

I S S N 1 8 8 1 - 7 2 2 X

独立行政法人 国立高等専門学校機構

沖縄工業高等専門学校

紀 要

第 10 号

Bulletin
of
National Institute of Technology, Okinawa College
No. 10

March 2016

目 次

C O N T E N T S

論文等

安里 健太郎, 他 Kentaro Asato et al.	ハイブリット電磁石を用いた教育用磁気浮上システムの開発 —最適レギュレータおよびカルマンフィルタによる制御システム設計— Development of an Educational Magnetic Levitation System using a Hybrid-Electromagnet -Design of Control System with Optimal Regulator and Kalman Filter-	・ ・ ・ 1
安里 健太郎, 他 Kentaro Asato et al.	短期留学生の研究教育に関する取り組み—二輪倒立ロボットの開発— Approach to Study and Education for a Short Term Exchange Student -Development of a Balancing Robot with Two Wheels-	・ ・ ・ 13
平良 淳誠 Junsei Taira	泡盛焼酎の初期香気特性に反映するもろみ香気 Initial aroma profiles of awamori <i>shochu</i> derived from mash aroma	・ ・ ・ 23
木村 和雄 Kazuo Kimura	中琉球の沿岸災害リスク評価における地形場・地形種の意義 —1960年チリ地震津波被災地の検討から— Geomorphic hazard along coastal plains in Central Ryukyus (Amami Oh-shima and Okinawa Islands)	・ ・ ・ 29
名嘉 山リサ Risa Nakayama	1970年前後のUSCAR制作テレビ番組 —『人・時・場所』と『テレビ・ウィークリー』の制作背景とテレビメディアを使った広報外交— USCAR's TV Programs around 1970: The Production Background of <i>Man, Time, and Place</i> and <i>TV Weekly</i> and Public Diplomacy through TV Media	・ ・ ・ 41
渡利 正弘 Masahiro Watari	ボチョウジ属の分枝発生パターンに付随するグラフとトポロジカルインデックスについて Mathematical graphs associated with branching patterns of <i>Psychotria</i> species and their topological index	・ ・ ・ 55

教育研究報告

網谷 厚子, 他 Atuko Amitani et al.	情報検索・資料収集方法の実態とその課題—レポート・卒業研究・卒業論文作成における— The Actual Situation and the Challenges of Information Retrieval and Data Collection	・ ・ ・ 63
吉居 啓輔, 他 Keisuke Yoshii et al.	沖縄高専における数学通論の取り組み An approach to educating mathematical innovators in Okinawa Kosen	・ ・ ・ 77
渡利 正弘, 他 Masahiro Watari et al.	沖縄工業高等専門学校の第2学年の数学における取り組みについて Attempts on lectures for second graders of National Institute of Technology, Okinawa College	・ ・ ・ 85

国際会議発表

Koyu Chinen 知念 幸勇	New equivalent-electrical circuit model and a practical measurement method for human body impedance	・ ・ ・ 93
Ayumi Takemoto 嶽本 あゆみ	Comparison of high efficiency of essential oil extraction using instantaneous high pressure process in hydrodistillation method and microwave method	・ ・ ・ 95
Masahiro Watari 渡利 正弘	Joint work project 2015 with NYP and ONCT -Analyses for branching pattern models of two subtropical species-	・ ・ ・ 97

抄 録 99

業績一覧 135

沖縄工業高等専門学校紀要発行規程 151

沖縄工業高等専門学校紀要投稿編集要領 153

第10号

論文等への投稿数：6本、査読後の掲載論文数：6本、未掲載論文数：0本
教育研究報告への投稿数：3本、査読後の掲載論文数：0本、未掲載論文数：0本
国際会議発表への論文投稿数：3本、査読後の掲載論文数：0本、未掲載論文数：0本

論 文 等

ハイブリッド電磁石を用いた教育用磁気浮上システムの開発 —最適レギュレータおよびカルマンフィルタによる制御システム設計—

*安里健太郎¹, 長田匡司², 玉城大暉³

¹ 沖縄工業高等専門学校 機械システム工学科, ² 豊橋技術科学大学 機械工学課程, ³ 神戸大学 経営学部

要旨

制御工学は、「モノを自在に操る」ために必要不可欠な学問であり、その応用範囲は工学分野だけでなく、経済学、生命科学、自然科学など多岐にわたる。その反面、制御理論においては数学による抽象的な議論が中心となるため、それをどのように応用するのかイメージすることが非常に困難な学問となっている。よって、学習した制御理論を応用につなげていくためには、実験・実習等をとおして制御理論を有機的に理解し、具体的な制御応用に発展させていくイメージを育成していくことが重要となってくる。

そこで本研究では、利用価値の高い制御工学学習用の教材として、「ハイブリッド電磁石を利用した磁気浮上システム」の開発を行った。電磁石と永久磁石を併用した「ハイブリッド電磁石」を用いることによって、従来の電磁石のみの場合の約12%の消費電力で鉄球を浮上できることが確認できた。また、開発した「ハイブリッド電磁石を利用した磁気浮上システム」について、最適レギュレータおよびカルマンフィルタによる最適制御によって制御システムの設計を行った。その有効性の検証のためシミュレーションを行った結果、極配置法と比較して、平衡点への収束は若干遅くなったが、制御時の消費エネルギーは大幅に抑えられることが確認できた。そして、実際に磁気浮上実験を行った結果、ハイブリッド電磁石を利用して鉄球の磁気浮上制御が達成できることが確認できた。
キーワード：制御工学教材、磁気浮上制御、ハイブリッド電磁石、最適レギュレータ、カルマンフィルタ

1 はじめに

制御工学は、「モノを自在に操る」ために必要不可欠な学問であり、その応用範囲は工学分野だけでなく、経済学、生命科学、自然科学など多岐にわたる。その反面、制御理論においては数学による抽象的な議論が中心となるため、それをどのように応用するのかイメージすることが非常に困難な学問となっている。よって、学習した制御理論を応用につなげていくためには、実験・実習等をとおして制御理論を有機的に理解し、具体的な制御応用に発展させていくイメージを育成していくことが重要となってくる。

そこで本研究では、制御工学の学習において、教材として利用価値の高い実験装置の開発を行うことを目的とする。本研究で開発する実験装置としては、制御工学の応用性の高さが直観的に理解できる「磁気浮上システム」を採用する。この実験装置は、“電磁石の吸引力により強磁性体を一定距離で浮上させること”を制御目標としており、その本質の論理的考察の結論として得られる「コントローラ」（所望の操作量を実現するための制御信号を生成する機構）によって、能動的に干渉していかないと制御目標が破綻してしまう。その意味で磁気浮上システムは「不自然な制御対象」である。この「不自然な制御対象」を教材として用いることで、学習者は制御理論（数学を主体とした論理的思考）の重要性を認識し、その有用性・応用性の高さを実感することができる。教育用の「磁気浮上制御システム」を開発するにあたり、教材として広く活用できるよう備えておくべき条件として、以下の項目が挙げられる。

条件 1 制御システムの構成が理解しやすくシンプルであること

条件 2 モデルベース制御が可能であること

条件 3 低コストであること

条件 4 コンパクトで可搬性が高いこと

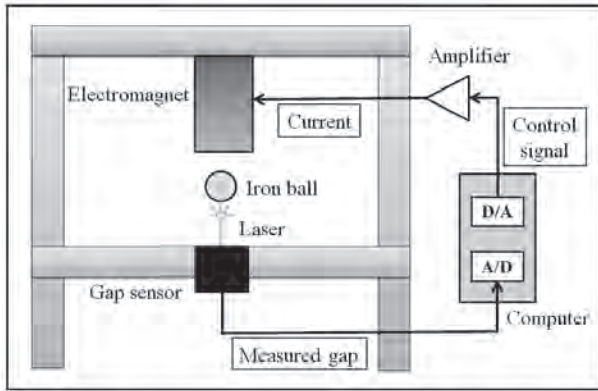


Fig. 1 Illustration of mag-lev system.

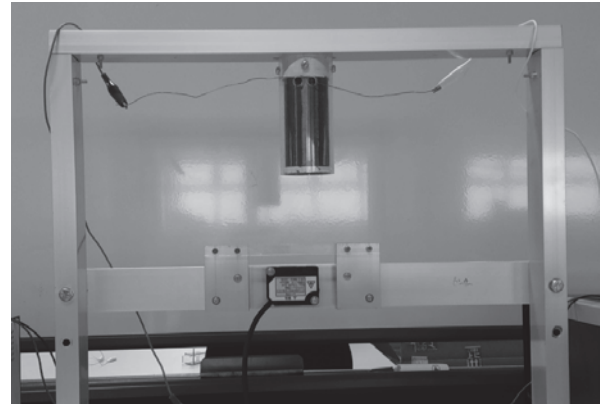


Fig. 2 Developed mag-lev system in previous study.

著者らは、**条件 1** および **条件 2** を満たすものとして、先行研究 [6] において鉄球を浮上させることを目的とした「1 自由度の磁気浮上制御システム」の開発を行った。さらに、**条件 3** および **条件 4** を満たすためには、「制御に必要なエネルギーの低減化」、「コントローラ実装機器の検討」、「センサの検討」などを行う必要がある。そこで、本研究では、「制御に必要なエネルギーの低減化」を目標として、電磁石と永久磁石を併用した「ハイブリッド電磁石」を用いた磁気浮上システムの開発を行う。また、制御システム設計法に関しては、最適レギュレータおよびカルマンフィルタによる最適制御を適用し、その有効性の検証を行う。

2 1 自由度磁気浮上制御システム

磁気浮上制御は現在も盛んに研究されている分野であり、応用例として、人工心臓やフライホイールなどの磁気軸受 [4, 8]、柔軟ビームのたわみ制御 [2]、トランスラピッド [1] に代表される磁気吸引型リニアモーターカーなどがある。著者らは、これまで、教材用の実験装置として、鉄球を浮上させることを目的とした「1 自由度の磁気浮上システム」[6] の開発を行ってきた。図 1 にその概略図を示す。同図において、鉄球を浮上させるための制御は下記のとおりに行われる。

Step 1 鉄球と電磁石の間のギャップをレーザー変位センサによって計測する。

Step 2 計測したギャップをフィードバックし、計算機において実装されたコントローラによって、平衡点で浮上させるための制御信号を計算する。

Step 3 制御信号をアンプによって増幅し、平衡点で浮上させるための電流値（操作量）を電磁石に加える。

Step 4 **Step 1** から **Step 3** を高速（サンプリング周期 1~3[ms] 程度）で繰り返し行う。

実際に開発した 1 自由度の磁気浮上システムを図 2 に示す。この磁気浮上システムの開発に要した費用は、筐体（電磁石、台座、鉄球）のみだと 5 千円弱であるが、制御に必要なアンプ、コントローラ実装用計算機、レーザー変位センサなどを含めると、総額 70 万円強となる。また、実験装置の設置面積は約 1[m²] となり、前述した **条件 3** および **条件 4** を満たすためには、さらなる改良が必要となる。

3 ハイブリッド電磁石を用いた磁気浮上システムの開発

開発した図 2 の磁気浮上システムでは、鉄球の質量、または、電磁石と鉄球のギャップが大きくなるにしたがって、浮上に必要な電磁石電流も大きくなる。教材としての利用価値を高めるために、低コスト化・コンパクト化を実現していくには、浮上に必要な電磁石電流を抑制し、制御時の消費エネルギーを低減化させる必要がある。

そこで、本研究では、電磁石と永久磁石を併用した「ハイブリッド電磁石」を利用することを考える。ハイブリッド電磁石の利用により、浮上位置（平衡点）付近での吸引力の大部分を永久磁石でまかなうことができる。ま

た、平衡点からの変動分に関しては、電磁石電流を操作して吸引力を調整することで、鉄球を一定位置に制御することができる。これにより、電磁石電流を抑制し、制御に必要なエネルギーの低減化を図ることができる。本節では、制御対象となる「ハイブリッド電磁石を用いた磁気浮上システム」のモデル導出について述べていく。

3.1 運動方程式の導出

モデルベース制御により制御システムを設計・構築するためには、制御対象である磁気浮上システムのモデリングを行う必要がある。そのために、まずは制御対象の運動方程式の導出を行う。運動方程式の導出にあたっては、電磁石に下記の仮定を行う。

仮定 1 ヒステリシスがない

仮定 2 磁気飽和がない

仮定 3 漏れ磁束がない

仮定 4 鉄心の透磁率は無限大である（大気の透磁率と比べて非常に大きい）

上記の仮定のもとで、鉄球の運動方程式は次式 [7] となる。

$$M\ddot{Z}(t) = Mg - f(Z(t), I(t)) \quad (1)$$

ここで、 $M[\text{kg}]$ は鉄球の質量、 $Z(t)[\text{m}]$ は電磁石と鉄球の間のギャップ、 $I(t)[\text{A}]$ は電磁石電流、 g は重力加速度である。 $f(Z(t), I(t))[\text{N}]$ は電磁石の吸引力であり、次の実験式 [7] で与えられる。

$$f(Z(t), I(t)) = k \frac{I^2(t)}{(Z_0 + Z(t))^2} \quad (2)$$

上式において、 $k[\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{A}^2]$ は電磁石の形状等によって決まる定数、 $Z_0[\text{m}]$ は吸引力が無限大にならないための補正距離である。ここで、ギャップ $Z(t)$ および電磁石電流 $I(t)$ を、鉄球浮上定常時の平衡ギャップ Z_{equ} および平衡電流 I_{equ} を基準とした時間変化分 $z(t)$ および $i(t)$ の式で書き直すと、それぞれ次式のようになる。

$$Z(t) = Z_{equ} + z(t) \quad (3)$$

$$I(t) = I_{equ} + i(t) \quad (4)$$

このとき、変化分 $z(t)$ および $i(t)$ が微小であると仮定すると、平衡点 (Z_{equ}, I_{equ}) 周りでの Taylor 展開により、式 (2) の磁気吸引力は次のように線形化することができる。

$$\begin{aligned} f(Z(t), I(t)) &= k \frac{(I_{equ} + i(t))^2}{(Z_0 + Z_{equ} + z(t))^2} \\ &\cong k \frac{I_{equ}^2}{(Z_0 + Z_{equ})^2} - \frac{2kI_{equ}^2}{(Z_{equ} + Z_0)^3} z(t) + \frac{2kI_{equ}}{(Z_{equ} + Z_0)^2} i(t) \end{aligned} \quad (5)$$

ここで、ギャップ $Z(t)$ および電磁石電流 $I(t)$ が平衡点 (Z_{equ}, I_{equ}) にあり時間的に変化しない場合は、式 (1) および (2) より、次式が成り立つ。

$$Mg = k \frac{I_{equ}^2}{(Z_0 + Z_{equ})^2} \quad (6)$$

したがって、式 (2) を式 (5) のように線形化したとき、鉄球の運動方程式 (1) は次のように書くことができる。

$$M\ddot{z}(t) = K_z z(t) + K_i i(t) \quad (7)$$

$$K_z = \frac{2kI_{equ}^2}{(Z_{equ} + Z_0)^3} \quad (8)$$

$$K_i = -\frac{2kI_{equ}}{(Z_{equ} + Z_0)^2} \quad (9)$$

3.2 状態空間表現によるモデリング

本研究では、制御に必要なエネルギーのさらなる低減化を達成するために、線形化された運動方程式 (7) を用いて最適制御により鉄球の磁気浮上制御を実現していく。最適制御により制御システムの設計を行っていくために、まずは、式 (7) を状態空間表現によって記述する必要がある。ここでは、開発した磁気浮上システムの状態空間表現について述べる。

いま、微小ギャップ $z(t)$ とその時間変化量 $\dot{z}(t)$ を、 $\mathbf{x}(t) := [z(t) \ \dot{z}(t)]^T$ とベクトルとしてまとめると、運動方程式 (7) は次式のように表現することができる。

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ \frac{K_z}{M} & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{K_i}{M} \end{bmatrix} u(t) =: \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}u(t) \quad (10)$$

$$y(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) =: \mathbf{C}\mathbf{x}(t) \quad (11)$$

ここで、 $u(t)$ は電磁石の吸引力を操作する入力であり、 $u(t) = i(t)$ である。また、 $y(t)$ は制御する出力であり、 $y(t) = z(t)$ である。式 (10) および (11) の状態空間表現において、ベクトル $\mathbf{x}(t)$ は状態変数ベクトルと呼ばれ、その要素はシステムの内部状態を表す変数 (状態変数) である。また、状態変数の数はシステムの次元と呼ばれ、開発した磁気浮上システムは 2 次元であることがわかる。

3.3 未知パラメータの同定実験

鉄球の浮上を達成する制御システムを設計するために、式 (10) および (11) の状態空間表現において未知のパラメータとなる K_z および K_i を実験により同定する必要がある。ここでは、これら未知パラメータの同定実験について述べる。

いま、鉄球が平衡状態 (Z_{equ}, I_{equ}) にあり、ギャップの時間的な変動がない、すなわち、鉄球が静止している ($\dot{z}(t) = 0$) と仮定すると、式 (1) より次式が成り立つ。

$$I_{equ} = \sqrt{\frac{Mg}{2k}} Z_{equ} + \sqrt{\frac{Mg}{2k}} Z_0 \quad (12)$$

Z_0 は磁気浮上システム固有の定数となるので、式 (12) より、平衡ギャップ Z_{equ} と平衡電流 I_{equ} の関係は 1 次式となることがわかる。よって、各平衡ギャップ Z_{equ} に対する平衡電流 I_{equ} を測定し、その結果から最小二乗法により式 (12) の 1 次近似式の傾きと切片を求めることで、未知のパラメータである k および Z_0 を同定することができる。 k および Z_0 が得られれば、式 (8) および (9) より、 K_z および K_i を求めることができる。

本研究では、質量 45×10^{-3} [kg] の鉄球をギャップ 10×10^{-3} [m] (= 10 [mm]) で浮上させるものとし、式 (12) の 1 次近似式の傾きと切片を求める実験を行った。その手順を下記に示す。

Step 1 電磁石と鉄球の間にアクリル板をはさみ、鉄球を浮上させるのに十分な電流を電磁石に加える。

Step 2 電磁石に加えた電流を徐々に下げていき、鉄球が落下するときの電流を測定する。このときの電流値が、アクリル板の厚さのギャップで鉄球を浮上させるのに必要な電流値となる。

Step 3 アクリル板の厚さを $(10 \pm 2) \times 10^{-3}$ [m] の範囲、約 1×10^{-3} [m] 間隔で変化させ、**Step 1**、**Step 2** を順次行う。

Step 4 得られた各平衡ギャップ Z_{equ} に対する平衡電流 I_{equ} の測定値を用いて、最小二乗法により式 (12) の 1 次近似式の傾きと切片を求める。

本研究では、ハイブリッド電磁石の有効性を示すため、「ハイブリッド電磁石」を用いた場合と「電磁石のみ」を用いた場合について上記実験を行った。その結果を図 3 に示す。なお、「ハイブリッド電磁石」を用いた場合の式 (12) の 1 次近似式は次式となった。

$$I_{equ} = 153.4Z_{equ} - 1.158$$

Table 1 Specifications of mag-lev system with electromagnet only and hybrid-electromagnet.

Parameter or Value	Electromagnet only	Hybrid-electromagnet
Mass of iron ball M [kg]	45×10^{-3}	
Levitation gap Z_{equ} [m]	10×10^{-3}	
Coil resistance R_{em} [Ω]	13.20	
Electromagnet constant k [$N \cdot m^2/A^2$]	93.8×10^{-6}	18.8×10^{-6}
Additional distance Z_0 [m]	5.3426×10^{-3}	-7.549×10^{-3}
Equilibrium current I_{equ} [A] at $Z_{equ} = 10 \times 10^{-3}$ [m]	1.053	0.376
Gap coefficient K_z [1/s] at $Z_{equ} = 10 \times 10^{-3}$ [m]	57.55	360.2
Current coefficient K_i [mm/As] at $Z_{equ} = 10 \times 10^{-3}$ [m]	0.839	2.348
Steady power consumption [W] at $Z_{equ} = 10 \times 10^{-3}$ [m]	14.62	1.866

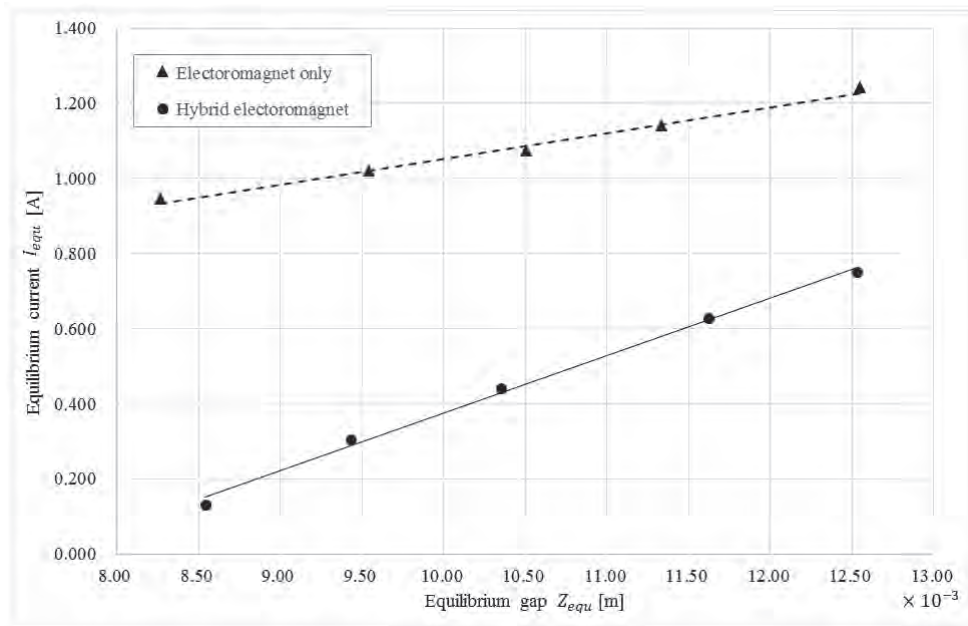


Fig. 3 Results of experimentation for model identification.

また、電磁石のみを用いた場合の式 (12) の 1 次近似式は次式となった。

$$I_{equ} = 68.60Z_{equ} + 0.367$$

表 1 に「ハイブリッド電磁石」を用いた場合と「電磁石のみ」を用いた場合の同定実験の結果をまとめる。

以上の同定実験の結果より、「ハイブリッド電磁石」を用いた場合は、 $Z_{equ} = 10 \times 10^{-3}$ [m] の浮上ギャップで平衡電流が $I_{equ} = 0.376$ [A] となり、「電磁石のみ」を用いた場合の平衡電流 1.053[A] より大幅に減少できていることが確認できる。鉄球の浮上制御に必要なエネルギーは、浮上時の電磁石電流の 2 乗に比例する。したがって、 $Z_{equ} = 10 \times 10^{-3}$ [m] の浮上ギャップでは、「ハイブリッド電磁石」を用いた場合は、「電磁石のみ」を用いた場合の約 12% の消費電力で鉄球を浮上させることができる。これにより、電磁石電流を出力するアンプの容量を大幅に削減することができるため、より安価でコンパクトなアンプでの制御が可能となる。

4 最適制御による制御システムの設計

本研究では、制御に必要なエネルギーのさらなる低減化を達成するために、最適レギュレータとカルマンフィルタによる最適制御により制御システムの設計を行っていく。最適レギュレータとカルマンフィルタにより構成され

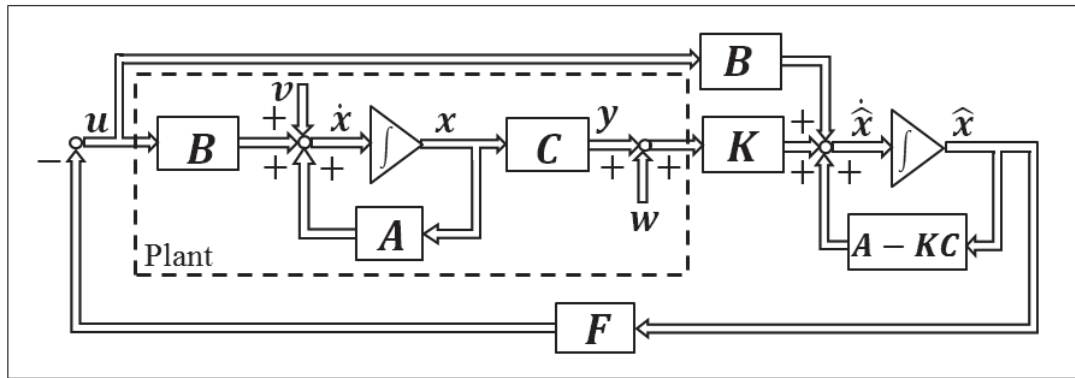


Fig. 4 Control system based on optimal control.

た制御システムの状態変数線図は、図4ようになる。本節では、最適レギュレータおよびカルマンフィルタの設計理論について述べる。

4.1 最適レギュレータの設計

最適レギュレータ [3] は、次式の目的関数 J_r を最小化するようなレギュレータ（状態変数を平衡点に速やかに収束させる制御システム）である。

$$J_r = \int_0^{\infty} \mathbf{x}^T(t) \mathbf{Q}_r \mathbf{x}(t) dt + \int_0^{\infty} \mathbf{u}^T(t) \mathbf{R}_r \mathbf{u}(t) dt \quad (13)$$

ここで、 \mathbf{R}_r は適切なサイズをもつ正定行列であり、 \mathbf{Q}_r は $(\mathbf{Q}_r^{1/2}, \mathbf{A})$ が可観測となるような準正定行列である。式 (13) において、右辺第1項は状態変数の2乗積分誤差を表しており、右辺第2項は入力 \mathbf{u} の2乗積分、すなわち、制御に必要なエネルギーを表している。したがって、重みとなる準正定行列 \mathbf{Q}_r を適切に与えることにより、式 (13) を最小化することで状態変数を速やかに平衡点に収束させることができる。また、正定行列 \mathbf{R}_r を適切に与えることにより、式 (13) を最小化することで制御に必要なエネルギーを低減化することができる。ここで、式 (13) の目的関数 J_r を最小にするレギュレータ設計問題は、代数方程式の問題へと帰着することができる。すなわち、制御対象の状態空間表現における (\mathbf{A}, \mathbf{B}) 行列によって立てられる次の Riccati 方程式

$$\mathbf{P}_r \mathbf{A} + \mathbf{A}^T \mathbf{P}_r - \mathbf{P}_r \mathbf{B} \mathbf{R}_r^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P}_r + \mathbf{Q}_r = \mathbf{0} \quad (14)$$

の正定行列解である \mathbf{P}_r を求めることによって、式 (13) の最小化を達成する最適フィードバック行列 \mathbf{F} を次式で得ることができる。

$$\mathbf{F} = \mathbf{R}_r^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P}_r \quad (15)$$

得られた最適フィードバック行列 \mathbf{F} を用いて、状態フィードバック $\mathbf{u}(t) = -\mathbf{F} \hat{\mathbf{x}}(t)$ を施すことによって、式 (13) の目的関数 J_r を最小化するレギュレータが構築できる。ここで、 $\hat{\mathbf{x}}(t)$ は次小節で述べるカルマンフィルタの出力であり、状態変数ベクトル $\mathbf{x}(t)$ の推定値である。

なお、最適レギュレータが設計できるための必要十分条件は、制御対象が可制御であることである。

4.2 カルマンフィルタの設計

カルマンフィルタ [3, 5] は、制御対象に不規則性の測定雑音 $\mathbf{v}(t)$ およびシステム雑音 $\mathbf{w}(t)$ が混入した場合に、次の状態変数の推定値の2乗平均誤差 J_o を最小にするオブザーバ（状態変数を推定する機構）である。

$$J_o = E [\mathbf{e}(t)^T \mathbf{e}(t)] \quad (16)$$

ここで、 $E[\cdot]$ は期待値作用素であり、 $e(t)$ は制御対象の状態変数ベクトル $x(t)$ とその推定値 $\hat{x}(t)$ の誤差である、

$$e(t) = \hat{x}(t) - x(t) \quad (17)$$

推定値 $\hat{x}(t)$ はカルマンフィルタの状態変数ベクトルであり、その状態方程式は次式で与えられる、

$$\dot{\hat{x}}(t) = (A - KC)\hat{x}(t) + Ky(t) + Bu(t) \quad (18)$$

ここで、 K は最適ゲイン行列である。本研究で開発した磁気浮上システムは、鉄球の速度を測定するセンサが備わっていないため、状態フィードバックによる最適レギュレータを構成することができない。そこで、カルマンフィルタを用いて状態変数ベクトルの推定値、すなわち、鉄球のギャップ $z(t)$ と速度 $\dot{z}(t)$ の推定値 $\hat{x}(t) = [\hat{z}(t) \ \dot{\hat{z}}(t)]^T$ を求め、それを状態フィードバックすることによって最適レギュレータを構成する。また、カルマンフィルタは、状態変数の推定値を求めることができるだけでなく、制御対象に不規則性の測定雑音 $v(t)$ およびシステム雑音 $w(t)$ が混入した場合の式 (16) の 2 乗平均誤差 J_o を最小化する雑音フィルタ特性を付与することができる。

カルマンフィルタ (定常カルマンフィルタ) の設計にあたっては、制御対象に混入する不規則性雑音 $v(t)$ および $w(t)$ に次の仮定を行う。まず、 $v(t)$ および $w(t)$ は平均値が $\mathbf{0}$ 、すなわち、

$$E[v(t)] = \mathbf{0}, \quad E[w(t)] = \mathbf{0} \quad \forall t \quad (19)$$

とする。また、 $v(t)$ および $w(t)$ の共分散行列が

$$E[v(t)v^T(t)] = Q_o\delta(t - \tau), \quad E[w(t)w^T(t)] = R_o\delta(t - \tau) \quad \forall t, \tau \quad (20)$$

となるとする。ここで、 R_o は適切なサイズをもつ正定行列、 Q_o は $(A, Q_o^{1/2})$ が可制御となるような準正定行列、 $\delta(t - \tau)$ は Dirac のデルタ関数である。そして、 $v(t)$ と $w(t)$ は無相関、すなわち、

$$E[v(t)w^T(\tau)] = \mathbf{0} \quad \forall t, \tau \quad (21)$$

であるとする。このとき、式 (16) の 2 乗平均誤差 J_o を最小化するカルマンフィルタ設計問題は、代数方程式の問題へと帰着することができる。すなわち、制御対象の状態空間表現における (C, A) 行列によって立てられる次の Riccati 方程式

$$P_oA^T + AP_o - P_oC^TR_o^{-1}CP_o + Q_o = \mathbf{0} \quad (22)$$

の正定行列解である P_o を求めることによって、式 (16) の最小化を達成する最適ゲイン行列 K を次式で得ることができる。

$$K = P_oC^TR_o^{-1} \quad (23)$$

得られた最適ゲイン行列 K を用いて、式 (18) のカルマンフィルタを構成することで、雑音がフィルタリングされた状態変数の推定を行うことができる。

なお、カルマンフィルタが設計できるための必要十分条件は、制御対象が可観測であることである。

5 シミュレーションおよび実験結果

開発した「ハイブリッド電磁石を用いた磁気浮上制御システム」が実際に有効であるか確認するために、シミュレーションおよび実験を行う。また、本研究では、最適レギュレータおよびカルマンフィルタによる最適制御の有効性を示すため、参考文献 [6] で行った極配置法との比較を行う。

まず、開発した制御対象である「ハイブリッド電磁石を用いた磁気浮上システム」について、同定実験によって得られた未知パラメータ (表 1 参照) を用いると、平衡ギャップ (浮上ギャップ) が $Z_{equ} = 10 \times 10^{-3}[\text{m}]$ のとき

の状態空間表現は次式のようになる.

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 8005 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) + \begin{bmatrix} 0 \\ -52.18 \end{bmatrix} u(t) =: \mathbf{A}\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}u(t) \quad (24)$$

$$y(t) = z(t) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) =: \mathbf{C}\mathbf{x}(t) \quad (25)$$

ここで, 制御対象に対して最適レギュレータが設計可能かを判別するために, 可制御性について調べる. 式 (24) および (25) の制御対象の可制御性行列 \mathbf{U}_c は,

$$\mathbf{U}_c = \begin{bmatrix} \mathbf{B} & \mathbf{A}\mathbf{B} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -18.64 \\ -18.64 & 0 \end{bmatrix}$$

であるから, そのランクは $\text{Rank}(\mathbf{U}_c) = 2$ となり, システムの次数に等しい. よって, 開発した制御対象は可制御であり, 最適レギュレータの設計によって, 理論上鉄球を浮上させることができる. つぎに, カルマンフィルタが設計可能かを判別するために, 可観測性について調べる. 式 (24) および (25) の制御対象の可観測性行列 \mathbf{U}_o は,

$$\mathbf{U}_o = \begin{bmatrix} \mathbf{C} \\ \mathbf{C}\mathbf{A} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

であるから, そのランクは $\text{Rank}(\mathbf{U}_o) = 2$ となり, システムの次数に等しい. よって, 開発した制御対象は可観測であり, カルマンフィルタの設計によって, 雑音を除去した状態変数の推定値を理論上求めることができる.

以上の解析結果を踏まえて, 最適レギュレータおよびカルマンフィルタの設計を行っていく. まず, 最適レギュレータの設計において, ギャップの速やかな平衡点への収束および制御に必要なエネルギーの低減化を図るため, 設計パラメータ \mathbf{Q}_r および \mathbf{R}_r を次のように設定した.

$$\mathbf{Q}_r = \begin{bmatrix} 100 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{R}_r = 10$$

このとき, 最適フィードバック係数行列 \mathbf{F} は次のようになった.

$$\mathbf{F} = \mathbf{R}_r^{-1} \mathbf{B}^T \mathbf{P}_r = [-306.8 \quad -6.133]$$

さらに, カルマンフィルタの設計において, 設計パラメータ \mathbf{Q}_o および \mathbf{R}_o を次のように設定した.

$$\mathbf{Q}_o = \begin{bmatrix} 3000 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{R}_o = 1$$

このとき, 最適ゲイン行列 \mathbf{K} は次のようになった.

$$\mathbf{K} = \mathbf{P}_o \mathbf{C}^T \mathbf{R}_o^{-1} = \begin{bmatrix} 187.1 \\ 16009 \end{bmatrix}$$

以上, 設計した最適レギュレータおよびカルマンフィルタによる最適制御の有効性を検証するために, シミュレーションにおいて極配置法との比較を行った. なお, 極配置法においては, レギュレータの極をすべて -160 , 同次元オブザーバの極をすべて -320 として制御システムを設計した. 平衡ギャップを $Z_{equ} = 10 \times 10^{-3}[\text{m}]$, ギャップの初期状態を $Z(0) = Z_{equ} + z(0) = 12 \times 10^{-3}[\text{m}]$ としたときのシミュレーションの結果を図5 および図6に示す.

図5より, ギャップの初期状態が平衡ギャップから $+2 \times 10^{-3}[\text{m}]$ だけずれた状態から制御を開始した場合, 平衡ギャップに収束するのは極配置法の方が早いことがわかる. いっぽう, 最適制御では即応性が若干悪くなるが, 制御開始後約 $0.15[\text{s}]$ には平衡ギャップに収束していることが確認できる. しかしながら, 図6の電流値を確認してみると, 極配置法は大きなオーバーシュートおよびアンダーシュートが発生していることがわかる. この電流

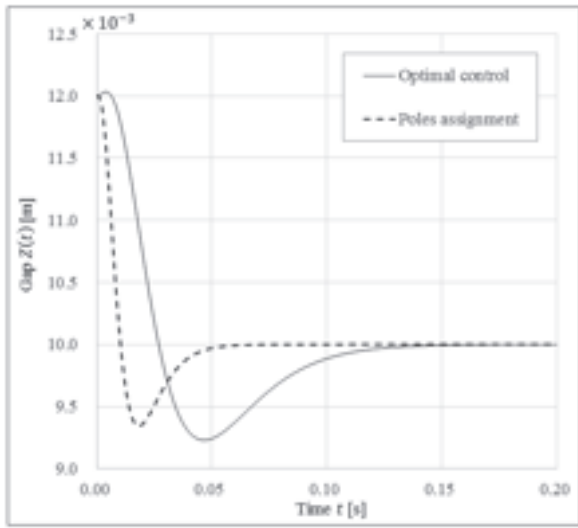


Fig. 5 Results of simulation (Gap $Z(t)$ [m]).

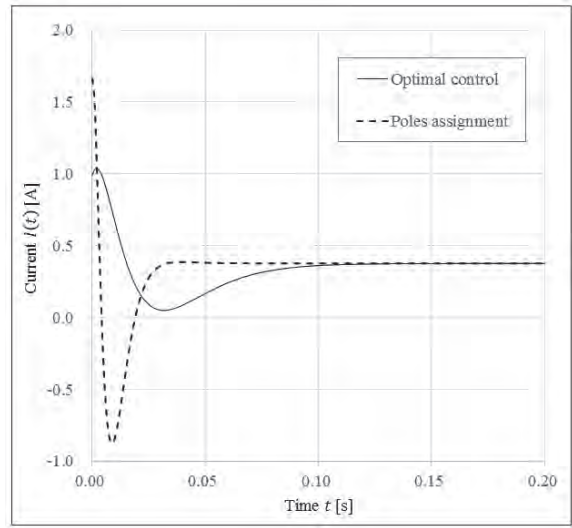


Fig. 6 Results of simulation (Current $I(t)$ [A]).

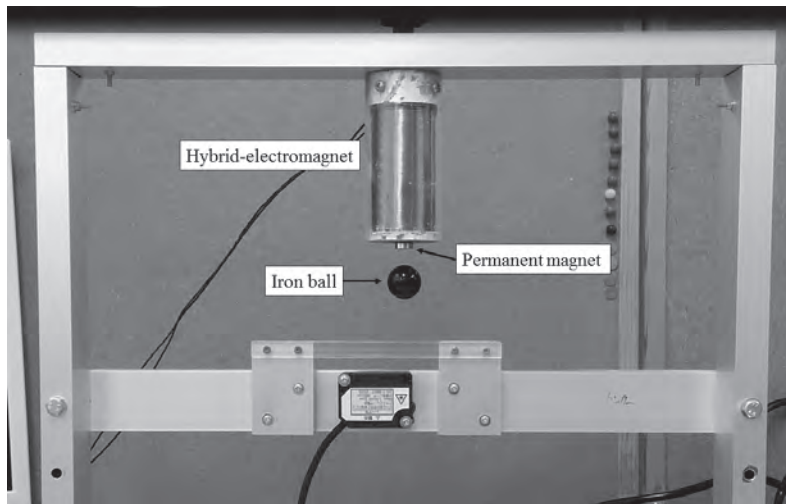


Fig. 7 Experimental result of developed mag-lev with Hybrid-electromagnet.

値のシミュレーション結果より、制御開始から 0.2[s] 間の平均消費電力を求めてみると、最適制御の平均消費電力 \bar{P}_{opt} および極配置法の平均消費電力 \bar{P}_{pol} はそれぞれ次のようになった。

$$\bar{P}_{opt} = \frac{1}{0.2} \int_0^{0.2} R_{em} I^2(t) dt = 1.966[\text{W}]$$

$$\bar{P}_{pol} = \frac{1}{0.2} \int_0^{0.2} R_{em} I^2(t) dt = 2.402[\text{W}]$$

これより、最適制御の方がより小さい平均消費電力で浮上制御が達成できていることがわかる。以上の結果から、平衡ギャップで定常状態にある場合は、最適制御、極配置法ともに消費電力は 1.866[W] (表 1 参照) と変わらないが、風などの外乱により平衡ギャップからのずれが生じた場合は、最適制御の省エネルギー効果がより顕著に現れると考えられる。

また、実際に開発した「ハイブリッド電磁石を用いた磁気浮上システム」の制御実験の様子を図 7 に示す。同図より、ハイブリッド電磁石によって鉄球の磁気浮上制御が達成できていることが確認できる。

6 おわりに

本研究では、制御工学学習用の教材として、「ハイブリッド電磁石を利用した磁気浮上システム」の開発を行った。ハイブリッド電磁石を用いることによって、従来の電磁石のみの場合の約12%の消費電力で鉄球を浮上できることが確認できた。また、開発した「ハイブリッド電磁石を利用した磁気浮上システム」について、最適レギュレータおよびカルマンフィルタによる最適制御によって制御システムの設計を行った。その有効性の検証のためシミュレーションを行った結果、極配置法と比較して、平衡点 $(Z_{equ}, I_{equ}) = (10 \times 10^{-3}[\text{m}], 0.376[\text{A}])$ への収束は若干遅くなったが、制御時の消費エネルギーは大幅に抑えられることが確認できた。そして、実際に磁気浮上実験を行った結果、ハイブリッド電磁石を利用して鉄球の磁気浮上制御が達成できることが確認できた。

ハイブリッド電磁石を用いることで磁気浮上制御時の消費エネルギーを低減化することが実現できたので、今後の課題としては、アンプの改良、コントローラ実装機器の検討、センサの検討などが挙げられる。これらの課題を解決していくことによって、低コスト化・コンパクト化を図り、教材としてより適した実験装置の開発を行っていく予定である。

謝辞

本研究の一部は MEXT 科研費 15K16254 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] ThyssenKrupp. Transrapid home page. <http://www.transrapid.de/cgi/de/basics.prg>, 2015/11/20 参照.
- [2] 宇根良尚. 柔軟ビーム磁気浮上系の2自由度制御. Master's thesis, 琉球大学, 2003.
- [3] 小郷毅寛, 美多勉. システム制御理論入門. 実教出版, 1979.
- [4] 松田健一, 喜多俊之, 増澤徹, 岡田養次. 人工心臓用磁気浮上モータの研究. 日本機械学会 Dynamics and Design Conference, 2000.
- [5] 足立修一, 丸田一郎. カルマンフィルタの基礎. 東京電機大学出版局, 2012.
- [6] 長田匡司, 玉城大暉, 安里健太郎. マイコンを利用した教育用磁気浮上制御装置の開発. 電気学会次世代産業システム研究会資料, pp. 17-20, 2014.
- [7] 電気学会磁気浮上応用技術調査専門委員会. 磁気浮上と磁気軸受. コロナ社, 1993.
- [8] 佛慈浪漫人, 日浦祐樹, 鏡石岳弘, 野派健蔵. 電気自動車用電力貯蔵磁気軸受フライホイールの可変バイアス制御. 日本機械学会 Dynamics and Design Conference, 2010.

**Development of an Educational Magnetic Levitation System using a
Hybrid-Electromagnet
—Design of Control System with Optimal Regulator and Kalman Filter—**

Kentaro Asato¹, Masashi Nagata² and Daiki Tamaki³

¹Department of Mechanical System Engineering, ²Toyohashi University of Technology, ³Kobe University

The control engineering is widely applied not only to engineering fields but also to economics, life science, natural science, and so on. However, it is difficult to image applications of the control theory. To learn applying techniques on the control theory, many practices using available educational materials are required.

In this paper, as one of available materials for the control engineering education, we developed a magnetic levitation (mag-lev) system using a hybrid-electromagnet. By using the hybrid-electromagnet which contains a combination of an electromagnet and permanent magnet, energy for levitation control of an iron ball can be reduced. To verify the validity of the developed mag-lev system, simulation and experiment with optimal regulator and Kalman filter were conducted.

Key Words: control engineering educational material, magnetic levitation control, hybrid-electromagnet, optimal regulator, Kalman Filter

短期留学生の研究教育に関する取り組み —二輪倒立ロボットの開発—

*安里健太郎¹, Nattakorn Germprapai²

¹ 沖縄工業高等専門学校 機械システム工学科, ² King Mongkut's University of Technology North Bangkok

要旨

沖縄工業高等専門学校では、グローバル化に向けた取り組みとして、2014年4月より約3か月間、King Mongkut's University of Technology North Bangkokからの短期留学生の受け入れを行った。著者の研究室では、その一人であるNattakorn Germprapai君を研究生として受け入れ、研究テーマとして「二輪倒立ロボットの開発」に取り組むこととなった。この開発にあたっては、制御工学に関する知識・技術が必要不可欠となるが、本留学生は制御工学が未学習であったため、まずは、それを中心に二輪倒立ロボットの開発に必要な教育を行っていくこととした。

「鉄球の磁気浮上制御実験」、「倒立振子の安定化制御実験」、「講義『システム制御論』の受講」などをおして、制御工学に関する知識・技術を学習した後、製作した二輪倒立ロボットの倒立制御にとりかかった。留学期間が約3か月と短かったため、PID制御に基づいたモデルフリー制御によって制御システムを設計することになったが、開発した二輪倒立ロボットの倒立制御を達成することができた。

キーワード：短期留学生, 制御工学教育, 二輪倒立ロボット, モデルフリー制御

1 はじめに

現在、我が国では、グローバル化社会に向けた人材育成の一環として、留学生の受け入れ政策を積極的に推進している [9]。沖縄工業高等専門学校（以下、本校）においても、グローバル化に向けた取り組みとして、アジアを中心としたさまざまな大学等と学術交流協定を締結しており、これまで多くの短期留学生の受け入れを行ってきた [3]。2014年4月には、タイ国のKing Mongkut's University of Technology North Bangkok（以下、KMUTNB）から二人の短期留学生の受け入れを行っており、著者の研究室では、その一人であるNattakorn Germprapai君を研究生として受け入れた。本留学生は、KMUTNBではMechatronic engineering technologyを専攻しており、3年次のインターンシップとして本校に短期留学してきた学生である。本留学生の受け入れ期間は、2014年4月28日から8月2日までの約3か月という短い期間であったが、その期間内で行ってきた研究活動（二輪倒立ロボットの開発）において有意義な成果が得られたため、今回はその研究教育に関する取り組みについて報告する。

2 研究テーマおよび学習内容の選定

はじめに、留学生を受け入れるにあたって、約3か月という短い留学期間内で実施可能な「研究テーマ」の選定を行った。本留学生の留学目的は、「Segway [2] やムラタセイサク君 [4] に代表されるような二輪倒立ロボットの開発」および「そのために必要となる専門知識・技術の修得」であったため、まずはそれが可能かの判断を行った。本留学生が希望する「二輪倒立ロボットの開発」は、一般に下記のフェーズにしたがって行われる。

二輪倒立ロボットの開発フェーズ

Phase 1 仕様策定・構成ハードウェア選定 [Specification planning and Hardware selection]

はじめに、開発する二輪倒立ロボットについて、筐体の大きさ、重量、形状、駆動方式などの仕様を決定する。実現可能な仕様が定まったら、適切なハードウェアの選定を行う。倒立ロボットの開発においては、とくに、コントロールユニット [Control unit] (PC [Personal computer] またはマイコン [Micro-controller])、センサ [Sensor] (ジャイロ스코ープ [Gyroscope], 加速度センサ [Accelerometer], エンコーダ [Encoder] な

ど), アクチュエータ [Actuator] (仕様に適したモータ [Motor]), アンプ [Amplifier] (適切なモータドライバ [Motor driver]) などを選定する必要がある。

Phase 2 3D モデルの設計 [Design of 3D-model]

構想している二輪倒立ロボットの具体的な3Dモデルを設計する。本フェーズにおいては、機械設計 [Mechanical design] や3Dモデル設計用CAD [Computer Aided Design] (Solidworks等)の知識・技術が必要となる。

Phase 3 構成部品の加工・組み立て [Processing of component parts and Assembly]

二輪倒立ロボットの3Dモデルに基づいて、筐体の構成に必要な部品を製作する。部品の製作にあたっては、旋盤やボール盤といった加工機械 [Processing machine] の操作技能が必要となる。製作した部品および選定したハードウェアによって、二輪倒立ロボットの組み立てを行う。

Phase 4 制御対象の数式モデルの導出 [Derivation of mathematical model of plant]

「モデルベース制御」 [Model-based control] によって製作した二輪倒立ロボットの倒立制御を実現する場合、制御対象 [Plant] となるロボットの数式モデルを導出する必要がある。古典制御理論 [Classical control theory] によって制御システムを設計する場合は、伝達関数 [Transfer function] でモデリングし、現代制御理論 [Modern control theory] によって設計する場合は、状態空間表現 [State space representation] によってモデリングする。これらのモデリングには、機械力学 [Mechanical dynamics], 電気回路 [Electrical circuit], モデルパラメータの同定実験 [Experiment to identify model parameters] などの知識・技術が必要となる。「モデルフリー制御」 [Model-free control] によって倒立制御を実現する場合は、本フェーズは省略される。

Phase 5 制御対象のモデル解析 [Analyses of plant model]

得られた制御対象の数式モデルを論理的に考察し、その本質を解析する。具体的には、安定性 [Stability], 応答特性 [Responsiveness], 可制御性 [Controllability], 可観測性 [Observability] などを調べる。「モデルフリー制御」の場合 (Phase 4を省略した場合) は、本フェーズは実行できない。

Phase 6 制御システムの設計 [Design of control system]

制御要件にあった制御システムの設計を行う。「モデルベース制御」の場合は、制御対象のモデル解析の結果に基づいて、適切な制御システム設計が論理的に行える。また、シミュレーション [Simulation] によって設計した制御システムの検証を行うこともできる。設計する制御システムは、古典制御理論を適用する場合はPIDコントローラ [Proportional-Integral-Derivative Controller] など、現代制御理論を適用する場合はレギュレータ [Regulator], オブザーバ [Observer] などによって構成される。制御システム設計やシミュレーションにおいては、制御システム設計用CAD (Matlab等)の利用が不可欠となる。「モデルフリー制御」の場合は、理論的な制御システム設計やシミュレーションが行えないため、実際に倒立ロボットを動作させながら制御パラメータを試行錯誤によって決定していく必要がある。

Phase 7 制御プログラムの実装 [Implementation of control law program]

開発した二輪倒立ロボットの倒立制御を行うために、設計した制御システムの制御則 [Control law] をコントロールユニットにプログラムし、実装する。必要となるプログラミング言語は、選定したコントロールユニットに応じて異なる。

Phase 8 実機による動作検証 [Verification of developed balancing robot]

制御則が実装された二輪倒立ロボットを動作させ、その検証を行う。うまく制御できない場合は、動作状況を確認しながら制御パラメータの調整を繰り返して行く必要がある。「モデルフリー制御」の場合は、理論的な制御システム設計やシミュレーションが行えないため、この調整に比較的長い時間を要する。

二輪倒立ロボットの開発は基本的に上記のフェーズにしたがって行われるが、本留学生在が二輪倒立ロボットの開発においてどこまで対応可能であるかを判断するために、これまでKMUTNBで学んできたことについて確認を行った。その結果を表1に示す。

Table 1 The international student's status on special knowledge and technics to develop a balancing robot.

Development phase	Necessary special knowledge and technics	Status [†]
Phase 1	Control unit (PC or Micro-controller)	△
	Sensor (Gyroscope, Accelerometer, Encoder etc.)	△
	Actuator (Motor)	△
	Amplifier (Motor driver)	×
Phase 2	Mechanical design	○
	CAD for 3-D model design (Solidworks etc.)	○
Phase 3	Processing machines	○
Phase 4	Mechanical dynamics	△
	Electrical circuit	△
	Experiment to identify model parameters	×
Phase 5	Stability	×
	Responsiveness	×
	Controllability and Observability	×
Phase 6	Classical control theory	×
	Modern control theory	×
	CAD for control system design (Matlab etc.)	×
	Simulation of designed control system	×
Phase 7	Programming languages (C, C++ etc.)	○
	Real time control with PC or Micro-controller	×
Phase 8	Control parameter tuning	×

† ○: Learned, △: Not learned enough, ×: Not learned

KMUTNBにおいて本留学生在が専攻している学科 (Mechatronic engineering technology) は、本校機械システム工学科と関連性の高い学科であると考えていたが、**Phase 4**以降の制御工学に関する学習をほとんど行っていないことが表1より確認できる。二輪倒立ロボットは本質的に不安定なシステムであり、適切に制御しなければすぐに転倒してしまう。よって、二輪倒立ロボットの開発においては、制御工学に関する知識・技術は必要不可欠となる。そこで、本留学生に対しては、未学習であった制御工学を中心に二輪倒立ロボットの開発に必要な教育を行っていくこととした。

しかしながら、約3か月という短い留学期間を考えると、制御工学の学習を行いながら、**Phase 1**~**Phase 8**にしたがって二輪倒立ロボットの開発を行っていくことは困難となることが予想された。そこで、二輪倒立ロボットの倒立制御は、「モデルフリー制御」により実現していくこととした。モデルフリー制御では、理論的な制御システム設計やシミュレーションが行えないため、実機による試行錯誤により制御パラメータをチューニングしていく必要があるが、**Phase 4**および**Phase 5**を省略することができる。とくに、**Phase 4**の制御対象の数式モデルの導出は、運動方程式や回路方程式の導出が必要となり、システムが複雑化すると解析力学 [Analytical dynamics] (Lagrange 方程式, Hamilton 方程式) の学習が必要となる。また、慣性モーメントや粘性摩擦係数などのモデルパラメータの同定実験も行う必要があるため、本留学生の学習状況を考えると、留学期間内でそれらを遂行していくことは難しいと判断した。よって、モデルフリー制御により二輪倒立ロボットの倒立制御を目指した。

3 「二輪倒立ロボットの開発」に向けた学習

前節で述べたように、本留学生在が二輪倒立ロボットの開発に取り組んでいくにあたっては、未学習であった制御工学を中心に学習していく必要がある。具体的には、**Phase 6**以降の開発が遂行できるように、制御工学の応

用を中心とした学習を行っていく必要がある。そこで今回は、1自由度の磁気浮上システム [8] を利用した「鉄球の磁気浮上制御実験」、二輪倒立ロボットと同様に倒立制御を目標とする「倒立振子の安定化制御実験」、そして、本校機械システム工学科の本科5年で開設している「講義『システム制御論』の受講」による制御工学教育を実施していくこととした。本節では、これらの学習について述べる。

3.1 鉄球の磁気浮上制御実験

まずはじめに、本研究室で以前開発した1自由度の磁気浮上システム [8] を利用して、鉄球の磁気浮上制御実験による学習を行ってもらった。本実験装置は、“電磁石の吸引力により鉄球を一定距離で浮上させること”を制御目標としており、制御工学教育用の実験装置として開発したものである。また、これは構造および動作原理がシンプルであるため、制御工学応用の入門実験装置として適している。本実験装置による学習の目的は、おもに、各構成機器の役割や制御の流れなどを理解することである。

学習に利用した実験装置の構成概略図を図1に示す。同図において、制御対象 [Plant] が1自由度の磁気浮上システムであり、この制御対象に、「センサ」、「コントロールユニット」、「アンプ」が付加されることによって制御システムが構成されている。図1は一般的な制御システムの構成図でもあり、各構成機器の役割は下記のようになっている。

制御システムの構成機器

センサ [Sensor]

センサは、制御対象の現在の状態を観測するために付加される機器である。センサによって制御対象の状態を観測し、コントロールユニットにフィードバック [Feedback] することにより、どのように制御対象を操作したら望ましい状態にすることができるかを判断することができる。

コントロールユニット [Control unit]

コントロールユニットは、センサよりフィードバックされた観測信号 [Observed signal] を元に、制御対象を望ましい状態にするための制御信号 [Control signal] を計算する機器である。一般に、センサの観測信号はアナログ信号であるため、A/D変換器 [Analog to Digital converter] によってデジタル信号に変換される。この変換されたデジタル信号に基づき、プログラムされた制御則にしたがって適切な制御信号の計算を行う。計算された制御信号はデジタル信号であるため、D/A変換器 [Digital to Analog converter] によってアナログ信号に変換される。アナログ信号に変換された制御信号はアンプによって増幅される。

アンプ [Amplifier]

制御則にしたがってコントロールユニットで計算された制御信号は、制御対象を望ましい状態に操作するための信号であるが、制御信号はその操作に必要な十分なエネルギーを持たない。そこで、制御信号をアンプによって増幅し、制御対象を操作できるだけのエネルギーを付与する。アンプによって増幅された制御信号は、操作量 [Manipulated value] として制御対象に入力され、望ましい状態に制御される。

上記の構成機器の役割を「鉄球の磁気浮上制御実験」による学習をとおして理解することで、二輪倒立ロボットの倒立制御においてどのハードウェアが必要となるのか適切な判断が行えるようになる。また、各構成機器の信号およびエネルギーの流れを知ることによって、制御がどのような流れで行われているのか学習することができる。鉄球の磁気浮上制御実験により学習を行っている様子を図3に示す。

3.2 倒立振子の安定化制御実験

つぎに、本校機械システム工学科の本科5年必修科目「機械システム工学実験II」においても実施している倒立振子の安定化実験を行ってもらった。図2に実験で利用した倒立振子システムの概略図を示す。本実験装置は、“台車をレール上で左右に運動させることによって振子を倒立させる”ことを制御目標としており、開発する二輪

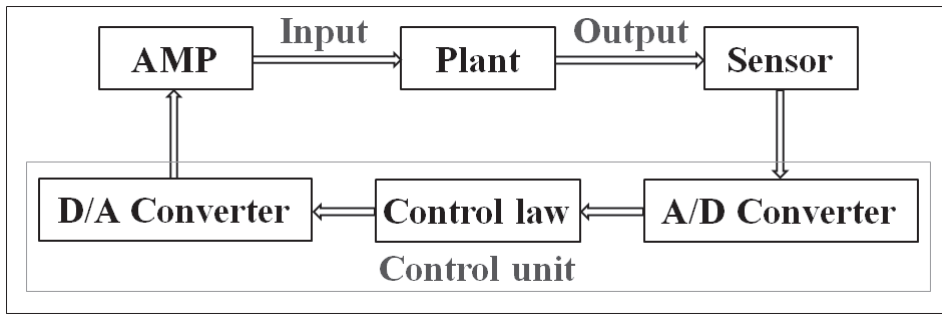


Fig. 1 Configuration of general control system.

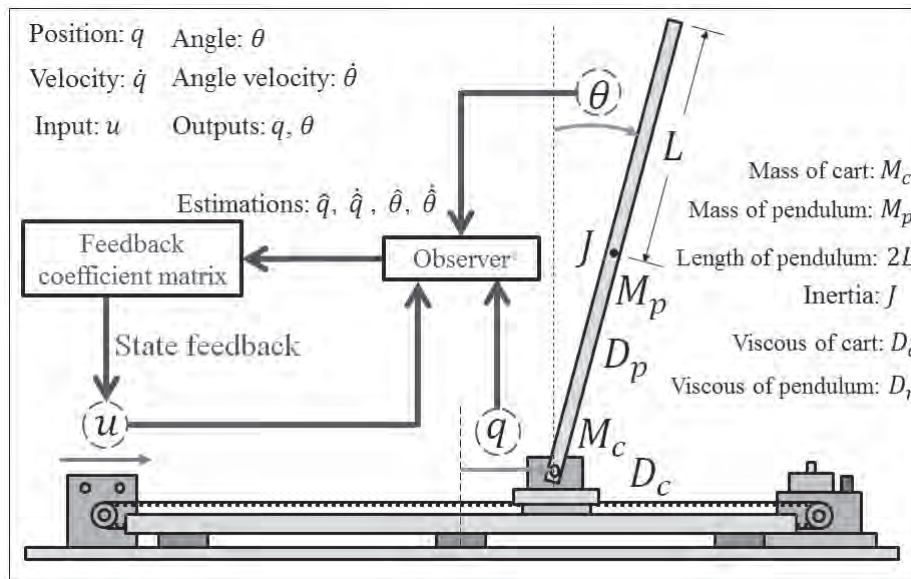


Fig. 2 Inverted pendulum system.

倒立ロボットと同様に倒立させるために制御が必要となる。ただし、この実験装置は振り子と台車の連結がフリージョイントとなっているため、振り子の姿勢（角度）を直接制御できないという点で、開発する二輪倒立ロボットの倒立制御とは異なっている。本実験装置による学習の目的は、おもに、振り子を倒立させるための原理を理解すること、モデルベース制御による制御システム設計の手順および有効性を実際に確認することである。留学期間の都合上、二輪倒立ロボットの開発はモデルフリー制御で行っていくが、留学を終えて帰国した後の学習や研究活動に有益であるということも踏まえて、この実験装置では現代制御理論に基づいたモデルベース制御による学習を行うこととした。倒立振り子の安定化実験により学習を行っている様子を図4に示す。

3.3 講義『システム制御論』の受講

そして、留学生本人の希望もあり、著者が受け持つ本科5年の専門科目『システム制御論』を受講してもらった。本講義では現代制御理論の基礎学習を行っており、学習した理論は前述した二つの制御実験においても応用されている。しかしながら、専門科目『システム制御論』は本校学生を対象として開設している科目であるため、日本語での講義となっている。そこで、留学生用に英訳資料を作成し、それを参考にしながら本講義を受講してもらった。留学生用に作成した英訳資料のサンプルを図5に示す。本講義を受講することによって、制御工学の理論的な側面を学習することができ、制御に関する工学的なセンスを身に付けることができる。このような工学的センスを身に付けることによって、モデルフリー制御における試行錯誤的な制御パラメータのチューニングにおいても、現象の本質を捉えた洞察を交えながら行うことができるようになる。

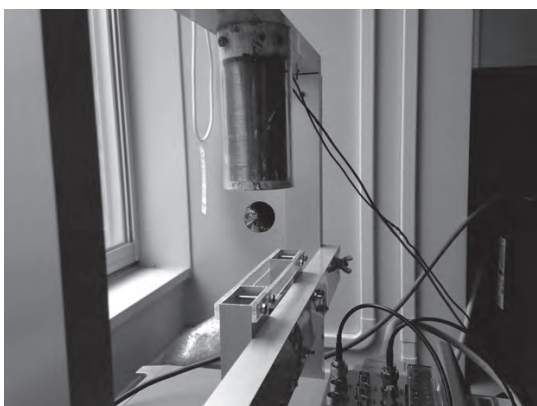


Fig. 3 Experiment of mag-lev control.

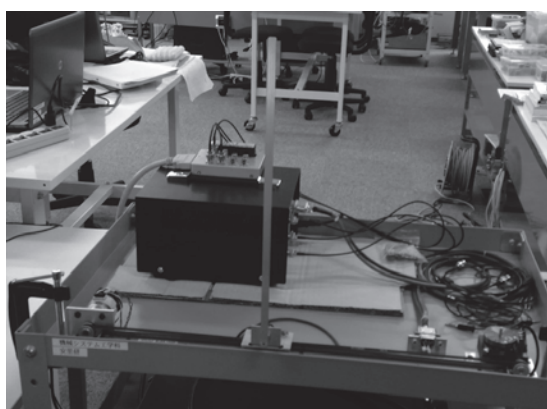


Fig. 4 Experiment of inverted pendulum control.

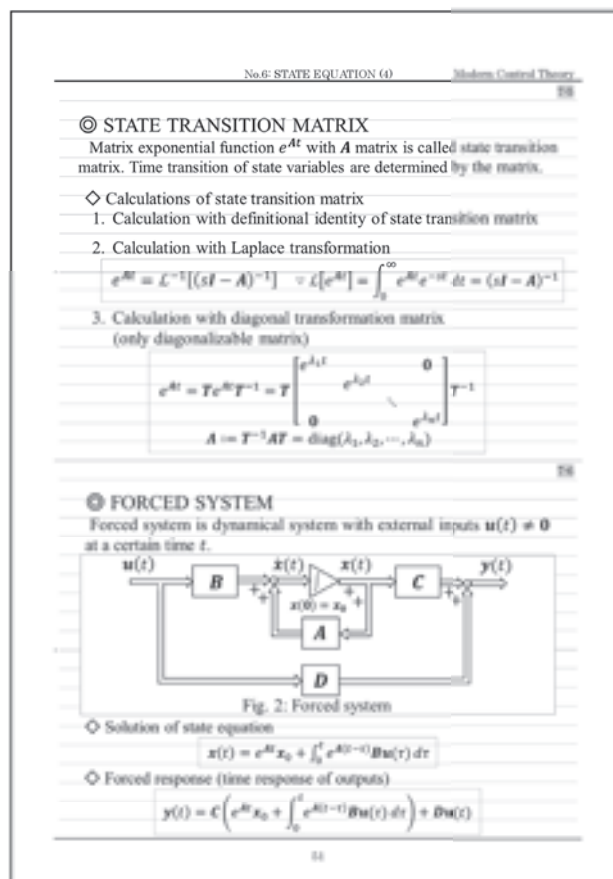


Fig. 5 A sample of documents for my lecture.

4 二輪倒立ロボットの開発

本留学生の留学目的を踏まえ、研究テーマとして「二輪倒立ロボットの開発」に取り組むこととした。本節では、その開発の取り組みについて述べる。

4.1 二輪倒立ロボットの製作

本留学生は、前述した Phase 1~Phase 3 については十分遂行可能であったため、制御工学の学習と平行しながら、二輪倒立ロボットの筐体製作を進めていった。研究期間や予算などを考慮し、ロボット筐体の重量は 1[kg] 程度、筐体高さは 10[cm] 程度として、まずは、構成ハードウェアの選定を行ってもらった。議論を行いながら選定した構成ハードウェアを表 2 に示す。

今回はコントロールユニットとして、Arduino[1] の Mega 2560 というマイコンボードを採用した。このマイコンボードはイタリアで教育用として開発されたもので、モータなどのハードウェア制御が容易であり、C++言語に類似した言語で制御プログラムを実装することができる。また、安価で、開発環境も無料で用意できることから、今回開発する二輪倒立ロボットに適していると考え、これを選定した。また、センサやアンプなどは、このマイコンボードを利用することを前提として選定を行った。

つぎに、Solidworks を利用して、本留学生が構想している二輪倒立ロボットの 3D モデルを設計してもらった。それを図 6 に示す。また、この 3D モデルに基づいて、実際に本留学生が製作した二輪倒立ロボットを図 7 に示す。

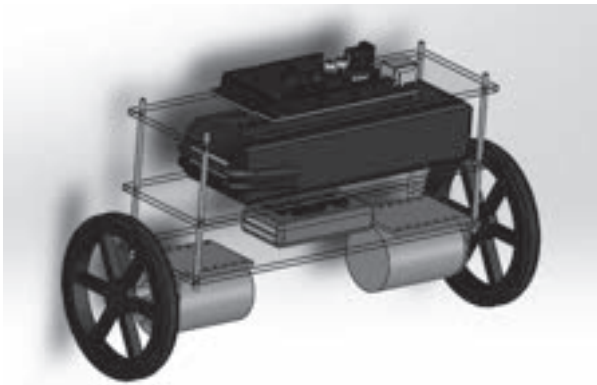


Fig. 6 3D-model of balancing robot by SolidWorks.

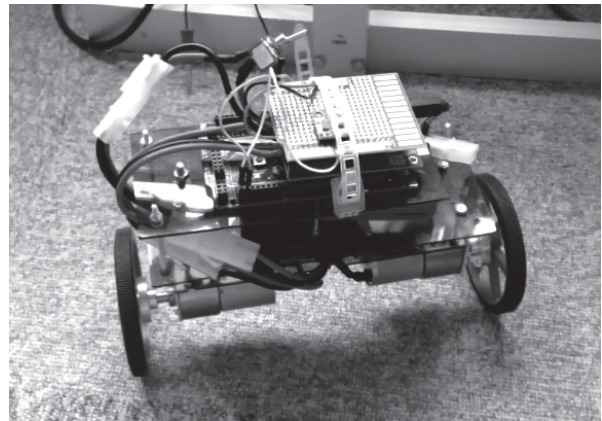


Fig. 7 Developed balancing robot.

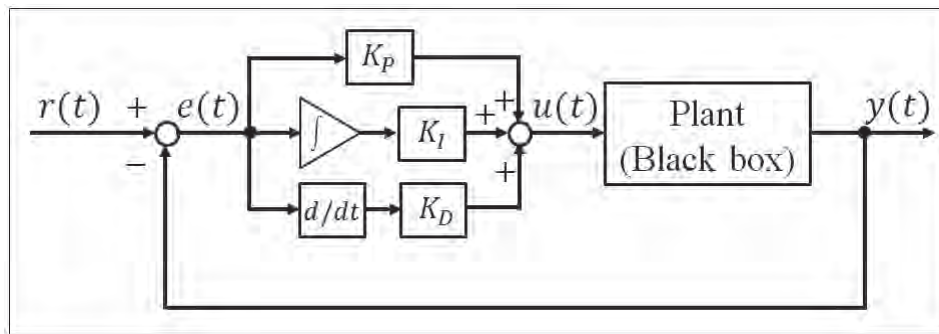


Fig. 8 Block diagram of developed balancing robot.

4.2 モデルフリー制御による制御システムの構成

今回開発する二輪倒立ロボットの倒立制御は、PID 制御に基づいたモデルフリー制御によって実現していく。PID 制御を適用した制御システムのブロック線図 [Block diagram] は、一般に図 8 のようになる。ここで、 $r(t)$ は望ましい状態を表す目標値、 $y(t)$ は制御対象の現在の状態を表す出力、 $e(t)$ は目標値と制御対象の出力の偏差 ($r(t) - y(t)$)、 $u(t)$ は望ましい状態へと導くために制御対象に入力される操作量である。モデルフリー制御においては、制御対象はブラックボックスとして扱い、制御システムの設計を行っていく。

今回制御システムの設計において利用する PID 制御は、次式で示すように、偏差 $e(t)$ の比例量、積分量、微分量を足し合わせたものを操作量 $u(t)$ として制御対象に入力することで、制御システムの安定化や所望の制御性能を達成させることを目指した制御手法である。

$$u(t) = K_P e(t) + K_I \int e(t) dt + K_D \frac{d}{dt} e(t) \quad (1)$$

ここで、 K_P は比例ゲイン [Proportional gain]、 K_I は積分ゲイン [Integral gain]、 K_D は微分ゲイン [Derivative gain] と呼ばれる。式 (1) の各項には、下記の働きがある。

比例項 [Proportional term] : $K_P e(t)$

偏差 $e(t)$ を比例ゲイン K_P 倍した項である。これを操作量 $u(t)$ とすることで、偏差に比例した大きさを制御対象の出力の修正を行う。適切に設定することで系の安定化や即応性の改善が行えるが、大きくしすぎてしまうと、ハンチング [Hunting] を起こしたり、目標値への収束が遅くなったりしてしまうことがある。

積分項 [Integral term] : $K_I \int e(t) dt$

過去 (制御を開始した時点) から現在までの偏差 $e(t)$ の積分値を積分ゲイン K_I 倍した項である。これを操作量 $u(t)$ に加えることで、偏差が存在する限り操作量 $u(t)$ が 0 になることはないで、定常偏差の抑制が期待できる。その反面、ローパスフィルタ特性も併せ持っているため、即応性が悪くなる傾向がある。

Table 2 Components of developed balancing robot

Hardware	Product name	Features
Control unit	Arduino Mega 2560	Analog input terminal 16 pins (10[bit]), Digital input/output terminal 70 pins, Operating voltage 5[V], Flash memory 256[KB], SRAM 8[KB], EEPROM 4[KB], Clock 16[MHz]
Actuator	Metal gear motor 37D×52L	Rated torque 0.59[Nm], Rated voltage 12[V], Rated current 5.0[A], Gear ratio 19:1
Driver	Dual VNH5019 shield for Arduino	2 channels, Operating voltage 5.5[V] to 24[V], Max output current 30[A], Max input voltage 3.3[V] or 5[V], Max PWM frequency 20[kHz]
Sensor	ITG3200/ADXL345 combo board	3 DOF gyroscope and 3 DOF accelerometer (total 6 DOF), I ² C interface, Max input voltage 3.3[V]
Power source	LI-PO battery 3 cell	Output voltage 11.1[V], Capacity 2400[mA]
Wheels	Pololu wheel 80×10mm pair	Diameter 80[mm], Width 10[mm]

微分項 [Derivative term] : $K_D \cdot de(t)/dt$

偏差 $e(t)$ の微小時間あたりの変化量を微分ゲイン K_D 倍した項である。これを操作量 $u(t)$ に加えることで、偏差の変化の予見が操作量に反映されるので、即応性と追従性の改善が期待できる。その反面、ハイパスフィルタ特性も併せ持っているため、センサノイズの影響を受けやすくなる傾向がある。

所望の制御目標を達成するためには、上記の働きを考慮しながら制御パラメータである比例ゲイン K_P 、積分ゲイン K_I 、微分ゲイン K_D を適切に設定する必要がある。モデルフリー制御においては、制御理論が活用できないため、これらの制御パラメータは実機を動作させながら試行錯誤でチューニングしていかなければならない。制御パラメータの経験的なチューニング法としては、安定限界となるゲインを用いてチューニングを行う限界感度法 [Ultimate sensitivity method][6] などがある。しかしながら、二輪倒立ロボットは本質的に不安定なシステムであるため、限界感度法によって制御パラメータを決定していくことは困難である。

4.3 開発した二輪倒立ロボットの倒立制御

開発した二輪倒立ロボットについて、実機を動作させながら PID 制御の制御パラメータのチューニングを行った。二輪倒立ロボットは、本質的に不安定であるため、まずは、安定となる制御パラメータを試行錯誤によって探索した。その結果、多大な時間を要したが、安定となる（二輪倒立ロボットが倒立する）制御パラメータを見つけることができた。この安定となる制御パラメータを基準として、最も良い制御動作を示す制御パラメータへとチューニングした結果、下記のようになった。

$$K_P = 22.5, K_I = 55, K_D = 0.005$$

上記の制御パラメータによって倒立制御を行っている様子を図7に示す。モデルフリーのPID制御によって、開発した二輪倒立ロボットの倒立制御を達成することができたが、実際には前後に揺れた状態での倒立となった。この原因としては、ジャイロスコープのドリフトの影響が考えられる。このドリフトの影響を除くためには、カルマンフィルタ [7, 5] の利用が有効であるが、モデルフリー制御ではカルマンフィルタを利用することができない。今後の課題としては、二輪倒立ロボットの数式モデルを導出し、モデルベース制御での制御システム設計を行って

いくことが挙げられる。モデルベース制御では、カルマンフィルタなどの有力な制御理論やシミュレーション結果を活用できるため、さらに制御動作を向上させることができると考えられる。

5 おわりに

著者の研究室では、2014年4月より、タイ国からの留学生 Nattakorn Germprapai 君を研究生として受け入れた。本留学生の留学目的である「二輪倒立ロボットの開発」を行っていくために、未学習であった制御工学を中心に、「鉄球の磁気浮上制御実験」、「倒立振子の安定化制御実験」、「講義『システム制御論』の受講」による学習を行ってもらった。留学期間が約3か月と短かったため、モデルフリー制御によって制御システムを設計することとなったが、開発した二輪倒立ロボットの倒立制御を達成することができた。

最後に、これからもグローバル化に向けて国際交流の機会はますます増えていくと予想される。今後も留学生を受け入れていくにあたっては、今回の研究教育に関する取り組みを生かし、留学生がやりたいこと、学びたいことを可能な限り実現できるよう、体制を整えていきたい。

参考文献

- [1] Arduino. Arduino ホームページ. <http://www.arduino.cc/>, 2015/11/15 参照.
- [2] セグウェイジャパン株式会社. セグウェイジャパンホームページ. <http://www.segway-japan.net/>, 2015/11/15 参照.
- [3] 沖縄工業高等専門学校. 沖縄工業高等専門学校ホームページ (English site) . http://en.okinawa-ct.ac.jp/international_exchange/index.html, 2015/11/15 参照.
- [4] 株式会社村田製作所. 村田製作所ホームページ. <http://www.murata.com/ja-jp/about/mboymgirl>, 2015/11/15 参照.
- [5] 小郷寛, 美多勉. システム制御理論入門. 実教出版, 1979.
- [6] 杉江俊治, 藤田政之. フィードバック制御入門. コロナ社, 1999.
- [7] 足立修一, 丸田一郎. カルマンフィルタの基礎. 東京電機大学出版局, 2012.
- [8] 長田匡司, 玉城大暉, 安里健太郎. マイコンを利用した教育用磁気浮上制御装置の開発. 電気学会次世代産業システム研究会資料, pp. 17-20, 2014.
- [9] 文部科学省, 外務省他. 「留学生 30 万人計画」骨子. 平成 20 年 7 月 29 日閣議後閣僚懇談会資料, 2008.

Approach to Study and Education for a Short Term Exchange Student –Development of a Balancing Robot with Two Wheels–

Kentaro Asato¹ and Nattakorn Germprapai²

¹Department of Mechanical System Engineering, ²King Mongkut's University of Technology North Bangkok

As part of globalization of national institute of technology Okinawa college (NITOC), students at King Mongkut's university of technology north Bangkok were accepted as short term exchange students for three months form April 2014. Nattakorn Germprapai who is one of the students was assigned to our laboratory. Because he desired development of a balancing robot, we gave guidance on the development and provided control engineering education with consideration for his learning status. As a result, we accomplished the development of a two wheels balancing robot by applying PID controller based on model-free control.

Key Words: short term exchange student, control engineering education, two wheels balancing robot, model-free control

泡盛焼酎の初期香気特性に反映するもろみ香気

平良淳誠

生物資源工学科

(taira@okinawa-ct.ac.jp)

要旨

泡盛の常温で自然に立ち上がる香気成分（常温香気成分）にもろみ香気反映していることを明らかにするために、揮発性有機化合物の3段階濃縮法による大容量ヘッドスペース/GC/MSDのオンラインシステムで分析を行った。もろみとその蒸留酒の常温香気成分には、酢酸エチル、3-メチル-1-ブタノール、2-メチルプロパノール、3-メチルブタノエート、1-プロパノールの主要成分や低級脂肪酸（ヘキサノ酸、オクタン酸、デカン酸、ラウリル酸）のエチルエステルなどが検出され、また微量香気成分を含む成分組成もほぼ同じであった。従って、もろみの香気成分が蒸留を通して酒に移行していることが明らかになった。また、果実香のオクタン酸エチル、デカン酸エチル、ヘキソサン酸エチル及びイソアミルアセテートは、使用した酵母で含量に違いがあった。本研究の結果は、特色ある泡盛製造にはもろみの香気特性が、重要になることを示唆した。

キーワード：泡盛，酵母，もろみ，香気，ガスクロマトグラフィー/質量検出装置

緒言

泡盛はタイ米を原料とし、黒麹を使った米麹に水と酵母を加えてもろみを調製し、2週間ほどアルコール発酵させ、単式蒸留機で蒸留を行うことを特徴とする。もろみに含まれる香気成分の多くが蒸留により移行するため、原料の風味やもろみの香気成分が蒸留酒に反映されているものと考えられているが、科学的には検証されていない。一般に酒類の香気成分はガスクロマトグラフィー（GC）やガスクロマトグラフィー/質量分析装置（GC/MSD）を用いて、溶媒抽出や加熱によるヘッドスペースガスを捕集する前処理を行い、分析を行っている。従来法による酒類の分析では、多量に含まれるアルコールやヘッドスペースガス量が少ないこと及び前処理の熱による成分分解などで、常温での香気成分の検出が難しい¹⁾。環境分野における大気中のpptレベルの微量揮発性有機化合物（volatile organic compound, VOC）の測定には、各種トラップ管を用いた3段階濃縮とクライオフォーカスによる大容量ヘッドスペース/GC/MS法が用いられている^{2,3)}。著者は本法を泡盛の常温で自然に立ち上がる香気成分（常温香気成分）分析に活用して、泡盛の常温香気成分の特性を報告した⁴⁾。本法は試料の濃縮過程でアルコールの除去と大容量のヘッドスペースガスを濃縮し分析できるため、常温での香気成分を検出できることが特徴で

ある。

本研究では泡盛の常温香気特性に、もろみの香気成分が反映していることを明らかにするために、もろみとその蒸留酒の常温香気成分の分析を行った。その結果、もろみの常温香気成分が蒸留酒に移行していることが明らかとなり、特色ある泡盛製造にはもろみの香気特性が重要になることを示唆した。

1. 実験材料

各酵母の株（泡盛 101 号株，瑞穂酒造 A 株（Mizuho-A），瑞穂酒造 B 株（Mizuho-B））で調製したもろみ及び蒸留酒の泡盛は瑞穂酒造から提供された。

2. 実験方法

2-1 試料の調製

各株で調製されたもろみと蒸留された泡盛は，GC でエタノール濃度を測定した。測定用試料は，蒸留水で 10% に調製して測定用バイアルに移し蓋をして，室温で 20 分間置いたヘッドスペースガスを分析した。

2-2 常温香気成分の分析

2-2-1 ヘッドスペースガスの 3 段階濃縮

試料のヘッドスペースガス（100ml）は，3つのトラップ管（トラップ 1：ガラスビーズ/テナクス，トラップ 2：テナクス，トラップ 3：クライオフォーカストラップを用いた 3 段階モジュールで段階的に濃縮した（Entech 7100A，アジレントテクノロジー）。本濃縮法は、濃縮過程でヘッドスペースガスに含まれる二酸化炭素や大部分のエタノールは除去され，VOC をターゲットに濃縮した試料を GC に注入できる⁴⁾。各モジュール（M）におけるトラップは，次の条件で行った。

M1: 吸着温度 30°C で 1 分保持の後に，ヘリウムガスをパージしながら 10°C で加熱。

M2: 吸着温度 20°C で M1 からのガスをトラップ，脱離温度 180°C，2.5 分間保持。

M3: クライオフォーカストラップ（吸着温度-150°C，カラム注入温度 110°C）。

2-2-2 常温香気成分の分析

常温香気成分の分析は GC/MSD（Agilent 6890N，アジレントテクノロジー社）に，カラム DB-WAX（長さ 60m×内径 0.25mm，膜厚 0.5 μ m，アジレントテクノロジー社）を用いて，下記の分析条件で行った。

GC 分析: インレット温度 220°C，オープン 40°C（5 分間保持），3°C/min で 240°C に昇温（5 分間保持）。

MSD: スキャンモード測定（ m/z 29 - 350/2.29 秒），イオン化電圧 70V。

2-2-3 常温香気成分の同定と定量

もろみとその蒸留酒から検出された成分は，標準品の保持時間と分子イオン及び各フラグメントイオンの MS スペクトルとの一致から同定した。

各成分の濃度は，シクロヘキサノールを内部標準に用いて求めた⁴⁾。各試料について，3 回の測定を

行ない平均値 (ppm) ± SD で示した.

結果および考察

分析したもろみ及び蒸留酒の常温香気成分のトータルイオンクロマトグラムの一つを, Fig.1 に示した. 図に示されるように, もろみと蒸留酒のクロマトグラムは類似し, 主要成分から微量成分に亘り, 検出された成分組成は, ほぼ同じであることが示された. 他の試料についても同様なクロマトグラムが得られた. もろみ

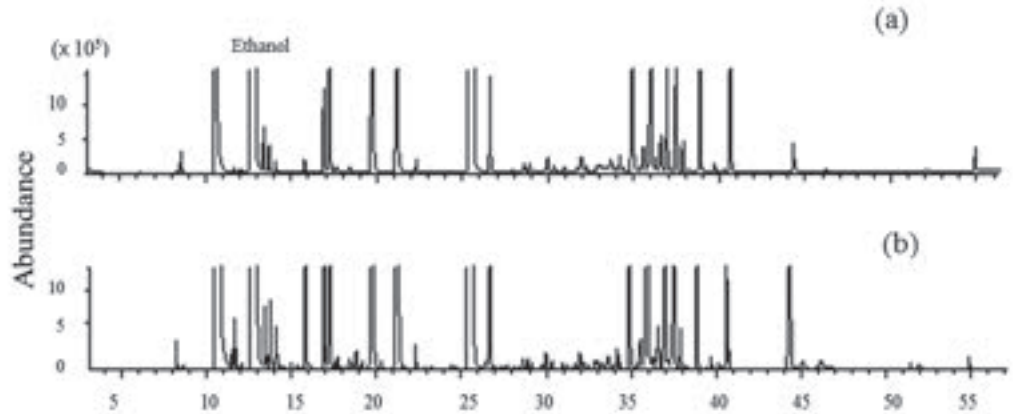


Fig. 1 Chromatogram obtained from natural vaporized aroma compounds of mash and its distilled beverage, awamori *shochu*.

The natural vaporized aroma compounds emitted from mash (a) and awamori *shochu* (b) were analyzed by a three-stage pre-VOC concentration technique using a large volume headspace online gas chromatography with a MS system.

及びその蒸留酒で検出された香気成分とその組成率 (%) を Table 1 に示した. もろみとその蒸留酒において酢酸エチル, 3-メチル-1-ブタナール, 2-メチルプロパノール, 3-メチルブタノエート及び1-プロパノールが主要な香気成分として含まれ, 低級脂肪酸 (ヘキサン酸, オクタン酸, デカン酸, ラウリル酸) のエチルエステル及びその他の微量香気成分も, 泡盛を特徴づける常温香気成分であった. 前報で報告した泡盛の常温香気成分でフルーティーな香気に寄与する短鎖エステル化合物のギ酸エチルやプロピオン酸エチルと刺激香気成分の 2-メチルプロパナール, 3-メチルプロパナール及びヘキサナールがもろみからも検出された⁴⁾. 即ち, 泡盛焼酎の香気特性が, すでもろみの香気成分から反映されていることが示された.

また, 各種酵母で調製されたもろみと蒸留酒の成分組成率もほぼ同じであったことから, もろみの常温香気成分が蒸留酒に移行していることが明らかとなった.

各種酵母で調製したもろみの泡盛の果実香の特徴として, 瑞穂 A 株による泡盛はオクタン酸エチルとデカン酸エチルが, 他種酵母株の泡盛よりも高含量であった. 瑞穂 B 株で調製した泡盛にはリンゴ臭のヘキサン酸エチルが高く, 泡盛 101 号はバナナ臭の酢酸イソアミルの含量が高く検出された. このように, 泡盛の常温香気特性には, 使用した酵母でつくられたもろみの香気成分が, 寄与していることが示された.

本研究の結果から, 香気特性による差別化された泡盛醸造には, 特色ある酵母の探索とそのもろみの香気特性が重要になることが示唆された.

Table 1 The volatile aroma compounds of mash and its distilled beverage, awamori *shochu*

Compound	Retention time (min)	101-mash awamori		101-awamori		Mizuho A-mash		Mizuho A-awamori		Mizuho B-mash		Mizuho B-awamori	
		ppm ± SD	composition (%)	ppm ± SD	composition (%)	mean ± SD	composition (%)	mean ± SD	composition (%)	mean ± SD	composition (%)	mean ± SD	composition (%)
acetaldehyde	6.16	0.10 ± 0.05	0.02	0.15 ± 0.00	0.02	0.06 ± 0.01	0.01	0.18 ± 0.04	0.02	0.05 ± 0.01	0.01	0.13 ± 0.01	0.01
2-methyl-propanal	8.22	0.09 ± 0.01	0.02	2.21 ± 0.06	0.23	0.07 ± 0.01	0.01	0.37 ± 0.07	0.04	0.06 ± 0.01	0.01	0.08 ± 0.01	0.01
ethyl formate	8.55	1.38 ± 0.23	0.26	1.53 ± 0.28	0.16	1.87 ± 0.86	0.29	0.15 ± 0.03	0.02	1.01 ± 0.21	0.21	0.61 ± 0.06	0.06
ethyl acetate	10.68	165.14 ± 27.37	31.61	319.75 ± 15.19	33.37	250.99 ± 48.57	39.01	197.05 ± 28.00	23.66	147.85 ± 31.11	31.11	298.89 ± 30.81	30.81
2-methyl butanal	11.49	0.63 ± 0.74	0.12	1.64 ± 0.86	0.17	0.27 ± 0.06	0.04	0.77 ± 0.11	0.09	0.27 ± 0.06	0.06	0.34 ± 0.04	0.04
3-methyl butanal	11.65	0.58 ± 0.07	0.11	3.79 ± 0.07	0.40	0.62 ± 0.13	0.10	2.51 ± 0.42	0.30	0.58 ± 0.12	0.12	0.77 ± 0.08	0.08
ethyl propionate	13.43	3.61 ± 0.79	0.69	4.17 ± 1.26	0.43	6.48 ± 1.35	1.01	4.25 ± 0.72	0.51	3.19 ± 0.67	0.67	5.22 ± 0.54	0.54
2-methyl-propanoic acid ethyl ester	13.73	3.74 ± 0.87	0.72	4.18 ± 1.76	0.44	2.05 ± 0.40	0.32	4.03 ± 0.71	0.48	1.00 ± 0.21	0.21	2.05 ± 0.21	0.21
n-propyl acetate	14.10	1.87 ± 0.10	0.36	4.08 ± 0.59	0.43	1.78 ± 0.38	0.28	1.98 ± 0.33	0.24	1.22 ± 0.26	0.26	2.86 ± 0.30	0.30
2-methylpropyl acetate	15.78	1.10 ± 0.32	0.21	10.47 ± 1.29	1.09	2.97 ± 0.55	0.46	4.95 ± 0.83	0.59	2.00 ± 0.42	0.42	5.08 ± 0.52	0.52
ethyl butanoate	16.92	7.18 ± 2.05	1.37	9.90 ± 1.33	1.03	11.40 ± 2.22	1.77	5.98 ± 0.92	0.72	4.54 ± 0.96	0.96	8.73 ± 0.90	0.90
1-propanol	17.25	21.27 ± 4.18	4.07	22.24 ± 3.51	2.32	26.88 ± 5.52	4.18	25.11 ± 4.44	3.01	19.81 ± 4.17	4.17	33.70 ± 3.47	3.47
methyl thioacetate	17.56	0.50 ± 0.09	0.10	0.57 ± 0.16	0.06	0.50 ± 0.11	0.08	0.39 ± 0.08	0.05	0.22 ± 0.05	0.05	0.27 ± 0.03	0.03
2-methyl-butanoic acid ethyl ester	17.70	0.70 ± 0.34	0.13	0.90 ± 0.40	0.09	0.46 ± 0.09	0.07	0.95 ± 0.18	0.11	0.24 ± 0.05	0.05	0.54 ± 0.06	0.06
camphene	18.35	1.19 ± 1.69	0.23	1.61 ± 1.42	0.17	0.64 ± 0.01	0.10	1.74 ± 1.33	0.21	0.18 ± 0.04	0.04	0.39 ± 0.04	0.04
butyl acetate	18.66	0.50 ± 0.61	0.10	0.63 ± 0.24	0.07	0.10 ± 0.02	0.02	0.44 ± 0.13	0.05	0.20 ± 0.04	0.04	0.37 ± 0.04	0.04
hexanal	19.15	0.41 ± 0.48	0.08	0.79 ± 0.55	0.08	0.23 ± 0.06	0.04	1.43 ± 0.30	0.17	0.03 ± 0.01	0.01	0.30 ± 0.03	0.03
2-methyl propanol	19.78	78.16 ± 11.50	14.96	104.63 ± 18.99	10.92	66.81 ± 13.44	10.38	92.58 ± 13.51	11.12	37.49 ± 7.89	7.89	55.99 ± 5.77	5.77
3-methyl-1-butyl acetate	21.17	27.63 ± 6.34	5.29	116.35 ± 12.09	12.14	46.69 ± 8.55	7.26	58.36 ± 9.49	7.01	31.10 ± 6.54	6.54	80.38 ± 8.29	8.29
1-butanol	22.30	1.21 ± 0.44	0.23	0.28 ± 0.16	0.03	3.29 ± 0.77	0.51	5.30 ± 0.58	0.64	1.97 ± 0.41	0.41	4.08 ± 0.42	0.42
2-butenic acid ethyl ester	23.21	0.27 ± 0.16	0.05	1.02 ± 0.90	0.11	0.34 ± 0.26	0.05	0.33 ± 0.20	0.04	0.31 ± 0.07	0.07	0.73 ± 0.08	0.08
2-heptanone	24.16	0.08 ± 0.02	0.02	0.09 ± 0.04	0.01	0.08 ± 0.02	0.01	0.12 ± 0.02	0.01	0.06 ± 0.01	0.01	0.05 ± 0.01	0.01
pentyl propanoate	24.40	0.19 ± 0.02	0.04	0.42 ± 0.25	0.04	0.26 ± 0.05	0.04	0.36 ± 0.12	0.04	0.25 ± 0.05	0.05	0.63 ± 0.06	0.06
3-methyl-1-butanol	25.62	194.94 ± 25.93	37.32	308.02 ± 55.85	32.15	201.17 ± 34.90	31.27	296.48 ± 36.51	35.60	172.04 ± 36.20	36.20	360.61 ± 37.18	37.18
ethyl hexanoate	26.60	2.15 ± 3.04	0.41	27.03 ± 2.18	2.82	10.96 ± 2.15	1.70	25.38 ± 4.34	3.05	41.14 ± 8.66	8.66	84.72 ± 8.73	8.73
3-octanone	27.69	0.44 ± 0.13	0.08	0.45 ± 0.15	0.05	0.34 ± 0.05	0.05	0.54 ± 0.09	0.06	0.35 ± 0.07	0.07	0.73 ± 0.07	0.07
ethyl octanoate	35.83	4.02 ± 1.48	0.77	5.25 ± 5.54	0.55	3.14 ± 0.19	0.49	72.62 ± 7.07	8.72	5.81 ± 1.22	1.22	15.60 ± 1.61	1.61
ethyl decanoate	44.32	2.49 ± 0.34	0.48	4.39 ± 0.74	0.46	1.13 ± 0.25	0.17	27.72 ± 5.91	3.33	0.50 ± 0.10	0.10	5.17 ± 0.53	0.53
phenylethyl acetate	51.47	0.20 ± 0.22	0.04	0.47 ± 0.05	0.05	0.14 ± 0.04	0.02	0.01 ± 0.01	0.00	0.11 ± 0.02	0.02	0.37 ± 0.04	0.04
ethyl dodecanoate	51.90	0.08 ± 0.054	0.02	0.05 ± 0.01	0.01	0.03 ± 0.00	0.00	0.27 ± 0.02	0.03	0.04 ± 0.01	0.01	0.05 ± 0.00	0.00
phenylethyl alcohol	54.92	0.53 ± 0.9	0.10	1.14 ± 0.42	0.12	1.66 ± 0.46	0.26	0.52 ± 0.044	0.06	1.55 ± 0.33	0.33	0.52 ± 0.05	0.05

要約

各種酵母株で調製したもろみとその蒸留酒泡盛の常温香気成分を、3段階濃縮法による大容量ヘッドスペース/GC/MSDのオンラインシステムで分析した。その結果、もろみの香気成分が蒸留で移行して泡盛の常温香気成分を構成していることが明らかになった。また、使用した酵母による果実香の含量に違いもみられた。特色ある泡盛製造にはもろみの香気特性が重要になることが示唆された。

謝辞

本研究の遂行に当たり、試料の提供を頂いた瑞穂酒造株式会社の仲里彬氏に感謝します。また、本研究のデータ解析に助言を頂いた国立沖縄工業高等専門学校の井口亮博士に感謝します。

参考文献

- 1) 平良淳誠, 古酒泡盛の香気特性 (1) -泡盛の熟成による香気特性-. 平成 18 年度 沖縄県工業技術センター年報, 7, 77 -81 (2005).

- 2) 平良淳誠, 沖縄県内大気汚染物質の調査－揮発性有機有害汚染物質化合物 (45 物質) について. 沖縄県衛生環境研究所報 (34 号), 34, 59-62 (2000).
- 3) Ochiai, N., Daishima, S., Cardin, DB. Long-term measurement of volatile organic compounds in ambient air by canister-based one-week sampling method. *Journal of Environmental Monitoring* 5, 997-1003 (2003).
- 4) Taira, J., Tsuchiya, A., Furudate, H. Initial volatile aroma profiles of young and aged awamori *shochu* determined by GC/MS/Pulsed FPD. *Food Science and Technology Reserch.* 18, 177 -181 (2012).

Initial aroma profiles of awamori *shochu* derived from mash aroma

Junsei Taira

Department of Bioresource Technology, Okinawa National College of Technology

(taira@okinawa-ct.ac.jp)

The natural vaporized aroma compounds present in mash and its distilled beverage, awamori *shochu* were determined by a three stage volatile organic compound (VOC) concentration technique consisting of on-line GC combined with MSD. The natural vaporized aroma compounds that ethyl acetate, 3-methyl-1-butanol, 2-methyl propanol, 3-methyl -1-butyl acetate, 1-propanol and low fatty acid esters (hexanoic acid, octanoic acid, decanoic acid and lauric acid) were typically contained in the mash and its distilled beverage. The aroma including minor components of the mash was similar to that of awamori *shochu*, indicating that aroma of the mash transferred to beverage through the distillation. In addition, the fruity aroma content of the test samples, such as ethyl octanoate, ethyl decanoate, ethyl hexanoate and isoamyl acetate differed in the used yeast. This study suggested that natural vaporized aroma profiles of the mash would be significant factor to produce differentiated brand of awamori *shochu*.

Key Words: awamori, yeast, mash, aroma, gas chromatography/mass selective detector (GC/MSD)

中琉球の沿岸災害リスク評価における地形場・地形種の意義

—1960年チリ地震津波被災地の検討から—

木村和雄

総合科学科

kimura@okinawa-ct.ac.jp

要旨

1960年チリ地震津波の被災地を主な対象として、奄美大島および沖縄島における沿岸部の災害危険度と地形種・地形場との関係を検討した。その結果、従来から知られていた、リアスおよびそれに類する海岸地形や、沈水した旧河道とその周辺などで、被害が拡大しやすい傾向は、亜熱帯島嶼でも同様であることが確かめられた。そもリアスのような地形はサンゴ礁形成には適さないため、亜熱帯固有の津波減衰効果も小さい。またサンゴ礁海岸においては、連続性の良い裾礁が分布する範囲では比較的被害が少なかったが、小規模なエプロン礁が分布する地域では、礁原の狭間に津波が集中して波高・遡上高が増幅され、局所的に被害が大きくなる傾向が認められた。近年の広範な埋立地造成は、こうした亜熱帯特有の地形特性を消失せしめ、津波の波高を増幅する急峻な海底斜面に直面し、なおかつ人工水路を通じて津波のエネルギーを特定の場へ集中させるような地形場を、新たに産み出している。津波に代表される沿岸災害リスクの判定には、現在のハザードマップの基準である地形量(標高)による評価だけでなく、地形場・地形種のような質的な吟味を加味した改善が求められる。

キーワード：臨海低地 津波 高潮 副振動 浸水

1 はじめに

2011年東北日本太平洋沖地震がもたらした東日本大震災は、我が国における低地の地形災害や防災体制を、根本的に見直す契機となった。たとえば、政府は関連法を整備し、各地の自治体では津波ハザードマップの改訂が進んでいる。被災地のうち、仙台市や石巻市では2006年の「地震対策特別措置法」に基づいて作成された津波ハザードマップの浸水域表示が過小だったことが判明した。この反省を踏まえ、震災後の2013年に「津波対策の推進に関する法律」に基づいて作成された新版では、被害想定が大幅に引き上げられ、危険度表示も2011年の実態・教訓を反映したものに改められた。沖縄高専が立地する名護市でも2006年に津波ハザードマップが作成・公表されてはいたものの、東西の縮尺比が異なるなど、地図情報としての基本に重大な欠陥があったほか、危険域として図示されたのが想定浸水深2m以上(壊滅する地域)に限定され、生存のために避難が必要な地域の大半が図示されていないなど、住民をミスリードしかねない内容であった。これに対して2013年に作成された新版では、災害想定

がより大きくなっただけでなく、旧版の基本的問題も概ね解消され、防災情報として一定の信用に足るものに改められた。各地のハザードマップが、ようやく実用的レベルで揃い始めたのは大きな進歩と言えよう。

しかしながら、市町村レベルで作成される津波ハザードマップは、その地域で想定される最大津波遡上高から、地表の標高を減じた、最大浸水深の分布を地図化したものである。従って、住民はそのデータを読み取った上で、各戸の危険度判定をし、防災計画を策定しなければならない。また津波の侵入路、被災中の危険度の時系列変化や、流体力の局所的な強さなどまでは地図には表現しきれない。さらに、被害想定が大きめに見積もられたことにより、高密度で利用される低地では、大人数が広域的かつ短時間に避難行動をとらねばならないが、現実にはそれが困難な地域も存在する。こうした課題に対して、想定浸水域の中でも、特に危険が集中し得る地域をある程度絞り込めれば、そこを自治体が最優先の避難・救援対象としたり、今度の再開発等において規制対象とする、あるいは住民が予め被災強度を場合分けしたうえで、避難行動に移るような対応が可能になろう。

そこで本稿では津波、高潮、副振動等によって、海側から浸水被害を受け得る臨海沖積低地のうち、標高のような地形量だけではなく、質的な地形種の違いや、周囲の地形場によっても被災強度が異なることを、過去の災害事例から指摘する。そのうえで、低地の中でも浸水被害に対して特に脆弱な空間を、地形学的パターンとして示し、防災・減災対策の改善に寄与することを目的とする。

2 沿岸災害と地形

地圏環境の性質や成因をもとに識別される地形種や地形場は、津波のような沿岸災害に対して重要な意味を持つ。例えば、リアス海岸と平滑な海岸とを比べた場合は前者の方が流体のエネルギーが特定の場所に集中しやすく被害が拡大しやすいこと、リアス海岸の中でも湾奥や岬の周辺はエネルギーが集中しやすいため特に危険であることなどは、現在では半ば常識と化している。このように津波やそれに類する災害において、被害強度に直結する地表形態の質的な差は、単に海岸線の形状に止まらず、内陸側および沖合側にも存在する。そうした知識は、経験的・断片的には古くからあったようだが、地形学的観点から系統的にまとめられる契機になったのが1960年チリ地震津波である。これまでの観測史上最大であるMw9.5を記録したこの地震では、南米チリ沖で発生した巨大津波が一昼夜かけて太平洋全域に波及し、ハワイ諸島や日本列島でも広域的かつ甚大な被害が生じた。その被災状況を現地調査し、地形との関係を検討したのが国土地理院(1961)、大矢(1961, 62)などである。その成果は次のように取りまとめられた。

- ・海岸線の地形により、津波の侵入に著しい相違がみられ、次のとおり分類される。「リアス式海岸型、汐入湖型、大河川河口型、陸繋砂洲型、直線状砂浜海岸型、平滑岩石海岸型」
- ・リアス式海岸の中でも、海底地形により津波のうけ方にかなり地域差がある。小河川の沈水谷であるV字型湾、あるいはこれらの複合であるW字型湾、大河川の沈水谷のU字型湾、半円状の湾など、湾の形により津波の型が著しく異なる。
- ・津波の侵入路、到達限界、湛水期間の長・短などは、海岸平野の地形と密接な関係を有している。
- ・以上のことから、海岸線および海岸の平野の地形(および海底地形)を分類しておけば、地域別の津波の型とその危険度をある程度推定できる。

この成果や1960年チリ地震津波の前年に濃尾平野を襲った伊勢湾台風による洪水災害の教訓と併せて、ハザー

ドマップの始祖とも言える「1:25,000 土地条件図」の作成・整備が始まった。しかし国土地理院の事業として進められたこの主題図は、いまだ日本のごく一部をカバーするに過ぎない。その後しばらく、我が国を襲う大規模な津波・高潮は無く、防災的な地形情報への関心も低調であったが、2004年のインド洋大津波を契機に、津波リスクの検証が求められ、前項で述べた地震対策特別措置法が施行された。これを受けて、沿岸各地の自治体で津波ハザードマップが作成されるようになったものの、その作成水準・精度には大きなバラツキがあり、前述の名護市のように信用性において「土地条件図」には遠く及ばないものも見受けられた。また既に述べたように、この世代のハザードマップによる危険度評価は、2011年東北日本太平洋沖地震に対して、いくつかの地域で楽観的すぎたことも明らかになった。そしてその改訂版として2013年以降に整備されたハザードマップは、標高という地形量を基準に危険度を区分した結果、精度的バラツキは小さく、一定の信用性も担保されたものの、土地条件図が指向したような地形の質的な吟味は省略されてしまっている。

一方、琉球弧では、前述した1960年チリ地震津波やそれと前後した台風災害についての一連の調査対象にはならなかったためか、その後も地形と沿岸災害の関係はあまり省みられず、具体的に大縮尺の主題図として表現されることもなかった。そしてその間、幸いにも顕著な津波・副振動による浸水被害を受けることもなかった。おそらくこうした経緯が、地震対策特別措置法に基づくハザードマップ整備時の作成水準にも影響していたと推察される。また今回対象とする中琉球は、地形種としての裾礁が発達する北限域であり、無機的な浸蝕・堆積海岸が連なる「内地」とは沿岸地形種の構成がやや異なる。それゆえ、対象地域では、まず基本的な沿岸災害と地形種との関係を把握することが重要であり、それに加えて地域固有の地形種が沿岸災害にどう影響し得るかを吟味する必要がある。そこで本稿は、主に1960年チリ地震津波に際し特に被害が大きかった地域に着目し、その地形種およびそれを取り囲む地形場の特徴を検討する。

3 中琉球の1960年チリ地震津波被災地における地形学的特徴

1) 中琉球における津波遡上高および被災地分布の特徴

1960年チリ地震津波は、津波常襲地帯としてよく知られた三陸海岸などに甚大な被害を与えただけでなく、琉球弧においても3人の命を奪い、住宅・学校・橋梁・港湾・船舶などを多数破壊する被害をもたらした。この津波において遡上高が高く被害も大きかった地域はかなり偏っている(図1)。例えば奄美大島における遡上高は、島の北東端で5m以上、中部の内湾奥では4m台、南部では3m弱に達したとされる(Momoi 1963、国土庁土地局 1974など)。沖縄島において特に顕著な被害を受けたのは、市北部の名護市羽地地域とその周辺、名護市大浦湾岸、金武湾に面したうるま市石川付近、同市屋慶名付近などで、いずれも遡上高は3mを超えていたとされる(亜熱帯総合研究所 2002)。こうした一部地域で顕著な被害が生じた一方で、沖縄島南部では目立った被害は出でず(亜熱帯総合研究所 2002)、那覇における最大波高も76cmに留まる(国土地理院 1961)。このような津波遡上高や被災強度の分布から、津波の主要なエネルギーは第一義的には北東から南西に向かって中琉球に達するように伝播したと推定される。これはチリ沖の波源域から直接到達した波よりも、西南日本の海岸ならびに陸斜面に一旦当たって屈折した波の方が、強力だったことを示唆する。また、次に挙げる主な被災地は、いずれも琉球弧にありながら、サンゴ礁、とりわけ裾礁の発達が貧弱な地形場に位置している。



図1 奄美大島および沖縄島における1960年チリ地震津波の主な被災地(①~⑤は3章2)の記述に対応、基図は野上(1997)による)

Fig. 1 Severely damaged areas (①~⑤) in Amami and Okinawa Islands by the 1960 Chilean earthquake tsunami (relief maps based on Nogami (1997))

2) 中琉球における主な被災地とその地形学的特徴

①奄美市笠利

奄美大島北東端に位置するこの付近の海岸線は、曲率の緩やかな弓なりを呈し津波のエネルギーが集中しにくい条件のように見える(図2)。しかし、笠利地区の用では南西諸島で最大の遡上高 5.59mを記録したほか、大笠利でも同5mを超え(国土庁1974)、100棟以上が浸水し漁港も被害を受けた(気象庁名瀬測候所)。これについてMomota(1963)は、流体計算からは、原因不明の異常としている。

しかし地形学的には、海岸線が北東向きで1960年の津波の屈折波の直撃を受ける位置にあったことや、沖合の海底が急斜面になっていて(図2)、津波が増幅され易いという既知の条件に加え、沿岸にはエプロン礁が発達していることが、この地域の遡上高増幅に寄与したと考えられる。津波にとって海底は大きな抵抗で、水深が浅いほどエネルギーを減じやすい。このため沿岸に水深数メートル未満の浅海底を広く発達させるサンゴ礁、とりわけ切れ目無く続く大規模な裾礁は、津波から内陸を護る天然のバリアとなる。しかしエプロン礁は長さ幅とも数百メートル足らずと小規模なため、津波減衰の効果も小さいはずである。また断続的に発達するエプロン礁の狭間は、外洋に対してY字型に開いており、むしろ津波のエネルギーを集中させ得る(図3)。つまり一般的に津波被害が激化しやすい条件として知られたV字型の湾奥に類似した地形場を形作ってしまう。笠利半島東岸には、このエプロン礁が断続的に発達しており、大笠利等の集落群はそうしたエプロン礁の狭間に接する低地に立地しているため、増幅された津波が遡上しやすく、被害が大きくなった可能性が高い。

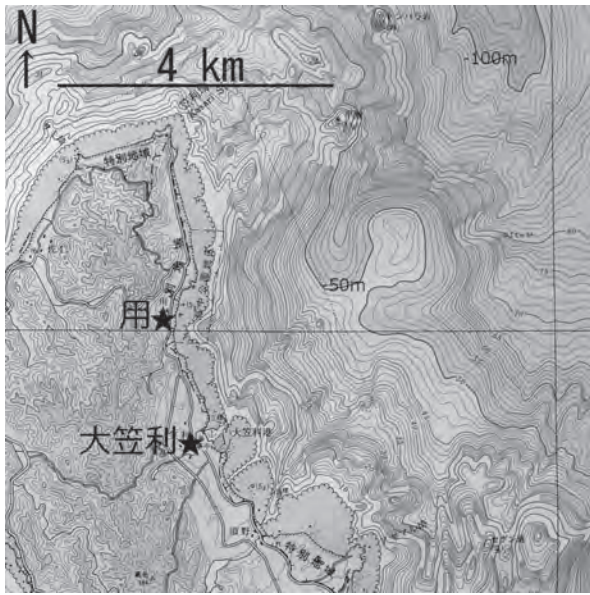


図2 奄美大島北東縁の地形概観(原図は海上保安庁(2001)) ★印は 1960 年チリ地震津波で浸水被害を受けた集落で、エプロン礁の狭間に連なる低地に立地している。

Fig. 2 Topography of Northeastern coast in Amami Oh-shima Island (JCG 2001).

Disaster areas in 1960 (★) were located along apron reefs.



図3 奄美大島北東部のエプロン礁海岸(→に津波の流体力が集中した可能性が高い)

Fig. 3 Apron reefs in northeastern coast of Amami Oh-shima Island. The tsunami concentrated gaps of apron reefs (→).

②奄美市名瀬

名瀬は、東シナ海に面し、北側に開いた典型的なリアス海岸の湾奥部に発達する港湾都市である。名瀬湾の湾口部の水深は90m、湾中央部でも50mに達し、湾の平面形横断形とも単純なV字型を呈する(図4)。このような地形場から、サンゴ礁はほとんど発達しておらず、津波に対しては常襲地帯である陸中海岸や紀伊半島沿岸のリアス海岸とほぼ同様の地形条件と言える。この条件のもとで津波の遡上高は4mを越え、名瀬港に隣接する中心市街地や支湾に築かれた大熊漁港に面した市街地で計1000棟以上が浸水するとともに、港湾施設や船舶等が破損・流失するなどの被害が生じた(気象庁名瀬測候所)。図1に示したように奄美大島の外周は、多くがリアス海岸である。従って、奄美市小湊、同住用や瀬戸内町古仁屋など、典型的なリアス湾奥の臨海低地に立地した集落においても1960年には浸水被害を受けており、今後も高いレベルで警戒が必要である。

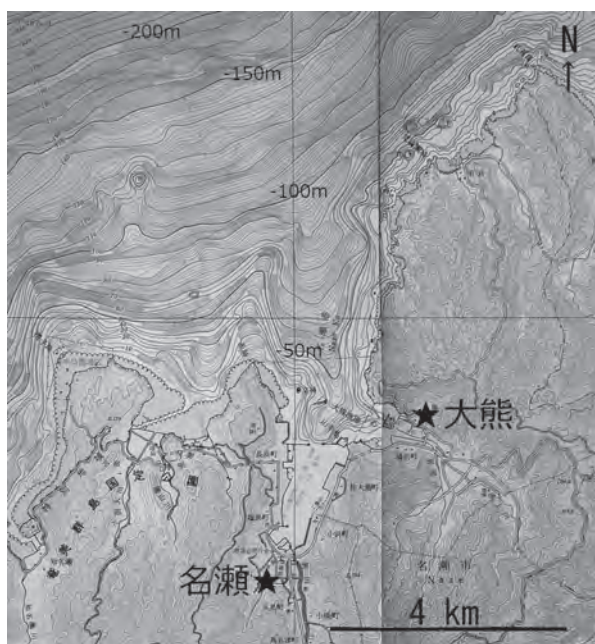


図4 名瀬湾沿岸の地形概観(原図は海上保安庁(2001 および 2002)) 名瀬湾は典型的なリアスであり、その湾奥の名瀬や大熊で浸水被害が生じた。

Fig. 4 Topography of Naze Bay, Amami Oh-shima Island (JCG 2001, 2002)

Naze bay is composed by typical rias. Therefore, bayside plain was widely inundated in 1960 tsunami.

③名護市真喜屋

沖縄島北西部、東シナ海に面した旧羽地村の真喜屋付近では、琉球弧の犠牲者3名すべてが集中したほか、沖縄島と沿岸島嶼とを結ぶ奥武橋、屋我地橋や真喜屋小学校校舎などが損壊し、多くの家屋が流失・浸水するなど、最も深刻な打撃を受けた。この時の教訓から真喜屋小学校は、元あった尖角州上(現在の真喜屋公園)から内陸の小丘上(現在の校地)に移転して再建された。それ以外にも沖縄島北西岸は、国頭村から今帰仁村にかけて3m前後の遡上高を記録した個所が断続的に分布している(亜熱帯総合研究所 2002)。真喜屋付近は、本部半島の北側の付け根に位置する(図1)ため、北東から南西方向へ津波が伝播する場合、内湾と同様にエネルギーが集中する地形場となる。加えて、沖縄島主要部北西岸は、北東-南西走向に延びる大規模な地質構造線(仏像構造線)に沿っており、陸上で見られる直線的急崖が海面下の水深30m近くまで続く、プランジング=クリフが連なっている。これに対して本部半島北東岸の沖合には裾礁や藻場が発達した水深10m未満の浅海底が広がる。両者に挟まれた真喜屋沖の海底はくさび形(V~U字谷の中間型)を呈しており(図5)、結果的にリアスと同様の津波増幅効果を生んだものと考えられる。

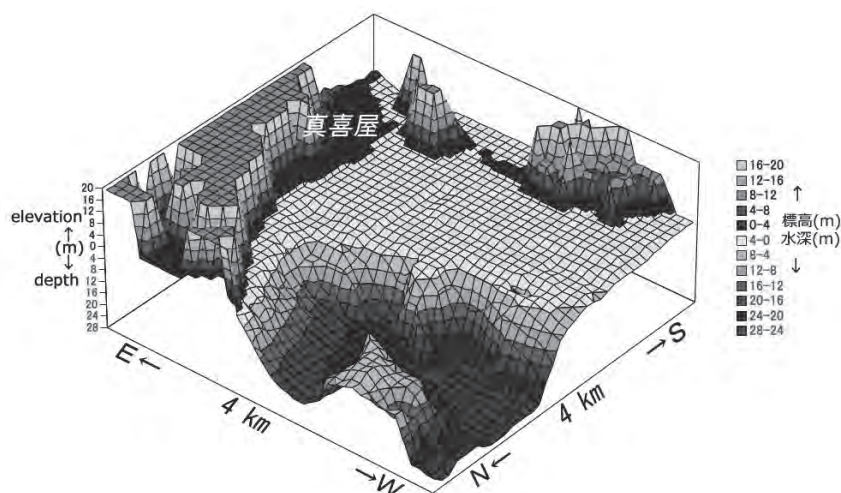


図5 沖縄島真喜屋付近の沿岸地形概観(標高20m以上は省略) 組織地形がリアスに準ずる地形場をもたらしている。

Fig. 5 Geomorphology around Makiya area, Okinawa Island.

Offshore of Makiya is sandwiched by plunging-cliff and reef slope. For tsunami, this geomorphic setting is similarly to that of rias.

④名護市大浦

沖縄島北東部、太平洋に面し東側に開いた大浦湾岸では、津波が効果的に増幅され、湾奥の大浦では標高 4.7m 付近にまで海水が達し、集落の家屋の大半が浸水した(亜熱帯総合研究所 2002)。これは沖縄島内の最大遡上高である。大浦湾の南岸(辺野古側)は、南東-北西方向に延び、水深 50m以上まで続くプランジング=クリフが連なっており(図6)、陸側の地形・地質層序のずれや崖下に分布する未固結の崖錐堆積物の存在などから、活断層によって形成された断層海岸と考えられている(木村 2008)。従って大浦湾は、河蝕V字谷の沈水地形を指す狭義の「リアス」ではなく、半地溝が沈水してできた湾である。しかしながら、その形態はリアスに準じ、裾礁が発達し得る緩傾斜の浅海底も湾北側の一部に限られることから、その湾奥で津波が増幅されるのは、地形的必然と言える。

なお、浸水した大浦集落の上流側にはマングローブ=ハビタットが発達しており、そのさらに上流側の大川集落では標高 4 mに満たない範囲でも浸水被害は無かった(亜熱帯総合研究所 2002)。このことは、条件は限定されるであろうが、マングローブ=ハビタットにも、ある程度、津波を減衰させる効果があったことを示唆する。

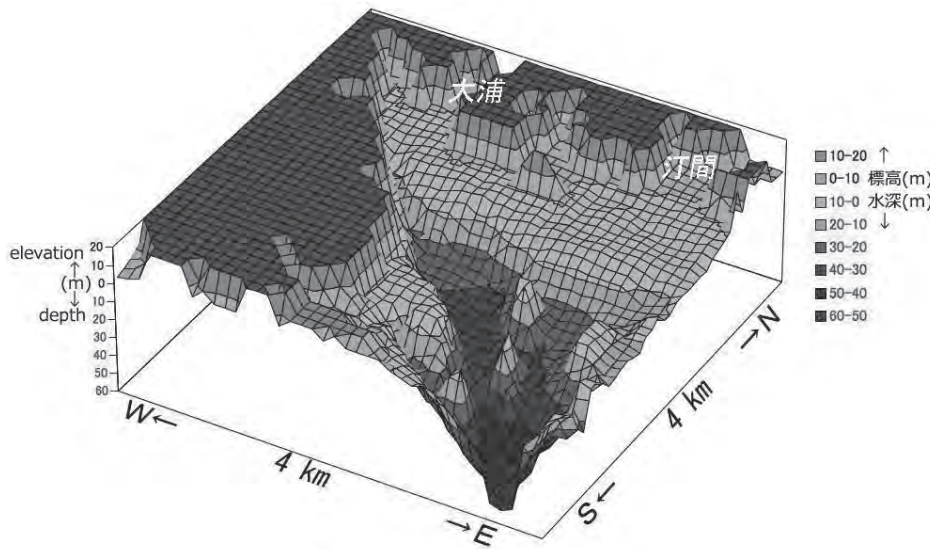


図6 沖縄島大浦付近の沿岸地形概観(標高 20m 以上は省略) 変動地形(半地溝)がリアスに準ずる地形場をもたらしている。

Fig. 6 Geomrphology around Oh-ura area, Okinawa Island. Oh-ura Bay is submerged half-graben. It concentrates tsunami as same as rias.

⑤うるま市石川

沖縄島中南部の太平洋側には、やや遠浅で円弧状の海岸線を持つ金武湾と中城湾が発達するが、このうち金武湾奥のうるま市石川地区や同屋慶名地区などにおいて広い範囲で家屋流出や浸水被害が生じた。被害が金武湾沿岸に集中し、中城湾沿岸では軽微だった要因は、図1のように、前者は北東から伝播してくる津波に直撃される位置にあるのに対して、後者は与勝半島の影に入るかたちになったためと考えられる。石川は浜堤上に発達する集落で、概ね標高 3m以上の中心市街地は被害を免れたものの、同 3 m未満の浜堤海側斜面や、後背低地に当たる石川川沿岸では、家屋や農地が浸水・流亡する被害が出た(亜熱帯総合研究所 2002)。特に石川川流域では、亜熱帯総合研究所(2002)の調査によれば、河口から 1.5km ほど上流の谷底平野まで浸水したと報告されており、エネルギーが減衰されやすい水深の浅い内湾を伝播してきた津波としては、やや大きめの被害が生じている。

これには、上述した陸側の微地形配置に加えて、湾内の海底微地形も影響している。図7を見ると、金武湾石川沖の海底には明瞭な谷地形が延びているのが分かる。この谷は金武湾中央部の水深 10m 付近から陸側に延び、そのまま石川川河口へと続いている。このことから、石川付近では、先完新世の低海面時に石川川から金武湾にかけて一連の浸蝕谷が形成されており、その後の海面上昇によって、かつて陸上にあった谷地形の一部のみ沈水して現

地形が成立したと考えられる。このような地形場に津波が押し寄せた場合、この海底谷～石川川にかけては、周囲と比べて海水流動への抵抗が小さく、相対的に運動エネルギーは減じにくい。つまりこの一連の谷地形が、導水路の役割を果たして、津波を内陸深くまで浸入・遡上させたと考えられる。このような事例は、国土地理院(1961)でも各地で報告されている。また、2011年東北日本太平洋沖地震において、大規模な沈水谷が残る宮城県追波湾に到達した津波が北上川を辿って上流へ50km近く遡上し、その途上の溢流によっていわゆる「大川小学校の悲劇」を引き起こした事例は、この大規模版とも言える。

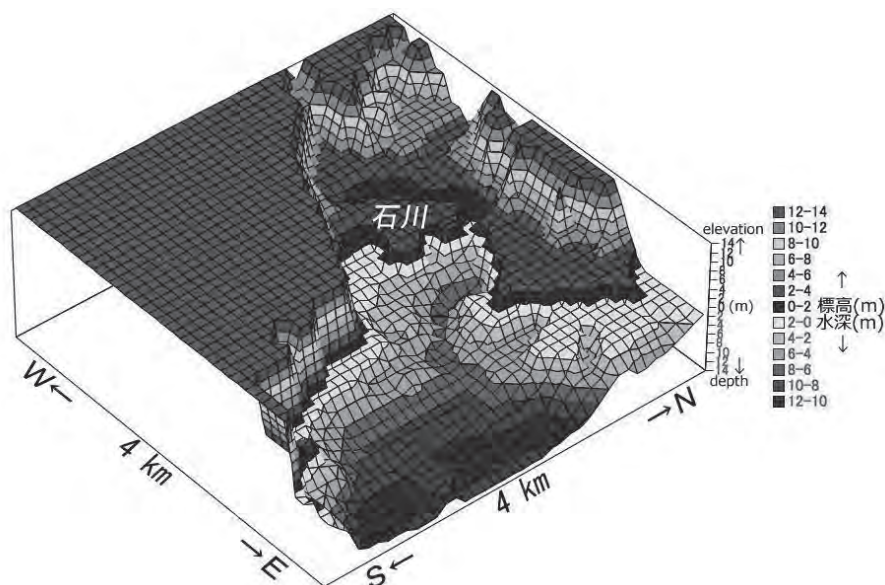


図7 沖縄島石川付近の沿岸地形概観(標高 14m 以上は省略) 石川川沿いの低地は金武湾内の海底谷つながっている。

Fig. 7 Geomorphology around Ishikawa area, Okinawa Island. Offshore channel lead tsunami to Ishikawa River basin.

4 亜熱帯島嶼における沿岸災害リスクと地形との関係

1) 自然の地形種・地形場について

1960年チリ地震津波における中琉球の被災地と地形との関係は次のようにまとめられる。

従来から知られていた、海水が遡上して生じる災害と地形種・地形場との関係は、中琉球のような亜熱帯島嶼でも成立する。亜熱帯に位置する中琉球では沿岸に造礁サンゴが生育可能で、島を囲む裾礁は津波を減衰する効果を持つが、リアスまたはそれに準ずる海岸は沖合に向けて急激に深さを増すため、造礁サンゴの定着・生育には適さない。したがって、奄美大島はリアスが発達した海岸が長く続くことから、津波や副振動の場合、それぞれの湾奥や半島突端はとくに警戒を要する。また沖縄島では、厳密なリアスではないが、変動地形または組織地形として、リアスに類似した海岸が、特に島の北部に良く発達しており、同様の警戒対象と言える。また、1960年の津波では、その伝播方向と地形との相対的位置関係が、遡上高や被害の規模を左右した。従って、異なる方向から波及する津波に対して、前述の事例と同様の地形場になる箇所にも留意する必要がある。例えば、1960年チリ地震津波では辛うじて大規模な浸水を免れた沖縄島北部の名護湾沿岸は、西ないしは南から押し寄せてくる津波に対しては、より脆弱であると予想できる。また同じく1960年には大きな被害が出なかった沖縄島南東部の中城湾沿岸も、東から大規模な津波が波及した場合、被害は免れないであろう。さらに金武湾や中城湾のような、ある程度の広さとなだらかな海岸線を持つ内湾の場合、浸入してきた津波の波長と湾の長さまたは幅が近い場合、共鳴・副振動が生じ、予期せぬ高さ・強さの波が生じることもある。そうした場合も含めて、特に被害を受けやすいのは、以下の微地形的に脆弱な箇所である。すなわち、臨海低地において相対的に浸水しにくいのは浜堤、扇状地、土石流堆などの微高地であり、逆に浸水しやすいのは、河道、旧河道、後背低地、堤間湿地、三角州等の低湿地である。とりわけ2)

⑤に示したように、陸側の河道・旧河道が海底まで連続している場合、その周辺は最も早くまた最も深く浸水する可能性が高く、低地の中でも最優先に対策を講じなければならない地域となる。加えて、そうした明瞭な凹地は、遡上した津波が海へ引く際にも流体力・浸蝕力が集中することを考慮すべきであろう。

一方、サンゴ礁やマングローブ=ハビタットが発達する亜熱帯臨海低地固有の特徴としては、次のようなものが挙げられる。a) 裾礁が広く連続的に発達した臨海低地では相対的に津波被害は大規模化しにくい。しかしながら b) 規模が小さなエプロン礁は津波減衰の効果も小さく、エプロン礁の狭間はむしろ津波のエネルギーを集中させる。またこのことから、c) 裾礁が分布していても、その末端部や礁嶺上に水路(クチ)が発達している場合は、そこに津波が集中する可能性を指摘できる。d) 三角州低地であっても、まとまった規模のマングローブ=ハビタットが発達していれば、ある程度の津波減衰効果はある。ただし2004年スマトラ沖地震や2011年東北日本太平洋沖地震などの事例から分かるように、津波に対する植生の効果は限定的なため、過信は禁物である。

以上のことから、現行のハザードマップや防・減災体制をより効果的に活かすためには、この項に挙げたような地形種・地形場を各地域で把握し、特に優先順位の高い地域においては、行政がこれを良く理解したうえで対策を示し、住民に周知していく必要があると考える。

2) 沿岸の人工改変と予測される地形的ハザード

ここまでは、主に1960年チリ地震津波の被災地を対象に、自然地形と災害耐性との関係を吟味してきた。しかしこの大災害からは既に半世紀以上が過ぎ、沿岸の地形環境も大きく変わっている。とりわけ1972年の沖縄本土復帰以降、沖縄島では沿岸部の開発が急速に進み、なかでもその南部は、もはや自然の海岸が残りわずかな状態である。このため沿岸災害に備える上で、自然地形を把握するだけでは片手落ちである。そこで、近年発達した人工地形について、防災上の留意事項を付記しておく。

ここ数十年の地形改変のうち、低地でもっとも目立ちかつ大規模なものは、埋立地の造成である。名護市、うるま市、沖縄市、西原町、南城市、糸満市、豊見城市、那覇市、浦添市、宜野湾市、北谷町などでは、それぞれ100haを超える埋立地が造成されている(府本1991など)。それらの原地形のほとんどは、かつて沖縄島を広く囲んでいた裾礁である。こうした埋立地は、東京湾岸や大阪湾岸などのそれと比べると、裾礁を利用したことにより、基盤は固く、軟弱な埋土の厚さが抑えられることなどから、地震に際して液状化等の地盤災害リスクは、相対的に低いことが期待できる。しかしながら、本来そこにあった裾礁は、前述のように、津波に対して内陸側を護る自然のバリアとして機能していた。そのバリア直上に造成された埋立地は、護岸堤の設置や地盤の嵩上げ等の対策は施しているものの、来るべき津波に対しては、正に直面することになる。外洋に面した埋立地において、津波の際にどのような被害が生じるかについては事例が少ないものの、2011年東北日本太平洋沖地震における相馬港、仙台港や石巻港周辺の埋立地の惨状を見る限り、沖縄島の埋立地も決して楽観できないことは明らかである。それどころか、上記の2011年に被災地した埋立地の沖合は、遠浅で比較的津波が減衰しやすい地形条件だったのに対して、沖縄島の埋立地沖合の海底は急斜面となっている個所が多い。つまり人工改変による津波耐性低下の影響は、既往の被災地よりも沖縄島のほうが深刻かも知れない。いずれにせよ、人工海岸が連なる地域では、少なくともかつてあった亜熱帯の恩恵が既に無いことを、今一度、厳格に評価して対策を講じる必要があるだろう。

また、前項でサンゴ礁の切れ目や河川・旧河道とそれに連なる海底谷などは、津波の導水路になることを指摘したが、これに準ずる人工地形も形成されている。すなわち裾礁を切削して築かれた航路や、埋立地の狭間に残された水路であり、それらはたいてい川の河口とつながっている。この新たに生まれた水みちの周辺は、人工改変以前には無かった災害リスクを生みだしている。さらに、こうした人工的水路の岸は、多くはコンクリート製で直線的

に整形されていることから、摩擦抵抗が小さく、津波や高潮等の遡上をより効果的に誘導する効果も疑われる。実際にその懸念が表面化しかけたこともある。2010年に南米チリ沖で発生したMw8.8の巨大地震で、再び遠地津波が日本にも到達した。しかし幸いにして、津波は1960年のものより弱く、被害も限定的であった。沖縄島でも中城湾岸の南城市安座真の検潮記録による最大波高は30cm、那覇でも同20cmであり(国土交通省 2010)、護岸された海岸沿いであれば陸へ浸水するようなレベルではなかった。ところが同じ中城湾岸の沖縄市泡瀬では道路が冠水し、中村(2010)の調査によれば遡上高は最大93cmに達していたことが明らかになった。図8に示したように、浸水地点は明らかに埋立地の狭間の水路奥に位置し、その人工的地形場が、大したことのない津波を、実害が生じる寸前まで増幅してしまった可能性が高い。このことは、「沖縄県津波被害想定調査」のもとで中城湾沿岸に想定される波高7mの大津波が来襲した場合は言うに及ばず、波高1mクラスの「並の」津波であっても、泡瀬一帯は避難必須のレベルまで浸水することを示唆する。同様のリスクは、前述した沖縄島各地の埋立地周辺にも存在し、なおかつそうした土地は住宅や各種産業用地として高密度に利用されていることから、防・減災を考慮する上で、特段の配慮が必要なはずである。具体的には、埋立地の狭間の水路奥やそれに連なる低地・河川沿いでは、波高1m未満の津波が予想される「津波注意報」が発表された場合でも、「津波警報」発表に準じた避難行動が求められる。そのことをハザードマップに明記し、住民や立地企業に周知徹底すべきであろう。

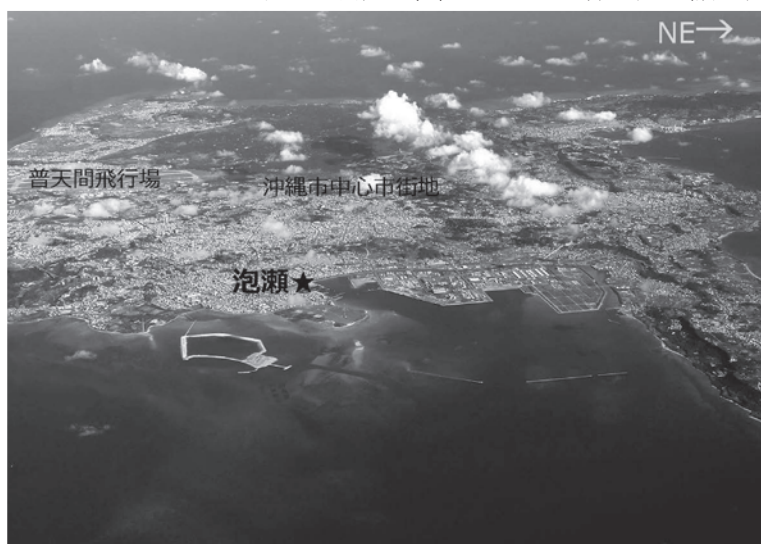


図8 沖縄島中部の景観と2010年チリ地震津波の浸水地点(★) 浸水した泡瀬地区は埋立地の狭間の人工的な入江の奥に位置する。

Fig. 8 The present geomorphic setting of central Okinawa Island, and Inundation area (★) in the 2010 Chilean earthquake tsunami. The area faces artificial inlet, which is surrounded by reclaimed lands

5 おわりに

本稿では、1960年チリ地震津波の遡上高や被害分布を指標に、中琉球において、質的な地圏環境である地形場・地形種の意味について検討した。その結果、次のようなことが確かめられた。

1960年当時、広く裾礁が分布していた地域では被害は比較的小さく、逆に裾礁の発達が発達が貧弱な地域に顕著な被害が集中した。このことは「巨大」ではない津波に対してであれば、サンゴ礁は減災効果の高い地形種であることを示す。逆に被害や遡上高の高さが目立ったのは、リアス海岸の湾奥やそれに類する地形場である。このこと自体は古くからよく知られているが、造礁サンゴが生育し得る環境であっても、先行する地形場が急峻な海底斜面からなるリアスの場合、サンゴ礁は発達しにくいいため、亜熱帯固有の津波減衰は期待できないことが明らかになった。また、局所的な異常浸水や内陸深く津波が遡上したような事例は、これも従来から知られている通り、先行する谷地形が海底から陸上へ連続しているような場に集中していた。沈水した先完新世の河道は、中琉球ではサンゴ礁や三角州堆積物に覆い隠されてしまった個所が多いと推定されるが、何らかの事由によりそれが残っている場合は、よ

り津波の被害を受けやすいので特に厳重な警戒が必要である。また基本的にサンゴ礁は摩擦抵抗によって津波の流体力を減じる効果があるが、地形的にエプロン礁が形成されている場合や、裾礁でもその末端部や顕著な水路を有する場合、その部分に津波のエネルギーが集中し、局所的に被害を増大させ得ることも判明した。一方、1960年チリ地震津波以降、中琉球でも特に沖縄島では、裾礁の多くを埋立地に改変した結果、亜熱帯固有の津波減災効果は、大幅に縮小されてしまった可能性が高い。また埋立地造成に伴って、新たに人工水路が形成されたことにより、その周辺や上流側へは、津波や高潮が集中・遡上しやすい条件が揃ってしまう結果を招いている。

現在、各自自治体で整備が進められている津波・高潮に対する防災体制や、その根拠となるハザードマップにおける危険度評価は、標高という地形量を主な指標としている。勿論これは沿岸部の浸水深に直結する重要な指標で、必要不可欠である。また「量」を基準とすることで、ある程度機械的に危険度を表示することができ、防災情報の精度や信用性を一定の水準に保つ効果もある。一方で、本稿で述べたように、同じ低地内の同じ標高の場所でも、地形種・地形場の違いによって被害の出方に差が生じる。それゆえ、防・減災体制を強化・効率化するために、地形種や地形場と言った環境の「質」の議論も加味していくことは、極めて意義深いと考える。今後は、本稿で提示した地形の質的吟味を、地域ごとにより詳細な具体的事例として示していきたいと考えている。

引用文献

- MOMOI, Takao (1963): The Thilean Tsunami of May 24, 1960 at Amami-Oshima. Bulletin of Earthquake Research Institute, vol. 41, p. 35-43
- 亜熱帯総合研究所(2002): 島嶼地域における危機管理に関する研究-沖縄における1960年チリ地震津波の証言と被害実態分析、86p.
- 大矢雅彦(1961): チリ地震津波と海岸地形(I) 国土地理院時報、No.26、p.6-13.
- 大矢雅彦(1962): チリ地震津波と海岸地形(II) 国土地理院時報、No.27、p.12-19.
- 海上保安庁(2001): 1:50,000 海底地形図「笠利崎」
- 海上保安庁(2002): 1:50,000 海底地形図「名瀬」
- 木村和雄(2008): 沖縄島とその周辺における傾動地塊の分布と特徴 季刊地理学、第60巻、p.165-166
- 国土交通省(2010): チリ地震による被害状況等について (第11報)、15p.
- 国土庁土地局(1974): 1:200,000 土地条件図「鹿児島県」
- 国土地理院(1961): チリ地震津波調査報告書-海岸地形とチリ地震津波、100p.
- 国土地理院地理調査部(1996): 地理調査50年のあゆみ. 国土地理院技術資料 No.339, 359p.
- 野上道男(1997): 南西諸島の地形区分図 日本の地形7「九州・南西諸島」東京大学出版会 巻頭口絵
- 府本禮司(1991): 沖縄県の土地の開発行為 日本のサンゴ礁地域1「熱い自然」古今書院、p. 283-299

参考URL

沖縄県津波被害想定調査（平成 25 年 3 月）の津波浸水予測図について

<http://www.pref.okinawa.jp/site/doboku/kaibo/kaigan/tsunami/index.html>

気象庁名瀬測候所 津波の記録

<http://www.jma-net.go.jp/naze/sigoto/kansoku/jisin/tunamihigai.html>

国土地理院土地条件図 http://www.gsi.go.jp/bousaichiri/lc_index.html

琉球大学理学部 中村衛研究室 チリ地震津波の沖縄本島での波高

http://seis.sci.u-ryukyu.ac.jp/hazard/recent_event/20100228/20100228.htm

（いずれも 2015 年 11 月 30 日閲覧確認）

Geomorphic hazard along coastal plains in Central Ryukyus (Amami Oh-shima and Okinawa Islands)

KIMURA, Kazuo

Department of Integrated Arts and Sciences

Abstract

This case study of the 1960 Chilean earthquake tsunami aims to show the relation between geomorphic characteristics and disaster intensity in Central Ryukyus, which are located in a sub-tropic island arc. The Amami Oh-shima Island is mainly surrounded by rias. Therefore, coastal plains such as Naze, Kominato, Sumiyo, Koniya are fragile for tsunami disasters. In northern part of Okinawa Island, submerged grabens form Taira Bay, Arime Bay, Oh-ura Bay, and offshore of Makiya and Nago areas. Geomorphic risk of those bays is similar to that of rias coast. Southern part of Okinawa Island was widely surrounded by fringing reefs in 1960. Those areas were less damaged by the tsunami in comparison with the above-mentioned regions. This shows that fringing reef is effective barrier for tsunami and similar coastal disasters. However, the highest tsunami in Central Ryukyus was also observed along a coast with coral reefs. In Kasari, which is north end of Amami Oh-shima, there are some apron reefs. The gap of apron reefs can concentrate tsunami energy, therefore, Kasari area was deeply inundated by the 1960 tsunami. Similarly, tsunami fluid concentrate to submerged valley. The wide inundation in Ishikawa of central Okinawa was caused by the effect of a submerged channel. During the last half-century, those coastal environments have been changed dramatically. Today, the most serious bottleneck for coastal disaster prevention is reclaimed lands. They have been eliminated fringing reefs, the guardian of costal life. They also produce tsunami-leading artificial channels.

keywords : geomorphic elements geomorphic setting tsunami seiche inundation

1970 年前後の USCAR 制作テレビ番組 — 『人・時・場所』と『テレビ・ウィークリー』の制作背景と テレビメディアを使った広報外交—

名嘉山リサ

総合科学科

要旨

戦後 27 年に及んだ「アメリカ世」と呼ばれるアメリカによる沖縄統治時代に行われた広報活動のなかに、映像メディアを使うという方法があった。それによって統治政策を沖縄住民に広く知らせ、理解を求め、統治を円滑に行うことを目指した。統治前半の 1940 年代から 1950 年代はニュース映画やドキュメンタリー映画などを入手・制作し、映画館や文化会館等での上映、あるいは巡回上映を行ったが、1960 年前後にテレビ放送が始まるとテレビ番組も制作するようになった。琉球列島米国民政府 (USCAR) はテレビの影響に期待し、電波を通して米民政府の政策や実績をお茶の間に届けることに投資したわけだが、1960 年代後半に沖縄返還が決まったのちも、次の目標を見据えその活動が止む事は無かった。本稿では 1960 年代後半以降の USCAR のテレビ番組制作に焦点を当て、広報局視聴覚課の任務や USCAR の広報戦略などを整理し、当時地元の民放二局で放映された番組の中から 3 本をモデルケースとして分析することで、その時期の USCAR 制作テレビ番組の実態を探る。

キーワード： 琉球列島米国民政府（略称：USCAR、米国民政府、米民政府、民政府）、広報局視聴覚課、アメリカ統治下、テレビメディア、沖縄返還

はじめに：アメリカ統治下沖縄での映画・映像を使った広報外交

戦後沖縄を統治した琉球列島米国民政府は、1945 年 3 月 26 日に米軍が慶良間諸島に上陸し、ニミッツ布告が発令されたころに設置され、1950 年 12 月 15 日には琉球列島米国民政府 (United States Civil Administration of the Ryukyu Islands, USCAR) へ移行した。沖縄を長期間統治するにあたり、従来の軍政では住民の理解を得難いということで民政に切り替えられたが、軍政から民政に移行しても管轄したのは軍部であり、1950 年 6 月に朝鮮戦争が勃発したことなどで、実質的には軍事目的が最優先された。つまり、軍政から民政への移行は形式的なもので、軍事的占領政策を妨げない限りにおいて、民主主義が実現されるという矛盾した構造になっていた。

そのような情勢下でアメリカが沖縄を無期限で統治することになり、地元住民に対して占領の意義を理解させ統治を円滑に行うための広報政策が構築された。広報活動の手段には出版物の発行、展示会の開催、ラジオ放送など様々な方法があるが、アメリカは統治開始当初の軍政府の時代から、映像による広報活動にも力を入れた。1940 年代から 50 年代には、教育映画の巡回上映や、文化センター、映画館等でも教育映画、ニュース映画を上映し、住民を楽しませるだけでなく民主主義やアメリカの価値観などについて「教育」しようと試みた。¹ 映画が唯一の娯楽といわれていた時代に、娯楽としてアメリカの価値観や功績などを無意識のうちに学ばされたといえる。また、当時、演劇映画放送監督官だった川平朝申によると、米民政府は 1951 年早々に 35 ミリの撮影カメラを入手し、同年 2 月に行われた琉球大学開学式典などを撮影し、4 月には『琉球ニュース』として沖縄が復興する様子を内外に情報発信した (川平「映画」217、「明るい」2)。

1960 年前後にテレビ放送が始まると広報活動の場がテレビにも広がった。後述する番組が放映された沖縄の民放二局、沖縄テレビと琉球放送はそれぞれ 1959 年 11 月 1 日、1960 年 6 月 1 日に開局したが、

民政府はテレビ開局と同時に番組を制作し定期的に放映した。1965年から広報局長を務めたジョセフ・エヴァンスは、テレビが登場した際、沖縄で最も効果的なメディアだと大いに期待していたが、その理由を、「人々は雑誌を読まないし、報道で〔アメリカに〕有利な事実を公表することを保証するのは不可能であるから」としている（Binnendijk 70）。⁴このコメントから、広報局の活動の中で、出版物の発行よりも、字を読まなくても、あるいは字が読めなくても理解でき、より広範囲に情報を伝達できるテレビ番組の放映に期待が寄せられていたことが分かる。

アメリカ統治時代に米民政府が制作したテレビ番組に関して、辻村・大田、宮城、川平、Binnendijkなどの放送や言論関係の著作の中で言及はされているものの、その映像の内容に踏み込んで分析を行った先行研究は見当たらない。²吉本秀子著『米国の沖縄占領と情報政策—軍事主義の矛盾とカモフラージュ』では、米民政府広報局の全体像が明らかにされ、視聴覚課についても広報局情報部の一部門として詳細に記されているが、番組の細かい内容は分析対象としていない。本稿では先行研究をベースにしつつ、近年筆者が米国国立公文書館で入手したナレーション原稿をもとに「復元」したUSCAR制作テレビ番組を分析し、1970年前後における番組の制作意図や背景を考察する。

1. USCAR 広報局と視聴覚課の任務

本論で扱うテレビ番組を制作したのが米民政府広報局の視聴覚課で、広報局はアメリカが沖縄で行っている政策について、住民に理解させ支持を得るため、広報・広聴活動を行う部署であった。民主主義の原則、共産主義の弊害、アメリカの価値観などを住民に伝え、世界情勢の中で琉球が置かれている位置やアメリカの役割などを理解させることを目指した。その役割を担う部署は軍政府から民政府に移行したのち、幾度か組織改編が行われた。米民政府が設置された翌年の1951年には軍政府時代に設置された民間情報教育局（CIE）が再編され、メディアを通じた広聴広報活動にシフトする（吉本 253）。その5年後の1956年には民間情報局の情報部が教育部から独立し渉外報道局になり、翌年の1957年に調査・分析部が設置され、情報部と調査・分析部が広報局として再編された（吉本 260）。³1970年前後の広報局は、局長の下に、情報部、調査・分析部、文化事業部の3つの部局があり、情報部は米国の政策についての情報を住民に知らせること、評価・分析部は地元の世論や政治動向などについての情報を収集すること、文化事業部は地元との文化交流を促進することを任務とし、具体的にはプレスリリースの発行、『今日の琉球』『守礼の光』などの出版物の発行、ラジオ、テレビ番組の制作、地元ニュースの翻訳、人名録の作成、琉米文化会館の運営などを行った。視聴覚課は情報部の一部門として位置づけられていた。

視聴覚課の任務としては、地元のラジオ、テレビを通じ、米国の政策について理解を深めるための番組制作と放映、アメリカや国際情勢、琉球内の発展を説明するための商業用・非商業用映画フィルムの入手、配布と上映、録音スタジオ等の管理、展示会の実施、地元視聴覚メディアとの連携や指導、陸軍第7心理部隊や極東放送との連携などがあげられる（山端、吉本 280）。広報局の実務部隊は現地採用の職員だったが、統括するのはアメリカ人、特に日本語のわかる二世などで、1970年頃の視聴覚課の課長職をフランク・タナベやサミュエル・キタムラが務めた。⁵

2. 沖縄返還合意後の広報戦略

以上のような使命を負い広報局は活動していたが、再編されてから10年もたない1965年頃に政策立案者らが沖縄返還を考え始めるようになり、それに伴い広報戦略も大幅な変更を余儀なくされ、それまでのメディア規制がなくなった（Binnendijk 70）。60年代後半に正式に情勢が変わり、1967年11月の佐藤・ジョンソン会談で3年以内に沖縄を返還するとの声明が出されたあと、1969年11月21日の佐藤・ニクソン会談における共同声明で1972年に返還ということが宣言された。しかし、USCAR全体の予算が減るなか、テレビ番組の制作は続き、広報活動が縮小することはなかった。というのも、沖縄返還合意後、広報局は沖縄の人々を返還に向けて心理的に準備させるという心理作戦を開始したからである（吉本 328-29）。1970年には心理作戦を修正した「高等弁務官府の民事情報プログラム」が作られ、

広報局と第7心理部隊の関係が強化された。高等弁務官室と広報局長のジョセフ・エヴァンスの間で交わされた機密文書で、エヴァンスはこの修正項目のいくつかに反対意見を述べている。まず、USCARの広報局は、いかなる状況下でも日本本土と沖縄の「家族喧嘩」の中に割って入るべきではないと考えており、「沖縄の人がアメリカを、日本と沖縄間の問題に関する仲介役とみる傾向にあることを認める」という項目について、そのような態度を少しでも助長することはアメリカを不利な立場に追い込むことになるため、そのくぐりは削除すべきだと述べている (Evans)。つまり、アメリカが仲介役になってしまうと、日本本土あるいは沖縄のどちらかがアメリカの支持を公表して自らの立ち位置を有利にしようとする可能性があるかと懸念している (Evans)。もし、アメリカが沖縄側について問題解決をしようとしたと受け取られれば、日本から不信を買ひ、その問題の解決や、ひいては日米関係にも悪影響が出かねないかと懸念したと思われる。

さらにエヴァンスは、以下に引用する、高等弁務官府の民事情報プログラムで推奨された心理作戦の二項目 (e と f) に関しても反対意見を述べている。

- a. アメリカと日本政府で合意した復帰の条件に関して、沖縄の人々を心理的に準備させる。
- b. 復帰への準備の過程で生じる問題について率直に精査するが、それらの問題はすべてうまく解決される見込みがあることを強調する。
- c. 沖縄人に、琉球に基地やアメリカ軍が存続することによる有形、無形の恩恵について知らせる。
- d. 沖縄の人々に、アメリカがこれまで沖縄の経済を発展させ人々の生活を向上させたこと、またこれからもその努力を続けることについてはっきり理解させ評価させるようにする。
- e. 沖縄人自らの文化的遺産への誇りを高め、アメリカの学者や第三者による沖縄文化への高い評価を強調する。
- f. アメリカが効率的で実効性のある地域行政を促進し支援するために尽力していることに対し、沖縄の人々の意識を高める。それは、民主主義の原則に基づき、健全な財政制度に支えられ発展した社会によって実現したものである。
- g. 共産主義が理論的に間違っており、実践としても悪で、沖縄や日本国内の安全や人々の伝統的な生活様式への脅威であることを沖縄の人々に納得させる。
- h. 個々の沖縄人とアメリカ人、特に軍人との間のフレンドシップや理解、互いに認め合う態度を奨励する。
- i. アメリカの社会や制度、アメリカの人々や生活様式への好ましいイメージを発信する。
- j. アメリカが世界平和や正義、自由、進歩を象徴していることや、いかなる形態の全体主義をも敵とみなすが、それ以外の人々・社会・文化システムに深い敬意を払っていることを示すことで、アメリカの好ましいイメージを国際的に発信する。
- k. 世界史の中でも特異な、二つの異なる文化間の関係である日米間パートナーシップが世界の平和や繁栄にとって重要であることを沖縄の人々に納得させる。(7th)

エヴァンスは上記の e と f に関して、それらを公然と宣伝すると、日本側から、日本のみに関わる国内問題にアメリカが干渉していると非難されかねないので、削除するかあるいは優先順位を最も低くすべきとしている。上記の具体的な項目の記述のあとに、これらの目的達成のため、メディアを最大限利用することが望ましい、視覚メディア、ラジオメディアのほか、第7心理部隊が視聴覚チームを雇用する、⁶ 高等弁務官の民間情報プログラム支援のための視聴覚資料をさらに制作するなどの記述が続くが、それらに関しては特に反対意見は述べていない。いずれにせよ、エヴァンスの要請文から、広報局が沖縄返還を目前にし、米国のアジア政策で重要な役割を果たす「日本本土」をかなり意識していたことがうかがえる。

翌1971年には、米民政府、政治顧問、在沖米軍情報将校による「広報行動委員会」が結成され、自衛隊に対する心理的準備、日米関係強化の有益性についての宣伝が行われた (吉本 329)。その年の広報局の政策に関する提案書から、米民政府、米国政府機関、在沖米軍の関係が強化されていることがうかがえる。その提案書によると、1971会計年度に、合衆国情報サービス (USIS) から広報局に対して、予期せぬ2万ドルの財政援助があったという記述があり、その使い道について細かい指示がある (“Public” 2)。その中のテレビ・ラジオに関するものに、テレビ番組のスタジオを改善するというものがあり、

より良いスタジオセットにすることで、広報局の番組に、よりプロフェッショナルな雰囲気を出すことが出来るという理由付けがされている(“Public” 9)。また、ゲストスピーカーにギャラを払うことでより良い才能を発見できるので、他局でその人がいくらもらっているかを参考にし、一人一番組につき10ドルあるいは30ドルを支払うとしているが、これはすでに別契約をしているアナウンサーを除く、大学教授、エコノミスト、ジャーナリストなど招待されて番組に出演する人々を指し、これらに必要な予算が1000ドルと推定されている(“Public” 9)。当時、スタジオを使う生番組は地元のテレビ局で行われていたため、そちらに資金を投入したと思われる。

さらに、提案書は広報局長と第7心理部隊が非公式に話し合い、1972会計年度には、第7心理部隊が放映料や人件費を出資する意思と能力があることを示している(“Public” 9)。広報局のラジオやテレビ番組は、USCARの段階的廃止に関わらず、できるだけ長く続けるべきだとし、復帰までは番組の形態やスポンサーは変えずに、第7心理部隊が放映料や人件費を出資することとしている(“Public” 9)。その時点でのラジオとテレビの番組制作予算は年41,748ドルであった(“Public” 9)。

USCAR制作テレビ番組は常に「提供は民政府です」というナレーションあるいはテロップが入っていたようだが、「番組の形態やスポンサーを変えずに」作り続けていたということは、出資元が軍の第7心理部隊であるということは明かされていないということになり「非公然作戦」⁷の形態をとっていたといえる。この計画書の最後は、次のように締めくくられている。

今後、琉球列島における大規模なアメリカのプレゼンスが無期限に続くことが予想される。復帰やUSCARの解体はある程度影響があるかもしれないが、アメリカのプレゼンスへの了承と支持を得るための、現在の広報局のプログラムへのニーズが減ることはない。現在の軍とコミュニティーに関するプログラムは引き続き必要であり、広報局が復帰に向けての計画書で示したように、情報コーディネーターのもと、軍のそれぞれの広報部が協力して取り組む必要がある。この組織を整えるにあたり、USCAR広報局スタッフの豊富な経験を生かすことができる。復帰前後の混乱を避けるため、復帰前に体制を整えるべきである。(“Public” 12)

この文書から、沖縄に無期限に軍事基地を置くために、復帰前の広報政策が重視されていたことがわかる。米国国立公文書館所蔵の視聴覚課制作テレビ番組はこの時期のものが多いのは、沖縄返還が決まり、映像や資料などの保存を意識したためなのか、その理由は定かではないが、復帰直前の番組制作の背景にはこのような心理作戦の変更があった。沖縄返還にあたり、民政府、米国政府機関、米軍が協力し、未来に向けて広報戦略を練っていたことがわかる。

3. USCAR 制作テレビ番組とその復元

では、USCARは実際にどのようなテレビ番組を制作し、どのように放映していたのか。アメリカが沖縄で行っていた政策について、住民に理解させ支持を得ることが広報局の任務の核となるものであったため、番組の内容も、米民政府主催の文化イベント、公共事業、慈善事業、高等弁務官の各地訪問というようなテーマを扱っていた。1967～1968年の『琉球列島の民政』⁸によると、この時期の番組は引き続き、アメリカが沖縄に駐留することによる直接的な経済、文化、社会発展への貢献、琉米親善と相互協力の例、アジアの自由国家の庇護者としてのアメリカの琉球における役割、アメリカの世界における良いイメージを促進する活動を強調するものとなっている(Civil, 16, 210)。1969～1970年の報告によると、すべての番組で、アメリカの琉球での貢献や、地域や世界の最近の話題を事実に基づき情報量豊かに伝えていることを強調している(Civil, 18, 241)。上述したように、現存する米国国立公文書館所蔵の当時のテレビ番組用のフィルムは1970年前後のものが多いが、その主なトピックは、「①米国民政府主催の読書週間、青少年科学の日、琉米文化会館での活動等の文化事業、②愛楽園や愛隣園などの施設、③赤い羽根募金・福祉事業に関わる琉球・米国人の活動、④道路・橋の工事現場、⑤水道・下水道・電力施設の建設現場、またはその落成式、⑥離島紹介、⑦高等弁務官の沖縄各地訪問、⑧米軍の琉球住民への奉仕活動や援助活動、⑨米国への留学制度など」(山端)とされている。

広報局視聴覚課は一週間にテレビ番組 2 本、ラジオ番組 5~7 本を放送しており、それ以外にも年に何本かテレビの特別番組を放映した。⁹ 地元放送局が興味のあるトピックだった場合、放送枠を寄付してもらえることもあった (Civil, 15, 241)。¹⁰ 琉米ガールスカウト活動のように、重要と考えられた番組の中には、アメリカで放映するためにネガが貸し出されたこともあった (Civil, 16, 210)。¹¹ いずれにせよ、ほぼ毎日、何かしらの USCAR 制作番組が電波に乗っていた。

沖縄テレビと琉球放送の放送枠を買い取り放映された番組名がそれぞれ『人・時・場所』、『テレビ・ウィークリー』で、『人・時・場所』は 1959 年 11 月 13 日から 1972 年 5 月 9 日まで約 12 年半、『テレビ・ウィークリー』は 1960 年 6 月 7 日から 1972 年 5 月 8 日まで約 12 年続いた。¹² 時期やその時々々の状況により変更することもあったようだが、¹³ 放送時間はいわゆるゴールデンタイムで、1969 年から 1970 年頃の番組の放送時間は『人・時・場所』が火曜の 18:00 から 18:30 (30 分)、『テレビ・ウィークリー』が月曜の 18:15 から 18:30 (15 分) であった (Civil, 18, 242)。1967 年の沖縄テレビの放映料は、一番高い 18 時から 23 時までの時間帯で 30 分につき 333.33 ドル (12 万円)、番組挿入のアナウンスメントは 1 分につき 69.44 ドル (25,000 円) だった (『沖縄』196)。1969 年になると同時間帯 30 分の放映料が 695 ドル (25 万円) になる (『沖縄』197)。¹⁴ 回数割引もあったようだが、30 分番組を毎週制作・放映するにはかなりの資金が必要であったことが分かる。1968 年頃にはラジオやテレビの放映料が上がったことによる財政難や、民放や公共放送での優秀な人員の獲得競争による慢性的な人手不足も指摘されている (Civil, 16, 210)。

1968 年 7 月から 1969 年 6 月までに制作された 52 本の『テレビ・ウィークリー』のうち、39 本は視聴覚課により制作されたが、13 本 (25%) は USIS 製の『科学時報』であった (Civil, 17, 209)。視聴覚課制作 39 本のトピックの内訳は、経済活動・公共事業 19.2%、文化イベント等 19.2%、医療・教育・福祉関連が 13.4%、高等弁務官・民政官の活動 11.5%、最近の話題 11.5% となっている (Civil, 17, 209)。一方の『人・時・場所』に関しては、28 本がスタジオでのインタビュー番組で、12 本がフィルムで録画した番組となっており、7 本が USIS 制、5 本が視聴覚課制であった (Civil, 17, 210)。全体の割合の内訳は、琉米親善 20%、USIS 制作 17.5%、公共事業 15%、農・産・観光業 15%、教育・福祉 12.5%、高等弁務官・民政官の活動 10%、公共インフラ 10% となっている (Civil, 17, 210)。

沖縄テレビと琉球放送の調査によると、これらの USCAR 番組の視聴率は 8~17% で、それほど影響力はなかったとの報告もあるが (Binnendijk 70)、¹⁵ 1970 年頃は一般家庭でテレビが普及していたことから、意識して観たか否かにかかわらず、あるいは目に見えた影響力があったかどうかに関わらず、これらの番組を目にしたことのある人は少なからずいたと考えられる。¹⁶ 例えば、USCAR によると、1969 年 6 月 30 日現在の全琉のテレビ所有数は 168,940 台 (うち 5,048 はカラーテレビ) であった (Civil, 17, 217)。また、琉球政府が 1969 年に全市町村から 400 人を抽出して行った広聴によると、テレビ普及率は 88% であった (「庶務」10)。また、琉球政府がこのころ琉球放送や沖縄テレビで放映した『政府の窓』のうち、沖縄テレビ放送分は毎月第 4 火曜日の午後 6 時 30 分から 7 時までで、なぜか『人・時・場所』の放送時間と同時間帯であった。『政府の窓』という番組があるのを知っていたのは全体の 7 割で、その中でいつも見ている人が 11%、時々見ている人が 72% で、8 割以上であった (「庶務」11)。¹⁷ USCAR 制作番組に関する統計ではないものの、USCAR 制作のテレビ番組がどの程度見られていたかを知るうえで参考になる統計である。

当時、番組は視聴覚課の職員が 16 ミリフィルムで撮影・編集し、音声は別で録音・編集し、それらをナレーション原稿とともにテレビ局に持って行き、放送時間になるとテレビ局の職員がその場で映像、音声、音楽を流すという作業を行っていた。¹⁸ ナレーションも放送時に手が空いていたアナウンサーが生で読んだという。実際、ある原稿にクリップで止められていたメモには、「このフィルムはネガフィルムで直接映写はできません。ただし TV 放送局から放映することは出来ます」と記されている。民政府でフィルムを編集してナレーション原稿に Q タイムなどを書き込み、放映は放送局職員が中心となっていたようだが、視聴覚課の職員も立ち合い、指示だし等を行っていた。¹⁹ メモの後半部分には、「Q タイムが違っています。フィートを出して Q タイムを新たに設定してください。BGM はフィルムの絵と同時にスタートすれば、絵とノイズに合致するはずですよ」と書かれており、当時のテレビ番組が、テレビ放送局でどのように放送されていたかがうかがえる。

そのような状況だったため、USCAR 制作のフィルムはほとんどが無声で、放送時の完全な状態で残っている番組はほぼない。²⁰しかし、近年筆者が米国国立公文書館で調査したところ、原稿が 12 作品分所蔵されていたことが分かった(表 1)。ナレーション、音楽、インタビュー等が入った音声テープも 4 点ほど入手できたため、元放送局職員の方々の協力を得て、三作を「復元」し、2015 年 11 月 21 日に沖縄県公文書館で行った公文書活用講座で上映した。復元を担当した元琉球放送の新里勝彦氏は、当時の音楽を使い、映像がない部分は音楽はかぶせるが映像はないままで、テロップを追加し、なるべく当時の雰囲気を残すようにしたという。以下で、今回復元された作品(表 1 の 1、2、7)を分析する。

	シリーズ名	サブタイトル	放映年月日	制作担当	原稿の種類	枚数	音声
1	テレビ・ウィークリー	新しく設けられた手芸品販売店	1967年12月14日	森下有	ナレーション	22	○
2	テレビ・ウィークリー	アメリカ人による年末助け合い	1967年12月28日	森下有、上州智彦	ナレーション	13	×
3	テレビ・ウィークリー	発展する伸鉄業	1968年5月9日	(森下有)*1	ナレーション	10	×
4	テレビ・ウィークリー	最近の話題から	1969年6月2日	(森下有)	カット表	3	×
5	人・時・場所	平安座島の近況	1969年8月12日	(伊波光正)	カット表	4	×
6	特別番組	第29陸軍バンド演奏会と第6回中学・高校行進バンドコンテスト	1969年11月28日	伊波光正	ナレーション、カット表	9.3	×
7	人・時・場所	日本の文化を学ぶアメリカの子供達/文化クラス	1970年3月24日	伊波光正(S)上州智彦(G)*2	ナレーション	22	×
8	特別番組	親善の掛け橋(第29陸軍バンド)	1970年5月15日	伊波光正	進行表	2	△*3
9	人・時・場所	第4回内職手工芸展示即売会について	1970年6月2日	(森下有)	進行表	2	×
10	人・時・場所	交通安全のあり方	1971年4月6日	(伊波光正)	ナレーション、カット表	20.4	○
11	特別番組	久米島*4	1971年6月18日	(伊波光正、森下有、?)	ナレーション	23	△*5
12	テレビ・ウィークリー	琉球学生米高校一日入学	?	(伊波光正)	ナレーション	7(10)*6	×

*1 カッコつきは原稿の筆跡から判定 *2 S=スクリプト、C=カメラ *3 演奏会の録音のみ *4 提供は琉球電力公社
*5 スピーチ・インタビュー音声のみ *6 1~3 頁は欠落

表 1 米国国立公文書館所蔵米民政府制作テレビ番組原稿(筆者収集分、2015年12月現在)

3.1 『テレビ・ウィークリー—新しく設けられた手芸品販売店』(1967年12月14日放映)

本番組は現存する原稿の中で一番古く、音声テープも残っており、ナレーション、²¹インタビュー音声と音楽が録音されていた。初めのほうにコマーシャルの音源も入っていたため、放送時に放送局で番組開始直前から録音をしたものと考えられ、米国国立公文書館に現存する数少ない音声テープの一つである。前述したように、番組はテレビ局で生で放送していたが、なぜこの番組の音声が残っているのか、はっきりとした理由はわからない。²²制作担当は森下有^{たもつ}、放映日は1967年12月14日となっている。

番組は、1967年10月24日に、広報局の文化事業部管轄の那覇琉米文化会館1階ロビーに設けられた、内職手芸品販売店を扱っている。主催者は、琉米文化会館婦人協議会で、同会「会長の翁長君代さんと、アメリカ婦人協議会会長、グレイス・ブラウンさんの手でテープが切られ、ここに新しく沖縄の内職手工業販売店が生まれたわけです」というナレーションが入る。(しかしその映像は欠落している。²³)琉米婦人協議会は、「那覇琉米文化会館が行う活動をより有意義なものにするために協力する組織」で、1966年9月に組織改編を経て設立された(向井26)。

続いて、内職手工業の販路の拡張を促すという、この販売店が生まれた背景や目的の説明があり、「ごらんのようにショー・ウィンドーには、ぬいぐるみの人形や、毛糸、レースの編み物、アクセサリやバッグ等の家庭的な楽しい雰囲気の手づくりの手芸品をはじめ、地方色豊かな民芸品がどっさり並べられており・・・」というナレーションが入る。並べられたバッグの隣に小さめのシーサーが二体ちょこんと並べられているショットがあり、また、ショーケースの中にはあんがまのお面や、後ろの棚には泡盛を入れるカラカラも並べられている。しかし「地方色豊かな民芸品」よりも「手作りの手芸品」のほうが数が多いように見える。タイトルやのちに映される女性グループの映像からも分かるように、手芸品の販売が目的で、民芸品はおそらくアメリカ人や観光客向けのおまけ商品だと思われる。映されている客もアメリカ人ではなく地元の女性である。この手芸品販売店の主たる客はアメリカ人女性で、帰国するアメリカ人であったとの証言があるようだが(向井27)、本番組を見る限りでは、アメリカの客は映されてはならず、ナレーションでも「時には外人や観光客も来る」と述べられているため、実際はどうだったのか検証が必要かと思われる。いずれにせよ、週一回の営業にもかかわらず販売売上成績は平均50ドル以上と良かったようだ。

次に、琉米文化会館を離れ、沖縄に30組以上ある婦人内職グループの一つ、たちばな会ともう一つのグループの家庭婦人たちが手芸をする様子が映される。「女性がとかく、家庭にとじこめられがちな

私たちの社会では、こうしたグループ活動は、家庭の主婦の、生活・文化・その他あらゆる知識の交流の場となっているようで、それだけでも意義があると云へますが、しかし、その反面、技術の向上、販路の拡張と云った問題も、このような内職をしようとするご婦人たちには、共通した大きな問題であると云へましょう」という説明がなされ、手芸品コーナー開設の功績をたたえつつ、課題についても触れている。琉米文化会館婦人協議会は在沖アメリカ人婦人クラブとの結びつきが強かったようで、双方の会員は、お互いの家庭を訪問し合い学び合ったというが(向井 27)、この点についてはこの番組では直接的には触れられていない。

次の部分では、琉米婦人協議会が行っていた内職指導に話題が移り、那覇琉米文化会館で開かれた和裁教室が紹介されている。その卒業式がハーバービュークラブで行われ、来賓として、カーペンター民政官夫人が祝辞を述べている。そして、和裁教室指導者の仲松ハル氏のあいさつが続く。このようなアメリカや沖縄の要人の挨拶は USCAR 制作番組でよくみられる場面の一つである。要所要所で登場するアメリカ人は、内職の域を出ないにせよ、女性を経済的にいくらか自立させることにアメリカが一役買っていたということをほのめかす役割を担っている。この場面は仲松氏のあいさつの途中で切れ、ナレーション原稿二枚分は映像も音声も残っていないようだが、原稿の最後には、「この卒業式は、一方には、内職の P・R・をかねたものであったとも云へます」という記述があり、女性の内職が宣伝されているイベントを、民政府の広報番組がさらに宣伝するというような二重構造がみえる。「視聴覚アウトプットは米琉の他の政府・社会機関の協力体制があつてこそ実現可能」という民政府の公式見解があるが(Civil, 16, 210)、本番組や他の USCAR 制作番組はまさに琉米婦人協議会やアメリカの婦人クラブなどの活動があつてこそ実現したともいえる。さらに、このようなイベントを撮影するだけでなく、インタビューを撮り、編集をし、ナレーションをつけることで、二倍以上の効果を狙ったといえる。

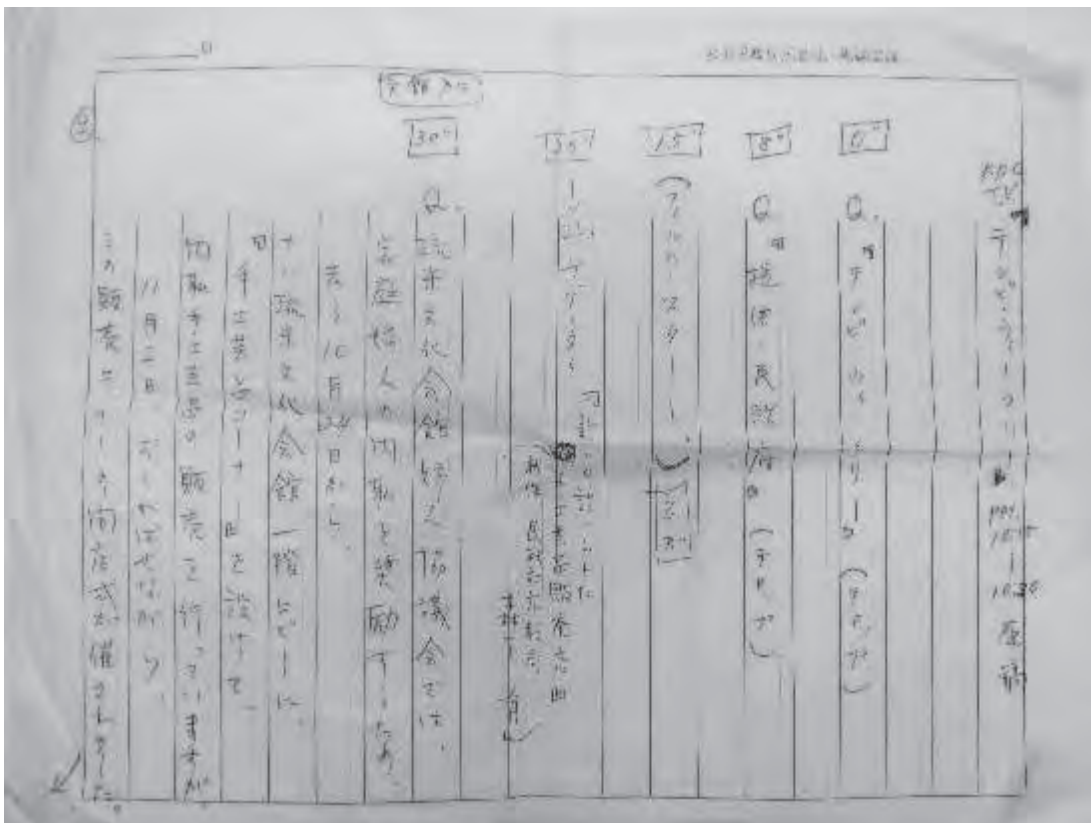


図 1 『新しく設けられた手芸品販売店』のナレーション原稿。上部に「米国民政府広報局、視聴覚課」と印刷されており、ナレーション原稿は基本的にすべてこの視聴覚課特製の用紙に手書きで書かれていた。その下の余白部分には秒数が書かれており、Qの文字も見える。

3.2 『テレビ・ウィークリー—アメリカ人による年末助け合い』（1967年12月28日放映）²⁴

本作と『人・時・場所—日本の文化を学ぶアメリカの子供達』は『新しく設けられた手芸品販売店』を参考に、無声の映像にナレーションを新たに録音して映像に合わせ、音楽とテロップを付け加え復元したものである。インタビューの音声はないものの、ナレーション原稿がすべてそろっており、映像も比較的完全な状態であり、上映に適していると思われたため復元対象とした。制作担当は森下有、上洲智度^{ちげん}で、放映日が1967年12月28日となっている。『手芸品販売店』が沖縄の婦人協議会主導だったこともあり、アメリカの存在はさほど表立っていなかったが、『アメリカ人による年末助け合い』はその名の通りアメリカ人、そしてまたアメリカの婦人クラブのメンバーや、軍の隊員が登場する。アメリカの善意による慈善事業のありさまを体現するような内容になっている。

琉米福祉協議会が10年前（1957年）から行ってきた貧しい人たちのための年末助け合い運動に、アメリカの婦人クラブなど7団体が参加することになったということがまず説明される。琉米福祉協議会については番組の中盤あたりで、一行が宮古行きの飛行機に乗っている場面で説明されるのだが、「沖縄に於ける福祉事業の改善と増進をはかるために、民政府公衆衛生福祉局が世話役となって、1952年に設立されたもの」で、福祉事業に関心があればだれでも参加できる会とされている。ナレーションではっきりと、米民政府の事業がアピールされている。

番組はこの琉米福祉協議会が年末助け合い運動について計画しているところから始まる。この年に運動に参加した団体が、「フォート・バクナー将校婦人クラブ、民政府婦人クラブ、在留軍人婦人クラブ、カデナ将校婦人クラブ、ナハ将校婦人クラブ、フォート・バクナー下士官婦人クラブ、世界キリスト教団体」の7つと紹介されている。いかに多くの婦人クラブが存在していたかが垣間見える。また、会合のあとに贈り物を買う場面があり、いずれもアメリカの婦人クラブのメンバーと沖縄の人々が共に活動しているところが映されており、琉米が協力して活動していることが示されている。

たくさんの贈り物が用意された様子が映し出されたあと、名護地区を皮切りに全琉への配布がはじめられたと説明されるが、名護の映像はなく、コザで贈り物を受け渡すところから始まる。福祉事務所を訪問し、フード・バスケット100個を手渡す。それから市内の保育所を2か所訪れ、サンタクロースのように子供達にプレゼントを配り、遊戯を披露される。午後は那覇へ移動し、ここでもまた福祉事務所で100個のフード・バスケットを贈呈し、今度は老人施設を訪れ、老婦人たちに贈り物が届けられる。「ここでは年中行事の一つになっており、老人たちも、12月になると、この婦人たちのおとずれを心待ちにしている」という説明が入り、贈り物をもってうれしそうな老人たちの笑顔が映し出される。場所が変わるたびに車で移動している映像が挿入されており、ロードムービーのように沖縄本島を縦断する様子が映し出され、与える人、与えられる人の対比が鮮明に映し出されている。

贈り物の配布は本島内でだけでなく離島まで続き、一行は宮古・八重山まで行く。そこでもまず福祉事務所でフード・バスケットを贈呈し、保育所や老人施設を回る。本島の場合とは違い、宮古上布を見学するなど、宮古の文化や伝統の理解に努めているということが語られ、琉米親善の精神が強調されている。その後、石垣にある八重山琉米文化会館でフード・バスケットの贈呈式が行われる。最後にナレーションは「このアメリカ婦人たちの善意と努力には、おおいに学ぶべき人間性の尊さが伺われるものと云へましょう」と締めくくり、婦人クラブの活動を称えている。

年末助け合い運動はこれで終わりではなく、次に別の活動が紹介される。今度は第二兵站部隊によるクリスマス・パーティーで、浦添と那覇で老人や生活困窮家族向けに催したイベントである。浦添では128人、那覇では1500人も招待されたとし、米軍の気前の良さが紹介されている。いずれの場合も、クリスマスの時期に、キリスト教精神に基づくアメリカの価値観や琉米親善が宣伝されている。このイベント・番組の場合も、イベント自体がアメリカの良いイメージを植え付け宣伝するもので、それを番組にして電波に乗せることでさらなる宣伝効果をねらうという二重構造がみられる。贈り物を受け取り感謝する姿や感謝の言葉が繰り返され、贈り手と貰い手の双方が満足げに喜ぶ、善意のリレーのようなイベントは、番組の題材としてうってつけだったといえよう。所々に入るナレーションからの情報やコメントは、それを補強し、新たな解釈や意味を加える重要な役割を果たしている。

3.3 『人・時・場所—日本の文化を学ぶアメリカの子供達』 (1970年3月24日放映)²⁵

『人・時・場所』は『テレビ・ウィークリー』の倍の30分番組で、『日本の文化を学ぶアメリカの子供達』は特に、原稿の情報量が多い。²⁶ 実際のサブタイトルは『日本の文化を学ぶアメリカの子供たち』だが、カット表やフィルム缶に残っていたメモあるいはフィルム缶には「文化クラス」または「カルチャークラス」と書かれており、便宜上そのタイトルで通っていたようである。撮影は上洲智度、スクリプトは伊波光正で、放映日は1970年3月24日だった。この番組は前述の『テレビ・ウィークリー』とは出だしの作り方が少し違うようである。「人・時・場所、提供は民政府です」というテロップあるいはナレーションの後、ズケラン小学校の映像と「遠く故郷を離れて極東の安全と平和を維持するため多くのアメリカ人軍属とその家族が沖縄に駐屯しています」というナレーションで始まる。番組の出だしで、はっきりと「米軍(米人)が駐留している理由」が宣伝されている。しかしこの部分の原稿の上部余白に、あとから鉛筆で「急ぐ」と書き込まれており興味深い。米人学校やアメリカの教育制度についての説明が続き、どの学校でも週に一時間から二時間、必修科目として「日本文化」という授業があると説明される。アメリカの子供たちがラジオ体操をする映像も挿入されている。必修科目にするほど、また、日本の国民的体操を習得するほど、アメリカは日本のことを一生懸命学び、日本文化を理解しようと努めているというアピールとなっている。このような前置きの後、サブタイトルの『日本の文化を学ぶアメリカの子供達』の字幕スーパーや、「制作 民政府広報局、撮影 上洲智度、スクリプト 伊波光正」というスーパーが挿入され番組が始まる。

まず、ズケラン小学校での比嘉フミさんのソロバンの授業についての説明がある。(映像は欠落している。) コンピュータ時代にソロバンを学ぶ意義は、往時の日本文化の一端を理解することとし、算数というよりも日本文化の一部として位置づけられている。次に比嘉勇哲先生の書道の授業が紹介され、生徒たちが一生懸命硯で墨を磨る姿が映し出される。(ここでも映像は最初の数秒以外は欠落している。) ナレーションでは「日本の伝統的芸術文化の一つとして広く海外の人気を集めてい」と説明される。次に紹介されるのが音楽の授業で、子供たちがリコーダーを吹いている映像が流れる。「日本文化の科目に・・・」、「仲本美枝子先生の指導で特に、日本の音楽について学」ぶと、日本を強調するような記述があり、沖縄の音楽ではないということがほのめかされているといえる。

ここで再び比嘉フミ先生が登場し、「日本文化を学ぶ上で」最も大切な日本語の授業が紹介される。フラッシュカードを使い、初歩的なあいさつや謝罪の仕方、身近な物事を教えているが、各学年ごとにカリキュラムを作って指導しているという説明がなされ、日本語教育に力を入れていることが強調されている。このクラスで習った日本語は他の日本文化のクラスで生かされているということで、他の科目の基礎となっていることもわかる。その次に紹介されるのが「お作法の時間」で、生徒たちがお辞儀をする練習をしている映像が流れ、「私たち日本人の間でも作法を重んじる人があまり見かけられなくなった・・・」という説明が入る。ここでも、「日本」「日本人」という言葉が強調されている。居間に通されてお茶を飲む練習をする場面のナレーション原稿の余白部分にも「急ぐ」というメモ書きがあり、この部分に関して、映像の尺に対し、一つ一つの動作を過剰に説明しすぎてしまったことがうかがえる。²⁷

次に、クラスで培った日本文化の素養をもとに、校外実習を行う様子が紹介される。本島中部の宜野湾にあるジローレストラン・ベーカリーの外観が映され、ここで、又吉勝子先生から日本式テーブル・マナーなどの指導を受ける。この実習で出されたのが割りばしと沖縄そばだが、ナレーションでは特に日本と沖縄のそばの違いは言及されていない。アメリカの子供たちが座布団の上に正座し、割りばしを使い苦労しながらそばを食べる様子が映されている。

ズケラン小学校での文化クラスの紹介が一通り終わると、次に隣にあるクバサキ高校に舞台が移る。まず紹介されるのが男だけの家庭科のクラスで、再びそばが登場する。「特にこの家庭科クラスは日本の料理や、琉球料理の作り方が実習として用いられる」との説明があり、ズケラン小学校の時と少し違い、琉球という言葉が使われている。ここでも生徒らがお箸を苦労して使っている様子が映し出される。

次に紹介されるのがお花のクラスで、ここから生徒は女子だけになる。家庭科クラスに続き、ここでも又吉先生が、袴姿で指導にあたる。このクラスは生け花の基礎を学んだあと、グループに分かれて批評し合い、先生にも批評してもらい、生け方を正していくという説明があり、学校の文化クラスにして

は本格的な印象を与えている。生け花の次は琴のクラスで、又吉先生が今度は別の着物姿で教授にあたっている。基礎的な説明の後に一人一人に実地指導を行う様子が映されている。本作も、『アメリカ人による年末助け合い』のように今のところ音源テープがないため、実際の琴の演奏を聴くことはできないが、琴の演奏がこの場面の最後に流れ、その音色に最も調和するものとして、日本の着物が次に紹介されている。着物のレッスンはクバサキ高校で一番人気があるとされ、又吉先生が生徒に着物の着付けを施す映像が流れる。

番組中盤ほどに差し掛かったところで、再び沖縄にあるアメリカ人学校の数や、各学校に特設されたカルチャールームや備品、22人の沖縄人教師が各学校で教鞭をとっていることなどの説明が入る。ちなみに、このカルチャールームの壁一杯に掲示されているのは、沖縄の地図や沖縄の舞踊の写真などである。そしてまた日本文化の科目の紹介に戻るが、次に紹介される舞踊の授業では、沖縄の歌「えんどうの花」に合わせて踊る生徒が映されている。舞踊に関しては「日舞と琉舞が採用されて」いるが、琉舞が教えられている様子が紹介される。琉舞に関しては、特別教師の座喜味千枝子さんを招き、他の文化教師も舞踊研究所に通い指導を受けたという。そしてナレーションは、「沖縄文化を中心としたこの日本文化の授業の意図」を次のように語る。「沖縄の庶民の間で培われ、ただ一つの心の糧として、幾十年、幾百年もの間人々の心を支えて来た素朴な民芸を自らの手で演ずるとき、それは自ずから沖縄人の体内に流れる純朴な心に触れ得る最善の方法と言っても決して過言ではないと思います。」それまで、前半の部分では沖縄そばが出てはくるが、特に沖縄文化が強調されていないものの、だんだんと沖縄への言及が現れ、ここにきて突然、日本文化の授業が沖縄の文化を中心としたものであり、その目的は、歴史のある沖縄の文化を実践することにより沖縄の心に触れることという、制作者の解釈が示されている。それまでの米民政府の施策である琉球文化の促進が、この時点でも健在であるといえる。

後半は社会見学の様子で、別の小学校の生徒が人形製作所を訪れる。仏壇などを見学する場面は映像が欠落しているが、人形を作る様子を見学する場面は残っている。いずれももちろん、沖縄の仏壇や人形である。次に訪れるのが首里博物館で、紅型、厨子甕など沖縄の文化を学び、最後に中城城跡を訪れ沖縄独特の石像建築について学ぶ。ここまでくると、もはや「日本の文化を学ぶアメリカの子供達」ではなく「沖縄の文化を学ぶアメリカの子供達」になっている。最後に再び文化を学ぶことの意義を、「文化は、自分たちの生活環境を改善していくために長年の才月^[ママ]をかけて作り上げた一つの生活様式であり、その生活様式を知ることは、その土地に住む人たちを知る最善の方法であると言えましょう」とし、「こうした見地から今後この文化授業を通して日米相互の友好関係が増々深められていくことを期待して止みません」と締めくくっている。

おそらく、沖縄で教える日本文化のクラスは、必然的に日本と沖縄の文化がチャンプルー（ごちゃ混ぜ）状態になるのだろうが、そこでいわゆる日本文化と沖縄文化の違いがどれほど教えられていたのかはよくわからない。「日本の文化を学ぶアメリカの子供達」を紹介することを意図して企画されたこの番組は、初めのうちは「日本文化」が全面に出され、沖縄の要素は表立っていなかったが、次第に沖縄の文化を中心とした文化クラスというような位置づけになっていき、最後に「日米関係」に言及し取り繕う。沖縄返還が決まり、米国も特に沖縄の人々に沖縄文化に誇りを持ってもらう必要もなくなり、逆に日本にスムーズに復帰できるようにと、迫りくる復帰に向けて政策が転換していくが、その過渡期に作られた本番組は、日本文化、沖縄文化が入り混じった内容で、沖縄の伝統文化を教授する文化クラスを称えつつ、それが琉米ではなく日米の友好関係強化につながることを期待するという、いくらか矛盾するような、それまでとは少し違う意味合いになっている。つまり、沖縄文化の特異性を強調するそれまでの政策から、日本復帰を意識した日米関係強化に広報戦略が変化する過渡期に制作された番組として、その揺れ動く感覚が表現されている作品だといえる。

おわりに

沖縄でテレビ局が開局されて以来、USCAR は『人・時・場所』、『テレビ・ウィークリー』という番組を中心に、USCAR の行っていたインフラ整備事業や文化事業をはじめ、福祉・慈善事業などを沖縄の人々に伝え、USCAR の政策に理解を示してもらえよう広報活動を行った。1960年代後半に沖縄

返還が決まると、米軍が沖縄に駐留することによってもたらされる恩恵や意義を伝えつつ、文化交流・文化外交・ソフト外交により、日米のフレンドシップをアピールし、日米関係を強固にするという内容にある程度シフトしたといえるだろう。本論で取り上げた番組は数多くある中のほんの一部であり、一般化はできないかもしれない。しかし、広報政策の一端を象徴する作品として鑑賞・分析ができることも事実である。1970年頃のUSCAR制作番組には、それまでの米民政府の広報政策の軸であったが、高等弁務官の民事情報プログラムでは削除が要請されていた、沖縄文化に対する誇りを高めるといったような内容が影を残しつつ、日米関係の強化を促し、復帰に向けて心理的に準備させることにつながるような内容が、米国の功績の宣伝とともに反映されている。テレビメディアを使った広報にどれだけの影響力があったのかを検証することは困難だが、事実に基づくナレーションの中にも地元職員ならではの特異性があったのかなどを含め、今後は分析範囲を広げ考察を深めていきたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 (25760001) の助成を受けたものである。また、沖縄県公文書館公文書活用講座 (2015年11月21日) での発表内容に大幅な加筆修正を施した。本講座や研究遂行に際しご協力いただいた新里勝彦氏、豊見山和美氏、上原昭男氏、吉本秀子氏、貴志俊彦氏、泉水英計氏、大城由希江氏に感謝の意を表したい。

注

- 1 1950年には沖縄にも60台のナトコ映写機があり、SCAP/CIEから上映用フィルムを受け取り野外上映を行っていた。雨の多い気候や輸送の問題もあり、野外上映は本土に比べると簡単ではなかったが大盛況であった (Civil, 1.1, 202)。
- 2 辻村明・大田昌秀は、USCARがラジオやテレビの放送枠を買い、制作した番組を放映していたとし、「時間量としては大して多くはないが、『政府の時間』としては多いほうであろう。」(191)と述べ、USCARが映像による広報活動を重視していたことを示唆している。宮城悦二郎も、新聞、雑誌、テレビ局の開局を含め総合的に解説しているが、USCAR制作の映像については、番組名や放送された曜日などの提示にとどまっている。また、川平朝申も、当時放送された番組を記述しているのみである。
- 3 しかし、1960年代の半ばまで、渉外報道局という名称がそのまま使われ続けた (吉本 276)。1957年は高等弁務官制が敷かれた年で、1972年の返還まで6人の高等弁務官が最高責任者として琉球列島を統治した。
- 4 英文資料は筆者による翻訳。
- 5 彼らは、調査・分析部、文化事業部などの、他の広報局の部署の長を兼任していた。タナベについては吉本 283 頁参照。
- 6 それに抗議した嘆願書が当時の視聴覚課職員連名で提出されている。(RG260, B135, F5, NACP).
- 7 アメリカ政府が出資し、現地職員を雇って番組を制作し現地の放送チャンネルを通して放映することは、「非公然作戦」の一形態であり、冷戦期にCIAがよく行っていた (吉本 328)。
- 8 1950年から1960年9月分までは『琉球列島の民事活動』(Civil Affairs Activities of the Ryukyu Islands)として8巻(1950年から53年までは1巻)までほぼ半年に1回発行されていた「民事活動」年次報告書が、1960年の10月から『琉球列島の民政』(Civil Administration of the Ryukyu Islands)とタイトルを変え、「民政」活動年次報告書になり、9号から19号(～1971年6月)まで、ほぼ年に1回のペースで発行されていた。
- 9 ラジオ番組は年によって増えることもあったようだが、テレビに関しては毎年週2本となっていたようである。特別番組に関しては66～67年は12本制作されたが、68～69年は5本となっていた (Civil, 15, 241、Civil, 17, 210)。

- 10 ラジオ番組も1本は宗教団体からの寄付で放送した。高等弁務官の離・就任の際にはすべてのテレビ局で、録画あるいは生のスピーチが放映された（Civil, 15, 240-41）。
- 11 当時、ガールスカウトに関する番組の制作を担当した上原昭男氏によると、ランパート高等弁務官夫人がその番組を大変気に入り、制作者の上原氏は夫人から表彰された。
- 12 正確な本数は調査中だが、単純計算をすると、1200本近くの番組を放送したことになる。
- 13 たとえば、1960年4月20日の沖縄テレビの放送表（新聞テレビ欄）を見ると、そのころは夜の9時30分から15分間放送されていたことが分かる。テレビ欄には番組の詳細を示すサブタイトルが書かれていないことが多かった。
- 14 復帰後は、同時間帯の30分の料金が倍の50万になっている。
- 15 2015年11月の公文書活用講座の際に採ったアンケートの中に、当時はサラリーマンで忙しく、これらの番組を見たことはないというコメントがあった。男性より女性（家庭の主婦）が多くみえた可能性があると考えられる。
- 16 公文書活用講座の参加者の発言やアンケートにも、テレビが普及していたとの情報提供があった。
- 17 1962年の琉球政府計画局広報課の文書にもUSCAR制作番組名が出てくるため、琉球政府も何らかの形で関わっていたかもしれないが、さらなる調査が必要である。
- 18 放映を担当した元琉球放送職員の宮島眞光氏によると、音楽も映像に合わせてその場で同時に流していた。『人・時・場所—日本の文化を学ぶアメリカの子供達』の原稿にも、「フィルム絵出し同時BGM音出し」という指示がある。
- 19 上原昭男氏談。
- 20 『琉球ニュース』や『沖縄の生産業』シリーズなど東京で制作されたものは、ナレーションを含め、音声がついた完全な状態で残っているものがほとんどである。
- 21 ナレーションは元琉球放送の伊舎堂根自子氏といわれている。
- 22 時折、放送内容を報告するために録音をしたことが考えられる。琉球放送で番組を制作した際にも検閲のようなものがあり、民政府に放送内容を報告したとのことである（新里勝彦氏談）。
- 23 当時の番組制作においては、映像を使いまわすことが普通に行われていたため、欠落した部分は他の番組に使われたと考えられる（新里勝彦氏談）。USCARフィルムリストの備考欄に「～に一部取る」という記載があるのはそのことかもしれない。
- 24 復元版のナレーションは元琉球放送職員で現在フリーアナウンサーの金城まり子氏。金城氏は当時『テレビ・ウィークリー』のナレーションを担当した経験がある。
- 25 復元版のナレーションは元沖縄テレビキャスターの前原信一氏。
- 26 前原氏によると、30分番組の原稿としては量が多く、かなり早口で読まなければならなかった。伊波氏の SCRIPT は分量が多く、アナウンサー泣かせだったようである。
- 27 原稿によっては訂正線が入れられ変更が加えられている場合もあるが、手書き原稿のため、読みづらくなること、書き直しは難しいこともあり、早く読むように指示していたとも考えられる。

引用文献

- 「明るい復興の姿をニュース映画に『琉球ニュース』第一号なる」（沖縄タイムス 1951年4月14日）2。
- 伊波光正・上洲智虔『人・時・場所—日本の文化を学ぶアメリカの子供達』（1970年）Record Group 260, National Archives, College Park (NACP)。
- 『沖縄テレビ三十年史』（沖縄テレビ放送総合企画室編、1989年）。
- 川平朝申「映画『沖縄大観』第一部 記録編—文化（原著：沖縄朝日新聞社編、1953年、復刻版：月刊沖縄社、1986年）213-17。
- 川平朝申『終戦後の沖縄文化行政史』（月刊沖縄社、1997年）。
- 「庶務一般に関する書類」琉球政府、厚生局、総務課、1969年、沖縄県公文書館。
- 辻村明・大田昌秀著『沖縄の言論—新聞と放送—』（南方同報援護会、1966年）。
- 宮城悦二郎著『沖縄・戦後放送史』（ひるぎ社、1994年）。

- 向井洋子「占領期沖縄における『パブリック・ディプロマシー』—翁長君代が導いた意図せざる結果—」『国際琉球沖縄論集』第4号 2015年、17-31。
- 森下有『テレビ・ウィークリー—新しく設けられた手芸品販売店』(1967年) RG260, NACP。
- ・上洲智度『テレビ・ウィークリー—アメリカ人による年末助け合い』(1967年) RG260, NACP。
- 山端はるな「米国国立公文書館所蔵琉球列島米国民政府フィルムガイド」(沖縄県公文書館、1998年、未刊)。
- 吉本秀子『米国の沖縄占領と情報政策—軍事主義の矛盾とカモフラージュ』(春風社、2015年)。
- Binnendijk, Johannes A. “The Dynamics of Okinawa Reversion 1945-69.” Gregory Henderson, ed. *Public Diplomacy and Political Change*. New York: Praeger, 1973: 1-187.
- Evans, Joseph S. Reference letter to HICOM, Jan. 5, 1970, RG260, Box 34, Folder 14, NACP.
- Civil Affairs Activities 1(1), USCAR (June-December 1952). 沖縄県公文書館。
- Civil Affairs Activities 15, USCAR (July 1966-June 1967). 沖縄県公文書館。
- Civil Affairs Activities 16, USCAR (July 1967-June 1968). 沖縄県公文書館。
- Civil Affairs Activities 17, USCAR (July 1968-June 1969). 沖縄県公文書館。
- Civil Affairs Activities 18, USCAR (July 1969-June 1970). 沖縄県公文書館。
- “Public Affairs Programming Proposals.” RG260, B50, F2, PA programming 71, NACP. 1-13.
- 7th Psychological Operations Group, Department of the Army Headquarters, “Revised PSYOP Objectives Ryukyu Islands.” RG260, B34, F14, NACP.

Abstract

USCAR's TV Programs around 1970: The Production Background of *Man, Time, and Place* and *TV Weekly* and Public Diplomacy through TV Media

Risa Nakayama

Integrated Arts and Sciences, National Institute of Technology, Okinawa College

During the 27 year U.S. rule of Okinawa from 1945 to 1972, the U.S. military government used audiovisual media as part of its educational and public relations activities. The United States' aim was to govern Okinawa smoothly by garnering the local residents' understanding for their occupation policies through these activities. During the first half of the occupation, the military government obtained and produced newsreels and documentary films, and screened them in movie theaters, public halls, and outdoor areas. When TV broadcasting began around 1960, they shifted to produce TV programs. The United States Civil Administration of the Ryukyu Islands (USCAR), established in 1950, which succeeded the United States Military Government, had high expectations in regards to the influence of TV media, and therefore invested in disseminating its policies and achievements via air waves. USCAR continued to produce TV programs after the reversion of Okinawa was agreed to by the U.S. and Japan, for it had as an objective to psychologically prepare Okinawans for the reversion through TV programming. This paper focuses on the TV programs produced by USCAR during the last phase of its rule and examines the missions of the audio-visual division of the Public Affairs Department of USCAR and the conditions behind their TV productions. The paper specifically focuses on three TV programs that were recently restored for a screening held in Okinawa in 2015—*TV Weekly: A New Handicraft Shop*, *TV Weekly: A Year End Charity Campaign by the Americans*, and *Man, Time, and Place: American Children Learning Japanese Culture*, and aims to elucidate the actualities of these programs made circa 1970.

ボチョウジ属の分枝発生パターンに付随するグラフと

トポロジカルインデックスについて

*渡利正弘

沖縄工業高等専門学校 総合科学科

要旨

本稿では、ボチョウジ属（ボチョウジ・ナガミボチョウジ）の分枝発生パターンモデルに付随するグラフを定義し、それらに対する細谷によって導入されたトポロジカルインデックスの値を計算する。

キーワード：ボチョウジ属，分枝発生パターンモデル，グラフ，トポロジカルインデックス

1. はじめに

グラフ理論は、18世紀前半にオイラーが1736年に“ケーニッヒスベルグの橋の問題”を一般的なグラフの一筆書きの問題に帰着させて解いたことがはじまりだといわれている¹⁾。また1847年にキルヒッホフが“電気回路の電流を求めるときの閉路の選び方”にグラフ理論を用いたことが知られている。実際、回路素子を接続して構成されている電気回路の接続関係をうまく説明するためにグラフ理論は非常に有益で、現代の一般的な教科書にも用いられている（例えば2,3）参照）。化学の分野においても、1857年にケリーが“飽和炭化水素 C_nH_{2n+2} の異性体の数え上げ”にグラフを利用したことが知られている。日本化学会・情報化学部会運営の4)において、グラフ理論が化学の分野でどのように利用されているかの説明がなされている。その他にも情報通信網や、交通網あるいは電気回路網などいわゆるネットワークと呼ばれるものにグラフ理論が応用されている。本稿では、筆者が導入したボチョウジ属の分枝発生パターンに関する数理モデルにグラフ理論を応用し、グラフを植物の分枝派生の解析にも応用できないかということを提起したい。我々の分枝発生モデルは模式的な図で表すことができ、その図をグラフモデルと呼ぶ（詳しくは、3.1参照）。本稿ではボチョウジ属のグラフモデルに付随する（数学的な）グラフを定義し、それらのグラフに対して Hosoya⁵⁾によって導入されたトポロジカルインデックスを計算する。

2. グラフ理論におけるグラフ

この章ではグラフ理論におけるグラフについて復習し、Hosoya⁵⁾によって導入されたグラフに対するトポロジカルインデックスを定義する。

2.1 数学的なグラフ

数学のグラフ理論におけるグラフとは、頂点とそれらを結ぶ辺からなる図形を指す。1辺の両端には必ず1つずつ頂点が存在する。これは幾何学的な図形とは異なり、頂点の位置、辺の長さや形状などは全く問題としない。つまりグラフの辺は、どの点とどの点を結んでいるかが明確であれば、その形状が直線であっても曲線であっても、短くても長くてもかまわない。更には辺が自分自身と、または別の辺と交差していてもよいものとする。次の図1におけるグラフは全て同じものである。

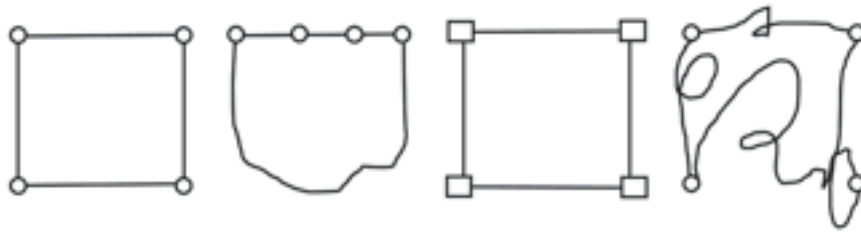


図1. 同一のグラフ

グラフ理論では次のいくつかの基本的なグラフの系列が知られている。

経路グラフ P_n : n 個の頂点を $n-1$ 本の辺で一列につなげたグラフ。

星型グラフ S_n : 1 個の頂点を中心に、そこから $n-1$ 本の辺を放射線状につなげたグラフ。

楕グラフ B_n : 各頂点から辺を 1 本ずつ伸ばしてできるグラフ。

単環グラフ R_n : n 個の頂点を n 本の辺を環状につなげたグラフ。

完全グラフ K_n : n 個の頂点の間を全て結んでできるグラフ。

n	1	2	3	4
P_n	○	○—○	○—○—○	○—○—○—○
S_n	○	○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○ ○
B_n	—	○ ○ B_1	—	○ ○ ○ ○ B_2
R_n	○	○—○ ○	○—○ ○	○—○ ○—○
K_n	○	○ ○	○—○ ○	○—○ ○—○

図2. 種々のグラフ

頂点の数 n が小さな場合の各グラフは、図2のようになる。また環を含まないグラフを木グラフと呼

び、逆に環を含むグラフを非木グラフと呼ぶ。経路グラフ P_n 、星型グラフ S_n 、橢グラフ B_n は代表的な木グラフであり、単環グラフ R_n ($n \geq 2$) と完全グラフ K_n ($n \geq 3$) は非木グラフの例である。文献 6) において、これらの代表的なグラフに対しての以下で定義するトポロジカルインデックスの値が計算されている。

2.2 グラフのトポロジカルインデックス

ここでは与えられたグラフ G に対してのトポロジカルインデックスを定義する。グラフ G の中で互いに隣り合わない (頂点を共有しない) k 本の辺を選ぶ組み合わせの総数を第 k 非隣接数と呼び、記号 $p(G, k)$ で表す。ただし $p(G, 0) = 1$ と定義する。また定義より、 $p(G, 1)$ の値は G の辺の数を表す。この第 k 非隣接数 $p(G, k)$ を用いて、 G のトポロジカルインデックス Z_G を次のように定義する^{5,6)}：

$$Z_G = \sum_{k=0}^{\lfloor n/2 \rfloor} p(G, k)$$

ここで n はグラフの頂点の数、記号 $\lfloor \cdot \rfloor$ はガウス記号を表す。

3. ボチョウジ属の分枝発生モデルに付随するグラフ

この章では引用文献 7) で導入されたボチョウジ属の数理モデルに関して簡潔に振り返り、それらに付随する数学的なグラフを定義する。

3.1 ボチョウジ属の分枝発生パターン

植物の成長を考察するとき、分枝の発生パターンが樹木ごとの異なった特徴を反映することが知られている。例えば引用文献 8) において、熱帯の樹木の分枝構造が詳細に調べられ、分枝発生パターンが 23 種類に分類された。また引用文献 9) において、アメリカ大陸の熱帯雨林に生育するボチョウジ属の分枝パターンが調べられ、分枝パターンがボチョウジ属にとって比較的大きな分類形質であることが示唆された。また中米のボチョウジ属が、引用文献 8) における 23 種類の分枝発生パターンのうちの 3 種類を示すことが指摘された (図 3 参照)。この研究を受けて、渡邊により沖縄島に分布するボチョウジ属のボチョウジとナガミボチョウジも中米のボチョウジ属と同じ 3 種類の分枝発生パターンを持つことが確認されている¹⁰⁾。引用文献 10) では、更にボチョウジ属 2 種における 3 種類の分枝パターンの発生率、分枝の伸長のパターン、分類形質の有効性及び両種の樹形形成のパターンなども調べられている。引用文献 10) のデータをもとに、沖縄に生育するボチョウジとナガミボチョウジ 2 種の分枝発生パターンに関する数理モデルが引用文献 7) において導入された。更に最近になり、引用

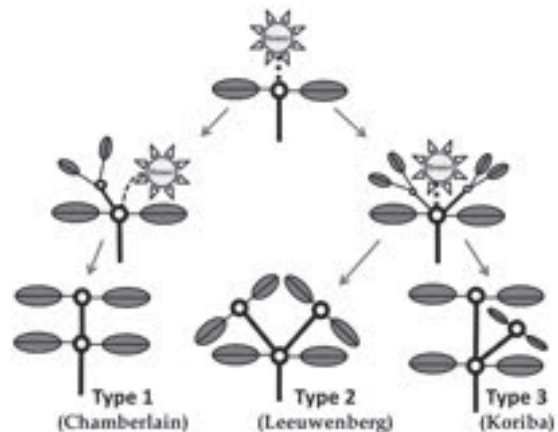


図 3. ボチョウジ属の分枝発生パターン (引用文献 11) より抜粋)

文献 11)において、7)で導入された分枝派生パターンモデルが再定義され、それらを帰納的に決定するアルゴリズムが構成された。再定義された分枝発生モデルは成育する環境に依存しない植物の遺伝的な性質のみを反映したモデルであり、その点において一般的な確率モデルとは異なっている。

3.1 分枝発生モデル

ボチョウジ属の花序は分枝の頂端に形成され、開花後は花序形成節の直下に脇芽が発芽して新たな分枝となる。図 3 における 3 種類の分枝発生パターンには以下の特徴がある (引用文献 10))。Type 1 は、開花後に脇芽の片方が伸びて、見かけ上従来の主軸に置き換わる。Type 2 では、発芽した 2 つの脇芽が両方も均等に成長する。他方、Type 3 では Type 2 と同様に 2 つの脇芽が伸長するが、やがて一方が他方に優先して主軸に置き変わる。

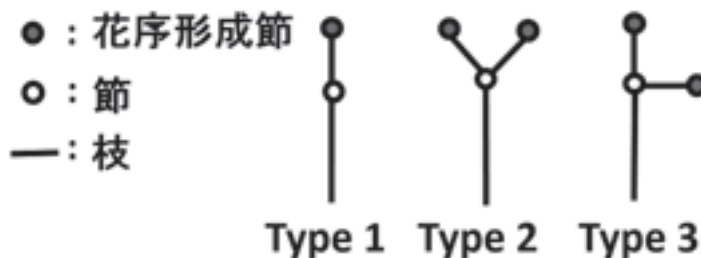


図 4. 分枝発生の模式的表現

模式的に枝を黒い棒で、枝の節を白抜きで表すことにすると、これら 3 種類の分枝発生パターンは右の図 4 のように表現できる。ここで注意すべきことは、我々の分枝モデルでは枝の長さや太さなどの成長要素は全て無視する。新しい枝の本数及び古い枝の方向を保存しているか、いないかだけを区別するものとする。またボチョウジ属では、一番端の節 (1 本の枝としか交わっていない節) において花が咲く。この節を花序形成節と呼び、赤で塗り潰して表すものとする。さらにボチョウジ属の分枝モデル発生を考える際には、常に以下の仮想的な条件を満たすこととし、同時に分枝発生モデルも定義する。

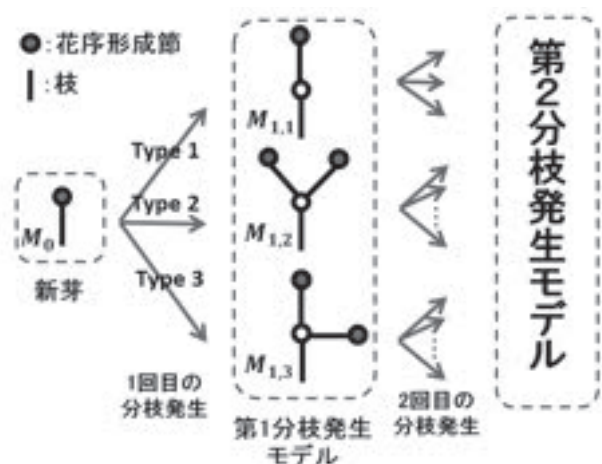
分枝発生の仮定条件と分枝発生モデルの定義

- ① 発芽は必ず起こるものとする
- ② 枝の頂端 (花序形成節) でのみ、必ず 1 回の開花が起こるものとする。
- ③ 発芽した芽の頂端 (花序形成節) で最初の開花が起こった後、その直下で Type 1, Type 2, Type 3 いずれか 1 つの分枝発生が必ず起こる。第 1 回目の分枝発生後の植物を第 1 分枝発生モデルと呼ぶ。
- ④ 帰納的に 2 以上の整数 l に対して、 l 回目の開花後に花序形成において l 回目の分枝発生が必ず起こるものとする。 l 回目の分枝発生後の植物を第 l 分枝発生モデルと呼ぶ。

図 5. 条件①-⑤下での分枝発生の様子

- ⑤ 分枝の欠損 (枯死, 脱落等) は起こらないものとする。

図 5 は上記条件下における、初期の分枝発生の様子を表している。上記で述べたように、我々の分枝モ



デルでは枝の分化にのみ着目することとし、枝の伸長・肥大等その他の成長要素は全て考えないこととする。また葉のつき方等も省略することとし、分枝発生パターンと同様に分枝発生モデルを分枝と花序形成節のみを使った模式図で表す。この分枝発生モデルの模式図による表現をグラフモデルと呼ぶ。第1分枝発生モデルは、図5の $M_{1,1}$, $M_{1,2}$, $M_{1,3}$ の3つである。（*注意：引用文献11）では、グラフモデルを単にグラフと呼んだ。本稿で定義する数学的なグラフと混同しないように注意されたい。）第2分枝発生モデルのグラフも全て決定することができ、次の図6で与えられる。

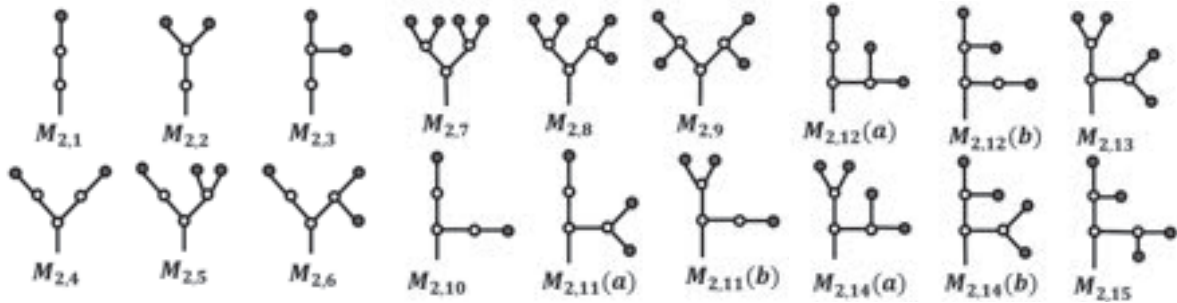


図6. 第2分枝発生グラフモデル

引用文献11) には全ての第3分枝発生グラフモデルが掲載されている。次にこれらのボチョウジのグラフモデルに付随する数学的な“グラフ”を定義する。

2.2 ボチョウジ属の分枝発生モデルに付随する数学的なグラフ

ボチョウジ属の分枝発生グラフモデルに対して、根に対応する頂点を加え数学的なグラフとみなしたものを、ボチョウジ属の分枝発生モデルに付随するグラフと呼ぶ。第1分枝発生モデルに付随するグラフを第1グラフと呼ぶことにする。ここで数学的なグラフの定義から、付随するグラフでは Type 2 と Type 3 の分枝発生パターンの区別がなくなることに注意する。例えばグラフモデル $M_{1,2}$ と $M_{1,3}$ に付随するグラフは、数学的に同じグラフとなる。第1, 第2グラフは、図7のようになる。

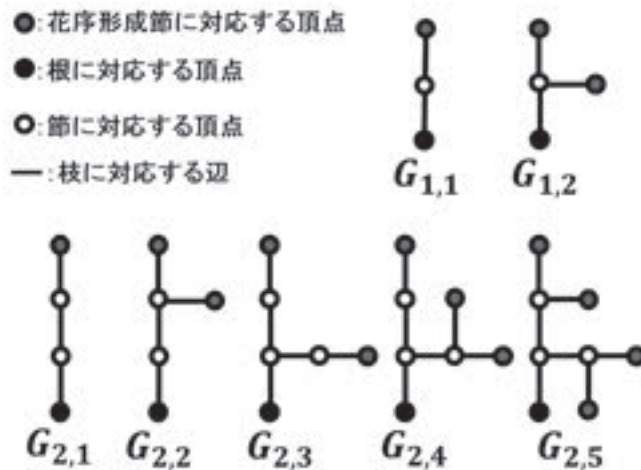


図7. 第1, 第2グラフ

図7のグラフ $G_{1,1}$ と $G_{1,2}$ は、第1グラフであり、グラフ $G_{2,1}$ から $G_{2,5}$ は第2グラフである。グラフには、便宜上頂点に色をつけているが、数学的な区別はない。

3. 分枝発生モデルに付随するグラフのトポロジカルインデックス

第1, 第2分枝発生グラフモデルに付随するグラフに対して、非隣接数とトポロジカルインデックスの値は表8のようになる。

グラフ G	$p(G,0)$	$p(G,1)$	$p(G,2)$	$p(G,3)$	$p(G,4)$	Z_G
$G_{1,1}$	1	2	—	—	—	3
$G_{1,2}$	1	3	0	—	—	4
$G_{2,1}$	1	3	1	—	—	5
$G_{2,2}$	1	4	2	—	—	7
$G_{2,3}$	1	5	5	1	—	12
$G_{2,4}$	1	6	8	2	—	17
$G_{2,5}$	1	7	12	4	0	24

表8. ボチョウジ属の分枝発生モデルに付随するグラフの非隣接数とトポロジカルインデックス

4. 終わりに

本稿では、ボチョウジ属の分枝発生モデルに付随する第1, 第2グラフの非隣接数とトポロジカルインデックスを計算した。Hosoya⁵⁾がトポロジカルインデックスを導入した動機は、有機化合物をグラフとしてみなした分子グラフの解析のためであった。一般には分子グラフとトポロジカルインデックスは一対一には対応しないが、大まかな分類に役に立つ指標であることが知られている。また種々のグラフのトポロジカルインデックスが、フィボナッチ数列やパスカル三角形などに関連が知られている。第1, 第2グラフの数が少なすぎて、残念ながら今回の計算結果からは何らかの規則的などを見出すことができなかった。しかしながらグラフ理論の観点からのボチョウジ属の分枝発生に関する研究は、これからだと考える。実際、次のターゲットである第3分子発生グラフモデルの総数は591にのぼり、この

まま扱うには多すぎる数である。これをグラフに還元させることにより、何か本質的な性質がうかびあがるのではないかと考える。次は、この第3グラフの解析を計画している。その結果報告は、別の機会に譲りたい。

5. 謝辞

査読の段階で原稿の不備を指摘し、有益な助言をしてくださった査読者の方に謝意を表します。

引用文献

- 1) ウェブページ : The Euler Archive-A digital library dedicated to the work and life of Leonhard Euler- , <http://eulerarchive.maa.org/pages/E053.html>
- 2) 仁田旦三 [編著], 基礎電気回路, オーム社, (2011)
- 3) 南真作, 南谷晴之, 電気回路演習ノート, コロナ社, (1991)
- 4) ウェブページ : 日本化学会・情報化学部会, Chemical Information and Computer Sciences The Chemical Society of Japan, **13**, No. 5, September, (1995) http://cicsj.chemistry.or.jp/13_5/13_5.html
- 5) Hosoya, H. , Topological Index. A Newly Proposed Quantity Characterizing the Topological Nature of Structural Isomers of Saturated Hydrocarbons, Bulletin of the Chemical Society of Japan, **44**, 2332-2339, (1971)
- 6) 細谷治夫, トポロジカル・インデックス-フィボナッチ数からピタゴラスの三角形をつなぐ新しい数学-, 日本評論社, (2012)
- 7) 渡利正弘, 沖縄島に生育するボチョウジ属の分枝発生パターンによる数理モデルについて, 沖縄工業高等専門学校紀要 第9号, 21-28, (2015)
- 8) Halle, F. , et al. , Architectural variation at the specific level in toropical trees, in B. Tomlinson and M.H.Zimmermann [eds.], Tropical trees as living systems, 209-221, Cambridge University Press, Cambridge U. K, (1978) .
- 9) Hamilton, C. , Architecture in neotropical *Psychotria* L. (Rubiaceae) : dynamics of branching and its txonomic significance, American Journal of botany, **72** (7), 1081-1088, (1985)
- 10) 渡邊謙太, 琉球列島に生育する低木ボチョウジとナガミボチョウジにおける開花後の分枝・伸長パターン, 沖縄工業高等専門学校紀要 第8号, 53-61, (2014)
- 11) Watari, M. , Branching Pattern Modeling for *Psychotria* species and Their Deterministic Algorithm, British Journal of Mathematics & Computer Science, **13** (2) : 1-17, (2016)

Mathematical graphs associated with branching patterns of *Psychotria* species and their topological index

*Masahiro Watari

Department of integrated Arts and Science

In this paper, we introduce a notion “mathematical graphs associated with branching pattern models of *Psychotria* species”. Our aim of the introduction is to analyze the branching feature of *Psychotria* species via the graphs. We determine the first and second graphs and calculate topological indices for them. Hosoya introduced topological index to analyze structural isomers of saturated hydrocarbons. It is known that it is useful for the classification of connected graphs representing the carbon skeletons of saturated hydrocarbons. We expect that our graphs are effective for our analysis of branching patterns of *Psychotria* species.

Key words: branching pattern, *Psychotria* species, mathematical graph, topological index

教育研究報告

情報検索・資料収集方法の実態とその課題

—レポート・卒業研究・卒業論文作成における—

*網谷 厚子¹, 新里 牧², 嘉陽 千秋²

¹総合科学科

²総務課図書係

要旨

平成27年9月末から10月初めにかけて、本校5年生全員を対象とした「研究論文・レポート課題等における検索システムのアンケート」を実施した。そのアンケート結果から、図書館の利用について、61%の学生はあまり利用していない実態が明らかとなった。また、本校に導入している「電子情報システム」においては、「全く利用されていない」か「ほとんど利用されていない」ものは、「WebcatPlus」「MathSciNet」「JapanKnowledge」「理科年表プレミアム」など多数あることがわかった。「CiNii Books」「CiNii Articles」「ScienceDirect」も、半数以上の学生が「全く利用したことのない」と回答した。

この結果の考察を踏まえ、本校の図書館の利用を促進し、「電子情報システム」の活用を進めるための課題を明らかにし、学生のための図書館、「電子情報サービス」の構築を目指すものである。

キーワード：

電子情報システム・資料収集方法・図書館利用・検索方法

はじめに

沖縄工業高等専門学校では、入学と同時に一人1台のパソコンを持ち、校内どこでも無線LANが利用できるユビキタスな環境にある。各科目から課せられるレポートは、機械システム工学科、情報通信システム工学科、メディア情報工学科、生物資源工学科、それぞれ多寡はあるが、学年が上がるに従って増えていくことは共通している。5年生では「卒業研究」「卒業論文」に取り組むようになる。

本校学生の情報検索・資料収集に、本校図書館や情報収集環境がどれだけ役立っているのか、何か課題はないのか、実態を調査し、考察していくことが必要と考えた。ここでは、高専生活の集大成とも言える5年生の学習・研究活動を中心に調査し、その課題を明らかにしていく。

1 5年生へのアンケート結果

1.1 5年生(8期生)へのアンケート結果

1.1.1 5年生に実施したアンケート内容

5年生に平成27年9月末から10月初めにかけてアンケートを実施した。アンケート内容を次に記す。

研究論文・レポート課題等における検索システムのアンケート

平成27年10月

網谷 厚子・新里 牧・嘉陽 千秋

これは、どのような手段・方法で、みなさんが研究論文・レポート課題における文献検索を行っているのかを調査し、課題を追究し解決策を導くものです。以下アンケートにご協力なにとぞよろしくお願い申し上げます。

※該当の記号に○をしてください。必要に応じて記述もお願いします。

1 あなたは図書館をどれくらい利用しますか。

- ア 1週間に3回以上
- イ 1週間に1~2回くらい
- ウ 月に1~2回くらい
- エ 試験期間のみ
- オ ほとんど利用しない

(1で、オ「図書館をほとんど利用しない」と答えた人のみ回答)

2 図書館を利用しない理由は何ですか。(複数回答可)

- ア 読みたい資料がない
- イ 利用しなくても不便を感じない
- ウ インターネットの情報で十分
- エ 本を読む習慣がない
- オ 必要な資料は自費で購入
- カ 公共図書館など、他の施設を利用している
- キ その他 ()

3 図書館を利用する目的は何ですか。(複数回答可)

- ア 静かな環境で勉強するため(授業の予習や復習, 試験対策など)
- イ レポート・論文作成のための参考文献を探すため
- ウ 就職関連図書や大学進学のための資料を探すため
- エ 進路に関する情報収集のため
- オ 図書の利用(貸出・返却含む)
- カ 雑誌や新聞を読むため
- キ 調べ物をするため
- ク AVブースの利用(ビデオ, DVD, CDの利用)
- ケ 休憩など
- コ その他 ()

4 資料を探すとき、どういう方法で探しますか。(複数回答可)

ア OPAC (蔵書検索システム) で検索

イ 書架に行って直接探す

ウ 図書館職員に聞く

エ 教員や友人に聞く

オ その他 ()

5 授業やレポート、課題などで利用したことのある電子情報サービスはどれですか。

(図書館ホームページ上から利用できます)

ア OPAC (蔵書検索システム)

サイニイ ブックス

イ CiNii Books (全国大学図書館等が所蔵する図書や雑誌の情報検索データベース)

ウェブキャットプラス

ウ Webcatplus (同上)

サイニイ アーティクルズ

ウ CiNii Articles (学術論文情報検索データベース)

サイエンスダイレクト

エ ScienceDirect (科学・技術・医学・社会科学分野の電子ジャーナル及び電子ブックを搭載する世界最大のフルテキストデータベース)

マスサイネット

オ MathSciNet (米国数学会 (AMS) が提供する、世界の数学文献をカバーする包括的な書誌・レビューデータベース)

ジャパンナレッジ

カ JapanKnowledge(辞事典、叢書、雑誌が検索できる国内最大級の辞書・事典サイト)

キ 理科年表プレミアム (科学の全分野を網羅するデータブック)

(電子情報サービスの利用について)

6 OPAC (蔵書検索システム) の利用について

ア よく利用している

イ 時々利用している

ウ 全く利用したことがない

サイニイ ブックス

7 CiNii Books (全国大学図書館等が所蔵する図書や雑誌の情報検索データベース) の利用について

ア よく利用している

イ 時々利用している

ウ 全く利用したことがない

ウェブキャットプラス

8 Webcatplus (全国大学図書館等が所蔵する図書や雑誌の情報検索データベース) の利用について

ア よく利用している

イ 時々利用している

ウ 全く利用したことがない

サイニイ アーティクルズ

9 CiNii Articles (学術論文情報検索データベース) の利用について

ア よく利用している

イ 時々利用している

ウ 全く利用したことがない

サイエンスダイレクト

10 ScienceDirect (科学・技術・医学・社会科学分野の電子ジャーナル及び電子ブックを搭載する世界最大のフルテキストデータベース) の利用について

ア よく利用している

イ 時々利用している

ウ 全く利用したことがない

- 11 マスサイネット MathSciNet (米国数学会 (AMS) が提供する, 世界の数学文献をカバーする包括的な書誌・レビューデータベース) の利用について

ア よく利用している

イ 時々利用している

ウ 全く利用したことがない

- 12 ジャパンナレッジ JapanKnowledge (辞事典, 叢書雑誌が検索できる国内最大級の辞書・事典サイト) の利用について

ア よく利用している

イ 時々利用している

ウ 全く利用したことがない

- 13 理科年表プレミアム (科学の全分野を網羅するデータブック) の利用について

ア よく利用している

イ 時々利用している

ウ 全く利用したことがない

- 14 リポート・論文作成のための参考文献をどのように入手しましたか。(複数回答可)

ア 図書館のコインコピー機で, 館内の本をコピーした

イ 図書館 HP の電子情報サービスを利用した

ウ 図書館の ILL (文献複写) サービスを利用し, 他大学・研究機関から取り寄せた

エ 自ら当該の図書館・研究機関に依頼した

オ 実際にその文献を置いてある他の図書館に出向いてコピーした

カ インターネットで検索した (引用及びダウンロードした)

キ その他 ()

- 15 本校の図書館について

ア さらに利用しやすいものにしてほしい

イ 今のままでよい

(15 で, アと答えた人のみ回答)

- 16 具体的にどのように改善してほしいですか。

例: 設備の充実など

※ご協力ありがとうございました。

1.1.2 アンケート結果

10月1日の「内定式」と重なったクラスも多く、5年生146名中130名の回答となった。

	機械	情報	メディア	生物	計 (名)
人数	27	34	34	35	130

1 あなたは図書館をどれくらい利用しますか。

	機械	情報	メディア	生物	計(名)	%
ア 1週間に3回以上	1	2	3	6	12	9
イ 1週間に1~2回	9	10	5	16	40	30
ウ 月に1~2回	11	8	13	9	41	31
エ 試験期間のみ	0	3	3	5	11	8
オ ほとんど利用しない	29	11	10	2	29	22

2 図書館を利用しない理由は何ですか。(複数回答可)

(1で、オ「図書館を利用しない」と答えた人のみ回答)

	機械	情報	メディア	生物	計 (名)	%
ア 読みたい資料がない	0	7	3	0	10	18
イ 利用しなくても不便を感じない	4	8	6	1	19	35
ウ インターネットの情報で十分	2	6	3	20	11	20
エ 本を読む習慣がない	1	5	5	2	13	24
オ 必要な資料は自費で購入	0	0	1	0	1	2
カ 公共図書館など他施設を利用	1	0	0	0	1	2
キ その他	0	0	0	0	0	0

3 図書館を利用する目的は何ですか。(複数回答可)

	機械	情報	メディア	生物	計(名)
ア 静かな環境での勉強(授業の予習や復習, 試験対策など)	15	13	19	33	80
イ リポート・論文作成のための参考文献を探すため	17	18	10	26	71
ウ 就職関連図書や大学進学のための資料を探すため	8	2	4	10	24
エ 進路に関する情報収集のため	7	1	2	10	20
オ 図書の利用(貸出・返却含む)	14	14	22	26	76
カ 雑誌や新聞を読むため	4	2	3	14	23
キ 調べ物をするため	0	11	14	22	55
ク AVブースの利用(ビデオ、DVD、CDの利用)	6	1	6	5	18

ケ 休憩など

2	10	11	12	35
---	----	----	----	----

コ その他

0	2	2	0	4
---	---	---	---	---

情報)授業での利用 2名

メディ)コピー機の利用

メディ)涼しいから

4 資料を探すとき、どのような方法で探しますか。(複数回答可)

	機械	情報	メディア	生物	計(名)
ア OPACで検索	21	25	29	29	104
イ 書架に行って直接探す	21	19	21	22	83
ウ 図書館職員に聞く	2	3	4	5	14
エ 教員や友人に聞く	3	5	2	2	12
オ その他	1	1	1	0	3

オ その他

情報)インターネット

メディ)勘

機械)インターネット検索

5 授業やレポート、課題などで利用したことのある電子情報サービスはどれですか。

	機械	情報	メディア	生物	計(名)
ア OPAC	22	27	27	32	108
イ CiNii Books	11	6	8	7	32
ウ Webcatplus	0	0	1	3	4
エ CiNii Articles	9	14	7	16	46
オ ScienceDirect	2	0	1	8	11
カ MathSciNet	0	0	0	0	0
キ JapanKnowledge	0	2	0	1	3
ク 理科年表プレミアム	0	6	0	1	7

6 OPACの利用について

	機械	情報	メディア	生物	計(名)	%
ア よく利用している	6	4	4	12	26	20
イ 時々利用している	16	26	25	19	86	66
ウ 全く利用したことがない	5	4	5	4	18	14

7 CiNii Booksの利用について

	機械	情報	メディア	生物	計(名)	%
ア よく利用している	0	3	1	4	8	6
イ 時々利用している	12	7	9	7	35	27

ウ 全く利用したことがない	15	24	24	25	88	67
---------------	----	----	----	----	----	----

8 Webcatplus の利用について

	機械	情報	メデ ィア	生物	計(名)	%
ア よく利用している	0	0	0	0	0	0
イ 時々利用している	1	0	2	1	4	3
ウ 全く利用したことがない	26	34	32	32	124	97

9 CiNii Articles の利用について

	機械	情報	メデ ィア	生物	計(名)	%
ア よく利用している	1	9	1	6	17	13
イ 時々利用している	8	6	8	12	34	26
ウ 全く利用したことがない	18	19	25	18	80	61

10 ScienceDirect の利用について

	機械	情報	メデ ィア	生物	計(名)	%
ア よく利用している	0	0	0	5	5	4
イ 時々利用している	2	0	2	6	10	8
ウ 全く利用したことがない	25	34	32	24	115	88

11 MathSciNet の利用について

	機械	情報	メデ ィア	生物	計(名)	%
ア よく利用している	0	0	0	0	0	0
イ 時々利用している	1	1	1	0	3	2
ウ 全く利用したことがない	26	33	33	35	127	98

12 JapanKnowledge の利用について

	機械	情報	メデ ィア	生物	計(名)	%
ア よく利用している	0	0	0	0	0	0
イ 時々利用している	1	2	1	3	7	5
ウ 全く利用したことがない	26	32	33	32	123	95

13 理科年表プレミアムの利用について

	機械	情報	メディア	生物	計(名)	%
ア よく利用している	0	0	0	0	0	0
イ 時々利用している	1	5	0	1	7	5
ウ 全く利用したことがない	26	29	34	34	123	95

14 レポート・論文作成のための参考文献をどのように入手しましたか。(複数回答可)

	機械	情報	メディア	生物	計(名)
ア 図書館のコインコピー機で、館内の本をコピーした	11	12	11	9	43
イ 図書館 HP の電子情報サービスを利用した	6	3	5	7	21
ウ 図書館の ILL (文献複写) サービスを利用し、他大学・研究機関から取り寄せた	1	4	0	1	6
エ 自ら当該の図書館・研究機関に依頼した	2	4	2	2	10
オ 実際にその文献を置いてある他の図書館に出向いてコピーした	9	3	5	8	25
カ インターネットで検索した (引用及びダウンロードした)	17	25	28	30	100
キ その他	0	2	0	1	3
生物)その場で書き写し				1	
情報)ノートにうつした				1	
情報)入手したことがない				1	

15 本校の図書館について

	機械	情報	メディア	生物	計(名)	%
ア さらに利用しやすいものにしてほしい	0	7	5	15	27	21
イ 今のままでよい	27	27	29	20	103	79

16 具体的にどのように改善してほしいですか。

(15で、アと答えた人のみ回答)

【生物】

試験勉強のため利用している低学年がうるさい

グループ学習用の机付近に延長コードを増やして頂けるとありがたい 3名

高校の教科書も読んでみたい

蔵書(専門書)を増やしてほしい

OPAC で探した図書場所をもっとわかりやすく

一般図書の数を増やして欲しい 3名

ペットボトルの持ち込みを可にしてほしい 2名

入るときに学生証通すのがかなり時間がかかって大変。渋滞 2名

ネットで貸出延長がしたい

図書の延長が最長1週間のため予約が入らない限り週ごとに延長可能にしてほしい

いつもありがとうございます

【情報】

設備の充実

蔵書検索用 PC の数を増やしてほしい

幅広い数の図書

論文・レポートの参考となる資料の充実化

全ての大学の論文を見れるようにしてほしい

分野の中の更に細かい内容が見られるようにしてほしい

【メディア】

設備の充実

本を増やしてほしい

プログラミング系の書籍を増やしてほしい

電源タップを随所に配置してほしい

もっと本を増やして欲しい

ジャンル分けのしきりがわかりづらいし、小さい

【機械】

なし

2 5年生のアンケート結果の考察

2.1 図書館の利用について

週に1回から2回の利用は30%であった。また、週に3回以上の利用は9%とほぼ10人の一人の割合である。39%の学生には、図書館は「よく利用されている」と考えられる。

一方、月に1回から2回の利用は31%と最も多い。試験期間のみの利用は8%、ほとんど図書館を利用しない学生は22%とほぼ5人に一人を超える。61%の学生には、図書館は「あまり利用されていない」厳しい実態が浮かび上がる。

「図書館を利用しない」と回答した22%の学生の利用しない理由は、「利用しなくても不便を感じない」(35%)と「インターネットの情報で十分」(20%)を加えると、「図書館を利用しない」と回答した学生の半分以上の学生が「図書館」を必要としていない実態が明らかになる。「読みたい資料がない」(18%)は、図書館の資料の充実が求められる。そもそも「本を読む習慣がない」が24%と5人に一人を超えることは、学校教育全体で取り組むべき大きな課題と考える。

図書館の改善を求めた「自由記述」では、「蔵書を増やして欲しい」「一般書・専門書など幅広い図書の充実」等の意見があった。図書館そのものの「ハード面」での設備の充実を求めるものもあった。

図書館を利用する目的では、「静かな環境での勉強」(80名)、「図書の利用」(76名)、レポート・論文作成のための参考文献を探すため(71名)、「調べ物をするため」(55名)等であり、目的意識を明確にもって図書館を訪れていることがわかる。一方「休憩など」(35名)と多様な使い方も見受けられる。

2.2 資料を探すときの方法について

資料を探す方法については（複数回答可）、「OPAC で検索」が最も多く 104 名、次いで「書架に行って直接探す」が 83 名であった。「OPAC」は沖縄高専図書館蔵書検索システムであり、ネットに繋がる環境であればどこからでも入れる最もポピュラーな検索システムである。まず、ここで資料を探し、図書館の資料に辿り着く。時間を短縮できる便利なシステムである。多くの学生が、図書館を直接利用するか否かとは別によく利用していることがわかる。

2.3 電子情報サービスの利用について

まず最初に、本校の図書館 web から利用できる電子情報サービスについて記す。電子情報サービスには次のものがある。

【学外からでも利用できるもの】

「蔵書 OPAC」(沖縄高専図書館蔵書検索)、「CiNii Books」(全国総合目録データベース)、「WebcatPlus」(全国総合目録データベース。連想検索機能あり) などがある。

【学内からしか利用できないもの】

- ・電子ジャーナル・・・「ScienceDirect」「Science オンライン版」「Artificial Life オンライン版」
- ・データベース・・・「CiNii Articles」「JDream」「MathSciNet」「JapanKnowledge」「理科年表プレミアム」
- ・新聞記事データベース・・・「琉球新報データベース」「沖縄タイムス記事データベース」

アンケートで学生たちが利用したことのある電子情報サービスは、「OPAC」が 108 名と多く、次いで「CiNii Articles」の 46 名、その次が「CiNii Books」の 32 名である。「MathSciNet」は利用者 0 であり、利用者の少ないもの（利用一桁）は「WebcatPlus」(4 名)、「JapanKnowledge」(3 名)、「理科年表プレミアム」(7 名) である。

それぞれの利用についての詳細なアンケート結果を見ていくと、「OPAC」については、「よく利用している」は 20%で 5 人に 1 人、「時々利用している」の 66%を加えると 86%もの学生が利用していることがわかる。

「CiNii Books」については、「よく利用している」「時々利用している」の合計が 33%であるのに対し、「全く利用したことがない」は 67%にも上っている。

「WebcatPlus」については、「全く利用したことがない」が 97%を占めている。

「CiNii Articles」については、「よく利用している」「時々利用している」の合計が 39%、「全く利用したことがない」は 61%である。

「ScienceDirect」については、「よく利用している」「時々利用している」の合計が 12%、「全く利用したことがない」は 88%と多い。

「MathSciNet」については、「全く利用したことがない」が 98%にも上っている。

「JapanKnowledge」についても、「全く利用したことがない」が 95%にもなる。

「理科年表プレミアム」についても、「全く利用したことがない」が 95%である。

「電子情報サービス」においては、「全く利用したことがない」という学生もかなり多く、サービスの種類によっては、「利用者がほとんどいない」、「開店休業状態」のものもあることがわかる。高専機構本部・本校の莫大な予算を費やして導入しているサービスであるので、さらなる活用促進の工夫が必要と考えられる。

2.4 参考文献の入手方法について

「インターネットで検索した」学生が 100 名と最も多く、次いで「図書館内のコインコピー機で、館内の本をコピーした」が 43 名、「実際にその文献を置いてある他の図書館に出向いてコピーした」が 25 名、さらに「図書館 HP の電子情報サービスを利用した」が 21 名であった。

「図書館の ILL (文献複写) サービスを利用し、他大学・研究機関から取り寄せた」が 6 名と少なく、本校の置かれている地理的環境のデメリットを補うためにも、こうしたサービスの学生へのさらなる浸透が求められる。

3 情報検索・資料収集の課題

3.1 図書館の利用について

上記の「2.1」より、図書館の利用を促進するためには、

- (1) リポート・論文執筆に必要な専門書の蔵書を増やす。
- (2) 学生の「読書」を習慣化させる取り組みを各科目で工夫する。
- (3) 幅広い教養・多様な興味に応じた一般書の蔵書を増やす。
- (4) 静かな学習環境を維持する。
- (5) 学生のパソコンの使用のための電源タップを各所に配置する。
- (6) 貸出延長などのシステム・図書館入館システムを効率化する。

などの取り組みが必要と考えられる。毎年、「学生用図書」として、各学科・技術室・事務室などで選定を行っているが、まだまだ十分とは言えないのかもしれない。科学・技術の発展のスピードに、図書館の蔵書がなかなか追いつかない実態がある。最先端のものでなければ利用価値はなくなる。本校は創立 12 年目の若い高専であり、図書館の蔵書量も「増え続けている」現状である。そのうち、古くなり、蔵書としての価値を失った図書の「廃棄」も行わなければならない時が近い将来やってくる。

また、辺野古地区の「知の拠点」として、図書館開放を行っている。多様な学生の興味に応え、教養を深めさせるだけでなく、地域住民に必要とされ、利用される図書館も目指している。そのためにも、専門書ばかりではなく、多様な図書を揃えていく必要があるだろう。

「読書習慣」のない学生たちに、いかにしたら本を読ませることができるか。本校の図書館では、本の貸出者ベスト 10 を発表しているが、特にそれで他の学生の貸出数が増加することもない。国語の授業のみではなく、専門学科の各科目や LHR でも「読書」を勧める組織的取り組みが必要と感じる。社会に出て、また進学して、自ら学び、自分自身の生き方を模索していく過程で、「読書」は必ず糧となると思われる。「一日一冊本を読む」等、ノルマを決めた具体的な方策が考えられる。学生たちはインターネット・スマートフォンを通じて、文字を書き読むことには慣れているが、先駆者である他者のも

の考え方に触れ、考えさせられる体験は多くないと思われる。そうした場面を設定することで、学生たちの考え方・感じ方が耕されていくのではと考える。

3.2 資料を探すときの方法について

年度初めに5年生を対象とした「情報検索講習会」を図書館主催で実施することがある。今回のアンケート結果から、まだまだ多様な「電子情報システム」が利用されているとは言い難いことが明らかとなった。学生によっては、4年後期から卒業研究・論文、学術論文に取り組んでいる。従って、4年後期からの「情報検索講習会」の実施することを検討する必要がある。「科学技術文章」の科目はアカデミック・ライティングの授業であるが、こうした科目の中で、図書館係員と協力し、「情報検索方法」についての知識と技術を学ばせるのも一つの方法と考えられる。早期から取り組むことにより、本当のそのスキルが必要となったときに素早く活用できるはずである。

3.3 電子情報サービスの利用について

「2.3」のアンケート結果から、ほとんど利用されていないサービスもあるなど衝撃的な事実が明らかとなった。4学科の専門性、卒業研究や論文の内容・到達度によっても利用状況は影響を受けると考えられるが、多額の費用を費やして導入しているシステムである。

「3.2」で提案したように、4年生からの「情報検索講習会」の実施により、少なくとも学校で導入されている「電子情報サービス」の内容を知り、覗いてみる、調べてみる学生が増加することが期待できる。また、本当に必要性がないものについては、実態を調査し「廃止」の方向に進むのも、予算の効果的活用に繋がると考えられる。5年生だけではなく、全学生の利用回数については、本校で把握できるものについては、数年単位で集計し、その検討のエビデンスとすることができる。

おわりに

今回初めて、5年生対象で「研究論文・リポート課題等における検索システムのアンケート」を実施した。本校の図書館の蔵書も7万冊近くなり、他高専と同等くらいの情報検索システムも揃っている。こうした環境の実態を把握し、課題について考察を行った。このアンケート結果の考察から、明らかとなった課題の解決に、今後、学校をあげて取り組み、学生たちの学習・研究環境の充実を図っていく。

なお、アンケートの集計について、本校の補佐職員の専攻科学生（増千絵氏・名城裕希氏）の助力をいただいたことを付記し、感謝の意を表す。

The Actual Situation and the Challenges of Information Retrieval and Data Collection

-In the Case of Papers, Graduation Research and Graduation Thesis-

*Atsuko AMITANI¹, Maki SINZATO², Chiaki KAYOU²

¹Department of integrated Arts and Science

²General Affairs Division, Library Section

We carried out the questionnaire of the system of information retrieval in a thesis and papers to the 5th year students from September through the beginning of October in 2015. From the results of this questionnaire, it was clear that 61% of students did not use the library very much. As for the electronic information systems in our library such as “WebcatPlus” “MathSciNet” “JapanKnowledge” “A science chronological table premium”, they were hardly used or they were not used at all. More than half of the students have never used “CiNii Books” “MathSciNet” “ScienceDirect”.

In this paper, we consider what we shall do to drive the students to use “the electronic information system” on the basis of the results cited above. Moreover, we promote our student use of the library, and try to construct “the electronic information service” for the students.

沖縄高専における数学通論の取り組み

渡利正弘, 山本寛, *吉居啓輔

総合科学科

要旨

平成 27 年度前学期において、著者らが行った数学通論の講義の実践について報告する。平成 27 年度は、山本、吉居、渡利が、それぞれ複素関数論、論理パズル、線形符号理論について講義を行った。数学通論では、専攻科の学生を対象とし、それぞれの教員が自身の研究分野に近いテーマの中から、有益でかつ興味深いテーマを選定し講義を行う。本稿では、それぞれの教員の専門性を生かしたユニークな数学教育に対する取り組みの実践について報告を行う。

キーワード：複素関数、論理パズル、誤り訂正符号

1. はじめに

総合科学科に所属する数学教員は通常、低学年の学生を対象に、基礎数学、微積分、線形代数などの講義を担当する。しかし、数学通論では、専攻科の少人数の学生を対象として、それぞれの教員の研究対象について講義をすることができる。平成 27 年度は、山本が工学において様々な分野で必要となる複素関数論の基礎を、吉居が論理パズルをテーマに問題解決型学習を、渡利が情報通信など様々な面に応用されている線形符号理論について有限体の基本的な性質から講義を行った。本稿では、平成 27 年度の数学通論における、各教員の教育実践と、今後の取り組みに対して報告を行う。

1. 線形符号について（渡利担当）

数学通論の初回から第 5 回までの授業を渡利が担当し、代数学入門と題して誤り訂正符号の入門講義を行った。第 1 章では、その実践報告を行う。

1.1 高度情報化社会における数学の必要性

高度に情報化された現代社会における数学の重要性については、疑いの余地がない。実際、文部科学省では「科学技術・学術審議会 先端研究基盤部会」が開催され、「数学イノベーション戦略」が審議・了承されている¹⁾。この報告書の冒頭部分では、次のように述べられている。

『社会の複雑化や高度情報化社会の進展に伴い、研究や産業の様々な場面において、自然現象や人間の活動に関する複雑で大量の情報から、有益な情報を抽出し活用することがより一層必要となってきた。このため、これらの諸現象の背後に潜む原理や法則性を見出す等の新たな「ものの見方」が必要であり、それを可能とする数学的アプローチが不可欠であるとの認識が、諸科学、産業でも高まっている。また、暗号による情報セキュリティの強化、コンピュータ・グラフィックスによる映像表現の高度化やこれまで表現できなかったものの可視化等、数学が用いられる分野の社会的インパクトが増大している。』

更にこの報告書の中では、数学と諸科学の架け橋となる“数学イノベーター”育成の重要性についても言及されている。高等専門学校はそれぞれが自分の専門を持ち、かつ数学も得意である場合が多い。渡利は、高専生に将来を担う数学イノベーターとしての可能性を感じている。しかし高専の通常授業で扱われている純粋数学の内容は、学部2年生程度のものであり、残念ながらその先の数学は体系的には教えられていないのが現状である。そこで専攻科1年生向けの数学通論を通じて、抽象代数学の初歩を扱うこととした。

1.2 授業内容とその狙いについて

数学的に線形符号とは、有限体上のアフィン空間の部分空間のことである。特に重要な誤り符合である線形符号は、連立1次方程式で定義される部分空間（解空間）である。誤り訂正符合を学習する上でベクトル空間や有限体などが大切なキーワードであるが、残念ながら高専の標準的な線形代数のカリキュラムで、ベクトル空間やその部分空間が扱われることは少ない。実際、沖縄高専で使用されている教科書²⁾やその他の代表的な線形代数の教科書³⁾にもベクトル空間に関する記述は見当たらない。授業回数が5回しかないことを考慮して、思い切ってベクトル空間の内容は割愛することとした。その代わりに、符号がある代数的関係を満たすベクトルの集合であることを理解してもらい、この5回の授業を通じて自分達で新しい結果を得ることを目標として据えることとした。

以下、実施した各授業の内容を説明する。

第1回（4月10日）半群，群について：代数系として、半群及び群の定義を行った。そして群の具体例として、 n 次対称群を扱った。

第2回（4月18日）環，体について：はじめに環と体を定義し、同値関係を導入して有限体を定義した。特に演習として、有限体上の加法と乗法の演算表を計算させた。

第3回（4月24日）誤り訂正符号①：有限体 F_2 上で線形符号を定義し、パリティ検査行列なども導入した。

第4回（5月1日）誤り訂正符号②：パリティ検査符号を使ってなぜ線形符号において、誤り検出と訂正が可能なのか、その仕組みを解説した。回（5月15日） Γ -半群について：半群 Γ に対して Γ -半群を定義した。演習課題として、次の問題Aを出題した。

問題A 半加群 $\Gamma = \langle 4, 5, 6 \rangle = \{0, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, \dots\}$ に対して、 $\Gamma \setminus \{a_1, \dots, a_l\}$ (l

$=\{1, \dots, 8\}$ が, Γ 半加群になるような $\{a_1, \dots, a_l\}$ を全て決定せよ。

1.3 問題 A と符号との関連

ここでは問題 A と符号との関連を述べる。半加群 $\Gamma = \langle 4, 5, 6 \rangle$ は, 有限体上で定義されたある種の特異曲線芽の局所環 O の元が持つ位数の集合を表している。更に問題中の $\{a_1, \dots, a_l\}$ と局所環 O のイデアルの族が対応する。イデアルは, 有限体上のベクトル空間であるので, ある種の符号が定まったことになる。これは半加群 $\Gamma \setminus \{a_1, \dots, a_l\}$ の代数的な構造から, ベクトル空間が決まったことを意味する。このイデアルをプリュッカー埋め込みで適当な次元の射影空間に埋め込むことにより, 代数多様体の構造を持つことが知られている^{W4)}。

1.4 今後について

残念ながら上記1.3で解説した内容は, 時間の関係で十分学生達に解説することはできなかった。しかしこの5回の講義を通じて, 学生達は有限体などの概念にふれ新しい数学の世界を体験してくれたと思う。課題として出題した問題 A からどんな符号が派生するのか, 渡利が知る限りまだ明らかではない。今後は学生が計算してくれた課題の結果をもとに, そこから発生する符合を研究論文としてまとめる予定である (既に数学通論の受講者全員から, 共著者となってもらうことを了解してもらっている)。今回の数学通論の受講者の中から, 将来数学イノベーターとして活躍してくれる人材があらわれることを期待している。

2. 複素数とその関数 (山本担当)

数学通論は, 本校の専攻科1年次を対象とした半期 (90分×15回) の選択科目である。そのうち, 「複素数とその関数」と題して, 90分×5回の講義を担当した。

2.1 講義内容

講義内容のまとまりを考えると, 複素関数の微分, コーシー・リーマンの関係式, 複素関数の積分, コーシーの積分定理などを一通り解説したあと, コーシーの積分公式, ローラン展開, 留数定理まで解説したいところであるが, 本講は全5回であり, コーシーの積分公式, ローラン展開, 留数定理まで解説すると問題演習がほとんどできず, 説明が早くなるといった問題点が出てくる。本講の受講生は工学を学ぶ学生であり, 数学を専門としているわけでない。また, 各受講生が所属するコースによって, 専門に於ける数学の利用の度合いに違いがあり, 複素数に関する基礎知識や計算力にも差が大きい。これらを勘案し, 本講は, 問題演習の時間を多くとること, 問題演習も含めてなるべく授業時間内で完結させることを優先し, 以下の方針で実施した。

- (1) コーシーの積分公式, ローラン展開, 留数定理には踏み込まない。
- (2) 複素初等関数を用いた具体的な計算を出来るだけ多く行う。
- (3) 将来, 留数定理を学ぶ際の理解の助けとなるよう, $1/z^n$ の複素積分に於ける $n=1$ の場合の特殊性を, $\log z$ の多価性とも関連させて説明する。

解説は, 以下の順番で行った:

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 複素数の基本性質 <ol style="list-style-type: none"> 1.1 複素数とは 1.2 複素数の計算 1.3 複素数平面 1.4 オイラーの公式 1.5 極形式 1.6 複素数の n 乗根 2. 複素関数 <ol style="list-style-type: none"> 2.1 複素関数 2.2 複素関数 $f(z)$ の実部と虚部 2.3 複素数平面間の写像としての複素関数 $w=f(z)$ 2.4 e^z の定義 2.5 $\log z$ と a^z の定義 2.6 $\sin z, \cos z$ の定義 | <ol style="list-style-type: none"> 3. 複素関数の微分 <ol style="list-style-type: none"> 3.1 複素関数の極限值 3.2 複素関数の微分 4. 複素関数の積分 <ol style="list-style-type: none"> 4.1 複素数平面の曲線 4.2 複素積分 4.3 $1/z^n$ の複素積分 4.4 コーシーの積分定理 |
|---|--|

2.2 講義資料

市販の講義用の書籍は半期 (90分×15回), 通年 (90分×30回), またはそれ以上の講義回数が想定されているが, 本講義の「複素数とその関数」は90分×5回である。よって本講義では, 市販の書籍を教科書としてそのまま使うことはせず, 市販の書籍の構成を参考にしながら講義内容を策定した。教科書の代わりに使う資料として, 定義, 定理等の解説, 例題, 練習問題からなる講義資料を作成した。講義資料には, 練習問題も含めて全てに解説をつけ, 講義の際にプロジェクタに投影して解説に利用するとともに, 講義中の問題演習や講義外での独習の際の参考文書としても利用できるようにした。

2.3 講義方法

講義中, 前方のプロジェクタと学生の持つノート PC の両方で同じ講義資料を閲覧できるように, 予め学生に電子ファイル (PDF 形式) で講義資料を配布した。講義資料を紙に印刷して配布する事はしなかった。解説は, プロジェクタに投影された資料の他, 適宜, 黒板を用いて解説を行った。

2.4 評価方法

90分×5回の講義で、レポートを3回課し、その合計得点を数学通論の「複素数とその関数」に於ける成績とした。

2.5 実施した結果

受講者16名

レポートの提出率42/48 (87.5%),

平均得点68.56 (満点100). 最高点97, 最低点0

出席率

第1回: 15/16 (94%)

第2回: 15/16 (94%)

第3回: 12/16 (75%)

第4回: 13/16 (81%)

第5回: 13/16 (81%)

本校の本科低学年(3年以下)と比べて、専攻科の学生は独習に慣れている様子であった。解説中、問題演習中、ともに、質問はほとんど出なかった。このことから、講義内容が簡単すぎた可能性が懸念されるが、アンケートで得られた学生の意見には、講義内容が簡単すぎると読み取れるものはなく、むしろどの教員の担当箇所についても、基礎をきちんと説明していることについて評価する意見があった。ただし、アンケートの回答数は多くない。また、教員に遠慮してネガティブな評価を書かなかった可能性もある。

2.6 今後の取り組み

今後は、グループ学習の形式を取り入れ、学生がより積極的に学習に取り組める環境を作ることを検討している。

3. 論理パズルについて (吉居が担当)

平成27年度の数学通論では難易度の異なる論理パズル9問を出題した。本講義では数ある論理パズルの中から、「帽子の色を当てる問題」を中心に扱った。この帽子の色を当てる問題は一般にもよく知られたものようである。また、近年になりニューヨークタイムスが Why mathematicians care about their hat color (New York Times, April 10th, 2001) という記事を掲載したことで注目を集めた。この記事は、帽子の色を当てる問題の応用がハミングコードと呼ばれる符号理論(情報通信の効率と信頼性に関する理論)との意外な結びつきを示し、“ただの論理パズル”から新たな数学の定理が生まれているというものである。

この他にも、論理パズルは純粹に楽しいだけにとどまらず、工学の分野にも様々な形で応用されている。そのため、このテーマであれば、学生にとっても興味深く、数学的内容としても十分な深みを持ち、同時に問題解決能力や論理的な思考力を養うことに最適であると考え、本講義で取り上げることにした。また、本講義で扱った問題の大半は、吉居の恩師である田中一之氏（東北大学）による著書“チューリングと超（メタ）パズル”から出題した。

3.1 講義の目的と導入（動機付け）

本講義の主な意図は次のように設定した：

1. 予備知識を仮定せず、数学的に興味深いパズルの問題を選ぶことで、グループ学習による学生の問題解決能力及び、論理的思考力の養成を行う。
2. 解けない論理パズルの例を示すことで、数学基礎論の主要なテーマの一つである証明不可能な問題との繋がりを概観する。
3. 著者が今後グループ学習を導入するにあたり、試験的な取り組みとしてグループ学習の有効な進め方及びメリットデメリットを探る。

全5回の講義は初日の導入と最終日を除き、長時間集中して一つの問題に取り組むことを体験してもらいたいという意図から、問題演習を中心とした。導入では、論理パズルがただの頭の体操ではなく、ワンタイル、ペンローズタイルなどのタイル敷き詰め問題を紹介し、それが電気シェーバーの刃など工学的に身近な応用例を持っていることや、さらには準結晶構造発見にもつながったこと（2011年ノーベル賞）などを紹介し、学習の動機付けを図った。

3.2 授業の形式と問題例

実際の講義のイメージを持ち易くするために、以下に出題した問題の例を示す。最初の問題は初級程度、2問目は中程度の難易度の問題として出題した。少し時間を取って考えてもらえれば面白い問題であることが解ってもらえると思う。

第1問（チューリングと超（メタ）パズル¹¹⁾より出題）

3人の囚人に向かい、看守が次のように伝えた。「ここに3つの青い帽子と、2つの赤い帽子がある。おまえ達に、このうち3つの帽子を被せる。自分の帽子の色が青だと確信できたら逃げるがいい。しかし、もし赤なのに逃げたらその場で射殺する！」3人は、しばらくして全員逃げ出した。なぜか？

第2問

ある村に、人間と人狼の末裔が住んでいる。村の各々は誰が人狼の末裔（以下単に人狼と呼ぶ）であるかは、本人を除いて全員が判断できる。しかし、この村では、“自分が人狼

であること”がわかってしまうと、その日の夜の内に村を離れなければならない、という掟がある。その為、村人達は、人狼に彼が（または彼らが）人狼であることを決して教えてはならない、ということもまた暗黙の掟である。しかし、一人の数学者が、村人達の前で「この村には人狼がいますね」と言ってしまう。

村には n 人の人狼が居たとする。人狼の数は日が経つにつれどのように推移するか？

上の問題は本質的に全く同じ問題である。第2問はアメリカの著名な数学者が自身のブログで紹介した問題として、数年前に知人から口頭で聞いたものを元に作製した。記憶が曖昧であったため、問題の細かい設定は作り変えた。

3.3 考察と今後の取り組み

上は2問とも、しばらくの間誰も答えられない(答えない)という情報を全員が共有することで解決に至るという種の問題である。何も閃かなければ1時間たっても正解には辿り着けないかもしれない。しかし、これらの問題に対しても、学生達はこちらが期待する以上の正答率を出してくれた。詳細は紙面の都合上割愛し別の稿に譲りたいと思う。しかし、今回の講義を通して専攻科の学生は、一定の論理的思考力や問題解決能力を普段の講義の中で身につけているものと思われる。学生の予想以上のパフォーマンスを見ることができたことは、普段の低学年の授業の際に「数字が変わっただけで全く同じ問題なのになぜ解けないのだろう」と感じる事が多い私にとっては新鮮な驚きであった。この論理的思考力や問題解決能力を通常の数学の問題を解く際、ひいては様々な問題を解決する際に発揮するためには、過去に学習した知識同士の関連を重視した構造的な記憶の整理の方法を身に付けるよう指導することが課題であると思われる。その取り組みの一環として、本講義のレポートでは、「問題の本質を簡潔に説明すること」「問題の原理を応用して別の問題を作製すること、また似ている問題を答えること」などを課した。前者は、感覚として身につけた知識を言語化(意識化)すること、後者は単に問題を解くことに終始するのではなく、問題を抽象化(または一般化)する能力を養うための意図があった。提出された幾つかの興味深い問題については、別の稿で報告したい。

4. おわりに

数学通論は総合科学科に属する教員にとっては、少人数の教育を実践することができる数少ない機会の一つである。通常の大人数に対する講義では実践することが難しい新しい試みにも積極的に挑戦することで、授業力の向上に発展させていきたいと考えている。

引用文献

W1) 文部科学省, 科学技術・学術審議会 先端研究基盤部会, 「数学意イノベーション戦略」,

平成 26 年 8 月 28 日

- W2) 田代嘉宏, 難波莞爾編, 新編 高専の数学 2[第 2 版・新装版], 森北出版株式会社, (2010)
- W3) 高遠 節夫他, 新訂線形代数, 大日本出版株式会社, (2004)
- W4) G. Pfister, J.H.M. Steenbrink, Reduced Hilbert schemes for irreducible curve singularities, J. Pure and Applied Algebra, 77, pp.103-116 (1992)
- Y1) 田中一之, チューリングと超(メタ)パズル, 東京大学出版会, (2013)

An approach to educating mathematical innovators in Okinawa Kosen

Masahiro Watari, Hiroshi Yamamoto, *Keisuke Yoshii

Department of integrated Arts and Science

We had a sequential lectures for advanced course students in 2015 spring. Although we are mainly teaching general education such as calculus or a basic course of linear algebra, it is a great opportunity and even fun for us to have such an advanced course because we can choose topics which we are really interested in. Thus, we, as pure mathematicians, choose each topic which must be mathematically interesting and, hopefully, worth learning for students who are majoring engineering. In this paper, we would like to share our unique approaches to engineering education at NIT, Okinawa college.

Keywords: Complex analysis, Logic puzzle, Error correcting code

沖縄工業高等専門学校の第2学年の数学における取り組みについて

吉居啓輔, *渡利正弘

総合科学科

要旨

本稿では、平成27年度第2学年の数学の授業において、著者らが実践したアクティブラーニングの取り組みについて報告する。アクティブラーニングは、次期学習指導要領改訂に向けた中教審に対する文部科学大臣の諮問の中で言及されるなど、近年注目を集めている。しかしその定義自体は抽象的で、教育現場における効果的な取り組みについては試行錯誤の段階であるといっても過言ではない。微積分Iについて吉居が、線形代数について渡利が、それぞれの取り組みについて報告する。

キーワード：アクティブラーニング，微分積分，線形代数

1. はじめに

アクティブラーニングという授業スタイルが、教育現場で脚光を浴びるようになって久しい。ICT技術の急速な発展が授業手法に革新的な変化をもたらしていることを背景に、近年様々な取り組みについての報告がなされている。ではアクティブラーニングとはどんな授業スタイルなのだろうか。文部科学省の用語集によると、アクティブラーニングは以下の様に定義されている。

『アクティブラーニングとは、教員による一方向的な講義形式の教育とは異なり、学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称。学修者が能動的に学修することによって、認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力の育成を図る。発見学習、問題解決学習、体験学習、調査学習等が含まれるが、教室内でのグループ・ディスカッション、ディベート、グループ・ワーク等も有効なアクティブラーニングの方法である。』

本稿では平成27年度の第2学年に対して行った、吉居と渡利の数学の授業での試みについて報告する。平成27年度では、微積分Iを吉居が、線形代数は渡利がそれぞれ担当した。

2. 微積分Iにおけるアクティブラーニング型授業の導入と実践

平成27年度の微積分Iの授業において、アクティブラーニング型の授業を試験的に導入した。アクティブラーニング型の授業には以前から興味を持ってはいたが、新しい講義形式を導入することのリスクを考慮すると中々踏み出せずにいた。そんな中、アクティブラーニングに関する書籍や実践報告の中での、「授業中の居眠りが無くなった」「授業が楽しい」「成績が向上した」などの言葉に励まされ、学

期の途中ではあったが試験的にアクティブラーニング型の授業を実践してみることにした。本稿は、近年積極的に導入が進められているアクティブラーニング型の学習に関して、導入開始直後の実践報告をすることで、今後導入を検討されている方々の参考となることを期待し報告するものである。

2.1 アクティブラーニング型授業の導入

学内で行われているアクティブラーニングの勉強会に参加する中で、研究授業のビデオを見たことがきっかけとなり、平成27年10月28日に初めてアクティブラーニング型の授業を実践した。入門書¹⁾を参考にしながら、以下のように授業設計を行った：

1. 学習内容の説明(スライド) [25分]
2. 演習(1.の内容を含むワークシートを配布) [50分]
3. 確認テストと採点 [10分]
4. 振り返り [5分].

結果としては、初日の取り組みは成功したかに見えた。授業後のコメント記入欄には、「楽しくできました!」「続けて欲しい」「自分で解いていこうという意欲が湧きました」などの嬉しいコメントが並んだ。学生から初回から上記のようなコメントを貰えたことは非常に大きな励みとなり、更なる準備をして翌日の講義に臨んだ。しかし、翌日のコメント欄には前日とは対照的に、「もっと解説が欲しい」「問題が難しい」「元の授業に戻して下さい」など辛辣なコメントが並んだ。学生からの批判的なコメントを受けることは非常に苦しく、より詳細にコメントを分析する必要性を感じた。以下はその集計をまとめたものである：

(2組/4組)

これまでの授業の方が良い：3人 /1人 グループ学習の方が良い：3人 /6人
 説明が不十分(解説が欲しい)：5人 /2人 問題が難しい：14人 /16人
 問題数が多い(時間が足りない)：15人 /12人

従来通りの授業の方が良いという意見は特に辛かった。コメント欄に多くの批判が出た理由は、扱った内容の難易度が、初回のもよりも明らかに高かったことも考えられる。授業の形式をアクティブラーニング型に変更するとしても、扱う問題数や難易度は変えたくないという想いがあった。そこで、翌日に同じ内容を別クラス(1組及び3組)に行く予定であったため(前日は2組4組)、スライドと配布プリントに大幅に解説を加えて臨んだ。しかし、辛辣なコメントは殆ど減らなかった。最も厳しいコメントは、「時間を気にしすぎて生徒の理解を優先していない気がした。説明が不十分すぎてまわりで理解している人がとても少なかった。前のような講義の仕方がいい。」などがあった。より詳細なコメントは次のようになった。

3組/1組

これまでの授業の方が良い：2人 /2人 グループ学習の方が良い：1人 /2人
 説明が不十分(解説が欲しい)：5人 /5人 問題が難しい：14人/15人
 問題数が多い(時間が足りない)：12人/14人

解説を加えたにも関わらず、解説が不十分と答えた学生の数に殆ど変化は無かった。その代わりに、問題の難易度が適切であると答えた学生の数は、前日の18人(2クラス合計)から32人に増加した。初回

の授業と比較すると圧倒的に少なくはなったものの、肯定的な意見も少なからずあったことを付記しておく。

2.2 今後の取り組み

上記で紹介した取り組みの後、秋田高専の森本真理氏による、アクティブラーニングの研究授業が行われた。その場で、森本先生による実際の授業を見学し、その後森本先生からも直接お話をお聞きすることができた。また、幸運にも森本先生に私の授業を参観していただき、多くの建設的なコメントを頂くことができた。その中で、吉居の授業では慣れない授業形式による教員自身の緊張感が学生に伝わってしまっていたこと、また、「質問にはなるべく答えない」などに必ずしもこだわる必要はなく、学生の様子を見ながら沖縄高専の学生に適したアクティブラーニングの形を探して行けば良いことなどを教えて頂いた。現在は、「最初に説明、後は演習」という形にこだわらず、説明とグループ学習を交互に繰り返すこともあれば、質問をされた場合もその学生の基礎知識の程度を判断し、気軽に答えるということもある。グループ学習を導入することで、居眠りをする学生の数は減ってきているように感じている。27年度後期終了までに、まずは「居眠りゼロ」を目標とし、その上で学生の満足度の高い授業を実施していきたいと考えている。

3. 線形代数におけるアクティブラーニング型授業の導入と実践

本章では、渡利が線形代数において実践しているアクティブラーニングについて、その導入背景と変遷、そして最終的に取り入れることになった反転授業の実践効果について、平成27年度の後期中間試験までのデータを踏まえて、その成果を検証し報告する。尚、平成27年度の後期中間試験前までの取り組みとその考察は既にプレプリント2)にまとめられている。本稿では、このプレプリントでの結果を踏まえ、そこで扱えなかった観点とデータを加えて議論を展開する。

3.1 前期中間試験までの状況

渡利は平成26年度より線形代数を担当しており、平成27年度で2年目となる。平成26年度から27年度前期中間試験までは、できるだけ学生達の演習時間を確保するように努めてきた。1コマの授業を、講義(45分)とグループ学習による演習(45分)を1対1の比率で実施してきた。できるだけ演習時間を確保することで居眠りを防止し、その日の授業に出席したことによる成果を、(小さなことでもかまわないので)何か獲得してもらおうという狙いがあった。以上のような概要で線形代数の授業を実施し、平成27年度の前期中間試験の結果が以下ようになった。

90点以上	80点以上	70点以上	60点以上	59点以下	最高点	最低点
20人	24人	26人	21人	79人	100点	15点

表1. 平成25年度線形代数前期中間試験の結果

学年平均は60.9点、全体の46.4%の学生が赤点(59点以下)であった。平成27年度は、前年度にはな

かったある特徴が顕著に現れた。特に傾向がはっきりと現れたクラスの得点分布が図2である。

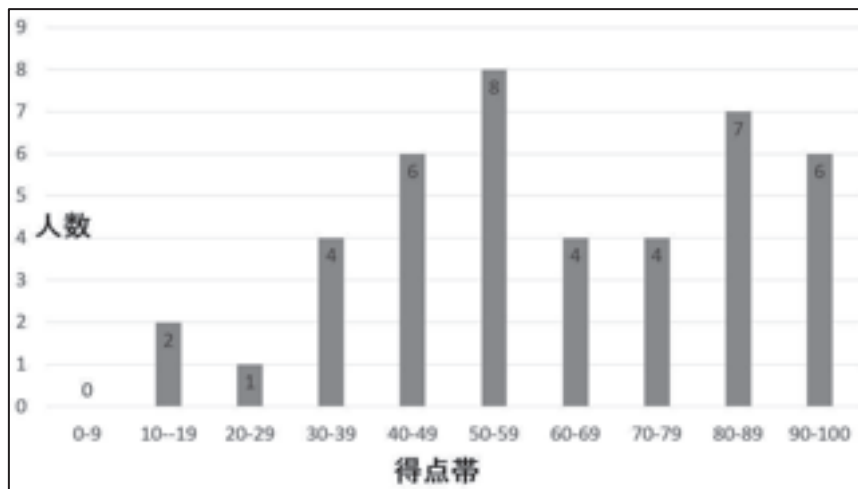


図1. 第2学年のあるクラスの得点分布

図1が示すように、学習内容が十分に理解できている集団と不十分な集団がはっきりと分かれる結果となった。全4クラス中、3クラスでこのような傾向がみられた。この結果の原因を探るべく、学生達に対して次のアンケートを実施した。

線形代数アンケート

設問1 あなたは今回の線形代数前期中間試験の成績が60点を超えましたか？ ①はい ②いいえ

設問2 1の質問にいいえと答えた人にお聞きします。次のどちらに当てはまりますか？

- ① 試験の準備には十分に時間をかけた。
- ② 試験の準備に十分に時間をかけなかった。

設問3 あなたの中間試験までの線形代数への取り組みを教えてください。

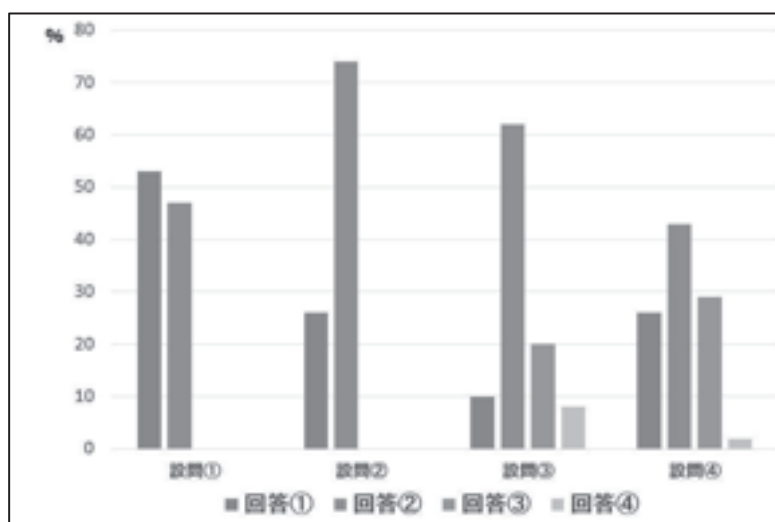
- ① 授業をしっかりと聞き、授業以外での学習もしっかりとした。
- ② 授業と授業以外の学習もまあまあした。
- ③ 授業はあまり聞かず、授業以外での学習もあまり取り組まなかった。しかし試験前の勉強を頑張った。
- ④ 授業はあまり聞かず、授業以外での学習もあまり取り組まなかった。試験前の勉強もあまりしなかった。

設問4 あなたの現時点での線形代数の理解度を教えてください。

- ① 講義を聞いて、授業内の演習だけで前期中間試験の内容を理解することができた。
- ② 講義や授業内の演習だけでは理解できないが、試験勉強を行ったことで前期中間試験の内容を理解することができた。
- ③ 講義や授業内の演習だけでは理解できず、試験勉強を行っても前期中間試験の範囲の内容を理解できなかった。ただまだ自分には余力があり、頑張れば理解できると思う。
- ④ 講義や授業内の演習だけでは理解できず、試験勉強を行っても前期中間試験の範囲の内容

を理解できなかった。これ以上、自分ではどうすることもできないと思う。

設問5 線形代数の授業への要望があれば記入してください。図2. アンケート結果



今回のアンケートで、設問5における自由記述の回答がほとんどなかった。以上のアンケート結果より、普段全く勉強に取り組まない学生が図1における点数の低い集団を形成している実態が浮かび上がってきた(引用文献2)参照)。そしてそのほとんどの学生が、自分にはまだまだ余力がある(つまりさぼっている)ことを自覚していた。

3.2 前期中間試験後から後期中間試験までの取り組み

アンケート結果より、全く勉強をしない学生に対する対策の必要性が明らかになった。そこで、まず授業時間内の取り組みに学生を集中させるような改善を行った。具体的には、次の2点である。

- (1) 学生自身によるセルフアセスメントの導入
- (2) 授業内における学生の能動的な取り組みの時間の増加(反転学習の導入)

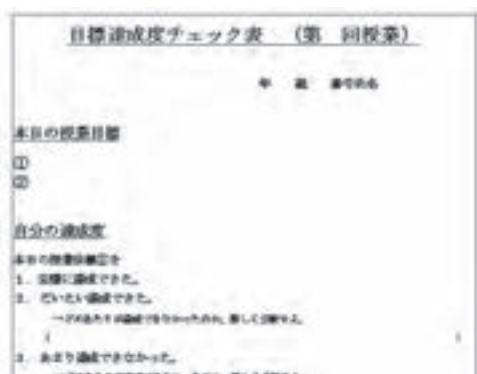
(1)について: 前期中間試験後より、学生によるセルフアセスメントを導入した。その日の取得すべき学習事項を明確化し、授業の冒頭に本日の授業目標として学生に提示する。そしてその目標が達成できたかどうかを、授業の最後に学生自身に確認させる。この確認の際に、達成できなかった場合にはなぜ自分は目標が達成できなかったのか、どこがどう理解できなかったのか等具体的に配布した目標達成度チェックシート(図3及び4)に記録をとらせる。

(2)について: 前期期末試験後から、更に学生の演習時間を増やすために反転授業を導入した。反転授業とは、“従来の授業と宿題の役割を文字通り反転させた授業形態で、デジタル教材などを利用して自宅で知識を習得し、教室では知識の確認や問題の演習などを行う”授業方式³⁾のことである。引用文献4)によると、反転授業の導入により以下の利点が期待される。

- 1. 学生の実質的な学習時間の増加,
- 2. 学んだ知識を使う機会の増加,
- 3. 学習進度の促進

全国の高専では平成27年10月よりマイクロソフト社のOffice365を導入しており、沖縄高専の学生であれば無料でOfficeのソフトの利用が可能になっている。また無料の拡張ソフトのOffice Mixを利用することにより、パワーポイント上での動画作成が可能である。これらの汎用性と利便性を考慮し

て、今回の反転授業では、パワーポイントで講義ファイルを作成した（図5参照）。



3. 目標達成度チェックシート (旧版)



図4. 目標達成度チェックシート (新版)

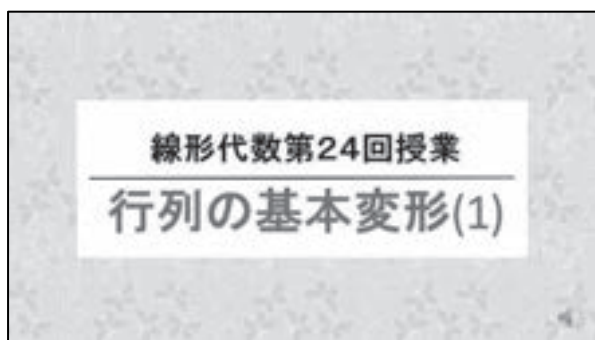


図5. 実際の講義ファイルのスライド

3.3 検証と考察

ここでは前期中間試験後から後期中間試験実施までの期間における取り組みの効果について、前期中間試験終了後～前期末試験と前期末試験終了後～後期中間試験の2つの期間に分けて検証する。

前期中間試験終了後～前期末試験 その日の学習目的を明確化し、その日の授業を大切にしてもらうために、目標達成度チェックシート（図3）によるセルフアセスメントの導入・実践を行った。

結果：この目標達成度チェックシートによる学生自身によるアセスメントの試みは、結果的に成功しなかった。最終的に形骸化し、授業中ずっと寝ていた学生も本日の授業目標が1.完璧に理解できたに丸をつけて出す始末だった。このようにほとんどの学生が、形式的に目標達成度チェックシートをただ提出するだけの状況に陥ってしまった。当然ながら、セルフアセスメント導入による効果をほとんど確認することができなかった。

原因：学生にその日の授業内容が浸透せず、また授業内で目標達成度チェックシートを記入する時間を十分に確保していなかったことが原因だと考えられる。

前期末試験終了後～後期中間試験 前期末試験前までの目標達成度チェックシートの形骸化を受けて、より抜本的な授業改善の必要性を感じた。そのため、次の2つの変更を行った。

- ・反転学習の導入
- ・目標達成度チェックシートの変更

反転授業の導入について：学生にその日の授業内容をより浸透させるにはどうしたらよいか？というこ

とを考えたときに、より多くの演習時間をとることが望ましい。反転授業の導入により、授業時間の全ての授業時間を学生の能動的な活動に割り当てることが可能になった。

目標達成度チェックシートの変更について：目標達成度チェックシートを、図4のように様式をまず変更した。授業目標だけでなく、学生自身による記述を具体的に書かせるように書面を工夫した。ただ様式の変更をただけでなく、授業の後半で必ず記入の時間を10分間しっかりと確保し、今までよりも具体的でたくさんのコメントを書かせるようにして、授業内容と個々の問題点が少しでも学生の印象に残るよう心がけた。アクティブラーニングにおける振り返りの時間の確保の重要性は、引用文献1)においても指摘されている。また学生の反転授業に関する意見をできるだけ吸い上げることができるようにもした。授業目標達成度チェックシート回収後、今までは検収印のみを押して返却していたが、1人1人にコメントを記入してから返却するようにした。このように個々の学生の把握にも努めている。

今回の反転授業では、時間配分を以下のように設定した。

反転授業の時間配分

1. 講義ファイルの視聴 [自宅学習, 10~15分程度], 2. グループ学習による演習 [授業内, 60分]
3. 確認テスト [授業内, 10分], 4. 確認テストの採点及び見直し [授業内, 10分]
5. 目標達成度チェックシートによる振り返り [授業内, 10分]

授業内で、60分の演習の後に必ず10分間の確認テストを実施することとした。これにより学生の目的意識を高め、授業目標達成を自分で明確に把握できるようにした。試験は問題を演習でやった問題の類題を1題程度出題するものとしている。ただし確認テストでは、問題が解けたかよりも理解できなかった部分の把握に重点を置き、たとえ間違えても理由をしっかりと把握できたならば満点をつけさせている。平成27年11月30日現在で、第21回と第22回の授業で反転授業を行うことができた。

反転授業のメリット

1. 授業時における居眠りをしている学生数の減少。
2. クラスごとの講義のムラがなくなり、均一な授業展開が可能になった。
3. 以前よりも授業チェックシートへの記入が増え、学生1人1人の様子がわかるようになった。

反転授業のデメリット

1. 授業準備と提出物のチェックに膨大な手間と時間がかかる。
2. 講義ファイルを事前に視聴しない学生の存在。
3. 講義ファイルの質が悪い（音声が届かぬなど）。

特に上記のデメリット2に関して、未視聴率のパーセンテージは以下の表2ようになった。

	第20回授業	第21回授業
講義ファイルを視聴した	71%	75%
講義ファイルを視聴しなかった	29%	25%

表2. 講義ファイルの未視聴率

3.4 今後に向けて

まだ反転授業を開始して間もないが、各クラスの雰囲気もよく手応えを感じている。このまま実施を

継続させていきたいが、未視聴の学生の多さが問題となっている。毎回、違う先生方による応援メッセージの動画を載せるなどして工夫をしているが、まだまだ十分でない。この点を意識して改善していきたい。

4. おわりに

平成 27 年度の第 2 学年の微積分 I 及び線形代数における取り組みを報告した。今回の報告は途中経過に関するもので、まだまだ改善をすべき点が多くあり満足できる内容とはほど遠い。今回得られた反省点をもとに改善を加え、今後ともアクティブラーニングの取り組みを継続していきたい。

引用文献

- 1) 小林昭文, 「アクティブラーニング入門」, 産業能率大学出版部, (2015)
- 2) 渡利正弘, 高等専門学校の数学教育における Active Learning の導入について, プレプリント
- 3) <https://kotobank.jp/word/%E5%8F%8D%E8%BB%A2%E6%8E%88%E6%A5%AD-689944>
- 4) 重田勝介, 「反転授業 ICT による教育改革の進展」, 情報管理 Vol. 30 No. 10, pp. 677-684, (2014)

Attempts on lectures for second graders of National Institute of Technology, Okinawa College

*Keisuke Yoshii, Masahiro Watatari
Department of integrated Arts and Science

In this short note, we report our attempts on lectures of mathematics for second graders of National institute of Technology, Okinawa College. Active learning style lecture has been a hot topic in the educational industry. We introduced and practiced this type of lectures and their educational effects are reported.

Key words: active learning, calculus, linear algebra

国 際 会 議 発 表

New equivalent-electrical circuit model and a practical measurement method for human body impedance

*Koyu Chinen, Ichiko Kinjo, Aki Zamami, Kotoyo Irei and Kanako Nagayama

Department of Information and Communication Systems Engineering

Human body impedance analysis is an effective tool to extract electrical information from tissues in the human body. This paper presents a new measurement method of impedance using armpit electrode and a new equivalent circuit model for the human body. The lowest impedance was measured by using an LCR meter and six electrodes including armpit electrodes. The electrical equivalent circuit model for the cell consists of resistance R and capacitance C . The R represents electrical resistance of the liquid of the inside and outside of the cell, and the C represents high frequency conductance of the cell membrane. We propose an equivalent circuit model which consists of five parallel high frequency-passing CR circuits. The proposed equivalent circuit represents alpha distribution in the impedance measured at a lower frequency range due to ion current of the outside of the cell, and beta distribution at a high frequency range due to the cell membrane and the liquid inside cell. The calculated values by using the proposed equivalent circuit model were consistent with the measured values for the human body impedance.

Bio-electrical Impedance Analysis (BIA), utilizing the electrical conductance of ion and cell sap, has been well known as a simplified method to extract electrical information from human body tissues. The BIA has been applied to commercial products of body-fat ratio meter that measures the ratio of impedances of the fat and the non-fat tissues. But, the existing measurement method is insufficient in the accuracy of the impedance measurements since it uses high electrical impedance paths through hands, arms and legs. Especially, the arm has a long part of bone which is electrically nonconductive material. So, it is desirable for the BIA to avoid using the measurement paths of the arms in order to measure the body trunk part which has the lowest impedance in the tissues. Furthermore, we have investigated an equivalent circuit model that represents accurately impedance characteristics of the human body. This report presents a new measurement method for low impedance tissues by using armpit electrodes, and a new equivalent circuit model consisting of parallel RC circuits to represent the human body impedance. We have proposed the use of armpit electrodes for measurement of human body impedance. It was confirmed that using both armpit electrodes and both feet electrodes is suitable for measurement of low impedance of the body trunk. The parallel circuit configuration of five HPFs was determined as the equivalent circuit of the human body impedance. The difference between calculated values by the equivalent circuit and the measurement values was less than 10%. The proposed equivalent circuit can be stacked up to create a 3D large scale integrated circuit to form various parts of the human body.

Comparison of high efficiency of essential oil extraction using instantaneous high pressure process in hydrodistillation method and microwave method

Ayumi Takemoto¹, Taisuke Hamada¹, Yasutomo Tamaki¹ and Shigeru Itoh²

¹Department of Bioresources Engineering, National Institute of Technology, Okinawa College, ²National Institute of Technology, Okinawa College

The instantaneous high pressure of the order of a few microseconds which was brought by shock wave, partially destroys cell walls and tissues of the plant by the action of the spalling destruction phenomenon (Takemoto *et.al.*, 2008). In other words, the extraction path of biosynthesis component was formed in the plant. By using this effect, it was able to extract the sap of conifers (Takemoto & Itoh, 2007), and raise the coffee extraction efficiency (Takemoto & Itoh, 2008). Similar effect was obtained on the essential oil extraction by the steam distillation (Takemoto & Itoh, 2010, 2011). Thus, the instantaneous high pressure is expected to be utilized as a preprocessing for efficient essential oil extraction by the steam distillation. Meanwhile, other essential oil extraction methods include hydrodistillation method and microwave method. These methods have not been made verification of extraction efficiency by instantaneous high-pressure processing. In this study, authors report effect of the instantaneous high pressure preprocessing on microwave method. Steam distillation method and hydrodistillation method are compared only the extraction from non-treated samples. Dried leaves of lemongrass (*Cymbopogon citratus*) is used for sample, and analyzed for differences in the amount of extraction and composition of aroma components. The instantaneous high pressure is caused by two methods, gap discharge method and wire explosion method.

Key word: Shock wave, Instantaneous high pressure, Spalling destruction

REFERENCES

- 1) Takemoto, A., Kuroda, K., Iyama, H. and Itoh, S. (2008). On the destruction of the cell wall of plants and its mechanism by the shock wave. *The International Journal of Multiphysics*, 2(2), 165-170.
- 2) Takemoto, A., Itoh, S. (2007). Non-heating extractive from *Cryptomeria japonica* D. Don (Sugi) using the underwater shock wave. *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 32(4), 1071-1073.
- 3) Takemoto, A., Maehara, H., Watanabe, T., Itoh, S. (2008). On Extraction from Coffee Beans using The Underwater Shock Wave. *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 33(4), 1209-1212.
- 4) Takemoto, A., Itoh, S. (2010). Research of essential oil extraction of the rush (*Juncus effuses* L. var. *decipens* Buchen.) using the shock wave. *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 35(4), 951-953.
- 5) Takemoto, A., Itoh, S. (2011). Research of essential oil extraction efficiency improvement from *Thujopsis dolabrata* var. *hondae* using the underwater shock wave. *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 36(1), 7-10.

Joint work project 2015 with NYP and ONCT -Analyses for branching pattern models of two subtropical species-

*Masahiro Watari

Department of Integrated Arts and Science, Okinawa National College of Technology

Background and Aim: We propose an international joint work program to foster global and innovative engineers. Our aim is to verify the effects of it on students. The trial entitled “Joint work project 2015 with NYP and ONCT -Analyses for branching pattern models of two sub-tropical species-” was done as a part of Biotechnology Camp (Bio Camp for short) 2015 which is a self-education based student exchange program held in Okinawa National College of Technology (ONCT). Inviting Nanyang Polytechnic (NYP) in Singapore, Bio Camp was held several times in the past (for details, see [1]). Main purpose of it is to encourage the students to open their eyes to “Global”, which is an essential sense for the next generation engineers regardless of nationalities.

In order to achieve the goal of Bio Camp, Joint work project 2015 with NYP and ONCT was planned and held on 18 March 2015. In particular, mathematical biology was utilized there. In this project, students tried to understand branching patterns of two related plants *Psychotria rubra* and *Psychotria manillensis* from a mathematical view point. Through this trial, we expected students to cultivate their own global mind.

Study Design: We make all Japanese and Singaporean students collaborate with each other. After the collaboration, we evaluate the impact of this project on them.

Methodology: We make all students join Joint work project 2015 with NYP and ONCT which consisted of the following four activities:

1. A short lecture about *Psychotria* species
2. Calculation of the occurrence probabilities of *Psychotria* species
3. Discussion: After the calculations, students were divided into two teams, Team *P. rubra* and Team *P. manillensis*. Each team discussed the properties of branching patterns based on the results of calculations.
4. Presentation: The results of discussion were presented by each team.

After the all activities, we evaluate the impact of our trial by a questionnaire.

Results and Conclusion: We infer from the results of the questionnaire that most of students have improved their global mind. We also could conclude that we have successfully achieved our main purpose, to cultivate the students’ global mind through our project.

Key words: Student exchange program, Biotechnology Camp, Global education, Global engineer, Mathematical biology

5th Asian Conference on Engineering Education (Challenges and Innovations in Engineering Education), Nov. 6-8, 2015, Dalian Maritime University, Dalian, China.

抄 録

ブロック平衡打ち切りによるフィードフォワード制御器の低次元化

長堂 勤¹, 安里 健太郎²

¹琉球大学, ²沖縄工業高等専門学校

2自由度制御器は閉ループ全体の伝達特性を改善するのに非常に有効なものであるが、フィードフォワード制御器の付加により、制御システム全体の次数の増加を招く。そこで、本論文では、ブロック平衡打ち切り法を適用することにより、2自由度制御システムの構造を考慮したフィードフォワード制御器の低次元化法を提案した。ここでは、とくに、2自由度制御としてモデルマッチング制御を取り上げ、その有効性を数値例により示した。

電気学会論文誌C, 第133巻, 4号, pp.837~842 (平成25年4月)

平板の磁気浮上制御に関する研究

玉城 大輝¹, 長田 匡司¹, 安里 健太郎¹

¹沖縄工業高等専門学校

本研究では、磁気浮上非接触運搬の制御手法の検証用装置として、電磁石と平板の相対距離を一定に維持する磁気浮上制御装置の開発を行った。今回開発した装置は電磁石が2つとなっているため、回転や水平方向の制御はできないが、それらの変動を補助をすることで、対象平板を浮上させることができた。

電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究会, IIS-14-010, pp.11~15 (平成26年3月)

マイコンを利用した教育用磁気浮上制御装置の開発

長田 匡司¹, 玉城 大輝¹, 安里 健太郎¹

¹沖縄工業高等専門学校

これまで著者らは、制御工学の学習において教材として利用価値の高い磁気浮上システムの開発を行ってきた。教材として最適なものとなるよう、本研究では、ハイブリッド電磁石を利用することで装置の小型化を検討した。その結果、ハイブリッド電磁石の利用はエネルギーの低減化に非常に有効であることを実証することができた。

電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究会, IIS-14-011, pp.17~20 (平成26年3月)

ハイブリッド電磁石を利用した磁気浮上システムの開発 -マイコンによる磁気浮上制御-

安里 健太郎¹, 長堂 勤², 玉城 史朗²

¹ 沖縄工業高等専門学校, ² 琉球大学

磁力を利用した強磁性体の浮上制御は古くから研究されている。本研究では、磁気浮上制御に必要なエネルギーの低減化を目指して、現在ハイブリッド電磁石を利用した磁気浮上システムの研究開発を行っている。本論文では、これまで開発した磁気浮上システムにおいて、コントローラをマイクロコントローラで実装することについて検討した。

電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究会, IIS-15-020, pp.57~60 (平成 27 年 3 月)

磁気浮上システムにおけるニューラルネットワークを利用した ホール素子変位センサの開発

木村 和志¹, 安里 冠人¹, 安里 健太郎¹

¹ 沖縄工業高等専門学校

これまで著者らが開発してきた磁気浮上システムでは、レーザ変位センサを利用してギャップ計測を行っていたため、製作コストの面での課題があった。そこで本研究ではニューラルネットワークを利用したホール素子変位センサを提案・開発し、レーザ変位センサのかわりに利用することができるか検討を行った。

電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究会, IIS-15-021, pp.61~64 (平成 27 年 3 月)

Kinect センサを利用した倒立振子の安定化制御

安里 冠人¹, 木村 和志¹, 安里 健太郎¹

¹ 沖縄工業高等専門学校

視覚は多くの生物において重要な外界情報となっている。この視覚情報を自動制御に利用することで、さまざまな分野への応用が期待できる。そこで、本研究では、Kinect センサを利用したヴィジュアルフィードバック制御の応用について検討した。今回は、制御対象として倒立振子システムを採用し、振子の安定化制御に利用可能か検証した。

電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究会, IIS-15-022, pp.65~69 (平成 27 年 3 月)

制御工学教育用磁気浮上システムの開発 -ニューラルネットワークを利用したホール素子変位センサの検討-

安里 健太郎¹, 木村 和志¹

¹ 沖縄工業高等専門学校

本研究では、磁気浮上システムにおいて、ニューラルネットワークを利用したホール素子変位センサを提案・開発し、その有効性の検討を行った。本研究では、より精度よくギャップを計測できるように、ホール素子を3個利用して三角形に配置することを考案した。これにより、水平方向のずれを考慮することができるようになり、その有効性を実験により確認することができた。

平成27年電気学会全国大会講演論文集, 第7分冊, pp.43~44 (平成27年3月)

ホール素子変位センサを利用した磁気浮上システムの開発

照屋 孔明¹, 安里 健太郎¹

¹ 沖縄工業高等専門学校

先行研究では、制御システム構成のコスト低減化を目的として、従来のレーザ変位センサの代わりに、ホール素子を利用した変位センサを利用することを検討してきた。その結果、ニューラルネットワークを活用することによって、磁気浮上制御が達成できる変位センサとしての利用が期待できることが確認できた。この研究成果をもとに、本研究では、より厳密なホール素子変位センサの製作・検証を行った。また、開発したホール素子変位センサを利用するのに適した装置として、筐体の改良を行った。

電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究会, IIS-15-064, pp.1~5 (平成27年9月)

島嶼地域を想定した揚水発電システムの開発 -クロスフロー水車の開発-

金城 真人¹, 安里 健太郎¹

¹ 沖縄工業高等専門学校

著者らは、これまでに、島嶼地域を想定した自給型揚水発電システムの開発を行ってきた。この研究成果を踏まえて、本研究では、島嶼地域を想定した揚水発電システムの開発として、主に本発電システムで利用するクロスフロー水車の製作を行っており、本論文ではその開発状況について報告する。

電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究会, IIS-15-065, pp.7~9 (平成27年3月)

科学技術教育に適した Ball&Beam 実験装置の開発

神村 和寿¹, 安里 健太郎¹

¹ 沖縄工業高等専門学校

本研究では、「数学を主体とする論理的思考の育成」および「就業意識のさらなる向上」を目的として、利用価値の高い Ball&Beam 実験装置の開発を行っている。本論文では、この Ball&Beam 実験装置の開発において、まず、動力部となるサーボモータのモータ出力やギア比の検討を行った。さらに、制御系設計ソフトウェア「Scilab」およびマイコンボード「Arduino Uno」を利用して、試作したサーボモータのリアルタイム制御を行い、その動作検証を行った。

電気学会研究会資料，次世代産業システム研究会，IIS-15-066，pp.11～13（平成 27 年 9 月）

科学技術教育に適した 2 輪倒立ロボットの開発

安谷屋 卓矢¹, 安里 健太郎¹

¹ 沖縄工業高等専門学校

現在の科学技術の教育に関する活動においては、実験や観測を主体とした経験的に学習する内容のものが多く、「論理的思考の必要性」をテーマとして扱っているものは非常に少ない。そこで、本研究では、制御工学を題材として論理的思考の育成を目指した教材開発を行っている。本論文では、仕組みおよび動作原理が直観的に容易に理解できるものとして、2 輪倒立ロボットを教材として利用することを考え、その開発についての検討を行った。

電気学会研究会資料，次世代産業システム研究会，IIS-15-067，pp.15～17（平成 27 年 9 月）

歩行補助用パワーアシストマシンの開発

安里 冠人¹, 安里 健太郎¹

¹ 沖縄工業高等専門学校

本研究では、高齢者の介護予防を支援するためのマシンとして、高齢者の歩行の支援を行う機能を持ったマシンの開発を行っている。今回開発するマシンは、平成 26 年より経済産業省と厚生労働省が推進している事業である「ロボット技術の介護利用における重点利用」の項目のである移動支援機器(屋外型)に必要とされる性能を満たすことを目指しており、本論文では、主に、仕様策定やパワーアシスト機構、求められる安全性等についての検討を行った。

電気学会研究会資料，次世代産業システム研究会，IIS-15-068，pp.19～22（平成 27 年 9 月）

Stability and Performance Analysis of Passive and Active Stall Control of Small-Scaled Wind Turbine System by Phase Plane Method

F. Asharif¹, M. Futami¹, S. Tamaki¹ and T. Nagado¹ and K. Asato²

¹University of the Ryukyus, ²National Institute of Technology, Okinawa College

The aim of this study is to reduce the angular velocity by controlling the stall factor even in storm condition. In this paper we intend to analyze the stability of angular velocity of small-scaled-wind turbine by phase plane method. Moreover, performance of angular velocity is evaluated by phase plane method. So far in the previous researches in order to determine the stability and evaluate the performance of nonlinear system time response of long term had been observed. However, since pitch angle and angular velocity are significant factors of stability and performances, observation is an inadequate approach for certain analysis. Therefore, phase plane method is proposed to increase the analysis degrees of stability and performances simultaneously. The mathematical model of small scaled wind-turbine is considered to be a non-linear differential simultaneous equation. Stall Control is applied by implementing the shock absorber in the conjunction of blade and the turbine. Moreover, axis friction control is loaded to decrease the excessive revolution. The stability and performance of turbine is examined by several condition of stall factors. Eventually, we confirm the simplification of analysis for non-linear system.

Proceedings of International Conference on Intelligent Informatics and BioMedical Sciences 2015 (ICIIBMS 2015), pp.27-33, November 28-30, 2015

Development of a Hall Element Displacement Sensor with Artificial Neural Network for Magnetic Levitation Control

Kentaro Asato¹, Kanto Asato¹, Nagado Tsutomu² and Tamaki Shiro²

¹National Institute of Technology, Okinawa College, ²University of the Ryukyus

In this study, we developed a Hall element displacement sensor to control magnetic levitation (maglev) systems. This sensor is devised to achieve lower-cost maglev systems. Furthermore, in order to more accurately obtain the gap between an electromagnet and a levitated object, artificial neural network (ANN) is applied to the developed sensor. Finally, the validity of the developed Hall element displacement sensor with ANN is verified using a real-time measurement software.

Proceedings of International Conference on Intelligent Informatics and BioMedical Sciences 2015 (ICIIBMS 2015), pp.408-411, November 28-30, 2015

Development of Low Cost Educational Material for Learning Fundamentals of Mechatronics

Kentaro Asato¹, Kanto Asato¹, Nagado Tsutomu² and Tamaki Shiro²

¹National Institute of Technology, Okinawa College, ²University of the Ryukyus

In this study, we developed low cost educational material for learning fundamentals of mechatronics by well combining Arduino, Scilab/Xcos, and hardware modules. The availability of the developed educational material is verified by a practice example.

Proceedings of International Conference on Intelligent Informatics and BioMedical Sciences 2015 (ICIIBMS 2015), pp.454-456, November 28-30, 2015

The effect of improving the oil extraction of Slovenia production seed by underwater shock wave

K. Shimojima¹, A. Takemoto¹, M. Vesenjok², Y. Higa¹, Z. Ren², S. Itoh¹

1 National Institute of Technology, Okinawa College

2 University of Maribor

In National Institute of Technology, Okinawa College, the food processing device by the underwater shock wave has been developed. The effects of the improvement of the extraction, softening, sterilization, and emulsification, etc. by non-heating has achieved. On the other hand, the consumption of a variety seed oil is high in Europe. The improvement of the amount of the oil extraction from the seed leads to an increase in the agricultural output of Europe.

In this study, the mechanism of the food processing device by underwater shock wave is explained. The device is composed of the water filtration device, the disintegrator (pressure vessel) and the power supply for shock wave generation. The seed is crushed by the underwater shock wave. Oil-bearing amounts of before and after crushing are compared. The ameliorating effect by the shock wave is shown.

MULTIPHYSICS 2015, 10-11 Dec 2015, London, United Kingdom, P.9

Design of pressure vessel for food processing machine by under shock wave

Ken Shimojima¹, Yoshikazu Higa¹, Hirofumi Iyama², Ryou Henzan¹, Shigeru Itoh¹

1 National Institute of Technology, Okinawa College

2 National Institute of Technology, Kumamoto College

In National Institute of Technology, Okinawa College, the food processing device by the underwater shock wave has been developed. The effects of the improvement of the extraction, softening, sterilization, and emulsification, etc. by non-heating are achieved. Therefore, a lot of foods are crushed by this mechanism, and has verified the effectiveness. In this presentation, we report on the design, production and analysis of pressure vessel of food processing device for a variety of food. The food processing device are composed of the circuit for the shock wave generation, the pressure vessel for crushing, the water clean device. Pressure vessel for crushing the food is designed to withstand the high pressure of the shock wave. Inside the pressure vessel, water is filled and, brass electrode of one set is fixed by the insulating resin. Silicone hose submerged in the interior of the pressure vessel, the vessel is sealed by a lid (flange) by a bolt and nut. Electric energy boosted to 3500V by the power supply is applied to the electrodes of the pressure vessel by the gap switches. The foods are crushed by the shock wave that is propagated through water and the silicone hose. The pressure-resistant of the pressure vessel is evaluated by the experimental crushing results of the food. The deformation amount of the container by the shock wave generation are shown using computer simulation.

MULTIPHYSICS 2015, 10-11 Dec 2015, London, United Kingdom, P.51

瞬間的高圧処理を用いた米粉の製粉装置の開発 -第1報 連続運転装置の開発と米粉の成分分析-

下嶋賢¹, 比嘉修¹, 比嘉勝也¹, 比嘉吉一¹, 嶽本あゆみ¹, 安田淳²,
山戸 陸也³, 中澤 稔⁴, 井山裕文⁵, 渡邊敏晃⁶, 伊東繁¹

1 沖縄工業高等専門学校, 2 大阪サニタリー株式会社, 3 熊本県産業技術センター
4 群馬製粉株式会社, 5 熊本高等専門学校, 6 水産大学校

近年, 日本において, さまざまな問題の解決手段として米粉の利用の促進が図られている. 製粉時に加熱に伴い米粉の成分が劣化することや, 米自体が硬いため大量生産の際には浸漬処理を行うことが多く, 乾燥工程に多くのエネルギーが必要とされる.

一方, 沖縄高専では, 瞬間的高圧処理を用いた食品加工装置の開発を行ってきた. その装置は, 非加熱にて食品を粉碎し, 搾汁性の向上, 殺菌, 軟化, 製粉などの効果を得ている. そこで, 本報では, 瞬間的高圧処理を用いた米粉製造装置を開発した. 開発した装置を用いた実験によって浸漬処理を必要としない製粉の可能性を確認した. また, 実機を用いた製粉実験にて毎時あたり 1.5 kg の米粉が得られた. 得られた米粉の成分分析を行い, 気流粉碎装置によって製粉した米粉と比較した. 比較した結果, 損傷澱粉率は, 気流粉碎式によって得られた米粉より低かった. 色味を比較した結果, 本装置によって得られた米粉は黄色味が強い米粉であることがわかった.

日本食品工学会, Vol.16, No.4, 2015

【査読付論文】

The Effect of Different Step-Size on the Visualization of Crystallographic Defects using SEM/EBSD Technique

¹Yoshikazu HIGA, ¹Ken SHIMOJIMA and ¹Takashi MAKISHI

1 Dept. Mech. Sys. Engng., Nat. Inst. Tech., Okinawa College

Crystallographic grains and defects play an important role in many fundamental processes, such as grain growth and recrystallization, damage, and plastic deformation. Due to the importance of these processes, there is considerable interest in characterizing the crystallographic orientation and grain boundary distribution of crystalline materials. In this study, crystallographic defects such as dislocation arrays and grain boundaries and their orientations were investigated in a commercial polycrystalline copper sample using electron backscatter diffraction (EBSD) mapping combined with scanning electron microscopy (SEM). EBSD was used to determine the local orientations at individual points of a regular grid on a planar surface of a specimen. From the orientation differences between neighboring points, the lattice curvature and dislocation density tensor were derived, and the dislocation density distribution accompanying the crystallographic defects was significantly dependent on the SEM/EBSD step size associated with the spatial resolution.

The International Journal of Multiphysics, Vol.9 (2015), pp.37-44.

【国内会議発表】

土中爆発問題の数値シミュレーション —土壌動特性の違いが一次飛散物挙動に及ぼす影響—

¹比嘉 吉一, ²源河 朝陽, ³井山 裕文, ³西 雅俊, ⁴伊東 繁

- 1 沖縄工業高等専門学校・機械システム工学科
- 2 沖縄工業高等専門学校・専攻科・創造システム工学専攻
- 3 熊本高等専門学校・機械知能システム工学科
- 4 沖縄工業高等専門学校・前校長

In order to clarify the fragments behavior such as shells, charges and soils, the computational simulation for soil surface and underground explosive problem has been constructed and performed using Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) schemes by HyperWorks-RADIOSS (®Altair) software. In this report, a study about the influence of the variability of the soil characteristics on the fragments behavior is performed. Results of computational simulations performed with different amounts of explosive on the soil surface and underground are presented. By conducting a series of computational simulations, it has been observed the fragments behavior depending on soil characteristics and amounts of explosive.

第 20 回計算工学講演会, (2015.06), E-5-2, つくば市・つくば国際会議場

【国内会議発表】

土中爆発問題の数値シミュレーション —ライナープレート施工による一次飛散物抑制効果に関する検討—

¹源河 朝陽, ²比嘉 吉一, ³井山 裕文, ³西 雅俊, ⁴伊東 繁

- 1 沖縄工業高等専門学校・専攻科・創造システム工学専攻
- 2 沖縄工業高等専門学校・機械システム工学科
- 3 熊本高等専門学校・機械知能システム工学科
- 4 沖縄工業高等専門学校・前校長

The main objective of our research is contributed to the disposal technique of unexploded bomb such as an establishment of evacuation areas based on the computational mechanics. To clarify the fragments behavior such as shells, explosives and soils, the computational model based on the SPH schemes have been constructed with HyperWorks-RADIOSS (®Altair) software. This paper reports the effects of the difference amounts of shells and explosives on the fragments behavior. Then, the computational models including a liner plate have been developed. By conducting a series of numerical simulation, we investigated the protection ability of fragments about the liner plate and we also discussed the reduction ability of an evacuation areas.

第 20 回計算工学講演会, (2015.06), E-5-1, つくば市・つくば国際会議場

【国内会議発表】

沖縄県に固有の土壌動特性を導入した土中爆発問題の数値シミュレーション

¹比嘉 吉一, ²源河 朝陽, ¹下嶋 賢, ³井山 裕文, ³西 雅俊, ⁴伊東 繁

- 1 沖縄工業高等専門学校・機械システム工学科
- 2 沖縄工業高等専門学校・専攻科・創造システム工学専攻
- 3 熊本高等専門学校・機械知能システム工学科
- 4 沖縄工業高等専門学校・前校長

不発弾の爆発により生ずる飛散物挙動を計算力学的手法により明らかにする目的から、汎用非線形動的構造解析ソルバーを用いて、TNT、金属弾殻および土壌動特性を導入したSPHシミュレーションモデルの作成を行った。本報では、爆轟によって誘起される衝撃波が、対象の沖縄県固有土壌中で入射・透過する様子を高速度カメラによって光学観察し、土壌動特性を同定した。ついで、これら動特性を導入した土中爆発問題の数値シミュレーションを実施し、土壌動特性の違いが計算結果に及ぼす影響について検討したので報告する。

日本機械学会九州支部講演論文集, No.158-1 (第68期総会講演会), (2015.03), pp.5-6,
福岡市・福岡大学

【査読付 論文】

軸方向可動金型を用いた鋼管ハイドロフォーミング技術の開発
Development of Vertical Double-action Forming in Tube Hydroforming

富澤 淳, 窪田紘明, 黒川宣幸, 小嶋正康

In order to expand the practical application to automotive parts of tube hydro forming, it is important to develop the technologies to form a complex shape and to expand the formable range. To meet these demands, the hydroforming technology using axial movable dies is proposed. This method consists of two stages. In the first stage similar to conventional tube hydroforming, the internal pressure and the axial-feeding on tube edge are applied. In the second stage, the movable die is fed synchronized with axial-feeding cylinders under internal pressure. It is experimentally confirmed that in this method small corner radius can be formed in low internal pressure, and thickness deviations in expanded portion can be uniformed. Furthermore, the application of this method to the product which has a long expanded area is discussed. This method is effective in suppressing of increase the thickness near the edge of tube and reducing the thickness at the center of expanded area. Using FE analysis, the effect of friction on the material flow and the deformation behavior in this process is made clear.

日本塑性加工学会誌, 第56巻第648号(2015), pp40-46

特別支援学校との教材開発を通しての人材育成

^{1*}眞喜志 隆, ²神里 志穂子, ³佐竹 卓彦, ⁴野口 健太郎

- 1 沖縄工業高等専門学校・機械システム工学科
- 2 沖縄工業高等専門学校・情報通信システム工学科
- 3 沖縄工業高等専門学校・技術室
- 4 国立高等専門学校機構

本校機械システム工学科・情報通信システム工学科および技術室を中心に、本科の卒業研究や専攻科の特別研究の形で、特別支援学校と共同で特別支援教育教材の開発・改良等の共同研究を行ってきた。特別支援学校との共同研究に至った経緯、開発・改良してきた教材の紹介および機器開発を通しての学生への人材育成および社会実装の事例を報告した。

工学教育 (J.of JSEE), 63-1, pp111-113 (2015)

【査読付論文】

Microwave sintering of Ag-nanoparticle thin films on a polyimide substrate

S. Fujii,^{1,2} S. Kawamura,¹ D. Mochizuki,³ M. M. Maitani,¹ E. Suzuki,¹ and Y. Wada¹

¹Department of Applied Chemistry, Tokyo Institute of Technology, Tokyo 152-8522, Japan

²Department of Information and Communication System Engineering, National Institute of Technology, Okinawa College, Nago, Okinawa 905-2192, Japan

³Interdisciplinary Cluster for Cutting Edge Research, Center for Energy and Environmental Science, Shinshu University, Ueda, Nagano 386-8567, Japan

Ag-nanoparticle thin films on a polyimide substrate were subjected to microwave sintering by use of a single-mode waveguide applicator. A two-step sintering process was employed. First, at low conductivities of the film, the film sample was placed at the site of the maximum electric field and subjected to microwave irradiation. Second, when the conductivity of the film increased, the film sample was placed at the site of the maximum magnetic field and again subjected to microwave irradiation. The microwave sintering process was completed within 1.5 min, which is significantly lower than the time required for the oven heating process. The resulting conductivity of the film, albeit only 30% of that of the bulk material, was seven times that of a film annealed at the same temperature in a furnace. Scanning electron microscopy images revealed that the nanoparticles underwent both grain necking and grain growth during microwave sintering. In addition, this sintering process was equivalent to the oven heating process performed at a 50 °C higher annealing temperature. An electromagnetic wave simulation and a heat transfer simulation of the microwave sintering process were performed to gain a thorough understanding of the process.

AIP Advances 5, 127226-1~11 (2015)

【査読付論文】

Sputter Deposition of ScAlN Thin Films Using a Sc-Al Alloy Target

¹M. Sumisaka, ¹K. Yamazaki, ¹S. Fujii, ^{1,2}G. Tang, ²T. Han, ³Y. Suzuki,
³S. Otomo, ¹Tatsuya Omori, and ¹K. Hashimoto

¹Graduate School of Engineering, Chiba University, Chiba 263-8522, Japan

²School of Electronic Information and Electrical Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China

³Furuya Metal Co., Ltd., Toshima, Tokyo 170-0005, Japan

This paper describes deposition of ScAlN thin films by the conventional radio frequency (RF) magnetron sputtering using large size Sc–Al alloy targets with high Sc content. Two 4-in. Sc–Al alloy targets with the Sc content of 43 and 32% were prepared by the sintering method instead of the conventional dissolution method, and deposited film qualities and uniformity were evaluated. In both cases, uniform ScAlN thin films were obtained throughout the three inch wafer. However, measured Sc content was significantly lower than that of the target. Influence of the N₂ content in the sputtering gas was also investigated, and the result indicated that nitridation of the target surface is at least one of the major reasons causing the reduction of the Sc content in the deposited films. We also reports variation in film qualities observed with the accumulated sputtering time.

Japanese Journal of Applied Physics, 54, pp. 07HD06-1~04, 2015

【査読付論文】

Microwave-enhanced photocatalysis on CdS quantum dots - Evidence of acceleration of photoinduced electron transfer

¹F. Kishimoto, ¹T. Imai, ^{1,2}S. Fujii, ³D. Mochizuki, ¹M. M. Maitani, ¹E. Suzuki, and ¹Y. Wada

¹Department of Applied Chemistry, Tokyo Institute of Technology, 2-12-10-E4-3 Ookayama, Meguro, Tokyo 152-8551, Japan. ²Knowledge-Intensive Collaborative Research Center, Chiba University, 1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba 263-8522, Japan. †Present address: Okinawa National College of Technology, Department of Information and Communication System Engineering, 905 Henoko, Nago-city, Okinawa, Japan. ‡Present address: Interdisciplinary Cluster for Cutting Edge Research, Center for Energy and Environmental Science, Shinshu University, 3-15-1 Tokida, Ueda, Nagano 386-8567, Japan.

The rate of electron transfer is critical in determining the efficiency of photoenergy conversion systems and is controlled by changing the relative energy gap of components, their geometries, or surroundings. However, the rate of electron transfer has not been controlled by the remote input of an external field without changing the geometries or materials of the systems. We demonstrate here that an applied microwave field can enhance the photocatalytic reduction of bipyridinium ion using CdS quantum dots (QDs) by accelerating electron transfer. Analysis of the time-resolved emission decay profiles of CdS quantum dots immersed in aqueous solutions of bipyridinium exhibited the shortening of their emission lifetimes, because of the accelerated electron transfer from QDs to bipyridinium under microwave irradiation. This discovery leads us to a new methodology using microwaves as an external field to enhance photocatalytic reactions.

Scientific Reports 5, Article number 11308, 2015

【査読付論文】

Chemical Reaction under Highly Precise Microwave Irradiation¹ S. Fujii, ²H. Kujirai, ³D. Mochizuki, ³M. M. Maitani, ³E. Suzuki, ³Y. Wada and ⁴N. Mayama¹*Chiba University, Chiba, 263-8522 Japan*²*Toyo Industrial Co., Ltd.*³*Tokyo Institute of Technology, Tokyo, 152-8550 Japan*⁴*M2 Design Corp. Chiba, 284-0003 Japan*

Chemists sometimes experience enhancements in the rates and selectivity of the products in chemical reactions conducted under microwave irradiation, but these enhancements are not always reproducible. This could be due to the unstable irradiation of chemical systems by microwaves. To achieve experimental reproducibility of chemical reactions under microwave irradiation, a solid-state microwave source with an ultra-precise voltage-controlled surface-acoustic-wave oscillator (VCSO), a high-power amplifier (HPA) module, and an elliptical applicator are developed. The HPA has an average power of up to 141 W and generates a 2.45 GHz sine signal. Although the output power is 100 W, the phase noise of the developed microwave source is still small, reaching as low as -80 dBc/Hz at a 1-kHz offset. This good phase noise characteristic originates from that of the VCSO. An elliptical applicator generates the TM₁₁₀ mode and can concentrate the electric field of the microwaves at the focal point. The signal purity is very important for microwave irradiation to achieve high efficiency for heating and chemical processes. It is demonstrated boiling of water in a shorter time using the HPA with a VCSO and a 40% reduction in the water-boiling time compared with a magnetron under 150-W MW irradiation was observed because of the 2.45 GHz sine signal of the HPA with a VCSO. With these features, reproducible reactions can be conducted. Methanol decomposition as a solid-gas reaction with a Pd/C catalyst under microwave irradiation using this HPA and applicator is also shown. Before comparing with electrical furnace heating, the temperatures of the catalyst bed were thoroughly investigated by experiment and simulation, and there were no hot spots in the catalyst bed. The reaction rate under microwave irradiation was three times greater than under electric furnace heating.

Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy, 48 (2), 2014, pp. 89-103.

【査読付論文】

Low Propagation Loss in a One-Port SAW Resonator Fabricated on Single-Crystal Diamond for Super-High-Frequency Applications¹ S. Fujii, ²T. Odawara, ²H. Yamada, ²T. Omori, ²K. Hashimoto, ³H. Torii, ⁴H. Umezawa and ^{2,4}S. Shikata¹*Organization for Academic–Industrial Collaboration
and Intellectual Property, Chiba University, Chiba, Japa*
²*Department of Electrical and Electronic Engineering, Chiba
University, Chiba, Japan.*³*MES AFTY Corporation, Tokyo, Japan*⁴*National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
(AIST), Tsukuba, Japan*

Diamond has the highest known SAW phase velocity, sufficient for applications in the gigahertz range. However, although numerous studies have demonstrated SAW devices on polycrystalline diamond thin films, all have had much larger propagation loss than single-crystal materials such as LiNbO₃. Hence, in this study, we fabricated and characterized one-port SAW resonators on single-crystal diamond substrates synthesized using a high-pressure and high-temperature method to identify and minimize sources of propagation loss. A series of one-port resonators were fabricated with the interdigital transducer/AlN/diamond structure and their characteristics were measured. The device with the best performance exhibited a resonance frequency f of 5.3 GHz, and the equivalent circuit model gave a quality factor Q of 5509. Thus, a large fQ product of approximately 2.9×10^{13} was obtained, and the propagation loss was found to be only 0.006 dB/wavelength. These excellent properties are attributed mainly to the reduction of scattering loss in a substrate using a single-crystal diamond, which originated from the grain boundary of diamond and the surface roughness of the AlN thin film and the diamond substrate. These results show that single-crystal diamond SAW resonators have great potential for use in low-noise super-high-frequency oscillators.

IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, vol. 60, no. 5, May 2013

【査読付論文】

High Frequency SAW Filters based on Diamond Films¹ S. Fujii, and ²C. Jian¹*Organization for Academic–Industrial Collaboration
and Intellectual Property, Chiba University, Chiba, Japan*
²*Ericsson Canada Inc., Ottawa, ON, Canada*

We have developed a diamond SAW resonator capable of operating at frequencies over 3 GHz using a SiO₂/IDT/AlN/diamond structure. The SAW characteristics of various layered structures composed of SiO₂/IDT/AlN/diamond substrates were studied both theoretically and experimentally. The SiO₂/IDT/AlN/diamond substrate structure allows for a thicker IDT metal layer compared to other SAW device designs such as the SiO₂/IDT/ZnO/diamond structure. The thicker metal IDT in the present design leads to a lower series resistance and, in turn, a low insertion loss for SAW devices over 3 GHz. Using a 2nd Sezawa mode SAW, the phase velocity and electromechanical coupling coefficient of the SiO₂/IDT/AlN/diamond substrate reached the larger values of 11,150 m/s and 0.5%, respectively, and a zero TCF characteristic at 25°C was achieved. One-port SAW resonators fabricated from diamond substrates showed a high Q of 660 at 5.4 GHz. The frequency drift over a temperature range of -25°C to 80°C was about 90 ppm, even less than that for ST-Quartz SAW substrates. A two-port resonator showed a low insertion loss of 8 dB at 5.4 GHz. Finally, we designed a 5 GHz band-stop SAW filter. A 30 MHz wide stopband at a -6dB rejection level was achieved while keeping the passband insertion loss to 0.76 dB. These characteristics of these filters show good potential for SHF band filters.

IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, vol. 59, no. 12, December 2012

【査読付論文】

High-frequency surface acoustic wave filter based on diamond thin film¹ S. Fujii*¹Organization for Academic-Industrial Collaboration
and Intellectual Property, Chiba University, Chiba, Japan*

This paper gives an overview of recent progress in developing diamond SAW devices for high-frequency applications. We have studied high-frequency SAW filters or resonators based on diamond thin films and demonstrated that diamond thin films have much potential for SAW applications above 3 GHz. Diamond film characteristics required for SAW filters in high-frequency applications are clarified. The results of numerical calculations reveal that the diamond-based SAW device, which employs a LiNbO₃ thin film as the piezoelectric material, can provide a high electric coupling factor as well as a high phase velocity of more than 12000 m/s. In contrast to when a ZnO thin film is used as the piezoelectric material, the use of a SiO₂/IDT/AlN/diamond structure enables the SAW device to have a low insertion loss for applications above 3 GHz.

Physica Status Solidi A application and material science, 1-7 (2011)

【国際会議発表】 査読付

Deposition of ScAlN thin film using dual-sputtering method

Satoshi Fujii^{1,2}, Masahiro Sumisaka³, Yukihiro Okada⁴, Noriyuki Hasuie⁴, Kenji Kisoda⁵, Hiroshi Harima⁴, Tatsuya Omori³, and Ken-ya Hashimoto³ (¹NIT, Okinawa College; ²Grad. School Eng. Tokyo Tech.; ³Grad. School Eng., Chiba Univ.; ⁴Grad. School Eng., KIT; ⁵Grad. School Eng., Wakayama Univ.)

In this report, we have studied on the deposition of ScAlN thin films using a dual sputtering method and Raman spectroscopy to clarify deposition conditions for films with large piezoelectricity.

The 36th Symposium on UltraSonic Electronics(USE2015), pp. 131-133, Tsukuba, Japan

【国際会議発表 (招待講演)】

Sputter Deposition of ScAlN Films by Reactive Sputtering Using Large Size ScAl Alloy Target with High Sc Content -- Impact of Nitridation of Sputtering Target --,

K.Hashimoto, M.Sumisaka, K.Yamazaki, S.Fujii, G.B.Tang, T.Han, Y.Suzuki, S.Otomo, and T.Omori,

¹Graduate School of Engineering, Chiba University, Chiba Japan

² Graduate School of Engineering, Shanghai Jiaotong University, Shanghai, China

³Furuya Metal Company Ltd, Tokyo, Japan

⁴National Institute of Technology, Okinawa College

This paper describes deposition of ScAlN thin films by the conventional radio frequency (RF) magnetron sputtering using large size Sc-Al alloy targets with high Sc content. Two four inch Sc-Al alloy targets with the Sc content of 43% and 32% were prepared by the sintering method instead of the conventional dissolution method, and deposited film qualities and uniformity were evaluated. In both cases, uniform and high quality ScAlN thin films were obtained throughout the three inch wafer. However, measured Sc content was significantly lower than that of the target. Influence of the N₂ content in the sputtering gas was also investigated, and the result indicated that nitridation of the target surface is at least one of the major reasons causing the reduction of the Sc content in the deposited films. We also reports variation in film qualities observed with the accumulated sputtering time. Origin of this phenomenon was also investigated.

Proc. Sixth Int'l Symp. on Acoustic Wave Devices for Future Mobile Comm. Systems (2015) pp.40-45

【国際会議発表】 査読付

Highly C-Axis-Oriented ScAlN Thin Films Deposited Using Sc-Al Alloy Target

Satoshi Fujii^{1,4}, Masahiro Sumisaka⁴, Gonbin Tang^{2,4}, Yu Suzuki³, Shohei Otomo³, Tatsuya Omori⁴, and Ken-ya Hashimoto⁴

¹Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan, ²Shanghai Jiatong University, Shanghai, China, ³Furuya Metal Co. Ltd., Tokyo, Japan, ⁴Chiba University, Chiba, Japan

ScAlN thin films were deposited by a conventional radiofrequency (RF)-magnetron sputtering system using two Sc-Al alloy metal targets with different Sc/Al ratios. A 10 h deposition time resulted in highly c-axis-oriented ScAlN thin films with Sc concentrations of 32 at% and 22 at% on Sc_{0.43}-Al_{0.57} and Sc_{0.32}-Al_{0.68} targets, respectively. C-axis orientation was lost in thin films deposited on the Sc_{0.43}-Al_{0.57} target after sputtering times of over 50 h. XDS analysis showed a high-Sc-content ScAlN film with an amorphous phase layer near the Si substrate surface. A seed layer of c-axis-oriented ScAlN allowed for > 50 h deposition on the Sc_{0.43}-Al_{0.57} target to result in highly c-axis-oriented ScAlN films. A one-port surface acoustic wave (SAW) resonator based on the ScAlN/Si structure has a K^2 value of 2.7% at 2 GHz, six times larger than for that based on the AlN/Si structure.

IEEE International Microwave Symposium. 2015, (IMS2015), Tech. Digest, TH3D-2-1~4, Phoenix, USA

【国際会議発表】 査読付

Deposition of highly *c*-axis-oriented ScAlN thin films by RF magnetron sputtering using a Sc-Al alloy target

S. Fujii, S. Shimizu*, M. Sumisaka*, Y. Suzuki+, S. Otomo+, T. Omori*, K. Hashimoto*

Organization for Academic-Industrial Collaboration and Intellectual Property, Chiba University, Chiba, Japan

*Graduate School of Engineering, Chiba University, Chiba, Japan

+R&D Department, Furuya Metal Company Ltd., Chikusei, Ibaraki, Japan

High-Sc-content ScAlN thin films have attracted significant attention because of their strong piezoelectricity. Instead of a co-sputtering system, a conventional RF-magnetron sputtering system was employed using a Sc-Al alloy metal target for deposition of ScAlN thin films. Highly *c*-axis-oriented ScAlN thin films with a Sc concentration of 32 at.% were obtained. We also demonstrate that a one-port surface acoustic wave (SAW) resonator based on the ScAlN/Si structure has a K^2 value of 1.7% at 2 GHz, which is four times larger than that of the AlN/Si structure.

IEEE International Frequency Control Symposium, Taipei, Taiwan, pp. 350-353, 2014

【国際会議発表】

COMSOL Multiphysics Simulation to Design Patch Antennas for Modern Wireless Communications Systems

Satoshi Fujii¹⁾, Masanori Hashiguchi²⁾

1) Chiba University (1-33, Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba-shi, Chiba, 263-8522 Japan)

2) Keisoku Engineering System Co.,Ltd

A patch antenna has lot of advantages of low cost and reproducibility and is very attractive for modern wirelesscommunication. In this paper, first we designed patch antenna system based on analytical electromagnetic theory and we studied on electromagnetic field using COMSOL Multiphysics and HFSS in order to validate analysis results numerically. It was shown that experiment and FEM solution agrees quantitatively for the return loss and we also can visualize the near field and far field via numerical data. A study to improve the directivity obtained here now undergoes by us.

Key Words : *Electromagnetic wave, Patch antenna*

Excerpt from Proceedings of the COMSOL Conference Tokyo 2014

【国際会議発表】 Invited

COMSOL multiphysics simulation of microwave chemistry

Satoshi Fujii^{1,2}, Shuichiro Kawamura², Dai Mochizuki², Masato Maitani², Eiichi Suzuki², and Yuji Wada²

¹Academic Industrial Collaboration and Intellectual Property, Chiba University, Chiba, Japan, ²Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan

Chemical reactions carried out under microwave irradiation often have high reaction rates and selectivities that enable compact reactor sizes and energy-conservation processes. Microwave chemical processing and chemical synthesis have correspondingly attracted considerable interest, but we should analyze several physics model simultaneously: electromagnetic wave, heat transfer, and chemical reaction. COMOSOL Multiphysics simulation is a strong tool for analysis of microwave chemistry. We will present some results of COMOSOL Multiphysics simulation of some chemical reactions.

Key Words : *Microwave chemistry, Multiphysics simulation*

Excerpt from Proceedings of the COMSOL Conference Tokyo 2014

【国際会議発表】 査読付

One-port SAW Resonators Fabricated on Single-Crystal Diamond

Satoshi Fujii¹, Haruya Yamada², Tatsuya Omori², Ken-ya Hashimoto², Hironori Torii³, Hitoshi Umezawa⁴, and Shin-ichi Shikata⁴

¹Academic-Industrial Collaboration and Intellectual Property, Chiba University, Chiba, Japan, ²Graduate School of Engineering, Chiba University, Chiba, Japan, ³MESAFTY, Tokyo, Japan, ⁴Diamond Research Laboratory, AIST, Tsukuba, Japan

Diamond has the highest known surface acoustic wave (SAW) phase velocity, sufficient for applications in the gigahertz range. In addition, diamond can be synthesized from methane gas by chemical vapor deposition (CVD) and is also free from rare earth and rare metal materials. Although numerous studies have demonstrated SAW devices on polycrystalline diamond thin films, all of these devices have a much larger propagation loss than single-crystal materials such as LiNbO₃, LiTaO₃, and quartz. Hence, we fabricated and characterized one-port SAW resonators on single-crystal diamond substrates synthesized using a high-pressure high-temperature method and microwave plasma CVD to identify and minimize sources of propagation loss. A series of one-port resonators were fabricated with an interdigital transducer (IDT)/AlN/diamond structure, and their characteristics were measured. The best performing device using a type-Ib (100) diamond single crystal exhibited a resonance frequency f of 5.2 GHz, and the equivalent circuit model gave a quality factor Q of 8346. Thus, a large fQ product of 4.4×10^{13} was obtained, and the propagation loss was found to be only 0.004 dB/wavelength. These excellent properties are attributed to the large group velocity, lack of grain boundaries in the single-crystal diamond, smooth surface of the AlN thin film and diamond substrate, and inclusion of energy-trapping gratings in the IDT. These results show that single-crystal diamond SAW resonators have great potential for use in low-noise super-high-frequency oscillators as sustainable SAW devices

IEEE International Microwave Symposium, Seattle, U.S.A TU1D-6-1~3, 2013

【国際会議発表】

Highly Sophisticated Network System using Micro Air Vehicles and Wireless Networks for Enhanced Safety against Natural DisastersSatoshi Fujii¹, Noriaki Yoshikawa², Kenzo Nonami³¹ Academic-industrial Collaboration and Intellectual Property, Chiba University
1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba 263-8522, Japan, E-mail: s_fujii@faculty.chiba-u.jp² Cyber Creative Institute

Sakuragaoka-cho, Shibuya-ku, Tokyo 150-0031, Japan, Email: yoshi@cybersoken.com

³ Robotics and Systems Control Laboratory, Department of Mechanical Engineering,
Faculty of Engineering, Chiba University

This paper presents the concept of a highly sophisticated network system using Micro Air Vehicles (MAV) and wireless networks for enhanced safety against natural disasters. The system consists of MAVs and Unmanned Ground Vehicles (UGV). Each vehicle has a wireless network unit, which employs the dual-mode Wireless Access in Vehicular Environment (WAVE) in a 5 GHz or 700 MHz band, which can create a multi-hop (more than three hops) ad hoc network. These features enable the system to facilitate rescue and relief operations in the event of serious disasters. The proposed system represents a novel innovation in the field of mesh network systems, based on a combination of ubiquitous MAVs and UGVs.

ICIUS2011, pp.145, 2011

【国際会議発表】 査読付

Study on a one-port SAW resonator using a single crystal diamondS. Fujii^{*1}, H. Yamada², T. Omori², K. Hashimoto², H. Torii³, H. Umezawa⁴, and S. Shikata⁴Academic Industrial Collaboration, Chiba University, Chiba, Japan, ¹ Graduate School of Eng., Chiba University, Chiba, Japan, ² MESAFTY, ³ and Diamond Research Lab., AIST, Tsukuba, Japan⁴

The phase velocity of surface acoustic wave (SAW) in diamond is the highest when compared with that for all other materials; this property of diamond has been applied in high frequency SAW devices in the gigahertz range. In most studies conducted thus far, a polycrystalline diamond thin film, fabricated on silicon wafer by microwave chemical vapor deposition (CVD) or filament CVD methods, has been employed as the SAW substrate. In our study, we examine the effects of the crystalline quality of diamond in the propagation loss of a surface acoustic wave by fabricating a one-port SAW resonator using a single crystal diamond.

International Union of Material Research Societies- International Conference on Electronic Materials, Yokohama, 2012

【国際会議発表】 査読付

Methanol Decomposition Reaction using Pd/C as Solid Catalyst under Highly Precise Microwave Irradiation

Satoshi Fujii¹, Hiroki Kujirai², Dai Mochizuki², Masato Maitani², Eiichi Suzuki², Yuji Wada²,
and Noburo Mayama³

¹Academic Industrial Collaboration and Intellectual Property, Chiba University, Chiba, Japan, ²Graduate School of Science and Engineering, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan, ³M2 Design, Takasaki, Japan¹

Chemical reactions conducted under microwave irradiation have high reaction rates and high selectivity, but these reaction rates are not always reproducible. To achieve reproducibility, a microwave high power amplifier module (HPA) with an ultra precise oscillator and elliptical applicator is developed. This HPA has up to 500 W average power and generates pure 2.45-GHz sine signal. With these features, reproducible reactions can be conducted. We also demonstrated methanol decomposition as a solid-gas reaction with a Pd/C catalyst under microwave irradiation using this HPA and applicator. The reaction rate under microwave irradiation was more than three-fold of that under electric furnace heating.

IEEE International Microwave Symposium, Montreal, Canada, pp.1-3, 2012

【国際会議発表】 査読付

Low propagation loss in a one-port resonator fabricated on single-crystal diamond

Satoshi Fujii¹, Tatsuya Odawara², Tatsuya Omori², Ken-ya Hashimoto², Hironori Torii³, Hitoshi Umezawa⁴,
and Shinichi Shikata^{2,4}

¹Academic industrial collaboration and Intellectual Property, ²Electrical and Electronic Engineering, Chiba University, Chiba, Japan³, MES AFTY Corporation, Tokyo, Japan, ⁴Diamond Research Lab., AIST Tsukuba, Japan

Diamond has the highest known surface acoustic wave (SAW) phase velocity, sufficient for applications in the gigahertz range. However, although numerous studies have demonstrated SAW devices on polycrystalline diamond thin films, all have large propagation loss in comparison to single-crystal materials such as LiNbO₃. In this study, we successfully fabricated low-propagation-loss one-port SAW resonators on single-crystal diamond synthesized using a high-pressure and high-temperature method. The devices had an interdigital transducer (IDT)/AlN/diamond structure. The best performing device exhibited a resonance frequency of 5.3 GHz and a Q -value of 2440. After correcting for ohmic losses, the propagation loss was found to be 0.012dB/wavelength. Furthermore, a large fQ product value of 10^{13} was also obtained. These results show that single-crystal diamond SAW resonators have great potential for use in 5-GHz-band oscillators.

IEEE International Ultrasonic Symposium, pp.555-558, 2011

【国際会議発表】 査読付

A Diamond Substrate Suitable for 5GHz SAW Device Application

Satoshi Fujii, Chunyun Jian

Academic-Industrial Collaboration and Intellectual Property, Chiba University Chiba, Japan
RF Technologies Group, Ottawa R&D Centre
Huawei Technologies Canada Co., LTD. Ottawa, Ontario, Canada

SAW characteristics of various layer structures of SiO₂/IDT/AlN/diamond substrates that employ 2nd mode of wave (Sezawa mode) were studied both theoretically and experimentally. It was found that the SiO₂/IDT/AlN/diamond substrate would allow using thicker metal IDT in SAW device designs than other SAW substrates and also would have zero TCF characteristic at room temperature. SAW phase velocity and electromechanical coupling coefficient of the SiO₂/IDT/AlN/diamond substrate are 11150m/s and 0.5%, respectively. Fabricated 1-port SAW resonators using the diamond substrate showed Q of 660 at 5.4GHz anti-resonance frequency. Frequency drift over temperature range of -25°C to 80°C was about 90ppm that is even less than the ST-Quartz SAW substrate. In the end of paper, a 5GHz band stop type SAW filter design is presented. It is shown that 30MHz wide stopband at -6dB rejection level can be achieved while keeping the passband insertion loss just in -0.76dB.

IEEE International Ultrasonic Symposium, pp.1916-1919, 2010

分布間距離を用いた Bilateral Filter のパラメータ推定法の一考察

¹真喜志泰希, ¹山田親稔, ¹荻野正, ²市川周一

- 1 沖縄工業高等専門学校 情報通信システム工学科
- 2 豊橋技術科学大学 電気・電子情報系

A bilateral filter has high noise removal properties. However, estimation of suitable parameters using an input image is required to obtain a fine denoised image. A method of parameter estimation that uses the distribution distance has been proposed. This method enables optimal parameter estimation of a bilateral filter using the distribution distance and an assumed noise distribution. The parameters are estimated based on the differences between input and output images. However, input images with several small edges present difficulties. In this paper, we propose a method for estimation of parameters the standard deviation of the prior probability noise distribution. We also present the experimental results of the proposed method.

電気学会論文誌 D, vol. 135, no. 2, pp. 87-92 (2015).

単一画像を用いた再構成型超解像合成手法の検討

¹佐渡山史矢, ¹山田親稔, ²市川周一, ¹荻野正

- 1 沖縄工業高等専門学校 情報通信システム工学科
- 2 豊橋技術科学大学 電気・電子情報系

The Iterative Back Projection (IBP) or Learning-based Super Resolution (LBSR) method is used as a substitute for bicubic interpolation in the resolution enhancement process. The IBP method has a limitation that it cannot be used to increase the magnification of an image. Furthermore, if the desired high-resolution information does not exist in the learning database, the LBSR method restores the undesired high-resolution information in instances where the low-resolution image is not available. In this paper, we propose a Super Resolution method that combines Bilateral Back Projection using Local Variance (BBPLV) and the detection of similar structure and data fusion. Through our experimental results, we show the effectiveness of our proposed method.

電気学会論文誌 D, vol. 135, no. 2, pp. 81-86 (2015).

An Efficient Estimation Parameter Method of Bilateral Filter Using Distribution Distance

¹Taiki Makishi, ²Shuichi Ichikawa, ¹Tadashi Ogino, ¹Chikatoshi Yamada

¹*Dept. Information and Communication Systems Engineering, Okinawa National College of Technology, Japan*

²*Dept. Electrical and Electronic Information Engineering, Toyohashi University of Technology, Japan*

Bilateral Filter has properties of high noise removal. However, the estimating of suitable parameter by using an input image is required to obtain a fine denoising image. A method of parameter estimation using distribution distance has proposed. The method is optimal parameter estimation of bilateral filter based on distribution distance and assumption noise distribution that is estimated by differences between input and output images. However, there is problem if input images include many small edges. In this paper, we propose estimation of parameter using noise distribution that was estimated from estimation method that less susceptible to the original signal. Moreover, we show experimental results using proposed method.

Proceedings of IEEE TENCON 2014, PID: 00144.

Using SPIN to check Simulink Stateflow models

¹Chikatoshi Yamada, ²D. Michael Miller

¹*Dept. Information and Communication Systems Engineering, Okinawa National College of Technology, Japan*

²*Dept. Computer Science, University of Victoria, Canada*

Verification is critical to the design of large and complex systems. SPIN is a well-known and extensively used verification tool. In this paper, we consider two tool chains, one existing, WSAT, and one introduced here, that support using SPIN to model check systems specified as Simulink Stateflow models. We present algorithms for doing the necessary translations and present empirical results that show the chain using tools introduced in this paper performs better than the one using the existing WSAT tool. We also show that these tools allow SPIN to be used for model checking nondeterministic Stateflow models in addition to deterministic ones.

Proceedings of 14th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (2015), pp.161-166.

SPIN Model Checking for the BEE System

¹Chikatoshi Yamada, ²Sudhakar Ganti, ²D. Michael Miller

¹*Dept. Information and Communication Systems Engineering, Okinawa National College of Technology, Japan*

²*Dept. Computer Science, University of Victoria, Canada*

This paper discusses the application of SPIN model checking to BEE platform Simulink models. In particular, Simulink Stateflow models are added to BEE platform models to facilitate checking using the SPIN tool. Algorithms are given for doing the necessary translations and we present empirical results to illustrate the application of the approach introduced in this paper. We also show how our tools allow SPIN to be used for model checking nondeterministic behaviour of BEE models.

Proceedings of IEEE TENCON 2015, PID: 1470.

Using SPIN to Check Nondeterministic Simulink Stateflow Models

¹Chikatoshi Yamada, ²D. Michael Miller

¹*Dept. Information and Communication Systems Engineering, Okinawa National College of Technology, Japan*

²*Dept. Computer Science, University of Victoria, Canada*

In this paper, we consider model checking of nondeterministic finite state machine. Such a machine can be specified as a Simulink Stateflow model, but cannot be directly checked for properties such as reachability. We present tool chains that use SPIN for checking Markov state machines given as Simulink Stateflow models. Existing tools and languages as well as new tools introduced here are used in this work. Experimental results comparing our approach to a Prism2PROMELA tool are presented and demonstrate that our approach is more efficient. We also show how a three-valued abstraction can be used to further improve checking efficiency.

Proceedings of IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (2015), pp.145-151.

The Development of English Learning System by Using Real-Time Subtitle Recognition on Japanese Anime

Suriyon Tansuriyavong

National Institute of Technology, Okinawa College, Department of Media Information Engineering

This paper proposes a new method of learning English for Japanese people, by using English-subbed Japanese-sounded cartoons (anime). In the proposed system, the English subtitles are recognized into text in real time and sent to the text-to-speech system. After that, the sound is generated and can be heard immediately, after Japanese sound. It means that, while the learner is watching anime, learner can hear the sound of English subtitles in immediately after he/she heard the sound of original Japanese. By hearing Japanese and English alternately a lot, finally the learner will be able to understand English. This system is suitable for everyone who wants to learn English while watching anime, including the child.

International Conference on Intelligent Informatics and BioMedical Sciences (ICIIBMS2015), T1fp-209119, USB memory media. (December, 2015)

GPS と方位センサを利用したロボットの誘導 —OKINAWA 型砂浜清掃ロボットに向けて—

タンスリヤボン スリヨン, 喜納 希美, 姉崎 隆

メディア情報工学科

Sandy beaches of Okinawa are an important resource for the tourism industry. There is a need for constant cleaning to keep the white sandy beach clean. However, time and effort is required for cleaning. To solve this problem, in this paper, we propose an OKINAWA-type beach-cleaning robot using GPS and a direction sensor. Generally, GPS is a very common method to estimate a robot's location in an outdoor environment. However, when the robot is at a standstill or moving slowly, the error in the direction detection using only GPS is relatively large. To compensate for this, we decided to use GPS combined with a direction sensor in order to reduce the direction errors. A performance evaluation using a prototype of the proposed robot is described in this paper.

電気学会論文誌 D,産業応用部門誌, Vol.135, No.2, pp.119-124(2015 年 2 月)

携帯電話通信網を用いた複数飛行ロボットによるモニタリングシステム

タンスリヤボン スリヨン, 比嘉 心悟, ヘーワマーナゲ・ラヒルワナマル,
長嶺 伸, 福山 賢一, 宮城 龍堯, 姉崎 隆, 中川 健治

メディア情報工学科

In this paper, we propose a monitoring system using multiple flying robots controlled via a 3G network. We use AR.Drones as multiple flying robots. In order to display monitored data easily, we propose and implement a system as a web application. The proposed system works in a web browser with Google Maps and the USTREAM service. The user can check the position of each robot and can monitor video images from each flying robot within this application. By an evaluation experiment, our system can be used to control multiple flying robots and can be applied to information monitoring systems in case of emergency such as when disasters occur.

電気学会論文誌 D,産業応用部門誌,Vol.135,No.2,pp.132-137(2015 年 2 月)

Okinawa 型ロボット組み込み/サステイナブルシステムに向けて

姉崎 隆, タンスリヤボン スリヨン, 山田 親稔, 平田 哲兵, 玉城 史朗, 加藤 浩

メディア情報工学科

In order for the Okinawan economy to grow independently, creating new businesses is essential. This will require the cultivation of technologies that will form the seeds of those businesses as well as the training of technicians and researchers. To promote the creation of new businesses and innovation that are "unique to Okinawa," the Institute of Electrical Engineers of Japan set up a cooperative research committee for Okinawa-style robot-embedded/sustainable systems. We proposed the concept of Okinawa-style robot-embedded systems. To realize this concept, we organized technical meetings and promoted research on this topic. At present, our research is focused on the development of ① a playback-type navigation robot for land and air, ② the learning-based super resolution (LBSR) method and hardware implementation for Bilateral Filter (BF), ③ a goat information and communication technology (ICT), and ④ the Bone Cloud for planning and verifying 3D bone models without performing a surgical procedure. Our promotions are now ongoing.

電気学会論文誌 D,産業応用部門誌,Vol.135,No.2,pp.74-80(2015 年 2 月)

Okinawa 型 Drone のためのプレイバック自律飛行方式の提案

城間 栄一, 荻堂 修太, 大城 創, 知念 央久, タンスリヤボン スリヨン, 姉崎 隆

メディア情報工学科

The purpose of this research was to develop the basic concepts needed for an experimental 'human-friendly' drone that can enable flexible flight and support tourism. The developed concept is to design a drone capable of autonomous transfer and intelligent operation by performing operations as instructed in response to a call from an operator. The drone learns a safe path by following human instructions and then plays back the learned information while autonomously flying along the learned path. We call this system "playback navigation". While systems for mobile robots have used odometry for robot position detection, we used the new "Air-odometry", which detects the drone's position by calculating it from acceleration sensors. Air-odometry is also used by the drone to learn a safe path by following a human instructions. A linear approximation of the result is calculated and used as the path during autonomous playback navigation. To enable autonomous navigation around corners of the learned path for which even SLAM algorithms tend to generate errors, we placed a camera-driven position correction landmark at each corner. We were able to get good results.

電気学会論文誌 D,産業応用部門誌,Vol.135,No.2,pp.125-131(2015 年 2 月)

Okinawa 型 Drone の取り組み

姉崎 隆, タンスリヤボン スリヨン

メディア情報工学科

The purpose of this research is to develop the basic concepts needed to develop an experimental "human-friendly" drone enabling flexible flight and supporting tourism, health monitoring of infrastructure such as power lines and bridges. The development concept is to design a drone capable of autonomous transfer and intelligent operation by performing operations as instructed, in response to a call from an operator. The drone learns a safe basic path by following a human teacher, then plays back the learned information while autonomously flying along the learned path - a system we have named "playback navigation". While systems for mobile robots have used odometry for robot position detection, our research uses a newly proposed method called 'air-odometry' which detects the drone's position by calculating it from acceleration sensors. Air-odometry is also used to obtain the result of the process by which the drone learns a safe basic path by following a human teacher. A linear approximation of this result is calculated and used as the path during autonomous playback navigation.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-15-078,pp.67-70(2015 年 9 月)

ドローンの自律充電システムの開発

福山 賢一, 比嘉 心悟, 姉崎 隆, タンスリヤボン スリヨン

メディア情報工学科

In our laboratory, we are aiming to realize a "dynamic monitoring system with multiple in cooperation UAV". In this paper, as part of system implementation, equipped with a RTK'GPS system to the mobile performs a running experiment, signals with high precision is indicated that can be received.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-15-079,pp.71-74(2015 年 9 月)

ドローンと陸のロボットを組み合わせたビーチ清掃システムの開発

比嘉 心悟, 福山 賢一, 姉崎 隆, タンスリヤボン スリヨン

メディア情報工学科

Sandy beaches of Okinawa are an important resource for the tourism industry. There is a need for constant cleaning to keep the white sandy beach clean. However, time and effort is required for cleaning. To solve this problem, in this paper, we propose a beach-cleaning system using drone and ground robot combination. However, in this paper, we mainly decided to report about using RTK-GPS to control the ground robot or Drone for moving specified position.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-15-080,pp.75-78(2015年9月)

ウェブ音声検索を活用した中学英語学習システムの提案

タンスリヤボン スリヨン

メディア情報工学科

This paper describes the development of junior high school English learning system using web voice search. By this system, the junior high school can use this system to practice their English speaking.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-15-081,pp.79-80(2015年9月)

インターネット映像コンテンツの字幕リアルタイム認識を利用した英語学習システム

タンスリヤボン スリヨン

メディア情報工学科

This paper describes the development of English learning system by using subtitle real-time recognition of internet video content. By this system, it is possible for users to learn English in a wide range of age groups from kids to adults. Users can hear the sound of the original Japanese and then hear the sound of English subtitles of videos alternately. As a result, users can learn English while they are watching internet video contents.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-15-082,pp.81-84(2015年9月)

自律飛行ロボット競技について

喜屋武 愛理,高里 俊裕,前里 理世,小野 恵実里, タンスリヤボン スリヨン,姉崎 隆

メディア情報工学科

We will do the autonomous flying robot contest. In this paper, we describe the rules for this contest.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-15-085,pp.97-98(2015年9月)

Okinawa 型 Drone による送電線モニタリングシステムー安定飛行の実現ー

國吉 和真, 下地 雄也, 上間 洋樹, 上原 可意, タンスリヤボン スリヨン, 姉崎 隆

メディア情報工学科

How to power line patrol is done on foot or helicopter in the land that can't be the car to enter. However, it has a high cost, also it is hard work. Then, our laboratory planned "The monitoring system for power line by using Okinawa style-drone". Stable flight is important points in this system. I did parameter tuning of the Okinawa style-drone for stable flight, but I did not go well. So I examined the running program especially part of attitude control on APM2.6. The program running on APM2.6 are prepared attitude control library and motor control library which I found to be involved significantly in the attitude control.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-15-006,pp.1-5(2015年3月)

Visual Odometry を用いたロボット自律飛行

荻堂 修太, タンスリヤボン スリヨン, 姉崎 隆

メディア情報工学科

In this paper, it was prompted to pixels the amount of movement of the robot between frames to image series, conducted an inter-frame matching when it was acquired by a monocular camera. The said method for determining the self-position of the robot by converting the actual distance the pixel movement amount is calculated, taking the sum of them. As the expansion of the future, you want to do an experiment to implement this approach to robot.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-15-010,pp.7-10(2015年3月)

沖縄における自動旅行プラン作成システムの構築

チョン ケヴィン, タンスリヤボン スリヨン

メディア情報工学科

Based on the conducted survey result, it can be concluded that building travel plan is difficult. To solve this problem, automatic travel planning system has been developed. This system consist lots of information regarding hotels, restaurants and tourist spots in Okinawa. Users only choose places they would like to visit and this system will build travel plan automatically based on what has been selected. This system was built using Rakuten Travel API, Hotpepper API and Google Maps API.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-15-011,pp.11-16(2015年3月)

画像処理による将棋の棋譜取りシステムの開発

米谷 光彦, タンスリヤボン スリヨン

メディア情報工学科

This paper described the development of Shogi-result recording system by using image processing. Shogi may take the record called “Kifu” (This paper described it using Shogi-result). A Shogi-result recorder is not enough in the Shogi tournament of Okinawa because taking the Shogi-result is unexpectedly difficult. To improve such situation we developed the Shogi-result recording system by using OpenCV. The result is described in this paper. This system is expected to be able to solve the insufficiency of Shogi-result recorder.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-15-012,pp.17-22(2015年3月)

RTK-GPS を用いた AR.Drone の自律飛行システムの開発

宮城 龍堯, 比嘉 心悟, 福山 賢一, 姉崎 隆, タンスリヤボン スリヨン

メディア情報工学科

In this paper, the navigation system for information collection using quad copter is proposed. The AR. Drone is used as a quad copter. For navigating, the microcomputer Raspberry Pi and RTK-GPS receiver is equipped with AR. Drone. The PD control is used to control the movement of AR. Drone. The experiment was conduct to fly from a start point to a goal via two way points. As a result of experiment, AR. Drone was able to fly to a goal via two way points even if it was being affected by the wind.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-15-013,pp.23-28(2015年3月)

RTK-GPS を利用した OKINAWA 型砂浜清掃ロボットの研究

比嘉 心悟, 宮城 龍堯, 福山 賢一, 姉崎 隆, タンスリヤボン スリヨン

メディア情報工学科

Sandy beaches of Okinawa are an important resource for the tourism industry. There is a need for constant cleaning to keep the white sandy beach clean. However, time and effort is required for cleaning. To solve this problem, in this paper, we propose an OKINAWA-type beach-cleaning robot using RTK-GPS and image processing. However, in this paper, we mainly decided to report about using image processing to recognize the region of garbage in order to reduce the wasteful motion for garbage collection of the robot.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-15-014,pp.29-32(2015年3月)

自律飛行ロボットの耐風性能向上とその評価

福山 賢一, 宮城 龍堯, 比嘉 心悟, 姉崎 隆, タンスリヤボン スリヨン

メディア情報工学科

In our laboratory, we are aiming to realize a “dynamic monitoring system with multiple in cooperation UAV”. As a result of preliminary experiments, about 10m from the center in a single mode that measures only one base station based, an error of about 1m from the center in the RTK-GPS mode occurred when measured by standing the receiver. Also, the corresponding hard side is tried, embedded substrates AR.Drone stable autonomous flight is provided a more robust body, it is attempted to improve wind performance.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-15-015,pp.33-36(2015年3月)

画像処理を用いた Drone の充電ステーションへの誘導

福山 賢一, 宮城 龍堯, 比嘉 心悟, 姉崎 隆, タンスリヤボン スリヨン

メディア情報工学科

In order to land the drone that are flying to the charging station; experiments were performed to recognize the charging station by using image processing, and performs the landing operation of the charging station based on the image that was recognized, verify accuracy of the landing position.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-14-065,pp.1-4(2014年9月)

Drone の飛行経路情報管理表示システム

比嘉 心悟, 宮城 龍堯, 福山 賢一, 姉崎 隆, タンスリヤボン スリヨン

メディア情報工学科

In recent years, monitoring and collecting information for crime prevention and disaster, the use of unmanned flying robot has been required. To the proposal of a system from Drone to be equipped with camera and GPS, to collect video and location information, to display over time flight path, useful for information gathering and analysis in this paper.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-14-066,pp.5-10(2014年9月)

Drone の磁気センサと GPS を用いた飛行制御

宮城 龍堯, 比嘉 心悟, 福山 賢一, 姉崎 隆, タンスリヤボン スリヨン

メディア情報工学科

This paper describes about the flight control using the GPS and magnetic sensors for drone.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-14-067,pp.11-14(2014年9月)

Visual Odometry を用いたロボット自律飛行

荻堂 修太, タンスリヤボン スリヨン, 姉崎 隆

メディア情報工学科

In this paper, it was prompted to pixels the amount of movement of the robot between frames to image series' conducted an inter-frame matching when it was acquired by a monocular camera. The said method for determining the self-position of the robot by converting the actual distance the pixel movement amount is calculated, taking the sum of them. As the expansion of the future, you want to do an experiment to implement this approach to robot.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-14-070,pp.21-24(2014年9月)

自立飛行ロボット経路教示のためのARマーカーを用いた人追従方法の提案

大城 創, 知念 央久, 城間 栄一, タンスリヤボン スリヨン, 姉崎 隆

メディア情報工学科

This paper describes the study of human following route teaching for indoor aerial robot using Air-odmetry and AR-marker.

電気学会,次世代産業システム研究会,IIS-14-071,pp.25-28(2014年9月)

Investigating L2 Implicit Knowledge in an Instructed Setting

Yoshie Iijima

Department of Integrated Arts and Science, Okinawa National College of Technology

The study investigated implicit knowledge of second language (L2) learners in an instructed setting. The purpose of the investigation was to highlight L2 implicit knowledge and reveal its nature. Before the investigation, it firstly agreed with R. Ellis's (2005) concerns that SLA research has not given due consideration to implicit and explicit knowledge as constructs. Then, it reviewed the characteristics of implicit knowledge in some SLA literatures and found that awareness, automaticity, focus on meaning and systematicity are considered as primary characteristics of implicit knowledge. The study examined EFL learners in an institutional setting in Japan. After observing instructions, it administered the four tests which were confirmed to elicit implicit and explicit knowledge, separately in R. Ellis's psychometric study (2005). The Timed Grammaticality Judgement Test (TGJT) and the Elicited Oral Imitation Test (EI) were predicted to elicit implicit knowledge, whereas the Untimed Grammaticality Judgement Test (UGJT) and the Metalinguistic Knowledge Test (MKT) were predicted to elicit explicit knowledge. It has found that EI elicited implicit knowledge while TGJT, UGJT and MKT tapped into explicit knowledge. The findings provided evidence that production tasks which require learners to focus on meaning are more likely to induce learner's implicit knowledge.

Sophia Lingusitica, 62, pp.69-89, 2014

Investigating L2 Implicit Knowledge in an Instructed EFL Setting

Yoshie Iijima

Department of Integrated Arts and Science, Okinawa National College of Technology

The present study investigates the validity of test measures which are designed to elicit second language (L2) learners' linguistic implicit knowledge. In the studies of second language acquisition (SLA), learners' implicit knowledge is distinguished from their explicit knowledge, and both of the knowledge have been investigated to reveal how these two types of knowledge contribute to the acquisition of second languages. For this purpose, many studies attempted to elicit L2 implicit and explicit knowledge separately employing the test measures which were designed considering the key definitions of implicit knowledge such as lack of awareness and automaticity. One of these tests is timed GJT. However, the validity of the test is considered to be uncertain because of several reasons. In order to examine the validity of timed GJTs, the empirical research was conducted. In this research, four tests including a timed GJT were administered to EFL learners with reference to R. Ellis's psychometric study (2005, 2009). The results of the research revealed that time-pressured GJTs are not reliable enough to elicit learners' implicit knowledge. The results suggested that it should be considered how automaticity can be successfully set into the tests which aim to measure L2 implicit knowledge.

CAES International Conference, 11-13 June, 2015 The University of Hong Kong

CLIL（内容言語統合型学習法）に基づく 新しい高専英語教育のためのシステム構築

飯島淑江

沖縄工業高等専門学校 総合科学科

高専の学生は高度な技術力と国際性（語学力、コミュニケーション能力、主体性・積極性、異文化理解等）の両方を身に付ける必要性に迫られている。しかし、高専においては専門科目を学ぶための教育課程は整備されているが、上記の国際性を育成するような科目、また英語の授業時間は少ない。本研究は、上記の課題を解決するために、専門科目を、英語を用いて指導する内容言語統合型学習法（Content Language Integrated Learning、CLIL）の導入を試みるものである。

全国高等専門学校英語教育学会第40回研究大会、京都、2015年9月13日

Global dimension of Harada rings and serial rings

Kazutoshi Koike

Department of Integrated Arts and Science

Baba [On Harada rings and quasi-Harada rings with left global dimension at most 2, *Comm. Algebra* 28(6) (2000) 2671–2684] proved that every left Harada rings with global dimension at most 2 is a serial ring. In this paper, improving the result, we show that every left Harada ring with global dimension at most 3 is a serial ring. We also prove that if a left Harada ring A of finite global dimension is of type (*) or has homogeneous right socle, then A is serial. Finally, we give an example of a non-serial left Harada ring of finite global dimension.

Journal of Algebra and Its Applications, Vol.14 (2015), DOI: 10.1142/S0219498815501157

A characterization of the class of Harada rings

Kazutoshi Koike

Department of Integrated Arts and Science

One-sided Harada rings are certain artinian QF-3 rings, which can be regarded as a generalization of QF rings and serial rings (Nakayama rings). It is well-known that every left Harada ring can be represented by an upper staircase factor ring of a block extension of a QF ring. In this paper, we shall give a slightly different construction and characterization of left Harada rings by characterizing the class of left Harada rings.

Proceedings of the 47th Symposium on Ring Theory and Representation Theory (2015)

【査読付論文】

The punctual Hilbert schemes for the curve singularities of types E₆ and E₈

*Masahiro Watari¹, Yoshiki Soma²

¹Okinawa National College of Technology Department of Integrated Arts and Science,
²Chofu Minami Metropolitan High School

The aim of the present paper is to study the structure of punctual Hilbert schemes for the curve singularities of types E₆ and E₈. Our analysis uses computational methods to decompose a punctual Hilbert scheme into affine cells. We also use known results about the compactified Jacobians of singular curves.

Journal of Singularities 8, pp.135-145, (2014)

【査読付論文】

The punctual Hilbert schemes for the curve singularities of type A_{2d} *Masahiro Watari¹, Yoshiki Soma²¹Okinawa National College of Technology Department of Integrated Arts and Science,²Chofu Minami Metropolitan High School

Pfister and Steenbrink studied punctual Hilbert schemes for irreducible curve singularities. In particular, they analyzed the structure of certain punctual Hilbert schemes for monomial curve singularities. In this paper, we generalize their results about the curve singularities of type A_{2d} by clarifying the relationships among the punctual Hilbert schemes for the singularities.

Journal of Singularities 11, pp.152-163, (2015)

【査読付論文】

Branching Pattern Modeling for Psychotria species and Their Deterministic Algorithm*Masahiro Watari¹¹Okinawa National College of Technology Department of Integrated Arts and Science,

The branching patterns and the subsequent elongations of two shrub *Psychotria* species, *Psychotria rubra* and *Psychotria manillensis*, in Okinawa Island, were examined by Watanabe. After his research, the author of this paper introduced branching pattern models for same species to simulate their branching patterns theoretically. The aims of this paper are to refine our earlier branching pattern models of *P. rubra* and *P. manillensis* in view of vector representation and to introduce a deterministic algorithm which produces the branching pattern models systematically.

British Journal of Mathematics & Computer Science, 13(2), pp.1-17, (2016)

【査読付論文】

微分方程式を用いた問題解決型学習の導入及びその実践

*渡利 正弘

総合科学科

本稿では、微分方程式を題材にした問題解決型学習の導入と実践についての報告を行った。本稿での取り組みでは、定数係数線形微分方程式の解の公式の一般化を通じて学生に数学的な気づきを獲得させることを目的とする。そしてその実践結果及び教育的な効果について検証する。

論文集「高専教育」第38号, pp.210-215, (2015)

【国際会議発表 (査読付)】

**Joint work project 2015 with NYP and ONCT
-Analyses for branching pattern models of two subtropical species-**

*Masahiro Watari¹

¹Okinawa National College of Technology Department of Integrated Arts and Science,

We proposed an international joint work program entitled “Joint work project 2015 with NYP and ONCT -Analyses for branching pattern models of two sub-tropical species-” to foster global and innovative engineers. It was held as a part of Biotechnology Camp 2015, inviting Nanyang Polytechnic (NYP) in Singapore. We verify its effects on students in this paper.

5th Asian Conference on Engineering Education (ACEE2015), Proceedings, pp.116-119, oral presentation, China, Dalian, Dalian Maritime University, 2015.11.7,

【国内学会発表】

**沖縄島に成育するボチョウジ属の分枝発生パターンに関する
数理モデルについて**

*渡利 正弘

総合科学科

渡邊氏により沖縄本島に分布するボチョウジ属2種(ボチョウジ、ナガミボチョウジ)も中米のボチョウジ属と同じ3種類の分枝発生パターンを持つことが確認された。本講演では渡邊により得られた沖縄本島に分布するボチョウジとナガミボチョウジの3種類の分枝発生パターンのデータをもとに、仮想条件下での分枝発生に関する数理モデルを導入した。更に数理モデルの生起確率を求めることにより、ボチョウジとナガミボチョウジそれぞれの分枝発生の性質についての考察結果を発表した。

沖縄生物学会第52回大会講演要旨集, p.3, 沖縄国際大学, 2015年5月30日発表

【国内学会発表】

線形代数を応用した代数多様体フィッティングの導入

*渡利 正弘

総合科学科

本講演では、平成26年度の沖縄工業高等専門学校で行った創造研究での取り組みの結果を報告した。創造研究において、与えられたデータに対して、それらを通るような代数多様体を構成し(代数多様体フィッティング)する試みを行った。この試みの中では、自分自身の結果を得ることを目標とし、卒業研究の前段階という性格も意図した。更にはこの取り組みには、線形代数の授業の補完的な役割があることも確認された。

日本数学教育学会誌第97巻(2015), p.570, 平成27年8月7日発表

【国内学会発表】

On plane curves with small polar degrees*渡利 正弘¹, 朝克己¹総合科学科

極写像の次数が1である被約な曲線が、ドルガチェフにより3つであることが示された。その後を受けて、我々は極写像が2,3,4である被約な曲線を分類した。その分類結果について発表した。

日本数学会秋季大会代数学分科会講演要旨集(web掲載), 京都産業大学, 平成27年9月14日発表

【国内学会発表】

**Branching Pattern Models of Two Subtropical Tree Species in Okinawa Island I
-A Deterministic Algorithm-**

*Masahiro Watari

Department of Integrated Arts and Science

First aim of this talk is to introduce branching pattern models for shrub *Psychotria* species in Okinawa Island. Second one is to construct a deterministic algorithm for these branching pattern models.

日本数学会秋季大会応用数学分科会講演要旨集, 京都産業大学, 平成27年9月16日発表

【国内学会発表】

**Branching Pattern Models of Two Subtropical Tree Species in Okinawa Island II
-Occurrence Probabilities-**

*Masahiro Watari

Department of Integrated Arts and Science

This is a continuation of part 1. In part 1, we introduced branching pattern models for shrub *Psychotria* species in Okinawa Island. In this talk, we determine the first, second and third year branching pattern models for *Psychotria* species by applying the algorithm. For two *Psychotria* species *P. rubra* and *P. manillensis*, we also compute the occurrence probabilities of them.

日本数学会秋季大会応用数学分科会講演要旨集, 京都産業大学, 平成27年9月16日発表

業 績 一 覽

著書・掲載論文等

I. 機械システム工学科

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
長堂勤, <u>安里健太郎</u>	ブロック平衡打ち切りによるフィード フォワード制御器の低次元化	電気学会論文誌C, 第133巻, 4号, pp.837~842 (平成25年4月)
玉城大輝, 長田匡司, <u>安里健太郎</u>	平板の磁気浮上制御に関する研究	電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究 会, IIS-14-010, pp.11~15 (平成26年3月)
長田匡司, 玉城大輝, <u>安里健太郎</u>	マイコンを利用した教育用磁気浮上制 御装置の開発	電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究会, IIS-14-011, pp.17~20(平成26年3月)
長田匡司, 玉城大輝, <u>安里健太郎</u>	ハイブリッド電磁石を利用した磁気浮 上システムの開発-マイコンによる磁気 浮上制御-	電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究 会, IIS-15-020, pp.57~60 (平成27年3月)
木村和志, 安里冠人, <u>安里健太郎</u>	磁気浮上システムにおけるニューラル ネットワークを利用したホール素子変 位センサの開発	電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究 会, IIS-15-021, pp.61~64 (平成27年3月)
安里冠人, 木村和志, <u>安里健太郎</u>	Kinectセンサを利用した倒立振子の安 定化制御	電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究 会, IIS-15-022, pp.65~69 (平成27年3月)
<u>安里健太郎</u> , 木村和志	制御工学教育用磁気浮上システムの開 発-ニューラルネットワークを利用した ホール素子変位センサの検討	平成27年電気学会全国大会講演論文集, 第7分冊, pp.43~44 (平成27年3月)
照屋孔明, <u>安里健太郎</u>	ホール素子変位センサを利用した磁気 浮上システムの開発	電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究 会, IIS-15-064, pp.1~5 (平成27年9月)
金城真人, <u>安里健太郎</u>	島嶼地域を想定した揚水発電システム の開発-クロスフロー水車の開発	電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究 会, IIS-15-065, pp.7~9 (平成27年3月)
神村和寿, <u>安里健太郎</u>	科学技術教育に適したBall&Beam実験 装置の開発	電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究 会, IIS-15-066, pp.11~13 (平成27年9月)
安谷屋卓矢, <u>安里健太郎</u>	科学技術教育に適した2輪倒立ロボッ トの開発	電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究 会, IIS-15-067, pp.15~17 (平成27年9月)
安里冠人, <u>安里健太郎</u>	歩行補助用パワーアシストマシンの開 発	電気学会研究会資料, 次世代産業システム研究 会, IIS-15-068, pp.19~22 (平成27年9月)
F. Asharif, M. Futami, S. Tamaki, T. Nagado, <u>K. Asato</u>	Stability and Performance Analysis of Passive and Active Stall Control of Small- Scaled Wind Turbine System by Phase Plane Method	Proceedings of International Conference on Intelligent Informatics and BioMedical Sciences 2015 (ICIIBMS 2015), pp.27-33, November 28-30, 2015
<u>Kentaro Asato</u> , Kanto Asato, Nagado Tsutomu, Tamaki Shiro	Development of a Hall Element Displacement Sensor with Artificial Neural Network for Magnetic Levitation Control	Proceedings of International Conference on Intelligent Informatics and BioMedical Sciences 2015 (ICIIBMS 2015), pp.408-411, November 28-30, 2015
<u>Kentaro Asato</u> , Kanto Asato, Nagado Tsutomu, Tamaki Shiro	Development of Low Cost Educational Material for Learning Fundamentals of Mechatronics	Proceedings of International Conference on Intelligent Informatics and BioMedical Sciences 2015 (ICIIBMS 2015), pp.454-456, November 28-30, 2015

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
<u>K. Shimojima</u> , A. Takemoto, M. Vesenjaj, Y. Higa, Z. Ren, S. Itoh	The effect of improving the oil extraction of Slovenia production seed by underwater shock wave	MULTIPHYSICS 2015,10-11 Dec 2015, London, United Kingdom,P.9
H. Iyama, Y. Higa, <u>K. Shimojima</u> , M. Nishi, S. Itoh	Making of pressure vessel for food processing by explosive forming	MULTIPHYSICS 2015,10-11 Dec 2015, London, United Kingdom,P.40
<u>K. Shimojima</u> , Y. Higa, H. Iyama, R. Henzan, S. Itoh	Design of pressure vessel for food processing machine by underwater shock wave	MULTIPHYSICS 2015,10-11 Dec 2015, London, United Kingdom,P.51
O. Higa, Y. Higa, <u>K. Shimojima</u> , S. Itoh	An optical observation of shockwave propagation induced by underwater wire explosion	MULTIPHYSICS 2015,10-11 Dec 2015, London, United Kingdom,P.52
下嶋賢, 比嘉修, 比嘉勝也, 比嘉吉一, 嶽本あゆみ, 安田淳, 山戸陸也, 中澤稔, 井山裕文, 渡邊敏晃, 伊東繁	瞬間的高圧処理を用いた米粉の製粉装置の開発-第1報 連続運転装置の開発と米粉の成分分析-	日本食品工学会, Vol.16, No.4, 2015
M.Saito,Y.Ihara, <u>K.Shimojima</u>	A study of accuracy of finished test piece on multi-tasking machine tool	Laser Metrology and Machine Performance (LAMDAMAP) 2015,West Yorkshire,UK,17-18,Mar.,2015
Yoshikazu HIGA, <u>Ken SHIMOJIMA</u> , Takashi MAKISHI	The effect of different step-size on the visualization of crystallographic defects using SEM/EBSD technique"	International Journal of Multiphysics, Vol.9, No.1, (2015), 37-44.
榎本裕次郎, 比嘉翔弥, 山内元貴, 永谷圭司, 武村史朗, 川端邦明	水中環境情報取得を目的とした全方向水上移動ロボットの開発	第15回システムインテグレーション部門講演会 (SI2014), 東京, 2014, 12月, 3M1_1(DVD)
北條祥太, <u>武村史朗</u> , 坂上憲光	小型水中ロボットの開発	電気学会 次世代産業システム研究会, 沖縄, pp.43-46, 2015, 3月.
宮城祥, 小橋川秀太, <u>武村史朗</u>	浅海域における水中ロボットの設計	電気学会 次世代産業システム研究会, 沖縄, pp.47-49, 2015, 3月.
<u>武村史朗</u> , 上地夏月, 小橋川秀太, 饒波和磨, 川端邦明, 鈴木剛, 坂上憲光, 高橋悟, 相良慎一, 藏屋英介, 渡邊謙太, 山城秀之	沖縄近海におけるサンゴ礁の調査・保全活動のためのRT応用	電気学会 次世代産業システム研究会, 沖縄, pp.51-55, 2015, 3月.
小橋川秀太, 平山慶太, 宮城祥, <u>武村史朗</u> , 川端邦明, 相良慎一, 山城秀之, 藏屋英介, 木村哲也	オニヒトデに酢酸注射を行なう水中ロボットの海中基礎実験	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会2015講演論文集, 京都, 2015, 5月, 2A1-C07(DVD).
菅沼雅博, 相良慎一, <u>武村史朗</u>	傾斜計を用いた水中ロボットの動的姿勢計測法	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会2015講演論文集, 京都, 2015, 5月, 2A1-C08(DVD).

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
Radzi Bin Ambat, Shinichi Sagara, <u>Fumiaki Takemura</u>	Development of a semi-autonomous underwater robot equipped with 3-link dual-arm	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会2015講演論文集, 京都, 2015, 5月, 2A1-C09(DVD).
饒波和磨, 武村史朗, 川端邦明, 坂上憲光, 高橋悟, 相良慎一	水中物体位置計測のための水上移動体の小型化	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会2015講演論文集, 京都, 2015, 5月, 2A1-D02(DVD).
池田航平, 鈴木剛, 山城秀之, 澤井圭, <u>武村史朗</u> , 川端邦明	海中観測センサノードにおける付着藻類除去機能の検討	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会2015講演論文集, 京都, 2015, 5月, 2A1-D04(DVD).
尾関竜太郎, 鈴木剛, 澤井圭, <u>武村史朗</u> , 川端邦明, 山城秀之	水中センサネットワークにおける観測データ閲覧システムの検討	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会2015講演論文集, 京都, 2015, 5月, 2A1-D05(DVD).
平山慶太, <u>武村史朗</u> , 川端邦明, 相良慎一	水中ロボットのための空気圧を用いた浮力調整装置の基礎実験	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会2015講演論文集, 京都, 2015, 5月, 2A1-D10(DVD).
上地夏月, <u>武村史朗</u> , 饒波和磨, 川端邦明, 高橋悟, 坂上憲光, 相良慎一	瀬底島沖における単眼カメラを利用した水中ロボットの位置計測実験	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会2015講演論文集, 京都, 2015, 5月, 2A1-E06(DVD).
Kuniaki Kawabata, <u>Fumiaki Takemura</u> , Tsuyoshi Suzuki, Shuta Kobashigawa, Kei Sawai , Satoru Takahashi	Simultaneous underwater image gathering by using wireless stationary and movable camera nodes	Proceedings of International Society of Offshore and Polar Engineers, pp. 490 - 495, Kona, Big island, Hawaii, June, 2015
Radzi Bin Ambar, Shinichi Sagara, <u>Fumiaki Takemura</u>	Coordinated Motion Control of a 3-Link Dual-Arm Underwater Vehicle-Manipulator System Using Resolved Acceleration Control Method	Proceedings of International Society of Offshore and Polar Engineers, pp. 598 - 605, Kona, Big island, Hawaii, June, 2015
Akihito Ono, Satoru Takahashi, Kuniaki Kawabata, Tuyoshi Suzuki, <u>Fumiaki Takemura</u>	Method of Position Measurement for Stationary Sensor Node based on Marine Tag	IEEE International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics(AIM215), pp. 1725 - 1730, Busan, Korea, July, 2015
浜田龍次, 嶋田直明, 植松一夫, 窪田紘明, 富澤淳, 原三了, 桑山真二 郎	鋼管の3次元熱間曲げ焼き入れ (3DQ) 技術	素形材 11月号, pp.10-15 (平成26年11月)
嶋田直明, 富澤淳, 窪田紘明, 森弘志, 原三了, 桑山真二郎, 泉哲 郎	3次元熱間曲げ焼き入れ量産加工技術の開発	平成27年度塑性加工春季講演会 (学会大賞受賞講演) (平成27年5月)
富澤淳	沖縄高専機械システム工学学科のご紹介と研究内容	日本塑性加工学会九州支部 第94回 技術懇談会 (平成27年6月)
嶋田直明, 富澤淳, 窪田紘明, 森弘志, 原三了, 桑山真二郎, 泉哲 郎	3次元熱間曲げ焼き入れ量産加工技術の開発	塑性と加工, 56-653, (2015), P447
桑山, 富澤, 井上	曲げ加工装置	特許5643381 (2014/11/7国内登録)

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
富澤, 窪田	中空部材の製造装置	特許5786927 (2015/5/15国内登録) (欧米アジアなど8カ国登録)
富澤, 森, 岡久, 木下, 巢山	金属加工装置及び金属部材の製造方法	特許5748545 (2015/5/22国内登録)
富澤, 森, 岡久, 木下, 巢山	金属加工装置及び金属部材の製造方法	特許5748546 (2015/5/22国内登録)
土岐, 富澤, 嶋田, 小嶋, 石井, 今井, 中村, 嶋田	合金化溶融亜鉛めっき熱処理鋼材及び その製造方法	特許5757061 (2015/6/12国内登録)
富澤, 嶋田, 桑山, 原, 岡久, 木下, 巢山	曲げ加工装置及び曲げ部材の製造方法	特許5770430 (2015/7/3国内登録)
桑山, 富澤, 井上	曲げ加工装置	特許5774821 (2015/7/10国内登録)

II. 情報通信システム工学科

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
Kyosuke ONAGA, <u>Chianami KANESHIRO</u>	Characteristics of UNCD/a-C:H Film Diodes for the Device Application	Proceedings of the HANU-Kosen Joint Conference on global network in a cross-cultural environment 2015, pp.84-87 (2015)
Taisei SAKAI, <u>Chinami KANESHIRO</u>	Propagation Characteristics of SAW with Various Periodic Arrays	Proceedings of the HANU-Kosen Joint Conference on global network in a cross-cultural environment 2015, pp.88-91 (2015)
Moyuru Yonaha, Taisuke Hamada, <u>Chinami Kaneshiro</u>	Improvement of Photo Response of pn junction diode Dependent on Surface Structure and dye sensitive pigment	5th International Symposium on Technology for Sustainability, D-10 (pp.1-4) (2015)
S. Kamisato, S. Tanifuji, <u>C. Kaneshiro</u> , and O. Makishi	AN IMPROVED APPROACH OF EXPERIMENT PROGRAM BASED ON ENGINEERING DESIGN METHOD	9th International Symposium on Advances in Technology Education, 4-2-10 (2015)
兼城千波, 内間大輔, 濱田泰輔	ウコン色素/n-Si/p-Si接合ダイオードの 光応答特性	第62回応用物理学関係連合講演会, 13p-D12-6 (2015)
Wataru GOYA, <u>Chinami KANESHIRO</u>	Frequency Changes of SAW Propagation Depending on Electric Field and Photo- generated Carrier of Ge Thin Film	4th International Symposium on Technology for Sustainability, #262(pp.1-4) (2014)
Daisuke UCHIMA, <u>Chinami KANESHIRO</u> , Taisuke HAMADA	Photoresponse of pn Junction Diodes with Interlayer of Curcumin Pigment	4th International Symposium on Technology for Sustainability, #258(pp.1-4) (2014)
呉屋航, 兼城千波	Ge/LiNbO ₃ 結合素子における半導体 キャリアによる周波数特性変化	平成26年電気学会九州支部沖縄支所講演会OKI- 2014-06, pp.13-16 (2014)
與那覇萌, 濱田泰輔, 兼城千波	pn 接合における光応答特性の改善向 た作製方法検討	平成26年電気学会九州支部沖縄支所講演会OKI- 2014-07, pp.17-22 (2014)

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
内間大輔, 兼城千波, 濱田泰輔	可視光域における応答性の向上に向けた <i>pn</i> 接合ダイオードの検討 接合ダイオードの検討	平成26年電気学会九州支部沖縄支所講演会OKI-2014-08, pp.23-26 (2014)
原田拓真, 杉本和英	非対称双腕ロボットのマニピュレーション基本制御	平成27年電気学会九州支部沖縄支所講演会, OKI-2015-21, pp.62-66, Dec. 2015
塩浜瑠世, 杉本和英	ビジョンベース自律飛行ロボットの着陸ランドマーク検出	平成27年電気学会九州支部沖縄支所講演会, OKI-2015-22, pp.67-70, Dec. 2015
黒木陵平, 杉本和英	A real-time anomaly detection using machine learning	Proceedings of 5th International Symposium on Technology for Sustainability 2015 (ISTS2015), ID49, pp.1-5, Aug. 2015.
辺土名朝晃, 杉本和英	屋外四輪移動ロボットの路面から衝撃吸収機構検討	平成26年電気学会九州支部沖縄支所講演会, OKI-2014-15, pp.49-55, Dec. 2014
照屋昂大, 杉本和英	単眼飛行ロボットのビジュアルフィードバック飛行制御	平成26年電気学会九州支部沖縄支所講演会, OKI-2014-14, pp.44-48, Dec. 2014
杉本和英	An approach for engineering education at an early stage	Proceedings of Frontiers in Education Conference (FIE2014), pp.2852~2854, Oct. 2014.
杉本和英	Project Based Learning effects in early stage engineering education	Proceedings of 8th International Symposium on Advances in Technology Education (ISATE2014), C6, pp.1~3, Sep. 2014.
伊礼琴代, 照屋未来, 知念幸勇	OFDMデジタル無線信号の直接変調器と外部変調器による合成変調	平成27年度 電気学会九州支部沖縄支所講演会, OKI-2015-19, 琉球大学, 12月19日、2015年
永山香奈子, 伊礼琴代, 座間味愛樹, 金城伊智子, 知念幸勇	人体インピーダンス測定による部位別インピーダンスの抽出	平成27年度 電気学会九州支部沖縄支所講演会, OKI-2015-18, 琉球大学, 12月19日、2015年
照屋未来, 知念幸勇	直接変調OFDM信号の外部変調によるWDM-FDM多段変調	平成27年度 電気学会九州支部沖縄支所講演会, OKI-2015-20, 琉球大学, 12月19日、2015年
Miku Teruya, Kotoyo Irei, Ichiko Kinjo, <u>Koyu Chinen</u>	Directly Modulated WDM-FDM OFDM Signals Externally Modulated with IEEE802.11ac Signals at a MZM	The 2015 Asia Communications and Photonics Conference and Exhibition (ACP), Hongkong, China, ASu2A.85, Nov.19-23 (2015)
<u>Koyu Chinen</u> , Ichiko Kinjo, Aki Zamami, Kotoyo Irei , Kanao Naganuma	New equivalent-electrical circuit model and a practical measurement method for human body impedance	The 4th International Conference on Biomedical Engineering and Biotechnology (iCBEB2015), Shanghai, China, Aug. 18.-21 (2015)
<u>Koyu Chinen</u> , Ichiko Kinjo, Aki Zamami, Kotoyo Irei , Kanao Naganuma	New equivalent-electrical circuit model and a practical measurement method for human body impedance	Bio-Medical Materials and Engineering, vol. 26, no. s1, pp. S779-S786 (2015)
伊礼琴代, 永山香奈子, 座間味愛樹, 知念幸勇	人体インピーダンスの脳電極測定法と等価回路モデルの検討	2015年度電気学会全国大会, 講演論文集 3-003, 東京都市大学, 3月24日~26日, 2015年

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
照屋未来, 知念幸勇	1550nm帯OFDM変調RoFにおける光波長多重通信と周波数多重通信の研究	2015年電子情報通信学会総合大会、草津市, 3月10日~13日, 講演論文集, B-10-81, 2015年
真喜志泰希, 山田親稔, 市川周一	ノイズ推定法と分布間距離によるバイラテラルフィルタのパラメータ抽出の検討	電気学会次世代産業システム研究会, pp.21-24, Mar., 2014.
佐渡山史矢, 山田親稔, 市川周一	単一画像を用いた再構成型超解像合成手法の検討	電気学会次世代産業システム研究会, pp.25-30, Mar., 2014.
佐渡山史矢, 荻野正, 山田親稔	単一画像を用いた再構成型超解像法の一考察	第13回科学技術フォーラム(FIT), I-023 (2014).
真喜志泰希, 荻野正, 山田親稔, 市川周一	ノイズ推定法と分布間距離によるBilateral Filterの最適パラメータ推定の検討	第13回科学技術フォーラム(FIT), I-040 (2014).
Taiki Makishi, Shuichi Ichikawa, Tadashi Ogino, Chikatoshi Yamada	An Efficient Estimation Parameter Method of Bilateral Filter Using Distribution Distance	IEEE TENCON 2014, PID: 00144.
真喜志泰希, 山田親稔, 荻野正, 市川周一	分布間距離を用いたBilateral Filter のパラメータ推定法の一考察	電気学会論文誌D, vol. 135, no. 2, pp. 87-92 (2015).
佐渡山史矢, 山田親稔, 市川周一, 荻野正	単一画像を用いた再構成型超解像合成手法の検討	電気学会論文誌D, vol. 135, no. 2, pp. 81-86 (2015).
Chikatoshi Yamada, D. Michael Miller	Using SPIN to Check Nondeterministic Simulink Stateflow Models	IEEE International Symposium on Multiple-Valued Logic (ISMVL), pp.145-151 (2015).
Chikatoshi Yamada, D. Michael Miller	Using SPIN to check Simulink Stateflow models	14th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS), pp.161-166 (2015).
比嘉秀斗, 山田親稔, 宮城 桂, 市川周一	ハードウェアによるネットワーク侵入検知システムの検討	電気学会次世代産業システム研究会, pp.27-32, Sep., 2015.
大嶺沢仁, 山田親稔, 宮城 桂, 市川周一	量子暗号の鍵配送プロトコルの安全性評価に関する検討	電気学会次世代産業システム研究会, pp.33-38, Sep., 2015.
荻堂盛也, 山田親稔, 宮城 桂, 市川周一	再構成型ハードウェアを用いたプロセッサの耐故障性に関する検討	電気学会次世代産業システム研究会, pp.39-44, Sep., 2015.
平良 翔, 山田親稔, 宮城 桂, 市川周一	GPUを用いた冪剰余演算の高速化に関する研究	電気学会次世代産業システム研究会, pp.49-52, Sep., 2015.
神谷 潤, 山田親稔, 宮城 桂, 市川周一	Bilateral Filterのパラメータ推定の高速化に関する研究	電気学会次世代産業システム研究会, pp.53-56, Sep., 2015.
尾風 仁, 山田親稔, 宮城 桂, 池松真也	配列アライメントの高速化に関する検討	電気学会次世代産業システム研究会, pp.57-60, Sep., 2015.

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
山田親稔, D. Michael Miller	Simulink Stateflowにおけるモデル検査手法の一考察	電気学会次世代産業システム研究会, pp.61-66, Sep., 2015.
Chikatoshi Yamada, Sudhakar Ganti, D. Michael Miller	SPIN Model Checking for the BEE System	IEEE TENCON 2015, PID: 1470.

Ⅲ. メディア情報学科

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
佐藤 尚	基礎的行動プリミティブの履歴情報学習によるコミュニケーションの萌芽	計測と制御, Vol.53, No.9, pp.847-852, 2014年9月
森脇拓人, 佐藤 尚	階層型ニューラルネットワークの追学習に関する基礎的研究	第7回沖縄複雑系研究会, 沖縄, 2014年9月
渡嘉敷愛美, 佐藤 尚	学習エージェントを用いた過去時系列に基づくターンテイキング・ルールの獲得	第7回沖縄複雑系研究会, 沖縄, 2014年9月
白崎史子, 佐藤 尚	衝突回避ゲームにおけるNeural-Q学習エージェント間での視線に基づくコミュニケーションの創発	第7回沖縄複雑系研究会, 沖縄, 2014年9月
佐藤 尚	基礎的行動プリミティブの履歴情報学習によるコミュニケーションの萌芽	計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会2014 (SSI2014), 岡山, 2014年11月
白崎史子, 佐藤 尚	衝突回避ゲームにおけるコミュニケーション創発現象の解析のためのQ学習およびNeural-Q学習エージェントの性能比較	計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会2014 (SSI2014), 岡山, 2014年11月
森脇拓人, 佐藤 尚	追学習による階層型ニューラルネットワークの記憶破壊および保持に関する基礎的研究	第8回沖縄複雑系研究会, 沖縄, 2015年1月
渡嘉敷愛美, 佐藤 尚	学習エージェントを用いたターンテイキング・ゲームにおける周期構造の獲得	第8回沖縄複雑系研究会, 沖縄, 2015年1月
Suriyon Tansuriyavong	The Development of English Learning System by Using Real-Time Subtitle Recognition on Japanese Anime	International Conference on Intelligent Informatics and BioMedical Sciences (ICIIBMS2015), T1fp-209119, USB memory media. (2015, December)
タンスリヤボン スリヨン, 喜納希美, 姉崎 隆	GPSと方位センサを利用したロボットの誘導—OKINAWA型砂浜清掃ロボットに向けて—	電気学会論文誌D, 産業応用部門誌, Vol.135, No.2, pp.119-124 (2015年2月)
タンスリヤボン スリヨン, 比嘉心悟, ヘーワマーナゲ, ラヒルワナマル, 長嶺 伸, 福山賢一, 宮城龍堯, 姉崎 隆, 中川健治	携帯電話通信網を用いた複数飛行ロボットによるモニタリングシステム	電気学会論文誌D, 産業応用部門誌, Vol.135, No.2, pp.132-137(2015年2月)

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
姉崎 隆, <u>タンスリヤボン</u> <u>スリヨン</u> , 山田親稔, 平田哲兵, 玉城史朗, 加藤 浩	Okinawa型ロボット組み込み/サステイ ナブルシステムに向けて	電気学会論文誌D, 産業応用部門誌, Vol.135, No.2, pp.74-80 (2015年2月)
城間栄一, 荻堂修太, 大城 創, 知念央久, <u>タンスリヤボン</u> <u>スリヨ</u> <u>ン</u> , 姉崎 隆	Okinawa型Droneのためのプレイバック 自律飛行方式の提案	電気学会論文誌D, 産業応用部門誌, Vol.135, No.2, pp.125-131 (2015年2月)
姉崎 隆, <u>タンスリヤボン</u> <u>スリヨン</u>	Okinawa型Droneの取り組み	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-15-078, pp.67-70(2015年9月)
福山賢一, 比嘉心悟, 姉崎 隆, <u>タンスリヤボン</u> <u>スリ</u> <u>ヨン</u>	ドローンの自律充電システムの開発	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-15-079, pp.71-74 (2015年9月)
比嘉心悟, 福山賢一, 姉崎 隆, <u>タンスリヤボン</u> <u>スリヨン</u>	ドローンと陸のロボットを組み合わせ たビーチ清掃システムの開発	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-15-080, pp.75-78 (2015年9月)
<u>タンスリヤボン</u> <u>スリヨン</u>	ウェブ音声検索を活用した中学英語学 習システムの提案	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-15-081, pp.79-80 (2015年9月)
<u>タンスリヤボン</u> <u>スリヨン</u>	インタネット映像コンテンツの字幕リ アルタイム認識を利用した英語学習シ ステム	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-15-082, pp.81-84 (2015年9月)
喜屋武愛理, 高里俊裕, 前里理世, 小野恵実里, <u>タンスリヤボン</u> <u>スリヨ</u> <u>ン</u> , 姉崎 隆	自律飛行ロボット競技について	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-15-085, pp.97-98 (2015年9月)
國吉和真, 下地雄也, 上間洋樹, 上原可意, <u>タンスリヤボン</u> <u>スリヨ</u> <u>ン</u> , 姉崎 隆	Okinawa型Droneによる送電線モニタリ ングシステムー安定飛行の実現ー	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-15-006, pp.1-7 (2015年3月)
荻堂修太, <u>タンスリヤボン</u> <u>スリヨン</u> , 姉崎 隆	Visual Odometry を用いたロボット自律 飛行	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-15-010, pp.7-10 (2015年3月)
チョンケヴィン, <u>タンスリヤボン</u> <u>スリヨン</u>	沖縄における自動旅行プラン作成シス テムの構築	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-15-011, pp.11-16 (2015年3月)
米谷光彦, <u>タンスリヤボン</u> <u>スリヨン</u>	画像処理による将棋の棋譜取りシステ ムの開発	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-15-012, pp.17-22 (2015年3月)
宮城龍堯, 比嘉心悟, 福山賢一, 姉崎 隆, <u>タンスリヤボン</u> <u>スリヨン</u>	RTK-GPSを用いたAR.Droneの自律飛行 システムの開発	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-15-013, pp.23-28 (2015年3月)
比嘉心悟, 宮城龍堯, 福山賢一, 姉崎 隆, <u>タンスリヤボン</u> <u>スリヨン</u>	RTK-GPSを利用したOKINAWA型砂浜 清掃ロボットの研究	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-15-014, pp.29-32 (2015年3月)

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
福山賢一, 宮城龍亮, 比嘉心悟, 姉崎 隆, タンスリヤボン スリヨン	自律飛行ロボットの耐風性能向上とその評価	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-15-015, pp.33-36 (2015年3月)
福山賢一, 宮城龍亮, 比嘉心悟, 姉崎 隆, タンスリヤボン スリヨン	画像処理を用いたDroneの充電ステーションへの誘導	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-14-065, pp.1-4 (2014年9月)
比嘉心悟, 宮城龍亮, 福山賢一, 姉崎 隆, タンスリヤボン スリヨン	Droneの飛行経路情報管理表示システム	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-14-066, pp.5-10 (2014年9月)
宮城龍亮, 比嘉心悟, 福山賢一, 姉崎 隆, タンスリヤボン スリヨン	Droneの磁気センサとGPSを用いた飛行制御	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-14-067, pp.11-14 (2014年9月)
堂 修太, タンスリヤボン スリヨン, 姉崎 隆	Visual Odometry を用いたロボット自律飛行	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-14-070, pp.21-24 (2014年9月)
大城 創, 知念央久, 城間栄一, タンスリヤボン スリヨン, 姉崎 隆	自立飛行ロボット経路教示のためのARマーカーを用いた人追従方法の提案	電気学会, 次世代産業システム研究会, IIS-14-071, pp.25-28 (2014年9月)

IV. 生物資源工学科

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
瑞慶覧安里, 高橋明格, 鈴木亨, 池松真也, 山本 雅	The role of the CCR4-NOT deadenylase complex in induced pluripotent stem cells	第37回日本分子生物学会年会 プログラム[3P-4-c] 発生・再生-幹細胞・細胞分化, pp.3P-0600
池松真也	シークワサーの新たな機能性について	第24回大宜味村産業まつり「シークワサーに関する講演会」
服部暉, 多田一風太, 宮城誠, 藏屋英介, 池松真也	島おから由来GABA産生乳酸菌のゲノム解析	第1回バイオマス, 持続可能材料コロキウム
池松真也	Save the “島豆腐”～環境負荷の少ない工場を目指して～	第1回バイオマス, 持続可能材料コロキウム
大城龍之助, 池松真也	バイオイメージングを応用した炭化水素生産微細藻類が生産する脂肪酸の簡易評価系の検討	日本農芸化学会大会2015 (岡山)
多田一風太, 霞 千明, 坪田庄真, 岸田聡, 門松健治, 池松真也	トランスクリプトミクスを用いた新規神経芽腫関連遺伝子の探索	日本農芸化学会大会2015 (岡山)
池松真也	沖縄で見つけた乳酸菌を活用した産学連携事業の報告	沖縄イノベーションフォーラム2015

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
<u>池松真也</u>	沖縄特産品を活用したヒト試験を含む機能性食品を目指した商品開発	平成27年度「全国高専フォーラム」オーガナイズドセッション「高専の産学共同プロジェクト成果～事例発表」
多田一風太, 坪田庄真, 岸田 聡, 門松健治, <u>池松真也</u>	RNA-seq とバイオインフォマティクス技術を用いた神経芽腫関連遺伝子の同定	第74回日本癌学会学術総会 PROGRAM pp.220
<u>池松真也</u> , 多田一風太, 斎藤星耕, 青山洋昭, 宮城誠, 新里尚也	沖縄の生物資源から単離した乳酸菌のゲノム構造の特徴と消化器に及ぼす作用について	第17回 日本神経消化器病学会 合同学術集会2015 プログラム・抄録集 pp.53
多田一風太, 宮城 誠, 服部暉, <u>池松真也</u>	沖縄県乳酸菌ライブラリの構築とゲノム解析	平成27年度南方資源利用技術研究会 研究発表会・特別講演会プログラム pp.5
<u>池松真也</u>	菌活グループの目指すところ	全国KOSEN食・農・環境研究プロジェクト
森田寛人, 多田一風太, 市島睦生, 城間博紹, 宮城誠, 折田光希, 木村碧樹, Biligsaikhan Biligt, 上原千紗貴, 鈴木寧音, 知念孝樹, 砂川結菜, 仲村太志, 田中 博, 山本直之, <u>池松真也</u>	ヒト腸内細菌叢の解析: 沖縄高専における取組み	「ソイルエンジニアリング」シンポジウム in 長岡～微生物研究・産業の未来を考える～
<u>Ikematsu Shinya</u>	The Current Study Using Okinawan Natural Resources	Fraunhofer-OIST Workshop Program Session 3
Nakasone, Kazuki; <u>Ikematsu Shinya</u> ; Kobayashi, Takaomi	Biocompatibility Evaluation of Cellulose Hydrogel Film Regenerated from Sugarcane Bagasse Waste and Its in vivo Behavior in Mice (査読付)	Industrial & Engineering Chemistry Research
Nozawa Y, <u>Isomura N</u> , Fukami H	Influence of sperm dilution and gamete contact time on fertilization rate of scleractinian corals.	Coral Reefs DOI 10.1007/s00338-015-1338-3 (2015)
磯村尚子, 深見裕伸	阿嘉島におけるミドリイシ属サンゴの雑種分化	みどりいし 26: 15-19 (2015)
政木清孝, 磯村尚子, 山本広美	海洋生物の生成する炭酸カルシウムのX線回折測定	沖縄高等専門学校紀要9: 1-12 (2015)
Yamashiro H, <u>Isomura N</u> , Sakai K	Bloom of the cyanobacterium <i>Moorea bouillonii</i> on the gorgonian coral <i>Annella reticulata</i> in Japan.	Scientific Reports http://dx.doi.org/10.1038/srep06032 (2014)
Kawabata K, Takemura F, Suzuki T, Sawai K, Kuraya E, Takahashi S, Yamashiro H, <u>Isomura N</u> , Xue J	Underwater image gathering by utilizing stationary and movable sensor nodes - Towards observation of symbiosis system in the coral reef of Okinawa-	International Journal of Distributed Sensor Networks http://dx.doi.org/10.1155/2014/835642 (2014)

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
<p>磯村尚子, 殿岡裕樹</p> <p>Suzuki T, Kato K, Makihara E, Kobayashi T, Kono H, Sawai K, Kuniaki K, Takemura F, <u>Isomura N</u>, Yamashiro H</p> <p><u>Isomura N</u>, Nozawa Y, Fukami H</p> <p><u>Isomura N</u>, Iwao K, Morita M, Fukami H</p> <p>Miyagi M, Inoue Y, Tada I, <u>Isomura N</u>, Kawahara H, Ikematsu S</p>	<p>バイオテクノロジーと生物多様性条約：遺伝資源の保護と活用に関する近年の動向</p> <p>Development of underwater monitoring wireless sensor network to support coral reef observation.</p> <p>Reproduction and distribution of the temperate-living morphotype of <i>Favites flexuosa</i> in subtropical region, Lyudao, Taiwan.</p> <p>Hybridization and speciation of the coral genus <i>Acropora</i> in the Indo-Pacific</p> <p>Searching for anti-allergic function of lactic acid bacteria.</p>	<p>沖縄高等専門学校紀要8: 1-9 (2014)</p> <p>International Journal of Distributed Sensor Networks . http://dx.doi.org/10.1155/2014/189643 (2014)</p> <p>Invertebrate Reproduction and Development DOI: 10.1080/07924259.2013.875952 (2014)</p> <p>KIKAI international symposium for coral reef sciences 2015 Central community centre, Kikai Island, Japan (2015)</p> <p>11th International Symposium on Lactic Acid Bacteria, Egmond aan Zee, Netherland (2014)</p>
<p>伊東昌章, 富名腰敬, 飯塚哲也, 岡田英二</p> <p>片野裕太, 久好哲郎, 九世郁美, 岡野啓志, 伊東昌章, 西垣功一, 滝田禎亮, 保川清</p> <p>伊東昌章, 前兼久千尋, 安里亮太, 増田太郎, 井上國世</p> <p>伊東昌章, 佐事 武, 尾山廣</p> <p>深水愛理沙, 藏屋英介, 島袋雅也, 大塚京平, <u>伊東昌章</u></p> <p><u>伊東昌章</u></p>	<p>カイコ幼虫中部絹糸腺抽出液の製造方法およびその抽出液を用いた無細胞タンパク質合成方法</p> <p>MMLV逆転写酵素の無細胞タンパク質合成系での発現</p> <p>昆虫無細胞タンパク質合成系を用いたチロシナーゼの機能解析</p> <p>カイコ幼虫後部絹糸腺由来無細胞タンパク質合成系における翻訳促進配列の機能解析</p> <p>シマグワの1-デオキシノジリマイシン含量とα-グルコシダーゼ阻害能に関する研究</p> <p>ラッカーゼ-その特性と環境関連分野への利用-</p>	<p>特願2015-246741 (2015年12月17日出願)</p> <p>第38回日本分子生物学会年会、第88回日本生化学大会合同大会プログラム集P.330 (2015年12月)</p> <p>食品酵素化学研究会第15回学術講演会要旨集 p.12 (2015年9月)</p> <p>日本蚕糸学会第85回大会講演要旨集 p.72 (2015年9月)</p> <p>日本食品科学工学会第62回大会講演集 P.123 (2015年8月)</p> <p>産業酵素の応用技術と最新動向 (普及版), シーエムシー出版, 第31章, pp.321-328 (2015)</p>
<p>宮内 真人, 森保仁, 越地尚宏, 山崎充裕, 大河内康正, 大竹孝明, 神里志穂子, 田中 博, 赤木洋二, 吉澤宣之, 工藤康紀</p> <p>森田寛人, 田中 博, 他15名</p>	<p>九州沖縄地区高専科学技術教育支援ネットワーク</p> <p>ヒト腸内細菌叢の解析：沖縄高専における取り組み</p>	<p>工学教育、62巻3号、pp53-56、2014</p> <p>微生物シンポジウム (ソイルエンジニアリングプロジェクト主催)</p>

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
藤原茂, 瀬戸泰幸, 手島珠紀, 田中 博, 鈴木登志郎, 細川昌則	加齢に伴う代謝異常疾患の予防・改善・治療剤	特許第5804579号
田中 博, 瀬戸泰幸, 手島珠紀, 藤原茂, 鈴木登志郎, 細川昌則	加齢に伴う代謝異常症の予防・改善・治療剤	特許第5765832号
R. Minei, A. Kaneshiro, S. Sekaryo, Y. Sunagawa , <u>H.Tanaka</u>	Functionalities of Ryukyu-ai (<i>Strobilanthes cusia</i>) for food applications	The 4th International GIGAKU Conference in Nagaoka
K. Takeshima, <u>H. Tanaka</u>	A Marine Lactobacillus Strain with bacteriocin-like activity	The 4th International GIGAKU Conference in Nagaoka
<u>H. Tanaka</u> , K. Takeshima, M. Miyagi, A. Kanemoto, S. Ikematsu	Isolation of a marine Lactobacillus strain with bacteriocin-like activity.	日本農芸化学会2015年度大会 2A32p18
伊良部寛規, 藏屋英介, 田中 博	琉球在来豚(アグー)の脂肪分析: 脂肪酸組成の特長	日本農芸化学会2015年度大会 2F26a12
<u>Taira J</u> , Tsuchida E, Katoh M, Uehara, M, Ogi T	Antioxidant capacity of betacyanins as radical scavengers for peroxy radical and nitric oxide	Food Chemistry. 166 (2015) 531-536 (査読有り)
<u>Taira J</u> , Tsuchida E, Uehara M, Kinjyo Y, Roy P K, Ueda K	Dual biological functions of the apoptotic activity and anti-inflammatory effect by alcyonolide congeners from the Okinawan soft coral, <i>Cespitularia</i> sp.	Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters. 25 (2015) 4496-4499 (査読有り)
<u>Taira J</u> , Tsuchida E, Uehara M, Ohhama N, Ohmine W, Ogi T	The leaf extract of <i>Mallotus japonicus</i> and its major active constituent, rutin, suppressed on melanin production in murine B16F1 melanoma	Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 5 (2015) 819-823 (査読有り)
<u>Taira J</u> , Uehara M	Anti-inflammatory effect of fucoxanthinol as bioavailable marine carotenoid on LPSstimulated RAW264.7 macrophages through iNOS suppression and nitrogen radicalscavenging	World Journal of Pharmaceutical Sciences. 3 (2015) 1747-1754 (査読有り)
Maarisit W, Yano K, Miyazato T, Roy P K, <u>Taira J</u> , Ueda K	Structures and bioactivities of Xenicanes from an Okinawan soft coral <i>Xenia</i> sp.	Heterocycles. 91 (2015) 505-514 (査読有り)
平良淳誠	第6章25節 酸化ストレス改善	機能性食品表示への科学的なデータの取り方と表示出来る許容範囲, 2015年4月30発刊, 技術情報協会
平良淳誠	海洋性カロテノイドの酸化ストレス応答シグナルNrf2-AREシグナルを介したHO-1活性化による酸化ストレス軽減作用	『Cosmetology』第23号 (2015年9月1日 発行) 78-82

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
Roy P K, Ashimine R, Roy M C, Miyazato H, <u>Taira J</u> , Ueda K	Peroxosinularene A, a Novel Tricyclic Sesquiterpene and Two Hydroperoxy Cadinanetype Sesquiterpenes from an Okinawan Soft Coral <i>Sinularia</i> sp.	IUPAC 2015, August 9-14 (Seoul, Korea) (査読有り)
櫻間由幸, 赤羽良一, 飯尾英夫, 大島賢治, 亀山雅之, 川渕浩之, 菊池康昭, 鈴木秋弘, 濱田泰輔, 東田卓, 藤本大輔, 前川博史, 三枝隆裕 A. Takemoto, <u>T. Hamada</u> , Y. Tamaki, S. Itoh	Professional Engineering Library 有機化学 Comparison of high efficiency of essential oil extraction using instantaneous high pressure process in hydrodistillation method and microwave method	実教出版株式会社, 2015年5月. 46th International Symposium on Essential Oils, 13-16 September 2015, Lublin, POLAND, 2015年9月.

V. 総合科学科

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
網谷厚子	課題から考える小論文25題	大宮印刷 2015年6月1日
網谷厚子	詩集『魂魄風』	思潮社 2015年11月1日
網谷厚子	辺野古に住んで	日本文藝家協会会報 2014年12月
網谷厚子	文学で『沖縄』の歩み描写	沖縄タイムス 2016年2月16日
Yoshie Iijima	Measuring L2 Implicit Knowledge: The Validity of Timed Grammaticality Judgement Tests	Bulletin of Okinawa National College of Technology 9, pp.29-45, 2015
Yoshie Iijima	Investigating L2 Implicit Knowledge in an Instructed EFL Setting	CAES International Conference, 11-13 June, 2015, The University of Hong Kong
飯島淑江	CLIL (内容言語統合型学習法) に基づく新しい高専英語教育のためのシステム構築	全国高等専門学校英語教育学会第40回研究大会, 京都, 2015年9月13日
Kazutoshi Koike	Global dimension of Harada rings and serial rings	Journal of Algebra and Its applications, Vol. 14 (2015), DOI: 10.1142/S0219498815501157
Kazutoshi Koike	A characterization of the class of Harada rings	Proceedings of the 47th Symposium on Ring Theory and Representation Theory, 93-95, 2015
名嘉山リサ	「銀幕に懐かしの沖縄—31日にハリウッド映画上映会、戦場よ永遠に—」(寄稿)	沖縄タイムス, 文化, 2015年5月15日, p.16

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
名嘉山リサ	『戦場よ永遠に』公開当時のアメリカ、日本での評価と沖縄ロケについて	特別企画上映会 『戦場よ永遠に』, 宜野座村文化のまちづくり実行委員会, 2015年5月31日, 宜野座村文化センター がらまんホール
名嘉山リサ	琉球新報「落ち穂」(コラム)担当	琉球新報, 文化, 2015年7月~12月
Risa Nakayama	USCAR-Produced Films and Okinawa under US Occupation	Public Symposium: Media Cultures of Wartime and Postwar East Asia, September 15, 2015, Georgetown University, Inter Cultural Center
名嘉山リサ	サイパンから沖縄へー『戦場よ永遠に』の映画化をめぐってー	冷戦研究会第23回例会, 2015年11月14日, 東京大学
名嘉山リサ	USCARと沖縄のテレビメディアー1970年前後	沖縄県公文書館 公文書活用講座, 2015年11月21日
名嘉山リサ	合評会、吉本秀子(著)『米国の沖縄占領と情報政策ー軍事主義の矛盾とカモフラージュー』ファシリテーター	冷戦研究会第24回例会, 2015年12月5日, 上智大学
木村正俊, 松村賢一, 春木孝子, 池田寛子, 真鍋晶子, 大嶋浩, 岩田美喜, 山崎弘行, 浅沼恵, 原田範行, 森川寿, 伊達恵理, 久保田重芳, 松田誠思, 結城英雄, 井勢健三, 大田良子, 佐藤康人, 北文美子, 辻昌宏, 清水重夫, 坂内太, 河原真也, 佐藤亨, 水崎野里子, 奥田良二, 船戸成子, 星野恵里子, 榎木伸明	『アイルランド文学ーその伝統と遺産ー』 「第二十八章 カハール・オシャールキー アイルランド語で執筆するということー男が男を愛する詩ー」	開文社 2014年6月10日
星野恵里子	消えたブレイクの「薔薇」	日本イェイツ協会 第50回大会 口頭発表 於: 早稲田大学 2014年11月9日
<u>Watari, M</u>	Branching Pattern Modeling for <i>Psychotria</i> species and Their Deterministic Algorithm	British Journal of Mathematics & Computer Science, accepted, 2015
<u>Watari, M</u>	Joint work project 2015 with NYP and ONCT -Analyses for branching pattern models of two subtropical species-	Proceedings of 5th Asian Conference on Engineering Education, pp116-119, 2015
<u>Watari, M</u>	Joint work project 2015 with NYP and ONCT -Analyses for branching pattern models of two subtropical species-	5th Asian Conference on Engineering Education (Challenges and Innovations in Engineering Education), oral presentation, China, Dalian, Dalian Maritime University, 2015.11.7
<u>Watari, M</u>	Review of "Delphine Pol, Logarithmic residues along plane curves. C.R Acad.Sci. Paris. Ser. I 353 (2015) 345-349"	Mathematical Reviews

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
朝克己, <u>渡利正弘</u>	On plane curves with small polar degrees	日本数学会秋季大会代数分科会, 京都産業大学, 口頭発表, 2015.9.14
<u>渡利正弘</u>	Branching Pattern Models of Two Subtropical Tree Species in Okinawa Island I-A Deterministic Algorithm-	日本数学会秋季大会応用数学分科会, 京都産業大学, 口頭発表, 2015.9.16.
<u>渡利正弘</u>	Branching Pattern Models of Two Subtropical Tree Species in Okinawa Island II -Occurrence Probabilities-	日本数学会秋季大会応用数学分科会, 京都産業大学, 口頭発表, 2015.9.16.
宮城愛夏, 田邊俊朗, <u>渡利正弘</u>	タモギタケ子実体成長の数理モデルについて	日本きのこ学会第19回大会, ポスター発表, つくば国際会議場, 2015.9.5.
<u>渡利正弘</u>	The punctual Hilbert schemes for the curve singularities of types $A_{\{2d\}}$	Journal of Singularities 11,152-163, (2015)
<u>渡利正弘</u>	線形代数を応用した代数多様体フィッティングの導入	第97回全国算数・数学教育研究大会 (北海道), 口頭発表, 2015年8月7日.
<u>渡利正弘</u>	沖縄島に成育するポチョウジ属の分枝発生パターンに関する数理モデルについて	沖縄生物学会第52大会, 口頭発表, 2015年5月30日, 沖縄国際大学
<u>Masahiro Watari</u>	Joint work project 2015 with NYP and ONCT -Analyses for branching pattern models of two tree subtropical species-	Biotechnology Camp 2015 at Okinawa National College of technology, oral presentation, 18 March 2015, Okinawa, Japan
<u>渡利正弘</u>	微分方程式を用いた問題解決型学習の導入及びその実践	論文集「高専教育」第38号, 210-215, (2015)
<u>Masahiro Watari</u>	Branching pattern models of two sub subtropical tree species, -An application of Mathematics to Biology	Sakura Science Seminar (B) at Okinawa National College of Technology, oral presentation, 22 January 2015, Okinawa, Japan
上野健爾監修, 阿蘇和寿, 梅野善雄, 小中澤聖二, 小林茂樹, 佐藤直樹, 佐藤義隆, 高田功, 中谷実伸, 長水壽寛, 松澤寛, 安富真一, 柳井忠, 山田章, 山本茂樹, <u>渡利正弘</u>	工学系テキストシリーズ「微分積分」	森北出版, 2014, 12月
Soma Y, <u>Watari M</u>	The punctual Hilbert schemes for the curve singularities of types E_6 and E_8	Journal of Singularities 8,135-145, (2014)
<u>Masahiro Watari</u>	Review of "Pambianco, Fernanda. Characterization of the Fermat curve as the most symmetric nonsingular algebraic plane curve. Math. Z. 277 (2014), no. 3-4, 975-993"	Mathematical Reviews

沖縄工業高等専門学校紀要発行規程

	平成18年8月31日
	規程第7号
改正	平成19年3月29日
	規程第1号
	平成22年2月17日
	規程第1号
	平成24年1月25日
	規程第3号
	平成25年3月19日
	規程第4号
	平成26年4月16日
	規程第7号
	平成28年2月17日
	規程第1号

(目的)

第1条 沖縄工業高等専門学校（以下「本校」という。）の教育・研究活動の活性化を図るとともに、本校教職員等の研究成果及び教育研究活動状況を広く公表するため、沖縄工業高等専門学校紀要（以下「紀要」という。）を発行するものとする。

(誌名等)

第2条 紀要の名称は、「沖縄工業高等専門学校紀要第〇号 (Bulletin of National Institute of Technology, Okinawa College No. 〇)」とする。

2 この規程において紀要とは、この規程に基づき編集発行されたもので、印刷物又は電子的方法により記録されたものをいう。

(審査・編集)

第3条 紀要の投稿原稿審査、編集、発行等に関する事項は、沖縄工業高等専門学校地域連携推進センター運営委員会（以下「委員会」という。）において審議決定する。

(掲載事項)

第4条 紀要の掲載事項は、次の各号に掲げるものとする。

- (1) 研究論文、総説、教育研究報告又は資料（以下「論文等」という。）
- (2) 紀要以外に発表した論文等の抄録等（学会等での活動状況を含む。）
- (3) その他委員会での審議を経て、校長が特に認めた事項

(投稿者)

第5条 紀要に投稿できる者は、次の各号に掲げる者とする。

- (1) 本校の教職員
- (2) 委員会での審議を経て、校長が特に認めた者

2 共著の場合は、前項の投稿者1名を含めばよいものとする。

(発行)

第6条 紀要は、原則として年1回発行するものとする。

(事務)

第7条 紀要に関する事務は、総務課において処理する。

(雑則)

第8条 この規程に定めるもののほか、紀要の編集及び原稿の執筆に関し必要な事項は、別に定める。

附 則

この規程は、平成18年8月31日から施行し、平成18年4月1日から適用する。

附 則 (平19. 3. 29規程第1号)

この規程は、平成19年3月29日から施行する。

附 則 (平22. 2. 17規程第1号)

この規程は、平成22年4月1日から施行する。

附 則 (平24. 1. 25規程第3号)

この規程は、平成24年4月1日から施行する。

附 則 (平25. 3. 19規程第4号)

この規程は、平成25年4月1日から施行する。

附 則 (平26. 4. 16規程第7号)

この規程は、平成26年4月16日から施行し、平成26年4月1日から適用する。

附 則 (平28. 2. 17規程第1号)

この規程は、平成28年2月17日から施行する。

沖縄工業高等専門学校紀要投稿編集要領

(平成18年 8月31日制定)
 平成19年 3月22日改正
 平成19年10月23日改正
 平成22年 2月17日改正
 平成24年 1月25日改正
 平成25年 3月19日改正

第1節 総則

(趣旨)

第1条 この要領は、沖縄工業高等専門学校紀要発行規程（平成18年規程第7号。以下「発行規程」という。）第8条の規定に基づき沖縄工業高等専門学校（以下「本校」という。）が発行する紀要（以下「紀要」という。）の投稿、編集等に関し必要な事項を定めるものとする。

(投稿論文等の種類及び内容)

第2条 紀要に掲載する研究論文等（以下「論文等」という。）は、発行規程第5条に定める者が主となり執筆したもので、未発表のものとする。

2 論文等の種類及び内容（抄録等を含む。）は、発行規程第4条に規定する区分とし、その内容は次の各号のとおりとする。また、掲載書式等については付録のとおりとする。

- (1) 研究論文 独創的であり、新しいデータ・結論或いは事実を含むもの
- (2) 総説 それぞれの研究領域における自己の研究成果も交えて考察を加え、体系的に整理したもの
- (3) 教育研究報告 内容面に独創性がある教育研究の報告
- (4) 資料 実験・開発・調査等で価値ある結論・データの記載があるもの。翻訳・注釈・解説・紹介・翻刻・文献目録等を含む。
- (5) 抄録等 本校教職員が行った学会報告、発表論文、特許等の紹介
- (6) その他 学位論文紹介、沖縄工業高等専門学校図書委員会（以下「委員会」という。）の審議を経て校長が特に認めた事項

3 論文等においては、次の各号に則ったものとする。

- (1) 人を対象とする研究報告等は、ヘルシンキ宣言(1964年6月第18回WMA総会採択)の精神に則ったものでなくてはならない。
- (2) 実験動物を用いた研究報告等は、各施設の実験動物指針に則って行われたものとする。
- (3) 個人情報記載の含まれる論文等については、プライバシーに十分配慮したものであること。

第2節 研究論文等

(頁数)

第3条 論文等のページ数は、図、表及び写真等を含み、刷り上がり1件につき、8ページ以内とする。ただし、人文社会系の研究論文及び総説にあつては16ページ以内とする。

(論文等の構成)

第4条 紀要に掲載する論文等の構成は、原則として、題名(タイトル)、執筆者名(著者名)、執筆者の所属機関、要旨(要約)、キーワード、緒言、本文、謝辞、引用文献とする。

2 論文等の原著が和文の場合は英文、原著が英文の場合は和文の題名、執筆者名、執筆者の所属機関、要旨を、当該論文等の末尾に記入するものとする。

3 英語以外の外国語（独語、仏語など）を使用する場合は、英文の場合に準ずるものとする。

（原稿の書式・版組）

第5条 紀要の原稿は、原則として、A4版用紙を縦置きとし、ワープロによる和文又は英文の横書き1段組みとし、その書式は次のとおりとする。ただし、紀要の原稿が縦書き和文の場合は縦書き2段組みとする。

(1) 使用フォント

原稿の使用フォントは、和文の場合はMS明朝、英文の場合はTimes New Romanを原則とするが、記号等についてはこれら以外のフォントを使用してもよいものとする。

(2) 余白

上35mm、下25mm、左20mm、右20mmとする。

（題名及び執筆者名）

第6条 題名及び執筆者名は、次のとおりとする。

(1) 題名

- ・題名の活字は14ポイントとし、位置は中央とする。
- ・後2行あける。

(2) 執筆者名

- ・執筆者名は10.5ポイントとし、位置は中央とする。
- ・執筆者が複数の場合は、コンマ（,）（和文にあつては全角）で区切る。
- ・主執筆者の左肩には*印（和文にあつては全角上付きの*印）を付す。
- ・後1行あける。

(3) 執筆者の所属機関

- ・所属機関は10.5ポイントとし、位置は中央とする。
- ・本校の執筆者にあつては所属名を記す。ただし、非常勤講師については本校における身分を記す。
- ・執筆者が複数の所属機関にまたがるときは、機関名・部署名（その執筆者の所属する組織の最小単位）まで記入し、左肩に執筆者名に対応した上付き数字¹²³…（和文にあつては全角）を付す。
- ・主執筆者については、所属機関とともにメールアドレスを付す。ただし、メールアドレスの記載を希望しない場合は、記載しなくてもよいものとする。
- ・後2行あける。

（要旨等）

第7条 英文要旨は300語以内、和文要旨は1,000字以内の10.5ポイント、左詰め、1段組みとし、図・表等を取り入れないものとする。ただし、分野が漢文学や国文学等の英文になじまない場合は和文要旨のみとし、英文要旨は省略することができる。

2 要旨に引き続き、5語以内のキーワードを記入する。

（本文等）

第8条 本文の活字は10.5ポイントとし、本文には読者が理解しやすいように章節小見出しを付け、1段組みとする。

2 緒言、実験材料、実験方法、結果、考察、謝辞などの見出しの活字は、10.5ポイント、太字とし、前後1行あける。ただし、各専門分野の慣例その他の例により、これらの項目を統合又は省略し、順序を変更し、或いは別の項目をたてても差し支えないものとする。

3 前項に定める各項目をさらに区分けし、小見出しを付ける場合は、ポイント・システム（例：1.1……、1.2……）により10.5ポイント、太字とし、前1行あける。数字は和文にあつ

ては全角とする。

(図、表及び写真等)

第9条 図、表及び写真等は、全て電子化し、執筆者において次のとおり原稿中にレイアウトするものとする。

- (1) 表のタイトルの活字は、10.5ポイントとし、「表1」、「Table 1」等と表示し、続いてタイトルを明記する。表中の文字は、原則としてMS明朝10.5ポイントとする。
- (2) 図及び写真の下には、10.5ポイントで「図1」、「Fig. 1」、「写真1」、「Plate 1」等と表示し、続いてタイトルを明記する。さらに説明文を10.5ポイントとしてこれに続ける。
- (3) 他の刊行物から図、表及び写真等を引用するときには、タイトルに続けて出典を明記するものとする。
- (4) 図、表及び写真等の大きさは、原則として最大1ページ以内とする。

(引用文献)

第10条 引用文献については、本文中の該当箇所に肩付き文字^(1)、2、3)、3-5)又は[1]、[2,3]、[3-5]等の記述で示すものとする。ただし、各専門分野の慣例その他により、本文中の該当箇所の後に(著者、発行年)の形式で示すものについてはその例によるものとする。また、同一発行年に複数あるときは(〇〇、1998a)のようにアルファベットを付す。

2 引用文献の記載は、次のとおりとする。

- (1) 雑誌掲載論文の場合は、番号の次に、著者名、題名、雑誌名、巻号、頁(最初と終わり)、(発行年)、ピリオドの順で記載する。
- (2) 図書の場合は、筆名、書名、発行所、引用頁、(発行年)、ピリオドの順で記載する。
- (3) 論文の省略法は、所属する学会で定められた命名法に従う。引用文献は、原則として、上記の項目・順番で記入することとするが、著者の所属する学会の慣行に従ってもよいものとする。ただし、同一の論文等内では書式を統一するものとする。

(執筆上の注意)

第11条 執筆上、特に注意すべき内容は次のとおりとする。

- (1) 文体は、口語文章体とする。
- (2) 用語以外は、できる限り「常用漢字」を用い、仮名は「現代仮名遣い」とする。
- (3) 数字、ローマ字、ギリシャ文字・ドイツ文字等は、大文字、小文字、上つき及び下つき等の別を、明瞭に記載する。
- (4) 句点(。)、ピリオド(.)、読点(、)、コンマ(,)、中点(・)及びコロン(:)等の句読点は全角を用いる。
- (5) 同一の論文等内では書式を統一するものとする。

(提出書類等)

第12条 投稿に際しては、次に掲げる書類を別に定める投稿期限までに担当係に提出するものとする。

- (1) A4用紙に、投稿年月日、論文等の種別、論文等の表題(和文、欧文とも)、執筆者名、所属機関(和文)、原稿枚数、(あれば)備考を記した投稿書(書式任意) 1部
- (2) 原稿をプリントアウトしたもの 1部
- (3) データファイル(CD、e-mail添付データ等) 1点

(投稿論文等の査読)

第13条 投稿論文等は、査読を行い、委員会の責任において原稿の採択、掲載順序、形式を整えるための加除訂正等を行うものとする。

- 2 投稿された研究論文等の査読は、原則として委員会の定めた査読者（本校教員）が行うものとするが、必要に応じ学外者に査読を依頼することができるものとする。
- 3 査読者は、投稿原稿の形式の不備等についてチェックし、委員会を通じ投稿者に改稿又は再提出を求めることができるものとする。
- 4 投稿者が前項の査読により修正等を指示されたときは、投稿者は所定の期日までに改めて前条第2号及び第3号に関わる書類等を提出しなければならない。

（校正）

第14条 執筆者による校正は2校までとし、原則として校正時の原稿の追加及び書き直し等は認めない。

第3節 抄録等

（抄録）

第15条 抄録は、紀要発行年度又はその前年度に（印刷物として）発表（発表予定を含む。）された論文若しくは学会等での口頭発表、或いは既に発表された論文又は口頭発表の抄録で、以前の号の紀要に掲載されていない5年以内に発表されたものとする。

（原稿の書式・版組）

第16条 原稿は、A4版用紙を縦置き（刷り上がり0.5ページ）とし、原則として200字以内の和文又は英文の横書きとし、書式は第5条第1項第1号及び第2号に準ずるものとする。ただし、図、表及び写真等の挿入は認めない。

（題名及び執筆者名）

第17条 題名及び執筆者名は、第6条各号の規定に準ずるものとする。

（掲載誌名）

第18条 抄録本文の後1行をあげ掲載誌名（学会名）、巻号、掲載ページ、発表（出版）年を記載する。

（提出書類等）

第19条 抄録の投稿期限、提出書類、査読及び執筆上の注意については、第2節研究論文等に準ずるものとする。

（校正）

第20条 執筆者による校正は1校までとし、原則として校正時の原稿の追加及び書き等は認めない。

第4節 雑則

（原稿の責任）

第21条 紀要に掲載された論文等の内容については、著者がその責任を負う。

- 2 他の著作物から図表等を引用する場合には、原著者及び発行者の許可を得るのも著者の責任において行うものとする。

（著作権）

第22条 紀要に掲載される全て論文等の著作権（電子的形態による利用も含めた包括的な著作権も含む。ただし、著作者人格権は除く。）は、本校に帰属する。ただし、著者自身が自著の論文等を複製、翻訳などの形で利用することは差し支えない。

(雑則)

第23条 この要領に定めるもののほか、紀要の投稿、編集等に関し必要な事項は、委員会において定めるものとする。

附 則

この要領は、平成18年8月31日から施行し、平成18年4月1日から適用する。

附 則 (平19. 3. 22)

この要領は、平成19年3月22日から施行する。

附 則 (平19. 10. 23)

この要領は、平成19年10月23日から施行する。

附 則 (平22. 2. 17)

この要領は、平成22年4月1日から施行する。

附 則 (平24. 1. 25)

この要領は、平成24年4月1日から施行する。

附 則 (平25. 3. 19)

この要領は、平成25年4月1日から施行する。

【付録】 ＜表紙（記載例）＞

独立行政法人 国立高等専門学校機構

沖縄工業高等専門学校

紀 要

第〇号

Bulletin of
National Institute of Technology, Okinawa College, No. 〇

〇〇〇〇 20××(西曆)

<目次 (記載例) >

沖縄工業高等専門学校紀要 第〇号 20××

目次CONTENT

研究論文

執筆者名邦文タイトル 1

Syamei SIPPITSU Eibuntaitoru

〇〇 〇〇 〇〇〇〇〇〇 1 3 〇〇〇 〇〇
〇 〇〇〇

総説

〇〇〇 〇〇 ××××× 〇

〇〇 〇〇〇 ×××× 〇 〇〇 〇〇

教育研究報告

〇〇 〇〇 ××××× 〇

資料

〇〇〇 〇〇〇 ×××× 〇

〇〇 〇〇 ×××× 〇

研究活動一覧 (年度) 〇

<研究論文（記載例）>

《横書き》

題名：MS明朝(14pt)太字

沖縄県に産出する植物の新規生理活性物質の構造

(2行あける 10.5pt)

執筆者名：MS明朝(10.5pt)

*主執筆者沖縄高専¹，共著者A²，共著者B¹，共著者C³

(1行あける)

所属機関：MS明朝(10.5pt)

¹生物資源工学科，²〇〇大学〇〇学部〇〇学科，³〇〇製作所〇〇研究部

(xxxxx@okinawa-ct.ac.jp)

メールアドレス：記述を希望しない場合はなくてもよい

(2行あける)

要旨

MS明朝(10.5pt)太字

要旨：MS明朝(10.5pt)和文 1000 字以内

新規な生理活性物質が、沖縄県産の植物 Okinawa ryukyuum の熱水抽出物から単離された。質量分析法および核磁気共鳴法により推定された構造は本植物の治癒活性を明確に説明するものであった。しかしながら、この活性を十分に発揮するには、より長い夏季休暇が必要であった。

キーワード：夏季休暇

5 語以内

(1行あける)

緒言

見出：MS明朝(10.5pt)太字

(1行あける)

緒言：MS明朝 (10.5pt)

沖縄県においてはさまざまな植物資源が.....

(1行あける)

実験材料

章節小見出し：MS明朝(10.5pt)太字

(1行あける)

本文 (MS明朝 10.5ポイント).....

(1行あける)

小見出しを付ける場合はポイント・システム (1.1...、1.2...) MS明朝(10.5pt)太字

1.1 小見出し

表

表中の文字は原則MS明朝
10.5ポイント

表1タイトル，出典〇〇

MS明朝 (10.5pt)

写真

写真1タイトル

MS明朝 (10.5pt)

(1行あける)

実験方法

(1行あける)

引用文献

.....〇〇〇〇¹⁾.....

(1行あける)

結果

(1行あける)

.....

(1行あける)

考察

(1行あける)

.....

(1行あける)

謝辞

(1行あける)

.....

(1行あける)

引用文献

(1行あける)

1) 著者名、題目、雑誌名、巻号、頁(最初と終わり)、(発行年).

1) 雑誌掲載論文の場合

2) 著者名、書名、発行所、引用頁、(発行年).

2) 図書の場合

(2行あける)

英文題名 : Times New Roman 14pt 太字

Structure of a novel bioactive substance extracted from the plants harvested in Okinawa

(1行あける)

英文執筆者名 : Times New Roman 10.5pt

*Name of Author A¹, Name of Author B², Name of Author C³

(1行あける)

英文所属機関 : Times New Roman 10.5pt

¹ Department of Bioresources Engineering, ² Department of XX, XX University, ³ Research Laboratory, YY Engineering

(2行あける)

英文要旨 : Times New Roman 10.5pt

A novel bioactive substance was isolated from the hot water extract of the plant *Okinawa Ryukyuum*. The structure deduced from the results from mass spectra and NMR spectra well explains the healing activity of this plant. However, further long summer vacation was required to exert the full activity.

(国文学等, 英文によりがたい場合は省略してもよい。)

Key Word : Summer vacation

《縦書き》

□ (1行あける)

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□
タイトル十六ポイント明朝体太字

□□——サブタイトル十三ポイント明朝体——

執筆 者 名 (十三ポイント明朝体) □□□

□ (2行あける)

□□□□
一

縦書き2段組 (36字×33行/段) MS明朝9ポイント

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6

□ (1行あける)

□□□□
二

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6

□ (1行あける)

□□□□
三

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6

□□□□□注

(1)
(2)

<抄録 (記載例) >

題名 : MS明朝 (14pt) 太字

沖縄県に産出する植物の新規生理活性物質の構造

(2行あける 10.5pt)

執筆者名 : MS明朝 (10.5pt)

*主執筆者沖縄高専¹, 共著者A², 共著者B¹, 共著者C³

(1行あける)

所属機関 : MS明朝 (10.5pt)

¹生物資源工学科, ²〇〇大学〇〇学部〇〇学科, ³〇〇製作所〇〇研究部

(xxxxx@okinawa-ct.ac.jp)

メールアドレス : 記述を希望しない場合はなくてもよい

(2行あける)

本文 A4版用紙を縦置き (刷り上がり0.5ページ) とし、原則として200字以内の和文又は英文の横書きとし、書式はMS明朝10.5ポイント。図、表及び写真等の挿入は認めない。

(1行あける)

掲載誌名 (学会名)、巻号、掲載ページ、発表 (出版) 年

沖縄工業高等専門学校紀要

第10号

2016年3月25日印刷

2016年3月30日発行

編集・発行 沖縄工業高等専門学校
〒905-2192
沖縄県名護市字辺野古905番地
電話(0980)55-4070

印刷所 合資会社 精印堂印刷
〒902-0072
沖縄県那覇市字真地399-3
電話(098)832-1311

