

旭川工業高等専門学校
研究報文

第45号

JOURNAL
OF THE
ASAHIKAWA NATIONAL
COLLEGE OF TECHNOLOGY
NO.45

目次 / CONTENTS

平成20年3月／March, 2008

目 次

学術論文

輝炎の色と明るさに関する数値解析	立 森	田 節 達	雄 也	1
電力貯蔵システム最適運用に関する研究	井 田	口 直	傑 己	12
電動車椅子コントローラ装置の開発（第1報）	土 山	田 義 之	登 志 夫	21
環境を考慮した新エネルギーに関する基礎的研究 エタノール発酵技術を利用した 北海道法バイオマス変換技術糖生成過程について	土 關 千 葉	田 義 充	之 晴 誠	28

研究紹介

火格子燃焼装置における木質ペレットの燃焼特性	林 立	田 角 節	栄 雄	44
バイオディーゼル燃料の製造および噴霧燃焼特性	山 立	本 哲 節	也 雄	51
電波望遠鏡の制作と太陽電波の観測	平 大	岩 島 慎 功	也 三	59

調査報告

技術者倫理教育の取組み報告（第2報） －「情報社会における技術者倫理教育」演習取組み報告－	土 田 義 之	65
大学における科学技術コミュニケーション教育のいくつかの例	高 田 知 哉	75
旭川高専の国語教育実践	石 加 倉 本 藤 裕 岳	81
旭川高専における数学入試成績と入学後の成績の相関について －平成16～18年度の場合－	近 藤 真 一	108
工業系基礎科目における数学の実例集III －土木系の科目－	長 岡 耕 一	117
教員研究業績目録…平成18年11月～平成19年10月		131

CONTENTS

Papers

Numerical Analysis on Color and Brightness in a Luminous Flame	Setsuo TATSUTA	1
	Tatsuya MORI	

Study on the Optimal Operation Scheduling of a Power Storage System	Masaru IGUCHI	12
	Naoki TAMURA	

Development of Electric Wheelchair Controller Devices (First Report)	Yoshiyuki TSUCHIDA	21
	Toshio YAMAGAMI	

Basic Research into Environmentally Friendly New Energy Hokkaido Biomass Conversion Technology Using Ethanol Fermentation Technology — The Sugar Generation Process —	Yoshiyuki TSUCHIDA	28
	Mitsuharu SEKI	
	Makoto CHIBA	

Study Introduction

Combustion Characteristics of Wood Pellets in Fire Grate Combustion Systems	Kakuei HAYASHI	44
	Setsuo TATSUTA	

Manufacture of Biodiesel Fuel and Its Spray Combustion Characteristic	Tetsuya YAMAMOTO	51
	Setsuo TATSUTA	

A Radio Telescope for Solar Wave Observations	Shinya HIRAIWA	59
	Kohzoh OHSIMA	

Report

Report on Engineer Ethics Education (Second Report) “Engineer Ethics Education in a Society Where Information is Accessible Everywhere, Anytime”	Yoshiyuki TSUCHIDA	65
--	--------------------	----

Some Examples of the Education Program for Communicators in Science and Technology Provided by Japanese Universities	Tomoya TAKADA	75
The Practice of Japanese Language Education at Asahikawa National College of Technology	Hiroyuki ISHIMOTO	81
	Takehito KATO	
	Shinobu KURAMOCHI	
Correlation between the Scores in the Mathematics Entrance Examination and the Grades after Admission at Asahikawa National College of Technology — Case Study 2004-2006 —	Shinichi KONDO	108
An Analysis of the Contents of Basic Mathematics in the Industrial System-III — The Civil Engineering System —	Kouichi NAGAOKA	117
A list of other papers and lectures by the teachers of this college. (Nov., 2006 ~ Oct., 2007)		131

輝炎の色と明るさに関する数値解析

立 田 節 雄^{*}
森 達 也^{**}

Numerical Analysis on Color and Brightness in a Luminous Flame

Setsuo TATSUTA
Tatsuya MORI

Abstract

In a luminous flame visible light was emitted by thermal radiation from a soot particle. Therefore the color and brightness which characterize the luminous flame strongly depend on the soot density and the flame temperature. It is however difficult to quantitatively relate the two. In this numerical investigation the effects of soot density and flame temperature on the color and brightness were analyzed by using a simplified emission model. In the model it was supposed that the distribution of soot was homogeneous and that the flame temperature changed linearly. Absorption coefficient KL , which reveals the soot volume on the optical path was adopted as a parameter. The color and the brightness were quantified by the correlated color temperature and the luminance respectively.

1. 緒 言

炭化水素燃料を空気不足の状態で燃焼させると、火炎中で炭化水素が熱分解され、重合や凝集を繰り返し、すすが生成される。軽油を燃料とするディーゼル火炎では、直径 20nm～30nm のすす粒子が発生し、すす粒子が鎖状に連結した凝集体を形成する。重油の噴霧燃焼では、油滴の燃焼末期に直径数 μm ～数十 μm の残炭が発生する。微粉炭燃焼では直径数十～数百 μm の粉炭や灰粒子が火炎中に存在している¹⁾。

火炎中にある固体粒子は高温の燃焼ガスで加熱され、可視域から赤外域にかけて強力な連続スペクトルを放射する。この可視光によって、黄赤色の明るい火炎、すなわち輝炎が形成される。輝炎から放射される可視光の特性は、すす粒子の形状、寸法、密度および火炎温度などに依存する。したがって、輝炎を特徴付ける色と明るさもまた、輝炎内のすす密度や火炎温度などに強く影響されると考えられる。しかし、それらが色と明るさに対してどのように影響するかは、実験的に明らかにされていない。その理由として、輝炎内のすす密度と火炎温度の空間分布が極めて複雑であり、大規模火炎ではそれらを測定しづらいことが挙げられる²⁾。すす密度や火炎温度の分布を制御した状態で色と明る

* 機械システム工学科教授
** 生産システム工学専攻2年

(平成 19 年 11 月 2 日受理)

きを調べることも容易ではない。

そこで本研究では、単純化した輝炎の発光モデルについて、すす密度および火炎温度の空間分布が輝炎の色や明るさに及ぼす影響を数値解析により検討した。

2. 解析方法

2.1 輝炎の発光モデル

Fig.1 に示すように、輝炎内のすす密度が均一で、火炎温度が直線的な分布を持つ単純化した発光モデルについて解析を行った。図中の、 T は火炎温度 [K]、 T_{front} は輝炎前面の火炎温度 [K]、 T_{back} は輝炎後面の火炎温度 [K]、 L は輝炎の厚さ [m] である。

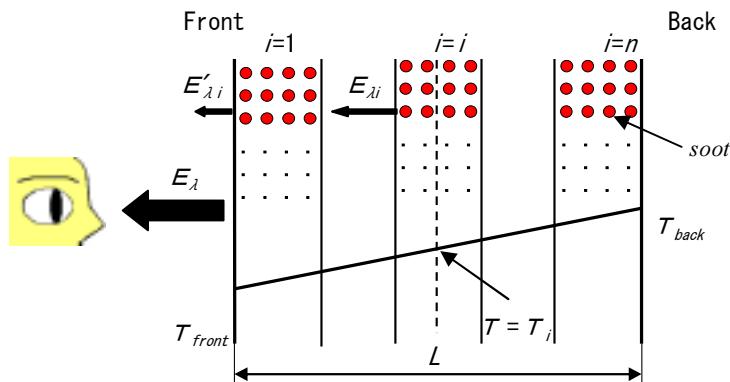


Fig.1 Emission model

この発光モデルでは、次のような仮定が成り立つものとする。

- (1) すす粒子が一様に分布し、粒径や組成が同じである。
- (2) すす粒子の温度は火炎温度と等しい。
- (3) すす粒子群の吸収率と放射率は等しい。

Fig.2 に示すように、(A) 火炎温度が均一な場合、(B) 火炎温度が輝炎の前面と後面で異なり、直線的な分布を持つ場合について、輝炎の色と明るさを解析した。色と明るさを計算するさい、輝炎の前面から放射される可視光の単色放射エネルギー流束 E_λ を用いる。この単色放射エネルギー流束 E_λ は以下のように定式化される。

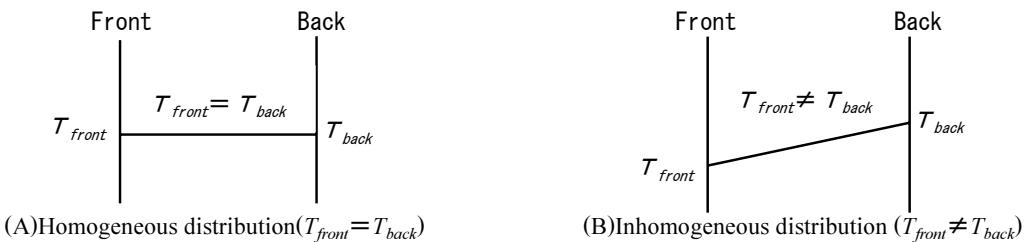


Fig.2 Temperature distribution

2.2 火炎温度が均一な場合

輝炎内ですす密度と火炎温度が均一な場合、輝炎前面から放射される可視光の単色放射エネルギー流束 E_λ [W/m²·μm] は次式で表わされる³⁾。

$$E_\lambda = \varepsilon_\lambda \cdot E_{\lambda b} \quad (1)$$

ここで、 ε_λ は火炎中のすす粒子群の単色放射率 [-]、 $E_{\lambda b}$ は黒体の単色放射エネルギー流束 [W/m²·μm] であり、それぞれ次式で求めることができる。

$$E_{\lambda b} = \frac{C_1}{\lambda^5 \{ \exp(C_2 / \lambda T) - 1 \}} \quad (2)$$

$$\varepsilon_\lambda = 1 - \exp(-K_\lambda L) \quad (3)$$

ここで、 T は火炎温度 [K]、 $C_1 = 3.743 \times 10^8$ [W · μm⁴/m²]、 $C_2 = 1.4387 \times 10^4$ [μm · K]、 λ は波長 [μm]、 K_λ はすす粒子群の単色吸収係数 [m⁻¹] である。 K_λ は次式で表される。

$$K_\lambda = K/\lambda^\alpha \quad (4)$$

ここで、 α と K は定数である。 α の値は燃料や燃焼方法によって異なる。 α の値として、特に断らない限り、酢酸アミル火炎での実測値 1.39 を用いる⁴⁾。

2.3 火炎温度が分布を持つ場合

火炎温度が輝炎の前面と後面で異なり、直線的な分布を持つ場合、輝炎内の位置によって放射される可視光の性質が異なる。そこで、輝炎を n 層に分割し、各層から放射される可視光の単色放射エネルギー流束 $E_{\lambda i}$ を求める。この場合、計算結果の収束性を考慮して、 $n=300$ とした。また、各層内の温度 T_i は均一であり、層の中心温度と等しいものと仮定する。

$$T_i = T_{front} + (T_{back} - T_{front}) \left(\frac{2i-1}{2n} \right) \quad (5)$$

各層から輝炎の前面に向けて放射される可視光の単色放射エネルギー流束 $E_{\lambda i}$ は、次式で表される。

$$E_{\lambda i} = \left[\frac{C_1}{\lambda^5 \{ \exp(C_2 / \lambda T_i) - 1 \}} \right] \times \left[1 - \exp \left(-\frac{KL}{\lambda^\alpha n} \right) \right] \quad (6)$$

各層から放射された可視光の一部は、輝炎の前面に到達するまでにすす粒子によって吸収される。輝炎の前面まで透過し、前面より放射される可視光の単色放射エネルギー流束 $E'_{\lambda i}$ は次式で表される。

$$E'_{\lambda i} = \left[\exp \left(-\frac{KL(i-1)}{\lambda^\alpha n} \right) \right] \times E_{\lambda i} \quad (7)$$

(7)式の右辺〔 〕内は (i-1) 層から 1 層までの単色透過率を表す。輝炎前面から放射される可視光の単色放射エネルギー流束 E_λ は、各層からの $E'_{\lambda i}$ の和として与えられる。

$$E_\lambda = \sum_{i=1}^n E'_{\lambda i} \quad (8)$$

3. 色と明るさの数値化

3.1 相関色温度

輝炎の色は相関色温度 T_{cp} で数値化した。相関色温度は色を表す心理物理量のひとつで、色光の色度に最も近い色度を持つ黒体の温度と定義される。相関色温度を用いると、色光の色を一次元の値で表現できる。そのため、二次元の値である色度座標を用いる場合に比べて、色の違いが直感的に理解しやすくなる。

相関色温度 T_{cp} は次のように求めることができる⁴⁾。まず、色刺激の混合量を表す XYZ 表色系の三刺激値 X , Y , Z を算出する。

$$\begin{aligned} X &= k \int_{0.38\mu m}^{0.78\mu m} E_\lambda \cdot \bar{x}(\lambda) \cdot d\lambda \\ Y &= k \int_{0.38\mu m}^{0.78\mu m} E_\lambda \cdot \bar{y}(\lambda) \cdot d\lambda \\ Z &= k \int_{0.38\mu m}^{0.78\mu m} E_\lambda \cdot \bar{z}(\lambda) \cdot d\lambda \end{aligned} \quad (9)$$

ここで、 E_λ は輝炎の前面から放射される可視光の単色放射エネルギー流束、 λ は波長、 $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ は XYZ 表色系の等色関数、 k は三刺激値の Y の値を測光量と一致させるための比例定数である。なお、(9)式を区分求積法で計算するさい、波長間隔は 0.005 [μm]とした。これらの三刺激値から XYZ 表色系色度座標 (x , y) が次のように算出される。

$$(x, y) = \frac{(X, Y)}{X + Y + Z} \quad (10)$$

次に、XYZ 表色系色度座標 (x , y) を CIE1960UCS 表色系色度座標 (u , v) に変換する。

$$u = \frac{2x}{-x + 6y + 1.5} \quad v = \frac{3y}{-x + 6y + 1.5} \quad (11)$$

相関色温度 T_{cp} は、Fig.3 のような uv 色度図上において、(u , v) から黒体放射軌跡に垂線を引くことで求まる。ここで、黒体放射軌跡とは、各温度における黒体放射の色度の軌跡のことである。輝炎の

色度座標 (u, v) と黒体放射の色度座標 (u_b, v_b) との距離 d_{uv} を計算し、 d_{uv} が最小となるときの黒体の温度を T_{cp} とした。

$$d_{uv} = \sqrt{(u - u_b)^2 + (v - v_b)^2} \quad (12)$$

Fig.4 は色度区分が表示された xy 色度図に等色温度線を重ねたものである。この図を用いることで、相関色温度と色名を関係付けることができる。

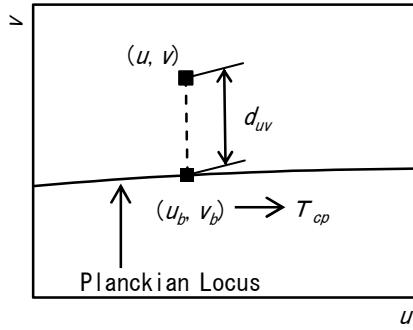


Fig.3 Method for determining T_{cp}

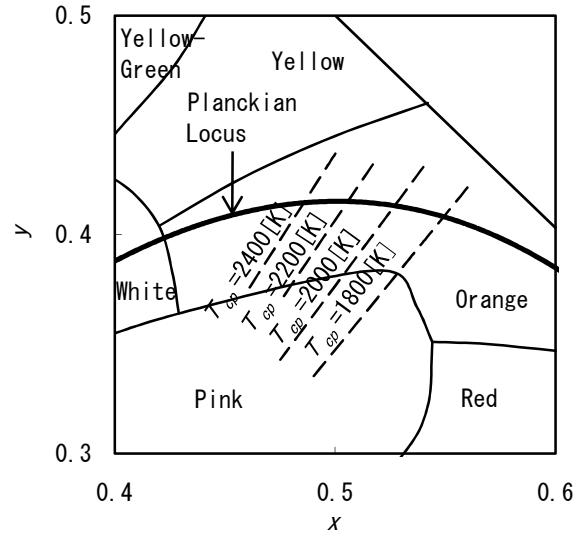


Fig.4 Relationship between T_{cp} and color name

3.2 輝度

輝炎の明るさは輝度 L_v で数値化した。輝度は明るさを表す心理物理量のひとつで、光源のある方向からみた投影面積当たりの光度である⁵⁾。本研究では、(9)式の k の値を $683/\pi$ とすることで、輝度 L_v と三刺激値の Y が等しくなるようにした。

$$L_v = Y \quad (13)$$

輝度が大きいほど明るい輝炎であることを意味する。輝炎の輝度の具体的な数値として、ろうそくの火炎で約 $10000 \text{ [cd/m}^2]$ 、灯油の火炎で約 $12000 \text{ [cd/m}^2]$ が挙げられる⁶⁾。ただし、これらの値は火炎の場所や燃焼条件によって異なる。

4. 計算結果および考察

4.1 火炎温度が均一な場合

4.1.1 相関色温度

輝炎内のすす密度と火炎温度が均一な場合について、火炎温度 T と吸収強度 KL をパラメータとして相関色温度 T_{cp} を計算した。すす粒子による吸収の影響で、 T_{cp} は T と等しいか、大きな値となる。そこで、 T_{cp} と T の差 ($T_{cp} - T$) を用いて、 T_{cp} に及ぼす KL と T の影響を調べた。その結果を Fig.5 に示す。また、すす粒子群の単色放射率 ε_λ を可視域での最大値 $\varepsilon_{\lambda max}$ で正規化した値 $\varepsilon_\lambda / \varepsilon_{\lambda max}$ を Fig.6 に示す。なお、 KL が大きいほど、すす密度が高く、大きな輝炎に相当する。また、 $T_{cp} = 1200 \sim 2800$ [K] の色名は黄赤であり、 T_{cp} が高いほど黄みが、低いほど赤みが強いことを意味する。

$KL=10$ では、 ε_λ が可視域で 1.0 となり、 E_λ は E_b と等しくなる。そのため、 $(T_{cp} - T) = 0$ 、すなわち $T_{cp} = T$ となり、輝炎の色は火炎温度と同じ温度の黒体の色と等しくなる。 $0.01 \leq KL \leq 1$ では、 ε_λ の長波長側の値が相対的に小さくなるために $T_{cp} > T$ となり、 KL が小さいほど ($T_{cp} - T$) は大きくなる。また、同じ KL では、 T が高くなるほど ($T_{cp} - T$) は大きくなり、輝炎の色は黄みが強くなる。 $KL \leq 0.01$ では、 ε_λ の値が KL に依存しなくなるため、 KL による ($T_{cp} - T$) の違いはほとんどない。この KL の範囲では、 $T = 1200, 1600$ および 2000 [K]において、 T_{cp} は T よりも最大で $88,156$ および 246 [K] だけ大きな値となっている。

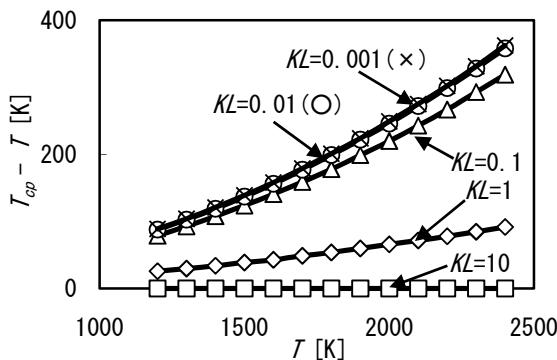


Fig.5 Effects of KL and T on T_{cp}

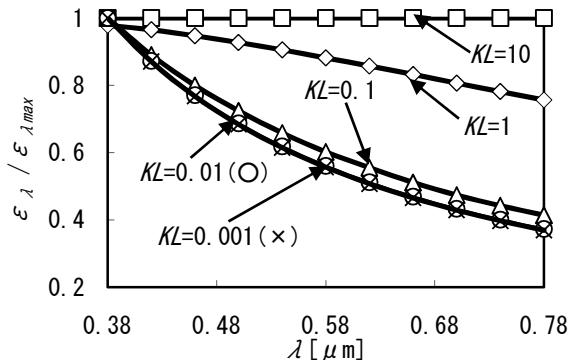


Fig.6 Normalized monochromatic emissivity

4.1.2 輝度

火炎温度 T と吸収強度 KL をパラメータとして、輝度 L_v を計算した結果を Fig.7 に示す。また、すす粒子群の単色放射率 ε_λ を Fig.8 に示す。

KL によらず、 L_v は T が高くなるほど大きくなり、輝炎の明るさが増す。 $KL=10$ では、 ε_λ が可視域で 1.0 となるため、 L_v の値は同じ温度の黒体の輝度と一致する。 $KL \leq 1$ では、 KL が小さくなるほど、 ε_λ が小さくなるため、 L_v は単調に低くなり、暗い輝炎となる。

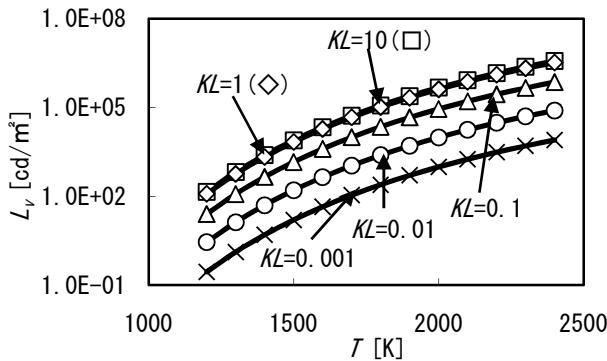


Fig.7 Effects of KL and T on L_v

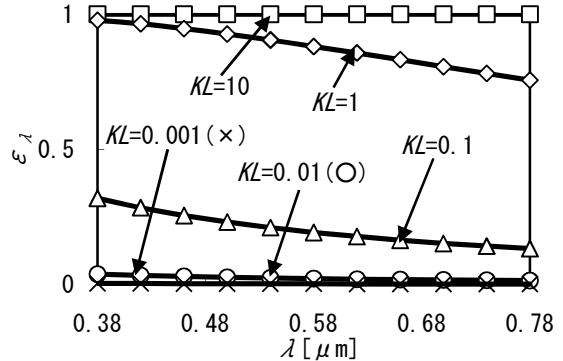


Fig.8 Monochromatic emissivity

4.1.3 α の影響

これまでには、(4)式の α を 1.39 としているが、その値は燃料の種類、燃焼方法などによって異なる⁷⁾。そこで、 $\alpha=1.0$ の場合および $\alpha=1.8$ の場合についても、相関色温度 T_{cp} と輝度 L_v を計算し、 α の影響を検討した。その結果を Fig.9 および Fig.10 に示す。

$KL \geq 1$ では、 T_{cp} と L_v のいずれも、 α による違いはほとんどない。 $KL \leq 0.1$ では、同じ T と KL において、 α が大きいほど $(T_{cp} - T)$ および L_v が大きくなる。すなわち、黄みが強くて、明るい輝炎となる。なお、 T が高くなるほど、 T_{cp} に及ぼす α の影響は顕著になる。一例として、 $KL=0.1$ の $T=1200$, 1600, 2000 [K]において、 $\alpha=1.0$ と $\alpha=1.8$ の場合では、 T_{cp} はそれぞれ 45, 80, 127 [K] だけ違いが生じる。

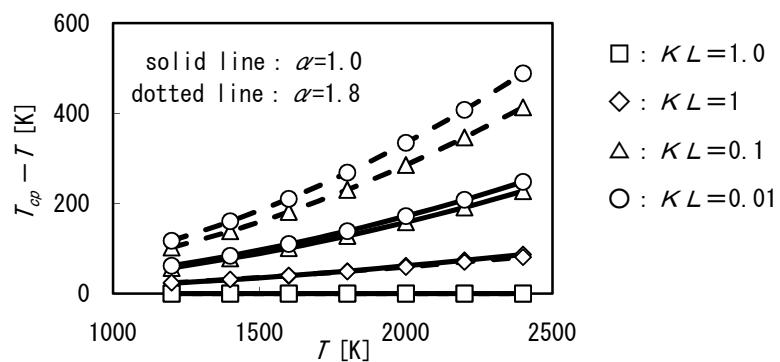


Fig.9 Effects of α on T_{cp}

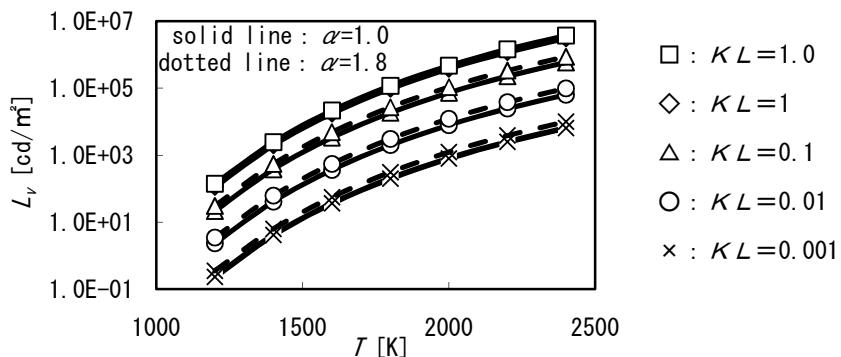


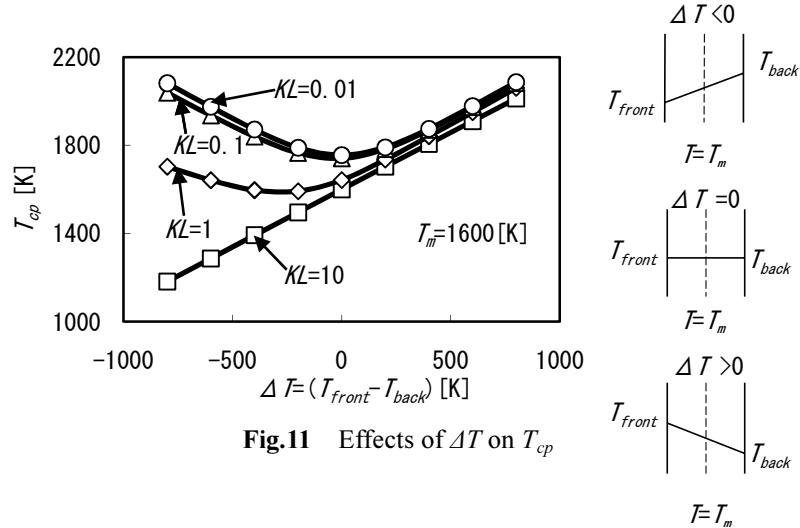
Fig.10 Effects of α on L_v

4.2 火炎温度が分布を持つ場合

4.2.1 相関色温度におよぼす火炎温度分布の影響

輝炎の前面と後面で火炎温度が異なる場合の T_{cp} を Fig.11 に示す。計算では、輝炎中心の火炎温度 $T_m = (T_{front} + T_{back}) / 2$ は 1600 [K] とし、前面と後面での温度差 $\Delta T = (T_{front} - T_{back})$ および吸収強度 KL をパラメータとした。

$KL=10$ では、 ΔT が大きくなる（前面の火炎温度が高くなる）につれ、 T_{cp} の値が直線的に高くなる。この場合、輝炎の後部から放射された可視光はすすによって吸収され、前面にはほとんど到達しない。そのため、 T_{cp} は主に前面の火炎温度 T_{front} によって決まっており、輝炎の色は T_{front} と等しい温度の黒体の色とほぼ同じになる。 $KL=1$ では、後部から放射された可視光の一部が前面に到達するようになり、 T_{cp} は火炎温度分布の影響を受ける。 $KL \leq 0.1$ では、後部から放射された可視光は、ほとんど吸収されることなく前面に到達する。 T_{cp} は $\Delta T=0$ ($T_{front}=T_{back}$) で最小となり、 ΔT の絶対値 $|\Delta T|$ が等しい場合、 ΔT の符号によらず T_{cp} は同じ値になる。 $KL \leq 0.01$ では、 KL による T_{cp} の違いは認められない。また、 $\Delta T < 0$ ($T_{front} < T_{back}$) では、 T_{cp} に対する KL の影響が強く表れるが、 $\Delta T \geq 0$ ($T_{front} \geq T_{back}$) では、 KL の影響が比較的少ない。



相関色温度を決定している相対分光分布に及ぼす ΔT の影響を Fig.12 および Fig.13 に示す。 $KL=10$ の場合 (Fig.12)， ΔT が大きくなるにつれて、短波長側の発光が相対的に強くなる。 $\Delta T = -800, 0, 800$ [K] の相対分光分布は、温度が 1200, 1600, 2000 [K] の黒体の相対分光分布とほぼ等しい。相対分光分布もまた火炎温度分布の影響をほとんど受けず、 T_{front} のみで決定されている。 $KL = 0.1$ の場合 (Fig.13)，相対分光分布は $\Delta T = -800$ [K] と $\Delta T = 800$ [K] でほぼ一致している。

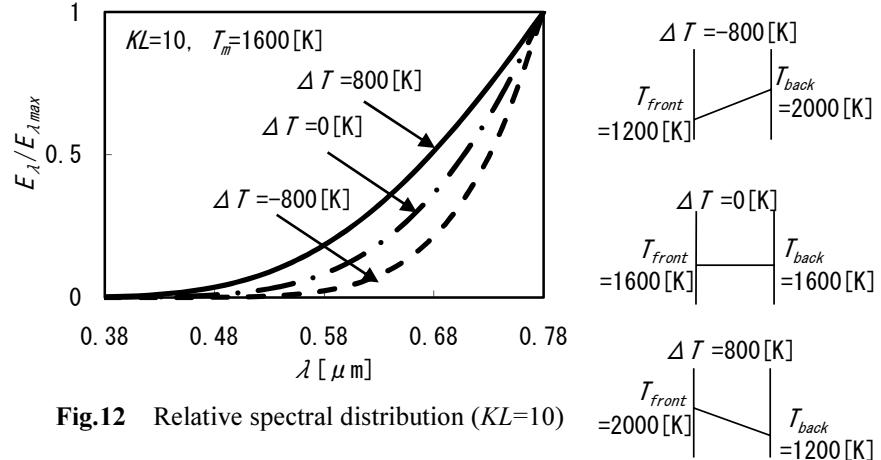


Fig.12 Relative spectral distribution ($KL=10$)

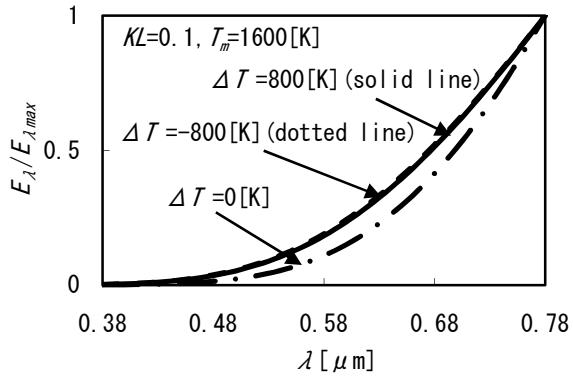


Fig.13 Relative spectral distribution ($KL=0.1$)

4.2.2 輝度におよぼす火炎温度分布の影響

輝度 L_v に及ぼす ΔT の影響を Fig.14 に示す。 T_{cp} と同様に、 $KL=10$ での L_v は T_{front} に強く依存しており、 ΔT の増加とともに大きくなる。輝炎の明るさは T_{front} と等しい温度の黒体の明るさとほぼ同じになる。 $KL=1$ では、 L_v が ΔT のマイナス側で大きくなり、プラス側で小さくなる。 $KL \leq 0.1$ での L_v は、 $\Delta T=0$ で最小になり、 $|\Delta T|$ が同じ場合にはほぼ等しい値となる。 T_{cp} と異なり、 L_v は KL とともに単調に減少する。

輝度を決定している単色放射エネルギー流束 E_λ に及ぼす ΔT の影響を Fig.15 および Fig.16 に示す。 $KL=10$ では (Fig.15)、 ΔT が大きくなるにつれて、可視域の全域で発光強度が増す。 E_λ は T_{front} と等しい温度の黒体の単色放射エネルギー流束 $E_{\lambda b}$ とほぼ同じになる。 $KL=0.1$ の場合 (Fig.16)、 $\Delta T=0$ [K]において、 E_λ が最も弱くなる。また、 $\Delta T=-800$ [K] と $\Delta T=800$ [K] での E_λ はほぼ同じであり、すこしによる吸収の影響が少ないことがわかる。

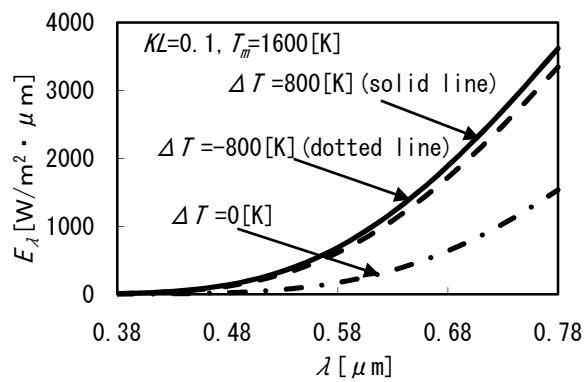
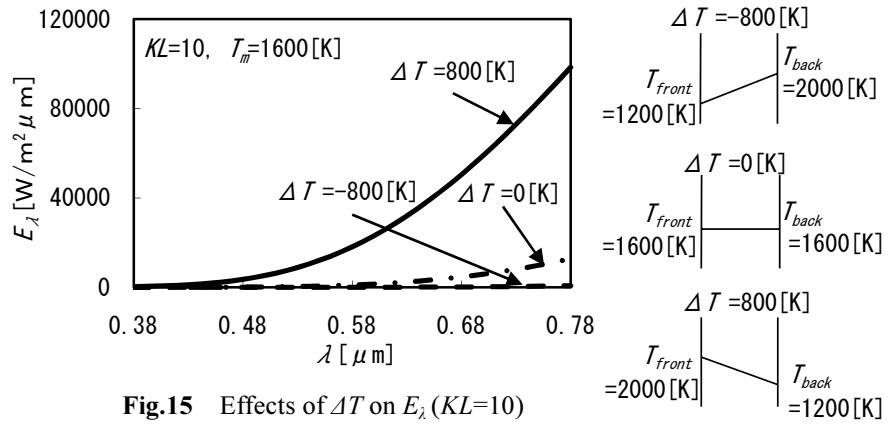
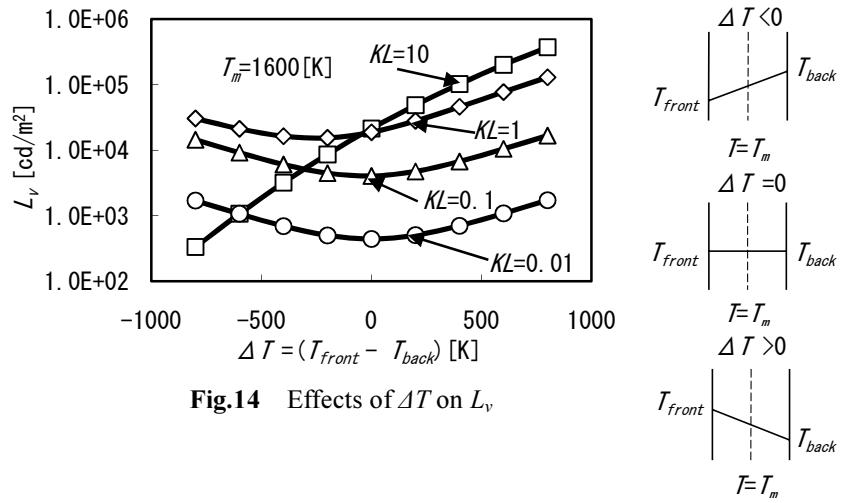


Fig.16 Effects of ΔT on E_λ ($KL=0.1$)

5. 結 論

輝炎内においてすす密度が均一で、火炎温度が直線的な分布を持つ場合について、色と明るさに及ぼすすす密度と火炎温度の影響を数値解析で検討した。その結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 火炎温度も均一な場合、 $KL=10$ での色と明るさは、火炎温度と同じ温度の黒体の色と明るさに等しい。 $0.01 \leq KL \leq 1$ では、 KL が小さいほど、黄みが強くて、暗い輝炎となる。 $KL \leq 0.01$ では KL による色の違いはない。
- (2) 火炎温度も均一な場合、 $KL \geq 1$ での色と明るさは、 α の影響をほとんど受けない。 $KL \leq 0.1$ では、 α が大きいほど黄みが強くて、明るい輝炎となる。
- (3) 輝炎の前面と後面で火炎温度が異なる場合、 $KL=10$ では、輝炎の後部から放射された可視光はすすによって吸収され、前面にはほとんど到達しない。そのため、色と明るさは前面の火炎温度に依存し、同じ温度の黒体の色と明るさに等しくなる。 $KL \leq 1$ では、後部から放射された可視光の一部が前面に到達するようになり、色と明るさは、火炎温度分布の影響を受ける。 $KL \leq 0.01$ では、温度分布が同じであるなら、 KL による色の違いは認められない。

参 考 文 献

- 1) 新岡 嵩、他 2 名：燃焼現象の基礎、オーム社：186(2001)
- 2) 水谷幸夫：日本機械学会講習会 No.95-53（新燃焼診断技術とその応用）：1(1995)
- 3) 立田節雄：相関色温度による噴霧火炎の火炎色の定量化とその応用、日本機械学会論文集：72(720) : 1875-1879, B(2006)
- 4) 立田節雄、他 2 名：層流拡散火炎における火炎色の定量化とその決定要因、日本機械学会論文集：64(624) : 2669-2676, B(1998)
- 5) 竹中俊夫：SI の使い方、オーム社：87(1982)
- 6) 照明学会編：照明のデータブック、オーム社：158(1962)
- 7) 松井幸雄、他 3 名：ディーゼル機関の火炎温度の測定に関する研究、日本機械学会論文集：44(377) : 228-237, B(1978)

電力貯蔵システム最適運用に関する研究

井 口 傑*
田 村 直 巳**

Study on the Optimal Operation Scheduling of a Power Storage System

Masaru IGUCHI
Naoki TAMURA

Abstract

One of the uncertainties of a generation system using environmentally-friendly energy is electric power output fluctuation. To solve this problem, we wish to use an electric power storage system which minimizes the fuel cost of the thermal generation system. In this paper, we use the lambda-iteration method to solve the economic load dispatch and the Newton-Raphson method to compute the power flow solution. We use the gradient method to search discharge and charge scheduling of the unit. This paper develops an operation scheduling decision technique for the power storage system within the power system. To evaluate the effectiveness of the proposed technique, we apply an operation scheduling technique to a medium-sized power system (IEEE 30 Bus System).

1. はじめに

現在、多くの電気エネルギーは地球の天然資源（化石燃料）を消費することで得られているが、天然資源が有限量であることや天然資源の消費によって引き起こされる地球温暖化等の環境問題から、自然エネルギーを利用した電力供給がますます推進されていくものと予想される。しかし、自然エネルギーを利用した電力供給では、電力出力が不安定になってしまいうとい問題点があり、これを補う一つの方法として、電力貯蔵システムの有効利用が考えられる。また、同システムは電力出力平準化、発電システムの経済的運用を実現する手段としても利用可能である。したがって、本研究は、電力供給の約 60%を占め、日間の需要変動に対応するミドルおよびピーク負荷に対応する需要負荷に対応する火力発電機と電力貯蔵システムからなる電力供給システムにおいて、火力発電機の総燃料費を最小化するような電力貯蔵システムの最適運用計画決定手法の開発を最終目的とする。ここで、電力貯蔵システムは、超電導磁気エネルギー貯蔵(SMES)、電気二重層コンデンサ(キャパシタ)、フライホイール、揚水発電などがあるが¹⁾、本研究において想定する電力貯蔵システムとは、エネルギー貯蔵形態を限定せず、電力系統のノードにおいて、電力

* 電気情報工学科准教授
** 生産システム工学専攻2年

(平成 19 年 11 月 2 日受理)

系統から貯蔵システムに電力を蓄積（充電）し、かつ、貯蔵システムから電力系統に電力を放出（放電）するシステムとして扱い、その特性は貯蔵効率のみによって示されるものとする。

本稿は送電損失の経済的影響を考慮した電力貯蔵システムの経済的運用を実現する関係式を提案し、電力系統に接続された本システムの経済運用計画決定手法を報告する。ここで、各部分問題の解法として、火力発電機群の経済負荷配分問題に等 λ 則²⁾を、電力潮流計算および送電損失算定にニュートン・ラフソン法（NR 法）²⁾を用い、電力貯蔵システムの経済的運用計画の評価を火力発電機群の総燃料コストとする。なお、提案手法の有効性を検証するため、比較的中規模の IEEE 30 Bus System に適用し、電力貯蔵システムの最適運用計画の経済性を比較する。

2. 問題の定式化

2.1 電力供給システムモデル

電力供給システムモデルを図 1 に示す。同図は、電力系統に複数台の火力発電機が接続され、各需要負荷に電力を供給している。ここで、電力貯蔵システム運用計画の経済性は送電損失を考慮した経済負荷配分によって決定される火力発電機の総燃料費で評価するものとする。さらに、電力系統の任意の母線に電力貯蔵システムが接続され、火力発電機の総燃料費が最小となるように電力貯蔵システムの最適な充電・放電計画を決定するものとする。

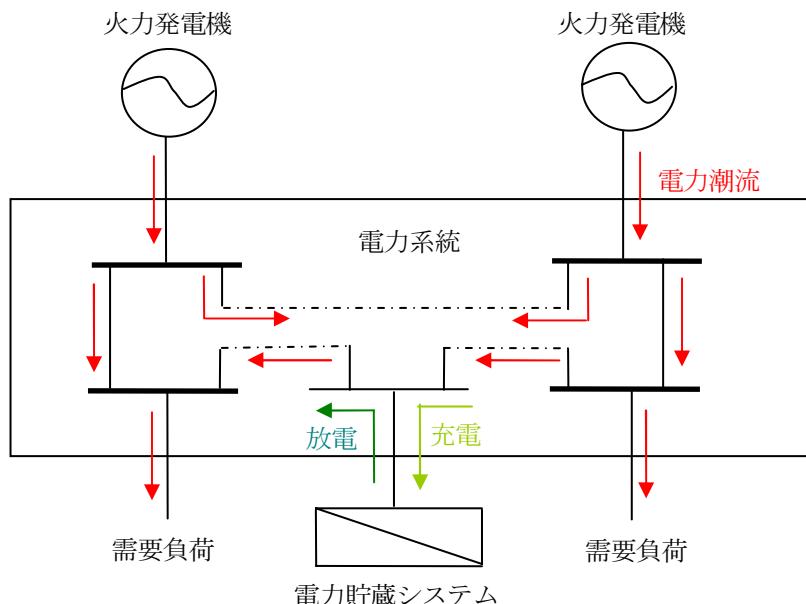


図 1 電力供給システムモデル図

2.2 目的関数

最適化問題の決定変数は電力貯蔵システムの充放電量とし、火力発電機の出力電力はそれに伴って変動する。したがって、電力貯蔵システムの運転計画の経済性を評価するために、目的関数を考察期間を 24 時間（日間）とした火力発電機の総燃料費とし、これを最小化するものとする。なお、経済性の評価を行う際に各火力発電機の起動停止計画は考慮しないものとする。

$$\min: \phi = \sum_{k=1}^N \left\{ \sum_{t=1}^T F_{k,t} \right\} \quad (1)$$

ここで、 ϕ ：火力発電機の総燃料費、 k ：火力発電機のインデックス、 N ：火力発電機総数、 t ：時間帯のインデックス、 T ：考察期間の総時間帯数、 $F_{k,t}$ ：時間帯 t における火力発電機 k の燃料費とする。

一般的に火力発電機の燃料費は、火力発電機出力の 2 次関数で近似され、式(2)のように表される。ただし、火力発電機が運転していない場合の燃料費は 0 とする。

$$F_{k,t} = \alpha_k + \beta_k P_{k,t} + \gamma_k P_{k,t}^2 \quad (2)$$

ここで、 $\alpha_k, \beta_k, \gamma_k$ ：火力発電機 k の燃料費係数、 $P_{k,t}$ ：時間帯 t における火力発電機 k の出力電力とする。

2.3 制約条件

火力発電機においては、出力上下限制約を考慮する。電力系統においては、電力貯蔵システムの任意の運転状態および任意の時間帯における電力の需要供給バランス制約を考慮する。電力貯蔵システムにおいては、電力貯蔵システムの 1 時間当たりの充電量および放電量に対して出力上下限制約（MW 制約）を考慮する。さらに、電力貯蔵システムの貯蔵容量に対して貯蔵容量上下限制約（MWh 制約）を考慮する。

2.4 電力貯蔵システムの経済運用を実現する条件式

送電損失を考慮しない場合、電力貯蔵システムの経済的運用を実現する条件式は、式(3)のように示される³⁾。

$$\lambda_m > \lambda_n / \eta \quad (3)$$

ここで、 λ_m ：最大負荷の時間帯 m におけるシステム λ 、 λ_n ：最小負荷の時間帯 n におけるシステム λ 、 η ：電力貯蔵システムの貯蔵効率とする。

しかし、ノード電力の変更に伴い電力潮流が変化し、送電損失変化の影響を考慮する場合、式(3)の条件式では必ずしも経済的運用計画が決定できる保証はない。したがって、本稿は、電力貯蔵システムが接続されるノードにおいて、充放電に伴うノード電力の変化を増分送電損失として考慮し、式(3)に基づく、充放電時間帯決定の指標となる関係式を次に導出する。

送電損失を考慮する場合にも、電力貯蔵システムの経済的運用を実現するには電力貯蔵システムの放電によって減少する燃料費が充電によって増加する燃料費より大きくなければならない。

$$\Delta F_m > \Delta F_n \quad (4)$$

ここで、 ΔF_m ：放電する時間帯 m における燃料費の微小変化分、 ΔF_n ：充電の最小負荷の時間帯 n における燃料費の微小変化分とする。

次に、送電損失を考慮する場合の任意の時間帯における燃料費変化分を以下のように示す。

$$\Delta F_t = \frac{\lambda_t}{PF_t} \cdot \Delta P_{s,t} \quad (5)$$

ここで、 ΔF_t ：時間帯 t における燃料費の微小変化分、 λ_t ：時間帯 t におけるシステム λ 、 PF_t ：電力貯蔵システム接続ノードの時間帯 t におけるペナルティファクタ、 $\Delta P_{s,t}$ ：電力貯蔵システム接続ノードの時間帯 t における電力貯蔵システムの電力出力の微小変化分とする。次に、ペナルティファクタを定義する。

$$PF_t = \frac{1}{1 - (\partial P_{Loss,t} / \partial P_i)} \quad (6)$$

ここで、 $\partial P_{Loss,t} / \partial P_i$ ：電力貯蔵システム接続ノード i における増分送電損失とし、ノード電力の修正ごとに、電力潮流計算を行い再計算するものとする。

式(5)を用いて式(4)を展開すると式(7)のように示される。

$$\frac{\lambda_m}{PF_m} \cdot \Delta P_{s,m} > \frac{\lambda_n}{PF_n} \cdot \Delta P_{s,n} \quad (7)$$

ここで、 $m : \lambda / PF$ の値が最も大きい時間帯、 PF_m ：時間帯 m におけるペナルティファクタ、 $\Delta P_{s,m}$ ：時間帯 m における電力貯蔵システムの放電量の微小変化分、 $n : \lambda / PF$ の値が最も小さい時間帯、 PF_n ：時間帯 n におけるペナルティファクタ、 $\Delta P_{s,n}$ ：時間帯 n における電力貯蔵システムの充電量の微小変化分とする。

また、ここで電力貯蔵システムの貯蔵効率を考慮すると、 $\Delta P_{s,n} = \Delta P_{s,m} / \eta$ となるので、送電損失を考慮する場合の電力貯蔵システムの経済的運用を実現する条件式は式(8)のように示される。

$$\frac{\lambda_m}{PF_m} > \frac{\lambda_n}{PF_n} \cdot \frac{1}{\eta} \quad (8)$$

3. 電力貯蔵システムの最適運用計画決定アルゴリズム

3.1 電力貯蔵システムの充電・放電計画決定手順

図2に電力貯蔵システムの充電・放電計画決定手順を示す。

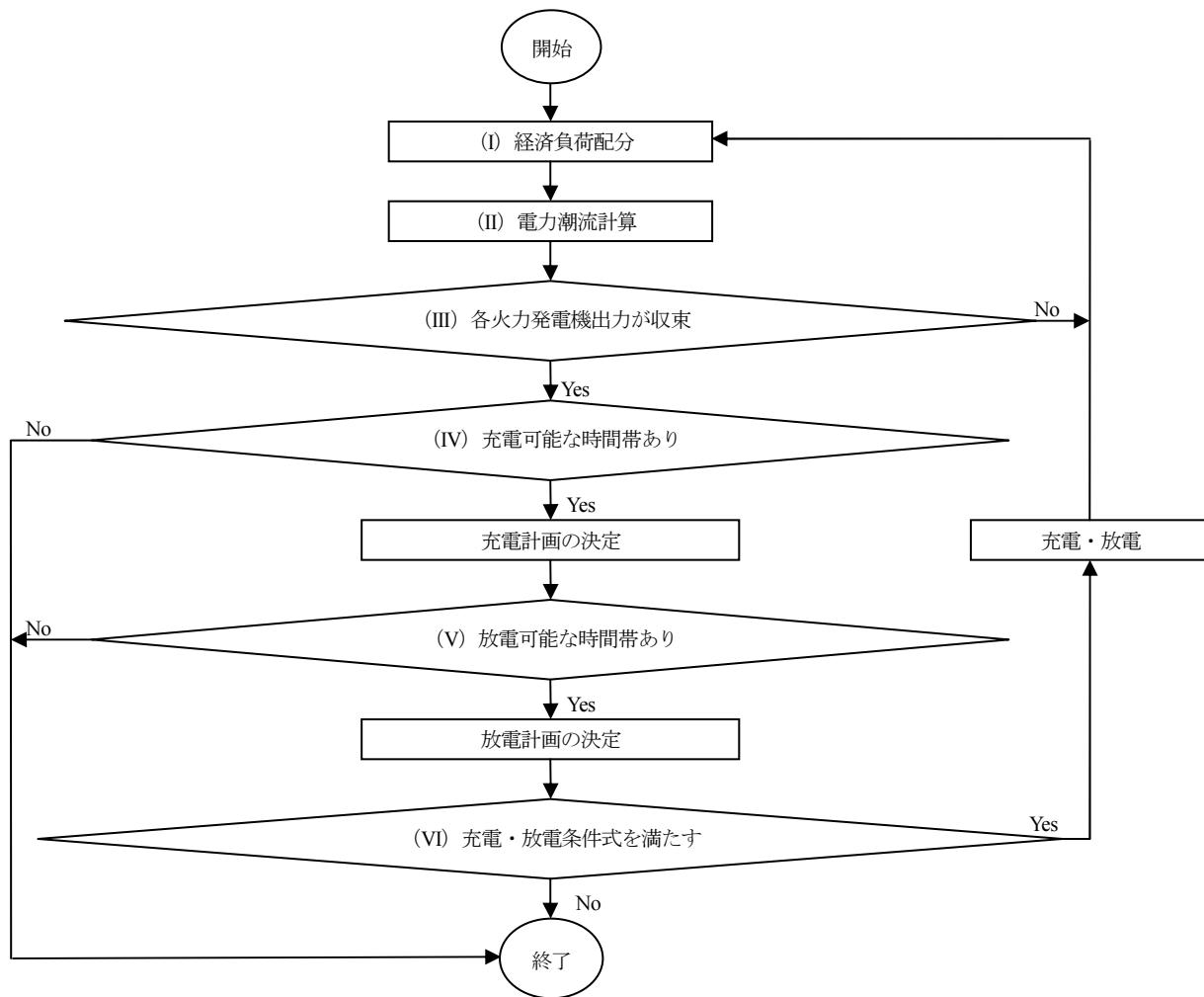


図2 電力貯蔵システムの充電・放電計画決定手順

3.2 充電・放電計画における貯蔵容量上下限制約の考慮

計画決定アルゴリズムの（IV）および（V）で示している内容を具体的に説明するため、定格出力上限値5MW、定格貯蔵容量上限値10MWhである電力貯蔵システムの充電・放電計画を図3のように想定する。

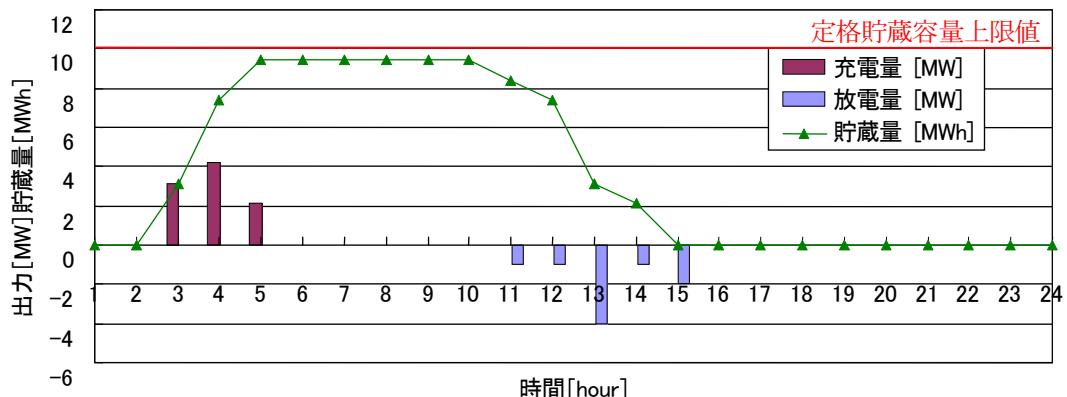


図3 充電・放電計画①

同図において、折れ線グラフの値は電力貯蔵システムの貯蔵容量、縦棒グラフの正の値は充電量、負の値は放電量を示す。この図を見ると、5時から10時までの貯蔵容量は定格貯蔵容量上限値付近で一定となっている。ここで、貯蔵容量上下限制約を考慮すると、10時前の時間帯で充電することを禁止するのが一般的である。しかし、この方法では充電・放電可能な時間帯の全ての組み合わせを求めることができない。よって、この時点では貯蔵容量上下限制約を考慮しないものとして充電時間帯を候補とする。最小増分燃料費の時間帯が8時であると想定し、充電計画を立てると図4のようになる。

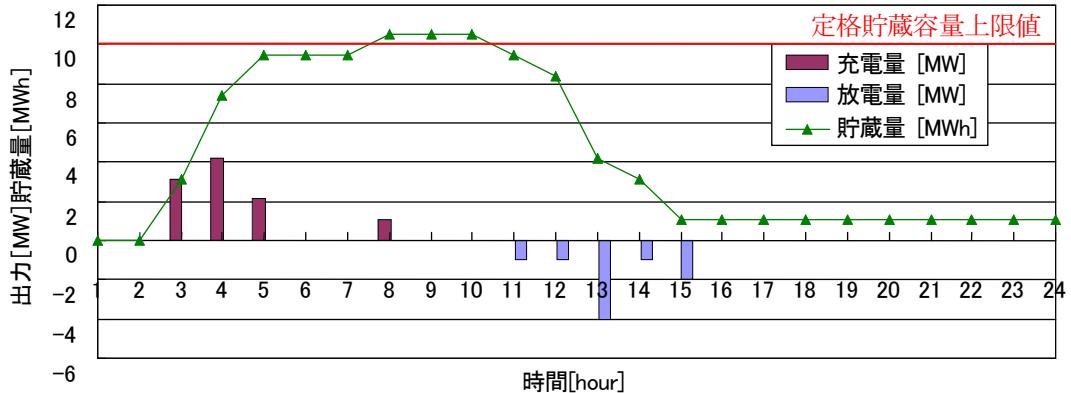


図4 充電・放電計画（貯蔵容量上限値制約違反）

図4を見ると8時から10時までの貯蔵容量が11MWhとなっており、明らかに貯蔵容量上下限制約を違反している。ここで、貯蔵容量上限制約違反している時間帯より前の時間帯で放電計画を行うことが可能ならば貯蔵容量上下限制約を満たすことができる。よって、放電する時間帯を8時前の時間帯に限定して探索する。ここで、放電する時間帯に7時が選択されたとすると、その充電・放電計画は図5のようになる。

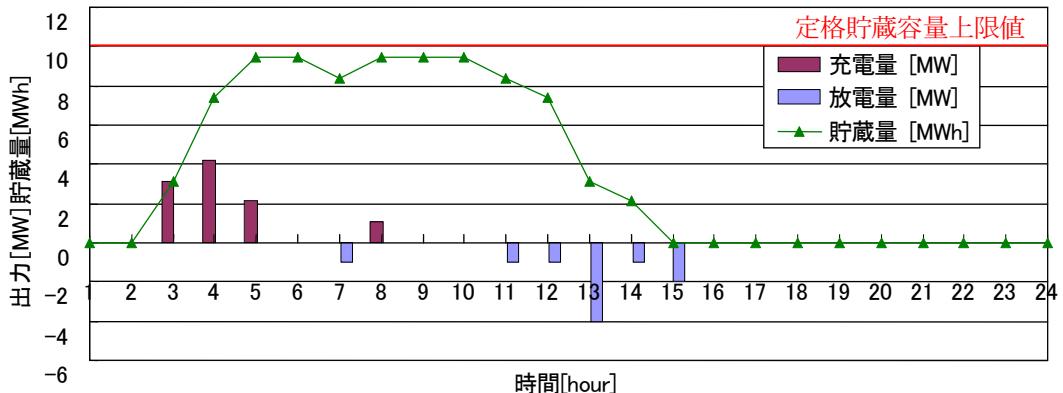


図5 充電・放電計画（貯蔵容量上限値制約違反解消）

図5を見ると、貯蔵容量上下限制約が満たされていることがわかる。よって、充電計画を立てる際には貯蔵容量上下限制約を考慮せず、放電計画で制約違反を解消することが可能となる。もし、制約条件を満足するような電力貯蔵システムの運用計画が得られない場合には、計画の探索を終了する。

4. 試算結果

4.1 モデル系統

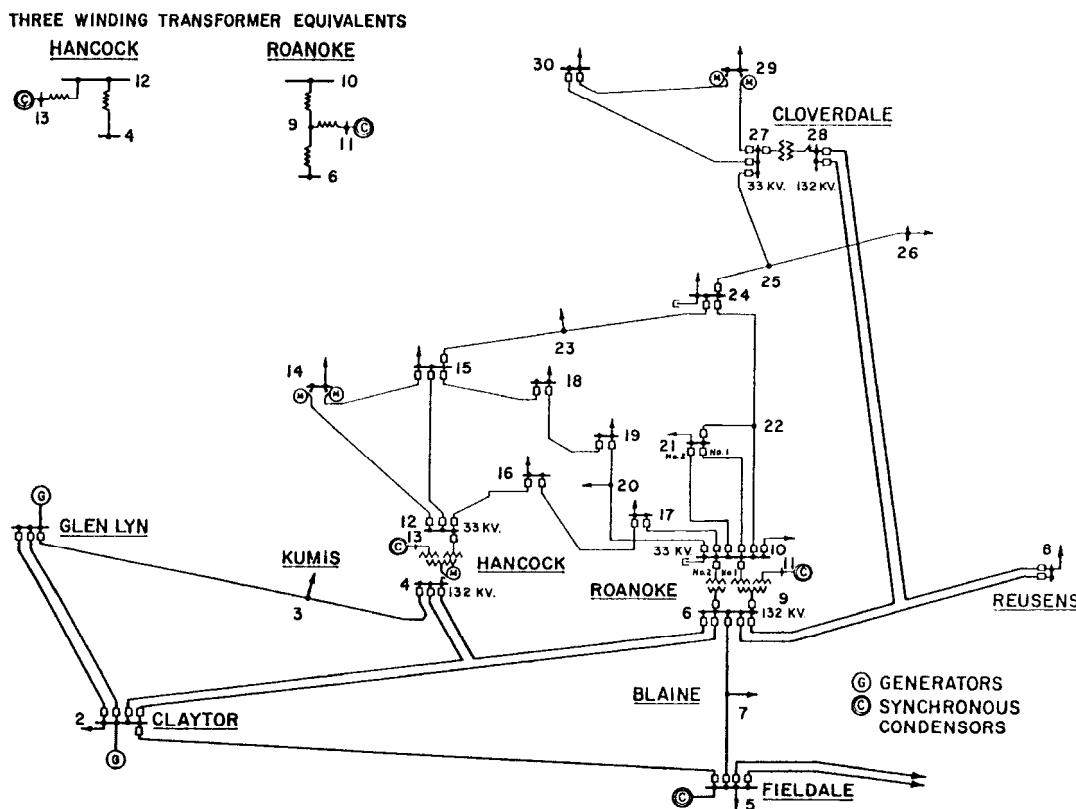


図 6 モデル系統図

図 6 に示すように、本研究で想定している電力系統は 2 機 30 母線の IEEE30 母線系統とし、ノード 1, 2 に火力発電機、ノード 30 に電力貯蔵システムを接続するものとする。本研究では、24 時間帯（日間）を対象に目的関数を火力発電機の総燃料費最小化と設定した場合の試算を行う。制約条件としては、火力発電機の出力上下限制約、需給バランス制約、電力貯蔵システムの出力上下限制約、電力貯蔵システムの運用開始・終了時点での貯蔵容量等号制約、電力貯蔵システムの貯蔵容量上下限制約の 5 つを考慮する。

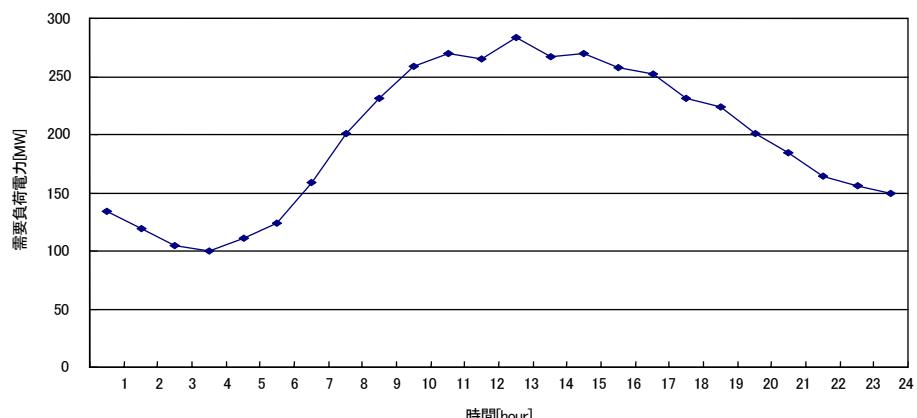


図 7 系統需要負荷

現段階の電力貯蔵システムの最高貯蔵効率 90%であり、本試算でも変換効率を 90%と設定する。また、定格貯蔵容量と定格出力（定格充電量・放電量）はパラメータとして、火力発電機の総燃料費が最小となるような組み合わせを探査し、その値を最終値とする。

図 7 に、各時間帯での系統需要負荷を示す。負荷率は約 69.0%であり、一般的な 24 時間帯を想定している。

4.2 電力貯蔵システム最適運用時の貯蔵容量と出力

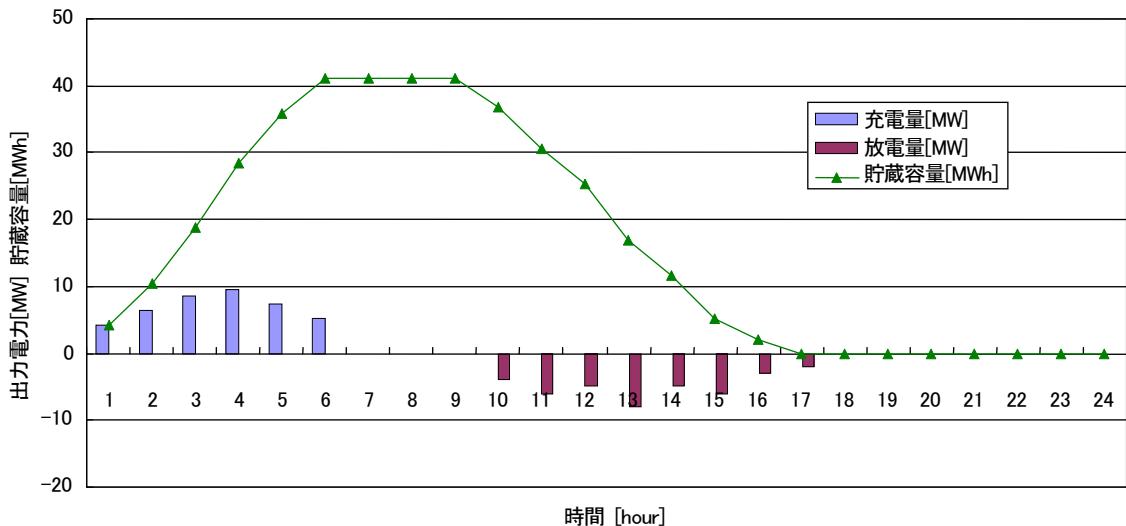


図 8 最適運用時の各時間帯における貯蔵容量と充電量および放電量

電力貯蔵システムの定格貯蔵容量と定格出力をパラメータとして最適値を探査した結果、定格貯蔵容量 42MWh、定格出力 10MW 時の充電・放電計画で火力発電機の総燃料費が最小となる。よって、この値を最適運用値とする。ここで、パラメータの変化量はそれぞれ 1MWh、1MW としている。図 8 に電力貯蔵システム最適運用時の各時間帯における貯蔵容量と充電量および放電量を示す。折れ線グラフの値は電力貯蔵システムの貯蔵容量、縦棒グラフの正の値は充電量、負の値は放電量を示す。同図および図 7 を見ると、比較的負荷の低い時間帯で充電、高い時間帯で放電されていることがわかる。これは、増分燃料費の低い時間帯で充電、高い時間帯で放電することになる。また、電力貯蔵システムが最適運用された結果、総燃料費が約 1.24%減少し、負荷率が約 2.33%上昇し、送電損失が 2.08%減少しており改善されていることが確認できる。よって、3.1 で示した電力貯蔵システムの充電・放電計画決定手順の有効性が確認できる。

5. おわりに

本研究は、対象系統における火力発電機の総燃料費の最小化を目的関数として、制約条件に火力発電機の出力上下限制約、電力の需要供給バランス制約、電力貯蔵システムの出力上下限制約、電力貯蔵シス

ムの運用開始・終了時点での貯蔵容量等号制約、電力貯蔵システムの貯蔵容量上下限制約を設定して、電力貯蔵システムの最適運用計画決定手法(最適な充電・放電計画決定手法)を提案した。各試算結果から、電力貯蔵システム運用前より最適運用後の方が火力発電機の総燃料費を低く抑えることができており、提案手法の有効性を確認した。

本稿で提案する電力貯蔵システムの運用計画決定手法は、上記に示した制約条件を満たすように系統の増分燃料費および電力貯蔵システム接続ノードの増分送電損失を考慮した充電および放電する時間帯を決定するものである。その際、経済的にメリットがあると考えられる充電および放電する時間帯の全ての組み合わせを求めるために充電計画時には貯蔵容量上下限制約を考慮していない。よって、充電計画時は貯蔵容量上下限制約を違反する場合があるが、制約違反している時間帯よりも早い時間帯で放電計画を決定すると制約違反を解消することができる。この方法を提案したことで、制約条件を満足する多くの充電・放電計画の組み合わせを求めることができる。また、研究の初期の段階で電力貯蔵システムの運用計画を決定する際に充電もしくは放電を行うことによって変化する送電損失が経済性に大きく影響することが判明し、よって、送電損失を考慮した条件式(7)を導出・導入し、その条件式を用いて電力貯蔵システムの運用計画決定手法を提案した。

本研究で対象としている最適化問題は離散値および非線形問題であるため、提案手法で得られる運用計画は最適解である保証はないが、得られた運用計画は電力貯蔵システムを最大限に活用し、低負荷時に充電された電力を高負荷時に放電していることからも経済的に満足できるものと考えている。

今後の課題としては、電力系統に不確定に変動する自然エネルギーを利用した発電システムを導入し、電力貯蔵システムの設置箇所および設置容量の導入量等の最適値を探査し、その経済性を評価することで電力貯蔵システムの有効性を検証していくことが考えられる。

参考文献

- 1) 高野富裕：自然エネルギー発電のための電力貯蔵技術、電学誌：127(10) : 668-671(2007)
- 2) 永田 武：電力システム工学の基礎、コロナ社：(2000)
- 3) Allen. J. Wood, Bruce. F. Wollenberg : POWER GENERATION, OPERATION, AND CONTROL SECOND EDITION, JOHN WILEY & SONS, INC : (1996)

*電動車椅子コントローラ装置の開発（第1報）

土 田 義 之*
山 上 登志夫**

Development of Electric Wheelchair Controller Devices (First Report)

Yoshiyuki TSUCHIDA
Toshio YAMAGAMI

Abstract

The rapidly increasing number of elderly has necessitated an increase in the need for nursing care. In addition, the development of welfare programs and techniques to facilitate the independence of handicapped persons and senior citizens is required.

In cold areas, wheelchairs need a controller device that is suitable for use indoors and outside. In addition, electric wheelchairs that can be used on snow-covered sidewalks need to be developed.

1. はじめに

近年高齢化の急速な進行に伴う要介護者の増加により、介護ニーズがますます増大している。更に障害者、高齢者の社会的自立を促すと共により高品質の福祉用具の開発が求められている。

寒冷地においては、室内、室外における生活を総合的にとらえたデザインの配慮が必要であり、特に電動車椅子が冬期間の雪道等の使用に耐えられる運用（図1 車椅子概観図）を考慮する制御装置が必要である。

本研究は、小型で且つ安価、特定の車椅子に限定することなく、どのような車椅子の制御装置とも互換性を持たせ、障害者、高齢者のどの重症度の使用者にも対応でき、誰でもが簡単に操作ができるヒューマンユーザインターフェイスと、使用者の安全に配慮したフェールセーフ機能を備え、更に緊急時に介護者との情報連携を無線コントローラにより安全制御を行なうことができる電動車椅子の制御装置を開発する。

本研究での具体的な開発項目は、

- ①一つのスイッチ操作で電動車椅子に対して前・後・右・左への進行方向指示を可能とする進行方向指示制御装置と電動車椅子の進行方向や挨拶等の音声を発声させる音声発生装置の開発
- ②介護者のためのフェールセーフ機能を備えた電動車椅子用の無線緊急停止制御装置の開発

* 電気情報工学科教授

** 元技術室技術専門職員

(平成19年11月2日受理)

③一つのスイッチ操作信号を PC のキーボードと無線バイブレータ送信部に分配する機能を有するスイッチ信号分配装置の開発である。



図1 車椅子概観図

2. 電動車椅子コントローラの開発

2.1 電動車椅子コントローラシステム構成図

図2に電動車椅子コントローラシステムの構成図を示す。

2.1.1 制御用1チップマイコン

マイコンボードは秋月電子製の AE-3664FP でルネサステクノロジ社の H8/3664FP を使用した。制御プログラムは1チップマイコン内蔵のフラッシュメモリに書き込む方式となっており、一般的なノートPCがあれば現場でもプログラムの変更も可能である。

1チップマイコンのデータシート等はルネサステクノロジ社のWEBサイトからダウンロード可能である。

2.1.2 方向指示LED, 方向指示選択スイッチ, 方向指示LED調整ツマミ

操作者に対して前・右・左・後の4つの進行方向を選択するタイミングを知らせるための発光ダイオードで、時間的に点灯位置のローテーションを繰り返す。進行希望方向のLEDが点灯している間に方向指示選択スイッチを押すと LED の点灯位置は固定され、車椅子は選択された方向へ進む。LED の点灯ローテーション速度は方向指示LED速度調整ツマミの操作で変える事が可能である。

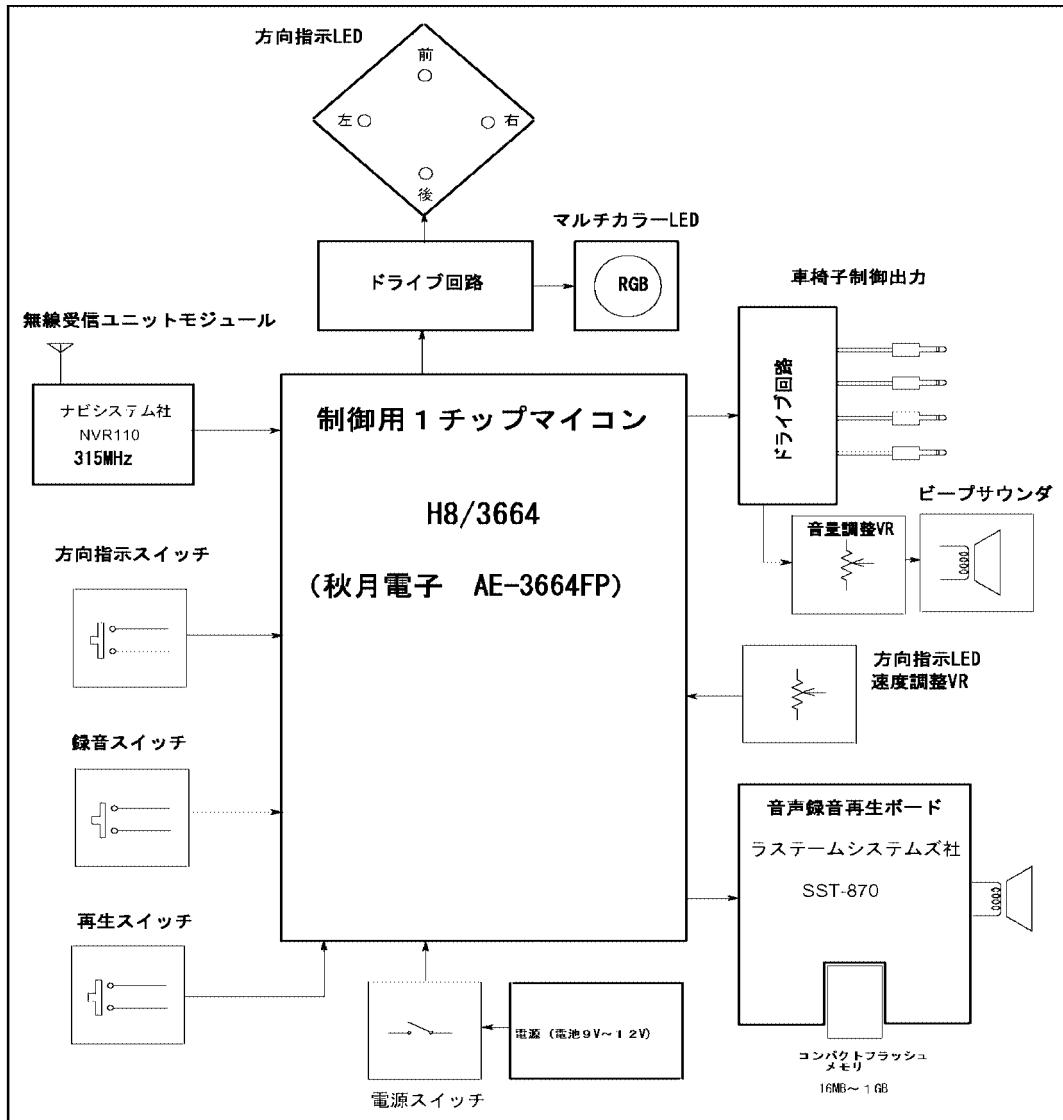


図2 電動車椅子コントローラ システム構成図

2.1.3 車椅子制御出力端子

本装置が対応する電動車椅子は前・右・左・後の4方向の進行制御入力を持ったタイプを対象とする。一般的に電動車椅子の方向の制御入力端子は接点タイプの信号で動作する方式となっており、本装置の車椅子制御出力端子はトランジスタのオープンコレクタ出力する。

出力端子形状はミニフォーンプラグ4本を使用し、電動車椅子との着脱を容易とした。

2.1.4 無線受信ユニットモジュール

ナビシステム社の315MHz帯の無線モジュール、NVR110を使用。送信モジュールは同社のNVT110を使用。

2.1.5 音声録音再生ボード

ラステームシステムズ社の SST-870 を使用。音声データは取り外し可能なコンパクトフラッシュメモリカードにデジタルデータとして記憶され、通常は 16 チャンネルの録音・再生可能としたが、最大 4096 チャンネルの録音・再生にも対応できるようにした。ボードに音声出力用のアンプが内蔵されており、マイクとスピーカを接続すれば音声の録音再生が可能である。

2.2 機能概要

2.2.1 方向指示機能

コントローラの電源が入ると「方向指示 LED」が前・右・左・後の順に点灯ローテーションを開始する。進行したい方向の LED が点灯している時に「方向指示スイッチ」のボタンを押すと、押している間 LED の点灯位置は固定され、車椅子はその方向に進行する。スイッチを放せば、「方向指示 LED」の点灯ローテーションが再開される。ローテーションの速度は「方向指示 LED 速度調整ツマミ」で任意の速度に変えることも可能である。また、操作者がスイッチの押下を確認する目的でビープサウンドからビープ音を出している。ビープ音の音量はツマミにより増減可能である。

2.2.2 音声発生機能

「方向指示スイッチ」を押すと、「音声録再ボード」から、あらかじめ録音された方向を示す音声が再生される。音量調整も可能であり、再生音声を現場で変更（録音）が可能である。

2.2.3 自動スタンバイ機能

「方向指示スイッチ」の操作が約 1 分間以上行なわれなかった場合、コントローラの電池の消耗を抑えるため、1 チップマイコンはスタンバイ状態に、「音声録再ボード」は電源 OFF となり、「方向指示 LED」も消灯する。この状態で「方向指示スイッチ」を押下すれば再び正常な動作状態に復帰する。

2.2.4 無線緊急停止受信機能

電動車椅子を操作中、危険な状況になった場合、介助者が車椅子から離れた位置からでも車椅子を緊急停止させるために UHF 帯受信ユニットを使った緊急停止機能を有している。介助者の無線送信モジュールの送信ボタンが押されると、車椅子は停止状態となり、送信ボタンを離すと車椅子は再び動作可能状態となる。

2.2.5 音声録再ボードの録音機能

コントローラの電源スイッチを一度 OFF にし、「録音」（赤）「再生」（緑）のスイッチを同時に押したまま電源スイッチを ON にすると、マルチカラーLED の青 LED が点灯し、「音声録再ボード」が録・再制御モード状態であることを表示する。

この際、「方向指示 LED」は「前」の LED が点灯したまとなる。この状態で「再生」スイッチ（緑）

を押すと、既に録音されている「前」方向選択時の内容が再生される。

また、再生状態ではマルチカラーLEDは緑色になる。録音するにはマイクを「音声録再ボード」に接続し、「録音」スイッチ（赤）押しながらマイクに向かって話せば良い。「録音」スイッチを押している間、マルチカラーLEDは赤色となり録音状態が続く。一度録音した内容を確かめるには「再生」スイッチを押して再生すれば良い。

失敗した場合は「録音」動作から何度でも繰り返す事ができる。異なる進行方向の録音・再生を行なうには「方向指示スイッチ」を押す度に「方向指示LED」の点灯位置が変わるので、目的の方向を選択した後、「録音」「再生」操作を行えば良い。「録音再生ボード」の制御モードを終了するには電源スイッチをOFFにする。

2.2.6 各機能部の写真

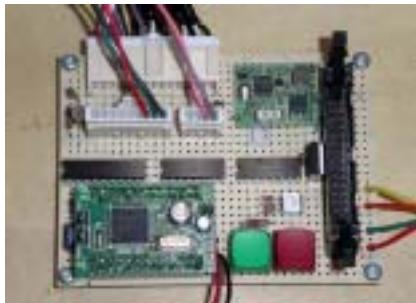


図3 制御基板



図4 マイコン基板

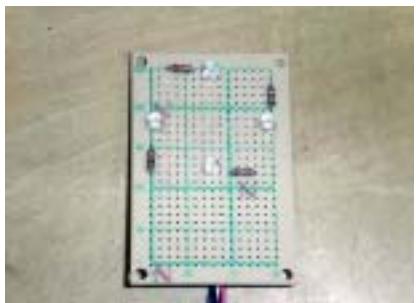


図5 方向指示 LED 基板



図6 無線受信モジュール



図7 無線送信ユニット



図8 音声録再ボード

2.3 スイッチ信号分配装置

2.3.1 スイッチ信号分配装置ブロック図

異なる電源装置で動作する複数の電子機器を一つのスイッチ操作によって一括コントロールする場合、単純にそれぞれの回路を並列接続しても正しい制御は行えないばかりか機器の故障発生の要因となる。

従って、本装置は各々の機器のスイッチ回路をフォトカップラにより電気的に絶縁し、操作情報を伝達させている。図 9 に本装置の構成図を示す。

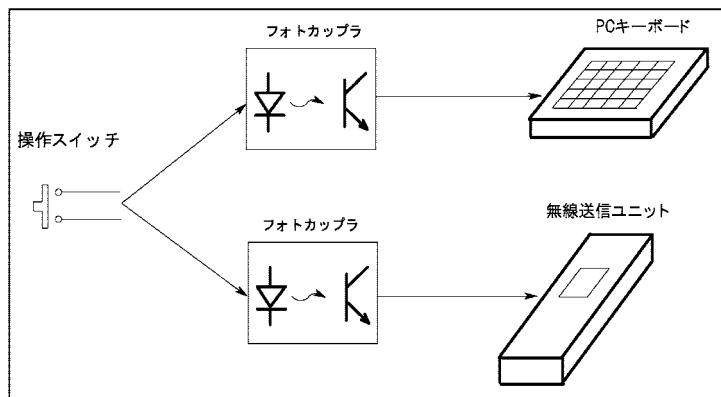


図 9 スイッチ信号分配装置構成図

2.3.2 スイッチ信号分配装置の機能

スイッチ信号分配装置の機能図を図 10 に示す。一つのスイッチ操作信号を PC のキーボードと無線バイブレータ送信部に分配する機能を有する。

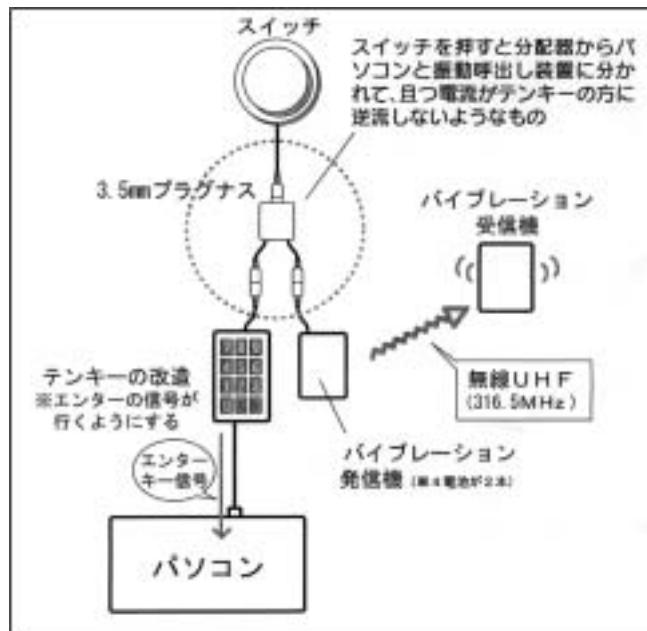


図 10 スイッチ信号分配装置の機能図

3. おわりに

寒冷地においては、室内、室外における生活を総合的にとらえたデザインの配慮が必要である。今後は小型で且つ安価、特定の車椅子に限定することなく、障害者、高齢者の誰でもが簡単に操作ができるユーザインターフェイスと、安全に配慮した機能を備えた電動車椅子の制御装置を開発する必要がある。

具体的な技術項目のコンセプトは、安全を最優先にし、障害者、高齢者の機械やシステム操作のインターフェイスを最重要視することである。

マンマシンインターフェイスとしての操作と認知のインターフェイスを分析し、誰でもが容易にゲームコントローラ感覚で操作でき、寒冷地における雪道等の使用状況や環境条件の情報を基に方向設定や速度設定を行う。また安全を最優先にしたフェールセーフ機能の一つとして緊急停止機能を配慮する。

現在次期開発として介護者との緊急時の情報連携を無線コントローラにより常に監視制御を可能とする安全制御の開発を平成19年度の技術項目として開発を進めており、第2報にて報告する。

なお、本研究は有限会社COM 泉屋殿との「平成18年度共同研究」によって行なわれたもので、現在製品化を進めている。

環境を考慮した新エネルギーに関する基礎的研究
エタノール発酵技術を利用した北海道法バイオマス変換技術
糖生成過程について

土 田 義 之^{*}
關 充 晴^{**}
千 葉 誠^{***}

Basic Research into Environmentally Friendly New Energy
Hokkaido Biomass Conversion Technology Using Ethanol Fermentation
Technology-The Sugar Generation Process

Yoshiyuki TSUCHIDA
Mitsuharu SEKI
Makoto CHIBA

Abstract

In order to achieve the target of supplying 10 percent of Japan's primary energy supply with renewable energy by 2010, alternative energy sources must be introduced in order to reduce the use of oil.

One such alternative source is biomass. There are various types of conversion technologies for biomass. Ethanol fermentation technology has an efficiency rate of 90 percent and is an excellent method for conversion to liquid fuel. However, this method is difficult to put into practical use. This paper studies different efficient conversion technologies.

1. はじめに

長期的なエネルギー供給の見通しでは 2010 年にわが国の一次エネルギーの 1 割を再生可能エネルギーによって供給することが定められている。この目標を達成するために、環境負荷の軽減、石油代替エネルギー対策として新エネルギーの導入が進められている。新エネルギーとして太陽光発電や風力、バイオマス等の再生可能エネルギーの利用拡大が必要である。このうち太陽光発電や風力発電は出力が変動しやすく、多数導入に際して様々な観点からの対策が必要となる。更に、ガスコーチェネレーションシステムや燃料電池も徐々に広まりを見せているが、現在のシステムではこれらは化石燃料を使用することもあり、石油代替エネルギーとしては価値が低い。従って、石油を代替するエネル

* 電気情報工学科教授

(平成 19 年 11 月 2 日受理)

** 横浜国立大学経済学部 3 年

*** 物質化学工学科准教授

ギー源としてバイオマスが今後大きなエネルギーの需要として期待される。

しかし、バイオマスとして使われるエネルギー源には固体が多く、非常に扱いにくい。従来の石油代用として考えると、バイオマスを気体、若しくは液体に変換する技術が重要である。

バイオマスの変換技術は多様に存在する。中でもエタノール発酵技術はエネルギーの約9割が保存され、液体燃料への転換法として優れた技術である。しかし、現在は効率の良い変換方法が少なく実用化には至っていない。本研究では効率の良い変換技術の基礎的研究を行う。

2. バイオマスとは

「バイオマス：biomass = [bio] + [mass]」は、元来は生態学の分野で生物量、もしくは生物現存量を表す用語である。生態学の用語の範囲を超える、「エネルギー源としての生物資源」の意味をも含むようになったのは、石油ショック以降、代替エネルギーの推進が強く提唱されてからといわれる。バイオマスの定義については、「太陽エネルギーを蓄えた様々な生物体の総称」、「重量またはエネルギー量で示す生物体の量、あるいはエネルギーや工業原料などの資源としてみた生物体」、あるいは「樹木の全部またはその一部を通常チップにして得られる木産物質」などがあり、厳密な定義はされていない。エネルギー資源の観点から、「ある一定量集積した動植物資源とこれを起源とする廃棄物の総称（ただし、化石資源を除く）」とすることが多い。したがって、農作物、木材、海藻などの従来型の農林水産資源のみならず、パルプスラッジ、黒液、アルコール発酵残渣などの有機性産業廃棄物、厨芥や紙くずなどの一般都市ごみ、下水汚泥など、多種多様にわたっている。

バイオマスの種類は多岐にわたり、賦存量は膨大である。「恒常に一定量供給できる」エネルギー資源として候補になるのは、「有機性廃棄物」と「エネルギー作物」である。「エネルギー作物」とはエネルギー製造を主目的に栽培される植物で、樹木などの木質系バイオマスや、サトウキビ、トウモロコシ、アブラナ、ミスカンタスなどの草本系バイオマスを指す。当面現実的なのは都市ごみ、農林廃棄物などの有機性廃棄物であるが、将来的には「エネルギー作物」が大きな役割を果たすと考えられる。

2.1 バイオマスの分類

バイオマスの分類法は分野により定義が異なるので確立されていない。発生源による分類を図1に示す¹⁾。

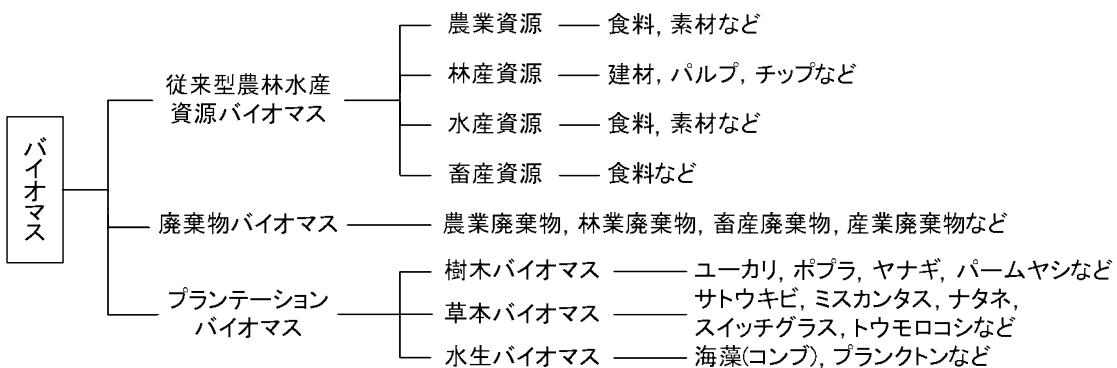


図 1 バイオマス資源の分類（発生源による分類）

3. エタノール醸酵

エタノールに変換可能なバイオマスは多種存在し、地球上に多量にあるバイオマスとしては一番最初に木材が挙げられる。木材は植林等により再生可能なエネルギーであり環境負荷も非常に低い。

ほとんどの樹種の木材では、セルロース（図 2）が 50% を占める。つまり、木材の中心成分である。セルロースとは β -グルコース（図 3）が 10000 個～14000 個繋がった物である。

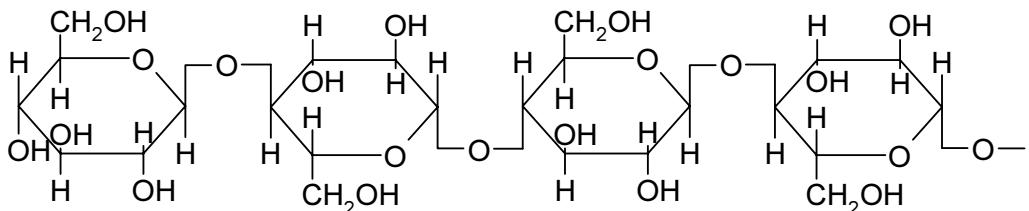


図 2 セルロースの分子構造

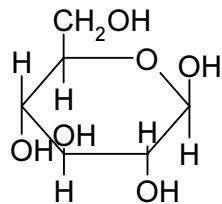


図 3 β -グルコース

また、木材を構成する糖類としてはセルロースのほかにヘミセルロースがある。ヘミセルロースはセルロースの仲間である多糖の総称である。ヘミセルロースは単糖が長く繋がったもので、1つの分子を作る単糖も 100～300 個で、またセルロースのように規則的ではない。ヘミセルロースを構成する単糖には、マンノース（図 4）、ガラクトース（図 5）、グルコース（図 3, 6）などの六炭糖、キシロ

ース（図7）、アラビノース（図8）などの五炭糖がある。

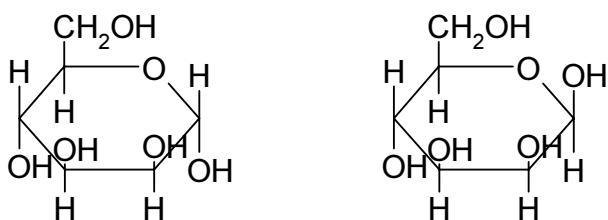


図4 マンノース（左が α -マンノース、右が β -マンノース）

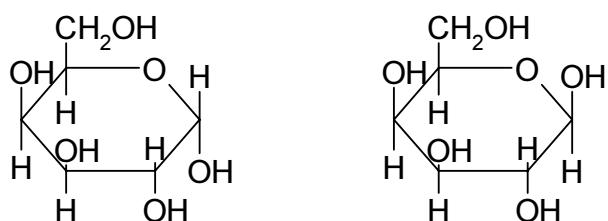


図5 ガラクトース（左が α -ガラクトース、右が β -ガラクトース）

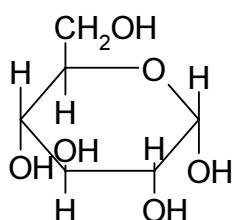


図6 α -グルコース

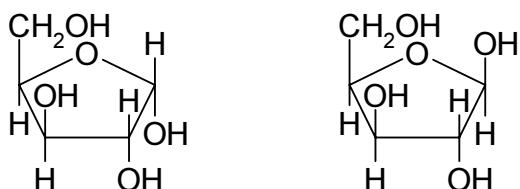


図7 キシロース（左が α -キシロース、右が β -キシロース）

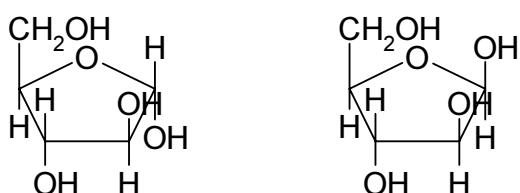


図8 アラビノース（左が α -アラビノース、右が β -アラビノース）

セルロース、ヘミセルロースの混合物を単糖に分解する方法として、濃硫酸による加水分解がある。原料中のヘミセルロースを比較的緩和な条件で加水分解、抽出（前加水分解）ののち、濃硫酸の作用による加水分解でセルロースを希硫酸に可溶のグルコース・ポリマーにまで加水分解（主加水分解）し、続いて希硫酸によってグルコースにまで加水分解（後加水分解）する。これらの方法により、木材を糖化させることができる。

これらの糖は、微生物が嫌気的に分解代謝した産物としてアルコールに精製される。このうち、エタノール発酵するものには *Saccharomyces cerevisiae*（図9）と呼ばれる酵母があり、エタノール発酵能力が高くエタノール耐性も強い。図10、11に示す発酵式により、糖質100gからエタノール51.4g生成する。これにより、重量は約半分になり、糖質のエネルギーの約91%が保存されるので、転換法として非常に優れている。また、酵母に次いで発酵能力の高い微生物については *Zymomonas mobilis* という細菌があり、発酵収率は酵母より優れている。

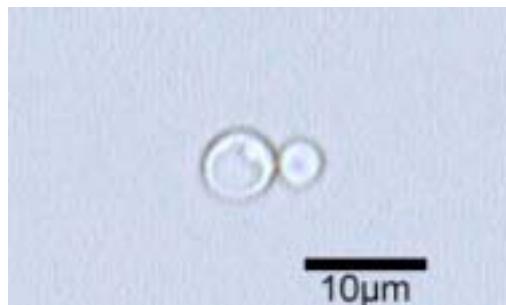


図9 *Saccharomyces cerevisiae*

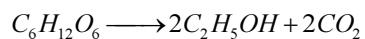


図10 エタノール生成反応（ヘキソースからの生成）

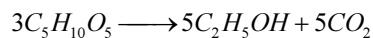


図11 エタノール生成反応（ペントースからの生成）

エタノール発酵酵母や細菌は六炭糖を発酵できるが、五炭糖は発酵できない。しかし、遺伝子組み換え技術によりこれらエタノール発酵微生物に五炭糖発酵能を付与することが可能となっている。以上の方法により木材より液体燃料であるエタノール精製が可能である。

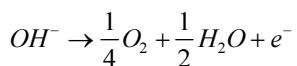
4. 目的

木材を糖化し、エタノール発酵を行う。現状ではその工程中に木材の糖化があるが、高コストで現実的な手法は見つかっていない²⁾。

よって本研究は低成本を狙いに木材を濃硫酸で加水分解した後、硫酸を回収し再利用することを目的とする。

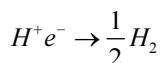
4.1 糖と硫酸の分離手法

図 11 に示すように、硫酸中で水の電気分解が起こる反応を利用し硫酸イオンを移動させ糖との分離を行う。この時、陽極での反応は、



となる。

また、陰極の反応は、



である。

陽極側の槽では陰イオンが少なくなり、陰極側の槽では陽イオンが減少する。

それにより、陰極側の槽には真ん中の槽より水素イオンが、陽極側の槽では硫酸イオン若しくは水酸化物イオンが移動する。しかし、硫酸の濃度が高いため移動するイオンの大部分は硫酸イオンであると推測される。

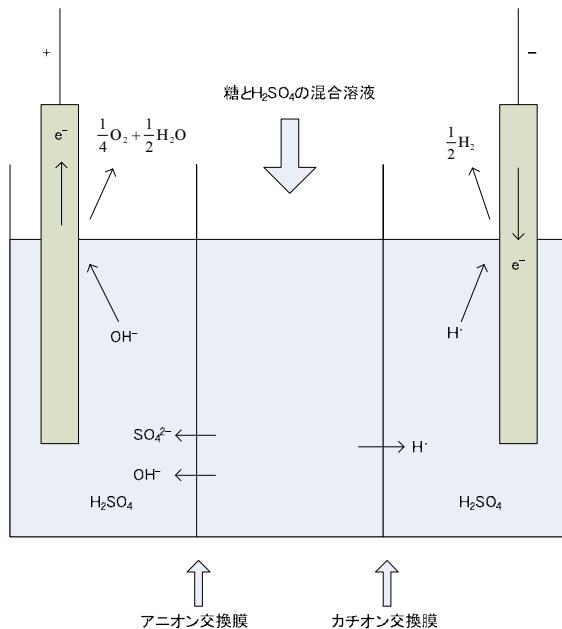


図 12 酸と糖の分離手法

4.2 実験内容

実際は図 12 に示す手法で酸と糖の分離を行うが、本研究の分離手法は図 13、図 14、図 15 のようなモデルで実施した。

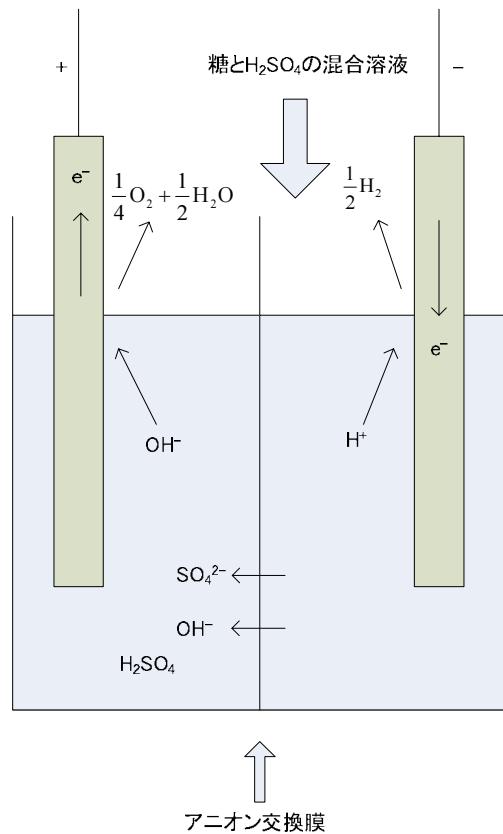


図 13 実験装置の原理

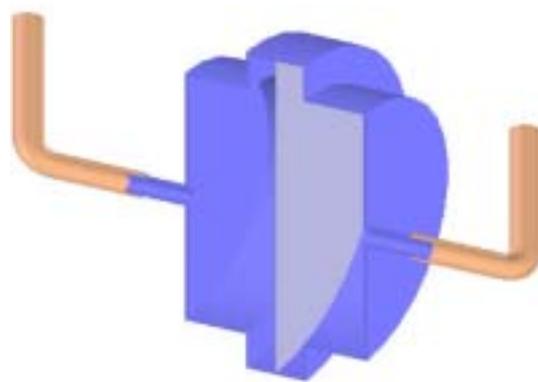


図 14 実験装置図

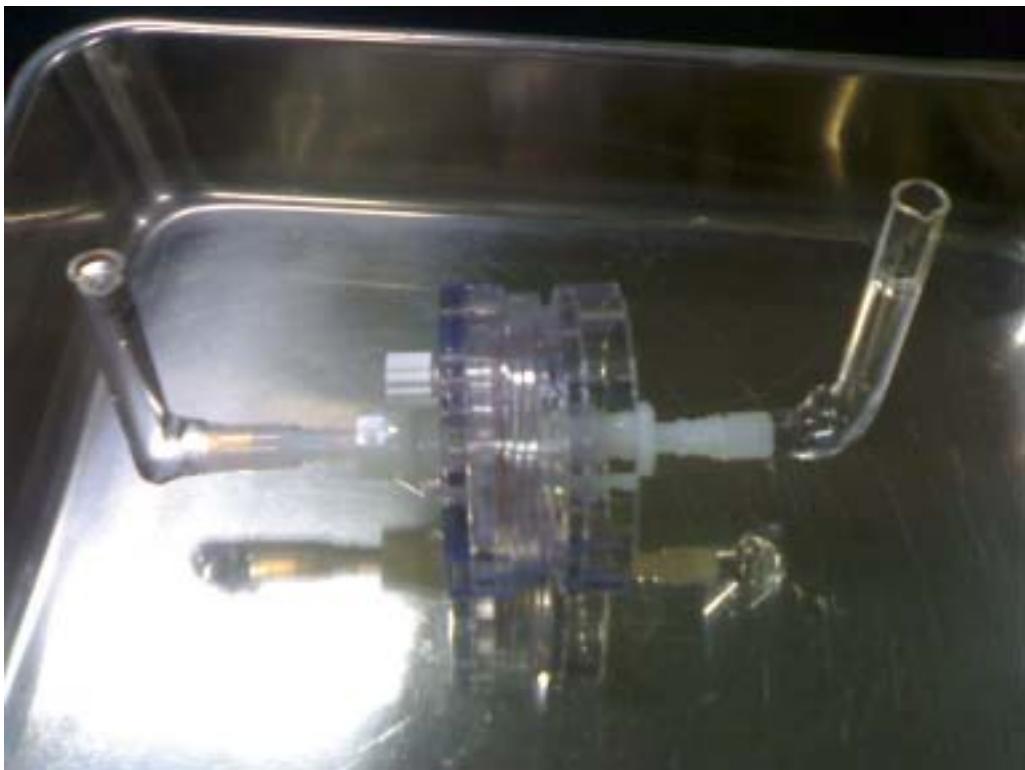


図 15 実験装置の写真

今回、図 12 による分離手法ではなく図 13 の様な簡易的な実験装置で実施する理由は、被分離物である硫酸と糖の混合溶液中には他の金属イオンが混入されていること、実際に工業化する場合には図 12 が何層にもなる。

従って、今回の実験では図 13 の様な簡易的な物で良いと推測される。

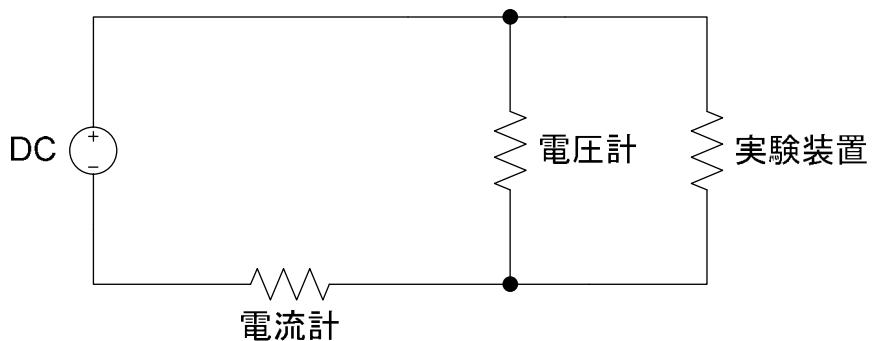


図 16 今回の実験に使用する回路

この実験では図 16 に示す非常に簡単な回路で実験を行う。今回の場合電圧計の内部抵抗は $10M\Omega$ なので、無視する。

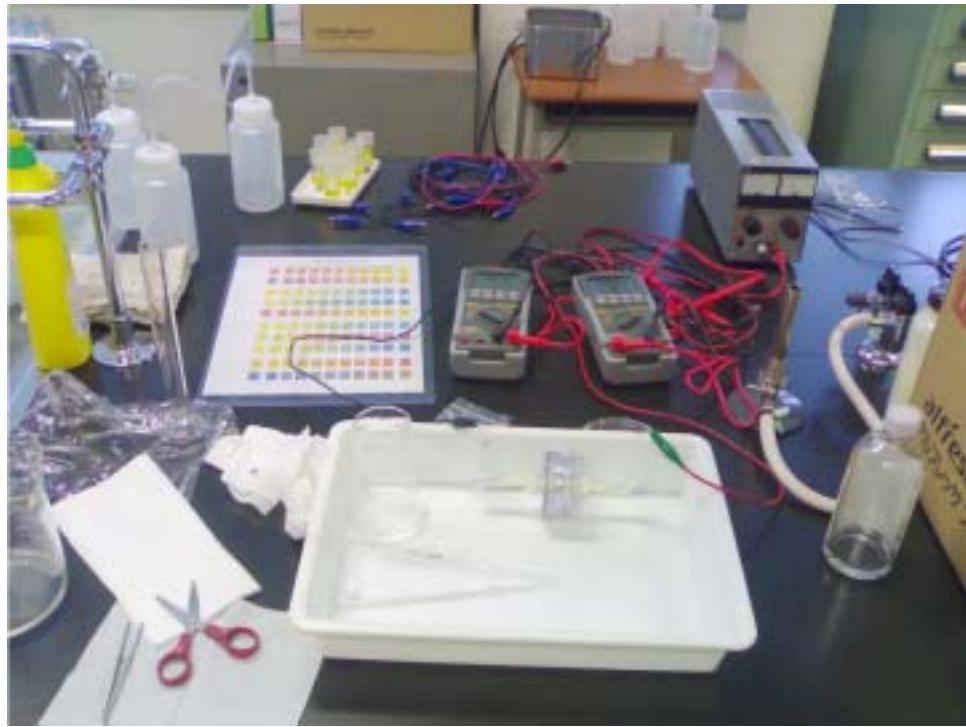


図 17 実験風景

4.3 実験方法と結果

本研究では初めに 98[%] ~ 96[%] 濃硫酸 20 [ml] と蒸留水 40 [ml] を混合し、希硫酸 60 [ml] を作成した。その硫酸にアニオン交換膜を 1 日浸し、基質を硫酸で置き換え、実験装置を作成した。

その後、98[%] ~ 96[%] 濃硫酸 10 [ml] と蒸留水 20 [ml] を混合し、希硫酸 30 [ml] を作成した。実験装置の両側から希硫酸を 8 [ml] ずつ注入し、白金電極により電気分解を行った。

結果は表 1、表 2 に示す。表 2 に示すように、 8.4973×10^2 [C] の電荷量が消費され、 8.8069×10^3 [mol] (数式 1) の電子の授受が生じた。

次に、実験装置両側の液を抽出した。図 18、図 19、図 20 に示したとおり陰極側より陽極側のほうが濃くなっている。したがって、陰極側より陽極側の硫酸濃度が高いと予想できる。

この溶液を 100 倍に希釈し滴定を実施した。10 [ml] の 100 倍希釈された溶液は陰極側 (表 3) 15.50 [N]、陽極側 (表 4) 15.81 [N] となり、陰極側と陽極側で差が見られた。

結果、濃縮されていることがわかる。

以上、電流効率は 27.98 [%] (数式 4) となり、かなり効率の良いことが判明した。



図 18 それぞれの極から抽出した溶液



図 19 陽極側から抽出した溶液



図 20 陰極側から抽出した溶液

表1 電流・電圧の変化

時間(m)	電圧(V)	電流(A)	電荷量(C)	電力(W)	電力量(J)	内部抵抗値(Ω)
0	18.000	0.1757	0.00	3.1626	0	102.447
1	17.100	0.1864	10.86	3.1874	191	91.738
2	16.500	0.1875	22.08	3.0938	379	88.000
3	18.076	0.2161	34.19	3.9062	589	83.646
4	18.064	0.2220	47.33	4.0102	826	81.369
5	18.054	0.2260	60.77	4.0802	1069	79.885
6	18.044	0.2290	74.42	4.1321	1316	78.795
7	18.038	0.2302	88.20	4.1523	1564	78.358
8	18.033	0.2313	102.04	4.1710	1814	77.964
9	17.917	0.2424	116.25	4.3431	2069	73.915
10	17.825	0.2471	130.94	4.4046	2332	72.137
11	17.784	0.2471	145.76	4.3944	2596	71.971
12	17.768	0.2477	160.61	4.4011	2859	71.732
13	17.735	0.2482	175.49	4.4018	3124	71.454
14	17.732	0.2482	190.38	4.4011	3388	71.442
15	17.753	0.2498	205.32	4.4347	3653	71.069
16	18.068	0.2529	220.40	4.5694	3923	71.443
17	19.999	0.2885	236.64	5.7697	4233	69.321
18	19.996	0.2885	253.95	5.7688	4579	69.310
19	19.996	0.2920	271.37	5.8388	4927	68.479
20	19.994	0.2932	288.92	5.8622	5278	68.192
21	20.054	0.0748	299.96	1.5000	5499	268.102
22	20.009	0.2788	310.57	5.5785	5712	71.768
23	20.055	0.0901	321.64	1.8070	5933	222.586
24	20.008	0.2827	332.82	5.6563	6157	70.775
25	20.010	0.2715	349.45	5.4327	6490	73.702
26	20.056	0.0665	359.59	1.3337	6693	301.594
27	20.057	0.0473	363.00	0.9487	6761	424.038
28	20.007	0.2693	372.50	5.3879	6951	74.293
29	20.007	0.2741	388.80	5.4839	7277	72.992
30	20.005	0.2815	405.47	5.6314	7611	71.066

表2 表1の続き

時間(m)	電圧(V)	電流(A)	電荷量(C)	電力(W)	電力量(J)	内部抵抗値(Ω)
31	20.004	0.2839	422.43	5.6791	7950	70.461
32	20.051	0.0881	433.59	1.7665	8174	227.594
33	20.003	0.2886	444.89	5.7729	8400	69.310
34	20.059	0.0445	454.88	0.8926	8600	450.764
35	20.004	0.2874	464.84	5.7491	8799	69.603
36	20.055	0.0630	475.35	1.2635	9009	318.333
37	20.003	0.2886	485.90	5.7729	9220	69.310
38	20.047	0.1272	498.38	2.5500	9470	157.602
39	20.007	0.2781	510.53	5.5639	9714	71.942
40	20.006	0.2815	527.32	5.6317	10049	71.069
41	20.054	0.0677	537.80	1.3577	10259	296.219
42	20.004	0.2874	548.45	5.7491	10472	69.603
43	20.003	0.2938	565.89	5.8769	10821	68.084
44	20.045	0.1459	579.08	2.9246	11085	137.389
45	20.002	0.2962	592.34	5.9246	11351	67.529
46	20.026	0.2110	607.56	4.2255	11655	94.910
47	19.999	0.3131	623.28	6.2617	11970	63.874
48	19.999	0.3125	642.05	6.2497	12345	63.997
49	20.036	0.1593	656.20	3.1917	12628	125.775
50	19.999	0.3098	670.28	6.1957	12910	64.555
51	19.999	0.2927	688.35	5.8537	13271	68.326
52	19.999	0.3096	706.42	6.1917	13633	64.596
53	19.999	0.1530	720.30	3.0598	13910	130.712
54	20.005	0.2886	733.55	5.7734	14175	69.317
55	20.000	0.3084	751.46	6.1680	14534	64.851
56	19.999	0.3072	769.92	6.1437	14903	65.101
57	20.050	0.1070	782.35	2.1454	15152	187.383
58	20.000	0.2950	794.41	5.9000	15393	67.797
59	19.996	0.3111	812.59	6.2208	15757	64.275
60	20.001	0.3060	831.11	6.1203	16127	65.363
61	19.998	0.3149	849.73	6.2974	16499	63.506

表 3 陰極側を 100 倍希釈した硫酸の滴定

	1 回目	2 回目
開始位置(ml)	0.63	0.50
終了位置(ml)	14.07	14.11
滴定量(ml)	13.44	13.61
平均(ml)		13.53
硫酸の規定(N)	15.50	

この時使用した水酸化ナトリウム水溶液は、93 [%] 水酸化ナトリウム 0.493 [g] を蒸留水に溶かし 100 [ml] とした。数式 3 (付録参照) に示すとおり濃度は 0.1146 [mol/l] である。

表 4 陽極側を 100 倍希釈した硫酸の滴定

	1 回目	2 回目
開始位置(ml)	0.38	0.52
終了位置(ml)	14.31	14.46
滴定量(ml)	13.93	13.94
平均(ml)		13.94
硫酸の規定(N)	15.81	

この時使用した水酸化ナトリウム水溶液は、93 [%] 水酸化ナトリウム 0.488 [g] を蒸留水に溶かし 100 [ml] とした。数式 2 (付録参照) に示すとおり濃度は 0.1135 [mol/l] である。

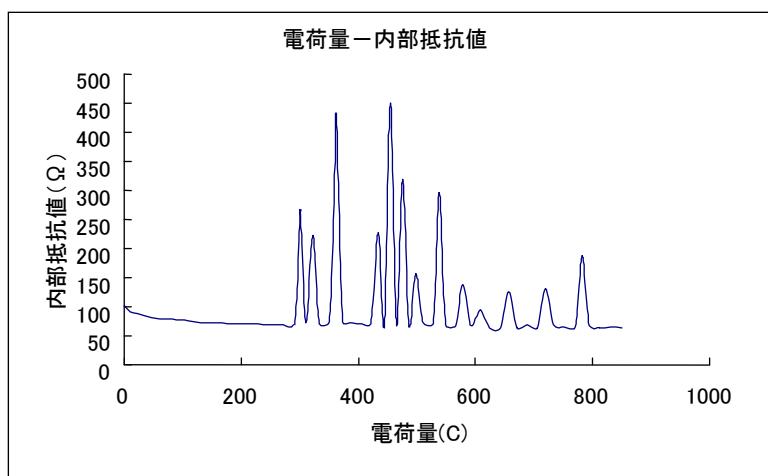


図 21 電荷量ー内部抵抗値の曲線

図 21においてところどころ内部抵抗値が増大しているものについては電気分解によって生じた気泡等が原因と推察される。

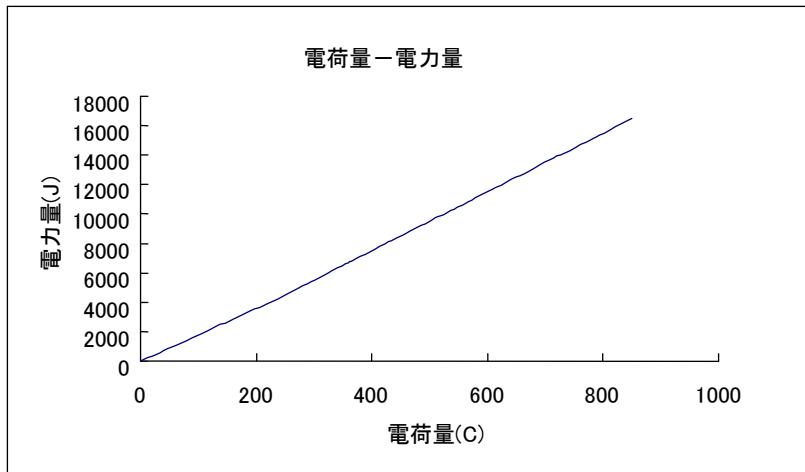


図 22 電荷量－電力量の曲線

5. ま と め

本研究において何点かの課題と問題点が抽出された。

- 1) 硫酸濃度が高すぎて接合部分が溶融。
- 2) 1)の理由により溶液の量を計測することが出来ず、電流効率に関しては正確ではない。
- 3) 今回の実験では糖が入っておらず、その影響について別途検討が必要である。

以上の理由により、今後の展開については、

- 1) すべてポリカーボネイト、シリコンゴムやフッ素ゴム、ガラスなどの耐酸性の強い装置の構成。
- 2) 実験前と実験後の溶液の量を正確に計測し、浸透圧の影響についても考慮する。
また、状況によってはある程度濃縮したら蒸留水を追加する必要性も考える。
- 3) 糖などを混合し、その影響について確認する。

最後に本研究を進めるにあたって北海道法について助言を頂いた北海道立林産試験所 檜山亮技師、山崎亨史技師、また実験装置製作にあたりご協力をいただいた本校物質化学工学科の津田勝幸先生に謝意を表す。

参 考 文 献

- 1) 社団法人 日本エネルギー学会：バイオマスハンドブック、オーム社：2-5(2006)
- 2) 田中栄一、桑田 勉：濃硫酸法木材加水分解に関する研究 第9報 酸回収工程について（その五）国産イオン交換膜を用いた電解脱硫酸に関する研究、林業指導所研究報告、第15号：107-108(1959)

付 錄

数式 1 電荷量から電子量を求める

$$849.732 \text{ [C]} \times \text{ファラデー定数 } 96485.3415 \text{ [mol/C]} = 8.8069 \times 10^{-3} \text{ [mol]}$$

数式 2 陽極側の硫酸濃度

$$93\% \text{ NaOH が } 0.493 \text{ g } \text{ なので, } 0.493 \text{ [g]} \times 0.93 = 0.4585 \text{ [g]}$$

$$\text{また, NaOH の分子量は, } 39.998 \text{ [g/mol]} \text{ なので, 濃度は } \frac{0.4585 \text{ [g]} \times 39.998 \text{ [g/mol]}}{1.000 \times 10^{-1} \text{ [l]}} = 0.1146 \text{ [mol/l]}$$

となる。硫酸 10 [ml] に対して中和するために必要な水酸化ナトリウム水溶液は 13.53 [ml] なので, $NV = N'V'$ より,
 $N \times 1.000 \times 10^{-2} \text{ [ml]} = 0.1146 \text{ [mol/l]} \times 1.353 \times 10^{-2} \text{ [l]}$

$$N = \frac{0.1146 \text{ [mol/l]} \times 1.353 \times 10^{-2} \text{ [l]}}{1.000 \times 10^{-2} \text{ [l]}} = 0.1550 \text{ [N]}$$

となる。なお、この溶液は 100 倍希釈なので,
 $N = 0.1550 \text{ [N]} \times 100 = 15.50 \text{ [N]}$, となる。

数式 3 陰極側の硫酸濃度

98% NaOH が 0.488g なので、数式 2 と同様に,

$$0.488 \text{ [g]} \times 0.93 = 0.4538 \text{ [g]} \text{ となるので, 濃度は, } \frac{0.4538 \text{ [g]} \times 39.998 \text{ [g/mol]}}{1.000 \times 10^{-1} \text{ [l]}} = 0.1135 \text{ [mol/l]}$$

となる。硫酸 10 [ml] に対して中和するために必要な水酸化ナトリウム水溶液は 13.94 [ml] なので,
 $N \times 1.000 \times 10^{-2} \text{ [ml]} = 0.1135 \text{ [mol/l]} \times 1.394 \times 10^{-2} \text{ [l]}$

$$N = \frac{0.1135 \text{ [mol/l]} \times 1.394 \times 10^{-2} \text{ [l]}}{1.000 \times 10^{-2} \text{ [l]}} = 0.1581 \text{ [N]} \text{ となる。}$$

なお、この溶液は 100 倍希釈なので, $N = 0.1581 \text{ [N]} \times 100 = 15.81 \text{ [N]}$ となる。

数式 4 電流効率

今回の場合、溶液の量を計測していない。したがって、不正確ではあるが、元の硫酸の濃度を両極から抽出された溶液の平均として考える。

つまり、元の硫酸の濃度は、 $\frac{15.81 \text{ [N]} + 15.50 \text{ [N]}}{2} = 15.66 \text{ [N]}$ として考える。また、最初注入した溶液は 8 [ml] であるので、硫酸

$$\text{量は, 初期段階, } \frac{15.66 \text{ [N]}}{2} \times 8.00 \times 10^{-3} \text{ [l]} = 0.1253 \text{ [mol]}$$

生成後の陽極内

$$\frac{15.50 \text{ [N]}}{2} \times 8.00 \times 10^{-3} \text{ [l]} = 0.1240 \text{ [mol]} \text{ となる。}$$

よって移動した硫酸量は,

$$0.1253 \text{ [mol]} - 0.1240 \text{ [mol]} = 1.232 \times 10^{-3} \text{ [mol]} \text{ となる。また, 電流が 100 [\%], 硫酸の移動に使われたとすると, 数式 1 により,}$$

$$\frac{8.8069 \times 10^{-3} \text{ [mol]}}{2} = 4.4035 \times 10^{-3} \text{ [mol]} \text{ の硫酸が移動することになる。}$$

$$\text{したがって, } \frac{1.232 \times 10^{-3} \text{ [mol]}}{4.4035 \times 10^{-3} \text{ [mol]}} \times 100 = 27.98\% \text{ となる。}$$

火格子燃焼装置における木質ペレットの燃焼特性

林 角 栄*
立 田 節 雄**

Combustion Characteristics of Wood Pellets in Fire Grate Combustion Systems

Kakuei HAYASHI
Setsuo TATSUTA

Abstract

The purpose of this research is to obtain basic data on the development of domestic combustion equipment fueled by wood pellets. A small fire grate combustion system was made for research purposes. Thermal input and air ratios were changed in the experiment. The flame shape, emission characteristics and thermal efficiency were examined. White pellets and barks pellets were used as fuel. With the same burning conditions, the flame shape and thermal efficiency were similar regardless of the type of pellet. Compared to the white pellets, bark pellets had a lot of ash that piled up on the fire grate and NO_x concentration in the exhaust burned gas was relatively high.

1. 緒 言

有限な化石燃料を基盤とする社会から、再生可能な資源を基盤とする社会への転換が求められている。バイオマスは燃焼させた時に放出される CO₂の量と生育時に吸収される CO₂の量が等しい。カーボンニュートラルの特性を持つバイオマスは、化石燃料に代わる再生可能なエネルギー資源として注目されている。木質バイオマスの一つである木質ペレットは、木質系の素材のみで成型することができ、接合剤等を加える必要がない。したがって、木質バイオマスをそのままエネルギー源として利用できる。同じ木質系固体燃料である薪や木質チップと比較して、木質ペレットは取扱いが容易であり、品質も均一である。それゆえ、燃焼状態を自動制御することが可能であることから、木質ペレットはストーブ等の小型燃焼装置の燃料として適している。石油価格の高騰を背景として、日本でも木質ペレットを燃料とするストーブやボイラーが普及し始めており、木質ペレットの生産量も増加する傾向にある¹⁾。しかし、木質ペレットの燃焼特性に関する研究例は多いとはいえない。

そこで本研究では、木質ペレットを燃料とする家庭用燃焼機器を開発するさいの基礎資料を得ることを目的として、小型の火格子燃焼装置を試作し、燃焼条件を変えて燃焼状態や排気特性を調べた。

* 生産システム工学専攻2年
** 機械システム工学科教授

(平成19年11月2日受理)

2. 実験装置および実験方法

2.1 木質ペレットの物性

実験では、トドマツのおが粉を原料としたホワイトペレット（真貝林工有限会社製）と広葉樹の樹皮を原料としたバークペレット（葛巻林業株式会社製）を使用した。供試燃料の写真を Fig.1 に、代表的な物性値を Table 1 に示す。

品質評価として、形状（直径・長さ）、見かけ密度、かさ密度を測定した。工業分析（水分、灰分、揮発分、固定炭素）²⁾と高発熱量³⁾の測定は日本工業規格に基づいて行なった。元素分析には CHN コーダー（YANAKO MT-3）を用いた。バークペレットの工業分析および元素分析については文献値^{4) 5)}を参考にした。

ホワイトペレットの方がバークペレットよりも幾分細長い形状となっている。また、ホワイトペレットの灰分含有量は 0.4%なのに対し、バークペレットには 4.7%もの灰分が含まれている。バークペレットを家庭用燃焼機器に用いる場合、灰の後処理が頻繁になる等の問題が発生する。揮発分の割合が 70%以上と高いので、着火性が良好であり、燃焼性も良い。高発熱量は 4300 kcal/kg 程度と、灯油の半分以下である。

Table 1 Fuel characteristics of wood pellet

Pellet material		White	Bark
Quality evaluation	Diameter [mm]	6.1	6.8
	Length [mm]	15.7	11.2
	Apparent density [g/cm ³]	1.19	1.04
	Bulk density [g/cm ³]	0.66	0.59
Industrial analysis	Moisture [%]	9.1	10.0
	Ash [%]	0.4	4.7
	Volatile matter [%]	75.5	74.0
	Fixed carbon [%]	15.0	11.3
Ultimate analysis	C [%]	50.65	43.0
	H [%]	5.89	5.50
	N [%]	0.17	0.37
Calorific value	Higher calorific value [MJ/kg]	18.1	18.4
		4310	4380
	Lower calorific value [MJ/kg]	16.6	16.9
		3940	4020



Fig.1 White pellet (left) and bark pellet (right)

2.2 燃焼装置

火格子燃焼装置の構造を Fig.2 に示す。装置は燃料供給装置と燃焼室より構成されている。

木質ペレット（以下ペレット）はホッパーに貯えられており、スクリューフィーダ（スクリュー外径 60mm, スクリューピッチ 40mm）により水平搬送され、火格子上に落下する。スクリューは手動で回転させる。ペレット供給量にはばらつきがあると予想されるので、あらかじめ 1 回転あたりのペレット供給量の平均値と標準偏差を調べた。その結果、ホワイトペレットでは $18 \pm 3\text{g}$, バークペレットでは $19 \pm 3\text{g}$ であった。

ペレットを点火するさい、燃焼室上部の排気筒より着火材を投入する。火格子上のペレットは、送風機より供給される空気によって燃焼する。火格子には 4.5 メッシュのステンレス網を用いた。その寸法は幅 130mm, 奥行き 60mm である。空気の供給孔（直径 3mm）は、火格子の両側面に向い合せで 42 個ずつ設けられている。燃焼室の寸法は幅 300mm, 高さ 500mm, 奥行き 240mm である。燃焼状態を観察するために、燃焼室の前面には耐熱ガラスが取り付けられている。ペレットは堆積した状態で燃焼する。固定炭素はおきの状態で表面燃焼し、揮発分は空気と混ざりながら拡散燃焼する。灰は火格子から落下し、灰受けに溜まる。燃焼排ガスは燃焼室の出口付近に取り付けた拡散板を通り煙突へと導かれる。

燃焼排ガス温度と火炎の目視観察より、燃焼状態が定常になっていることを確認したのち、燃焼排ガスをサンプリングする。サンプリングは燃焼室出口より 500mm 下流の位置で行った。燃焼排ガスは真空ポンプを用いてテドラバッグに採取される。燃焼排ガス中の CO, O₂, NO_x 濃度をガス分析計（HORIBA PG235）で、CO₂ 濃度をガスクロマトグラフ（SHIMAZU GC4C-ITF）で測定した。煙濃度番号の測定にはバカラッカスマーキュスターを用いた。

熱入力 Q は、一般的な家庭用暖房機器の中火力に相当する熱量（ホワイトペレット $Q=4.9\text{kW}$, バークペレット $Q=5.3\text{kW}$ ）と大火力に相当する熱量（ホワイトペレット $Q=9.9\text{kW}$, バークペレット $Q=10.7\text{kW}$ ）に設定した。供給空気量は層流型流量計で測定し、送風機の印加電圧により調節した。

空気比 λ は燃焼排ガスの成分組成から計算した⁶⁾。

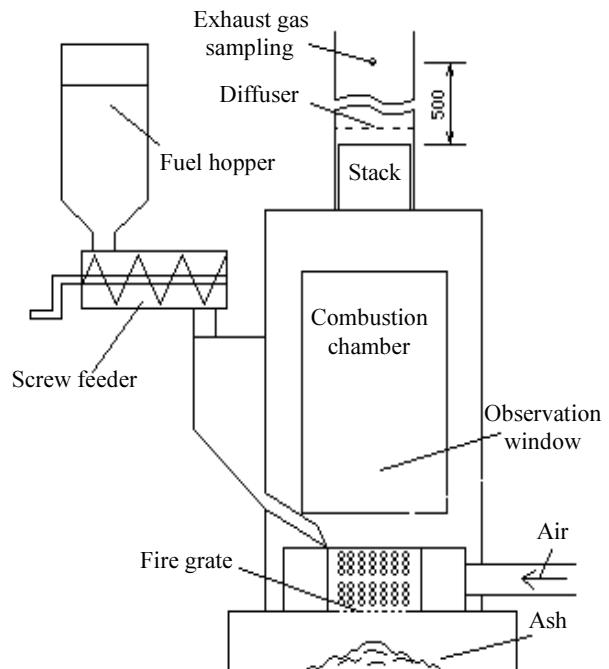


Fig.2 Experimental system

3. 実験結果および考察

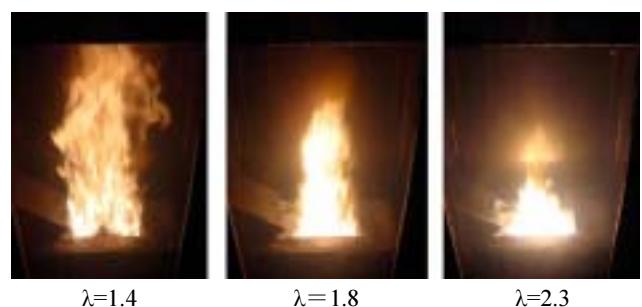
3.1 燃焼状態

ホワイトペレットの火炎写真を Fig.3 に示す。熱入力 $Q=4.9\text{kW}$ における火炎写真を見ると、空気比 $\lambda=1.4$ では、火炎の高さが 500mm 以上になり、火炎の先端付近は赤みを帯びている。これは供給空気量が少な過ぎて、不完全燃焼を起こしているためと思われる。 $\lambda=1.8$ では、火炎の高さは約 400mm である。燃焼状態は良好であり、火炎からのふく射熱も強く感じられる。 $\lambda=2.3$ の火炎は、高さが約 300mm と短くなっている。これは過剰な空気が多く、揮発分と空気の混合が良好になるためと考えられる。熱入力 $Q=9.9\text{kW}$ においても、空気比による火炎形状の変化は、 $Q=4.9\text{kW}$ の場合と類似した傾向が見られた。すなわち、熱入力を大きくすると、火炎の幅が幾分広がるもの、高さはあまり変化しない。いずれの熱入力においても、燃焼後の灰には、未燃分がほとんど含まれていなかつた。

バークペレットの火炎写真を Fig.4 に示す。空気比による火炎形状の変化は、ホワイトペレットと類似したものとなった。物性に大差がないため燃焼条件が同じであれば、燃料による火炎形状の違いは少ない。したがって、燃焼装置を設計するさい、燃料の種類によって燃焼室の形状を変える必要はないことが明らかとなつた。しかし、火格子上に多くの灰が溜まっており、この灰は空気の供給孔をふさぎ、不完全燃焼を起こす原因となる。よって、バークペレットを用いる燃焼機器では、火格子上の灰を搔き出す機構が必要である。舞い上がった灰が燃焼室の壁面に付着することも問題となる。

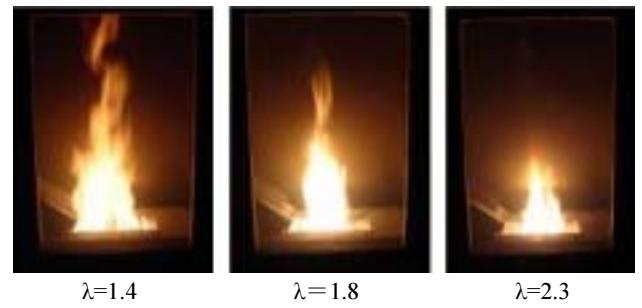


(a) $Q=4.9\text{kW}$

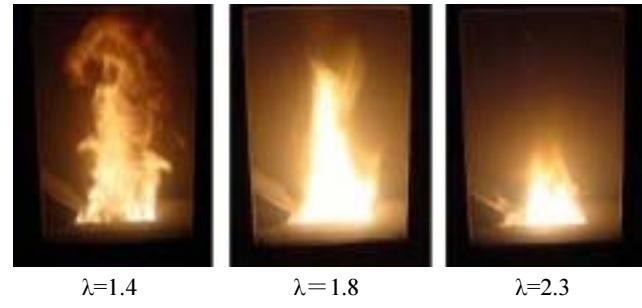


(b) $Q=9.9\text{kW}$

Fig.3 Photographs of flame (white pellet)



(a) $Q=5.3\text{kW}$



(b) $Q=10.7\text{kW}$

Fig.4 Photographs of flame (bark pellet)

3.2 排気特性

ホワイトペレットの排気特性をFig.5に示す。空気供給量は一定だが、燃料供給量は断続供給のため、空気比は常に変化している。データに若干のばらつきが見られるので、一般的な傾向について述べる。

熱入力 $Q=4.9\text{kW}$ では、空気比 $\lambda < 1.8$ で、CO およびすすの排出量が急激に増加する。これは揮発分と空気の混合状態が悪化し、不完全燃焼が起こるためである。 λ が高すぎても、CO およびすすはわずかに増加する傾向にある。これは燃焼ガスが過剰空気で希釈され、未燃焼成分の酸化反応が緩やかになるためと考えられる。NOx 濃度は $\lambda=1.6$ 付近でピークとなり、 λ がそれ以上でも、それ以下でも減少する。 $Q=4.9\text{kW}$ では、 λ のすべての範囲ですすが排出されるが、 $Q=9.9\text{kW}$ では、 $\lambda=1.8 \sim 2.2$ の範囲で全くすすが排出されていない。燃焼場の温度が上昇するため、NOx 濃度は $Q=4.9\text{kW}$ の場合に比べて全体的に高くなる。不完全燃焼は $Q=4.9\text{kW}$ の場合より低い空気比で起こる。これは熱入力が高くなり、供給孔から噴出する空気供給量が増えて、混合状態が良好になるためと思われる。

バークペレットの排気特性を Fig.6 に示す。排気特性もまたホワイトペレットと類似した傾向が見られる。しかし、ホワイトペレットの NOx 濃度は $Q=4.9\text{kW}$ で 40～70ppm、 $Q=9.9\text{kW}$ で 70～90ppm であるのに対し、バークペレットでは $Q=5.3\text{kW}$ で 150～200ppm、 $Q=10.7\text{kW}$ で 180～280ppm と著しく高くなる。これは燃料中の N 分が多いため、Fuel NOx の生成量が増すことが主な原因と考えられる。

試作した火格子燃焼装置では $\lambda=1.8 \sim 2.2$ の範囲で良好な燃焼状態が維持されている。半密閉式石油ストーブの品質性能として、燃焼排ガス中の一酸化炭素の二酸化炭素に対する比 (CO / CO₂) は 0.02 以下⁷⁾ と定められているが、 $\lambda=1.8 \sim 2.2$ の範囲では 0.01 以下であり基準を満たしていた。

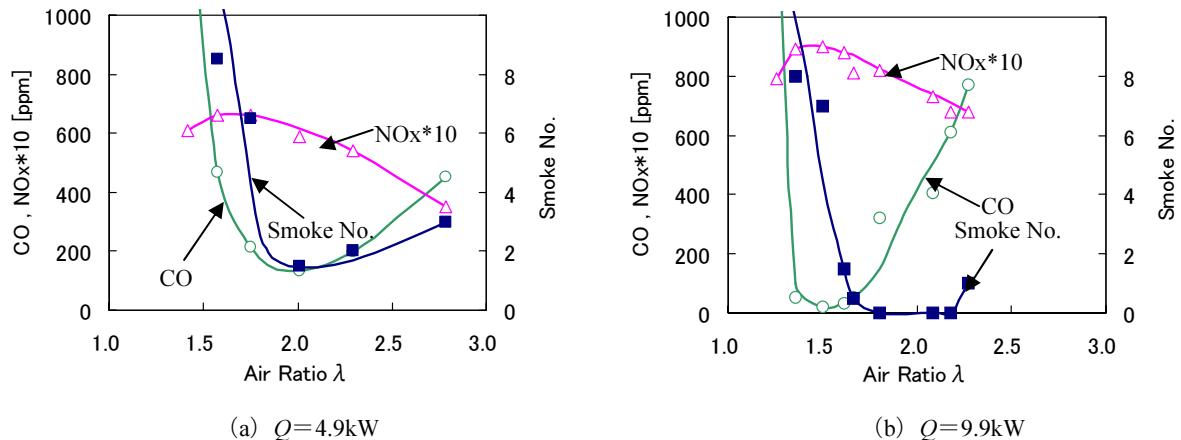


Fig.5 Emission characteristics (white pellet)

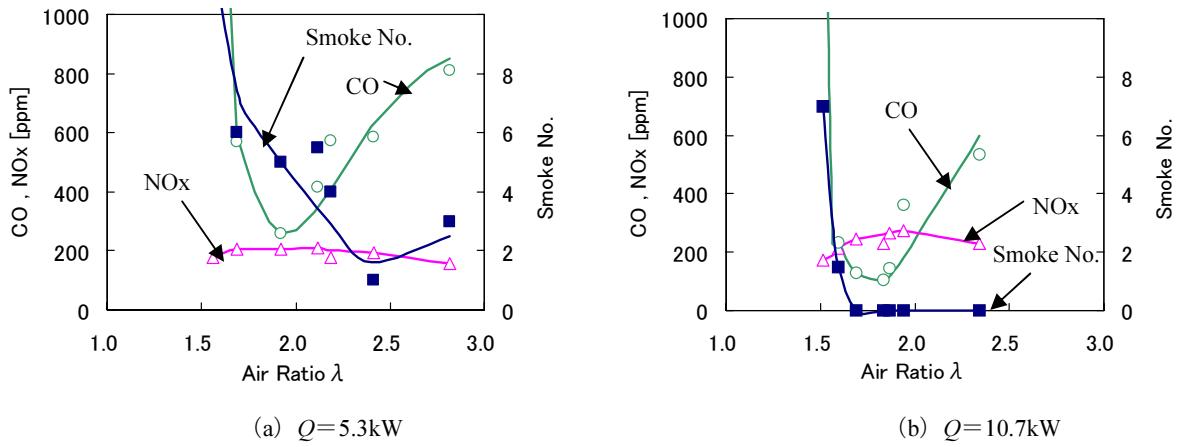


Fig.6 Emission characteristics (bark pellet)

3.3 熱効率

ホワイトペレットの熱効率を Fig.7 に示す。ここでは、暖房出力と熱入力の比を熱効率と定義した⁸⁾。熱効率 η は λ が大きくなるにつれて低下する。また、熱入力が高いほど低くなる。Fig.8 にバークペレットの熱効率を示す。ホワイトペレットと比べて、ほとんど値に差はなく、傾向も同じであった。空気比 λ を小さくして燃焼させると、高い熱効率を得ることができる。しかし、 λ を小さくしすぎると未燃成分である CO と煙が排出されてしまうので、その直前の空気比が最適燃焼条件となる。試作した燃焼装置では $\lambda=1.8$ が最適燃焼条件であり、この時の熱効率は、中火力で 70%，大火力で 60% 程度であった。

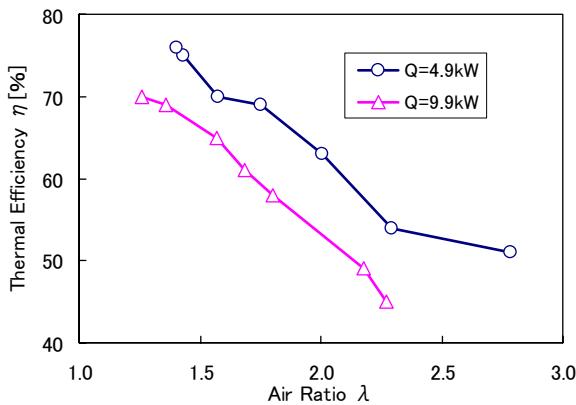


Fig.7 Thermal efficiency (white pellet)

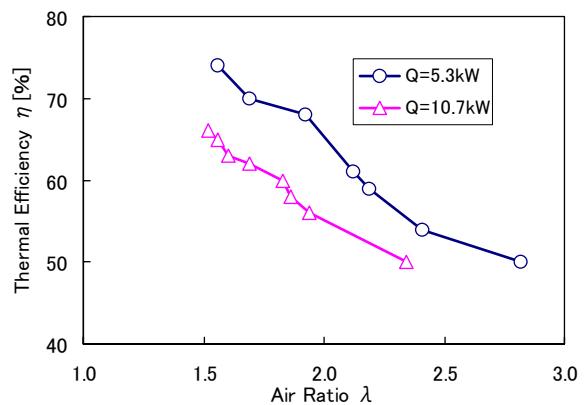


Fig.8 Thermal efficiency (bark pellet)

4. 結 言

木質ペレットの火格子燃焼装置を試作し、ホワイトペレットとバークペレットを用いて、燃焼状態および排気特性を調べた。その結果、以下の事柄が明らかとなった。

- (1) 燃焼条件が同じであれば、火炎の形状は木質ペレットの種類によらず類似したものとなる。よって、燃焼機器を設計するさい、燃料によって燃焼室の形状を変える必要はない。
- (2) バークペレットの NOx 濃度はホワイトペレットに比べて著しく高い。また、バークペレットは火格子上に灰が溜まるので、灰を搔き出す機構が必要となる。
- (3) 試作した燃焼装置では $\lambda=1.8\sim2.2$ の範囲で良好な燃焼状態が維持されている。
- (4) ホワイトペレットとバークペレットでは、熱効率に差は見られない。最適燃焼条件である $\lambda=1.8$ において、熱効率は中火力で 70%，大火力で 60% 程度であった。
- 今後の課題として、空気供給孔の数や配置、火格子の形状、燃焼室の形状などを変えて、より最適な燃焼機器の構造および燃焼条件を明らかにする必要がある。

謝 辞

木質ペレットの物性実験において、北海道立林産試験場物性利用科長・山田敦氏および折橋健氏に御指導頂いた。燃焼装置の作製では、技術室・真野喜章氏および小林一誠氏の御助力を得た。実験においては、佐藤雅敏氏、佐藤優輝氏、小川宇宙氏および地主康孝氏に御協力頂いた。ここに感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) ペレットクラブ : <http://www.pelletclub.jp/>
- 2) JIS B 8812 (石炭類及びコークス類—工業分析法) : (1993)
- 3) JIS B 8814 (石炭類及びコークス類—ボンブ熱量計による総発熱量の測定方法及び真発熱量の計算法) : (2003)
- 4) 遠藤保仁 : 岩手県葛巻町における森林再生・木質バイオマス有効利用への取り組み : <http://www.nedo.go.jp/nedohokkaido/event/photo/160917baio/endo.pdf>
- 5) 園田哲也, 他 2 名 : 木質バイオマスガス化燃焼基礎研究, 岩手県工業技術センター研究報告, 第 10 号 : 49 (2003)
- 6) 水谷幸夫 : 燃焼工学 第 3 版, 森北出版 : 47 (2002)
- 7) JIS S 2039 (半密閉式石油ストーブ) : (1994)
- 8) JIS S 3031 (石油燃焼機器の試験方法通則) : (1989)

バイオディーゼル燃料の製造および噴霧燃焼特性

山 本 哲 也*
立 田 節 雄**

Manufacture of Biodiesel Fuel and Its Spray Combustion Characteristic

Tetsuya YAMAMOTO
Setsuo TATSUTA

Abstract

Small type BDF manufacturing equipment was constructed and its performance was evaluated. Waste soybean oil was used as a raw material. The combustion characteristics of BDF/kerosene mixture fuel were clarified in a spray combustion device. The fuels tested were kerosene, BDF20wt% mixed kerosene (BDF20) and BDF40wt% mixed kerosene (BDF40). In the experiment, the heat input was kept constant and the air ratio was changed from 1.1 to 2.0. From the results of the burned exhaust gas, it was revealed that the burning characteristics of BDF20 and BDF40 were almost the same as those of kerosene.

1. 緒 言

地球温暖化の対策として、持続可能なエネルギー資源であるバイオマスが注目されている¹⁾。バイオマスが燃焼して排出する CO₂は植物の生育過程において光合成で吸収される。そのため、バイオマス燃料は温室効果ガスの増加に寄与しないカーボンニュートラルな燃料といえる。バイオマス燃料の一種であるバイオディーゼル燃料 (Biodiesel Fuel, 以下 BDF と表記) は、動植物油にメタノールを添加しエステル交換反応によって得られる脂肪酸メチルエステルである。

地方自治体では、廃食用油を回収して製造した BDF を公用車に使用する取組みが行われている²⁾。原油価格の高騰の影響もあって、企業での BDF 製造装置の導入が進んでおり、今後は BDF の使用量が急激に増加すると予想される。それに伴い、ボイラーなどの燃焼装置にも BDF が使用される可能性がある。BDF は流動点が高く、寒冷地での冬季間の使用は困難である。この欠点を改善するために、BDF をそのまま使用するのではなく、石油系燃料と混合して使用することが考えられる。

本研究では、小型の BDF 製造装置を試作し、その性能を評価した。また、噴霧燃焼装置を用いて BDF/灯油混合燃料の燃焼特性を明らかにし、ボイラー等での BDF の使用の可能性を検討した。

* 生産システム工学専攻 2 年
** 機械システム工学科教授

(平成 19 年 11 月 2 日受理)

2. B D F

2.1 物性

廃大豆油を原料とする BDF, 灯油 (JIS1 号) および軽油 (JIS2 号) の代表的な物性^{2) 3)} を Table 1 に示す。BDF は炭素と水素以外に酸素を約 10wt% 含有しているため、発熱量は石油系燃料と比べて低くなっている。硫黄酸化物 (SO_x) の発生源となる硫黄はほとんど含まれていない。

Table 1 Specifications of fuels

	BDF	Kerosene	Gas oil
C [wt%]	78.2	85.7	86.7
H [wt%]	12.2	14.1	13.1
O [wt%]	11.8	0.2	0.1
S [wt%]	<0.0001	0.005	0.05
Density [g/cm ³]@ 15°C	0.885	0.795	0.833
Kinematic viscosity [mm ² /s]@ 30°C	6.1	1.5	3.5
Lower calorific value [MJ/kg]	37.0	43.5	42.7
Flash point [°C]	184	50	65

2.2 製造方法

植物油はグリセリンが脂肪酸と結合したトリグリセリドである。トリグリセリドにメタノールとアルカリ触媒を加えて反応させると、脂肪酸メチルエステルが生成され、グリセリンが副生される。脂肪酸メチルエステルを一般に BDF と呼ぶ。

アルカリ触媒法による BDF の製造工程を Fig.1 に示す。原料に廃食用油を用いる場合、固体物や水分の除去等の前処理を行う。メタノールに水酸化ナトリウムを添加し、完全に溶解するまで搅拌する。廃食用油を 50°C 程度に保ち、触媒含有メタノールと混合・搅拌し、約 1 時間反応させる。反応終了後しばらく静置すると、BDF とグリセリンに分離する。BDF に残留しているアルカリ触媒を除去するため、温水による洗浄を数回繰返す。BDF に含まれる水分を乾燥させて完成する。

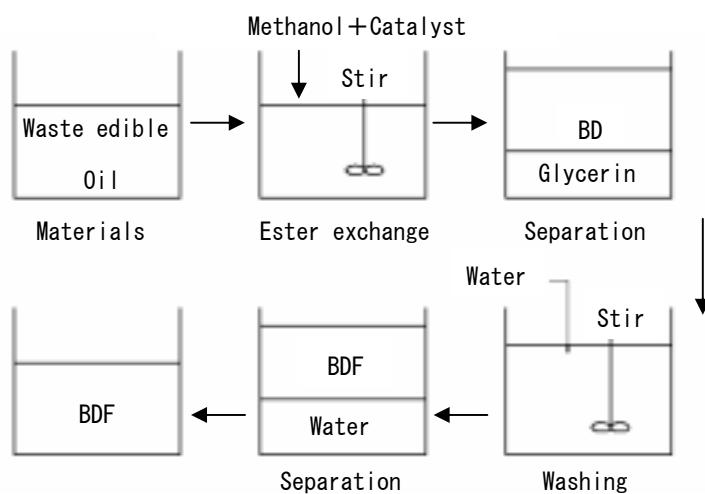


Fig.1 Manufacturing process of BDF

3. BDF の製造

3.1 製造装置の設計および製作

操作の自動化を最低限とすることで、低コストで製作できる小型の BDF 製造装置の開発を試みた。試作した装置の構造 Fig.2 に、仕様を Table 2 に示す。この装置で一度に処理できる廃食用油の量は最大 18ℓ である。エステル化反応を行う反応槽は、廃食用油と触媒含有メタノールを投入しやすくするため、低い位置に設置した。BDF を洗浄する洗浄槽の容量は 70ℓ とした。装置の下部にポンプを取り付け、反応槽で生成された BDF を自動で洗浄槽に送れるようにした。洗浄後の BDF を取り出しやすくするため、洗浄槽の下部に空間を設けた。

反応槽および洗浄槽は、加工性や耐食性を考慮し厚さ 0.8mm のステンレス板 (SUS304) で製作した。胴部と漏斗部に分けて製作し、両者を TIG 溶接にて接合した。攪拌機とヒータは、反応槽上部の蓋に固定した。反応槽と洗浄槽の支持台を、一辺の幅が 30mm、厚さ 3mm の JIS G 3192 等辺山形鋼を用いて製作した。支持台は反応槽部と洗浄槽部を分離できるようにした。

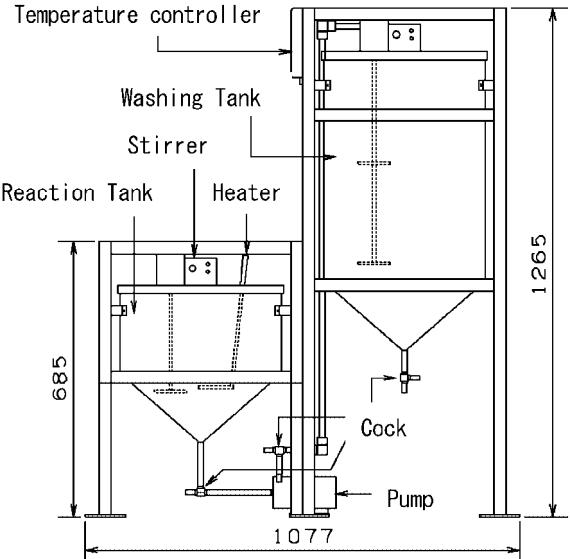


Fig.2 Structure of equipment

Table 2 Specification of equipment

Amount of waste edible oil	[ℓ]	18
Power supply	[V]	AC100
Reaction tank capacity	[ℓ]	30
Washing tank capacity	[ℓ]	70
Weight	[kg]	46.6
length × width × height	[mm]	577×1077×1265

3.2 性能評価

試作した装置の性能を評価するため、廃食用油 18ℓ を用いて BDF を製造した。廃食用油は旭川高専明誠寮で使用した廃大豆油を用いた。廃大豆油の変質の度合いを知るため、酸価を加熱油脂劣化度判定用試験紙（味の素 AV チェック）で測定した。その結果、酸価は約 1.5 であり、揚げ物用の油として使用できる範囲内であった。メタノールの量は、廃大豆油の 20% にあたる 3.6ℓ とした。触媒として

使用する水酸化ナトリウムの量を求めるため、滴定を行った。滴定の結果に基づき、117 g の水酸化ナトリウムをメタノールに添加した。前処理した廃大豆油を反応槽に入れ、反応温度である約 50°C に加熱した。そこに触媒含有メタノールを添加し、攪拌しながら約 1 時間反応させた。反応開始 15 分後には、反応槽の下にグリセリンが生成されているのが確認できた。反応後は BDF とグリセリンが分離するまで 24 時間静置した。生成された BDF は 17.8 ℥ であった。また、副生グリセリンの量は 2.3 ℥ であった。

次に、ポンプで BDF を反応槽から洗浄槽へ移し、約 40°C の温水で洗浄した。温水の量は生成された BDF の約 2 倍である 36 ℥ とし、約 5 分間攪拌した。BDF と水が分離するまで静置する。洗浄廃水の pH が 7 程度になるまで、この操作を 3 回繰り返した。pH の測定結果は、洗浄 1 回目で 9.7、2 回目で 7.2、3 回目で 7.0 となった。洗浄終了後、BDF を 100°C 以上に加熱し、水分を除去した。同じ条件で数回 BDF の製造実験を行ったところ、ほぼ同様の結果が得られた。以上のことから、この装置で BDF を製造できることを確認した。

4. BDF の噴霧燃焼特性

4.1 実験装置および実験方法

4.1.1 供試燃料

供試燃料として、灯油、BDF20wt%混合灯油（BDF20）、および BDF40wt%混合灯油（BDF40）を用いた（Fig.3）。燃料温度は約 25°C である。燃料の性状を Table 3 に示す。BDF20 と BDF40 の低発热量は、灯油と BDF の混合割合より算出した。

燃料の動粘度をウベローデ粘度計で測定した。燃料の動粘度と温度の関係を Fig.4 に示す。液体燃料を効率よく燃焼させるためには、液体を微細な噴霧にし、燃料の表面積を増加させて蒸発の促進を図る必要がある。いずれの燃料においても、温度が高くなるにつれて動粘度が低下している。また、灯油への BDF の混合割合が多いほど、動粘度は高い。

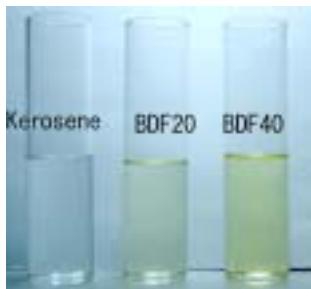


Table 3 Specifications of tested fuels

Fuel	Lower calorific value [MJ/kg]	Density [g/cm³]@20°C
Kerosene	43.5	0.796
BDF20	42.2	0.810
BDF40	40.9	0.827

Fig.3 Tested fuels

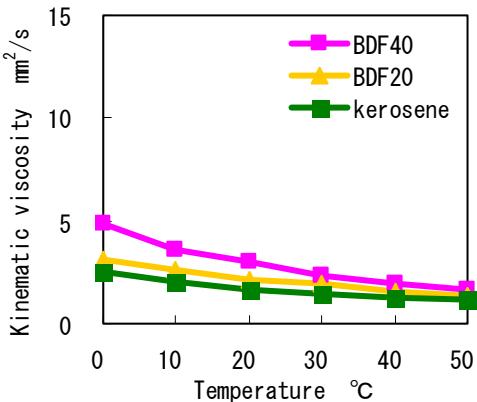


Fig.4 Kinematic viscosity

4.1.2 噴霧燃焼装置

モノブロック形噴霧式油バーナを使用して燃焼実験を行った。燃料は電磁ポンプで約 0.8MPa に加圧されたのち、圧力噴霧ノズルより噴射される。圧力噴霧ノズルは、燃料噴射角が 60°のホロータイプを使用した。燃料噴霧は、電気火花によって点火される。燃料消費量はビューレットで測定した。燃料消費量と熱入力を Table 4 に示す。熱入力は燃料消費量と燃料の低発熱量との積で求められる。空気は旋回羽根を通って内径 90mm のスロートから供給される。燃料噴射量を一定に保ち、空気取り入れ口の開度を調節して、空気比をおおよそ 1.1～2.0 の範囲で変えた。

Table 4 Fuel consumption and heat input

Fuel	Fuel consumption [kg/h]	Heat input [kW]
Kerosene	8.3	100
BDF20	8.4	99
BDF40	8.5	97

燃焼試験炉は JIS B 8407⁴⁾に基づいて製作された横置き円筒炉である。その概略を Fig.5 に示す。燃焼室の内径は 391mm、可動壁までの奥行きは 900mm である。燃焼室内の圧力を調整するバッフルと可動壁の間隔は 50mm とした。火炎の状態を観察するため、炉壁の 9ヶ所に直径 19 mm の観測孔が設けられている。燃焼室の周囲は、バーナの取り付け面を除いて水冷されている。冷却水量は、水冷壁で 15ℓ / min、可動壁とバッフルでは 10ℓ / min とした。冷却水の入口温度および、水冷壁・可動壁・バッフルからの冷却水の出口温度をシース型 K 熱電対で測定した。煙突の A 位置でドラフトを水マノメータで測定し、B 位置ではシース型 K 熱電対を用いて燃焼排ガス温度を測定した。C 位置で燃焼排ガスを採取し、D 位置においては燃焼排ガスの煙濃度番号を測定した。

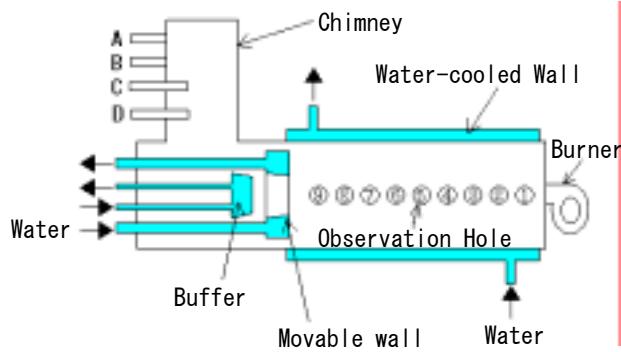


Fig.5 Experimental system

4.1.3 燃焼排ガスの分析方法

燃焼排ガスは真空ポンプを用いてテドラバッグに採取した。乾き燃焼排ガス中の CO_2 濃度はガスクロマトグラフ (SHIMAZU GC-4CITF) で、 CO , NO_x および O_2 濃度はガス分析計 (HORIBA PG235) で測定した。燃焼排ガスの煙濃度番号は、バカラッカスマーカテスターを用いて測定した。バカラッカスマーカテスターにろ紙を取り付け、採取管先端を燃焼試験炉の煙突部に差し込み、燃焼排ガスを 10 回吸引する。取り外したろ紙を標準スケールと目視で比較し、0~9 までの煙濃度番号を決定した。空気比 λ は、乾き燃焼排ガス中の CO_2 , CO および O_2 濃度を用いて(1)式から算出した。なお、 N_2 濃度は(2)式から求めた。

$$\frac{1}{\lambda} = 1 - \frac{3.76[(\text{O}_2) - 0.5(\text{CO})]}{(\text{N}_2)} \quad (1)$$

$$N_2 = 100 - \{(\text{CO}_2) + (\text{O}_2) + (\text{CO})\} \quad (2)$$

4.2 実験結果および考察

4.2.1 排ガス特性

灯油に BDF を混合することで、燃焼状態にどのような影響を与えるかを調べるために、燃焼排ガスの分析を行った。乾き燃焼排ガス中の CO 濃度を Fig.6, 煙濃度番号を Fig.7 および NO_x 濃度を Fig.8 に示す。 CO は、いずれの燃料でも λ が 1.2 以上ではほとんど排出されていない。 λ が 1.2 以下では CO 濃度が急激に高くなっている。これは、燃料液滴と空気の混合状態が悪化し、局所的な空気不足による不完全燃焼が生じているためと考えられる。すすの排出量を表す煙濃度番号は λ が 1.4 以上では 0 である。すすが出始めるのは、 λ が約 1.3 のときである。 λ が 1.2 以下になると、煙の排出を目視で確認することができた。

NO_x 濃度は λ の減少に伴って高くなっている。 $\lambda \approx 1.2$ において NO_x 濃度が最大となり、45ppm 前後を示す。 λ が 1.2 以下になると、 NO_x 濃度は緩やかに低下している。灯油および BDF には N 分がほとんど含まれていないため、ここで検出された NO_x の大部分は Thermal NO_x であると考えられる。火炎温度の上昇や燃焼ガスの滞留時間が長くなることにより、 λ がおおよそ 1.2~2 の範囲で NO_x 濃度が増

加しているのがわかる。 λ が 1.2 以下においては、火炎温度の低下および酸素不足により NO_x 濃度が減少したと考えられる。

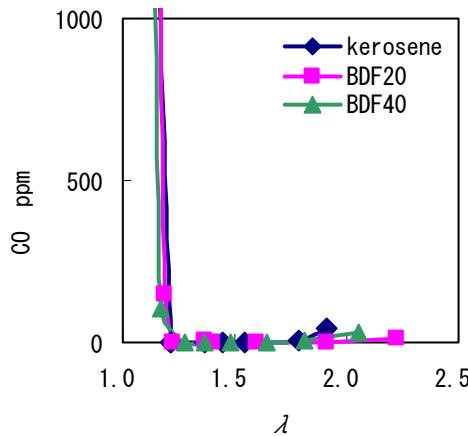


Fig.6 Emission characteristic of CO

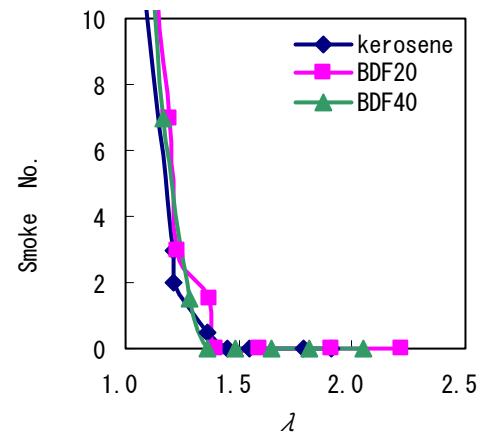


Fig.7 Emission characteristic of soot

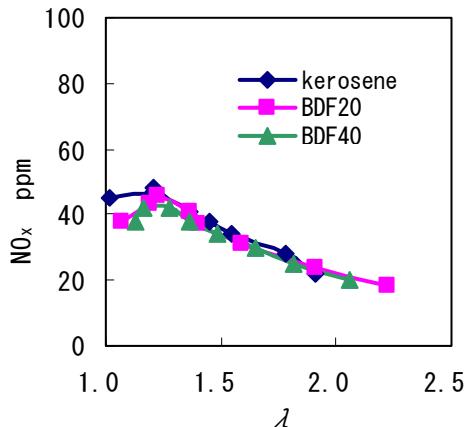


Fig.8 Emission characteristic of NO_x

これらの結果から、BDF20, BDF40 の排ガス特性は灯油とほぼ同じであるといえる。また、BDF の混合割合が 40wt%までなら、任意の割合で BDF を混合しても排ガス特性は変化しないと考えられる。以上のことから、灯油に BDF を 40wt%まで混合しても、灯油燃焼時と同じ空気比で噴霧燃焼できることが明らかになった。

4.2.2 熱効率

熱効率 η と空気比 λ の関係を Fig.9 に示す。冷却水に伝えられた熱量と熱入力の比を熱効率と定義した。いずれの燃料においても、 λ が小さくなると熱効率は上昇している。 λ が 1.2 の時に熱効率が約 65% と最も高くなる。このように、噴霧燃焼装置では λ を小さくして燃焼させると、高い熱効率が得られる。しかし、 λ を小さくしすぎると未燃成分である CO とすすが排出される。したがって、未燃成分が排出される直前の空気比が最適燃焼条件と考えられる。いずれの燃料においても $\lambda=1.4$ が最適燃焼条件であり、熱効率は約 60% である。灯油、BDF20、および BDF40 において熱効率はほぼ同じ

値を示すことがわかった。したがって、噴霧燃焼装置において灯油に BDF を 40wt%まで混合しても、灯油と同等の熱効率で使用が可能であることが明らかになった。

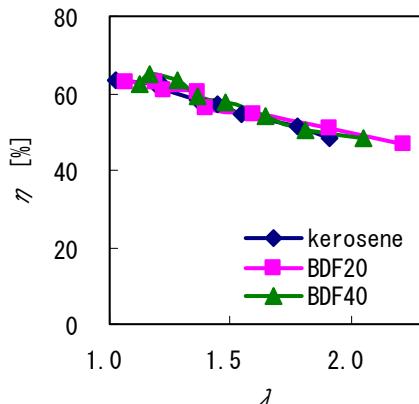


Fig.9 Thermal efficiency

5. 結 言

小型の BDF 製造装置を試作して性能を評価するとともに、噴霧燃焼装置を用いて BDF/灯油混合燃料の燃焼実験を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 一度に 18ℓ の廃食用油を処理できる BDF 製造装置を完成させた。BDF 製造実験を数回行なった結果、試作した装置で BDF を製造できることを確認した。
- (2) BDF20, BDF40 の排ガス特性は灯油とほぼ同じである。また、熱効率の変化も見られない。したがって、灯油に BDF を 40wt%まで混合してもボイラー等の噴霧燃焼装置で使用が可能である。また、BDF の混合割合が 40wt%までなら、任意の混合割合で使用しても問題ないと思われる。

謝 辞

BDF 製造装置を製作するさいにご指導いただいた技術室、真野喜章氏および小牧悟氏に対して心から感謝申し上げます。また、研究の一部を卒業研究として取組まれた安藤あゆみ氏、奥田竜平氏および北島翼氏、山崎大生氏に対し感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 松村幸彦、他 5 名：わが国におけるバイオマス資源発生規模、日本エネルギー学会誌：82(6) : 327-333(2003)
- 2) 中島康章、他 2 名：バイオディーゼル燃料の連続噴霧拡散火炎の特性、第 41 回燃焼シンポジウム講演論文集：105-106(2003)
- 3) 吉田邦夫：油燃焼の理論と実際、財団法人 省エネルギーセンター：6(1992)
- 4) JIS B 8407：モノブロック形噴霧式油バーナ性能試験法：(2000)

電波望遠鏡の製作と太陽電波の観測

平 岩 慎 也*
大 島 功 三**

A Radio Telescope for Solar Wave Observations

Shinya HIRAIWA
Kohzoh OHSHIMA

Abstract

In recent years communications using electric waves have advanced rapidly and are indispensable in our lives. Electric waves also exist in nature and solar waves are especially powerful. Solar waves can affect radio communications and as such, we should know their characteristics. In this study, a simple radio telescope was manufactured and the solar waves from the sun (which are the most powerful source of easily observed electric waves) are studied.

1. はじめに

近年、電波を使った通信技術が急速に発展し、ラジオ、テレビ、携帯電話等に利用されており我々の生活に不可欠なものになっている。しかし、電波は自然界でも発生しており、例えば雷が起きたらラジオやテレビにノイズが入ることがあるが、これは雷からの電波が原因となり起こっている。地球の外でも電波は発生しており、木星や太陽からも電波は観測することができる。これらの中でも太陽からの電波は強力である。太陽電波は長距離通信に使用される短波帯の無線通信や衛星通信等に影響を与える可能性を持っているため、その性質を知る必要がある。太陽電波など地球外からの電波の観測には電波望遠鏡という装置を用いる。電波望遠鏡とは、可視光線を集光して天体を観測する一般の光学望遠鏡に対して、電波を収束させて天体を観測する装置の総称のことである。電波望遠鏡は、光学望遠鏡では観測できない波長の電磁波を広く観測することができ、天文学の主役となっている。本研究では電波望遠鏡を製作し、強力な電波源である太陽からの電波を観測することを目的とする。

* 生産システム工学専攻1年
** 電気情報工学科准教授

(平成19年11月2日受理)

2. 電波望遠鏡の製作

2.1 電波望遠鏡の構造

電波望遠鏡は、電波を受信するアンテナと、電波を增幅・検出する受信機、データを解析・記録するコンピュータなどから構成されているが、これは簡単なものであれば、市販の BS 放送用の機器を用いて製作することができる。使用する機器は BS アンテナ、ブースター、検波器、記録装置である（図 1）¹⁾。BS アンテナは、パラボラと周波数コンバータでできている。コンバータは 12GHz で受信した信号を増幅するとともに、周波数を 1GHz に変換して出力するものである。ブースターとは、集合住宅などで、アンテナで受信した信号を分配前に強めるのに使われる増幅器である。ブースターによってコンバータから出力された 1GHz の信号をさらに増幅させ、検波器により、この信号を整流して直流電圧へと変換する。その後、この直流電圧の値を記録装置で読み取り観測する。また、BS アンテナを光学望遠鏡の赤道儀に取り付けて太陽を追尾することで長時間観測できるようになる。

本研究では、BS アンテナ、ブースター、赤道儀等は市販品を購入したが検波器、記録装置（AD 変換器）については自作を必要とした。

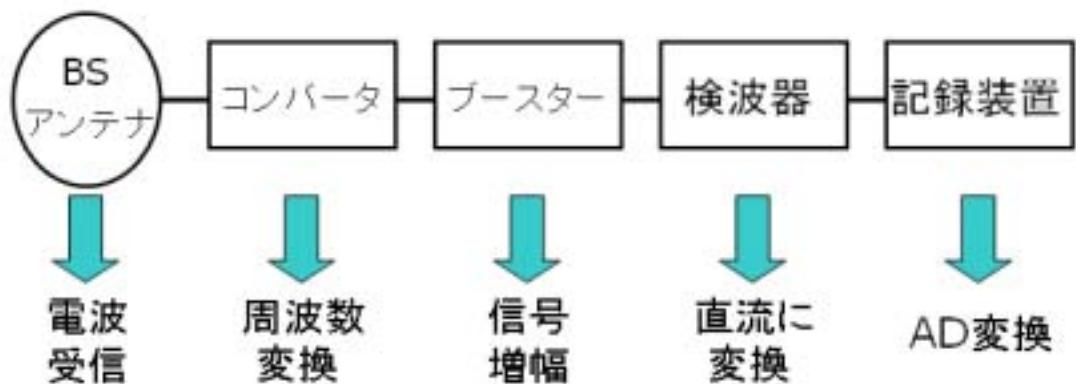


図 1 電波望遠鏡の構成図

2.2 検波器の製作

検波器は入ってくる交流信号を直流信号へ変換するものだが、本研究では 1GHz と大変高い周波数であり、さらに微弱である交流が入ってくるため、製作には工夫が必要である。

図 2 の回路を元に製作を行った。このとき、入力部付近の素子の配線を可能な限り短くするよう注意した。これは $j\omega L$ で表されるインピーダンスを減らし損失を少なくするためである。また、銅板に直接配線することにより、GND の線を少なくし損失を抑えた。電波望遠鏡の各機器の接続は 5CFV 同軸ケーブルを使用するため F5 コネクタを取り付ける必要がある。そのため、アルミケースにコネクタを取り付けられるよう加工し、それに収納するようにした。製作した検波器を図 3.1, 3.2 に示す。

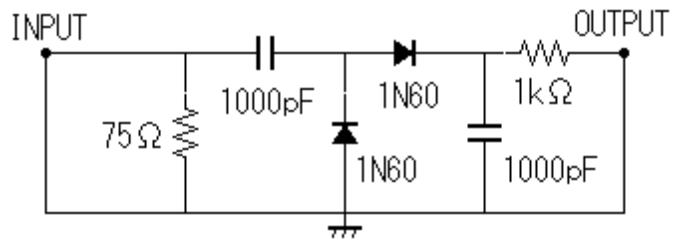


図 2 検波器の回路図



図 3.1 検波器の概観



図 3.2 上面からの様子

2.3 AD 変換器の製作

本研究では、観測データを長時間とる必要があるので、記録装置には PC を使用する。検波器で直流に変換した値を PC で読み取るには AD 変換をしなければならなく、その装置を製作する必要がある。

AD 変換器は H8 マイコンを用いて製作した。本研究では非常に高性能で多機能な周辺機器がついた H8/300H Tiny シリーズの H8/3664F を使用した。また、プログラミングにはアセンブリ言語を使用した。

H8 マイコンでは入力電圧 0~5V に対し、AD 変換後は 0~1024 の値を取るようになっているが、検波器からの直流電圧は AD 変換するには微小な値である。そのため、AD 変換器本体にはオペアンプを取り付け、直流電圧を増幅するようにした。プログラムは AD 変換値を表示させることの他に、観測中の AD 変換値の最大値、最小値、観測をいつ行ったか記録するための時刻を出すようにし、見やすくするため液晶ディスプレイに表示させるようにした。製作した AD 変換器を図 4.1, 4.2 に示す。



図 4.1 AD 変換器の概観



図 4.2 動作時の液晶部

3. 観測方法・結果

3.1 観測方法

以下の 2 つの方法において観測を行う。

- (1) アンテナを地球の自転軸に合わせて回転させ、その変化を観測
- (2) アンテナの方向を固定し、その時間による変化を観測

3.2 動作確認の観測

校舎内で数回観測を行った。その様子を図 5.1～5.3 に示す。しかし、製作時期が冬であったため太陽の軌道が低い位置にあり、衛星の方向と太陽の方向が重なってしまい、十分な観測をすることができなかつた。そのため、通信や放送に使う衛星はだいたい同じ軌道にあるということを利用し、3.1(1)の方法で電波望遠鏡の動作を確認することとした。衛星軌道での AD 変換値の最大値の中心を BS 放送の電波と決め、これを基準（東経 110°）とする。その後、アンテナを回転させ続ければ 3 つの衛星が確認できるはずであり、それら 3 つの頂点はそれぞれ①124°、②128°、③150°程度とならなければならない（図 6 参照）。アンテナの回転速度と時間の関係から計算すると、これらは、①125.7°、②130.2°、③148°となり（図 7 参照）、ほぼ一致していることが分かった。わずかに誤差が出たのは、110°の基準が正確ではないことが原因と考えられる。



図 5.1 屋上での観測



図 5.2 学生玄関前での観測(1)



図 5.3 学生玄関前での観測(2)

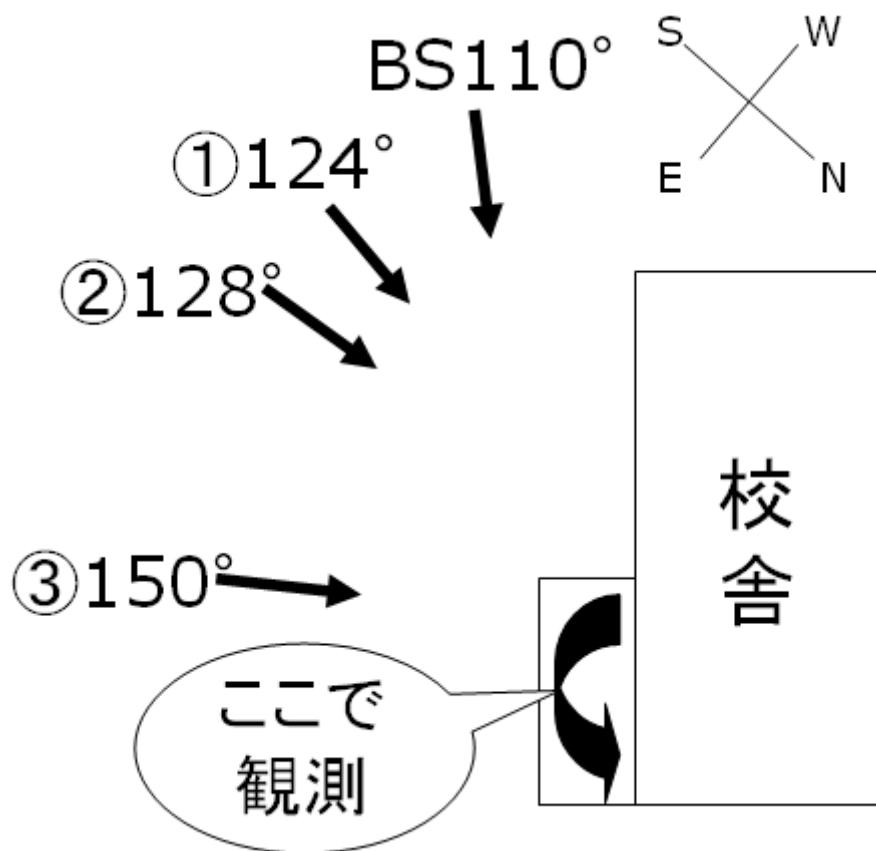


図 6 動作確認の観測

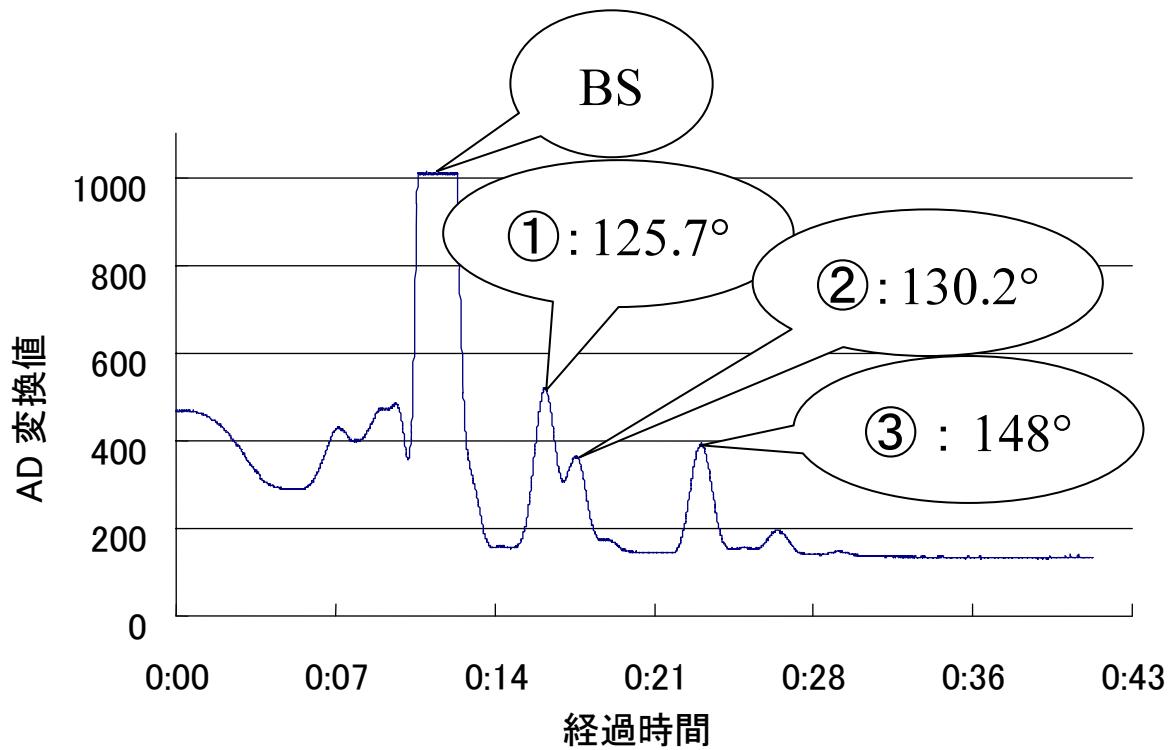


図 7 衛星電波の観測結果

3.3 太陽電波の観測

動作を確認後、太陽の高度が高くなる夏まで待ち、7月中旬に3.1(2)の方法で太陽電波を観測した。その結果を図8に示す。

本研究で使用したパラボラアンテナの直径は45cmであり、観測する電波は約12GHzであることから、アンテナの半値幅は、

$$\theta = 70 \frac{\lambda}{D}$$

θ : 半値幅 [°]
 λ : 電波の波長 [m]
D: アンテナの直径 [m]

から約3.9°となる。一方、観測結果のグラフにおいて、ノイズを無視して半値幅を求める。最大値576、最小値276とし、その間を半分にする点を410とした場合、半値幅は約4.1°となる。これらはほぼ一致しているので、この結果では太陽電波を観測できているものと考えることができる²⁾。

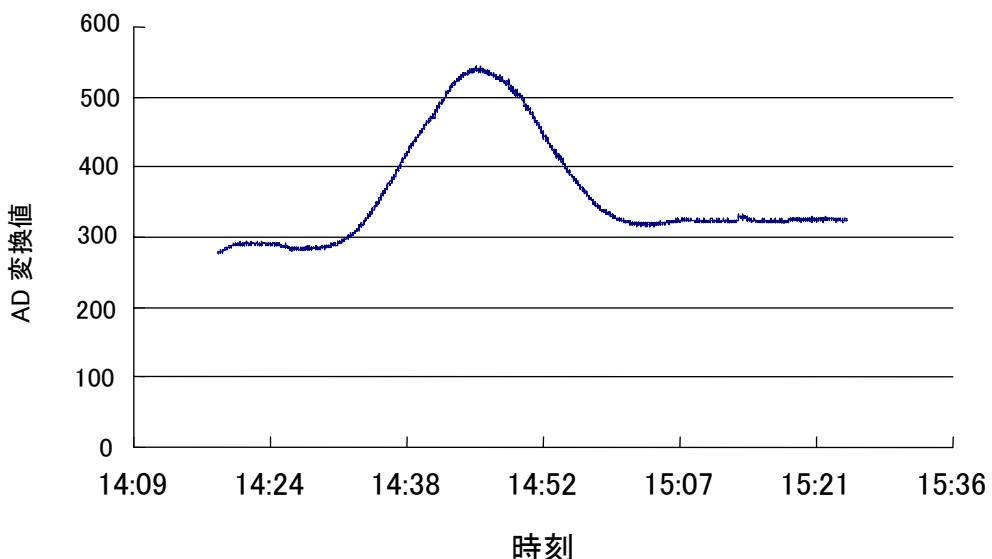


図8 太陽電波の観測結果

4. まとめ

本研究では、電波望遠鏡を完成させ、衛星放送の電波を観測することでその動作を確認した。その後、実際に太陽電波を観測することに成功した。今後は、電波望遠鏡の完成度を更に高め、継続的な観測を行なっていきたい。

最後に、本研究において熱心に御指導してくださり、2006年度まで本校の技術職員をなさっていた山上登志夫氏、何度も手伝って頂いた生産システム工学専攻1年の皆様方に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 前田耕一郎：電波の宇宙、コロナ社：66-86(2002)
- 2) 安達三郎、佐藤太一：電波工学、森北出版：74-131(1998)

技術者倫理教育の取組み報告（第2報） －「情報社会における技術者倫理教育」演習取組み報告－

土 田 義 之*

Report on Engineer Ethics Education (Second Report) “Engineer Ethics Education in a Society Where Information is Accessible Everywhere, Anytime”

Yoshiyuki TSUCHIDA

Abstract

This paper is an introduction to engineer ethics at Asahikawa National College of Technology, which are designed to support the educational aims of JABEE to “realize the social responsibility of engineers.”

The aim of engineer ethics education strives to promote ethics in education from various angles in accordance with the PDCA cycle.

Engineer ethics education understands the influence technology has on society and codes of conduct are assumed from prescriptive social norms and organization ethics. It is assumed that an educational goal is to promote ethics based on one's own conscience.

1. はじめに

従来の技術者教育のカリキュラムになかった技術者倫理の教育を実践する際に、技術者倫理の入門書である杉本泰治氏の技術者の倫理入門（丸善）¹⁾の4つの原則(1)に基づき、技術者倫理教育を設定し、技術者倫理の十分な意識の育成と生涯教育としての技術者倫理教育でのリスクバランスのPDCAサイクルの実践を目指している。

- (1) 第一原則—科学技術の危害を抑止する
- (2) 第二原則—人々は強制から逃避する傾向がある
- (3) 第三原則—技術者の職域はグローバル化が進行している
- (4) 第四原則—技術者は倫理についても説明責任を負う

* 電気情報工学科教授

(平成19年11月2日受理)

旭川工業高等専門学校では、技術業務が社会全体に与える影響を把握し、社会規範や組織倫理から定まる行動規範を自らの良心に基づき、遵守する高い倫理観を持った継続教育の一環として技術者倫理を理解することをシラバスの目標としている。

以上の教育目標から、専攻科1年生に対する技術者倫理教育を行なうに当たり、情報社会における技術者倫理教育の狙い、経済の発展と技術革新の相関により、経済、人的、安全、情報、環境などの色々な角度から技術者倫理の考え方について講義を行ない、前記した経済、人的、安全、情報、環境などのバランスを考慮したリスクバランスとトレードオフを考慮した技術者倫理教育の演習を行った。

本報告は、平成18年度と平成19年度に実施した前期技術者倫理教育で、情報社会における新聞報道等のマスコミで取上げられたフィールドの情報をもとに全員が演習を実施し、平成18年度に行った演習の一部をまとめて報告する。

2. 技術者倫理教育の演習

2.1 技術者倫理教育の演習

平成18年度は、表1に示す4月～8月に新聞報道で取上げられた24件の社会情報を取上げ、特にこの中から技術問題に関する7件のグループ討議を実施した。経済性、人的資源、安全管理、情報管理、社会環境問題などの角度からあらゆる情報のリスク分析を実施し、トレードオフの検討を行い、技術者倫理の醸成を行うリスクバランスの解析・判断を行う演習教育を実施した。

また、平成19年度は表2に示す4月～7月に新聞報道で取上げられた24件の社会情報を取上げ、技術社会で問題となった生の社会情報に基づいた技術者倫理教育を実施し、グループ討議を行い、リスクバランスの解析・判断を行なう演習教育を実施した。

表1 平成18年度の社会情報

社 会 情 報			
1	アスベスト問題	13	大地震・テロに備え証券大手が危機対策強化
2	東京証券の情報処理のトラブル	14	ヤフーBB、顧客情報流出
3	製油所、相次ぐ火災事故	15	汚泥施設談合
4	JR尼崎脱線事故	16	有機リン系農薬慢性毒性の懸念
5	NTTデータ情報流出	17	シンドラー社エレベータ事故
6	終末期医療、国立大病院調査	18	クローン胚研究指針案、生命倫理に厳格条件
7	三井住友銀行の問題取引・業務停止命令	19	KDDI、顧客情報流出
8	残留農薬規制の対応	20	愛媛県警捜査資料、情報流出
9	マンション偽装問題	21	電力の脆弱性－首都圏大停電－
10	公共工事の談合問題	22	過度のコスト削減、建築士26%受けた
11	JR東日本、トラブル多発	23	民間工事も「丸投げ」規制
12	ネット競売問題（ネットオークション）	24	非製造業の生産性上昇、IT化などの効果

表2 平成19年度の社会情報

社会情報報			
1	大日本印刷、個人情報863万件流出	13	最低賃金引き上げ、厚労省と都道府県に要請
2	改正消費安全法5月施行	14	大規模災害・テロでも業務継続、金融機関の備え点検
3	10社の原発、不正報告	15	ジェットコースタ事故
4	北海道電力、検知器不正改造	16	全日空でシステム障害
5	日本原燃再処理施設、耐震設計で計算ミス	17	NEC、裏金問題
6	パソコン電池、発火事故	18	富士通子会社循環取引
7	エレベータ、ロープ破断で出火	19	松下、電子レンジ、冷蔵庫部品不具合、発火のおそれ
8	オーチス、約2年間さび放置	20	ネット上の違法、有害情報、海外サーバ経由3割弱
9	NTT東日本、IPでネット障害	21	ミートホープ社、ミンチ偽装事件
10	ヤマハ発動機、電動自転車22万台回収	22	温泉施設で爆発、3人死亡
11	過労自殺、最多の66人	23	日航、半年で160件安全に係るトラブル
12	設備の償却年数、簡素化	24	内部監査持つ大学1／3

2.2 技術者倫理教育演習の議事録

平成18年度に実施した技術者倫理教育の演習の各グループの議事録の抜粋を示す。

(1) 事例：電力の脆弱性—首都圏大停電—

技術者倫理 議事録

テーマ：事故再発防止と技術者倫理

事例：電力の脆弱性—首都圏大停電—

発表日：平成18年9月7日（木）

生産システム専攻1年 田村 直己・渡辺 尚大

1. 概要

8月14日午前7時30分ごろ、千葉県浦安市と東京都江戸川区の都県境を流れる旧江戸川で、クレーン船が地上約16メートルにある東京電力の送電線に接触し、送電線2本を損傷させた。このため、関東で約140万世帯が停電し、東急電鉄などで運転を中止したほか、都内で250カ所の信号機が使えなくなるなど、交通や生活に大きな影響が出た。

クレーン船の船員は「作業場に近づいたので、下げていたクレーンのアームを上げたところ、送電線に引っ掛けた。初めての現場で、送電線の存在を知らなかった」と話している。

謝罪や賠償問題に関しては、東京電力が国民および被害者に謝罪し、クレーン業者である三国屋建設側では、当社に責任がなく、東京電力に対して賠償する必要はないと主張している。

2. 議論内容

- メインとサブの送電線をもともと別々に配線するという考えはなかったのか？

メインとサブの送電線を別々に配線すると、人件費、建設費、設置場所の確保など、あらゆる面でコストや時間がかかる。

- ・ 復旧作業について、復旧する速度を上げる方法はないだろうか？
これまで手動で行っていた復旧作業を、自動化する案がある。
- ・ クレーン操縦者が作業をする際、周りになにがあるかをきちんと把握できなかつたのか？
7年前にも同じような事故が起り、マニュアルにも送電線に関する事故防止対策を練りこんだが、7年間に及ぶマニュアルの更新によって、送電線に関する事項が抜け落ちていったらしく、操縦者がマニュアルを読んでいたにもかかわらず送電線に気づかなかつた可能性がある。
- ・ 河川を航行する船舶向けに、送電線があるため注意を促す看板を立てるのは？
現在検討中である。設置されると、クレーン業者以外にもヘリコプターや船舶にも注意を促すことが出来ると思われる。
- ・ いろいろな場所から電力を供給できる方法はないだろうか？
これも設置や配線にコストや時間を要するため、最善の策かどうかは疑わしい。
- ・ 事故の責任を素直に認め、真摯な態度で国民や被害者に謝罪するという技術者としての心構えはなかつたのか？
事故の責任が当社にあると心から思っておらず、責任転嫁していたのでは。

3. まとめ

今回の大停電で、東京電力およびクレーン業者である三国屋建設の両者とも、弱点や課題が浮き彫りになった結果となつた。

東京電力では、送電線が切断されないようにすることや、送電線が破損しても、電力を確保することが必要ではあるまいか。

三国屋建設では、クレーンの操縦者全員にもう一度新規にマニュアルを作成して熟読させ、安全で事故を起さない作業をするべきである。また、作業面に関しても綿密な作業工程を計画し、事前に作業場所の下見を行い、何に気をつけなければならないか、どういう順序を踏めばよいか といった作業計画を練る必要があると思われる。

事故が起きてしまつた後に関しても、三国屋建設側は始め責任転嫁をして、謝罪会見をなかなか行わなかつたという、惨めな姿を国民に晒してしまつた。しかし、事故が起つてからしばらく経つてから、謝罪会見を行つた。はじめから真摯な態度で謝罪できないものか。

技術者としての誇りと自覚をもっと持ち、技術者倫理に乗つ取つた作業、態度や振る舞いをしてほしいものである。

(2) 事例：アスベスト問題

技術者倫理 議事録

テーマ：被害拡大防止対策

事例：アスベスト問題

発表日：平成 18 年 9 月 7 日（木）

生産システム専攻 1 年 林 角栄・山本 哲也

1. 概要

2005 年 7 月、大阪市に本社を置く大手機械メーカー「クボタ」の旧神崎工場の従業員や出入り業者 78 人がアスベスト（石綿）を原因とする“ガン”「中皮腫」（ちゅうひしゅ）を発病し死亡していたことが発表された。その後も、造船や建設、運輸業（船会社、鉄道会社）などにおける被害が報じられ、2005 年 7 月 29 日付で厚生労働省から平成 11 年度から 16 年度までの間に、全国の労働基準監督署において石綿による肺がん又は中皮腫の労災認定を受けた労働者が所属していた事業場に関する一覧表が公表された。

これにより、政府や企業のアスベスト対策の遅れや被害者への労災認定、被害補償問題が公となつた。

2. 議題と議論内容

アスベスト被害の拡大を防止するには

○アスベスト全面禁止

* 現状では無理がある

- ◆ 企業側の多額な費用負担
- ◆ シール材等アスベスト含有製品の万能さ
- ◆ ノンアスベストの代替品開発の遅れ

* どうしたらよいか

- ◆ やむを得ず使用する場合、使用箇所や使用状況を的確に管理する
- ◆ アスベストに携わる管理者、作業者に対する教育訓練
- ◆ 早急な代替品開発と代替化における安全性の確保
- ◆ 企業側の積極的なノンアスベスト化と行政側の費用助成

○アスベストが使用された既設の設備、建物について

* さまざまな危険性

- ◆ こうした場所で仕事や生活している人の健康
- ◆ 建物の改修、解体工事におけるアスベストの飛散
- ◆ 地震やテロなどの建物崩壊による被災地のアスベスト飛散

* どうしたらよいか

- ◆ アスベストの使用状況把握の徹底と除去作業
- ◆ 解体作業を担当する業者に対し十分な経費や工期を認め、管理の徹底を図る
- ◆ 建物崩壊によるアスベスト飛散想定の把握とその対策の明確化

○マスコミから個人への情報の伝え方

* マスコミ報道の問題

- ◆ アスベストに対して過度にネガティブで無責任な報道のみ行っている
- ◆ パニックになって騒ぎ立てた後、冷めて黙ってしまう
- ◆ 情報の氾濫が恐怖を増幅させている

* どうしたらよいか

- ◆ 正しい知識に基づいた、持ち責任ある報道をする
- ◆ 受け手と送り手の間のやりとりを密にして、マスコミ側の一方通行にしない
- ◆ リスクコミュニケーションの在り方を、マスコミも含めて考える

被害者の補償対策について

* 補償対策の遅れ

- ◆ 多くの企業が情報を公開していない
- ◆ 潜伏期間が長いので自覚症状が現れるまで長い年月がかかる
- ◆ 被害が及ぶ範囲が作業者とその家族だけではなく近隣住民にまで及んだ

* どうしたらよいか

- ◆ 被害者同士の活発な情報交換により企業への情報公開と今後の被害拡大を防止する
- ◆ 関係労働者や家族の健康被害対策の徹底
- ◆ 被害者への救済をより良いものとし、不十分な認定基準の拡充を行う

3. まとめ

今回議論した内容は、過去の事件を掘り下げるのではなく今後の被害拡大防止について論じたが、かえって過去の問題点が浮き彫りとなった。これにより、より深く事例の内容を把握することができ、過去の原因と今後の対策の両方について考え、議論することになった。

アスベスト問題は、技術者の倫理観だけが悪いのではなく、国や政府の対策の遅れにも問題があった。その結果、企業側の利益や生産性だけが一人歩きしてしまい、取り返しのつかない状況に陥ってしまった。こうなってしまうと、手の打ちようが無くなる。根本的に国や政府のアスベスト対策は他国に比べ遅れており、危機感の薄さは明白であろう。何事もこうした危機管理対策の遅れが被害拡大に繋がっている。

建築物の解体によるアスベストの排出量が2020年から2040年頃にピークを迎えると予測しており、新たな被害者が現れないためにも今回議論したような対策を講じる必要がある。アスベストの処理業

者が少ない、アスベストに関する技術者が少ない、アスベスト廃棄物が膨大などの現状を加味したうえで、このアスベスト問題といかに向き合い、これから数十年つき合っていくか。まず私たちがきちんととした知識を身につけることが必要。

(3) 事例：エレベータ事故の対応

技術者倫理 議事録

テーマ：法的責任

事例：エレベータ事故の対応

発表日：平成 18 年 9 月 7 日（木）

生産システム専攻 1 年 森 達也・高橋麻希子

1. 概要

2006 年 6 月 3 日、東京都港区にある 23 階建ての住宅「シティハイツ竹芝」に設置されたシンドラー製のエレベータで、扉が開いたまま突然上昇し、乗降中の高校生が、建物の天井に挟まれ死亡する事故が発生した。

事故に対して、エレベータメーカーのシンドラー社は 6 月 9 日、「(事故は) 不適切な保守点検か、閉じ込められた乗客による危険な行為が主因」とする声明を発表した。また、事故当初よりシンドラーは再三の住民説明会や記者会見の要請を拒み続け、初めて記者会見を開いたのは事故から 9 日経過した 6 月 12 日であった。この会見で「当社のエレベータは点検したとき異常は見られていない」と繰り返し発言し、保守会社の点検不備が事故の原因とも受け取れる声明を発表している。これに対し、保守会社であるエス・イー・シーエレベータは反発し、結果として責任のなすり合いとなってしまった。

2. 議論内容

- ・事故の原因はいったい何か？

この事例に関しては、ブレーキパッド接触面の劣化が有力視されていて、保守会社の点検不備が原因とされつつある。しかし、他のシンドラー製エレベータの不具合については不明な点も多い。

- ・メーカーの対応に問題があったのか？

詳細な事故原因が明確になる前の事故発生直後から、保守会社に責任を押し付けるともとれる発言をしていることから、当事者の一つであるメーカーの対応としては問題がある。

- ・事故の責任について、メーカー、保守会社はどのように取るべきか？

責任の所在が明確になった時点で、遺族への正式な謝罪発表や賠償金の支払いが一般的である。

- ・点検マニュアルは保守会社に渡されていなかったのか？

技術情報を保護するという考え方から、点検マニュアルは渡されていなかった。

- ・エレベータ業界の問題

エレベータ業界では、メーカーは自社系列以外の保守会社に技術上の情報は伝えたがらないという体質がある。これが原因で、保守会社は点検マニュアルを持っていないという事態が発生してしまう。

- ・メーカーは保守会社との連携をどのように改善すべきか？

技術情報保護の必要性はもちろん大いに重視されなければならない。しかし、安全性を考えれば、最低限の点検マニュアルを保守会社に公開するべきである。

3.まとめ

今回の事例は、事故が発生した場合、それに関連するメーカーはどのような対応をとるべきかが一番の問題となった。今回の事例に関してだけなら、保守会社の点検不備が原因で、事故が起きたことになりつつある。ただ、事故の責任が保守会社にあったとはいえ、事故発生直後から記者会見・住民説明会を拒み続けたことや、責任のなすりつけともとれる発言等、シンドラー社の対応には大きく問題があつただろう。メーカーは自社の製品で事故が起きた場合、迅速かつ真摯な対応が重要になると考えられる。具体的には、できる限りの情報公開や、会社で独自の調査本部をつくり、対応していくこと等が挙げられる。

それと、事例を調べるにつれ、エレベータメーカーと保守会社との連携に不備があることが明らかになった。具体的には、メーカーが技術情報保護の観点から、点検マニュアルを自社系列以外の保守会社には渡さないということである。安全面から考えれば、これは大きな問題で、メーカーと保守会社が互いに保守点検に関する情報開示を行い、連携を改善することが望ましい。

(4) 事例：建設コンサルタントのミス防止

技術者倫理 議事録

テーマ：トレードオフ

事例：ミス防止のトレードオフ

発表日：平成 18 年 9 月 7 日（木）

生産システム専攻 1 年 井川 久・大西 弘晃

1. 概要

建設コンサルタントの仕事は、土木構造物などの社会資本・設備・建設プロジェクトに関する調査、計画、設計などだ。業務の発注者の 8 割は行政機関であるが、このほか、鉄道、電力などの民間企業

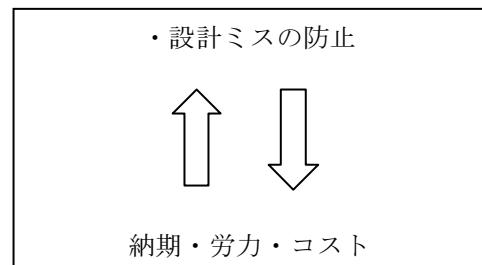
が発注者になることもある。

建設コンサルタントの成果は、後の建設工事、供用、維持管理の段階に大きな影響を与えるなど、完成した社会資本の良否を左右する。たとえば、建設コストや工期、環境・景観への影響などは、計画・設計での充分な検討が不可欠である。

50人ほどの従業員を持つ中堅建設コンサルタントに勤務するD氏は、最近技術部門の責任者に任命された。まずD氏は、設計ミス防止対策について、リスクマネージメントの手法と総合技術管理の専門知識を用いて対応策を考えてみた。設計ミス防止しなければならない、しかし現実には、限られた設計期間や投入できる労力、コストとのトレードオフを解消する必要があった。

2. トレードオフ

設計ミスの防止と、納期・労力・コストは深い関係性を持っていて、どちらかに重点をおくと必ず一方で欠点が出てくる。そのためどちらに重点を置くべきかを考える必要がある。



3. 問題提起

- ・設計ミスの防止をどのような手法を用い、効率的かつ効果的に行うか。
- ・技術部門の責任者として、トレードオフをどう考えるか。

4. ミス防止策

QCサークル活動の実施

- ・組織内での小集団活動により、品質に対する管理や改善を行う活動である。

利点：創造性を發揮し、自己啓発か相互啓発を図りながら活動を進めることができる。

欠点：経営層が適当な評価を行わなければ、活動は停滞される。

製品安全の考え方

- ・消費者の使用用途を予測検討し、試作を消費者に使ってもらう。

ヒヤリハット活動の実施

- ・ヒヤリハットをなくすとともに事例を設計者にフィードバックさせるべきである。

設計の標準化

- ・設計時間の短縮につながるが、再度検証が必要な場合もある。

ISO9000（品質マネジメント）の取得

- ・製品の品質が向上するだけでなく、他部署間で連携を図ることが出来る。またデザインレビューを行うとケアレスミスをなくすことが出来る。しかし資料が増えてしまい、また取得するのに莫大な費用がかかる。

5. 技術部門の責任者として、トレードオフをどう考えるべきか

- ・労働安全衛生管理の考え方から、機械は故障し、人間はミスを犯すということに留意し、設計ミス防止に努めるべきである。仮に低コスト、短納期で作ったとしても、莫大な対策費用がかかる場合がある。例をあげると 三菱自動車、松下電器、コロナなどの事故がある。このように重大な不具合が発生した場合、企業のイメージダウンにつながってしまう。高価なものだとしても、品質に自信を持てるものが商品であるならば、リピーターも増える。やはり、品質のよい商品を作ったほうが良いと思う。そのためには、ミスを無くす為には、時間をかけてもミス防止案を実行すべきであり、ミス防止対策に重点を置くべきだ。

3. おわりに

先の第1報の報告では、専攻科1年生に対し技術者として要求される義務に関する規範、倫理要領、更に技術者倫理の側面から必要とされる経済性管理、人的資源管理、情報管理、安全管理、社会環境管理の5つの責務と国際規格、リスクのトレードオフの判断を行なうことが必要であるとのオリエンテーションについて報告した。

本第2報は、5つの責務とリスクの取組みについて、2年間実施し、各年度に起こった情報社会での技術者倫理に基づく事故事例を例題としてグループ討議を実施し、プロフェッショナルな技術者としてリスクバランスとして技術倫理と技術者倫理について取組みの演習を実施した。実践的にリスクバランス検討を行い、PDCA活動について理解されたものと思われる。

技術者倫理の学習上での留意点として、法及び倫理社会の社会規範を遵守するための適正な判断を行い、技術者として要求される義務に関する規範、倫理要領、更に技術倫理の側面から必要とされるリスク管理としての経済性、人的資源、情報管理、安全管理、社会環境管理の責務とリスクのトレードオフの判断を行うリスクバランスを図ることが必要である。

このように新聞報道等の社会情報を題材にした技術者倫理をグループ討議を行なうことで、情報社会におけるプロフェッショナルな技術者としてのプライドを身につけることが出来るものと確信する。

参考文献

- 1) 杉本泰治、高木重厚：技術者の倫理入門、丸善：77(2002)

大学における科学技術コミュニケーション教育のいくつかの例

高 田 知 哉*

Some Examples of the Education Program for Communicators in Science and Technology Provided by Japanese Universities

Tomoya TAKADA

Abstract

Some examples of the Education Program for Communicators in Science and Technology provided by Japanese universities are introduced. Some opinions of similar programs in National Colleges of Technology are also expressed.

1. はじめに

近年、科学技術コミュニケーションの必要性がさまざまな場面で指摘されるようになってきた。ここでいう「科学技術コミュニケーション」とは、科学技術の研究者や技術者などの専門家と、一般社会の相互理解を促す全てのコミュニケーション活動を指す。この「相互理解」という考え方が、科学技術コミュニケーションでは重要な意味を持っている。

科学技術の専門家からそれ以外の人々への科学知識の伝達は、これまでもさまざまな形で行われてきた。例えば、一般市民対象の市民講座や、出版や放送などさまざまなメディアによる知識の普及といった形が挙げられる。しかし、これらの普及型の活動はあくまでも専門家側から一般社会の側への一方方向の知識の伝達であり、その反対方向、すなわち一般社会の側から専門家側への応答や要求といった情報の伝達は、必ずしも十分とはいえない状況であった。専門家から一般社会への普及型の知識伝達は、知識を伝えることによって社会の側がそれを理解し利用できるであろうという期待に基づくものであり、このようなモデルを「欠如モデル」(deficit model) という¹⁾。この場合、知識の受け手が与えられた知識をどの様に捉え判断するかといったことについて専門家側が関知することはない。近年その必要性が指摘されている科学技術コミュニケーションは、このような状況を改善し、特に難解であると受け止められがちな科学技術の分野において、専門家と一般社会の間で双方向性のあるコミュニケーションを実現しようという考えに基づいている。この場合の知識の伝達は一方的な普及ではなく、知識の受け手が場合に応じて真に必要とする情報を最適な方法で伝えられるやり方で行わ

* 物質化学工学科准教授

(平成 19 年 11 月 2 日受理)

るべきであり、同じことを伝える場合でも状況に応じて要求される正確さや必須となる内容が異なる。このようなモデルを「文脈モデル」(contextual model) という¹⁾。今後、この文脈モデルの考え方に基づく科学技術コミュニケーションの重要性がますます高まっていくと考えられ、専門家と一般社会の相互理解を促す科学技術コミュニケーターの養成が急務となっている。近年、我が国でも科学技術コミュニケーター養成に関するいくつかの取り組みが行われており、それらのコースを受講した人々は社会のさまざまな場面で科学技術コミュニケーターとして活躍している。筆者自身も、後述する北海道大学の科学技術コミュニケーター養成ユニットの授業を受講している。ここでの授業は、科学技術コミュニケーションに関わるさまざまな内容に触れる貴重な機会であり、非常に有意義なものである。

本稿では、我が国の大学で行われている科学技術コミュニケーター教育のいくつかの例を、既に公開されている事例を中心に紹介し、高等専門学校で同様の教育を実践する場合の教育内容についても簡単に私見を述べる。

2. 大学における科学技術コミュニケーター教育の例

2.1 北海道大学科学技術コミュニケーター養成ユニット（CoSTEP）

北海道大学では、文部科学省の科学技術振興調整費「新興分野人材育成プログラム」の一環として、2005年度より5年間の予定で科学技術コミュニケーター養成ユニット（Communicators in Science and Technology Education Program, 以下 CoSTEP）を設置している²⁾。科学技術振興調整費による支援は5年間の予定だが、その期間が経過した後も継続することを目指している。

CoSTEP の特徴は、大学により設置されているコースであるにもかかわらず、受講対象を北海道大学の学生に限定せず、一般市民も含めた形をとっていることである。このことは、後述の大学の例とは異なっている（ただし、受講資格としては大学卒業程度の素養を有する者と定められている）。さらに、受講生を北海道大学近郊の居住者に限定せず、遠隔地に居住していても授業を受講できるように、e-ラーニングによる授業内容の配信も行っている。CoSTEP では、大学に通学して授業を受ける受講生を「本科生」、e-ラーニングで授業を受ける受講生を「選科生」と呼び、受講内容が若干異なっている。具体的には、本科生には教室での講義のほかに各種の演習・実習が課せられるのに対し、選科生は原則としてオンラインで配信される講義のみ受講する。ただし、選科生でも演習・実習への参加を希望する者は、状況に応じて参加が認められる。科学技術振興調整費による支援を受けて設置されているため、授業料は本科生・選科生のいずれも無料である。

CoSTEP の授業内容は、科学技術コミュニケーションに関わるさまざまな範囲に及んでいる。具体的には、以下のようない内容である：科学技術コミュニケーション概論、科学技術ジャーナリズム、トランス・サイエンス³⁾、科学教育、情報発信の手法、科学技術への市民参加、研究者・研究機関のコミュニケーション活動、科学技術と文化。これらの内容は、現在の科学技術コミュニケーションの諸

相から実際のコミュニケーションの方法論まで、広範な領域をカバーしている。これらのテーマそれについて3回分の講義（CoSTEPの授業は毎週土曜日に行われる）が割り当てられ、それぞれのテーマに関する一連の講義を「モジュール」と呼んでいる。受講生はそれぞれのモジュールの授業を終えたのち、提示された課題に沿ったレポートを提出する。受講期間は、約1年間である。

本科生は上記の通り、講義の他に演習・実習も受講する。演習は、実際のコミュニケーションの場面で要求される実践的能力を身につけるための授業であり、具体的にはサイエンスライティング、プレゼンテーション、ファシリテーション（相互理解を促す進行役としての役割）などの演習がある。選科生は通常の演習を受講するかわりに、夏季に2日間にわたって開講される「夏季集中演習」で演習内容のエッセンスを学ぶ。

実習は、科学技術コミュニケーションを実社会との関わりの中で実践するものであり、メディア実習とプロジェクト実習に大別される。メディア実習は、種々のメディアを通して科学技術を社会に伝える方法を体験的に学ぶもので、「サイエンスライティング」「グラフィックデザイン」「サイエンスカフェ/ラジオ制作」といった内容の実習が行われている。例えば、サイエンスライティング実習では実際の出版物やウェブサイトに掲載される記事を執筆する。またサイエンスカフェ/ラジオ実習では、札幌市内で行われるサイエンスカフェ（科学的話題を提供するゲストと聴衆が、カフェでのトークの形で相互にやり取りをするコミュニケーションの場）やラジオ番組を制作する。プロジェクト実習は、年間を通じてある具体的なテーマに沿ったプロジェクトに取り組むもので、2007年度は「子どもに科学を伝える」「環境学習のデザイン」「消費者を支援する」「リスクをどう伝えるか」といった内容での実習が行われている。本科生は、これらの実習のなかから1つを選択し受講する。

約1年間のコースを修了すると、受講生には修了証が授与される。CoSTEPは大学や大学院のコースではないため学位を得ることはできないが、その一方で大学院生、会社員、公務員、大学等の教員、主婦に至るまで様々な人々が受講の機会を得ており、大学で開講されているコースでありながら多くの市民に貴重な学びの場を提供しているといえよう。

2.2 東京大学科学技術インタークリー養成プログラム

東京大学では、大学院生を対象とする「科学技術インタークリー養成プログラム」を設置している⁴⁾。このコースも上述のCoSTEPと同様に、科学技術振興調整費により設置されたものである。このコースは大学院の副専攻という位置づけになっているため、東京大学の大学院に在籍する学生のみが対象である。中心となっている組織は大学院総合文化研究科であるが、受講生である大学院生はこの研究科の学生に限定されておらず、東京大学のさまざまな研究科から受講生が集まっている。大学院の一部であり、既に在籍している学生が対象であることから、受講料は無料である。

このコースの受講期間は1年半（10月から翌々年の3月）であり、2007年10月より第3期のカリキュラムが始まっている。学期は「1年目冬学期（1学期）」「2年目夏学期（2学期）」「2年目冬学期（3学期）」に分かれており、各学期に5~7科目の授業科目が割り当てられている。各学期に開講される科目は以下の通りである：科学技術表現論I、現代科学技術概論I、科学技術コミュニケーション

基礎論 I, 科学技術インタークリター論 I, 科学技術ライティング実験実習 I, 科学技術表現実験実習 III (以上 1 学期) ; 科学技術リテラシー論 I, 科学技術コミュニケーション基礎論 II, 科学技術ライティング論 I, 科学技術インタークリター特論 I, 科学技術表現実験実習 I, 科学技術ライティング実験実習 II, 科学技術インタークリター研究指導 I, 科学技術インタークリター特別研究 (以上 2 学期) ; 現代科学技術概論 I, 科学技術コミュニケーション演習 I, 現代科学技術実験実習 I, 科学技術インタークリター実験実習 I, 科学技術インタークリター研究指導 II (以上 3 学期)。各科目の詳細な内容はここでは省くが、東京大学のウェブサイトには内容が記載されているので参照されたい。1 年半を通しての学習の過程は大まかに言って、1 学期では科学技術コミュニケーションの基礎となる知識・能力の習得、2 学期では模擬的なプロジェクトの展開、3 学期ではそれまでの実践のまとめや新たなプランの立案、という形になっている。プログラムの修了要件は講義・実習で 12 単位、修了研究で 8 単位の合計 20 単位を修得することとなっている。この修了研究は、科学技術コミュニケーションに関するテーマを受講生が自由に設定して研究を行うもので、いわゆる論文形式でまとめられるものに限らず、関連する研究活動の成果であれば評価の対象となるようである。

このコースで修得した単位は、現状では他の研究科での単位として認められない場合が多いようであり、その点ではこのコースの受講は学生にとって負担の純増であるといえる。しかし、そのような状況であっても 10 名程度募集のところへ 40 名以上の応募があるということであり、学生は科学技術コミュニケーションを学習する機会を積極的に求めていることがわかる。また、「科学技術インタークリター」または「科学技術コミュニケーター」という公的資格があるわけではないが、学生にとってはこのコースを修了したことが就職活動等でのアピールポイントになったようである。

2.3 早稲田大学科学技術ジャーナリスト養成プログラム (MAJESTy)

早稲田大学では、大学院政治学研究科政治学専攻に「科学技術ジャーナリスト養成プログラム」(Master of Arts Program for Journalist Education in Science and Technology, 以下 MAJESTy) を設置している⁵⁾。このコースも、科学技術振興調整費の助成を受けて設置されたものである。このコースについて特筆すべき点は、大学院の主専攻（正規の修士課程プログラム）として設置されている点と、ジャーナリスト養成に特化したカリキュラムになっている点である。修士課程であるため、修了すると修士（政治学）の学位が得られる。2008 年度からは、政治学専攻のコース制移行に伴い MAJESTy は政治学専攻ジャーナリズムコースに統合されることになっており、科学技術振興調整費の助成が終了してからも存続することが決まっている。そのため、2008 年度の入学生からは修士（ジャーナリズム）の学位が与えられることになる。

MAJESTy では、実践的な科学技術ジャーナリストの養成を主眼としたカリキュラムが組まれている。具体的には、修士論文に充てる期間を修士課程 2 年目の後期の半年間のみとし、授業内容の習得に重点をおいたカリキュラムになっている。このことにより、論文作成よりもむしろ実際の現場で応用可能な知識・能力を身につけさせるというねらいである。授業の内容は、ジャーナリズムの基礎理論、ライティングやプレゼンテーションの方法論、メディア制作、現代科学技術における中心的問題に関

する内容などである（開講科目は多数であるため、科目名はここでは省く）。また、インターンシップを必修としていることも特徴である。新聞社などの実務経験を積むことにより、ジャーナリストとしての実践的能力を身につけるとともに、就職に有利な人脈が得られるという効果も期待できるようである。修士論文研究に際しては、文系と理系の両方の教員を正副の指導教員とすることが義務づけられているのも特徴的である。

3. 高等専門学校における科学技術コミュニケーション教育についての私見

これまで、北海道大学・東京大学・早稲田大学での科学技術コミュニケーション教育プログラムの例を紹介した。これらのプログラムは、対象者（一般市民、学生）、位置づけ（市民に開かれたコース、大学院の課程）、教育内容（総合的なコミュニケーション養成、メディアでの実務に特化）などの点でそれぞれ性格が異なっている。すなわち、「科学技術コミュニケーション」と一言で括られてはいても実際にはその守備範囲はきわめて広く、それに携わる人材を養成する教育も、どのような場面にどのような人材を輩出したいかという理想像によって内容が異なることがわかる。

高等専門学校での工業技術者の養成を考える場合、専門技術と併せて、それらの技術を社会に伝えられる能力や、技術の社会的影響あるいは社会からの要求・疑問などを適切に分析できる能力をも身につけさせることが望ましい。これらの能力の養成は、まさに技術者教育における科学技術コミュニケーション教育といってよいであろう。高等専門学校において科学技術コミュニケーション教育を実践することによって、社会との関わりを正しく認識した上で技術に携わることのできる技術者を養成できると期待される。しかし、高等専門学校での科学技術コミュニケーション教育に関する研究・実践例は、知る限り見当たらない。その理由として、これまでの高等専門学校のカリキュラムにあまり大きな変動がなく、科学技術コミュニケーションを取り入れる余地がなかったことと、高等専門学校の教員に科学技術コミュニケーションに関する認識・知識がなく、その必要性が主張されることがなかったためであると思われる。ここで、高等専門学校の学生に対して科学技術コミュニケーション教育を行う場合の教育内容について、私見を述べる。

高等専門学校においては、上述の例で扱われているような広範な内容を同様のやり方で扱うことは必ずしも適當ではないと考える。高等専門学校は技術者教育を目的とする学校であり、その目的に沿った内容での科学技術コミュニケーション教育を行なうことが妥当であろう。具体的には、各種メディアでの情報発信、ジャーナリズムの方法論、学校での科学教育といったような内容はそれほど大きく扱われる必要はないと思われる。むしろ、トランス・サイエンスに属する問題を定量的に把握・分析できる能力や、技術の利点・問題点を正しく評価し産業界や消費者に適切な方法で伝達できる能力を養うということを考えるほうが、高等専門学校の教育になじむと思われる。科学技術コミュニケーションの分野で論じられる定量評価では、統計の手法が用いられることが多い。しかし、統計による定量評価の具体的手法を授業に取り入れているプログラムは、筆者の知る限り見当たらない。このよう

な統計の技術的内容をカリキュラムに取り入れてみるのも有効であろう。

上述の大学におけるプログラムは、いずれも大学卒以上の人または大学院生を対象としている。このことは、科学技術コミュニケーションに関する学習内容を理解するためには大学卒以上の素養が要求されることを意味している。従って、高等専門学校で科学技術コミュニケーター教育を行うとすれば、これまでの例とは異なる方法を新たに考案する必要があることになる。実際に高等専門学校において科学技術コミュニケーター教育が導入され定着するには、数多くの現実的問題を解決しなければ困難であろう。しかし、専門技術と併せて科学技術コミュニケーターの素養を持った人材を養成することは価値があることであろうと思われる。今後、高等専門学校における科学技術コミュニケーター教育はどのように行われるべきかについて、更に検討していきたい。

参考文献

- 1) 杉山滋郎：科学技術コミュニケーション，思想，2005年5月号：68-84(2005)
- 2) 北海道大学 CoSTEP：北海道大学科学技術コミュニケーションユニット，
<http://costep.hucc.hokudai.ac.jp/index.php> (2007.10.22)
- 3) トランス・サイエンスとは、「科学の分野に属する問題であるにもかかわらず、科学知識のみでは解決できない問題群」と定義される。遺伝子技術の利用、医療問題、環境問題など、市民生活や政策決定に科学技術が直接関係するような場面では、トランス・サイエンスに属する問題が多く存在する。詳しくは、小林傳司：トランス・サイエンスの時代，NTT出版：(2007)
- 4) 東京大学科学技術インターパリター養成プログラム：科学技術インターパリター養成プログラム，
<http://park.itc.u-tokyo.ac.jp/STITP/> (2007.10.22)
- 5) 早稲田大学 MAJESTy : MAJESTy 科学技術ジャーナリスト養成プログラム，<http://www.waseda-majesty.jp/> (2007.10.22)

旭川高専の国語教育実践

石 本 裕 之*
加 藤 岳 人**
倉 持 しのぶ***

The Practice of Japanese Language Education at Asahikawa National College of Technology

Hiroyuki ISHIMOTO
Takehito KATO
Shinobu KURAMOCHI

Abstract

The Japanese department of Asahikawa National College of Technology has been teaching students a wide range of skills, aiming at having students acquire Japanese communicative competence necessary to be a member of society in the future.

In 2007, this academic year, we welcomed a teacher of Japanese through the teacher exchange program between National Colleges. Taking advantage of this opportunity, we have looked back at what we have done, and will strive for the betterment of teaching Japanese.

* 一般人文科教授
** 一般人文科准教授
*** 一般人文科准教授

(平成 19 年 11 月 2 日受理)

旭川高専の国語教育実践

石 加 倉 本 藤 岳 人
裕 持 岳 し のぶ

一 はじめに

限られた単位数の中で五年間の学年進行を見通しながら、いかに効果的な国語指導を展開するか。教育観をめぐる議論が盛んになされ、加えて高校では組織整備等に伴うカリキュラムの変更が進められつつあり、今後いつそう考えてゆくべき課題となろう。

旭川高専は平成十九年度、高専間教員交流により釧路高専から一名の教員（加藤）を迎える。四月以来、授業の相互参観を行い、毎週の科目教員間打合せで情報交換を深めている。同教員からは、旭川高専国語教育には、新鮮で、参考になる点がある、との評も受けている。そんな中で、右の課題を今後検討してゆくためにも、旭川高専国語科のこれまでの取り組みをふり返つてまとめ、広くご叱正を賜る場を作ることにした。以下に、具体的な事項を章立てて順に述べてゆくが、その前に、本校国語科指導の概要を簡単に紹介しておきたい。

旭川高専は四学科編成で、国語担当の専任教員は二名である。国語科では、社会人として必要とされる日本語運用能力の育成を基本的なねらいとし、学生たちが高専で幅広い教科を学習するのに必要な読解力・理解力・

文章表現能力を養うための実践を試みてきた。通常授業のほか、大小の課題、小テスト、評価評定の仕方、過年度「国語」未修得者に対する指導の方法等についても考慮している。

授業は、基本的に一人の教員が同学年二学科ずつ均等に受け持ち、科目教員打合せが機動的に行える環境から、同学年同一シラバスによる授業の展開や同学年同一問題による試験の実施という、教科内の共同歩調が自然と定着している。

一・三年生では、文部科学省の学習指導要領に基づき、検定教科書を用い、教材の精選や指導領域ごとの配当時間について配慮してきた。授業中の文章指導や長期休業中の課題など、学生の文章表現能力を伸ばす取り組みも行ってきた。三年生の授業は非常勤教員に依頼しているが、非常勤教員との科目打合せも基本的に毎週行っている。

四・五年生では、一般選択科目として、「言語表現」（平成十九年度から必修）「文学」「哲学」を開講し、より深く幅広い学習が可能なカリキュラムを展開している。授業以外でも、全学年を通じて漢字検定の受検やコラム書写作業、自主課題の提出を奨励するなど、学生が自主的に学習する習慣を身につけるよう指導している。

最近では、カリキュラムの改変に伴い、一年生の「国語総合」四単位を、通常の授業三単位と演習的な時間として用いる一単位（以下、「国語総合演習」とする）に分けて扱い、また「言語表現」を四年生で必修とするなど、さらに工夫を重ねているところである。

⑤ 平成十九年度から「言語表現」（一単位）が四年生で必修科目となつた。

二 旭川高専国語科の取り組み

旭川高専の国語科では、基本的に一名の専任教員と三～四名ほどの非常勤教員で四十数単位分の科目を分担している（資料1）。平成十九年度については、高専間教員交流で釧路高専から一名の専任教員を迎えていたため従来の年とはやや異なった指導体制となつていて、原則として一・二年生は専任教員二名が四学科（クラス）^①をそれぞれ二学科（クラス）ずつ、一・二年を持ち上がりで担当する形を取つていて。三年生については非常勤教員が担当し、「言語表現」は専任教員と非常勤教員の両方で担当している。また、四・五年生を対象とした一般選択科目の「文学」「哲学」や、留学生を対象とした「日本語」についても、国語科の専任教員が担当している。平成十六年度以降、カリキュラムの改変により、国語科で担当する科目の単位数にはいくつかの変更があつた。それらを列挙すると以下のようになる。

- ① 平成十六年度からそれまでは四単位であつた一年生の国語が三単位となつた。
- ② 平成十六年度から四・五年生を対象とした一般選択科目として「言語表現」（一単位）が開講された。
- ③ 平成十七年度から社会科教員が担当していた一般選択科目「哲学」（一単位）を国語科教員が担当することとなつた。
- ④ 平成十八年度から一年生の国語が再び四単位となつた。

また、④にあるように十八年度から一年生の国語（国語総合）が四単位に戻つたが、その際、平成十五年度以前のような、四単位の中で現代文・古文・漢文をバランスよく学習するという形に戻すのではなく、一単位分だけ独立させて、演習（作業）を中心に行われる時間とした。この一年生の「国語総合演習」の内容について後述することとして、先に国語科での取り組みの全体について見ておく。

まず、国語科で担当する科目については、複数の教員が授業を行う場合にも各学年で「同一シラバス」に基づいて、同じ授業を開講することとし

る。うち、「言語表現」の開講はいわゆるJABEE審査と関わるものである。旭川高専では日本技術者教育認定機構（JABEE・Japan Accreditation Board for Engineering Education）の基準に準拠して本科四・五年生及び専攻科一・二年のカリキュラムで構成される旭川工業高等専門学校「環境・生産システム工学」教育プログラムを設けている。その教育プログラムの学習・教育目標の（C）として掲げているのが「論理的思考に支えられた明晰な日本語によって記述し、発表する能力、学会等において討議できるコミュニケーション能力及び国際的な場でのプレゼンテーション等の基礎的コミュニケーション能力を持つた技術者の育成」で、この学習・教育目標に沿つて開講されたのが四・五年生を対象とした一般選択科目「言語表現」である。JABEE審査への対応として他高専でも同様の科目が開講されている。旭川高専はすでに平成十六年度にJABEE認定を受けたが、日本語による表現能力の重要性を鑑みて、さらに平成十九年度からは言語表現を必修化した。この「言語表現」の授業内容については後述する。

また、④にあるように十八年度から一年生の国語（国語総合）が四単位に戻つたが、その際、平成十五年度以前のような、四単位の中で現代文・古文・漢文をバランスよく学習するという形に戻すのではなく、一単位分だけ独立させて、演習（作業）を中心に行われる時間とした。この一年生の「国語総合演習」の内容について後述することとして、先に国語科での取り組みの全体について見ておく。

ている。これにより、クラス間での進度を揃え、同一の試験を実施することが可能となるため、定期試験ごとに各クラスの学習到達度が把握しやすいという利点がある。

また、一～三年生の授業においては文部科学省の検定教科書を用いているが、教材の選択や時間配当にあたっては大きく三つの原則を定め、それに基づいて年間計画を立てることとしている。その一つは、一・二年生では現代文と古文、漢文の割合をおおよそ一・一・一としていることである。

これにより、学習指導要領に従つて現代文と古文、漢文をバランスよく学習することを目指している。二つ目として、現代文の教材としては評論教材を中心とし、小説教材は各学年で主要なものを一つずつ扱う程度にとどめている（ただし、「読書レポート」の対象として他に二つ扱っている）。

また、評論教材の中でも、その年度の教科書に自然科学系の題材を扱った評論がある場合には積極的に取り上げることとしている。三つ目として、各教材に対応してなるべく時間をかけて授業を行うようにしており、指導書の配当時間に比べて、大体一・三倍～一・五倍ほどの時間を充てている（資料2）。

これらの指導方針は、国語への苦手意識の強い学生が多く、理数系への興味・関心が高いという高専の学生の特徴を考慮しつつ、三年修了時には高校卒業程度の国語力が身につくことを目指したものである。そのための授業における具体的な取り組みについては、すでに論として発表している^②。国語科としての基本的な方針については、一～三年生の年度始めの授業でガイダンスを行い、学生にも周知徹底を図っている（資料3）。同時に、その機会に学生に対しても①漢字検定の受検、②自主課題への取り組みの二つを奨励している。

①漢字検定は国語科として力を入れている取り組みで、年三回の試験のうち、二回（六月と十一月）は旭川高専を準会場として検定を実施し、学

生に積極的に受検するように呼びかけている。その結果、毎回二百名前後の学生が受検していて、平成十三年度には「優秀団体賞」の表彰を受けた実績もある。また、四年生で履修する「言語表現」では、「漢字検定二級以上の合格者には申請により言語表現の単位を認定する」という規定を設けており、三年生以下の学生にも漢検の受検や合格は成績評価に加味することとして、学生の受検を促している。これは、普通高校と違い、模擬試験などで全国的な学力を測る機会のほとんどない高専生に勉強の動機付けをするとともに、卒業後も役立つ技能を学生に身につけさせようという意図に基づいた取り組みである。

漢検と同様に、学外に目を向けた取り組みとして、大修館書店の「もっと明鏡キヤンペーン」への応募がある。平成十八年度には、一・二年生全員と希望する三年生の作品を投稿し、優秀賞六名、佳作三十五名の個人賞とともに、「最優秀学校賞」も受賞した。本年度についても同様の募集があつたので、一・二年生の夏休みの課題として取り組ませ、大賞三名（最優秀作品賞一名を含む）、優秀賞一名、佳作二十三名の個人賞と「学校賞」を受賞した。

次に②自主課題であるが、その中でも特に推奨しているのが新聞コラムの書写である。これは新聞のコラム（朝日新聞であれば「天声人語」、読売新聞であれば「編集手帳」など）を可能であれば切り抜いてノートに貼り、書写するという作業を毎日行うものである。毎日文章を読み、書写することで漢字や語句に触れる機会が増えるとともに、時事問題に関心を持つきっかけともなるため、高専生に多くみられる国語が得意ではないという学生に特に継続して行うように指導している。自主課題としては、他に長期休みを利用して読書感想文などを自主的に提出するものや、授業で扱わぬい教材（古文・漢文）のノートを作成し、提出するものがある。これらの自主課題を提出した学生には成績評価の際に加点することとしている。

以上の漢検・自主課題の取り組みの推奨の背景には、進級基準点が六十

点であるという高専独自の事情がある。旭川高専では日頃の授業の理解度を測るという意味で成績評価に占める定期試験の割合を高くし、その分、試験問題の作成時に平均点を七十点前後に設定するなどの工夫をしている。しかし、近年では入学してくる学生の学力の二極化が進み、平均点に関わらず得点の低い学生が存在するようになつた。これらの学生でも、努力次第で評価点数を上げられるようにという配慮から、漢検・自主課題を成績評価に取り入れることとし、推奨しているのである。

入学後の学生に対しても、入学前の学生に対しても国語学習へ意欲的な取り組みを促すよう、工夫をしている。具体的には春休みに課題（ワークブック）を添付プリント（資料4）とともに各家庭に送付し、春休み中も学習をするように指導している。ワークブックは入学後に回収して点検するとともに、始業後の早い段階でワークブックに準拠した試験を一斉に行つていている。これにより中学校で学んだことの復習をし、新学期の授業への備えをさせるのがねらいである。なお、現在用いてるワークブックでは「自己紹介文」の項目もあるので、それを書かせることで、国語科教員だけでなく、担任教員が各学生の個性や考え方を把握するのにも役立てている。

以上の取り組みの他に、過年度「国語」未修得者に対する指導がある。以前の取り組みについてはすでに論としてまとめたもの^③があるが、学習の効率化を図るため、平成十八年度からは週一時間、該当する学生を教室に集めて指導する形を取つてている。学生はその時間に出席し、予め決めておいたノルマを達成した段階で合格する方式で、時間外にも各自学習を行うようとしている。学習の内容は、未修得となつた年度の教科書を用い、指定された教材について、現代文であれば評論の本文書写と要約、小説の感想文、古文は本文書写と品詞分解、漢文は白文を書写して書き下し文に直すものである。いずれも基本的な作業であり、きちんと取り組めば半年

以内に合格できる内容である。要約・小説の感想文については、国語科教員が添削指導を行つてている。

以上、旭川高専の国語科全体での取り組みについて概観した。基本的に普通校と異なる高専のカリキュラムや学生の特徴を考慮しつつ、三年修了時に高校卒業程度の国語力が身に付くことを目的とした指導を行つてい。今後も学習指導要領の改訂や、入学してくる学生の学力や気質の変化に従つて現行の方針を見直したり、新たな工夫をしたりしなくてはならないと思われる。その場合にも、現在のように国語科としての基本方針をきちんと定めて学生を指導するという姿勢は必要であると考える。

三 一年生一単位 国語総合演習

平成十八年度に一年生の国語総合の単位数が三単位から四単位に戻るのに際し、平成十五年度までのように四単位全てを教科書の現代文・古文・漢文の学習に充てるのではなく、このうちの一単位を独立して扱うこととした。その背景には、近年の新入生の基礎的な学力の低下、学習習慣が身についていない学生の増加という事情がある。そこで、授業の中で実際に基礎的な作業を行わせてその重要性を認識させ、自分でも行えるようになることを目指して一単位を独立した演習時間として扱うこととしたのである。授業の担当は、平成十八年度については四クラスのうち二クラスでは国語総合と演習を同一教員（専任）が担当し、残る二クラスでは、国語総合を別の専任教員、演習は非常勤教員が担当した。今年度は一年生については全て専任教員で担当し、次のように分担している。

- 一組（国語総合・国語総合演習ともに教員A）
- 二組（国語総合・国語総合演習ともに教員B）

三組（国語総合を教員A、国語総合演習を教員B）

四組（国語総合を教員C、国語総合演習を教員B）

授業の展開はシラバスとは別に年間の計画を立て、今年度からは学生にも予定表として配布し、授業の予定や授業で必要な副教材を事前に把握できるようにしている（資料5）。昨年度、事前に毎回連絡をしても忘れ物をする学生が多かったことを反省してのものである。授業では毎回必ず国語総合の教科書と「作業用ノート」を一冊持参することとしているが、この「作業用ノート」については、この演習の時間だけでなく、自学自習にも使用するように指導している。その他に、入学時に購入させた国語便覧や漢字問題集（漢字検定対応）、教科書準拠問題集、辞書などを適宜使用している。

演習授業の具体的な内容は、次のように大きく三つに分けられる。

- ① 国語辞典等の辞書の引き方など、日頃の自学自習に必要な作業を実際に行う
- ② 原稿用紙の使い方や漢字の学習など、国語の基礎的な知識を身につけさせる
- ③ 古文の文法事項・漢文の訓読法など、古典学習の補助となる問題演習を行う

このうち、①については高専入学以前にきちんと指導を受けてきた学生もいる一方、近年の電子辞書の普及もあってか、辞書の成り立ちや見出しがに対する解説・用例などの見方、漢和辞典での様々な漢字の調べ方などを理解できていない学生も多数見られる。旭川高専では辞書をきちんと活用する習慣を身につけさせるため、入学時にいくつかの推薦辞書の中から

国語辞典・古語辞典・漢和辞典をそれぞれ一冊ずつ購入させることにしており、国語総合演習では、購入した辞書を授業に持参させ、実際に手に取って中を見ることから始めている。また、国語総合では年度初めに行うガイダンスに続き、漢文・古文ではノートの作成法なども授業で説明するので、漢和辞典・古語辞典の引き方については、そうした国語総合の授業に合わせて指導するように工夫している。

次に②についてであるが、原稿用紙の使い方に関しては、国語便覧を使用して基本的なルールを説明した上で、実際に文章を原稿用紙に書く作業を課し、提出させて添削指導を行っている。漢字の学習は漢字検定の直前などを中心に、各人に自分の能力に合った級の問題を解かせるという形を取っているが、問題集の中の「類義語・対義語・四字熟語」などについては範囲を決めて年二回小テストを行うことしている。これにより、授業時間に漢字検定受検対策をさせるだけでなく、受検しない場合にも目標を持つて漢字学習をさせることができる。なお、近年漢字の正しい字体や書き順・画数などを習得しないまま、教科書などの明朝体の活字をそのまま真似て書く学生が増えている。今年度の授業では学習指導要領の小学校の「学年別漢字配当表」を印刷して配布し、正しい字体について説明する機会を設けた。

③では、国語総合の中でも特に古典を学習する上で必要な知識の習得をするために、授業の中で説明と問題演習を行っている。古文に関しては、用言の活用や助動詞、和歌の修辞技法などを国語総合の進度にあわせて学習するようしている。漢文についても、訓読の基本や漢詩の詩形や押韻など、基本的な事項の説明と問題演習を行っている。その際、教科書の單元末の練習問題や、教科書準拠問題集などを活用する他、市販の問題集から抜粋した問題を用いたり、教科書の教材に合わせて練習問題を作成して配布したりするなど、基礎的な知識を身につけるための反復練習を心がけ

ている（資料6）。

この演習授業の評価は、国語総合全体の一割に充てている。平成十八年度に評価の項目としたのは、①授業時に課した課題の提出状況、②漢字小テスト（一回）と漢文小テスト（一回）の得点、③作業用ノートの使用状況（頁数）、④授業態度（忘れ物の回数）で、学習態度に問題がなければ八割以上は確実に得点できるように設定した。しかし、課題の提出状況のよくない学生や、忘れ物を繰り返す学生が若干見られたため、予想したよりも評価点数は低く、各クラスで多少の差はあったが、学年で平均すると八割弱となつた。

国語総合演習の取り組みは始めて二年目ということもあり、まだ手探り状態の面も多々ある。その中でも難しいのが国語総合の通常授業との連携の持たせ方である。授業の予定を立てる段階で国語総合のシラバスを参照しているが、祝祭日や学校行事などで授業の進度がかみ合わなくなることがある。また、同一教員が国語総合と演習を教えていない場合には、文法などの同一事項について、それぞれの授業でどこまで教えるのか、予め打ち合わせをすることも必要となる。

問題演習を基本内容とする『キャリアアップ国語表現法』（嵯峨野書院）をテキストに使用し、演習を通して、履歴書・エントリーシートの作成法や手紙の書き方、待遇表現など社会で役立つ日本語技術を習得できるよう、また、自己や人間関係についてより深く考えることができるよう配慮している。漢字力・語彙力の向上については言うまでもない。

また、週一時間の授業ということで、基本的には一回ずつの授業は独立した内容としているが、扱う内容によっては一時間（五十分）の中で説明と問題演習、解答までを行うのが困難な場合もある。宿題にしたり、翌週まで解答を持ち越したりすると、間がまる一週空いてしまうため、時間内に終わらせるのが理想であるが、現実には持ち越しとなることもある。学生の学力に合わせて問題のレベルや量の調整をしていくことが必要である。

平成十九年度から必修となつたこの授業の教育目標は、

四 第四学年「言語表現」の授業内容

日本語による思考・コミュニケーション能力が、よりよく生きるた

めに必須であることを銘記する。（学習目的の理解）

・ 文章および言語行動に関する理論的能力を養い、日本語の運用能力の向上を図る。（学習の指針）

・ 漢字検定二級程度の力の養成、日本語文章能力検定（三級以上）合格を目指す。（具体的な到達目標）

の三点が柱である。具体的な到達目標が設定されているので学習の足がかりを作りやすいし、前述の通り漢字検定二級以上の合格者には単位認定することになつておらず、意欲的な取り組みが期待できる。

十九年度は一週一回（二时限分）の授業を十五回で前期終了科目としてある。コンタクト時数は三十だが、課題作成などに費やす自学自習時数を十五時間とする、いわゆる「学修単位」^④の一単位講座であり、四クラスを常勤二名、非常勤一名で担当する。

問題演習を基本内容とする『キャリアアップ国語表現法』（嵯峨野書院）をテキストに使用し、演習を通して、履歴書・エントリーシートの作成法や手紙の書き方、待遇表現など社会で役立つ日本語技術を習得できるよう、また、自己や人間関係についてより深く考えることができるよう配慮している。漢字力・語彙力の向上については言うまでもない。

二時間続きの前半は説明と基本問題の解答、後半は応用問題の解答に充てているが、テキストの応用問題は実際に文章を書かねばならないものが多く、これが自学自習の時間に引き継がれていくことになる。したがつて、課題は後日提出の形をとることが多い。ただし、翌週には別の課題作成が待つてるのであるから、学生達は毎週のように課題作りに励まねばならない。さらに夏季休業中には読書感想文の作成を義務づけ、読書と表現の機会を作つておる。

シラバスを見るとわかることだが、テキストの内容を最初から順には扱っていない。これは授業で扱う必然性と内容の連續性を重視しているためである。そうした観点から今後さらに内容の精選、実施時期の最適化を計つていくことになるであろう。また、このテキストは毎年改訂を繰り返しておおり、出版社側には完全なものに近づけようとする努力が見られるのだが、これを厳しい目で見れば「この通りには教授できない」ということにもあり、折に触れてテキストとは別の解釈・解答を工夫しながら授業を進めている。

なお、テキスト1～8課は文字や語彙に関する内容で、これらはすべて自学自習の対象としてある。小テスト・定期試験には出題するが、授業で直接扱うことはない。

具体的な授業項目は四つ、①「履歴書・面接の表現」(配当時間5)、②「実用的な文書の作成」(8)、③「文のしくみから文章作成」(7)、④「応対時の表現」(7)である。どれも大人の認識を要求され始める時期にふさわしい、また必要なものと考えられる。

①では履歴書・エントリーシートを実作し、面接での自己PR用原稿を書くことが最終課題となるが、ケータイ世代の学生達には思いのほか困難な内容だと言えよう。自宅の住所や電話番号がわからない、自分が生活している寮の住所を書けない、というつまづき方が意外に多いのである。他にも、取得した資格の団体名や取得年月など、確認すべき事項は多い。それでも履歴書の場合は事実を正確に書ければいいので、調べることでほぼ解決する。難関はエントリーシートや自己PRで、この場合は「書くことがない」という根本的な問題を抱え込むことがある。もちろん様々な助言をして書き上げさせるが、「ここに書き込むべきことがいくつもある」とい

うような、意識的・意欲的な学生生活を過ごしてもらうことも重要な副産物であろう。そういった点から、この課題を自己確認のよい契機とする指

導が可能である。ただし、「書くこと」が最終目的なのではなく、よりよい学生生活の結果として「書くこと」ができるようになるのだということを肝に銘ずる必要がある。

②では手紙(縦書き)・案内状(横書き)の作成を課題とする。これらは必要なことばを正しい位置に置くことが重視されている文書で、様式化されたものが正しく、あるいは美しく書けるかどうかがポイントになる。そのためには規範や美的感覚も必要だが、それが個々にゆだねられるものではなく、社会的・文化的に要請されている規範・美意識であることを理解しなければならない。いわばこれは、「価値の多様化」に対置するものである。

多少押しつけがましくとも、文化を継承していくことの重大さを考えれば是非とも必要な内容であろう。大人になるということは、文化の担い手として責任を負わされることでもある。自らを取り巻く社会の要請で大人になることを要求されるのだ、という現実を知るよい機会ともなる。③は小論文の執筆が最終課題で、社会的なテーマを掘り下げて考えること、論理的で客觀性と説得力をもつ文章を作ることが目標となる。どこで書くことが似たようなものだと思うが、小論文の要点として強力に指導しなければならないのは「他者の視点」を獲得する必要性である。というのも、主張ばかりで他者に目が向かない場合が多いからだ。他者のことばに耳を傾けることが結局は自分の主張に説得力を持たせることになる、という「急がば回れ」式の発想に気づかせることができれば、文章の質は間違いなく向上する。また、テーマが深刻であればあるほど「社会的に要求されている倫理観」に考え及ぶことが増えるはずで、これも自己確認の重要な契機である。

文章の「形」に関しては、文字遣い・言葉遣いはもちろん、構成法や全体のバランスについて指導するが、現在は八百字で提出させており、十分

言い尽くせる量とは言い難い。材料の取捨、表現の緩急など、実作後に明らかになる問題も多数あり、それらは学生によつてまちまちであるから、事後指導の必要も強く感じる。

④は待遇表現が中心だが、「待遇表現を適切な形で使うことができる」能力は、「様々な人間関係の中で自己の位置を的確にとらえることができる」能力と同義である。近頃流行することばで言えば「空気を読む」能力に近い。国際社会での話はともかく、日本社会での日本語運用能力を鍛える授業としては、いわば腹芸に近いことも扱わざるを得ないのだが、これは否定されるべきものではないであろう。実際に、現在盛んになつてゐる「日本語講座」のようなものは、出版物にせよテレビ番組にせよ、いわば「復古型」のものが多いようだ。国語学者が登場していても、言語による表現を指導している場合さえある。難しいのは、書きことばに要求されない表現を指導している場合さえある。難しいのは、書きことばに要求される正確さとは相容れないものだという点をどう指導するかである。

以上、具体的な内容に即して記述してみると、表向きは表現技術のトレーニングであるものの、その根底に一社会人としての自覚的認識が要求されている。「言語表現」は技術的な要素とともに、人間的な幅の広さ・深さも扱う科目なのである。まさしく「よりよく生きる」ために必須の内容であり、その基礎固めとして重要な科目と言えよう。

評価については二度の定期試験を六割、小テストと提出課題を四割とし、小テストは授業で扱わない1～8課の内容で二回実施している。提出課題の評価は、そのまま通用するもの、いくぶん修正が必要なもの、その他（基本的認識に問題がある、異常な遅れなど評価しがたいもの）とおおまかに段階分けし、細かな点については返却した時点で認識を改めてもらえばよいものとする。また、前述した漢字能力検定二級以上の合格者も授業への参加は義務づけ、合格による評価を機械的に六十点とし、定期試験、提出物などで四十点分を総合的に評価している。

釧路高専から交流で加わつてゐる教員によると、釧路高専では四学年「国語」（当時一単位）の授業内容を平成五年度から小論文指導のみに大転換し、十六年度まで継続して実施した。十七年度からはその「国語」が「コミュニケーション実践」という通年二単位の表現科目に代わり、これは半年間を敬語表現（待遇表現・手紙・ビジネス文書を含む）の修得に費やす授業で、口頭表現の実践を多分に含む。その他は口頭表現を中心とするプレゼンテーション・討論の時間となつており、プレゼンテーションの内容を小論文として提出させることで評価材料を増やしている。旭川高専の「言語表現」は同じ方向性を持つ授業ではあるが、一単位という時間的制約があるので口頭表現の実践にまで踏み込むことがほとんど不可能である。特に待遇表現については、大半が口頭表現として要求されるものであることを考えると実践に不安が残る。この問題を解決するには学生達の実践の場を設定することが是非とも必要で、インターナンシップや様々な学内の企画を最大限利用しなければならないが、そうなると、これは国語科の領域を大きく超えることになる。観念的にすぎるけれども、国語科教員だけが教育・評価に関わるのではなく、学生にとっての教育環境であるすべての学校関係者が、授業の枠を越えて教育・評価する体勢を本来とらねばならないのである。

五 おわりに

以上、旭川高専国語科の取り組みについてまとめた。

ところで、科目教員間打合せで最近話題になつた資料が二つある。

一つは、現行の学習指導要領への改訂に先立つて教育課程審議会答申に示されていた「改善の基本方針」。もう一つは先ごろまとめられた「平成十四年度高等学校教育課程実施状況調査の結果概要」である。

「改善の基本方針」の要点を拾い出せば、概ね次のように整理されよう。

- ① 読解に偏りがちな授業を改善し、言葉で伝え合う能力を育成すること。
- ② 論理的に意見を述べる、場面に応じて的確に表現し、読み取る能力を育てるのこと。
- ③ 実践的な指導の充実を図り、領域ごとに言語活動例や指導時数の目安を示すこと。
- ④ 文学的文章に偏らず、各領域にふさわしい教材を調和的に取り上げること。
- ⑤ 我が国の文化と伝統を尊重し、生涯にわたって古典に親しむ態度を育成すること。

もう一方の「平成十四年度高等学校教育課程実施状況調査の結果概要」。そこでは、「科目別報告書のポイント」として「今回の調査結果の特徴と指導改善の具体例」を、教科（国語、地理歴史、公民、数学、理科、英語）ごと二～五点ずつ挙げ、「国語」に関する「調査結果における主な特色」として、

- 理由や根拠を基に自分の考えを記述する問題で無回答が多い
- 古典を読み味わう能力や古典の言語事項などに課題

の二点を挙げ、「指導の改善の主な具体例」として、

- 資料から読み取ったことを、筋道立てて表現する意欲や能力の育成
- 古典の現代的な価値の理解と、古典に親しむ態度や能力の育成

の二点を指摘している。

「改善の基本方針」には、既に紹介してきた本校国語科におけるこれまでの指導方針と重なる点の多いことに気づく。今後は「指導の改善の主な具体例」を参考にしながら、いつそう具体的な改善策を講じてゆこう。科目教員間打合せで確認しあつたところである。

注

- ① 平成十九年度から一・二年次の混合学級がスタートし、現在の一年生は四クラスに分けられている。
- ② 石本裕之「漢文入門期の指導について」（『高専教育』十八号、平成七年三月）、同「国語の基礎的・基本的な指導事項の一つ―理解し表現する能力をともに養う視点」（『高専教育』二十三号、平成十二年三月）
- ③ 石本裕之「文章指導の実践と成果―平素の活動と個別指導をとおして」（『高専教育』二十四号、平成十三年三月）
- ④ 「高等専門学校設置基準」四章十七条参照

参考文献

- (一) 渋谷孝編・解説「国語科の基本的技能／基本的指導過程他」、明治図書（一九九八）
- (二) 田中孝一・鳴海甫編著「高等学校学習指導要領の展開、明治図書（二〇〇〇）
- (三) 田中孝一編「新しい高校国語 指導の理論と実践、明治書院（一九八〇）
- (四) 文部省「高等学校学習指導要領解説 総則編、東山書房（一九八九）

教育課程表（平成18年度入学生～）

機械システム工学科(第1～3学年)

区分	授業科目	単位数	学年別配当			備考
			1年	2年	3年	
一般科目	必修科目	国語	9	4	3	2
		社会	2	2		
		歴史	4		2	2
		地理	2		2	
		数学ⅠA	3	3		
		数学ⅠB	3	3		
		数学ⅡA	3		3	
		数学ⅡB	3		3	
		数学Ⅲ	5			5
		物理Ⅰ	2	2		
		物理Ⅱ	3		3	
		化学Ⅰ	2	2		
		化学Ⅱ	2		2	
		理科総合	2		2	
		保健	1	1		
		体育Ⅰ	6	2	2	2
		英語Ⅰ	4	4		
		英語Ⅱ	4		4	
		英語Ⅲ	3			3
		英文法	2	2		
		基礎英会話	1		1	
		英語演習	2			2
		芸術	1	1		
		情報	1	1		
		小計	70	27	27	16
専門科目	必修科目	工学基礎演習	2	1	1	
		力学基礎	2		1	1
		応用物理Ⅰ	2			2
		材料加工学	1		1	
		機械加工学	2			2
		機械材料学	3		1	2
		材料力学Ⅰ	2			2
		機械製図	3	2	1	
		CAD/CAM	1		1	
		機械製作実習	6	3	3	
		機械創造実習	3			3
		情報処理演習	2	2		
		プログラミング基礎	2			2
		電気工学	2			2
		小計	33	8	9	16
修得単位合計		103	35	36	32	

教育課程表（平成18年度入学生～）

機械システム工学科(第4・5学年)

区分	授業科目	単位数	学年別配当		備考	
			4年	5年		
必修科目 教養科目	国語	言語表現	1	1	6単位以上選択	
	社会	国際関係論	1	1		
	保体	体育Ⅱ	1	1		
	外国語	英語Ⅳ	3	3		
		英語Ⅴ	1	1		
	小計		7	6		
	人文系	文学A	1	1		
		文学B	1	1		
		哲学	1	1		
		心理学	1	1		
		史学A	1	1		
		史学B	1	1		
選択科目	社会系	法学Ⅰ	1	1	6単位以上選択	
		法学Ⅱ	1	1		
		経済学Ⅰ	1	1		
		経済学Ⅱ	1	1		
		政治学	1	1		
	外国語	産業財産権論	1	1		
		英語特講Ⅰ	1	1		
		英語特講Ⅱ	1	1		
		英会話Ⅰ	1	1		
		英会話Ⅱ	1	1		
必修科目 専門科目	必修科目	第二外国語Ⅰ	1	1	3単位以上選択	
		第二外国語Ⅱ	1	1		
		小計		18		
		修得単位合計		18		
		13以上				
		応用数学	4	2		
		応用物理Ⅱ	1	1		
		応用物理実験	1	1		
		機械システム工学ゼミナール	1			
		熱力学	2	2		
選択科目	選択科目	熱エネルギー工学	2		3単位以上選択	
		流体力学	2	2		
		流体工学	2			
		材料力学Ⅱ	2	2		
		機械力学	2			
		機械要素	2	2		
		メカトロニクスⅠ	2	2		
		機械システム工学演習	2			
		機械設計演習	2	2		
		プログラミング応用	2	2		
修得単位合計			52以上			
修得単位合計			65以上			
一般・教養科目修得単位合計		83以上				
専門科目修得単位合計		85以上				

科目名	国語	科目 CODE 013
学年・学科等名	第1学年 全学科	担当教員 石本裕之(8050)・倉持しのぶ(8057)・ 加藤岳人(8059)
単位数・期間	4単位・通年	総時間数 120時間(含:中間試験)
教科書名	『新編国語総合』(三省堂)	
補助教材	『教科書準拠問題集』(三省堂)・『級別漢字学習』(とうほう)	
参考書	『新国語便覧』(第一学習社)・国語辞典・漢和辞典・古語辞典	

A 教育目標

国語を適切に表現し的確に理解する能力を育成し、伝え合う力を高めるとともに、思考力を伸ばし心情を豊かにし、言語感覚を磨き、言語文化に対する関心を深め、国語を尊重してその向上を図る態度を育てる。

B 概要

現代文・古文・漢文をバランスよく学習し、国語に関する基礎的な知識・読解力・鑑賞力が身につくよう授業を進める。漢字検定試験準2級以上(4年生までに2級)合格をめざす。

C 本校の教育目標との対応 1**D 学習上の留意点**

- ① 学習に有用な、しっかりしたノート作りを確實に行い、理解力・表現力の伸長に心がける。
 - ▼はじめの授業にノート作り指導をする。以後、どの教材もその仕方で各自ノート作りを行うこと。
 - ▼現代文・古文・漢文それぞれ別個の、ノートを用いること。(ファイル式は不可。)
 - ▼古文は予習として、本文書写と活用語、特に助動詞の明示を怠らないこと。
 - ▼漢文は予習として、白文と書き下し文の記入を怠らないこと。
 - ▼現代文ノートでは特に、聞き取りながらメモする作業を重視すること。
- ② 書書きを引き予習復習を行って、漢字力・語彙力を養成し、日常的な学習習慣を身につける。
 - ▼教材程度のレベルの文章を自力で読み解くことができるようになることが肝心。
 - ▼予習習慣の身に付けが、学習習慣身に付けの基礎であることを忘れないように。
 - ▼「自分で調べ、読み、書く」ことが「勉強」であると、銘記すること。
- ③ 新聞を含め広く文章に親しみ、実際に読み書きすることを心がける。具体例としてコラム写書を行うことを推奨する。
 - ▼必要な能力を身に付けるために、国語が不得意と自分で思う者ほど取り組む必要がある。
 - ▼平常点に結びつくものであるから、国語が不得意と自分で思う者ほど取り組む必要がある。

E 評価

定期試験4回(70%)、ノート・課題等平常点(30%)で評価する。漢字検定結果を加味する。

F 授業内容

授業項目	時間	内 容
ガイダンス	1	・学習意義や評価法、検定受検の意義がわかる。 ・予習・復習、授業への取り組み方がわかる。
ノート法演習	2	・ノート法の基本を身につけることができる。
漢)・漢文に親しもう ・春曉(漢詩) ・五十歩百歩(故事成語) 【訓読のしかた】	2 3 +2	・漢文に親しみ、漢字・熟語・基本的漢文の構造を理解し、訓読文を読み下すことができる。 ・訓点を付けたり、書き下し文にしたりできる。
現)・水の惑星(隨想) ・真実の鏡(隨筆)	4 4 +3	・筆者の考えを読み取りながら、自分の考えを深めることができる。
古)・古典の響き ・鳩と蟻 ・公世の二位のせうとに(徒然草) 【古文の読み方】	1 2 3 +2	・音読を通して古典のリズムを感じ取ることができる。 ・歴史的仮名遣いを理解し、古典に親しみ、現代の言葉との関連を理解することができる。
(前期中間試験)	1	
漢)・蛇足(故事成語) ・漢詩六首(漢詩) 【漢詩の表現】	3 2 +2	・漢文の訓読や訓点・書き下し文に慣れ、身近な漢文を読解することができる。 ・詩の形式を理解し、鑑賞することができる。
現)・羅生門(小説) ・コインは円形か(評論) ※草之丞の話	6 5 +3	・背景事項、人物の心理変化を的確に読み取り、小説を味読することができる。 ・論理の展開をとらえ、思考を深めることができます。 ※読書レポートをまとめることができます。
古)・阿蘇の史(今昔物語集) ・高名の木登り(徒然草) 【古語の意味と形・用言の活用他】	3 3 +2	・古文の文体に慣れ、筆者のものの見方、感じ方、考え方を理解することができる。 ・活用と活用形、係り結びを理解することができる。
(期末試験)		
漢)・鶴鳴狗盗(史記)	5 +2	・訓読や訓点・書き下し文に習熟し、表現の特色と話の展開について理解することができる。
現)・水の東西(評論) ・世界観の変貌(評論) ※猿が島	5 6 +3	・論理的な文章の構成を理解し、叙述に即して読解することができる。 ・提起された問題に対して自ら考えることができます。 ※読書レポートをまとめることができます。
古)・芥川(伊勢物語) ・さらぬ別れ(伊勢物語) 【助動詞の用法】	3 3 +2	・古文の文体に慣れ、内容を理解することができる。 ・登場人物の心情を読み取り、歌物語の特色を理解することができる。
(後期中間試験)	1	
漢)・論語のことば(論語)	5 +2	・漢文基礎知識を固め、孔子の学問に対する考え方を知り、自己の考えを深めることができます。
現)・言語は色眼鏡である(評論) ・情報と身体(評論)	5 5 +3	・筆者の認識を正確にとらえ、自らの考えを深めることができます。
古)・旅立ち(奥の細道) ・平泉(奥の細道) 【敬語】	4 3 +2	・筆者の旅への思いを味わうとともに、俳句についての基本的な事項を理解することができる。 ・敬語を理解することができます。

G 関連科目 文学、言語表現、哲学、歴史、科学全般

科目名	国語	科目 CODE 013
学年・学科等名	第2学年 全学科	担当教員 石本裕之(8050)・倉持しのぶ(8057)
単位数・期間	3単位・通年	総時間数 90時間(含:中間試験)
教科書名	『精選現代文』『新編古典』(東京書籍)	
補助教材	教科書準拠『学習課題ノート』(東京書籍)・『級別漢字学習』(とうほう)	
参考書	『シグマ新国語便覧』(文英堂) ・国語辞典・漢和辞典・古語辞典	

A 教育目標

- ① 近代以降の様々な文章を読む能力を高めるとともに、ものの見方、感じ方、考え方を深め、進んで表現し読書することによって人生を豊かにする態度を育てる。
- ② 古典としての古文と漢文を読む能力を養うとともに、ものの見方、感じ方、考え方を広くし、古典に親しむことによって人生を豊かにする態度を育てる。

B 概要

現代文・古文・漢文をバランスよく学習し、知識・読解力・鑑賞力を身につけるとともに、論理的思考力を伸ばすことができるよう、シラバスに沿って授業を進める。漢字検定試験準2級以上(4年生までに2級)合格をめざす。

C 本校の教育目標との対応 1**D 学習上の留意点**

授業内容をきちんと理解するために、毎回必ず予習をして授業に臨むこと。

- ① 学習に有用な、しっかりしたノート作りを確實に行い、理解力・表現力の伸長に心がける。
- ▼はじめの授業にノート作り指導をする。以後、どの教材もその仕方で各自ノート作りを行うこと。
 - ▼現代文・古文・漢文それぞれ別個の、ノートを用いること。(ファイル式は不可。)
 - ▼古文は予習として、本文書写と活用語、特に助動詞の明示を怠らないこと。
 - ▼漢文は予習として、白文と書き下し文の記入を怠らないこと。
 - ▼現代文ノートでは特に、聞き取りながらメモする作業を重視すること。
- ② 辞書を引き予習復習を行って、漢字力・語彙力を養成し、日常的な学習習慣を身につける。
- ▼教材程度のレベルの文章を自力で読み解くことができるようになることが肝心。
 - ▼予習習慣の身に付けが、学習習慣身に付けの基礎であることを忘れないように。
 - ▼「自分で調べ、読み、書く」ことが「勉強」であると、銘記すること。
- ③ 新聞を含め広く文章に親しみ、実際に読み書きすることを心がける。具体例としてコラム写書を行うことを推奨する。
- ▼必要な能力を身に付けるために、国語が不得意と自分で思う者ほど取り組む必要がある。
 - ▼平常点に結びつくものであるから、国語が不得意と自分で思う者ほど取り組む必要がある。

E 評価

定期試験4回(70%)、ノート・課題等平常点(30%)で評価する。漢字検定結果を加味する。

F 授業内容

授業項目	時間	内 容
ガイダンス	1	・学習意義や評価法、検定受験の意義がわかる。 ・予習・復習、授業への取り組み方がわかる。
ノート法演習	2	・ノート法の基本を身につけることができる。
現)・生命時間を生きる(隨筆) ・ミロのヴィーナス(評論)	3 6	・隨想的文章を読んで筆者の考えを読み取ることができる。 ・評論を読み、筆者の着眼に基づいた論の展開を正確につかむことができる。
古)・筒井筒(伊勢物語) ・桐壺(源氏物語)	3 2	・国語総合での学習を踏まえ的確に読み取ることができる。 ・和歌の修辞技法を習得することができる ・推・過・完等基本的な助動詞や敬語法がわかる。
漢)・知音(故事) ・鶴口牛後(十八史略)	2 3	・国語総合での学習を踏まえ的確に読み取ることができる。 ・訓点法を習得し、正確な書き下し文を書くことができる。
(前期中間試験)	1	
現)・自然へのまなざし(評論) ・言葉の宇宙(評論)	5 6	・実写の提起した問題について理解を深めることができる。 ・論理の展開に沿って読み取り、言語のはたらきについて理解することができる。
※任意の一点		※小説を鑑賞し、読書レポートをまとめることができます。
古)・馬のはなむけ(土佐日記) ・帰郷(土佐日記)	2 4	・助動詞・助詞の意味について理解を深めることができます。 ・文体に注意し、作者の心情推移を読み取ることができます。
漢)・断腸(故事) ・四面楚歌(史記)	2 3	・訓読の習得につとめ、歴史物語を通じて、人間の生き方にについて考えを深めることができます。
(前期末試験)		
現)・迷う犬(隨想) ・山月記(小説)	3 8	・自由に思考を広げていく隨筆のスタイルを理解できる。 ・虎の姿に託して描かれた人間性とは何かを考え、登場人物の心の姿を理解することができます。
古)・うつくしきもの(枕草子) ・野分のまたの日こそ(枕草子)	2 3	・日本古典の代表的隨筆に親しみ、正確に読解できる。 ・作者の観察のありさまを読み取ることができます。
漢)・侵官之害(韓非子) ・無用の用(老子) ・曳尾於塗中(莊子)	3 1 2	・句型の意味・用法を理解し、正確に解釈することができる。 ・それぞれの思想を的確にとらえることができる。 ・「諸子百家」についての基本的知識を持つことができます。
(後期中間試験)	1	
現)・ハイテク化と人間の(評論) ・平家物語(評論)	6 6	・科学評論を読んで、ハイテク化の問題点と人間存在についての考えを深めることができます。 ・文芸評論を読んで、古典の意義や現代市民社会のあり方について省察を加えることができます。
※「である」と「する」とこと		※論旨を読み取り、読書レポートをまとめることができます。
古)・若紫(源氏物語)	5	・日本古典の代表作を味わい、正確に読解できる。 ・敬語法に注目し、主語を補いながら解釈することができます。
漢)・不忍人之心(孟子) ・人之性悪(荀子)	3 2	・それぞれの思想家のものの見方、感じ方、考え方を理解し、自分の思考を深めることができます。
(学年末試験)		

G 関連科目 文学、言語表現、哲学、歴史、科学全般

科目名	国語	科目 CODE 025
学年・学科等名	第3学年 全学科	担当教員 加藤岳人(8059)・ (非常勤講師)小林さつき(8137)・ (非常勤講師)松本和雄(8137)
単位数・期間	2単位・通年	総時間数 60時間(含:中間試験)
教科書名	現代文(教育出版)	
補助教材	『教科書準拠問題集』(教育出版)・『級別漢字学習』(とうほう)	
参考書	『シグマ新国語便覧』・国語辞典	

A 教育目標

国語を適切に表現し的確に理解する能力を育成し、伝え合う力を高めるとともに、思考力を伸ばし心を豊かにし、言語感覚を磨き、言語文化に対する関心を深め、国語を尊重してその向上を図る態度を育てる。

B 概要

評論文、小説、隨想など多様な文章を読み学ぶなかで、言語感覚を養い、言語表現の幅を広げることができるよう、シラバスに記載された内容に沿って授業を進める。

C 本校の教育目標との対応 1**D 学習上の留意点**

普段から幅広い読書をすることは国語の能力を高めるために不可欠である。辞書を引く習慣を身につけて、授業に臨むに当たっては、漢字や語彙等に関する下調べをすること。通常の学習には、特に次の事項に留意すること。

- ①主題や要旨を叙述に即して的確に捉えること。
- ②文章の構成や展開に注意して、書き手の考え方の進め方を捉えること。
- ③文章や話の内容を要約したり、詳述したりできること。
- ④文章を読んでものの見方、考え方、感じ方を広くし、人間・社会・自然などについて考えを深めること。
- ⑤表現上の特色、文体の特徴に注意しながら、文章の読み解き、鑑賞を深めること。あわせて、漢字検定合格にむけて取り組むこと。

E 評価方法

定期試験4回(70%)、小テスト・小作文等課題(20%)、ノート(10%)、漢検結果を加味する。

F 授業内容

授業項目	時間	内 容
ガイダンス	1	取り組み方・評価法を理解し、自ら学ぶことができる。
小説とは何か(評論)	6	文学の本質にかかる評論を読むことで、文学作品に内在する力や魅力について学ぶことができる。
文学のふるさと(評論)	8	論の展開にそって、筆者が「文学のふるさと」をどのようなものとしてとらえているかを理解することができる。
(前期中間試験)	1	

授業項目	時間	内 容
空缶(小説) ※捷の門(小説)	8	現代小説を読むことでテーマを読み取る力の向上を図り、そこに内在する課題について考えることができる。 ※ 読書レポートをまとめることができる。
人と「もの」とをめぐる精神分析(表現)	6	意見文の基本的な書き方を学び、意見文を書くことができる。
(前期末試験)		
記録すること、表現すること(評論)	8	評論の読解力を養い、考え方を深めることができる。
言葉が通じない、ということ(評論)	7	筆者の主張を正確にとらえ、コミュニケーションについて根本的に考えることができる。
(後期中間試験)		
こころ(小説)	14	登場人物の心理変化を正確に読み取り、自分も含めた生き方について感想文を書くことができる。
(学年末試験)		

G 関連科目 文学、哲学、歴史、科学全般

科目名	言語表現		JABEE 科目	科目 CODE 044
学年・学科等名	第4学年 全学科	担当教員	倉持しのぶ(8057)・加藤岳人(8059)・(非常勤講師)片山礼子(8137)	
単位数・期間	1 単位・前期	総時間数	45 時間(含:自学自習・中間試験)	
教科書名	キャリアアップ国語表現法(嵯峨野書院)			
補助教材	新聞コラム(主要各紙)、適宜の資料。			
参考書	文検3級徹底解明(日本語文章能力検定協会)			

A 教育目標

日本語を使って思考しコミュニケーションする能力は、ものを考え、伝え合い、よりよく生きるために必要な能力であることを銘記し、文章および言語行動に関する理論的能力を養い、日本語の運用能力の向上を図る。具体例としては、漢字検定試験2級程度の力の養成、日本語文章能力検定試験(3級以上)合格を目指とする。

B 概要

問題集の演習を通じて漢字の書き取りや読み方を正しく身につけるとともに、履歴書の作成法や手紙の書き方、敬語表現など、実社会で役立つ日本語技術を習得する。

C 本校の教育目標及び「環境・生産システム工学」教育プログラムによる学習・教育目標との対応

本校の教育目標	教育プログラム科目区分	学習・教育目標との対応(JABEE 基準:a, b, f)				
1	一般基礎科目 人文系・社会系	B-1 (10%)	C-1 (90%)			

D 学習上の留意点

日本語の運用能力は、各自が実際に運用してゆく中でしか養われない。所定の表現作業に真剣に取り組むと同時に、ふだんから新聞コラムなどを利用した読み書きを実地に行うこと。

E 評価方法

定期試験2回(60%)、提出課題の評価(40%)

日本漢字能力検定2级以上の合格者には申請により言語表現の単位を認定する。また、評価に当たっては検定の評価を60%、言語表現での評価を40%として総合的に評価する。

F 授業内容 講義:30時間、自学自習15時間 総時間数45時間

授業項目	時間	内 容	教育プログラム
ガイダンス	1	授業への取り組み方、文検概要について理解できる。	B-1、 C-1
履歴書・面接の表現 (17~18課、29課)	5	・履歴書・エントリーシートなどの実用的な文書の作成ができる。 ・面接での適切な応対ができる。	B-1、 C-1
実用的な文書の作成 (15~16課、19~20課)	8	・一般的な手紙や案内状などを書くことができる。 ・ビジネス文書の作成ができる。	B-1、 C-1
(前期中間試験)	1		

授業項目	時間	内 容	教 育 プログラム
文のしくみから文章作成へ (14 課、9~10 課、13 課、 21~22 課)	7	・原稿用紙を正しく使用できる。 ・文のしくみを理解し、基本的な文章構成を用いて文章を書くことができる。	B-1 , C-1
応対時の表現 (24~27 課)	7	・待遇表現、口答対応等を理解し、運用することができる。	B-1 , C-1
(前期期末試験)			
◆自学自習 ・課題によるレポート ・定期試験・小テストの準備	15		

G 関連科目 文学、国語、科学全般

国語ガイダンス資料

*このプリントは現代文のノートの裏表紙に貼り付けるトピ

- 1 高専で国語の勉強をする意義**
- ・国語は全ての科目の基礎である。
 - ・国語の力がないと、他教科を学習する上でも支障となる。
 - ・正しい日本語を話し、書く力は将来必要となる。
 - ・就職後、様々な場面で必要となる国語の力を日頃から養うようにする。
 - ・高等學校卒業と同等以上の学力を持つことが必要である。
 - ・高専卒業にふさわしい知識と教養を身につけるよう心がける。
- 2 国語の勉強をするにあたっての心構え**
- ・中学校までの違いをきちんと認識する。
 - ・授質・量ともに増大→日頃から家庭学習の習慣をつけることが大切である。
 - ・授業の内容をより深く理解するためのノート作りを実践する。＊別紙参照
 - ・予習の段階から効率的なノート作りを実践し、復習や試験勉強にも役立てる。
 - ・シラバスを常備し、授業進度や試験範囲を確認する。
 - 年度始めに配布するシラバス（コピー）を現代文のノートの表紙裏に貼り付け、いつでも見られるようにしておく。
- 3 復習のしかた**
- ・ノートを見ながら授業での説明を思い出し、重要な点を確認してポイントをまとめめる。
 - ・漢字の書き取りや言葉の意味を繰り返し学習して覚え、内容を理解する。
〔現代文〕
 - ・教科書を見ながら品詞分解・口語訳ができるようとする。
〔古文〕
 - ・ノートの白文を見ながら訓読・口語訳ができるようとする。
〔漢文〕
 - ・教科書準拠問題集を解いて、内容をきちんと理解できているかどうか確認する。
- 4 漢字検定を受ける意義**
- ・漢検（日本漢字能力検定）＝文部科学省によって認定された「技能検定」
本校では4年生で履修する「言語表現」に「漢字検定2級以上の合格者には申請により言語表現の単位を認定する」という規定があり、漢検資格の取得をしておくことが望ましい（1年生で3級、2年生で最低でも準2級）。
 - ・成績評価に際しても、漢検の結果を加味する。
 - ・漢検の受験
本校では年2回（例年六月・十一月あたり）に準会場として受験できる（2級まで可、それ以上の級は本会場でのみ受験可）ので、その機会を積極的に利用すること。
(例年延べ百八十人前後が受験、平成十二年度団体表彰)
- 5 評価・評定**
- ・成績評価の方法：シラバスに記載
年4回の定期試験の結果が大きな割合を占める
 - ・定期試験で平均して60点以上取るようにする
 - ・以下に関しては、「平常点」として適宜評価に反映する。
 - ①自主課題として新聞コラムの書写をした場合
 - ②長期休みを利用して読書感想文などを提出した場合
 - ③授業で扱わない教材（古文・漢文）のノートを作成し、自学自習した場合
 - ④その年度内に受けた漢字検定の受験結果
 - ・仮進級は翌年度の負担を増やすことになるので、余裕をもつて進級するよう心がける。
- (成績評価の方法)
- | 学年 | 年末評価 | 平常点（ノート・課題） | | 前期中間試験 | 前期期末試験 |
|----|------|-------------|--------|--------|--------|
| | | 学年木試験 | 後期中間試験 | | |
| | | | | | |

平成19年3月

新1年生の皆さんへ

旭川高専 国語担当教員一同

4月に旭川高専に入学を予定されている皆さん、合格おめでとうございます。入試の関門を通り、ご家族ともども喜びをかみしめつつ、今後の夢を大きく描いていらっしゃいます。

皆さんは義務教育の課程をまもなく修了され、本校入学とともにようやく本格的な学問の入り口に立つことになります。今描いている夢をより確かなものにし、そして実現するために、自分の能力をさらに磨いてください。皆さんにとって日々の学習が、夢を現実に近づけるための作業となります。一歩一歩着実に進んでいきましょう。

高専5か年の課程を終えると準学士の称号が与えられます。就職した数年後には、部署のリーダーになることも期待されているのです。在学中はもちろんのこと、就職後も数々の書類作成や人々との対話が必要となります。幅広い教養も求められることでしょう。そして、こうした力を身につけることは職場や社会のためであるばかりか、何より自分の人生の宝になるのです。

夢を現実に近づけるための作業、と言いましたが、その手始めとなるのが中学時代の復習です。本校1～3年生の国語では高等学校用の教科書を使って授業を進めますので、行うべき学習手順がこれまでに比べて急に大きく変わるということはありません。しかし、教科書教材は中学のものより、現代文でも表現や内容が難しくなり、古文や漢文の分量はかなり増えるため、予復習を含めた学習量がこれまでと同じでいいことにならないのは言うまでもありません。授業も当然、中学までに学んだことが十分身についていることを前提に進みます。

ここに、国語学習の入門ワークを同封します。最低限の復習ワークです。しっかりと取り組み、正確に採点し、復習してください。このワークは、国語の最初の時間に、「組・番号・名前」を記入してから担当の先生に提出してください。また、この案内の紙も当日持参するようにしてください。なお、国語の授業で使用しますので、ノート（ルーズリーフは不可）を4冊と、授業で配布するプリント（30枚程度）を保管するためのA4サイズのクリアファイルを用意し、これらも国語の最初の時間に忘れずに持参してください。国語はすべての学問の基礎になりますから、春からもしっかりと学習しましょう。

それでは、晴れ晴れと元気に入學式を迎えてください。

平成19年度 国語（1年） 1単位の授業展開予定

	授業内容	使用テキスト(教科書以外)	備 考
1	ガイダンス 国語辞典の引き方	プリント・国語辞典	
2	漢和辞典の引き方	プリント・漢和辞典	
3	訓読の練習	プリント・準拠問題集	
4	漢検について	プリント・級別漢字学習・国語辞典	漢検(6月初)
5	古語辞典の引き方	プリント・古語辞典	
6	古文 かなづかい・品詞分解	準拠問題集・古語辞典・古文ノート	
7	古文 品詞分解	準拠問題集・古語辞典・古文ノート	
(前 期 中 間 試 験)			
8	問題演習	級別漢字学習・漢和辞典	
9	漢文 漢詩の暗誦	便覧・準拠問題集	
10	原稿用紙の使い方	便覧	夏休み課題に向けて
11	漢字小テスト①・問題演習	級別漢字学習・漢和辞典	
12	古文 動詞の活用	準拠問題集・古語辞典	
13	古文 動詞の活用	準拠問題集・古語辞典	
14	古文 形容詞・形容動詞	準拠問題集・古語辞典	
(前 期 末 試 験)			
15	漢文 訓読の復習	プリント・準拠問題集	
16	漢文 訓読の復習	プリント・準拠問題集	
17	問題演習	級別漢字学習・漢和辞典	漢検(10月末～11月初)
18	問題演習	級別漢字学習・漢和辞典	授業時間数によって削除
19	漢字小テスト②・問題演習	級別漢字学習・漢和辞典	
20	古文復習	プリント・古語辞典	
21	古文 助動詞	プリント・古語辞典	
22	古文 助動詞	プリント・古語辞典	
(後 期 中 間 試 験)			
23	問題演習	級別漢字学習・漢和辞典	
23	故事成語	便覧・漢和辞典	
24	漢文小テスト(訓読・故事成語)	便覧・漢和辞典	訓読は配布プリントから
25	古文 助詞	プリント・古語辞典・便覧	
26	古文 敬語	プリント・古語辞典・便覧	
27	古文 修辞法	プリント・古語辞典・便覧	
28	古文 口語訳	プリント・古語辞典	
(学 年 末 試 験)			

* 原則として毎時間教科書・作業用ノート・クリアファイルを用意

古文〈助動詞〉①

1 次の助動詞の活用表を完成せよ。

2 次の各傍線部の助動詞の意味と文中での活用形を記せ。

- ① おのれの遊ぶことありけるに ()

② 抜かんとするに ()

③ 伝へたる教えもなし ()

④ 涙のつと出で来てぬ、いとはしたなし。 ()

⑤ 思ひにそよらぞりつか。 ()

⑥ 達はでやみにし憂さを思ひ。 ()

⑦ 水練の見物やあるべれ。 ()

⑧ 片雲の風にそそはれて、 ()

⑨ 行きかふ年もまた旅人なり。 ()

⑩ しばらく千歳の記念とはなれい。 ()

⑪ 雪のおもしろう降りたりし朝、 ()

一年国語 漢文・故事成語小テスト

一年 番 氏名

/20

1 次の□の中に、読む順を数字で書き入れなさい。

- ① = = = = = 。 ② = = = = = = = = = 。
- ③ = = = = = 。 ④ = = = = = = = = = 。

2 □の中の数字にしたがつて返り点をつけなさい。

- ① ⑥ 1 4 2 3 5 。 ② ⑤ 4 2 1 3 。
- ③ ⑥ 1 5 4 2 3 。 ④ ⑤ 1 2 4 3 。

3 書き下し文に直しなさい。

① 不能愛人。

② 朝聞道、タ死可矣。

4 次の書き下し文を白文に直しなさい。

① 父、子を火中より救ふ。 。

5 書き下し文を参考にして次の白文に返り点と送りがなをつけなさい。

不為兒孫買美田。 (兒孫の為に美田を買はず。)

6 次の説明に当てはまる故事成語をそれぞれ記号で答えなさい。

- | | |
|----------------------|----------------------|
| ① 似たりよつたりで大差がない。 | ② 無用の心配。取り越し苦労。 |
| ③ 不要な力添えをして、かえって害する。 | ④ つじつまが合わない。 |
| ⑤ 余計なつけたし。 | ⑥ 苦学し、熱心に学んだ成果。 |
| ⑦ 疑わぬやうい言動は避けた方がいい。 | ⑧ どんなことでも自分を磨く助けになる。 |

ア 列頃の交わり

イ 推敲

ウ 四面楚歌

オ 蟻雪の功

カ 杞憂

キ 虎の威を借る狐

ク 李下に冠を正さず

ケ 蛇足

コ 他山の石

サ 五十歩百歩

シ 矛盾

ス 助長

セ 白眉

一年国語 品詞分解・現代語訳

1 次の文を品詞分解し、それぞれ右に品詞名を記し、助動詞は左に意味も記せ。

- ① 女 の え 得 ま じ か り け る を
- ② 一 口 に 食 ひ て け り 。
- ③ 見 れ ば 率 て 来 し 女 も な し 。
- ④ は る ば る 来 ぬ る 旅 を し ぞ 思 ふ
- ⑤ 五 月 の つ づ も り に 雪 い と 白 う 降 れ り 。
- ⑥ 思 ひ や れ ば 限 り な く 遠 く も 来 に け る か な
- ⑦ 白 き 鳥 の 嘴 と 脚 と 赤 き 、 鳴 の 大 き さ な る、

2 次の各文を傳統部に注意して現代語訳せよ。

- ① 女のえ得まじかりけるを

()

- ② 鬼ある所とも知らず

()

- ③ 捷やくじともじつ鳴り、

()

- ④ はや夜も明けぬと暁ひのひる たり たる 月
()
- ⑤ 露と落くて消えだすし やのを
()
- ⑥ 京にはあらじ
()
- ⑦ 道知れる人もなして
()
- ⑧ かかる道はいかでか じまとる
()
- ⑨ 夢にか人にあはぬ なり けり
()
- ⑩ 限りなく遙くも来にける かな
()
- ⑪ はや舟に乗れ。日も暮れぬ。
()
- ⑫ 京に思ふ人むれいしむゆめ。
()
- ⑬ 白も鳥の嘴と脚と赤も、黒の大わらわ。
()
- ⑭ こやまにまづせん
()

旭川高専における数学入試成績と入学後の成績の相関について —平成 16～18 年度の場合—

近 藤 真 一*

Correlation between the Scores in the Mathematics Entrance Examination and
the Grades after Admission at Asahikawa National College of Technology
—Case Study 2004 – 2006—

Shinichi KONDO

Abstract

The author studied whether there was any relationship between the scores in the mathematics entrance examination and the year-end grades in mathematics at Asahikawa National College of Technology ten years ago. As the environment which surrounds new students has changed in the last 10 years, the same relationship was again studied – this time for applicants between 2004 and 2006.

Both the past data and the more recent data showed a weak relationship between entrance examination scores and year-end grades. However there was a strong relationship between midterm scores and year-end grades. The author also reports that students who entered via the recommendation system were better than the students who took the entrance examination.

1. はじめに

高専において、数学は専門科目の基礎となる重要な科目である。しかし、以前から、高専における低学年（1～3 年）での留年・退学者が多い原因の 1 つに数学についていけないことが報告されていて¹⁾、現在もその傾向は変わっていないと思われる。そこで、数学成績の推移を調査することは、各年度の学力や入試制度のあり方を検討する上で重要である。

著者は、以前、H7～H9 年度の旭川高専入学者を例にとり、数学の入試成績とその 1 年後の成績の推移を調べ、入試における数学足きり点の妥当性や推薦入学者の数学成績比較について報告した²⁾。その後、中学校では、H14 年度から完全 5 日制における新学習指導要領に基づき数学の学習項目、および学習時間が減少し、内申点の絶対評価もスタートした。これに対応するために、他高専と同様に旭川高専でも、低学年（1, 2 年）の数学単位数の見直し、学習項目の移動・精選、入試における

* 一般理数科教授

(平成 19 年 11 月 2 日受理)

る傾斜配分の導入などを行なってきた。

以上のように、ここ 10 年間で高専入学者における内外の大きな変化があった。そこで、最近（H16～H18 年度）の数学入試成績とその後の成績の推移を再調査し、10 年前と比較したので報告する。

2. 高専入学者を取り巻く 10 年間の変化

2.1 中学校における変化

H14 年度から、中学校でも完全 5 日制が導入され、それに伴う新学習指導要領に基づき、数学の授業時間や学習内容が大幅に減少された。授業時間数では約 30% 減、高校へ移行される学習項目は、一次不等式、二次方程式の解の公式、有理数・無理数の用語、球の体積・表面積などである。

また、内申点として相対評価を廃止し、学習目標に対する絶対評価が開始された。したがって、学校によって内申点の平均値や分散に大きな差が出ることもあり、高校入試や高専入試における内申点と学力点の配分等が問題となった。

2.2 旭川高専における変化

中学校 3 年間をこの新学習指導要領のもとで学習し、高専へ入学してきたのは H17 年度の入学生からであるが、各高専でもこの新学習指導要領に対応し、低学年における数学単位数や学習内容の見直しが行なわれた。旭川高専の数学における変更内容を以下に示す。

(1) 第 1 学年単位数：(H15～)

数学 I 通年 4 単位、数学 II 通年 2 単位 → 数学 IA 前期 3 単位、数学 IB 後期 3 単位

(2) 第 2 学年単位数：(H18～)

数学 IIA 通年 2 単位、数学 IIB 通年 3 単位 → 数学 IIA 通年 3 単位、数学 IIB 通年 3 単位

(3) 第 1 学年教科書：(H18～)

高専向け教科書 → 文部科学省検定済の高校向け教科書

(4) 科目評価合格点：(H16～)

50 点 → 60 点

(1)は、従来は数学 I と数学 II の別な内容を並行して学習していたが、第 1 学年は数学一科目として連続的に学んだ方が理解し易いと判断したためである。また、前期と後期で評価を分割することにより、前期不合格者を後期で補習し、学年末に再評価することができる。

(2)は、中学校から移行された内容等で第 1 学年の学習内容が増加したため、従来の第 1 学年の学習内容を一部第 2 学年に移行したことにより、第 2 学年単位数を 1 単位増加した。

(3)は、中学校での数学学習時間数が減少している中、高専向け教科書が難しいと感じる学生もあり、説明の記述や問題の難易度が適當と思われる高校向け教科書に変更した³⁾。

(4)は、JABEE 対応のため、全学年合格規準が変更されたためである。しかし、試験の成績だけで大

半の学生を 60 点以上にすることは困難もあり、数学では H18 年度から評価における学習への取り組みを 20% → 30% に変更した。

また、入試において、理数系の強い学生を望むことと、中学校の内申絶対評価への対応として、H18 年度から入試学力点と内申点の数学・理科・英語に対する傾斜配分を採用し、学力点：内申点の配分も 1:1 → 4:1 に変更した。

以上のように、H14～18 年度にかけて、高専入学者における内外の大きな変化があった。そこで、最近（H16～18 年度）の数学入試成績とその後の成績推移、および相関を調査し、以前調査した H9 年度と比較検討した。

3. 数学入試成績と入学後の成績の推移

H9 年度、および H16～18 年度に旭川高専に入学した学生について、数学の入学試験、実力試験（4 月実施）、前期中間試験（6 月実施）、第 1 学年末評価の平均点を表 1 に示す。

表 1 各年度の平均点 (() 内は推薦入学者の平均点)

年度	学力入学者数(推薦)	入学試験	実力試験	前期中間試験	学年末評価
H9	111 (57)	45.4 (-)	71.0 (72.5)	72.7 (79.1)	68.2 (77.8)
H16	107 (62)	55.2 (-)	68.3 (69.7)	67.7 (73.0)	67.2 (70.6)
H17	104 (66)	53.1 (-)	74.9 (78.4)	75.5 (84.1)	73.5 (81.5)
H18	119 (64)	58.1 (-)	71.2 (72.1)	78.5 (83.5)	70.9 (77.3)

以前（約 10 年前）の高専入試における数学の問題は難問が多く、旭川高専の学力試験入学者の平均点が 50 点以下のことが多かった。最近は難問が少なくなったこともあり、H16～18 年度の学力入学者の数学平均点は以前より約 10 点高くなっている。これは、全国平均点も同様の傾向があり、入試問題が見直されたためと思われる。

実力試験は、4 月の入学当初、中学校の内容に関して全入学者に対し実施しているものである。H16～18 年度は同じ問題を使用しているが、H9 年度は別な問題を使用していた。H16～18 年度の実力試験の平均点に差があることから、中学校で学んだ数学の学力平均が年度によって 6～7 点の差があると考えられる。前期中間試験は、6 月中旬に実施された数学 IA の素点の平均点である。学年末評価は、数学 IB 後期の評価点の平均点である。ただし、H9 年度は、数学 I、数学 II 通年の評価の平均点である。

表 1 の学力入学者と推薦入学者の平均点を比較して、各年度、各試験どれも推薦入学者の方の平均点が高い。特に実力試験で僅差の年度（H16, H18）でも、学年末ではかなりの差が開く。これは 10 年前も同じ傾向にあり、推薦入学者の方が平均的には成績がのびると言える。したがって、今後も推薦入学者の定員を増すことは、高専入学者の学力を向上する上で有効であると考えられる。

4. 数学入試成績と入学後の成績の相関

H9 年度の前回調査時の結果では、入学試験と学年末評価の相関は弱く、前期中間試験と学年末評価の相関が最も強かった。その要因としては、入試問題と入学後の問題に差があることと、入学後の 2~3 ヶ月で高専での勉強に対する取り組み方がほぼ決まってしまうためと考えられた。

最近（H16~18 年度）においてもこの傾向は変わっていないか再調査した。H9 年度、および H16~18 年度の数学入試成績と実力試験、前期中間試験、学年末評価との相関係数を表 2 に示す。また、各年度の相関図を図 1.1~4.4 に示す。各図において、推薦入学者の点数は、便宜上、入学試験 0 点の位置にプロットした。

表 2 各年度の相関係数

年度	入試・実力	入試・前期中間	入試・学年末	前期中間・学年末
H9	0.16	0.20	0.24	0.80
H16	0.38	0.19	0.16	0.70
H17	0.44	0.43	0.34	0.70
H18	0.43	0.41	0.32	0.67

表 2 より、入試・実力、入試・前期中間、入試・学年末の相関係数について、H9 年度より H16~18 年度の方がやや高い値となっている。その要因の一つとしては、最近の数学入試の平均点が上がったことが考えられる。しかし、各年度とも入試・実力、入試・前期中間、入試・学年末の相関はそれほど強い相関があるとは言えない。一方、前期中間・学年末については、前回調査時と同様に相関が最も強い。したがって、最近においても、入学後の 2~3 ヶ月で数学の成績がほぼ決まってしまう傾向に変わりはない。ただし、前期中間・学年末の相関係数において H9 年度より H16~18 年度の方が 0.1 ほど下がっているが、この原因としては、H9 年度の学年末評価は前期中間を含んだものであり、H16~18 年度は前期中間を含まない後期だけの評価であるためと考えられる。

以上のこととは、図 1.1~4.4 の各年度の相関図からもその傾向が分る。また、図 1.3, 2.3, 3.3, 4.3 の入試・学年末の相関図において、丸印で囲んだ入試で 30 点前後のかなり低い数学成績で入学した学生の半数以上が、学年末評価で平均点相等かそれ以上となっている。このことから、前回と同様に数学の足切り点をあまり高く設定すべきでないということがいえる。

平成9年度第1学年の数学成績の相関図 (() 内は相関係数)

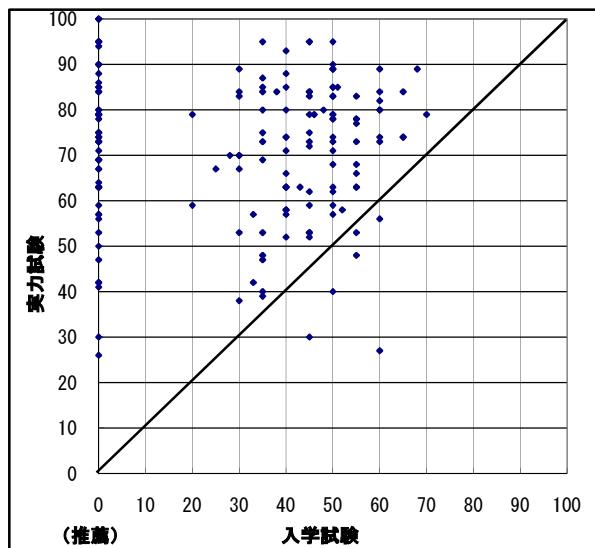


図 1.1 入試・実力試験の相関 (0.16)

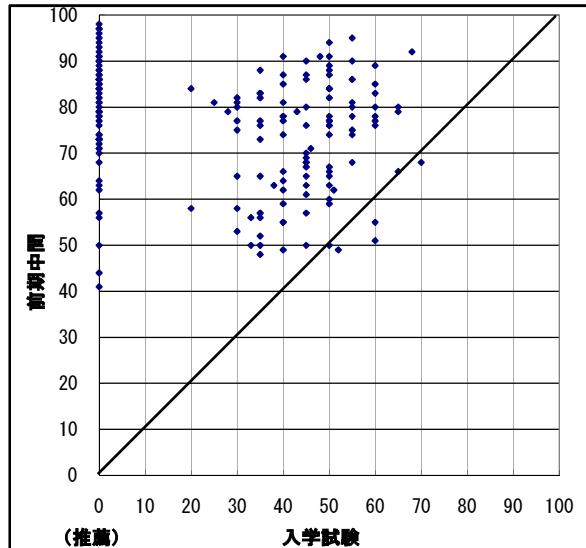


図 1.2 入試・前期中間の相関 (0.20)

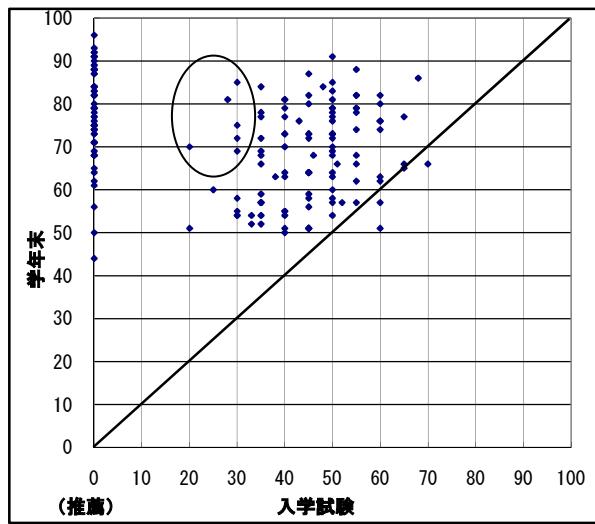


図 1.3 入試・学年末の相関 (0.24)

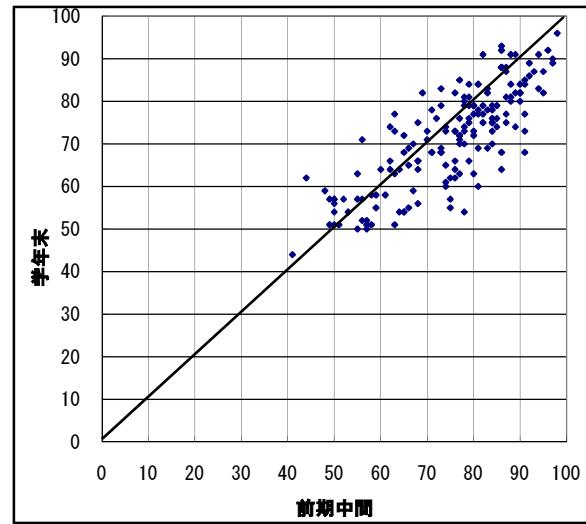


図 1.4 前期中間・学年末の相関 (0.80)

平成 16 年度第 1 学年の数学成績の相関図 (() 内は相関係数)

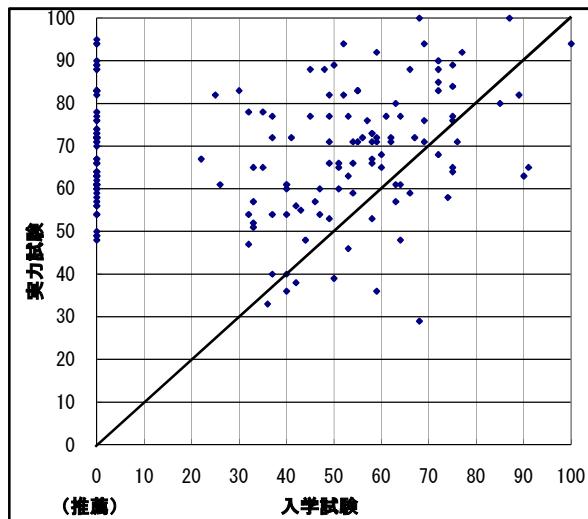


図 2.1 入試・実力試験の相関 (0.38)

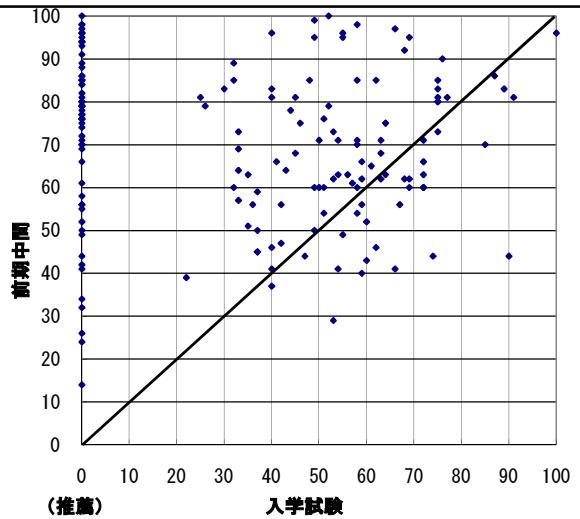


図 2.2 入試・前期中間の相関 (0.19)

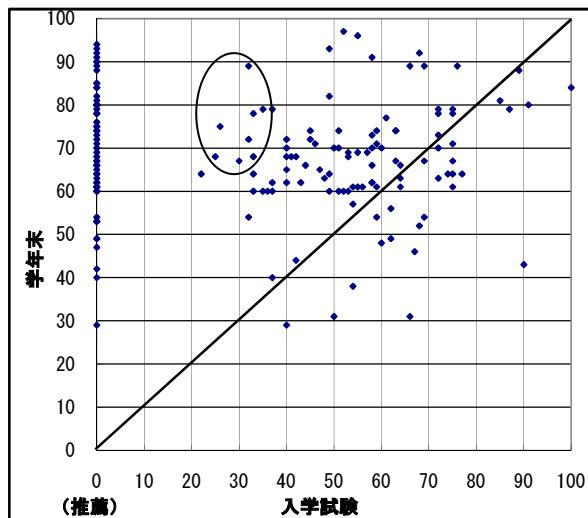


図 2.3 入試・学年末の相関 (0.16)

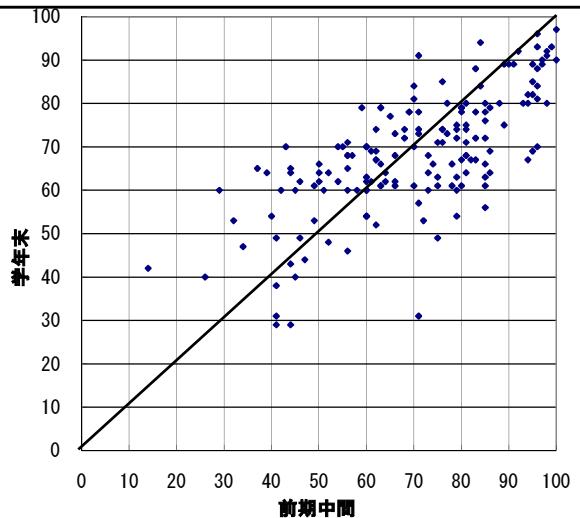


図 2.4 前期中間・学年末の相関 (0.70)

平成 17 年度第 1 学年の数学成績の相関図 (() 内は相関係数)

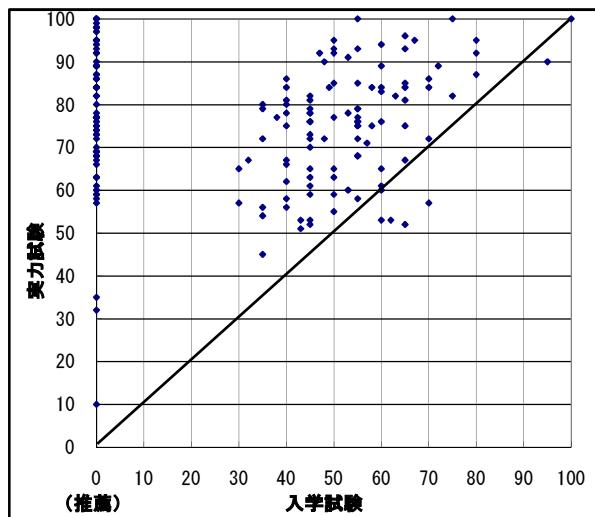


図 3.1 入試・実力試験の相関 (0.44)

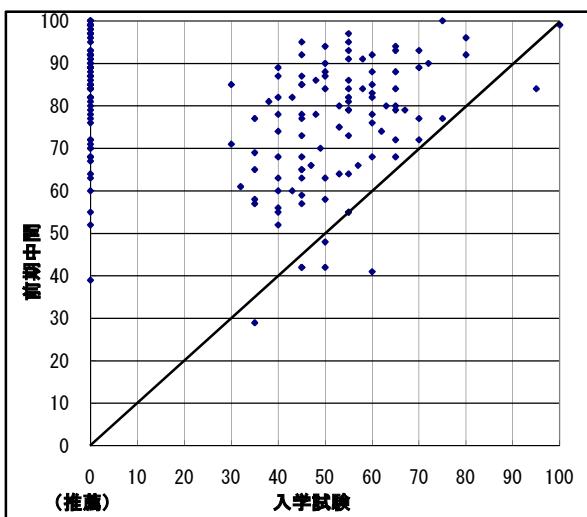


図 3.2 入試・前期中間の相関 (0.43)

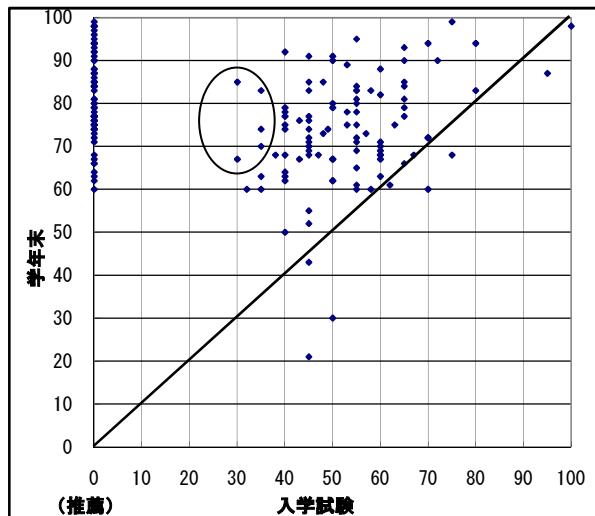


図 3.3 入試・学年末の相関 (0.34)

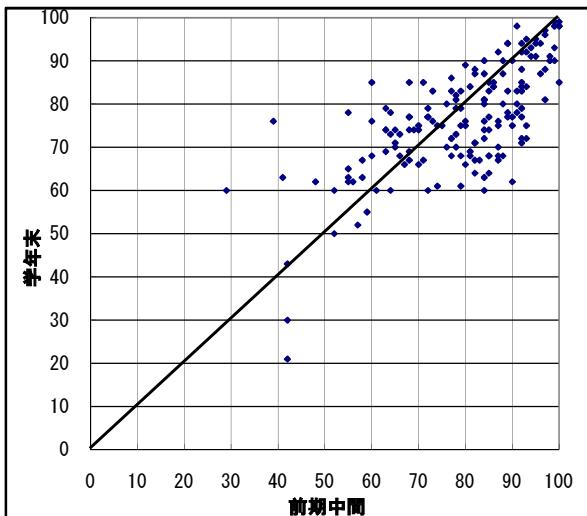


図 3.4 前期中間・学年末の相関 (0.70)

平成 18 年度第 1 学年の数学成績の相関図 (() 内は相関係数)

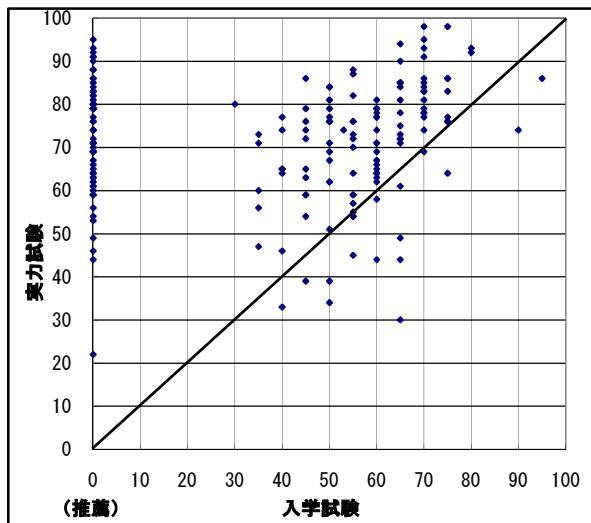


図 4.1 入試・実力試験の相関 (0.43)

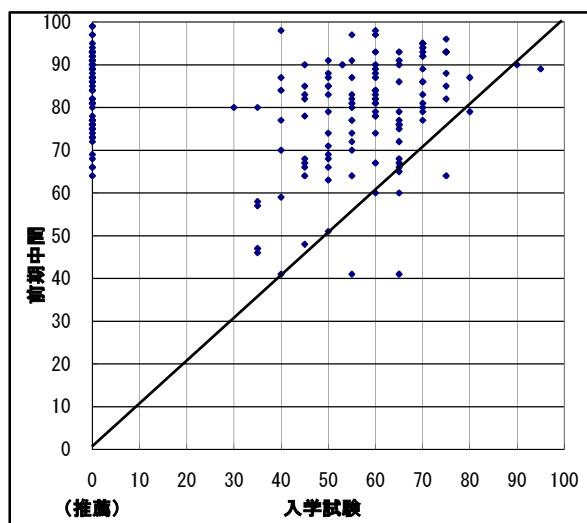


図 4.2 入試・前期中間の相関 (0.41)

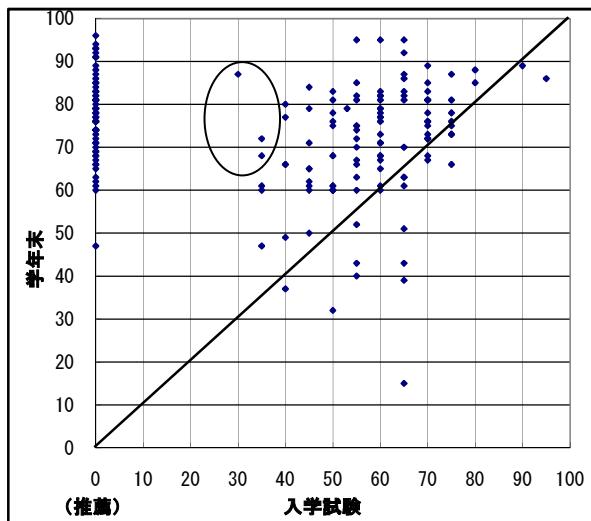


図 4.3 入試・学年末の相関 (0.32)

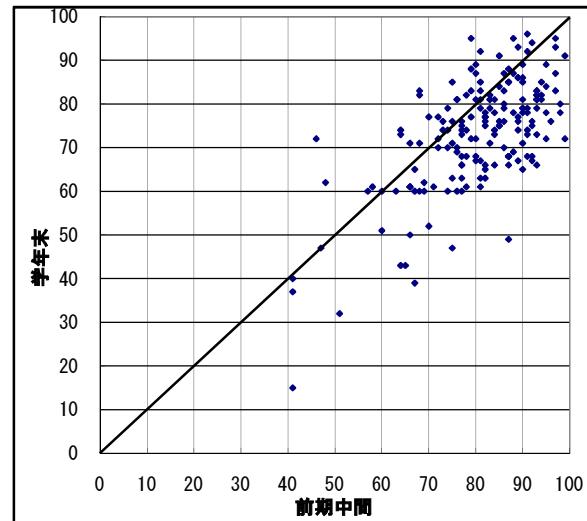


図 4.4 前期中間・学年末の相関 (0.67)

5. おわりに

H16～18 年度に旭川高専に入学した学生について、数学入試成績とその後の成績の推移を調査し、H 9 年度と比較した。その結果、入試成績とその後の成績の相関係数の値はやや変化しているものの、入試と学年末成績の相関は弱く、前期中間試験と学年末成績の相関が強いという傾向は変わっていない。したがって、今回の調査からも前回と同様に以下のことがいえる。

- (1) 入学後の 2～3 ヶ月で数学の成績がほぼ決まってしまうと考えられ、早期のうちに高専での学習への取り組み方を身につけることが重要である。

- (2) 学力入学者と推薦入学者の比較から、各試験の平均点、および1年間での成績向上について推薦入学者の方が平均的に高い。したがって、推薦入学者の定員を増加することは高専入学者の学力向上の点からも有効である。
- (3) 入試の数学成績がかなり低い学生の中に学年末評価で平均点以上となる学生もかなりいることから、数学の足切り点を設定する場合は注意が必要である。

今後、さらに長期間のデータ、および他高専のデータ等も調査し、入試制度の改善や数学成績の向上に役立て行きたい。

参考文献

- 1) 高橋順一：“旭川高専における中途退学者の状況調査” 旭川高専研究報文、第34号：181-197(1997)
- 2) 近藤真一：“旭川高専における数学入試成績とその後の成績推移” 第36号：101-105(1999)
- 3) 長岡耕一：“高専低学年の数学の教科書について—高校数学の教科書使用：初年度の報告—” 日本数学教育学会誌、第89号：417(2007)

工業系基礎科目における数学の実例集III —土木系の科目—

長 岡 耕 一*

An Analysis of the Contents of Basic Mathematics in the Industrial System - III
—The Civil Engineering System—

Kouichi NAGAOKA

Abstract

The author carried out research on the content of the mathematics used in the Industrial System in 2001 and 2003. Textbooks used in the Mechanics Course, Electric Course, Information Course and Chemistry Course were investigated and compared with the mathematics in textbooks used in regular high schools.

This paper also examines the study of civil engineering in high schools.

1. はじめに

筆者は、平成13年度および平成15年度に、『工業系科目において用いられる数学の内容に関する調査研究』を行なった。対象にしたのは「高等学校の工業系科目的教科書」である。高専は高等教育機関ではあるが、入学してくる学生の年令は高等学校に入学する年令と同じであることを考えると、高専の低学年と同年代である高等学校の教科書に学ぶこともあるのではないかと考えた。

これらの調査研究を始めるにあたって、平成13年度に、高等学校の工業系科目の（文部省検定済）教科書のうち、

機械系、電気・電子・通信系、情報系、建築系、土木系、化学系に関する教科書をすべて購入した（平成13年度の本校「校長裁量経費」による）。まずは本校の専門4学科に關係する系を、2つの年度に分けて調査研究を行なった。その結果は、

平成13年度は『工業系基礎科目における数学実例集I（機械・電気系）』

平成15年度は『工業系基礎科目における数学実例集II（電子・情報・化学系）』としてまとめ冊子にしてある。

諸般の事情で、本校の専門学科にはない「建築系」と「土木系」の科目的教科書については調査を

* 一般理数科教授

(平成19年11月2日受理)

行なっていなかったので、本年度（平成 19 年度）に調査を行なった。本稿はその結果を「数学実例集 III」としてまとめたものである。なお、まとめ方は、以前の 2 回の実例集の体裁に従った。

2. 調査研究の目的について

まず、このような「数学実例集」を作成する目的について、以前に作成した実例集の「はしがき」で次のように述べた。

- ・この調査・研究は、工業高専の数学担当教官（特に 3 年生以下を担当している教官）が、工業の専門科目の中で数学がどのように用いられているかを知ることを目的とするものである。
- ・工業高専の数学の授業を考えたとき、私は数学担当の教官といえども、
工学に関連した数学の例を知っていて、必要に応じてそれらの例を提示できる
ことが必要であろうと考えており、高専の数学の教官として、専門科目の中でどのように数学が用いられているかを知っておくことは必要であると考える。
- ・専門科目に関するある程度の基礎的な知識をもった上で授業に臨み、その項目に関して「専門科目との関連をちょっと紹介すると…」と言える機会をもてるといいと考えるものである。

今回調査した土木系（および建築系）の科目は本校の専門学科にはないのであるが、高校の教科書を見てみるとかなりの数学的な事柄を必要とされていることが分かった。本稿ではそれらを紹介するものである。なお、建築系の科目の教科書を見てみると、扱われている数学は主として「構造力学」に関するものが多く、これは以前調査した機械系の科目（「機械設計」）の内容と重なるので、建築系については省略することとした。

3. 土木系の科目における数学の概要

現在、高等学校学習指導要領の工業の専門教育に関する科目のうち、土木系の学科の科目として、「測量」「土木施工」「土木基礎力学」「土木構造設計」「社会基礎工学」がある。筆者が平成 13 年度に「工業系科目において用いられる数学の内容に関する調査研究」を行なった当時の学習指導要領では、

「測量」「土木施工」「土木設計」「水理」「土質力学」「土木計画」「地質工学」が土木系の科目であった。平成 13 年度に購入した土木系の科目の教科書（実教出版）は「土木製図」「測量 1」「測量 2」「土木施工」「土木設計 1」「土木設計 2」「水理」「土質力学」「土木計画」であり、今回は、これらの教科書について数学の使われ方を調査した。

これらの教科書を調査した結果、「土木製図」「土木施工」には特記すべき数学的な事項は見当たら

なかった。また、「土木設計 1」「土木設計 2」の内容は、構造物に作用する力に関するものであり、平成 13 年度に調査した「機械設計」と重なる部分が多いため、割愛した。

なお、「土木設計 1」の内容は、

- | | | | |
|---------|------------|----------|-----------|
| 1 力の釣合い | 2 静定梁 I | 3 静定梁 II | 4 部材断面の性質 |
| 5 材料の強さ | 6 梁の応力と設計 | 7 柱 | 8 トラス |
| 9 梁のたわみ | 10 簡単な不静定梁 | 11 ラーメン | |

である。これら以外の教科書については、使われている数学の主な分野は次のようである。

※大日本図書発行の『基礎数学』『線形代数』『微分積分 I』『微分積分 II』『応用数学』『確率統計』による項目名

『基礎数学』(新訂)

- ・いろいろな数と式 … 分数式の計算、平方根、複素数
- ・方程式 … 2 次方程式
- ・指数関数 … 累乗根、指数の拡張
- ・対数関数 … 常用対数
- ・三角比とその応用 … 銳角の三角比、三角形への応用
- ・加法定理とその応用 … 加法定理の応用 (2 倍角)

※数列 (和の記号 Σ)

『微分積分 I』(新訂)

- ・いろいろな関数の導関数 … 逆三角関数
- ・関数の変動 … 関数の最大・最小、接線と法線、不定形の極限

『微分積分 II』(新訂)

- ・関数の展開 … 多項式による近似

『確率統計』(新訂)

- ・確率変数と確率分布 … 正規分布 (標準偏差)

『線形代数』と『応用数学』に該当する項目はなかった。

次節に、実例を紹介する。

4. 土木系の科目における数学の実例

4.1 分数式の計算 (『基礎数学』(新訂))

「土質力学」：土の状態をあらわす諸量の計算 — ゼロ空気間げき曲線

ρ_d と w , S_r の関係は、 $e = \frac{\rho_s}{\rho_d} - 1$ と $S_r = \frac{w\rho_s}{e\rho_w}$ から $\rho_d = \frac{\rho_w}{\rho_s + \frac{w}{S_r}}$ で表される。

この式で $S_r = \frac{w\rho_s}{e\rho_w}$ とおいて、 ρ_d と w の関係を示した曲線がゼロ空気間げき曲線である。

(w : 含水比, e : 間げき比, ρ_d : 乾燥密度, ρ_s : 土粒子の密度, ρ_w : 水の密度, S_r : 飽和度)

「土質力学」：集中荷重による地盤内の鉛直方向の増加応力

地表面に集中荷重 P が作用する場合、載荷点から r の距離にある深さ z の鉛直方向の増加応力 $\Delta\sigma_z$ は

$$\Delta\sigma_z = \frac{3Pz^3}{2\pi(\sqrt{r^2+z^2})^5} \quad [\text{kN/m}^2]$$

4.2 平方根（『基礎数学』（新訂））

「水理」：管径が異なる場合の流量

水槽の水位差は H 、損失水頭の和に等しいから、

$$H = \left(f_e + f_1 \frac{l_1}{D_1} + f_b \right) \frac{v_1^2}{2g} + \left(f_{sc} + f_2 \frac{l_2}{D_2} + f_v + f_o \right) \frac{v_2^2}{2g}$$

これに $v_2 = \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^2 v_1$ を代入して整理すると

$$H = \left\{ f_e + f_1 \frac{l_1}{D_1} + f_b + \left(f_{sc} + f_2 \frac{l_2}{D_2} + f_v + f_o \right) \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^4 \right\} \frac{v_1^2}{2g}$$

$$\text{これより } v_1 = \sqrt{\frac{2gH}{f_e + f_1 \frac{l_1}{D_1} + f_b + \left(f_{sc} + f_2 \frac{l_2}{D_2} + f_v + f_o \right) \left(\frac{D_1}{D_2} \right)^4}}$$

4.3 2次方程式（『基礎数学』（新訂））

「水理」：分流する管水路

分流か合流かわからないので、仮に合流とする。（中略）

$$1563.0 \left(\frac{Q_1}{Q_3} \right)^2 - 3210 \left(\frac{Q_1}{Q_3} \right) + 1926 = 0 \text{ を解くと, } \frac{Q_1}{Q_3} = \frac{3210 \pm \sqrt{3210^2 - 4 \times 1563.0 \times 1926}}{2 \times 1563.0}$$

上式では $\sqrt{\cdot}$ のなかの値が負となり、実根が得られないから、この場合は合流でないことがわかる。

したがって、分流の式を使う。（中略）

$$1647.0 \left(\frac{Q_1}{Q_3} \right)^2 - 3210 \left(\frac{Q_1}{Q_3} \right) + 1284 = 0 \text{ を解くと,}$$

$$\frac{Q_1}{Q_3} = \frac{3210 \pm \sqrt{3210^2 - 4 \times 1647.0 \times 1284}}{2 \times 1647.0} = 1.387 \quad \text{または} \quad 0.562$$

分流では $Q_1 > Q_3$ したがって $Q_1 / Q_3 > 1$ であるから、 $Q_1 / Q_3 = 1.387$ である。(以下略)

4.4 累乗根 (『基礎数学』(新訂))

「土木計画」：洪水到達時刻 t_p

$$\text{都市流域} : t_p = 2.40 \times 10^{-4} (L / \sqrt{S})^{0.7}$$

$$\text{自然流域} : t_p = 1.67 \times 10^{-3} (L / \sqrt{S})^{0.7}$$

t_p : 洪水到達時刻 [h], L : 流域最遠点から対象地点までの流路延長 [m], S : 平均流路勾配

「土木計画」：マニング公式

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

v : 平均速度 [m/s] n : 粗度係数 R : 径深 [m] I : 動水勾配

「水理」：平均流速公式 マニングの式

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \text{ をシェジーの公式 } v = C \sqrt{RI} \text{ の形にしたとき, } C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} \text{ になる。}$$

「水理」：平均流速公式

ヘーゼン - ウィリアムスの式

$$v = 0.35464 C_H D^{0.63} I^{0.54}$$

(f : 摩擦損失係数, v : 平均流速 [m/s], D : 管の内径 [m], C_H : 管壁を構成する材料によって異なる係数)

「水理」：合流する管水路

$$H_1 = \frac{8}{\pi^2 g} \left(f_1 \frac{\ell_1}{D_1^5} Q_1^2 + f_3 \frac{\ell_3}{D_3^5} Q_3^2 \right) \quad \text{から} \quad D_1 = \left(\frac{f_1 \ell_1 Q_1^2}{\frac{\pi^2 g H_1}{8} - f_3 \frac{\ell_3}{D_3^5} Q_3^2} \right)^{\frac{1}{5}}$$

4.5 常用対数 (『基礎数学』(新訂))

「土質力学」：土試料の透水係数

スタンドパイプの水位は、水が断面積 A [cm²], 長さ l [cm] の円柱形の土試料を透水するに従って下がる。

ある適当な時間 t_1 [s] から t_2 [s] のあいだにスタンドパイプの水位が h_1 [cm] から h_2 [cm] に下がるのを観測すれば、土試料の透水係数 k は

$$k = \frac{2.3al}{A(t_2 - t_1)} \log_{10} \frac{h_1}{h_2} \quad [\text{cm/s}] \quad (a : \text{スタンドパイプの断面積} [\text{cm}^2])$$

「土質力学」：自由地下水の透水係数

自由地下水の場合の帶水層の透水係数 k は

$$k = \frac{2.3q}{\pi(h_2^2 - h_1^2)} \log_{10} \frac{r_2}{r_1} \quad [\text{cm/s}]$$

(q : 単位時間あたりの揚水量 $[\text{cm}^3/\text{s}]$)

h_1, h_2 : 揚水井から r_1 [cm] および r_2 [cm] の距離にある観測井の地下水位 [cm])

「土質力学」：圧縮指数

各圧力段階ごとにおける 24 時間圧密後の間げき比 e と、圧密圧力 p との関係について、横軸に対数目盛りで p を、縦軸に普通目盛りで e をとってあらわせば、 $e - \log p$ 曲線が得られる。

この曲線の直線部分の傾きは、圧密圧力の増加とともに間げき比が減少していく割合を示し、これを圧縮指数 C_c といい、

$$C_c = \frac{e - e_1}{\log_{10} p_1 - \log_{10} p} = \frac{\Delta e}{\log_{10} \frac{p + \Delta p}{p}}$$

であらわされる。

4.6 鋭角の三角比 (『基礎数学』(新訂))

【sine】

「土質力学」：主働土圧

壁体背面が鉛直でなく、土と壁体背面のあいだに摩擦力がはたらき、背面部の地表面が傾斜している一般的な条件の場合

クーロンの主働土圧係数 K_A は

$$K_A = \frac{\sin^2(\theta - \phi)}{\sin^2 \theta \sin(\theta + \delta)} \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\theta + \delta) \sin(\theta - \beta)}} \right)^{-2}$$

【cosine】

「土質力学」：ランキンの土圧

ランキンの主働土圧係数 K_A は

$$K_A = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

【tangent】

「土質力学」

辺長が B, L である長方形の載荷面に等分布荷重 q が加わるとき、増加応力が、載荷面のふちから

角度 α をもってひろがるものとすれば、地表面からの深さ z の増加応力は、

$$\Delta\sigma_z = \frac{qBL}{(B+2z\tan\alpha)(L+2z\tan\alpha)} \quad [\text{kN}/\text{m}^2]$$

「土質力学」

垂直応力 σ とせん断強さ s の関係は、一つの直線で表される。縦軸の切片を c 、勾配の角度を ϕ とすると、

$$s = c + \sigma \tan \phi$$

であらわされる。この式はクーロンの式と呼ばれ、この式が示す直線は、クーロンの破壊線とよばれている。 c は粘着力といい、垂直応力 σ に関係なく発揮されるせん断抵抗である。

「土質力学」：主働土圧

$$\frac{\tan(\varphi - \phi)}{\tan \varphi} \text{ に } \varphi = 45^\circ + \frac{\phi}{2} \text{ を代入すると, } \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

【その他】

「測量 2」：単心曲線の公式

単心曲線は、1 個の円弧からなっている。交角 I を測定し、曲線半径 R を決めると、次の値を決めることができる。

$$\text{接線長 } T.L. = R \tan \frac{I}{2}, \text{ 外線長 } S.L. = R \left(\sec \frac{I}{2} - 1 \right), \text{ 中央縦距 } M = R \left(1 - \cos \frac{I}{2} \right),$$

$$\text{長弦 } C = 2R \sin \frac{I}{2}$$

「水理」：等流の計算 (2) 台形断面

$$B = b + 2H \cot \theta, \quad S = b + 2H \cosec \theta$$

4.7 三角形への応用 (『基礎数学』(新訂))

「測量 1」：面積の計算 「三辺法」 ヘロンの公式

$$\text{例題 } a=31.6 \quad b=34.7 \quad c=45.3 \quad \text{のとき} \quad S = \sqrt{299172.26} \doteq 546.97$$

※なお、「測量 1」の「付録」として、「鋭角の三角関数」「三角関数の基本公式」「三角関数の性質」「一般三角形における関係」「弧度法」が載せられている。

「測量 2」：辺長計算 ※正弦定理

三角形 ABC の $\angle A, \angle B, \angle C$ に対する辺の長さをそれぞれ a, b, c とし、正弦定理を用いて辺長

計算を行う。3角および1辺 a が既知の場合、辺 b, c は次式で求める。

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} \quad \text{ゆえに, } b = \frac{a \sin B}{\sin A}$$

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{c}{\sin C} \quad \text{ゆえに, } c = \frac{a \sin C}{\sin A}$$

「測量 2」：河口深浅測量 陸上の 2 角の測定による方法

A, B を陸上の 2 点とし、その距離 l をあらかじめ測定しておく。また、点 P を海上の測探地点とすると、2 台のトランシットで α, β の 2 角を同時に測定すれば、点 P の位置は次のように定まる。

$$AP = l \frac{\sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}, \quad BP = l \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}$$

4.8 2 倍角の公式 (『基礎数学』(新訂))

「測量 2」：単心曲線の測設法

曲線上の点において、偏角 δ 、円曲線始点からの弧長 $\ell \doteq$ 弦長 ℓ 、座標 (x, y) のあいだには、次のような関係がなりたつ。

$$\delta = \frac{\ell}{2R} \cdot \frac{180^\circ}{\pi}, \quad \ell = 2R \sin \delta$$

$$x = \ell \sin \delta = 2R \sin^2 \delta = R(1 - \cos 2\delta), \quad y = \ell \cos \delta = 2R \sin \delta \cdot \cos \delta = R \sin 2\delta$$

4.9 和の記号 Σ (『基礎数学』(新訂))

※ 「和を表わす記号」として頻繁に使われている。 $\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}$ などを用いた計算は現れなかった。

「土木計画」：計画雨水量 総括流出係数

$$C = \sum_{i=1}^m C_i A_i / \sum_{i=1}^m A_i$$

(C_i : 工種別基礎流出係数, A_i : 工種別排水面積 [ha], m : 工種の数)

「土質力学」：安全率

仮定したすべり面がすべりに対してもつ安全性の程度は、せん断強さの和 Σs とせん断応力の和 $\Sigma \tau$ の比であらわされ、これを安全率 F_s という。

$$F_s = \frac{\Sigma s}{\Sigma \tau}$$

また、安全率は、すべり円弧の中心 O に対してすべりをおこそうとする力のモーメントの和 $d\Sigma W$ と、それに抵抗する力のモーメントの和 $R\Sigma s$ から求めることができる。

$$Fs = \frac{R\Sigma s}{d\Sigma W}$$

「測量 1」：結合トラバースの計算

ΣL ：緯距の総和、 ΣD ：経距の総和

「測量 2」：流量測量

水路の一横断面を単位時間中に通過する水の速さを流速、その水の量を流量という。流量を求める場合には、平均流速を用いる。

$$Q = \Sigma A_i v_i \quad (Q : \text{流量}, A_i : \text{分割区間の流水断面積}, v_i : \text{分割区間の平均流速})$$

4.10 曲線（『基礎数学』（新訂））

「土木計画」：緩和曲線

自動車が直線路から円曲線路にはいる場合、または、曲線半径の大きな円曲線路から小さな円曲線路にすすむ場合、またそれらを逆にすすむ場合、ハンドルの操作を急にかえなくてもよいような区間をつくる必要がある。この部分にいれる特別な曲線を緩和曲線（transition curve）といふ。

緩和曲線には、レムニスケート曲線・クロソイド曲線・三次放物線があるが、一般にクロソイド曲線が用いられる。

※クロソイド曲線については「測量 2」に詳しく載っている。

クロソイド曲線は、曲線長に比例して曲率が増大する性質をもつ曲線の一種で、自動車が等速でハンドルを等速でまわすとき、車の描く曲線である。

4.11 逆三角関数（『微分積分 I』（新訂））

「土質力学」：分布荷重による地盤内の鉛直方向の增加応力

荷重面が長方形であるときには、ニューマークの式が用いられる。

辺長が $B = mz$, $L = nz$ である地表面上の長方形面に等分布荷重 q をのせたとき、この長方形の隅角部の直下における深さ z に伝えられる増加応力 $\Delta\sigma_z$ は、

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{2\pi} \left\{ \frac{mn}{\sqrt{m^2 + n^2 + 1}} \cdot \frac{m^2 + n^2 + 2}{(m^2 + 1)(n^2 + 1)} + \sin^{-1} \frac{mn}{\sqrt{(m^2 + 1)(n^2 + 1)}} \right\}$$

「土質力学」：分布荷重による地盤内の鉛直方向の増加応力

台形帶状荷重が作用する場合

$$\Delta\sigma_z = \frac{1}{\pi} \left\{ \left(\frac{a+b}{a} \right) \tan^{-1} \frac{a+b}{z} - \frac{b}{a} \tan^{-1} \frac{b}{z} \right\}$$

「測量 2」：基準点 A における I.P.2 の方位角

$$\cos \alpha_p = \frac{I.P.2 \text{ の緯角}}{d} \text{ より } \alpha_p = \cos^{-1} \frac{-21.143}{30.387} = 134.09028^\circ = 134^\circ 05' 25''$$

4.12 関数の最大・最小 (『微分積分 I』(新訂))

「土質力学」：

土圧 $P = \frac{1}{2} \gamma' H^2 \frac{\tan(\varphi - \phi)}{\tan \varphi}$ は φ の関数であり, $\frac{dP}{d\varphi} = 0$ のとき P が最大となる。この条件から, 主

働土圧を与えるときの角度 φ_A が $\varphi_A = 45^\circ + \frac{\varphi}{2}$ と求められる。

4.13 関数の展開 (多項式による近似) (『微分積分 II』(新訂))

「測量 2」：単心曲線の測設法 弧長と弦長の関係

$$\widehat{AB} = \ell, AB = C, \text{ 曲線半径を } R, \text{ 中心角を } I \text{ とすれば, } C = 2R \sin \frac{I}{2}$$

ここで, $\sin \frac{I}{2} \doteq \frac{\ell}{2R} - \frac{1}{6} \left(\frac{\ell}{2R} \right)^3$ であり, (以下略)

4.14 正規分布 (『確率・統計』(新訂))

「測量 1」：標準偏差

・誤差の公理

- 1) 小さい誤差は、大きい誤差よりも数多くおこる。
- 2) 絶対値の等しい誤差のおこる回数は、ほぼ同じである。
- 3) きわめて大きい誤差は、ほとんどおこらない。

・標準偏差とは、誤差曲線 [正規分布の曲線] の変曲点 (曲線のむきがかわる点) に相当する誤差の大きさをいう。

5. 土木系の数学の特徴

ここでは、「土木系」科目的教科書の調査をしていく中で気付いたことをいくつか述べたい。

- (1) 分数式の計算（代入して変形していく、など）がよく登場する。
- (2) 2次方程式の解が実数解であるかどうかが具体的な現象に対応しているかどうかの判断に結びついている。
- (3) 分数や小数の指数で表される式が登場する。
- (4) 三角比が用いられることが多く、cot, sec, cosec も登場する。また逆三角関数 (\sin^{-1}) も登場する。
- (5) Σ 記号は、和を表すものとしてよく使われている。 $\sum_{k=1}^n k = \frac{1}{2}n(n+1)$ のような公式を使うことはなかった。
- (6) 微分法については、三角関数に関するものがほとんどである。

6. 工学系基礎科目における数学（まとめ）

平成 13 年度、15 年度、19 年度の 3 年間にわたって「工業系科目において用いられる数学の内容に関する調査研究」を行なってきた。この 3 回の調査結果から、高専で扱われている数学にどのように対応しているかをまとめてみた。調査で現れた項目に対応する箇所をゴシック体で表す。

なお、大日本図書発行の『基礎数学』『線形代数』『微分積分 I』『微分積分 II』『応用数学』『確率統計』による項目名による。

『基礎数学』

1 章 数と式の計算

§ 1 整式の計算	整式の加法・減法、整式の乗法、因数分解、整式の除法、剰余の定理と因数定理
§ 2 いろいろな数と式	分数式の計算、実数、平方根、複素数

2 章 方程式と不等式

§ 1 方程式	2 次方程式、解と係数の関係、高次方程式、いろいろな方程式（連立方程式）、恒等式、等式の証明
§ 2 不等式	不等式の性質、2 次不等式、いろいろな不等式、不等式の証明（相乗平均）、集合、命題

3 章 関数とグラフ

§ 1 2 次関数	2 次関数のグラフ、2 次関数の最大・最小、2 次関数と 2 次方程式、2 次関数と 2 次不等式
§ 2 いろいろな関数	べき関数、分数関数・無理関数、逆関数

4 章 指数関数と対数関数

§ 1 指数関数	累乗根、指数の拡張、指数関数
§ 2 対数関数	対数、対数関数、常用対数

5 章 三角関数

§ 1 三角比とその応用	鋭角の三角比、鈍角の三角比、三角比の相互関係、三角形への応用
--------------	--------------------------------

§ 2 三角関数	一般角, 弧度法, 一般角の三角関数, 三角関数の性質, 三角関数のグラフ
§ 3 加法定理とその応用	加法定理, 加法定理の応用
6 章 図形と式	
§ 1 点と直線	2点間の距離と分点, 直線の方程式, 2直線の関係
§ 2 2次曲線	円, 楕円, 双曲線, 放物線, 2次曲線と直線, 不等式と領域
7 章 数列と場合の数	
§ 1 数列	数列, 等差数列, 等比数列, いろいろな数列の和, 減化式と数学的帰納法
§ 2 場合の数	場合の数, 順列, 組合せ, いろいろな順列, 二項定理
『線形代数』	
1 章 ベクトル	
§ 1 平面上のベクトル	ベクトル, ベクトルの演算, ベクトルの成分, ベクトルの内積, ベクトルの図形への応用
§ 2 空間内のベクトル	空間座標, ベクトルの成分, 内積, 平面の方程式, 球の方程式, ベクトルの線形独立・線形従属
2 章 行列	
§ 1 行列	行列の定義, 行列の和・差, 数との積, 転置行列, 行列の積, 逆行列
§ 2 連立1次方程式と行列	消去法, 逆行列と連立1次方程式
3 章 行列式	
§ 1 行列式の定義と性質	行列式の定義(1)(2), 行列式の性質, 行列式の展開, 行列の積の行列式
§ 2 行列式の応用	正則な行列の行列式, 連立1次方程式と行列式, 行列式の図形的意味
4 章 行列の応用	
§ 1 線形変換	線形変換の定義, 線形変換の性質, 線形変換の合成, 直交変換
§ 2 固有値とその応用	固有値と固有ベクトル (2次の場合) (3次の場合), 行列の対角化, 対称行列の対角化, 対角化の応用
『微分積分 I』	
1 章 微分法	
§ 1 関数の極限と導関数	関数の極限, 関数の連続, 微分係数, 導関数, 導関数の公式, 合成関数の導関数
§ 2 いろいろな関数の導関数	三角関数の導関数, 逆三角関数, 逆三角関数の導関数, 対数関数・指數関数の導関数
2 章 微分法の応用	
§ 1 関数の変動	平均値の定理, 関数の増減と極値, 関数の最大・最小, 高次導関数, 曲線の凹凸
§ 2 いろいろな応用	媒介変数表示と微分法, 接線と法線, 不定形の極限, 速度と加速度
3 章 積分法	
§ 1 定積分と不定積分	定積分の定義, 定積分の性質, 不定積分, 定積分と不定積分の関係, 定積分の計算
§ 2 積分の計算	不定積分の置換積分法, 定積分の置換積分法, 部分積分法, 分数関数・無理関数の積分, 三角関数の積分

4章 積分の応用

§1 面積・曲線の長さ・体積 図形の面積, 曲線の長さ, 立体の体積, 回転体の表面積

§2 いろいろな応用 媒介変数表示による図形, 極座標による図形, 変化率と積分, 広義積分, 数値積分

『微分積分 II』

1章 級数

§1 数列と級数 数列の極限, 級数, 正項級数

§2 関数の展開 べき級数, マクローリン展開とテイラー展開, マクローリンの定理とテイラーの定理,
オイラーの公式

2章 偏微分

§1 偏微分法 2変数関数, 偏導関数, 接平面, 合成関数の微分法

§2 偏微分の応用 高次偏導関数, テイラーの定理(2変数関数の場合), 極大・極小, 陰関数の微分法,
条件つき極値問題, 包絡線

3章 重積分

§1 2重積分 2重積分の定義, 2重積分の計算

§2 変数の変換と重積分 座標軸の回転, 極座標による2重積分, 変数変換, 広義積分, 2重積分のいろいろな応用

4章 微分方程式

§1 微分方程式と解 微分方程式の意味, 微分方程式の解, 変数分離形, 同次形, 1階線形微分方程式,
完全微分方程式

§2 2階微分方程式 線形微分方程式, 定数係数齊次線形微分方程式, 定数係数非齊次線形微分方程式,
いろいろな線形微分方程式, 線形でない2階微分方程式

『応用数学』

1章 ベクトル解析

§1 ベクトル関数 空間のベクトル, 外積, ベクトル関数, 曲線, 曲面

§2 スカラー場とベクトル場 勾配, 発散と回転

§3 線積分・面積分 線積分, グリーンの定理, 面積分, 発散定理, ストークスの定理

2章 複素関数

§1 正則関数 複素数, 極形式, 複素関数, 正則関数, 正則関数による写像, 逆関数

§2 積分 複素積分, コーシーの積分定理, コーシーの積分表示, 数列と級数, 関数の展開,
孤立特異点と留数, 留数定理

3章 ラプラス変換

§1 定義と基本的性質 ラプラス変換の定義と例, 基本的性質, たたみこみ, ラプラス変換の表, 逆ラプラス変換

§2 ラプラス変換の応用 常微分方程式への応用, 周期関数のラプラス変換, デルタ関数と系の伝達関数

4章 フーリエ級数とフーリエ変換

§1 フーリエ級数 周期 2π のフーリエ級数, 一般の周期関数のフーリエ級数, フーリエ級数の収束,
複素形フーリエ級数, 偏微分方程式への応用

§ 2 フーリエ変換	フーリエ変換とフーリエ積分定理, フーリエ変換の性質と公式, 偏微分方程式への応用, いろいろな応用
------------	---

『確率・統計』

1章 確率

§ 1 確率の定義と性質	確率の定義, 確率の基本性質, 条件つき確率と事象の独立, ベイズの定理
§ 2 確率変数と確率分布	確率変数, 二項分布, ポアソン分布, 平均, 分散と標準偏差, 連続分布, 正規分布, 二項分布と正規分布の関係, 2次元の確率変数, 中心極限定理

2章 データの整理

§ 1 1変数のデータ	度数分布, 代表値, 散布度
§ 2 2変数のデータ	相関グラフ, 相関係数

3章 標本と推定

§ 1 母集団と標本	標本の抽出, 標本分布, 正規母集団と二項母集団, 母数の点推定
§ 2 区間推定	信頼度と信頼区間, カイ ² 乗分布とt分布, 母平均の区間推定, 母分散の区間推定, 母比率の区間推定

4章 検定

§ 1 母数の検定	仮説の検定, 対立仮説と棄却域, 母平均の検定, 母分散の検定, 母比率の検定
§ 2 いろいろな検定	適合度の検定, 独立性の検定, F分布と等分散の検定

参考文献

- 1) 長岡耕一：工業系基礎科目における数学実例集 I (機械・電気系) : (2002)
- 2) 長岡耕一：工業系基礎科目における数学実例集 II (電子・情報・化学系) : (2004)
- 3) 奥村敏恵：土木製図, 実教出版 : (2002)
- 4) 伊庭仁嗣：測量 1, 実教出版 : (2002)
- 5) 伊庭仁嗣：測量 2, 実教出版 : (2001)
- 6) 三浦裕二：土木施工, 実教出版 : (2002)
- 7) 山崎 淳：土木設計 1, 実教出版 : (2001)
- 8) 藤井 学：土木設計 2, 実教出版 : (2001)
- 9) 井上和也：水理, 実教出版 : (2002)
- 10) 足立紀尚：土質力学, 実教出版 : (2002)
- 11) 高橋 裕：土木計画, 実教出版 : (2002)
- 12) 富塚信司：建築設計製図, 実教出版 : (2002)
- 13) 青木博文：建築構造, 実教出版 : (2002)
- 14) 脇山広三：建築施工, 実教出版 : (2002)
- 15) 藤本盛久：建築構造設計, 実教出版 : (2002)
- 16) 柏原土郎：建築計画, 実教出版 : (2001)
- 17) 松本光平：建築法規, 実教出版 : (2002)

教員研究業績目録

平成 18 年 11 月～平成 19 年 10 月 (Nov. 2006～Oct. 2007)

この業績目録の論文は、本校教員が上記期間中に他紙等へ発表した研究業績である。

*は本校教員以外の共著者又は共同研究者である。

I 著　書

著者名：書名，総頁数，発行所（西暦発行年）

[一般理数科]

-
- 1) 林義実*, 山田敏清：数学/徹底演習「第 2 版」, 259, 森北出版株式会社 (2006)
-

II. 学術論文

著者名：論文題名，雑誌名，巻（号）：最初頁－最後頁（西暦発行年）

[機械システム工学科]

-
- 1) 高崎秀樹*, 川口秀樹*, 松岡俊佑, 高原健爾*: 3次元マイクロ波シミュレータ・FDTD メモリマシンの開発に関する研究, 日本AEM学会誌, 14(2) : 215-219(2006)
 - 2) 宮崎忠, 岡川啓悟*, 相沢友勝*, 熊谷正樹*: アルミニウム箔と各種金属箔の電磁シーム圧接, 軽金属, 57(2) : 47-51 (2007)
-

[電気情報工学科]

-
- 1) 土橋剛, 中西瞳*: バルブ金属 (Hf, Zr, Nb) 2層陽極酸化膜キャパシタの損失特性と拡散現象, 電子情報通信学会論文誌 C, J90-C(3) : 291-293(2007)
-

[制御情報工学科]

-
- 1) Akira Abe, "On Non-Linear Vibration Analyses of Continuous Systems with Quadratic and Cubic Non-Linearities", International Journal of Non-Linear Mechanics, 41(8), 873-879 (2006)
 - 2) Akira Abe, Yukinori Kobayashi * and Gen Yamada *, "Nonlinear Dynamic Behaviors of Clamped Laminated Shallow Shells with One-to-One Internal Resonance", Journal of Sound and Vibration, 304(3-5), 957-968 (2007)
-

[物質化学工学科]

-
- 1) Masakazu Aoyama*, Shingo Saito*, Masaaki Kiyoto*, Iwao Togashi, Takaaki Hara*, Yuzo Yagi*, Teruhisa Kimura* and Shozo Yoneyama*: Antihypertensive Components in the Fruit Body of *Ganoderma lucidum*, Mushroom Science and Biotechnology, 15(2):91-96(2007)
-

[一般人文科]

-
- 1) 石本裕之：宮沢賢治，旭川へ，旭川市民文芸，48:1-7(2006)
 - 2) 本荘忠大：「“Wine of Wyoming”における『白い他者』が映し出す白人性」，北海道アメリカ文学，第23号，1-13(2007)
-

[一般理数科]

-
- 1) Harton, S. E.* , Zhu, Z.* , Stevie, F.A.* , Aoyama, Y; Ade, H*: Carbon-13 Labeling for Quantitative Analysis of Molecular Movement in Heterogeneous Organic Materials Using Secondary Ion Mass Spectrometry, Analytical Chemistry, 79(14): 5358-5363 (2007)
 - 2) 久志野彰寛，陳銀児*，大久保雅隆*：超電導質量分析装置開発のための極低温熱伝導計測技術，熱物性，21(2):81-85 (2007)
 - 3) Ukibe, M.* , Kushino, A., Chen, Y.* , Ohkubo, M.* : Fabrication of array detectors with 100 superconducting tunnel junctions and Ta x-ray absorbers, X-Ray Spectrometry, 36(4): 260-263 (2007)
-

III 学会シンポジウム（講演論文）

発表者名：演題名，学会名，シンポジウム名，開催場所，最初頁—最後頁（西暦開催年）

[機械システム工学科]

-
- 1) 彭國義*，江頭竜，矢野猛*，藤川重雄*：圧縮性混合流モデルによる非定常キャビテーション流れの数値解析，日本混相流学会，日本混相流学会年会講演会 2007，札幌，246-247 (2007)
 - 2) G. Peng*, R. Egashira, T. Yano*, S. Fujikawa*: A compressible Two-Phase Flow Bubble Cavitation Model for Computation of Cavitating Flows, The 1st International Colloquium on Dynamics, Physics and Chemistry of Bubbles and Gas-Liquid Boundaries, Hokkaido (2007)
 - 3) 大西弘晃*，後藤孝行：3次元点群データからの曲面生成と形状評価，日本機械学会北海道学生会第36回学生員卒業研究発表講演会講演論文集，448-449 (2007)
 - 4) 土井孝文*，齊藤雅人*，後藤孝行：長尺アルミ角パイプ端面加工機の開発－一本体の設計と製作－，日本機械学会北海道学生会第36回学生員卒業研究発表講演会講演論文集，454-455 (2007)
 - 5) 井川久*，後藤孝行，勇田敏夫*，伊藤浩*，三戸正道*，小林政義*：人工股関節の形状測定および幾何偏差解析，2007年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集，263-264 (2007)
 - 6) 大西弘晃*，後藤孝行，高谷裕浩*，林照剛*：高密度測定点データに基づく自由曲面生成法に関する研究（第7報）－差分法によるガウス曲率算出法－，2007年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集，359-360 (2007)
 - 7) 森達也*，立田節雄：輝炎の色と明るさに関する数値解析，日本機械学会北海道支部第46回講演会，函館工業高等専門学校（函館），1-2 (2007)
 - 8) 藤島義之*，藤田雄也*，川口秀樹*，松岡俊佑：FDTD/FIT法専用計算機・メモリーマシンの高性能アーキテクチャ化の検討，電子情報通信学会技術報告，MW2007-42・信学技報Vol.107 No.172，1-6 (2007)

- 9) H.Kawaguchi*, Y.Fujita*, Y.Fujishita*, S.Matsuoka : Improved Architecture of FDTD/FIT Dedicated Computer for Higher Performance Computation , Digest of 16th International Conference on the Computation of Electromagnetic Fields , COMPUMAG 2007 , Aachen , Germany , PC5-1 (2007)
- 10) 田原一平*, 川口秀樹*, 松岡俊佑 : 線形計算専用計算機・共役傾斜法マシンの開発に関する研究 , 平成19年電気・情報関係学会北海道支部連合大会 , 147 (2007)
- 11) 藤田雄也*, 藤島義之*, 川口秀樹*, 松岡俊佑 : 3次元マイクロ波シミュレータ・FDTD メモリマシンの設計及び試作に関する研究 , 平成 19 年電気・情報関係学会北海道支部連合大会 , 148 (2007)
- 12) 岩田衛*, 宮崎忠 : 動的軸圧縮を受けるアルミニウム角管の変形特性に及ぼす補強リブの効果 , 日本機械学会北海道学生会第 36 回学生員卒業研究発表講演会講演論文集 , 室蘭工業大学 (室蘭市) , 34-35 (2007)
- 13) 宮崎忠, 岡川啓悟*, 小林一誠, 藤田英尚* : アルミニウム薄板の電磁シーム圧接の変形シミュレーション (第 2 報) , 平成 19 年度塑性加工春季講演会講演論文集 , 名古屋大学 (愛知県名古屋市) , 239-240 (2007)
- 14) 宮崎忠, 岡川啓悟*, 小林一誠, 本田隼也* : アルミニウム薄板と各種金属薄板の電磁シーム圧接 , 第 58 回塑性加工連合講演会講演論文集 , 札幌市教育文化会館 (札幌市) , 311-312 (2007)
- 15) 宮崎忠, 岩田衛* : 動的軸圧縮を受けるアルミニウム角管の変形特性 , 第 58 回塑性加工連合講演会講演論文集 , 札幌市教育文化会館 (札幌市) , 323-324 (2007)
- 16) 横井直倫, 飯田雅彦*, 相津佳永* : バイオスペックルによる血流イメージングー近赤外 2 波長での検討ー , 応用物理学会北海道支部 , 第 42 回応用物理学会北海道支部／第 3 回日本光学会北海道支部合同学術講演会講演予稿集 , 北見工業大学 (北見) , 56 (2007)
- 17) 横井直倫, 飯田雅彦*, 相津佳永* : 近赤外バイオスペックルによる血流イメージング , 応用物理学会 , 第 54 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集 , 青山学院大学 (東京) , 1085 (2007)
- 18) 飯田雅彦*, 横井直倫, 相津佳永* : 皮膚組織モデルにおける 2 波長スペックルパターンからの分光反射率計測 , 応用物理学会 , 第 54 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集 , 青山学院大学 (東京) , 1085 (2007)
- 19) 横井直倫, 飯田雅彦*, 相津佳永* : 近赤外バイオスペックルを利用した分光血流イメージング , 応用物理学会 , 第 39 回光波センシング技術研究会講演論文集 , アクトンティ浜松研修交流センター (浜松) , 49-55 (2007)
- 20) 小池豪*, 飯田雅彦*, 横井直倫, 相津佳永* : 近赤外レーザースペックルを利用した血流イメージング , 日本機械学会北海道支部 , 日本機械学会北海道支部第 46 回講演会講演概要集 , 函館工業高等専門学校 (函館) , 179-180 (2007)

[電気情報工学科]

- 1) 田村直己*, 井口傑 : 電力貯蔵システム最適運用に関する研究 , 電気学会 , 平成 19 年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会 , 北海道工業大学 , 103 (2007)
- 2) 大島功三, 小川恭孝* : 免疫アルゴリズムを用いた二次元到来方向推定に関する一検討 , 電子情報通信学会 2007 年ソサイエティ大会 , 鳥取大学 , B-1-171 (2007)
- 3) 大島功三, 小川恭孝* : 免疫アルゴリズムを用いた到来方向推定の特性について , 電子情報通信学会 , アンテナ・伝播研究会 , 第一滝本館 (登別) , 151-155 (2007)

-
- 4) 大島功三, 小林恭孝^{*}: 免疫アルゴリズムを用いた到来方向推定の特性に関する検討, 電子情報通信学会2007年総合大会, 名城大学, B-1-239 (2007)
 - 5) 笹岡久行, 杉本敬祐, 千葉誠, 井口傑: 「e-Learning を活用した自学自習支援環境構築の試みについて」, 高等専門学校情報処理教育研究発表会, 徳山大学, 情報処理教育研究発表会論文集第27号 60-64 (2007)
 - 6) 土田義之, 関充晴^{*}, 千葉誠, 檜山亮^{*}, 山崎亨史^{*}, 田中宏季^{*}: 「北海道バイオマス変換技術による新エネルギー技術の評価・検証(その1)」, 平成19年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 北海道工業大学, 129 (2007)
 - 7) 土橋剛, 中西瞳^{*}: 2層陽極酸化膜の損失特性と拡散現象の検討, 2007年電子情報通信学会総合大会, 名城大学, C-6-10 (2007)
-

[制御情報工学科]

- 1) 阿部晶: PSO を用いた 2 リンク剛体ーフレキシブルマニピュレータの残留振動抑制を目的とした軌道計画, 第7回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会論文集, 札幌コンベンションセンター, 75-76 (2006)
 - 2) 阿部晶: 内部共振を有する連続体の非線形振動解析に対する解の精度について, 日本機械学会 Dynamics and Design Conference 2007, 広島大学, CD-ROM (2007)
 - 3) 阿部晶: フレキシブルマニピュレータの最適軌道に関する基礎的検討, 日本機械学会北海道支部第46回講演会講演概要集, 函館工業高等専門学校, 25-26 (2007)
 - 4) 川口貴志^{*}, 今野廣, 山内広也, 田中文基^{*}, 小野里雅彦^{*}: 自動服地裁断機のための1チップマイコンによる位置制御と型紙画像から輪郭抽出処理の開発, 2007年度精密工学会北海道支部学術講演会講演論文集, 苫小牧工業高等専門学校, 5-6 (2007)
 - 5) 原慎真也^{*}, 林朗弘^{*}, 佐竹利文: 多関節ロボットの分散協調制御の研究, 精密工学会, 精密工学会春季学術講演会, Vol. 2007S (2007), 461-462 (2007)
 - 6) 平山聰史^{*}, 佐竹利文, 大久保進也^{*}, 林朗弘^{*}: 分散アプリケーション開発用ツールキットによるマルチエージェントシステムに関する研究, 日本機械学会, ロボティクス・メカトロニクス講演会, 秋田拠点センターALVE (アルベ), (2007)
 - 7) 原慎真也^{*}, 林朗弘^{*}, 佐竹利文: 多関節ロボットの分散協調制御の研究—ダイナミクスを考慮した運動制御—, 精密工学会, 精密工学会秋季学術講演会, Vol. 2007A (2007), 603-604 (2007)
 - 8) 戸村豊明, 金井理^{*}, 岸浪建史^{*}: LonWorks ネットワークにおける分散制御ーシステムシミュレータと実システムとの通信特性に関する相関性検証, 2007年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, 971-972 (2007)
 - 9) 田中文基^{*}, 小野里雅彦^{*}, 岸浪建史^{*}, 山田誠^{*}, 近藤司^{*}, 三井聰: 5軸制御加工のためのデジタルセマンティック加工モデリングとその実装, (社)日本機械学会生産システム部門講演会 2007 講演論文集 No.07-10, 45-46 (2007)
 - 10) 田中文基^{*}, 宮崎伸広^{*}, 小野里雅彦^{*}, 岸浪建史^{*}, 赤間清^{*}, 山田誠^{*}, 近藤司^{*}, 三井聰: 加工情報のデジタルセマンティックモデル化とその実装(第4報)—自由曲面を対象としたデータ品質保証—, 2007年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, CD-ROM I34 (2007)
-

[物質化学工学科]

- 1) 加藤直樹*, 相蘇麦穂*, 梅田哲, 津田勝幸: アルキニル基を有するスチレン誘導体のラジカル共重合性に関する研究, 日本化学会北海道支部 2007 年夏季研究発表会, 旭川工業高等専門学校, 36 (2007)
- 2) 加藤圭佑*, 中村陽一*, 楽天移史*, 梅田哲, 津田勝幸: フェニルエチニル基を有するスチレン誘導体のラジカル共重合性に関する研究, 日本化学会北海道支部 2007 年夏季研究発表会, 旭川工業高等専門学校, 37 (2007)
- 3) 大島瑠利子*, 片山則昭, 菊地竜也*, 高橋英明*: 共焦点レーザ顕微鏡によるアルミニウムアノード酸化皮膜の成長挙動の観察, 日本化学会北海道支部 2006 年冬季研究発表会, 北海道大学, 82 (2006)
- 4) 刈田宗彰*, 片山則昭, 金野英隆*: 膨張黒鉛 - Ni複合体の作成とその特性評価, 日本化学会北海道支部 2006 年冬季研究発表会, 北海道大学, 86 (2006)
- 5) 工藤信一*, 小林渡: 蛍光基質を用いたプロテアーゼ及びプロテアーゼ阻害剤の電気泳動的検出, 日本化学会北海道支部 2007 年夏季研究発表会, 旭川工業高等専門学校, 52 (2007)
- 6) 小笠原謙宏*, 杉本敬祐, 笠井大輔*, 政井英司*, 福田雅夫*, 千田美紀*, 千田俊哉*: リグニン分解菌由来・二原子酸素添加酵素 DesB の立体構造解析, 日本化学会北海道支部大会 2007 年夏季研究発表会, 旭川工業高等専門学校, 51 (2007)
- 7) 高城淳郎*, 杉本敬祐, 政井英司*, 福田雅夫*, 千田俊哉*: 変異体を用いた Extradiol 型二原子酸素添加酵素 PheB の酵素学的研究, 日本化学会北海道支部 2007 年夏季研究発表会, 旭川工業高等専門学校, 50 (2007)
- 8) 橋本一輝*, 杉本敬祐, 笠井大輔*, 政井英司*, 福田雅夫*, 千田美紀*, 千田俊哉*: リグニン分解菌由来・二原子酸素添加酵素 DesZ の結晶化条件の探索, 日本化学会・北海道支部大会, 旭川工業高等専門学校 (2007)
- 9) 大下周吾*, 高田知哉: シアン化合物と水の相互作用に関する理論的研究, 日本化学会北海道支部 2007 年冬季研究発表会, 北海道大学, 119 (2007)
- 10) 大下周吾*, 高田知哉: 水とシアン化水素の集合体の構造: 分子軌道法による研究, 日本化学会北海道支部 2007 年夏季研究発表会, 旭川工業高等専門学校, 74 (2007)
- 11) 高田知哉, 北村知大*, 三原義広*: 貝殻-ガラス混合物からの硬化成型体の作成と評価, 日本化学会北海道支部 2007 年夏季研究発表会, 旭川工業高等専門学校, 91 (2007)
- 12) 高田知哉, 田地川浩人*: Cu クラスターとアルキルラジカルの相互作用: DFT 法による検討, 日本化学会北海道支部 2007 年冬季研究発表会, 北海道大学, 118 (2007)
- 13) 高田知哉, 正木美佳*: マイクロ波照射による Li-Mn 複合酸化物の生成機構, 第 50 回放射線化学討論会, 京都大学, 147-148 (2007)
- 14) 正木美佳*, 高田知哉: マイクロ波を利用する Li-Mn 複合酸化物の新規合成法の検討, 日本化学会北海道支部 2007 年冬季研究発表会, 北海道大学, 117 (2007)
- 15) Katsuyuki Tsuda and Bruce M. Novak*: Anionic Polymerization of 1,3-Di (n-hexyl) carbodiimide, International Symposium on Advanced Macromolecules and Nano-materials with Precisely Designed Architectures (ISAMN'07), Hokkaido University, 121-122 (2007)

- 16) 宮崎貞之*, 富樫巖 : *Trichoderma* spp. 生菌を用いた木材保存技術の検討, 日本木材学会北海道支部, 日本木材学会北海道支部・平成 18 年度研究発表会, 札幌市, 日本木材学会北海道支部講演集 第 38 号 18-20 (2006)
- 17) 宮崎貞之*, 阿部和真*, 富樫巖 : *Trichoderma* spp. 生菌を用いた木材腐朽遅延技術の検討, 日本化学会北海道支部, 日本化学会北海道支部 2007 年夏季研究発表会 (旭川大会), 旭川市, 講演要旨集, 48 (2007)
- 18) 富樫巖 : 林産教育および技術移転を考慮した研究テーマの一事例—木材の腐朽遅延技術の開発に向けた取組みー, 日本木材学会, 第 57 回日本木材学会大会研究発表要旨集, 広島市, 85 (2007)
- 19) 掛田敬幸*, 小関文哉*, 沼田ゆかり : バクテリアセルロースー水溶性多糖複合体の調製と形態変化, 日本化学会北海道支部 2007 年夏季研究発表会, 旭川工業高等専門学校, 47 (2007)
- 20) Shin Kawano*, Kenji Tajima*, Hiroyuki Kono*, Yukari Numata, Hitomi Yamashita*, Yasuharu Satoh*, and Masanobu Munekata*: Regulation of endoglucanase gene (*cmcax*) expression in *Acetobacter xylinum*, 2nd International Cellulose Conference ICC2007, Tower Hall Funabori, Tokyo, 105 (2007)
- 21) 天正利明*, 古崎睦 : 静水系におけるホタテ貝殻のCOD低減能, 日本化学会北海道支部 2007 年夏季研究発表会, 旭川工業高等専門学校, 93 (2007)
- 22) 高橋弘樹*, 八重樫元太*, 鈴木章彦*, 宮越昭彦 : CO₂ 共存下における鉄ーアルミニウム系複合酸化物触媒によるエチルベンゼンの脱水素反応ーストロンチウムの添加効果ー, 石油学会・エネルギー学会, 第 7 回エネルギー資源環境研究発表会, 北海道大学学術交流会館, セッション B-3 (2007)
- 23) 鈴木章彦*, 小野弘樹*, 高橋弘樹*, 宮越昭彦 : マイクロ波照射を利用した環境浄化用活性炭素繊維の開発, 石油学会・エネルギー学会, 第 7 回エネルギー資源環境研究発表会, 北海道大学学術交流会館, セッション E-10 (2007)
- 24) 石郷岡芳*, 岩原恵太*, 宮越昭彦 : マイクロ波加熱を利用する活性炭素の作成と水圏環境浄化への応用, 日本化学会北海道支部 2007 夏季研究発表会, 旭川工業高等専門学校, 134 (2007)
- 25) 岩原恵太*, 石郷岡芳*, 宮越昭彦 : マイクロ波加熱を利用する機能性酸化鉄の作成と水圏環境浄化への応用, 日本化学会北海道支部 2007 夏季研究発表会, 旭川工業高等専門学校, 135 (2007)
- 26) 谷地拓美*, 小林文学*, 宮越昭彦 : 炭化モリブデン/HZSM-5 におけるメタンの芳香族化反応ー ランタンークロム酸化物の添加効果ー, 石油学会, 第 37 回石油・石油化学討論会 (札幌大会), 札幌市コンベンションセンター, 261 (2007)
- 27) 浅水一樹*, 宮越昭彦 : 鉄ーイットリウム系酸化物触媒におけるエチルベンゼンの酸化脱水素反応, 石油学会, 第 37 回石油・石油化学討論会 (札幌大会), 札幌市コンベンションセンター, 292 (2007)

[一般人文科]

- 1) 十河克彰 : 英語で考える英語授業, 第 33 回全国英語教育学会, 大分大学, 95-98 (2007)
-

[一般理数科]

- 1) 青山陽子 : ヘテロ芳香環ポリマーの水素添加による改質, 日本化学会北海道支部, 夏季研究発表会, 旭川工業高等専門学校, 112 (2007)

- 2) 青山陽子：水素添加によるヘテロ環ポリマーの変性，高分子学会，北海道高分子若手研究会，ないえ温泉 ホテル北乃湯，14 (2007)
 - 3) T.Matsuura*, K.Inagaki*, S.Tanda*, T.Tsuneta* and Y.Okajima: Transport measurement for topological charge density waves, "Topology in Ordered Phases, Proceedings of the 1st International Symposium on Topology in Ordered Phases 2005", eds. S.Tanda, T.Matsuyama, M.Oda, Y.Asano and K.Yakubo, World Scientific, Singapore, 58-61 (2006)
 - 4) Kushino, A. Kasai,S.* , Kohjiro, S.* , Shiki, S.* , Ohkubo, M.* : Development of Superconducting Coaxial Cables for Cryogenic Detectors, 12th International Workshop on Low Temperature Detectors, Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris, 157-157 (2007)
 - 5) 近藤真一：低学年の数学基礎学力向上への取り組み（その1）－専攻科学生による補習指導の試み－，日本数学教育学会 高専・大学部会，南国市，第89回総会特集号 409 (2007)
 - 6) 長岡耕一：高専低学年の数学の教科書について－高校数学の教科書使用：初年度の報告－，日本数学教育学会 高専・大学部会，南国市，第89回総会特集号，417 (2007)
-

[技術室]

- 1) 藤田英尚*，小林一誠，宮崎忠：電磁シーム圧接の変形シミュレーション，日本機械学会，北海道学生会第36回学生員卒業研究発表講演会，室蘭工業大学（室蘭市），100-101 (2007)
-

IV その他（総説・解説・評論等含む）

[機械システム工学科]

- 1) 山下実*，宮崎忠，長谷部忠司*，吉良章夫*，森昭寿*：年間展望－高エネルギー速度加工－，塑性と加工，48 (559)，704-707 (2007)
-

[電気情報工学科]

- 1) 笹岡久行，山田太郎*：RoboCup Japan 2007，インテックス大阪，ポスターセッション発表 (2007)
- 2) 笹岡久行：SimJP Summer of Code，東京大学秋葉原キャンパス (2007)
- 3) 土田義之：活用しましょう！大学・高専～元気な企業づくりをお手伝いします～，北海道中小企業同友会旭川支部産学連携・地域経済活性化セミナー (2006)
- 4) 土田義之：愛別町地域新エネルギービジョン策定調査報告書 (2007)
- 5) 土田義之：身近なところからの特許活動について，北海道道北技術士会，ロアジールホテル（旭川）(2007)
- 6) 木本吏哉*，土田義之：寒冷地の未利用エネルギー再生運用システム技術に関する基礎的研究，平成19年度道内国立高専専攻科研究発表・交流会，25-26 (2007)
- 7) 土田義之：高専学生を対象とした知的財産権教育推進における指導上の工夫点と課題，平成19年度特許実験協力校事業中間報告会，三会堂ビル（東京）(2007)

- 8) 土田義之：情報社会における高専での技術者倫理教育，平成19年度全国高等専門学校 長岡技術科学大学電気系教職員交流会，長岡技術科学大学，18-19(2007)
-

[物質化学工学科]

- 1) 富樫巖：気軽に読める「微生物の小話講座」(その3 ポリボリの意外な素顔とは？)，ウッディエイジ 2007年3月号, No.643 : 1-4 (2007)
 - 2) 富樫巖：気軽に読める「微生物の小話講座」(その4 微生物管理と危機管理), ウッディ エイジ 2007年10月号 , No.650 : 1-4 (2007)
 - 3) 宮越昭彦：平成16年度～平成18年度科学研究費補助金（萌芽研究）成果報告書（研究課題番号16651044），セルロース誘導体を素材とする水圈環境浄化用多機能吸着材の開発，1-83 (2007)
-

[一般人文科]

- 1) 石本裕之：井上靖と『孔子』－論語との関連について，井上靖記念館文学講座，井上靖記念館 (2006)
- 2) 十河克彰：Not to Take Anything from Mr. M, 「英語表現アラカルト」，啓林館，Keirin Web Station (2006)
- 3) 十河克彰：I Know Not a Man, 「英語表現アラカルト」，啓林館，Keirin Web Station (2006)
- 4) 十河克彰：A Sewing Machine with All the Bells and Whistles, 「英語表現アラカルト」，啓林館，Keirin Web Station (2007)
- 5) 十河克彰：He Threw Out His Arms, 「英語表現アラカルト」，啓林館，Keirin Web Station (2007)
- 6) 十河克彰：Political Correctness, 「英語表現アラカルト」，啓林館，Keirin Web Station (2007)
- 7) 十河克彰：The Coast Is Clear, 「英語表現アラカルト」，啓林館，Keirin Web Station (2007)
- 8) 十河克彰：Kick the Bucket, 「英語表現アラカルト」，啓林館，Keirin Web Station (2007)
- 9) 十河克彰：Double Cross, 「英語表現アラカルト」，啓林館，Keirin Web Station (2007)
- 10) 十河克彰：By the Seat of One's Pants, 「英語表現アラカルト」，啓林館，Keirin Web Station (2007)
- 11) 十河克彰：A Sultry Woman on a Sultry Summer Day, 「英語表現アラカルト」，啓林館，Keirin Web Station (2007)
- 12) 十河克彰：Giving the Cold Shoulder, 「英語表現アラカルト」，啓林館，Keirin Web Station (2007)
- 13) 十河克彰：Who Wears the Pants, 「英語表現アラカルト」，啓林館，Keirin Web Station (2007)

- 14) 谷口牧子：産業財産権をめぐる争訟に関する研究（特許と商標を中心に），平成18年度国立高等専門学校における産業財産権標準テキストの有効活用に関する実験協力校年次報告会，特許庁，発明協会，東京都（2006）
 - 15) 谷口牧子：産業財産権をめぐる争訟に関する研究（特許と商標を中心に），「平成18年度国立高等専門学校における産業財産権標準テキストの有効活用に関する実験協力校研究活用事例集」，独立行政法人工業所有権情報・研修館，8-11（2007）
 - 16) 根本聰：「北欧貿易と市場－近世スウェーデン王国のステープル都市体系とストックホルムの首都化－」日本ハンザ史研究会・共通論題「中近世ヨーロッパにおける市場と商業－北海・バルト海商業圏の場合－」，日本ハンザ史研究会第8回例会・第46回市場史研究会・中央大学企業研究所共催（2006）
 - 17) 根本聰：書評論文：入江幸二著『スウェーデン絶対王政研究－財政・軍事・バルト海帝国－』（『西洋史学』2006，No.224，80-82（2007）
 - 18) 平野友彦：第七師団と旭川地域，国立歴史民俗博物館共同研究「20世紀における戦争I」北海道集会，旭川市旭川勤労者福祉会館（2007）
-

[一般理数科]

-
- 1) 長岡耕一：小・中・高で扱われる「数」について，数学共育会，研究集録第11号，18-23（2007）
-

V 特 許

出願者：出願名（西暦出願年）

[制御情報工学科]

-
- 1) 三井聰：起立補助装置，特願2007-81051（2007）
-

[物質化学工学科]

-
- 1) 高田知哉，宇野直嗣^{*}，富樫巖，杉本敬祐：貝殻とガラスを原料とする固化成型体の製造方法，特願2007-54910（2007）
-