

有明工業高等専門学校紀要

第 53 号

平成 30 年 1 月

Research Reports
of the
National Institute of Technology, Ariake College
No. 53
January 2018

Published by National Institute of Technology, Ariake College

Omuta, Japan

目 次

円形コイルおよびソレノイドを用いた電磁石に関する検討…………… ～高専の特徴を生かしたアプローチ～	竹 内 伯 夫 居 石 桃 夜 鮫 島 朋 子 森 田 恵 一 酒 井 健	1
ビリヤード初級者支援システムにおけるプレーヤ位置の推定……………	菅 沼 明 野 田 武 司	7
電子情報工学科における専門教育対応教育用コンピュータの更新……………	松 野 良 信 森 山 英 明 池 上 勝 也 荻 島 真 澄 堀 田 孝 之	15
CFRP 仕様の高性能プレテンション PC 桁に関する研究……………	金 田 一 男 富 山 潤 宮 野 伸 介 崎 原 盛 伍	19
『大鏡』の学芸人 ―その描写方法― 〔一〕藤原良房……………	広 瀬 裕美子	37
菅原道真研究 『菅原後集』「477 讀樂天北窓三友詩 七言」全注釈(二十七)…	焼 山 廣 志	58

円形コイルおよびソレノイドを用いた電磁石に関する検討 ～高専の特徴を生かしたアプローチ～

竹内 伯夫・居石 桃夜^{*1}・鮫島 朋子・森田 恵一・酒井 健^{*2}

〈平成 29 年 10 月 10 日受理〉

An investigation of electromagnet with coils and solenoids

TAKEUCHI Norio, SUEISHI Momoyo, SAMESHIMA Tomoko, MORITA Keiichi and SAKAI Takeshi

The formulas of the magnetic field strength on the circular coil and the solenoid were described in a physical textbooks used in Japanese high school. However, we found out the value of the magnetic field strength obtained by this study was different from the one written in the textbooks.

The experiments were conducted by changing the following conditions of the formula: materials of core, length of core, radius of core and the number of turns of copper wire. Considering the changes mentioned above, the present research investigated its characteristics. The finding showed it was possible to make strong electromagnet if the core was thin and short as well as the number of turns of copper wire was large. Finally, the present study compared the experiment results with simulation results by employing Biot-Savart law and by applying Nagaoka coefficient.

1. 背景と目的

有明工業高等専門学校(有明高専)物理科において、超伝導に関する教材として図 1 に示すようなネオジム磁石を用いた超伝導コースターの開発を行ってきた^[4]。リニアモーターカーの原理により、コースターのレールに永久磁石でなく電磁石を適用することによって超伝導体の速度の制御が可能であると考えられるため、本研究では平成 28 年度課題研究の授業として電磁石の特性について調べた。

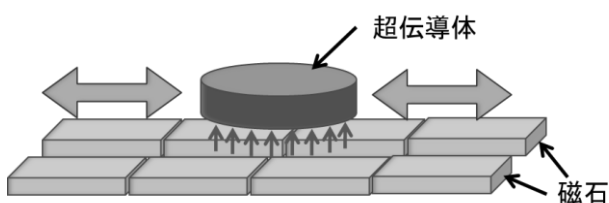


図 1 ネオジム磁石を用いた超伝導コースター

高等学校の物理の検定教科書において円形コイルおよびソレノイドにおける磁場の強さの式と磁束密度の式

$$H = N \frac{I}{2r} \quad (1)$$

$$H = nI \quad (2)$$

$$B = \mu H \quad (3)$$

がそれぞれ与えられている。H は磁場の強さ、N はコイルの巻き数、I は電流の大きさ、r は中心からの距離、n は単位長さあたりの巻き数、B は磁束密度、 μ はその物質中の透磁率である^[5]。一方、実際にコイルなどを作成し、磁場の強さを測定すると、次章で示した予備実験の通り、式の通りに磁束密度の値が計測されないことが判明した。

本研究では、コイルやソレノイドの芯にする材質や長さ、銅線の巻き数などを変えて実験を行い、先行研究^{[6][7]}や長岡係数に関する理論^{[8][9]}と同じ結果が出るか、高専の特徴を生かしたアプローチを試みた。また教科書に掲載されている円形コイルは銅線に厚みを持たない形状として、ソレノイドは無限に長い形状とし

*1 有明高専機械工学科生

*2 久留米高専

ているため、厚みも長さも有限となっている実際の形状ではどのような特徴を示すのか調べた。

2. 予備実験

2. 1 測定・実験方法

まず予備実験として、直径 0.5 mm の銅線、さまざまな材質と大きさの円柱、磁場強度測定器（レイクショア社製ハンディガウスメーター410 型）、直流電源、可変抵抗を使用して、各種コイルの特性を調べた。電流は直流電源と可変抵抗を用いてどの実験においても 0.5 A もしくは 1.0 A 一定の電流が流れるように調整した。磁場強度の測定の際、図 2 に示すようにコイルの先端中心部付近に測定器のプロープを当て、表示された値の最大値を磁束密度の測定値とした。すなわち磁束密度の測定場所はコイル内部と外部の境界部分である。なお、本研究において、長さが 25 mm 以下の芯に銅線を何層か巻いた場合に「円形コイル」、長さが 25 mm 以上の芯に銅線をずらしながら何層か巻いた場合に「ソレノイド」と呼ぶことにする。

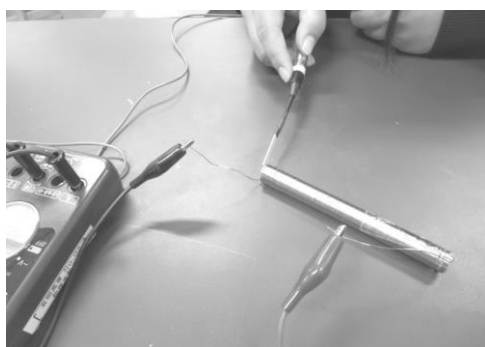


図2 磁束密度の測定の様子

2. 2 さまざまな円形コイルの特性比較

さまざまな導体を芯として、巻き数 30 回、単層の円形コイルを複数作成し、一定の電流 0.5 A を流した場合のそれぞれの磁束密度を測定した。代表的な結果として、芯が鉄棒の場合と鉄パイプの場合について、縦軸に磁束密度、横軸に芯の直径をとった測定値を図 3 に示す。円形コイルの式 (1) の通り、同じ材質でも芯の直径が小さくなると磁束密度が大きくなることが確認できた。ただし厳密には反比例のグラフになっていなかった。また、鉄棒の方が鉄パイプよりも磁場

が強いことから、透磁率の高い材質の方が磁束密度が大きいことが確認できた。さらに、導体をコイルの芯として採用する場合、電流を流すと芯が磁化されることも分かった。

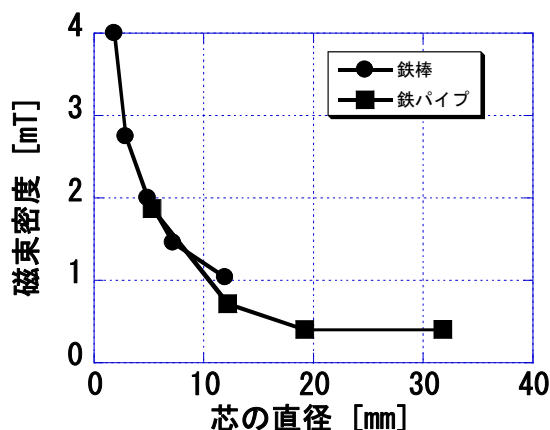


図3 円形コイルの磁束密度特性

2. 3 ソレノイドの製作と測定

次にソレノイドの特性を調べた。まず、銅線を巻きやすくするため、学生本人が PC 用 3D-CAD ソフト「SOLIDWORKS」でソレノイドの芯を設計し(図 4)、図面を作成した。金属の材質は炭素鋼 (S35C)、長さはソレノイドとなるのに十分と判断できる長さ 100 mm を、直径は図 3 の結果からなるべく細く 3 mm として設計した。また、巻きやすくするため金属棒の両側に円盤を取り付けた。片側の円盤は銅線を巻く際に旋盤等に挟めるように幅が太くなっている。巻き数は多層構造で 2000 回を巻くことにした。これは図 3 の結果と式 (1) より、巻き数 30 回を 67 倍にすると小型ネオジム磁石と同等の磁束密度 200 mT になることを期待して設定したものである。

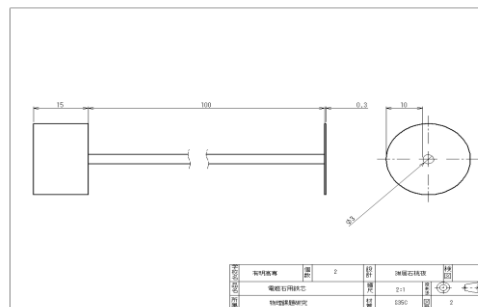


図4 設計図面

高専の実習工場において技術職員の方に金属を加工して頂いた後、電源を抜いた旋盤を工夫して使い、完成部品に銅線を巻いた。銅線を巻く前のソレノイドの芯の写真を図 5、銅線を巻いた後の写真を図 6 に示す。



図 5 製作したソレノイドの芯

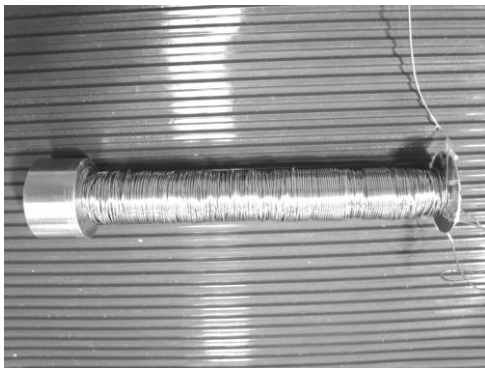


図 6 巻き数 2000 回のソレノイド

このソレノイドに電流を流し、磁束密度を測定したところ、0.5 A の電流で 25.9 mT、1.0 A の電流で 46.3 mT であった。電流が 2 倍になると磁束密度が 1.8 倍になっており、コイルの式 (1) およびソレノイドの式 (2) と傾向が似ていることが確認できた。ただし、期待していた値よりもずっと小さい磁束密度が測定され、コイルの巻き数 N には比例しないことも分かった。また、単位長さあたりの巻き数 n の値は正確に求められていない。ソレノイド作成の際、単層の場合は容易に隙間無く巻くことができたが、多層の場合は下の層に凹凸があるため、丁寧に作業しても隙間無く巻くことは不可能であった。多層ソレノイドの作成は工夫を要する作業である。

以上の予備実験より、より強い磁場を発生させる条件は (i) コイルやソレノイドは芯の直径を小さくする、(ii) コイルの巻き数 N もしくはソレノイドの単

位長さあたりの巻き数 n を大きくする、(iii) 電流を大きくする、の 3 点が非常に重要であると認識して本実験に入った。

3. 本実験

3. 1 円形コイルの巻き数と磁束密度の関係

円形コイルの巻き数と磁束密度との関係を調べるために、芯の直径が同じ金属ねじに銅線を重ねて巻き、巻き数の異なる 10 個の円形コイルを作成した。作成したコイルを図 7 に示す。測定に使用した円形コイルの巻き数は 50~2000 回である。巻き数が 4500 回のコイルも作成したが、銅線の抵抗が大きくなった影響で規定の電流を流すことが不可能であったため除外した。電流が 0.5 A および 1.0 A の場合の磁束密度の測定結果を図 8 にそれぞれ示す。式 (1) および式 (3) の通り、磁束密度はコイルの巻き数とほぼ比例の関係にあることが確認できた。

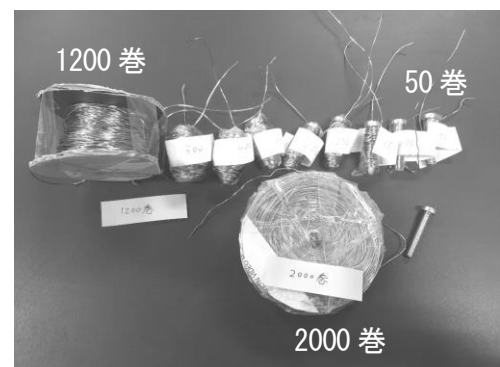


図 7 作成した円形コイル

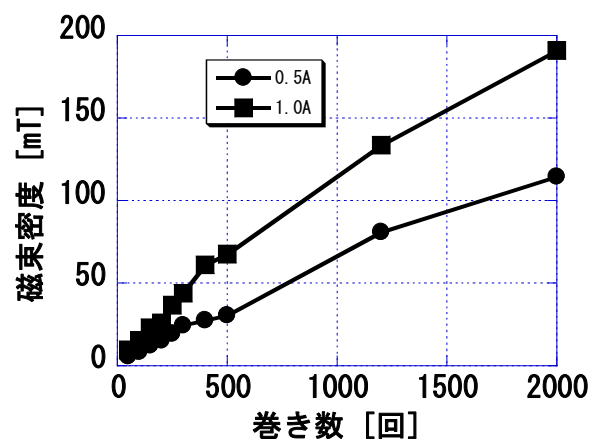


図 8 巻き数と磁束密度との関係

3. 2 円形コイルの直径と磁束密度の関係

予備実験において円形コイルの直径が小さいほど強い磁場が発生していた。詳細を調べるため直径の異なる同材質の金属芯を設計し、単層で同じ長さの円形コイルを5個作成した。作成したコイルは図9に示す通り、直径が3 mm～10 mmである。その後、各コイルに電流を0.2 Aずつ大きくしながら流し、磁束密度を測定した。測定結果を図10に示す。どの直径の円形コイルにおいても電流を大きくすると磁束密度も比例して大きくなること、直径が小さい方が磁束密度が大きくなることが確認できた。

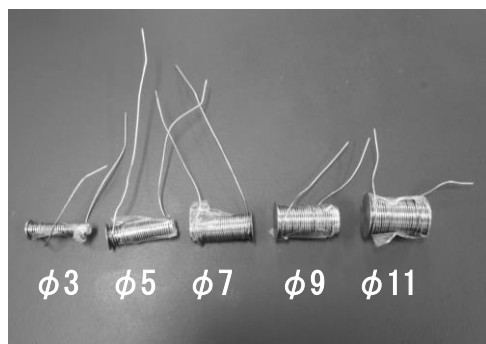


図9 作成した円形コイル

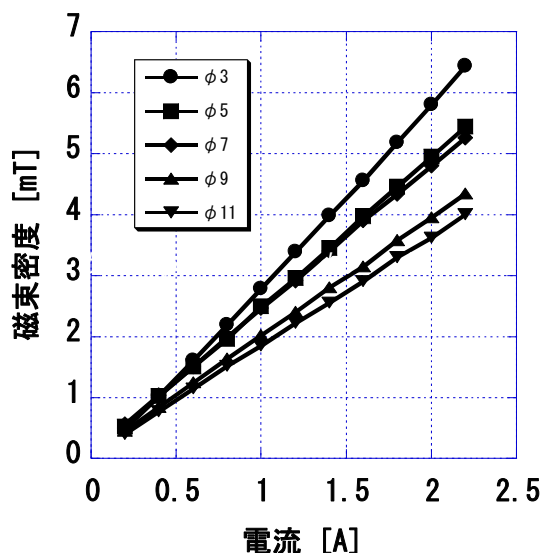


図10 直径の異なるコイルにおける電流と磁束密度の測定

3. 3 ソレノイドの長さ and 磁束密度の関係

最後にソレノイドの長さ and 磁束密度の関係について調べた。図11に作成した長さの異なるソレノイド(25 mm～150 mm)の写真、図12にそのソレノイド

を用いた磁束密度の測定結果を示す。巻き方はいずれも単層で隙間なく巻いているため、長さが長いほど巻き数は大きい。測定結果から、長さが25 mm～125 mmの場合は磁束密度がソレノイドの長さ(巻き数)に比例しているが、125 mmを超える場合磁束密度の値が一定となっていることが分かった。

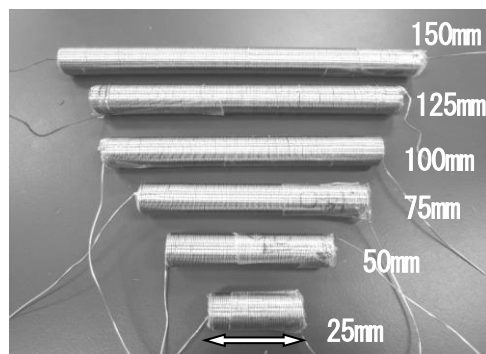


図11 作成したソレノイド

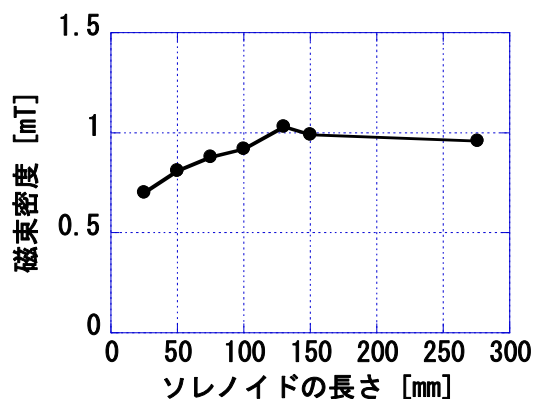


図12 ソレノイドの長さ and 磁束密度の関係

4 考察

4. 1 円形コイルに関する考察

本研究では長さが25 mm以下の芯に銅線コイルを巻いて円形コイルを作成した。円形コイルを示す式(1)に対し、図8より磁束密度が巻き数に比例していること、図10より磁束密度が電流に比例していることが確認できた。また、図10の値から磁束密度が半径と反比例に近い関係にあることも示された。長さが短い円形コイルでは高校教科書に記載されている式(1)でかなりの部分が説明できることが示された。

4. 2 ソレノイドに関する考察

ソレノイドについては図 12 において磁束密度が飽和する現象が見られた。ここで、有限ソレノイドの磁場を表す式

$$H = CI \quad , \quad (4)$$

$$C = \frac{n}{2(R_2 - R_1)} \left[(l+z) \ln \frac{R_2 + \sqrt{R_2^2 + (l+z)^2}}{R_1 + \sqrt{R_1^2 + (l+z)^2}} + (l-z) \ln \frac{R_2 + \sqrt{R_2^2 + (l-z)^2}}{R_1 + \sqrt{R_1^2 + (l-z)^2}} \right]$$

を用いて数値計算を行い、実験と比較することにした。式 (4) において、 H は磁場の強さ、 C はコイル定数、 I は電流の大きさ、 n は単位長さあたりの巻き数、 l はコイルの中心から端までの長さ、 z は測定位置 (コイル中心からの長さ方向の距離、 R_1 はコイルの内半径、 R_2 はコイルの外半径を示す^[10]。

ソレノイドの芯の直径 ϕ が 10mm と 120mm と 2 種類の場合に対して、それぞれ $I=0.5$ A、 $R_1=\phi/2$ m、 $R_2=R_1+0.0005$ m、 $n=1800$ m⁻¹ として、縦軸に H 、横軸にソレノイドの長さをとった式 (4) の計算結果のグラフを図 13 に示す。

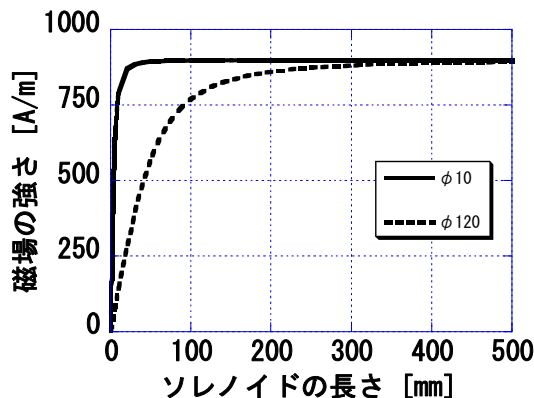


図 13 ソレノイドの直径と磁場の強さとの関係

芯の直径が小さい場合は磁場の強さが急激に変化している一方、芯の直径が大きい場合は緩やかに変化していることが分かる。すなわち本計算結果より、図 12 の測定結果について、ソレノイドの途中の長さ (125mm) までは長さに比例して磁束密度が大きくな

っているのに対し、途中から (125mm 以降) は磁束密度が飽和していることが説明できた。

4. 3 磁場の測定方法に関する考察

本研究の磁場測定において難しかった点は磁束密度の値が安定しないことが多々あった点である。そこで測定位置について考察するために、式 (4) において $I=0.5$ A、 $R_1=0.01$ m、 $R_2=0.0105$ m、 $l=0.1$ m、 $n=1800$ m⁻¹ として計算した結果を、縦軸に磁場の強さ、横軸に測定位置 (軸方向) として図 14 に示す。

磁場の強さはコイルの内部 ($z=-0.08 \sim 0.08$ m) では一定になっているが、コイルの端 ($z=\pm 0.1$ m) 付近で急激に小さくなり、さらに外側 ($z=\pm 0.2$ m 以降) では磁場の強さが 0 になっていることが分かる。本研究では磁場の測定位置をコイルの端 (内部と外部の境界部) にしていたが、コイルの内部で測定した方がより安定して、信頼できるデータが取得できると考えられる。

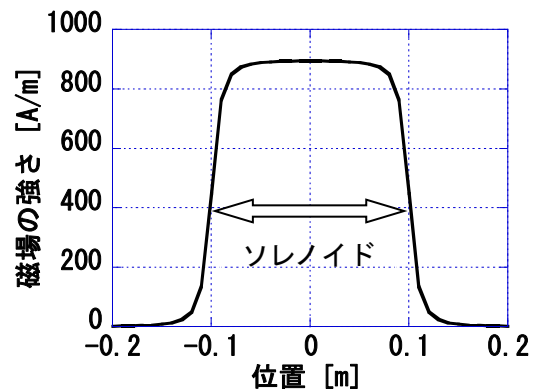


図 14 磁場の強さと磁場測定位置の関係

4. 4 長岡係数の計算

最後に本研究の先行研究である長岡係数について、触れる。長岡係数は以下の式

$$K_N = \frac{4}{3\pi\sqrt{1-k^2}} \left[\frac{1-k^2}{k^2} K(k) - \frac{1-2k^2}{k^2} E(k) - k \right] \quad (5)$$

で表され、有限長ソレノイドのインダクタンスを求められるようにした係数である。ここで、 K_N は長岡係数、 k は $\frac{l}{2r} = \frac{\sqrt{1-k^2}}{k}$ で表される変数、 l はソレノイドの軸方向の長さ、 $2r$ は芯の直径、 $K(k)$ および $E(k)$ はそれぞれに k についての第一種完全楕円積分および第二種完全楕円積分である。縦軸に長岡係数、横軸に芯の

直径に対するソレノイドの長さをとった計算値を図 15 に示す. 図 15 には実験との比較のため, 図 12 で用いたソレノイドの点をグラフ上にプロットしている.

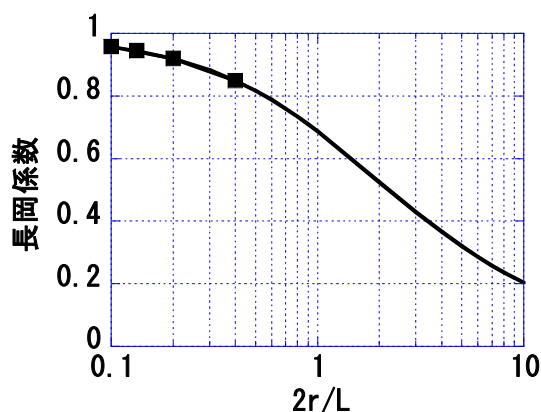


図 15 長岡係数の特性

本考察により太くて短いと円形コイル, 細くて長いとソレノイドの傾向を示すという長岡係数の特性にアプローチできた.

5. まとめと今後の課題

本研究では高専の特徴を生かして円形コイルおよびソレノイドを設計・加工・製作し, その電磁石の磁場特性について検討した. 実験により, 円形コイルやソレノイドの芯の長さが短い場合だと, 高校教科書記載の円形コイルの式に従い, 芯の長さが長くなるとソレノイドの式に従う傾向が分かり, 数値計算により整合していることを示した. また, 結果として長岡係数にアプローチすることができたことは有意義であった.

今後は磁場の測定方法にさらなる改善が必要である. また, 一定の電流を流して磁場を測定しても, 直流電源の電圧によって磁束密度が変化する現象が見られたので, 高度な定電流装置を用いたり, 電圧と磁場の関係を調べたりする予定である. さらに将来的には, より強力な電磁石コイルを作成し, 超伝導コースターの駆動操作システムを構築する予定である.

謝辞

本研究は科学研究費補助金基盤 C (16K00994) の支援を得て行った. コイルの製作にあたり有明高専教育

技術支援センター機械班の松川真也氏, 真島吉將氏, 石橋大作氏に感謝申し上げる. また, 長岡係数や研究内容に関するコメントおよび助言をくださった有明高専創造工学科の内海通弘氏および原慎真也氏, 日本物理学会 Jr.セッション参加者一同, 有明高専一般教育科の阿嘉奈月氏に感謝申し上げる.

参考文献

- [1] 竹内伯夫, 酒井健, 鮫島朋子, 森田恵一. “有明高専 3 年次における物理科による課題研究および学外発表への取り組み”, 日本高専学会誌, Vol.22, No.1, pp.3-8, 2017.
- [2] 一柳翔馬, 奥田晃央, 森本和也. “超伝導現象におけるピン止め位置の研究と超伝導コースターの製作”, 第 11 回日本物理学会 Jr.セッション, 22aJPS-7, 2015.
- [3] 竹内伯夫, 酒井健, 鮫島朋子, 森田恵一. “樹脂ブロックを用いた超伝導教材の開発・製作”, 物理教育 62, pp.2-6, 2014.
- [4] 前田脩成, 堤翔太, 副島健人, 竹内伯夫, 酒井健, 鮫島朋子, 森田恵一. “樹脂ブロックを用いた超伝導教材の開発”, 第 18 回高専シンポジウム in 仙台, G-22, 2013.
- [5] 國友正和ほか, “総合物理 2”, pp.175-176, 2013.
- [6] 神田民太郎, “「電磁石」のつくり方”, 工学社, 2015.
- [7] 脇島修, “電磁石の強さの考察”, 大阪と科学教育 19, pp.3-6, 2005.
- [8] 平井紀光, “やくにたつ電磁気学第 2 版”, ムイスリ出版, pp.169, 2009.
- [9] Nagaoka Hantaro, “The Inductance Coefficients of Solenoids”, The Journal of the College of Science, Vol. XXVII, Article 6, pp.1-33, 1909.
- [10] 近角聰信, “強磁性体の物理 (上) 物質の磁性”, 裳華房, pp.38, 1998.

ビリヤード初級者支援システムにおけるプレーヤ位置の推定

菅沼 明・野田 武司^{*1}

〈平成 29 年 10 月 10 日受理〉

Estimation of Player's Position for a System Supporting a Billiard Beginner Player
SUGANUMA Akira and NODA Takeshi

Billiards is a kind of sport that every player can enjoy. Beginners, however, cannot always enjoy the billiard game enough because of difficulty in predicting the path of balls. We developed, therefore, a system supporting a beginner player of Billiards by using CV techniques. Our system recognizes each ball to calculate the easiest shoot. In this paper, we describe to add a new function to the system by connecting a wearable subsystem with Raspberry Pi. Our system analyzes both images captured by the wearable camera and the camera mounted above the billiard table. The system estimates the player's position by comparing the appearance order of the balls in each image.

1. はじめに

ビリヤードは、室内で行われるメンタルスポーツ競技のひとつとして知られている。ビリヤードのゲームは、「ラシャ」と呼ばれる布を張ったテーブルの上で、「キュー」と呼ばれる棒を使い、静止している球を撞き、別の球に衝突させてそれらの球の動きを自分の思い通りにコントロールしようとするを目的とした競技である[1,2]。中でも日本ではナインボールというゲームが最も有名である。これは通常 2 人のプレーヤで行い、1 番から 9 番までの 9 個のカラーボールと手球の計 10 個の球を使ってゲームを行う。

ビリヤードが他の多くの球技と異なる点は、体力の優劣や年齢、身長等によって勝敗が左右される要素が少ないということである。そのため、子供から大人までの幅広い年齢層で楽しむことができる。しかしその一方で、ビリヤード初級者の多くは、球の動きの予測や、技術の熟練度の低さから狙った方向に手球を弾くことができないためにショットを成功させることが難しい。このため、ビリヤード初級者が十分に堪能できない可能性がある。

そこで、これら技術的な問題を解決し、初心者でも楽しめるようにするために、画像処理を用いて目で見て分かるような作業支援システムの開発を行いたいと考えた。視覚を介して正しい撞球方向表示を行うことで、ビリヤードを楽しめるだけでなく、初級者の技術の熟練度向上という効果も期待できる。

本稿の研究に先立って、テーブル上の球の配置から、

ナインボールのプレーヤが撞くべきショットの導出を行うシステムを構築している[3]。このシステムは、ビリヤード台の上方に USB カメラを設置し、台上の画像から各球の位置を検出し、現在の球の配置において最も容易なショットを求め、プレーヤに提示するというものである[4]。

撞球の適切なコースの表示には様々なことを考慮しなければならない。そのために多くの判断要素が必要である。ウェアラブルカメラの画像からプレーヤの立ち位置を検出し、その付近から撞けるショットを提示するなど、提示するショットをプレーヤ中心にすることを目指した。また、従来のシステムはシステムが最適と判断したコースを選定し、表示するものであった。上記ショットの選択・提示が実現できれば、プレーヤがより自由度の高いゲームをプレーすることも見込める。

ウェアラブルカメラの情報を利用することで行う位置推定については信頼性が未知数であり、この推定情報がどれほど有用なものであるかを検証することが本研究の目的である。

2. システムの概要

2.1 システム構成

本研究ではウェアラブルシステムを撞球支援システムに組み込み、ウェアラブルカメラからの画像を取得し、その画像からビリヤードの球の判別とプレーヤ位置の推定を行った。図 1 にシステム構成を示す。撞球支援システムで取得しているウェブカメラの画像とは別にウェアラブルカメラからの画像を PC へ送信する。その際

^{*1} 有明高専専攻科修了生



図1 ウェアラブルカメラを取り入れたシステム

プレーヤの移動を制限しないためにウェアラブルシステムとPCは無線で通信を行う。PCでは2つのカメラから取得した画像を使いプレーヤの位置の推定を行う。最終的には推定したプレーヤ位置の情報を既存システムの撞球コース提示のアルゴリズムに組み込む。

本研究では、プレーヤの目線からの画像を撮影するためにウェアラブルカメラを使用する。ウェアラブルカメラサブシステムを図2に示す。ウェアラブルシステムは、Raspberry Pi[5]、ウェブカメラ、モバイルバッテリーの3つで構成される。プレーヤはこのウェアラブルカメラサブシステムを装着した状態でビリヤードをプレーするものとして、目線からの画像を撮影する。なお、使用するウェブカメラは「Logicool® HD Webcam C615」であり、カメラの解像度は640×480画素である。

2.2 Raspberry Piのセットアップ

本研究で使用したRaspberry PiはRaspberry Pi 2 model Bである。ストレージは32GBのmicroSDメモリーカードを使用した。また、無線LANアダプタとしてBUFFALO社のWLI-UC-GNMを使用した。Raspberry Pi上で動作するOSとしてRaspbianを使

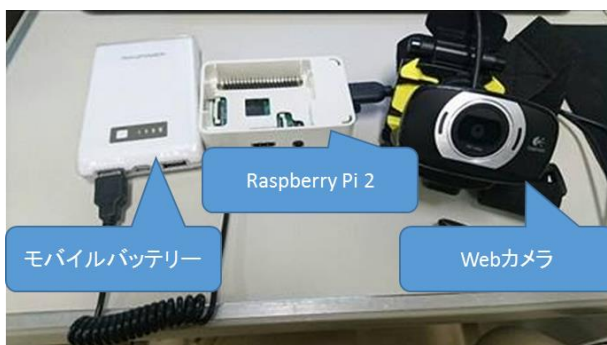


図2 ウェアラブルシステムの構成

用した。RaspbianはDebianベースのRaspberry Pi用の小規模な開発者向けのコンピュータOSである。Raspberry Piを無線LANネットワークに接続し、無線LANルータを通してデスクトップパソコンと通信ができるように設定した。

2.3 カメラ画像の取得とUDP通信を用いた転送

ウェアラブルカメラからの画像を取得するプログラムを作成した。このプログラムを上記Raspberry Pi上で動作させ、画像取得の実験を行った。撮影した静止画像をRaspberry Pi上で連続表示したところ、遅れは発生するが十分なフレームレートで撮影できることを確認できた。

その後、無線通信を用いてデスクトップパソコンに画像を転送するプログラムを作成した。このプログラムはOpenCV[6,7,8]で画像を取得する部分と通信する部分に大別される。通信部分にはソケット通信を利用している[9]。ソケット通信にはTCP通信とUDP通信の2つがある。TCP通信は通信品質を保証する代わりに通信速度が遅い通信であり、UDP通信は通信品質を保証しない代わりにデータをそのまま送信するため通信速度が速い通信である。最終的にシステムに画像の連続送受信を組み込む場合のことを考えると、高速な通信速度を持つUDP通信が有利であり、これを採用する[10]。

まず、ソケット通信で用いるソケットを初期化し、通信方法種別、ポート番号、IPアドレスのパラメータを定義する。次にカメラ画像のキャプチャを行うためにVideoCaptureクラスの変数を定義し、画像サイズを指定する。カメラ画像の領域と送信するパラメータ領域を定義し、画像の圧縮のオプションを設定する。その後、ソケットをサーバに接続し、通信を開始する。カメラ画像を取得後に画像データを圧縮し、サーバに向けて送信

表 1 ラシヤ部分の画素値の調査結果

	最小値	最大値	平均値
R	42	233	104
G	34	197	145
B	10	220	150
H	32	204	—
S	27	233	—
V	42	233	—

する。

一方画像受信側ではデータが送信されるまで待ち続け、データを受け取った際に受け取ったデータのデータ長を確認する。データ長が足りない場合は送信途中でデータに欠損が生じている場合である。これを指標にデータを画像データとして受理するか破棄するかを決定する。

3. 球の色の調査

3.1 RGB による色の表現

色を表すパラメータのうち、最も代表的なモデルとして RGB モデルがある。RGB 形式は 3 色のパラメータの比で色を表現する。しかし、球の色は同じ球内でも必ずしも同じ色であるとは限らない。特にウェアラブルカメラで撮影した球の画像には影が映りこんだりする。微妙な色味の違いのある画素をある一定の近い色の範囲で絞り込むのは、3 色の比で表す RGB 形式のみで行うのは難しい。よって、本研究では RGB 以外の色表現も用いる必要がある。

3.2 HSV による色の表現

本システムでは主に HSV モデルを用いて球を表現する。HSV モデルは、グラデーションのように連続した近い色の範囲指定が容易であるからである。特に、影が映りこむことの多いウェアラブルカメラの画像を用いる本研究では色相と明度を分けて扱える点が適している。カメラから画像を取得する際、画素の色は RGB モデルで取得される。このため、識別を行うにあたって HSV モデルへ変換する。変換式は通常のものを使用して変換する。

HSV モデルは色相(Hue)、彩度(Saturation)、明度(Value)の三つの成分からなる色空間である。色相は、例えば赤、青、黄のような色の種類を表す。色相はこの色空間で 0~359 の値を取る。彩度は、色の鮮やかさを表す。彩度の値が低くなるに連れてくすんだ色になる。明度は色の明るさを表し明度の値が高いほど明るい色になる。彩度と明度は 0~255 の値を取る。

3.3 ラシヤの色の調査

カメラ画像内の球の色のパラメータは後述の球の位置の検出と識別において必須情報である。また、球の位置の検出において、検出範囲をビリヤード台上に限定するために、ラシヤの色についても調査を行う必要がある。

ウェアラブルシステムを用いて、球を 1 つも置いてないビリヤード台を撮影した。合計 262 枚の画像からラシヤの範囲を抽出し、各ピクセルの RGB の値、HSV の値を取得した。その結果を表 1 に示す。この結果から画素値は広い範囲に散らばっているように見える。そのため、例外なくラシヤの画素を抽出しようとするのは無理である。次に画素の RGB 値、HSV 値のヒストグラムを作成した。特に分布が偏っていた H 値のヒストグラムを図 3 に示す。この図から分かるように、色相値 H は 180 付近から 200 付近に集中している。色相値の最小値が 32 となっているのは、その付近に外れ値が存在しているためである。同様のことが他の値でも成り立っている。この画素値の分布から、ラシヤの画素の検出条件を以下のように作成した。

- (1) 色相値が 170 以上 212 未満
- (2) R(赤)230 未満, G(緑)26 以上, B(青)39 以上
- (3) RGB の中で最大値と最小値の差が 21 以上

1 つ目の条件である色相値はラシヤ部分の色相値に関するものである。少し余裕をもって設定している。2 つ目の条件は、手球などの白色の部分や 8 番球などの黒色の部分を省くために用いる。これは黒色や白色は色相値がバラつきやすく、1 つ目の条件である色相値の範囲の値を取ることがあるためである。最後の条件も 2 つ目と同様に、RGB 各要素の差が少ない灰色に近い画素を省くためのものである。

3.4 球の色の調査

画像内に存在する球の識別を行うために各球の色相の調査を行った。ウェアラブルカメラで撮影した画像 8 枚から各球の色のついた部分を切り出し、背景を黒く塗

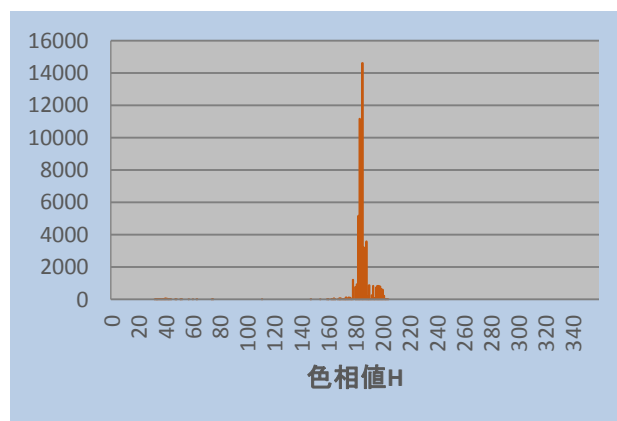


図 3 ラシヤ領域の画素値の分布図 (色相値 H)



図 4 調査用に切り抜いた球の画像の例

りつぶした図 4 のような写真をそれぞれ 8 枚ずつ作成した。これらの画像を用いてそれぞれの球の色について調査を行った。まず初めに色相の調査を行った。各球の色相値の分布を図 5 に示す。

この分布図から 2 番球, 4 番球, 6 番球に関しては分布している範囲が近いものの, それぞれ異なる範囲で偏りを持つため, 色相値のみで識別が可能であることが分かる。

次に 8 番球に関しては, 今回の実験では偏った分布が得られたが, 通例では特定の範囲にとどまらず, 全体にまんべんなく分布すると予想される。これは 8 番球が黒に近い色であり, RGB の各値の差がほとんど無いためである。また, 手球(グラフには 0 番球としている)に注目すると広い範囲に分布している。これは 8 番球と同じく白に近い色であるため RGB の各値の差がほとんど無く HSV に変換した際に値が拡散するためである。そのため手球と 8 番球については RGB のパラメータを使い判別することとした。

1 番球は全体が黄色の球であり, 9 番球は黄色の帯がある球である。このため, 色相で 2 つの球を区別することは不可能である。そこで, 黄色の画素を検出する際には 2 つの球を区別せずに検出し, 別の処理を後から加えることにした。

最後に, 3 番球と 5 番球, 7 番球の検出について述べる。これら 3 つの球に関しては, 色相値の分布が非常に似ており, 色相値以外の情報も用いて識別を行う必要があると判断した。そのため, これらの球の画素の明度と彩度について調査を行った。まず, 3 番球, 5 番球, 7 番球の明度分布を図 6 に示す。明度の分布図から 5 番球は明度 200 以上の高い範囲に偏りがあり, 7 番球は明度

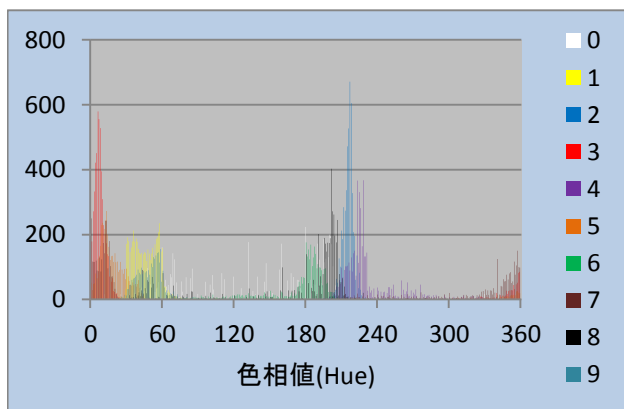


図 5 各球の色相の分布

50~200 の範囲に偏りがある。この 2 球については明度を用いた判別が可能であることが分かる。しかし 3 番球は 5 番球と 7 番球の両方の分布範囲に広く拡散している。このため明度を用いても 3 番球の特定は難しい。次に, 上記 3 球の彩度についての分布を図 7 に示す。彩度の分布を見ても 3 番球と 5 番球のとり範囲が重なっているため, やはり判別は難しい。これら HSV の 3 要素の調査結果から, 5 番球と 7 番球は判別できるが, 3 番球に対しては判別が難しいことが分かる。この問題に対しては位置の検出の際に処理を加えて対応するものとした。

さらに各球の RGB 値についても調査を行った。この結果は手球と 8 番球の検出に用いるほか, 検出の際の補助に用いる。以上の調査結果から, 各球の色と検出する画素の条件を作成した。作成した条件を表 2 に示す。ただし, 8 番球はこの条件を使っても検出精度はよくないという問題がある。

4. 球の位置の推定

本研究では, テーブル上の球の見えの位置関係からプレーヤの立ち位置を推定する。そのため, 球の位置の検

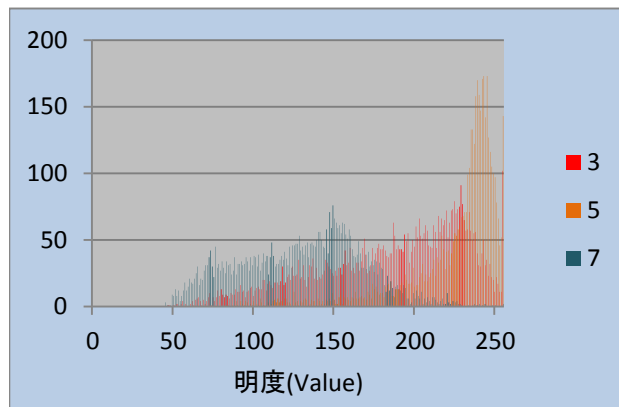


図 6 3, 5, 7 番球の明度分布

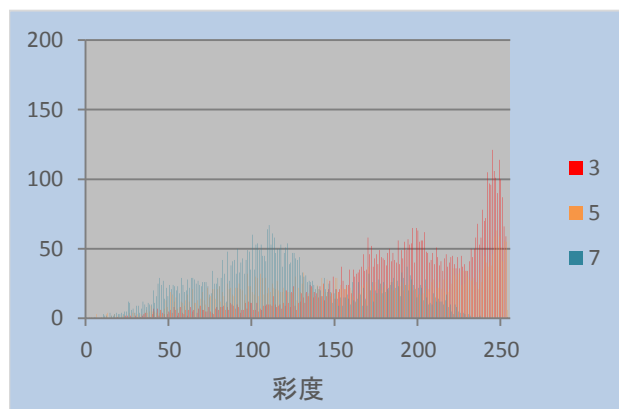


図 7 3, 5, 7 番球の彩度分布

表 2 各球の検出条件

	R	G	B	H	S	V	その他
手球						130 以上	RGV 差<40
1	180 以上	100 以上	120 以上	20~80	100 以上	100 以上	
2				208~230	85 以上	90~220	
3	115 以上			340~20	80 以上	70 以上	
4				206~250	30~170	70~180	RGB 差<80
5	150 以上	50 以上	170 以上	355~41	45 以上	170 以上	
6				120~190	37~170	70~170	
7				342~18	41~170	61 以上	
8						100 以下	GRB 差<40
9	180 以上	100 以上	120 以上	20~80	100 以上	100 以上	

出は重要である。本システムでは、既存システムの台上カメラの画像から台上に存在すると判定された番号の球のみに対して球の位置の推定を行う。

4.1 各球の色検出

各球の色の画素を抽出した画像を作成する。この作成した画像をマスク画像と呼ぶ。前章で述べた各球の色の条件に当てはまる画素を抽出した 9 枚の画像を作成する。

単純に画像全体でこの処理を行うと、台上以外の画素を抽出することもある。それを防ぐために、該当の画素が見つかった場合、その上下左右方向にラシャの画素を探索する。上下左右すべての方向で 30 ピクセル以内にラシャ色の画素を検出できた場合のみ、球の色の画素とする。この条件を加えることで、球の誤検出を減らすことが可能になる。しかし、この条件が原因で画像端の見切れている球を検出できない副作用もある。

また、8 番球は他の球の影の部分に誤検出されることが多いため、8 番のマスク画像から他の球のマスク画像で抽出された画素を削除するものとした。

ウェアラブルカメラからの画像の例とその画像から生成した 1 番球のマスク画像を図 8 に示す。抽出した 1 番球の色の画素を白色、その他を黒色としている。図の左の画像の上方の長クッション付近に 1 番球があり、下方のセンターポケット付近に 9 番球がある。これらは共に黄色の球であるため、1 番球のマスク画像ではその両方を検出している。そのため、マスク画像には白画素の



図 8 元画像 (左) と 1 番球のマスク画像 (右)

塊が 2 つあるように見える。これらの区別はこれ以降の処理で行う。

4.2 ノイズの除去

前節で作成したマスク画像には小さな白ゴマノイズが含まれている。このノイズを取り除くために収縮処理と膨張処理を行う。マスク画像の白ゴマノイズを取り除く為に収縮処理を 1 回行い、元の大きさに戻すために膨張処理を 1 回行っている。また、後述の処理で面積が一定以下の画素群を切り捨てるので、ここでノイズが残ったとしても座標の算出への影響は小さい。

4.3 ラベリング

各球のマスク画像から最大面積の白画素を抽出したが、コンピュータ上では単純には白画素が連続しているかを判断できない。そこでラベリングという隣接した同色の画素にそれぞれ同じ番号を割り振る処理を行う。

ラベリング処理を 1 番球のマスク画像に用いた場合、図 9 の左の画像のようにラベリングされる。この画像は、図 8 のマスク画像の 2 つの白画素部分を拡大している。1 ドットのラベルも含めて 6 つのラベルが貼られている。図では分かりやすいように色分けしているが、システム内部では 1~6 の数字で管理される。

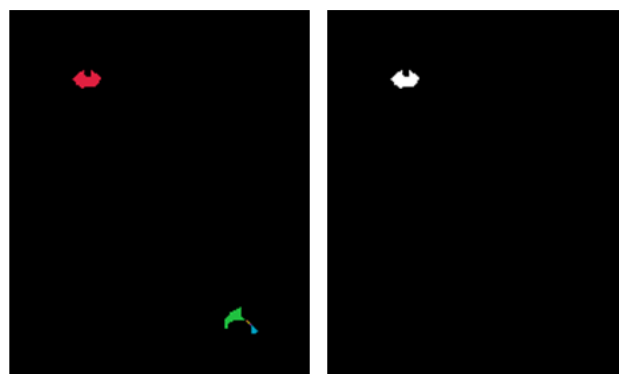


図 9 ラベル画像 (左) と最大面積抽出画像 (右)

4.4 最大面積の画素群の抽出

ラベリングされた画像から最大の面積をもつラベルが貼られた画素のみを抽出する。ラベル用画像全てを探索し、0以外の全ラベルの出現回数を調査する。それをもとに、出現回数が一番多かったラベルの画素のみを白色にした最大面積抽出画像を作成する。ただし、球が画像内に写っていない場合にノイズの画素が最大面積の画素群として抽出されるのを防ぐために、面積が20画素以上のものだけを抽出する。図9の右画像に1番球のラベリング画像から最大面積画素群を抽出した画像を示す。

4.5 3番球、9番球への例外処理

色のみでは識別が難しい3番球と9番球を検出するために例外処理を施す。この例外処理は3番球と9番球の最大面積抽出画像を生成する直前に行う。

9番球は、1番球と同じ黄色であるが、球の表面の黄色の領域は1番球よりも小さい。そのため、1番球も9番球も台面上に残っている場合、画面内の黄色画素の塊の大きいほうが1番球で、その次に大きい塊が9番球になると考えられる。そのため、9番球のマスク画像から1番球の最大面積抽出画像を差し引く処理を行えば、9番球のマスク画像から1番球を取り除くことができる。この処理を例外処理として行う。

3番球のマスク画像に関しては、3番球、5番球、7番球が白画素として表れている可能性がある。そこで、3番球のマスク画像から5番球の最大面積抽出画像と7番球の最大面積抽出画像を差し引くと、5番球と7番球を取り除くことができる。この処理後のマスク画像にある面積最大の塊は3番球であると考えられる。

4.6 重心座標の算出

最大面積抽出画像の白画素群の重心座標を求める。重心の x 座標(y 座標)は、白画素の x 座標(y 座標)の総和を白画素の画素数で割ったものである。算出した座標をその球の画像内での座標とする。最大面積抽出画像に白画素が含まれない場合は、その球は未検出として球座標を(0,0)とする。

図8に示した元画像から全球の座標を算出し、画像内に情報を書き込んだものを図10に示す。球の傍に記した数字は検出した球の番号であり、赤い点が計算した重心の位置である。この画像では検出した球はすべて正解といえる。一方、6番球(14番球で代用)と7番球と8番球が検出できていないことが分かる。6番球は最大面積検出された画素が小さく、最大面積の条件である20



図10 抽出した各球の座標出力画像

画素以上を満たさず検出できていない。7番球は画面端で見切れているため検出条件の四方にラシャの色の画素があることを満たせておらず、検出不能となっている。8番球に関しては現在検出不能となっている。

4.7 検出精度検証実験

構築した球検出法を評価するために、検出精度を調査する実験を行った。300枚の画像を撮影し、各球が正しい座標で検出されているかを検証するものである。ただし、間違った座標を検出することを誤検出、検出不能で球座標が(0,0)と出力された場合を未検出として、未検出は正解に含めて計算した。これは次章で述べるプレーヤの位置推定を行う際、正しく検出された球が2球あれば位置の推定ができるためである。誤検出されて間違った座標情報を使って位置推定を行う場合、位置推定の結果も間違いであることが多いのに対し、未検出の場合はその球の座標情報を位置推定に用いることがないので、プレーヤ位置の推定には影響が小さい。各球の検出精度を表3に示す。8番球は現在検出不能であるため空白とする。

今回の実験では、7番球は検出精度が非常に良い結果となった。手球は背景の領域で誤検出されることが多かった。手球の検出の際はラシャの色を探索する条件をさらに厳しくする必要があると思われる。次に、1番球と9番球は逆の位置で検出されることが多かった。遠近法で遠くの球が小さく見えることもあり、面積の差で判別することには限界があるように感じる。4番球の色とビリヤードテーブルの外枠の色とが似ていて、この外枠の部分で4番球として誤検出することがあった。そのため、誤検出したときの外枠の色を調査し、4番球の色検出の

表3 球の検出の精度

	手球	1番球	2番球	3番球	4番球	5番球	6番球	7番球	8番球	9番球
精度	0.84	0.74	0.83	0.78	0.75	0.85	0.93	1.00	—	0.86

条件を絞り込む必要があると思われる。

5. プレーヤ位置の推定

5.1 回転画像の作成

ウェアラブルカメラにビリヤード台が写っているときを考えると、プレーヤは台の 4 つの辺のいずれかの近くに立っていると考えられる。その際にカメラで撮ることができる映像は、ビリヤード台上のカメラで撮影した画像を 90 度ずつ回転させた 4 枚の画像のいずれかに似ていると考えられる。そのため、回転させた 4 枚の映像を生成する。4 方向から撮影した画像と比較することで、プレーヤがどの辺の付近に立っているかを推定する。

5.2 球の位置関係によるプレーヤ位置の推定

前章に示した検出法から考えると、ウェアラブルカメラの画像から検出された球は必ず既存システムで検出されている。そのため、ウェアラブルカメラの画像から検出された球を使用してプレーヤの位置を推定する。まず、検出された球の中から任意の 2 つを取り出して組を作る。この組をすべての球の組み合わせで作成する。

作成した組について、ウェアラブルカメラの画像の中の 2 つの球の座標を比べ、片方の球を基準とした場合にもう片方の球が左上、右上、左下、右下の 4 つのいずれに位置するかを求める。この位置関係を用いてプレーヤ位置の推定を行う。人がビリヤード台を見る場合、見下ろすこととなる。そのため、理論上では球の位置関係は台上のカメラで撮影した画像のものと一致することとなる。

システムではウェアラブルカメラの画像内に存在する球全ての組み合わせで位置の関係を調査し、前節で述べた回転画像から位置関係が合致するものをそれぞれ選択する。選択された回数が一番多かったものを位置の推定結果とする。複数の組み合わせから位置推定を行うことで、誤検出による位置推定の誤りを少なくすることを狙う。

ただし、前章の検出精度測定実験で得られた 1 番球と 9 番球の座標が逆転する場合がある。また、手球については、ビリヤード台以外の場所で誤検出が多くみられるので、プレーヤの位置推定に悪影響を与える。そのため、これらの球は位置推定には使用しない。さらに、8 番球は検出してないので、この球も位置推定には使用しない。

5.3 位置推定精度検証実験

プレーヤの位置を推定する精度を検証する実験を行った。被験者は身長異なる 3 人で、ウェアラブルシステムを装着した状態でテーブルの周囲から球を見てもらい画像を撮影した。各人、テーブル 1 周で 50 枚撮影を 1 セットとし、球の配置を変えて 2 セットずつ行った。なお、1 セット目は全ての球が台の上にある状態で

表 4 プレーヤの位置推定の精度

	身長	精度	
		1 セット目	2 セット目
被験者 A	175cm	0.80	0.52
被験者 B	170cm	0.76	0.52
被験者 C	160cm	0.78	0.78

行い、2 セット目は 9 番球と手球を除く球からいくつかを落とした状態で撮影を行った。これはナインボールのゲームの進行を想定したものである。

精度の検証結果を表 4 に示す。実験の結果、平均で 69.3%の精度で位置を推定できることが分かった。今回の実験結果からいくつかの問題点が発見された。まず、実験の結果全体を見ると被験者 3 人のうち 2 人が 2 セット目の精度が 1 セット目の精度を下回っている。これはテーブルの上の球が減ったことで位置推定に用いる 2 つの球の組み合わせが減り、球の誤検出による影響が強くなったためと思われる。次に、位置の推定を間違えたウェアラブルカメラの画像について調査をしたところ、下の 3 つのパターンに大別できることが分かった。

- (1) 誤検出が多発した場合
- (2) 球を 2 つ以上検出できていない場合
- (3) テーブルを斜めに見た場合

検出数不足の場合は、2 セット目の測定でよく見られた。画像内には球は 2 つ写っているものの、片方が検出できずに位置の推定ができない場合があった。また、画像内に球が 1 球しか写っていない場合も推定不能である。

斜めに見た場合とは、ビリヤード台の角付近に立って台上を見た場合を意味する。長辺の端に立っているにもかかわらず、短辺の位置に立っていると推定してしまう。これは、一定角以上の角度から斜めに見ると、球の位置関係が左右反転、あるいは上下反転してしまうためである。

6. おわりに

本研究では、ウェアラブルカメラを使用してプレーヤの位置の推定を行う手法を構築してきた。構築した手法をビリヤード支援システムと融合し、プレーヤの立ち位置に応じた支援情報の提示の実現可能性を見いだせた。

本研究の今後の課題として下のようなものがある。

(1) 球の検出精度の向上

位置推定までのシステム全体の構築を優先したため、球の色の検出条件は実験的に定めたもののままである。ある程度の検出は可能だが背景やビリヤードテーブルの外枠から誤検出が発生している。球の検出精度が向上すれば 5.3 節に示した 3 つの問題点のうち 1 と 2 の解決

が見込める．特に誤検出が減ることによって大幅な位置推定の精度向上が期待できる．

(2) 斜めから見た場合の位置推定への対応

ビリヤードテーブルを一定角以上の角度から斜めに見た際に球の上下左右の関係が逆転してしまい、位置推定を誤る問題が発生する．この点への対応策が必要である．幸い誤検出される短辺は、プレーヤの位置から近いほうであることが多い．

(3) 処理速度の向上

本研究で作成したシステムは検出する球の番号毎に1枚の画像を作成し、その画像を引数とした関数で処理を行っている．しかし、実際にシステムを動かすと体感できるレベルのラグが発生しており、処理の高速化が課題である．

参考文献

- [1] “ビリヤード – Wikipedia”
<http://ja.wikipedia.org/wiki/ビリヤード>
- [2] Jack H. Koehler: “THE SCIENCE OF POCKET BILLIARDS,” sportology publications the United States of America, 1995.
- [3] N. Watanabe and A. Suganuma: “Development of Billiards Support System for Beginners by Image Processing,” International Technical Conference on Circuits / Systems, Computers and Communications, Jun 2013.
- [4] A. Suganuma and F. Takata: “A Supporting System for Beginners of Billiards Based on Predicting the Path of the Balls by Detecting the Cue Stick,” International Journal of Innovations in Engineering & Technology, Jun 2015.
- [5] “Raspberry Pi – Wikipedia”
https://ja.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi
- [6] “Open CV”
<http://opencv.jp/>
- [7] “画像処理ソリューション”
<http://imagingsolution.blog107.fc2.com/>
- [8] OpenCV 2 プログラミングブック制作チーム : “OpenCV 2 プログラミングブック”, 株式会社マイナビ, 2011.
- [9] 小島健治: “LiveCode 7 プログラミングをラズベリー・パイで!”
<http://kenjikojima.com/livecode/RPi/03Japanese.html>
- [10] “OpenCV で Raspberry Pi から画像を転送する”
<http://kivantium.hateblo.jp/entry/2015/02/24/204924>

電子情報工学科における 専門教育対応教育用コンピュータの更新

松野 良信・森山 英明・池上 勝也・荻島 真澄・堀田 孝之

〈平成 29 年 10 月 31 日受理〉

Renewal of the Computer System for the Professional Education at Department of Electronics and Information Engineering

MATSUNO Yoshinobu, MORIYAMA Hideaki, IKEGAMI Katsuya,
OGISHIMA Masumi and HORITA Takayuki

In March 2016, at Department of Electronics and Information Engineering, the computer system for professional education have renewed. This system was procured aiming at a system with extremely low cost, high flexibility and high performance. In this paper, we describe details of this system.

1. はじめに

有明工業高等専門学校(以下、有明高専)の電子情報工学科(平成 28 年 4 月より、創造工学科 人間・福祉工学系 情報システムコースに改組されたが、本稿では更新時点の電子情報工学科と示す)では、有明高専として整備している教育用コンピュータシステムに加えて、従来より電子情報工学科独自の教育用コンピュータシステムを構築し運用している[1]～[6]。これは有明高専として整備している教育用コンピュータシステムでは、基本的に全学生を対象とした教育に利用することを想定されているため、電子情報工学科の学生のみを対象とした専門教育の実験・演習で使用する開発環境やアプリケーションの導入が難しいという事情がある。また、電子情報工学科棟にある有明高専整備の演習室のみでは、演習室を利用する授業科目の増加に伴い、時間割編成も含めて、授業科目の収容が困難であるため 2 部屋目の演習室としても必要とされている。

この電子情報工学科の独自の教育用コンピュータについて、2016 年 3 月に更新を行った。更新前の教育用コンピュータシステム(以下、旧システム)は、2011 年 3 月に導入されたもので、老朽化による維持管理コストの増大や、性能・昨日不足が顕在化されてきたため、更新を行うことになった。更新後の教育用コンピュータシステム(以下、現行システム)の導入にあたっては、電子情報工学科で実施する電子工学の実験等にも対応

すると同時に、管理コストの低減にも配慮した。

本稿では、現行システムの導入の経緯から、調達や構築、運用状況について報告し、今後についても検討する。

2. 現行システムの調達までの経緯

旧システムは、2011 年 3 月の導入当時はクライアント PC の CPU が Intel Core i3-540, メインメモリが 2GB, オペレーティングシステムが Microsoft Windows7 Enterprise で運用を開始し、途中でメインメモリを 4GB に増設して運用していたが、導入から 5 年近くを経過し、起動しない・動作中に停止するなど、正常に動作できない状況が顕在化していた。

そこで、旧システムの更新に向けて相談・調整を行ったところ、2015 年度の校長裁量経費で 180 万円の予算措置(その後約 207 万円に増額)がなされることになった。ただし、この経費のみでのコンピュータの更新は極めて困難なため、電子情報工学科内で調整し、学科経費と教員研究費から補填することで、350～360 万円程の経費を確保した。

仕様の策定については、確保されている予算を考慮し、教育用のサーバやネットワーク機器類は旧システムのものを活用し、クライアント PC 本体および液晶ディスプレイの更新とサーバ用の増設メモリ、それらの設置のみを対象とした。認証などを行う Active

Directory サーバは、有明高専として整備している教育用コンピュータシステム[7]と共用にすることで、学生をはじめとする利用者の利便性向上と、経費の節約を考慮した。さらにハードディスクイメージの管理については、旧システムと同様に Symantec Ghost Solution Suite を用いて自前で行うこととし、作業工数の圧縮を行った。

また、全体の調達スケジュールは次のように実施した。

- ・ 2015/12/1(火) 入札広告
- ・ 2015/12/22(火) 提出書類(提案書・入札書等)締切
- ・ 2016/1/15(金) 開札(契約)
- ・ 2016/3/15(火) 納期

開札の結果、(株)キンキが落札されなんとか予算的にも確保していた経費内におさまった。

3. 現行システムの構成

現行システムの全体的な構成を図 1 に示す。また、クライアント PC と液晶ディスプレイの写真および総合研究棟 3 階のプログラミング室(電子情報工学実験室)への設置状況を、写真 1 と写真 2 にそれぞれ示す。導入した機器類のスペックについては、その概要を表 1 に示す。

今回更新したクライアント PC には、電子工学実験に使用するためのソフトウェアやドライバ類をはじめとして、表 2 のようなソフトウェア等をインストールしている。

ハードディスクのイメージ管理には、Symantec Ghost Solution Suite 3.1 を用いている。旧システムでは、同じソフトウェアの 2 系のバージョンを使用していたが、管理ツールが統合されており、比較的 2 系のバージョンより管理負荷は低減されていると思われる。

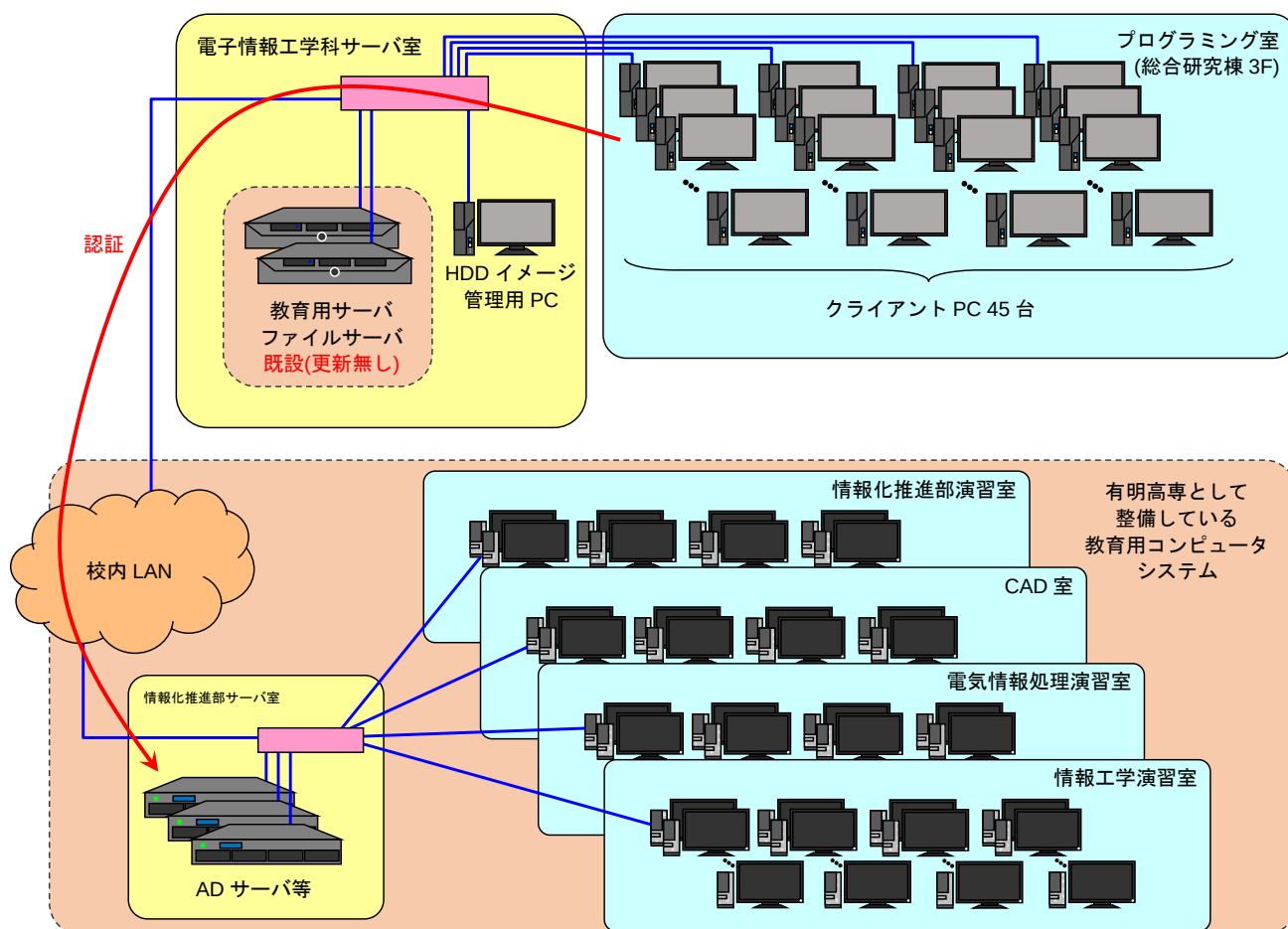


図 1 有明高専電子情報工学科教育用コンピュータシステム概要



写真1 クライアント PC と液晶ディスプレイ



写真2 プログラミング室への設置状況

表 1 現行システムの主要な構成要素

名称	仕様	数量
クライアント PC	ユニットコム CTO パソコン biz-L スリムケース, Intel Core i3-6100(3.7GHz, 2C), Intel HD Graphics 530, 4GBmemory(DDR3 1600L), 500GB SATA HDD, DVD スーパーマルチ, Gigabit Ethernet, USB キーボード/マウス, フロントオーディオ, OS 無し	50 台 (HDD イメージ管理用 1 台, 予備 4 台含む)
液晶ディスプレイ	LG エレクトロニクス・ジャパン 22M37D-B 21.5 インチ, 解像度 1920×1080(FullHD), 入力 D-sub15pin/DVI-I, スピーカ無し	50 台
教育用サーバ用増設メモリ	センチュリーマイクロ 36V41TG8 HP ProLiant DL120 G6 対応(4GB ECC PC3-10600/DDR3-1333 9-9-9-24 Unbuffered DIMM)	4 個 (既設メモリと差し替え)

表2 クライアントPCにインストールした主なソフトウェア

Microsoft Windows10 Education
 Microsoft Office Professional Plus 2016
 Arduino
 MATLAB
 processing
 TeXworks
 Visual Studio
 Eclipse
 なでしこ
 Tera Term
 Dynamic Draw
 GIMP
 paint.net
 Mozilla Firefox
 Google Chrome
 Mozilla Thunderbird

4. 現行システムの運用

現行システムは、導入から1年余りを経過している。現状では、特に大きな問題は生じていない。有明高専内の演習室としては、初めての Windows10 を基盤とする教育用コンピュータシステムであるが、有明高専として整備している教育用コンピュータが Windows8.1 との AD でのプロファイル共有にも問題は感じられない。

しかし、旧システムと比較した場合、ユーザプロファイルの肥大化に伴いログインに時間を要するようになったと感じる。また、バージョンアップした Symantec Ghost Solution Suite については、インターネット上に参考になる情報が少ないともいえる。これらについては、今後の課題とも考えられるが、最新の Windows が使用できることや、管理ツールが充実していることを考慮するとメリットの方が大きいと考えられる。

5. まとめ

現行システムの導入においては、まずクライアント PC の更新を目的としたが、クライアント PC の性能が上がったことにより、従来の情報系科目の演習だけでなく、電子工学実験で使われるソフトウェアやドライバの使用が可能になった。結果として、教育内容の充実に対応できるようになったといえる。

ひきつづき教育基盤の整備について検討する必要があるだろう。

謝辞

今回の教育用コンピュータシステムの構築にあたり、(株)キンキの方々はじめ、有明高専マルチメディアセンタ情報化推進部(情報処理センタ)のみなさんに大変協力いただきました。ここに深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 瀬々, 堤, 松野, “電子情報工学科教育用計算機システムの現状と課題,” 有明工業高等専門学校紀要 第 31 号, pp.1-6, 1995.
- [2] 松野, 池上, 羽根, 荻島, “UNIX サーバによる教育用 Windows98 管理の検討,” 高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集 第 19 号, pp.13-16, 1999.
- [3] 松野, “有明高専電子情報工学科教育用計算機システムの概要,” 高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集 第 21 号, pp.162-165, 2001.
- [4] 松野, 山崎, 羽根, 池上, 荻島, “UNIX と Windows を関係させた電子情報工学科教育用計算機システムの概要,” 有明工業高等専門学校紀要 第 38 号, pp.5-8, 2002.
- [5] 松野, 石川, “有明高専電子情報工学科教育用コンピュータの更新,” 高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集 第 27 号, pp.164-167, 2007.
- [6] 松野, 石川, 池上, 堀田, “電子情報工学科プログラミング室コンピュータの更新,” 有明工業高等専門学校紀要 第 48 号, pp.61-64, 2012.
- [7] 松野, 堀田, 池上, 森山賀, 森山英, “ICT 活用教育基盤としての教育用コンピュータシステムの導入,” 有明工業高等専門学校紀要 第 52 号, pp.35-38, 2016.

CFRP 仕様の高性能プレテンション PC 桁に関する研究

金田一男・富山 潤*・宮野伸介**・崎原盛伍***

〈平成 29 年 10 月 10 日受理〉

This paper presents a study on the high-performance pretensioned PC bridge beam using CFRP(Carbon-Fiber Reinforced Plastic) as the principal structural reinforcement and stirrups to prevent salt damage. 12 test specimens are used to test the transfer length. One full-size specimen with a total beam length of 12.5m is used for bending test and another full-size specimen with a total beam length of 4.0m is used for shearing test.

Results of the experiments show that the transfer length when prestressed with CFRP is the same as that of a regular PC strand. Also, the bending and the shearing strength of the prestressed beams reinforced with CFRP is same as the strength of PC beams reinforced by regular PC strands.

1. はじめに

我が国は四方が海に囲まれ、社会資本としての橋梁や港湾構造物の栈橋などのコンクリート構造物に塩害による早期劣化が生じ、重要な社会的問題となっている。それら構造物の長寿命化および維持管理の軽減などの課題の早急な解決が求められている。橋梁上部工としてのプレテンション PC 桁に関し、塩害対策としてエポキシ鉄筋やエポキシ樹脂塗装 PC 鋼より線の使用が挙げられる^{1~5)}。しかし、これらの方法は鋼材の腐食を防止する発想であるため、抜本的な対策方法ではなく、塩害が発生しない技術開発が必要である。本研究は塩害発生の恐れがない CFRP (Carbon-Fiber Reinforced Plastic)仕様の高性能プレテンション PC 桁を開発することを目的としている。プレテンション PC 桁の補強鋼材に錆びない CFRP を適用する実例が外国に散見される⁶⁾が、国内ではまだ研究事例が少なく、実用化されていない⁷⁾。本研究は、補強鋼材 (PC 緊張材・スターラップなど) の代わりに CFRP 材料の一種である CFCC (Carbon-Fiber Composite Cable)を用いた定着長試験の試験体および実大寸法の耐荷力試験体を計画し、定着長試験及びプレテンション PC 桁の載荷試験を行い、その結果を明らかにしている。また、有

限要素法 (FEM 解析手法) を用い、プレテンション PC 桁の変形性能および耐荷力を理論的に検討し、その結果は実験値をほぼ評価できることがわかった。

2. 定着長試験

2.1 定着長試験体の計画・製作

プレテンション PC 桁において、CFCC を普通 PC 鋼より線の代わりに使用する場合、プレストレスを導入する際の定着長を明らかにする必要がある。

従来の普通 PC 鋼より線 (呼び径 15.2mm) の定着長は、道路橋示方書・同解説 III コンクリート橋編 (H24)⁸⁾で、呼び径の 65 倍を用いて設計される。本間らの CFCC とコンクリートの引き抜きの試験結果⁹⁾より、CFCC を緊張材として使用する場合、定着長が小さくなる傾向である。しかし、引き抜き試験で得られた定着長はプレストレス導入時の定着長と異なるため、研究課題が残されている。

本研究では、一般財団法人沿岸技術研究センター発行の「SC スtrand-全素線塗装型 PC 鋼より線, 4.4.3 定着長試験」¹⁰⁾を参考に、図 1 に示すように 2 本の緊張材を用いた試験体 (3000×230×115mm) を製作し、定着長試験及び曲げ試験を行う。

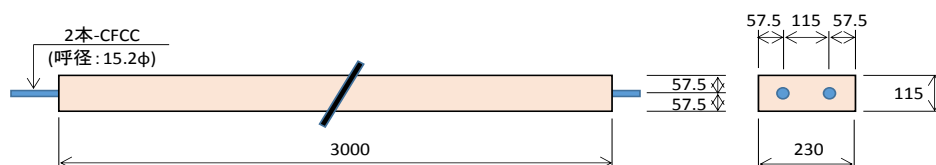


図 1 定着長試験体の形状および CFCC の配置 (単位:mm)

*1 琉球大学工学部工学科 社会基盤デザインコース 准教授 博士 (工学)

*2 株式会社技建 設計室 室長

*3 株式会社ホープ設計 技術管理部 設計部 技師 修士 (工学)

表 1 定着長試験体のコンクリート配合

配合名	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スラブ (cm)	空気量 (%)	水粉体比 W/(C+FA) (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
						水 w	セメント+FA1+FA2	細骨材 S1 S2	粗骨材 G	混和剤 A
NC	20	12	1.5	32.5	39.2	160	492	207 471	1091	4.18
FAC	20	12	1.5	32.5	37.3	160	394+98+25	192 435	1091	4.18

試験体のコンクリートはフライアッシュの活用を念頭に、普通のコンクリート(NC)とフライアッシュを混入したコンクリート(FAC)の 2 種類を採用した。表 1 はコンクリートの配合を示す。同表中の FA1 および FA2 は、フライアッシュの内割量(セメントの代わりに使用する量)および外割量をそれぞれ示す。試験体の PC 緊張材は、普通 PC 鋼より線と CFCC 緊張材の 2 種類を用いた。各パラメータの試験体をそれぞれ 3 体ずつ計画し、合計 12 体の試験体を製作した。

プレストレス導入時のコンクリートのひずみを計測するために、想定している定着長範囲及び試験体の長さ中央にモールドゲージを配置した。その配置状況例を写真 1 及び図 2 にそれぞれ示す。なお、普通 PC 鋼より線仕様の試験体のモールドゲージは、端部からそれぞれ 200, 350, 500, 600, 700, 1000 及び 1500mm (中央)の位置に配置した。

2.2 定着長試験及びその結果

試験体端部からの距離と導入ひずみ(モールドゲージ)



写真 1 試験体製作状況

ジにて計測)の試験結果を図 3～図 6 に示す。

普通 PC 鋼より線仕様でフライアッシュ混入のコンクリート(FAC)を用いた試験体は図 3、普通コンクリート(NC)試験体は図 4 に示す。

図 3 からわかるように、600mm の位置まで導入ひずみは試験体端部からの距離に比例して増加している。600mm の位置以降は導入ひずみの増加が僅かとなる。従って、600mm (約 40φ) 程度が定着長であると考えられる。一方、図 4 では、端部から 750mm の位置までひずみは増加する傾向であるが、その後、600mm 位置のひずみレベルまで低下して横ばいする結果となる。従って、750mm (約 49φ) 程度は定着長の最大値だと考えられる。

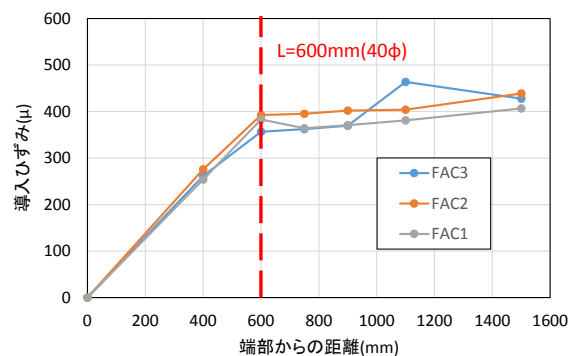


図 3 FAC 試験体の導入ひずみ (普通 PC 鋼より線)

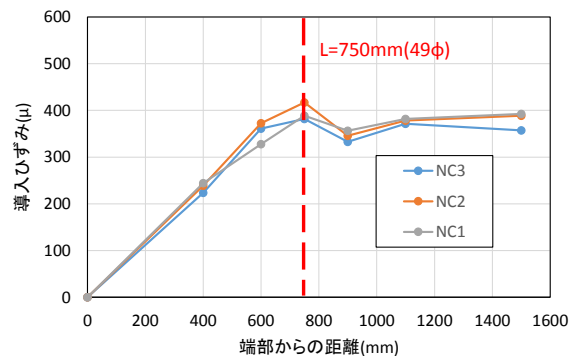


図 4 NC 試験体の導入ひずみ (普通 PC 鋼より線)

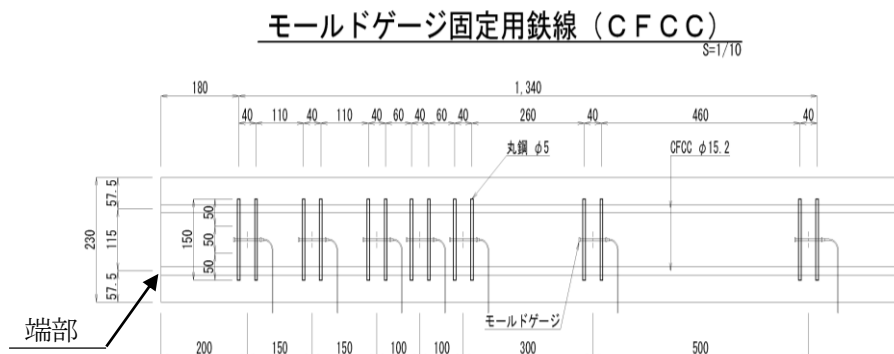


図 2 モールドゲージの配置例 (CFCC 緊張材)

以上より, FAC と NC の試験結果に若干の相違が見られたが, 本実験方法で得られたプレストレス導入時の普通 PC 鋼より線仕様の試験体の定着長は, $40\phi \sim 49\phi$ (平均 45ϕ) 程度であり, 「道示⁸⁾」に示される 65ϕ より小さい結果となっている。

CFCC 仕様で FAC 試験体の実験結果を図 5 に示し, NC 試験体の実験結果を図 6 に示す。FAC 試験体および NC 試験体の実験結果がほぼ同様な傾向を示している。導入ひずみは端部からの距離と比例して 600mm の位置まで増加しているが, その後, 導入ひずみの増分は殆ど見られなくなる。図 5 および図 6 の中にある破線は定着長の平均的な位置を示す。従って, 定着長は 45ϕ ($L=684\text{mm}$) 程度であることが言える。

以上より, CFCC 仕様の FAC 試験体と NC 試験体の試験結果がほぼ同等であり, プレストレス導入時の CFCC の定着長は 45ϕ 程度となっている。また, この定着長は, 普通 PC 鋼より線仕様の平均定着長と同じであることが示唆される。

更に, 図 3～図 6 の実験結果を比較すると, 普通 PC 鋼より線仕様の試験体の定着長位置における導入ひずみは 400μ 程度であるのに対して, CFCC 仕様の試験体の定着長位置における導入ひずみは 450μ 以上であり, 若干大きな結果となっている。

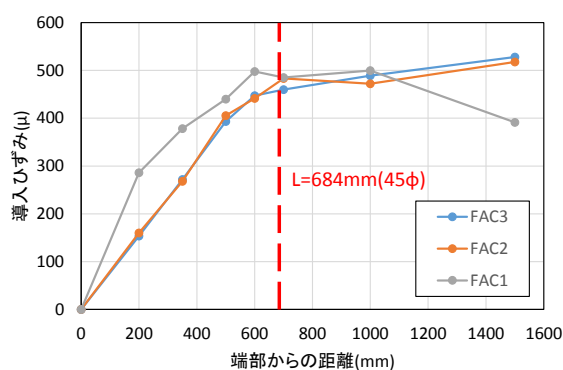


図 5 FAC 試験体の導入ひずみ (CFCC)

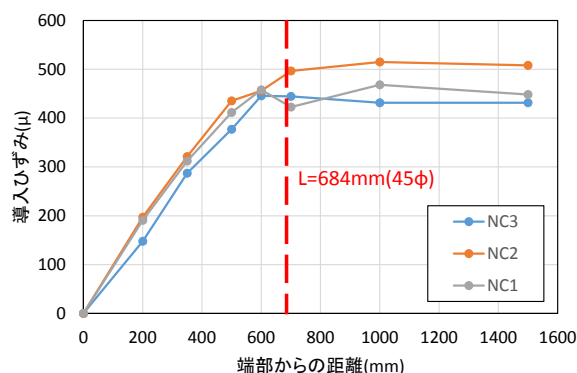


図 6 NC 試験体の導入ひずみ (CFCC)

2.3 曲げ試験及びその結果

以下に示す目的で, 図 7 に示すようにプレストレスを導入した定着長試験体に関する二点荷重曲げ試験を行った。なお, FAC 試験体および NC 試験体の定着長に明確な差は見られなかったため, 曲げ荷重試験は NC 試験体 (計 6 体) のみに対して実施した。

一つ目の目的は, スパン中央に導入されているひずみを用いて計算した試験体のひび割れ荷重および終局荷重を実験的に検証する。

二つ目の目的は, 普通 PC 鋼より線仕様の試験体と CFCC 仕様の試験体の変形能力などを把握する。

図 8 と図 9 は, 普通 PC 鋼より線仕様の試験体と CFCC 仕様の試験体の載荷荷重と試験体スパン中央に生じたたわみとの関係を示す。なお, 最大載荷荷重の直前で変位計の容量オーバーを懸念し取り外したため, 最大値までは計測していない。

図 8 と図 9 に示す載荷荷重 10kN および 15kN におけるたわみ量が約 4mm および 6mm であり, 二種類の試験体には明確な差異が確認されなかった。ひび割れ荷重に近い載荷荷重 20kN におけるたわみ量は, CFCC 仕様試験体が普通 PC 鋼より線仕様試験体よりやや小さい結果となっている。これは導入ひずみに関連しているものと考えられる。その結果から, CFCC 仕様試験体の曲げ剛性が普通 PC 鋼より線仕様試験体よりやや大きいと推測される。

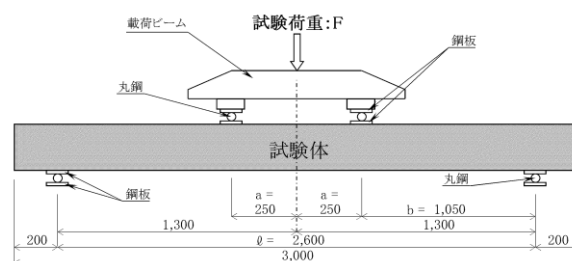


図 7 曲げ荷重試験模式図

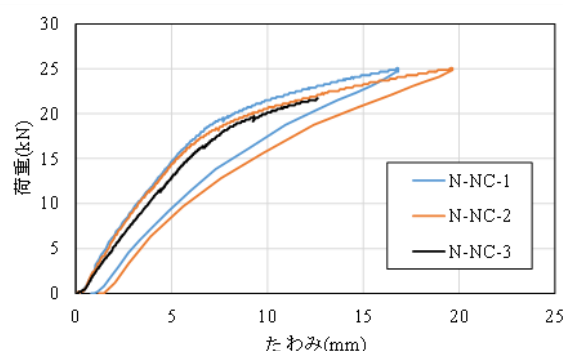


図 8 荷重－たわみ関係 (普通 PC 鋼より線仕様)

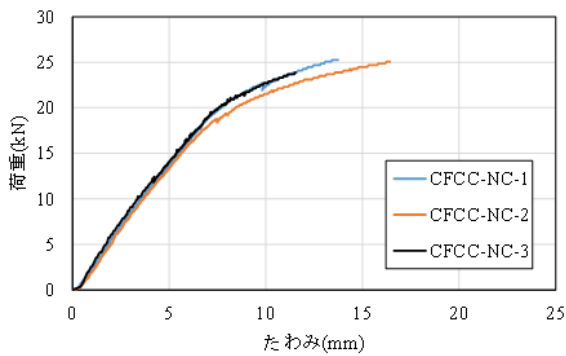


図9 荷重－たわみ関係（CFCC仕様）

表2 載荷荷重の計算値と試験結果との比較

試験体名	ひび割れ荷重(kN)			最大載荷荷重 (kN)	
	実験値		計算値	実験値	計算値
	試験体	平均			
N-NC-1	19.5	19.2	12.2	25.1	24.7
N-NC-2	18.3			24.9	
N-NC-3	19.7			26.8	
CFCC-NC-1	22.5	21.2	13.4	27.5	25.2
CFCC-NC-2	19.3			29.6	
CFCC-NC-3	21.7			25.0	

スパン中央のひび割れ荷重と最大載荷荷重の計算値と試験結果との比較を表2に示す。その結果、終局耐荷力に関する試験値と計算値との比は、普通 PC 鋼より線仕様（N-NC-1～3）の場合約 1.08 倍、CFCC 仕様（CFCC-NC-1～3）の場合 1.09～1.17 倍となり、

CFCC 仕様の試験体がより大きな終局耐荷力を得ている。従って、計算結果が安全側になっていることは確認できる。

3. CFCC 仕様のプレテンション PC 桁の耐荷性能

3.1 プレテンション PC 桁の製作

CFCC 仕様の曲げ・せん断試験体の詳細を図10に示す。また、同図には桁端部の定着長範囲及び曲げ試験体のスパン中央に配置した埋込型ゲージの位置を合わせて示す。

曲げ試験に使用するプレテンション PC 桁（以下、曲げ試験桁と称する）は、載荷能力などを勘案し、B 活荷重用プレテンションスラブ橋げた（桁断面：中空タイプ）の BS12（桁長 12.5m）とした¹¹⁾。

せん断試験に使用するプレテンション PC 桁（以下、せん断試験桁と称する）は、曲げ試験桁と同じ断面であるが、両端部を代表する長さ 4.0m とした。CFCC 仕様であるため、塩害地域でも腐食する恐れがないことを勘案し、JIS 桁に示す最小コンクリートかぶりを確保するように緊張材を配置した。また、曲げ・せん断試験体を同時に打設し、諸条件の統一を図った。

試験体のコンクリート配合は、前掲表1に示したものと同一である。

3.2 プレストレスの導入結果

(1) 定着長

プレストレス導入時のコンクリート平均圧縮強度は、

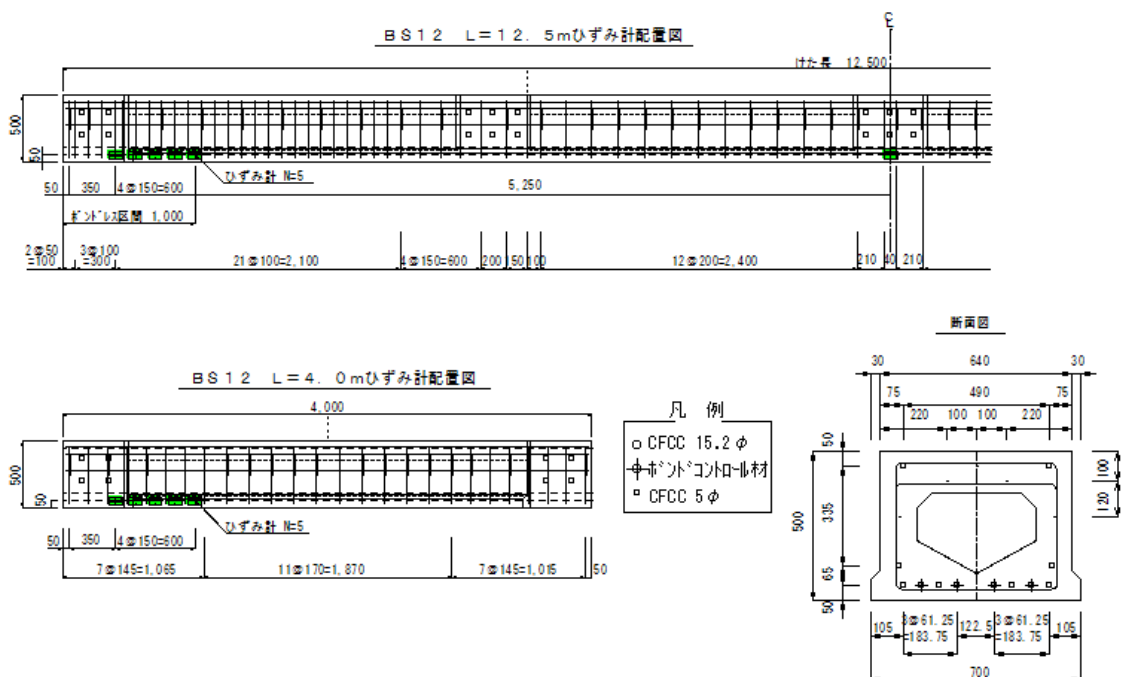


図10 試験体詳細図および埋込型ひずみ計配置位置

40.1N/mm²であり、基準に要求されるプレストレス導入時のコンクリート強度 35N/mm²を満足している。

プレストレス導入時に生じたひずみ分布を図 11 に示す。桁端部からの距離は 45φ以降で曲げ試験体とせん断試験体の試験結果に若干の差異が見受けられる。しかし、導入ひずみの増分が 45φ(684mm)前後で明らかに異なるため、これらの定着長は 45φ程度であることが実大試験体でも確認された。

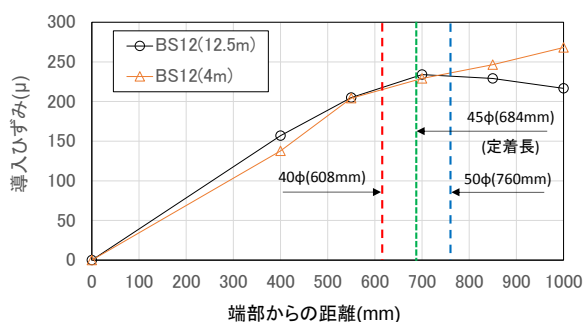


図 11 桁端部からのコンクリートのひずみ分布

(2) 桁端部でのひび割れ

写真 2 は、曲げ試験体の桁端部の側面に生じたひび割れを示す。クラックゲージで確認した結果、ひび割れ幅は 0.15～0.30mm 程度である。このようなひび割れはせん断試験体にも同様に確認されている。PC 桁端部では、横桁を取り付けるために断面の絞りがあがあるため、その絞りによるかぶりの減少がひび割れ発生の要因であると考えられる。

一方、CFCC 材料が腐食しない特性があるため、小さなひび割れが発生しても特に支障がないと考えるが、ひび割れの発生による緊張材のプレストレスの減少、美観上の問題およびひび割れ進行などが懸念材料であるため、ひび割れの抑制対策を検討する必要がある。



写真 2 曲げ試験体の桁端部に発生したひび割れ

3.3 載荷試験および計測

写真 3 に示すように、載荷試験は 1000KN 曲げ試験機を用いて 2 点載荷方式で行った。試験日のコンクリート材齢は 18 日であり、コンクリートの圧縮強度は 65.5N/mm²である。曲げ試験体では、写真 4 に示すように、試験桁の上面・下面に 3 枚ずつコンクリート用ひずみゲージを貼付して、載荷に伴う圧縮側および引張側のひずみを計測した。せん断試験体に関しては、写真 5 に示すように、両側の支点から 420mm および 620mm 離れた位置に計 4 箇所まで三軸ひずみゲージを貼付け、載荷時のコンクリートに生じる水平、鉛直および 45° 方向のひずみを計測した。また、各試験桁のスパン中央および曲げ試験体の 1/4 スパン箇所のたわみ量を変位計で計測した。

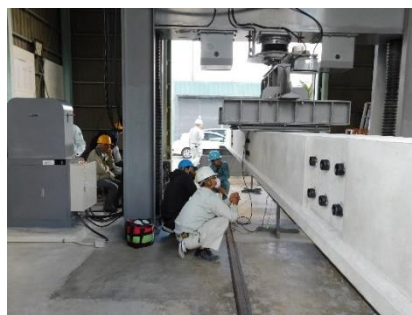


写真 3 曲げ載荷試験およびひび割れ観測 (BS12)



写真 4 曲げ試験体上下面のひずみゲージ貼付状況

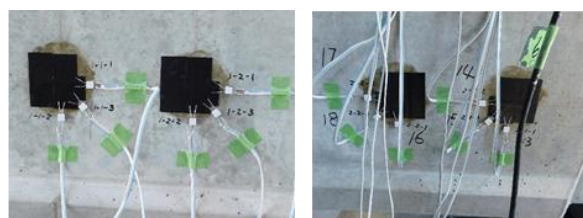


写真 5 せん断試験体側面の三軸ゲージ貼付状況

3.4 載荷試験結果およびその考察

(1) 曲げ破壊試験

図 12 は、載荷荷重と試験桁のスパン中央および 1/4 位置における鉛直変位との関係を示す。載荷荷重が

CFCC 仕様 PC 桁の設計ひび割れ発生荷重 (148kN) より小さい範囲では、荷重－変位の関係がほぼ直線である。載荷荷重が設計ひび割れ発生荷重を上回ると、荷重－変位の関係が曲線的に変化している。なお、変位計の容量が小さいため、載荷荷重が 275kN に達した時点でそれを取り外した。

スパン中央に導入されているひずみを用いて計算した曲げ試験体のひび割れ荷重および曲げ破壊荷重の計算値と実測値を写真 6 に示す。その結果、いずれも実測値が計算値より大きくなっている。従って、CFCC 仕様の試験体の曲げ耐力は問題ないことが確認できた。

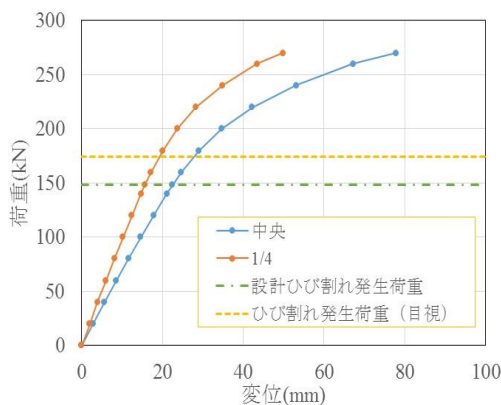


図 12 曲げ試験体の荷重－変位関係



写真 6 ひび割れ荷重および曲げ破壊荷重

(2) セン断試験

せん断載荷試験における載荷荷重とスパン中央の鉛直変位の試験結果を図 13 に示す。同図からわかるように、載荷荷重の増加に伴い、鉛直変位がほぼ直線的に増加し、最大載荷荷重 (563kN) 時に生じた鉛直変位が約 4mm である。

中央位置における圧縮側 (フランジ上面) と引張側 (フランジ下面) のコンクリートひずみの測定結果を図 14 に示す。同図からわかるように、荷重と圧縮縁および引張縁のひずみとの関係がほぼ直線である。また、最大荷重まで、試験桁には曲げ・せん断のひび割れが確認されなかった。

写真 7 は、せん断試験の載荷荷重と設計せん断耐力の値を示す。設計せん断耐力 (504kN) の 1.1 倍に相当する 560kN まで載荷し、異常変形やひび割れなどが発生していないことを確認し、載荷を終了した。

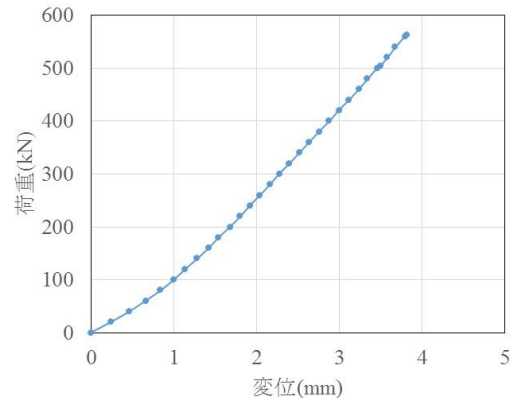


図 13 セン断試験体の荷重－変位関係 (中央のみ)

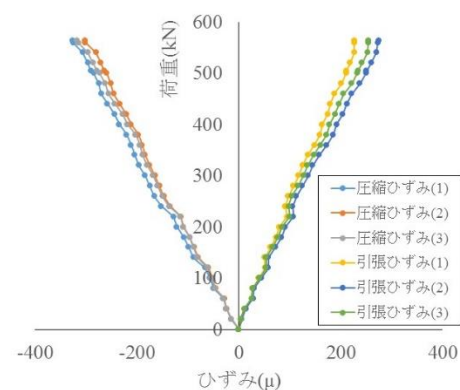


図 14 セン断試験体の荷重－ひずみ関係



写真 7 載荷荷重と設計せん断耐力

以上より、CFCC 仕様の試験体のせん断耐力が十分であることが分かった。

3.5 PC 鋼より線仕様と CFCC 仕様のプレテンション PC 桁の性能比較

(1) 曲げ特性

CFCC 仕様のプレテンション PC 桁の耐荷力及び変形性能を更に検証するために、参考文献 5) に示された普通 PC 鋼より線およびエポキシ塗装 PC 鋼より線を用いたプレテンション PC 桁の荷重－変位関係の試験結果との比較を行った。

比較対象の試験体はすべて BS-12 (12.5m) であり、緊張材の種類 (CFCC、普通 PC 鋼より線、エポキシ塗装 PC 鋼より線) を除き、各試験体の形状、寸法、緊張材の配置方法、緊張材のボンドレスの位置・数量およびコンクリートの設計基準強度、載荷実験時の材齢および試験方法等はすべて同じである。

図 15 は、各研究で行った試験体の載荷荷重とたわみとの関係を示す。図中の破線は CFCC 仕様の試験体の設計ひび割れ発生荷重 (148kN) を示す。同図からわかるように、載荷荷重がこの設計ひび割れ発生荷重より小さい範囲では、各試験体の荷重とたわみの関係がほぼ直線である。載荷荷重が設計ひび割れ発生荷重を超えると、荷重とたわみとの関係が曲線に変わるが、すべての試験体はほぼ同じような傾向を示している。荷重とたわみ曲線に大きな差異は認めないが、CFCC 仕様のプレテンション PC 桁のたわみ量が他の試験体と比べ若干大きい結果となっている。

各試験体のひび割れ荷重及び破壊荷重の設計値と実測値との比較を表 3 に示す。CFCC 仕様の試験体のひび割れ荷重の実測値がその他の試験体より若干低い、破壊荷重の実測値がその他の試験体より大きい結果が得られている。

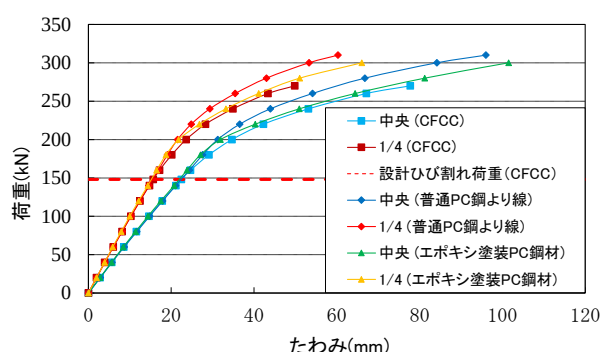


図 15 本研究成果と既往研究成果との比較

表 3 ひび割れ荷重と破壊荷重の比較結果

緊張材	ひび割れ荷重(kN)		破壊荷重(kN)	
	設計値	実測値	設計値	実測値
CFCC	148	174	327	335
普通PC鋼より線	137	190	310	321
エポキシ塗装PC鋼より線	124	185	310	315

(2) せん断特性

CFCC 仕様のプレテンション PC 桁のせん断特性を検証するために、参考文献 12) に示された試験体 NN、EN および EN-1 の試験結果との比較を記述する。なお、試験体 NN、EN および EN-1 は、以下に示す実桁サイズのせん断試験用プレテンション PC 桁 (長さ: すべて 4.0m) を指している。

NN: 普通コンクリートと普通 PC 鋼より線仕様の組み合わせで製作した試験体 (平成 25 年度)

EN: 普通コンクリートと全素線塗装型 PC 鋼より線仕様の組み合わせで製作した試験体 (平成 25 年度)

EN-1: 普通コンクリートと全素線塗装型 PC 鋼より線仕様の組み合わせで製作した試験体 (平成 27 年度)

なお、計算に用いた CFCC 仕様の試験体のコンクリート圧縮強度、ヤング係数およびポアソン比の値はおのおの 65.5N/mm^2 、 $3.7 \times 10^4\text{N/mm}^2$ 、および $1/6$ を採用した。過年度試験体のコンクリート圧縮強度およびヤング係数はおのおの 50.5N/mm^2 、 $3.3 \times 10^4\text{N/mm}^2$ であったため、今回のコンクリート強度は若干高い結果となっている。

図 16 は三軸ゲージの測定結果に基づいて計算した CFCC 試験体の計算結果と試験桁 NN、EN 及び EN-1 の計算結果との比較を示している。CFCC 仕様の試験桁の最大主ひずみは、EN-1 の最大主ひずみと極めて近い結果を示している。また、その結果は NN および EN の結果とほぼ一致していることも確認できる。

一方、CFCC 仕様の試験桁の最大せん断ひずみは、試験桁 NN、EN および EN-1 の試験結果と比較すると、小さな結果が現れている。試験桁 NN、EN および EN-1 のコンクリート強度は 50.5N/mm^2 であるに対して、CFCC 仕様の試験桁のコンクリート強度は 65.5N/mm^2 であるため、コンクリート強度が高いことはその要因であると考えられる。

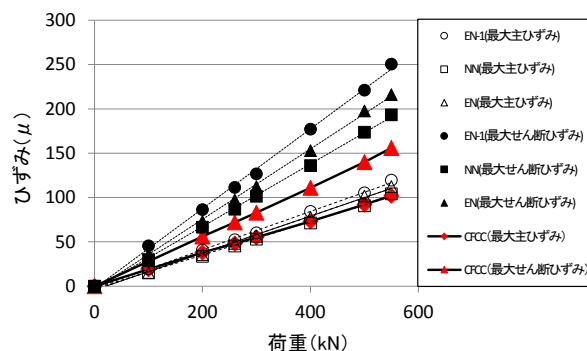


図 16 最大主ひずみと最大せん断ひずみの比較

4. 有限要素法 (FEM 解析) による検討

実験的研究と同時に有限要素法 (以下: FEM 解析と称する) を用いて解析的な検討も行った。本研究では計測した CFCC 仕様のプレテンション PC 桁 (BS12) のプレストレス導入試験と曲げ載荷試験の再現解析を行い、その手法をスパンの長いプレテンション PC 桁 (BS22) の検討に適用した。検討項目は、CFCC 仕様のプレテンション PC 桁の導入ひずみ、プレストレス導入に伴うひび割れの発生有無、耐荷力と変形性能に絞った。

4.1 解析モデルの確立

(1) 解析モデル

本研究に用いた FEM 解析ソフトは市販の midas FEA14 であり¹³⁾、解析に用いる有限要素モデルを、図 17 に示す。解析領域は、対称性を利用し PC 桁の 1/4 をモデル化した。コンクリート部は、8 節点アイソパラメトリック要素、CFCC 緊張材にはトラス要素、また、すべりを考慮しないため、埋め込み型鉄筋要素を採用した。コンクリートのひび割れについては、分散ひび割れモデルの回転ひび割れモデルを使用している。

コンクリートと CFCC の間に生じる付着応力と付着すべりの影響を考慮するため、インターフェイス要素を図 18 に示すように導入した。構成モデルとして図 19 に示す付着応力-すべりモデルを用い、その付着応力は 5.0N/mm^2 、閾値は 0.2mm をそれぞれ採用している。

この付着応力-すべりモデルについては、プレテンション PC 方式に対する既往の研究が少ないため、後述する付着モデルの検討結果より、決定した。CFCC (スターラップ、緊張材) 及びコンクリート構成モデルを図 20~図 21 に示す。また、導入緊張力は、設計計算より得られた表 4 に示す値を用いた。なお、表 4 には、材料特性も同時に示している。

プレストレス導入を 5 ステップで計算し、各ステップの非線形計算法として、ニュートンラプソン法を採用した。

(2) プレストレス導入ひずみおよび導入応力

図 22 にプレストレス導入時の境界条件を示す。再現解析の結果、図 19 に示す付着応力 ($\tau_c=5.0\text{N/mm}^2$) および閾値 ($c=0.2\text{mm}$) が最も試験値と近い値のため、それを用いて検討を行った。桁下面の導入時プレストレス設計値と解析結果を図 23 に示す。同図より、CFCC 仕様の PC 桁では、導入応力が設計値よりも低い値を示

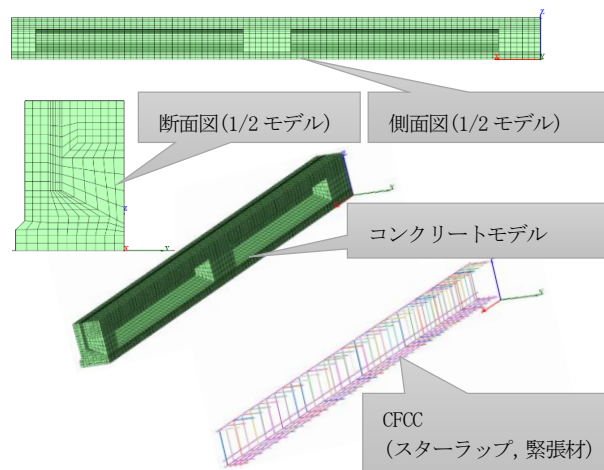


図 17 有限要素モデル

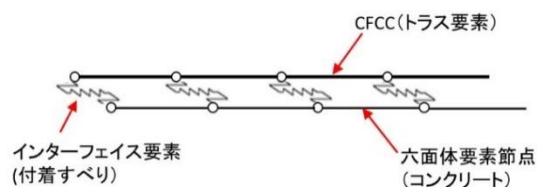


図 18 インターフェイス要素 (模式図)

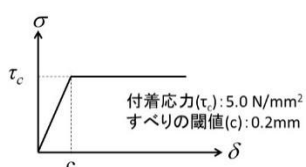


図 19 付着モデル

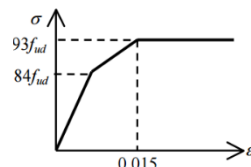


図 20 CFCC モデル

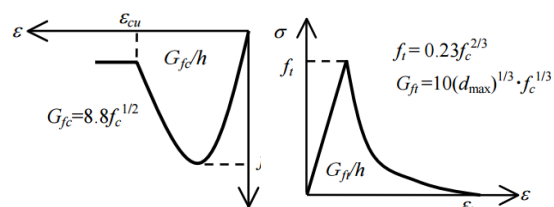


図 21 コンクリート (左: 圧縮 右: 引張)

表 4 導入プレストレスおよび材料特性

	導入直後	曲げ試験時
緊張材・スターラップ	CFCC	CFCC
圧縮強度 f_c' (N/mm^2)	35	50
圧縮破壊エネルギー G_c (N/mm)	52.06	62.23
引張強度 f_t (N/mm^2)	2.46	3.12
引張破壊エネルギー G_t (N/mm)	0.1	0.1
ヤング率 E_c (N/mm^2)	29,500	33,000
緊張力 (解析用)	175,488 N	151,717 N

しているのがわかる。また、解析結果も設計値より若干低めの結果となっている。

図 24 にプレストレス導入直後の端部断面の最大主応力図を示し、図 25 にプレストレス導入直後の端部断面におけるひび割れ分布を示す。これらの図より、緊張材近傍で桁端部断面では、コンクリートの引張強度($f_t=2.46\text{N/mm}^2$)を超える最大主応力が生じ、ひび割れが発生している。このひび割れに関する解析結果は、曲げ載荷試験における実桁のひび割れ発生状況をほぼ再現している。

(3) 曲げ載荷試験

図 26 に曲げ載荷試験を模擬した FEM 解析の境界条件を示す。図 27 に曲げ載荷試験の FEM 解析結果として、荷重－たわみ曲線（中央）を示す。荷重は強制変位を与えている。また、非線形計算にはニュートンラプソン法を用いた。この結果から、解析結果と実験結果には、設計ひび割れ荷重以降に差異が生じはじめていたのがわかる。この原因は導入プレストレスの差に起因するものと考えられる。

ひび割れの発生状況に関する FEM 解析結果を図 28 に示す。同図より、実験結果と解析結果はかなりの精度で一致している。

以上で確立した FEM 解析モデルが実験結果をほぼ評価できることを判断し、桁長の大きい CFCC 仕様の PC 桁の検討に適用する。

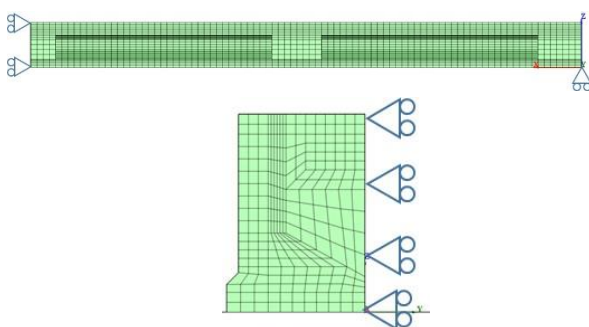


図 22 プレストレス導入時の境界条件

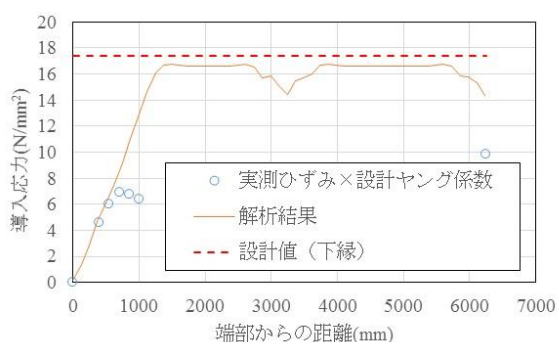


図 23 桁下面の位置の導入応力

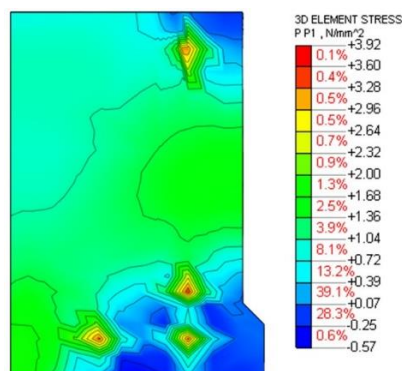


図 24 端部の最大主応力図

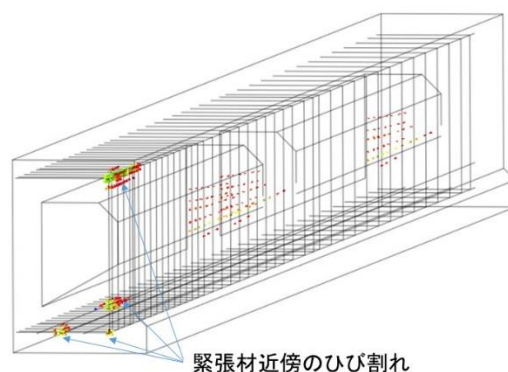


図 25 ひび割れ分布図

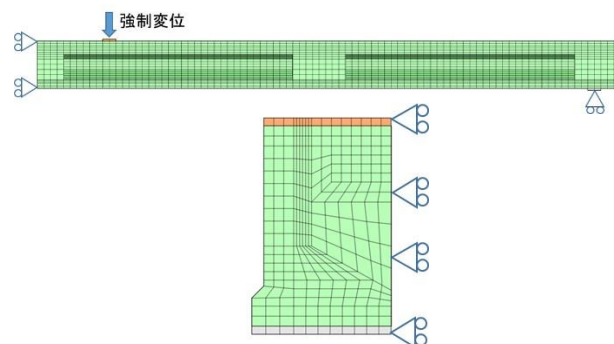


図 26 曲げ載荷試験の境界条件

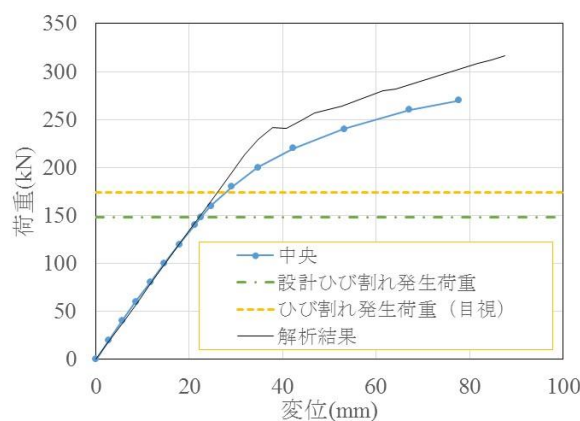


図 27 荷重－たわみ曲線（中央）

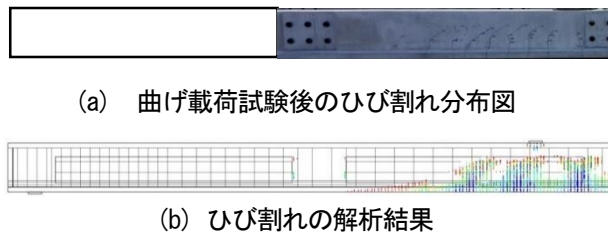


図 28 ひび割れ発生状況の実測と解析結果の比較

4.2 プレストレス導入時のひび割れ発生状況

BS22 桁のプレストレス導入時のひび割れ発生状況の確認を上記で検討した FEM 解析手法を用い、検討を行った。ただし、計算負荷を考慮し、軸長を 4m とした。BS22(4m)PC 桁の補強材の配置詳細を図 29 に示す。

図 30 にプレストレス導入時のコンクリート導入応力(下縁)と設計値との比較を示す。これより、解析結果は若干低めではあるが、ほぼ設計値を満足している。また、図 31 にプレストレス導入直後の端部断面の最大主応力分布と隅角部の最大主応力分布を示し、図 32 にひび割れ発生状況を示す。これらの結果より、桁端部断面では、コンクリートの引張強度($f_t=2.46\text{N/mm}^2$)を超える最大主応力が生じ、BS12PC 桁と同様に緊張材近傍にひび割れが生じている。また、BS12 では見られなかった下面から 30cm 程度の位置で水平ひび割れが生じている。この水平ひび割れは桁の端部に露出するため、抑制対策が必要と考える。

4.3 FEM 解析結果に基づく対策の検討

プレストレス導入直後に生じた桁端部断面の水平ひび割れ抑制対策として、桁端部のかぶり厚さの中央(表面より 25mm)にメッシュ筋(CFCC, D10)を配置した場合、どの程度のひび割れ発生抑制効果があるのかを解析的に検討した。

図 33 にプレストレス導入直後の端部断面の最大主応力分布を示す。また、図 34 にひび割れ発生状況を示す。図 33, 34 より、対策後の桁端部のひび割れは緊張材近傍に生じているが、対策ない場合の水平ひび割れ

は生じていない。従って、桁端部のかぶり中央にメッシュ筋を配置する対策が有効と考える。なお、最大主応力は引張強度を超える位置もあり、今回検討したケースでは、抑制対策として十分ではないと判断できる。

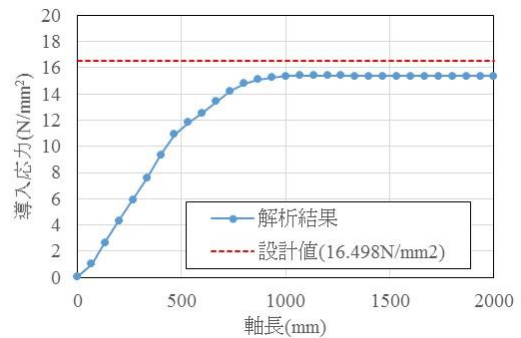


図 30 コンクリート導入応力(下縁)

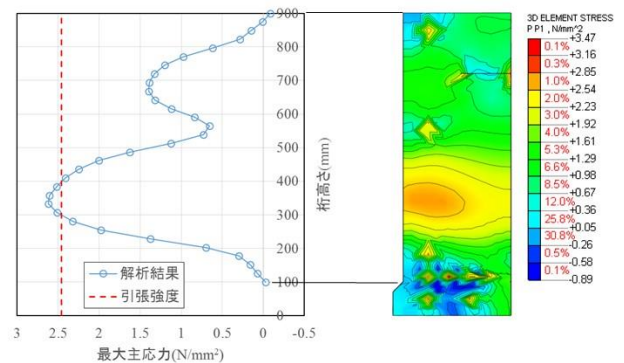


図 31 プレストレス導入直後の端部断面の最大主応力

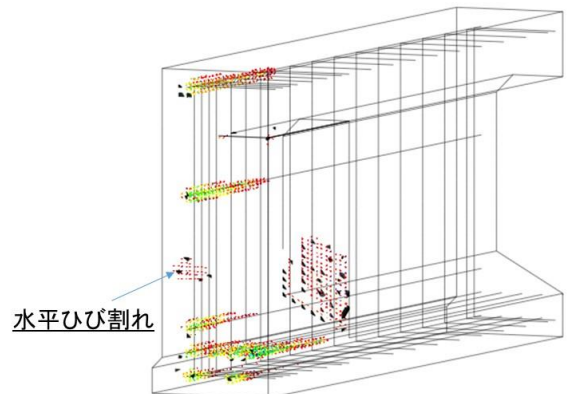


図 32 プレストレス導入直後のひび割れ発生状況

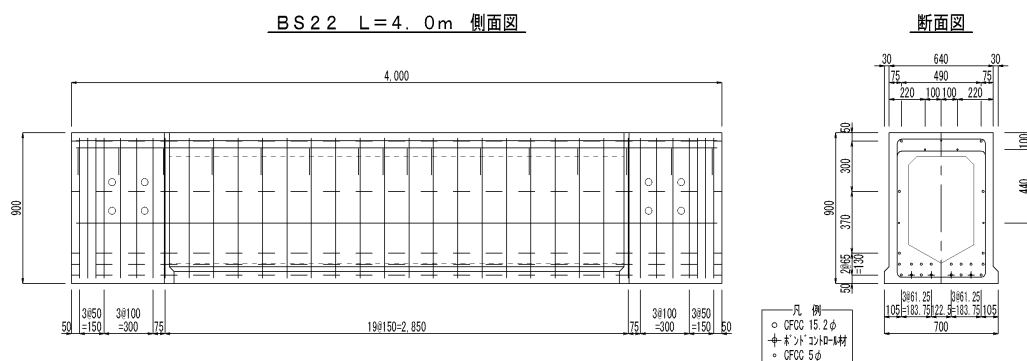


図 29 BS22 (4m) 詳細図

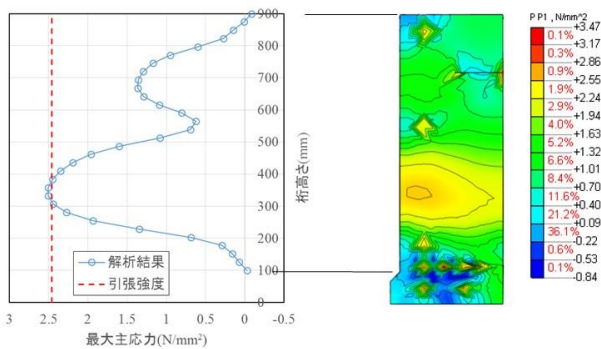


図 33 対策後の端部断面の最大主応力

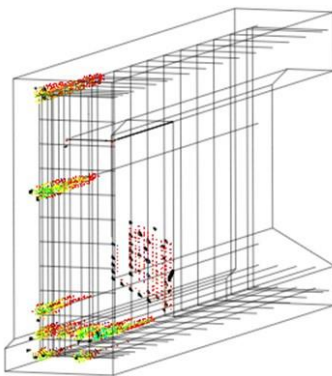


図 34 対策後のひび割れ発生状況

5. おわりに

本研究では、CFCC 仕様のプレテンション桁の定着長を明らかにするために、普通コンクリートおよびフライアッシュコンクリートの試験体を作成し、プレストレス導入試験及び曲げ試験を行った。また、CFCC 仕様の実桁サイズのプレテンション PC 桁を製作し、曲げおよびせん断試験を行った。本研究の試験結果と過年度の試験結果との比較検討を行った。更に、定着長を考慮した CFCC 仕様 PC 桁の FEM 解析を実施し、BS12PC 桁の実験結果との比較および BS22PC 桁への予測を行った。得られた知見を以下に示す。

- (1)CFCC 仕様のプレテンション PC 桁の定着長は 45 φ 程度であり、普通コンクリートとフライアッシュコンクリートに明確の差異は確認できなかった。
- (2)プレストレスの導入に伴い、試験体端部付近でひび割れが確認された。端部での補強検討が必要である。
- (3) 実寸法の曲げ試験では、ひび割れ荷重および曲げ破壊荷重の実測値はそれぞれの計算値を上回っているため、曲げ耐荷力には問題ない。
- (4)実寸法のせん断試験では、設計せん断耐力 (504kN) の 1.1 倍に相当する 560kN まで載荷し、異常変形がなく、ひび割れが発生していないことが確認された。
- (5)過年度の NN, EN および EN-1 の試験結果と比較

し、曲げ耐荷力、せん断耐荷力および変形能力はほぼ同等である。従って、CFCC は新しいプレテンション PC 桁の緊張材料として適用可能である。

(6) FEM 解析手法による BS12 のプレストレス導入試験と曲げ試験の再現解析を行い、解析精度検証を行った。この手法を桁長の大きい PC 桁のひび割れ、応力および変形能力の予測に適用できることがわかった。

謝辞

本研究は、一般社団法人 沖縄しまて協会「平成 28 年度沖縄地域の建設技術に関する技術開発及び調査研究支援事業」の助成を受けました (研究代表者: 金田一男)。東京製鋼株式会社より CFCC 材料を提供して頂きました。研究計画・試験体製作・試験の実施・試験結果のとりまとめにおいて、大城武・琉球大学名誉教授に多大のご指導・ご助言を頂きました。ここでは、お世話になった関係各位に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- [1] 日本道路協会, 「道路橋示方書・同解説 V 下部工設計編」, 2012 年 3 月
- [2] 財団法人土木技術センター, 全素線塗装型 PC 鋼より線を使用した PC 構造物の設計・施工ガイドライン, 平成 22 年 3 月
- [3] 大城 武, 富山 潤, 平井 圭: 全素線塗装型 PC 鋼より線を用いたプレゼンテーション PC 桁の耐荷性能に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol. 33, No. 2, pp. 517-522, 2011.
- [4] 富山 潤, 大城 武, 伊良波繁雄, 木戸俊朗: エポキシ樹脂被覆 PC 鋼より線を用いたプレゼンテーション PC 桁の耐荷性能に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol. 30, No. 3, pp. 523-528, 2008.
- [5] 宮野伸介: 沖縄県に適した高耐久性プレテンション PC 桁製作に関する技術開発, 平成 25 年度 技術環境研究所研究発表会論文集, 一般社団法人 沖縄しまて協会, 平成 25 年 10 月 30 日
- [6] Nabil F. G., Tsuyoshi E., George A., Kensuke Y. and Loris C.: Experimental Study and Analysis of a Full-Scale CFRP/CFCC Double-Tee Bridge Beam, PCI JOURNAL July-August 2003, pp.120-139
- [7] 古瀬徳明, 横田弘, 加藤絵乃, 岡崎慎一郎: CFRP を適用したプレストレストコンクリート桁の載荷試験, プレストレストコンクリート工学会 第 24 回シンポジウム論文集, pp. 569-572, 2015. 10
- [8] 日本道路協会, 「道路橋示方書・同解説 III コンクリート橋編」, 2012 年 3 月
- [9] 本間雅人, 丸山武彦, 榎本 剛, 島 弘: CFCC の付着応力-すべり関係に関する実験的研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 13, No. 2, pp. 823-826, 1991.
- [10] 港湾関連民間技術の確認審査・評価依頼者提出資料, 第 15001 号, 「SC ストランド-全素線塗装型 PC 鋼より線」, 審査・評価依頼者: 黒沢建設株式会社・株式会社ケーティビー, 一般財団法人 沿岸技術研究センター, 2015. 11
- [11] (社) プレストレスト・コンクリート建設業協会: 道路橋用橋げた設計・製造便覧, 2004. 6
- [12] 宮野伸介: プレテンション PC 桁の付着性能とせん断耐力に関する研究, 平成 27 年度 技術環境研究所研究発表会論文集, 一般社団法人 沖縄しまて協会, 平成 27 年 10 月 30 日
- [13] (株) マイダスアイジャパン HP: <http://jpegen.midasuser.com>

写がなされているのだが、これは、良房が藤原北家嫡流ではないものの、藤原政権の基盤を築いた重要人物であつたことに他ならない。同時に、嫡流は勿論、傍流の人物に関しても、眼光鋭く緻密に描き分けている『大鏡』作者の姿を窺い知ることができるのである。

〔注〕

- 1 森下純昭『大鏡』と『古今集』
〔岐阜大学国語国文学〕第一五号 一九八二年三月
- 2 瀧浪貞子『藤原良房と基経 藤氏のはじめて摂政・関白したまう』
〔ミネルヴァ書房 二〇一七年二月〕
- 3 保坂弘司『大鏡全評釈』上巻（学燈社 一九七九年一〇月）
- 4 村瀬敏夫『古今集以前の醍醐天皇』
〔国文学研究〕第二六集 一九六二年一〇月
- 5 時平の『後撰集』入集歌は、
五四五・七五二・七五五・七五九・八〇八・八二二・八三〇・九〇
二・九三三・一〇六七・一〇七七・一一二八・一二七三・一三四〇
の十四首。
- 6 藤岡忠美『平安和歌史論』（桜楓社 一九六六年二月）
- 7 後藤昭雄『平安朝文人志』（吉川弘文館 一九九三年二月）
- 8 坂本太郎『八、藤原良房と基経』
『歴史と人物』坂本太郎著作集第二一巻 吉川弘文館 一九八九年七月

*『大鏡』原文引用は「日本古典文学大系」（岩波書店「東松本」底本）による。

*その他、原文引用のテキストは以下の通り。

・『古今集』『後撰集』『伊勢集』…『新編国歌大観』（角川書店）

又、本稿中に記している和歌番号は全て「新編国歌大観」番号とする。

・『今昔物語集』…『日本古典文学大系』（岩波書店）
・『江談抄』…『新日本古典文学大系』（岩波書店）
・『日本文徳天皇実録』『日本紀略』…『新訂増補 国史大系』（吉川弘文館）

・『二中歴』…『史料集覧』（近藤出版社）

*人物略歴や事件の項目については「国史大辞典」（吉川弘文館）・『日本古典文学大辞典』（岩波書店）・平安時代史事典（角川書店）・『史料綜覧』（東京大学出版会）を参照。

形ヨリ始め歌詠に給へル有様、世に不似ズ微妙ケレバ、万ノ人、目ヲ付テ讃メ奉ルニ」とあり、容貌が優れていたと伝えられる。

『大鏡』(時平伝)を見る限り、時平は、「才よにすぐれめでたくおはします道真と比較され、「才もことのほかにおとり給へる」とあり、「才」と反対の概念を持つ「たましひ」に関しては、「やまとだましひなどはいみじくおはしましたるものを」とされている。又、それを裏付けるかのように『大鏡』では時平の学芸面は全く触れず、醍醐天皇と過差を戒める逸話等、政治的才幹ある様子が描かれている。そのため、時平は学芸的な面を持ち合わせていなかったかのような錯覚に陥る。しかし、実際は『日本紀略』には「勅大納言源能有。参議藤原時平。大外記大藏善行等」。云々。始造^二国史^一。」「寛平四年五月一日条」、「左大臣等上三代実録五十卷」(延喜元年八月二日条)とあり、時平は『日本三代実録』を編纂し、献上している。続けて同年八月十九日には「左大臣等上延喜格十卷」と、時平は『延喜格』も編纂しており、時平は、積極的に『日本三代実録』や『延喜格』等の編纂に関わっている。延喜元(九〇一)年に成立した『日本三代実録』は清和天皇(光孝天皇の御世を記した六国史の最後の史書で、延喜七(九〇七)年に成立した『延喜格』は律令条文について記された法令であり、何れも才のない人間が関わるような作業ではない。

和歌に関しても、関心を持っていた時平は、昌泰元(八九八)年秋に行われた「亭子院女郎花合」の公卿唯一の出詠者であり、又、年代は明らかではないが「本院左大臣家歌合」の主催者でもあった。時平は、『古今集』にも二首(三三〇・一〇四九)入集されており、『大鏡』に立伝された大臣で『古今集』に入集しているのは時平の二首に続いて、良房一首、仲平一首となっている。『古今集』は醍醐天皇の命によって撰進されたものであるが、村瀬敏夫⁴⁾氏が

勅撰集編纂の意図が天皇の胸中を去来し始めた時、強くこれを示唆したのは時平ではなかったか。中略、延喜初年における天皇の側近には、道真・敏行はすでに亡く、兼輔、定方はまだ卑官であったから和歌に関するブレーン・トラストとして、時平にまず指を屈すべきではないかと指摘されているように、和歌に関心を持つ時平が『古今集』編集に関与している可能性は高い。

『後撰集』には時平は十四首と非常に多くの歌が入集されている。⁵⁾の立伝大臣で『後撰集』に入集しているのは時平の十四首に続いて、師輔十三首、実頼十首、仲平・忠平各七首となっている。藤岡忠美氏は『後撰集』は権力によって入集歌数が決定する」と指摘されているが、時平は延喜九(九〇九)年に薨去しており、天曆五(九五二)年に『後撰集』の編纂を村上天皇が命じた時は既に亡き人である。その時平が時の左大臣実頼、右大臣師輔を差し置いて十四首も採られているということは、やはり時平は歌才があったとみるべきであろう。

時平の漢詩文についてであるが、『日本紀略』には「左大臣於城南水閣。賀大藏善行七旬算。賦詩。」(延喜元年九月十五日条)と、師である大藏善行の七十の賀の際に詩を賦しており、同(延喜五年九月条)には「左大臣於東宮直廬。賦離辺有殘菊之詩」と記されている。また、『中歴』(第十二・詩人歴)にも時平の名が見られ、詩人としても優れていた様子が伺える。⁷⁾

このように、時平は手腕に富んだ有能な政治家であり、かつ和歌を始め漢詩文に秀でた人物でもあった。しかし、『大鏡』では、時平の政治的描写が強調され学芸的描写は全くない。

それに対して、良房は、承和の変・応天門の変などの政略を見る限り、他氏排斥ではまさしく才幹ある政治的人間であり「権謀を厭わぬ政治家」であった。しかし、『大鏡』ではそのような姿は全くなく、和歌に関する逸話が「良房伝」の中心をなし、「古今」にもあまた侍めるは」とされる良房の興趣的雰囲気強調している。『大鏡』における良房と時平は両極端な立場をとっているのである。

以上、藤原良房について検討してきたが、『大鏡』では「いみじき幸人」とされた良房の風流な様子が強調され、実際には兄長良より高位であったにも関わらず、弟良相のように「兄の長良より高位であったために息子がいないか」と批判されることはなかった。また、他氏排斥では重要な地位であったにも関わらず言及されることもなかった。まさしく、時平とは対照的な描

題材とした『伴大納言絵詞』が平安末に描かれていること等から、むしろ当時の人々にとつては関心事であつたと考えられる。そうすると『大鏡』作者が意図的にこの二つの事件を取り上げなかつたことになる。

又、『大鏡』では文徳天皇の第一皇子である惟喬親王と惟仁親王(後の清和天皇)の東宮争いについて「惟喬親王の東宮あらそひしたまひけんも、この御事とこそおぼゆれ」(清和紀)と記すものの、惟仁親王の外祖父である良房の策略については一切言及していない。『江談抄』には

天安皇帝、宝位を惟喬親王に譲る志有り。太政大臣忠仁公、天下の政を惣摂し、第一の臣為り。憚り思ひて口より出ださざる間、漸く数月を経たりと云々。

(第二十一)

と、惟喬親王を東宮に望んでいた文徳天皇であつたが、良房が太政大臣として権力を握つていたため、良房の孫である惟仁親王を東宮にせざるを得なかつたとある。この逸話は当時、広く流布されていたようであり、その様子は「大鏡裏書」等にも見られる。

ところで、仁和三(八八七)年に基経によつて起こされた阿衡の紛議についても、『大鏡』には全く記されていない。

阿衡の紛議とは、基経が「阿衡の任」の解釈をめぐる起草者橘広相と大論争し、最終的には宇多天皇が勅書を書き改めたことで解決したという事件である。基経は、橘氏を排斥できたと同時に、天皇までも動かすことが出来る権力を誇示することに成功した。しかし、このように基経の関白就任において起こつた重大事件であつたにも関わらず、『大鏡』では全く触れていない。

これらの問題について、保坂弘司氏は³⁾

語り落しなどというのではなく、作者のはつきりした選択が行われていたのだというべきであろう。けつきよく藤原氏に不利なことは語りたがらなかつたのだというほかはなく、歴史の批判者とみられる作者の批判の限界を思わないわけにはいかなのである。

と指摘されている。

『大鏡』の根底には、長良—基経—忠平—師輔—兼家—道長という藤原北家の嫡流重視が貫かれている。従つて、『大鏡』で傍流に属する昌泰の変・安和の変の藤原時平、藤原師尹については首謀者と明記したが、嫡流である基

経に関してはマイナスイメージとなる阿衡の紛議について意図的に取り上げなかつたといえる。また、前述した前項二と同様、良房に関しては嫡流でないとはいへ、この殿ぞ、藤原氏のはじめて太政大臣・摂政したまふ(良房伝)人物であり、藤原氏勢力の基盤を築いた人物であることから、基経同様、承和の変や応天門の変、もしくは惟喬・惟仁親王の東宮争いについて触れなかつたのであろう。

四 『大鏡』における藤原時平 —描写比較—

藤原時平は、貞観十三(八七二)年、基経と人康親王女の長男として誕生した。仁和二(八八六)年に正五位下を授位後、藏人頭、従三位、参議、中納言、大納言、左大臣と着実に昇進する。そして、昌泰四(九〇二)年、時平は宇多上皇に重用された右大臣菅原道真を娘婿齊世親王即位を企てたとして太宰府に左遷し、藤原氏支配を強固にした。『大鏡』(時平伝)には、この昌泰の変によつて左遷された道真の悲痛な気持ちを詠んだ和歌や漢詩が詳述されている。その後、時平は延喜九(九〇九)年、三十九歳で亡くなるのだが、早世したのは道真の怨霊によるとされる。

ところで、『後撰集』に入集している時平の和歌は、大部分が伊勢との贈答歌である。時平の弟仲平と関係があつた伊勢に、時平も

このをとこのあになる人、いまはそのをとこのをとこのみたまふか、あなをさな我をおもひたまへ、などいへど、ふみばかりをなんかよはしける、あはざりけり、

『伊勢集』九

と伊勢に言い寄る。伊勢は文を出しただけで逢おうとはしなかつたのだが、仲平は聞き捨て成らぬと伊勢に時平との関係を恨んだ歌

花すすき我こそふかくたのみしかほにいでて人のむすばれにける

を贈る。この和歌は第二・三句目が「我こそしたにおもひしか」となつて『大鏡』(仲平伝)に収められている。『今昔物語集』(巻第二十二「第八」)には、「色メキ給ヘルナム少シ片輪二見エ給ヒケル」と時平が伯父国経の妻を略奪する話がある。仲平と関係のあつた伊勢に言い寄つたり、国経の妻を略奪したりと、時平の好色な様子が伺える。

又、『今昔物語集』(前同)に時平は「形チ美麗ニ有様微妙キ事无限シ」「御

仁明天皇もおはする東宮をとりて、この帝を、承和九年八月四日、東宮にたてたてまつらせたまひしなり。いかにやすからず思しけむとこそおぼえはべれ。

この事件が『大鏡』本文に記されていないことについて、不思議に思った後人が書き加えたのであろう。

《応天門の変》

応天門の変は貞観八（八六六）年に大納言伴善男が左大臣源信の失脚をねらって大極殿前の応天門に放火、発覚して伊豆に配流された事件であるが、放火犯が伴善男ということについては疑問視されており、放火の真犯人が誰であったかは不明である。しかし、学問才幹ともに優れた大納言伴善男が失脚したことは、良房にとっても都合がよく、この事件をうまく利用したことは確かである。

《昌泰の変》

昌泰の変は、昌泰四（九〇二）年菅原道真が、娘婿齊世親王即位を企てているという藤原時平の讒言によって大宰権帥に左遷された事件である。

『大鏡』《時平伝》には、この事件を次のように記している。

右大臣の御おぼえ事のほかにおはしましたるに、左大臣やすからずおぼしたるほどに、さるべきにやおはしけん、右大臣の御ためによからぬ事いできて、昌泰四年正月十五日、大宰権帥になしたてまつりてながされ給ふ。

《時平伝》では、時平を差し置いて、最初に道真の逸話を挙げており、道真が悲嘆にくれて詠んだ和歌や漢詩などを交えながら太宰府に左遷される様子が描写されている。

また、同《時平伝》に

これよりほかの君達皆卅余・四十にすぎ給はず。其故は、たの事にあらず、この北野の御なげきになんあるべき。中略。あさましき悪事を申をこなひたまへりし罪により、このおとこの御末はおはせぬなり。

とあるように、この昌泰の変の後、首謀者であった藤原時平、及びその一族は道真の怨霊によって短命であり、時平の子孫は繁栄しなかつたとされている。

る。

《安和の変》

安和の変は、安和二（九六九）年源高明が、娘婿為平親王即位を謀つているとし、藤原師尹らが失脚させた事件で、後、高明は大宰府に左遷される。これによって藤原氏に敵対する一族はなくなり、藤原氏は全盛期を迎えることになる。

『大鏡』《師輔伝》は、この事件を詳細に記している。

この後の御はらには、式部卿の宮こそは冷泉院の御つぎにまづ、東宮にもたちたまふべきに、西宮殿の御むこにおはしますによりて、御おとこのつぎの宮にひきこされさせたまへるほどの事ども、いといみじく侍り。中略。そのほど西宮殿などの御心地よな、いかにおぼしけむ。さてぞかし、いとおそろしくかなしき御事どもいできにしは。

又、安和の変の首謀者である藤原師尹については

左大臣にうつり給事、西宮殿つくしへ下給御替也。その御事のみだれは、この小一条のおとこのいひいで給へるとぞ、よの人きこえし。さてそのとしもすぐさずうせ給ことをこそ、申めりしか。

《師尹伝》とあり、師尹が高明を讒言したその年も越さないうちに亡くなったのは、高明の恨みによるためであろうとしている。

以上、他氏排斥について見てきたが、ここで気が付くのは、良房が藤原政権確立の基盤となった承和の変・応天門の変に関係しているにも関わらず、『大鏡』では全く記されていないことである。良房が両方の事件に関与しているのは確実であり、本来なら《良房伝》もしくは時代的に関係している《仁明紀》《文徳紀》《清和紀》で記すべき逸話であるのに何故触れていないのだろうか。

承和の変は承和九（八四二）年、応天門の変は貞観八（八六六）年に起こった事件であり、院政期に成立したとされる『大鏡』とは約二百年余りの時間的隔たりがある。従って、『大鏡』執筆時にはこれらの事件は人々の記憶になかったのではないかという疑問が生じるが、承和の変は異本系（九州大学付属図書館本）には記されていること、応天門の変に関しては、この事件を

ましてかくおほせられんには、あるべきことならず」と申給ければ、御心ゆきて、しかおぼして、いみじう申給にをよばぬほどにやおはしけん、入道殿この弟殿に、「そこは申されぬか」とのたまはせければ、「左衛門督の申さるれば、いかゞは」と、しぶ／＼に申給けるに、「かの左衛門督は、えなられじ。又そこにさられば、こと人こそはなるべかなれ」とのたまはせければ、「かの左衛門督まかりなるまじくばよしなし。なしたぶべきなり」と申たまへば、又かくあらんには、こと人はいかでかとして、なりたまひにしを、「いかでわれにむかひてあるまじきよしをはかりけるとぞ」とおぼすに、いと悪心をおこして、除目のあしたより、手をつよくにぎりて、「斉信・道長にわれははまれぬぞ」といひりて、ものもつゆまいらで、うつ／＼たまへるほどに、やまひづきて七日といふにうせたまひにしは。〈為光伝〉

以上をまとめると、兄を追い越して弟が上位についたことに対して、

1. 仲平(兄)の大臣就任の際に忠平(弟)が祝ったとして兄弟の良さが記されており、仲平(兄)・忠平(弟)ともに支持。

2. 当時参議であった顕光(兄)より、上位の中納言の位にいた朝光(弟)は素晴らしいと明記。

3. 誠信(兄)は弟と比べて、人柄や人望が劣っているとして、斉信(弟)を支持。

となり、必ずしも弟が兄より下位でなくてはならないという年功序列の意識は見られず、対象となる人物によって『大鏡』作者の評価が変わってきていることがわかる。

ただ、1. の忠平は、藤原北家嫡流の人物であるため、弟上位肯定記載に問題はないのだが、2. の顕光は、藤原道長により外戚成立に失敗し、死後、道長女に取り付き、「悪霊の左大臣」と呼ばれたこと、3. の誠信は、中納言に昇進できず「斉信と道長に阻まれた」と放言後、没したことなどから、道長にとつては嫌悪すべき人物であつたために、弟の上位を殊更に肯定し、強調しているのであろう。

従つて、弟が兄より高位についたことに関して、良房は何も記されておらず、良相は子孫が繁栄しなかつたとされているのは、『大鏡』作者が良相より

良房を評価していることの現れといえる。良房が良相のように「兄の長良より高位であつたために息子がいなかった」と記されなかつたのは、良房が「この殿で、藤氏のはじめて太政大臣・摂政したまふ。めでたき御ありさま也」(良房伝)という人物であり、非難の対象とはなり得なかつたからであらう。

三 『大鏡』における他氏排斥

道長に至る藤原北家は外戚政策や承和の変・応天門の変・昌泰の変・安和の変といったいわゆる他氏排斥を繰り返して、盤石な体制となるに至つた。そこで、『大鏡』における他氏排斥はどのように扱われているのだろうか。其々の事件についてみると次のようになる。

《承和の変》

承和の変は、承和九(八四二)年皇太子恒貞親王派の伴健岑・橘逸勢らが謀反を企てたとして隠岐・伊豆へ配流された事件で、その後、皇太子は廃され道康親王(後の文徳天皇)が皇太子となる。

健岑・逸勢らが皇太子恒貞親王を奉じて挙兵し、国家を滅ぼそうとしているという情報をつかんだ阿保親王は、そのことを皇太后橘嘉智子に知らせる。皇太后がすぐに中納言藤原良房を招いて阿保親王の上書を示したところ、良房はその書を手掛かりにして、仁明天皇に迫つて皇太子の廃退を断行し、その側近であつた大納言藤原愛発と中納言藤原吉野の政界追放、伴、橘の両氏打倒を行った。後、良房は極位極官となるに至るのだが、この事件について、恒貞親王を始め、健岑・逸勢には反乱理由が見出せず、実際は甥の道康親王を立太子とすべく、藤原良房が企てた事件であつたとされている。ただし、近年では、承和の変について良房が関係していたことは事実であるが、当中納言の良房が謀略を仕組むというところは難しいとの見解が多い。良房が、事件の首謀者かどうかという考察は分かれるところであるが、何れにしてもこの事件により良房の権力が確立されたことは間違いない。

承和の変については『大鏡』古本系には記されていないが、異本系(九州大学付属図書館本)の《文徳紀》にのみ見られる。

『大鏡』の良房の和歌について『古今集』の「あまた」に注目すると疑義が生じるが、何れにしても、良房は、『今昔物語集』(巻第二十二第五)にも同類の逸話があり、当時は、和歌を嗜む人物として評されていたことがわかる。

②かくいみじき幸人の、子のおはしまさぬこそ、くちおしけれ。御兄の長良の中納言、ことのほかにこえられたまひけんおり、いかばかりからうおぼされ、又世人も事のほかに申けども、その御すゑこそいまにさかえおはしますめ。ゆくすゑは、ことのほかにまさりたまひけるものを。(良房伝)

良房は幸運ではあったが息子に恵まれなかったことを残念とし、良房が兄の長良より高位であつたにもかかわらず、今は長良の子孫の方が栄えているという内容である。

又、〈良相伝〉には良房の弟である良相も兄の長良より高位についており、良相の子孫が繁栄しない原因は、兄の長良より高位であつたことによるとしている。

かくばかりすゑさかえ給ける中納言殿を、やへく／＼の御おと／＼にてこえたてまつり給ける御あやまちにやとこそ、おぼえ侍れ。〈良相伝〉

『大鏡』のこれらの記事は、『今昔物語集』(巻第二十二第五)に同類話が見られる。

兄ヲバ長良ノ中納言ト申ケリ。何ナル事ニカ有ケム、此ノ中納言ハ太郎ニテハ御ケレドモ、第二人ノ下臈ニテゾ御ケル。然レドモ此ノ中納言ノ御子孫ハ于今繁昌シテ近代マデ栄エ給テ、大政大臣・関白撰政ニ成シ給フモ、皆此ノ中納言ノ御子孫ニ御マス。中略。然レバ彼ノ太郎長良ノ中納言ハ第二人ニ被越テ辛シトコソハ思給ケメドモ、其ノ第二人ノ御子孫ハ无シテ、此ノ中納言ノ御子ハ数御ケル中ニ、大政大臣・関白ニ成テ、御名ヲバ基経ト申ス人御ケル、其ノ御子孫繁昌シテ、于今栄テ微妙ク。

長良に注目すると、『大鏡』(良房伝)〈良相伝〉と『今昔物語集』(巻第二十二第五)の両話共に、良房や良相より低い官位であつたが、今では長良の

子孫の方が繁栄していると記されている。しかし、良房・良相に注目すると、『今昔物語集』では「第二人」として同等に捉えられているのに対し、『大鏡』では、「第二人」の扱いが異なる。良房は、『今昔物語集』同様、息子がいなかったことを残念としているのみだが、良相に関しては兄の長良より高位であつたために子孫が繁栄しなかつたとし、良相一族の衰退理由として言及されている。良房は良相のように、兄の長良より高位であつたために息子がいなかったとは記されなかつた。この違いは何を意味しているのだろうか。

良房・良相のように弟が兄より高位につくという話は『大鏡』では他に三例見られる。

1. 仲平(兄) — 忠平(弟)

貞信公よりは御兄なれども、卅年まで大臣になりてくれたまへりしを、つゐになつたまへれば、おほきおほいどの御よろこびの歌、

おそくとくつゐにさきぬるむめの花、たがうへをきしたねにかあらむ

やがてそのはなをかざして、御対面の目、よろこびたまへる。ひさしの大饗せさせ給けるにも、よこぎまにすへまいらせさせたまひけるこそ、年ごろすこしかたはらいたくおぼされける御心とけて、いかにかたみにこゝろゆかせたまへりけん、御あはひめでたけれ。(仲平伝)

2. 顕光(兄) — 朝光(弟)

このかみの大臣宰相にておはしけるほどは、この殿は中納言にてぞおはしける。ひきこされ給けるぞめでたく、そのころなどすべていみじかりし御おぼえにて、御まじらひのほどなど、事のほかにきらめき給き。(兼通伝)

3. 誠信(兄) — 齊信(弟)

おなじ宰相におはすれど、弟殿には人から世おぼえのおとり給へればにや、中納言あくきはに、我もならんなどおぼして、わざとたいめむしたまひて、「このたびの中納言、のぞみ申給な。こゝに申侍べきなり」ときこえ給ければ、「いかでか殿の御さきにはまかりなり侍らん。

のはじめて太政大臣・摂政したまふ。めでたき御ありさま也」とある。次に良房はよく和歌を詠んだとされ、良房の和歌「としふれば」を挙げ、更に素性法師が良房の死を悼んで詠んだ和歌「ちのなみだ」が載せられている。そして、最後に良房に息子がいなかったことを残念がり、良房より官位が低かった兄の長良の方が今は子孫が栄えているとする。

この〈良房伝〉は、同じ兄弟である〈長良伝〉〈良相伝〉と比較すると長いのだが、その中でも次に挙げる二つの逸話を検討してみたい。

①和歌もあそばしけるにこそ。古今にもあまた侍めるは。「前のおほいまうち君」とは、この御事也。おほかるなかに、いかに御ころゆきめでたくおぼえてあそばしけんををしはからるゝを、御女の染殿後の御前にさくらはなのかめにさゝれたるを御覧じて、かくよませ給へるにこそ。

としふればよはひはおいぬ、しかはあれど、はなをしみればものおもひもなし

后をはなれたとへ申させたまへるにこそ。

〈良房伝〉

良房はよく和歌を詠み、『古今集』にも多くの歌が入っている。中でも「年経れば」の和歌はどんなに御満足で、素晴らしいとお思いになってお詠みになったことだろうという内容である。

この良房の記事と同類話が『今昔物語集』〈巻第二十二第五〉に見られる。二郎ハ大政大臣マデ成上り給テ、良房ノ大臣ト申ス。白川ノ大政大臣ト申ス、此レ也。藤原ノ氏ノ、摂政ニモ成リ大政大臣ニモ成給フハ、此ノ大臣ノ御時ヨリ始レバ也ケリ。凡ソ此ノ大臣ハ、心ノ倖テ廣ク身ノ才賢クテ、万ノ事、人ニ勝レテゾ御ケル。亦、和歌ヲゾ微妙ク読給ケル。御娘ヲバ、文徳天皇ノ御后ニテ、水尾ノ天皇ノ御母也、染殿ノ后ト申ス、此也。其ノ后ノ御前ニ微妙キ櫻ノ花ヲ瓶ニ指テ被置タリケルヲ父ノ大政大臣見給テ、読給ケル也、

トシフレバヨハヒハオイヌ、シカレドモ、花ヲシミレバモノヲモヒモナシ

ト。后ヲ花ニ譬ヘテ読ミ給ヘル也ケリ。此ノ大臣ハ此ク微妙ク御ケレドモ、男子ノ一人モ不御ザリケレバ「末ノ不御ヌガ極テ口惜キ也」トゾ世

ノ人申ケル。

『大鏡』〈良房伝〉と『今昔物語集』〈巻第二十二第五〉を比較すると、『大鏡』では、「和歌もあそばしけるにこそ。古今にもあまた侍めるは。」とあるのに対し、『今昔物語集』は「和歌ヲゾ微妙ク読給ケル」とのみ記されており良房の『古今集』入集については言及していない。

実際、良房の『古今集』入集歌は、『大鏡』に挙げられている「としふれば」の和歌一首〈五二番〉のみであり、そうすると『大鏡』の「古今にもあまた侍めるは」という箇所と矛盾が生じる。

それとのゝきさきのおまへに花かめに桜の花をさゝせたまへるをみてよめる

年ふればよはひはおいぬしかはあれと花をしみれば物思ひもなし

『古今集』巻第一 春歌上 五二

又、良房の作かどうか不明であるが、〈五二番〉で記されているように「さきのおほきおほいまうちきみ」を良房とすると、同じ『古今集』に次の和歌がある。

題しらず

よみ人しらず

心ざしふかくそめてし折りければさあへぬ雪の花と見ゆらむ

ある人のいはく、さきのおほきおほいまうちきみの歌なり

〈巻第一 春歌上 七〉

この和歌が実際に良房の詠であったとしても、わずかに二首に過ぎず、決して「あまた」ではない。

この問題について、森下純昭氏は、

『大鏡』の記述は、「前のおほいまうち君とは、この御事也」とあり、これは前太政大臣良房の作である五二番の作者名表記が、「さきのおほきおほいまうち君」となっていることを前提として、「おほき」を冠しない「さきのおほいまうち君」とあるのも実は良房であるという、『古今集』の作者名表記についての解釈・理解を示しているのである。

とされ、良房の作と推定できる歌は五二番の他に左注で作者名を記す七・一一・八六六番の四首であるとし、『大鏡』が「古今にもあまた侍めるは」と記した根拠を指摘されている。

『大鏡』の学芸人——その描写方法——「二」藤原良房

広瀬裕美子

(平成二十九年十月十日受理)

Men of Letters in Ōkagami: (1) Yoshifusa Fujiwara

—The Descriptive Mode—

HIROSE Yumiko

『大鏡』では道長に至る藤原北家嫡流の人物に共通して豪胆な逸話を挙げている。それに対して、藤原良房・仲平・実頼・伊尹・道隆の一族は、学芸色豊かな家として描かれている。そこで、まず本稿では、「古今にもあまた待めるは」(良房伝)と記されている藤原良房に注目し、史実と照合しながら『大鏡』(良房伝)における描写について検討してみたい。

一 藤原良房

藤原良房は、延暦二十三(八〇四)年冬嗣と藤原美都子の次男として誕生した。天長三(八二六)年淳和天皇の藏人を始め、大学頭、春宮亮、左近衛少将を歴任し、同十(八三三)年仁明天皇の藏人頭となる。承和二(八三五)年には参議源信以下七人を越えて権中納言に昇進した。『日本文徳天皇実録』には「潔姫者。嵯峨太上天皇之天皇女也。母当麻氏。天皇選_レ賀未_レ得_レ其人」。太政大臣正一位藤原朝臣良房弱冠之時。天皇悦_レ其風操超_レ倫。殊勅嫁_レ之。』(齊衡三年六月二十五日条)とあり、良房が嵯峨天皇の寵臣であった様子が伺え、この権中納言昇進も、皇女源潔姫を良房に降嫁させた嵯峨上皇の拔擢によるとされている。承和九(八四二)年七月嵯峨上皇崩御の後、承和の変が起こると、皇太子恒貞親王を廃し、側近の大納言藤原愛発や中納言藤原吉

野を追放。大納言となり、同母妹順子所生の道康親王(後の文徳天皇)を皇太子とした。嘉祥元(八四八)年右大臣に昇進し、同三年、仁明天皇崩御の後、文徳天皇が即位すると、女明子所生の惟仁天皇(後の清和天皇)を立太子とした。天安元(八五七)年には人臣としては初めての太政大臣となり、幼帝清和天皇の後見、政を遂行。貞観八(八六六)年応天門の変が起こると対抗した伴善男を失脚させ、藤原氏の地位を不動のものとした。貞観十四(八七二)年、流行の咳逆病により、六十九歳で亡くなる。白川の大蔵・染殿の大臣と言われ、忠仁公という諡を賜った。

良房の人柄については、『大鏡』には一切触れられていないが、『日本文徳天皇実録』に「其風操超_レ倫。』(齊衡三年六月二十五日条)、『今昔物語集』には「心ノ俸テ廣ク身ノ才賢クテ、万ノ事、人ニ勝レテゾ御ケル」(巻第二十二第五)とある。息子に恵まれなかった良房は、兄長良の子基経を養子とし、応天門の変後に七人を越えて中納言に昇進させるなど、藤原政権の基盤を築いた人物といえる。

二 『大鏡』における藤原良房

『大鏡』(良房伝)を見ると、まず出自・経歴に始まり、「この殿ぞ、藤氏

【注】

(一) 焼山廣志監修 道真梅の会編 荒川美枝子・井原和世・須藤修一・田中陽子共著

『菅原道真漢詩集』菅家後集』全注釈「讀樂天北窓三友詩 七言」・「敘意一百韻」

福岡学術出版社「平成二十九年三月三十一日刊」

(二) 拙稿「菅原道真研究―『菅家後集』全注釈(一)―」

『国語国文学研究』第三十六号 熊本大学国語国文学会

〈追記〉(一)

台湾元智工学院の中国古典詩詞曲文研究のためのサイトである「網路展書讀 (BIG5)」

(<http://ds.admin.yzu.edu.tw/>) の『全唐詩』の項、及び北京大学中文系の唐代以前の詩歌の総合

データベースである「全唐詩全文檢索系統 (UTF-8)」

(<http://chinese.pku.cn/cgi-bin/tanglibrary.exe>) を詩語檢索の為に大いに利用した。

〈追記〉(二)

「大牟田市民大学講座」(市民大学ゼミ)、道真梅の会の会員の須藤修一氏・田中陽子氏、

井原和世氏、荒川美枝子氏の四名と定期的に「菅家後集」の漢詩講読会を催し、この会で討

議・検討したものに、再考察を試み、加筆の上、刊行した著「菅原道真漢詩集『菅家後集』

全注釈」「讀樂天北窓三友詩 七言」・「敘意一百韻」」を基幹として、この論文は成ってい

る。会員諸氏の多大なる支援に深謝申し上げる。

（此の事 窮れる老の歎きに同じといへども たまたま其の子のことを言へば客の情ぞ悲しむ）

（川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文草・菅家後集』頭注）

24 【良友】 よい友達。益友。良游。善友。

▼用例『荀子』性惡

得良友而友之、則所見者忠信敬讓之行也。

（良友を得て之を友とすれば、則ち見る所の者は忠・信・敬・讓の行なり。）

（藤井専英著 新釈漢文大系『荀子』）

『白氏文集』

▼用例[3337「聞吟贈皇甫廊中親家翁」]

早爲良友非交勢、晚接嘉姻不失親

（早に良友と爲るは勢ひに交はるに非ず、晩に嘉姻に接して親を失はず）

（岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』）

『田氏家集』

▼用例「46 晩春同門會飲翫庭上殘花」

閑散只慙良友會 殘花勸醉未須辭

（閑散として只だ慙づ良友の會 殘花酔ひを勸む未だ辭することを須ゐざれ）

（小島憲之著『田氏家集注』卷之上）

24 【相依】 相依る

互相依靠（訳） お互いに助け合い支えあう。 「『漢語大詞典』

▼用例『春秋左氏傳』僖公五年 諺所謂、輔車相依、唇亡齒寒者、其虞虢之謂也。

（諺に所謂、輔車相依り、唇亡ぶれば齒寒しとは、其れ虞・虢を之れ謂ふなり）

（鎌田正著 新釈漢文大系30『春秋左氏伝一』）

『白氏文集』

▼用例[2274「授太子賓客歸洛」] 懷哉紫芝叟 千載心相依（懐しいかな紫芝の叟 千載心相依る）

（岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』）

▼用例[2395「別春爐」] 獨宿相依久、多情欲別難（獨宿 相依ること久しく 多情別れんと欲するも難し）

（岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』）

(岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』)

『菅家文章』

▼用例「276 客居對雪」

溫液寒凝暗有期 驚看銀粉滿茅茨

(溫き液も寒に凝りて暗しく期すること有り 驚きて銀の粉の茅茨に滿つるを見る)

(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』頭注)

21 【開方】 方：四角形であるさま。(方形) 開：(土地などを) 切り開く。

21 【窄】 狭い。広さが不十分である。

21 【南北定】 一般に屋敷のつくりは北に「家」、南に「庭」が配置される。『古代漢詩選』 234頁

22 【結宇】 室を築く。家を作る。

▼用例「孟浩然、「題大禹寺義公禪房」詩」義公習禪寂、結宇依空林(義公禪寂に習ひ、宇を結んで空林に依る)

(目加田誠著 新釈漢文大系 19『唐詩選』)

22 【戸牖】 戸とまど。いりくち。門戸。牖は壁にあけた窗

▼用例『老子』十一

鑿戸牖以爲室。當其無有室之用。(戸牖を鑿ちて以て室を爲る。其の無に當りて室の用あり。)

(阿部吉雄・山本敏夫・市川安司・遠藤哲夫著 新釈漢文大系 7『老子・莊子』上)

『菅家文章』

▼用例「75 秋日山行二十韻」戸牖基千峙 江湖帶一條(戸牖 基千たび峙てり 江湖 帶一條なせり)

(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』頭注)

▼用例『菅家後集』「484 紋意一百韻。」強望垣牆外 偷行戸牖前(強いて望む垣牆の外 偷かに行く戸牖の前)

『焼山廣志監修「紋意一百韻」』『菅家後集』全注釈 道真梅の会編』

24 【適】 何かの縁によりそういう機会・環境を得るということを表す

『菅家文章』

▼用例「226 思家竹」

纔馮客夢遊魂見 適問家書使口聞(纔に客夢の遊魂に馮りて見る たまたま家書の使口に問ひて聞く)

(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』頭注)

▼用例「260 言子」 此事雖同窮老歎 適言其子客情悲

20 【三間】建物の規模。建物の規模として、柱と柱の間を数えることば。『漢辞海』

▼用例「陶淵明「歸園田居。五首」其一」方宅十餘畝 草屋八九間「方宅 十餘畝 草屋 八九間」

語釈「間」…家の柱と柱との間をかぞえる単位。一間が一部屋にあたる。

(一海知義・興膳宏訳 世界古典文学全集『陶淵明・文心雕龍』)

『菅家文章』

▼用例「221路遇白頭翁」

三間茅屋南山下 不農不商雲霧中 (三間の茅屋 南山の下 農せず 商せず 雲霧の中)

(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』頭注を参考に荒川試説)

▼用例「321閑居」

茅屋三間竹數竿 便宜依水此生安 (茅屋三間 竹數竿 便宜 水に依りて 此の生安らかなり)

(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』頭注)

『紀長谷雄集』

▼用例「4山家秋歌」第一首 一身漂泊厭浮名 試避喧喧毀譽聲 秋水冷 暮山清 三間茅屋送殘生

(一身漂泊して浮名を厭ひ 試みに避る喧喧たる毀譽の聲 秋水冷しく 暮山清し 三間の茅屋残生を送る)

(小島憲之校注 日本古典文学大系69『懷風藻・文華秀麗集・本朝文粹』)

20

【茅茨】茅と茨で葺いた質素な家(『漢辞海』)

亦作「茆茨」①茅草蓋の屋頂。亦指茅屋

語釈「また「茆茨」とも書く。ちがやで葺いた屋根。また質素な家を指す。」

②指簡陋的居室。引申爲平民里巷

語釈「粗末な居間。意味が広がって、一般人の住む町や村の意となる。」[『漢語大詞典』]

▼用例「『墨子』三辨」

昔者堯舜有茅茨者、且以爲禮、且以爲樂。

(昔者、堯舜は茅茨という者あり、且つ以て禮を爲し、且つ以て樂を爲す。)

(山田琢著 新釈漢文大系50『墨子』上)

▼用例「『韓非子』五蠹」堯之王天下也、茅茨不翦、采椽不斲。(堯の天下に王たるや、茅茨翦らず、采椽斲らず)

(竹内照夫著 新釈漢文大系12『韓非子』下)

▼用例「袁公、後漢紀・桓帝紀下」不慕榮宦、身安茅茨。(榮宦を慕わず、身は茅茨に安んず。)

『白氏文集』

▼用例「018「官舍小亭閑望」」日高人吏去、閑座在茅茨(日高うして人吏去り、閑座して茅茨に在り)

語釈「茅茨：茅葺の粗末な家。陋屋をいう。」

(岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』)

▼用例「0200「養拙」(拙を養ふ)」坐臥茅茨中、但對琴與樽(坐臥す茅茨の中、但だ琴と樽とに對す)

(岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』)

▼用例「0221「倣陶潛體詩 十六首之九」榆柳百餘樹、茅茨十數間(榆柳 百餘樹、茅茨 十數間)

【参考】【古調詩】

指漢魏以来形成的古体詩。唐白居易『白氏長慶集』有「古調詩」若干卷。皆為五言古詩。與后起的近体律絶相對。亦省称。〈古調〉。唐元稹「見人詠韓舍人新律詩因有戲贈」詩。〈喜聞韓古調、兼愛近詩篇〉。〔歌〕漢魏以来形成的古体詩を指す。唐白居易『白氏長慶集』に「古調詩」若干卷有り。皆五言古詩なり。后起的近体律絶と相對す。亦省きて「古調」と称す。唐元稹「見人詠韓舍人新律詩因有戲贈」詩に「喜聞韓古調、兼愛近詩篇」の例有り。『漢語大詞典』

▼用例『文選』班固「兩都賦」序「或曰、賦者、古詩之流也。昔成康没而頌聲寢、王澤竭而詩不作。

（或ひと曰く、賦は古詩の流なりと。昔 成康没して頌聲寢み、王澤竭きて詩作らず。）

（中島千秋著 新釈漢文大系79『文選』（賦篇）上）

『白氏文集』

▼用例355「遊平泉宴浥澗、宿香山石樓贈座客」

古詩惜晝短、勸我令秉燭（古詩晝の短きを惜しみ、我を勸めて燭を秉らしむ）

（新釈漢文大系『白氏文集』）

『菅家文章』

▼用例141去冬、過平右軍池亭、對平園菓、賭以隻圭新賦。將軍戰勝、博士先降。今寫一通、訓一絶、奉謝遲晚

之責。閑日若逢相坐隱、池亭欲決古詩流（閑日に若し逢ひて、相に坐隱せば、池亭に決せむこと）を欲りせむ 古詩の流れ

（川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』頭注）

19 【抄出】抜き書きする。書き抜く（『漢語林』）

20 【官舎】官で建てて、官吏に與へる住宅。

▼用例『菅家後集』「〔484〕紋意一百韻」

移徙空官舎 修營朽采椽移（徙るは 空しき官舎 修營す 朽ちたる采椽）

（『焼山廣志監修「紋意一百韻」『菅家後集』全注釈 道真梅の会編』）

※道真の宿舎は現在の榎社（太宰府天満宮の末社）の地にあった無住の太宰府南館が建てられた。道真の官舎の様子として『菅家後集』「484紋意一百韻」に次のような一文が見える。

本文

荒涼多失道 廣袤少盈塵 井壅堆沙甃 籬疎割竹編 陳根葵一畝 斑藓石孤拳 物色留仍舊 人居就不俊〔訳〕官舎の周囲は人氣も無く、荒れはてて、官舎に至る道も迷って見失うありさまだし、（官舎）の敷地は、一畝半に少したりないくらいの狭さだ。井戸はふさがっていたので、（そのふさいでいる）砂を掘り出して盛り上げ、（改めて）甃しなおして使えるようにし、まがきは破れてまばらになっていたの、竹を割って編み直した。（うち捨てられた畑には）冬葵の古い根が一畝残り、まだらに藓の生えたこぶしだいの石が、一つころがっていた。（官舎の）この有様は、長く空き家だったころのままで（殺伐とし）、私が住むようになって、（官舎の、この殺伐とした風景は）変わることなかった。

（『焼山廣志監修「紋意一百韻」『菅家後集』全注釈 道真梅の会編』）

▼用例「杜預、『春秋經傳集解』序」然亦有史所不書、即以爲義者、此蓋『春秋』新意。
（近藤光男著 漢詩大系『蘇東坡』17）

（然れどもまた史の書せざる所、即ち以て義と爲す者有り、此れ蓋し『春秋』の新意ならん。）

（鎌田正著 新釈漢文大系30『春秋左氏伝（二）』）

（2）新意境 〔訳〕新しい心境）「『漢語大詞典』」

▼用例「瞿秋白、『餓郷紀程』二二

曉風殘月詩人的新意、怡悅我的性情。（曉風殘月 詩人的新意、我が性情を怡悦す。）

18 【文章】 字句をつらねて一篇のまとまった思想を述べたもの。

（5）文辭或独立成篇的文字。〔訳〕文辭、あるいは文字を使って単独で首尾完結したもの。

「『漢語大詞典』」

▼用例「杜甫、『偶題』」文章千古事 得失寸心知（文章千古の事 得失寸心知る）

（鈴木虎雄・黒川洋一訳注『杜詩』第七冊（岩波文庫））

『菅家文草』

▼用例「69 拜戸部侍郎、聊書所懷、呈田外史」

案牘初慙從政理 風雲暫謝屬文章（案牘初めて慙つ 政理に従ふことを 風雲 暫く謝せむ 文章を 屬することを）
（川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文草・菅家後集』頭注）

▼用例「421 重和大使見謝之詩。本韻」

聲價重輕因道舉 文章多少被人抄（聲價重輕 道に因りて舉る 文章多少 人に抄せらる）

（川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文草・菅家後集』頭注）

18
19 【古詩】

詩の一体。唐代の近体詩に対して隋以前の詩を言う。一名、古風・古体。その体は平仄や句数に制限がなく、五言・七言・長短句等があり、押韻法は、五言は第二句に韻礎を置いて、以下隔句に押韻し、七言は第一句・第二句に押韻し、以下隔句に押韻し、押韻しない句尾の文字は韻字を異質のものを用い、又、転韻も自由で通韻を許し、反韻をも許している。又、希に同一文字を重用している。

古代詩歌的泛稱。南北朝時稱漢魏無名氏詩爲古詩。

〔訳〕古代詩歌の一般的な名称。南北時代漢魏の作者不明の詩を古詩とよぶ。 「『漢語大詞典』」

▼用例「『詩體明辨』、四言古詩」按、詩大序云、詩者、志之所之也、在心爲志、發言爲詩、即書所謂詩言志者也、詩含六情、故發乎情、止乎禮義也、古詩三百五篇、大率以四言成篇。

（按ずるに、詩大序に云ふ、詩は、志の之く所なり、心に在るは志と爲り、言に発すれば詩と爲る。即ち書の謂ふ所の詩は志を言ふものなり、詩は六情を含む、故に情に発し、禮義に止まるなり、古詩三百五篇、大率四言を以て篇と成す。）

- 17 身に忌諱多くして新意無く
 18 口に文章ありて古詩を摘ふ
 19 古詩は何れの処にか閑に抄出する
 20 官舎三間 白茅茨
 21 方を開くこと窄しと雖も南北定まれり
 22 字を結ぶこと疎なりと雖も戸牖宜し
 23 自然に屋に北窓の在る有り
 24 適^{たま}た来たりて良友 穩やかに相依る

口語訳

- 17 身には憚ることが多く 新たな詩興も湧かない
 18 古人の文を口ずさんでは優れた詩句を拾い集めている
 19 それらの詩句をどこで静かに抜き出すかというと
 20 白い茅と茨で葺いた粗末な間口三間の官舎の中である
 21 方形の土地は狭いが (建物の) 南北の配置は定めどおりで
 22 家の構えは粗末ではあるが、戸口や窓もそろっている
 23 おのずと家には北窓の書斎もある
 24 そんなわが家に、たまたま「詩」という良き友が訪れて、穩やかに(私に)より添って
 くれる

語釈

- 17 【忌諱】 避忌。顧忌。(訳)忌み避ける。遠慮する。はばかる。」「『漢語大詞典』」

▼用例

『老子』 天下多忌諱 而民彌貧。(天下に忌諱多くして民彌貧し。)

(阿部吉雄・山本敏夫・市川安司・遠藤哲夫著 新釈漢文大系7『老子 莊子 上』)

『白氏文集』

▼用例[0014「初授拾遺」] 天子方從諫 朝廷無忌諱(天子方に諫に従ふ 朝廷忌諱なし)

(岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』)

『菅家後集』

▼用例「[484 敘意一百韻。五言。]」

詞拈觸忌諱 筆禿迷僂癪(詞 拈^ひむは忌諱に觸るればなり 筆 禿^はするは僂癪に迷へばなり)

(『焼山廣志監修「敘意一百韻」『菅家後集』全注釈 道真梅の会編』)

- 17 【新意】 新しいこと。新しい意義。

(1) 新的意義、見解、想法。

(訳) 新たな思想・道理、解釈、考え方。」「『漢語大詞典』」

▼用例「蘇軾、[孫莘老求墨妙亭詩]」

顔公變法出新意 細筋入骨如秋鷹。(顔公 法を變じて新意を出だし 細筋 骨に入って秋鷹の如し。)

「477 讀樂天北窓三友詩 七言」 【3】 17句から24句

原文

韻

17	身多忌諱無新意	○	○	●	○	○	○	○	●
18	口有文章摘古詩	●	○	○	○	○	○	○	◎
19	古詩何處閑抄出	●	○	○	○	○	○	○	●
20	官舍三間白茅茨	○	○	○	○	○	○	○	◎
21	開方雖窄南北定	○	○	○	○	○	○	○	●
22	結宇雖疎戸牖宜	●	○	○	○	○	○	○	◎
23	自然屋有北窓在	●	○	○	○	○	○	○	●
24	適來良友穩相依	●	○	○	○	○	○	○	◎

詩形

七言古詩

押韻・韻字

上平声四支韻。

詩・茨・宜

上平声五微韻。

依（通押）

校異

○諱…諱（尊四）

▼傍注に「諱乎」とある（尊四）

○摘…摘（松平）（尊四）

○詩…詞（内）（加越能）（松平）（尊二）（尊四）（太一）、（刊本）全本
▼頭注に「古詞作古詩」とある（大島）

○詩…調（太一）

○閑…間（大島）（加越能）（太一）（太二）、（刊本）全本

▼頭注に「間作閑」とある（大島）

○窄…采（尊四）

訓読文

▼用例〔362〕 田家閑適
(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文草・菅家後集』頭注)

子孫安在恩情斷 誰訟書堂與釣臺(子孫安く在りてか恩情斷たむ 誰か書堂と釣臺とを訟へむ)

(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文草・菅家後集』頭注)

14 【久要】 ふるい約束。年来の誓い。舊約。要は要約の意。

▼用例『論語』憲問「久要不忘平生之言、亦可以爲成人矣。」〔集解〕孔曰、久要約也。

(久要平生の言を忘れずんば、亦以て成人と爲す可しと。〔集解〕孔曰く、久要とは、舊約なり)

(吉田賢抗著 新釈漢文大系「論語」)

『白氏文集』

▼用例〔2092〕寓意詩 五首之三 與君定交日 久要如弟兄(君と交を定むる日 久しく弟兄の如きを要す)

※谷口孝介氏は

(續國譯漢文大成『白樂天詩集』

この語をここでいう「久要」とは、『論語』(憲問)に「成人」(徳の完成者)たりうる資格として言われる「久要不忘平生之言」に拠る。語で、孔安国は「久要、旧約也」と注する。つまり菅家にとつての詩とは儒教的徳を具現化する方途であったという。「只嫌吟詠涉歌唱」というゆえんである。『菅原道真の詩と学問』塙書房 247頁]

と、言及されている。

15 【吟咏】 吟詠すること

『田氏家集』

▼用例〔101〕題舍弟玉大夫詩卷]

不似何充吟詠艱 珊瑚處處有聲寒(似かず 何充の吟詠艱きに 珊瑚は處處に聲有りて寒し)

(小島憲之監修『田氏家集注』)

15 【涉】 経過する。時間が経つ。(『漢辞海』)

15 【歌唱】 うた。歌をうたう。

唱歌〔歌〕 歌をうたう。」「『漢語大詞典』]

▼用例〔鮑照「代少年時至衰老行樂府」〕歌唱青齊女、彈箏燕趙人。(歌唱す青齊の女、彈箏す燕趙の人。)

『菅家文章』

(岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』)

▼用例「318 庚申夜、述所懷。」

故人詩友苦相思 霜月臨窓獨詠時(故人の詩友 苦に相思ふ 霜月 窓に臨みて 獨り詠むる時)

(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』頭注)

▼用例「327 書懷奉呈諸詩友」

爲向當時詩友謝 今年翰苑出庸材(爲に當時の詩友に向ひて謝す 今年の翰苑 庸材を出しなむ)

(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』)

13 【死友】 死を惜しまぬ友。命をかける友。

指交情篤厚、至死不相負的朋友。

〔訳〕 人情にあつく誠実であり、死に至るまで相手に背くことがないような親友を指す。『漢語大詞典』

▼用例「後漢書、趙岐傳」

嵩先入、白母曰、出行乃得死友。(嵩先ず入りて、母に白(もう)して曰く、出行して乃ち死友を得たり。)

(訓読文・吉田忠夫訓注 『後漢書』第八冊)

14 【父祖】 父と祖父。転じて先祖をいう。

父親和祖父。泛指祖先。〔訳〕父親と祖父。一般的に祖先を指す。『漢語大詞典』

▼用例「杜甫「又上後園山脚」」不及祖父塋 疊々塚相當(祖父の塋に及ばず 疊々として塚相当たる)

(鈴木虎雄訳注 黒川洋一補訳 『杜詩』第七冊 岩波文庫)

『白氏文集』

▼用例「2979「感白蓮花」」埋歿漢父祖 孿生胡子孫(漢の父祖を埋歿して 胡の子孫を孿生す。)

(續國譯漢文大成『白楽天詩集』)

14 【子孫】 子と孫。また後裔。血筋。

▼用例「『論語』季氏」冉有曰、今夫顓臾、固而近於費。今不取、後世必爲子孫憂。

(冉有曰く、今夫の顓臾は固くして費に近し。今取らずんば、後世必ず子孫の憂を爲さんと。)

(吉田賢抗著 新釈漢文大系1『論語』)

『白氏文集』

▼用例「343「晚歲」」歲暮別兄弟 年衰無子孫(歲暮れて兄弟に別れ 年衰へて子孫なく)

(岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』)

▼用例「2227「有感 三首之一」」子孫非我有 委蛻而已矣(子孫我が有に非ず 蛻を委せんのみ)

(岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』)

『菅家文章』

▼用例「236 舟行五事二」

子孫何物遺 衣食何價充(子孫に何物をか遺せる 衣食に何の價か充てなむ)

『田氏家集』

▼用例「44 春日假景、訪問門友人」

友道たまたまなじと交情常欲深 適將何事効知音ちいん（友道交情、常に深からむと欲す 適何事を將ちてか、知音を効はさむ）

（中村璋八・島田伸一郎共著『田氏家集全釈』）

12 【好去】 去りゆくものに対して安慰することば。唐代俗語。

送別之詞。猶言好走、一路平安。〔訳〕 別れの言葉。また幸運に恵まれ道中の無事を祈るような意味。

『漢語大詞典』

▼用例「張鷟『游仙窟』 皆自送張郎曰、好去 若因行李、時復相過。

（皆自から張郎を送りて曰く、好し去れ、若し行李に因らば、時にまた相過れ。）

（八木沢元著『游仙窟全講』）

『白氏文集』

▼用例「0592『送春歸』」

好去今年江上春 明年未死還相見（好し去れ 今年江上の春 明年 未だ死せずんば還た相見ん）

（岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』）

▼用例「1205『南浦別』 一看腸一斷 好去莫迴頭（一たび看れば腸一たび斷ゆ 好し去れ 頭を迴らす莫れ）

語釈 好去：居残る人が旅立つ人に送るあいさつ語。お元気で。ごきげんよう。当時の俗語。

（岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』）

『菅家文章』

▼用例「62 同舍、小飲。」

夜更留不駐 好去待時來（夜更け留むれども駐らず 好し去れ 時を待ちて來れ）

（川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』頭注）

▼用例「317 訓藤六司馬幽閑之作、次本韻。」

流年好去從官老 官滿歸時自遇春（流年好し去れ 官に従ひて老いむ 官満ちて歸らむ時自らに春にあはむ）

（川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』頭注）

12 【苦】 ねんごろ。しきりに。懇ろに（ある動作を力をつくして行う意）

12 【拜辭】 お暇乞をする。別れ去る敬語。

13 【詩友】 詩を作る仲間

常在一起以詩詞唱和的朋友（〔訳〕常に傍にいて、そして詩を唱和しあう友人）「『漢語大詞典』」

『白氏文集』

▼用例「2963『醉吟先生傳』」

彭城劉夢得為詩友 安定皇甫朗之為酒友（彭城の劉夢得は詩友たり 安定の皇甫朗之は酒友たり）

9 【不須】 不用・不必 **〔訳〕** 使わない。必要がない。…する必要がない。[『漢語大詞典』]

▼用例 [張志和 漁父歌] 青簫笠、緑蓑衣、斜風細雨不須歸。(青き簫笠、緑の蓑衣、斜風細雨 歸るを須_めず。)
 【何必】 なんぞかならずシモ…(ンヤ) 【反語】。どうして…の必要があろうか、いや、ない。どうして…だけであらうか、いや…だけではない。

▼用例 『孟子』梁惠王上]

王亦曰仁義而已矣、何必曰利(王も亦た仁義と曰はんのみ。何ぞ必ずしも利と曰はんと)

(内野熊一郎著 新釈漢文大系4『孟子』)

10 【開眉】 眉を開く。愁いを解く。安心する。

笑、開顔。亦喻舒心。**〔訳〕**笑うこと。開顔。啓顔(笑う)。又、のびやかな気分を喻える

[『漢語大詞典』]

『白氏文集』

▼用例 [360 偶作寄朗之] 岐分兩回首 書到一開眉(岐分して兩つながら首を回らし 書到りて一たび眉を開く)

(新釈漢文大系『白氏文集』)

『菅家文章』

▼用例 [405 酒] 開眉杯裏伴 促膝醉中吟(眉を開く 杯の裏の伴 膝を促す。酔へる中の吟)

(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』頭注)

▼用例 『菅家後集』[498 山僧贈杖、有感題之]

万一開眉何事在 暫爲馬被小兒騎(万が一も眉を開かは何の事か 暫く馬と爲りて小兒に騎られむ)

(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』頭注)

11 【雖然】 そうではあるが、ではあるが。この「然」は接尾語。

即使如此。**〔訳〕**たとえこのようであったとしても。[『漢語大詞典』]

11 【交情】 交際のよしみ。交際的情愛。交誼。友情。

人們在相互交往中建立起來的感情

〔訳〕 人々が相互に交際しているあいだにおいて、生じ築きあらわれてくる感情。[『漢語大詞典』]

▼用例 [高適、送柴司戸充劉判官之嶺外詩] 別恨隨流水、交情脱寶刀。(別恨流水に隨ひ、交情寶刀を脱す。)

(目加田 誠著 新釈漢文大系19『唐詩選』)

『菅家文章』

▼用例 [110 依言字、重酬裴大使]

多少交情見一言 何關薄贈有微恩(多少の交情 一言に見る 何ぞ薄贈の微なる思み有るに關らむ)

(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』頭注)

詩形

七言古詩

押韻・韻字

上平声四支韻。

眉・辭・期・思

校異

○不須…○須（静嘉）（尊三）

○眉…眉（太二）

▼傍注「眉」（太二）

○詩友…諸友（加越能）

○咏…詠（内）（静嘉）（松平）（尊二）（尊三）（尊四）

○聲…声（太二）（太二）

○心以…以心（内）（大島）（加越能）（松平）（尊四）（太二）（太二）、（刊本）全本

▼頭注に「以心作心以」（大島）

訓読文

9 須ゐず 一曲 煩く手を用ゐることを

10 何ぞ必ずしも 十分 便ち 眉を開かん

11 然りと雖も 二者は交情浅し

12 好し去れ 我れ今 苦ろに拝辭す

13 詩友獨り留るは眞の死友

14 父祖子孫 久しく要期す

15 只嫌ふ 吟咏の歌唱に涉ることを

16 聲に發せず 心に以て思ふ

口語訳

9 （それなのに） 琴で一曲を演奏するのにこまこまと手を動かすのは、煩わしい

10 （二方）酒を十分に飲めばそれで心が晴れるような効用を説く必要もあるまい

11 いずれにしても私にはこの二人とは交わりも浅いのだから

12 ではさらばと、琴と酒にねんごろに別れを告げよう。

13 一人残った詩の友こそ私が死ぬまで寄り添う友である。

14 （これは）わが父祖から子孫までずっと約束されてきたものだ

15 そして自分の詩が時がたつて人々の口にのぼって歌われるのだけは避けたい。

16 （私が願うのは）声には出さず心に響く詩を思い続けることだ。

語釈

千万人家一世間 適逢得意不言還（千万の人家 一の世間 適得意に逢ひて還らむことを言はず）

（川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文草・菅家後集』頭注）

7 【麴】 酒やしょうゆを造るのに用いる。米や麦を蒸して暖かい室で、こうじ菌を繁殖させたもの。酒、みそなどの醸造

8 【桐】 落葉高木。春に薄紫色の房状の花を咲かせる。木材は軽く、湿気に拠る伸縮がないので、家具や琴などを作る。

『田氏家集』

▼用例「145 春風歌 八韻成韻。陪寛平二年内宴應制作」

絲桐繚繞飛歌樹 羅袖飄飄拂舞臺（絲桐繚繞として歌樹を飛び 羅袖飄飄として舞臺を拂ふ）

（中村璋八・島田伸一郎共著『田氏家集全釈』）

8 【絲】 いと「八音の一つ。弦楽器」「弦楽器に張った弦」「調糸」（『漢辞海』）

「二」

「477 讀樂天北窓三友詩 七言」 【2】 9句から16句

原文

韻

9	不須一曲煩用手	●	○	●	●	○	●	●
10	何必十分便開眉	●	●	●	○	●	○	◎
11	雖然二者交情淺	○	○	●	●	○	○	●
12	好去我今苦拜辭	●	●	●	○	●	●	◎
13	詩友獨留眞死友	○	●	●	○	○	●	●
14	父祖子孫久要期	●	●	●	○	●	●	◎
15	只嫌吟咏涉歌唱	●	○	○	●	●	○	●
16	不發于聲心以思	●	●	○	○	○	○	◎

それぞれの効能を説く。第三段では、三友を嗜んだ古人として、詩は陶淵明、琴は嵇康、酒は劉伶を挙げ「三人皆我が師なり」という。次の第四段は三師の「高風」を詠う箇所、彼らがひたすら三友に没入して「道を楽しみて帰するところを知る」さまであったとする。第五段はひるがえって、三友と一日として離れることをえない自己の日常を詠う。終段のみは四句からなり、輟晦を含みつつ「親和」に理解を求めて詠い収める。なお終結部の八句には押韻上の工夫が見られる。それまでまったく押韻してこなかった奇数句に、二十七句目「扈」、三十一句目「詞」と韻字を置いているのである。しかも二十九句目末の「紙」、三十三句目末の「是」はいずれも上声四紙韻で声調は異なるが、同じ母韻をもつ語である。おそらくこれは第五段までは六句で一段を形成していたのに対して、終段のみを四句一段で詠い収めることとするための、形式上からの支えの意味があったものと考えられる。

『菅原道真の詩と学問』 243～244頁

3 【彈琴】 琴を弾く。 琴をかなでる。

▼用例「王維、竹里館詩」獨坐幽篁裏 彈琴復長嘯（獨り坐す幽篁の裏 琴を弾じ 復た長嘯す）

（川合康三編訳『中国名詩選（中）』

『白氏文集』

▼用例「0347「馬上作」」彈琴復有酒 但慕嵇阮徒。（琴を弾じ復た酒を飲む 但だ嵇阮が徒を慕ふ）

（岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』

▼用例「8822「自問」」頼有彈琴女 時時聽一聲。（頼に琴を弾する女有り 時々一聲を聴く）

（續國譯漢文大成『白樂天詩集』

『田氏家集』

▼用例「73閑適」無心未必鎮彈琴 有眼何因久對林

（無心なるも未だ必ずしも鎮んじて琴を弾せず 眼有るも何に因りてか久しく林に對せる）

（中村璋八・島田伸一郎共著『田氏家集全釈』

5 【得意】 己の心にかなう。 己の望み通りになる。

領會旨趣。〔訳〕 意味を十分に理解する。）

〔『漢語大詞典』

▼用例「李白「將勸酒」詩」人生得意須盡歡 莫使金尊空對月

（人生 意を得ば須らく歡を盡くすべし 金尊をして空しく月に對せしむる莫かれ）

▼用例「『莊子』外物」言者所以在意、得意而忘言。（言は意に在る所以、意を得て言を忘る。）

（遠藤哲夫・市川安司著 新釈漢文大系8『莊子』下）

『白氏文集』

▼用例「0609「和鄭元及第後秋歸洛下閑居」」 勤苦成名後 優遊得意間。（勤苦名を成して後 優遊意を得る間）

（岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』

▼用例「2431「郡中夜聽李山人彈三樂」」傳聲千古後 得意一時間。（聲を傳ふ千古の後 意を得たり一時の間）

（岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』

『菅家文章』

▼用例「92 山家晚秋」

この『白氏洛中集』の性格は白居易自身、別に、「洛下遊賞宴集」（『白氏集後記』71—3673）と呼ぶように洛陽での「凡観寺丘墅 有泉石花竹者、靡不遊。人家有美酒鳴琴者、靡不過。有圖書歌舞者、靡不観」（『醉吟先生傳』61—2953）という生活の中で作られた歌詩作品を集めたものである。「北窓三友」はまさにそのような集の性格を体現した作であるといえる。 242 頁 『菅原道真の詩と学問』 243

と紹介されている内容である。

2 【北窓】 北側の窓

次の用例で示すように、陶淵明が北の窓辺で昼寝をする快適さを記したことに拠る話から閑適の快さと結びつく語

（参考、川谷康三訳注『白楽天詩選』（下） 304 頁）

▼用例「陶潜、與子儼等疏」

告儼・俟・份・佚・佟。天地賦命、生必有死。自古聖賢、誰能独免。（中略）

常言五月中、北窓下臥、遇涼風暫至、自謂是羲皇上人。意淺識罕、謂斯言可保。

訓 「陶潜、子の儼等に與うる疏」

儼・俟・份・佚・佟に告ぐ。天地の命を賦す、生には必ず死有り。古より聖賢、誰か能く独り免れん。（中略）常て言えらく五月中、北窓の下に臥し、涼風の暫く至るに遇えば、自ら謂う、是れ羲皇上の人と。意浅く識罕なるも、斯の言保つべしと謂う。

（都留春雄・釜谷武志共著『鑑賞 中国の古典 13 陶淵明』

『白氏文集』

▼用例「2980 「詠所樂」 「歸來北窓」下 解巾脱塵衣。（歸來北窓の下 巾を解きて塵衣を脱す）

（續國譯漢文大成『白楽天詩集』

▼用例「3544 「不出門」 「祖眺北窓」下 葛天之遺民。（祖眺北窓の下 葛天の遺民なり）

（續國譯漢文大成『白楽天詩集』

▼用例「0346 「思竹窗」 「唯憶新昌堂 蕭蕭北窓竹。（唯だ憶ふ新昌の堂 蕭々たる北窓の竹）

（岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』

『白氏文集』

▼用例「2985 「北窓三友」（北窓の三友）」 今日北窓下、自問何所爲（今日北窓の下、自ら問ふ何の爲す所ぞ）

（川合康三訳注『白楽天詩選（下）』岩波文庫）

2 【三友】 琴・酒・詩を言う。

『田氏家集』

▼用例「162 秋日竹日懷古」

偏稱「三友」數君須 竹下賢達谷裏愚（偏に琴・酒・詩の三友と稱して數君を須つ 竹下の賢達 谷裏の愚）

（小島憲之監修『田氏家集注』

2 白居易作【北窓三友詩】

前述の谷口孝介氏の論文に詳しく言及されている。その一部を引用すると

「北窓三友」は大和八（八三四）年、六十三歳のおりの作であり、五言古詩、韻は上平声四支韻、五微韻を古詩通押の範囲で押す。三十四句からなり、内容のうえからは六句ごと毎一段を構成する。

第一段は北向きの窓のあたりで琴・酒・詩の三友に親しむことをまずいう。第二段では、やむことのない三友そ

- 2 中に北窓三友の詩有り
- 3 一友は弹琴 一友は酒
- 4 酒と琴と吾れ知らず
ハミツ
- 5 吾知らずと雖も能く意を得たり
- 6 既に意を得たりと云へば 疑ふ所無し
- 7 酒は何を以てか成す 麴 水に和す
- 8 琴は何を以てか成す 桐 糸を播く

口語訳

- 1 白居易の『洛中集』十卷
- 2 その中に「北窓三友」の詩がある
- 3 一人の友は琴でもう一人は酒
- 4 酒を嗜むこと、琴を弾くこと、この二つは私にはなじみがない
- 5 私にはなじみがないが、白居易は、その心ばせを理解できている
- 6 心ばせを理解できると言っているのです、これらを心の友となしているのは疑いない
- 7 酒は何から造るかと言えば麴に水を合わせて造るのであり
- 8 琴は何から造るかといえは桐の木に糸を張って作る（といったようにいたって簡素である）

語釈

題【「讀樂天北窓三友詩」】

谷口孝介氏は

本詩の詩題を「増補本」の影響を受けた前田家乙本以外の「原型本」は「詠樂天北窓三友詩」と作っている。他人の詩について「詠」字を用いると、その詩を吟詠する意となる。その数少ない唐詩の例としては、中唐 権徳輿「秋疾初愈、月夜詠左思招隱詩、因而成詠」や同じく中唐 元稹「見人詠韓舍人新律詩、因有戲贈²⁸⁵」を認める。これらはいずれも、前者に「閑吟理輕歩、不厭涼夜詠」とあり、後者にも「喜聞韓古調、兼愛近新詩。玉磬声微、金鈴箇箇圓」とあるように、詩を吟詠し、その音声の側面に焦点を当てたものであることが分かる。とすると、道真がこの詩のなかで「只嫌吟詠涉歌唱、不發于声以心思」ということと抵触することとなり、この詩のばあいは「詠何何詩」と題するのはふさわしくない。ここはやはり貞享四年版本を始めとする「増補本」に拠って「読」とすべき箇所である。そうすることによって、「詠何何詩」の形式を踏まえつつもその伝統から逸脱せざるをえない、大宰府における道真の詩境が理解できるのである。

『菅原道真の詩と学問』

246頁

と考察されている。

ここではこの谷口氏の考察に拠り、岩波古典大系本に採る「詠」の字を刊本等の「讀」に替えた。

1 【白氏洛中集】

既に、谷口孝介氏が

白居易「北窓三友」は現伝の那波本『白氏文集』では卷六十二に収載されているが、道真が「読樂天北窓三友詩」の冒頭で、「白氏洛中集十卷、中有北窓三友詩」というように、元来は唐開成五（八四〇）年十一月に白居易みずからが十卷に編定した『洛中集』に収められていたものである。ことは白居易の自記になる「香山寺白氏洛中集記⁷¹⁻³⁶⁰⁸」に見え、そこには「白氏洛中集者、樂天在洛所著書也。大和三年春、樂天始以太子賓客分司東都、及茲十有二年矣。其間賦格律詩凡八百首、合為十卷、今納于龍門朋香山寺經藏堂」とあり大和三（八二九）年、五十八歳のときに太子賓客分司に任じられ東都洛陽に住していた十二年間に制作された約八百首の歌詩作品を十卷に編定して、香山寺に納められた集であったことが分かる。

4 酒之與琴吾不知 ●○○○○○◎

5 吾雖不知能得意 ○○○●○○●●

6 既云得意無所疑 ●○○●○○●◎

7 酒何以成麴和水 ●●○○●●●●

8 琴何以成桐播絲 ○●●○○●◎

詩形 七言古詩

押韻・韻字

上平声四支韻。

詩・知・疑・絲

校異

讀樂天北窓三友詩 七言

▼讀：詠（尊一）（尊二）（尊三）

▼窓：窓（内）（静嘉）（松平）

▼三友詩：三友書詩（内）（松平）（尊四）

▼七言：古調（内）（静嘉）（大島）（松平）（尊二）（尊四）（太二）（刊本）全本

▼七言：なし（加越能）

▼頭注に「讀作詠 古調作七言」（大島）

○窓：窓（静嘉）（松平）

○酒之與琴：酒與彈琴（大島）（加越能）（尊二）（尊四）（太二）（刊本）全本

▼頭注に「酒之與琴類從本同」（大島）（太二）（太二）とある

▼注に「鎌倉本作酒之與琴」（刊本）全本

▼下注に「鎌倉本作酒之與琴」（大島）とある

○酒之與琴：酒彈與琴 ●○○●○

訓読文

1 白氏が洛中集十卷

いたる。いまさらながら子に対する慈しみの情を思わざるをえない苦渋は、白居易「弄龜・羅」(312)の「物情小可念、人意老多慈」に見る「憂悩」と近いが、ことさらに「儒者」を揚言しているぶん、よりいっそう自身の不徳に対する悔悟が強調されるのである。

▼前段を受けて第四段落では、その親子がいつときに散り散りとなる惨状を述べる。この段落の第一節では四人の子息をひとりひとり点呼するかのように列挙する。長男「尚書右丞」右少弁高視、一男「吏部郎中」式部丞景行、三男「侍中」藏人兼茂、四男「秀才」文章得業生淳茂と、それぞれ左降以前の官職唐名で荘重に言挙げされており、そこには儒家の惣領としての自意識さえ認めうる。(中略)

▼終結部はうえにも述べたように、四句からなる小節をふたつ巡連ねて全篇を結ぶ。まず初めの小節は謫所での生活の将来にわたる不安をいい、内容のうえからのとりあえずのまとめとする。最後の四句はひるがえって「北窓三友」との落差を明確に詠って収める。(中略)この道真のばあいは詩人の情は、古今に孤絶しており、ただ志を言うという営為だけが共通するものとして意識されるのである。

『菅原道真の詩と学問』 242～243頁

【一】

まず、「477 讀樂天北窓三友詩 七言」の五十六句を便宜上、八句毎に区切り、二回に分けて注釈を試みる。今回はその前半【1】から【3】を注釈の対象とする。谷口氏の論に倣うと【第二段落】までになる。

『道真梅の会編 菅原道真漢詩集『菅家後集』全注釈』(注二)の中で本詩全詩の語釈について詳細な考察を試みている。本稿は、その刊行本との重複を避け、作品の解釈上、必須と思われる語および用例を精選し、各用例ごとの口語訳も必要と思われるもの以外は省いた。

尚、この注釈を進める上での「凡例」は前稿(注二)のそれに倣う。

「477 讀樂天北窓三友詩 七言」 【1】 1句から8句

原文

韻

- | | | |
|---|---------|----------|
| 1 | 白氏洛中集十卷 | ●●●●●●●● |
| 2 | 中有北窓三友詩 | ○●●●●●●● |
| 3 | 一友彈琴一友酒 | ●●●●●●●● |

三友遞相引 循環無已時
 一彈愜中心 一詠暢四肢
 猶恐中有閒 以醉彌縫之
 豈獨吾拙好 古人多若斯
 嗜詩有淵明 嗜琴有啓期
 嗜酒有伯倫 三人皆吾師
 或乏儋石儲 或穿帶索衣
 絃歌復觴詠 樂道知所歸
 三師去已遠 高風不可追
 三友遊甚熟 無日不相隨
 左擲白玉卮 右拂黃金徽
 興酣不疊紙 走筆操狂詞
 誰能持此詞 爲我謝親知
 縱末以爲是 豈以我爲非

三友遞ひに相引き 循環して已む時無し
 一彈 中心に愜^なひ 一詠 四肢に暢^のぶ
 猶ほ中に間有らんことを恐れ 酔ひを以て之を彌縫す
 豈に獨り吾のみ拙にして好むならんや 古人も多く斯くの若し
 詩を嗜なむ 淵明有り 琴を嗜なむ 啓期有り
 酒を嗜なむ 伯倫有り 三人は皆吾が師なり
 或いは儋石の儲へに乏しく、或いは帶索の衣を穿つ
 絃歌して復た觴詠し、道を樂しみて歸する所を知る。
 三師 去ること已に遠し 高風 追ふべからず
 三友 遊甚だ熟し 日として相隨はざるは無し
 左に白玉の卮を擲ち 右に黄金の徽を拂ふ
 興酣にして紙を疊まず 筆を走らせて狂詞を操る
 誰か能く此の詞を持し 我が爲に親知に謝する
 縱ひ未だ以て是と爲さざるも 豈に我を以て非と爲さんや

この詩を道真是、詠作の下敷きとして、今の太宰府での心境を、白居易のそれと対比し、詠んでいる作品である。そしてそこには、白居易のそれと、大きく乖離した道真自身の心境が赤裸々に吐露されているのである。

この詩についての谷口孝介氏の論を以下に部分的に引用し、この作品の紹介に替えたい。

この詩は内容のうえから、四句ずつで小さな一節を形成し、その三節つまり十二句で大きな一段を形成するように作られている。ただ終結部のみは「北窓三友」のばあいを作ったものか、四句の小節二節によって結ばれている。つまり詩全体では、十二句からなる大段四段と終結部の四句からなる小節二節とで構成されている。

▼詩はまず第一段落において、白居易「北窓三友」詩を持ち出して、その三友のうち酒と琴とは自分にとっては縁がなかったことをいう。（中略）

▼第二段落では前段を受けて冒頭で、「詩友」のみが終生変わらない「死友」であることをいう。しかしその詩は道真にとっては「父祖子孫久要期」であって、けっして「北窓三友」に「絃歌復觴詠」とあったような「楽道」とは意識されない。（中略）いま「忌諱」のある身の上にあつて、「三間白茅茨」の「官舎」の「北窓」で、「穩」やかに「良友」たる詩が自身に寄り添ってくれることのみが、慰めであることをいう。

▼第三段落は一転して、「焼香散華」「念仏読経」のうちに「感応」して集まる「紫燕之雛黄雀兒」に焦点を当てる。その燕雀のありさまを「喃喃噴噴如合語、一虫一粒不致飢」と抽出する。（中略）道真是燕雀の「喃喃噴噴」という鳴き声に喚起されて、「彼は微禽我儒者、而我不如彼多慈」と、親の子に対する「慈」に思い

菅原道真研究 『菅原後集』 477 讀樂天北窓三友詩 七言 全注釈 (二十七)

A Study of Sugawara Michizane

YAKIYAMA Hiroshi

Explanatory notes on all the poems of "Kanke Koshu" (Private edition of Sugawara Michizane, s poetry in Chinese written in the DazaiFu period) ... Section 27

焼山 廣志

[序]

今回取り上げる作品⁴⁷⁷ 讀樂天北窓三友詩 七言⁴⁷⁷は、「紋意二百韻」(二〇〇句)、「哭奥州藤使君」(八〇句)に次ぐ、五十六句からなる長篇の作品である。先の二作品とほぼ制作時期は重なり、道真太宰府左遷の当年に詠作されたものである。

その左遷された当年は、長篇が矢継ぎ早に詠まれており、その後、こうした大作は、なりをひそめている。その詠作事情については拙著『菅原道真研究』「菅家後集」所載の作品論と編纂事情考(注釈を通して)『福岡学術出版社 平成二十八年刊』に既に論じた通りである。

この「讀樂天北窓三友詩」を鑑賞する前提となるのは、この詩題にあるように、中国の中唐の詩人白居易の「北窓三友」という詩作品の理解である。

その詩とは白居易自身が心の友とできるのは「琴」「酒」「詩」の三友であり、この三友とは一日として離れることのできないという、老齡に達した自適の心境を三十四句で述べたものである。

ここで、以下にこの作品全篇の原文、訓を新釈漢文大系本の該当部分より引用することにする。

[2985 北窓三友 (『白氏文集』)]

【解題】北の窓の下で、琴と酒と詩を友として楽しんでいることを述べた詩。大和八年(八三四、洛陽で太子賓客分司となっていた六十三歳の作。

【原文】

今日北窗下 自問何所爲
欣然得三友 三友者爲誰
琴罷輒舉酒 酒罷輒吟詩

【訓】

今日 北窗の下 自ら問ふ 何の爲す所ぞと
欣然として三友を得たり 三友とは誰とか爲す
琴罷みて^{すなは}輒ち酒を舉げ 酒罷みて輒ち詩を吟ず

研 究 活 動 概 要

発表した論文・著書及び講演題目 (自2016年4月～至2017年3月)

発表年 月	論文の種類	論文(著書／講演)の名称・題目	著者名	雑誌名・巻号(出版社名／学会名)
2016 9	講演論文	対称群のスピン指標に対する合同式	青 影 一 哉	熊本大学表現論セミナー
2016 10	講演論文	対称群のスピン指標に対する合同式	青 影 一 哉 (田 端 亮)	日本数学会九州支部例会
2017 3	講演論文	Congruence relations of spin character for the symmetric groups	青 影 一 哉	岡山ー熊本ー北京ー広島代数解析幾何学ミニシンポジウム
2016 11	その他(寄稿・学術以外の講演等)	有明高専のボランティア活動	阿 嘉 奈 月	有明新報, KOSENの窓
2016 8	その他(寄稿・学術以外の講演等)	高専における多読指導効果の検証ー英語リーディング力向上の可能性についてー	阿 嘉 奈 月	全国英語教育学会第42回埼玉県大会発表予稿集, 第42巻, 20-21
2016 9	審査付き論文	Sentence Diagramming as an Effective Tool for Teaching English to Engineers	GRUMBINE Richard	ISATE, 2016
2016 9	講演論文	Chairman (educational systems and methods)	GRUMBINE Richard	ISATE
2016 9	講演論文	Round Table Discussion Leader	GRUMBINE Richard	ISATE
2016 10	審査なし論文	焼結法によるY系高温超伝導体の作製とその特性検証～学生による金型の加工・作製から学会発表まで～	(酒 井 健) (坂口ももか) (大淵しいな) (中 垣 拓 望) (熊 谷 千 尋) (竹 内 伯 夫) (鮫 島 朋 子) (森 田 恵 一)	有明工業高等専門学校紀要, 第52号
2016 8	講演論文	スケジュール帳の活用を通じた自立支援教育の方法	鮫 島 朋 子	平成28年度全国高専フォーラム
2016 7	審査付き論文	環境問題の解決を担うエリート科学者養成プログラム『有明次世代科学クラブ』: 3年間の総括 (第10回論文特集号)	(坪 根 弘 明) (竹 内 伯 夫) (藤 本 大 輔) (田 中 彰 則) (石 丸 智 士) (福 田 尚 広) (尋 木 信 一) (村 岡 良 紀)	日本高専学会誌 = Journal of the Japan Association for College of Technology, 第21巻3号
2016 10	審査なし論文	焼結法によるY系高温超伝導体の作製とその特性検証: 学生による金型の加工・作製から学会発表まで	(酒 井 健) (坂口ももか) (大淵しいな) (中 垣 拓 望) (熊 谷 千 尋) (竹 内 伯 夫) (鮫 島 朋 子) (森 田 恵 一)	有明工業高等専門学校紀要 = Research reports of the National Institute of Technology, Ariake College, 第52号
2017 1	審査なし論文	有明高専3年次における物理科による課題研究および学外発表への取り組み (特集 高専の教育: 一般科目: 物理・数学・化学)	竹 内 伯 夫 (酒 井 健) (鮫 島 朋 子) (森 田 恵 一)	日本高専学会誌 = Journal of the Japan Association for College of Technology, 第22巻1号

2016 6	講演論文	大牟田市民カレッジ講座「伝説を科学する」に関わる科学研究支援	竹内 伯夫 (上原 修一) (原 慎 也) (村 田 和 穂)	有明広域産業技術振興会講演会
2016 8	講演論文	市民と学生の協働による公開講座「伝説を科学する」の実践報告	竹内 伯夫 (原 慎 也) (上原 修一) (村 田 和 穂) (西 田 久) (井 上 琢 徳)	平成28年度全国高専フォーラム (C-11)
2016 5	審査付き論文	Metallic ferromagnetism supported by a single band in a multi-band Hubbard model	田 中 彰 則 (田 崎 晴 明)	Journal of Statistical Physics, 第 163巻5号
2016 9	審査付き論文	One-dimensional extended Hubbard model with spin-triplet pairing ground states	田 中 彰 則	Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical, 第 49巻41号
2016 9	講演論文	一次元拡張ハバード模型におけるエッジ状態	田 中 彰 則	日本物理学会2016年秋季大会
2016 12	審査付き論文	Limiting behavior of immanants of certain correlation matrix	田 端 亮	Linear Algebra and its Applications, 510
2016 7	審査なし論文	Immanant の不等式の予想の精密化と $n \rightarrow \infty$ のときのその挙動	田 端 亮	京都大学数理解析研究所講究録 「組合せ論的表現論と表現論的組合せ論」, 1998
2016 10	講演論文	Schur の immanant 不等式と Littlewood-Richardson 対応	田 端 亮	研究集会「表現論とシュア函数」
2016 10	講演論文	対称群の既約スピン指標に対する合同式	(青 影 一 哉) 田 端 亮	第 135 回 日本数学会九州支部 例会
2017 2	講演論文	Schur の immanant 不等式と Littlewood-Richardson 対応	田 端 亮	第 136 回 日本数学会九州支部 例会
2017 11	審査付き論文	Comparing mastery sentence test scores with L2 to L1 translation test scores.	(レイモンド・ス テュービー) 中 島 亨 輔	The Journal of Teaching English for Specific And Academic Purposes
2017 11	審査付き論文	Measuring 1st and 2nd year student high frequency word knowledge.	(レイモンド・ス テュービー) 中 島 亨 輔	The 2016 PanSIG Journal
2017 1	審査なし論文	太平洋・インド洋の環礁国における土地利用と国土の脆弱性	(菅 浩 伸) 中 島 洋 典	地理
2016 12	講演論文	野球における主体的な活動が状況判断に与える影響	(松 崎 拓 也) 野 口 欣 照 (榊 淳 一) (古 城 隆 利) (黒 田 次 郎)	日本野球科学研究会第4回大会
2017 1	審査なし論文	特集『高専の教育 ―一般科目:物理・数学・化学―』一般化学における対面型授業の現状とAI型授業導入の可能性	松 尾 明 洋	日本高専学会誌, 第22巻1号
2016 7	審査付き論文	環境問題の解決を担うエリート科学者養成プログラム『有明次世代科学クラブ』: 3年間の総括 (第10回論文特集号)	(坪 根 弘 明) (竹 内 伯 夫) (藤 本 大 輔) (田 中 彰 則) (石 丸 智 士) (福 田 尚 広) (尋 木 信 一) 村 岡 良 紀	日本高専学会誌 = Journal of the Japan Association for College of Technology, 第21巻3号

2016 10	審査なし論文	<i>Pamela</i> の言語についての覚書	村 田 和 穂	有明工業高等専門学校紀要, 第52号
2016 11	講演論文	18世紀英文学作品における言語について: 句動詞の使用から見た	村 田 和 穂	熊本大学英文学会第60回大会
2016 12	講演論文	菅原道真公の漢詩鑑賞～太宰府時代の作品を読む(3回)～	焼 山 廣 志	大牟田市民大学講座
2017 3	著書	菅原道真漢詩集『菅家後集』全注釈(「讀樂天三友詩」・「叙意一百韻」)	焼 山 廣 志	福岡学術出版社
2017 2	講演論文	「国際・異文化理解: インド事情」	山 口 英 一	熊本高専熊本キャンパス特別講義
2016 10	審査なし論文	有明高専2年生における素点ベースの年間成績ポートフォリオ作成	山 崎 英 司	有明工業高等専門学校紀要, 第52号
2016 10	審査なし論文	体感的機械加工技術の教育的効果を高める加工システムの開発—切削力を体験・比較できる装置—	(石 橋 大 作) (吉 富 貴 司) 明 石 剛 二	有明工業高等専門学校紀要, 第52号
2016 6	講演論文	機械加工技術の教育的効果を高めることを目的とした穴あけシステムの設計開発	(石 橋 大 作) (吉 富 貴 司) 明 石 剛 二	日本設計工学会九州支部平成28年度研究発表講演会講演論文集
2016 9	講演論文	レーザ誘導式小径深穴形状測定システムの開発—測定精度向上対策	(甲 木 昭 雄) (佐 島 隆 生) (村 上 洋) (大 西 修) 明 石 剛 二	2016年度精密工学会秋季大会講演論文集
2016 10	講演論文	伝統的技法の伝承と保存に関する一試み	(平 田 裕 次) (松 原 征 男) (石 橋 大 作) (古 賀 つかさ) 明 石 剛 二	日本設計工学会2016年度秋季大会研究発表講演会講演論文集
2016 10	講演論文	穴あけ加工技術を受け継ぐことを目的とした取り組み	(石 橋 大 作) 明 石 剛 二	日本設計工学会2016年度秋季大会研究発表講演会講演論文集
2017 3	講演論文	レーザ誘導方式小径深穴形状測定システムの開発—測定ユニットと測定精度の関係—	(甲 木 昭 雄) (佐 島 隆 生) (村 上 洋) (大 西 修) 明 石 剛 二	2017年精密工学会春季大会講演論文集
2017 2	著書	写真・図解でプロが教えるテクニック 正しい工具の揃え方・使い方	(堀 田 源 治) 明 石 剛 二 (松 川 真 也)他5名	日本能率協会マネジメントセンター
2016 10	講演論文	超音波を用いたろう付面積評価の推定精度に及ぼす試験片形状の影響	(酒 井 崇 彰) 岩 本 達 也 (佐 々 木 誠)	日本材料学会 材料シンポジウム 若手学生研究発表会講演論文集
2016 10	講演論文	超音波を用いたろう付面積評価の推定精度に及ぼす測定条件の影響	(境 駿 一) 岩 本 達 也 (佐 々 木 誠)	日本材料学会 材料シンポジウム 若手学生研究発表会講演論文集
2017 3	講演論文	コンクリート構造物のためのプロペラ推力を利用した検査ロボットの開発	岩 本 達 也 (江 中 幹 弥) (多 田 慶 次 郎)	日本機械学会九州支部講演論文集, 178(1), pp.329-330

2016	7	審査付き論文	CBN電着砥石の石英ツルレーイング技術の開発	(峠 直 樹) (藤 林 太 郎) (宮 本 竜 成) (坂 本 武 司) (久保田章亀) (峠 睦)	砥粒加工学会誌, Vol.60.No.7
2016	9	審査なし論文	UVツルレーイングによるダイヤモンド砥石の研削性能の向上と寿命評価	(柴元翔太郎) (坂 本 武 司) (久保田章亀) (峠 睦)	砥粒加工学会学術講演会講演論文 文集
2016	9	審査なし論文	紫外線照射研磨を用いたPCD製工具の切削性能の改善	(後 藤 健 太) (坂 本 武 司) (久保田章亀) (峠 睦) (和 泉 康 夫)	砥粒加工学会学術講演会講演論文 文集
2016	9	審査なし論文	石英ツルレーイングしたCBN軸付砥石の研削性能評価とツルレーイングメカニズムの解明	(宮 本 竜 成) (坂 本 武 司) (久保田章亀) (峠 睦) (峠 直 樹)	砥粒加工学会学術講演会講演論文 文集
2016	10	審査なし論文	たたら炉の小型化に関する研究	(木 下 聖 周) (真 島 吉 將) (坂 本 武 司)	日本設計工学会2016年度秋季大会 研究発表後援会講演論文
2016	9	審査付き論文	The system making of "technology" learning with local people and students	Akira Shinozaki (Seio Matsubara) (Takashi Yoshitomi) (Yoshimasa Mashima) (Daisaku Ishibashi)	Transactions of ISATE 2016, The 10th International Symposium on Advances in Technology Education, 第5102巻
2016	8	審査なし論文	ロボットコンテストJrリーグのリニューアル	(坪 根 弘 明) (篠 崎 烈) (原 慎 真 也) (堀 田 源 治) (坂 本 武 司) (松 川 真 也) (石 橋 大 作) (河 村 英 司) (真 島 吉 將) (中 島 正 寛) (松 原 征 男)	第22回日本高専学会 年会講演 会講演論文
2016	12	審査なし論文	ステンレス鋼SUS310Sの精密研磨特性	(篠 崎 烈) (橋 富 り え)	2016年度 精密工学会北九州地方 講演会講演論文
2017	3	著書	炭鉱の記憶と関西	篠 崎 烈	関西大学経済・政治研究所
2016	5	審査付き論文	Study on Seaweed Removal Efficiency from the Wastewater by Swirl Flow Separator	坪 根 弘 明 (下 村 慎 哉) (武 末 修 一)	Proceedings of 9th International Conference on Multiphase Flow, ICMF2016
2016	7	審査付き論文	環境問題の解決を担うエリート科学者養成プログラム『有明次世代科学クラブ』—3年間の総括—	坪 根 弘 明 (竹 内 伯 夫) (藤 本 大 輔) (田 中 彰 則) (石 丸 智 士) (福 田 尚 広) (尋 木 信 一) (村 岡 良 紀)	日本高専学会誌, 第21巻3号
2016	8	審査なし論文	螺旋旋回流を利用した海苔廃水中からの海苔の除去	坪 根 弘 明 (下 村 真 哉) (武 末 修 一)	混相流シンポジウム講演論文 集 (CD-ROM)

			坪根 弘 明 (篠 崎 烈) (原 慎 真 也) (堀 田 源 治) (坂 本 武 司) (松 川 真 也) (石 橋 大 作) (河 村 英 司) (真 島 吉 將) (中 島 正 寛) (松 原 征 男)	日本高専学会第22会発表会講演 論文集
2016	8	審査なし論文	ロボットコンテストJrリーグのリニューアル	
2016	12	その他(寄稿・ 学術以外の講 演等)	高専だから出来る中学生向け理系人財育成の取組事例	坪根 弘 明
2017	3	その他(寄稿・ 学術以外の講 演等)	地域の諸問題の解決を通じた次世代科学者養成プログラ ム「有明次世代科学クラブ」平成28年度報告書	坪根 弘 明 (竹 内 伯 夫) (田 中 彰 則) (村 岡 良 紀) (近 藤 恵 美) (平 島 洋 一)
2017	3	審査付き論文	多関節マニピュレータの分散型運動学計算法の研究	原 慎 真 也 (林 朗 弘) (佐 竹 利 文) (小 森 望 充)
2016	6	講演論文	プレコンディショニングを行ったヤコビ行列を用いた超冗長マ ニピュレータの逆運動学計算	原 慎 真 也 (関 段 友 哉) (福 丸 浩 史) (林 朗 弘) (佐 竹 利 文)
2016	6	講演論文	超冗長ロボットの複雑な動作のための形状制御モデル の開発	原 慎 真 也 (新 垣 涼 平) (福 丸 浩 史) (林 朗 弘) (佐 竹 利 文)
2016	6	講演論文	大牟田市民カレッジ講座「伝説を科学する」に関わる科 学研究支援	原 慎 真 也 (竹 内 伯 夫) (上 原 修 一) (村 田 和 穂)
2016	8	講演論文	市民と学生の協働による公開講座「伝説を科学する」の 実践報告	原 慎 真 也 (竹 内 伯 夫) (上 原 修 一) (村 田 和 穂) (西 田 久) (井 上 琢 徳)
2016	12	講演論文	VisualStudioとSolidWorksを用いた MAS型ロボットシミュ レータの開発	原 慎 真 也 (佐 保 勇 樹) (高 崎 優 也)
2016	12	講演論文	MAS型ロボットにおける手先姿勢運動学計算法の研究	原 慎 真 也 (重 松 春 麗) (山 村 幸 大)
2016	12	講演論文	機械学習を用いたMAS型ロボット運動学収束計算の高 速化	原 慎 真 也 (木 下 順 平)
2017	1	講演論文	人工知能を用いた多関節ロボット運動学計算収束係数 の研究	原 慎 真 也 (木 下 順 平)
2016	11	その他(寄稿・ 学術以外の講 演等)	回転する円盤の不思議な力	原 慎 真 也 (坂 本 武 司)
2016	4	審査なし論文	設備の信頼性をさらに高めるメンテナンス・パーソナリ ティとは？第1回 非定常作業と保全性・安全性	堀 田 源 治
				プラントエンジニア, 第48巻4号

2016	5	審査なし論文	設備の信頼性をさらに高めるメンテナンス・パーソナリティとは？第2回人が変われば設備も変わる？	堀 田 源 治	プラントエンジニア, 第48巻5号
2016	6	審査なし論文	設備の信頼性をさらに高めるメンテナンス・パーソナリティとは？第3回ディペンダビリティとヒューマンファクター	堀 田 源 治	プラントエンジニア, 第48巻6号
2016	7	審査なし論文	設備の信頼性をさらに高めるメンテナンス・パーソナリティとは？第4回危険検出と安全検出	堀 田 源 治	プラントエンジニア, 第48巻7号
2016	7	審査なし論文	科学技術者の倫理(1)社会の要求に沿う新しい技術者像	堀 田 源 治	機械の研究, 第68巻7号
2016	8	審査なし論文	設備の信頼性をさらに高めるメンテナンス・パーソナリティとは？第5回真剣な作業ほど”勝手な好み”が出る？	堀 田 源 治	プラントエンジニア, 第48巻8号
2016	8	審査なし論文	科学技術者の倫理(2)国際的・学際的な技術進展の中における技術	堀 田 源 治	機械の研究, 第68巻8号
2016	9	審査なし論文	設備の信頼性をさらに高めるメンテナンス・パーソナリティとは？第6回作業者の行動を支配する個性を探す！	堀 田 源 治	プラントエンジニア, 第48巻9号
2016	9	審査なし論文	科学技術者の倫理(3)歴史的視点から考える職業倫理	堀 田 源 治	機械の研究, 第68巻9号
2016	10	審査なし論文	設備の信頼性をさらに高めるメンテナンス・パーソナリティとは？第7回あなたは何型？行動個性にはパターンがある	堀 田 源 治	プラントエンジニア, 第48巻10号
2016	10	審査なし論文	科学技術者の倫理(4)機械技術者に求められる倫理観と行動	堀 田 源 治	機械の研究, 第68巻10号
2016	11	審査なし論文	設備の信頼性をさらに高めるメンテナンス・パーソナリティとは？第8回行動個性と血液型・性格には関係がある？	堀 田 源 治	プラントエンジニア, 第48巻11号
2016	11	審査なし論文	科学技術者の倫理(5)安全問題と倫理的課題の相反	堀 田 源 治	機械の研究, 第68巻11号
2016	11	審査なし論文	機械設備の無停止を目指す高度信頼性システム設計ー最近の保全現場の課題ー	堀 田 源 治	機械設計, 第60巻14号
2016	11	審査なし論文	意外に知られていない保全性設計の盲点	堀 田 源 治	機械設計, 第60巻14号
2016	11	審査なし論文	知っていると得をする保全性を高める設計の勘どころ	堀 田 源 治	機械設計, 第60巻14号
2016	12	審査なし論文	設備の信頼性をさらに高めるメンテナンス・パーソナリティとは？第9回密かに危険を望む怖い深層心理	堀 田 源 治	プラントエンジニア, 第48巻12号
2016	12	審査なし論文	科学技術者の倫理(6)発展的倫理と技術者活動の方向性	堀 田 源 治	機械の研究, 第68巻12号
2017	1	審査なし論文	設備の信頼性をさらに高めるメンテナンス・パーソナリティとは？ 自分の型を知ることでの作業改善	堀 田 源 治	プラントエンジニア, 第49巻1号
2017	2	審査なし論文	設備の信頼性をさらに高めるメンテナンス・パーソナリティとは？ 好ましいメンテナンスパーソナリティ	堀 田 源 治	プラントエンジニア, 第49巻2号

2017 2	審査なし論文	設備の信頼性をさらに高めるメンテナンス・パーソナリティとは？ 明日の職場が明るく見える	堀 田 源 治	プラントエンジニア, 第49巻3号
2017 3	講演論文	技術士倫理綱領の解釈	堀 田 源 治	日本技術士会倫理委員会3月定例
2016 10	著書	技術者倫理 技術者として幸福を得るために考えておくべきこと	(辻 井 洋 行) (水 井 万 里 子) 堀 田 源 治	日刊工業新聞社
2016 8	著書	2016年度版 機械保全の徹底攻略 機械系保全作業	堀 田 源 治	日本能率協会マネジメントセンター
2016 8	著書	2016年度版 機械保全の徹底攻略 電気系保全作業	堀 田 源 治	日本能率協会マネジメントセンター
2016 8	著書	2016年度版 機械保全の過去問500＋チャレンジ100	堀 田 源 治	日本能率協会マネジメントセンター
2016 12	審査付き論文	Development of Exhaust device utilizing Solid Oxide Fuel Cell to collect electricity from exhaust gas and reduce emission	柳 原 聖	The 7th TSME International Conference on Mechanical Engineering
2016 12	審査付き論文	Development of Safety Device Utilizing Brain Machine Interface(BMI) for Educational Practice of Machine Tool	柳 原 聖	The 7th TSME International Conference on Mechanical Engineering
2016 12	審査付き論文	Feasibility of Sensor-Feedback Phase Control to Suppress Self-Excited Chatter in Cylindrical Grinding	柳 原 聖	The 7th TSME International Conference on Mechanical Engineering
2016 9	講演論文	排気ガスからの電力回収を目的とした固体酸化物形燃料電池の開発(小排気量エンジンにおける排ガス浄化機能の検証)	(森 田 健 斗) (林 宥 輔) 柳 原 聖 (内 山 直 樹) (内 山 靖 之)	日本機械学会2016年度年次大会
2016 9	講演論文	固定砥粒加工工具による梨地面創成法の開発(アクティブフィードバックによる速度制御系の適用)	(喜 多 亮) 柳 原 聖	日本機械学会2016年度年次大会
2016 9	講演論文	簡易ブレインマシーンインタフェースを利用した機械基礎実習用安全装置の開発	(大 法 友 樹) 柳 原 聖	日本機械学会2016年度年次大会
2017 3	講演論文	固定砥粒加工工具を用いた梨地面創成法の開発-硬脆材料の梨地面創成-	(喜 多 亮) 柳 原 聖	日本機械学会九州学生会第48回 学生員卒業研究発表会
2016 9	その他(寄稿・ 学術以外の講演等)	生体信号モニタリングによる機械用安全装置	(吉 富 貴 司) 柳 原 聖	特願2016-17884
2016 10	その他(寄稿・ 学術以外の講演等)	排ガス、廃棄飲料、身近な廃棄物を新たなエネルギーソースに変えるための試み	柳 原 聖	エコテクノ2016
2016 12	その他(寄稿・ 学術以外の講演等)	それって何？燃費不正問題	柳 原 聖	有明新報2016年12月28日
2016 11	審査付き論文	On Generalized Eigenvector Method for Errors-In-Variables Models Identification	Masato Ikenoue (Kiyoshi Wada)	Proceedings of the 48th ISCIE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications, pp.34--39, Fukuoka Institute of Technology, Fukuoka, Japan, Nov. 5-6, 2016.
2016 11	講演論文	変数誤差モデルの閉ループ同定問題について	池之上正人 (和 田 清)	第59回自動制御連合講演会講演論文集, ThD4-3, pp.601--605, 北九州国際会議場, 北九州市, Nov. 10-12, 2016.

2016 7 審査付き論文	環境問題の解決を担うエリート科学者養成プログラム『有明次世代科学クラブ』—3年間の総括—	(坪根 弘 明) (竹 内 伯 夫) (藤 本 大 輔) (田 中 彰 則) (石 丸 智 士) (福 田 尚 広) (尋 木 信 一) (村 岡 良 紀)	日本高専学会誌, 第21巻3号
2017 3 講演論文	色素増感太陽電池用カーボン対極の検討	(星野光一朗) (石 丸 智 士) (高 松 竜 二)	平成28年度(第7回)電気学会九州支部高専研究講演会講演論文集
2017 3 講演論文	電着法による酸化チタン薄膜の調製と色素増感太陽電池への応用	(岡 龍 誠) (下 河 正 広) (石 丸 智 士) (高 松 竜 二)	平成28年度(第7回)電気学会九州支部高専研究講演会講演論文集
2016 10 審査付き論文	Development of asymmetric burst pulse system for study of effects of chemical substances on organisms	(Tomo Takada) Susumu Kono (Akemi Yamaguchi) (Nobuaki Tominaga)	ISTS2016, International Symposium on Technology for Sustainability 2016
2016 9 審査なし論文	線虫(C.elegans)の卵への電気パルス印加におけるパルス幅の影響調査	(高 田 智) (河 野 晋) (山 口 明 美) (富 永 伸 明)	電気学会基礎・材料・共通部門大会講演論文集(CD-ROM), 2016
2016 7 審査なし論文	高電界パルス印加によるメダカ卵へのニッケル・銅イオンの導入及び急性毒性・催奇形性の評価	(示 野 誠 也) (山 口 明 美) (河 野 晋) (大河平紀司) (富 永 伸 明)	化学関連支部合同九州大会・外国人研究者交流国際シンポジウム講演予稿集, 53rd
2016 12 審査なし論文	パルス電界を用いた物質導入法によるE2のメダカ初期胚への発生影響評価	(山 口 明 美) (富 永 伸 明) (河 野 晋) (石 橋 弘 志) (飯 田 緑) (内 田 雅 也) (有 菌 幸 司)	日本内分泌かく乱化学物質学会研究発表会要旨集, 19th
2016 7 審査付き論文	簡易型微小位相差計測回路に適した自動計測システム	(野 口 卓 朗) (深 井 澄 夫) (石 川 洋 平) (清 水 暁 生) (豊 田 一 彦)	電気学会論文誌. C, 第136巻7号
2016 8 審査付き論文	A Variable Overdrive voltage CMOS Current Mirror for Low-Voltage Applications	Akio Shimizu (Yohei Ishikawa) (Sumio Fukai)	International Conference on Analog VLSI Circuits, AVIC 2016, Boston, America, August 24-26, 2016
2016 10 審査付き論文	A High Output-Swing Current Mirror With Neuron MOSFETs in Standard CMOS Technology	Akio Shimizu (Yohei Ishikawa) (Sumio Fukai)	IEEE Asia Pacific Conference on Circuits and Systems, APCCAS 2016, Jeju, Korea, October 25-28, 2016
2016 10 審査付き論文	Buffer With Neuron MOSFETs for Class-G Headphone Driver	(Yuki Matsuda) Akio Shimizu (Yohei Ishikawa) (Sumio Fukai)	International SoC Design Conference, ISOCC 2016, Jeju, Korea, October 23-26, 2016
2017 1 審査なし論文	可変オーバードライブ電圧カレントミラーに用いるアンプの検討	(齋 藤 孝 一) (清 水 暁 生) (石 川 洋 平) (深 井 澄 夫)	電気学会電子回路研究会資料, ECT-017-001
2017 1 審査なし論文	有明高専におけるLSI設計・試作検証・計測システム開発を通じた技術者教育の取り組み	(川 添 浩 太) (谷 口 幹) (吉 野 託 未) (大 塩 悠 貴) (野 口 卓 朗) (深 井 澄 夫) (清 水 暁 生) (石 川 洋 平)	電気学会電子回路研究会資料, ECT-017-012

2017	1	審査なし論文	生体インピーダンス計測に適した簡易型微小位相差計測回路の検討	(野口卓朗) (深井澄夫) (石川洋平) (清水暁生) (木本晃) (豊田一彦)	電気学会電子回路研究会資料, ECT-017-017
2017	1	審査なし論文	FG-MOSFETを用いた4値ALUの評価	(松永祐太郎) (野口卓朗) (清水暁生) (石川洋平) (深井澄夫)	電気学会電子回路研究会資料, ECT-017-020
2016	6	審査なし論文	アナログ集積回路(IC)の“検証”に着目した技術者教育手法に関する研究	(石川洋平) (清水暁生) (荻島真澄)	マツダ財団研究報告書(科学技術振興関係), 第28巻
2016	8	著書	電子回路が一番わかる(しくみ図解)	清水暁生	技術評論社
2016	4	審査付き論文	脂質/高分子膜における苦味の温度特性	高松竜二 (永守知見)	電気学会論文誌E, 第136巻4号
2017	3	講演論文	色素増感太陽電池用カーボン対極の検討	(星野光一朗) (石丸智士) 高松竜二	電気学会九州支部平成28年度 (第7回)高専研究講演会
2017	3	講演論文	電着法による酸化チタン薄膜の調製と色素増感太陽電池への応用	(岡龍誠) (下河正広) (石丸智士) 高松竜二	電気学会九州支部平成28年度 (第7回)高専研究講演会
2017	3	講演論文	電子回路およびマイコン学習のための教材の製作	(吉富貴司) 高松竜二	総合技術研究会2017
2016	7	審査付き論文	環境問題の解決を担うエリート科学者養成プログラム『有明次世代科学クラブ』—3年間の総括—	(坪根弘明) (竹内伯夫) (藤本大輔) (田中彰則) (石丸智士) (福田尚広) 尋木信一 (村岡良紀)	日本高専学会誌, 第21巻3号
2016	7	審査付き論文	簡易型微小位相差計測回路に適した自動計測システム	(野口卓朗) (深井澄夫) (石川洋平) (清水暁生) (豊田一彦)	電気学会論文誌C, 136巻
2016	8	審査付き論文	A Variable Overdrive voltage CMOS Current Mirror for Low-Voltage Applications	(Akio Shimizu) Yohei Ishikawa (Sumio Fukai)	International Conference on Analog VLSI Circuits
2016	10	審査付き論文	A High Output-Swing Current Mirror With Neuron MOSFETs in Standard CMOS Technology	(Akio Shimizu) Yohei Ishikawa (Sumio Fukai)	in IEEE Asia Pacific Conf. on Circuits and Systems (APCCAS)
2016	10	審査付き論文	Buffer With Neuron MOSFETs for Class-G Headphone Driver	(Yuki Matsuda) (Akio Shimizu) Yohei Ishikawa (Sumio Fukai)	13th International SoC Design Conference (ISOCC2016), ARM4-3
2016	5	講演論文	「起業・連携・IoT」をキーワードとした人材育成	石川洋平 (清水暁生) (城門寿美子) (野口卓朗) (深井澄夫) (橘爪康知)	第3回電子デバイス・回路・照明・ システム関連教育・研究ワーク ショップ

2016 5 講演論文	機械設備の信頼性と安全性に影響を及ぼす作業者の行動特性の測定に関する研究	(堀 田 源 治) 石川洋平 (堀 田 孝 之) (中 島 正 寛) (吉 田 遼 平) (大 淵 慶 史) (坂 本 英 俊)	日本材料学会学術講演会講演論文集, 65th
2016 6 講演論文	産学学連携の可能性と障壁―農工連携のスタートアップ期を例に―	石 川 洋 平 (堀 田 孝 之) (中 島 正 寛) (荻 島 真 澄) (嘉 藤 学) (松 野 哲 也) (清 水 暁 生) (宮 本 英 揮) (徳 本 家 康) (佐 藤 三 郎) (深 井 澄 夫) (上 村 祐 一 郎)	産学連携学会大会講演予稿集, 14th(CD-ROM)
2016 6 講演論文	若手産学連携コーディネータの育成―まちなかシリコンバレー戦略―	石 川 洋 平 (深 井 澄 夫) (佐 藤 三 郎) (菅 沼 明) (森 山 英 明) (清 水 暁 生) (野 口 卓 朗) (永 利 新 一) (太 田 順 一 郎) (橋 爪 康 知) (山 科 敏 彦) (内 田 康 雄) (光 山 一 生)	産学連携学会大会講演予稿集, 14th(CD-ROM)
2016 6 審査なし論文	アナログ集積回路(IC)の“検証”に着目した技術者教育手法に関する研究	石 川 洋 平 (清 水 暁 生) (荻 島 真 澄)	マツダ財団研究報告書(科学技術振興関係), 28巻
2016 9 講演論文	ArduinoとFPGAを併用した画像処理教材の検討	(安 部 成 就) (下 村 光 希) (GAUTHIER Lovic) (池 上 勝 也) 石 川 洋 平 (相 知 政 司)	電気学会教育フロンティア研究会資料, FIE-16
2016 10 講演論文	土壌水分センサーネットワークの安定運用に関する考察:熊本地震前後における土壌水分・土壌ECの経時変化	(森 下 伊 織) (國 崎 恒 成) (大 塩 悠 貴) (古 賀 つかさ) (中 島 正 寛) (荻 島 真 澄) (堀 田 孝 之) (徳 本 家 康) (宮 本 英 揮) 石 川 洋 平	土壌物理学会大会講演要旨集(CD-ROM), 58th
2016 11 講演論文	土壌水分センサーネットワークのクラウド運用に関する一考察	(國 崎 恒 成) (森 下 伊 織) (大 塩 悠 貴) (堀 田 孝 之) (荻 島 真 澄) (中 島 正 寛) (古 賀 つかさ) (深 井 澄 夫) 石 川 洋 平	IEEE計測研究会 学生研究発表会
2016 11 講演論文	電子回路基礎教育に関する一考察 ―書籍執筆における工夫と狙い―	石 川 洋 平 (清 水 暁 生) (深 井 澄 夫)	第4回電子デバイス・回路・照明・システム関連教育・研究ワークショップ
2017 1 講演論文	フィールド実験用電源管理システムの検討	(大 塩 悠 貴) (野 口 卓 朗) (深 井 澄 夫) 石 川 洋 平	電気学会電子回路研究会資料, ECT-17

2017 1 講演論文	有明高専におけるLSI設計・試作検証・計測システム開発を通じた技術者教育の取り組み	(川添浩太郎) (谷口 幹) (吉野 託 未) (清水 暁 生) (石川 洋 平) (大塩 悠 貴) (野口 卓 朗) (深井 澄 夫)	電気学会電子回路研究会資料, ECT-17
2017 1 講演論文	可変オーバードライブ電圧カレントミラーに用いるアンプの検討	(齋藤 孝 一) (清水 暁 生) (石川 洋 平) (深井 澄 夫)	電気学会電子回路研究会資料, ECT-17
2017 1 講演論文	FG-MOSFETを用いた4値ALUの評価	(松永祐太郎) (野口 卓 朗) (深井 澄 夫) (清水 暁 生) (石川 洋 平)	電気学会電子回路研究会資料, ECT-17
2017 1 講演論文	生体インピーダンス計測に適した簡易型微小位相差計測回路の検討	(野口 卓 朗) (深井 澄 夫) (木本 晃) (豊田 一 彦) (石川 洋 平) (清水 暁 生)	電気学会電子回路研究会資料, ECT-17
2016 10 審査なし論文	大気中水蒸気計測のための吸収波長の検討	内 海 通 弘	有明工業高等専門学校紀要, 第 52号
2016 9 講演論文	水蒸気観測用近距離用小型半導体ライダーの開発	内 海 通 弘	応用物理学会秋季学術講演会
2016 9 講演論文	水蒸気観測用ランダム変調ライダーの開発	内 海 通 弘 (待鳥 雄 哉) (福島 龍)	第34回レーザセンシングシンポジ ウム
2016 11 講演論文	水蒸気吸収線の吸収断面積の温度依存性の数値計算	(福島 龍) (待鳥 雄 哉) 内 海 通 弘	電子情報系高専フォーラム
2016 11 講演論文	ロックインアンプによるスペクトル計測と制御	(待鳥 雄 哉) (福島 龍) 内 海 通 弘	電子情報系高専フォーラム
2016 12 講演論文	地球温暖化分子計測用半導体レーザーレーダの開発	内 海 通 弘 (待鳥 雄 哉) (福島 龍)	九州支部応用物理学会
2016 4 審査なし論文	仙台高専におけるアクティブラーニング推進に係る進捗報告～大学教育再生加速プログラムを中心に～	(竹島 久志) (矢島 邦 昭) (早川 吉 弘) 奥村 俊 昭	日本高専学会誌
2017 2 審査なし論文	高専が担う人材育成とアクティブラーニング①拠点校仙台高専の取り組み(その1)	(若生 一 広) (内海 康 雄) (遠藤 智 明) (林 忠 之) (櫻庭 弘) (矢島 邦 昭) (熊谷 晃 一) 奥村 俊 昭	文部科学教育通信
2017 2 審査なし論文	高専が担う人材育成とアクティブラーニング②拠点校仙台高専の取り組み(その2)	(若生 一 広) (内海 康 雄) (馬場 一 隆) (佐藤 一 志) (竹島 久志) (櫻庭 弘) (矢島 邦 昭) 奥村 俊 昭 (熊谷 晃 一) (奥那嶺尚弘)	文部科学教育通信

2016	5	講演論文	Development of the International PBL and Suggestion of the Evaluation Method	(Kuniaki YAJIMA) Toshiaki OKUMURA (Junichi SUGAYA)	International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR2016)
2016	9	講演論文	Recognition of 12th Thoracic Vertebrae in Abdominal CT Images	(Tatsuya YASUDA) (Hotaka TAKIZAWA) Toshiaki OKUMURA (Hiroyuki KUDO) (Toshiyuki OKADA)	Interdisciplinary Workshop on Science and Patents(IWP) 2016
2016	11	講演論文	腹部X線CT画像からの骨領域の認識に関する基礎的検討	(保田 竜也) (滝沢 穂高) 奥村 俊昭 (工藤 博幸) (岡田 俊之)	第25回日本コンピュータ外科学会大会
2017	1	講演論文	『枕草子』章段可視化システムの開発～3次元表現によるユーザインタフェースの検討～	(高嶋 葵) (我妻 奏) 奥村 俊昭 (澁谷 倫子) (渡辺 仁史) (齋 麻子) (大原理 恵)	第22回高専シンポジウムin三重
2017	1	講演論文	相互相関法を用いた話者抽出	(白石 伊織) 奥村 俊昭	第22回高専シンポジウムin三重
2017	1	講演論文	仙台大専ジェネリックスキル測定テスト実施報告～平成26、27年度比較分析と平成28年度速報値～	奥村 俊昭 (川崎 浩司) (佐藤 拓) (若生 一広) (矢島 邦昭)	第22回高専シンポジウムin三重
2017	1	講演論文	仙台大専における授業改善への取り組み	(若生 一広) (矢島 邦昭) 奥村 俊昭 (熊谷 晃一)	第22回高専シンポジウムin三重
2017	1	講演論文	仙台大専における1DAY-PBLの実施に関して	(矢島 邦昭) 奥村 俊昭 (平塚 眞彦)	第22回高専シンポジウムin三重
2017	3	講演論文	『枕草子』可視化カード提示システムの開発～章段の整理手法・3次元表現の検討～	(我妻 奏) (高嶋 葵) 奥村 俊昭 (澁谷 倫子) (渡辺 仁史) (齋 麻子) (大原理 恵)	映像表現・芸術科学フォーラム2017
2016	6	講演論文	産学連携の可能性と障壁 ―農工連携のスタートアップ期を例に―	(石川 洋平) (堀田 孝之) (中島 正寛) (荻島 真澄) 嘉藤 学 (松野 哲也) (清水 暁生) (宮本 英揮) (徳本 家康) (佐藤 三郎) (深井 澄夫) (上村祐一郎)	産学連携学会第14回大会
2016	10	審査付き論文	High Speed Cycle-Accurate Processor Simulation Through Ahead of Time Compilation	Gauthier Lovic	The 20th Workshop on Synthesis and System Integration of Mixed Information Technologies (SASIMI'16) 195-200 Oct 2016

2016	9	審査なし論文	ArduinoとFPGAを併用した画像処理教材の検討	ゴーチェ ロヴィック (安部 成就) (下村 光希) (池上 勝也) (石川 洋平)	電気学会教育フロンティア研究会, FIE-16, 17-26
2016	9	審査付き論文	A Detecting Method of Human at the Rear of Player Using Raspberry Pi	(YAMAGUCHI Yoshitsugu) SUGANUMA Akira	Proc. of International Conference on Science, Technology & Education 2016
2016	10	審査付き論文	Development of Stance Correction System for Billiard Beginner Player --Stance Estimation with the Position of Arm Joint	(MISHIMA Masashi) SUGANUMA Akira	Proc. of International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems
2016	10	審査なし論文	ハンドボーズラリースystemにおける手の姿勢推定法の精度向上	菅 沼 明 (西 広規) (城 戸 望 任)	有明工業高等専門学校紀要, 52巻
2016	10	審査なし論文	若手産学連携コーディネータの育成—まちなかシリコンバレー戦略—	(石川 洋平) (深井 澄夫) (佐藤 三郎) 菅 沼 明 (森山 英明) (清水 暁生) (野口 卓朗) (永利 新一) (太田 順一郎) (橋爪 康知) (山科 敏彦) (内田 康雄) (光山 一生)	産学連携学会大会講演予稿集, 14th(CD-ROM)
2017	3	審査なし論文	Kinectを用いた撞球姿勢判定システムの開発	(三島 聖志) 菅 沼 明	情報処理学会研究報告
2016	7	審査付き論文	簡易型微小位相差計測回路に適した自動計測システム	野口 卓朗 (深井 澄夫) (石川 洋平) (清水 暁生) (豊田 一彦)	電気学会論文誌. C, 第136巻7号
2017	3	審査付き論文	Schauerの回路とマイクロコントローラを組み合わせた簡易型微小位相差計測回路に関する研究	野口 卓朗	佐賀大学博士論文
2016	5	講演論文	起業・連携・IoTをキーワードとした人材育成	(石川 洋平) (清水 暁生) (城門 寿美子) 野口 卓朗 (深井 澄夫) (橋爪 康知)	第3回電子デバイス・回路・照明・システム関連教育・研究ワークショップ
2016	6	講演論文	若手産学連携コーディネータの育成—まちなかシリコンバレー戦略—	(石川 洋平) (深井 澄夫) (佐藤 三郎) 菅 沼 明 (森山 英明) (清水 暁生) (野口 卓朗) (永利 新一) (太田 順一郎) (橋爪 康知) (山科 敏彦) (内田 康雄) (光山 一生)	産学連携学会大会講演予稿集, 14th(CD-ROM)
2016	9	講演論文	パストランジスタを用いた4値AND回路・OR回路の設計	(坂本 幸大) (山口 智敬) (松永 裕太郎) 野口 卓朗 (深井 澄夫)	2016年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会・講演論文集

2016 9 講演論文	パストランジスタを用いた4値AND回路・OR回路のレイアウト設計	(山 口 智 敬) (坂 本 幸 大) (松永裕太郎) (大 塩 悠 貴) (野 口 卓 朗) (深 井 澄 夫)	2016年度電子情報通信学会九州支部学生会講演会・講演論文集
2016 11 講演論文	胸郭インピーダンス計測に用いる計測回路の検討	(吉 田 照 長) (野 口 卓 朗) (深 井 澄 夫) (木 本 晃)	IEEE主催2016年第1回学生研究発表会
2017 1 講演論文	FG-MOSFETを用いた4値ALUの評価	(松永祐太郎) (野 口 卓 朗) (清 水 暁 生) (石 川 洋 平) (深 井 澄 夫)	電気学会電子回路研究会
2017 1 講演論文	生体インピーダンス計測に適した簡易型微小位相差計測回路の検討	(野 口 卓 朗) (深 井 澄 夫) (石 川 洋 平) (清 水 暁 生) (木 本 晃) (豊 田 一 彦)	電気学会電子回路研究会
2017 1 講演論文	有明高専におけるLSI設計・試作検証・計測システム開発を通じた技術者教育の取り組み	(川添浩太郎) (谷 口 幹) (吉 野 託 未) (大 塩 悠 貴) (野 口 卓 朗) (深 井 澄 夫) (清 水 暁 生) (石 川 洋 平)	電気学会電子回路研究会
2017 1 講演論文	フィールド実験用電源管理システムの検討	(大 塩 悠 貴) (野 口 卓 朗) (石 川 洋 平) (深 井 澄 夫)	電気学会電子回路研究会
2017 3 講演論文	生体計測システムに用いる基準信号回路の検討	(古 賀 圭 祐) (深 井 澄 夫) (野 口 卓 朗) (吉 田 照 長)	2017年電子情報通信学会総合大会講演論文集
2017 3 審査付き論文	Electrolytic treatment characteristics of boron-doped nanocrystalline diamond/amorphous carbon composite films prepared by Coaxial Arc Plasma Deposition	Takumi Takenaga Masaya Onishi Daisuke Fujimoto Yoshihiro Nojiri Takeshi Hara*	Proc. of the 5th IIAE International Conference on Industrial Application Engineering 2017.
2016 9 審査なし論文	縦磁界における量子化束の運動数値シミュレーション	松 野 哲 也	応用物学会(2016新潟)インフォーマルミーティング発表資料
2017 1 審査なし論文	縦磁界条件における量子化磁束運動に対する反発ビンの影響に関する数値シミュレーション	松 野 哲 也	量子化磁束動力学研究グループ第4回研究会発表資料
2016 6 講演論文	TDGL simulation on the dynamics of helical vortices in thin superconducting wires in the force-free configuration	(Yasunori Mawatari) Tetsuya Matsuno	5th International Workshop on Numerical Modeling of High Temperature Superconductors, Giorgio Prodi Lecture Hall, Bologna, Italy,
2016 8 講演論文	Processing で実現するビジュアル物理シミュレーションコーディング	松 野 哲 也	応用物理学会 量子化磁束動力学シミュレーション研究グループ夏のセミナー
2016 9 講演論文	縦磁界における量子化磁束の運動の数値シミュレーション	松 野 哲 也	応用物理学会秋期学術講演会

2017 3 講演論文	時間依存Ginzburg-Landau方程式を用いた横磁界下における超伝導体内の磁束線についての研究	(谷 村 賢 太) (小田部 莊 司) (木 内 勝) (馬 渡 康 徳) (松 野 哲 也)	応用物理学会春季学術講演会
2017 3 講演論文	縦磁界下の量子化磁束の運動と反発ピンに関する数値シミュレーション	松 野 哲 也	応用物理学会春季学術講演会
2016 10 審査なし論文	情報セキュリティを意識した校内LANの運用	松 野 良 信 (堀 田 孝 之) (池 上 勝 也) (森 山 賀 文) (森 山 英 明) (原 賀 亮 治)	有明工業高等専門学校紀要, 第52号
2016 10 審査なし論文	ICT活用教育基盤としての教育用コンピュータシステムの導入	松 野 良 信 (堀 田 孝 之) (池 上 勝 也) (森 山 賀 文) (森 山 英 明) (原 賀 亮 治)	有明工業高等専門学校紀要, 第52号
2016 6 講演論文	国立51高専1法人のスケールメリットII [~] 情報セキュリティ監査,e-learning・標的型攻撃による情報倫理教育,ソフト・回線の共同調達 [~]	(新井イスマイル) (入 江 智 和) (千 田 栄 幸) 松 野 良 信 (池 田 耕) (金 山 典 世) (寺 元 貴 幸) (仲 野 巧) (野口健太郎) (脇山俊一郎) (加 藤 靖)	情報処理学会研究報告(Web), 2016, IOT-34
2016 10 審査なし論文	ICT活用教育基盤としての教育用コンピュータシステムの導入	(松 野 良 信) (堀 田 孝 之) (池 上 勝 也) (森 山 賀 文) 森 山 英 明	有明工業高等専門学校紀要, 第52号
2016 10 審査なし論文	情報セキュリティを意識した校内LANの運用	(松 野 良 信) (堀 田 孝 之) (池 上 勝 也) (森 山 賀 文) 森 山 英 明 (原 賀 亮 治)	有明工業高等専門学校紀要, 第52号
2016 6 講演論文	若手産学連携コーディネータの育成—まちなかシリコンバレー戦略—	(石 川 洋 平) (深 井 澄 夫) (佐 藤 三 郎) (菅 沼 明) 森 山 英 明 (清 水 暁 生) (野 口 卓 朗) (永 利 新 一) (太田順一郎) (橋 爪 康 知) (山 科 敏 彦) (内 田 康 雄) (光 山 一 生)	産学連携学会大会講演予稿集, 14th(CD-ROM)
2017 3 講演論文	KVMにおける機密情報の拡散追跡機能における性能改善策	森 山 英 明 (山 内 利 宏) (佐 藤 将 也) (谷 口 秀 夫)	情報処理学会第79回全国大会講演論文集第1分冊
2017 2 審査付き論文	PIGN prevents protein aggregation in the endoplasmic reticulum independently of its function in the GPI synthesis.	Ihara S (Nakayama S) (Murakami Y) (Suzuki E) (Asakawa M) (Kinoshita T) (Sawa H)	Journal of cell science 130 :pp. 602-613.

2016	4	審査付き論文	合成培地培養 <i>Caenorhabditis elegans</i> の成長促進を指標とする食品機能性・安全性評価法の有用性	(富永伸明) (山口明美) (内田雅也) (有菌幸司)	日本食品化学学会誌, 第23巻1号
2016	8	審査付き論文	Identification of aryl hydrocarbon receptor signaling pathways altered in TCDD-treated red seabream embryos by transcriptome analysis.	(Iida M) (Fujii S) (Uchida M) (Nakamura H) (Kagami Y) (Agusa T) (Hirano M) (Bak SM) (Kim EY) (Iwata H)	Aquatic toxicology (Amsterdam, Netherlands), 第177巻
2016	11	審査付き論文	Transcriptional response of mysid crustacean, <i>Americamysis bahia</i> , is affected by subchronic exposure to nonylphenol.	(Uchida M) (Hirano M) (Ishibashi H) (Kobayashi J) (Kagami Y) (Koyanagi A) (Kusano T) (Koga M) (Arizono K)	Ecotoxicology and environmental safety, 第133巻
2016	11	審査付き論文	Gene expression analyses of vitellogenin, choriogenin and estrogen receptor subtypes in the livers of male medaka (<i>Oryzias latipes</i>) exposed to equine estrogens.	(Ishibashi H) (Uchida M) (Koyanagi A) (Kagami Y) (Kusano T) (Nakao A) (Yamamoto R) (Ichikawa N) (Tominaga N) (Ishibashi Y) (Arizono K)	Journal of applied toxicology : JAT, 第36巻11号
2016	6	講演論文	LC-MS/MSによる河川中エクインエストロゲン類の分析	(有菌幸司) (石橋弘志) (内田雅也) (吉本圭佑) (山元涼子) (池中良徳) (河合正人) (高尾雄二) (一川暢宏) (富永伸明) (石橋康弘)	環境化学討論会要旨集(CD-ROM), 25th
2016	6	講演論文	LC-MS/MSによる河川中エクインエストロゲン類の分析	(有菌幸司) (石橋弘志) (内田雅也) (吉本圭佑) (山元涼子) (池中良徳) (河合正人) (高尾雄二) (一川暢宏) (富永伸明) (石橋康弘)	第25回環境化学討論会
2016	9	講演論文	Endocrine Disrupting Effects of Equine Estrogens on Japanese Medaka (<i>Oryzias Latipes</i>): In Silico, DNA Microarray and In Vivo Studies	(Arizono K) (Ishibashi H) (Uchida M) (Yoshimoto K) (Tominaga N) (Ishibashi Y)	SETAC Asia/Pacific Annual Meeting 2016
2016	11	講演論文	The estrogen potency and reproductive impairment of equine estrogens on Japanese medaka (<i>Oryzias latipes</i>)	(Arizono K) (Ishibashi H) (Uchida M) (Tominaga N)	SETAC North America 37th Annual Meeting / 7th SETAC World Congress

2016 12 講演論文	パルス電界を用いた物質導入法によるE2のメダカ初期胚への発生影響評価	(山 口 明 美) (富 永 伸 明) (河 野 晋) (石 橋 弘 志) (飯 田 緑) (内 田 雅 也) (有 菌 幸 司)	日本内分泌かく乱化学物質学会 研究発表会要旨集, 19th
2016 12 講演論文	妊馬由来equilinによるヒメダカ繁殖および次世代影響評価と遺伝子発現解析	(石 橋 弘 志) (内 田 雅 也) (富 永 伸 明) (吉 本 圭 佑) (山 元 涼 子) (石 橋 康 弘) (有 菌 幸 司)	日本内分泌かく乱化学物質学会 研究発表会要旨集, 19th
2016 5 審査付き論文	Crystallization behavior of iron-based amorphous nanoparticles prepared sonochemically.	Enomoto N (Hirata S, Inada M) (Hayashi K)	Ultrasonics sonochemistry・第35 巻
2016 1 講演論文	ビーズミルによるNa ₂ FeP ₂ O ₇ の結晶性と充放電特性への影響	(竹 中 匠) (稲 田 幹) (長谷川丈二) (榎 本 尚也) (林 克 郎)	第55回セラミックス基礎科学討論 会
2016 著書	Ultrasonic Synthesis of Ceramic Material : Fundamatal view in Handbook of ultrasonics and sonochemistry : [set]	Enomoto N Ashokkumar Muthupandian Cavalieri Francesca	Springer pp.395-421
2016 4 審査付き論文	Polypod-Shaped DNAs: Small-Angle X-ray Scattering and Immunostimulatory Activity.	(Sanada Y) (Shiomi T) (Okobira T) (Tan M) (Nishikawa M) (Akiba I) (Takakura Y) (Sakurai K)	Langmuir : the ACS journal of surfaces and colloids, 第32巻15 号
2016 9 審査付き論文	THE FUNCTIONALIZATION OF POROUS MATERIAL BY IMMOBILIZED ENZYME	(Tomoya Nishioka) Tadashi Okobira	4th INTERNATIONAL CONFERENCE ON METHODS AND MATERIALS FOR SEPARATION PROCESSES “SEPARATION SCIENCE – THEORY AND PRACTICE 2016”, proceedings
2016 9 審査付き論文	REMOVAL OF PPCPS BY MOLECULAR STACKING	(Yusuke Imamura) Tadashi Okobira	4th INTERNATIONAL CONFERENCE ON METHODS AND MATERIALS FOR SEPARATION PROCESSES “SEPARATION SCIENCE – THEORY AND PRACTICE 2016”, proceedings
2016 9 審査付き論文	3D STRUCTURAL ANALYSIS OF SUPERMOLECULES IN AQUEOUS SOLUTION BY X-RAY SCATTERING AND COMPUTATIONAL CHEMISTRY METHODS	Tadashi Okobira (Tomoya Ueda) (Koudai Ikesue) (Yusuke Sanada) (Shota Fujii) (Kazuo Sakurai)	4th INTERNATIONAL CONFERENCE ON METHODS AND MATERIALS FOR SEPARATION PROCESSES “SEPARATION SCIENCE – THEORY AND PRACTICE 2016”, proceedings

			(Shota Fujii) (Shimpei Yamada) (Sakiko Matsumoto) (Genki Kubo) (Kenta Yoshida) (Eri Tabata) (Rika Miyake) (Yusuke Sanada) (Isamu Akiba) (Tadashi Okobira) (Naoto Yagi) (Efstratios Mylonas) (Noboru Ohta) (Hiroshi Sekiguchi) (Kazuo Sakurai)	
2017	3	審査付き論文	Platonic Micelles: Monodisperse Micelles with Discrete Aggregation Numbers Corresponding to Regular Polyhedra	Scientific Reports
2016	8	審査なし論文	小角X線散乱と計算化学的手法を用いた溶液中における分子集合体の三次元構造予測	高分子学会予稿集(CD-ROM), 第65巻2号
2016	7	審査なし論文	電子線グラフト重合により導入したポリマーブラシの物性評価	化学関連支部合同九州大会・外国人研究者交流国際シンポジウム講演予稿集, 53rd
2016	7	審査なし論文	固定化酵素による多孔性材料の機能化	化学関連支部合同九州大会・外国人研究者交流国際シンポジウム講演予稿集, 53rd
2016	7	審査なし論文	高電界パルス印加によるメダカ卵へのニッケル・銅イオンの導入及び急性毒性・催奇形性の評価	化学関連支部合同九州大会・外国人研究者交流国際シンポジウム講演予稿集, 53rd
2016	7	審査なし論文	分子スタッキングによるPPCPsの除去	化学関連支部合同九州大会・外国人研究者交流国際シンポジウム講演予稿集, 53rd
2017	3	審査なし論文	非水媒体中での酵素保護機能を有する酵素固定化中空糸の調整	化学工学会年会研究発表講演要旨集(CD-ROM), 82nd
2017	3	講演論文	集まる分子が少ないミセルでは飛び飛びで不連続な会合数を取ることを発見 - 高校の化学の教科書の記載が変わるかもしれない発見 - (プレスリリース)	北九州市立大学 高輝度光科学研究センター 有明工業高等専門学校
2016	7	講演論文	紅色硫黄細菌と紅色非硫黄細菌の抗酸化特性について	第24回「光合成セミナー2016: 反応中心と色素系の多様性」(京都)
2016	11	講演論文	好熱性紅色光合成細菌 <i>Thermochromatium tepidum</i> 由来反応中心複合体におけるカルシウムイオンの機能的、構造的役割	第54回日本生物物理学会年会(東京)
2016	7	講演論文	酵素によるリグニンの分解	第27回九州地区若手ケミカルエンジニア討論会

2016 7 講演論文	急速熱分解による農業残渣からのバイオオイル生成	(碓 賢 斗) 近 藤 満	第27回九州地区若手ケミカルエンジニア討論会
2016 10 講演論文	酸化カルシウムを用いた梨剪定残渣の急速熱分解	(辛 島 亮 哉) 近 藤 満	第16回北九州学術研究都市産学連携フェア(主催:石油学会ジュニアアソサエティ/共催:触媒学会、化学工学会九州支部若手エンジニア連絡会)
2016 7 講演論文	紅色硫黄細菌と紅色非硫黄細菌の抗酸化特性について	(小 林 正 幸) (箱 嶋 友 佳) 出 口 智 昭	第24回光合成セミナー2016:反応中心と色素系の多様性
2016 4 審査付き論文	Efficacy of <i>Caenorhabditis elegans</i> growth cultured by chemical defined synthetic medium for the function and safety analyses of food ingredients	富 永 伸 明 (山 口 明 美) (内 田 雅 也) (有 菌 幸 司)	Jpn. J. Food Chem. Safety
2016 11 審査付き論文	Gene expression analyses of vitellogenin, choriogenin, and estrogen receptor subtypes in the livers of male medaka (<i>Oryzias latipes</i>) exposed to equine estrogens	(Ishibashi, H) (Uchida, M) (Koyanagi, A) (Kagami, Y) (Kusano, T) (Nakao, A) (Yamamoto, R) (Ichikawa, N) Tominaga, N (Ishibashi, Y) (Arizono, K)	Journal of Applied Toxicology
2016 4 審査なし論文	リシン検出イムノクロマトグラフィーの開発	(松木園美穂) (亀川麻梨子) (小 田 達 也) 富 永 伸 明 (明日山康生)	生物化学的測定研究会年, 第20巻
2016 7 講演論文	高電界パルス印可によるメダカ卵へのニッケル・銅イオンの導入および急性毒性・催奇形性の評価	(示 野 誠 也) (山 口 明 美) (河 野 晋) (大河平紀司) 富 永 伸 明	第53回化学関連支部合同九州大会
2016 9 講演論文	金属イオン暴露が及ぼす発生毒性のメダカ受精卵による評価	(示 野 誠 也) (山 口 明 美) (有 菌 幸 司) 富 永 伸 明	フォーラム2016衛生薬学. 環境トキシコロジー
2016 9 講演論文	メダカ受精卵への物質導入法によるワーファリンの発生影響評価	(山 口 明 美) (大河平紀司) (有 菌 幸 司) 富 永 伸 明	第22回日本環境毒性学会研究発表会
2016 9 講演論文	高電界パルスにより導入した金属イオンがメダカ卵の発生に及ぼす影響	(示 野 誠 也) (山 口 明 美) 富 永 伸 明	日本農芸化学会西日本支部大会
2016 12 講演論文	妊馬由来equilinによるヒメダカ繁殖および次世代影響評価と遺伝子発現解析	(石 橋 弘 志) (内 田 雅 也) 富 永 伸 明 (吉 本 圭 佑) (山 本 涼 子) (石 橋 康 弘) (有 菌 幸 司)	環境ホルモン学会第19回研究発表会
2016 12 講演論文	パルス電界を用いた物質導入法によるE2のメダカ初期胚への発生影響評価	(山 口 明 美) 富 永 伸 明 (河 野 晋) (石 橋 弘 志) (飯田みどり) (内 田 雅 也) (有 菌 幸 司)	環境ホルモン学会第19回研究発表会

2016	7	審査なし論文	環境問題の解決を担うエリート科学者養成プログラム『有明次世代科学クラブ』: 3年間の総括 (第10回論文特集号)	(坪 根 弘 明) (竹 内 伯 夫) 藤 本 大 輔 (田 中 彰 則) (石 丸 智 士) (福 田 尚 広) (尋 木 信 一) (村 岡 良 紀)	日本高専学会誌 = Journal of the Japan Association for College of Technology, 第21巻3号
2017	3	審査付き論文	Electrolytic treatment characteristics of boron-doped nanocrystalline diamond/amorphous carbon composite films prepared by Coaxial Arc Plasma Deposition	(Takumi Takenaga) (Masaya Onishi) Daisuke Fujimoto (Yoshihiro Nojiri) (Takeshi Hara)	Proc. of the 5th IIAE International Conference on Industrial Application Engineering 2017. 45-50
2016	5	審査付き論文	Effect of Seawater Temperature and Dissolved Organic Matter on Iron Elution from a Mixture of Steelmaking Slag and Compost	Dan LIU (Mitsuo Yamamoto) YAMAMOTO)	ISIJ international
2016	10	審査付き論文	Effects of organic matter on acceleration of the iron elution rate from steelmaking slag	(Mitsuo Yamamoto) Dan Liu	ISIJ international
2016	11	審査付き論文	Dependence of Basin Environment on Iron Dynamics in the Chikugo River	(Yamamoto M) Liu, D (Kasai, A) (Okubo, K) (Tanaka, M)	Regional Studies in Marine Science
2016	9	講演論文	対馬海域における海洋環境変動と藻場分布の関係性	(山 本 光 夫) (竹 茂 愛 吾) 劉 丹 (木 村 伸 吾)	日本化学工学会第48回秋季大会 講演要旨集
2016	9	講演論文	竹を素材とした畜産廃水中のリン回収	劉 丹	日本化学工学会第48回秋季大会 講演要旨集
2016	9	講演論文	Assessment of coastal environment for introducing the method of seaweed bed restoration using a mixture of steelmaking slag and compost	(Mitsuo Yamamoto) Dan Liu	16th International Conference of International Humic Substances Society
2016	9	講演論文	海洋環境からみた対馬海域における藻場分布状況の検討	(山 本 光 夫) (竹 茂 愛 吾) 劉 丹 (木 村 伸 吾)	2016年度水産海洋学会研究発表 会要旨集
2017	3	講演論文	製鋼スラグからの鉄溶出促進に影響する有機物の特性	(山本光夫) (南 克哉) 劉 丹	日本化学工学会第82回年会講演 要旨集
2017	3	講演論文	気仙沼湾の環境特性と鉄の挙動の関係性	(山 本 光 夫) 劉 丹 (福島慶太郎) (横 山 勝 英)	平成28年度日本水産学会春季大 会講演要旨集
2016	9	審査付き論文	Effects of Notch Sharpness and Depth on Brittle Fractures in Single-Edge Notched Bend Specimens	Iwashita, T (Azuma, K)	Engineering Fracture Mechanics
2016	7	審査付き論文	Prediction of Brittle Fracture from Defects at Groove Face of Complete Joint Penetration Welded Joints	(Azuma, K) Iwashita, T	Welding in the World
2016	10	審査付き論文	Effects of Cyclic Loading on Occurrence of Brittle Fracture in Notched Specimens and Comparison with Weibull Stress Approach	Iwashita, T (Azuma, K)	The 11th Pacific Structural Steel Conference
2016	8	講演論文	繰返し载荷を受ける切欠きを有する鋼試験片の塑性変形能力に関する研究 その2 塑性率振幅-破断サイクル関係と損傷度の考察	岩 下 勉 (立 野 文) (東 康 二)	日本建築学会大会

2016	8	講演論文	繰返し載荷を受ける切欠きを有する鋼試験片の塑性変形能力に関する研究 その1 実験方法および実験結果	(立 野 文) (岩 下 勉) (東 康 二)	日本建築学会大会
2016	8	講演論文	水平ハンチによるRC造柱梁接合部の耐震補強における拘束力の影響に関する研究	(上 野 卓 実) (上 原 修 一)	日本建築学会大会学術講演梗概集
2016	8	講演論文	水平ハンチによるRC造柱梁接合部の耐震補強メカニズムに関する検討	上 原 修 一 (上 野 卓 実)	日本建築学会大会学術講演梗概集
2016	12	講演論文	Study on Effect of Confinement of Reinforced Concrete Retrofitted Joints Using Horizontal Haunches	(上 野 卓 実) (上 原 修 一) (青 田 興 明)	平成28年度9高専連携事業ハノイ大学(ベトナム)における 英語での研究発表会
2017	3	講演論文	RC造ヒンジロケーション柱梁接合部の破壊性状に関する研究	(青 田 興 明) (上 原 修 一) (上 野 卓 実)	日本建築学会九州支部研究報告
2017	3	講演論文	RC造ヒンジロケーション柱梁接合部の補強方法に関する研究	(上 野 卓 実) (上 原 修 一) (青 田 興 明)	日本建築学会九州支部研究報告
2017	3	審査付き論文	歴史的市街地における新旧住民による交流の可能性ー福岡県八女市福島地区を中心事例としてー	加 藤 浩 司 (三栗野鈴菜) (田 口 紅 音) (中 島 宏 典) (高橋康太郎)	住総研研究論文集
2017	3	審査なし論文	福岡県大牟田市における出張商店街の取り組み(その2)ー「よかもん商店街」による出張商店街の空間構成と利用実態	(服 部 忠) 加 藤 浩 司	都市計画報告集
2017	3	審査なし論文	久留米市六角堂広場における参加型イス製作イベントによる広場活用の試みー有明高専建築学科学生の企画による「サトイス・プロジェクト」の実践報告ー	(和 田 夢 翔) (大 隈 三 聖) (永尾天十里) (服 部 忠) 加 藤 浩 司	都市計画報告集
2016	12	審査なし論文	福岡県大牟田市における出張商店街の取り組み 「よかもん商店街」による活動の現状と経過(その1)	(服 部 忠) 加 藤 浩 司	都市計画報告集
2016	8	講演論文	歴史的市街地に移り住むー八女福島地区での私の10年間の暮らしー	加 藤 浩 司	2016年度日本建築学会大会都市計画部門パネルディスカッション資料集
2016	8	講演論文	歴史的市街地における移住者・出店者による地域交流に関する研究その2: 八女福島地区における移住者による近隣交流について	(三栗野鈴菜) 加 藤 浩 司	2016年度日本建築学会大会学術講演梗概集F-1
2016	8	講演論文	福岡県大牟田市における出張商店街の取り組みー出張商店街が実施される福祉施設周辺の買い物環境についてー	(服 部 忠) 加 藤 浩 司	2016年度日本建築学会大会学術講演梗概集F-1
2017	2	その他(寄稿・学術以外の講演等)	限界住環境のゆくえ: 次世代型住環境価値の創造(都市計画部門PD/2016年度日本建築学会の概要報告)	加 藤 浩 司	建築雑誌
2016	4	講演論文	亜熱帯島嶼気候におけるコンクリート構造物の劣化特性およびその劣化防止対策	金 田 一 男	NPO グリーンアース&建設情報化協議会CPDSセミナー
2017	2	講演論文	塩害劣化橋梁の耐力および耐久性の実験研究・評価	金 田 一 男	過酷な塩害環境下の橋梁長寿命化に関する技術講習会
2017	3	講演論文	高軸力を受ける二重CFT柱の曲げせん断特性	(李 文 聰) 金 田 一 男	日本建築学会九州支部研究報告, 第56号
2016	9	講演論文	外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その172) 30年拡張アメダス気象データ	(二 宮 秀 與) (永 村 一 雄) (窪 田 真 樹) (赤 坂 裕)	空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集

2016	4	審査付き論文	Availability of Heat Conduction for Environmental Control Method to Improving Thermal Environment and Preventing Oversensitivity to Cold and Air-Conditioning Disease on Female Office Workers	(Yoshihito Kurazumi) Emi Kondo (Kenta Fukagawa) (Reiko Hashimoto) (Yoshiaki Yamato) (Kunihito Tobita) (Tomonori Sakoi) (Tadahiro Tsuchikawa) (Tetsumi Horikoshi)	Health
2016	4	審査付き論文	Ethnic Differences in Thermal Responses between Thai and Japanese Females in Tropical Urban Climate	(Kurazumi, Y) (Ishii, J) (Fukagawa, K) Kondo, E (Aruninta, A)	American Journal of Climate Change
2016	6	審査付き論文	Improvement of working thermal environment for female office workers	(Y. Kurazumi) E. Kondo (K. Fukagawa) (Y. Yamato) (K. Tobita) (T. Sakoi) (T. Tsuchikawa) (T. Horikoshi)	proceedings of the 12th REHVA World Congress
2016	8	講演論文	緑化が夏期の人体に及ぼす影響に関する研究	近藤 恵 美	2016年度日本建築学会大会(九州)
2016	8	講演論文	集落NPOの宿泊事業を契機とした都市農村交流による宿泊事業従事者の変化ー兵庫県篠山市「集落丸山」における宿泊事業後の変化に関する研究(その2)	藤原ひとみ (佐久間康富)	日本建築学会大会学術講演梗概集, 2016
2016	8	審査付き論文	地域木質化技術を適用した多材積型住宅構法の開発研究ー供給システムの構築にむけての課題ー	正 木 哲	日本建築学会学術講演梗概集, 2016(建築計画部門選抜梗概)
2016	9	審査付き論文	Study on the Institution regarding Wood Utilization in Construction in Minato Ward, Japan	(Akito Doi) Tetsu Masaki	Proceedings of 11th International Symposium on Architectural Interchanges in Asia, 2016
2016	8	講演論文	地域住宅生産者の連携による住宅デザイン活動の動向に関する研究	正 木 哲 (福 田 拓 人)	日本建築学会大会学術講演梗概集, 2016
2016	8	講演論文	久留米市草野町吉木所在今村家住宅についてー福岡県の近代和風住宅に関する研究 その3ー	(井 上 安 南) 松 岡 高 弘	日本建築学会大会学術講演梗概集F-2 pp.869～870
2016	8	講演論文	柳川の住宅における仏間(仏壇)の位置についてー明治中期から昭和戦前期までー ー柳川の近代の住宅に関する研究 その13ー	松 岡 高 弘 (百 田 直 美)	日本建築学会大会学術講演梗概集F-2 pp.867～868
2016	8	講演論文	柳川の住宅における仏間(仏壇)の位置についてー江戸後期から明治前期までー ー柳川の近代の住宅に関する研究 その12ー	(百 田 直 美) 松 岡 高 弘	日本建築学会大会学術講演梗概集F-2 pp.865～866
2017	3	講演論文	福岡県筑後地方の住宅における床の間落し掛けの位置について ー福岡県の近代和風住宅に関する研究 その4ー	(井 上 安 南) 松 岡 高 弘	日本建築学会九州支部研究報告第56号 pp.485～488
2017	3	講演論文	福岡県筑後地方の明治前半期頃までの住宅における座敷・仏間の位置について ー福岡県の近代和風住宅に関する研究 その5ー	(牛 島 美 夏) 松 岡 高 弘 (井 上 安 南)	日本建築学会九州支部研究報告第56号 pp.489～492
2017	3	講演論文	旧田中家住宅(福岡県小郡市)の建築について ー福岡県の近代和風住宅に関する研究 その6ー	松 岡 高 弘 (井 上 安 南)	日本建築学会九州支部研究報告第56号 pp.493～496
2017	3	著書	改訂版大牟田の宝もの100選	松 岡 高 弘 他60名	海鳥社

2016	8	その他(寄稿・ 学術以外の講 演等)	柳川の住宅の座敷構成の変化2～付書院の構成～	松岡高弘	広報やながわ新市史抄片No.134
2016	9	その他(寄稿・ 学術以外の講 演等)	近代の住宅の座敷構成ー福岡県筑後の住宅を中心としてー	松岡高弘	平成28年度福岡県ヘリテージマ ネージャー養成講習会(第4期)第 2回
2016	10	その他(寄稿・ 学術以外の講 演等)	小郡市指定文化財平田家住宅の建築的特徴ー福岡県 内の近代の住宅との比較ー	松岡高弘	平田家住宅市指定文化財記念シ ンポジウム～古建築をまちづくりに 活かす～
2017	1	その他(寄稿・ 学術以外の講 演等)	田中末子家住宅の建築的特徴	松岡高弘	内科医田中夫妻住まいの記録 NPO法人 文化財保存工学研究 室
2017	3	その他(寄稿・ 学術以外の講 演等)	柳川の住宅の座敷構成の変化 その3 欄間	松岡高弘	広報やながわ新市史抄片No141
2017	3	その他(寄稿・ 学術以外の講 演等)	昭和戦前期の三池炭鉱の従業員社宅	松岡高弘	炭鉱の記憶と関西 三池炭鉱閉 山20年展

【卒業研究】（平成28年度）

機械工学科

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
作業者の行動特性についての工学的測定手法の開発	坂 口 昌 也	堀 田 源 治
重ね合わせ継ぎ手の強度評価	金 子 航 大	堀 田 源 治
安全技術者資格の社会的位置付けについての調査	坂 口 大 地	堀 田 源 治
自動給紙機の改善	武 藤 裕 大	堀 田 源 治
地域教育支援用卓上実験装置の開発	久 家 宏 紀	吉 田 正 道
強制対流熱伝達に関する教育用可視化実験装置の開発	池 村 太 郎	吉 田 正 道
教育用可視化スターリングエンジン作動システム装置の製作	村 上 琢 真	吉 田 正 道
敷設用長尺シート巻取りシステムの製作	丸 山 亮	吉 田 正 道
硬質皮膜を施した温・熱間鍛造マトリックスハイス鋼の熱軟化試験	高 田 晃 大・段 浦 晴 樹	南 明 宏
非鉄薄板材のプレス成形性に関する研究	今 西 蓮 司・田 中 日 夏 留	南 明 宏
有限要素法を用いた温・熱間鍛造型温度解析	宮 崎 徹	南 明 宏
環境保全を考慮した加工法に関する研究	石 橋 一 輝・河 野 拓 海	明 石 剛 二
切削加工における精度向上に関する研究	富 原 陸 也	明 石 剛 二
穴加工における加工精度向上に関する研究	古 賀 尚 範	明 石 剛 二
アルミニウム極薄板加工における精度向上に関する研究	浦 部 賢 哉	明 石 剛 二
MAS型運動学計算法における新しい姿勢制御の研究	重 松 春 麗・山 村 幸 大	原 槇 真 也
機械学習を用いたMAS型ロボット運動学収束計算の高速化	木 下 順 平	原 槇 真 也
Visual Studio を用いたロボットシミュレータの開発	佐 保 勇 樹・高 崎 優 也	原 槇 真 也
排気ガスからの電力回収を目的とした固体酸化物型燃料電池の研究ー基礎 発電特性の計測ー	山 田 絃	柳 原 聖
放電デポジションによる3Dプリンティングに関する研究	西 嶋 涼 平	柳 原 聖
放電デポジションによるフリクション制御に関する研究	光 延 拓 也	柳 原 聖
固定砥粒加工工具の形状設計に関する研究	小 川 優	柳 原 聖

半径流型EHDファンの開発	久保龍星	坪根弘明
オリーブの葉取り器の開発	苑田侑馬・松永祐介	坪根弘明
旋回流式分離装置の内部流動と固液分離現象に関する研究	宮津翔磨	坪根弘明
冷媒二相流におけるボイド率への液物性値の影響	エリダ	坪根弘明
プロペラ推力を利用した打音検査ロボットの開発	江中幹弥	岩本達也
吊り下げ式外壁タイル検査ロボットの実用化に向けた研究	大庭直樹・笠孝乃介	岩本達也
打音検査技術向上のための打音レコーダの製作	人見泰右	岩本達也
超精密円筒金型研磨加工機の開発	木村哲哉	篠崎 烈
ガラス成形法「スランピング法」における金型および成形ワーク表面粗さの関係	小原 剛・山田安希子	篠崎 烈
三池炭鉱施設内巻上げ機械の調査およびモデル製作	松本麻弥加	篠崎 烈
たたら炉の小型化に関する研究	木下聖周	坂本武司
超硬脆材料を対象とした真空研磨装置の開発	原口開成	坂本武司
Fablabに関する研究	森田隼矢	坂本武司
5軸マシニングセンタを活用した実習プログラムの開発	吉田 聖	坂本武司

電気工学科

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
Deep Learningに関する研究	永田 峻・宮崎大貴	池之上正人
最小2乗法(LS法)を用いたプログラム更新に関する研究	大原由喜和	池之上正人
サポートベクトルマシン(SVM)によるパターン認識	浅川藍一朗	池之上正人
観光ガイドアプリケーションの作成	堤 信也・松藤 怜	森山賀文
電子回路の自動設計に関する研究	境 耕平	森山賀文
量子コンピュータにおけるデコヒーレンス実験	石川陽一	森山賀文
電流制御型DACの低電圧化に関する研究	古賀 洸希・吉原圭一郎	清水暁生

生物への物質導入実験用パルスシステムの改良1	石 本 桂 志	河 野 晋
生物への物質導入実験用パルスシステムの改良2と基礎導入実験1	永 井 匠	河 野 晋
生物への物質導入実験用パルスシステムの改良3と基礎導入実験2	吉 富 大 輔	河 野 晋
EHDを用いた空気清浄器の製作	田 中 健 太・田 中 謙 太	塚 本 俊 介
きのこ増産用可搬型パルスパワー電源の製作	堤 敦 史・平 野 一 也 松 田 拓 巳	塚 本 俊 介
ICTを活用したキャリア支援システムSSKの開発	荒 木 俊 哉・中 田 智 也 丸 田 真 也	尋 木 信 一
電気回路学習支援ソフトウェアECLの開発	西 村 優 希・諸 富 直 樹	尋 木 信 一
PWM作成法の改良	池 上 天 翔	泉 勝 弘
IPMSMセンサレス制御の改善	田 中 沙 采	泉 勝 弘
制御器を含むインバータ回路のシミュレーション	徳 永 希 楼	泉 勝 弘
アナログPI制御回路の製作	長 岡 竜 矢	泉 勝 弘
色素増感太陽電池における酸化チタン光電極の検討	井 上 卓・西村アロン	石 丸 智 士
帯電膜との積層による半導体光触媒薄膜の高効率化	堤 健 太	高 松 竜 二
導電性高分子を用いた半導体光触媒薄膜における色素吸着の検討	檜 林 好 貴	高 松 竜 二
スピンコータの改良	平 中 満 寛	高 松 竜 二
脂質高分子膜による温度特性データの分析	前 間 匠	高 松 竜 二
両性イオン界面活性剤を用いた寒天電極のpHによる影響	筒 井 滉 大	高 松 竜 二

電子情報工学科

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
日本語文章推敲支援システム—Web APIへの対応—	洞田 貫 宰	菅 沼 明
授業支援システムにおける人物検出に関する研究	栗 山 太 一	菅 沼 明
ハンドポーズラリースシステムの判別精度向上	平 川 朔 弥	菅 沼 明
ビリヤード初級者支援システム—戦略的な撞球の支援—	吉 坂 渉	菅 沼 明

キーボードによる入力とディスプレイによる出力	天 野 皓 太・小 川 翔	ゴーチェ ロヴィック
サンプル音源をスピーカーに出力する回路	伊木田隼弥・下 瀬 将 也	ゴーチェ ロヴィック
Webサーバの情報のモバイル端末へのPush通知化に関する検討	宮 崎 大 輝	松 野 良 信
スケールフリーネットワークを対象にしたフロー配置の効果の検証	荒 巻 和 紀・柏 明 恋 熊 手 圭・時 津 颯 麻	嘉 藤 学
オープンソース指向6脚ロボットの歩行アルゴリズム	岩 野 彩 夏	松 野 哲 也
スパースオートエンコーダの学習	井 上 翔 太・北 原 寛 也 岩 田 洋 平	松 野 哲 也
論理回路を意識したFPGA設計教育についての研究	下 村 光 希	石 川 洋 平
mrubyを用いたI2CデバイスとTDTセンサの制御に関する研究	高 山 喜 八	石 川 洋 平
土壌水分センサーネットワークシステムのケース教材の開発	松 本 祐 弥	石 川 洋 平
PSoCの活用に関する研究	吉 野 託 未	石 川 洋 平
水中カメラの遠隔操作に関する基礎研究- コントローラを用いたモータ制御 -	塩 谷 竜 也	森 紳太郎
遺伝的アルゴリズムを用いた時間割作成プログラムの開発	竹 下 咲 紀	森 紳太郎
スペースハビタットにおけるコリオリ力のシミュレーション	溝 口 赴 司	森 紳太郎
レーザーによる液体中気体・植物のイメージング	中 尾 七 海・石 川 樹 林 田 大 輔	内 海 通 弘
工学系専門知識のイメージ化を目的とした走査型プローブ顕微鏡観測技術の修得	田 上 開 進・吉 永 智 大	原 武嗣
半導体特性を有するナノ微結晶ダイヤモンド/アモルファス炭素混相膜を用いた高性能水処理用電極の作製	馬 場 翔 子	原 武嗣
酸化チタン層の作製法に着目した教育教材用色素増感太陽電池の出力向上を目指した研究	加 藤 千 佳	原 武嗣
拡張現実感技術を用いた学校案内システムにおけるバリアフリー機能の提案	沖 あいみ	森 山 英 明
高負荷仮想マシンにおけるライブマイグレーションの移送コストの評価	清 水 翔 太	森 山 英 明
CFSの動作を考慮したプロセス実行制御の考察	古 庄 未 佳	森 山 英 明
メモリ資源の利用を考慮したCgroupsによる実行制御の考察	森 本 和 也	森 山 英 明

物質工学科

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
インドメタシンのメダカにおける発生影響の評価	井 上 翔 平	富 永 伸 明
高電界パルス導入法を用いたアトラジン曝露のメダカへの発生影響評価	浅野将太郎	富 永 伸 明
線虫C.elegansの卵への電気パルスを用いた毒性評価の条件の決定	大隈 あかり	富 永 伸 明
梨剪定残渣の急速熱分解により生成したバイオオイルの炭化水素への改質	有 働 紗 里	近 藤 満
バイオマスの急速熱分解により生成したオイルの安定性に関する研究	揚 村 茜	近 藤 満
加圧熱水処理によるリグニンの分解挙動に関する研究	堤 洋 維	近 藤 満
亜臨界・超臨界メタノールによるリグニンの分解	吉 田 留 奈	近 藤 満
超臨界二酸化炭素を用いたコーヒー残渣からの有用成分抽出	下田紗緒里	近 藤 満
ターボエアを応用したLT-HVAF溶射装置の改良	国 武 直 輝	川 瀬 良 一
ドーピング酸素ガスを応用したLT-HVAF溶射装置の改良	與 田 和 磨	川 瀬 良 一
ポータブル溶射装置を応用した防汚法の開発	江 口 綾	川 瀬 良 一
LT-HVAF溶射した銅粒子の扁平形態	江 崎 雅 允	田 中 康 徳
粗面化した基材上のスプラット形態と皮膜密着強度の関係	中川原和希	田 中 康 徳
酸化チタン中空粒子を用いた光触媒皮膜に対する粉末熱処理温度の影響	畑 島 晴 樹	田 中 康 徳
酸化チタン中空粒子を用いた光触媒皮膜に対する粒子径の影響	大 西 利 佳	田 中 康 徳
ゾル溶射を用いた光触媒皮膜の作製	本 田 時 法	田 中 康 徳
紅色光合成細菌の大腸菌生長への影響	井 手 寛 貴	小 林 正 幸
緑色光合成細菌の大腸菌生長への影響	田 中 晶 梧	小 林 正 幸
LEDを用いた紅色光合成細菌の光培養の試み	本 歩 実	小 林 正 幸
紅色光合成菌を用いた二酸化炭素の固定化の試み	奥園健太郎	小 林 正 幸
磯焼け海域への鉄ユニットによる鉄提供に溶存酸素濃度が及ぼす影響	木 戸 可 純	劉 丹
担体を用いた鉄系触媒の開発と応用	西 村 優 作	劉 丹
種結晶を用いた濃縮水中のケイ素除去	竹 下 聖 那	劉 丹

CaCO ₃ の添加によるCa(OH) ₂ を含むブリケットの脱硫・脱フッ素	大石侑季	劉 丹
ホルムアルデヒド含有廃水の電解処理	天本愛海	藤本大輔
導電性ダイヤモンド電極を用いたp-ニトロフェノールの電解処理条件の検討	岩崎 蓮	藤本大輔
超ナノ微結晶ダイヤモンド(UNCD)電極の電気化学特性と電解処理性能の関係に関する研究	井上雄太	藤本大輔
超ナノ微結晶ダイヤモンド(UNCD)電極における新規母材の検討	板橋和義	藤本大輔
古代米を用いた米麴の特性と抗酸化活性	大橋竜太	出口智昭
ノリ色素分解能を有する微生物の単離と特性	熊谷俊希	出口智昭
大牟田市由来の発酵能を有する花酵母の探索	田竈聖夜	出口智昭
Rhodobacter sphaeroides R26の生成する抗酸化物質の安定性	永田 光	出口智昭
PPCPsの除去を目的としたシクロデキストリン導入多孔性材料の開発	石橋遥香	大河平紀司
キレート型抽出試薬を導入した多孔性膜のリチウム回収に関する研究	木下冬弥	大河平紀司
リパーゼ固定化膜を用いたバイオディーゼル生成における最適条件の探索	西浦彩夏	大河平紀司
光応答型金属有機構造体の開発に関する基礎研究	酒井優光	大河平紀司
実験と理論の融合による水溶液中で形成するミセルの高次構造予測	與田大晃	大河平紀司

建築学科

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
RC造ヒンジロケーション柱梁接合部の破壊性状に関する研究	大橋潤一郎・ソク・ピセツト	上原修一
RC造ヒンジロケーション柱梁接合部のせん断補強法に関する研究	関 希 望・吉 村 育 忠	上原修一
筑後地方における洋間併設型住宅に関する研究	宮崎由依	松岡高弘
町家建築の変化に関する研究 一福岡県筑後地方を中心として一	吉本晃城	松岡高弘
筑豊の炭鉱経営者の住宅における座敷に関する研究	宮島良介	松岡高弘
八女市矢原所在高棟神社社殿に関する研究	野崎朱梨	松岡高弘
学生による地域活性化プロジェクトの実施過程と成果についての研究 ー久留米市「まちなか万博」での学生活動を事例としてー	大隈三聖・永尾天十里	加藤浩司

参加型ものづくりイベントによる広場利用の試み ー久留米市六角堂広場における学生企画によるイス製作イベントを事例としてー	和田 夢 翔	加 藤 浩 司
エコバインダーを用いたモルタルの開発に関する実験的研究 ー水結合材比および細骨材の混入量が及ぼす影響ー	緒 方 敬 一・北 原 涼 太	下 田 誠 也
エコバインダーを用いた壁土の強度性状に関する実験的研究 ー改質材の混原土比が強度性状に及ぼす影響ー	江 上 恭 平・山 村 和 大	下 田 誠 也
繰返し载荷を受ける切欠きを有する鋼試験片の塑性変形能力に関する研究 ー損傷度と延性き裂進展による考察ー	宮 本 浩 幸	岩 下 勉
ブレース圧縮力低減機構を有するダンパーの開発に関する基礎的研究	川 西 智 大・城 戸 恵 李 花	岩 下 勉
有限要素解析による3点曲げ試験片の延性き裂進展の再現に関する基礎的研究	島 田 恵 豊	岩 下 勉
ベビーカー乗車人体における屋外温熱環境の影響に関する基礎的研究	石 貫 瞳・島 添 直 人	近 藤 恵 美
植栽の視覚刺激による心理量と脳波に関する基礎的研究	牛 嶋 新 菜・下 川 雄 太 郎	近 藤 恵 美
環境教育につながる教育教材のための基礎的研究 ー地表面の被覆の違いが内部空間に与える影響ー	北 口 修 伍・野 口 和 幹	近 藤 恵 美
多世代交流による商店街活性化の可能性に関する研究 ー大牟田市中心市街地(銀座通・新栄町商店街)を事例としてー	太 田 早 紀・古 賀 涼 華	藤 原 ひ と み
空き家を活用した地域活動拠点の活動実態と持続的な運営の可能性に関する研究 ー九州・沖縄地方の事例を対象としてー	富 増 弥 希・堀 内 大 成	藤 原 ひ と み
現代住宅における「接続空間」に関する研究	酒 村 祐 志	正 木 哲
公営住宅におけるDIY入居の課題に関する研究 ー大牟田市中心市営東谷住宅を事例としてー	近 藤 将 太・坂 井 謙 一	正 木 哲

【専攻科特別研究】（平成28年度）

生産情報システム工学専攻

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
単純重ね合わせ継手の接着強度と破断パターンとの関係	大 田 敬 大	堀 田 源 治
半径流型EHDファンの電極形状に関する研究	菅 さおり	坪 根 弘 明
固定砥粒加工工具を用いた梨地面創成法の開発	喜 多 亮 氏	柳 原 聖
超音波を用いたろう付面積評価の推定精度に及ぼす測定条件の影響	境 駿一	岩 本 達 也
超音波を用いた掘削用工具のろう付面積評価の推定精度に及ぼす工具形状の影響	酒 井 崇 彰	岩 本 達 也
教育用工学実験システムの開発 ～強制対流熱伝達実験装置～	四ヶ所 祐至	吉 田 正 道
MAS法による運動学計算における数値誤差について	西 野 彰 真	原 槇 真 也
垂直細管内空気-冷媒二相流の流動特性に関する研究	西村祐太郎	坪 根 弘 明
可視化スターリングエンジン模型を用いた教育用工学実験システムの開発	森 岡 佑 介	吉 田 正 道
太陽光発電システムにおけるシステム同定追従制御	大 塚 礼 騎	池之上正人
ウェットプロセスによる金属酸化物薄膜の調製と応用	下 河 正 広	石 丸 智 士
単発矩形波パルスが線虫(C.elegans)卵へ及ぼす影響の調査	高 田 智	河 野 晋
D/A 変換器に用いるトランスインピーダンスアンプのオフセットの影響	吉 田 崇 将	清 水 暁 生
ArduinoとFPGAを併用した画像処理教育システムの検討	安 部 成 就	石 川 洋 平
導電性ナノ微結晶ダイヤモンド/アモルファス炭素混相膜を用いた高性能廃水 処理用電極の開発	大 西 雅 也	原 武嗣
LSI自動計測環境で用いる配線変更基板の特性評価に関する研究	川添浩太朗	石 川 洋 平
土壌水分センサーネットワークの無線化に関する研究	國 崎 恒 成	石 川 洋 平
半導体材料中における量子力学的電気伝導メカニズムの解明	猿 渡 稔 晃	松 野 哲 也
画像処理を用いたビリヤード初級者支援システムにおけるプレーヤー位置の推 定	野 田 武 司	菅 沼 明
複数のカメラを用いた講義中の受講態度推定システムの構築	松 村 由 貴	嘉 藤 学
Kinectを用いた撞球姿勢判定システムの開発	三 島 聖 志	菅 沼 明
Raspberry piを用いた後方人体検出に関する研究	山 口 賢 二	菅 沼 明

応用物質工学専攻

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
分子間相互作用を用いたPPCPsの除去膜の開発	今 村 勇 介	大河平紀司
特許出願中により非公開	上 原 広 貴	劉 丹
酵素によるリグニンの分解	岡 野 ま い	近 藤 満
酸化カルシウムを用いた木質系バイオマスの急速熱分解	辛 嶋 亮 哉	近 藤 満
メダカ卵を用いた高電界パルス法による金属イオンの発生影響評価	示 野 誠 也	富 永 伸 明
酵素固定化による多孔性材料の機能化	西 岡 知 哉	大河平紀司
好熱性紅色光合成細菌Thermochromatium tepidum シトクロムbc ₁ 複合体の単離・精製とそのキャラクタリゼーション	若 杉 知 秋	小 林 正 幸

建築学専攻

研 究 題 目	学 生 名	指 導 教 員
近代の住宅における離れの建築的特徴に関する研究 ー福岡県筑後地方の住宅を中心としてー	井 上 安 南	松 岡 高 弘
繰返し載荷が切欠きを有する鋼試験片の脆性破壊に及ぼす影響 ー変形能力による考察ー	立 野 文	岩 下 勉
地方都市における出張商店街の活動の持続性に関する研究 ー買回り品の多い商店街の活動を起源とする「よかもん商店街」の取り組みを通じてー	服 部 忠	加 藤 浩 司

【学位論文】

学位記番号 甲第 602 号

授与年月日 平成 29 年 3 月 24 日

氏 名 野 口 卓 朗

学位論文題目

Schauer の回路とマイクロコントローラを組み合わせた 簡易型微小位相差計測回路に関する研究

近年、半導体微細加工技術の進歩に伴う素子の微細化により、集積回路の高速化・多機能化が進み、デジタル回路で扱える情報量が飛躍的に増大している。これにより、従来はアナログ回路で処理されていた信号がデジタル回路で処理されるようになってきた。しかし、音、光、温度など自然界に存在するあらゆる情報はアナログ量であり、これらのアナログ信号を捉えるための自然界とのインターフェイス、生体信号処理、高速信号処理等においては現在もアナログ回路が重要となっている。例として、マイクロフォン、デジタルカメラ、スマートフォン等の電子デバイスでは、各種センサーで捉えたアナログ信号を取り扱うためにデジタル信号に変換処理する必要があるほか、スピーカーや液晶ディスプレイ等の出力部でも、デジタル信号をアナログ信号に再変換処理する必要がある。これらの変換過程では、アナログ信号の増幅やフィルタ処理を行う回路も必須である。

このようなアナログ信号処理回路において、アナログ信号の高精度な測定及び評価を実現するためには、振幅レベルのみでなく位相情報の検出も不可欠である。信号間の位相差の計測・検出は電気工学、物理化学、薬学、農学、生物学、公害防止等あらゆる分野において、分析機器、測定機器、検出機器等に用いられている。さらに、電力や生体等の分野においては、微小な位相差の計測が切望されている。特に生体分野においては呼吸計測、心拍観測等に位相差計測が用いられており、これらの情報をリアルタイムでモニタリングするシステムが求められている。このような日常生活における様々な場面で微小位相差計測を行う場合には、小型で可搬性に優れたシステムが適している。しかし、一般に位相差計測に用いられるロックインアンプやネットワーク・アナライザ等の計測機器は大型で据置での利用を前提としている。また、価格も一台数十万円～数百万円と高価であり、一般家庭等での利用を想定した場合に現実的ではない。

これらの問題点を解決する可能性のある回路として、小型で可搬性に優れた Schauer の回路がある。Schauer の回路は 1981 年に F. Schauer によって提案されたものであり、微小位相差の計測に特化した回路である。オペアンプと抵抗器のみで実現可能なため、前述した計測機器と比較して非常に安価に構成することができる。2 つの信号間の位相差を振幅情報に変換して検出できることが特長であり、振幅レベルが最小になるように可変抵抗を調整することで微小位相差を計測することができる。しかし、前述した論文以降、この回路に関する続報は発表されておらず、また件の論文を引用した文献も確認できない。

そこで筆者は、この Schauer の回路を用いた簡易型微小位相差計測回路を提案し、その応用に関する研究を行っている。提案回路の妥当性については超電導コイルの交流損失測定への応用を通して検証しており、簡易型微小位相差計測回路に 90 deg 移相回路を付加して超電導コイルの交流損失の計測を行い、成果の一部を得た。しかし、位相差が小さくなるにつれてマイクロボルトオーダーでの細かな振幅調整が必要となり、可変抵抗の手動調整は面倒であるほか計測者による人因性誤差の要因となってしまう。これらの問題を解決するために計測の自動化についても並行して研究を行っており、現在までに PIC (Peripheral Interface Controller) や FPGA (Field Programmable Gate Array) を用いた自動振幅調整回路を付加する方法を検討してきた。これにより振幅の自動調整が可能となり、測定の自動化が実現された。しかし、この簡易型微小位相差計測回路と自動振幅調整回路を組み合わせた構成では、被測定物に十分な電流を流すことができないという問題点があった。さらに、従来の自動振幅調整回路では ADC

と DAC がデジタル回路部分から独立しており、回路構成が複雑になってしまい制御が煩雑であった。

以上のような課題に対して、本論文では、小型で可搬性に優れた Schauer の回路とマイクロコントローラを組み合わせた簡易型微小位相差計測回路に関する研究を行った。

第 1 章は序論であり、研究背景と目的および本論文の構成について述べた。

第 2 章では、本論文で提案する「簡易型微小位相差計測回路」の基本となる Schauer の回路の動作原理について述べた。この回路は、ロックインアンプやネットワーク・アナライザ等の計測機器と比較して小型で安価な構成ながら、2 つの信号間の位相差を求めることができる回路であった。また、Schauer の回路の応用として超電導コイルの交流損失測定に着目し、J-FET を用いた電圧電流変換回路を付加した測定回路を提案しシミュレーションにより動作を確認した。

第 3 章では、第 2 章で述べた電圧電流変換回路を付加した微小位相差計測回路の高性能化について検討した。まず、超電導コイルのようにアンペアオーダーの供給電流を必要とする負荷も測定対象とできるよう、AB 級電流バッファを付加して被測定物への供給電流量を増加させる方法を提案した。従来の簡易型微小位相差計測回路と自動振幅調整回路を組み合わせた構成では、被測定物に供給できる電流量は数十 mA 程度であり、コイルに十分な電流を供給できないという問題点があった。また、測定精度を向上させることを目標に、周波数通倍回路によって測定周波数を拡大し等価的に位相差を拡大して測定する方法を提案した。これらの回路を用いてシミュレーションにより動作特性を検証した結果、周波数通倍回路を付加した場合に測定精度が向上することを確認できた。また、電流バッファを付加した場合に、1 A 以上の大きな電流まで被測定物へ供給でき、電流値を増加させてもほぼ一定の誤差率で精度良く測定できることを確認できた。

第 4 章では、微小位相差計測における計測値のばらつき解消・計測作業の簡素化等を目的とし、測定を自動化するための自動計測システムと自動振幅調整プログラムについて検討した。Schauer の回路と J-FET やマイクロコントローラ (Arduino Due) を組み合わせた新たな自動振幅調整回路を提案し、従来の PIC や FPGA を用いた自動振幅調整回路と比較して、制御と回路構成の簡素化を実現できた。また、位相差計測のための最小振幅探索を自動化する自動振幅調整プログラムを実装して、自動計測実験を行った。実験より、Schauer の回路の出力電圧に高調波成分が含まれておりうまく最小振幅を探索できていないことが確認できた。そこで、高調波の影響を低減するための改善版自動振幅調整回路を提案し、自動計測実験により約 $0.17 \sim 0.65 \text{ deg}$ の位相差において誤差率 1.08 % 以下という成果を得た。従来の PIC や FPGA を用いた自動振幅調整回路では、微小位相差の自動計測における誤差率が位相差 0.8 deg で約 3 % 程度であったため、測定精度を向上することができた。

第 5 章では、簡易型微小位相差計測回路を生体インピーダンス計測に応用することを目指し、膀胱内尿量計測回路を提案して研究を行った。近年、高齢化社会における高齢者介護の負担は大きく、特に尿失禁による介護者の負担や被介護者の精神的苦痛は大きな問題となっている。膀胱内尿量をリアルタイムでモニタリングし排尿を事前検知できるシステムが確立できれば、尿失禁を防止し介護者の負担を軽減でき、被介護者の QOL (Quality of Life) の向上も望める。生体インピーダンスを用いた膀胱内尿量計測については以前から検討されており、イヌやヒトを被験体とした生体実験によりその有用性が報告され現在までに様々な研究がなされているが、現時点では実用化に至っていない。そこで我々は、簡易型微小位相差計測回路を用いることでインピーダンスと併せて膀胱の左右 2 点の電圧の位相差を測定し、複合的に膀胱内尿量の変化を推定できないかと考えた。本章では、4 電極方式により生体に周波数 50 kHz の交流電流を印加し、膀胱内尿量に応じたインピーダンスと膀胱形状に応じた膀胱の左右 2 点の電圧の位相差の変化傾向を非侵襲で求める回路を提案した。また、1 人の被験者に対して 155 分連続で膀胱内尿量計測実験を行い、自然排尿前後でのインピーダンスや位相差の変化傾向を確認した。実験より、排尿後にインピーダンスと位相差ともに上昇し、その後ゆるやかに減少する傾向を示した。これより、簡易型微小位相差計測回路を膀胱内尿量計測に応用できることが確認できた。

本論文により、Schauer の回路とマイクロコントローラを組み合わせた新たな自動位相差計測回路を提案し、測

定精度を向上させることができた。さらに、簡易型微小位相差計測回路を生体インピーダンス計測に応用できることを示した。今後の課題として、実用化に向けての検証や、簡易型微小位相差計測回路と自動振幅調整回路を組み合わせた回路全体の集積化・システム化等が挙げられる。現在の構成では信号源や電圧検出・表示等に別途計測機器が必要であるため、これらの機能を DDS (Direct Digital Synthesizer) やマイクロコントローラ等を用いて実現できれば、操作性に優れたポータブルシステムとして、医療分野等で活用できる可能性がある。また、医学系と連携した研究開発や実証実験が実現できれば、各体組成の複雑な生体パラメータの解明にも繋がる可能性がある。

平成 29 年度 図書・紀要委員

- 委員長 焼 山 廣 志（図書情報管理部長／図書館長）
- 委 員 村 田 和 穂（図書情報管理部員）
- 委 員 内 田 雅 也（環境・エネルギー工学系）
- 委 員 奥 村 俊 昭（人間・福祉工学系）
- 委 員 広 瀬 裕美子（一般教育科）

有明工業高等専門学校紀要

第 53 号（2017）

平成 30 年 1 月 31 日発行

編 集 有明工業高等専門学校図書・紀要委員会

発 行 有明工業高等専門学校

〒836-8585 大牟田市東萩尾町 150

電話（0944）53-8316

CONTENTS

An investigation of electromagnet with coils and solenoids	TAKEUCHI Norio SUEISHI Momoyo SAMESHIMA Tomoko MORITA Keiichi SAKAI Takeshi	 1
Estimation of Player's Position for a System Supporting a Billiard..... Beginner Player	SUGANUMA Akira NODA Takeshi	 7
Renewal of the Computer System for the Professional Education..... at Department of Electronics and Information Engineering	MATSUNO Yoshinobu MORIYAMA Hideaki IKEGAMI Katsuya OGISHIMA Masumi HORITA Takayuki	 15
A Study on CFRP Strengthened High-Performance Pretensioned..... PC Beams	KANEDA Kazuo TOMIYAMA Jun MIYANO Shinsuke SAKIHARA Seigo	 19
Men of Letters in Ōkagami: (1) Yoshifusa Fujiwara..... —The Descriptive Mode—	HIROSE Yumiko	 37
A Study of Sugawara Michizane.....	YAKIYAMA Hiroshi	 58