

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 5 回

2019 年 3 月 17 日

@千葉商科大学

## 第5回 国際ICT利用研究学会 研究会

下記のように第5回研究会を開催しますので、ご案内申し上げます。

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.2 以降に掲載します。

山下倫範 (立正大学)

日時 2019年3月17日(日) 11:55-16:35

会場 千葉商科大学 (会場へのアクセス) 1号館2階1211教室 (下段案内図参照)

参加費 無料

### プログラム

11:55 開会の挨拶 上山俊幸 (千葉商科大学)

第1セッション (12:00-13:00, 座長 座長 田中雅章 (ユマニテク短期大学))

12:00-12:15

村田雪乃, 小野田彩歌, ○佐藤妃南子, 木川 裕 (日本大学)

改正個人情報保護法に伴う情報セキュリティ教育の重要性  
- 生体認証利用識別データに関するセキュリティ意識を中心として -

12:15-12:30

○阿部美里 (立正大学)

私立大学の情報化投資額調査から考える学生目線の適切な ICT 環境構築について

12:30-12:45

○竹井 潔 (聖学院大学)

英国における高齢者のデジタル・デバイドの現状と課題

12:45-13:00

○奥原 俊 (藤田医科大学), 菅原 良 (明星大学), 伊藤孝行 (名古屋工業大学大学院)

自動交渉における妥協のモデル化に関する探索的な研究

13:00-13:10 休憩

第2セッション (13:10-14:10, 座長 木川 裕 (日本大学))

13:10-13:25

○鎌田光宣 (千葉商科大学)

サステナブルシティにおける ICT を活用した次世代コミュニティ

13:25-13:40

○田中雅章 (ユマニテク短期大学), 神田あづさ (仙台白百合女子大学)

デジタル紙芝居によるコミュニケーション能力の育成

13:40-13:55

○後藤真太郎\*, 古田武士\*\*, 牧内穂高\*\*, 岡田満夫†, 酒井千富\*\*

(\*立正大学/Code for SAITAMA, \*\*Code for SAITAMA,, †NPO 法人 SAFE)

異なる組織が協働する災害対応訓練における ICT の活用に関する研究

13:55–14:10

○佐藤響平, 後藤真太郎 (立正大学)

谷津田における環境保全型農法による水稻栽培の GIS による管理手法に関する研究

14:10–14:25 休憩

第3セッション (14:25–15:25, 座長 田中敏幸 (慶應義塾大学))

14:25–14:40

○落合 大, 後藤真太郎, 小菅悠人 (立正大学)

LiDAR 画像の SLAM 処理による森林観測精度に関する研究

14:40–14:55

○今井 優 (立正大学・外部研究員)

ベクタデータの作成を念頭に置いた空中写真の土地被覆分類の試み

14:55–15:10

○白木洋平, 徳久紗希, 北沢俊幸 (立正大学)

津波発生時における神社の避難場所としての有効性に関する研究

15:10–15:25

○保本正芳 (近畿大学), 西村 太嘉 ((株) ミスキィ)

ICT を活用した大学生のリーダーシップ開発

15:25–15:35 休憩

第4セッション (15:35–16:35, 座長 永田 清 (大東文化大学))

15:35–15:50

大山 結和, ○田中敏幸 (慶應義塾大学)

画像処理による子宮頸がん細胞診スクリーニング支援システム

15:50–16:05

○永岡淳一, 宮田大輔 (千葉商科大学)

2進分割数の計算法

16:05–16:20

○山下倫範 (立正大学), 宮田大輔 (千葉商科大学), 藤田菜摘 (富士通マーケティング)

計算メモ: Euler 関数  $\phi$  の導来対数関数  $L$  の諸性質

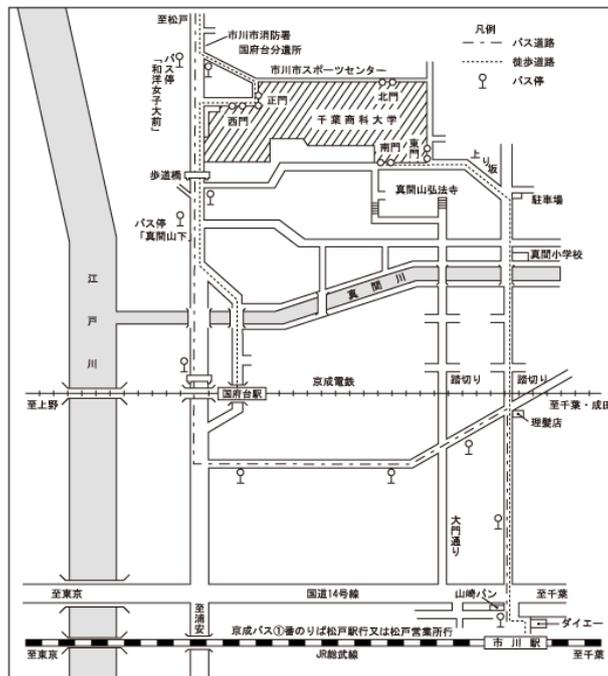
16:20–16:35

○鈴木治郎, 松本成司 (信州大学)

Rmarkdown による文芸的プログラミングの勧め

16:35 閉会の挨拶 上山俊幸 (千葉商科大学)

## 千葉商科大学 構内図とアクセス



\* JR 総武線 市川駅下車 徒歩約 20 分

バス利用の場合は、駅前京成バス 1 番のりばから松戸駅行または松戸営業所行に乗車約 10 分 和洋女子大前下車 徒歩 3 分

\* 京成線 国府台駅下車 徒歩約 10 分

\* 北総線 矢切駅下車 徒歩約 20 分

バス利用の場合は、駅前京成バスのりばから市川駅行に乗車約 10 分 和洋女子大前下車 徒歩 3 分

\* JR 常磐線 松戸駅京成バス 1 番のりばから市川方面行に乗車約 20 分 和洋女子大前下車 徒歩 3 分

# 改正個人情報保護法に伴う情報セキュリティ教育の重要性

## —生体認証利用識別データに関するセキュリティ意識を中心として—

村田 雪乃 小野田 彩歌 佐藤 妃南子 木川 裕  
日本大学 法学部

キーワード：情報セキュリティ，改正個人情報保護法，生体認証，インターネットバンキング

### 1 問題の所在

近年、ICTの発達によって、誰でも簡単にインターネットにアクセスし、時間や場所・距離に拘束されことなく情報を収集することが可能となった。情報通信白書<sup>1</sup>によれば、平成29年の個人のインターネット利用率は80.9%、端末別のインターネット利用率は「スマートフォン」が59.7%となり、「パソコン」の52.5%を上回っており、スマートフォンを利用したインターネットへのアクセスが主流になってきていることが分かる。

このように、ICTの活用、特にスマートフォン等情報端末の急速な普及により、インターネットバンキング等のネット利用が盛んになっている。しかし、利用者が増えればそれに伴い犯罪被害も増加する。情報処理推進機構（以下、IPA）の「情報セキュリティ10大脅威2019」<sup>2</sup>によれば、社会的に影響が大きいセキュリティ上の脅威として、「クレジットカード情報の不正利用（1位）」、「インターネットバンキングの不正利用（7位）」などが挙げられている。利便性が高まっていく反面、個人情報漏えいや個人情報の窃取など様々な情報セキュリティ問題も指摘されている。

ところで、平成17年に施行された個人情報の保護に関する法律（以下、個人情報保護法）が改正され、改正前は不明瞭であった個人情報の定義が明確化されるなど大きな変更があった。これら法改正により生体認証などで利用される指紋等も個

人情報に含まれることになったが、はたしてこれら法改正は十分に認知されているのだろうか。

本稿では、情報セキュリティ上の脅威に繋がる可能性のある様々な問題の中で、特に普及の進むインターネットバンキングに着目し、さらに今後利用が広がるであろう生体認証データに関する問題点を探り、個人情報保護に関する情報セキュリティ意識をいかにすれば高めることができるかを検討していく。

### 2 改正個人情報保護法

前述したように、平成17年4月に施行された個人情報保護法は、平成27年9月9日に改正され、平成29年5月30日より全面施行されている。

個人情報保護法は、個人の権利保護と個人情報の有用性のバランスを図ることを目的としているが、平成29年度改正は第4次産業革命におけるAI、IoTの普及を鑑み、個人情報を含むビッグデータの適正な利活用のための環境整備の必要性も考慮されている。

個人情報保護法では、個人情報、個人データ、保有個人データの3つについて、その扱いを定めているが、本改正では、今まで不明瞭であった個人情報の定義が2条で明確化され、身体的特徴等の「個人識別符号」<sup>3</sup>を含むものも個人情報と定義し、さらに「要配慮個人情報」を新たに定義することで、その取扱いに関する規定を整備した。

<sup>1</sup> 平成30年版情報通信白書 第5章第2節 ICTサービスの利用動向 p236

<sup>2</sup> IPA「情報セキュリティ10大脅威2019」p6  
<https://www.ipa.go.jp/files/000071831.pdf>

<sup>3</sup> 顔認証技術により、撮影された映像から抽出された顔認証データで管理可能であれば、氏名が不明でも「特定個人を識別可能な情報」に該当する。

また、これまでは過去 6 か月以内に 5,000 人を超えない個人情報しか持たない小規模取扱事業者は個人情報取扱事業者としての義務を負わなかったが、この規定が廃止され、扱う個人情報の規模に関わらず適用されることとなった。

### 3 インターネットバンキング関連犯罪の現状

インターネットバンキングとは、インターネットを介して残高照会や振り込み・振替などの銀行サービスが利用できるシステムのことである。顧客は店舗に足を運ばなくて済み、銀行側は運営費用が低コストで抑えられる。

平成 10 年から大手銀行が大手電機、通信企業と組みインターネット銀行を立ち上げはじめ、平成 12 年に金融監督庁（現・金融庁）などが、異業種の銀行参入規制を緩和したことで、電機メーカーや小売業者といった異業種からのネットバンキング業務参入が相次いだ。現在では、すべての大手銀行・地方銀行がインターネットバンキングサービスを提供している。

しかしながら、インターネットバンキングの普及は、同時にそれらを対象としたサイバー犯罪による被害の増加も意味する。

警察庁<sup>4</sup>によれば、インターネットバンキングに係る不正送金事犯は、平成 27 年に過去最多の約 30 億 7,300 万円を記録したが、平成 28 年の被害額は 16 億 8,700 万円と大きく減少し、平成 29 年の被害額は約 10 億 8,100 万円と、前年よりさらに約 6 億 600 万円（35.9%）の減少を示している。しかし、平成 29 年には、新たな不正送金ウイルスも検出され、さらにインターネットバンキングの ID・パスワード等の不正入手から、電子決済サービスを利用して仮想通貨交換業者へ不正送金を行う新たな手口の出現など、依然として深刻な状況である。

### 4 インターネットバンキング利用率調査

インターネットバンキングサービスの利便性から、その利用者も増加傾向にある。そこで我々は

どれくらいの方がインターネットバンキングを利用しているのかを調査するためアンケートを実施した。今回、被験者の年齢・性別は問わず、2018 年 10 月に計 110 人に対し実施した。

初めにインターネットバンキングを利用したことがあるかについて質問した（図 1）。利用したことがあると答えた人は 66.4%で全体の約 7 割を占めている。

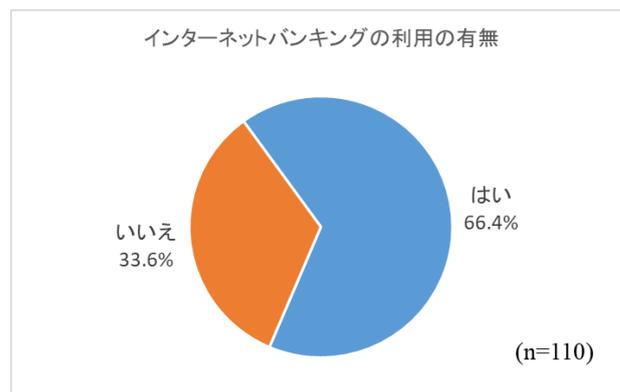


図 1. インターネットバンキングの利用率

さらに利用していると答えた人に、インターネットバンキング利用時に使っている機器について質問した（図 2）。スマートフォンと答えた人は全体の 91.3%を占めており、次に回答が多かった PC は 27.5%、最後にタブレット端末と答えた人は全体の 6.3%という結果であった。この結果は前述した情報通信白書によるものと同じで、スマートフォンの普及により誰でも気軽にインターネットバンキングが利用できる状況が再確認された。

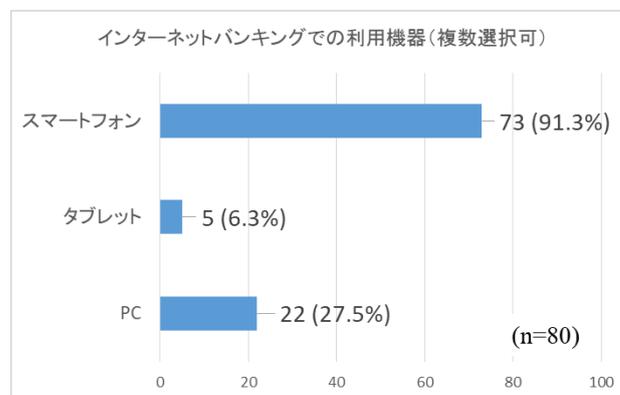


図 2. インターネットバンキングでの利用機器

<sup>4</sup> 警察庁『平成 30 年版 警察白書』第 2 部第 3 章 p122 <https://www.npa.go.jp/hakusyo/h30/index.html>

次に、インターネットバンキングを利用する際に、ブラウザとアプリケーションのどちらを利用しているかを質問した（図3）。57.0%の人がアプリケーションを利用していると答え、残りの43.0%の人がブラウザを利用していると答えた。ブラウザでサイトを開くよりもアプリケーションのほうが手間を省くことができ、使い勝手が良いということで選択する人が多いのかもしれない。

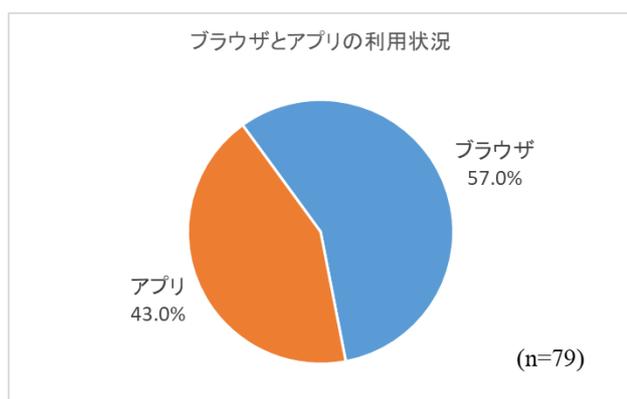


図3. ブラウザとアプリの利用状況

さらに、アプリケーションと答えた人に、どのようなアプリケーションを利用しているかを質問した（図4）。

最も多かった回答は、各銀行が出しているアプリケーションであり 82.7%であった。電子マネーアプリとポイントカードアプリは共に、23.1%であり家計簿アプリが 19.2%であった。この質問により、各銀行の提供しているアプリケーションがより安心して利用できるということだろうか。

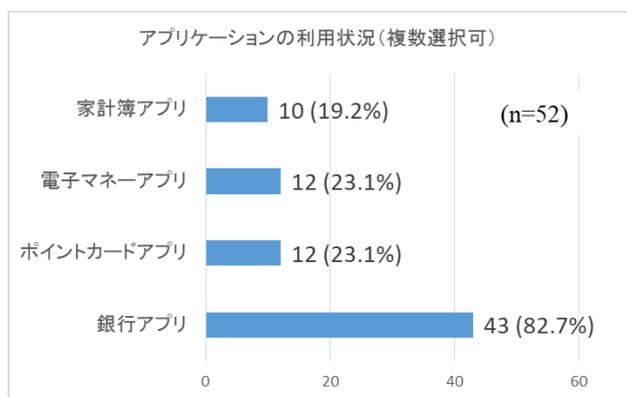


図4. アプリケーションの利用状況

これらのアンケート結果で、スマートフォンでのインターネットバンキング利用者の多さと、利用率の高いサービスが明確になった。

## 5 生体認証識別データと情報セキュリティ

個人情報の漏えいに関する事件は絶えず発生しており、インターネットサービスを活用する以上避けられない問題ともいえる。そのためにもより強固なセキュリティ対策が求められている。

### 5.1 生体認証のメリット

生体認証はパスワードや IC カードと異なり物理的に存在しないため、忘却や紛失の心配がなく、個人認証を必要とする様々な分野で利用・普及が増加している。特に、セキュリティ対策としても強固であるため、銀行など認証を必要とする多くのケースで利用が広がっている。

ところで、この生体認証の利用促進に向けて、IPA は「生体認証導入・運用の手引き」<sup>5</sup>を公開する等の活動を行っている。生体情報は特にデリケートな個人情報であるとの認識から保管方法や利用者への配慮は欠かすことのできないものである。

身体的特徴・行動的特徴共に個人の特徴を、第三者が完全にコピーすることは極めて難しく、偽造やなりすましのリスクを抑えることが出来る。セキュリティレベルを高められることが、生体認証の最大のメリットと言えるだろう。生体認証の導入は、利用者にとって認証作業がストレスフリーなものになり利便性が高まるだろう。

### 5.2 生体認証認知度に関するアンケート調査

改正個人情報保護法により新しく個人情報として定義された身体的特徴をデータ化した生体認証利用識別データに関する認知度について、大学生 50 人を対象にアンケート調査を実施した。(2019 年 2 月)

まず、改正個人情報保護法についてどの程度認知されているかを調査したところ、92.0%の人が「知らない」と回答した（図5）。

<sup>5</sup> IPA 「生体認証導入・運用の手引き」(2007 年 7 月) <https://www.ipa.go.jp/files/000013804.pdf>

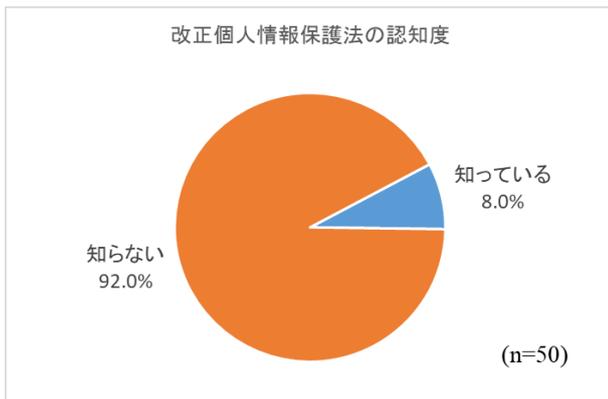


図5. 改正個人情報保護法の認知度

次に生体認証や個人識別符号についての知識の有無について調査を行ったところ、前のアンケートと同様に94.0%の人が『知らない・知識が無い』と回答した(図6)。

これらの回答から、インターネット利用が多い学生こそ自身の個人情報保護に対して関心を持つべきであるにも関わらず、改正個人情報保護法における生体認証の知識や関心に乏しい学生が多いという結果が見てとれた。

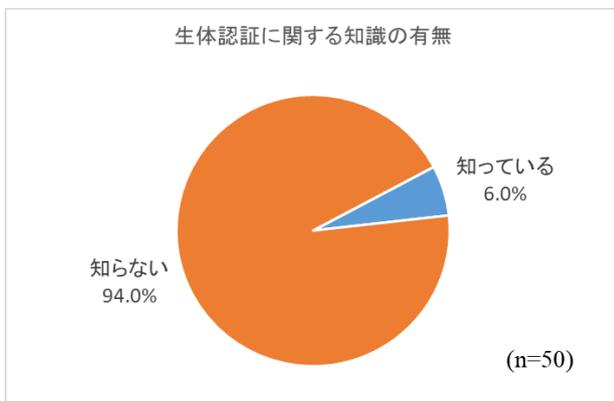


図6. 生体認証に関する知識の有無

現在では高度な画像解析技術を利用し、写真や画像から指紋などの個人情報を盗み取られる危険性がある。しかし、アンケート調査から判明したセキュリティ意識の低さからわかるように、多くのケースで指紋が特定できる写真を安易にSNS上にアップロードする等の被害リスクを高める行為が確認されている。

## 6 考察

今回の調査から、スマートフォンを利用したインターネットバンキング等の取引が一般的になってきていることが分かる。しかし、生体認証におけるアンケート調査から、新しい個人情報の定義や情報セキュリティへの知識はまだまだ乏しい。

そこで一つの打開策として、学校や企業で「情報セキュリティ対策」を義務的に教育の一環として導入することを挙げる。もちろん、現在でも簡単な情報倫理教育、たとえばネチケットのようなものは実施されている。しかし、最新の情報セキュリティに関する教育の実施となるとハードルが高いと言えるだろう。

前述したIPA等の法人が配布している情報セキュリティ対策教材を用いるなどして、学校や企業で教育の場を義務的に設けることで、現在よりも情報セキュリティ対策の知識を持つ人を増やすことができるだろう。特に、スマートフォン利用が主流となった現代では小学生から高齢者までもが被害者となりうる。だからこそ、「情報セキュリティ」の知識がこれからますます必要となってくる。そして、早い段階から「情報セキュリティ」について深く学ばせることにより、今後の情報セキュリティ対策を指導する人材の育成にも繋がっていくのではないだろうか。

## 7 今後の課題

利用者側は最新の情報を入手し、セキュリティ対策に関わる知識を常に蓄積していくことを推奨する。しかし、教育の場への導入だけでは主婦層や高齢者層への啓発活動が完全ではない。教育の場に立ち会う可能性が低い層へ、いかなる方法で「情報セキュリティ対策」の啓発活動を行っていくかについても考えていかなければならない。

## 参考文献

- [1] 木川裕「情報関連法改正と大学における情報セキュリティ教育の現状と課題」第42回教育システム情報学会講演論文集、p27-28、(2017)

## 私立大学の情報化投資額調査から考える 学生目線の適切なICT環境構築について

立正大学 地球環境科学部 環境情報数学研究室  
阿部美里

### 目次

- ・はじめに
- ・調査目的
- ・調査結果
- ・考察
- ・今後の課題

### はじめに

元カーネギーメロン大学長のリチャード＝サイヤート氏は、

「**未来の偉大な大学とは、  
立派なコンピュータシステムを備えた大学であろう**」  
と予言していた。

- 大学は立派なICTシステムの具備が希求されている
- 立派なICTシステムによる大学運営は大学将来の運命を左右するものと考えられる。

### 「情報化投資額」とは

情報化投資額とは何か？

→その大学のICTシステム・設備にどれだけの投資をしているかという額

- ・公益社団法人 私立大学情報教育協会は「情報化投資額調査」を報告
- ・学生が納付している授業料から投資されている

### 本調査の目的

- ・学生に情報化投資額情報を周知させる
- ・学生主導によるICT教育研究環境の構築を目指す

[プレ調査]

- ・提供するデータ整理(今回)
- ・アンケート調査(学生意見を聞く)

## H29年度情報化投資額について

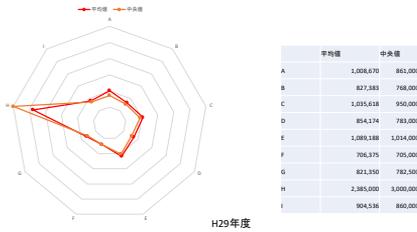
### 情報化投資額の調査(平成29年度)

- ・ H29年度 情報化投資額調査(私情協提供)
- ・ 調査依頼回答校:172校
- ・ 入学定員数規模・種別単科大学別にグループ化(9グループ)
- ・ 授業料に対する情報化投資の比率調査

### グループの内容

- A「入学定員数3000人以上・複数学部有り」(21校)
- B「入学定員数2000人以上3000人未満・複数学部有り」(19校)
- C「入学定員数2000人未満・複数学部有り・自然科学系学部有り」(35校)
- D「入学定員数2000人未満・複数学部有り・自然科学系学部無し」(61校)
- E「自然科学系単科大学」(7校)
- F「社会科学系単科大学」(8校)
- G「人文科学系単科大学」(9校)
- H「医・歯・薬系単科大学」(6校)
- I「その他系単科大学」(6校)

### グループ別授業料平均値・中央値(年間)



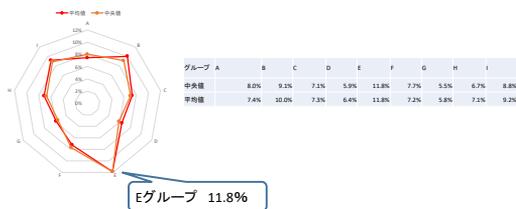
### グループ別授業料平均値・中央値

- ・ H「医・歯・薬系単科大学」(6校)  
授業料平均値:238万5000円
- ・ F「社会科学系単科大学」(8校)  
授業料平均値:70万6,375円

授業料	平均値	中央値
A	1,008,670	861,000
B	827,383	768,000
C	1,035,618	950,000
D	854,174	783,000
E	1,089,188	1,014,000
F	706,375	705,000
G	821,350	782,500
H	2,385,000	3,000,000
I	904,536	860,000

単位:円

### 教育研究経費における情報化投資額比率



### 情報化投資額比率 H29年度

- ・ 比率はグループによって約6-12%間→1割前後
- ・ 情報化投資額比率
- 高い: Eグループ
- 自然科学系単科大学
- ICTシステムを必要とされる実験・実習など比較的多い
- 低い: D・F・Gグループなど
- 自然科学系学部無し・社会科学系単科大学・人文科学系単科大学
- 自然科学系学部の有無で比率の相違

# プレアンケート調査

## プレアンケート調査

### <調査内容>

- ・方法:無記名自記式調査用紙配布
- ・対象:80名(環境システム学科1年:76名、2年:2名、3年以上:2名)
- ・有効回答数:80(回答数:80)
- ・調査日時:平成30年11月9日10時40分-12時10分

## プレアンケート結果と考察

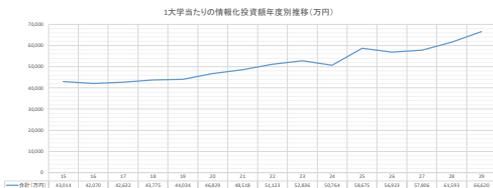
学内ICTシステムに満足/やや満足:約95%  
(不満理由)

→「成績表示システムが使用しにくい」、「Wi-Fiの接続が悪い」

・より適切だと思われる情報化投資額は、実際の情報化投資額より低い結果

## 情報化投資額の 年度別推移

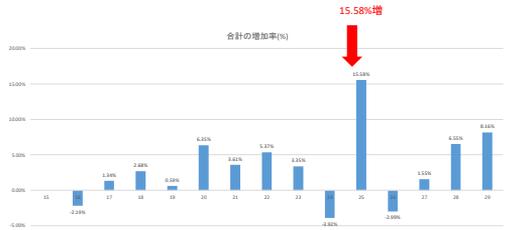
### 1大学当たりの情報化投資額推移(合計)



15年度 約4.3億円  
29年度 約6.7億円 増加率55%

単純加算平均

### 前年度増加率(%)



## H25年度 増加要因

### ○H24年度の大型補正予算を活用して設備更新

→東日本大震災後、教育研究装置・設備等整備に要した。

### ○大学等における教育研究基盤の整備

H24年度文部科学省の大型補正予算案 300億円

### ・背景・課題

教育研究基盤の強化

我が国の成長・イノベーションの牽引役を担う人材育成

## H25年度 増加要因

### ・対応

教育研究装置・設備等の整備に要する経費支援

[私立学校施設整備費補助金] 220億円

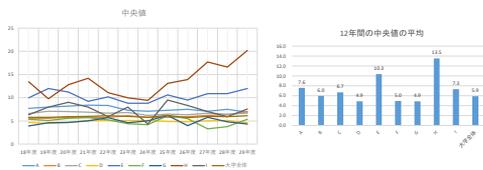
教育・研究用の装置、施設改造工事等整備に係る経費支援

[私立大学等研究設備整備費等補助金] 80億円

教育・研究用の装置、IT教育施設に係る経費支援

## 1人あたりの 情報化投資額

## 1人当たりの 教育研究費における情報化投資額



単位: 万円

## 情報化投資額の年度別推移

### 情報化投資額年度別推移

・1大学あたりについて、14年前とH29年度で約55%の増加

・1大学あたりの情報化投資額・1人あたりの情報化投資額

→毎年度増加はしていない。

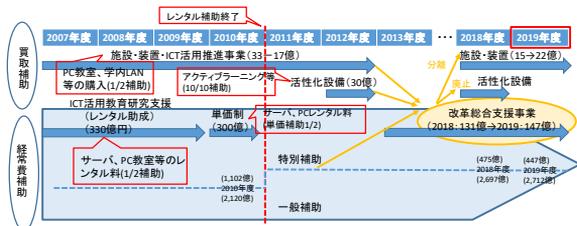
い。

・東日本震災後の大型補正予算による増減率への影響が見られる。

## ICTシステムへの 補助金制度について

## 私立大学補助金の変遷

・IT系補助金は2013年度から「改革総合支援事業」に一本化



## 今後の課題

- ・H30年度調査データ→最新のデータ更新すべき
- ・年度別推移は、2データのみ調査
  - 外部データクラウド、項目別の投資額調査 など
- ・物価指数についての調査
- ・大学独自で情報化投資額を調節していく必要性
- ・学生への周知はできていない
  - アンケート調査(プレアンケート・本アンケート)を実施、発表の場を設ける

## 参考文献

- ・(公社)私立大学情報教育協会, 平成29年度私立大学情報化投資額調査集計結果, 2009年9月-2018年9月
- ・Cyert R., Wall Street Journal, November 30, 1984, 18p.
- ・山下倫範, 立正大学における遠隔操作システムについて, 立正大学情報メディアセンター年報, 第1号, 2012.12, 17-35
- ・大学ICT推進協議会 (AXIES), 高等教育機関におけるICT活用に関する調査研究, <https://axis.jp/ja/ict/2015,2016> (2018.11.10 参照)
- ・酒井博之・辻晴彦・稲葉利江子, 高等教育におけるICT活用に関する大学規模による分析, 日本教育工学論文誌, 39 (Suppl), 69-72, 2016
- ・阿部美里-山下倫範, 情報化投資額の費用対効果に関する学生の意識について, 2018年度国際ICT利用研究会合同大会 (CD版), 日本大学, 2018.12.8, D3-6, 251-254

ご清聴ありがとうございました。

# 英国における高齢者のデジタル・デバイドの現状と課題

竹井 潔<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 聖学院大学 政治経済学部

キーワード：高齢者のデジタル・デバイド、デジタル・インクルージョン、デジタル・エクスクルーション

## 1. はじめに

英国は2009年以来、*Digital Britain* を掲げて、デジタル社会における競争力強化の施策を進めてきた。デジタル社会に積極的に取り組んでいる先進国である。

2017年3月に公表された英国のデジタル戦略 *UK Digital Strategy* において、デジタルスキルとインクルージョン(“Digital skills and inclusion”)が掲げられている[1]。

*UK Digital Strategy* では、デジタル・デバイドを解消してデジタル・インクルージョンを実現していくことが求められている。

2018年度のONCの報告書 *Internet users, UK: 2018* では、65歳以上、とりわけ75歳以上のインターネット使用状況が依然として低いことが指摘されている。英国における高齢者の現状を把握し、その課題を確認する。

## 2. 英国のインターネット使用状況

英国の個人におけるインターネットの使用状況は2018年のITUの統計 (*Country ICT Data*, ITU) によれば、2000年の26.82%から2017年は94.62%となっている(図1)。

英国のインターネット使用状況は日本と比較してみると、日本は2000年が29.99%から2017年は90.87%となっている。日本と英国のインターネット使用状況は同じような伸び率で推移し、わずかに英国の方が伸びている傾向にある。特に近年、2013年以降2017年までのインターネット使用状況の傾向は両国とも似た傾向にある。(図1)

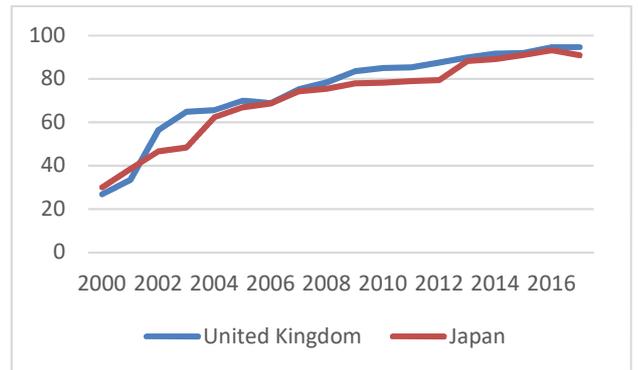


図 1. Percentage of Individuals using the Internet [2] (Source: *Country ICT Data 2018*, ITU)

ただし、2016年から2017年にかけては、英国は94.62%で推移し、ほぼ頭打ち感がある。一方日本は2016年の93.18%から2017年は90.87%と減少に転じた。

近年のインターネット使用を伸ばしているのは、モバイルフォンやスマートフォンが貢献している。Office for National Statisticsの統計によれば、英国における外出先でのインターネットの使用は78%であり、使用デバイスは、モバイルフォンやスマートフォンによるもの多く、2013年~2018年にかけて年毎の伸びが53%から72%と大きい。(図2)

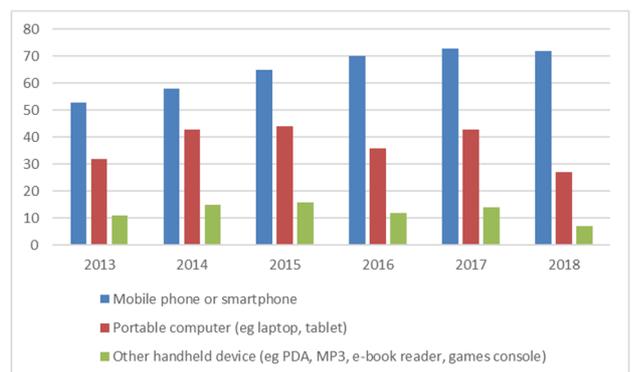


図 2. Internet use on the go by device [3] (Source: *Internet access – households and individuals: 2018*, Office for National Statistics)

### 3. 年齢におけるデジタル・デバイス

英国の年齢別インターネット使用状況は、2011年と比較すると、65歳以上は他の世代に比べて伸びている。しかし、2017年～2018年は各世代とも微増である。75歳以上は、2018年も43.6%と依然として低い。(図3) [4]

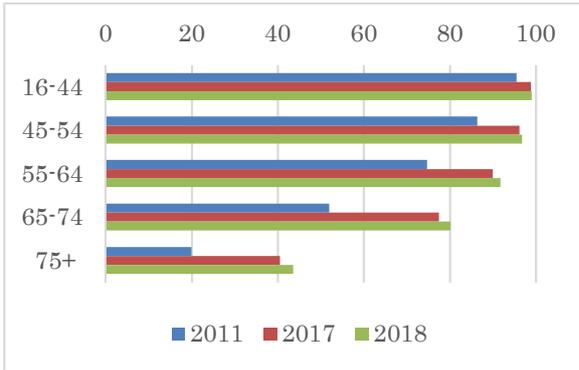


図 3. Recent internet use by age group [4]

(Source : *Internet access - households and individuals, Great Britain: 2017, 2018*, Office for National Statistics)

特に 2018 年の年齢別、性別のインターネット使用状況において、75歳以上の男性の51.3%に対して、女性は37.6%とその差は他の年齢層と比較しても顕著である。ただし、75歳以上の女性は2011年の13.1%から2018年の37.6%と大きく増加している。(図4)[5]

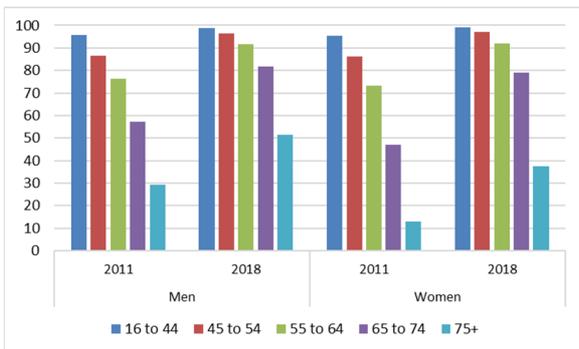


図 4. Recent internet use by age group and sex, 2018, UK [5]

(Source : *Internet access – households and individuals, Great Britain :2018* , Office for National Statistics)

また、2018年のインターネット使用デバイスは、携帯電話やスマートフォンが多い。特に16～24歳(98%)、25～34歳(99%)と高いが、65歳以上は36%と他の年齢世代と比べて大きく差がある。

65歳以上では、使用デバイスはタブレットが42%と多く、携帯電話・スマートフォンとラップトップ・ネットブックはそれぞれ36%である。

(図5)

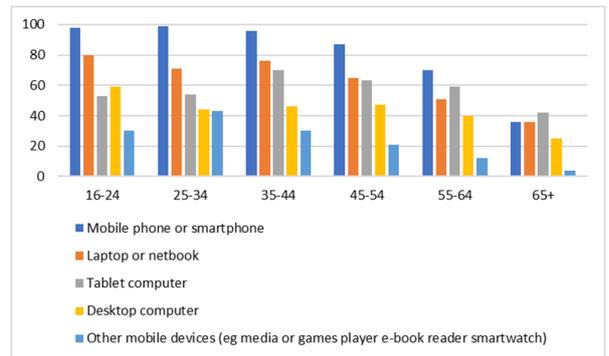


図 5. Devices used to access the internet (Source: *Internet access – households and individuals, Great Britain:2018*, Office for National Statistics)

インターネット活用状況について、オンラインニュースやマガジン、SNS、インターネットバンキング等、すべてにおいて年齢が高くなるほど低くなる。(図6)

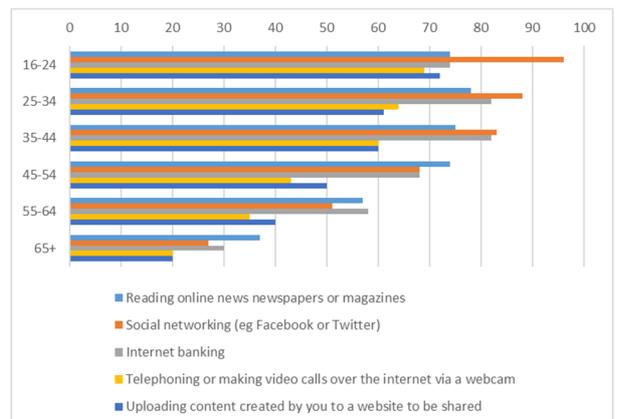


図 6. Internet activities by age group

(Source: *Internet access – households and individuals:2017*, Office for National Statistics)

特に Facebook や Twitter などの SNS 活用においては 16-24 歳の 96% に対して、65 歳以上は 27% と顕著な差がある。

また、オンライン購入についてみてみると、65 歳以上は他の世代よりも全体的にかなり低い。衣類・スポーツ用品、生活用品、休暇施設等は 25% であるが、イベントのチケット購入 (15%) や映画・音楽 (11%) と趣味の領域におけるオンライン購入は低くなっている。16-24 歳の衣類・スポーツ用品、イベントのチケット購入、映画・音楽は逆に高く、比較すると対照的である。

25-44 歳の世代は衣類・スポーツ用品や生活用品のオンライン購入が 70% 前後で活発であり、世代によってオンライン購入のアイテムもその世代のライフスタイルやニーズにより相違がみられる。(図 7)

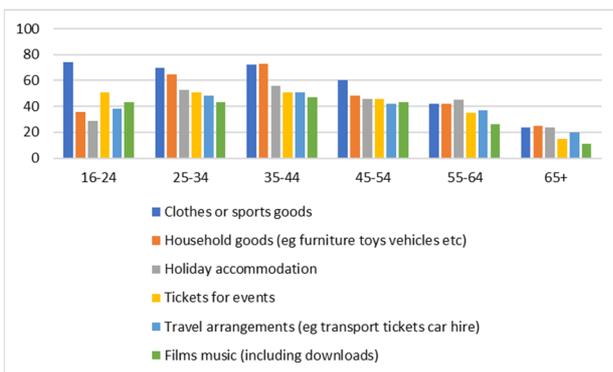


図 7. Online purchases, by age group, in Great Britain, 2018

(Source: *Internet access – households and individuals, Great Britain 2018*, Office for National Statistics)

#### 4. 高齢者のデジタル・デバイドの解消に向けて

UK Digital Strategy の重点施策の中でデジタルスキルとインクルージョンが掲げられている。その重要な課題はデジタル・エクスクルージョンをなくし、誰もがデジタル・インクルージョンの環境に置かれることである。

デジタル・エクスクルージョンされた人々の理由には、インターネットアクセス、デジタルスキル、インターネットの信頼、動機付けの 4 つの重

要な障壁がある。(UK Digital Strategy) [6]

一方、2018 年の Age UK レポートでは、UK ではデジタル・エクスクルージョンの 79% 以上が 65 歳以上であると報告し、高齢者がインターネットを使用しない最も大きな要因として、

- ・ 低所得(Lower income)、
- ・ 高齢化(Older age)、
- ・ 一人暮らし(Living alone)、
- ・ 移動性の問題(Mobility challenges)、
- ・ 記憶力や集中力の問題(Problems with memory or ability to concentrate)

が挙げられている。[7]

また、高齢者はインターネットを使用する可能性が低だけでなく、インターネットを使用する場合、アクティビティも限定されたものを実行するいわゆる「狭い」ユーザ (narrow user) になりがちである。65 歳以上の世代で最も一般的なオンライン活動は、電子メールや商品・サービスに関する情報検索等である。(図 8)

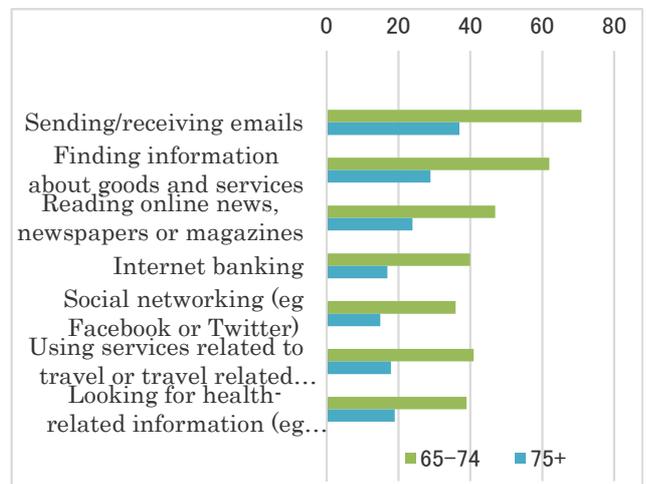


図 8. Internet activities, by age group, 65 and over [8]

(Source: *Computer and Internet Access Frequency and Activities, by Age Group, 65 and Over, 2017*, Office for National Statistics )

2011 年の Oxford Internet survey [9] では、インターネットを使用しない最も大きな理由として

は、退職後コンピュータを使用する必然性が無くなること、インターネットに興味がないことなどが指摘されている。また、高齢者が新しい技術に対して信頼していない、使用することに対して神経質である等の傾向があることも理由として挙げられている。この傾向は現在もなお続いている。

2017年のONSによれば、インターネットを使用しない理由は、インターネットを必要としない(有益ではない、興味がない等)が2017年度64%と最も高く、年々増えている傾向にある。(図9)

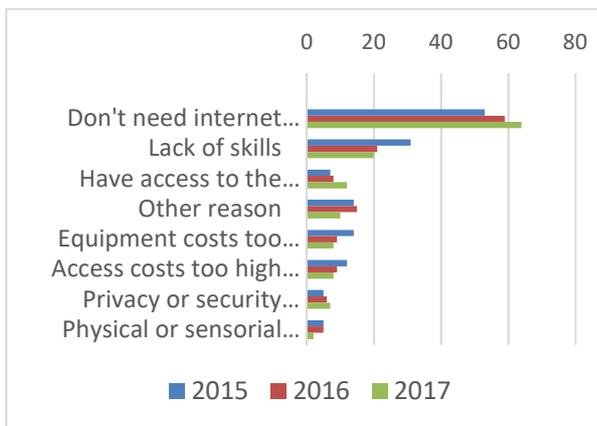


図9. Reasons for households not having internet access

(Source: *Internet access – households and individuals:2017*, Office for National Statistics)

デジタル・デバイドの解消は特に高齢者は難しい現状である。高齢者のインターネットの使用に対する興味・関心の薄さなどの意識上の問題がある。高齢者は新しい技術に対して保守的な傾向があり、その解消に向けての取り組みも必要である。

高齢者がインターネットを利用するメリットは、公共サービスやその他サービスにアクセスすること、孤独や社会的孤立を軽減すること、QOLの向上等があげられる。

UK政府はデジタル社会で生活していくために必要なスキルとして、以下の‘Essential digital skills framework’を提唱している。[10]

- ・ 通信(communicating)
- ・ 情報やコンテンツの取り扱い(handling information and content)

- ・ 情報処理(transacting)
- ・ 問題解決(problem solving)
- ・ 安全で合法的なオンライン(being safe and legal online)

これらのスキルは、デジタル社会で人々が買い物、電話や銀行の利用等でデジタル技術を使いこなしていく上で必要なライフスキルである。

しかし、60歳以上の28%がオフラインであることがUK政府より報告されている。[11]そして、高齢になるほどオフラインの比率は高まり、75歳以上は56.4%がオフラインである。

Tech Partnershipの調査では、65歳以上における基本的デジタルスキルが2015年(43%)から2018年(46%)と他の年齢よりも改善率が高かった。しかし、65歳以上の基本的デジタルスキルは依然として低く、基本的デジタルスキルがない高齢者は29%である。[12]

UK政府は公共サービス等を‘digital by default’で進めている。[13] デジタル・エクスクルージョンされた人々、特にデジタルスキルを持たない高齢者、あるいは、かつてインターネットを使用していたにもかかわらず、オフライン生活をしている高齢者への対策は今後ますます必要となってくるであろう。

高齢者のデジタル・アクティビティ支援や、高齢者のデジタルスキル教育等、高齢者の実情に合わせた対応が今後の課題となってくる。

デジタルスキルの面では、生涯学習における公的資金提供の成人向け教育の一環として、基本的デジタルスキルトレーニングに無料でアクセスできることなどの施策がなされている。自主的に取り組む高齢者には効果が期待されるものである。

また、英国国民の半数以上が図書館カードを持っている図書館は、デジタルアクセスの拠点として、さらにデジタルスキル向上の役割担う場としての重要な役割が期待されている。

## 5. おわりに

インターネット使用状況は高齢化するに従って低下し、とりわけ75歳以上の女性が低くなっている。インターネット使用以外に興味や関心が向

き、インターネットの必要性がなくなってきた可能性もある。

2011年以降、高齢者によるインターネット利用の増加にもかかわらず、高齢化に伴い、今後かなりの数の高齢者がインターネットを利用しなくなると予想される。これは、オンラインでのみ提供されるサービスに大きく影響してくる。

デジタル・インクルージョンが促進される中、オンライン、オフラインをうまく使い分けて、デジタル・エクスクルージョンされた人々に対して不利にならないような社会システムを形成していくことが望ましい。当面は、いわばハイブリッド型でオンライン、オフラインをインクルードした形で高齢者のアクティビティをサポートできる体制が望まれる。

インターネットの使用がすべての高齢者のQOLを高めるための必須条件とはいえないが、特にインターネットのサービスが受けられない一人暮らしの高齢者などにとっては、社会的支援を受けながらインターネットの利用することで様々な便益を受けることが可能となり、QOLを高める効果があるといえる。

英国の高齢者におけるデジタル・デバイドの現状を確認したが、わが国も高齢化が急速に進んでおり、高齢者のデジタル・デバイドを検討するにあたり、英国の取り組み等は今後も参考となる。

#### 【文末注・参考文献】

- [1] *Digital skills and inclusion -giving everyone access to the digital skills they need*,  
(<https://www.gov.uk/government/publications/uk-digital-strategy/2-digital-skills-and-inclusion-giving-everyone-access-to-the-digital-skills-they-need>)
- [2] *Country ICT Data*, ITU,  
(<https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/default.aspx>)
- [3] *Internet access – households and individuals, Great Britain:2018*, Office for National Statistics,  
(<https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/householdcharacteristics/homeinternetandsocialmediausage/bulletins/internetaccesshouseholdsandindividuals/2018>)
- [4] *Internet access – households and individuals, Great Britain: 2018*,  
*Internet access – households and individuals, Great Britain: 2017*,  
(<https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/householdcharacteristics/homeinternetandsocialmediausage/bulletins/internetaccesshouseholdsandindividuals/2017>)
- [5] *Internet access – households and individuals, Great Britain:2018*, Office for National Statistics,
- [6] *UK Digital Strategy*  
(<https://www.gov.uk/government/publications/uk-digital-strategy>)
- [7] *Digital Inclusion Evidence Review 2018*  
([https://www.ageuk.org.uk/globalassets/age-uk/documents/reports-and-publications/age\\_uk\\_digital\\_inclusion\\_evidence\\_review\\_2018.pdf](https://www.ageuk.org.uk/globalassets/age-uk/documents/reports-and-publications/age_uk_digital_inclusion_evidence_review_2018.pdf))
- [8] *Computer and Internet Access Frequency and Activities, by Age Group, 65 and Over, 2017*  
(<https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/householdcharacteristics/homeinternetandsocialmediausage/adhocs/008161computerandinternetaccessfrequencyandactivitiesbyagegroup65andover2017>)
- [9] *Next generation users – the internet in Britain 2011 Oxford Internet survey (OxIS) survey report2011*,(<http://oxis.oii.ox.ac.uk/wp-content/uploads/sites/43/2014/11/oxis2011-report.pdf>)
- [10] *Essential digital skills framework*,  
([https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/738922/Essential\\_digital\\_skills\\_framework.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/738922/Essential_digital_skills_framework.pdf))
- [11] *Guidance Essential digital skills framework*,  
(<https://www.gov.uk/government/publications/essential-digital-skills-framework/essential-digital-skills-framework>)
- [12] *UK Consumer Digital Index 2018 Report*,  
([https://www.lloydsbank.com/assets/media/pdfs/banking\\_with\\_us/whats-happening/LB-Consumer-Digital-Index-2018-Report.pdf](https://www.lloydsbank.com/assets/media/pdfs/banking_with_us/whats-happening/LB-Consumer-Digital-Index-2018-Report.pdf))

[13] Transformation Strategy 2017 to 2020,  
(<https://www.gov.uk/government/publications/government-transformation-strategy-2017-to-2020>)

# 自動交渉における妥協のモデル化に関する探索的な研究

奥原 俊<sup>†</sup>      菅原 良<sup>†‡</sup>      伊藤 孝行<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> 藤田医科大学 医療科学部

<sup>‡</sup> 名古屋工業大学大学院 工学部

<sup>†‡</sup> 明星大学 明星教育センター

キーワード：自動交渉，マルチエージェントシステム，合意形成

## 1 はじめに

近年，自動交渉エージェントを用いた交渉が現実実現されつつある。自動交渉エージェントの研究のテストベッドとして，自動交渉競技会 ANAC(Automated Negotiating Agents Competition) が 2010 年から開催されている。ANAC では多論点の効用関数と提案交換型プロトコルが採用されており，毎年様々なルールの拡張や修正を行い，様々な環境でのエージェントの交渉戦略が提案されている。課題は，妥協プロセスの説明可能性である。交渉において，エージェントは自分の利益ばかりを考えていると合意に到達できないため，いかに妥協するかという妥協戦略が重要である。本研究では，本課題を解決するために，妥協プロセスを制約の緩和プロセスとして提案する。

## 2 妥協

本稿では毎回，各エージェントが同時に提案を提出し，提案が互いにとって受け入れられるなら合意する。そうでなければ，次の提案を行う。また，本研究では満たすべき制約を少なくする。ここではどの制約を考慮に入れ，どの制約を考慮に入れないことで，合意できたか，という妥協の説明が可能とする。基本的にはまず信じている (IN) 制約と信じていない (OUT) 制約を分ける。初期は全ての制約を IN としており，緩和した制約を OUT にする。本論文で提案する妥協プロセスの簡単な例を示す。各エージェントは制約を一つ減らす (IN から OUT に変える) ことで妥協プロセスを行う。妥協においてどの制約を OUT にしたか (信じないようにしたか) ということがわかるため，たんに閾値を下げるのではなく，どのような制約を外したかという説明が可能となる。

## 3 実験と結果

妥協のための制約緩和アルゴリズムの性能比較のために実験を行う。以下に実験設定を示す。

参加するエージェントは 2 エージェントとする。共有論点は 1 つとする。各エージェントの論点の数は  $x$  とする。各論点を包含する制約を 1 つ以上とする。各論点を包含する制約の数は  $y$  とする。以上の設定の下での結果について図 1 に示す。ここでは，価値に基づく制約緩和 (min)，ランダム制約緩和 (random)，距離に基づく制約緩和 (distance)，および，価値と距離に基づく制約緩和 (distance+min) について比較を行なった。

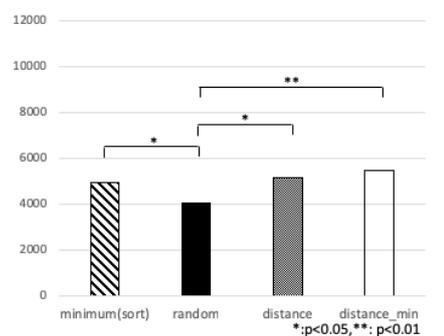


図 1 妥協手法の比較

ランダム制約緩和 (random) に対して，価値に基づく制約緩和 (min)，ランダム制約緩和 (random)，距離に基づく制約緩和 (distance)，および，価値と距離に基づく制約緩和が，有意に社会的余剰を多く獲得することができていた。

## 4 おわりに

本論文では，自動交渉エージェントのための説明可能な妥協プロセスを示した。

既存のほとんどの自動交渉の妥協プロセスは，閾値のアドホックな調整がほとんどだが，ここでは制約を一つずつ削る (IN から OUT にする) ことで制約緩和を行い説明可能とした。

# サステナブルシティにおける ICT を活用した次世代コミュニティ

鎌田光宣

千葉商科大学人間社会学部

kamata@cuc.ac.jp

**要旨** サステナブルシティ（持続可能な都市）とは、環境保全やエネルギーの有効利用へ配慮した都市のスマート化に加え、ヒューマンウェアが重視されるものである。コミュニティは都市を構成する核となる要素であり、コミュニティ支援、すなわち「まちづくり」において ICT（情報通信技術）は重要な役割を果たす。

**キーワード** スマートシティ、サステナブル、省エネルギー、持続可能、まちづくり

## 1 はじめに

日本では明治維新の頃に産業革命が起き、その後、第二次世界大戦の頃に石炭から石油へというエネルギー革命が起きた。それから長い年月が過ぎ、東日本大震災をきっかけとした社会革命が起きようとしている。原子力、火力発電から再生可能エネルギーへのシフト、拡大成長志向からの脱却、国家・企業が主導する社会から市民が主導する社会へといったものである。

本稿では、まず、スマートシティについて概説する。次に、スマート化の標準化について、EU と日本の例を挙げて説明する。続いて、スマートシティを発展させたサステナブルシティについて説明するとともに、サステナブルシティを作るうえで欠かせない、次世代のコミュニティについて述べる。最後に、コミュニティは都市を構成する核となる要素であり、コミュニティ支援、すなわち「まちづくり」に ICT は重要な役割を果たすことを述べる。

## 2 スマートシティとサステナブルシティ

### 2.1 スマートシティ

「スマートシティ」の「スマート」の概念は米国が発祥である。米国では 1992 年の電力自由化にともなう発送電分離の影響で、たびたび大規模な停電が発生するようになった。そこで、スマートメーターを電力網の各所に設置して監視・制御することにより、送配電網の過負荷や事故などを回避して安定的に送電できる、いわゆるスマートグリッドが発達してきた。また、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーは、天候に左右され、発電が安定しない。そこで、情報通信技術を用いたスマー

トグリッドにより、それらを組み合わせることで安定した電力供給ができるように調整したり、需要を抑えるように調整することも可能となる。

省エネルギーをはじめとする持続可能な都市を実現するためのスマートシティの技術には以下のものがある。

- エネルギー供給インフラ（電力供給インフラ。熱供給インフラ）
- 上下水道インフラ
- 廃棄物処理系インフラ
- 交通系インフラ
- ICT 系インフラ（詳細は後述する）

スマートシティには大きく分けて新興地型と既存大都市型がある。新興地型は、何もなかった土地にゼロから新しい街を実験的に作るもので、住宅とともに工場や研究所などの建築物も立てられる場合が多く、公共交通機関が整備される。それに対して既存大都市型は、スマートハウスやスマートビルディングなどが実験的に設置される場合もあるが、街の景観は基本的には変化しない。

業務・商業ビルなど建物単体についてのエネルギーをマネジメントするものを BEMS（Building Energy Management System）、住宅については HEMS（Home Energy Management System）、地域全体でのエネルギー情報を一括して取り扱うものを AEMS（Area Energy Management System）と呼ぶ。

### 2.2 日本のスマートシティ

「Japan Smart City」のホームページにおいて、「ICT に代表されるテクノロジーを積極的に取り入れながら、

かつてない解決策を取る」のがスマートシティとされている。

離島型マイクログリッドとして、沖縄県宮古島をはじめとした離島を対象とした経済産業省・沖縄電力による実証事業がある。

つくばエクスプレス沿線の「柏の葉キャンパス」は、駅周辺に立地する都市開発である。三井不動産、柏市、千葉県、東京大学、千葉大学などの官民学連携によるまちづくりを行っている。

Fujisawa サステイナブル・スマートタウン (SST) は、パナソニックの藤沢工業跡地における環境配慮型住宅団地開発計画である。すべての家に太陽電池、蓄電池システムを装備し、創エネ、畜エネ、省エネを連携させてエネルギーの自給自足を図るものである。

日本橋エリアにおいても、災害に強い環境共生型のまちづくりが行われている。ここでは、都市ガスを燃料とした大型の高効率発電機を導入し、地域電気供給事業、熱供給事業を実施する予定である。

### 3 スマート化の標準化

#### 3.1 スマートシティの評価軸

EU では 2012 年に「Smart Cities and Communities European Innovation Partnership」が設立され、以下の評価軸が示された。

- Smart People (社会と人的資本)
- Smart Mobility (交通と ICT)
- Smart Living (生活の質 QOL)
- Smart Economy (競争優位)
- Smart Governance (参加)
- Smart Environment (自然のリソース)

日本では、都市の環境性能を評価するシステムとして CASBEE(キャスビー: Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency: 建築環境総合性能評価システム)が開発されている。評価は市区町村単位で行うものとし、評価対象を明確に規定するために、大項目として、都市内部の環境品質・活動度(環境、社会、経済)、都市外部への環境負荷(エネルギー起源 CO<sup>2</sup> 排出量、エネルギー起源以外の CO<sup>2</sup> 排出量)がある。

### 4 ICT 系のインフラ

ICT 系のインフラは、主にモバイルやインターネット等に代表される「コミュニケーション系」と、各種設備機器やシステムのマネジメントなどの物理情報をやりとりする「物理情報マネジメント系インフラ」に分けられる。ここでは、サステナブルシティの実現に重要な役割を果たすコミュニケーション系のインフラについて述べる。

#### 4.1 サステナブルシティ

前述の「スマートシティ」では、環境・社会・経済、各分野の取組の連携や相互の配慮が不足しており、未来を共有する人づくりに欠けている。特定の企業や行政が連携するだけであり、多くの住民や事業者は参加意識を持ってない。また、都市を取り巻く周辺地域との連携に欠けていると言える。

そこで登場するのが、サステナブルシティ(持続可能な都市)である。サステナブルシティの特徴として、次の項目が挙げられる。

- 他者に配慮する。ここで言う「他者」は、「資源」「エネルギー」「将来世代」「人間以外の生物」「発展途上国」のことを指す。
- 「社会の弱いところ」(脆弱性)を改善する。高齢者などの社会的弱者や、住宅の密集による災害の被害の肥大を防ぐ。
- 「ヒューマンウェア」(人の意識・関係)を活用する。企業、行政だけでなく、住民や市民団体が連携する。住民が自らの意思で課題解決に取り組み、住民同士が協力すること、すなわちコミュニティを作ることである。人と人とのつながりを社会全体の資本としてとらえるものである。
- 若年層、女性、子ども、身体弱者、外国人など、住民の多様なタイプに配慮する。

#### 4.2 コミュニティサービス

狭義のスマートシティは「ICT を活用したエネルギー等資源の最適化を図れる都市」であるが、これからのスマートシティ、あるいはサステナブルシティにおいては、コミュニティの在り方、都市構造の在り方が重要である。

「コミュニティ」とは一般的に「人々が共同体意識を持って共同生活を営む一定の地域、およびその人々の集団」(大辞林)である。日本では、地域の神社・寺などの収

去いう関連施設を中心とした集落が1つのコミュニティとして捉えられてきた。そして、産業化が進むにつれ、各地の立地・特徴に合わせたコミュニティが生まれた。

近代のコミュニティ計画は、E・ハワードが発表した「田園都市」に始まると言われている。これは、都市環境の悪化に伴い、郊外に理想的な持続可能都市を作ろうというものであった。また、C・A・ペリーが提唱した「近隣住区理論」も現在のコミュニティ構造に大きな影響を与えている。北米では、公共交通を中心とした徒歩圏内の持続可能な都市開発「ニュー・アーバリズム」が計画された。

スマートシティの目標のひとつに「コンパクト化」がある。コンパクト化の利点として以下のものが挙げられる。

- 住民の移動量が減り、ガソリン等のエネルギー使用量が減る
- 公共交通が主体となり、歩行者に優しくなる。
- エネルギー消費量の平準化を行うことで省エネになる。
- 必要な機能が徒歩圏に集積することで、高齢化に対応できる。

### 4.3 多言語社会

日本国内の平成24年末の在留外国人数は約200万人であり、日本語以外の言葉も多く使われるようになってきている。言葉が通じなければコミュニケーションは困難であり、言葉の違いも障がいのひとつと言える。また、言語だけでなく、価値観や習慣、行動様式など、自分が普段親しんでいる文化とは規範・営みが異なることもある。言葉に関するサポートについては、仕事や買い物の他にも、災害時の情報提供や日々の自治体の活動など、必要となる場面は多い。

日本語を理解することが難しい外国人住民に対して、近年、外国語による情報提供が進んできており、ほとんどの行政のWebサイトには外国語に対応したページが用意されている。外国人にとって一番望ましいのは、もちろん外国人自身の母語による情報提供であるが、世界には約100の公用語、そして数千の言語があり、それらすべてに対応するのは現実的ではない。また、移民の中には、母語と少しの日本語であれば理解できるが、英語はほとんど使えないという人もいるため、英語での情報提供のみ充実させるというのでは不十分である。

その解決策の一つに「やさしい日本語」がある。平易な日本語による情報提供やコミュニケーションを目指す

取り組みで、初級日本語3級程度で語彙は2000語ほどを用いて「やさしい日本語」と定義している。難解な語句の言い換えや、曖昧な表現や二重否定の文を避け、文を分節で区切る（一文の長さを短くする）、難しい感じにはフリガナを振るなどの方法が提案されている。

### 4.4 ICTによる次世代コミュニティサービス

今後は、人を主体に語ることが出来る社会、個別・単体だけでなく面で考えるコミュニティ、分野横断的に高効率を実現した持続可能な社会、無駄や余白を許す社会といった視点を大切にする社会が期待される。すなわちスマート化は、電力、熱などのエネルギー、および情報、資源、環境、経済の面で効率化を追求しつつ、同時に人と人との出会いとつながり方に無駄とも思える場・時間を意図的に許容するコミュニティの形成を目指すものである。コミュニティ支援、すなわち「まちづくり」にICTは重要な役割を果たすであろう。

### 参考文献

- [1] 鎌田光宣,“コミュニケーションロボットを用いたコミュニティ形成支援”, 国際ICT利用研究会論文誌, 第1巻第1号, pp.57-62, 2017
- [2] 鎌田光宣,“町内会・自治会における情報共有及び地域間連携を考慮した知識共有”, 第52巻第2号, pp.225-236, 千葉商大紀要, 2015
- [3] 鎌田光宣,“人にやさしい社会とICT(情報通信技術)”, CUC View and Vision, No.38, 2014
- [4] 山村真司,“スマートシティはどうつくる?”, 工作舎, 2014
- [5] 日本建築学会,“スマートシティ時代のサステナブル都市・建築デザイン”, 彰国社, 2015
- [6] 白井信雄,“図解 スマートシティ 環境未来都市早わかり”, 中経出版, 2012
- [7] 中川幾朗,“コミュニティ再生のための地域自治のしくみと実践”, 学芸出版社, 2011 多言語化現象研究会, “多言語社会日本 その現状と課題”, 三元社, 2013
- [8] 河原俊昭, 野山広 “外交人住民への言語サービス 地域社会・自治体は多言語社会をどう迎えるか”, 明石書店, 2007

# デジタル紙芝居によるコミュニケーション能力の育成

田中 雅章\*1・神田 あづさ\*2  
Email: m\_tanaka@jc-humanitec.ac.jp

\*1: ユマニテク短期大学 幼児保育学科

\*2: 仙台白百合女子大学 人間学部

◎Key Words 教育法, 教授法, 教育方法と技術

## 1. はじめに

学生にプレゼンテーションの技術を習得させる一般的な方法は PowerPoint を使った方法が多い。この方法は PowerPoint でスライドを作成した後に発表を行う。この方法は、PowerPoint でスライドを作成する操作習得と PowerPoint でスライドを作成する時間に費やすため、本来の発表技術を習得するために余分な時間を要する。そのため、プレゼン技術の習得に多くの時間をかける方法を試みた。

学生が図書館にある紙芝居の中から一つを選び、それを実演することでプレゼンの発表練習をする。この時に PDCA サイクルと協働教育を実践することで、プレゼン教育の経過を報告する。

## 2. プレゼン習得プログラム

プレゼン習得プログラムの流れを図1に示す。①教授法の講義では、様々な教授法を上達させるための方法を解説した。しかし、座学講義だけではその内容を理解し、適切なプレゼンが実践できるまで内容を理解するのは容易な事ではない。そこで、後半は紙芝居を実演しながら前半で解説した教授法を体験することでプレゼン技術の習得を目指した。②紙芝居実演1回目では、授業担当者が紙芝居実演の見本を見せたうえで、受講学生全員が一人ずつ紙芝居の実演を行った。③紙芝居に関する講義では、紙芝居に関する歴史や紙芝居の演じ方を得る内容である。この講義では、紙芝居を日本で生まれ、独自の進化を遂げてきた文化財であり、単なる教材ではないと位置付けている。それを受けて、④紙芝居実演2回目、ふたたび受講学生全員が一人ずつ紙芝居の実演を行った。

## 3. PDCA サイクルの実践

プレゼン技術を向上させるには、学習サイ

クルに基づいたマイクロティーチングを実践することが重要である。学習サイクルは、経営工学におけるマネジメント手法の一つである PDCA サイクル、Plan (計画)、Do (実施・実行)、Check (点検・評価)、Act (処置・改善) のサイクルを教育に応用した教授法の品質改善法である。学習サイクルにおける Check では相互評価法を導入した。

②と④の紙芝居の実演における評価活動は、学生による相互評価活動を行っている。この手法は評価基準が学生のプレゼン技術の向上に応じた評価結果を得ることができる。

## 4. まとめ

著者らは 2002 年からプレゼンの実践授業で相互評価法を導入している。学習者は、自分の紙芝居を演じる評価に他者の評価を受け入れ、教材の使い方や教授法、話術の問題点の改善を試みることによって紙芝居の演じ方などの技術向上が観察できた。その結果、知識や発表技術の再構築が可能となった。より完成度の高い紙芝居を演じることが可能となり、さらに理解しやすい紙芝居技術を会得できるようになる。

相互評価の実践に対して、紙芝居を演じる技術向上に前向きな学生はトレーニング機会がより多くなることを望んでいる。一般的に難易度の高い学習課題になると十分な練習時間を設けるなどの配慮が求められる。従って、紙芝居を演じるのは1回行うのが限界であった。本研究のように制約された時間の中で、2回の発表を行うのは容易なことではない。その活動は教育実習や社会でのプレゼン発表へつなげるための経験として非常に大切である。今回の試みで、プレゼン技術を向上させるために実践する意義があったと云える。

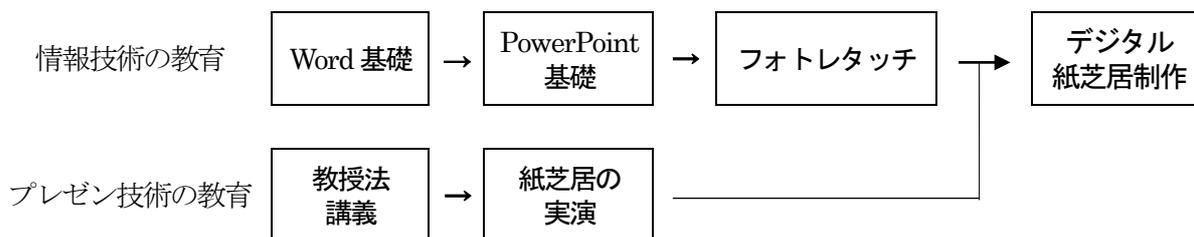


図1 プレゼン習得カリキュラムの流れ

# 異なる組織が協働する災害対応訓練における ICT の活用

後藤真太郎\*,古田武士\*\*,牧内穂高\*\*,岡田満夫†,酒井千富\*\*

\*立正大学/Code for SAITAMA,\*\*Code for SAITAMA, †NPO 法人 SAFE

## 1 はじめに <https://www.icsjapan.org/>

東日本大震災に発災直後から被災地支援を行った 60 近くの NPO を中心に 2014 年より継続的に異なる組織が協働して行う協働型災害訓練が開催され 6 年目を迎えている。平時は異なる業務を行っている組織が災害時に協力できるためには共通の用語と平時の訓練が必要であり、資金も限られていることから、ICS (Incident Command System) の考え方をベースにした他に類を見ない訓練を行っている。しかしながら、これまでのような訓練のみでは訓練のノウハウが蓄積されず、とりわけ参加団体の標準業務仕様書 (SOP) や業務のタイムラインに訓練の成果が反映されていない。本事業では、2019 年 2 月 2-3 日に予定される協働型災害訓練により効果の高い成果を出せるために、防災リテラシー教育セミナーを開催し、ワークショップを通して参加団体の SOP、支援活動のタイムラインを作成し、協働型災害訓練の準備を行った。

訓練の様子は、毎日新聞、東京新聞、埼玉新聞、リスク対策.com、NHK、J:COM、TEAM 防災ジャパン等より取材・掲載されている <https://www.icsjapan.org/media>。

## 2. 協働型災害訓練

### 2.1 第 1 回-第 5 回の協働型災害訓練

協働型災害訓練では、本部と広報班や炊き出し班などの班を設置し (図 1、2) , 本部 (EOC) から出された条件に対して対応策や照会を繰り返し、災害を想定して各班の活動内容をワークショップ形式で決定し活動計画を作成する。この過程で ICS (Incident Command System) の考え方を適用し、伝達様式では様式を定型化している。

条件付与では、「条件付与カード」と「照会カード」を使用される。条件付与カードとは、出された条件に対してどのように対応するかを記入するカードである。条件ごとに 1 枚必要で条件 N までであるため、各班に N 枚必要である。班の中で意見を交わし、対応を記入。記入後、本部に手渡しで渡す。

照会カードとは、訓練中に確認事項や疑問が生じた場合に、それを照会するためのカードである。一番上の照会付与 No の欄には、班のアルファベットと、照会をする条件の番号を記入する (この訓練では、各班をアルファベットで区別する。)。例えば、条件 1 に対して A 班が照会する場合は、A-1 と記入する。訓練時の回答発信時間の欄には、照会する時の実際の時間を記入する。発信元の欄には自分たちの班のアルファベットを、発信先の欄には照会先の班のアルファベットを記入し、記入後、照会先にカードを渡している。

第 1 回 (2014 年) から第 5 回 (2018 年) の協働型災害訓練では全組織を緊急時 (発災直後から 10 日

間) とその後に分けて各々90分のワークショップを行い、その際に得られた気づきをワークショップ終了後のチーム毎の振り返りで自らの組織に還元すべく取りまとめ発表するというスタイルを取り、各組織の災害時の SOP (業務手順書) に反映させてきた。また、第5回の訓練からは、訓練とは別の日程で組織のリーダーに対し、防災リテラシー教育セミナーを開催し、訓練メニューに通底している ICS の考え方、各組織の SOP の作りかたを研修し、訓練が有効になるように工夫してきた。しかしながら、参加する組織は訓練のみである場合が多く、訓練の経験値が蓄積されにくいという課題を抱えていた。

体育館などの室内で行い、図1のように本部を中心にして、その周りに各班を設置する。

訓練開始と同時に、本部の人は条件1を読み上げる。各班は、本部からの条件に対しての対応策を考え、条件付与カードの「対応」の欄に記入して本部に渡す。質問や分からないことがある場合は、照会カードに記入して照会先の班に渡す。照会カードが届いた班は、そのカードに質問に対する返答を記入し、照会してきた班にカードを返却する。条件付与ごとに制限時間は決まっておらず、条件1~9までを3時間で行う。

訓練終了後、各条件への対応や照会は、状況認識の統一 (COP : Common Operational Picture) として共有情報とする。



図1 リスク情報管理における状況認識の統一 (COP (Common Operational Picture)) のイメージ  
データ流通は WMS を基本 とし、普段付き合いの中でデータ変換・クラウド化を行う

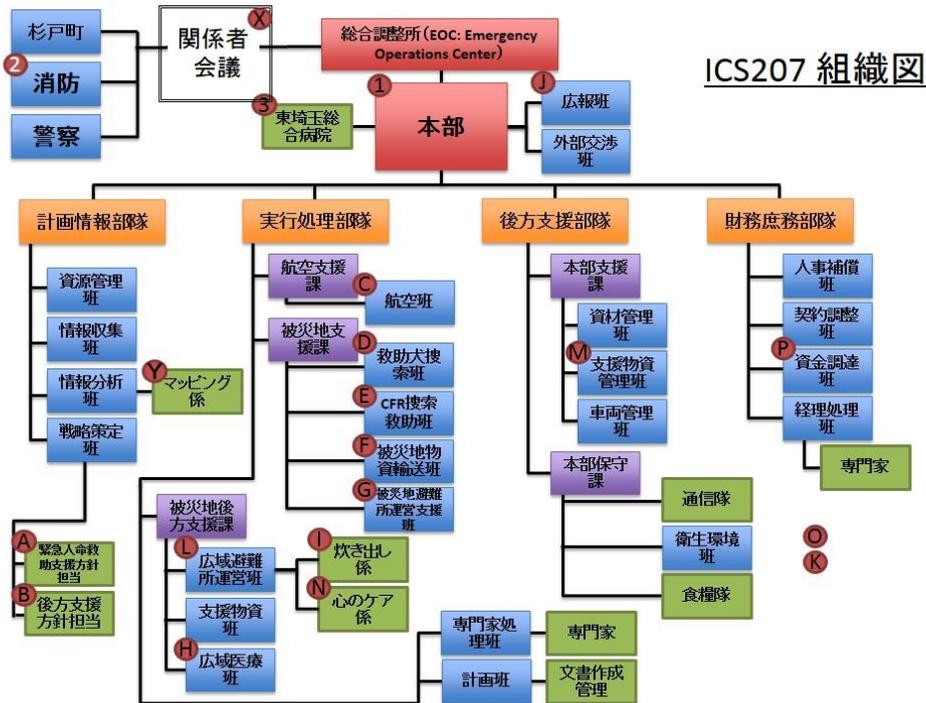


図 2 協働型災害訓練で使用する組織図（赤丸は第 5 回協働型災害訓練にて使用した組織を表す）

## 2.2 協働型災害訓練用 COP の構築

協働型訓練において共有する情報は、各班の対応状況と照会の内容である。一つの画面に各班が対応と照会内容を書き込み、全体で共有することが望まれる。また、平時から組織内の情報共有に使用されており、災害時の非定型的情報の管理に対応できる必要があることから Office365 を利用するに至った。

Office365 では SharePoint を使用し簡単にチームサイトができ、「2017 年協働型災害訓練」を作成した。

サイトに参加したメンバーは、ドキュメント欄にデータをアップロードする事が出来る。また、「新規」をクリックしてファイルを作成することが出来、作業内容は自動で保存される。作成者は、サイトに招待したユーザーに対して、サイト内のファイルを「編集可能」か「閲覧のみ可能」に制限する権限を持っている。



図 3 協働型災害訓練のホーム画面

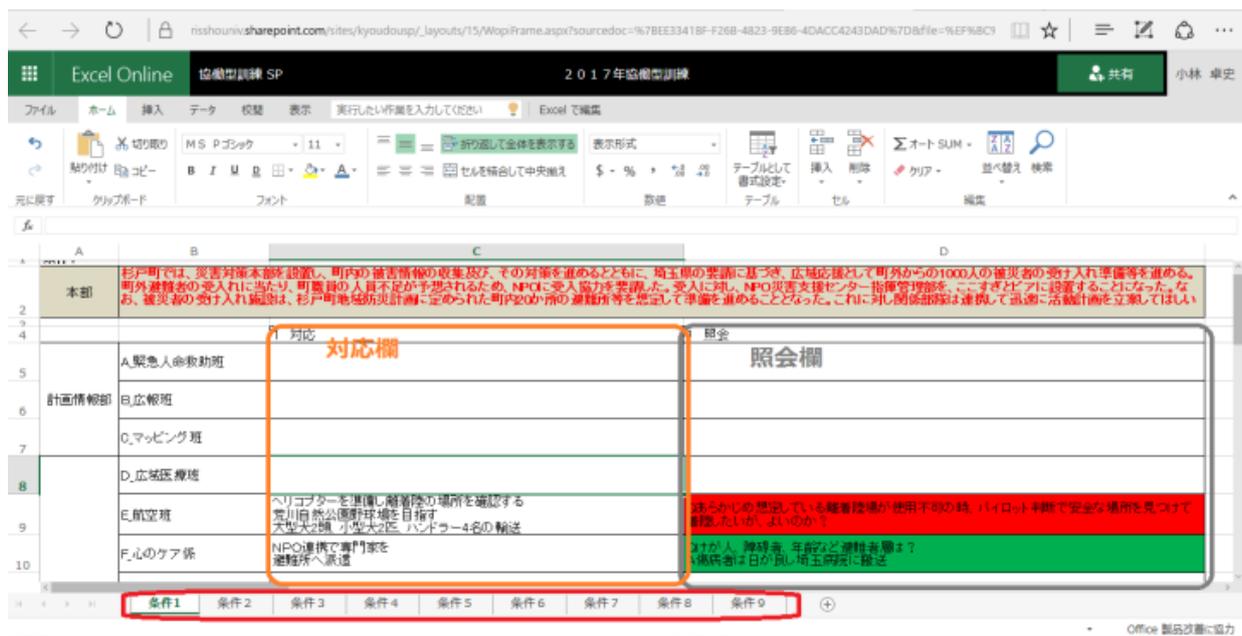


図 4 協働型災害訓練 COP の画面

訓練は、図 4 の協働型災害訓練 COP を開いた状態で開始し、条件付与がなされるたびに各班で議論し、必要に応じて照会カードにて質問を EOC に送り、対応欄に記述して対応方法を伝達し、DISS-EOC に書き込んで共有する。訓練参加者がすべて Office365 の利用者ではなく、訓練参加者の平均年齢が高い事を想定すると、DISS-EOC のみでの訓練の運用は困難であるので、カードも併用している。

### 2.3 GIS による情報共有

COP に使用するため WMS 配信により以下のマップにリンクをはっている。地図は協働型災害訓練の初期画面（図 3）から埼玉県避難所情報、埼玉県被害情報などのリンクが張られており、地図情報の共有が可能になっている。図 5 は訓練準備のために CARTDB で表示した避難所マップ（オープンデータ利用）であり、図 6,7 は 90 分の訓練の中でニーズに合わせて作成した避難所とコンビニのオーバレイマップである。

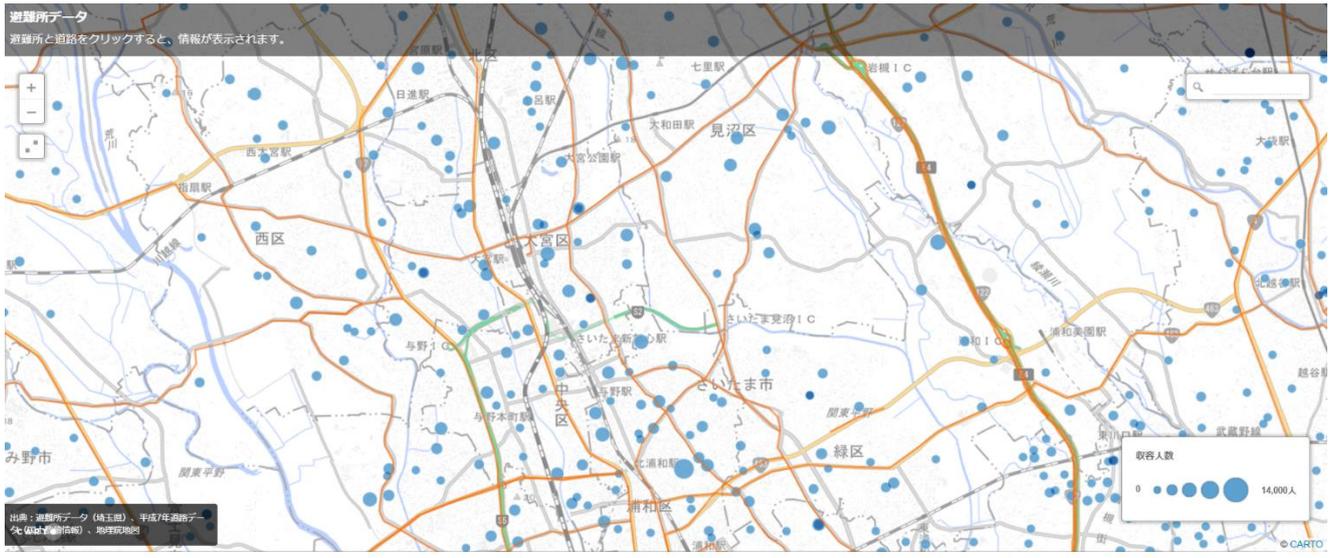


図 5 訓練で使用する避難所データ（オープンデータ）（CARTDB を使用） <https://goo.gl/cs2Ssi>

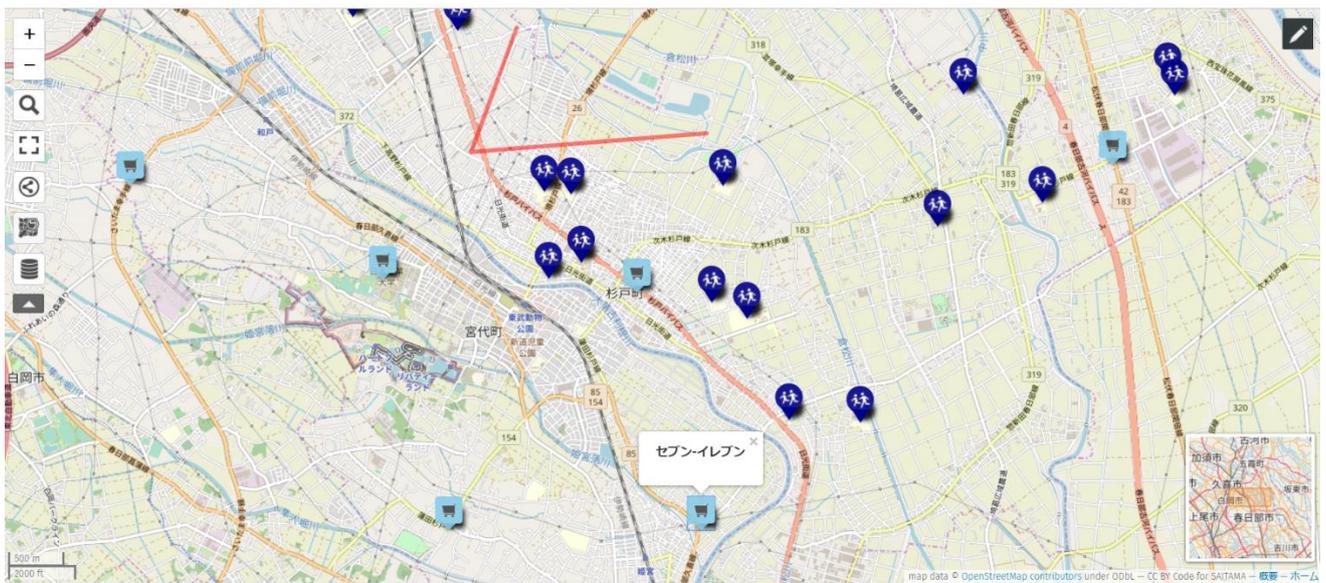


図 6 訓練中に必要に応じ作成した Web 上の主題図（u-map を使用）  
 （避難所データ（オープンデータ）にコンビニエンスストアの位置をオーバーレイ <https://goo.gl/1bjVyU>

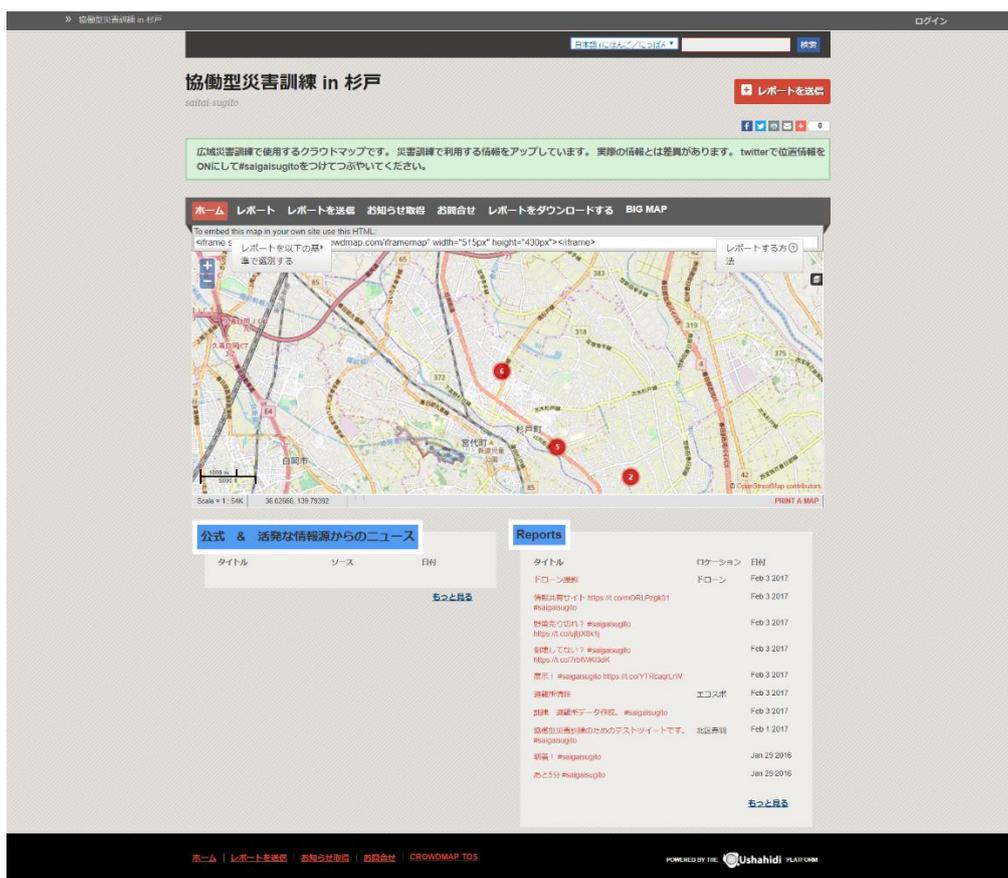


図 7 訓練中必要に応じ作成した Twitter 情報を含めた各種情報のオーバーレイのクラウド化 (Ushahidi を使用) <http://sugito2015.crowdmap.com>

### 3 第 6 回協働型災害訓練に向けた取り組み 防災リテラシー教育セミナー

第 6 回 (2019) では、これまでの経験を踏まえ、前年度から行っているように、セミナー受講のインセンティブを高めるための受講証明を出すと共に、集客力を集めるためにセミナーに講演を加えることで集客力を高めた。本年度第 6 回協働型災害訓練に向けた取り組みは以下の通りであり、これを経て 2 月 1 日 (金) - 2 日 (土) に第 6 回協働型災害訓練の開催を迎える。

防災リテラシー教育セミナーは、別名:協働型災害訓練作戦会議と呼ばれ、災害時に NPO などの組織が、先陣争いを行うあまり、個々に活動を行って無駄にリソースを消費するのではなく、東日本大震災時に市民キャビネット災害支援部会が災害支援組織への支援 (通行許可書の共通化、活動基金の設立、物資輸送の車の共有、複数の組織間の指揮系統の統一、捜索救助犬、市民防災ヘリコプターの運用など) を行い、発災直後 10 日間の間に稼働した国内の災害支援組織の約 1/3 の組織を支援した実績を次世代に残すことを目的とし、ICS の考え方の啓蒙を行うと共に年度の終わりに開催される協働型災害訓練に備えた準備を行うものであり、以下のように 4 回のセミナーを行った。

(1) 第1回 防災リテラシー教育セミナー (テーマ:「現在」)

日時: 10/30 (火) 18:30-20:30

参加者数: 30名

主催 立正大学地球環境科学部、一般社団法人協働型災害訓練

協力 市民キャビネット災害支援部会・スマートICT部会、NPO埼玉ネット、  
すぎとSOHOクラブ、杉戸町・富岡町・川内村地域間共助推進協議会、  
Code for SAITAMA、埼玉県GIS普及推進研究会

会場 浦和コミュニティセンター (コムナーレ10階IT研修室)

埼玉県さいたま市浦和区東高砂町11-1

費用 無料 (防災情報サービスチャレンジ補助事業)

対象 災害支援団体、市民、県職員、自治体職員、他

プログラム:

- ・災害対策本部の現状 防災科学技術研究所研究員 清原光浩
- ・SOPワークショップ ICSとは 後藤真太郎 (立正大学/一般社団法人協働型災害訓練)

概要:

清原光浩氏から平成30年北海道胆振東部地震での災害対策本部の現状を報告していただき、災害支援においてICSの考え方の必要性を紹介した。



図8a 10/30 講演風景



図8b 10/30 WSでのICSの説明

(2) 第2回 防災リテラシー教育セミナー (テーマ「過去」)

日時: 11/22 (木) 18:30-20:30

主催、協力、会場、費用、対象: (1)と同じ

参加者数: 30名

プログラム:

- ・東日本大震災での教訓を元にした災害対策本部の課題 防衛医科大学校病院准教授 秋富慎司
- ・SOP作成ワークショップ1 災害時の業務の抽出 後藤真太郎 (立正大学/一般社団法人協働型災害訓練)

秋富慎司氏より、東日本大震災における岩手県の災害対策本部で ICS をベースにした災害支援が行われた事例を報告。その事例を参考に、避難所運営、物資輸送、炊き出し、介護医療に分かれ、災害時の業務を抽出し、ICS を構成する 4 つの体系（計画情報、実行、ロジスティクス、総務財務）に分類し、ICS による業務管理の有効性を習得した。



図 9a 11/22 講演風景



図 9b 11/22 SOP 作成 WS1 風景



図 9c 11/22 SOP 作成 WS1 風景



図 9c 11/22 SOP 作成 WS1 風景

(3) 第 3 回 防災リテラシー教育セミナー (テーマ「未来」)

日時：12/25 (火) 18:30 から 20:30

主催、協力、会場、費用、対象：(1)と同じ

参加者数：25 名

プログラム：

- ・自治体の災害業務のタイムライン 東京大学生産技術研究所准教授 沼田宗純
- ・SOP 作成ワークショップ 2 タイムライン作成 後藤真太郎 (立正大学/一般社団法人協働型災害訓練)

概要：

沼田宗純氏より、自治体における災害時の業務、タイムラインによる整理、熊本豪雨災害、西日本豪雨災害での災害対策本部の支援事例につき報告。その事例を参考に、第2回で抽出した各組織の業務のタイムラインを作成した。



図 10a 12/25 講演風景



図 10b 12/25 講演風景



図 10c 12/25SOP 作成 WS2 風景



図 10c 12/25 SOP 作成 WS2 風景

## 4. 第6回協働型災害訓練

### 4.1 GIS アプリの統合化

これまで、訓練中に発生したニーズに対応するための GIS は統一したアプリで作成しておらず、計画情報部隊のマッピング班（図 2 参照）の担当者が利用可能なアプリで作成してきた。2/1-2 の第 6 回協働型災害訓練では汎用的な GIS ポータルを利用し、表 1 に示す静的情報である地図は予め WMS 配信が可能ないように準備し、避難所情報、被害情報、道路不通箇所情報など、時々刻々変化する動的情報は EOC と行政で構成される関係者会議で確認され、計画情報部隊のマッピング班（図 2 参照）にて更新される。表 2 はこれらの情報の提供、作成・更新の役割分担を定めたものである。

表1 災害時のGISが扱う地理情報

<p>・静的情報</p> <p>背景地図（基盤地図） 道路網 避難所情報（自県） 防災拠点 避難所情報（隣接県）</p>	<p>・動的情報</p> <p>被害概況（人的被害、建物被害） ライフライン被害概況（停電、断水等） 県道被害（通行規制等含む）情報 市町村道被害（通行規制等含む）情報 国道被害（通行規制等含む）情報 停電情報（市町村別） ガス供給情報（市町村別） 断水情報（市町村別） 口コミ・投稿情報（被害状況） 通行実績マップ</p>
--	--

表2 協働型災害訓練における参加組織間の業務連携

協働型訓練におけるデータから見た業務連携

	計画情報部隊			実行部隊							後方支援部隊		財務部隊	関係者会議 （市町村・協働型訓練事務局）	自主防災会	杉戸町	川内村・雷岡町*	埼玉県	東京都
	班A 緊急人命救助支援	班B 広報班 / 情報収集	班C マッピング班	D 広域医療班	E 航空班	F 心のケア班	G 捜索救助犬班	I 広域避難者支援	J 被災地物資輸送班	K 炊出し班	L 支援班 ボランティア管理	N 支援物資管理班	O 資金調達班						
静的情報	管内図(1/10000レベル)		I													m			
	管内図		I															m	m
	避難所		I															m	m
	防災拠点		I															m	m
	道路網図		I															m	m
	コンビニ		M	I														m	m
銭湯		M	I														m	m	
動的情報	避難所利用者数(杉戸)		I					R									m		
	避難所利用者数(杉戸外)		I					R									m		
	車中泊人数		M	I													m		
	炊き出し場所・規模		I						R										
	活動計画・状況(SNEなどの位置付き非定型情報)	R	I	I	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R		(R)	(R)	(R)
	被害情報(SNEなどの位置付き非定型情報)		M	I	R	R	R	R	R	R	R	R							
	救助犬捜索場所**		I				M												
	被害情報(写真)		I		R				R										
	必要物資		M	I					I									m	
	要援護者情報		M	I													m		
	停電地域		M	I													m		
	水道停止地域		M	I													m		
	ガス停止地域		M	I													m		
	道路不通箇所（行政）		M	I													m		
道路不通箇所（ITS,ホンダトヨタ日産）		M	I																
コンビニ状況		M	I																
銭湯状況		M	I																

M: デジタルデータ作成・提供  
m: アナログデータ作成(地図、帳票に記入)・提供  
I: 入力  
R: レポート

\*\*:: Glymposを使用

## 4.2 訓練シナリオ

リーダー研修 1/28 (月) 19:00 から 21:00 により以下のように周知の予定。

訓練は表3のESF#1 輸送、ESF#6 被災者支援、ESF#8 健康・医療、ESF#9 救命救助を同時に行い、関係する組織は、条件付与カードによって付与された条件に従って行動計画を立て、ICS204を作成する。この時、不明の内容は紹介カードにより問合せして活動の詳細を決める。

表3 災害対応項目(Emergency Support Functions (ESF))  
標準化された米国の災害対応項目に加筆

ESF#1 輸送(Transportation) Emergency Support Functions (ESF)
ESF#2 通信(Communications)
ESF#3 土木・建設(Public Works and Engineering)
ESF#4 消防(Firefighting)
ESF#5 危機対応FEMA (Emergency Management)
ESF#6 被災者支援(Mass Care, Housing, and Human Services)
ESF#7 資源管理(Resource Support)
ESF#8 健康・医療(Public Health and Medical Services)
ESF#9 救命救助(Urban Search and Rescue)
ESF#10 有害物質漏洩処理(Oil and Hazardous Materials Response)
ESF#11 農業・天然資源(Agriculture and Natural Resources)
ESF#12 エネルギー(Energy)
ESF#13 治安維持(Public Safety and Security)
ESF#14 長期的復興(Long-Term Community Recovery and Mitigation)
ESF#15 広報(External Affairs)

## 4.3 捜索救助犬のフルスケール訓練での GIS・GPS・ドローン画像の利用事例

発災直後の 10 日間を想定したフルスケール訓練では、マッピング班が中心になって前述の COP の情報に基づきドローンの飛行計画を立て、野外でドローンで被災地を模擬した場所の上を撮影。その場でモザイク処理を行って被災前の状態の地図を重ね合わせるという想定で、救助犬の班に送付。捜索救助犬班は、地図を被災場所の位置を確認し、GPS で位置をトラッキングしながらその場所に行き捜索を開始するというシナリオで利用された。

特に、捜索救助犬の出動に当たっては、混乱期でもあり、時間的な制約があることから、重点的に訓練を行う。



図 11 ドローンマップ <http://sugito.code4saitama.org/>

3D モデリング (高度 50m、撮影 40 枚)

<http://bit.ly/2lhXNSt>



図 12 捜索救助犬のトラッキングの状況  
(位置情報は、スマートフォンに Glymps をインストールして取得する)

#### 4.4 GIS アプリの統合化

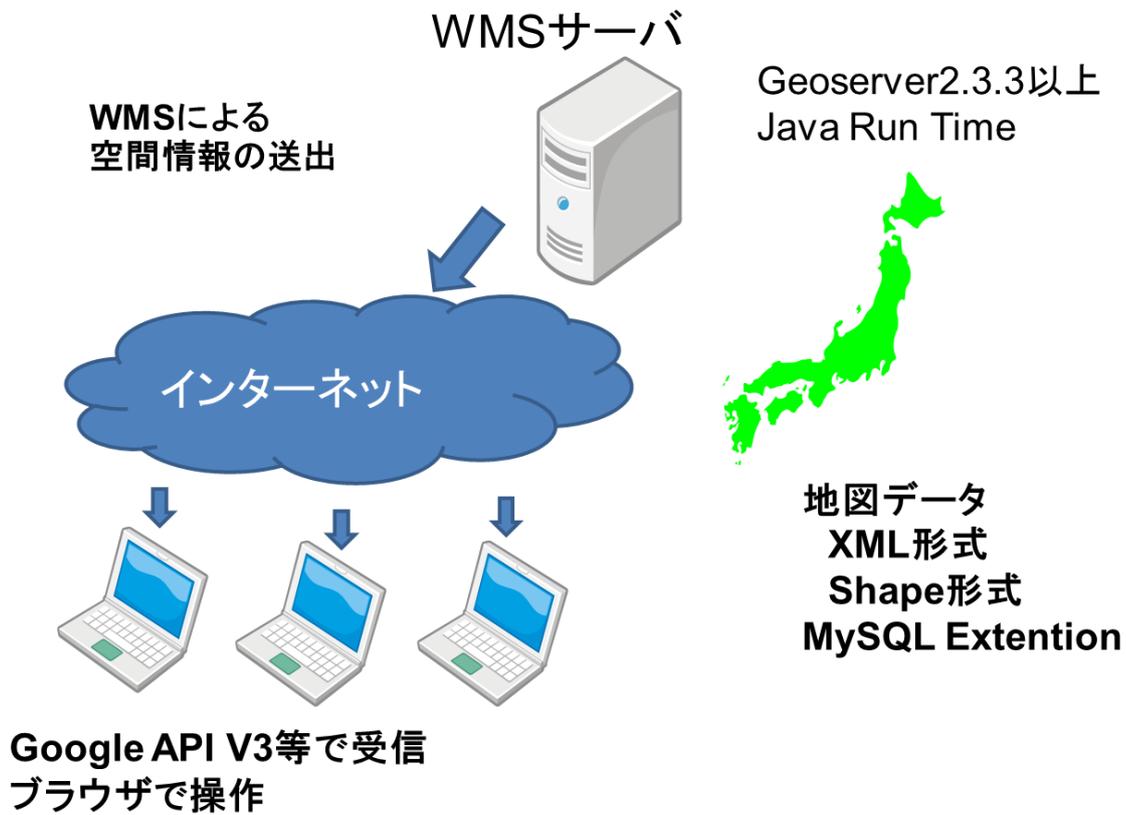


図 13 統合化された GIS のしくみ  
(Geoserver + MYSQL による WMS 配信)

大学・NPO などが作成する災害情報

病院 応急給水 避難者検索 情報発信

ローカルな災害情報の集約 1

避難情報

ローカルな災害情報の集約 2

ドローン画像

コンビニ情報

救助犬トラッキング情報

SIP4D データ

累積流量線

Tile 画像化、Geojson 化 後 WMS 配信

Google Maps with 電子国土 and Open Street Map

- 施設情報
  - 避難所(指定)
  - 防災拠点
  - 避難所(指定以外)
- 被害情報
  - 被害状況(人的)
  - 被害状況(建物)
  - ライフライン(下水道)
  - ライフライン(上水道)
  - ライフライン(電力)
  - ライフライン(電柱)
  - ライフライン(ガス)
  - 事故情報
  - ガス供給情報
  - 洪水情報
  - 通行規制
- 防災情報
  - 防災訓練(防災科学技術研究所)
  - 浸水危険区域
  - 洪水浸水予測
  - 避難所水害(埼玉県)
  - 県民防災センター
  - 土砂災害危険箇所

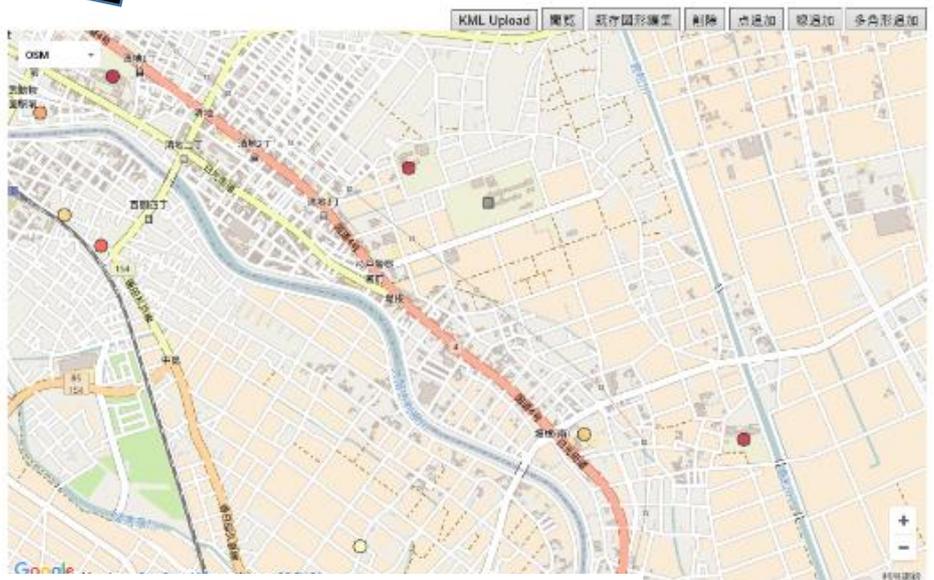


図 14 オープンソース災害情報統合システム (ODIS) の概要

## 4.5 第6回協働型災害訓練

### 協働型災害訓練 in 杉戸

**スケジュール** 各日8:00~9:30の間、東武動物公園駅東口下車、古川橋より送迎車(車体に掲示)によるピストン輸送あり



※一部変更の場合あり

- 8:30 受付開始(参加費徴収)
- 9:00 開会式(主催者挨拶:杉戸町、ご来賓挨拶、県危機管理課、訓練概要説明)
- 9:30 ウィメンズレジリエンス~今必要な女性目線での防災~  
 <パネラーによる活動発表とパネルディスカッション>  
 「災害時、大切な命を守るために」看護師・防災士 田原ひとみ  
 「人もペットも救え!動物支援ナースの活動」動物看護師・看護師 西村裕子  
 「災害時に知識の備え~生活のソナエ袋~」株式会社嶋屋 防災安全ソリューション課 岡田奈津子  
 「防災をこれからのフェーズへ」一般社団法人防災ガール 代表理事 田中美咲
- 12:00 避難所ワークショップ1<体験型ランチタイム>  
 避難所昼食体験~アレルギー対応食体験と炊き出し~(嶋屋、ベジカルチャーネットワーク)
- 13:00 避難所ワークショップ2<チェックインタイム>  
 避難所運営ゲーム~HUG~(浦和防祭連合 佐藤真実)
- 14:00 福祉避難所開設ガイドライン<インプットワーク>  
 浦和短期大学 介護福祉科教授 福島猛行(埼玉県介護福祉士会)
- 14:15 避難所ワークショップ3<個別実践ワーク>A~D各30分、E1~E2各15分  
 A福祉避難所開設体験(杉戸町社会福祉協議会、埼玉県介護福祉士会)  
 B訪日外国人多言語音声翻訳体験(総務省関東総合通信局)  
 C傷病者トリアージ体験(東埼玉総合病院)  
 Dドローンマッピング体験(DMTC(災害対策トレーニングセンター)、(株)測設)  
 E1避難所セラビードック体験(全日本救助犬団体協議会)  
 E2移動基地局展示(NPO法人SAFE)
- 16:45 東日本大震災2.0~我がまちの防災、あれから~  
 福島県双葉郡富岡町からの報告 / 双葉町からの手紙  
 埼玉県共助社会づくり課 遠藤有紀子 / 埼玉県立大学 保健医療福祉部准教授 新井利民
- 18:00 閉会式~挨拶、記念撮影~  
 ※東武動物公園駅へ送迎車でのピストン輸送あり  
 ※1日目終了→希望者のみ懇親会と会場宿泊
- 18:30 映画「未踏」上映と参加者交流会~1階和室での夕食懇親会~
- 20:00 入浴タイム~@nifty温泉ランキング5年連続全国1位「雅楽の湯」~ ※車移動・別途実費
- 21:00 避難所ワークショップ4<施設宿泊> ※暖房はありますが寝袋・毛布・洗面道具等は要持参



※一部変更の場合あり

- 7:30 起床、朝食(会場宿泊者のみ)
- 9:00 シェアリングタイム<チェックインタイム>  
 ~昨日の振り返りと共有、本日のスケジュール説明~
- 9:30 特別講演1~CDT認定ICS講座プロローグ~  
 「今求められる総合的防災力」元総務省 消防庁長官 青木信之
- 10:30 CDT認定ICS講座(主管:一般社団法人協働型災害訓練)  
 ICS基礎講座I「異なる組織が無駄なく動くためには~ICSの組織構造~」  
 ICS基礎講座II「異なる組織がまとまる手順書の作り方~災害時対応手順書(SOP)~」  
 立正大学 地球環境科学部教授 後藤真太郎  
 ICS基礎講座III「ICSと医療支援の親和性」東埼玉総合病院 経営企画室長・医師 中野智紀
- 12:30 避難所ワークショップ5<体験型ランチタイム>  
 避難所昼食体験~災害備蓄食品体験と食品ロスの現状~(フードバンク埼玉)
- 13:30 CDT認定ICS講座実践プログラム<協働型災害訓練>  
 ICS図上訓練I実践講座~災害時対応手順書(SOP)作成ワーク~(立正大学後藤教授)
- 15:00 休憩
- 15:10 ICS図上訓練II実践講座~フェーズ1緊急対応図上訓練~(立正大学後藤教授)
- 17:10 フィードバックタイム<チェックアウトタイム>  
 ~本日の感想と共有~
- 17:40 ICS講座修了証授与式(主管:一般社団法人協働型災害訓練)
- 18:00 閉会式~挨拶、記念撮影~  
 ※東武動物公園駅へ送迎車でのピストン輸送あり

定員: 300名  
 費用: 1000円/日(昼食・資料代) ※食事・会場宿泊は事前予約制。修了証発行+1000円、夕食+1000円  
 対象: 首都圏を囲む後方支援自治体の職員や関係者・団体、地域防災に関わっているまたは興味のある人や団体等

### 会場

彩の国いきいきセンター・すぎとピア  
 埼玉県北葛飾郡杉戸町大字堤根 4742-1

※東武動物公園東口 タクシー5分  
 徒歩30分



こんな人にオススメ!

- 1 避難所運営体験がしたい自治体職員
- 2 ICSを学びたい防災組織関係者
- 3 避難所のリアルを知りたい人や団体

図 15 第6回協働型災害訓練プログラム

## 5. 物資マッチングシステム

### 5.1 システムの考え方

災害の度に話題になるのは支援と受援のマッチングである。熊本地震での事例は耳目に新しい。東日本大震災の際、3月18日から31日の間に2000人もの避難者を受け入れたさいたまスーパーアリーナの避難所運営を行い、その後県内9施設に移動した避難者の支援を行ったその後埼玉労働福祉協議会は、関係する組織と協働して避難者支援を行った。その中で、特定非営利法人フードバンク埼玉は、県内の避難所への食糧支援を行う傍ら、セカンドハーベストジャパン、市民キャビネット災害支援部会、特定非営利法人さいたまネットなどと協働して被災地への食糧支援を行っている。特定非営利法人フードバンク埼玉は、平時にはフードドライブを行い、子ども食堂などへの食糧の提供を行う傍ら、災害時には食料を中心とする物資支援を行っている。フードバンクは全国的なネットワークがあり、災害時の食糧支援を組織的に行うことができるポテンシャルは高いことから、様々なNPOが協働して被災地支援を行うような場面では、フードバンクを中心とした食糧を中心とした物資輸送支援のためのシステムを具体化した。

現在フードバンク埼玉では、平時の在庫管理、必要な食糧とのマッチング、輸送は1人でExcelを用いて手作業で行っており、被災者支援の際には必要に応じて複数の人数で手作業にて行われている。

システム構築に当たってヒヤリングを行い、理想的な利用環境をイメージして要求仕様をまとめた。図16、17は、11月10日（戸田市文化会館5F）および11月23-24日（戸田市さくらパルA・B）のアイデアソン、ハッカソンで取りまとめた物資マッチングシステムの要求仕様およびシステムイメージである。

尚、システムについては、ユーザーインターフェースについては、WordPress、データベースについてはMySQLを使用して構築した。

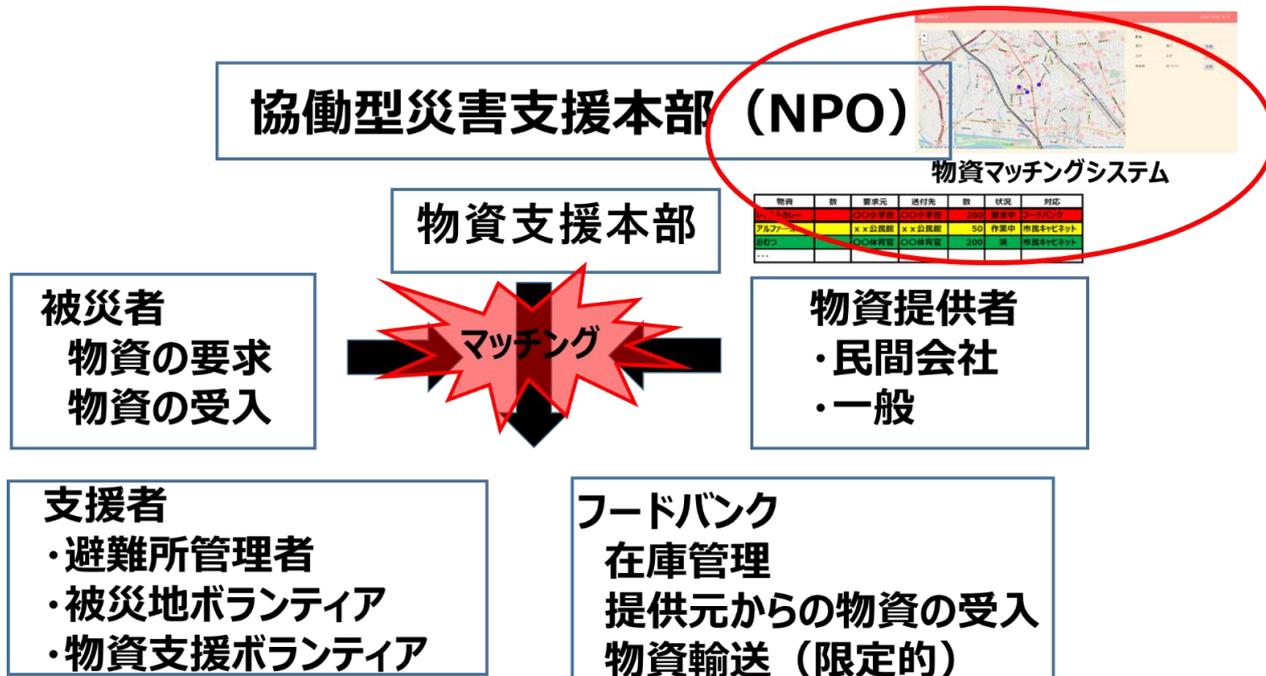


図16 アイデアソンにおける物資マッチングシステムの要求仕様

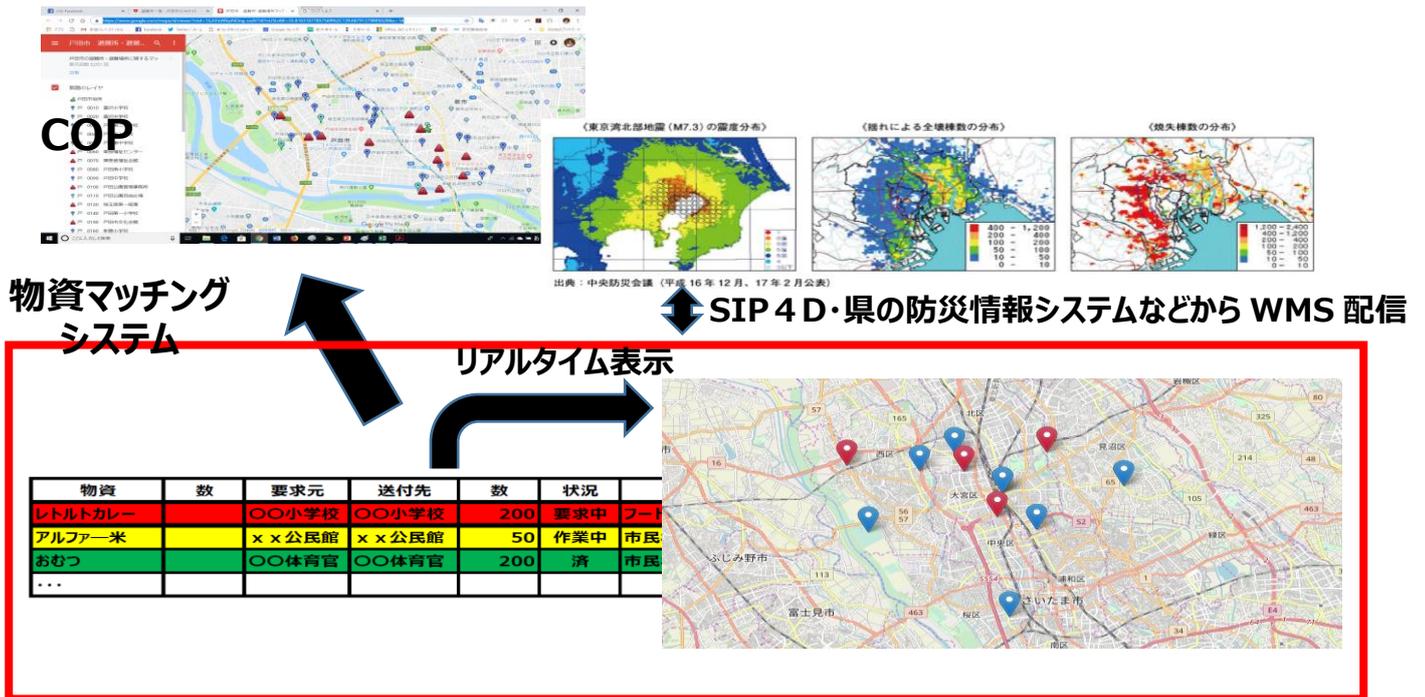


図 17 物資マッチングシステムのシステムイメージ

## 5.2 物資マッチングシステム

物資の補充状況は「マッチング済・輸送済み」、「処理中」、「未処理」に色で示して地図上に表示され、ピンをクリックすると物資の補充状況が表示される。図 18a は、Tile 画像に変換され、ODIS に COP 情報として表示される。

物資マッチングシステムが保有する機能をは以下の通りである。

- ① 避難所の物資補充状況の表示機能（図 18a）,
- ② 避難所毎の物資補充状況の表示機能（図 18 b）
- ③ 管理者（フードバンク等）・避難所での利用者の登録機能（図 18 c）
- ④ 避難所の必要物資（ニーズ）の入力機能（図 18 d）
- ⑤ 管理者（フードバンク等）の在庫（シーズ）と避難所の必要物資（ニーズ）のマッチング機能（図 18 d）  
（現在、⑤の機能は在庫数とニーズの差が 0 以上の場合をマッチング済みとしている）

## 避難所マップ

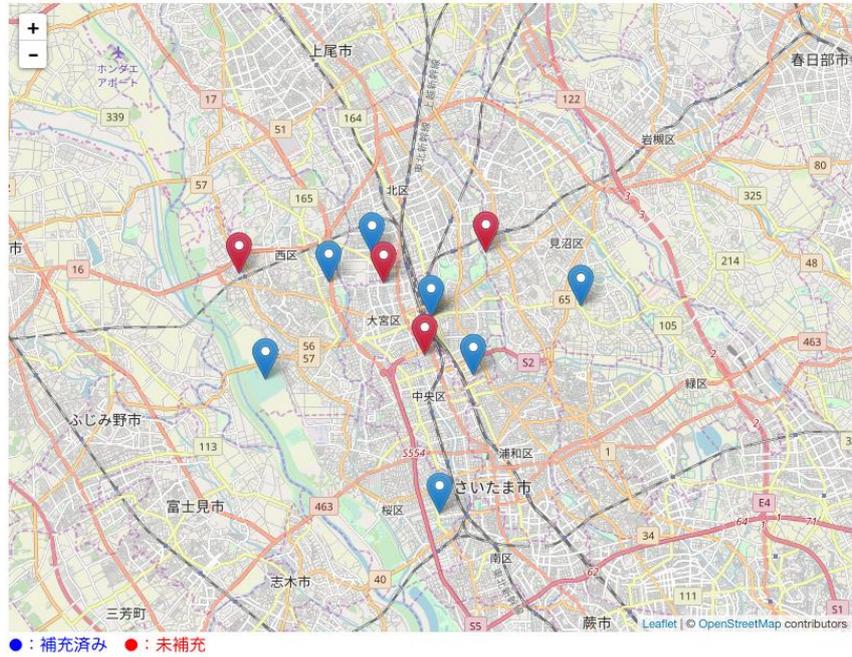


図 18a 避難所の物資補充状況の表示

@omiya1

友達に追加 公開メッセージ プライベートメッセージ

34分前

アクティビティ プロフィール 通知 0 メッセージ 0 友達 0 グループ 0 設定

## 物資リスト

避難所A				
品名	ニーズ	現在の供給量	単位	賞味期限
カップ麺	50	0	個	
米 (5Kg)	20	0	フクロ	
アルファ米	200	0	パック	
おかゆ	100	0	パック	
さとうのごはん	100	0	個	

図 18b 避難所毎の物資補充状況の表示

## 登録

このサイトへの登録は簡単です。以下の欄に記入すれば、すぐにアカウントを設定できます。

### アカウント詳細

ユーザー名 (必須)

omiya1

メールアドレス (必須)

omiya1@example.com

パスワードを選択 (必須)

パスワード確認 (必須)

### プロフィール詳細

Name (必須)

大宮避難所1

登録を完了

図 18c 管理者・避難所での利用者の登録

#### カスタムフィールド

物資リスト

施設	<input checked="" type="radio"/> 避難所 <input type="radio"/> フードバンク
所在地緯度	35.9111573
所在地経度	139.6197189
≡ + ×	
品目	カップ麺
ニーズ	50
数量	0
単位	個
賞味期限	
≡ + ×	
品目	米 (5Kg)
ニーズ	20
数量	0
単位	フクロ
賞味期限	

図 18d 物資の入力

## 物資リスト

避難所A						フードバンクA	
品名	ニーズ	現在の供給量	単位	賞味期限	提供数	品名	数量
カップ麺	50	0	個		30 <input type="text"/> <input type="button" value="更新"/>	カップめん	100個
米 (5Kg)	20	0	フクロ		<input type="text"/> <input type="button" value="更新"/>	米 (5kg)	200フクロ
アルファ米	200	0	バック		<input type="text"/> <input type="button" value="更新"/>	アルファ米	300バック
おかゆ	100	0	バック		<input type="text"/> <input type="button" value="更新"/>	おかゆ	100バック
さとうのごはん	100	0	個		<input type="text"/> <input type="button" value="更新"/>	さとうのごはん	200個

図 18e マッチング画面

## 6. まとめ

本研究では以下の内容を明らかにした。

- ① NPO を中心とする異なる組織が協働する災害および災害対応訓練の経験を基にした情報共有の在り方を ICS 的に編成された組織で必要な情報を抽出し、COP として機能するポータルサイトとして、オープンソースの GIS を構築した。
- ② 特定非営利法人フードバンク埼玉の食糧を中心とする物資支援のヒヤリングを行い、ネットワーク型の物資マッチングシステムを構築し、COP への提供についての実装方法を検討した。
  - ① については協働型災害訓練にて実証的に検証している。今後、埼玉県と立正大学との間で締結されている「大規模災害時における被害状況地図作成支援に関する協定書 (2017/12/1)」の適用事例として実証する必要がある。
  - ② については、協働型災害訓練で ICT 部分を支援している市民キャビネット災害支援部会や Code for SAITAMA のメンバーに対してシステムの利用の研修を行いユーザー数を増やすと同時に、平時での子ども食堂への食糧支援においての利用、災害での利用実績を経て実装していく予定である。

# 環境保全型農法による水稲栽培の GIS による管理手法に関する研究

佐藤 響平, 後藤 真太郎 (立正大学)

キーワード: GIS, ドローン, スマート農業

## 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が望まれている。

本研究では、環境保全型農業を進める上で土壌、稲の生長、雑草との競合関係などが管理できるように UAV により得られた標高、稲の生長の度合いなどと土壌分析結果による評価 GIS に可能になるような管理手法につき検討した。本報告ではその成果につき報告する。

## 2 研究方法

### 2.1 研究対象圃場

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。

対象圃場は 2017 年から自然栽培農法による稲作が行われており、圃場南部が 2 本植え、北部が 1 本植えで植えられている。



図 1 対象圃場

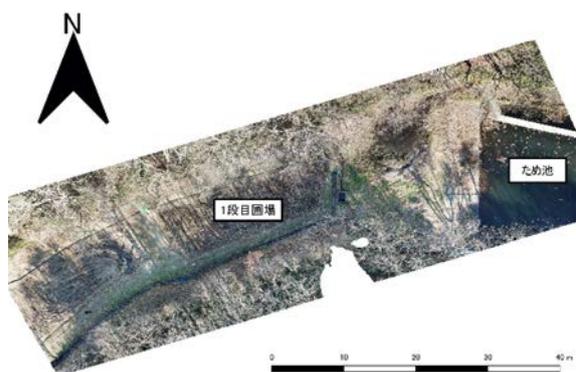


図 2 圃場周辺の位置関係

### 2.2 研究対象稲

本研究で観測した稲は、「彩のかがやき」である。この品種は、埼玉県農業技術研究センターで育成された品種であり、特徴としては、複数の病害虫に抵抗性を持っている点、減農薬栽培による安全・安心な米づくりが可能な点が挙げられる。

### 2.3 研究手順

研究手順を以下のフローチャートに示す。



図 3 研究フローチャート

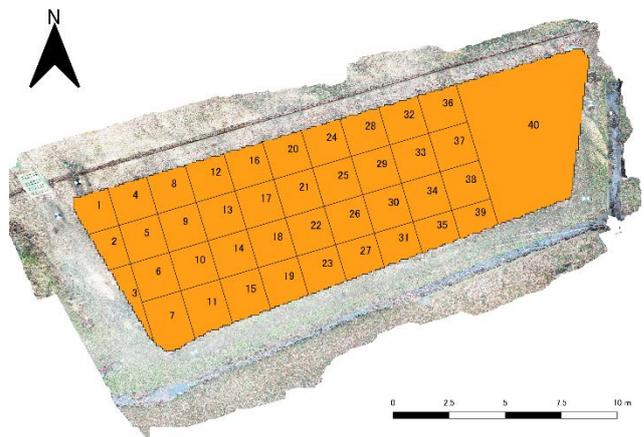


図 4 圃場内マスクレイヤ

## 2.4 使用機器

土壌成分データを分析するための土壌分析装置は、全農型土壌分析機 ZA-II（富士平工業株式会社製）を用いた（以下、ZA-II）。

圃場の観測と画像撮影に、Mavic Pro（DJI 製）を用い、画像の結合には Photoscan を用いた。これは、JPG 画像を結合し、位置情報が付与されている GeoTIFF 画像や地表面の高低差である DSM データへの出力が可能である。

得られたデータの解析と統合には、QGIS を用い、回帰樹木による分類には、R を用いた。

## 3 GIS による環境要素のデータ化

### 3.1 圃場マスクレイヤの作成

圃場のオルソ画像をもとに、圃場マスクレイヤを作成した。その際、圃場を 40 の範囲に区分した。各環境要素のデータ化では、このレイヤをもとに行う。

### 3.2 稲の生長評価値の導出

観測したイネの分蘖数をイネの生長結果とし、圃場のマスクレイヤにプロットした。

観測が行えなかった地点は、IDW 補間法によって補完し、面積当たりの分蘖数の平均を評価値として導出した。

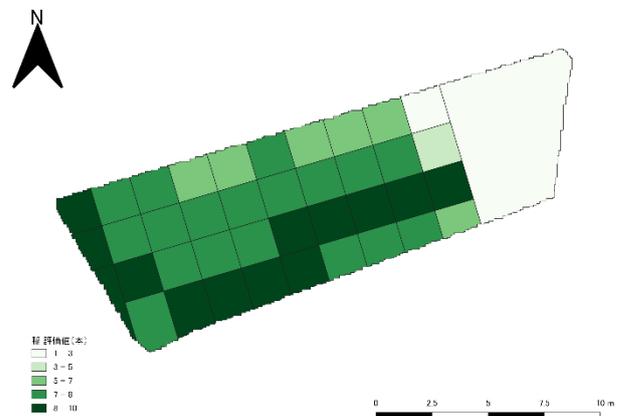


図 5 稲の生長評価値レイヤ

### 3.3 水深評価値の導出

DSM による圃場内の起伏データから、圃場内が満水した時点の水深を解析し、水深評価値を導出し

た。

このデータでは、期間内の水深の変化は考慮していない。

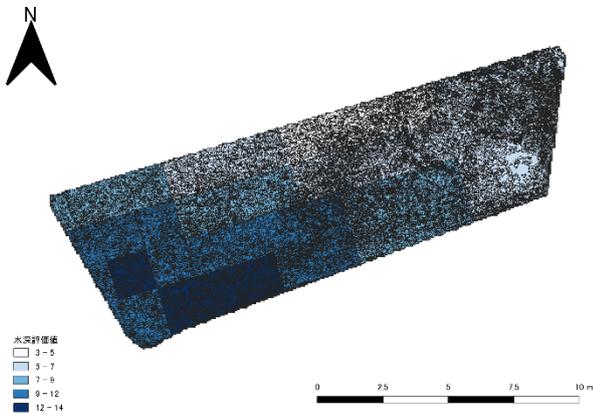


図 6 水深評価値レイヤ

### 3.4 日射量評価値の導出手順

圃場周辺の DSM より、傾斜レイヤ・傾斜方位レイヤを作成した。

これらのレイヤをもとに、生育期間内の太陽の移動を考慮し、期間内の各月の初日・田植日・稲刈り日で作成したレイヤを平均したものを日射量評価とした。

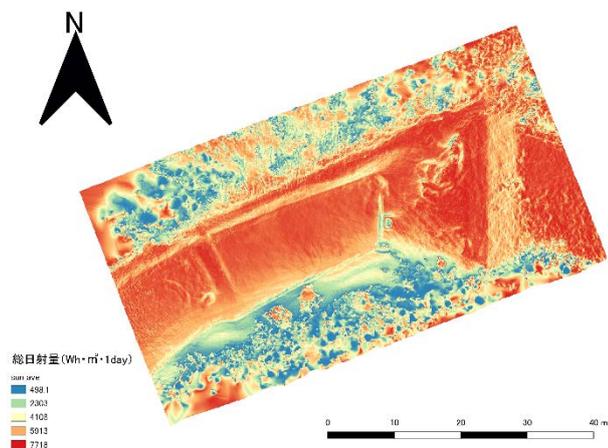


図 7 平均総日射量レイヤ

### 3.5 その他の環境要素レイヤ作成

マスキレイヤの各メッシュ内データ、対角線採土法による土壌サンプルの採取を行った後、ZA-IIで分析した。

分析した各土壌成分データを、各メッシュ内に付与した。

P205・K20・MgO・CaOの4点の分析を行った。

雑草分データも同様に付与した。

圃場に生育していたケイヌビエ・ミゾハコベ・コナギの各3種は、本数を評価値とし、付与した。

## 4 回帰樹木による分類

分類回帰樹木法(CART)は、データの2分岐による分類手法である。

導出したデータ群から、稲の生長評価値を応答、それ以外のデータを説明変数とした。

樹木を成長させたのち、刈込みを行った。

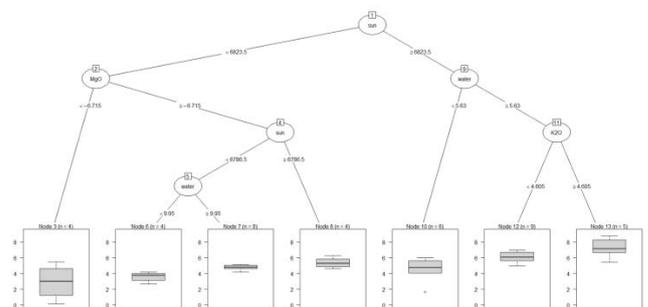


図 8 刈り込み前の樹木モデル

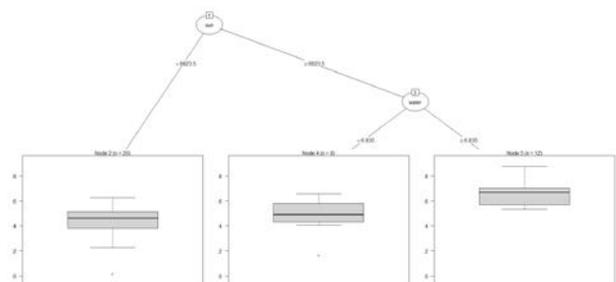


図 9 刈込みを行った樹木モデル

## 5 結果

刈り込みを行った樹木モデルから、日射量評価値が6823.5Wh以下、日射量評価値が6823.5Wh以上かつ水深評価値が6.835cm以下、日射量評価値が6823.5Wh以上かつ水深評価値が6.835cm以上の3つの分類を行うことができた。

## 6 おわりに

本研究では以下の内容を明らかにした。

GISによる圃場環境要素のデータ化の手順とデータ評価値の作成手順を検討した。

回帰樹木による稲の生長要因探索によって、本研究での稲の生長では、日射量評価値がもっとも高い要因であり、次いで水深評価値であることが判明した。

### 参考文献

- [1]石塚直樹・岩崎亘典・坂本利弘(2018),技術マニュアル「ドローンを用いたほ場計測マニュアル(不陸(凹凸)編)」,(研)農業・食品産業技術総合研究機構 農業環境変動研究センター
- [2]菅井秀翔・宮地邦英・中村孝之・南秀和・橘克巳(2017),UAVを活用した写真測定の精度検証,国土地理院.
- [3]下川敏雄・杉本知之・後藤昌司(2013),樹木構造接近法(Rで学ぶデータサイエンス9),共立出版
- [4]朝日孝輔・大友翔一・水谷貴行・山手規裕(2014),[オープンデータ+QGIS]統計・防災・環境情報がひと目でわかる地図の作り方,技術評論社

[5]豊田 秀樹(2008),データマイニング入門,東京図書

[6]喜多耕一(2017),業務で使う林業QGIS徹底使いこなしガイド,全国林業改良普及協会

[7]埼玉県公式ホームページ(2018),「彩のかがやき」について,

<https://www.pref.saitama.lg.jp/a0904/komemugidaizu/kagayaki.html>(参照 2018.11.17)

# LiDAR の点群データによる森林観測

落合 大・後藤真太郎・小菅悠人  
立正大学地球環境科学部環境システム学科

キーワード：森林管理，点群画像，LiDAR，SLAM

## 1. はじめに

日本では国土の 67%<sup>[1]</sup>を森林が占めている。森林の状況を調査する方法として、山地では衛星画像の解析による方法や、樹木にタグをつけ区画内の樹木を観測するコドラート法が現在の一般的な調査方法になっている。これらの方法では大規模な森林管理は困難である。また、2019 年森林環境譲与税が施行され自治体での森林管理が望まれる<sup>[2]</sup>。これらの理由から毎木調査の方法の補助として LiDAR の利用について検討した。

## 2. 目的

本研究は以下の 2 つを目的とする。

- A) LiDAR で取得したデータの SLAM 処理を行うソフトウェア (Loam\_Velodyne) の精度検証
- B) SLAM 処理データのブラウン・ブランケ法による植生調査への適用可能性の検討

## 3. 研究方法

本研究は、LiDAR を使用して森林の計測を行い、Loam\_Velodyne を用いて SLAM 処理を行う。

LiDAR による現地計測データの SLAM 処理した点群と樹木の測量データを比較し精度検証を行う。

精度検証を行った後、SLAM 処理した点群から植生調査への適用可能性の検討を行う。

### 3.1. 計測機器

観測を行う LiDAR は、回転機構を上部に組み合わせた Velodyne HDL-32e を用いた。以降「HDL-32e」と呼ぶ。HDL-32e は対象物までの距離のほか GPS や 加速度センサと 6 軸ジャイロセンサが搭載されている。回転機構から照射されるレーザーにより得られる計測点が「点群」と呼ばれ、回転機構の 1 週が「スキャン」と呼ばれる。HDL-32e は自動運転などの 周囲認識用途で、リア

表 1 HDL-32e の仕様<sup>[3]</sup>

観測範囲	水平360°
観測距離	約100m(1m以上)
観測スピード	5~20Hz
観測ポイント数	約70万ポイント/秒
観測精度	±2cm
データ	距離，回転角度



図 1 HDL-32e

ルタイムに処理を行い、障害物を回避するために用いられている。

LiDAR (Laser Imaging Detection and Ranging) とは、レーザーを用いて対象物までの距離や反射強度の計測を行う光を利用したリモートセンシング技術の一つである。

SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) とは、「同時に自己位置推定と地図構築を行う<sup>[4]</sup>」処理を指す。

Loam\_Velodyne<sup>[5]</sup>とは、SLAM を行うオープンソースのソフトウェアである。以降「Loam」と呼ぶ。

### 3.2. 対象地域

計測を行う対象地域は 2 か所設定した。

図 2 に示す、埼玉県熊谷市万吉に位置する立正大学熊谷キャンパスの 3 号館の赤松林に設置した 20m 四方のコドラートを対象地域 1 とする。



図 2 対象地域 1



図3に示す、埼玉県東松山市岩殿にある林道周辺の森林を対象地域2とする。



図3 対象地域2

LoamによるSLAMの精度評価は対象地域1, 植生調査の検討は対象地域1と対象地域2を対象の計測データを使用した。

### 3.3. 精度検証の基準と植生調査の調査項目

LoamによるSLAM処理の精度検証は表2の精度をもとに行なった。

SLAM処理結果の植生調査への応用性の検証は表3の調査項目を使用し行なった。

表2 環境省が定める必要精度<sup>[6]</sup>

評価項目	必要精度	単位
樹木位置	小数点以下第一位	m
樹高		m
胸高直径		cm

表3 植生調査の調査項目

調査項目
樹種
本数
被度(占有率)
群度
樹高
胸高直径

## 4. LoamによるSLAM処理の精度検証

HDL-32eによる計測は、HDL32eからの距離の計測である。Veloviewで計測結果を表示するとHDL-32eの中心となるため移動に伴い、図4のように周囲が動いたように見える。

SLAM処理を行わない状態で点群の統合を行うと、HDL-32eの移動で生じた回転と移動によりずれて統合されてしまう。

SLAM処理を行うことにより、回転と移動のずれがなくなり点群の統合を行うことができる。

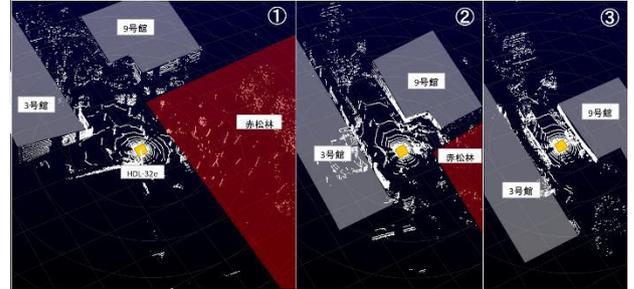


図4 計測結果 移動の様子

### 4.1. 手動SLAMによる点群画像の作成

手動SLAMは、LoamによるSLAMが樹木位置と胸高直径より精度が高いかを検証するために行なった。

HDL-32eから取得したデータを、表示するソフトウェアのVeloviewでコドラート角のデータを抽出し、式1のアフェイン変換と図5の変数定義をもとにスキャン内のすべての点(x, y)を点(X', Y')に自作プログラムで座標変換を行う。

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_s & -\sin \theta_s \\ \sin \theta_s & \csc \theta_s \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p_s \\ q_s \end{pmatrix} \dots (1)$$

式(1)は、回転変換を行い移動変換の順で行う式(1)を順に分けて計算を行うと、回転変換が式(2)となり、移動変換が式(3)となる。

$$x'_s = x \cos \theta_s - y \sin \theta_s \dots (2)$$

$$y'_s = x \sin \theta_s + y \cos \theta_s$$

$$X' = x'_s + p_s$$

$$Y' = y'_s + q_s \dots (3)$$

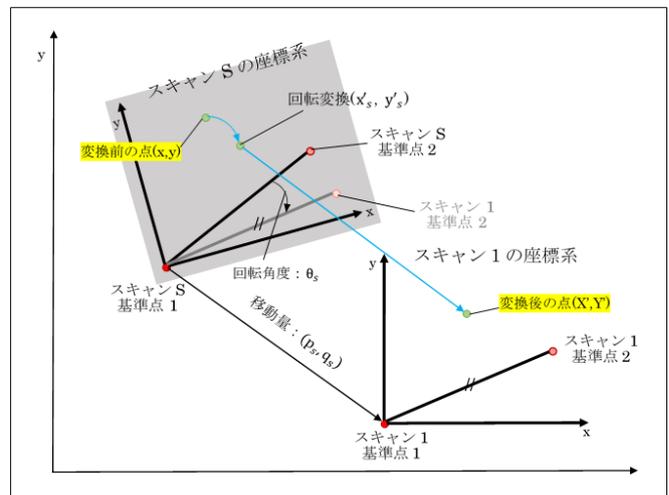


図5 点群座標変換 変数の定義

ここで、機器角度を  $\theta_s$ 、移動量の X 方向を  $p_s$ 、Y 方向を  $q_s$  として  $s$  はスキャン番号を示す。

#### 4.2. Loam の SLAM による点群画像の作成

HDL-32e に搭載されたセンサから HDL-32e のローカル座標内の自己位置を求める。

HDL-32e は回転しつつ移動しているため式(4)のようになる。

$$\begin{aligned} \theta(t) &= \int_0^t \omega(\tau) d\tau + \theta(t_0) \\ x(t) &= \int_0^t v_x(\tau) d\tau + x(t_0) \quad \dots (4) \\ y(t) &= \int_0^t v_y(\tau) d\tau + y(t_0) \end{aligned}$$

ここで、 $\theta(t_0), x(t_0), y(t_0)$  は HDL-32e の初期位置である。 $v_x(\tau), v_y(\tau)$  は角度  $\theta$  回転させた X, Y 方向の速度であり、次式(5)のように表される。

$$\begin{aligned} v_x(t) &= v(t) \cos(\theta(t)) \\ v_y(t) &= v(t) \sin(\theta(t)) \quad \dots (5) \end{aligned}$$

HDL-32e の位置は、式(4)を式(5)に代入し、式(6)のように表すことができる。

$$\begin{aligned} \theta(t) &= \int_0^t \omega(\tau) d\tau + \theta(t_0) \\ x(t) &= \int_0^t v(\tau) \cos(\theta(\tau)) d\tau + x(t_0) \quad \dots (6) \\ y(t) &= \int_0^t v(\tau) \sin(\theta(\tau)) d\tau + y(t_0) \end{aligned}$$

式(6)で得られた値  $\theta(t), x(t), y(t)$  を式(7)に代入し、 $(X, Y)$  を  $(X', Y')$  に変換し点群を生成する。

$$\begin{aligned} X' &= (X \cos \theta(t) - Y \sin \theta(t)) + x(t) \\ Y' &= (X \sin \theta(t) + Y \cos \theta(t)) + y(t) \quad \dots (7) \end{aligned}$$

#### 4.3. SLAM による点群の統合結果

手動による SLAM の点群を統合した結果を図6に示し、Loam による SLAM の点群を統合した結果の対象地域1を図7に、対象地域2を図8にそれぞれ示す。

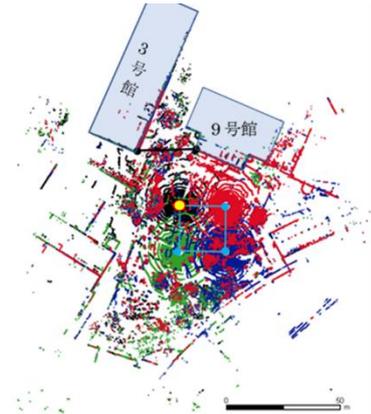


図6 手動による SLAM の点群を統合した結果(対象地域1)

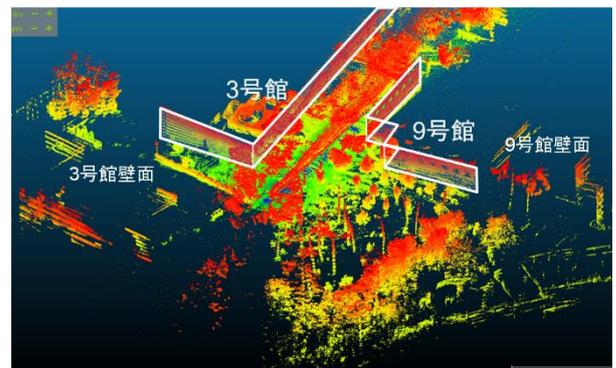


図7 Loam による SLAM の点群を統合した結果(対象地域1)

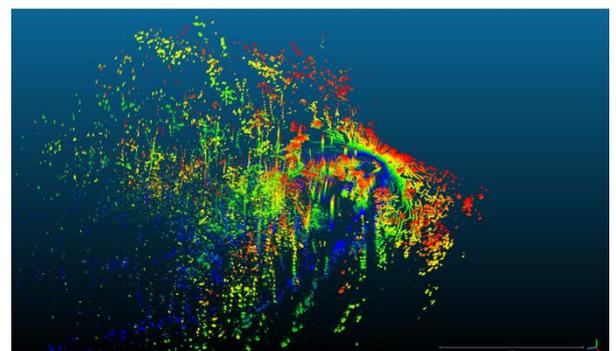


図8 Loam による SLAM の点群を統合した結果(対象地域2)

#### 4.4. 精度検証の結果

精度検証は評価項目の実測値と SLAM の結果作成された点群から求めた計測結果のずれを検証した。

表4 精度検証結果

評価項目	環境省基準	実測値からのずれ	評価
樹木位置	1m未満	0.1m	可
樹高	1m未満	0.0m	可
胸高直径	1cm未満	1.3cm	不可

## 5. 現地計測による植生調査検証

現地計測を行い SLAM 処理した点群から植生調査を行えるかの検証を行った。

植生調査には、ブラウン・ブランケ法を SLAM 処理の点群から行った。

### 5.1. 植生調査への応用性の検討

Loam による SLAM 処理の点群を用いた植生調査結果から樹木の本数、被度、樹高、胸高直径を求めることができた。対象地域 2 の被度と樹高は計測時に HDL-32e を傾けず計測を行ったため、樹冠まで計測が行えず測定を行えなかった。

表 5 SLAM 処理結果の植生調査の結果

植生調査		
調査項目	対象地域1(立正)	対象地域2(岩殿)
樹種	—	—
本数	8本	13本
被度(占有率)	46.1%(樹冠)	—
群度	—	—
樹高	平均13.7m	—
胸高直径	平均35.2cm	平均55cm

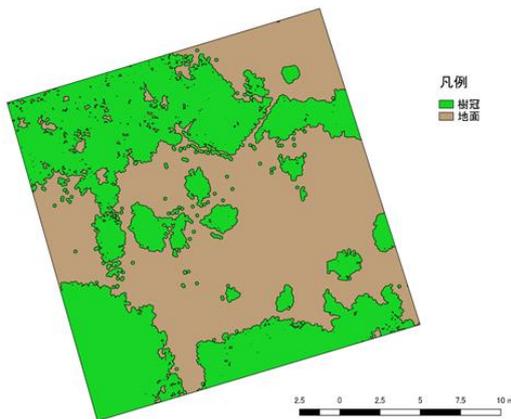


図 9 立正大学 3 号館前(対象地域 1)に設置したコードラート内の樹冠占有率

## 6. 考察

本研究では、精度評価の対象地域にコードラートを作成し計測を行い計測データから Loam\_Velodyne による SLAM 処理を行うことで、3次元構造から 3つの項目を計測できた。精度も 3項目中 2項目が環境省の定めた精度基準を満たした。

植生調査利用への検討結果から樹木などの同定は樹形からの特定であれば利用でき、外観を確認するための利用に LiDAR の使用は向いていること

がわかった。

## 7. おわりに

本研究では以下の内容を明らかにした。

- A) Loam\_Velodyne による SLAM 処理で作成された点群画像から、樹幹位置と樹高を平均 0.1m の精度で作成することが可能であり、森林管理には十分な精度をもっている。
- B) LiDAR データを Loam\_Velodyne による SLAM 処理することにより 3次元構造から、森林管理に LiDAR を利用できる。

## 参考文献

- [1] 林率・人工林率(平成 29 年 3 月 31 日現在), 林野庁, <http://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/genkyou/h29/1.html>
- [2] 林野 2018.2 No.131, 森林環境税(仮称)と森林環境譲与税(仮称)の創設, <http://www.rinya.maff.go.jp/j/kouhou/kouhousitu/jouhoushi/attach/pdf/3002-7.pdf>
- [3] 株式会社アルゴ, 全方位レーザーLiDAR イメージングユニット HDL-32e Velodyne | 特殊カメラ, <https://www.argocorp.com/cam/special/Velodyne/HDL-32e.html>
- [4] 友納正裕, SLAM 入門—ロボットの自己位置推定と地図構築の技術—, オーム社, p214, ISBN978-4-274-22166-8, 2018
- [5] Tsukasa Sugiura, Point Cloud Library with Velodyne LiDAR - Summary?Blog. 2016-10-20, <http://unanancyowen.com/pcl-with-velodyne/>
- [6] 鈴木辰侃, LiDAR を用いた点群による森林計測に関する基礎的研究, p3, 2017 年卒業論文

# ベクタデータの作成を念頭に置いた空中写真の土地被覆分類の試み

今井 優†

† (立正大学 地球環境科学部 外部研究員)

†118w00004@rissho-univ.jp

キーワード 土地被覆分類, 空中写真, 深層学習, AI, CNN, GAN

## 1 はじめに

土地被覆は、自然環境の把握や土地利用計画の検討等に使える有用性の高い基盤情報である。また、空中写真はそのため、空中写真を自動判読・分類して土地被覆情報を作成できるようになることは、利用目的に即した年代や空間解像度の土地被覆情報を迅速に活用する上で役立つ。

これまでに筆者は、深層学習による画像変換プログラム「pix2pix」を用いて土地被覆分類を行い、森林や市街地等の学習用データ数を十分確保できた土地被覆では比較的正確率が高いモデルが構築できた [1]。その結果を踏まえ、本発表では分類精度の向上に有効なアプローチを検討した。

## 2 従来のモデル構築における課題

前回の試行では、学習用データの数を増やすことで正確率を向上できる可能性が示唆された。学習用データの増加には 1. 対象の領域は変えず学習用データとする割合を増やす 2. 学習用データとする割合は変えず対象領域を拡げる 等の方法が考えられる。しかし、前者は特定の地域に特化して汎用性が低下すること、後者は土地被覆のカテゴリ増加につながり、評価の難易度が上がるためより多くのデータ量が必要となる。このことから学習用データの増加は根本的な解決につながらないと考えられる。

そこで他の観点から、正確率が向上しない原因と考えられる事項を以下のように整理した。

1. 学習用データの精度が低い (空中写真と土地被覆情

報で合致していない箇所がある)

2. 学習用データの空中写真の前処理が不十分 (色調に幅がある)
3. 学習用データに系統の大きく異なる画像が混在している
4. 評価後の画像の後処理の過程でカテゴリ分類に誤りが生じている

本発表では、各課題への対策と結果を発表する。特に、4. の課題に関連して評価画像を利便性の高いベクタデータとするための検討について紹介する。

## 参考文献

- [1] 今井 優. 深層学習による空中写真を対象とした土地被覆分類の試み. 国際 ICT 利用研究会研究会研究論文誌 第 1 巻 第 1・2 合併号. 2018, 1, 16-21.

# 津波発生時における神社の避難場所としての有効性に関する研究

白木 洋平      徳久 紗希      北沢 俊幸  
立正大学 地球環境科学部

## 1 はじめに

津波発生時には適切な行動をとること、すなわち安全な場所へと早期に自主避難をすることが人的な被害を軽減することに繋がることは容易に想定できるが、これを可能とするためにはまず様々な情報を適切に住民に公表・周知することが重要であり、また住民はそれらの情報を積極的に収集し有事に備えることが重要となってくる。本研究では、避難場所の一つとして住民の身近に存在する神社に着目し、津波発生時における神社の避難場所としての有効性について検討を行なうとともに、得られた結果が津波の人的な浸水被害の軽減に資する情報であるか評価・考察を行なうこととした。なお、本研究で対象とした津波は東北地方太平洋沖地震で発生した津波であり、研究対象地域は宮城県である。

## 2 研究方法

神社が津波発生時の避難場所とし有効であることが示唆されている研究はいくつかあるものの[1]-[3]、神社が立地している地域の詳細な土地条件・創建年代と津波による浸水被害の関係について研究を行い、有効性について検討を行った事例は見当たらない。本研究では、津波による浸水範囲およびその周辺に位置する神社の土地条件・創建年代と津波による浸水被害との関係について特に評価・考察を行うこととする。以下にその手法について記す。

### 2.1 津波の浸水範囲の作成および浸水周辺範囲の設定

津波による浸水範囲を把握するために国土地理院によって公開されている10万分の1浸水範囲概況図を利用することとした。また、浸水周辺範囲は便宜的に海岸線から10kmまでを浸水周辺範囲とし、この範囲に位置する神社を研究対象とした。

### 2.2 神社の位置情報および創建年代の取得

研究対象地域に位置する神社の位置情報を取得する方法として鎮座地の住所や経緯度について読み取ることが可能な宮城県神社庁によって公開されている神社検索システムを利用した。また、この検索システムからは各神社の由緒について調べることが可能となっている。そこで、この由緒に記載されている情報をもとに創建年代の推定を行うこととした。

### 2.3 研究対象地域における土地条件の取得

研究対象地域に位置する神社の土地条件について、特に地形の特徴について着目することとし、それを抽出するために国土交通省国土情報課によって公開されている5万分の1土地分類基本調査から得られる地形分類図を利用することとした。また、標高についても土地条件の一つとして取り上げることとした。研究対象地域に位置する神社の標高の抽出には国土地理院基盤地図情報ダウンロードサービスによって公開されている10mメッシュの基盤地図情報数値標高モデルを利用することとした。

## 3 結果および考察

図1に神社の創建年代別の浸水被害状況について示す。これによると、まず250-299年、700-749年に創建された神社においては他の年代と比較して標高が高い地域に立地している様子が見られ、その傾向から浸水被害が発生していないことが推測できる。しかしながら、750年より前に創建された神社に着目してみると、他の年代は平均標高が高くないにもかかわらず、浸水被害をほとんど受けていないことがわかる。また、750年以降に創建された神社に着目してみると、浸水被害を受けた神社が増加する傾向が見られ、さらに1500年以降になるとその傾向が顕著になっている。このような傾向となった理由の一つとして、新しい

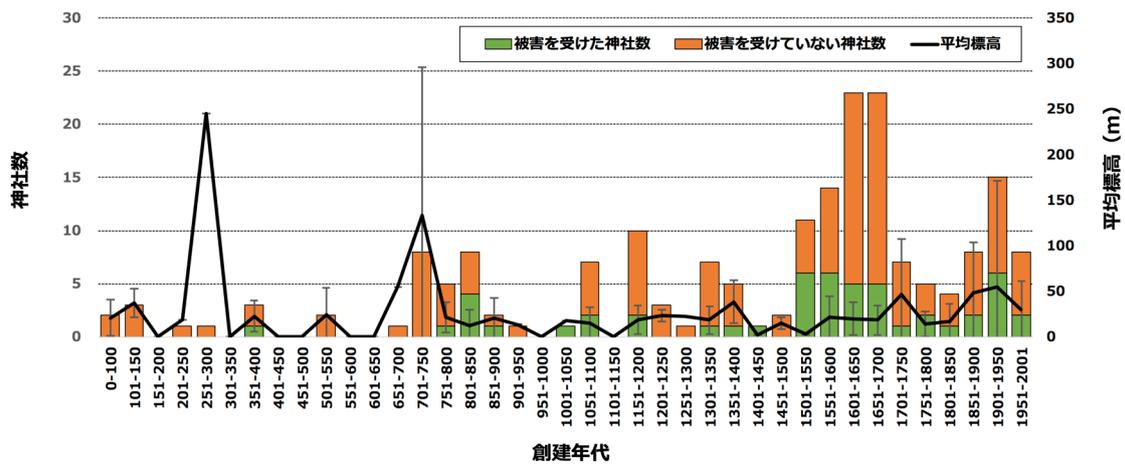


図1 神社の創建年代別浸水被害状況  
(エラーバーは各年代の平均標高標準偏差を示す)

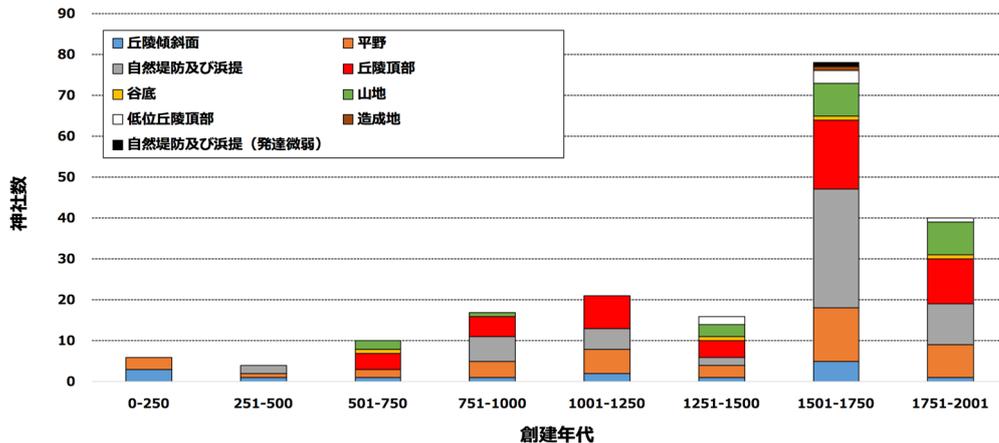


図2 神社が立地している地形区分の傾向

年代に創建された神社は津波の浸水被害に対して脆弱な地域、すなわち標高が低い地域や浸水に対して脆弱な地形に創建せざるを得なかった可能性が考えられたため、250年ごとに神社が立地している地形区分の傾向について評価を行うこととした(図2)。これによると751年以降において「自然堤防及び浜堤」を選定して創建している神社の数が増加している様子が見て取れた。「自然堤防及び浜堤」は平野と比較して浸水の被害を受けにくいことが知られているため、低平地のなかでも比較的土壌条件の良い地域、すなわち可能な限り浸水被害の影響を受けにくい地形区分を選定して創建した可能性が考えられる。

### 参考文献

- [1] 高田知紀・梅津喜美夫・桑子敏雄(2012) 東日本大震災の津波被害における神社の祭神とその空間的配置に関する研究. 土木学会論文集 F6 (安全問題), 68 (2), 167-174.
- [2] 高田知紀・高見俊英・宇野宏司・辻本剛三・桑子敏雄(2016) 延喜式内社に着目した四国沿岸部における神社の配置と津波災害リスクに関する一考察. 土木学会論文集 F6 (安全問題), 72 (2), 123-130.
- [3] 宇野宏司・高田知紀, 辻本剛三, 柿木哲哉(2015) 淡路島沿岸の神社における南海トラフ地震の津波被災リスクの検証. 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 71 (2), 677-682.

# ICT を活用した学生のリーダーシップ開発

保本 正芳<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 近畿大学 総合社会学部

西村 太嘉<sup>‡</sup>

<sup>‡</sup> (株) ミスキィ

キーワード：リーダーシップ，ストレングス・ファインダー，強み

## 1 はじめに

現在の企業は、グローバル社会の現在において、様々な状況の変化に対して、組織に属する全ての人が素早く対応できない限り、組織の成長はないと言える。組織の中での「リーダーシップ」はトップだけが持てば良い能力ではなく、組織に属する全ての人に求められている。

経済産業省が 2006 年から提唱している「社会人基礎力」は、3つの能力（12の能力要素）、「前に踏み出す力（アクション）」、「考え抜く力（シンキング）」、「チームで働く力（チームワーク）」から構成されており、「職場や地域社会で多様な人々と仕事をしていくために必要な基礎的な力」とされている。リーダーシップは「社会人基礎力」に挙げられている能力を発揮することが求められるとも言え、2008年の中央教育審議会答申「学士力」の中では、リーダーシップが大学卒業時まで身につけるべき能力として挙げられている[1]。

経営学者 P.F. ドラッカー氏は、著書『経営者の条件』の中において、「成果を上げるには、利用できるかぎりの強み、すなわち同僚の強み、上司の強み、自分自身の強み、を使わなければならない。強みこそが機会である。強みを生かすことが、組織の特有の目的である」と述べている[2]。経営者と従業員の相互で、他者との違いを理解し、自分では当たり前となる「強み」を活かすことで、それぞれの「リーダーシップ」を発揮することが出来、組織や集団を成果に導くことが出来ると考えられる。

一方、近年、新卒社員の離職率の高まりが問題視されている。最も大きな要因としては、これまで自分の人生を主体的に捉え、自己について深く考える機会が無い状況にも関わらず就職活動時で

は自分の強みを問われる状況になり、正しく自分の強みを認識出来ない上で活動した結果、就職した企業とのミスマッチングが起こっていると考えられる[3]。

ここでは、「強み」に注目し、自己分析ツールの一つである、米国ギャラップ社のストレングス・ファインダー・テスト[4, 5]を実施した結果について報告する。また、学生達がそれぞれの「強み」を学ぶことによる、リーダーシップの体得についても報告する。

## 2 スtrenグス・ファインダー・テスト

本テストは、「自分の弱みを改善するより、自分の強みを活かすことで最大の能力を発揮する」という考えに基づき、米国ギャラップ社によって開発されたツールである。200万人の成功者のアンケートをもとに作成されており、非常に信憑性の高いものとされている。Web サイト上で 177 の質問に答えることにより、自身の資質（才能）を知ることができる。ギャラップ社は、人がもつ様々な能力をあらゆる角度から抽出・分類し、最終的に 34 種類の才能分野（資質）に特定している（表 1 参照）。診断結果は、これらの内、最も強く表れている上位 5 つの資質が示される。一方、これらの資質は、強みそのものではなく、自身の思考や行動の反応パターンを示したものであるため、意識して効果的・生産的に使うことで、自身の強みとなる[4, 5]。34 の資質を「リーダーシップ」の観点で分類すると、下記 4 種類となる[6]（表 1 参照）。

- ① 実行力（アイデアを「捕まえて」現実のものにする能力）
- ② 影響力（グループの主張を確実に周囲に伝え

る能力)

- ③ 人間関係構築力 (グループ全体をまとめ、より大きな力へと変える能力),
- ④ 戦略的思考力 (常に先を読み、筋道を立てて集団を導く能力)

表 1: ストレングス・ファインダーの 34 資質と 4 分類

実行力	影響力	人間関係構築力	戦略的思考力
アレンジ 回復志向 規律性 公平性 慎重さ 信念 責任感 達成欲 目標志向	活発性 競争性 コミュニケーション 最上志向 自我 自己確信 社交性 指令性	運命思考 共感性 個別化 親密性 成長促進 調和性 適応性 包含 ポジティブ	学習欲 原点思考 収集 戦略性 着想 内省 分析思考 未来志向

表 2 は、経営者 448 名 (資質総数 2240)、一般従業員 2166 名 (資質総数 10830)、3 年生 (近畿大学総合社会学部環境・まちづくり系専攻) 60 名 (2014~2018 年、資質総数 300) のストレングス・ファインダー・テスト (SF テスト) の上位 5 つの結果を元に集計した、資質数のランキング (17 位まで) を示す。表中の色分けは、表 1 のリーダーシップ 4 分類の色に対応する。経営者の上位には、着想や学習欲、戦略性、未来志向といった戦略的思考力の資質があるのが特徴である。一般従業員の上位には調和性やポジティブ、共感性といった人間関係構築力がある。また両者共に 1 位が最上志向となった。当学生達は、調和性、適応性、共感性などの人間関係構築力が高い。特徴的なところは、レア資質と言われる「自我」(2016 年の 15,001,435 人の結果で 32 位 6.3%) が上位にある。学生達の中には、学外の課外活動 (環境イベントや地域活性化活動の運営・参加、ボランティアやインターンシップの参加など) を行う者が多い。「自我」は人の役に立つことを喜ぶ資質であるため、行動を起こし、称賛や承認、感謝などが有ると、さらに頑張ることができる。積極的に課外活

動を行う学生ほど、「自我」の高い可能性がある。また、「分析思考」、「収集心」などの社会人の上位にない項目があるのも特徴である。当学生達は、地理情報システム (Esri/Arc-GIS) や画像処理 (Adobe/Photoshop)、統計学 (データ分析)、社会調査に関する演習などを必修科目として受講している。社会人に比べると、戦略的思考力が低い傾向を示すが、本学カリキュラムによって強みとして成長した可能性も考えられる。

表 2: SF テスト結果を元に集計した経営者と従業員、大学生 (文系学部 3 年) の 17 位までの資質

順位	経営者	従業員	大学生
1	最上志向	最上志向	調和性
2	ポジティブ	調和性	適応性
3	着想	ポジティブ	共感性
4	学習欲	共感性	最上志向
5	戦略性	着想	回復志向
6	達成欲	適応性	慎重さ
7	未来志向	回復志向	ポジティブ
8	個別化	個別化	自我
9	調和性	学習欲	個別化
10	コミュニケーション	戦略性	成長促進
11	共感性	達成欲	分析思考
12	社交性	社交性	社交性
13	活発性	慎重さ	公平性
14	自我	成長促進	収集心
15	親密性	未来志向	包含
16	責任感	収集心	着想
17	適応性	責任感	戦略性

表 3 は、リーダーシップの 4 分類で集計した結果を元にした平均資質数を示す。経営者は、影響力と戦略的思考力が高い。学生達は、社会人より人間関係構築力と実行力の資質が高い。現在の組織には、組織に属する全員が、今、何をしなければならないのかを考え、自ら周囲に「働きかけていく」ことが必要である。「働きかけ力」は、社会人基礎力では「前に踏み出す力」の中に含まれている。学生達は、課外活動などで積極的に「他人と交流し、働きかけて、働きかけられるような環境」に入るため、「前に踏み出す力」が身につけていると考える。

表 3：経営者と従業員，大学生（文系学部 3 年）のリーダーシップ 4 分類での平均資質数

	実行力	影響力	人間関係構築力	戦略的思考力
経営者 (408 名)	0.96	1.18	1.49	1.38
従業員 (2166 名)	1.10	0.88	1.81	1.21
大学生 (68 名)	1.13	0.94	1.99	0.94

### 3 リーダーシップ開発

米国では、「強み」を学び、発揮することは、自分の未来に対しての自信が高まるとして、ストレンクス・ファインダーを活用した教育が実践されている[7,8]。ここでは、自分のゼミにて、SF テスト結果を元に「強み」を活用した学生達（3 年生）のリーダーシップ開発を図った。34 の資質とリーダーシップの 4 分類について説明した上で、下記の流れで実施した。

- ① 結果を元にした自己分析
- ② ゼミ生全員の資質一覧表を元に、特徴的な資質について解説（自分だけでなく他者の強みを理解することを伝える。）
- ③ 個々のメンバーの特徴を解説（メリット・デメリットを伝える。その上で資質に優劣はなく、どう扱っていくかが重要だと何度も伝える）
- ④ 個人セッション（強みを活かすためのアドバイス）
- ⑤ 強みを活かした大学生活（課外活動や卒業研究など）を意識
- ⑥ 強みを活かしたキャリアの検討（インターンシップなどで強みの活用）
- ⑦ 強みを活かした就職活動（エントリーシートや面接で強みをアピール）

上記を経て、ゼミ生達が自身の資質を知り、「強み」として発揮できていると考えているかどうかについて、別途、表 4 に示す 5 項目のアンケート（5 段階評価、5：非常に当てはまる、4：当てはまる、3：どちらでもない、2：当てはまらない、1：全く当てはまらない）を 3,4 年の終了時に実施し

た。質問は、強みの自覚感を測定する項目(1-4)と強みの活用感を測定する項目(5-9)から主観的な感覚について測定している[9, 10]。表 4 に各年での平均値（47 名）を示す。4 年での値は 3 年での値より高い値を示した。有意水準 5%で検定を行うと、項目 2-4 以外は優位差が見られた。強みの自覚感は、自分の強みは把握できているが、自分の周辺の人達に、自分の強みを理解されていない(把握されていない)と感じている。強みの活用感は、活用することの意識付けは出来ているが、発揮できている感覚は低いと感じている。

表 5 は、表 4 の 10 項目で 3 年での値が平均 3.5 以上（A グループ：8 名）と未満（B グループ：39 名）で集計した、リーダーシップ 4 分類での平均資質数を示す。A グループは、B グループに比べ、戦力的思考力の高いのが特徴で、強みを理解し、活かしていると感じているグループである。つまり、新たな物事を学習し、得た知識をもとに分析・思考する上で重要な能力であるため、大学の授業において「強みを活かしている場面を想像しやすい」と考えられる。

表 4：強み自覚度及び活用度アンケートの結果

No.	質問項目	3 年	4 年
1	自分の強みが何なのか気付いている	3.38	3.49
2	自分の強みをよく知っている	3.34	3.43
3	自分の強みは何が一番なのか知っている	3.23	3.32
4	周りの人は、私の強みを把握している	2.38	2.43
5	自分が、どんな時に強みを発揮できるか知っている	2.91	3.06
6	自分の強みを常に使おうと心がけている	3.11	3.21
7	自分の強みを使うことは自分にとって自然である	3.00	3.13
8	自分の強みを活用する機会が沢山ある	2.68	2.85
9	自分の強みを様々な状況で使うことが出来る	2.64	2.79
10	自分の強みを様々な方法で活用することが出来る	2.60	2.74

表 5：大学生（文系学部 3 年）のリーダーシップ 4 分類での平均資質数（A グループ：表 4 の 10 項目で 3 年での平均が 3.5 以上，B グループ：3.5 未満）

グループ	実行力	影響力	人間関係構築力	戦略的思考力
A	1.00	0.88	1.75	1.37
B	1.13	0.95	2.05	0.87

#### 4 おわりに

本研究では、個々の「強み」に注目し、SF テストを用いて社会人（経営者と従業員）と大学生（文系学部 3 年生）の資質結果について紹介した。経営者は資質の上位に戦略的思考力の高い人が多く、大学生は人間関係構築力が高く、戦略的思考力が低い人が多く見られた。一方で、「自我」や「分析思考」、「収集心」などが社会人より上位に有るのも特徴である。SF テストの後に、ゼミでリーダーシップ開発を図り、その後、強み自覚度及び活用度アンケートを実施した。戦略的思考力の高い学生は、自分の強みを理解し、発揮していると考えている場合は多い。一方で、自分の周辺には自分の強みを理解してもらっていないとも感じており、相互理解ができていないことが分かる。

企業が求める人材は、会社の事業体の違いによって異なるため、「自分の強みを最大限発揮している人」と言える。つまり、自身の強みにフォーカスし、さらに可能な限り伸ばし、それらの強みを求める企業とのマッチングが求められている。今後は、「社会人基礎力評価」と強み自覚度、活用度の関係などについても検証したい。

#### 参考文献

[1] 泉谷道子, 安野舞子：大学におけるリーダーシップ・プログラムの開発に関する考察-米国の事例を手掛かりに-, 大学教育ジャーナル第 12 号, pp.38-47, 2015

[2] P.F.ドラッカー, 上田惇生（翻訳）：経営者の条件, pp.134-135, ダイヤモンド社, 2006

[3] 保本正芳, 西村太嘉：ストレングス・ファイ

ンダー・テストを活用したリーダーシップの習得, 日本リーダーシップ研究論文集, pp.31-36, 2019

[4] マーカス・バックingham, ドナルド・O・クリフトン, 田口俊樹（翻訳）：さあ才能に目覚めよう：あなたの 5 つの強みを見出し活かす, 日本経済新聞社, 2001

[5] トム・ラス, 古屋博子（翻訳）：さあ才能に目覚めよう 新版 ストレングス・ファインダー 2.0, 日本経済新聞出版社, 2017

[6] トム・ラス, バリー・コンチー, 田口俊樹（翻訳）, 加藤万里子（翻訳）：ストレングス・リーダーシップ — さあリーダーの才能に目覚めよう, 日本経済新聞出版社, 2013

[7] L. A. Schreiner and E. C. Anderson : Strengths-based advising: A new lens for higher education. NACADA Journal, 25(2), pp.20-27, 2005

[8] S. J. Lopez and M. C. Louis : The principles of strengths-based education, Journal of College and Character, 10(4), pp.1-8, 2009

[9] 高橋 誠, 森本哲介：日本語版強み認識尺度の信頼性・妥当性の検討, パーソナリティ研究, 24(2), pp.170-172, 2015

[10] 高橋 誠, 森本哲介：日本語版強み活用感尺度 (SUS)作成と信頼性・妥当性の検討, 感情心理学研究, 22(2), pp.94-99, 2015

# 画像処理による子宮頸がん細胞診スクリーニング支援システム

大山 結和<sup>†</sup> 田中 敏幸<sup>†</sup>  
<sup>†</sup>慶應義塾大学 理工学部

キーワード：子宮頸がん，細胞診，スクリーニング，画像処理

## 1 はじめに

子宮頸癌は感染から癌に至るまでに数年の時間を要するため，早期発見により癌の進行を防ぐことができる。早期発見には子宮頸癌検診が効果的であり，検診受診率は年々上昇している。子宮頸癌検診一次検診にあたる細胞診では，診断業務を専門のスクリーナーである細胞検査士が行う。検診受診率の上昇に対し，細胞検査士の絶対数は足りておらず，今後も減少の予測である。そこで，細胞検査士の負担軽減のための自動診断システムが必要とされている。

現在，実用化に向けたシステム開発が行われており，市場にいくつかの製品が出回っているが，製品使用時の受診者への制限や染色液の制限，機械自体の高価さなどから普及には至っていない。また，これらはバーチャルスライドを用いておらず，スライドの染色等の出来に性能が依存してしまうことが知られる[1]。これに対し，画像処理のみを用いた研究がなされているが，集塊性・染色ムラ・アーチファクトが存在するため正確な細胞核の位置及び輪郭が分からないという問題点がある[2]。先行研究では，小細胞群のみ，また細胞診スライド画像のうちの一部の画像のみを解析対象とするものが多い[2][3]。集塊細胞に関する研究では，条件のいい細胞には有効なもの，これらは多くのパラメータや

レンジの選択を必要とする[3][4]。画像全体のバーチャルを用いた研究では，対象は Pap 染色単体ではなく p16 染色を用いている[1]。また，病理学的観点からは，集塊性の観点から，単層では診断できる核数に限界があると言われるが[5]，多焦点の研究はなされていない。

以上の背景や先行研究の問題点に対し本研究では，バーチャルスライドスキャナで取得した子宮頸癌検診細胞診画像全体から，病理医の視点をもとにして前処理や特徴量抽出を行うことで自動的に陰性・陽性の診断を行うことを目的としている。また，多焦点システムを提案することで単層時との精度の比較を行う。

## 2 方法

### 2.1 データセット

研究では顕微鏡倍率 20×5 倍の NDPI 形式の子宮頸癌検診細胞診病理画像スライド 14 枚(陰性 5 枚，陽性 9 枚)を用いた。この内陰性 3 枚，陽性 7 枚のスライドに対しては 4 μm の間隔で 5 層分撮影されたデータを持つ。この 10 枚に対し多焦点システムの評価を行う。スライドの全体画像を Fig. 1(a)に，顕微鏡倍率 20×10 倍時の拡大画像を Fig. 1(b)に示す。

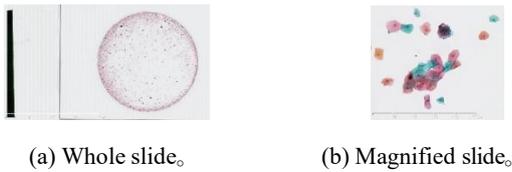


Fig. 1 Slide images

## 2.2 前処理

前処理では、陰性陽性の判別を行う上でいい特徴量を抽出するために、細胞核及び細胞質領域を抽出することを目的としている。

### 2.2.1 ブロック分割および細胞領域抽出

Fig. 1(a)に示すように、スライド画像の中で細胞が存在する領域は円形領域付近のみであるため、S成分が非ゼロの領域を特定し領域を絞り込む。この時点で顕微鏡倍率は $20\times 0.625$ 倍と小さい。そこで、対象領域の顕微鏡倍率を $20\times 2.5$ 倍へ拡大する。この際、対象画像を $200\times 200\text{pxl}$ の大きさにブロック分割する。RGB画像をグレースケール画像へと変換し、大津の二値化法を2回行うことにより閾値を算出する。これにより細胞領域と背景領域を抽出する。

### 2.2.2 小細胞群と集塊細胞の分離

研究背景の項で述べた通り、集塊性・染色ムラに起因する細胞核抽出は難しい。同一細胞群内においても、集塊性や染色ムラの有無で様子が異なる。そこで本研究では、集塊性および染色ムラの有無を定量化することで、小細胞群と集塊細胞を分離しそれぞれに対し核抽出を行う。前項で得られた細胞領域に対し、顕微鏡倍率 $20\times 2.5$ 倍下でV成分に変換する。そして背景領域の輝度値を細胞質と同範囲にすることで細胞質核と細胞質のみの画像を作り、平均化フィルタをかけコントラスト強調を行う。ここから得られた濃染領域の連結領域が $30\text{pxl}$ 以上の領域

の矩形範囲を集塊細胞の核領域、それ以外の細胞領域の矩形範囲を小細胞群として保存する。

## 2.3 核抽出

前処理で得られた細胞領域を顕微鏡倍率 $20\times 10$ 倍へ拡大した画像に対し核抽出を行う。

### 2.3.1 小細胞群における核の分離

小細胞群に対しては局所的フィルタリング、距離変換、円形度、円の潰れ度合いを用いることで円形度の高い領域を核領域として抽出する。

### 2.3.2 集塊領域における核の分離

集塊領域に対し、V成分において大津法を2度用いる。これにより核が抽出される。しかし集塊ゆえ、色ムラ部分の多くは核領域として誤抽出される。また、細胞診画像には好中球が多くみられる。好中球は炎症が起きている場所に集まる性質があり、病理画像上には好中球集塊が多くみられる。そこで、大きさ $150\text{pxl}$ を閾値として、これ以上の大きさの連結領域は色ムラ及び好中球集塊領域とみなし、これ以下の領域に対し核抽出を行う。好中球集塊は隙間のあるパターン模様であるため、形状による除去も試みる。好中球集塊を模した白黒比3:2のランダムノイズとのテンプレートマッチングを行い、長径短径比率が3:2以下の細長い領域を除去することで好中球を除去する。

### 2.3.3 好中球の除去

前項で述べた好中球であるが、単体に関してみると、好中球と良性核は大きさが似ているため、面積だけでは好中球を誤抽出してしまう。そこで形状による除去を行う、核は綺麗な円形に近いであるのに対し、好中球は三つ葉模様をしている。そこで核と凸包の比率を算出することで三つ葉模様の有無を定量化するための特徴量とし、これを除去する。

## 2.4 多焦点システム

核抽出法として、単層ではなく 5 層で撮影された画像を用いて検討を行う。そこで文献[6]に基づき 5 層の画像を再構成し、それに対し前述の方法で核抽出を行う。

## 2.5 特徴量集出

細胞が良性か異形成かを定めるための特徴量を抽出する。今回は、特徴量として核肥大を用いる。

## 2.6 異形性細胞検出

NC 比は悪性度が高いほど高くなる。そこで小細胞群に対して各細胞の NC 比を算出し、NC 比が高い細胞を異形成と判定する。集塊領域の核については核の大きさが、同一スライド内の小細胞群の良性核の大きさの中央値の 1.3 倍以上のものを異形成と判定する。

## 3 実験結果と考察

スライド全体に対し核抽出を行った。Fig. 2 は提案手法を用いて核領域を抽出した画像である。Fig. 2(a)に原画像を、(b)に単焦点による抽出核画像を示す。このように、集塊領域からも核が抽出されていることが分かる。また Fig. 2(c)に多焦点システムによる核抽出結果を示す。多焦点システムでは、各層における各ピクセルのピントを重みづけした画像を再構成する。よって、核と細胞質のコントラスト改善が結果に反映されることが考えられる。また、スライド 14 枚に対しての検出結果を Table 1 に示す。スライド全体に対し検出された細胞の有無により陽性陰性を判定した。右上が false negative (FN), 左下が false positive (FP) であり、スクリーニングで問題となる FN は 11% (1 枚)となった。これは asc-us という疑陽性の所見であり、今後疑陽性に対する改善が求められる。また、FP の所見については、染色ムラの除去漏れ

に起因する誤検出となった。そこで今後は、抽出核領域内の濃度を特徴量として加えること、また色ムラ領域の定量化方法の改善が精度向上に繋がると考えられる。

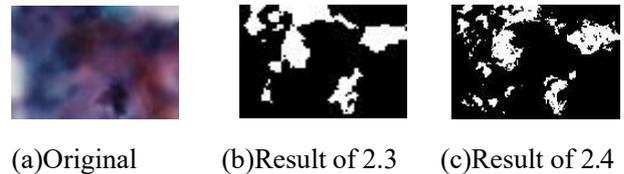


Fig. 2 Result of nuclei extraction

Table 1 Result of analysis

		解析結果(単位: %(枚))	
		陽性	陰性
診断の 誤り	陽性	89 (8)	11 (1)
	陰性	60 (3)	40 (2)

## 4 おわりに

本研究では、集塊細胞を含む全スライド上の細胞における核抽出方法を提案した。結果として、陽性正判別率 89%を得た。問題点は特徴量で細胞全体の形状を考慮していないことである。また、多焦点システムについて、有効な可能性があるという結果を得た。今後は、集塊領域内の核の大小不同など、より集塊に特化した考案が必要と考えられる。また、多焦点システムにおける抽出核を用いることで単焦点時との比較検討を行うことが必要である。

## 参考文献

- [1] Niels Grabe, et al. : “A virtual microscopy system to scan, evaluate and archive biomarker enhanced cervical cytology slides”, Cellular

Oncology DOI 10. 3233/CLO- 2009-0508 IOS Press, Vol.32, pp.109-119 (2010).

- [2] M. E. Plissiti, et al. : “A Review of Automated Techniques for Cervical Cell Image Analysis and Classification”, Lecture Notes in Computational Vision and Biomechanics, Vol. 4, pp. 1-18(2013).
- [3] K. Li, Z. Lu, et al. : ” Cytoplasm and nucleus segmentation in cervical smear images using Radiating GVF snake”, Pattern Recognition, Vol. 45, No. 4, pp. 1255-1264(2012).
- [4] M.E. Plissti, et al. : “Combining shape, texture and intensity features for cell nuclei extraction in Pap smear images”, Pattern Recognition Letters Vol. 32, No. 6, pp. 838- 853(2011).
- [5] H. Nozaka, et al. : “Multi-Layer Virtual Slide Scanning System with Multi-Focus Image Fusion for Cytopathology and Image Diagnosis”, IEICE TRANS. INF. & SYST., Vol. E96-D, No. 4, pp. 856-863(2013).
- [6] S. A. Sugimoto, et al. : “Digital composition of images with increased depth of focus considering depth information”, Applied optics, Vol. 24, pp. 2076-2080(1985).

## 2 進分割数の計算法

永岡 淳一

宮田 大輔 (千葉商科大学)

### 1. 整数の分割

1つの正整数をいくつかの正整数（和因子、または、部分とよぶ）の和に分ける仕方のことを整数の分割という[1]. 正整数  $n$  の分割の総数（自然数の和に分ける場合の数）を  $p(n)$  で表し、 $p(n)$ を分割関数という. たとえば、4の分割は、

$$4, 3+1, 2+2, 2+1+1, 1+1+1+1$$

の5通りあるから、 $p(4)=5$ である. ここでは、整数の結合（順序付分割）を考慮しない.

ある一定の条件を満たす分割の個数を  $p(n \mid \text{条件})$  のように表す. オイラーは分割数の母関数（生成関数ともよばれる）を用いて、次の恒等式の証明を行っている[2].

$$p(n \mid \text{和因子は奇数}) = p(n \mid \text{和因子はすべて相異なる})$$

$$p(n \mid \text{すべての和因子は1}) = p(n \mid \text{和因子はすべて相異なる2のべき})$$

整数の分割に関する研究は、オイラーが活躍した時代以前から行われており、近年では、たとえば Rødseth and Sellers[3]らによって研究が進められている.

### 2. 制限付 2 進分割数(restricted binary partitions)

本稿では、同一の和因子が  $k$  個以下である 2 進分割数の計算法について報告する. すなわち、次式の解の個数を求める方法について述べる.

$$n = c_0 \times 2^0 + c_1 \times 2^1 + c_2 \times 2^2 + c_3 \times 2^3 + \dots$$

ここで、 $c_i$ は  $0 \leq c_i \leq k$  を満たす整数である. 以後、同一の和因子が  $k$  個以下である 2 進分割数を  $b_k(n)$  と表記する.

$k=1$  のとき、 $b_1(n)$  は一通りに表される. これは上述した通りオイラーが証明している.

$k=2$  のとき、 $b_2(n)$  の母関数  $F_2(x)$  は、

$$F_2(x) = (1+x+x^2)(1+x^2+x^4)(1+x^4+x^8)\dots = \prod_{i=0}^{\infty} (1+x^{2^i}+x^{2 \times 2^i})$$

で与えられる. 上の式を展開して得られる  $x^n$  の係数が  $b_2(n)$  である.

一般に、 $b_k(n)$  の母関数  $F_k(x)$  は、

$$F_k(x) = \prod_{i=0}^{\infty} (1+x^{2^i}+x^{2 \times 2^i}+\dots+x^{k \times 2^i})$$

と表すことができる. 上記の母関数を素朴に用いて  $b_k(n)$  を求めるには、 $O(n \log n)$  回の算術演算を必要とする.

### 3. 行列を用いた 2 進分割数の計算法

$b_2(n)$  は、 $n$  の偶奇に着目すると、次のように場合分けをすることができる.

$$b_2(n) = \begin{cases} b_2\left(\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor\right) & (\text{if } n \text{ is odd}) \\ b_2\left(\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor\right) + b_2\left(\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor - 1\right) & (\text{if } n \text{ is even}) \end{cases}$$

上の式中の  $\lfloor \cdot \rfloor$  は、床関数である. これより、 $n$  が偶数ならば、

$$\begin{pmatrix} b_2(n) \\ b_2(n-1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_2\left(\lfloor \frac{n}{2} \rfloor\right) \\ b_2\left(\lfloor \frac{n}{2} \rfloor - 1\right) \end{pmatrix}$$

$n$  が奇数ならば,

$$\begin{pmatrix} b_2(n) \\ b_2(n-1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_2\left(\lfloor \frac{n}{2} \rfloor\right) \\ b_2\left(\lfloor \frac{n}{2} \rfloor - 1\right) \end{pmatrix}$$

となる. ここで, 正整数  $n$  を  $m$  桁の 2 進数表記で次のように表す.

$$n = d_0 \times 2^0 + d_1 \times 2^1 + d_2 \times 2^2 + \dots + d_{m-1} \times 2^{m-1} \quad (d_i \text{ は } 0 \text{ か } 1 \text{ の整数})$$

$\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = A_0$ ,  $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} = A_1$  とおけば,  $b_2(n)$  を次式で表現することができる.

$$\begin{pmatrix} b_2(n) \\ b_2(n-1) \end{pmatrix} = A_{d_0} A_{d_1} A_{d_2} \dots A_{d_{m-2}} A_{d_{m-1}} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

一般に,  $k$  が奇数のとき,  $k \times k$  の行列  $A_0$  を次のように書き示すことができる.

$$A_0 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 1 & \dots & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 1 & \dots & 1 & 0 & \dots & 0 \\ \underbrace{\hspace{10em}}_{\frac{k+1}{2} \text{個}} & & & & 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & & & 0 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 0 & 0 & & & 0 & 1 & 1 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

行列  $A_0$  の要素を  $a_{i,j}$  とすれば,  $A_1 = (a_{k-i+1, k-j+1})$  である. 一方,  $k$  が偶数のとき,

$$A_0 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 1 & \dots & 1 & 0 & \dots & 0 \\ \underbrace{\hspace{10em}}_{\frac{k+2}{2} \text{個}} & & & & 0 & \dots & \underbrace{\hspace{2em}}_{\frac{k}{2} \text{個}} & 0 \\ 0 & 0 & & & 0 & 1 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & & & 0 & 1 & 1 & \dots & 1 \\ 0 & 0 & & & 0 & 0 & 1 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

である. 上の式を用いれば,  $O(k \log n)$  回の算術演算で  $b_k(n)$  を求めることができる. 最後に,  $n = 10^{10000}$  までの  $b_1(n)$ ,  $b_2(n)$ ,  $b_3(n)$  および  $b_4(n)$  を表 1 に示す.

表 1.  $10^{10000}$  までの制限付 2 進分割数

$n$	10	$10^{10}$	$10^{100}$	$10^{1000}$	$10^{10000}$
$b_1(n)$	1	1	1	1	1
$b_2(n)$	5	77695	$8.28 \times 10^{42}$	$3.47 \times 10^{408}$	$1.00 \times 10^{4005}$
$b_3(n)$	6	5000000001	$5.00 \times 10^{99}$	$5.00 \times 10^{999}$	$5.00 \times 10^{9999}$
$b_4(n)$	9	4800856988713	$2.66 \times 10^{130}$	$1.18 \times 10^{1307}$	$3.37 \times 10^{13065}$

参考文献

- [1] Andrews, The Theory of Partitions, Cambridge, 1998.
- [2] Euler, Introduction to Analysis of the Infinite BOOK I, Springer-Verlag, 1988.
- [3] Rødseth and Sellers, Binary Partitions Revisited, Journal of Combinatorial Theory, Series A 98, 33-45, 2002.

# 計算メモ：Euler 関数 $\varphi$ の導来対数関数 $L$ の諸性質

## Calculated notes on properties of derived logarithmic functions of Euler's function $\varphi$

山下 倫範\* 宮田 大輔† 藤田 菜摘‡  
立正大学\* 千葉商科大学† 富士通マーケティング‡

### 1 はじめに

Euler 関数  $\varphi$  の導来対数関数  $L$  について、我々はその *abc* 予想を提出している。しかしながら、 $L$  および根基数 (radical number) に関するについての諸性質の詳細がまだ不明のままであるため解決の糸口は見つかっていない。この計算ノートでは、 $L$  に関する簡単な計算結果についていくつか確認し、 $L$  に関する予想解決のための準備とする。

### 2 $M(n)$ について

$L$  を Euler ('s torsion) 関数の導来対数関数とし、

$$M(n) = \{ x \in \mathbb{N} \mid L(x) = n \}, \quad m(n) = |M(n)|, \quad m(0) = 1$$

とする。この  $m(n)$  を求めよう。 $x = \prod p_i^{e_i}$  について、 $L(x) = \sum e_i L(p_i)$  であることから、 $m(n)$  を求めることは、 $L(x) = n$  の  $n$  を  $L(p_i)$  を基にした分割数問題となる。したがって、

$$M_p(n) = \{ x : \text{prime} \mid L(x) = n \}, \quad c_n = |M_p(n)|$$

としたとき、Euler による無限和と無限積の恒等式を真似れば次の恒等式が得られることから

$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^{\infty} m(k)x^k &= \prod_{k=1}^{\infty} \prod_{i=1}^{c_k} \frac{1}{1-x^k} = \prod_{k=1}^{\infty} \frac{1}{(1-x^k)^{c_k}} \\ &= \prod_p \frac{1}{1-x^{L(p)}} \end{aligned}$$

$c_n$  が具体的に求められれば、 $m(n)$  が求められる。

$m(n)$  までを求めたければ

$$\prod_{k=1}^n \frac{1}{(1-x^k)^{c_k}}$$

の計算でよい。

[8],[9] では  $n \leq 16$  までなので,  $n \leq 23$  での  $c_n, m_n$  の計算結果 (by Java) を以下に示そう。

$c_n m(n)$  について

$n$	$c_n$	$m(n)$
1	2	2
2	2	5
3	3	11
4	6	26
5	12	59
6	23	137
7	46	312
8	94	719
9	198	1651
10	424	3816
11	854	8757
12	1859	20202
13	3884	46440
14	8362	106957
15	17837	245989
16	38977	566561
17	84188	1303968
18	183167	3002247
19	398685	6910122
20	874078	15909143
21	1914563	36621627
22	4208672	84308428
23	9268875	194080801

=計算プログラム=

```
LIMIT = 15
```

```
N = 3**LIMIT + 1
```

```
phi = [i for i in range(N)]
```

```
for i in range(2, N):
```

```
    if phi[i] == i:
```

```
        for j in range(i, N, i):
```

```
            phi[j] -= phi[j] // i
```

```

L = [0] * N
for i in range(2, N):
    if i % 2 == 0:
        L[i] = L[phi[i]] + 1
    else:
        L[i] = L[phi[i]]

c = [0] * (LIMIT + 1)
m = [0] * (LIMIT + 1)
for i in range(1, N):
    x = L[i]
    if x <= LIMIT:
        m[x] += 1
        if phi[i] == i - 1:
            c[x] += 1

print("n, c_n, m(n)")
for n in range(LIMIT + 1):
    print(n, c[n], m[n], sep=" ", )

```

以下,  $M_p(9)$  までのリスを示しておこう。

$$M_p(1) = \{ 2, 3 \}$$

$$M_p(2) = \{ 5, 7 \}$$

$$M_p(3) = \{ 11, 13, 19 \}$$

$$M_p(4) = \{ 17, 23, 29, 31, 37, 43 \}$$

$$M_p(5) = \{ 41, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 77, 109, 127, 163 \}$$

$$M_p(6) = \{ 83, 89, 97, 101, 103, 107, 113, 131, 139, 149, 151, 157, 173, 181, 191, 197, 199, 211, 223, 229, 271, 379, 487 \}$$

$$M_p(7) = \{ 137, 167, 179, 193, 227, 233, 239, 241, 251, 263, 269, 277, 281, 283, 293, 307, 311, 313, 317, 331, 337, 347, 349, 367, 373, 383, 397, 419, 421, 431, 433, 439, 457, 463, 491, 509, 523, 541, 547, 571, 631, 653, 757, 811, 883, 1459 \}$$

$$M_p(8) = \{ 257, 353, 359, 389, 401, 409, 443, 449, 461, 467, 479, 499, 503, 521, 557, 563, 569, 577, 587, 593, 599, 601, 607, 613, 617, 619, 643, 647, 659, 661, 673, 677, 683, 691, 701, 709, 727, 733, 739, 743, 751, 761, 787, 797, 827, 829, 839, 859, 859, 863, 877, 907, 911, 919, 937, 947, 967, 983, 991, 1009, 1019, 1033, 1039, 1051, 1063, 1087, 1091, 1093, 1103, 1117, 1171, 1279, 1291, 1297, 1303, 1307, 1373, 1423, 1471, 1483, \}$$

1549, 1567, 1597, 1621, 1627, 1783, 1949, 1999, 2053, 2269,  
2287, 2647, 2917, 3079 }

$M_p(9) = \{ 641, 719, 769, 773, 809, 821, 823, 857, 881, 887,$   
929, 941, 953, 971, 977, 997, 1013, 1021, 1031, 1049,  
1061, 1069, 1109, 1123, 1129, 1151, 1153, 1163, 1181, 1187,  
1193, 1201, 1213, 1217, 1223, 1229, 1231, 1237, 1249, 1259,  
1277, 1289, 1301, 1319, 1321, 1327, 1367, 1381, 1399, 1427,  
1429, 1447, 1451, 1453, 1481, 1487, 1489, 1493, 1499, 1511,  
1523, 1531, 1559, 1671, 1579, 1583, 1697, 1609, 1613, 1657,  
1663, 1667, 1669, 1693, 1699, 1709, 1721, 1723, 1733, 1741,  
1747, 1753, 1759, 1777, 1787, 1789, 1801, 1811, 1823, 1831,  
1847, 1861, 1867, 1873, 1877, 1879, 1901, 1933, 1851, 1979,  
1987, 2003, 2011, 2017, 2019, 2039, 2083, 2087, 2089, 2111,  
2129, 2131, 2143, 2161, 2179, 2203, 2207, 2213, 2221, 2237,  
2239, 2243, 2251, 2281, 2293, 2311, 2341, 2357, 2371, 2377,  
2383, 2389, 2399, 2423, 2437, 2503, 2521, 2539, 2549, 2557,  
2591, 2593, 2609, 2617, 2677, 2683, 2699, 2711, 2719, 2731,  
2749, 2791, 2843, 2851, 2887, 2927, 2971, 3011, 3049, 3067,  
3109, 3187, 3253, 3259, 3271, 3307, 3319, 3331, 3511, 3529,  
3533, 3547, 3557, 3583, 3613, 3727, 3823, 3889, 3907, 3919,  
3943, 4051, 4159, 4219, 4447, 4549, 4663, 4789, 4861, 4871,  
4903, 5023, 5347, 5419, 5869, 6823, 6967, 8803 }

### 3 $M_p(n)$ の要素について

また,  $M_p(n)$  の要素  $q$  については

$$\max_{q \in M_p(n)} q \leq 2 \cdot 3^{n-1} + 1$$

が成立しているが, この不等式での等号は外せない。  $2 \cdot 3^{n-1} + 1$  が素数になる場合があるからである。ただし,  $n \rightarrow \infty$  では, (実験では) 素数になる確率は下がってゆくような振舞いを見せている。

因みに  $n < 5000$  の範囲で  $y(n) = 2 \cdot 3^{n-1} + 1$  が素数となるのは  $n = 1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 17, 18, 31, 55, 58, 61, 66, 133, 181, 321, 697, 783, 823, 898, 1253, 1455, 4218$  の 24 個だけである (by Maple &

Python)。

y(181) = 1523546 9609173278 4678579455 4412311235 0084960280 4790393448 0031314899  
1427468606 6076039203

=計算プログラム=

```
def prime_test(p):
    q = p - 1
    p2 = q // 2
    p3 = q // 3
    for a in (2, 3, 5, 6, 7):
        if pow(a, p2, p) != q:
            continue
        if pow(a, p3, p) != 1:
            return a
    return -1
c = 0
for n in range(3, 5000):
    # if n % 100 == 0: print("***", n)
    if n % 4 == 0: continue
    if n % 5 == 4: continue
    if n % 6 == 2: continue
    yn = 2 * 3**(n-1) + 1
    x = pow(2, yn - 1, yn)
    if x != 1: continue
    root = prime_test(yn)
    c += 1
    print(c, n, root)
```

この型の数については、既に、[10] では 100 万ほどまで調べられていて ([10]), 0, 1, 2, 4, 5, 6, 9, 16, 17, 30, 54, 57, 60, 65, 132, 180, 320, 696, 782, 822, 897, 1252, 1454, 4217, 5480, 6225, 7842, 12096, 13782, 17720, 43956, 64822, 82780, 105106, 152529, 165896, 191814, 529680, 1074726, 1086112, 1175232 の 41 個と報告されている。我々の記法では、これらの数に +1 したものとなる。無限に存在するであろうが、分布の order については、未解明である。

## 4 $L(n)$ に関する Dirichlet 級数

### 4.1 $\sum 1/\varphi^s$

$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\varphi(n)^s}$  なる関数を考えてみよう。すなわち

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\varphi(n)^s} &= \prod_p \left( 1 + \frac{1}{\varphi(p)^s} + \frac{1}{\varphi(p^2)^s} + \cdots \right) \\ &= \prod_p \left( 1 + \frac{1}{(p-1)^s} + \frac{1}{(p-1)^s(p^s)} + \cdots \right) \\ &= \prod_p \left( 1 + \frac{1}{(p-1)^s} (1 + p^{-s} + p^{-2s} + \cdots) \right) \\ &= \prod_p \left( 1 + \frac{1}{(p-1)^s(1-p^{-s})} \right) \end{aligned}$$

であるが、具体的に計算してみると、この級数は

$$\begin{aligned} &\frac{1}{1^s} + \frac{1}{1^s} + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{4^s} + \frac{1}{2^s} + \frac{1}{6^s} + \frac{1}{4^s} + \frac{1}{6^s} + \frac{1}{4^s} + \frac{1}{10^s} + \frac{1}{4^s} + \cdots \\ &= \sum_{n=1}^{\infty} \frac{h(n)}{n^s} \end{aligned}$$

であり、Dirichlet 級数の特別な場合となる。しかも、この係数  $h(n)$  は次のような数となる。

$$H(n) = \{ x \mid \varphi(x) = n \}, \quad h(n) = |H(n)|$$

因みに、 $n \geq 3$  なる奇数  $n$  については  $h(n) = 0$  は自明であるが、 $p > 3$  なる素数  $p$  について、 $2p+1$  が素数でない場合にも  $h(2p) = 0$  である。

いま、 $\varphi$  で考えたが、この  $\varphi$  を数論的関数  $g(n)$  (ただし、 $g(n) \geq 1$  かつ  $H(n) = \{ x \mid g(x) = n \}$ ,  $h(n) = |H(n)| < \infty$ ) で置き換えても Dirichlet 級数の特別な場合となる。

### 4.2 $L$ 係数の Dirichlet 級数

Euler 関数の導来対数関数  $L$  についての Dirichlet 級数

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{l(n)}{n^s}$$

は、 $L(x)$  に関する不等式から

$$-\frac{1}{\ln 3} \zeta'(s) \leq \sum_{n=1}^{\infty} \frac{L(n)}{n^s} \leq -\frac{1}{\ln 2} \zeta'(s)$$

## 参考文献

- [1] M.Yamashita,D.Miyata,N.Fujita: The *abc* conjecture of the derived logarithmic functions of Euler' s function and its computer verification, The Rissho International Journal of Academic Research in Culture and Society, Vol.2, Rissho Univ., 2019.3. (to appear)
- [2] 山下倫範, 宮田大輔, 藤田菜摘: Euler 関数の導来対数関数  $L(x)$  の *abc* 予想とその検証, 地球環境研究第 20 号, 2018.3, 143–150
- [3] 宮田大輔, 山下倫範: Euler 関数導来対数的関数における *abc*-triple の列挙, 2015 年度パーソナルコンピュータ利用技術学会第 1 回合同研究会「数理学とコンピュータ」, パーソナルコンピュータ利用技術学会, 立正大学, 2016.3.18, JPCATS 研究報告「数理学とコンピュータ」Vol.3 E-ISSN 2188-1685, 23–24
- [4] 山下倫範, 宮田大輔:  $\varphi(a) + \varphi(b) = \varphi(c)$  の成立状況と Euler 関数導来対数関数の *abc* 予想, 2016 年度第 1 回国際 ICT 利用研究学会研究会講演論文集 (OnLine edition: ISSN 2432-7956), 国際 ICT 利用研究学会, 立正大学品川キャンパス, S3–4, 2017.3.12.
- [5] 宮田大輔–山下倫範, Euler 関数導来対数的関数の *abc*-triple の高速列挙アルゴリズム, 国際 ICT 利用研究学会論文誌, 第 1 巻第 1 号, 国際 ICT 利用研究学会, 111–116 (2017.6.30)
- [6] 藤田菜摘, 山下倫範, 宮田大輔: 山下–宮田予想における  $(1, b, c)$ -triple の列挙について, 2017 年度第 2 回国際 ICT 利用研究学会全国大会 (IIARS) 講演論文集 (CD 版), 国際 ICT 利用研究学会, ユマニテク短大, 2017.12.9, D2–5, 192–196
- [7] M.Yamashita, D.Miyata: On the *abc* conjecture for a derived logarithmic function of the Euler function, Proceedings of 11th CCATS2015-IEEE(International Conference on Computer Application & Technologies 2015), Session #7(9.2), Kunibiki Messe(Matsue), 2015.8.31–9.2
- [8] The On-Line Encyclopedia of Integer Sequences, A064674: Number of primes  $q$  such that  $\text{phiter}(q)=n$  where  $\text{phiter}(n)=A064415(n)$ , <https://oeis.org/A064674>
- [9] The On-Line Encyclopedia of Integer Sequences, A064416: Number of integers  $q$  such that  $\text{phiter}(q)=n$  where  $\text{phiter}(n) = A064415(n)$ , <https://oeis.org/A064416>
- [10] The On-Line Encyclopedia of Integer Sequences, A003306: Numbers  $n$  such that  $2 \cdot 3^{n+1}$  is prime, <https://oeis.org/A003306>

# Rmarkdownによる文芸的プログラミングの勧め

鈴木 治郎<sup>†</sup>, 松本 成司<sup>‡</sup>

<sup>†‡</sup> 信州大学 全学教育機構

<sup>†</sup>szkjiro@shinshu-u.ac.jp, <sup>‡</sup>matsu@johnten.shinshu-u.ac.jp

**キーワード** 文芸的プログラミング, Reproducible Research, 再現可能性

## 1 はじめに

組版システム  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  の作者で知られる Knuth は、彼のいう文芸的プログラミングを実現する環境として  $\text{WEB}$  を開発し [1]. それにより  $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  システムを書き直し、整形出力したものが約 500 ページの書籍  $\text{T}_{\text{E}}\text{Xbook}$ [2] となった. 文芸的プログラミング (literate programming) は、プログラムをコンピュータに処理させるだけでなく、人間にも読ませることを目標とする.

ところで、データ分析環境として広く使われるようになった R では、たとえば Rmarkdown と呼ぶマークアップ記法によれば、記述してある何らかの結果を表す文書と、そのデータ分析処理を R のコードで書いた一連の文書を、ウェブページや PDF のドキュメントとして整形出力できる [3]. こうした文書とデータ分析処理を合わせて記述する流儀は、今日的には文芸的プログラミングというよりも、Reproducible Research と称されるデータ分析処理の再現可能性の文脈の中で注目されつつある [4].

ここでは、そうした Rmarkdown について、データ分析処理を含めた文書記述の活用法として述べ、さらに論文作成環境としての可能性についても触れる.

## 2 文芸的プログラミング処理系の流れ

Knuth の設計した  $\text{WEB}$  では図 1 のように同一の文書ソースを、 $\text{WEAVE}$  により文書として整形出力し、 $\text{TANGLE}$  によりプログラムとしての処理を行う [1].

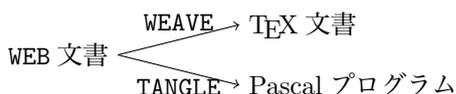


図 1:  $\text{WEB}$  文書の処理

$\text{WEB}$  システムは後日、プログラミング言語を Pascal から C に切り替えた  $\text{CWEB}$  および  $\text{CTANGLE}$  の構成に変更されている. R では、 $\text{WEAVE}$  に対応する Sweave が開発さ

れ、図 2 の関係が組み立てられた.

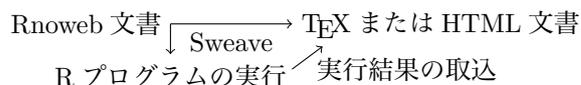


図 2: R マークアップ文書の処理

Rnoweb 文書の拡張子には `.rnw` が用いられる. Sweave できれいな出力を得るには、複雑な設定が必要であったため、より使いやすい knitr が代わりに使われるようになった [3].

R 用統合環境である Rstudio 上であれば、文書中に埋め込まれた R コード (チャンクと呼ぶ) ごとの実行も容易である.

### 2.1 Rnoweb の例

Knuth の  $\text{WEB}$  文書に対応する R 上の文書形式である Rnoweb では、R の処理 (`<<` から `@` まで) を含む次のような  $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$  文書ソース

```
サイズ  $n$  のデータ  $x_1, \dots, x_n$  の平均  $m$  および (標本) 分散  $V$  は
```

```
\[
m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad
V = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2
\]
```

で表される.

たとえばデータ  $\{x_i\}$  が  $x_i = i$  かつ  $n = 10$  であれば、R の関数 `mean` および `var` で

```
<<resluts="hold">>=
```

```
# R 実行コードの出力は制御可能.
```

```
mean(1:10) # R の関数
```

```
var(1:10)
```

```
@
```

と計算できる.

から, Sweave 処理による整形処理結果として

サイズ  $n$  のデータ  $x_1, \dots, x_n$  の平均  $m$  および (標本) 分散  $V$  は

$$m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad V = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - m)^2$$

で表される. たとえばデータ  $\{x_i\}$  が  $x_i = i$  かつ  $n = 10$  であれば, R の関数 `mean` および `var` で

```
## 5.5  
## 9.166667
```

と計算できる.

のような, R 関数による出力を含んだ文書が得られる. Rnoweb 文書のファイル拡張子は `.rnw` である. R の処理命令を含まない Rnoweb ファイルは, 通常の L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X ファイルとほとんど変わらない.

## 2.2 Rmarkdown の利用

文芸的プログラミングの視点において, 文書マークアップに T<sub>E</sub>X を必須とする理由はない. Rmarkdown では, T<sub>E</sub>X(L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X) よりも簡単なマークアップ形式であるマークダウン記法を用いており, 現在の版は `pandoc` 形式準拠である. マークダウン記法自体は, Wikipedia での記述や Github の普及などにより, 簡易マークアップ記法として知られるようになった.

## 2.3 Rmarkdown で論文作成

文書の記述方法が T<sub>E</sub>X 依存でないならば, 論文自体もマークダウン記法で記述したくなるだろう. R 用パッケージの `rticle` のもとでは, Rmarkdown 記述の文書に対して ACM, IEEE Transaction, Springer などのスタイル形式を指定すれば, それに応じた適当な論文形式の PDF を生成できる.

## 3 再現可能性を求める現代

学術論文では, データの透明性に始まり, その分析までを含めた論文の質保証の流れを実現できる環境が望まれるようになってきている. **研究論文の再現可能性 (Reproducible Research)** の考え方である. R を利用する文芸的プログラミングなら, データ処理の透明性が保証されるから, この視点にも叶うのである.

社会的文脈では, たとえば 2019 年初めのわが国で, 厚生労働省による労働統計に関する不正処理, あるいは文化庁による違法ダウンロード規制に関する根拠付資料に粉飾の疑いがある, などが話題となった.

こうした問題の生じる原因の一つは, データ処理における恣意性が潜むかもしれない加工統計のみが公表されていることにある. 不透明な処理の排除はどうすればできるだろうか. それを実現する方法の一つが, オープンデータの義務付けと文芸的プログラミングの組合せである. すなわち公表された資料・出版物等には, その原資料に一般国民がアクセスできること (オープンデータ), そして加工統計の方法は R コードなどで明示されること (文芸的プログラミング) を必須とするのである.

このような資料公開の方法を前提とすれば, 前述の不正疑惑で行政のなすべき最低限かつ重要な課題は, 公務員の守秘義務を生かして適切な匿名化を施したデータをオープンデータとして公開することにある.

## 4 今後の展望

ここまで述べてきた Rmarkdown 文書の作成目的は, 人間にデータ処理を読ませるためのものである. だから研究者の情報発信だけでなく, 学生向け課題提供にも適していると思える.

論文作成環境と見る限り, 残念ながら, 現在の `rticle` パッケージでは日本語文書の出力ができない. それは Sweave の機能によるものではなく, CJK フォントによる出力に対応できる日本語 L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 処理系 (`luatex` など) への対応が不十分だからである. Rmarkdown ファイルの処理自体は, ユニコードベースでなされていることを筆者たちは確認している. そこで, 本学会のスタイルを手始めに, 日本語環境で利用できる Rmarkdown スタイルの開発を進める予定である.

## 参考文献

- [1] D.E.Knuth (有澤誠訳), 文芸的プログラミング (翻訳『文芸的プログラミング』に収録), アスキー, 1994
- [2] D.E.Knuth, The T<sub>E</sub>Xbook, Addison-Wesley, 1984 (翻訳: アスキー, 1989)
- [3] 高橋康介, ドキュメント・プレゼンテーション生成, 共立出版, 2014
- [4] 高橋康介, 再現可能性のすすめ Rstudio によるデータ解析とレポート作成, 共立出版, 2018