

呉工業高等専門学校

研究報告

第74号

平成24年10月(2012)

目次

1. 室内伝達関数の平滑化と群遅延特性に関する研究	藤川 雄太, 藤原 有矢, 野村 博昭	1
2. 高気圧水素混合ヘリウムプラズマの気体温度と電子密度の放電電流依存性	山崎 勉	7
3. 緩速ろ過池の砂層に生息するユスリカ幼虫の消化管フローラ	竹内 準一, 大崎 直生	13
4. Wastewater Management in Tropical Monsoon Climates: Sanitary and Ecological Implications	竹内 準一, ラビンドラ・ラジャ・ギリ	19
5. 呉高専実習工場骨組の調査ならびに自己歪応力を有するターンバックル付 プレースの繰返し積荷実験	仁保 裕, 岩本 天馬, 平田 悠孝 寺岡 勝, 福原 安洋	27
6. 海外交流研修と学生の英語体験	富村 憲貴, 木原 滋哉	35
7. 室生犀星「蜜のあはれ」考 —金魚の冥通力—	外村 彰	64
平成23年本校教職員による研究業績一覧		65

MEMOIRS OF KURE NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

No.74

October, 24th Year of Heisei (2012)

CONTENTS

1. Sound-Space Equalization and Group Delay of the Transfer Function in a Reverberant Sound Space
.....Yuta FUJIKAWA, Yuya FUJIWARA and Hiroaki NOMURA 1
2. Gas Temperature and Electron Density as a Function of Discharge Current in a High-pressure He/H₂ Plasma
.....Tsutomu YAMASAKI 7
3. Gut Flora of Midge (Chironomidae) Larvae in Slow Sand Filter Beds
.....Juni TAKEUCHI and Naoki OSAKI 13
4. Wastewater Management in Tropical Monsoon Climates:
Sanitary and Ecological Implications
.....Juni TAKEUCHI and Rabindra Raj GIRI 19
5. An Investigation for the Practical Factory of Kure National College of Technology And Cyclic Loading Test for Braces with Turnbuckle Bearing Self Strain Stress
.....Yutaka NIHO, Tenma IWAMOTO, Yutaka HIRATA, Masaru TERAOKA and Yasuhiro FUKUHARA 27
6. International Exchange Study Tour and Students' Experience with English
.....Noritaka TOMIMURA and Shigeya KIHARA 35
7. Murō Saisei's *Mitsu no aware* and the Spiritual Powers of the Goldfish
.....Akira TONOMURA 64

室内伝達関数の平滑化と群遅延特性に関する研究

(電気情報工学科) 藤川 雄太

(電気情報工学科) 藤原 有矢

(電気情報工学分野) 野村 博昭

Sound-Space Equalization and Group Delay of the Transfer Function in a Reverberant Sound Space

(Department of Electrical Engineering and Information Science) Yuta FUJIKAWA

(Department of Electrical Engineering and Information Science) Yuya FUJIWARA

(Department of Electrical Engineering and Information Science) Hiroaki NOMURA

Abstract

An immersive communication system requires rendering of auditory events including 3-D spatial sound to enable effective collaboration through an interactive sound field network. Rendering and morphing of room reverberation are crucial technology of auditory events modeling in virtual acoustics. We already conformed that a smoothed transfer function (TF) method for an inverse filtering (INF) to be robust against the TF variations. TF-smoothing could be done keeping the TF properties of minimum-phase and all-pass components. It assumes that the distance of the pole/zero location from the unit circle in the z-plane represents the reverberation condition for the TF. This paper describes the comparison with the unsmoothed TF and smoothed TF concerning to the magnitude response and both the minimum-phase and all-pass group delay, which is the delay of the envelopes between the input and output signals and depends on the frequency even for a nondispersive medium because of the reflection waves.

Key Words: Auditory event, Morphing of room reverberation, Smoothed transfer function, Inverse filtering, Group delay

音響事象、残響抑圧、伝達関数の平滑化、逆フィルタ処理、群遅延

§1 はじめに

インターネット通信の発達により、高臨場感通信と仮想現実(Virtual Reality)が最近の重要な研究課題になっている。音響線形システムでは、伝達系の制御により所望の音場を得ることができる。これに基づき、インターネット通信においては、ネットワークを介した音空間の共有・結合技術の確立が求められている。即ち、室内伝達関数の予測

と制御を行う音場制御理論および3次元音空間を表現・創造する音場制御理論が現在の室内音響学における主要テーマである[1-4]。特に、伝達関数(Transfer Function)の制御に関する研究は重要であり、中でも逆フィルタ(Inverse Filter)の安定性を目的としたスペクトルの平滑化に関する研究が数多くなされている[5, 6]。残響音場における伝達関数の逆フィルタは、複素ケプストラム(Complex

Cepstrum)を用いて実現でき、残響音声を原音声に回復することができる[7]。しかしながら、逆フィルタにおいては、伝達関数の零点の位置が、複素周波数領域における単位円に接近していること、および、局所的な領域においてさえ音源と受信位置に極めて敏感であるためしばしば不安定となる[8, 9]。この為、残響音声の回復は焦点位置のみで、焦点から少しでも受信位置がずれると音声の回復は急激に低下する。そこで、室内伝達関数の逆フィルタにおける極・零点(Poles and Zeros)を再配置することにより、残響抑圧を平滑化する方法について検討した[10]。本論文では、伝達関数の平滑化処理前と平滑化処理後の、伝達関数の振幅周波数特性(Magnitude Response)および群遅延特性(Group Delay)について述べる。

§2 群遅延特性

2.1 位相周波数特性と伝達関数の零点

位相周波数特性(Phase Response)は、複素数 Z を複素平面上にそって変化させたときの複素振幅(Phasor)の位相変化である。ここで、実数係数 r をもつ因果インパルス応答数列の phasor

$$P_c = H(Z) \Big|_{Z=e^{j\Omega}} = Z^{-l}(Z+r) \Big|_{Z=e^{j\Omega}} \quad \dots \quad (1)$$

但し、 $H(Z) = 1+rZ^{-l}$ 、 Ω (rad)は正規化角周波数

の位相変化について考える。位相特性は複素数の偏角の変化を表す。複素関数

$$H(Z) = |H(Z)|e^{j\phi} \quad \dots \quad (2)$$

の偏角 ϕ は、複素数に拡張した自然対数

$$\ln H(Z) = \ln \left[|H(Z)|e^{-j\phi} \right] = \ln |H(Z)| - j\phi \quad \dots \quad (3)$$

の虚部より求めることができる。そこで

$$P_c = H(Z) \Big|_{Z=e^{j\Omega}} = Z^{-l}(Z+r) \Big|_{Z=e^{j\Omega}} \quad \dots \quad (4)$$

の自然対数の虚部の変化

$$\text{Im}[\ln P_c] = \text{Im}[\ln Z^{-l} + \ln(Z+r)] \Big|_{Z=e^{j\Omega}} \quad \dots \quad (5)$$

を考える。右辺第一項

$$\text{Im}[\ln Z^{-l}] = \text{Im}[\ln e^{-j\Omega}] = -\Omega \quad \dots \quad (6)$$

は、 Z -平面上の単位円周上を回転する複素数 Z の偏角の変化を表している。偏角は正規化角周波数 Ω に比例する。 Z が Z -平面上の単位円周上を正方向に1回転すれば、位相変化は 2π (rad)となる。このように入力信号の角周波数に比例して出力信号の位相が遅れる位相変化のことを線形位相(Linear Phase)特性と呼ぶ。また $Z=0$ (原点)は Z^{-l} の特異点であり、この特異点を極(Pole)と呼ぶ。

一方、伝達関数の根、すなわち方程式の根を伝達関数の零点(Zero)という。位相変化

$$\text{Im}[\ln P_c] = \text{Im}[\ln Z^{-l} + \ln(Z+r)] \Big|_{Z=e^{j\Omega}} \equiv -\Omega + \theta \quad \dots \quad (7)$$

の右辺第二項は、単位円周上の一点と零点を結ぶベクトルの回転角(θ)を表している。この回転角(θ)の変化は零点の位置が単位円の内側か外側かによって異なる。図 1(a)に従って複素数 Z が単位円周上を一周したときの零点による位相変化を考える。零点が単位円の内側にある場合には、着目するベクトルの回転角(θ)も複素数 Z と同様に 2π (rad)変化する。一方零点が単位円の外側に存在すると、図 1(b)に示すように複素数 Z が単位円周上を1回転しても、そのベクトルの偏角 ϕ は零に戻ってしまう。これらの結果から、複素数 Z が単位円周上を一周した結果生じる phasor の位相変化は原点にある極による変化も含めて

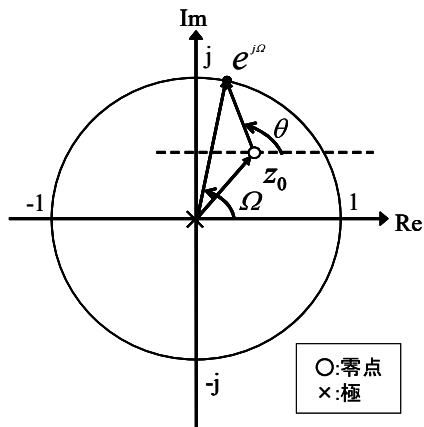
(Case A) 零点が単位円の内側にあるとき

$$\phi = -\Omega + \theta = -2\pi + 2\pi = 0$$

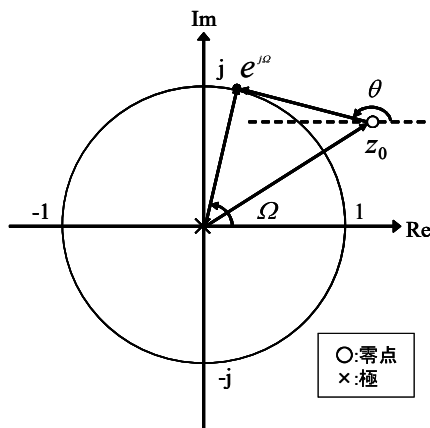
(Case B) 零点が単位円の外側にあるとき

$$\phi = -\Omega + \theta = -2\pi + 0 = -2\pi$$

となる。この複素数 Z が単位円周上を一周した結果生じる phasor の位相変化を累積位相(Accumulated Phase)



(a) $\phi(\Omega) = -\Omega + \theta$



(b) $\phi(\Omega) = -\Omega + \theta$

Fig.1 Geometric expressions of the phase functions.

よぶ。また、振幅・位相ともに零点の位置が単位円に近いほど局所的な変化が急激に生じることが明らかとなっている。位相特性の局所的な変化を群遅延(Group Delay)と呼び、

$$\tau \equiv -\frac{\partial \phi(\Omega)}{\partial \Omega} \quad (\text{s}) \quad \dots \dots (8)$$

で定義される。この位相変化は、零点が単位円の内側か外側かにより群遅延の符号が異なる。零点が外側にあれば群

遅延は正に、反対に内側にあれば群遅延は負となる。また単位円周に近い零点ほど群遅延が大きく変化する[11]。

2.2 群遅延特性の算出

3次元残響音場にインパルス信号を入力した時、それぞれの周波数成分は受音点で時間遅延を生ずる。この時、伝達関数の位相周波数特性が周波数に対して線形であるときには波形歪を生じない(線形位相)。しかし、周波数に対して一定でない場合には波形歪を生じる。そこで、空間を伝播したとき、どのくらい位相遅延(Phase Delay)が生じたかを表したものが群遅延であり、以下に計算方法を示す[12]。

(1) 複素数 $z \equiv x + jy \equiv |z|e^{j\phi}$ の偏角 $\phi \equiv \tan^{-1}(y/x)$ をその変数 Ω で微分して負号をつけたもの、即ち

$$\tau \equiv -\frac{\partial \phi(\Omega)}{\partial \Omega} = \frac{-x^2}{x^2 + y^2} \frac{y'x - yx'}{x^2} = \frac{yx' - y'x}{|z|^2} \quad \dots \dots (9)$$

を群遅延(s)という。但し、 $\Omega (\equiv \omega T_s)$ は正規化角周波数(rad)を、 T_s は標本化周期(s)、 ω は非正規化角周波数(rad/s)を表す。

(2) 実数列の群遅延は実数列 $s(n)$ と $ns(n)$ のフーリエ変換(Fourier Transform)を用いて表せる。数列 $s(n)$ のフーリエ変換を

$$S(e^{-j\Omega}) \equiv \sum_{n=0}^{N-1} s(n)e^{-j\Omega n} = S_R + jS_I \quad \dots \dots (10)$$

$$\left\{ \begin{aligned} S_R(e^{-j\Omega}) &\equiv \sum_{n=0}^{N-1} s(n) \cos \Omega n \\ S_I(e^{-j\Omega}) &\equiv -\sum_{n=0}^{N-1} s(n) \sin \Omega n \end{aligned} \right. \quad \dots \dots (11)$$

同様に $ns(n)$ のフーリエ変換を

$$U(e^{-j\Omega}) \equiv \sum_{n=0}^{N-1} ns(n)e^{-j\Omega n} = U_R + jU_I \quad \dots (12)$$

$$\begin{cases} U_R(e^{-j\Omega}) \equiv \sum_{n=0}^{N-1} s(n)n \cos \Omega n \\ U_I(e^{-j\Omega}) \equiv -\sum_{n=0}^{N-1} s(n)n \sin \Omega n \end{cases} \quad \dots (13)$$

とする。

(3) 群遅延(Group Delay)

$$\tau \equiv -\frac{\partial \phi(\Omega)}{\partial \Omega} = \frac{S_I S_R' - S_I' S_R}{|S'|} \quad \dots (14)$$

は

$$\begin{cases} S_R'(e^{-j\Omega}) \equiv -\sum_{n=0}^{N-1} s(n)n \sin \Omega n = U_I(e^{-j\Omega}) \\ S_I'(e^{-j\Omega}) \equiv -\sum_{n=0}^{N-1} s(n)n \cos \Omega n = -U_R(e^{-j\Omega}) \end{cases} \quad \dots (15)$$

を用いて

$$\tau \equiv -\frac{\partial \phi(\Omega)}{\partial \Omega} = \frac{S_I S_R' - S_I' S_R}{|S'|} = \frac{S_I U_I + U_R S_R}{|S|^2} \quad \dots (16)$$

と表される。

§3 実験

3.1 実験方法

実験は室容積 186 m³の不整形の残響室で行われた。残響室の残響時間は 500Hz/oct で約 1 秒である。図 2 は、スピーカとマイクロホンの位置を示したものである。スピーカとマイクロホンの距離は焦点位置 (M₀ 点) で 1m であ

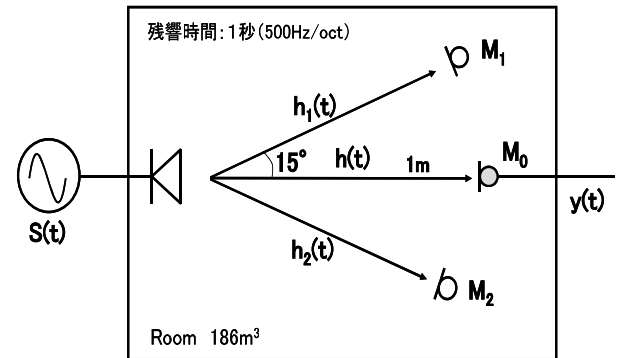


Fig. 2 Experimental arrangement in a reverberation space.

り、M₁ および M₂ 点は M₀ 点の中心から方位角 ±15° に設定した。残響室におけるインパルス応答の測定は、Bose 101MM スピーカから TSP(Time Stretched Pulse) 信号を出力し、上記 3 地点で無指向性マイクロホンを用いて收音した。測定におけるサンプリング周波数 F_s は 48kHz であるが、計算機の演算時間を考慮しサンプリング周波数を 16kHz にダウンサンプリング(Down-sampling)してシミュレーションを行った。

3.2 実験結果

今 M₀ 点(焦点位置)での逆フィルタ(Inverse Filter)が求められたと仮定し、M₀ 点での伝達関数の逆フィルタを施した後の受信位置 M₁、M₀、M₂ 点での MTF(Modulation Transfer Function) [13]の特性を図 3(a)に示す。同図より焦点位置である M₀ 点での MTF は完全に 1 となり原音声波形が復元されていることがわかる。しかし、他の M₁、M₂ 点では MTF は 0.3~0.5 となり、原音声は復元されず、音声明瞭度が向上していない。そこで、M₀ 点のインパルス応答(Impulse Response)を、複素ケプストラム(Complex Cepstrum)を用いて平滑化し、残響音声回復エリアの拡大を試みた。即ち、伝達関数を最小位相成分(Minimum Phase Components)とオールパス成分(All Pass Components)に分離した後、最小位相成分に指数時間窓を掛け、さらに、オールパス成分は、因果と非因果のケプストラムに分解した後に同様の指数時間窓を掛ける手法である。その結果を図 3(b)に示す[10]。

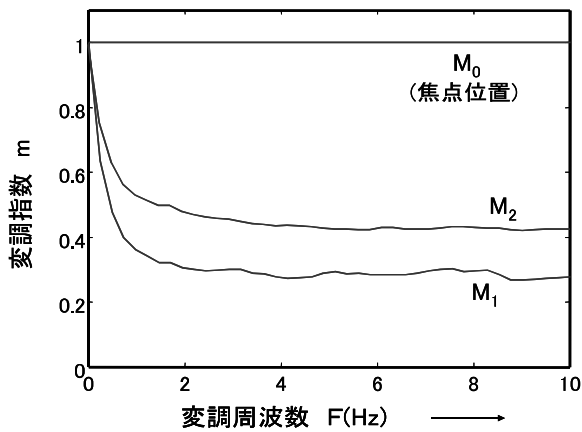
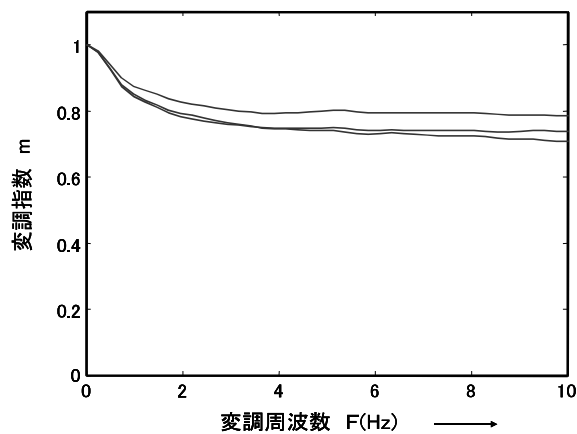
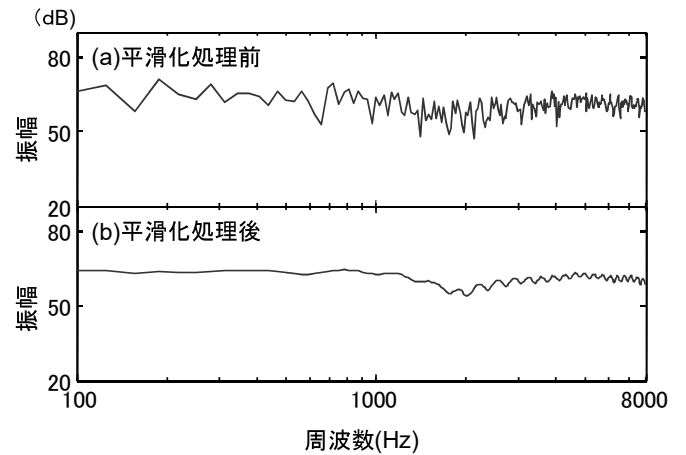
(a) Inverse filtering for the target position M_0 (b) Inverse filtering for the smoothed TF at M_0 **Fig. 3 Relation between MTF measurements and modulation frequency F [Hz].**

図 3(a)および(b)の結果を踏まえ、平滑化処理前と平滑化処理後の M_0 点(焦点位置)におけるインパルス応答の振幅周波数特性および群遅延特性の差異について比較検討した。 M_0 点(焦点位置)におけるインパルス応答の最小位相成分の平滑化処理前と平滑化処理後の振幅周波数特性を図 4 に示す。ここで、伝達関数は、

$$H(\Omega) = |H(\Omega)_{min}| \exp(-j(\phi(\Omega)_{min} + \phi(\Omega)_{ap}))$$

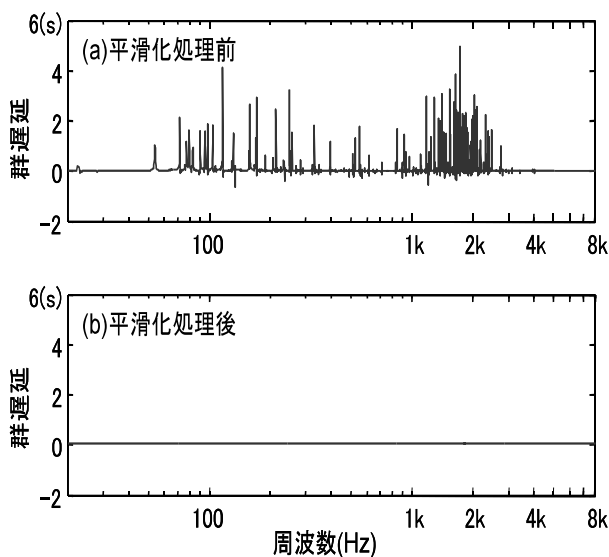
の関係が成立する。即ち、伝達関数のオールパス成分の振幅周波数特性は 1 となる。同図より平滑化処理後の振幅周波数特性は平滑化処理前に比較し、振幅の山、谷が少なく滑らかになっていることが分かる。

**Fig. 4 Magnitude frequency response of the unsmoothed TF (a) and the smoothed TF (b) at the target position M_0 .**

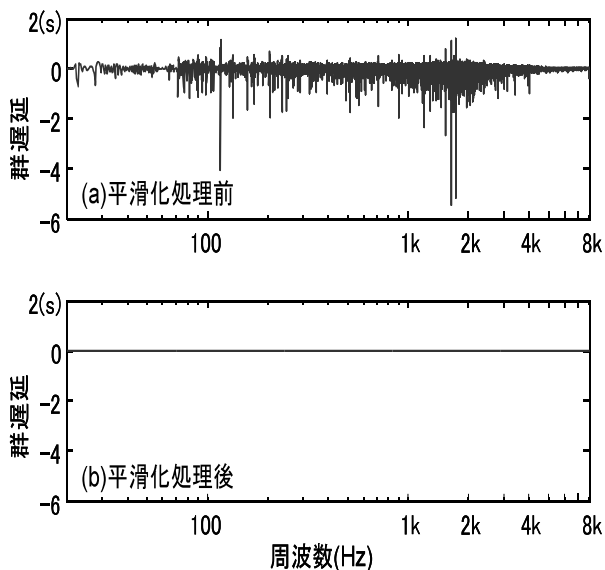
次に、焦点位置 M_0 点でのインパルス応答の平滑化処理前と平滑化処理後の群遅延特性について検討した。インパルス応答のオールパス成分の平滑化処理前と平滑化処理後の群遅延特性を、式(16)より求め図 5(a)に示す。同様に、インパルス応答の最小位相成分の平滑化処理前と平滑化処理後の群遅延特性を図 5 (b)に示す。第 2.1 節「位相周波数特性と伝達関数の零点」で述べたように、理論的には平滑化処理前では、オールパス成分の群遅延は正となり、最小位相成分の群遅延は負となる。しかし、図 5 (a), (b)よりオールパス成分および最小位相成分とも誤差が見られるが、これはインパルス応答の打ち切り誤差によると思われる。一方、平滑化処理後では、オールパス成分および最小位相成分の群遅延は共に零となり、波形歪が生じていないことが分かる。

§4 まとめ

本研究では、伝達関数における複素ケプストラムを用いた平滑化手法を用いて、インパルス応答の平滑化処理前と処理後の、振幅周波数特性とオールパス成分および最小位相成分の群遅延特性について比較検討を行った。その結果、伝達関数の極・零点の再配置による平滑化手法により、インパルス応答の最小位相成分の振幅周波数特性が滑ら



(a) All-path components of transfer function



(b) Minimum-phase components of transfer function

Fig. 5 Group delay function of both all-path and minimum-phase components of transfer function.

かになることが分かった。また、インパルス応答の群遅延特性については、平滑化処理前では、オールパス成分の群遅延は正に、最小位相成分の群遅延は負となるが、平滑処

理後は最小位相成分およびオールパス成分の群遅延は共に零となり、波形歪がなくなっていることが明らかとなった。このことより、上記平滑化手法が、焦点位置での時間的および空間的变化に対して、よりロバストな逆フィルタリングを達成することができることを示唆している。

参考文献

- [1] L. Savioja, et al., "Creating Interactive Virtual Acoustic Environments", J. Audio Eng. Soc. 47, pp. 675-705 (1999)
- [2] C. Kyriakakis et al., "Surrounded by Sound", IEEE Signal Processing Magazine, vol. 1, pp. 55-66 (1999)
- [3] M. Tohyama, et al., "Head Related Transfer Function Representation of Directional Sound for Spatial Acoustic Events", IEEE Third Workshop on Multimedia Signal Processing (1999)
- [4] H. Nomura, et al., "HRTF Interpolation using a Narrow-Band Envelope and an Instantaneous Phase Component", 17th International Congress on Acoustics (2001)
- [5] B. D. Radlovic and Rodney A. Kennedy, "Nonminimum-Phase Equalization and Its Subjective Importance in Room Acoustics", IEEE SAP 8(6), pp. 728-737 (2000)
- [6] Y. Takahashi, et al., "Reverberation Morphing using Cepstrum Decomposition", ICASSP 2005, pp. III297-300 (2005)
- [7] H. Nomura, et al., "Intelligible Speech Reproduction in a Reverberant Space", Proceedings of AEA 22nd International Conference on Virtual, Synthetic and Entertainment Audio (2002)
- [8] O. Kirkeby and P. A. Nelson, "Digital Filter Design for Inversion Problems in Sound Reproduction," J. Audio Eng. Soc. 47, pp. 583-595 (1999)
- [9] P. D. Hatziantoniou and J. N. Mourjopoulos, "Errors in Real-Time Room Acoustics Dereverberation," J. Audio Eng. Soc. 52(9) pp. 883-899 (2004)
- [10] 野村博昭, 「室内伝達関数の逆フィルタの平滑化に関する研究」, 呉工業高等専門学校研究報告, 第73号(2011)
- [11] M. Tohyama, et al., "Fundamentals of Acoustic Signal Processing" (Academic Press, London, 1998)
- [12] Martin Cooke, et al., "Visual Representations of Speech Signals" (John Wiley & Sons, New York, 1995)
- [13] T. Houtgast, H. J. M. Steeneken and R. Plomp, "Predicting Speech Intelligibility in Rooms from the Modulation Transfer Function. I. General Room Acoustics", Acustica vol. 46, pp. 60-72 (1980)

高気圧水素混合ヘリウムプラズマの気体温度と電子密度の放電電流依存性

(電気情報工学分野) 山崎勉

Gas Temperature and Electron Density as a Function of Discharge Current in a High-pressure He/H₂ Plasma

(Department of Electrical Engineering and Information Science) Tsutomu YAMASAKI

Abstract

In this report, Gas temperature and electron density in non-equilibrium plasma generated in admixture of helium and hydrogen (1%) is presented as a function of discharge current at high pressures. Emission spectroscopy was carried out to derive these by analyzing spectral broadening widths of 667.8 nm He I and 656.3 nm H α self-consistently. With increasing the discharge current from 10 to 80 mA at a working gas pressure of 42 kPa, both the gas temperature and electron density increased from 330 to 650 K and from $7 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ to $4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ respectively.

Key Words: gas temperature, electron density, current dependence, He+1%H₂ plasma, non-equilibrium

気体温度、電子密度、電流依存性、水素(1%)混合ヘリウムプラズマ、非平衡

1. まえかき

高気圧グロー放電で生成される非平衡プラズマは、電子温度が高いのに対し気体分子やイオンの温度は低いという特徴を持っている。高気圧非平衡プラズマ内の正イオンや電子衝突解離により発生した活性分子などは高い化学反応性と高い密度のため、大気圧で使用される気体の分解や成分改質また表面処理などへの応用が進められている[1]。反応速度は気体温度やプラズマ密度の影響を受けるため、その計測や制御は重要である。

高気圧プラズマ内の気体温度の測定に発光分光法が使用される。高温プラズマのように温度が高い場合にはドプラ広がりから求められる[2]。非平衡プラズマのように気体温度が低い場合のドプラ幅は小さいため、低い分解能の分光系では測定困難となる。これに対し、中性気体分子の衝突による圧力広がりが高気圧かつ1000K以下の気体温度でも容易に観測できる大きさとなるのでその利用が検討されている[3]。しかし、高いプラズマ密度を持つ高気圧グロー放電では荷電粒子衝突によるシュタルク広がりが無視できない

場合があるため、両広がりを同時に考慮する必要がある。[4]

2. 実験装置と方法

放電気体に1%水素混合したヘリウム気体を使用し、3kPaから110kPaの気圧範囲で直流グロー放電を行った。放電電極は、2枚の黄銅板(厚さ3mm)の間に絶縁用セラミック板(厚さ1mm)を挟み、直径0.5mmの穴を貫通させたホロー陰極・ホロー陽極で構成される。ホロー陰極放電である。[5]

陰極側からの発光はレンズ(焦点距離10cm)により光ファイバ入り口面に集光し分光器入射スリット上に導いた。分光測定系は、回折格子分光器(焦点距離1m、刻線数1200/mm、ブレイズ波長750nm)、光電子増倍管(R1104 浜松ホトニク)、エレクトロメータ(R8240 アドバンテス)、パーソナルコンピュータ(windowsXP)で構成される。コンピュータへは GPIB-USB ケーブルで接続し、転送された測定データはサンライズ自動計測ソフト・ライブラリを使用して EXCEL 上に直接書き込んだ。

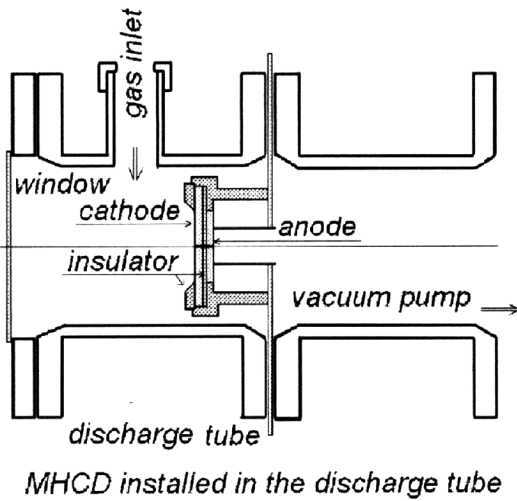


Figure 1 Electrodes system of a micro-hollow cathode discharge and discharge vessel.

図1 測定に使用した電極系と放電容器

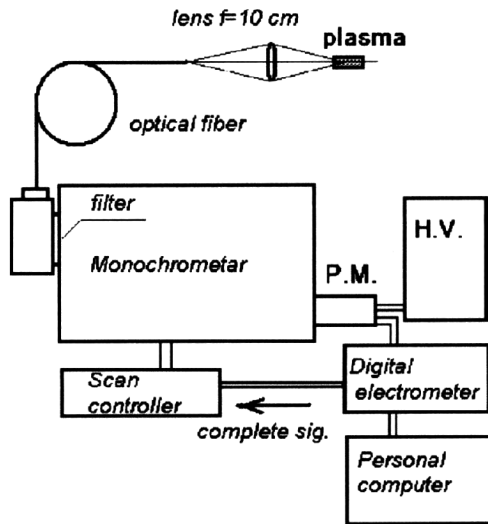
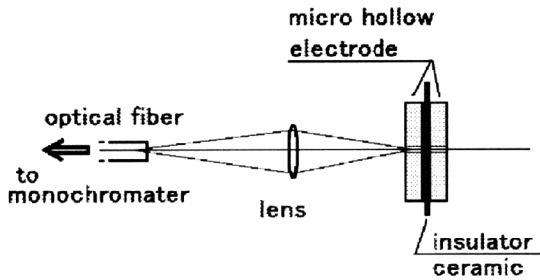


Figure 2 Relation between optical emission of discharge plasma generated in a hollow electrodes system and spectroscopic measuring system (CT-100CP JASCO).

図2 ホロー放電電極系内に生成された放電プラズマの発光の集光系と分光測定系

3. 実験結果と検討

3.1 電圧電流特性

陰極側から見た放電プラズマの発光像は、中心部から負グロープラズマが広がり電極内を充たしていた。電圧電流特性の測定例を図3に示す。実験は電極温度の増加が最小となるよう、短時間で測定した。測定した気圧範囲では、放電維持電圧は気圧増加とともに減少した。10kPa以下および50kPa以上で電流の増加に対し電圧がわずかに減少している。その中間の気圧では逆の傾向を示し、変動幅は100mA電流変動に対し20V程度であった。

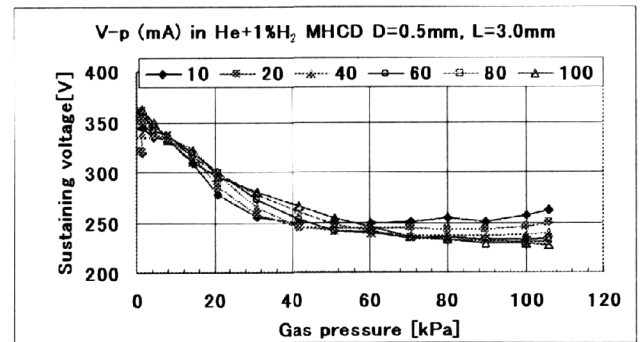


Figure 3 Sustaining voltages as a function of gas pressure at discharge currents of 10, 20, 40, 80, and 100 mA.

図3 放電維持電圧と気圧の関係

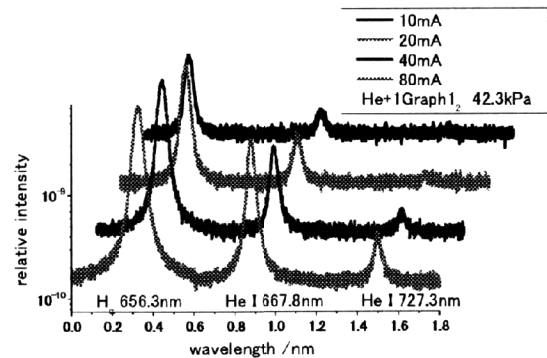


Figure 4, Spectral lines of (H I) 656.3 nm and of (He I) 667.8 and 727.3 nm at currents of 10, 20, 40, and 80 mA.

図4 スペクトル線形の放電電流の関係

3.2 発光スペクトルの測定

42.3kPaにおける発光スペクトル分布の放電電流依存性の測定例を図4に示す。電流とともに発光強度(最大値と積分強度とも)は増加している。気体温度や電子密度の導出には、水素原子 656.3nm(H α)と二本のヘリウム中性線の内

667.8 nm を使用した(727.3 nm は低電流で発光が弱い)。三つのスペクトル線形を比較すると、水素の全半値幅が大きく現れているのは、微細構造の影響である[6]、また、発光最大値が最も大きい水素は放電気体として主たる寄与をしているためと推定される。

3.3 スペクトル広がり幅の解析

発光分光法によりヘリウム(667.8nm)および水素原子(656.3nm)のスペクトル線形とその広がり幅を解析して電子密度と気体温度を導出する。

観測されるスペクトル線形は、一般にガウス関数とローレンツ関数の畳み込み積分から導出されるフォークと関数で表される[7]。ドブラー幅と装置幅はガウス関数で表され、シュタルク幅・共鳴幅・ファンデアワールス幅はローレンツ関数で表される。ガウス関数の合成全半値幅は各幅のベクト

ル合成で計算され、ローレンツ関数のそれはスカラー和で与えられる。

気圧 P [kPa]、気体温度 Tg [K]、電子密度 ne [cm⁻³]とすると、それぞれの全半値幅は次式で表される[8]。ドブラー幅は $7.16 \times 10^{-7} \lambda \sqrt{(Tg/M)}$ 、ここで λ [nm]は観測する波長、原子量 M はそれぞれ 1.0079(H)、4.0026(He)である。

Tg=300Kでは、(H)0.00811nm (He)0.00407nm となる。使用した測定系の装置幅 0.01525nm と比べるとドブラー幅は半分程度の大きさを持つ。荷電粒子衝突によるシュタルク幅は、水素では $6.70 \times 10^{-12} n_e^{2/3}$ [nm]、ヘリウムでは $0.0878 [1 + 0.000249 n_e^{1/4} (1 + 0.000675 (n_e/10^{16})^{1/6})] (n_e/10^{16})$ で表される。Stark 幅は電子温度に弱く依存するが、ここでは 10,000K 一定と仮定した[9]。

中性ヘリウム原子の衝突による共鳴幅 $0.259 P/Tg$ [nm]、ヘリウム衝突による水素ファンデアワールス幅 $0.0191 P/Tg$ nm で表される。

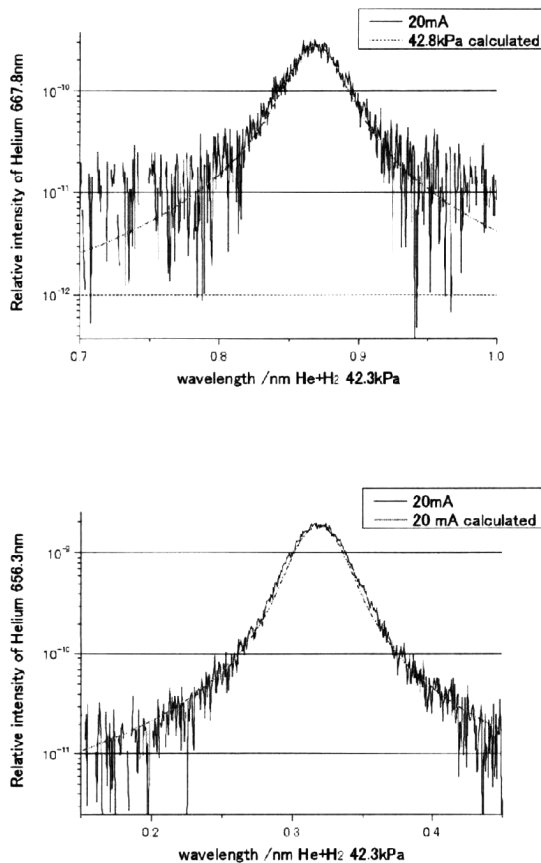


Figure 5 Spectral line profile at 42.3kPa and 20mA for helium (upper) and hydrogen (lower).

図 5 発光スペクトル分布の測定例と解析結果、図上はヘリウム、下は水素原子。

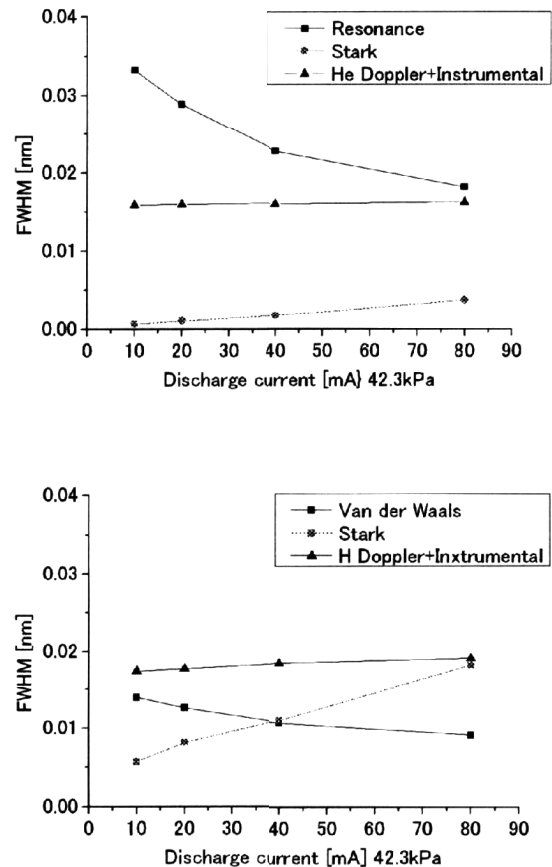


Figure 6 Dependence of full width at half maximum on discharge current for helium (upper) and hydrogen (lower).

図6 全半値幅の放電電流依存性、ヘリウム(上側)と水素(下)。

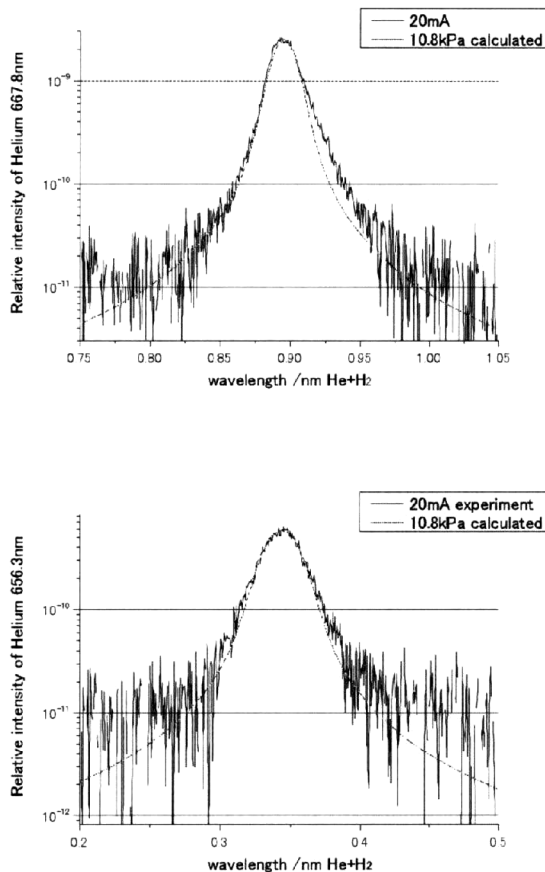


Figure 7 Spectral line profile at 10.8kPa and 20mA for helium (upper) and hydrogen (lower).

図7 発光スペクトル分布の測定例と解析結果、上はヘリウム、下は水素原子

3.4 スペクトル線形の測定例と解析

気圧 42.3kPa、放電電流 20 mA における発光スペクトル分布の測定結果とフィッティング結果を図5に示す。また、ヘリウム(上図)、水素(下図)に対応するフィッティングで得られた全半値幅と放電電流の関係を図6に示す。

気圧 10.8kPa、放電電流 20 mA における発光スペクトル分布の測定結果とフィッティング結果を図7に示す。10.8kPaでは He のスペクトル線形は圧力広がりよりシュタルク広がりの影響が顕著となり非対称な線形となった。発光強度でもヘリウムの方が水素原子より強く現れ、放電維持機構に対するヘリウムの寄与が大きいと推定される。42.3kPa では気体密度が大きいこと共鳴幅がシュタルク幅に比べ大きく影響した。(共鳴幅のシュタルク幅に対する比は 42.3kPa および 10.8kPa に対しそれぞれ 28.82/1.14=25.3

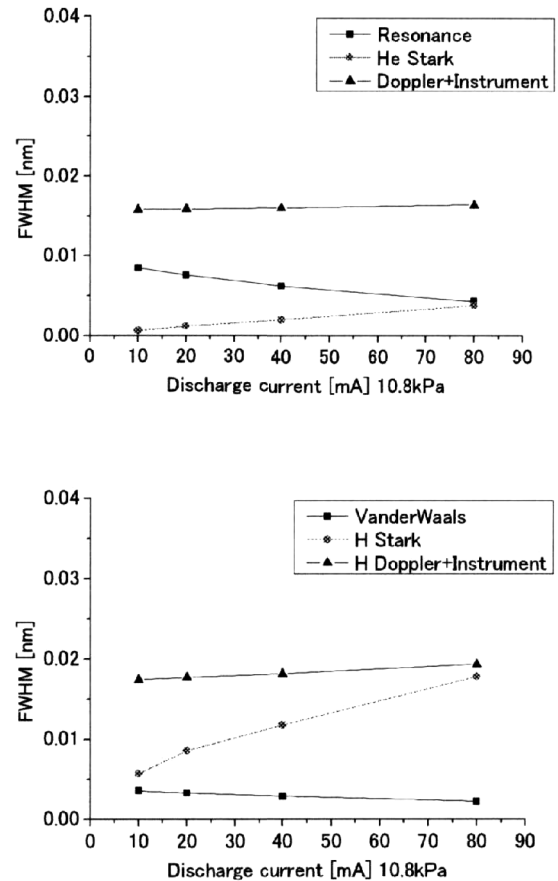


Figure 8 Dependence of full width at half maximum on discharge current for helium (upper) and hydrogen (lower).

図8 全半値幅の放電電流依存性、ヘリウム(上側)と水素(下)。

および $7.57/1.24=6.1$ 。また、ヘリウム(上図)のガウス幅(装置幅とドブラー幅)、シュタルク幅および共鳴幅、および水素(下図)のガウス成分とシュタルク幅およびファンデアワールス幅に対する全半値幅と放電電流の関係を図8に示す。

シュタルク幅はいずれのスペクトル線でも放電電流に比例して広がっている。圧力広がり幅は電流増加に対し減少し、共鳴広がり幅はファンデアワールス広がり幅に比べ3倍近く大きい。これは、電流の増加に対し気体分子密度が減少するため、その広がり幅は減少した。また、気圧が高いほうが大きな変化を示した。ガウス成分は装置幅がほとんどを占めているため、放電電流増加に対しわずかに増加するがほぼ一定値となった。

3.5 分光測定時の電圧と電流の関係

分光測定の実験では、電流を設定し維持電圧が一定値にな

った後に測定記録し、その電流値に対し放電気体や陰極温度は定常状態にあると推定される。この時の電圧電流特性を図9に示す。10mAから80mAの電流増加に対し、10.8kPa

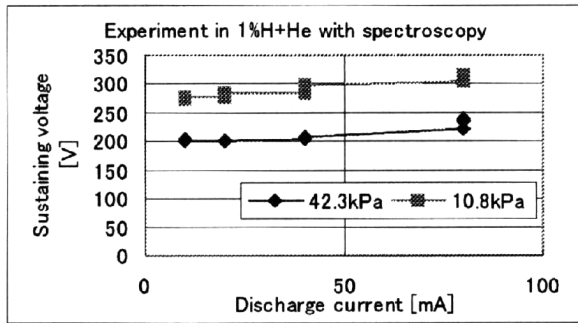


Figure 9 Current voltage characteristics at 10.8 and 42.3 kPa.

図9 電圧電流特性、10.8kPaおよび42.3kPaの場合

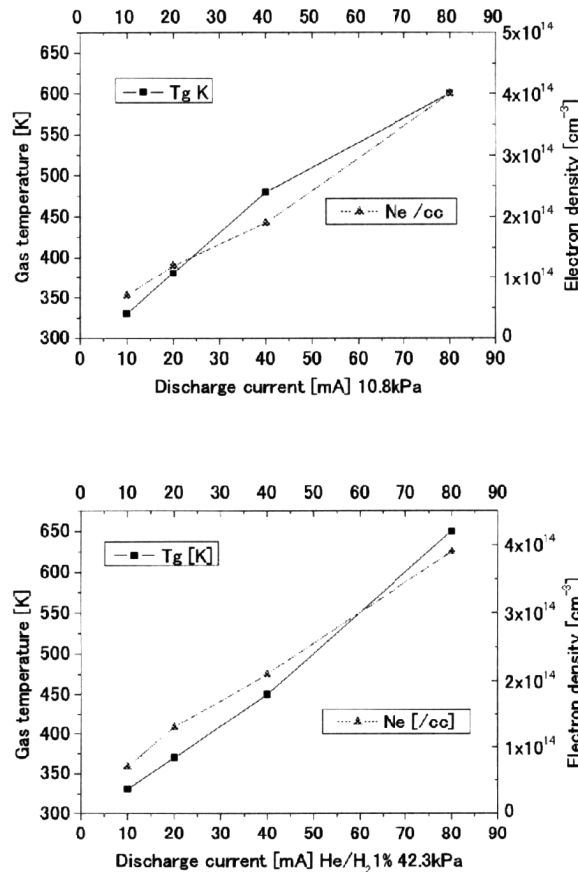


Figure 10, Gas temperature and electron density as a function of discharge current, at pressures of 10.8kPa (upper) and 42.8 kPa (lower)

図10 気体温度と電子密度の放電電流依存性、気圧10.8kPa(上図)と42.3kPa(下図)。

では放電維持電圧は280Vから310Vに、42.3kPaでは200Vから220Vに上昇した。気圧10.8kPaの方が高い維持電圧を持つため、放電への電気入力も大きく42.8kPaの場合と比べ1.4倍の入力が注入された。

3.6 気体温度と電子密度の放電電流依存性

気体温度と電子密度の放電電流依存性を図10に示す。

42kPaでは放電電流10mAから80mAの増加に対し気体温度は330Kから650K、電子密度は $7 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ から $4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ と電流に比例して増加した。10.8kPaの場合、気体温度は330Kから600Kに増加し、電子密度の変化は42.3kPaの場合とほぼ同じ値を示した。気体温度は電気入力に比例するので[10]、気圧が低い10.8kPaの方が1.4倍高い温度を持つと予想されるが、測定結果ではより低い気体温度600Kになった。この理由として、気圧が低いと平均自由行程は長いと予想されるが、測定結果ではより低い気体温度600Kになった。この理由として、気圧が低いと平均自由行程は長いと予想されるが、測定結果ではより低い気体温度600Kになった。この理由として、気圧が低いと平均自由行程は長いと予想されるが、測定結果ではより低い気体温度600Kになった。

4. まとめ

水素混合ヘリウムホロー陰極放電内に生成された非平衡プラズマの気体温度と電子密度をスペクトル線広がり解析から求めた。その放電電流依存性を電流10mAから80mAの範囲で測定した。気圧42.3kPaでは気体温度は330Kから650K、電子密度は $7 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ から $4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-3}$ と電流に比例して増加した。10.8kPaでは高電流(80mA)で低い気体温度(600K)を示したほかは同様の結果が得られた。この理由は放電プラズマの空間広がりとの違いと推定された。

参考文献

- [1] K. H. Becker, K. H. Schoenbach, and J.G. Eden; Micro-plasmas and Applications (Topical review), J. Phys. D Appl. Phys. **39**(2006) R55-R70
- [2] Z. Lj. Petrovic, B. M. Jelenkovic, and A. V. Phelps; Excitation by and surface reflection of fast hydrogen atoms in low-pressure hydrogen discharges, Phys. Rev. Lett. **68**(3)(1992) pp235-238
- [3] C. Yubero a, M.S. Dimitrijevi b, M.C. García a, M.D. Calzada; Using the van der Waals broadening of the spectral

atomic lines to measure the gas temperature of an argon microwave plasma at atmospheric pressure, *Spectrochimica Acta Part B* **62** (2007) pp169-176

[4] H. R. Griem; *Spectral Line Broadening by Plasmas*, Academic Press Inc. (1974) p97,p320, App. IV

[5] K. H. Schoenbach, R. Verhappen, T. Tessnow, F. E. Peterkin, and W. W. Byszewski; Microhollow cathode discharges, *Appl. Phys. Lett.* **68** (1)(1996) pp13-15

[6] H. Ehrich and D. E. Kelleher; Hydrogen fine-structure effects at low electron densities, *Phys. Rev.* **17**(5)(1978) pp1686-1689

[7] N. Konjević; Plasma broadening and shifting of non-hydrogenic spectral lines: present status and applications, *Physics Reports* **316** (1999) pp339-401

[8] .Ionascut-Nedelcescu,C. Carlons, U. Kogelschatz, D. V. Gravelle, and M. I. Bouios; Calculation of the gas temperature in a throughflow atmospheric pressure dielectric barrier discharge torch by spectral line shape analysis, *J. Appl. Phys.* **103** (2008) 063305

[9] Qiang Wang, Demetre J. Economou, and Vincent M. Donnelly; Simulation of a direct current microplasma discharge in helium at atmospheric pressure, *J. Appl. Phys.* **100** (2006) 023301

[10] M. J. Kushner; Modeling of microdischarge devices: plasma and gas dynamics, *J. Phys, D, Appl. Phys.* **38** (2005) pp1633-1643

(平成24年4月15日受付)

緩速ろ過池の砂層に生息するユスリカ幼虫の 消化管フローラ

環境都市工学分野 竹内準一, 大崎直生

Gut Flora of Midge (Chironomidae) Larvae in Slow Sand Filter Beds

(Faculty of Civil and Environmental Engineering)

Juni TAKEUCHI
Naoki OSAKI

Abstract

Aerobic heterotrophic bacteria are isolated from the gut contents of midge larvae origin inhabiting the surface layer of the beds of slow sand filters (Hirabara works, Kure, Hiroshima). The isolates were divided into fermentative and non-fermentative groups using a differentiation medium (the OF basal medium, Eiken, Tokyo). Each group was identified by commercially available identification kits (Nissui, Tokyo); the EB-20 for the former and the NF-18 for the latter, respectively. The Enterobacteriaceae, *Serratia* and *Vibrio* groups were frequently identified from the gut flora as the fermentative members, while the *Acinetobacter* group was also found as the non-fermentative member. However, some of the isolates from a young larva eventually failed to be identified by the kits for clinically diagnostic purposes, probably due to the technical limitation based on the less data collection of naturally-occurring bacteria.

Key Words: gut flora, Enterobacteriaceae, *Serratia*, *Vibrio*, OF test, ID test
腸内細菌, 腸内細菌科, 霊菌, ビブリオ OF テスト 同定キット

1 はじめに-緩速ろ過池と湧水池

緩速ろ過池は、原水を上から下方向へ流す（下向流）間に砂層表面に生息する生物群集の浄化力を利用して飲み水を作る施設である。土木構造物こそレンガや石、コンクリートで作られているが、水質浄化の仕組みは生物群集が担っている。自然界では、湧水池が水の流れる向きが下から上方向へ溢れる（上向流）点が違うだけで、緩速ろ過池と良く似た仕組みを持っている。湧水池（図1）の水がおいしいように、緩速ろ過池の水も自然のおいしさを備えているのも当然であると思われる¹⁾。とりわけ、細菌から微小動物まで浄化に寄与する生物群集が栄養源を使い切り、かつ動物が排泄したとしても消化酵素を含む糞塊²⁾であるため衛生上の障害もない。むしろ緩速ろ過の過程では、大腸菌群（特に、糞便性大腸菌群）も系内から速やかに駆除されていくことが、実験的にも予想されている³⁾。

本研究では、前報²⁾で採用した紫外線照射によって表在型と内在型の細菌群集を分別する手法を用い、緩速ろ過池の砂層表面に生息するユスリカ幼虫の消化管から腸内細菌を分離し、純粋分離菌株を得た後、発酵型の糖代謝を営むグループに対して市販の同定キットを用いて消化管フローラを構成する細菌相を調べた。



写真奥の池で湧水が湧き出ており、手前方向へ流れている。水面を覆っている藻類は、メロシラ（*Melosira*）と呼ばれる糸状珪藻で、緩速ろ過池で典型的に出現する藻類である。（撮影箇所は、軽井沢町・セゾン美術館・裏手の湧水池）

図1 自然の湧水池（長野県軽井沢町、竹内撮影）

2 材料と方法

2.1 調査場所 (平原浄水場)

調査フィールドとしたのは、呉市水道局が所轄する平原浄水場で、下記のように3池構成で鋤き取り作業を行いながら運転されている(図2)。しかし、数年後には同施設が閉鎖されることが確定しているため極力、フィールド調査を行っておくことにした。



図2 平原浄水場の空中写真

2.2 研究方法

(1) 試料採取

緩速ろ過池の砂層表面から生物膜を採取する方法は通常、定期的なメンテナンス時にろ過池から水を抜き、砂層の汚砂を薄く鋤き取り(掻き取りとも言う)する際に、砂面に降りて直接、採取するのが普通であるが、今回は湛水している状態で自家製の採取用具(図3)を用いて、砂層表面を穏やかに掻き取るように生物膜を砂ごと採取し、冷蔵したまま試料を実験室へ持ち帰った。



図3 生物膜採取用具 (中本信忠・信州大学名誉教授, 製作)

(2) 試料調製

汲み置き水道水(一夜放置して、消毒用塩素を揮散させた脱塩水道水)を用いて試料の一部をバットの中で希釈すると、ユスリカの幼虫が泳ぎ出すので、肉眼で虫体を破損しない微生物ピンセットで摘み出す(図4)。泳ぎ出したユスリカ幼虫(3~5令幼虫)は実

体顕微鏡(レイマー, 大阪)で消化管内容物が詰まっていることを確認し、1匹ずつピンセットでソーティングし、さらにピペットで吸い上げながら、滅菌水道水中で繰り返し洗浄した。



図4 微生物ピンセット(離合社製)でのソーティング作業

(3) 表在菌と内在菌の分別および虫体の磨り潰し

虫体数匹を石英ガラス製の三角フラスコへ入れ、スターラーで攪拌しながら約5分間、紫外線殺菌灯から約60cm離れた位置で紫外線を照射した(図5)。

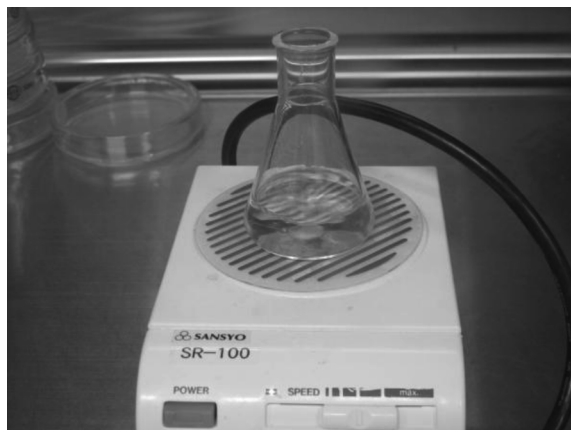


図5 攪拌しながら紫外線を照射



図6 表面滅菌したユスリカ幼虫の粉碎作業

紫外線照射後の虫体を取り出し、エッペンドルフ・チューブ (1.5mL) へ移し、ハンディーミキサー (ケニス社, 大阪) で虫体を丸ごと試料がほぼ均質になるまで粉碎し (図6), ユスリカに内在する消化管内の細菌群集の分離用原液とした。なお, 今回は3令幼虫及び5令幼虫を調査の対象とし, 結果は別々に集計した。

(4) 好気性従属栄養細菌の培養

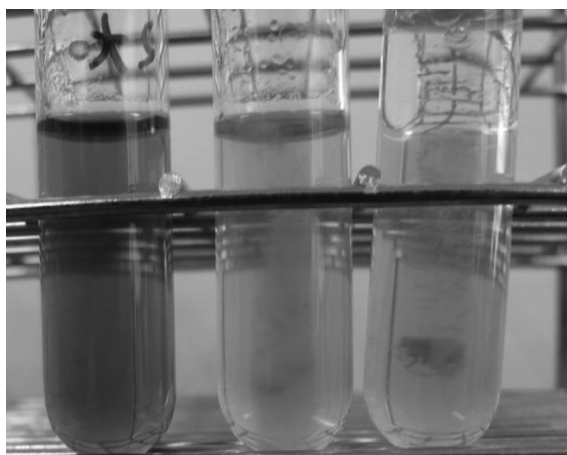
消化管内容物の粉碎試料 (3令および5令幼虫) を適宜, 10倍希釈してR2A寒天培地 (ダイゴ, 大日本製薬, 東京) 平板に塗抹し, 室温で2週間ほど培養した。

(5) 細菌の純粋分離およびOFスクリーニング

上記のR2A寒天培地上に形成された単独コロニーを滅菌白金耳で各試料からランダムに釣菌し, オートクレーブしたPY (ペプトン-酵母エキス) 寒天平板へ画線して室温で1週間以上, 培養した。

純粋分離した菌株は, SCD (ダイゴ, 大日本製薬, 東京) 斜面培地で保管し, 必要に応じて植え継いだ。

斜面培地に保存している菌株について, OF基礎培地 (栄研化学, 東京) に穿刺して, ブドウ糖 (グルコース) を発酵 (fermentation, F) するか, または酸化 (oxidation, O) するか糖の代謝経路の鑑別 (ヒュー・レイフソン試験, 図7) を行った。



左: 酸化反応なし (緑色)
中: 酸化反応あり (黄色)
右: 発酵反応あり (流動パラフィンを重ね)

図7 ヒュー・レイフソン (OF) テストの結果例

(6) 簡易同定キットによる同定試験

発酵型細菌の場合は, IDテスト・EB-20「ニッスイ」(日本製薬, 東京), 非発酵菌の場合はIDテスト・NF-18「ニッスイ」(同, 東京) の市販の簡易同定キット (図8) を用いて同定試験を行った。

菌種検索には, 専用ソフトウェア”IDテストコード検索, Ver. 1.0.2” (日本製薬, 東京) を用いてパーソナル・コンピュータで検索した。なお, 同キットを用いて菌種を同定していくためには, オキシダーゼ試験を追加した。

1) オキシダーゼ試験

ろ紙上に薄めたオキシダーゼ溶液 (和光純薬) を数滴たらし, その上からSCD寒天培地 (斜面培地) 上に培養された菌を塗り付けて反応させる。直ちに青紫色に変色すればオキシダーゼ活性は陽性, 変色しなければ陰性とし, 薄い青色に留まるなら偽陽性 (最終的には, 陰性として集計) と判定した。

2) 菌液調製

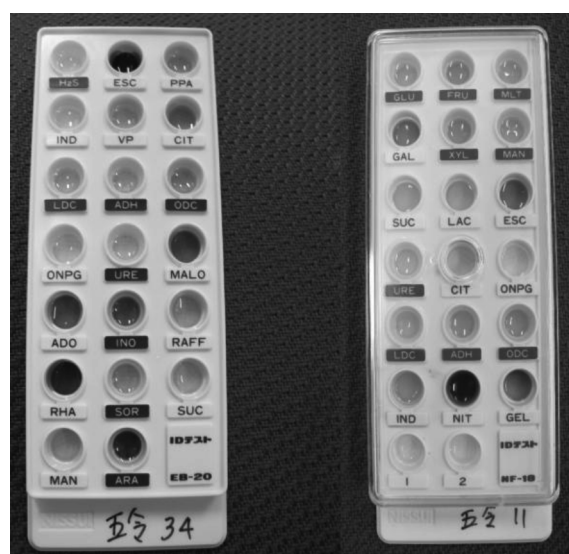
斜面培地上に保管された菌を白金耳でとり, 発酵能を有している株はEBブイオンに浮遊させて, 発酵能を有していない株はNFブイオンに浮遊させ菌液を調整した。調整済みの菌液を滅菌ピペットで吸い上げ, プレートの各ウェル (発酵菌の場合は20項目, 非発酵菌の場合は18項目) に0.1mLずつ接種した。必要なウェルは添付の滅菌済み流動パラフィン を3~5滴重層し, 空気を遮断した。

次にプレートにふたをし, インキュベーターを用いて37°Cで約20時間培養した。培養後は添付の判定表を参照して該当項目について陽性/陰性の判定をした。該当する項目については同梱の説明書の指示に従い, 判定試薬を加えてから判定を下した。

3) コード (プロファイル) 化作業

プレート上で判定した生化学的性状を陽性は+, 陰性は-と成績表に記入した。各テストの成績はすべて数字で表し, 陰性はすべて0点, 陽性は判定表にしたがって点数を与える。各テストの点数を各群で合計して記入し, それぞれを連結させると, 被検菌の生化学的性状は発酵性は7ケタの数字へ, 非発酵性は6ケタの数字へとコード化 (プロファイル化) される仕組みである。

生化学的性状の成績から得られたコードを発酵性の場合, オキシダーゼ陰性菌ならばIDテスト・EB-20解析プロファイルのA群に, オキシダーゼ陽性菌ならばB群に照合することにより, 菌種を同定した。同様に, 非発酵性の場合, オキシダーゼ陽性菌ならばIDテスト・NF-18解析プロファイルのA群に, オキシダーゼ陰性菌ならばB群に照合することにより, 菌種を選択した。



左: EB-20

右: NF-18

図8 簡易同定キットの適用例

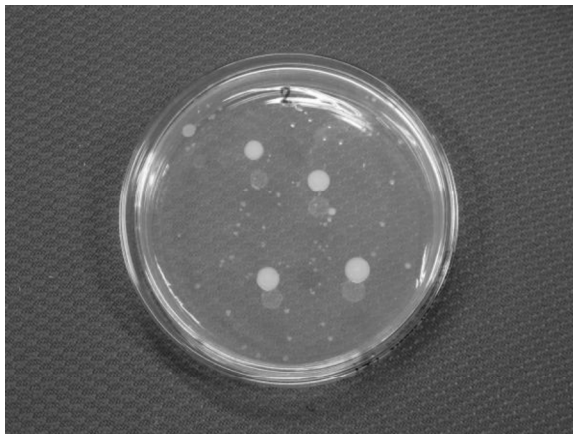
3 結果

3.1 対象菌株のスクリーニング

(1) 消化管内容物の確認とコロニーの形状

実体顕微鏡による検鏡によって、あらかじめユスリカ幼虫の消化管内容物の有無を確認することが可能で、内容物を欠く個体は今回の調査対象から除いた。

3令幼虫はR2A寒天培地上に生育したコロニーから24株を釣菌し、前述の手順に従って発酵能を持つか否かを鑑別した。ユスリカ幼虫の消化管内容物を、5倍希釈程度に調整して生えたコロニーの外観を図9に示す。ほぼ一定した形状を示す傾向が見られた。



一定の形状を示す大きなコロニーと小さなコロニーが混在

図9 消化管内容物から生育した細菌コロニー

(2) OFスクリーニング

3令幼虫から分離した菌株のOFスクリーニング結果を、表1にリストアップした(—:無反応には、生育不良株も含まれる)。

表1 ユスリカ3令幼虫からの分離菌株

菌株番号	O:酸化分解	F:発酵代謝
	酸化の有無 (好気培養)	発酵の有無 (嫌気培養)
1	O	F
2	—	—
3	O	F
4	—	—
6	O	F
7	O	F
11	O	F
12	—	—
14	O	F
16	—	—
17	O	F
18	—	—
19	O	F
20	O	F

同様に、5令幼虫からの分離菌株のスクリーニング結果を、表2にまとめた。なお、3令幼虫は10月下旬に、5令幼虫は1月中旬に採集した個体である。

表2 ユスリカ5令幼虫からの分離菌株

菌株番号	O:酸化分解 F:発酵代謝; w 微弱反応		
	コロニー色調	酸化の有無 (好気培養)	発酵の有無 (嫌気培養)
1	濃い	O	F
2	黄色	Ow	Fw
3	濃い	O	F
4	黄色	Ow	—
5	濃い	O	F
6	うすい	—	—
7	濃い	O	F
8	黄色	Ow	—
9	うすい	O	F
10	濃い	O	F
11	黄色	Ow	—
12	濃い	O	F
13	黄色	Ow	Fw
14	濃い	O	F
15	うすい	O	F
16	うすい	O	F
19	黄色	Ow	—
21	うすい	O	F
22	うすい	O	F
23	うすい	O	F
24	濃い	O	F
25	黄色	—	—
26	うすい	O	F
27	濃い	O	F
28	濃い	O	F
29	濃い	O	F
30	うすい	O	F
31	うすい	O	F
32	濃い	O	F
33	濃い	O	F
34	濃い	O	F
35	濃い	O	F
36	うすい	O	F
37	黄色	Ow	—
38	うすい	O	F
39	黄色	Ow	—
40	うすい	O	F

注) 酸化反応 (O) と発酵代謝 (F) の結果表記に添え字 (w) が添えられたものは、微弱 (weakly positive) であることを示す。また、コロニーの濃い/うすいとは、色調とは別に、コロニー密度で、「うすい」とは、より透明感を持つコロニーの意味である。—表記は、「無反応」および「増殖不良」なケースも含まれる。

表3 発酵能を有する分離菌株の解析プロファイル

コード系統	コード	菌株番号	Oxd 反応	菌種名
2 200 000 系	2 200 000	3 令 3	—	該当なし
	2 200 000	3 令 6	—	該当なし
	2 200 000	3 令 11	—	該当なし
	2 200 000	3 令 20	—	該当なし
	2 200 000	5 令 5	+	該当なし
	2 200 000	5 令 12	—	該当なし
	2 201 000	5 令 3	+'	<i>E americana</i>
	2 201 000	5 令 14	+'	<i>E americana</i>
	2 200 001	3 令 19	—	<i>E americana</i>
	2 200 001	5 令 7	+'	<i>E americana</i>
	2 000 000	3 令 1	—	<i>S.dysenteriae</i>
	2 400 000	3 令 7	—	該当なし
	2 202 000	3 令 17	—	該当なし
	2 001 000	5 令 2	—	<i>S.dysenteriae</i>
2 201 121 系	2 201 121	5 令 1	—	<i>S. marcescens</i>
	2 201 121	5 令 22	+'	<i>S. marcescens</i>
	2 201 321	5 令 24	—	該当なし
	2 201 321	5 令 29	—	該当なし
	2 201 321	5 令 33	—	該当なし
	2 201 021	5 令 10	—	<i>S. marcescens</i>
	2 001 040	5 令 13	—	<i>S. marcescens</i>
	2 001 321	5 令 28	—	該当なし
	2 201 041	5 令 32	—	<i>S. marcescens</i>
	2 201 123	5 令 35	+'	該当なし
0 301 001 系	0 301 001	5 令 23	+	<i>A.sobria</i>
	0 301 001	5 令 36	+	<i>A.sobria</i>
	0 301 001	5 令 38	+	<i>A.sobria</i>
	0 301 001	5 令 40	+	<i>A.sobria</i>
	0 101 000	5 令 9	+	<i>V.vulnificus</i>
	0 101 000	5 令 15	+	<i>V.vulnificus</i>
	0 101 000	5 令 21	+	<i>V.vulnificus</i>
	0 301 000	5 令 16	+	<i>A.sobria</i>
2 605 761 系	2 605 761	5 令 26	+'	該当なし
	2 605 761	5 令 34	—	該当なし
	2 605 561	3 令 14	—	該当なし
	2 601 161	5 令 27	—	<i>S. marcescens</i>
2 301 043 系	2 301 043	5 令 30	+	<i>A hydrophila</i>
	0 301 043	5 令 31	+	<i>A.sobria</i>

表4 非発酵型の分離菌株の解析プロファイル

菌株番号	コード	Oxd 反応	菌種名
4	004 000	—	<i>A. lwpffii</i>
8	004 000	—	<i>A. lwpffii</i>
11	364 036	+	なし
19	004 014	—	なし
37	004 000	+	<i>B. vesicularis</i>
39	004 000	—	<i>A. lwpffii</i>

スクリーニングの結果、3令幼虫からの分離菌株20株中、発酵能を示した菌株は9株であった(表1)。一方、5令幼虫からは発酵能を示した株は、微弱な反応を示すものも含めると、40菌株中29株あり、非発酵性の菌株は6株だけであった。なお、継代培養中に増殖能を失い欠番となった菌株は割愛して集計してある。

3. 2 同定結果

発酵能を有する菌株を同定した結果を、表3に一覧した。一方、菌株数は6株のみであるが、同時に分離された非発酵性の菌株の同定結果を、表4に参考として掲げた。なお、表中の「Oxd 反応」はオキシダーゼ反応のことであり、+は陽性、-は陰性を、+’は偽陽性を意味する。偽陽性は弱い呈色反応を示したが、ここでは陰性として集計して同定コードのプロファイル解析に用いた。

コードの系統ごとに、5つのクラスターに分類した。第1クラスターは「2 200 000系」で、3令幼虫からの分離菌株の大半がここに括られた。菌種名がデータベースから見つからない「該当なし」が多かったのが特徴的である。同定できた菌種は、*Ewingella amaricana* および *Shigella dysenteriae* の2種であった。第2クラスターの「2 201 121系」には、*Serratia marcescens* (霊菌) が出現した。第3クラスターの「0 301 001系」には、*Aeromonas sobria* および *Vibrio vulnificus* が出現した。*S. marcescens* は、第4クラスターにも出現した。第5クラスターの「2 301 043系」には、*Aeromonas hydrophila* が1株だけ出現した。

非発酵性の分離菌株の同定結果は、*Acinetobacter Lwoffii* と *Brevundimonas vesicularis* で、この菌種は *Pseudomonas* 属に分類されていた菌種である。

4 考察

臨床検体から分離された細菌をヒュー・レイフソン (OF) 試験で発酵型と非発酵型に仕分けし、それぞれ同定キットに供試するのは臨床検査の常法である。今回も、緩速ろ過池に生息するユスリカ幼虫の消化管内容物から分離した菌株に対し、その手法を適用した。

その結果、生化学的な性状に基づく検査項目の組み合わせで菌種を同定し、既存の臨床由来株に基づくデータベースで照合した結果、消化管フローラは5つのクラスターから構成されることが判明し、該当する菌種の多く、日和見感染能を有する菌種である可能性が示唆された。しかし、解析プロファイル・コードが細菌群集の多様性を反映していることは間違いないであろうが、同定された菌種の

正当性は定かではない。水環境から窒素代謝経路ごとに細菌をスクリーニングして、簡易同定キットを適用した場合にも、脱窒能を持つ菌株と同定できる菌種との間に矛盾をみたことがあった⁴⁾。発酵性細菌の場合、的中率が高まると予想されたが、母集団が臨床材料に特化された簡易同定キットの適用限界かも知れない⁵⁾。同定効率を向上させるには、非臨床由来株に対し表現型性状試験と16S rRNAによる解析結果の照合を行っていくなどの改善策が考えられる。

比較的栄養価の高い消化管内では日和見感染菌が共生的に生息し、糞塊として排泄された後は、直ちに希薄な栄養環境にシフトするため特に衛生障害は生じないものと推定されるが、動物個体が死滅ないし衰弱したような場合では、霊菌がしばしば動物遺体を分解し、菌体が優占することで虫体が赤色化することで知られている。しかし、絶えず清浄な水が通過している緩速ろ過池の開放系では、以上のような微生物遷移の極相状態を示すことは考えにくいので、仮に日和見感染菌が介在したとしても問題を生じるとは思えない。

消化管フローラを見ると、出現する菌種の幅は比較的限られるので今後、系統遺伝子 (16S rRNA) の塩基配列組成の解析を行い、自然界に準じた環境に出現する細菌種の精密な同定を実施したい。

謝辞

本研究の遂行に当っては、呉市水道局平原浄水場の荒本幸俊場長ほか職員の方にお世話になりました。ここに記して謝意を申し上げます。

参考文献

- 1) 中本信忠, おいしい水のつくり方 生物浄化法一飲んでおいしい水道水復活のキリフダ技術, 築地書館 (東京), 2005. 8.
- 2) 竹内準一・鈴藤真也, 緩速ろ過池の砂層に生息するユスリカ幼虫と随伴する細菌群集の役割, 呉工業高等専門学校研究報告, **73**, 19-24, 2011.
- 3) 竹内準一・池崎万里奈, 自然微生物群集を用いた緩速ろ過方式浄水場の環境持続性, 呉工業高等専門学校研究報告, **72**: 35-40, 2010.
- 4) 竹内準一・竹内雅子, 硝酸塩・亜硝酸塩をアンモニア化もしくは脱窒させる水中細菌, 日本水処理生物学会誌, **27**: 95-105, 1991.
- 5) 久野光造, 簡易同定キットの発酵分野への応用, 醗酵工学会誌, **59** (3), 271. 1981.

Wastewater Management in Tropical Monsoon Climates: Sanitary and Ecological Implications

(Faculty of Civil and Environmental Engineering)

Juni TAKEUCHI

(New Industry R&D Center, Osaka Sangyo University)

Rabindra Raj GIRI

熱帯モンスーン気候に適した廃水管理システム :

衛生学的ならびに生態学的な諸問題

呉工業高等専門学校・環境都市工学分野

竹内準一

大阪産業大学・新産業センター

ラビンドラ・ラジャ・ギリ

Abstract

Since Thai people have traditionally used Thai-style toilets, wastewater in Bangkok, Thailand, is characterized by its water quality referred to as greywater without feces contamination. The water tends to be easily decomposed by microorganisms in sewers under hot and stagnant conditions. The contamination with night soil affected microbial fauna and flora of activated sludge formed in sewage works, as being suggested by simulated laboratory experiments. Nitrification was also promoted by the “dilution effect” with rain, alongside the “shading effect” of blacken particles of tropical fungal origins suspended in the discharged water courses. These findings suggest that the better solution of wastewater management in the monsoon tropical climates is not western-style sewage treatment but region-specific alternative options such as stabilization ponds with fish culture and composting toilets for agricultural manure use.

Key Words : greywater, sewage works, sanitation, microorganisms, water quality

1. Introduction=A brief local scenario

Sustainable wastewater/stormwater management is an important issue for developing countries as social infrastructures¹⁾. The existing sewer networks built in the Bangkok Metropolitan Area (BMA) were originally designed for flood control. As the city area expands, the sewer pipes have also been used for transporting municipal wastewater to the terminal sewage works.

However, the initial purpose of the network design was to remove the flooded rainwater from the ground to the pipes beneath the ground. Besides, the land is geographically too flat to transport the stored water direct to the canals and ponds as discharging points.²⁾

Moreover, typical sewage does not always contain human waste, as the Thai people use their traditional flush toilets, alongside the septic tanks, not with toilet paper but with some water from which the waste was

eventually leaked and diffused to the nearby ground. Larger buildings such as hospitals and hotels have their in-house wastewater treatment systems, thus they treat their wastewater including human waste, discharging the treated water to the nearby pipes.

All in all, human waste materials never add to the wastewater directly in the current collection system, with a few exceptions such as industrial and housing estates, where they receive human waste directly.

Human waste, consisting of urine and feces, is a secondary product partly digested and decomposed through human bodies. Thus, their biodegradability is not so high as compared with fresh organics from a kitchen, for example. In other words, true sewage is less biologically treatable than greywater.

This suggests that stagnant greywater stored in a sewer pipe may begin to decompose itself before reaching at the end of the pipe to the sewage works.

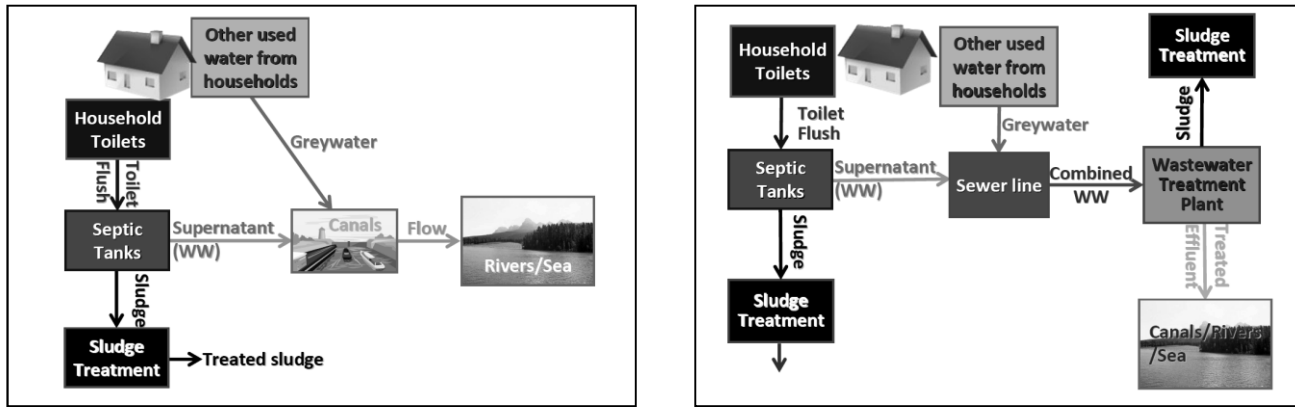


Figure 1 Traditional Thai-style sewage management (Left) and combined sewage management (Right)

2. Description= Context in Modern-day Bangkok

2.1 The Canal network

Canals use to be an alternative transportation network for boats, being equivalent to the modern roads for automobiles. Nowadays, the canal can be used not only courses for boats but discharging points of the supernatant from the septic tanks of each house. If new sewer lines, in particular the interceptor pipes, are implemented, they can collect the supernatant to some extent, preventing from direct loading to the canals and transporting it to the end-works (Figure 1).

The regular boat services cause mixing canal water strongly. As the result, the water may be kept in aerobic conditions, facilitating self-purification of canal water. Possible evidence has been proven that the core sample of the canal sediment was not black but grey color; this suggests most of organic matter has been decomposed and the clay minerals remain.

In this manner, canals can be recognized as a sort of

naturally-occurring “bioreactor”; partly fulfilling the limitation sewage collection and treatment systems.

In addition to the environmentally purifying site, the stagnant canal water maintains the primary (the “shade-adapted” phytoplankton) and secondary (zooplankton, typically *Daphnia*) production. As the result, the canals can also play an important role as a nursery for fish production like a catfish.

2.2 The Thai's lifestyle context

Local residents do not feel any inconvenience when using the Thai style toilets with their flushing system. Naturally, they do not use any toilet paper to avoid clogging in the leaking septic tank and the on-site facilities. This also reduces unnecessary organic loads to the water carriage system of the sewer networks.

These aspects in their lifestyle (Figure 2) would meet the current status of the wastewater management system in Bangkok, Thailand.



Both photos taken by JT

Figure 2 Thai-style toilets with a bowl in a temple (Left) and with a shower (Right) in a shopping mall

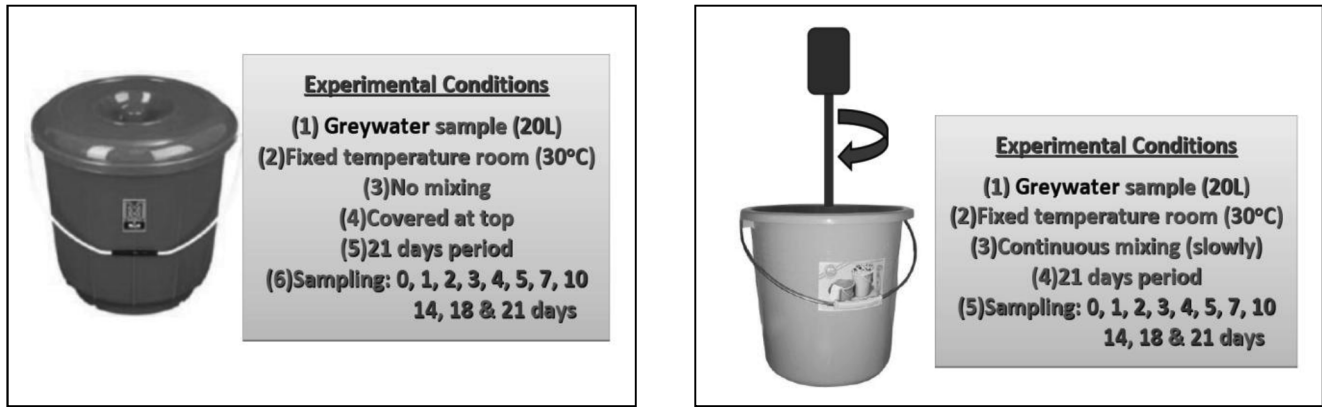


Figure 3 Description of laboratory experiments with their running conditions such as mixing and non-mixing.

3. Simulated Laboratory Experiments

3.1 BOD removal

BOD (Biochemical Oxygen Demand) is still a good parameter that indicates biodegradable organic loads to sewage works and the receiving waters. Typical greywater was collected from a residential area in the BMA, and subjected to the self-purification processes under four distinct conditions for comparison in terms of mixing and filtering.

The initial volume was 20 liters in a container for each, and incubated in a temperature constant room at 30°C for three weeks, simulating tropical climates. Both unfiltered and filtered samples were prepared to compare total and dissolved BOD values. Another set of the samples was prepared to compare the BOD removal under mixing and non-mixing conditions. Each conditions are illustrated in **Figure 3**, showing intervals for BOD measurement.

Figure 4 shows the declining trend of BOD values in greywater under different conditions during the self-purification process. The largest reduction rate was observed in the early stage of non-filtered sample under the mixing condition. Nearly 80% of BOD content was initially removed within five days of the incubation time; this suggests the biodegradability of greywater³⁾, simulating “in-sewer” treatment. Even gently-mixing effect has thus proven to facilitate the decomposition rate of both particulate and dissolved organic contents. Different conditions may affect the early stage (up to 2 weeks) of the degradation profiles, but the remaining contents estimated by the BOD values tended to be constant (less than 10mg/L of the BOD values), eventually leading to be almost stabilized in 18 days.

3.2 Coliform removal

Wastewater, even in greywater, may contain some coliform bacteria of human fecal origin. Dual plate count procedure was performed using a CHROMAgar ECC (Paris, France) pour plate. Blue colonies indicate fecal coliforms such as *Escherichia coli*, while red colonies indicate total coliforms of a non-fecal origin.

Figure 5 shows the changes in the colony counts of fecal and non-fecal coliforms under the same four sets of the samples for the BOD measurements. Effective removal rates were observed when the samples were subjected to the environment under the non-mixing conditions. This may be due to an effective “grazing pressure” made by co-existing invertebrates. On closer microscopic examination, diverse and larger sizes of protozoa (eg, *Spirostomum* sp.) were found as a predator only in the non-mixing samples.

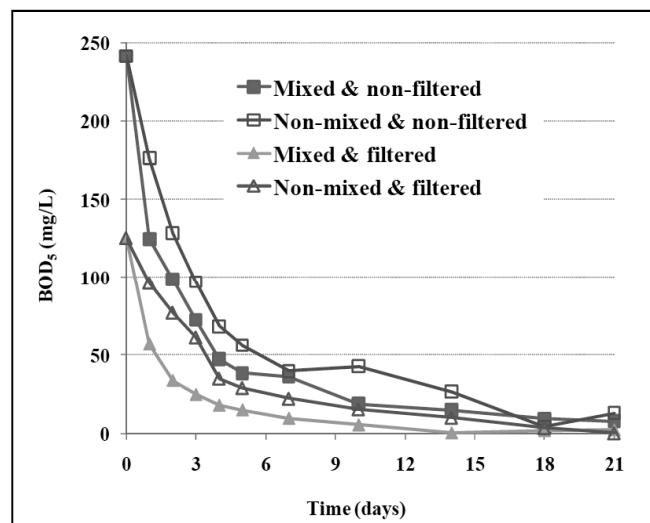


Figure 4 BOD removal from greywater under different conditions in the self-purification process

The reduction rate is rather high, up to 2-3 orders in magnitude in a couple of days. Fecal coliforms were more easily removed as compared with total coliforms those may be adapted to the outer habitats.

3.3 The nitrification process

Nitrification is a stepwise chemolitho-autotrophic bioprocesses, consisting of the ammonia oxidation and nitrate formation processes, sometimes via the nitrite accumulation production as an intermediate product. Thus, nitrification can be evaluated by measuring loss of ammonia and/or accumulation of nitrate, as shown in Figure 6.

Apparently, mixing accelerated nitrification rates as compared with non-mixing incubation. However, lower production of nitrate in the mid- to late stage (Figure 6, Right) in the stagnant water may also be influenced by denitrification (consumption of nitrate).

Nitrifying bacteria are known to be influenced by visible light, as all the containers were set in a dark, temperature constant room.

Organic content in water and oxidation-reduction potential (ORP) can affect the nitrifying activity, since the nitrifying bacteria are strictly aerobic, autotrophic members of bacteria. Figure 7 indicates possible effects of several dilution cases by rain water on each nitrification rate assessed by simulated experiments.

The most improved result of nitrifying activity was the 2-fold dilution, as the 3- and 5-fold then follow. The worst result was “no-dilution”, thus any possible dilution by rainfall may boost nitrification capacity.

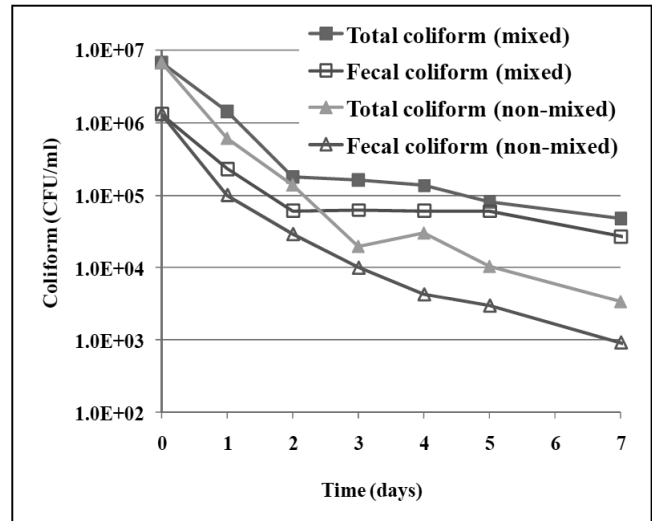


Figure 5 Coliform removal from greywater under different conditions in the self-purification process

All in all, monsoon tropical weather with a frequent thunder storm, or squall, would hence support the “in-sewer” nitrification potentials.

In addition to the sewer locations, open waters like canals and other water courses with turbid blacken suspended particles derived from black fungi provide favorite habitats by the “shading effect” for nitrifiers to carry out their nitrifying activity under less light transparency of the water columns. Besides, dense particles suspended in the canal and pond waters may also act as a habitat for nitrifying bacteria. Therefore, black turbid water in this region can be accepted as a natural defense system to keep a tropical ecosystem.

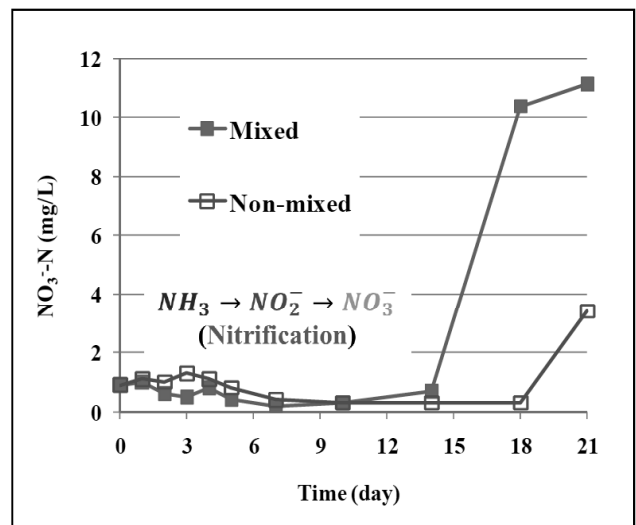
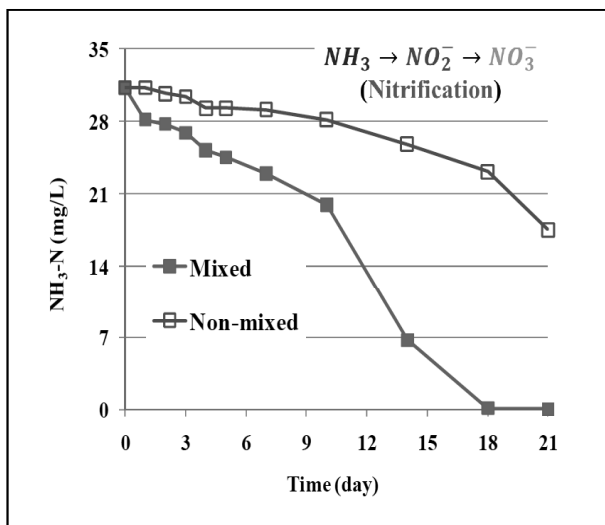


Figure 6 Nitrification : ammonia oxidation (Left) and nitrate formation (Right) in the stepwise process

3.4 Night soil-induced microbial community shift

Influence of “night soil (human waste)” addition to microbial fauna and flora in activated sludge was also experimentally evaluated by microscopic and plate counts, respectively.

Night soil is the “second-handed” organic matter, partly digested through human’s intestine. In other words, it could be hardly decomposable, as compared with intact, fresh organics in greywater from kitchen. Thus, addition of night soil onto greywater, to make up “black water”, or true sewage, could thus induce microbial community changes in activated sludge.

What kind of component in night soil is to be then discussed? To make it clear, comparison of microbial fauna changes would be promising when discussing it.

Figure 8 illustrates laboratory experiments using two kinds of activated sludge with night soil and without night soil contamination, and fed with greywater and black water for three weeks.

Table 1 shows clear difference between two kinds of activated sludge acclimated with distinct types of wastewater, finally leading to different fauna profiles. In particular, the most predominant group of protozoa was the *Vorticella* group in a typical sewage, whilst *Euglypha* abundantly found in greywater-fed sludge is an indicator for nitrifying sludge with low loadings.

In addition to invertebrates” counts, diversity of groups found in the nitrifying sludge was relatively high enough to maintain the responsible community. In other words, the contamination with night soil may be effective to form typical municipal sewage sludge as known among the worldwide engineers’ know-how.

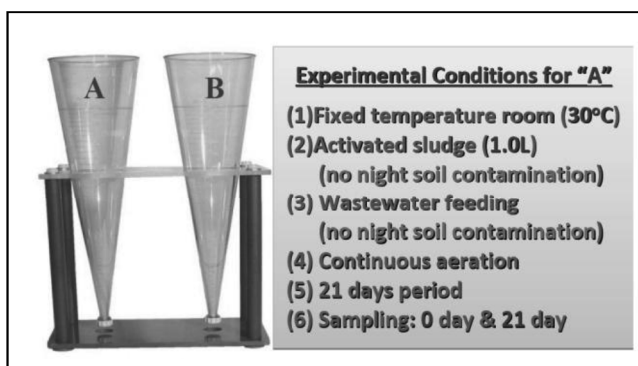


Figure 8 Experimental conditions for evaluating the population shift by protozoa and metazoan
Corn A: Sludge without night soil fed
Corn B: Sludge with night soil fed

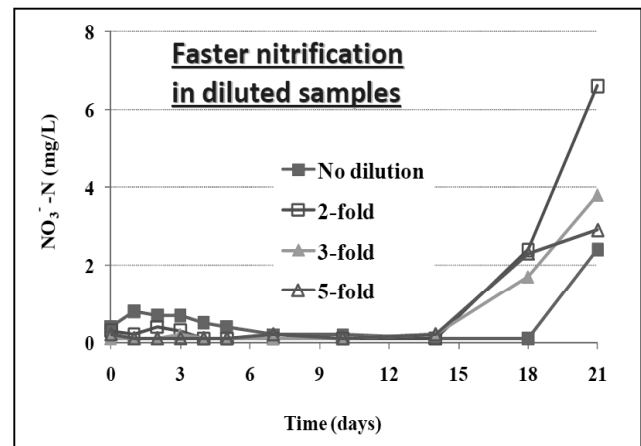


Figure 7 Effects of dilution on the nitrifying rates

4. Concluding remarks

Domestic wastewater treatment in hot climates has been well investigated by biologists’ public health research group on the Civil Engineering Department, the University of Leeds, UK⁴). However, they have been focused on Africa and/or South America; being far from climatic zones of the monsoon tropical regions with not only too much sunlight but “too much rain”. Therefore, we can say that sewage management in the monsoon tropics would be a sort of “air pocket” that has seldom been discussed in depths.

In contrast, both of us had been Bangkok-located as a core centre for the sewage works implementation among South Asian countries; this makes us possible to obtain our original findings, being so different from the existing common sense of the western style.

Table 1 Micro-fauna shift by night soil addition

Genera	Experimental conditions		
	AS (0 day)	AS from cone “A” (21 days)	AS from cone “B” (21 days)
Monas	40	200	80
Peranema	40	0	0
Trachelophyllum	160	0	0
Aspidiseca	40	160	0
Trochilia	0	40	0
Litonotus	0	320	0
Coleps	80	0	0
Vorticella	80	40	1120
Vaginicola	0	120	0
Chaetospora	0	40	0
Tokophrya	120	0	40
Euglypha	80	1880	160
Arcella	240	160	120
Centropyxis	80	200	0
Rotaria	40	120	0
Chaetonotus	80	160	0
Aerosoma	0	40	80
Daphnia	40	0	0
Total	1120	3480	1600

5. Memories on the background

5.1 The JICA-TCSW project

The beginning of this research was traced back to JICA's "Traning Centre for Sewage Works" project of the Public Works Department, Ministry of Interior, Royal Thai Government, commenced for 5 years from 1995 to 2000. This project was originally aimed to improve water quality of rivers and canals organically polluted by sewage leaking from many point-source origins. Construction of sewage works was thought to be good countermeasures, preventing from further organic pollution.

JT was a staff member of the project team at the TCSW (Figure 9) seconded from the Sewerage Bureau of the Tokyo Metropolitan Government, in particular responsible for water quality control and research task conduction, each involved in duties on short-term and long-term bases in 1997-2000.



Figure 9 A project site of the JICA-TCSW

5.2 The MEng thesis project at AIT

RRG was a postgraduate student in the School of Environment, Resources and Development (SERD) at Asian Institute of Technology (AIT), an international graduate school, just outside the BMA but close to the TCSW project-based site. RRG and JT then worked together in 1998-99, pursuing practical and academic goals towards the wastewater management system, highly optimized for the Thai's local context.

Via our collaboration, apart from his MEng thesis, we have published two articles as milestones in this area, appeared on international journals^{5,6}. After that, RRG came to Japan to take up his PhD at Saitama University, whilst JT left Japan to the UK to take up his PhD at the University of Essex. Both are now in Osaka and Hiroshima, respectively.

5.3 A trial series of lectures in English

In 2011, JT was successfully awarded a short-term based budget from Center for International Student Exchange, the Institute of National Colleges of Technology (Kosen Kiko). JT then invited RRG as a lecturer, fulfilling JT's class on "Microbiology" in part from New Industrial R&D Center at Osaka Sangyo University, across both lifelong journeys again.

RRG gave his talks three times, and JT could deeply observe how his students responded to his lectures given in English. This is absolutely brand new experience for our students who have so far been given all the subjects in Japanese. The first talk was on tropical climate that would be shared, or at least could be easily predicted, based on their past experience and/or knowledge via TV programmes.

But the students tend to give up understanding the content unless they knew the meaning of the words, strictly in Japanese, used in the lecturer's talk in English without any efforts to imagine the content. JT instantly assure that their poor reaction was due to the possible bad habits of translation-based English lessons and examinations as a result of a serious side-effect, practiced in classroom for a long period.

In the case of literature studies, we need to have known the meaning of a word in a sentence. Actually, however, we can estimate the possible meaning in a particular context, alongside surrounding scientific and technical knowledge and even past experiences.

On the contrary, through the translation-based English lessons, students seem to lose these naturally-born senses so as roughly to skim the content in a talk given in English (Figure 10).



Figure 10 RRG and JT gave a talk in English

5.4 CLIL (Content-Language Integrated Learning)

Education to provide us with globally-active human resources is one of the most important goals in the modern-day Kosen education partly responsible for the higher education in Japan together with universities. In such situations, classes taught in English in an interactive way would be of necessity to gain more logical thinking as compared with the traditional Japanese-mediated learning, with a few exceptions of the born Japanese-based subjects like Japanese literatures, history and geography.

This new trend would have recently been common in educational institutions like the IB (International Baccalaureate)-approved international school, where the students learn English not for a subject but as a tool for learning other subjects. This must be the best way to learn English in practice.

In fact, RRG was taught all the subjects in English even in his Nepali local middle school by non English-speaking teachers. But he could then enter a local technical university in India, majoring in civil engineering. After some work experience in building construction, he decided to change his specialty from civil to environmental engineering at AIT in the outer Bangkok, where JT came across him.

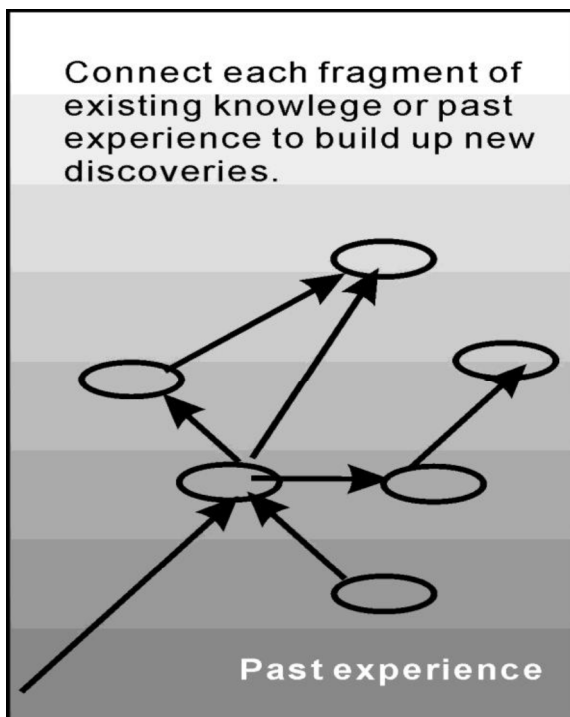


Figure 11 Mechanism of learning subjects in English, with reasoning and estimating

5.5 ESP (English for Specific Purposes)

English as a tool for scientists and engineers would be a great benefit when learning specific interests in English on which the learners have been focused. In this context, learning English as a tool for their communication among specialists through a specific topic are not so difficult, as the words and phrases are used in a limited field. This approach is referred to as ESP; this stands for the “English for specific purpose” approach that encourages engineering students to learn English as a short-cut for success.

Generally speaking, Kosen students are said to be not good users in English. But it should not be true, as considered with the ESP-based learning practices. We should therefore change the predominant teaching method from the old EGP- to the new ESP- based approaches to provide good practical users in English as scientists and engineers.

Acknowledgements

We would like to express our thanks for giving us financial support from the Okinawa-based Center for International Student Exchange, the Institute of National Colleges of Technology (Kosen Kiko).

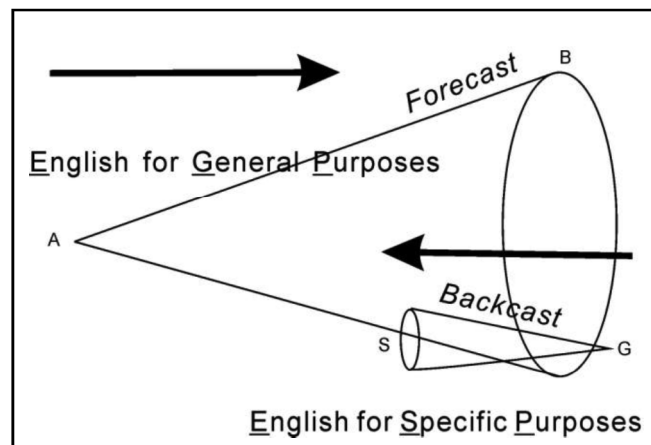


Figure 12 Comparison between the forecasting EGP (English for General Purposes) and the backcasting* ESP (English for Specific Purposes)

* The term “backcast” is at first used in the field of environment-oriented, decision-making processes by the Sweden-based “Natural Step” Group.

References

- 1) UNEP-IETC, *Proceeding of the Workshop on Sustainable Wastewater and Stormwater Management, Regional Workshop for the Latin America and the Caribbean 27-31 March 2000*, IETC Report #10, UNEP-IETC, Osaka (2000).
- 2) Nakamoto, N. and Takeuchi, J., Feasibility of greywater treatment using algal growth in tropical monsoon regions- Field surveys of waste stabilization ponds in Thailand, *Technology and Development*, **16**, 23-31, JICA (2004).
- 3) Giri, R.R., *Assessing biological treatability of sewage in Bangkok*, Thesis for the Master of Engineering, Asian Institute of Technology (AIT), Thailand, August (1999).
- 4) Mara, D., *Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries*, Earthscan (2003).
- 5) Giri, R.R., Takeuchi, J. and Ozaki, H., Influence of night soil contamination on activated sludge microbial communities in Bangkok, Thailand, *Ecol. Eng.*, **25**: 395–404 (2005).
- 6) Giri, R.R., Takeuchi, J., Ozaki, H., Biodegradation of domestic wastewater under the simulated conditions of Thailand, *Water and Environment Journal*(UK), **20**: 169–176 (2006).

呉高専実習工場骨組の調査ならびに 自己歪応力を有するターンバックル付ブレースの繰返し載荷実験

(建築学分野) 仁保 裕
(建設工学専攻) 岩本天馬, 平田悠孝
(呉高専嘱託教授) 寺岡 勝
(呉高専名誉教授) 福原安洋

An Investigation for the Practical Factory of Kure National College of Technology And Cyclic Loading Test for Braces with Turnbuckle Bearing Self Strain Stress

(Faculty of Architecture and Structural Engineering) Yutaka NIHO
(Advanced Course for Architecture and Civil Engineering) Tenma IWAMOTO, Yutaka HIRATA
(Temporary Professor, Kure National College of Technology) Masaru TERAOKA
(Professor Emeritus, Kure National College of Technology) Yasuhiro FUKUHARA

Abstract

The practical factory, one of buildings of Kure National College of Technology, was built on soft, reclaimed ground in Aga-Minami, Kure, in 1966. Due to consolidation settlement of the ground, frameworks of the factory have been subjected to self strain stress. This stress may effects on the earthquake resistant performance of the practical factory of the College.

This paper reports actual condition of the frameworks for the practical factory of Kure National College of Technology, based on observation. And also, this paper investigates both damages and hysteresis characteristics for braces with turnbuckle bearing self strain stress, based on cyclic loading test.

Keywords: Differential Settlement, Self Strain Stress, Braces with Turnbuckle, Cyclic Loading test
不同沈下, 自己歪応力, ターンバックル付ブレース, 繰返し載荷実験

1. 目的

本校の実習工場は昭和 41 年に完成した平屋建鉄骨造であり、呉市阿賀南の沿岸埋立地上にある。実習工場の下には厚さ 20~30m 程度の軟弱な粘土層が広がっているとされている¹⁾。一方、建設当時においてこのような厚い粘土層を打ち抜く基礎杭がなかったこともあり、実習工場の基礎は杭を用いない独立基礎となっている²⁾。このため、現在では実習工場において不同沈下が発生していることが知られている³⁾。

この問題に関して、著者らはこれまで実習工場の不同沈下量を計測する³⁾とともに実習工場骨組に取り付けられているターンバックル付ブレースの自己歪を推定している⁴⁾。また、同じく著者ら⁵⁾は実習工場骨組に類似した数値解析モデルを分析対象とし、不同沈下量が増加するにつれ、骨組の水平剛性が低下し、地震時の応答変位が増加することも示している。文献 5)と併せて梅村⁶⁾や青山⁷⁾を踏まえるならば、本校実習工場の骨組について、その水平剛性は低下しているものの、水平耐力は低下していないと推測される。

その一方で、文献 5)ではブレースは保有耐力接合がなされていると仮定されているが、これまでのところ、自己歪がターンバックル付ブレースの接合部や復元力特

性に与える影響は明らかにされていない。従って、自己歪によるブレース接合部の損傷に起因し、接合部の保有耐力が減ずるようなことがあれば骨組の水平剛性のみならず、水平耐力も低下すると考えられるため、このようなケースでは文献 5)の結果を参照できない。

さて、不同沈下を有する鋼構造骨組の耐震改修に関して日本建築防災協会による「耐震改修促進法のための既存鉄骨造建築物の耐震診断および耐震改修指針・同解説」⁸⁾には耐震診断・耐震改修音適用範囲が設けられている。この指針によれば、基礎不同沈下量が柱間距離の 120 分の 1 以上である鋼構造骨組は「耐震性劣化が著しい」とされ、耐震診断・耐震改修の対象外とされており、この種の鋼構造骨組については建替えが推奨されている。この判断基準に基づく本校実習工場の耐震診断・耐震改修の可能性に関する議論は、本校施設保全の観点から有用と思われるものの、いまだ明確になされていない。

以上より、本研究では本校実習工場骨組の観察を実施し、自己歪に起因する損傷の有無を確認する。併せて、自己歪を有するターンバックル付ブレースの繰返し載荷実験を行い、自己歪がブレース接合部とブレースの復元力特性に与える影響を分析する。なお、本報告は文献 3)と 4)の内容を再構築したものであることを付言する。

2. 実習工場

2. 1 地盤

実習工場敷地における過去の地盤調査資料¹⁾によると地表から1mは埋立層であり、その下には約8.5mの砂層がある。さらにその下には有機質粘土層が約25mの層をなしている。粘土層の下はN値50以上の砂礫層である。埋立層および砂層のN値は平均で7である。粘土層のN値は平均で2である。この粘土層の圧密沈下が実習工場の不同沈下の原因であると考えられている。

2. 2 実習工場骨組

実習工場は昭和41年に完成した平屋建ての鉄骨造である。使用鋼材はSS400クラスである。実習工場平面、立面および軸組を図1に、全景を写真1に示す。

実習工場は、その梁間方向にテーパ付H型钢の山形ラーメンを配し(図2)、その角部にリップ溝型钢の

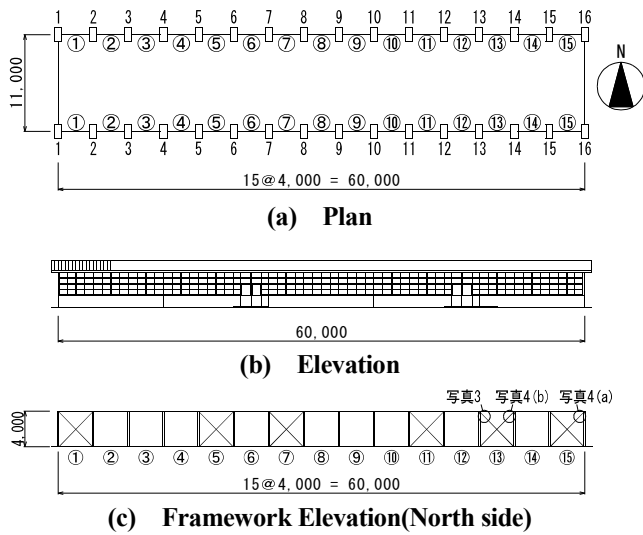


Figure 1 Plan and Elevation of the Practical Factory(Unit[mm])



Photograph 1 Practical Factory

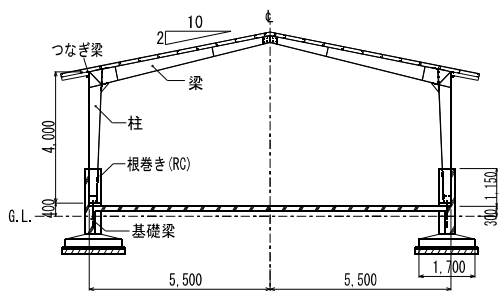


Figure 2 Sectional Plan of the Practical Factory (Unit [mm])

つなぎ梁を桁行き方向に配している(図3)。桁行き方向には直径19mmのターンバックル付ブレースを配している。柱はその脚部を基礎梁にアンカーボルトによって接合され、さらに1m程度の鉄筋コンクリート製の根巻に覆われている。設計図書に記載されているつなぎ梁、柱、ブレースおよび基礎梁の断面形状を表1に、その断面形状に基づいて計算した断面性能を表2に示す。なお、表2において鋼材のヤング係数 E_s と F 値はそれぞれ、 $205,800\text{N/mm}^2$ と 235N/mm^2 、コンクリートのヤング係数 E_c と基準強度 F_c はそれぞれ、 $21,103\text{N/mm}^2$ と 15N/mm^2 としている。

3. 調査結果

3. 1 相対沈下量計測

実習工場北側構面について、2007年6月に不同沈下量を計測した。図4に既存鋼構造物北側構面の相対沈下量を示す。不同沈下量はレベルを用いて測定されたものであり、測定位置は柱位置である。不同沈下と相対沈下の定義については文献3)を参照する。

図4より確認されるようにスパン⑭と⑮においてスパン両端の柱間における相対沈下量差は約40mmであり、

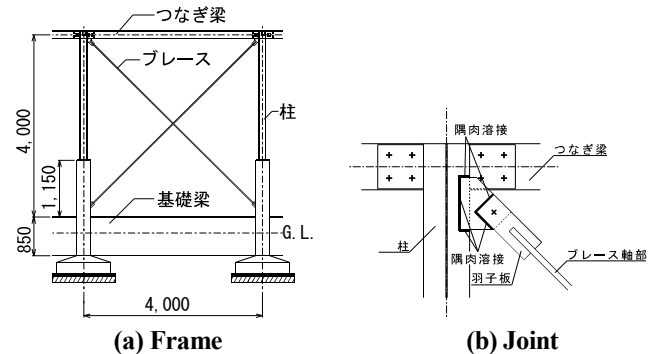


Figure 3 Detail of Framework (Unit[mm])

Table 1 Members

つなぎ梁	C-150x75x25x4.5
柱	(柱頭) H-450x150x6x4.5 (柱脚) H-225x150x6x4.5
ブレース	19φ, 羽子板は厚さ6mm, 幅80mmの鋼材
基礎梁(RC)	幅300, 高さ850, 主筋は16φ

Table 2 Sectional Properties of the Members

	断面積 A [mm ²]	断面二次 モーメント I [mm ⁴]	降伏軸力 N_y [kN]	全塑性 モーメント M_p [kNm]
つなぎ梁	14.42×10^2	501.0×10^4	338.9	202.3
柱	柱頭	37.71×10^2	(弱軸) 337.8×10^4	(弱軸) 163.9
	柱脚	27.56×10^2	(弱軸) 337.7×10^4	(弱軸) 161.2
ブレース	2.835×10^2	—	66.63	—
基礎梁	中央	2.659×10^5 ※1	9.392×10^9 ※1	283.4 ※2
	端部	2.622×10^5 ※1	8.820×10^9 ※1	188.9 ※2
梁				6.802×10^4 ※3

※1 全断面コンクリートとして計算した換算値, ※2 引張耐力, ※3 終局曲げモーメント

この相対沈下量差の柱間距離(=4000mm)に対する比は100分の1となる。従って、文献8)に基づけば実習工場は耐震診断・耐震改修の対象外であり、建て替えが推奨されると判断できる。

3.2 設計図面の調査

設計図面より模写したブレース接合部詳細を図3(b)に示しているが、この図より、調査対象骨組においてガセットプレートは柱のみに溶接されていることが確認される。また、またブレースの羽子板とガセットプレートの接合はボルトと溶接の併用となっている。溶接は片側側

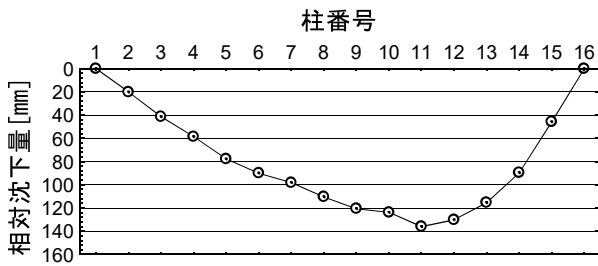
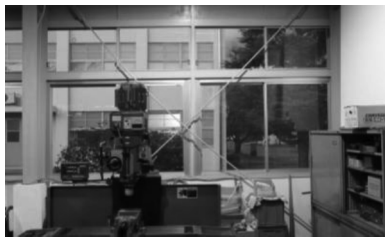


Figure 4 Relative Settlement



Photograph 2 Span No.15



Photograph 3 Brace of Span No.13

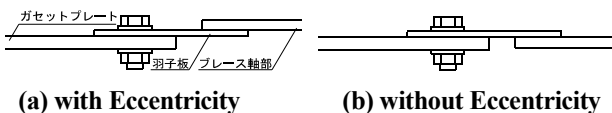


(a) Span No.15



(b) Span No.13

Photograph 4 Joint of Brace



(a) with Eccentricity

(b) without Eccentricity

Figure 5 Joint of Braces

面隅肉溶接と前面隅肉溶接となっている。

表1に示すように、ブレースの羽子板は厚さ6mm、幅80mmの鋼材である。JIS A 5540⁹⁾によれば、ブレース軸部の直径が19mm以上であれば羽子板の厚さは9mm以上であることとされている。従って実習工場に使用されているターンバックル付ブレースはJIS規格に準じていないものであると推測される。

3.3 観察

写真2に、北面東端部スパン(スパン⑮)のブレースの状況を示す。相対沈下により圧縮を受けたブレースが大きくたわんでいる状況が見られる。

写真3は北側構面スパン⑬の左上隅部を撮影したものである。写真の見易さのためにブレースに沿うようにポールを配している。これらの写真により、ブレースが大きくたわんでいることが確認される。ただし、羽子板とターンバックル胴の間ではさほど大きな変形は見られず、ターンバックル胴より下の部分の変形が大きい。

写真4(a)は北側構面スパン⑮(図1(c)参照)の右上隅部を撮影したものである。同じく写真4(b)は北側工面スパン⑬の右上隅部を撮影したものである。これらの写真において、羽子板やガセットプレートに目に見えるほどの曲げや振れ等の変形は確認できない。このことはスパン⑬と⑮以外の箇所でも同じであった。

ところで写真4ではターンバックル付ブレースの接合部が図5(a)のような接合となっている。通常、ターンバックル付ブレースの接合部では、ブレース軸部とガセットプレートとの間の偏心が小さくなるように図5(b)のような接合がなされると考えられる¹⁰⁾が、調査対象骨組施工時においてこの点は特に注意されていなかったと推測される。

3.4 聞き取り調査

2008年度に聞き取り調査を行ったところ、十数年前に北側構面スパン⑮のブレース接合部(写真4(a))のボルトが破断したとの証言が得られた。この出来事に関する資料が現存しないため、ボルト破断原因および破断後の処置に関する正確な情報は入手できていないものの、証言によれば、(i) ボルト破断前後に地震や台風等の自然災害は発生しておらず、また、(ii) ボルトが破断したスパン⑮のブレースについては、ボルトを取り替えるとともにブレース長を調整したようである。

3.5 第3章のまとめ

本校実習工場について、設計図面調査ならびに観察を行った結果を記述する。

- (1) 使用されているターンバックル付ブレースはJIS規格に準じないものである。
- (2) 柱間の相対沈下量差の柱間距離に対する比について、その最大値は100分の1程度であり、よって耐震診断・改修指針⁸⁾に基づけば、本校実習工場は

耐震診断・耐震改修の対象外とされる。

- (3) プレース接合部において偏心を小さくするような配慮がなされていないケースがある。
- (4) ガセットプレートと羽子板に目立った変形は見られない。

4. 自己歪による軸組ブレースおよびその接合部の損傷に関する実験, ならびに, 繰り返し载荷を受けるブレースの実験

4. 1 ブレースの自己歪

実験においてブレースに導入する自己歪は実習工場のブレースの自己歪に基づいて決定する。実習工場軸組ブレースの自己歪は弾塑性解析により推定する。解析において, つなぎ梁, 柱および基礎梁は弾性体とする。ブレースはスリップ型の復元力特性を有するトラス材とし, その降伏軸力は表2に示されているものとする。図4に示される相対沈下量を強制変位として与え, ブレースの自己歪を計算する。自重は無視する。解析プログラムはSNAP (桁構造システム) である。

以上の解析により求められたブレースの自己歪を図6に示す。この図より, スパン⑮のブレースの歪が最も大きく, その値は 4.87×10^{-3} である。従って調査対象骨組について相対沈下によるブレースの自己歪は最大で0.5%程度と考えられる。

4. 2 実験

4. 2. 1 試験体

試験体とするターンバックル付ブレースは図7に示される亜鉛溶融めっき付炭素鋼製品 M12 であり, そのボルト孔間距離は 2,510mm である。羽子板およびブレース部の形状と材質は JIS A 5540 および JIS A 5541⁹⁾に定められているものである。材料試験により得られたブレース軸部の断面積, 材料定数を表3に示す。ガセットプレートはその厚さ 9mm とし, 材質は鋼材 SN400B とする。ガセットプレートの形状は建築用ターンバックル筋

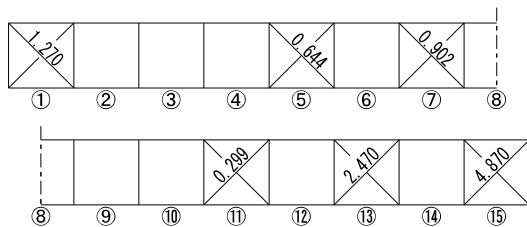


Figure 6 Self Strain of Braces [$\times 10^{-3}$]

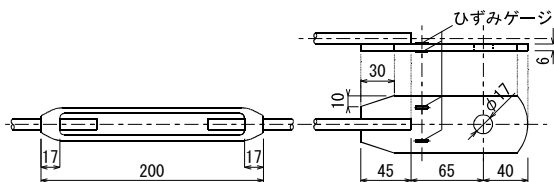


Figure 7 A Brace with Turnbuckle (Unit[mm])

かい設計施工指針・同解説¹⁰⁾に基づき保有耐力接合となるように定められている(図8)。ブレースとガセットプレートの接合は M16 の高力ボルトを用いる。

試験体は表4に示される4体のターンバックル付ブレースとする。先に述べたように通常であれば, 試験体 No.3 と No.4 のように偏心のより少ない接合がなされると考えられる。一方で第3章の観察結果によれば, 既存鋼構造骨組において必ずしもこのような接合がなされているとは限らないため, 偏心がより大きくなる接合がなされたブレース試験体 No.1 と No.2 についても実験を実施する。自己歪は先の計算結果を踏まえて 5×10^{-3} と仮

Table 3 Material Constants for Braces

断面積	88.47mm ²
降伏応力度	372.5N/mm ²
降伏軸力	32.96kN
引張強さ	500.5N/mm ²
ヤング係数	198.8kN/mm ²

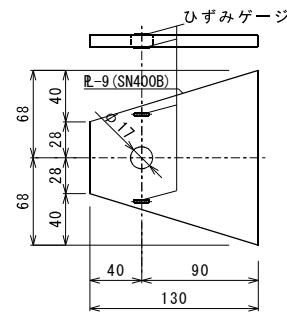


Figure 8 Gusset Plate (Unit[mm])

Table 4 Test Specimen

接合部	初期伸びなし	初期伸び13mm
ガセットプレート	No.1	No.2
羽子板/ブレース軸部	No.3	No.4

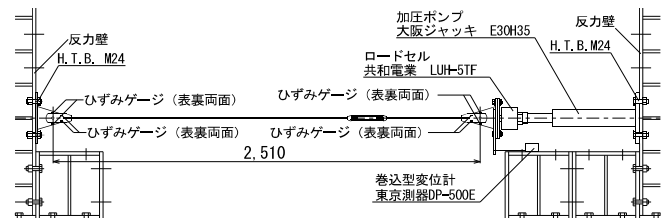


Figure 9 Experiment

Table 5 Axial Deformation δ

傾き	δ [mm]	傾き	δ [mm]	傾き	δ [mm]
$h/1000$	1	$h/100$	13	$h/30$	42
$h/500$	3	$h/50$	26	$h/20$	64
$h/250$	5	$h/40$	32	$h/10$	127

定する。よって、試験体 No.2 と No.4 については自己歪に起因する初期伸びとして 13mm の伸びを与える。

4. 2. 2 試験装置

図 9 に試験装置を示す。載荷はジャッキによりストローク最大値 350mm のポンプ（㈱大阪ジャッキ：E30H35）を動作させることにより行う。荷重データはポンプの先端に配置された圧縮・引張両用のロードセル（㈱共和電業：LUH-5TF、最大荷重±50kN）により採取する。ブレースの伸びは 500mm 捲込み型変位計（㈱東京測器：DP-500E）を用いて採取する。なお、図 9 に示されているように、この変位計により採取される変位にはブレースの伸びだけでなく、ガセットプレートの伸びも含まれると考えられるが、ここではガセットプレートの伸びはブレースの伸びよりもかなり小さいと仮定し、この変位計により得られた変位をブレースの伸びとする。歪ゲージは図 7 と図 8 に示す箇所には貼り付ける。

4. 2. 3 載荷スケジュール

ブレースとガセットプレートを接合する高力ボルトを仮締めし、ブレースに張力(= 9kN 程度)を与えた後、高力ボルトのトルク値が所定の値となるよう本締めする。この後、試験体 No.2 と No.4 については自己歪による初期伸びとして 13mm の伸びを与え、載荷を開始する。

載荷は引張を始めとし、引張と圧縮を交互に繰り返す。ブレースに与える変形量は次のように考える。本実験の試験体を高さ $h = 1800\text{mm}$ の骨組に取り付けるとすると試験体は柱に対して約 45 度傾く。これを踏まえ、ブレースに与えるのび・縮み量 δ は骨組の柱頭変位量 d を参照して次式により計算する。

$$\delta = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot d \quad (1)$$

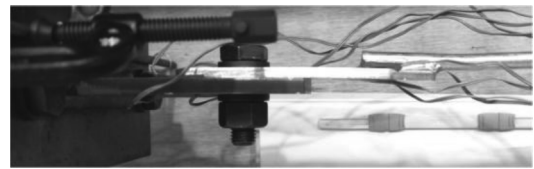
柱頭変位量 d は $h/1000$, $h/500$, $h/250$, $h/100$, $h/50$, $h/40$, $h/30$, $h/20$ および $h/10$ とする。このうち、 $h/100$ までは引張・圧縮ともに 2 回ずつ載荷し、 $h/50$ 以降は 1 回ずつ載荷する。それぞれの傾きに対応する δ の一覧を表 5 に示す。

4. 3 結果

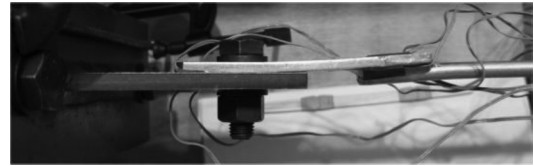
4. 3. 1 自己歪に相当する初期伸び導入時における接合部の変形と歪

写真 5 は自己歪導入時のブレース接合部を撮影したものである。羽子板とブレース軸部双方の作用線が一致しようとするため、自己歪が導入された時点において羽子板とブレース端部が変形していることが確認される。

図 10 は試験体 No.2 および No.4 それぞれの羽子板（図 9 の左側）の歪を表す。同じく、図 11 は試験体 No.2 と No.4 それぞれのガセットプレート（図 9 の左側）の歪である。歪ゲージは羽子板とガセットプレートそれぞれの両面にそれぞれ 2 枚ずつ貼り付けられている

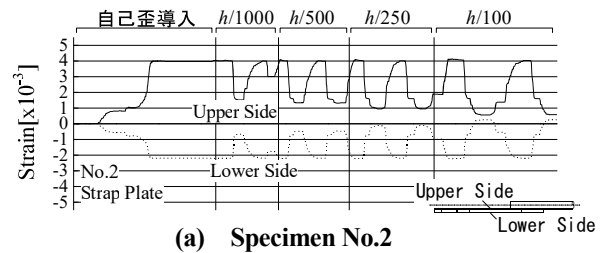


(a) Specimen No.2

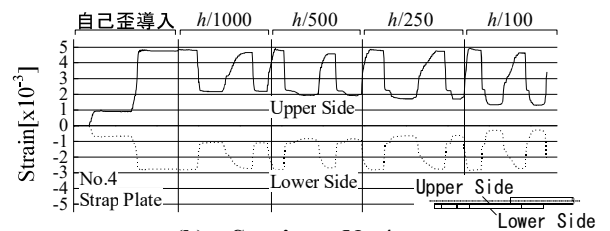


(b) Specimen No.4

Photograph 5 Joint of a Brace Bearing Self Strain Stress

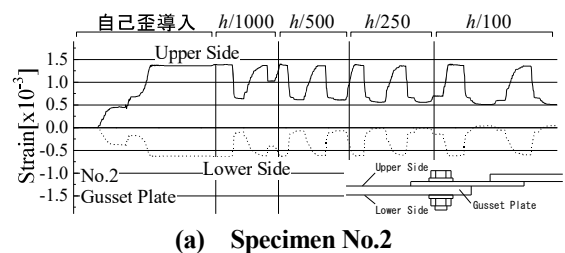


(a) Specimen No.2

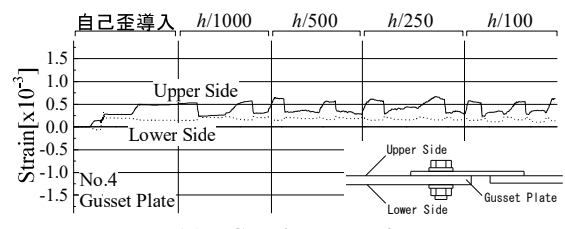


(b) Specimen No.4

Figure 10 Strain of Strip Plate



(a) Specimen No.2



(b) Specimen No.4

Figure 11 Strain of Gusset Plate

が、図 10 と図 11 には同じ面にある 2 枚のゲージから得られる歪の平均値を示している。

図 10 より 13mm の初期伸びを導入した時点で 4×10^{-3} ~ 5×10^{-3} 程度の歪が発生している。SN 材の規格降伏点に対応する歪が約 1.1×10^{-3} であることを踏まえれば、

自己歪に起因する初期伸びによって既に羽子板が一部塑性化している可能性があると言える。

図 11(a)より、試験体 No.2 のガセットプレートについて、初期伸び導入時の歪が 1.8×10^{-3} 程度となっている。よって試験体 No.2 のガセットプレートについても自己歪に起因する初期伸びによって一部塑性化している可能性がある。

一方、試験体 No.4 のガセットプレートについて、その歪は最大でも 0.5×10^{-3} 程度であり、従って、試験体 No.4 のガセットプレートは自己歪導入時において弾性体であると判断できる。

4. 3. 2 繰返し载荷を受けるブレースの接合部の変形ならびに復元力特性

写真 6 は $h/100$ の伸びが与えられた時点におけるブレース接合部を撮影したものである。No.1 に比して自己歪を導入した No.2 の方が変形は大きいように見受けられる。No.3 と No.4 についても同じく、自己歪を導入した No.4 の方が変形は大きいように見受けられる。

図 12 にブレースの軸力-変形関係を示す。軸力は引張力を正とし、変形量は伸びを正とする。試験体 No.1 と No.3 については、高力ボルトを本締めした時点を実験開始時の原点とした結果を、No.2 と No.4 については初期伸びを導入した時点を実験開始時の原点とした結果をそれぞれ示している。なお、全ての試験体を通じて、実験開始時から終了時まで羽子板やガセットプレートの破断・端抜け、ボルトの破断は発生しておらず、よって今回使用した試験体の接合部は保有耐力接合となっている。

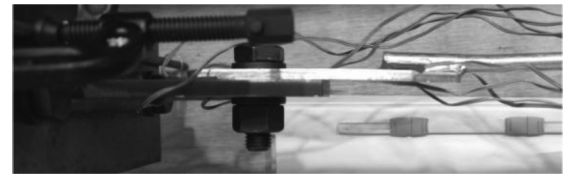
図 12 より、試験体 No.1 と No.3 ではともに見かけ上の降伏軸力が 23kN 程度となっている。これは高力ボルトを本締めする前に 9kN 程度の張力を与えているためであり、従って、実質的な降伏軸力は No.1 と No.3 ともに約 32kN である。

13mm の初期伸びを導入した No.2 と No.4 では载荷開始時点において既にブレースが引張降伏していることが図 12 より確認される。これは材料試験により得られた降伏点に対応する歪 ($=32.96 \div 198,800 = 0.17\%$) よりも導入した自己歪 ($=0.5\%$) の方が大きいためである。従って、これらのブレースについて、さらに引張力が与えられた場合、ブレースの見かけ上の剛性は 0 となる。一方で、圧縮力が与えられた場合、見かけ上の座屈軸力は 32kN 程度であり、かつ、剛性は初期伸びが無い場合のそれと同程度である。すなわち、自己歪を有するターンバックル付ブレースは、圧縮ブレースとしての役割を持つことになる。

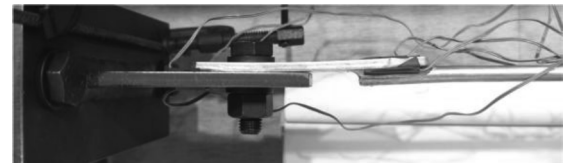
以上のように、見かけ上の降伏軸力は自己歪の有無によって異なる。一方で、図 12 より明らかなように復元力特性の形そのものについては自己歪の有無による違いが見られない。同様に、図 12 の(a)と(b)を比較すること



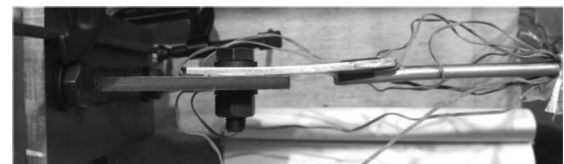
(a) Specimen No.1



(b) Specimen No.2

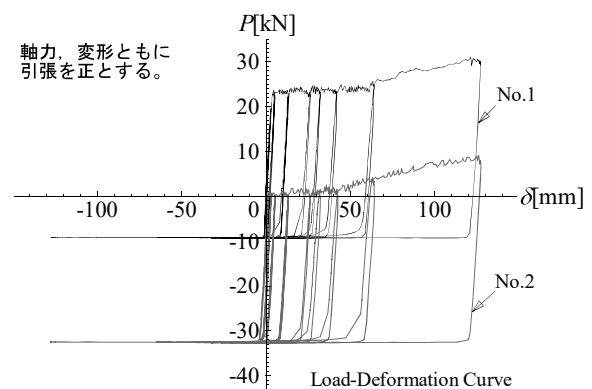


(c) Specimen No.3

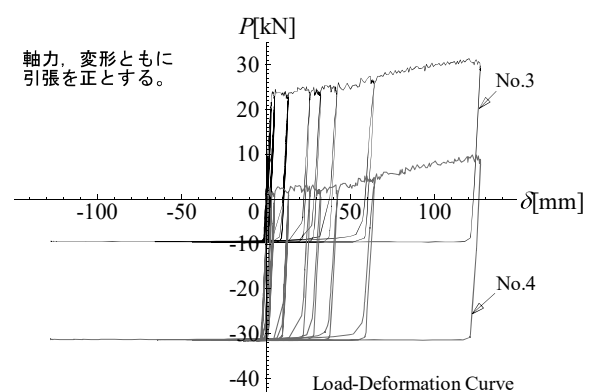


(d) Specimen No.4

Photograph 6 Deformation of the Joint ($h/100$, $\delta = 13\text{mm}$ tension)



(a) Specimen No.1 and No.2



(b) Specimen No.3 and No.4

Figure 12 Relationship between Axial Load and Axial Deformation for Braces

により接合部の偏心がより大きいとしても復元力特性に目立った変化は見られないことがわかる。

なお、本実験において、ブレースの座屈による面外変形は計測していない。一方でブレース座屈時における軸縮み量に比して面外変形が大きい¹¹⁾ことを考えれば、この面外変形により建築物の仕上げ材などが破損する可能性が考えられる。本研究の目的とは多少ずれるものの、今後はブレースの面外変形も合わせて計測するべきであろう。この点は今後の検討項目の一つとしたい。

4. 4 第4章のまとめ

第4章では自己歪を有するターンバックル付ブレースについて、自己歪が接合部およびブレースの復元力特性に与える影響を実験に基づいて分析した。第3章において得られた知見を以下に列記する。

- (1) 0.5%程度の自己歪に相当する初期伸びを有するターンバックル付ブレースでは、初期伸びが導入された時点で羽子板とガセットプレートが一部塑性化している。
- (2) ただし、ガセットプレートとブレースの偏心がより小さくなるように接合した場合においてのみ、ガセットプレートは塑性化しない。
- (3) 0.5%程度の自己歪に相当する初期歪を有するブレースは引張ブレースとしては殆ど機能せず、むしろ圧縮力をうけつつ圧縮ブレースとしての役割を有する。
- (4) 自己歪の有無により、見かけ上の降伏軸力は変化するものの、この点を除けば、復元力特性に大きな違いは見られない。
- (5) 接合部の偏心の大きさによる復元力特性の違いは見られない。
- (6) 本実験で使用した試験体については自己歪の有無に関わらず、保有耐力接合が成り立っている。

上記(3)により、自己歪が鋼構造骨組の剛性に影響すると推測される。

上記(1)、(2)および(5)より、接合部の偏心の大きさはブレースの復元力特性に殆ど影響しないと言えるものの、やはり接合部の偏心がより小さくなるように配慮した方が好ましいと考えられる。

上記(6)より、JIS規格に定められるターンバックル付ブレースを使用し、かつ、現行の指針等に定められている手順に従ってガセットプレートを設計すれば、自己歪の有無に関わらず保有耐力接合が成り立つと考えられる。

今後は、試験体数を増やして追加実験を行い、本章で示した結果の妥当性を検討する予定である。

5. まとめ

本校実習工場骨組に関して特にブレース接合部に注目した調査を行い、自己歪に起因する損傷の有無を調べた。

併せて自己歪を有するターンバックル付ブレースの繰返し載荷実験を行った。これら調査と実験により得られた結果を列記する。

- (1) 本校実習工場について柱間の相対沈下量差は最大で柱間距離の100分の1程度である。従って、文献(8)に基づけば、実習工場は耐震診断・耐震改修の対象外と判断される。
- (2) また、この骨組についてブレースの自己歪は最大で0.5%程度であると考えられる。
- (3) 目視の結果、ブレース接合部に曲げや捩れなどの変形は確認されなかった。
- (4) 0.5%程度の自己歪を有するターンバックル付ブレースについて、その羽子板およびガセットプレートは自己歪によって一部塑性化している可能性がある。ただし、接合部の偏心がより小さくなるように接合されている場合においてガセットプレートは塑性化しないと考えられる。
- (5) 接合部の偏心の大きさはブレースの復元力特性に影響しないものの、上記(4)のため、やはり接合部の偏心はより小さい方が好ましい。
- (6) JIS規格に定められるターンバックル付ブレースを使用し、なおかつ、現行の指針等に定められている手順に従ってガセットプレートを設計すれば、0.5%程度の自己歪が与えられた場合でも保有耐力接合が成り立つ可能性がある。

一方で、実習工場において現在使用されているブレース接合部そのものについて保有耐力接合が成り立っているかは明らかとなっていない。現段階で言えるのは、実習工場のブレースをJIS規格⁹⁾に適合したものに变更し、ガセットプレートを指針¹⁰⁾に従って設計すれば、ブレース接合部は保有耐力接合となる可能性があるということだけである。現在のブレース接合部の保有耐力については今後の検討課題としたい。

また、実習工場では柱下部に根巻が施されているが、このような場合では、骨組の耐震性能はブレースだけでなく、基礎梁や柱などにも左右されるであろう。すなわち、実習工場の耐震性能を評価するにあたり、ブレースのみに注目したのでは不十分であると考えられる。以上も今後の検討項目とする。

さらに本文中でもふれたが、座屈したブレースにより、実習工場窓ガラス等が破損するなど、二次部材に被害が及ぶ可能性もある。本研究の目的とは多少ずれるものの、座屈したブレースの面外変形についても今後、分析するべきであろう。

上記の検討項目に合わせ、試験体数を増やして追加実験を行い、本報告で示した結果の妥当性を検討することも今後の予定に含められている。

<謝辞>

本研究は日本鉄鋼連盟による 2011 年度「鋼構造研究・教育助成事業」の助成の下に行われました（研究代表者：仁保裕）。関係各位に深く感謝いたします。

本研究に関する計測，実験および図表作製に関して，呉工業高等専門学校建築学科 2011 年度卒業生の桑島林果氏，同学科 2011 年度 4 年生の伊藤丈一郎氏，岡田雅志氏ならびに土井丸拓人氏にご協力いただきました。また，実験装置設置にあたり，呉工業高等専門学校技術職員の牛坂淳二氏にご協力いただきました。さらに資料閲覧に当たり，呉工業高等専門学校施設系の皆様にご協力いただきました。ご協力いただいた全ての方々に感謝いたします。

<参考文献>

- 1) 呉工業高等専門学校第 2 体育館用地地質調査工事報告書：1980 年 9 月
- 2) 呉工業高等専門学校構造計算書：1964 年 8 月
- 3) 仁保裕，寺岡勝，福原安洋：既存鋼構造骨組の不同沈下量測定および同構造物の耐震性能評価：鋼構造年次論文報告集，第 16 回，2008 年 11 月
- 4) 仁保裕，寺岡勝，岩本天馬，桑島林果：自己歪を有するターンバックル付ブレースの繰返し載荷実験：2011 年度日本建築学会中国支部研究報告会第 35 巻，2012 年 3 月
- 5) 仁保裕，寺岡勝，福原安洋：自己歪応力を有する鋼構造骨組の耐震性能および同骨組の動的応答に関する基礎的研究：鋼構造論文集，第 18 巻第 70 号，2011 年 6 月
- 6) 梅村魁：塑性ラーメンの自己歪応力と終局強度：日本建築学会研究報告第 31 号，1955 年 5 月
- 7) 青山博之：鉄筋コンクリートラーメンの終局耐力と自己歪応力：日本建築学会論文報告集第 60 号，1958 年 10 月
- 8) 耐震改修促進法のための既存鉄骨増建築物の耐震診断および耐震改修指針・同解説（1996）：財団法人日本建築防災協会，1996 年
- 9) JIS ハンドブック 8 建築 I 材料・設備，2011 年
- 10) 建築用ターンバックル筋かい設計施工指針・同解説：日本鋼構造協会，2005 年
- 11) 寺岡勝，仁保裕，福原安洋，川手康大：自己歪応力による既存鋼構造物の損傷調査とその損傷が鋼構造物の耐震性能に与える影響：呉工業高等専門学校研究報告，第 71 号，2009 年 8 月

海外交流研修と学生の英語体験

(人文社会系分野) 富村 憲貴, 木原 滋哉

International Exchange Study Tour and Students' Experience with English

(Faculty of Humanities and Social Sciences) Noritaka TOMIMURA, Shigeya KIHARA

Abstract

This paper deals with a homestay program in Hawaii and its effect on students. This homestay program has been conducted with the cooperation of the University of Hawaii Maui College for more than ten years. It is revealed that students who joined this program in 2011 became more confident in their English speaking and listening abilities. They also feel that their English communicative skills have improved through participating in this homestay program. Furthermore, participants who also took Oral Communication II, an elective English course for fourth-year students, tend to evaluate their past English-learning experience more positively than those who did not take the course. From these results, it is expected that closer coordination between a homestay program and an in-school English oral communication class will yield more positive outcomes in English education.

Key Words: international exchange, homestay, English education, intercultural communication

国際交流, ホームステイ, 英語教育, 異文化間コミュニケーション

§1 はじめに

呉工業高等専門学校（以下呉高専）とハワイ大学マウイ校（以下 UHMC, ただし 2010 年の改組以前の名称はマウイ・コミュニティ・カレッジ, 略称 MCC）の間で 1997 年に交流協定が締結されて以来, 2011 年度までに 286 名の学生が海外交流研修の形でマウイを訪れている。ホームステイを体験し交流授業に参加する海外研修プログラムは, 参加した高専生に大きな影響を与えていると思われる。

本稿の目的は, まず, こうした海外交流研修プログラムがどのようにして実現し運営されているのか, 英語教育や異文化理解をどのように組み込むことが意図されているか, といった点を紹介することにある。さらに, この海外交流研修プログラムが実際に学生にどのような影響を与えることができているのかを検証することによって, 海外ホームステイ・プログラムがどのようにすればより大きな成果を得ることができるのかを検討する。

§2 海外交流研修プログラムの形成

UHMC には附属語学学校 (Maui Language Institute) があり, 日本の大学などからの語学研修は通常この語学学校が受け入れている。しかし, 呉高専のカウンターパートナーはこの語学学校ではなく, UHMC において日本語教育を担当する教員, および日本語を学ぶ学生たちである。呉高専側は, 4 年次の選択英語科目であるオーラル・コミュニケーションⅡの受講生とその担当教員が主として関係している。したがって, 呉高専と UHMC との関係は, 一方的に

学ぶというものではなく, 対等な関係において互いに学びあう関係にあり, 本来の意味において「交流」を実践している。この点に, 呉高専の海外交流研修の特徴がある。具体的に言うと, この交流プログラムによって呉高専側は, 英語を学習する機会を得ており, UHMC 側は, 日本語を学習する機会を得ている。呉高専の学生はほぼ毎年マウイを訪問し, マウイの学生と交流を重ね, ホームステイを体験している。また, マウイの学生は 2006 年と 2009 年の 2 回呉高専を訪問し, ホームステイを体験している。さらに近年では, オーラル・コミュニケーションⅡの授業の中で 1 年を通して Skype を利用して数回にわたり直接に会話をする機会も設けている。

しかし, こうした研修プログラムが最初から形成されていたわけではない。1997 年に呉高専と MCC (当時) との間で交流協定が締結された際には, 学術交流など幅広い交流が想定されていた。だが, 語学研修のプログラムは, 交流研修締結によって自動的に実現したわけではなかった。交流協定を結んだ当時の長町三生校長が, グローバル化が進行している現代において, 高専生にとって英語運用能力は不可欠であると考え, MCC で日本語教育を担当している Hiroko DeLeon 教授に直々に依頼し, 呉高専との語学研修の実施を引き受けていただいた。このことによって, 今日まで継続する交流研修プログラムが始まった。

とはいえ, 最初から今日の交流研修プログラムが完成していたわけではない。1998 年には, 参加した 38 名の学生はすべてホテルに滞在し, ホームステイは体験しなかった。1999 年には 56 名, 2000 年には 30 名の学生が参加し, 半数

がホームステイ、残り半数がホテル滞在という形態であった。すべての参加学生がホームステイするプログラムになったのは2002年以降のことである。同時に、参加学生は一人につき350ドルをMCCに寄付し、その寄付金で歓迎会や全員参加のプログラムの費用をまかなうことが制度化された。なお、ホストファミリーの手配はMCC側というよりもHiroko DeLeon教授個人が、日本語を学習している学生や知り合いなどのつてを利用して行っている。そのホストファミリーはあくまでもボランティアであり、謝礼などを受け取って引き受けているわけではないという。このようなボランティア・ベースの「交流」の形をとっていることにも、本校の「交流」研修の性質が表れている。学生が支払う350ドルはあくまでいくつかの行事を運営するために使用される。

呉高専では、4年次に学科ごとに特別見学旅行を実施しており、同じ時期にマウイ交流研修も行われる。マウイ交流研修に参加を希望する学生は、学科ごとの特別見学旅行に参加せずに、この交流研修に参加することになる。また呉高専では、4年次に通年2単位で一般選択科目(経済学、数学特論、バイオテクノロジー、日本文学I、オーラル・コミュニケーションII)が設けられており、学生はこれら4科目のうち1科目を選択し受講しなければならない。当初マウイ研修に参加を希望する学生はすべて参加できていたが、2003年に40名が参加した際、ホストファミリーの手配が困難だったことから、翌2004年以降、20名以上の学生が参加を希望した場合には、オーラル・コミュニケーションIIを受講している学生が優先的に参加できるようにした。2004年以降は、平均して10数名の学生が参加している。しかし、全員がオーラル・コミュニケーションIIを受講しているわけではなく、非受講者の交流参加も少なくない。

交流研修プログラム開始当初は、オーラル・コミュニケーションIIを受講している学生とMCCで日本語を受講している学生との間で、e-mailを利用した学習も実施されていた。しかし、Skypeが使用できるようになってからは、年数回Skypeを通じて直接会話する機会を持っている。オーラル・コミュニケーションIIを受講し、マウイ交流研修に参加する学生は、交流研修に参加する前と後に、Skypeを通じて会話することができる。

§3 海外交流研修プログラムの概要

マウイ交流研修プログラムでは、少しずつ英語に触れる機会を増やし、英語に慣れることが意図されている。まず、出国や入国の手続き、飛行機内で英語に触れる。これに続いて、空港内やショッピングモール内のフードコートで、英語を使って自分で昼食を注文し、食事をする。

この段階を経て、第2日目に交流授業に参加することに

なる。交流授業では数名ずつのグループをつくり、1回70分の授業の間、前半はUHMC学生が日本語で質問するのに対して、呉高専の学生が日本語で回答や説明をする。後半は呉高専の学生が、英語で質問し、UHMC学生が回答、説明し、会話を続ける。呉高専の学生は、事前に質問項目を考えているが、相手の回答を聞いて、さらに質問して、会話を続ける。呉高専の学生は、3回の交流授業で日本語を受講している3クラスの学生、つまり回ごとに異なる相手に、同様の質問を繰り返すことになる。

英語での質問項目は、趣味、日本語学習の動機、日本への関心、専攻、家族、マウイの観光地など多岐にわたる。最初はぎこちなかった呉高専の学生も、同じ質問を3回繰り返すうちに少しずつ慣れ、UHMC学生の回答に対して再質問をしたりして、会話を発展させることができるようになる。さらに、交流授業での英会話は、ホストファミリーとの会話にも利用できる内容を課題として用意されており、ホームステイの準備にもなることが意図されている。

日本語での会話は、呉高専の学生にとって日本語で説明することの難しさに気づく機会となる。高専生は濃密な人間関係の中で5年間を過ごすため、多くの言葉を交わさずともお互いのことが分かる人間関係の中で過ごしがちである。しかし、自分たちにとって自明のことでも、文化的背景が異なれば、説明をして理解してもらう必要がある。日本語によるUHMC学生との会話の中で、学生たちは自らにとって自明であると思っていることを説明する必要に迫られ、新鮮な驚きを感じるのである。交流授業での日本語による会話は、UHMC学生の日本語学習の手助けにとどまらず、異なる文化的背景を持つ人々とのコミュニケーション方法を学習する機会となることが意図されている。

学生たちは、その後3日間ホストファミリーと過ごし、かなり英会話に慣れた後にオアフ島に移動し、今度は自由行動の時間に英語を使用する機会を得ることになる。このように、少しずつ英語に慣れ、最後には自由度の高い環境で自ら英語を運用することで英語研修の総仕上げをし、達成感を感じさせることを狙っている。

§4 マウイ交流研修プログラムの成果

4.1 参加学生像と成果の概要

マウイ交流研修プログラムは10年以上の積み重ねがあるが、参加学生へのアンケートなどの方法でその成果を検証したことはなかった。そこで、2011年の研修に参加した学生18名に対して、マウイ出発前と帰国後にアンケートを取り、本プログラムの効果について検証したい。

まずマウイ出発前のアンケートで、英語力と仕事との関係について質問したところ、「英語力があれば仕事上とても有利になる」と考えている学生が13名、「多少有利になる」

と回答した学生が2名、「英語力がないと仕事上で多少不利になる」と回答した学生が3名であった。ほとんどの学生が、仕事上英語が必要であると考えていることがうかがえる。こうした学生たちは、マウイ研修旅行での英語学習について、どのような態度で臨もうとしているのか質問してみた。「英語を聞きとり、英語で話ができるか、とても心配している」学生も3名いるが、「英語を聞きとり、英語で話ができるか心配しているが、どうにか英語を使ってみようと思っている」学生が8名、「とにかく自分の英語力を試してみたい」と考えている学生が2名、「積極的に英語を使って、自分の英語力を向上させたい」と考えている学生が5名いた。このことから、学生が将来の英語の必要性を認識しており、マウイ交流研修で自分の英語力を試し、向上させたいと思っている学生が多いと考えられる。

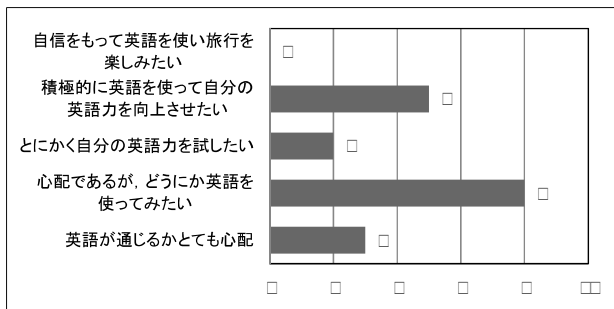


図1 マウイで英語をどう使用するか

さらに参加した学生の英語運用力を知るために、具体的な英語運用場面を想定して質問したところ、「簡単な会話であれば問題なくできる」と回答した学生が1名、「空港、ホテル、買い物など決まった会話であればどうにかできる」と回答した学生が3名であり、以上の4名は比較的英語力があると考えられる。「簡単な会話もほとんどできない」と回答した学生も2名いたが、回答者数が最も多い12名であったのが「簡単な会話であれば、とても苦勞するが、どうにかできる」と回答した12名であった。

その一方で、交流研修参加のために、「いつも以上に英語の勉強に取り組んだ」学生は3名しかおらず、「特別の勉強はしていない」学生が5名、「出発までにしっかり勉強するつもりだ」と回答した学生が7名、「特別に勉強する予定はない」と回答した学生も3名いた。英語の運用に自信を持っているとは思えない学生たちは、仕事上英語力が必要だと考え、マウイ交流研修に積極的に取り組もうと思っているが、教員から参加者に事前に課される課題の他に特別な準備をしているわけではない、こうした学生像が浮かび上がる。

こうした学生はマウイ交流研修に参加した後、その成果をどのように考えているのだろうか。帰国後に実施したアンケート結果を見てみよう。まずマウイ交流研修全体については、17名が「おおいに満足した」と回答し、1名が「まあまあ満足した」と回答している。不満は一人もおらず、

満足度が高いことが分かる。第2日目の交流授業については、「最後には英会話に慣れることができた」と回答した学生が11名と最多であった。

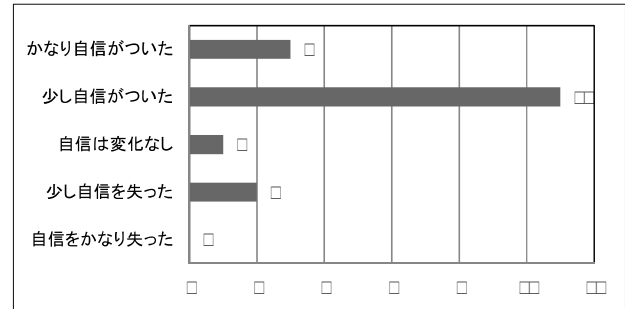


図2 英語への自信

また、英会話への自信について、「英会話への自信を少し失った」学生も2名、「英会話への自信は旅行前と変わらない」学生も1名いるが、「英会話に少し自信をつけることができた」学生11名、「英会話にかなり自信をつけることができた」学生3名であり、英会話に自信を持つようになった学生が大半を占めている。

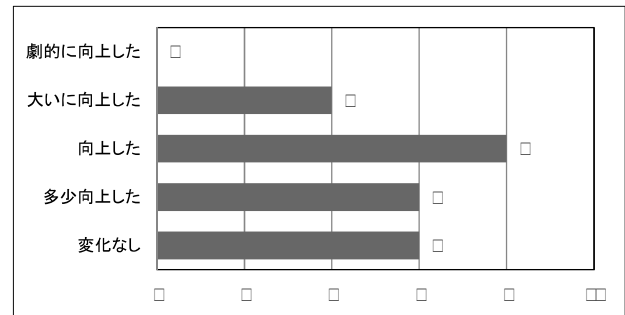


図3 英語力の向上

自らの英語力については、「劇的に向上した」または「変化がない」と回答した学生はおらず、「多少とも向上した」6名、「向上した」8名、「おおいに向上した」4名と、自信とともに英語力も向上したと回答している学生が大半であった。さらに、「これまで以上に、おおいに英語学習に取り組みたい」と答えた学生が13名、「これまで以上に、英語学習に取り組みたい」と考える学生が4名であった。英語学習への動機は、たとえ一時的にしる、圧倒的に高まっていると判断してよいと思われる。

4.2 交流研修プログラムの成果の内実

上述のアンケート結果によると、参加した学生の多くが自分の英語力に自信を持つとともに、英語力が向上したと考えている。この結果をさらに検証するために、参加した18名の学生のうち、どのような学生にとってより効果が大きかったのかを分析する。これにより、本研修プログラムの課題を明らかにし、どのように改善していけばさらに効果を上げることができるかを検討する。

その際、今回実施したアンケートの内容から、二つの観点からの比較が可能である。一つは学生の英語力の高低、すなわちより英語力を有している学生とそうではない学生とでは成果に違いがあったか、という比較である。二つ目の観点は、オーラル・コミュニケーションⅡを受講しているかどうかである。研修に参加した18名の学生のうち、オーラル・コミュニケーションⅡを受講している学生は10名、受講していない学生は8名であった。これらの学生間で研修の成果を比較する。

参加した学生の英語力の客観的データとして、研修旅行の前年度、すなわち3年次の後期に受検した、全校統一TOEIC Bridgeの結果がある。それによると参加者18名の平均点は124.9点であった。ここでは学生の英語力について、TOEIC Bridgeのスコアが120未満の学生7名を「下位」、120以上130未満の学生5名を「中位」、130以上の学生6名を「上位」とし、各群の学生の研修の成果を比較したい。なお、オーラル・コミュニケーションⅡは選択科目のため、受講者はもともと他の学生より英語力が高い可能性が考えられるが、18名のうちオーラル・コミュニケーションⅡを受講している学生の平均点は126.2点、受講していない学生は123.3点と、その差はわずかであり、オーラル・コミュニケーションⅡを受講している学生の英語力が、そうでない学生と比べて著しく高いわけではないことを確認しておきたい。

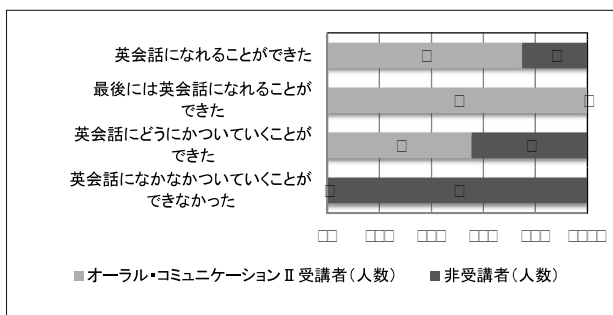


図4 交流授業を通した英会話への適応

アンケートについて、まず第2日目の交流授業を通して、どの程度英会話に適応できたかを問うた項目の回答結果を図4に示す。それぞれの回答選択肢について、オーラル・コミュニケーションⅡの受講者と非受講者の占める割合を見ると、英会話への適応度が高い項目においては、オーラル・コミュニケーションⅡの受講者の比率が高くなっている。逆に、適応度の低い項目はオーラル・コミュニケーションⅡを受講していない学生が多くを占めており、特に「英会話になかなかついていくことができなかった」と回答した学生3名は全員がオーラル・コミュニケーションⅡ非受講者であった。この3名の英語力は、中位群の学生2名、下位群の学生1名であり、もともとの英語力は平均的な学生も含まれている。以上から、交流授業における学習効果

は、必ずしもTOEIC Bridgeで評価される英語力のみで決まるものではなく、授業でスピーキングやリスニングの機会を多く提供しているオーラル・コミュニケーションⅡの受講者の方が、非受講者と比べて、ネイティブとの会話に適応力があつたという傾向が示唆される。

また、英会話への自信について、先ほど見たように、「英会話に少し自信をつけることができた」学生が11名、「英会話にかなり自信をつけることができた」学生が4名となっており、英会話に自信を持つようになった学生が大半を占めている。このうち「かなり自信をつけることができた」学生4名は、英語力下位群の学生1名、上位群の学生3名であったが、4名ともにオーラル・コミュニケーションⅡの受講者であった。また、「英会話への自信を少し失った」学生2名、「英会話への自信は旅行前と変わらない」学生1名の英語力は上位1名、中位1名、下位1名とばらつきがあつたが、すべてオーラル・コミュニケーションⅡを受講していない学生であった。以上のことから、英会話への自身の高まりについては、もともとの英語力の高低よりも、オーラル・コミュニケーションⅡを受講しているかどうかの方が強く関係していることが示唆される。

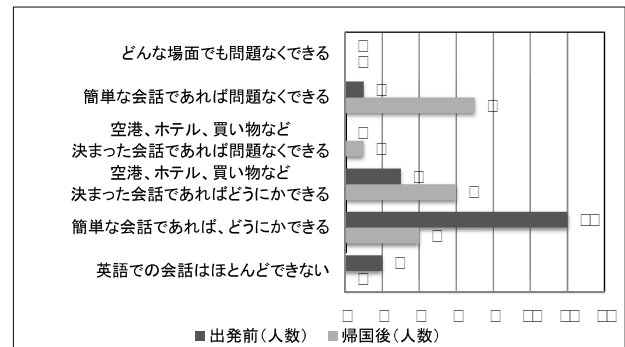


図5 英語運用力の変化

では、具体的な英語の運用場面を想定した質問ではどうであろうか。帰国後に、交流研修への出発前と同じ質問に回答してもらったところ、「ネイティブ・スピーカーとの簡単な会話であれば、問題なくできる」と答えていた学生は、出発前には1名しかいなかったが、帰国後には7名に増えている。この7名のうち、5名がオーラル・コミュニケーションⅡを受講している学生であり、英語力下位群1名、中位群2名、上位群4名であった。また、オーラル・コミュニケーションⅡを受講していない2名は、英語力上位群1名、中位群1名であった。全体として英語力上位群の学生が多くを占めていることから考えると、もともとの英語力が高い学生の方が、より多様なシチュエーションでの英語運用力を身につける傾向があると言える。その一方、英語力中位群、下位群の学生に着目すると、オーラル・コミュニケーションⅡを受講した学生は英語力中位群のみならず、下位群にも「簡単な会話であれば、問題なくできる」レベルに到達したと考えている学生がいた。このことから、

オーラル・コミュニケーションⅡの授業により、さらに幅広い層の学生の英語運用力を向上させることができたと考えられる。また「とても苦勞するが、簡単な会話であれば、どうにかできる」と答えていたのは、出発前には7名であったが、帰国後には4名に減少している。

次に、「これまでの英語の学習方法」についての回答を見てみると、「かなり役に立ったと思う」と回答した学生は5名、「少しは役に立ったと思う」と回答した学生が7名であるのに対して、「役に立たなかったと思う」と回答した学生は6名であった。「これまでの英語の学習方法」という質問文の表現により、呉高専での学習のみならず、中学校や、学生によってはさらにそれ以前の時期、さらには学校外での英語学習体験が評価の対象となるが、興味深いことに「役に立たなかったと思う」と回答した学生はすべて、オーラル・コミュニケーションⅡを受講していない学生であった。一方、オーラル・コミュニケーションⅡを受講し、マウイ交流研修旅行に参加した学生10名について見ると、5名は、これまでの英語の学習方法が「役に立った」、残る5名は「少しは役に立った」と考えている。言い換えれば、オーラル・コミュニケーションⅡの受講者は、全員がこれまでの英語の学習方法を一定程度以上に肯定的に評価しているのである。先に述べたように、オーラル・コミュニケーションⅡの受講者と非受講者との TOEIC Bridge の平均点の間には、顕著と言えるほどの違いは見られない。この点を考え合わせると、今回の調査で得られたデータから考えられる範囲においては、オーラル・コミュニケーションⅡの受講の有無が「これまでの学習方法」の評価に影響した可能性がある。

考察が単年度の研修参加者という限られたサンプル数のデータに基づかざるを得ないため、断定的な結論を得ることは難しいが、以上のことからある程度の傾向を読み取ることができるのではないだろうか。すなわち、マウイ交流研修による英語力の変化には、もともとの英語力の高低よりも、オーラル・コミュニケーションⅡを受講しているかどうかにより大きく影響していると推測される。このことから、マウイ交流研修における英語学習をより効果的にするためには、オーラル・コミュニケーションⅡを受講した上で交流研修に参加させること、そしてオーラル・コミュニケーションⅡでの学習内容を吟味し改善を重ねることが重要であると考えられる。この点をさらに検討するために、オーラル・コミュニケーションⅡの授業内容を一瞥したい。

§5 オーラル・コミュニケーションⅡの授業との関連

5.1 オーラル・コミュニケーションⅡの内容

オーラル・コミュニケーションⅡは、本校の4年生選択

科目として開講されている科目である。授業は週2時間、通年で実施される。内容は大きく2つに分かれ、1つは本校の学生同士で行う活動、もう1つは UHMC の日本語クラスの学生との Skype による交流授業である。

前者の本校の学生同士で行う活動は、まずテキストを用いた演習が基本となる。会話で用いられる基本表現の習得、表現の幅を増やすための単語学習、置き換えによるパターン練習、これらの内容を応用した会話作文練習を行う。この中にはリスニング練習や、基本表現の暗唱課題も含まれる。これらの内容は後述の Skype を用いた交流授業で応用される。

これに加えて、学期の節目や行事の後などに行うスピーチや、UHMC の学生向けの呉高専紹介ビデオ作製といった、学生が能動的に英語で情報を発信するような活動を行っている。

一方、後者の UHMC の日本語クラスの学生との交流授業では、インターネットを用いたビデオ会話サービスである Skype を使用して、お互いが学習している言語での会話練習を行う。

1 回の Skype セッションの中で、英語と日本語双方での会話練習を行う。事前に UHMC と呉高専の担当教員が、英語および日本語それぞれの会話の際のトピックを協議し、学生にその内容を周知する。このトピックは、前述のテキスト演習の内容と関連したものを選んでいる。そのため、Skype セッションでは演習で学んだ表現を応用して、トピックに関する情報をパートナーの学生に質問し、聞き取る。聞き取った内容を配布しているプリントにまとめ、セッション終了後に提出する。

Skype を用いた英語学習は、英会話スクールなどでも事業展開されており、相当程度一般的なものとなっている。しかし、オーラル・コミュニケーションⅡでの交流授業は、英語を学ぶ呉高専の学生の学習を、英語のネイティブ・スピーカーである UHMC の学生が手伝い、日本語を学ぶ UHMC の学生の学習を、日本語のネイティブ・スピーカーである呉高専の学生が手伝うという、互いの言語学習を助け合う構造となっている。この相互協力の精神のもとに交流授業が実施されている点が特徴的と言えよう。

Skype を利用した交流授業は、UHMC と本校との学期開始・終了時期の違いなどの理由から、年間を通して数回の実施となっている。2011 年度は合計で5回行われた。そのため、オーラル・コミュニケーションⅡの授業全体としては、本校の学生同士で行う活動が大半を占める。

5.2 アンケート結果との関連

上記の授業内容を踏まえ、マウイ交流研修参加者の「これまでの英語の学習方法」についてのアンケート結果を検討してみたい。先に述べたように、このアンケート項目では、オーラル・コミュニケーションⅡを受講していた学生

は、全員がこれまでの英語の学習方法が役に立ったと回答しており、非受講者の回答とは対照的な結果となった。このことから、学生の回答内容に影響を与えた要因の一つに、オーラル・コミュニケーションⅡの受講体験が含まれている可能性が提示された。なお、この授業の履修は学生の自主的な選択によるものであり、2011年度は受講希望者数が定員を上回ることにはなかつたため、成績などによる選別は一切行われていない。

では、オーラル・コミュニケーションⅡの授業内容のうち、上記のアンケート項目への回答に影響を与える要素として考えられるものは何だろうか。その手がかりの一つとして、オーラル・コミュニケーションⅡの受講生へのアンケートがある。オーラル・コミュニケーションⅡの年度最後の授業において、受講生に授業の感想を聞くアンケートを実施したが、その中に「他の英語の授業と比べて、リスニングやスピーチが多くて実用的な英語を学ぶことができたと思う。そのおかげで日常会話や簡単な質問ぐらいならある程度自信を持ってすることができるようになった。」といった回答があった。この回答を寄せた受講生は、授業中に英語を話し聞く機会が多く与えられたことで、英語でのコミュニケーションに対する自信が高まったと感じていることが読み取れる。他にも、英語を話す、聞く機会が多く提供されたことを肯定的に評価する回答が複数見られた。前述のとおり、オーラル・コミュニケーションⅡの授業においては、会話に用いられる表現の習得、および学生自身が様々な活動を通じて能動的に英語を用いる機会を与えることに重きが置かれた。実際、この点は他の英語科目授業と比較して特徴的であり、非受講者の学習体験との違いを生み出す要素の一つと考えられる。このことから、オーラル・コミュニケーションⅡを受講したことによるリスニング・スピーキング経験の増加が、受講生の「これまでの英語の学習方法」に肯定的な評価を感じる要因になった可能性が考えられる。

その一方で、これらの活動の過程で、受講生は当然ながらそれまでの他の英語関連科目で学んだ語彙や、文法知識を用いることになる。実際に、授業の演習の中で、既習の文法事項を取り上げて整理し、応用する場面もあった。よって、オーラル・コミュニケーションⅡの受講体験を通して、それ以前の英語の学習内容や学習方法についても、受講生の中で捉え直しが行われたものと推察される。

以上の点に鑑みて、限定的なデータに基づく検討という制約の中ではあるが、アンケートの結果を次のように解釈することが可能と思われる。オーラル・コミュニケーションⅡの受講生にとって、高専での教育内容を含む、それまでの英語学習にはそもそも一定の意義があったが、そこで学んだ内容を実際に使う機会が少なく、自分が英語を身につけていることを実感する場が少なかった。しかし、オーラル・コミュニケーションⅡの授業において、実際に英語

を使い、練習する機会をそれまでに比して多く得たことによって、これまでの学習の意義を再認識したのではないか。その意識の変化が、オーラル・コミュニケーションⅡの受講生とその他の学生とのアンケート結果の違いに反映されたものと考えられる。

§6 あとがき

マウイ交流研修プログラムは、英語力に自信がない学生にも、多少自信がある学生にも、無理なく少しずつ英語に慣れる機会を提供することが意図されている。他の類似する語学研修プログラムと比べて、このマウイ交流研修プログラムがすぐれた効果を達成しているかどうかは、このアンケート結果だけから判断することはできない。しかし、参加した学生の大半が、この研修旅行に参加することで、自分の英語力に自信をつけ、英語力が向上したと考えている。また出発前と比べて、帰国後は英語学習への動機を高めている。

興味深いのは、オーラル・コミュニケーションⅡを受講している学生の方が、受講していない学生と比べて、それまでの英語学習に効果があると考えていることである。実際に英会話に自信を持つようになり、具体的な英語運用力が向上したと考えるようになったのも、オーラル・コミュニケーションⅡの受講生であった。ここから、オーラル・コミュニケーションⅡでの学習とマウイ交流研修プログラムを結び付けることによって、さらなる英語学習の効果を高めることができると予想される。

今後の課題として、オーラル・コミュニケーションⅡの授業のどのような活動が英語力の伸長に有効であったと受講生が感じているのかという点について、より詳細な検討を行っていきたい。その分析により、海外交流研修と英語授業とのさらに効果的な連携をはかることが可能となるであろう。

参考文献

- 1) 能登原祥之, 石井淳二, 田邊達雄, 川尻武信, 周藤剛士, 岡中正三. Eメールを利用した国際交流授業の実践, 工学教育, 46(3), pp.44-47, 2000.
- 2) 田邊達雄, 石井淳二, 川尻武信, 能登原祥之, 岡中正三, 長町三生, 知的マルチメディアの語学教育への応用—Eメールを使用したハワイ大学マウイ校(MCC)との国際交流, 教育システム情報学会誌, 16(2), pp.99-104, 1999.

追記

本稿は日本文芸学会春季大会（大阪産業大学梅田サテライトキャンパス、平成二十四年六月十七日）での発表用原稿をもとに作成した。会場の方々の貴重なご意見に深謝したい。

- (14) 『蜜のあはれ』(室生犀星)、『国文学 解釈と鑑賞』五四卷四号、平一・四・一)七八頁。
- (15) 前掲「室生犀星『蜜のあはれ』論」四三、四六頁。
- (16) 一色誠子『蜜のあはれ』論—錯綜するイメージと作家の内部—、『日本文学研究』二七号(梅光女学院大学日本文学会)、平三・十一・一)一八二頁。
- (17) 前掲「室生犀星『蜜のあはれ』論 イメージの源泉—女ひとを探究しつづけた眼」一五〇頁。
- (18) 前掲「欠落する身体の言語空間—室生犀星『蜜のあはれ』試論—」五六頁。
- (19) 前掲「室生犀星『蜜のあはれ』論」四六頁。
- (20) 前掲「欠落する身体の言語空間—室生犀星『蜜のあはれ』試論—」六八〜六九頁。
- (21) 「室生犀星の自己言及小説—『蜜のあはれ』の方法—」(『いわき明星大学 人文学部研究紀要』二四号、平二十三・三・三十一)二四頁。
- (22) 『昨日いらつしつて下さい』『蜜のあはれ』を読む(『室生犀星研究』一五輯、平九・六・一)五八頁。なお「受話器のそばで」は『続随筆女ひと』(新潮社、昭三十一・三)収録の「女をみなこのための最後の詩集」のなかに載り、『昨日いらつしつて下さい』に再録されている。
- (23) 「赤い風船」は平成二十一年に同じ監督の短編映画「白い馬」と併せDVD化された(アスミック発売、角川エンタテインメント発売、ACBF-10687)。
- (24) 前掲「室生犀星の自己言及小説—『蜜のあはれ』の方法—」一八頁。
- (25) 田村ゆり子が川に消え、金魚の赤子が水に生き、外出時に水筒を手放さないでいたように、「蜜のあはれ」には水のイメージが顕著である。ちなみに一色誠子は「いうれい」と金魚が「現世と他界の通り道」となる「水」を介して「彼の世とこの世を自由に行き来のできる存在」だったとしていた(一七七〜一七八頁)。また桐生祐三子は第四章の標題にもみられる「橋」に着目し、そこに「生と死をむすぶ」「死へとつづく」ものとしての意味が内包されるとした(一四〇〜一四一、一四五頁)。
- (26) 前掲「室生犀星『蜜のあはれ』論」三〇頁。
- (27) 前掲「蜜のあはれ」(室生犀星)七五頁。
- (28) 前掲「室生犀星の自己言及小説—『蜜のあはれ』の方法—」二〇〜二二頁。
- (29) 高瀬真理子「魚のモチーフに見る犀星の性意識—『蜜のあはれ』から『鮎の子』へ—」(『室生犀星研究』二〇輯、平二二・六・一)五三頁。

界の要諦なのである。

かような生を自覚して貫こうとする執念、あるいは死者となつてまで生きていた「証拠」を求めて現われるこの世への情念が、この奇想小説の主調なのである。以上述べたような生命万般に通ずる真実を語っているがゆえに、「蜜のあはれ」の感銘は深い。今日も室生犀星の代表作としてこの小説が読まれ続ける理由も、そこに存するのだと考えられる。

註

- (1) 「まばゆい感覚の世界 文芸時評(中)」『東京新聞』夕刊、昭和三十四・三・二十七 八面。
- (2) 「室生犀星著 蜜のあはれ 叙情詩人の本質」『日本読書新聞』一〇二七号、昭和三十四・十一・九 三面。
- (3) 「室生犀星著 蜜のあはれ 老作家と金魚の対話」『週刊読書人』三〇三号、昭和三十四・十二・七 三面。
- (4) 無署名「女の悲しさを追求 室生犀星著『蜜のあはれ』」『朝日新聞』昭和三十四・十・十八 一六面。
- (5) 「室生犀星著 蜜のあはれ 詩人の晩年の美学」『図書新聞』五二四号、昭和三十四・十・二十四 五面。
- (6) 「室生犀星論―生の文学―」『文学界』一四卷四号、昭三十五・四・一 一四五、一四七頁。
- (7) 「現代名作選 室生犀星『蜜のあはれ』」『ミセス』一八六号、昭四十九・十一・七 二二三頁。
- (8) 昭和十三年十一月に脳溢血で倒れ、その後二十年間病臥していた犀星の妻・とみ子は、昭和三十四年十月に死去している。犀星には昭和二十九、三十年に胃潰瘍の治療(入院、通院)経験があった。
- (9) 「欠落する身体の言語空間―室生犀星『蜜のあはれ』試論―」『近代文学試論』四五号、平十九・十二・二十五 六四頁。
- (10) 「室生犀星『蜜のあはれ』論 イメージの源泉―女ひとを探究しつづけた眼」『福岡大学日本語日本文学』六号、平八・十一・二十三 一四七頁。
- (11) 前掲「欠落する身体の言語空間―室生犀星『蜜のあはれ』試論―」六〇頁。
- (12) 前掲「室生犀星『蜜のあはれ』論 イメージの源泉―女ひとを探究しつづけた眼」一四六頁。
- (13) 「室生犀星『蜜のあはれ』論」『室生犀星研究』一五輯、平九・六・一 三八、四〇頁。なお戸塚は金魚達のためにバ―で少女が「生命維持に不可欠」な「塩」の不足とその要求をする場面にも着目し、塩もまた生命力の衰えを示す鍵語の一つとしていた。

燃えながら死を遂げる」場面を「蜜のあはれ」の末尾に想定したと記していた。この叙述に対しては「性の燃焼—生の燃焼のドラマは行きづまった」⁽²⁹⁾との意見もみられるが、たとえば志賀直哉「小僧の神様」(『白樺』大九・一)のラストシーンが「擱筆する」としながら記されることで、かえって読者に印象強い場面を惹起させたごとく、われわれが金魚の赤子の生命が燃え尽きる映像を、空想裡に鑑賞することは可能だと思われる。

ちなみに、以下の室生犀星による詩「燃えるさかな」(『三愛会誌』昭三十四・十)は、「蜜のあはれ」のそれとは別様の「後記」ともなり得るものであるう。

燃えながら 燃え切つて

遠くで死ぬのは

さかなでも朱いおさかななのね

毎夜 うみのはての方に

もえながら落下してゆくのが見える

何万というさかなが燃えて落ちる

生きてゐるあいだに

燃えられるだけ 燃えてゐたけれど

それは何にもならなかつたか知ら

最期まで燃えてはゐたけれど

その生命を「燃え切つて」失う金魚の姿は、上山の、そして犀星の理想とした死の実相の、いわば「仮象」といえよう。この詩にある「何万というさかなが燃えて落ちる」は、「赤い風船」での、しぼんでしまった風船とおそらく冥通し呼応した様々な風船たちが集い、少年と一緒に空へ飛翔していった最終場面のイメージとも通じているようである。ただし「落下」は燃えながらやがて燃え尽きる「不死身の火」の動態なのであり、われわれはそこから生の充実の様相を見出さなくてはならない。

さて、奇想の文体により「現実の生活でありながら、現実を超越した別の次元の世界」(円地文子)を幻想的に描く文学とみなされてきた「蜜のあはれ」だが、その実質は、死を意識しながらもなお生命を高揚させ、齢を重ねると共にいのちは下降してゆくものでなく、あくまで燃え尽きるまで上昇してゆこうとするものだ、という生の実感を伴った生命への讃仰にある。「いうれい」となってもなお「人を好く」ことをやめない、死者の生(性)への執念すら描出した、この小説の本質的モチーフはそこにあるといえる。こうした讃仰は、死を約束されているがゆえに、より切実に「あはれ」なものとして表出される。有限だからこそ「あはれ」なわが生命をいとおしみ、より燃え上からそうと願う様相こそが、「蜜のあはれ」が描く世

人間であれ、金魚のような小さな生きものであれ、生命あるものは自らのそれを燃やすことで生そのものを充実させ、生を強く実感するものなのではないか。「お化けさんがおさまの隙間を見つけて、所と時間を構はずにおはいりになる」状況も、金魚の赤子の「も一度化けてもいいからお逢ひしたい」との思念が招来したものとすら考えられる。そうして自発的に赤子がゆり子を追うなどしたのも、死期をさとっていたこの金魚が、「いうれい」たちと会い、彼女達らの現世への思い（恋心）を知ることによって、自身の生命をより切実に生かし、より充実したものにへと高揚させようとしたゆえなのであろう。

ちなみに、上山は「後記 炎の金魚」の終わりに、竹山道雄の「われわれの生命は」宇宙の中ではさながらそこを飛んでゆく「一つの火花」のようなものだとの言葉を引き、自分もそこから「一つの不死身の火を感じた」と記していた。ここにいう「不死身の火」はこの世の個々の小さな生命のそれであり、生の尊厳そのものでもあるだろう。一匹の金魚を「仮象」として、上山はそこに自己の、ひいては生あるもの達に通底する、燃えるいのちの尊厳を見ていたのであつたか。

室生犀星の長年にわたる表現法の変遷から、「蜜のあはれ」の方法は生まれていた。会話体の詩、「洞庭のひよどり」での「ひよつぺえ」と主人公との対話、さらには『昨日いらつしつて下さい』にみられ

た女性言葉の頻用による詩語の試みが、「蜜のあはれ」に流入して、この特殊な表現形式が構想されたと考えられた。

さらには映画「赤い風船」の無言の風船の心から、そこに「蟠つて」いる「高度の愛情」をみて「いろいろな言葉を拾」おうとした結果、「印刷の上の映画」が創出されたのもあつた。赤い風船は、少年の愛情によって「息を吹きこ」まれ、生きた命を有した。金魚の赤子も上山の愛情により、いきいきとした若い女性の姿へと「化け」られた。死を前にしてなお老作家への愛情に生命を燃やす金魚は、その力で、すでに死んだ女性たちが「生きてゐ」た「証拠」を求めて現出させた「いうれい」との冥通をなしたのであつた。

金魚の赤子の霊能力は、限られた生命を「人を好くといふこと」に燃やすという、自身の「燃え」て生きる姿勢から生じたものであつたろう。「燃え」て生きることと、性の威力に「茫然自失」となることは同根である。性を思う老作家も、命を燃やす金魚も、その生の終末をもちや身近なものとしている。しかし、彼らはなおも「生きてゐる証拠」としての愛 \parallel 性にこだわり、赤子は死を前にしていればこそ、産卵によって愛情の結晶を残そうとする。生の終末 \parallel 夕焼けに燃えながら向かい、なおも生命を燃え尽きさせようという金魚の姿に、老作家はわがいのちの実感を重ねてもいるわけなのであつた。

上山は後記で、「一尾のさかなが水平線に落下しながらも燃え、

いった。そうした様相をもって上山は「少し変になつてゐる」と赤子を評したと考えられるのである。

田村ゆり子や京都で死んだ「いうれい」とこの金魚が会う場面は、もともと上山の想念がそれを「仮象」とみなして「創造」した場面ともみなし得るが、そこで金魚の赤子の冥通力は上山の想像力から逸脱し、幽霊たちの心の秘密の聴聞役となり、彼女達を上山に近づけようとし、会わずまいとするようになつてゆく。田村ゆり子を上山に会わせることに拘るのは、愛情を知つて間もなく末期が迫つたこの金魚自身の「も一度化けてもいいからお逢ひしたい」気持ちが高まつたためであろう。ゆり子の霊は、もう一人の「いうれい」と異なつて消極的にかふるまえない。そんな彼女への共感が、上山の意思を超えた行動として発現されたのを、老作家から「少し変になつてゐる」と評されていたと考えられる。

そこからは、死んでなお「生きてゐ」た「証拠」としての「生々した」恋情、すなわち生(性)へのこだわりにとらわれたゆり子の靈魂を、今自分の住む「燃えてゐる」生命の世界に少しでも留めておこうとする赤子の情念すら見出されよう。もとは上山の幻影でもあり、近く冥界の者となるこの金魚には、死が迫つたことで「いうれい」達の恋情の「あはれ」とも冥通する力が備つたのだ。あるいは死期が近くなつてゆくことでそうした力を、上山の想像力を超えるかたちでよりつよく発現させていったわけなのである。

五 おわりに

「蜜のあはれ」は、主に以下のようなことを表現しようとしたものではなかつたらうか。すなわち、もとは老作家の創造物で、制御は可能と思われた金魚に、そこから逸脱する能力、とりわけ末期を控えた者が持つそれとしての冥通力が備わつていったこと。そうして生命の充実は、その死をいよいよ意識する時期まで生きて来た者であっても、「茫然自失」となるほどの強い性の威力を体感するかたちで得られ、そこにこそ「生きてゐる証拠」が存するという事実。その事実は長く老作家を思い続けて来た女性達の「いうれい」の描写からも見出せるということである。

なおこの小説は「メタ・フィクション」とも呼びうる性格を有する。上山が金魚との対話を通して自己の思念を物語つては「息を吹ききこ」み続けたことで、金魚の赤子は不思議な「神通自在」力を身に体した。しかし、金魚が限られた自己の生命を自覚して老作家への恋に燃えようとし、迫る死を暗示する存在でもある「いうれい」達を冥界から引き寄せて、現世に残して来た恋の未練を語らせるところでは、上山の意図を離れて自由にふるまえるほどの、赤子自身の明らかに主体的な行為が描かれるようになっていた。そこにこの小説の特性が存している。

歌舞伎俳優に手紙を書き送っていた雑誌の編集者「海棠夫人」の話
題がみられたのに、上山は忘れていた。要するに金魚の赤子には、
「蜜のあはれ」第一章以前から、彼の知らないところで他者と交際
できる能力を身につけていたのだ。

海棠夫人が俳優に書いた手紙の話を上山は知らなかったが、夫人
の記した「人を好くといふことは愉しいことでございます」を赤子
が上山に復唱させた場面は、すでに自己の意志で老作家のそれを動
かせるようになっていたことを示す。つまり、赤子は上山の意思に
より「息を吹きこ」まれながら、時にそこから自由に逸脱できる存
在だったと考えられる。

金魚の赤子は、第四章の終わりになって田村ゆり子を上山に無理
にでも会わせようとし、会おうとしない彼に対して「明日から何もこ
用事聞いてあげないから」と反発心すら示す。そうして田村ゆり子
の呼ぶ声を聞き（上山には聞えていない）、そちらに向かおうとする
赤子に「きみはすっかり何かに捲き込まれてゐるね、少し変になつ
てゐる。」また「きみは何時でも、そんな話ばかり見附けてゐるんだ
ね、僕よか余程へんなどを沢山に持つてゐる」という風に声を
掛けていた。このように赤子のゆり子への共感がより増して「少し
変になつて」ゆくのは、おそらくこの金魚が上山を離れて、「何か」
すなわち死の世界に自ら近寄りつつあったからだと思われる。老作
家・上山がゆり子と会いたがらないのも、やがては逃れられぬ死に

「捲き込まれ」まいとする心ゆえだと考えられよう。

金魚の赤子が「をぢさまは、お年だから間もなく死ぬでせう」と
第三章で言う頃、すでに彼女も寒気に震えて死を意識しないではい
られなくなっていた。第二章で赤子が田村ゆり子と出会う場面から、
彼女は死の世界に親しみ始めたが、そこには前章で愛を得た（知っ
た）その日に、死を意識し（怖れ）始めたこととの連関があるう。
愛から得た歓喜は、己が死による恋人との別れを想起させもする。
こうした不安は、そのまま身に迫る生命の喪失を意識させてゆく。
赤子のかような情態が、死者と「面会」するための伏線にもなつて
いたと解せよう。

なお、ゆり子がつい上山の家まで来てしまうのも、年齢的に死と
親しみ始めた老作家に末期が迫っていることを暗示させているであ
ろう。赤子は京都で死んだ女の幽霊が直接上山の家まで会いに来た
のを拒絶していたが、このことは上山の意思を飛びこえ、赤子の感
情により判断された。そこには死への誘いを上山の意志に代わって
拒否する行為も含意されていたのではなかつたらうか。

しかし冬となって死が迫った赤子は、まだ死期の迫らぬ上山に反
発し、自らそこに「捲き込まれ」に行くようにゆり子を追う。つま
り、目前に迫った死の運命から逃れられない金魚は、老作家の「創
作力」による制御を離れて、自発的に（あるいは無意識裡に）上山
よりも先がけてゆり子と彼女の属している冥界への親近度を増して

は金魚との対話も「上山のモノログでしかない」と解釈した鳥居邦朗⁽²⁷⁾の論があったように、金魚はもともと上山の分身的形象として創造されたものだと考えられる。実際上山は「きみの言葉を僕がつくることによつてきみを人間なみに扱へるだけ」(一章)と話しており、赤子自身も田村ゆり子に対し、自分が「をぢさまが小説の中で化けて見せて」いる存在で「それををぢさまが色々考へて息を吹きこんで」(三章)いるのだと話していた。

しかし幽霊の田村ゆり子が「街の袋小路の行停まり」から消えた事件(二章)について、上山が「あの時は僕ときみとが半分づつ作り合はせて見てみた」から「すぐ行方不明」になったとし、「きみが(中略)田村ゆり子のことを、考へながら歩いて、遂々、本物に作り上げてしまったのだ」(四章)と話すところは興味深い。

こうした叙述を関連づけた読み方に、金魚が次第に上山の「創作力を身に付け」、彼の「支配から逃れ」て「その虚構世界において主体的な立場に立つ」ようになったとの、能地論文⁽²⁸⁾の見解がある。つまりは上山の専有物だった「創作力」が、いつしか彼の想念が創りだした幻影である赤子にも操れるようになったということである。具体的には、上山の記憶の共有のみならず、彼の意志とは別に「いうれい」と接して会話をし、その秘密を聞きとる能力を持ったことを指すだろう。

とはいえ能地がこの小説の「虚構世界」から上山が、金魚により

「排除されてしまった」とする意見には同意しがたい。金魚の赤子が話をした「いうれい」達はいずれも上山と交際した女性に限られていたし、赤子は上山の記憶を共有していたから、この金魚は彼の死者との再会願望を代行するべく、「創造」されていた存在だったとも考えられるからである。

上山は後記で「或る一少女を作りあげ」、それに「いろいろな人間をとらへて来て面接させた」と述べていた。田村ゆり子ともう一人の幽霊を金魚の赤子と「面接」させたのは、「僕にはいろんな女でも、人でも、何時でもふらふら出会はしてゐる」と語っていた上山自身であり、そこで「創造力」が「排除」されていたとは考えがたい。

上山の言う「死んでゐても、まだ嘘をついてゐるかも知れないさ。嘘ほど面白いものはない。」(四章)といった言葉は、虚構の世界から「排除」され、主体性を奪われた者から発せられたものとは思われない。あるいは、上山は早世したゆり子らを哀惜する余り、彼を慕い続ける「いうれい」を、金魚と「面会」させるといふ「嘘」(創造力)によつて、それらの存在をこの世に残しておこうとした——と推察することも不可能ではない。上山はやはり、赤子に「息を吹きこ」み続けていたのではなかったらうか。

ただし、上山が「いうれい」と会う赤子に、「凡そ人間のうちで誰も知つてゐない筈だ」と言っていた折に、「金魚の問屋のお爺ちゃん」の存在は念頭になかった。ほかに第一章で「あたいの友達」の、

感情的になり、「だからその訳をいつてゆつくり一度はあやまつて見たいと、そればかり考へて、うかがつて見た」が「やはり来るんぢやなかつた」等と話す女性の「いうれい」と打ち解けようとはしない。そのうえ赤子は「二度といらつしやらないでよ」「一遍、男を振つて置いて、自分で逢ひたい時には化けて出るなんて」と言つて女性を追いやるように去らせていたのである。

この「いうれい」が登場する前、かつて娼婦だった女性が上山の許を訪れていたが、そのことはうやむやにして彼は「情痴の世界はその日ぐらしい」とうそぶいていた。そんな彼にも「いうれい」の話しは聞えており、その女性の来宅に気づいて「どんな顔をしてゐるか見たかつたね、四十五年も会はない人なんだ。」と赤子に言う。そして「あの頃」の上山は「とても、正気の娘さんではつきあつてくれない男」でしかなかったのだと過去を懐かしむ。「をぢさまを振つた女だと思ふと、無性にかつと」して「会はせてやるものか」と「気が苛立つ」た赤子ほどには、上山は怒つていなかったわけである。

そこからは上山と赤子の、この「いうれい」に対する感情の行き違ひが見出せるが、赤子はこの幽霊が上山の手紙を待ち、今も「まだあの方がわたくしに残していらつしやるもの」があるうかどの思ひを持ち続け「訳をいつてゆつくり一度はあやま」るつもりでいたことを明かす。この女性は上山と別の男性との三角関係に悩んでい

たようだが、大正初期には経済力のなかつた上山を捨てた。彼と会つた二日後に結婚して日本を離れ、五年程して男と別れたのち京都の病院で亡くなつたようである。長らくこの女性の許に上山の手紙が送られていたことから、上山が本気で愛し、破恋した相手なのは疑い得ない。

このようにみてみると、田村ゆり子も前述した女性も、共通して別の男性の存在を上山に隠しながら交際し、上山を選ばずに暮らしたその男たちとは添い遂げられずに、若くして亡くなつた者であることが知られる。後悔と未練の念が自らを「いうれい」にして現世に登場させるに至つたものようである。上山も彼女たちを長く哀惜していたに違ひない。金魚の赤子は、彼女たちへの対応は異なつていたにせよ、それぞれの直接上山には話せなかつた事実とその想いを受けとめる聴聞役となつていたのであつた。

ところで、上山は赤子に対し「きみを何とか小説にかいて見たい」、しかしそれでは「オトギバナシになつて了ひさうだ」と話していた。こうした記述から、戸塚隆子の指摘した通り、「蜜のあはれ」のストーリー²⁶から「メタ・フィクション」という面を見出すことが可能となる。同作の構造には、上山が自ら金魚の「言葉を拾ひ」、そこから赤子という「少女」を「作りあげ」ていったという小説の創作過程が組み込まれていたわけなのである。

かねて金魚を「作中の老小説家上山が作り出した幻想」とし、実

一つは上山の知らない男とのいきさつ故と考えられる。上山にもゆり子を異性として意識していた面があったはずである。ゆり子は男に「騙され」ながらも上山と交際し、それでも男の許を去れずにいたものようである。やがて亡くなってからも上山を「わすれないでゐ」ることにとらわれ、それを伝えたいがために彼のいる場所まで現れて来たということなのであろう。

さて、冥界から上山の周辺に現われるもう一人の女性は、上山の愛を拒み、京都の病院で死んだという「いうれい」であった。この幽霊はゆり子と異なって自発的に上山家を訪問しようとし、応対した金魚の赤子に面会を拒絶されて去る。「大事なお友達」になっていたゆり子と上山は、「蜜のあはれ」の叙述に嘘がないとすれば男女の間柄という以前に文学上の師弟関係だったのであり、恋愛の面から見れば淡い交際に留まっていたと思われる。しかしこちらの女性は、かつて上山の愛を裏切った女性なのであった。「をぢさまを奪りあげるやうな人は、悉くみんな敵に廻すわ。」と言うほどだった赤子は、彼女の裏切りを許せず上山に会わそうとしなかったわけである。

その女性は当初「用事なぞはごさいませんけど、ただ、ちよつとお会ひできたらと思ひまして」と来意を告げる。そうして、「もうだいぶ前に亡くなつてゐる女なんですから、お訪ねしてもむだだとは思ひましたけれど、女のはかなさで、ついお立寄りしたのでごさいます。」と話して自ら「いうれい」と称し、ゆり子同様、赤子の正体

が金魚だと見抜く。赤子も彼女が、上山に手紙も寄こさず「京都の病院で手術して死んだ方」だと見抜き、「をぢさまを打つちやらかしておいて」「外の方と朝鮮まで、かけ落ち」したことまで見通す。そうした洞見を示すのは、やはり上山の記憶を共有していたためであらう。

この女性は「結婚する二日前」に上山と会っていた。その時にも自分の結婚のことは話さず、「二日後には、もう逃げるやうにして結婚して了つた」とのことであった。そんな「仕打ち」への怒りを上山は忘れていないと赤子は言うが、彼女は「むかし沢山いただいた手紙」を持っていて、病床で上山からの手紙を待ち続けて死んだのだという。赤子は「四十年振りに手紙をくれ」と言うのは「無理だわよ」と応ずるが、女性は、

「けれどわたくし、未だあの方が怒つていらつしやるといふ氣持に、縋つて見たい氣がしてゐるんです。そこにまだあの方がわたくしに残していらつしやるものが、消えない証拠があるんぢやないんでせうか。」

との未練を語っていた。上山の怒りを「消えない証拠」として、そこにすがりたいの思いを、この「いうれい」は抱いていたのだ。彼女のいう「消えない証拠」は、上山の記憶のなかに存する、彼女自身の「生きてゐ」た「証拠」でもあったのではないだろうか。

しかし金魚の赤子は「何時だつて会はせて上げるもんですか」と

じていた。「それ」とは、この季節では昼夜の分岐点となる「五時」から続く「夕方のはじまる道のすぢ」であろう。ここでの「夕方」には、「あかり」の消えてゆく「道」、すなわち生命の終息する道が含意されていたと思われるが、金魚の赤子には「それ」が見えていて、それだけに彼女の命の期限が近いことも暗示されているようである。

ここでもゆり子は「お使ひ」を理由に、やはり上山と会おうとしない。一緒に金魚屋まで「冬越しの餌」を買いに出かけた赤子は「何時だつて現はれると、すぐ逃げ出してしまふくせに、何のために現はれるのよ、」とゆり子の手を引く。ゆり子も「だつて」門の前に、ひとりで出て来てしまふんだもの。」とは答えるが、上山との食事に誘われ、門前で化粧をしようとする。赤子はゆり子のハンドバッグを預かるが、それは二十年前に流行した型で、口金が錆びつき、中には「戦前もずつと前」の回数券が入っていた。彼女は「十五年」間上山と会っていなかったはずだが、ここは二十年前から知り合っていたことを意味するのだろうか。ともあれ幽霊と会うことに対する恐怖も生じたであろう上山は「寒気がしてゐるから出ない」「気が重いんだ」と言つて、彼女と会う気を起こさない。

金魚の赤子は、初めて会った田村ゆり子の左手に「金属の擦過傷のやう」な「一つの傷あと」を見つけていた。だが今度はその「右の手」に「傷痕」を見つけている。これは彼女が幽霊であるための

錯覚と思われるが、それはともかく、亡くなっていた彼女の時計をもぎ取った者が「以前をばさまにお時計を買つてくれた人」だと言いつてる。ゆり子も「その男がわたくしの死顔も見ないで、その足で別の女の所に行つて兼ねて約束しておいた時計だと言つて」、それを与えたのだと告白していた。その男は彼女の「好人」で、彼は「引き摺られながらも、いやでも、さうならなければならぬ」仲なのであった。男が時計を渡した「別の女」はゆり子と同じ職場にいた。「騙されるのが嬉しかったのでせう」という彼女の恋人の存在を、上山は知らない。ゆり子もかねて「無関心」を装う風だった上山に「わたくしの事は何もお話したことがな」かったと話すのであった。

ゆり子は「もうこれで再度とお目にかかることもない」とその場を去り、金魚の赤子はその後姿に「春になつても、あたいは死なないでゐるから、五時になったら現はれていらつしやい」との言葉を投げかける場面で「蜜のあはれ」は終わっていた。

田村ゆり子は、十五、二十年前から上山に小説の指南を受けながら、別の愛人のいる男と交際していた。そんな事情を上山には黙っていたが、赤子には告白する。「心臓マヒ」によりアパートで急死した際、その男が腕時計を盗つて愛人に渡したのも赤子のみが知ったことである。

上山とゆり子との関係の詳細は不詳だが、「お逢ひ出来ない訳」の

「をぢさんの驚いたのは、その女ときみとが話をしたといふことに、驚いてゐるんだ、きみはその女をまるで知らないくせに、いま言ふことがみんな本当のことなのだ、その実際のことによられてゐるのだ。」

本来上山が、自己の「仮象」としてコントロールできていたはずの赤子が、自発的に「いうれい」とコンタクトをとり得たことは、彼の意想外の事件であつた。赤子は上山の持つ記憶を共有し、喚起させながらも、その意思を離れて「いうれい」と自由に交際できる能力を持った存在なのであつた。

かつて上山は「五六年も間を置いて」ゆり子が「書いた物」を「読んで上げてゐた」という。しかし彼女は「心臓マヒで倒れ」、「仰向けになつて畳の上で死んでゐた」ところを発見された。急死の翌日、彼は警察に連行されて調べられた。彼女は上山の家にも来ていたが、彼自身は「アパートの部屋などにはまるで一度も行つたことがなかつた」という。

そんなゆり子は上山の講演会の聴衆となり、バーの扉から覗きもしていた（バーの「女給さん」は「蠟けつ染の物を売」る女性だと言うが、上山の言うとおり「人ちがひ」である）。上山も彼女をついに眼にすることになって、「見た、たしかに田村ゆり子だ、幾らばやけたつて嘘のない顔だ。」と赤子に話す。そこではゆり子も「嬉しさうな」表情で「腰をかがめて遂に挨拶」をしていた。しかし二人

のコンタクトはそれ以上進展しない。ゆり子は上山を避け、袋小路の「煉瓦塀の穴」を抜けて「どろどろ川」⁽²⁵⁾へと去つたのである。

第三章で赤子は（歯医者に来ると会えるのをいぶかしがりながら）、あの時はどうして逃げたのかと問うが、ゆり子は「羞しいからでせう」とだけ返答していた。赤子が彼女を「いうれい」だと言うのに対して、ゆり子の方も赤子が「人間に旨く化けて」いると見破つていた。そうして、前章では身体が「冷え切つて」、顔色も「乳のやうな色をして」いたゆり子なのだったが、今度は全身が「ほかほかと温か」くなつてゐる。このころ身体が寒気から震え始めた赤子とは対照的だが、この温みは、以前より増した赤子への親近度を表わし、ひいては冥界と赤子が親炙してゆく予兆をすら示しているのかもしれない。

第四章になるとゆり子は、上山の家の二階に現われるようになる。夜に「坐つてて、何にもしないで、ぼかんと膝のうへに手を乗せ」ていた彼女は、三日目になつて金魚の赤子と会話をする。そこでゆり子が、

「ええ、五時だつたわね、五時といふ時間にはふたすぢの道があるのよ、一つは昼間のあかりの残つてゐる道のすぢ、も一つは、お夕方のはじまる道のすぢ。それがずつと向うの方まで続いてゐるのね。」

と言ひ、赤子も「あたひには、それが見えてくるんですもの」と応

わが「映画」として実現させたものであろう。「蜜のあはれ」の構想は、その意味で「赤い風船」から生まれた。その方法としての対話体は、室生犀星という表現者の長年にわたる試行により磨かれ、女性言葉を頻用した『昨日いらつしつて下さい』の時代を迎えてから詩的に洗練されていった。この詩法を、より「具体的、生活的」な小説の世界に移入させ得た成果が「蜜のあはれ」だったと考えられるのである。

四 「いうれい」との冥通

金魚・赤子はすでに第一章で、上山とこんな問答をしていた。

「あたね、ときどきね、死んだら、も一度化けてもいいからお逢ひしたいわ、どんなお顔をしていらつしやるか見たいんですもの。あたね達の命つてみじかいでせう、だから化けられたら、何時か化けて出てみたいと思ふわよ」

「まだまだ死なないよ。夏は永いし秋もゆつくりなもの、冬は怖いけれど。」

短い命を終えたら、「も一度化けてもいいからお逢ひしたい」。赤子の意志を示したこの言葉は、そのまま次章から「蜜のあはれ」に登場する二人の「いうれい」の思いとも重なるであろう。

さて「をばさま」こと田村ゆり子の幽霊は、上山の講演会にまず

現われる。そうして「大胆で無邪氣」にふるまう金魚の赤子とすぐ親しくなり、赤子も彼女を「大事なお友達」とみなすようになった。ゆり子も「今日会場にはいると、すぐあなたのおそばに坐るやうに、頭がふいに報らせたの。」と話しており、両者の親近ぶりは運命的にすら描かれていた。

もともとこの世の者ではないゆり子が、その靈感ゆえに赤子を見出したのはある種自然なことでもあろうか。しかし「一たい、をばさまは何故十五年もをぢさまに、お逢ひにならなかつたの、あたね、その訳が聞きたいんです。」と赤子は、ゆり子が上山と会わなかった期間までいきなり言い当てていた。この能力は、赤子が上山の記憶力を共有していて、上山の「仮象」となってゆり子と会っている証左ともなるであろう。

しかしゆり子は「あの方にはお逢ひ出来ない訳がありますのよ。」「若しわたくしのこと仰有るやうだったら、わすれないでゐますと、さう仰有つてね、お合せのやうにつてね。」とだけ告げて去る。ゆり子がなぜ上山と直接会おうとしないのか、そこは判らないままであった。

こうした出来事を知った上山は、「どう考へても、そんな女がいまごろ現はれるなんてことは、ありえないことだ」「その田村ゆり子といふ女は、とうに死んでゐる女だ、死んでゐる人間があらはれることは絶対にない」と話し、次のように言う。

どの少年パスカルと、偶然彼が街燈の柱から手に入れた大きく発色のよい赤い風船とが、互いの心を通わせ合う。風船は少年の優しい心に応じて自ら宙を飛び、彼に友情的に接し、ほどなく二人はすっかり仲良くなる。だが悪童たちが風船を奪い、果てはパスカルの眼前で潰してしまう。しかしその時、街中の無数の風船たちがパスカルの許に飛び来たって、それらを手にした少年を空高く飛翔させる——といった内容であった。

上山（ないし犀星）はこの映画を観ていたようだが、彼は「かういふ美しい小事件が小説に書けないものか」「こんな一篇の生ける幼い愛情が原稿の上に現はせないものか」と、「印刷の上の映画」を企図し、最後には「私は愛すべき映画『蜜のあはれ』の監督をいま終えたばかりなのである」（後記）と書いていた。つまり「蜜のあはれ」は映画「赤い風船」をベースにして構想された小説だったというのである。

「蜜のあはれ」と比べてみると、「赤い風船」が台詞を最小限に抑えたファンタジックな映像美を展開させていることはもちろんのこと、風船が言葉を発することがなく、あたかも飼犬のように少年の命令に従う点に違和感を抱く。

しかし「後記 炎の金魚」には、
われわれはぢかに生き物に親しんでゐる間、われわれと心が其
処に常住してゐることを疑はないために、屢々、その生き物に

高度の愛情が蟠つてゐることに今さら驚くことがあった。

と述べてあり、そこから、にわかにはパスカル少年と赤い風船が、老作家上山と金魚の赤子の「高度の愛情」の通わせ合いと重なって映じてくる。たしかに映画で赤い風船は、少年や学校の先生などにかを語りかけているように感受せられ、なかでも風船がしぼんでしまふ前後の映像からは、言葉にならない風船の感情が伝わってくるようであった。おそらく上山（ないし犀星）は、「赤い風船」を観ながら、ものは言わないが「生き物」のような風船に「蟠つて」みえた少年への愛情から「いろいろな言葉を拾」おうとしていたのではないだろうか。そうして、やはり言葉を持たぬ金魚の赤子から、そこに「蟠つてゐ」た「言葉を拾ひはじめ」るようになったのではないか。

たしかに、能地論文にあるように「（あたゝい）は身体のイメージを一つに特定できないという意味において非映像的、いわば言語的存在²⁴」ではある。だが上山はその想像力を駆使し、「高度の愛情が蟠つてゐる」金魚の心を言語でほぐし、対話体というかたちで「愛すべき映画」である「蜜のあはれ」の監督を撮り終えたのではなかったろうか。

かねて赤い風船の動態に「一篇の生ける幼い愛情」をみていた上山は、その心を言語へとときほぐし、人間の心との愛情の通い合いを描きたいと願い、それを金魚の赤子と自らとの対話体、すなわち

と言へ／いまよその星とお話ちうだと言つてくれ。」といった記述で、こうした発想が後年の金魚と人との対話へと受け継がれていったものと推測される。

戦後では、「あひたきひと」(『泥孔雀』沙羅書房、昭二十四・八)が対話詩と呼ぶものだったが、さらに下つて「蜜のあはれ」と同時代に書かれた『昨日いらつして下さい』(五月書房、昭三十四・八)の一連の詩群からは、金魚の赤子を連想させるような女性言葉を用いた詩や、会話入りの詩「誰かをさがすために」等が見出せる。

さて、それらの詩のなかには、若い女性が喋る様子を聞き写したとしかみなされぬ類のものもあつた。たとえば「けど」は「けど、／だめなの。／けど、どうでも、／もう、いいわよ、……」という詩。詩集未収録の「時計は停つてゐる」(『文芸』昭三十一・一)は「ええ、／だつて／そお、／ふふ、／ぢあ。」とだけある。人を食つたような詩、とさえ思えるが、想像力を喚起する表現ではある。それに、モデルの存在をおわせもする叙述でもある。

詩「受話器のそばで」も「蜜のあはれ」執筆の頃に発表されている。すなわち「ええ 五時がいいわ、／五時ね、／五時つてもうくらいわね、／五時つていいお時間ね、／まいますいところね。」との、「けど」や「時計は停つてゐる」と通ずる、女性言葉を採取したと思わせる短詩である。そうしてこの詩はまた、上山の家を訪ねる女性(元娼婦)、また「いうれい」田村ゆり子が終章で現わ

れる時間「五時」をモチーフとしてしていることから、容易に「蜜のあはれ」との通底性をわれわれに自得させよう。

この詩を引きながら、葉山修平は『詩集』の世界も小説『蜜のあはれ』の世界も同じ⁽²²⁾であり、詩集が「より内面的、心情的、抽象的」に描かれる一方、小説は「具体的、生活的なこと」を描くもので、さような相違点があつてもこの時期の犀星文学が表現しようとする世界は同一なだと論じていた。

なお、その死後に明らかにされたことだが、室生犀星には、昭和二十九年から青木れい子、また三十三年の年末から小山万里江という若い恋人(ともに実名未詳)との交渉があつたとされている。すでに犀星は、「蜜のあはれ」発表以前から、そうした女性達の言葉の内面化して多数の詩を書いていたものと思われる。したがって『昨日いらつして下さい』詩篇は、葉山修平が指摘したように、金魚との対話を描く「蜜のあはれ」の世界と同根、ないしはイメージの源泉ともなつたと推察しうる。自らの関わつた若い女性の言葉の魅力をいわば封印する場として、「けど」「時計は停つてゐる」「受話器のそばで」や後の「蜜のあはれ」は構想されていたと考えられようか。

ところで、アルベール・ラモリス監督作品「赤い風船 (Le Ballon Rouge)⁽²³⁾」は、昭和三十一年八月、東京の有楽座で公開上映された。短篇映画(三十五分)で、パリを舞台としている。小学校低学年は

も奇想と名づけられるものとしては、谷崎潤一郎「魚の李太白」〔『新小説』大七・九〕が思い浮かぶ。ここでは「真紅な縮緬で拵へた」鯛が、自分のもと李太白だったと喋り、若妻と対話をしていた。もと高名な詩人だった縮緬細工の鯛が人間と話すという内容も「蜜のあはれ」同様、すこぶる奇想なものではあるが、犀星が読んでいたかは定かでない。それに全文（後記を除く）が人と生きものによる会話で構成された小説は、やはり「蜜のあはれ」が嚆矢ではないか。

犀星自身が小説で金魚を人間に喩えた例には、「女の凶」〔『女の凶』竹村書房、昭十・六〕があった。ここに登場する少女はつえが街中を行く姿は「大きい金魚」に喩えられていた。同作については、すでに能地克宜が彼女を「(あたゝい)の前身」とみなして、そこに「後の小説と容易に接続させる下地が築かれていた」として⁽²¹⁾いた。ただしはつえは人間であり、「女の凶」はあくまで金魚と女性を比喻で表現していた例にとどまる。

むしろ、人間と生きものとの対話を描く小説ならば「洞庭記」〔『中央公論』昭九・五〕が注目される。その第四章「洞庭のひよどり」では、主人公「をぢさん」がかつて飼ひ、逃げ去った鴨の「ひよつぺえ」が「美しい少女」の顔をして、彼の家の庭に再び現れていた。文体は地の文ながら会話の体をなし、そこで「をぢさん」が独り語りのように「ひよつぺえ」に話しかけ、鴨も「をぢさんは人くさい人間だから(中略)悪いことを考へてみた方がよく似合ふの、」とい

った風の人語(女性言葉)を操って応じていたのである。上山と金魚の赤子の「前身」は、この「をぢさん」と顔のみを「化け」させていた「ひよつぺえ」としてよいのかもしれない。

他にも、たとえば小説「くちなは」〔『新潮』昭十五・七〕で主人公の作家は、殺そうとする蛇の眼から洩れる「忍びやかな哀れな声」と心の対話をしていた。犀星はそもそも、生きものとの生命の交感をなす感受性が豊かであったため、そのような作品例は多いと考えられる。

それでは詩で対話の形式をとったものがどれほど、犀星にはあったろうか。鍵括弧の有無にこだわらず、以下に例を挙げておく。大正三年作の「恋もしないで」〔『詩歌』大五・八〕は「対話詩としての副題を持つ。少年と少女の会話からなるもので、もともと初期の例であろう。その後にも冬眠中の生きものが会話をする「春と地中に住む者」や、冬に弱った六匹のイナゴの会話による詩「蝗」〔『田舎の花』新潮社、大十一・六)、また対話詩「母と子」〔『忘春詩集』京文社、大十一・十二)と、大正時代にその種の詩が散見される。なかでも「星からの電話」〔『寒菊集』『新小説』大十四・二)は、もともと幻想的な詩かと思われる。「星からの電話ですよ／早くいらしつてくださいな、／なに星からなんぞ電話がかゝるものか?／(中略)／星からの電話ですが／ぜひお電話口へお出になつてくださいと言ひますが／どう言つたらようございませう、／さうだな留守だ

に華やぐものだ。そう上山は実感している。つまり性の高潮は、生命の燃焼にも通じ、性の燃焼はまた、生そのものを充実させることにも通ずるのである。

七十歳の上山は言う、「をぢさんは此間から金魚はなぜあんなみぢかい生涯を生きなければならぬかと、そんな事をしじゆう、考へ続けてゐるんだ」と。金魚の赤子は「四年子」となる前に死を迎えることになるのだが、美しく華やぎ、その「ぬらぬら」も豊富で生命自体が、その赤い姿のごとく「燃えて」いる。上山は「一たいいのちの在るところを教へていただきたいわ。」との金魚の問いに、「金魚を見てゐると却つていのちの状態が判る」という。彼は「ひねり潰せばわけもない命のあはれさ」も看取しながら、その「命」は常々「燃え」続けている、と感受している。短い期間のうちに閉じられるもの、必ず末期が訪れるものであるが故に、今生きることに「燃え」られるだけ燃える、その姿にこそ金魚の「いのち」の「状態」
 Ⅱ 実体はある。老境に達した作家は、自らの「みづみづし」
 Ⅲ 感性を、そのような金魚の生命の燃焼に「仮象」して愛し、短くも充実して在る「いのち」の尊さ、それだけにはかなくもある生命万般の「あはれ」を見詰めているわけなのである。

このように、燃えて生きる金魚の短い生命の「あはれ」には、老作家の生の充実の感覚が仮託されていると考えられる。有限の生を意識せざるを得ない老作家が、実は死期が近づいていながら二十歳

の娘のような生態を見せる金魚の赤子に、自己の生の燃焼なり充実を「仮象」させ、そこから得られた実感と恋愛(性の蜜月)をもつて「蜜」に象徴させているのである。生ははかなくも潰れるものであるため尊く、それだけ愛惜もされる「あはれ」なものである。われわれはそうしたメッセージを「蜜のあはれ」という世界から、感得することができるのではないのだろうか。

三 文体と構想の出処

上山は「会話とか対話で物語を終始したことは、小説として今度が初めての試み」(後記) だったとしている。「蜜のあはれ」が「それまでに蓄積してきた自らの創作経験」を「放擲」²⁰して書かれたという意見もあるが、上山の言葉は同作を書いた室生犀星自身のそれにも重なる事実でもあったろう。かつて久保忠夫が、先行する犀星の童話や戯曲の例を多数挙げながら、「蜜のあはれ」をして会話体を長年「大切に」して創作を続けて来た犀星の「総決算」(『室生犀星研究』有精堂、平二・十一)とみなしていたことを参考にして(童話や戯曲については久保論文を参照されたい)、「蜜のあはれ」の文体なり構想が生まれるに至った、その出処をめぐってこれから考えてゆこうと思う。

管見では近代小説に魚が登場して人間と会話をする例で、もっと

は、生物の生きること、死ぬことをみつめる透徹したまなざしによって照射された存在なのだ」として「金魚が死を目前にしながら懸命に燃焼して生きる姿を『あはれ』と表現した」と考察する。後にふれる「触感」説の立場にもあつた戸塚の卓見に同意したい。

ちなみに、「蜜のあはれ」の「蜜」については、「(水)のイメージ」⁽¹⁶⁾、「恋愛の甘さ」⁽¹⁷⁾、「人間と金魚という異種の間結ばれた(蜜)月関係」⁽¹⁸⁾、あるいは「魚の皮膚」の「触感」⁽¹⁹⁾を意味しているとの説がみられる。これらをふまえると、生きることないし生命そのものの充実を魚の「触感」で表象して、なおかつ老作家と金魚との「(蜜)月関係」に表わしたものが、それらが「蜜」というタイトルに複合的に含意されていたと考えられる。

ところで「蜜のあはれ」には、金魚の赤子と上山との秘話めく恋愛談が数多く認められる。たとえば第三章では、上山が「僕はね、何時でも男だから女の事を考へてばかりゐるが」、「実際はさうぢやなかつたんだね」と言うと、赤子も応じて「女も男と同じくらゐに、五対五の比率でいち日男の事ばかり考へてゐるのよ」「実際は半分半分なのよ」と言い、「女が男について或る考へに、突然、取り憑かれてしまつて手が動かなくなるのよ」と告白する。上山も「男にもその茫然自失の時がある」と同意し、その言葉にし難い「生々した^{なまなま}もの」をして、その日の己が「生きてゐる証拠」となるものだ、と赤子が続けて話していた。

男も女も、常に異性を想い、突然の「茫然自失」に襲われる時がある。そこに存する、言葉にできない「生々したもの」、それが「生きてゐる証拠」——つまり人間存在自体に根強く宿る性、その力の実感をもつて生きて在ることの充実とみなす——そうした考えが、ここに披歴されているわけである。男が女を、女が男を恋い慕い、そこから生のたしかな手応えを感受することに、生命の華やぎはあるのだ。しかしてこのことは、生きて以上続くものでもある。

もう決して若くはない上山は、「をぢさんの生きる月日があとに詰つてたくさんないんだもの」と金魚に言いつつも、未だおとろえぬ性への強い関心を物語る。たとえば「人間では一等お臀といふものが美しい」、そこに「夕映えがあた」る様子を「溫和しい不滅の景色」だとの本音を述べていた。また赤子の「一生もてあましたことは何なの」との問いに対し、「僕自身の性慾のこと」、それが「をぢさんにたあいのない小説類を書かせたのだ」と返答してもいた。そうして、次のような臆することのない心情まで語っている。

「人間は七十になつても、生きてゐるあひだ、性慾も、感覚も豊富にあるもんなんだよ、(中略)七十になつてみると人間のみづみづしさに至つては、まるで驚いて自分を見直すくらゐになつてゐるんだ。」(一章)

人間は、たとえ肉体が日々衰え、死期すら近づいているとしても、なお、性そのものへの興味が枯れることはなく、むしろそれが豊富

の影のイメージを色濃くしているとも述べていた。

かように金魚の赤子は我儘で自由奔放に行動しているようでいて、実は愛されなくなる不安、近く訪れる死への不安を胸に抱きながら生きていた。第一章で愛を得たその日は、死を意識し始めた日なのでもあった。そんな不安はこうした問答につながる。

「あたい、何時死んだつて構はないけど、あたいが死んだら、をぢさまは別の美しい金魚をまたお買ひになりますか？ とうから気になつてゐて、それをお聞きしようと思つてゐただけれど。」

「もう飼はないね、金魚は一生、君だけにして置かう。」(三章)
 上山の返答に赤子は「嬉しい、それ聞いてたすかつた」と応じる。しかし寒気の増してきた第四章で「どうしようかと毎日よくよく」するようになり、「何とかしてをぢさまの子を生んでみたい」と願うようになるのである。これは死を迎える不安を、生殖・産卵という行為を通して被い隠し、第一章で生まれた「をぢさま」との愛の記念を、また何より自分の生きた証を残したいとの心情から発せられたものと思われる。彼女は「よその金魚の子は生める」から「をぢさまの子として育てればいい」と「交尾」をして来る。そうして「赤ん坊が出来た」、「お腹の中は卵で一杯だわ」と報告する。交尾をした雄魚に尾鰭を破られたため、このあと恥じらいながら上山の唾で修復をもらう金魚の赤子だったが、該当する場面が見られないこ

とから、彼女は結局産卵を果さずに亡くなったようである。

「日がみじかく」(三章)なつて寒気に震え、歯医者に通院し続け、間近に控えた死を意識していた金魚の赤子ではあるが、その生気自体は、さして衰えをみせていなかったようである。それというのも、「蜜のあはれ」のなかで金魚が「何時も燃えてゐるやうなおさかな」であること、「燃えてゐるから」上山に好かれること、さらに怒ると「ほ、ねの中までかつと燃えて来る」ことがあるとの「燃える金魚」のイメージが反復されていたからである。彼女は自分の「燃えた鱗」と鱗の「生きてゐるぬらぬら」で、上山の胃潰瘍を治したこともあった。この「ぬらぬら」すなわち魚の粘膜は、金魚の生気の証といえるものだ。こうしたことから、金魚の赤子は迫る死を意識し、愛の終りを不安に思うと同時に、いつもその生命を燃やし、人の病気を治せるほどの生気を維持していたと考えられる。彼女の精神の張りもまた、老作家と恋愛をしていることで保たれていたように思われる。

生命の燃焼を「蜜のあはれ」の主調とした鳥居邦朗は、「夕映え」と「燃える金魚」をして「老いの犀星がとらえてみせた命のイメージだ」⁽¹⁴⁾としていた。鳥居の見解は「後記 炎の金魚」にある「一尾のさかなが水平線に落下しながらも燃え、燃えながら死を遂げる」という金魚の最期のイメージを根拠としているのだろう。

やはり生命の燃焼を主調とみた戸塚隆子も、金魚すなわち「少女

いた。「金魚唐史」を読んでおり、外出時には井戸水を入れた水筒を持参して、歯医者に通院し、「若い男」から声をかけられることもあったが、かようなまでに金魚の赤子が変幻自在なのは、大西論文が指摘したように「視覚に關係する情報が極限まで抑圧されている」⁽¹¹⁾からであった。ただ、それゆえにわれわれ読者は、かえって空想裡のうちに金魚・赤子の映像を楽しむことができるのではないだろうか。

第一章でこの金魚は初めて「赤井赤子」と自称し、「をぢさんとあたい」を「こひ人同士」にしてみてもと提案していた。そうして「一枚の渋紙同様」とまで形容される、老いた「をぢさま」の上に金魚の姿で乗ってはキスをする。「あたいの生きてゐることは、をぢさまを困らせてゐる時ばかりだ」と話すほど老作家に甘える一方で、「精神的なパトロン」の立場になり上山の話し相手ともなっていた。

このように、金魚の赤子の生態は何とも不思議なものである。だが、すでに彼女は「生れて」から「三年経つ」ており、実は死期が迫つてもいたのであった。

はじめ金魚の赤子は、「金魚は愛されてゐるだけなのよ」「皆さんは金魚だけは何んな残酷屋さんでも、殺すもんですか」と無邪気に話していた。そこからは保護者然とした上山に愛される幸福のうちに金魚のみせた、傲然と言いうるまでの態度が見出せるであろう。桐生論文はこの章で金魚が「愛されて慢心」⁽¹²⁾していたとし、第三章

で「愛情が尽きることを不安に思」うようになっていたと指摘するが、すでに彼女は「しまひにをぢさまはあたいを煩さがつて、何処かに捨てに行きやしないかと思ふことがあるわ。でなきや殺してしまふかの二つだわ。」(一章)との不安を口にしていた。赤子は上山を「こひ人」とした日に、もう愛の終わり、ないしはその終局としての死を意識し始めていたのである。

第二章でも上山と訪れたバーで水槽の金魚を見て「どなたがいらつしつても、金魚のことなんか些つとも見てくださらない」のを知つた彼女は、「ひさしぶりで不倖なお友達の様子を見て、をぢさまがあたいを大事にしてくださることが、どんな仕合せだか判つてきたわ」と話していた。さらに第三章になると、赤子は捨てられた同族たちの姿から「世界ぢゆうで一等酷い目にあつてゐるのは、人間ぢやなくてあたいの達の仲間だわ」とまで発言するのであった。金魚の赤子の抱く不安そのものは当初から芽生えていたわけだが、順次彼女が世の現実を知り、次第に死が近づくとともに、愛されなくなり無惨に捨てられることへの不安も過度を加えていったものと考えられる。

金魚の赤子が歯医者に通うことは先に記したが、歯の治療通院に「生命力弱体化の提示」をみていたのは戸塚(安元)隆子の論⁽¹³⁾であった。赤子は第三章で「絶え間なくブルブルと顫へてゐる」ようになっていたが、戸塚は冬の「寒さ」、その結果としての「震え」が死

各論者の解釈にはこれから個々に言及するつもりだが、拙論は「燃焼する生命感」を重視する立場をとるものである。そのうえで、まず「蜜のあはれ」にみられる生命観の内実、その文体と構想の成立過程につき考察する。さらに、この小説に「いうれい」が登場する意味も探っておきたい。金魚の赤子の「神通自在」さには、田村ゆり子等と意思を疎通させる霊能力という面があり、そこがとりわけ重要だと思われるからである。ひいては今日「蜜のあはれ」が室生犀星の代表作と定位されている意義、われわれに伝える感動のありかを再検証しておこうと思う。

二 生命の燃焼

まずは「蜜のあはれ」に登場する不思議な金魚・赤井赤子がどのように描かれていたかを考えておく。この金魚は、「後記 炎の金魚」によれば「去年の夏のはじめ」に「私」が買い、当日から「いろいろな言葉を拾ひはじめ」たそれなのだという。そうして「ただの魚介を仮象としてごつくばかりの世界に、ふらふら不用意にも迷ひ込んでゐたの」だったと、金魚の「言葉を拾ひ」過ごした日々を「私」(上山)は回想している。また「後記」の書かれた時点で、「私」は婦人記者に「あれは、とうに死にました。」と告げており、「小売商人の金魚屋」も、死期が迫っていた金魚が「気分が悪い」と言いな

から「春まで持ちこたへた」のを見て「こいつは三年子でよく生きた方です」と話していたことから、春を迎えた『蜜のあはれ』の刊行前にもう金魚・赤子は死んでいたことが知られるのである。

なお上山は「大森」に住み、「十九年」間「足の立た」ない「小母さま」と暮らし、「石の塀」をしつらえ、「お庭、やきもの」に凝り、「胃潰瘍」を病んでいた。そうした一連の記述から、読者が容易に室生犀星と老作家上山とを同一視して読もうとする側面があるのは否めないであろう。⁽⁸⁾しかし大西永昭が「後記をも含めた全体を著作中の老小説家による書記行為による一つのフィクションとみなし、そこにテクストのメタ構造を看取する読み」をしたのに倣い、ここでは犀星の作風の変遷(後述)はともかく、基本的に作者と上山を同じ人物とみなさない立場をとることにする。

さて「蜜のあはれ」全四章は、桐生祐三子も指摘したように、春から冬に至る四季に相当している。⁽¹⁰⁾とすると金魚の赤子は、春にあたる第一章の時点で、もう一年近く上山家で飼われてきたことになるわけである。

この金魚を七十歳の上山は「五百円」で買い、自家の池で飼っていた。金魚の姿のまま庭木の間を泳ぎ、垣根なり石塀の上に座りもするが、「人間でいふと二十歳くらゐ」の年齢好の女性にも「化け」、美しい「令嬢」の姿で上山の許に現われては金銭や装身具をねだる。「他の者には女に見え」る一方で「金魚屋には金魚に見え」もして

章になると死期の近づいた金魚は自ら進んで妊娠をし、他所の雄魚との子を上山のそれとして育てようとする。田村ゆり子はそこでも現われるが、結局上山と会うことはなく、金魚の赤子の許を去る。最後に「後記 炎の金魚」で上山がこの金魚の死をめぐる感慨を記す。「蜜のあはれ」は上述したごときストーリーが展開される奇想小説であり、読者は会話体からなる言語世界に日常感覚を幻惑され、あわせて人間であり金魚でもある赤井赤子の「神通自在」さに惹きこまれる。そうした幻想味こそがこの小説の特質となっているわけである。

「蜜のあはれ」刊行前後の評価は大きく二分された。たとえば篠田一士は「小説的話法も人間の配置の仕方も近代小説の定法を徹底的に踏み破った」とし、高橋新吉も「詩劇でもなく、散文詩でもなく、ラジオ小説とも言えないだろうが、小説の新型にはちがいない」と書いていたように、その特異な文体への率直な反応がみられた。田地文子⁽³⁾に至っては「現実の生活でありながら、現実を超越した別の次元の世界」で、ここでは「作者の生活と思想と詩情とが美しい夢のように、しかも生々しく描かれ」ているとの高い評価を記した。一方で「女の哀れさ、あるいはあや(妖)しさが、じつはきわめて男性本位の立場からみられている」「この女性像は、金魚の属性のすべてをたもちながら、かつ十七歳の少女であるという設定の不安定さのために、明確なイメージをもたらしていない」との批判がな

され、日沼倫太郎も「この作品の読後の印象が構成する総体的なイメージは読者の側についてやって来ない。これはあきらかに作品の(小説としての)欠陥を語るもの」と断じていた。なべて印象的な批評ながら、そうした反発も「蜜のあはれ」がそれまでにない奇想小説ゆえであったと考えられようか。

その後、犀星文学を熱く称揚した奥野健男による「犀星文学にあらわれた数多いさまざまな女がここに凝縮されている」「この金魚は犀星のイメージの中の理想的女性像と言つてよいだろう」、また「この作品こそは世界の現代文学の最前衛に位する傑作」といった手放しの賛辞がみられるようになり、現今までの「蜜のあはれ」の評価をほぼ決定的とした。そうして、やはり傑作とされた『かげろふの日記遺文』(講談社、昭三十四・十一)と並ぶ晩年の代表作に数えられるに至ったのである。

近年までの研究史については『室生犀星事典』(鼎書房、平二十・七)で今野哲が手際よくまとめている。そこでは特異な文体の考察のほか、「犀星文芸における女性像」の系譜から老作家と金魚との愛情を主に読みこむ系列、一方で「燃焼する生命感に論点をより傾けた作品理解の系列」があるとされていた。複合的にそれらに論究するものも多く書かれていて、それぞれに説得性があるのだが、そうしたことは金魚にこめられた象徴性が多義的な解釈を許容している所以なのであろう。

室生犀星「蜜のあはれ」考

——金魚の冥通力——

(人文社会系分野) 外村 彰

Murō Saisei's *Mitsu no aware* and the Spiritual Powers of the Goldfish

(Faculty of Humanities and Social Sciences) AKIRA TONOMURA

Abstract

In Murō Saisei's late novel titled *Mitsu no aware*, an elderly seventy-year old author and a goldfish that transforms into a young girl appear. The style consists entirely of conversation. Both characters are conscious of approaching death, but the elderly author lives vicariously through the goldfish, who chooses to live by consuming the remainder of her own life. The goldfish has spiritual powers, and communicates with the ghost of woman who had been fond of the author. While examining the meanings that can be read from this content, the author will consider the impressions that can be had from this novel.

Key Words: Murō Saisei's novel, goldfish, conversation, spiritual powers

室生犀星、小説、金魚、対話、冥通力

一 はじめに

犀星晩年の中篇「蜜のあはれ」(『新潮』昭三十四・一〜四)は、会話のみで全篇が成り立っている、稀有な形式の小説である。初版刊行(新潮社、昭三十四・十)の際、地の文による「後記 炎の金魚」が追加された。

構成は全四章で、順に「あたいは殺されない」「をばさま達」「日はみじかく」「いくつもある橋」の標題を持つ。人語を喋り、人間にも変身する金魚(赤井赤子)が登場し、老作家・上山と「こひ人」となる、いわばその記念日が第一章で、第二章では田村ゆり子という女性の「いうれい」が彼の講演会に現われ、金魚と対話をする。京都で死んだ女の「いうれい」も第三章で上山に会いに来る。第四

平成23年（2011年）

研究業績一覧

研究業績一覧凡例

平成23年4月～平成24年3月 (Apr., 2011～Mar., 2012)

この研究業績一覧の論文等は、本校教職員が上記期間中に他誌等へ発表した研究業績である。 **ゴシック体**により標記した者は、**本校教職員**である。 例：**高専太郎, T.KOSEN**
研究業績の範囲は主として次に掲げるものとし、各業績の先頭に番号による区分を示した。

1. 学会誌，協会誌等掲載学術論文（査読付）は〔1〕とした。
2. 国際会議発表*は〔2〕とした。
3. 著書は〔3〕とした。
4. 学会誌，協会誌等掲載記事（総説，解説，技術資料等），報告書は〔4〕とした。
5. 研究報告等掲載学術論文（査読なし）は〔5〕とした。
6. 学会発表，シンポジウム発表は〔6〕とした。
7. 特許等は〔7〕とした。
8. 芸術活動，建築作品，フィールドワークは〔8〕とした。

注：*はProceeding 発表，Symposium 発表，Poster Session 発表を含む

掲載事項は以下のとおり。

1. 学会誌，協会誌等掲載学術論文（査読付）は〔1〕 著者名：論文名：雑誌名，巻（号），最初頁—最後頁，（発行年）
2. 国際会議発表は〔2〕 発表者名：発表題目：発表誌名，巻（号），最初頁—最後頁，（発表年月，場所）
3. 著書は〔3〕 著者名：書名（編集者）：出版社名，（発行年）
4. 学会誌，協会誌等掲載記事，報告書は〔4〕 著者名：論文名：雑誌名，巻（号），最初頁—最後頁，（発行年）
5. 研究報告等掲載学術論文（査読なし）は〔5〕 著者名：論文名：雑誌名，巻（号），最初頁—最後頁，（発行年）
6. 学会発表，シンポジウム発表は
〔6〕 発表者名：発表題目：発表誌名，巻（号），最初頁—最後頁，（発行年）又は
〔6〕 発表者名：発表題目：発表会名，（発表年月，場所）
7. 特許等は〔7〕 発明者：特許等の名称：登録番号，（登録年）又は
〔7〕 発明者：特許等の名称：出願番号，（出願年）
8. 芸術活動，建築作品，フィールドワークは
〔8〕 制作者：作品等の名称，（発表年月，発表した場所等） 又は
〔8〕 フィールドワーク実施者：フィールドワークの名称，（フィールドワーク実施年月，場所等）

※著者名等は20名を越える場合は最初の10名を記入し，ほか何名とした。

校長

- [1] **K. Morino**, F. Nishimura (徳山高専) and N. Kawagoishi (鹿児島大): Fatigue Strength of Radical Nitrided Spheroidal Graphite Cast Iron: Key Engineering Materials, Vols. 488-489, pp. 238-241, (2012 年)
- [1] 皮籠石紀雄 (鹿児島大), 大田晃久 (鹿児島大院), **森野数博**, 山根健作 (鋼鉄工業), 深田一徳 (〃): ラジカル窒化による Alloy718 の疲労特性改善について: 材料, 60 巻 (12 号), pp. 1086-1090, (2011 年)
- [1] 森崎哲也 (徳山高専), 小田和広 (〃), **森野数博**, 江 鐘偉 (山口大): 制御工学に関する学生実験装置の構築を目的とした組み込みシステムの開発: 工学教育, 62 巻 (2 号), pp. 28-33, (2012 年)
- [2] **K. Morino**, F. Nishimura (徳山高専) and N. Kawagoishi (鹿児島大): Effect of Radical Nitriding on Fatigue Strength of Flaky Graphite Cast Iron: Proc. Second Japan-China Joint Symposium on Fatigue of Engineering Materials and Structures, pp. 41-44, (2011 年 11 月, Chengdu)
- [2] N. Kawagoishi (鹿児島大), K. Kariya (第一工大), **K. Morino**, Q. Y. Wang (四川大学) and Q. Chen (高知高専): Effect of Moisture on Fatigue Crack Growth of Age-hardened Al Alloy: Proc. Second Japan-China Joint Symposium on Fatigue of Engineering Materials and Structures, pp. 99-102, (2011 年 11 月, Chengdu)
- [4] **森野数博**: 複合技術商品の導入により知識を知恵に変えるものづくり教育プラン: 文部科学時報, No. 1634, pp. 48-49, (2012 年)
- [6] N. Kawagoishi (鹿児島大), A. Ohkubo (鹿児島大院), S. Yoshimi (〃), K. Yamane (鋼鉄工業) and **K. Morino**: Fatigue Properties of Nitrided Alloy 718 at Elevated Temperature: International Conference on Computational & Experimental Engineering and Science (ICCES' 11), (2011 年 4 月, Nanjing)
- [6] **森野数博**, 西村太志 (徳山高専), 深地誠吾 (鋼鉄工業), 皮籠石紀雄 (鹿児島大): ラジカル窒化した球状黒鉛鋳鉄の疲労特性の検討: 日本材料学会第 60 期学術講演会, (2011 年 5 月, 阪大)
- [6] **森野数博**, 西村太志 (徳山高専), 深地誠吾 (鋼鉄工業), 皮籠石紀雄 (鹿児島大): 球状および片状黒鉛鋳鉄の疲労限度推定法の検討: 日本機械学会 M&M2011 材料力学カンファレンス, (2011 年 7 月, 九州工大)
- [6] **森野数博**, 西村太志 (徳山高専), 小田和広 (〃), 北村健太郎 (〃): 無人ヘリコプターを題材としたエンジニアリングデザイン教育: 日本工学教育協会第 59 回工学教育研究講演会, (2011 年 9 月, 北大)
- [6] **K. Morino**, F. Nishimura (徳山高専) and N. Kawagoishi (鹿児島大): Fatigue Strength of Radical Nitrided Spheroidal Graphite Cast Iron: 10th International Conference on Fracture and Damage Mechanics (FDM2011), (2011 年 9 月, Dubrovnik)
- [6] **K. Morino**, F. Nishimura (徳山高専) and N. Kawagoishi (鹿児島大): Effect of Radical Nitriding on Fatigue Strength of Flaky Graphite Cast Iron: The 2nd Japan-China Joint Symposium on Fatigue of Engineering Materials and Structures, (2011 年 11 月, Chengdu)

- [6] N. Kawagoishi (鹿児島大), K. Kariya (第一工大), **K. Morino**, Q. Y. Wang (四川大学) and Q. Chen (高知高専) : Effect of Moisture on Fatigue Crack Growth of Age-hardened Al Alloy : The 2nd Japan-China Joint Symposium on Fatigue of Engineering Materials and Structures, (2011年11月, Chengdu)
- [6] 西村太志 (徳山高専), 張間貴史 (〃), 小田和広 (〃), **森野教博** : 複合学科における製図教育の現状と設計教育の展望 : 第4回高専における設計教育高度化のための産学連携ワークショップ, (2011年11月, 釧路)

人文社会系分野

- [3] **宇根俊範** (分担執筆) : 消えた名家・名門の謎 : 新人物往来社, (2012年)
- [5] **宇根俊範** : 源平藤橘のその後 : 歴史読本, 2011年10月号, pp. 168-173, (2011年8月)
- [5] **宇根俊範** : 清和源氏と桓武平氏の誕生 : 歴史読本, 2012年5月号, pp. 72-79, (2012年3月)
- [4] **谷岡憲三** : 2011年度陸上競技成績報告 : 呉工業高等専門学校人文社会系分野保健体育陸上競技成績報告書, 第36号, p. 294, (2012年3月)
- [5] 上村 崇 (人文社会系分野非常勤講師), **木原滋哉**, 宮田健一 (井口高校) : クリティカル・シンキングと高専教育 : 呉工業高等専門学校研究報告, 第73号, pp. 57-62, (2011年10月)
- [6] **木原滋哉**, 上村 崇 (人文社会系分野非常勤講師) : クリティカル・シンキングと高専社会科教育 : 平成23年度全国高専教育フォーラム, 教育研究活動発表概要集, pp. 267-268, (2011年8月, 鹿児島大学)
- [6] **木原滋哉** : 反戦・反核・反基地—広島・岩国へ平連の場合— : 日本平和学会 2011年度秋季研究集会報告レジュメ, pp. 86-89, (2011年10月, 広島修道大学)
- [1] **岩城裕之** : 餅・団子類語彙の地域性と連続性—北部九州から山陰地方を対象に— : 語彙研究, 9号, pp. 78-85, (2011年12月)
- [3] **岩城裕之** (編) : 医療・看護・福祉と方言—臨床方言学序論— : 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 「地域に即した看護コミュニケーションのための基礎資料の作成」研究成果報告書, (2012年3月)
- [1] **外村 彰** : 犀星 庭と生きもの小説考 —五つの短篇から— : 室生犀星研究, 第34輯, 18~30頁 (2011年10月)
- [3] **外村 彰** (編) : 外地の人々 —〈外地〉日本語文学選— : 龜鳴屋 (2011年)
- [3] **外村 彰** (共編) : 大野新全詩集 : 砂子屋書房 (2011年)
- [3] **外村 彰** (分担執筆) : 兵庫近代文学事典 : 和泉書院 (日本近代文学会関西支部 兵庫近代文学事典編集委員会編, 岸上大作・樟位正・高瀬隆和・野村泊月・平山蘆江・森田栄一を担当, 2011年)
- [4] **外村 彰** : 意力の持続とその成果—〇九年韻文研究 (近現代) : 文学・語学, 第201号, 96~99頁 (2011年10月)
- [5] **外村 彰** : 室生犀星『幼年時代』『結婚者の手記』と犬 : 呉工業高等専門学校研究報告, 第73号, pp. 84-69, (2011年10月)
- [6] **外村 彰** : 犀星文学 いのちの呼応／呉ゆかりの文学から : 室生犀星学会, (2011年10月, 呉海員会館)
- [4] **外村 彰** : 多喜さん漫筆 (二) : ぽかん, 2号, 58~61頁 (2011年11月)

- [5] **竹山友子, 川尻武信, 富村憲貴, 江口 誠** (愛知教育大), **佐々木伸子**: 基礎学力向上プロジェクト・英語寺子屋 2 年間の取り組み: 呉工業高等専門学校研究報告, 第 73 号, pp. 63-68, (2011 年 10 月)
- [1] **Kazuaki ICHIZAKI**: “An acoustic study of the eloquence of President Obama”: 日本英語音声学会『英語音声学』, 第 16 号, pp. 31-43, (2012 年 3 月)
- [2] **Kazuaki ICHIZAKI**: “An acoustic study of the eloquence of President Obama in his speeches proclaiming world peace”: *Proceedings of the 16th National Conference of the English Phonetic Society of Japan and 2nd International Congress of Phoneticians of English*, pp. 133-142 (November 2011, Kochi University)
- [3] **市崎一章** (分担執筆): 『現代音声学・音韻論の視点』(西原哲雄・三浦 弘・都築正喜 編): 金星堂, (2012 年)
- [5] **Kazuaki ICHIZAKI**: “An acoustic study of President Obama’s inaugural address”: 宮崎学園短期大学紀要, 第 4 号, pp. 1-10, (2012 年 3 月)
- [6] **市崎一章**: 「オバマ大統領の雄弁術—イラク戦争撤退演説より—»: 日本英語音声学会中部支部第 19 回研究大会予稿集, pp. 9-10, (2012 年 3 月, 名古屋学院大学)

自然科学系分野

- [6] **笠井聖二**: 呉高専での基礎科目「物理」の教育改善の現状: 平成 23 年度全国高専フォーラム教育研究活動発表概要集, pp. 335-336 (2011 年 8 月, 鹿児島市)
- [6] **笠井聖二, 山田祐士**: 呉高専におけるプロジェクトマネジメント指向のセンター活動について: 第 31 回高等専門学校情報処理教育研究集会発表会論文集, pp. 166-167 (2011 年 8 月, 鹿児島市)
- [6] **笠井聖二**: クリッカーを継続利用した高専物理教育の実践と今後の展開: 日本物理学会第 67 回年次大会 26pCG-1, (2012 年 3 月, 関西学院大学)
- [5] **深澤謙次, 高遠節夫** (東邦大学): 文書作成で利用できる作図ツールと KETpic: 京都大学数理解析研究所講究録 1780 「数学ソフトウェアと教育」, pp. 64-71, (2012 年)
- [6] **平松直哉**: On a degeneration problem for Cohen-Macaulay modules: 第 44 回環論及び表現論シンポジウム, (2011 年 9 月, 岡山大学)
- [3] **北村光一** (分担執筆): 元気がでる学び力: ぎょうせい, (2011 年 4 月)
- [5] **北村光一, 木村 宏** (岡山理科大学), **波田義夫** (岡山理科大学), **竹内 渉** (岡山理科大学), **大崎絃一** (岡山商科大学), **矢延里織** (岡山商科大学), **飯田哲司** (中国学園大学), **桑田朋美** (中国学園大学), **三好伸一** (岡山大学), **佐藤大介** (岡山大学), 他 13 名: 「岡山オルガノン」の構築—学士力・社会人基礎力・地域発信力の融合を目指した教育—: 文部科学省報告書, (2012 年 3 月)

- [6] **北村光一**：高等学校数学科授業モデルの開発と実証－滋賀県立聾話学校における数学科実践事例を通して－：日本教育情報学会第27回年会論文集，pp.102-105，（2011年8月，十文字学園女子大学）
- [6] **北村光一**：高等学校における数学科授業モデルの提案：日本教育情報学会第27回年会論文集，pp.340-341，（2011年8月，十文字学園女子大学）

機械工学分野

- [1] **吉村敏彦**, 元石道人 (呉高専専攻科), 佐藤一教 (バブコック日立㈱) : メカノケミカルキャビテーション噴流によるバラスト水浄化に関する研究 : 噴流工学, Vol. 28 (No. 3), pp. 4-11, (2012 年)
- [1] **T. Yoshimura**, K. Kagehiro (呉高専専攻科), K. Okina (呉高専専攻科), K. Maenishi (呉高専専攻科) : Nano-Cubes Produced By Electric Arc Discharge and Their Compression Strength : Nanoscience & Nanotechnology-Asia, Vol. 2 (No. 1), pp. 47-53, (2012 年)
- [4] **岩本英久**, **山岡俊一**, **仁保 裕** : 擬似起業活動によるキャリア形成プログラム : 日本高専学会誌, Vol. 16 (No. 1), pp. 23-26, (2011 年)
- [4] **岩本英久** : 超音波を用いたメガネ型歩行支援機器の開発 : 超音波テクノ, Vol. 23 (No. 4), pp. 79-83, (2011 年)
- [6] **岩本英久** : 特殊溶接技能伝承のための知識獲得に関する研究 : 第 1 回高品位介護シンポジウム, (2011 年 11 月, 京都)
- [6] **岩本英久** : 超音波を用いた視覚障害者歩行支援機器 : 平成 23 年度ビジネスマッチングくれ, (2011 年 9 月, 呉)
- [6] **岩本英久** : 視覚障害者用環境認知支援装置「スマートソナー」の改良と販路開拓 : 平成 23 年度第 9 回イノベーションマッチングひろしま, (2011 年 12 月, 広島)
- [6] **岩本英久** : 医産学官連携から生まれた高専発ベンチャー : 医療・福祉・環境と工学を融合した新分野に展開する教育プログラムの構築—高専発 医療・福祉・環境関連機器開発の拠点校を目指して—最終報告書, pp. 55-59, (2012 年 1 月, 明石)
- <以下平成 22 年度の業績(記載漏れ)>
- [6] 小林 翔(呉高専専攻科), **岩本英久** : ねじ式固定具のための回転量計測システムの開発 : 平成 22 年度日本経営工学会秋季大会予稿集, pp. 56-57, (2010 年 10 月, 福岡)
- [6] **岩本英久** : 高専生テクノショップ育成によるキャリア形成支援 : 平成 22 年度中国・四国工学教育協会高専教育部会教員研究集会「学生支援の現状と課題」, pp. 43-46, (2010 年 11 月, 岡山)
- [2] I. MINAMI (岩手大), **M. NAKASAKO** : Influence of Chemical Structure of Vegetable Oil on Wear Properties of Disulfide Additives : Program Guide, 66th STLE Annual Meeting & Exhibition, May 15-19, Atlanta, Georgia, p. 142, (May 2011, Atlanta, USA)
- [2] **M. NAKASAKO**, I. MINAMI (岩手大), S. KAWANAKA (呉高専専攻科), **M. KOHNO** : Influences of Autoxidation on Wear Properties of Vegetable Oils : Extended Abstract, International Tribology Conference Hiroshima 2011, October 30-November 3, H4-03, (November 2011, Hiroshima, JAPAN)
- [4] 灘野宏正 (呉高専名誉教授), **中迫正一**, 答島一成 (アドウィン) : 機械設計教材用「エコドライブ搬送

台車」の設計・製作（等駆動力のばねーリンク構造の場合）：機械の研究，63 卷（4 号），pp.297-304，養賢堂，（2011 年）

- [4] **河野正来, 中迫正一**：歯車歯面の瞬間温度上昇の計算について：設計工学，47 卷（1 号），pp.28-33，（2012 年）
- [4] **中迫正一**：機械設計学（河野・中迫）研究室：設計工学，47 卷（3 号），p.149，（2012 年）
- [6] **中迫正一, 大東由喜夫**：急傾斜地用ストレッチャーの開発・設計：第 9 回全国高専テクノフォーラム，p.35，（2011 年 8 月，東京）
- [6] **中迫正一**：機械設計におけるトライボロジー（摩擦・摩耗・潤滑）技術とその応用：平成 23 度第 2 回大学等シーズ活用セミナー（財団法人くれ産業振興センター主催），（2012 年 1 月，呉）
- [6] **高津康幸, 増岡隆士**（九州大），**野村高広**：溝付き垂直層内の自然対流に関する研究：第 48 回日本伝熱シンポジウム講演論文集，Vol.1, pp.47-48，（2011 年 6 月）
- [6] **野村高広, 上野健太**（呉高専専攻科），**高津康幸**：ソレノイドを利用した尾ひれ推進船の改良：日本設計工学会四国支部 2011 年度研究発表講演会講演論文集，pp.36-37，（2012 年 3 月，徳島大）
- [6] **野村高広, 上野健太**（呉高専専攻科），**高津康幸**：4 足歩行ロボットの教材開発と競技実践：日本設計工学会四国支部 2011 年度研究発表講演会講演論文集，pp.38-39，（2012 年 3 月，徳島大）
- [1] **Yuki Yoshikawa, Tomomi Nuwa**（広島市立大），**Hideyuki Ichihara**（広島市立大），**Tomoo Inoue**（広島市立大）：Hybrid Test Application in Partial Skewed-load Scan Design：IEICE Trans. on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E94-A (No.12), pp.2571-2578, (Dec, 2011)
- [2] **Tomoo Inoue**（広島市立大），**Hayato Henmi**（広島市立大），**Yuki Yoshikawa, Hideyuki Ichihara**（広島市立大）：Effective Multi-cycle Signatures in Testable Response Analyzers：IEEE Proc. International On-Line Testing Symp. (IOLTS), pp.13-18, (July, 2011, JAPAN)
- [2] **Hideyuki Ichihara**（広島市立大），**Yuka Iwamoto**（広島市立大），**Yuki Yoshikawa, Tomoo Inoue**（広島市立大）：Test Compression Based on Lossy Image Encoding：IEEE Proc. Asian Test Symp. (ATS), (Nov., 2011, INDIA)
- [6] **立川洋也**（呉高専本科），**上岡 俊**（呉高専本科），**吉川祐樹, 市原英行**（広島市立大），**井上智生**（広島市立大）：パス遅延故障のテスト容易性を指向した高位合成におけるバインディング法：総合大会 情報・システムソサイエティ特別企画，p.157，（2012 年 3 月）
- [6] **沖田亮人**（呉高専本科），**川原久典**（呉高専本科），**吉川祐樹, 市原英行**（広島市立大），**井上智生**（広島市立大）：ブロードサイドテストにおけるパス遅延故障の過剰テスト削減のためのテストパターン生成：総合大会 情報・システムソサイエティ特別企画，p.209，（2012 年 3 月）
- [1] **上寺哲也, 北村 充**（広島大），**濱田邦裕**（〃），**大槻康明**（常石造船）：降伏及び座屈応力を考慮した船体二重底部 構造最適化に関する研究：日本船舶海洋工学会論文集，Vol.14, pp.1-8，（2012 年）
- [1] **M Kitamura**（広島大），**T Uedera, K Hamada**（広島大），**Akihiro Takezawa**（〃）：Shape Optimization System of Bottom Structure of Ship Incorporating Individual Mesh Subdivision and Multi-Point

- Constraint : International Journal of Offshore and Polar Engineering, Vol. 21 (No. 3), pp. 209–215, (2011 年)
- [2] M Kitamura (広島大), **T Uedera**, K Hamada (広島大) : Shape and Size Optimization of the Double Bottom Structure of Bulk Carrier at the Design Stage with Finite Element Analysis : The Twenty-first (2011) International Offshore (Ocean) and Polar Engineering Conference, pp. 839–844 (June 19–24, 2011, Hyatt Regency Maui Hotel Hawaii USA)
- [6] **上寺哲也** : 降伏及び座屈応力を考慮した船体二重底部構造最適化に関する研究 : 第 20 回日本船舶海洋工学会西部支部構造研究会, (2011 年, 広島市中区チサンホテル)
- [3] **上寺哲也** : 船体構造二重底部における形状・板厚最適化に関する研究(博士論文) : 広島大学大学院工学研究院, (2012 年 3 月)

電気情報工学分野

- [1] S. Kim (広島大), M. Ye (広島大), K. Kuroda (広島大), Y. Yamada, (広島大), E. V. Chulkov (ドノスチア物理センター), K. Miyamoto (広島大), M. Nakatake (広島大), T. Okuda (広島大), **Y. Ueda**, A. Kimura (広島大), 他 4 名 : Surface scattering via Bulk Continuum State in the 3D topological Insulator Bi₂Se₃ : Physical Review Letters, 107, pp. 056803–056803, (2011)
- [1] K. Kuroda (広島大), H. Miyahara (広島大), M. Ye (広島大), S. V. Eremeev (トムスク大), E. V. Chulkov (ドノスチア物理センター), K. Miyamoto (広島大), T. Okuda (広島大), M. Arita (広島大), **Y. Ueda**, and A. Kimura (広島大), 他 9 名 : Experimental Verification of the 3D Topological Insulator Phase in PbBi₂Te₄ : Condensed Matter, 1111.5730, pp. 1–5
- [1] M. Ye (広島大), S. V. Eremeev (トムスク大), K. Kuroda (広島大), M. Nakatake (広島大), S. Kim (広島大), E. E. Krasovskii (ドノスチア物理センター), K. Okamoto (広島大), K. Miyamoto (広島大), **Y. Ueda**, and A. Kimura (広島大), 他 9 名 : Relocation of the topological surface state of Bi₂Se₃ beneath the surface by Ag Intercalation : Condensed Matter, 1112.5869, pp. 1–5
- [2] K. Kuroda (広島大), M. Ye (広島大), H. Miyahara (広島大), **Y. Ueda**, K. Miyamoto (広島大), T. Okuda (広島大), M. Arita (広島大), K. Shimada (広島大), H. Namatame (広島大), M. Taniguchi (広島大), A. Kimura (広島大) : Direct Evidence of Three-Dimensional Topological Insulator Phase in Pb Based Ternary Chalcogenide : Materials Research Society Fall Meeting, L2.6, (November, 2011 in Boston, USA)
- [2] K. Kuroda (広島大), H. Miyahara (広島大), M. Ye (広島大), S. V. Eremeev (トムスク大), E. V. Chulkov (ドノスチア物理センター), K. Miyamoto (広島大), T. Okuda (広島大), M. Arita (広島大), **Y. Ueda**, A. Kimura (広島大), 他 4 名 : Experimental Verification of the Dirac electronic state in ternary chalcogenide topological insulator PbBi₂Te₄ by low energy synchrotron radiation ARPES : The 6th International Symposium on Surface Science, 15aA1–5, (December, 2011 in Tokyo, Japan)
- [2] K. Kuroda (広島大), H. Miyahara (広島大), M. Ye (広島大), Y. M. Kroteev (トムスク大), E. E. Krasovskii

(ドノスチア物理センター), E. V. Chulkov (ドノスチア物理センター), K. Miyamoto (広島大), T. Okuda (広島大), **Y. Ueda**, A. Kimura, 他 9 名 : Angle-resolved photoemission spectroscopy of three dimensional topological insulator PbBi_2Te_4 : The 16th Hiroshima International Symposium on Synchrotron Radiation, Hiroshima, P-10, (March, 2012 in Hiroshima, Japan)

[6] 黒田健太 (広島大), 叶 茂 (広島大), 宮本幸治 (広島大), 奥田太一 (広島大), 有田将司 (広島大), 島田賢也 (広島大), 生天目博文 (広島大), 谷口雅樹 (広島大), **植田義文**, 木村昭夫 (広島大) : 放射光角度分解光電子分光を用いた三元カルコゲナイドトポロジカル絶縁体 TlBiSe_2 におけるディラック表面状態の研究 : 平成 23 年度飯綱・サイエンスサマー道場, P-10, (2011 年 8 月, 長野市)

[6] 黒田健太 (広島大), 叶 茂 (広島大), S. Qiao (広島大), 竹田幸治 (Spring 8), 斎藤裕児 (Spring 8), 宮本幸治 (広島大), 奥田太一 (広島大), **植田義文**, 谷口雅樹 (広島大), 木村昭夫 (広島大), 他 2 名 : ARPES 及び XMCD 分光を用いた Mn ドープした Bi_2Se_3 の電子状態の研究 : 日本物理学会, P-10, (2011 年 9 月, 富山大学)

[6] 黒田健太 (広島大), 叶 茂 (広島大), S. V. Eremeev (トムスク大), E. V. Chulkov (ドノスチア物理センター), 宮本幸治 (広島大), 奥田太一 (広島大), 有田将司 (広島大), 島田賢也 (広島大), **植田義文**, 木村昭夫 (広島大), 他 3 名 : 低エネルギー放射光 ARPES を用いた三元カルコゲナイドトポロジカル絶縁体におけるディラック電子状態の研究 : 日本物理学会, 22pTN-8, (2011 年 9 月, 富山大学)

[6] 黒田健太 (広島大), 白井開渡 (広島大), 前川高政 (広島大), 宮原寛和 (広島大), 宮本幸治 (広島大), 生天目博文 (広島大), 谷口雅樹 (広島大), **植田義文**, 木村昭夫 (広島大) : トポロジカル絶縁体 TlBiSe_2 の放射光を用いたスピン角度分解光電子分光 : 日本物理学会, 25pBJ-3, (2012 年 3 月, 関西学院大学)

[6] 岡本和晃 (広島大), 叶 茂 (広島大), 黒田健太 (広島大), Nahyun Jo (広島大), Myung-Hwa Jung (広島大), 竹田幸治 (Spring 8), 斎藤祐児 (広島大), 宮本幸治 (広島大), 奥田太一 (広島大), **植田義文**, 木村昭夫 (広島大), 他 2 名 : Mn ドープ Bi_2Te_3 の内殻吸収磁気円二色性分光 : 日本物理学会, 5pBJ-7, (2012 年 3 月, 関西学院大学)

[2] **Futoshi Kuroki** : Consideration on Millimeter-wave Technologies. —Why Don't You Perceive the Severe Realities? (Invited Paper) : Workshop Digest of "Latest Technologies Are Changing the Framework of Microwave Industries" in 2011 China-Japan Microwave Conference, pp.60-70, (April 2011 in Hangzhou, China)

[2] Tomonori Morita (呉高専専攻科) and **Futoshi Kuroki** : Improvement on Reflection Performance of Primary Radiator Using Vertical Strip Transmission Line at 60GHz : Proceeding of 2011 China-Japan Microwave Conference, pp.193-196, (April 2011 in Hangzhou, China)

[2] Tomohiro Tanaka (呉高専専攻科) and **Futoshi Kuroki** : An Equivalent Circuit Model of Band-stop Type of Self-injection Locked NRD Guide Gunn Oscillator : Proceeding of 2011 China-Japan Microwave Conference, pp.282-285, (April 2011 in Hangzhou, China)

[2] **Futoshi Kuroki** and Hiroyuki Kawagashira (呉高専専攻科) : Cost Effective Printed Filter Using BIT Line at Millimeter-wave Frequencies (Invited Paper) : Proceeding of 2011 China-Japan Microwave Conference, pp.378-381, (April 2011 in Hangzhou, China)

[2] Kento Ichinose (呉高専専攻科) and **Futoshi Kuroki** : A Consideration on Velocity Detection Using NRD Guide Pulse Radar at 60 GHz : Proceeding of 2011 China-Japan Microwave Conference, pp.566-569, (April 2011 in Hangzhou, China)

- [2] Shohta Nakashima (呉高専専攻科) and **Futoshi Kuroki** : Influence on Oscillation Characteristics of Self-injection Locked NRD Guide Gunn Oscillator Due to Subtle Changes of Bias Circuits : Proceedings of Thailand-Japan MicroWave 2011, pp.12-15, (August, 2011 in Bangkok, Thailand)
- [2] Yasuyoshi Okita (呉高専専攻科) and **Futoshi Kuroki** : Fabrication of Band-pass Filter Made by Only Metal Strip at 30GHz : Proceedings of Thailand-Japan MicroWave 2011, pp. 74-77, (August, 2011 in Bangkok, Thailand)
- [2] **Futoshi Kuroki** and Kohsei Nishimura (呉高専専攻科) : Improvement on Equivalent Circuit of J-Shaped Monopole Array Antenna for UHF-band Terrestrial Digital Broadcasting Reception : Proceedings of the 40th European Microwave Conference, pp. 822-825, (October, 2011 in Manchester, UK)
- [2] Yasuyoshi Okita (呉高専専攻科) and **Futoshi Kuroki** : Design on Fishbone Shaped Tri-plate Transmission Line Filter at Millimeter Wave Length : Proceedings of 2011 Korea-Japan Microwave Conference, pp.118-121, (November, 2011 in Fukuoka, Japan)
- [2] Tomohiro Tanaka (呉高専専攻科) and **Futoshi Kuroki** : Theoretical and Experimental Investigation on Band-stop Type of Self-injection Locked NRD Guide Gunn Oscillator : Proceedings of 2011 Korea-Japan Microwave Conference, pp.178-181, (November, 2011 in Fukuoka, Japan)
- [2] Shohta Nakashima (呉高専専攻科) and **Futoshi Kuroki** : Analysis on Band Stop Type of Self-injection Locked NRD Guide Gunn Oscillator with Two Output Ports at 60 GHz : Proceedings of 2011 Korea-Japan Microwave Conference, pp.182-185, (November, 2011 in Fukuoka, Japan)
- [2] Kento Ichinose (呉高専専攻科) and **Futoshi Kuroki** : Detection of Distance and Velocity Using NRD Guide Pulse Radar at 60 GHz : Proceedings of 2011 Korea-Japan Microwave Conference, pp.206-209, (November, 2011 in Fukuoka, Japan)
- [2] Tomonori Morita (呉高専専攻科) and **Futoshi Kuroki** : Vertical Strip Transmission Line Primary Radiator with Tapered Reflection Plate for Pencil-beam Antennas at 60GHz : Proceedings of 2011 Korea-Japan Microwave Conference, pp.262-265, (November, 2011 in Fukuoka, Japan)
- [2] **Futoshi Kuroki** : A new-learning Microwave Guided Theory and Basic Circuit Design for Young Engineers in Industrial Battlefields -Using the Smith-chart and S-matrix Efficiently (Invited Paper) : Proceedings of Tutorial Lecture in Microwave Workshops & Exhibition (MWE2011), pp.42-58, (November, 2011 in Yokohama)
- [6] 一瀬健人 (呉高専専攻科), **黒木太司**, 米山 務 (東北工大) : 60GHz 帯 NRD ガイドパルスレーダを用いた速度検知の検討 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp.1-4, (2011年6月, 多治見)
- [6] 中島翔太 (呉高専専攻科), **黒木太司**, 米山 務 (東北工大) : 60GHz 帯帯域阻止型自己注入同期 NRD ガイドガン発振器の構造変化が発振特性に与える影響 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp.5-8, (2011年6月, 多治見)
- [6] 沖田靖能 (呉高専専攻科), **黒木太司** : 低損失化を目的とした 30GHz 帯魚骨形トリプレート帯域フィルタ : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp.9-12, (2011年6月, 多治見)
- [6] 中島翔太 (呉高専専攻科), **黒木太司** : 二出力端を有する 60GHz 帯帯域阻止形自己注入同期 NRD ガイドガン発振器の解析 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp.1-4, (2011年9月, 大阪)
- [6] 越智亮輔 (呉高専専攻科), 井上晋吾 (呉高専本科), **黒木太司** : 60GHz 帯における FR-4 基板の誘電特性の評価 : 平成 23 年度 (第 62 回) 電気・情報関連学会中国支部連合大会資料, pp.3-11, (2011年10月)

月，広島)

- [6] 中島翔太 (呉高専専攻科), **黒木太司** : NRD ガイドガン発振器におけるバイアス回路の改善 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 33-36, (2011 年 10 月, 東京)
- [6] 一瀬健人 (呉高専専攻科), **黒木太司** : 60GHz 帯 NRD ガイドパルスレーダシステムにおける A-D コンバータを用いた検知誤差低減 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 37-40, (2011 年 10 月, 東京)
- [6] 沖田靖能 (呉高専専攻科), **黒木太司** : ミリ波帯魚骨形トリプレート帯域フィルタの設計 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 41-44, (2011 年 10 月, 東京)
- [6] Yuki Ishino (呉高専専攻科) and **Futoshi Kuroki** : Study on Signal Processing Circuit for HD-TV Transmission System : Proceedings of International Student Conference 2011 in Dalian (Promoting Project for International Relationship of eight Colleges-of-Technology in Chugoku-area), C1, (November, 2011 in Dalian)
- [6] Shingo Inoue (呉高専本科) and **Futoshi Kuroki** : Study on Evaluation of Cost-effective Dielectric Substrate at Millimeter-wave Frequencies : Proceedings of International Student Conference 2011 in Dalian (Promoting Project for International Relationship of eight Colleges-of-Technology in Chugoku-area), C3, (November, 2011 in Dalian)
- [6] Shohta Nakashima (呉高専専攻科) and **Futoshi Kuroki** : Study on Phase Noise Reduction of Millimeter-wave Oscillators : Proceedings of International Student Conference 2011 in Dalian (Promoting Project for International Relationship of eight Colleges-of-Technology in Chugoku-area), C4, (November, 2011 in Dalian)
- [6] Yasuyoshi Okita (呉高専専攻科) and **Futoshi Kuroki** : Study on Low-loss and Low-cost Band-pass Filters at Millimeter Wavelengths : Proceedings of International Student Conference 2011 in Dalian (Promoting Project for International Relationship of eight Colleges-of-Technology in Chugoku-area), C5, (November, 2011 in Dalian)
- [6] 中島翔太 (呉高専専攻科), **黒木太司** : 60GHz 帯 NRD ガイドガン発振器におけるチョーク構造の改善 : 豊橋技科大高専連携プロジェクト中間報告会資料, (2011 年 12 月, 大船)
- [6] 田中智大 (呉高専専攻科), **黒木太司** : 60GHz 帯自己注入型 NRD ガイドガン発振器における発振モードジャンプの解明 : 豊橋技科大高専連携プロジェクト中間報告会, (2011 年 12 月, 大船)
- [6] 森田智紀 (呉高専専攻科), **黒木太司** : FR-4 基板を用いた 60GHz 帯垂直ストリップ線路 1 次放射器の設計 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 1-4, (2011 年 12 月, 山口)
- [6] 井上晋吾 (呉高専本科), **黒木太司** : ミリ波帯における FR-4 基板の誘電特性の測定 : 電子情報通信学会マイクロ波研究会, pp. 5-8, (2011 年 12 月, 山口)
- [6] **黒木太司**, 中島翔太 (呉高専専攻科) : 二出力端を有する 60GHz 帯帯域阻止形自己注入同期 NRD ガイドガン発振器の発振特性の計算 : 電子情報通信学会総合大会, C-2-2, (2012 年 3 月, 岡山)
- [6] 中島翔太 (呉高専専攻科), **黒木太司** : NRD ガイドガン発振器におけるバイアス回路の発振特性に与える影響の考察 : 電子情報通信学会総合大会, C-2-3, (2012 年 3 月, 岡山)
- [6] 田中智大 (呉高専専攻科), **黒木太司** : 60GHz 帯反射型自己注入同期 NRD ガイドガン発振器における発振モードジャンプの検討 : 電子情報通信学会総合大会, C-2-4, (2012 年 3 月, 岡山)

- [6] 沖田靖能 (呉高専専攻科), **黒木太司**, 川原祐紀 (川島製作所): 30GHz 帯魚骨形帯域フィルタの試作: 電子情報通信学会総合大会, C-2-42, (2012年3月, 岡山)
- [6] 森田智紀 (呉高専専攻科), **黒木太司**: FR-4 基板を用いた 60GHz 帯垂直ストリップ線路 1 次放射器の反射・放射特性: 電子情報通信学会総合大会, C-2-50, (2012年3月, 岡山)
- [6] 井上晋吾 (呉高専本科), **黒木太司**: ミリ波帯における FR-4 基板面方向の誘電特性の測定: 電子情報通信学会総合大会, C-2-63, (2012年3月, 岡山)
- [6] 一瀬健人 (呉高専専攻科), **黒木太司**: 60GHz 帯 NRD ガイドパルスレーダにおける A-D コンバータを活用した連続サンプリング処理: 電子情報通信学会総合大会, C-2-100, (2012年3月, 岡山)
- [6] 一瀬健人 (呉高専専攻科), **黒木太司**: ミリ波パルスレーダにおける AD コンバータを用いた連続サンプリング処理の検討: 豊橋技科大高専連携プロジェクト年次報告会, (2012年3月, 豊橋)
- [6] 田中智大 (呉高専専攻科), 中島翔太 (呉高専専攻科), **黒木太司**: 帯域阻止型自己注入同期 NRD ガイドガン発振器における発振周波数ジャンプに関する検討: 豊橋技科大高専連携プロジェクト年次報告会, (2012年3月, 豊橋)
- [6] 中島翔太 (呉高専専攻科), **黒木太司**: 低価格化を目的とした金属ポスト共振器装荷注入同期 NRD ガイドガン発振器の基礎検討: 豊橋技科大高専連携プロジェクト年次報告会, (2012年3月, 豊橋)
- [7] 馬場潤寧 (松下電器産業(株)), 福田達朗 (〃), 玉江隆浩 (〃), **黒木太司**: ガン発振器: 特許第 4667672 号, (2011年4月13日発行)
- [7] 南谷康次郎 (新日本無線(株)), 沖有一郎 (〃), **黒木太司**: マイクロ波発振器: 特許第 4824869 号, (2011年11月30日発行)
- [1] 梶原和範 (広島商船), **田中 誠**: 16 ビットマイコン dsPIC を用いた学生実験の試み: 高専教育, 第 35 号, pp. 101-106, (2012年)
- [1] 梶原和範 (広島商船), **田中 誠**: C# を用いた学生実験の試み: 高専教育, 第 35 号, pp. 125-130, (2012年)
- [6] 岡本雄司 (呉高専専攻科), **田中 誠**: マルチコア CPU 対応プログラミングによるイオン光学シミュレータの開発: 平成 23 年度 (第 62 回) 電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集, p. 239, (2011年10月, 広工大)
- [5] **山崎 勉**: マイクロロー陰極放電の電圧電流特性: 呉工業高等専門学校研究報告, 第 73 号, pp. 13-17, (2011年10月)
- [6] **山崎 勉**: 水素混合ヘリウムロー陰極放電の発光分光測定: 電気情報関連学会中国支部第 62 回連合大会講演論文集, p. 528, (2011年10月, 広島)
- [2] **H. Inoue**: Self-Organizing Neural Grove and Its Incremental Learning Performance: Proceedings of the IEEE Symposium on Foundations of Computational Intelligence, FOCI 2011, part of the IEEE Symposium Series on Computational Intelligence 2011, pp. 94-99, (April, 2011 in Paris, France)
- [6] 川口哲史 (呉高専専攻科), **井上浩孝**: 自己生成ニューラル木立を用いた追加学習特性に関する研究: 平成 23 年度電気・情報関連学会中国支部第 62 回連合大会, pp. 222-223, (2011年10月, 広島)
- [6] 西川裕介 (呉高専専攻科), **井上浩孝**: 新指数型プログラムの有効性に関する研究: 平成 23 年度電気・

情報関連学会中国支部第 62 回連合大会, pp. 172-173, (2011 年 10 月, 広島)

- [6] 古岡佳大 (呉高専専攻科), **井上浩孝**: 自己生成ニューラル木立を用いたパターン認識に関する研究: 平成 23 年度電気・情報関連学会中国支部第 62 回連合大会, pp. 220-221, (2011 年 10 月, 広島)

環境都市工学分野

- [3] **森脇武夫** (分担執筆): 全国 77 都市の地盤と災害ハンドブック (地盤工学会): 丸善出版, (2012 年 1 月)
- [4] **森脇武夫**: 中国支部における地盤工学技術者への支援事業: 地盤工学会誌, 第 59 巻 (第 5 号), pp. 6-7, (2011 年 5 月)
- [4] **加納誠二**, **森脇武夫**: 中国支部 50 周年記念事業紹介: 地盤工学会誌, 第 59 巻 (第 5 号), pp. 28-29, (2011 年 5 月)
- [6] **森脇武夫**, 金森 悠 (横河工事): 圧密に伴う不攪乱自然堆積粘土の骨格剛性の変化について: 第 46 回地盤工学研究発表会発表講演集, pp. 309-310, (2011 年 7 月, 神戸市)
- [6] 佐藤友彦 (早稲田大学), **森脇武夫**: 自然堆積粘土における透水係数の異方性に関する研究 (その 2), 土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集, 第 3 部門, pp. 393-394, (2011 年 9 月, 松山市)
- [5] **竹内準一**, 鈴藤真也 (呉高専本科): 緩速ろ過池の砂層に生息するユスリカ幼虫と随伴する細菌群集の役割: 呉工業高等専門学校研究報告, 第 73 号, pp. 19-24, (2011 年 10 月)
- [6] **竹内準一**: 鉄・マンガンのバクテリアによる除去-生物学と地学の境界: NPO 法人 地域水道支援センター・別府セミナー講演, (2011 年 10 月 3 日, 別府市ビーコンプラザ・国際会議場ホール)
- [2] 下田 直 (呉高専専攻科), **及川栄作**: Analysis of molecular weight distribution of degraded expanded polystyrene by bacterium STR-Y-0: 1st International Symposium on Technology for Sustainability, (Bangkok Thailand, Jan., 2012)
- [5] **及川栄作**: かき養殖用発泡スチロール製いかだフロートのバイオリサイクル法開発: 特定営利活動法人 広島循環型社会推進機構 研究課題成果報告書, pp. 291-294, (2011 年 9 月)
- [6] 下田 直 (呉高専専攻科), **及川栄作**, 及川胤昭 (創造的生物工学研): 湧水から単離した微生物の水に対する酸化還元電位の低下作用: 日本農芸化学会 2012 年度大会, (2012 年 3 月, 京都市)
- [6] **及川栄作**, 溝手克実 (呉高専本科), 下田 直 (呉高専専攻科), 串田愛美 (呉高専本科), 福庭慎吾 (呉高専本科): かき養殖用発泡スチロール製いかだのバイオリサイクル法に関する研究: 呉地域オープンカレッジネットワーク会議平成 23 年度地域活性化研究報告会, (2012 年 3 月, 呉市)
- [7] **及川栄作**, 及川胤昭 (創造的生物工学研): 電離水素水の製造方法およびこれに用いる微生物: 特願 2012-047146 号, (2012 年 3 月 2 日)

- [1] 北 真人 (広島大学大学院工学研究科), **黒川岳司**: 噴流型流動促進装置導入による貯水池内の流況と水質の変化: 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 68 (No. 4), I_1663-I_1668, (2012 年 2 月)
- [6] 平原 裕 (呉高専専攻科), **黒川岳司**, 北 真人 (広島大学大学院工学研究科): 噴流型流動促進装置が導入された貯水池における流動の解析: 第 63 回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, II-28, (2011 年 5 月, 岡山市)
- [6] 北 真人 (広島大学大学院工学研究科), **黒川岳司**, 平原 裕 (呉高専専攻科): 噴流型流動促進装置を設置した貯水池内の流況と水質の変化: 第 63 回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, II-29, (2011 年 5 月, 岡山市)
- [6] 北 真人 (広島大学大学院工学研究科), **黒川岳司**, 平原 裕 (呉高専専攻科): 噴流型流動促進装置導入による貯水池内の流況特性と水質の変化: 土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集, II-097, (2011 年 9 月, 松山市)
- [1] 岡本有希加 (呉高専専攻科), **重松尚久**, **小堀慈久**: 強降雨による斜面崩壊調査と安定解析についての考察: 平成 23 年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集, pp. 33-36, (2011 年 11 月)
- [1] 河村倫太郎 (呉高専専攻科), **重松尚久**, 小田 登 (株式会社スターロイ): ディスクカッタービット摩耗検知システムの開発のための基礎的研究: 平成 23 年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集, pp. 105-108, (2011 年 11 月)
- [4] **重松尚久**, 河村倫太郎 (呉高専専攻科), 小田 登 (株式会社スターロイ), 室 達朗 (愛媛大学): 端面掘削方式を用いた岩盤掘削機の開発に関する研究: テラメカニクス, 第 31 号, pp. 43-47, (2011 年 4 月)
- [6] 岡本有希加 (呉高専専攻科), **重松尚久**, **小堀慈久**: 降雨時のまさ土斜面崩壊における土の強度特性について: 第 62 回中国地方整備局管内技術研究会, (2011 年 7 月, 広島)
- [6] 河村倫太郎 (呉高専専攻科), **重松尚久**: バックホウのアタッチメントとしての硬質岩盤掘削機の開発: 第 62 回中国地方整備局管内技術研究会, (2011 年 7 月, 広島)
- [6] 岡本有希加 (呉高専専攻科), **重松尚久**, **小堀慈久**: まさ土斜面崩壊における土の粒径とせん断特性の研究: 平成 23 年度地盤工学会全国大会第 46 回次年度学術講演会概要集, D-06, pp. 991, (2011 年 7 月, 神戸)
- [6] **小堀慈久**, 岡本有希加 (呉高専専攻科), **重松尚久**, **加藤省二**: まさ土斜面崩壊における土の飽和・不飽和強度研究: 第 66 回年次学術講演会概要集, III-294, (2011 年 9 月, 松山)
- [6] 河村倫太郎 (呉高専専攻科), **重松尚久**, 室 達朗 (愛媛大学): 荷重制御方式による花崗岩の掘削性能に関する研究: 第 66 回年次学術講演会概要集, VI-376, (2011 年 9 月, 松山)
- [6] 北岡一成 (佐藤建設工業株式会社), **重松尚久**, **河村進一**: 荷重制御方式を用いた多段型掘削機の開発に関する研究: 第 66 回年次学術講演会概要集, VI-383, (2011 年 9 月, 松山)
- [6] 岡本有希加 (呉高専専攻科), **重松尚久**, **小堀慈久**: 強降雨による斜面崩壊調査と安定解析についての考察: 第 32 回テラメカニクス研究会, (2011 年 11 月, 広島)
- [6] 河村倫太郎 (呉高専専攻科), **重松尚久**, 室 達朗 (愛媛大学), 小田 登 (スターロイ): 端面掘削方式を用いた多段型掘削機の開発に関する研究: 第 32 回テラメカニクス研究会, (2011 年 11 月, 広島)

- [6] 河村倫太郎 (呉高専専攻科), **重松尚久**, 小田 登 (スターロイ) : 荷重制御による端面掘削方式を利用した花崗岩の掘削性能に関する研究 : 第 17 回高専シンポジウム in 熊本公演概要集, p. 325, (2012 年 1 月, 熊本)
- [6] 猪原由貴 (呉高専本科), **重松尚久**, 小田 登 (スターロイ) : 端面掘削方式を用いた多段型掘削機の開発に関する研究 : 第 17 回高専シンポジウム in 熊本公演概要集, p. 440, (2012 年 1 月, 熊本)
- [1] **加納誠二**, 土田 孝 (広島大学), 中川翔太 (広島大学), 海堀正博 (広島大学), 中井真司 (復建調査設計(株)), 来山尚義 (復建調査設計(株)) : 2009 年に東広島市志和町内地区で発生した土砂災害の調査について : 地盤工学ジャーナル, Vol. 6, No. 2, pp. 243-259, (2011. 6. 30)
- [1] 花岡 尚 (広島大学), 川口将季 (鳥取県), 土田 孝 (広島大学), 中川翔太 (広島大学), **加納誠二** : 2010 年 7 月に広島県庄原市で発生した土砂災害の調査と考察ー平行斜面中腹の崩壊メカニズムに関する検討ー : 地盤工学ジャーナル, Vol. 7, No. 1, pp. 295-309, (2012. 3. 28)
- [1] 花岡 尚 (広島大学), 川口将季 (鳥取県), 土田 孝 (広島大学), 中川翔太 (広島大学), **加納誠二** : 2010 年庄原土砂災害における平行斜面の崩壊事例に関する調査と考察 : 公益地盤工学会中国支部論文報告集, Vol. 29, No. 1, pp. 71-80, (2012. 2. 29)
- [1] TAKASHI TSUCHIDA (広島大学), A. M. R. G. ATHAPATHTHU (広島大学), **SEIJI KANO**, KAZUAKI SUGA (清水建設) : ESTIMATION OF IN-SITU SHEAR STRENGTH PARAMETERS OF WEATHERED GRANITIC (MASADO) SLOPES USING LIGHTWEIGHT DYNAMIC CONE PENETROMETER : Soils and Foundations, Vol. 51, No. 3, pp. 497-512, (2011. 7. 13)
- [2] Thi Ha (日本工営(株)), Y. Sasaki (財) 国土技術センター), **S. Kano** : Study on Mrechanism of Rain-induced Surface Failures on Sandy Soil Slopes : Proceedings of the 14th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Paper No. 216, (2011. 5, Hong Kong)
- [2] T. Tsuchida (広島大学), **S. Kano**, M. Kawaguchi (鳥取県) : Risk assessment of natural slopes by geotechnical data and rainfall analysis : Proceedings of the 14th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Paper No. 218, (2011. 5, Hong Kong)
- [6] 川端昇一 (広島大学), 土田 孝 (広島大学), **加納誠二**, 川口将季 (鳥取県), 中川翔太 (広島大学), 花岡 尚 (広島大学) : 貫入試験を用いた調査と解析に基づいた個別溪流・斜面の豪雨時危険度評価に関する研究 : 平成 23 年度土木学会中国支部研究発表会発表概要集, III-39, (2011. 5, 岡山)
- [6] 花岡 尚 (広島大学), 川口将季 (鳥取県), **加納誠二**, 土田 孝 (広島大学), 中川翔太 (広島大学), 川端昇一 (広島大学) : 軽量動的コーン貫入試験の災害調査への適用性について : 平成 23 年度土木学会中国支部研究発表会発表概要集, III-40, (2011. 5, 岡山)
- [6] 中川翔太 (広島大学), 川口将季 (鳥取県), **加納誠二**, 土田 孝 (広島大学), 花岡 尚 (広島大学) : 平成 22 年 7 月庄原市ゲリラ豪雨災害における山腹表層崩壊に関する研究 : 平成 23 年度土木学会中国支部研究発表会発表概要集, III-41, (2011. 5, 岡山)
- [6] 川口将季 (鳥取県), 土田 孝 (広島大学), **加納誠二**, 花岡 尚 (広島大学), 中川翔太 (広島大学) : 平成 22 年 7 月庄原市ゲリラ豪雨災害に見られた山腹表層崩壊に関する研究 : 第 46 回地盤工学研究発表会発表講演集, pp. 2005-2006, (2011. 7, 神戸)
- [6] 川口将季 (鳥取県), 土田 孝 (広島大学), **加納誠二**, 花岡 尚 (広島大学), 中川翔太 (広島大学) :

災害調査における軽量動的コーン貫入試験の活用：第 46 回地盤工学研究発表会発表講演集，pp. 2007-2008，(2011.7，神戸)

- [6] 原 弘 (広島大学)，**加納誠二**，土田 孝 (広島大学)，金田一智親 (広島大学)：微生物を用いた地盤改良に及ぼす菌種と土試料の影響：第 46 回地盤工学研究発表会発表講演集，pp. 2053-2054，(2011.7，神戸)
- [4] **山岡俊一**：高専における人間力教育 呉高専キャリア開発セミナー：文部科学時報，2011 年 11 月号，pp. 40-41，(2011 年 11 月)
- [6] **山岡俊一**，坂本 淳 (岐阜高専)，**小堀慈久**，今田寛典 (広島文化学園大)：斜面住宅地居住者を対象としたコミュニケーションによる防災教育に関する研究：土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集，IV-17，pp. 33-34，(2011 年 9 月，松山市)
- [6] **山岡俊一**，今田寛典 (広島文化学園大)，坂本 淳 (岐阜高専)：高齢者居住世帯の多い斜面住宅地における住民の防災意識とコミュニケーションによる防災教育に関する研究：日本福祉のまちづくり学会第 14 回全国大会，CD-ROM (4 pages)，(2011 年 8 月，堺市)
- [6] 今田寛典 (広島文化学園大)，**山岡俊一**：傾斜地域における外出行動に関する調査分析－呉市中心部を事例として－：日本福祉のまちづくり学会第 14 回全国大会，CD-ROM (4 pages)，(2011 年 8 月，堺市)
- [6] 坂本 淳 (岐阜高専)，**山岡俊一**：高齢者疑似体験装置を援用した公共施設間の歩行調査に関する一考察：日本福祉のまちづくり学会第 14 回全国大会，CD-ROM (4 pages)，(2011 年 8 月，堺市)
- [6] 坂本 淳 (岐阜高専)，北河俊樹 (岐阜高専専攻科)，**山岡俊一**，藤田素弘 (名工大)：高速道路利用後の運転者に着目した速度特性の分析：土木計画学研究・講演集，No. 44，CD-ROM (4 pages)，(2011 年 11 月，岐阜市)
- [6] 坂本 淳 (岐阜高専)，北河俊樹 (岐阜高専専攻科)，**山岡俊一**：高速道路利用後の車両に着目した追突事故の潜在的危険性分析：平成 23 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，CD-ROM，(2012 年 3 月，松本市)
- [1] **堀口 至**，南條英夫 (中国電力)，加藤拓一郎 (〃)，市坪 誠 (高専機構)：1 年を超える硫酸浸漬を行った PFBC 灰硬化体の耐硫酸性：コンクリート工学年次論文集，Vol. 33 (No. 1)，pp. 1601-1606，(2011 年)
- [6] 目片雄土 (呉高専専攻科)，**堀口 至**，**三村陽一**：牡蠣殻を全量使用した植生基盤材料の緑化性能に関する研究：土木学会中国支部第 63 回研究発表会発表概要集 (CD-ROM)，(2011 年 5 月，岡山県)
- [6] 目片雄土 (呉高専専攻科)，白井敦士 (呉高専本科)，村上隆則 (〃)，**堀口 至**：牡蠣殻を利用したコンクリート製品の開発に関する研究，呉地域オープンカレッジネットワーク会議平成 23 年度地域活性化研究報告会，(2012 年 3 月，呉市)
- [1] I. Yoshitake (山口大)，F. Rajabipour (The Pennsylvania State Univ.)，**Y. MIMURA** and A. SCANLON (The Pennsylvania State Univ.)：A Prediction Method of Tensile Young's Modulus of Concrete at Early Age：Advances in Civil Engineering，Vol. 2012，pp. 1-10，(2012 年)
- [1] 張 文博 (山口大)，吉武 勇 (山口大)，尾上枝里 (山口大)，**三村陽一**，齋藤 直 (エネルギー・エコ・マテリア)：屋外で作製・養生するフライアッシュコンクリートの強度特性：材料，Vol. 61 (No. 3)，

pp. 267-273, (2012 年)

- [1] **Y. Mimura**, I. Yoshitake (山口大) and W. Zhang (〃): Uniaxial Tension Test of Slender Reinforced Early Age Concrete Members: *Materials*, 4(8), pp. 1345-1359, (2011 年)
- [1] **三村陽一**, 吉武 勇 (山口大), 小川淳史 (宇部興産機械), 和多田康男 (〃): 接着剤を用いた合成床版の底鋼板剥離に関する実験的検討: *コンクリート工学年次論文集*, 33(2), pp. 1159-1164, (2011 年)
- [1] I. Yoshitake (山口大), Y. J. Kim (North Dakota State Univ.), K. Yumikura (inai conex) and **Y. Mimura**: Composite Strips with Various Anchor Systems for Retrofitting Concrete Beams: *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 5(1), pp. 259-264, (2011 年)
- [2] I. Yoshitake (山口大), A. Ogawa (宇部興産機械), **Y. Mimura**, Y. Watada (宇部興産機械) and M. Ikushima (前田産業): Fundamental Experiments on Steel-Concrete Composite Slabs Using New Adhesive: *Proceedings of fib Symposium PRAGUE 2011*, CD-ROM, (Jun. 2011, Prague, Czech)
- [6] 小川淳史 (宇部興産機械), 吉武 勇 (山口大), **三村陽一**, 和多田康男 (宇部興産機械), 尾上枝里 (山口大): 接着剤を用いた鋼・コンクリート合成構造の一面せん断実験: *土木学会第 66 回年次学術講演会*, pp. 41-42, (2011 年 9 月, 松山市)
- [6] 張 文博 (山口大), 吉武 勇 (〃), **三村陽一**, 齊藤 直 (エネルギー・エコ・マテリア): 夏季・秋季に打設したフライアッシュコンクリートの一軸引張強度: *第 65 回セメント技術大会講演要旨*, pp. 140-141, (2011 年 5 月, 東京都)
- [6] 沖本翔平 (呉高専専攻科), **三村陽一**, 吉武 勇 (山口大), 張 文博 (〃), 齊藤 直 (エネルギー・エコ・マテリア): 一軸引張実験による若材齢 FA コンクリートと異型鉄筋の局部付着応力-すべり関係: *土木学会中国支部第 63 回研究発表会概要集*, (2011 年 5 月, 岡山市)
- [6] 尾上枝里 (山口大), 吉武 勇 (〃), 張 文博 (〃), **三村陽一**, 齊藤 直 (エネルギー・エコ・マテリア): 暑中・寒中で打設したフライアッシュコンクリートの引張ヤング係数: *土木学会中国支部第 63 回研究発表会概要集*, (2011 年 5 月, 岡山市)

建築学分野

- [6] **篠部 裕**, 角田博由起 (神戸大学大学院): 縮景園の周辺景観の保全に関する一考察: *日本都市計画学会中国四国支部 都市計画研究講演集 9*, pp. 21-24, (2011 年 4 月, 広島県情報プラザ)
- [5] **泉 洋輔**: 建物と地盤の動的相互作用を考慮した免震建物の地震時上下動応答: *呉工業高等専門学校研究報告*, 第 73 号, pp. 33-40, (2011 年 10 月)
- [6] **泉 洋輔**, 貝谷淳一 (能勢建築構造研究所): 基礎固定モデルおよび SR モデルによる建物の地震層せん断力係数分布に関する一資料: *日本建築学会大会学術講演梗概集*, CD-ROM, 構造 II 21114, (2011 年 8 月, 早稲田大学)

- [6] 中川祥太 (呉高専専攻科), **泉 洋輔**: 基礎固定および SR モデルによる建物の地震層せん断力係数分布に関する研究: 日本建築学会中国支部研究報告集, 第 35 巻, CD-ROM, 建築構造 204, (2012 年 3 月, 広島工業大学)
- [6] 佐古拓海 (呉高専専攻科), **松野一成**, 角 徹三 (日本福祉大学), 小宮 巖 (福井ファイバーテック): 簡素化したガラス繊維プレート補強による RC 部材の付着割裂強度増大効果その 1. 実験概要: 日本建築学会学術講演梗概集 (関東) C-2 構造IV, pp. 329-330, (2011 年 8 月, 東京)
- [6] **松野一成**, 角 徹三 (日本福祉大学), 小宮 巖 (福井ファイバーテック), 佐古拓海 (呉高専専攻科): 簡素化したガラス繊維プレート補強による RC 部材の付着割裂強度増大効果その 2. 実験結果および考察: 日本建築学会学術講演梗概集 (関東) C-2 構造IV, pp. 331-332, (2011 年 8 月, 東京)
- [6] 中森啓太 (豊橋技術科学大学), 松本幸大 (豊橋技術科学大学), **松野一成**, 北農幸生 (米子高専), 山田聖志 (豊橋技術科学大学): 鋼/FRP 合成構造ボルト接合部の長期性状に関する基礎的検討: 日本建築学会中国支部研究報告集 DVD-ROM, (2012 年 3 月, 広島)
- [1] **仁保 裕, 寺岡 勝**, 福原安洋 (呉高専名誉教授): 自己歪応力を有する鋼構造骨組の耐震性能および同骨組の動的応答に関する基礎的研究: 鋼構造論文集, 第 18 巻 (第 70 号), pp. 13-26, (2011 年 6 月)
- [5] **仁保 裕, 寺岡 勝**, 奥 伸之 (大阪大学生), 小島敬司 (豊橋技科大学学生): 呉高専建築学科棟における床面の傾きの調査: 呉工業高等専門学校研究報告, 第 73 号, pp. 41-48, (2011 年 10 月)
- [6] **仁保 裕, 寺岡 勝**, 岩本天馬 (呉高専本科), 桑島林果 (呉高専本科): 自己歪を有するターンバックル付ブレースの繰返し載荷実験: 2011 年度日本建築学科中国支部研究報告会, 第 35 巻, pp. 309-312, (2012 年 3 月)
- [6] 平田悠孝 (呉高専専攻科), **仁保 裕, 寺岡 勝**: 既存 RC 建築物の固有振動数と減衰定数について: 2011 年度日本建築学科中国支部研究報告会, 第 35 巻, pp. 105-108, (2012 年 3 月)
- [1] **佐々木伸子, 篠部 裕, 泉 洋輔, 大和義昭**: 専攻科における多角的アプローチによる少人数エンジニアリング・デザイン教育の試み—実在する市営住宅建替えを課題として—: 高専教育, 35 号, pp. 173-178, (2012 年)
- [5] **佐々木伸子, 森脇武夫, 赤池祐次, 笠井聖二, 竹山友子**: 基礎学力向上プロジェクトが学生に与える影響—学生の学習状況の変化に着目して—: 呉工業高等専門学校研究報告, 第 73 号, pp. 49-56, (2011 年 10 月)
- [6] **佐々木伸子**: 8 高専の連携による「高専女子ブランド発信プロジェクト」～函館・仙台・群馬・富山・奈良・呉・香川・有明～: 平成 23 年度全国高専教育フォーラムワークショップ, (2011 年 8 月 25 日, 鹿児島大学)
- [6] 藤田直幸 (奈良高専), 小林淳哉 (函館高専), 小松京嗣 (仙台大専), **佐々木伸子**, 内田由理子 (香川高専), 氷室昭三 (有明高専): 6 高専が連携した女子中高生に対する理系進路選択支援活動: 第 17 回日本高専学会年会, (2011 年 8 月 27 日, 鈴鹿高専)
- [6] 藤田直幸 (奈良高専), 小林淳哉 (函館高専), 小松京嗣 (仙台大専), **佐々木伸子**, 内田由理子 (香川高専), 氷室昭三 (有明高専): 6 高専共同による女子中高生を対象とした理系進路選択支援活動—女子中高生に理系に対するイメージを変える全国規模の活動—: 日本工学教育協会第 59 回工学教育研究講演会, (2011 年 9 月 9 日, 北海道大学)

- [1] 石井 仁 (岐阜大), 土川忠浩 (兵庫県大), 深川健太 (広島国際大), **大和義昭**, 藏澄美仁 (椋山女学園大) : ブロック玩具住宅模型による住環境調整手法の学習用教具の提案 : 人間と生活環境, 18 (1), pp. 37-42, (2011 年)
- [1] 堀 慎輔 (兵庫県大), 土川忠浩 (兵庫県大), 永田太陽 (兵庫県大), 藏澄美仁 (椋山女学園大), **大和義昭**, 松原斎樹 (京都府大), 堀越哲美 (名古屋工大) : 脊髄損傷者の体温調節モデルにおける呼吸に伴う熱移動の検討 : 日本生気象学会雑誌, 48 (3), pp. 29, (2011 年)
- [6] **大和義昭**, 坂本拓実 (呉高専専攻科), 松原斎樹 (京都府大), 藏澄美仁 (椋山女学園大) : 住宅における居住者の着衣の実態 - 広島県呉市の調査結果 - : 日本繊維製品消費科学会 2011 年年次大会・研究報告要旨, pp. 30, (2011 年)
- [6] 永田太陽 (兵庫県大), 土川忠浩 (兵庫県大), 堀 慎輔 (兵庫県大), 藏澄美仁 (椋山女学園大), **大和義昭**, 松原斎樹 (京都府大), 堀越哲美 (名古屋工大) : 車いす乗車人体に対する屋外温熱環境の影響に関する研究 : その 5 無風状態における車いす乗車人体の放射・対流熱伝達率の測定 : 日本建築学会近畿支部研究報告集, 環境系 (51), pp. 261-264, (2011 年)

編 集 委 員 会

黒 木 太 司 (委員長)

野 村 高 広

平 野 旭

堀 口 至

松 野 一 成

笠 井 聖 二

呉 工 業 高 等 専 門 学 校

研 究 報 告

第 74 号 (2012)

平成 24 年 10 月 印刷

平成 24 年 10 月 発行

編集者
発行者

呉 工 業 高 等 専 門 学 校

〒737-8506 呉市阿賀南 2 丁目 2-11

電話 (0823) 73-8406