

久留米工業高等専門学校  
紀 要

第13卷 第1号

MEMOIRS  
OF  
KURUME NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

Vol. 13 No. 1  
SEPTEMBER 1997

平成9年9月

久留米工業高等専門学校

# 久留米工業高等専門学校

## 紀 要

第13巻 第1号  
(平成9年9月)

### 目 次

深い切欠きを有する試験片を用いた ブリッジング応力の簡易評価法 .....	{ 橋 村 真 治 森 井 和 也 今 中 良 一 田 山 智 昭 秋 智 彦	1
パワー NIC による双方向通信装置 .....	{ 高 松 政 利 中 島 勝 行	5
可溶性ポリイミド (1) — 可溶性ポリイミドの合成 — .....	{ 津 田 祐 輔 日 吉 紀 彦	9
可溶性ポリイミド (2) — 長鎖アルキル基を有する芳香族ジアミンモノマーの合成 — .....	{ 津 田 祐 輔 河 内 岳 大 古 川 龍 太郎	19
Spinor Analysis for the Partition Function and the Spin Correlations of the Ising Model on the Helical Lattice .....	Yoshiaki TANAKA	27
イギリスで拾った英語表現 (1) .....	天 藤 勝	35
蓮如教団と身分・差別「法名」の起源 .....	遠 藤 一	45
近代における剣道理念の多様化 — 脱刀令・廃刀令が剣道に与えた影響について — .....	木 寺 英 史	53
第5回科学技術セミナー “新素材の開発の展望” .....	{ 鳥 井 昭 美 鎌 田 吉 之 中 野 裕 助 杉 野 裕 三	59
久留米高専学生の形態・体力の変化 .....	{ 龍 頭 信 二 鳥 越 正 稔 木 寺 英 史	63
平成8年度中に発表した論文及び講演題目 .....		71
平成8年度卒業研究題目及び専攻科研究論文題目 .....		84
久留米工業高等専門学校紀要出版投稿内規 .....		89

## 一般論文

## 深い切欠きを有する試験片を用いた ブリッジング応力の簡易評価法

橋 村 真 治  
森 和 也  
今 井 良 一  
田 中 昭\*  
秋 山 智 彦\*

### Simple Estimation Method of Bridging Stresses by Using a Deep-notched Specimen

Shinji HASHIMURA  
Kazuya MORI  
Ryoichi IMAI  
Akira TANAKA\*  
Tomohiko AKIYAMA\*

A simple estimation method of bridging stresses between fracture surfaces by the bending of a deep-notched specimen has been developed. The deep-notched specimen is fractured stably by three-point bending. The relationship between bridging stresses and displacements of fracture surfaces are estimated by the relationship between loads applied to the specimen and the displacements at the loading point. As an example of the application, the bridging stress characteristics of polycrystalline alumina are estimated. The bridging stress characteristics estimated using the present method are compared with those obtained by the other methods.

Key words: Simple Estimation Method, Bridging Stress, Three-Point Bending, Deep-Notched Specimen, Polycrystalline Alumina

#### 1. 緒 言

多結晶セラミックスや繊維強化複合材料のき裂先端破壊靱性値は、き裂が進展した破面間に生ずるブリッジング（架橋効果）の為に見かけのき裂先端破壊靱性値より大きな値となる。セラミックスの様な脆性材料において、このブリッジング力を用いた破壊靱性値の向上法は非常に効果的であり、繊維強化複合材料は、繊維によりブリッジング力を強化して破壊靱性値を向上させている典型的な例である。ゆえに、き裂が進展した破面間に生ずるブリッジング応力を簡易的に評価することは、高強度材料の開発を行う上で非常に重要である。

今までに提案されているブリッジング応力特性の評価方法は、大まかに間接的方法と直接的方法の2つに分けられる。間接的方法には、き裂開口変位から求める方法<sup>1)~4)</sup>やコンプライアンスから求める方

法<sup>5)6)</sup>等があるが、これらの方法はき裂を測定対象としておりき裂は同時に多様な開口変位を持つ上、リガメント部が存在するため、正確にブリッジング応力を測定する事はできない。また直接的方法には、高剛性のブリッジングスタビライザを用いる直接測定法<sup>7)</sup>や、両縁切欠き入り曲げ試験片にくさびを導入して4点曲げ試験により求める方法<sup>8)</sup>、両縁切欠き入り試験片の引張りによる方法<sup>9)</sup>がある。これらの方法は測定可能な開口変位が大きく、通常多結晶セラミックスのブリッジング応力が存在する1 $\mu$ m以下の開口変位に対して測定する事ができない。

そこで本研究では、試験片幅に対し深さ0.9の鋭い切り欠きを導入した曲げ試験片を用いて3点曲げ試験を行うことにより、試験片を安定的に破壊させ<sup>10)</sup>、その時の負荷荷重と荷重点変位の関係からブリッジング応力と開口変位との関係を求める簡易的な方法を開発した。この方法の応用例として、多結

晶アルミナのグレインブリッジング応力を測定し、他の方法によって求められた結果と比較を行った。

### 2. ブリッジング応力の評価法

Fig. 1 にブリッジング応力作用時の概略図を示す。曲げ試験において、き裂がリガメント部を貫通した後の試験片は、負荷荷重による曲げモーメントとブリッジング応力による曲げモーメントが釣り合いながら安定的に破壊を生じる。この時、負荷荷重による曲げモーメント  $M_b$  は、ブリッジング応力  $\sigma_b(\delta)$  が Fig. 1 のように作用しているとすると、

$$M_b = B \int_0^{W-a} x \cdot \sigma_b(\delta(S,x)) dx \quad (1)$$

で表わされる。ここで、 $B$  は試験片厚さ、 $W$  は試験片幅、 $a$  は試験片の切欠き深さ、 $\delta(S,x)$  は破面の開口変位である。

次に、破壊時の負荷荷重によるモーメント  $M_p$  は、試験片の自重を考慮にいれ、

$$M_p = \frac{w}{8}(2l-L) + \frac{P}{4}l \quad (2)$$

で表される。ここで、 $P$  は負荷荷重、 $w$  は試験片重量、 $l$  は支点間距離、 $L$  は試験片長さである。

き裂がリガメント部を貫通した後、ブリッジング応力による曲げモーメントと負荷荷重による曲げモーメントは釣り合いながら破壊していくことから、式

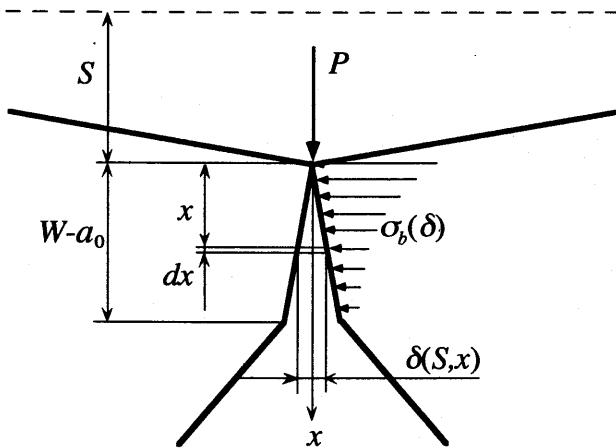


Fig. 1 Bridging stress

(1)と式(2)を等しいとし、負荷荷重  $P$  を変位  $S$  の関数として表すと、

$$P(S) = \frac{4}{l} B \int_0^{W-a} x \cdot \sigma_b(\delta(S,x)) dx - \frac{w}{2l}(2l-L) \quad (3)$$

となる。ここで  $\delta(S,x)$  は、Fig. 1 より変位  $S$  と  $x$  の関数として、

$$\delta(S,x) = 4 \frac{S}{l} x \quad (4)$$

で表される。アルミナセラミックスのブリッジング応力特性  $\sigma_b(\delta)$  は、実験的に次式のようになることが確認されている為<sup>7)</sup>、本研究では次式で仮定する。

$$\sigma_b = \sigma_{max} \exp(-\alpha \delta) \quad (5)$$

式(3)に式(4)と式(5)を代入し、式(3)における  $P(S)$  が実験結果と一致する様に式(5)の  $\sigma_{max}$  と  $\alpha$  を決定することで、ブリッジング応力特性を求める。

### 3. 測定方法

Fig. 2 に本実験で用いた曲げ試験片概略図を示す。試験片には99.99%アルミナを用いた。この試験片の化学成分を Table 1 に、機械的性質を Table 2 に示す。本試験片は200mm×100mm×10.5mmの母材から切り出し、平面研削により試験片幅  $W=10$ mm、試験片厚さ  $B=5$ mmの形状にした後、幅

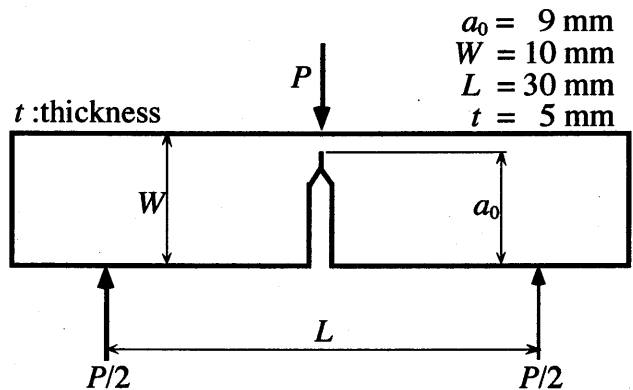


Fig. 2 Specimen configuration

Table 1 Chemical Properties of alumina ceramics

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Si	Fe	Na	K	Ca	Mg
99.99	14	8	4	2	1	1
Wt%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm

Table 2 Mechanical Properties of alumina ceramics

Mean grain size $d(\mu m)$	Mean bending strength $\sigma_B(MPa)$	Vickers hardness number $H_v$	Fracture toughness $K_{Ic}(MPa\sqrt{m})$
11	218	1480	3.3(SEPB)

1.5mm, 先端角度60°のダイヤモンド砥石により試験片幅に対し0.85の深さまで切り欠きを導入した。さらに, その先端部分に剃刀刃とダイヤモンドペーストを用いて, 切り欠き深さが試験片幅に対し0.9の位置まで鋭い切り欠きを入れた。

本実験は3点曲げ試験で行い, 破壊時の荷重点の変位  $S$  と負荷荷重  $P$  を測定した。3点曲げ試験の支点間距離は  $L=30\text{mm}$ , 実験時の負荷速度は約  $75\ \mu\text{m}/\text{min}$  で行った。このように深く鋭い切り欠きを入れた試験片を用いて3点曲げ試験を行うことで, 試験片は安定的に破壊し, 破壊時の試験片の回転中心が試験片上端になる為, 結晶粒径の比較的小さなセラミックスまでブリッジング応力特性を求めることができる。

#### 4. 実験結果及び考察

##### 4.1 実験結果

Fig. 3 に本実験で測定した負荷荷重と荷重点変位の関係を示す。Fig. 3 を見ると, 負荷荷重は荷重点変位の増加に伴い急激に増加し, き裂がリガメント部を貫通すると同時に減少に転じた。その後, 負荷荷重は荷重点変位  $60\ \mu\text{m}$  あたりで0になった。この実験結果においてブリッジング応力が生ずるのは, き裂がリガメント部を貫通した後であるため, き裂がリガメント部を貫通する最大負荷時の荷重点変位を新たに0とし, その結果と式(3)が一致する様に先に仮定した式(5)の  $\sigma_{\max}$  と  $\alpha$  を試行錯誤により決定した結果を Fig. 4 に示す。この時の  $\sigma_{\max}$  と  $\alpha$  の値は

$$\sigma_{\max} = 64\text{MPa} \quad (6)$$

$$\alpha = 2.1 \quad (7)$$

である。Fig. 4 から式(6)と式(7)の結果が, ほぼ実験結果と一致していることがわかる。

##### 4.2 考察

本実験により求めたブリッジング特性と他の方法により求められたブリッジング特性との比較を Fig. 5 に示す。ここで開口変位は結晶粒径による影響を除くため, それぞれの平均結晶粒径で割って無次元化している。Fig. 5 から, 本実験結果の最大ブリッジング応力は他の実験結果とほぼ等しいことがわかる。しかし, ブリッジング応力の開口変位に対する減衰率は, 曲げ試験で行った Hay and White の結果と同様に他の結果に比べて大きくなった。そこで実験後の試験片破面を SEM により観察した結果を Fig. 6 に示す。Fig. 6(a) は荷重点側の破面で

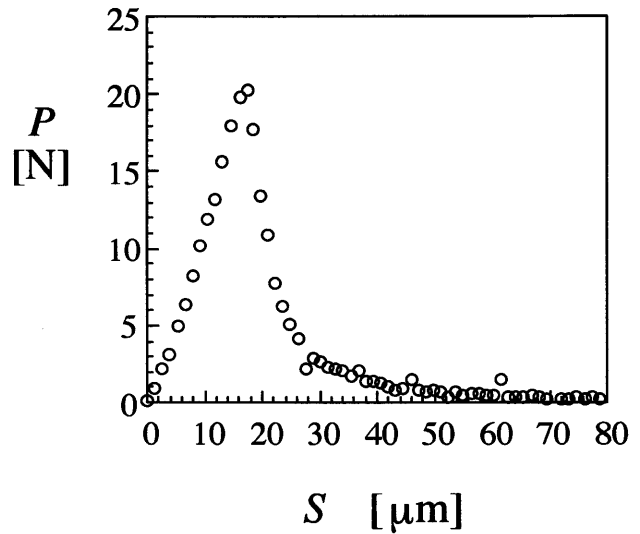


Fig. 3 Applied loads versus displacements of a crosshead

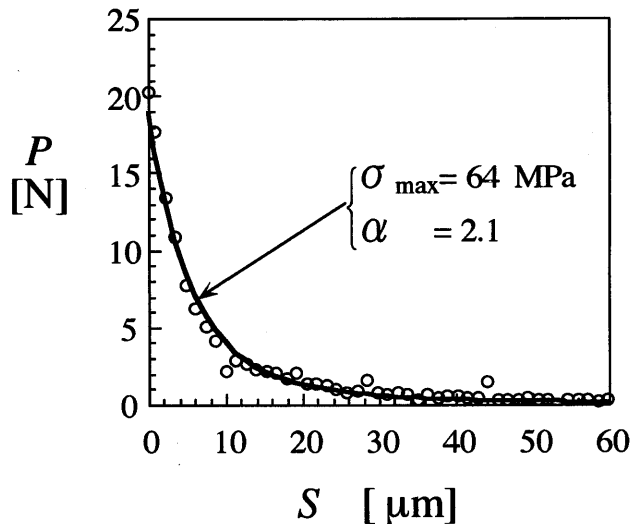


Fig. 4 Determination of bridging characteristics

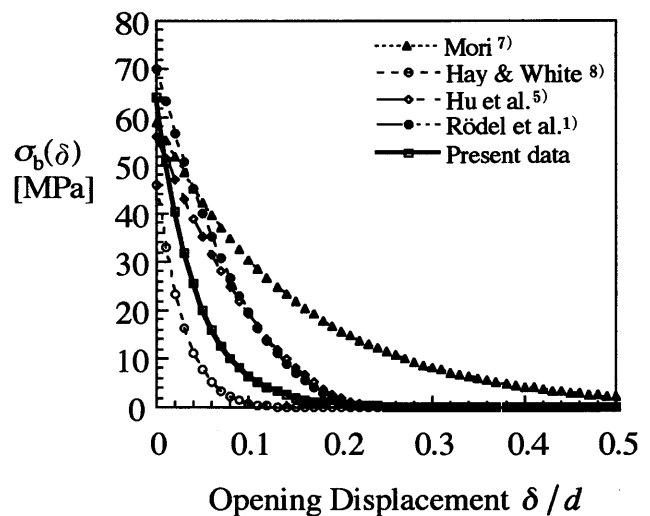
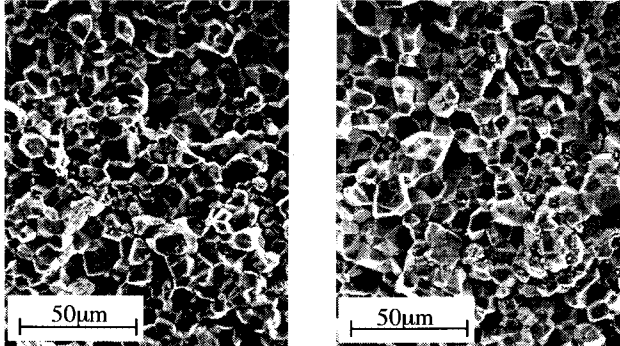
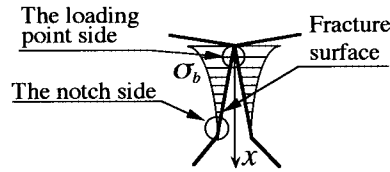


Fig. 5 Comparison with results of other researchers



(a) The loading point side of the fracture surface  
(b) The notch side of the fracture surface

Fig. 6 The Photograph of the Fracture Surface by SEM

あり、Fig. 6(b)は切欠き側の破面である。Fig. 6(a)を見ると所々粒内破壊が見られるものの、Fig. 6(b)ではほとんど粒界破壊をしている事がわかる。この結果から、負荷荷重に大きく影響を及ぼす切欠き側の破面では粒界破壊をしているが、負荷荷重の減衰が緩やかになる部分に影響を及ぼす荷重点側の破面では粒内破壊の割合が増加していることがわかる。このことから、ブリッジング応力特性の減衰率が大きくなる原因の1つとして、粒内破壊による影響が考えられる。また本実験において、負荷速度は一定であるが、破面間の開口速度は回転中心からの距離に比例して大きくなることも減衰率が大きくなる原因と考えられる。それらの点について、今後説明が必要である。

### 5. 結 言

(1) 深い切欠きを有する曲げ試験片を用いた3点曲げ試験により、ブリッジング応力を簡便に評価することのできる方法を開発した。

(2) この方法は、 $1\mu\text{m}$ 以下の開口変位に対するブリッジング応力を評価することができる。その応用例として平均結晶粒径 $11\mu\text{m}$ のアルミナセラミックスのブリッジング応力特性を求めた。

(3) 本研究の方法により求めた平均結晶粒径 $11\mu\text{m}$ のアルミナセラミックスの最大ブリッジング応力は他の実験結果とほぼ一致した。ブリッジング応力の減衰率が他の実験結果よりも大きくなった点については今後のさらなる実験が必要である。

### 参 考 文 献

- 1) Rödel, J., Kelley, J.F., and Lawn, B.R., *J. Am. Ceram. Soc.*, **73**-11(1990), 3313-18.
- 2) Steinbrech, R.W., Reichl, A., and Schaarwaechter, W., *J. Am. Ceram. Soc.*, **73**-7(1990), 2009-2015.
- 3) Cox, B.N. and Marshall, D.B., *Int. J. Fract.*, **49** (1991), 159-176.
- 4) Mutoh, Y. and Takahashi, M., *Theoretical Concepts and Numerical Analysis of Fatigue*, (1993), 541-558, EMAS.
- 5) Hu, X.-Z., Lutz, E.H., and Swain, M.V., *J. Am. Ceram. Soc.*, **74**-8(1991), 1828-32.
- 6) Hu, X.-Z., Mai, Y.-W., *J. Mater. Sci.*, **27**-13(1992), 3502-3510.
- 7) 森 和也・今井良一, 機論, **70**-3, A(1997), 550-553.
- 8) Hay, J.C., and White, K.W., *J. Am. Ceram. Soc.*, **76**-7(1993), 1849-54.
- 9) Brenet, P., Conchin, F., Fantozzi, G., Reynaud, P., Rouby, D. and Tallaron, C., *Comp. Sci. Tech.*, **56**(1996), 817-823.
- 10) Nishida, T., and Kameyama, I., *Fracture Mechanics of Ceramics*, Vol.9(1992), 277, Plenum Press, New York.

## 一般論文

## パワー NIC による双方向通信装置

高 松 政 利  
中 島 勝 行

The Bidirectional Communication Circuit Employing Power  
Negative Impedance Converter

Masatoshi TAKAMATSU  
Katsuyuki NAKASHIMA

It has been well known that the Negative Impedance Converter (NIC) has unique characteristics on the electric circuit analysis. And the bidirectional communication circuit with NIC has been reported, but there were little practical applications. Then we investigated this problem and try to solve it. By this attemption the practical application of NIC to the bidirectional communication could be enabled.

## 1. ま え が き

現在、負性インピーダンス変換器 (Negative Impedance Converter; NICと呼ぶ) は IC のオペアンプと抵抗素子との組み合わせで容易に実現できるが、特異な特性のわりには素子感度がおおきいので、この応用例が少ない。応用例に、双方向増幅機能をもった電話回線の損失補償に用いられる中継器<sup>1)2)</sup>、これと別に動作原理を異にした双方向増幅器の報告<sup>3)</sup>がある。後者の双方向増幅器は、NIC の持つ特性を十分に活用したものであるが、実際に製品化を見ない。そこでインタホンの試作に伴う問題点の提唱、その対策を検討してきた<sup>4-6)</sup>。ここに実現の可能性を得たので報告する。

## 2. パワー NIC を用いた双方向増幅器

図 1. (a) はオペアンプを用いた NIC を示す。この回路は 4 端子回路で、

$$v_1 = v_2$$

$$i_1 = -k \cdot i_2$$

$$\text{但し, } k = (R_2/R_1)$$

の関係が成り立つことはよく知られている。

同図 (b) のように、NIC の端子 2' 側にインピーダンス  $Z_L$  を接続すると、端子 1' からみたインピーダンス  $Z_1$  は次式となる。

$$Z_1 = -(1/k) \cdot Z_L$$

同図 (c) のように、逆に端子 11' に  $Z_L$  を接続す

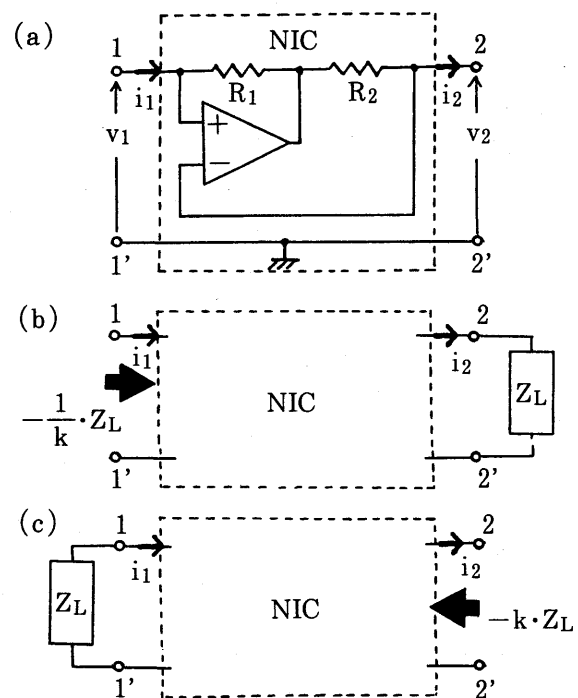


図1 オペアンプを用いた負性インピーダンス

ると、端子 2' からみたインピーダンス  $Z_2$  は次式となる。

$$Z_2 = -(k) \cdot Z_L$$

即ち、両端子側からも負性インピーダンスが得られる。

電話回線中継器の負性インピーダンスは、2 端子回路として、線路に対し並列挿入の場合短絡安定端子 (端子 11' 側) が、直列挿入の場合開放安定端子

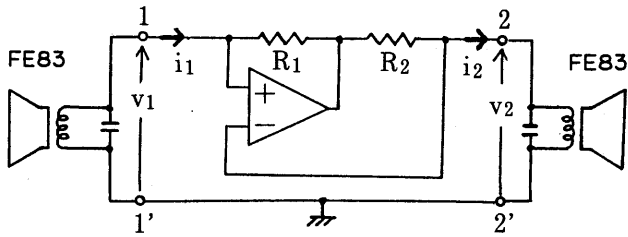


図2 パワー NIC を用いた双方向通信装置

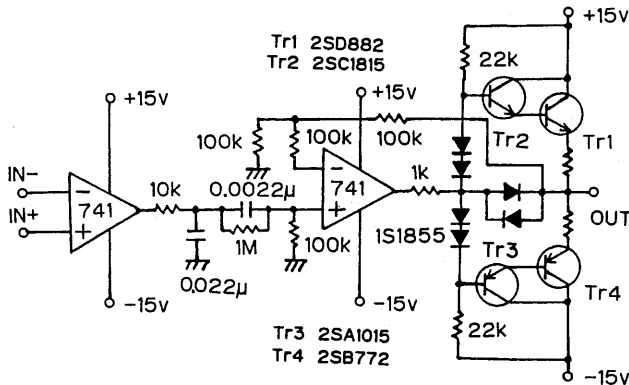


図3 パワーオペアンプ

(端子22'側) が用いられる。

今回検討した双方向増幅器は、図2. に示すようにNIC 4端子回路としての両入力端子にインピーダンスが同一のスピーカをつなぐところが電話中継器と異なる。この場合スピーカを電気エネルギーから音響エネルギー、または音響から電気と両方向に可逆的に変換可能な電気音響変成器として使うことになる。

ここで両入力端子のスピーカを駆動するには、パワーが取れるようにパワーオペアンプが必要となる。通常ICのオペアンプは出力電流数十mA (μA741で25mA) と小さいので、オペアンプの次段にコンプリメンタリ・エミッタフォロア方式パワーアンプを付加してパワーオペアンプを作ったものを図3. に示す。なお、オペアンプとパワーアンプの間には、通過周波数帯域を300Hz から 2kHz とするフィルタを挿入している。この理由はダイナミックスピーカ特性を補正するためである。

図4.(a) は、図2. の回路で端子11'側スピーカより音声入力があった場合の等価回路を示す。これにより出力電流  $i_2$ 、出力電圧  $v_2$  は、

$$i_2 = e / (Z_L \cdot (1 - R_2/R_1))$$

$$v_2 = i_2 \cdot Z_L \quad \text{の式が得られ、}$$

$R_1 > R_2$  の条件下に、 $R_2/R_1$  の値が1に漸近すると、 $i_2$  は増加し、 $v_2$  が増加することになる。

図4.(b) は、逆に端子22'側スピーカより音声入

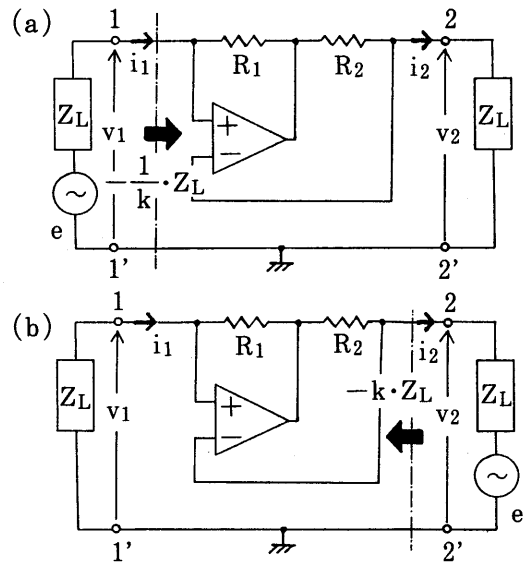


図4 双方向通信動作原理

力があった場合の等価回路を示す。この時の出力電流  $i_1$ 、出力電圧  $v_1$  は、

$$i_1 = e / (Z_L \cdot (R_1/R_2 - 1))$$

$$= (R_2/R_1) \cdot e / (Z_L \cdot (1 - R_2/R_1))$$

$$\approx e / (Z_L \cdot (1 - R_2/R_1))$$

$$v_1 = -i_1 \cdot Z_L$$

となり、共に双方向に増幅作用が得られることになる。

### 3. 供試スピーカの特性と双方向増幅度

一般に広く使われるスピーカはダイナミックスピーカである。このダイナミックスピーカ(フォステック FE83)の周波数-インピーダンスおよび位相特性を図5. に示す。使用する2個のスピーカは特性を同じにするため、同種のものを使う。これには高周波部でインピーダンスのばらつきを抑える意味で  $1.6\mu F$  のコンデンサーを並列に挿入している。

結果は低周波(200Hz)で大きなピークを持ち  $8\Omega$  の約3倍にも変化する。同一ロットの製品においてもピークの少しのずれがインピーダンス値に大きな影響を与える。そこで本論文では通信として会話のみを考え、純抵抗に近い値を示す、周波数に依存しない帯域だけを通過させることとし、パワーオペアンプの中間にフィルタを挿入している。

スピーカとNIC+スピーカの場合とを比較すると両者間に  $180^\circ$  のずれがみられ、スピーカを負荷と



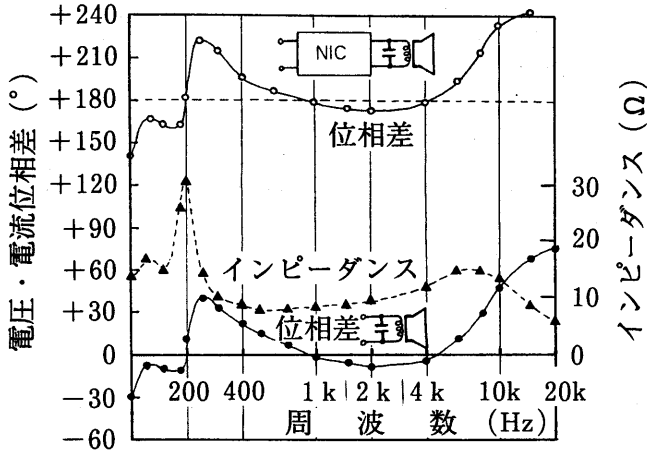


図5 ダイナミックスピーカのインピーダンス

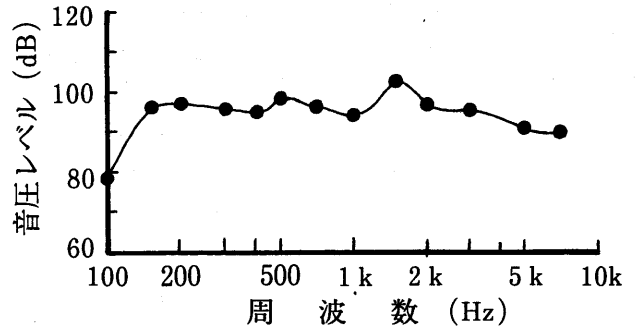


図7 ダイナミックスピーカ周波数-音声レベル特性

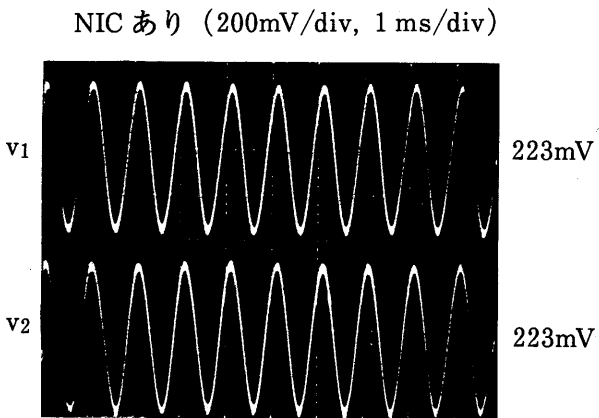
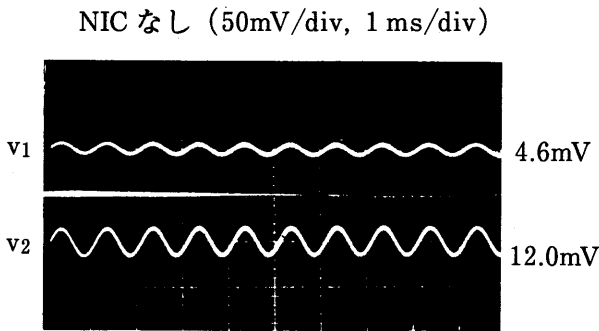


図6 端子22'側音声入力の場合のスピーカ端子電圧波形

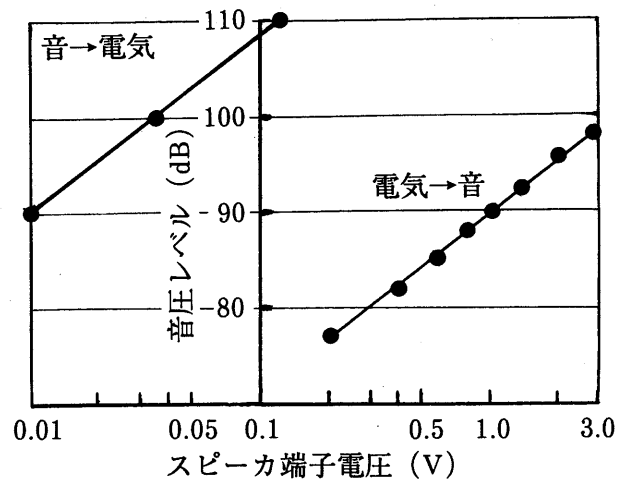


図8 ダイナミックスピーカ電気音響変成効率

しても NIC 特性を示していることがわかる。

図6. は NIC の有無によるスピーカ端子電圧波形を示す。端子22'側のスピーカに1kHzの信号を入力している。NIC 有りの場合、端子電圧  $v_1 = v_2$  となり十分に増幅している様子が見られる。ここでは  $R_1 = 8.66\Omega$ ,  $R_2 = 8.2\Omega$  にセットし、計算値で18.8倍、実測で約18.6倍の増幅度が得られた。安定動作範囲は  $R_2$  を  $8.2\Omega$  一定にして、 $R_1$  の値を  $9.65\Omega$  から  $8.66\Omega$  までであった。すなわち増幅度は6.7倍から18.8

倍までの範囲が発振することなく安定であった。

次に、図7. にダイナミックスピーカの感度(周波数-音圧レベル)特性を示す。図8. に電気→音響、音響→電気の変換の様子を示す。電気→音響→電気への変成効率は、ダイナミックスピーカで端子電圧1.0V→音圧レベル90dB→端子電圧0.01Vの1%であった。この事はパワーNIC 双方向増幅器の増幅度がダイナミックスピーカ使用の場合100倍の増幅度が必要となるを意味している。先の検討でパワーNIC 双方向増幅器の安定動作範囲増幅度は最大18.8倍であり、話した声と同じレベルの声が得られるためには変成効率の良いスピーカの採用が望ましいことになる。

#### 4. ま と め

本研究により、パワーNICによる双方向通信装置の実用化への諸問題点を提唱し、その対策に資する検討を行った。即ち、

- (1) 双方向通信用ダイナミックスピーカ駆動を考慮したパワーNICを作成した。
- (2) このパワーNICと2個のスピーカの簡単な構

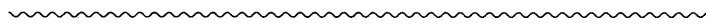
成で双方向通信の動作を確認出来た。

- (3) 送話, 受話共に単体のスピーカで兼用して, 電気音響変成器として使用した。ダイナミックスピーカの変成効率は, 20cm の距離で1%であり, 増幅度100倍が要求される。
- (4) 増幅度はNICの外付け抵抗で調整出来る。但し, 初期設定で微調整の必要がある。
- (5) 双方向において計算値, 実測値共に同程度の増幅作用が得られた。
- (6) 他の双方向通信装置との比較すると, 本装置は送信, 受信の切り替えを必要としない。

以上の事が判明した。更に改良の点が含まれており今後も検討を行う。

### 参 考 文 献

- 1) 柳沢, 八木: “負性抵抗を含む回路網理論”, 信学誌, 47, 4, p70 (昭39-04)
- 2) “最新オペアンプの実戦技術”, 誠文堂新光社, 1970
- 3) 大井: “双方向増幅器”, 特公昭57-131108
- 4) 高松: 電気全国大会講演論文集455, (1989)
- 5) 高松, 中島: 電気関係学会九州支部連合大会. 講演論文集256, (1990)
- 6) 高松, 中島: 電気関係学会九州支部連合大会. 講演論文集232, (1991)



## 一般論文

# 可溶性ポリイミド (1)

## — 可溶性ポリイミドの合成 —

津 田 祐 輔  
日 吉 紀 彦\*

### Soluble Polyimides (1)

#### — Synthesis of Soluble Polyimides —

Yusuke TSUDA  
Norihiro HIYOSHI\*

Soluble polyimides with polyalicyclic structure were prepared by the reaction of 2,3,5-tricarboxycyclopentyl acetic dianhydride (TCA-AH) with aromatic diamines. The two step polymerization systems including poly (amic acids) synthesis and solution imidization using pyridine and acetic anhydride were performed and the soluble polyimides with high inherent viscosities and high imidization ratios were obtained.

## 1. 緒 言

ポリイミドは優れた耐熱性を有する高性能高分子の1つであり、電子材料などの分野で樹脂、フィルム及びワニス等の形態で広範に用いられている。ところが、ポリイミドは一般に溶媒に不溶である為、前駆体のポリアミック酸の段階でフィルム化し、加熱焼成してポリイミドを得なければならない、プロセス的に手間が掛かり、イミド化率等のポリマー物性も制御し難いと言う欠点がある (図1)。そこでこの様な欠点を改良する目的で、耐熱性などの諸物性は維持したまま溶媒に対する溶解性を付与した可溶性ポリイミドが研究されている。当研究室ではこの様な可溶性ポリイミドの系統的な研究を行っているが (図2)、本報では、この内、可溶性ポリイミドの合成方法について、2,3,5-トリカルボキシシクロペンチル酢酸二無水物 (TCA-AH) をテトラカルボン酸二無水物モノマーとして用いる方法 (図3) を中心に新規に得られた知見をまとめた。

## 2. 実 験

### 2.1 原料

TCA-AH 及び3,5-ジアミノ-3'-トリフルオロメチルベンズアニリド (DTBA) は日本合成ゴム (株) より提供を受けた。その他のモノマー類、すなわちピロメリット酸二無水物 (PMDA) (三菱ガス化学),

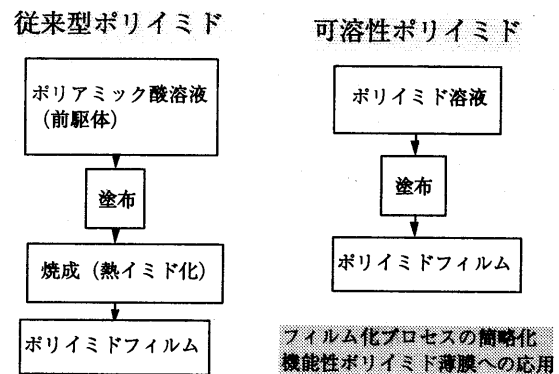


図1 従来型ポリイミドと可溶性ポリイミド

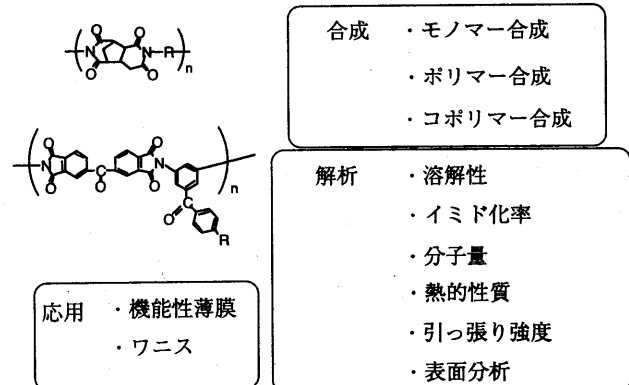


図2 可溶性ポリイミドの系統的な研究

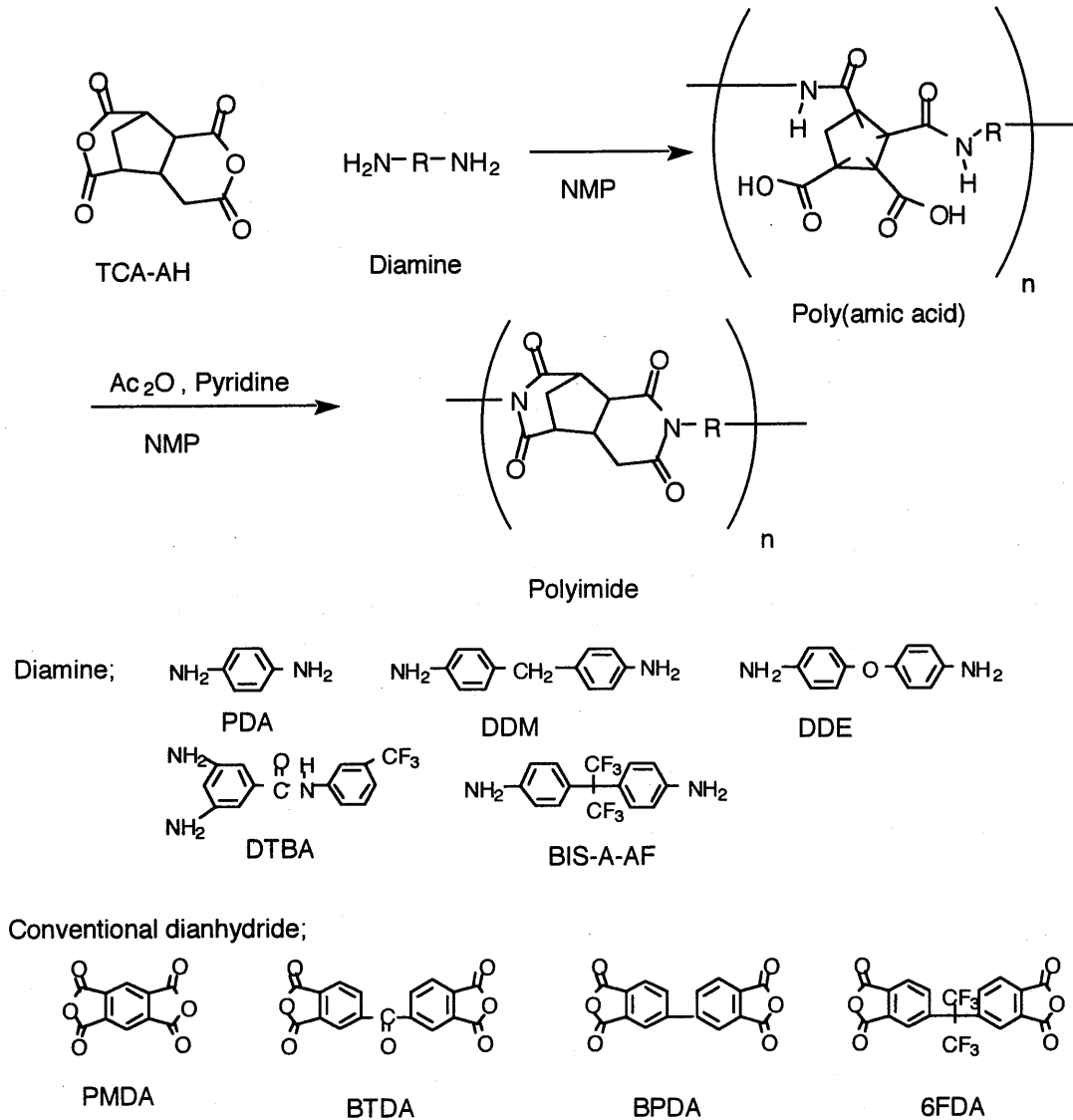


図3 TCA-AHに基づく可溶性ポリイミドの合成

3,3',4,4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物 (BTDA) (三井東圧), 3,3',4,4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物 (BPDA) (宇部興産), 2,2-ビスヘキサフルオロプロパン二無水物 (6FDA) (セントラル硝子), p-フェニレンジアミン (p-PDA) (和歌山精化), 4,4'-ジアミノジフェニルメタン (DDM) (三井東圧), 4,4'-ジアミノジフェニルエーテル (DDE) (和歌山精化), 2,2-ビス(4-アミノフェニル)ヘキサフルオロプロパン (BIS-A-AF) (セントラル硝子) は市販品を使用した。無水酢酸 (片山化学), ピリジン (和光化学), N-メチル-2-ピロリドン (NMP) (三菱化成), ジメチルスルホキシド-d6 (DMSO-d6) (和光純薬), N,N-ジメチルホルムアミド (DMF), N,N-ジメチルアセトアミド (DMAC) (片山化学), 1,3-ジメチル-2-イミダゾリ

ジノン (DMI) (片山化学), ジメチルスルホキシド (DMSO) (片山化学), m-クレゾール (片山化学), テトラヒドロフラン (THF) (片山化学), ジクロロメタン (片山化学) 及び濃硫酸 (片山化学) は市販品を使用した。

### 2.2 可溶性ポリイミドの合成

テトラカルボン酸二無水物とジアミンとを等モル用い, NMP 中10~20wt%の濃度, 60℃で12~24時間重合しポリアミック酸を得た。一部をポリアミック酸溶液としてサンプリングした後, 残りの溶液に触媒としてピリジン (5倍モル) 及び無水酢酸 (4倍モル) をポリマー骨格中に含まれる酸無水物に対して ( ) 内に示すモル比で加え, 110℃, 5時間イミド化し, ポリイミド溶液を得た。ポリアミック酸溶液及びポリイミド溶液をメタノール, エタノー

ルもしくは水などの貧溶媒に沈殿させ、ろ過の後、ポリアミック酸の場合は室温で2~3日、ポリイミドの場合は90℃で5時間真空乾燥し、粉末状のポリマーを得た。得られたポリアミック酸及びポリイミドはキャノン・フェンスケ型粘度計を用いNMP中(濃度; 0.5g/100ml), 30℃における対数粘度, 即ち $\eta_{inh}$  (dl/g) を求め分子量の尺度とした。ポリイミドはDMSO-d6中で<sup>1</sup>H-NMR測定を行い, ポリアミック酸のNHプロトンの消失程度を芳香族プロトンを基準ピークとして算出しイミド化率を求めた。尚, 生成するポリイミドがNMPに不溶の場合には, イミド化反応の初期で不溶物の析出もしくはゲル状物の生成が見られる。尚, 二種類のテトラカルボン酸二無水物を用いる共重合体においては, テトラカルボン酸二無水物のモル数の合計がジアミンのモル数に等しくなるように留意し, モル分率を変化させた。

### 2.3 熱分解温度

2.2で得られた可溶性ポリイミドの耐熱性を熱重量分析により調べた。熱重量分析装置は島津製作所製TGA-50を用い, 10℃/minで窒素中もしくは空气中で昇温し, 一般に熱分解温度と判断される10%重量減少温度を耐熱性の尺度とした。

### 2.4 溶解性

2.2で得られた可溶性ポリイミドに各種の溶媒(NMP, DMF, DMAC, DMSO, DMI, m-クレゾール, THF, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)を5wt%の濃度になるように加え, 室温で一晩放置し溶解性を判別した。室温で溶解しなかったポリイミドに関しては加熱時の溶解性の確認を行った。

## 3. 結果と考察

### 3.1 ポリイミドの可溶化方法

ポリイミドに溶媒に対する可溶性を付与する方法としては, 大別して, 1) 可溶化に寄与する置換基もしくは分子骨格を有するモノマー類を用いる方法, 及び2) 共重合によりランダム性を増加させる方法が知られている。ポリイミドは通常, PMDAに代表される芳香族テトラカルボン酸二無水物とDDEに代表される芳香族ジアミンとから合成されるが, 1)の方法の場合にはこれらのポリイミド合成用の汎用モノマー類以外の特殊モノマー類を必要とする。具体例として, 脂環式のテトラカルボン酸二無水物を用いる方法<sup>1)~3)</sup>, トリフルオロメチル基を有する芳香族ジアミンを用いる方法<sup>4)5)</sup>及び側鎖フェニル基を有する芳香族ジアミンを用いる方法<sup>6)</sup>などが挙げられる(図4)。2)の手法の場合には汎用モノマー

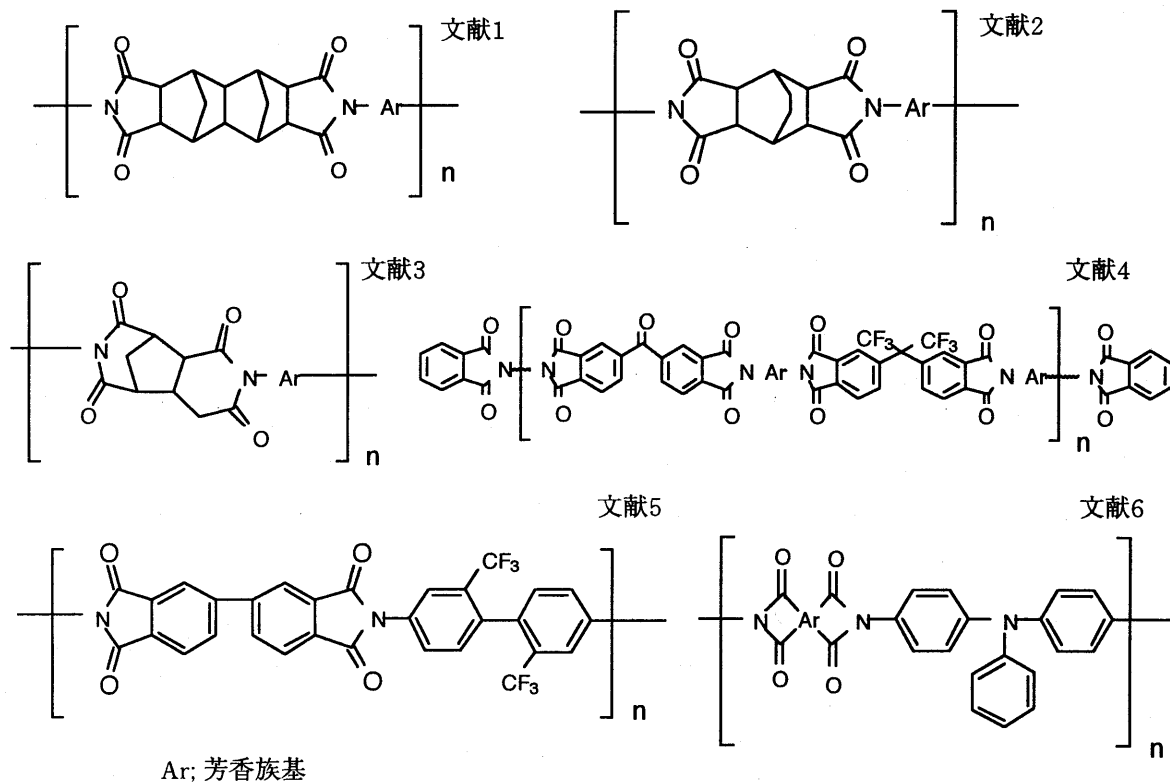


図4 種々の可溶性ポリイミド

表1 可溶性ポリイミドを与えるモノマーの組み合わせ

Dianhydride	Monomer	Polyamic acid		Polyimide	
		$\eta$ inh <sup>a</sup> dL/g	Solubility in NMP	$\eta$ inh <sup>b</sup> dL/g	Imidization ratio <sup>b</sup> %
TCA-AH	PDA	0.79	Soluble	0.62	90
	DDM	0.71	Soluble	0.64	90
	DDE	0.69	Soluble	0.66	93
	DTBA	0.41	Soluble	0.32	97
	BIS-A-AF	0.22	Soluble	0.16	98
PMDA	PDA	0.50	Insoluble		
	DDM	0.36	Insoluble		
	DDE	0.41	Insoluble		
	DTBA	0.24	Insoluble		
	BIS-A-AF	0.24	Insoluble		
BTDA	PDA	0.59	Insoluble		
	DDM	0.58	Insoluble		
	DDE	0.54	Insoluble		
	DTBA	0.20	Insoluble		
	BIS-A-AF	0.25	Soluble	0.25	100
BPDA	PDA	0.30	Insoluble		
	DDM	0.31	Insoluble		
	DDE	0.37	Insoluble		
	DTBA	0.15	Insoluble		
	BIS-A-AF	0.25	Soluble	0.31	100
6FDA	PDA	0.51	Soluble	0.36	99
	DDM	0.69	Soluble	0.38	87
	DDE	0.73	Soluble	0.41	94
	DTBA	0.16	Soluble	0.23	100
	BIS-A-AF	0.24	Soluble	0.23	100

<sup>a</sup>Measured at 0.5g/dL in NMP at 30°C. <sup>b</sup>Calculated from <sup>1</sup>H NMR measurement.

を組み合わせ可溶性ポリイミド共重合体を得る方法<sup>7)</sup>と特殊モノマーと汎用モノマーを併用する方法とが挙げられる。

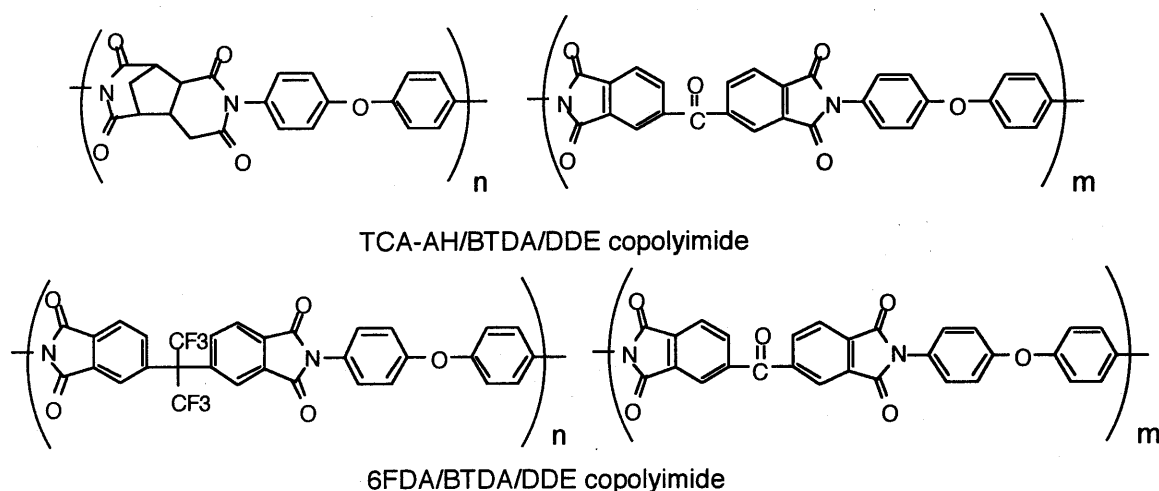
表1は、当研究室において、各種のテトラカルボン酸二無水物とジアミンとを組み合わせ得られたポリイミドの重合溶媒であるNMPに対する溶解性を調べた結果を示している。このうちPMDA, BTDA, BPDA, PDA, DDM及びDDEは汎用モノマー類で、TCA-AH, 6FDA, DTBA及びBIS-A-AFは可溶性に寄与する特殊モノマーと考えることができる。脂環式骨格を有するテトラカルボン酸二無水物であるTCA-AH及びトリフルオロメチル基を有するテトラカルボン酸二無水物である6FDAはどのジアミンを用いてもNMP可溶のポリイミドを与えており、可溶性に及ぼすこれらのモノマーの効果を確認することができた。一方、トリフルオロ

メチル基を有するジアミンであるBIS-A-AF及びDTBAにおいては、BIS-A-AFは最も剛直なテトラカルボン酸二無水物であるPMDAを除けば可溶性ポリイミドを与えるが、DTBAはトリフルオロメチル基を有しているにもかかわらずPDA等の汎用ジアミンと同様の挙動を示し、TCA-AH及び6FDA以外との組み合わせでは可溶性ポリイミドを与えない。この理由として、DTBAはトリフルオロメチル基を有しているがその個数は1個であること、又、分子中に剛直なアミド結合を有していることが挙げられる。TCA-AHと6FDAを比較した場合、分子量の尺度である対数粘度( $\eta$  inh)はTCA-AHを用いたポリイミドの方が大きく、高分子量の可溶性ポリイミドを得るという点ではTCA-AHの方が有利であることが予想される。又、TCA-AHを用いたポリイミドの中で、芳香族ジアミンと

表2 二種のテトラカルボン酸二無水物を用いる可溶性ポリイミド共重合体

Dianhydride <sup>a</sup>		Polyamic acid		Polyimide				
		$\eta_{inh}^b$	Solubility	$\eta_{inh}^b$	Imidization	10% Weight loss		
TCA-AH 6FDA BTDA		dL/g	in NMP	dL/g	ratio <sup>c</sup>	temperature <sup>d</sup>		
mol%					%	in Air	in N <sub>2</sub>	
						°C	°C	
0	100	0.73	Insoluble					
20	80	0.75	Insoluble					
30	70	0.77	Insoluble					
35	65	0.75	Soluble	0.69	100	477	519	
40	60	0.70	Soluble	0.70	98	487	511	
60	40	0.72	Soluble	0.66	93	479	490	
80	20	0.73	Soluble	0.70	91	444	480	
100	0	0.69	Soluble	0.66	93	422	457	
	20	80	0.71	Insoluble				
	30	70	0.64	Insoluble				
	35	65	0.66	Soluble	0.56	100	565	595
	40	60	0.58	Soluble	0.65	96	566	590
	60	40	0.57	Soluble	0.60	100	562	589
	80	20	0.56	Soluble	0.59	100	556	578
	100	0	0.44	Soluble	0.47	98	561	571

<sup>a</sup>Equimolar amount of DDE was used to the total amounts of dianhydride. <sup>b</sup>Measured at 0.5g/dL in NMP at 30°C. <sup>c</sup>Calculated from <sup>1</sup>H NMR measurement. <sup>d</sup>Measured at a heating rate of 10°C/min.



してDTBAもしくはBIS-A-AFを用いたポリイミドはPDA等他の芳香族ジアミンを用いた場合よりも対数粘度が低いことが観察された。この理由としては、DTBA及びBIS-A-AFの場合には電子吸引性の置換基が存在している為、芳香族ジアミンの求核性が低くなるためではないかと考えている。

表2はTCA-AHもしくは6FDAに汎用テトラカルボン酸二無水物であるBTDAを併用し、一種類の芳香族ジアミン、即ちDDEとの組み合わせで可溶性ポリイミド共重合体を得た実験を示している。

その結果、TCA-AH及び6FDA何れの場合も、BTDAを65モル%まで併用しても可溶性ポリイミド共重合体が得られることが判明した。この様に特殊モノマーと汎用モノマーを併用し可溶性ポリイミドを得る方法においては、高価な特殊モノマーの使用量を減量することが可能で、且つ、特殊モノマーを使用することによって低下するような物性があれば、その物性を補償することが可能となる。例えば、表2の例はTCA-AHの使用により低下した熱分解温度をBTDAの共重合により補うことが可能であ

ることを示している。

### 3.2 ポリアミック酸の重合

ポリアミドの合成においては、ポリアミック酸を経由しない一段階の合成法もあるが、本研究においては通常用いられるポリアミック酸の重合-イミド化反応を経由する二段階法を試みた(図3)。二段階法の場合はポリアミック酸重合時の分子量コントロールとイミド化反応の進行を分離して解析できるという利点がある。又、二段階とは言え、反応は1つの容器で連続して行う、いわゆる One-pot 合成が可能であり、手間もそれほど掛からない。

ポリアミック酸の合成はテトラカルボン酸無水物とジアミンとを当モル用い、DMF, DMAC, NMP等の非プロトン性極性溶媒中、25~50℃程度の温度でなされる<sup>8)</sup>。この場合、高純度のモノマーを用い、正確に等モル秤量することが高分子量のポリマーを得る条件である。モノマーの添加順序は先ずジアミンを溶媒に溶解させ、その後、テトラカルボン酸無水物を固形のまま徐々に加える方法が一般的であるが、本研究では小スケールで反応を行っている為、二種の秤量したモノマーをフラスコに加え、溶媒を加えた後、すぐ攪拌する方法を行った。

表3はTCA-AHと各種芳香族ジアミンとによるポリアミック酸重合におけるモノマー濃度、重合温度及び重合時間の対数粘度に及ぼす影響を調べた実験結果をまとめている。ポリアミック酸の重合は最終生成物のポリアミドの分子量をコントロールする重要なステップである。ポリアミック酸をイミド化する際に、対数粘度値は低下するが(表1)、これは、ポリアミック酸とポリアミドの溶液粘度に及ぼす分子骨格の影響に基づくものと想定され、重合度がイミド化反応時に変化することを示しているのではない。モノマー濃度は高いほど対数粘度が高くなるが、20重量%を越えると溶液の粘度が著しく高くなり、又、ポリマーが析出する場合もあり、10~15重量%が適切と言える。重合温度は30℃よりも60℃の方が高分子量のポリマーが得られている。80℃を越えると溶液が着色する場合があります好ましくない。重合温度はPMDAの様な芳香族テトラカルボン酸無水物では温度を上げると対数粘度は低下し、室温付近が最適であることが報告されており<sup>9)</sup>、酸無水物骨格に応じた最適温度があることが考察される。脂肪族骨格であるTCA-AHの場合は芳香族テトラカルボン酸無水物と比較し、より高温での重合が必

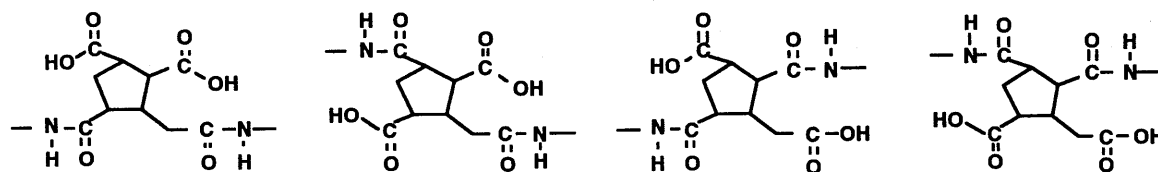


図5 TCA-AH ポリアミック酸の異性体

表3 TCA-AHと各種の芳香族ジアミンを用いたポリアミック酸の重合

Monomer <sup>a</sup>	Polymerization Conditions			Polyamic acids
	Concentration	Temperature	Time	$\eta$ inh <sup>b</sup>
Diamine	%	℃	hr	dL/g
PDA	15	60	12	1.09
PDA	15	30	12	0.49
PDA	10	60	12	0.80
DDM	15	60	12	1.00
DDM	15	30	12	0.73
DDM	10	30	12	0.42
DDE	15	60	2	0.48
DDE	15	60	4	0.61
DDE	15	60	12	1.01
DDE	10	60	12	0.79

<sup>a</sup>Equimolar amount of TCA-AH was used. <sup>b</sup>Measured at 0.5g/dL in NMP at 30℃.



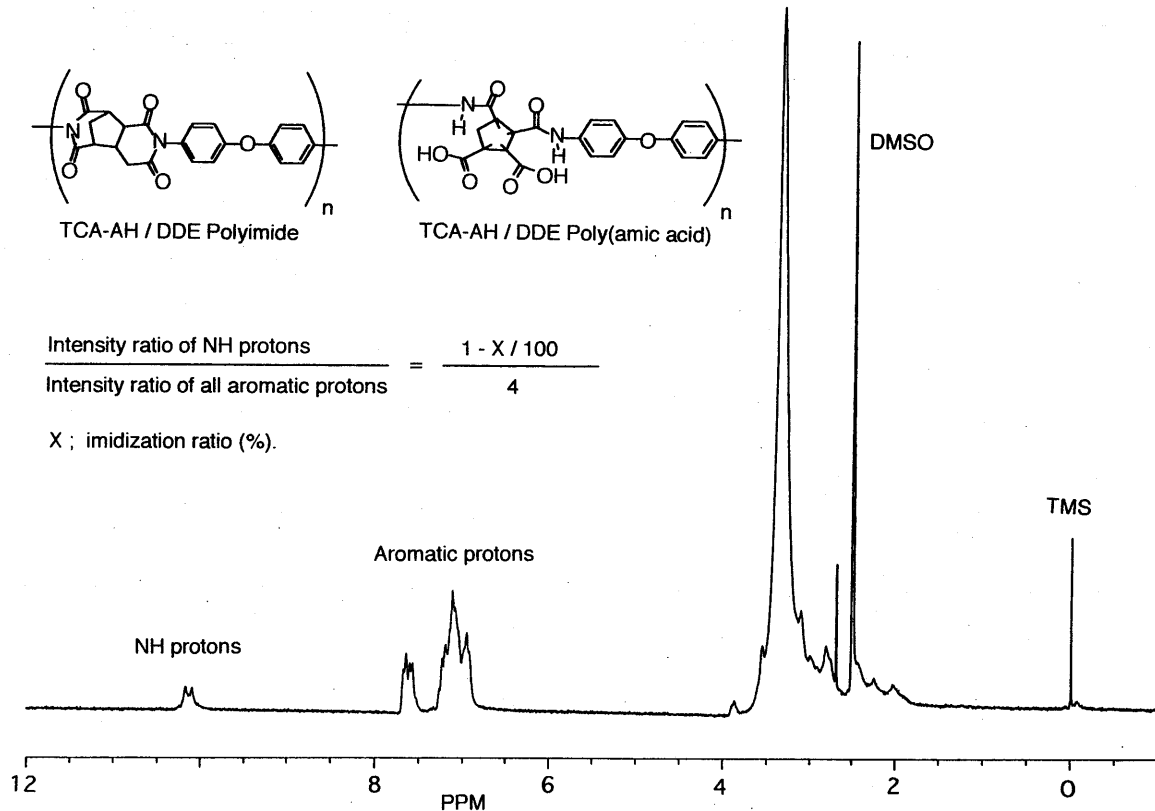


図6  $^1\text{H-NMR}$  測定による TCA-AH ポリアミドのイミド化率算出

要であることを考えると、芳香族ジアミンに対する反応性は低いようである。重合時間に関しては、重合時間が長いほど、高分子量のポリマーが得られているが、12時間程度で変化がなくなることが観察された。尚、ポリアミック酸には異性体が存在することが知られており<sup>10)</sup>、TCA-AH ポリアミック酸の場合には4種類が存在する(図5)。図6の $^1\text{H-NMR}$ におけるポリアミック酸のNHプロトンの分裂はこの異性体の存在を示唆するものであるが、その存在比は今回の検討では解析するに至らなかった。

### 3.3 イミド化反応

ポリアミック酸からポリアミドを得る一般的な方法は、溶媒可溶のポリアミック酸の状態を基材に塗布し、 $300^\circ\text{C}$ 程度に加熱して溶媒を揮発させながら無触媒で閉環反応を行う方法であり、ポリアミドが溶媒に不溶である場合にも適用できる。又、この反応においてピリジンの様な塩基を閉環反応の触媒として用いることもしばしば行われる。可溶性ポリアミドにおいてもこの様な固相イミド化反応も、勿論、可能であるが、溶媒可溶である利点を活かし、溶液状態でイミド化反応を行うことが多い。溶液イミド化は、ピリジン及び無水酢酸を触媒として用い、 $80^\circ\text{C}$ 、1時間反応を行う方法<sup>11)</sup>、無触媒で $200^\circ\text{C}$ 、2時

間反応を行う方法<sup>12)</sup>、NMPに $o$ -ジクロロベンゼンを併用し、 $165^\circ\text{C}$ で共沸蒸留により脱水させる方法<sup>13)</sup>、ポリアミック酸で一旦反応を止めるのではなく、一段階でテトラカルボン酸二無水物と芳香族ジアミンとから $185\text{--}187^\circ\text{C}$ で加熱することにより無触媒でポリアミドを得る方法<sup>14)</sup>などが知られている。筆者らはテトラカルボン酸二無水物としてTCA-AHを用い、触媒として無水酢酸及びピリジンを用いた場合のイミド化反応を検討した。イミド化反応における留意事項はイミド化が十分に進行していることを確認し、又、そのような反応条件を設定することである。イミド化が十分に進行していない場合、保存安定性の低下、耐熱性の低下及びその他の物性の低下が見られることがあり、例えば、西川らはTCA-AHによる可溶性ポリアミドを液晶配向膜として用いた場合、イミド化率が高いものほど液晶配向性が良好であることを示している<sup>15)</sup>。筆者らはTCA-AHとDDEとから得られたポリアミック酸を用い、90%以上イミド化が進行することを目的として、イミド化率に及ぼす反応時間、反応温度、ポリマー濃度及び触媒量の影響を調べた(図7~10)。イミド化の進行程度、即ち、イミド化率(%)は $^1\text{H-NMR}$ 測定によりポリアミック酸のNHプロトン

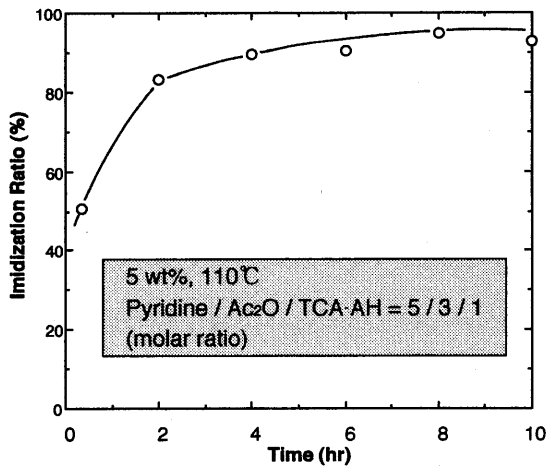


図7 イミド化率に及ぼす反応時間の影響

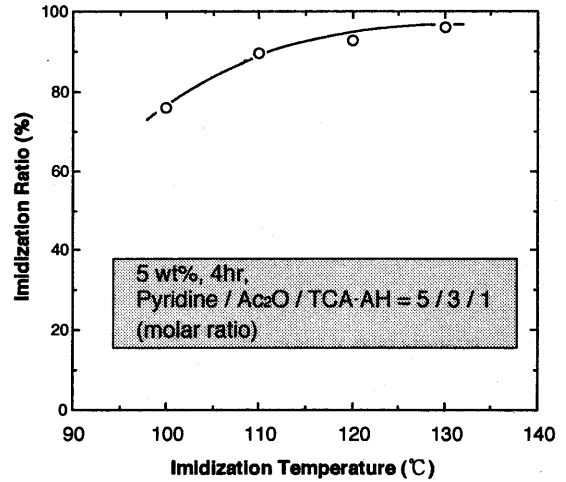


図8 イミド化率に及ぼす反応温度の影響

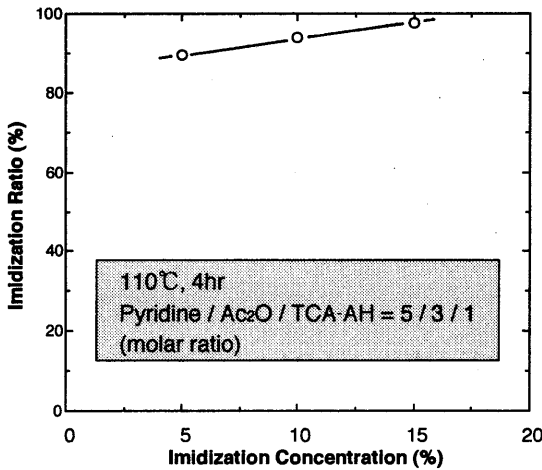


図9 イミド化率に及ぼすポリマー濃度の影響

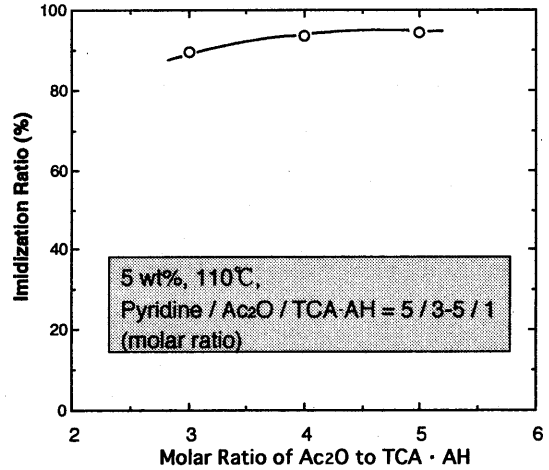


図10 イミド化率に及ぼす無水酢酸量の影響

の消失程度を DDE の芳香族プロトンのシグナル強度を内部標準として算出した (図6)。反応時間は長いほどイミド化率が向上するが、6時間を過ぎると溶液が着色する傾向にあり、4~6時間が最適である (図7)。反応温度は高いほどイミド化率が向上するが、120°C以上の場合には、溶液の着色及び分子量の低下が認められるため、110~120°Cが好ましい (図8)。ポリマー濃度、即ち NMP 溶媒中におけるポリアミック酸の固形分濃度 (重量%) は高いほどイミド化率は向上するが (図9)、15%以上の場合には溶液の増粘が著しく取り扱いが困難となるため、10%程度が好ましい。2つの触媒の作用を考察すると、ピリジンはポリアミック酸のアミド結合の N 原子が -COOH 基のカルボニル基を求核攻撃する場合の一般塩基触媒、及び無水酢酸の加水分解によって生成した酢酸を塩を形成することでトラップする役割を示し、無水酢酸は脱水する水分子をト

ラップする役割を示していると考えられる<sup>16)</sup>。触媒量の影響を調べるにあたって、触媒が化学量論的に必要な無水酢酸のモル数を変量し、ピリジン量は一定として検討を行った。TCA-AH に対する無水酢酸のモル比を 3~5 モルに変量した場合、イミド化率は向上するがそれほど大きい変化ではなく、4モル程度で十分であることが判明した (図10)。今回、TCA-AH において検討したイミド化条件は、文献11に記載されているピリジン及び無水酢酸を用いる同様の溶液イミド化反応の条件、即ち、80°C、1時間と比較し、かなり過酷な条件が必要と言える。この理由として、一般的な芳香族ポリイミドの場合には、生成するイミドのカルボニル基は隣接する芳香環と共役しており安定であるが、TCA-AH の場合は脂肪族であるためこの様な効果は期待できないこと、及び、一般的な芳香族ポリイミドの場合には5員環ポリイミドが生成するのに対し、TCA-AH の

表4 可溶性ポリイミドの熱分解温度

Polyimides		10% Weight loss temperature <sup>c</sup>			
Dianhydrides	Diamines	$\eta$ inh <sup>a</sup>	Imidization ratio <sup>b</sup>	in Air	in Nitrogen
		dL/g	%	°C	°C
TCA-AH	PDA	0.62	90	466	474
	DDM	0.64	90	470	474
	DDE	0.66	93	422	457
	DDE	0.68	76	407	456
	DDE	0.48	61	395	444
	DTBA	0.32	97	452	494
	BIS-A-AF	0.16	98	432	478
BTDA	BIS-A-AF	0.25	100	557	575
BPDA	BIS-A-AF	0.31	100	560	573
6FDA	PDA	0.36	99	554	572
	DDM	0.38	87	533	558
	DDE	0.41	94	561	571
	DTBA	0.23	100	496	524
	BIS-A-AF	0.23	100	546	557

<sup>a</sup>Measured at 0.5g/dL in NMP at 30°C. <sup>b</sup>Calculated from <sup>1</sup>H NMR measurement. <sup>c</sup>Measured at a heating rate of 10°C/min.

表5 可溶性ポリイミドの溶解性

Polyimides				Solubility <sup>c</sup>								
Dianhydrides	Diamines	$\eta$ inh <sup>a</sup>	Imidization ratio <sup>b</sup>	NMP	DMF	DMAC	DMSO	DMI	m-Cresol	THF	C <sub>2</sub> HCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
		dL/g	%									
TCA-AH	PDA	0.62	90	S	S	S	S	S	I	I	I	S
	DDM	0.64	90	S	S	S	S	S	S	I	I	S
	DDE	0.66	93	S	S	S	S	S	S	I	I	S
	DTBA	0.32	97	S	S	S	S	S	S	I	I	S
	BIS-A-AF	0.16	98	S	S	S	S	S	S	S	I	S
BTDA	BIS-A-AF	0.25	100	S	S	S	S	S	S	S	I	S
BPDA	BIS-A-AF	0.31	100	S	S	I	S(h)	S(h)	S	S	S	S
6FDA	PDA	0.36	99	S	S	S	S	S	S	I	S	S
	DDM	0.38	87	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	DDE	0.41	94	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	DTBA	0.23	100	S	S	S	S	S	S	S	I	S
	BIS-A-AF	0.23	100	S	S	S	S	S	S	S	S	S

<sup>a</sup>Measured at 0.5g/dL in NMP at 30°C. <sup>b</sup>Calculated from <sup>1</sup>H NMR measurement. <sup>c</sup>S, soluble; S(h), soluble at a heated temperature; I, insoluble.

場合にはより生成しにくいと考えられる6員環ポリイミドが生成するのではないかと考えている。

### 3.4 可溶性ポリイミドのキャラクタリゼーション

可溶性ポリイミドの諸物性に関する詳細は続報で述べるとして、本報では基本物性である耐熱性と

溶解性について考察した。表4には今回の検討で得られた可溶性ポリイミドの熱分解温度をまとめている。TCA-AHによるポリイミドでは脂肪族の導入により溶媒可溶性にすることが可能となったが、ポリマーの耐熱性は主鎖骨格の剛直性に依るところが

大きいため、柔軟な脂肪族の導入による耐熱性の低下が懸念された。しかし、これらのポリイミドの10%重量減少温度を基準とした熱分解温度は400~500℃であり、BTDA、BPDA及び6FDAなどの芳香族系のポリイミドと比較して100℃程度低いが、熱分解温度が100~300℃である汎用ポリマーと比較すると十分な耐熱性を有していることが判明した。又、前節の検討で得られたイミド化率の異なるTCA-AH/DDEポリイミドの耐熱性を比較した結果、イミド化率が低下した場合、熱分解温度が低下し、例えばイミド化率93%では空気中の10%重量減少温度は422℃だが、イミド化率が61%に低下した場合、395℃に低下することが判明した(表4)。

次に、表1の可溶性ポリイミドの溶解性を各種の溶媒を用いて検討した(表5)。TCA-AHによる可溶性ポリイミド及び6FDAによる可溶性ポリイミド共に重合溶媒であるNMPはもちろん、DMF、DMAC、DMSO及びDMI等の高沸点の非プロトン性極性溶媒に対し良好な溶解性を示している。一方、*m*-クレゾール、THF及びジクロロメタン等の溶媒では、6FDAによる可溶性ポリイミドの方がTCA-AHによる可溶性ポリイミドよりも良好な溶解性を示す傾向にある事が判明した。

#### 4. 結 言

テトラカルボン酸二無水物として脂環式骨格を有するTCA-AHを用い、可溶性ポリイミドの合成方法に関する知見を得た。TCA-AHはトリフルオロメチル基を有する6FDAと同様に、組み合わせる芳香族ジアミンの種類によらず、いずれの場合でも可溶性ポリイミドを与える。又、高分子量の可溶性ポリイミドが得られると言う点ではTCA-AHが6FDAよりも有利である。ポリアミック酸の重合においては分子量のコントロールが重要であり、モノマー濃度、重合温度及び反応時間が長く(長く)なるほど、分子量が大きくなるが、他の要因も考慮すると、10~15%、60℃、12時間が最適条件であることが判明した。イミド化反応においては高いイミド化率で反応が進行することが重要であり、ポリマー濃度、反応温度、反応時間及び触媒量が高く(長く、多く)なるほど、イミド化率が向上するが、他の要因も考慮すると、10%、110~120℃、4~6時間、無水酢酸4モル(対TCA-AH)が最適条件であることが判明した。TCA-AHによる可溶性ポリイミドの基本的な物性を測定した結果、芳香族系のポリ

イミドと比較しやや劣るが熱分解温度400~500℃の優れた耐熱性を有していること、非プロトン性極性溶媒に対して良好な溶解性を示すことが判明した。

#### 謝 辞

本研究を行うにあたり、貴重な御助言をいただきました岩手大学の石好行助教授及び日本合成ゴム(株)の松木安生博士及び西川通則博士に感謝いたします。本研究の実験に協力をいただいた、久留米高専工業化学科卒業生の田中幸男、江頭賢一の各氏に感謝いたします。平成8年度先端技術委託研究開発事業として経済的援助をいただいた(財)久留米・鳥栖地域技術振興センターに感謝いたします。

#### 参 考 文 献

- 1) M. Kusama, T. Matsumoto and T. Kurosaki, *Macromolecules*, **27**, 1117 (1994).
- 2) T. Matsumoto and T. Kurosaki, *Macromolecules*, **30**, 993 (1997).
- 3) Y. Tsuda, Y. Tanaka, K. Kamata, N. Hiyoshi, S. Mataka, Y. Matsuki, M. Nishikawa, S. Kawamura and N. Bessho, *Polym. J.*, **29**, 574 (1997).
- 4) J.E. McGrath, M.E. Rogers, C.A. Arnold, Y.J. Kim and J.C. Hedrick, *Macromol. Chem., Macromol. Symp.* **51**, 103 (1991).
- 5) F.E. Arnold, Jr., S.Z.D. Cheng, S.L.-C. Hsu, C. J. Lee, F.W. Harris and S.-F. Lau, *Polymer*, **33**, 5179 (1992).
- 6) Y. Oishi, M. Ishida, M. Kakimoto, Y. Imai and T. Kurosaki, *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*, **30**, 1027 (1992).
- 7) R.G. Bryant, *ACS Polymer Preprints*, **35**(2), 517 (1994).
- 8) 新高分子実験学3, 高分子の合成・反応(2)縮合系高分子の合成, 共立出版, p155 (1994).
- 9) C.E. Sroog, *J. Polym. Sci., Part A*, **3**, 1373 (1965).
- 10) V.M. Denisov, V.M. Svetlichnyi, V.A. Gindin, V.A. Zubkov, A.I. Kol'tsov, M.M. Koton and V.V. Kudryavtsev, *Polym. Sci. USSR*, **A21**, 1644 (1979).
- 11) C.-P. Yang and J.-H. Lin, *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*, **32**, 423 (1994).
- 12) M. Kusama, T. Matsumoto and T. Kurosaki, *Macromolecules*, **27**, 1117 (1994).
- 13) J.E. McGrath, M.E. Rogers, C.A. Arnold, Y. J. Kim and J.C. Hedrick, *Macromol. Chem., Macromol. Symp.* **51**, 103 (1991).
- 14) H.M. Gajiwala and R. Zand, *Macromolecules*, **28**, 481 (1995).
- 15) M. Nishikawa, Y. Yokoyama, Nobuo Bessho, D.-S. Seo, Y. Iimura and S. Kobayashi, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **33**, L810 (1994).
- 16) M.K. Ghosh and K.L. Mittal, Ed., "Polyimides", Marcel Dekker, Inc., 1996, p.20

## 一般論文

## 可溶性ポリイミド (2)

## — 長鎖アルキル基を有する芳香族ジアミンモノマーの合成 —

津 田 祐 輔  
河 内 岳 大\*  
古 川 龍 太 郎\*

## Soluble Polyimides (2)

## — Synthesis of Aromatic Diamine Monomers Containing Long Chain Alkyl Groups —

Yusuke TSUDA  
Takehiro KAWAUCHI\*  
Ryutaro FURUKAWA\*

Novel aromatic diamine monomers containing long chain alkyl groups for the synthesis of soluble polyimides were prepared. 4-Alkyl-3',5'-diaminobenzophenone (ADBP) and 3,5-diaminobenzoic acid alkyl ester (DBAE) were prepared from 3,5-dinitrobenzoic acid via Friedel-Crafts reaction or esterification reaction following reduction of dinitro compounds. 3,5-Bis(4-aminophenoxy)-4'-alkylbenzophenone (BAABP) and 3,5-bis(4-aminophenoxy)benzoic acid alkyl ester (BABAE) were prepared from 3,5-dihydroxybenzoic acid methyl ester via five step reactions.

## 1. 緒 言

ポリイミドは優れた耐熱性を有する高性能高分子の1つであり、電子材料などの分野で広範に用いられているが、一般に溶媒に不溶である為、溶媒に対する溶解性を付与した可溶性ポリイミドが研究されている。例えば、前報で述べた様に、ポリイミドの溶解性を改良する方法として、ポリイミド骨格に脂肪族基を導入する方法<sup>1)~3)</sup>及びトリフルオロメチル基を導入する方法<sup>4)5)</sup>などが検討されている。脂肪族基としては炭素数12前後の長鎖アルキル基もポリイミドの可溶化に有効と考えられるが、このような長鎖アルキル基を有するポリイミド用のモノマー類は市販されていない。ポリイミド合成に使用される二種類のモノマー、即ち、テトラカルボン酸二無水物と芳香族ジアミンとを比較した場合、一般には芳香族ジアミンの方が分子修飾し易い。そこで、本報では、長鎖アルキル基を芳香族ジアミンモノマーに導入することに着目し、これらの芳香族ジアミンモノマーの合成方法について当研究室で得られた知見をまとめた。

## 2. 実 験

## 2.1 原料

3,5-ジニトロベンゾイルクロリド (東京化成), アルキルベンゼン類 (東京化成), 長鎖アルコール類 (東京化成), 水素ガス (福豊帝酸), 飽水ヒドrazin (和光純薬), ピリジン (和光純薬), 塩化アルミニウム (片山化学), 10%パラジウムカーボン (和光純薬), ニトロベンゼン (和光純薬), ジメチルスルホキシド-d6 (DMSO-d6) (和光純薬), N,N-ジメチルホルムアミド (DMF) (和光純薬), アルコール類 (和光純薬), 塩酸 (片山化学) 及びその他の試薬類は市販品をそのまま使用した。

## 2.2 測定

得られた各種の有機化合物の構造は IR 及び<sup>1</sup>H-NMR で確認し、融点測定により純度を確認した。IR は日本分光製, IR Report-100赤外スペクトロメーターを用い, KBr 錠剤法で測定した。<sup>1</sup>H-NMR は日本電子製, JEOL JNM-EX270 FT NMR を用い, ジメチルスルフォキシド-d6 中, テトラメチルシランを基準として測定した。融点測定器はヤナコ製, 微量融点測定装置を用いた。

## 2.3 Friedel-Crafts 反応

代表的な実験例を以下に述べる。3,5-ジニトロベ

ンゾイルクロリド (7.48g, 32.4mmol) と n-ドデシルベンゼン (8g, 32.4mmol) とをニトロベンゼン (200ml) 中に溶解させ、混合液を10℃以下に冷却させながら、塩化アルミニウム (6.49g, 48.7mmol) を少量ずつ加え、全て溶媒に溶けるのを確認して100℃で3時間加熱した。反応混合物を25ml 塩酸を加えた100ml 氷水に注ぎ2層を分離し、ニトロベンゼン層を水、10%-NaOH、水の順で洗浄し、減圧蒸留によりニトロベンゼンを除去した。その後、イソプロピルアルコールを溶媒として再結晶を行い、3,5-ジニトロ-4'-ドデシルベンゾフェノン (8.50g, 19.29mmol) (収率59.5%, mp 56.5~57.8℃) を得た。IR (KBr):  $\nu$  ( $\text{cm}^{-1}$ )=1645 (C=O), 1530 ( $\text{NO}_2$ ), 1335 ( $\text{NO}_2$ ).  $^1\text{H-NMR}$  (DMSO- $d_6$ ):  $\delta$  (ppm)=0.85 (t,  $J=6.59\text{Hz}$ , 3H,  $\text{CH}_3$ ), 1.24 (m, 18H), 1.62 (m, 2H,  $\text{PhCH}_2\text{CH}_2-$ ), 2.70 (t,  $J=7.59\text{Hz}$ , 2H,  $\text{PhCH}_2\text{CH}_2-$ ), 7.44 (d,  $J=7.92\text{Hz}$ , 2H, ArH), 7.79 (d,  $J=7.92\text{Hz}$ , 2H, ArH), 8.77 (s, 2H, ArH), 9.04 (s, 1H, ArH).

#### 2.4 エステル化反応

代表的な実験例を以下に述べる。3,5-ジニトロベンゾイルクロリド (20g, 86.8mmol) と n-ドデシルアルコール (16.2g, 86.8mmol) とをジオキサン 160ml に溶解させ、ピリジン67ml を加え、80℃, 3時間加熱した。反応混合物を水に注ぎ、沈殿物をトルエンで抽出し、トルエン層を水洗し、トルエンを留去し、得られた結晶をイソプロピルアルコールで再結晶し3,5-ジニトロ安息香酸ドデシルエステル (8.83g, 23.20mmol) (収率26.8%, mp53.5~54.5℃) を得た。IR (KBr):  $\nu$  ( $\text{cm}^{-1}$ )=1723 (C=O), 1522 ( $\text{NO}_2$ ), 1340 ( $\text{NO}_2$ ).  $^1\text{H-NMR}$  (DMSO- $d_6$ ):  $\delta$  (ppm)=0.85 (t,  $J=6.92\text{Hz}$ , 3H,  $\text{CH}_3$ ), 1.23 (m, 18H), 1.77 (m, 2H,  $-\text{COOCH}_2\text{CH}_2-$ ), 4.40 (t,  $J=6.60\text{Hz}$ , 2H,  $-\text{COOCH}_2\text{CH}_2-$ ), 8.58 (d,  $J=3.96\text{Hz}$ , 1H, ArH), 9.04 (m, 2H, ArH).

#### 2.5 還元反応

##### 2.5.1 水素ガスを用いる接触水素還元反応

代表的な実験例を以下に述べる。3,5-ジニトロ-4'-ドデシルベンゾフェノン (8g, 18.16mmol) を DMF (200ml) に溶解し、10%Pd/C (1.816g) を加え、アスピレーターにより減圧とした反応容器に風船を利用し水素ガスを充填させ (図4), 攪拌しながら80℃, 24時間加熱した。その後、Pd/C をろ過により除去し、エバポレーターで DMF を除去した。エタノールと水の混合溶液から再結晶を行い、3,5-ジアミノ-4'-ドデシルベンゾフェノン (ADBP-

12) (1.25g, 3.30mmol) (収率18.2%, m.p.66.5~68.0℃) を得た。IR (KBr):  $\nu$  ( $\text{cm}^{-1}$ )=1635 (C=O), 3350 ( $\text{NH}_2$ ), 1583 ( $\text{NH}_2$ ), 1355 (CN).  $^1\text{H-NMR}$  (DMSO- $d_6$ ):  $\delta$  (ppm)=0.85 (t,  $J=5.59\text{Hz}$ , 3H,  $\text{CH}_3$ ), 1.23 (m, 18H), 1.59 (m, 2H,  $\text{PhCH}_2\text{CH}_2-$ ), 2.64 (t,  $J=7.26\text{Hz}$ , 2H,  $\text{PhCH}_2\text{CH}_2-$ ), 5.00 (s, 4H,  $\text{NH}_2$ ), 6.07 (t,  $J=1.98\text{Hz}$ , 1H, ArH), 6.14 (d,  $J=1.98\text{Hz}$ , 2H, ArH), 7.32 (d,  $J=7.59\text{Hz}$ , 2H, ArH), 7.62 (d,  $J=7.59\text{Hz}$ , 2H, ArH).

##### 2.5.2 ヒドラジンをを用いる接触水素還元反応

代表的な実験例を以下に述べる。3,5-ジニトロ安息香酸ドデシルエステル (8.83g, 23.20mmol) を95%エタノール (60ml) に溶解させ、10%Pd/C (0.03g) を加えた。混合物を50℃に加熱し、飽水ヒドラジン (6ml) を一滴ずつ徐々に加えた。その後、1時間加熱還流し、Pd/C をろ過の後、ろ液を放置し、得られた結晶をろ過し、3,5-ジアミノ安息香酸ドデシルエステル (5.14g, 16.0mmol) (収率69.1%, mp 58.5~59.4℃) を得た。IR (KBr):  $\nu$  ( $\text{cm}^{-1}$ )=1700 (C=O), 3400 ( $\text{NH}_2$ ), 3300 ( $\text{NH}_2$ ), 1525 ( $\text{NH}_2$ ), 1342 (CN).  $^1\text{H-NMR}$  (DMSO- $d_6$ ):  $\delta$  (ppm)=0.85 (t,  $J=6.60\text{Hz}$ , 3H,  $\text{CH}_3$ ), 1.23 (m, 18H), 1.63 (m, 2H,  $-\text{OCH}_2\text{CH}_2-$ ), 4.14 (t,  $J=6.60\text{Hz}$ , 2H,  $-\text{OCH}_2\text{CH}_2-$ ), 4.99 (s, 4H,  $\text{NH}_2$ ), 6.01 (t,  $J=1.98\text{Hz}$ , 1H, ArH), 6.41 (d,  $J=1.98\text{Hz}$ , 2H, ArH).

### 3. 結果と考察

#### 3.1 長鎖アルキル基を有する芳香族ジアミンモノマーの合成計画

ポリイミド合成に一般に使用されるジアミン類は芳香族ジアミン類であり、脂肪族ジアミン類は耐熱性は低下する為一般的ではない。これらの芳香族ジアミンとして代表的なものは4,4'-ジアミノジフェニルエーテル (DDE), 4,4'-ジアミノジフェニルメタン (DDM) 及びパラフェニレンジアミン (PDA) 等が知られており、これらのジアミンの合成方法をまとめると図1の様になる。即ち、DDE の合成はニトロ基によって活性化された芳香族求核置換反応による芳香族エーテルの合成及び対応するニトロ体の還元反応を経由しており、DDM の合成はアニリンとホルムアルデヒドとの酸性縮合により一段階で達成され、PDA の合成はニトロ化及び対応するニトロ体の還元反応を経由している。これらの反応の内、DDM 合成に用いられるアニリン類からの一段階の合成は特殊例であり、一般には対応するジニト

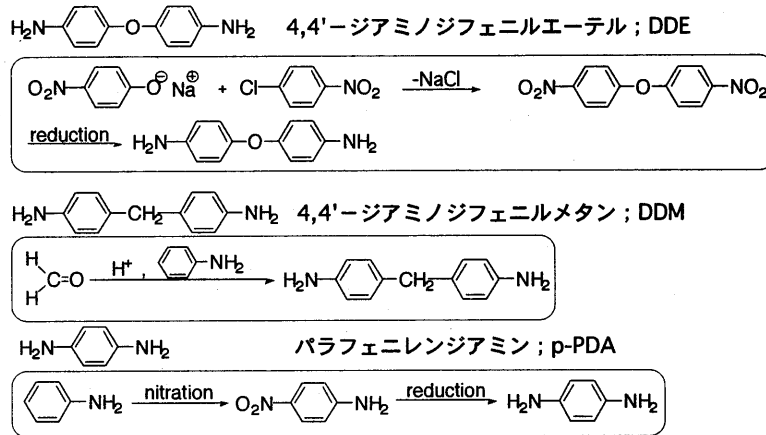


図1 一般的な芳香族ジアミンの合成方法

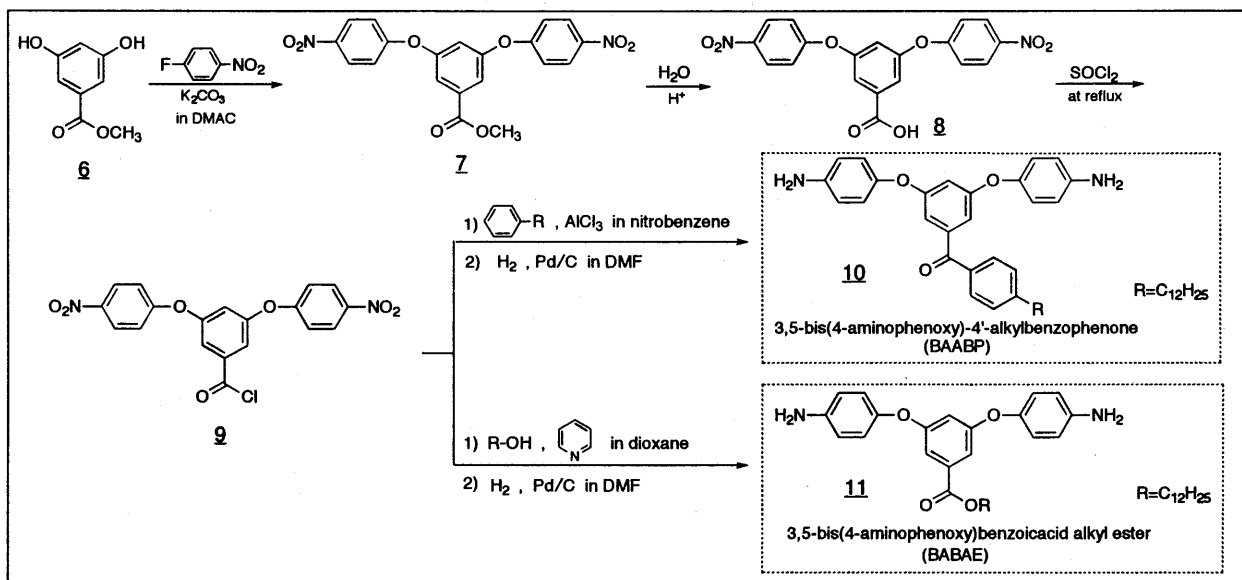
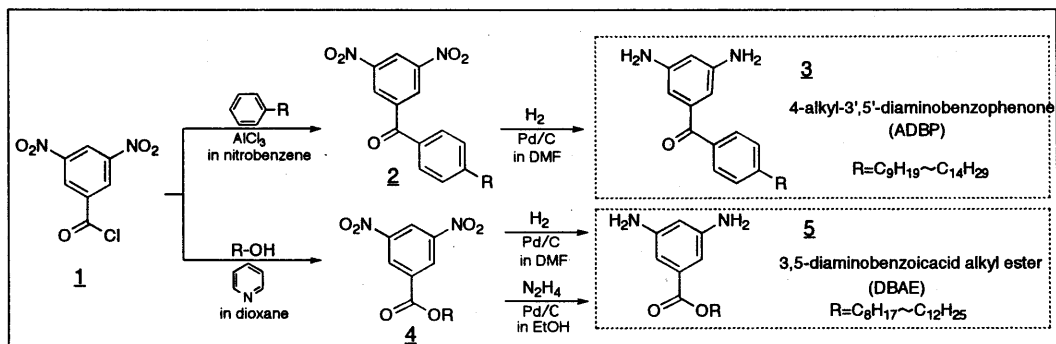
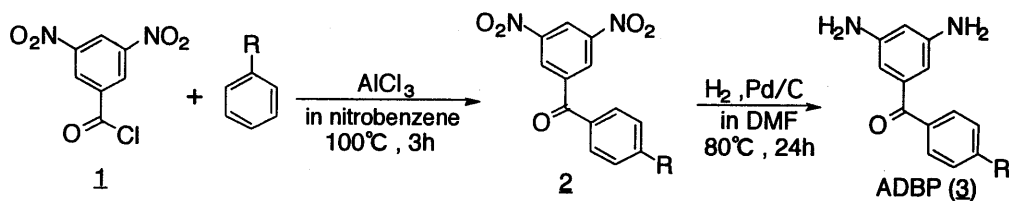


図2 長鎖アルキル基を有する芳香族ジアミンモノマーの合成

口体を還元によってジアミンとすることが多く、又、適用範囲も多いと考えられる。そこで筆者らはジニトロ体を還元することを前提として、市販の有機試薬から出発し長鎖アルキル基を有するジアミンモノマーを得る合成経路を計画した(図2)。出発物質

はジニトロ安息香酸クロリド(1)及びジヒドロキシ安息香酸メチル(6)の二種類を選んだ。酸クロリド1からは長鎖アルキルベンゼンとのフリーデルクラフト反応を経て、4-アルキル-3',5'-ジアミノベンゾフェノン(3, ADBP)が、又、長鎖アルコー



ADBP	Alkyl group	2		3	
		Yield(%)	mp(°C)	Yield(%)	mp(°C)
ADBP-9	-CH	48.3	50.9-53.8	24.2	59.2-62.3
ADBP-10	-CH	27.3	53.8-56.1	29.1	61.3-62.9
ADBP-11	-CH	58.2	53.6-56.3	16.9	58.2-62.8
ADBP-12	-CH	59.5	56.5-57.8	18.2	66.5-68.0
ADBP-13	-C <sub>13</sub> H <sub>27</sub>	62.9	52.8-54.2	43.1	71.5-72.9
ADBP-14	-C <sub>14</sub> H <sub>29</sub>	86.1	51.6-53.0	32.9	74.1-75.0

図3 ADBPの合成

ルとのエステル化反応を経て、3,5-ジアミノ安息香酸アルキルエステル (5, DBAE) が得られる。一方、フェノール体6を出発原料とした場合はDDE合成と同様の芳香族求核置換反応を経由しエーテル体7を得る。7は加水分解及び塩化チオニルとの反応を経由し酸クロリド9に変換され、9を用いると、1を用いた場合と同様の方法で、フリーデルクラフト反応もしくはエステル化反応を経由し、それぞれ3,5-ビス(4-アミノフェノキシ)-4'-アルキルベンゾフェノン (10, BAABP) 及び3,5-ビス(アミノフェノキシ)安息香酸アルキルエステル (11, BABAE) が得られる。ジアミノターフェニルエーテル型のジアミン即ち、10及び11の合成を計画したのは、3及び5のタイプの単環式芳香族ジアミンでは、電子吸引性基が芳香環に直接結合しているため、アミンの反応性が低下し高分子量のポリマーが得にくいことが懸念されたためである。10及び11のタイプでは電子吸引性基は結合しているが、アミノ基が連結しているベンゼン環には電子放出基であるエーテル基が結合しており、テトラカルボン酸二無水物との求核付加反応が容易になり、高分子量のポリマーが得られることが予想される。

長鎖アルキル基としては炭素数12前後の直鎖状の炭化水素を用いた。炭素数が短すぎる場合には溶解性向上に及ぼす効果が小さく、又、炭素数が長すぎる場合には長鎖アルキル基の結晶化が生じ、溶解性を逆に阻害する恐れがある。

### 3.2 ADBPの合成

炭素数9~14の長鎖アルキル基を有する ADBP-9~14 (3) の合成を図3にまとめた。酸クロリド1

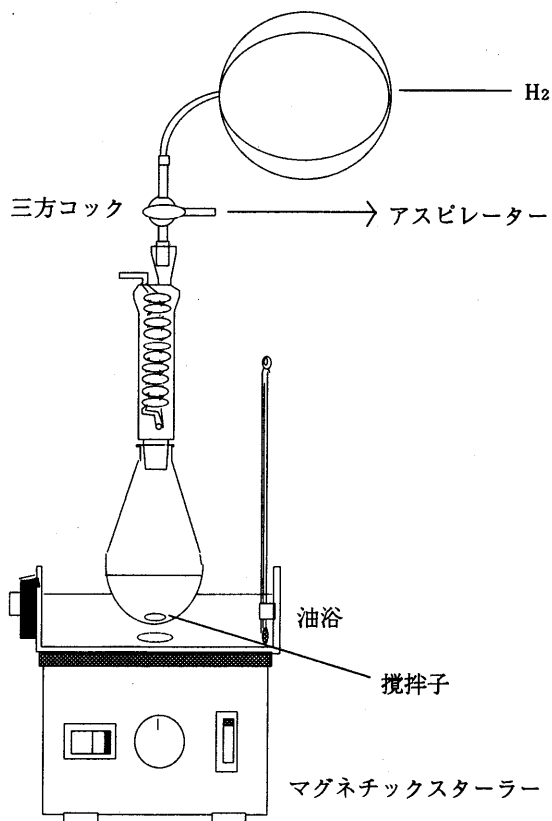


図4 水素ガスを用いる接触水素還元反応

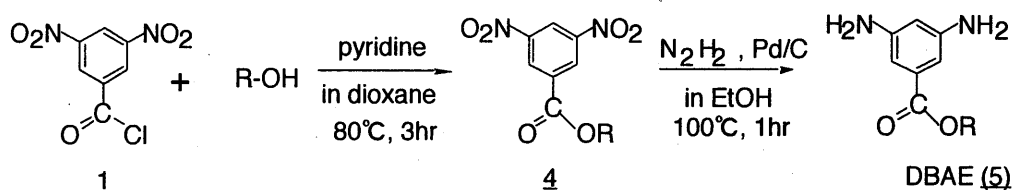
とアルキルベンゼンとの Friedel-Crafts 反応においては溶媒としてニトロベンゼンを用いる必要があり、ニトロメタンもしくはジクロロメタンの様な一般的な Friedel-Crafts 反応の溶媒では反応は進行しにくいことが判明した。この理由として酸クロリド1には電子吸引性のニトロ基が2個あり、アシル



化の中間体であるアシルカチオン ( $\text{RCO}^+$ ) を不活性化するためではないかと考えている。尚、ニトロベンゼンは Friedel-Crafts 反応に用いられる溶媒としては最も反応促進効果の高い溶媒であり<sup>2)</sup>、沸点も  $210.8^\circ\text{C}$  と高く、反応温度を上げることも可能である。アルキル置換ジニトロベンゾフェノン体 2 は再結晶後で50%以上の好収率で得られた。

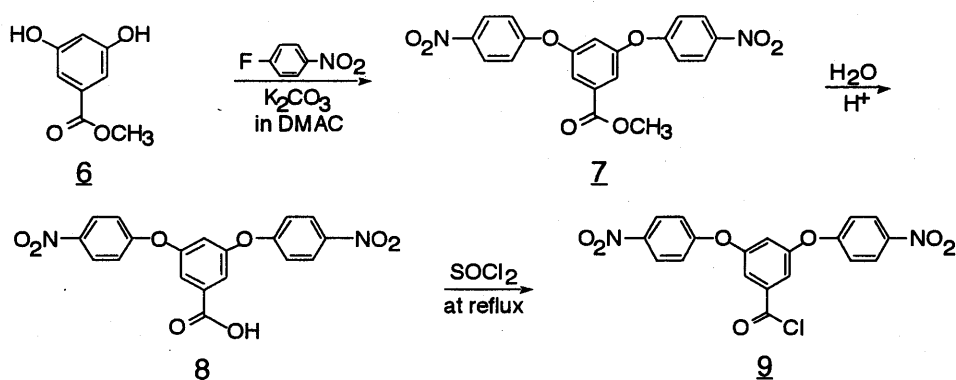
ジニトロ化合物の還元反応は種々の方法が知られているが、本研究では水素ガスを風船に封入して、触媒としてパラジウムカーボン ( $\text{Pd/C}$ ) を用いて反応を行う、簡易型の接触水素還元を行った (図4)。

この方法は大量のサンプルを合成することはできないが、容易でしかも反応の進行を風船の体積の減り具合で追跡することができるという利点がある。この他にも、スズと塩酸を用いる方法、ヒドラジンと  $\text{Pd/C}$  を用いる方法、硫化ナトリウムを用いる方法等を検討したがいずれの方法でも対応するジアミンを単離することはできなかった。これらのジアミンにはカルボニル基が存在しており、ニトロ基の還元時に副反応が起こることが予想され、還元反応の条件は恐らく狭い範囲であると予想される。厳密にはオートクレーブを用い、温度及び水素圧力を変量さ



DBAE	Alkyl group	<u>4</u>		<u>5</u>	
		Yield (%)	mp ( $^\circ\text{C}$ )	Yield (%)	mp ( $^\circ\text{C}$ )
DBAE-8	- $\text{C}_8\text{H}_{17}$	19.5	47.4-49.1	14.0	液体
DBAE-9	- $\text{C}_9\text{H}_{19}$	49.1	45.7-47.2	43.2	31.9-33.2
DBAE-10	- $\text{C}_{10}\text{H}_{21}$	12.5	42.5-44.6	10.1	49.2-50.1
DBAE-11	- $\text{C}_{11}\text{H}_{23}$	45.3	50.1-51.9	70.1	52.9-53.9
DBAE-12	- $\text{C}_{12}\text{H}_{25}$	26.8	53.5-54.5	69.1	58.5-59.4
DBAE-13	- $\text{C}_{13}\text{H}_{27}$	41.5	57.3-58.5	61.5	57.8-59.4
DBAE-14	- $\text{C}_{14}\text{H}_{29}$	36.9	53.5-58.8	63.4	63.4-64.2

図5 DBAEの合成



Compounds	Conditions	Reaction time (hr)	Reaction temp. ( $^\circ\text{C}$ )	Yield (%)	mp ( $^\circ\text{C}$ )
<u>3</u>	$\text{K}_2\text{CO}_3$ in DMAC	24	85	81.6-97.2	168.5-171.2
<u>4</u>	$\text{H}_2\text{O}$ in $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{AcOH}$	24	120	88.2-95.2	222.8-226.0
<u>5</u>	$\text{SOCl}_2$ at reflux	3	85	80.6-83.7	126.8-129.5

図6 酸塩化物中間体の合成

せた最適化実験が必要であろう。

### 3.3 DBAE の合成

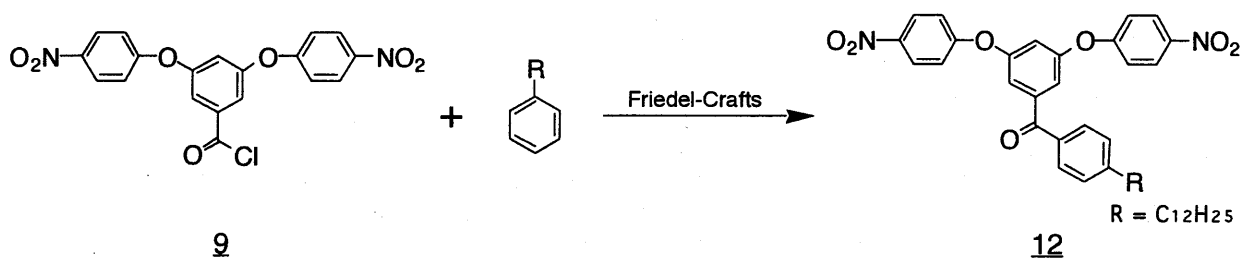
DBAE の合成結果を図5にまとめた。収率は再結晶後の数値であるため若干ばらつきがある。この反応においてはジニトロ体4の還元にはヒドラジンを水素源としPd/Cを触媒として用いる方法を採用した。この理由は前節で述べた水素ガスを用いる方法と比較し収率が良好で生成物の純度も良好となったからである。又、このヒドラジン還元では溶媒としてエタノールを使用しており、反応後Pd/Cをろ過してろ液を放置するとジアミン体が再結晶し、合成プロセスが容易である。

### 3.4 BAABP 及び BABAE の合成

酸塩化物中間体9は文献<sup>7)</sup>記載の方法により合成した。概略をまとめると図6の様になり、各ステップとも再結晶後で80%以上の高収率で反応が進行す

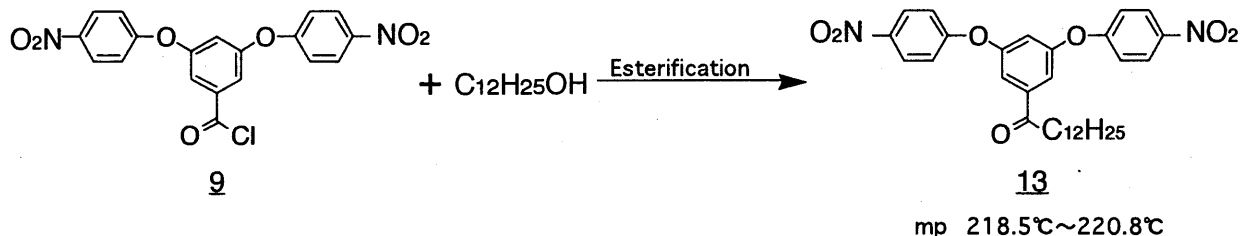
る。

アルキルベンゼン類とのFriedel-Crafts反応は3.2節で述べたADBPの場合と比較し、挙動が異なる。図7に種々の条件下で行った酸クロリド9とドデシルベンゼンとのFriedel-Crafts反応をまとめているが、ADBPの場合と同様の条件、即ち、100℃、3時間の反応では収率は僅か5.5%にすぎなかった。そこで、反応条件を19時間に延長したが、生成物は500℃以上でも融解しない樹脂状物であった。この樹脂状物は生成した12のエーテル結合が酸触媒により開裂して生成したフェノール体が酸触媒下で縮合したフェノール樹脂ではないかと推測された。そこで、この様な副反応を抑制する目的で、溶媒としてニトロメタンを用い、反応系中の酸触媒をAlCl<sub>3</sub>-CH<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>錯体とすることで触媒活性を低下させ<sup>6)</sup>、更に反応温度を40℃に低下させて長時間反応を行う



Run	Solvent	Catalyst	Temp. (°C)	Time (hr)	Yield (%)	mp (°C)	Remarks
1	Nitrobenzene	AlCl <sub>3</sub>	100	3	5.5		
2	Nitrobenzene	AlCl <sub>3</sub>	100	19	64.8	500<	Resinous material
3	Nitromethane	AlCl <sub>3</sub>	80	3	26.2	102.4-104.7	
4	Nitromethane	AlCl <sub>3</sub>	60	3	33.3	103.8-106.8	
5	Nitromethane	AlCl <sub>3</sub>	40	16	36.7	101.7-104.1	

図7 BAABP の合成 (Friedel-Crafts 反応)

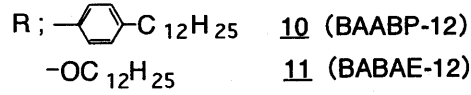
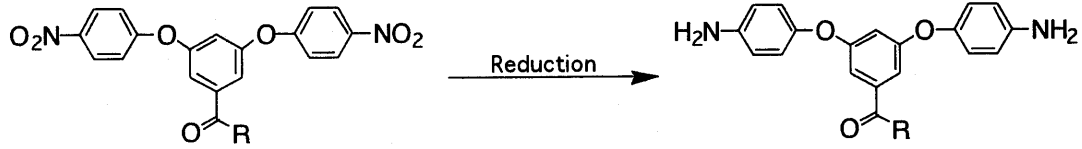


Run	Solvent	Catalyst	Temp. (°C)	Time (hr)	Yield (%)	Remarks
1	Dioxane	Pyridine	85	1	-	No reaction
2	Dioxane	Pyridine	85	24	48.2	
3	Dioxane	Pyridine	85	72	54.0	

図8 BABAE の合成 (エステル化反応)

ことでジニトロ体12を合成することができた。酸塩化物中間体9と長鎖アルコールとの反応によるエステル化反応においては、前節で述べたDBAEの場合

より長時間の反応を要した(図8)。ジニトロ体12及びジニトロ体13の還元反応は水素ガスを用いる方法とヒドラジンをを用いる方法の両者を試みたが



Dinitro Compounds	R-	H <sub>2</sub>	Solvent	Catalyst	Temp. (°C)	Time (hr)	Yield (%)	mp (°C)
<u>12</u>		Hydrazine	EtOH	Pd/C	95	24	14.4	47.2-51.6
<u>13</u>	$\text{—OC}_{12}\text{H}_{25}$	Hydrogen gas	DMF	Pd/C	80	24	55.0	189.6-192.4

図9 BAABP及びBABAEの合成(還元反応)

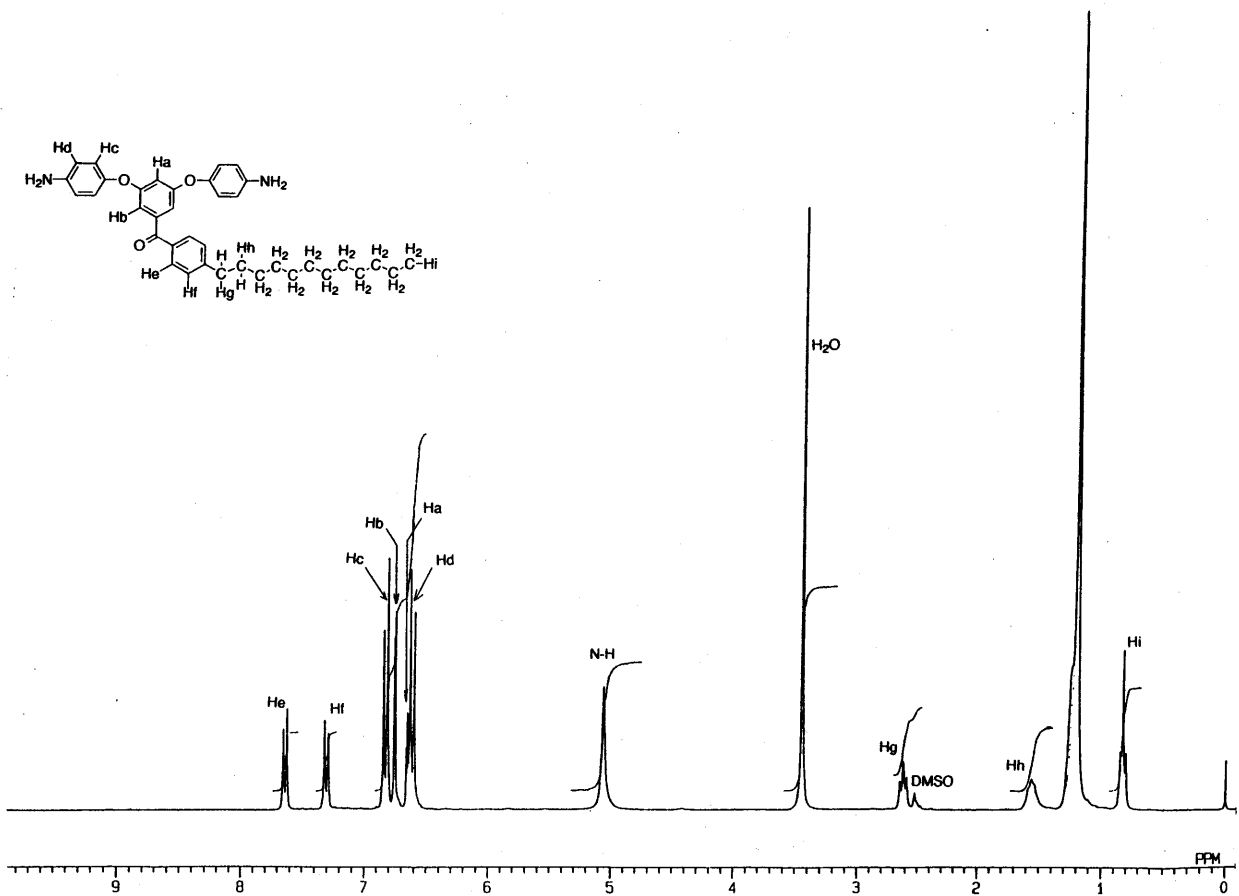


図10 BAABP (10) の<sup>1</sup>H-NMRのスペクトル

(図9), ジニトロ体12の場合には生成したジアミン体10 (BAABP) の純度の点でヒドラジンをを用いる方法が好ましく, ジニトロ体13の場合には生成するジアミン体11の収率の点で水素ガスを用いる方法が好ましいことが判明した。長鎖アルキル基を有する新規ジアミン類の構造確認はIR及びNMRを用いて行ったが, NMRスペクトルの代表例としてBAABP (10) の<sup>1</sup>H-NMRスペクトルを図10に示す。

#### 4. 結 言

炭素数12前後の長鎖アルキル基を有する4種類の新規な芳香族ジアミンの合成経路を見いだした。これらの合成は前駆体の芳香族ジニトロ体の段階で長鎖アルキル基を導入しておき, その後, 還元反応を行い, 芳香族ジアミンとする方法に基づいている。これらの長鎖アルキル基を有する芳香族ジアミンはポリイミドの溶解性を改良することを目的に合成され, ADBP等の場合においてその効果を既に確認している。これらの可溶性ポリイミドの合成と物性に関しては続報で述べる。又, これらの芳香族ジアミン類はポリイミドへの応用のみならず, ポリアミド及びエポキシ樹脂などの合成樹脂, 長鎖アルキル基の疎水性を利用したポリアミック酸LB膜等に应用可能であると考えられる。

#### 謝 辞

本研究を行うにあたり, 貴重な御助言をいただき

ました東和大学の田代昌士教授, 九州大学の又賀駿太郎助教授, 岩手大学の石好行助教授及び日本合成ゴム(株)の松木安生博士に感謝いたします。本研究の実験に協力をいただいた, 久留米高専工業化学科卒業生の安達英樹, エディ・スウェイト, 檜山貴幸, 及び蓑原由香里の各氏, 久留米高専専攻科修了生の日吉紀彦氏に感謝いたします。平成8年度先端技術委託研究開発事業として経済的援助をいただいた(財)久留米・鳥栖地域技術振興センターに感謝いたします。

#### 参 考 文 献

- 1) M. Kusama, T. Matsumoto and T. Kurosaki, *Macromolecules*, **27**, 1117 (1994).
- 2) T. Matsumoto and T. Kurosaki, *Macromolecules*, **30**, 993 (1997).
- 3) Y. Tsuda, Y. Tanaka, K. Kamata, N. Hiyoshi, S. Mataka, Y. Matsuki, M. Nishikawa, S. Kawamura and N. Bessho, *Polym. J.*, **29**, 574 (1997).
- 4) J.E. McGrath, M.E. Rogers, C.A. Arnold, Y.J. Kim and J.C. Hedrick, *Macromol. Chem., Macromol. Symp.* **51**, 103 (1991).
- 5) F.E. Arnold, Jr., S.Z.D. Cheng, S.L.-C. Hsu, C. J. Lee, F.W. Harris and S.-F. Lau, *Polymer*, **33**, 5179 (1992).
- 6) 新実験化学講座14, 有機化合物の合成と反応 [II], 日本化学会編, 丸善, p801 (1977).
- 7) H. Ding and F.W. Harris, *Polymeric Materials Science and Engineering*, **73**, 113 (1995).

一般論文

## Spinor Analysis for the Partition Function and the Spin Correlations of the Ising Model on the Helical Lattice

Yoshiaki TANAKA

### Abstract

In the Ising model on a helical lattice with period  $M$  (in the limit of  $M \rightarrow \infty$  of this lattice, the model corresponds to the two-dimensional Ising model), the partition function is derived exactly, by the spinor analysis, which was employed by Kaufman and Onsager. Furthermore, the two-spin correlations at arbitrary distances are expressed exactly.

### 1. Introduction

The partition function of the two-dimensional Ising model was evaluated exactly by Onsager<sup>1)</sup>. Subsequently, this result was also derived using the simplified formulations of the spinor analysis by Kaufman<sup>2)</sup>. The calculations of the two-spin correlations at arbitrary distances were presented by the present author using the spinor analysis<sup>3)4)</sup>, which was employed by Kaufman and Onsager<sup>5)</sup>.

In this paper, we study the helical lattice Ising model<sup>6)~9)</sup>, whose Hamiltonian is given by

$$\mathcal{H} = -J_1 \sum_{m=1}^N \sigma(m) \sigma(m+1) - J_2 \sum_{m=1}^N \sigma(m) \sigma(m+M), \quad (N+1=1; N \rightarrow \infty) \quad (1.1)$$

where  $J_1$  and  $J_2$  are the exchange interaction constants,  $N$  is the total number of lattice sites, and  $\sigma(m)$  is the Ising spin at site- $m$  on the helical lattice with a period  $M$ . In the limit of  $M \rightarrow \infty$  of this lattice, the model corresponds to the two-dimensional Ising model. The partition function of the system is given by

$$Z = \sum_{\{\sigma\}} \exp(-\mathcal{H}/k_B T), \quad (1.2)$$

where  $k_B$  is the Boltzmann constant,  $T$  is the temperature, and the notation  $\{\sigma\}$  means the sum is to be carried out for every spin. The spin correlation  $\langle \sigma(1) \sigma(q) \rangle$  is given by

$$\langle \sigma(1) \sigma(q) \rangle = \frac{1}{Z} \sum_{\{\sigma\}} [\sigma(1) \sigma(q) \exp(-\mathcal{H}/k_B T)]. \quad (q=2, 3, \dots, N) \quad (1.3)$$

In the present paper, we report the rigorous expressions of the partition function and the two-spin correlations at arbitrary distances for the Ising model on the helical lattice, by using of spinor analysis.

### 2. Expression of the partition function

We rewrite the partition function as follows:

$$Z = \sum_{\{\sigma\}} \prod_{m=1}^N \{ \exp [K_1 \sigma(m) \sigma(m+1)] \times \exp [K_2 \sigma(m) \sigma(m+M)] \}, \quad (2.1)$$

where  $K_i = J_i/k_B T$  ( $i=1, 2$ ). We notice that, in the spin space  $\{ \sigma(m) \sigma(m+1) \cdots \sigma(m+M-1) \} \times$

$\{\sigma(m)\sigma(m+1)\cdots\sigma(m+M-1)\}$ , the quantity  $\exp [K_1\sigma(m)\sigma(m+1)]$  is expressed by the matrix  $B_1$ , that is

$$B_1 = \begin{pmatrix} \exp(K_1) & & & 0 \\ & \exp(-K_1) & & \\ & & \exp(-K_1) & \\ 0 & & & \exp(K_1) \end{pmatrix} \otimes I_{M-2}, \quad I_m = I_1 \otimes I_1 \otimes \cdots \otimes I_1 \quad (2^m \times 2^m \text{ unit matrix}), \quad I_1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (2.2)$$

Here the symbol  $\otimes$  means the direct product. In the spin space  $\{\sigma(m)\sigma(m+1)\cdots\sigma(m+M-1)\} \times \{\sigma(m+1)\sigma(m+2)\cdots\sigma(m+M)\}$ , the quantity  $\exp [K_2\sigma(m)\sigma(m+M)]$  is expressed by the matrix  $B_2F$ , where

$$B_2 = \begin{pmatrix} \exp(K_2) & \exp(-K_2) \\ \exp(-K_2) & \exp(K_2) \end{pmatrix} \otimes I_{M-1}, \quad F = \begin{pmatrix} 1 & & & 0 \\ 0 & & & 1 \\ & 1 & & \\ & 0 & & \\ & & \vdots & \\ & & & 1 \\ & & & 0 \\ & & & 1 \end{pmatrix}, \quad F^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & & & \\ & 1 & 0 & & \\ & & \dots & & \\ & & & 1 & 0 \\ \dots & & & & \\ 0 & 1 & & & \\ & & 0 & 1 & \\ & & & \dots & \\ & & & & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (2^M \times 2^M \text{ matrix}) \quad (2.3)$$

The matrix  $F$  is written as follows:

$$F = (f \otimes I_{M-2})(I_1 \otimes f \otimes I_{M-3}) \cdots (I_{M-2} \otimes f), \quad F^{-1} = (I_{M-2} \otimes f)(I_{M-3} \otimes f \otimes I_1) \cdots (f \otimes I_{M-2}), \quad f = f^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (2.4)$$

We now introduce the Pauli matrices as

$$\rho^x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \rho^y = i \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \rho^z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}. \quad (2.5)$$

We have the relations

$$\rho^x \rho^y = i \rho^z, \quad \rho^y \rho^z = i \rho^x, \quad \rho^z \rho^x = i \rho^y, \quad \rho^\xi \rho^\eta + \rho^\eta \rho^\xi = 2\delta(\xi, \eta) I_1, \quad (\xi, \eta = x, y, z) \quad (2.6)$$

where  $\delta$  is Kronecker's delta. By using the Pauli matrix,  $B_1$  and  $B_2$  are written as

$$B_1 = I_M \text{ch}(K_1) + (\rho^z \otimes \rho^z \otimes I_{M-2}) \text{sh}(K_1), \quad B_2 = [2\text{sh}(2K_2)]^{1/2} [I_M \text{ch}(K_2^*) + (\rho^x \otimes I_{M-1}) \text{sh}(K_2^*)], \quad (2.7)$$

with the abbreviations  $\text{ch}(K) = \cosh(K)$ ,  $\text{sh}(K) = \sinh(K)$ , and  $K_2^*$  is defined by

$$\text{sh}(2K_2) \text{sh}(2K_2^*) = 1. \quad (2.8)$$

Using  $B_1$ ,  $B_2$  and  $F$ , the partition function is expressed as

$$Z = \text{Tr} [(B_1 B_2 F)^N]. \quad (2.9)$$

We define a matrix  $W$  as

$$W = W^{-1} = W_1 \otimes W_1 \otimes \cdots \otimes W_1 \quad (2^M \times 2^M \text{ matrix}), \quad W_1 = W_1^{-1} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}. \quad (2.10)$$

Using the relations  $W_1^{-1} \rho^x W_1 = \rho^z$ ,  $W_1^{-1} \rho^y W_1 = -\rho^y$ ,  $W_1^{-1} \rho^z W_1 = \rho^x$  and  $F = W^{-1} F W$ , we confirm that the partition function is given by

$$Z = [2\text{sh}(2K_2)]^{N/2} \text{Tr}(A^N), \quad (2.11)$$

where

$$A = A_1 A_2 F, \quad A_1 = I_M \text{ch}(K_1) + (\rho^x \otimes \rho^x \otimes I_{M-2}) \text{sh}(K_1), \quad A_2 = I_M \text{ch}(K_2^*) + (\rho^z \otimes I_{M-1}) \text{sh}(K_2^*). \quad (2.12)$$

The spin correlation is expressed as

$$\langle \sigma(1) \sigma(q) \rangle = \frac{1}{Z} [2\text{sh}(2K_2)]^{N/2} \text{Tr}[(\rho^x \otimes I_{M-1}) A^{q-1} (\rho^x \otimes I_{M-1}) A^{N-q+1}]. \quad (q=2, 3, \dots, N) \quad (2.13)$$







The matrices  $\mathbf{U}^{(\pm)}$  are orthogonal, so that we get the transformation matrices  $\mathbf{S}(\overline{\mathbf{D}}_d^{(\pm)})$  correspond to the rotation matrices  $\overline{\mathbf{D}}_d^{(\pm)}$ , as follows:

$$\mathbf{S}(\overline{\mathbf{D}}_d^{(\pm)}) = \prod_{m=1}^M [\mathbf{I}_m \cosh(\gamma_{(r)}/2) + i\mathbf{P}_m \mathbf{Q}_m \sinh(\gamma_{(r)}/2)] = \prod_{m=1}^M (\mathbf{I}_{m-1} \otimes \begin{bmatrix} \exp(\gamma_{(r)}/2) & 0 \\ 0 & \exp(-\gamma_{(r)}/2) \end{bmatrix}) \otimes \mathbf{I}_{M-m}. \quad (3.20)$$

( $r=2m-1$  for  $\mathbf{D}^{(+)}$ ,  $r=2m$  for  $\mathbf{D}^{(-)}$ )

We now have the diagonalized matrices  $\mathbf{S}(\overline{\mathbf{D}}_d^{(\pm)})$  of  $\mathbf{A}^{(\pm)}$ . From eqs. (3.12) and (3.16), we have

$$\mathbf{S}(\overline{\mathbf{D}}_d^{(\pm)}) = \mathbf{S}[(\mathbf{U}^{(\pm)})^{-1} \mathbf{D}^{(\pm)} \mathbf{U}^{(\pm)}] = \mathbf{S}(\mathbf{U}^{(\pm)})^{-1} \mathbf{A}^{(\pm)} \mathbf{S}(\mathbf{U}^{(\pm)}), \quad (3.21)$$

where  $\mathbf{S}(\mathbf{U}^{(\pm)})$  are the transformation matrices corresponding to  $\mathbf{U}^{(\pm)}$ . From eq. (3.20), we obtain the eigenvalues of  $\mathbf{A}^{(\pm)}$  as

$$\mathbf{S}(\mathbf{U}^{(\pm)})^{-1} \mathbf{A}^{(\pm)} \mathbf{S}(\mathbf{U}^{(\pm)}) = \begin{bmatrix} \lambda_1^{(\pm)} & & & \\ & \lambda_2^{(\pm)} & & 0 \\ & & \ddots & \\ 0 & & & \lambda_2^{M(\pm)} \end{bmatrix}, \quad (3.22)$$

where we put

$$\begin{cases} \lambda_1^{(+)} = \exp\{(1/2)(+\gamma_{(1)} + \gamma_{(3)} + \gamma_{(5)} + \dots + \gamma_{(2M-1)})\}, \\ \lambda_2^{(+)} = \exp\{(1/2)(-\gamma_{(1)} + \gamma_{(3)} + \gamma_{(5)} + \dots + \gamma_{(2M-1)})\}, \\ \lambda_3^{(+)} = \exp\{(1/2)(+\gamma_{(1)} - \gamma_{(3)} + \gamma_{(5)} + \dots + \gamma_{(2M-1)})\}, \\ \lambda_4^{(+)} = \exp\{(1/2)(-\gamma_{(1)} - \gamma_{(3)} + \gamma_{(5)} + \dots + \gamma_{(2M-1)})\}, \\ \vdots \\ \lambda_2^{M(+)} = \exp\{(1/2)(-\gamma_{(1)} - \gamma_{(3)} - \gamma_{(5)} - \dots - \gamma_{(2M-1)})\}, \end{cases} \quad \begin{cases} \lambda_1^{(-)} = \exp\{(1/2)(+\gamma_{(2)} + \gamma_{(4)} + \gamma_{(6)} + \dots + \gamma_{(2M)})\}, \\ \lambda_2^{(-)} = \exp\{(1/2)(-\gamma_{(2)} + \gamma_{(4)} + \gamma_{(6)} + \dots + \gamma_{(2M)})\}, \\ \lambda_3^{(-)} = \exp\{(1/2)(+\gamma_{(2)} - \gamma_{(4)} + \gamma_{(6)} + \dots + \gamma_{(2M)})\}, \\ \lambda_4^{(-)} = \exp\{(1/2)(-\gamma_{(2)} - \gamma_{(4)} + \gamma_{(6)} + \dots + \gamma_{(2M)})\}, \\ \vdots \\ \lambda_2^{M(-)} = \exp\{(1/2)(-\gamma_{(2)} - \gamma_{(4)} - \gamma_{(6)} - \dots - \gamma_{(2M)})\}. \end{cases} \quad (3.23)$$

Therefore we have

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}(\mathbf{I}_M + \mathbf{G})\mathbf{S}(\mathbf{U}^{(+)})^{-1} \mathbf{A}^{(+)} \mathbf{S}(\mathbf{U}^{(+)}) &= \begin{bmatrix} \lambda_1^{(+)} & & & & & & & \\ 0 & & & & & & & \\ & & & & & & & \\ & & & \lambda_4^{(+)} & & & & \\ & & & 0 & & & & \\ & & & & & & \lambda_6^{(+)} & \\ & & & & & & \lambda_7^{(+)} & \\ 0 & & & & & & 0 & \\ & & & & & & & \ddots \end{bmatrix}, \\ \frac{1}{2}(\mathbf{I}_M - \mathbf{G})\mathbf{S}(\mathbf{U}^{(-)})^{-1} \mathbf{A}^{(-)} \mathbf{S}(\mathbf{U}^{(-)}) &= \begin{bmatrix} 0 & & & & & & & \\ \lambda_2^{(-)} & & & & & & & \\ & \lambda_3^{(-)} & & & & & & \\ & 0 & & & & & & \\ & & & \lambda_5^{(-)} & & & & \\ & & & 0 & & & & \\ & & & & & & 0 & \\ 0 & & & & & & & \lambda_8^{(-)} \\ & & & & & & & \ddots \end{bmatrix}. \end{aligned} \quad (3.24)$$

We now define a matrix  $\mathbf{Y}$  by

$$\mathbf{Y} = \frac{1}{2}(\mathbf{I}_M + \mathbf{G})\mathbf{S}(\mathbf{U}^{(+)}) + \frac{1}{2}(\mathbf{I}_M - \mathbf{G})\mathbf{S}(\mathbf{U}^{(-)}), \quad \mathbf{Y}^{-1} = \frac{1}{2}(\mathbf{I}_M + \mathbf{G})\mathbf{S}(\mathbf{U}^{(+)})^{-1} + \frac{1}{2}(\mathbf{I}_M - \mathbf{G})\mathbf{S}(\mathbf{U}^{(-)})^{-1}. \quad (3.25)$$

The matrix  $\mathbf{A} = (1/2)(\mathbf{I}_M + \mathbf{G})\mathbf{A}^{(+)} + (1/2)(\mathbf{I}_M - \mathbf{G})\mathbf{A}^{(-)}$  is diagonalized by  $\mathbf{Y}$ , as follows:

$$\mathbf{Y}^{-1} \mathbf{A} \mathbf{Y} = \frac{1}{2}(\mathbf{I}_M + \mathbf{G})\mathbf{S}(\mathbf{U}^{(+)})^{-1} \mathbf{A} \mathbf{S}(\mathbf{U}^{(+)}) + \frac{1}{2}(\mathbf{I}_M - \mathbf{G})\mathbf{S}(\mathbf{U}^{(-)})^{-1} \mathbf{A} \mathbf{S}(\mathbf{U}^{(-)}) = \begin{bmatrix} \lambda_1 & & & \\ & \lambda_2 & & 0 \\ & & \ddots & \\ 0 & & & \lambda_2^M \end{bmatrix}, \quad (3.26)$$

where we put  $\lambda_1 = \lambda_1^{(+)}$ ,  $\lambda_2 = \lambda_2^{(-)}$ ,  $\lambda_3 = \lambda_3^{(-)}$ ,  $\lambda_4 = \lambda_4^{(+)}$ ,  $\lambda_5 = \lambda_5^{(-)}$  and so forth. We have the final

expression for the partition function as follows:

$$Z = [2\sinh(2K_2)]^{N/2} \sum_{r=1}^{2M} (\lambda_r)^N, \quad (3.27)$$

where

$$\lambda_r = \begin{cases} \exp \left[ \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \gamma_{(2m-1)} \mu_{(2m-1)} \right], \text{ and } \prod_{m=1}^M \mu_{(2m-1)} = +1, \text{ (for } r=1, 4, 6, 7, 10, 11, \dots) \\ \exp \left[ \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \gamma_{(2m)} \mu_{(2m)} \right], \text{ and } \prod_{m=1}^M \mu_{(2m)} = -1, \text{ (for } r=2, 3, 5, 8, 9, 12, \dots) \end{cases} \quad (3.28)$$

with  $\gamma_{(2m-1)}$  and  $\gamma_{(2m)}$  given by eq. (3.15). The values  $\gamma_{(r)}$  are generally complex number, so that the eigenvalues  $\lambda_r$  are generally complex number, too. The largest eigenvalue is  $|\lambda_1| = |\gamma_{(1)} + \gamma_{(3)} + \dots + \gamma_{(2M-1)}|$ , that is

$$\lambda_{\max} = |\lambda_1| = \left| \exp \left[ \frac{1}{2} \sum_{m=1}^M \gamma_{(2m-1)} \right] \right| = \left| \exp \left[ (1/2)(\gamma_{(1)} + \gamma_{(3)} + \dots + \gamma_{(2M-1)}) \right] \right|, \quad (3.29)$$

and there is not degenerate for  $\lambda_{\max}$ .

Now, we consider about solutions  $\gamma_{(r)}$  given in eq. (3.15), which are generally complex number. We put  $\gamma_{(r)} = \alpha_{(r)} + i\beta_{(r)}$  ( $r=1, 2, \dots, 2M$ ), then the eq. (3.15) is expressed as

$$\begin{aligned} \text{ch}(M\alpha_{(r)}) \cos(M\beta_{(r)}) &= \mp \text{ch}(2K_1) \text{ch}(2K_2^*) \pm \text{sh}(2K_1) \text{sh}(2K_2^*) \text{ch}(\alpha_{(r)}) \cos(\beta_{(r)}), \\ \text{sh}(M\alpha_{(r)}) \sin(M\beta_{(r)}) &= \text{sh}(2K_1) \text{sh}(2K_2^*) \text{sh}(\alpha_{(r)}) \sin(\beta_{(r)}). \end{aligned} \quad (3.30)$$

In the limit of  $M \rightarrow \infty$  in eq. (3.30), we have  $\alpha_{(r)} \rightarrow 0$ ,  $\beta_{(r)} = r\pi/M$ , and then  $M\alpha_{(r)}$  is given by

$$\text{ch}(M\alpha_{(r)}) = \text{ch}(2K_1) \text{ch}(2K_2^*) - \text{sh}(2K_1) \text{sh}(2K_2^*) \cos(r\pi/M). \quad (r=1, 2, \dots, 2M) \quad (3.31)$$

The eq. (3.31) agrees with the result for the normal two-dimensional Ising model<sup>2)</sup>.

#### 4. Spin correlations

We write eq. (2.13) as

$$\langle \sigma(1) \sigma(q) \rangle = \frac{1}{Z} [2\text{sh}(2K_2)]^{N/2} \text{Tr}(\mathbf{P}_1 \mathbf{A}^{q-1} \mathbf{P}_1 \mathbf{A}^{N-q+1}), \quad (q=2, 3, \dots, N_a) \quad (4.1)$$

where  $N_a = (N/2) + 1$  (for  $N = \text{even number}$ ) or  $N_a = (N+1)/2$  (for  $N = \text{odd number}$ ), and we used the relation  $\mathbf{P}_1 = \rho^x \otimes \mathbf{I}_{M-1}$ . The matrix  $(1/2)(\mathbf{I}_M \pm \mathbf{G})$  are commutable with  $\mathbf{A}^{(\pm)}$ . By using the relation  $(\mathbf{I}_M + \mathbf{G}) \cdot (\mathbf{I}_M - \mathbf{G}) = 0$ , and  $(\mathbf{I}_M \pm \mathbf{G}) \mathbf{P}_1 = \mathbf{P}_1 (\mathbf{I}_M \mp \mathbf{G})$ , we have

$$\mathbf{P}_1 \mathbf{A}^{q-1} \mathbf{P}_1 \mathbf{A}^{N-q+1} = (1/2)(\mathbf{I}_M + \mathbf{G}) \mathbf{P}_1 (\mathbf{A}^{(-)})^{q-1} \mathbf{P}_1 (\mathbf{A}^{(+)})^{N-q+1} + (1/2)(\mathbf{I}_M - \mathbf{G}) \mathbf{P}_1 (\mathbf{A}^{(+)})^{q-1} \mathbf{P}_1 (\mathbf{A}^{(-)})^{N-q+1}. \quad (4.2)$$

The partition function is given in eq. (3.27) as  $Z = [2\text{sh}(2K_2)]^{N/2} [(\lambda_1)^N + (\lambda_2)^N + \dots + (\lambda_{2^M})^N]$ . Therefore we obtain

$$\begin{aligned} \langle \sigma(1) \sigma(q) \rangle &= [(\lambda_1)^N + (\lambda_2)^N + \dots + (\lambda_{2^M})^N]^{-1} \times \{ \text{Tr}[(1/2)(\mathbf{I}_M + \mathbf{G}) \mathbf{P}_1 (\mathbf{A}^{(-)})^{q-1} \mathbf{P}_1 (\mathbf{A}^{(+)})^{N-q+1}] \\ &\quad + \text{Tr}[(1/2)(\mathbf{I}_M - \mathbf{G}) \mathbf{P}_1 (\mathbf{A}^{(+)})^{q-1} \mathbf{P}_1 (\mathbf{A}^{(-)})^{N-q+1}] \}. \quad (q=2, 3, \dots, N_a) \end{aligned} \quad (4.3)$$

For  $T > T_c$  ( $T_c$  is the critical temperature) the largest eigenvalue of  $\mathbf{A}$  is  $\lambda_{\max} = \lambda_1$  which is eigenvalue of  $\mathbf{A}^{(+)}$ , and there is no degeneracy. In the limit of  $N \rightarrow \infty$ ,  $(\lambda_j/\lambda_1)^N \rightarrow 0$  ( $j \neq 1$ ), so that we have

$$\langle \sigma(1) \sigma(q) \rangle = (\lambda_1)^{-N} \text{Tr}[(1/2)(\mathbf{I}_M + \mathbf{G}) \mathbf{P}_1 (\mathbf{A}^{(-)})^{q-1} \mathbf{P}_1 (\mathbf{A}^{(+)})^{N-q+1}]. \quad (q=2, 3, \dots, N_a; N \rightarrow \infty) \quad (4.4)$$

The matrix  $(\mathbf{I}_M + \mathbf{G})$  is commutable with  $\mathbf{P}_1 (\mathbf{A}^{(-)})^{q-1} \mathbf{P}_1 (\mathbf{A}^{(+)})^{N-q+1}$ , then we consider about the matrix  $\mathbf{P}_1 (\mathbf{A}^{(-)})^{q-1} \mathbf{P}_1 (\mathbf{A}^{(+)})^{N-q+1}$ .

Now, we define the rotation matrices of  $\mathbf{P}_1$  as  $\mathbf{H}_k$ , that is  $\mathbf{P}_1 = \mathbf{S}(\mathbf{H}_1)$ , and we have

$$\begin{aligned} \mathbf{S}(\mathbf{H}_1)^{-1} \mathbf{P}_1 \mathbf{S}(\mathbf{H}_1) &= \mathbf{P}_1, \quad \mathbf{S}(\mathbf{H}_1)^{-1} \mathbf{P}_k \mathbf{S}(\mathbf{H}_1) = -\mathbf{P}_k, \quad (k=2, 3, \dots, M) \\ \mathbf{S}(\mathbf{H}_1)^{-1} \mathbf{Q}_k \mathbf{S}(\mathbf{H}_1) &= -\mathbf{Q}_k. \quad (k=1, 2, \dots, M) \end{aligned} \quad (4.5)$$

Therefore, in the  $2M$ -dimensions spin space  $(\mathbf{P}_1, \mathbf{Q}_1, \mathbf{P}_2, \mathbf{Q}_2, \dots, \mathbf{P}_M, \mathbf{Q}_M)$ , the rotation matrix is given

$$\mathbf{H}_1 = \begin{pmatrix} 1 & & & \\ & -1 & & \\ & & \ddots & \\ & & & -1 \\ & & & & 0 \\ & & & & & -1 \end{pmatrix}. \quad (4.6)$$

By using eq. (3.21), we have

$$\langle \sigma(1)\sigma(q) \rangle = (\lambda_1)^{-N} \text{Tr} \{ (1/2)(\mathbf{I}_M + \mathbf{G})\mathbf{S}[\Phi(q)] \}, \quad (q=2, 3, \dots, N_a; N \rightarrow \infty) \quad (4.7)$$

where

$$\Phi(q) = \mathbf{H}_1 \mathbf{U}^{(-)} (\bar{\mathbf{D}}_d^{(-)})^{q-1} (\mathbf{U}^{(-)})^{-1} \mathbf{H}_1 \mathbf{U}^{(+)} (\bar{\mathbf{D}}_d^{(+)})^{N-q+1} (\mathbf{U}^{(+)})^{-1}. \quad (4.8)$$

In the limiting case of  $N \rightarrow \infty$ , we have

$$\begin{aligned} \mathbf{S}[(\bar{\mathbf{D}}_d^{(+)})^{\pm(N-q+1)}] &= \prod_{m=1}^M [\mathbf{I}_M \text{ch}((N-q+1)\gamma_{(2m-1)}/2) \pm i\mathbf{P}_m \mathbf{Q}_m \text{sh}((N-q+1)\gamma_{(2m-1)}/2)] \\ &\rightarrow (\lambda_1)^{N-q+1} \prod_{m=1}^M (1/2)(\mathbf{I}_M \pm i\mathbf{P}_m \mathbf{Q}_m). \quad (N \rightarrow \infty) \end{aligned} \quad (4.9)$$

Now  $(\mathbf{I}_M + i\mathbf{P}_m \mathbf{Q}_m)$  and  $(\mathbf{I}_M - i\mathbf{P}_m \mathbf{Q}_m)$  are not the inverse matrix of each other, and we however have

$$\begin{aligned} (\mathbf{I}_M - i\mathbf{P}_m \mathbf{Q}_m) \mathbf{P}_k (\mathbf{I}_M + i\mathbf{P}_m \mathbf{Q}_m) &= 2(\mathbf{P}_m + i\mathbf{Q}_m) \delta(k, m), \\ (\mathbf{I}_M - i\mathbf{P}_m \mathbf{Q}_m) \mathbf{Q}_k (\mathbf{I}_M + i\mathbf{P}_m \mathbf{Q}_m) &= 2(-i\mathbf{P}_m + \mathbf{Q}_m) \delta(k, m). \end{aligned} \quad (4.10)$$

Then we put

$$\mathbf{S}[(\bar{\mathbf{D}}_d^{(+)})^{N-q+1}] \rightarrow (\lambda_1)^{N-q+1} \mathbf{S}(\mathbf{H}_0) \quad (N \rightarrow \infty), \quad \mathbf{H}_0 = (1/2) \begin{pmatrix} 1 & i & & & \\ -i & 1 & & & \\ & & \ddots & & \\ & & & 1 & i \\ 0 & & & -i & 1 \end{pmatrix}. \quad (4.11)$$

By using eq. (4.11) in eq. (4.8), we have

$$\langle \sigma(1)\sigma(q) \rangle = (\lambda_1)^{1-q} \text{Tr} \{ (1/2)(\mathbf{I}_M + \mathbf{G})\mathbf{S}[\Phi(q)] \}, \quad (q=2, 3, \dots, N_a; N \rightarrow \infty) \quad (4.12)$$

where

$$\Phi(q) = \mathbf{H}_1 \mathbf{U}^{(-)} (\bar{\mathbf{D}}_d^{(-)})^{q-1} (\mathbf{U}^{(-)})^{-1} \mathbf{H}_1 \mathbf{U}^{(+)} \mathbf{H}_0 (\mathbf{U}^{(+)})^{-1}. \quad (4.13)$$

The matrix  $\Phi(q)$  is  $2M \times 2M$  matrix, and then it is able to transformed by a proper matrix  $\mathbf{V}$  as follows:

$$\mathbf{V}^{-1} \Phi(q) \mathbf{V} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} \nu_1 \exp(\omega(1)) & i\nu_1 \exp(\omega(1)) & & & \\ -i\nu_1 \exp(\omega(1)) & \nu_1 \exp(\omega(1)) & & & \\ & & \nu_2 \exp(\omega(2)) & i\nu_2 \exp(\omega(2)) & \\ & & -i\nu_2 \exp(\omega(2)) & \nu_2 \exp(\omega(2)) & \\ & & & & \ddots & \\ & & & & & \nu_M \exp(\omega(M)) & i\nu_M \exp(\omega(M)) \\ & & & & & -i\nu_M \exp(\omega(M)) & \nu_M \exp(\omega(M)) \end{pmatrix}, \quad (N \rightarrow \infty) \quad (4.14)$$

where  $\nu_m = \pm 1$  ( $m=1, 2, \dots, M$ ). Therefore we obtain

$$\mathbf{S}[\mathbf{V}^{-1} \Phi(q) \mathbf{V}] = \prod_{m=1}^M \exp(\omega(m)/2) \times (1/2)(\mathbf{I}_M + i\mathbf{P}_m \mathbf{Q}_m) = \exp[(1/2)(\omega(1) + \omega(2) + \dots + \omega(M))] \begin{pmatrix} 1 & & & \\ & 0 & & \\ & & \ddots & \\ & & & 0 \end{pmatrix}, \quad (4.15)$$

and

$$\langle \sigma(1)\sigma(q) \rangle = (\lambda_1)^{1-q} \exp[(1/2)(\omega(1) + \omega(2) + \omega(3) + \dots + \omega(M))]. \quad (q=1, 2, \dots, N_a; N \rightarrow \infty) \quad (4.16)$$

### 5. Concluding Remarks

We obtained the rigorous expression for the partition function of the Ising model on the helical lattice. In the limit of  $M \rightarrow \infty$ , the result agrees with the result for the normal two-dimensional Ising model. We can get numerically the eigenvalues  $\exp(\omega(m))$  ( $m=1, 2, \dots, M$ ) of the matrix  $\Phi(q)$  in eq. (4.13). For the reason that the matrix  $\Phi(q)$  has not  $2^M \times 2^M$  elements, but only  $2M \times 2M$  elements (where  $M$  is the period of the helical lattice), we can treat the lattice system with rather large  $M$ . By using the expressions in the previous section, we are able to calculate the two-spin correlations  $\langle \sigma(1)\sigma(q) \rangle$  at arbitrary distances ( $q$  is any integer).

As an example, for the  $J=J_1=J_2$  system with the lattice size  $M$  ( $M \leq 50; N \rightarrow \infty$ ), we calculated the temperature dependence of  $\langle \sigma(1)\sigma(q) \rangle$  ( $q=M+3, 2M+5, 3M+7, 6M+7$ ). The results for the system with  $M \geq 10$  practically coincide with the curve from the calculations in the normal two-dimensional Ising model<sup>4)</sup>, in the whole temperature.

In order to test the lattice size  $M$  effect, for the spin correlation  $\langle \sigma(1)\sigma(2) \rangle$  on the lattice system with  $J=J_1=J_2$  at the exact critical temperature  $T_c$ <sup>1)</sup> (in the limit of  $M \rightarrow \infty; k_B T_c/J = 2.269185\dots$ ), we compare the present results (for systems of  $M=4, 5, \dots, 150$ ) with the exact value  $\langle \sigma(1)\sigma(2) \rangle = 1/\sqrt{2}$  (for system of  $M \rightarrow \infty$ ), in Table I. The present results are comparable with the values by the normal two-dimensional Ising model.

The analysis of the eigenvalues  $\exp(\omega(m))$  ( $m=1, 2, \dots, M$ ) of  $\Phi(q)$  that gives the expressions for the spin correlations, and the zero-field magnetic susceptibility of the present model are problems to be studied in future.

**Table I** The spin correlation  $\langle \sigma(1)\sigma(2) \rangle$  for the lattice size  $M$  ( $M=4, 5, \dots, 150$ ) on the system with exchange interaction  $J_1=J_2=J$  at the exact critical temperature  $T_c$  ( $k_B T_c/J = 2.2691854$ ). The percentage in parenthesis presents the difference from the exact value.

M	$\langle \sigma(1)\sigma(2) \rangle$	M	$\langle \sigma(1)\sigma(2) \rangle$	M	$\langle \sigma(1)\sigma(2) \rangle$
4	0.734871 (3.926%)	10	0.708786 (0.2374%)	100	0.707131 (0.00342%)
5	0.711731 (0.654%)	20	0.707568 (0.0653%)	:	
6	0.710915 (0.539%)	30	0.707319 (0.0300%)	150	0.707120 (0.00192%)
7	0.710162 (0.4321%)	40	0.707230 (0.0174%)	:	
8	0.709574 (0.3489%)	50	0.707188 (0.0114%)	:	
9	0.709127 (0.2856%)	:		$\infty$	$1/\sqrt{2} = 0.707107$ (exact)

### References

- 1) L. Onsager: Phys. Rev. **65** (1944) 117.
- 2) B. Kaufman: Phys. Rev. **76** (1949) 1232.
- 3) Y. Tanaka: J. Phys. Soc. Jpn **64** (1995) 1726.
- 4) Y. Tanaka: submitted for publication (J. Phys. Soc. Jpn)
- 5) B. Kaufman and L. Onsager: Phys. Rev. **76** (1949) 1244.
- 6) H. Cheng and T.T. Wu: Phys. Rev. **164** (1967) 719.
- 7) M. Kardar: Phys. Rev. **B27** (1983) 6869.
- 8) H. Katsumori: Prog. Theor. Phys. **52** (1974) 1473.
- 9) Y. Tanaka and N. Uryû: J. Phys. Soc. Jpn **62** (1993) 1305.



## 一般論文

## イギリスで拾った英語表現 (1)

天 藤 勝

Some English Expressions Picked Up in Great Britain  
— Part 1 —

Masaru AMAFUJI

During my short trip around Great Britain, I came across many interesting words and phrases, some of which I am not familiar with. Since it was my first visit to this country, those expressions caught my attention.

I consulted some of my dictionaries, British and Japanese, to see if the words or phrases are properly defined, or if they are labeled as British English or not. In many cases, I must confess, the dictionary descriptions were disappointing.

## 0. はじめに

春休みを利用してイギリスの古書店巡りをした。この国は初めてだったので、見聞きするもの全てが珍しかったが、特に街角の看板やパンフレット類など実生活の中で使われる表現には興味を引かれた。いくつかの語句について、最近の辞書ではどう扱われているか、また、イギリス英語というレーベルがあるかどうか、などを中心に調べてみた。

資料として使ったのは、(1) 2週間の旅行中に撮影した掲示・看板の写真約350枚、(2) 旅行案内所やB & Bなどでもらったパンフレット類から領収書やバスの切符に至るまでの書類約100冊/枚である(以下の例(文)の末尾には、その採集した都市名を、(1)は《 》に、(2)は〈 〉に入れて示した)。

調査した辞書は次の10冊。小論中では左端の略号を用いた(最初の5冊を「イギリスの5冊(の辞書)」, 後の5冊を「日本の5冊(の辞書)」などとまとめて言及することがある)。

COD<sup>9</sup> *Concise Oxford Dict.*<sup>9</sup> (1995)

OALD<sup>5</sup> *Oxford Advanced Learner's Dict. of Current Eng.*<sup>5</sup> (1995)

LDCE<sup>3</sup> *Longman Dict. of Contemporary Eng.*<sup>3</sup> (1995)

CCED<sup>2</sup> *Collins Cobuild English Dict.*<sup>2</sup> (1995)

CIDE *Cambridge International Dict. of Eng.* (1995)

- 『ブ<sup>2</sup>』 『プログレッシブ英和辞典<sup>2</sup>』(1987)  
 『グ』 『新グローバル英和辞典』(1994)  
 『ジ<sup>2</sup>』 『ジーニアス英和辞典<sup>2</sup>』(1994)  
 『カ』 『カレッジライトハウス英和辞典』(1995)  
 『ス』 『スーパーアンカー英和辞典』(1997)

## 1. イギリス人もやっぱり間違おう!

筆者は本紀要第11巻第2号で、「看板に見る英語の誤りの種々相—久留米市とその近郊での調査から—」と題して、日本の一小都市の実態を報告した。誤字探しの性癖はいまだ衰えず、旅行中もついつい頭をもたげてきてしまった。そこで、今回も、まずはイギリスの看板の誤字探しから始めよう。

[1] 必要な文字が欠落

- (01) SANDWICHS 《London》  
 (02) EGG, BACON, SAUSAG 《London》  
 (03) Restarant 《London》  
 (04) Cut + Blo Dry soon 《Bath》

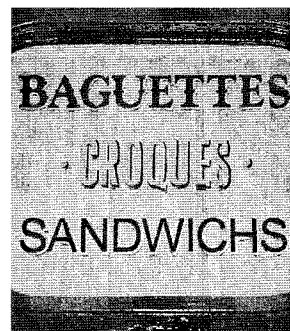


写真1 (01)



写真2 (03)

【(01) はどう読むつもりだろうか。(02) は右端のスペースが窮屈だった。(03) は発音 ([réstərənt]) の影響か。(04) は遊び心】

[2] 余分な文字が付着

(05) SANDWICHE & COFFEE SHOP

《London》

【(05)は「-Sを取れば単数形」と単純なミス。名詞+名詞の場合、前の名詞は単数形が普通】

[3] 記号が反転・倒立

(06) CLOTHES ☿ GIFTS 《Hay-on-Wye》

(07) ... PIE & BEANS £2.00 《Glasgow》

(08) Wilde's Wine Bar & Bistro 《York》

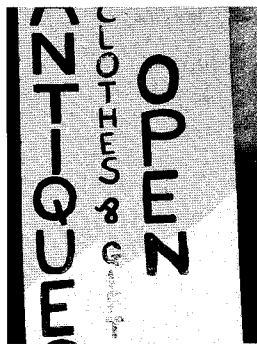


写真 3 (06)

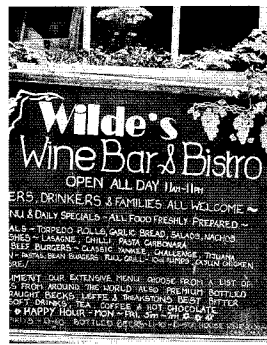


写真 4 (08)

【(06)–(08) は珍しい。(06) はその文字の素人臭さから考えても、故意とは考えにくい】

## 2. 前置詞はこんな風にも使う！

何年英語を勉強しても、やはり前置詞は難しい。いくつか興味深いものを取り上げてみた(問題の前置詞のアルファベット順)。

[1] by ground floor

(01) Enter by ground floor 《Edinburgh》

(02) Wheelchair Access from Argyle Street entrance. 《Glasgow》

(03) Entrance via Visitors' Centre 《Stratford-on-Avon》

【(01) は道路から2階に通じる非常階段の掲示。enter by the front doorなどの例はよくあるが、floorについても使えるのはおもしろい】

[2] open from 10am

(04) open daily from 10am 《Cambridge》

(05) OPEN FROM 6.30 PM 《Glasgow》

(06) June to September open to 6pm 《Edinburgh》

(07) Open daily at 10am. 《Cambridge》

(08) Also Sunday open at 11-5.

《Hay-on-Wye》

【「その店は9時開店だ」は The shop opens at nine. であって from nine ではない。しかし、(04)–(06) の open は形容詞。(07) は動詞。(08) は両者の混淆で、厳密に言えば誤り】

[3] in the road

(09) Parking in the road outside the house. 《Cambridge》

(10) Parking in Silent Street just past the shop. 《Cambridge》

(11) On-road parking outside shop. 《Stratford-on-Avon》

(12) On street parking. 《York》

【(streetとは違って) roadについては、イギリス英語でも on を用いることが多くなっている】(『英語語法活用大辞典』p.41) というが、on the street/road の例は採集できなかった。ただし、(11) (12) の表現では on】

[4] on the door

(13) Admission by catalogue, price £5.00

[available in advance or on the door]

《London》

【この表現は COD<sup>9</sup>, CCED<sup>2</sup>, 『ブ<sup>2</sup>』にはない。CIDEには「A person on the door is someone whose job is to wait by the entrance of a building to collect tickets or to prevent particular people from entering.」とある。「従事」を表わす on であろう。なお、この定義の後半の任務は他の6冊にはない情報。また、この6冊の熟語の見出しはすべて be on the door だが、(13) と CIDE のみ be のない形】

[5] on this station

(14) It is illegal to smoke anywhere on this station. 《London》

(15) Cycles must not be left unattended at the station. 《London》

(16) Available only for persons having business at the station. 《Hereford》

【(14) の on は、ふつうの (15) (16) の at とは違うのだろうか。on the campus/farm はよく見かけるが、建物についた on は珍しい。ただし、LDCE<sup>3</sup>には「in a particular place, building or area of land: Several bombs landed on the runway. | He grew up on a



写真5 (14)

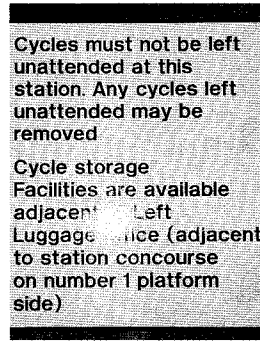


写真6 (15)

ranch in California.] とある】

[6] ring A on B

(17) Ring Jim Haslem on 01531-821040

〈Stratford-on-Avon〉

(18) Call the Railway Office on 01780 784444

〈Peterborough〉

(19) Contact them on 0171 488 488

〈London〉

【人と電話番号の入った表現の採集例は (17)–

(19) すべて on。CIDE には「I'm on 309

2194.」の例がある (p.1497) が、『グ』『ス』

には「Call 人 (up) at 電話番号」の例、『ジ<sup>2</sup>』

には「Please call (\*to) me at this number

[extention 21].」の例しかない】

[7] round the lake

(20) Round the Lake from any Pier

〈Windermere〉

(21) The round-the-clock service 〈London〉

(22) ...exotic plants from all around the world

〈Glasgow〉

(23) Return to London at around 6.00 pm...

〈London〉

(24) ...and get around the city by Rail...

〈Glasgow〉

(25) Clues... are all around. 〈Penrith〉

【採集した17例の内、round は (20) (21) を含む3例だけで、他はすべて around。『カ』に「罎罎とも《米》では around、《英》では round を用いるのが一般的」(s.v. around, round) とあるのは、妥当だろうか。『ス』は最近の傾向については触れていない。

『ジ<sup>2</sup>』には「《罎罎とも《米》では around、《英》では round が好まれるが、今日では特に運動を表す用法では《英》でも around が優勢になりつつある」(s.v. around) とある。

(22)–(25) の例もあるので、「運動を表す用法では」と限定すべきか否かは今後の調査が必要。『プ<sup>2</sup>』ではこの限定をはずして、イギリスでも「一様に around を用いる傾向が強い」(s.v. around) としている。なお、最後の (25) は副詞だが、便宜上ここに挙げた】

[8] til 3am

(26) open til 3am 〈Edinburgh〉

(27) 8PM START, til 10PM

〈Stratford-on-Avon〉

(28) ...and don't forget Happy Hour

- 5.30 til 7.30 〈Cambridge〉

(29) Open Every Day 10 'til 5

〈Cambridge〉

(30) Open 10.30 am till 11.30 pm

〈Cambridge〉

(31) Open 9.30 am to 5pm 〈Edinburgh〉

(32) Open Monday – Saturday 10am – 6pm

〈London〉



写真7 (26)

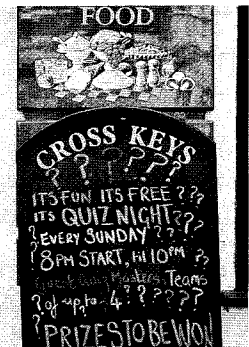


写真8 (27)

【until → 'til → til の変化は、through → thro → thro, thru の流れに似ている。この綴り字 (til, 'til) を見出しとして載せているのは、イギリスの5冊の辞書では LDCE<sup>3</sup> だけである。この辞書の旧版 LDCE<sup>1,2</sup> にもない。日本の5冊では、『プ<sup>2</sup>』が《非標準》として、『グ』は、『米・非標準つづり』として載せているが、「米」は必要だろうか。なお、(31) の形も時に見られるが、大部分は (32) の形式をとる】

[9] to rear

(33) CUSTOMER CAR TO REAR 〈Bath〉

(34) Car park at the rear

〈Stratford-on-Avon〉

(35) Entry at Rear of Building 〈Glasgow〉

【『ジ<sup>2</sup>』には「a garden at [to, 《米》 in] the rear of [behind] the house」とある。ただ

し (34) (35) のように at の例が多い

[10] entrance for A

(36) Shakespeare Centre and Entrance for Shakespeare's Birthplace.

《Stratford-on-Avon》

(37) Entrance to Shakespeare's Birthplace 30 Metres 《Stratford-on-Avon》

【「～への入口 = entrance to～」とばかり思っていたら (36) に出くわし驚いた。では (37) との違いは何だろうか。それには、この施設の構造上の問題があるように思われる。(36) の看板のある建物は生家ではなく、近代的なシェイクスピアセンターとなっていて、中は博物館やみやげ品店がある。その中を通り、裏庭に出て初めて、そこが生家への入口になっているのである。そのため、センターの表には「生家の方へ通じる入口」という意識が働いて for となったのではなかろうか。なお, entrance of ～ も時に目にする (本稿 2. [4] の注記中の例文参照) が、今回は採集できなかった】

[11] shop with us

(38) Thank You For Shopping With Us 《London》

(39) Thank You For Shopping At Boots 《London》

【(38) は今まで気が付かなかったが、『ジ<sup>2</sup>』には「Thanks for shopping with us. (買い上げのレシートで) 当店でのお買物ありがとうございます。」(s.v. shop) の例文がある。(38) (39) とともにレシートに印刷されたもの】

[12] その他の前置詞

(40) Clean Up After Your Dog 《London》

(41) All prices are correct at 01 January 1996 《Glasgow》

(42) Mon thru Sat 5-11:30 pm 《Brecon》



写真 9 (40)

a Strathclyde Residents Card  
Strathclyde Residents Card will  
cost 10p per  
outlets.



IBLE IDEA

are correct at 01 January 1996.

写真10 (41)

【(40) は「犬の (糞の) 後始末はきれいに」。(41) は「～の時点で」。『グ』に「ただし商業・経済関係では at July 31 のような表現も見られる。」(s.v. on) とある。他に 2 例発見。(42) は元来アメリカでよく見られる綴り】

3. 略語・記号も知らぬと損!

イギリスでの生活経験のある人々には何でもない略語や記号に、初めての旅行者は戸惑う。辞書を調べても載っていないことがある。知ってるつもりのもある。以下、いくつか気になったものを挙げておく。

[1] OAP, sae, UB40

(01) OAP's & CHILDREN 5-12 50p 《Peterborough》

(02) O.A.P. £1.50 《Peterborough》

【料金表などでよく見られる。『ジ<sup>2</sup>』『グ』では old-age pension(er) の略としているが、イギリスの 5 冊では old(-)age pensioner】

(03) Please send a cheque... plus sae to... 《London》

(04) ... send s. a. e. to Janet Nassau... 《London》

(05) Write (SAE) or Telephone: 《Kings Lynn》

【OALD<sup>5</sup>, LDCE<sup>3</sup> は self-addressed envelope と stamped addressed envelope を区別しているが, CCED<sup>2</sup>, CIDE は両方を「切手を貼ったもの」と解釈しているように読める。COD<sup>9</sup> には self-addressed envelope のみ】

(06) Students and UB40s 10% discount. 《London》

(07) Child (5 to 15 years)/Student/UB40 £3.10 《Cambridge》

【日本の辞書では『グ』に「(英国の) ユービーフォーティ, 失業手当受領者証明書。」とあるが, 他の 4 冊には載ってない。イギリスの 5 冊では, COD<sup>9</sup> にのみ (in the UK) a card issued to a person registered as unemployed. とある。『リーダーズ・プラス』には「失業者」の意味も採録している。『ランダムハウス英和大辞典』にも「失業者」の意味はない。『新英和大辞典』には見出しもない】

[2] U, v., X

(08) Key Cutting While-U-Wait 《Glasgow》









い知らされた。

発音・綴り・語法などの英米差は、書物で読んで知ってはいても、実際に出くわすと、「百聞は一見に如かず」で、やはりそうかと納得した。また、当然のことながら、すべて書物のおりに割り切れないことも実感した。世界は一層狭くなり、ボーダレス社会になりつつあることを考えれば、辞書に「英」「米」のレーベルを付けることの妥当性も検討の余地があろう。

その第一歩として、イギリス・日本で最近発行された10冊の辞書が、これをどのように扱っているか、次の表の①～⑱の19語について調べてみた。



写真19 (17)



写真20 (18)

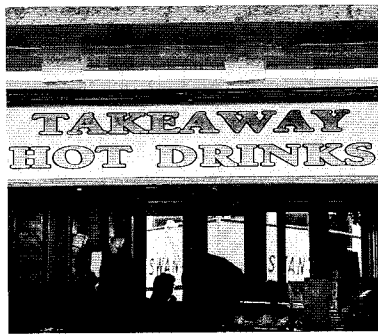


写真17 (13)



写真18 (14)

【表中の記号の説明】

A	= American English	
Au	= Australian English	= 豪
B	= British English	= 英
-----		
c	= colloquial	主 = 主に、主として
e	= especially	特 = 特に
h	= humorous	話 = 談話体
i	= informal	略 = 略式
j	= jocular	俗 = 俗語
m	= mainly	古 = 古い用法
o	= old-fashioned	戯 = 戯言
		元 = もと
-----		
—	= 見出しなし	
空欄	= 英米の区分への言及なし	
下線	= 対応する米語の表現を挙げている	

書名 発行年	CO D <sub>9</sub>	OA L D <sub>5</sub>	LD C E <sub>3</sub>	CC E D <sub>2</sub>	CI D E	プログ レッシ ブ <sub>2</sub>	新グ ローバ ル	ジー ニア ス <sub>2</sub>	カレ ット ハウ ス	ス パー カー
語句	1995	1995	1995	1995	1995	1987	1994	1994	1995	1997
① answering machine		—	B		A	—				
② answer(-)phone	B		B	B	eB	—				
③ B & B/b & b			B	B		英		英元略		主英
④ booking		eB	B		—	特英	主英	主英	主英	主英
⑤ book token	B	B	B	—	B		英	英	主英	英
⑥ busk(er)		Bi	B	mB	B,Au	英俗	英話	英略	英略	英
⑦ car park	eB	—	B	B	B,Au	主英	英	英	主英	英
⑧ freephone/freefone		B	B	B	B	—	英	英	英	—
⑨ gent (not toilet)	B	i, j	B	Bi, o	B	話	話戯	古略		
⑩ hire n.		eB	B	B	—			主英	英	
⑪ minibus			eB							
⑫ ring road	eB	B	B	mB	B,Au	英	英	英	英	英
⑬ takeaway	B	—	B	B	B,Au	英	英	英豪	英	英
⑭ veg	Bc	Bi	Bi		eB, Ai	英話	英話	英略	主英	英
⑮ way out	—	—	B	—	—			英		主英
⑯ one-off	eBc		B	mB	—	英	主英	主英	英	主英
⑰ give way			B	B	B,Au			英	英	英
⑱ mind vt.	B	B	B	B	B			主英	主英	主英
⑲ To Let		B	B	mB	B,Au	英	主英	英	主英	主英

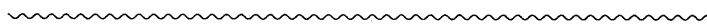
【表中の下線部の米語】④ reservation ⑤ book coupon ⑦ parking lot, parking-lot ⑩ rental ⑫ beltway, belt highway ⑬ takeout, take-out, carryout ⑯ one-shot ⑰ yield ⑱ watch ⑲ For Rent, For Let

## 6. お わ り に

今回は、集めた資料の中から、綴りの誤り、前置詞、略語・記号・数字など、アポストロフィの省略、イギリス英語かどうか、などを中心に考察してきた。次回は、この他に興味を引いた語法、表現、表記法

などについて調べてみたい。

駆け足旅行で集めた限られた資料を元に考察を試みたため、思わぬ誤解をしたり、性急な結論が入り込んだかもしれない。ご教示いただければ幸いです。(97-05-30)



## 一般論文

## 蓮如教団と身分・差別「法名」の起源

遠 藤

## The Structure of the Honganji (本願寺) Buddhist Sect During the Sengoku (戦国) Period.

Hajime ENDOH

## 目 次

- 第1部 差別「法名」を考える視点
- 序章 今日の感想から
  - 第1節 事態の認識の落差
  - 第2節 本願に依えて
- 第2章 戦国期真宗の葬送儀礼
  - 第1節 「釋〇〇」とは何か
  - 第2節 「天文日記」・「私心記」から
- 第3章 真宗葬送儀礼と社会的身分
  - 第1節 「諸回向清規」の世界から
  - 第2節 真宗院号の始まり
  - 第3節 真宗「法名」と社会的身分（以上、本号）
- 第2部 戦国期社会と教団内身分（以下、次号）
- 第4章 「惣村」と真宗
  - 第1節 村落に展開する真宗
  - 第2節 惣村の身分と真宗寺院
  - 第3節 在地真宗寺院の座的構成
- 第5章 本願寺教団の身分編成
  - 第1節 門徒衆の身分象徴
  - 第2節 坊主分の身分象徴
  - 第3節 僧俗を統合する秩序
- 終章 差別「法名」発生のプログラム

## 第1部 差別「法名」を考える視点

## 序章 今日の感想から

## 第1節 事態の認識の落差

真宗寺院の法座の席で住職・布教使が、真宗の「法名」を説明し、真宗門徒たるものは、何れの機会にか本山に参詣し「帰敬式」を受「釋〇〇」という「法名」を受けましよう、と呼びかける姿は、本願寺教団の日常に見受けられるところである。そして、真宗では、他宗派のように戒名とは言わないし、「平生業成」の宗旨であるから、亡くなった方をこの世からあの世に渡す儀式である「引導」などということはありません。とどのつまり、「釋〇〇」と

仏弟子を名のっているわけだから、「居士」・「信士」・「信女」といった位号は不必要であることを高らかに宣する。また、「〇〇院」という院号も本来は不必要であるが、場合によっては、故人の寺院・教団への貢献を偲び感謝の念を表すために出されることがあるという釈明も忘れないのが心憎い配慮である（取意）。

なるほどもっともなご説明で、真宗門徒であることを同慶しなければならないところである<sup>1)</sup>。ところが、そんなにご立派な真宗の「法名」であれば、ここ暫くの間に宗門を挙げて取り組まなければならない課題である「差別過去帳」・「差別法名」の問題など生じようがないはずである。ところが、現実はその逆で、住職・布教使の真宗の法名についての説明は、単なる願いにすぎず、本来は不用なはずの「院号」の説明が本音であることをはからずも暴露してしまっているわけである。

さて、浄土真宗本願寺派（以下、西本願寺教団）は、宗門をあげて取り組んでいるはずの基幹運動の柱として「同朋運動」を挙げてきたことは説明するまでもない。そして、別段、研究者としてこれまで自己の研究第課題として意識はしていなかった部落解放研究であるが、真宗の再生・回復を願う研究者の一人として学習するにつけて、意外な事実と、途轍もない宗門の欺瞞性＝差別性に気がつき始めた。それを以下で述べよう。

西本願寺教団では、備後教区で発見された「差別過去帳」（正しくは過去帳に記された「差別法名」）「差別添書」を機縁とする、部落解放同盟からの点検糾弾、そして、教団をあげての学習・研修の取り組みがなされたことになっている<sup>2)</sup>。例えば、西本願寺福岡教区では、一昨年度より、全僧侶を対象とする僧侶研修会が、いくつかの組をまとめてブロック単位で催され、現在も継続されているようである。

私は、これらの研修会の講義を聞いたり、テキスト

ト読んだりして、いささかの疑念を持った。その疑念とは、「差別法名」の発生という教団の歴史責任を、法名をつけたり、身分や死因などを法名に添え書きした僧侶の個人責任に科す傾向が強いように思えた。つまり、「差別法名」をつけた僧侶の真宗理解の不足、宗旨の不徹底にあるというふうに事態を認識しているように思える。ようは「差別法名」が、どのような教団構造から生まれ、それが本願寺教団から必然的に発生せざるをえない、いわば宗旨の肝要を徹底した結果のゆえであるという方向での事態の認識は持っていないようである。

## 第2節 本願に依えて

西本願寺教団福岡教区では、先に紹介した僧侶研修会のために『本願に背きて』という資料を作成・配布した<sup>4)</sup>。事実の経過を知るためのテキストとして至便であるが、問題の本質を軽視し、事態が抜き差しならぬ宗門の差別性に存在することへの不見識である。

というのは、私たちは差別・抑圧の側にあり、点検・学習とはいいいながら糾弾の対象であったはずで、当日の主催者たちは学習済＝認識済で、解放運動に主体的に取り組むと決意していることが前提となった人々でなければならない。とすれば、真宗教団・教学自体の本質的な差別性への見識を欠落したまま差別からの解放を主張したとすれば、差別の根源を内在・放置したままであるから、結果的に事態は、犯罪的な無知・不見識ということになる。

つまり、「本願に従い生きたならば、私たちは本当に差別者にならずにおれたのだろうか」という問いに依えていないからである。つまり、教団が引き起こした差別事件を、問題を引き起こした当事者たちの不見識、宗旨の不徹底にあるとし、それを「本願に背く行ないだと、指弾すればことすむという見識が問題なのである。

それ故〈本願に背く〉という点検姿勢が、すこしでも、自らの宗旨に本質の差別性に疑義を抱く姿勢なしと断するより仕方なしと判断した訳である。つまり、『無量寿経』48願は、無疵で絶対なのかという疑問を無視し、阿弥陀如来の誓願がすべての問題・矛盾の解決となりうる真宗絶対主義とでも呼ぶべき「ものの見方」からの差別・抑圧からの〈解放論〉への不信である。

というのは、『大無量寿経』の48願については、さまざまな問題点が指摘されている。例えば、第3願「悉皆金色の願」は白色人種を至上とする人間観

が前提となっていたし、第35願「変成男子の願」は、本来、不変あるはずの身体(性)を転換することが救済の前提となっていたりするわけであり、全てを人類の救済教として噴霧するわけにもいかないだろう<sup>5)</sup>。すくなくとも、さまざまな差別・抑圧の解放という視点にたつて、『大無量寿経』の48願を読み直せば、差別・抑圧という社会的現象を〈救いの条件〉とした場合、救いに条件などありえないという第18願以外は、すべて点検・糾弾の対象としなければならないことは自明の前提だったはずである。

それゆえ、いくら本願の立場に立った社会的実践を説いたところで、実際は、そのかけ声がむなしく聞こえるのはやむをえないところであろう。

この気鬱を西本願寺教団の基幹運動に当てはめたら、洒落にならないどころか、機能不全と診断するより他ない実情が横たわっていることが判明するであろう。従って、教団が引き起こした差別事件は、〈本願に背〉いたゆえの事象などではなく、〈本願に依えた〉ゆえの結末であると意識しなければならない、と思う。以下、いささか冗長になった枕への〈実証的根拠〉を掲出したい。

## 第2章 戦国期真宗の葬送儀礼

### 第1節 「釋○○」とは何か

冒頭に、真宗の「法名」に対する皮肉を述べたのは、他でもなく、「差別法名」発生プログラムの真宗教団の組織・構造の本体中に組み込まれていると判断したからである。順を追って説明して行こう。

現在、西本願寺教団の標準的な葬儀のマニュアルである『本願寺派葬儀規範勤行集』をみると、帰敬式を受けていない(法名を受けずに死去)門徒に対する「御剃刀」の例示がなされている<sup>4)</sup>。それによると、死去した門徒に法名を与えるために「三帰依文」(南無帰依仏、南無帰依法、南無帰依僧)を誦して、「其仏本願力、聞名欲往生…」(『往観偈』)を誦し、「剃刀」(剃刀を頭に当てる儀式)せよとある。そして、ご丁寧にも、これらの儀式が、他宗派にいう「引導」ではないことを聞きもしないのに断ってくれている。止む終えず、「帰敬式」を没後に行なうという措置であるが、この儀式が真宗という宗旨に対してどのような位相をもつのか考えてみよう<sup>5)</sup>。

などと言出し研究者仲間に小論の構想を話すと、直海玄哲から「法名を釋○○とすることから問題がある。大体、釋を付けるのは、中国で道安が釋の道安と名乗ったことに由来し、それは中国という儒教を基盤とした郷党社会で、「釋」氏を僧尼の姓とせ

ざるをえない状況が存在したからである。それゆえ、釋を名乗ることは郷党社会での僧尼の氏姓を釋氏とする立場であるから、本来は釋〇〇という法名は仏教的とはいえない。」という趣旨のお叱りを受けた<sup>6)</sup>。だから、「釋〇〇」が真宗的で、素晴らしい法名だという論法も、実は西本願寺教団の中でしか通じないのであるから、私が抱いた疑問もまさに教団内疑義なのかも知れない。

もっとも宗祖も「釋 鸞」と名乗ったことだから、この件については、日本仏教の〈無知〉と、少しはものを考えろという警告として受けとめ、「釋〇〇」は真宗の「法名」として適当かという検討課題が存在するとのみ申し添えておこう。

## 第2節 「浄土真宗百通切紙」の意味するところ

さて、石川力山は、「真宗と禅宗の間」という論考において、真宗と禅の儀礼の共通性を指摘し、その例証として、江戸前期備中笠岡浄心寺明伝が著わした「浄土真宗百通切紙」の分析をおこなった。

「浄土真宗百通切紙」は、明伝は真宗の教義的立場により真宗の儀式を「自他の異式を躰となし、問答決議」したもので、自宗の儀式として認められるとする儀礼に宗旨にそって説明を加えた。そして、禅でひろく行なわれた儀式のマニュアル書である「切紙」を意識して、真宗の儀式解説書に「切紙」を冠したのである。さらに、石川は、「浄土真宗百通切紙」に併せて「天然問答」から、近世真宗の儀礼の多くが禅のそれを雛形にとっていると推定された。

確かに石川の指摘の通り戦国期真宗の儀式関係史料を検討してみると、特に葬送関係の史料に禅との関連を認めざるをえない事例がいくつも現れた。

まず、平生業成を建て前とする真宗の葬送儀礼で、「引導」のクライマックスとする禅宗の葬送儀礼が、どのように組み込まれているのから論議してみよう。

先に示した『本願寺派葬儀規範勤行集』に帰敬式をおえていない門徒の葬儀は、「御剃刀」から考えてみよう。「御剃刀」を行なうことによって、現代真宗の葬送儀礼の大切な部分が成立する。これは、「釋〇〇」という「法名」を付与したことにより、死体を出家者（僧尼）として扱い、あたかも葬送が出家儀式であるかのような印象を与えている。つまり、死体に「法名」を付け、棺を七條袈裟で覆い、死体を出家者として処遇する儀礼になっている。「御剃刀」の儀礼が、どの時期を始源とするかは、

実のところ判然としないが、戦国期において、死者に「法名」を与えたり、死にかかった門徒に「御剃刀」を行なうことが『天文日記』・『私心記』の記事に現れている<sup>8)</sup>。また、上層「坊主」衆に至っては、「葬中陰録」と呼ばれる葬送記録が製作された。

これらを読むと、確かに石川の指摘のごとく、真宗の葬送儀礼が禅のそれを「雛形」としたと想定せざるをえない事実に出くわし、その事情を考えなければならないが、今少し戦国期の真宗の葬送儀礼を紹介しておこう。

## 第3節 「天文日記」・『私心記』から

ただ、『天文日記』・『私心記』の記事は、本願寺の仏事や、教団内外との交渉が中心であるから、「坊主」分に関わる記事が中心にならざるえない。しかも、証如は宗主であり、実従は一門衆であるから、彼らが門徒の葬送に関与することはありえない。従って、例外的事例のほか、『天文日記』・『私心記』の葬送記事も、上層坊主分が中心とならざるをえなく、在地で民間習俗と折り重なり形成したという意味での葬送儀礼分析としては迫力に欠けることを断っておかなければなるまい。

さて、臨終が近づいた門徒への「御剃刀」であるが、『天文日記』に、大坂寺内住人が正月そうそうに大風邪をひき、死の床にあることを覚悟する。そこで、寺内住人は、本願寺へ「御剃刀」を申し出たところ、宗主である証如は、御堂衆を遣わし「御剃刀」を行なったとある。つまり、寺内住人は、臨終に際して入道したわけである。

次に死者への「法名」の授与であるが、「坊主」分の得度記事に現れる部分を除外して考えると、ほとんどが「坊主」分の妻が、夫と死に別れ「後家尼」となった場合か、自身の死に臨んでの「臨終出家」である<sup>9)</sup>。

「私心記」には、筆者である順興寺実従の妻「西向」の死についての詳細な記事がある。西向は、死去に際して「妙意」という法名が与えられ、「葬送記録」が作成されたことが判明している。その際に順興寺「西向」の場合は、遺体に「御剃刀」を施し、「法名」を付け、衣体を僧形に改めた上で納棺されている。

そして、「妙意」は荼毘にふされ、骨桶に首骨が捨骨され、本尊前に置かれ「中陰」の仏事が始まるが、七七日か、遅くとも百箇日あたりまでに「影像」がしつらえられ納骨となる。在地真宗寺院の戦国期での「納骨」のあり方は判然としないが、一門衆の



「中陰記録」をみると、「中陰」中は本堂の本尊の周辺に安置されていたことが記されており、そこから別の施設に納骨したという記録がないから、本尊付近の何れかの場所と考えるのが妥当であろう。

しかも、証如は『天文日記』で、大坂本願寺での「御堂納骨」の開始に当たり、山科でのそれを先例とすると述べているから戦国前期ですでに本願寺門徒の中に「本山納骨」の習慣が広がりつつあったと推定できることがわかる。

### 第3章 真宗葬送儀礼と社会的身分

#### 第1節 『諸回向清規』の世界から

さて、以上のような戦国期真宗の葬送儀礼を、ほぼ同時期の永禄9年(1566)年に天倫楓隠の手により臨濟宗五山派の儀式マニュアルとして編纂された『諸回向清規』に示された葬送儀礼から読み解いてみたい<sup>10)</sup>。

まず、死に際しての「御剃刀」から「法名」授与・納棺に際しての袈裟での覆いであるが、『諸回向清規』であるが、亡者への剃髪・袈裟・授戒・入棺の作法が詳細に記されているが、基本的な姿勢は未出家者である亡者を僧尼として取り扱おうとしている。石川は、この点について、本来は禅の葬送儀礼は出家者に限定されており、在家者への葬送儀礼が用意されておらず、教団の拡大により在家信者への葬送儀礼が必要になり、苦肉の策として、亡者を出家させるという儀礼が編み出されたというのである<sup>11)</sup>。ために、「作僧」(亡者への授戒により僧尼を作る)から、葬送が発発するのである。

まさに本願寺教団の葬送儀礼も、死者を出家者として扱う点では、禅と近似しており、その儀礼を真宗の教義で位置づけるか、禅の教義で位置づけるかの差しか見いだせない。確かに、禅の方が手が込んでいて、真宗の方が簡略であるという観はあるが、基本的に通底している儀礼であることには違いないであろう。

例えば、真宗では「御剃刀」の際に「南無帰依仏、南無帰依法、南無帰依僧」という三帰依文を唱えるが、これは『諸回向清規』で示す亡者授戒でも全く同様であり、両者の共通性が明白に窺い知れる。また、同じ時期に真宗高田専修寺で行なわれた「野袈裟」も、こうした禅と真宗の葬送儀礼の共通項の一つとして上げられるかも知れない<sup>12)</sup>。

『諸回向清規』巻四には「僧俗男女位牌」の上頭・中・下につける文字についての規定が記されている。亡者の位牌にどのように戒名(法名)をどのように

記すべきかということ。

「僧俗男女位牌之上頭文字」の中から位牌の上の文字の凡例を抜粋してみよう。先ず、和尚の位牌の上の文字は「前住当山」、平僧の場合は「寂滅」・「遷叔」等と書き、太上天皇は「〇〇院」、将軍・一国の太守・国号の武士に対しては「〇〇院殿」・「〇〇官州名」、一般には「物故」・「婦故」・「逝去」・「過去」・「遷去」等を書き、山伏は「達故」と書くべしとある。

次に「僧俗男女位牌之中文字」の中から位牌の中位の文字の凡例を抜粋してみよう。開基あるいは国師・尊宿には「〇〇国師大和尚」、前住長老には「〇〇和尚大禪師」、平僧には「禪師」、参禅の武士には「居士」・「女居士」、武家には「信士」「信女」、高家の武家には「大禪定門・尼」、平人には「禪定門・尼」、平人の奴僕には「禪門・尼」、小児には「童男・童子・童女」、山伏は「大徳」といった具合である。

位牌の下に書く「僧俗男女位牌之下文字」の凡例を抜粋してみよう。尊宿・一国之太守には「尊靈」、平僧・高位の武家は「覚靈」、皇家は「尊儀」、天下将軍は「臺靈」、平人には「靈位」、山伏には「叔山」、貴人の夫人には「叔儀」、女性には「叔魂」というように記せとある。

『諸回向清規』は、もとより戦国期の臨濟五山における儀式書であるから、当時、五山に關与する、可能性がある身分に応じた規定がなされていたものである。その際に、注目しなければならないのは、石川の指摘の通り、葬送にあたって「法名(戒名)」授与の方法が、亡者の生前の社会的身分に応じてなされていたという事実である。

『諸回向清規』は、臨濟五山の儀式書であるから、想定される壇那の身分も限定されるが、禅が村落や都市に展開した場合に、当然、同じように多様な身分に応じた儀式が編成され、亡者の生前の社会的身分に応じてなされる限りにおいて差別「法名(戒名)」の発生は必然だったのである<sup>13)</sup>。

村落に展開し、近世身分社会で製作された曹洞宗の儀式作法書である「切紙」は、形成された身分制社会を意識し、その身分別に授戒儀礼が作成され、当然、被差別身分まで射程にいった「切紙」が作成され、その際に現世の身分は来世においても継続されるという意識が「差別切紙」を生み出したのである。そして、真宗の「法名」も基本的には社会身分を基礎としていたことが蓮如教団が残した史料に如実に現れる。

## 第2節 真宗における院号の始まり

曹洞宗と同じく、戦国期に村落・都市に展開したのが真宗教団であることは間違いない。その真宗において、葬送儀礼の前提となる「法名」や「院号」は、社会身分とどのような関連性を持つのであろうか。「院号」から検討して行こう。

真宗史で「院号」を自称したことが確認されるのは、蓮如の自筆「書状」に「信証院蓮如」と記されたのがあり、おそらく蓮如の代からであろう。『日野一流系図』をみると、以降、宗主・宗主継職予定者と宗主の母に限り「院号」が記されている<sup>14)</sup>。戦国期には宗主と、早世した宗主継職予定者と宗主の母以外に「院号」が拡大した形跡はないが、判明する範囲で一覧を作成しておく。

- ① 院号 信証院／法名 蓮如／実名 兼寿／假名 中納言、左衛門督／僧位僧官 法印・権大僧都
- ② 院号 願成就院／法名 順如／実名 光助／假名 中納言／僧位僧官 法印・権大僧都<sup>15)</sup>
- ③ 院号 教恩院／法名 実如／実名 光兼／假名 大納言／僧位僧官 法印・権大僧都
- ④ 院号 偏増院／法名 円如／実名 光融／假名 大納言／僧位僧官 法印・権大僧都
- ⑤ 院号 慶寿院／法名 鎮永／○○○○○／假名 大方殿／僧位僧官
- ⑥ 院号 信受院／法名 証如／実名 光教／假名 大納言／僧位僧官 法眼・権僧正
- ⑦ 院号 増進院／法名 顕如／実名 光左／假名 ○○／僧位僧官 法眼・正僧正

以上であるが、本願寺の権門寺院と宗主の家の確立にともない「院号」制度が導入され、拡大していったようである。ただ、ここで興味深いのは、本願寺が門跡寺院となった1559（永禄2）年に、有力一門衆の中から「院家」が任じられたが、院家寺院が「院号」に転じた形跡はない<sup>16)</sup>。この場合の院家とは、門跡を維持する門流の寺院を意味しており、僧侶の尊称ではないようである。

というのは、戦国期末に編纂された真宗史書『今古独語』は、本願寺教団における院家制導入に対する比較的豊富な記述を有し、1561（永禄4）年の親鸞300回忌に当たって、「本宗寺・顕証寺・願証寺」が院家を望み朝廷とより許されたことを記す。ただし、『今古独語』においては、院家に任じられた寺院の寺号を記するのみで、いわゆる寺院住持の尊称としての「院号」に対する記述は見当たらない<sup>17)</sup>。

一般に、本願寺教団における寺院住持の尊称「院

家」の由来は、現代のように住職・坊守が、教団に貢献したということで「○○院」という院号を本山から認められるから、そうした立場の住職への尊称だが、『本願寺通紀』に見られるように、近世になり「院家」寺院が拡大し、地域の寺院社会の中で特権的立場を示す称号、として説明されるが、「院号」の始源である蓮如期には当てはまらないようである。というのは、少なくとも蓮如の段階では、本願寺の教団編成原理は、門跡-院家といった宗主を頂点とする門閥支配体制は導入されておらず、また、院号が門末に許され特定の門弟の特権的立場を保証するような制度としても導入されていなかった。

とすれば、宗主が名乗った「院号」の由来は、どこにあるのであろうか。管見が及ぶ範囲において、真宗史料にその資源を求めるのには無理があるように思う。とすれば、中世後期・戦国期の日本社会での「院号」の例から考えることが妥当であろう。

この件については史料を上げるまでもない周知のことであるが、当該期の「院号」の使用例といえば、室町将軍への諡号が上げられる。さらに旧い例でいえば、上皇の「諡号」である。特に意識しなければならないのは、先に石川の論議により浮かび上がってきた、真宗儀礼が下敷きとした禅の「院号」との関わりである。

そう考えると、先の示した『諸回向清規』の位牌の書き方である「院家」は、俗人の対する法名の上の文字の最高位を意味し、国王・将軍に対するものである、ということが気にかかってくる<sup>18)</sup>。ということになると、最低限に確認できるのは、蓮如が「信証院」という「院号」を名乗ったことの意味は、青蓮院の門流支配体制での地位向上を目論んだものではなく、本願寺教団内、とくに門末に対して自身が貴種であることを誇示するためであったと推測しうる。

そして、戦国期教団にあつては、宗主の「院号」を頂点にして、「寺号」・「房（坊）号」が坊主身分において、とくに禅の『清規』にいう上の文字に当たる呼び名として機能していたと思われる<sup>19)</sup>。事実、一門衆の中には、例えば実従（兼智）は「呼寺号」として、後に枚方に建立する「順興寺」を大坂本願寺で名のついていたし、蓮淳（兼誉）は「顕証寺」、隠居後は「光応寺」を号した。また、同じ蓮如の子弟でも、蓮誓は当初は「光専坊」・「光闡坊」、後に「光教寺」を号した。蓮悟は、当初は本泉寺の住持であったが、呼び名は、「若松坊」であり、隠居後（籠居号）は「慶光坊」であった。

従って、戦国期本願寺教団にあっては、在地で機能し活動する機関としての「〇〇坊」「〇〇寺」（寺院）と並び、「院号」・「寺号」・「坊号」が坊主衆の身分象徴を表わす「呼名」として機能していたことが浮かび上がってくる。

### 第3節 真宗「法名」と社会的身分

蓮如が、門末に対して自身が貴種であることを誇示するために講じた努力は、「院号」に留まらず、「法名」の身分別編成にいたってさらに徹底する。この場合の「法名」とはなにかを考えてみると、現代の帰敬式につながる本願寺教団における「法名」授与の初見例は蓮如期に遡り、おおよそ次のような事実が判明している。

蓮如は、いくつか「法名」を門徒衆に書き出している<sup>20)</sup>。

伝来する自筆本の中から、興味深いものを挙げると、近松顕証寺蓮淳に与えた折紙の「法名」書出で「諱 兼与・法名 蓮淳・假名 三位」、そして、下附年月日と蓮如の署名と花押が据えられ、文字通り折紙付の「法名」である。また、蓮慶に与えた「法名」書出には、「法名釈蓮慶 慶恩房 実名 光善」、そして下附年月日と蓮如の署名と花押が据えられているが、現在は「御文」と伴に軸装化されており、本来の形状は不明である。

さて、この「法名」を書き出す習慣であるが、すでに神田千里・大喜直彦の指摘にもあるように、中世武家社会の習慣である「一字書出」・「加冠状」といった文書群に通底するという<sup>21)</sup>。例えば、室町将軍足利義晴の「晴」を甲斐国守護武田晴信の「晴信」の中の一文字を家臣が「落し字」することを許可する際に発給される文書に共通するという。

この習慣が本願寺にも共通することは、『日野一流系図』から「実名」を見れば、同じく宗主の子弟でも、嫡子には「光」が、庶子には「兼」が落し字されたようである。蓮如の長子（後嗣）で早世した順如は「光助」、後継宗主である実如は「光兼」で、他の男子は全て「兼〇」となっていることから嫡子と庶子の「実名」の差が容易に判明する。

蓮如の子弟の「法名」も同様で、宗主と後継予定者には、「実如」のように「如」の字が、庶子には「蓮悟」のように「蓮」の字、蓮如引退後には「実賢」のように「実」の字が通字された<sup>22)</sup>。このように蓮如期の本願寺宗主一族は、「実名」・「法名」に宗主のそれから通字（落字）していたことがわかる。

そして、次に問題となるのは、蓮淳が諱・法名・

假名の書出しを受けた際の、本願寺教団における「假名」とは何かということである。

「假名」は、一般に公武社会における相手の身分に応じた「呼び習わし」方で、その家の主人（君）を頂点として「本名」ではなく、相当する「假名」（官位・官職）で呼ぶ習慣である。それは「〇〇家」という、この場合は本願寺宗主（日野一流）の中世社会における相当身分（蓮如は法印・権大僧都）を「中納言」とし蓮如の「假名」としている。事実、『天文日記』・『私心記』は、本願寺一門衆を「呼寺号」・「假名」で表記している。片山伸は、こうした戦国期本願寺の身分編成のあり方が、中世顕密寺院には一般的現象であることを踏まえ、本願寺も顕密寺院と同様に寺家としての身分編成をはかったという論議を展開された。その上で、戦国期本願寺の身分編成の雛形になったのは、中世社会で、最も重用された礼儀作法指南書である『弘安礼節』であると推定された<sup>24)</sup>。

これらの事実を踏まえれば、「釋〇〇」をいう基本とする真宗の法名は、色々な意味に置いて社会身分別「法名」に編成されていた事実が浮かび上がってくる。そして、宗主の院号を頂点として編成される「〇〇号」、教団内身分象徴の呼び名である「假名」が組み合わせられ、「釋〇〇」を円の中心とする広い意味での社会身分別「法名」が展開したものと思われ、その実定化である本寺・末寺における身分の問題は次章以下で詳述される。

### 注

- 1) 同様の思い込みは、経谷芳隆『仏事の話』（1965年 永田文昌堂）、岡崎諒観『真宗葬儀に関する一考察』（1984年 永田文昌堂）、『真宗門徒のたしなみ』（1960年 本願寺出版部）など枚挙にいとまがない。
- 2) 小武正教「『忌』を問い直す（国家の習俗管理の視点より）～現在の「年中年忌」の背後にどのような歴史が積み重ねられてきたのか～」(『広島県部落解放研究所紀要』No.1 1994年)、「『過去帳差別記載 糾弾学習会・同朋三者懇談会』からの課題」(『部落解放ひろしま』No.17 1993年)。城山大賢「報正寺・過去帳差別記載への取り組み」(『広島県部落解放研究所紀要』No.1)。
- 3) 1994年 浄土真宗本願寺派福岡教区編。小論は、解放真宗研究会の1995年度研究大会報告「蓮如教団と『惣村』の差別」の、当日、時間の都合で割愛した部分を第1部とした。大会報告は、第2部として後稿としたい。また、奥本武裕氏から、「差別法名」もさることながら、歴史学の問題としては、近世教団が実施した「部落寺院」制の成立についての戦国期真宗研究からの論議が必要であるという指摘を受けた。
- 4) 1987年 西本願寺出版部。以下、真宗・教団と呼んだ場合、「〇〇派」と断らない限りは西本願寺教団の場合を雛形とした論議と、御理解いただきたい。
- 5) この点をもっとも的確に指摘したのは、早島有毅「戦

- 国期社会と本願寺蓮如」(『講座 蓮如』第1巻 平凡社 1996年)。早島氏には、現在の蓮如研究の欠陥が身分制という視点を欠いている、といった小論の執筆動機となる種々のご教示・ご叱責を賜った。特記して、早島氏への謝意を表すことを許可された。
- 6) 中国仏教史研究の直海玄哲氏のご教示である、小論の執筆にあたり、直海氏との「おしゃべり」から得た知識を利用させていただいた。また、「釋〇〇」の起源が釋という僧尼の氏姓であるとするれば、現在、云々されている法名を「釋〇〇」に統一し、「釋尼〇〇」という女法名を廃止するという問題も、尼がないと男か女か解からないという問題以外は容易に決着がつく。
- 7) 石川力山「真宗と禅宗の間～「浄土真宗百通切紙」をめぐる諸問題～」(『禅学研究』No.67 1989年)。また、真宗の肉食妻帯問題について、黄檗宗鉄眼道光の真宗批判を取り上げた「内館文庫所蔵資料の研究(二)～『蝙蝠忘談記』・『壞蝗記』について」(『駒沢大学仏教学部研究紀要』No.54 1996年)。
- 8) 遠藤 一「臨終・葬送・納骨」,「あるく僧の妻」における死の意味」(『戦国期真宗の歴史像』1991年 永田文昌堂)。
- 9) 戦国期真宗の尼の問題については、遠藤 一「戦国期真宗における尼・ノート」(『仏教史研究』No.28 1991年)。
- 10) 『大正新脩大藏經』81巻, 統諸宗部12。蓮如と同時期の清規に『南禅寺常住諸回向並疏』(文明11(1479)年成立)が龍谷大学大宮図書館に所蔵されている。
- 11) 石川力山「中世曹洞宗切紙の分類試論(九)～迫善・葬送供養関係を中心として～」(『駒沢大学仏教学部研究紀要』No.45 1987年)。
- 12) 「野袈裟」については、平松令三『真宗史論攷』(1987年 同朋舎出版)口絵写真。
- 13) 石川力山「中世曹洞宗切紙の分類試論(四)～差別切紙の発生の由来について～」(『駒沢大学仏教学部論集』No.15 1985年),「差別切紙と差別事象について」(『宗学研究』No.27 1986年)。
- 14) 真宗の「法名」の中世社会における位置づけについては、大喜直彦「法名と名状」(『仏教史学研究』35巻2号1992年)。
- 15) 順如の「院号」は、「日野一流系図」・「天正三年記」(『真宗史料集成』第2巻 1977年 同朋舎出版)に、「願成就院」と記されているが、他の院号との差異があり留意する必要があるが、いまのところは意味が不明である。また、『経覚私要抄』では、順如と想定される人物が「成就院」と記されている。
- 16) 本願寺における戦国期の意味は、権門＝顕密寺院化であるという議論は、遠藤 一「戦国期本願寺の開幕と蓮如の宗教活動」(『講座 蓮如』第1巻 1997年 平凡社)。また、戦国期本願寺の完成を1559年の門跡勅許と考えるのは、遠藤 一「本願寺の門跡化と教団の体質形成」(『戦国期真宗の歴史像』)。
- 17) 本願寺教団における「院家」制の導入については、谷下一夢『増補真宗史の諸研究』1977年同朋舎出版、ただし、初出は1932年)。
- 18) 蓮如が「信証院」と号したことの中世仏教史における位置づけは、ここでは保留する。というのは、蓮如は青蓮院の門侶で「法印・権大僧都」という僧位・僧官があり、『諸回向清規』のいう「院家」は、国王・将軍への「法名(戒名)」の上の文字ということであるから、本願寺教団の坊主分の性格を論議した上でないと正確な位置づけは不可能と考えるからである。
- 19) 「院号」・「寺号」・「房(坊)号」の本願寺教団の身分編成における役割については、次稿「第2部第5章第2節」で論議する。
- 20) 「法名状」については、大喜直彦「法名と法名状」(『仏教史学研究』35巻2号)から、多くの知見をえた。ただ、大喜氏の「法名状」の位置づけについては、意見がないわけではなく、『禅林象器箋』のいう「安名状」との位置関係を論議するまで賛同を留保したい。
- 21) 神田千里『真宗信仰と一向一揆』(1991年 吉川弘文館)、大喜直彦「法名と法名状」(『仏教史学研究』35巻2号)。「一字書出」・「加冠状」については、日本歴史学会編『古文書学概説』古代・中世偏 1988年 吉川弘文館)。ただし、神田・大喜両氏ともに「安名状」については、未関説。
- 22) 「御文」の中に門弟の「法名」の由来を、「経典」から引用し説明する条があり、「通字」・「落字」の一つの方法である。一門の「法名」の「通字」・「落字」との関連については、今後の検討課題。
- 23) 『日野一流系図』は、本願寺宗主の僧位・僧官を「法印・権大僧都」とし、「假名」は歴代「中納言」か「大納言」としている。
- 24) 片山 伸「中世後期本願寺と身分」(大谷大学真宗総合研究所『研究紀要』No.4 1984年)。

## 一般論文

## 近代における剣道理念の多様化 — 脱刀令・廃刀令が剣道に与えた影響について —

木 寺 英 史

### Diversification of KENDO's Ideal in Modern Time (Before the War) — Influence of DATTO-REI and HAITO-REI which Meant Nobody Could Carry Sword —

Eishi KIDERA

## はじめに

「理念」とは、元来物事の「普遍的真實在」を意味する哲学用語である。しかし、その概念は徐々に変化し現在では「人間の理性によって得られる最高の概念」という程度の意味で用いられている。剣道に関する文献において「理念」という用語が散見されるようになったのは、昭和50年に全日本剣道連盟が「剣道の理念」<sup>1)</sup>を発表してからである。ここで用いられている「理念」とは、「剣道とは何か」という問いに対する共通認識と理解できる。しかし、昭和50年発表の「剣道の理念」だけではなく剣道に関して「理念」という用語が用いられる場合はその用法において多少の留意が必要である。これらの「理念」は、剣道の「實在」を肯定的に表わしたのではなく、それを否定的・逆説的に表現したものである。そして、それは同時に剣道の「理念」が不明確であることの表れである。

さて、それではこのような現代剣道の「理念」の不明確さ、つまり剣道の理念の多様化の史的根源は何に存するのであろうか。筆者はそれを「脱刀令」及び「廃刀令」にあると考える。そこで本論では直接・間接的にこの2法令が剣道に及ぼした影響を与え、その理念の多様化をもたらしたのかを考察してみたい。

1. 「脱刀令」・「廃刀令」<sup>2)</sup>

近代および現代の剣道とその「理念」の多様化を理解するためには、明治4年の「脱刀令」（散髪、制服、略服、脱刀共勝手である。但し礼服の節は帯刀すること）、同9年の「廃刀令」（自今大礼服着用ならびに軍人及び警察官吏等制規ある服着用の節を

除くの外、帯刀を禁ずる）を取り上げる必要がある。ここで「近代および現代の剣道」としたことに意味がある。一般的には、これらの法令は当時の剣道の衰退に大きな影響を与えたとされている。例えば、下川は大正期に

かくて明治維新の新天地に入るや、太古以來連綿として發達し來りし我劍道は社會の大變革に遭遇し明治四年の廢刀令以後一時殆ど廢滅の衰運に向はんとせしも端なくも十年の戰爭はこれに一大覺醒を與へ再び復興の曙光を顯はすに至れり<sup>3)</sup>。

と述べ、また現代でも

これらの諸改革の中で、明治初期の剣道衰退に直接大きな影響を及ぼしたのは、廢蕃置県、脱刀令、廢刀令であろう。（中略）このように、武士階級というものが消滅したうえ、剣道が公的な教育場面から姿を消し、武士の魂ともいべき刀を捨てさせられたのである<sup>4)</sup>。

というように、この2法令は当時の剣道界に大きな影響を及ぼしたとするのが一般的見解になっている。そして、それらによって衰退した剣道は明治十年の西南戦争を契機にその価値を見直されたとするのが通説になっている。歴史的認識としてはこのような解釈も可能であろうが、この2法令が剣道に及ぼした影響は当時の衰退だけではなく、その後の剣道の技術的・精神的側面に深く及んでいると考えることができる。

まず、当時の剣道の衰退への影響ということについては、詳細な分析には及んでいないものの、この2法令が直接的に剣道の衰退に作用したとは考えに

く。現在では「廃刀令」といえば明治9年のそれを指す。しかしながら、戦前までは「脱刀令」・「廃刀令」の用語の用い方は明確にはなっていなかったと判断できる。前述の下川も「明治四年の廢刀令」としているし、その他の著書にも同年の法令を「廃刀の令」としているものがある<sup>5)</sup>。私見を述べれば、これら法令で実質的に剣道に影響を与えたとすれば明治4年の「脱刀令」であろうと推測される。明治10年の西南戦争で剣道の価値が再認識されたとするならば、同9年の「廃刀令」がその衰退に直接影響したとするのは無理がある。さらに、当時の剣道の衰退とは、維新後の混乱期にあって剣道の稽古が日常的に行なわれなくなった事をいうのならば、その原因は「脱刀令」・「廃刀令」のような法令にあるとするよりも、社会情勢の混乱でそれまでの剣道の実践があらゆる場面で継続が困難になったとするのが自然である。よって、「脱刀令」・「廃刀令」は当時の剣道に直接影響を与えたというような短期的なとらえ方ではなく、時間が経過するにしたがい徐々にその後の剣道に影響を与えたとする長期的な視点を持つべきである。

## 2. 「脱刀令」・「廃刀令」の歴史的意味

「脱刀令」・「廃刀令」を剣道史から考察する場合、一般的には前章で考察したように当時の剣道に直接影響を与えたとされているが、この2法令は、その後の剣道の実践に大きな課題を残すことになった。その課題の中心は「日本刀」の消失である。これについては剣道史を概観し多少の説明を加えたい。剣道の「理念」、つまり「剣道」とは何であるのか、または何であるべきかという命題に直面するならば、その解答は「日本刀」の存在を抜きには考えられえない。「脱刀令」・「廃刀令」以前の剣道とは何であったのか。それは、実用術であったと言わなければならない。元来剣道は「敵を殺傷する」ための術としてこの世に出現した。しかし、「敵を殺傷する」ための術はそのままの形態でその技術を伝達することはできない。そのための方策として、その動作を「形」として伝達することが主流になった。その後、「しない」と「防具」を用いた「しない打ち剣道」が江戸中期に出現し、江戸後期に隆盛する。このように、「形」や「しない打ち剣道」の出現により剣道の運動形態が直接「日本刀」を用いることがなくても、その「理念」の第一義は「敵を殺傷し敵から自らの生命を護るため」の実用術であったといえる。そして、この実用術としての「理念」を支えていた

のは「日本刀」の存在であったといつてよい。先の2法令以前は、実体として「日本刀」が存在し、さらに武士階級が帯刀を許されていたという事実は、常に「しない」は「日本刀」に持ち替えることが前提となっていたのであり、「しない」はまさに「日本刀」の代用物として存在していたと言うことである。

さて、それでは2法令以降の剣道はどのように変容していったのか。法令以降、決定的に異なるのは、日常生活空間から「日本刀」が消失したことである。この消失の度合いは、実体としての「日本刀」の消失、つまり、「日本刀」自体の消失と、それぞれの時代の剣道実践者が持つ「日本刀」に対する意識や観念の消失を考察しなければならないが、「日本刀」の実体的消失は剣道が実用術としての価値を失うことを意味する。このように「脱刀令」・「廃刀令」の剣道史における最大の意味は剣道の「非実用化」をもたらしたことである。剣道はこれらの法令以降、「実用術」を第一義とすることが不可能になり、その拠所を模索することになる。

## 3. 剣道の「非実用化」の影響

前章で述べたように、「脱刀令」・「廃刀令」がもたらした剣道界への影響は、一般に言われているような当時の剣道の衰退としてだけではなく、剣道が非実用化したことによりさまざまな課題が表出したことにある。本章ではそれらについて考察する。

### (1) 剣道の「理念」の混乱

剣道の非実用化はその後の剣道に大きな影響を与えたが、明治期に最初に顕著になったのは、その「理念」の多様化である。それらの代表的なものを明治期の文献から抜粋する。

それ撃剣の術たる、実践に臨み自身の防御を鞏固にし、敵手を刺激して全勝を占むるを学ぶにあり。故に先んじて人を制することに注意し、敵手と対演するには最初竹刀を取る時よりしておくて人に制せざるよう先手を得るを肝要なりとす<sup>6)</sup>。

体育養心は撃剣の道における最もこれを先んぜざるべからざる所なり。かつて武術諸道においてその鍛練を全うするは富国強兵の基本たり。しかしその術を学ぶや身体虚弱なればその術を達するあたわず。(中略) 今や体操術実地を講ぜんと欲せば、我が国固有の撃剣武術を学ぶより先なるなし<sup>7)</sup>。

それ武道は建国尚武の遺風を追い、士道を修め、廉恥を励み、もって士風これ正しく、もって士気これ振るい、もって士節これ高く、もって士心これ固く、至大至剛なる精神を發達するにあり<sup>8)</sup>。

それ武術は身を護り、天下国家を治むる大道なり、徒らに人を斬り人を殺すために学ぶものにあらず。武術は国家の元気を堅実ならしめ、国民の士気を興奮せしむる根本的教育である<sup>9)</sup>。

このように2法令以降、明治中期までの剣道の「理念」は、それを「実用術」としたり、また強健な心身を育成するための「体操法」であると論じたり、または武士道や大和魂というような「精神性の育成」にあるとするもの、国家を形成する国民の「人間形成」をつかさどる「教育」であるとするものなど様々である。この時期は剣道の「理念」が錯綜した時期といえる。

## (2) 精神性の強調

明治の初期から中期にかけて多様化した剣道の「理念」も、明治の中期から後期にはある方向づけがなされる。明治20年代になるとそれまでの欧化思想から天皇を中心とした国家主義的思想への転換が顕著になる。明治22年には帝国憲法が發布され、23年には教育に関する勅語が発表されている。更に明治27・28年の日清戦争により尚武の気風が高まる。このような中で、剣道の「理念」は徐々に「武士道」に代表されるような精神性が強調される。当時の「理念」を語るにはまず明治28年に創立された大日本武徳会をあげる必要がある。大日本武徳会とは明治28年当時の京都府収税長島海弘毅が中心になり設立され民間団体で、当初全国に趣意書を配布して会員を募った。趣意書の内容を要約すれば、

我国はそもそも天皇の祖先が武の威光をもって治めた国である。延暦年間、桓武天皇は武をもって内外の敵を懲らしめ、都を平安に遷し大内裏に武徳殿を造り武芸を奨励した。今年明治28年は平安遷都から千百年目にあたる。陛下はますます武徳を重んじ、平安神宮を建てられ、盛大に祭典が催された。これを記念し、全国に同士を求めて大日本武徳会を結成し神宮の近くに武徳殿を建設し、年1回同士が集まって祭典をおこない武徳を演じ、神の徳を慰め日頃から国に報いる気持ちを忘れずにいようではないか。

となる。大日本武徳会はその後、様々な施策により武道界の発展に貢献する。会員も明治42年には150万人に達している。大日本武徳会設立の歴史的意義は様々に語られているが、「理念」の観点からは天皇制国家の成立過程に剣道（武道）が組み込まれたとあってよい。それでは当時いわれていた「武士道」とはいかなるものだったのか。当時の剣道と「武士道」について高野佐三郎は剣道が維新以来非実用化したことを認めた上で次のように述べている。

剣道は前述の如く數百年間多數名家の研鑽と錬磨により、心身の鍛練に於ても武士の人格修養の道としても極めて優秀適切のものとなれり。爰に所謂武士の人格とは必ずしも戦闘功伐に従事すべき戦士たるの人格をいうにあらずして、尚武の氣象に富める我國民が古來傳承せる大和魂すなわち武士道の精神を體し、忠君愛國の至誠に富み、能く剛健快活にして諸種の活動に堪ふべき日本帝國の國民たるに適するの人格を謂ふ。是れ剣道が現今我國に行なわるる諸多の遊戯法・運動法・修養法に比して特長ある所以にして、是れを我が國將來の發展に照らし益々新たな意義と價值とを感ぜずんばならず<sup>10)</sup>。

このように大和魂または武士道精神の涵養がその後の剣道の「理念」の中心になっていく。そして武士道精神とは戦闘に参加する戦士に備わるべき精神性というだけでなく、日本国民全てが持つべき精神性であるとする。「剣道」は当時の国家主義体制を支える精神性を国民に涵養するためのものとして徐々に脚光を浴びることとなる。

## (3) 実用術への回帰と競技化

さて、昭和10年代になると世情は戦時体制の準備を早めることとなる。その傾向は昭和11年の日支事変を契機として加速していく。12年8月には「国民精神総動員実施要綱」が閣議決定し、剣道をはじめとする武道は教育国策の第一線に現れる。こうした中で学校における従来の体操科は体錬科とあらためられる。体錬科は体操と武道の二本立てとなっていたが、体錬科における「剣道」の特徴はそれまでの「武士道」というような精神性に加え、その実戦性が見直されていることである。つまり、剣道の実用術として存在が見直されるようになる。これは当時の軍部の武道に対する評価の現れである。例えば、当時の陸軍戸山学校教官であり剣道教士の山内静雄は次のように述べている。

日本に軽機関銃が手來ましたのが大正十二年頃であります。その當時は軽機関銃と云つて獨りで弾がでる鐵砲が出來た。是が出來て來ると鐵砲でパチパチやるのでは間に合わん。軽機関銃一つあれば敵が何十名來ようと一人でやつつける。鐵砲なんか要らんと考えられ出した事がある。今迄小銃で射撃して最後に突撃に移る小銃をやめまして殆ど機関銃で打ちつけて行くロシアの戦法が考えられた。日本もそれに變つて行くのではないかと考えられたのであります。さうして見ますと戦争、突撃、白兵、格闘と云うものは其處に起つて來ません。所が愈々操典發布となりまして、全部にわたって見ますと依然白兵戦闘を高調して居るのであります。如何に科學が進歩しても突撃の際の劍による戦争は矢張り高調されたのであります。是が國民の思想であります<sup>11)</sup>。

このような考え方は体錬科武道の教習内容にも明確に現れる。劍道における打ちも「打突」ではなく「斬突」となり、号令も「打て」から「斬れ」に変化した。戦局が深まると武道だけでなく体育は戦技訓練や特殊訓練の場へと化していった。

このように劍道は技術的には実用性が見直されるが、一方では学生を中心に多くの試合が開催されたのも昭和初期から戦局が深まる15年頃までである。昭和3年に全日本学生劍道連盟が結成されるが、同3年に第1回の大学高専劍道大会、5年には全日本中等学校劍道大会も始まっている。さらに、昭和4年、9年、15年には天覧試合が開催された。このようにこの時期は実用術としての回帰を求めつつ、一方では競技かが進み、非実用化が益々顕著になると言うような時期であった。

## む す び

さて、明治維新から終戦までの劍道の「理念」について大まかに概観してきた。最後に「脱刀令」・「廃刀令」とそれらの多様化した理念について、先に述べたような劍道の非実用化について技術的及び精神的基盤の消失という観点から論じてみたい。

まず、技術的基盤の消失について述べてみたい。「しない打ち劍道」を考察すれば、2法令前後において、その運動形態に明確な相違があったとは思われない。根拠は次の2点である。第1点は法令の前後において劍道実践の主体が同一であるということがいえる。つまり、法令の前後では同一人物が劍道の実践家として存在しているということである。当然、同一の主体によって実践される「しない打ち劍

道」の形態は多少の意識の相違はあるにしても同形態の運動が実践されたはずである。第2点は、何れも「しない」という「媒介」を用いた運動形態であるということである。2法令の前後において「しない打ち劍道」はどちらも「しない」と「防具」用いた運動形態であり、何ら実体としての相違点は存在しない。しかし、ここで注目すべき重要な観点がある。「しない打ち劍道」の運動形態には、江戸中期以降「日本刀」は存在しないということである。これは、現在も同様である。しかし、2法令以前の「しない打ち劍道」には確固たる技術的基盤があった。それは「日本刀」の存在である。「しない打ち劍道」の運動形態には「日本刀」は存在していないものの、日常的に「日本刀」が存在していたという事実である。つまり、生活空間に実体として「日本刀」が存在していた。これは、とりもなおさず「しない打ち劍道」の「しない」は「日本刀」の代用物として存在し得たことを意味している。それではこれらの法令は劍道の技術に何をもたらしたのであろうか。それは、実体として「日本刀」が消失したことにより「しない」が「日本刀」の代用をなさなくなったことである。そして、ここで注目すべきなのは、その影響は時系列的に2法令から離れるほど強くなっているということである。技術的に述べれば「脱刀令」・「廃刀令」の影響は将来に向けて益々大きくなると言わざるを得ない。このような技術的基盤の消失が、さまざまな理念を生みだし、今後も「理念」の多様化と混乱を招くと言ってよい。

次に精神的基盤の消失について述べてみたい。ここでの精神的基盤とは2つの観点から論じるべきである。第1の観点は劍道の技術と直接関連する精神的基盤であり、第2の観点は劍道を実施する主体、つまり人間が関係する精神的基盤である。

まず、第1の観点から論じよう。これは先に述べた劍道の技術的基盤の消失にともなう精神的基盤の消失である。劍道が人間形成にすぐれた運動であるとする拠所は何であるのか。それは、「死」と向かい合うこととされてきた。そうであるならば、「しない打ち劍道」が人間形成にすぐれた運動形態であるとするならば、より「死」を身近に感じるものでなければならなかった。よって、「しない」は「日本刀」の代用である意味があったのである。そして、「日本刀」が日常生活空間に存在していた時代は、「死」を身近なものとして「しない打ち劍道」の運動の中で実感されたのである。しかし、2法令以降、劍道は他の運動と同様に「死」を直接意識しうる運



動ではなくなっていった。

第2の観点は、武士階級の消失に関連するものである。明治維新まで、おおかた剣道は武士階級の独占物であった。一般に武士としての行動のあり方や規範は「武士道」といわれ、武士の生きる拠り所となっていたことは周知の事実である。しかし、「武士道」とは剣道の実践をとおして得られる人間としての素養ではない。しかし、剣道を実践することによって武士道的な人格が養成されると考えられることが多い。剣道の専門家や研究者においてもこのようなとらえ方をしている場合がある。このような誤解がなぜ現在でもなされるのであろうか。これは次の2点に由来する。第1点目は、長い間「武士道」と「武道」に関する用語の取り扱いが明確にならず、「武道」または「剣術」・「剣道」等の用語が「武士道」と同義語として用いられてきたためである。第2点目は、武士階級の存在に関係する。前述したように剣道は武士階級の独占物であった。よって、剣道の実践の主体は「武士道」の素養を身につけていた。しかし、「武士道」の素養は剣道の修練によって身についたものではなく、あくまで武士の「道徳」として剣道の実践自体とは別に教授されたものととらえられる。明治維新以降武士階級が消滅をした。よって、それまで同一主体に剣道の技能と武士道的な精神性が共存しているのが当然であったものが、剣道の技能と武士道的な精神性が同一の主体に共存せず、分離することになった。しかし、現在でも剣道とは武士道的な精神性を獲得するための有効な運動形態であるとする考え方が根強く残っている。しかし、これまで述べたように剣道の技術の習得と武士道的な精神性、現代的にいえば道徳的精神性の獲得は直接的な関係はないといえる。よって、現在いわれているような道徳的精神性の獲得は、指導者が剣道の技術の指導とは別次元で享受しなければならぬ精神性である。換言すれば、そのような

精神性は剣道だけでなく他のスポーツにおいても指導の仕方によっては享受しうるものである。

このように、「脱刀令」・「廃刀令」によってもたらされた技術的・精神的基盤の消失は、現在の剣道に大きな影響を与えている。今日の剣道における多くの課題は、これまでの考察のようにこの2法令の影響を詳細に分析することによって解くことができる。我々はこれら「脱刀令」と「廃刀令」の歴史的意味を把握し今一度剣道の今日的課題を検討しなければならぬのではなかろうか。

### (注)

- 1) 全日本剣道連盟通達—全剣連第56号, 1975(昭50)「剣道は剣の理法の修練による人間形成の道である」。
- 2) 明治2年森有礼は公議所に官吏・兵隊の他は廃刀する由の建議をおこなったが公議人全員の反対にその建議案は否決された。しかし、政府は4年8月「散髪・脱刀令」を出した。その後、散髪の風習は急速に広がったが帯刀の風習は根強く残っていた。そこで、9年3月太政官令第38号により一般の帯刀を禁じた。これが「廃刀令」である。「廃刀令」は当時の不平士族の憤激を買うことになった。
- 3) 下川潮『剣道の発達』, 1925(大14), 大日本武徳会本部, p.370。
- 4) 中野八十二他『現代剣道講<第一巻>剣道の歴史』, 百泉書房, 1971(昭46), p.132~133。
- 5) 高野佐三郎著『剣道』にも「明治三年廃刀の令出でて」の表現がある。「明治三年」となっているのは同4年の現在でいわれている「脱刀令」を誤って3年としていると思われるが、「脱刀令」以前に政府は3年12月に帯刀を自粛するよう地方官に通達しており、この通達を指している可能性もある。何れにしろ、「脱刀令」・「廃刀令」の用い方が明確にはなされていない。
- 6) 根岸信五郎『撃剣指南』, 1884年(明17)「近代剣道名著体系・第一巻」, 同朋舎出版, p.57。
- 7) 清水国虎『武道剣法手引草』, 1888(明21), 「近代剣道名著体系・第一巻」, 同朋舎出版, p.77。
- 8) 隈元実道『武道教範』, 1894(明27)「近代剣道名著体系・第一巻」, 同朋舎出版, p.115。
- 9) 望月馬太郎『至誠忠愛』, 1904(明37)「近代剣道名著体系・第一巻」, 同朋舎出版, p.268。
- 10) 高野佐三郎『剣道』, 良書普及会, 1915(大4), p.3~4。
- 11) 山内静雄「時局と剣の道」, 『刀と剣道』第一巻第八号, 1939(昭14), p.74。

## 教育研究報告

## 第5回科学技術セミナー “新素材の開発の展望”

鳥 井 昭 美  
鎌 田 吉 之 助  
中 畹 裕 之  
杉 野 紀 三

### The 5th Seminar of Science and Technology The View of Development of New Materials

Akiyoshi TORII  
Kichinosuke KAMATA  
Hiroyuki NAKASHIMA  
Toshimi SUGINO

#### 1. はじめに

本科学技術セミナーは隣接する佐賀県の実展に寄与すべく佐賀県地域産業支援センターとの共催の下平成5年より開催され今回で5回を数える。参加者も佐賀県の中小企業のみならず高等教育機関および公設試験研究機関の関係者も多数見られるようになった。

前回までの講演では、近年特に問題になっている環境問題をハイテクノロジーの現状面および産業界を含む各分野におけるリサイクル、省エネルギーの面からテーマとして取り上げた。今回は新しい素材として開発が進められておりしかも身近な材料であるゴム（タイヤ）、ガラスおよびプラスチックについてその技術進展の現状を3人の講師の先生方に御講演いただいたのでその概要を報告する。テーマの設定および講師の交渉等は久留米工業高等専門学校の鳥井と鎌田が担当した。

#### 2. プログラム

日時：平成8年10月25日（金）  
会場：マリトピア（佐賀市）  
主催：国立久留米工業高等専門学校  
（財）佐賀県地域産業支援センター

#### プログラム

- 13：30  
開会挨拶 久留米工業高等専門学校  
鳥井 昭美
- 13：40－14：40  
講演Ⅰ「“ドーナツ”の開発と生産技術開発の苦心」  
講師 （株）ブリヂストン久留米工場  
製造部長 岩田 敏朗  
〈座長〉久留米工業高等専門学校  
助手 杉野 紀三
- 14：40－15：40  
講演Ⅱ「板ガラスとニューガラス」  
講師 旭硝子（株）中央研究所  
主幹研究員 郡島 友紀  
〈座長〉久留米工業高等専門学校  
助教授 中畹 裕之
- 15：40－15：50 〔休憩〕
- 15：50－16：50  
講演Ⅲ「生分解性プラスチック・繊維の動向」  
講師 京都工芸繊維大学繊維学部  
教授 木村 良晴  
〈座長〉久留米工業高等専門学校  
教授 鎌田吉之助
- 16：50  
閉会挨拶 （財）佐賀県地域産業支援センター  
専務理事 高橋 勝明

### 3. セミナーの紹介

講演について以下に簡単な概要を述べる。

講演Ⅰ「“ドーナツ”の開発と生産技術開発の苦心」

(株)ブリヂストン久留米工場

製造部長 岩田 敏朗

ブリヂストンは1931年の創業以来「最高の品質で、社会に貢献」を社是として歩み続けてきたが、ここ数年国内マーケットでのシェアが減少している。そこで消費者のタイヤ購入のポイントを調査したところ「燃費」、「操縦性」および「耐磨耗性」であった。これを基に再構築して生まれたタイヤが“ドーナツ”(Driver Oriented New Ultimate Tire Science)である。このタイヤの構築は以下の3つの技術で成り立っている。第1は自動進化設計法(GUTT),すなわち現行の設計案に最適化したい性能項目および制約条件を与えてスーパーコンピューターにより最適な設計案を導き出すものである。この結果、空気を抜いた時に特徴的な形状が見いだされた。第2はビード部に小さな凸部を設けた真円性向上ビード(O-Bead)である。このことによりリムとビード部との間隙が均一になりタイヤの真円性が高まったため直進安定性が向上した。第3はカーボンの連鎖を長くした長連鎖カーボン(L.L. Carbon)である。ブレーキングなどトレッド表面が引き伸ばされる際にカーボンの繋がりが引き裂きエネルギーを分散するため、耐磨耗性が向上するのである。以上3点の導入により消費者の要求に答え得るタイヤの実現が可能になった。また、道路凍結時に対応できるスタッドレスタイヤの性能技術についてもつけ加えられた。すなわち、トレッドが深く、外側が軟らかく且つ低温でも硬化しないように工夫されているのである。また、アイスバーンの場合の対応として発泡ゴムを使用しているとのことであった。

講演Ⅱ「板ガラスとニューガラス」

旭硝子(株)中央研究所

主幹研究員 郡島 友紀

ガラスとは、高温状態で熔融した液体を冷却した場合結晶化しないまま過冷却液体となり原子が固定されて液体構造の凍結が起こった固体を呼ぶ。すなわち“ガラス転移現象を示す非晶質固体”のことである。今日なじみ深い生活必需品となっているが、従来の伝統的ガラスとニューガラスと呼ばれる高性能ガラスそれぞれの進展について話された。まず伝統的ガラス(板ガラス)の製造は戦後のフロート法の開発により飛躍した。これは熔融金属錫上にガラス融液を浮かべて引っ張りながらリボン状に成形する方法であるが、これにより歪みの問題が解決された。強度は加熱後表面から急冷して圧縮層を形成する熱処理法と2枚のガラスの間にプチラル系フィルムをはさみ加熱圧着する積層法により向上した。熱処理法では破損時の破片が粒状になり鋭利な破片を生じないため安全性も確保できる。また、自動車用ガラスは表面のフッ素加工による撥水処理で高速走行時のワイパレス特性、防汚性および氷結露除去性を付与した。さらに熱エネルギーの出入りの大きい窓ガラスを製造することによりエネルギー負荷を小さくする努力もなされている。一方、ニューガラスとはガラス特性を極限まで高め、新しい分野で使用するものである。例えば光通信を可能にする光ファイバーは光機能分野を向上させたガラスを用いており、磁気ディスクや液晶ディスプレイの基板ガラスは電気・磁気機能性を持たせたものである。さらに、生体適合性の面から人工骨や歯根など生体材料にも利用され始めている。ガラスの、透明、化学的安定、容易な成形、硬度が高いなどの特殊な性質を利用すれば今後も多岐にわたって発展するであろう。

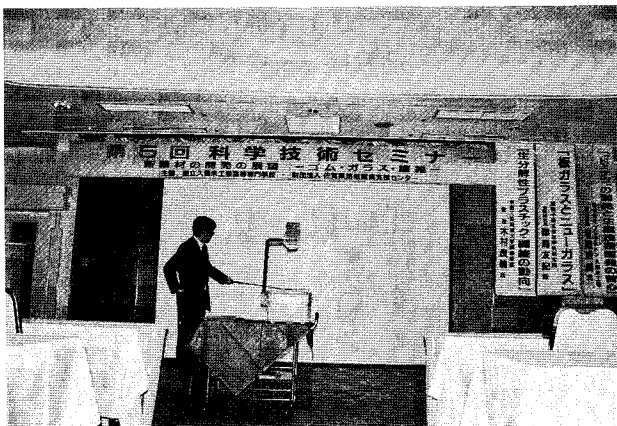


写真1 講演中のブリヂストン久留米工場 岩田氏

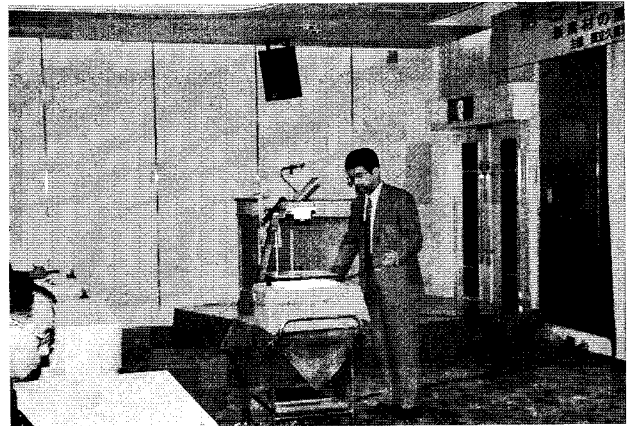


写真2 講演中の旭硝子中央研究所 郡島氏

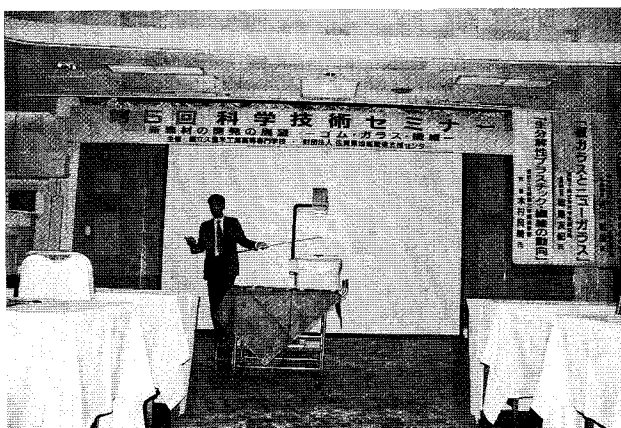


写真3 講演中の京都工芸繊維大学 木村氏



写真4 満員のセミナー会場

### 講演Ⅲ「生分解性プラスチック・繊維の動向」

京都工芸繊維大学繊維学部

教授 木村 良晴

合成高分子のエコマテリアルはプラスチックリサイクルと生分解性ポリマーの利用の2つに分かれる。後者の最近の展開を紹介された。現在ある生分解性プラスチックは3種の脂肪族ポリエステルであるポリ乳酸(PLLA)、ポリヒドロキシ酪酸(PHB/HV)およびポリコハク酸(PBS)である。PLLAは発酵によりL-乳酸合成後、直接脱水縮合により合成する方法が最近確立された。本素材はポリスチレン類似の透明なプラスチックであり、熱固定や延伸による安定な成形体としての利用の他、溶融紡糸による繊維化も行われている。問題は繊維強度が予想強度(700~1,200MPa)の半分程度しかないことである。PHBやその共重合体であるPHB/HVは水素細菌 *Alcaligenes eutrophus* によって発酵合成されるが、すでにPHB合成酵素系, acetoacetyl CoA reductase および PHB-synthase の遺伝子が見つかっており同遺伝子の植物への導入による生産技術確立が期待されている。同時にβ-ブチロラクチンの合成およびその重合による高純度の化学合成法も確立されている。しかし加工が非常に難しいのが難点である。PBSは融点が120℃前後と低いため実用上困難であるが、成形しやすい樹脂で柔軟なフィルムを形成するため構造-物性相関が明らかになれば応用が広がるであろう。以上のような生分解性プ

ラスチックの今後の問題点は成形時に添加される核剤の開発および添加剤による寿命の制御である。さらにポリマーをモノマーにまで変換できれば再利用のプロセスも開拓が可能になろう。

#### 4. おわりに

今回の科学技術セミナーは企業および教育機関の分野における新素材の開発面での講演であった。講演内容がゴム、ガラスおよびプラスチックと身近な生活必需品であったため佐賀県中心の企業関係者ほか県職員および中学・高校の教員を含む100名程度の多数の参加があり、講演後の討論も活発に行われた。“ドーナツ”はすでにコマーシャルでもお馴染みの製品であり、車の運転者であれば特にその性能に注目したい内容であった。ガラスも自動車をはじめ生活の場には欠かせないものであるため、その強度および安全性には気を配るものである。また、同じ素材が更に光ファイバーや液晶ディスプレイとしてメディアに貢献していることを改めて知った。佐賀県においてもようやくゴミの分別回収が始まったが、特にプラスチックの分別は気遣うところである。参加者は最後の講演に対してこの処理問題解決への期待を抱いたに違いない。

最後に本セミナー開催にあたり会場その他の設定に御尽力下さった佐賀県地域産業支援センターの皆様方に厚くお礼申し上げます。

## 教育研究報告

## 久留米高専学生の形態・体力の変化

龍 頭 信 二  
鳥 越 正 稔  
木 寺 英 史

Change of Physique and Physical Fitness of the Students  
at Kurume National College of Technology

Shinji RYUTO  
Masatoshi TORIGOE  
Eishi KIDERA

## 1. 緒 言

最近の青少年の体格は大型化してきているにもかかわらず、体力・運動能力は著しく低下していることが明らかにされてきた。青少年の体力低下が叫ばれはじめてから、十数年の月日が経つわけだが、文部省のスポーツテストの成績をみても、依然として全体的傾向として低下傾向は続いている。

猪飼(1971)は1960年代の日本人青少年の体格と体力を1920年代と比較をし、筋力の低下、特に下肢や背筋力において顕著であることを報告している<sup>2)</sup>。脇田(1996)は機能面での反復横とび、垂直とび、握力など四肢の関与する動作に比較して、背筋力・立位体前屈・伏臥上体そらしなどの体幹部の機能低下が特に著しいことを観察している<sup>1)</sup>。また加賀谷(1996)は文部省資料をもとに1974年と1993年の男女の記録を年齢別に比較したところ、筋機能や呼吸循環系機能の発達と関係が深い持久走の記録をみたときに、男女とも高校生にあたる年齢において持久走成績の顕著な低下が認められたことを報告している<sup>3)</sup>。

これまで久留米高専学生の形態および体力・運動能力に関する研究では、安永ら(1970)が1964年から1967年までの4年間の形態・運動能力の推移を分析しており、多くの項目で停滞や低下が認められたことを明らかにしている<sup>13)</sup>。さらに鳥越(1991)は本校生(15歳、18歳、19歳)の形態および体力を測定し、1967年の測定値と比較したところ、形態面では各年齢とも有意な伸びがみられたが、体力面では著しい低下を認めている。また同年代の日本人平均

値と比較した場合、体力面で瞬発力、筋力、全身持久力が劣っており、特に19歳の体力不足が顕著であったことを報告している<sup>7)</sup>。つまりだんだんと「動ける身体」でなくなりつつあることが懸念されてきている。

そこで本研究では、本校生の形態および体力の現状を分析するとともに、同一対象者について入学時と4、5年時の測定結果を比較しながら、形態および体力・運動能力が本校入学時とどのように変化しているのか、さらには1996年と1990年、1966年の同一年齢(18歳)の測定結果を比較することにより、本校生の形態、運動能力の推移を検討するものである。

## 2. 方 法

## 2.1 測定対象

対象は15歳(入学時)と18歳(4年時)の同一対象者140名、および15歳(入学時)と19歳(5年時)の同一対象者115名の男子学生である。なお、当該年齢より年長者および欠席者など、両データの揃っていないものは除いた。

## 2.2 測定時期

平成4年4月～5月(5年生, 15歳時)  
平成5年4月～5月(4年生, 15歳時)  
平成8年4月～5月(4年生, 18歳)  
(5年生, 19歳)

## 2.3 測定項目

- 1) 形態  
身長 体重 座高
- 2) 体力診断テスト  
反復横とび(敏捷性) 垂直とび(瞬発力)

背筋力 (筋力) 握力 (筋力)  
 伏臥上体そらし (柔軟性)  
 立位体前屈 (柔軟性) 踏台昇降運動 (持久性)

3) 運動能力テスト

50m 走 (走力) 走り幅とび (跳力)  
 ハンドボール投げ (投力)  
 懸垂腕屈伸 (筋持久力) 1500m 走 (持久力)

測定については文部省スポーツテスト実施要項に基づいている。なお、形態については各年度の定期健康診断における測定値を使用した。

2.4 有意差検定

4, 5年時の形態および体力・運動能力の測定結果とそれぞれの入学時の測定結果については対応のあるt検定による有意差検定を行った。さらに本校生の形態・運動能力の推移をみるために、18歳を対

象として1996年と1990年、1966年の測定結果について対応のないt検定による有意差検定を行い、比較検討した。

3. 結果と考察

今回測定を行った4, 5年時と、それぞれの入学時の形態および体力・運動能力の測定結果を表1に示す。またこの測定結果とt検定による有意差検定結果について形態面を図1に、体力・運動能力面を図2に示す。

まず形態面では、身長において4年生は入学時よりも2.9cm, 5年生は3.1cm伸びており、0.1%水準で有意差が認められた。同様に体重でもそれぞれ4.0kg (P<0.01), 4.7kg (P<0.001)と有意な増加が認められた。また座高においても、それぞれ0.1

表1 本校生の形態および体力・運動能力の測定平均値 (入学時と4, 5年時)

	15歳 (n=140)	18歳 (n=140)	15歳 (n=115)	19歳 (n=115)
身長 (cm)	168.15 ± 5.86	171.00 ± 5.71	167.27 ± 4.94	170.36 ± 5.11
体重 (kg)	58.75 ± 9.70	62.70 ± 9.27	57.99 ± 8.88	62.70 ± 9.02
座高 (cm)	89.27 ± 4.31	91.16 ± 3.24	80.70 ± 2.87	90.80 ± 2.90
反復横とび (回)	43.95 ± 3.97	46.28 ± 4.13	44.79 ± 4.75	46.37 ± 3.99
垂直とび (cm)	58.22 ± 7.46	61.34 ± 6.64	55.07 ± 6.30	61.52 ± 6.51
背筋力 (kg)	118.01 ± 16.55	133.11 ± 18.08	116.83 ± 18.00	135.05 ± 19.77
握力 (kg)	40.72 ± 5.84	45.21 ± 6.75	44.88 ± 4.75	44.74 ± 5.96
伏臥上体そらし (cm)	48.26 ± 8.53	53.28 ± 8.79	50.28 ± 8.29	52.90 ± 7.88
立位体前屈 (cm)	9.43 ± 7.04	9.58 ± 8.98	11.97 ± 6.47	10.55 ± 8.54
踏台昇降運動	60.30 ± 8.39	70.50 ± 12.64	68.69 ± 13.02	66.89 ± 12.33
50m 走 (秒)	7.91 ± 0.42	7.41 ± 0.55	7.63 ± 0.46	7.30 ± 0.49
走り幅とび (cm)	413.13 ± 0.45	417.64 ± 0.47	418.10 ± 0.44	432.00 ± 0.48
ハンドボール投げ (m)	22.88 ± 4.30	24.99 ± 4.91	22.41 ± 3.87	25.54 ± 4.35
懸垂腕屈伸 (回)	4.61 ± 3.11	5.81 ± 3.39	4.86 ± 3.36	6.22 ± 3.94
持久走1500m (秒)	379.85 ± 43.41	390.69 ± 48.66	371.61 ± 42.85	414.52 ± 66.96

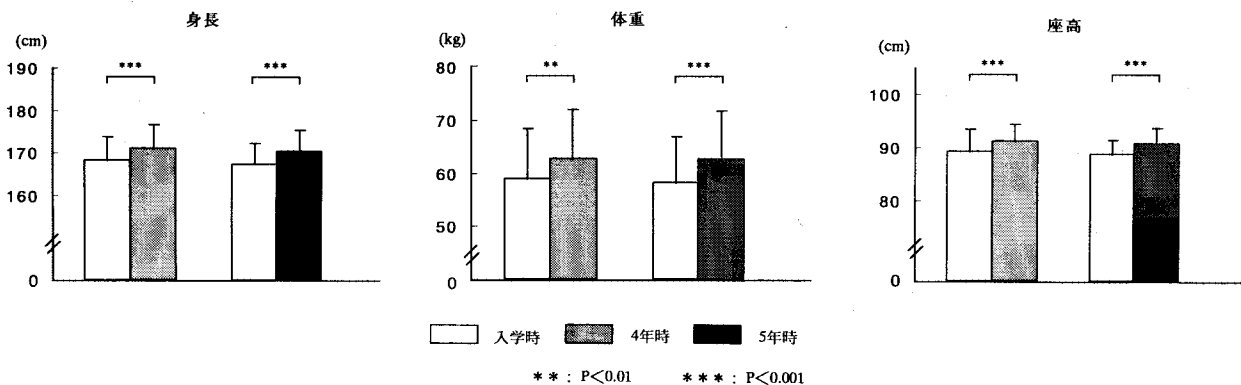


図1 入学時と4, 5年時の形態比較

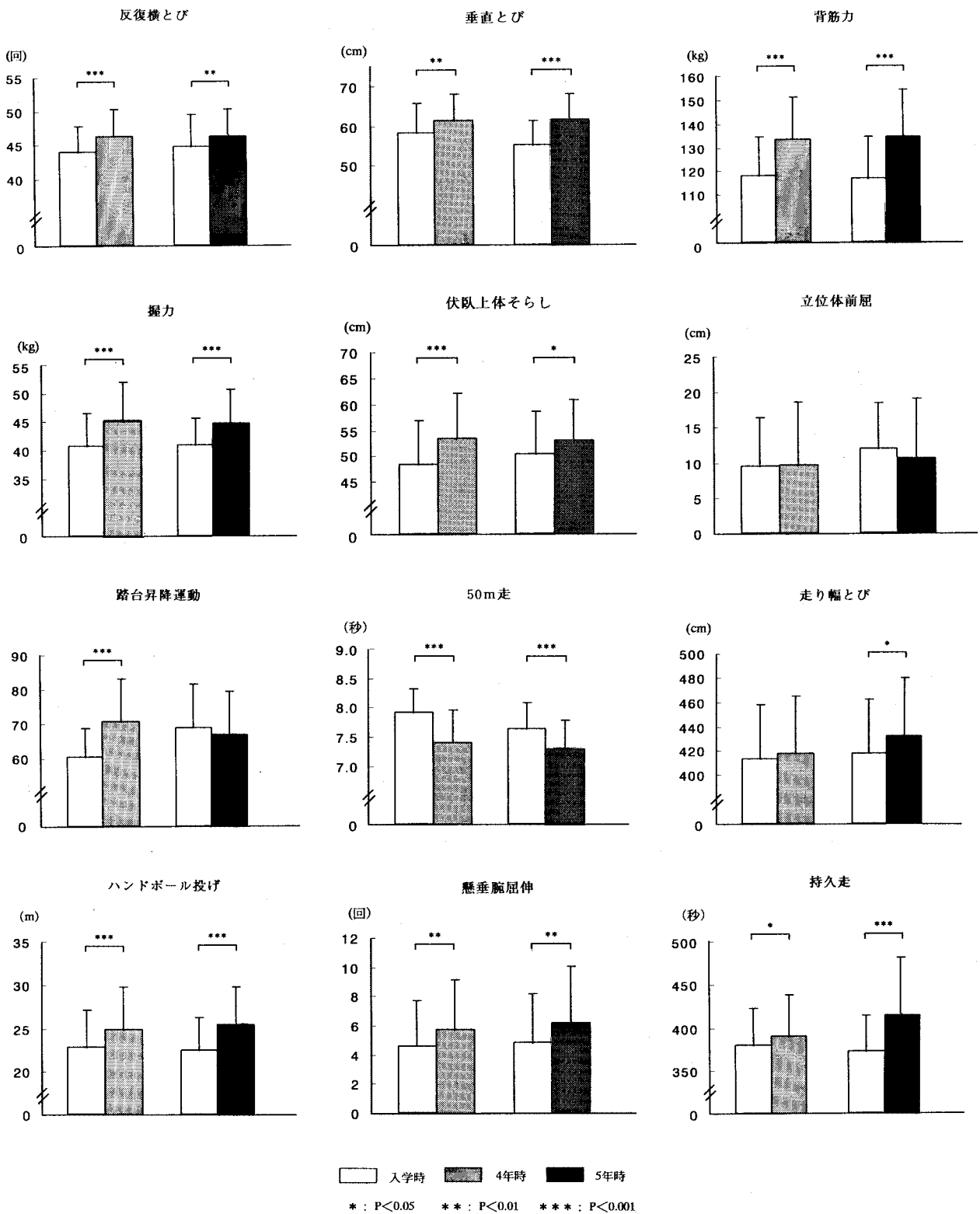


図2 入学時と4, 5年時の体力・運動能力比較

%水準で有意な伸びが観察された。このことについて一般的に身長や座高は、16歳前後の思春期に発育速度はピークに達し、そこを境にして緩やかになり、成人値に近づいていくのである。そういった発育段階での形態の増大と考えられる。

体力面に関して、4年生については入学時と比較して立位体前屈を除く全ての種目で有意に高い値を示した（反復横とび、背筋力、握力、伏臥上体そらし、踏台昇降運動：P<0.001, 垂直とび：P<0.01）。5年生についても立位体前屈、踏台昇降運動を除く全ての種目で有意な記録の向上が認められた（垂直とび、背筋力、握力：P<0.001, 反復横とび：P<0.01, 伏臥上体そらし：P<0.05）。

さらに運動能力に関して、4年生では走り幅とびを除く全ての種目で有意差が認められた。50m 走、ハンドボール投げについては0.1%水準、懸垂腕屈伸は1%水準で有意な増加がみられた。しかし持久走（1500m 走）については、有意な記録の低下が認められた（P<0.05）。また5年生においては、5種目全てに有意差が認められた。50m 走、ハンドボール投げについては0.1%水準、懸垂腕屈伸は1%水準、走り幅とびは5%水準で有意な増加が認められた。しかし4年生同様、持久走（1500m 走）については0.1%水準で有意な記録の低下がみられた。

このような入学時と比較した4、5年時の体力・運動能力面の顕著な記録の向上は、加齢自体による影響が非常に大きいと考えられた。特に体力・運動能力に関係の高い筋力については筋量と比例関係にある。そのため多くの場合、形態、特に体重の発育とともに筋力も発達するといえる。さらに Asmussen (1959) は同一身長群でも年齢が1歳年上の場合には平均筋力は5~10%増大しており、この増大には加

齢に伴う中枢神経系の成熟によるものかもしれないことを推論している<sup>1)</sup>。このように筋力を決定する要因のひとつに神経系の作用があげられる。筋肉は神経の支配を受けているため、動員される運動単位の数が増えたり、運動ニューロンからのインパルスの発射頻度が増加したりすれば筋力は高まるのである。ヒトが最大筋力に達するのは20~30歳の間だといわれており、18、19歳はまだ発達段階とも考えられ、体力・運動能力の有意な記録の向上もうなずける結果だといえる。筋力が増大すれば、当然パワーも大きくなり、仕事量も増える。こういったことから基礎体力の有意な増大がそれらの各要素を統合して動作に結びつける運動能力によい影響を与えたと考えられた。反対に持久走（1500m）での記録の低下については動機づけの問題もあるが、筋力、およびスピードを持続するといった持久性に劣ることが考えられた。また体の柔らかさ（柔軟性）をみる立位体前屈については記録の伸びは認められなかった。柔軟性については1990年代から問題視されており、低下傾向が他種目と比較して顕著であると言われている。柔軟性は日頃から関節を十分に曲げ伸ばしすることで向上が期待できる。今回の測定にみられる記録の停滞、あるいは低下は体育授業以外で柔軟性を高めるストレッチ体操を行っていないことが要因としてあげられる。こういった傾向を受けて学校体育も小学校高学年に「柔軟性を高める内容」を、中学校に「身体の柔らかさを高めるための運動」を新たに加えている<sup>5)6)</sup>。本校の体育授業においてもこのような改善の趣旨を十分に踏まえた対処・指導を考えていかねばならない。

次に18歳（4年生）を対象として1996年と1966年、1990年の測定値とを比較した結果について形態面を図3に、運動能力面を図4に示す。

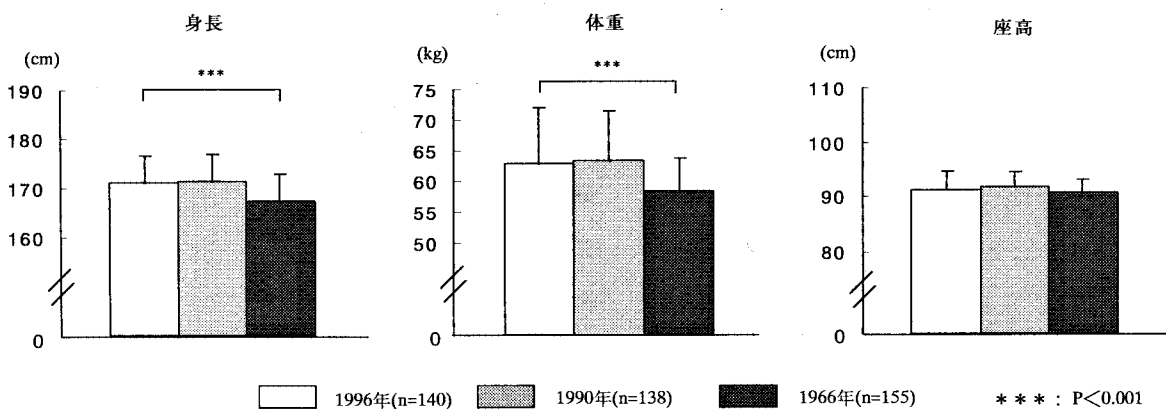


図3 1996年と1990年、1966年との形態比較（18歳）



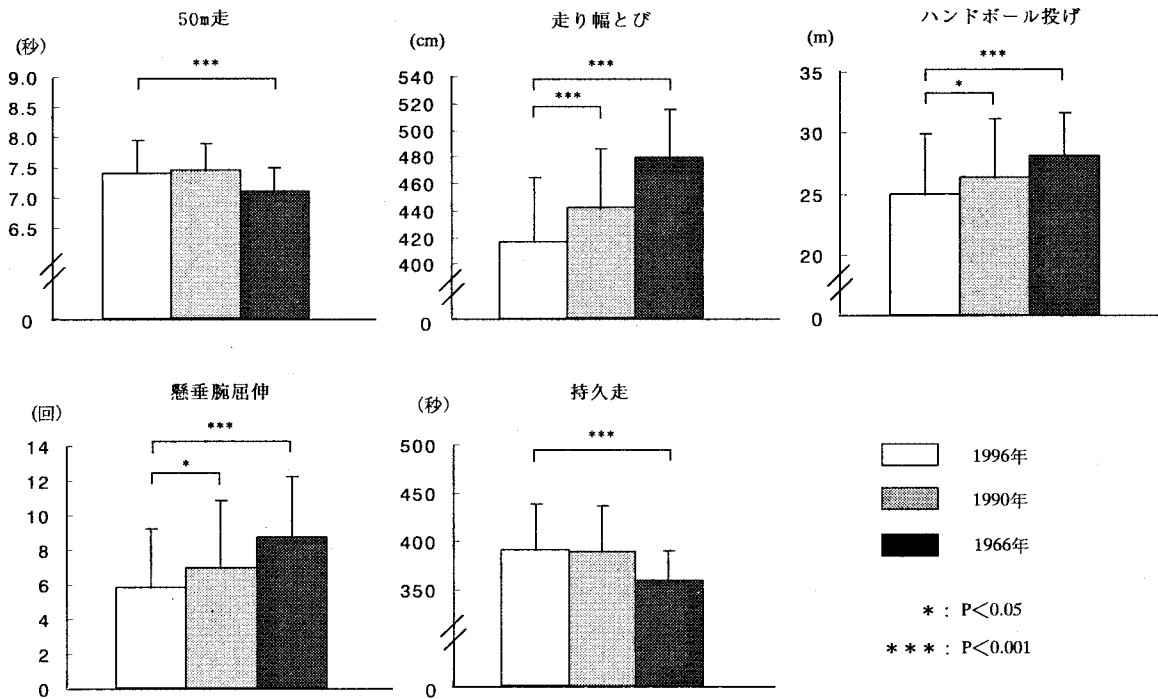


図4 1996年と1990年, 1966年との体力・運動能力比較 (18歳)

まず形態についてだが、30年前と比較して身長は3.8cm、体重についても4.5kg増大しており、それぞれ0.1%水準で有意差が認められた。しかし座高については多少の増加はみられるものの、有意差は認められなかった。このことについては鳥越(1990)も同様の報告をしている<sup>7)</sup>。また宮下(1987)は最近の若者(18歳)の身長の伸びは、体幹の長さがそのまま、脚長だけが伸びており、欧米人の値に接近していることを報告している<sup>8)</sup>。この脚長の伸びは、栄養の改善や生活環境の改善、例えば座るから腰掛けるといった生活習慣の変化が発育期に下肢への血行をよくし、骨格の発達を促進したと推論している。しかしながらこの脚長の増加は、重心の不安定に伴う姿勢の悪化、それに伴い強い骨とそれを支える筋肉がつかないと疲労しやすく、骨折しやすいため、足腰を鍛えることが現代の青少年に求められる。また1990年の測定値とはほとんど違いは認められなかった。

さらに運動能力に関しては、1966年の測定値と比較して顕著な記録低下は否定できない。その記録低下をみると、50m走では0.3秒、走り幅とびは61cm、ハンドボール投げは3.1m、懸垂腕屈伸では3回、持久走(1500m走)については31秒といったすべての種目で有意な記録低下が認められた( $P < 0.001$ )。さらには1990年の測定値と比較した場合、50m走、

持久走(1500m)といった走力、持久力では有意差はみられなかったが、走り幅とび( $P < 0.001$ )、ハンドボール投げ( $P < 0.05$ )、懸垂腕屈伸( $P < 0.05$ )といった3種目で有意な記録低下が認められた。1966年の測定値と比較した有意な記録低下については、同様に鳥越(1990)も1967年の測定値との比較で体力面での顕著な低下現象をみている<sup>7)</sup>。これまでは筋力や柔軟性が欠如していることが指摘されてきたが、最近ではそれとは異なった側面として「運動能力の低下」が指摘され始めている<sup>3)11)</sup>。ということはこれまでの基礎体力の低下傾向がそれらの各要素を統合して発揮する運動能力に影響を与え始めていると考えられた。つまり本校生についても運動能力面における大幅な記録低下からその要素となる基礎体力面も大きく低下しているのではないかと推察できる。さらに1990年の測定値との比較でも記録低下が認められたことは本校生についてもわずかな数年間での体力・運動能力の低下が結果として示されたことになる。

持久力(1500m走)における顕著な記録低下については考えなければならない点がある。測定値をみると、30年前と比較して30秒以上も記録が低下していることがわかる。このような傾向はここ数年に特に著しいという結果も報告されている<sup>3)</sup>。今回の測定値は全国平均値と比較しても、7秒の遅

れがある<sup>9)</sup>。このことには大きく2つの要因が考えられた。そのひとつはスポーツに接する時間の減少、またスポーツをしていても技術の習得に時間を費やすために呼吸循環系機能を高めるような運動要素が欠けている点が挙げられる。もうひとつは「やる気」が大きく関与しているのではないかと考えられた。一般的な傾向としてつらいものから逃げようとする現代青少年の傾向がこの記録低下に現れているのではないかということである。興味深いことに持久走のピークは他種目と比べて29歳前後と遅いことも、苦しみに耐え得るような意志力がかなり影響するためだと推察された<sup>9)</sup>。最善を尽くすといった動機づけの点で指導に多少の問題が残ったといえる。

これらの結果から、入学時と比較すれば形態、および体力・運動能力は増大傾向にあるが、1966年、1990年の本校生と比較した場合、形態は大型化した、体力・運動能力がこれに追従しておらず、両者の差がますます拡大していることが結果として示された。このことは都市化、機械化、管理社会化等の社会環境の変化やそれに伴うライフスタイルの変化が起因して、青少年の身体活動の場や機会が減少していることが大きな原因と考えられる。ここで4、5年生の運動・スポーツの実施状況と実施時間を図5に示す。これをみると4、5年生とも体育授業以外は運動・スポーツを月に1～2回程度か、全くしないといった学生が半数近くいることがわかる。しかもその実施時間も30分未満という者が大半を占めている。このような運動不足に代表されるライフス

タイルの変化や食生活の欧米化が原因となって、わが国では近年生活習慣病の若年化が進む傾向にあり、問題視されている。生活習慣病の予防対策は成長期から開始すべきであるといった意見もあり、早い時期から健康的なライフスタイルの形成が重要であり、そのときに運動は不可欠といえる。さらには若い時期に体力のピークを高めておくことで、一生高レベルの体力を維持することができる可能性は高い。そのため、本校在学中の15～20歳までにどこまで自分の体力を高められるかということが大切になると思われる。よって全学生共通に身体活動の機会を与える体育授業が果たす役割は大きく、授業回数を現状以下に減らさないようにすべきであることは明白である。さらには保健体育授業を通じて継続的に運動・スポーツに親しむことの重要性を認識させ、生涯にわたって身体活動による健康の保持・増進を図ることが最低限求められる。今後、体力・運動能力の低下傾向に歯止めをかける何らかの対策を保健体育教科としても講じる必要がある。

#### 4. 要 約

本校生（18歳：140名、19歳：115名）の形態および体力・運動能力の現状、変化を分析するために、入学時と4、5年時の測定結果を比較した。また本校生の形態・運動能力の推移をみるために、同一年齢（18歳）の測定値を用いて1996年と1990年、1966年の比較を行った。

(1) 入学時との比較について4年生、5年生とも形態および体力・運動能力はほとんどの項目で有意な増加が認められた。

(2) 1996年と1966年の比較において、形態面では大型化しているにもかかわらず、体力・運動能力面ではすべての種目で大幅な記録低下がみられた。

(3) 1996年と1990年の比較において、体力・運動能力面での瞬発力、筋力、筋持久力が劣っており、わずか数年間でも低下傾向がさらに進んでいることが明らかとなった。

本稿作成にあたり、測定にご協力下さいました非常勤講師の井上弘之先生に深く感謝いたします。

#### 参 考 文 献

1) Asmussen, E., K. Heeboll-Nielsen, S. Molbech : Description of Muscle Tests and Standard Values of Muscle Strength in Children, Communications from the Testing and Observation Institute of the danish National Association for Infantile paraly-

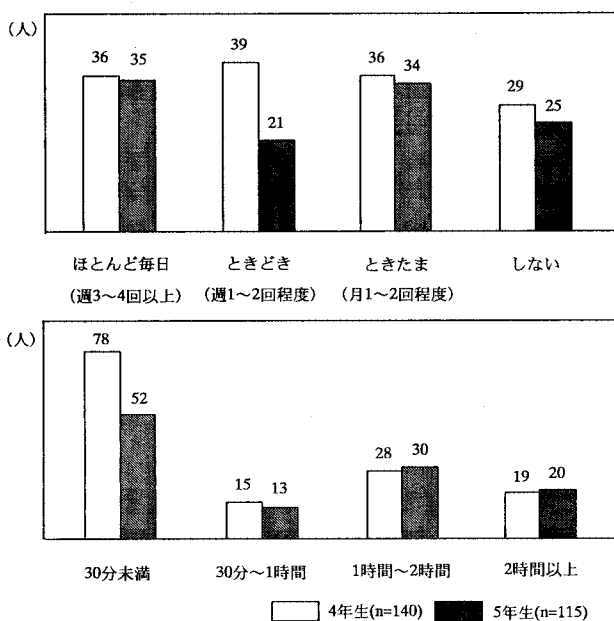


図5 運動・スポーツの実施状況と実施時間

- sis, no.5, (1959)
- 2) 猪飼道夫：日本人の体力の推移. 体育の科学, 21 : 438-442 (1971)
  - 3) 加賀谷淳子：いま, 子どもの体格・体力は?. 体育科教育, (4) : 18-21 (1996)
  - 4) 小林寛道：なぜ, いま体力測定なのか. 体育科教育, (4) : 15-17 (1996)
  - 5) 文部省：小学校学習指導要領, 98-104 (1989)
  - 6) 文部省：中学校学習指導要領, 76-84 (1989)
  - 7) 鳥越正稔：久留米高専学生の形態・体力. 久留米高専紀要, 7(1) : 79-85 (1990)
  - 8) 宮下充正：今の若者は欧米人なみの脚長になった. 体育の科学, 37 : 154-155 (1987)
  - 9) 文部省体育局：平成7年度体力・運動能力調査報告書, 39-56 (1996)
  - 10) 吉田 茂：子どもの運動発達と運動課題. 体育科教育, (12) : 14-17 (1996)
  - 11) 脇田裕久：今, 子どもの体力はこんなに低下している. 体育の科学, 46 : 286-291 (1996)
  - 12) 渡邊 彰：スポーツテストの意義と学校教育. 体育科教育, (4) : 22-24 (1996)
  - 13) 安永光彦, 井上弘之, 鳥越正稔：本校生の形態および運動能力についての研究. 久留米高専研究報告, 10 : 78-85 (1970)
- ~~~~~

## 平成8年度中に発表した論文及び講演題目

論文題目	氏名	発表した誌名(巻・号, 年・月)
A Drastic Effect of Halide Anions on the Nucleophilic Substitution of 1-Phenylbenzo [b] thiophenium Salts	T. Kitamura S. Soda K. Morizane Y. Fujiwara H. Taniguchi	J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2, pp.473-474 (April, 1996)
Synthesis and Reactions of 1-Phenylbenzothiophenium Salts	T. Kitamura K. Morizane M. Miyaji S. Soda H. Taniguchi Y. Fujiwara	Proc. of 17th Int. Symp. on the Org. Chem. of Sulfur, p.101 (July, 1996)
Reaction of Alkynyl(Phenyl)(p-Phenylene)bisiodonium Ditriflates with Nucleophiles. A High Reactivity of the Alkynyl Component and the Comparison with Alkynyl(Phenyl)iodonium Salts	T. Kitamura T. Fukuoka L. Zheng T. Fujimoto H. Taniguchi Y. Fujiwara	Bull. Chem. Soc. Jpn. 69, pp.2649-2654 (September, 1996)

講演題目	氏名	発表した学会, 講演会名(年・月)
複素環を含むLB膜(35)疎水基末端の極性基によるZ型累積	竹原健司 磯村計明 平谷山悟 谷口宏	日本化学会第72春期年会(平成9年3月)

## 機械工学科

論文題目	氏名	発表した誌名(巻・号, 年・月)
セラミックスの破壊のモデルとそれに基づく簡便な破壊強度予測	野口博司(九州大学) 森和也 福島弘一郎(九州大学大学院) 玉井富士夫(佐賀工業技術センター)	日本機械学会論文集A編(62巻, 596号, 平成8年5月)
A Model for Fracture of Ceramics Based on the Probability Distribution of Fracture Toughness	Kazuya Mori Hiroshi Noguchi (Kyushu Univ.)	Proceedings of Localized Damage IV (平成8年6月)
冷媒の液膜流沸騰熱伝達に及ぼす混入油の影響に関する研究	松永崇 吉田駿(九大工) 森龍太郎(九大工院) 米丸晃(九大工)	日本冷凍協会論文集(Vol.13, No.2, 平成8年7月)
破壊強度に及ぼすブリッジング特性の影響	森和也	日本セラミックス協会学術論文誌(105巻, 9号, 平成8年9月)
Influence of Bridging Characteristics on Fracture Strength of Ceramics	Kazuya Mori	Journal of the CERAMICS SOCIETY of JAPAN, International Edition (Vol.104, 平成8年9月)
高性能直接接触式蒸発器の研究(蒸発過程の温度場の測定)	平松国男 山下健一 山友廣	久留米工業高等専門学校紀要(第12巻第1号, 平成8年9月)
A Study on Carbide Skiving Hob	米倉將隆 永野喜三郎 櫻木功	2nd China-Japan International Symposium on Machine Elements (平成8年11月)
超硬仕上げホブ切りに関する研究(新型ホブ盤による歯車精度の向上)	米倉將隆 永野喜三郎 櫻木功	日本機械学会論文集C編(第62巻, 603号, 平成8年11月)
ブリッジング材料の有効き裂先端破壊靱性値の測定法	森井和也 今田良一 田中昭彦(ノリタケダイヤ) 秋山智彦(ノリタケダイヤ) 井手大介(ノリタケダイヤ)	日本材料学会学術論文誌(46巻, 2号, 平成9年2月)

ブリッジング応力の直接測定法 { 森 和 也 日本機械学会論文集 A 編 (63巻, 607  
今 井 良 一 号, 平成9年3月)

講 演 題 目	氏 名	発表した学会, 講演会名 (年・月)
工作実習を通しての社会人教育	米 倉 將 隆 廣 尾 靖 彰 永 野 喜 三 櫻 木 功	日本機械学会第73期通常総会 (平成8年4月)
ブリッジング応力の直接測定法	森 和 也 今 井 良 一 小 林 弘 明	日本材料学会第45期学術講演会 (平成8年5月)
設計実習教育に関する一試行 —設計からモデルの加工・組立まで—	松 井 悟 (九州芸工大) 川 北 吉 明 (九州芸工大) 有 内 和省 (九州芸工大) 之 藤 智 亮 (九州芸工大)	日本工業教育協会第44回年次大会 (平成8年7月)
高周波焼入歯車の仕上げ	米 倉 將 隆 永 野 喜 三 櫻 木 功	日本機械学会九州支部熊本地方講演会 (平成8年7月)
ねじ状砥石による量産歯車の仕上げ	米 倉 將 隆 伊 藤 良 隆 信 也 (専 攻 科)	日本機械学会九州支部熊本地方講演会 (平成8年7月)
高専の特徴を生かした技術者教育	米 倉 將 隆 永 野 喜 三 櫻 木 功 谷 口 宏	日本工学教育協会工学・工業教育研究講演会 (平成8年7月)
ブリッジング応力の簡易評価法	橋 村 真 治 也 森 今 井 良 一 田 中 昭 (ノリタケダイヤ) 秋 山 智 彦 (ノリタケダイヤ)	日本機械学会第74期全国大会講演会 (平成8年9月)
転位仕上ホブの研究	永 野 喜 三 郎 米 倉 本 武 治 宏 (久 留 米 工 大) 野 中 治 宏 (専 攻 科 生)	日本機械学会九州支部佐賀地方講演会 (平成8年11月)
ホブの作用すくい角に関する研究	永 野 喜 三 郎 米 倉 井 隆 悟 誠 (専 攻 科 生) 松 田 中	日本機械学会九州支部佐賀地方講演会 (平成8年11月)
セラミックス強度における体積効果の定量的予測	野 口 博 司 (九 州 大 学)	日本材料学会第23回疲労シンポジウム (平成8年11月)
ブリッジング特性に基づく窒化珪素の破壊強度特性	森 和 也 野 口 博 司 (九 州 大 学)	日本材料学会第23回疲労シンポジウム (平成8年11月)
各種セラミックスのブリッジング特性	森 和 也 武 藤 陸 治 (長岡技術科学大)	日本機械学会セラミックスの破壊に関するシンポジウム (平成8年12月)
破壊力学と統計学を援用したセラミックスの新しい強度評価法	森 和 也 野 口 博 司 (九 州 大 学)	日本機械学会セラミックスの破壊に関するシンポジウム (平成8年12月)
トライボ特性を考慮に入れたボルト締付力の評価法	森 和 也 村 上 敬 宜 (九 州 大 学) 橋 今 井 真 良 治 一	日本機械学会第74期通常総会講演会 (平成9年3月)
ホブの作用すくい角に関する研究 (第1報, 作用すくい角の解析)	永 野 喜 三 郎 米 倉 將 隆 誠 (専 攻 科 生) 田 中	日本機械学会九州支部九州学生会第28回学生員卒業研究発表講演会 (平成8年3月)
ホブの作用すくい角に関する研究 (第2報, 作用すくい角の計算)	永 野 喜 三 郎 米 倉 將 隆 誠 (専 攻 科 生) 田 中	日本機械学会九州支部九州学生会第28回学生員卒業研究発表講演会 (平成8年3月)
セラミックコーティングホブの切削性能 (第1報, 小径・多条・全面コーティングホブの効果)	永 野 喜 三 郎 米 倉 將 隆 司 (本 学 科 生) 鐘 ヶ 江 耕 勝 (本 学 科 生) 城 丸 俊	日本機械学会九州支部九州学生会第28回学生員卒業研究発表講演会 (平成8年3月)
セラミックコーティングホブの切削性能 (第2報, 小径・多条・全面コーティングホブの損傷)	永 野 喜 三 郎 米 倉 將 隆 俊 司 (本 学 科 生) 城 丸 耕 司 (本 学 科 生) 鐘 ヶ 江	日本機械学会九州支部九州学生会第28回学生員卒業研究発表講演会 (平成8年3月)

転位仕上ホブの研究	{ 永米野 野中 野中	{ 喜三郎 將隆 宏	(専攻科生)	日本機械学会九州支部第28回学生員卒業研究発表講演会(平成8年3月)
高速ホブ切りに関する研究	{ 米永藤 井中	{ 倉野上 將嶋美 隆達和 三也久 郎樹	(専攻科)(本科)	日本機械学会九州学生会第28回学生員卒業研究発表講演会(平成9年3月)
歯車仕上げ用CBN砥石に関する研究	{ 米永梁 三彌	{ 倉野原 將喜三郎 隆也介 龍陽悟	(専攻科)(本科)	日本機械学会九州学生会第28回学生員卒業研究発表講演会(平成9年3月)

電 気 工 学 科

論 文 題 目	氏 名	発表した誌名(巻・号, 年・月)
Application of M-type Dispenser Cathodes for Long-Life Space Traveling Wave Tubes	{ K. Sugimori T. Higuchi (Toshiba )	International Vacuum Electron Sources Conference 1996 (July 1-4, 1996 The Netherlands.)
衛星搭載用進行波管の開発	杉 森 欣 三	久留米高専紀要(第12巻第1号, 平成8年9月)
連立漸化式による高速, 高精度 Hough 変換法	{ 中 島 勝 行 大 淵 上 勝 敬 (大 阪 大 学)	電子情報通信学会論文誌 D-II (vol. J79-D-II No.9, 1996年9月)
Development of Laser Diagnostics for the Understanding and Optimization of Fusion and Discharge Plasmas	{ K. Uchino (Kyushu Univ.) W. Cronrath (Kyushu Univ.) Y.B. Song (Kyushu Univ.) Y.W. Choi (Kyushu Univ.) K. Miyazaki* (Kyushu Univ.) T. Hori (Kyushu Univ.) T. Sakoda (Kyushu Univ.) M. Bowden (Kyushu Univ.) T. Kajiwara (Kyushu Univ.) K. Muraoka (Kyushu Univ.) M. Maeda (Kyushu Univ.)	Proceedings of the International Conference on Plasma Physics, Nagoya (September, 1996)
Detection of Atomic Hydrogen in processing Plasmas Using Multi-Photon Laser-induced Fluorescence	{ K. Muraoka (Kyushu Univ.) K. Miyazaki* (Kyushu Univ.) T. Kajiwara (Kyushu Univ.) K. Uchino (Kyushu Univ.) T. Okada (Kyushu Univ.) M. Maeda (Kyushu Univ.)	49th Annual Gaseous Electronics Conference, Argonne, Illinois (October, 1996)
連立漸化式を用いた高速 Hough 変換法	{ 中 島 勝 行 大 淵 上 勝 敬 (大 阪 大 学)	大阪大学接合科学研究所共同研究報告(1995年度版, 1996年11月)
An Audio-visual System for Telephonic Speech To Improve Hearing Ability of the Hearing Impaired.	{ T. Ikeda A. Watanabe (Kumamoto Univ.) K. Yamazoe (Kumamoto Univ.) Y. Ueda (Kumamoto Univ.)	Proceedings of ASA and ASJ Third Joint Meeting, Hawaii (Dec. 1996)
Detection of Hydrogen Atoms in Silane Plasmas Using Laser-induced Fluorescence by Lyman-Alpha Two-Photon and Simultaneous Balmer-alpha Excitations	{ K. Miyazaki* (Kyushu Univ.) T. Kajiwara (Kyushu Univ.) K. Uchino (Kyushu Univ.) K. Muraoka (Kyushu Univ.) T. Okada (Kyushu Univ.) M. Maeda (Kyushu Univ.)	Journal of Vacuum Science and Technology A, Vol.15, no.1 (January/February, 1997)
ハフ変換の漸化式導出と多次元化による高速計算	{ 中 島 勝 行 大 淵 上 勝 敬 (大 阪 大 学)	久留米高専紀要(第12巻第2号, 1997年3月)

\*現 久留米高専

講演題目	氏名	発表した学会、講演会名(年・月)
二光子励起レーザー蛍光法によるプロセッシングプラズマ中の水素原子密度計測Ⅵ	宮崎 浩一*(九州大学)	第57回応用物理学学会学術講演会(平成8年9月)
	梶内 了郎(九州大学)	
	益村 喜一郎(九州大学)	
	岡田 克治(九州大学)	
音声画像を利用した補聴器による音声聴取の学習	前田 龍成(熊本大学)	日本音響学会平成8年度秋季研究発表会(平成8年9月)
	池田 副公(熊本大学)	
	山渡 裕(熊本大学)	
21.6電磁誘導方式ハイパーサーミア一体積導体内温度上昇分布の数値計算一	西出 傑剛(東大)	電気関係学会九州支部 第49回連合大会(平成8年10月)
8字形コイルを用いた局所加温方式一ファントム内温度上昇分布の三次元表示一	西出 傑剛(東大)	第10回日本ME学会 秋季大会(平成8年10月)
二光子励起レーザー蛍光法を用いたシランプラズマ中の水素原子計測	三松 代祐介(九州大学)	電気関係学会九州支部第48回連合大会(平成8年10月)
	宮梶 熊哲一*(九州大学)	
	内村 崎浩了(九州大学)	
	益村 野喜一郎(九州大学)	
二光子励起レーザー蛍光法によるプロセッシングプラズマ中の水素原子密度計測Ⅶ	岡田 克治(九州大学)	第43回応用物理学関係連合講演会(平成9年3月)
	前田 龍成(九州大学)	
	宮崎 浩一*(九州大学)	
	梶内 了郎(九州大学)	
視聴覚併用受聴補助システムの構成とその動作	池田 副公(熊本大学)	日本音響学会平成9年度春季研究発表会(平成9年3月)
	山渡 裕(熊本大学)	
	上田 隆成(熊本大学)	

制御情報工学科

論文題目	氏名	発表した誌名(巻・号、年・月)
Effective Use of Brushless Self-Excited-Type Three-Phase Synchronous Motor for Conveyance Device	S. Nonaka (Kinki Univ.) T. Kawaguchi	Proceedings of International conference on Electrical Machines and Applications (ICEMA'96), (September, 1996)
超硬ホブに関する基礎研究一特に切れ刃の二番角について一	櫻木 功 米倉 將隆 廣尾 靖彰 永野 喜三郎	久留米工業高等専門学校紀要(第12巻, 第1号, 平成8年9月)
A Self-Organizing Neural Network with Creating and Deleting Methods	M. Maeda* (Kagoshima Univ.) H. Miyajima (Kagoshima Univ.) S. Murashima (Kagoshima Univ.)	IEICE Proc. Int. Symp. Nonlinear Theory and its Applications, Vol.1 (1996.10)
Some Characteristics of Higher Order Neural Networks with Decreasing Energy Functions	H. Miyajima (Kagoshima Univ.) S. Yatsuki (Kagoshima Univ.) M. Maeda* (Kagoshima Univ.)	IEICE Trans, Fundamentals. Vol. E79-A, No.10 (1996.10)
A Self-Deleting Neural Network for Vector Quantization	M. Maeda* (Kagoshima Univ.) H. Miyajima (Kagoshima Univ.) S. Murashima (Kagoshima Univ.)	IEEE Proc. Asia Pacific Conf. Circuits and Systems. Vol.1, No.11 (1996.11)
An Adaptive Learning and Self-Deleting Neural Network for Vector Quantization	M. Maeda* (Kagoshima Univ.) H. Miyajima (Kagoshima Univ.) S. Murashima (Kagoshima Univ.)	IEICE Trans. Fundamentals. Vol. E79-A, No.11 (1996.11)

\*現 久留米高専

超硬ホブに関する基礎研究  
 一特に歯車材の被削性の検定について—

櫻米角廣永 木倉尾野 將昌靖喜 功隆興彰三郎 (株)カシフジ

久留米工業高等専門学校紀要(第12巻, 第2号, 平成9年3月)

講演題目	氏名	発表した学会, 講演会名(年・月)
Hidden Line Effect on Mental Cutting Test	D.R. Short (Purdue Univ.) K. Fukuda N. Ohtsuki (Kyushu Univ.) K. Irie (Fukuoka Univ.) S. Nagae (Kurume Institute of Technology) T. Ezaki (Fukuoka Univ.)	7th International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry (July, 1996)
伝達剛性係数法による線形強制振動解析(分布外力の取り扱い)	近藤 孝 広 (福岡工大) 綾部 淳 隆 (九大)	機械力学・計測制御部門講演会(平成8年7月)
伝達剛性係数法による閉ループ系の振動解析	近藤 孝 広 (福岡工大) 綾部 淳 隆 (福岡工大) 綾部 淳 隆 (九大)	機械力学・計測制御部門講演会(平成8年7月)
増分伝達剛性係数法による非線形支持された直線状はり構造物の強制振動解析	近藤 孝 広 (福岡工大) 綾部 淳 隆 (福岡工大) 綾部 淳 隆 (九大)	機械力学・計測制御部門講演会(平成8年7月)
メカトロサーボ系の指令時間間隔ごとの定常的速度リプルと制御方式の関連	江中 久 頭村良 成政修 人俊郭 (佐賀大学) 久 良 修 郭 (近畿大学)	電気学会システム・制御研究会(96・10)
自己削除を有するニューラルガスネットワーク	山前 崎 隆 徳治* (鹿児島大) 宮 島 廣 美 (鹿児島大)	電子情報通信学会九州支部学生会(平成8年10月)
生成型自己組織化アルゴリズムによる巡回セールスマン問題の解法	松前 元 昭 博治* (鹿児島大) 宮 島 廣 美 (鹿児島大)	電子情報通信学会九州支部学生会(平成8年10月)
生成と削除による神経回路網の自己組織化	前宮 田 道 治* (鹿児島大) 村 島 廣 美 (鹿児島大)	電気関係学会九州支部連合大会(平成8年10月)
メカトロサーボ系の指令時間間隔ごとの過渡的速度リプルの解析	江中 久 頭村良 成政修 人俊郭 (佐賀大学) 久 良 修 郭 (近畿大学)	第14回日本ロボット学会学術講演会(96・11)
メカトロソフトサーボのサーボモータの特性を考慮した性能解析	江中 久 頭村良 成政修 人俊郭 (佐賀大学) 久 良 修 郭 (近畿大学)	第15回計測自動制御学会九州支部学術講演会(96・11)
超硬ホブによる小モジュール高硬度歯車材の高効率加工	櫻米 木 功 隆一 (専攻科) 津松 村 圭 悟 (専攻科)	日本機械学会九州支部・中国四国支部合同企画佐賀地方講演会 No.968-3 (平成8年11月)
生成型自己組織化ニューラルネットワークの巡回セールスマン問題への適用	松前 元 昭 博治* (鹿児島大) 宮 島 廣 美 (鹿児島大)	電子情報通信学会技術報告書回路とシステム(平成9年1月)
ブラシレス自励形三相同期電動機による搬送機械駆動の検討	川廣 口 武 実太郎 (専攻科) 野 橋 健太郎 (近畿大学)	電気学会全国大会講演論文集 No.1009 (1997年3月)
超硬ホブ切りにおける被削性の評価法	櫻米 木 功 隆興一 (株)カシフジ 角 倉 將 昌 (株)カシフジ 廣 村 恭 一 (株)カシフジ	日本機械学会九州支部第50期総会講演会 No.978-1 (平成9年3月)

\*現 久留米高専



## 工業化学科

論文題目	氏名	発表した誌名(巻・号, 年・月)
西日本シンポジウムを企画して	鳥井昭美 鎌田吉之助 中野裕之 杉野紀三 谷口宏 (校長)	平成8年度工学・工業教育研究講演会 講演論文集(平成8年7月)
Growth-Stimulating Effects of Natural Rubber Serum on <i>Bifidobacterium bifidum</i>	Hirokazu Oiki Kenji Sonomoto Ayaaki Ishizaki	Journal of Fermentation and Bioengineering Vol.82, No.2 (1996) (平成8年8月)
Liquid-Liquid Equilibria of Ternary Systems Containing Alkane, Methanol, and Ether	Hideki Higashiuchi Toru Watanabe (Ariake Nat. Coll. Tech) Yasuhiko Arai (Kyushu Univ.)	Proc. of The 14th IUPAC Conference on Chemical Thermodynamics (Aug. 1996)
第1回西日本地区高専シンポジウムを企画して	鳥井昭美 鎌田吉之助 中野裕之 津田祐輔 馬越幹男 谷口宏 (校長)	久留米工業高等専門学校紀要第12巻第1号(平成8年9月)
エーテルを含む3成分系液液平衡の測定と 関関	東内秀機 櫻木雄二郎 (前久留米高専) 渡辺徹 (有明高専) 荒井康彦 (九州大学)	久留米工業高等専門学校紀要第12巻第1号(平成8年9月)
ハイテクノロジーの現状 新素材の開発の 展望 —ゴム・ガラス・繊維—	鳥井昭美	第5回科学技術セミナー(平成8年10月)
誘電正接および電流測定による加硫の進行 状態の in situ 測定	権藤豊彦 森哲夫 藤江道治 岡井大三郎 (九州ゴム機材(株))	日本ゴム協会誌第69巻10号(1996年10月)
Prediction of Vapor-Liquid Equilibria under Reduced Pressures	Toru Watanabe (Ariake Nat. Coll. Tech) Katumi Honda (Kyushu Univ.) Hideki Higashiuchi Takeshi Furuya (Nat. Inst. Resources & Environment) Yasuhiko Arai (Kyushu Univ.)	Proc. of The 4th Japan-Korea Symposium on Separation Technology (Oct. 1996)
Preparation of 1, 2-Diaminopyrene via a 1, 2, 5-Thiadiazole Route.	S. Mataka (Kyushu Univ.) Y. Shidahara (Kyushu Univ.) T. Yonemitsu (Kyushu Sangyo Univ.) T. Sawada (Kyushu Univ.) K. Takahashi (Shimane Univ.) Akiyoshi Torii	The Reports of Advanced Material Study, Kyushu University. Vol.10, No.1 (1996.11)
3-(Trifluoromethyl)indenyl Cation: Ion Pair Return in the Formation of an Antiaromatic and Electron-Deficient Doubly Destabilized Carbocation	A.D. Allen (Toronto Univ.) M. Fujio (Kyushu Univ.) N. Mohammed (Toronto Univ.) T.T. Tidwell (Toronto Univ.) Y. Tsuji* (Kyushu Univ.)	Journal of Organic Chemistry, Vol.62 (January, 1997)
九州地区高専フォーラムの現状と展望	鳥井昭美	第6回高専フォーラム(有明高専, 平成9年3月)
第4回科学技術セミナー“リサイクル技術 の現状と展望”	鳥井昭美 鎌田吉之助 津田祐輔 中野裕之 杉野紀三	久留米工業高等専門学校紀要第12巻第2号(平成9年3月)
Mixing Behavior of Rubber and Particles	Michiharu Toh Toyohiko Gondoh Tetsuo Mori Yasuhiro Murakami (Kyushu Univ.) Haruyuki Nishimi (Sumitomo Heavy Industries) Mamoru Mishima (Sumitomo Heavy Industries)	Rubber World, Vol.215, No.6 (March, 1997)

講演題目	氏名	発表した学会、講演会名(年・月)
側鎖に長鎖アルキル基を有する可溶性ポリイミドの合成	津田 祐輔	第45回高分子学会年次大会(平成8年5月)
Benzo [1, 2-d; 3, 4-d'] diimidazole and inidazo [4, 5-e]-2, 1, 3-benzothiadiazole.	S. Mataka (Kyushu Univ.) K. Isomura (Kyushu Univ.) M. Tashiro (Kyushu Univ.) A. Torii	Electronic Conference on Heterocyclic Chemistry (June 27-July 22 1996.)
ゴムの加硫反応の電氣的即時測定	江頭 聖二 藤江 仁彦 藤権 豊彦 藤道 治夫 森哲 大 岡井 大三郎 (九州ゴム機材(株))	第33回化学関連支部合同九州大会(1996.7) 平成8年度技術者研修講座
エーテル類を含む3成分系液液平衡の測定と相関	東内 秀機 渡辺 徹 荒井 康彦 (有明高専九州大学)	化学工学会飯塚大会(平成8年7月)
The Study of Detailed Ion-Pair Mechanism of $\alpha$ -(t-Butyl)benzyl Tosylates	Y. Tsuji* (Kyushu Univ.) Y. Tanabata (Kyushu Univ.) M. Fujio (Kyushu Univ.) Y. Tsuno (Kyushu Univ.)	International Union of Pure and Applied Chemistry 13th Conference on Physical Organic Chemistry (平成8年8月)
天然ゴム廃液中に含まれるピフィズス菌増殖促進物質の精製	笈木 宏和 石崎 文彬 園元 謙二 (九州大学九州大学)	バルカノ研究会第3回発表会(平成8年8月)
Solvent Effects on Solvolyses of Benzyl Chlorides	M. Fujio (Kyushu Univ.) H.-J. Kim (Kyushu Univ.) K. Nakata (Kyushu Univ.) Y. Tsuji* (Kyushu Univ.) S.-H. Kim (Kyushu Univ.) Z. Rappoport (Kyushu Univ.) Y. Tsuno (Kyushu Univ.)	International Correlation Analysis of Chemistry (平成8年9月)
Salt Effects on the Solvolysis of $\alpha$ -(t-Butyl)benzyl Tosylates	Y. Tsuji* (Kyushu Univ.) Y. Tanabata (Kyushu Univ.) M. Fujio (Kyushu Univ.) Y. Tsuno (Kyushu Univ.)	International Correlation Analysis of Chemistry (平成8年9月)
$\alpha$ -t-ブチルベンジルトシラートのソルボリシスにおけるイオン種中間体からの原系復帰の立体化学	辻 豊* (九州大学) 七 夕剛 (九州大学) 藤 尾瑞成 (九州大学) 都野 雄枝 (九州大学)	日本化学会第71回秋季年会(平成8年9月)
ベンゾジイミダゾール及びイミダゾロー1, 2, 3-チアジアゾール類の合成と互変異性	又賀 駿太郎 (九州大学) 磯村 和親 (九州大学) 田代 昌士 (九州大学) 月野 木岳 (東和大学) 永野 義彰 (東和大学) 鳥井 昭美	第27回複素環化学討論会(平成8年10月)
技術者のための相平衡と分離技術	東内 秀機 他6名	先端技術公開講座(宇部高専)(平成8年10月)
パラゴムノキの樹液に含まれる新しいピフィズス菌増殖促進物質に関する研究	笈木 宏和 石崎 文彬 園元 謙二 (九州大学九州大学)	日本ゴム協会事例発表会(平成8年11月)
第2回高専シンポジウム企画	柿井 孝明 (宇部高専) 鎌田 昭吉 (鹿高専) 笠井 幸朗 (奈良高専) 笠井 幸正	第2回高専シンポジウム企画(平成9年1月)
アクリジン関連化合物に関する研究(第62報) 9-置換三員環化合物の合成(その3)アクリジン誘導体を主体として	鳥井 昭美 (学生) 溝野 真三 (学生) 杉野 吉之助 鎌田 吉之助 中副 真日 (新日鉄化学)	第2回高専シンポジウム(平成9年1月)
アクリジン関連化合物に関する研究(第63報) アクリジン類縁化合物と芳香族ニトロソ化合物の反応	鳥井 昭美 (学生) 日永 美樹 (学生) 杉野 吉之助 鎌田 吉之助 中副 真日 (三井東圧化学) 永田 輝幸	第2回高専シンポジウム(平成9年1月)

\*現 久留米高専

アクリジン関連化合物に関する研究 (第64報) アクリジン誘導体の太陽光線照射による光化学反応 (その2)	鳥陣杉鎌中米	井川野田	昭和紀之 吉裕直	美門三助之志 (九州産業大学)	(学 生)	第2回高専シンポジウム (平成9年1月)
アクリジン関連化合物に関する研究 (第65報) 5, 8-及び8, 14-ジアザペンタフェンの合成 (その2)	鳥加杉鎌中深	井峯野田	昭哲紀之 吉裕豪	美治三助之毅 (東 亜 大 学)	(学 生)	第2回高専シンポジウム (平成9年1月)
アクリジン関連化合物に関する研究 (第66報) 9-メチルアクリジンのマンニッヒ反応	鳥立杉鎌中	井石野田	昭恵紀之 吉裕之	美子三助之 (学 生)	(学 生)	第2回高専シンポジウム (平成9年1月)
アクリジン関連化合物に関する研究 (第67報) アクリドン誘導体の合成及びスペクトル特性	鎌桑富中鳥	田原永鳥井	吉洋裕昭 豊一之美	之助 (専 攻 科)	(専 攻 科)	第2回高専シンポジウム (平成9年1月)
アクリジン関連化合物に関する研究 (第68報) 9-アリアルアクリジン類の合成とスペクトル特性	鎌塚富中鳥	田本永鳥井	吉健洋裕昭 健一之美	之助 (専 攻 科)	(専 攻 科)	第2回高専シンポジウム (平成9年1月)
地衣植物の遺伝的解析	中内宮鳥	中内宮鳥	中内宮鳥	裕知博昭 之美巳美 (専 攻 科)	(専 攻 科)	第2回高専シンポジウム (平成9年1月)
醤油酵母の生育に影響を及ぼす諸要因について (IV)	中亀原鳥	中亀原鳥	中亀原鳥	裕研啓昭 之一文美 (学 生)	(学 生)	第2回高専シンポジウム (平成9年1月)
地衣植物の産生する地衣成分について	中片宮鳥	中片宮鳥	中片宮鳥	裕博昭 之聡巳美 (学 生)	(学 生)	第2回高専シンポジウム (平成9年1月)
高分子材料の構造制御と性質	森	森	森	哲 夫		平成8年度技術者研修講座 (1997.1)
ラテックスにおけるゾルゲル反応を利用した天然ゴムの補強	山権森藤	山権森藤	山権森藤	桂豊哲道 史彦夫治		第2回高専シンポジウム (1997.1)
ゴムの加硫反応の電気的即時測定 (4)	松江権藤森岡	松江権藤森岡	松江権藤森岡	友聖豊道哲夫 三郎 (九州ゴム機材株)		第2回高専シンポジウム (1997.1)
ジアミノ安息香酸の長鎖アルキルエステルを用いた可溶性ポリイミド	蓑日津	蓑日津	蓑日津	由紀祐 香里彦輔		第2回高専シンポジウム (平成9年1月)
長鎖アルキル基を有するジアミノベンゾフェノンを用いた可溶性ポリイミド	日古白福蓑津	日古白福蓑津	日古白福蓑津	吉川石永原田 紀理千由祐 彦恵子春里輔		第2回高専シンポジウム (平成9年1月)
ポリイミド薄膜の光照射による物性変化	福日古白蓑津入	福日古白蓑津入	福日古白蓑津入	永吉川石原田江 千紀龍理由祐和 春彦郎子里香里輔隆		第2回高専シンポジウム (平成9年1月)

可溶性ポリイミドの熱的性質	白石理恵子 日吉紀彦 古川龍太郎 福永千春 蓑原由香里 津田祐輔		第2回高専シンポジウム (平成9年1月)
長鎖アルキル基を有するジアミンモノマーの合成とポリイミドへの応用	古川龍太郎 日吉紀彦 白石理恵子 津田祐輔		第2回高専シンポジウム (平成9年1月)
ベンゾイミダゾール及びイミダゾロベンゾチアジアゾール類のN-アルキル化反応	磯村和親 (九州大学) 又田賀代昌士 (九州大学) 月野木岳仁 (東和大学) 鎌田井吉昭之助美		日本化学会第21春季年会 (平成9年3月)
インデノ[2,3-b]-1, 2,5-オキサジアプロ[3,4-d]ピリジン類の合成とスペクトル	五郎丸英貴 (九州大学) 山野俊雅 (九州大学) 又田賀代昌士 (九州大学) 高橋和吉 (島根大学) 鎌田井吉昭之助美		日本化学会第21春季年会 (平成9年3月)
ラネー合金を用いた9-置換アクリジンの還元反応	富鎌鳥又田 永田井賀代 洋一 (九州大学) 吉昭之助美 (九州大学) 駿太郎 (九州大学) 代昌士 (九州大学)		日本化学会第21春季年会 (平成9年3月)
ジアザペンタフェン類の構造と極生分子との相互作用	田中康隆 (科技园さきがけ研究21-静岡大学) 関明美 (科技园さきがけ研究21-静岡大学) 小山芳明 (科技园さきがけ研究21-静岡大学) 山押光司 (科技园さきがけ研究21-静岡大学) 鳥井達昭之助美 (科技园さきがけ研究21-静岡大学)		日本化学会第21春季年会 (平成9年3月)
天然ゴム漿液に関する研究 —環境問題解決の観点より—	笈木宏和 田村衣宣 日森哲夫 藤道夫治		バルカノ研究会第4回発表会 (平成9年3月)
汎用ゴム分解菌の分解特性	江藤晃嗣 森宏和 藤道夫治		バルカノ研究会第4回発表会 (平成9年3月)
2,3,5-トリカルボキシシクロペンチル酢酸二無水物に基づく可溶性ポリイミドにおける分子量と希薄溶液粘度の相関	秋吉順子 古後藤大知 加藤秀文 津田祐輔		日本化学会第72回春季年会 (平成9年3月)
側鎖に長鎖アルキル基を有する可溶性ポリイミドの合成	古川龍太郎 日吉紀彦 津田祐輔		日本化学会第72回春季年会 (平成9年3月)
$\alpha$ -フェネチルトシラートのソルポリシスにおけるイオン対詳細機構の検討	辻夕豊* (九州大学) 七林剛成 (九州大学) 藤哲澤 (九州大学) 都尾瑞枝 (九州大学) 野瑞雄甫 (九州大学)		日本化学会第72回春季年会 (平成9年3月)

材 料 工 学 科

論 文 題 目	氏 名	発表した誌名 (巻・号, 年・月)
Solidification of Multi-Alloyed White Cast Iron: Type and Morphology of Carbides	N. Sasaguri H.-Q. Wu (Enomoto Co., Ltd.) Y. Matsubara M. Hashimoto (Nippon Steel Co.)	Trans. AFS, Vol.104 (May, 1996)
Al-2.5%Cu 合金の時効硬化と析出挙動に及ぼす Sc 添加の影響	中山勝 (九州大学) 美浦康宏 (九州大学)	軽金属, 第46巻, 第6号 (平成8年6月)

\*現 久留米高専

An Investigation of the Transition from $M_7C_3$ to $M_3C$ Carbides in White Cast Irons	{ A. Sinatora (Univ. of San Paulo*) E. Albertin (Univ. of San Paulo*) Y. Matsubara	International Journal of Cast Metals Research, Vol.9, No.1 (July 1996)
多合金系白鑄鉄の凝固過程	{ 武橋 宏 強 (株)エノモト 本 光 生 (新 日 鐵 (株)) 笹 信 也 松 原 安 宏	鑄造工学会誌, 第68巻 (平成8年7月)
Microstructure of Poly-Si on Back Side Si Wafer under CVD Conditions and during Heat Treatment	{ T. Okuyama M. Nakayama Y. Tomokiyo (Kyushu Univ.)	Proc. 6th Asia-Pacific Conf. on Electron Microscopy, Vol.1 (July 1996)
Solidification Process of Multi-Component White Iron	{ N. Sasaguri Y. Matsubara M. Hashimoto (Nippon Steel Co.)	4th AFC Proceedings (Oct. 1996)
The History and Development of Cast Rolls for Hot Working Mill	{ Y. Matsubara N. Sasaguri M. Hashimoto (Nippon Steel Co.)	4th AFC Proceedings (Oct. 1996)
Effects of Carbide Type on Abrasion Wear Resistance of Multi-Component White Cast Iron	{ S.-K. Yu (Keimyung Univ.**) Y. Matsubara	4th AFC Proceedings (Oct. 1996)
鉄鋼熱間圧延ロール用多合金系白鑄鉄の凝固<1>	{ 松 原 安 宏 笹 栗 信 也 大 城 桂 作 (九 州 大 学)	鑄鍛造と熱処理, 第588号 (平成8年11月)
Cr/C 値の異なる高クロム鑄鉄と鋼とのブレース接合性に及ぼす鋼中のC量の影響	{ 笹 栗 信 也 松 原 安 宏 大 城 桂 作 (九 州 大 学)	鑄造工学会誌, 第68巻 (平成8年11月)
鉄, ニッケル, 銅およびニオブ線の放電爆発による微粉体の作製	{ 馬 越 幹 男 (専 攻 科) 上 野 貴 博 (九 州 大 学) 吉 富 俊 昭 加 藤 昭 夫 (九 州 大 学)	粉体および粉末冶金, 第43巻, 第11号 (平成8年11月)
鉄鋼熱間圧延ロール用多合金系白鑄鉄の凝固<2>	{ 松 原 安 宏 笹 栗 信 也	鑄鍛造と熱処理, 第589号 (平成8年12月)
熱間圧延による耐摩耗用ロール用合金白鑄鉄	{ 松 原 安 宏 笹 栗 信 也	鑄造工学会誌, 第68巻 (平成8年12月)
線爆溶射皮膜の機械的性質と電気抵抗	{ 中 村 良 三 (専 攻 科) 久 木 原 孝 之 (光栄技術研究所) 伊 藤 藤 普	溶射, 第33巻, 第4号 (平成8年12月)

講 演 題 目	氏 名	発表した学会, 講演会名 (年・月)
多合金系白鑄鉄の連続冷却変態に及ぼす炭素バランスの影響	{ 内 藤 和 宏 (専 攻 科) 南 條 義 興 本 田 信 也 笹 原 安 宏 松 原 安 宏	日本鑄造工学会第128回全国講演大会 (平成8年5月)
高炭素過共晶多合金系白鑄鉄の凝固組織	{ 笹 栗 信 也 松 原 安 宏 武 宏 強 (株)エノモト	日本鑄造工学会第128回全国講演大会 (平成8年5月)
線爆溶射タングステン皮膜の特性	{ 中 村 良 三 (専 攻 科) 久 木 原 孝 之 (光栄技術研究所) 伊 藤 藤 普	日本溶射協会第63回全国講演大会 (平成8年5月)
時効した Al-2.5Cu-0.23Sc 合金の機械的性質	{ 中 山 勝 生 (専 攻 科) 福 奥 貴 哲 也 (九 州 大 学) 美 山 浦 康 宏 (九 州 大 学)	軽金属学会第92回春期大会 (平成8年5月)
Al-Li-Sc 合金における $Al_3Sc$ 粒子の成長と $Al_3Sc/Al_3Li$ 複合粒子の形成	{ 田 中 慎 二 (九 州 大 学) 横 手 博 行 (九 州 大 学) 中山 勝 宏 (九 州 大 学) 山 田 浦 康 宏 (九 州 大 学) 美 山 浦 康 宏 (九 州 大 学)	軽金属学会第92回春期大会 (平成8年5月)
鉄, ニッケル, 銅およびニオブ線の放電爆発による微粉体の作製	{ 馬 越 幹 男 (専 攻 科) 上 野 貴 博 (九 州 大 学) 吉 富 俊 昭 加 藤 昭 夫 (九 州 大 学)	粉体粉末冶金協会平成8年度春季大会 (平成8年5月)

\*Brazil  
\*\*Korea

CdAs <sub>2</sub> およびCd <sub>3</sub> As <sub>2</sub> 化合物の平衡蒸気圧の測定	重松浩気 久保甚一郎	資源素材学会九州支部平成8年度春期例会(平成8年6月)
CZ-Si中の板状酸素析出物の構造解析	森友田奥 清中山 芳英哲	(九州大学大学院) (九州大学) (九州大学) 日本金属学会九州支部第90回合同学術講演会(平成8年6月)
Si半導体中に介在する酸素析出物形態の熱処理温度依存性	奥山哲也 中友清芳二	(九州大学) 日本金属学会九州支部第90回合同学術講演会(平成8年6月)
高クロム鉄のエロージョン摩耗特性	工藤藤佳代 梅木水栗一 笹原信安	(大分高専) (大分高専) (大分高専) 日本鑄造工学会九州支部第49回全国講演大会(平成8年7月)
クロム系白鉄の晶出炭化物の種類及び形態に及ぼすけい素の影響	松原安信 笹南条宏也	日本鑄造工学会第129回全国講演大会(平成8年10月)
プラズマ溶射WC-Co皮膜の特性に及ぼす溶射条件の影響	中岩村良三 田中健一郎	(専攻科) (専攻科) (ラサ工業) 日本溶射協会第64回全国講演大会(平成8年10月)
Cu-35%ZnおよびFe-18%Cr-8%Ni合金線の放電爆発による微粉体の作製	馬越幹男 吉富俊昭	(九州大学) 粉体粉末冶金協会平成8年度秋季大会(平成8年11月)
マグネシウム, 亜鉛およびスズ線の放電爆発による微粉体の作製と評価	馬越幹男 吉富俊昭	(九州大学) 第2回高専シンポジウム(平成9年1月)
Na β <sup>+</sup> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> を固体電解質として用いた酸素濃淡電池の特性	赤重久 坂松直寿 久保甚一郎	(専攻科) 資源素材学会平成8年度春期例会(平成9年3月)

一般理科

論文題目	氏名	発表した誌名(巻・号, 年・月)
(数学)		
高速列車によって発生するトンネル入口波の数値解析 (列車鼻部形状の影響)	鹿毛一之 奥林豊 狩屋武志 川越茂敏	(大分大学) (大分大学) (大分大学) 日本機械学会論文集B編62巻598号(1996年6月)
微積分の応用に関する発展的な自由教材研究例	杠頭一郎 中坊滋一	日本数学教育学会誌第78巻臨時増刊(1996年8月)
An Invariant of Links in a Solid Torus Related to the XYZ Model in Statistical Physics	中坊滋一	久留米工業高等専門学校紀要第12巻第2号(平成9年3月)
(物理)		
A Comparative Study of Auroral Modulation and Ground Pi 2 Oscillations.	O. Watanabe (Kyushu Univ.) O. Saka D.N. Baker (Univ. Colorado)	Proc. NIPR Symp. Upper Atmos. Phys., Vol.9 (1996)
Determination of Magnetospheric Wave Polarization Using Ground Based Sun-Rise Geomagnetic Observations.	L. Alperovich (Univ. Tel Aviv) B. Fidel (Univ. Tel Aviv) O. Saka	J. Geomag. Geoelectr., Vol.48 (1996)
A Determination of the Hydromagnetic Waves Polarization from Their Perturbations on the Terminator.	L. Alperovich (Univ. Tel Aviv) B. Fidel (Univ. Tel Aviv) O. Saka	Ann. Geophysicae. Vol.14 (1996)
Ground-Satellite Correlation of Low-Latitude Pi2 Pulsations: A Transverse Field Line Oscillation in the Magnetosphere.	O. Saka H. Akaki (Kyushu Univ.) O. Watanabe (Kyushu Univ.) D.N. Baker (Univ. Colorado)	J. Geophys. Res., Vol.101, No.8 (Aug. 1996)
Direct Penetration of the Polar Electric Field to the Equator during a DP2 Event as Detected by the Auroral and Equatorial Magnetometer Chains and the EISCAT Radar.	T. Kikuchi (Communications Research Lab.) H. Luhr (Max-Planck Institute) T. Kitamura (Kyushu Univ.) O. Saka K. Schlegel (Max-Planck Institute)	J. Geophys. Res., Vol.101, No.9 (Sep. 1996)

A Comparison of the Occurrence of Very-Low-Latitude Pi2 Pulsations with Magnetic-Field and Energetic-Particle Flux Variations (30-300 keV) at Geosynchronous Altitudes.	{ O. Saka O. Watanabe (Kyushu Univ.) M. Shinohara (Kyushu Univ.) H. Tachihara (Kyushu Univ.) D.N. Baker (Univ. Colorado)	J. Geomag. Geoelectr., Vol.48 (1996)
A Time Source of Data Acquisition System Designed for Phase Propagation Study of the Magnetic Pulsations.	{ O. Saka* (Kyushu Univ.) M. Shinohara (Kyushu Univ.) H. Tachihara (Kyushu Univ.) H. Akaki (Kyushu Univ.) H. Inoue (Kyushu Univ.) T. Uozumi (Kyushu Univ.) T. Kitamura (Kyushu Univ.)	J. Geomag. Geoelectr., Vol.48 (1996)
Magnetometer System for Studies of the Equatorial Electrojet and Micro-pulsations in Equatorial Regions.	{ H. Tachihara (Kyushu Univ.) M. Shinohara (Kyushu Univ.) M. Shimoizumi (Kyushu Univ.) O. Saka T. Kitamura (Kyushu Univ.)	J. Geomag. Geoelectr., Vol.48 (1996)
Use of a Flash Memory Card for Long-Term Geomagnetic Data Recording.	{ H. Tachihara (Kyushu Univ.) T. Uozumi (Kyushu Univ.) H. Akaki (Kyushu Univ.) O. Saka T. Kitamura (Kyushu Univ.)	J. Geomag. Geoelectr., Vol.48 (1996)
A Possible Driving Source for Quasi-Periodic Field Line Oscillations in Post-Midnight Sector of Geosynchronous Altitudes.	{ O. Saka O. Watanabe (Kyushu Univ.) D.N. Baker (Univ. Colorado)	J. Geophys. Res., Vol.101, No.11 (Nov. 1996)
フッ素樹脂の溶融加圧接着	{ 湊 喜久雄 入 江 和 隆 三 浦 毅	久留米工業高等専門学校紀要 (第12巻, 第2号, 平成8年3月)
反応性スパッタリング法による酸化物薄膜の作製	{ 入 江 和 隆 石 橋 幸 士 (専 攻 科) 西 村 忠 士 (専 攻 科) 湊 喜久雄	久留米工業高等専門学校紀要 (第12巻, 第2号, 平成8年3月)
高速原子線を用いた Si ウェハのドライエッチング	{ 入 江 和 隆 西 村 忠 士 (専 攻 科) 石 橋 幸 士 (専 攻 科) 湊 喜久雄	久留米工業高等専門学校紀要 (第12巻, 第2号, 平成8年3月)

講演題目	氏名	発表した学会, 講演会名 (年・月)
(数 学)		
微積分の応用に関する発展的な自由教材研究例	{ 杠 頭 一 郎 中 坊 滋 一	日本数学教育学会第78回総会 高専・大学部会 (平成8年8月)
(物 理)		
スパッタリング法により作製した Al 膜の気体透過性	{ 山 下 洋 子 (福岡県工業技術センター) 入 江 和 隆	日本セラミックス協会講演会 (平成8年10月)
反応性イオンビームスパッタリングによる MgO 膜の作製	{ 石 橋 幸 士 (専 攻 科) 西 村 忠 士 (専 攻 科) 入 江 和 隆 湊 喜久雄	応用物理学会九州支部会講演 (平成8年12月)
不活性ガスを用いた高速原子線ドライエッチング法の研究	{ 西 村 忠 士 (専 攻 科) 石 橋 幸 士 (専 攻 科) 入 江 和 隆 湊 喜久雄	応用物理学会九州支部会講演 (平成8年12月)
ポリイミド薄膜の光照射による物性変化	{ 福 永 千 春 (学 生) 日 吉 紀 彦 (専 攻 科) 古 川 龍 太郎 (学 生) 白 理 恵 子 (学 生) 蓑 由 香 理 (学 生) 津 田 祐 輔 入 江 和 隆	第2回西日本地区高専シンポジウム (平成9年1月)
高速原子線を用いた Si ウェハのドライエッチング	{ 入 江 和 隆 西 村 忠 士 (専 攻 科) 石 橋 幸 士 (専 攻 科) 湊 喜久雄	応用物理学関係春期連合講演会講演 (平成9年3月)

\*現 久留米高専

An Auroral Break-Up: Slow Mode Onset in the Midnight Magnetosphere	坂 翁 介	地球惑星科学関連学会1997年合同大会 (平成9年3月)
Pi2 and Auroral Breakup	{ 岡田 興太 (九州大学) 坂渡 辺翁 介 (九州大学) 吉川 顕正 (九州大学)	地球惑星科学関連学会1997年合同大会 (平成9年3月)
(化学)		
酵素活性と重水効果 (その2)	{ 大品 申 伸 (専攻科) 川 修 也 (専攻科)	第2回高専シンポジウム (平成9年1月)

一 般 文 科

論文題目	氏名	発表した誌名 (巻・号, 年・月)
(外国語)		
インターネットを利用した英語教育 English Education Utilizing the Internet	米 永 正 敏	久留米工業高等専門学校紀要 (第12巻第1号, 平成8年9月)
「高専における英語教育への一提言」	佐 藤 勇 治	久留米工業高等専門学校紀要 (第12巻第2号, 1997年3月)
(国語・人文)		
「〈歴史をみる眼〉の難しさ～五木寛之著『蓮如—聖俗異有の人間像—』読前・読後」(1, 2, 3)	遠 藤 一	解放真宗研究会『通信』(No.29, 30, 32, 平成8年7月, 8月, 10月)
「〈浄土〉の思想史への構想」	遠 藤 一	久留米工業高等専門学校紀要 (第12巻1号, 平成8年9月)
「蓮如と文明6, 7年一揆」	遠 藤 一	神田千里 (東洋大学) 編『蓮如大系』第5巻 (平成8年12月法蔵館)
「戦国期本願寺教団における一揆の様相」	遠 藤 一	金龍静 (浄土真宗教学研究所) 編『蓮如大系』第3巻 (平成8年12月法蔵館)
「吉崎の蓮如～戦国期本願寺教団形成史論・序説」	遠 藤 一	久留米工業高等専門学校紀要 (第12巻2号, 平成9年3月)
程明道の科举改革論	平 元 道 雄	久留米工業高等専門学校紀要 (第12巻第2号, 平成9年3月)
(体 育)		
現代剣道の技術特性 (1) —歴史的技術特性区分の試み—	木 寺 英 史	久留米工業高等専門学校紀要第12巻第1号 (平成8年9月)
現代剣道の技術特性 (2) —芸術的結果技術論の構築—	木 寺 英 史	久留米工業高等専門学校紀要第12巻第2号 (平成9年3月)

講演題目	氏名	発表した学会, 講演会名 (年・月)
(外国語)		
「これからの高専の英語教育について」	佐 藤 勇 治	八戸高専英語教育情報センター主催「高専における英語教育の将来像」研究会 (1996年7月)
久留米高専におけるインターネットを利用した英語教育	米 永 正 敏	平成8年度高専情報処理教育研究発表会 (平成8年8月)
「学ぶ喜びを感じる英語教育についての一研究—学生の経験に学ぶ—」	佐 藤 勇 治	第25回九州英語教育学会福岡研究大会 (1996年10月)
(国語・人文)		
仏光寺了明尼教団と絵系図	遠 藤 一	仏教史学会7月例会於大谷大学 (平成8年7月)
蓮如上人時代の本願寺と戦国社会	遠 藤 一	九州龍谷短期大学公開講演会於佐賀本願寺会館 (平成8年8月)
蓮如の「王法」	遠 藤 一	真宗大谷派四国教区教導養成講座於高松大谷会館 (平成8年10月)
(体 育)		
バドミントン競技におけるエネルギー生成系から見た試合時の運動強度	{ 龍 頭 信 二 (福岡教育大学体育研究センター) 市 丸 直 人 (福岡教育大学体育研究センター) 石 井 勝 (福岡教育大学体育研究センター)	九州体育・スポーツ学会第45回大会 (1996.9)



平成8年度卒業研究題目及び専攻科研究論文題目

機 械 工 学 科

題 目	氏 名
疲労き裂の発生過程における応力分布	柳吉 田光 教一
セラミックスにおける破壊靱性値の確率分布	田中 澤常 憲新
セラミックスの破壊靱性値の欠陥寸法依存性	木黒 下川 元治
セラミックスのブリッジング力の特性評価	市丸 崎紀 泰章
高温曲げ試験機の製作	西村 松尾 初彦
ボルトの締付力の評価	中渡 村辺 琢哉
歯車仕上げ用 CBN 砥石に関する研究	三根 吉陽 介悟
仕上げホブ切りに関する研究	菊池 中薫 洋
歯車の切削向上に関する研究—高速ホブ切りについて—	井上 中島 和久
セラミックコーティングホブの切削性能	鐘江 城丸 耕司
ホブ切れ刃の作用すくい角の解析	橋本 忠典
自然風を利用した新型自然排気口の開発	酒井 野秀 誠樹
ヒートポンプを用いた河川水の熱エネルギー回収技術に関する研究	石上 野祐 行悟
オリフィスを通る管内旋回流れの研究	峰嶋 匡光 徳治
直接接触式蒸発器の研究	島田 山将 徳二
水蓄熱装置の開発研究	江元 崎山 健祐
潤滑油添加剤の境界潤滑特性	石久 橋保 幸平
フレッチング損傷に関する研究	江光 口野 修省

電 気 工 学 科

題 目	氏 名
アクティブサスペンションの構成に関する基礎研究	鰐坂 真一 寛泰
産業用ロボットに関する基礎研究	山中 山園 正広
高圧 SF <sub>6</sub> ガス中における雷インパルス沿面放電特性 (負極性)	長西 井井 一博
無線通信用電力増幅器の歪特性に関する研究	山今 地村 朗喜

電界、磁界暴露下の生体行動に関する研究	真原 敏 美享 津田 幸 剛子 原木 下 誠 章 中 山 大 介 石原 川 浩 二 シャル デイン
共振型 DC-DC コンバータ	古 賀 修 福 田 光 芳 シャル リル
スイッチング電源の力率改善	井 手 英 二 廣 吉 康 平 上 田 裕 人 山 口 洋 山 崎 鉄 平 永 江 大 介 大 山 和 弘 白 石 尊 徳 田 中 本 隆 光 橋 本 慎 一
宇宙発電に関する基礎研究	安 永 輔 鷲 頭 豊 草 野 修 金 子 俊 田 中 圭
電子的方法による位置決定の基礎研究	菅 藤 真 前 田 裕 松 尾 高 博 橋 本 剛 飯 塚 典 安 藤 幸 人
マイクロコンピュータの応用 (パンチングミットのパンチ衝撃強度検出)	
ステップモータの速度プロファイル制御	
インターネットにおける情報通信の研究	
計測制御システムの簡便な構成法に関する研究	
単共振分解型電話用補聴器の特性の検証に関する研究	
音声情報処理用マルチ DSP モジュールの構成に関する研究	

制 御 情 報 工 学 科

題 目	氏 名
ロボコン競技用迷路ガイド装置の設計と製作	大 藪 正 章 竹 井 淳
ソーラーボートの製作と改良	判 田 智 山 村 治 廣 広
ソーラーボートの試作と開発	永 翁 祐 村 山 澄 松 山 高 崎 龍 太
氷蓄熱によるエネルギー有効利用の研究	重 宮 松 崎 太 宮 崎 剛
フルソフトフェア化位置決め試験装置の設計製作	濱 田 了 矢 動 丸 洋 祐
マイコン制御自動形ブラシレスモータを用いた位置決め試験装置の製作	大 島 直 歩 松 崎 樹
ワークステーションによる CAD/CAM システムの開発	西 田 理 彦 三 輪 善 寿
産業用ロボットによる多軸制御加工	鹿 子 生 竜 次 山 口 大 志 郎
ワークステーションによる CAD の研究	久 保 誠 真 島 孝 太
CNC ホブ盤を用いた超硬ホブ切りに関する研究	後 藤 直 樹 森 信 太郎
小モジュール高硬度歯車材の高効率超硬ホブ切り	宮 本 圭 史 森 山 雄 二
Windows アプリケーションソフトの開発	五 国 間 武 亮 武 岩 嗣

伝達剛性係数法を用いた振動解析

{ 武中 田 征 剛  
          島 大 大 輔

摩擦を利用した推進機構に関する研究

{ 二 橋 謙 介  
森 啓 太 郎

車輪走行型倒立ロボットの特性計測

{ 川 上 愛 徳  
白 木 正 平

二重倒立振子の安定化制御

{ 大 賀 英 俊  
山 内 浩 和

倒立振子のLQ制御とLQI制御の制御性能比較

太 田 好 美

空気圧シリンダ系の設計と特性計測

国 分 綾

有限要素法の精度検討

田 嶋 真 紀 子

タンクシステムのPID制御

{ 中 村 大 介  
松 尾 貴 之

インターネットから利用可能なマルチユーザ対応データベースの作成

{ 白 水 孝 明  
塚 本 洋 介

産業用サーボモータドライバの制御性能の検証

{ 新 井 大 輔  
江 頭 謙 二

論理回路シミュレータの作成

{ 竹 邊 浩 亮  
平 野 大

工業化学科

題 目

氏 名

アクリドン誘導体の合成とスペクトル特性

池 田 正 則

アリール酢酸の反応挙動(Ⅲ)  
—2および3-ピリジン酢酸の反応—

{ 梅 野 邦 治  
新 開 昭 子

ゴムの加硫反応の電気的即時測定

{ 江 頭 淳 一  
諸 富 宏 一

ゴム分解菌のスクリーニング

江 藤 晃 嗣

Beckman 転位反応によるアザアヌレン類の合成

{ 大 田 勝 臣  
古 賀 通 房

酵素活性と重水効果(その2)

{ 大 山 谷 美 子  
真 山 谷 博

醤油酵母の耐塩性に関する諸要因について

{ 片 山 研 聡  
亀 崎 一

9-アリールアクリジンの合成とスペクトル特性

金 嶽 慶 一

5,8-ジアザ-13,14-アルキルペンタフェン誘導体の合成と反応

加 峯 哲 治

ラネー合金を用いた9-置換アクリジン類の還元反応

古 賀 哲 平

チオフェン環を内在したシス-ジアルデヒド体の合成

古 賀 徹

9-メチルアクリダンのハロゲン化反応

小 濱 圭 介

可溶性ポリイミドの熱的性質

白 石 理 恵 子

多置換アルキルアクリジンの合成と反応

{ 陣 川 和 門  
日 永 田 美 樹

粉末ゴムを用いた防振ゴムに関する研究

{ 園 木 貴 博  
高 木 梨 恵

アクリジン類縁化合物の太陽光線による光化学反応

立 石 恵 子

2成分系相互溶解度の測定および推算と相関

{ 田 原 大 樹  
中 松 幹 雄

天然ゴム漿液の生物学的有効利用

田 村 裕 宣

密閉型二軸混合機の混合特性に関する研究

鶴 田 真 紀 子

河川および土壌微生物の代謝による各種のヘテロ原子を含む複素環化合物の変遷について

{ 中 司 裕 子  
西 村 嘉 仁

3成分系液液平衡の測定および推算と相関

{ 中 村 巧 志  
廣 田 良 輔

アリール酢酸の反応挙動(Ⅱ)

長 野 佐 知 子

—塩基触媒下におけるp-メトキシおよびp-ブロモフェニル酢酸の反応—

ビフィズス菌増殖促進物質の胞合胆汁酸分解に与える影響	日 田 麻衣子
ポリイミド薄膜の光照射による表面物性変化	福 永 千 春
アリアル酢酸の反応挙動 (I) —塩基触媒下におけるニトロフェニル酢酸類の反応—	古 川 陽 平
長鎖アルキル基を有するジアミノフェニルエーテル類を用いる可溶性ポリイミドの合成	古 川 龍太郎
9-アルキルアクリジンの金属錯体の合成	溝 口 真 美
ジアミノ安息香酸の長鎖アルキルエステルを用いる可溶性ポリイミドの合成	蓑 原 由香里
密閉型二軸混合機の動力特性に関する研究	渡 辺 章 史

## 材 料 工 学 科

題 目	氏 名
タングステン線の放電爆発による微粉体の作製および特性評価	{ 天 野 英 樹 稗 田 恭 高
焼結およびメカニカルアロイング法による $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ 混晶半導体の作製	石 見 知 由
共晶炭化物の球状化に関する研究	{ 一 木 優 原 田 照 正
WWW 上での学科ホームページの開設	{ 井 地 功 成 大 塚 和 良
17%Cr 鋳鉄の疲労特性	{ 今 村 新 辰 箕 原 辰 彦
Cr 白鋳鉄の炭素当量 (CE) に及ぼす Si の影響	江 島 隆 司
モリブデン線の放電爆発による微粉体の作製および特性評価	{ 岡 寺 優 子 崎 由 一
AE による高 Cr 鋳鉄の溶接割れの評価	{ 金 子 満 介 光 山 大 文
DMO 法による $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}$ 合金複合体の合成とその性質	川 崎 雅 倫
ヒ素化合物からのヒ素の平衡蒸気圧測定	高 良 嘉 倫
多合金白鋳鉄の凝固組織に及ぼす冷却速度の影響	坂 井 純 二
多合金系白鋳鉄の変態特性に関する研究	酒 見 麻 依 子
高クロム鋳鉄の焼戻し過程における残留オーステナイトの分解挙動	篠 田 亮
メカニカルアロイング法による $\text{Al}_{68}\text{Cr}_7\text{Ti}_{25}$ の作製とその合金粉の特性	立 花 康 三
シリコンウェハー内部に発生する欠陥密度の熱処理条件依存性	田 畑 穰
線爆溶射 Mo 及び Cu 皮膜の特性	{ 土 谷 美 香 子 広 末 一 虎
2090Al 合金と Al-Cu-Sc 合金時効材の高温強度	津 留 崎 彰
Al-Cu-Sc 合金の $\text{Al}_3\text{Sc}$ と $\theta^2\text{Al}_2\text{Cu}$ 析出物の不均一析出及び成長過程における相互作用	鶴 川 美 紀 子
Cu-Mn フィラを用いた球状黒鉛鋳鉄と鋼の接合	{ 徳 富 一 敬 百 田 昌 弘
線爆溶射法による SUS304 と Ni-P 合金の複合皮膜の作製とその皮膜特性	中 村 英 樹
プラズマ溶射 WC-Co 系皮膜の特性に及ぼすプラズマ出力の影響	野 田 隆
電子ビームによるアルミニウム合金の表面改質	{ 延 山 雅 博 下 孝 幸
$\text{As}_2\text{S}_3$ カルコゲナイトガラスの研究	橋 本 良 子
鉄合金線の放電爆発による微粉体の作製及び特性評価	福 永 智 久
多合金系白鋳鉄の焼戻し特性	光 安 功 智
$\text{Na}-\beta^{\text{II}}\text{Al}_2\text{O}_3$ 固体電解質を用いた酸素濃淡電池の特性	南 隆 博
エピタキシャル $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x/\text{Si}$ ヘテロ接合半導体界面に発生する微小格子歪の評価	山 田 真 士
粉末冶金法による $\text{Al}_{68}\text{Cr}_7\text{Ti}_{25}$ の作製とその合金粉の特性	由 衛 明 彦

機械・電気システム工学専攻

題 目	氏 名
反応性スパッタリング法による酸化物薄膜の作製	石 橋 幸 子
産業用ロボットの自律的ティーチングとその応用	今 村 利 博
ダイレクトドライブモータのPID 制御	緒 方 武 志
ガスタービン燃焼器モデル内の流動に関する研究	鐘 江 智 隆
管内を伝ばする圧縮波に及ぼす管路壁の効果に関する数値解析	末 永 貴 裕
無動揺支持装置「揺れん台」の試作	角 祐 幸
並列型倒立振子の安定化制御	田 中 裕 弥
生物体の凍結、解凍に関する研究	千代島 徹
流体潤滑膜の挙動に関する研究	中 村 和 彦
高速原子線ドライエッチング法の研究	西 村 忠 士
転位仕上ホブの研究	野 中 宏
欠陥を有する窒化珪素の破壊強度	長谷尾 哲
光磁気記憶素子材料の磁化特性測定装置の試作及びその評価	林 宏 充
自励形ブラシレス DC モータで駆動される搬送車の位置決めに関する研究	廣 橋 健太郎
超硬ホブによる小モジュール高硬度歯車材の高エネルギー加工	松 尾 圭 悟
セラミックスの破壊モデルとそれに基づく破壊強度予測	溝 田 昌 吾
ねじ状 CBN 砥石による歯車の仕上げ	梁 原 龍 也
直接接触蒸発方式による廃熱回収システムに関する研究	吉 村 務

物質工学専攻

題 目	氏 名
Ti-5mass%Cu 合金のマルテンサイト変態を利用した析出硬化と析出過程	生 野 潤 一
ゴムの加硫過程の In Situ 測定	江 頭 聖 二
アクリドン誘導体の合成と蛍光スペクトル特性	桑 原 豊
9-アリアルアクリジンの合成とスペクトル特性	塚 本 健 一
可溶性ポリイミドの合成と物性	日 吉 紀 彦
Al-Li-Sc 三元合金中の複合析出物形成過程	南 大寿郎
水酸化アルミニウムを主成分とするスラジの性質と焼結	森 信 輔
ラテックスにおけるゾルーゲル法を利用した天然ゴムのシリカによる補強	山 川 桂 史

## 久留米工業高等専門学校紀要出版投稿内規

### 1. 総 則

#### 1.1 掲載する事項の種類と内容

「論文」、「教育研究報告」及び「その他」の3種類とし、論文及び教育研究報告については著者の原著で、未発表のものに限る。

- (1) 「論文」とは一般論文、総合論文、寄書などである。

[一般論文]: 独創的な結果、考察、結論を記述したもの。

[総合論文]: 一つの主題についての総合的な解説で、主として著者自身の研究又は考え方を反映したもの。

[寄 書]: (a)研究内容が独創的かつ重要な結論を含み、これを実証するために必要な実験あるいは根拠を備えているもの。

(b)他の論文に対する討論または考察。

- (2) 「教育研究報告」とは、教育活動あるいは研究活動に関する報告である。

- (3) 「その他」とは資料、特許紹介、年間発表の論文及び講演題目、卒業研究題目、学位論文紹介などである。

[資 料]

(a)研究資料

一つの主題について断片的な解説、データの集積及び解析、分析法及び実験法などの内容をもつもので、設計参考データ、計算図表、試験報告、統計などを含む。

(b)教育資料

高専教育の主題について教育方法の問題点、施行結果、改善策、統計などを主としたもので、高専教育に有用な内容をもつもの。

#### 1.2 投稿手続及び原稿の採否決定

- (1) 投稿手続: 紀要投稿申込書、紀要投稿原稿目録・原稿を著者所属学科の委員に提出し、委員会がこれらを受理する。

- (2) 原稿の採否決定: 投稿責任者は委員会において原稿内容を説明し、この説明及び原稿に基づき委員会は原稿採否の決定を行う。

#### 1.3 印刷校正

- (1) 校正は3校までとする。

- (2) 校正は必ず赤字書きで行う。

- (3) 校正は活字の誤植、誤字及び欠字の修正のみで、表現内容及び行数の変更はできない。

#### 1.4 原稿受理年月日と著者の所属機関

- (1) 原稿受理年月日: 紀要投稿原稿目録記載の受理年月日を脚注に掲載する。

- (2) 著者の所属機関: 本校教職員以外の共著者についてのみ、その所属機関を脚注に掲載する。

### 2. 原稿作成要領

下記要領や委員会の指示に従って原稿を作成する。

- (1) 原稿の本文は、原則として横書きとする。

和文の場合、手書きによる作成は所定の原稿用紙に黒、青インキ書きとする。ワードプロセッサによる作成は、白紙を用い書式は所定の原稿用紙のものと同じとする。

欧文の場合、ワードプロセッサにより作成する。この場合刷り上りの1頁は100字×44行を基準とする。

- (2) 論文は、できるだけ次の順序に従って書く。題名、概要、緒言、本論(実験)、結果及び考察等。このうち不必要な項目は、省いても差しつかえない。

概要を記載する場合は、英文とし、目的、特徴及び結果などを200語以内に要約する。なお、英文題名、ローマ字の著者名 (Full name) を添える。ただし、ドイツ語及びドイツ文学に関する論文に限り、題名及び概要は独文で書くことができる。

- (3) 文章は、原則として当用漢字、現代かなづかいにより簡潔、明確に書き、ローマ字、ギリシャ文字、特殊文字はすべて活字体で正確に記入する。

数式などで、独立したものは、 $\frac{a}{b}$ 、 $\frac{a+b}{c+d}$  のように、文中に出てくるものは、 $a/b$ 、 $(a+b)/(c+d)$  のように書く。

量記号などについては、大文字、小文字の区別をして正確に書くこと。

下例のように

例：オー      ゼロ      アール      ガンマー      ケイ      カッパー  
         O      0           r           γ           K           κ

などは、はっきり区別する。

- (4) 原稿における本文の区分は、できるだけポイントシステムによる記号を用いて大見出し、中見出し、小見出しなどを明確にする。

例 1) 1    1.1    1.1.1      例 2) 1    1.1    (1)    (a)

大見出しは二行分に、小見出しは一行に書く。

- (5) 機器、材料、薬品などの名称は、現在慣用されているものを原則として日本文字 (仮名も含む) で書く。なお、これらに用いる用語は、各専門分野の使用基準 (便覧、学術用語集などでの例) を参考にする。

諸記号や符号などは、国際的・専門的に慣用されているものを用いる。

- (6) 注および参考文献は、原則として、それぞれ通し番号を付し本文の末尾に一括して記載する。表示は投稿者の所属する学会の規定を準用する。

- (7) 句読点、カッコ、ハイフンなどは、原稿用紙の一コマに書き、新しい行の始めは一コマあける。

- (8) 図の用紙は、所定の図面原稿用紙を用いる。

- (9) 図、表、写真の番号は、図 1、図 2……表 1、表 2……写真 1、写真 2……のように記入する。

- (10) 図は、ていねいに墨あるいはロットリング書きし、図中の文字を活字にしたいものは、その旨鉛筆で別紙トレーシングペーパーに記入する。図の片隅に投稿責任者名を記入する。

- (11) 表の説明は表の上に、図、写真の説明はその下に書く。

- (12) 図、表、写真の刷り上がりの大きさは、最大 1 ページとする。

- (13) 図、表、写真の大きさは、刷り上がりの 2 倍程度とする。

- (14) 図、表、写真の挿入希望箇所は、原稿右欄外に記入する。

- (15) 原稿 1 頁目の脚注に、平成 年 月 日受理並びに共著者 (本校教職員でない者) の所属機関名を記入する。

- (16) 刷り上がりが 6 ページ以内になるよう、原稿 (本文、図、表、写真を含む) の総調整をする。

ただし、論文の特殊性により編集委員会の議を経て 5 ページまで超過を認めることができる。

平成9年度 編集委員

委員長 谷口 宏 校長  
副委員長 糸瀬 征夫 教授(外国語)  
川口 武実 教授(制御情報)  
委員 平 濬 国男 教授(機械)  
池田 隆 助教授(電気)  
東内 秀機 助教授(工化・生化)  
馬越 幹男 助教授(材料)  
田中 義秋 助教授(数学)  
越地 尚宏 助教授(物理・化学)  
東島 光雄 助教授(国語・人文)  
木寺 英史 助教授(体育)

平成9年9月25日 印刷

平成9年9月30日 発行

紀 要 第13巻 第1号

〒 830 久留米市小森野町1232番地

編集兼  
発行者

久留米工業高等専門学校

TEL 0942-35-9300

〒 815 福岡市南区向野2丁目13-29

印刷所

秀巧社印刷株式会社



MEMOIRS  
OF  
KURUME NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

Vol. 13 No. 1  
(SEPTEMBER 1997)

CONTENTS

Simple Estimation Method of Bridging Stresses by Using a Deep-notched Specimen .....	{ Shinji HASHIMURA Kazuya MORI Ryoichi IMAI ... Akira TANAKA Tomohiko AKIYAMA	1
The Bidirectional Communication Circuit Employing Power Negative Impedance Converter .....	{ Masatoshi TAKAMATSU ... Katsuyuki NAKASHIMA	5
Soluble Polyimides (1) —Synthesis of Soluble Polyimides— .....	{ Yusuke TSUDA ... Norihiro HIYOSHI	9
Soluble Polyimides (2) —Synthesis of Aromatic Diamine Monomers Containing Long Chain Alkyl Groups— .....	{ Yusuke TSUDA Takehiro KAWAUCHI ... Ryutaro FURUKAWA	19
Spinor Analysis for the Partition Function and the Spin Correlations of the Ising Model on the Helical Lattice .....	Yoshiaki TANAKA ...	27
Some English Expressions Picked Up in Great Britain — Part 1 — .....	Masaru AMAFUJI ...	35
The Structure of the <i>Honganji</i> (本願寺) Buddhist Sect During the <i>Sengoku</i> (戦国) Period. ....	Hajime ENDOH ...	45
Diversification of KENDO's Ideal in Modern Time (Before the War) — Influence of DATTO-REI and HAITO-REI which Meant Nobody Could Carry Sword — .....	Eishi KIDERA ...	53
The 5th Seminar of Science and Technology The View of Development of New Materials .....	{ Akiyoshi TORII Kichinosuke KAMATA ... Hiroyuki NAKASHIMA Toshimi SUGINO	59
Change of Physique and Physical Fitness of the Students at Kurume National College of Technology .....	{ Shinji RYUTO Masatoshi TORIGOE ... Eishi KIDERA	63