

研 究 紀 要

第 60 号

RESEARCH REPORTS

National Institute of Technology,

Fukushima College

NO. 60

2 0 1 9

福島工業高等専門学校

目 次

ICT を活用した寄宿舎の点呼システム開発と今後の展望について	小出 瑞康・青木 寿博・松江 俊一	1
OpenFOAM による流れの数値解析	小出 瑞康・井上 亮	7
欧米の大学が直視した "Can-creativity-be-taught-in-engineering? (エンジニアリングでの創造性教育はそもそも可能か?) " 問題	車田 研一	13
いわき市における防災教育コンテンツの作成と実践	菊地 卓郎・高木 迅哲・會川 健朗・鳴島 俊輔	21
舗装路面簡易評価システムへの補修優先順位付け方法に関する研究	江本 久雄・志賀 純貴・吉武 俊章	27
GA を用いた逆解析による構造物の損傷同定に関する基礎的研究	江本 久雄・吉田 翔太	35
日本陸軍の組織学習 — 第一次大戦から得た戦術的教訓 —	若林 晃央・鴨 瞭穂	43
恋愛結婚の結婚性と恋愛性	若林 晃央	51
井原西鶴『日本永代蔵』における経済倫理の現代的意義について	笠井 哲	59
カントの『形而上学講義』における神学論の意義について	笠井 哲	67
江戸の科学者・麻田剛立の天文学の意義について	笠井 哲	75
1920 年代～ 30 年代のアメリカ優生学運動と「優生学説法コンテスト」	小倉 恵実	83
人文知の表現方法と汎用性 — コンテンツ『温泉むすめ』における擬人化の役割 —	渡辺 賢治	91
『ふらいんぐういっち』にみる地域表象の二重性 — 地域へ向けられる内と外からのまなざし —	渡辺 賢治・森 覚	99
iPod touch による「ミリカンの実験」の測定方法の比較	鈴木 三男・増田 健二・和賀 宗仙	107

ICTを活用した寄宿舎の点呼システム開発と今後の展望について

Development of Roll Call System for Dormitory Utilizing ICT and Future Prospects

小出 瑞康*・青木 寿博**・松江 俊一***

*福島工業高等専門学校 機械システム工学科

**福島工業高等専門学校 化学・バイオ工学科

***福島工業高等専門学校 ビジネスコミュニケーション学科

Mizuyasu Koide*, Toshihiro Aoki** and Shunichi Matsue***

* National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Mechanical System Engineering

** National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Applied Chemistry and Biochemistry

*** National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Business Communication

(2019年8月30日受理)

These are some problems carrying out roll call in the dormitory Fukushima-Kosen, for example, dormitory students who have going out have no way to confirm their own information about going out, dormitory students have dissatisfied because there is a bias in the implementation of roll call at morning. Therefore, the authors developed a management system for roll call utilizing ICT, in order to solve these problems and to reduce the burden. This system shares a roll call data using Microsoft SharePoint with highly security and provide a way to roll call by using IC card of which all boarders have.

Key words: IC Card, Microsoft Graph, SharePoint, Work Style Reform

1. はじめに

文部科学省が平成23年12月に「教職員の業務負担軽減方策に向けての検討・実施について」の指針を示して以来、合計4回にわたり「文科省事務次官通知」として働き方改革に関する取り組みの徹底について各機関への働きかけがなされてきた。それに基づき福島高専でも各部署にて教職員の業務負担軽減対策が打ち出され今日に至っている。

それに伴い福島高専の学生寮を管理する寮務委員会では、教職員の業務負担軽減を目的に平成29年10月より従事する教職員の負担軽減を図ってきた。具体的には宿直教員数を2名体制から1名に削減した。一方で主たる業務である点呼作業の方法については従前の紙製の点呼カードを用いた呼名による点呼を行ってきており、宿直教員の削減による点呼時間の倍増が懸念材料として改善が求められた。

寮の基本姿勢は「寮生の所在を確認し安全を確保すること」である。そのため寮監(宿直教員)が毎日、7時25分と22時に点呼を行っている。朝の点呼では、すべての在寮生を食堂に集合させ、寮監が1人ずつ名前を呼んで所在確認を行う。夜の点呼では、寮監が学生寮の4つあ

る棟(女子寮1棟、男子寮3棟)を巡回し1人ずつ呼名し所在確認を行う。

就職活動、課外活動、帰省等で点呼時間に不在となる寮生は、事前に外泊許可願または朝点呼不在届けを提出する。提出された書類をもとに、寮生の不在情報は紙製の「点呼カード」に記載され、この点呼カードにもとづき寮監が点呼を行う。

このように点呼が行われているが、外泊許可願等の提出から点呼の実施まで全般にわたって、以下のような問題がある。1) 外泊許可願、朝点呼不在届けと点呼カードの書式が大きく異なるため、転記ミスが発生しやすい。2) 寮生が外泊許可願を提出した後は、特に外出した後は寮生本人が外泊に関する情報を確認する方法がない。そのため、特に長期休暇の場合など帰寮日を失念する寮生が多々いる。3) 朝の点呼において、寮監が1人で行った場合、10~15分程度かかる。食堂に寮生を集めるため、待ち時間が長くなる。4) 点呼は、棟の1フロアを1グループとして行われ順番はランダムであるが、男子のグループが先に、女子のグループが後になる傾向が強い。5) 点呼を待つ間、寮生が食堂のテーブルについているため、点呼が終わり朝食の準備がすんだ学生がテーブル

に座れず、スムーズに朝食をとることができない。朝の点呼については、結局、点呼をスムーズに進めるために、寮務主事が朝点呼の補助を行っているのが現状である。

これらの問題点を解消し的確で迅速な点呼を実現し、かつ寮生も自身の申請内容を随時確認できるようにするため、以下に示すICT技術を活用した点呼システムの開発を行った。

点呼の電子化については、平成28年度から検討が始まり⁽¹⁾、実際のシステム開発にあたり平成29年度寮務主事(松江)及び担当主事補(小出)が起案し、平成30年度担当主事補(青木)が加わり開発を行った。ICカード点呼システムの開発は小出が行い、点呼簿確認システムの開発は青木が担当した。

2. 不在情報確認・点呼システム全体図

図1にシステム全体の概略図を示す。重要な点は、寮生の外泊等の情報をMicrosoft Office 365のSharePointで共有するようにしたことである。Office365は高専機構主導で導入されたものであり、全教職員、全学生がアカウントを持っている。これによりデータベースサーバー等の保守の負担を増やさずに、Microsoftの強固なセキュリティでデータを安全に保管しつつ、データ編集等が必要な教職員に適切な編集・閲覧のアクセス権限を与えることができる。

不在情報のデータファイルとしてはエクセルを採用した。保守性はデータベースに劣るが、データベースの知識の無い教職員でも容易に編集が可能である点を重視した。寮生の写真、ICカードのIDと寮生の関連付けデータ等の重要な情報はローカルのPCで管理する。

外泊届けはこれまでどおり寮生が書類を作成し、必要がある場合は、書類に主事、主事補、指導教員等の押印

をもらってから寮事務に提出する。寮事務は、SharePoint上で共有されているエクセルファイルに外泊・不在情報を、エクセルを使用して入力する。

寮生による自身の不在情報の確認は、ローカルサーバーをたて、SharePoint上で管理されている不在情報から寮生が閲覧可能なhtmlを生成、これをSharePoint上で個々の学生と共有することで実現する。また、この不在情報を有効活用するため、タブレットPCによる電子化点呼カードを準備した。

朝の点呼は、全寮生が各棟の出入りに設置された電子錠のためにすでに持っているICカードを利用することとした。点呼を行うアプリが、SharePoint上のこのエクセルファイルをダウンロードし、ローカルで管理されているデータと合わせて、ICカードによる点呼を行う。

このシステムでは、不在情報等を学外の端末と共有する場合には、SharePointを利用している。学外に向けて自前のサーバーを公開しないようにシステムを構築することで、セキュリティを高めている。

3. 寮生による不在情報確認システムの構築

先に述べたように、学生の不在届への記入ミス・教職員の転記ミスが発生すること、そのチェック方法が事実上無いという問題がある。このような理由で不在の情報が正しく点呼カードに記入されていない場合、寮監は点呼終了後、その学生の提出書類を探し出して内容を確認し、場合によっては電話による所在確認を行う必要があるなど、多くの時間を費やすことになる。

したがって、既存のICT、スマートフォンを活用して、転記後の不在情報を学生自身が学外からでも確認できる仕組みを構築することとした。

3.1 システム構成

寮生不在情報管理サーバーとして、ハードウェアには市販のノートパソコンを利用し、OSにはUbuntu 18.04 LTSを採用した。

新たなソフト開発は行わず、OSに備わっている基本コマンド、主にbash, crontab, grep, sed, awk, nkf等、および既存のオープンソースソフトウェアのFree Client for OneDrive on Linux, sscnvert, nginx, hostapdを活用する。これらのツールを組み合わせたbashシェルスクリプトをSharePoint同期、点呼簿作成、個別転記情報作成、点呼カード用端末への情報開示、フロア長用データ作成等、機能別に作成した。それぞれのシェルスクリプトを予め設定した時刻に毎日、自動実行するようにcrontab利用を利用して設定した。

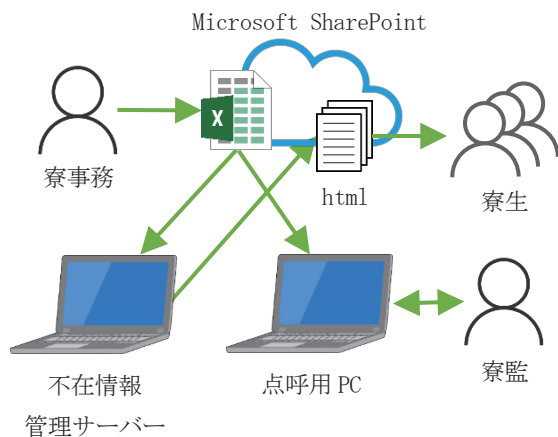


Fig. 1 Schematic dialog of the roll call system

サーバー等の障害の発生に対して、金曜日夕方に、以降一週間分の全寮生の不在情報を自動作成し、これを寮事務が紙に印刷しておくことで、あらゆる障害に対して不在情報が失われないよう対策する。

寮事務による不在情報入力(転記)には、通常業務で利用しているパソコン、学生による不在情報の確認には、各個人所有のスマートフォン、夜点呼で寮監が持ち歩く紙製点呼カードの代替として、市販のタブレットPCまたは、寮監個人所有のスマートフォンを利用する。

3.2 寮生不在情報管理サーバーの機能

3.2.1 寮生不在情報のダウンロード

寮事務により通常業務パソコンから入力されたエクセルファイルは、SharePointの共有機能を利用してサーバー管理者(担当教員)のSharePointフォルダーへ同期される。これを管理サーバーがcrontabを用いて定期的にダウンロード・同期するように設定した。同期ソフトには、Free Client for OneDrive on Linuxを用いた。

3.2.2 個々の学生不在情報の作成および学生への個別転記情報開示

管理サーバーへダウンロードしたエクセルファイルを変換ソフト `ssconvert` を利用して、CSV形式へ変換した。得られたCSVファイルから個々の学生の情報のみを抽出し、テキスト処理コマンド(`sed`, `awk`)を利用してhtml形式のテキストファイルを自動生成するシェルスクリプトを作成した。生成されたhtmlファイルはサーバー管理者と各寮生との1:1で共有設定したフォルダーへ学生ごとに保存する。これを全寮生に対して定期的に実行した後、SharePointへアップロードする。

これにより、学生は、自分のスマートフォンでoffice365アカウントを利用して、管理者が共有設定した自分専用のフォルダー内のファイルを閲覧可能となる。不在届への記入ミス・教職員による点呼簿への転記ミスがあった場合、事前にチェックできることになる。

3.2.3 点呼簿作成と夜点呼でのタブレット端末利用

夜の点呼は学生が各棟外へ出歩けない時間帯に実施されるため、寮監が巡回しつつ点呼を行う必要がある。これまで同様、紙製点呼カードを寮監が持参するためには、寮生不在情報の転記、あるいは、その日ごとの印刷が必要となってしまう。

そこで、管理サーバーに保管された全寮生の不在情報を直接参照できる電子化点呼カード(タブレットPC)を用意する。管理サーバーから必要な情報のみを抽出し、html形式で保存するシェルスクリプトを作成した。これを点呼前の最新情報が反映されるよう実行し、Web



Fig. 2 IC Card reader

上へ開示設定(アクセス可能なのは寮監限定)した。管理サーバーには、WebサーバーおよびWi-Fiアクセスポイントとして動作するよう設定した。

3.2.4 システムの運用

これまで、寮生の最新不在情報は「点呼カード」にのみ記入されていたため、フロア長であっても隣近所の学生の在・不在状況は把握できていない。点呼実施時に、はじめて在寮すべき学生が不在であることに気づくことになる。急病や急用で不在届が点呼直前になることは十分起こりえる。不在情報の不一致対策として、フロア長の協力を得ることとした。

管理サーバーによりフロア単位の在寮情報を点呼40分前に生成し、フロア長にのみ開示する。フロア長は寮監による点呼の前に、在寮すべきフロアメンバーが全員揃っていることをスマートフォンで確認することで予備点呼を実施する。揃っていない場合には、不在の学生の部屋を確認、急病で苦しんでいる場合には即連絡、不在であれば、電話などで連絡を取ることとした。連絡が取れない場合は寮監に報告する。

これにより、不在情報の不一致が生じる状況であっても、寮監による不在寮生の確認作業の軽減、および寮生の急病等の問題の早期発見が可能となる。また、フロア長にとってもフロアメンバーに対する責任感が増すと期待できる。

4. ICカードによる朝点呼アプリの開発

先に説明したシステムにおける朝点呼を行うアプリについて説明する。

4.1 開発環境

ローカルPCでICカード、エクセルファイル、画像データ等を扱うため、WPFを用いたデスクトップアプリとした。開発言語には言語の機能に組み込まれたLinqによる

データの取り扱いの容易さ, マルチスレッド処理の実装のしやすさから C# を採用した。アプリの開発環境は Visual Studio 2017である。

4.2 システム構成

システムは, 主にICカードリーダー, SQLite, EPlus, Microsoft Graphで構成される。

ICカードリーダーにはSONY製非接触ICカードリーダー/ライターPaSoRi RS-S380を用いた(図2)。ICカードの規格は, 寮生が所持しているカードに合わせてMIFAREを使用する。実際にはICカードに記録されたIDのみを使用しており, ICカードへのデータの書き込みは行っていない。

ローカルPCでのデータ管理にはSQLiteを使用した。SQLiteは軽量コンパクトなリレーショナルデータベースシステムであり, 主に「組み込み用途」や「小規模システムのデータストア」として利用される。ライセンスはパブリックドメインである。

エクセルへのアクセスにはEPlusを使用した。EPlusはOpen Office Xml形式(xlsx)を使用してExcel 2007/2010以降のファイル形式の読み書きを行う.NETライブラリである。GNUライブラリ一般公衆利用許諾(LGPL)に基づいてライセンスされる。

Microsoft Office 365のSharePointへのアクセスには, Microsoft Graphを使用した。これは, Microsoftのさまざまなサービスのデータをグラフ形式で扱えるAPI, 共通の認証方式によるユーザー認証を提供するものである。RESTやJSONなどの一般的な手法で開発を行うこと



Fig. 3 SignIn Screen of roll call application



Fig. 4 Dashboard

ができる。

これらを利用して, ICカードのID管理機能, 現在の点呼カード形式での表示, 編集機能, 朝点呼の実行機能を実装した。

4.3 点呼アプリの機能

4.3.1 サインインと点呼データのダウンロード

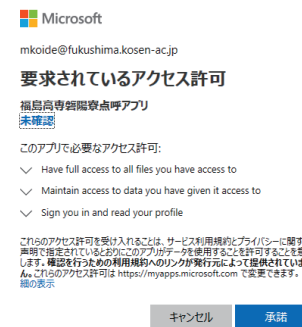
図3に点呼アプリ起動時の画面を示す。SharePoint上の点呼データへのアクセスとは別に, アプリの使用にもサインインが必要である。ICカードを利用してサインインを行い, ユーザーによって使用できる機能の制御を行う。

Microsoftアカウントによるサインインは, 一度行えばアプリを終了してもサインイン状態が維持される。Microsoftアカウントによるサインインが行われていれば, アプリへのサインイン時に自動的に点呼データがSharePointからダウンロードされ, 最終編集者, 最終編集日時が表示される(図4)。

点呼データがダウンロードされない場合は, Microsoftアカウントでサインインする必要がある。特に, 初回のサインイン時にはサインインユーザーのデータへのアクセス許可が求められる(図5)。点呼アプリがMicrosoft Graphを通してアクセスできるデータはMicrosoftのサーバーに登録されており, そのアクセス権は, ユーザーがアクセス権を持つ全ファイルへのフルアクセス, ユーザープロフィールへのアクセスである。



(a) SignIn for Microsoft account



(b) Confirm permission

Fig. 5 SignIn Screen

アプリ製作者に悪意があれば、サインインしたユーザーがアクセス権を持つ全ファイルをダウンロードすることも可能になる。したがって、運用では、サインインの状態が維持される機能を使い、アプリ開発者のアカウントで接続する。

4.3.2 ICカードと寮生の関連付け

点呼の運用の前に、寮生が所持しているICカードと寮生を関連付けておく必要がある。図6にICカードの登録画面を示す。ICカードのIDをリーダーで読み取り、学籍番号を入力する。このレコードをPCのローカルデータベースに保存する。学籍番号入力時には、登録の間違いが発生しないようにするため、氏名、顔写真を表示するようにした。

4.3.3 点呼カード形式での表示

現在、紙ベースで運用している点呼カードと同じ書式で寮生の不在の状況を確認することができる。表示画面を図7に示す。この画面では不在情報の入力・変更ができ、エクセルファイルへの書き込み、SharePointへのアップロードも実装されているが、運用の関係上、現在のところ無効となっている。

4.3.4 朝点呼の実施

図8に朝点呼の実施画面を示す。この画面を表示するときに、点呼データ、学生の情報、写真を事前にすべて読み込み、全寮生の情報、在寮生、不在の寮生の情報が



Fig. 6 Association of Student Id and IC Card Id.

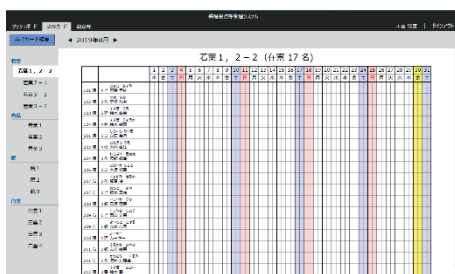


Fig. 7 Roll call Card.

一覧表示される。

点呼を開始し、ICカードをカードリーダーに近づけると、ICカードからIDを読み取り、このIDに関連付けられた寮生の情報を検索、画面に表示する。これは、点呼者がICカードの所有寮生であることを確認するためである。画像を含む寮生のデータは、点呼開始前に読み込まれているため、カードの読み取り速度は1～2秒程度で、比較的ストレス無く連続して読み取ることが可能である。

すべての在寮生のカードを読み取ると点呼が終了する。しかしながら、寮生の不在届けの提出忘れ等による不在情報の不一致、体調不良等で点呼に来られない場合など、どうしても点呼を完了させられないケースが発生する。このような場合は、例えば一定時間でICカードによる点呼を締め切る。点呼が完了していない寮生がいる場合は、その寮生が画面にリストアップされるので(図9)、寮監は寮生の所在を調べ、確認できた場合はアプリ内のボタンを押して処理を行う。寮生が外出していてICカードによる処理ができない場合があるため、アプリ内のボタンにより処理を行うようにした。

また、点呼の実施状況はログファイルに出力される。

5. まとめと今後の展望

福島高専の学生寮の点呼の実施にあたって、外出した寮生自身が外出に関する情報を確認する方法がない、朝の点呼の実施に偏りがあり寮生の不満が大きいという問題がある。そこで、Microsoft Office 365の



Fig. 8 Roll call execution screen.



Fig. 9 Confirmation of dormitory students that could not be confirmed by roll call.

SharePoint, ICカードを利用しこれらの問題を解消しつつ、寮監、寮生の負担を軽減するICTシステムの開発を行った。

このシステムにより、寮生が外出先から自身の外出に関する情報を確認できるようになる。特に問題の多い朝点呼での寮生の不満の解消できるようになる。また、電子化した点呼カード、予備点呼等の新しい運用により、確実に寮生の所在と安全を確認しつつ、点呼実施の負担が軽減されるのが期待される。

一方で、Microsoft Graphを利用することで、Microsoftのアカウントに関連付けられたデータにアクセスすることが可能であることが確認できた。これは、SharePoint, OneDrive上のファイルへのアクセスだけでなく、メール、カレンダー等へのアクセスも可能であり、メールを送信したりカレンダーに予定を登録したりもできる。これらを利用することで、Microsoftのセキュリティの恩恵を受けながら、さまざまなサービスを開発することが可能である。

著者は福島高専で行っているミニ研究で、Microsoft PowerAppsを利用して、学生とともにアプリの開発に取り組んだ。PowerAppsはソースコードをほとんど書くことなく、エクセルの計算式程度の記述でアプリを開発で

きるプラットフォームである。このPowerAppsと、今回設置した不在情報管理サーバーのように定期的な処理をするプログラムを組み合わせることで活用できる幅をより広げることができる。例えば、現在、紙で受け付けている外泊許可願等の申請を寮生が使用できるPowerAppsのアプリを通して受け、教員が使用するPowerAppsのアプリで「承認」処理を行い、サーバー上のプログラムでデータを加工して点呼データに変換し、点呼を行うようなことも可能になる。

令和元年10月からの運用を目指し、目下、夏季休業中に在寮している学生を対象に試験的運用を始めている。試験運用中に問題・課題等があれば改良を加え、最終的には令和2年度より校長戦略経費を得て同等のシステムの外注を図り、システムの保守・点検を開発教員の手になねず運用できるようにすることを目指す。

参考文献

- (1) 笠井 哲・市川 誠・植 英規, 柴田 公彦・小出 瑞康・林 久資, 福島高専磐陽寮における安全で安心な生活環境の創出について, 福島工業高等専門学校研究紀要, 57, 2016, pp. 141-145.

OpenFOAMによる流れの数値解析

Numerical calculation of flow by OpenFOAM

小出 瑞康*・井上 亮*

*福島工業高等専門学校 機械システム工学科

Mizuyasu Koide*, Makoto Inoue*

* National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Mechanical System Engineering

(2019年9月2日受理)

The authors have been conducted experimental studies on fluid induced vibration using a wind tunnel. However, there is a limit in measuring data in experiments. It is difficult to measure, for example, the flow velocity distribution of the entire flow field and the fluid force acting on a vibrating object. Therefore, the authors introduced OpenFOAM, an open source software as numerical analysis software, and analyzed Karman vortices shedding from a circular cylinder for verification. As a result, the periodic Karman vortex shedding was reproduced. In addition, the authors learned techniques for analysis by using OpenFOAM. In the future, the results will be compared with the experimental results for further verification.

Key words: CFD, Karman Vortex, Circular Cylinder

1. はじめに

一様な流れの中に置かれた円柱からは、カルマン渦が周期的に流出することが知られている。円柱が流れに対して垂直な方向に振動できるように弾性支持されているとき、ある流速範囲においてカルマン渦の流出周波数が円柱の固有振動数に一致しつづけ、円柱にはカルマン渦励振と呼ばれる大きな振動が発生する⁽¹⁾。

熱交換器や風洞内の乱流格子に見られるように、流れの中に柱状物体が近接して存在する機械設備は多い。これらの物体は変動流体力を受け、その固有振動数によっては共振を引き起こし、最悪の場合は破壊に至る。

本研究室ではこれまでに、このカルマン渦励振、縦渦励振⁽²⁾を主な対象として、振動発電を含めた風洞による実験的研究を行ってきた⁽³⁾⁽⁴⁾。基本的な風洞実験では、主に流速 U の変化に対する円柱の振動変位、熱線流速計を用いて円柱後流での速度変動を測定し、円柱の振動挙動と渦の流出状態の関係を調べる。しかしながら、熱線流速計では流れ場の1点の速度しか測定することができず、流れ場全体の流れの様子を測定することができない。また、振動している物体に作用する流体力の測定は困難である。

数値計算の技術、コンピュータの計算能力の向上にとともに、流体の解析にも数値解析が行われてきた。数値解析には、解析対象の3Dモデル作成ソフト、計算領域の

メッシュを生成するメッシャー、解析を行うソフト、解析結果を可視化するソフトが必要であるが、それらは高価で導入が容易ではなかった。しかしながら、その全てにおいてオープンソースソフトウェアが入手できる環境になった。また、プロセッサのマルチコア化等で解析能力が飛躍的に向上している。オープンソースソフトでもマルチコアによる処理を行うことができ、PCでも規模の大きな解析が可能となっている。

実用的な数値解析が容易に利用できるようになってきたこともあり、本研究室では、数値解析ソフトとしてオープンソースソフトのOpenFOAMを導入した。数値解析環境を整え、解析技術の習得と検証のため、円柱から流出するカルマン渦の解析を行ったので報告する。

2. OpenFOAMと解析環境

2.1 OpenFOAMとは

OpenFOAMは英国インペリアルカレッジの学生の個人的な開発から始まった、流体/連続体シミュレーションの研究コード開発のプラットフォームである。LES乱流モデル、燃焼モデル、自由表面モデル、混相流モデルなどが多数組み込まれているオープンソースプログラムである。また、流体専用のライブラリも豊富で圧縮/非圧縮、乱流モデル、熱伝達、混相流、燃焼などの流体解析ソルバ、離散化処理、並列計算などのクラスライブ

ラリも実装しているため、特別な追加プログラムなしに実用に必要十分な機能を実装することができる。特にLES乱流モデルや燃焼モデルなどは最先端の研究コードが付属しているので、解析対象に合わせた専用CFDプログラムを構築することができる⁶⁾。

2.2 開発・解析環境

解析環境を構築するPCは、CPUとしてIntel® Core™ i7-8700 CPU @3.20GHz, メモリ16 GB, ビデオカードはNVIDIA GeForce GTX 1070, 記録装置は256GB SATA SSD + 1TB SATA HDDとした。OSはWindows10 Home 64bitである。Windows版のOpenFOAMもあるが、基本的にOpenFOAMの実行にはLinux環境が必要である。ここでは、Windows10のLinux互換環境である「Windows Subsystems for Linux(WSL)」を利用してUbuntu18.04LTSをインストールし、Ubuntu上でOpenFOAMを運用する。

Linux環境を実行する方法として他に仮想化環境、デュアルブート等があるが、WSLはそれらと比較して動作が速く、Windowsのアプリケーションとの連携やWindowsからのファイルアクセスが可能である。OpenFOAMでの設定は、主にテキスト形式の設定ファイルをエディタで編集することで行う。WSLはVisual Studio Code等のエディタからも起動できるので、作業をシームレスに行うことができる。

また、解析モデルの作成にはFreeCADを、解析結果の表示にはParaViewを用いた。

3. OpenFOAMによるカルマン渦の解析

構築した環境において、試験的に固定円柱から流出するカルマン渦の解析を行った。対象を基礎的な解析とし、レイノルズ数 Re を60, 2次元解析, 乱流モデルは使用せずカルマン渦が発生することを確認する。

解析の主な流れは、対象モデルの作成, 解析条件の設定ファイルの作成, 解析, データの可視化である。

3.1 円柱モデルの作成

OpenFOAMでは解析対象のモデルデータとしてSTLファイルを使用する。ほとんどの3DモデラーでSTLファイルを作ることができるが、今回は、メッシュのパラメータの調整が容易なFreeCADを使用した。

FreeCADでは、基本形状が用意されているので、円柱作成アイコンで部品として円柱を作成する (Fig. 1(a))。作成された円柱のプロジェクトを選択して円柱の半径を5 mm, 高さ10 mmに変更する (Fig. 1(b))。次に、円柱モデルのメッシュ作成を行う (Fig. 1(c))。このメッシュは主に円柱モデルのSTLデータを生成するもので、

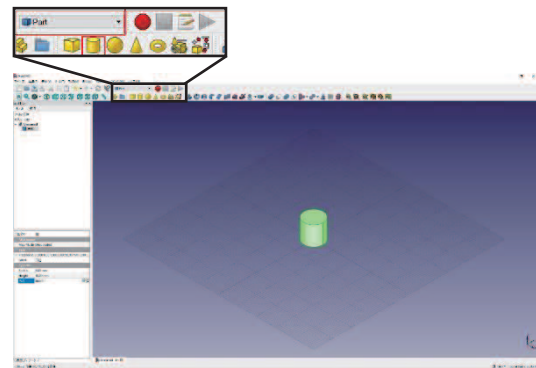
計算領域のメッシュとは異なる。ここでは解析のための精度の高いデータを作成するため、細かいメッシュを生成した。

最後に、作成したメッシュデータをバイナリSTLファイルとしてエクスポートする。FreeCADとOpenFOAMでは単位系が異なるため、OpenFOAMのユーティリティコマンド”surfaceTransformPoints”を利用して、mmからmへスケール変換を行う。

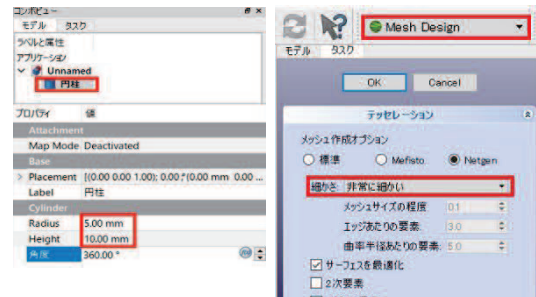
3.2 計算領域のメッシュ作成

計算領域のメッシュを作成するため、blockMeshDictファイルをFig. 2のように設定する。このファイル内で、convertToMetersは指定される頂点座標の係数である。ここでは0.01を指定しており、座標値が50の場合、実際の値は0.5 mとなる。verticesは計算領域の頂点座標を表し、上から自動的に番号が付けられる。この頂点を組み合わせ、blocksにより領域を定義する。ここでは、hexによりFig. 3のような領域を定義し、そのメッシュ分割数をx方向550, y方向200, z方向1としている。

また、blockMeshDictファイルでは、Fig. 3のように定義した計算領域の境界条件の定義をFig. 4に示す”boundary”で行う。図中の”upstream”等は境界の名称である。境界面の定義はFig. 2で定義した頂点で指定し、”type”により境界の種類を指定する。例えば、”patch”



(a) Create a cylinder model



(b) Dimension settings

(c) Mesh Design

Fig.1 Circular cylinder model and mesh design for numerical calculation

```

convertToMeters 0.01;

vertices
(
  (-5 -10 0)
  (50 -10 0)
  (50 10 0)
  (-5 10 0)
  (-5 -10 0.1)
  (50 -10 0.1)
  (50 10 0.1)
  (-5 10 0.1)
);

blocks
(
  hex (0 1 2 3 4 5 6 7) (550 200 1) simpleGrading (1 1 1)
);
    
```

Fig. 2 Content of “blockMeshDict” file for mesh generation

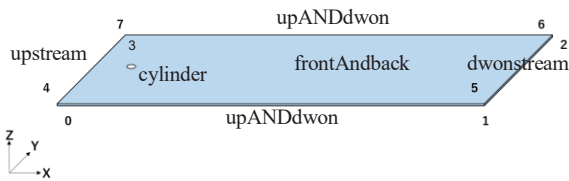


Fig. 3 Calculation region defined by “blockMeshDict” shown in Fig. 3

```

≡ blockMeshDict ×
constant > polyMesh > ≡ blockMeshDict
37 (
38 );
39
40 boundary
41 (
42   upstream
43   {
44     type patch;
45     faces
46     (
47       (0 4 7 3)
48     );
49   }
50   downstream
51   {
52     type patch;
53     faces
54     (
55       (1 2 6 5)
56     );
57   }
58   upANDdown
59   {
60     type patch;
61     faces
62     (
63       (0 1 5 4)
64       (3 7 6 2)
65     );
66   }
67   frontANDback
68   {
69     type empty;
70     faces
71     (
72       (0 3 2 1)
73       (4 5 6 7)
74     );
75   }
76 );
    
```

Fig. 4 Boundary condition settings

は流体の出入りがある境界条件，“empty”は流体の出入りがなく内部の流れに影響を与えない境界条件である。

二次元計算を行う場合でも計算領域は三次元で表現し、メッシュサイズを1にしたり、境界条件に“empty”を指定したりすることで実現する。

設定が終了したら、blockMeshコマンドを実行し、メッシュを生成する。次に、ここまでに作成した計算領域内に先に作成した円柱を”snappyHexMesh”を用いて配置する。主な設定をFig. 5に示す。Fig. 5(a)では計算領域に取り込むオブジェクト、ここでは円柱のデータファイルとデータタイプを指定している。Fig. 5(b)の”refinementSurfaces”は、”blockMesh”で生成した計算領域の中にオブジェクトを配置するとき、そのオブジェクト表面のメッシュを細分化するレベルを設定する。これによりオブジェクトのまわりの計算メッシュを細かくすることができる。今回の解析では細分化は行わない設

```

// Which of the steps to run
castellatedMesh true; //表面に適合したメッシュ除去
snap true; //表面メッシュのスナップ(平滑化)
addLayers false; //表面へのレイヤー挿入

// Geometry. Definition of all surfaces. All surface
// searchableSurface.
// Surfaces are used
// - to specify refinement for any mesh cell interse
// - to specify refinement for any mesh cell inside/
// - to 'snap' the mesh boundary to the surface
geometry
{
  cylinder-s.stl
  {
    type triSurfaceMesh;
    name cylinder;
  }
}
    
```

(a) Import object settings

```

123 refinementSurfaces
124 {
125   cylinder
126   {
127     // Surface-wise min and max refinement level
128     level (0 0);
129   }
130 }
131
    
```

(b) refinementSurfaces settings

Fig. 5 snappyHexMesh settings

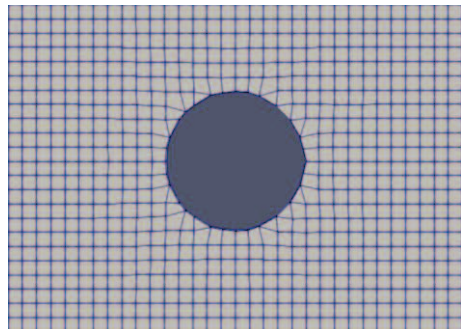


Fig. 6 Mesh around a circular cylinder

定とした。

Fig. 6に生成された円柱まわりの計算メッシュを示す。"snappyHexMesh"の実行時に細分化を行わなかったため、"blockMesh"で生成したメッシュサイズで円柱の形状を形作っている。そのため、円柱の形状が歪んでいることが分かる。今回は、このデータで解析を行う。

3.3 境界条件, 計算条件の設定

先のメッシュ生成でFig. 3のように定義した境界の境界条件をTable 1のように設定した。"upANDdown"の条件は、流入時は $u = 6.0 \times 10^{-2} \text{ m/s}$, $v = 0 \text{ m/s}$, 流出時は1つ内側のセルの値を使用する設定である。それ以外の境界条件は、円柱の数値解析でよく使用される条件を設定した。

Table 1 Boundary conditions.

境界名称	速度	圧力
upstream	$u = 6.0 \times 10^{-2}, v = 0$	zeroGradient
downstream	zeroGradient	$p = 0$
upANDdown	Type: inletOutlet $u = 6.0 \times 10^{-2}, v = 0$ value: internalField	$p = 0$
fontAndback	empty	empty
cylinder	$u = 0, v = 0$	zeroGradient

```

ddtSchemes
{
  default      Euler;
}

gradSchemes
{
  default      Gauss linear;
  grad(p)      Gauss linear;
}

divSchemes
{
  default      none;
  div(phi,u)   Gauss linear;
}

laplacianSchemes
{
  default      Gauss linear orthogonal;
}

interpolationSchemes
{
  default      linear;
}

snGradSchemes
{
  default      orthogonal;
}
    
```

Fig. 7 Discretization scheme

計算条件は"controlDict"ファイルで行う。ここでは解析対象(圧縮性/非圧縮性), 解析時間, タイムステップ等を設定する。この解析では、非圧縮性, 計算時間は20秒, タイムステップは0.001秒とした。

OpenFOAMはN-S方程式の各項の離散方法をFig. 7のように指定することができる。図中, ddtSchemeは時間微分項の離散化スキームであり, ここではEuler法を指定している。他には, 2次精度のCrank-Nicolson法, 後退差分法を選択できる。gradSchemesは勾配項の離散化スキームであり, 通常は"Gauss linear"を設定する。

divSchemesは発散項の離散化スキームであり, 計算上特に重要な設定である。設定の中で, "div(phi,*)"と記述されたものは対流項であり, スキームを慎重に選ぶ必要がある。今回はGauss linear(2次精度中心差分)を指定する。divSchemesは選択肢が多く, 他にもupwind(1次精度風上差分), linearUpwind(2次精度風上差分), QUICK(QUICKスキーム, 2次精度)などが指定できる。

laplacianSchemesはラプラシアン項の離散化スキームであり, Gauss linear orthogonalを指定する。ラプラシアン項の計算にはセルの界面の法線方向の勾配が用いられるが, 単純な計算だとメッシュのゆがみが大きい時に精度が落ちるため, 補正(非直行補正)を行うことができる

```

solvers
{
  p
  {
    solver          PCG;
    preconditioner  DIC;
    tolerance        1e-06;
    relTol           0.05;
  }

  pFinal
  {
    $p;
    relTol           0;
  }

  U
  {
    solver          smoothSolver;
    smoother        symGaussSeidel;
    tolerance        1e-05;
    relTol           0;
  }
}

PISO
{
  nCorrectors       2;
  nNonOrthogonalCorrectors 0;
  pRefCell           0;
  pRefValue          0;
}
    
```

Fig. 8 Solver settings

ようになっている。今回の解析では、"orthogonal"を指定し補正は行わない。

Fig. 8に示すfvSolutionは代数方程式を解くためのソルバの設定を行う。代数方程式ソルバの設定は、各変数に対して"solver"でソルバ選択し、必要に応じてオプションを設定する。図中の"relTol"と"tolerance"はすべてのソルバで共通であり、残差が"tolerance"よりも小さくなるか、初期残差に対する残差の比がより"relTol"も小さくなると計算が止まる。

代数方程式のソルバとして選択できるものが多いが、今回は、次のような組み合わせとした。圧力p（ポアソン方程式）のソルバとしてPCG（前処理付き共役勾配法）を使う。"Preconditioner"で前処理の方法を選択でき、DIC（対角ベース不完全Cholesky分解）を指定する。流速のソルバには Gauss-Seidel 法などの解法である smoothSolverを使う。

最後に、圧力-速度連成手法の設定を行う。SIMPLE法、PISO法、PIMPLE法が使用でき、この解析ではPISO法を選択した。"nCorrectors"はPISO法の圧力補正ループの回数で、通常は2である。PISO法は反復計算を行わないため、収束判定や緩和係数の設定はない。

3.4 計算の実行と結果の表示

設定ファイルの作成が終わったら計算を実行する。今回の設定では並列計算を行っていないので、計算時間は約4時間であった。同様の条件で並列計算を行った場合、

計算時間は2時間程度になった。

計算結果をParaViewで可視化する。Fig. 9に $t = 20$ sにおける速度分布を示す。OpenFOAMのpostProcess機能のvorticityコマンドを用いて、解析結果から渦度を求めた。結果をFig. 10に示す。Fig. 9よりも渦の状態が明確に可視化される。今回の計算で円柱からのカルマン渦の周期的な流出⁶⁾を解析することができた。

4. まとめ

これまで高価で導入が難しかった数値流体解析の環境が、プリプロセス、ポストプロセスを含めてオープンソースソフトウェアで入手できるようになった。本研究室ではオープンソースソフトウェアのOpenFOAMを導入した。

数値解析環境を整え、検証のため円柱から流出するカルマン渦の解析を行い、周期的な渦の流出を再現することができた。しかしながら、本格的な解析結果からのデータの抽出ができておらず、数値的な結果の検証はこれからである。風洞実験等の結果との比較を行い計算結果の検証、解析方法等の見直しを行う。

今回の計算では解析対象オブジェクトのまわりの計算メッシュを細かくする等の設定を行わなかった。実際の解析ではオブジェクトの形状をより精密に表すためメッシュの細分化を行う。これが解析結果にどのような影響を与えるかも検証する。

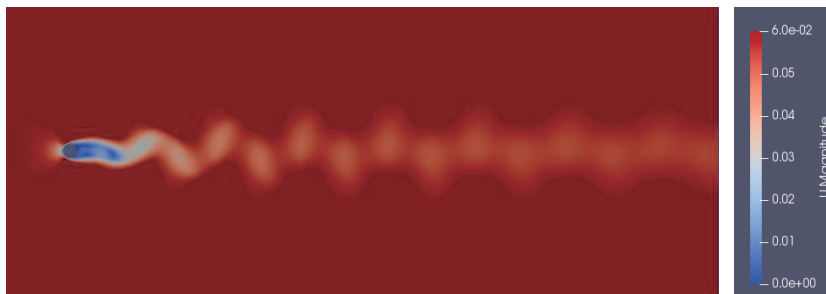


Fig. 9 Velocity distribution around circular cylinder

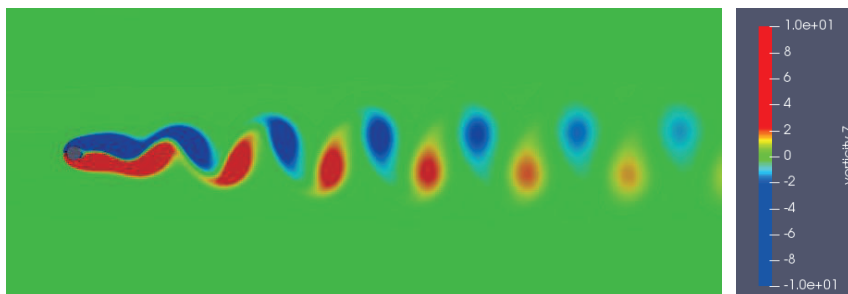


Fig. 10 Vorticity distribution around circular cylinder

謝 辞

福島工業高等専門学校 産業技術システム工学専攻
社会環境システム工学コース 菊地研究室の当時1年生
の尾崎貴英君, 高橋朋世君, 田中陸君, 山形夏輝君には
研究遂行にあたりOpenFOAMの使用方法について有益
なご助言を戴いた。ここに感謝の意を表する。

参 考 文 献

- (1) 小出瑞康, 加藤直人, 高橋勉, 白樫正高, 円柱の下
流に十字交差配置された帯状の平板による振動制
御(第1報,固定系からの縦渦流出), 日本機械学会
論文集 B編, **73**, 728, pp.123-125, 2007
- (2) 小出瑞康, 大金一二, 高橋勉, 白樫正高, 一様流中
の十字交差二円柱から周期的に流出する縦渦の一
般性の検証, 可視化情報学会論文集, **24**, 4, pp.15-
22, 2004
- (3) 渡部 世大, 櫻井 健太, 小出瑞康, 渦励振発電の
ための振動特性評価, 福島高専研究紀要, **58**, pp.9-
13, 2017
- (4) 小出瑞康, 風洞実験のための自動計測システムの
開発, 福島高専研究紀要, **59**, pp.1-6, 2018
- (5) 春日悠, 今野雅 編 一般社団法人 オープンCAE
学会, OpenFOAMによる熱移動と流れの数値解析,
森北出版株式会社, 第1版, 2016
- (6) Flow-induced vibration by Robert D. Blevins -
2nd edition 1990, p46

欧米の大学が直視した

"Can-creativity-be-taught-in-engineering?"

(エンジニアリングでの創造性教育はそもそも可能か?) 問題

Trial-and-error Experiences and Heuristics for Constructing a Prototype of
"Teaching Creativity in Engineering Education" in Western Universities

車田研一

福島工業高等専門学校

Kenichi Kurumada*

National Institute of Technology, Fukushima College

(2019年9月2日受理)

For those who are engaged in higher education in what we call the study field of engineering, the fact that engineering has appeared incapable of retaining attraction among the generation of young students has become a non-negligible concern for the last few decades. One of the reasons for the diminishment of students' recognition of engineering as a creative study field is that they even feel that their creativity is intentionally discouraged while they major in engineering in universities, as Larry G. Richards (Department of Mechanical Engineering, University of Virginia) confessed at the beginning of his article written in 1998. Therefore, some effective pedagogical methodologies need to be brought into practice in actual educational activities of engineering in organizations responsible for higher education. Creativity has been revealed to be a key concept for encouraging students to fulfill their own potential capabilities in various aspects. This brief note is intended to introduce the concerns and struggles of those who were involved in the efforts for constructing prototypes of pedagogical remedies in the higher education of engineering. The twelve principles for enhancing personal creativity are introduced according to the list of the points which those aiming to foster students' creativity in engineering education need to take into account carefully.

Keywords: fostering creativity, engineering, higher education, pedagogical principles, methodological metacognition

1. はじめに

もう二十年近くも前のことだが、博士研究員として英米圏の大学にいたときに、自分自身は工学領域の博士課程に在籍し、紆余曲折はあったものの学位としては博士(工学)を授与された、という主旨のことを周囲の英米圏出身の人たちに説明する必要にせまられたことが幾度かあった。当然そのときは「engineering」という英単語を用いたのであるが、なぜかそのおりに「You are an engineer.」や「You majored in engineering.」というよう

な相槌をなにかを含むようにうたれ、ふとその理由の思い当たらなさに怪訝な気分になった経験があり、いまだに鮮明に記憶している。それは、自らがキャリアとして工学を修め、工学分野を担当する高等教育機関のスタッフ的な立場におり、工学の名のもとに学術研究に勤しんでいる、ということをも日本国内で説明するときには決して遭遇しないような、どちらかというネガティブな視線だったといえる。あの経験の背景には英語の語感上の^{しこり} 癖として何があったのか、いまだに理解はでき

ていない。しかし、engineeringという語に一種呼応するように、「あなたは既に決まりきったことを律義に、まちがいなくやってくれればよいのだ」というバイアスのスイッチがはいるらしいということを英語圏での日常生活のなかでしだいに了解するようになった。(念のために附言すると、上記のことは私自身へ向けられた「You are an engineer.」というセリフに対してのことでなく、日常生活でengineeringという語が発せられる状況に居合わせた経験を無数に繰り返すうちに感じるようになったことである。) また、自身が修めた工学という分野がまぎれもなくengineeringとほぼ機械的に訳されることが常態化していることに対する疑念は母語環境下での日常習慣の繰り返しのなかで徐々に消失する。

1970年代後半から1980年代前半に初等教育をうけた筆者の世代にとって、重化学工業は最重要な基幹的産業分野であり、日本国自体が世界のなかで最良の加工貿易立国である、というフレーズは、当時是一種の神話的な重みを具えていたように感じられる。日本製の小型自動車の欧米各国でのあまりの売れ行きに業を煮やした西洋人が大勢で寄ってたかってハンマーで日本車を壊す映像が、そのころには完全に普及したブラウン管型カラーテレビの画面に鮮やかに映しだされ、私たちはその画像に子供ながら或る種の傲岸な憐憫を心中に懐いたりしたものである。また、その当時工業高等専門学校を卒業した、おそらく現在五十年代後半から還暦を迎える世代の人々は、現在とはまったく異なった位相の矜持をもって、基幹産業としての重化学工業の従事者への途へ足を踏み入れていったのだろうと想像する。そのような時期、少なくとも日本語の使用という条件下においては、「工学は工業の礎^{いしづえ}である」という単純化された文脈はきわめて支配的で、工学が大学を筆頭とする高等教育機関において無条件のデフォルトとして最大の成員の割合を有するセクションをなしていたことに奇異さを感じた人は多くなかったであろう。上でもふれたように、日本語の文脈内での<工学>の、いわば堅牢とさえいえる附加価値的なイメージは、「工」の一文字を工業と共有しているところに端的に支えられていた部分大きい。これは英語とは大きく事情が異なっており、たとえば化学工業はchemical industryであって、そこにはengineeringという語はまったく含まれていないのはまさに対蹠的である。(対照的に、日本語表現にはなぜ「学」が含まれているのだろうか。そしてこのことが日本語使用者の工学観に長期間にわたってどのような影響をおよぼしてきたのだろうか。この点はいへん興味深い。)

ところが、バブル期がその残り香も含めて完全に消滅したころから工学分野への憧憬や進学熱は総体としてかげりを見せるようになり、21世紀にはいつてからはその傾向は工学部の志願者数の全体的な減少としてはっきりと顕れてきたり。この総体的趨勢は、多くの大学での近年の学科名称の変更などのかげに隠れ、表向きは変化しつつも、底流としては同じままに現在へ至っている。十年ほど前に、筆者が属している或る工学の基幹分野の学会の月刊誌に、その工学分野がその当時すでに悩まされていた若年学生のあいだでのその分野の不人気ぶりは実は米国でも完全に共通した苦悩の種になっており、その対策として米国の多くの基幹的な大学がdepartment of ~ engineeringの名称をengineeringを含まない名称へと変更する事例が多いということをも米国での関連出版物を調査して報告したことがある²⁾。どうやら、engineeringという語には、少なくとも高等教育課程における分野名としては、何かしら人を遠ざける要素があるらしいことをそのときになって遅まきながら筆者は認識し、かつて英米圏の大学で「You are an engineer.」や「You majored in engineering.」といわれたときの、微妙に斜に構えたに^おおいの体験の記憶との平仄が合った。すなわち、ひとことであるが、engineeringは、そのステロタイプ化された印象としてのつまらなさから抜け出すことができていないように見え、そのことは工学教育に携わるスタッフにとっては始原でのハードルと感じられているということだろう。

2. <ものづくり>にまつわる両義的なイメージ

工業高等専門学校や大学工学部が入学志望者を増やすための努力として、中学生や高校生向けの「～をつくってみよう」型のアウトリーチ活動がもっともポピュラーである。それらの活動は、むろん対象者を考えれば当然のことといえるが、明らかに実際のものづくりよりも体験型理科講座であり、ものづくり自体がどのようなことであるかを伝える意図よりは、上述の上級学校内における教育内容のなかから比較的初学者にとっても親しみやすい部分を切り取って紹介するものであるか、或いは、参加者が学校での履修内容や各種メジャーなメディアで耳目にする<サイエンス>的なアイテムを実地で体験し、その場でその教育機関のスタッフから定型的な解説をうけて納得するというタイプのイベントである。

(ここでは内容の定型性は<つまらなさ>というネガティブな意味合いは含んでおらず、むしろ活動の趣旨上、定型的であることがよりのぞましいといえる。) これら

の高等教育機関側の努力には、むしろ、若年世代にとって工学を魅力的 (attractive) で、かつおもしろい (interesting) ものとして感じてほしいという意図が全面的に有るのは明らかである。反面、それらのアウトリーチ活動の前面におしだされるコンテンツが、実際の<工学教育>の構成アイテムとは実際は甚だしく乖離しており、通常の履修課程の年月のなかで、学習者が当初は懐いていた、多少茫洋とはしていてもベクトルとしては前向きな学習への取り組みの心理的機制をしいに見失っていくリスクが現実問題として高いことは、教員スタッフであれば知悉しているはずである。ただし、ここで筆者は「いざない」としての高等教育機関側のアウトリーチ活動の内容が本体の教育課程の構成アイテムと異なることが問題だと指摘しているのではない。いざないの段階で語られる内容をごく短期間耳目にただけで、入学後の数年間にわたる課程の期間に学習者が感じることを彼ら自身が充分的確に、自己責任と表現できるほどの精度をもって予測できることを弱冠十代の中高生に期待するのは、私たち自身が学生時代に学校での学修に対して懐いたであろう感慨を振り返ればあまりにも過大なのは明らかだ。むしろ、入学後に彼らが所与の教育課程を「それを通り抜ければその先は確実に途が拓ける長いブラックボックス」であるとの前提のもとに、それを遵守して数年間の課程を何の疑いもなく歩み、通過することを默契として彼らに課すことに問題がある。

ものづくりと教育の関係という視点へ立ち返ると、現実に社会のなかでもものづくりに従事するうえでひとつの前提条件として求められる没個人的な態度のありようは、絶対的に「楽しさ」とは背反していることは無視してはならない。自動車会社研究所勤務を経て東京都立産業技術高等専門学校で長らく燃焼工学分野の教育・研究に従事された古川純一博士は、自身で公開している手記³⁾のなかで、「若者にもものづくりの楽しさを教える」などと言われているが、私には、本当のものづくりを経験したことのない輩の戯れ言にしか聞こえない。」という烈しい表現で、ものづくりを若年の学生向けの教育用の題材として利用することの困難とリスクを指摘されておられる。ものづくり、と学校のなかで発語すること、実際に製品として世に出すことによって関係者の生活を支える責任をはたすことはもともと同じ土俵で論じてはならない。工学教育や工学研究がものづくりと具体的にどの平面で交叉しうのかという難問は、ひとりの教員が社会で実装的に機能している無数のものづくり業の全側面をあまねく経験できるはずもないこと

を考えると、安易に個々の教員が自らの信条や都合のみによって断ずるべきではないのは明白である。

3. 「Engineeringはつまらない」の背景

筆者の四半世紀強にわたる<工学>への関与の経験をふりかえると、工学とは創造的 (creative) な当為である、といった表現が実体的な意図をもってなされるようになってきたのは、いくら長くとも最近二十年程度のことであるように思われる。これはインターネットの私たちの生活世界への浸潤がほぼ完成段階に達する時期と大差ないので、そのあいだに何らかの因果的關係性を見出す試みが社会学的なアプローチによりなされることは興味深いのだが、むしろここで筆者が軽率に言及すべき問題ではない。とにかく、それ以前では、工学を修めるといのは「おもしろい vs. つまらない」という次元で語られるようなものではなく、或る規範的な知識や計算・作図の能力を、一種の職能訓練課程の所産として或る水準で会得することを意味した。この事情はおそらくは大学・高等専門学校問わず同一の地平にあったことだろう。いわば、学部課程までは「読み・書き・算盤」の視座のみを教員を有していればよかつたのであり、学生はあくまでも履修生として落伍しないことのみを念頭におくことを求められていた。(課目内容に学生が関心を感じられるか否かは学生個人の嗜好の問題に過ぎず、彼らが個人としてクレームを挙げる機会はおそらくはなかつた。) 学生が工学分野で修める学科群 (engineering sciences) にももしろみをできるだけ感じるように教員が努力を払うことを求められる契機は、少なくとも現在のそれと比較すれば圧倒的に僅少で、学修内容への関心の有無は学生自身の責任へ帰せられていた。いわば、構造上「教える」側が余裕のある立場にあったわけだが、その分野への就学を希望する若年層の総数がピークを過ぎた1990年代後半以降、その分野への関心の喚起は教育機関側にとっての活動能力保持上の、ひいては存続上の死活問題へと転じた。すなわち、工学 (engineering) はおもしろい、工学でこそあなたの創造性 (creativity) がその活用を求められるのだ、という夢 (narrative) を、工学のセクターで高等教育に従事する者が明言することが要求されるようになった。

日本国内の高等教育機関において、工学教育が creative なものであり、工学分野において学習者の creativity を涵養すべきであるという観念は、実際には妥当な考えかたとして比較的抵抗なく受容されてきたように思う。今になって思えば、およそ二十年前に英米圏

で斜に構えた口吻で「You majored in engineering.」といわれたというような経験が日本国内ではなかったのは、工学と繋がる工業は日本国内では(たとえ地味ではあっても)多様でcreativeな色彩をもって大成し、現実に国民の生活水準を劇的におしあげてきたという通奏低音的な意識が現在のそれよりもはるかに堅調だったことにあるのだろう。ふりかえって工業高等専門学校の事情をかながみると、若年層の慢性的な不足傾向という社会事情も加わり、労働者市場は全面的に売り手市場の状況が続くであろうことから、表面的には工学の学修のインセンティブは堅調さを保っているかのように表現することは可能だろう。しかしここにはほころびが常に潜在しており、実状は安閑を許すものではないだろう。経年的な学生の学修インセンティブの増減傾向の解析という問題は、そもそもコーホート調査が教育機関においては原理的に不可能なために十分に説得力のある説明をまったく提示しえないが、遡って十年以上工学教育に携わってきた人には、教育部門における総体的な「体感温度」の低下は現実問題として直観されているように思う。

4. Larry G. Richardsの”STIMULATING CREATIVITY : teaching engineers to be innovators”から学ぶべきこと

1998年にUniversity of Virginiaの機械工学科のスタッフだったLarry G. Richardsが28th Frontiers in Educationの annual conference に発表した「STIMULATING CREATIVITY : teaching engineers to be innovators (創造性の刺激 —エンジニアをイノベーションをおこせるように教育することについて—)」という論考は、pedagogy (教育学)の色彩の論文が一般的には決して読みやすくはないなかで、教育学の非専門家が思いきって書き下ろしたこともあり、その歯に衣を着せぬ表現の魅力もあいまって広く読まれており、この種の記事としては引用も驚くほど多くされている⁴⁾。この論考の冒頭に配されたAbstractは以下のように始まり、この内容は工学系の高等教育に従事する者にとってはかなり衝撃的な魅力を放つ。

Engineering is a creative profession. Yet few courses in the standard engineering curriculum require or even encourage creativity. Students often feel that creative behavior is actively discouraged in their classes. (エンジニアリング自体はクリエイティブな仕事だ。だが通常のエンジニアリングの教育課程では、ほんの僅かなコースのみが学生にクリエイティブさを求めるか、あるいはそれをたんに奨

励するのみである。あまつさえ、学生たちはしばしば、彼等自身のクリエイティブな振る舞いが授業においてはアクティブ(強い意図をもって)に萎えさせられているようにさえ感じている。)

この論文は、さまざまな側面で高等教育の成功的な発展の範型として引き合いにだされる米国の大学スタッフが強い筆致で書いたもので、すでに21年前の事情とはいえ、それが上記のような赤裸々でナイーブな告白(confession)でいきなり始まることに惹きこまれ、内容的な旧さを感じさせない。Richardsは、大学での工学教育のカリキュラムが、学生を心理的に鼓舞するどころか、むしろ積極的に意気消沈させているかのようだという。さらに、続く部分は以下のように大学での工学教育のありかたに強い疑問を投げかける。

Although creativity is generally required for first and fourth year design projects, it is curiously absent in-between. (大学学部課程の1年次と4年次の意匠創造系の課目においてのみcreativityの発揮が求められているのは奇妙なことだ。それらのあいだの期間は彼らは自身のcreativityを発揮することを求められる契機がまるでない。)

つまり、入学した直後と卒業する直前では具体的にカリキュラムのなかで学生がcreativeさを発揮することが求められるのだが、そのあいだはまるでcreativityの発揮の要請が忘れ去られたかのように定型的な学修を続けることを強いられ、それは^{あたか}恰も彼らからcreativeになろうとする意欲を剥奪するプロセスであるかのように見えるというのである。これを読むと、工業高等専門学校の教育課程上の目玉であるとししばしば謳われる実習の豊富さは、Richardsの米国での工学の学部教育への批判的見解に対してくしくも有効な一石を投じているように見えるのだが、その種の自画自讃的な読みかたには慎重さが求められることは後出の「creativityを伸ばすための12項目の原則」を読むと判明する。

そもそも私たちはcreativityの伸長をpedagogyのシステムにおいてどのように課題として位置づけるべきかという課題において、強く意識すべきことが印象的な筆致で書かれている。

What is creativity? Is creativity a mysterious gift? a unique talent? A trait? an ability? an attitude? Is it innate, or can it be learned and taught? Does it develop spontaneously? or is

it always present in some individuals? Clearly, some people are more creative than others. Is this due to the way they think? How they see the world? or how they react to it? Are certain thought processes, attitudes or beliefs associated with creative production? If so, perhaps anyone can learn to be more creative. (そもそもcreativityということはどうとらえればよいのだろうか。それはいわば神秘的な神様からの贈り物のようなものだろうか。唯一無二の才覚だろうか。遺伝的な性質だろうか。たんに一つの能力だろうか。それとも態度のありかたのようなものだろうか。それは個人の内的な特質だろうか、それとも、学んだり、教えられることにより伸ばせるものだろうか。それはほうっておいても自然に伸びるものだろうか。それとも或人には恒常的に具わった性質だろうか。はっきりといえることは、creativityの程度には確実に個人差があり、相対的にcreativityをゆたかに具え、発揮する人はいるのである。このcreativityの個人レベルでの優劣は、その人のものの考え方に因るのだろうか。或る種の思考の過程、思考に際しての態度、或いは思考の態度が彼らのcreativeな生産能力に関係しているのだろうか。もしもそうであるとすると、それはいかなる人でも学んで身につけることができるのだろうか。)

ここで呈されている根本的な疑問は、そもそもcreativeなことを為す能力は、人が学んだり教えたりするという当為によりよって有意に涵養できるのかという原理的な可能性の有無である。筆者は、この点については日本の工学教育の従事者が欧米と比較すると「コンセプト移入」一辺倒のスタンスをとる傾向があるという印象をもつ。これは、日本の工学教育関係者に対する批判的見解を意味するわけではなく、筆者が当事者的な意識として懐く感慨であり、Richardsをはじめとする工学教育・研究の従事者が自身らの喫緊の問題として工学教育の課程でのcreativityの涵養 (fostering) にまつわる諸問題と方法論をペダゴジカル (pedagogical) な枠組で言語化し、概念化することに、瞠目するほどの努力を払っていることに畏敬の念を禁じ得ないのである。この紙面のみで詳細を描写することは到底叶わないが、実は、このRichardsの論考のほか、多くのCan-creativity-be-taught-in-engineering?問題を扱った文献において、creativityの涵養は上述の「foster [fōstar]」という他動詞を用いて「fostering creativity」と共通して表現される。fosterという動詞は、養子を養育する、などといった、育てるは育てるでも完全な自然状況下では

なく、制度的に発生した人工的状況を包含した状況下での「育て」のニュアンスがあり、このことは、fostering creativityという表現には、始原としては何かの接ぎ木的な不完全な状況はあるものの、結果としては何ら遜色ない状況まで責任感をもって「育てあげ」の人を完遂するという含意があることが暗示される。これはやや深読みのきらいがあるが、彼らがfostering creativityという表現を意図的に採り、慣習化しているとすると、彼らは、工学教育をうけた者が何かしらの方法的なやりかたでcreativeなふるまいができるように、工学分野でペダゴジカルな方法的戦略を構築し、マニュアル化することを責務であると感じているように思われる。この点において、日本国内の工学教育従事者がここまでのナイーブな愚直さをもって「fostering creativity」問題に対峙してきたのか、ここで結論は導けないにしても一縷の疑念は残る。ふりかえると、かなり唐突に「creativity in engineering」が十分な意味上の咀嚼なく、日本の工学部の社会状況的背景に誘引されてきた感がある。

Richardsが、学生のあいだでengineeringがcreativeな領域として認知されづらい理由として、以下のような現実的な事情を挙げているのは興味深い。

Although most students feel that engineering is a creative profession, they rarely included the names of engineers on their lists of creative people. One problem seems to be that students don't know the names of many engineers. This may be because many of the major engineering achievements are the result of the efforts of large teams and organizations. Engineering advances are often incremental improvements on existing products, not the kinds of major breakthroughs which bring public recognition. (ほとんどの学生は、engineerはcreativeな職業であることにうすうす気がついているのだが、彼らが「creativeな人たち」のリストのなかにengineerを職業とする人の名を見つけることは極めて稀なのである。そもそもの問題として、学生は多くのengineerの名前を知っていたためしがない。これはひとつには、工学分野においては主要な仕事は大きなチームや組織といった人的集合体の尽力の末に成し遂げられたものであるという事実が原因なのかも知れない。工学上の進歩というのはしばしばすでに出来上がって世に出回っている製品に対してなされる小さな改善なのであって、世の多くの人々の認知を惹きつけるような大きなブレークスルーではないのである。)

端的に言えば、工学領域での進展は少なくとも総体としては革命的 (revolutionary) な外観を呈していないため、名も知られず小さな進歩を積み重ねる多くの地道なエンジニアたちの企業的な集団がなすべきことだというステロタイプがあるのは事実のようである。工学領域であるか否かにかかわらず、小さな進展であってもそれをなすことは長期間にわたる全人的かつアクチュアルな努力を要することを考えれば、engineer個人の手によるengineeringが製品 (products) のほんの少しずつの改善の過程に分かちがたく繋がっていると、製品がその製造をつかさどる社会集団 (企業等) の包括的な責任下で世に出回るといふ事実から、その改善の過程の主体の仮象的な名称としてその集団の名称 (企業の名称など) が一元的に前面へとおしだされるのは必然である。学生や一般的な人々の見方は過度に表面的になりがちであり、製品などの長年の努力を経たうえでの漸次的な改善の過程、およびそこでその改善をひとつずつ可能にした様々な形態でのcreativityの発露など、彼らが最大限の注意と敬意をはらって注視すべき事柄はまぎれもなくある。いわば、学生もそれをとりまく人々も、実製品をつくり、それを長い時間をかけて改善していくためには、無限といえるほどの量の基礎的な知見を地道に積み重ねていくしかないものであり、それが世に出るものをつくる過程であるかぎり、engineerたちは自身で「これは大事な課題だ」と内心信じることだけに拘泥することは実践倫理上許容されないのである。ここに出来るく現実問題ぶりが、ときにengineerに「学校の勉強はろくに役立たない」といわせ、本来どうしても地道になぞり続けるしかほかはない教育メニューとしての課程をdiscouragingな作業へと貶めてしまう。しかし一方で、教育機関側が学生に対してその正統的なく教育機関対 学習者との関係性の枠組内での学習インセンティブを過度に低下させないためにはたらきかけることができることは現実であり、その側面での作戦立てが上述のcreativity in engineeringのための「pedagogical methodology」である。すなわち、数年間を学校のなかですごす学生がその時点での必修アイテムとして抱えている学習の内容そのものを、彼らのcreativityの活用場として具現化することが教育機関側のなすべきことであり、その実行可能性、有効性、内容の魅力をもってCan-creativity-be-taught-in-engineering?問題の解を蓄積することに相当するとRichardsは主張しているのである。畢竟、教育機関側の実践倫理として、「Can creativity be taught in engineering?」に対しては、Yes.の答えを工学教

育の従事者が返さなくてはならない。

5. Larry G. Richardsが推奨する

「creativityを伸ばすための12項目の原則」

Richardsは「personal creativity (個人のcreativity)」を伸ばす戦略 (strategies) および技術 (techniques) についての古典ともいえるモノグラフ⁵⁾・⁸⁾から、engineeringの教育の現場での学生個人個人のcreativityを涵養するために留意すべき12の推奨行動指針を自身で纏めている。

(Richardsは、「これらの指針は古典的なcreativityをめぐるpedagogyのテキスト群が述べるところとはすこし異なるところもある。とはいえそれらの共通部分を抽出してまとめたものだと考えてほしい。」といういいかたをしている。) これらの行動指針に意識的に沿ってディスカッション、プレゼンテーション、各種演習などを実行することにより、参加している学生の個人としてのcreativityを伸長することが可能だとしている。これらの12項目は、私たちが現実に教えるという行為をなすときに具現化すべき事柄であるというよりは、そもそも私たち自身が恒常的にこのようなバイアス電圧的な行動および思考上の方法的メタ認知 (methodological metacognition) として具備することを求めていると考えたほうが妥当であろう。(以下、Richards自身が意図的に大文字と小文字を変則的に使い分けているようなので、それを原文のままにしてある。)

[原則 1] *Immerse yourself in a domain or problem.*

(まずはたくさん勉強して、その問題に関しては一介の専門家になるよう努力せよ。そうなることによってはじめて既存のものを超克できる。)

[原則 2] *Be Prolific!*

(とにかく最初はアイデアをたくさん出そう。見馴れないアイデアや珍奇なアイデアでもかまわない。)

[原則 3] *Use tools for representation and thought.*

(いろいろな道具を用いて考えをかたちにしよう。頭のなかだけに留めておくのだけでは不足だ。記憶に頼るな。アイデアはすぐにノートに書きつける。視覚化 (visualization) はたいへん有効だ。ポンチ絵、模型、試作品など、とにかくかたちとして目の前に現れてくれるものを残したほうがよい。)

[原則 4] *Play with ideas.*

(複数の考えを試してみよう。いろいろな可能性のある状況を考えてみよう。問題を抽象化し、一般化することにより、ほかの問題との並行性や類似性が見い出されや

すくなる。抽象化とともに、具体例を想定してみることも大切だ。物事のあいだの類似性、差異、収束点、齟齬を明確にしよう。)

[原則 5] *Avoid premature closure.*

(解が見つかったと思っても、それはまだまだ入り口に過ぎない。考えが深まる前に満足して心の準備をといてはならない。当然すぎる解には安住してはいけない。ひとつの解が見つかったも、まずはそれだけではよしとはせず、他の解を探してみよう。さっさと見つかる解の楽さの誘惑に負けるな。それはつまらなすぎるかもしれないのだ。当然すぎる解が最良の解であることは滅多にない。当たり前すぎるコメントが何の益にもならないように。)

[原則 6] *Don't be afraid to be different.*

(独立した思考者であれ。多くの人が反射的に反応する情報に頼るのは良くない。決まりきった考えに対しては批判的であれ。リスクをとることを意図的にしてみよ。集団の圧力に屈するな。自分が周囲の人とは異なることを考えたりいいだしたりしていることを感じて、その状況を怖がる必要はないのだ。)

[原則 7] *Be open and receptive to new ideas.*

(オープンであれ。新しい考えを受容する姿勢をつねに保持せよ。異なるパースペクティブや役割のもとで発生しうる他者の考えかたには充分かつ慎重な理解を示せ。他の専門領域に関心を持ち、そこからの声に耳を傾けよ。creativeな人は多くの場合複数の領域に有益な影響をおよぼすものだ。)

[原則 8] *Do It!*

(とにかく実際に問題にとりくみ、かたちにしよう。それができたらほかの人に見せて意見を聴いてみよう。これは自分なりの経験だといえるような経験を積んで自信をつけ、ほかの人と接触することにより自分の考えをほかの人に伝えるスキルを絶え間なく成長させよ。)

[原則 9] *Maintain a product orientation.*

(いろいろ障害があっても考えを貫いて原型的なものをつくりあげるところまでは辛抱強くもっていこう。計画はとにかく完遂することが大切だ。)

[原則 10] *Relax.*

(時間を充分かけて考えよう。そのあいだ、考えがいろいろな方向へ発散するのを敢えて許してみよう。新しく考えるべきことはそうした「思考のインキュベーション」のなかから生まれてくる。明察はリラックスした状態でふっとやってくる。反対に、拮がった考えが収束して具体的な相貌をみせはじめるのもそのようなタイミ

ングであることが多い。)

[原則 11] *Reflect.*

(何をしてどのような結果が得られたかを深く考えよう。そしてそれは次の機会にはどのように改善されうるだろうか。幾度も考え、構成し直し、学び直そう。それによってcreativityのベースとなるメタ認知の発生の契機が与えられる。)

[原則 12] *Have fun!*

(遠大なヴィジョンへむかって長い期間努力し続けるためには、そもそもその長い過程を通じてモチベーションが内側から湧きあがるものでなくてはならない。過程と結果を蓄積していくことを楽しまなくてはモチベーションは続かない。まさにPeter Kissimanがいうとおりだ。すなわち、「イノベーションのための筆頭のルールは、それが悦びであることだ。」)

これらの原則はそれぞれに異なった方向を指し示しており (divergent) , ここから、creativityを発揮するためには何かひとつのことだけを意識していればよいわけではないとL. G. Richardsが伝えたがっていることは明らかだ。これらの12の原則をすべて包含的に充足することはまったく容易ではない。しかしこれは高等教育に携わる者が常に呪文のように自らに言いかけさせるべき指針としてはまさに正鵠をついていることは、しばしば私たちがこのなかのいくつかについては心苦しい自省を感じることもからも明らかなのである。とりわけ筆者は「原則 5」には特段の重要さを痛感する。Oscar Wildeの有名なフレーズ、「*It is absurd to divide people into good and bad. People are either charming or tedious.*」は若干刺戟的な表現ではあるが、まさにこの*Avoid premature closure.*と並行している。私たちは、工学教育であることを理由にして退屈さをつくりだすという二の轍を踏んではならないのだ。

6. (暫定的) まとめ

現在工業高等専門学校で工学系専門教育を担当しているという事情もあり、高専での学問はあくまで産業の振興のための^{しもべ}僕としての実用工学であるべきで、その点において大学との差別化が明瞭な外郭をもってなされるべきだという見解は工業高等専門学校において頻繁に開陳され、それは一見正当性を具えているように聴こえる。しかし、「使える知識をたくわえた人材が多く輩出されればそれでよいのだ」という、根底的な高等教育の社会的位置付けに関するパースペクティブは、学校

教育法上・学術研究をその義とする大学においてもつい最近まで同じだったといえるし、多くの側面でもいまだに不可避免的にそうなのである。(極端に言えば、大学であるがゆえに非実学的な学問を迫るアカデミックな機関であるという旨をおもてだして標榜する大学の工学部などいまだかつてないのである。) engineeringがその性質上物質的な社会基盤と表裏一体なため、工学教育はあくまでも「注入された知識 (instilled knowledge, instilled learning)」であれば充分であるというパースペクティブは今なお強い。しかし、それだけが正しい工学教育の本分だといいきれる状態自体は高等教育全体ですでに裏返った。現実として学生にすでに学修の構えが完全にできていることを要求するのは有効ではなく、継続的に学修インセンティブを惹起するしかけを課程のなかにビルトインしていくための試行錯誤は何ら完成された pedagogy 上のマニュアルにはなっていない。

Can-creativity-be-taught-in-engineering?問題は、Larry G. Richardsがその論考の冒頭で、工学教育が学生の意欲を恰も「discourage (消沈)」させているかのように見えるのが現状であると喝破し、状況の改善策として、学生が彼ら自身のcreativityを伸長させることが求められているのだと感じさせることが有効な処方箋たりうると主張しているように、学ぶ側が自ら思わず走りだすような心理的、認知的そして物理的な状況 (architecture) を教育従事者側が作り出すための方法論の構築と一心同体である。

工学教育は基本的には名著たるテキストブックの辛抱強い座学と基本的なプラクティカル・スキルの修得の長い海底トンネルだという教育信条 (pedagogical paradigm) のもとに学部生時代をすごした筆者の目には、年齢三十のころに日本へ戻ってきたら大学工学部で教鞭をとる先生方がいうことが突然変わり始めていた、とでも極言できるような、ややフォローしかねるほどの教育の場面での基本的なバイアスの変化があったように感じられた。その変化は一種の「転向・変節」のようにさえ見えたと、それ以降折々に学会組織の諸委員などを担当するうちに、「engineering pedagogy」の海外文献に目を通す機会が多くなり、若年人口の急速な減少などの社会状況もあいまって、その変化の背景にある事情はすぐに透けて見えるようになっていった。ただし、率直に言って、工学研究の「当為方向性 (あるべき方向性)」やその具体的な方法論への工学教育者、研究者の

independent thinkerとしての温度は、多くの場合は「片手間仕事」感がある。たしかに自らの専門分野での教育・研究だけでも大きな負荷であることはまちがいない、筆者も工学教育における学生のcreativityの伸長がいかになされうのかなどという問題は、自らの経験内でのうっすらとしたヒューリスティック以上のものはないといってよい。しかしこの関連の海外文献を読むたびに、彼らがまさに真剣みをもって **prolific (原則 2)** であることを痛感させられる。この分野において、日本の工学教育・研究に従事する者が、たとえ文献からだけであっても、海外での著述から学ぶことはたいへん多い。筆者はいわばそれらの海外研究の一介の「消費者 (consumer)」であるにすぎないが、さまざまな機会を利用してそこの学びを **反芻 (原則 11)** し、**周囲になげかけていく責務 (原則 8)** があると痛感している。

参考文献

- 1) 濱中敦子, 「工学部離れは本当か?」, *産学官連携ジャーナル*, 5(7), p. 67 - 69, 2009.
- 2) 車田研一, 「世界のケミカルエンジニア育成の調査研究誌 "Education for Chemical Engineers" を概観して」, *化学工学*, 74(7), p. 361, 2010.
- 3) 古川純一 (東京都立産業技術高等専門学校教授), 「高専教員と研究」, <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjN3LbplqkAhX4yosBHav4AhQQFjAAegQIABAC&url=http%3A%2F%2Fsc84edd8786c83c0c.jimcontent.com%2Fdownload%2Fversion%2F0%2Fmodule%2F7497823392%2Fname%2FCollegeTeacher.pdf&usq=AOvVaw2jvshKNAlIwJcxMU3dat>
- 4) L. G. Richards, STIMULATING CREATIVITY :teaching engineers to be innovators, *Frontiers in Education Conference 1998*, vol. 3, 1998.
- 5) J. J. Kao, *Managing Creativity*, Prentice Hall, 1991. (ISBN:978-0135567050)
- 6) D. Koberg and J. Bagnell, *The Universal Traveler Los Altos*, Crisp Learning, 2003. (ISBN:978-1560526797)
- 7) M. Ray and R. Myers, *Creativity in Business*, Main Street Books, 1989. (ISBN:978-0385248518)
- 8) R. Schank and P. Childers, *The Creative Attitude: Learning to Ask and Answer the Right Questions*, Macmillan, 1988. (ISBN:978-0026071703)

いわき市における防災教育コンテンツの作成と実践

The Creation and Execution of Disaster Reduction Education Content in Iwaki City

菊地 卓郎¹・高木 迅哲²・會川 健朗³・鳴島 俊輔⁴

¹福島工業高等専門学校 都市システム工学科

²千葉大学 工学部 総合工学科 都市環境システムコース

³長岡技術科学大学 環境社会基盤工学課程

⁴東京都下水道サービス株式会社 管路部 管路第三課 江戸川事業所

Takuro Kikuchi¹, Tokinori Takagi², Takero Aikawa³ and Shunsuke Narushima⁴

¹National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Civil and Environmental Engineering

²Department of Urban Environment Systems, Chiba University

³Department of Civil and Environmental Engineering, Nagaoka University of Technology

⁴Tokyo Metropolitan Sewerage Service Corporation

(2019年8月29日受理)

This research created contents of education for disaster reduction. Examples are disaster reduction notebook, disaster reduction teaching materials and hazard map(Nigechizu) in Iwaki city. It was implemented with civil seminar and elementary school.

Key words : Iwaki city, Disaster reduction education content, Civil seminar, Elementary school, Self-help

1. はじめに

東日本大震災から8年の月日が経過し、いわき市のような大きな被害を受けた地域でも防災・減災に関する意識の風化が懸念されている。また、近年では特別警報が発令されても「自分は大丈夫」、「まだ安全」と思い込んでしまう人間の心理的傾向、「正常性バイアス」が問題となっている¹⁾。

そこで本研究ではそれらの課題を解決すべく、いわき市における地震・津波をはじめとした災害時の避難行動の知識の獲得を目的とした防災手帳、防災教育、逃げ地図といったソフト対策のコンテンツを作成した。そのコンテンツを用いて、市民講座や小学校での出前授業を実施し、一般市民の自助力向上を試みた。また、その際にアンケートを実施し、コンテンツの効果検証と震災から8年という月日が経過する中で一般市民の防災・減災に関する意識変化の考察を行った。

2. コンテンツの作成

2.1 防災手帳

防災手帳とは、災害発生時に落ち着いた行動がとれるよう、日頃の備えやいざというときの対応方法、本人に関わる個人情報や緊急時の連絡先などを記載しておくものである。防災手帳は、手帳を携帯することで、防災情報を目にする機会が増える。そのため、防災意識・防災への理解が高まるという効果が期待できる。

福島県では防災手帳を作成しているが、いわき市では防災手帳は作成されていない。また、福島県が作成した

防災手帳は、一般的な災害への解説を記載しており、地域に根ざした内容となっていないため、地域の災害リスクを理解することができないと考えられる。そこで本研究では、いわき市に特化した防災手帳を作成することで、いわき市民の防災意識・災害リスクの理解を高める方法を提案し、その効果を検討することを目的とし、大人向けの“マイ防災手帳”と子供向けの“マイ防災手帳～四倉町編～”の2つのパターンの防災手帳を作成した。マイ防災手帳の作成にあたって、誰もが容易に入手できる情報のみで構成することを念頭に置き、いわき市、内閣府、国土交通省、気象庁などのホームページの資料を参考にした。大人向けの防災手帳は全67ページで内容は、①いわき市で起こりうる自然災害についての知識、②災害発生時どのように行動するべきか、③気象警報・注意報等の防災情報の解説、④いわき市で公開されているハザードマップ等の解説・使い方、⑤避難場所・家族の情報を書き込むページの5つの章で構成し、手帳のサイズは携帯できるサイズで幅広い年齢層が読みやすいようにA4版とした。子供向けの防災手帳は全25ページで内容は、①避難場所・家族の情報を書き込むページ、②災害についての知識、③災害発生時どのように行動するべきか、④四倉町の情報の4つの章で構成し、手帳のサイズは小学生の使い勝手の良さを考えて、教科書などに用いられているA4版とした。なお、今回作成した“マイ防災手帳～四倉町編～”は四倉小学校で配布するため四倉町の情報を記載しているが、この内容は対象とする地域に応じて、変更することを想定している。

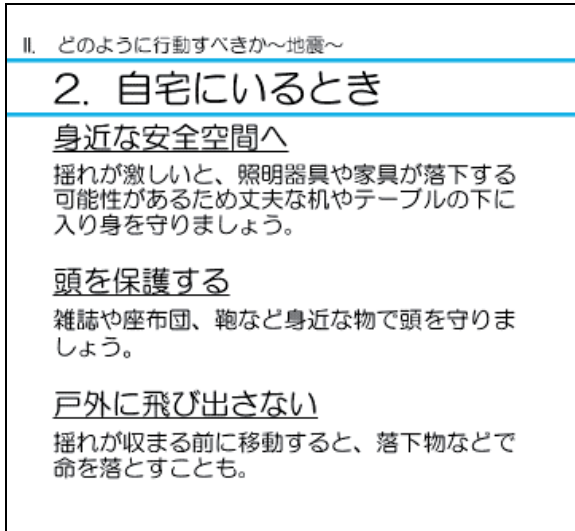


Fig.1 Disaster Reduction Notebook for Adult (Example: Earthquake)

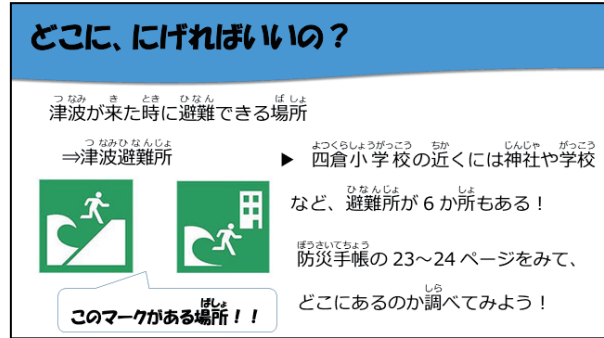


Fig.3 Disaster Reduction Education Content for Elementary School (Example: Tsunami)

用いて、視覚的に理解を促すような工夫を施した。例として、Fig.1に大人向けの地震時に自宅にいた場合の取るべき行動の説明ページを、同様な状況での子供向けの説明ページをFig.2に示す。

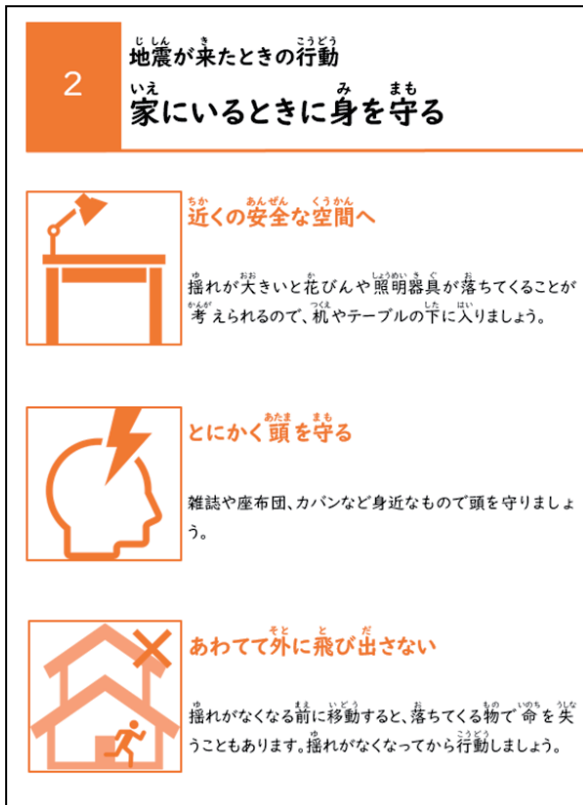


Fig.2 Disaster Reduction Notebook for Child (Example: Earthquake)

2.2 小学生向け防災教育教材

岩手県釜石市では小中学校合同避難訓練や防災授業など、津波における防災についての教育が活発に行われている。そのため、2011年3月に発生した東日本大震災では各地で多数の死者が出た中、同市の小中学生の生存率が99.8%と高い成果を挙げた。この事例は「釜石の奇跡」として取り上げられ、防災教育の重要性が注目される様になった。しかし、重要性は認識されているものの各地域の特性までを盛り込んだ教育が全国各地で行われておらず、地域差があるのが現状である。いわき市でも年数回の避難訓練を行う程度で十分な防災教育が行われているとは言い難い。そこで本研究では、津波災害に対する避難方法を学ぶ防災教育コンテンツを作成し、いわき市における小学校防災教育の一助となる事を目的とした授業を行った。対象校はいわき市が作成している津波ハザードマップにおいて、1.0m未満の浸水が想定されている四倉小学校とした。4年生を対象としているのは、小学校の担当の先生との打ち合わせの結果、内容を正しく認識し、避難行動というものを適切に判断できるのは4年生以上であるとのアドバイスを受けて決定した学年である。昨年度、研究室で作成した防災教育コンテンツ²⁾やいわき市の災害ハザードマップをもとに災害の危険性や四倉地区の津波避難所についてのスライド全33枚を作成した。スライドの一例をFig.3に示す。2.1で述べた子供向け防災手帳作成の際にも留意した理解を促すためのピクトグラムの活用と子供向け防災手帳との連動を意識したスライドとなっている。さらに、避難経路の案内標

また、子供向けでは情報過多にならないように理解しやすい情報を大人向けの内容から精査し、理解に繋げるまでの表現には平易な言葉を用い、漢字には振り仮名を付けた。さらに文章だけでなく、ピクトグラムを多く

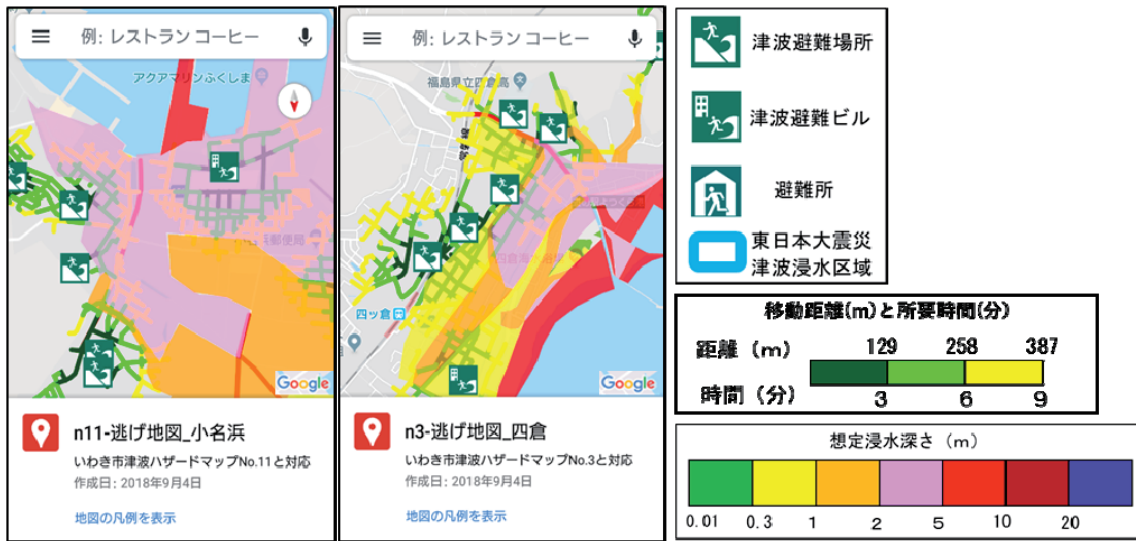


Fig. 4 Nigechizu of Iwaki City
(Onahama and Yotsukura area)

識や避難場所の安全性について四倉地区で現地調査を行い、防災授業の内容の一部として活用した。

2.3 逃げ地図

東日本大震災以降、津波防災・減災に対する考え方が改められ、ハード面の整備およびソフト面の対策を組み合わせた「多重防御」の発想が重要視されてきている³⁾。いわき市においてもソフト面の対策が拡充され、その一例が津波ハザードマップである。津波ハザードマップには想定される津波浸水範囲と浸水深さ、津波避難場所が示されている。しかし、避難場所までの最短経路や所要時間、危険箇所などは記載されておらず、ハザードマップを見ただけではわからないという問題がある。この問題点を解決すべく注目したのが逃げ地図である。逃げ地図は目標避難地点までの所要時間を色分けして作成することから、ハザードマップにおける問題点をカバーできると考えられる。そこで本研究では、いわき市沿岸部における逃げ地図を作成し、さらにスマートフォンのアプリ上で表示させ、津波避難におけるそれらの効果と課題を明らかにすることを目的とした。

いわき市が発行・配布している津波ハザードマップ⁴⁾をもとに、いわき市沿岸部全域を北部の久ノ浜地区から南部の勿来地区までの全15区間に分けて、各地区の逃げ地図を作成した。作成にはGoogle Earthを使用した。Fig.4に一例として、作成した小名浜地区と四倉地区の逃げ地図を示し、作成方法を説明する。①いわき市が発行している津波ハザードマップと対応するGoogle Earth上の地

図を表示させる。(Fig.4のn11-逃げ地図_小名浜であれば、いわき市津波ハザードマップNo.11に対応)、②避難場所(Fig.4のピクトグラム)をプロットし、予想浸水範囲(Fig.4の想定浸水深さのカラーバー)をカラーレイヤーで塗りつぶす。③避難場所までの所要時間を、日建設計ボランティア部の作成方法⁵⁾に基づき、道路を高齢者の歩行速度である43m/分で換算して色分けする(Fig.4の移動距離と所要時間のカラーバー)といった手順で作成した。なお、予測浸水範囲、避難場所、色分けした道路等の各々のデータはレイヤーを分け、個々に表示できるようにした。その後、作成した逃げ地図をGoogle Mapのマイマップ機能を用いて、スマートフォンのGoogle Mapアプリ上で簡単に閲覧できるようにした。このようにアプリで表示ができるようにすることにより、スマートフォン使用者の現在地と逃げ地図がリンクし、現在地から最寄りの避難施設および避難経路を確認し、最短ルートを選択して、避難することができる。

3. コンテンツの実践と評価

3.1 防災手帳

2018年10月6日に、いわき市が主催している「いわきヒューマンカレッジ(市民大学)」において、「マイ防災手帳をつくろう」と題して、大人向け防災手帳を使った講座(120分間)を実施し、参加者32名に解説、配布を行った。講座終了時に参加者全員32名にアンケートを行い、その場で全員分を回収した。

Table1 Questionnaire Results
(Disaster Reduction Notebook for Adult)

	満足	やや満足	どちらとも いえない	やや不満	不満
Q1	37	47	17	0	0
Q2	45	41	10	3	0
Q3	31	52	14	3	0

(単位：%)

回答者の年齢層は 60 代以上が 93%であった。大人向け防災手帳の評価に関しては、Q1.必要な情報が得られる内容か、Q2.わかりやすいか、Q3.手帳の構成は使いやすいかの3つの観点からの質問とし、Table1に示すように五択形式とした。満足とやや満足を合わせると、Q1が84%、Q2が86%、Q3が83%といずれの質問に対しても80%を超える結果となり、今回作成した大人向け防災手帳が一定の評価を得ることができたと言える結果となった。しかし、自由記述形式の回答からは、“マイ防災手帳”が防災意識・災害リスクの理解向上に繋がったものの、要点をまとめる必要があるとの指摘もあった。また、具体的な備えの例を示してほしいとの意見もあり、盛り込む情報の精査が必要であることもわかった。なお、本アンケートではいわき市民の防災・減災の意識に関するアンケート項目も設定し、回答を得ているが、これについては4で述べることにする。

子供向けである“マイ防災手帳～四倉町編～”は2019年1月23日に四倉小学校4年生を対象とした「防災教室」において配布した。この教室の内容については3.2で述べるが、その一環として、子供向け防災手帳も配布・説明したものである。こちらのアンケート概要は以下のようである。参加児童4年1組22名、4年2組22名の合計44名全員に授業終了時にアンケートを行い、その場で全員分を回収した。アンケート内容は対象が小学生なので、子供向け防災手帳を使って、地震や津波が危険なことや津波から避難する方法がわかったかどうかを①とてもよくわかった、②よくわかった、③わからないところもあった、④わからなかったの四択形式として質問し、結果は①が93%、②が2%、③、④ともに0%で、未記入が5%であった。95%の児童がとてもよくわかった、よくわかったと回答し、児童たちの理解度が高いと判断することができる結果が得られた。

3.2 小学生向け防災教室

3.1でも述べたように2019年1月23日に四倉小学校4年生44名を対象に、防災教室を行った。授業時間は45分授業で授業の流れはTable2に示す通りである。2.2および3.1で述べた通り、この授業では子供向け防災手

Table2 Teaching Outline in Yotsukura Elementary School

四倉小学校 防災授業 45分	
1	自己紹介・授業概要説明
2	地震や津波の危険性についての説明
3	津波避難所についての説明
4	学校にいる時の津波からの避難方法についての説明
5	自宅に一人での津波からの避難方法についての説明
6	沿岸部に出かけている時の津波からの避難方法についての説明
7	確認問題・まとめ

Table3 Questionnaire Results (Free Description)

つなみがきたときにはおよげますか？
どういうものを、つなみの時にもっていくのか
いえがこわれたらどうするのか？
どうやって津波が発生するかもっと知りたいです！
3かいだての家ならにげなくても大丈夫ですか。
つなみのことをもっとおしえてもらいたいです

(原文のまま掲載)

帳と防災教育を連動させた内容となっているために、アンケートも防災手帳を活用した授業の理解度を評価基準としたので、3.1で示した95%の児童がとてもよくわかった・よくわかったとの回答が授業の評価(理解度)とも言えるので、高い割合の児童が災害の危険性や災害からの避難方法についての基本的な知識を正しく理解出来たといえる。また、授業でもっと教えてもらいたかった事について自由記述で質問した結果の一部をTable3に示す。得られた質問は次年度以降の小学生向けの防災教室に活かしていきたいと考えている。実施する際の課題としては、児童の中にはスライドの情報すべてをメモし、授業に置いていかれそうになる児童がいたことが挙げられる。今後は、要点だけをメモ出来る受講者用の資料を作成する必要がある。

3.3 逃げ地図

2018年11月24日に、いわき短期大学の公開講座「地域防災計画学」にて、ハザードマップ(逃げ地図)に関する講座(90分)を実施し、参加者に逃げ地図コンテンツの試行をした。具体的な内容としては、始めにハザードマップの背景・目的や被害想定についての説明、次に逃げ地図の目的、作成方法、事例などについての説明を行った。その後、参加者の自宅周辺のハザードマップを見せ、合わせて参加者各自のスマートフォンのアプリ上で逃げ地図を表示させた。沿岸部以外に居住している参加者もいたため、津波ハザードマップだけでなく、土砂災害や内水、洪水のハザードマップも用意した。逃げ地図は代表として四倉、沼ノ内、小名浜、植田の4地区をピックアップし、QRコードから参加者自らがアクセス・閲覧できるコンテンツとした。また、公開講座終了時に

Table4 Questionnaire Results
(Nigechizu of Iwaki City)

	満足	やや満足	やや不満	不満
Q1	21	57	14	7
Q2	23	54	23	0

(単位：%)

参加者全員 19 名にアンケートを行い、その場で全員分を回収した。回答者の年齢層の下は 10 代から上は 70 代と各世代に偏りがなく、先に述べた市民大学とは違った傾向であった。逃げ地図の評価に関しては、Q1.必要な情報が得られる内容か、Q2.わかりやすいか、見やすいかの 2 点とし、大人向け防災手帳の際に設定した構成に関する質問は、自宅付近の逃げ地図をスマートフォンからピンポイントで表示させるため、構成に関しては問うことができないと判断し、除外している。また、「どちらともいえない」という選択肢を含めなかったのは市民大学のアンケート集計の際に選択肢についての再検討を行い、コンテンツの評価という観点から中間的な回答の選択を避けるという判断からである。これに関しては今後も検討する必要があると考えている。Table4 に回答結果を示す。満足とやや満足を合わせると、Q1 が 78%、Q2 が 77% という結果となり、80% 近い満足度を得られたが、大人向け防災手帳よりは低い満足度となった。これは自由記述欄にも見られたのだが、デジタルコンテンツを初めて使用する際の利用者にかかる設定の手間が影響していることが当日の様子や受講生とのやり取りから感じることができた。自由記述欄では「逃げる時間が色分けされていてわかりやすい」、「公共施設等の入口に QR コードを貼るといいのではないか」、「津波と河川洪水など、複合災害にも対応してほしい」といった今後の利用に役立つ意見が寄せられた。なお、本アンケートでもいわき市民の防災・減災の意識に関するアンケート項目も用意し、回答を得ているが、これについても 4 で述べることとする。

4. 防災に関するいわき市民の意識変化

本研究室では防災・減災をキーワードとした市民講座などを実施した際に災害に対する意識と試行したコンテンツについてのアンケートを行っている。ここでは過去に本研究室で実施した 2012 年と 2014 年のアンケートと 3 で述べた 2018 年のアンケートの合計 3 年分のアンケート結果を集計し、東日本大震災から月日が経過する中でいわき市民の防災・減災に関する意識変化についての考察を行った。

Table5 Contents of Question

設問1	今後、居住地域に大地震・大水害などの大災害が発生すると思うか
設問2	地震・津波など災害が発生したときのための備えをしているか
設問3	災害に備えて、具体的にどのようなことに取り組んでいるか
設問4	いわき市のハザードマップの認知・利用について
設問5	逃げ地図の認知度について

2012 年に行ったアンケートの概要は以下のようである。一つ目は 2012 年 9 月 26 日に「いわきヒューマンカレッジ (市民大学)」において、「減災を学ぶ」と題し、主に津波からの避難行動をメインとした内容を受講後に受講生 65 名にアンケートを行い、その場で全員分を回収したものである。回答者の年齢層は 60 代以上が 75% であり、2018 年の市民大学と同様に高齢者の受講が多い傾向となっている。二つ目は 2012 年 11 月 3 日に開催された磐陽祭(本校の学園祭)において、本研究室が実施したハザードマップの研究紹介参加者 43 名にアンケートを行い、その場で回収したものである。こちらの回答者の年齢層は学園祭ということも影響してか 10 代から 70 代までの幅広い年齢層からの回答を得ることができた。

次に 2016 年に行ったアンケートの概要について述べる。2012 年と同様に 2016 年 10 月 4 日に実施した「減災力を身につける」と題して行った市民大学において、地震、津波、洪水などの自然災害の特徴とソフト面での対策に関する内容を受講後に受講者 38 名にアンケートを行い、その場で回収したものである。回答者の年齢層は 74% が 60 代以上と 2012 年、2018 年と同様な傾向である。以上のアンケートに 3 で述べたアンケートの計 5 回のアンケートのうち、類似した設問を Table5 に示すようにピックアップし、比較検討を行った。

設問 1 では「発生すると思う」という回答が 2012 年は 80% であったが、2014 年は 55% に落ち込み、2018 年では 82% と増加に転じた。設問 2 では、「備えをしている」という回答は 2012 年では 73%、2014 年は 63%、2018 年は 66% であった。東日本大震災直後の 2012 年は災害に対する意識が高まり、震災 3 年後の 2014 年になると風化によって危機感が低下したと考えられる。2018 年には、広島・岡山豪雨や大阪府北部地震、北海道胆振東部地震など自然災害が多数発生し、再び災害に対する意識は高まったが、実際に災害に備える行動には移れていないと推察できる。設問 3 では、どのアンケートでも食料・飲料水の備蓄や、ラジオ・懐中電灯といった非常持ち出し品の準備をしていると答えた回答者が多かった。設問 4 では、「ハザードマップを見たことがある」と答えた回答者

が、2012年は35%、2014年は63%、2018年は53%であった。東日本大震災以降、ハザードマップの認知度は60%程度と一定の認知度はあるものの、市民講座を通して感じることは適切な理解・利用をしている市民は少ないことである。設問5では、どのアンケートにおいても80%近い参加者が「知らない」と答えた。逃げ地図の認知はほとんど進んでいないことが明らかとなり、ハザードマップ以外も防災に関するソフト対策があるということの周知が必要であると言える。

以上、アンケートの回答の経年変化から以下の二つをまとめとする。一つ目は人間の意識は風化するもので、いかに日常の中に防災を溶け込ませることができるかが大切である(暮らし防災の浸透)。二つ目は自然災害に対する避難行動において、一番重要なのは自分の身は自分で守るという自助であることを理解してもらうことである。いくら行政側(公助)がハザードマップなどの情報を発信しても、それを使うのは各個人であり、行政に頼った防災ではいけない。自助・共助・公助の在り方を改めて、考え直さなければならない(三助の再考)。

5. まとめ

いわき市における防災教育コンテンツを作成し、市民講座や小学校での出前授業などでコンテンツの実践に取り組み、アンケートを通じて、その評価を行った。今回作成した防災手帳、小学生向けの教材、逃げ地図の3つが一般市民の自助力向上の一助となり得るコンテンツであると評価できる結果であった。次に過去のアンケート結果と比較することで一般市民の防災・減災に関する意識変化について考察をした。大きな自然災害が発生すると災害に対する意識は高まるが、それに対する備えが進

むまでには至らないことが明らかとなった。また、行政が提供するハザードマップの認知度は高まっているが、市民側が理解・活用できていないことが明らかとなり、さらに逃げ地図となるとほとんど浸透していなかった。これは防災に対する姿勢がまだまだ受動的であることを示している。このことから、今後も引き続きコンテンツの実践を試みることで、一般市民の自助力をより高めていく必要があると考える。

付 録

本稿は高木迅哲、會川健朗、鳴島俊輔が執筆した平成30年度卒業研究論文を菊地卓郎が検討の上、加筆・修正したものである。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にアンケートのご協力をいただきました。ここに感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 皆川勝, 中村遼太, 高橋翔天: 極低頻度の災害に対する避難行動の社会心理学的な考察, 土木学会論文集F6(安全問題), 71巻2号, pp191-198, 2015.
- 2) 竹林和真: いわき市における津波防災コンテンツの作成, 福島高専平成29年度卒業研究論文, 2018.
- 3) 国土交通省: 平成23年度国土交通白書, 2011.
- 4) いわき市行政経営部危機管理室危機管理課: いわき市津波ハザードマップ(第2版), 2014年11月
- 5) 日建設計ボランティア部HP:
http://www.nikken.jp/ja/ideas/ideas_life_01.html, 2019年2月9日最終アクセス

舗装路面簡易評価システムへの 補修優先順位付け方法に関する研究

Study on a method of priority renovation road apply to a
road pavement condition assessment system

江本 久雄*・志賀 純貴**・吉武 俊章***

* 福島工業高等専門学校都市システム工学科

** 福島工業高等専門学校産業技術システム工学専攻社会環境システム工学コース

*** 三井共同建設コンサルタント株式会社山口営業所技術統括

Hisao Emoto, Atsuki Shiga and Toshiaki Yoshitake

* National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Civil and Environmental Engineering

** National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Industrial Technology and Systems
Engineering, Social and Environmental System Engineering Course

*** Technology Director Yamaguchi Sales office Mitsui Consultants Company

(2019年8月31日受理)

In recent years, deteriorated pavement are increasing due to heavy traffic and weight of vehicles. However, normal inspection methods are difficult to do through administrative reform and reduction of public project costs. Therefore, in the previous study, evaluation system of pavement road has been developed. We called “Ippo-Campo” system. This system can be inspected at a low cost, easily and efficiently using a commercially available high vision camera and GPS from motion sensor.

In this study, firstly the system analyze acceleration and GPS from motion sensor, it is proposed to extract to repaired area on asphalt road. Thus we discuss to method of the priority repaired area from the results. It is aimed to be convenience in addition to a function in this “Ippo-Campo” system.

Key words: road condition assessment, vehicle vibration, digital video, asphalt pavement

1. はじめに^{1), 2), 3), 4)}

わが国は、高度経済成長期やそれ以前に建設された年代の古い社会基盤構造物が多く、それらの更新・補修時期を同時に迎え、老朽化の進んだ社会基盤構造物に対する重要度を考慮した計画的な維持管理を行うことの重要性が高まってきている。特に道路は、人々の生活で利用される頻度が様々な構造物と比較して最も多く、近年の自動車増加・重量化を伴い路面損傷が進行し損傷箇所が増加の傾向にある。また、福島県を含める東北地方は、経年劣化に加え、東日本大震災の影響もあり、道路の劣化具合が他の地方と比較しても深刻な状況にある。そのため、道路管理者によるサービス水準の確保は最重要課題となっている。アスファルト舗装路面の従来の点検手法は、検査員・技術者による目視点検もしくは路面性状

測定車による点検がある。前者は、簡易的に測定ができ即時性に優れているが、検査員・技術者の技量に依存するため点検結果にばらつきが生じるというデメリットがある。後者は、定量的かつ高精度な点検が可能であるが、初期コストや運用コストが高額なことから継続的な点検が困難である。また、平成10年度以降の行政改革や公共事業費縮減により、行政・自治体は予算が削減され、従来の点検手法を用いることが厳しい状況になっている。特に、福島県の場合であると、路線延長は全国第3位の距離を有し、その舗装延長距離は38,966.9kmに達する。また、Fig 1に示すように県内舗装管理は市町村がほとんどを占めている。このような現況から、簡便な路面評価により補修の優先順位を決定する効率的な維持管理手法の検討が重要となっている。このような社会的

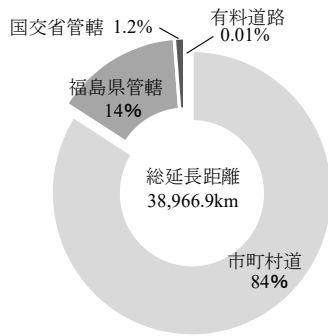


Fig 1 Proportion of extended distance in Fukushima Prefecture

背景により、合理的な点検手法やデータベースシステムの開発等について多くの研究がなされている。その中で、吉武らは一般車両やモーションセンサ、ハイビジョンカメラ等の比較的到低コストの機材を用いて路線を簡易的・効率的に点検・解析が可能な評価システム「一步感舗」を開発してきた⁵⁾。この「一步感舗」では、評価対象路線を点検・解析したのち路面評価結果をエクセルファイルに出力し、走行時刻一秒毎に赤（要補修）、黄（要注意）、緑（良好）の3色で判定・表示する。しかし、この表記では一秒単位の評価結果を出力するため、道路管理者が舗装の補修優先度を決定に用いる際に、利用のしにくい形式であることが分かった。そこで本研究は、評価データの移動平均を用いて、 n データ単位距離平均手法により要補修区間の集約をし、補修箇所の優先順位付けについて検討・考察することを目的とする。

2. 補修優先順位付けの考え方

福島県をはじめとする市町村の管理する道路延長というのは、Fig 1に示すように延長距離の大半を占めているが、個々の路線では延長距離が短いのが現状である。そのため、一度の道路点検で、同時に複数の路線を測定・点検しなくてはならない。しかし、1章で述べたように現在の日本では、行政改革に伴う公共事業費・職員数の削減から、道路の効率的な点検手法が必要となる。その点検の際に、多くある路線の測定データの中で、どの箇所を補修・修繕すべきか明確でないと、維持管理を行うことはもちろんのこと、無駄な事業費の消費となってしまう。そこで、多くある測定データに、優先順位付けを用いて、どの箇所を優先して補修・修繕するのか明確化すれば、道路管理者である市町村が事業費・職員数削減に対応でき、より効率的・定量的に舗装維持管理を行うことができるというのが、補修優先順位付けの考え方である。

3. 既存の路面評価手法

3.1 MCI^{6), 7), 8)}

MCI (Maintenance Control Index) は、1980年代に当時の建設省土木研究所がアスファルト舗装の維持管理において路面状況を定量的に評価し、道路管理者による補修箇所の要否判断を行う指標として開発し提唱した。これは、路面性状の主要指標であるわだち掘れ量、ひび割れ率、平坦性の三特性を組み合わせた10点満点で劣化程度を総合評価するものである。一般的には路面性状測定車を使用し、評価対象路線を走行し、三特性を測定しMCIを算出する。路面性状測定車の利用に関して、研究背景でも述べたように、初期費用や運用費が高額なため継続的な測定には不向きであるという欠点が存在する。

3.1.1 わだち掘れ量 (mm)

舗装路面におけるわだち掘れ量は、3m横断プロフィールメータを用いて測定を行う。舗装路面の摩耗、路盤の沈下、アスファルト混合物の流動等により、車輪の走行位置に発生するわだち掘れ量を測定する。算出方法は、道路管理機関等により基準が異なるが、通常は平均法とピーク法に大別される。平均法は、道路の端部を結んだ基準線からの下がり量のうち大きい方をわだち掘れ量とする方法である。ピーク法は、路面の最高点から最低点までの距離が長い方をわだち掘れ量とする方法である。

3.1.2 ひび割れ率 (%)

舗装路面のひび割れ具合は、アスファルト舗装とコンクリート舗装により算出方法が異なる。アスファルト舗装は対象面積に対するひび割れの面積比で算出するが、コンクリート舗装は長さ比で算出する。コンクリート舗装は版1枚を単位としてひび割れの形状や長さを記録するのに対し、アスファルト舗装は版のような区切りがないため、1車線ごとに記録をする。そのため、舗装の種類によるひび割れの算出方法が異なる。

本研究の対象となるアスファルト舗装の測定方法は、実測法とスケッチ法の二種類がある。近年はスケッチ法による測定が多く行われる傾向にあるため、スケッチ法について説明する。

スケッチ法は、センターライン側レーンマークの内側から路肩側レーンマークの内側まで、路面上に0.5mごとのます目を想定し、各ます目のひび割れ状況を1車線ごとに記録する方法である。ひび割れ率の算出式は、式(1)である。この式で用いるひび割れ面積は、ます目に対し

て、線状ひび割れが1本だけの場合0.15m²、線状ひび割れが2本以上の場合0.25m²、ポットホールや段差などに応急的な措置を施したパッチングの占める面積が0%以上25%未満の場合0m²、25%以上75%未満の場合0.125m²、75%以上の場合0.25m²の値を使用し、その合計値を用いる。

$$\text{ひび割れ率(\%)} = \frac{\text{ひび割れ面積(m}^2\text{)}}{\text{評価対象路線区間面積(m}^2\text{)}} \quad (1)$$

ここで、

$$\text{ひび割れ面積(m}^2\text{)} = \text{線状ひび割れ面(m}^2\text{)} + \text{面状ひび割れ面積(m}^2\text{)} + \text{パッチング面積(m}^2\text{)}$$

3.1.3 平坦性(mm)

舗装路面における平坦性は、3m縦断プロファイルメータを用いて測定を行う。道路の縦断方向の凹凸度合いを測定したデータを舗装路面と想定平坦性との高低差を1.5m間隔で読み取る。その結果を式(2)に用いて標準偏差を算出し平坦性の値とする。

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{n}}{n-1}} \quad (2)$$

ここで、

σ : 平坦性(mm) d : 測定値 (mm) n : データ数

3.1.4 算出式による路面状況の判定

3.1.1~3.1.3で算出された三特性をそれぞれ式(3)~(6)に代入し、算定結果の最低値を対象区間でのMCI値とする。

$$MCI_0 = 10 - 1.48C^{0.3} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2} \quad (3)$$

$$MCI_1 = 10 - 1.51C^{0.3} - 0.3D^{0.7} \quad (4)$$

$$MCI_2 = 10 - 2.23C^{0.3} \quad (5)$$

$$MCI_0 = 10 - 0.54D^{0.7} \quad (6)$$

ここで、

C : ひび割れ(%) D : わだち掘れ量(mm)

σ : 平坦性(mm)

また、MCIによる路面状況の補修要否判定はTable 1に示す。この表より、定量化した数値を基準値と比較し補修の有無を決定する。

基準値	補修の要否判定
5 < MCI値 ≤ 10	補修の必要性なし
3 < MCI値 ≤ 5	補修の必要性あり
0 < MCI値 ≤ 3	早急に補修の必要性あり

Table 1 decision index

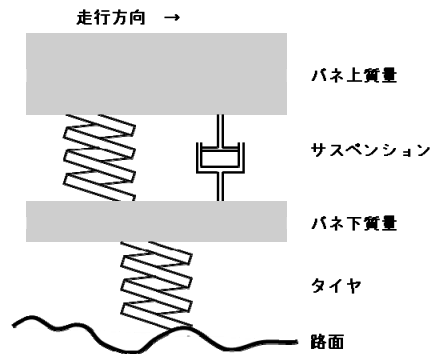


Fig 2 quarter car, QC

3.2 IRI⁹⁾

IRI (International Roughness Index) は、1980年代に世界銀行により提唱された自動車の乗り心地に影響を与える路面の平坦性を示す国際ラフネス指標であり、特に発展途上国における道路の路面状況を簡易的に測定するものである。これは、Fig 2に示すようなクォーターカー(quarter, QC)と呼ばれる仮想の一軸車輪モデルの運動によって求められる。IRIは、他のラフネスと比較して測定装置が異なってもおおよその共通の値が得られ、世界共通の指標であることから各国間での比較等に用いることができるという利点がある。

また、わが国では平成25年から国土交通省道路局の総点検実施要領(案)舗装編より、今後の路面の縦断凹凸評価にIRIを用いることとなり、高規格幹線道路等では活用されているが、地方自治体においてはまだ馴染みの薄い指標となっている。

4. 舗装路面簡易評価システム「一步感舗」の概要

4.1 システム概要

本システムの概要をFig 3に示す。Fig 3に示す左側の入力データから走行映像やセンサーデータなどを取得し、それらに関連付けさせ自動的に、Fig 3の右側に示す評価結果データを出力し、路面の良否判定を行うものである。

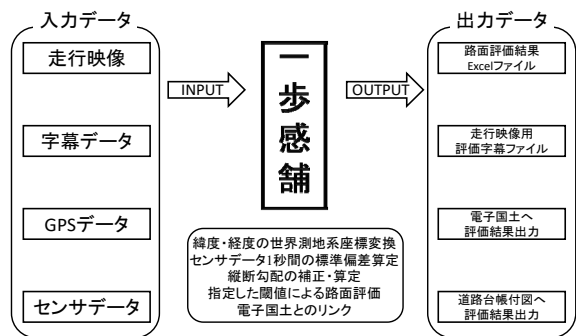


Fig 3 Outline of the process

JST	Latitude	Longitude	X座標	Y座標	地図	点間距離	累加距離	縦断勾配(%)	判定
2018/12/7 20:13:51	37.07114	140.8352	119321.3	89086.91	地図	0	0	-9.319077021	○
2018/12/7 20:13:52	37.07114	140.8352	119321.3	89086.87	地図	0.059777	0.059777	-9.324909422	○
2018/12/7 20:13:53	37.07114	140.8352	119321.2	89086.84	地図	0.048968	0.108745	-9.339014583	○
2018/12/7 20:13:54	37.07114	140.8352	119321.2	89086.82	地図	0.035804	0.144549	-9.241030739	△
2018/12/7 20:13:55	37.07114	140.8352	119321.2	89086.79	地図	0.037262	0.181811	-8.688552434	△
2018/12/7 20:13:56	37.07114	140.8352	119321.2	89086.32	地図	0.465614	0.647425	-7.926792055	×
2018/12/7 20:13:57	37.07115	140.8352	119321.8	89084.42	地図	1.973781	2.621206	-7.823506042	×
2018/12/7 20:13:58	37.07116	140.8351	119322.8	89081.04	地図	3.541181	6.162387	-7.861169125	×
2018/12/7 20:13:59	37.07117	140.8351	119324	89076.28	地図	4.895266	11.05765	-7.835079213	×
2018/12/7 20:14:00	37.07118	140.835	119325	89070.34	地図	6.031817	17.08947	-6.961637673	×
2018/12/7 20:14:01	37.07119	140.8349	119326	89062.99	地図	7.408528	24.498	-6.805670194	△
2018/12/7 20:14:02	37.0712	140.8348	119327	89054.34	地図	8.716929	33.21493	-6.115314908	×
2018/12/7 20:14:03	37.07121	140.8347	119328.1	89044.68	地図	9.71068	42.92561	-6.305286691	○
2018/12/7 20:14:04	37.07122	140.8346	119329.1	89034.13	地図	10.60372	53.52932	-6.133929171	×
2018/12/7 20:14:05	37.07123	140.8345	119330.2	89022.85	地図	11.3364	64.86572	-5.488668275	△
2018/12/7 20:14:06	37.07124	140.8343	119331.4	89010.75	地図	12.16097	77.02669	-5.837428765	△
2018/12/7 20:14:07	37.07126	140.8342	119332.9	88997.63	地図	13.20618	90.23287	-6.123392845	△
2018/12/7 20:14:08	37.07127	140.834	119334.2	88983.7	地図	13.98791	104.2208	-6.275324732	×
2018/12/7 20:14:09	37.07128	140.8339	119335.5	88969.11	地図	14.64408	118.8649	-6.286236733	△

Fig 4 Excerpt of the evaluation results

る。Fig 4に示す出力データの舗装路面評価結果Excelファイルは、路面を1秒単位で「良好」，「要注意」，「要補修」の三段階評価したものであり、走行映像に評価結果を字幕で表示させることが可能である。また、GPSデータによって得られる緯度・経度情報を世界測地系座標に変換することにより、道路台帳付図へ出力が可能であり、Web地図上へ評価結果を出力することができる。入力データの車内走行音は、周波数が20~20000Hzであるため、バンドパスフィルター（以下、BPF）を使用することにより、150~250Hzの周波数帯域の車内走行音標準偏差を出力させ、路面情報の関連付けに用いる。ただし本研究では、走行音による解析・処理を用いないため測定を行っていない。



Fig 5 Installation of equipment and materials

4.2 データ取得方法

ここでは、Fig 3に示すそれぞれの入力データの取得方法を述べる。本研究で用いるデータは、Fig 5に示す機材を車両に設置し取得する。機材の設置は、計測機器等の起動時間を含めると約20分程度で計測準備が可能である。また、設置した機材は運転席から容易に確認できるため、運転者のみでの測定が可能である。走行映像および字幕データは、市販のハイビジョンビデオカメラによる撮影で取得する。GPSデータおよびセンサデータは、XSENS製の加速度・角速度計機能を両有する3次元モーションセンサ（以下、モーションセンサ）とGPSアンテナによって得られるデータを測定用PCで記録する。



Fig 6 measurement coordinates of the motion sensor

ここで、モーションセンサの測定座標をFig 6に示す。以上の取得したデータは、走行映像を撮影したビデオカメラに搭載されているGPSセンサによる時刻と、モーションセンサに附属するGPSアンテナによる時刻により同期を行う。

4.3 データ処理方法

本システムの路面性状を評価するための処理手順をFig 7に示す。また評価結果では、GPS+IMU (Inertial Measurement Unit) センサ (位置データ+モーションセンサデータ) と動画データ (動画ファイル (拡張子: m2ts) +字幕ファイル (拡張子: srt)) の2つのデータの組み合わせにより評価をする。

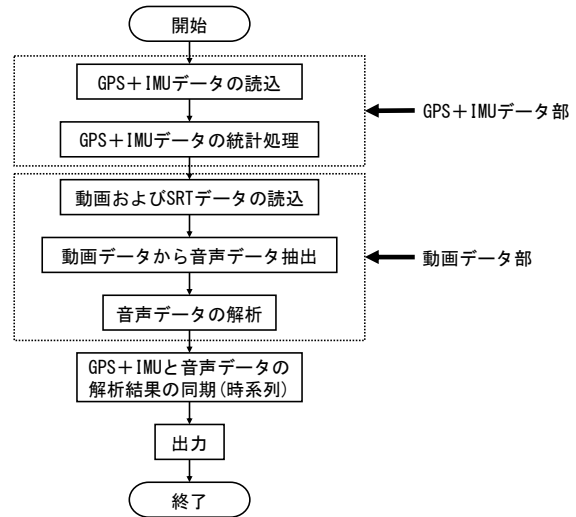


Fig 7 procedure

5. 補修箇所の優先順位付け方法について

5.1 概要

本システムの評価結果は、Fig 4のように赤 (要補修), 黄 (要注意), 緑 (良好) と評価結果を表示している。しかし、道路管理者にとって、どこの舗装を優先して補修・修繕すべきか明確ではないため利用しにくいことが分かった。また、市町村などの管理する路線延長距離は長い、一つ一つ路線自体は短いため、一度で複数路線を点検しなくてはならない。そのために、測定・点検データを効率的に評価し、舗装路面の補修・修繕を行わなければならない。そこで、「一歩感舗」により出力される路面評価結果エクセルファイルの値を用いて補修の優先順位を選定する手法を検討した。

5.2 nデータ単位距離平均手法について

この手法は、「一歩感舗」で解析した路面評価結果エクセルファイル内の移動平均を用いて単位距離による舗装補修区間の集約・優先順位付けをするものであり、その概要をFig 8に示す。これは区間ごとの通常の方法と違い、区間前後の繋がりを伴う平均手法であるため、より詳細な値が望めるものである。また、nデータ単位距離平均の求め方は、(7)式に示す。

$$n \text{ データ単位距離平均} = \frac{\sum_{i=t-n+1}^t d_i \times z_i}{\sum_{i=t-n+1}^t d_i} \quad \text{ただし } t \geq n \quad (7)$$

ここで、

d : 単位距離(m) t : 単位時間(t) n : データ数

(7)式は、時刻tにおけるn個のデータの単位距離平均を

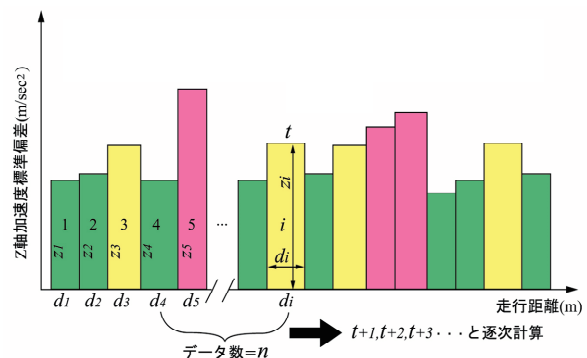


Fig 8 unit distance averaging technique

表す。これは、一般的な舗装工事に最低施工延長が100m ~150m程度であることから、複数のデータの単位距離平均を行い要補修区間の集約をすることを目的としている。nは施工延長を考慮すれば5から10データの平均値が想定される。

5.3 手法の処理手順

nデータ単位距離平均手法の計算処理の流れを以下にまとめる。計算に用いる値は、路面評価結果エクセルファイルの点間距離、累積距離、Z軸加速度標準偏差の三種類である。

1. 点間距離とZ軸加速度標準偏差を積算することにより、Fig 8で示す単位距離当たりの面積を算出する。
2. 任意のデータ数ごとの点間距離を合計し、累積距離を算出する。
3. 1で算出した値を任意のデータ数で合計をし、その合計値を2で算出した値で除す。
4. x軸に路面評価結果エクセルファイルの累積距離、y軸に3で求めた値で縦棒グラフにプロットする。

5.4 例題

ここでは、例題として具体的な数値を用いて、nデータ単位距離平均手法の有用性を確認する。

仮定1：実際の車輛は路面点検を行う際、法定速度内の概ね50～60kmで走行する。それを1秒当たりの速さ（秒速）に換算すると約13.9～16.7m/sとなる。そこで例題では、秒速15m（時速54km）の一定速度で1分間走行したと仮定して計算を行う。

仮定2：Z軸加速度標準偏差を1～10までの整数を用い、1～4は「良好」、5～7は「注意」、8～10は「要補修」と実際のMCI値の三段階評価同様に三区分とした。そして、乱数関数「RANDBETWEEN」により60個の数値をランダムに生成する。

以上の仮定の下で単位距離平均を行った結果をFig 9に示す。グラフ中の赤横線は「注意」を示す5の値を示しており、補修・修繕を決定する際の閾値である。Fig 9の(a)元データ（オリジナルデータ）の場合、閾値を超える値が多く存在し、どの箇所を優先して補修・修繕を行うべきが明確ではない。だが、Fig 9(b)のように5データごとの平均計算を行うと閾値を超える値がまとまりとなり集約できる。さらに、Fig 9(c)のように平均数を増やし10データごとの平均計算を行うと大きく2つのまとまりに集約され、補修・修繕区間が明確化できた。また、Fig 9(c)の2つのまとまりを比較すると、①の集約されたZ軸加速度標準偏差の最大値が6.6に対し、②は最大値が6.1なため、①付近の区間を優先して補修・修繕すべきであるという順位付けをすることが可能となる。

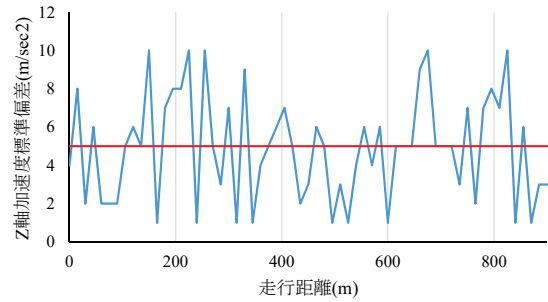
6. 実証実験とその結果

6.1 国道49号での実験概要

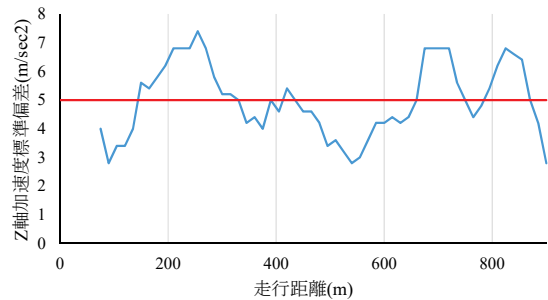
本研究の実証実験での検証路線は、国道49号線の約6.6kmのA点からB点の区間（三和方面（下り車線））を概ね時速50～60kmで走行してデータを測定した。

6.2 実験結果

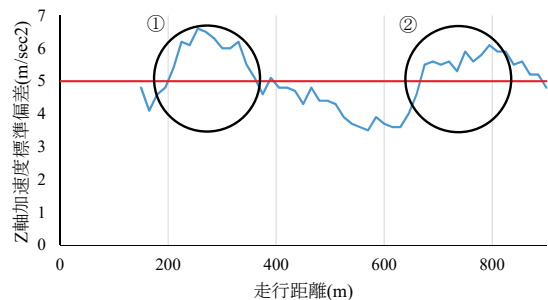
5.1の条件で検証路線を点検・解析し、前章で述べたnデータ単位距離平均によりデータをまとめた結果をFig 10に示す。また結果は、元データ（Fig 10(a））、5データ（Fig 10(b)）、10データ（Fig 10(c)）、15データ（Fig 10(d)）ごとに平均計算を行った。その結果より、平均するデータ数が多くなるにつれて閾値を超えるままと



(a) original data



(b) 5data average



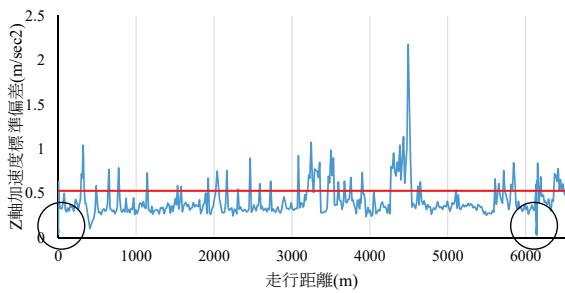
(c) 10data average

Fig 9 example

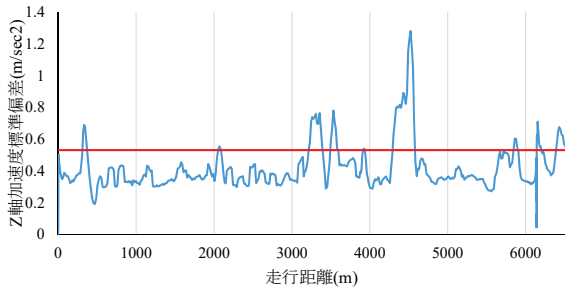
りができた。本検証での閾値は、既往研究よりMCI値の評価「要補修」の区分に相当する0.53の値を用い、Fig 10の赤線を示す。また、Fig 10(a)に示す黒丸の箇所は、車両が停止したために値が取れず、値が低く測定された。

6.3 考察

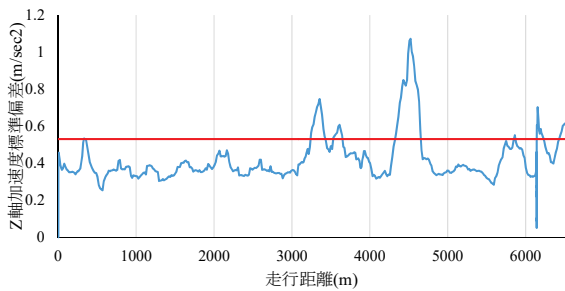
Fig 10より、元データは赤線の閾値を超える値が多く存在し、4.1で述べたように道路管理者にとって優先度の分かりにくい出力形式であることが再確認できた。また、5、10データと平均する値の数を増やすにつれ補修箇所が集約され閾値を超えるまとまりでの優先順位付けを行うことが可能となった。しかし、15データの平均は約200mと施工延長を超えたため、本検証での有用性は低いものだと考えられる。だが、制限速度の遅い路線では有用性があると考えられる。理由は、速度が遅いとデー



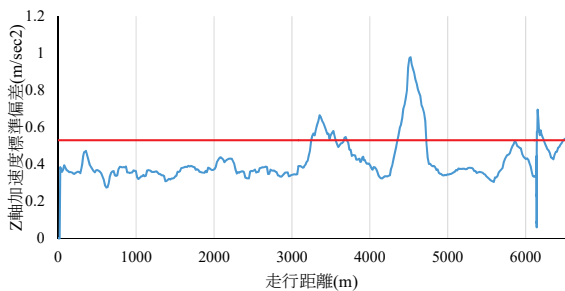
(a) original data



(b) 5data average



(c) 10data average



(d) 15data average

Fig 10 measurement result

タ数が増え、1秒ごとの評価結果も同時に増加するため、値を多くまとめる優先順位手法は有用だと考えたからである。また、検討するデータ数に関しては道路管理者の補修方針によって決定するため、実際の道路管理者による検証も必要である。

7 結論

7.1 まとめ

第1節では、現在のわが国及び福島県内の道路の現状と課題、またそれに対する既往研究を把握し本研究の目的・経緯を述べた。第2章では、市町村での道路維持管理の現状を元に補修優先順位付けの有用性や利便性についてまとめた。第3章では、路面性状評価として実用化されているMCIやIRIの手法概要についてまとめた。第4章では、既往研究の「一步感舗」の概要及び操作・処理方法をまとめた。第5章では、「一步感舗」で計測・解析を行ったデータを優先順位付けにどのように用いるのか、例題を用いまとめた。第6章では、手法を用いた実験概要、結果及び考察についてまとめた。

7.2 今後の展望

今後の課題として挙げられることは大きく分けて二つある。一つは、測定データを本システムで解析した際に得られるZ軸加速度標準偏差の値で、補修の有無を決定するときの閾値の設定である。今回用いた閾値は既往研究によるものであり、異なる車輛での信号値のキャリブレーションや福島県内の道路状況に応じた閾値を選定する必要がある。二つ目は、出力形式である。本研究では手動で解析結果をまとめ、それにより作成したグラフから補修の優先順位を付けることができたが、具体的な補修範囲等が明確ではないため、単位距離平均手法によるグラフ作成や具体的な補修範囲の出力を自動化することで必要である。それにより、解析結果の客観性を有することができ、道路管理者による補修の効率化を図ることができるため、これからさらなる研究を進めることが望まれる。

謝 辞

国土交通省磐城国道事務所から国道6号、49号のMCIデータの提供をいただき感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 舗装の現状と課題—福島県, 2019年8月30日
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/41035c/hosou1.html>
- 2) 福島県の道路の現状—福島県, 2019年8月30日
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/41035c/genjou.html>
- 3) 今後の道路管理のサイクルー—福島県, 2019年8月30日
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/41035c/cycle.html>
- 4) 【舗装】計画的・効率的な管理計画の策定—福島県,

2019年8月30日

<https://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/41035c/hosou2.html>

- 5) 中野徹也, 吉武俊章, 宮本文穂: 舗装路面簡易評価システムの路面損傷検出精度の向上に関する研究, 土木学会論文集F3(土木情報学), Vol.70, No.2, pp.272-273, 2014
- 6) 吉武俊章: 走行映像と車内走行音および車両振動を用いた道路状況把握支援システムの開発と実用性検証に関する研究, 山口大学博士論文, pp.1-140, 2013.3
- 7) 北林義隆, 小林優太: 道路ストック点検における路面性状調査事例, pp.16-18
<http://www.kai-koei.co.jp/archive/notekoei/22-06.pdf>
- 8) 舗装調査・試験法便覧〔第1分冊〕第I章総説編 第II章調査編, 日本道路協会, pp.157-165, 2007.6
- 9) 舗装工学ライブラリー7 舗装工学の基礎, 土木学会, pp.233-237, 2012.3

GAを用いた逆解析による構造物の損傷同定に関する基礎的研究

A study of damage detection of civil infrastructure using inverse analysis by GAs

江本 久雄*・吉田 翔太**

*福島工業高等専門学校都市システム工学科

**福島工業高等専門学校産業技術システム工学専攻社会環境システム工学コース

Hisao Emoto *, Shota Yoshida **

* National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Civil and Environmental Engineering

**National Institute of Technology, Fukushima College, Industrial Technology System Engineering Specialty

(2019年8月30日受理)

In this study, we tried to identify damage by inverse analysis using GA as a method to identify the damaged position and extent of the bridge. In this method, a bridge model damaged in advance is analyzed as a structural analysis. Inverse analysis is performed by changing the elastic modulus variable using GA so as to match the displacement of the result of the forward analysis. As a result, parameters can be estimated as an optimization problem that minimizes the error from the calculated mutation, and the damage position and extent of the bridge model can be identified.

Key words: GA, inverse analysis, optimization problem, damage identification method, elastic modulus

1. はじめに

社会基盤構造物は、豊かで持続可能な社会を築いていくために重要な要素の一つである。このような社会基盤構造物が崩壊し、通行止めの状態となることで本来の性能を有することができなくなる。物流といった経済活動への影響や予期せず橋梁が崩落することで多くの人命が失われる可能性が高まる。構造物の設計には、構造物の要求性能を満たすように設計されているが経年劣化や災害を受けての崩壊により要求性能を満たさなくなることが生じる。つまり、構造物の維持管理を行うことが重要である。

わが国の現状として橋梁を例にとると、全国73万橋のうち建設後50年を経過する橋梁の割合は20%、10年後には50%に増加することが予想される。これは、高度経済成長期に大量に建設されたことが要因とされ、今後の更新時期を迎える橋梁の増加傾向を加味すると橋梁の維持管理が急務となっている。国土交通省は、笹子トンネル天井板落下事故より構造物の点検基準や健全度診断の見直しを実施した。橋梁の点検作業は、「橋梁定期点検要領」に準ずると、5年に1度の近接目視点検が義務とされている。しかし、市町村における橋梁保全業務に携わる土木技術者の少子高齢化により、橋梁に対して点検技術者が不足しているという状況が問題となっている。

また、近接目視点検は点検技術者の技量により差異を生じてしまい定量的な判断ができないという問題がある。

これまで、構造物の変位や応力などを求めるには構造力学に基づき求めていた。しかし、わが国における構造物は許容応力度設計に準拠して設計しているため、設計後の構造物にどの程度の変位や応力が生じているか情報を得ることが難しいとされていたが、ヘルスマonitoringの技術の進歩により構造物の現状のデータを取得することが容易となってきている。しかし、これらのデータは有効に活用されていない。

このような背景から、わが国での維持管理の重要性は高まっているが維持管理の対象となる構造物の増加傾向や点検技術者の不足している問題を抱えており、維持管理を効率的に行うことが課題となっている。

2. 研究目的

本研究は、構造物の健全度を定量的に評価するために最適手法による損傷同定法を提案したものである。

現状の点検手法の基本となっている近接目視点検は、点検技術者の技量により健全度の評価に差異が生じるため客観的かつ定量的に評価することが困難である。そこで、モニタリング技術の進歩により構造物の変位や応力といったデータが容易に取得可能となっているため、

これらのデータを有効に活用し、健全度を客観的かつ定量的に評価する方法について検討する。つまり、最適化手法を適用し、得られた解の妥当性やアルゴリズムの探索性能や適応性を検討する。

3. 最適化手法

3.1 最適化手法の概要

最適化手法とは、発見的知識による最適化アルゴリズムの枠組みであり、数学的には証明できない、つまり、発見的であるが経験的に解の探索に有効である知識を統合した枠組みのことである。この枠組みが誕生した背景としては、コンピュータパワーを有効に利用し、数理的な最適化手法では解きにくい大規模化・複雑化する実システムに対して実用上十分な最適性を有する解を求める近似解法への要求の高まりがある。その中でも、メタヒューリスティクスと呼ばれるものは、自然界の物理現象、生物の進化過程、免疫機構や社会性などを基にして工学的にモデル化されている。代表的な最適化手法としては、物理現象からヒントを得たシミュレーテッド・アニーリング (Simulated Annealing)、進化論的計算手法と呼ばれる生物の進化過程を応用した遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms、以下GA)、社会性を利用したParticle Swarm Optimization (以下PSO) などがある。

3.2 遺伝的アルゴリズム

GAは²⁾、適用範囲の非常に広い、生物の進化を模倣した学習的アルゴリズムである。すなわち、何万年も何億年もかけて生物が進化してきたような遺伝的な法則を工学的にモデル化し、また参考にして工学的に役立つような学習方法を与えるものである。したがって、このような考え方に基づくアルゴリズムはすべてGAと考えられる。

基本的なGAは、自然界における生物過程において、ある世代を形成している個体群の中で適合度の高い個体が高い確率で次世代へ保存される仕組みとなっている。そして、生殖活動による淘汰や交叉、突然変異といった遺伝子操作が行われることで解の探索範囲が広がるとともに個体群の多様性を維持する。

このようにGAにおける遺伝子操作は、解の探索空間を広げ個体群の多様性をバランスよく実現することが重要となり最適化手法の性能に大きく関わる。Fig. 1にGAの処理手順を示し、以下にGAの詳細を述べる。

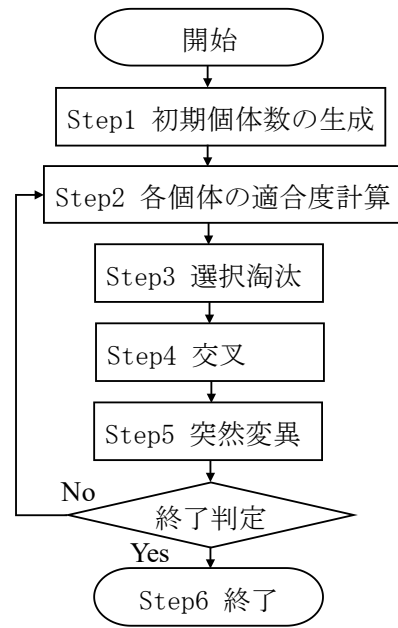


Fig. 1 Flowchart of a GA

[Step1 初期集団の生成]

一般的に、一様乱数を用いて初期個体群を発生させる。また、最適化問題の制約条件などにより存在しない遺伝子、つまり致死遺伝子である場合は、制約を満たすまでランダムに遺伝子を発生させる。

[Step2 各個体の適合度計算]

ここでは、遺伝子型を表現型にデコーディングし、目的関数の計算を行う。最適化問題によっては、スケールリング技法を施して適合度に変換する。

[Step3 選択・淘汰]

選択・淘汰では、各個体の適合度に基づいて次世代に保存する個体を選択する。一般的に適合度の高い個体を選択される確率が高く、適合度の低い個体が淘汰される確率が高い。

本研究では、ルーレット選択を用いた。ルーレット選択とは、個体群の中の各個体の適合度とその合計を求めて、適合度の総計に対する各個体の割合を選択確率として選択する方法である。これは、適合度の高い個体が次世代に保存される選択される確率が高いものの、適合度の低い個体も次世代に保存される可能性が残されており多様性を維持することができる。

[Step4 交叉]

交叉では、選択された個体間での染色体の組み替えによって新しい個体を生成する。個体群の中から任意の2つの親個体を選択して、2つの子個体を生成する。交叉方法としては、交差点を発生させることでその点に対する親個体間の染色体を組み替える一点交叉、二点交叉、多点交叉やマスク遺伝子を生成する一様交叉などがある。

本研究では、一様交叉を用いた。この処理により、親個体の形質を継承した子個体が生成される。さらに、個体群に多様性をもたらす、探索空間の現在の探索点とは少し異なる探索点を生成することとなる。

[Step5 突然変異]

突然変異では、染色体上のある遺伝子の値を対立遺伝子に変異させる。例えば、二進数であらわされる遺伝子では、ある遺伝子が0のとき1に、ある遺伝子が1のとき0に変異する。そのため、交叉だけでは生成できない個体を生成することができ、個体群の多様性を維持し、探索範囲を広げる効果がある。

[Step6 終了判定]

終了判定では、以下のいずれかの条件を満たすときに終了する。

- ・ある個体の最大適合度が設定した閾値をこえる、
- ・個体群の平均適合度が設定した閾値を超える、
- ・世代数が予め設定していた回数に達する、

4. 逆解析

4.1 逆解析の概要

逆問題とは、何がわからないときに観測値を用いて未知である量を求めることをいう。逆問題の対義語は、順問題といわれ、ある現象を説明するために対象となる場を支配する微分方程式から境界条件や初期条件のもとで解を求めることである。しかしながら、順問題の境界条件や初期条件が不明な場合が多い。そのため、観測値を用いてこれらの値を同定しながら解析を行う手段がとられている。これが、逆問題を解析することから逆解析と呼ばれている。

本研究における逆解析はFig. 2に示すように順解析の応答値に対応する実構造物の観測値を用いて順解析に用いる入力データのパラメータを調整する方法である。この方法により逆解析を行うことで高精度の同定が

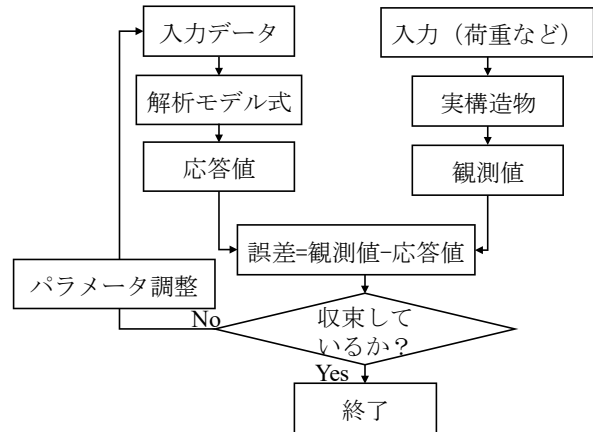


Fig. 2 Flowchart of an inverse analysis

可能となる。ただし、得られた解が有効であるための必要条件としては、「解析モデル式（支配方程式）が妥当である」、「未知数の数が連立方程式の数以下である」、「同定誤差が一定の確率分布に従う」、「解析期間中にシステムの大きな変動がない」が挙げられる。

4.2 目的関数

逆解析では、次式のような目的関数が設定させこの目的関数を最小化する手法として最適化手法が用いられる。

$$\text{目的関数} = \sum (\text{観測値} - \text{応答値})^2 \quad (1)$$

従来から用いられている数理的な最適化手法として、制約条件がない場合は再急降下法や準ニュートン法などが用いられ、制約条件がある場合はラグランジュの乗数法や逐次2次計画法などが用いられる。しかしながら、これらの手法では、同定精度、収束性や適応性などが問題となることから最適化手法による逆解析を試みる。また、式(1)のように観測値と応答値の誤差を最小化する方法を直接定式化法といい、その定義は、「未知のパラメータを仮定して順解析を行い、その観測値と応答値による結果の差を小さくするように繰り返し未知パラメータを修正する」ことである。これは、「未知パラメータを支配方程式に組み込み、未知パラメータに関する連立方程式を構成し、それを解く」と定義する。

5. 損傷同定への応用

5.1 開発環境

本研究で提案する損傷同定法の開発環境は、Microsoft社のソフトウェア開発ツールVisual Studioである。これ

は、総合開発環境 (IDE) であり開発に必要であるものが十分に詰め込まれているツールである。このツールは一つの画面で開発を進められるために効率よく生産性が高い、多くの拡張機能が備わっているため拡張性が高いなどの特徴を持つ。

そこで、本研究では、Microsoft社が開発しているプログラミング言語のC#を用いた。これは、WindowsだけでなくMacOS、iOS、Androidのアプリケーションの開発がこの言語だけで可能である。

5.2 GAを用いた損傷同定法

本研究で提案する損傷同定法は、構造解析であるマトリックス変位法と最適化手法であるGAを組み合わせた逆解析手法である。

損傷同定としては、解析モデルから得られた値を観測値、予め損傷させた解析モデルから得られた値を応答値とする。これらは、マトリックス変位法による解析結果を用いた。この観測値と応答値の残差二乗和である目的関数を最小化することで損傷を同定する。そのため、損傷同定を最適化問題とみなすことができるため、GAを活用し残差二乗和を最小化する問題とする。

解析結果を得るためには、損傷条件のヤング係数や断面積をテキストファイルへと入力する。このファイルを入力データとしてマトリックス変位法を行う。

Fig. 3にGAとマトリックス変位法による同定処理手順を示す。

6. 問題設定とその検証

6.1 問題設定

本研究では、Fig. 4に示す6節点10部材からなるトラス構造に対して、提案したアルゴリズムを適用し本手法の妥当性を検証する。問題としてはTable 1に示すようにCase1として部材2の弾性係数を、Case2として部材番号2,3の弾性係数をそれぞれ10%低下させたモデルを作成し、逆解析を行い、弾性係数を低下させた部材と低下率の同定を行った。

6.2 GAの処理

本研究で検証する問題に対しての遺伝子操作は次のようになる。

コーディング方法としてはFig. 5に示すように遺伝子長を20bitとし各部材を2bitで弾性係数の低下率を0と1の二進数で表した。各部材の弾性係数の低下率をTable 2のように0%から30%の4通りで表した。

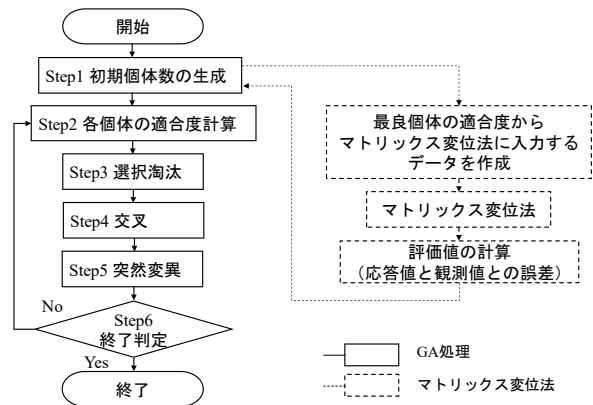


Fig. 3 Flowchart of a damage identification method

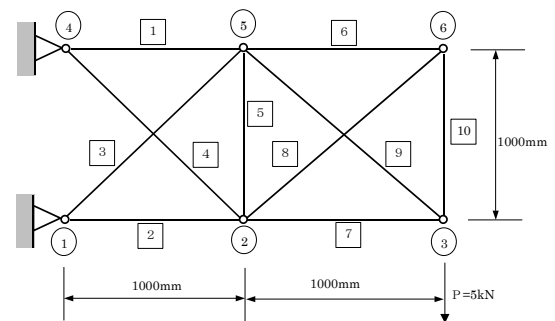


Fig. 4 10-member truss structure model

Table 1 Parameter of elastic modulus for the numerical analysis

Case1		Case2	
member	elastic modulus	member	elastic modulus
1,3-10	210	1,4-10	210
2	189 (10%down)	2,3	189 (10%down)

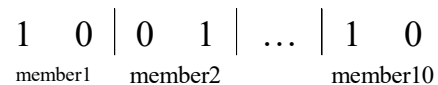


Fig. 5 Genetic type

Table 2 Genotype representation

GTYPE	PTYPE
0 0	0%
0 1	10%
1 0	20%
1 1	30%

6.3 結果及び考察

予め損傷させた解析モデルを実構造物として損傷している部材の弾性係数の低下率の同定を行った。精度は、100試行回数行い同定数を求め、それらを平均することで評価した。まずは、一般的に使われている交叉率と突然変異の組み合わせを志向するため、それぞれを0.01、0.03、0.05、0.07、0.10とし、これらすべての組み合わせをCase1でシミュレーションした。

Table 3-7、Fig. 6-10に示すように同定する精度が低いことがわかる。しかし、交叉率の値を大きくすることで同定する精度が高くなっていることわかったため、交叉率を0.50、1.00へと突然変異率を変化させ同定を行った。突然変異率は0.3程度、交叉率は1.00で比較的高い精度で同定できた。これは、突然変異率は一般的な値を用いているが、交叉率は一般的に高い値を用いている。この結果を踏まえ交叉率を0.5、1.0と値を大きくし突然変異も0.1-1.00と0.1刻みで値を大きくし、再度、Case1と2の同定を試みた。Case1の結果をTable 10と11、Fig. 13と14に示し、Case2の結果をTable 12と13、Fig. 15と16に示す。Case1では交叉率0.3、突然変異率0.2のときに、Case2では交叉率0.5、突然変異率0.5のときに最も精度が高く同定できた。また、精度を平均的にみると、交叉率が1.0のときに同定する精度が高いことがわかる。

これらの結果より、GAを用いた本研究で提案する損傷同定法は交叉率や突然変異率の値により同定の精度が異なり、最適な交叉率と突然変異率が存在することがわかる。これは、GAが確率的手法であるため交叉率を高く取り広域的に解空間を探索することで同定できる精度が高いと考えられる。しかし、交叉率と突然変異率ともに高い値を取り解空間を探索すると遺伝子操作が頻繁になされ十分に探索をおこなえず同定する精度が低くなってしまふ。これは、コーディングが1要素4通りの弾性係数の低下率と遺伝子長が10bitと組み合わせが少ないため乱数による依存が生じていると考えられる。

今後の展望としては、損傷同定の精度を向上させるため次のようなことが必要であると考え。まずGAの処理として、選択・淘汰や交叉、突然変異の方法の比較・検討、遺伝子長を長くし弾性係数の低下率を多く設定する必要がある。次に問題設定として、損傷している部材を多くする。そして提案する損傷同定法の実用化に向けて、モニタリングで得られたデータを用いて同定する、モデルを作成することで同定を行うなどが挙げられる。

Table 3 Identification rate when mutation rate is 0.01

Mut.	0.01				
Cro.	0.01	0.03	0.05	0.07	0.10
Ide.	15	15	20	20	26

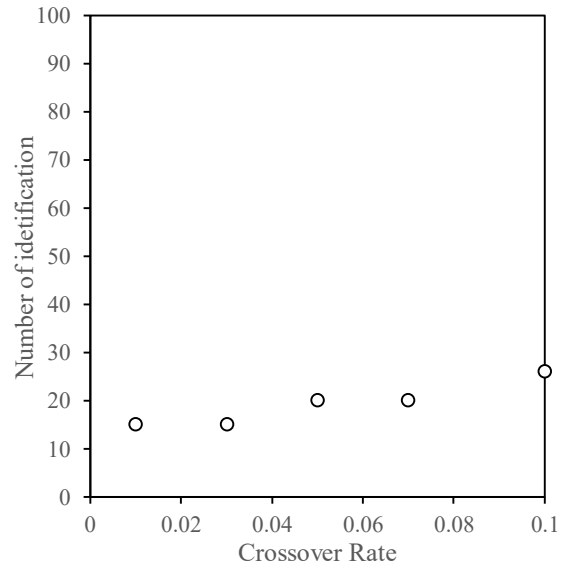


Fig. 6 Variation in accuracy when mutation rate is 0.01

Table 4 Identification rate when mutation rate is 0.03

Mut.	0.03				
Cro.	0.01	0.03	0.05	0.07	0.10
Ide.	24	25	26	23	28

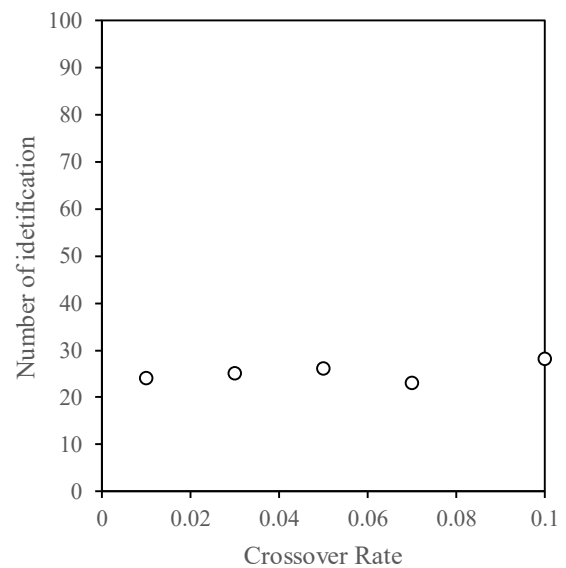


Fig. 7 Variation in accuracy when mutation rate is 0.03

Table 7 Identification rate when mutation rate is 0.10

Mut.	0.10				
Cro.	0.01	0.03	0.05	0.07	0.10
Ide.	40	38	47	48	39

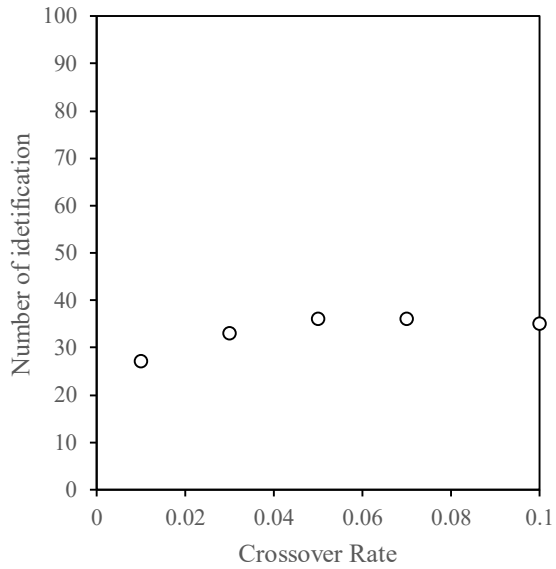


Fig. 8 Variation in accuracy when mutation rate is 0.05

Table 5 Identification rate when mutation rate is 0.05

Mut.	0.05				
Cro.	0.01	0.03	0.05	0.07	0.10
Ide.	27	33	36	36	35

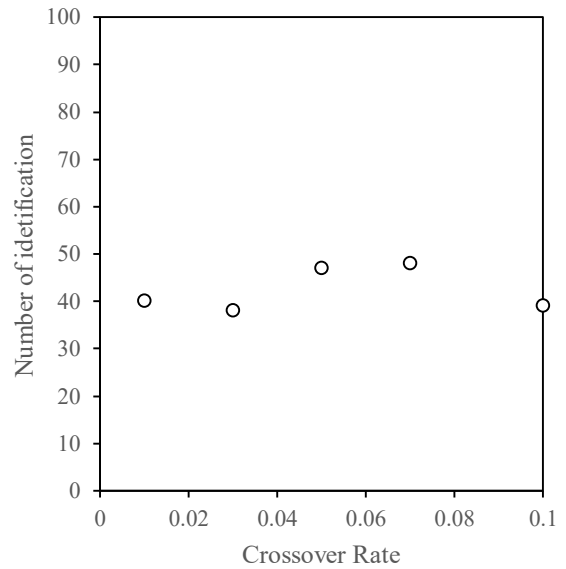


Fig. 10 Variation in accuracy when mutation rate is 0.10

Table 6 Identification rate when mutation rate is 0.07

Mut.	0.07				
Cro.	0.01	0.03	0.05	0.07	0.10
Ide.	35	32	39	46	36

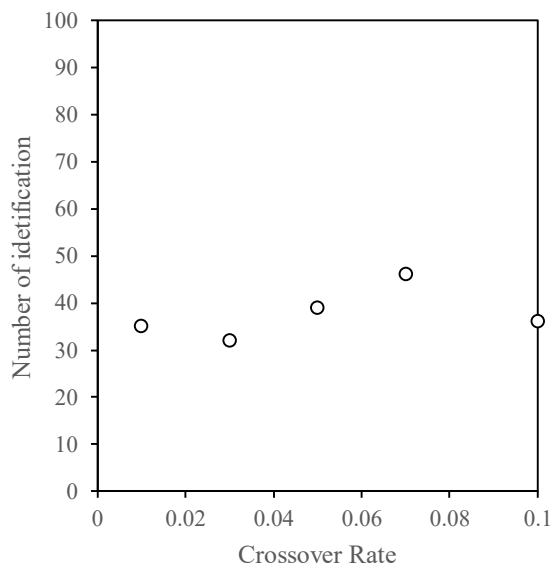


Fig. 9 Variation in accuracy when mutation rate is 0.07

Table 8 Identification rate when crossover rate is 0.5

Cro.	0.5				
Mut.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
Ide.	55	61	77	74	76

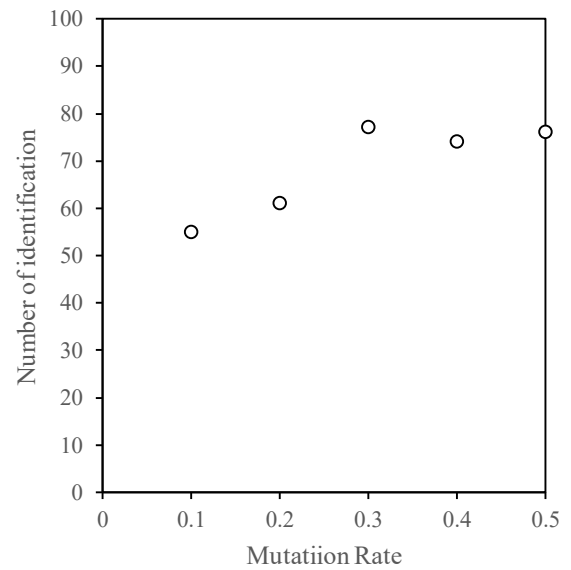


Fig. 11 Variation in accuracy when crossover rate is 0.5

Table 9 Identification rate when crossover rate is 1.0

Cro.	1.0				
Mut.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
Ide.	60	83	70	77	76

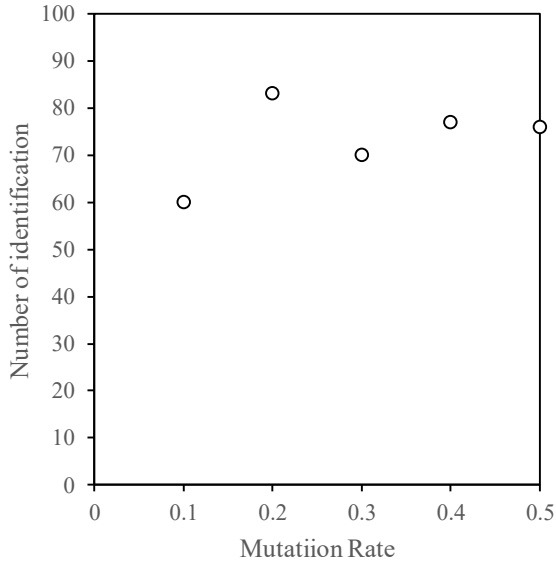


Fig. 12 Variation in accuracy when crossover rate is 1.0

Table 11 Result of case1(2)

Cro.	1.0									
Mut.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
Ide.	60	83	70	77	76	79	80	67	71	51

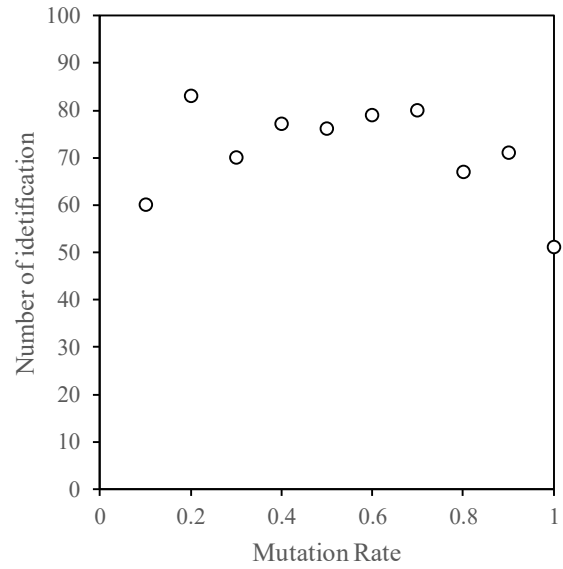


Fig. 14 Variation in accuracy of case1(2)

Table 10 Result of case1(1)

Cro.	0.5									
Mut.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
Ide.	53	61	75	78	81	79	77	78	55	35

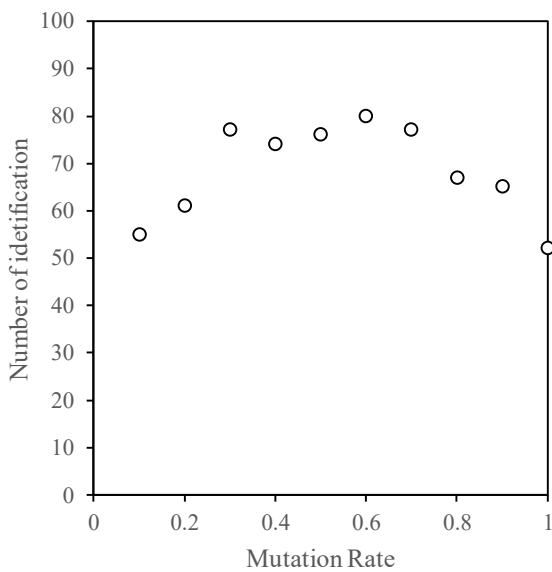


Fig. 13 Variation in accuracy of case1(1)

Table 12 Result of case2(1)

Cro.	0.5									
Mut.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
Ide.	53	61	75	78	81	79	77	78	55	35

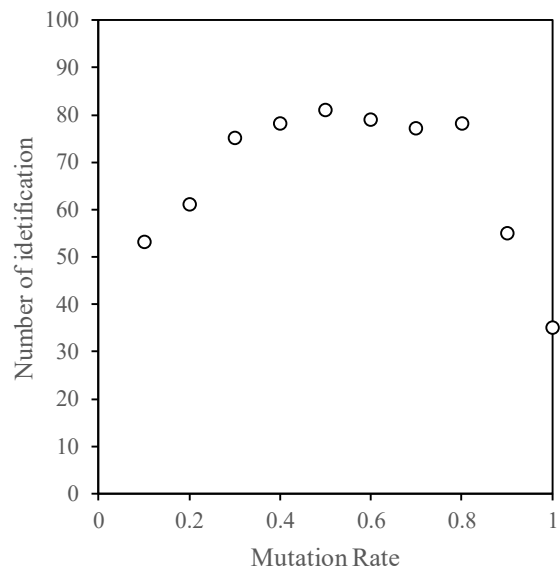


Fig. 15 Variation in accuracy of case2(1)

Table 13 Result of case2(2)

Cro.	1.0									
Mut.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
Idc.	71	73	77	79	73	77	80	70	69	59

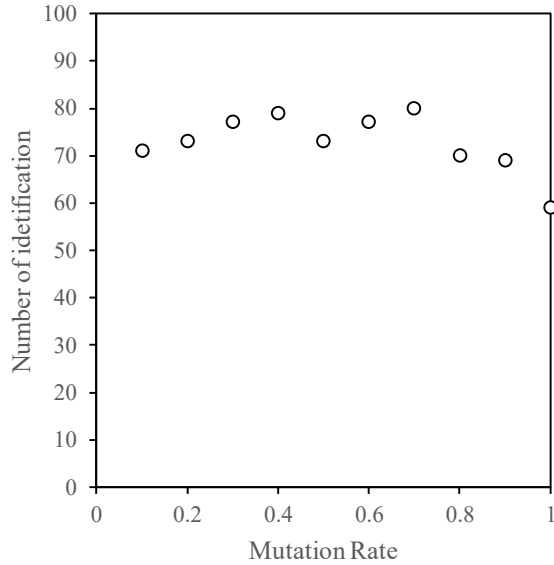


Fig. 16 Variation in accuracy of case2(2)

7. まとめ

本研究は、GAとマトリックス変位法を組み合わせ、橋梁の損傷程度や位置を同定する手法を提案したものである。本研究で得られた成果を以下にまとめる。

- (1) GAを用いてマトリックス変位法により得られた観測値と応答値の残差二乗和を最小とするアルゴリズムを提案した。
- (2) トラス構造に対して損傷位置及び程度の同定を行い、提案したアルゴリズムの妥当性を検討した。
- (3) 6節点10部材のトラス構造に対して断面欠損を同定する問題に適用した結果、適切な交叉率と突然変異

率を用いることで8割を超える比較的高い精度で同定できることがわかった。

参考文献

- 1) 江本久雄:メタヒューリスティクスによる最適設計と逆解析の構造工学への適用に関する研究,山口大学学位論文,2006
- 2) 伊庭斉志:遺伝的アルゴリズム,株式会社 医学出版,2002
- 3) 中村秀明、江本久雄、別府万寿博、宮本文穂:Particle Swarm Optimizationを用いたRCはりの損傷同定に関する基礎的研究,コンクリート工学年次論文集,Vol.28,No.1,2006
- 4) 田中英哲、宮本文穂、江本久雄、矢部明人:中小橋梁を対象としたバスモニタリングシステムの長期実証実験と損傷検知,土木学会論文集F3(土木情報学)、Vol. 70, No. 2,I_193-I_206,204,2014
- 5) 小幡卓司、植田康平、宮森保紀、林川俊郎、佐藤浩一:鋼橋の損傷同定における音響モニタリングの適用に関する基礎的研究,応用力学論文集,Vol. 5, pp.827-836,2002
- 6) 吉田郁政、我妻克明、天野由華、金哲佑、川谷充郎:損傷度推定のための逆問題の非適切性と正則化,応用力学論文集,Vol.10,2007
- 7) 宮本文穂、森川英典、山本昌孝:既存コンクリート橋の損傷に対応する動的挙動の感度特性と損傷評価への適用,土木学会論文集, No.442, V-16,pp61-70,1992
- 8) 河村圭、宮本文穂、中村秀明、佐藤亮:対話型遺伝的アルゴリズムによるデジタル画像からのひび割れ抽出,土木学会論文集, No.742, VI-60,pp.115-131,2003

日本陸軍の組織学習 —第一次大戦から得た戦術的教訓—

Organizational Learning in the Imperial Japanese Army :
The Tactical Lessons from World War I

若林晃央・鴨瞭穂*

福島工業高等専門学校ビジネスコミュニケーション学科

*アルプスアルパイン株式会社

WAKABAYASHI Akihiro and KAMO Akiho*

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Business Communication

*Alps Alpine Co., Ltd.

(2019年8月19日受理)

The purpose of this paper is to make clear the tactical lessons from World War I, as the results of organizational learning in the Imperial Japanese Army. For this purpose, we paid attention to “night attack”, “encircling & annihilating operation”, and “encounter battle”, and considered the rationality of these tactics.
Keywords: Imperial Japanese Army, organizational learning, World War I, tactics

1. 「非合理的な日本軍」像からの脱却

第二次大戦後の日本社会において、旧日本軍と言えば、竹槍訓練や「バンザイ突撃」など非合理的かつ非人道的な組織と見なされてきた。その背景として、吉田[2007]は、痛切な戦争体験による「軍隊や戦争に対する強い忌避感」(p.231)に加えて、当時のエリート集団の学徒兵の生き残りが「軍隊や軍人に対する強い反感を身につけて」(P.170)戦後の政治文化に多大な影響を及ぼしたことを指摘している。福間[2009]が、GHQの検閲による言論統制の解除後も、学徒兵の遺稿集『きけわだつみのこえ』で戦争を賛美する「記述は慎重に除外され、学徒兵の「反戦」が強調され」(p.50)たことを指摘しているように、恣意的な情報操作さえなされたのである。

研究者の世界でも、吉田[2017]は、「戦後の歴史研究を担った第一世代の研究者が戦争の直接体験者であったために、平和意識がひときわ強い反面で、軍事史研究を忌避する傾向も根強かった」(p. ii) ことを指摘している。旧軍人の研究者による戦史研究も存在するが、一ノ瀬[2018]は、藤原[2018]の解説者として「骨肉化された軍隊組織への反発や不信」(p.271)を指摘し、内容的にも「古びたところもあるかもしれない」(p.268)と柔らかに批判している。旧軍人による反戦ではない戦史研究としては、防衛庁防衛研修所による『戦史叢書』が挙げられる。しかし、これについても、吉田[2017]が、「勇敢に戦った「帝国陸海軍」の将兵を顕彰するという性格も否定できない」(p. iv)と批判している。

以上のように、戦争研究自体が数少なかつたことに加えて、政治的にどちらの立場のものであれ、自身の主張

に沿うよう、意識的であれ無意識的であれ、歪められた側面があったことを否定し難いのである。

1990年代以降は戦後生まれの研究者によって戦史研究も行われるようになり、菊澤[2009]や片山[2012]や一ノ瀬[2014]などにより、戦後支配的だった「非合理的な日本軍」像は崩れている。例えば、ガダルカナル戦での日本陸軍は、近代火器を駆使用する米軍に対して、軍刀や銃剣による白兵突撃戦術に固執し、敗れてなお改めなかった。菊澤[2009]は、その理由について、日本陸軍が白兵突撃戦術を前提に訓練や兵器開発を行うと共に組織を設計し、かつ多数の英霊の犠牲の上に成り立っており、白兵突撃戦術の放棄はこれらの莫大な投資を埋没コストにしてしまうだけでなく、部隊の士気低下や関係者説得などの膨大な取引コストを追加発生させることから、「日本陸軍にとって白兵突撃戦術を放棄し、膨大なコストを発生させ、そのコストを確実に負担するよりも、未来に向かって白兵突撃戦術のもとにわずかな勝利の可能性を追求したほうが、合理的だったのである」(p.108)と指摘している。一ノ瀬[2014]は、「精神論をふりかざすのも、勝つ、あるいは負けないために他にとるべき手段がないのなら<合理的>ではないだろうか」(pp.193-194)と述べている。

2. 日本陸軍は学ばざる組織だったのか

日本陸軍について、防衛庁防衛研修所戦史部[1979]は、「わが陸軍の編制装備は、依然として旧態(日露戦争型)を脱せず、列強陸軍に比し質量ともに著しい遜色を有するに至った」(p.90)と述べており、高山[1980]も「火力・

爆発力を重視した米軍の前に、如実にその脆弱性を暴露した」(p.773)と述べている。これらの指摘は、反軍思想によるものではなく、旧軍人から見ても戦争前から不備があったことを認めるものだが、第二次大戦での米軍との戦闘結果のみで評価しないよう注意する必要がある。日本陸軍はロシア(ソ連)や中国を想定敵国とした軍隊であり、アメリカとの戦争を前提にした軍隊ではないからである。日本陸軍がどのような論理に基づいて準備してきた軍隊だったのか、その歴史的背景を考慮せずに、対米戦という最終局面だけで判断すると、「非合理的な日本陸軍」という短絡的な評価に陥りやすい。

前述の菊澤[2009]の指摘のように、ガダルカナル戦での日本陸軍が白兵突撃戦術が米軍に通用しないことを知ってなお改めなかったのは、当時の陸軍の置かれた状況下では合理的な判断だったのかもしれない。しかし、日清・日露戦争から第二次大戦までには長い期間があり、その間に近代戦における近代兵器の威力を目の当たりにしてきたはずである。にもかかわらず、日本陸軍が近代兵器による機械化戦術を採用せず、日清・日露戦争時の白兵突撃戦術を第二次大戦でも変わらず採用し続けたのはなぜだろうか。大江[1988]は「軍人は所与の兵学理論を墨守すればたり、軍事について怠惰となった」(p.173)と批判しているが、日本陸軍は本当に学習しない組織だったのだろうか。

特に、第一次大戦は史上初の総力戦であるだけでなく、新兵器が数多く登場し、従来の戦争とは様々な意味で規格外の戦争だった。戦場から遠く離れた日本の一般国民には対岸の火事に過ぎなかったかもしれない。しかし、葛原[2001]によると、大戦勃発の1914年から1924年までの10年間、参謀本部は306人(実質220人)を派遣し、戦訓収集に努めた。陸軍省でも、1915年に臨時軍事調査委員会が設置され、「軍事のみでなく、財政・金融、交通運輸から国民生活に及ぼす影響まで、総計335項目にわたる詳細な項目が設定されており、陸軍は既に総力戦になるであろうという予測に基づいて調査を開始したことがわかる」(p.34)とのことである。瀨瀬[2018]もまた、「第一次世界大戦の最中から早くも総力戦体制構築を念頭に置いた法整備が開始されていく」(p.1)と指摘している。以上のように、第一次大戦に対する日本陸軍の関心は極めて高く、近代戦について学習しようとしていたのである。

それでは、日本陸軍は第一次大戦から何を学んだのだろうか。本研究の目的は、日本陸軍が第一次大戦から学んだ教訓について明らかにすることである。

3. 日本陸軍についての先行研究

日本陸軍が近代化しなかった要因について、防衛庁防衛研修所戦史部[1979]は、「欧州戦場の実相を調査した陸軍は、既述のごとく軍備の改変、充実に努めたが、国家財政、シベリア出兵の関係もあり、その規模は必ずしも大ならず、着手したのもその完成に著しく長期間を要した」(p.90)と述べている。高山[1980]は、旧軍人の立場から「日本の国力・財力の関係から、政府および軍首脳部の、近代戦に対する認識不足に因由したものである」(p.773)と述べている。大江[1988]は、「日本資本主義の生産力の低さの反映であるとともに、陸軍幹部の軍事研究の立ちおくれの反映であった」(pp.255-256)と述べており、藤原[2006]は、「大戦の戦闘を実際には経験せず、必要に迫られて改革するという機会をもたなかったことや、とくに財政、工業力、技術がともなわないこと、戦術については伝統墨守の保守主義などが原因であった」(p.221)と述べている。以上のように、従来の先行研究では、日本の国力の低さを日本軍の近代化できなかった要因として指摘する一方、日本軍の組織的な学習能力の低さも要因と見なし、批判するものが多かった。

欧米列強と比べた相対的な日本の国力の低さは、日本陸軍独自の戦術の構築につながった。「国力の限界のために列国の装備に追いつくことのできない日本陸軍は、その欠陥と劣勢を補うために、旺盛な精神力と訓練の精強さを強調した」(戸部[2012] p.312)ことや、「弱者の戦法」(樋口[2018])としての「夜間攻撃」を尊んだこと、長期戦を遂行するだけの国力がない中で「速戦速決のためには敵に大打撃を与える「殲滅戦」が必要」(前原[1990] p.9)と考えたことは、既に指摘されている。

3.1 日本陸軍の戦術を非合理的とする見解

しかし、このような日本陸軍の戦術については批判も多い。まず、精神主義について、藤原[2018]は、日露戦争の成功経験により、「軍の中央では、火力の不足を克服する銃剣突撃で勝ったのだ、物量の不足にもかかわらず、精神力で勝ったのだと信じ込んでしまった」(p.201)と批判している。戸部[2012]は、「国が貧乏にして思う丈けの事が出来ず、理想の改造の出来ないのが欧米と日本との国情の差中最大のものなるべし、此の欠陥を糊塗するため粉飾する為に、まけ惜しみの抽象的文句を列べて氣勢をつけるは、止むを得ぬ事ながら、之を実際の事と思ひ誤るが如きは大に注意を要す」という永田鉄山の言葉を引用し、「そうした弱さを補うための要素がいつのまにか、他国には真似のできない日本独特の強みへと

意味を転化させてゆく」(p.312)と指摘している。

夜間攻撃について、樋口[2018]は、日本陸軍の夜襲の称揚を「夜襲幻想」と呼び、「夜襲」ならば勝てるという前提のもと、その方法論を分析し、かつ洗練するという思考法」(p.35)の日本陸軍を「肉体的には勤勉でも知的には怠惰であったといわざるを得ない」(p.35)と批判している。

殲滅戦について、前原[1994]は、「欧州の戦訓を汲み取ることに日本陸軍としても大きな努力を傾注したが、結局は直接の戦争体験ではなく、また、物量、物的戦力の面では日本陸軍軍人にとり、全くの高嶺の花であった」(p.21)中で、この如何ともし難い国力の不足を補うため、「相手を「素質劣等なる敵」として位置づける」(p.22)と共に、「無形的な「攻撃精神」「軍紀」「軍隊の精錬」「機略」「統帥の妙」「統帥の卓越」などに頼って「以寡撃衆」に辻褃を合わせることになり」(p.296)、タンネンベルクの戦いに強く影響された包囲殲滅による短期決戦構想を「構想(夢想?)」(p.404)と揶揄している。葛原[2001]も、「ロシア軍=素質劣等軍であるという固定観念のもとに戦史を使用することにより、敵は慣用戦法に陥り、我が乗じ得る過失を犯すという解しがたい理論が展開されている」(p.41)と批判している。

以上のように、日本陸軍の戦術が敵に通用しない戦術だったという意味で、戦史研究者からも非合理性が指摘されてきた。

3.2 日本陸軍の戦術を合理的とする見解

一方、近年では、日本陸軍の戦術を合理的とする研究も出てきている。片山[2012]は、「日本の軍隊は第一次世界大戦をあまりに学びすぎたがゆえに」「極端な精神主義へと舞い戻ってゆかざるをえなかった」(p.90)と主張しており、お金のかからない無形戦力としての精神主義であると共に、国家総動員にも国民精神の緊張が必要であったことを指摘している。

夜間攻撃について、古峰[2018]は、「観測所を利用した間接射撃もできず、直接照準射撃も暗闇で妨げられる」(p.17)ため、ヨーロッパでも「攻撃側は敵砲火の統制が取りにくい夜間攻撃を重視するようにな」(pp.16-17)ったこと、「夜間の攻撃で防衛線内に敵に入り込まれるとその排除は非常に厄介」(p.17)だったことを指摘している。樋口[2018]も、米軍の最終防護射撃に打ち破られるまで、夜間攻撃には合理性があったとしている。

殲滅戦について、片山[2012]は、皇道派のタンネンベルク信仰が、満州に侵入してきた素質劣等なソ連軍に対

する防衛戦という、「絶対のヴィジョン」を前提にした作戦計画であり、実際にロシア軍に従軍した皇道派の観戦武官にとって、当時のロシア軍は「作戦指導がしばしば拙劣である」(p.148)と共に「統率の粗雑な軍隊」(p.153)であり、この限定的条件下であれば包囲殲滅も可能だったと指摘している。

さらに、銃剣突撃の重視についても、小教賀[2016]は、「火制距離を通過してしまえば逆に砲兵火に対しては安全になる」(p.217)だけでなく、日露戦争後に改正されたドイツ歩兵操典に「「白兵戦ハ不可能ナリト信シタル時代」もあったが、「韌強ナル敵ハ射撃ノミニ由リテハ其陣地ヲ撤去セサルナリ故ニ銃剣ヲ以テ之ヲ駆逐」する必要がある」(p.123)と述べられたことから、「世界の軍事思想の最先端と自負された」(p.239)戦術であり、「決して時代錯誤でも旧態依然としたものでもなかった」(p.218)と指摘している。

第二次大戦末期の玉砕についても、一ノ瀬[2014]は、対戦国アメリカが人命と輿論を尊重する民主国家であるがゆえに、「厭戦気運を醸成する」(p.247)ことで「米国内の輿論が停戦へと動いてくれるのではないか、という発想は、それはそれで1つの「戦略」と言えよう」(p.247)と述べている。自分が集団自殺することで、アメリカが停戦に応じて家族が助かる可能性が少しでも増えるなら、兵士自身にとっても(結果的には失敗したとはいえ)合理的な戦術だったのである。

以上のように、日本陸軍の戦術が、当時置かれた状況下での主観的な意思決定としては、十分に合理的であったことも指摘されている。

3.3 残された課題

以上、近年では日本陸軍についての学術的研究も蓄積されてきており、第一次大戦の影響について考察されたものも存在する。しかし、額額[2018]は、総力戦に向けた国家と軍の改造構想に焦点を当てており、政策レベルの議論である。前原[1994]や葛原[2001]や片山[2012]は、思想に焦点を当てており、戦術については包括的な議論に止まり詳しい検討はされていない。一方、阿部[2015]は『歩兵操典』の大隊以下の運用に焦点を当てており、戦術レベルを超えた実践レベルの議論となっている。

そこで本研究は、これまであまり議論の中心とされてこなかった戦術レベルの教訓について扱う。日本陸軍は、第一次大戦から戦術的のどのような教訓を抽出し、活かそうとしたのか、主観的な意思決定の合理性を明らかにしようというものである。

4. 石田戦史から読みとる日本陸軍の戦術的教訓

本研究では、日本陸軍が第一次大戦から学んだ戦術的教訓を抽出するにあたって、石田述[1937a]-[1940]に焦点を当てる。石田述[1937a]-[1940]は、石田保政の陸軍大学校における7年有余の戦史講義が「国軍将校の戦略戦術研究上に深き根柢と偉大なる貢献とを齎す」(p.1)と評価されて出版されたものであり、この「石田戦史」への高い評価は戦後の現在でもなお続いている。

本研究で取り上げる戦術は、夜間攻撃、殲滅戦、遭遇戦の3つである。1つ目の夜間攻撃は、日本陸軍の常套戦術であり、米軍にも「日本軍の指導者たちは夜間作戦を自らのお家芸だと考えている」(一ノ瀬[2014] p.113)と指摘された戦術である。2つ目の殲滅戦は、『作戦要務令』に「攻撃ノ主眼ハ敵ヲ包圍シテ之ヲ戦場ニ殲滅スルニ在リ」(「第二部」 p.33)とあるように、常に実行を求められた戦術である。3つ目の遭遇戦(運動戦)は、陣地戦の対義語である。ロシア(ソ連)を最大の想定敵国とした日本陸軍は、満州の広野での遭遇戦が基本になると考え、準備してきたとされている(前原[1994])。

4.1 夜間攻撃

石田述[1937a]は、冒頭の「夜戦ノ心理及夜戦ノ印象」で、「暗黒ハ恐怖心ヲ起シ恐怖心ハ想像ヲ生ミ想像ハ回帰シテ恐怖心ヲ助長ス」(p.9)るため、「日中ナラハ問題ニナラサル些細ノ誤解錯誤ニ端ヲ発シ大恐慌ヲ来シ混乱ヲ重ネ潰走ニ陥ルコト稀ナリトセス」(p.9)と述べている。このため、「夜間攻撃ノ成功条件」として第1に「軍隊ノ精鋭特ニ其精神的要素ノ優越ナルコト」(p.12)を挙げており、「所謂素質劣等(夜間ノ行動ニ習熟スル程度劣レルヲ意味ス)ノ軍隊ト雖志気旺盛ニシテ精神的要素優越ナルニ於テハ猶克ク此ノ困難ナル夜間攻撃ノ任務ヲ全ウセル戦例少カラサル」(pp.12-13)、「軍隊ノ精神的価値カ有形的訓練以上ニ大ナル価値アルヲ知ラサルヘカラス」(p.13)と述べている。そして、「夜間攻撃ノ成功カ兵力装備ニ関スルコト尠ク軍隊ノ価値特ニ精神的要素ノ優劣ニ関スルコトハ我国軍ノ立場ニ鑑ミ我ニ与ヘラレシ天恵の戦法ト称シテ過言ニアラサルヘシ」(p.34)と結論づけ、「我国軍カ彼等ニ対シ一日の長否霄壤ノ差アル如ク夜戦ヲ演練シ熟達ノ域ニ達セサルヘカラサルヲ痛切ニ感セシム」(p.35)と述べている。

石田述[1937a]の見解の背景には、国力が劣るという「我国軍ノ立場ニ鑑ミ」、近代戦を戦うには「弱者の戦法」としての夜間攻撃に逃げるしかなかったという事情もあっただろう。しかし、日本陸軍は元来精神面に重き

において訓練されており、「精神的要素ノ優越ナル」軍隊であったため、石田述[1937a]に従うと、例え夜間の行動に習熟していない部隊でも、夜間攻撃に向けた軍隊だったことになる。すなわち、夜間攻撃は、日本陸軍の弱み(兵力や装備)を最小化する戦術であるだけでなく、日本陸軍の強み(精神的要素の優越)を最大限活用する戦術でもあったのである。

4.2 殲滅戦

石田述[1938d]は、殲滅戦を「概略敵軍ノ過半数ヲ撃滅シ又ハ捕捉セルモノ」(p.1)と定義した上で、第一次大戦以降の殲滅戦の事例は戦中戦後合わせて6例しかなく、さらに「欧州大戦ニ於テハ主作戦軍(国軍ノ主力)間ニ生起セシコト遂ニ是無く唯ハ僅カニ一支部隊ニ依リ演出セラレタルニ過キス」(p.3)、戦後の2例も「其ノ交戦軍ハ不正規軍又ハ二流三流ノ陸軍ニ属シ而モ国軍主力ト称スルモ100,000—150,000ノ小軍ニ過キサリシコトニ注意セサルヘカラス」(p.4)、このため「軍ノ兵力ノ増大スルニ従ヒ殲滅戦ノ実現ニ困難ナル素因アルハ否定スヘカラス」(p.6)と述べている。

以上のように、石田述[1938d]は殲滅戦の実現困難性を最初に指摘する一方、殲滅戦の成立が「全然見込ナキモノナリト愁訴スルハ意味ナキコトナリ」(p.14)とも述べている。「彼我優劣ノ差甚タシキニ於テハ劣勢軍ハ戦闘深入リセサル以前ニ適宜退避スヘキハ当然推量シ得ヘキ兵理」(p.7)にもかかわらず、「大多数ノ戦例ハ劣勢軍却ツテ優勢軍ヲ殲滅セル反対ノ現象ヲ示セルハ皮肉ナリ」(p.6)、「我ノ劣勢ナル故ヲ以テ之カ決行ヲ躊躇スルニ当ラサルヘク我ノ劣勢ナル故ヲ以テ殲滅戦ノ成立ヲ悲観スルニ当ラサルヘシ」(p.8)と述べている。

そして、石田述[1938d]は、「殲滅戦ノ成因、成立ノ条件」として12件挙げている。1件目は「決戦ヲ企図スル両軍偶々戦場ニ相見エ」(p.16)た場合である。2件目は「一方軍ニシテ志気甚タ頹廢セルカ或ハ攻撃作戦ノ終末期又ハ作戦線ノ延伸ニ伴フ作戦能力ノ渋滞、停頓期」(p.16)の場合である。3件目は「自軍カ敵ノ衝撃ニ抗堪シ之ヲ逆用スル状態」(p.19)、すなわち敵の「攻勢力ノ終末ヲ待チ」(p.18)反撃する場合である。4・5・6・7件目が「統帥指揮ノ卓越」、「敵将ノ性格」、「軍隊ノ素質」の優越などで、8件目が「企図秘匿」、9件目が「機動力」の優越、10件目が「地形」、11件目が「天祐、不運、過失」などで、12件目が「意表外戦法」である。

これらの条件を念頭に、当時のソ連軍について検討してみたい。田村[2015]は、ソ連軍の『赤軍野外教令』に

において、「赤軍の戦闘行動は殲滅戦の遂行を以て原則となす」(p.34)、「特に之を命ぜらるると否とに係らず、苟くも敵を発見せば、随時随所に直に起て猛烈果敢なる攻撃に出でざるべからず」(p.35)とあるように、殲滅戦を志向すると共に「過剰な攻勢主義を見て取ることができる」(p.35)と指摘している。また、Goldman [2012]は、極東ソ連軍は兵力や兵器の数字では勝っていたが、600万平方キロもの広大な地域に駐留し、補給線が長大かつ国境近くで攻撃されやすいという弱点があったため、内地から素早く確実に物資を送れる関東軍の方が、日中戦争開戦までは優勢だったと指摘している。さらに、前述の片山[2012]の指摘のように、第一次大戦の時点でロシア軍は「素質劣等」な軍隊であった上に、Goldman [2012]は、ソ連軍がスターリンの大粛清により幹部を多数失い、特に極東軍は犠牲者の割合が高く、幕僚の80%が排除され、モスクワを視察した本間雅晴中将が「日本にとって赤軍はもはや恐るるに足りない存在、と結論づけ」(邦訳 p.46)たことを指摘している。

すなわち、ソ連軍は日本陸軍同様、決戦を志向し、かつ状況判断より攻撃を優先していた(1件目)。さらに、ソ連軍には補給線が長大かつ攻撃されやすいという弱点があったため、補給を断たれて作戦が行き詰まるリスクを抱えていた(2件目)。これに対して、日本陸軍は持久的任務を帯びており、満州を拠点にしてのソ連軍への反撃も期待できた(3件目)。また、ソ連軍は、第一次大戦の時点で「素質劣等」であった上に、大粛清も起きたため、当時の最精鋭の関東軍であれば、統帥指揮や素質で「著シク優越」していると期待できた(4・5・6・7件目)。以上のように、殲滅戦は、国力上短期決戦をせざるを得ない日本に都合の良い戦術であるだけでなく、当時の状況では想定敵国のソ連軍に見事に適合すると考えられる戦術だったのである。

4.3 遭遇戦

石田述[1937c]は、「敵情ノ不明ハ遭遇戦ノ常態」(p.21)であるため、敵と際会した時に「状況ノ判明スル迄手控ヘタル」(p.43)は「敵ニ追隨シ先制ノ利益ヲ放棄スルモノ」(p.43)であり、「此ノ咄嗟ノ場合ニハ攻撃ノ一法アルノミ敵ノ優勢地形ノ不利等ハ毫モ之ヲ顧ミルノ要ナシ」(pp.61-62)と断定している。この方針は『作戦要務令』にも見られ、「常ニ任務ヲ基礎トシ地形及気象ノ不利、敵情ノ不明等ニ依リ躊躇スベキモノニアラズ」(「第一部」 p.15)、「状況真ニ止ムヲ得ザル場合ノ非常ニ攻撃ヲ決行スベシ敵ノ兵力著シク優勢ナルカ若クハ

敵ノ為一時機先ヲ制セラレタル場合ニ於テモ尚手段ヲ尽クシテ攻撃ヲ断行シ戦勢ヲ有利ナラシムルヲ要ス」(「第二部」 p.1)と、攻撃一辺倒である。

しかし、このような極端な攻撃の方針は、部隊全滅の危険も大きく、「先制ノ利益」だけで採用されるとは考え難い。石田述[1937c]の断定の背景には、第一次大戦の影響があると考えられる。第一次大戦について、石田述[1937c]は、「開戦初頭大軍ノ遭遇戦惹起セリ」(p.1)、しかし「欧州戦ニ於ケル諸遭遇戦ハ何レモ敵ニ決定的打撃ヲ与フルニ至ラス爾後戦局ハ陣地戦トナリ戦ヒ決セサルコト五星霜遂ニ独逸軍ノ国内戦ニ端緒ヲ発シ疲弊セル同盟軍ハ連合軍ニ屈服セリ」(p.71)とまとめた上で、その過程について「一度戦ヒ決セサルニ於テハ彼ノ好マシカラサル陣地戦トナリ」(p.71)、「開戦当初ノ如キ遭遇戦ニ依リ敵軍ト雌雄ヲ決シ得シカ云々等ハ陣地戦時代ニ独軍カ血ノ涙ヲ以テ反復セル言葉ナリ」(p.71)と述べているように、遭遇戦の段階で決着をつけなかったことを独軍の敗因としているのである。このため、「遭遇戦ハ敵ニ殲滅的打撃ヲ与フル為誠ニ都合ナル戦況ナリ」(p.70)、「若シ遭遇戦生起ノ戦況眼前ニ展開セハ実ニ兵家ニ与ヘラレシ天恵ト喜ヒ勇躍スヘシ」(p.71)と述べているのは、慎重に状況を判断したことで戦機を逃し、陣地戦へ移行して長期戦となるリスクが、国力の劣る日本では膨大であり、例え部隊が全滅しようとも積極果敢に攻撃して陣地戦だけは回避しなければならないという戦略的判断によるものと思われる。

さらに、石田述[1937c]は、「遭遇戦ニ於テ軍全体トシテ縦令劣勢ナルモ軍隊精練ニシテ統帥、指揮ニ卓越ナルモノハ敢ヘテ勝算ヲ優勢軍ニ譲ルト限ラサル」(p.49)、重要なのは指揮官の決断であり、「士卒ノ精神ヲ攻撃ナル一定ノ方針ニ統一集中セシメ以テ対敵觀念ヲ堅メ軍隊トシテノ結合的威力ヲ發揮シ得レハナリ」(p.62)と述べている。この指摘は、兵力や装備で劣るという弱みを抱えた日本陸軍にとって、精神的要素の優越という強みを持つ日本陸軍にとって、いずれの点でも遭遇戦と相性が良いことを意味するものである。

さらに、石田述[1937c]は、遭遇戦での「軍隊カ予期スヘカラサル戦況ニ突然遭遇シ驚愕シ大混乱ヲ起シ次テ潰走スル現象」(p.50)が「素質劣等ノ軍隊ニ於テ殊ニ甚タシ」(p.50)、「吾人ハ自己ノ為ニハ之ヲ戒ムルト共ニ敵軍ノ此ノ混乱ニ向ツテハ大ニ乗スヘキモノナリ」(p.50)と述べている。これについて、日本陸軍では、前述のように「攻撃の一法あるのみ」と徹底されていたため、この「大混乱」は理論上起こりにくい。一方、日

本陸軍が想定敵国としたソ連や中国については、ソ連軍は前述のように「素質劣等」と考えられていたし、中国軍に至っては、「素質劣等」のみならず、防衛庁防衛研修所戦史室[1956]において、日本の最優良編成の甲師団の戦力を100とすると支那軍は16であり、劣等編成の丙師団でさえ「支那正規軍ニ比シ、火力ニ於テ約三倍ナリ」(p.229)と記述されているように、火力でも大きく劣っていた。このようなソ連軍や中国軍であれば、「大混乱」が起きることも期待できた。

以上のように、遭遇戦は、国力の低い日本にとって長期戦のリスクを回避する貴重な機会であると共に、兵力装備に劣るが精神的要素の優越した日本陸軍と相性が良く、逆に「素質劣等」なソ連軍や中国軍とは相性が悪い戦闘形態と考えられたのである。

4.4 全体的傾向としての陣地戦忌避

石田述[1937a]-[1940]において、全体の傾向として見られるのが、陣地戦への強い忌避感である。9巻にわたる大著であり、第一次大戦研究であるにもかかわらず、多数の戦例の中に塹壕戦の事例が1つもなく、石田述[1938d]では「例外ノ場合ヲ除キ純運動戦ニ就キ記述セリ」(p.97)と、陣地戦の意図的な排除を明言している。

陣地戦への忌避感は、日露戦後の時点でも日本陸軍内に生まれていた。小敷賀[2016]は、「日露戦争後の陸軍は真摯に戦訓抽出に取り組み、今後の戦争は陣地戦が主になること、その突破には火力の増強と歩・砲・工兵の戦力の総合発揮が必要であることを正確に理解していたこと」(p.214)を指摘した上で、金谷範三少佐の発表した「満州でも運動戦が可能という考えは、国力の都合上短期決戦が望ましく、かつ悲惨な陣地戦は回避したいという日本陸軍の願望とも合致した」(p.233)と述べている。しかし、第一次大戦後、臨時軍事調査委員[1921]は、「将来戦ニ於テハ国民的戦争ノ色彩ハ益濃厚トナルヘキヲ以テ戦争期間ノ延長ハ交戦国ノ自滅ヲ意味スル」(p.76)ため、「資力大ナラサル国軍ニ在テ特ニ運動戦ヲ主トスル短期作戦ヲ目標トセサルヘカサル」(p.76)が、「陣地戦ハ将来戦ニ於テ絶対ニ現出セサルヲ保セス」(p.76)、「故ニ此ノ特異ノ戦況ニ処スルノ手段ニ通曉スルハ極メテ必要ニシテ之ヲ欧州戦特種ノ現象ト目シ等閑ニ附スルヲ許ササルナリ」(p.76)と指摘している。

にもかかわらず、石田述[1937a]-[1940]では陣地戦が「等閑ニ附」されているのである。とはいえ、石田が近代戦について理解していなかったわけではない。石田述[1938a]は、「現代ニ於ケル進歩セル火器ノ瞬間的威力ハ

時トシテ一師団、一軍団位ノ単位兵団ヲシテ突如第一線部隊ヨリ敗走セシメ総退却トナルコトアリ精鋭ナル国軍ニシテ且驍名アル指揮官ヲ戴ク兵団ニ於テスラ尚此現象アルヲ観ル」(p.5)と述べている。

それでは、石田述[1937a]-[1940]はなぜ前述の臨時軍事調査委員[1921]とは異なる見解を抱くようになったのだろうか。両者の見解の根本的相違は、第一次大戦における陣地戦への見方の相違と考えられる。臨時軍事調査委員[1921]は、陣地戦の現実性を問題にしたため、「等閑ニ附スルヲ許ササルナリ」と指摘した。一方、石田述[1937a]-[1940]は、陣地戦を経た長期戦の弊害を問題にしたのである。長期戦の弊害については、古くは孫武の『孫子』が「兵者、国之大事、死生之地、存亡之道、不可不察也」(「始計篇」)と指摘した上で「故兵聞拙速、未睹巧之久也」(「作戰篇」)と指摘しているが、第一次大戦は長期戦が国家を破滅に追い込むことを実証した。石田述[1937b]は、「彼我ノ兵力関係ニ出発シ攻勢防御ヲ為スコトハ弊害多キモノト謂ハサルヲ得ス任務(又ハ目的)上純然タル攻勢ヲ要求スルニ於テハ敵ノ優勢ナルヲ論セス少クモ当初力ノ尽キル所マテハ攻勢ヲ採ラサルヘカラサルモノト信ス」(pp.1-2)と、石田述[1937d]では、「少クモ其第一会戦ニ於テハ此等純理論ヲ排シ信念上ノ問題ヲ重視スヘシ」(p.18)と述べているが、これは「戦闘」の勝敗以上に戦争の長期化を避けることを重視したものと思われる。石田述[1937a]-[1940]が陣地戦を「等閑ニ附」した背景には、陣地戦となり戦争が長期化した時点で敗北なのだから、長期化した際のことを考えるより、長期化させないための戦史研究をする方が生産的と考えたのではないだろうか。

5. 考察

5.1 日本陸軍の戦術の合理性

以上のように、しばしば非合理的と批判されてきた日本陸軍の戦術だが、第一次大戦後の日本陸軍の置かれた背景を考えると、そこに至った主観的な意思決定は合理的と言えるのではないだろうか。第一次大戦後、日本陸軍の仮想敵国であったソ連と中国は、日本陸軍から見れば確かに「素質劣等」な敵でしかなかった。夜間攻撃、殲滅戦、遭遇戦といった日本陸軍の戦術は、国力の低さという制約下における希望に止まらず、日本陸軍の強み(精神的要素の優越)を最大限活かす戦術であると共に、ソ連軍や中国軍の弱みに最大限付け込む戦術であったのである。精神主義も、これらの戦術遂行に不可欠な要素であったことを考えれば合理的であり、その過剰性も、

過剰な位であって初めて強みと呼べるのかもしれない。

そして、このような「素質劣等」な敵に対しては、多少冒険的な攻撃に出たとしても、致命的な結果に陥る可能性は低かった。むしろ、日本陸軍が何より危惧すべきは、陣地戦となって戦争が長期化することであり、戦争の長期化による国家破綻のリスクに比べれば、部隊全滅のリスクは遙かに小さいものだった。軍隊が目指すべきは、「戦闘」の勝利ではなく、「戦争」の勝利であり、国力の低い日本が「戦争」に勝利するには戦争を長期化させないことが不可欠だった。冷静な敵情判断は、「戦闘」の勝利には貢献するかもしれないが、戦争の長期化につながりやすく、それは「戦争」の敗北を意味した。石田述[1937c]の「此ノ咄嗟ノ場合ニハ攻撃ノ一法アルノミ敵ノ優勢地形ノ不利等ハ毫モ之ヲ顧ミルノ要ナシ」(pp.61-62)という主張は、「戦闘の勝利」という観点では全く非合理的だが、戦争を長期化させないことによる「戦争の勝利」という観点で見ると合理的なのである。

総力戦と化した第一次大戦では、1度の会戦で日露戦争を遙かに超える砲弾、戦費、そして人命が消費され、戦争の長期化は国家の破滅を意味した。日本陸軍にとって勝利とは、「戦争の勝利」につながるような「偉大な勝利」でなければ意味がなかった。この「偉大な勝利」を遭遇戦における殲滅戦によって実現させるために、石田述[1940]は、「総テ「徹底」ナル裏面ニハ少シク極端ナル所アリ無理アルハ当然ノ理ナリ此ノ無理ハ各級指揮官及軍隊ノ理解ト覚悟トニ相俟テ清算スヘキモノト信ス」(p.2)と述べている。「此ノ無理」は、極端な精神主義に代表されるものであり、第二次大戦後に日本陸軍がしばしば非合理的と批判されてきた所以かもしれない。前原[1990]は、第一次大戦後に「独断」「自主」「積極」「果敢」など精神徳目が「軍隊の精錬」に直結するものとして、『操典』で一層強調される」(p.12)ことになったと指摘しているが、その背景の1つに、戦争の早期決着のために積極的に攻勢に出ざるを得なかったことが考えられる。もう1つに、日本陸軍が総合的戦力として劣勢である中で勝利を目指すには、古くは孫武の『孫子』が「我専為一、敵分為十、是以十攻其一也、則我衆而敵寡」(「虚実篇」)と指摘し、『作戦要務令』でも「戦捷ノ要ハ有形無形ノ各種戦闘要素ヲ総合シテ敵ニ優ル威力ヲ要点ニ集中發揮セシムルニ在リ」(「綱領」p.1)とあるように、局地的な優勢を目指すことになる。これを実現するには、石田述[1937b]が「惟フニ敵軍ノ意志ナルモノハ我ニシテ攻勢ヲ採ル場合ニハ之ヲ動カシ屈從セシメ得ヘキモ我ニシテ当初一時ナリトモ守勢ニ立ツニ

於テハ最早敵軍ノ意志ハ左右シ得ルモノニアラス」

(p.7)、これは「古来提唱セラル、所ニシテ欧州大戦亦之ヲ立証シアリ」(p.12)と述べているように、攻勢に出る必要性が第一次大戦によって改めて明らかになったことが影響したと考えられる。

5.2 日本陸軍に残された課題

5.2.1 「素質劣等」要件の限界

第一次大戦後のソ連軍は、しばらくは「素質劣等」な敵だったかもしれない。しかし、1939年のノモンハン事件の時点では、既に「素質劣等」と侮れる相手ではなくなっていた。樋口[2018]は、ノモンハンで「多くの将兵が、このソ連軍の練度の低さ、とくに夜間警戒の拙劣さによって助かっている」(p.249)と指摘する一方、日本陸軍の戦術が「ノモンハンの戦い以後は、ソ連軍相手には通用しない戦術というのが一非公式ながら一、陸軍上層部の共通認識であった」(p.65)と述べており、ソ連軍が「素質劣等」であるにせよ弱敵ではなくなったことを指摘している。Goldman [2012]も、ノモンハン後は関東軍も対ソ戦略を防御へと転換し、「ソ連の力を無闇にあなどることもなくなった」(邦訳 p.249)と指摘している。日本陸軍の戦術は、あくまでも「素質劣等」な「弱敵」に対して有効な戦術だったのである。

しかし、ノモンハンの後、ソ連軍相手に従来の戦術は通用しないという共通認識を持ったのであれば、日本陸軍は再学習しなかったのだろうか。本研究は第一次大戦からの学習に焦点を当てたものであり、この問いに対する十分な回答を出す用意はないが、結果だけを見れば戦術レベルでの修正はなかった、或いはできなかったと見なさざるを得ないだろう。しかし、当時の日本陸軍は泥沼化した日中戦争の最中で、ヨーロッパでは第二次大戦が始まり、日本は北守南進の方針を採って1941年に日ソ中立条約を結んでいる。このような状況下では、日本陸軍に戦術を再構築する余裕はなく、その必要性も減っていたと考えられる。さらに、菊澤[2009]が指摘したような既存戦術の放棄に伴う取引コストを考えるならば、再学習しないことが合理的と言えるのかもしれない。

5.2.2 「偉大な勝利」と「戦争の勝利」の隔たり

中国軍については、日本陸軍から見れば最後まで「素質劣等」な「弱敵」だったかもしれない。それゆえに、日本はアメリカとの戦争に敗れたものの、中国軍との「戦闘」では勝ち続けていたというのが一般的な評価であろう。しかし、そのような中国軍と、盧溝橋事件以来

8年以上戦い続けたにもかかわらず、「戦争」に勝利することはできなかった。日本陸軍は、1937年に首都南京、1938年には武漢全域を占領し、帝国在郷軍人会本部[1939]が「今次事変間此の種包圍に依り偉大なる成果を収めたる例少からず」(p.33)と指摘するに至ったにもかかわらず、戦争終結にはつなげられなかった。石田述[1938d]の「平凡ナル戦勝或ハ撃退戦ヲ反復セサルヘカラザル場合ニ於ケル戦争最終ノ勝利ヲ獲得スヘキ策略ヲ別ニ研究準備シアラサルヘカラス」(p.30)という指摘は、まさにこの問題に対する指摘である。しかし、結果だけで判断するならば、日本陸軍はこの指摘を活かすことができなかった。

石田述[1937a]-[1940]は、「戦争最終ノ勝利ヲ獲得スヘキ策略」の必要性を指摘しているが、それをどのように「研究準備」するかについては示していない。それは一概には言えないのかもしれないし、陸軍の範囲を超えた「国家戦略」の範疇なのかもしれない。前原[1994]は、「タンネンベルヒにしても、カンネにしても結局の戦争の勝利には繋がらなかったことを、旧陸軍で指摘している例を見ない」(p.296)と指摘している。石田述[1940]は、第一次大戦の西部戦線について、「v. Schlieffen ノ計画ハ徹底シ偉大ニシテ而モ実施確實ナリ v. Moltke ノ計画ハ之ニ反ス」(p.13)と、小モルトケ案を批判しているが、仮にシュリーフェン・プランが実現され、かつ殲滅戦に勝利していれば、果たして戦争は終わっていたのか、フランスは屈服したのか、フランスが降伏すればイギリスとロシアは講和に応じたのか、と疑問を投げることはなかった。日本陸軍は、「いかに戦闘に勝つか」という観点に止まらず、「いかに「戦争の勝利」につながるような「偉大な勝利」を目指すか」という観点から合理的に戦術を研究したのかもしれないが、「偉大な勝利」が必ずしも「戦争の勝利」につながるとは限らないことを見落としていた、或いは見過ごさざるを得なかったことに、日本陸軍の戦史研究の限界を見ることができる。

参考文献

- 1) 阿部昌平[2015]「第一次世界大戦の日本陸軍に及ぼした影響—歩兵戦術への適応を中心として—」『戦史研究年報』第18号、防衛研究所、pp.1-26。
- 2) 防衛庁防衛研修所戦史部[1979]『戦史叢書 陸軍軍戦備』朝雲新聞社。
- 3) 防衛庁防衛研修所戦史室[1956]『支那事変大東亜戦争間動員概史』。
- 4) 藤原彰[2006]『日本軍事史』上巻戦前篇、社会批評社。
- 5) 藤原彰[2018]『餓死した英霊たち』筑摩書房。
- 6) 福間良明[2009]『「戦争体験」の戦後史』中央公論新社。
- 7) Goldman, S. D. [2012] *Nomonhan, 1939: The Red Army's Victory That Shaped World War II*, Naval Institute Press (山岡由美訳[2013]『ノモンハン 1939』みすず書房)。
- 8) 樋口隆晴[2018]『戦闘戦史』作品社。
- 9) 石田保政述[1937a] [1937b] [1937c] [1937d] [1938a] [1938b] [1938c] [1938d] [1940]『欧州大戦史の研究』第一巻・第二巻・第三巻・第四巻・第五巻・第六巻・第七巻・第八巻・第九巻、陸軍大学校将校集会所。
- 10) 一ノ瀬俊也[2014]『日本軍と日本兵』講談社。
- 11) 一ノ瀬俊也[2018]「解説」藤原彰『餓死した英霊たち』筑摩書房。
- 12) 片山杜秀[2012]『未完のファシズム』新潮社。
- 13) 菊澤研宗[2009]『組織は合理的に失敗する』日本経済新聞出版社。
- 14) 古峰文三[2018]『「砲兵」から見た世界大戦』パンダ・パブリッシング。
- 15) 小数賀良二[2016]『砲・工兵の日露戦争』錦正社。
- 16) 額瀨厚[2018]『総力戦体制研究』増補版、社会評論社。
- 17) 葛原和三[2001]『帝国陸軍の第一次世界大戦史研究—戦史研究の用兵思想への反映について—』『戦史研究年報』第4号、防衛研究所、pp.34-50。
- 18) 前原透[1990]「昭和期陸軍の軍事思想—我が国独特の用兵思想の形成経緯—」『軍事史学』第26巻第1号、軍事史学会、pp.4-23。
- 19) 前原透[1994]『日本陸軍用兵思想史』天狼書店。
- 20) 大江志乃夫[1988]『天皇の軍隊』小学館。
- 21) 臨時軍事調査委員[1921]『歐洲戦ノ経験ニ基ク戦術ノ趨勢』第1巻、偕行社。
- 22) 孫武[1999]『孫子兵法』山西古籍出版社。
- 23) 高山信武[1980]「野戦砲兵の回顧」陸上自衛隊富士学校特科会編『日本砲兵史』原書房、pp.773-774。
- 24) 田村尚也[2015]『各国陸軍の教範を読む』イカロス出版。
- 25) 帝国在郷軍人会本部[1939]『作戦要務令註解』第二部、軍人会館出版部。
- 26) 戸部良一[2012]『逆説の軍隊』中央公論新社。
- 27) 吉田裕[2007]『アジア・太平洋戦争』岩波書店。
- 28) 吉田裕[2017]『日本軍兵士』中央公論新社。
- 29) 著者不詳[1940]『作戦要務令』尚兵館。

恋愛結婚の結婚性と恋愛性

The Natures of Marriage and Love in “Love Marriage”

若林晃央

福島工業高等専門学校ビジネスコミュニケーション学科

WAKABAYASHI Akihiro

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of Business Communication

(2019年8月19日受理)

Today, “love marriage” seems to be a familiar word, but it is an ambiguous concept. “Love” is a Western idea created in the Meiji Era. Its origin is “fin’amors” which was born in medieval France, and it was called “courtly love”. Therefore, this study considers the concept of “love marriage” based on the original “marriage” and “love” concepts, and make clear the natures of marriage and love about what is called “love marriage” in Japan.

Keywords: marriage, courtly love, purposive action, nonpurposive action, free will

1. はじめに

国立社会保障・人口問題研究所[2017]は、戦前に約7割を占めた見合い結婚が一貫して減少する一方、恋愛結婚は増加し続けた結果、現在では見合い結婚は1割を切り、恋愛結婚が9割に迫っていることを指摘している。現在の日本人には「恋愛結婚」という言葉に馴染みがあると思われるが、曖昧な概念のまま日常語として使われているように思われる。恐らく、夫婦には愛があるべきという価値観が前提にあり、「恋愛結婚」とは「愛のある結婚」、「恋愛結婚ではない結婚」とは「愛のない結婚」というくらいの印象ではないだろうか。この恋愛結婚としばしば対比される概念として「見合い結婚」という言葉がある。親が決めた結婚であり、当時者の意志が無関係な結婚として、「愛のない結婚」という印象を与えてきたと思われる。では、見合いで出会ったが愛もある夫婦はどうなるのかと問うならば、「見合い結婚」であり「恋愛結婚」でもあると考える人が多いと思われる。

国立社会保障・人口問題研究所[2017]では、「見合い結婚」と「恋愛結婚」の分類は「出会いのきっかけによって定義されるもの」であり、「見合いで」と「結婚相談所で」の回答を「見合い結婚」に、それ以外の出会いの回答を「恋愛結婚」に分類している。つまり、「見合い結婚」と「恋愛結婚」は排反事象になっている。また、回答者の愛を未確認にもかかわらず、「見合いで」と「結婚相談所で」以外に出会いの結婚をなぜ「恋愛結婚」と呼ぶのかの説明はない。「見合いで」には親等、「結婚相談所で」には相談員という仲介者がいるからという論理ならば、「友人や兄弟姉妹を通じて」にも友人や兄弟姉妹という仲介者がいる以上「見合い結婚」に含まれるべきだし、「職場や仕事の関係で」の結婚も上司や同僚が仲介した場合には「見合い結婚」に含まれるべきではな

いだろうか。また、見合い結婚の時代が終わったというよりは、親等から会社の上司へ、さらには友人へと、結婚の仲介者が変化していると見る方が妥当と思われる。

現在の日本では、そもそも「恋愛」が曖昧な概念であり、性的愛情と区別されず、「恋愛関係」という言葉は「性愛関係」の同義語として使われているように思われる。しかし、柳父[1982]によると、「恋愛」は「舶来の概念」であり、「恋愛」という日本語は、明治時代にフランス語の「amour」、英語の「love」の訳語として創られた言葉とのことである。つまり、江戸時代以前の日本社会には、「恋愛」という日本語は存在しなかったのだが、男女間や同性間の性的愛情がなかったわけではない。佐伯[1998]も、従来の日本語には「色」や「恋」や「情」などの表現もあったが、江戸時代の色道が遊郭を舞台とした肉体関係を前提としていたため、明治時代の知識人が「色」という表現を避けて「ラブ」や「恋愛」という新しい表現を用いたことを指摘している。つまり、「恋愛」は単なる性的愛情ではなく、従来の言葉では十分に表現できない特別な意味を持った概念として新たに創られたものであり、「恋愛結婚」も「愛のある結婚」以上の特別な意味を持った結婚を指していたはずである。

西欧における「恋愛」の起源は、20世紀初頭の歴史家セニョボスが「恋愛、この12世紀の発明」と述べ、La Croix [1999]が「11世紀末に南仏で女性に対する恋愛感情が発見された」（邦訳 p.102）と述べているように、中世にトゥルバドゥールと呼ばれた吟遊詩人が歌った「フィナモール (fin’amors)」であることが定説となっている。最初のトゥルバドゥールはアキテーヌ公ギヨーム9世 (1071-1127) とされており、フィナモールは南仏オック地方の宮廷で生まれ、やがて西欧全体に広まったことから、1883年にフランス文学者のパリスによ

って「宮廷風恋愛 (amour courtois)」と呼ばれた。

このように、「恋愛」という日本語は近代に生まれた言葉だが、「舶来の観念」としての「恋愛」は中世西欧で誕生した概念である。しかし、社会科学領域で結婚や恋愛を論じる場合、前近代の社会を無視して、近代以降の社会のみを議論の対象とするものが少なくない。特に恋愛については、自明の分析概念と思ひ込み、先行する本来の「恋愛」概念を無視して、現代の日常語の意味で議論するという大きな問題点を抱えた研究が大半である。本研究は、これらの立場と異なり、結婚という制度の誕生以来の歴史を検討することで結婚の本質を探ると共に、「恋愛」の原点であるフィナモールに立ち返る。

以上の問題意識より、本研究の目的は、本来の「結婚」および「恋愛」概念に基づき、現代の日本社会で「恋愛結婚」と呼ばれる現象の結婚性と恋愛性を明らかにすることである。なお、結婚は世界各地に存在する普遍的な現象であるが、対比対象の「恋愛」が西欧で誕生した概念であるため、西欧を中心に検討する。

2. 結婚

2.1 結婚の誕生

結婚という制度はなぜ生まれたのだろうか。この問いに対して、Duby [1981]は、「結婚という慣習が制度化されたのは、男性間に女性が秩序正しく分配されることを保証するためであり、また女性をめぐる男性間の競争に規律をもうけ、生殖を公認し、社会化するためであった。この慣習は、誰が父親であるのかを名指すことによって、唯一の明確な親子関係である母と子の関係に、もうひとつの親子関係を加えることになる。また合法的な結合を他から区別して、そこから生まれる子供に相続人の資格を保証する。」(邦訳 p.40) と結論づけている。

このDuby [1981]の結婚観を基にすると、人類の歴史における結婚という制度の誕生は、農業革命にさかのぼると考えられる。原始の狩猟・採集社会では、財産と呼べるものはなく、定住性にも乏しく、戦争する動機がなかった。劉[1999]は、狩猟・採集社会は母系社会であり、男女の性愛関係は確立しておらず、「知母不知父」と言われる社会だったことを指摘し、母系社会になる理由として、母親しか血筋を確定できないことに加えて、男性の担う狩猟の生産力が不安定なため、出産や子育てを担う女性の方が集団に貢献していたことを挙げている。

このような原始の文化形態を、中国雲南の摩梭人は現代でも続けている。遠藤[2002]によると、摩梭人の女子は13歳で成人すると一部屋与えられ、夜に好きな男性

を自由に迎えてよくなる。結婚と異なり、男女とも相手を変えても構わなく、男女とも生まれた家に一生住み続ける。子供は母親の家に属し、父親には扶養義務がない。子供の父親は現地人でも分からない、とのことである。

農業革命による農耕・牧畜社会への移行は高度かつ安定した生産性を実現し、蓄積された富と豊かな土地は戦争の動機となった。戦争は男性の社会的地位を大きく向上させ、財産や権力を持った男性はそれを自分の血を引く子供に継がせたいと思うようになる。この願望は、子供の父親を特定する仕組みを必要とし、女性の貞節を前提とした結婚という制度を生むことで達成され、父系社会に移行した。このように、結婚という制度は、財産や地位を持つ男性のための制度として誕生したのである。

2.2 古代ローマにおける結婚

結婚という制度が誕生した後の古代ローマについて、Veyne [2003]は、結婚は祖国に兵役を担う新しい市民を与えるための「市民の義務」であり、結婚によって「妻から持参金を受け取ることは、金持ちになるための正当な手段」(邦訳 p.52) であり、「妻とは、子供をつくり、財産を増やす存在。市民の務めを果たすための道具」(邦訳 p.50) に過ぎなかったと述べている。阿部[2007]も、「結婚は何よりもまず財産を守り、政治や権力とかかわるためのものであって、情熱とか恋愛とか性的欲望とはほとんど関係がないものとして位置づけられていた」

(p.55) と述べている。夫婦の間に愛情が芽生えることは自然だったが、妻との性行為は跡継ぎを得るための義務であり、男性が(少女でも少年でも)妻以外の愛人に性的奉仕をさせることは問題にならなかった。Veyne [2003]は、「奴隷はそのためにいるんですよ」(邦訳 p.51) と述べている。ただし、愛人は「妻」ではないため、愛人が産んだ子供に跡継ぎの資格はなく、自分の子供と認めることもご法度だったとのことである。一方、既婚女性の不貞は、阿部[2007]によると、子供の父親が分からなくなるため、死刑と定められていたとのことである。

このようなローマの結婚は、両家の家長の婚資についての合意によって成立するものであり、新郎新婦の意志や感情は無関係だった。ここで、阿部[2007]は結婚が「合意」であることを強調しており、結婚は夫婦が生涯結ばれることを前提にしてはいるものの、「夫婦のどちらかが離婚の意志を表明すれば、夫婦関係を解消することができた」(p.63) と述べている。さらに、Veyne [2003]は、妻も好きなきに離婚できただけでなく、離婚を相手に知らせる必要さえなかったことを指摘している。

2.3 ユダヤ教における結婚

現代の日本でも、結婚は宗教との結びつきが強いが、古代から中世の西欧は特にそうであり、宗教は結婚という制度の前提に多大な影響を与えてきた。まず、ユダヤ教は、結婚が「契約」であるとした。これにより、契約破棄、すなわち離婚には正当な理由が必要になった。正当な理由について、阿部[2007]は、学派によって様々であり、シャンマイ派が妻が不貞を働いた時だけ離婚を認めるのに対し、ヒレル派は妻の料理に不満がある場合も認めるとし、妻より美しい女性を見つけただけで認めるとする律法学者もいたことを指摘している。

結婚が契約になったことで妻の身分は安定化したが、一方でユダヤ教の『聖書』は女性を罪深い誘惑者として位置づけ、男尊女卑を宗教的に正当化することになった。「創世記」によると、女が蛇にそそのかされたため、アダムらは神の掟に背いて善悪を知る樹の果実を食べ、エデンの園を追われた。この時の罪は「原罪」として子孫に受け継がれ、特に女性は「懐妊の劬勞」（3章16節）を増やされると共に、「彼は汝を治めん」（3章16節）とあるように夫に従属する立場になったとされている。

また、阿部[2007]は、ユダヤ教が性行為を罪深い行為とは見なしていないものの、穢れをもたらす行為であると共に、罪に導きやすい行為と考えたことを指摘している。『聖書』において、「もし夫に適し婦と寝る男あるを見ばその婦と寝たる男とその婦とをともに殺し斯して悪事をイスラエルの中より除くべし」（申命記 22章22節）とあり、その処刑方法についても、「石をもってこれを撃ころすべし」（22章24節）と明記されているように、妻の不貞は、親子関係を分からなくする重罪であり、夫に対する裏切りのみならず、共同体全体に対する罪と見なされ、共同体全体が裁きに加わったのである。

さらに、『聖書』において、「汝女と寝るごとく男と寝るなかれ」（レビ記 18章22節）、「人もし婦人と寝るごとく男子と寝ることをせばはその二人憎むべき事をおこなふなり二人ともにかならず誅さるべし」（20章13節）とあるように、男子同性愛行為が罪とされた。

2.4 キリスト教における結婚

その後生まれたキリスト教は、ユダヤ教の『聖書』を『旧約聖書』として受け継ぎつつも、独自の解釈を加えていった。まず、『新約聖書』において、「神の合せ給ひし者は人これを離すべからず」（「マタイ伝」19章6節）との立場から、「妻は夫と別るべからず」（「コリント前書」7章10節）、「夫もまた妻を去るべからず」（7章11

節）とあるように、離婚を禁止した。「淫行の故ならで其の妻をいだし、他に娶る者は姦淫を行ふなり」（「マタイ伝」19章9節）とあるように、妻の不貞などの例外を認めているにせよ、「正当な理由があれば離婚できる」から「原則として離婚禁止」へと解釈を改めたのである。このイエスの主張に対して、「人もし妻のことに於て斯のごとくば、娶らざるに如かず」（「マタイ伝」19章10節）という弟子たちの反論もあったが、「之を受け容れうる者は受け容るべし」（19章12節）とあるように、結婚する以上は一生の重荷を負うべきとしたのである。

離婚の禁止は、妻の身分の確立にはつながったが、子供を産めない妻と結婚した場合に家が絶えてしまうことになるという問題を生み出したことを阿部[2007]は指摘している。この時代の結婚の最大の目的は跡継ぎを得ることであり、跡継ぎを残すことは夫婦の義務だった。このため、子供が生まれない夫婦が離婚することは、古代ではどこでも当たり前のことであり、仮に愛する妻でも子供が産まれないのであれば、離婚して子供の産める女性と再婚することが上流階級の当主の義務であった。この問題は、キリスト教の信者の多くが無産者であった当初はあまり問題とならなかったが、上流階級に広がっていくにつれて大きな問題となったと述べている。

また、阿部[2007]は、イエスが「愛」こそが結婚の中心にあるべきとしたことを指摘している。ただし、Flandrin [1981]が「1800年の間教会は人間の愛を、いわば去勢した形でしか、隣人愛の姿でしか認めようとしなかった」（邦訳 p.128）と述べているように、夫婦に求められた愛が性的愛情ではないことには注意する必要がある。『新約聖書』において、「夫たる者よ、キリストの教会を愛し、之がために己を捨て給ひしごとく汝らも妻を愛せよ」（「エペソ書」5章25節）とあるように、神や教会への愛と同じ（性的ではない）「愛」を夫婦にも求めたのである。とは言え、結婚に「愛」という感情を求めたこと、および「愛」という（家長ではなく）夫婦の意志を求めたことは、結婚の歴史の中でキリスト教が起こした革命といっても過言ではない。

キリスト教が「愛」という夫婦の意志を求めたことにより、Le Goff [2003]は、中世になると、キリスト教式結婚には夫婦双方の合意が必要になり、家族の意向に逆らって結婚を拒否するという、それまでになかった権利を教会は夫婦に与えたと指摘している。Flandrin [1981]も、「2家族間の契約から、2人の人間同士の契約に結婚は変貌した」（邦訳 p.vi）と述べている。ただし、Flandrin [1981]が「17世紀にはまだ、「惚れた相手と」

結婚する者は世間から厳しく非難された」(邦訳 p.131)と述べているように、現実の結婚が中世の時代から家長の意志を離れるようになったわけではない。

キリスト教は夫婦の「愛」を重視したが、『新約聖書』において「男の女に触れぬを善しとす」(「コリント前書」7章1節)とあるように、「淫行」(婚姻外の性行為)のみならず、性行為自体を罪深い行為と考えた。『旧約聖書』において「生よ繁殖よ地に満盈よ」(「創世記」1章28節)とあることから、出産のための性行為は否定していないが、性行為は子供を産むために仕方なく、快楽を感じないように行われるべきだとされた。イエスは生涯独身で、聖母マリアは処女のままイエスを懐胎したとされており、『新約聖書』の「コリント前書」において、「わが欲する所は、すべての人の我が如くならん事なり」(7章7節)とあることから、結婚せず独身でいることを理想とした。その上で、「然れど淫行を免れんために、男はおのおの其の妻をもち、女はおのおの其の夫を有つべし」(7章2節)とあるように、淫行を防ぐ手段として結婚の意義を見出したのである。結婚を肯定しつつも独身を理想とする主張は、以下の節によく表れている。「されば其の娘を嫁がする者の行為は善し。されど之を嫁がせぬ者の行為は更に善し。」(7章38節)。

2.5 民衆における結婚の変容

近世以降、Sole [2003]は、民衆階級で結婚が変容し、階級によって結婚が全然違う世界になったことを指摘している。上流階級では、従来と変わらず、跡継ぎの必要性から女性は若くして結婚し、生涯に20回出産することもあった。また、結婚には多額の費用がかかったため、自由に結婚相手を選ぶことはありえなかった。一方、民衆階級では、たいした財産はないため、結婚に多額の費用は求められない代わりに、働きながら自力で結婚資金を蓄えなければならなくなった。このため、晩婚化が進む一方、経済的な自立に伴い、肉体的魅力や愛情を考慮するようになっていったとのことである。

フランス革命期には、Ozouf [2003]は、結婚の基盤が男女双方の同意であるならば、男女双方の同意があればその撤回(離婚)もできるという論理が生まれ、民事契約による結婚が創設されたことを指摘している。フランスにおける離婚制度は、1792年に初めて導入されたが、カトリックの王政復古により1816年に廃止された後、1884年に復活し、結婚は宗教から独立したのである。

工業化した近代以降について、Sohn [2003]は、農村住民の都市流入と賃金労働者化によって若者が自立し

たため、民衆階級では1920年頃には周囲にアレンジされる見合い結婚がなくなったことを指摘している。そして、「夫婦関係はまずお互いの愛情に基づくべきだ」(邦訳 p.186)と主張されるようになり、「自分の夫や妻を愛すべきだ」(邦訳 p.189)という道徳的な考え方から、「愛はそれが生まれた時に生きるべきだ」(邦訳 p.189)というスキャンダラスな考え方へと移行し、夫に満足しない女性の不倫に走るようになった。また、「愛と性は並行するのだから、愛していると確信できるのなら大胆にもっと先まで進む危険を冒してもいいのだ」(邦訳 p.196)という考え方が発展し、婚前交渉がめざましく普及した。その結果、兩次大戦間の時代から離婚が急増し、「愛にもとづく夫婦が以前よりも簡単に破綻するようになった」(邦訳 p.202)と述べている。

2.6 日本における結婚の変容

日本では、近代以降の近代化を通じて、性道徳や結婚制度の欧米化が進んだ。明治期まで浸透していた男子同性愛は、キリスト教の影響から自然に反するとされ、大正期を境に急速に衰えて「変態性慾」と呼ばれた。また、1870年の「新律綱領」では妾にも正妻と同じ二親等の地位が認められていたが、欧米式の一夫一婦主義が主張され、1882年施行の旧刑法で妾は法的な地位を失った。ただし、法的な地位を失った妾や愛人だが、産んだ子供が相続権を有するという「妻」の権利を有したままであり、重婚は否定されたが、「妻」の権利を複数名に保障するという意味での一夫多妻制は現在も続いている。

第二次大戦後は、キリスト教式結婚の論理に従い、「婚姻は、両性の合意のみに基いて成立」(「日本国憲法」第24条)と規定され、家長の意志が排除された。また、戦後の日本では離婚も急増し、厚生省[2000]によると、標準化有配偶離婚率は1965年には2.5%だったが、1995年には11.5%を超えた。さらに、最高裁判所[2013]では、法律婚主義に基づき婚姻関係にある配偶者とその子を優遇することを「合理的な根拠」とは認めず、「全出生数に占める嫡出でない子の割合が著しく高」い(p.7)欧米諸国に倣い、事実婚主義を採用する判決が下された。

2.7 小括

以上のように、結婚という制度は、男性が自分の子供を特定する手段であれ、家督を相続させるに相応しい跡継ぎを獲得する手段であれ、政略の手段であれ、淫行を防ぐ手段であれ、目的達成のための合目的的行為として、財産や地位を「持つ階級」で誕生し発展してきた。愛情

や性欲を含む個人の感情は、これらの目的達成にはつながらないという意味で非合目的であり、結婚には長らく求められなかった。以上のまとめは西欧中心に検討したに過ぎないが、このような結婚の本質的特徴は日本を含む他地域でも大きく変わるものではないと思われる。

キリスト教は、夫婦の間に愛という感情を求め、その思想は時代も地域も越えて、現在の日本に浸透している。しかし、Flandrin [1981]が、「結婚は、王侯貴族にかぎらずあらゆる層の人間にとって、若い男女の愛を満たすためというよりも、ふたつの家族を血縁関係で結びつけ、血統を絶やさないようにする機能をもっていた。農民階級においてさえ、結婚にさいしてはまず第一に物質的・経済的条件が、社会的地位が考慮された」(邦訳 p.101)と述べているように、夫婦の愛は建前として求めるに過ぎず、従来からの結婚の本質を変えるものではなかった。

3. 恋愛

12世紀末に宮廷風恋愛を体系化したアンドレアスの『宮廷風恋愛について』に基づく、フィナモール、すなわち「恋愛」の特徴として、大きく3つ挙げられる。

3.1 非合目的的行為

前述のように、結婚は愛とは無関係な合目的的行為として誕生し、発展してきた。このような結婚に対するアンチテーゼとして誕生したのが「恋愛」である。「恋愛」の1つ目の特徴は、アンドレアスが「愛人の行為はすべて愛する相手を思う心に終止する」(邦訳 p.190)と述べているように、結婚では求められなかった「愛」を至高の価値とし、「他の何かが目当て」ではないこと、すなわち非合目的的行為であることである。

まず、富や身分や名声などの世俗的な利益につながるようでは、「恋愛」とは見なせない。アンドレアスが、「贈物を求める愛とは誰が見ても真の愛の名にふさわしいものではない」(邦訳 p.132)、「真の愛人は愛すること以外には全く目もくれず、憧れ得た愛を失うことよりもあらゆる富、それなくしては生きられないすべての財産を完全に失う方を選ぶものだ」(邦訳 p.13)と述べているように、損得勘定を無視し、純粋な感情としての「愛」だけに従うものとしている(愛が利益に勝る)。

しかし、損得だけでは不十分であり、法律や道徳など、既存の社会的制約からも解放される必要がある。アンドレアスが、「哀れにもこのような愛人は自分とその愛する女性のためのみ生きて他の人びとの利益や友情は顧みず、ひたすら一人の女性の愛しか信頼しない」(邦訳

p.198)、「愛を育むことができるなら、犯してはならない罪がこの世にあるなど考え及ばないものだ」(邦訳 p.199)と述べているように、家族や友人を犠牲にしようが、世間から非難されようが、自分の感情を最優先にするものとしている(愛が良心に勝る)。

さらに、「他の何かが目当て」ではないということは、望む結果が得られずに一方的な奉仕で終わっても構わないことになる(愛が成果に勝る)。アンドレアスは、「万事につき、汝の愛する女性の命令に従え、愛の奉仕に鋭意これ努めよ」(邦訳 p.66)、「愛の神の槍に射られた者は、愛する相手の女性を喜ばし、常に奴隷のように仕えることしか自分にとって有益なものはないと思う」(邦訳 p.198)と述べている。この奉仕関係について、Huizinga [1919]が「官能の愛そのものから、むくわれることを期待しない、けだかい女性奉仕が生まれた」(邦訳 p.261)と指摘しているように、封建制の互恵的な主従関係とは異なる、片務的な主従関係とされている。

そして、愛の価値は自分の命の価値よりも高いはずだから、愛のためなら自己犠牲も厭わないことになる(愛が命に勝る)。アンドレアスは「愛人は愛する女性に何も拒むことはない」(邦訳 p.190)と述べており、愛のために命の危険を顧みず数々の困難に立ち向かうブリトンの騎士の話を紹介している。これについて、La Croix [1999]は、恋人のために命を捧げるところまでいく古代ローマの「アミキチア(友愛)」が、男女の関係に置き換えられていると指摘している。

すなわち、全てを失い、身を滅ぼすかもしれない、にもかかわらず相手に受け入れてもらえないかもしれない、それでもよい、愛を貫く、という信念こそが「恋愛」の生き方ということになる。

3.2 魂への愛

「恋愛」の2つ目の特徴は、古代ギリシアでプラトンが指摘したような、肉体の美しさへの愛ではなく魂の美しさへの愛であることである。La Croix [1999]は、中世西欧においてプラトンは「哲人の王者」と呼ばれ、社会に深い影響を与えたことを指摘している。水野[2006]は、「恋愛」は「イスラム経由のプラトンの愛の12世紀的な表現」(p.61)と述べている。

プラトンは、『饗宴』の中で、エロスには「万人向きのもの」(パンデモス)と「天上のもの」(ウラニオス)の2種類があると指摘している。「万人向き」の愛は、「でき得るかぎり愚昧なる者を愛する」(邦訳 p.62)ため女性にも向けられ、肉体を愛するものである。肉体の

美しさは永続するものではないため、その愛も永続するはずがなく、「その愛した肉体が花時を過ぎるや否や、あらゆる言葉と約束とを踏みじって彼は急いで飛び去ってしまう」(邦訳 p.67)。これに対して、天上の愛は、「生来強き者と理性に富める者とを愛好する」(邦訳 p.63)ため男性のみに向けられ、魂を愛するものであり、「純粹にこのエロスに動かされている者」(邦訳 p.63)の愛である。「気高き性格」は永続するものだから、「全生涯を通じてその愛する者から離れ去ることなく、いつまでもこれと生活を共にする覚悟こそあれ、子供の時の無思慮に乗じて手に入れた愛人を欺いて、嘲笑をもってこれを捨てて他に走るようなことはしないに違いない」(邦訳 p.63)と述べている。

アンドレアスもまた、「外見の美しさ」ではなく、内面の「気高い心」を求めべきとしており、「誠実な人柄のみが愛に値するものである」(邦訳 p.189)、「内面の気高さのみが人を美徳で輝かせ、真に貴族の名に値するもの」(邦訳 p.31)、「女性もまた外見の美しさより内面の美を求めなければならない」(邦訳 p.17)と述べている。一方で、アンドレアスは、宮廷付司祭としての立場から、キリスト教倫理に基づき、「過度の情欲にかられる者は真に愛することにならない」(邦訳 p.190)とあるように肉体的欲望を否定すると共に、男子同性愛のみで成立するというプラトンの前提を無視し、男女間に応用することで「恋愛」概念を理論化したのである。

3.3 自由意志の存在

「恋愛」の3つ目の特徴は、相手(女性)に自由意志が存在することである。アンドレアスは、「愛人が愛する女性の意に反して得るものはすべてたしなみに欠ける」(邦訳 p.189)、「愛の神はその選択権を女性の自由意志に任せております」(邦訳 pp.33-34)、「男性の求愛を受けるか否かは、その女性の自由な判断に委ねられます」(邦訳 p.73)と述べている。

前述のように、中世の時点では、西欧の結婚は両家の家長の間で成立するものであり、新郎新婦の意志は基本的に関係なかった。結婚後の夫婦関係についても、性行為は義務であり、拒否できなかった。結婚以外の性愛関係についても、奴隷は主人の申し出を、娼婦は客の申し出を、それぞれ断れる立場になかった。つまり、結婚を含む男女の性愛関係は、男性から女性への一方的なものであり、女性には断る自由意志がなかったのである。

アンドレアスは、「夫婦間には真の愛が占める余地があるか否か」という問題に関する「恋愛法廷」において、

「夫婦は、途方もなく大きな愛情の絆で結ばれているとはいえ、彼等の愛情は男女間の恋愛とはなりえません。それは真の意味における恋愛の定義にそぐわないからです。」(邦訳 p.87)、「夫婦がいかに強い愛情で結ばれようとも、それを“恋愛”と呼ぶことはできない」(邦訳 p.88)と断言している。その理由として、「夫婦はお互いの欲望に応ずべき義務があり、何事につけ相手の要望を拒むことはできません」(邦訳 p.94)と述べており、結婚が自由意志に基づかない義務の関係に対して、「恋愛」は自由意志に基づく関係であることを指摘している。

それでは、なぜこの時代に女性に自由意志が存在するようになったのだろうか。土地が生産手段であり、生産力は土地に依存した農業社会において、分割相続から単独相続への移行が進んできたのが、中世半ばという時代である。このような中世社会において、跡継ぎではない次男以下の騎士は、生産手段を持たない身分であり、結婚することもできなかった。彼らが結婚するには、自分の土地を獲得する必要があるため、そのためには3つの方法があった。1つ目は、持つ者から奪う方法であり、戦争に参加して武功を立てる必要があった。2つ目は、跡継ぎのいない領主に気に入られ、娘と結婚して次期領主となる方法であり、武者修行を通じて優れた騎士であることを示す必要があった。3つ目は、領主を亡くした未亡人に気に入られ、彼女と結婚して領主となる方法である。この3つ目の方法が宮廷風恋愛の背景にあった。中世には戦争が頻繁に起きたため、領主が戦死する機会も多かった。次男以下の騎士は、自分の仕える領主の奥方を、次期領主となる可能性に賭けて、(主君が存命中から)命懸けで口説いたのである。この時の貴婦人は、騎士を受け容れるか否か、自らの自由意志で決定できる立場になった。逆に、中世半ば以前の西欧社会では、男性がどんなに女性を心から愛し、かつ愛を貫く覚悟を持っていたとしても、女性の自由意志が社会的に存在しなかったことから、「恋愛」は存在しなかったと言えるのである。

Veyne [2003]によると、古代ローマでも未亡人は事実上財産を自由に使える立場だったため、財産目当ての「未亡人狩り」がよくある手段だった。つまり、厳密には、ローマの未亡人も、中世の貴婦人同様に、「狩人」を受け容れるか否か、自らの自由意志で決定できる立場にあった。しかし、Veyne [2003]は、ローマ社会の男性には「常に相手を支配すること」が求められたため、女性の機嫌をとることは当時の道徳に反する行為であり、公にはできなかったことを指摘しているように、女性の自由意志は社会的には存在しなかったのである。

3.4 小括

以上のような特徴をもつ「恋愛」は、Le Goff [2003] が「宮廷風恋愛とは、不倫以外のなにものでもない！」（邦訳 p.89）と指摘するように、騎士と既婚の貴婦人の不倫関係を前提に成立するものであり、結婚した夫婦は相互義務の関係であるため、「恋愛」が成立しないとされていた。Flandrin [1981]が「騎士を意中の婦人に結びつける絆は自由な選択に基づき、家族の利害でおしつけられたものではない」（邦訳 p.131）、「肉体的つながりが認められていたにしても、それは生殖を目的とするものではなかった」（邦訳 p.131）と述べているように、不倫関係では自由意志に基づく非合目的な「恋愛」を実現できた。しかし、相手が未婚の場合、自由意志に基づく関係を築くことは可能だが、結婚につながる可能性がある以上、結婚（ひいてはその財産）目的と見なされる。相手が既婚者の不倫関係の場合のみ、結婚にはつながりえないため、「他の何かが目当て」ではなくなり、「愛」が至高の価値という論理が成立するのである。

以上、本来の「恋愛」の特徴について、その歴史的背景も含めて見てきた。しかし、土地を持たない騎士が、実は土地目当てで貴婦人に近づいたならば、それは「恋愛」とは到底呼べないのではないだろうか。この問題に対して、Le Goff [2003]は、「宮廷風恋愛はもっぱら文学の産物であって、想像の世界の域を出なかった」（邦訳 p.84）と述べている。むしろ、現実の世界では困難だからこそ文学の世界で発展したのかもしれない。こうして、想像の世界にせよ、「恋愛」という新しい概念が、中世西欧に理念型として誕生した。そして、「恋愛」概念は、近世の宮廷における恋愛遊戯に影響を与え、近代では「情熱恋愛」などの概念に受け継がれたのである。

4. 「恋愛結婚」の矛盾と可能性

以上の本来の「恋愛」概念に基づく、「恋愛」は単なる性的愛情ではないため、「愛のある結婚」なだけで「恋愛結婚」と呼ぶことや、「出会いのきっかけ」を以て「恋愛結婚」と呼ぶことは、甚だ不適切と言わざるを得ない。そもそも「恋愛結婚」という概念自体が矛盾するとされたものなのである。その上で、「恋愛」概念は「想像の世界」で誕生した理念型であるため、現実の世界で完璧な合致を見出すことは難しいにせよ、「恋愛」と「結婚」の両立の可能性を改めて考えてみたい。

「恋愛」としての要件を満たすには、物質的に豊かな生活を求める気持ちを否定する必要はないにせよ、まず愛が第1の条件でなければならない。愛が第1ならば、

社会的常識や他者の権利を犠牲にしても自分の愛を優先する覚悟があり、愛のためなら人生を台無しにしても構わないくらいの覚悟もあることになる。

次に、その愛が、外見的美しさに対する愛ではなく、内面的美しさに対する愛であることが必要である。顔などの肉体という年齢と共に衰える美しさではなく、永続する美しさを愛の源泉とするのが「恋愛」である。

最後に、相互に自由意志に基づく関係であることが必要である。この要件は、現代の先進国ではほとんどのケースが満たしているように思えるかもしれない。見合い結婚でも、自分の意志で結婚を決断したならば自由意志に基づく結婚と見なせるからである。しかし、結婚するまでが自由意志に基づいていたとしても、結婚後の生活が「義務の関係」になってしまえば、「恋愛」ではなくなってしまう。「恋愛結婚」であり続けるためには、結婚後も結婚前と同様に「自由意志の関係」を続ける必要がある。夫婦に相手を所有している所有されているという意識や、子供への責任など夫婦の義務という観念があるならば、その結婚生活は「義務の関係」である。また、「自由意志の関係」ならば、「別れる自由」も夫婦双方にあることになる。つまり、結婚はしたが、嫌になっただけで別れても構わないような前提の夫婦関係でもなければ、「自由意志の関係」が続いているとは言えず、「恋愛結婚」が続いているとは言えないことになる。

5. 現在の日本社会の結婚

5.1 現在の日本の恋愛結婚の結婚性

国立社会保障・人口問題研究所[2017]における「結婚の利点」の調査より、未婚の男女とも「子どもや家族をもてる」が最大の利点となっていることから、恋人の所有を社会的に公認する制度であり、子供の父親を社会的に確定する制度として、結婚は重要な機能を果たしていることがわかる。また、「結婚相手に求める条件」の調査より、未婚の男女とも「人柄」が最大の要因となっているように、「第一に物質的・経済的条件が、社会的地位が考慮された」時代とは大きく異なるものの、未婚女性の約9割（男性は約3割）が「経済力」を、約8割（男性は約4割）が「職業」を挙げる状況が一貫して続いていることから、多くの女性にとって結婚は物質的に豊かな生活を求める手段としての側面を強く残していることが分かる。このように、多少の変容はあるものの、結婚は依然として合目的行為の延長にあると言える。

また、国立社会保障・人口問題研究所[2017]における「独身の利点」の調査より、男女とも「行動や生き方が

自由」が他の選択肢を圧倒しており、結婚すると生活全般について束縛されるという認識が根付いていることが伺える。さらに、現在の日本の結婚は、戦後の民法改正（「昭和 22 年法律第 222 号」）により、「家」の継承を重視する家督相続が廃止された代わりに夫婦が子供に対する権利を有すると共に義務を負うことになっている。つまり、現在の日本社会においても、結婚は「義務の関係」という認識が一般的であり、「自由意志の関係」を続けたい男女は結婚していない可能性が高い。

5.2 現在の日本の恋愛結婚の恋愛性

国立社会保障・人口問題研究所[2017]における「結婚相手に求める条件」の調査より、「容姿」を挙げたのは、未婚男性の約 8 割、未婚女性の約 7 割である。「容姿」は重要な要因ではあるが、最大の要因で男女とも 10 割に近い「人柄」には及ばず、現在の日本の結婚では、外見の魅力より内面の魅力が重視されていると言える。

また、結婚後の夫婦は「義務の関係」となり、「自由意志の関係」ではなくなるとしても、すなわち「恋愛」とは呼べない関係になるとしても、結婚に至るまではほとんどの夫婦が相互の自由意志に基づいていると思われる。「見合い結婚」でも、最終的に自分の意志で結婚を決断したならば、自由意志に基づく結婚と見なせる。つまり、夫婦は、完全な「自由意志の関係」ではないが、部分的には「自由意志の関係」と言えるのである。

5.3 結論

以上のように、現在の日本社会の結婚は、いかに「恋愛結婚」と呼ばれようとも、「恋人の所有を社会的に公認する制度」であり、「子供の父親を社会的に確定する制度」として機能を果たし、「物質的に豊かな生活を求める手段」としての機能も一部に残す、合目的的行為であり、夫婦を「義務の関係」で相互に縛る制度として、「恋愛」ではなく「結婚」の延長線上にあると言える。

にもかかわらず、「恋愛結婚」と呼ばれているのは、本来の結婚にはなかった、以下の 3 つの「恋愛」的要素を含むことが一般化したからと考えられる。1 つ目は、至高の価値とするには至らないが、愛という感情を求めようになった点である。2 つ目は、結婚相手の条件として、「人柄」という永続する個人の内面の魅力が、「容姿」という個人の外見の魅力以上に重視され、さらには経済的条件や社会的地位以上に重視されるに至った点である。3 つ目は、結婚に至るまでの部分的ではあるが、夫婦の相互の自由意志に基づくようになった点である。

参考文献

- 1) 阿部謹也[2007]『西洋中世の男と女』筑摩書房。
- 2) Andreae C. *De Amore* (瀬谷幸男訳[1993]『宮廷風恋愛について』南雲堂)。
- 3) Duby, G. [1981] *Le Chevalier, La Femme et Le Pretre*, Hachette (篠田勝英訳[1994]『新装版 中世の結婚』新評論)。
- 4) 遠藤織枝[2002]『中国雲南摩梭族の母系社会』勉誠出版。
- 5) Flandrin, J.-L. [1981] *Le Sexe et L'occident*, Editions du Seuil (宮原信訳[1992]『性の歴史』藤原書店)。
- 6) Huizinga, J. [1919] *Herfsttij der Middeleeuwen* (堀越孝一訳[2012]『中世の秋 I』3 版、中央公論新社)。
- 7) 改訳委員会訳[2014]『文語訳 新約聖書』岩波書店。
- 8) 国立社会保障・人口問題研究所[2017]「現代日本の結婚と出産—第 15 回出生動向基本調査(独身者調査ならびに夫婦調査) 報告書—」(http://www.ipss.go.jp/ps-doukou/j/doukou15/NFS15_reportALL.pdf) (2019 年 10 月 23 日確認)。
- 9) 厚生省[2000]「離婚に関する統計」(https://www.mhlw.go.jp/www1/toukei/rikon_8/index.html) (2019 年 10 月 23 日確認)。
- 10) La Croix, A. de [1999] *L'eroticisme au Moyen Age*, Tallandier (吉田春美訳[2002]『中世のエロティシズム』原書房)。
- 11) 劉達臨[1999]『性与中国文化』人民出版社(鈴木博訳[2003]『中国性愛文化』青土社)。
- 12) 水野尚[2006]『恋愛の誕生』京都大学学術出版会。
- 13) Platon, *Sumposion* (久保勉訳[1965]『饗宴』改版、岩波書店)。
- 14) 佐伯順子[1998]『「色」と「愛」の比較文化史』岩波書店。
- 15) 最高裁判所[2013]「平成 24 年(ク)第 984 号, 第 985 号 遺産分割審判に対する抗告棄却決定に対する特別抗告事件」(http://www.courts.go.jp/app/files/hanrei_jp/520/083520_hanrei.pdf) (2019 年 10 月 23 日確認)。
- 16) 聖書翻訳常置委員会訳[2015]『文語訳 旧約聖書 I』岩波書店。
- 17) Simonnet, D., J. Courtin, P. Veyne, J. Le Goff, J. Sole, M. Ozouf, A. Corbin, A.-M. Sohn, P. Bruckner et A. Ferney [2003] *La Plus Belle Histoire de L'amour*, Editions du Seuil (小倉孝誠・後平隆・後平澤子訳[2004]『世界で一番美しい愛の歴史』藤原書店)。
- 18) 柳父章[1982]『翻訳語成立事情』岩波書店。

井原西鶴『日本永代蔵』における経済倫理の現代的意義について

On the Modern Significance of Economic Ethics in Ihara Saikaku's *Nihon Eitaigura*

笠井 哲

Akira Kasai

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2019年8月21日受理)

The purpose of this paper is to consider the modern significance of economic ethics in Ihara Saikaku's *Nihon Eitaigura*. Saikaku said that the merchant should get rich wealth. He made much of honesty in business. He explained the importance of fortune and intuition. But it was his economic ethics not to pray for fortune only for oneself. This has the modern significance.

Key words: Ihara Saikaku, *Nihon Eitaigura*, honesty, fortune, economic ethics

1. はじめに

『日本永代蔵』（以下『永代蔵』と略す）は、元禄元年と同年の貞享5年（1688）、大阪北御堂の書肆・森田庄太郎によって刊行された。

元禄時代といえ、元禄文化、元禄小袖、元禄見得など、とかく華やかな印象で彩られてきている。元禄期は、江戸時代初期の政商・河村瑞賢（1618～1699）が堂島新地を開いた年代でもある。堂島には蔵屋敷が立ち並び、「天下の台所」としての大阪の地位は揺るぎないものになったという。

『永代蔵』には、そういう商家の蔵が、未来永劫にわたって受け継がれるべき蔵、として描かれている。この井原西鶴（1642～1693）の『永代蔵』は、日本初の経済小説といわれている¹⁾。本書は、商売を生業とする町人たちをとりあげ、日本各地の富を築いた人々の生活や商いの工夫を描いている。

また本書は、六巻各五章の計三十章からなるが、巻一から巻四と巻五、六との間には、断層があることが指摘されている²⁾。しかし、本稿のテーマから外れるので、ここでは問題にしない。

西鶴は『永代蔵』において、江戸時代に生きる商人の地位が、金銭の蓄積によってのみ継承されている、という現実を描いた。本稿の目的は、西鶴の『永代蔵』における「経済倫理」の現代的意義について考察することである。

2. 『永代蔵』における「商人」

『永代蔵』を考察する際に、江戸時代から現代に流れてきた時間の経過を見過ごすことはできない。330余年前の封建時代に刊行された、『日本永代蔵』を読み解いていく上で、令和に生きるわれわれは、以下の事項に留意しなくてはならない。

「商」の由来については、古代中国の王朝商（紀元前1600～1046）の民が商売が巧みであったから、と伝えられている。「商」の和語「あきない」の「あき」は「秋」と同根語で、語尾の「ない」は「うらない（占い）」と同様に「行為」を意味する。

江戸時代、幕府の統治は、儒教的な階級観念を導入して、人民を士農工商という身分に固定化するものであった。中でも武士と商人は、祖先から伝え継がれる血族集団としての「家」を受け継ぐ層を形成していた。

武士は、その代々の血筋や家柄を背景として、その身分は幕府によって絶対的に保障されていた。たとえ本人が、国家の行政を分担する「官僚」としての能力に欠けていたとしても、家の地位や財産や職業を受け継ぐことができたという。

その一方で、商人は「商人に系図なし」という諺から推測できるように、家系、俗姓、あるいは筋目だけで成功することはなかったという。『永代蔵』のエピソードには、商人の地位が、金銭および銀銭の蓄積によってのみ継承される、という現実が淡々と繰り返されている。

時代劇の台詞で、多用されてきたからであろうか。「商人」に「あきんど」という音を当てると、駆け引きというイメージが付いて回る。『広辞苑』の「あきんど」の項目³⁾を開いてみると、「商人氣質」：商人らしい気質、利益に目ざとい気質の意、「商人の空誓文」：商人はかけひきのためにうそを言うことがあるの意、といった文言が並んでいる。したがって、商人の気性はやはり、営利や損得に辿りつくようである。

3. 『永代蔵』にみる致富観

先述のように「永代蔵」とは、未来永劫にわたって受け継がれるべき蔵を意味した。永代とは、永代供養や永代証文という用法があるように、時間的な制限が課せられていない状態である。また、蔵は家財や商品などを安全に保管するための倉庫、あるいは建造物を意味する。

江戸時代における蔵は、長者、すなわち金持ちや富豪の証として見られていた。そして、今でもお金持ちになることをたとえて「蔵が建つ」という。江戸の昔も令和の今も、蔵は富の象徴として抽象化されている。

『永代蔵』には、蔵に関する文章や物語が随所に見られる。前半部には、親から何も譲り受けることなく、本人がその才能や直感を頼りに家職、家代々に伝わる職業に励んで建てた蔵、宝蔵、銭蔵、銀蔵、小判蔵に関する物語がある。

その一方で、物語の主人公が放蕩したあげく、身代を潰す物語も取り込まれている。放蕩息子の顛末について記した後に、西鶴は「人はしれぬ物かな、見及びて四五年此かたに、忒千貫目塵も灰もなく、火吹く力もなく」⁴⁾という。

とはいえ、西鶴は巻六の二で、「親よりゆづりなくては、すぐれてふうきにはなりがたし」⁵⁾という現実も受け入れている。

『永代蔵』には、才覚に恵まれた商人も数多く登場する。巻二の三「才覚を笠に着る大黒」の主人公・大黒屋新兵衛のように、才覚だけでなく神仏を信仰しながら⁶⁾、富貴になった商人も登場する。

才覚に恵まれた商人の典型例として、巻一の一「初午は乗ってくる仕合」の主人公は、和泉国の龍谷山水間寺から借り受けた一貫文を、13年費やして8192貫文に増やし、俄か分限、すなわち一瞬の間に巨利を得た富裕な商人になったという⁷⁾。

このエピソードの主人公は、商売に拔かりなく弁舌が巧みで、物事の道理に精通し、機転が利くだけでは

なく、数字の計算にも長けていたという。それゆえ金銭トラブルに巻き込まれることもなく、取り返すべきものは生きた牛の目をくり抜いてでも取り返し、たとえ千里の道であっても、奉公のためならば厭うことはなかったという。

しかし西鶴の筆致は、才覚に恵まれた商人や信心深い商人に対して、必ずしも好意的ではない。西鶴は、巻二の二で、「かしこき人は素紙子きて、愚なる人はよき絹を見に累ねし」⁸⁾とも、巻三の四では「随分畏き人の貧なるに、愚なる人の富貴」⁹⁾とも記している。

『永代蔵』には、道理に通じた賢い人よりも、むしろ悪知恵が働き狡猾な人の方が、致富に成功するという西鶴特有の世界観が映し出されている。その一方で、西鶴は巻六の五で「とかく大福をねがひ、長者となる事肝要なり」¹⁰⁾という致富観も披露している。

『永代蔵』の随所に記された大福の意味は、商店の帳場格子に、福運の到来を願って掛けられていた元帳とその表紙に墨で記された「大福帳の」大福と同じである。

江戸時代には「神仏習合」という、日本固有の神に対する信仰と外来の仏に対する信仰が融合していた。そして、福は神や仏の靈験によって授かると考えられていた。

『永代蔵』の巻一と巻二には、物語の登場人物が、福神や観音に乞い求めた結果として、繁栄と財宝を得る物語が取り込まれている。しかし西鶴の態度は巻三と巻四で一変し、福神や観音の非力を強調している。巻四の一「祈るしるしの神の折敷」に「時と皆欲の世なれば、若恵比寿・大黒殿・毘沙門・弁才天に頼みをかけ、鉦の緒に取付、元手をねがひしに、世にけんかしこき時代になりて、此事かなひがたし」¹¹⁾という。

ここに至っては、貧乏神のご託宣を信じて、富豪になった人物の物語が記されているほどである。西鶴の目には、皆が皆欲心を抱いているように見えたのであろうか。こうした時代には、福神や観音の靈験さえも際立つことはない、と西鶴は話を締めくくっている。

『永代蔵』の巻一の一「始末大明神の御託宣にまかせ、金銀を溜むべし」¹²⁾には、西鶴の根本精神が色濃く反映されている。西鶴は元禄という時代の性格を見据えていたのであろう。『永代蔵』のエピソードや文章は、「人皆欲の世」における蓄財の重要性が繰り返して説かれている。

西鶴に即して説明すれば、世人が厳しい生活態度を保つために、武士・農民・職人・商人の別を問わずに、

僧侶や神官までも含め、金銭及び銀錢を溜めただひたすら蓄財に励むべきであるという。とにかく、『永代蔵』のエピソードや文章には、金銭及び銀錢に関わる話題に事欠かない。西鶴の筆致は、一見して拝金主義のようである。

試みに『永代蔵』に記された金銭及び銀錢に関わる記述を抜き出してみよう。

「金銀を溜むべし」（巻一）¹²⁾。

「銀さへあれば何事もなる事ぞかし」（巻三）¹³⁾。

「なふてはならぬ物は銀の世中」（巻三）¹⁴⁾。

「暫時も油断する事なかれ。金銀はまわり持、念力にまかせ、たまるまじき物にはあらず」（巻四）¹⁵⁾。

すなわち「阿弥陀仏の光も金次第」なのであろうか。西鶴の筆致は、世の中が万事金次第であるかのように読みとれる。

では西鶴は果たして本当に、拝金主義、すなわち金銭及び銀錢それ自体を、最上のものとして尊ぶような思想に冒されていたのであろうか。西鶴は、巻二の三で「只、銀がかねをためる世の中」¹⁶⁾を目の当たりにして、無の状態から小判も壱歩も湧き出てこないという現実を受けとめていたようである。親から譲り受けたものとはかく、元手となる金銭及び銀錢がなければ如何ともしたいのは、江戸の昔も令和の今も変わらない。

しかし、西鶴は、元手がなくとも「正直」にさえ生きていれば、必ず報われるという物語や文章を『永代蔵』の随所に挿入している。西鶴は、巻四の三では「人は正直を本とする事神国のならはせなり」¹⁷⁾と記し、正直を重要な徳目として掲げている。西鶴は、巻四の一の「祈る印の神の折敷」の主人公桔梗屋夫婦のように、たとえ元手がなくとも、家職を大事に、正直に生き、時を無駄に費やすことがなければ、やがては神や仏が、金銭及び銀錢で報いてくれるという事実を、読み手に優しく教え諭している¹⁸⁾。

また西鶴は、巻四の一で僧侶無住道暁の仏教説話集である『沙石集』の一文を引用し、「人をぬく事は跡つづかず。正直なれば神明も頭に宿り、貞簾なれば仏陀も心を照す」¹⁹⁾と記している。

今も、「正直の頭に神宿る」という諺がある。西鶴とその同時代の人、武士・農民・職人・商人の別を問わずに僧侶や神官までも含め、正直にさえ生きれば神や仏が繁栄と財宝で必ず報いる、と信じていたのである。

金銭及び銀錢は、『永代蔵』のエピソードや文章の

中で、人間に生得的な欲求を満たすものとして描かれている。西鶴が金銭及び銀錢に執着した理由は、人が所有すべき貨幣が、実際的には貨幣によって人心が動かされていたからであろう。

西鶴は、封建制度の中で生きた商人の姿を次のように描写している。

「金銀を溜むべし。是、二親の外に命の親なり」（巻一の一）²⁰⁾。

俗姓・筋目にもかまはず、只金銀が町人の氏系図になるぞかし。（巻六の五）²¹⁾。

西鶴はまた商人の分際を強調しながら、商人の地位が金銭及び銀錢の保持によってのみ、正当化されているという事実を繰り返している。商人が封建的な制度のもとで生き延びるためには、商人はただひたすら、蓄財に励まなければならない、と考えられていたのである。

西鶴は『永代蔵』のエピソードや文章の中に、分際や身の程という表現を随所に使用し、奢侈を極めつつあった商人の生活や姿に苦言を呈している。

西鶴は、あたかも商人が身分相応に生き、商いの正道から踏み外れることなく、家職を堅持すべきであると論じているかのようである。西鶴は、華やかで美しい元禄文化の幕が開く直前の市中の様子を、わき目に見ながら、巻一の一で「世の風儀をみるに、手前よき人、表むきかるう見せるは稀なり。分際より万事を花麗にするを近年の人心、よろしからず」²²⁾と断定している。当時の商人は、武士にしか許されていなかった絹の衣装を身に着け、武士の旗印であった家紋を着物に付すようになっていたようである。

また、西鶴は家の軒先に植えられた高価な樹木を眺めながら、巻一の一で「人の家に有たきは梅・桜・松・楓、それよりは金銀米錢ぞかし」²³⁾とも記している。西鶴は、感想を交えつつ当時の様子を、巻一の一で、次のように描写している。「古代にかはつて、人の風俗次第奢になつて、諸事其分際よりは花麗を好み、殊に妻子の衣服、また上もなき事共、身の程しらず、冥加をそろしき（巻一）」²⁴⁾。

西鶴の筆致は、身分秩序が次第に薄れていく様子を伝えてくれる。西鶴は、商人の地位が金銭及び銀錢の保持によってのみ正当化されているという現実を、繰り返し強調しながら、家職の堅持を勧奨している。『永代蔵』の巻五の一で、「銘々家業を外になして、諸芸をふかく好める事なかれ」²⁵⁾とも、巻六の三で「人の稼は早川の水車のごとく、常往油断する事なかれ」²⁶⁾

とも忠告している。

西鶴の文言から想像される商人の姿は、吝嗇家のようにも映る。「商事せぬ日は、少しにても錢銀出す事なかれ」²⁷⁾とは、巻四の五における西鶴の弁である。また西鶴は、富裕で有徳な人物として描かれた商人の口を借り、巻五の四に「町人は算用こまかに、針口の違はぬやうに、手まめに、当座帳付べし」²⁸⁾とも記している。

もともと西鶴は、吝嗇家たるべき途を示しているだけでなく、分限を超えた長者になるための処方箋も記している。西鶴によれば、分限とは、親から何も譲り受けることなく、本人の才能と智慧によって銀五百貫を稼ぎ出す商人の意である。西鶴が処方した妙薬の名は、「長者丸」という。

そもそも西鶴は、貧乏というのは病気だということ。病気ならば、薬があるはずだということで、貧病を生み出す「毒薬」と、貧病に効く「妙薬」について語っている。それは、『永代蔵』巻三の一「煎じやう常とはかはる問薬」である。この話は、ある裕福な人が、「四百四病は、世に名医ありて、験気をえたる事かならずなり。『人は智慧・才覚にもよらず、貧病のくるしみ、是をなをせる療治のありや』」²⁹⁾と尋ねられるところから始まる。

するとこの長者は、「『今迄それをしらず、養生ごかりを四十の陰まで、うかうか暮されし事よ。少し見立おそけれ共、いまだよい所あるは、革足袋に雪踏を常往帯る心からは、分限にもなり給はん』²⁹⁾といい、妙薬「長者丸」の処方を伝授してくれる。

西鶴によれば、次にあげる成分を練り込んだ丸薬を朝と夕方に服用すれば、患者は間違いなく長者になれるという。

朝起（朝早く起きることの意）、五両。

家職（その家代々に伝わる職業の意）、二十両。

夜詰（夜間にも仕事をする事のこと意）、八両

始末（浪費せず、慎ましいこと意）、十両

達者（物事に熟達していること意）、七両

「此五十両を細にして、胸算用・秤目の違ひなきやうに、手合念を入、これを朝夕呑込からは、長者にならざるといふ事なし」²⁹⁾。

早起きは三文の徳、という諺があるが、西鶴は三文どころではなく五両もの徳になるという。同じように家業に励むのは二十両の徳、夜なべで働けば八両の徳、儉約で十両、健康なら七両、合わせて五十両の徳になる。これを毎日心がければ長者になれるはずがない、

というのである。

西鶴は、奢侈を極めつつあった商人の思想や行動をわき目に見ながら、商人という身分の程度を確認するために、「長者丸」の処方箋を思索したのであろう。「長者丸」の成分を仔細に眺めれば、西鶴が家職を極めて重視していることがわかる。

『永代蔵』の巻五と巻六では、長者が家職の維持と保守の教えを説いている。また、『永代蔵』には、物語の登場人物が家職を疎かにした結果として、身代を棒に振った物語も随所に見られる。

「長者丸」という妙薬は、奢侈を極めつつあった商人の生活や姿を、目の当たりにしていた西鶴の思いが主な成分として処方されている。こうした西鶴の思いは、西鶴の独りよがりではなく、それ以降に生きた人々によっても吐露されてきている。

4. 金儲けと世渡り

すでに一部引用したように、『永代蔵』巻一の一に「土農工商の外、出家・神職にかぎらず、始末大明神の御託宣にまかせ、金銀を溜むべし。是、二親の外に命の親なり」³⁰⁾という。如何なる身分の人であっても、たとえ俗世を離れた僧侶や神主であっても、節約を心がけ金銀を溜めるべきである。金銀は両親を別にしたら、命の親といえるものだからである。

これは、「初午は乗つて来る仕合せ」の冒頭近くにある言葉である。「金銀は命の親」といったり、儉約のことを大坂では「始末」といったことから、節約することを「始末大明神の御託宣」と称したり、たいへん興味深い表現である。

しかし、当時としてはここまで明確に「お金は大切である」と言い切るのは、勇気が必要であったと思われる。というのも、武士を頂点とする身分社会であった江戸時代の日本では、お金のことを話題にするのは卑しむべき行為と考えられていたからである。

なぜ、武家社会でお金が卑しまれたのであろうか。一つには、武士の生活規範となっていた武士道の価値観に「お金」というものが入っていなかったからである。もう一つは、幕府が学問の中心に据えた儒教が、お金儲けに対して、否定的な考えを持っていたからである。儒教の影響は、武士にとどまらなかった。町人も通う寺子屋などでも、儒教を中心とした教育がなされていた。

また、長く日本人のメンタルを担って来た仏教も、「捨てる」ということが基本の教えである。すべてを

捨てて、身一つになって、煩惱を取り払っていく。したがって、金銭に執着するのはもちろん、貯めるなどということは煩惱とされたのである。儒教にしても仏教にしても、日本人の価値観に深く関わった教えには、そもそも、金銀を大事にするという発想がなかったのである。

では、日本古来の宗教である神道はどうかというと、特にお金を嫌悪することはないが、基本的に自然の中に神を見出すものであるから、積極的にお金を貯めるというメッセージもなかった。武士の世が終わっても、日本人のお金に対する意識はあまり変わらなかった。ただ、口ではお金は卑しいものであると蔑んでいる人も、この世を生きていく上で、お金が必要なことはわかっていたはずである。

お金の重要性を述べる前に、西鶴はその根拠として、世の中の厳しさ、そこで稼ぐことの難しさを次のように述べている。

「天道言はずして国土に恵みふかし。人は実あつて何偽りおほし。（中略）これ、善悪の中に立つて、すぐなる今の御代をゆたかにわたるは、人の人たるがゆゑに常の人にはあらず」³⁰⁾。

『永代蔵』は、この言葉から始まる。すなわち、お天道様というのは、日々世の中を照らしてくれる安定した存在だが、人間というのは誠実さもあるけど、嘘も多い。西鶴はそう定義した上で、世の中というのは、そういう善悪の入り交じった中で、成り立っているものだから、そこで豊かに生きていくことができる人は「常の人」ではないという。

常の人ではないとは、平凡ではなく、特別なものを持った人、つまり「才覚」を持った人こそ豊かにこの世を渡っていくことができるというのである。日本人は、一代で財を成した人を「成金」といって妬んだり、上手く時流に乗り儲けた人を、正當に評価しなかったりする傾向がある。しかし、西鶴は虚実が入り交じった不安定な世の中なのであるから、如何なる方法であろうと、儲けることができた人は才覚のある人だ、と評価しているのである。

さらに、西鶴は続けている。

「一生一大事、身を過るの業」³⁰⁾。

「身を過るの業」というのは、世渡りのことである。つまり、不安定な世の中を如何にして渡っていくかということ、人生の一大事だということである。

先述のように、世の中を豊かに生きていくには特別な才覚が必要であるが、豊かではなくとも、ただ世を

渡っていくだけでも、たいへんなことであり、大切なことである。

『永代蔵』は、一代で成功し巨富を得るエピソードを集めたような、サクセスストーリー集である。そのため、読者はこれなら自分もできそうであると思いがちであろう。西鶴は、そうした勘違いに読者が陥らないように、最初に世の中の厳しさ、そこで身を処していくことの困難を述べる。そうすることで、世の中で自分の身の始末を如何にするか、というところを常に考え、才覚を磨く努力をしなければならない、という覚悟を示したのである。

また、儲けるのは簡単なことではない、というメッセージを西鶴は作品の中で繰り返している。

「今此娑婆に、掴どりはなし。我頼むまでもなく、士民は汝にそなはる。夫は田打て、婦は機織て、朝暮其いとなみすべし。一切の人、此ごとく」³⁰⁾。

巻一の一に登場するこの言葉もそうしたものの一つであり、金持ちになることばかりを祈願されたお寺の御本尊がぼやいているという設定である。

すなわち、娑婆つまりこの世の中で、掴み取りのように、簡単に儲けられるものはない。私に頼むのではなく、農民は農民の仕事、すなわち夫は田を耕し、妻は機を織っているべきである。農民だけでなく、すべからくそういうことだ、というのである。

この「娑婆に掴み取りなし」という言葉を標語として、まずは自分が就いている仕事を一生懸命にすることが、西鶴の有無に関わらず、世を渡っていく上で、大切なことだといえる。

西鶴はまた、借金の怖さも繰り返し言及している。

「世の中に、借銀の利足程おそろしき物はなし」³¹⁾。

お金を借りるときには、自分に返済能力があるのかどうか、検討することが必要であろう。ついで物を買うことが当たり前であった江戸時代でさえ、西鶴は巻四の五で書いている。

「万事を通ひにて取事なかれ。当座に目に見えねば、いつとなくかさなり、払ひの時分、書出しに驚く事なり」³²⁾。

何でも通帳、すなわちついでで買ってはいけない。その当座は目に見えないのでいつの間にか増え、支払いのとき、請求書を見て驚くものだ、というのである。

同じ巻四の五には、次のような文章がある。

「借家住みの人は、毎日其割にして、家賃を外にのけ置べし。借銀も此ごとく、利を一ヶ月も重ぬやうにまはせば、いづれには勝手の商ひする物なり」³³⁾。

毎日の収入から、家賃を日割りにしたものを除いて置いておくべきである。借金も、このように利息を一ヶ月も溜めないようにすれば、いずれも自分で商売できるくらいお金が貯まるものである、という。

5. 運と勘の重要性

如何なるビジネスでも、稼ぐ人と稼げない人がいる。稼ぐ人は何がちがうのであろうか。稼ぐために必要な才覚は一つではないが、「運」と「勘」は重要な要素である。『永代蔵』巻二の四には、運と勘とを持ち合わせた男が登場する。男は鯨漁で一獲千金を成し遂げた後も、恵比寿様への信心を怠らなかつた。毎年、正月十日の例祭には人より早く参拝していたのであるが、ある年は遅くなってしまった。

神社に着くと、やはり皆帰っていくところで、男の他にはもう誰もいない。それでも、お参りを済ませて、帰りの船で寝ていると、夢枕に恵比寿様が立って、男に次のようにいったという。巻二の四に、こうある。

「今の世の人心せはしく、我云事斗いふて、ざらざらと立行ば、何を云て聞ず間もなし。おそく参て汝が仕合せ」³⁴⁾。

この頃は皆せわしくて、何をいって聞かせる暇もない。遅くお参りに来たお前は仕合せ者だといひ、恵比寿様は男に釣った鯛を、活かしたまま運ぶ方法を教えるのである。夢から覚めた男は、「これまでにない新案である」と思って、実際に試してみたところ、さらに儲けたという話である。

『永代蔵』巻一の三に「浪風静かに神通丸」という儉約から財を成した女性の話がある。西鶴は、この女性の話をもとに、「すぎはひは草ばふきの種」という言葉でまとめている。

これは、「身過ぎは草の種」、すなわち世渡りの方法は草の種ほど多い、という諺をもじったもので、如何なる仕事でも、工夫次第で儲けることができる、という意味である。

ではなぜ、草の種を草箒にいい換えたのかといへば、この話に登場する女性が、落ちた米を草箒で拾い集め、その拾った米が積もりに積もって、一流の両替商にまで出世したというストーリーにかけたからである。

この女性は、二十三歳という若さで後家になったのだが、器量が悪かったため再婚できず、残された息子の成長だけを楽しみに、貧しい暮らしをしていた。商売するほどの資本も才覚もなかつたこの女性は、廻船問屋の近くで、米が水揚げされるときに用いられる米

刺、つまり米俵から米を少量抜き出し品質を検査するときに使われる筒から、こぼれ落ちるわずかばかりの米を、箒でゴミと一緒にかき集めて何とか食いつないでいた。

ところが、ある時から大名の年貢米が増えたために扱う米の量が増え、それに伴って落ちる米も多くなった。喜んで拾っていたところ、親子で食べても米が残るようになり、残った米を溜めては売っていたところ、二〇年も経った頃には、十二貫五百目もの「へそくり」が貯まったというのだから、まさに「塵も積もれば山となる」である。ここで、興味深いのは、女性の心に変化が生まれたことである。

「是より欲心出来て、始末をしけるに」³⁵⁾。

つまり、お金がある程度貯まったら、かえって欲心が出てきて、いよいよ始末、つまり儉約をしたというのである。

『永代蔵』には、他にも儉約方法が数多く登場する。たとえば、巻二の一に登場する藤市という男は、他人に儉約を指南するほどの男であるが、正月の七草がゆのいわれを尋ねられ、「あれは、神代の始末はじめ、増水と云事を知らせ給ふ」³⁶⁾と答えている。神々が米を雑炊にして食べる、という儉約方法を教えてくれているのだ、というのは面白い発想である。

また、この藤市は、掛鯛、すなわち正月に二匹の鯛を竈の上につるしておく風習を、六月まで荒神様の前に置いておくのは、鯛を見ることで朝夕に魚を食べずに済ます工夫であるとか、正月に太い箸を使うのは、汚れたときに削って、一膳の箸を一年間使うためだ、としている。

「塵も積もれば山となる」といった儉約を推奨する言葉がある一方で、儉約よりも儲けを増やすことを推奨する言葉も繰り返して登場する。先に見たように『永代蔵』巻一の三でこつこつ落ち米を集めていた女性が、後にお金持ちになれたのも、ある程度お金が貯まった段階で、彼女が節約から稼ぎにシフトを変えた結果であった。巻一の三に、「当座がしのはした銀、是より思ひ付て、今橋の片陰に銭見せ出しけるに、田舎人立寄るにひまなく」³⁷⁾とある。

彼女も日々こつこつ儉約しているだけでは、これ以上の発展はないと悟ったのであろう。貯めたお金を資本に個人金融業を始めたところ、思いの他上手くいったので、店を出して両替商に仕事替える。するとこれが当たって、十年も経たないうちに一流の両替商の仲間入りを果たしたというのである。

たとえば、海外の仕事で部下を派遣して判断を任せるとき、真面目で実直な部下と、勘が鋭く目端が利く部下、上司ならばどちらを選ぶだろうか。普通は実直な方が良いと思うのではないだろうか。遠方であると上司の目が届かないので、あまり目端が利く部下だと勝手に何をするかわからないからである。

しかし、西鶴は、遠くへ商いに出すならあまり実直なのはよくないという。巻二の五に、「遠国へ商につかひぬる手代は、律義なる者はよろしからず」³⁸⁾とある。

なぜ律義な人は良くないのかというと、真面目で素直な人は何事も控えめため、「人の跡につきて利を得ることかたし」³⁸⁾、すなわち何事も控えめで人の後につくので利益を得ることが難しいからだそうである。

それに比べ、勘が鋭く目端が利く手代は、大胆で主人に損をさせることもあるけれど、一方ではよい商売もするので、たとえ借金をしたとしても穴を埋めることも早いし、大きな利益を出すことも期待できるというのである。

西鶴は、人材には実直な人と目端の利く勘の良い人という二つのタイプがいるが、その両方を持っている人というのはなかなかいないと書いている。その上で大胆な人の良さをこの時代に評価しているのは、商人ならではの視点といえる。

西鶴はこうした大胆な人材を、間もなく独立するような人は、やはり気のつけどころが格段に違っていることを次のようにいっている。

「程なく親かたになる人は、気の付所格別なり」³⁸⁾。

では、どういうところが格別だといっているのだろうか。西鶴が評価した手代は、出先でいろいろな店の手代にと近寄っては、「相場に変わったことはないか」、「今年の紅花の出来栄えはどうか」などと、商売に影響しそうな情報をあらゆるところで聞き出す。そうした抜け目なく情報収集をする様子を、西鶴は巻二の五で、次のように表現している。

「入事ばかりを尋ね、干鮭の抜け目のない男」³⁹⁾。干鮭とは、目玉を抜かないまま干された鮭のことで、「抜け目のない」ことのたとえになっているという。

6. 『永代蔵』にみる経済倫理—おわりにかえて—

西鶴は、江戸時代に生きている商人の地位が、金銭及び銀銭の蓄積によってのみ継承される、という現実を淡々と繰り返し記しながら、家職の維持と保守を説いていた。こうした西鶴の根本精神は、江戸時代に生

きた町人の中で共感を呼んだという。では、本書において、「経済倫理」は如何に説かれるのであろうか。すでに3の致富観のところで見たとように、西鶴は「正直」の重要性を強調していた。

さらに、『永代蔵』巻四の四「茶の十徳も一度に皆」に、自分は何のために儲けるのかということを見失うと、お金に振り回され、最後には道を誤ってしまうという教訓めいた話がある。越前の敦賀に、利助という茶を売り歩いている利口な男がいた。まだ若いので妻子はなく、熱心に売り歩いているうちに儲けが大きくなり、やがて店を出すだけの資本が貯まったので、手広く商売をするようになった。店は繁盛し、世間では褒めそやされ、いろいろなところから、結婚話も多数舞い込むようになった。

ところが利助は、「一万両の身代にならぬうちは女房を持つまい」と決めて、結婚は四〇まで延ばしても遅くはないと、ひたすらお金を貯めることだけを慰みに、寂しい生活を送っていた。そのうちに金の欲に目がくらみ、利助は商品にゴミである茶殻を混ぜて売ようになる。すると、ある日バチが当たったのか、突然「茶殻、茶殻」と叫ぶようになり、信用を失って悲惨なことになってしまったのである。

悲劇はさらに続く。利助は体調も崩し、ついには死んでしまうのだが、「我が死んだならば、この金銀誰が物にかなるべし。思へば惜しやかなしや」といったかと思うと、死んだ後本当に幽霊になって人を祟るようになってしまう。要するに、人というのはお金儲けを自己目的化してはいけない。お金だけが目的になると、その手段を選ばなくなり、悪事に走ってしまうのである。西鶴は、巻四の四でいう。「いかに身過なればとて、人外なる手業する事、適たま生を受けて世を送れるかひはなし。其身にそまりては、いかなる悪事も見えぬものなり」⁴⁰⁾。

人の道を外れた仕事をする者は、生きている意味もない、と。お金だけを目的としないために、人は自分のやりがいや家族を持って、日々の生活を送ることが大切なのである。

これと似た話に、巻三の五に出て来る「無間の鐘」のエピソードがある。無限の鐘というのは、静岡の小夜の中山にある観音寺の鐘なのであるが、それを撞くと、来世のことはどうかかわからないけれど、今世だけは幸せが手に入る、という曰く付きのものだったが、今はもう忘れられて埋められていたものである。

商売の才能がない忠助という男は、「私一代だけ長

者にしてください。子供の代には乞食になろうともかまいません」といったすさまじい執念で、その鐘を掘り出して撞いたのである。しかし、このように簡単な話があるわけではない。『永代蔵』巻三の五には、「此鐘を突て分限にならば、今の世の人、末の世には蛇になる事もかまふべきか。増て、蛭の地獄など恐しからず」⁴¹⁾とある。

もし、この鐘を撞いたくらいで金持ちになるならば、欲深い今の世の人たちは、蛇になろうとも、蛇の地獄に落ちようとも撞こうとするであろう。この言葉には、金に執着する同時代人に対する、西鶴の冷めた視線がある。結局、この話に登場する男は、この金を撞いた後、「其心からあれ」⁴¹⁾と人からいわれるほど、悲惨な最期を迎える。

いずれの話でも、西鶴は次の代のことを考えずに、自分一人の幸運だけを願うことは、人の心がけとしてはよくない、ということを経験したかといえる。確かに商人らしく、お金をたくさん儲ける才覚を持った人を評価している西鶴だが、だからといって金儲けが人間にとって、最も大切なことだとはしていない。むしろ、お金よりも大切なことがあると、巻四の四で明確に書いている。

「世間にかはらぬ世をわたるこそ人間なれ」⁴²⁾。

世間並みの生活を送ることこそ、人間のあるべき姿である、と西鶴は主張する。彼は、世間並の世渡りができればそれで十分なのだから、自分の器に合わないような無理は決してしてはいけない、と述べている。このバランス感覚が、西鶴の『永代蔵』における経済倫理であり、現代でも通用する意義を持つと思う。

参 考 文 献

- 1) 谷脇理史によると「もちろん『永代蔵』以前にも経済の問題を取り上げた作品が、なかったわけではない。(中略)とはいえ、『永代蔵』以前のそれらが提示する処世訓・処世観・経済観などはすこぶる抽象的、神仏の靈験による致富談などはすこぶる非現実的なものにすぎない」という。
谷脇理史：『経済小説の原点『日本永代蔵』』、p. 9 (清文堂出版、2004)
- 2) 谷脇理史：『日本永代蔵』成立への一試論、西鶴研究序説所収、pp. 385-402参照 (新典者、1981)
- 3) 新村出編：『広辞苑』第六版、p. 30参照 (岩波書店、2008)
- 4) 『永代蔵』からの引用は、日本古典文学大系48 西鶴集下 (岩波書店、1960) により、頁数を表記する。
p. 40
- 5) 『永代蔵』、p. 176
- 6) 『永代蔵』、p. 73参照。
- 7) 『永代蔵』、p. 36参照。
- 8) 『永代蔵』、p. 64
- 9) 『永代蔵』、p. 101
- 10) 『永代蔵』、p. 186
- 11) 『永代蔵』、p. 113
- 12) 『永代蔵』、p. 33
- 13) 『永代蔵』、p. 90
- 14) 『永代蔵』、p. 91
- 15) 『永代蔵』、p. 117
- 16) 『永代蔵』、p. 72
- 17) 『永代蔵』、p. 121
- 18) 『永代蔵』、pp. 113-117参照。
- 19) 『永代蔵』、p. 119
- 20) 『永代蔵』、p. 33
- 21) 『永代蔵』、p. 185
- 22) 『永代蔵』、p. 50
- 23) 『永代蔵』、p. 36
- 24) 『永代蔵』、p. 46
- 25) 『永代蔵』、p. 160
- 26) 『永代蔵』、p. 179
- 27) 『永代蔵』、p. 134
- 28) 『永代蔵』、p. 160
- 29) 『永代蔵』、p. 87
- 30) 『永代蔵』、p. 33
- 31) 『永代蔵』、p. 34
- 32) 『永代蔵』、p. 134
- 33) 『永代蔵』、p. 133
- 34) 『永代蔵』、p. 76
- 35) 『永代蔵』、p. 44
- 36) 『永代蔵』、p. 63
- 37) 『永代蔵』、p. 45
- 38) 『永代蔵』、p. 79
- 39) 『永代蔵』、p. 80
- 40) 『永代蔵』、p. 129
- 41) 『永代蔵』、p. 106
- 42) 『永代蔵』、p. 129

カントの『形而上学講義』における神学論の意義について

On the Significance of Theological Theory in Kant's *Lectures on metaphysics*

笠井 哲

福島工業高等専門学校一般教科

Akira Kasai

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2019年8月16日受理)

The purpose of this paper is to consider the significance of theological theory in Kant's *Lectures on metaphysics*. At first, mainly on the rational theology in Kant's *Lectures on metaphysics*, we considered theological division of Kant and relations with the existence proof of God. Then, we thought the criticism of Kant for the two representative transcendental existence proof of God in the modern philosophy called proof of Descartes and the proof of Spinoza and Leibniz. Furthermore, we considered the significance of Kant's transcendental theology in the whole theology.

Key words: Kant, theological theory, Kant's *Lectures on metaphysics*, rational theology, transcendental theology

1. はじめに

本稿の目的は、カントの(1724~1804)『形而上学講義』の「合理的神学」の主題である神の存在証明を考察し、神学論の意義について明らかにすることである。ここで取り上げるのは、さし当たって『形而上学講義』における「合理的神学」、しかもそこでの主題である神の存在証明の問題である。神の存在証明とは、超越論的証明、宇宙論的証明、物理神学的証明、道徳的証明の四つである。

カントによると、神学とは根源的存在者としての神についての認識を意味し、神の認識としての神学は、形而上学の目的と究極意図を形成し、かつそこに形而上学全体の必然性が基づいているとされる。神の存在証明とその批判という観点から眺めるとき、われわれは『形而上学講義』の神学論に、如何なる意義を認めることができるのであろうか。

2. 『形而上学講義』の成立事情

考察に先立って、カントの『形而上学講義』の成立事情について見ておきたい¹⁾。カントは1746年に大学を卒業し、それから家庭教師として生計を立てるために、8年間ケーニヒスベルクを離れていた。1754年に故郷に帰り、1755年の冬学期から私講師として講義を開始し、1796年に72歳で老衰のため講談を退くまでの41年間、母校での講義生活を送った。その間に、彼の

講義は論理学、数学、物理学、形而上学、倫理学、自然地理学、人間学、教育学、自然神学など、今日では考えられないほどの多岐の分野に及んでいる。

これらの講義のうち4つはすでにカントの生前に、彼自身の手によって、または門弟たちによって公刊された。人間学に関する講義はカント自ら編集し、『実用的見地における人間学』という表題のもとに1798年に出版されている。論理学講義は、カントの門弟エッシェにより2年後の1800年に出版され、さらに自然地理学講義と教育に関する講義は、リンクによって出版された。『自然地理学』が出版されたのは1802年であり、『教育学』の出版は、1803年である。エッシェとリンクによって出版された講義は、いずれもカントの講義草稿と学生の講義の筆写に基づき、両者はカントの是認と協力のもとに、仕事を進めることができたのである¹⁾。

カントの死後、最初に出版されたのは自然神学に関する講義であり、それはライプツィヒのカント主義者ペーリッツによって『哲学的宗教論に関するイマヌエル・カントの講義』という表題のもとに、1817年に出版された。この『哲学的宗教論』の第二版は、1830年に出版されている。ここで、われわれが取り上げようとしている『形而上学に関するイマヌエル・カントの講義』は、『哲学宗教論』の初版の4年後、すなわち1821年に、同じくペーリッツによって出版されたもの

である。

『形而上学講義』の典拠となった講義ノートについては、大きく二つの問題があると考えられる。第一は、ペーリッツ自身その「序言」で述べているように、彼の『形而上学講義』は、一つの講義ノートから編集されたものではなく、時期的に10年近く、またはそれ以上隔たっていると推定される、二種類の講義ノートを基礎にし、両者を比較検討しながら編集されたものであるということである。すなわち『形而上学講義』の編集に際して、ペーリッツはその「序論」と「存在論」を、今日ライプツィヒ写本第二(L2)といわれる比較的新しい講義ノートから採り、「宇宙論」、「心理学」、「合理的神学」の方は、ライプツィヒ写本第一(L1)といわれる、比較的古い講義ノートを基礎にしたということである。

第二は、作品の基礎となった講義が、実際に行われた時期の問題である。「序論」と「存在論」の典拠となった新しい方の講義ノート(L2)については、1788年という日付の記載があり、ペーリッツ自身が1788年に筆記し、1789年または1790年の講義の際に、さらに別の人の手で、部分的に訂正加筆されたものであろうと明言しており、1788年という時期は確実であるように思われる。

ただし「宇宙論」、「心理学」および「合理的神学」の典拠となった比較的古い方の講義ノート(L1)については、日付の記載がなく、ペーリッツも筆跡からして、比較的古い時期のものであろうと述べているだけであるから、正確なことはいえない。内容から推測すると、『純粹理性批判』直前のいわゆるカントの沈黙の11年間のものと思われる。

それでは、ペーリッツは、なぜ時期的に批判前期と批判期というように、その考え方が根本的に異なる二つの時期の講義ノートを、わざわざ組み合わせ一つの作品にまとめたのであろうか。

ペーリッツはその理由について、特殊形而上学すなわち「宇宙論」、「心理学」、「合理的神学」に関する限り、概して、第一の草稿は第二の草稿よりも詳細でありかつ内容が豊富であるからと説明している。因みに、L2の特殊形而上学がアカデミー版で28頁に過ぎないのに対して、L1の特殊形而上学の方は155頁もあり5倍以上の分量である。

ともあれ、以上からわれわれが考察の対象にするペーリッツの『形而上学講義』は、時期的に異なっている二つの講義ノートに基づいているということ、詳し

くは「序論」と「存在論」が1788年の批判期の講義ノート(L2)から採られ、「宇宙論」、「心理学」、「合理的神学」は第一批判直前の批判前期の講義ノート(L2)に基づいていることが明らかとなった。

それでは同じくペーリッツによって出版された『哲学的宗教論』と『形而上学講義』とは具体的にどのような関係にあるのだろうか。次に、その点について若干触れておきたいと思う。周知のように、カント以前のドイツ哲学界を支配していたのは、ライプニッツ・ヴォルフの哲学であった。その哲学すなわち形而上学は、ヴォルフによって体系化され、さらに弟子のバウムガルテンによって改善され、カントに引き継がれることになった。40数回に及ぶ形而上学の講義テキストとして、カントはいつもバウムガルテンの『形而上学』を使用したといわれている。

このいわゆる伝統的形而上学は、その内容から見て二つの部分に大別される。その一つは「一般形而上学」で、これは存在者一般を研究の対象とし、アリストテレスにおいて「第一哲学」といわれ、17世紀以降「存在論」と呼ばれるようになったものである。

カントも『形而上学講義』においては、すでに述べたように「存在論」という名称を用いている。他の一つは「特殊形而上学」であり、これには存在者の主要な特殊領域すなわち自然または世界、人間、または靈魂と神をそれぞれ研究の対象とする「宇宙論」、「心理学」、「神学」が帰属する。

カントもバウムガルテンのこの区分を踏襲し、特殊形而上学を「宇宙論」、「心理学」、「合理的神学」の三つに分けている。『形而上学講義』の構成からも推定されるように、「自然神学講義」すなわち『哲学的宗教論』は『形而上学講義』の合理的神学を、独立の講義として論じたものである。現にカント自身『哲学的宗教論』のテキストとして、主としてバウムガルテンの『形而上学』の「自然神学論」を用い、補助的にエーベルハルトの『自然神学のため準備』を使用している。

ただし、『哲学的宗教論』の基礎となった自然神学に関する講義が実際に行われたのは、1780年代、おそらくは1783—84の冬学期であろうと推定される。したがって、『形而上学講義』の「合理的神学」と『哲学的宗教論』を比較することにより、われわれは、批判前期から批判期への哲学的神学の推移を、知ることができるであろう。

しかし、前述のように本稿は、『形而上学講義』に

における「合理的神学」、その主題である神の存在証明を問題にするのである。そこで、神の存在証明とその批判という観点から考察を始めたい。

3. 合理的神学

『形而上学講義』の「合理的神学」においては、神学は超越論的神学、自然的神学、道徳的神学の三つに分けられ、自然的神学はさらに宇宙論神学と物理神学に分けられている。そして、それぞれの神学の基礎には神の存在証明があり、それが神学を形成しているとされる。

カントによると、神学とは「根源的存在者」としての「神についての認識」²⁾を意味し、神の認識としての神学は形而上学の目的と究極意図を形成し、かつそこに形而上学全体の必然性が基づいている。

「世界一般は宇宙論において、世界の帰結は合理的心理学において、それぞれ考察された。そして世界の原因は、合理的心理学において考察されるべきである。そういうわけで、神についての認識は、形而上学の目標であり、究極的意図である。それどころか、形而上学とは、われわれに世界の原因を理解する能力があるかどうか、われわれが探究する、純粹理性の学問である」³⁾。

以上から、神学とは「世界の原因」としての神についての認識を意味し、それは形而上学全体の究極の目標であることが明らかとなった。

しかし、超自然的な神自身は単なる想像力の所産ではないのか。したがってまた、神の存在を問題にすること自体馬鹿げたことであり、無意味なことではないのかという疑問が生じても不思議ではない。そういう疑問に対して、カントは「自然の原因」について考えることは、われわれの悟性と理性の本性にに基づく「必然的課題」であって、単に知識欲に基づく任意の課題ではないと答える。

すなわち、「人間は本性上、自然から区別されているもの、すなわち自然の原因であるべきものを自ら考えようとする傾向を持っている」³⁾のである。カントはさらに、「世界の原因」としての神を考察することが「理性の当然の課題」であるとして、その理由を三つの観点から説いている。

第一は、経験の立場からの立証である。すなわち、経験はすべての民族がいつでも「根源的存在者についての概念を、たとえたいへん墮落したものであったにせよ、もっていた」³⁾ということを示しているのではな

る。

第二は、思弁的理性からの立証であり、世界の原因を考えることは思弁的理性にとっても、極めて当然の課題であることが示されている。

「事物の偶然性を、われわれは理解する。そこで、おのおのの偶然的事物について、原因を考えるということは、悟性にふさわしい。さて、もしも悟性が世界を形成しているすべての偶然的事物を、とりまとめるならば、その悟性は、世界と区別されていて、世界の原因である、というようなある存在者を考えなくてはならない。すべての出来事が第一の始まりなしにあるなどということは、通常の理性に全く反しているのだから、あらゆる事物の第一原因が現存しなくてはならない。したがって、このことは理性の極めて自然本性的な課題なのである」³⁾。

これは、後に述べる神の宇宙論的証明に他ならない。

第三は、実践理性の立場からの立証であり、万物の第一原因を想定することが、単に思弁的理性の課題であるのみならず、実践理性の当然の課題でもあることが示される。「人間は、理性によって、それに従って自分の振舞いを整えるべきであるところの、聖なる法則を理解する」³⁾

そしてそれと共に「自分の理性を正しく使用するための規則」の根拠として、「彼の全関心事を明確に規定する一者を、自然を超えたところに定立しなくてはならない」⁴⁾。すなわち「人間が幸福という目的に関して、明確に規定された規則を考えることができるように、第一の原因を要求する」⁴⁾のである。それゆえに、幸福という人間の目的に関して、一定の規則を与えるような一者を指定することもまた、実践理性の当然の課題である。このように、経験のみならず、思弁理性も実践理性もまた、万物を規則に従って支配する「第一の原因」または「至高の創始者」を想定すべき根本の要求を持っているのである。

今までのところで、神学とは神の認識であり、神の認識は理論理性と実践理性との根本の要求として「理性の必然的前提」⁵⁾であることが明らかになったといえる。それでは、理性の根本要求に基礎を置く神学はどのように区別され、神学にはどのような分野があるのだろうか。

カントによると、「全ての神学は、次のように区分される。(一)啓示神学、(二)合理的神学。啓示神学は、志向の存在者自身によってわれわれに向けてなされている。したがって理性から生じてきたのではな

く、公告に基づいている。この啓示神学に、合理的神学と自然的神学とが対置される」⁶⁾。

超自然的啓示に基づく啓示神学と、人間の理性に基づく合理的神学とのこの区分は基本的である。ただし、これら二つの神学のうち、三位一体の神とか化身などについて論じる啓示神学は『形而上学講義』においても、また後の『純粋理性批判』においても、予め考察の対象から除外されている。

後者すなわち合理的神学についていえば、「合理的神学は、理性による神の認識である。理性の要求から三種の神学が生じてくる」⁶⁾とされる。理性の第一の欲求は、「純粋理性の要求であり、それに従えば私は、私の純粋理性を使用したいと思うならば、ある根源的存在者を前提しなくてはならない。このようなものは、超越論的神学であって、純粋理性による神の認識である」⁶⁾である。

理性の第二の欲求は、「経験的理性の欲求であり、そこにおいては、私は、理性の経験的使用のために、ある根源的存在者を前提しなくてはならない。そしてそこから自然的神学が生じてくる」⁶⁾。

超越論的神学と自然的神学は、「理性の思弁的原理」から導出されるものであるから、両者は「思弁的神学」と呼ばれる。したがって、思弁的神学は「超越論的であるか自然的であるかのいずれかであり、前者は理性の純粋概念に基づき、後者は理性の経験的概念に基づくのである」⁶⁾。

経験的概念に基づく自然神学は、されに二つに分けられる。すなわち「宇宙神学」と「物理神学」がそれである⁷⁾。理性の第三の欲求は、「実践的にして道徳的な欲求であり、そこにおいては、私は、理性の道徳的かつ実践的根拠に従って、ある至高的存在者を仮定しなくてはならない。これに道徳神学すなわち道徳に根拠づけられている神学に基づいているのである」⁸⁾。そして、道徳神学においては根源的存在者を前提しなければ、理性の実践的使用が不可能になってしまう、ということが示される。

われわれはカントに即して、「神学の区分」を見て来たのであるが、それを要約すると、神学はまず啓示神学と合理的神学に区分され、合理的神学はさらに超越論的、自然的、道徳的神学の三つに分けられ、その中の自然的神学には、宇宙神学と物理神学が含まれるということが明らかになった。しかし『形而上学講義』において重要なことは、神学の区分そのものではなく、合理的神学の最も重要な課題は、神の存在証明の考察

であるとして、それぞれの神学の基礎にそれぞれ異なる神の存在証明が置かれていることである。すなわち、超越論的神学には超越論的証明が、道徳的神学には道徳的証明が前提されていることである。

カントは『純粋理性批判』において、「思弁的理性によって神の現存在を証明する仕方は、存在論的証明、宇宙論的証明、物理神学的証明の三通りしか可能ではない」⁹⁾し、また「これ以上はありえない」ということを強調しているが、その根拠を示していない。

このように、神の存在証明がそれに対応する神学との関係の中で考えられているところに、『形而上学講義』における神学論の一つの特徴がある。カントは『形而上学講義』において、四つの神の存在証明について、それぞれの証明の意義と限界を、明らかにしているのので、次にわれわれも個々の証明とそれに基づく神学の意義について考察することにする。

4. 超越論的神学

カントによると、超越論的神学とは純粋理性の単なる概念による根源的存在者の認識であり、その基礎には、前に述べたように神の「超越論的証明」があり、その超越論的証明が、超越論的神学を形成しているとされる。

ところで、この超越論的証明すなわち存在論的証明について、ヘンリッヒは、『存在論的な神の証明—近代におけるその問題と歴史—』において、ヨーロッパの近代哲学には二つのア・プリオリな神の存在論的証明の伝統があると述べている¹⁰⁾。

一つは、「最も完全な存在者」または「実在性の総体」という神の概念から出発して神の現存在を推論する、いわゆるデカルト的証明である。

他の一つは、「自己原因」¹¹⁾、自己による存在、または「必然的な存在者」という神の定義から出発して、その現存在をア・プリオリに証明しようとするものであり、スピノザやライプニッツに代表される証明である。

これら二つの伝統的な証明に対して、カントは批判的であり、『形而上学講義』においては、これら二つの証明に代わって、彼独自の超越論的証明を提案している。ここではまず、デカルト的な証明に対するカントの批判から見ていくことにする。

カントによると、「最高の実在性という概念」には現実存在もまた含まれている。それゆえに最高の実在者としての神は存在する、と推論するのがデカルト的

証明であり、この証明は後にヴォルフや他の人々によっても採用されるようになったものである。

『形而上学講義』においては、カントはこの超越論的証明をデカルトに従ってではなく、ヴォルフに従って次のように定式化している。「もしも私がすべての実在性をもっているそういう存在者を考え、かつ現実存在もまた実在性であるのならば、すべての実在をもっているそういう存在者は、また現実存在をもっていないなくてはならない。なぜならもしそうでなければ、その存在者は、すべての実在性をもってはいないことになってしまうだろうからである。したがってその存在者は、必然的に現存してはいなくてはならない」¹²⁾。

従来、人々はこのような方法によって「絶対的に必然的な存在者の現実存在」を入手しようとしてきたのである。しかしカントによると、それはいわば「魔法の力」によって神の現存在を手に入れようとするようなものであり、証明しようとしている当人でさえ、そのようなことが、如何にして可能であるかをわかっていないのである。

さて、ヴォルフによって受け入れられたデカルト的証明の核心は、「現存在もまた一つの実在性である」とする見解にある。したがって問題は、「現存在が、主語の他の術語に付け加わることのできるような、一つの術語であるか否か」という点にある。なぜなら、もしも現存在が、一つの肯定的術語すなわち実在性の一つであるならば、ヴォルフの証明は正しいことになるが、しかし反対にもし現存在が実在性でないとするならば、ヴォルフの証明は誤謬を犯していることになるからである。

カントは、後者すなわち現実存在は実在性ではないとする立場に立って、「現実存在は、定立であって、述語ではない」¹²⁾と明言している。なぜなら、「存在とは事物の、そのすべての述語の定立なのだからである」¹²⁾。これについては、すでに1763年の『神の存在証明の唯一の可能的証明根拠』において「現実存在は事物の絶対的定立であり、この点で、その他の述語がすべてそれ自体としては、他の事物に相対的に定立されるのとは異なる」¹³⁾とするカントの存在概念が見られ、1781年の『純粹理性批判』¹⁴⁾においてもデカルト的証明の批判がこの観点からなされている。

デカルト的証明の支持者たちは、現存在は全知とか全能と同じような一つの実在性である、とする誤った前提に立って神の存在を推論してきた。『形而上学講義』の用語でいうと、「実在的現存在」を「論理的現

存在」と混同し、その上に立って証明を行ってきたのである。

しかし今やカントによって、「至高の実在性の概念は、現実存在を自分の内に含んではいない。なぜなら現実存在は実在性ではないからである」¹⁵⁾ということが明白となったのであるから、デカルト的証明が完全に論駁されたといつてよいだろう。

それでは、スピノザによって「自己原因」と定義され、ライプニッツによって絶対的に「必然的な存在者」と定義された神の概念から、その現存在を推論するもう一つの証明についてはどうであろうか。神以外のすべての偶然的存在は、自己の存在の根拠を偶然的存在の中に有する依存的存在であり、仮にそれが存在しないとしても何ら矛盾ではないし、また現にあるとは違つて存在するとしても矛盾ではない。しかし絶対的に「必然的な存在者」だけは、「その存在の理由を自分自身の中にもっている」¹⁶⁾存在者として、すなわち自存的な存在者として、その非存在は考えられない。

したがって、もし必然的存在者が存在しないとすれば、自己矛盾に陥ってしまうことになる。それゆえに、「必然的実体」または必然的存在として神は現存するといわれてきた。これがライプニッツに代表されるもう一つのア・プリオリな証明である。しかし、デカルト的証明の批判において明らかとなったように、もしも「現実存在は、述語ではない」¹⁷⁾ということが正しいとするならば、現存実在を神の定義の中にも含め、必然的存在とは、自分の存在の理由を自分自身の中にもっているものと主張すること自体、すでに問題であるだろう。

しかしそのことは問わないとしても、神の非存在を考えることは、果たしてそれ自身矛盾であるといえるであろうか。もしもわれわれがそのように主張することができるのであれば、必然的存在者の概念からする神の存在証明も、証明としては失敗したことになるであろう。前述のように、「絶対的必然性」とはその反対がそれ自体不可能であるような存在者を指す。

しかしカントによれば、「必然性」ということは、命題についてのみいえることであって、事物そのものについてそのように主張することはできない。なぜなら、事物についてはいつでもその反対すなわち非存在が可能であり、神とてその例外ではないからである。それゆえ、カントはライプニッツやヴォルフに対して「必然的存在者」とか「絶対的に必然的な存在者」という概念は不可解であるとして次のように反論して

いる。

「われわれの理性に従えば、どの事物の反対も可能なのであるから、それでわれわれは、われわれの理性に従えば、絶対的必然性を理解することができないのである。しかし、事物の反対は、それが事物に矛盾する場合に不可能なのである」¹⁸⁾。

カントはまた、批判期に属する「存在論」の中では、もっと明確に次のように述べている。「われわれは、確かに絶対的に必然的な存在者を想定するが、しかし、如何にして至高の存在者が、絶対的に必然的に現存しうるか、ということ、理解することはできないのである。なぜなら、その反対すなわち非存在が思考可能であるから、換言すれば、それは私の悟性の内で何ら矛盾することはないからである」¹⁹⁾。

すなわち、われわれは絶対的に必然的な存在者としての神についても、その存在を否定して、そのような神は現実には存在しないと主張することは、少なくとも論理的には可能である。そのように主張したとしても決して自己矛盾に陥ることにはないのである。

最も実在的な存在者、という概念をそのままにしてにおいて、神は全能ではないといたり、神は存在するとともに存在しないと主張したりすれば、われわれは確かに自己矛盾に陥るであろう、しかし私が主語と述語を一緒に廃棄して、いかなる神も存在しないといたとしても、矛盾は成立しないのである。

すべての事物についてその反対が、可能であり、必然的存在者としての神についても、われわれは何ら自己矛盾に陥ることなく、その非存在を主張することができるのであれば、必然的存在者は自己の存在を自己自身の中に有する唯一の存在者としてその非存在は、思惟不可能である。それゆえに、必然的存在者は必然的に現存すると主張してきた、スピノザやライプニッツに代表される超越論的証明も、その意図を達成することができなかつたといわざるを得ないであろう。

今述べたように、われわれは「絶対的に必然的な存在者」が必然的に現存しなければならない、ということを実証することはできない。しかしカントによると、この存在者を理性の「必然的仮説」として立証することは可能である。それでは、二つの伝統的な証明以外のカントに固有の超越論的証明とは、如何なる証明であろうか。

5. 超越論的証明

カントによれば、神の存在をア・プリオリに証明す

るということは、「他のすべての存在者の基体」である根源的存在者こそ、われわれの「理性およびすべての思惟の可能性の制約」であるということ、すなわちわれわれの理性使用の「必然的前提」であるということ立証することである。

換言すれば、もしも根源的存在者を前提しなければ、われわれのすべての思惟は終息することになるから、根源的存在者の非存在を想定することは、不可能であるというのを示すことである。さて、「すべての事物は、その内に、何らかの肯定的なものが含まれている限りにおいてのみ、考察されうる。あらゆる否定的なものは、その反対の肯定的なものが与えられている限りにおいてのみ考察されうる。したがって否定的なものは、常に何らかの肯定的なものを前提している」²⁰⁾のである。

このように、すべての否定的なものは「肯定的なものまたは実在性」を前提しているのであるから、すべての否定的なものは実在性の制限である。ところで、制限には「無制限なもの」が根底になければならない。それゆえに、われわれがもろもろの否定性を考えることができるのは、われわれが「実在性の全体」²¹⁾を前提する場合だけである。したがって、「すべての事物の可能性は、ある無限に肯定的なものを、すなわち、すべての実在性と全実在性の基体との普遍的総括を、前提している」²¹⁾のである。

ところで、この世界における「すべての存在者は、ある実在性を持ち、他のある実在性を欠いている。そのようなわけで、すべての事物を明確に規定するためには、それに基づいて私が後からすべての事物を明確に規定できるところの、実在性の全体を前提することが、必然的なのである」²¹⁾。なぜなら、「すべての可能的な事物は、それらの多様性そのままに、この実在性の制限によって、明確に規定されうる」²¹⁾からである。

したがってまた「この至高の実在性がなければ、すべての事物の可能性は思考されえない」²¹⁾。例えば、植物は生命を有するが、知性を持たない。動物はなるほどある種の知性を有するが、理知的ではない。人間は理知的ではあるが、全知ではない。この場合、知性の欠如は知性を前提し、不完全な知性すなわち全知を前提し、その制限としてのみ考えることができる。それゆえに、「至高の実在性を仮定するということは、われわれの悟性の必然的前提なのである。それゆえ、すべての事物を思考する可能性の基礎には、実在性の

全体をもっている基体」²¹⁾が存在しなければならないのである。

ところで、「実在性の総体をもっている存在者は、最も実在的な存在者」²¹⁾に他ならないのであるから、最も実在的な存在者は、万物の思惟の可能性の根として存在しなければならないのである。しかも「それを廃棄することによって、事物のあらゆる可能性の思考可能性も廃棄されてしまうところの、そのような条件は、必然的なものでなくてはならない。そのようなわけで、最も実在的な存在者の概念もまた、必然的なのである」²¹⁾。

すなわち、われわれの理性は「最高の実在性」または「最も実在的な存在者」を万物の思惟の可能性の根拠として、いわば存在根拠として必然的に前提せざるをえない。これが原存在者とその必然性についてのカントの超越論的証明である。

伝統的な二つの超越論的証明が、「最も実在的な存在者」または「必然的な存在者」という概念または神の定義から、ア・プリオリに神の現存在を論証しようとする試みであったのに対して、カントの証明は、万物の可能性の根拠として、神の存在を論証しようとする試みである。

『形而上学講義』におけるこの超越論的証明は、「帰結としての可能的なもの」から出発して、すべての可能性の「最終的実在根拠」²²⁾として神の現存在を推論する『証明根拠』のいわゆる「唯一の可能的」な証明と同じものであり、カントは『純粹理性批判』においても、もしも思弁的証明が可能であるとすれば、この証明方法による存在論的証明が「唯一の可能な証明根拠」²³⁾であると述べている。

ただし、われわれはこの証明においても、「本源的かつ最も実在的な存在者」²⁴⁾の現実存在を理性によって客観的に洞察することはできず、単に「われわれの理性使用の必然的仮定」²⁵⁾として前提しなければならないといえるだけである。したがって、この超越論的証明についても、われわれは「主観的に十分であるが、しかし客観的にはそうではない」²⁶⁾といわざるをえないであろう。というのは、「われわれは、経験とわれわれの思惟の領域から出て、さらに遠くへ進んで行くことはできないからである」²⁶⁾。

それでは、超越論的証明に基礎を置く超越論的神学は、神学全体の中でどのような意義を持っているのであろうか。カントによれば、すべての神学の中で最も重要なものは道徳的神学である。しかし道徳的神学を

度外視して、問題を思弁的原理に基づく神学に限定すれば、その中で「超越論的神学がすべてのうちで最も高位のものである」²⁷⁾。なぜなら、「純粹理性概念に基づく根源的存在者の認識は、自余のすべての神学の根拠だからである」²⁷⁾。

神学が考察の対象とする最高存在者は、「世界の原因」として世界に属しているのではなく、世界とは全く異なる存在者であることはいままでもない。ところが、われわれが「経験の諸規定」によって認識できるのは、「世界の内に存在するもろもろの事物」だけであり、「世界を超えている存在者」ではないのである。したがって、このような超世界的存在者について語ろうとする場合、われわれは経験的概念によって語ることはできず、当然一般的に妥当する「超越論的概念」を前提し、それによって語る他ないのである。それにもかかわらず、われわれが敢えて空間を形作る外官によって神を表象しようと欲するならば、われわれは必然的に「擬人観」に陥ってしまうのである。このようにして、超越論的神学には、「純粹悟性概念」によって純化された神の認識、すなわち「根源的存在者」、「必然的存在者」、「至高的存在者」、「すべての存在者中の存在者」としての神の認識が帰属する²⁸⁾。

しかし、超越論的神学がわれわれに教えることのできるのは、「根源的存在者の認識」に過ぎず、「神性の認識」ではない。なぜなら、「神の概念は、すでにもう、悟性と自由意志をもっている存在者」²⁸⁾を意味し、われわれは自由に行為する「超世界的な知性的存在者」²⁷⁾にだけ神性を認めることができるからである。

しかし、超越論的神学は原存在者が「悟性と自由意志」をもっているか否かを問題にすることもないし、根源的存在者とこの世界との関係について、考えることもしない。ここに超越論的神学の限界があり、もしもわれわれが「第一の原因」としての世界創始者は、目的と意図に従って振る舞うものとして、「悟性と自由意志を持っていなければならない」、「自由で理性的な知性的存在者」²⁹⁾でなければならないと考えるならば、われわれは必然的に超越論的神学から自然的神学へ移行せざるをえないのである。

6. おわりに

われわれは本稿で、まずカントの『形而上学講義』の合理的神学を中心に、カントの神学の区分と四つの神の存在証明との関係を考察した。次に、近代哲学の二つの代表的な神の超越論的証明、すなわち、デカル

ト的証明とスピノザやライプニッツ的証明に対する、カントの批判の問題を取り上げた。さらに、カントに固有の超越論的証明と、神学全体における超越論的神学の意義について考察した。

そして超越論的神学は、確かに自然的神学と道徳的神学の基礎ではあるが、その効用は「消極的」であるということを明らかにした。というのは、超越論的神学は、理性の純粹概念によって「間違った不純な概念が浄化され、間違った屁理屈が論破される」³⁰⁾に過ぎず、積極的に神性の認識に達することはできないからである。

このように、超越論的神学は、われわれに根源的存在者の概念を与えることはできるが、神性の概念すなわち「悟性と自由意志をもっている超世界的理性的存在者」という概念を与えることはできないのである。なおカントによると、「超越論的神学だけを受け入れて、他の神学を受け入れない人は、理神論者」³⁰⁾なのである。

ところで、神性の概念をわれわれに与えることができるのは、「自然的神学」だけである。したがって、すでに述べたように、もしわれわれが「第一の原因」としての世界創始者が、「自由な理性的な知性的存在者」でなくてはならないと考えるなら、われわれは必然的に、超越論的神学から自然的神学へ移行せざるをえない。そこでわれわれは自然的神学に移り、その基礎にある、神の宇宙論的証明と自然神学的証明について考察したいが、紙数も尽きたので他日を期したい。

参 考 文 献

- 1) 『形而上学講義』の成立事情については、甲斐実道「解説」, pp. 319-330、カール・ペーリッツ編『カントの形而上学講義』, 甲斐実道・斎藤義一訳, (三修社, 1971) 所収を参照した。
- 2) 『純粹理性批判』の引用は、慣例により第1版をA, 第2版をBとし、頁数(アラビア数字)を表記する。A. 631, B. 659
- 3) カントからの引用は、アカデミー版全集により、巻数(ローマ数字)と頁数(アラビア数字)を記す。X X VIII, 302
- 4) X X VIII, 303
- 5) X X VIII, 304
- 6) X X VIII, 305
- 7) Vgl. X X VIII, 307
- 8) X X VIII, 305
- 9) A. 590, B. 618
- 10) Henrich, D. : Der ontologische Gottesbeweis, Seine Problem und seine Geschichte in der Neuzeit, Tübingen, 1967, S. 74
- 11) スピノザ: エティカ, p. 77, 世界の名著30 スピノザ ライプニッツ, 責任編集 下村寅太郎, (中央公論社, 1980) 所収
- 12) X X VIII, 313
- 13) II, 73
- 14) Vgl. A. 598, B. 626
- 15) X X VIII, 313
- 16) ライプニッツ: モナドロジー, p. 448, 世界の名著30 スピノザ ライプニッツ, 責任編集 下村寅太郎, (中央公論社, 1980) 所収
- 17) X X VIII, 313
- 18) X X VIII, 312
- 19) X X VIII, 571-572
- 20) X X VIII, 309
- 21) X X VIII, 310
- 22) II, 83
- 23) A. 625, B. 653
- 24) X X VIII, 311
- 25) X X VIII, 313
- 26) X X VIII, 314
- 27) X X VIII, 306
- 28) X X VIII, 307
- 29) X X VIII, 303
- 30) X X VIII, 307

江戸の科学者・麻田剛立の天文学の意義について

On the Significance of Astronomy Study of Scientist, Asada Goryu in the Edo Era

笠井 哲

福島工業高等専門学校一般教科

Akira Kasai

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2019年8月26日受理)

The purpose of this paper is to consider the significance of astronomy study of scientist, Asada Goryu. He continued studying the Western astronomy-based astronomy study of calendar making. He brought up a lot of excellent talented people in spite of being the scholar of private amateur. He drew the lunar observation figure including the moon crater as Japanese for the first time.

Key words: Asada Goryu, scientist, astronomy study, amateur, moon crater

1. はじめに

麻田剛立（1734～1799）は、西洋天文学をベースとした天文暦学の研究を続け、日本初の天文塾「先事館」を開いた。彼は、民間のアマチュア学者でありながら、後に江戸幕府の改暦（寛政の改暦）で功績をあげる、高橋至時や間重富らの優秀な人材を多く育成した。

また安永7年（1778）には、オランダ人から購入した反射式望遠鏡を使って月面を観測し、日本人として初めて、クレーターを含む月面観測図を描いたという。本稿の目的は、麻田剛立の天文学研究の意義について考察することである。それに先立って、剛立の時代背景について、見ておきたい。

2. 天文将軍・徳川吉宗

麻田剛立登場の背景は、徳川吉宗を抜きに語ることはできない¹⁾。吉宗は、財政の引き締めや再建、殖産興業、貨幣鑄造など儉約的な「享保の改革」を断行し、「江戸幕府中興の祖」と称えられた。その他、城下の様子を把握するために、庶民が不満や要望を吉宗に直訴できる「目安箱」を設置した。

その投書により、火事が多い江戸の町を守る消防組織、町火消し「いろは四十七組」や、無料の医療施設「小石川養生所」なども創設した。また、吉宗は馬好きで西洋から馬を輸入し、日本の馬の改良を行うなど、鎖国中であつたにもかかわらず、西洋の物や知識を取

り入れることに積極的であつた。

しかし、彼の「科学者」としての顔はあまり知られていない。経験に基づいた実証的かつ実利的な学問を好んだ吉宗は、特に数理的な思考に強く、自然現象にまつわる科学にも興味を持っていた。勉強のため書物を集め、自ら考案した装置や器具を用いて天体観測も行っている。

吉宗が将軍に就任したことは、天文暦学に限らず、洋学の発達に大きな影響を及ぼすこととなる。国家の仕事として天象を観察し、正確な暦を制定することが、幕府の重要な使命の一つと考えていたようである。

また、吉宗は旗本出身の天文学・暦学に長けた和算家・建部賢弘を学術顧問に重用し、諮問して知識を深めていく。この賢弘は和算家・関孝和の高弟で、孝和の数学を集大成した。

洋書輸入の緩和を行ない、西洋の天文学を学ぶ道を開いた吉宗が改暦事業に本腰を入れたのは、62歳となった延享2年（1745）、九代将軍・家重に将軍職を譲り大御所と呼ばれるようになってからのことである。

延享3年（1746）に、天文方の渋川則休に対して、改暦計画書の提出が幕府から発せられた。渋川家は春海の跡を継いだ息子の昔尹は、父よりも早くこの世を去り、養子に迎えた敬尹も享保11年（1726）に31歳の若さで病死した。その養子に入った敬也も、翌年に病で亡くなり、弟の則休が代わって天文方となっていた。

そういう状態では、則休に改暦を手がける力はなかった。

また、科学顧問を頼んでいた建部賢弘もすでにこの世を去り、吉宗は西洋天文学による改暦にふさわしい手腕を持つ天文学者を探し求めていた。その頃、天文暦学者の西川如見が、地理学や天文学に関する多くの著書を出版し、長崎で名声を得ていた。噂を聞いた吉宗は、享保4年(1719)に如見を江戸に呼び寄せ、改暦のために天文方に任命しようとする。

しかし、如見はこのときすでに、72歳という高齢であったため、代わりに次男の西川正休を推薦した。早速、吉宗は正休から天文学の話聞いたところ、答えが明確であったため吉宗のお眼鏡にかない、延享4年(1747)に民間の正休を天文方に迎えたのである。

そして、改暦を行うため神田佐久間町に天文台を設置し、吉宗が考案した渾天儀を簡略化した「簡天儀」も据えられ、観測を行わせた。西川正休に対しては、天文方の則休が未熟であるから、補佐して改暦準備にとりかかると命じる。則休に対しても、西川の力を借りてともに努力するべき旨を仰せつけた。しかし、正休自身は、天文学の解説家としての名声は得ていたが、実地の観測は行ったことがなかったのである。

吉宗によって半ば強引に改暦計画は推進され、寛延3年(1750)、正休と則休らは京都側の土御門泰邦と直接、改暦の協議を行うために京都へ出向く。梅小路に観測所を設け、造歴の実測にあたることになった。しかし、幕府側と京都側との交渉は、意地の張り合いという醜い闘いとなる。

同年4月に桜町上皇が亡くなり、改暦事業は延期される。さらに宝暦元年(1751)に、志半ばで吉宗が死去したため、改暦事業は中止と思われたが、泰邦の指導によって続行された。パトロンであった吉宗が亡くなると、後ろ盾をなくした正休は翌年には江戸に召喚されて、それ以後は幕府の援助を受けられなくなってしまう。

そこに京都の保守派は目をつける。貞享暦を機に春海によって幕府の天文方に奪われていた、編歴の実権を、この機会に京都側に取り戻そうと狙っていた泰邦は、盛んに攻撃した。外交上未熟であった正休は、ついに京都側に敗れて失脚し、宝暦の改暦は土御門家が行うことになった。

波乱の末、宝暦4年(1754)10月16日に土御門家が実権を握った『宝暦暦法新書』16巻が完成し、「宝暦甲戌元暦」と命名され、翌年から施行・頒布された。

改暦からわずか9年後の宝暦13年(1763)9月1日、5分にもわたって欠ける日食予報を暦に記載しない、という失敗を犯し、世の中の非難を浴びることとなる。不覚にも麻田剛立ら民間の天文暦学者たちから、事前に誤りを指摘されていた。

早くも明和元年(1764)に、宝暦歴は修正を迫られるが、もはや京都側にはその能力はなかった。そこで暦学者の佐々木長秀を新たに天文方に任命し、1771年に「修正宝暦甲戌元暦」を完成させる。これは、改暦ではなく、「明和の修暦」と呼ばれている。

しかし、修正宝暦も本質的には貞享暦と大差はなく、根本的な解決とはならなかった。このように吉宗の切望した西洋天文学を導入した暦の成立は、大坂で頭角をあらわした天文暦学の研究者・麻田剛立の登場を待たねばならなかったのである。

3. 麻田剛立の登場

2で見たように、徳川吉宗が思い描いた西洋天文学に基づく宝暦の改暦計画は、失敗に終わった。しかし、その一方で民間の天文学者による研究が、盛んに行われるようになっていたのである。その筆頭となるのが、大坂の本町四丁目を開業医をする、かたわら天文学の研究を行っていた麻田剛立である²⁾。

西川如見、本木良永、志筑忠雄らを長崎天文学と呼ぶなら、その天文学は細かい理論や数値には立ち入らず、地動説など太陽系、宇宙の成り立ちや構造の基礎を理解する天文学であった。

それに対して大坂には、精密な暦の理論と計算技術を中心に研究する暦学者の一派があった。彼らは暦学の専門家という強い自負があったから、長崎天文学派のことを、天文学を知らぬ人々と見なす傾向があった。大坂の天文学における中心的存在であったのが、麻田剛立である。

彼は豊後国の杵築藩にいた、綾部妥彰という天文好きの医者であった。医学も天文学も独学で身につけたようである。やがて藩主の侍医に推薦される。しかし、藩主が大坂や江戸を訪れるたびに、随行を命ぜられたため、天文学を勉強する時間がとれない。そのため、侍医を辞任することを願ったが、許されなかった。

安永元年(1767)に、綾部は密かに藩から脱出し、大坂に住みついた。そして彼は麻田剛立と改名した。当時、脱藩は死罪に値する重罪であるから、その決意は並々ならぬものであったことであろう。

おそらく、藩主は剛立の才能を知っていたため、処

罰をしなかった。剛立はこの藩主の処置を終生徳とした。後年、剛立の学殖を耳にした幕府は、改暦のために彼の登用を図ったが、剛立は固辞し、代わりに弟子の高橋至時、間重富を推挙したのは、藩への義理立てでもあったという。

まず、剛立が身を寄せたのは、以前から交流のあった中井竹山、履軒という兄弟学者が指導をしていた、大坂で最も有名な半官半民の学問所「懐徳堂」であった。そこでは身分を問わず、誰でも働きながら学べる場であり、儒学以外にも政治経済や外国事情など幅広く、後に各地の藩の財政を再建した山片蟠桃など多くの学者が育つ。

当時の大坂は経済活動が盛んで、外国からの書物が入ってきやすかった。また、商人が多かったために数学の能力が高く、商人の都であるとともに学問の都であり、町人の学習熱が最も盛んな時期でもあった。

剛立は、医者として生計を立てるかたわら、医業で得た収入を、書物の購入や観測機器の製作のためにつぎこみ、天文・暦学の研究に明け暮れた。中国の暦学理論を究めるだけでなく、自ら測器を考案・改良し、天文観測も盛んに行っている。また、医学の方でも犬猫の解剖をたびたび実施し、内臓器官の精密な観察図を描いたことで知られる。

彼が親友の哲学者・三浦梅園に送った手紙には、犬の解剖について次のように記されている。

「この間犬を三匹解剖しましたが、条理についてますますわからなくなります。強いて条理に引きつけると、強引な説となり、合点がいかないことも無理に合点がいくものとし、無いものを有とするようなものとなって、見苦しくなるばかりです。それゆえ条理のことはまずおき、解剖の刀で、臓腑の形状・系脈・細路にいたるまで、その真実の姿を得ることを只今の任務とし、このことがすべて間違いなくわかってから、条理を求めていきたいと考えています」³⁾。

こういう実地実測を重んじる態度は、「大坂の学問風土に共通するものであった」⁴⁾ という。宇宙や人体の構造を貫く条理を追究する彼らの方法は、まず人の目によって確認された事実を出発点とし、そこから条理を考えていくものである。天理の存在を前提とし、そこから人事を推量する朱子学とは異なっていた。

やがて剛立は「先事館」という日本初の観測活動を重視する、天文暦学の私塾を開いた。先事館の「先事」を剛立は、事実を先にする、と読んだのではないかと

思われる。

剛立の名で残っている著書には、天明6年(1786)から寛政9年(1797)の『実験録推歩法』と彼が家暦と呼んだ私的な暦『時中暦』とがある。

前者は中国古来の日・月および惑星観測資料と自らの実測とを組み合わせて作った暦法理論で、これから太陰太陽暦の部分と日食・月食の予報を抜き出して暦の形にしたのが『時中暦』であった。初めは授時暦と貞享暦を元にしてしていたが、後には漢訳の西洋天文暦法を取り入れ、何度も『実験録推歩法』の大幅な改訂を行っている。

また、清代の初めに作られた中国の暦法書『暦象考成上下編』、明末の『崇禎曆書』であり、これらは西洋天文学をベースとした漢文で書かれた書物である。彼らは日々、研究していく中で「西洋天文学が如何に進んでいるか」ということに気づかされ、観測機器の考案や改良を重ねながら天体観測を続けた。剛立の優れた研究は話題となり、多くの弟子が集まり、「麻田派」ともいべき研究グループが形成される。

主なメンバーには、後には西洋天文学をもとにした「寛政の改暦」を成し遂げる、高橋至時や間重富をはじめ、加賀藩の天文学者・西村太沖、和算家・坂正永、暦算家・足立信頭らがいた。彼らは年齢や職業は様々であったが、剛立とは師弟関係というよりも、一緒に天文暦学を研究する同志のような関係であり、観測に熱中するあまり7年間、枕を使って寝たことがなかったという。

弟子には測量や地図製作に関与する者が多く、剛立なくしては、高橋至時の弟子・伊能忠敬による全国測量や地図製作も、成し得なかったといえる。こうして互いに切磋琢磨しながら、「近代的な日本の天文学」を確立させることとなった。

麻田派の研究スタイルには、二つの特徴がある。一つは、全国の天文学者との「ネットワーク化」を図ったことが挙げられる。正確な暦法を作るためには、より多くの正確なデータの蓄積が必要なことを確信し、日本中の研究者と密に連絡を取って、天体観測のデータを収集した。大坂の重富の家にも江戸、越中、伊勢、安芸、岡山、讃岐などの観測記録が送られている。

二つめの特徴は、天体観測を行うとまずその「現象が起こるメカニズム」を仮定し、さらに「毎日同じ場所で、天体の定点観測を行ってデータを収集する」ことにより、その仮説を検証するというスタイルを取っていることである。これは実に、近代的な天文学と同

じ研究手順を踏んでおり、剛立がその礎を築いた日本初の天文学者といえるだろう。

さて、剛立が現代にも通じる「科学者」であったことの証拠を、いくつか挙げておこう。

「大坂に在ること二十八年にして終る。星暦の法は古今多端なり。君は少きより包羅し既尽してこれを天に験ぶ。合わざる者あり。乃ち法の尚お粗なるを知るや悉くその書を捨て別にその術を索む。一に測量実験を以て本となす。或いは器を中庭に執り露坐す。酷寒毒暑も倦避あるなし。頭、枕に触れざること九年、その術用成る。然る後に優柔浸灌補綴磨磨すること又十余年、凡そその験する所豪も合わざるなし」⁵⁾。

またあらゆる場合に測量実験を重んじた剛立は、観測機器の改良にも創意工夫をこらし、弟子の間重富と共に大いにその精度を高めたという。渡辺敏夫氏によると「本邦天文学も寛政改暦前後から漸く近代化し始めたのは、全く剛立がその始祖と言っても過言ではない」⁶⁾のである。

また渡辺氏は剛立について、垂球、すなわちひもにおもりをつけ、それを振動させその振動数によって時間を測定した道具を始めて使用し、日本で「振り子の等時性を利用した最初の人」と評価している。

複雑な構造を簡素化し、それによって精度を高めた改良が剛立の改良の特徴でもあった。その典型例は、諸天体の子午線経過の時刻を、測定するための「子午線儀」である。従来のものは不備不備な上に構造が複雑で、一般の暦学者は製作することができなかった。そこで、剛立は『壺台儀象志』中にあった「三角形線」をヒントにして、簡略で正確な子午線儀を作った。

このように剛立は「測量実験」を生命とし、絶えず観測機器に改良を加えて、天体そのものに肉薄しようとした。従来の他人の観測データを、自分の実測によって容赦なく吟味し、実際に合わないものはどんどん捨てていった。その厳しい態度は自分の実測やその上に組み立てた自分の暦法に対しても、容赦せずに向けられた。

七度も改作した剛立畢生の作ともいえる家暦を、晩年になって初めて見ることでできた『暦象考成後編』が、より精細な西洋暦法を伝えていることを知り、剛立は弟子たちの説得も聞き入れずに焼却しようとしたのであった。『先考大業先生事迹略記』に、次のように記されている。

「翁彼ノ暦書ヲ考究シ以テ忽チ西人天理ノ旨ニ会通シ歎シテ曰暦法精詳測量細密ノ道興レリ。間氏高橋氏出タリ。余多年刻苦スル所ノ家暦之書ヲ焼ベシト。高橋氏亡父諫テ曰暦学之道今日精覈ヲ竭スモ所謂古疎今密ニシテ後年又漸ク精ヲ加ヘズンバ有ラズ。本朝ニ於テ古来暦ヲ修著僅ニ旧暦ヲ進退スルノミ。自家ノ新暦法ヲ考製スル者独リ翁アルノミ。漢土諸家ノ作暦翁ガ家暦ニ及ブナシ。此法ヲ存スベシト。翁終ニ可カズ」⁷⁾。

間重富と高橋至時の、条理を尽くした懇願にも関わらず、剛立は聞く耳を持たなかった。歴代の暦法の運命を見てきた剛立だからであった。否それらに死の宣言をしたのは、彼であった。それだけに、より正確な暦法の出現を前に、自分の家暦の運命を見抜いた以上、恋々としていることは、科学者として許せなかった。

科学の世界では、これが当然のことかもしれない。自分の家暦に固執することは、自然を前にたいへん恥ずべきことである。恥は、自分の死後に残してはおけない。否、恥を知る以上に、真実を愛した所産であったというべきであろう。すなわち、真実を把握しているものには、それが西洋人のものであると、剛立は瞬時に脱帽し頭をたれるのである。

したがって、剛立の直接資料が少ないのは、真実にのみ忠実であろうとした科学者の証拠である。それは、自分の作品が事実と合致していないとわかったとき、捨てるべきものとして処置する、科学者としての当然の実践の結果であるといえる。

4. 麻田剛立の消長法

さて剛立の暦学の大きな特徴は、「消長法」と呼ばれるものである⁸⁾。これは簡単にいうと、一年の長さが少しずつ変化するという考え方で、中国に起源がある。授時暦や渋川春海の貞享暦でも採用されていた。

後述するように、剛立の消長法は、従来の消長法を拡張したものであった。月の満ち欠けの周期である朔望月や日食・月食が起こる周期など、様々な天文定数も年月とともに緩やかに変化するという理論である。剛立は自分の消長法をたいへん自負しており、主だった弟子たちにしか教えなかった。剛立の門人の一人であった山片蟠桃は、『夢の代』の「天文第一」で、次のようにいっている。

「麻田先生ノ歳実消長ノ法、十年前後ハ用ユベシ。十年を過レバ少シジツノ差ナキコトアタハズ。コノ十年消長ノ法ハ、日月トモニ活行シテ定法ヲ立ルコ

トアタハザルヲ見得タルナリ」⁹⁾。

剛立は、宝暦12年(1762)29歳で、日食を予測した。その翌年これが当たり、一躍有名になった。日食を予測するというのは、中国系の暦学の最終目標である。最終目標というと少し語弊があるのだが、一番大きなことであった。

日食を予測するためには、太陽の運行と月の運行とを別々に計算し、両者が合ったところに日食が起こる。しかも月食と異なり、日食は見える範囲が地域的に限られているので、それだけ予測が難しい。我々が旧暦と呼んでいる太陰太陽暦では、満月が十五日になるが、満月になると暦と一日くらいずれても、それほど目立たない。しかし、日食の予測となると、そうはいかない。そのため、日食を当てるといことが、中国系の天文暦学の最終課題であるといえる。

さらに日食はたいへん目立つ現象だから、現行の暦法の鼎の軽重を問うことにもなる。江戸時代は、日食の予報はプロの天文方が官暦によって行う。それに異を立てて官暦にない日蝕を予測し、的中させるということは、官暦の鼎の軽重を問うことになり、民間人でアマチュアの剛立が一躍有名になったのである。

江戸時代において改暦は、貞享2年(1685)、宝暦5年(1755)、寛政10年(1798)、天保14年(1843)と四回行われた。その次の改暦が明治5年(1872)の太陽暦になる。

一番初めの貞享改暦は、中国の暦の中で最高傑作とされる元の授時暦に、中国と日本では経度差があるから、少し手を加えたものである。これには、「消長法」という、一年長さが一定ではなく、次第に変化するという思想が組み込まれ、これに関して後に麻田剛立の最大の仕事がなされる。

麻田剛立の歴史的な業績は、ただ『崇禎暦書』や『曆象考成』に基づいただけでなく、この「消長法」を取り入れたことにある。消長法とは、簡単にいえば、基本天文常数が変化するということである。先に述べたように、たとえば一年の長さが時と共に変わるといことである。

西洋の天文学では、天は不変ということから、一年の長さが変わるということは、考えられにくかった。しかし、中国では『春秋』に「日南至」のような簡単な夏至や冬至の記録があり、一年の長さを決めるには昔と今の観測を比べるのである。

古い観測記録を取り込めば、何千年と離れているからそれだけ正確になるとい考え方と、古いものほど

貴重だといふ、古典尊重の精神によって割り出された一年の長さが、昔は365.25日くらいで長いものとなる。漢代以降の観測を使うと、それよりやや小さく365.24日くらいになり、最近の値で取ると次第に小さくなっていくといふ、中国暦法上の現象がある。

では、剛立は如何にしてこの「消長法」を考案したのであろうか。幼少の頃より、天体観測を続けてきた剛立は、その長年の経験と観測データの集積からある疑問を持つようになる。それは太陽や月の動きは決して一定ではなく、「年月を経るに従って変化しているのではないか」といことであつた。

たとえば、満月が欠けて新月となり、再び満月に戻るまでの周期は年によって変化している。また、太陽の動きを見てみると、ある年の春分点から始まり、翌年の春分点まで、一回りして戻ってくるまでに要する時間は、現在のものと故郷の杵築で計ったものとは異なっていた。膨大なデータの分析により、剛立は天体の動きが、その年によって変化していることを、独自の研究によって見出したのである。

剛立の目指した天文学は、「正直な暦をつくること」が目的の天文暦学であつたため、その年の太陽と月の動きを正確に予測しておく必要があつた。そのためには、過去の観測データから得た法則によって、計算式を作る必要がある。

その際、太陽と月の動きは年々変化していることを考慮しなければいけない。計算式に当てはめる数値も、何十年も同じ数値を使って計算していると、時が経つにつれ、実際の太陽と月の動きと予測値がずれてしまう。それでは、かつて暦の不正確さにより、日食や月食が度々外れていたことの、二の舞を演じてしまうことになる。

時代とともに、計算式に当てはめる数値を変えていかなければならないことに気づいた剛立は、解決策としてその当てはめる数値を「十年を一区切り」として改訂していくことで、予測のずれを最小限に留める方法を考案した。この数値計算の方法を、剛立は「消長法」と名づけた。剛立は自身の記録をほとんど残していないため、その方法を導き出した根拠などは明らかになっていない。

剛立は、この消長法に絶大な自信を持ち、秘法として弟子以外には明かさなかつた。ただし、これは中国では南宋の時代から行われており、渋川春海も採用していたため、実は何ら目新しいものではなかつた。

後に寛政暦にこの消長法が採用されると、改暦後間

もないうちに天体の運行との間に差が生じ、消長法は誤りであることが明らかになる。古代中国の天文学や剛立が採用した変化量は、現代において正しいとされている値と比べ桁外れに大きいものであった。

5. クレーターとケプラーの第三法則

次に、剛立の業績として「月に名前を残した」こととケプラーの第三法則に関するエピソードの二つを、挙げておきたい。

「クレーター・アサダ」という名前が付いた月面クレーターがある。これは、麻田剛立の功績を称えて名づけられたものである¹⁰⁾。剛立はオランダから輸入した初めてのグレゴリー式反射望遠鏡を使い、それまでの日本人が誰も見たことのなかった、月面クレーターを発見した。

それ以前に、剛立が初めて入手したのは当時の主流であるレンズを組み合わせた「屈折望遠鏡」で、これを「星鏡」と呼んでいた。剛立はこの星鏡で、太陽の「黒点」の動きや、白道上の月の動きを観測していた。屈折望遠鏡は、肉眼で見るよりも月面は拡大されるものの、おそらく、倍率が十分でなくレンズの性質も良くなかったため、明確に観察するには不十分であった。

その折、剛立はオランダ人が持ち込んだ二台の反射望遠鏡がより倍率が高く、高性能であることを聞きつける。しかし、一介の町医者には手が出ないほど高価なものであった。そこに救いの手を差し伸べたのが、弟子であり裕福な薬問屋の山本彦九郎であった。反射望遠鏡を使って初めて月を観察した剛立は、「月に池がある」と驚いたという。そして、月面の姿を一心不乱にスケッチした。

望遠鏡で見た月面について、剛立はある知人(詳細不明)に宛てた手紙で、次のように述べている。

「半月を望遠鏡で見ると、土の塊とか水とか水気のように見えません。強いていえば、銅細工に凸凹があるような姿で、磨き方が悪い鏡に日光が当たっているように見えます。月には池が何箇所もあります。池の形は、縁から急に深くなって底が平らなものや、薬研のような形、中には築山があるようなもの、深くて底が知れないものなどがあります」¹¹⁾。つまりクレーターを見て、月の表面に空いた穴であることを確認している。さらには、クレーターに当たる日光の様子から、「池の東側は、西から太陽の光が当たっているのによく見えます。池の西側の縁は、太陽の光が当たらないので影が差しています。月の差し

渡しを百里とすると、大きな池の差し渡しは五、六里、深さは一里あるいは二里、深いものは三里もあるように見えます」¹¹⁾と述べ、クレーターの内部にかかる影の見え方から、その深さも推測しているのである。剛立の目には、月は地球と同じような天体であると映っていたことがわかる。これも漢訳天文書の影響によって引き起こされた変化である。

次に、剛立は「地球の南極付近に大陸がある」という説を提唱した。月食とは、太陽・地球・月が一直線に並んだときに起こるものである。月が地球の影の中に入ることにより、満月の夜に月が数時間にわたって光を失う現象である。したがって、月食中に月が欠ける形は、月面に投影された地球の形であるから、その形状を詳しく観察すれば、地球の形を知ることができると剛立は考え、観測を試みたのである。

その結果を剛立は、三浦梅園宛の手紙の中で、次のように語っている。

「詳細を尽くした南蛮の地図を見ましたが、南方には大国があるようです。私も月食を観測し、望遠鏡で拡大して見てみると、月が欠ける形は真円ではありません。地球の影の南極とアジアに当たる所は、わずかな膨らみとへこみを示しております。これは、西洋の接には見られないもので、私が観測で見つけました」¹²⁾。

当時の日本にもたらされた地図には、南極の部分に未知の大陸であるメガラニカ大陸が描かれており、そのことが頭の中であって思いついたのかもしれない。ただ、月面に落ちた地球の影の形が、地球の陸地のために歪んだ円になることはない。地球の直径は約一万三千キロメートルであるのに対し、最高峰のエベレストでも高さ9キロメートル弱で、比率にして0.1パーセントにも満たないのであるから、目視で確認できるレベルではない。剛立は望遠鏡で拡大することにより、形に凸凹があると思ったのだが、結果としては思い込みによるものであろう。

しかし、暦学者にとって月食は、食の起こる時刻と欠け具合、見得る方角が暦と合っているか、自分が計算した予報値と合っているかを、確かめることが唯一の関心事であり、その観測は自らの真価も問われる緊張の時間帯であろう。このような状況下でも、剛立が月食中に影の形を見て、地球の形に思いを馳せているのは、単に自らの暦計算に自信を持っていたからではなく、彼の興味の範囲が伝統的な暦学の枠内に留まっていなかったことを示している。

さらに、星の動きに関する考察である。夜空で星座を形作る星たちは恒星と呼ばれる。恒星は、太陽と同じように自ら光り輝く天体であるが、地球からとても遠いところにあるため、大きさを持たずに点像にしか見えない。しかし、点に見えるがゆえにわれわれの眼にその光は鋭く映るのである。その様子を見た剛立は、どのように考えたのであろうか。

剛立は、恒星の鋭い光は自ら輝く光の勢いだと考えた。そして太陽と恒星は同じ種類の天体であると、推測し、弟子たちに日頃から語っていたという。

次に、ドイツの天文学者ケプラーは、1619年に「惑星の公転周期の二乗は、太陽からの平均距離の三乗に比例する」といういわゆる第三法則を発見した。剛立には、天体の軌道に関する考察がある。彼が、ケプラーの第三法則に相当する法則を考えだした、という話がある。

剛立の著書とされる『五星距地之奇法』に、この法則に相当する関係が計算値とともに記されている。また、『新修五星法図説』には、次の記載がある。

「以五星一周日数及歳周求五星本天半径、置本星一周日数以歳周除之、得本星一周之年数、立法開之、得商、自乗之、得本星本天半径興日天半径比例数是麻田翁所載法」¹³⁾。

すなわち、惑星が何年かかって一周するかを求め、その立方根を自乗することで、惑星の軌道半径を求めることができる、としている。これを麻田翁の創られた「五星距地之奇法」と説明している。これは、楕円運動こそ前提としていないが、ケプラーの惑星運動の第三法則そのものである。

しかし、これは麻田門下の高橋至時による記載であり、麻田本人がいつこの法則に思い至ったのか、定かではない。そのため、本人が独自にケプラーの第三法則を発見したのかどうか、諸説繰り広げられている。以下に整理しておきたい。

a) 麻田剛立が独自に法則を発見した。

b1) 麻田剛立が何らかの形で蘭学書あるいはその翻訳原稿に書かれたケプラーの第三法則を知った。

b2) 麻田剛立が何らかの形で蘭学書の内容を知り得て、アイデアを得た。

b3) 麻田剛立が何らかの形で蘭学書を見て、内容を理解できなかったが、数字からアイデアを得た。

以上4点が論点である。これらに関して、上原貞治氏¹⁴⁾の研究論文と有坂隆道¹⁵⁾氏の著書がa)の立場である。中山茂氏¹⁶⁾の論文と渡辺敏夫氏¹⁷⁾の著書は、

b1)、b2)、b3)のいずれかの立場である。

なお、一般書では麻田がケプラーの第三法則を独自に導いたかどうかについて、鹿毛敏夫氏¹⁸⁾が独自に導いたとし、中村士氏¹⁹⁾と嘉数次人氏²⁰⁾が真偽不明としている。

嘉数氏は、次のように述べている。

「この『発見』については、剛立独自の発見なのか、どこかから見聞きしたアイデアを参考にしたのか、様々な説が出されているが、真相は謎である。しかし、彼がこのような関係性を唱えるということは、漢訳天文書が示した図の影響を受けて、宇宙にある中心天体（地球または太陽）の周りを、惑星がそれぞれの大きさを持った軌道上でめぐると、いう西洋天文学の軌道論を、正確に把握できていたことを示している」²¹⁾。

すなわち、麻田剛立がケプラーの第三法則に相当する関係を独自に見つけたのか、あるいは何らかの形で蘭学書かその翻訳原稿に接して、ケプラーの法則もどきを見聞して、それをもとに関係式を導いたのかは不明である。

たとえ麻田の五星距地之奇法が、独自の発見ではなかったにしても、当時の日本人としてはやむを得ないであろう。むしろ、科学的な態度が醸成されていく過程が見られることは、もっと積極的に評価されるべきと思われる。

6. 剛立に対する評価—おわりにかえて—

では、麻田剛立に対する評価は、どうか。彼は「消長法」により、古今東西のものを総合的に説明しようとした。また、イエズス会系統の中国経由の西洋天文学を、導入した。そういうものが実際に暦法として、寛政改暦への道を開いたのである。

しかし、4で述べたように改暦後間もなく、天体の運行との間に差が生じ、剛立の消長法が誤りであることが明らかになる。

実は剛立は、その時点での古今東西のデータに合わせようとした。宝暦の消長法においては、1年の長さが365.2416日になっており、大きく誤差が出て日食の予報などできなかった。それに比べれば、剛立が使った数値は、365.2423日であったので、宝暦の暦よりはよいものであった。

剛立の消長法は、在野から批判が高まったため、後に麻田派でもこれを捨てることになる。ただし、剛立は彼以前のデータを捏ね回して、上手く数値を見つけ

出そうとする従来の暦家とは異なっていた。彼は、暦学ではなく、天文学を志していたといえる。

剛立は、天体を観測して天体の実際の姿や天体の動きに見られる法則を見出そうとした。ただ、新しい知識を十分に消化する時間がなかったから、月食の影から地球の大陸の存在を確信した。そういう、現代から見ると明らかに誤りとわかる説を立てるなど、剛立の発想を手放して称賛することはできない。

しかし、伝統的な暦学者であれば、暦作りには不要な知識として関心を持たない。月のクレーターの深さや恒星の輝き方といった事柄を探究し、周囲の人々に語る剛立の姿勢は、暦学の枠を超えており、従来の天文学者には見られないものである。

剛立が、先駆者としての苦勞を乗り越え研究を大成できたのは、彼の才能や努力及び学問に対する情熱にあった。これはもちろんだが、三浦梅園という良い友人を持ったことにもある。また実証を重んじた剛立にとっては、観測機器を必要とすることも当然である。

剛立は学問に熱心の余り、変人と見られる節もあった。彼の能力をもってすれば、脱藩した身とはいえ、出世する道もあったはずだが、それをあえてせず、生活に恵まれないながらも、一生を巷間の一町人として、学問の道に身を投じたことは称賛に値するであろう。

最後に、間重富から高橋至時への書簡にある一文を引用しておきたい。

「麻田翁杯真に己の芸の人に抱れず、生涯此道に好み隠逸にして自ら楽しむ。実に学問の是非は格別にして、当時のかくの如き人はなく、死亡も天の時に候へ共残心に存じ奉り候。

山陰に樹あり 凋発天の時に任す

陋巷に士あり 人知らざるを憂えず」²²⁾。

すなわち、麻田翁は、自らの学問を他人のためとは考えず、生涯この道、天文学を愛好し、世俗を逃れ隠れ、自ら楽しんでおられた。実に、学問の良し悪しはともかく、当時にこういう人はおらず、亡くなられたのは時の巡りによるものだが、心残りなことである。

山の陽の当たらない場所に風変わりな木があれば、枯れるのも伸びるのも自然の巡りあわせに任せる。しかし、巷に官に仕えることをしない優れた人がいれば、それを見て嘆かない人をしらない、というのである。

これを読むと、重富は剛立が幕府やどこかの藩に仕えて、その知識を広く公に役立てることを望んでいたことがうかがえる。しかし、そういう弟子の思いをよ

そに、剛立はアマチュアを貫いたのであった。

参考文献

- 1) 中村士：江戸の天文学者 星空を翔ける，pp. 48—76参照（技術評論社，2008）
- 2) 渡辺敏夫：近世日本科学史と麻田剛立，pp. 3—53参照（雄山閣出版，1983）
- 3) 大分県立先哲史料館編：大分県先哲叢書 麻田剛立資料集，p. 23（大分県教育委員会，1999）
- 4) 宮川康子：自由学問都市 大坂，p. 166（講談社，2002）
- 5) 近世日本科学史と麻田剛立，p. 101（原文は漢文）
- 6) 同，p. 115
- 7) 同，p. 56
- 8) 麻田剛立資料集，pp. 504—511参照。
- 9) 水田紀久，有坂隆道校注：日本思想大系43 富永仲基 山片蟠桃，p. 153（岩波書店，1973）
山片蟠桃については、拙論：山片蟠桃『夢の代』における大宇宙観について，研究紀要第59号所収，pp. 111—118参照（福島工業高等専門学校，2018）
- 10) クレーター・アサダの命名は、昭和51年（1976）に国際天文学連合 I A U の命名委員会に提案され、正式に承認された。麻田剛立以外で、月面に日本人の名前があるクレーターに、物理学者・長岡半太郎の「クレーター・ナガオカ」などがある。
- 11) 麻田剛立資料集，p. 20
- 12) 近世日本科学史と麻田剛立，p. 105
- 13) 麻田剛立資料集，p. 533
- 14) 上原貞治：我が国におけるケプラーの第3法則の受容，天界 2005年6・7月号所収（東亜天文学会）
- 15) 有坂隆道：山片蟠桃と大坂の洋学，（創元社，2005）
- 16) 中山茂：ケプラーの第3法則と志筑忠雄・麻田剛立，科学史研究Ⅱ所収（日本科学史学会，1969）
- 17) 渡辺敏夫：近世日本科学史と麻田剛立，（雄山閣出版，1983）
- 18) 鹿毛敏夫：月のえくぼを見た男 麻田剛立，（くもん出版，2008）
- 19) 中村士：江戸の天文学，（角川学芸出版，2012）
- 20) 嘉数次人：天文学者たちの江戸時代，（ちくま新書，2016）
- 21) 天文学者たちの江戸時代，p. 96
- 22) 麻田剛立資料集，p. 142（原文は漢文）

1920年代～30年代のアメリカ優生学運動と「優生学説法コンテスト」

Eugenic Sermon Contests and their background of the US eugenic movement from the 1920s through 1930s

小倉 恵実

福島工業高等専門学校一般教科

Megumi Ogura

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2019年9月2日受理)

This paper mainly argues about the way American eugenicists (mainly the members of American Eugenics Society) tried to propagate their eugenic ideas and notions on religious organizations in the United States in the 1920s through the 1930s. AES decided to hold “the eugenic sermon contest” in 1925 to announce it on all printed periodicals which told readers “Good sermons will win the prize and money.” Because of wide-ranged announcement, nearly 200 sermons of each church or synagogue titled “eugenics” gathered from February to June, 1926. The contest ceased in 1930, when the Pope Pius XI issued *Casti Connubi*, which warned sterilization and birth control as “the act forbidden by the law of God” on December 31, 1930. This study will reveal how the American religious leaders supported eugenics even after the Pope’s encyclical and they regarded churches as “the most accessible moral school” for ordinal peoples.

Key words: eugenic movement, eugenic sermon contests, Christianity and Judaism in the early 20th century in the United States

前史 アメリカ優生学運動と宗教

本論考はアメリカの1920年代から1930年代前半にかけてのアメリカ優生学運動について、「宗教説法としての特定地域の教区や宗教を通じた民衆への優生学の伝播」に特に視点を絞って論じたものである。

女性を中心とした、地方民衆による「下からの運動」としての優生学運動は1926年のワッツの死によって、専門家たちや資金出資者たちを中心となって大衆に対して、より専門的な「上からの立場」のメッセージを送るものに変貌を遂げた。

優生学がアメリカの20世紀前半において大衆的な運動に発展したことには大まかに分けて3つの理由が挙げられる。

- (1) 大衆の識字率の向上と、それに伴う活字印刷物の需要増大
- (2) メアリー・T・ワッツのような市井の女性活動家による活発な家族改革運動
- (3) 「道徳の学校」としての役割を全米各地で果たしていたキリスト教各宗派の教会・及びユダヤ教シナゴグのラビによる説法

今回は、(3)の中でも、特に優生思想に選民思想を見出したユダヤ教のラビ達¹と、アメリカ優性学会 (American Eugenics Society; AES)に関わりが深かったキリスト教プロテスタント各宗派の地方教会の牧師ならびに牧師協会の動きと、1926年（まさにメアリー・T・ワッツが死去した年である）よりアメリカ優性学会の主催により始められた「優生学説法コンテスト」の詳細と内容について、アメリカ哲学協会図書館に所蔵されているAESコレクションの中の資料を用いて論じる。²

1. 優生学説法コンテストへの道—ヴァティカン教皇庁の科学に対する態度の変遷とアメリカ—

20世紀初頭のアメリカ全土に於ける宗教と優生学の動向の把握に於いて欠かせない視点として、次の点が挙げられる。

1848年以降の民主主義革命に伴うドイツ・東欧系からの移民³の「新大陸」に於ける定住化に伴い、カトリック教徒の監督庁としてヴァティカン教皇庁やユダヤ教ラビ達は、アメリカ国内での宗教的な地位を向上させた。この状況に対し、建国期以来のプロテスタント系諸派

の宗教指導者達は「宗教指導者達の意見の集約と政策への参与」を主眼に置き、その宥和作業が優生学協会主導で行われた。⁴

アメリカ優生学協会(以下AESと略)は、1922年より非公式の委員会として「キリスト教牧師委員会(以下牧師委員会と略)」をAESの組織の中の一部会として取り扱い、⁵1923年にはヘンリー・ストロング・ハンティントン牧師を牧師委員会委員長として選出している。⁶

また、1925年10月にはAESの下部組織として「外科医協同委員会、ソーシャルワーカー協同委員会、キリスト教牧師協同委員会」の3つの設立を正式に認可する決定を下した。⁷「キリスト教牧師協会」の会長となったハンティントンは、イエール大学において地質学並びに地理学の権威として教鞭を執っていたエルズワース・ハンティントン(1934～38年にかけてAESの会長を務めている)の12歳下の弟であり、彼は兄との文通の中で自らの宗教的な思想及び優生学協会への接近を深めていた。ハンティントンが牧師委員会の会長となって最初に行ったことが、本論で主題となる「優生学説法コンテスト」の定期開催であった。⁸

一方、ヴァティカン教皇庁においては、19世紀末に第256代ローマ教皇に選出されたレオ13世(在位:1878-1903)による『レールム・ノヴァールム』(1891)において、労働者の基本的人権を認める方向性を打ち出された。この史上初の「社会回勅」が教皇庁から発されたことは、新大陸たるアメリカで労働問題に直面しているカトリック教徒たちにとっては「救済の希望」となり、キリスト教民主主義の思想的な土台ともなった。⁹

その後ベネディクトゥス15世(在位:1914-1922)、ピウス11世(在位:1922-1939)と神学以外の分野での博士号の取得対象者が教皇に選定され、20世紀の両大戦間期に於いては「神学以外の学問は、教皇庁に敵対するものではない」という、半ば優生学をも包摂可能であるとも解釈できるメッセージが育まれていった。¹⁰

2. 優生学説法コンテストの開始と応募の詳細や背景

AESが「優生学を受け入れやすい集団である」と見做した団体に対しては、委員会を通じて積極的な援助を行った。例示すると、博覧会や展覧会の展示及び「より良い家族コンテスト」を援助していた「大衆に対する教育委員会」は1926年度の会計年度におけるAES部会内の各委員会予算の中でも最も多額の予算を獲得しており、年間5000ドルという潤沢な資金を得ている。¹¹

しかしながら、1926年のメアリー・T・ワッツの死に

より、彼女が見て回る事がなくなった「より良い家族コンテスト」は、その実施のノウハウを知る存在が不在の状態、対象や参加者の身体測定に対して実技面で臨機応変に対応できる適切な指導者を欠く状態となった。

そこで1926年会計年度に於いて、その次に資金(約年間380ドル)を得ていた「牧師委員会」の予算と合わせた、計約5,375ドルの予算を「牧師委員会」に回し、「優生学説法コンテスト」に関する告知や宣伝の費用に使われることとなった。AESは180の宗教関係の新聞や雑誌、また数多くの一般の定期行物に「優生学説法コンテスト募集」の広告を掲載した。¹²委員長であるハンティントンの指導のもと、その広告に書かれた内容は以下の通りとなっている。

このコンテストは全ての牧師や司祭、ラビや、宗教学を学んでいる学生達から広く募っているものであり、規程は非常に簡単です。

説法は、教会ないしはシナゴグの定期礼拝の中で説法されたものでなければなりません。

そして説法者は次のような題目を持たねばなりません。

「宗教と優生学—教会は人種を改善することに責任があるでしょうか？」

審査員によって3位までの受賞者が決定されます。第一位の説法者には500ドルの賞金、第二位には200ドル、第三位には100ドルが授与されます。¹³

この説法に関して、「賞金の授与が是か非か、もしくは聖職者たちからの論文コンテストでは駄目なのか」が、1926年の1月から2月に「牧師委員会」で議論され、その経過が1926年3月に発行された牧師委員会のパンフレットの中でも詳述されている。¹⁴

当時のパンフレット中の議事録の中には、「牧師や司祭、ないしはラビたちが、彼ら自身の信条に関して個人的にエッセイとして述べたものではなく、彼らの『宗教的な権威を持った弁士』としての技量や説得性に対して授与するもので、彼らの教区に属する一般の世俗信徒たちに、如何に優生学が宗教(この場合はカトリック、プロテスタント、ユダヤ教に限定されている)との親和性が高く、信徒たちに優生学的な精神を植え付けることに成功しているか」という点が、「説法コンテスト」を主催する立場である、AES牧師委員会会長のハンティントンにとって「望ましい」ものだと考えていたことが判る。¹⁵

雑誌や日刊や週刊の新聞が一般大衆にとって「世情の動向」を知る為の最も重要な媒体であった当時、AES

による「優生学説法コンテスト」の広告を見た宗教関係者は、我先にと詳細資料をAESの本部に請求する手紙を書いた。「コンテストの規程について印刷された資料」を求めて来た手紙の数は、広告を出して一か月後、実に全米から150通近くにのぼった。¹⁶

1926年の「優生学説法コンテスト」の提出期限は同年6月末までとなっていたが、僅か数か月間で、200以上の優生学と宗教を絡めた説法が全米各地の教会やシナゴグで行われ、その中でおよそ70の説法が審査依頼のためAESに送られて来たこと、当時のAESの機関紙である『優生学ニュース』は報じている。¹⁷

同記事によれば、「優生学説法コンテスト」に送られて来た説法の多くはプレスビテリアン、バプテスト派、メソヂスト監督教会派など、当時のリベラル会派に属する教会の牧師ないしは司祭からの応募が多数あった。その一方、それ以外の信徒数が多くないプロテスタント他会派や、ユダヤ教のラビからの応募も散見された。¹⁸

1926年、1928年、1930年にAESの主催で行われた「優生学説法コンテスト」について、次項では、実際にどのような説法が行われたかを論じることとする。

3. キリスト者、ユダヤ教の説法の中での優生学—実際の優生学コンテスト応募者の文章からの分析—

本項ではアメリカ哲学協会の優生学ライブラリーの中に所蔵されている、実際の「優生学説法コンテスト応募文」を二編取り上げ、それぞれの特徴及び、顕著な表現を取り上げることとする。

尚、1926年の優生学説法コンテストの結果は、各応募者に1927年7月にその結果が手紙で郵送されたが、当初の見込みを大きく上回る応募者数だったため、第一位を獲得したミネソタ州ミネアポリスの長老派アングリカン（後にユニテリアン派に転向）の聖マルコ教会の牧師であるフィリップス・エンデコット・オズグッドには500ドルの賞金が、第二位であるペンシルベニア州スターリングのK・C・マッカーサーには300ドルの賞金が、そして三位に入ったF・オリン・ストックウェルには200ドルの賞金が授与された。¹⁹

3-1. メソヂスト監督教会派牧師による「優生学説法」

第一編目は、1926年の「優生学説法コンテスト」に於いて、AESが「応募数が多かった宗派」の中の一つとして報告書を上げているメソヂスト監督教会派の牧師であるストックウェルが、オクラホマ州ラモントにあるメソヂスト監督教会において、1926年6月13日の夕餐

の定例礼拝の中で行った説法である。²⁰

1900年生まれの若き牧師であるストックウェルは、「神は自分自身の姿に似せて人間を創造した」²¹という旧約聖書の言葉から説法を始めている。しかし「人間に意志の自由や自己の運命の決定権を幾らか授けてしまった」ことによって「（人間は）神自身の望む方向とは違う道を歩む事になってしまった」と説いている。そして、旧約聖書の中のダヴィデ王やソロモン王については、「イエスや洗礼者ヨハネの子孫の血を引いているからこそ偉業が達成できたのだ」と、旧約故事を引用し「これこそが遺伝の為せる業だ」と繋いでいる。²²

同様に「遺伝は、悪しき者にも連綿と受け継がれてしまっている」という「病者遺伝論」を展開した後に、「これは人々が子孫を産み育てるという意味についての知識が欠如している結果だ」と断罪する。²³

この説法においてストックウェルが優生学協会から高評価を得られた点は、「全ての遺伝の仕組みを発見した聖職者」としてグレゴール・メンデルに言及している点であろう。小規模農家の出身ということで、大学レベルの研究を行うことが財政的に不可能という経緯で21歳の時に聖アウグスティノ修道会に入会したメンデルは、キリスト者として修道院の仕事に従事する傍ら、独学で科学の道を模索した。ストックウェルは彼の姿に「キリスト教学と遺伝学の共存可能性」を論じた。²⁴

更に、「大衆に向けた説法」という形式のため、「優性の法則」と「分離の法則」の詳細について、エンドウマメの色や形状を、聴衆にも判りやすいように説明を加えている点が、AESの審査員にとっては「説得性が高い」と評価された。²⁵

ここで重要な点として、ストックウェルの説法は「一地方修道院のキリスト者の小さな発見から遺伝学、そして優生学が形成されていった」ことを強調し、キリスト教の持つ学問への寛容性に言及している点が優生学協会の審査員たちの高評価に繋がったことが協会の審査員のコメントの中でも触れられている。²⁶

1920年の国勢調査により586人とされるラモントの、当時九割以上が白人であった²⁷ことを考えると、ストックウェルの説法は小さな町の教会とはいえ、メソヂスト監督派の信徒の殆どが出席していたはずで、その説法を聴講していた信徒一人一人への訴求力は強力なものであったと推測できる。



Fig.1 F・オリン・ストックウェル

(1953年撮影；

メソヂスト教会デジタルアーカイブ所蔵)

ここでストックウェルが重点を置いているのは「賢明な結婚相手を選ぶこと」であり、それには教育が重要な手段となり得ることを示唆している。主要な勉学・学究機関から遠く離れて居るオクラホマ州の小村において、教会は20世紀に入っても「道徳の学校」としての機能を多分に果たすべく「良い形質を持つ男女の結びつき」を強調している。²⁸

ストックウェルは、この「優生学説法」の結びの言葉として、「狭き門より入れ」という新約聖書の中のマタイによる福音書第七章13～14節を引用し、「狭き門の中で理性の言葉に耳を傾けることが、子々孫々の代までの高貴な人種を繋げ得る唯一の手段だ」と縮めている。²⁹ 故に、ストックウェルのように、「最も身近な聖書の一文」を優生学と結び付けて説法をすることは、史学者のクリスティン・ローゼンが論じているように「20世紀初頭当初、地方農村部の人々に優生学の知識を広めるための非常に強力なイデオロギー生産装置となり得ることが出来た」³⁰のである。

3-2. ユダヤ教ラビによる「優生学説法」

第二編目として同年にコンテストに応募した中でも、応募数が少なかったユダヤ教のラビによる説法を取り上げる。

1926年6月4日に、ヴァージニア州ロアノークのイマニュエル寺院の「金曜夕方サバト前の定例礼拝」の場で、ラビとして説法を行い、その説法を「優生学説法コンテスト」に応募したのが、ジョージ・ベネディクトだった。本節に於いては、ベネディクトの「優生学」と

題された説法に関する、ストックウェルとの解釈の違いについて重点的に検討を加えることとする。

ベネディクトの説法は、ユダヤ教の経典である旧約聖書に則り、「イスラエルの民」を「モーゼの構想により、神が聖なるものとして聖別された国の民として選ばれた者」というユダヤ教独自の選民思想を優生学と結び付け、「モーゼの律法により、その他の人々の中から、イスラエルの民こそが選ばれし人種である運命にあった。

(中略) (ユダヤの民は一訳注) 高潔な人種であり、自身の優秀な幸福にみあった生まれの良い人種であり、その存在自体が世界に対する祝福である」と続ける。³¹

ベネディクトは旧約聖書のレビ記の第19章第8節の「第三日目の焼却」を引用し「ユダヤとして選ばれし民はその高潔性と純粋性を維持する為に律法を侵犯する悪徳や疾病に対しては厳しく罰せねばならない」と、ユダヤ教の説法者としての己の立場を鮮明に表明し、「このような純潔を侵犯する者は切除せねばならない」と説法している。³²

ベネディクトは、説法の後半部分において、「優生学の始祖」とされるフランシス・ゴルトンの「性格と知性の大まかな概要の90パーセント近くは遺伝で説明できる」という概念を「アメリカ人の持つ血統の優秀性」と結び付け「殿堂入りした最初の46人のうちの26人には、全米でも知名度を誇る偉人と血縁関係にある」と述べ、「メイフラワー号での先駆者の一人」としてエドワーズ一族を「優生学の成功例」として挙げ、「33カ国に広がったエドワーズ一家は1400人ほぼ全員がその国において有能な市民であり、多くが高位の職に就いている」と「優秀な血統を守る事」に力点を置いた。³³

また、自らのシナゴグがあるヴァージニア州の「誇り高き伝統」についても言及し、「崇高な志を持った騎士たちの子孫」が「ランドルフ家やマーシャル家、リー家、ワシントン家などのヴァージニアの政治家や軍人を輩出してきたのだ」と伝え、シナゴグに集まったユダヤ教の信徒たちに「我々は偉大な祖先を持っている」という自尊心を奮い立たせるような弁舌を揮っている。³⁴

ここにおいて、ベネディクトはユダヤ教の経典である旧約聖書の言葉に立ち返って、エレミア記の第31章に出てくる「神がイスラエルの民と交わした新たな契約」について言及し、「その契約とは、イスラエルの民の内なる才能の中に神の法を刻み、彼らの心の中にそれを読めるようにしてあるから、『全ての者は神を知っている』のだ」という一節から発展させて「神の法とは、生命の法則であり、『内なる才能の中の知恵』である」とヨブ

記の第38章第36節の言葉を援用している。³⁵

ユダヤ教のラビとしてのベネディクトの狙いは、ここから次のような結論が展開されている。

ユダヤの民は、神から選別された優れた民である以上、それ自体優秀である。よってその優秀さを曇らせることが無いような自尊心を育み、その上で優秀な結婚相手を見付け、より宗教的にも優生学的にも遺伝的にも優秀な子孫を後世に伝えるべきなのである。自分達だけでなく、三世代後でも四世代後の事も念頭に置いて家族を愛おしみなさい。³⁶

「アメリカは神聖なる民（である我々ユダヤ教徒）が示す愛国心に対し、健康と神聖性の福音を授けるだろう。アーメン」³⁷と結んだ、ベネディクトの説法で特徴的な点は、(1)ユダヤ教独自の選民思想が優生学との親和性を多分に持っている点、(2)建国以来のアメリカの歴史において、ユダヤの民は国家の経済的・道徳的な繁栄に貢献し、また優生学という学問にも貢献し得る、と訴えた二点に纏められよう。

3-3. 優生学説法コンテストの審査基準

ストックウェルの説法が第三位に入り、200ドルの賞金を受け取った一方で、ベネディクトの説法は選ばれず「B」の評価のみ審査員から下されていることが優生学コレクションの中には示されている。³⁸この二つの説法の評価がAESの審査のなかで完全に分かれてしまった理由は幾つか挙げられる。

一つはAESが公表している審査員と審査基準、評価点の配分に求められる。

1926年の優生学説法コンテストでは、審査員として「アメリカ優生学の父」であるチャールズ・ダヴェンポート、イェール大学教授のウィリアム・リオン・フェルプス、シカゴ神学校の校長であるオズラ・S・デイヴィスはその任に当たり、次のような点数配分によって、応募された説法を審査した。

- (1)説法の科学的な質 (30パーセント)
- (2)説法の文学的な質 (30パーセント)
- (3)説法の説得力の強さ (40パーセント)³⁹

この点数配分からもうかがえるように、コンテストの審査員ならびに主催者であるAESは各宗教者の説法の内容に関して、「科学としての優生学の専門的な知識の伝播」に主眼を置いてはいなかった。

主催者側の意図としては「新しい科学として19世紀末に出現した優生学は、キリスト教やユダヤ教など、当時の支配者層が信仰していた宗教を補強する役割を果た

していることを、如何に説得力を以て論じ、優生学が家族からコミュニティ、州、そして国家全体の政治に影響を与えうるものであるか」をいかに巧みに論じているか、という点が重視された。⁴⁰

具体的にどのような点が、二人の説法の評価を大きく分けたか分析すると、AESが1920年代後半以降に力点を置き始めた「不適格者に対する断種」を州単位で認可する為に「何故そのような人々に対して断種が必要か」という点と、「断種手術を合法化させる為の法整備が必要である」という点が説法の中で言及されているか否かであった。⁴¹

実際にストックウェルの説法の中ではクレチン病という遺伝病が北イタリアの山岳部で蔓延していた事実を挙げ「1890年より、こうした患者は隔離され、子供を産むことを許されなかった結果、1910年にはクレチン病は一掃された」という実例を挙げ、同様に「遺伝的に薄弱な要素をもった人々は、断種させることで、精神異常者の数を減らすことが出来る」と訴えている。⁴²

これに対し、ベネディクトの説法では「不適格者の隔離と社会からの切除」には言及しているが、ユダヤ教からの観点での概観を述べるにとどまっており、ストックウェルのように「宗教指導者として、不適格者の断種を促進するように、地方政府に呼び掛けを行う」という、AES及び審査員たちが最も求めた要素が欠落している。それ故に「B」という評価がなされ、審査員の中でも「神学の権威」とされたオズラ・デイヴィスからは何の論評もされていない。⁴³

1926年の優生学説法コンテストで入賞した他の宗教指導者たちは、いずれもその地域での断種法の制定を促進し、過去にAESとの係累が有る人物が選ばれている。

第一位を獲得したフィリップス・E・オズグッドは「精製者の火(The Refiner's Fire)」と題した説法の中で優生学の法制化を訴求した点が高く評価された。⁴⁴

オズグッドはミネソタ優生学協会に参加しており、友人である外科医で社会改革者のチャールズ・フレモン・ダイトと共にミネソタ州での精神薄弱者用の隔離施設の建設及び当該施設への収容者に対する断種手術の法制度化を進めていたリベラル派の牧師だった。彼の「犯罪者や重篤な病人の生殖性に反対する法制度」を呼び掛けた一節は「学識のあるロピイストとしての訴求力が高い説法」として審査員の間で高く評価された。⁴⁵

第二位のケネス・C・マッカーサーは「健全で良心に満ち、優生学的に適格な家族こそがキリストの王国における模範的な姿だ」と説いた説法はマッカーサー自身の

家族に最も良く当て嵌まったものだった。⁴⁶

というのも、マッカーサーの家族は、その2年前の1924年にマサチューセッツ州ウェスト・スプリングフィールドの「北東部各州博覧会(The Eastern States Exposition)」の会場内で行われた「より良い家族コンテスト」に家族で参加し「最良の家系である(Grade A progeny)」という審査結果を獲得しており、「最良の家系の宗教指導者は良き優生学の教導が行える」という審査員の論評が「第二位に選ばれた理由」として挙げられていた。⁴⁷

4. ヴァティカン教皇庁の警告とアメリカ国内のキリスト教各派の動き—結びに代えて—

「優生学説法コンテスト」は1926年、1928年、及び1930年の6月末申し込み締め切りで3回行われたが、この流れを大きく変えたのは、第259代ローマ教皇の位にあったピウス11世(在位：1922-1939)が、1930年12月31日に教皇回勅として全世界のカトリック教徒に対して発令した「カスティ・コンヌビ(Casti Connubi, 結婚についての回勅)」において、断種法と産児制限を「神と自然の法則を侵犯する重罪である」と発表したことだった。⁴⁸

1929年から始まった世界大恐慌の影響で保守主義に走る各国やキリスト教各宗派に対して、ピウス11世は産児制限、及びそれに繋がるような優生思想に対し、鮮明な対決姿勢を打ち出した。

これにより、最も影響を受けたのはアメリカ合衆国内のカトリック指導者達である。1930年の12月末まで、アメリカ国内のカトリック系神父が断種法の制定や「断種すべき種類の人々」について、優生学的な観点から関わりを持つ事は黙認されていたが、「カスティ・コンヌビ」回勅により「カトリックの神父が優生学と絡めた断種を説法すること」自体が不可能となってしまった。⁴⁹

それ故「キリスト教のカトリック、プロテスタント諸派、ユダヤ教諸派から広く募集をする」という「優生学説法コンテスト」の根幹が大きく揺らぐ事となった。⁵⁰

それに加えて、「カトリック神父代表」として1900年代から経済学的な見地も加えて専門誌*Ecclesiastical Review*で優生学の論陣を広げたジョン・A・ライアン神父と、1910～20年代にわたって、優生学に関するカトリック思想家からの土台を築き上げ、産児制限委員会の委員も務めたジョン・F・クーパー神父の二人は、カトリック界の絶対的権威である教皇からの「カスティ・コンヌビ」回勅に対する有効的な解答を出せぬまま、1931年の3月から4月に掛け、相次いで「優生学協会を脱退する」旨の手紙を協会側の主要委員達に通達している。⁵¹

この経済的・宗教的危機に対し、主催者側のAESは「1931年以降、優生学説法コンテストに対し高額賞金は授与しない」旨を決定した。⁵²

一方、ヨーロッパ地域での新たな大戦が開幕する直前の1939年5月8日に、ニューヨーク市のタウンホール・クラブで行われたAES主催の「優生学と宗教の関係に関する会議」に、全米各州、各都市から200人近い参加者を集めた。

この会議においては、優生学専門家のみならず、キリスト教のプロテスタント系諸派、そしてカトリックの神父代表としてニューヨーク州のイソープスにあるカトリックの修道会の一つレデンプトール会の聖アルフォンソ神学校の神父である、フランシス・ジェレマイア・コネルが「カトリック教会と優生学」という表題で論考を発表している。

コネル神父は教皇の「カスティ・コンヌビ」回勅に対し、最大限に敬意を払い恭順の意志を見せつつも、「カトリック会派が優生学的な手法を行使できる可能性」について次のように述べている。

カトリック教会は、結婚した男女に対し「出来るだけ沢山の子供を産め」と義務付けることを教えてはいません。逆に、カトリック教会は、一つの家族が増大しすぎないように忠告をする機会があることを理解しています。

断種法や堕胎については、「カスティ・コンヌビ」で強く否定されていますが、(中略)結婚した男女が、自分達が経済的に養育できる子供の数を予見し、自主的に夫婦間で(性欲の——訳者注)自己抑制をすることや(中略)結婚や出産、育児に対する十分な教育を与えることについては、カトリック教会は推奨の立場をとっています。

(中略)さらに、カトリック教会は、児童虐待を引き起こす主な要因となっているアルコール中毒に強く反対していますし、性欲過多、不倫、売買春に対してもアルコール中毒同様に、数限りない家族に対して性感染症の忌まわしき暗い影をもたらす災厄として、反対の立場を取っています。(中略)カトリック教会は「心の清浄に恵まれし者」を祝福し、清浄な心と活発な肉体を持った子供達が世界を豊かにするように、両親は理想的な父性ないし母性を育むための最良の準備を教導する立場にあります。⁵³

コネルがこの論考の中で、「教皇庁により制限は課されてはいるが、優生学的な思想はカトリックの教義と絶対的に相反するものではない」と訴えた事に対し、会議

の出席者であり、優生学協会の「臨時代理」を務めていたフレデリック・オズボーンは「カトリック教会やプロテスタント諸派の教会、そしてシナゴグは民衆に対する道徳教育、精神教育の場である」と発言し、当時のアメリカ社会において支配的であったこれらの宗教機関が果たす役割を打ち出している。⁵⁴

これらの宗教や宗派は二つの点で限界があった。

(1)各宗教や宗派の神父・牧師・ラビは、支持基盤として教区の信徒家族の「健全な成長」を第一に考えており、アフリカ系・アジア系移民は「教区外の墮落した者」として排除する傾向にあった。

(2)プロテスタント諸派に限っても、同じ宗派の他教区との連携は取れていたが、カトリック教会は「カスティ・コンヌビ」回勅に従属する立場を示し、シナゴグのラビ達も「ユダヤの民」以外の排斥の姿勢を打ち出した。

こうした当時のアメリカ合衆国の中・上流階層が帰依する教会の「排他的な内向き視点」が最も如実に現れたのが、1934～1935年に連邦機関の委嘱を受けた、住宅供給系企業が作成した「レッドライニング」である。⁵⁵

元々「レッドライニング」はフランクリン・ルーズベルトのニューディール政策の要である住宅供給政策の参考として作成された「地域分布図」である。「危険区域」と赤で仕切られている区域は「住宅を建設して入居させても、家賃の滞納が収入的に起こりやすく、債権回収が困難な地域と『広義的に』判断される」という目安としての「色別区分け表示」だ、とも解釈できる。しかし緑・黄・赤とゾーン分けしてある都市部もしくは農村部に関する地図を、当時の地図と照らし合わせて調べていくと、上記に記した「白人支配者層」のプロテスタント系諸派の教区には「赤区域」がほとんど見られない。⁵⁶

故に、この時期に、「線引き地図」が作られた事自体、当時のアメリカの支配層の宗教界の「教区第一主義・他宗教排他的姿勢」に関する示唆とも解釈出来よう。

本論で述べた、「優生学説法コンテスト」に於いても「教区以外の民への説法」が優生学委員会にとっては審査対象とはされなかった。飽くまで「一教区の住民に対する説法としての伝播」に重点を置いている「説法コンテスト」は、特定宗派の信徒の間での「差別的な核」が形成されるようになったという「副産物」を生み出したとも言えよう。

参考文献

- 1) “Rabbi sees Peril in Inter marriage (*New York Times*, 10 May, 1909, p.4),” “Rabbis’ Conference Split on Marriage (*Ibid.*, 17 November, 1909, p.7) “
- 2) 小倉恵実「メアリー・T・ワッツと20世紀前半のアメリカ優生学運動」(福島工業高等専門学校研究紀要第59号、2018年) p.151-158. なお、優生学運動が20世紀前半のアメリカで隆盛した理由(1)(2)についてはこの論考の中で詳述している。
- 3) 「48年組」と呼ばれるこれらの移民集団の中には、カトリック教徒やユダヤ教徒が含まれていた。
- 4) “Minutes of the Ad Interim Committee” (9 June, 1922, AES Papers, APS), Advisory Council Letterhead, 1927, AES Papers, APS.
- 5) “Minutes of the Eugenics Committee in the U.S.A.,” (6 September, 1922, AES Papers, APS)
- 6) “Minutes of the Eugenics Committee in the U.S.A.,” (26 October, 1923, AES Papers, APS)
- 7) Henry Strong Huntington to Charles Davenport, 13 April, 1916; Davenport to Huntington, 2 July, 1918. Correspondence, Davenport Papers, APS.
- 8) Henry Strong Huntington to Charles Davenport, 23 February 1922, Correspondence, Davenport Papers, APS.
- 9) Christine Rosen, *Preaching Eugenics, Religious Leaders and the American Eugenics Movement* (Oxford University Press, 2004: Oxford and New York) 140.
- 10) *Ibid.*, 141.
- 11) “Minutes of American Eugenics Society, 3 January, 1927, AES Papers APS Library.
- 12) Rosen, *Preaching Eugenics*, 120.
- 13) “Prizes for Sermons on Eugenics,” *Eugenical News II* (March, 1926) 48.
- 14) Committee on Cooperation with Clergymen Pamphlet, Conditions of the Awards for the Best Sermons on Eugenics, 1926, AES Papers, APS Library.
- 15) Letter from Henry Strong Huntington to John A. Ryan, 21 December, 1926, Ryan Papers, Catholic University of America Mullen Library.
- 16) Rosen, *Preaching Eugenics*, 121.
- 17) “Sermons on Eugenics,” *Eugenical News II* (April, 1926) 56.
- 18) *Ibid.*, この刊行物の報告によれば、1926年の応募にはカトリックの神父からのものは一つもなかった。
- 19) Rosen, *Preaching Eugenics*, 120-121.
- 20) Eugenic Sermon Contests File #32, AES Papers, APS.

- 21) Melissa J. Wilde, *Birth Control Battles: How Race and Class Divided American Religion* (University of California Press, 2019: Berkeley and Los Angeles) 230.
- 22) Eugenic Sermon Contests File #5 p.1, AES Papers, APS.
- 23) *Ibid.*, p.1-2.
- 24) *Ibid.*, p.2.
- 25) *Ibid.*, p.3.
- 26) Eugenic Sermon Contests File #32, AES Papers, APS.
- 27) National Archives, "1920 Federal Population Census," (Microfilm Forms, National Archives)
- 28) Eugenic Sermon Contests File #5 p.5, AES Papers, APS.
- 29) *Ibid.*, p.6.
- 30) Rosen, *Preaching Eugenics*, 123.
- 31) Eugenic Sermon Contests File #47 p.1, AES Papers, APS.
- 32) *Ibid.*, p.2.
- 33) *Ibid.*, p.3-4.
- 34) *Ibid.*, p.4.
- 35) *Ibid.*, p.5.
- 36) *Ibid.*, p.6
- 37) *Ibid.*, p.7.
- 38) Letter from American Eugenics Society to George Benedict, 30 June, 1926. AES Papers, APS.
- 39) "Eugenic Sermon Contest, 1926, correspondence of judges," AES Papers, APS; "Conditions of the Awards for the Best Sermons on Eugenics," 1926, AES Papers, APS.
- 40) "News and Notes," *Eugenics* 2 (April, 1929) 34; Dallas L. Short to Henry Strong Huntington, 14 September, 1928, AES Papers, APS.
- 41) Rosen, *Preaching Eugenics*, 124.
- 42) Eugenic Sermon Contests File #5 p.5-6, AES Papers, APS.
- 43) *The Roanoke Times*, 24 June, 1926. 3.
- 44) Sermon by Rev. Phillips F. Osgood of St. Mark's Church, Minneapolis, Minnesota, 1926, AES Papers, APS; *St. Mark's Outlook* 16 (15 May, 1926).
- 45) "Prize Winners in the First Sermon Contest," *Eugenical News* 12 (September 1927) 125.
- 46) Rosen, *Preaching Eugenics*, 123-124. *Ibid.*, 124. Sermon by Rev. Kenneth MacArthur, Federated Church (Congregational-Baptist), Sterling, Massachusetts, 1926. AES Papers, APS.
- 47) "News and Notes," *Eugenics* 3 (April, 1930) 149.
- 48) *Encyclical on Marriage*, authorized English text of the Encyclical Letter of His Holiness Pope Pius XI (Washington, DC: National Catholic Welfare Conference, 1931), 26-27.
- 49) *America* 44 (7 March, 1931) 517; (31 January, 1931) 398.
- 50) *Commonweal* 13 (21 January, 1931)309; "Decree on Sexual Education and Eugenics," *Homiletic and Pastoral Review* 31 (June 1931) 993.
- 51) John M. Cooper to Leon F. Whitney, 9 April, 1931, Cooper Papers, John M. Cooper to Joseph C. Flynn, 19 March, 1928, "Ryan's Statement" including the Letter from Cooper to Whitney on April 9, 1931, CUA Mullen Library; Francis L. Broderick, *Rights Reverend New Dealer: John A. Ryan* (New York, MacMillan, 1968) 154.
- 52) Frederick Osborn, "History of the American Eugenics Society," 1971, AES Paper, APS; "Minutes of the Board of Directors of the AES," 9 March, 1938, AES Papers, APS. また、Rosenは1933年よりAESの会員となり、1935年には諮問委員会委員長となったFrederick Osbornにとって、モルガン財閥創始者のJohn Pierpont Morgan (1837-1913)は大叔父にあたり、自身も銀行業で成功し40歳で引退したため、当時財政難だったAESの資金調達役を果たしていたことを指摘している。(Rosen, *Preaching Eugenics*, 166-167.)
- 53) Rev. Francis J. Connell, The Catholic Church and Eugenics," p.1-5. AES Conference on the Relation of Eugenics and the Church, 8 May, 1939. AES Papers, APS.
- 54) "Discussion about the Eugenics Today," p.2. AES Conference on the Relation of Eugenics and the Church, 8 May, 1939. AES Papers, APS. この会議にはカトリック神父であるコネル以外にも、プロテスタントから会衆派のチャールズ・S・ジョーンズと、ユダヤ教ラビのロイス・I・ニューマン、そして優生学協会臨時代理のオズボーンが討論会の場で出席している。
- "Discussion," p.1. AES Papers, APS.
- 55) Richard Rothstein, *The Color Of Law, A Forgotten History Of How Our Government Segregated America* (Liveright Pub Corp , 2017)
- 56) *The HOLC maps are part of the records of the FHLBB (RG195)* at the National Archives II, Retrieved on February, 20, 2020.なお、カトリック系教会に関しては当時の「新移民層」たるイタリア系移民、ポーランド系移民が集住している「赤地域」の場所にも存在する。一方で、シナゴグは、黄地域ないしは緑地域が多く、赤地域は数えるほどである。

人文知の表現方法と汎用性

—コンテンツ『温泉むすめ』における擬人化の役割—

The Expression Method and Versatility of Humanistic Knowledge

—The Role of Personification in “ONSEN MUSUME” —

渡辺 賢治

福島工業高等専門学校一般教科

Kenji Watanabe

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General Education

(2019年8月30日受理)

There are various ways of expression in humanities, which are derived from the nature of metaphysics. In this paper, we focus on the personalization in content based on the expression of the personalization. In particular, we consider the personification of content “ONSEN MUSUME” which has become popular in recent years. Then, the role and characteristics of the personification in literature (words) and contents (image) are mentioned, and the generality is discussed.

Key words: personification, content, words, image, OONSEN MUSUME

1. はじめに

「人文知」とは、端的に言うならば、哲学、文学、歴史、宗教、倫理など、人生をいかに生きるべきかを考えるための教養と定義できよう。対して、即戦力を持ち実社会に直結するような専門的知識は「専門知」として定義できる^{注1)}。いずれも重要であり、互いに車の両輪の如く機能することで円満になることは言うまでもない。

しかし、現況における人文知と専門知は車の両輪として機能しているだろうか。国立大学の人文社会科学系学部・大学院の縮小・再編が進行していることは周知の如くである。少子化という要因を差し引いても、この極端な方針転換は物議を醸している^{注2)}。その一方で、例えば文学では、2018年10月に開催された、日本近代文学会秋季大会^{注3)}において、「文豪とアルケミスト×日本近代文学会」というゲームとのコラボレーション企画を打ち出し、『文豪とアルケミスト』の制作者・谷口晃平氏を招き「なぜゲームが教養の起点となり得るのか」と題して講演を行った。これは明らかに従来とは異なる企画である^{注4)}。

文学がこうした表象文化すなわちポップカルチャー

と融合し、アカデミックの場でその現象を捉えようとする動きは徐々に拡がりつつある^{注5)}。専門知との直結はともかく、見方を変えれば人文知の汎用性としても認められるのではないか。

本稿では、人文知の中でも文学における擬人化という表現方法に注目してみたい。文学における擬人化といえは『水滸伝』や『南総里見八犬伝』といった作品が容易に想像されるだろうが、それらと表象文化—ポップカルチャー—との接続性についての検証を試みる。好例として、昨今、全国の温泉地を美少女キャラクターとして擬人化し、着実な展開を見せているコンテンツ『温泉むすめ』を扱うこととする。そこから、文学作品（活字）からコンテンツ（図像）へのシフトといった現象を把握すべく擬人化の役割や特徴などを考察し、文学すなわち人文知の汎用性について論及してみたい。

2. 古典文学から接続する擬人化

世界における擬人化の歴史は古代から始まっており、ギリシアや日本の神話、仏教など、擬人化の表現が散見されることは論を俟たない。擬人化とは「人でないもの

を人に擬して表現すること」（『広辞苑』第六版）であり、また擬人観(Anthropomorphism)として「人間以外の事物を人間の形態や性質になぞらえて考える立場。神・生物・事物などを人間の姿に似たものとして考える立場」と定義されている。

上記の定義を踏まえると、日本においては平安時代末期から鎌倉時代初期に兔や猿、蛙といった野生動物の人間の活動を描いた『鳥獣戯画』が当てはまる。また明代の中国で書かれた、百八つの魔星が英雄豪傑として誕生する『水滸伝』も同様であろう。なお『水滸伝』は北宋末期、天然の要害・梁山泊を拠点に汚職官吏の暗躍や不正が蔓延する世と対峙し、国を救うストーリーである。日本では江戸時代に輸入され、享保十三年(1728年)には岡島冠山により一部和訳され普及した。その後、翻訳や翻案が数多く作られ、浮世絵師の歌川国芳や葛飾北斎らにより、読本の挿絵や錦絵としても描かれている。江戸時代後期には、浪曲や講談で知られる『天保水滸伝』、曲亭馬琴の『傾城水滸伝』も刊行されている。ちなみに『傾城水滸伝』は、馬琴が日本式にアレンジし、『水滸伝』をパロディ化した作品である^{注6)}。

この『傾城水滸伝』は合巻本で、十三編から成っており、文政八年(1825年)～天保六年(1835年)に刊行された。歌川豊国・歌川国安・歌川貞秀らが挿絵を担当し、当時、大変な人気を博したという。物語世界は『水滸伝』の翻案であり、百八人の英雄豪傑を日本の賢妻烈婦に置き換えている。また、登場人物のほぼ全員の性別が『水滸伝』と逆転しているのも特徴的である。なお河出書房新社からは、初版挿絵付きの『江戸戯作文庫 傾城水滸伝』(1984年)が出版されている^{注7)}。

こうした江戸時代に流入した『水滸伝』ブームは、当時の作品にも影響を与えている。擬人化との接続では、護身の数珠から八つの玉が八方へ飛び、仁・義・礼・智・忠・信・孝・悌の霊玉を持つ八犬士が登場する『南総里見八犬伝』が最たる例であろう。作者は『傾城水滸伝』を刊行した曲亭馬琴である。

『南総里見八犬伝』は文化十一年(1814年)に刊行が開始され、二十八年の歳月をかけて天保十三年(1842年)に完結した長編伝奇小説の大作である(全九十八巻、一〇六冊)。上田秋成『雨月物語』などと並ぶ江戸の戯作文芸の代表作である。内容は概略程度に留めるが、南総里見家の勃興と伏姫・八房の因縁を説く発端部を始め、八犬士達の流転と集結の物語、また里見家に仕えた八犬士が関東管領・滸我公方連合軍との争いなどがストーリーの骨格となっている。



【図1】『傾城水滸伝』第二編 歌川國安画

文政9年(1826年)

ちなみに、先述したように『傾城水滸伝』は登場人物ほぼ全員女性であるが、その挿絵が【図1】である。女性キャラに転換した理由は詳らかではないが、こうしたパロディ作品の中にも現代との接点があることも見逃せない。すなわち「女性キャラの擬人化」である。詳細は次の項目で述べるが、コンテンツ『温泉むすめ』も全国の温泉地が全て女性キャラで擬人化されている。その他、いくつかの地域を対象とした『艦隊これくしょん—艦これ—』(角川ゲームス、株式会社C2プレパラート2013年)も同様に、艦船を女性キャラとして擬人化されている。また最近では、馬を女性キャラとして擬人化した『ウマ娘 プリティーダービー』(Cygames 2018年)、その他、駅名や列車名などに由来する対象を女性キャラとして擬人化した『鉄道むすめ』(トミーテック 2005年)なども挙げられる。もちろん『刀剣乱舞』(DMMゲーム、ニトロプラス共同製作 2015年)のような男性キャラの擬人化、さらには人間以外を対象とした擬人化作品も数多く存在する^{注8)}。

いずれにせよ、『傾城水滸伝』のような女性キャラの擬人化作品が江戸時代からあったことは留意すべきであろう。つまり、現代の日本における「擬人化ブーム」には、江戸時代からの文化潮流が基底部分として備わっている可能性も挙げられる^{注9)}。もちろん江戸時代に限定するわけではない。後の項目でも述べるように、古代からのアニミズムや仏教の「草木国土悉皆成仏」など、万物に生命が宿るといった思想も含まれると考えられる。その他、ジェンダーの問題も指摘されよう。

古代から擬人化表現があることは本項目の冒頭でも触れたが、『鳥獣戯画』(平安末期～鎌倉時代)以降、擬人化表現は室町末期から江戸初期にかけて成立した『六条葵上物語』を始め、『百鬼夜行絵巻』や『是害坊

絵巻』といった妖怪や食物など人間以外の「異形」の擬人化作品も生み出された。さらに江戸後期には『化物大江山』など蕎麦やうどんの擬人化作品も挙げられる。その他、山東京伝の黄表紙の隆盛も擬人化の拡大に寄与していよう。京伝作品は男性を惹きつける女性的表象に向けられた性的要因としても挙げられる。こうした諸現象から、江戸時代は様々な対象物を擬人化していたことが窺える。背景には元禄時代を中心に栄えた京阪の上方文化の影響が想定される。産業の発展や経済活動の活性化、都市部の町人台頭などを受けて、文芸や学問、芸術の著しい発展や成熟が見られたことは周知の如くである^{注10)}。

総じて、本項目の冒頭で上げた擬人化（観）の定義を踏まえると、現在起こっているコンテンツにおける多数の擬人化表現には、近世文学からの接続が強いだらう。そこにはメディアの発達も相まって、活字だけではなく図像を始め、より多彩な形で表現しやすくなったと考えられる^{注11)}。

3. コンテンツ『温泉むすめ』について

メディアの発達に伴い、漫画やアニメ、ゲームといったコンテンツは今日のような幅広いメディアミックス展開が成されているが、昔時、例えば温泉地では文豪が逗留して文筆活動を行い、それが小説となって読書を魅了していた。多くの者が高校時代の国語の授業で学習したであろう志賀直哉「城の崎にて」（兵庫県・城崎温泉）を始め、夏目漱石「坊ちゃん」（愛媛県・道後温泉）や尾崎紅葉「金色夜叉」（静岡県・熱海温泉）、川端康成「雪国」（新潟県・越後湯沢温泉）など、温泉地に由来する数多くの文学作品が誕生した。しかし、現在は文豪たちに代わって、コンテンツがその魅力を積極的に発信し始めている。すなわち文学作品（活字）からコンテンツ『温泉むすめ』（図像）へのシフトといった現象が読み取れるのである。

そもそもコンテンツ『温泉むすめ』（以下、「コンテンツ『温泉むすめ』」を「『温泉むすめ』」と表記）は、2016年11月に「地域活性クロスメディアプロジェクト」として出発し^{注12)}、福島県出身の代表取締役兼総合プロデューサーの橋本竜氏が東日本大震災をきっかけに「日本の地域を元気にする」というコンセプトを核に企画したことが嚆矢とされている。観光客が減少した東北だけではなく、全国の温泉地や地方都市を活性化するために、アニメや漫画、音楽などのキャラクターコンテンツを使って、日本全国の温泉地や地方都市を盛り上げることを目的としている^{注13)}。

具体的には、アニメや漫画、キャラクターや声優などのキャラクターIP（IP：Intellectual Property）を通して、日本各地の温泉地や地方都市の魅力を国内外に発信し、地方の活性化に貢献している。運営会社である株式会社エンバウンドは、内閣府からクールジャパン企業にも選出されており、キャラクターたちは有馬温泉や道後温泉、台湾などの観光大使を務め、スカイマークや小田急電鉄、京阪バスなどの企業とのコラボレーションも行っている。また全国の温泉地でも地方活性化に繋がるイベントやグッズを展開しており、その範囲は拡大の一途を辿っている^{注14)}。

こうした『温泉むすめ』の「地域活性クロスメディアプロジェクト」としての展開は、今まで行われた地方都市でのイベント活動や温泉地における啓蒙活動として評価され、2019年6月に観光庁の後援が正式に決定されている^{注15)}。民間が運営するプロジェクト全体に対して後援が認められたのは、2008年10月に観光庁が設置されて以来、初めてのことであり^{注16)}。これは特筆すべき事項であろう。

『温泉むすめ』の世界観を概説すると、温泉地を美少女キャラクターとして擬人化された温泉むすめは、全国に点在し、源泉が湧出した際に誕生する人間と変わらない容姿を持つ下級の神様である。普段は東京・お台場にある「温泉むすめ師範学校」に通いながら、温泉についての学問「温泉学」を学んでいる。また地元の旅館に住み込みをしており、放課後や休日は旅館や温泉地の観光案内所などでお手伝いも行っている。そのような中、温



【図2】『温泉むすめ』主要キャラクター（「SPRINGS」）
©温泉むすめ／Enbound, Inc.

泉むすめたちに温泉の神様の中で一番上級である「スクナヒコ」から、観光客が減り始めている全国の温泉地を盛り上げるために^{注17)}アイドル活動を行うように命じられる。各地の温泉むすめたちはグループを組み、歌やダンス、時には部活動を通じて自分たちの温泉地のアピールをしていく。

主人公である草津温泉の温泉むすめ・草津結衣奈は、他の八名の温泉むすめたちとグループ『SPRiNGS』を組み、全国にいる全ての温泉むすめアイドルたちの頂点を目指し、様々な経験を積み重ね成長していく。^{注18)}

以上が『温泉むすめ』の物語世界であるが、こうした展開の中に特徴として挙げられるのは、『温泉むすめ』は特定の地域や都市における展開ではなく、日本全国を対象としている点である(一部、台湾もある)。漫画やアニメを始めテレビドラマや映画、文学作品などの舞台となった実際の場所へ足を運ぶ観光行動や、これらを活用した地域振興を総称として「コンテンツツーリズム」と呼ばれているが、これは作品の舞台となった実際の場所へ足を運ぶ観光行動である。換言すると、地域にコンテンツを通じて醸成された、地域固有のイメージとしての物語性やテーマ性を付加し、その物語性を観光資源として活用することであり^{注19)}、いわば一地域(局地的)での展開が主体となる。徳島県徳島市の『マチ★アソビ』などの例が既にある。だが『温泉むすめ』は先述したように、全国展開を主体としており、圧倒的にスケールが従来と異なる。この点が大きな特徴として挙げられる。

また各キャラクター全てに別々のイラストレーターと声優を起用しているところも特徴として挙げられる。現在、『温泉むすめ』には120体ものキャラクターが存在するが(2019年12月現在)、年月を重ねる度にその数は増している。【図3】からも分かるように、多くのキャ



【図3】『温泉むすめ』全国展開マップ

©温泉むすめ/Enbound, Inc.

クターが確認できる。四十七都道府県には一体以上キャラクターが存在し、各温泉地でイベントが展開されている。

こうした展開について、『温泉むすめ』総合プロデューサーの橋本竜氏は次のように述べている。

『温泉むすめ』を他のコンテンツと差別化するために、よりたくさんの人を巻き込みたかったんですね。例えば、イラストレーターさんも声優さんも一人一人がSNSをやってらっしゃると思うので、その皆さんが『温泉むすめ』についての情報を告知することで、今なら合計で数千万人のフォロワーに情報が拡散する可能性がありますし、もちろん先行投資だけでもかなりの費用がかかっていますが、それも後から必要になるプロモーション費用と考えればと思ひまして。

(『温泉むすめ』プロデューサー橋本竜が語る、メディアミックスと地方活性化における“音楽”の重要性)^{注20)}

引用文から窺える特徴として、まず「他のコンテンツと差別化」が挙げられる。周知の如く、近年アニメや漫画を通じたコンテンツが展開し、地方に多くの「聖地巡礼」が敷衍されており、そのキャラクター数は膨大である。そのため、差別化を図られなければ瞬間に廃れてしまうだろう。次に個人レベルでのSNSを使った情報拡散に注視している点である。確かに、声優やイラストレーター個人のTwitterやFacebookでの発言や書き込みは、フォロワーや熱心なファンに一定の影響力を与える。いわばインフルエンサーとしての役割である。そうした発信力から『温泉むすめ』の認知を拡大させることは有効な手段であろう。これらを含め「後から必要になるプロモーション費用」として初期投資に盛り込んでいる点も、差別化の一助に繋がるものと考えられる。

その他、制作者側による「ビジネス第一主義」という観点も他とは一線を画しているようである。先の橋本竜氏はこの点に関して、次のように述べている。

ある地方の商店街がアニメの舞台となり、客足が一時だけ増えてもすぐに寂しい景色へ逆戻りした……といった例をいくつも目にしていました。これでは地方創生と言いながら、コンテンツがその地域を利用しているだけになってしまう。僕らは局地的なブームを作らず、全国を網羅しようと思ひました。そのためには各都道府県にひとりずつ、知名度や土地の広さも考えると最低でも50キャラクターは必要でした。

(「地方創生では一過性のブームを作らない

『温泉むすめ』仕掛け人の逆張りビジネス戦略) 注21)

「コンテンツがその地域を利用しているだけ」というのがビジネス第一主義であり、地元や地域を置き去りにした独善的なコンテンツの展開であると言えよう。また「局地的なブームを作らず」に「全国を網羅」する視点が『温泉むすめ』の全国展開の発想に接続していると考えられる。ちなみに、筆者自身も何度か橋本氏に直接お会いして話を伺っているが、その際にもビジネス第一主義とは一線を画した発言を一貫して述べておられる注22)。

『温泉むすめ』の全国展開での美少女キャラクターによる擬人化表現、声優やイラストレーターの数といったコンテンツ自体の特徴もさることながら、こうした運営者側の姿勢も、他のコンテンツとの差別化の一翼を担っていると言えるだろう。

4. 擬人化がもたらすもの―特徴や問題点など―

コンテンツの隆盛にはメディアの発達が要因であることは周知の如くである。二十世紀以降、とりわけ戦後以降は、書物、新聞、映画、写真、コンピューターなどが情報伝達手段として広く一般大衆に流通し、現代ではインターネットの普及やスマートフォンなどの携帯端末が急速に普及している。メディアは物理的側面を持つと同時に観念的側面、すなわち特定のイメージを連想させ、目に見える形象となって伝達を行う。いわば意味やイメージを記号化する。擬人化という一つの表現方法も図像化により、親和性を以て人間に提示されることは、先の『温泉むすめ』の例からも窺える。漫画やアニメ、ゲームといったコンテンツにおける擬人化は拡大の一端を辿っている注23)。

こうした日本における擬人化の隆盛の源流として、古代からの「アニミズム」や「九十九神」、先の「2. 古典文学から接続する擬人化」で挙げた神話や仏教といった宗教からの思想が挙げられる。とりわけ日本に伝来した仏教の「草木国土悉皆成仏(そうもくこくどしっかいじょうぶつ)」といった思想は特徴的である注24)。『世界大百科事典 第2版』に拠ると、「草木国土悉皆成仏」とは草木や国土のような心識(=意識と知識)をもたないものも全て仏性を有するため、ことごとく仏となりうるといった意である。例えば、空海は「草木まだ成(じょう)ず、いかにいわんや有情をや」(『卍字義』)と述べており、また道元は「牆壁瓦礫(しょうへきがりやく)これ仏なり」(『正法眼蔵』)と述べている。その他、一遍は「山川草木、ことごとく念仏ならざるものは

なくなる。吹く風すらも念仏となり、寄せ来る波の音までが念仏となる」(『一遍上人語録』)と述べているが、いずれも森羅万象を通して成仏の可能性を説示しており、つまり「草木国土悉皆成仏」の思想に集約される。

なお、擬人化として表現する思想の根底には、仏教の教義の難解さを少しでも分かりやすく示そうという姿勢が認められる。難解な教義では市井には浸透しないため、平易に説くための手段として、譬喩が用いられてきたのである。先の各宗派の祖師達の言葉以外では、例えば『今昔物語集』や『沙石集』においても同様であり、動物たちや草木・器物、抽象的な記号や観念が人間のように活躍する擬人化世界を描いている。そして各話の末尾には仏教的教訓(仏の教え)を付すことで人々を教導する効果を発揮する。

直接的ではないにせよ、現代のコンテンツにおける擬人化の源流として、古代からのアニミズムや九十九神、仏教からの思想は留意すべきであろう。こうした特徴が脈々と日本の風土に流れており、それが古典文学などにも取り込まれ、さらには現代ではメディアの発達により図像として促進され、より人間にとって感情移入しやすい表現になっていると考えられる。その他、一神教的な考えを中心とする欧米などに比べれば、日本は擬人化に違和感を持たない環境・風土にあったことも特徴として挙げられるだろう。

一方で、擬人化によって対象物そのものの本質が欠落し、人間にとって都合のよい解釈となる危険性もあるだろう。いわば親和性や感情移入のしやすさにより、対象物本来の情報との乖離が発生する問題点が指摘される。さらに、擬人化を創出した制作者(作者)側のルール上に最初から乗った状態で受容している点も認識すべきである。なお、こうした問題に対する一例として、十七世紀の哲学者・スピノザの言説を挙げてみたい。

一般に人々はすべての自然物が自分たちと同じく目的のために働いていると想定していること、のみならず人々は神自身がすべてをある一定の目的に従って導いていることを確信している。

(『エチカ』第一部「付録」) 注25)

スピノザは人間が対象物の原因を知らず、自己の利益を意識的に追求していることに警鐘を鳴らしている。キリスト教文化圏を背景とした上での言説であるが、人間が自然を自分と同じようなものとして見なしてしまうという偏見は、先の「草木国土悉皆成仏」とは対照的である。大切なのは対象物との距離感、すなわちバランスではないだろうか。昨今のコンテンツにおける擬人化表

現の隆盛に対しても、こうした視点を持つべきであろう。

5. 「温泉」という日本の伝統文化との接続

温泉は古代より多くの日本人が親しんでおり、いわば日本の伝統文化と言える。先述したように『温泉むすめ』のキャラクターは、源泉が湧出した際に誕生する人間と変わらない容姿を持つ神様という設定となっており、その神々を束ねる一番上級の神が「スクナヒコ」である。この「スクナヒコ」は『古事記』や『日本書紀』に登場する神話の神であるが、日本の神話を用いている点も『温泉むすめ』の物語世界をより深めているだろう。

ちなみに「スクナヒコ」は、『古事記』や『日本書紀』などでは「少彦名命」(スクナヒコナ・スクナビコ)として登場しており、主に医療や温泉の神として、大国主神とともに国造りを行った神として伝えられている。後に常世の国に去ったというが、穀霊的性格が推定され、酒造の神としての伝承もある。確かに『古事記』にある「酒楽之歌」の項には、次のように記されている。

この御酒は 我が御酒ならず ^{くしのかみ}酒の司 常世に
坐す 石立たす ^{すくなみかみ}少名御神の 神寿き 寿ぎ狂ほ
し 豊寿ぎ 寿ぎ廻おし 献り来し御酒ぞ あさ
ず食せ ささ (『古事記』「仲哀記」) ^{注26)}

引用文にある「少名御神」とは少彦名神のことを指す。また、この内容から少彦名神が酒造の神として崇められていたことが読み取れる。その他、小さい体でありながら、大国主神の国づくりを助け、多くの知恵と知識を持つ少彦名神は「御伽草子」の一寸法師の他、後世における「小さな子」が活躍する物語のモデルとしても扱われている。また『日本書紀』巻九にある「神功皇后摂政十三年二月」の項に、神功皇后自ら酒杯を上げて太子のために「酒楽乃歌」を歌われた内容があるが^{注27)}、これも先の『古事記』「仲哀記」とほぼ同様の歌が記されている。

なお『温泉むすめ』の「スクナヒコ」も好きなものとして「全国各地の温泉饅頭とお酒」となっており、また特技には「八百万の知識」が挙げられている^{注28)}。いずれも『古事記』や『日本書紀』などに登場する「少彦名命」を踏まえて作成されたキャラクターであることが窺える。もちろん、草津結衣奈を始めとするキャラクターにおいても、実際の温泉地の特徴が細かく反映されている。こうした点について、『温泉むすめ』総合プロデューサーの橋本氏は、

キャラクターは温泉地の地域性などから“核となる属性”を見つけ、それを広げていく作り方をしています。たとえば、有馬温泉は金泉と銀泉が

あるから姉妹のキャラクター。箱根彩耶がマラソン好きなのは駅伝があるから、草津温泉は源泉の温度が高いためテンションも高く、強酸性から髪色をオレンジに……と、属性を宿すことでキャラクターの必然性を持たせています。

(前掲「地方創生では一過性のブームを作らない。『温泉むすめ』仕掛け人の逆張りビジネス戦略」) ^{注29)}

と述べている。『温泉むすめ』のキャラクター全てにそれぞれの実際の温泉地に関連する特徴を踏まえた上で表現されているのである。そこには製作者側の緻密な設定が認められる。

『温泉むすめ』が全国展開を実現している要因はいくつかあるだろうが、その最たる要因はやはり日本全国の温泉地を対象としたことであろう。温泉は古代より多くの日本人が親しんでおり、日本の伝統文化である。しかも『温泉むすめ』の擬人化されたキャラクターは、温泉の神様という設定であり、いわば日本の神話との接続性も強い。こうした点からも『温泉むすめ』の世界観をより深めていると言える。

6. コンテンツの展開とその可能性

本論文の「4. 擬人化がもたらすもの—その特徴と問題点など—」でも述べているが、メディアの発達や多様化に伴い、擬人化表現もコンテンツを用いた形でその幅は広がったと言える。

今後はさらに活字から図像へのシフトが顕著となり、人間の視覚情報の中でも図像がより特化・常態化することも予想される。とりわけ昨今、活字主体であった日本近代文学作品(純文学)が漫画やアニメ、ゲームといった、いわば図像として展開している(『文豪ストレイドッグス』や『文豪とアルケミスト』など)。程度の差はともあれ、そこから実際の文学作品に興味を持つ者もいるだろう。いずれにせよ、文学作品へのきっかけとして機能していることは間違いない。さらには、ボーカロイドの『初音ミク』やバーチャルYouTuberの『キズナアイ』といったキャラクターの活躍を踏まえると、VRやAIなどの人工知能を活用したコンテンツのさらなる進化も容易に想像出来るだろう。

いずれもコンテンツの力でキャラクターがより人間レベルにまで高度化していくわけだが、その根本には人間の「対象物をより人間に近づきたい欲望」も指摘出来る。『温泉むすめ』を例に挙げるならば、コンテンツとしての草津結衣奈とそれに扮した実際の草津結衣奈、

すなわち演技手である声優・高田憂希とは言うまでもなく、全く一緒ではない。だが、草津結衣奈と同様の仕草や服装で登場すれば、高田憂希＝草津結衣奈というイメージが読み手側（観覧客）に働く。これは声優が「依り代」^{注30)}としての機能を果たしており、現実に声優・高田憂希を依り代として、2次元の草津結衣奈が3次元でも存在するかのようなイメージを与えているのである。漫画やアニメを原作とした2.5次元ミュージカル^{注31)}も同様である。紙幅の都合上、詳細には論じられないが、こうしたキャラの依り代となる声優を用いたコンテンツの活性化は今後、VRやAIさらにはアンドロイドといったコンテンツと連動し、キャラクターがより人間に近い形に深化していく可能性も挙げられる。そこには単なる娯楽レベルだけではなく、埋もれた日本各地の伝統文化や風習などを、コンテンツを通して語り直す(再話化)も十分可能であろう。擬人化はもとより図像としての表現が発揮されるものと考えられる。

ただし、こうしたコンテンツの可能性を挙げる一方で、「コンテンツの維持と継続」も重要となってくる。メディアの発達は日進月歩の勢いで転変しており、コンテンツも同様である。極端な言い方をすると、例えば『源氏物語』は約千年の歳月を超えて今日まで存続し、幅広く認知されている。全国各地の温泉地を美少女キャラに擬人化した『温泉むすめ』も、このレベルのスケールで果たして生き残ることが出来るのか。グローバルでの展開ならばイデオロギーの問題も浮上してくる。また漫画やアニメといったコンテンツは一過性のブームで終わる可能性も高い。ビジネス第一主義や一過性のブームとは一線を画す『温泉むすめ』の展開はまだ始まったばかりである。十年後、三十年後、半世紀後といった年月を経ても存続し、地域活性の淵源として定着したならば、その時、初めて『温泉むすめ』というコンテンツは歴史や伝統として昇華されていくのだろう。

7. おわりに

本稿では、人文知すなわち文学における表現方法の一つである擬人化に着目し、併せてコンテンツ『温泉むすめ』における擬人化について考察してきた。

文学（活字）とコンテンツ（図像）における擬人化の役割や特徴については、古代から脈々と伝わる思想も一つの源として留意すべきであろう。メディアの発達に伴い、コンテンツの活用は擬人化表現を図像として促進させ、人間に親和性や感情移入をより深化させていく。その一方で、バランスの良い擬人化表現も要請される。

その他、文学とコンテンツ、すなわち活字と図像に関連した学術領域からの視点についてだが、現在、美術史学は別として、文学（日本近代文学）においては過渡期にあり、体系的な論究は成されていない。また文学研究者自身が作家論・作品論中心であるため、こうした現象に追いついていない問題点も指摘される。

冒頭「はじめに」でも挙げたように、作家論・作品論だけでは国立大学の文系学部縮小のように、専門知に重きを置かれ、人文知の有効性は認知されず、一般大衆との距離は確実に離れていく。人文知が日々の生活において、どのように密接な関わりがあるのかを文系研究者は各々の領域から強く示していく必要があるだろう。文学すなわち人文知には、古代から脈々と続いてきた「知の伝統」がある。それをいかに応用して現代社会の事象に照応し、対象者の興味喚起や啓発誘導、知的好奇心の刺激として成しうるのか。「文学社会学^{注32)}」といった視点を持って臨めば、漫画やアニメのコンテンツはもとよりポップカルチャーに文学の知見を援用し、新たな地平を切り開くことも可能であろう。それが人文知の汎用性にも繋がると思われる。

参考文献 および注

- 1) 『人文知1 心と言葉の迷宮』（2017年7月 東京大学出版会）、金森修「人文知と専門知の境域」（『近代教育フォーラム』22巻 2013年）等参照。
- 2) 「「国立大学法人の組織及び業務全般の見直しに関する視点」について（案）」（国立大学法人評価委員会 2014年8月4日付）参照。
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/kokuritu/gijiroku/_icsFiles/afieldfile/2014/08/13/1350876_02.pdf（2019年8月19日閲覧）
- 3) 『文豪とアルケミスト』とは、DMM.comより配信されているブラウザゲームのことであり、2016年11月にサービスを開始し、翌年6月にはスマートフォンのアプリ版（iOS、Android）が配信された。
- 4) 2018年10月27日に岩手県立大学（滝沢キャンパス）にて開催された。なお「アダプトされた文学の可能性―平準化する人文知の受容現象を問う―」という特集を組み、シンポジウムが開催された。
- 5) 例えば『横光利一研究』第17号（2019年3月）では特集「文化資源(コンテンツ)としての文学」が生まれ、『文豪とアルケミスト』や『文豪ストレイドッグス』等に関する論文が複数掲載されている。
- 6) 『傾城水滸伝』のようなパロディ作品と同様に、明治

- 時代においても幸田露伴『硯海水滸伝』（1890年8月10日～22日付『読売新聞』）がある。当代の文学者達が『水滸伝』のように英雄豪傑として描かれ、当代文学の状況を伝えている。
- 7) ただし、河出書房新社の『江戸戯作文庫 傾城水滸伝』は、現在絶版となっている。
- 8) 擬人化に関するコンテンツ（アニメ）の情報としては『類似アニメ検索』の「擬人化アニメ一覧」等参照。
[http://ruijianime.com/main/tag_search_easy.php?tag\[\]=309](http://ruijianime.com/main/tag_search_easy.php?tag[]=309)（2019年8月23日閲覧）
- 9) 「“擬人化”は日本の伝統芸能？日本人と擬人化の親和性」（『ORICON NEWS』2018年12月15日）参照。
<https://www.oricon.co.jp/special/50763/>（2019年8月21日閲覧）
- 10) 伊藤慎吾編『妖怪・憑依・擬人化の文化史』（2016年2月 笠間書院）参照。
- 11) その他、例えば人間の細胞を擬人化した『はたらく細胞』（2015年）や国自体を擬人化した『ヘタリア Axis powers（アクシス パワーズ）』（2006年）などがある。現代の擬人化は、メディアの発達とともに様々な物体や物質が対象となり、幅広く展開している。
- 12) 総合プロデューサー・橋本竜氏に確認済。なお、本格的な始動は2017年3月からスタートした。
- 13) 『温泉むすめ』公式HPの「?温泉むすめとは」参照。<https://onsen-musume.jp/news/3711>（2019年8月23日閲覧）なお、本稿でも述べているが、既に台湾にも『温泉むすめ』のキャラクターが誕生している。
- 14) 注13)に同じ。
- 15) 『温泉むすめ』公式HPの「「温泉むすめプロジェクト」に観光庁の後援が正式決定！」参照。
<https://onsen-musume.jp/news/7369>（2019年8月23日閲覧）
- 16) 『温泉むすめ公式ファンクラブ 湯けむりマガジン Vol.19』の「橋本Pのこぼれ話 その3「ご縁」」（2019年7月25日付）参照。
- 17) あくまで設定上であり、現実の温泉全てが衰退していることを前提にしているわけではない。
- 18) 『温泉むすめ』公式HPの「INTRODUCTION」参照。<https://onsen-musume.jp/introduction/>（2019年8月21日閲覧）
- 19) 岡本健『コンテンツツーリズム研究』（平成二十七年八月 福村出版）、同『コンテンツツーリズム研究〔増補改訂版〕』（2019年4月 福村出版）等参照。
- 20) 『Real Sound』（2018年12月）参照。
<https://realsound.jp/2018/12/post-288970.html>（2019年8月25日閲覧）
- 21) 『PR Table』（2017年12月）参照。
<https://www.pr-table.com/onsen-musume/stories/838>（2019年8月25日閲覧）
- 22) 例えば、2019年3月30日に開催された箱根温泉でのイベントでは、小田急電鉄ロマンスカー乗車の参加者全員に運営者側から「熨斗付き弁当」などが配布された。また同年6月2日に開催された兵庫県・湯村温泉でのイベントでは、参加者に対し空港～現地間の移動手段として複数台のチャーターバスを提供している。その他、複数の類例があり、いずれも元々の企画にあったわけではなく、橋本氏による採算を横に置いた対応であることをお聞きした。
- 23) 拙稿「温泉と人をつなぐもの—文学・擬人化・コンテンツ—」（2019年7月『解釈学』第八十六輯）参照。
- 24) 注10)の書籍ならびに正木晃「仏教の可能性（18）」（2006年5月『大法輪』）参照。
- 25) 1951年9月 岩波書店。
- 26) 『新編日本古典文学全集1 古事記』（1997年5月 小学館）、倉野憲司『古事記』（改版）（2007年12月 岩波書店）、宇治谷孟『全現代語訳 日本書紀』上（1988年6月 講談社）『同』下（同年八月 講談社）等参照。
- 27) 『精選版 日本国語大辞典』第二巻（2006年2月 小学館）、『日本神話事典』（1997年6月 大和書房）等参照。
- 28) 『温泉むすめ』公式HPの「CHARACTER」参照。
<https://onsen-musume.jp/character/sukunahiko>（2019年8月24日閲覧）。
- 29) 注21)に同じ。
- 30) ゲンダル・ウォルトン著、田村均訳『フィクションとは何か ごっこ遊びと芸術』（2016年5月 名古屋大学出版会）参照。
- 31) 2.5次元ミュージカルとは、2次元の漫画・アニメ・ゲームを原作とする3次元の舞台コンテンツの総称である（『日本2.5次元ミュージカル協会』）。
<https://www.j25musical.jp/>（2019年8月26日閲覧）
- 32) ジゼル・サピロ著、鈴木 智之・松下優一翻訳『文学社会学とはなにか』（2017年6月 世界思想社）等参照。
- ※本稿を草するにあたって、株式会社エンバウンド代表取締役兼温泉むすめ総合プロデューサー・橋本竜氏には大変お世話になりました。記して御礼申し上げます。

『ふらいんぐういっち』にみる地域表象の二重性

―地域へ向けられる内と外からのまなざし―

The Duality of Regional Representation as Seen in “Flying Witch”
—A View from Inside and Outside that is Directed toward Regional Locality—

渡辺賢治・森 覚

福島高等専門学校一般教科

大正大学（共通教育科目）

Kenji Watanabe, Kaku Mori

Department of General Education, Fukushima College, Department of Applied Chemistry and Biochemistry
Taisho University (Common educational subject)

(2019年8月30日受理)

Flying Witch by Chihiro Ishizuka is a manga set in Aomori prefecture. Description of real-life locations and local culture are well accepted as an element that makes the unique characteristics of Aomori prefecture known to people outside of the prefecture. On the other hand, regional representations signified by this manga helps make the local people recognize their own identity all over again. The author depicts her home, the Aomori region, from two different standpoints; as someone who was born there and someone who left and lives somewhere else.

Key words: Regional Representations, Local identity, Self-awareness, Slice-of-life, Tourism contents

1. 研究目的

1.1 地域表象を考察するツーリズムコンテンツ研究

2000年代以降、学際的な研究分野の拡大とともに、アニメ・マンガ・ゲーム・映画・テレビ・音楽・インターネットなどのメディアが生成する地域表象についての議論が再び脚光を浴びている。こうした取り組みは、文化学・社会学・経済学・政治学・工学などの広域に及ぶものであり、思想・政治・経済・風俗など、作品が成立した同時代的な社会的文脈からコンテンツと地域の連関を読み解くその試みは、いまや大衆文化研究の一領域をなすまでにいたっている¹。

そのなか、コンテンツ文化史学や観光社会学などの分野では、地域振興や旅行行動の観点から、メディアの地域表象を考察するコンテンツ＝ツーリズム研究の機運が高まりを見せている。観光社会学者の岡本健によれば、コンテンツ＝ツーリズム研究の枠組みには、コンテンツとツーリズムをめぐる二つの

関係性と方向性が設定されるという。それは、ツーリズムの中のコンテンツと、コンテンツの中のツーリズムとして言い表される。このうち、ツーリズムの中のコンテンツとは、現在隆盛しているコンテンツツーリズム研究が分析対象とする、コンテンツに関係した観光振興や旅行行動のことを指す。一方、コンテンツの中のツーリズムは、コンテンツの中に見られる観光振興や旅行行動のことであり、こちらは、ツーリズムコンテンツ研究と呼ばれる方面の考察対象となる²。

ツーリズムコンテンツ研究に接続する先行研究としては、文学地理学の諸成果があげられる。文学地理学は、文学作品に見られる地理空間の表現を考察し、作家や読者による場所・環境・文化への認識、メディアによる地域イメージの形成を明らかにしていく学術分野となる³。ツーリズムコンテンツ研究では、そうした文学地理学のストラテジーを、居所を離れ、

他所に行く旅というテーマに結びつけ、「文学だけでなく、映画やアニメ、漫画、ゲームなどにおいても、その中で描かれる旅行・観光振興について分析」⁴する。岡本が「コンテンツ＝ツーリズム研究」の範疇に、コンテンツツーリズム研究とツーリズムコンテンツ研究を内包している点からも明らかなように、二つの領域は、表裏一体の関係に置かれる。それは、コンテンツツーリズムという現象が、メディアに蓄積された表象を資源として成立する旅行行動だからである。したがって、地域の固有性を強調する諸媒体が形成した地域表象を考察することは、コンテンツツーリズムを生み出すメディア資源の関わりを明らかにするうえで不可欠な論究となる。

1.2 コンテンツ分析の現状

しかしながら、現状としてコンテンツツーリズムで引用され、地域イメージを形成する原像として依拠しているはずの、メディアコンテンツが生成する地域表象そのものへのツーリズムコンテンツ的分析研究は、十分に成果があげられているとはいえない。そこで本論文は、2012年（平成24）8月9日より月刊雑誌『別冊少年マガジン』誌上で連載が開始され、2016年（平成28）にテレビアニメ化された石塚千尋のマンガ『ふらいんぐういっち』をとりあげ、青森県弘前市の観光振興にも利用された本作から読みとれる地域表象について考察する⁵。

また、『ふらいんぐういっち』は、単に、ある特定の地域を表現した作品ではなく、青森県弘前市出身の石塚千尋が、自身の生まれ育った故郷をマンガという表現手段により描き出した作品となる。作家が自身の出生地について書く事は、人文学研究において特別な意味を持つ。人間の書く事がその作家の生まれ育った時代の文化や世相、風土を背景基盤として成立するものであるとするならば、作者の自我に影響を与える環境としての「地域」は、創作行為の基盤をなすものとして極めて重要な研究対象となる⁶。

小説や映画の分野では、ある特定の地域を題材とし、物語の舞台に設定する作品がこれまでも数多く制作されてきた。そのなかで、作者が自らの故郷を表現する創作行為は、作り手のアイデンティティ

に関わる種々の問題を含意している。このため、本論文でも、作者が自身の出身地域をいかなる観点から認知し、どう表現したのかという部分に留意しながら、『ふらいんぐういっち』が生成する地域表象の様相を観ていく事にしたい。

2. 舞台空間としての青森県

2.1 作品概要

『ふらいんぐういっち』は、講談社発行の月刊雑誌『別冊少年マガジン』誌上で連載開始され、現在も隔月連載が続けられるマンガである。単行本としては、2013年12月に第1巻が発売されて以後、2019年8月時点で第8巻までが刊行されている。また、「ふらいんぐういっち」製作委員会によりテレビアニメ化もされ、2016年4月から物語の舞台となる青森放送をはじめ、日本テレビ、サンテレビ、BS日テレ、ミヤギテレビ、日テレプラス、テレビ信州、福島中央テレビなどで放映が開始されている。

この作品は、見習い魔女である主人公の木幡真琴が、15歳になると家を出て独立し、社会に出るといふ魔女のしきたりに従い、使い魔のチトと共に、実家のある神奈川県横浜市から青森県弘前市の遠縁宅へ居候し、魔女の修行を始めるところから物語がはじまる。各話では、魔女たちが多く住むという自然と資源の豊かな東北地方で、真琴を取り巻く人々との交流と共に織りなされる青森での生活や時折起こる不思議な出来事が物語の基軸をなす⁷。主要キャラクターとしては、居候先となる倉本一家の一員で、真琴の又従兄弟にあたる倉本圭・千夏兄妹、同じ高校に通うクラスメイトの石渡なお、真琴の姉である木幡茜が登場する。これに、茜の友人である魔女の犬養トワ、人間界と異界を結ぶ喫茶店「コンクルシオ」の魔女である椎名杏子とその母、ウエイトレスをしている幽霊のひな、先輩魔女の鹿角小夜、真琴の指導役である魔女協会のアキラといったサブキャラクターが加わる。

『ふらいんぐういっち』は、魔女が登場する物語であるが、主人公の真琴は、箒で空を飛ぶ事や、チトの言葉を理解して会話できる事、人間の言葉を真似て話す炎を生成するといった程度の魔法しか使えない。

しかも作中では、魔法使いが登場する多くのマンガやアニメにありがちな、世界を揺るがす大事件や悲劇的といった劇的な物語展開が見られるわけでもなく、ごく普通の日常生活へ不思議な非現実的エピソードが時折差し込まれるといったプロット構成となる⁸。この作風について石塚千尋は、創作の起点に「魔法女の日常を描きたかった」⁹という着想があり、魔法というキャラクターを扱う事で、「現実世界にちょっとした不思議感を出したかった」¹⁰と答えている。その現実世界として設定されたのが、石塚の出身地である青森県だったのである。

2.2 作中に登場する実在の場所

このような制作意図から『ふらいんぐういっち』には、青森県に関するさまざまな地域表象を確認する事ができる。たとえば、各巻の表紙イラストでは、第1巻の厳鬼山神社、第2巻の弘前公園、第3巻は下湯口に実在する倉本家の家屋、第4巻は鱒ヶ沢海水浴場、第5巻の石場家住宅、第6巻の紙漉沢山越を流れる相馬川、第7巻の宿泊施設「星と森のロマンピア」、第8巻の蔵助川に架かる国吉地区の坂本橋といった県内の場所が描かれる。

この他にも『ふらいんぐういっち』の第2巻では、弘前公園の弘前さくらまつり、第4巻は、西津軽郡鱒ヶ沢町大字田中町の鱒ヶ沢海水浴場（4巻、表紙、pp.117-130、p.136）、第6巻には、弘前市大字下白銀町にある旧東興義塾外人教師館（6巻、p.3）、第7巻には、弘前市大字元寺町にある旧弘前無尽社屋の三上ビル（7巻、pp.65-67）や弘前食料品市場虹のマーケット（7巻、pp.117-124）、弘前市大字愛宕山下のあたご温泉（7巻、pp.149-168）、第8巻では、下北半島のぬいどう食堂（8巻、pp.21-25）、仏ヶ浦（8巻、pp.29-31）、恐山菩提寺（8巻、pp.33-35）などが出てきており、観光名所、行楽地、あるいは、保養地として知られている場所が描かれる。作中に登場するこれらの場所は、いずれも青森県内に実在しており、青森県のローカルアイデンティティ（地域の個性）¹¹に結びつく、多くの人々に共有される全国的に知られた場所であり、広く周知されている分かりやすい地域表象となる。

2.3 非日常を成立させるための日常世界

ただし、第8巻まで刊行されている『ふらいんぐういっち』では、全国的に知られた観光名所や行楽地よりも、市街地、住宅地、道路、商店などといった、旅行者が意識して訪れる事はなく、青森県に居住する在郷者にも、それほど意識的に知られていない青森県に実在する日常的な風景がコマの背景として多く見られる¹²。

第1巻の第1話「6年振りの不思議」では、主人公木幡真琴が弘西バスの下湯口停留場に降り立つところから物語が始まる。4月という季節にも関わらず、辺りに積もる残雪に驚く真琴だが、そこに又従兄弟の倉本圭が声をかけてくる。真琴の方向音痴を知っていて出迎えにやってきた圭は、居候先となる倉本家へと案内する。この場面のコマ背景として描かれるバスが走る住宅地（1巻、p.3）、バスの停留所（1巻、pp.3-4）、ネットフェンスに積もる雪（1巻、p.5）、鉄塔（1巻、p.8）、倉本家の古民家（1巻、p.8）は、弘前市大字下湯口という実在する場所で見られる風景とほぼ同じものとなる。

今日、コンテンツツーリズムの観光資源となるマンガとして注目を浴びている『ふらいんぐういっち』であるが、第1話でバス停留所の名前として提示される下湯口という地域は、観光地でもなければ行楽地でもない、弘前市内に存在するごくありふれた住宅地となる。作者の石塚は、『ふらいんぐういっち』という作品の構想を練る際、「“非日常”である魔法の要素が、限りなく日常に溶け込んでいる」¹³、「しかも現実世界の中に異世界が「普通に存在する」、そんな違和感のないシュールな世界観」¹⁴を表現したかったと述べている。非現実的なキャラクターであっても、それが違和感なく存在している。それを可能とする日常感の漂う場所として選んだのが、自身の故郷である青森県であった。出身地を作品舞台に設定した事については、「説得力のある場面を描きたかったので、自分がよく知る場所にしました。弘前は緑が多くて静かなところです。魔法ともマッチしますよ」¹⁵とも発言している。

第1巻第4話「使い魔の活用法」では、酒屋の娘であるなおが真琴と共に配達に行った家の女性が

「私も昔 魔女の友達がいたの」「懐かしい人に会えた感じがして嬉しいよ」(1巻,p.107)と話しており、超自然的な魔女が日常的存在であるように表現されている。石塚が自身の作品を通して自らの故郷を表現しようとしたのは、そこが日常的な場所として自身が感じられる場所だからである。すなわち、作者にとっての青森県は、非日常的な魔女の存在をも包み込みながら、日常の物語を表現しやすい場所であり、全国的に知られておらず、何気ない地元の風景として石塚が認識する下湯口という地域は、物語設定に必要な不可欠なモチーフであった。

3. 地域らしさを伝えるキャラクターの役割

3.1 第21話に登場するキャラクターの行為項分析

弘前市を中心として展開するコンテンツツーリズムとつながりから、『ふらいんぐういっち』といえば、実在する場所の登場という点に注目しがちであるが、各話にみられる地域表象は、それだけに留まらない。その一つとなるのが農作業である。『ふらいんぐういっち』では、第1巻第3話「国鳥は鳴き止まない」において、魔女修行の一環として植物を研究したい真琴が、圭と共に野菜づくりを始める(1巻, pp.63-85)。この話では、圭が「農家の息子」とであるという自身の境遇を語り、真琴との会話のなかで、倉本家は、農業を家業にしている事が明らかにされる(p.67-68)。また、第3巻第16話「良薬は口に辛し」では、はつか大根を収穫しているが(3巻, pp.93-101)、農作業をする話のなかで、とりわけ青森らしさを感じさせるエピソードとなるのは、第4巻第21話「魔女蜂合わず」におけるりんごの摘花作業である(4巻, pp.55-74)。第21話は、圭の父親が運転する軽トラックの荷台に、真琴と使い魔のチト、真琴の姉である茜、圭の妹の千夏が乗り、りんご農園へ向かうところから物語が始まる(4巻, pp.55-58)。りんご畑で、圭と圭の母、作業に協力する地元の人々と合流した真琴たちは、圭の父親の指示と共に、養分を一番育ちの良い中心花に集中させるための間引き作業である摘花の手伝いを開始する。

主人公の真琴、姉の茜、倉本圭と千夏、倉本兄妹の父と母、手伝いに来た地元の人々が登場するこの第

21話は、『ふらいんぐういっち』というマンガがどのような表現手法によって地域表象を読者へ提示し、受容させているかが分かるエピソードとなる。ここから読みとれるのは、地域の事を読者へ伝える側面において、キャラクターがどのように行動し、物語が展開しているのかという表現上の仕掛けである。

フランスの言語学者であるアルジルダス・ジュリアン・グレマスは、1966年に発表した『構造意味論』(*Sémantique structurale*)のなかで、ウラジミール・プロップの『昔話の形態学』(1928年)とエチエンヌ・スーリオの『二十万の演劇状況』(1959年)における登場人物の物語で演じる役割と行動モデルを例にあげ、民話や演劇は、主人公が願望を実現するという構造で物語が形成されていると指摘する。そのうえでグレマスは、《主体》と《客体(対象)》、《送り手》と《受け手》、《補助者》と《反対者》という六つの行為項からなるモデルを提示する¹⁶。

この行為項モデルに従い、第21話において、個々のキャラクターがなす行為行動を分析すると、物語の《主体》となるのは、真琴と茜の木幡姉妹となる。木幡姉妹は、摘花作業を手伝うという《客体(対象)》への願望に従って行動する。摘花作業を完了させるという願望を真琴と茜に生じさせる《送り手》は、物語で明らかにされていないものの、農作業の手伝いを依頼したと考えられる圭の父親であり、その願望を実現し、《客体(対象)》となる摘花の手伝いを完了させる願望の《受け手》は、木幡姉妹になる。

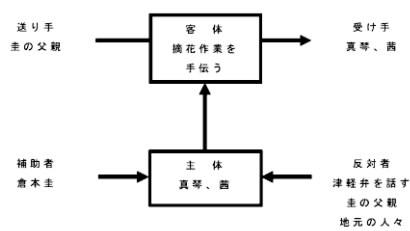


Fig.1 第21話 キャラクターの行為項相関図

3.2 《補助者》としての倉本圭

作業を手伝おうとする木幡姉妹には、摘花とは何かを理解しようとするのを妨げる《反対者》が用意されている。それが津軽弁を日常会話とする圭の父親と地元の人々である。摘花を手伝う際、真琴と茜

は、圭の父親から作業の説明を受けるが、その際のセリフは、次のようになっている。

えださ こう はなっこ まどまって さいでる
 べ これひとつひとつりんごさなるのさ だばつて
 これぜんぶ なてまれば いいもんさ なんね
 のっさ んだはんで ひどつのはなさ ようぶん
 いぐように まびぐんず こうやって...いちばん
 おがってら ちゅうしんかだげば のごして ほ
 かのはとってまる！わがった？ (4巻, pp.64-65)

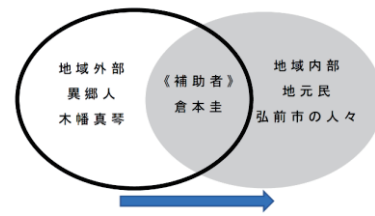
第1巻第3話で初登場する圭の父親は、普段から地元民以外の人間にとって難解な津軽弁を話す人物として描かれる。そのため、『ふらいんぐういっち』では、セリフの吹き出し部分で、津軽弁を平仮名で表記し、神奈川県横浜市出身の真琴と茜にとって意味が汲み取れない地域固有の方言である事を表現している。方言を話す弘前の人々が摘花作業の手伝いを困難にさせる《反対者》であるとするならば、木幡姉妹を手助けする《補助者》となるのが倉本圭である。自分の説明が通じていないと分かった父親は、普段から標準語を話す圭に摘花の説明を任せる。圭は、実際に摘花のやり方を見せながら次のように説明する。

今やってる作業は摘花ってやつで 枝に花がまとまって咲いているだろ これが一つ一つりんごになるんだよ でもこれが全部実っちゃうと質の悪いものができちゃうのよ だから一つの花に養分が集中するように間引きすんのさ こうやって...一番育ってる中心花ってのだけ残して 他のとっちゃう こういう状態にすればオッケー わかった？ (4巻, p.67)

圭のセリフを父親のものと比較すれば、地域らしさの最たるものとなる津軽弁を標準語に翻訳し、真琴と茜へ摘花のやり方を説明しているのは明らかであり、意思の疎通がしにくい両者の間を取り持つ役割を担っている事が分かる。そのほかにも、摘花を始めようとりんご畑へ踏み入る場面では、「リンゴ

の木って結構低いだねー」という茜のセリフに対し、圭は「横に広がって育つように枝を剪定して作業しやすいようにしてんだって」「畑歩く時はよそ見して木に頭ぶつけねえよう気をつけてな」とりんご栽培に関する知識を伝えている(4巻, p.61)。

グレマスが提唱した行為項モデルにおいて《補助者》に位置づけられる圭の役回りは、この第21話に限定されるものではなく、第1巻第1話「6年振りの不思議」で下湯口のバス停へ迎えに現れた時点から(1巻, pp.6-7)、地域外部の神奈川県横浜市からやってきた真琴と、自身の出身地とを結びつける仲介者という役割を一貫して果たしている。作品全体の《主体》にあたる主人公の真琴に青森県の事象を教える圭の補助的行動は、第2巻第12話の「春の山」では、木幡姉妹へ山菜採りのルールを説明する(2巻, pp.144-147)など、解説者や案内者として立ち回る場面が多い点にも見受けられる。なお、圭の役割は、各話によって千夏や圭の母親、不思議なエピソードが絡む場合は、犬養トワやアキラなど、別のキャラクターが担う事もある。



物語としては、木幡真琴が《主体》となって地域・地元民に接触

Fig.2 二つの領域を仲介する《補助者》倉本圭

4. 地域表象をめぐる読者の解釈

青森県の地元民側にとっての真琴は、地域外部である異郷から来た存在だが、真琴からすれば、自分が生まれ育った場所ではない異郷となる地域のなかで暮らす立場となる。圭をはじめとする《補助者》は、余所者である真琴が青森県の地元民、生活や文化に接触する際の導き手をしている。読者は、圭の案内や補足的な解説とともに物語から読みとれる地域表象を受容していく。このため、『ふらいんぐういっち』は、ある特定の地域を読者に周知させるという機能が見出せるマンガとして捉える事ができる。ただしそれは、青森県を知らない読者だけを対象にしてい

るものでない。何故ならば、コンテンツツーリズム研究でも、題材となる地域やその周辺近隣から作品の舞台へ訪れるファンがいる事が明らかにされているように、『ふらいんぐういっち』を手にする人々のなかには、青森県の出身者や居住者も含まれるからである¹⁷。

実際、『ふらいんぐういっち』が生成する地域表象には、地域との縁がない人々からの認識と、地域との縁がある人々からの認識といった、地域外と地域内からの異なる視線が投げかけられている。この事は、マンガが表象化する特定の地域への知識や関わりにより、読者間で、風景・文化・習俗といった地域表象への接し方や解釈に恣意的な差異が生じる事を意味する。たとえば『ふらいんぐういっち』で描かれる食文化を事例として、この作品に対する読者の反応を考えてみると、第6巻第31話「初めて魔法記念日」に、圭と千夏が「もつ」と呼ぶ郷土料理である豚のホルモンが、倉本家の庭でバターを乗せた帆立貝と共に炭火で焼かれる場面がある（6巻, pp.9-28）。青森県弘前市で豚のホルモンが焼肉のように食べられている事は、他地域で生まれ育った読者にとって初めて知る情報になるかもしれない。しかし一方で、読者が青森県の出身者や居住者である場合、「もつ」という呼称とともにホルモンは、地元民にとっての日常的な食習慣である事を想起させるものとなりうる。マンガからこのような地域表象を目にする事は、地元の人間に同意と共感を生み、自分が暮らす地域の文化を再自覚させていく契機ともなる。またそれは、マンガを通じ、自分の知らない地元を知る機会となる可能性もあるため、結果として地元への愛着と帰属意識の高揚を生み出す事にもつながる¹⁸。

インターネットでは、青森県出身者のブロガーが青森に帰省して聖地巡礼をした事を報告する記事も公開されており¹⁹、『ふらいんぐういっち』から生じたコンテンツツーリズムは、在郷者、出郷者、近在者、観光者といったさまざまな立場の人々が関与する現象となっている。それは本作品が、青森県の地域性を不特定多数の人々に伝えるだけでなく、地元の出身者や居住者である読者が自分の地元について再確認する多様な読みを可能にさせるマンガでもあるか

らであろう。

5. 故郷に対する作者の眼差し

では、作者の石塚千尋は、『ふらいんぐういっち』の制作を通して自身の故郷をいかにして認識し表現しているか。地域表象の受容と生成に関しては、石塚個人にも、読者と共通した複合的な視点が見られる事をおさえておく必要がある。

石塚は、青森県弘前市から上京し、東京都大田区蒲田にある日本工学院専門学校蒲田校漫画コース在学中に描いた16ページの作品が評価され、卒業と同時にプロ漫画家となっている。2010年には、本名の石岡千斐で応募した読み切り作品の『ふらいんぐ・ういっち』が、週刊少年マガジン第84回新人漫画賞で佳作を受賞しており、それを原型としてアイデアを練り、連載を開始させたのが現在の『ふらいんぐういっち』である。連載化にあたって石塚は、約二年半をかけ、魔女が登場するファンタジーストーリーの虚構性を際立たせないよう、現実世界をしっかりと描くべくネーム作りをする。長い試行錯誤に行き詰まった石塚は、故郷の青森県弘前市へと一時帰省し、実家で時間を過ごすなかで、非現実な魔女という存在を自分の故郷へ落とし込んだ物語の構想を思いつく。その着想をもとに書きあげたネームが第1話「6年ぶりの不思議」である²⁰。この話の舞台を青森県弘前市大字下湯口にした理由として、石塚は、「ずばり、地元だからです。説得力のある場面を描きたかったので、自分がよく知る場所にしました」「魔女の日常だけでは足りなかった。地元を舞台にすることで漫画として成立できた」²¹と答えている。

現在、青森へ戻り、弘前市内に在住して連載を続ける石塚の言説からは²²、自らの故郷を『ふらいんぐういっち』という作品で表現するまでに三つの段階があった事をうかがわせる。はじめ、読み切り作品の『ふらいんぐ・ういっち』において、自分の故郷をモチーフにするアイデアはなかった。それが『ふらいんぐういっち』の連載準備で、地元から離れた出郷者として弘前市へ里帰りした際、自身の故郷を物語の舞台にする事を思いつく。その後、弘前市に戻り、在住者として自身の故郷を取材し、地域をマ

ンガで表現するようになる。

『ふらいんぐういっち』の地域表象は、故郷であり、作品の舞台である青森県へ出身者、出郷者、帰郷者という三つの視点が投げかけられた事で生み出されている。石塚が高校まで過ごした時期、弘前市は、改めて意識や関心を向ける対象とはならない日常生活の場であった。しかし、一度生まれた場所から出郷し、東京で暮らしたからこそ、図らずも自身が後にした青森県の日常を地域外で暮らす立場の客観的な視点から見つめる機会に恵まれたと考えられる²³。

出身者として見慣れてきた故郷の認識と、その後、東京に出た出郷者として改めて意図的に顧みられた故郷への再認識。『ふらいんぐういっち』で表現される青森県の風景や文化には、それら二つの認識にもとづく地域表象の二重性が見てとれる。また、この二重性は、その土地で生まれ育つ読者、或いはその土地が自分の生活範囲に身近な人による読み、土地に関わりを持たない人々の理解という、地域表象に対する複数の読解アプローチを読者に与えている。現在、弘前市を拠点とする石塚は、出身者と出郷者の眼差しを持つ帰郷者として青森県の地域表象を生成する。その表現上の戦略は、本論文で考察した第4巻第21話「魔女蜂合わず」をはじめとする各話の地域に関する表現からもうかがえるものなのである。

社会学者の大堀研によれば、地域に対する個人の帰属意識は、地域の歴史や文化を背景に形成され、地域のイメージは、教育や報道、観光により伝達される。石塚自身もまた、里帰りという旅により故郷を見つめなおしている。それを機に始まったマンガを通じて地域を表現する仕事は、故郷との結びつきを捉えなおし、自己のアイデンティティを深化させ、同時に青森を取材してめぐり、都会にはない地域らしさを再発見する取り組みとなる²⁴。こうした試みにより、石塚は、自身の心象風景としての青森県へ読者を誘う《補助者》となっていくたのである。

参考文献および注

- 1) 岡本健編, コンテンツツーリズム研究 アニメ・マンガ・ゲームと観光・文化・社会【増補改訂版】, p.3. (福村書店, 2019).
- 2) 岡本健:コンテンツツーリズム研究序説―情報社会における観光の新たなあり方とその研究概念の構築, コンテンツツーリズム研究, 001, p.2 コンテンツツーリズム研究会 (2011).
- 3) 小田匡保:文学地理学の行方―杉浦芳夫『文学人 地理』はなぜ面白くないのか―, 駒澤地理, No.33, pp.110-112 駒澤大学地理学会 (1997).
- 4) 岡本, 前掲, コンテンツツーリズム研究序説―情報社会における観光の新たなあり方とその研究概念の構築, p.2. なお本論文では、居地を離れ、他所へ出かけるという意味で「旅」という語を用いる。
- 5) 渡辺賢治・森 覚, 『ふらいんぐういっち』における地域表象の形成―メディアコンテンツとローカルツーリズムの接続性をめぐって―, 福島工業高等専門学校研究紀要, 59, pp.167-174 福島工業高等専門学校 (2018). 『ふらいんぐういっち』とコンテンツツーリズムの関係については、上記の論文を参照のこと。
- 6) 金沢公子訳:〈翻訳〉P.ブリュネル, CI.ピシヨワ, A=M.ルソー共著『比較文学の起源と発展』, 成城大学教育論集, 5, pp.43-44 成城大学法学会 (1985). 阿部潔, 古川彰: 社会表象研究の地平―「行きられた文化」への眼差し―, 関西学院大学社会学部紀要, 111, pp.71-73 関西学院大学社会学部研究会(2011). 竹内真純: 言語文化演習 比較文学・比較文化 前川裕ゼミ
https://www.hosei.ac.jp/documents/gakubu/kokusai/ensyu/20120618/21_maekawazemi.pdf(法政大学, 2012) 2019年8月30日閲覧。
- 7) マンガ新聞レビュー部: 「ほうきって乗っていると股に食い込んで結構痛いんです」青森で暮らす魔女JKのほっこりとした日常を描く『ふらいんぐういっち』, <http://www.manga-news.jp/news/body/1894> (2018) 2018年8月30日閲覧. 前島賢: セカイ系とは何か ポストエヴァのオタク史, p.233 (ソフトバンククリエイティブ, 東京, 2010). 禧美智章: 「空気系」と物語―『けいおん!』にみる成長の物語, 立命館文学, 652, p.80 立命館人文学会 (2017).

- 8) CREATIVE VILLAGE: ～飛躍するクリエイター～第 62 回 石塚千尋 マンガ家,
<https://www.creativevillage.ne.jp/15820> (2016)
 2019 年 8 月 30 日閲覧.
- 9) 弘前経済新聞編集部: 弘前経済新聞 漫画「ふらいんぐういっち」3 巻発売へー弘前出身の作者が地元から発信,
<https://hirosaki.keizai.biz/headline/264/> (2015)
 2019 年 8 月 30 日閲覧.
- 10) はつのおと: ポスト『よつぱと!』の本命はこれ!? 「青森×魔女」ふたつの非日常で切り開く日常系の新境地『ふらいんぐういっち』,
 ダ・ヴィンチニュース,
<https://ddnavi.com/interview/202774/a/> (2014)
 2019 年 8 月 30 日閲覧.
- 11) 大堀研: ローカル・アイデンティティの複合性—概念の使用法に関する検討—, 社会科学研究, 61, p.143, p.144 東京大学社会科学研究所, (2010).
- 12) さくらもち (@hirople_fly): ふらいんぐういっち聖地巡礼マップ,
<https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1LAcuprZQrt4O8JBpu18rOrZwxgY&ll=40.599716576041494%2C140.45166556302115&z=12> 2019 年 8 月 30 日閲覧.
- 13) はつのおと: ポスト『よつぱと!』の本命はこれ!? 「青森×魔女」ふたつの非日常で切り開く日常系の新境地『ふらいんぐういっち』,
 ダ・ヴィンチニュース.
- 14) CREATIVE VILLAGE: ～飛躍するクリエイター～第 62 回 石塚千尋 漫画家.
- 15) はつのおと: ポスト『よつぱと!』の本命はこれ!? 「青森×魔女」ふたつの非日常で切り開く日常系の新境地『ふらいんぐういっち』,
 ダ・ヴィンチニュース.
- 16) アルジルダス・ジュリアン・グレマス, 田島弘・鳥居正文訳, 構造意味論, pp.223-251. (紀伊國屋書店, 1988).
- 17) 天野宏司: 飯能市におけるアニメ・ツーリズムの取組—隣の芝生は青いか?—, 日本地理学会発表要旨集 2013a, 100127 公益社団法人日本地理学会 (2013). 天野が調査した TOKYO MX 系列で放映されたアニメ「ヤマノススメ」関連イベントの集客分布数を見ると、作品舞台となった埼玉県秩父市周辺から来た参加者が多い.
- 18) 大堀研: ローカル・アイデンティティの複合性—概念の使用法に関する検討—, pp.148-153.
- 19) アイアム: アイアム ア アイアムのブロマガ 2016 年 4 月アニメ【ふらいんぐういっち】の聖地を巡ったらエライ目にあった,
<https://ch.nicovideo.jp/iamiam/blomaga/ar986875>(2016) 2019 年 8 月 30 日閲覧.
- 20) CREATIVE VILLAGE: ～飛躍するクリエイター～第62回 石塚千尋 漫画家.
 はつのおと: ポスト『よつぱと!』の本命はこれ!? 「青森×魔女」ふたつの非日常で切り開く日常系の新境地『ふらいんぐういっち』, ダ・ヴィンチニュース.
- 21) 前掲ウェブサイト. 弘前経済新聞編集部: 弘前経済新聞 漫画「ふらいんぐういっち」3 巻発売へー弘前出身の作者が地元から発信.
- 22) 前掲ウェブサイト.
- 23) 依岡隆児: 日本の近代とハイマート (郷土/故郷) の概念, 鈴木貞美・劉建輝編, 東アジア近代における概念と知の再編成 国際研究集会, 35, p.250 国際日本文化研究センター(2008).
- 24) 大堀研: ローカル・アイデンティティの複合性—概念の使用法に関する検討—, pp.148-149, p.150, pp.154-156.

一次資料

- 1) 石塚千尋: ふらいんぐういっち, 1 (講談社, 2013).
- 2) 石塚千尋: ふらいんぐういっち, 2 (講談社, 2014).
- 3) 石塚千尋: ふらいんぐういっち, 3 (講談社, 2015).
- 4) 石塚千尋: ふらいんぐういっち, 4 (講談社, 2016).
- 5) 石塚千尋: ふらいんぐういっち, 5 (講談社, 2016).
- 6) 石塚千尋: ふらいんぐういっち, 6 (講談社, 2017).
- 7) 石塚千尋: ふらいんぐういっち, 7 (講談社, 2018).
- 8) 石塚千尋: ふらいんぐういっち, 8 (講談社, 2019).

iPod touchによる「ミリカンの実験」の測定方法の比較

Comparison of measurement method of " Millikan experiment" by iPod touch

鈴木三男・増田健二*・和賀宗仙 **

福島工業高等専門学校一般教科

*静岡大学工学部

**福島工業高等専門学校モノづくり教育研究支援センター

Mistuo Suzuki, Kenji Masuda*and Toshinori Waga**

National Institute of Technology, Fukushima College, Department of General

*Faculty of Engineering, Shizuoka University

** National Institute of Technology, Fukushima College, Manufacturing Support Center

(2019年8月29日受理)

Millikan experiment" is famous for the experiment which calculated the elementary charge. We have added Millikan experiment to our student experiments since last year. DJ-controller and iPod touch are used for time measurement in this experiment, but this time, we propose a method of "iPod touch only" as a new method .We compare the two methods and examine which method is suitable for students experiments .

Key words: Millikan experiment, iPod touch, Student experiment

1. はじめに

電気素量を求めた有名な「ミリカンの油滴実験^{1),2)}」に関しては、これまでも実験教材の工夫^{3),4)}やCCDカメラとパソコンを組み合わせた測定法の改良^{5),6)}などの試みが報告され、また実験機器メーカーからも高価なデジタルカメラシステムも市販されている。

「ミリカンの油滴実験」は、本校では平成26年度の4年前期の応用物理実験（3クラス）で初めて実施した。しかし、油滴の落下速度を顕微鏡で覗きながら、油滴の目盛線を通る瞬間を捉え、何度もストップウォッチを押す方法は、測定者の目に大きな負担がかかる上に、集中力と機敏さが要求された。そのため測定方法上の問題解決が、「ミリカンの油滴実験」の学生実験に再導入の鍵となっていた。

筆者らは「iPod touch」を活用して、「分光器によるスペクトルの測定」や「ニュートンリングの実験」の学生実験での測定法の改良を報告⁶⁾していた。「ミリカンの油滴実験」の解決策として、「iPod touch」が応用可能ではとの予測から、「iPod touch」で顕微鏡内を録画して、PCやDJコントローラー等を用いて、油滴の落下速度を測定する方法で、この測定上の問題を解決できることを報告した⁷⁾。この測定方法の利点は、誰でも簡単かつ安価に改良できる点であり、多くの人が使い慣れた

スマートフォンでも当然利用可能な点も挙げられる。

我々は、平成30年度の4年前期の応用物理実験（2クラス）に、「iPod touch」を用いた「ミリカンの油滴実験」を再導入した。測定上の問題点は解消されたが、新たにデータ処理上の問題や測定上での注意点が浮上したため、追実験を行って対応策を報告⁸⁾した。この対応策を指導しながら、平成30年度の3年後期の応用物理実験（4クラス）で、「ミリカンの油滴実験」を実施している。

これまで油滴の落下速度の時間測定には、PCとDJコントローラーを使用していたが、今回我々は「iPod touch」のみで測定する方法を提案する。この方法は実験装置と「iPod touch」のみで済み、これまで以上に安価で経済的である特徴がある。従来のPCとDJコントローラーによる方法と「iPod touch」のみの方法とのデータ比較、操作性比較を行い、学生実験への適性を検討したので報告する。

2. 原理

ミリカンの実験では、帯電した油滴を平行電極板間に入れ、極板間に電界を加えない場合の自由落下での終端速度 v_1 (Fig.1) と電界を加えた場合の終端速度 v_2, v_3 (Fig.2(a)(b)) を測定し、これらの速度および球径、電界の強さから電気量 q を求める。

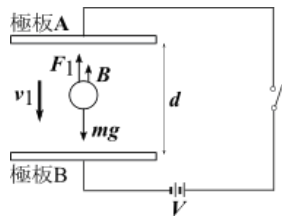


Fig. 1 free fall

Fig.1のように、油滴が終端速度 v_1 で自由落下する場合には、重力 mg 、浮力 B とストークス法則に従う粘性抵抗 $F_1 = 6\pi\eta r v_1$ がつりあう。しかし、浮力 B は他の力に比べて非常に小さいので、以降無視すれば、

$$6\pi\eta r v_1 = mg \quad (1)$$

が成り立つ。ここで r は油滴の半径、 η は空気の粘性率である。さらに油の密度 ρ とすれば、油滴の質量は $m = \rho 4\pi r^3 / 3$ であり、(1)式より半径 r は

$$r = 3 \sqrt{\frac{\eta v_1}{2\rho g}} \quad (2)$$

と表され、終端速度 v_1 から油滴の半径 r が求まる。

次に Fig.2(a)(b)のように、間隔 d の極板に電圧 V を加えて、極板間に電界 $E = V/d$ をかける。油滴の電荷を $q(q < 0)$ とすると、油滴には電気力 qE が加わり、電界の向きの違いから、Fig.2(a)では油滴は新たな終端速度 v_2 で上昇し、Fig.2(b)では終端速度 v_3 で降下する。Fig.2(a)では油滴に働く重力 mg 、電気力 qE と粘性抵抗 $F_2 = 6\pi\eta r v_2$ がつりあうので、

$$6\pi\eta r v_2 = -mg + qE \quad (3)$$

が成り立ち、Fig.2(b)では同様に2力と粘性抵抗 $F_3 = 6\pi\eta r v_3$ がつりあうので、

$$6\pi\eta r v_3 = mg + qE \quad (4)$$

が成り立つ。(1)式と(3)式より電気量は

$$q = \frac{6\pi\eta r(v_1 + v_2)}{E} = \frac{6\pi\eta r(v_1 + v_2)d}{V} = q_{up} \quad (5)$$

であり、以後上昇時に求まる電気量を q_{up} と表記する。

同様に(1)式と(4)式より電気量は

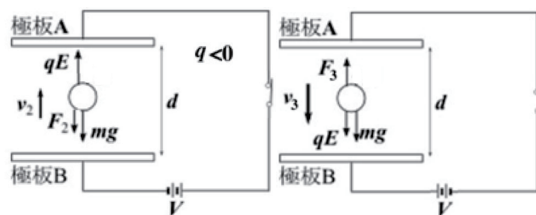


Fig.2(a) In electric field

(rising)

Fig.2(b) In electric field

(falling)

$$q = \frac{6\pi\eta r(v_3 - v_1)}{E} = \frac{6\pi\eta r(v_3 - v_1)d}{V} = q_{dwon} \quad (6)$$

であり、降下時になので q_{dwon} と表記する。また、(3)式と(4)式より求まる電気量は

$$q = \frac{6\pi\eta r(v_3 + v_2)}{2E} = \frac{6\pi\eta r(v_3 + v_2)d}{2V} = q_{av} \quad (7)$$

であり、上昇降下の両方から求まるので q_{av} と表記する。これより我々は同じ油滴の終端速度 v_1 、 v_2 、 v_3 を測定し、油滴の電気量 q を3通り方法で求める。

3. 方法

3-1. 動画撮影

ミリカン電気素量測定器(島津理化製MLD-5)を使用し、顕微鏡の接眼部に「iPod touch」を装着する。Fig.3のように「iPod touch」の画面上には、顕微鏡内が大きく映し出され、十分に覗いている臨場感が得られる。噴霧口から油を噴霧し、瞬時に電界を2・3回上下に切り替えて、不適な油滴を排除する。油滴は電界を加えてもゆっくり運動するものを測定対象に選定し、Fig.3に示すように電界なしの中で自由落下させた後、電界を加えて一番上の位置まで上昇させた所で、電界の向きを反転させて電界中を落下させる。自由落下から電界中の上昇・降下までの一連の油滴の運動を「iPod touch」で録画する。

3-2. 時間測定

Fig.3に示すように顕微鏡内には既知の目盛線(2.0mm 10目盛)があり、油滴が1.0mm(5目盛)の間隔を通過する時間を計測する。それぞれの目盛を通過する時刻をFig.3のように、電界なしの自由落下での落下時刻(t_1, t_2)、電界中での上昇時刻(t_3, t_4)、降下時刻(t_5, t_6)として、各ラップタイムから各速度を求める。特に今回は比較のために、以下の2通りの方法で時刻を求める。

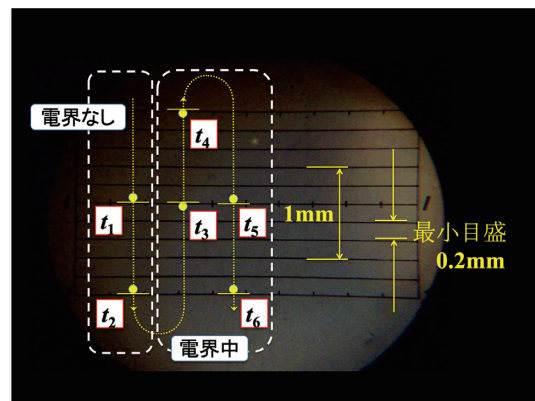


Fig.3 State in the microscope

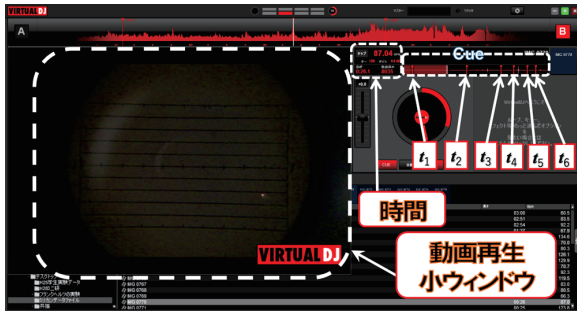


Fig.4 "VIRTUAL DJ" screen



Fig.5 "Timing CAP" screen

A. DJコントローラー（従来の方法）

時間の計測には、音楽ミキシング用機器であるDJコントローラー PartyMix (Numark) と専用ソフト「VIRTUAL DJ」(Fig.4参照)を使用する。「VIRTUAL DJ」に動画ファイルを取り込むとFig.4に示すよう、Fig.4の動画映像小ウィンドウとDJコントローラー用の操作画面がパソコン上に表示される。「再生」を押すと、油滴の運動が小ウィンドウ内で再生さる。「一時停止」押して、PartyMixのジョグホイール（左右の大きな円盤）を回転させると、回転状態に連動して動画映像が再生されるので、目標とする目盛線を油滴が通過する瞬間に停止して、その時刻を読み取る。このソフトには「Cue」（目印）機能があり、その瞬間の映像及び時刻が記憶され、後からいつでも呼び出せる。この装置では内部処理により、0.001秒まで読み取りができる。

B. アプリ「タイミングCAP」（新提案する方法）

「iPod touch」のアプリ「タイミングCAP」を使用した。Fig.5に「iPod touch」に保存された動画ファイルをアプリに取り込んだ様子を示す。このアプリの基本的操作は次の通りである。

- ・「タップ」…動画の「再生」「一時停止」
- ・「右スワイプ」…巻き戻し
- ・「左スワイプ」…早送り
- ・「上スワイプ」…再生スピードアップ2.0まで
- ・「下スワイプ」…再生スピードダウン0.06まで

目標とする目盛線を油滴が通過する瞬間を一時停止して、画面上の「ラップ」をタップすると、左上にラップタイムが表示される。このソフトでは画面上で「ピンチアウト」すれば、油滴周辺を簡単に拡大できるので、目盛線を油滴が通過する瞬間の見極めに役立つ。しかし時間は1秒の1000分の1表示にはなっているが、フレーム（1秒間30フレーム）が基本になっているので、精度的に1/30秒=0.033秒が限界である。

3-3. データ処理

DJコントローラーを使用している場合は、時刻 $t_1 \sim t_6$ を EXCEL シートに入力すると、ラップタイムが算出される。またタイミングCAPの場合は、ラップタイムを直接入力することで、落下速度、上昇速度から半径、電気量などが自動的に求められよう工夫した (Table 1 参照)。

4. 結果

4-1. データ比較

極板間には200Vの電位差 V をかけて、デジタルマルチメーターで監視し、出来るだけ正確な電位差を計算に用いた。出来るだけ同じ油滴に対して3回の測定を行い45回、計135回を含む327回の測定を行った。録画された同じ画像を用いて、2種類の時間測定から、それぞれ電気量 q_{up} 、 q_{down} と帯電個数 n を調べた。数値の算出には、油の密度 $\rho = 1.05 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 、空気の密度 $\rho_a = 1.21 \text{ kg/m}^3$ 、空気の粘性率 $\eta = 1.81 \times 10^{-5} \text{ kg/ms}$ 、重力加速度 $g = 9.80 \text{ m/s}^2$ 、極板間隔 $d = 5.0 \times 10^{-3} \text{ m}$ を用いた。Fig.6には2種類の測定方法によって求められた電気量の相関を示す。ほぼ $y=x$ の直線上に分布しており、両者の電気量の差はあまりないことが読み取れる。Fig.7には、2種類の方法から求めた電気量 q_{up} 、 q_{down} の差 (=DJ-CAP) を求め、

落下速度 v_1	上昇速度 v_2	落下速度 v_3	半径 r	電気量 q_{up}	電気量 q_{down}	電気量 q_{av}	電荷量 n	電気素量 e
[m/s]	[m/s]	[m/s]	[μm]	[C]	[C]	[C]	[個]	[C]
$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$	$\times 10^{-5}$		$\times 10^{-19}$	$\times 10^{-19}$	$\times 10^{-19}$		$\times 10^{-19}$
4.05	12.31	20.41	0.567	7.93	7.93	7.93	5	1.59
5.17	9.62	20.43	0.640	8.08	8.34	8.21	5	1.64
3.01	16.37	22.98	0.488	8.14	8.38	8.26	5	1.65
2.57	21.32	26.73	0.451	9.21	9.31	9.26	6	1.54
2.49	22.12	26.73	0.444	9.33	9.19	9.26	6	1.54
2.26	25.27	27.96	0.424	9.83	9.18	9.51	6	1.58
2.55	30.85	37.06	0.449	12.79	13.22	13.00	8	1.63
3.22	26.68	34.01	0.505	12.89	13.27	13.08	8	1.64
2.57	30.92	37.12	0.452	12.89	13.29	13.09	8	1.64
2.28	56.53	63.17	0.425	21.33	22.08	21.71	14	1.55
8.81	21.49	41.17	0.836	21.63	23.09	22.36	14	1.60
2.41	57.47	63.65	0.437	22.35	22.86	22.60	14	1.61

Table 1 Example of EXCEL sheet for data analysis

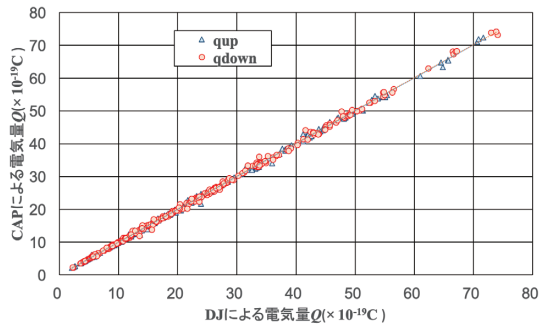


Fig. 6 Correlation of electric charge

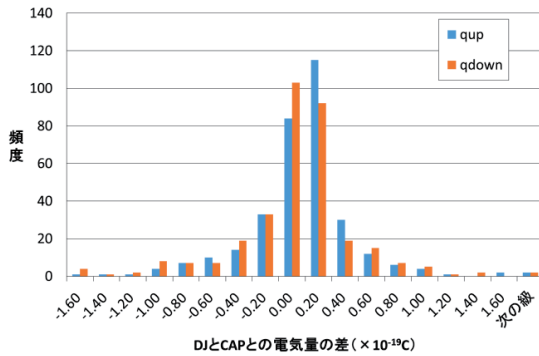


Fig. 7 Distribution of the difference in the electric charge

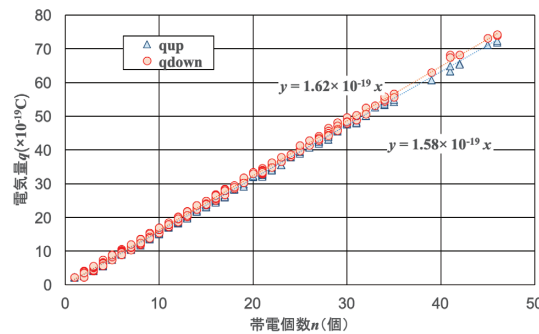


Fig. 8 Relationship between electric charge and number of electrons in qup and qdown (CAP)

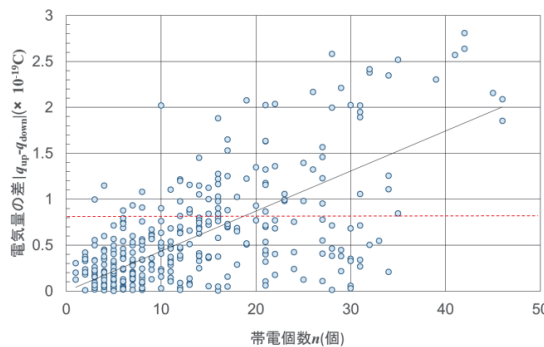


Fig. 9 Relationship between electric charge difference $|q_{up} - q_{down}|$ and number of electrons (CAP)

横軸は $0.2 \times 10^{-19} \text{C}$ 刻みに区分し、縦軸はその頻度状況を表すヒストグラムを示す。同じ画像を使用し、同一の測定位置を選んでも機器による時間分解による違いも考えられるが、多くは測定者の微妙な測定位置の違いがラップタイムに影響し、このようなばらつきを生じさせている。このグラフからもその差 $\pm 0.4 \times 10^{-19} \text{C}$ (電気素量値の1/4) 以内に、80%以上のデータがあることから、測定方法の違いによる電気量には大きな違いはないと判断した。以降の分析においても両者に大きな差異は認められなかったことから、以降は新たに提案した「タイミングCAP」によるもののみを示すこととする。

Fig.8に電気量 q_{up} 、 q_{down} と帯電個数 n との関係を示す。先の報告⁸⁾のDJコントローラーの場合と同様に、帯電個数 n とともに q_{up} と q_{down} の差は開く傾向が認められる。差の拡大は、 q_{up} と q_{down} での帯電個数 n の不一致につながり、測定の信頼性が損なわれる。そのためにおおよその許容限界を設定し、帯電個数 n の上限を提案した。今回はFig.9に示す q_{up} と q_{down} の差の絶対値と帯電個数の関係から、許容限界を考えた。数値計算的に電気素量値の1/2、つまり $\pm 0.8 \times 10^{-19} \text{C}$ (Fig.10の点線) を超えると q_{up} と q_{down} の帯電個数に不一致リスクが高まる。なお帯電個数については q_{up} と q_{down} の平均値から推測している。データは右上がりに分布をしており、Fig.9中の直線は線形近似直線を示す。帯電個数とともに増加傾向が見られ、 q_{up} と q_{down} の差が帯電個数とともに大きくなるとするFig.8の結果も一致する。危険点線と近似直線の交点から、今回は多少の不一致リスクもあるが、帯電個数 $n < 20$ を上限とした。

次に電気素量 e と帯電個数との関係をFig.10に示す。帯電個数が小さい5未満においては、 $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ を中心に幅広く分布し、帯電個数とともに1.6に近傍に収束していく傾向が見られる。電気素量 e は電気量を帯電個数

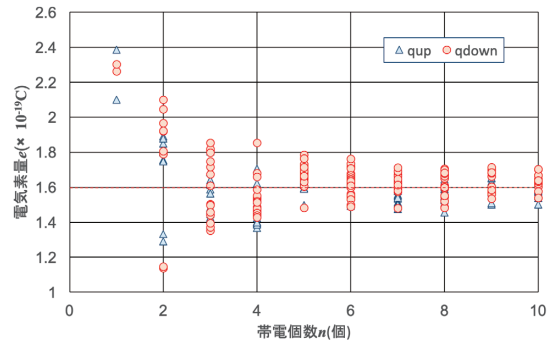


Fig. 10 Relationship between elementary charge and number of electrons (CAP)

帯電個数 n	平均電気量 \bar{q}	平均電気量の差 Δq	帯電個数 n	平均電気量 \bar{q}	平均電気量の差 Δq
[個]	$[\times 10^{-19}\text{C}]$	$[\times 10^{-19}\text{C}]$	[個]	$[\times 10^{-19}\text{C}]$	$[\times 10^{-19}\text{C}]$
5	8.34	1.36	13	20.70	2.01
6	9.70		14	22.71	
7	11.18	1.48	15	24.03	1.32
8	12.78	1.6	16	25.64	1.61
9	14.48	1.7	17	27.25	1.61
10	16.12	1.64	18	28.71	1.46
11	17.58	1.46	19	30.56	1.85
12	19.21	1.63			
13	20.70	1.49		平均値	1.59

Table2 Relationship between average value of average electric charge and number of electrons

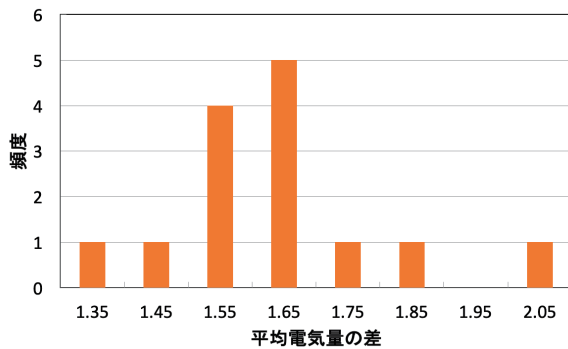


Fig.11 Distribution of average electric charge difference Δq

で割って求めているので、帯電個数が小さいときには、測定された電気量の値に大きく左右される。結果、帯電個数の下限を $5=n$ として、帯電個数が $5 \leq n < 20$ のデータに制限すると、327個中197個が対象となった。

Table2は平均電気量 $q = (q_{up} + q_{down})/2$ の平均値 \bar{q} を、帯電個数ごとに算出しまとめたものである。Table2中に示す平均電気量の差 Δq が電気素量値 e に相当するが、ばらつきが認められる。その分布を $1.35 \times 10^{-19}\text{C}$ から $0.10 \times 10^{-19}\text{C}$ 刻みの頻度によるヒストグラムをFig.11に示す。最小の $1.32 \times 10^{-19}\text{C}$ と最大の $2.01 \times 10^{-19}\text{C}$ との要因は、帯電個数 $n=14$ での平均値 $22.71 \times 10^{-19}\text{C}$ が大きすぎる点である。この点の改善できれば、ばらつきの度合いをもう少し範囲に狭められ、信頼度の向上が見込まれる。Table2のデータから算出される平均電気素量値は $e = 1.59 \times 10^{-19}\text{C}$ となった。

一方、従来の全197個のデータによる総帯電量 Σq と総電荷量 Σn から、電気素量 e を求めると、

$$e = \frac{\Sigma q}{\Sigma n} = \frac{3325.42 \times 10^{-19}}{2068} = 1.61 \times 10^{-19}[\text{C}]$$

となった。

最後にFig.12には、Table2で使用した平均電気量およびその平均値の帯電個数との関係を示す。各帯電個数

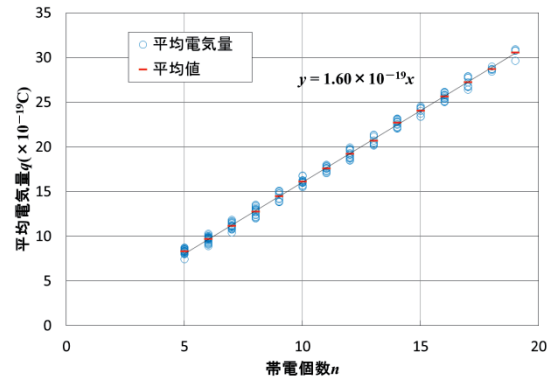


Fig.12 Relationship between average electric charge, average value and number of electrons

において、平均値を中心にデータによって、平均電気量にもばらつきがあり、時間測定が測定結果に大きく影響するため、時間測定がこの実験では重要であることが分かる。また、例えば $n=18, 19$ などの円の数が少ないことから、帯電個数によってデータ数が少なく、平均電気量の平均値およびその差への影響が、Fig.11のばらつきを広げている1つの要因と考えられる。Fig.12内の直線は平均電気量の全197個のデータより得られた線形近似直線であり、その傾きが電気素量値 e に相当する。したがって、線形近似直線から得られた電気素量値は $e = 1.60 \times 10^{-19}\text{C}$ であった。

3通りの分析を試みたが、物理定数表による値は、電気素量は $e = 1.60217733 \times 10^{-19}[\text{C}]$ であることから、一部に気になるばらつきはあるが、いずれの平均電気素量値も満足できる結果であると判断している。したがって、学生実験では統計的処理を必要とせずに、簡単に結果が求められる線形近似直線を用いた方法を採用している。

4-2. 操作性比較

「DJコントローラー」による方法の操作上の長所は、1つには大きなPC画面上で、複数の目で油滴の運動を確認しながら測定が行えるので、単純なミス軽減できる点である。また、ジョグホイールを回しながら細かな調節が可能で、「Cue」（目印）機能を利用すれば、何度でも同じ瞬間を画面上に再現できるので、ミスの確認が瞬時にできる点である。

一方「タイミングCAP」を用いた方法の長所は、「iPod touch」のみで経済的に安価な点にあるが、操作性の観点から見ると、優位性を見出すのは難しい。まず小さな「iPod touch」画面上のため、操作をおよび油滴の運動確認は1人で行わなくてはならず、測定者の負担は先の

方法よりも大きい点にある。また、運動を微調節する方法が画面上の指操作のみため、指の触れ方次第でしばしば微妙に最適なフレームからずれてしまい、最適なフレームを選択するまで、何度か同じ操作を繰り返さなければならない点も挙げられる。

したがって「DJコントローラー」による方が、「タイミングCAP」よりも操作性の点では学生実験向きであると思われる。

5. まとめ

「ミリカンの油滴実験」の測定方法として、「iPod touch」で顕微鏡内の油滴の運動を撮影し、1.0mm (5目盛)の間隔を落下する時間を計測する方法として、コンピュータと「DJコントローラー」を用いた方法と「タイミングCAP」を用いた2つの方法を提案した。「タイミングCAP」を用いた場合の長所は、コンピュータへの画像転送が不要で、実験装置と「iPod touch」のみで、経済的に安価で、実験スペースもコンパクトで済む点である。今回帯電個数を $5 \leq n < 20$ とした場合、「タイミングCAP」による測定データから得られたTableからも、またグラフからも満足のいく電気素量値 e の値が得られた。これより、「タイミングCAP」による方法でも学生実験で使用できることが確認できた。

しかし操作上の観点からすると、「DJコントローラー」には、ジョグホイールで簡単に油滴の移動や微調節ができる上、時間記憶と時間呼び出しが自由にできるので、容易にチェックと再確認できる利点がある。一方「タイミングCAP」では、「iPod touch」の画面上の「スワイプ」「タップ」で操作するため、油滴の運動の微調節が非常に難しく、思い通りのラップタイムを得るのに苦勞する難点がある。

加えて「タイミングCAP」による方法では、「iPod touch」のみを使用するので、同時に油滴の運動の撮影と

時間測定を並行して行うことができない。そのため作業を分担して、時間短縮を図れない問題点もある。

今年度は「DJコントローラー」による「ミリカンの実験」を3、4年生の応用物理実験で実施してきたが、油滴の運動の撮影と時間測定を同時並行して行わなければ、100分という限られた授業時間で、10個の油滴を測定するのは難しいと思われる。実際の実験では、測定方法の説明と一連の測定方法に学生が慣れるのに30分程度の時間がかかるが、残りの時間内に手際よく作業分担して、10個の油滴を測定していた。

これまでの経験と学生実験時間を考慮すると、従来通りの「DJコントローラー」の方がより学生実験向きであると考えられる。しかし「タイミングCAP」は、「学生実験」器具の購入が容易でない場合には、「iPod touch」のみで、「DJコントローラー」なみの測定ができるので経済的である。当然スマートフォンでも使用可能であるため、そのため誰でも簡単に実践できるのがこの方法の利点でもある。

参考文献

- 1) Millikan., R. A. : Phys. Rev. **2** (2): 109-143 (1913).
- 2) 吉田卯三郎 他 : 物理学実験, 六訂版,三省堂,(1979) 300-304
- 3) 後藤道夫 : 物理教育, **14** (4), 221-226 (1966).
- 4) 宮下敬司 : 物理教育, **15** (4), 215-219 (1968).
- 5) 山本裕樹 : 慶応義塾大学日吉紀要. 自然科学, **44**, 81-97 (2008).
- 6) 鈴木三男,栗山(増田)健二 : 物理教育, **65** (4), 12-15 (2017).
- 7) 鈴木三男,増田健二 : 福島工業高等専門学校研究紀要 **58**, 65-68 (2017).
- 8) 鈴木三男,増田健二,和賀宗仙 : 福島工業高等専門学校研究紀要 **59**, 91-95 (2018).

付 教員研究業績報告書（平成30年10月～令和元年9月）

機械システム工学科

1) 著書

2) 論文

3) 雑誌・記事・総説・解説

- ① T. Fumimoto, K. Hashimoto, K. Takahashi, S.Jitsukawa, “Estimation of the strength of the containment vessel steel after the severe accident”, The Proceedings of FDR2019 International Topical Workshop on Fukushima Decommissioning Research, May 24-26, 2019, J-Village, Naraha, Fukushima, Japan, p.1077
- ② S. Jitsukawa and T. Fumimoto, “Material property estimation of the damaged components of Fukushima-Daiichi reactors”, The Proceedings of FDR2019 International Topical Workshop on Fukushima Decommissioning Research, May 24-26, 2019, J-Village, Naraha, Fukushima, Japan, p.1078

4) 口頭発表

- ① The 19th International Symposium on Applied Electromagnetics and Mechanics (ISEM 2019) Yaoyang Zheng, Tomohiro Yanai, Development of a Water-based MCF Rubber as a Sliding Tactile Sensor 2019.9.15-18 in Najing China.
- ② 鈴木晴彦, 高橋 章, 小出瑞康, 伊藤 淳, 庄司秀樹, 渡邊耕二, 山田奈緒, 米本憲司, いわき EV アカデミーの取組みと今後の展望, 教育フロンティア研究会, FIE-18-020, (2018.9)
- ③ 鈴木晴彦, 植 英規, 小出瑞康, 福島高専の PBL 演習における社会実装へのアプローチ - 専攻科システムデザイン演習において -, 教育フロンティア研究会, FIE-18-021, (2018.9)
- ④ 小出瑞康, 赤尾尚洋, 鈴木晴彦, 機械工学の導入科目における電気自動車の活用事例 ~ Kit-Car の分解組み立て実習~, 教育フロンティア研究会, FIE-19-003, (2019.3)
- ⑤ 鈴木晴彦, 植 英規, 小出瑞康, 尾形 慎 (福島工業高等専門学校), 庄司秀樹, 渡邊耕二 (いわきバッテリーバレー推進機構), 米本憲司, 山田奈緒 (いわき市), エネルギーの有効利用と街づくりをテーマにした SD 演習の取組み, 教育フロンティア研究会, FIE-19-006, (2019.3)
- ⑥ 藁谷真輝, 野田幸矢, 力センシングのための切断力が均一なはさみの検討, 第 19 回システムインテグレーション部門講演会 (SI2018), 計測自動制御学会, 3B1-09, (2018.12)
- ⑦ 柳沼陸騎, 山廻邊和史, 野田幸矢, クランク車輪を用いた全方向移動車両の開発, 第 19 回システムインテグレーション部門講演会 (SI2018), 計測自動制御学会, 3C4-01, (2018.12)
- ⑧ 野田幸矢, 板ばねの座屈を利用した鉗子用カリミッタの提案, 平成 30 年度 第 2 ブロック研究情報交換会, (2018.12)
- ⑨ 山廻邊和史, 野田幸矢, バックドライブバビリティ切替可能な遊星歯車減速装置の検討, 平成 30 年度 第 2 ブロック研究情報交換会, (2018.12)
- ⑩ 塙 哲平, 野田幸矢, 不整地移動車両のための干渉駆動による重心移動機構の開発, 平成 30 年度 第 2 ブロック研究情報交換会, (2018.12)
- ⑪ 野田幸矢, 自在鉤の原理を利用した鉗子用カリミッタのためのロック機構の提案, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2019, 日本機械学会, 1A1-A07, (2019.6)

- ⑫ 山廻邊和史, 野田幸矢, 高山俊男, バックドライブ切替可能な遊星歯車減速装置の検討—第1報: バックドライブしない条件と基礎動作確認—, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2019, 日本機械学会, 1P1-K03, (2019.6)
- ⑬ 埜 哲平, 野田幸矢, 不整地移動車両のための干渉駆動による重心移動機構の開発—可動範囲の確認—, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2019, 日本機械学会, 2A2-F02, (2019.6)
- ⑭ 大槻正伸, 青柳克弘, 高橋 章, 鈴木晴彦, 緑川猛彦, 福島イノベーション・コースト構想を支える人材育成プログラム, 工学教育研究講演会講演論文集, 日本工学教育協会, pp.140-141 (2019.9)
- ⑮ 赤尾尚洋, 熱電変換材料の高強度・高性能化に関する研究, 日中大学フェア&フォーラム In CHINA 2019 (中国 成都), 日本新技術展 B09, (2019.5)
- ⑯ S. Jitsukawa and T. Fumimoto, “Material property estimation of the damaged components of Fukushima-Daiichi reactors”, 1st Fukushima Decommissioning Research (FDR2019), May 24-26, 2019. J-Village, Naraha, Fukushima, Japan
- ⑰ T. Fumimoto, K. Hashimoto, K. Takahashi, S.Jitsukawa, “Estimation of the strength of the containment vessel steel after the severe accident”, 1st Fukushima Decommissioning Research (FDR2019), May 24-26, 2019. J-Village, Naraha, Fukushima, Japan
- ⑱ 高橋憲人, 橋本拓実, 文元太郎, 松形光紀, 實川資朗, 炉材料の微細組織と強度に対する過酷事故時の熱影響について (2) 格納容器鋼の微細組織及び強度変化の検討, 日本原子力学会 2019年秋の大会, 富山大学 五福キャンパス, 2019年9月
- ⑲ 橋本拓実, 高橋憲人, 上田 隼, 實川資朗, 炉材料の微細組織と強度に対する過酷事故時の熱影響について (2) 照射を受けた炉心機器用オーステナイト鋼の焼鈍による微細組織変化, 日本原子力学会 2019年秋の大会, 富山大学 五福キャンパス, 2019年9月
- ⑳ T. Hashimoto, K. Takahashi and S. Jitsukawa, “Heating effect on the microstructure and the strength of the core-internal steels for Fukushima-Daiichi”, Materials Research Society Japan (MRS Japan), 2019, Nov., Yokohama, Japan
- ㉑ K. Takahashi, K. Matsukata, T. Fumimoto and S. Jitsukawa, “Heating effect on the strength and the microstructure of the containment vessel steel of the Fukushima-Daiich”, Materials Research Society Japan (MRS Japan), 2019, Nov., Yokohama, Japan
- ㉒ T. Hashimoto, J. Ueno, T. Suzuki, A. Suda, K. Matsukata, K. Takahashi, N. Okubo, S. Jitsukawa and T. Hinoki, “Behavior of irradiation produced defect clusters during annealing and its application for the LWR severe accident analysis”, The 10th International Symposium of Advanced Energy Science (Kyoto Univ.), 2019, Uji, Kyoto, Japan

電気電子システム工学科

1) 著書

2) 論文

- ① Shinya HASHIMOTO, Nozomi TOBARU, Toshikazu YAMAMOTO, Koichi NARA, Capacity Determination of the DC-side Battery for Hybrid Batteries in PV Generation System, IEEE Xplore Digital Library, Electronic ISBN: 978-1-7281-3520-5, (2019.10)

3) 雑誌・記事・総説・解説

- ① 豊島晋, 操作インターフェイスの開発, 機械化農業, 2019年8月号, pp.5, 新農林社, (2019.8)

4) 口頭発表

- ① 大槻正伸, 小泉康一, 大塩智規, 異なる長方形対群の両眼立体視による曲面の錯視について日本認知科学会第36回大会論文集 pp.592-597, (2019.9)
- ② 大槻正伸, 青柳克弘, 高橋 章, 鈴木晴彦, 緑川猛彦, 福島イノベーション・コースト構想を支える人材育成プログラム 2019 年度工学教育協会 工学教育研究講演会講演論文集 pp.140-141, (2019.9)
- ③ 車田研一, 大滝 慶, 小野玲史, 植 英規, 佐藤 潤, ゲル化瞬間の巨視的流動性の消失過程のその場観察, 化学工学会第84回年会, 化学工学会, G201, (2019.3)
- ④ 植 英規, 大内田優香, 生体情報を用いたストレス評価への MT システムの適用 (2), 第27回品質工学研究発表大会, 品質工学会, pp. 224-227, (2019.6)
- ⑤ 大平真生, 植 英規, 画像特徴に基づくトマトの品質評価, 2019 年度電気関係学会東北支部連合大会, 1F02, (2019.8)
- ⑥ Kenichi Kurumada, Kei Otaki, Reiji Ono, Hidenori Ue, Jun Sato, How long does “gelation” take? -Quest for observational methods of transient kinematics in gelation-, 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering Congress, D413, (2019.9)
- ⑦ 山田貴浩・鈴木 颯, ドローン撮影画像を用いた湿原における植生分布状況の分析, 計測自動制御学会東北支部 第319回研究集会, 計測自動制御学会東北支部, (2018.11)
- ⑧ 松本千隼・山田貴浩, 近赤外線カメラの波長感度特性分析, 平成31年東北地区若手研究者研究発表会, 講演資料 pp.83-84, (2019.3) ※平成31年東北地区若手研究者研究発表会優秀発表賞, 映像情報メディア学会東北支部学生優秀発表賞受賞
- ⑨ 小林 将・山田貴浩, 屋内個人対戦運動競技の進行支援システムの開発, 平成31年東北地区若手研究者研究発表会, 講演資料 pp.111-112, (2019.3)
- ⑩ 加藤 翔・山田貴浩, 近海漁業の漁場評価への応用を目的とした衛星画像による環境分析, 平成31年東北地区若手研究者研究発表会, 講演資料 pp.183-184, (2019.3)
- ⑪ 松本一真・山田貴浩, 浮遊粉塵の画像計測に関する研究, 平成31年東北地区若手研究者研究発表会, 講演資料 pp.185-186, (2019.3)
- ⑫ 山田貴浩・安藤 守・谷地館藍・松口義人・柳沼仁志, 機械工学科学生に対する電気工学基礎の授業における実習の効果の評価 -授業タイプによる到達目標達成度の比較-, 日本工学教育協会 2019 年度工学教育研究講演会, 日本工学教育協会/東北工学教育協会, 講演論文集 pp.338-339, (2019.9)
- ⑬ 山田貴浩, 毎回の授業の到達目標に対する達成度評価と授業方法の関連性の検討, 令和元年度第1回電気学会教育フロンティア研究会, 電気学会, 資料集 pp.1-4, (2019.9)
- ⑭ 濱崎真一, 橋本慎也, 伊藤 淳, 鈴木晴彦, 山本敏和, 可変容量ダイオードを用いた昇圧チョップパ回路の周波数特性, 電気学会, 平成31年全国大会(北海道科学大学), 3-022 (2019) p.29. (2019.3)
- ⑮ 鈴木晴彦, 板坂年希, 石黒雄貴, 篠崎宏太, 渡邊 淳, 若松大地, 伊藤 淳, 磁場のスライド性能を有するシリンダ形状永久磁石型リニア Halbach 配列の同期回転機構, 電気学会, マグネティクス・モータードライブ・リニアドライブ合同研究会(立命館大きくさつ・びわこキャンパス), MAG-18-174 / MD-18-115 / LD-18-066 (2018) pp. 69-74. (2018.12)
- ⑯ 鈴木晴彦, 伊藤 淳, シリンダ形状 PM 型 Halbach 配列の回転機構の試作, 日本機械学会・電気学会, 第46回磁気軸受のダイナミクスと制御研究会 & 第8回磁気浮上・磁気支持に関する ICT 応用技術調査専門委員会合同研究会(東京・新橋) (2019.1)
- ⑰ 板坂年希, 石黒雄貴, 篠崎宏太, 渡邊 淳, 若松大地, 伊藤 淳, 鈴木晴彦, 同期回転機構を備えたシリンダ形状永久磁石型リニア Halbach アレイの磁場スライドの予備観察, 電気学会, リニアドライブ研究会(東京都市大), LD-19-011 (2019) pp.53-58. (2019.1)

- ⑱ 鈴木晴彦, 伊藤 淳, 反磁性材料と永久磁石を使った磁気回路による非接触アクチュエーションについて, 電気学会, リニアドライブ研究会 (東京都市大), LD-19-012 (2019) pp.59-62. (2019.1)
- ⑲ 小出瑞康, 赤尾尚洋, 鈴木晴彦, 機械工学の導入科目における電気自動車の活用事例 ～ Kit-Car の分解組み立て実習～, 電気学会, 教育フロンティア研究会 (佐世保), FIE-19-003 (2019) pp.11-14. (2019.3)
- ⑳ 鈴木晴彦, 植 英規, 小出 瑞康, 尾形 慎 (福島工業高等専門学校), 庄司秀樹, 渡邊耕二 (いわきバッテリーバレー推進機構), 米本憲司, 山田奈緒 (いわき市), エネルギーの有効利用と街づくりをテーマにしたSD演習の取組み, 電気学会, 教育フロンティア研究会 (佐世保), FIE-19-006 (2019) pp.23-26. (2019.3)
- ㉑ 荒井拓美, 千葉 明 (東京工業大学), 鈴木晴彦 (福島高専), 反磁性を用いた反発受動型磁気軸受における浮上力の検討, 電気学会, 平成 31 年全国大会 (北海道科学大学), 5-020 (2019) p.34-35. (2019.3)
- ㉒ 石黒雄貴, 板坂年希, 篠崎宏太, 渡邊 淳, 若松大地, 伊藤 淳, 鈴木晴彦, シリンダ形状永久磁石を用いたラウンドレイアウト・リニア Halbach 配列の磁場スライドのための回転機構の試作機設計, 日本機械学会, 第 31 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム (SEAD31), 22C2-5, (2019). (2019.5)
- ㉓ 鈴木晴彦, 国分荘太, 伊藤倫大, 蛭田貴之, 伊藤 淳, マイクロ風力発電用軽量ファンの回転アシストに利用するグラフィット板の端部形状効果に関する検討, 日本機械学会, 第 31 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム (SEAD31), 24C3-4, (2019). (2019.5)
- ㉔ Haruhiko Suzuki, Toshiki Itasaka, yuki Ishiguro, Kouta Shinosaki, Jun Watanabe, Daichi Wakamatsu, Atsushi Ito, Slide performance of magnetic field distribution by using cylinder-shaped PM type linear Halbach array with synchronized rotation mechanism, The 12th International Symposium on Linear Drives for Industrial Applications (LDIA 2019), Neuchâtel-Switzerland, Oral, Tu.3 (2019). (2019.7)
- ㉕ Toshiki Itasaka, Yuki Ishiguro, Kota Shinosaki, Jun Watanabe, Daichi Wakamatsu, Atsushi Ito, Haruhiko Suzuki, Investigation of magnetic performance on the cylinder-shaped PM type linear Halbach array assembled by 45 degree rotating arrangement, The 12th International Symposium on Linear Drives for Industrial Applications (LDIA 2019), Neuchâtel-Switzerland, Oral, Tu.3 (2019). (2019.7)
- ㉖ 荒井拓実, 千葉 明 (東京工業大学), 鈴木晴彦 (福島工業高等専門学校), 完全受動型モータの検討, 令和平成 30 年気学会産業応用部門大会 (長崎大), ヤングエンジニア・ポスター・コンペティション, Y-155 (2019). (2019.8)
- ㉗ 太田隆仁, 小泉康一, 大槻正伸, 新しい迷路ゲームの開発とその面白さに関する研究, 情報処理学会第 41 回ゲーム情報学研究会 No.1 (2019.3.8)
- ㉘ 小助川克也, 小泉康一, 大槻正伸, 物体認識システムを用いたゲームの開発, 情報処理学会第 41 回ゲーム情報学研究会 No.3 (2019.3.8)
- ㉙ 小川 遼, 小泉康一, 大槻正伸, 二人零和有限確定完全情報ゲームの先手必勝盤面生成手法に関する研究, 情報処理学会第 41 回ゲーム情報学研究会 No.23 (2019.3.9)
- ㉚ 豊島好江・鈴木梨奈・豊島 晋・渡邊之夫, 茨城県北部沿岸地域の人口と出生数からみる高萩協同病院の産科の現状, 第 46 回関東農村医学会学術総会, 農村医学, 抄録集 pp.92, (2019.7)
- ㉛ 豊島 晋, アームロボットを操作するタッチパネルユーザインタフェースの視認性評価, 電子・情報・システム部門大会, 電気学会, 講演論文集 pp.1078-1080, (2019.9)
- ㉜ 磯上亮太, 山本敏和, 橋本慎也, 空気調和機用室外機を利用した小型風力発電装置の研究, 東北地区高等専門学校専攻科産学連携シンポジウム (2018.11)
- ㉝ 見田 萌, 橋本慎也, 山本敏和, 小学生向けの再生可能エネルギーに関する教材の開発, 電気学会全国大会, 平成 31 年全国大会講演論文集 (DVD-ROM) ID 3-022, (2019.3)
- ㉞ 中塚敏均, 山本敏和, 橋本慎也, 波力による始動トルクを利用した風力発電装置の開発, 電気学会全国大会, 平成 31 年全国大会講演論文集 (DVD-ROM) ID 7-052, (2019.3)
- ㉟ Shinya HASHIMOTO, Nozomi TOBARU, Toshikazu YAMAMOTO, Koichi NARA, Capacity

Determination of the DC-side Battery for Hybrid Batteries in PV Generation System, 2019 Innovative Smart Grid Technologies Asia (2019.5)

5) その他

- ① 山田貴浩, 電気回路 I ワークノート (令和元年度版), 全 93 ページ, (2019.4)
- ② 山田貴浩, 電気工学基礎ワークノート (令和元年度版), 全 62 ページ, (2019.9)
- ③ 豊島 晋・米村恵一・井上浩行・曾利仁・岡本 修・堀江崇文・安川美紀, 操作インターフェイスの開発, 革新的技術開発・緊急展開事業 (うち地域戦略プロジェクト) 豚舎用日本型洗浄ロボットを中核とした省力的な衛生管理システムの開発平成 30 年度最終研究成績検討会 (2019.3)
- ④ 高専機構共同研究成果の記事, 中小規模向き 市販化へ 埼玉で豚舎洗浄ロボ実演, 日本農業新聞, (2019.3.21)
- ⑤ 高専機構共同研究成果の記事, 豚舎洗浄ロボ 3 機種 革新工学センターで実演会, 農経しんぼう, (2019.3.25)
- ⑥ 高専機構行動研究成果の記事, 日本型豚舎洗浄ロボットによる豚舎洗浄作業の軽労化・省力化, 畜産コンサルタント, 中央畜産会, (2019.3)
- ⑦ 豊島 晋・大槻正伸, 社会人向けシーケンス制御講座の開設, (2019.6.29 実施)
- ⑧ 豊島 晋・植 英規・谷地館藍・安藤 守, 郡山市プログラミング講座の開設, (2019.7.4 実施)
- ⑨ 高専機構行動研究成果の記事, 日本型豚舎洗浄ロボットの開発, スマート農業 360, 産業開発機構, (2019.8)
- ⑩ 科研費 研究種目: 基盤研究 (A)
期間: 2019-2021 研究課題名: ベアリングレスモータにおけるアーンショウの定理の限界の探索
役割: 千葉 明 (研究代表者), 鈴木晴彦 (分担): 反磁性材料の適応性に関する実験

化学・バイオ工学科

1) 著書

- ① Ogata M, Usui T, Park EY. Silkworm Biofactory-Silk to Biology, Glycosyltransferase expression in silkworm and its applications in glycobiology, *CRC Press*, (2018.11)

2) 論文

- ① Kato Takeshi, Nagashima Yuki, Manaka Atsushi, Nakamura Chihiro, Oshite Shigekatu, Igarashi Shukuro, "Rapid Determination of Sub-ppm Heavy Metals in the Solution State via Portable X-ray Fluorescence Spectrometry Based on Homogeneous Liquid-Liquid Extraction in a Ternary Component System", *Analytical Sciences*, 35 (8), pp.939-942 (2019.8).
- ② Tomoyuki Fujisaki, Keita Kashima, Masahide Hagiri, Masanao Imai, Isothermal Adsorption Behavior of Cesium Ions in a Novel Chitosan-Prussian Blue-Based Membrane, *Chemical Engineering & Technology*, 42 (4), 910-917 (2019.4)
- ③ Masahide Hagiri, Hiroyuki Urita, Hydroxyapatite Coating of Volcanic Glass Microballoons by a Homogeneous Precipitation Process, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 44 (4), 119-122 (2019.8)
- ④ 羽切正英, 渡邊隆也, 蛭田愛未, 加島敬太, カルシウムイオン架橋アルギン酸自立膜の銅 (II) イオン交換特性, 銅と銅合金, 58 (1), 165-170 (2019.8)
- ⑤ 羽切正英, 本田一史, セッコウと珪藻土からつくる吸水性素材 — 無機物質の性質と利用に関する簡便な実験として, 化学と教育, 67 (9), 434-435 (2019.9)

- ⑥ Ogata M, Yamanaka T, Koizumi A, Sakamoto M, Aita R, Endo H, Yachi T, Yamauchi N, Otsubo T, Ikeda K, Kato T, Park EY, Kono H, Nemoto M, Hidari KI. Application of novel sialoglyco-particulates enhances the detection sensitivity of equine influenza virus by real-time reverse transcriptase polymerase chain reaction. *ACS Applied Bio Materials*, 2, 1255-1261 (2019.1).
- ⑦ Ono A, Suzuki T, Gotoh S, Kono H, Matsui M, Aoki D, Matsuda M, Kawagishi H, Ogata M. Structural investigation of α -L-fucosidase from the pancreas of *Patiria pectinifera*, based on molecular cloning. *Carbohydrate Research*, 475, 27-33 (2019.2).
- ⑧ 東 大輝, 吉井孝彰, 渡邊 賢, 平賀佑也, Richard L. Smith Jr, 尾形慎, 長田光正. イオン液体 [Bmim] Cl 中でのキチンモノマー *N*-アセチルグルコサミン (GlcNAc) のフラン化合物への転換反応に与える Lewis 酸および Brønsted 酸の影響. *化学工学論文集*, 45, 141-146 (2019.3).
- ⑨ Fujita K, Tanaka S, Iizumi K, Uchida K, Ogata M, Aoki D, Hosomi O, Kubohara Y. Melibiosamine, a novel oligosaccharide, suppresses mitogen-induced IL-2 production via inactivation of NFAT and NF κ B in Jurkat cells. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 19, 100658 (2019.6).
- ⑩ Osada M, Kobayashi H, Miyazawa T, Suenaga S, Ogata M. Non-catalytic conversion of chitin into Chromogen I in high-temperature water. *International Journal of Biological Macromolecules*, 136, 994-999 (2019.6).
- ⑪ Osada M, Shoji S, Suenaga S, Ogata M. Conversion of *N*-acetyl-D-glucosamine to nitrogen-containing chemicals in high-temperature water. *Fuel Processing Technology*, 195, 106154 (2019.7).
- ⑫ Yamauchi N, Iino H, Obinata S, Ogata M, Yatabe R, Kobayashi Y, Kurumada K. One-pot formation of sugar-immobilized monodisperse polymethylmethacrylate particles by soap-free emulsion polymerization. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 580, 123754 (2019.8).
- ⑬ Yoichiro Sogame, Ryota Saito, Ryota Koizumi, Taiga Shimizu, Taiki Ono. Evidence of Stress Recovery in Free-Living Ciliate *Colpoda cucullus*: The Repair Capability of Resting Cysts to Damage Caused by Gamma Irradiation. *Acta Protozoologica* (in press)
- ⑭ Miyata Y.*, Tokumoto S.*, Sogame Y.*, (equal contribution) Deviatiiarov R., Okada J., Cornette R., Gusev O., Shagimardanova E, Sakurai M., Kikawada T., 2019. Identification of a Novel Strong Promoter from the Anhydrobiotic Midge, *Polypedilum vanderplanki*, with Conserved Function in Various Insect Cell Lines *Scientific Reports* 9: 7004.
- ⑮ T. Nozaki, T. Nikaido, T. Onoue, Y. Takaya, K. Sato, J. Kimura, Q. Chang, D. Yamashita, H. Sato, K. Suzuki, Y. Kato, A. Matsuoka Triassic marine Os isotope record from a pelagic chert succession, Sakahogi section Mino Belt, southwest Japan, *J Asian Earth Sciences*: X, <https://doi.org/10.1016/j.jaesx.2018.100004> (2019.6),
- ⑯ Noriko Yamauchi, Haruna Iino, Shunsuke Obinata, Makoto Ogata, Risa Yatabe, Yoshio Kobayashi, Kenichi Kurumada, "One-pot formation of sugar-immobilized monodisperse polymethylmethacrylate particles by soap-free emulsion polymerization", *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, vol. 580, 123754-P. 1-7, 2019.
- ⑰ 山内, 五十嵐, 小林, 車田, "Fe₃O₄ ナノ粒子の疎水性シリカナノコーティングによる磁気特性の保護", *塗装工学* Vol. 54, No.8, p. 274-280, 2019.
- ⑱ Kenichi Kurumada, Takehiko Midorikawa, "Noteworthy possibility of strength recovery in concrete after the severe deterioration by the temperature elevation in the fuel meltdown", *International Topical Workshop on Fukushima Decommissioning Research* (2019), 1071-P.1-4, 2019. (Selected Paper Award)
- ⑲ Kotaro Takahashi, Takehiko Midorikawa, Kenichi Kurumada, "Influence of exposure to elevated

temperature on compressive strength and static / dynamic elastic modulus of steel fiber reinforced concrete (SFRC)", Proceedings of the 44th Conference on OUR WORLD IN CONCRETE & STRUCTURES "A Smart & Sustainable World in Concrete & Structures" (ISBN : 978-981-14-1935-5), P. 213-221, 2019.

3) 雑誌・記事・総説・解説

- ① 羽切正英, オキソ酸塩光触媒と応用展開, 日本無機リン化学会誌 PHOSPHORUS LETTER, 2019 (95), 5-15 (2019.6)
- ② 十亀陽一郎・黄川田隆洋, 2019. 眠る昆虫ネムリユスリカの乾燥耐性: アンヒドロビオシスのしくみ. 昆虫と自然 54 (3) 8-11.
- ③ 佐藤佳子, 熊谷英憲 希ガス同位体分析の阻害要因除去法, JAMSTEC シーズ集, pp47 (2018.10)
- ④ H. Hyodo, K. Sato, H. Kumagai, K. Takamiya, Thermal history of Early Archean metamorphic rocks, KURRI Progress Report 2018 (2019.4)

4) 口頭発表

- ① S. Oshite, N.Sasaki, Y.Ohira, "Development of the preconcentration method based on homogeneous liquid-liquid extraction (HoLLE) for the high-sensitivity measurement of a trace amount of Cesium ion using the cascade ICP-MS method", 2019 年化学系学協会東北大会講演要旨集 (2P027), 日本化学会東北支部, p.154 (2019.9).
- ② 押手茂克, 遠藤彩香, 均一液抽出 (HoLLE) の超高倍率濃縮を利用するフッ化物イオンの簡易・高感度計測法の検討, 第 24 回高専シンポジウム in Oyama (PA-09), p.26 (2019.1).
- ③ 押手茂克, 「ICP 分析法を評価方法とする分離・濃縮の研究結果と測定事例」, 依頼講演, 富山高等専門学校本郷キャンパス・物質化学工学科 (2018.12)
- ④ 佐々木尚也, 大平佑梨香, 押手茂克, "均一液抽出 (HoLLE) を用いたカスケード型 ICP-MS を使用した Cs⁺ イオンの高感度計測法の開発", 第 4 回北関東磐越地区化学技術フォーラム要旨集 (PP-23), 北関東磐越地区科学技術フォーラム, p.31 (2018.10).
- ⑤ 作田勇之助, 菊池駿祐, 押手茂克, "環境水中の Cs⁺ イオン回収のための新規繊維状吸着剤の特性", 第 4 回北関東磐越地区化学技術フォーラム要旨集 (PP-24), 北関東磐越地区科学技術フォーラム, p.31 (2018.10).
- ⑥ 佐藤梨奈, 清水和恵, 谷田恵太, 小関良卓, 笠井 均, 梅澤洋史, ポドフィロトキシン-ヒノキチオール誘導体ナノ薬剤粒子のサイズ制御, 第 4 回北関東磐越地区化学技術フォーラム (2018.10)
- ⑦ 佐々木大翔, 梅澤洋史, メキシルアミノトリアジンを導入した新規 2 次非線形光学材料の合成, 第 4 回北関東磐越地区化学技術フォーラム (2018.10)
- ⑧ 佐藤夏海, 梅澤洋史, 新規有機イオン色素を導入したホスト-ゲスト型 2 次非線形光学ポリマーの作製, 第 4 回北関東磐越地区化学技術フォーラム (2018.10)
- ⑨ 谷田恵太, 小関良卓, 清水和恵, 梅澤洋史, 笠井 均, Fabrication of hinokitiol-modified podophyllotoxin nano-prodrugs and controlling their drug release, 令和元年度化学系学協会東北大会 (2019.9)
- ⑩ 羽切正英, 多田琴音, 小野拓実, 本田一史, 内田修司, Recovery of iron from copper smelter slag by phosphoric acid, 平成 30 年度化学系学協会東北大会, 1P002, (2018.9)
- ⑪ 新妻ゆきね, 羽切正英, 再沈法によるアミノベンゼンスルホン酸 / 硫酸カリウム系混晶の作製, 第 4 回北関東磐越地区化学技術フォーラム, PP-13, (2018.10)
- ⑫ 手島孝太, 加島敬太, 羽切正英, 今井正直, アルギン酸を基材とした吸着分離膜による硝酸イオン除去法の開発に向けた吸着剤の評価, 第 4 回北関東磐越地区化学技術フォーラム, PP-25, (2018.10)
- ⑬ 渡邊隆也, 蛭田愛未, 坂本隆晃, 佐川千尋, 加島敬太, 羽切正英, カルシウムイオン架橋アルギン酸自立

- 膜の銅 (II) イオン交換特性, 日本銅学会第 58 回講演大会, 87, 2018.11
- ⑭ 羽切正英, 多田琴音, 小野拓実, 本田一史, 内田修司, 銅水砕スラグ有効利用のための酸抽出条件の最適化, 日本銅学会第 58 回講演大会, 137, (2018.11)
- ⑮ 羽切正英, 小林亜祐実, リン酸銀 / リン酸カルシウム複合材料の作製と可視光下での触媒活性の評価, 第 28 回日本 MRS 年次大会, G1-P20-008, (2018.12)
- ⑯ 河本雄大, 羽切正英, 固相反応によるオルトバナジン酸銀光触媒微粒子の合成, 第 28 回日本 MRS 年次大会, G1-P20-009, (2018.12)
- ⑰ 渡邊隆也, 蛭田愛未, 加島敬太, 羽切正英, ゼオライトを包埋したバイオポリマー膜の調製とセシウムイオン吸着特性の評価, 第 28 回日本 MRS 年次大会, G1-P20-011, (2018.12)
- ⑱ 千葉裕太郎, 加島敬太, 羽切正英, コンニャクグルコマンナン自立膜の作製および評価, 第 28 回日本 MRS 年次大会, G1-P20-012, (2018.12)
- ⑲ 手島孝太, 加島敬太, 羽切正英, 今井正直, 活性炭固定アルギン酸膜の調製と硝酸イオンに対する吸着分離特性の評価, 第 9 回福島地区 CE セミナー, P-14, (2018.12)
- ⑳ 渡邊隆也, 蛭田愛未, 加島敬太, 羽切正英, A 型ゼオライトを包埋したアルギン酸膜およびキトサン膜のイオン除去特性, 第 9 回福島地区 CE セミナー, P-17, (2018.12)
- ㉑ 鈴木真由子, 羽切正英, ろ過特性試験によるニワトリ卵殻膜の組織構造の推定, 第 9 回福島地区 CE セミナー, P-18, (2018.12)
- ㉒ 河本雄大, 羽切正英, メカノケミカル処理によるバナジン酸銀の合成と色素退色反応による光触媒活性の評価, 第 9 回福島地区 CE セミナー, P-19, (2018.12)
- ㉓ 千葉裕太郎, 加島敬太, 羽切 英, コンニャクグルコマンナン膜の調製に対する成膜助剤の影響, 第 9 回福島地区 CE セミナー, P-20, (2018.12)
- ㉔ 金成百晃, 加島敬太, 羽切正英, コンニャクグルコマンナン / 活性炭複合膜の作製と膜性状の評価, 第 9 回福島地区 CE セミナー, P-21, (2018.12)
- ㉕ 金成百晃, 加島敬太, 羽切正英, コンニャクグルコマンナン / 活性炭複合膜の等温吸着試験による色素吸着能の評価, 第 24 回高専シンポジウム in Oyama, PA-13, (2019.1)
- ㉖ 手島孝太, 加島敬太, 羽切正英, 今井正直, 活性炭を固定化したアルギン酸カルシウム膜による硝酸イオン吸着能の評価, 第 24 回高専シンポジウム in Oyama, PA-14, (2019.1)
- ㉗ 金成百晃, 酒井啓寿, 澤田怜悟, 新妻ゆきね, 羽切正英, 非溶媒誘起相分離法による吸着材含有ポリエーテルスルホン膜の作製, 第 24 回高専シンポジウム in Oyama, PA-30, (2019.1)
- ㉘ 手島孝太, 加島敬太, 羽切正英, 今井正直, アルギン酸カルシウム膜に活性炭を固定化した吸着分離膜による硝酸イオンの除去, 第 21 回化学工学会学生発表会 (東京大会), B19, (2019.3)
- ㉙ 鈴木真由子, 羽切正英, ニワトリ卵殻膜の細孔構造と分離機能の評価, 日本化学会 第 99 春季年会, 1PB-098, (2019.3)
- ㉚ 羽切正英, 多田琴音, 小野拓実, 本田一史, 内田修司, 銅製錬スラグのリン酸リーチングによる鉄成分の選択的回収, 日本化学会 第 99 春季年会, 1PB-102, (2019.3)
- ㉛ Ryota Saito, Ryota Koizumi, Masahide Hagiri, Shuji Uchida, Yoichiro Sogame, Restoration and Revitalization of a Town by Searching for Microorganisms for the Applied Use in Hirono-town (Fukushima Prefecture, in Japan), VI International Caparica Conference on Analytical Proteomics 2019, (2019.7)
- ㉜ Keita Kashima, Kota Teshima, Masahide Hagiri, Masanao Imai, Efficient Removal of Nitrate Ions Through Calcium Alginate Membrane Immobilizing Activated Carbon Particles as Adsorbents, 4th International Symposium on Process Chemistry, 1P-71, (2019.7)
- ㉝ Masahide Hagiri, Yudai Kawamoto, Rapid Synthesis of Silver Orthophosphate via Solid-solid Reaction, 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering Congress, PI220, (2019.9)

- ③④ Masahide Hagiri, Ryuya Watanabe, Ami Hiruta, Keita Kashima, Modification of Copper (II) Ion-exchange Properties of Free-standing Alginate Membrane by Embedding with Zeolite, 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering Congress, PJ361, (2019.9)
- ③⑤ 尾形 慎. 合成化学的手法による機能性糖質材料の開発－食品からウイルス検出プローブまで－. 第18回青森糖質研究会. (2018.10)
- ③⑥ 松井 萌, 河野はるか, 尾形 慎. 水産バイオマスを利用したリゾチーム活性測定用基質の分子設計. 東北高専シンポジウム. (2018.11)
- ③⑦ 松井 萌, 河野はるか, 尾形 慎. 水産バイオマスを利用した機能性糖質の開発. 高専シンポジウム. (2019.1)
- ③⑧ 尾形 慎, 小野田崇司, 若松 孝. 前方光散乱瞬時測定による糖鎖－レクチン架橋反応のリアルタイム観察. 日本農芸化学会. (2019.3)
- ③⑨ 鈴木智大, 小野晶子, 後藤咲季, 河野はるか, 松井 萌, 青木大地, 松田 勝, 河岸洋和, 尾形 慎. イトマキヒトデ膀胱由来の α -L-フコシダーゼの精製、諸性質決定および構造解析. 日本農芸化学会. (2019.3)
- ④⑩ 尾形 慎, 山中隆史, 小泉亜未, 山内紀子, 大坪忠宗, 池田 潔, 加藤竜也, 朴龍洙, 甲野裕之, 根本学, 左 一八. 馬インフルエンザウイルスの高感度検出を可能にする合成糖鎖微粒子. 日本応用糖質科学会東北支部会. (2019.7)
- ④⑪ 尾形 慎. 化学酵素合成法が可能にする実践的な機能性糖質材料開発～実際に使えるものづくりを目指して～. 第33回セルラーゼ研究会. (2019.8)
- ④⑫ 小林基晃, 坂本 陽, 大坪忠宗, 寺岡文照, 池田 潔, 尾形 慎. シアル酸転移酵素の糖供与体基質アナログに対する作用機序解析. グライコサイエンス若手フォーラム 2019. (2019.8)
- ④⑬ 尾形 慎, 小野田崇司, 若松 孝. 糖鎖－レクチン架橋複合体形成反応のリアルタイム観察. 日本応用糖質科学会. (2019.9)
- ④⑭ 長田光正, 小野田崇司, 尾形 慎. 高温高压水中での単糖変換の反応速度におよぼす置換基の影響. 日本応用糖質科学会. (2019.9)
- ④⑮ Yoichiroo Sogame, Ryota Saito, Ryota Koizumi. A New Insight into Cryptobiosis- Cell Repair in Ametabolism. International Caparica Conference on Analytical Proteomics (2019.7)
- ④⑯ Saito R., Koizumi R., Hagiri M., Uchida S., Sogame Y. Restoration and revitalization of a town by searching microorganisms for the applied use in Hirono-town (Fukushima pref. in Japan) International Caparica Conference on Analytical Proteomics (2019.7)
- ④⑰ Yoichiro SOGAME, Ryota SAITO, Ryota KOIZUMI, Taiga SHIMIZU, Tatsuya SAKAI, Taiki ONO, Toshio TAKYU. Tolerance to Ionizing radiation and Irradiation Damage Repair in the Unicellular Eukaryote *Colpoda cucullus*. Water and Environment Technology Conference 2019 (2019.7)
- ④⑱ Ryota Koizumi, Ryota Saito, Taiga Shimizu, Toshio Takyu, Yoichiro Sogame. Effects of Cell Repair on the Excystment of Irradiated Cysts and Cell Growth of Vegetative Cells Excysted from Irradiated Cysts in *Colpoda cucullus*. Water and Environment Technology Conference 2019 (2019.7)
- ④⑲ Tatsuya SAKAI, Taiga SHIMIZU, Ryota KOIZUMI, Ryota SAITO, Taiki ONO, Yoichiro SOGAME Morphological Events in the Formation of Cyst-specific Cell Structures and Acquisition of Autofluorescence during the Encystment Process in *Colpoda cucullus*. Water and Environment Technology Conference 2019 (2019.7)
- ⑤⑩ 水性単細胞生物 Colpoda の放射線耐性：ガンマ線照射の脱シストと細胞増殖に与える影響 十亀陽一郎・齊藤瞭汰・小泉亮太・清水大雅・酒井達弥 第53回日本水環境学会年会 (2019.3)
- ⑤⑪ Keiko Sato, Takehiro Hirose, Hidenori Kumagai, Naoyoshi Iwata, Hironobu Hyodo, Crustal noble gases anomaly associated with aftershock the Northeast Japan Great Earthquake at 2011 and fault

movements, compared with experimental fault data, *Developments in Noble Gas Understanding and Expertise 6th*, (2019.8)

- ⑤② 管家拓巳、熊谷英憲、眞壁明子、渋谷岳造、佐藤佳子 福島県で採取した土壌試料の放射能と環境動態同位体科学会 2019 年会, (2019.3)
- ⑤③ 佐藤佳子、伴 雅雄、岩田尚能、後藤章夫、熊谷英憲, 蔵王周辺の温泉、湧水の希ガス同位体比からの火山活動の変化, 同位体科学会 2019 年会, (2019.3)
- ⑤④ K-Ar/Ar-Ar 年代測定および Ar 測定のラボ間較正用ワーキングスタンダード 佐藤佳子、熊谷英憲、羽生毅、田村 肇 日本地球化学会 2019 年会, (2019.9)
- ⑤⑤ K-Ar/Ar-Ar 年代測定ワーキングスタンダード OTO2002 佐藤佳子、熊谷英憲、羽生 毅、田村 肇 日本火山学会秋期大会 2019 年, (2019.9)
- ⑤⑥ Keita Tanita, Yoshitaka Koseki, Kazue Shimizu, Hirohito Umezawa, Hitoshi Kasai, Controlled Drug Release from Nano-Prodrugs Based on Linker Carbon Chain Length, *KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics 2019*, P-804, (2019.8)
- ⑤⑦ K. Kurumada (invited lecture), "The noteworthy contrast between short-time and long-time water repellency on the hydrophobized cement surface", *13th Korea-Japan Symposium on Materials and Interfaces*, O-5, Nov. 2019.
- ⑤⑧ 車田研一, 「巨視的現象としてのゲル化に特徴的な過渡的モルフォロジーのその場観察手法」, 第九回 福島地区 CE セミナー, O-6, 2019 年 12 月
- ⑤⑨ 車田研一, 「高速度観察手法の普及がプロセス現象研究になげかけるもの」, 2018 年度九州工業大学工学部講演会, 2018 年 12 月
- ⑥⑩ 車田研一・大滝 慶・小野玲史・植 英規・佐藤 潤, 「ゲル化瞬間の巨視的流動性の消失過程のその場観察」, 公益社団法人化学工学会第 84 年会 (芝浦工業大学) G-201, 2019 年 3 月
- ⑥⑪ 車田研一・緑川猛彦・荒川史弥・松山拓矢, 「セメント中の水の浸透移動を完全に阻止する一段階表面疎水化法」, 公益社団法人化学工学会第 84 年会 (芝浦工業大学) H-317, 2019 年 3 月
- ⑥⑫ 青木寿博・車田研一・磯井友真・青田理咲・緑川猛彦, 「超臨界二酸化炭素中での粉砕シリカ疎水化とその建材不透水化への応用」, 公益社団法人化学工学会第 84 年会 (芝浦工業大学) H-319, 2019 年 3 月
- ⑥⑬ Kenichi KURUMADA, Kei OTAKI, Reiji ONO, Hidenori UE, Jun SATO, "How long does "gelation" take? - Quest for observational methods of transient kinematics in gelation -", *18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering Congress (APCChE 2019)*, D413, 2019. Sep. 2019.
- ⑥⑭ Jun SATO and Kenichi KURUMADA, "Evaluation of timescale for gelation in calcium alginate by high-speed observation", *18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering Congress (APCChE 2019)*, PD273, 2019. Sep. 2019.

5) その他

- ① 平成 31 年度国家課題対応型研究開発推進事業「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業 (廃止措置研究・人材育成等強化プログラム)」(H27 ~ H32, 文部科学省)「マルチフェーズ型研究教育による分析技術者人材育成と廃炉措置を支援加速する難分析核種の即応的計測法の実用化に関する研究開発 (福島大学共生理工学類・高貝慶隆)」: 研究分担 (代表) 押手茂克, 内田修司, 羽切正英.
- ② 押手茂克, 化学グランプリ一次選考運営・監督 (会場: 福島高専), 主催: 「夢・化学-21」委員会 / 日本化学会 (2019.7)
- ③ 環境研究総合推進費革新型研究開発領域【5RF-1701】における研究アドバイザー依頼・会議参加: 押手茂克, 依頼先: 茨城県工業技術センター及び富山高等専門学校研究者 (2019.8).
- ④ いわき市廃棄物減量等推進審議会員としての活動: 押手茂克, いわき市役所 (2019 年度).

- ⑤ 近藤修啓, 平林克樹, 甲野裕之, 戸谷一英, 尾形 慎, 池松真也. 精糖技術研究会第 116 回 製糖技術研究会賞, (2019.5)
- ⑥ Keiko Sato, Takehiro Hirose, Hidenori Kumagai, Naoyoshi Iwata, Hironobu Hyodo, Crustal noble gases anomaly associated with aftershock the Northeast Japan Great Earthquake at 2011 and fault movements, compared with experimental fault data, Developments In Noble Gas Understanding and Expertise 6th, (2019.8)
- ⑦ 管家拓巳、熊谷英憲、眞壁明子、渋谷岳造、佐藤佳子 福島県で採取した土壌試料の放射能と環境動態同位体科学会, (2019.3)
- ⑧ 佐藤佳子、伴 雅雄、岩田尚能、後藤章夫、熊谷英憲, 蔵王周辺の温泉、湧水の希ガス同位体比からの火山活動の変化, 同位体科学会, (2019.3)
- ⑨ 天野仁司, ロボットづくりの話あれこれ「電気計算」電気書院, (2017年10月～2018年9月)
- ⑩ 車田研一・緑川猛彦・油井三和, 「Ⅰ 炉内などでの生成物の推定(油井・車田), Ⅱ コンクリートの損傷評価およびその関連現象の研究(車田・緑川), Ⅲ 再水和に因る強度回復の具体的なイメージ — 複数の側面からとらえられる“強度”の総合的なイメージ — (車田・緑川)」, 文科省英知事業福島第一原子力発電所廃止措置研究人材育成など強化プログラム(研究推進分野)炉内生成物推定/コンクリート損傷評価最終報告(2019/8)
- ⑪ K. Kurumada, Joint Workshop of UK-Japan Civil Nuclear Research Program 2019 委員 (Manchester, Dec. 2019)
- ⑫ 車田研一・公益社団法人化学工学会編纂「事例から学ぶ化学工学(仮)【分担共著】— 事例で学ぶ伝導伝熱 — (2020年発刊予定)」執筆・編纂委員(2019年6月～)

都市システム工学科

1) 著書

2) 論文

- ① 緑川猛彦, 江本久雄, 徳光 卓, 杉江匡紀: 吸水調整剤の塗布が打継ぎ面の付着性状に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.41, No.2, pp.625-630, (2019.7)
- ② Kotaro Takahashi, Takehiko Midorikawa, Kenichi Kurumada: Influence of Exposure to Elevated Temperature on Compressive Strength and Static/Dynamic Elastic Modulus of Steel Fiber Reinforced Concrete, 44nd Conference on Our world in Concrete & Structures, pp.213-221, (2019.8)
- ③ 齊藤充弘, 原子力発電所事故避難者受け入れ等に伴う都市計画への影響について—人口と土地利用変化に着目した福島県いわき市を対象として—, 日本都市計画学会都市計画論文集第53巻3号, pp.919～926, (2018.10)
- ④ Mitsuhiro Saito, An Approach to the Characteristics of the Urban Structure of Local Core Cities by Aging Analysis of Social and Spatial Structure, 2019 International Conference of Asian-Pacific Planning Societies, P-II-33, pp.1～14, (2019.8)
- ⑤ 市川 希, 金澤伸一, 武藤尚樹, 小林千莉, 柳井正樹, 石山宏二, 河原裕徳: 熱の影響を考慮したベントナイト緩衝材の再冠水挙動に関する解析的検討, 環境地盤工学シンポジウム論文集, 地盤工学会, Vol.13, pp.449-454, 2019.
- ⑥ 柳井正樹, 金澤伸一, 市川 希, 武藤尚樹, 小林千莉, 石山宏二: 温度変化を考慮した珪砂混合ベントナイトの力学特性に関する実験的検討, 環境地盤工学シンポジウム論文集, 地盤工学会, Vol.13, pp.467-470, 2019.

- ⑦ 小林千莉, 金澤伸一, 市川 希, 武藤尚樹, 柳井正樹, 石山宏二: 地層処分施設における温度の影響を考慮したベントナイト緩衝材の膨潤特性に関する実験的検討, 環境地盤工学シンポジウム論文集, 地盤工学会, Vol.13, pp.461-466, 2019.
- ⑧ 金澤伸一, 松崎慎也, 飯塚 敦: 突発的豪雨に起因する盛土構造物の破壊に関する解析的検討, 土木学会論文集 A2, 土木学会 Vol.74, 373-380, 2019.
- ⑨ T Takaara, S Sasaki, M Fujii, H Ito, Y Masago, T Omura, Lectin-stimulated cellular iron uptake and toxin generation in the freshwater cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*, Harmful algae, pp. 25-33, (2019.3)
- ⑩ 車載 LiDAR による道路・路肩積雪計測の試み, 馬上優介, 高橋一義, 金高義, 佐藤栄一, 応用測量 30 (2019.7)
- ⑪ 江本久雄, 小野智生, 中村秀明, 河村 圭, 橋梁カードによる AR を用いた点検情報へのアクセスの効率化, 第 44 回土木情報学シンポジウム講演論文, Vol.44, pp.105-108, (2019.9)
- ⑫ 馬場那仰, 谷川さくら, 江本久雄, 中村秀明, 河村 圭, MR-ヘッドマウントディスプレイを用いた橋梁点検体験システムに関する研究, 第 44 回土木情報学シンポジウム講演論文, Vol.44, pp.89-92, (2019.9)

3) 雑誌・記事・総説・解説

4) 口頭発表

- ① 緑川猛彦, 車田研一, 江本久雄: 高温加熱を受けたコンクリートの圧縮強度と弾性係数のダメージ, 第 45 回セメント・コンクリート研究討論会, pp.1-4, (2018.11)
- ② 高橋康太郎, 緑川猛彦, 車田研一: 高温加熱を受けた繊維補強コンクリートの圧縮強度と弾性係数との関係, 平成 30 年度土木学会東北支部技術研究発表会, pp.1-3, (2019.3)
- ③ 長谷川貴哉, 緑川猛彦, 車田研一: 高温養生したモルタルの基礎的物性に関する研究, 平成 30 年度土木学会東北支部技術研究発表会, pp.1-3, (2019.3)
- ④ 大和田莉子, 三津間一輝, 緑川猛彦, 徳光 卓: 引抜き試験による鉄筋と鋼繊維補強コンクリートとの付着性状評価, 平成 30 年度土木学会東北支部技術研究発表会, pp.1-3, (2019.3)
- ⑤ 小室昂生, 緑川猛彦, 杉江匡紀, 徳光 卓: 吸水調整剤が打継面の付着強度に及ぼす影響, 平成 30 年度土木学会東北支部技術研究発表会, pp.1-3, (2019.3)
- ⑥ 鹿又善憲, 緑川猛彦, 加村晃良: 法肩施工の RC マイクロパイル斜面補強の地震時挙動に関する数値解析的検討, 平成 30 年度土木学会東北支部技術研究発表会, pp.1-3, (2019.3)
- ⑦ 長谷川貴哉, 緑川猛彦, 車田研一: 高温養生したセメントモルタルの基礎的物性に関する研究, 第 4 回次世代イニシアティブ廃炉技術カンファレンス (NDEC-4), ポスター発表, (2019.3)
- ⑧ 大和田莉子, 緑川猛彦, 徳光 卓, 杉江匡紀: 引抜き試験による鉄筋と鋼繊維補強コンクリートとの付着性状評価, 土木学会第 74 回年次学術講演会, V-120, (2019.9)
- ⑨ 高橋康太郎, 緑川猛彦, 車田研一: 高温加熱を受けた鋼繊維補強コンクリートの圧縮強度と弾性係数, 土木学会第 74 回年次学術講演会, V-482, (2019.9)
- ⑩ 會田聖生, 齊藤充弘, 原発事故からの復興にむけた地域構造の実態について, 2018 年度土木学会東北支部技術研究発表会, IV-10, (2019.3)
- ⑪ 関根凌太, 齊藤充弘, 大震災後の人口と土地利用変化の特徴について～福島県いわき市を対象として～, 2018 年度土木学会東北支部技術研究発表会, IV-11, (2019.3)
- ⑫ 飯澤将伍, 齊藤充弘, 鉄道利用に着目した都市構造の変化に関する研究, 2018 年度土木学会東北支部技術研究発表会, IV-12, (2019.3)
- ⑬ 乙山翔太, 齊藤充弘, 人口規模に着目した都市構造の特徴に関する研究, 2018 年度土木学会東北支部技

術研究発表会, IV-29, (2019.3)

- ⑭ 由利優樹, 齊藤充弘, 道路体系の変化と沿道土地利用に関する研究, 2018年度土木学会東北支部技術研究発表会, IV-31, (2019.3)
- ⑮ 塩井瑛大, 菊地卓郎, 高木芽依, 衛藤俊彦, 大澤範一: 飛砂と吹雪における粒子輸送の運動シミュレーション, 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要, 公益社団法人土木学会東北支部, II-7, (2019.3)
- ⑯ 高木迅哲, 菊地卓郎, 會川健朗, 鳴島俊輔, いわき市における防災力向上の取り組みについて, 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要, 公益社団法人土木学会東北支部, II-45, (2019.3)
- ⑰ 菊地卓郎, 尾崎貴英, 衛藤俊彦, 大澤範一, OpenFOAMを用いた飛砂の再現性の検討, 土木学会第74回年次学術講演会講演概要集, 公益社団法人土木学会, II-75, (2019.9)
- ⑱ 金澤伸一: 盛土形状を考慮した築造・供用過程における応力解析, 第22回応用力学シンポジウム (CD-ROM), 2019.
- ⑲ 鈴木聡恵, 金澤伸一: 解析による施工条件を考慮した盛土の初期応力の推定, 第22回応用力学シンポジウム (CD-ROM), 2019.
- ⑳ 五十嵐日菜, 金澤伸一: 斜面形状を考慮した盛土の応力解析, 令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会, (CD-ROM), 2019.
- ㉑ 小野里花子, 金澤伸一: 外水位変動を考慮した河川堤防の応力解析, 令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会, (CD-ROM), 2019.
- ㉒ 小林千莉, 金澤伸一, 市川 希, 武藤尚樹, 柳井正樹, 石山宏二: 熱/土/水/空気連成解析によるベントナイト緩衝材の再冠水挙動解析, 令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会, (CD-ROM), 2019.
- ㉓ 柳井正樹, 金澤伸一, 市川 希, 武藤尚樹, 小林千莉, 石山宏二: 珪砂配合率と温度を変化させたベントナイト緩衝材の一軸圧縮試験, 令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会, (CD-ROM), 2019.
- ㉔ 市川 希, 金澤伸一, 武藤尚樹, 小林千莉, 柳井正樹, 石山宏二: 高レベル放射性廃棄物の温度によるベントナイト緩衝材の膨潤特性, 令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会, (CD-ROM), 2019.
- ㉕ 武藤尚樹, 金澤伸一, 市川 希, 小林千莉, 柳井正樹, 石山宏二: 吸水過程における温度変化を考慮したベントナイト緩衝材の膨潤圧試験, 令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会, (CD-ROM), 2019.
- ㉖ 殿木雄大, 金澤伸一, 鈴木 颯: 降雨条件の違いによる盛土崩壊メカニズムに関する検討, 第54回地盤工学研究発表会, pp.1131-1132, 2019.
- ㉗ 松本優花, 金澤伸一, 林 久資: 併設トンネル施工時における安定評価に関する解析的検討, 第54回地盤工学研究発表会, pp.1413-1414, 2019.
- ㉘ 鈴木聡恵, 金澤伸一, 五十嵐日菜: 施工条件と締め特性を考慮した盛土の応力解析, 第54回地盤工学研究発表会, pp.1793-1794, 2019.
- ㉙ 諏江あきほ, 金澤伸一: 被災確率論を用いた簡易的な液状化マップの構築, 第54回地盤工学研究発表会, pp.1631-1632, 2019.
- ㉚ 一条つばさ, 金澤伸一, 小野里花子: 外水位変動過程における河川堤防崩壊メカニズムの解析, 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会, III-37, 2019.
- ㉛ 小林千莉, 金澤伸一, 市川 希, 武藤尚樹, 石山宏二: 温度変化によるベントナイトの膨潤特性を考慮した基礎実験, 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会, VII-18, 2019.
- ㉜ 鈴木颯人, 金澤伸一, 鈴木 颯, 殿木雄大: 外水位変動による河川堤防崩壊メカニズムに関する実験, 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会, III-30, 2019.
- ㉝ 鈴木梨恵, 金澤伸一, 武藤尚樹, 市川 希, 石山宏二: 珪砂の粒径を変化させたベントナイト緩衝材の強度特性に関する実験的検討, 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会, III-14, 2019.

- ③④ 中村えみか, 金澤伸一, 鈴木聡恵, 五十嵐日菜: 降雨強度を考慮した盛土構造物の応力挙動の把握, 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会, III-36, 2019.
- ③⑤ 柳井正樹, 金澤伸一, 武藤尚樹, 市川 希, 石山宏二: 膨潤性能を有するカオリン粘土の吸水挙動に関する実験, 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会, III-6, 2019.
- ③⑥ 山下大輝, 金澤伸一, 武藤尚樹, 市川 希, 小林千莉, 石山宏二: 珪砂混合率を変化させたベントナイト緩衝材の強度特性に関する実験的検討, 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会, III-13, 2019.
- ③⑦ Annual energy output by the wind turbines at National Institute Technology, Fukushima College, Japan; A case study from July 2017 through June 2018, Kouji Kim, Shinya Hashimoto, Toshikazu Yamamoto, 6th Regional Conference on Campus Sustainability 2019, Iwaki, Fukushima, Japan (2019.3)
- ③⑧ Accuracy verification of Vehicle-Mounted LiDAR-Preliminary experiment of Snow Depth Measurement on Roads and Roadsides -, Yutaro NAGASE, Kouji Kim, Yusuke MOUE, Kazuyoshi TAKAHASHI, 4th STI-Gigaku2019 (2019.11.8)
- ③⑨ 吉武俊章, 石橋直樹, 江本久雄, 宮本文穂, センサデータを活用した橋面変位影響範囲の推定事例, 令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会, (2019.9)
- ④⑩ 江本久雄, 猪狩吉弘, AHPによる利用者と管理の2視点に基づく補修優先順位付けに関する研究, 令和元年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会, (2019.9)
- ④⑪ Atsuki Shiga, Hisao Emoto, Toshiaki Yoshitake, Takehiko Midorikawa, Assessment of an asphalt road condition in Fukushima using by "IPPO-CAMPO", The 5th international symposium on "Green and Smart Technologies for a Sustainable Society", (2019.3)
- ④⑫ Shota Yoshida, Hisao Emoto, Damage detection of civil infrastructure using optimal method like as GAs, The 5th international symposium on "Green and Smart Technologies for a Sustainable Society", (2019.3)
- ④⑬ Hisao Emoto, Hiroki Komuro, Takehiko Midorikawa, Bridge Inspection Support System Based on Augmented Reality Using by "BRIDGE - CARD", The 5th international symposium on "Green and Smart Technologies for a Sustainable Society", (2019.3)
- ④⑭ 若宮楓矢, 高荒智子: 浄化槽の処理性能と害虫発生との関係, 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会, VII-49, (2019.3)
- ④⑮ 山部伊織, 佐藤暁, 高荒智子: キトサンを活用した藻類細胞の凝集沈殿処理, 平成30年度土木学会東北支部技術研究発表会, VII-65, (2019.3)

5) その他

- ① 緑川猛彦: 高温加熱を受けたコンクリートの物性, 平成30年度建設系企業と福島高専との懇談会, (2018.11)
- ② 福島高専齊藤研究室, いわきNPOセンター, いわき市市民公益活動団体調査報告書, (2018.10)
- ③ 齊藤充弘, 福島県浜通り地域を対象とした復旧・復興市街地の形成と相補関係を構築した持続可能な市街地整備に関する研究, 公益財団法人旭硝子財団2018年度助成研究経過報告書, (2019.4)
- ④ 金澤伸一: 地層処分施設におけるベントナイト緩衝材の力学特性の把握, 公益財団法人福島県学術教育振興財団研究助成2018年度研究経過報告書, (2019.5)
- ⑤ 高荒智子: 広野町水環境(水質)調査研究報告書, 共同研究(広野町), (2019.3)

ビジネスコミュニケーション学科

1) 著書

2) 論文

- ① 若林晃央・神尾 真, 「日本の電力政策の今後と課題—独仏の比較分析より—」, 『研究紀要』, 第 59 号, pp.67-74, 福島工業高等専門学校, (2018.12)
- ② 若林晃央・吉田真琳, 「アニメ聖地巡礼現象の共進化構造と段階的発展モデル」, 『研究紀要』, 第 59 号, pp.75-82, 福島工業高等専門学校, (2018.12)

3) 雑誌・記事・総説・解説

4) 口頭発表

- ① 安部智博, 「収益認識に関する一考察—関連する論点の整理—」, 日本会計研究学会第 94 回東北部会, 山形大学 (2018.10.27)
- ② 安部智博, 「収益認識と利益の関係に関する検討」, 日本会計研究学会第 95 回東北部会, 東北大学 (2019.3.16)
- ③ 若林晃央・吉田真琳, 「アニメ業界と聖地巡礼現象の共進化構造—情報技術の発展と制作環境の変化に注目して—」, 比較文明学会第 36 回大会, 静岡県立大学, 報告要旨集 p.14, (2018.10)
- ④ 若林晃央, 「日本のビデオゲームコンテンツの物語構造の変遷と特徴」, 社会・経済システム学会第 37 回大会, 静岡大学, 報告要旨集 pp.77-80, (2018.10)
- ⑤ 田淵義英, 「現代社会における『冒険』の意義と課題」, 日本山岳文化学会第 16 回大会, 東京慈恵会医科大学 (2018.11.17)

5) その他

- ① 若林晃央, 分科会Ⅵ「経済システム 2」討論者, 社会・経済システム学会第 37 回大会, 静岡大学, (2018.10)

一般教科

1) 著書

- ① 渡辺賢治, みくにことば第二輯, 分担執筆 (担当範囲「物語の再話化とメディア—露伴文学を視座として—」), 中日出版 (2018.10)
- ② 大岩慎太郎, ドイツの憲法判例Ⅳ, 分担執筆 (担当範囲「追加選挙と本選挙の暫定的な選挙結果公表による情報格差の合憲性 (BVerfGE124,1)」), 信山社 (2018.10)

2) 論文

- ① 西浦孝治, 高遠節夫, 白井邦人, 視線測定に基づく図の効果的利用, 京都大学数理解析研究所講究録 2105, p.160-p.169 (2019.2)
- ② K. Nishiura, Analysis of the Usefulness of Teaching Materials Including Sound Created by KeTCindy, The Electronic Journal of Mathematics and Technology 13 (2), p.145-p.155 (2019.6)
- ③ T. Kubota, Y. Kota, K. Ito, R. Y. Umetsu, M. Sun, M. Mizuguchi, and K. Takanashi, “Perpendicularly magnetized Cu₂Sb type (Mn-Cr) AlGe films onto amorphous SiO₂”, Applied Physics Express, vol. 12, no. 10, pp. 103002, IOP Publishing (2019.9).
- ④ 渡辺賢治, 一葉たち著名人が過ごした西黒門町の土地, 解釈学, 第 84 輯, pp.21-26 (2018.11)

- ⑤ 渡辺賢治, 俳人としての谷口喜作—芥川龍之介・河東碧梧桐らとの交友を中心に—, 福島工業高等専門学校研究紀要第 59 号, pp.159-166 (2018.12)
- ⑥ 渡辺賢治, 森 覚, 「ふらいんぐういっち」における地域表象の形成—メディアコンテンツとローカルツーリズムの接続をめぐる—, 福島工業高等専門学校研究紀要第 59 号, pp.159-166, (2018.12)
- ⑦ 渡辺賢治, 温泉と人をつなぐもの—文学・擬人化・コンテンツ—, 解釈学, 第 86 輯, pp.37-46, (2019.7)
- ⑧ K. Takiguchi, L. D. Anh, T. Chiba, T. Koyama, D. Chiba, M. Tanaka, “*Giant gate-controlled proximity magnetoresistance in semiconductor-based ferromagnetic-non-magnetic bilayers*”, Nature Physics, 1-6, Nature Publishing Group, (2019.8).
- ⑨ T. Chiba, S. Takahashi, and T. Komine, “*Ambipolar Seebeck power generator based on topological insulator surfaces*”, Applied Physics Letters, 115, 083107-1-5, American Institute of Physics, (2019.8).
- ⑩ Takeshi, Iida and Yoshihiro Sawano, Orlicz-fractional maximal operators on weighted L^p spaces, J. Math. Inequal. 13,2, pp.365-413. (2018.12)
- ⑪ 小倉恵実, メアリー・T・ワッツと 20 世紀前半のアメリカ優生学運動, 福島工業高等専門学校研究紀要第 59 号, pp. 151-158, (2018.12)

3) 雑誌・記事・総説・解説

- ① 渡辺賢治, 竹浪直人「葛西善蔵「雪をんな」—弘前の雪女伝承を起点に一」印象記, 日本近代文学会東北支部会報, 第 57 号, pp.3-5, (2018.12)
- ② 瀧口耕介, Le Duc Anh, 千葉貴裕, 小山知弘, 千葉大地, 田中雅明, 非磁性半導体 / 強磁性半導体ヘテロ接合における新しい電子伝導現象を発見 ~次世代のスピン트로ニクス・デバイスの実現に新たな道筋~, プレスリリース, 1-5, 日本研究 .com ニュース, (2019.8)

4) 口頭発表

- ① 笠井 哲, 持続可能な発展が目指すもの—SDGs とは何か—, 平成 30 年度いわきヒューマンカレッジ(市民大学) 講演集, (いわきヒューマンカレッジ「生命環境学部」学部代表講師の講演, 於いわき市文化センター, 2019.1), いわき市生涯学習プラザ, 29-32, (2019.3)
- ② K. Nishiura, Analysis of the Effectiveness of Teaching Methods Based on the Neuroscientific Approach and the Experimental Study, The 7th International GIGAKU Conference, Nagaoka University of Technology (2018.10)
- ③ K. Nishiura, Effective Use of KeTCindy in an Experimental Study to Develop Methods of Teaching Mathematics, Conference on Applications of Computer Algebra, Montreal, Canada (2019.7)
- ④ 窪田崇秀, 小田洋平, 伊藤啓太, 梅津理恵, 孫銘嶺, 水口将輝, 高梨弘毅, 「(001) 配向 Cu₂Sb 型 MnAlGe 多結晶薄膜の磁気特性」, 日本磁気学会第 43 回学術講演会, 26aD-7 (2019.9).
- ⑤ 小田洋平, 「 $L1_0$ 型 FePtX (X=Mn,Cu,Ru,Rh) のキュリー温度変化に関する第一原理計算」, 日本磁気学会第 43 回学術講演会, 25pPS-13 (2019.9).
- ⑥ 窪田崇秀, 小田洋平, 伊藤啓太, 梅津理恵, 孫銘嶺, 水口将輝, 高梨弘毅, “Cr-concentration dependence of perpendicular magnetic anisotropy in Cu₂Sb-type (Mn-Cr) AlGe films”, 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会, 18pE216-15 (2019.9).
- ⑦ 小田洋平, 丹羽英二, 直江正幸, 「金属クロムのスピン密度波状態に対する格子ひずみ効果の第一原理計算 (II)」, 日本物理学会 2019 年秋季大会, 10aPS-34 (2019.9).
- ⑧ 小田洋平, 丹羽英二, 直江正幸, 「金属クロムのスピン密度波状態に対する格子歪効果の第一原理計算」, 日本物理学会第 74 回年次大会, 14pS-PS11 (2019.3).
- ⑨ S. Kijiyu, Preparation for TOKYO 2020, 8th European Pole Vault and High Jump Conference, German

Sport University Cologne (2018.11).

- ⑩ S. Kijiya, Sports and Education system in Japan, Czech-Japanese Sports Science Symposium, University of West Bohemia Czech Republic, (2018.11).
- ⑪ T. Chiba and S. Takahashi, "Thermoelectric conversion enhanced by charged defects on a topological insulator surface", American Physical Society March Meeting 2019, American Physical Society, S47.00001, (2019.3).
- ⑫ 飯田毅士, 澤野嘉宏, Orlicz-fractional maximal operators on weighted L^p spaces, 実解析シンポジウム 2018 (2018.10)
- ⑬ 飯田毅士, 澤野嘉宏, Orlicz-fractional maximal operators on weighted L^p spaces, 調和解析セミナー (2019.3)
- ⑭ 飯田毅士, Note on the integral operators in weighted Morrey spaces, 日本数学会 2019 年度年会 実函 数論分科会 (2019.3)
- ⑮ 飯田毅士, Orlicz-fractional maximal operators in Morrey and Orlicz-Morrey spaces, 日本数学会秋季総 合分科会 実函数論分科会 (2019.9)
- ⑯ 澤田宰一, Quotients of smooth projective toric varieties by μ_p in positive characteristics p , 東北大学 代数幾何セミナー (2018.11)
- ⑰ 澤田宰一, Quotients of smooth projective toric varieties by μ_p in positive characteristics p , 農工大数 学セミナー 2019 (2019.3)

5) その他

- ① 笠井 哲, 曾我物としての助六, NHK カルチャー平成 30 年 10 月期講座, 芸道の心に触れる〈歌舞伎・ 探究編 25〉～江戸の粋『助六』の世界～第 1 回, 於 NHK 文化センターいわき教室, (2018.10)
- ② 笠井 哲, 人は人から生まれ、技術は自然を模倣する, 平成 30 年度いわきヒューマンカレッジ (市民大学) 「生命環境学部」第 7 回講座, (2018.10)
- ③ 笠井 哲, 歌舞伎役者の身分, NHK カルチャー平成 30 年 10 月期講座, 芸道の心に触れる〈歌舞伎・探 究編 25〉～江戸の粋『助六』の世界～第 2 回, 於 NHK 文化センターいわき教室, (2018.11)
- ④ 笠井 哲, 悪態台詞の演劇性, NHK カルチャー平成 30 年 10 月期講座, 芸道の心に触れる〈歌舞伎・探 究編 25〉～江戸の粋『助六』の世界～第 3 回, 於 NHK 文化センターいわき教室, (2018.12)
- ⑤ 笠井 哲, 音楽劇, NHK カルチャー平成 31 年 1 月期講座, 芸道の心に触れる〈歌舞伎・探究編 26〉～『勸 進帳』の世界～第 1 回, 於 NHK 文化センターいわき教室, (2019.1)
- ⑥ 笠井 哲, 山伏問答, NHK カルチャー平成 31 年 1 月期講座, 芸道の心に触れる〈歌舞伎・探究編 26〉～『勸 進帳』の世界～第 2 回, 於 NHK 文化センターいわき教室, (2019.2)
- ⑦ 笠井 哲, 延年の舞, NHK カルチャー平成 31 年 1 月期講座, 芸道の心に触れる〈歌舞伎・探究編 26〉～『勸 進帳』の世界～第 3 回, 於 NHK 文化センターいわき教室, (2019.3)
- ⑧ 笠井 哲, 運命の変転, NHK カルチャー平成 31 年 4 月期講座, 芸道の心に触れる〈歌舞伎・探究編 27〉 ～『三人吉三』の因果論～第 1 回, 於 NHK 文化センターいわき教室, (2019.4)
- ⑨ 笠井 哲, 権威の喪失, NHK カルチャー令和元年 4 月期講座, 芸道の心に触れる〈歌舞伎・探究編 27〉～『三 人吉三』の因果論～第 2 回, 於 NHK 文化センターいわき教室, (2019.5)
- ⑩ 笠井 哲, 因果応報律, NHK カルチャー令和元年 4 月期講座, 芸道の心に触れる〈歌舞伎・探究編 27〉～『三 人吉三』の因果論～第 3 回, 於 NHK 文化センターいわき教室, (2019.6)
- ⑪ 笠井 哲, 道成寺説話, NHK カルチャー令和元年 7 月期講座, 芸道の心に触れる〈歌舞伎・探究編 28〉 ～『娘道成寺』の世界～第 1 回, 於 NHK 文化センターいわき教室, (2019.7)
- ⑫ 笠井 哲, 恋する娘心, NHK カルチャー令和元年 7 月期講座, 芸道の心に触れる〈歌舞伎・探究編 28〉

～『娘道成寺』の世界～第2回, 於NHK文化センターいわき教室, (2019.8)

- ⑬ 笠井 哲, 歌舞伎舞踊の粋, NHKカルチャー令和元年7月期講座, 芸道の心に触れる〈歌舞伎・探究編28〉～『娘道成寺』の世界～第3回, 於NHK文化センターいわき教室, (2019.9)
- ⑭ 石原万里, 原文で楽しむシェイクスピア『テンペスト』NHKカルチャー平成31年1月講座, 於NHK文化センターいわき教室, (2019.1～3)
- ⑮ 石原万里, 原文で楽しむシェイクスピア『テンペスト』NHKカルチャー平成31年4月講座, 於NHK文化センターいわき教室 (2019.4～6)
- ⑯ 石原万里, 原文で楽しむシェイクスピア『テンペスト』NHKカルチャー令和元年年7月講座, 於NHK文化センターいわき教室 (2019.7)

研究紀要

第 60 号

令和 2 年 3 月 30 日 発行

編集兼発行者 いわき市平上荒川字長尾30
福島工業高等専門学校
TEL 0246-46-0700

印刷所 いわき市平字田町82-13
八幡印刷株式会社
TEL 0246-23-1471

乱丁落丁はお取替えいたします。

C O N T E N T S

Mizuyasu Koide, Toshihiro Aoki and Shunichi Matsue Development of Roll Call System for Dormitory Utilizing ICT and Future Prospects	1
Mizuyasu Koide, Makoto Inoue Numerical calculation of flow by OpenFOAM	7
Kenichi Kurumada “Can-creativity-be-taught-in-engineering? Trial-and-error Experiences and Heuristics for Constructing a Prototype of “Teaching Creativity in Engineering Education” in Western Universities	13
Takuro Kikuchi, Tokinori Takagi, Takero Aikawa and Shunsuke Narushima The Creation and Execution of Disaster Reduction Education Content in Iwaki City	21
Hisao Emoto, Atsuki Shiga and Toshiaki Yoshitake Study on a method of priority renovation road apply to a road pavement condition assessment system	27
Hisao Emoto, Shota Yoshida A study of damage detection of civil infrastructure using inverse analysis by GAS	35
WAKABAYASHI Akihiro and KAMO Akiho Organizational Learning in the Imperial Japanese Army : The Tactical Lessons fromWorldWar I	43
WAKABAYASHI Akihiro The Natures of Marriage and Love in “Love Marriage”	51
Akira Kasai On the Modern Significance of Economic Ethics in Ihara Saikaku’s <i>Nihon Eitaigura</i>	59
Akira Kasai On the Significance of Theological Theory in Kant’s <i>Lectures on metaphysics</i>	67
Akira Kasai On the Significance of Astronomy Study of Scientist, Asada Goryu in the Edo Era	75
Megumi Ogura Eugenic Sermon Contests and their background of the US eugenic movement from the 1920s through 1930s	83
Kenji Watanabe The Expression Method and Versatility of Humanistic Knowledge — The Role of Personification in “ONSEN MUSUME” —	91
Kenji Watanabe, Kaku Mori The Duality of Regional Representation as Seen in “Flying Witch” — A View from Inside and Outside that is Directed toward Regional Locality —	99
Mistuo Suzuki, Kenji Masuda and Toshinori Waga Comparison of measurement method of “Millikan experiment” by iPod touch	107