参照 2020-09-27)

¹⁶ 日下部 真治・平岡 敦「内閣官房「IT 化検討会」の取りまとめの内容と論点」『自由と正義』, vol69, No11, 13-20 2018

¹⁷ 「世界初の AI バーチャル裁判官が北京に登場—中国」

https://www.excite.co.jp/news/article/Recordchina_20190628052/ (参照 2020-09-26)

¹⁸ 「法学者からの AI 技術導入についての期待」大野勝造 東京大学大学院法学政治学研究所 <http://research.nii.ac.jp/~ksatoh/ai-law-symposium/Slides-Ota.pdf> (参照 2020-09-27)

いて裁判の取り止めや延期が全国で相次いだ¹⁹。

このような事態に対し、リモートでの会議などが求められるようになり、ICT の分野が今まで以上に注目を集めるようになった。

本年度より本格的に実施された、裁判手続きへの ICT 適用は、当事者が裁判所に赴かなくとも、裁判審理が進められるため、訴訟の迅速な解決に繋がるだけでなく、当事者の感染への危険を回避することが出来るため、非常に効果的である。3 つの e の実現は、この時代において早急に求められるものであり、我々も積極的に利用していくべきである。

ICT や AI の発展は我々の生活をより豊かにかつ効率的にし、裁判においては手続きを迅速的、簡易的にすることに大きく寄与した。しかし、いかに裁判を迅速にできたとしても、法を扱い規範に当てはめることは、人の心証判断を経て、審理を進めることで最も当事者の利益を保護するといえる。さらに、AI を利用し機械的に判断することは判決に際し、人に不安やわだかまりを残すと考えられる。

3 つの e の実現は、訴訟をより身近に感じさせ、難解なイメージを払拭し、裁判を迅速的にさせるといった、私たちの持っている権利利益を守るための手段をより扱いやすくしてくれる。私たちは将来、訴訟に関わる可能性がゼロでない以上、3 つの e に関しての知識をつけていき、司法への関心を高める事で自分を守る術を理解していくべきである。

参考文献

- [1] 第 1 回民事裁判手続き等 IT 化研究会
<https://www.shojihomu.or.jp/documents/10448/6839369/05+sankousiryoul.pdf/3aacbbf-7f7b-4345-bfa7-f4d845ba9263> (参照 2020 - 09 - 22)
- [2] 裁判の迅速化に係る検証に関する報告書第 5 回, <https://www.courts.go.jp/vc-files/courts/file2/20523002.pdf> (参照 2020-09-22)
- [3] 首相官邸. 裁判手続等の IT 化検討会. 裁判手

続等の IT 化に向けた取りまとめ — 「3 つの e」の実現に向けて— (平成 30 年 3 月)

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/saiban/pdf/report.pdf> (参照 2020 - 09 - 22)

- [4] 民事裁判 IT 化「うまく活用し利便性の向上を」『読売新聞』社説 2020 年 02 月 07 日
- [5] 日本経済再生総合事務局. 裁判手続等の IT 化検討会 (第 1 回) 配布資料
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/saiban/dai7/siryoul.pdf> (参照 2020 - 09 - 22)
- [6] 日本経済再生総合事務局. 裁判手続等の IT 化検討会. 裁判手続等の IT 化に向けた取りまとめ — 「3 つの e」の実現に向けて— (平成 30 年 3 月) P7~11
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/saiban/pdf/report.pdf> (参照 2020 - 09 - 22)
- [7] 日本経済再生総合事務局. 裁判手続等の IT 化検討会. 裁判手続等の IT 化に向けた取りまとめ — 「3 つの e」の実現に向けて— (平成 30 年 3 月) P20
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/saiban/pdf/report.pdf> (参照 2020 - 09 - 22)
- [8] 読売新聞オンライン
<https://www.yomiuri.co.jp/national/20200203-OYT1T50193/> (参照 2020-09-22)
- [9] 本間 学「民事訴訟の IT 化と訴訟原則との関係に関する基礎的研究—ドイツにおける民事訴訟の IT 化とその訴訟原則に与える影響をめぐる議論の紹介—」2017
- [10] 杉本純子「アメリカにおける裁判手続の IT 化 : e 法廷の現状をふまえて」『自由と正義』, vol69, No11, 35-38 2018
- [11] 新阜直茂「韓国における裁判手続きの IT 化の実情について」『自由と正義』, vol69, No11, 26-31 2018
- [12] 日下部 真治・平岡 敦「内閣官房「IT 化検討会」の取りまとめの内容と論点」『自由と正義』, vol69, No11, 13-20 2018
- [13] 「法学者からの AI 技術導入についての期待」

¹⁹東京新聞 <新型コロナ>裁判延期「影響は甚大」 コロナ法のあり方はきょう憲法記念日

<https://www.tokyo-np.co.jp/article/14195> (参照 2020-09-26)

大野勝造 東京大学大学院法学政治学研究科, <http://research.nii.ac.jp/~ksatoh/ai-law-symposium/Slides-Ota.pdf> (2020-09-27)

- [14] 「民事裁判手続等 I T 化研究会報告書 一民事裁判手続の I T 化の実現に向けて一」公益社団法人 商事法務研究会
- [15] 東京新聞 <新型コロナ>裁判延期「影響は甚大」コロナ法のあり方はきょう憲法記念日 <https://www.tokyo-np.co.jp/article/14195>
(参照 2020-09-26)

モーションキャプチャーによる認知症患者の動作検測システム

Yu Junfu
Department of Digital Games, Faculty of
Information Science and Arts
Osaka Electro-Communication
University
Osaka, Japan
mw20a011@oecu.jp

Liu Qi
WAVE LLC
Osaka, Japan
ryuki@wawe.co.jp

Reika Sato
Department of Digital Games, Faculty of
Information Science and Arts
Osaka Electro-Communication
University
Osaka, Japan
reika@osakac.ac.jp

あらまし 高齢化社会の傾向段々高くなり、認知症の問題がより多くの人重視されている。認知症の患者と普通の人の動作は一定的差がある。しかしモーションキャプチャーの設備はとても複雑で、認知症の患者は年寄りが多く、年配者にとってとても不便である。そこで本研究はマイクロソフト社の Azure Kinect dk 設備を利用し Unity をベースとして開発したソフトともにもっと便利なモーションキャプチャーシステムを考えた。

キーワード モーションキャプチャー 認知症 動作 検測システム

1. はじめに

高齢化社会の傾向段々高くなり、認知症の問題がより多くの人重視されている。認知症の高齢者がもっと注意しなければならない、転倒する可能性も高い。認知機能と身体機能一定的には関係がある^[1]。例えば体の反応能力や巧緻性など。だから認知症患者の動作と認知症間のコリレーションや適当な治療方法を見つけることはとても重要な課題である。これまでのモーションキャプチャーシステムは、設置が非常に複雑で、専門の施設でキャプチャーする必要があり、高齢者には不便で、長時間のデータのキャプチャーや記録ができない。本研究のモーションキャプチャーシステムは便利に加えて年配者たち簡単にすぐ動作検測の方法を考えている。

本研究はまた実験しているが、今後と老人ホームの協力をより多くのデータを収集する。このデータをビッグデータの中に分析し、その結果はより精確対応性がある認知症の予防と治療方法を見つかること。

2. 検測システム構築

2.1 システム環境

Azure Kinect DK

ソフト	バージョン
windows 10	
UNITY	2019.3.15f1
Azure Kinect Body Tracking SDK	0.9.0
Azure Kinect SDK	1.1.0
Cuda	10.0.130
Cudnn	7.5.1.10
Office	2019

2.2 システムの特徴

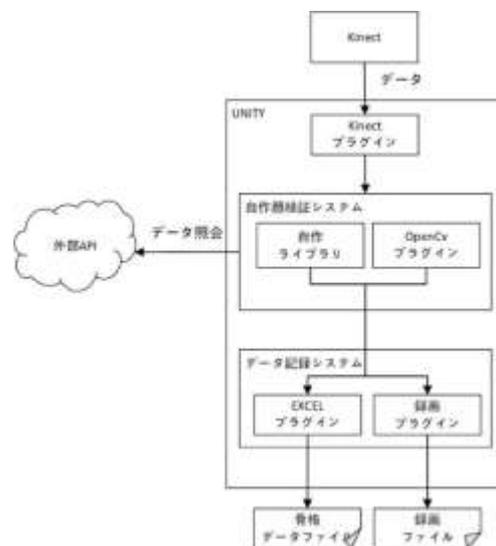


図1 システムのながれ

kinect (キネクト) は、2010 年にマイクロソフトが製造したデバイスである。最初はゲーム機「XBOX 360」専用の周辺機器でしたが、モーションキャプチャー機能があるため、様々な分野で利用されている。本研究は、第4世代の製品である Azure Kinect DK を利用した。従来の製品とは異なり、ビジネス向けの計測機器として発売している。

Azure Kinect DK は便利で軽量、設置も簡単で、オープンなソフトウェアエコシステム、プロ用のモーションキャプチャーシステムと比べれば価格が低いのみならず、モーションキャプチャー、音声認識、カメラ、複数の Kinect デバイスからのセンサーストリームを容易に同期できるなど多くの機能を備えている。本研究はモーションキャプチャーとカメラ機能の両方を使用した。

2.3 データ

プライバシーの安全性とデータ分析のため、データベースは今エクセルを利用しているが今後 MYSQL などのデータベースサービスを利用するかもしれない。

今はエクセルファイルを利用する、以下の三点になる。

1. データ分析システムを開発しなくてもデータフィッティングなどの分析を行うことができる。
2. 一人一人のデータを簡単で個別に管理することができる。安全性が高く、人に合わせて個別にデータを暗号化することが可能である。
3. データの計算や分析が簡単にでき、グラフやピボットテーブル、ピボットビューなど鮮やかに提示できるので、データマイニングに便利である。

図2 データの中に一部

2.4 検測方法

まずこのシステムは老人ホームの固定の場所を置く、例えば玄関みたい必ず通す場所である。そこでアズールキネクトのカメラで顔認証システムを老人ホームの従業員と老人たち区別する。そして毎日この動作検測システム自動的に老人たち通した映像と動きのデータを自動的に保存する。老人ホームには毎週一回機械位置の調整と収集したデータを回収する。老人ホームに受験者の MMSE データをもらって、この MMSE データと私たち回収したデータの関連性を持つのかを考える。

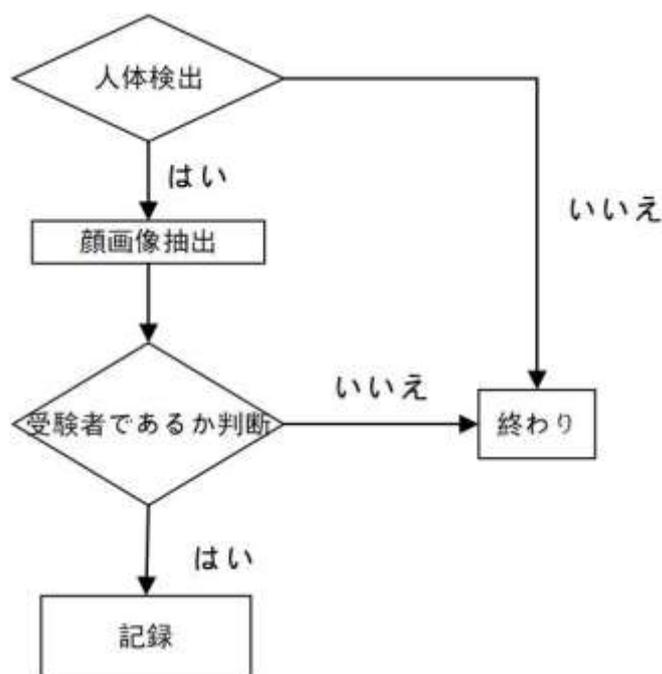


図3 検測方法概要

3. 応用方法

収集したデータを整理し、この方面のビッグデータのデータベースを作る。そして毎回検査終わる時ビッグデータの中にデータを比べ認知症の可能性があるかどうか、最後この比べたデータをデータベースに入れてそのデータベースを大きくなりつつ。認知症の専門家に相談して私たちのデータが認知症診断の参考価値あるかどうかを伺う。最終的には認知症の患者さんがカメラの前に通して自動的にビッグデータを分析する、患者にもっと対応性がある治療方法の意見をもらう。

4. まとめ

本研究を段々進んだら認知症今後の研究も医療分野の方もこちらのシステムを使う可能性がある、認知症の患者さんの治療や医者さんの診断方法など役を立つかもしれない。

参考文献

[1] 尹 智暎, 大藏 倫博, 角田 憲治, 辻 大士, 鴻田 良枝, 三ッ石 泰大, 長谷川 千紗, 金 勳, 高齢者における認知機能と身体機能の関連性の検討, 体力科学, 2010, 59 巻, 3 号, p. 313-322

VR システムにおける手術 3D 動画の応用

戦 揚, 張 勁之, 佐藤 礼華
大阪電気通信大学大学院 総合情報学研究科

概要：技術の進歩と機材の更新に伴う、医療分野の学習内容が増えている。医学の人材育成は重要と考えられる。我々は、手術見学の問題について、VR 技術を使用する手術操作をより簡単な方法で医学生に提示し、勉強可能なシステムの開発に取り組んできた。本稿ではこれまでの開発の状況を説明するとともに、今後の課題につき論じる。

キーワード：VR 技術, 前立腺, アニメーション, シミュレーション

Application of surgical 3D video in VR systems

Yang Zhan, jinzhi Zhang
Department of Digital Games, Graduate School of Information Science and Arts,

一 背景

(一) 医学生の現場見学の問題点

現代の医学教育では、医師として必要な医療技術を身につけるために、医学生は医学部 4 年生から 6 年生までの間に臨床実習を行うことが求められている。

トレーニングの一環として、外科実習は医学生のスキルを開発する上で重要な役割を果たしている。

しかし、外科実習という点では、医学生にとって解決しなければならない問題が多い。

1. 手術時間が長く、重要な手術操作を見落としやすい。

時間がかかる操作については、操作自体が複雑であり、操作中に操作内容の区

別がつきにくい場合がある。医師がリアルタイムで手術の説明をしてくれないことができず、学習の効率が下がることがある。

2. 手術用のカメラでは、臓器とその位置の関係を把握しづらい。

腹腔鏡手術は、従来の手術とは異なり、手術の状況を手術用カメラでリアルタイムに撮影し、画面上に配置する。医学経験の浅い学生にとって、平面画像の限られた視野角、人間の臓器の相互接続と遮断、臓器間の位置関係を正しく判断することは困難であり、手術内容を正しく理解することはさらに困難になる。

(二) VR 技術と医療のつながり

バーチャルリアリティ技術は医療の現場で使われており、バーチャル医療（仮想医療）やシミュレーション医療と呼ばれている。この技術は、医学教育、疾病診断、手術シミュレーション、リハビリテーション、遠隔医療などの医療現場で活用されている。

1. 現実のシナリオを作成することができる

VR技術は、コンピュータイメージモデリング技術を用いて、時間や空間の制約を打ち破り、リアルなシーンを構築し、モデルやシーンの内容を360度で見ることができる。

2. 幅広い用途に対応

また、パノラマ写真を使ってリアルなシーンを撮影し、コンピュータのイメージモデリング技術やバーチャルリアリティシステム開発ソフト（Unity 3D や Unreal Engine など）と連携して、コンテンツ性の高いVR作品を制作することができる。

二 目的

VR技術が普及してきた今、医学生にVR技術を用いた、より合理的でわかりやすい手術学習方法を提供し、医学生のトレーニングやVR技術の応用を支援するとともに、手術の操作や手術内容を理解しにくいという問題を解決する。

三 研究内容

(一) 先行研究

1. 手術紹介

ロボット支援前立腺全摘術，限局性前立腺がんの患者様に対する手術だ。前立腺と精嚢腺の摘除、尿道と膀胱を吻合するもので、早期の前立腺がんに対する有

効性が確立された治療方法の1つだ。開腹手術(恥骨後式前立腺全摘除術)に比べて、傷が小さく痛みが軽度で、手術後の回復が早い、手術中の出血量が少ないなどの利点がある。

2. 手術見学

昨年11月には、我々の研究チームは関西医科大学で前立腺切除手術について見学することができた。手術は3時間以上続き、手術後は医師と話をし問題点を教えてもらった。

患者さんのお腹に小さな切開をして、その切開位置から腹腔鏡装置を挿入して、ドクターはモニターから患者の腹部を見ながら手術を行った。



図1 見学現場の写真

モニター画面の視野が狭く、現在の手術部位に限定されているため、手術部位に関連する他の臓器や、臓器間の位置関係や連結性を可視化することができないことがわかった。

(二) 手術映像の解析

手術に対してさらに詳しくなるため、手術の内容とその関連情報をさがす、VRシステムに応用できるコンテンツをまとめる。

1. 手術映像の分割

前立腺切除手術のビデオを見て、手術部分に人体の粘液や脂肪の除去、手術器

具の動きが映像コンテンツの大半を占めている[1]。基礎的操作は、手術に不可欠なことになる。しかし、操作ステップの繰り返しが長いと医学生を混乱させたり、重要な知識ポイントを把握できなかつたりする恐れがある。

このため、各種の情報を確認ながら、手術操作内容の中で重複した部分を削除し、より大切な部分を保留する[2]。操作の順序に応じて手術動画を分割して、リファレンスアニメーションを再編集した。

2. 操作手順



図2 操作手順

(三) 研究プロセス

研究室の既存研究として、前立腺手術のVRシステムはすでに立ち上げている。

手術室に人体モデル、手術の道具である鉗子などは備えている。実際の運用画面は図3。



図3 3DCG手術シーン

画面をみると、VRシステムでは、人体や手術器具の操作を観察する方が便利があり、多い角度で見るという問題は解決したが、人体の前立腺部分の臓器の積み重ねや器具の細かい操作を直感的にフィードバックすることができない。



図4 VRシステムの実行プロセス

従来のVRシステムで示された手術シーンでは、手術の外部部分ははっきり観察できるが体内の操作部分、手術器具の移動経路、手術部位の内臓の位置関係などは詳しく観察できない。だから、3Dモデルから作られたアニメーションをVRシステムに挿入して、細かい操作がアニメーションで表示する。



図5 3Dアニメーションの実行プロセス



図6 手術アニメーションのシーン

四 今後の研究方向

(一) 制作内容

1、3D手術アニメーション

既存のものをベースに他の手術ステップの3Dアニメーションを継続的に作成し、医療従事者の指導の下、アニメーション内の手術操作や詳細を最適化する。

2、VRシステムの改善

VRシステムにおける3Dアニメーションの表現方法として、より合理的な手段を見出し、新たなユーザーインターフェースを設けることで、3DアニメーションとVRシステムを上手く連携できるよ

うなシステムを構築する。

(二) 結果のテスト

関連医学生たちの使用結果と感想に基づいて、システムをより良い方向へ改善する。

五 まとめ

医学生が前立腺切除手術の手術操作をよりよく理解できるようにするために、私たちはVR技術を使用して、手術現場を再導入し、直感的な多角度表示効果を実現する。実際の運用では、前述したような実践により、ある程度の効果は出ているものの、完全に解決していないことが分かった。

そこで本研究では、モデルアニメーションの手法を用いて手術の詳細を完成させ、手術の重要なステップをショートフィルムで撮影することで、詳細な紹介と豊かなパースペクティブの効果を実現した。

今後の研究では、先行研究と合わせて、手術ステップの優先順位に応じた局所アニメーションを完成させ、VRシステムに導入することで手術のシミュレーションを完成する。

六 文献

- [1]加藤 司顯, 吉井 将人, 佐山 孝, 奴田原 紀久雄, 東原 英二, 「腹腔鏡下前立腺摘除術」, 2001年 92巻 2号 p. 131-
- [2]中郡 聡夫, 浅野 武秀, 磯野 可一, 河合 隆史, 野呂 影勇, 「外科教育とコンピュータ外科」, 1997年 11巻 8号 p. 78-80

ICT 活用で見える次世代コンビニの挑戦と課題

Challenges and Problems of Next-Generation Convenience Stores Seen through ICT Utilization

齋藤 豪仁
Takehito Saito

木川 裕
Yutaka Kigawa

日本大学 法学部

College of law, Nihon University

キーワード：セルフレジ, IC タグ, スマートストア, 無人営業

1 はじめに

我々が暮らす現在の社会のなかで、ICT の発達は目まぐるしく成長を遂げている。そのなかでもコンビニエンスストアと ICT の関係がとても親密に関わってきているようである。大手コンビニ各社はセルフレジの導入を皮切りにして、ICT 技術を生かした策を打ち出し、利便性の向上や会計にかかる時間短縮を実現してきた。そのため、これからのコンビニ業界は益々進化を遂げ、今日とは違ったスタイルとなる可能性を秘めている。

だがその一方、実現までには様々な課題があることはもちろん、利用者がそのスタイルを理解し、活用できるかが問題となるだろう。また、コロナ禍の状況で「接客」という行為が見直されつつあるなか、一人で買い物を完結させることはある意味需要の一つになったといえる。

本稿ではコンビニ業界が目指す次世代の業務形態のなかで見た取り組みを考察することで、その問題点と可能性について論ずるものである。

2 セルフレジの普及と背景

最近、セルフレジは小売業において、数多く導

入され一般的なものになりつつある。2000 年代初頭からスーパーマーケットやレンタルショップで導入されてきたセルフレジだが、コンビニエンスストアへの導入は意外にも遅く、2010 年株式会社ローソンが導入したのが初めであった¹。その後、全国的に展開を進め 2019 年にはすべての通常 POS レジをセルフレジと切り替えられる機能を設け、およそ 1 万 4000 ある全店舗へ運用を進めている²。また、株式会社ファミリーマートでは 2020 年 2 月末までに 5000 台のセルフレジ導入を計画するなど各社が展開を進めてきた³。

その背景には、人手不足の問題がある。経済産業省が 2018 年に行った調査では、「従業員が不足している」と答えた店舗は 61% と半数以上が人手不足を感じている結果となった⁴。

店舗側が求める時間帯と従業員が希望する時間帯に差異が生じ、特定の時間帯で人手不足になることや、それを補うために店長やオーナーが過重労働をせざるを得ない状況も存在する。また、最低賃金の上昇により人件費コストの増大を懸念し、求人をつけづらいという背景もある。

その一方でリスクがあることも忘れてはならな

¹ ローソンニュースリリース「セルフレジ導入開始」(2010 年 6 月 23 日)

<https://www.lawson.co.jp/company/news/010759/>

² 日本経済新聞 電子版「ローソン全店にセルフレジ 10 月の消費増税前に」(2019 年 4 月 1 日)

<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO43159370R30C19A3MM8000/>

³ livedoor NEWS「ファミマが 5000 台導入を予定するセルフレジ万引き対策はどうか」(2019 年 8 月 4 日)

<https://news.livedoor.com/topics/detail/16878911/>

⁴ 経済産業省「コンビニ調査 2018 調査概要」(2018 年 3 月 26 日)

<https://www.meti.go.jp/policy/economy/distribution/convenienc/e20190326.pdf>

い。まずコストについて、一般的になじみがある、客がバーコードを読み取り精算する形式のセルフレジは「フルセルフレジ」と呼ばれ1台につき数百万円の導入コストがかかる。長期的に考えれば人件費等を鑑みあり得るかもしれないが、やや難しい点である。そこで作られたのが「セミセルフレジ」であり、これはレジスタッフがスキャンをし、精算を客が行うという形式で現在普及しつつあるセルフレジである。この機械だとフルセルフレジより比較的安く導入することができ、コストを抑えることができる⁵。

コンビニ業界でもこのセミセルフレジが目立って、株式会社セブン-イレブン・ジャパンでは2021年8月を目標に全エリアへセミセルフレジの導入を行うことを決めた。これにより、1日あたり約7時間分のレジ接客時間を削減できるとしている⁶。このように、補助的な形でセルフレジを取り入れ、店員とセルフレジが融合することで新たなセルフスタイルを構築している。

3 新型コロナウイルス感染症の影響

今回の新型コロナウイルスの流行はコンビニ業界にも影響を及ぼし、コンビニ各社は様々な感染防止策に取り組んだ。特に、従業員のマスクの着用を徹底し、レジカウンターでは透明のビニールシートによる仕切りを作り、飛沫による感染を防止した。さらに、株式会社ローソンではセルフレジ利用時限定で最大2%のポイントバックを行うキャンペーンを打ち出し、感染を防ぐため接触のないセルフレジの利用を促進した。この背景には顧客からの「人との接触を少しでも減らしたい」という意見があった⁷。このような状況下に晒され、セルフレジが感染防止につながるという新たな利点が発見された。

4 セルフレジについての調査

今回、このセルフレジの存在についてどれほど

の理解や認知があるのかという観点から意識調査を実施した。

本調査において被験者は10代から20代の男女146名に調査を実施した。アンケート実施時期は2020年8月下旬である。

まず、セルフレジの認知・使用について約95%が「知っていて、使用したことがある」と回答した。

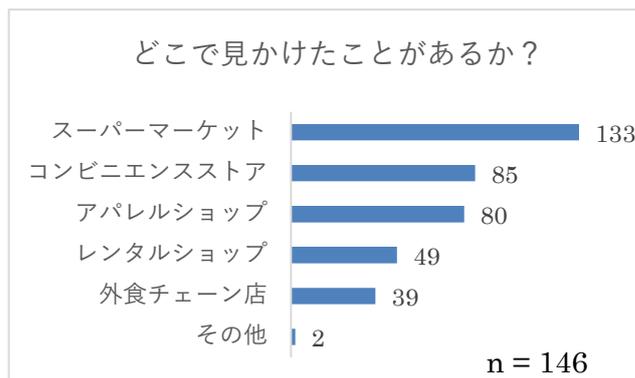


図1. セルフレジをどこで見つけたか

次に、「知っている」と回答したものへ「どこで見かけたことがありますか」との質問をした。最も多かったのが「スーパーマーケット」で約92%、次に「コンビニエンスストア」で約58%、そして「衣料品店・アパレルショップ」で約55%という結果であった。また、「使用したことがある」という回答者へ「なぜセルフレジを利用したか」と質問したところ、最も多かった意見が「対面式より空いていたから」で約73%であった。混雑時における利用が多く、利用者の効率重視の考えが多かった。その他に「セルフレジしかなかったから」や「店員に勧められたから」というような意見もあった。

アパレルショップではセルフレジのみを導入している店舗が増え、必然的に利用するケースや、混雑時に積極的にセルフレジの利用を進める店が増加している。

一方で、「セルフレジを利用したことがない」、

⁵ レジチョイス編集部 (2018年4月16日)

<https://rejichoice.jp/semi-self-regi/>

⁶ Impress Watch 「セブンイレブンお会計セルフレジ導入」(2020年7月29日)

<https://www.watch.impress.co.jp/docs/news/1268148.html>

⁷ LAWSON 「非対面のセルフレジご利用時限定2%分ポイントバックキャンペーン実施」(2020年6月24日)

https://www.lawson.co.jp/company/news/detail/1401290_2504.html

または「好まない」との回答者へ、利用しない理由について問うと、最も多かった意見は「自分でやるのは面倒だから」という意見で約71%だった。その他にも「量が多い買い物では、対面式の方が楽」といった意見もあり、状況に応じて対面式を利用したいという意見があった。また、今後セルフレジを利用したいと思うかという問いに対して、約89%の方が、「機会があれば、利用したい」と回答した。

今回の調査では、セルフレジの利用について混雑時や、購入量に応じて消極的な利用状況も見られたが、回答者の多くが利用に前向きな考えを持っていることがわかった。また、セルフレジの普及が小売業全体で増えたことで認知度は高まりつつある。その一方で、コンビニエンスストアでの利用や認知について見てみると、未だスーパーマーケットほどの認知はなく、普及に向けて課題が残る結果であった。

5 次世代のコンビニの課題

現在、セルフレジが大手コンビニの各店舗で導入されつつあるが、いまだ認知度は低い。今後はその他のICTを用いたシステムを利用し、同時に利用されることが望まれる。ここでは、それらの技術の魅力や課題について考えていく。

5.1 ICタグの導入

ICタグとはICチップとアンテナが内蔵されたタグのことであり、電波を使って接触せずに読み書きできるシステム「RFID (=radio frequency identifier)」を使うことで、これまでのバーコードではできなかった商品情報の一括読み取りや単品での管理が可能になる⁸。

効果としては主にレジ打ちの手間が省けるので時間を短縮できることや、以前より従業員の仕事が軽減することで人手不足の解消に貢献すると考

えられる。

経済産業省は2025年までに大手コンビニ5社の取扱商品に電子タグを利用することについて合意し、各社と共同で「コンビニ電子タグ1000億枚宣言」を策定した⁹。

現在、アパレル業界において「ユニクロ」などを展開する株式会社ファーストリテイリングは国内外で取り扱う全商品にICタグを利用する方針を見せるなど先駆けて導入を進めてきた¹⁰。アパレルでは比較的商材の単価が高い為先行して導入されたICタグだが、品数や単価が比較的安いコンビニの商品への導入はコスト面で懸念が残る。

そこで、大日本印刷では低価格なUHF帯ICタグ(RFID)の開発に着手し、1枚10~20円が相場であったICタグを2020年までに単価5円以下、2025年に1円のICタグの実現を目指すとした¹¹。このままコンビニでのICタグ導入が進めば同時にセルフレジの普及も見込めることができるだろう。

5.2 無人営業の実施

近年では、株式会社ローソンが2019年深夜時間帯(0時~5時)での無人営業を実験的に開始した。この背景にはコンビニ業界における人手不足の問題が存在し、その解決策として取り入れられた。

入店前に事前に専用アプリに登録しておき、店舗入口においてQRコードを読み取らせることで入店することができ、商品の購入方法は「完全セルフレジ」やスマホで商品を読み取り決済を行う「ローソンスマホレジ」を活用し決済をすることができる。酒類やたばこの年齢確認が必要な商品や収納代行等のサービスは取扱い不可とされた¹²。

この無人営業実験では店舗側の負担軽減を目的とした点では魅力的であったが、いくつか課題も生じた。まず、防犯面においてはカメラによる防

⁸ Diamond Chain Store online 「電子タグ“RFID”実用化は2025年以降に。ローソンの実証実験を店舗で体感！」(2019年2月28日)

<https://diamond-rm.net/technology/28711/>

⁹ 経済産業省「コンビニ電子タグ1000億枚宣言」(2017年4月18日)

<https://www.meti.go.jp/press/2017/04/20170418005/2017041805.html>

¹⁰ 日本経済新聞 電子版「ファストリ、全商品にICタグ

店舗改革で生産性高める」(2017年11月6日)
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO23145150W7A101C1MM8000/>

¹¹ DNP「IoTの拡大に向けてコンビニ向けの低価格ICタグの開発に着手」(2017年3月7日)

https://www.dnp.co.jp/news/detail/1187690_1587.html

¹² Engadget 日本版「Amazon go でレジ無しショッピングを体験」(2019年8月27日)

<https://japanese.engadget.com/jp-2019-08-27-amazon-go.html>

犯策はあるものの、セルフレジやスマホレジではお客様自身による読み取りを行うため万引き等の犯罪への懸念が残る。解決策としては、IC タグなどによる商品管理の徹底が必要だろう。

次に販売不可商品の対応である。酒類やたばこの年齢確認が必要な商品を販売できないことは店舗の売り上げにも影響を及ぼすと考えられる。それらの商品を取り扱うためには、個人情報登録と顔認証システムによる本人確認が必要である。例としてアプリ登録時に運転免許証やパスポートなどの情報や顔写真の登録を行うことで無人営業時でも年齢確認ができるといった解決策が必要だろう。

6 スマートストアの実例

海外では、AI や IoT 技術を活用し利便性の向上を目標とした「スマートストア」が普及しているがその中でアメリカ Amazon が経営する「Amazon Go」に注目したい。

2018 年にシアトルに 1 号店をオープンさせた Amazon Go だが仕組みとしては、事前に専用アプリをダウンロードし個人情報やクレジットカード情報を登録する。そしてアプリの QR コードを入店時にかざすことで店内の買い物物を完結することができ、決済は登録されたクレジットカードで行われる。店内には壁や天井に複数のカメラが設置されており、来店客の行動を追跡し把握できるシステムになっている。このシステムによって来店客が購入した商品はすべて把握され、万引きなどの防犯策は完璧と言える。これは IoT 技術に長けた Amazon ならではの仕組みであり、莫大なコストを補える企業ならではのシステムだろう¹³。

7 キャッシュレスの現状

しかし、Amazon Go などのスマートストアの普及は、企業単体の規模や営業努力のみではなく、その背景にはキャッシュレス決済の影響もある。

¹³ LAWSON 「深夜時間帯の無人営業 実験開始」(2019 年 3 月 29 日)
https://www.lawson.co.jp/company/news/detail/1369017_2504.html

¹⁴ 経済産業省「キャッシュレスの現状及び意義」(2020 年 6 月 10 日)

実際に 2016 年の比率を見ると日本は約 20%にとどまるのに対しアメリカは約 46%、中国では約 65%と日本に比べ高い水準を保持していた¹⁴。

現在、コンビニ業界に限らずキャッシュレス決済を利用できる環境も広がってきており、さらに経済産業省は、キャッシュレス決済比率を 2025 年までに 4 割程度、将来的には世界最高水準の 80%を目指す目標を掲げ、「キャッシュレス・消費者還元事業」などの政策を進めている。

その結果、2019 年のキャッシュレス比率は 26.8%とやや増加傾向を見せ、このまま年 3%程度の伸びが続けば 2025 年までに 4 割の目標に届くとみられる¹⁵。

キャッシュレス決済の促進はコンビニ業界にも大きな影響を及ぼし、株式会社ローソンのセルフレジはキャッシュレス決済のみであるため、セルフレジの普及と同時にキャッシュレスの普及も考えなければならないだろう。またキャッシュレスのメリットとしては、会計にかかる時間の短縮や現金を使わないことで生じる社会的コストの削減につながるとされる。一方で個人情報を提供することで犯罪等の危険を伴うという面もある。これからのコンビニを考えるにあたって、キャッシュレスの普及は課題の一つだろう。

8. おわりに

今回の調査ではコンビニ業界が抱える ICT 活用への課題が見えた。まず、セルフレジの課題は普及を進める企業側が利用する顧客に対してどのように利用を促すかである。

そのなかで先述した、新型コロナウイルス感染防止策によるセルフレジ利用でポイント還元を行うキャンペーンの実施に注目したい。

今後、このキャンペーンによってセルフレジを利用する人は増えたのか、また今回は一時的なものであったのか、今後もセルフレジを活用したいという意見があったか、調査を続けたい。また、

https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/cashless/ima ge_pdf_movie/about_cashless.pdf

¹⁵ 日本経済新聞 電子版「19年のキャッシュレス比率 26.8% 政府目標 25年に40%」(2020年6月23日)
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO60654880S0A620C2EE8000/>

アフターコロナにおいてどのような影響が現れたかについても気になるところである。

コンビニ業界が目指す無人化への取り組みで見えた課題は、利用する顧客の関心をどのように得られるかである。無人営業の実施には利用者に対して登録等の準備が必要であり、今までのような身近で使いやすい存在ではなくなる不安もある。そこで必要なのは企業側がどのような店舗づくりに努めるのかを考えていくことである。例として人手不足が生じる場合に、深夜時間帯で無人営業を実施するなどその地域や店舗の特色によって無人化を進めていくことが必要だろう。

今後は、顧客のニーズに応じた店舗づくりが予想されるが、そのなかで、しっかりと利用者の目線に立って、便利で身近なコンビニであることを理想とし、活用されていくことを切に願う。

参考文献

[1] 経済産業省 「コンビニ調査 2018 調査概要」
(2018年3月26日)

<https://www.meti.go.jp/policy/economy/distribution/convenience20190326.pdf>

[2] 経済産業省「コンビニ電子タグ1000億枚宣言」
(2017年4月18日)

<https://www.meti.go.jp/press/2017/04/20170418005/20170418005.html>

[3] 経済産業省 「キャッシュレスの現状及び意義」(2020年6月10日)

https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/cashless/image_pdf_movie/about_cashless.pdf

高齢者に対する脳トレゲーム応用の可能性

Possibility of Applying Brain Training Games to the Older Adults

廖 昕怡, 田 静, 劉 哲均, 佐藤 礼華
XinYi Liao, Jing Tian, ZheJun Liu, Reika Sato

大阪電気通信大学大学院 総合情報学研究科
デジタルゲーム学コース

Department of Digital Games, Graduate School of Information Science and Arts,
Osaka Electro-Communication University

概要：認知機能は加齢に伴い低下する、高齢者に対して、認知機能の維持・向上は重要と考えられる。脳トレゲームを用いて、認知機能を維持・向上することができる可能性がある、しかし既存のデジタル脳トレゲームはいろいろある。本稿では、既存のデジタル脳トレゲームの1つを選び、実際高齢者に応用させ、高齢者の使用習慣、使用中で発生した問題、応用した反応、フィードバックなどの可能性を検討した。その結果、調査に参加した5人の高齢者から、一定のフィードバックを得て、分析を行った。

キーワード：高齢者, 脳トレゲーム, デジタル, 認知機能, フィードバック

一 背景と目的

認知機能は年齢の変化に伴い影響されている、特に高齢者に対し、認知機能は加齢に伴い低下し、されに認知症問題になる可能性がある[1]。よって、高齢者に対して、認知機能を維持、さらに向上できるようにするのは重要と考えられる。

脳トレゲームを用いて、認知機能を維持・向上することができる可能性がある[2]。なお、デジタルゲームは場所と時間を制限しないゲームの形式の一つとして、脳トレゲームにある程度応用されている。既存のデジタル脳トレゲームはいろいろあるため、したがって、既存のデジタル脳トレゲームから1つを選び、実際高齢者に応用させた後、高齢者の使用習慣、使用中で発生した問

題、応用した反応、フィードバックなどの可能性記録し、高齢者に最適な脳トレゲームの形式を探索するため、調査を行なった。

二 調査方法

1. 選択した既存ゲームの特徴：

調査で高齢者に応用させるデジタル脳トレゲームは“みんなの脳トレ～脳年齢がわかる脳トレ”（以下、“みんなの脳トレ”）である。“みんなの脳トレ”は、iOS、Androidプラットフォームに配信されたデジタル脳トレゲームである、ゲーム自体は無料である。“みんなの脳トレ”には、認知機能の維持・向上に関わる6つのミニゲームと6つのミニゲームを取り込んだ総合テストがある。ゲームの結果は、プレイヤーのプレイ時

間と正確率で判定し、その得点とプレイヤーの予測脳年齢を結果として与える。“みんなの脳トレ”には、以下の3つの特徴がある。

- a) “みんなの脳トレ”の操作が簡単であり、一回のゲームプレイでは30秒ぐらい、時間がかからないことである。実際高齢者がスマートフォンに対しての使用状況と使用状態を考慮して、“みんなの脳トレ”は独自でプレイすることがで

きる。

- b) 脳のトレーニングを目的とし、観察力、記憶力、判断力、直感力、計算力と反応力の6つの側面のミニゲーム及び6つのミニゲームを取り込んだ総合テストが含まれていて(表1)、日常生活に関わっている認知機能の維持・向上ができると考えられる。

表1. 6つのミニゲームのルール

テーマ	ルール
観察力	1 から 25 までの数字を順番にタップ
記憶力	0 から 9 までの数字を揃える
判断力	表示された【文字の色】を答える
直感力	ピッタリ指定された秒数を計測
計算力	四則計算をする
反応力	じゃんけんで勝ち負けを指示通りに選択

2. 調査の流れ：

調査は週1回の頻度で、同じグループの高齢者に行なう。具体的な調査の流れは以下の通り。

- a) 高齢者全員がスマートフォンを持っているわけではないため、A、B組に分けて調査を行なう、A組は【スマートフォンを持っている人】、B組【スマートフォン持っていない人】である。
- b) A組には、独自でスマートフォンを操作し、ゲームのルールを理解して1回のプレイを試みる、実際に発生した問題、反応及びフィードバックを記録する。
- c) B組には、調査員が準備したスマートフォンで独自ゲームのルールを理解し、1回のプレイを試みる、実際に発生した問題、反応及びフィードバックを記録する。

三 調査結果

1. 調査対象

今回の調査では、実際に同意の上で参加した高齢者は5人であり、年齢範囲は70歳から80歳まで、明らかな認知機能障害がない、交流上には支障なく、ロジカルシンキングにも問題なし。5人中で、4人がA組、1人はB組に分けられている。現段階では4週間の調査が試みた。

2. 問題と処理状況

調査の組分けによって、調査中で発生した問題と問題の処理状況を2つの部分に分ける：

- a) A組の問題は表2で示す。A組問題の処理においては、調査員が操作の流れごとに高齢者に説明し、指導する。
- b) B組の問題：

スマートフォンを持っていない高齢者は調査員が準備したスマートフォンを使って、

独自で“みんなの脳トレ”を試みる。プレイの【上手くゲームをプレイすることができ
中で発生した問題と問題の処理状況は以上ない】部分と同じく行なう。

表 2. A 組の問題と問題の詳細

	独自でゲームを ダウンロードすることができない	上手くゲームを プレイすることができない
1	ゲームをダウンロードする方法 が見つからない (IOS プラットフォームは App Store を通じて、Android プラット フォームは Google Play を通じ て)	ゲームの準備画面が表示された後、どう やってスタートするか がわからない
2	ゲームの詮索方法がわからない	6つのミニゲームの中の1つを選択した 後、次の操作がわからない
3		実際ゲームの操作中で、ゲーム画面の内 容が見えづらいため、誤操作や重複操作 などの問題が発生する

四 調査分析

調査によって分析し、実際に高齢者がプレイ中に存在している問題をまとめた。

1. 高齢者が独自でゲームをダウンロードできない原因
 - a) 実際に高齢者がゲームをプレイする間、スマートフォンの使い方を知らないため、操作ができない、重複入力及び誤操作などの問題が発生した。
 - b) 高齢者のスマートフォンの機種によって、対応するダウンロード方法が異なる。
2. うまくプレイできない原因
 - a) ゲーム準備画面のインタフェース機能設計は不明確であり、明らかなスタートとエンドボタンがない。
 - b) 調査に参加した高齢者の視力が良くないため、高齢者にとってプレイ中にゲームルールの文字が小さ

ぎ、文字の色が見えづらい。

- c) ゲームルールの説明が不明確のため、高齢者が理解しにくい。
 - d) 若者に比べて、高齢者の記憶力と反応力が良くないため、高齢者にとって、ゲームは十分な準備時間が与えられていない。
3. 5名の高齢者が“みんなの脳トレ”に対するフィードバック
 - a) 調査に参加した5名高齢者のうち、1人だけが自主的、継続的にゲームをプレイ続けている。また、1人だけが非自主的、非継続的にゲームをプレイ続けている。具体的フィードバックについての分析は表3で示す。
 - b) 記憶力・反応力・計算力ゲームについての評価が多い、具体的な評価は表4で示す。

表 3. プレイ続けている高齢者においてフィードバックの分析

	非自主的、非継続的にゲームをプレイ続けている高齢者 1 名	自主的、継続的にゲームをプレイ続けている高齢者 1 名
1	脳トレゲームに抵抗がなく、 需要度が低い	脳トレゲームに興味を持ち、 需要度が高い
2	初回のプレイだけに指導が必要 以外、その後は独自でプレイする ことができる	長い時間の遊びを経て、ゲームの ルールにだんだん慣れてきて、ゲームの 結果がだんだん良くなっている
3		初回のプレイだけに指導が必要以外、 その後は独自でプレイすることができる

表 4. 記憶力・反応力・計算力ゲームについての評価

	記憶力ゲーム	反応力ゲーム	計算力ゲーム
1	ゲームの ルールが理解 しにくい	一般的な「じゃんけん」の ルールの上で変化を加えた、 高齢者にとって、ゲームか より面白くなったと思われる	高齢者にとって、難易度が 高く、完成しにくくて、 道具（紙）の補助が必要と 思われる
2	成績が大体 良くない		

五 まとめ

以上の調査結果と考察によって、高齢者は脳トレゲームに対して興味を持っている、しかしデジタル脳トレゲームの使用と操作においてはまだ多くの課題を存在している。

一つ目の検討課題は高齢者に適用できるユーザーインターフェースの設計である。例えば、文字を大きくすること、色が鮮やかにしないこと。二つの検討課題は高齢者に対してゲームの最適な難易度である。三つ目の検討課題は高齢者に好かれるゲーム要素である。例えば、昭和風的设计、演歌、カルタなどである。四つ目の検討課題はゲーム以外の応用の可能性である。例えば、ゲームはゲーム性だけではなく、評価機能も加

えて、認知機能検査もしくは医療分野に応用できるかという可能性である。今後とも続けてこの調査を行い、更なる課題を検討する。

六 参考文献

- [1] Levy、 R. (1994). Aging-Associated Cognitive Decline. *International Psychogeriatrics*、 6(1)、 63-68. doi:10.1017/S1041610294001626
- [2] 野内 類、川島 隆太、「脳トレゲームは認知機能を向上させることができるのか?」、高次脳機能研究 (旧 失語症研究)、2014、34 巻、3 号、p.335-341

奥羽山脈御霊櫃峠にみられる植生分布の特徴と気候環境との関係
星野遼（栃木市立都賀中学校），瀬戸真之（福島イノベーションコースト構想推進機構），
中村洋介（福島大）

キーワード：御霊櫃峠，植生分布，ドローン空撮，植生と気候環境，植生と地形条件

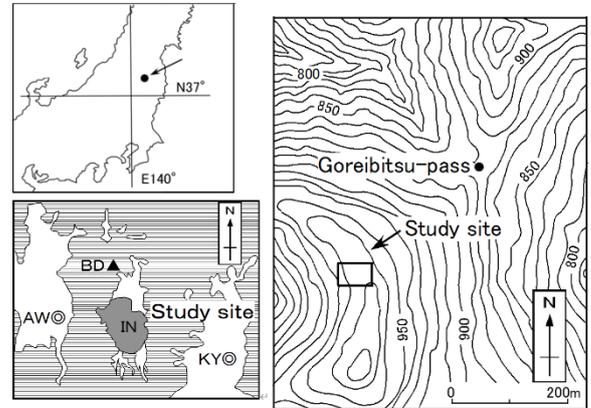
1 はじめに

福島県郡山市の御霊櫃峠（標高約 900m~950m）は猪苗代湖と郡山盆地とを分ける稜線上に位置している。峠付近の斜面最上部には、猪苗代湖側から吹き上げてくる局所的にきわめて強い西風が常に吹きつける。このため地温が低く冬季には周氷河作用で地表礫が移動するなど緯度と標高とを勘案すると特殊な気候環境が出現している。また、植生の生育にもこの特殊な気候環境が強く反映している。日本でみられる周氷河環境としては低標高な御霊櫃峠において裸地が形成されるのは、上記の強烈な西風による効果がきわめて大きく、他の山地斜面における裸地の形成高度（1500~2000 m）よりも標高が大きく下がるのが特徴である。このような特殊な地形環境をもつ御霊櫃峠において、山地斜面の凍結・融解のプロセスや植被階状礫縞（瀬戸ほか 2010）、風衝砂礫地（田村・瀬戸，2013；瀬戸ほか，2014）における研究はいくつか報告されているものの、詳細な植生の同定や分布要因、気候環境との関係などに関する研究報告は十分に行われていない。

そこで、本研究では御霊櫃峠の東側斜面に分布する植物を同定し、さらに植生分布の特徴と気候環境との関係について議論する。調査にはコドライト法を用いて、その範囲における植生分布と地形との関係を明らかにする。さらにドローンで撮影した航空写真を活用することで、コドライト外の植生分布を幅広く捉え、コドライト調査、空撮調査の結果と主として気候環境に関する先行研究とを掛け合わせる。最終的に御霊櫃峠における植生と気候環境との関わりについて考察することを本研究の目的とする。

・2 調査地域の概要

本調査地域である御霊櫃峠は標高約 900~950m にあり、猪苗代湖と郡山盆地とを分ける稜線上に



第 1 図 調査地の位置



第 2 図 猪苗代湖と裸地の位置

位置している（第 1 図；第 2 図）。猪苗代湖の東岸から東に入り込む谷の奥であるため、局地的な風がきわめて強く、一年を通じて常に強風が吹き、風衝砂礫地が存在している。先行研究によって、詳細な風向・風速観測が行われた 2010 年 8 月からの 1 年間では、季節を問わず年間を通して西寄りの風であることが圧倒的に多く、西よりの風と西南西の風が年間の 80%もの割合を占めている。また、上記 2 方向の風の約 23%が風速 10m/s 以上であり、7 月、8 月以外は 10 分間平均風速の月最大値が 20 m/s を超えている（田村・瀬戸，2013）。調査地と猪苗代湖の間には強い西風を遮るような山地はなく、常に吹きつけていることから赤い円で囲ったように風が直接的に当たり、

猪苗代湖から吹きつける西風の影響を強く受ける尾根の西側に裸地が出現していることがわかる。西高東低の気圧配置が卓越する冬季4か月（2010年11月1日～2011年3月31日）を取り出しても上述の傾向は変わらず、全体の約80%の風向が西～西南西であり、そのうち約30%の割合で風速が10m/sを上回る。他の風向の風が風速5m/sを超えることはほとんどない（田村ほか 2013）。

2010年8月6日から2011年8月5日までの気温の日変化と年変化を見ると、観測期間中の年平均気温は7.3℃であり、日平均気温の最高値は28.5℃（2010年8月7日）、同じく最低値は-9.4℃（2011年1月16日）である。

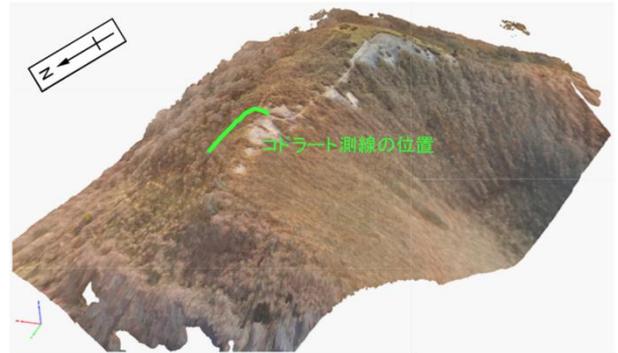
日平均気温は、7月～8月にかけては概ね20℃を超える状態であり、9月は10℃～15℃となる。10月を境に徐々に気温が低下し始め、日最低気温が最初に0℃以下になった日は2010年10月26日であり、同じく最後に0℃以下を記録した日は2011年4月29日である。気温は1月が最も低温であり、-5℃～-10℃の間を推移し、2月から3月には0℃を前後する。低温な時期は3月で終わり、4月に入るところから徐々に上昇していく。日最高気温に関して、0℃を下回る期間は12月下旬から2月中旬までである。以後、3月までは日最高気温は0℃を上下する。日較差は、5月～10月中旬に関しては5℃～10℃であるが、12月～3月前半の低温期には概して5℃以下と小さくなっている（瀬戸ほか、2014）。

・3 調査方法

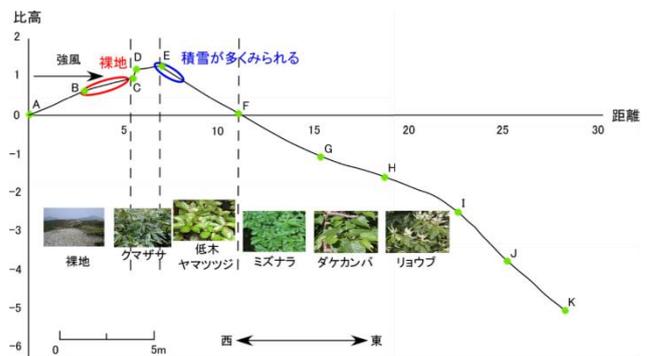
本研究では①ドローンによる空撮画像の取得・解析による地形の3次元モデルの作成、②コドラート測線の地形断面図および③コドラート測線上での植生調査およびの作成を行った。

・4 調査結果

第2図に空撮画像を解析して作成した3Dモデルとコドラート測線の位置を示す。第2図に見るようにコドラートは裸地背面（斜面東側）に設置している。強風は西側から斜面に吹き付け、裸地を作っていることからコドラートは風背側斜面である。



第3図 調査地の3Dモデルとコドラート



第4図 地形断面図と植生分布

第3図にコドラートの位置を3Dモデル上に示す。また、第4図に植生分布と植種を載せた地形断面図を示す。西風を強く受けているため御霊櫃峠の西側は植物の生育環境としては適しておらず、地形断面上の西側では裸地が発達するほか、クマザサ・イネ科など強風や積雪が多い場所でも根強く生存することができる植物のみが確認された。そして、尾根を境に西風の影響を強く受けない東側ではヤブやミズナラ、ダケガンバ、ヤマツツジ、リョウブなどの植生や低木から高木まで多く見みられた。

表1には植生分布を表記するとともに、その植生が該当する範囲番号を示している。範囲番号は

表1 コドラート上の植生

範囲番号	植生分布	高さ (m)
No.0~10	植生なし (No.10は風食ノッチ上)	0
No.11~13	草本のみ	0.1
No.13~26	クマザサ・イネ科	0.7と1.2
No.26~60	ヤマツツジ	1.8
No.60~67	低木	3以上
No.67~70	高木	5以上

コドラート測線の西から東に向かって付与している。

No. 0～10 は裸地 (No. 10 は風食ノッチ上)、No. 11～12 は草本 (高さ 10cm) のみ、No. 13～26 はササ・イネ科 (高さ 0.7m・1.2m)、No. 26～60 はヤマツツジ (高さ 1.8m)、No. 60～67 は低木 (高さ 3m 以上)、No. 67～70 は高木 (高さ 5m 以上) となっている。

・5 考察

まず、はじめに理解しておかなければならないのは、本調査地は特別な気候環境のもとにあるということである。猪苗代湖と郡山盆地とを分ける稜線上に位置していることから、強い西風を常に受けることで、他の標高約 1000m の山地とは異なる寒冷な気候環境が形成されている。それを踏まえ、風と植生の関係についてみてみると、明らかに強い西風の影響による冬季の地表面の地温の低下、それにより風の影響を強く受ける斜面は植物の生育環境として不適である。結果として、裸地が複数個所に渡って出現することとなった。尾根よりも東側に裸地の出現が見られないのは単純に風の影響をほぼ受けていないためであると考えられる。

次に、調査地の地形と植生との関係についてみると、地形によって植生が直接的に変化しているというよりも、地形によって植生が風の影響を受ける範囲や度合いに変化がもたらされることによって、植生分布に大きな影響が生じていると考えられる。それは地形に関して、尾根より西側にある風の影響を強く受ける部分と、尾根より東側にある風の影響を強く受けない部分の大きく二つに分けて考えることができるからである。裸地が出現している部分は尾根より西側にあたり、猪苗代湖から吹きつける風をもろに受ける斜面になっているため、風の影響を強く受ける地形が形成されているのに対し、多くの植生がみられる尾根の東側の部分は、東側に進むにつれて段々と下っていくような地形になっていて、風の影響はほぼ受けない。このように、地形によって風の影響を受ける側と受けない側に分けられることができ、調査地の地形が間接的に植生の分布に影響していると言える。

さらに、積雪条件からも植生との関係について考えることができる。上でも述べたように、西からの強風によって形成される裸地には植物が生育しないというだけでなく、風によって一度は積もった雪が尾根に向かって巻き上げられるため、積雪もあまり見られない。しかし、その影響は植生にしっかりと現れており、風によって下から巻き上げられてくる雪が多く積もることになる尾根付近の植生は、クマザサをはじめとした雪に埋もれても強く根付いたまま生育することができる植物の分布しかみられない。その原因はやはり、下から雪が巻き上げられ、他の場所に比べ多い積雪があるため、その環境下で生育することができる植物は限られてしまうからであると考えられる。今後、風によって巻き上げられる雪による積雪量の増加や積雪範囲の拡大によって、クマザサなどの植生分布が変化していく可能性は大いに考えられる。

また、尾根から東に進むにつれて植物の背が高くなっていくことが特徴として挙げられるが、その要因として考えられるのは、やはり風の影響が東に進むにつれて少なくなっていくことや風に巻き上げられた雪の影響をあまり受けないことから、植物の生育環境が整っていくことにあると言える。ただし、東側斜面の植物に関しても、効率よく日光を浴びるためだけではなく、少なからず積雪による重さや雪解けによる地面のずれがある中での生育であるためか、地面と垂直に背を伸ばすのではなく、根元だけが曲がった形をしている木々も多くみられた。このことから、植生の背の高さだけに焦点を当てるのであれば、積雪が少ないということよりも強い西風の影響を受けないことが、東に進むにつれて植物の背が高くなっていく理由として優性であると考えられる。

今後も調査地の気候環境は大きな外的要因が無い限り、大きく変化することはないと考えられる。よって、猪苗代湖側から吹きつける西風の影響は続くため、植生分布や生育環境に関しても大きな変化はないと考えられる。裸地の拡大、風食ノッチの新たな出現や植生分布の多少の変化はあるかもしれないが、これからも本調査地における気候環境と植生との強い関係性は続いていくだろう。

・6 まとめ

本研究では御霊櫃峠における植生と気候環境との関係性について調査してきたが、風と植生とが密接に関わっていることがわかっただけでなく、風に起因して出現した地表環境と植生との関わり、またその積雪条件と植生との関係について詳細に調査することができた、これらのことが本研究の成果である。そこで、本調査結果を踏まえつつ、今後の調査地における植生と気候環境との関係の変化について考えられることを述べていく。

本論にて何度も述べているように、御霊櫃峠は猪苗代湖と郡山盆地とを分ける稜線上に位置しているため、峠付近の斜面最上部には、猪苗代湖側から吹き上げてくる局所的にきわめて強い西風が常に吹きつける状態にある。それによる地温の低下など多くの特殊な気候環境から、植生の生育に関してもその影響は大きい。

その条件を踏まえた上で今回調査した結果、西風の影響を強く受けている尾根よりも西側の調査地と、西風の影響をほとんど受けていない尾根よりも東側の調査地とでは、植生の分布と生育環境の二つの点において、大きく異なることがわかった。また、それら二点と本調査地の気候環境とが密接に関わっていることもわかった。尾根の西側は、強い西風によって植物が生存できる環境になく、裸地がその大半を占めており、クマザサでさえ生存することは難しい。一方で、尾根の東側は西風をほとんど受けなため、クマザサや藪をはじめとした様々な植物が生存している。また尾根から東に行けば行くほど風の影響がゼロに近づいていくため、背の高い植生も多く確認できた。冬になると積雪があるが、強い西風によって尾根の西側の斜面に積もる雪は尾根付近または東側に吹

き払われてしまうため、東側でも尾根に近いところでは、生存できる植物は限られ、雪の下でも生育することができるクマザサが主に分布している。

今後も、調査地の気候環境は大きく変化することはないと考えられるため、植生分布や生育環境に関しても大きな変化はないと言える。よって、これからも本調査地における気候環境と植生との強い関係性は続いていくことになるだろう。

文献：

- 瀬戸真之 2014. UAV による山地斜面における地形解析の試み. FURE 研究報告 (2014)
福島大学うつくしまふくしま未来支援センター
- 瀬戸真之・須江彬人・石田 武・栗下正臣・田村俊和 2010. 奥羽山脈の低標高山地 (福島県御霊櫃峠) にみられる「植被階状礫縞」. 地理学評論 (第 83 巻 第 3 号, 2010)
- 瀬戸真之・曾根敏雄・田村俊和 2014. 奥羽山脈御霊櫃峠の風衝砂礫地における地表物質の違いと物質移動速度との関係. 季刊地理学 第 66 巻 第 2 号 (2014 年 9 月)
- 曾根敏雄・瀬戸真之・田村俊和 2013. 表面礫移動の連続観測装置の試作と福島県御霊櫃峠における観測. 季刊地理学第 65 号
- 田村俊和・瀬戸真之 2013. 奥羽山脈、御霊櫃峠の風衝砂礫地にみる地表環境バランス (予察). 季刊地理学 第 65 巻第 2 号 (2013 年 7 月)
- 小泉武栄・清水長正編 「山の自然学入門」. 古今書院 (1993 年 12 月 25 日) 初版第 2 刷発行
- 中山至大・井之口希秀・南谷忠志 「日本植物種子図鑑」. 東北大学出版会 (2000 年 2 月 25 日) 発行

環境保全型農業における稲と雑草の競合評価手法に関する研究

○佐藤響平・後藤真太郎
立正大学大学院地球環境科学研究科

1. はじめに

比企丘陵には 300 以上のため池があり、ため池農業文化を農業遺産登録しようとする活動が行われている。ため池を水源とする農業は 1500 年前から行われているが、谷津田地形が多いことから、沼下の圃場には機械が入りにくく、就農者の減少傾向と相まって生産効率が極めて悪く、高付加価値な農業生産やブランディングをもたらす環境保全型農業の展開が望まれている。

しかしながら、環境保全型農業は、生産者の勘や経験で栽培している場合が多く、栽培における基準となるデータなどは少ない。

これまでに細谷川により環境保全型農業での窒素循環と収量成立機構については説明がされているが、環境条件と物質循環における関係性については十分な説明ができるまでに至っていない。

筆者らは、環境保全型農業を進める上で、圃場環境や稲の生長などが管理できるよう、UAV により得られた標高、稲の生長度合などと土壌分析結果等の環境条件との関連が評価できるよう GIS を利用した管理手法について検討してきた。しかしながら、稲の生長度合と土壌分析結果との比較の際、雑草の成長量を同時に考慮する必要がある。本研究では、稲の成長量評価の際に含まれる雑草の成長量の評価方法つき検討することを目的とする。

2. 研究方法

2.1 観測対象

本研究の研究対象圃場は、埼玉県熊谷市最南部の小江川に位置するホテルヘリテイジリゾートの敷地内の谷津田である。

圃場はため池から下へ 3 段連なるようにあり、左右は雑木林に囲まれている。

本研究ではその最上段のみを対象圃場とした。田植えから稲刈りまでの期間は、2019 年 7 月 7 日から 2019 年 11 月 15 日である。

なお、対象圃場は 2017 年から無農薬無化学肥料による稲作が行われている。



図 1 対象圃場

2.2 研究フロー

研究フローを以下に示す。



図 2 研究フロー

3. GIS データの作成

3.1 圃場区画の定義

環境要素データを付与し、解析を行うために、圃場を分割し、区画分けを行った。圃場のオルソ画像をもとに、圃場を 9 分割し、圃場マスキレイヤを作成し、各区画に ID を付与した。

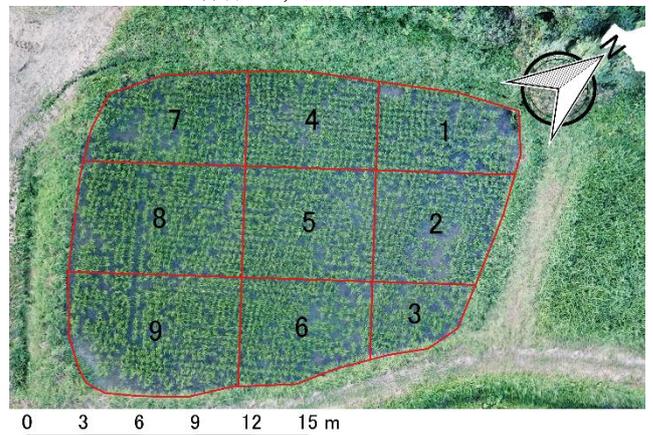


図 3 区画レイヤ

3.2 収量データ

2018 年 11 月 15 日の稲刈り後、稲刈り後の収量を計量し区画内で、面積当たりの分収量を算出した。

3.3 環境要素データ

佐藤、後藤^[2]に従って現地測量データ、DSM データ、水深データ、日射量データ、土壌成分データ。取得した。

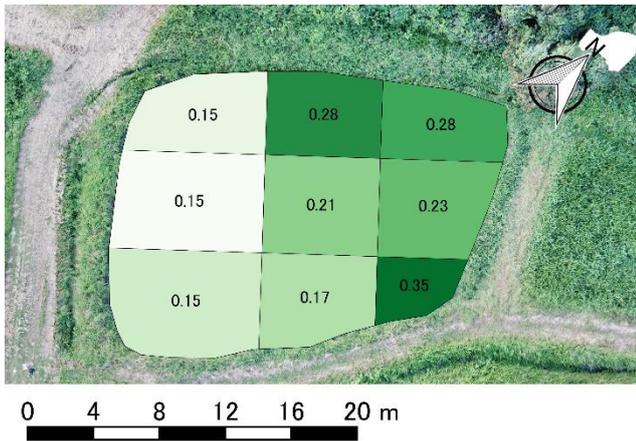


図 4 単位面積当たりの収量分布（区画中の数字は単位面積当たりの収量 (kg/m²) を示す）

4. 雑草のバイオマス量による収量の補正量の抽出

4.1 マルチスペクトル画像の解析による稲の抽出

3.2 で示した収量は稲のみであるため、稲の収量を応答変数として土壌成分等の説明変数等との関係性を求める場合には、稲以外の除草された雑草の累積量と併せたバイオマスの成長量を考慮する必要がある。このため、除草で除去された雑草のバイオマスを推定する必要があり、マルチスペクトル画像から雑草を抽出して収量を補正する必要がある。

本研究では、マルチスペクトル画像をもとに、NIR(近赤外)、NDVI(Normalized Difference Vegetation Index:正規化植生指数)、NDWI(Normalized Difference Water Index:正規化水指数) および、SAVI(Soil Adjusted Vegetation Index:土壌調整植生指数)を(式①-③参照)用いて稲の抽出を行った。

$$NDVI = \frac{(NIR-Red)}{(NIR+Red)} \dots\dots\dots ①$$

$$NDWI = \frac{(Green-NIR)}{(Green+NIR)} \dots\dots\dots ②$$

$$SAVI = \frac{(NIR-Red)}{(NIR+Red+L)} (1 + L) \dots\dots ③$$

ここに、NIR、Red および Green はそれぞれは近赤外域、可視域の赤色光と緑色光における分光反射率である。また、L は土壌の影響を除去する補正パラメーターであり、高植被率の時は L=0、低植被率の時は L=1 に近い値をとる。今回は L=1 とした。

8月26日撮影の UAV オルソ画像を用い SAVI における稲+雑草のスペクトルの関係を図 5 に示し、稲の抽出結果を図 6 に示す。

4.2 雑草のバイオマス量による収量補正

4.1 の処理を各撮影画像に施し、雑草の量を推計する。

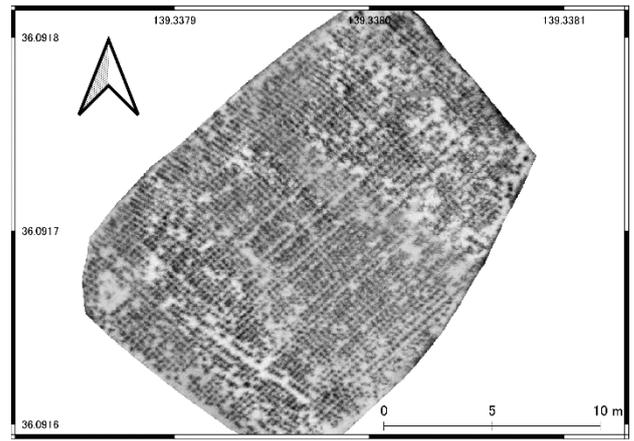


図 5 SAVI 画像 (UAV オルソ画像 2019/8/26)

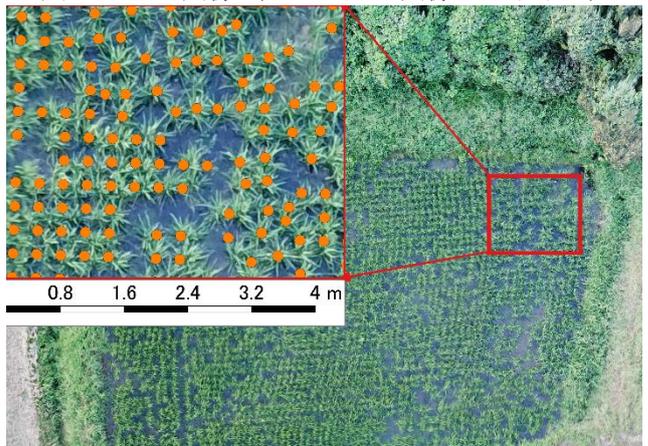


図 6 稲と雑草の分類結果 (UAV オルソ画像 2019/8/26)

以上の処理を事例列画像に適用し、各時系列の画像において分類された稲と雑草のバイオマス量を算出した。雑草については除草作業により雑草面積が変化しているため、雑草部分については各時系列の差分で得られたバイオマス量を累積して雑草のバイオマス量とした。算出結果と他の環境要素を含む土壌成分との関係性評価は回帰樹木モデルを用いて行った。

6. おわりに

本研究では環境保全型農業による稲の収量における雑草バイオマスの影響評価手法を明らかにした。

窒素成分の由来が土壌成分ではないことがわかり、一方で土壌微生物多様性・活性値が高いことから、窒素成分の由来は微生物であることが想定され、今後の検討課題としたい。

本研究は立正大学埼玉東上地域大学教育プラットフォーム(TJUP)支援費第2種「農業遺産登録申請を目指した風土共創によるSDGsイニシヤチブ」(代表後藤真太郎)により実施した。ここに記して謝意を表す次第である。

参考文献

[1]細谷啓太(2017): 自然栽培水田における窒素循環と収量成立機構,博士論文,岩手大学院連合農学研究科。
 [2]佐藤響平, 後藤真太郎(2020): UAV を用いた自然栽培米の管理手法に関する研究, 令和2年日本写真測量学会春季学術講演会論文集。

初期平安京の復原

— 都城の思想と大型将棋との関係性 —

高見友幸
大阪電気通信大学 総合情報学部

キーワード：初期平安京，摩訶大将棋，大型将棋，大極殿，宮城図

1 はじめに

古代日本には現代将棋よりずっと駒数の多い大型将棋の存在したことが知られている。最近の研究では，大型将棋は遊戯であるとともに，呪術としての役割をもつこともわかってきた[1,2]。大型将棋の駒には陰陽五行思想が明確に現れ，各駒を六十干支の表に組み込むことができる。つまり，将棋は本来的に呪術性をもつものとして作られている。また，大型将棋の将棋盤については，平安京の条坊の1保を将棋盤の1マスと見ることで，平安京と将棋盤が完全に一致するという発見がなされている[3,4]。図1と図2に，大大将棋と摩訶大将棋の将棋盤と平安京の条坊との一致を示した。では，このように将棋盤と平安京とが一致するのはどういう理由によるのか。この理由を平安京の条坊そのものがもつ呪術性に求めたのが本研究である。

ところで，平安京の条坊が示す呪術性は，造営当初の平安京にだけ見ることができるということに注意されたい。現状の平安京研究においては，平安京の条坊の数や道幅は，造営当初においても，そのあとの時代においても変化することなく同じだとされる。将棋史研究における我々の当初の研究では，将棋盤と平安京との一致が示す理由がよくわからなかった。しかし，初期平安京の存在を仮定し，平安京の条坊が途中で変化したと見れば，平安京と将棋盤の一致を，当時の思想背景とも照らし合わせて明解に説明できた次第である。

本論に先立ち，本研究の結論となる初期平安京の復原結果を図3に示した。平安京の北辺の大路（新一条大路と記載した）および南辺の大路（九条大路）は点線としているが，これらの点線部分を含めた領域が，延喜式に記載された，10世紀以

降の平安京（南北19保，東西16保の大きさ）である。我々が提起する初期平安京は，この後世の平安京よりも北辺は1保，南辺は2保だけ短いと結論する。本論文では，紙数および発表時間の都合上，初期平安京の北辺についてのみ議論するが，その前に，次節において，北辺と南辺，両方の変更を含んだ初期平安京の全体像を述べておきたい。

2 初期平安京の概要

初期平安京において，まず注目すべきことは，平安京全体の大きさである。図3には各大路の道幅が示されており，この記載からも確認できるとおり，南北および東西の長さは同じ1500丈となっている。

延期式では東西1508丈とするが，この点は考古学からの修正がなされており，東西1500丈で正しい。したがって，本研究で提起した図3の復原結果で議論となるのは，南北方向の大きさである。さて，我々の初期平安京には，次の仮説が含まれる。

- 1) 北辺は後述する瀧浪説の基本案に従う。一条大路（後世の土御門大路）を北端とする。
- 2) この一条大路の幅を17丈とする。
- 3) 南端を八条大路とする。
- 4) この八条大路の幅を28丈とする。

前述したとおり，上記1)と2)は本論文にて議論するが，3)と4)は別稿とする。北端南端の道幅の評価が重要となるが，一条大路（土御門大路に相当），八条大路とも考古学的知見はまだ見つけられていない。また，平安京の条坊の幅は，単に数値そのものが意味をもつことに注意されたい。4, 8, 10, 12, 17, 28丈という数値は，四象，八卦，十干，十二支，二十八宿といった呪術要素と

関連するだけであり、都市設計の観点とは無縁なのである。

一条大路の幅の候補は、次節で示すとおり 17 丈の可能性が高い。この他の候補としては、10, 12, 28 丈しかないであろう。残る八条大路を 28 丈として設計することで、初期平安京は 1 辺が 1500 丈の正方形の都となる。この妥当性については、少し後で述べる。

さて、一辺 1500 丈は、藤原京の大きさと一致する。実は、藤原京も一辺 1500 丈の正方形である。ただし、用いられている尺度は、高麗尺（1 丈 = 3.55m）である。したがって、京城の実際の大きさは違うことに注意されたい。

さらに、平城京についても、1500 丈という同じ値を取り出すことができる。平城京の場合、東側に広い張り出し部分があるため正方形の抽出はできないものの、北西側への小さな張り出しを除いて考えると、やはり、南北の長さは 1500 丈になっている¹⁾。

このように、藤原京、平城京、平安京が結果的には、南北に 1500 丈をもつと想定すれば、上で述べた一条大路 17 丈、八条大路 28 丈という値は、非常に妥当であろう。京城全体が 1500 丈という以外にも、平安宮の南北がともに 17 丈の大路で区切られているという点、28 丈の朱雀大路がそのまま南端の大路の 28 丈となって続くという点でも妥当なのである。つまり、初期平安京は、京城を 1500 丈の正方形にするという絶対的設計方針に基づいているのではないだろうか。

ところで、初期平安京では、九条大路に面する東寺と西寺が京城の外に出る。東寺と西寺だけが特別だったのではなく、初期平安京の内部に一切寺院を置かなかったということである。これは、後述するように、平安京が道教の思想に強く帰依する都であることとも符合する。仏教は平安京から排除されていたであろう。東寺と西寺が官寺だったことは文献からわかるが、この二寺が平安京の中に建てられたとする説明は、当時の古文書にはないのである。

平安京が正方形という形に設計されている以上、平安京の四至は重要である。しかしながら、考古学の知見からは、初期平安京においては、南西隅

近傍、南東隅近傍、西京極大路等は条坊が造設されていなかったことがわかっている[5]。そうであるならば、1500 丈の正方形は設計上だけということだったのか。これについては、初期平安京の南辺を議論する別稿に譲るが、平安京の四至が重要視されているいくつかの傍証がある。初期平安京は、まさに正方形を厳密に意識した都だったと考える。

3 初期平安京の北辺

平安京の条坊や平安宮内部の様相は、延喜式の記載や宮城図等によって伝わる。それらの文献から得られる情報は、初期平安京の形態を示すものかどうかは不明であるものの、発掘調査で得られる知見と合致することも多い。

初期平安京の北辺については、注目すべき仮説が瀧浪貞子氏から提起されている[6]。当初の平安宮は南北に 2 町分短く（平安京の大きさは同じ）、平安宮の北端は今の土御門大路だったとする説である（以下、瀧浪説）。また、平安京自体が南北に 2 町分短かったという見方もあり[7]、この場合、平安宮は北闕型（平安宮が平安京の北端に位置する形態）となる。しかしながら、関連学会では、以上の仮説は多数派ではない。それは、仮説の論拠となる文献資料が少ない点、考古学的知見が得られていない点が多い。

本研究は、造営当初の平安京が延喜式や宮城図とは異なる形態だったとする瀧浪説が出発点となっており、瀧浪説の創案に負うところが非常に大きい。瀧浪説の論拠のひとつに、初期の平安宮が十二門だったとする指摘がある。この指摘は前節で述べた正方形の初期平安京とも関連し、非常に説得力を持つ。つまり、初期平安京や瀧浪説に見られる都城の形態的特徴は、「周礼」に記述された都城のあり方と合致するとともに、後でみるように、都城の思想をも表現するものである。

3.1 初期平安京の朝堂院

図 4 に朝堂院の寸法を示した。図 4 の左図の復原は発掘調査と古絵図（陽明文庫本「宮城図」）から得られた結果である[8,9,10]。このうち、二条大路北端（平安宮の南端）から昭慶門までの距離 200 丈、大極殿から昭慶門までの距離 18 丈、朝堂院

の東西幅 64 丈は、遺構の実測に基づく値である。大極殿院の東西幅 42.4 丈は、遺構の計測値と古絵図の記載を合わせて推定された値である。200 丈という完数の計測から、昭慶門の位置は意図された設計であると判断されている。

ところで、この 200 丈という値が大極殿とは関係のない長さ（朱雀門から昭慶門までの長さ）に現れていることが大きな疑問であろう。200 丈が設計上にあるのだとすれば、それは大極殿の位置において使われるべきではないか。同じく、大極殿院の東西幅 42.4 丈という長さも非常に不自然な値である。平安京で最も重要な建造物に整数値でない長さが現れるのだろうか。大極殿から昭慶門までの長さ 18 丈も、呪術要素のない数値という点では不自然である。

さて、このように数々あがる問題点の原因は、図 4 左図の朝堂院の復原が、再建された後世の朝堂院に基づく結果であることによると考えた。もし当初に創建された朝堂院が復原されているのだとすれば、その設計思想、つまり、都城の思想が明確に現れるはずである。

3.2 朝堂院の復原

本研究が試みる復原においては、平安京の地面を計測する物差し A (1 丈=2.98m) とは別に、朝堂院の建物に使われた物差し X の存在を想定する。なお、この物差し X は、後述のとおり、その存在を検証できるものであることを強調しておきたい。

ところで、発掘調査からは、大極殿と昭慶門の距離は 18 丈であるとされる[8]。この値は、宮城図に記載される、1 間=1.2 丈 (=1.2×2.98m) という情報も考慮の上で導出されたものである。つまり、宮城図に記載の、間と丈の換算を、通常物差し A によるものと想定している。本論文では、宮城図の朝堂院の建物部分に限っては、別の物差し X が使われていたと考えた。つまり、この物差し X を使った場合、物差し A で測る 15 間 (=18 丈) は、図 4 右図のとおり、17 丈になると仮定した。

18 丈が 17 丈に換算されるということは、物差し X の目盛りは物差し A の目盛りよりも小さく、その比率は 18 分の 17 でなければならない。つまり、物差し X は、1 丈=2.81m である。計算におい

ては、朝堂院の遺構の実測値および宮城図の記載値（建造物に関するもののみ）をすべて 18 分の 17 倍として換算すればよい。図 4 右図と図 5 右図に、この結果を示した³⁾。大極殿から昭慶門までの長さ 18 丈は 17 丈、大極殿院の東西幅 42.4 丈は 40 丈、朝堂院の東西幅 64 丈は 60 丈と換算される。

会昌門から東西に延びる回廊は、宮城図では、21 間 (=23.8 丈) と記載されており（図 5 左図）、これから会昌門の領域は 12.4 丈と推定される（図 5 右図）。会昌門から昭慶門までの距離を 120 丈と想定した場合、宣政門から南に会昌門まで延びる回廊は、33 間 (37.4 丈)、宣政門から昭慶門までの回廊の長さの合計は、31 間+16 間+15 間 (35.1 丈) であり、これから宣政門の領域は、やはり同じ 12.4 丈となる。この結果は、宮城図の記載（両門とも同じ 5 間と記載）とも合致する。このことから、直接の寸法の換算はできないが、会昌門と昭慶門の距離は 120 丈と見てよいであろう。

また、この値 120 丈の妥当性は、宮城図の図面の直接の長さ計測からも推定可能である。つまり、昭慶門から龍尾壇は約 14.5cm で描画されており、これを 40 丈と見よう。龍尾壇から会昌門は約 29cm であり（つまり、80 丈である）、会昌門と昭慶門の距離が 120 丈であることを支持する。宮城図の図面は、このように、図面計測からの情報もある程度の信頼性を置けるものと考えられる。

また、会昌門から応天門の楼閣までを測ると約 14.5cm であり、この部分も同じく 40 丈に設計されているであろう。会昌門より南側には、瓦垣 28.5 丈と南北回廊 8 間の記載があるが、これに、東西回廊の幅の長さや楼閣の長さを考慮すれば、記載される数値データからもほぼ 40 丈と推定可能である。

朝堂院内に南北に並ぶ建物の間隔は、発掘調査からおおよそ 40 丈の値が得られている。したがって、朝庭は、北を龍尾壇、東西を昌福堂と延久堂で区切られた一辺 40 丈の何もない広場として存在するわけである。朝堂院内の建物の位置は発掘調査からの推定であるが[9]、朝堂院の門の位置は仮説を前提に導かれている。図 5 右図に示されるのとおり、会昌門の長さや、すぐ前のふたつの建物

間の間隔がほぼ一致することや、回廊の東西にある門（宣政門等）の前がちょうど建物のない場所となることは、物差しXの仮説を支持するものとなっている。

3.3 平安宮の復原

前節で述べたように、朝堂院には40丈という寸法がしばしば現れる。これは、一辺40丈の5つの正方形（大極殿院、朝庭、朝堂院、朝集殿院、朱雀門広場）が存在するためである。考古学からの知見として、昭慶門から朱雀門までの距離はちょうど200丈の完数値を示すことがわかっているが、これは、昭慶門を200丈の位置に設計したのではなく、昭慶門から朱雀門までの間に40丈の5つの正方形を敷き詰めた必然の結果だったわけである。

平安京設計時の完数値があるとすれば、昭慶門の位置ではなく、平安京の最重要建造物である大極殿の位置にこそ見えるべきであろう。しかしながら、現状でわかっている大極殿の位置に完数値は見られない。大極殿はしかるべき位置に建てられているべきであるという要請が、初期平安京を復原する上での前提となった。では、大極殿が立つべき位置はどこなのか。この要請に対しては、平安京および平安宮が正方形の造形を意図した設計のもとにあることを重要視した次第である。

上の要請からは、現状の復原は、後世の平安宮の復原であり、初期の平安宮の復原ではないと考えざるを得ない。当初は、平安京も平安宮も、きちんとした正方形に造営されていたと考えたい。その結果として、大極殿がしかるべき位置にあること、それは、正方形の中心に位置していたであろう。このようにして得られた復原が図4右図である。

重要な仮説は、2節でも述べたとおり、平安宮北端の一条大路が17丈であるという点である。この結果、平安宮の北端から大極殿の中心までの距離が完数200丈を取ることになる。大極殿の位置は、平安宮の北端を起点として設計されていた。朱雀門と昭慶門の距離が200丈に保たれているという条件のもとでは（昭慶門の位置が変わらないという仮定のもとでは）、一条大路は必然的に17丈の道幅にならなければならない。

17丈は二条大路と同じ幅である。平安宮の北側と南側が同じ17丈の大路で囲まれるのは、東西が同じ12丈の大宮大路、西大宮大路で囲まれる設計であるため自然な設計であろう。なお、現状では、初期平安京における一条大路が17丈だったとの発掘調査結果はでていないが、従来の復原どおり10丈であるとの検証もなされていない。

内蔵省の北端から5丈の道を隔てて築地があると見れば（これは平安宮の南端付近と同じである）、平安宮北端は12丈の大路であろう。この場合、偉鑿門は内蔵省とは別位置となる。偉鑿門と内蔵寮の位置関係が瀧浪説の反証に用いられることがあるが、図4右図の復原では問題点とはならない。

4 物差しXの検証

1尺=28.1cmとする尺度の存在は、著者の知る限り、文献には見当たらない。しかし、1985年に発行された木器集成図録[11]に、和田廃寺から出土の7世紀の物差しの図版が掲載されている。本文中の解説では、この物差しの1寸を2.85、2.86、2.88cmと計測している。しかし、基準のスケールが付属する図版からの計測では、2.81cm前後の推定値を得る。

次に、実際の建造物での例は、米田良三氏が物差しXと同じ尺度の存在を主張している[12]。文献では、0.5丈単位での設計もあり得るとの立場から法隆寺の各建物の柱間距離を調査し、1尺=28.1cmの尺度が使用されたとする結果を導いている。本稿では、朝堂院に見られるように（長さが東西60丈、南北120丈）、建物全体の長さが完数を示すかどうかについて調べた[13,14]。その結果、物差しXでの計測では、次のような完数値を得た。

- ・法隆寺金堂：東西14.022m（～50尺）
- ・法隆寺西院伽藍回廊：南北87.131m（～310尺）
- ・法隆寺講堂：東西33.913m（～120尺）
- ・法隆寺東院夢殿：八角の横幅11.27m（～40尺）

この他では、唐招提寺の金堂と講堂が、それぞれ、100尺、120尺の完数を示す。奈良時代の主要寺院の重要な建造物に物差しXが使われているようである。

以上のように、朝堂院の復原で使われた物差しXの仮説は、机上に留まるものではない。また、この仮説から導かれるのは、単に復原から得られる本当の寸法の解明という問題よりは、次節に示すように、都城の思想と密接に関わる問題を提起する。それは、平安京の中に見える正方形の階層構造の存在であり、これが、周礼から伝わる思想や天円地方の考え方と連携して、天皇がいかにして天下を見るのかという内容にも通じるのである。

5 正方形の階層構造

以下では、平安京という語句で、初期平安京を示すものとした。平安京の復原から得られた結果のうち、平安京に存在する正方形に関するものは以下のとおりである。

- 1) 平安京は一辺 1500 丈の正方形である。
- 2) 平安京の北端に位置する平安宮は、一辺が 384 丈と 383 丈で、ほぼ正方形となる (図3参照)。
- 3) 大極殿院は、一辺 40 丈の正方形である。

平安京は一辺 40 丈の正方形を、平安宮の外全体で縦横に敷き詰めた都城であるが、この一辺 40 丈の正方形は、平安宮の中においても配置されており、大極殿院の他にも、朝庭や朝集堂院が一辺 40 丈の正方形であることがわかる。

ところで、晋書「天文志」には「天圓如張蓋，地方如棊局」(天は円きこと張蓋(かさ)の如く地は方(しかく)にして碁盤の如し)という一節があり、これが天円地方の思想である。平安京に現れる正方形の階層構造は、古代中国における天円地方の思想に深く関連していると思われる。天空の様相を地上の都に写すというのが都城の思想である[15]。図6に、天と地との通信により、盤上遊戯の対局で神意を聞くイメージ図を示した。天の中心(北極星)と地の中心(大極殿)の通信により、天皇が天意を聞くという状況をここでは想定している。

さらに、その方形の都の全体を、手元で一望できる将棋盤に再現したものが将棋である。その将棋の対局を「天子南面」して見るのが呪術としての将棋であろうか。

6 おわりに

最後に、本稿で取り上げなかった興味深い課題について短く触れておきたい。本論文で述べた初期平安京仮説は、将棋史の問題以外にも、上述した法隆寺の物差しの問題のように、他分野の様々な問題解明に寄与するものと思われる。その影響の大きさが、初期平安京の正当性を示すものでもあろう。

1点目は、大嘗祭のときに大極殿の中に置かれる高御座の問題である。平安京は自身の方形の中に、平安宮、大極殿院、大極殿の方形が階層構造を作り、その階層の頂点として八角形の高御座が置かれる。この構造は、舒明天皇陵や天智天皇陵に見られる八角形の墳丘の構造に類似する。つまり、これらの天皇陵は、多層の方形壇があり、その一番上が八角墳なのである(上八角下方墳)。このことから、八角墳を高御座の八角形だけに対応づけるよりも、方壇を含めた八角墳全体と平安京との対応を考える方が適切なのではないだろうか。

さらに、図6に示した天と地との間の通信において、八角形を天の円形と地の方形を結ぶ仲介の形と見るならば、八角墳や高御座は、天と地の通信コネクタという意味合いをもつのかも知れない。こうした見方は、平安京の根本的な設計思想であると同時に、初期平安京を将棋盤として取り入れている大型将棋の設計思想でもあるだろう。ここに大型将棋のもつ呪術の内容を見ることができよう。将棋という遊戯は、地において選ばれたひとり、つまり、天皇が、天意を知るために使うという見方である。この動向を小説にしているのが、将棋の起源でしばしば問題とされる9世紀唐代、玄怪録「岑順」の物語かも知れない。この場合、対局を見ている岑順が天子である。

2点目は、天を写す都城は、将棋だけに使われているのではないという可能性である。囲碁については言うまでもないが、図3の平安京の復原図には、盤双六の盤[16]が見えているのである。平安宮の南側、朱雀大路を挟んで東西の12保がちょうど双六盤のマスに相当する。双六盤の中央の河は、天においては、天の河の銀河であり、地においては、朱雀大路であろう。駒の色は五行思想のとおり、東の青色と西の白色で、それらの駒は平

安宮から出発し、再び平安宮にもどるというルールに作られている。将棋、囲碁、盤双六という盤上遊戯における「三面」は大名家の婚礼調度であるが、もともとは、平安京と天皇に由来するのではないだろうか。

謝辞

本研究は 2018 年度中山隼雄科学技術文化財団助成研究 B「将棋の起源および大型将棋の呪術性に関する研究」(研究代表者:高見友幸)および、2020 年度科研費:挑戦的研究(萌芽)「古代日本の大型将棋に関する研究」(研究代表者:高見友幸)による助成を受けて行われた。

注記

1) 平城京の発掘調査で、2018 年に十条大路の存在が確認されている。この十条大路までを平城京とみると、平城京は南北に 10 坊である。1 坊が 150 丈の正方形で設計されているため、南北の長さは 1500 丈となる。尺度は、藤原京と同じく、高麗尺を用いる。

2) もちろん、当初の昭慶門が別の位置にあったとする復原も可能であるが、特段の知見を得ることはできない。なお、同じ位置とした場合は、大極殿の中心が中御門大路の中心線と一致する。

3) 建物に関連する寸法だけを換算し(たとえば、回廊の長さ)、地面に関する寸法は換算不要である。

参考文献

- [1] 高見友幸, 中根康之, 原久子, 摩訶大将棋の復刻, 大阪電気通信大学人間科学研究, Vol.19, pp.63-80, 2017.
- [2] 高見友幸, 摩訶大将棋の復刻 ~古代日本の

大型将棋に関する考察~, 大阪商業大学アミューズメント研究叢書第 19 巻, 2019.

- [3] 高見友幸, 最近発見された摩訶大将棋に関する古文書, IR*ゲーミング学会ニューズレター, No.38, 8-11, 2019.
- [4] 高見友幸, 中根康之, 木子香, 原久子, 呪術としての大型将棋に関する考察, 大阪電気通信大学人間科学研究, Vol.22, 13-24, 2020.
- [5] 山田邦和, 「前期平安京の復元」京都都市史の研究, 吉川弘文館, 2009.
- [6] 瀧浪貞子, 初期平安京の構造 -第一次平安京と第二次平安京-, 京都市歴史資料館紀要, 1984.
- [7] 桃崎有一郎, 平安京はいらなかった, 吉川弘文館, 2016.
- [8] 陽明文庫編集, 宮城図, 思文閣出版, 1996.
- [9] 家崎孝治, 平安宮大極殿の復原『杉山信三先生米寿記念論集』, 論集刊行会, 1993.
- [10] 寺升初代, 平安宮の復原『平安京提要』, 角川書店, 1994.
- [11] 奈良国立文化財研究所, 木器集成図録 近畿古代篇, 奈良国立文化財研究所, 1985.
- [12] 米田良三, 建築から古代を解く一法隆寺・三十三間堂の謎, 新泉社 1993.
- [13] 文化庁監修, 国宝 13 建造物 I, 毎日新聞社, 1984.
- [14] 法隆寺昭和資財帳編集委員会, 法隆寺の至宝一昭和資財帳 1, 小学館, 1991.
- [15] 妹尾達彦, 長安の都市計画, 講談社選書メチエ, 2001.
- [16] 木子香, 古代盤上遊戯盤双六の復刻, 大阪電気通信大学紀要人文科学研究, vol.22, 1-12, 2020.

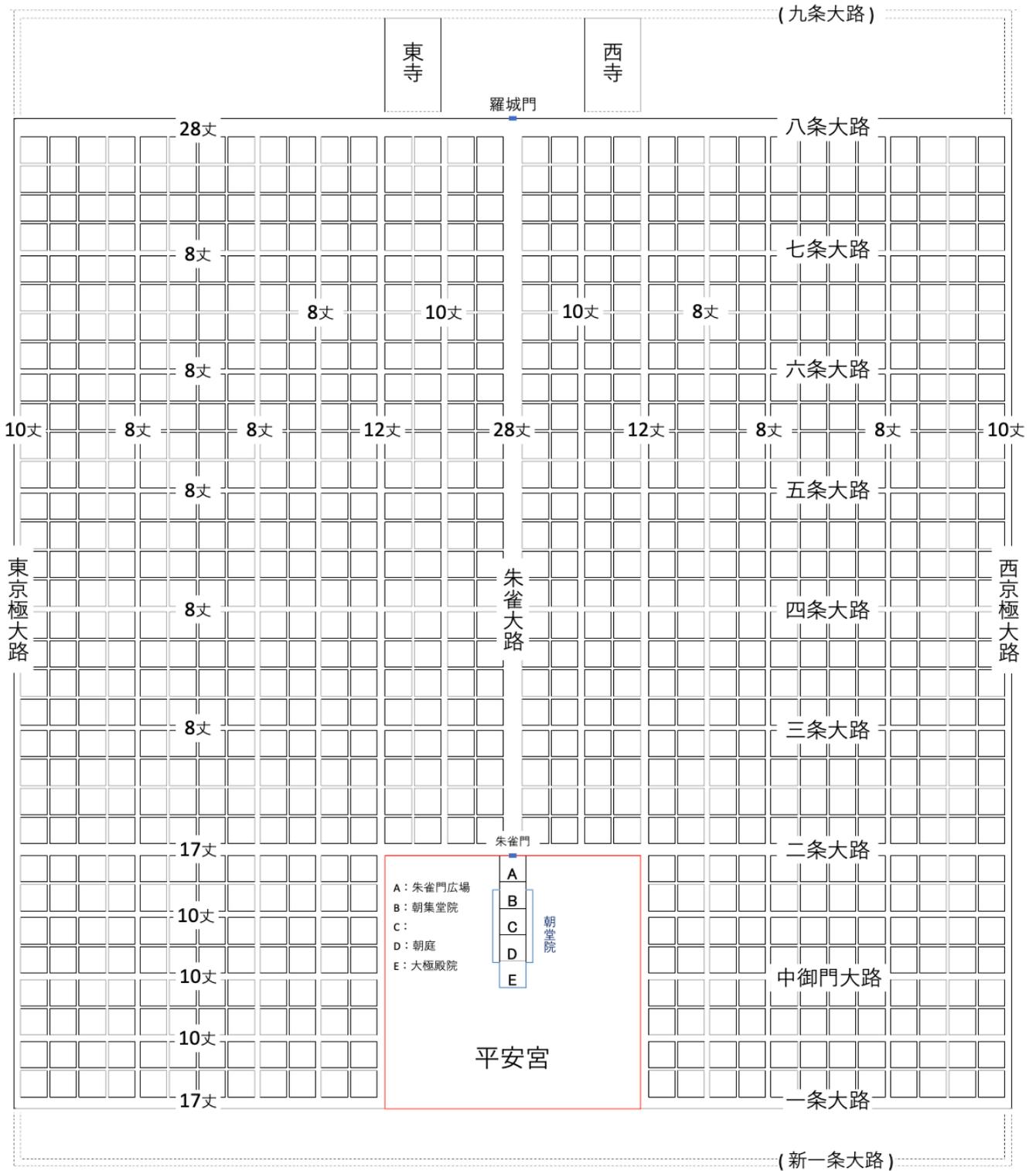


図3. 初期平安京の条坊. 図の上方が南である. 東西の幅は延喜式の記載とほぼ変わらない. 初期平安京では, 南北の長さが短い. 北端は後世の土御門大路であり, この位置が一条大路だった. 南端は八条大路であり羅城門はこの大路に沿って立っていたと推測する. 羅城門の発掘調査は九条大路で実施されているがまだ見つかっていない. 東寺と西寺は平安京の京城の外に位置している.

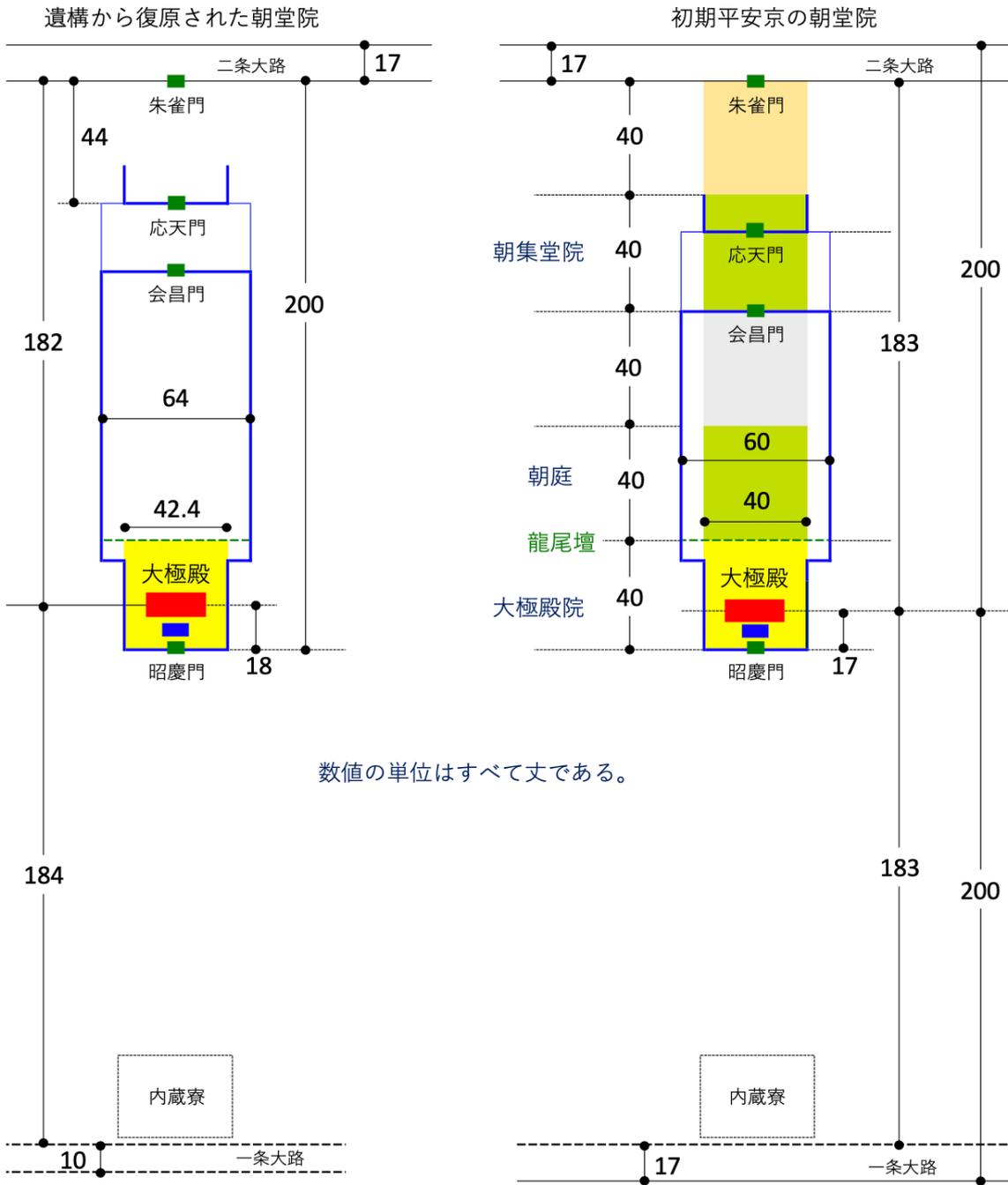


図4. 朝堂院の寸法, 左) 遺構に基づいて復原された朝堂院, 右) 仮説に基づいた初期平安京の朝堂院.

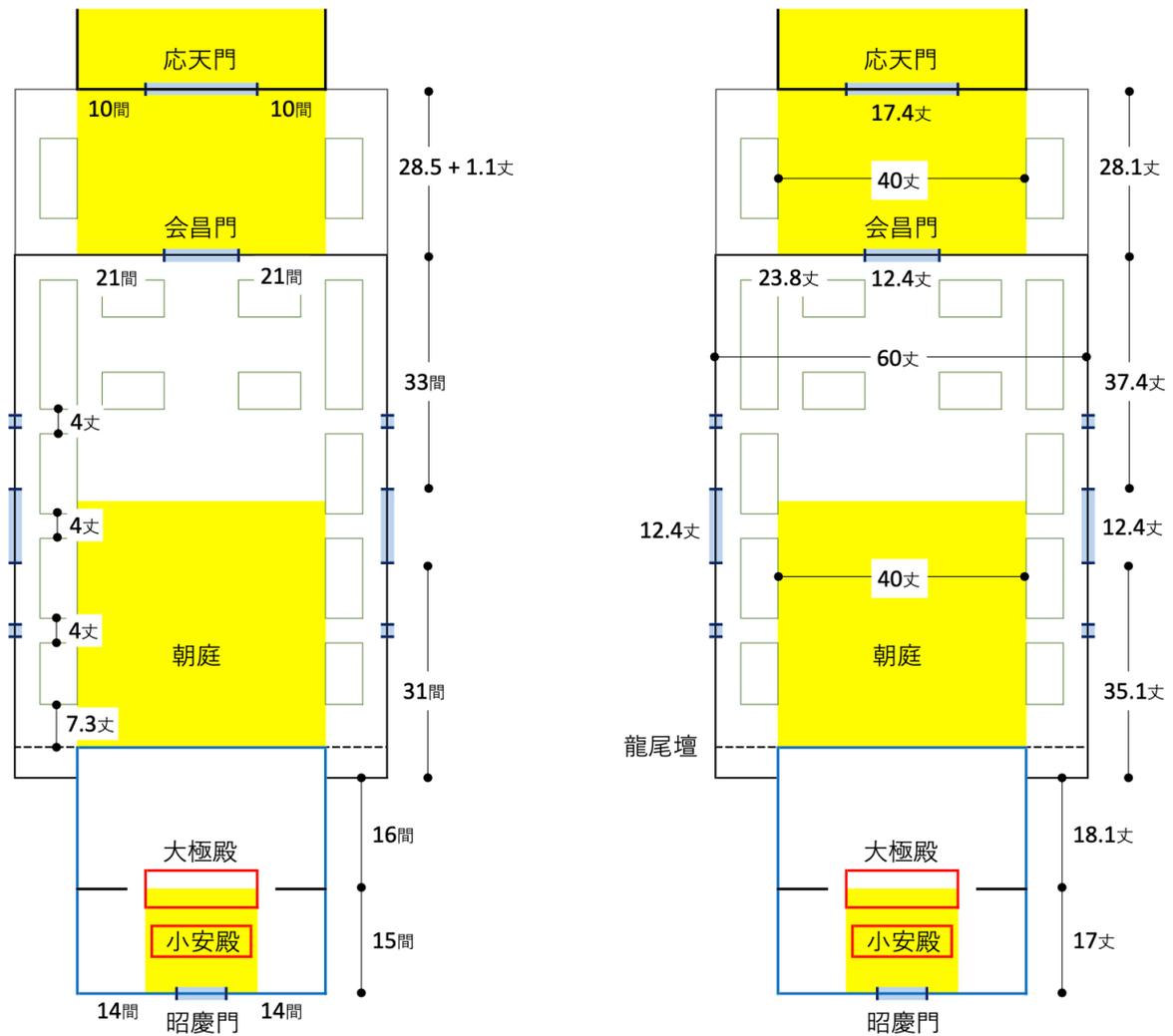


図5. 朝堂院の寸法. 左) 陽明文庫本「宮城図」の記載値, 右) 物差し X の仮説と宮城図から得られた推定値.

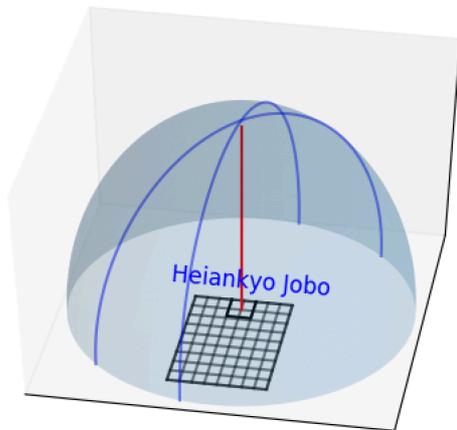


図6. 天と地との通信により, 盤上遊戯の対局で神意を聞くイメージ図 (妹尾達彦氏による「宇宙の都」を原図として, 高見が作図).