

久留米工業高等専門学校紀要

第25卷 第1号

平成21年9月



**Memoirs of
Kurume National College of Technology**

Vol.25 No.1 September 2009

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25巻 第1号
(平成 21年 9月)

目 次

メカトロニクス用CAI教材作成について	中 尾 哲 也 柳 原 慎 也 川 野 洋 平	… 1
テラヘルツ時間領域分光法による生ゴムの評価	平 川 靖 之 芦 田 和 則 権 藤 豊 彦 森 竹 哲 夫 竹 斗 内 啓 吉 大 竹 秀 幸 廣 住 知 也	… 7
可溶性ポリイミド (5) —側鎖に3個の長鎖アルキル基をフェニルエステル結合で連結した可溶性ポリイミドの合成と物性—	津 田 祐 輔 中 村 龍 一 簇 島 正 子 松 田 貴 晓	… 13
カップリング反応によるソルバクロミズム分子の創製	石 井 努 矢 永 香 織 雨 森 翔 悟 堤 尚 孝	… 25
戦後親鸞論の軌跡 (3) —二葉憲香「仏教史学・親鸞論」を読む—	松 尾 一	… 31
建永の法難の展開について	松 尾 一	… 41
2高専における数学教育の取り組みとその比較	酒 井 道 宏	… 55
【学位論文】		
ゴム混練における配合剤の混合分散過程と加硫過程のin-situ評価に関する研究	… 権 藤 豊 彦	… 59
平成20年度中に発表した論文・著書等及び講演題目		61
平成20年度卒業研究題目及び専攻科研究論文題目		75
久留米工業高等専門学校紀要出版投稿内規		81

一般論文**メカトロニクス用CAI教材作成について**中尾 哲也, 柳原 慎也^{*1}, 川野 洋平^{*2}**Development CAI materials for mechatronics**Tetsuya NAKAO, Shin-ya YANAGIHARA^{*1} and Yohei KAWANO^{*2}**1. 緒 言**

従来、機械製品に複雑な動作をさせるには、リンク機構やカム、歯車などの機械要素を多数組み合わせる必要があり、その上決まった動きしか出来なかつた。しかし、センサ、アクチュエータ、コンピュータ等を組み合わせることによって、複雑な動作を簡単に実現したり、動作そのものを変更することができ、従来の機械要素の組み合わせではできないような機能を付加することが可能になっている。

近年、機械産業としてきた、時計・カメラ・自動車・工作機械など、ほとんどの分野でメカトロニクス化が進み、産業用ロボットなどはメカトロニクス技術によりはじめて成り立つ分野も数多くある。以上から、機械工学科としても技術者を養成する上でメカトロニクスやそれに伴う制御工学の知識は必要不可欠であり、実際にカリキュラムに取り入れている。しかしながら、メカトロニクスや制御工学は理論と現実の現象との関連が理解しにくい。現在の機械工学科のカリキュラムでは、まずプログラミングについて知識を得て、次に4年次にメカトロニクス、そして5年次に制御工学と進んでいる。しかし、これまでの講義内容では実機制御について学ぶ機会や、現象と理論とを比較しながら理解することが少なく制御工学を十分に理解できるとは言い難かった。

本研究では、以上を背景としてメカトロニクスや制御工学における教育支援のためにメカトロニクス用CAI教材の作成を行った。これは、センサ・アクチュエータ・パワーエレクトロニクス・コントローラ・メカニクス・制御理論といった必要なものが盛り込

まれている。また、システムのシミュレーションモデルも構築し、プログラムだけで制御シミュレーションを行えるようにした。また、マイコンを用いて1人1台ずつ使用可能なメカトロニクス機器の試作開発を行ったので報告する。

2. メカトロニクスについて

メカトロニクス機器の事例はプリンタなど身近にたくさんある。しかし、プリンタを分解し教材として提示しても細部はブラックボックス化されており、どのような仕組みで動作しているか非常に分かりにくい。そこでメカトロニクス機器の構成要素を図1¹⁾のように分解し、それについて教材を提示することを考えた。

ほとんどのメカトロニクス機器は図1の構成要素から成っており、座学だけでは実感しにくいと思われるセンサ、コントローラ、パワーエレクトロニク

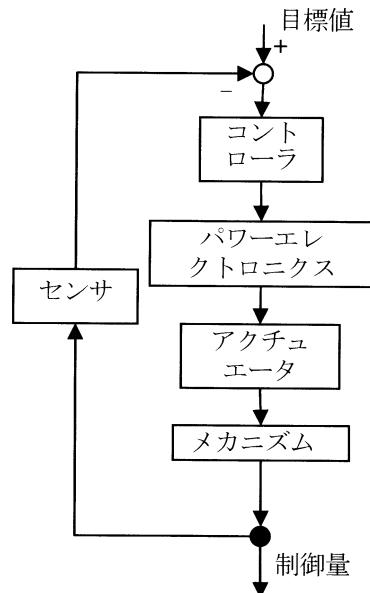


図1 典型的なメカトロニクスの構成要素

平成21年8月21日 受理

*1久留米工業高等専門学校専攻科 機電システム専攻

*2東芝三菱電機産業システム㈱

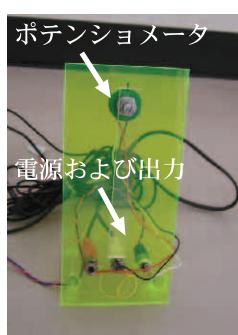
Copyright 2009 久留米工業高等専門学校

スについてCAI教材を作成した。また、図1をすべて含み制御理論を理解できるようなモータの実機制御システムを作成した。

3. 作成したCAI教材について

3.1 センサ

センサは種々にあるが、機械工学科として機械的物理量を測定するものが重要と考え、角度検出装置と力測定装置について教材を作成した。図2は、ポテンショメータとエンコーダを表している。



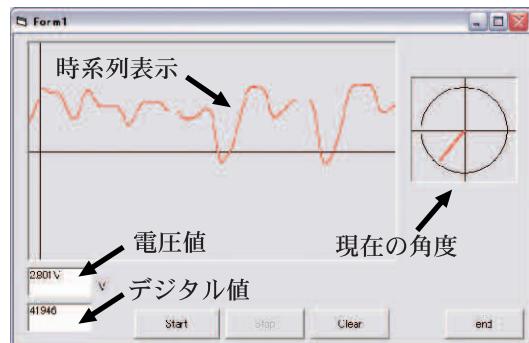
(a)ポテンショメータ



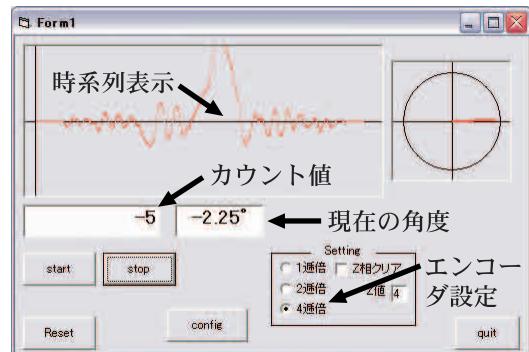
(b)ロータリエンコーダ
ロータリエンコーダの装置

図2に示されるようにいずれもアクリル板を使うことでセンサを見やすくした。また、ポテンショメータ、エンコーダのそれぞれの軸にアクリル棒を取り付け、実際に回転させ、出力がどのように変化するか見やすくしている。外観はともにほぼ同じであるが、配線等の違いに気づかせ、ポテンショメータでは電圧の変化が、ロータリエンコーダではパルス波形がそれぞれ観測されるのを提示し、動作原理の違いを理解させた。

図3は、ポテンショメータとエンコーダの出力値をPCに実際取り込んで表示させている例である。プログラム開発はVisualBasic6.0で行った。ポテンショメータの出力が電圧であるのに対し、エンコーダの出力はパルスをカウントした値である。それぞれをPC上に表示し、プログラムによって角度情報に変換すると、いずれも角度を取得できるセンサとなることを示している。また、インターフェイス画面上に回転角度を表示しながら、リアルタイムにグラフィック出力させ、理解しやすいように工夫した。



(a)ポテンショメータの取り込み画面



(b)エンコーダカウンタの取り込み画面

図3 PC上の角度表示



図4 実際の授業の様子

図4は講義の様子を示しており、まず座学にてポテンショメータとエンコーダの違いを教科書、資料を使って説明し、実機にて体感させた。図5はプレイヤステーションのコントローラを分解し、実際の機器にポテンショメータが内蔵されているのを示したものである。このように学生にとって親しみやすいゲーム機を例に挙げることによって、身近な装置にポテンショメータが使用されていることを実感することを狙った。



図5 PSコントローラに使用されるポテンショメータ

図6は力センサを表している。アルミ板に貼り付けた歪ゲージとアンプ（SGI-100A：共和電業製）により構成される。アルミ板に力を加えると、出力電圧が変化する。このアンプは出力として、アナログ電圧出力とデジタル表示の双方ができる、アナログ・デジタルの違いについて理解させることも出来た。実際には力検出の仕組みについて講義し、その後にこの実機を扱わせた。なお、力センサの設計では、この装置の場合、片持ち梁における集中荷重と任意点での歪の関係式を理解しておかなければアンプの出力などが計算できない。そこで力センサ製作には材料力学の知識が必要であるということを認識させることができた。

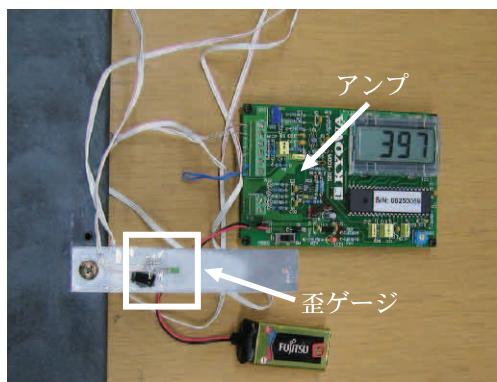


図6 製作した力センサ

3.2 コントローラ

メカトロニクス機器に使われているコントローラ

は、使用目的によって多岐に渡るが、組込機器用途ではマイコン等が広く使われている。マイコンのハードウェア／ソフトウェアについては詳しく説明する必要性がないと考え、実際のマイコンを見せ、どのように動作しているかを簡単に教授した。教材として、H8マイコンとPICマイコンを使用した。

H8マイコンは図7に示す評価ボード上にLCDを載せセンサ情報を表示されるようにした。PICマイコンは図8に示すように、PWMで駆動するHブリッジのモータ駆動回路²⁾を作成し、モータの可変速度、正転逆転が制御できることを実演した。このような教材により、メカトロニクスにおけるコントローラの意義を理解させるように努めた。

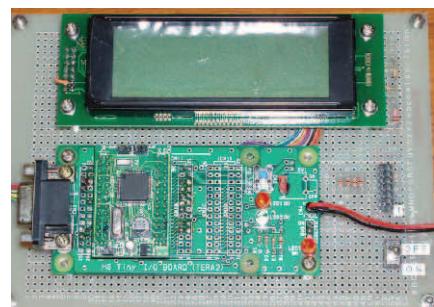


図7 製作したH8マイコンシステムの概観図

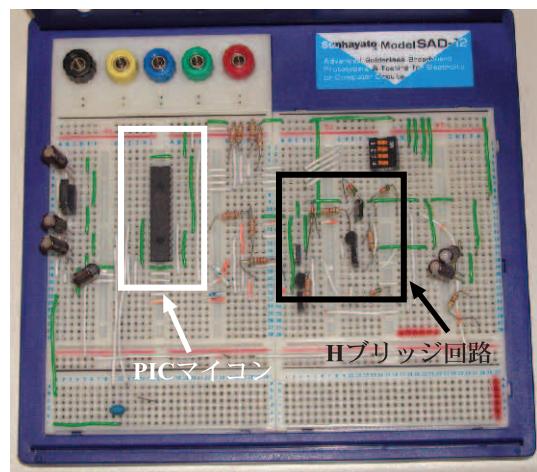


図8 PICマイコンを用いた駆動回路

3.3 モータ駆動回路（パワーエレクトロニクス）

図9はトランジスタを用いたモータの駆動回路³⁾である。モータ回転数を変えて駆動させることで、電子回路が回転数制御に必要なことを直感的に理解さ

せた。また図8のHブリッジ回路もモータ駆動回路であり、その動作の差を理解させるようにした。

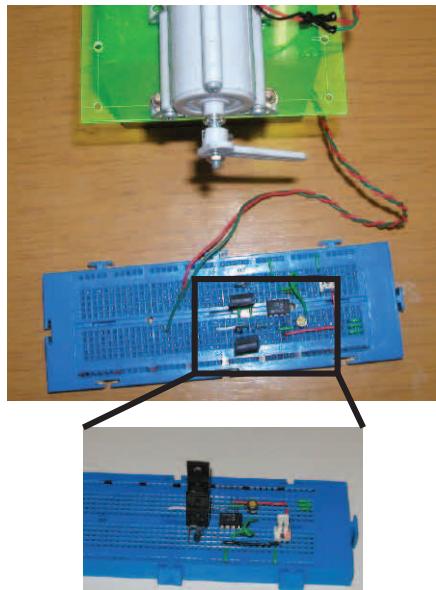


図9 トランジスタを用いたモータ駆動回路

3.4 実機制御システム

次に制御システム全体を理解するために図10に示すような実験装置を開発した。実験装置本体は、DCサーボモータ(M610-400)，モータドライバ(MS-100V25)，ロータリエンコーダ(RE30E-500-213-1)，ポテンショメータ，ブーリー，ベルトからなっている。DCサーボモータ駆動のための指令電圧をDAボード(PCI-3523A)からモータドライバーへ送りモータを駆動する。制御対象である大ブーリーの回転数および回転角度はエンコーダにより検出し、カウンターボード(PCI-6204)により制御PCに取り込む。取り込まれたデータはVisualBasic2005(以下VB2005と略す)で開発した制御プログラムによりリアルタイムで適切な指令電圧を計算し回転数および回転角度を制御する。図11にVB2005で開発した制御インターフェース画面を示す。このインターフェース画面には、大ブーリーの回転状況が表示され、速度制御の場合は回転数が、位置制御場合は回転角度がそれぞれ表示される。同一画面上でシミュレーションに切り替えられるようになっており、モータなどの諸元を入力することができる。また、シミュレーション単体で駆動させることができる。この装置には、図1で示した

メカトロニクスの要素がすべて含まれており、さらに制御工学におけるPID制御の模擬試験と実機試験の双方が行えるように工夫した。

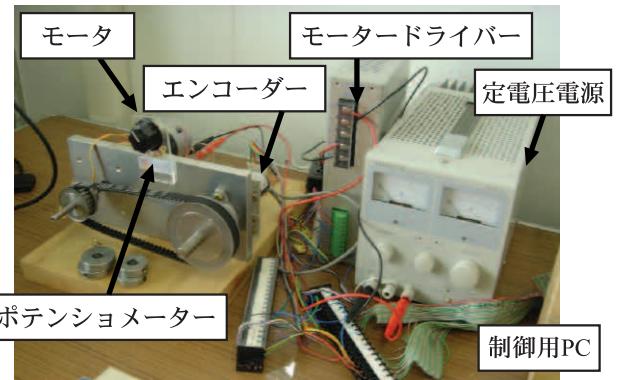


図10 実機制御システム装置の概要

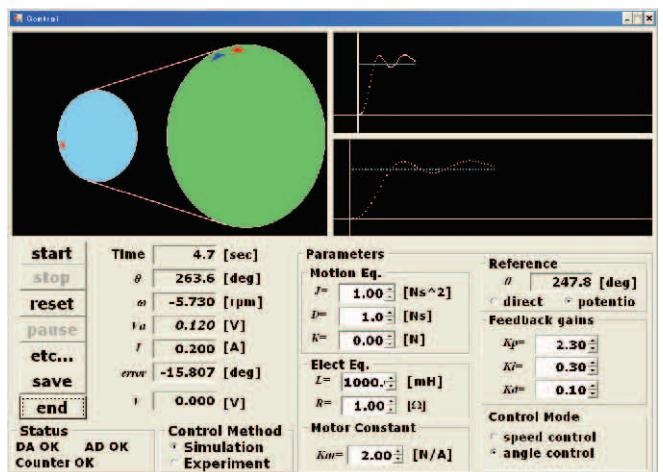


図11 制御インターフェース画面

図10に示すシステムは、現在、5年次の機械工学実験で制御工学のテーマとして使用されている。しかし、実験では4~5名の班単位で120分程度の時間を掛けて1回しか行われないために、制御理論をすべて理解するとは言いがたい。また、制御工学の授業進度によって実験の理解度が異なるのも事実である。そこで手軽に簡単に誰でも何回も実験、体感できるようにするために、図12に示すPICマイコン(PIC18F2550-I/SO)を使った簡便的な実機制御システムの開発を行った。図13にPICマイコンをコントロールするためのインターフェース画面を示す。

図12のシステムは、図1に示すメカトロニクス要素がすべて含まれており、図10よりも軽量、コンパクトに仕上げることができた。価格的にも5000円程

度で作成可能であった。図13の制御用インターフェイス画面はまだ開発中のものであり、いずれ図11に示す様なインターフェイス画面とCAI機能を付加する予定である。また、PICマイコン自体がコントローラであるので、将来的には制御用の専用PCが無くとも単独で実行可能なようにする予定である。

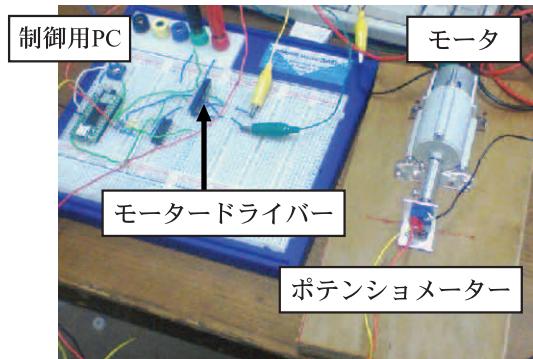


図12 PICマイコンによる実機制御システム

ション単体で動作可能なので、PCがあればいつでもシミュレーションを行い、制御理論の理解に役立つものと考えられる。

今後の課題として、これらのCAI教材の学生による評価と改良が挙げられる。また、PID制御しかできないため、他の制御理論を導入していく予定である。また、PICマイコンを使用した実機制御システムは現在開発中であるので、早期に完成させたい。

参考文献

- 1) 土谷武士、深谷健一 共著：メカトロニクス入門、森北出版株式会社、1994年P.32, P.33, P.127～P.135
- 2) 堀桂太郎著、図解PICマイコン実習、pp. 126-152、森北出版株式会社、2003年
- 3) 三浦宏文監修、ハンディブック メカトロニクス、pp. 206、オーム社、1996年

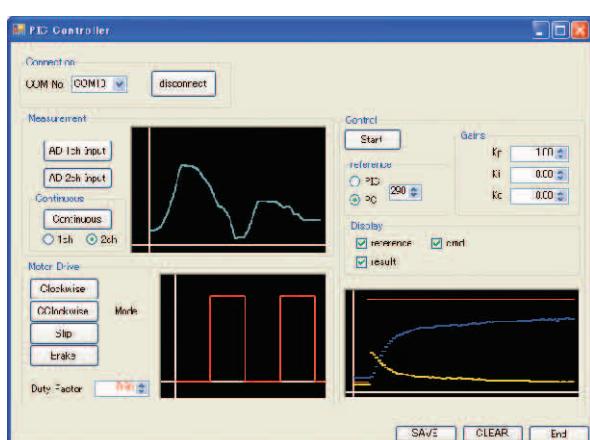


図13 制御用インターフェース画面

4. 結 言

本研究では、メカトロニクスの構成要素を分解し、各要素が理解できるようなCAI教材を製作し講義で実演した。また、システム全体を理解するためのCAI教材として実機制御システムを作成した。これは、PID制御がシミュレーション、実機共に可能となっており、制御理論の理解に役立てるようにした。この装置では、シミュレーションとともに実機のさまざまな応答結果を得ることができ直感的に理解しやすいものと思われる。また実機が無くともシミュレー

一般論文

テラヘルツ時間領域分光法による生ゴムの評価

平川 靖之, 芹田 和則^{*1}, 権藤 豊彦, 森 哲夫
竹家 啓^{*2}, 斗内 政吉^{*2}, 大竹 秀幸^{*3}, 廣住 知也^{*3}

Absorption estimation of rubbers by terahertz time-domain spectroscopy

Yasuyuki HIRAKAWA, Kazunori SERITA^{*1}, Toyohiko GONDOH, Tetsuo MORI
Kei TAKEYA^{*2}, Masayoshi TONOUCHI^{*2}, Hideyuki OHTAKE^{*3}, Tomoya HIROSUMI^{*3}

Terahertz time-domain spectroscopy (THz-TDS) was tried to be applied to estimate absorption of rubbers. In this study, several kinds of rubbers with no additives were investigated and compared by THz-TDS. It was found that absorption spectra of these rubbers in the THz region were different each other. This result suggests that the THz-TDS method has a potential to be a useful analytical method for rubbers and their compounds.

Keywords: Terahertz, THz-TDS, rubber, absorption

1. 緒 言

テラヘルツ(THz)領域は、これまで未踏の電磁波領域と言われ、研究活動が活発であるとは言い難い状況であった。1980年代にチタンサファイアレーザーが開発されて以来、パルス幅がサブピコ秒の超短パルスレーザー光が容易に得られるようになり、超短パルスレーザーを利用して THz 光発生法が提案された。この手法によると、従来に比べて遙かに容易に THz 光の発生・検出ができるため、THz 領域での研究開発がにわかに活発化してきた¹⁻³⁾。このような背景の下、THz 領域の物性を求める THz 分光法として、さまざまな手法が開発されてきた⁴⁾。その中でも特に、THz 光の電磁波時間波形を直接計測する THz 時間領域分光法(THz time-domain spectroscopy, THz-TDS)は、一度の計測で周波数スペクトルと位相情報が得られる有益な手法として注目を集めている¹⁻⁶⁾。

ゴム⁷⁾は、我々の生活の身近な工業製品であり、自動車のタイヤを始めとして、生活に欠かすことのできないものとなっている。しかしながら、その開発・生産は、経験的な手法によるところが多く、複

雑な化合物であることもあり、現代においても改良すべき余地の多い工業製品であると言えることができる。我々の研究グループでは、自身でゴムを練ることが可能であるという利点を生かして、THz-TDS による THz 領域におけるゴムの特性について研究を行っている。THz-TDS によれば、計測した THz 光の実時間波形を基に、非線形物性値を求めることが可能であり^{1-6,8)}、その値を森、権藤の提案した電気的加硫即時測定法^{9,10)}と比較することで、ゴムの化学的な組成や物性を知る手がかりが得られると考えられる。

本稿では、THz-TDS によるゴム評価法の開発の第一段階として行った生ゴムの THz 吸収に関する研究について報告する。実験の結果、生ゴムの種類に応じて、THz 域における吸収スペクトルが異なること、及び計測における問題点が明らかとなった。本法を発展・展開させることで、THz-TDS によるゴム種類の分析や、製品評価も可能になると期待される。

2. THz 領域

THz 領域の厳密な定義はないようであるが、一般には図1に示すような、周波数が0.1~10 THz、波長に換算すると、30~3000 μmの領域をさすことが多い。この電磁波領域は、分子振動や分子間相互作用など分子分光学的にも重要な位置を占めており、固体の格子振動にも相当する領域である。従来は、FT-IR

平成21年8月21日 受理
^{*1}専攻科学生、現 大阪大学大学院修士課程
^{*2}大阪大学レーザーエネルギー学研究センター
^{*3}アイシン精機株式会社
Copyright 2009 久留米工業高等専門学校

などの手法により研究がなされてきた。しかしながら、良質な光源や検出器が存在しなかつたために、その計測には困難が伴った²⁾。

THz領域の電磁波は、図1から分かるように、電波と光の中間帯に位置するため、その両方の性質を併せ持つており、光のようにレンズ等の光学素子で取り回しが可能でありながら、電波のように紙などの金属以外の物質は透過できる。加えて、X線に比較すると1光子当たりのエネルギーが数桁小さく、本質的にX線に比較すると無害であるため、より安全性の高い非侵襲分析が可能になるものと期待されている^{3,6,11)}。

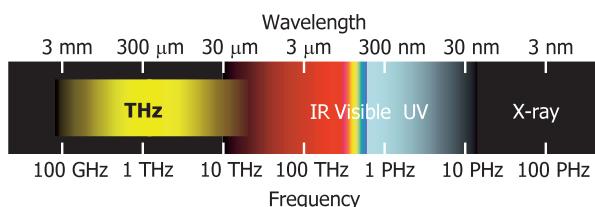


図1 THz電磁波領域

3. 実験

図2に実験装置図を示す。フェムト秒ファイバーレーザー(IMRA, Femtolite C-20, 780 nm, 100 fs, 20 mW)から発せられたレーザー光を2つに分離したのち、一つを光伝導スイッチ(PCスイッチ)へ集光することで、THz光を発生させる。発生したTHz光は、1対の軸外放物面鏡で試料へ集光し、THz光を透過させる。

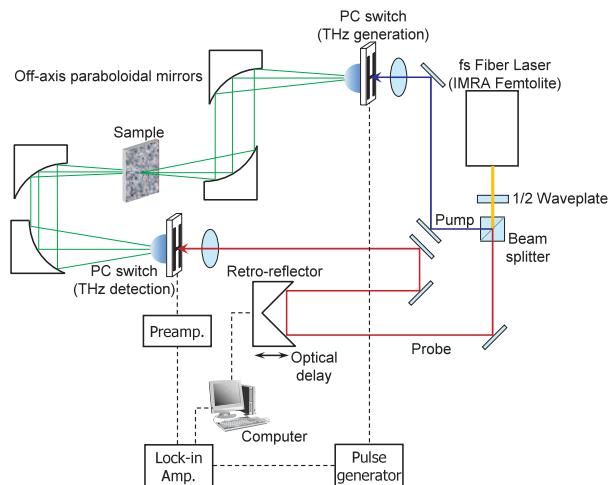


図2 実験装置図

透過してきた THz 光は、もう1対の軸外放物面鏡で受信側のPCスイッチに集光し、レーザー光を同時に照射することで、THz 光を検出する。この際に、レーザー光がPCスイッチに到着する時間を調整することで、THz 光の実時間波形が計測できる。これらの一連の動作は、コンピューターのソフトウェアにより制御されると同時に、計測された THz 光の実時間波形は、同じコンピューターに記録される。保存された THz 光の波形データに対して、高速フーリエ変換などの処理を行うことで、THz 透過スペクトル、吸収スペクトル、その位相情報を得ることができる。これらのスペクトル情報をさらに処理することで、非線形屈折率や導電率などの物性値を求めることが可能である。

今回実験に用いた試料は、いずれもゴム製品の原料として使用される生ゴムであり、以下の5種類のゴム、天然ゴム(住友化学、以下NRと略す)、スチレンブタジエンゴム(JSR, SBR1502、以下SBR)、二トリルゴム(JSR, N230S、以下NBR)、エチレンプロピレンゴム(住友化学、エスプレン505A、以下EPDM)、ブタジエンゴム(JSR, BR01、以下BR)を用いた。これらのゴムを厚さ約1 mmの10×10 mm程度の正方形状に切り出し、試料ホルダーに固定して計測を行った。表1にそれぞれの試料の写真を示す。計測は、各試料のほぼ中心部の点で行った。また、試料表面状態を観察するときには、本校生物応用化学科のレーザー顕微鏡(Olympus, OLS3100)を利用した。

表1 計算したゴム試料

名称	NR	SBR	EPDM	NBR	BR
外観					

10 mm

4. 結果及び考察

実験ではまず、THz ビームの焦点位置(試料設置位置)における THz ビーム寸法をナイフエッジ法で確認した。その結果、半値幅でおよそ 1 mm の分解能であることが分かった。今回の計測においては、表1に示すように、試料は素練りを行う前の状態のゴムであり、種類によっては、内部に気泡を含むな

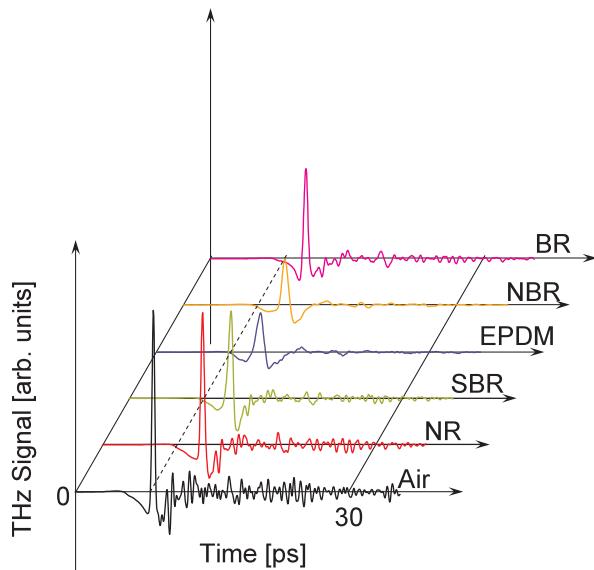


図3 THz透過光実時間波形

ど、構造が見られるものも存在する。よって、計測する点によって、計測データに多少揺らぎが発生することが予測された。

ビーム径計測後、参照データ（ブランク）となる空気中の THz 透過波形を計測し、引き続き、各種生ゴムの計測を行った。図3に、計測された THz 透過実時間波形をまとめて示す。空気透過波形（黒の実線）に比較すると、各ゴムを透過してきた THz 波形の振幅は小さくなり、ピークの現れる時間も遅れていることが確認できる。参考データの空気透過波形と、試料透過波形を比較することで、試料の THz 領域における透過・吸収の情報を得ることができる。厳密には、空气中には THz 光を吸収する水蒸気が存

在する¹²⁾ために、水蒸気の吸収線がデータに載つてることになるが、水蒸気の吸収線は同定されている上、ゴムの吸光度スペクトルプロファイルは広がっているため、試料の吸収ラインと混同することはない。

これらの時間波形を高速 Fourier 変換することで THz 透過光スペクトルをまず算出し、空気における透過スペクトルとの比較から、試料の単位厚み当たりの吸光度スペクトルを求めたのが、図4(a)である。再現性を確認するため、5種類の同じゴム試料の異なる点において THz 透過波形の再取得を試み、そのデータをもとに、同様に吸光度スペクトルを求めたのが図4(b)である。本研究で計測対象にしているゴム試料は、化学的な構造も複雑な上に、素の状態では均一ではないものも存在する。また、THz 光の吸収がかなり大きい上に、今後、様々な試薬類を混合したゴム試料の計測を行っていく計画であるため、試料全体としての吸収を評価できる吸光度を、吸収の尺度として利用することとした。吸光度は、光の吸収率を対数で評価するパラメータであるが、試料厚みに比例して増大するため、厚みの異なる試料同士で比較が難しい。そこで図4では、単位厚み(1 mm)当たりの吸光度として、異なるゴム同士で吸光度を比較できるようにした。つまり、吸収係数を光路長 1 mm に換算したものと考えてよい。

5種類のゴムの吸光度スペクトルを比較すると、今回の試料の中では、NBR が最も大きな吸収を示していることが分かる。森、権藤らの電気的加硫即時測定法では、NBR に交流電圧 100 V を印加すると、

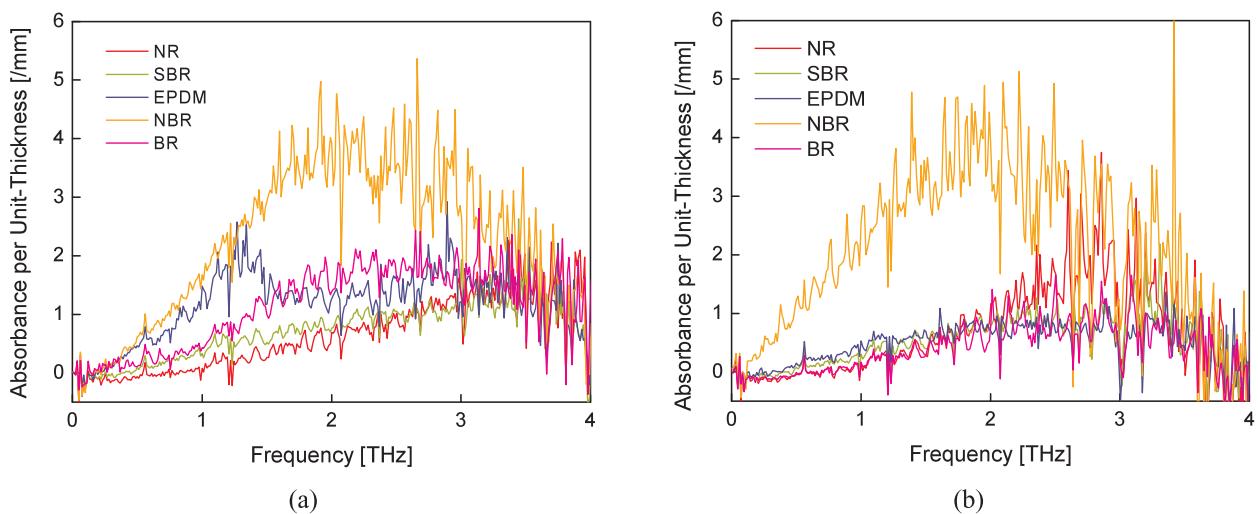


図4 算出したTHz透過光の試料単位厚み当たりの吸光度スペクトル。(a)と(b)は再現性確認するために、同じ試料の異なる点において計測したもの。

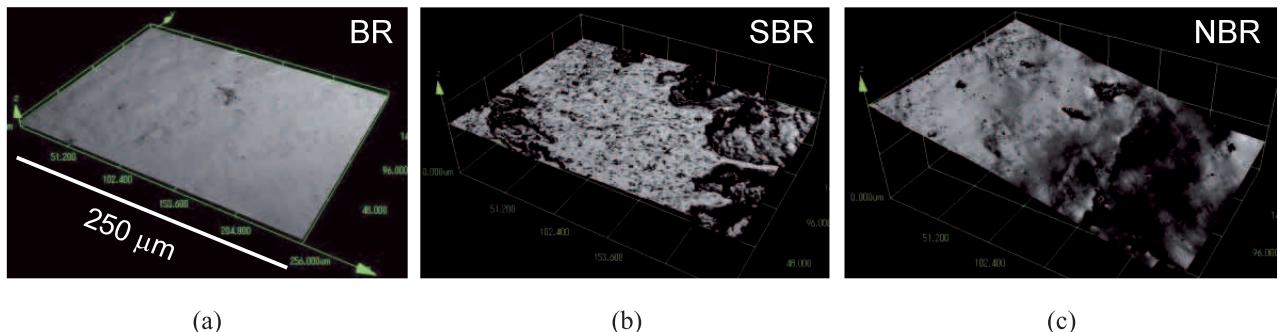


図5 レーザー顕微鏡で観察したゴム試料表面の様子。(a)BR, (b)SBR, (c)NBR で、試料画像の長辺がほぼ $250 \mu\text{m}$ に相当する。

数十mAの電流が最大で流れるのに対し、その他のゴムでは殆ど流れないことが報告されている¹³⁾。この原因は、詳細には分かっていないが、ゴムが有する極性が元になった電子の挙動にあると考えられている。今回計測を行った5種類の生ゴムの中で、NBRのみが、分子内に極性の強い二トリル基(-CN)を有しており、そのため、NBRの極性は大きいと考えられる。一方、THz光は、H₂Oなどの極性分子に強く吸収されることが知られている^{14,15)}。このために、極性の強いNBRでは、THz光の吸収が強く観測されるものと考えることができる。これは、電気的加硫即時測定法でのNBRの大きな電流値が、ゴムの極性によるものであるとの説とも合致する。

図4(a)と(b)を比較すると、同じ試料であっても、測定点によって吸光度スペクトルのプロファイルが異なることが分かる。特に、EPDMとBRの差異が大きい。既述のように、今回の試料には内部に構造がみられるものもあり、空間分解能も1 mm程度であるため、EPDMの場合には、試料の計測点の構造的な状態を反映しているとも考えられる。しかしながら、目視では一様な構造に見えるBRでのスペクトルプロファイルの差異は、構造にその要因を求めることは難しい。THz光の波長は、サブミリオーダーと比較的長く、ゴム試料切断時に生じた波長と同程度の寸法の表面凹凸により、THz光が試料表面において散乱され、吸光度に影響している可能性も考えられる。そこで、このBRと比較的スペクトルの安定しているSBR、NBRに関して、レーザー顕微鏡による試料表面の観察を行った。

結果を図5に示す。試料画像の長辺が250 μm に相当するので、計測に利用したTHzビームが照射する範囲のほぼ1/4の領域を表していることになる。この

観察像から分かるように、THz吸光度スペクトルのプロファイルが安定しているSBRやNBRのゴム表面状態は、スペクトルの不安定なBRよりも物理的な構造が多く、凹凸が激しいことが分かる。すなわち、BRは物理的には滑らかな表面を有するにもかかわらず、THz吸光度スペクトルは安定性に欠けていることが分かる。このことは、ゴム試料を用意する際の切断面形状よりも、試料そのものが有する化学的な構造の偏りなどの影響が大きいことを示唆している。よって、生ゴムを計測する際には、EPDMのように、気泡が多く含まれる構造を有するものもあるため、あらかじめ素練りをした状態で計測することでデータが安定し、評価が容易になると期待される。

5. まとめ

今回、THz-TDSにより生ゴム試料の透過スペクトルの計測を行った。試料単位厚み当たりの吸光度を評価パラメータとし、ゴムの吸収を評価した。その結果、生ゴムの種類によって吸光度スペクトルに差異が見られ、特にNBRは他のゴムに比べて、2倍程度大きな吸光度を有することが分かった。また、生ゴム試料が本来有する気泡などの物理的な構造や、内部の不均一性に由来するものと思われるスペクトルの揺らぎを抑えるために、素練りのみを行った生ゴムから、試料を切り出し計測する方が好ましいことが明らかとなつた。

今後は、今回の計測を応用し、ゴムの補強剤として導入するカーボンブラックや、加硫助剤として酸化亜鉛やステアリン酸を配合した状態のゴム試料について、様々な計測を試みる予定である。

参考文献

- strip-line-based sensing chips for characterization of polar liquids in terahertz regime”, Appl. Phys. Lett., **88**(21), 212511 (2006).
- 1) M. Tonouchi, “Cutting-edge terahertz technology”, Nature Photonics, **1**(2), pp. 97-105 (2007).
 - 2) K. Sakai, Terahertz Optoelectronics (Springer, Berlin, 2005).
 - 3) 斗内政吉, 「テラヘルツ技術」, オーム社 (2006).
 - 4) C. A. Schmuttenmaer, “Exploring Dynamics in the Far-Infrared with Terahertz Spectroscopy”, Chem. Rev., **104**(4), pp. 1759-1779 (2004).
 - 5) 斗内政吉, 田中耕一郎, 「テラヘルツ時間領域分光法」, 電子情報通信学会誌, **80**(6), pp.474-480 (2006).
 - 6) 斗内政吉, 「テラヘルツ波技術の現状と展望」, 応用物理, **75**(2), pp. 160-170 (2006).
 - 7) 日本ゴム協会編, 「新版 ゴム技術の基礎」, 日本ゴム協会 (1999).
 - 8) S. Nashima, O. Morikawa, K. Takata, and M. Hangyo, “Temperature dependence of optical and electronic properties of moderately doped silicon at terahertz frequencies” , J. Appl. Phys., **90**(2), pp. 837-842 (2001).
 - 9) T. Mori, S. Etoh, Y. Matsuoka, T. Gondoh, M. Toh, D. Okai, Rubber World, **221**(4), pp. 33-36 (2000).
 - 10) 権藤豊彦, 森 哲夫, 藤 道治, 「電気的加硫即時測定法によるNBRの混合分散評価」, 久留米工業高等専門学校紀要, **24**(2), pp. 5-10 (2008).
 - 11) M. Chamberlain and M. Smith, Phys. Med. Biol., (Proceedings of the First International Conference on Biomedical Imaging and Sensing Applications of THz Technology), **47**(21) (2002).
 - 12) M. van Exter, Ch. Fattinger, D. Grischkowsky, “Terahertz time-domain spectroscopy of water vapor”, Opt. Lett., **14**(20), pp. 1128-1130 (1989).
 - 13) T. Mori, T. Gondoh, T. Katada, K. Kajita, A. Kumamoto, Y. Furusawa, T. Toh, The International Symposium Proceedings "Green Technology for Global Carbon Cycle in Asia" (Nagaoka University of Technology), p. 133 (2009).
 - 14) B. N. Flanders, R. A. Cheville, D. Grischkowsky, and N. F. Scherer, “Pulsed Terahertz Transmission Spectroscopy of Liquid CHCl₃, CCl₄, and their Mixtures”, J. Phys. Chem., **100**(29), pp. 11824-11835 (1996).
 - 15) T. Ohkubo, M. Onuma, J. Kitagawa, Y. Kadoya, “Micro-

一般論文

可溶性ポリイミド (5)

—側鎖に3個の長鎖アルキル基をフェニルエステル結合で連結した可溶性ポリイミドの合成と物性—

津田 祐輔, 中村 龍一^{*1}, 箕島 正子^{*2}, 松田 貴暁

Soluble Polyimides (5)

—Synthesis and properties of soluble polyimides bearing long-chain alkyl groups via phenylester linkages—

Yusuke TSUDA, Ryuichi NAKAMURA^{*1}, Syouko OSAJIMA^{*2}, Takaaki MATSUDA

Novel diamine monomers, DPCPBA having three long-chain alkyl groups (carbon number: 10, 12) connected by phenylester linkages were synthesized via six step reactions from Gallic acid methyl ester. The novel polyimides and copolyimides having long-chain alkyl groups on their side chains were synthesized from DPCPBA, Cyclohexene-DA or DSDA as a tetracarboxylic dianhydride, and DDE as a diamine co-monomer. The molecular weights of these soluble polyimides were relatively low, however, all polyimides showed the good film forming ability.

These polyimides showed the good solubility in various organic solvents, and high glass transition temperatures and the high thermal stabilities. It was observed that the films obtained from these soluble polyimides having long-chain alkyl groups indicated the high hydrophobicity by the water contact angle measurements.

Keywords: polyimide / solubility / long-chain alkyl group /surface property / phenyl ester linkage

1. 緒 言

ポリイミドは耐熱性、機械的強度、電気的特性等に優れた機能性高分子であり、液晶ディスプレイ(LCD)における液晶配向膜、半導体用の層間絶縁膜などとして注目を集めている¹⁾⁻²⁾。一方、剛直な構造を有する為に、一般に有機溶媒に溶解しにくいと言う欠点を有し、ポリイミドフィルムを得るには、前駆体のポリアミック酸の段階で成型加工し、加熱焼成して得らなければならず、プロセス的に手間がかかり更にイミド化率等のポリマー物性も制御しがたいと言う欠点を有している。そこで、耐熱性等の物性を維持したまま、ポリイミドの状態でフィルム化が可能な、有機溶媒に対する溶解性を向上させた可溶性ポリイミドの研究が行われている。

一般的なポリイミドの可溶化には、フッ素基の導入、長鎖アルキル基の導入、脂環式骨格の導入などがあり、これらの分子修飾を酸無水物の方に加える場合と芳香族ジアミンの方に加える場合の二種の方法が知られている。本研究室においては脂環式テト

ラカルボン酸二無水物の導入による可溶性ポリイミド、及び長鎖アルキル基を含有する芳香族ジアミンを合成しこれらをポリイミドのモノマーとして用いることで長鎖アルキル基を側鎖に導入した可溶性ポリイミドを系統的に研究している³⁾⁻¹⁵⁾。また、前報においては長鎖アルキル基を導入する新しい手法として、3個のデシル基を有するPercecタイプのカルボキシル基を有する第一世代デンドロン[3,4,5-tris(dodecyloxy)benzoic acid, 12GA]をフェノール性OH基を有するポリイミドにN,N'-dicyclohexylcarbodiimide (DCC)を触媒として用いる高分子反応による導入を行い、高分子量で優れた耐熱性と溶解性を有するポリイミドが得られることを報告した¹⁶⁾。

本研究では、同じく12GAを3個の長鎖アルキル基を有するビルディングブロックとし、これを2個のフェニルエステル結合で連結した3環性ジアミンモノマー；DPCPBA-10,12 [4-(3,5-diaminophenylcarboxy phenyl 1,4,5-tris(alkyloxy)benzoate, 10 = decyl, 12 = dodecyl)] (Figure 1)を新規に合成しポリイミド骨格に導入することで、側鎖に3個の長鎖アルキル基をフェニルエステル結合で導入した可溶性ポリイミドの合成を試みた。得られた可溶性ポリイミドは対数粘度 η_{inh} (dl/g)とSEC (LiBr 10mM in NMP)により分子量を確認し、溶解性、耐熱性、フィルム表面の水に対する接

平成21年8月21日 受理

^{*1}専攻科学生^{*2}専攻科学生、現 北九州市立大学大学院

Copyright 2009 久留米工業高等専門学校

触角等の諸物性を測定した。また今後の検討として本研究で得られたポリイミドフィルムに光照射を行い、水に対する接触角などの表面物性の変化を調べる予定である。2個のフェニルエステル結合は1,4-hydroquinone を基本骨格として形成しているが、この理由として光照射に対しヒドロキノン部位が切断されやすいと考えた為である。

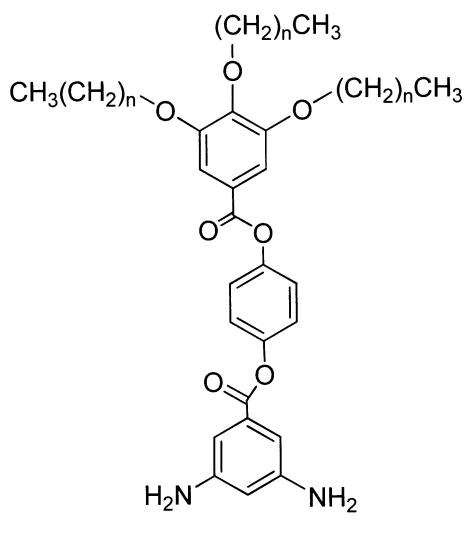


Figure 1. Structure of DPCPBA

2. 実験

2.1 試藥類

ポリイミドのモノマー類は以下の製造メーカーによる電子材料用高純度グレードをそのまま使用した。
 5-(2,5-dioxotetrahydrofuryl)-3-methyl-3-cyclohexene-1,2-dicarboxylic anhydride [cyclohexene-DA, DIC(株)製 EPICLON B-4400], 3,3',4,4'-diphenylsulfone tetracarboxylic dianhydride [DSDA, 新日本理化(株)製リカシッドDSDA], 4,4'-diaminodiphenylether(DDE, 和歌山精化製・高純度グレード)。ポリイミドの重合に使用したN-methyl-2-pyrrolidone(NMP)は関東化学製高純度グレードをそのまま使用した。

その他、モノマー合成、溶解性測定、物性測定などに用いる試薬類は東京化成もしくは和光純薬の特級試薬を用い、反応に用いる溶媒は有機合成用脱水溶媒を用いた。

2.2 測 定

NMR, IR 測定

¹H NMRはJEOL JNM-AL400 FT NMRを用い、CDCl₃もしくはDMSO-d₆を重水素化溶媒として用い、TMSを内部標準として測定した。IRはJASCO FT/IR-470 plusを用い、KBr錠剤もしくはポリマーフィルムを用いて測定した。

対数粘度測定

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(TOP® C-031211-2)を用いてNMP中(濃度; ポリマー一分0.5 g / NMP100 ml), 30 °Cにおける対数粘度 η_{inh} (dL/g) を求めて分子量の尺度とした。ポリアミック酸の場合, 10 wt %ポリアミック酸溶液をメスフラスコに1.25 gを精粹し, NMPを加えて25mlとした。ポリイミドの場合, 真空乾燥後の粉末ポリイミドを0.050 gを精粹し, NMP 10 mlを加えた。調製したNMP溶液10 mlを粘度計に入れて, 30 °Cに設定した恒温槽で測定を行った。対数粘度計算方法を以下に示す。

$$\eta_{inh} = \{ \ln(t/t_0) \} / C$$

t : 試料溶液の落下時間(s)

t_0 : NMPの落下時間(s)

C : NMP 100 mlに対するポリマーのg数

SEC測定

ポリイミドの分子量は、10 mM のLiBrを含むNMPを溶媒（移動相）とし、HLC-8020(TOSOH製)によりTSK-GEL ALPHA-M をカラムとして用い測定した。測定試料濃度は2mg/2mlとし、検出は屈折率計を用い、標準ポリスチレンを用いることで、ポリスチレン換算の分子量(M_w , M_n , M_w/M_n)を求めた。

熱分解温度測定

得られたポリイミドの化学的耐熱性を熱重量測定(Thermo-gravimetric Analysis ; TGA)によりTGA-50(島津製作所製)を用いて測定した。一旦、250°Cまでプレヒートを行い残留溶媒を揮発させた後、昇温速度を10 °C/minとして、窒素中もしくは空气中雰囲気で10 %重量減少温度を算出し化学的耐熱性の尺度とした。

ガラス転移温度測定

得られたポリイミド（粉末）の5wt%NMP溶液をアルミニウムカップにキャストし、ホットプレートを用い、100-120°Cで徐々に溶媒を揮発させ、100°Cで12時間真空乾燥しポリイミドフィルムを得た。このフィルムの機械的耐熱性を熱機械測定（Thermo Mechanical Analysis；TMA）によりTMA-50（島津製作所製）を用いて測定した。温度変化は、10 °C/minとして、窒素中で昇温し、軟化温度（針侵入モードで測定；荷重10g）よりガラス転移温度を判断した。

溶解性試験

得られたポリイミドの溶解性を以下の9種類の溶媒：NMP, *N,N*-dimethylformamide (DMF), *N,N*-dimethylacetamide (DMAc), dimethylsulfoxide (DMSO), 1,3-dimethyl-2-imidazolidinone (DMI), *m*-cresol, tetrahydrofuran (THF), dichloromethane, chloroformを用いて測定した。各種の溶媒をポリマー濃度が5 wt%になるようにサンプル瓶に加えて、室温で一晩放置し溶解性を調べた。室温で溶解したものをS, 室温では溶解しないが、70 °Cで12時間過熱し溶解したものをS(h), 一部しか溶解しなかったものをPS, まったく溶解しなかったものをIとして評価した。

接触角測定

得られたポリイミドフィルムの表面物性を調べる目的で水に対する接触角を接触角計CA-D型（協和界面化学株式会社）を用いて測定した。測定用の試験片は顕微鏡用プレパラート（10mm角）に0.5-2.0 wt%のポリイミド溶液をキャストし100-120°Cで徐々に溶媒を揮発させ、100°Cで12時間真空乾燥することで得た。接触角測定時の液滴の大きさは直径約1.5mmとし、接触角の値は、液滴が球の一部であるという前提に基づき算出した。

2.3 ジアミンモノマー (DPCPBA-10,12) の合成

文献に記載の方法に従い、ガリック酸メチル(1)とアルキルブロミドとのWilliamsonエーテル化反応でアルキルエーテル体(2a, b)を得て、これらを水酸化カリウムを用い加水分解することでカルボン酸体(3a, b)を得た。このカルボン酸体をビルディングブロックとし、ベンジル保護基を用いる有機合成によりDPCPBA-12,10をFigure 2に示す方法で合成した。

可溶性ポリイミド (5)

3,4,5-tris(dodecyloxy)benzoic acid (3a)

Mp. 59.6 °C; ¹H NMR (CDCl₃): δ 0.88 (t, 9H, CH₃, J=6.4 Hz), 1.20-1.34 (m, 48H, CH₃(CH₂)₈), 1.36-1.50 (m, 6H, CH₂CH₂CH₂OAr), 1.67-1.75 (m, 6H, CH₂CH₂OAr), 3.86-3.96 (m, 6H, CH₂OAr), 7.19 (s, 2H, 2,6-ArH) ppm; IR (KBr): 2920 and 2850 (CH), 1760 (C=O), 1230 (-O-) cm⁻¹.

3,4,5-tris(decyloxy)benzoic acid (3b)

Mp. 53.1 °C; ¹H NMR (CDCl₃): δ 0.88 (t, 9H, CH₃, J=6.4 Hz), 1.28-1.48 (m, 36H, CH₃(CH₂)₆), 1.27-1.48 (m, 6H, CH₂CH₂CH₂OAr), 1.78 (m, 6H, CH₂CH₂OAr), 4.00 (m, 6H, CH₂OAr), 7.26 (s, 2H, 2,6-ArH) ppm; IR (KBr): 2920 and 2850 (CH), 1680 (C=O), 1230 (-O-) cm⁻¹.

300 mlのナスフラスコを用いて、カルボン酸体(3a, 10g, 14.8 mmol)と4-ベンジルオキシフェノール(4, 2.73g, 13.6 mmol)を溶媒ジクロロメタン(CH₂Cl₂)約100 mlに加えて溶解させた後、塩基触媒N,N-ジメチル-4-アミノピリジン(DMAP)約1 gと脱水縮合剤1,3-ジシクロヘキシルカルボジイミド(DCC)6.1 g加えて混合し、オイルバス中で50 °C, 3 hr 加熱還流を行った。ジクロロメタンを展開溶媒としてTLCで反応完了を確認した(R_f=0.95)。オイルバスからナスフラスコを取り出し、室温まで冷ますと1,3-ジシクロヘキシル尿素(DCU)が析出した。二重のろ紙を用いた濾過によりDCUを除去した。エバボレータを用いてジクロロメタンを留去し、展開溶媒としてジクロロメタンを使用したカラムクロマトグラフィーより第一層を回収し、エバボレータを用いジクロロメタンを留去した。得られた化合物をエタノール約100 mlで再結晶し、室温で真空乾燥した後、ベンジル保護基体(5a) 11.2 gを得た(Yield 88 %)。ベンジル保護基体(5b)も同様の方法で合成した(Yield 87 %)。

ベンジル保護基体(5a, 20 g, 18.2 mmol)をメタノール10 mlとTHF 100 mlの混合溶媒に溶解させ、その後、10wt% Pd/C 1.50 gを加えた。石井理科機器製作所製、中接触還元装置 (CHA-200) を用い、0.3 MPa, 室温, 1 hの条件下で加水素分解により脱保護を行った。二重のろ紙を用いてPd/Cを除去し、ジクロロメタンを展開溶媒としてTLCで反応完了を確認した(R_f=0.1)。エバボレータで溶媒及び脱保護によって生じたトルエンを留去した。室温で真空乾燥しフェノール体(6a)を18.6 g得た(Yield 96 %)。

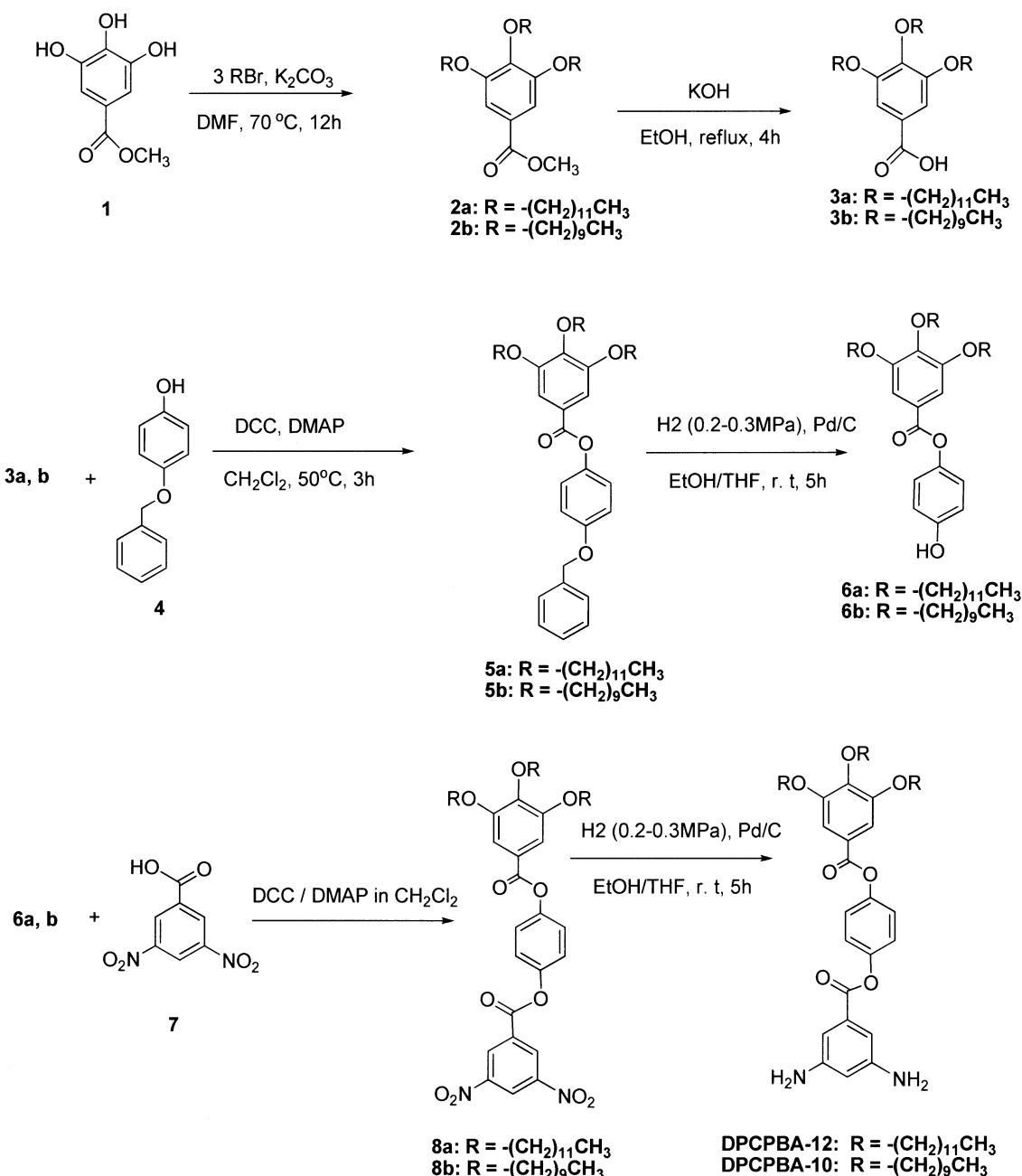


Figure 2. Synthesis of DPCPBA

フェノール体 (6b) も同様の方法で合成した (Yield 96 %)。

Benzyl protected compound (5a)

Mp. 59.1 °C; ¹H NMR (CDCl₃): δ 0.88 (t, 9H, CH₃, J = 6.0 Hz), 1.26-1.33 (m, 48H, CH₃(CH₂)₈), 1.48-1.58 (m, 6H, CH₂CH₂CH₂OAr), 1.72-1.93 (m, 6H, CH₂CH₂OAr), 4.02-4.06 (m, 6H, CH₂OAr), 5.08 (s, 2H, ArOCH₂Ar), 7.01 (d, 2H, HC, J = 9.0 Hz), 7.10 (d 2H, HB, J = 9.0 Hz), 7.32-7.45 (m, 7H, HA, HD, HE, HF) ppm (Figure 3); IR (KBr): 2920 and 2850 (CH), 1710 (C=O), 1190 (-O-) cm⁻¹.

Benzyl protected compound (5b)

Mp. 38.4 °C; ¹H NMR (CDCl₃): δ 0.88 (t, 9H, CH₃, J = 6.0 Hz), 1.22-1.28 (m, 36H, CH₃(CH₂)₆), 1.48-1.59 (m, 6H, CH₂CH₂CH₂OAr), 1.74-1.85 (m, 6H, CH₂CH₂OAr), 4.02-4.07 (m, 6H, CH₂OAr), 5.07 (s, 2H, ArOCH₂Ar), 7.00 (d, 2H, HC, J = 9.0 Hz), 7.10 (d 2H, HB, J = 9.0 Hz), 7.25-7.45 (m, 7H, HA, HD, HE, HF) ppm (Figure 3); IR (KBr) : 2920 and 2850 (CH), 1710 (C=O), 1190 (-O-) cm⁻¹.

Phenol compound (6a)

Mp. 63.5 °C; ^1H NMR (CDCl_3): δ 0.88 (t, 9H, CH_3 , $J = 6.8 \text{ Hz}$), 1.25-1.40 (m, 48H, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8$), 1.44-1.55 (m, 6H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OAr}$), 1.73-1.85 (m, 6H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OAr}$), 4.02-4.08 (m, 6H, CH_2OAr), 5.75 (s, 1H, OH), 6.83 (dd, 2H, H_c , $J = 8.8 \text{ Hz}, 2.2 \text{ Hz}$), 7.02 (d 2H, H_b , $J = 8.8 \text{ Hz}$), 7.39 (s, 2H, H_a) ppm (Figure 3); IR (KBr) : 3450 (OH), 2920 and 2850 (CH), 1740 (C=O), 1190 (-O-) cm^{-1} .

Phenol compound (6b)

Mp. 56.0 °C; ^1H NMR (CDCl_3): δ 0.88 (t, 9H, CH_3 , $J = 6.8 \text{ Hz}$), 1.28 (m, 36H, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6$), 1.46-1.48 (m, 6H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OAr}$), 1.73-1.86 (m, 6H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OAr}$), 4.02-4.08 (m, 6H, CH_2OAr), 5.75 (s, 1H, OH), 6.80 (dd, 2H, H_c , $J = 8.8 \text{ Hz}, 2.2 \text{ Hz}$), 7.00 (d 2H, H_b , $J = 8.8 \text{ Hz}$), 7.40 (s, 2H, H_a) ppm (Figure 3); IR (KBr) : 3450 (OH), 2920 and 2850 (CH), 1740 (C=O), 1190 (-O-) cm^{-1} .

500 mlのナスフラスコを用いて、フェノール体 (**6a**, 10g, 13.1 mmol) と3,5-ジニトロ安息香酸 (7, 3.0g, 14.1 mmol) をジクロロメタン (CH_2Cl_2) 約150 mlに加えて溶解させた後、塩基触媒N,N-ジメチル-4-アミノピリジン (DMAP) 約1 g と脱水縮合剤1,3-

ジシクロヘキシリカルボジイミド (DCC) 5.8 g を加えて混合し、50 °Cに温度設定したオイルバス中で、3h加熱還流を行った。ジクロロメタンを展開溶媒としてTLCで反応完了を確認した ($R_f = 0.8$)。オイルバスからナスフラスコを取り出し、室温まで冷却すると1,3-ジシクロヘキシリ尿素 (DCU) が析出した。二重ろ紙を用いた濾過によりDCUを除去し、エバボレータを用いてジクロロメタンを留去した。展開溶媒としてジクロロメタンを使用したカラムクロマトグラフィーにより第一層を回収し、エバボレータを用いジクロロメタンを留去した。残渣の固体物をエタノール約 200 mlで再結晶し、室温で真空乾燥後、ジニトロ体 (**8a**) を10.3 g 得た(Yield 82 %)。ジニトロ体 (**7b**) も同様の方法で合成した(Yield 96 %)。

ジニトロ体 (**8a**, 2 g, 2.00 mmol) を、エタノール 20 mlとTHF 80 mlの混合溶媒に溶解させ、その後、10% Pd/C 0.10 gを加えた。石井理科機器製作所製、中接触還元装置 (CHA-200) を用い、0.3 MPa, 室温, 2 hの条件下で接触水素還元を行った。二重のろ紙を用いてPd/Cを除去し、エバボレーターで溶媒を留去した後、室温で真空乾燥し、DPCPBA-12を1.70 g 得た (収率=91 %)。DPCPBA-10も同様の方法で合成した (Yield 91 %)。

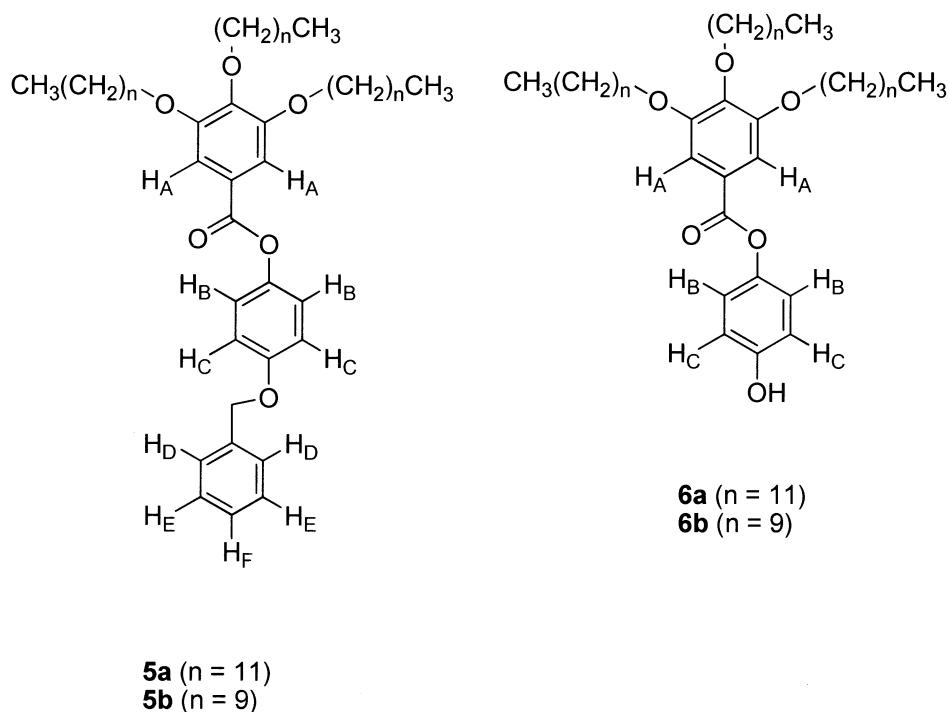


Figure 3. ^1H NMR assignment of compounds (5a, 5b, 6a, 6b)

Dinitro compound (8a)

Mp. 67.1 °C; ^1H NMR (CDCl_3): δ 0.88 (t, 9H, CH_3 , $J = 6.8$ Hz), 1.25-1.40 (m, 48H, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8$), 1.46-1.50 (m, 6H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OAr}$), 1.73-1.88 (m, 6H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OAr}$), 4.04-4.08 (m, 6H, CH_2OAr), 7.25 (d, 4H, H_B , $J = 3.0$ Hz), 7.33 (d, 4H, H_B , $J = 3.0$ Hz), 7.41 (s, 2H, H_A), 9.31-9.32 (m, 1H, H_E), 9.33-9.34 (m, 2H, H_D) ppm (Figure 4); IR (KBr) : 2920 and 2850 (CH), 1730 (C=O), 1560 and 1350 (NO_2), 1180 (-O-) cm⁻¹.

Dinitro compound (8b)

Mp. 66.3 °C; ^1H NMR (CDCl_3): δ 0.88 (t, 9H, CH_3 , $J = 6.8$ Hz), 1.28 (m, 36H, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6$), 1.46-1.55 (m, 6H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OAr}$), 1.73-1.88 (m, 6H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OAr}$), 4.04-4.09 (m, 6H, CH_2OAr), 7.26 (d, 4H, H_B , $J = 3.0$ Hz), 7.33 (d, 4H, H_B , $J = 3.0$ Hz), 7.41 (s, 2H, H_A), 9.31 (m, 1H, H_E), 9.33-9.34 (m, 2H, H_D) ppm (Figure 4); IR (KBr): 2920 and 2850 (CH), 1730 (C=O), 1560 and 1340 (NO_2), 1180 (-O-) cm⁻¹.

DPCPBA-12

Mp. 54.0 °C; ^1H NMR (CDCl_3): δ 0.88 (t, 9H, CH_3 , $J = 6.8$ Hz), 1.25-1.42 (m, 48H, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8$), 1.45-1.49 (m, 6H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OAr}$), 1.73-1.87 (m, 6H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OAr}$), 3.76 (broad s, 4H, -NH₂), 4.03-4.08 (m, 6H, CH_2OAr),

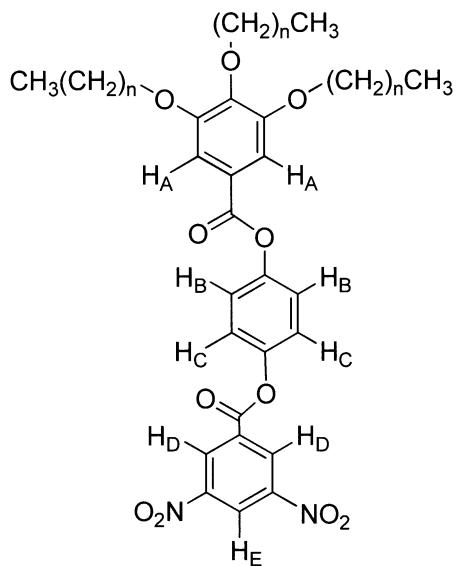
6.26 (t, 1H, H_E , $J = 2$ Hz), 6.93 (d, 2H, H_D , $J = 2.8$ Hz), 7.21-7.28 (m, 4H, H_B , H_C , overlapped with a peak of CDCl_3), 7.41 (s, 2H, H_A) ppm (Figure 4); IR (KBr): 3340 (-NH₂), 2920 and 2850 (CH), 1730 (C=O), 1180 (-O-) cm⁻¹.

DPCPBA-10

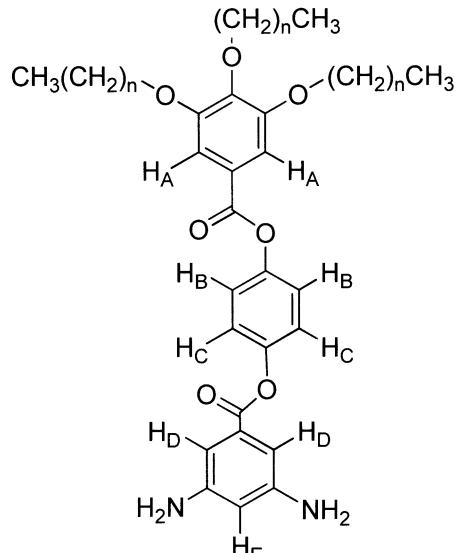
Mp. 94.7 °C; ^1H NMR (CDCl_3): δ 0.88 (t, 9H, CH_3 , $J = 6.8$ Hz), 1.28 (m, 36H, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6$), 1.47-1.49 (m, 6H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OAr}$), 1.78-1.85 (m, 6H, $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OAr}$), 3.76 (broad s, 4H, -NH₂), 4.03-4.08 (m, 6H, CH_2OAr), 6.25 (t, 1H, H_E , $J = 2$ Hz), 6.93 (d, 2H, H_D , $J = 2.8$ Hz), 7.21-7.26 (m, 4H, H_B , H_C , overlapped with a peak of CDCl_3), 7.41 (s, 2H, H_A) ppm (Figure 4); IR (KBr): 3340 (-NH₂), 2920 and 2850 (CH), 1730 (C=O), 1180 (-O-) cm⁻¹.

2.4 ポリアミック酸及びポリイミドの合成

ポリイミドのモノマーとして、テトラカルボン酸二無水物として脂環式骨格を有する 5-(2,5-dioxotetrahydrofuryl)-3-methyl-3-cyclohexene-1,2-dicarboxylic anhydride(以下 cyclohexene-DA)もしくはスルホン基を有する 3,3',4,4'-diphenylsulfone tetracarboxylic dianhydride(以下 DSDA)を用い、芳香



8a ($n = 11$)
8b ($n = 9$)



DPCPBA-12 ($n = 11$)
DPCPBA-10 ($n = 9$)

Figure 4. ^1H NMR assignment of compounds (8a,8b, DPCPBA-12,10)

族ジアミンとしてDPCPBA-12,10とポリイミド用として汎用な芳香族ジアミンである4,4'-diaminodiphenylether（以下DDE）を用い、一種類のテトラカルボン酸二無水物と二種類のジアミン（DPCPBA-12,10/DDE=100/0, 50/50, 0/100）を用いたポリイミドを合成した（Figure 5）。

テトラカルボン酸二無水物と芳香族ジアミンとを等モル量精秤し、20 wt%の濃度になるようにN-メチルピロリドン（NMP）を加えた（モノマー総量：1.0 g, NMP : 4.0 g）。アルゴンガスを充填し室温で一夜（12h）反応させた後、10 wt%の濃度になるようにNMPを追加した（NMP : 5.0g）。得られたポリアミック酸の一部を対数粘度測定用に取り分け、残りのポリアミック酸にテトラカルボン酸二無水物に対し5倍モル量のピリジンと4倍モル量の無水酢酸を

順に加え、アルゴンガスを充填し、オイルバス中、120 °Cで4h、イミド化を行った。このイミド化の工程で、溶媒であるNMPに溶けずに沈殿を生じたものはしたものは不溶とみなした。NMPに可溶であったポリイミド溶液はメタノールに沈殿させ、吸引濾過し、100°Cで12h、真空乾燥を行いポリイミド粉末を得た。

得られたポリイミドのキャラクタリゼーション (¹NMR, IR) 及び各種の物性値に関しては次節で詳細に述べる。

3. 結果と考察

3. 1 ジアミンモノマー (DPCPBA-10,12) の合成

DPCPBA-10,12はガリック酸メチルエステル(1)を

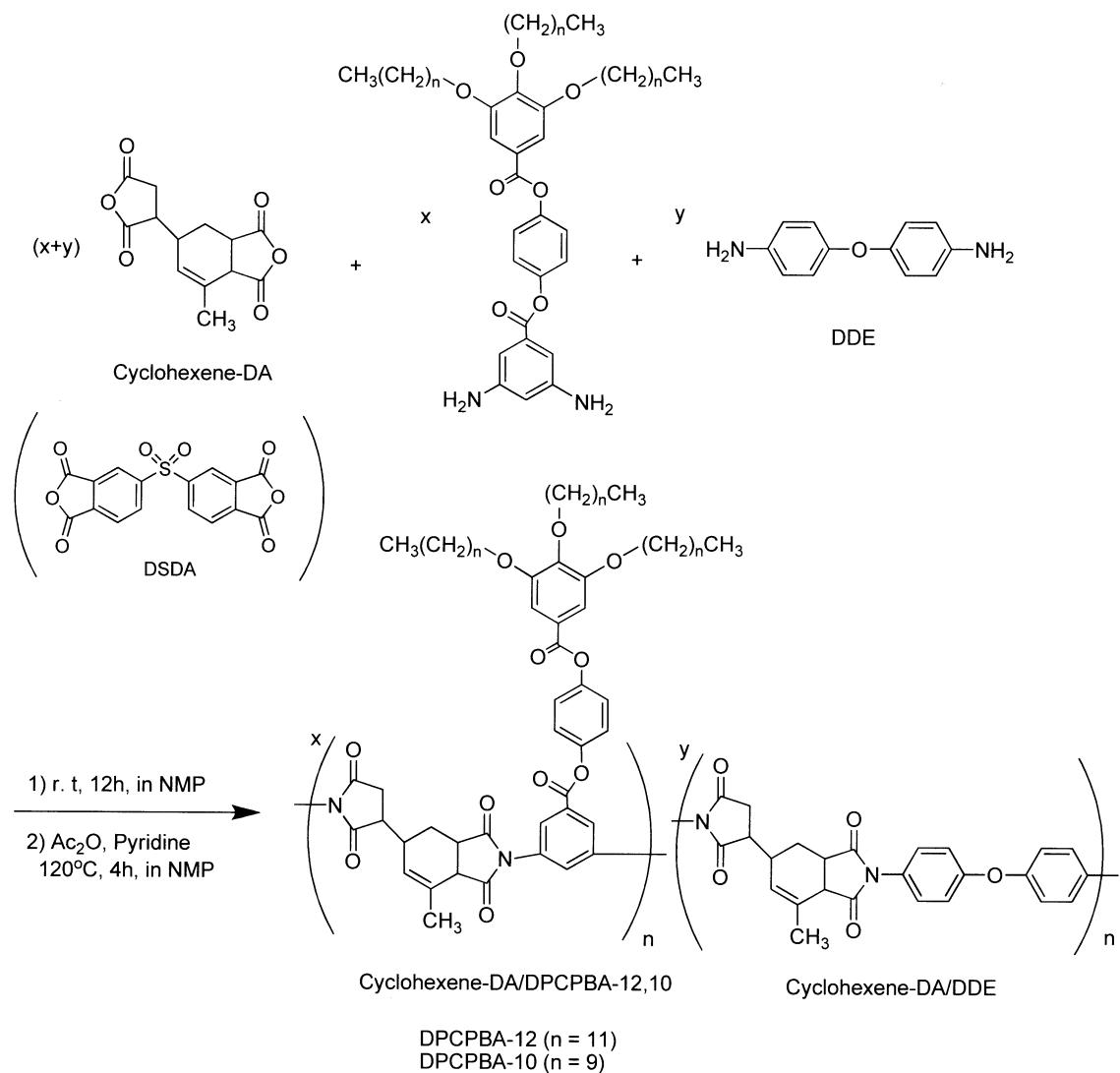


Figure 5. Synthesis of polyimides based on DPCPBA-12,10

出発原料として6ステップで合成した。当初、ヒドロキノンの両OH基にガリック酸誘導体(3a, 3b)及びジニトロ安息香酸(7)を一個ずつ選択的に結合させる試みを行った。ヒドロキノンのOH基の一つに先ずガリック酸誘導体(3a, 3b)を結合させる方法、或いはヒドロキノンのOH基の一つに先ずジニトロ安息香酸(7)を結合させる方法などを種々検討したが、OH基の片側に選択的に結合させるのが困難であり、結局、既報¹⁷⁾を参考としたベンジル保護基を用いるFigure 2に示す方法によりDPCPBA-10,12の合成に成功した。各合成行程の収率は82–99%であり、合成方法は最適条件であると考えられるが、最終工程のジニトロ体(8a, 8b)を接触水素還元する工程でエステル結合の切断が認められる場合があり注意を要する。生成物の構造は¹H NMR及びIRスペクトルによりを行い、何れもその構造を示唆するスペクトルが得られた。

3.2 ポリイミドの重合

Table IにDPCPBA-12, 10に基づくポリイミド及び共重合ポリイミドの重合に関してまとめた。脂環式骨格を有するCyclohexene-DAを用いた場合、DPCPBA-12, 10何れの長鎖アルキルジアミンモノマーを用いても重合溶媒NMPに可溶のポリイミドが得られた。Cychohexene-DAの場合、芳香族ジアミンの種類を選ばずにNMP可溶のポリイミドを与えることが判明しており⁸⁾、この重合結果からのみでは長鎖アルキル基の可溶性に及ぼす効果は判別できない。一方、芳香族テトラカルボン酸二無水物であるDSDA

を用いた場合においては、DPCPBA-12の場合はDPCPBA-12/DDE(100/0)の組成の場合のみ、DPCPBA-10の場合にはDPCPBA-10/DDE(100/0), DPCPBA-12/DDE(50/50)の組成の場合のみ可溶性ポリイミドが得られた。DSDAは芳香族テトラカルボン酸二無水物の中では可溶性ポリイミドを与えるモノマーであるが、長鎖アルキル基を含まないDSAD/DDEの組み合わせでは可溶性ポリイミドが得られないことから、DPCPBAに含有される長鎖アルキル基のエントロピー効果によりポリイミドの溶解性が向上したことが確認された。

得られたポリイミドの分子量はNMP中での η_{inh} 及びSEC(GPC, 10 mM LiBr/NMP)で確認した。Cyclohexene-DA及びDSDAの何れの場合においてもDPCPBAの仕込み組成量の増加に従い、分子量は低下する。これはDPCPBAの立体障害に基づく反応性の低下によるものではないかと考えられる。Cyclohexene-DAとDSDAを比較するとDSDAの方が高分子量のポリイミドを与える。これは芳香族テトラカルボン酸二無水物の反応性の高さに起因するものと考えられる¹⁾。Figure 6に得られたポリイミドのSEC測定例を示すが、分子量分布曲線は典型的なガウス分布曲線を示し、polydispersity(Mw/Mn)は2–3程度であり、典型的な重縮合反応が起こっていることが示唆される。尚、アルキル鎖長の分子量に及ぼす影響を考察すると、DPCPBAの立体障害による反応性低下により、アルキル鎖長が短いDPCPBA-10の方が高分子量となることが考えられるが、実験結果はDSDAの場合はこの仮説と一致しているが、Cyclohexene-DAの場合は逆の傾向となっている。

Table I. Polyimide and copolyimides based on DPCPBA-12,10

Monomer			η_{inh}^b dLg ⁻¹	Solubility in NMP	Polyimide		
	Tetracarboxylic dianhydride ^a	Diamine mol%				η_{inh}^b dLg ⁻¹	Molecular Weight ^c Mn Mw Mw/Mn
Cyclohexene-DA	DPCPBA-12	DDE					
		100	0	0.19	soluble	0.10	4500 7700 1.7
		50	50	0.27	soluble	0.14	11800 29300 2.5
Cyclohexene-DA	DPCPBA-10	DDE					
		100	0	0.12	soluble	0.09	3100 5000 1.6
		50	50	0.16	soluble	0.13	4400 7800 1.8
DSDA	DPCPBA-12	DDE					
		100	0	0.22	soluble	0.21	7000 13300 1.4
		50	50	0.50	insoluble		
DSDA	DPCPBA-10	DDE					
		100	0	0.29	soluble	0.24	19400 44200 2.3
		50	50	0.48	soluble	0.45	30700 84700 2.8

^aEquimolar amount of tetracarboxylic dianhydride was used to the total amount of diamines. ^bMeasured at 0.5 g dL⁻¹ in NMP at 30°C.

^cDetermined by SEC in NMP containing 10 mM LiBr calibrated with a series of polystyrenes as a standard.

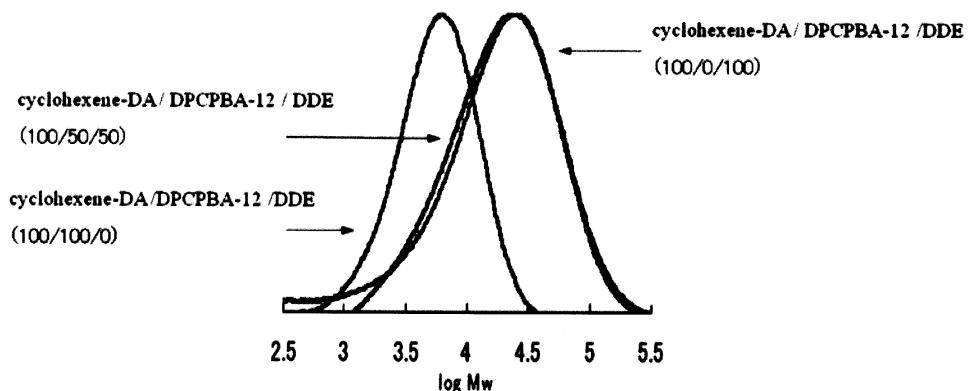
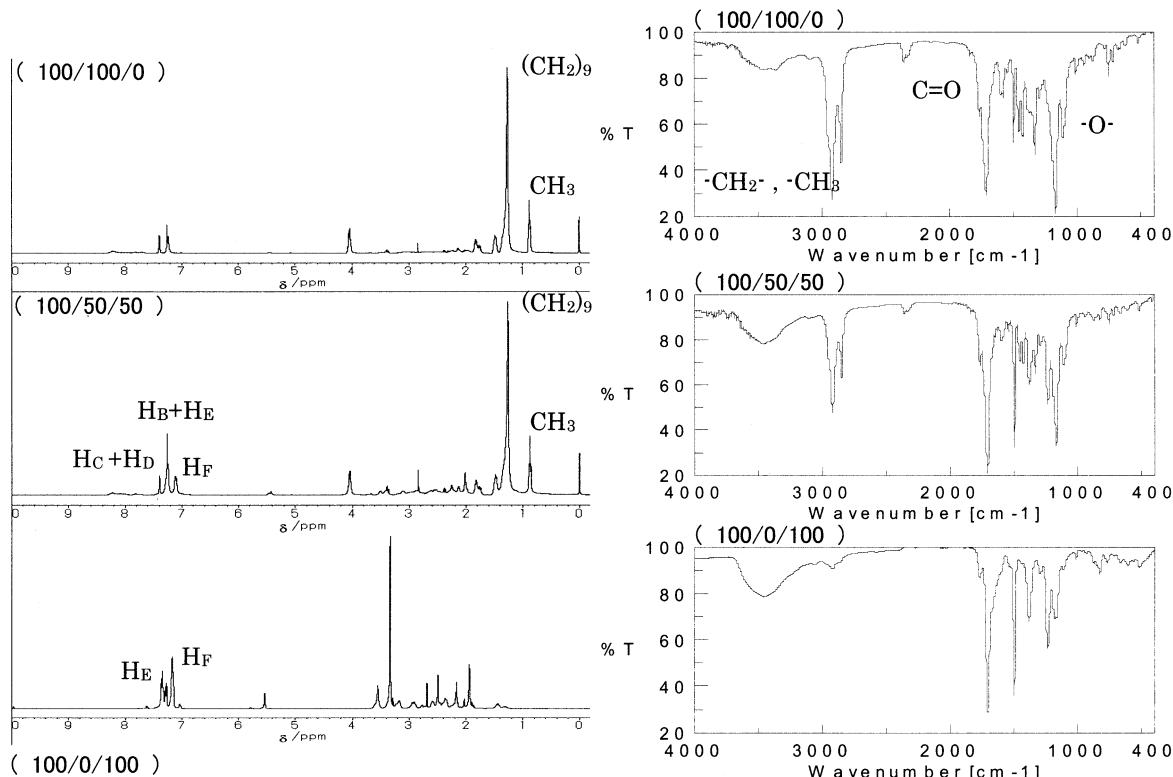
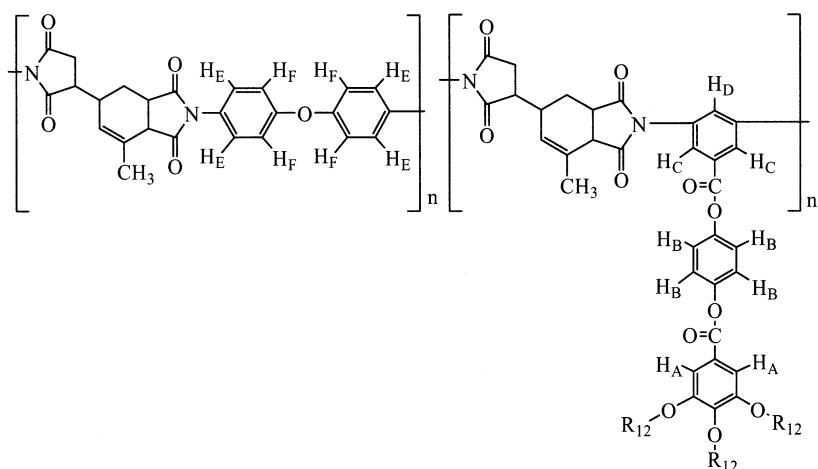


Figure 6. SEC traces of Cyclohexene-DA/DPCPBA-12/DDE polyimides

Figure 7. ^1H NMR and FT-IR spectra of Cyclohexene-DA/DPCPBA-12/DDE polyimides (100/100/0, 100/50/50, 100/0/100).

DPCPBA-12, 10の純度なども影響すると考えられ、再実験により確認中である。得られたポリイミドの分子量は期待された値よりも低かったが、成膜性を有することを確認している。

本研究によるポリイミドは溶媒可溶であることから¹H NMR (DMSO-d6) 及びフィルムのIR測定が容易である。Figure 7にCyclohexene-DA / DPCPBA-12 / DDEの2H-NMRスペクトル及びIRスペクトルをまとめている。¹H NMRスペクトルにおいてはDPCPBA成分の増加に伴い、特徴的なアルキル基及び芳香族プロトンのシグナルが観測され、IRスペクトルにおいては3000cm⁻¹付近の特徴的なCH吸収帯の増加が観測される。

3.3 ポリイミドの物性

得られたポリイミド及び共重合ポリイミドへの溶解性、ガラス転移温度、熱分解温度及び接触角の測定結果をTable IIに示す。

ポリイミドの溶解性は重合溶媒NMP以外の各種の非プロトン性極性溶媒、プロトン性極性溶媒(m-クレゾール), ジクロロメタンなどのハロゲン系溶媒を用いて詳細に確認した。その結果、DPCPBAに基づくポリイミドは非プロトン性極性溶媒のみならず、低沸点の非プロトン性極性溶媒であるTHF, CH₂Cl₂, CHCl₃などの一般的なハロゲン系溶媒にも可溶であった。これは一般的なポリイミドにはない特性であり、長鎖アルキル基のエントロピー効果による溶解性向上が発現していると考えられる。また、これらの溶解性はDPCPBAの含有量が50%より100%である場

合の方が良好であり、DPCPBA-12よりもDPCPBA-10の方が良好である。長鎖アルキル基の影響で溶解性が向上しているとは言え、鎖長が長すぎる場合にはアルキル鎖は凝集構造となることなども考えられ、適切なアルキル鎖長があることが示唆される。

得られたポリイミドのガラス転移温度 (Tg) はDSC法、及びTMA (針侵入モード) の2種類の方法で測定を試みた (Table II)。DSC測定によれば、DPCPBA-12,10に基づくポリイミドの場合、ガラス転移温度は247–283°Cの範囲にあり、高い機械的耐熱性を有していると考えられる。DPCPBA-10に基づくポリイミドの場合、TMA測定を、現在、検討中である。化学的耐熱性の尺度となる熱重量減少温度はTGAを用い、10%重量減少温度 (Td₁₀) を測定することで確認した (Table II)。得られた可溶性ポリイミドのTd₁₀は空気中で344–489°C、窒素中で410–452°Cの範囲にあり、一般に空気中よりも窒素の方が高く、芳香族成分のDDEの増加に伴って高くなる傾向にある。TGA曲線の例をFigure 8に示すが、空气中で温度を上げていくと、重量減少が2段階で起きていることが観測される。1段階目の減少でポリイミドの側鎖に導入した長鎖アルキル基が分解し、二段階目の減少で主鎖が分解したと考えられる。一方、窒素中では熱重量減少はこのような段階的なものではなく、なだらかなものである。即ち、長鎖アルキル基の熱分解は空気中の酸素による酸化分解により促進されることが推測される。これらの熱重量減少温度は全芳香族系ポリイミドより100–150°C程度は劣っているが、他の汎用性プラスチックと比較して十分な耐熱性を有していることが確認された。

Table II. Various properties of polyimide based on DPCPBA-12,10

Dianhydride ^a	Polymer Composition		Solubility ^b										Tg	Td ₁₀ ^c		Contact angle ^{d,f}
	Diamine mol%	NMP DMF DMAc DMSO DMI	Solubility in various solvents (5wt%)								Tg ^c °C	Ts ^d °C	in Air °C	in N ₂ °C	Water	
			m-Cresol	THF	CH ₂ Cl ₂	CHCl ₃	S	S	S	S						
Cyclohexene-DA	DPCPBA-12	DDE	0	S	S(h)	S	I	S	S	S	S	270	247	404	418	104
	100	0	50	S	S(h)	S	PS(h)	S	S	S	S	273		412	423	100
	0	100	S	S(h)	S	S	S	S	I	I	I	283		489	452	72
Cyclohexene-DA	DPCPBA-10	DDE	0	S	S(h)	S	PS(h)	S	S	S	S	278		412	415	100
	100	0	50	S	S(h)	S	S(h)	S	S	S	S	283		415	426	100
	DSDA	DPCPBA-12	DDE	0	S	PS(h)	S(h)	I	S(h)	S(h)	S	S	250	365	410	102
DSDA	100	0	50	PS(h)	PS(h)	PS(h)	PS(h)	PS(h)	PS(h)	I	I	PS		344	436	-
	0	100	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	262	591	584	-
	DSDA	DPCPBA-10	DDE	0	S	PS	S	I	S	S(h)	S	S	277	406	416	102
	100	0	50	S	PS(h)	S	I	PS	S(h)	PS	PS	PS(n)	272	422	429	100

^aEquimolar amount of tetracarboxylic dianhydride was used to the total amount of diamines. ^bThe qualitative solubility was determined in the 3mL of solvent at 5wt% concentration. S, soluble after standing at room temperature for 12h; S(h), soluble after heating at 70°C for 12h; PS, partially soluble after standing at room temperature for 12h; PS(h), partially soluble after heating at 70°C for 12h; I, insoluble even after heating at 70°C for 12h. ^cMeasured by DSC at a heating rate of 20°C/min in N₂ on second heating. ^dSoftening temperature, measured by TMA at a heating rate of 10°C/min in N₂ on second heating. ^e10% Weight loss temperature, measured by TGA at a heating rate of 10°C/min. ^fWater contact angles (deg) using contact angle meter (CA-D, Kyowa Interface Science Co., Ltd., JAPAN).

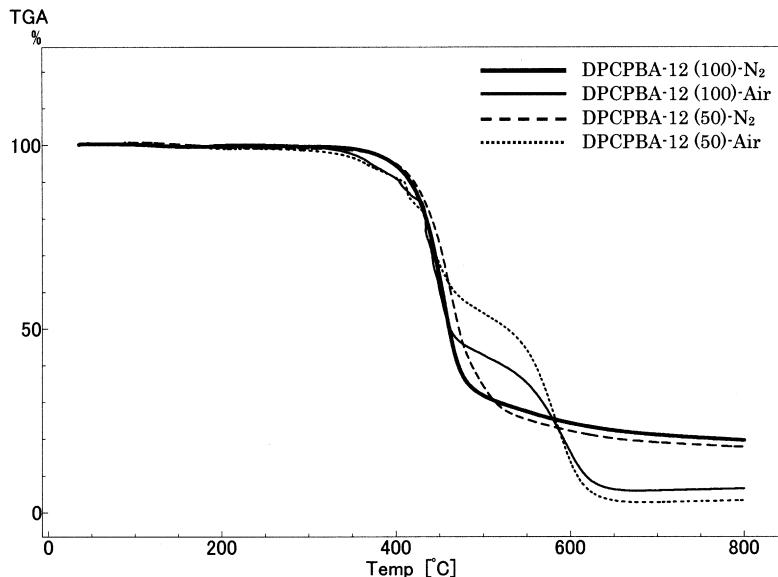


Figure 8. Representative TGA traces of Cyclohexene-DA/DPCPBA-12/DDE polyimides

得られた可溶性ポリイミドフィルムの水に対する接触角測定結果をTable IIに示す。DPCPBAを含まないCyclohexene-DA/DDEに基づくポリイミドフィルムの接触角が72°であるのに対し、DPCPBA-12,10を含有する場合、接触角は100–104°の値を示し、フィルム表面が高い撥水性を示すことが判明した。この撥水性はDPCPBAに含まれる3本の長鎖アルキル基に基づくものと考えられる。ポリイミドへの長鎖アルキル基の導入は液晶配向膜用ポリイミドのプレチルト角発現、垂直配向性の発現に効果があることが知られている¹⁸⁻²³⁾。また、これらにポリイミドフィルムに光照射した後の撥水性の変化も興味が持たれるところであり、光照射によるポリイミド表面のパターニングとして種々の応用が考えられる。

4. 結 言

3個の長鎖アルキル基をフェニルエステル結合で連結させた3環性ジアミンモノマー (DPCPBA-12,10) の合成に成功し、これをポリイミド骨格に導入した。得られたポリイミドは、分子量は期待された値よりも低かったが、成膜性を有する可溶性ポリイミドが得られた。各種有機溶媒に対する溶解性試験から、長鎖アルキル基による溶解性の向上が認められた。これは長鎖アルキル基のエントロピー効果によるものと思われる。低沸点の有機溶媒であるTHF, CH₂Cl₂, CHCl₃にも可溶である点は特徴的である。

得られたポリイミドの耐熱性は全芳香ポリイミド

には及ばないが、耐熱性ポリマーの範疇に十分に入る値を示した。得られたポリイミドフィルムの水に対する接触角測定より、長鎖アルキル基の導入に基づく表面撥水性(疎水性)の効果が認められた。この特性は種々の電子材料の分野で本ポリイミドが応用可能であることを示唆している。

謝 辞

本研究の一部は平成21年度の(財)九州産業技術センター、一九州地域戦略産業イノベーション創出事業の助成、平成21年度の(財)吉田学術奨励金[大電(株)]、及び平成21年度の高専連携教育研究プロジェクト(豊橋技術科学大学)の助成を得て実施したものであり、ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) M. K. Ghosh and K. L. Mittal, Ed. "Polyimides," Marcel Dekker, New York N. Y., 1996.
- 2) 今井淑夫, 横田力男 編 「最新ポリイミド～基礎と応用」, エヌ・ティー・エス, 2002.
- 3) 津田祐輔, 日吉紀彦, 久留米工業高等専門学校紀要, 第13巻, 第1号, 9 (1997). 「可溶性ポリイミド(1)」
- 4) 津田祐輔, 河内岳大, 古川龍太郎, 久留米工業高等専門学校紀要, 第13巻, 第1号, 19 (1997). 「可溶性ポリイミド(2)」

- 5) 津田祐輔, 佐藤彌三郎, 佐藤哲郎, 野上禎英, 坂本弘明, 久留米工業高等専門学校紀要, 第14巻, 第2号, 13 (1999). 「可溶性ポリイミド (3)」
- 6) Y. Tsuda, Y. Tanaka, K. Kamata, N. Hiyoshi, S. Mataka, Y. Matsuki, M. Nishikawa, S. Kawamura and N. Bessho, *Polym. J.*, **29**, 574 (1997).
- 7) Y. Tsuda, K. Etou, N. Hiyoshi, M. Nishikawa, Y. Matsuki, and N. Bessho, *Polym. J.*, **30**, 222 (1998).
- 8) Y. Tsuda, R. Kuwahara, K. Fukuda, K. Ueno, and J.-M. Oh, *Polymer J.*, **37**, 126 (2005).
- 9) Y. Tsuda, T. Kawauchi, N. Hiyoshi, and S. Mataka, *Polym.J.*, **32**, pp.594-601 (2000).
- 10) Y. Tsuda, K. Kanegae, and S. Yasukouchi, *Polym.J.*, **32**, pp.941-947 (2000).
- 11) Y. Tsuda, R. Kuwahara, and J.-M. Oh, "Polyimides having dendron side chains", *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, **29**, pp.267-270 (2004).
- 12) Y. Tsuda, M. Kojima, and J.-M. Oh, *Polym.J.*, **38**, pp. 1043-1054 (2006).
- 13) Y. Tsuda, M. Kojima, T. Matsuda, and J.-M. Oh, *Polym.J.*, **40**, pp.354-366 (2008).
- 14) 津田祐輔, 「ポリイミドの高性能化と応用技術 ; 第9節 ポリイミドの溶解性向上」 サイエンス&テクノロジー社, 2008.
- 15) Y. Tsuda, "Soluble Polyimides Based on Aromatic Diamines Bearing Long-Chain Alkyl Groups", in *Polyimides and Other High Temperature Polymers: Synthesis, Characterization and Applications, Volume 5 Edited by K.L. Mittal*, Koninklike Brill NV, Leiden, 2009.
- 16) 津田祐輔, 尊田夕琴, 松田貴暉, 久留米工業高等専門学校紀要, 第24巻, 第2号, 1 (2009). 「可溶性ポリイミド (4)」
- 17) E. Terazzi, L. Guénée, P.-Y. Morgantini, G. Bernardinelli, B. Donnio, D. Guillot, and C. Piguet, *Chem. Eur. J.*, **13**, pp. 1674-1691 (2007).
- 18) K.-W. Lee, S.-H. Paek, A. Lien, C. Durning, and H. Fukuro, *Macromolecules*, **29**, 8894 (1996).
- 19) C. Lee, T.-H. Woo, and M. Lee, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **316**, 205 (1998).
- 20) B. S. Ban, Y. N. Rin, and Y. B. Kim, *Liquid Crystals*, **27**, 125 (2000).
- 21) J.-T. Jung, M.-H. Yi, S.-K. Kwon, and K.-Y. Choi, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **333**, 1 (1999).
- 22) L. Li, J. Yin, Y. Sui, H.-J. Xu, J.-H. Fang, Z.-K. Zhu, and Z.-G. Wang, *J. Polym. Sci., Part A : Polym. Chem.*, **38**, 1943 (2000).
- 23) S. J. Lee, J. C. Jung, S. W. Lee, and M. Ree, *J. Polym. Sci., Part A : Polym. Chem.*, **42**, 3130 (2004).

一般論文

カップリング反応によるソルバトクロミズム分子の創製

石井 努, 矢永 香織^{*1}, 雨森 翔悟^{*2}, 堤 尚孝^{*1}**Solvatochromism Molecules Prepared from Coupling Reaction**Tsutomu ISHI-I, Kaori YANAGI^{*1}, Shogo AMEMORI^{*2}, Naotaka TSUTSUMI^{*1}

Donor-acceptor molecules, phenanthrolinedione and phenanthrenedione having two triphenylamine moieties, were prepared by coupling reaction of the corresponding dibromides with triphenylamineboronic acid. In various solvents (from nonpolar to polar ones), the donor-acceptor molecules show color change based on the charge-transfer characteristics, indicating the solvatochromism.

Keywords: donor-acceptor, solvatochromism, phenanthroline, phenanthrene, triphenylamine

1. はじめに

スレン誘導体 **3** を合成し、それらのソルバトクロミズム特性について検討した結果を報告する。

分子内に電子供与部と受容部をもつドナー・アクセプター化合物は、電荷移動に起因するソルバトクロミズム特性、¹ 正孔・電子輸送バイポラ特性、² や二光子吸収特性³ を示すことが知られている。ソルバトクロミズムとは、溶媒の極性の違いによって電荷移動吸収帯（CT遷移）がシフトし溶液の色が変化する現象である。ソルバトクロミズム効果の特出した応用として、色変化により媒体の極性を調べる $E_t(30)$ ⁴ という極性プローブが挙げられる。

先に当研究室では、フェナントロリンジオン誘導体を合成中間体とした、電子輸送性有機半導体トリ（フェナントロリノ）ヘキサアザトリフェニレンの創製を報告している。⁵ その研究過程で、本フェナントロリンジオン誘導体がアクセプター性を示し、ドナー性部位との連結によりソルバトクロミズムを示すことを発見した。本研究では、本ソルバトクロミズムを詳細に検討する目的で、ドナー性トリフェニルアミンを導入したフェナントロリンジオン **1** を設計・合成した。また、比較対照化合物として、トリフェニルアミンとフェナントロリンジオン部位の連結部位に酸素原子を導入することでドナー・アクセプター構造を切断したエーテル体 **2**、更にフェナントロリンと比べて弱いアクセプターであるフェナン

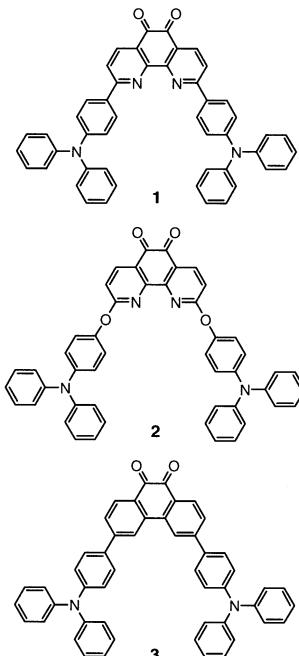


Figure 1. Molecular structure of **1-3**.

2. 実験

吸収スペクトル測定： 吸収スペクトルは各種溶媒に溶解した 0.02 mM 溶液を調整し、1 cm 角の石英セル中で測定した。

2,9-Bis[4-(diphenylamino)phenyl]-1,10-phenanthroline-5,6-dione (1**)。** 10 mL の二口フラスコにジブロモ体 **4b** (93 mg 0.25 mmol), Pd(PPh₃)₄ (66 mg 0.06 mmol) と、

平成21年8月21日 受理

^{*1} 本学科学生

^{*2} 専攻科学生

Copyright 2009 久留米工業高等専門学校

アルゴンバーリングしたDME (5 mL) を入れアルゴン雰囲気下で 60 °C にて 5 分間攪拌した。攪拌後, 4-(diphenylamino)phenylboronic acid (**5**) (159 mg 0.55 mmol) と 2M 炭酸ナトリウム水溶液 (2.5 mL) を入れ 85 °C にて 16 時間加熱した。反応終了後, 0 °Cまで冷却して水 (40 mL) を加え, 塩化メチレン (40 mL) で2回抽出した。有機相を飽和食塩水溶液 (100 mL) と水 (100 mL) で洗浄し, 硫酸マグネシウムで乾燥させて溶媒を減圧留去して, **1** を含む濃ワイン色～濃茶色の固体 (241 mg)を得た。これをカラムクロマトグラフィー (WAKO C 300, 4.9 g, 塩化メチレン) に付し, 紫色固体の目的物 **1** を収率 50 % (56 mg, 0.123 mmol) で得た。Violet solid; mp 137-138 °C; IR (KBr, cm⁻¹) 3061, 3025, 1667 (v_{C=O}), 1568, 1549, 1489, 1326, 1283, 1177, 827, 753, 696; ¹H NMR (CDCl₃) δ 7.11 (t, J = 7.4 Hz, 4 H, ArH), 7.14-7.23 (m, 12 H, ArH), 7.31 (t, J = 7.4 Hz, 8 H, ArH), 7.90 (d, J = 8.4 Hz, 2 H, ArH), 8.20 (d, J = 8.6 Hz, 4 H, ArH), 8.47 (d, J = 8.4 Hz, 2 H, ArH); FAB-MS (positive, NBA) m/z 697 [(M+1)⁺]. Anal. Calcd for C₄₈H₃₂N₄O₂ · 0.3CH₂Cl₂ (696.79): C, 80.32; H, 4.55; N, 7.76. Found: C, 80.05; H, 4.24; N, 7.69.

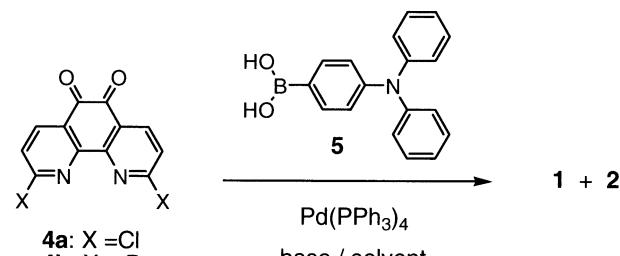
2,9-Bis[(4-diphenylamino)phenoxy]-1,10-phenanthroline-5,6-dione (2). Brown solid; mp 231-232 °C; IR (KBr, cm⁻¹) 3060, 3025, 1681 (v_{C=O}), 1577, 1530, 1497, 1439, 1310, 1272, 1206, 1088, 835, 753, 696; ¹H NMR (CDCl₃) δ 6.99 (d, J = 8.8 Hz, 2 H, ArH), 7.00 (t, J = 7.8 Hz, 4 H, ArH), 7.06 (d, J = 8.8 Hz, 4 H, ArH), 7.08. (d, J = 7.8 Hz, 8 H, ArH), 7.16 (d, J = 8.8 Hz, 4 H, ArH), 7.22 (t, J = 7.8 Hz, 8 H, ArH), 8.42 (d, J = 8.8 Hz, 2 H, ArH); FAB-MS (positive, NBA) m/z 729 [(M+1)⁺]; Anal. Calcd for C₄₈H₃₃N₄O₄: C, 79.11; H, 4.43; N, 7.69. Found: C, 78.82; H, 4.33; N, 7.66.

3,6-Bis[4-(diphenylamino)phenyl]phenanthrene-9,10-dione (3). Brown solid; mp 284-285 °C; IR (KBr, cm⁻¹) 3060, 3034, 1662 (v_{C=O}), 1588, 1512, 1489, 1322, 1294, 1268, 1193, 1180, 925, 825, 753, 696; ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃) δ 7.10 (t, J = 7.2 Hz, 4 H, ArH) 7.16-7.20 (m, 12 H, ArH) 7.31 (t, J = 7.2 Hz, 8 H, ArH) 7.59 (d, J = 8.8 Hz, 4 H, ArH), 7.66 (dd, J = 1.6, 8.4 Hz, 2 H, ArH), 8.24 (d, J = 1.6 Hz, 2 H, ArH), 8.26 (d, J = 8.4 Hz, 2 H, ArH); FAB-MS (positive, NBA) m/z 695 [(M)⁺]. Anal. Calcd for C₅₀H₃₄N₂O₂ · 0.1CH₂Cl₂: C, 85.56; H, 4.90; N, 3.98. Found: C, 85.32; H, 4.86; N, 3.99.

3. 結果及び考察

ジクロロフェナントロリンジオン **4a**⁶ とトリフェニルアミンボロン酸 **5** との鈴木カップリング反応⁷により、トリフェニルアミン部位を導入したフェナントロリンジオン **1** の合成を行った (Scheme 1)。

一般的な条件である DME 中炭酸ナトリウムを塩基として用いる条件では、目的のカップリング体は得られず、エーテル体 **2** が生じた (Table 1)。塩基性条件下ボロン酸がアルコール体に変換し、求置換反応が進行したこと示している。⁸ 溶媒 (ベンゼン・エタノール系) 及び塩基 (リン酸カリウム,⁹ フッ化セシウム¹⁰) の条件検討を行ったが、良好な結果は得られなかった。



Scheme 1

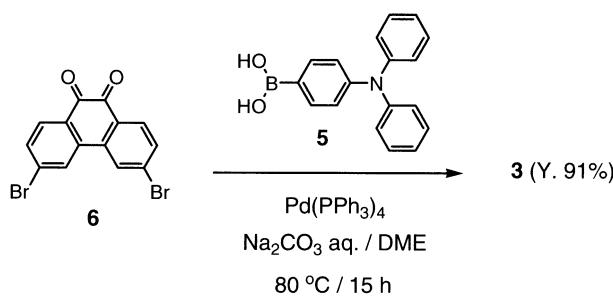
Table 1. Suzuki coupling reactions of **4** with **5**

X	base	solvent	temp. °C	time h	1 %	2 %
Cl	Na ₂ CO ₃	DME	80	15	0	38
Cl	Na ₂ CO ₃	Benzene/ EtOH	80	15	+	0
Cl	K ₃ PO ₄	DMF	85	15	0	24
Cl	KF	DME	100	15	+	0
Cl	CsF	DME	100	38	20	0
Br	Na ₂ CO ₃	DME	80	15	50	0
Br	CsF	DME	100	30	35	0

そこで、脱離性の高いプロモ基を持つ **4b**¹¹ を用いてカップリング反応を行った。炭酸ナトリウム及びフッ化セシウムを用いた系で、目的物 **1** をそれぞれ収率 50% 及び 35% で得ることに成功した。フッ化セシウムの反応は、低収率 30% であり、目的物の

精製において不純物除去に困難を要した。以上の結果より、塩基として炭酸ナトリウムを用いたプロモ体 **4b** の反応が最良と判断できる。

フェナントロリンジオンにトリオフェニルアミンを置換した **3** は、対応するプロモ体 **6**¹² のカップリング反応により高収率 91% で得ることに成功した (Scheme 2)。



Scheme 2

合成したフェナントロリンジオン体 **1** は、380-530 nm 付近に電荷移動吸収帯 (CT 遷移) を示した (Figure 1 and Table 2)。測定溶媒の極性変化により吸収帯が移動する、ソルバトクロミズムが確認された。目視においても、溶媒極性の増大により黄色からオレンジ、ピンクへの色変化が認められた (Figure 2)。

本結果は、アクセプター性のフェナントロリンジオンにドナー性のトリフェニルアミンを導入したこと、ドナー部位からアクセプター部位への分子内電荷移動が発現したことを示している。本電荷移動は極性溶媒中で促進され、吸収帯の長波長移動と、

それに基づく色変化・ソルバトクロミズが発現している。



Figure 2. Color images of **1** (0.02 mM) in cyclohexane, toluene, dichloromethane, DMSO, and methanol (from left to right).

一方、ドナー・アクセプター間を酸素原子で連結した **2** では、可視領域 450-490 nm 付近の電荷移動吸収帯の強度は極めて弱く、紫外領域の 300 nm 付近に強い $\pi-\pi^*$ 遷移が認められた (Figure 3 and Table 2)。目視により着色の確認は難しく、溶媒効果による色変化はほとんど認められなかった (Figure 4)。ドナーとアクセプター部位の間に酸素原子が入ることで π 共役が切断され、ドナー・アクセプター効果が著しく低下した結果である。

フェナントロリンジオンにトリフェニルアミンを置換した **3** では、360-490 nm 付近に電荷移動吸収帯が観測され、その強度は **1** と同程度であった (Figure 5 and Table 2)。シクロヘキサン中の電荷移動吸収帯

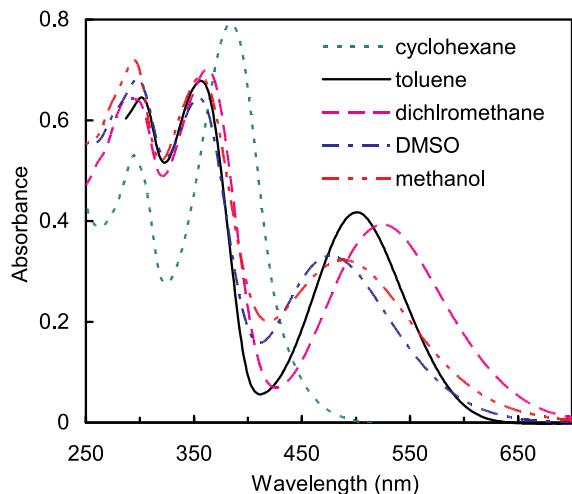


Figure 1. UV/Vis spectra of **1** in cyclohexane, toluene, dichloromethane, DMSO, and methanol (0.02 mM) at 20 °C.

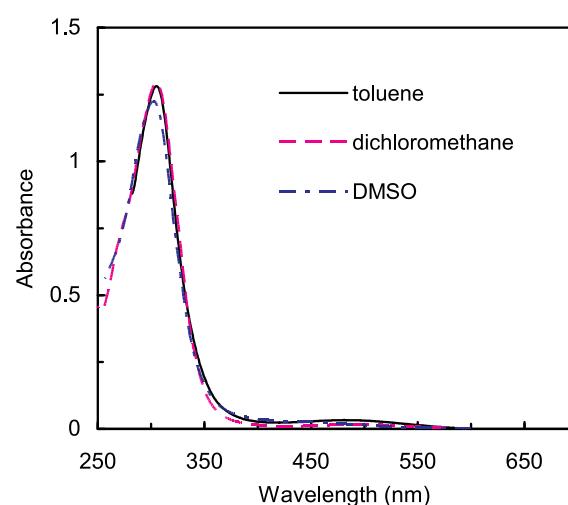


Figure 3. UV/Vis spectra of **2** in toluene, dichloromethane, and DMSO (0.02 mM) at 20 °C.



Figure 4. Color images of **2** (0.1 mM) in toluene, dichloromethane, and DMSO (from left to right).

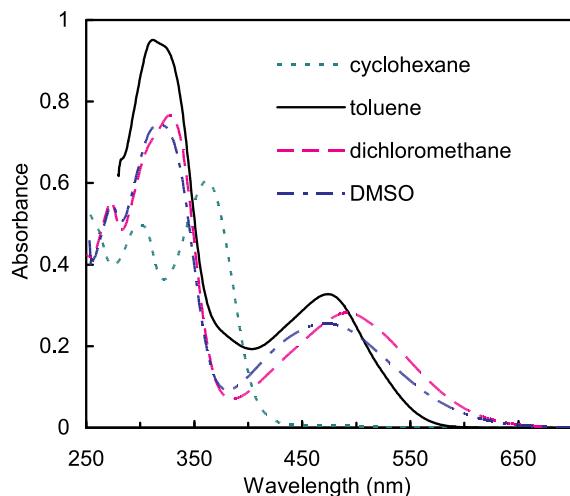


Figure 5. UV/Vis spectra of **3** in cyclohexane, toluene, dichloromethane, and DMSO (0.02 mM) at 20 oC.



Figure 6. Color images of **3** (0.02 mM) in cyclohexane, toluene, dichloromethane, and DMSO (from left to right).

は 362 nm に現れ、紫外・可視境界領域のため、着色は殆ど生じていない。トルエン・塩化メチレン・DMSO 中では着色が認められたが、ソルバトクロミズによる色変化は **1** と比べて顕著ではなく、オレンジ領域での色変化を示したのみであった (Figure 6)。

Table 2. Spectral data of **1**, **2** and **3** (0.02 mM).

Comp.	solvent	$\lambda_{\max} / \text{nm} (\varepsilon \times 10^{-4})$	
		$\pi-\pi^*$	CT
1	<i>c</i> -hexane	294 (2.81)	384 (3.96)
	toluene	302 (3.23)	356 (3.39)
	CH_2Cl_2	291 (3.21)	362 (3.51)
	DMSO	298 (3.41)	355 (3.22)
	methanol	295 (3.60)	356 (3.44)
2	toluene	305 (6.41)	482 (0.17)
	CH_2Cl_2	305 (6.47)	490 (0.13)
	DMSO	303 (6.13)	450 (0.13)
	<i>c</i> -hexane	302 (2.48)	362 (3.03)
3	toluene	312 (4.80)	474 (1.64)
	CH_2Cl_2	273 (2.78)	328 (3.83)
	DMSO	274 (2.74)	318 (3.72)
			473 (1.28)

予想したように、フェナンスレンはフェナントロリンよりもアクセプター性が弱いため、顕著なソルバトクロミズクが発現していない。

4. 結 言

アクセプター性のフェナントロリンジオンにドナー性のトリフェニルアミンを導入した分子が、ソルバトクロミズムを示すことを明らかにした。本ソルバトクロミズムは、ドナー部位からアクセプター部位への分子内電荷移動に起因しており、電荷分離した極

性構造が極性溶媒中で安定化され (Figure 7), 電荷移動吸収帯が移動することで、色変化が生じている。

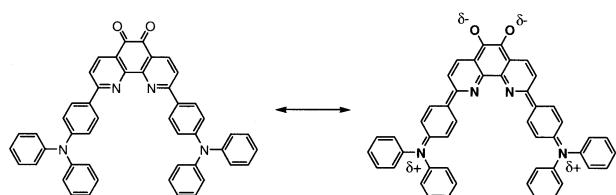


Figure 7. Polar structure in 1.

5. 参考文献

1. P. Suppan, N. Ghoneim, *SOLVATOCHROMISM*, The Royal Society of Chemistry, 1997.
2. (a) U. Mitschke, P. Bäuerle, *P. J. Mater. Chem.* **2000**, *10*, 1471-1507. (b) H. E. Katz, A. J. Lovinger, J. Johnson, C. Kloc, T. Siegrist, W. Li, Y.-Y Lin, A. Dodabalapur, *Nature* **2002**, *404*, 478-481. (c) L. Schmidt-Mende, A. Fechtenkötter, K. Müllen, E. Moons, R. H. Friend, J. D. MacKenzie, *Science* **2001**, *293*, 1119-1122.
3. (a) M. Albota, D. Beljonne, J. E. Ehrlich, J.-Y. Fu, A. A. Heikal, S. E. Hess, T. Kogej, M. D. Levin, S. R. Marder, D. McCord-Maughon, J. W. Perry, H. Rockel, M. Rumi, G. Subramaniam, W. W. Webb, X.-L. Wu, C. Xu, *Science* **1998**, *281*, 1653. (b) G. S. He, L.-S. Tan, Q. Zheng, P. N. Prasad, *Chem. Rev.* **2008**, *108*, 1245. (c) S. R. Marder, *Chem. Commun.* **2006**, 131.
4. M. S. Paley, E. J. Meehan, C. D. Smith, F. E. Rosenberger, S. C. Howard, J. M. Harris, *J. Org. Chem.* **1989**, *54*, 3432.
5. T. Ishi-i, K. Yaguma, R. Kuwahara, Y. Taguri, S. Mataka, *Org. Lett.* **2006**, *8*, 585-588.
6. M. Yamada, Y. Tanaka, Y. Yoshimoto, *Bull. Chem. Soc. Jpn.* **1992**, *65*, 1006-1011.
7. (a) N. Miyaura, A. Suzuki, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* **1979**, 866. (b) N. Miyaura, A. Suzuki, *Chem. Rev.* **1995**, *85*, 2457-2483. (c) J. Hassan, M. Sevignon, C. Gozz, E. Schulz, M. Lemaire, *Chem. Rev.* **2002**, *102*, 1359-1469. (d) A. F. Littke, G. C. Fu, *Angew. Chem., Ind. Ed.* **2002**, *41*, 4176-4211. (e) 鈴木章, 宮浦憲夫, 有機合成化学協会誌, 第51巻, 第11号, 1043-1052 (1993). (f) 石山竜生, 宮浦憲夫, 有機合成化学協会誌, 第57巻, 第6号, 503-511 (1999).

8. 平島亮一, 雨森翔悟, 石井努, 久留米工業高等専門学校紀要, 第23巻, 第2号, 1-4 (2008).
9. C. Dietrich-Buchecker, B. Colasson, D. Jouvenot, J.-P. Sauvage, *Chem. Eur. J.* **2005**, *11*, 4374-4386.
10. S.-W. Wright, D.-L. Hageman, L.-D. McClure, *J. Org. Chem.* **1994**, *59*, 6095-6097.
11. T. Ishi-i, *unpublished data*.
12. M. V. Bhatt, *Tetrahedron* **1964**, *20*, 803-821.

一般論文

戦後親鸞論の軌跡（3） —二葉憲香「仏教史学・親鸞論」を読む—

松尾 一

**Studies on the SINRAN's Buddist Thought
by Futaba kenkou**

Hajime MATSUO

3 「信心」の成立

二葉の古田武彦批判（承前 『久留米工業高等専門学校紀要』24巻2号 2009年） 1960年代以降において、二葉が久方振りに、親鸞研究について、それも実証的な発言をしたのが、1975年「親鸞の宗教的主体の成立」である。ここで二葉は、古田武彦『親鸞思想』第1章「親鸞の中心思想－三願転入の論理」（1974年 富山房、明石書店に改版・増補され1996年）に対する批判的検討を行い、自身の「三願転入」に対する理解を述べている。

この二葉による古田批判は、二葉ー古田の論争となつた両者間の議論のやり取りとなつたが、二葉（古田批判）は家永論集以外には、「親鸞の廻心－古田氏説再批判－」（梅原隆章教授退官記念論集刊行会編『歴史への視点－真宗史・仏教史・地域史－』

1985年 桂書房）がある。また、批判を受けた古田は、次の論稿で二葉へ反論した。

「三願回転の史料批判－二葉憲香氏の反論に答える－」（千葉乗隆博士還暦記念会編『日本の社会と宗教』1981年 同朋舎出版）

「親鸞思想の史料批判－再び二葉憲香氏に答える－」（平松令三先生古稀記念会編『日本の宗教と文化』（1989年 同朋舎出版）

二葉ー古田の「三願転入」論争に関する決着は、二人のそれぞれの親鸞論が、このほか歴史学として特殊な論議の方法を取っていたため、問題関心、すなわち、学問としての方法を同一にしないことは、つまり、他者には、入り込みにくい、はっきり

いえば、特殊な問題関心から生じた議論を、さらに複雑で難渋なものにしてしまった感があった。二葉ー古田論争の最中には、まだ、学部学生から大学院生であった私などには、仏教史・親鸞研究の大家が行う論争であったから、学生の一応の義務として目を通したもの、何が課題で史料解釈上の論点がどこにあるのかわからない現状に、「どうでもいいから、早く白黒をつけて」ほしい、と感じたくらいである。ところが、今日において両者の議論を読み返してみると、古田が行ってきた親鸞史料への「史料批判」は、認めるか否かという問題はともかくとして、問題が明治以降の官学アカデミズムの近代史学史のあり方、歴史学における実証の方法へ果敢な挑戦したものであるし、二葉が行っているのは、親鸞の宗教的主体の成立、つまり、歴史における普遍的主体の成立をめぐる実証的な手法についての、二葉が構想する日本仏教史の枠組みから、古田の三願転入＝親鸞思想の成立にかかわる実証的手法＝史料批判から導き出された結論を真向から批判したのであった。

古田批判を通じて二葉は、親鸞における宗教的主体成立の問題を、①自我肯定から自我否定の立場、②自力から他力の立場、③民族宗教性から普遍的宗教主体への転回という視点から古田説を検討した。ここでは、私なりの古田説紹介・評価は行うつもりは全くなく、二葉の特徴的な「普遍的主体論」というよりは、親鸞論の質を決定する理解が伏在しているように思う。

親鸞における宗教主体の成立は民族宗教性との訣別

二葉は、実はもとより近世の西本願寺の学林（学寮）で、宗学上の問題として立てられた「三願転入」という問題関心へ、当初は川崎庸之・家永三郎の議

論を通じて関説する程度であって、本格的に議論する準備も予定もないとみえ、親鸞の「宗教的主体の形成」をめぐる諸学説批判をめぐる論点の一つと理解していた程度であるように思われる。そのため、親鸞論において、あるいは中世仏教史の問題として豊かな歴史学の論点を提供すると考えられる寛喜三年の廻心・内省の問題は、「『自力のしうしん』に対する反省はおそらく終生親鸞の日常生活の宗教性構成」をしているもので、『正像末和讃』「悲嘆述懐讃」の「小慈小悲もなき身にて…」を引き、『有情利益のしうしん』に対する廻心のあったことを示すものである。もはやそれは三部経読誦という有情利益ではなかったであろうが、有情利益のしうしん否定は疑うことはできまい。従って、このような意味での廻心の決定性をもとめるのならば、終生親鸞には決定的な廻心というものはあり得なかった」（『研究』16～7頁）と述べ、「信」成立後において親鸞が遭遇した宗教主体の実践上における一事件に対する「回顧」談にすぎないというのである。

つまり、「あれからいろいろあった…」の一エピソードに過ぎないというのであり、「あれから」という場合の時点を親鸞がどこにおいているのかといえば、「これは、「所謂三願転入の決定的廻心、換言すれば『本願の嘉号を以っておのれが善根とする』ことからの決定的な離脱の親鸞の体験を疑うことはできない」（『研究』17頁）のであるから、『教行信証』で「愚禿釈の鸞、建仁辛酉の暦、雑行をして、本願に帰す」と親鸞が明言しているのであるから、それ以上の、それ以下の問題ではありえなかつた、と二葉は考えたのであろう。二葉にすれば、非常に明快な文言を持って親鸞自身が述べているのであるから、親鸞の宗教的主体の形成あるいは動搖・確立・転回にあったと諸説が議論する健保2年、寛喜3年の問題も、社会的実践の問題として取り扱うべき性格のことであり、宗教主体成立の問題として、端から論議すべきことではなかつたのである。

二葉は、宗教的主体の成立、つまり、普遍的宗教成立の説明にあたって、聖徳太子・行基・親鸞が「普遍的主体」であることの実態として、民族宗教性と対決し、それに対して人びと=民衆に対して真宗の世界を開放し、ともに、それだけではなく、呪縛から真宗の世界へ解放する方向を持った歴史的身体（主体）を持っていることを強調した。二葉は、普遍的宗教主体であることの、歴史のなかでの要件として、

親鸞のみではないのであるが、

A 民族宗教性社会との対決と被弾圧の必然

B 民族宗教による呪縛からの解放と、人間の尊厳性確保され自立的に結びつく同信集団形成への志向

の2点にわたり、強いこだわりを持ち続け、この前提に立って、承元の念佛弾圧を（A）と規定し、被弾圧の必然という事態は、絶えず普遍的宗教主体への民族宗教性社会・国家権力からの繰り返しと考え、嘉禄・建長といった度重なる法難を位置づけた。ゆえに、民衆の仏教による解放は、民族宗教性社会においては自律的同信集団の形成にほかならないが、民族宗教社会において、自立的な同信集団の形成は、繰り返しての抑圧・弾圧の危機的状況に晒された、と考えた。従って、（B）は、（A）が発生した当初により、普遍宗教を拠り所とした自立的集団形成が芽生え、そして、集団形成へとむかうわけであるから、（A）・（B）は連続・不可分なものであると考えたわけである。この考えに従って、（B）の部分についての実証的部分は、建長の念佛弾圧における性信をはじめとする東国門弟の動向として二葉は分析している。

つぎに（A）・（B）の二葉親鸞論を支える前提から見ると、古田の「三願転入」論は、どうしても容認できない、すなわち批判の対象とせざるをえない内容の所説であった。二葉が受け止めた古田の所論は、親鸞が阿弥陀仏の本願である第十八願の立場にたつたのは、建仁元（1201）年29歳のこととは考えないない論議であり、二葉が親鸞の廻心に決定的な転回があったとする元仁元年には、親鸞は第十八願未到達という古田説に対して、二葉は逐条的な批判を加えているが、加えて、古田が「三願転入」論をもってして、親鸞の宗教的主体の成立の問題として考えないという姿勢に対して厳しい批判を加える必要を考えたものと思われる。二葉が、古田説が主張する元仁元年において、親鸞が第十八願の立場に帰していなかったとすることについて、認めることができなかつた事情は、次のようにまとめることができる。
①十八願の立場とは、主体をして自我肯定から転じて自我否定の立場にあり、これは、「三願転入」は浄土門でいうところの自力の念佛の否定である、他

力の立場への転入を示している。そして、「仏教の原理的立場を確立に他ならない」（『主体の成立』164^ジ）と述べている。では、十八願の立場にいたつたかについて論議に対して、二葉は確信を持ったように次のごとくに主張する。それは、②「大乗仏教の課題の一切衆生の救済にあり、その課題実現のためには、いかなる悪人もいかなる劣機も可能な解り易い行法がなければならない。このような課題を担つて現れたのが法然の専修念佛であった。法然の下での親鸞の決定的廻心は、法然の課題としての大乗道としての決定的廻心であったと考えられる。」（『主体の成立』179^ジ）と述べ、親鸞の主体成立が、法然門下への参入と専修念佛への帰依の表明、従つて、天台佛教を離脱したことを親鸞自身が意識する建仁元年でなければならないということが二葉の立場になる。そして、建保2年の三部経千巻読誦の発願と中止や、寛喜3年の三部経読誦発願・中止への反省といった、親鸞の「信心」の動搖や、信仰の深化と考えられる事象については、それは、宗教的主体を確立した親鸞に取つて、③「建仁元年、本願の嘉号を己ず善根とする立場、人我自ら覆う立場を否定した親鸞は、その長い生涯のなかで、自力執心、凡夫の実態を鋭く反省しながら、その思想を深め、組織化していったのである。」（『主体の成立』179^ジ）と、いくら普遍的宗教主体=第十八願の立場だからだといって、親鸞も生身の人間なのだから、いろいろなことがあって当たり前であり、そうした、自立の反省を機会として、十八願の立場による思想（教学）の組織化をすすめていった、とそつてなく古田の所説を切り捨てている。

このような二葉の、古田批判から窺われる親鸞における「信心」の成立についての考え方は、おおよそ次のようになる。

- ① 法然門下に参入したこと、すなわち、専修念佛への帰依の表明を持って、阿弥陀仏という絶対的立場が保障されている十八願の立場であるから、呪術・祈願といった現実との葛藤はあったとしても、それが変化することはない不变の普遍的主体である、とみたところにあるといえる。このことは、古田の「三願転入」への理解に対する批判のみではなく、宗教的心境・信心の動搖を指摘する松野純孝・家永三郎・川崎庸之・笠原一男らの所説に対して、ひっくるめて否定

的に評価をして行った回答であると読む必要がある。

- ② 二葉の強調点は、古田があげた実証上の論点であるよりも、親鸞が法然門下に参入したことの日本佛教史の位置づけ、すなわち、法然とその門下である親鸞の位置づけを、民族宗教社会からの決別、普遍的宗教主体の成立、自立的同信集団の形成、といった自説の枠組みで論議することに主眼があつたもので、いいかえれば、古田批判は、自説の普遍的主体論ともっとも隔絶する親鸞の「三願転入」理解を排除することに目的があつたものとさえ勘縁ることが出来る。なぜなら、法然門下への親鸞参入を持つて普遍的宗教主体確立と見ないこには、法然・親鸞が流罪となる承元の念佛弾圧の要因を、民族宗教性社会=律令佛教からの普遍宗教=反律令佛教への弾圧とする大前提に狂いが生じることになるからである。つまり、法然・親鸞の側から見れば「被弾圧の必然」ということであれば、承元の法難の段階において、普遍的宗教主体は確固たるもので、弾圧の対象となるような歴史的身体として存在しなければならないという論理的必然を有する。

このように、二葉は親鸞の歴史的評価を、民族宗教性社会からの決別として、普遍宗教が成立することを繰り返し強調してきた。

論ずるべき真の課題とは ところが、そこで主張してきた民族宗教体制・宗教の実質としての「歴史的身体」であり、中世史研究のことばでは、院権力・鎌倉幕府権力・顕密佛教勢力…に対して、二葉自身の言葉で言えばこれらの歴史的実態が示す多様な存在に対して「民族宗教」という一語で処理してしまったようだ。くどくなるが、先に述べたように二葉の1970年代後半における「親鸞論」の真の研究課題が、中世民族宗教性社会構造分析であったと、改めて説くこととなるが、実は、古田に対する本当に必要であった議論は「三願転入論」批判だけではなく、古田によって示された承元の念佛弾圧をめぐっての親鸞の動向分析は、すなわち、古田が提起した承元の「奏状」問題であったように、私には思えてならない。

二葉は、古田が提起した、おそらく親鸞研究史に

おいて大きな論文となると考えられる、親鸞が「承元の念佛弾圧」にあたり、朝廷に対して提出したという「奏状」の存在に対しては、否定的に考えていたフシがある。これは、二葉が証言・証人として法廷に立った家永教科書裁判の証言記録を読めば、「奏状」が存在するとは断定せずに、朝廷の不当な弾圧に対しての抗議の弁という主旨で述べていることからもわかる。（1996年『無我伝承』永田文昌堂）批判的あるいは否定的でないにせよ、古田説への賛同を留保して事には間違いはなく、そのことの真意は不明である。しかし、仏教史学の手法として、いわゆる「一般史」の分離理解を行う二葉にとって、古田が提言する「承元の奏状」についての、歴史的事実として認識するか否かという作業の段階において接近する方法を自ら断じているから、論議に加わる回路を廃棄しているので関説・発言は不可能な事態に陥っている。ゆえに、1970年代に、久方振りに親鸞論に再参入しようとしたとき、「国家と宗教」は二葉親鸞論の射程から離れ、極めて観念化・平面化した、口頭伝承文芸の「定型句（フォーミュラ）」化した民族宗教性・民族宗教社会という「ことば」のなかの歴史でという、いわば宗教主体の成立＝「信」の成立のみを分析対象とせざるをえない、自ら「タコ壺」に入り込む研究領域を自閉化させていく結果を生んだ。

民族宗教性社会からの訣別ということ　さて二葉は、親鸞における絶対他力・専修念佛・第十八願・非我的立場・普遍的宗教主体・といったあらゆる表現を動員してあらわそうとした「信の成立」は、法然門下参入時、すなわち建仁元（1201）年親鸞29歳の時であることを強調する一方、親鸞の信が成立する歴史的環境を、背景を「民族宗教社会からの決別」という、いわば親鸞が自ら書き残した史料とは別次元の問題として処理しようとしたことは注目すべきである。そのことの典型的な主張が、「自力の否定」・「自我の否定」の立場の成立が、同時に民族宗教社会との決別や普遍的宗教主体の成立と同じ意味、あるいは両者が同時に成立するということを、歴史的な必然・内容とする親鸞における宗教主体成立を強調的に論じていった。

このようにして、『教行信証』化身土巻の「建仁辛酉暦、棄雑行兮、歸本願」という語句は、親鸞がいう「三願転入」の「第十八願－弘願門－他力」の

立場を示す語として二葉には理解されていることになる。これは、古田のみならず「三願転入」を親鸞の人生の歩みに沿って理解しながら、それに史料上に読み込んで解釈を加え、親鸞の晩年に宗教的境地の完成を理解しようとする所説について二葉は、建仁元年に親鸞の宗教主体＝第十八願の立場が確立した後は、先に述べたようにいろいろあって当たり前という一刀両断に切り捨ててしまって、二葉の強引な論法では、確かに長いといえる人生のなかで、では、どのように数度かにわたり「自力の執心」への反省が親鸞において行われたのかという、「自力の執心」を引き起こした。例えば、建保2年の「有情利益」を親鸞が思い立った事情とは、といった、実は一番に聞きたくなる疑問が成立しなくなってしまうのである。29歳で宗教的主体が親鸞において成立したことの論議より、歴史学の問題としては、宗教主体である親鸞に問いかけてくるはずの、歴史的状況に親鸞とその集団がどのように受け止め対応しようとしたか、またその対応にどのような所感・反省を持ったかという、本来は歴史学としての親鸞論の主題の一つを形成してよさそうな論議は全く興味が示された形跡すらない。

二葉にあっては、宗教主体確立後の親鸞にあっては、普遍的主体として多種・多様な信仰体験を有したとしても、その本質は微動だにしないはずであるから、民族宗教との対決についても、親鸞にとってはすでに解決した問題であって、完全に否定の上において対決という形で向かいあっている宗教秩序であり、親鸞の宗教思想に影響や動搖をあたえることはないから、東国や帰洛後に親鸞が対峙したはずの「民族宗教体制」の動向・特色などについては、積極的な論及はみられない。しかも、親鸞自身の場合と同じくというよりは、親鸞の周辺に対してよりは、「桁外れ」に何らの分析もなしに東国門弟の宗教的立場が、親鸞と等質のものであると見なし、すなわち、東国門弟において「民族宗教性」の克服がなされ、民族宗教的な宗教社会構造との相克・対決が生じていた、ということを当然のように空想的根拠で確信した論調をとった。二葉が、この論理を推し進めたのは、親鸞と共に歩む民衆であるという直感的に、親鸞と同様に民族宗教性を克服し対決するだけの宗教主体の確立があったはずであると判断したもので、具体的には、建長の法難についての二葉の論議に現れるごとく、善鸞の宗教的立場は「民族宗教

的・律令佛教的」であると評価して、その善鸞との鎌倉の幕府廷中での対決をもって、東国門弟の普遍的宗教性の論証が完成していると考えるのか、門弟の宗教的特色についての分析・論及はみられない。そして象徴的なことは、古田批判においては、古田が東国における親鸞の宗教的動搖や思想の確立を論じる際に問題としている東国門弟の宗教的特色について、二葉の表現で言えば、民衆における宗教主体成立については全くといっていいほど無関心である。無論、このことが、二葉にとっては議論の中心ではありえないものであるが。

いずれにせよ、二葉にあっては、親鸞の宗教主体の成立を論ずることによって明確になるのは、第十八願の立場といったような宗教上というよりは真宗用語上において理解したことを意味した。つまり、

「三願転入」というような宗教上の問題を、佛教・真宗を信仰しその生き方の上で弁証しようとする自覚する人びと(佛教徒・真宗門徒)の宗教的主題・経路に沿った史料上の検討から導き出すのではなかったことになる。つまり、親鸞という人物の宗教的性格を、親鸞が使用した「ことば」と足跡である「史料上」において確認・検討することを忌避する姿勢を生じさせることになり、佛教そのものの原理や、真宗という宗教の性格を説明することによって、親鸞の宗教というものを論じたことにしかならず、日本佛教史のなかにおける、親鸞の宗教の成立その位置づけが、結果的に「何もわからない」ということになってしまった。

しかも、残念というよりは、当然のこととして、親鸞の宗教の佛教史における学問的検討についての見通しは、私は二葉の古田批判の論文からは、積極的な内容を聞き出すことはできなかった。そればかりか、「史料批判」という題目、あるいは、自己の論議を押し出す＜手法＞のやり取りに終始した古田との論争のみについては、二葉の同世代の研究者であれば「もういいから、互いに勝手に白黒を着けてください」というしかない不毛なものしか写らなかつたのではないかと、若い世代の私にはうつらなかつたのではないかと、若い世代の私にはうつらなかつた。

「定型句（フォーミュラ）」化した民族宗教論 しかも、二葉が「三願転入」を親鸞『教行信証』をひいて、阿弥陀仏の十九願、二十願、十八願のそれぞれの図式を示したり、「第十九願一要門」・「第二十願

一真門」で「他力のなかの自力」で、「第十八願一弘願門一他力」であるから、「自我肯定と自我否定の相違」とか、「それは佛教の原理的立場の確立に他ならない」（「主体の成立」163^シ）といわれれば、また、「それは自我肯定の宗教的主体から自我否定の宗教的主体への転回を意味する」（「主体の成立」165^シ）といわれたりすると、それはその通りなのであるかもしれないが、実質は、真宗用語の概念操作を親鸞における宗教主体のという「ことば」に置き換えただけのことではないのか、中世列島日本社会における人間の信仰像として、確かな「手ごたえ」の覚えにはなっていない、と溜息してしまう。

宗教主体・普遍的主体・信仰の成立の問題として、現実の歴史、すなわち中世日本の持つ国家や社会が持つ人間に与える決定的役割の問題を切り離してしまうのならば、当然に中世における宗教・佛教の内容とのかかわりが論じられ、説明されなければならないことになる。二葉にあっては、古田との論争を行った1980年代前半の段階において、すでに民族宗教性論についていえば、古田が二葉へのいささか理不尽な批判に対して、怒りをぶちまけるように反批判で述べていることは正しいようだ。古田によれば、「(二葉は一注=松尾)『民族宗教からの訣別』『民族宗教化した佛教への批判・訣別』を示すとされる諸例をあげておられる。氏はこれらがわたしの所論への反証になる、と考えておられるように見える。しかしこれもまた、全く氏の『わたしの説への誤解』にもとづくものだ。氏によれば、『民族宗教』ないし『民族宗教化した佛教』という用語は、『神秘主義』と同方向を持つ使用法の用語であるらしい。『対衆生指向』の大乗佛教の本来の精神は『反神秘主義』、そういう理解のようである。それは結構だ。」（初出1989年、ここでの引用は『親鸞思想』明石版891^シ）と。古田によれば、「民族宗教論」は、まるで二葉が論文で使用する用語の問題あるいは、二葉の論文における独特的修辞法（言い回し）であるかのような表現にさらされてしまった。

つまり、苛立った古田が二葉親鸞論批判の標的したのは、民族宗教・民族宗教化した佛教であったが、古田が意味不明な歴史学上の用語であるとした背後には、民族宗教のみではなく、律令佛教一反律令、民族宗教一普遍宗教といった、二葉が論議してきた日本佛教史・親鸞における宗教的内実を評価にかかる「用語」のみならず、日本佛教史を理解するた

めの枠組みに関する「概念」であり、あたかも、二葉親鸞論における「言い回し」（修辞法）として理解され批判されたのは、二葉の自説の学問性の危機状況であるといえよう。しかし二葉は、1989年の平松令三古稀記念会編『日本の宗教と文化』を初出とする「親鸞思想の史料批判－再び二葉憲香氏に答える－」（同朋舎出版）の古田からの反批判については、ついには答えることはなかった。あるいは、二葉親鸞論の関心が第4の峰へと移っていったからかもしれないが。

「佛教無我伝承論」の提起 ここに至りさすがの二葉自身も不毛と感じたのか、古田との激しい論争を一方的に打ち切った二葉は、1980年代に入り熱心に議論したのは、1950年代から一貫して主張してきた親鸞の宗教思想の内容についての議論である。この親鸞の宗教思想の内容を検討した議論とは、普遍的主体であることの論証を、親鸞における釈尊の宗教的立場の継承、あるいは、佛教における無我（非我）伝承の立場の親鸞における継承、といった議論であり、1980年代後半から二葉親鸞の到達点であるかのように熱心に強調した。とはいっても、古稀を過ぎた二葉の身体条件は決して良好とはいせず、論文執筆という形での親鸞論の完成は望めなくなりつつあり、相変わらず京都女子学園園長職を務めながら、精力的にこなして來た講演・法話を、周囲の支えにより講義録として出版し議論を提示している。

そのなかで、二葉親鸞論の第4峰の代表的作品ができるのが、1992年の「佛教思想史における親鸞の無我伝承－佛教における無我伝承と有我伝承－」

（『龍谷史壇』99・100合併号）である。76歳に達した二葉が発表したこの論文は、端的にいえば、普遍的宗教主体、あるいは宗教主体を議論する前提として、二葉が言う佛教における「無我の伝承」とは、歴史のなかの実態としての人間の問題なのか、佛教という宗教原理から抽出される理念型の問題なのか、一向にはっきりせず、釈尊と親鸞を直結的に結びつけるものであり、読むものの違和感を誘った。まさか、インドの紀元前における宗教が抱えていた課題、つまり、国家成立期における支配－被支配のありようと、そこにおける人間の苦悩は、例えば、インド古代王権と中世日本天皇制に対して宗教者が抱える課題や宗教上の問題について、同じ「国家」なのだから、あるいは「民族宗教社会」なのだから等質で

あり、歴史における宗教・佛教のありようを考える絶好の素材であるとはいわないだろう。しかし、民族宗教性論という國家の宗教性理解に二葉が使用した概念の杜撰さの裏側には、歴史学という学問における国家権力の議論ではなく、宗教における国家権力論だという乱暴な理解が伏在・隠避されているのではなかったことを念ずるしかない。民族宗教性の問題を国家権力論の課題として、厳密に扱うのか、扱わないのかを、はっきりさせたうえでの佛教史論・普遍宗教論である必要があったが、二葉はそのことを明確にしてから、「佛教における無我伝承」の議論を始めるべきであった。

二葉親鸞論が、第四の峰を果敢に登ろうとしていた時期において、人生の最晩年にさしかかっていた二葉の年齢と身体条件からくる体力・気力の問題・限界を差し引いてもである。私には、二葉親鸞論が第二の峰を登り始めた時期から、めざすべき頂上を間違えた、と思ってならない。間違えたのは二葉自身であるが、間違えるように「教唆」したのは薗田であり、第三の峰では古田に「案内」されて深い峡谷を彷徨った挙句に頂上を見失いかけた。そして、二葉が改めて目指すべき峰の頂上としたのは、親鸞の宗教主体そのものの分析であり、1954年の「親鸞の人間像」で試みて以来、実質的には中断している、佛教における無我伝承分析を通じ親鸞を世界佛教史における位置づける作業を、二葉親鸞の集大成としての第四の峰として意識し、渾身を込めて発表したのが「佛教思想史における親鸞の無我伝承」であったものと思われる。

位置づけるべきは世界佛教史のなかの親鸞 佛教における無我伝承の議論においては、残念なことに歴史における無我伝承が、時間・空間を超えて存在し釈尊から親鸞へその宗教的地平・主体が継承されたと述べられたのみで、二葉の強い信念のような自論が展開されたにすぎない。従って、比較佛教思想史というような方法は取らずに、二葉は佛教の宗教としての普遍性を、超歴史的な無我伝承の存在という、一方で、対峙させる収藏である有我伝承の実態である祈願・呪術・欲望充足の手段としての佛教は、単に二葉の議論を導入するための「枕詞」か「定型句（フォーミュラ）」のような存在になってしまい、一向に歴史的実存として相貌を現さない。ただ、このような抜き差しなら無い議論の膠着状態・事態は、

二葉が望んだものとは思えないし、二葉の理論的・実証的な課題意識としては、世界仏教史のなかの親鸞ということであったと思う。

二葉にとって、仏教の祖たる釈迦牟尼仏陀（釈尊）は、仏教・真宗が普遍宗教たろうとするための真理・道理であり、釈尊は親鸞を含む仏教全体の普遍性を確立する宗教的原理であった。だから、「親鸞の仏教の根本的立場が、『自力の心』の否定からひらかれる他力廻向の確信であることは、原始仏教の立場である無我・非我との超時代的（超歴史的）同一性を示すものである」（「無我伝承」272頁）などと述べるのであるが、中世日本における宗教的存在である親鸞を、あまりにも直線的にインド古代の釈尊に引きつけて説明しようとする二葉の理解、というよりは「手法・方法」のいは、すでに付いていけないものを感じるのである。

二葉は、こともなげに「無我に関する両（有我と無我—注＝松尾）伝承は、現代の仏教研究者のなかでも存在している」（「無我伝承」300頁）と述べているが、ここでさりげなく二葉がいう現代の仏教研究者とは、もっとも若いのが三枝充眞あたりであり、多くが1990年ごろには、古典あるいは近現代仏教学形成史として研究対象となった人ばかりである。二葉が大きくよっているのは、和辻哲郎・木村泰賢・宇井伯寿・中村元といった人びとであり、このことですら、私などにはどうかしている、としか思いようがない。これらの現役ではない「現代の古典的」な仏教研究者の業績を前提として、「無我・非我の立場は、非我のはたらきを空・無分別、不可思議、親鸞では無義為義、自然法爾のはたらきとして展開」

（「伝承」300頁）と発言するのであるから、二葉が問題にもしなかった戦後仏教史学における親鸞思想における「通仏教史」への位置付ける何人かの研究者に対する姿勢も含め、二葉の親鸞論の仏教史理解の枠組みが示されていて、なにやら、接近しにくい空気を感じてしまうのである。

「仏教思想史における親鸞の無我伝承」における二葉仏教史学・親鸞論の枠組みの印象を位置づけるのは次のようになる。第四の峰となる二葉親鸞論には、①歴史的実態として普遍宗教をとらえる姿勢は、行基や空也を論じた段階の議論の方法・手法は跡形をとどめていない。変わって、②古色蒼然とした仏教学者たちの議論への親近感と、それに対する二葉の恣意的な議論の組み換え、読み換えが行われてい

る。③親鸞の現実的足跡の分析からの撤退にともない、歴史学を名のりながら、史実から乖離することを敢えて行ったために議論の抽象化が目立ちだした。逆にいえば、④戦後仏教史学における「親鸞論」の意図的とさえ思われる黙殺が目立つ。これが、二葉仏教史学・親鸞論が描いた軌跡の終着・到達点であったといえよう。

むすび　—「宗教」と「社会・国家」—

「被弾圧の必然」とは何か　二葉の仏教史学・親鸞論を概観して改めて気になったことがある。二葉が随所で使用する、民族宗教社会において、普遍宗教は普遍性を保持するがゆえに「被弾圧の必然」を有するという、一種の確信にも似た前提的とも思える宗教と社会・国家、特に日本における関係構造理解を持っていた。

「被弾圧の必然」ということは、①民族宗教性社会である日本にあっては、宗教が、宗教として正しいことを主張していけば、そのことが国家・社会に對する批判を必然とするものとなるはずであるとし、国家支配者・政治権力者にとって、そうした支配体制に対して批判精神・批判原理を持つ宗教は、危険思想・不満分子としてうつるはずであり、あるいは、単に体制批判の可能性を持つだけではなく、②普遍宗教は必然的に強い実践性を持つから、国家・社会体制との対決は不可避のものとなる。よって、こうした国家・社会との普遍宗教の関係は、協力関係になる可能性は皆無に等しく、③国家からみていかがわしい宗教（「邪教」・「邪宗門」）として弾圧を受けることを必然とする、というような内容にまとめあげることができる。

これは、「被弾圧の必然」という二葉仏教史学が生み出した用語ではあるが、むしろ、この「被弾圧の必然」という語句の概念の持つ意味で言えば、二葉自身の使用というよりは、その影響化にあった後身の研究者、特に真宗研究・親鸞論者によって整備された研究概念・研究用語で、現在も二葉の影響下にある研究者においても有用・有効な概念として使用されているように思う。ただ不思議なことに、「被弾圧の必然」という用語を使用したオリジナルである二葉親鸞論において「被弾圧の必然」という語は、民族宗教性を持つ国家権力の人民支配の必然、つまり、政治権力（支配者）が被治者（被支配者）に対して

相互における民族宗教性を利用しながら「被治者の同意」を引き出すための装置、つまり、権力による宗教利用や国家支配の宗教性を意味するものではない。二葉にあっての「被弾圧の必然」ということは、あくまで国家・社会の民族宗教性と仏教という宗教の普遍性という関係構造が引きこす現象の説明であり、国家の側からいえば民族宗教体制を批判する「邪教」という「弾圧の必然」の説明であり、「被弾圧の必然」を有する普遍宗教の側からいえば宗教の原理を突き詰めた論理の説明に過ぎなかつた。つまり、二葉が説く「被弾圧の必然」とは、あくまで仏教・主体(親鸞)の側の原理の突き詰めた結果が招く事態であり、宗教主体からの国家・社会への働きかけの結果、すなわち、日本歴史の場合においては、民族宗教性社会からの訣別から対決の結果としての「被弾圧」なのであった。つまり、国家・社会への宗教主体からの側からの働きかけ、宗教運動の結果としての、宗教主体・集団への国家・社会からの弾圧が生じたと見たのが、二葉の見る「国家と仏教」、「民族宗教社会と普遍宗教」の対決という日本佛教史の描いた構図・構想であった。

念仏弾圧と親鸞 二葉は「親鸞の社会像」(『親鸞の研究』)において、あるいは『親鸞の人間像』でも論じた親鸞書状の「わが御身の料はおぼしめしめさずとも、朝家の御ため、国民の御ために念仏もふしあはせたまひそらはゞ」という文言の解釈について、親鸞における護国思想性を否定し、改めて、このことばが出てくる背景については、領家・地頭・領主の念仏弾圧を「権力者をあわれみ彼等の転向をいのる立場」であるとして、東国門弟のなかに、特に、善鸞の宗教的立場と対決した性信房らの動向のなかに、「念仏による自律的結合社会形成の立場に立っていた」(『研究』223^{シテ})と、執拗なまでに二葉親鸞論は迫っている。

親鸞は、建長の念仏弾圧、あるいは善鸞の異義事件が始まると考えられる数年前の、建長4(1252)年に常陸門弟に、念仏が呼び起こす社会的立場・社会像を明快に示したものとして、親鸞は念仏者集團については「同朋の問題として語られている」とし、権力層との間の関係の取り持ち方とを親鸞は区別していた、と二葉は考えていた。つまり、「同朋の御中」、「同朋のねんごろ」を説くということは、よき先達との「同朋」たることを求めることになるのだから、

それは、極めて自律的に結びついた社会結合の可能性があった、と説く。そして、親鸞においては、自己および社会の現実に対する批判を行い、友同朋とねんごろなる自律社会を形成することこそが念仏者の道でなくてはならぬ、としたというのである。つまり、親鸞は権力者の善とする支配的社會的結合と断絶し、甘んじて罪人となったわけであるから、この同朋社会のめざす非権力的社會的結合にあっては、決して悪を許さぬ姿勢を持ったというのである。従つて、善鸞の如く権力者の求める「善」(支配秩序=民族宗教体制)を承認し、権力者が求める秩序(=民族宗教体制)から「惡」(普遍宗教・正統仏教)とする、いわゆる「賢善精進」による念仏のすすめは、断じてゆるすることはできず、たとえ親子であっても、親鸞は義絶という厳しい態度で臨んだという。言い方を換えれば、善鸞に対する対応のあり方に、親鸞の宗教が国家・社会に対する時の姿勢の根本原理が示されていた、と二葉は考える所以である。これは、承元の念仏弾圧から一貫した親鸞の対権力・国家・社会に対する姿勢であり、この二葉の考え方は「親鸞の人間像」・「親鸞の社会的実践」から約40年が経過した家永教科書裁判の家永側証人としての「証言」においても一貫した姿勢で述べていて、搖るぐことはなかった。親鸞の宗教主体は、法然門下参入から一貫していたと説いた二葉の姿勢もこれまた一貫していた。(「専修念仏禁制に対する親鸞の抗議」) このところのレトリックは、『親鸞の研究』の圧巻とあるといってよく、二葉の終生にわたり変化しない議論の中核であった。(初出、1992年、後に『親鸞－無我伝承の実現－』1995年永田文昌堂。)

二葉親鸞論における宗教と社会・国家 二葉は、建長の念仏弾圧における、善鸞の主張、性信房の主張をそれぞれ、自論に引き付けて検討した上で、両者の宗教的主張における溝・矛盾こそが、まさに民族宗教－普遍宗教の対決であるとみたわけである。

二葉は、親鸞が性信房が経験したことを、①普遍宗教(仏教=念仏)との出会いから、自我否定による無我の立場の継承(宗教主体の成立)していくこと。②自我否定肯定の立場にある欲望充足社会で祈願の宗教として機能する民族宗教との訣別と対決が生じる。(民族宗教性の否定)③民族宗教社会との対決・批判により、民族宗教性を権力支配の基盤とする国家・社会から弾圧を受ける。(「被弾圧の必然」)④弾

圧を受け形成する同朋とのねんごろなる関係を切り結び自律的な集団の形成へとむかう。（「同朋集団形成」という4点を、二葉は建長の念佛弾圧を通じてみる親鸞とその門弟、すなわち普遍的宗教主体と同朋集団の動向としておさえる。そして、この①普遍宗教に出会い主体形成⇒②民族宗教性の否定⇒③被弾圧の必然④自立的同朋集団の形成が、という4点の関係性から論議していった、二葉佛教史学・親鸞論における国家と社会の理解の支柱である。ここでいう、佛教－普遍宗教は、すなわち親鸞なる人物そのものである。

少し詳しくなりすぎたが、これが二葉における親鸞論を支える、宗教と社会・国家の関係の理解をまとめたが、ここでわかることは、論じたのは二葉が考える「親鸞」の佛教そのものであったというには、あまりであろうか。

「国家と佛教」の真宗史への矮小化した適用 ところで、二葉親鸞論が使用した論理は、1950年代にはすでに「手法」を完成させていたわけであるが、その手法を二葉は、親鸞にとどまらず日本佛教史・真宗史において多用・頻用している。すなわち、「行基論」や最澄・空也といった、二葉が普遍宗教の歴史的実態として示した事例に使用したのであった。ただし、これには少しく奇妙な点がある。先に示した①主体の成立②民族宗教との対決③被弾圧の必然④自律集団形成、という構図は、鎌倉期以降を論じた二葉佛教史学（とはいっても実質は真宗史）においては使用せず、③④にあたるところの評価軸を、宗教主体が現実社会に対して、どのように関係したのかという宗教の「現生性」について移って議論していくが、宗教における社会・国家の問題はさらに矮小化され、近現代の国家神道体制の出現まで問題まで、なりを潜めてしまう。実は、このことに二葉佛教史学が抱える致命的な欠陥があったのであるが。ただし、このことについては、議論が二葉親鸞論を離れ、二葉の真宗史論の特色と限界という問題から議論する必要が生じているので、ここでは、その問題性の指摘にとどめる。

私が、実は親鸞論も真宗史としてみれば親鸞も真宗史についての二葉佛教史学に感じている決定的な不信感は、二葉が佛教の歴史的形態をごく大雑把に「選別的」に普遍宗教と民族宗教と振り分けてしまったことにより、例えば民族宗教側にあるとされた対

象についていえば、欲望充足・自我肯定・有我的立場・祈願の宗教…、といったように、平板化して理解し位置づけられ、それによって個々の民族宗教とされた宗教の内実も議論し解明されたことになってしまう。つまり、対象の宗教主体が、どのように「そのように」なったのかという、「民族宗教」には民族宗教としての宗教性・論理・信仰のありようがあるということが、全く議論されないことにはしないか、ということである。

佛教の歴史を論ずるということ 繰り返しになってしまふが、二葉佛教史学と言うのは、良いか悪いかは別として、普遍宗教（=人間の目覚めの宗教）と民衆の解放、民族宗教と人民の支配（祈願と欲望の充足）との対決関係として、この対抗関係として、これを構造化して把握しようとしたものである。その時に相対立する両陣営の双方に佛教徒（分析対象）をどちらかに振り分けることに特徴があったわけである。しかし、私の考えでは、例えば二葉親鸞論が反律令佛教の先駆形態とする行基佛教の評価に当たっては、東大寺建立と聖武天皇には、それぞれの現実としての信仰生活や政治・社会生活があり、行基とその集団においては、それぞれの宗教的目的や、それなりの生活規範が成立していて、この両者がからまって対立をしたり、時によっては協力をしあったとみなければならぬ。それは、行基集団と律令国家が「はだか」のまま衝突したのではなくて、「仏法」と「仏法」、「法」と「法」、「現実の生活」には「現実の生活」が、それぞれの場面で衝突や協力を繰り返したのであり、これらのすべてを総結集して、今日に私たちに史料から伝えられる行基集団と律令国家をなしたわけである。「佛教」という歴史的現象は、そうしたものの総結集形態であったはずであり、そこを論ずることがなければ佛教の歴史を論じたことはならない、このことは、親鸞においても同様である。

二葉の佛教史学を支える宗教主体論には、聖徳太子・行基・親鸞の宗教上の主張や論理を生んだ、佛教そのものの現実的形態とその歴史的展開を捨象させてしまったのである。善鸞の問題で言うならば、善鸞の主張を支えた集団は、どのような集団なのか、性信房の例（分析は不十分であるが）のみでなく、善鸞についても考察を加えるべきであったのである。このことについて、二葉は善鸞の宗教的立場につい

ての論議を行ったつもりでいると思われる。ところが、「善鸞には善鸞の宗教的課題が…」・「善鸞には善鸞の言い分が…」・「善鸞には善鸞の信仰が…」・「善鸞には善鸞を支える人々が…」などということが、少なくとも学問的手法として、二葉親鸞論の善鸞評価には使用されなかったため、その切り口が、どうしても恣意的・主観的さらにいえば情緒的な論議になってしまったと思われる。

そしてこのことを意識して、二葉の『親鸞の研究』を、「律令仏教には律令仏教の…」、「民族宗教には民族宗教の…」、「後鳥羽院には後鳥羽院の…」。「善鸞には善鸞の…」ということを念頭において読んでみると、妙に面白いことに気が付く。これらの歴史的実態であった対象の宗教的立場は、「民族宗教」・「律令仏教」・「祈願の宗教」・「欲望充足の宗教」など、といった語に括られ、置き換えることができるわけであり、ここに及んで今更に驚愕することもないが、歴史的実態として語られることはほとんどない。つまり、普遍的宗教主体から克服の対象とされたものは、普遍宗教の「つけたり」であったりとして説明されることが多かったように思われる。二葉にあっては、このことは意識されずに議論が展開されたわけではなかったようにも思われる。私の判断では、二葉はしっかりと、中世の民族宗教体制・律令仏教の動向を、論の当否は別としても描く必要があったようにおもわれるが、二葉の「民族宗教論」はふらつくことなく、普遍宗教を語る際にその焦点を移送させながら結果的に実態がよくわからないまま、1996年二葉憲香の逝去により完全に終結してしまったのであった。

ところで、最後にもう一度確認しておこう。二葉が「仏教」という語に託している、つまり「仏教」を通じて語っていることは、私の理解では「民族宗教性」を克服・変革し、人間を真に解放していく、仏教の宗教的・歴史的課題にほかならないと思う。仏教の普遍的真理が、民族宗教(迷いの世界)=歴史社会を変革し人間を目覚めさせていくというわけである。その間には、何度も仏教は、民族宗教の軋轢や弾圧により、行きつ戻りつ、あるいは仏教内部の内訌や葛藤により足踏みはあるものの、最終的には真理(仏教)は現実(民族宗教)を食い破っていくという、これが、二葉『親鸞の研究』(親鸞論)の語りかけであった。この語りかけこそが、二葉が戦時中に、

佛教史学の自立と領域を説き、二葉の学問と信仰を支えた「歴史観」であったと思われる。戦時下に培った二葉の学問が、戦後において二葉の主張した学問とその論理を支えた精神だったとみれば、『親鸞の研究』が持つ歴史学・佛教史学の書としての重みがわかる。そして、二葉の『親鸞の研究』はもちろん、いくつかの時期にわかれかかれた親鸞をそれぞれの時代状況においての現実の重みがわかつてくるし、そのこと自体が私たちを魅了してやまないのである。そして、そこには問題も多く残されていることを述べてきた。

二葉が私たちに残した豊かな業績を引き継ぎ、それを発展させていくことが、佛教史を自の専攻と自覚する学徒の仕事・責務であると考えている。最初に書いたとおり、二葉の学問が、佛教史学が、今日的状況として脚光を浴びる日が、再びくるにちがいないと思う。そのとき、わたしたちは、二葉佛教史学の眞の「精華」を正統に継承する人があらわれてくれることを確信している。その日まで、私たちは二葉親鸞論・佛教史学を大切に読み継がなければなければならない。

(完)

一般論文**建永の法難の展開について**

松尾 一

THE Ken'ei Surppression of THE Nembutsu

Hajime MATSUO

1. 分析視角の確保**A 建永の法難への前提**

元久元（1204）年冬に建仁三（1203）年以前より山門大衆は、法然が提唱した専修念佛運動を異端視し、その取締と場合によれば、専修念佛の禁制と、法然とその門下の山門からの追放を求める訴訟を天台座主に提訴した。山門大衆の法然に対する専修念佛の過失に対する提訴により、大衆と法然は数次にわたり訴陳状のやり取りを行い、元久元年11月に法然側が山門座主へ「起請文」と、七箇条にわたる禁制事項を門弟に「置文」し、門弟から制誠への守護の誓約を加署させた。さらに法然側は、「送山門起請文」と「七箇条制誠」による山門との和解の見通しを前提とし、山門大衆との紛争の仲裁を後鳥羽院の求め、一連の山門内部での訴訟についての顛末を「怠状」にまとめ院権力に呈した。その結果に、五後鳥羽院から「鬱陶に足らざる」という「宣旨」を得て、「元久の法難」は一応の決着をみることとなる。

元久の法難は、山門内部の法然が提唱した専修念佛運動への、顕密仏教の修法を護持しようとする山門大衆から座主へ取締の要求、法然に対する批難から始まる訴訟であり、大衆は元久元年の10月に座主へ専修念佛への「偏執」の禁制提訴に踏み切った。この提訴に対し法然側は陳状・起請文を数度にわたり提出し山門内部での訴訟を乗り切ろうとしたが、最終的には後鳥羽院庁からの「宣旨」による政治決着をはかり、実際に12月には、「鬱陶に足らざる」という宣旨により、後鳥羽院からの専修念佛運動の公認教化を実質的に確保した¹。

専修念佛と提唱した法然について後鳥羽院が宣旨により公認教化するという政治決着については、専

修念佛の公認教化を中世社会・国家全体の体制的危機として把握し、南都興福寺の代表として公家政権へ専修念佛の禁制と法然門下への断固として処分を要求する提訴を敢行したのが解脱房貞慶である。貞慶は、専修念佛を後鳥羽院の宣旨により公認教化していく公家政権に対して、その撤回を前提とする訴訟を「奏状」による強訴により提起した。貞慶は、法然の専修念佛運動の公認教化がすすむ事態を受けて元久二年の10月に、「鬱陶に足らざる」という後鳥羽院の院宣の過誤と、その前提となる法然門下の対応である「七箇条制誠」が虚偽の誓約であることを指摘する強訴を、南都興福寺衆徒の訴訟として提起する。いわゆる「興福寺奏状」であり、建永元年の夏に公家政権内において「念佛宗宣旨」の内容として論議され、糺余曲折のうちに沙汰止みになった、小論が考察の対象とする「建永の法難」の始まりは、「興福寺奏状」である。²

解脱房貞慶が憤慨し「奏状」による提訴に踏み切る背景には、法然側が「怠状」を後鳥羽院に呈することにより、山門内の宗教対立を政治決着させ、強引に専修念佛の公認教を得ようとしたことに対してであると思われる。見方を変えれば顕密仏教は、顕密体制を支える教義に反する異端的宗教に対して、邪正を決する審理を行う機関をもたないことを露呈した。専修念佛への顕密体制からの批難の内容は、王法を支える顕密の修法が廃れ「仏法滅尽の其」であるとか、また念佛「一門への偏執」の勧めが破戒を恐れなくなった衆愚により、諸宗への誹謗を招き正法の行者の妨げとなる、といった調子のもので、およそ法然の専修念佛の本質を批判したものとは読めない。³

ただ、「八宗同心の訴訟」という触れ込みで提訴された「興福寺奏状」も、内容を熟読すれば、専修念佛を邪宗であるとされた宗教弾圧と同じように、

一般的の表象として避難される組織構成員の反社会的性格・行動を非難したという域に止まっている。従って、公人や犬神人の寺院勢力が持つ「武威」で制裁を加えるしかなかったことが判明する。ただ、「興福寺奏状」を支える寺院勢力が暴力を剥き出しにして政治権力に圧力を掛ける衆徒による「強訴」という方途は実現せず、興福寺の三綱・五師が衆徒の代理で摂政九条良経に掛け合い、実際は藏人頭三条長兼との交渉に止まっていた、およそ「前代未聞の八宗同心の訴訟」とは、高を多めに吹聴した表現と思える。そして、なにより重要なことは、「八宗同心の訴訟」である「興福寺奏状」は、宗教組織の提訴でありながら、後鳥羽院への訴訟であることから、やはり、政治権力に宗教の邪正の判断を委ねたことに相違はなく、「奏状」による問題提起の大きな点は、政治権力により宗教の邪正をつけ、専修念仏を停止し法然とその門下を流罪といった罪科に処すところであり、宗教上の問題を国家権力による刑罰に組み入れることであった。以下、元久2年10月の「興福寺奏状」により提訴された建永の法難の具体的展開をみていくこととなる。

B 建永の法難の始まり

史料A 副え進む。

奏状一通

右件の源空、一門に偏執し、八宗を都滅す。天魔の所為、仏神痛むべし。よって諸宗同心、天奏に及ばんと欲するのところ、源空すでに怠状を進む、鬱陶に足らざるの由、院宣によって御制あり。衆徒の驚嘆、還てその色を増す。なかんづく、叡山、使を発して推問を加ふるの日、源空筆を染めて起請を書くの後、かの弟子等、道俗に告げて云く、「上人の詞、皆表裏あり、中心を知らず、外間に拘はることなけれ」と云々。その後、邪見の利口、

すべて改変なし、今度の怠状、また以て同前か。奏事、実ならざれば、罪科いよいよ重し。たとひ上皇の叡慮ありとも、いかでか明臣の陳言なからんは、望み請ふらくは、恩慈、早く奏聞を経て、七道諸国に仰せて、一向専修の過失を停止せられ、兼ねてまた罪科を源空ならびに弟子等に行はれんことをは、永く邪法の邪執を止め、還て念仏の真道を知らん、よって言上の件の如し。

元久二年十月 日⁴

元久二年十月、解脱房貞慶は興福寺衆徒が提起した念仏宗禁制と法然とその門下の処分を、「八宗同心の訴訟前代未聞」という触れ込みで開始する。この「奏状」には「副状」が付け加えられ奏間に至らざるを得なかった事情が述べられている。「副状」によれば、元久元年12月頃に出された後鳥羽院の宣旨により、山門が提訴した法然らに対する訴訟は決着したかのようかに見えたが、実際には門下は、師である法然の詞は表と裏があり、その中心を知ることが必要であり、その真意を尋ねれば「七箇条制誡」を遵守する必要などなく、これまで通りの言動を続けることに問題はないと言ったのである。つまり、法然門下の行動は、後鳥羽院の公認教を意味する「院宣」の曲解により増長してしまったというわけである。従って、「副状」は法然とその門下が後鳥羽院に対して二枚舌を使い、公認教化を得たばかりか、そのことにより益々もって慶からざる事態を招いているという。そして、法然門下による専修念仏は、「八宗都滅」により世を乱すという、日本の国家的危機を招くものであるから、速やかに専修念仏停止と法然とその門下の処分の「叡慮」を願うというものである。このことは、専修念仏への異端審理を政治の場に投じたことを意味し、政治権力の介入を依頼し、政治権力からの異端認定を導入するという活動が貞慶の手法であったことになる。⁵

年・月・日	事 項	出 典（備考）
元久2年 4月14日	親鸞、『選択本願念仏集』を書写し、「選択本願念仏集、南無阿弥陀仏、往生之業、念仏為先」の法然自筆「内題」と、併せて「寿像(真影)」を図画し相伝を許可。	『教行信証』化身土巻
7月29日	親鸞、4月に相伝した法然の「真影」へ、「往生礼讚」からの「讚銘」が自筆を持って許され、「綽空」を「善信」に改名。	『教行信証』化身土巻
10月 日	興福寺衆徒、解脱房貞慶の起草により、専修念仏停止と法然門下の罪科への厳罰を求め、「八宗同心は前代未聞」という訴訟を、後鳥羽上皇へ「奏状」を呈し訴訟を始める。	「興福寺奏状」

12月19日	後鳥羽上皇、念仏宗について、その罪科は門弟にあるとして、法然と念仏宗については罪なしと「宣下」する。	『四八卷伝』 卷31
元久3年 2月14日	後鳥羽上皇、院宣を下し「法本房・安楽房」を拘禁。 安楽房の罪科は「諸人への勸化」、法本房は「一念義の主張」とする。法然は、法本房行空を破門としたが、安楽房遵西は未処分とした。(※1) 後鳥羽上皇の「院宣」(口宣)の作成に当たった蔵人頭としての見解は、両者は法然の「一弟中」であり、たしかに操行は流罪に処すべき内容であるとする。ただ、法然については「ただ勧めるところは念仏往生の義」であるから、法然の念仏宗自体への処分は「痛むべき」ことであると否定的であった。また、三条長兼自身は、蔵人頭として「口宣」の奉行にあたるのは「先世の罪業」であるかと嘆き、片方では、興福寺からの訴訟も春日大明神の神慮があるので致し方ないと板挟みであることを嘆く。	『三長記』 元久3年2月14日 (※1 『三長記』 3年2月30日に、法本房はすでに一弟中を放たれた、とある。)
2月16日	蔵人頭三条長兼、念仏宗への後鳥羽上皇の「口宣」の内容を摂政九条良経へ伺いを立てる評定を行う。	『三長記』 3年2月16日
2月18日	三条長兼、摂政良経に対し、念仏宗への後鳥羽上皇の「口宣」の文言の内容についての伺いを立て、文言を修正したが良経より「大略神妙」という許可をえる。	『三長記』 3年2月18日
2月19日	法華經供養導師に洛中の「南堂」へ出仕した貞慶と会見する。念仏宗「口宣」の内容を示す。この内示に対して貞慶は、興福寺衆徒の訴訟(「奏状」)の本意は、専修念仏への「寛宥」(穏便な処分)ではないと拒否され、厳しく罪科に処すことを求められる。	『三長記』 3年2月19日
2月20日	興福寺衆徒の代理である「五師三綱」ら、摂政九条良経へ、後鳥羽院が行っている「念仏宗口宣」の内容が不適当であると強訴し、原因が三条長兼の怠慢であると主張する。	『三長記』 3年2月20日
2月21日	興福寺五師三綱ら、摂政九条良経への強訴は、12月19日の後鳥羽院の「宣旨」を実行する「念仏宗口宣」が、蔵人頭三条長兼の怠慢により不適切とし罷免を求める。長兼は、興福寺衆徒の主張に対し、三条家は蔵人頭を五代にわたり勤めた「重代奉公の家」で、職務遂行に問題はないと主張する。長兼は問題なのは、法然門下の安楽房・法本房・成覚房らが、法然の本意に背いた行動を行ったことにあるので、罪科に処することは当然である。しかし、法然は諸教を謗らないという起請文も提出している。問題は、門弟の浅智が、師である法然の本懐へ背いたところにあるから、問われるべきは門弟たちである。従って、過怠がない法然を処罰することはできないという見解を示す。ゆえに「念仏宗の宗字への偏執を招く専修念仏」への院宣を受けた太政官の「口宣」として停止するのが、適当である。ただし、法然の処分まで求める衆徒側主張は極端な意見であり受け入れ出来ないとする。	『三長記』 3年2月21日
2月22日	興福寺五師三綱らの強訴によると、先度の「院宣」がそもそも「奏状」の趣旨をくまず、特に、「法然一弟中」の安楽・法本が刑罰を受けていないのは、その罪科のもとである念仏への「偏執が傍	『三長記』 3年2月22日

	輩に過ぎる」ところである。両名への処分がなく、専修念佛停止もないのでは「仏法滅亡の基」といえるのであるから、「奏状」の本意と、その実現を求める衆徒の強訴は「仏法興隆」のための訴訟であるから、此の主旨に反することはできない、という。	
2月25日	三条長兼ら、念佛宗口宣案の文言の内容を再検討。	『三長記』3年2月25日
2月30日	念佛宗への「口宣案」の文言を明法博士との勘案の上、法然門下の二名についての宣下の内容を決定する。法本房行空は「一念往生義を立て、十戒の毀化をすすめ、余仏を誇ったうえで、念佛をすすめた」、安樂房遵西は「専修により余仏の毀破をすすめ、執雅に任せ衆善を妨げ」たことが罪科に当たるとされた。この罪状により「藏人頭左中弁藤原長兼」の奉行で、「太政官符」により執行されることが決定する。	『三長記』3年2月30日
3月7日	土御門天皇の摶政九条良経（前関白九条兼実三男）が急死する。摶政は近衛家実に交代する。	『愚管抄』卷5
5月27日	摶政近衛家実、念佛宗口宣につき以前の沙汰の趣委は不承知であり、これまでの沙汰の趣に任せ仰下すよう三条長兼へ命ずる。	『三長記』建永元年 5月27日
6月13日	三条長兼、前関白九条兼実（法性寺入道）のもとへ参り、念佛宗の事についての条々を言上する。	『三長記』建永元年 6月13日
6月19日	三条長兼、専修念佛宣旨の内容について、諸卿へ諮詢する。諮詢の全体となる「院宣」の内容は、「専修念佛の罪科は、偏執の勸進により、諸教の衰微を招く危険がある」という興福寺衆徒の上奏によるところであり、これは裁許を有る無しのことであり、したがって、この主旨を解状」に盛り込んだ「口宣案」としたいと思慮するが、いかがなものか、というものである。	『三長記』元年6月19日
6月頃	法然、法本房行空、安樂房遵西の流罪を認める。	『法然上人絵伝』31巻
6月21日	三条長兼、専修念佛宣旨の内容についての諮詢を使使により諸卿のもとを廻り「意見」を聞く。 ① 中山入道関白基房（松殿）は、勸進上人である法然へ興福寺の「奏状」（「訴状」）を見せ意見を聞き、その反訴である「陳状」により、改めて興福寺衆徒側の意向を確かめるべきである。（※2）ただし、偏執の輩を罪科に処することは当然だが、宣旨を辺境の人びとが念佛停止と勘違いし信心をしそこなうようなことがあれば、それを「罪業」と自覚する必要がある。 ② 入道左大臣三条実房は、勧進の輩の偏執を処分する「仰詞」（諮詢）の内容程度で信心がゆるぐことはないはず、よって、専修への偏執禁止程度は念佛衰微には及ばないことを前提に同意。 ③ 東宮傳大炊御門頼実は、念佛宗のうち「偏執の輩の停止」に対する宣下の内容はこれ以上になってはいけないとする。また、「偏執の停止」が「念佛停止の宣旨」と誇張する輩の出現に注意すべき。 ④ 内大臣花山院忠経は、藏人頭三条長兼の「仰詞」（諮詢）に無条件に同意。	『三長記』元年6月21日 (※2 重源を勸進上人に当てる説もある。建永元年6月5日に東大寺で死去。) ⁶

6月26日	三条長兼、念仏宗宣下（「口宣案」）の内容と原案を作成し、摂政近衛家実に報告する。（「口宣案」内容は不明。※3）	『三長記』元年6月21日 (※3 本文中途より、諸伝本ともに欠本)
6月28日	三条長兼、後鳥羽院の「御所」へ、諸卿から出された意見をまとめた「申状」留め、後鳥羽上皇の「口宣」の宣下に向かって手続きをとろうとする。	『三長記』元年6月25日
8月5日	興福寺三綱、衆徒の代として三条長兼に対し、念仏宗宣旨を早く出すべきであるという要求を申し入れる。	『三長記』元年8月5日

表は、元久元年12月以降の専修念仏への顕密仏教からの「法難」の経過概要を示すために作成したものである。下限を元久三年（建永元年）8月に、興福寺衆徒の代理である三綱が、沙汰やみになりかけている前年12月19日の後鳥羽院の宣旨を実行するため「念仏宗宣下」を、速やかに藏人頭三条長兼の「口宣案」として執行すべきことを申し入れるまでとした。そして、後鳥羽上皇の熊野行幸中に発生した密会事件をきっかけとする「承元の法難」は、後考によるものとした。

年表により判明する特色は、「元久の法難」が山門内部の異端審問であったのに対して、山門を代表する座主や大衆の手を離れ、八宗・顕密仏教の代理を自認して登場した興福寺大衆、なかでも「三綱五師」を提起した訴訟の交渉手段とする解脱房貞慶と、興福寺衆徒という南都を代表とする組織・機関が始めた「奏状」による後鳥羽院への訴訟窓口となる公家政権の問題に転化したことがわかる。⁷ただし、貞慶が興福寺衆徒による後鳥羽院への「奏状」による訴訟に及んだ理由は、元久元年の後鳥羽院宣により天台宗体制・山門による異端審理が山門内の問題として専修念仏の反社会性といった部分に対する問題は、法然門下の自己責任・自主管理に委ねられていたわけである。貞慶の主張の根幹は、顕密仏教に対して異端として出発した法然と専修念仏の主張・運動・存在がそのまま顕密仏教を破壊に追い込み、保元・平治・寿永・治承と打ち続く戦乱による社会の混乱に拍車がかかり、ついには、聖徳太子の治世より仏法により支えられた「王法」の危機を招くという認識であり、山門大衆の専修念仏批判の質を日本佛教、なかでも顕密仏教の立場から、政治権力の裁定をうけることにより禁制し法然とその門下を処分し、専修念仏運動解体を解体に追い込もうという一種の治安維持思想を根幹に据えているものと思われ

る。

この貞慶の危機感に満ちた「奏状」を受けて後鳥羽院政はどのように対応したのであろうか。10月の「奏状」を受け、法然とその門下の処遇について、同年の12月19日付の「院宣」を出すこととなる。この宣旨については、内容や存在自体が、法然伝の所引するところのみであるので史料批判の対象となってきたが、小論でも「法然上人絵伝」が史実に基づいて記述した部分であると考えて論をすすめる。⁸

というのも、興福寺との交渉に当たった藏人頭三条長兼の「奏状」への認識は、「先度の宣下がそもそも興福寺奏状の趣旨に合わず、特に法然門下の法本房・安楽房の罪科が不問のままで、さらに念仏への偏執が過ぎることへの罪科が問われないのは、専修念仏停止もまったく問題にされないのであって、興福寺衆徒が訴訟に及んだ」というものであると考えられる。公家側の窓口となった三条長兼は、後鳥羽院の「院宣」の承服することなく、興福寺衆徒から訴訟を受けた公家側の立場として、あくまで、一度は院宣により決着したことへの「強訴」であり、院宣の内容に反することはできないと考えであろうから、「強訴」を認めることはできないという立場で、興福寺の三綱・五師へ対応しようとしたものと思われる。

ただ、興福寺衆徒の代理である三綱・五師の主張は、訴訟の根拠となる「興福寺奏状」は、「仏法興隆」のためであるから、後鳥羽院の宣下の主旨に反するものではない、と述べ、法然と法然門下への処断の再考を求めているから、あくまで、元久元年11月に法然とその門下が誓約し内容に違犯がないことが前提となるから、院権力からの監視の許に入ったことも事実であり、「異端」か否かの審議対象となったと考えられる。そして、貞慶・興福寺衆徒の代理である三綱・五師の強訴は、「奏状」の趣旨に反した

後鳥羽院宣に対応したものであるが、あくまで、元久元年12月の「院宣」による専修念佛の公認教化の前提となる「七箇条制諒」の法然門下における遵守に対する、顕密佛教側からの「違背」の指弾と、「違背」の原因となる専修念佛自体の宗教的異端性への批難と考えられるからである。そして、「興福寺奏状」への後鳥羽院側の対応は、改めて前年の「院宣」の内容を追認するものであった。この「院宣」の内容は、「法然上人絵伝」のみが伝えている。次のような内容である。

史料B 十二月十九日、宣旨を下されて云、頃年源空上人都鄙にあまねく念佛をすゝむ、道俗おほく教化におもむく、而今、彼の門弟の中に輩名を専修にかるをもつて、咎を破戒にかえり見す、これ偏に門弟の浅智よりおこりてかへりて源空が本懐にそむく、偏執の禁遏の制に守すといふとも刑罰を誘諭の輩にくはふることなかれと云々。(取詮) 君臣の帰依あさからさりしかば、たゞ門徒の邪説を制して、とかを上人にかけられさりけり。⁹

この後鳥羽院宣の意味は、元久元年12月の「鬱陶に足らざる」という専修念佛の「公認教」化を付与した宣旨を確認し、「七箇条制諒」の遵守が世間への念佛流通の前提となることを示したことのみではなく、宗教上の異端審理を院権力に委ねたことである。では、「興福寺奏状」の主張から離れ、元久二年十二月に出された「院宣」は、門弟の浅知より引き起こった事態は、「源空が本懐に背く」とされ、以後において師である法然が制した禁遏の背いたものは「刑罰」の対象となることを宣告している。つまり、この院宣が出た以後においては、専修念佛運動の行き過ぎは政治権力の取り締まり・刑罰の対象になるというわけである。

2. 建永の法難の展開

C 興福寺強訴と専修念佛処分の方針

法然に罪はないが浅知の門弟については処分やむなしとしたのが元久2年12月の後鳥羽院の「宣旨」が出た方針であった。この「宣旨」の方針に従い、摂政九条良経の指示を受けた蔵人頭三条長兼は、具体的に法然門下から処分者を決定しなければならなくなり。法然門下の動向を見ながら処分者を決めようとしている。このことは、

史料(C) 十四日 乙丑、陰、新宰相殿御教書(院宣也)、曰、法々安樂兩人可召出、又、高野惡僧覺幽同可被配流者、①件法々安樂兩人源空上人一弟也。安樂房者勧進諸

人、法々房者立一念往生義、仍可被配流此兩人之由、山階寺衆徒重訴之申、仍此沙汰及歟。於其操行者、②縱雖為不善、所勸所執只念佛往生之義也、依此事被行罪科、可痛哭々々々。當此時奉行此事、

先世罪業之令然歟、但山階兩衆徒殊成此訴訟、若依背春日大明神有咎歟、趨々所洩所只此一事許也。¹⁰

と、『三長記』元久3年2月14日条に記されていて、三条長兼は、12月19日に出された「院宣」により、罪科ありとされた門弟の中から法本房行空と安樂房遵西を拘禁したとあるが、「召出」された場所は法然の管理下での軟禁と推定され、あくまで法然側に訴訟対応の主体が存在していたと思われる。元久3年2月段階での専修念佛への取締りの内実が、公家側と法然集団との談合によっていたことがわかるのは、2月30日条に法本房行空についての法然側の主張がすでに「一弟中を放った」(破門)あり、また、安樂房遵西については処分を拒否する返答を行っていることから、あくまで法然の自主判断のもとに専修念佛への処分が談合されていることがわかる。そして重要なことは、この法然とその門下に対する罪科処断の方法が、いわば「御手盛」によることを三条長兼は当然視していて、むしろ、公家が下す専修念佛への処分を決定した後鳥羽院宣を受けた太政官からの宣下である「口宣」を出すこと自体が、念佛勧進の妨げの結果にならないかと腐心し、あくまで法然門下の内部処分に自体の解決を求める姿勢が歴然としている。

ただここで注意しなければならないのは、長兼が伝える法然の貞慶が興福寺衆徒を頼みとし「八宗同心の訴訟」とする「奏状」に対して、法本房行空の「一念義」については、法然が「すでに一弟を放つ」と長兼が了解していることから、「一念義」のみは処分やむなしという立場を取ったことは注視しなければならない。そして、安樂房遵西への処分について法然は、あくまで拒否し、そのことについて公家政權で「興福寺奏状」と、その後の興福寺衆徒の代理である三綱・五師の「強訴」への窓口であった三条長兼も、概ね処分について否定的な見解であることは重要である。つまり、公家政權側は法然に対して同情・同心的である。

そして、三条長兼は一念義を立てた法本房行空のみを処分し、安樂房遵西については諸人を勧進すること自体は何らの罪科に当たらないという法然側の主張が認められ、法本房のみを処分する「口宣」の

文言を修正した上で、摂政良経へ具申し承認された。次いで、洛中の「南堂」の法華經供養の導師へ出仕した貞慶へ、三条長兼は自ら出向き同意を求める会談を行った。この法然に罪なく、罪は師の意向に従わない一部の門弟にありとした「院宣」と、「院宣」を受けた「口宣」の内容について貞慶は、もとより罪科が専修念佛を創称した法然に及ばないこと、徒な念佛勸進により諸人を惑わす安樂房遵西すら、なんらの処分が及ばないことに対して同意するわけがなかった。¹¹

こうした専修念佛に対する公家政権の好意的というよりは同心的態度に、貞慶は「寛宥は訴訟の本意に背く」という拒否の態度を示した。(2月19日条)そして、貞慶に同行していたと思われる興福寺の三綱・五師は、翌日の摂政九条良慶へ強訴を行ったが、強訴の経緯を三条長兼の職務怠慢であるとして、後鳥羽院の宣旨についての不当性を指弾するには及んでいない。(2月20条)また、長兼は興福寺三綱・五師の行動が「狼藉」であるとし、その主張が蔵人頭としての職務怠慢であり罷免に相当とするのに対し「僻韻」とあると憤慨している。

D 実質を疑われる興福寺衆徒の強訴

興福寺の三綱・五師の強訴に対して三条長兼は、次のような見解を摂政九条良経の了承を得た上で示している。(内容は、「経過一覧」元久2年2月21日の項目に要約)

史料(D) 廿一日 壬申 晴、山階寺三綱二人来。示衆徒懇望之子細、入僻韻之由、仰子細了。已剋許參殿下。山階寺五師四人、三綱六人、為衆徒使參。念佛宗口宣依宥事、不触予直參長者殿可申之由、衆徒示之。仍直參而、殿下曰仰、①以長兼不申上者不可聞、罷歸る以此旨可触衆徒歟。乍候京以使可示遣歟。於此條者、使五師等可相計、直申上條不当也。此仰子細之間、予所参会也。使者曰、相触可申上之由被仰下、早可申上也。予答曰、衆徒成鬱不可触之由決構、何可申上哉。如仰下、早示此子細於衆徒、可申上之由、衆徒令申者、可申上也、以使者計計一切不可申上、仰身過怠何事哉、職事下宣旨下之習、一言一字非御定不載、而私加詞之由衆徒成邪推、補藏人頭已五代繼踵、重代奉公之家、争不弁此程事哉。衆徒申狀不弁東西、山寺法師之所尤左道也、訴訟之不尽者、仰下之趣鬱訴、剩可被改宣下之趣之由言上可定歟。使者大略閉口、但使者曰、衆徒依氏為氏院別當、一旦愁申許歟。然而如此仰下之上、沙汰不申者、猶可申付之由、定不承

服歟、只及可參洛而及也、已朝家大事也、於所鬱者其理雖可然、只可申上也、仍申此子細、仰曰、長兼所鬱申其理至極、然隨而彼相計申上又何事有哉。早可申上、仍聞申状等、②五師申云、源空仏法怨敵也、子細度々言上了、其身、並安樂・成覚(此弟子未知名字)住蓮・法本等、可被罪科、空不謗諸教之由書進起請云々、其後於所々、猶不止謗訕、已奏不実事、違勅之者也、尤可被行罪科行、當時披宣下之状中披露、源空上人之由之被載之、上人云々兼智德者也、源空者僻見不善者也、起門弟之淺智、背源空之本懷、此句又似無源空過怠、又漫莫加制罰於誘論之輩之句、被偏執之由雖見、不可罰之由被載之間、念佛宗之輩各々称雄、猶不善之心、又猶念佛宗宗字、專修名号、可被停止之由、可被仰下之、其詞雖繁、大略不過、口宣之状衆徒了見者僻韻也、被仰下趣委且仰合了、所詮以本解詞可被載宣旨之由、所申請也。¹²

興福寺衆徒の代理である三綱・五師に対して、三条長兼は堂々と自己の職務の正当性を説くが、これは、蔵人頭としての自分の役務は、前年12月19日に出された後鳥羽院の「宣旨」を忠実に遂行することで、この点について、蔵人頭を家職として三条家は五代となる重職の家であり、その自分を職務怠慢と指弾するのはとんだ「僻韻」であり、何ら疚しいところはない毅然とした態度を示した。つまり、「興福寺奏状」が要求する線である①法然の罪過を問い合わせ、②専修念佛という仏法修行の即時停止、③念佛宗という「宗名」使用の停止、④法然門下の罪過を問い合わせ厳罰に処す、という訴訟は、すでに、前年12月19日の「宣旨」で解決したものである。従って、元久3年2月の段階において討議すべきは、元久元年12月に出された後鳥羽院の「宣旨」の根拠となっている、法然から呈された「怠状」は、元久元年における山門内での訴訟に対する法然の始末書であり、「送山門起請文」・「七箇条制誠」に違犯したと認定され、前年12月19日の「院宣」により、師である法然の本意に背き「諸人勸化」を繰り返す安樂房遵西、「一念儀による偏執」を改めない法本房行空の処分内容である。つまり、元久2年12月19日の院宣の内容には、「興福寺奏状」が提訴した「法然の処分」・「専修念佛の停止」、「念佛宗の宗名禁止」は、全く入っていないということである。¹³ むしろ、元久元年12月の後鳥羽院の「宣旨」で「鬱陶に足らざる」という公認教化を得ているわけであるから、今更に決着済の内容を蒸し返す貞慶を首謀者とする興福寺衆徒の訴訟、訴訟に基づき、改めて、元久2年12月19日に出

された「院宣」の決定に従わない貞慶を代表とする興福寺衆徒の「強訴」は、対応する公家側の窓口に立った三条長兼には、交渉でのやり取りは「僻韻」としか聞こえなかったものと考えられる。あるいは

「僻韻」と三条長兼が憤慨するのは、三綱・五師を通じて主張される興福寺衆徒の要求を受け入れることは、後鳥羽院宣の内容を変更することになるのだから、藏人頭を重代にわたり務めてきた立場からすれば、まさに職務により聞き入れることできない暴論であるということになる。

このように考えると、「興福寺奏状」にしても、三綱・五師を代理とする興福寺衆徒の強訴も、「八宗同心の訴訟」で仏敵法然の専修念佛を処分・禁断するという意気込み・触れ込みの実質が存在しなかったことが浮かび上がってきて興味深い。しかも、上横手雅散が指摘する通り、興福寺衆徒の強訴とはいっても、実際に主力である衆徒は南都から動いてはいない。ただ、事務局に当たる三綱・五師が、これは強訴であると、代理で衆徒の発向を匂わせ要求を出しても、実際には衆徒も春日社の「神輿」も動かないわけであるから、顕密寺社の宗教的権威を嵩にきて、しかも衆徒という暴力装置で圧力をかけるという強訴とはかけ離れ、対応する公家側も恐怖心を抱き顕密寺院の権威に屈するという段に到底至らなかつたことになる。¹⁴また、八宗同心と言ひながら山門延暦寺は、元久2年10月の「興福寺奏状」以降において、全く法然門下の行動を問題にした徵候はなく、「奏状」や「宣旨」の内容に異を唱える具体的な行動も検出できず、三綱・五師と公家政権とのやり取り対しても沈黙していて、とても「奏状」がいうように共同行動による訴訟主体になっているとは思えない。¹⁵むしろ、南都の行動を無視したと見るのが妥当であろう。従って、元久2年10月の「興福寺奏状」から始まり、建永元年8月に沙汰やみという形で決着する「建永の法難」の実像が何であったのかが浮かび上がってくる。

3. 「建永の法難」の決着

E 興福寺訴訟の落とし処

興福寺衆徒と三条長兼は2月下旬に度重なる交渉を重ね、長兼は、摂政九条良経の決裁を慎重に仰ぎながら、師である法然の本意に背く門下の処分として流罪の「口宣案」の作成を準備しだし、罪状・罪名を明法博士に勘案するように命じ、口宣の内容の

詳細な検討に入る。(「経過一覧」「三長記」による限りにおいて公家側の対応は、元久2年12月19日の「院宣」の忠実な実行を方針としてブレたものではないと思われる。

この公家の対応に対して、山門は全く動いていないことから同意を与えたとみると..

史料(E) 卅日 辛巳 晴、今朝源空上人一弟子二人、
為弘通念佛、依謗諸仏諸教謗、被勘

元久三年二月卅日 宣旨、

- ① 沙門行空忽立一念往生義、故勸十戒毀化之業勸、恣謗余仏、願進其念佛行、②沙門遵西称專修毀破余教、任雅執遏妨衆善、③宜令明法博士勘申件二人罪名、

蔵人頭左中弁藤原長兼奉
件兩人，遵西者安樂房也，行空者法本房也，於行空者
殊依不当，源空上人一弟中放了。¹⁶

「宣旨」（「口宣案」）の大綱も固まり、興福寺衆
徒の訴訟も和解の目途が立ち、①法本房行空は一念
往生義を立てたことが、十戒を捨てることを勧めることとなり、そのことが阿弥陀仏以外の余仏を誇る
という事態を招いた。②安樂房遵西は、専修念佛と
称し余教を捨てさせ、人々の修善を妨げる事態を招いた。ただし、両者の罪科に対する罪名は、前例がないので明法博士が勘案して決定する。そして、この「宣旨」の執行は、蔵人頭三条長兼の口宣により
「奉行」される。ここまで決定したことがわかるが、
この時期には、すでに安樂房・法本房は法然のもとで軟禁されているはずであったが、法本坊は追放されて
いるので法然の許に拘禁されるかは判明しない、
という実情が記されている。後は処分の対象となる
法然門下の「罪名」を明法博士が勘案するのを待つ
のみとなつたが、事態は思わぬ展開をし膠着化する。
土御門天皇の摂政であった九条良経の急死である。

（「経過一覧」）

F 事態の膠着と沙汰止みへ

『愚管抄』は、摂政良経の急死を暗殺説があったことを記しているが、それほどに良経の急死が公家政権の混乱を招くものであって、従つて、法然門下の処分を遅延させる事態を招くと考えられているが、少なくとも、近衛家実が3月に新摂政へ就任した後、法然門下への処分へ積極的に関与した徴候は見当たらない。¹⁷ そして、近衛家実は5月27日なると、「念佛宗宣下」について、自分は沙汰の内容を承知していないので、これまでの沙汰（前議）に従つて取り扱う旨を蔵人頭である三条長兼に投げ渡してしまう。

（「5月27日条」）

このように、「念佛宗口宣」の内容に積極的に関与しない摂政近衛家実のもと、蔵人頭として事態への対応を担当する三条長兼は、6月13日に九条兼実と対応を話し込み、その結果に諸卿への「諮詢」により解決の方途を模索しようとする。元久を改め建永元年6月19日のことであり、21日に諸卿の意見を集約している。（「経過一覧」）

史料(F) ① 専修念佛宣旨仰詞事，可被計申之由，
以御教書仰人々（春宮大夫，堀川大納言，藤新両納言，
左大弁等也）其状云，專修念佛之事，依偏執之勧進，可

諸教衰微之由，興福寺衆徒所經上奏之也，所申為仏法興
隆也，不可有無裁許，仍任解狀之旨可被宣下也，仰詞如
此，條々以此趣被仰下如何，委可令計申給，院宣狀也，
各注仰詞，相副遣之。

史料(F) ② 廿一日 辛未 晴，及夕雷雨，但微也，
今日念佛宗宣下事，為仰合人々向所々，先參①中山入道
閑白殿，以定佐申子細，以中将兼季朝臣被仰御返事，②
次向内府許，被出逢，同示子細，③次向入道左府，數剋
閑談，除目執筆等事談之，④次摂政殿參，以佐清申條々
難事，次⑤參東宮傳許，示同子細，⑥次向右府許，所勞
無術，子細不能申子細之由被答，及深更畢歸，窮

⑦専宗念佛事，源空上人門弟等一向勧進之間，還誹謗
諸宗，於余行者非出離要之由，
遍称之，因茲仏法可及衰微之由，興福寺衆徒訴申之，仍
可被宣下也，其趣如此（以仰詞案令廻見也）。若依此宣下，
念佛又令衰微，己罪業也，可被計申者。

人々申状，

入道閑白殿申令申給云，此事，不見衆徒奏狀，以前沙
汰之趣之不承及，轍計難申歟，
但先以衆徒奏狀，⑧一旦被問勸進上人，以彼陳狀，又被
問興福寺歎，然而此沙汰於今於者勿論，可被宣下者，大
略不可過此趣歎，但辯鄙之輩，委不口見仰詞之趣，稱念佛
停止之宣旨，
若雖一人翻信心者，己罪業也，此狀尤可有思慮，遁世之
身議奏，事態有憚，可依人々申状歎，念佛之咎，及此程
沙汰之状，勸進之輩偏執，誠不足言事。

入道左府被申云，⑨偏執之勸進，誠有過分之聞，仰下
之趣，己委細也，守此状者，何可及衰微哉，此以趣仰下，
何事有哉。

東宮溥被申云，⑩偏執之聞雖遍，年來薰修之行，或翻
其志，或不变，可依人意，強不可一揆歎，所勸又非罪業，
衆徒雖不可及上奏及，殊訴申之上，可被宣下者，不可過
此趣過歎，但人以可称念佛停止宣旨称由歎，依之若信心
輩雖一人，翻其志者，罪業也，此條々可有能々用心歎。

内府被申云，⑪仰詞之趣不可過之，衆徒佛訴可有裁許
者，被宣下，何事有哉。¹⁸

以上が諸卿への諮詢の内容と返答の内容である。

この三条長兼の諸卿諮詢の前提は、2月末において一定に解決の方向をみたわけであるが、3月7日に、この法難の公家政権側の責任者であった土御門天皇の摂政であった九条良経が急死し、近衛家実へ摂政が交代し、改めて摂政となった近衛家実の方針を確かめ再度の決裁を仰ぐ必要が生じたからである。

興福寺衆徒が八宗同心の訴訟という触込みの「奏

状」を呈し、専修念佛停止の宣下と法然とその門下を仏法に仇なす者として罪科に問い合わせ追放(僧籍剥奪)・流罪といった刑罰に処することを求めた。この訴訟に対し後鳥羽院の「宣旨」による裁定は、一部の法然門下に専修念佛への「偏執」を要因とするが罪科が認められ、これは、師である法然と念佛そのものに問題があるのではない。罪科に当たるのは、門下の浅智により念佛を誤解し、その誤解による問題発言・行動を繰り返したことによるものと判定し、有罪を「宣旨」で決定し、具体的な罪科は太政官符(「宣旨」)により罪状・罪名と量刑を決め、刑罰を執行しようとしたものである。具体的に罪科とされたのは、先述した通り法本房行空と安楽房遵西の二名であり、やはり、法然門下が遵守を誓約し、元久元年12月の後鳥羽院宣の根拠となる「七箇条制誡」への違背が問われたものである。¹⁹

後鳥羽院の「宣旨」を実行するための、太政官としての「宣下」は藏人頭の口宣で執行し、刑罰行使を検非違使に命ずることとなる責任者である摂政が法然とその門下への罪科の執行については決定権を握っていたこととなる。確かに九条良経の頓死により、摂政が俄かに近衛家実に変わったとしても、元久2年12月19日の後鳥羽院の「宣旨」が変更になったわけではなく、どのように実行するのか、つまり、九条良経の「内覽」のもとに三条長兼が作成した「宣下」の原案を吟味し、そのまま承認するのか、内容を訂正するのか・白紙化し新たに作成するのかを、近衛家実の摂政・内覽体制で確認。決定する必要が生じたもので、諸卿への諮問は公家政権の興福寺衆徒訴訟の方針が変更されたわけではなく、むしろ、近衛家実は九条良経の方針を基本的に継承しようとしたものと思慮される。その結果、公家政権の総意としての「念佛宗宣下」という内実を確保するため宣旨の「仰詞」を提示し、諸卿が「仰せ合わせの為に」意見を出すという諮問が行われたわけである。

諮問を受けたのは6名で、中山(松殿)入道閑白基房、花山院内府忠経、三条入道左府実房、摂政近衛家実、東宮傳大炊御門頼実、右府松殿隆忠であった。また、先に意向を確認した前閑白入道九条兼実を除く、後鳥羽院権力を支える公家政権の主要人物であり、松殿基房、松殿隆忠は、九条兼実の兄甥となる関係であり、九条兼実には6月13日に三条長兼が直接に現状を報告している。(「経過一覧」) そして、6名のうち右府松殿隆忠は病中を理由に意見を出す

ことを辞退し、摂政近衛家実は、5月27日すでに、「念佛宗宣下」について経緯に未承知なので、これまでの前議に従い事を運ぶように三条長兼に指示していく、諸卿諮問となる前提を作ったことになる。²⁰

さらに、九条良経のもと三条長兼が打ち出した「口宣言」の原案を、そのまま公家政権の総意として承認する空気が主流であったことは、諮問を受けた6名の公卿のうち、実質的に政権へ参画しているといえるのは、28歳の摂政近衛家実と、34歳の内府花山院忠経、43歳の右府松殿隆忠であり、松殿忠経は病中を理由に諮問に対する意見を遠慮し、実質的には「仰詞」の内容を承認している。その上に三条長兼の諮問に対し意見を出し、長兼が「意見状」として集約した4名の諸卿のうち、2名は入道した隠遁の身であり、年齢も中山(松殿)入道閑白基房は60歳を過ぎ、入道左大臣三条実房60歳に達していて、入道しすでに官位・官職を退き後世頼みの生活に入っている人々である。大炊御門頼実は太政大臣・東宮傳ではあるが、すでに60歳を過ぎていて、娘の麗子は土御門天皇の中宮として入内していて、特に左大臣・摂政(12月に閑白)近衛家実の政権に反対していく理由も見当たらず、公家社会に浸透しつつある法然の専修念佛を処断することに積極的であった兆候はない。とすれば、公家政権の共通の意識は、花山院内府忠経の三条長兼が諮問した「仰詞」に全面的に同意するという立場であったと推測でき、3名の意見も「仰詞」を承認した上でその事態への善処の方法を提案している内容であるから、概ね九条良経の下で立てた三条長兼の「口宣言」の内容が承認されたことになる。

そして重要なことは、ただ承認したのみではなく、共通する意見として、罪科の内容より、法然門下への刑罰を実行することによる念佛流通の妨げとなる障害のほうが重要であるという認識であり、あくまで、衆生救済の念佛流通は正しいという認識で、罪科に問われるのは、師である法然の教えを曲解した浅智の弟子たちの妄言・暴走であるという認識である。従って、専修念佛と法然はお構いなしということが確認され、結果的には、法然集団が先途に提出した「七箇条制誡」が、世にある専修念佛者の規範・規則として遵守される限りにおいて、法然の念佛勸進は「公認教」として都鄙の人々への福音であると認知されたことを意味する。

諸卿からの「意見」のなかで注目すべきは、九条

兼実の兄で、自身も1179（治承3）年に流罪処分を平清盛政権から受け、流罪の免除の際は備前で蟄居の身を送った経験のある前関白松殿基房が、「興福寺奏状」は訴状であるから、従って、訴えられた法然側に「奏状」を見せ、しかるべき「陳状」を提出させ黑白を着けるべきであると述べたことは重要である。²¹ つまり、顕密体制を代表して訴訟していると公言の貞慶を首班とした興福寺衆徒と、専修念仏を提唱し、元久元年の段階では山門より異端審理を受けていた法然とその門下の立場を、訴状と陳状のやり取りで決着するのが相応であるというのであるから、両者を同等の立場で見たことになり、どうすれば、専修念仏と法然に罪科が及ばないかと思案の末の言動であったと見ることができよう。そして、なによりも重要なことは、松殿基房が、今さらに訴陳状のやり取りを提案することは、建永の法難の行き先を沙汰止みに見てとったことを意味し、これは、諸卿諮問のあと公家政権の動向からも窺い知れる。

4. 建永の法難の行く末

G 興福寺衆徒の同意から沙汰止みに

建永元年6月の段階で公家政権は、法然の専修念仏はお構いなし、ただし、法然が「七箇条制誠」に示した「捷(制法)」への違反者は処分の対象になるという見解を示し、専修念仏への法難への宗教政策としての対応の態度を決した。しかも、決まったことと言えば、元久2年12月19日の後鳥羽院の「宣旨」の実施を、法然と念佛勧進そのものはお構いなしで、法本房行空・安楽房遵西の流罪を、念佛流通の妨げにならない、つまり念佛停止の宣旨と受け取られない程度の罪名で、太政官の「口宣案」で実行せよというのであるから、藏人頭として事態に対処している三条長兼としても、6月28日は諸卿から集めた意見をまとめ「口宣案」の再度の取りまとめに入るが、そう簡単に「宣下」というわけにはいかなかつたようである。

「念佛宗宣下」が出されない事に対し、8月5日に興福寺衆徒側の代理で三綱が三条長兼のもとへやってきて、速やかに「宣下」すべきことをお申し入れている。

史料(G) 山階寺三綱為衆徒使来、念佛宗宣旨早可申沙汰、予答云、被仰下之可沙汰、故殿御時為氏院別當、而不触被訴申歎、而今相触之条如何、彼無重答旨、此訴

訟以甘心事也。²²

ただし、『三長記』に記された興福寺三綱の訪問は、2月の段階と異なり、後鳥羽院宣の内容をどのような形で実行していくのかを争議するのではなく、決定した宣下の内容を速やかに執行するように求めたものであった。つまり、興福寺衆徒側も、①仏法を乱す罪は、法然門下のうちの一部門弟の浅智による専修念仏への「偏執」による風紀紊乱、②罪状の一つは、一念義への「偏執」による余教・余行を棄破、③もう一つの罪状は、衆愚(大衆)への念佛勧進による戒行棄捨、④主犯格は、一念義から法本坊行空、大衆勧進から安楽房遵西の2名を流罪、という公家政権の方針を承認したことになる。

これは、建永元年8月の段階になると、6月に行われた摂政近衛家実政権が行った関係公卿への諮問から申し合せにより、興福寺衆徒の代理である三綱に対し三条長兼は、故殿下（九条良経）の代の時に、宣旨を出すことに反対して訴訟に及んだはずであり、今になって早く触るべきであるとは如何なものか、と遣り込めたところ、三綱側からは返答がなかったとしている。

このように、公家政権の態度が強固である判明し、「念佛宗宣下」を沙汰止み状態に置くよりも、専修念仏への「偏執」は罪科、具体的な内容として一念義、大衆勧進への過度な「偏執」は罪科、「偏執」が過ぎた場合は「惡僧」として刑罰の対象となる、元久2年12月19日の後鳥羽院の「宣旨」を速やかに太政官の宣下としての「口宣」として実行させる現実の方途に出たものとみることができる。実際に、すでに三条長兼は6月26日に「念佛宗宣下」の内容と原案を作成したことが『三長記』建永元年6月25日条により判明し、内容は欠本となっているが、2月30日条（史料E）、6月19日条（史料F①）の内容に反したものではないと、諸卿諮問と申し合せから推測され、この線を興福寺衆徒が満足した内容であると判断したかは別問題として領承しそうやかに実行を迫ったということになる。では、「念佛宗宣下」は実現したのかというと、少なくとも建永元（元久3）年中に出された形跡はなく、「口宣案」の原案が作成されたが、実質的には沙汰止みになったと見るのが相応しい。

H 建永の法難から承元の法難へ

『三長記』3年2月14日条で、三条長兼は元久2年

12月19日の後鳥羽院の「宣旨」に基づき、「新宰相送御教書（院宣也）」曰、法々安樂兩人可召出」と、法本坊行空と安樂房遵西が拘束されたことを伝えている。法本房・安樂房が拘束された場所であるが、両名が拘束された場所は、『三長記』には検非違使が出動し使庁の獄舎に繋いだという記述は見当たらない。従って、両名は先述したように法然の吉水坊舎か周辺の施設に軟禁されると推定される。²³ では、安樂。法本が軟禁された吉水の法然草庵とはどのような施設であったのであろうか。詳細は判然としないが、法然とその門下のうちで共同生活・行動を取る「同法」たちの宿舎が、法然草案を中心に軒をならべ、法然の住房（吉水草庵）では、六時礼讚を中心とする仏事勤行が行われ、本尊にも専修念佛に相応な阿弥陀仏像が調整され奉懸されたものと想像される。

法然が住する吉水は、現在地でいえば浄土宗総本山知恩院付近で、祇園社北東周辺ということになるが、この住房の周辺には、罪科に問われた安樂房・法本房のみではなく、証空房善恵（「承元の法難」後は祇園社東南小坂）・信蓮房蓮生・善信房親鸞といった「同法」たちが住居（坊舎）を構え共同生活・行動を行っていたものと思われる。²⁴ また、そこには顕密僧のまま法然へ師事した安居院聖覚や、講会の講師・受戒の導師に招請した九条兼実はじめとする公卿や妻女も出入りしていた空間であり、吉水草庵といいながら、比叡山のを遁世した聖たちが集結する「別所」化し、²⁵ 元久元年12月の法然の念佛勧進が、自誓した「七箇条制誡」に違犯しない限りにおいて、政権としては「鬱陶に足らざる」という、いわば公認教化を意味する「宣旨」を得たわけで、まさに、洛東東山での専修念佛勧進が本格的に始まるところであった。法然が居する住房は、草庵とはいながら六時礼讚の勤行・参詣してくる大衆へ講説や授戒活動を行い、「興福寺奏状」が問題とした勝手に新しい不適切な仏像（新像）である「摂取不捨曼荼羅」というような、阿弥陀仏を中心とした新しい本尊様式であったと考えられる。従って、東山吉水は比叡山・天台教団の周縁に設置された新「別所」としての様相を呈していたものと推定できる、²⁶

興福寺からの「奏状」による「念佛停止と宗名禁止」と「仏法怨敵としての罪科を問い合わせ処断」せよという訴訟は、まさに法然とその門下が比叡山の新「別所」として、東山の念佛勧進の興隆の真最中に起こっ

た事件であり、この訴訟も、「奏状」の提訴のうち、罪科は念佛勧進と法然の教えにあるわけではなく、一部の門弟の浅智による専修念佛への「偏執」が引き起こした過誤で、過誤を犯した弟子の実が刑罰（流罪）に当たるというのが、元久2年12月19日に出た後鳥羽院の「宣旨」であり、この「宣旨」を汲んで一念儀の法本房行空のみを処断しようとした当初の方針は滑った転んだの結果に、衆人勧進の安樂房遵西も同罪となつたが、罪状と罪科は専修念佛への「偏執」によりひき起こる社会紊乱のみが処罰の対象という線が落とし所となり決着をみた。そして、公家政権側は全く、この結論すら沙汰やみにする状況が「建永の法難」の行く末となつた。

では、沙汰やみなつたとはいえ法本・安樂は吉水の法然のもとではあるが軟禁状態にあったが、罪状は明白であるが罪名と量刑が決定しないので拘置されている状態であった。ただし、法本房行空は法然門下を破門されたとあるが、実際に吉水を立ち去ったのかといえばそうではなく、安樂房と同じく拘禁を受け、「承元の法難」では、吉水で検非違使の捕縛を受け流刑に処されたものと考えられる。

次に、安樂房・法本房がどのような状態で拘束されていたのかというと、この時期の公家政権の刑罰の実情から見れば、限りなく自由な軟禁状態であったものと推定できる。²⁷ 第1に法本房・安樂房とともに罪科には問われたが刑罰を待つ未決囚であり、第2に両名を後鳥羽院の「宣旨」を受けた摶政九条良経の「御教書」で命ぜられて拘束していたのは師である法然であり、第3に両名の拘束中の衣食は同じく吉水で共同生活を送る「同法」から賄われ自弁していたものと考えられる。従って、未決囚が収監された代用監獄ではあっても、2月14日に後鳥羽院の「宣旨」により身柄が拘束されたという状態ではあっても、その上に8月5日の藏人頭三条長兼が示した興福寺衆徒の代理である三綱に宣告した沙汰止みの方針であったことから判断すると、両名は名目的な収監であり、結果的には執行猶予され、法然門下での地位も立場も以前とほとんど変化のない状態であったとみることができる。ただ、名目的には未決囚として拘束されているので、公然と念佛勧進の活動は制約され行動の自由は奪われていたことになる。

では、法本房・安樂房らの念佛勧進が停止し、比叡山の別所として認知された吉水に謹慎、訪ねてくる人々に接する程度の活動が低下したのかというと、

むしろ、未決囚として行動が吉水の法然の住坊周辺に限定することは無視し、積極的に念佛勧進を行い、建永元年12月には、後鳥羽院の熊野行幸中に安樂房遵西が院の女房衆と乱倫事件を起こし、事態は新しい方向、つまり「承元の法難」へと向かうのである。

また、法然とその門下は、「建永の法難」後に大衆（衆愚）への念佛勧進を停止したのかというと、動向は反対で『明月記』建永元年10月に内府西園寺実宗が法然を戒師として青同心を起こしたことを伝えていて、²⁸『愚管抄』は、拘束されているはずの安樂が後鳥羽院の後宮女性と「別時念佛」を行い、その際の密会疑惑が「承元の法難」のはじまりであったことを伝えている。²⁹従って、「建永の法難」の終息は、新たに「承元の法難」の始まりでもあった。³⁰

注1) 遠藤（松尾）一「建永の法難のはじまり」（『久留米工業高等専門学校紀要』24巻2号 2009年）。

注2) 建永の法難の研究史は、前稿「建永の法難のはじまり」（『紀要』24巻2号）で論究したが、現在、もっとも注目すべきは、平 雅行「建永の法難について」（『日本中世の社会と仏教』1992年 埼玉書房）、「親鸞の配流と奏状」

（早島有毅編『親鸞門流の世界』2008年 法藏館）、上横手雅敬「建永の法難について」（上横手編『鎌倉時代の権力と制度』2008年 思文閣出版）である。

また、前稿の投稿後に、梯実円・平松令三・靈山勝海『念佛と流罪－承元の法難と親鸞聖人－』（本願寺出版社）に平松令三「法難と流罪」、また、印刷中に真宗教団連合編『親鸞』が上梓され、平松の分担「親鸞の生涯」のうち第5章「越後流罪をめぐる問題」を読む機会に恵まれた。平松の議論のすべてに論究することは避けるが、流罪に当たっての公家政権側の対応に前稿・小論との理解に温度差が高く、小論の論旨の関わる部分があるので私見を述べておきたい。

平松は、①流罪に至る経過と実行を、特に律令の「獄令」の規定を重視し、流罪は「獄令」に基づき執行されている、②公家政権は死刑を回避する姿勢が強く、実際に死刑は平安京において長期間にわたり執行されていない、ゆえに、「承元の法難」の根幹を後鳥羽院の私的制裁（リンチ）とみてとる、③また、4名の死罪が私刑（リンチ）であることは、法的に密会・密通という罪状と量刑に不適合であることからわかる、という主旨である。

しかし、①公家政権は確かに死刑を回避する姿勢はとっていたが、それは「触穢」の問題であり、実際に穢れの問題が回避されれば死刑は執行され、いわば、建前は死刑回避で実際は死刑存続というダブルスタンダードであったことが判明している。②「獄令」による流刑の執行という点も疑問が大きい。例えば、13世紀初頭には、律令が機能していたとは考えにくく、さらに平安京で令外の官として設置された検非違使と使庁も、特に、犯罪者を収監する「獄舎」の弛緩が指摘されているわけで、院政下での刑罰が、時間的にもその前段階の「獄令」の規定により執行されたとは考えにくい。無論、公家法の法源としての律令という観点からみれば別次元の議論にはなる。③確かに、律令・公家法のどこを見ても、密会・密通に死罪を適用する条文・

傍例は存在しない。ただ、法的根拠がないという、そのことのみで、4名死罪が後鳥羽院の「私的制裁」であると言いかれるであろうか。拙い私見を述べると、「承元の法難」は、罪状が念佛僧と後宮女性との密会・密通（乱倫事件）への制裁、専修念佛への「偏執」が引き起こす社会紊乱による念佛停止と関係者への刑罰を法然とその門下を一括処分に処したものと考えている。やはり、「元久の法難」からの経緯から判断しなければならないわけであるから、「承元の法難」の刑罰のみを切り離して議論することには違和感を覚える。以上の私見は、遠藤（松尾）一「承元の法難について」（投稿中）で詳細に述べた。

注3) 「興福寺奏状」については、解脱房貞慶の関与の度合いからも含め、①専修念佛停止の訴状としての役割、②顕密体制を護持することの国家的有用性、③法然仏教の異端的宗教性、④日本における仏教の使命、⑤解脱房貞慶の役割、といった観点からの論議を重要視し論議する必要がある。「顕密仏教が構想する国家と仏教」（投稿予定、『久留米工業高等専門学校紀要』25巻2号 2010年）。

注4) 「興福寺奏状」（日本思想体系15『鎌倉旧仏教』1971年 岩波書店）P42、ただし、引用に当たっての書き下しについては松尾が適宜に改め引用した。

注5) 「建永の法難」の「経過一覧」は、『承元の法難－親鸞聖人流罪800年に学ぶ』（2007年 浄土真宗本願寺派福岡教区基幹推進委員会法難800年専門委員会）で作成した一覧表を基に補訂した。

注6) 田村円澄『法然』（1959年 吉川弘文館）、ここでは、平 雅行『日本中世の社会と仏教』に従い、勧進上人は法然であると判断した。

注7) 公家政権、王朝国家が宗教権門内の紛争処理に介入したのは、平氏政権化の「明雲流罪」を本格的介入の始まりと考えた。

注8) 「法然上人伝」の史料としての取り扱い、特に「建永の法難」については、中井真孝「専修念佛停止と法然上人伝」『法然伝と浄土宗史の研究』（1994年 思文閣出版）。

注9) 「法然上人行状絵図」卷三一（48巻伝）（『法然上人絵伝の成立史的研究』1962年 浄土宗知恩院）。

注10) 『三長記』元久2年2月14日条。（史料大成31 1965年 臨川書店）

注11) 平松令三ほか『念佛と流罪－承元の法難と親鸞聖人－』は、貞慶や興福寺衆徒の説得のため、三条長兼が南都奈良に赴いて工作したと論じているが、私には三条長兼の「建永の法難」中の南都行は確認できなかった。従って、長兼と貞慶が談合した場所は洛内の「南堂」と考え、ただし「南堂」の位置は未比定である。

注12) 『三長記』元久2年2月21日条。

注13) 「建永の法難」の原因を、顕密仏教（旧仏教）と法然（源空）の基本的態度＝専修念佛（新仏教）との思想的対立とみる見解がある。代表的には松野純孝「承元の念佛弾圧」（『親鸞－その生涯と思想の展開過程－』（1959年 三省堂））。

「建永の法難」を思想対立の産物とみる立場は、個々の教学論議は棚上げにすると、「法難」という顕密仏教が法然とその門下を相手に後鳥羽院力への訴訟したのは、元久元年12月の後鳥羽院「宣旨」により、一旦の政治決着を見た後、法然とその門下の異端的・反社会活動が停止しないことへ、解脱房貞慶の主導で興福寺衆徒が「奏状」を呈したことへの評価、つまり、「奏状」による専修念佛の宗教的糾弾が中核と考える立場である。しかし「興福寺奏状」は、書かれている内容を無視すれば、後鳥羽院に政治判断を求めているものであり、政治権力に宗教上・思想的

対立とは評価できない問題である。従って、小論では「興福寺奏状」が説く専修念佛批判を、そのまま宗教弾圧・「法難」の本質と考えない。

注14) 上横手雅敬「建永の法難について」(『鎌倉時代の権力と制度』)。

注15) 興福寺衆徒が「強訴」であるとしながらも、南都の宗教的権威を振りかざす衆徒が春日社の「神輿」を担ぎ京中に乱入し、宗教と武力を背景に公家政権への寺社側の要求を通すということが眼目である。とすれば、興福寺衆徒の代理である「三綱・五師」が摂政や藏人頭へ出向き直接に交渉したとしても、武装する衆徒の上洛による武威、同時に入洛する「神輿」の神威には及びもつかず、「強訴」の実質は整わず、三条長兼らの恐怖感・緊張感も、実際の「強訴」を回避する程度のものであったのではないか。「強訴」については、治承3(1178)年までの「強訴」を分析した衣川 仁「強訴考」(『中世寺院勢力論－悪僧と大衆の時代－』2007年 吉川弘文館)。また、院政期興福寺については、元木康雄「院政期興福寺考」(『院政期政治史研究』1996年 思文閣出版)。

注16) 『三長記』元久3年2月30日条。

注17) 『愚管抄』(日本古典文学大系 岩波書店 1967年)では、暗殺説も流れた九条良経から近衛家実への摂政移管を「サテチカラヲヨバデコノタビハ近衛殿ノ子、當時左大臣ニテモトヨアリケレバ閑白ニナラニケリ」と記している。

注18) 『三長記』建永元年6月19日、21日条。

注19) 元久2年12月19日の後鳥羽院の宣旨は、「法然上人絵伝」(48巻伝)のみにその内容が伝わるが、平 雅行は「建永の法難について」(『日本中世の社会と仏教』)において、『三長記』元久2年2月21日条に、興福寺所司が「宣旨」の内容に不満を漏らした内容と、「法然上人絵伝」の信憑性を裏付ける内容であると指摘している。

注20) 田村円澄『法然』に諸卿諮問について詳細な論議がある。

注21) 『玉葉』治承3年11月15日条。(1971年 国書刊行会) 田中文英「後白河院政期の政治権力と権門寺院」(『平氏政権の研究』1994年 思文閣出版)。

注22) 『三長記』建永元年8月5日条。

注23) 近年の中世法・刑罰の研究史は、具体的に「獄令」・「獄舎」の弛緩を分析し、あるいは、従来は、平安京において死刑が未実施の期間が長かったという常識的理解に対し触穢の問題を回避して實際には実施されることを明らかにしている。建前は死刑忌避、實際は死刑実施というダブルスタンダードであったことが指摘されている。ここでは、上杉和彦「京中獄所の構造と特質」『日本中世法体系成立史論』(1996年 校倉書房)、渡邊 俊「京中獄制の特質と社会的機能」(『日本歴史』No.719 2008年)、戸川点「軍紀物語に見る死刑・梶首」(『歴史評論』No.637 2003年)。

注24) 高橋慎一朗「証空の小坂住房をめぐる一考察」(『日本歴史』No.606 1998年)。

注25) 比叡山の「別所」については、法然が当初に活道の場とした大原別所や、西山広谷といった「聖の里」が知られているが、東山吉水が法然門下を中心として「別所」化し、草庵といいながらも、礼拝の対象となる「本尊」を安置する施設、六時礼讚をはじめとする各種の經典読誦、經典の講説・説法が行われる講堂的施設、参詣者が宿泊(参籠)出来る施設、などが建立されていたものと推定した。別所と聖の活動は、鈴木三紀子「別所の聖について」(『史窗』No.34 1977年)。

注26) 千葉乗隆は、「興福寺奏状」が指弾する「新像を図する失」を「摂取不捨曼荼羅」と考え、後の真宗教団で製作される「光明本尊」との関連を重要視する。千葉乗隆著作集第4巻 2002年 法藏館)。

注27) 上杉和彦「京中獄所の構造と特質」(『日本中世法体系成立史論』)。

注28) 『明月記』建永2年10月25日条。(1970年 国書刊行会)

注29) 『愚管抄』卷6。

注30) 遠藤(松尾)一「承元の法難について」(2009年5月26日 同和教育振興会5月例会 於 浄土真宗本願寺派第3 庁舎)で口頭報告した。(本文は、投稿中)

教育資料**2高専における数学教育の取り組みとその比較**

酒井 道宏

**A Comparative Study of Mathematics Educations
in Two National Colleges of Technology**

Michihiro Sakai

Abstract

We compare the mathematics education in the two national colleges of technology. In this study we will talk about the different approaches introduced to mathematics classrooms in both colleges, and then discuss the future prospects in the conclusion.

Keywords: mathematics education, e-learning

1. はじめに

著者は平成18年度に人事交流制度により岐阜高専から久留米高専に転任し、両校の数学教育の比較調査を行ってきた。ともに同じテキストを使用しており共通しているところもあるが、カリキュラムや進度など様々な相違点や各校独自の試みがある。本報告では両校で実際に授業を行った経験からこれを比較し、さらに高専の数学教育の今後についての展望を述べる。

2. 久留米高専の授業と特色

平成19年度から久留米高専では授業時間が100分に変更された。平成18年度と比べて演習の時間を増やしたり小テストを行うなど授業を工夫しやすくなつた。使用テキストは両校ともに大日本図書の出版物で、第1学年で使用しているものはその基礎数学である。このうち 1.数と式の計算 2.方程式と不等式 3.関数とグラフ 4.指数関数と対数関数 5.三角関数 6.图形と式までを履修する。授業方法については、各学科を1人の常勤講師が担当するという特徴がある。これにより教え方が均一化し、きめ細やかな指導が期待できる。第2学年は各学科2人の教員が数学IIA

と数学IIBを担当する。数学IIAでは基礎数学の 7.場合の数と数列、微分積分Iの1.微分法 2.微分法の応用 3.積分法を履修する。数学IIBでは線形代数の 1.ベク

久留米高専における数学教員の担当科目

本科 1 年	数学I(6単位) ・数との計算 ・方程式と不等式 ・関数とグラフ	・指數関数・対数 関数 ・三角関数 ・図形と式
本科 2 年	数学IIA(4単位) ・場合の数と数列 ・微分法 ・微分法の応用 ・積分法	数学IIB(2単位) ・ベクトル ・行列 ・行列式
本科 3 年	数学IIIA(4単位) ・積分法の応用 ・関数の展開 ・偏微分 ・重積分	数学IIB(2単位) ・行列式 ・行列式の応用 ・微分方程式
専攻科 1 年	応用数理I (2単位) ・微分方程式	応用数理II (2単位) ・線形代数
専攻科 2 年	応用数理III (2単位) ・ベクトル解析	

トル 2.行列 3.行列式の途中までを履修する。第3学年は各学科2人の教員が数学IIIAと数学IIBを担当し、数学IIIAでは微分積分Iの 4.積分の応用、微分積分II の 1.関数の展開 2.偏微分 3.重積分を履修する。数学IIBでは前期は線形代数の 3.行列式 4.行列式の応用を履修し、後期は微分積分IIの 4.微分方程式を履修する。第4, 5学年では専門学科の教員がベクトル解析や複素関数などの応用数学を担当する。数学は学科によって必要な部分が異なるので、ニーズに合わせた授業が可能になる。専攻科では2年間で線形代数、微分方程式、ベクトル解析を履修し充実した学習環境にある。

岐阜高専における数学教員の担当科目

本科 1 年	数学IA(4卖位)	数学IB(2卖位)
	<ul style="list-style-type: none"> ・数との計算 ・方程式と不等式 ・関数とグラフ ・指数関数・対数関数 ・三角関数 (加法定理) ・図形と式 	<ul style="list-style-type: none"> ・三角比とその応用 ・平面ベクトル ・空間ベクトル
本科 2 年	数学IIA(4卖位)	数学IIB(2卖位)
	<ul style="list-style-type: none"> ・場合の数と数列 ・微分法 ・微分法の応用 ・積分法 ・積分の応用 	<ul style="list-style-type: none"> ・行列 ・行列式 ・行列式の応用
本科 3 年	数学IIIA(4卖位)	
専攻科 1 年	数学アラカルト(2卖位)	
	<ul style="list-style-type: none"> ・公開鍵暗号 ・グラフ理論 ・変換群 ・位相不变量 	

3. 岐阜高専の授業と特色

岐阜高専では授業時間は90分であり、第1学年は各学科2人の教員が数学IAと数学IBを担当する。数学IAでは基礎数学の 1.数と式の計算 2.方程式と不等式 3.関数とグラフ 4.指数関数と対数関数 5.三角関数 (加法定理とその応用) 6.図形と式を履修する。数学IBでは、前期は基礎数学の 5.三角関数の三角比とその応用および三角関数を履修し、後期は線形代数の 1.ベクトルを履修する。第1学年でベクトルを履修するという特徴があり、力学などの物理学習に比較的スムーズに取り組むことが出来る。第2学年は各学科2人の教員が数学IIAと数学IIBを担当する。数学IIAでは基礎数学の 7.場合の数と数列、微分積分I の 1.微分法 2.微分法の応用 3.積分法 4.積分の応用を履修する。1年間で微分積分Iをすべて履修するため、進度を早めざるを得ない。これは第3学年で数学が4単位しかないことに起因する。数学IIBでは線形代数の 2.行列 3.行列式 4.行列式の応用を履修する。第3学年の数学IIIAでは微分積分IIのすべての範囲を履修する。第4学年では専門基礎の教員が応用数学を担当する。専攻科では第1学年にe-learningによる授業を実施している。これは平成16年度に文部科学省の『現代的教育ニーズ取組支援プログラム（現代GP）』に採択された岐阜、鈴鹿、群馬の共同コンテンツであり、各校の数学教員が専門分野の基礎的な部分を教授している。様々な数学の最新の話題を効率よく学習出来るという利点がある。

4. マルチメディア教材を用いた数学教育の取り組み

岐阜高専専攻科対象科目の「数学アラカルト」ではパワーポイントを用いた対面授業を行っているが、それをビデオ録画・編集したe-learningコンテンツは全国高専の約1/4で利用され、一定の成果を上げている。また、これを岐阜高専の教員で担当し直してネットワーク大学コンソーシアム岐阜のコンテンツとして岐阜県下の大学に配信している。

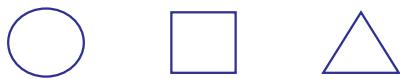
これまで岐阜高専でe-learningに精力的に取り組んできたが、それ自体が最近導入されたばかりで教授法がまだ確立していないため、十分に満足のいくコンテンツを作成できたとはいえない。また、教材作

成の労力が大きいことやその特性上、受動的な学習になりやすいなどの様々な問題点がある。

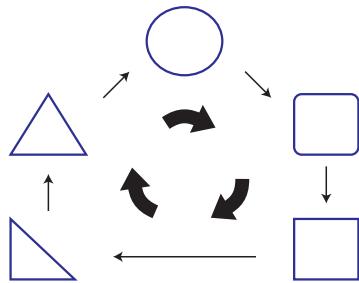
岐阜高専でのe-learningの例

§ 1. 図形のグループ

次の図形を考えてみましょう。これらは合同でも相似でもないので、全く違う図形のように見えます。しかし、これらが柔らかいゴムでできているとするとどうでしょうか？



これらは伸ばしたり縮めたりして互いに変形できるので、同じ（性質をもつ）ものと考えることができます。



一方、久留米高専では通常の数学の講義にマルチメディア教材を用いてはいないが、中学生向けの公開講座（参考文献[4]）において、マルチメディア教材と針金、磁石模型、粘土などの具体的な道具を併用し、実際に手を動かして体験させることによって位相幾何学の基本的な概念についての理解を深めることができた。例えば、以下のようにパワーポイントを使ってオイラー数の説明をした後、磁石模型を操作させて位相不変性についての理解を促した。

久留米高専でのマルチメディアを利用した授業例1

§ 2. オイラー数

図形に対して、

$$(点の数) - (辺の数) + (面の数)$$

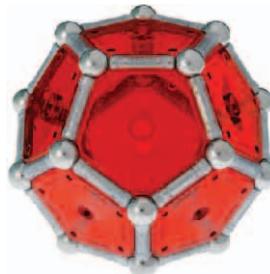
をオイラー数と呼びます。

計算例：3 角形



に対してオイラー数は、
 $(点の数) - (辺の数) + (面の数) = 3 - 3 + 0 = 0$
 となります。

磁石模型



また、近年、代数的位相幾何学の中で飛躍的に発展してきたL-Sカテゴリーについても以下のようにパワーポイントで解説した後、粘土を用いて具体的な図形のL-Sカテゴリーの計算を行った。

久留米高専でのマルチメディアを利用した授業例2

§ 3. L-Sカテゴリー(cat)

図形を覆うゴム膜の最小数をL-Sカテゴリー（通称cat）といいます。

例えば、円板 は1枚のゴム膜 で覆えますから、 $\text{cat}(\text{ }) = 1$

となります。

粘土を用いたL-Sカテゴリーの計算

例

浮き輪





参考 クラインの壺のカテゴリーは、

$$\text{cat} \left(\text{Klein bottle} \right) = 4$$

[4] 宮地俊彦, 中坊滋一, 酒井道宏, 久留米高専 公開講座「あなたも1日サイエンティスト」(2009).

となることが知られています。

5. 数学教育の今後の展望

両校を比較すると、第1学年をともに常勤講師で固めるなど低学年の教育に重点を置いていることがわかる。これは学生の学力の多様化に伴う対策として1つの答えを与えていたり思える。その一方で、基本的な演習問題の作成や学習進度の遅い学生に対する補習などは各教員が独自に行っており、高専としてのスケールメリットを生かし切れていないようにも感じられる。そこで例えば『公文式の高専版』のような反復学習を目指した低学年用のコンテンツを共同で作成するなど、高専間のより一層の連携が期待される。また、e-learningの欠点を補うようなマルチメディア教材の開発も今後の数学教育の発展に必要となることが予想される。

謝 辞

本論文を執筆するにあたり、適切なご助言及び情報を頂きました久留米工業高等専門学校 一般科目理科系(数学)の宮地 俊彦教授、中坊 滋一准教授、高橋 正郎准教授に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 藤垣雅司, 藤垣康子, 久綱正和, 岡田章三, 中島泉, 酒井道宏, 数式処理ソフト Mathematica を用いた物理と数学の動画教材, 岐阜高専紀要第39号, pp.127--130 (2004).
- [2] 小川信之, 久綱正和, 岡田章三, 中島泉, 酒井道宏, 遠隔学習のための単位互換配信講義「数学アラカルト」の実際とシステム開発, 岐阜高専紀要第40号, pp. 37--40 (2005).
- [3] 酒井道宏, 2高専における授業の比較と高専の数学教育のあり方～人事交流の観点から～, 第13回高専シンポジウム in 久留米 講演集 pp.122 (2008).

学位論文

氏名(本籍) 権 藤 豊 彦(福岡)
学位記 博士(工学)
学位記授与番号 長崎大学大学院生産科学研究科
学位記授与年月日 博士(生)乙 第26号
平成21年2月18日
学位論文名 ゴム混練における配合剤の混合分散過程と加硫過程の *in-situ* 評価に関する研究

学位審査委員

(主査) 長崎大学 教授 古川睦久
(副査) " " 羽坂雅之
 " " 内山休男
 " " 香川明男

論文内容の要旨

密閉型二軸混合機によるゴムと副資材との混合過程の評価はほとんどなく、また、混練り後のゴムコンパウンドの評価は、主にゴム製品の寿命に係るカーボンブラック(CB)の分散・微細性について従来から行われてきたが、ゴム製品の品質に係るゴムコンパウンドの均一性の評価はほとんど行われていない。また、従来から加硫度測定に用いられている振動式加硫度測定試験法では、トルクー加硫時間曲線の測定によりリアルタイムで加硫反応を追跡できるが、装置が複雑になり実用成形機では不向きである。

本研究では、ゴム混練りに使用されている密閉型二軸混合機内の生の情報、すなわち、ゴム中に混入したトレーサーの黒色加硫ゴム粒子、テフロン粒子の個数や実用配合剤である加硫促進助剤の酸化亜鉛(ZnO)の濃度を実測し、粉体混合機に用いられている混合曲線を密閉型二軸混合機に初めて適用して混合評価を行い、実測した濃度分布をもとに併せてゴムコンパウンドの均一性を評価した。また、金型内に簡単に設置できる電極間にゴムコンパウンドを挟み、加硫時に交流電圧を印加した場合の電極間の電流を測定し、加硫反応をリアルタイムで追跡する電流ー加硫時間曲線を得てトルクー加硫時間曲線との比較により加硫度測定に十分使用できることを初めて見出した。また、電流曲線の電流値のバラツキがCBの分散状態を、電流曲線の極大値のバラツキが

加硫促進助剤ZnOの混合状態(均一性)を評価できることを見出した。

本論文の構成は、次の6章よりなっている。

第1章では、ゴム加工プロセスにおける混練りと加硫操作での問題点を明らかにし研究の背景と目的を述べた。

第2章では、「トレーサー粒子による配合剤の混合分散過程の可視化と定量化」について述べた。粉粒体混合において混合機や混合条件の比較、評価、選定に用いられている混合曲線を初めてゴム混練りに適用した。密閉型二軸混合機においてブタジエンゴム(BR)に黒色加硫ゴム粒子、テフロン粒子、ZnOをトレーサーとして混合し、トレーサーの個数と濃度から混合度を求めて混合曲線を得た。混合曲線により、ローター形状や捩り角度、捩り方向、充てん率、回転数などを変えた場合の混合特性を比較評価した。

第3章では、「実用加硫促進助剤の酸化亜鉛をマーカーとしたNBRコンパウンドの均一評価」について述べた。従来から密閉型二軸混合機で混練されたゴムコンパウンドの均一性評価については、ほとんどなされていなかった。本章では、CB配合及び未配合でいずれも加硫系配合剤を混練りした実用配合のアクリルニトリルブタジエンゴム(NBR)コンパウンドの均一性を検討した。NBRコンパウンドに混合されたトレーサーであるZnOの混合機内の二次元や三次元の濃度分布からNBRコンパウンドの均一性評価を始めて行った。また、引張試験の力学的物性から均一性を確認した。

第4章では、「加硫過程における*in-situ*電流測定によるゴムコンパウンドの混合分散性評価」について述べた。第3章で検討したNBRコンパウンドを上下二枚の電極内に入れて加温加压して加硫を行い、電流ー加硫時間曲線を得た。電流ー加硫時間曲線において均一性評価に用いたトレーサーのZnO及びSの混合状態及びCBの混合分散状態と電流ー加硫時間曲線のバラツキが対応していることから、NBRコンパウンドの均一性評価が行えることを初めて見出した。

第5章では、「実用配合NBRコンパウンドへの*in-situ*電流測定法の適用ー混合分散状態と加硫度の評価ー」について述べた。第4章の結果をもとにCBとSの混合分散状態と電流ー加硫時間曲線との関係を詳細に検討した。電流ー加硫時間曲線とトルクー加硫時間曲線及び有効網目鎖濃度との比較から、本

研究で見出した電流－加硫時間曲線はCBとSの混合分散状態及び加硫度測定法として十分使用できることが分かった。また、直流電流を印加し、イオンによる伝導が起こっていることを確認できた。実際の混練り現場で、混練中のゴムコンパウンドの電流－加硫時間曲線、あるいは、実用の加硫成形機に取付けてリアルタイムでゴムコンパウンドの電流－加硫時間曲線を測定することにより、ゴムコンパウンドのCBの混合分散状態や加硫系配合剤の混合状態、あるいは、ゴムコンパウンドの均一性を、即ち、ゴムコンパウンドの混練り状態を同時に評価できることを見出した。

第6章では、本研究の総括を行った。

論文審査の結果の要旨

ゴム練りおよび加硫度のその場測定に関する研究の成果を主論文「ゴム混練における配合剤の混合分散過程と加硫過程のin-situ評価に関する研究」を完成させ、学位論文の印刷公表論文11編（うち審査付き8編）、審査付き論文誌に投稿審査中1編および基礎となる論文9編、その他の論文4編を添えて長崎大学大学院生産科学研究科教授会に博士（工学）の学位を、長崎大学学位規則第5条第2項の規定により、古川睦久教授を紹介教授として申請を行った。

大学院生産科学研究科教授会は、生産科学研究科学位審査規定第19条に基づき資格審査委員会を設置した。資格審査委員会は平成20年12月19日開催の生産科学研究科教授会にその結果を報告し同教授会は生産科学研究科学位審査規定第17条第2項第4号に該当し、同第17条第1項第4号に該当する者と認められるとして、提出資格有りと判定した。この判定を受けて、同日、上記の審査委員を選定した。委員会は主査を中心に論文の内容について新規性・科学的意義を慎重に審議し、公開論文発表会での発表を行わせるとともに口頭による最終試験と外国語試験を行い、論文の審査及び最終試験の結果を平成21年2月18日の研究科教授会に報告した。

研究科教授会は、本論文が新規な内容を含みゴム科学の発展に学術的かつ工業的に寄与するものであることを認め、博士（工学）の学位に値すると判定した。

学位論文に関する主な論文

- (1) 「加硫時の電流測定によるNBRコンパウンドの均一性評価」
日本ゴム協会誌, **82**(8), 344 (2009)
- (2) 「酸化亜鉛をマーカーとしたNBRコンパウンドの均一性について」
日本ゴム協会誌, **82**(5), 221 (2009)
- (3) 「電気的加硫即時測定法によるNBRの混合分散評価」
久留米高専紀要, **23**(2), 5 (2008)
- (4) 「Mixing Characteristics of an Internal Mixer –Uniformity of Mixed Rubber–」,
Journal of Applied Polymer Science, **95**, 166 (2005)
- (5) 「Electric In-situ Measurement of Vulcanization」,
Rubber World, **221**(4), 33 (2000)
- (6) 「ニトリルゴムの加硫反応中の電流および誘電正接の即時測定」,
日本ゴム協会誌, **71**, 281 (1998)
- (7) 「ゴムの加硫過程の電気的即時測定」,
高分子論文集, **54**, 359 (1997)
- (8) 「Mixing Behavior of Rubber and Particles」,
Rubber World, **215**(6), 29 (1997)
- (9) 「誘電正接及び電流測定による加硫の進行状態のIn-Situ測定」,
日本ゴム協会誌, **69**, 708 (1996)
- (10) 「Mixing Behavior during the Processing of Rubber by New Type Rotors in an Internal Mixer」,
Handbook of Applied Polymer Processing Technology (Marcel Dekker Inc), 523 (1996)
- (11) 「圧力センサーによる加硫反応の進行状態のIn-Situ測定」,
高分子論文集, **51**(8), 547 (1994)

平成20年度中に発表した論文・著者等及び講演題目

機 械 工 学 科

論文・著書等題目

氏 名

発表した誌名、巻、号(年・月)

外部反射鏡によるBasin型太陽熱蒸留器の性能向上

田 中 大

日本海水学会誌、vol. 62, no. 4. pp. 134-139 (2008年8月)

One step azimuth tracking tilted-wick solar still with a vertical flat plate reflector

Hiroshi Tanaka
Yasuhiro Nakatake

Desalination, vol. 235, pp. 1-8 (2009年1月)

3次元CAD/CAE/CAMを利用した機械要素設計実験の熱流体分野における設計教育

中 武 靖 仁
田 中 雅 治
藤 村 真 悟
橋 井 豊 満
松 原 幸 平
原 田 伸 也
石 丸 哲 也
中 尾 伸 也

久留米高専紀要、vol. 24, no. 2, pp. 43-48 (2009年4月)

二次元弾性解の適用限界について

北 野 原 陽 一 郎 (九 州 大 学)
原 口 博 司 (九 州 大 学)
原 田 豊 満

日本機械学会論文集、第74卷第741号A編 (2008年5月)

Influences of Various Factors of Bolt Tightening on Loosening-Fatigue Failure under Transverse Vibration

Shinji Hashimura

SAE 2007 Transactions, Journal of Materials and Manufacturing, Section 5 (2008年6月)

軸直角方向振動下におけるボルト締結体のゆるみと疲労に関する研究

橋 村 真 治
中 尾 哲 也
石 丸 伸 也

日本自動車技術会論文集、Vol.39, No.6 (2008年11月)

A New Tightening Method of a Bolted Joint to Control the Clamping Force

Shinji Hashimura
Kyoichi Komatsu
Chihiro Inoue
Tetsuya Nakao

JSME Transaction, Journal of Advanced Mechanical Design, System, and Manufacturing, Vol.2, No.5, p.896-902 (2008年11月)

High-Speed Finishing of Hard Gear Teeth with cBN-Tipped Hob

Yoji UMEZAKI (Kyushu Univ.)
Yasutune ARIRURA (Kyushu Univ.)
Toshio SUZUKI (Fukuoka Univ.)
Ryohei ISHIMARU

Int. J. of Automation Technology Vol.2 No.5, 348-353. (2008年6月)

バランス技術を用いた閉じ込めを防ぐホームエレベータ

南 山 靖 博 (現 久 留 米 高 専)
清 田 高 德 (北 九 州 大)
杉 本 旭 (長 岡 技 科 大)
田 中 慎 也 (長 岡 技 科 大)

安全工学、Vol.48, No.1 (2009年2月)

本質的安全設計に基づく制御法の提案とその実システムへの適用に関する研究

南 山 靖 博 (現 久 留 米 高 専)

北九州市立大学大学院国際環境工学研究科環境工学専攻博士論文 (2009年3月)

講 演 題 目

氏 名

発表した学会・講演会名(年・月)

Effects of pressure condition for LOCA acceleration test profile on equipment integrity

Chang-Dae Park*¹
Chi-Sung Song*¹
Hyun-Seon Lee*¹
Hiroshi Tanaka

Proc. NTHAS6: Sixth Japan-Korea Symposium on Nuclear Thermal Hydraulics and Safety, Okinawa, Japan, November 24-28 (2008年11月)

マイクロバブル混入デバイスの燃焼機器への応用
－燃費と有害エミッションの同時低減－

中 武 靖 仁

第6回気泡・泡活用技術調査研究委員会 (2008年9月)

*¹韓国機械研究院

- | | | | | | |
|---------------------------|--|--|---|--|---|
| エジェクタ式マイクロバブル軽油のディーゼル燃焼特性 | 中渡原須瀬江
渡中史
風車ローターブレードの境界層制御に関する数値シミュレーション
マイクロバブル軽油のディーゼル燃焼特性
エジェクタ式マイクロバブル燃料の物理・化学的特性
3次元CAD/CAE/CAMによるエコランカー(低燃費競技用自動車)の設計と製作
各種潤滑剤がねじ締結体の性能に与える影響
軸直角方向振動を受けるボルト締結体とボルト・ナット締結体の疲労破壊に関する研究
軸直角方向振動下におけるボルト・ナット締結体の疲労強度へのグリップ長さの影響
各種潤滑油がボルト締結体のゆるみと疲労破壊に与える影響
Fatigue Characteristics of Bolted Joints under Transverse Vibration
ホブアーバ高精度締付けに関する研究
高強度球状黒鉛鋳鉄歯車の負荷能力に関する研究 (H-FCD800歯車の場合)
歯車の歴史とその発展経緯に関する考察 | 武邊田貝崎口
邊武奇
田中武
瀬町中鈴
武永中鈴
馬河町中
橋小植河築藤
倉梅橋森
梅倉橋森
橋小藤
Shinji Hashimura
田橋鹿
石黒梅松五
松石梅黒土河越 | 靖孝節基朋俊
孝靖峰
裕靖介仁
朋竜太郎
大浩靖孝
場波田武
村松村野島岡
掛野村
慎真美
慎真美
村松岡
真恭治一
真治一
右治文
良周洋洋政
川丸嶺河肥西山
洋良洋洋俊敏 | 仁司男司也彦
(久)(久)(元)(元)(株)
工工工大院生
大院生
專攻科學生
オーラテック
司仁峰
(久)(元)
工大院生
介仁
(元專攻科學生)
(專攻科學生)
(豊橋技科大)
(元本學科學生)
(元本學科學生)
(元本學科學生)
(豊橋技科大)
人治仁
(元本學科學生)
(元本學科學生)
(專攻科學生)
真恭紫邦亮
治一帆俊郎
太郎寬
一帆俊郎
優一
優治彦
優治彦
治一
太郎寬
(東)(專)(本)(本)(本)(本)
(日)(攻)(學)(科)(學)(科)
(製)(科)(學)(科)(學)(科)
(作)(生)(生)(生)(生)(生)
(所) | 自動車技術会2008年秋季大会学術講演会前刷集, No.115-08, 155-2008569, pp.17-20, (2008年)
自動車技術会2008年秋季大会学術講演会前刷集, No.90-08, 36-2008564, pp.23-26, (2008年)
第18回九州沖縄地区高専フォーラム(2008年12月), A-7, p40
第18回九州沖縄地区高専フォーラム(2008年12月), A-8, p41
第18回九州沖縄地区高専フォーラム(2008年12月), A-9, p42
第18回九州沖縄地区高専フォーラム(2008年12月), A-10, p43
日本機械学会2008年度機素潤滑部門講演会(2008年4月)
日本機械学会2008年度機素潤滑部門講演会(2008年4月)
日本機械学会2007年年次大会(2008年8月)
日本機械学会2007年年次大会(2008年8月)
17th European Conference on Fracture in Brno (2008年9月)
九州支部第62期総会講演会(2009年3月)
日本機械学会第8回機素潤滑設計部門講演会(2008年4月)
2008年度精密工学会秋季大会学術講演会(2008年9月) |
|---------------------------|--|--|---|--|---|

鋳放し高強度球状黒鉛鋳鉄歯車の開発	福 味 純 一 (J E F 繫 手) 高三石 杉吉丸 英俊良 登幸平 (J E F 青梅鋳造)	日本鋳造工学会第153回全国講演大会 (2008年10月)
機械要素部品としての歯車の過去・現在・未来—歯車強度に及ぼす加工の影響面からの考察	石 梅 丸 良 平 (九 州 大 学) 梅 黒 嶋 岩 周 俊 (九 州 大 学) 河 肥 平 郎 (九 州 大 学)	2009年度精密工学会春季大会学術講演会キーノートスピーチ (2009年3月)
歯車の歴史とその発展経緯に関する考察 (第2報) —日本における歯車とその適用事例—	松 梅 丸 洋 三 (九 州 大 学) 梅 黒 嶋 岩 周 俊 (九 州 大 学) 河 肥 西 山 雄 雄 (河西研磨技術特別研究室) 越 石 丸 敏 勇 (越山科学技術振興財团) 良 平	2009年度精密工学会春季大会学術講演会 (2009年3月)
酸化物高温超電導モータの回転数制御について	中山 尾 哲 義 也 隆 (元本学科学生)	日本機械学会2008年年次大会 (平成20年8月)
パッシブダイナミック制御による揺動型空気圧アクチュエータの位置決め	南 清 山 靖 博 (現久留米高専) 佐 々 木 高 卓 (北九州大) 杉 本 実 旭 (長岡技科大)	日本機会学会 ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2008 (2008年6月)
Follow-up Control of Pneumatic Cylinders by Passive Dynamic Control	Yasuhiro Minamiyama (now Kurume nct) Takanori Kiyota (The Univ. of Kitakyushu) Takumi Sasaki (The Univ. of Kitakyushu) Noboru Sugimoto (Nagaoka University of Technology)	Proc. of 2008 IEEE/ASME Int. Conf. on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM2008) (2008年7月)
パッシブダイナミック制御による空気圧シリンダの任意軌道追従制御	南 清 山 靖 博 (現久留米高専) 佐 々 木 高 卓 (北九州大) 杉 本 実 旭 (長岡技科大)	第27回計測自動制御学会九州支部学術講演会 (2008年11月)
パッシブダイナミック制御による外乱下での空気圧シリンダの円軌道追従	南 清 山 靖 博 (現久留米高専) 佐 々 木 高 卓 (北九州大) 杉 本 実 旭 (長岡技科大)	第14回 ロボティクスシンポジア (2009年3月)

電 気 電 子 工 学 科

論 文・著書等題目

氏 名

発表した誌名、巻、号(年・月)

Living Plant Observation by Laser Speckle Microscopy	Yasuyuki HIRAKAWA Yushuke Matsuki (現 日 本 航 空)	The Review of Laser Engineering (APLS The Review of Laser Engineering Supplemental Volume 2008), 36, pp. 1355-1357, 2008.
変圧器を用いた交流電圧制御回路の高精度化	山 本 哲 貴 勝 (近 畿 大 学) 園 中 田 清 敏 (近 畿 大 学)	電気学会論文誌A 128巻6号 (2008年6月)
4個の正方形コイルを用いた磁気式モーションキャプチャにおける高速位置推定法	山 口 崇 年 郎 (九 州 大 学) 加 笠 嶋 田 良 一 (九 州 大 学)	計測自動制御学会論文集, 45巻1号 (2009年1月)

講 演 題 目

氏 名

発表した学会・講演会名(年・月)

シリコン電子輸送シミュレーションの精度向上	大 牛 富 浩 平 (現九州大学学生) 牛 長 島 田 悠 介 (現専攻科学生)	第14回高専シンポジウム in 高知 (2009年1月)
-----------------------	---	------------------------------

単共振分解型電話用補聴器の実用モデル開発に関する研究	羽 池 野 田 修 隆 (専 攻 科 学 生)	第18回九州沖縄地区高専フォーラム (平成20年12月)
レーザースペックル顕微鏡で見た、5-ALA 投与ヒト前立腺癌由来培養細胞の損傷変化	三 福 平 好 永 川 憲 幸 靖 雄 裕 之 (福 井 大 学)	第18回日本光線力学学会 (2008年6月)
テラヘルツ時間領域分光法によるゴム材料評価の可能性	平 芹 権 川 田 藤 靖 和 豊 雄 之 則 彦 森 竹 斗 家 内 竹 住 启 吉 幸 也 (大阪大学大学院生) (大阪大学レーザー研) (大阪大学レーザー研) (アイシン精機株) (アイシン精機株)	第2008年応用物理学会九州支部学術講演会 (2008年11月)
テラヘルツ時間領域分光法のゴム材料評価への応用	平 芹 竹 斗 川 田 家 内 靖 和 政 之 則 启 吉 (大阪大学大学院生) (大阪大学レーザー研) (大阪大学レーザー研)	第18回九州沖縄地区高専フォーラム (2008年12月)
レーザースペックル顕微鏡による細胞・生体活動可視化法の開発	平 桑 原 川 原 靖 正 亮 之 成 太 (現 九 工 大 学 生) (現 専 攻 科 学 生)	第50回日本顕微鏡学会九州支部学術講演会 (2008年12月)
Voltage Control of Power System by Using a Magnetic Flux-Controlled Variable Reactor	F.Yamamitsu T.Yamamoto T.Sonoda (北九州電気専門学校) (近 畿 大 学)	The International Conference on Electrical Engineering 2008 (2008年7月)
Problems of Excitation Power Supply for Measuring of B-H Loop	T.Yamamoto T.Sonoda (近 畿 大 学)	The International Conference on Electrical Engineering 2008 (2008年7月)
変圧器を用いた交流高電圧制御回路の負荷依存性について	石 田 橋 中 本 山 园 一 佑 哲 幸 也 樹 勝 (本 学 科 学 生) (本 学 科 学 生) (近 畿 大 学)	平成20年度電気関係学会九州支部連合大会 (2008年9月)
直流バイアス差動方式磁界センサの最適巻線法について	中 佐 々 西 木 本 山 山 园 尚 亮 哲 史 光 田 平 介 哲 也 哲 勝 (本 学 科 学 生) (本 学 科 学 生) (北九州電気専門学校) (近 畿 大 学)	平成20年度電気関係学会九州支部連合大会 (2008年9月)
磁界センサによる微地絡電流検出に対する一検討	津 山 森 光 本 山 园 昭 哲 史 哲 敏 哲 也 勝 (近 畿 大 学) (北九州電気専門学校) (近 畿 大 学)	平成20年度電気関係学会九州支部連合大会 (2008年9月)
磁界センサを用いた微地絡電流の検出に対する一検討	山 山 光 本 山 园 史 哲 敏 哲 也 勝 (近 畿 大 学) (近 畿 大 学)	電気学会マグネティックス研究会 (2009年1月)
直流バイアス差動方式磁界センサの最適巻線方法に対する一検討	山 中 佐 々 西 木 本 山 园 尚 亮 哲 史 光 田 平 介 哲 也 哲 勝 (本 学 科 学 生) (本 学 科 学 生) (北九州電気専門学校) (近 畿 大 学)	電気学会マグネティックス研究会 (2009年1月)
直流バイアス差動方式磁界センサの高感度化と巻線方法	山 中 佐 々 西 木 本 山 园 尚 亮 哲 史 光 田 平 介 哲 也 哲 勝 (本 学 科 学 生) (本 学 科 学 生) (北九州電気専門学校) (近 畿 大 学)	電気学会マグネティックス研究会 (2009年3月)
磁気式モーションキャプチャにおける姿勢推定アルゴリズムの検討	山 笹 口 一 崇 郎 (九 州 大 学)	電気学会計測研究会 (2008年11月)

~~~~~

## 制御情報工学科

| 論文・著書等題目                                                   | 氏名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 発表した誌名、巻、号(年・月)                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| プログラミング言語演習支援環境の設計と開発                                      | 中野 明                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 久留米工業高等専門学校紀要第23巻第2号(2008年4月)                                                                                        |
| トルク脈動を低減した軸方向双歯対面形4相スイッチドリラクタンスマータの瞬時トルク                   | 川口 武実<br>（現 九大院生）<br>本田 実成<br>（現 九工大学生）<br>中濱 宏<br>（現 専攻科学生）                                                                                                                                                                                                                                                                             | 久留米工業高等専門学校紀要第23巻第2号(2008年4月)                                                                                        |
| 最大電力点追従制御される可変速小形風力発電システムの動特性シミュレーション                      | 川口 武実                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 久留米工業高等専門学校紀要第23巻第2号(2008年4月)                                                                                        |
| 標準基底への射影を用いたH.264/AVCにおけるモード判別の高速化                         | 古賀 昭浩<br>（現 九州大学生）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 第21回 回路とシステム軽井沢ワークショップ論文集(2008年4月)                                                                                   |
| ロックベースFisherFacesの検討                                       | 黒田 健光<br>（現 東工大学生）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 第21回 回路とシステム軽井沢ワークショップ論文集(2008年4月)                                                                                   |
| A Study on Wireless Transmission System for Full-Spec HDTV | Masayuki KUROSAKI<br>Yuya HIRATA<br>Masateru MATSUO<br>Wahyul Amien Syafei<br>Baiko SAI<br>Yoshimitsu KUROKI<br>Akio MIYAZAKI<br>Hiroshi Ochi<br>（Kyushu Inst. of Tech.）<br>（Kyushu Sangyo Univ.）<br>（Kyushu Inst. of Tech.） | Proceedings of the 11th international conference on advanced communication technology, Phoenix Park, Korea (2009年2月) |
| ロボット製作の調整作業による観察力の変化と作業量の関係                                | 熊丸 憲男                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 実践教育ジャーナル, Vol.24, No.1, pp55-59 (2009年3月)                                                                           |

## 講演題目

| 講演題目                                                                       | 氏名                                    | 発表した学会・講演会名(年・月)                                    |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Development of a Support Environment for Exercises in Programming Language | Akira Nakano                          | ISATE2008, pp.49, 2008                              |
| 発電機側の銅損のみを考慮した動特性シミュレーションによる小型風力発電システムの最適負荷構築法                             | 川口 武実                                 | 電気学会産業応用部門大会, Vol.1, 1-50, pp.I-257-I-262 (2008年8月) |
| 蓄電池充電回路を有する可変速小型風力発電システムの最適負荷の推定                                           | 川口 武実<br>（現 九電工）                      | 平成20年度電気関係学会九州支部連合大会, 10-2p-10 (2008年9月)            |
| 領域内画素値の補正による任意形状符号化的評価                                                     | 樋口 雄太郎<br>（専攻科学生）<br>古賀 祐一郎<br>（九大院生） | 第61回電気関係学会九州支部連合大会(2008年9月)                         |
| WH基底を用いたH.264/AVCにおけるモード判定の高速化                                             | 古賀 雄太郎<br>（専攻科学生）<br>黒田 昭祥<br>（九大院生）  | 第61回電気関係学会九州支部連合大会(2008年9月)                         |
| SATD基準におけるH.264/AVCの高速モード判定法                                               | 古賀 雄太郎<br>（専攻科学生）<br>黒田 昭祥<br>（九大院生）  | 第18回九州沖縄地区高専フォーラム(2008年12月)                         |
| 整数制度DCTを用いた領域内画素値の補正による任意形状符号化                                             | 古賀 雄太郎<br>（専攻科学生）<br>黒田 昭祥<br>（九大院生）  | 第18回九州沖縄地区高専フォーラム(2008年12月)                         |
| 児童のものを見る活動の評価<br>－小学校でのロボコンをとおして－                                          | 熊丸 憲男                                 | 日本産業技術教育学会<br>第51回全国大会(2008年8月)                     |
| 創造力開発手法による観察力の評価<br>－ロボットコンテストにおけるロボット製作をとおして－                             | 熊丸 憲男                                 | 2008実践教育研究発表会(2008年9月)                              |

|                                                             |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                     |                                  |                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ステレオ視を用いた識別器による歩行者認識                                        | $\begin{cases} \text{松千江} & \text{島場嶺} \\ \text{胡内村} & \text{島場嶺} \\ \text{胡内村} & \text{島場嶺} \end{cases}$                                           | $\begin{cases} \text{島場嶺} & \text{宏浩昇} \\ \text{島場嶺} & \text{振圭一} \\ \text{島場嶺} & \text{振圭一} \end{cases}$                                           | $\begin{cases} \text{島場嶺} & \text{典平二} \\ \text{島場嶺} & \text{程一} \\ \text{島場嶺} & \text{程一} \end{cases}$                                             | (専攻科学学生)<br>(熊本大学)<br>(熊本大学)     | 電気関係学会九州支部第61回連合大会,<br>02-1P-11, (2008年)                                                           |
| ステレオ視を利用した識別器に基づく歩行者認識                                      | $\begin{cases} \text{松千江} & \text{島場嶺} \\ \text{胡内村} & \text{島場嶺} \\ \text{胡内村} & \text{島場嶺} \end{cases}$                                           | $\begin{cases} \text{島場嶺} & \text{宏浩昇} \\ \text{島場嶺} & \text{振圭一} \\ \text{島場嶺} & \text{振圭一} \end{cases}$                                           | $\begin{cases} \text{島場嶺} & \text{典平二} \\ \text{島場嶺} & \text{程一} \\ \text{島場嶺} & \text{程一} \end{cases}$                                             | (専攻科学学生)<br>(熊本大学)<br>(熊本大学)     | FIT2008 第7回情報科学技術フォーラム, H-042, (2008年)                                                             |
| Pedestrian Recognition based Classifier using Stereo Vision | $\begin{cases} \text{KousukeMatsushima} \\ \text{Kouhei Senba} \\ \text{Shoji Esaki} \\ \text{Zhencheng Hu} \\ \text{Keiichi Uchimura} \end{cases}$ | $\begin{cases} \text{KousukeMatsushima} \\ \text{Kouhei Senba} \\ \text{Shoji Esaki} \\ \text{Zhencheng Hu} \\ \text{Keiichi Uchimura} \end{cases}$ | $\begin{cases} \text{KousukeMatsushima} \\ \text{Kouhei Senba} \\ \text{Shoji Esaki} \\ \text{Zhencheng Hu} \\ \text{Keiichi Uchimura} \end{cases}$ | (専攻科学学生)<br>(熊本大学)<br>(熊本大学)     | CAGE CLUB STUDENT ON HIGH VOLTAGE ENGINEERING AND APPLIED ELECTROSTATICS (CAGE 2008), Aug. (2008年) |
| 歩行者認識における特徴量抽出に関する一検討                                       | $\begin{cases} \text{千野松} \\ \text{野島} \end{cases}$                                                                                                 | $\begin{cases} \text{場田島} \\ \text{場田島} \end{cases}$                                                                                                | $\begin{cases} \text{場田島} & \text{浩和宏} \\ \text{場田島} & \text{輝典} \end{cases}$                                                                       | (専攻科学学生)<br>(現 J R 九州)           | 第18回九州沖縄地区高専フォーラム, A-24, (2008年)                                                                   |
| SLAMにおけるステレオビジョンを利用したOHMの開発                                 | $\begin{cases} \text{小白松} \\ \text{白谷島} \end{cases}$                                                                                                | $\begin{cases} \text{山島} \\ \text{山谷島} \end{cases}$                                                                                                 | $\begin{cases} \text{山島} & \text{優宏} \\ \text{山谷島} & \text{巧典} \end{cases}$                                                                         | (専攻科学学生)<br>(専攻科学学生)             | 第18回九州沖縄地区高専フォーラム, A-25, (2008年)                                                                   |
| AdaBoostを用いたカメラ画像からの歩行者認識                                   | $\begin{cases} \text{松千江} \\ \text{千江内} \\ \text{内江} \end{cases}$                                                                                   | $\begin{cases} \text{島場嶺} \\ \text{場嶺村} \\ \text{場嶺村} \end{cases}$                                                                                  | $\begin{cases} \text{島場嶺} & \text{宏浩昇} \\ \text{島場嶺} & \text{圭昇} \\ \text{島場嶺} & \text{圭昇} \end{cases}$                                             | (専攻科学学生)<br>(熊本大学)               | 信学技報, vol. 108, no. 424, ITS2008-51, pp. 97-102, (2009年)                                           |
| 複数の特徴量抽出手法を用いたAdaBoostによる歩行者認識                              | $\begin{cases} \text{千松野} \\ \text{松野内} \\ \text{内内江} \end{cases}$                                                                                  | $\begin{cases} \text{場島田} \\ \text{島田村} \\ \text{島田村} \end{cases}$                                                                                  | $\begin{cases} \text{場島田} & \text{浩宏和} \\ \text{島田村} & \text{輝一} \\ \text{島田村} & \text{輝一} \end{cases}$                                             | (専攻科学学生)<br>(現 J R 九州)<br>(熊本大学) | 火の国情報シンポジウム2009, A-1-4, (2009年)                                                                    |
| SLAMにおけるステレオビジョンを利用したAOMの開発                                 | $\begin{cases} \text{小白松} \\ \text{白谷島} \end{cases}$                                                                                                | $\begin{cases} \text{山島} \\ \text{山谷島} \end{cases}$                                                                                                 | $\begin{cases} \text{山島} & \text{優宏} \\ \text{山谷島} & \text{巧典} \end{cases}$                                                                         | (専攻科学学生)<br>(専攻科学学生)             | 火の国情報シンポジウム2009, B-2-1, (2009年)                                                                    |
| 歩行者認識における特徴量抽出フィルタに関する研究                                    | $\begin{cases} \text{千野松} \\ \text{野島内} \\ \text{内内江} \end{cases}$                                                                                  | $\begin{cases} \text{場田島} \\ \text{場田島} \\ \text{場田島} \end{cases}$                                                                                  | $\begin{cases} \text{場田島} & \text{浩和宏} \\ \text{場田島} & \text{輝典} \\ \text{場田島} & \text{輝典} \end{cases}$                                             | (専攻科学学生)<br>(現 J R 九州)<br>(熊本大学) | 電気情報通信学会情報・システムソサイエティ誌2009年総合大会特別号, 44P, (2009年)                                                   |
| ステレオカメラを利用した非線形OHMの開発                                       | $\begin{cases} \text{小白松} \\ \text{白谷島} \end{cases}$                                                                                                | $\begin{cases} \text{山島} \\ \text{山谷島} \end{cases}$                                                                                                 | $\begin{cases} \text{山島} & \text{優宏} \\ \text{山谷島} & \text{巧典} \end{cases}$                                                                         | (専攻科学学生)<br>(専攻科学学生)             | 電気情報通信学会情報・システムソサイエティ誌2009年総合大会特別号, 53P, (2009年)                                                   |
| 自己組織化を用いた非線形独立成分分析                                          | $\begin{cases} \text{古小} \\ \text{小賀田} \end{cases}$                                                                                                 | $\begin{cases} \text{賀田尚幹} \\ \text{賀田希雄} \end{cases}$                                                                                              | $\begin{cases} \text{賀田尚幹} & \text{希雄} \\ \text{賀田希雄} & \text{(現日立情報通信エンジニアリング)} \end{cases}$                                                       |                                  | 電子情報通信学会九州支部学生会講演会 (2008年8月)                                                                       |

~~~~~

生物応用化学科

論文・著書等題目 氏名 発表した誌名、巻、号(年・月)

電気的加硫即時測定法によるNBRの混合分散評価	$\begin{cases} \text{権森藤} \\ \text{藤道} \end{cases}$	$\begin{cases} \text{藤豊} \\ \text{豊哲} \\ \text{藤彦} \\ \text{彦夫} \\ \text{治} \end{cases}$	(株久留米リサーチ・パーク)	久留米高専紀要, 第23巻2号 (2008年4月)
Soluble Polyimides Based on Long-chain Alkyl Groups via Amide Linkages	$\begin{cases} \text{Yusuke Ysuda} \\ \text{Manami Kojima} \\ \text{Takaaki Matsuda} \\ \text{Jae Min Oh} \end{cases}$	(現 日 東 電 工) (Cheil. Ind. Inc.)	<i>Polymer Journal</i> , Vol. 40, No. 4, pp. 354-366 (2008)	

ポリイミドの溶解性向上	津田祐輔	「ポリイミドの高機能化と応用技術」、 第2章・第9節、サイエンス&テクノロジー社(2008年4月)
高専による地域産業及び市民との連携 —「第13回高専シンポジウム in 久留米」 を企画して—	馬中 越 索 男 藤田 駿 雅 俊 鳥井 昭 美	(名譽教授) 平成20年度工学・工業教育研究講演会 講演論文集p648-649 (2008年8月)
First Detection a Silicic Acid Complex with a Catechol Derivative under Natural Conditions	Shuqin Bai Yutaka Tsuji Yoshihiro Okaue Takushi Yokoyama	(Kyushu University) Chemistry Letters, Vol. 37, pp1168- 1169 (2008)
水素結合官能基を有する蛍光性ベンゾチア ジアゾール色素の会合特性	石井直努 江崎直幸	(専攻科学生) 久留米工業高等専門学校紀要第24巻 第1号 (平成20年9月)
Self-assembling of Cholesterol-appended Benzothiadiazole Fluorescent Dyes;	Tsutomu Ishii Nozomi Nakamura Naoyuki Esaki Shogo Amemori	(現熊本大学学生) (現九州大学大学院生) Chemistry Letters, Vol. 37, No. 11, (2008, October)
コレステロール部位を有する蛍光性ベンゾ チアジアゾール色素の会合特性	石井直努 上野弥生	(現東京工業大学学生) 久留米工業高等専門学校紀要第24巻 第2号 (平成21年4月)
「ドイツ・フランスにおける工業教育調査」 ～ファッハホッホシューレ(独)・グランゼ コール(仏)に学ぶ工業教育～	渡邊勝宏	久留米工業高等専門学校紀要第24巻 第1号 (平成20年9月)
(特願2009-071517) ゴムの分解剤および 分解方法	松田貴暁	特願2009-071517 (2009年3月)
(WO/2008/102919) POLYLACTIC ACID COMPOSITION	Kohei ENDO Hirotaka SUZUKI Takaaki MATSUDA Shin TO	(Teijin) (Teijin) (Musashino Chemical Laboratory) WO/2008/102919 (2008年8月)
(特開2008-120894) ポリ乳酸組成物	鈴木啓高 松田貴貴 唐村良晴 木山根樹	(帝人) (武藏野化学研究所) (京都工織大) (京都工織大)
(特開2008-120893) ステレオコンプレッ クスピリ乳酸組成物	松鈴唐木 田木貴啓 高振高	(帝人) (武藏野化学研究所)

講演題目 氏名 発表した学会・講演会名(年・月)

ゴムの加硫反応進行状態の電気的追跡	森 哲夫 藤松 豊彦 安時 満里菜 山邊 香なみ 藤道 雄也	(本学科学生) (本学科学生) (本学科学生) (久留米リサーチパーク)	日本ゴム協会創立80周年記念年次大会 (2008年5月)
ゴムの基本特性	森 哲夫		平成20年度ゴム加工技術者人材育成事 業におけるゴムの基礎講座 (2008年6 月)
On-line Monitoring of Vulcanization of NBR by Electric Current and Pressure Measurements	T.Mori T.Gondoh Y.Yamabe M.Toh	(本学科学生) (久留米リサーチパーク)	International Rubber Conference 2008, Malaysia (2008年10月)

On-line Monitoring of Vulcanization of Rubber Compounds by Electric Measurements	T.Mori T.Gondoh K.Kajita T.Katada A.Kumamoto Y.Furusawa M.Toh	(本 学 科 学 生) (本 学 科 学 生) (本 学 科 学 生) (本 学 科 学 生) (本 学 科 学 生)	長岡技術科学大学アジア・グリーンテック開発センター第1回国際シンポジウム (2009年3月)
ゴムコンパウンドにおける配合剤の混合評価	権藤道 豊哲彦 治	(久留米リサーチパーク)	ゴム技術研究・事例発表会 (2009年3月)
各種ゴムの加硫反応の電気的追跡	武権森藤 豊哲彦 也	(本 学 科 学 生)	ゴム技術研究・事例発表会(2009年3月)
オゾン包装袋を用いた農産物の鮮度保持について	丸寺伊藤 山田拓 莉世哉 豊義文	(専攻科学生) (本 学 科 学 生)	第18回九州沖縄地区高専フォーラム (2008年12月)
バイオエタノール工業化連続発酵プロセスの自動制御システムの開発	佐々木妻藤 伊シリロ 裕義 海基文 ラスコビポリト	(専攻科学生) (専攻科学生) (NECFER)	第14回高専シンポジウム in 高知 (2009年1月)
プロセスシミュレータgPROMSによる化学反応の特性解析	吉桶泉 武口本 和雄英 亮二 次	(本 学 科 学 生) (本 学 科 学 生)	第14回高専シンポジウム in 高知講演会 (2009年1月)
遺伝的アルゴリズムを用いた反応温度条件の最適化	樋口吉 武英 雄和英 一亮 次	(本 学 科 学 生) (本 学 科 学 生)	第14回高専シンポジウム in 高知講演会 (2009年1月)
マイクロリアクタを用いた油脂の加水分解反応	手島信宮 島國本崎 裕貴 優次 真佐也	(本 学 科 学 生) (現東京工業大学学生) (独)産業技術総合研究所	第14回高専シンポジウム in 高知講演会 (2009年1月)
水熱処理した木質系バイオマスの酵素糖化プロセスの最適化	橋山泉 爪本田 里英則 実次 行	(専攻科学生) (独)産業技術総合研究所	第11回化学工学会学生発表会岡山大会 (2009年3月)
マイクロリアクタにおける油水二流体の流动挙動解析	吉田泉宮 田本崎 あい子 英次 真佐也	(専攻科学生) (産業技術総合研究所)	第11回化学工学会学生発表会岡山大会 (2009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と物性	篠中松津 島田田 正一 貴祐 子貴 暁輔	(専攻科学生) (専攻科学生)	第57回高分子学会年次大会・パシフィコ横浜 (2008年5月)
側鎖に長鎖アルキル基を高分子反応で導入した可溶性ポリイミドの合成と物性	尊篠松津 田島田 夕正貴祐 琴子 暁輔	(専攻科学生) (専攻科学生)	第57回高分子学会年次大会・パシフィコ横浜 (2008年5月)
主鎖にエステル結合を有する可溶性ポリイミドの合成と物性	中松津 村田田 一貴祐 貴暁輔	(専攻科学生)	第57回高分子学会年次大会・パシフィコ横浜 (2008年5月)
ゴムの試験方法 I	津田祐輔		平成20年度ゴム加工技術者人材育成事業におけるゴムの基礎講座 (2008年6月)
側鎖に長鎖アルキル基を含有するポリイミドの合成と物性	中篠松津 村島田 龍正貴祐 一子 暁輔	(専攻科学生) (専攻科学生)	第45回化学関連支部合同九州大会・北九州国際会議場 (2008年7月)

側鎖に長鎖アルキル基を高分子反応で導入した可溶性ポリイミドの合成と物性	津尊 松田 田田 祐貴 夕貴 輔琴 晓 (専攻科学生)	第57回高分子討論会・大阪市立大学 (2008年9月)
产学民連携共同教育による実践的技術者育成－地域企業・社会との共同研究による地域活性化貢献と技術者教育の融合－	伊富藤 藤岡 道義 寛文 治治 (久留米リサーチパーク)	第6回全国高専テクノフォーラムパネル討論 (2008年8月)
产学民連携共同教育による実践的技術者育成－地域企業・社会との共同研究による地域活性化貢献と技術者教育の融合－	伊富藤 藤岡 道義 寛文 治治 (久留米リサーチパーク)	产学連携教育フォーラム in 一関 (2008年11月)
产学民連携共同教育による実践的技術者育成	伊富藤 藤岡 道義 寛文 治治 (久留米リサーチパーク)	第18回九州沖縄地区高専フォーラム (2008年12月)
ORAC法による福岡県産農産物の抗酸化活性の測定	井平 中上野 麻吉 吉裕 美男 之 (本学科学生) (福岡工技センター)	第14回高専シンポジウム (2009年1月)
ボーダーラインソルボリシスにおける生成物の選択性	手辻 嶋 三奈美 豊 Richard John (専攻科学生) (ニューヨーク州立大学バッファロー校)	第19回基礎有機化学討論会 (平成20年10月)
1-(4-メチルフェニル)-2,2,2-トリフルオロエチルトシラートのソルボリシスにおけるイオン対詳細機構	手辻 嶋 三奈美 豊 Richard John (専攻科学生) (ニューヨーク州立大学バッファロー校)	第89回日本化学会春季年会 (平成21年3月)
ゴム分解微生物の遺伝子に関する研究	甲斐 菲木 裕宏 基和 (専攻科学生)	日本生物工学会年次大会第60回大会 (2008年8月)
蛍光性ベンゾチアジアゾール色素の会合特性	石江 中井 崎村 直 努 幸 望 (専攻科学生) (専攻科学生)	第57回高分子学会年次大会 (平成20年5月)
ドナー部位を有するトリ(フェナントロリノ)ヘキサアザトリフェニレン	雨平 石森 島井 章亮 吾一 努 (現九州大学大学院) (現九州大学大学院)	第57回高分子学会年次大会 (平成20年5月)
ベンゾチアジアゾールを基盤とする水素結合自己集合性蛍光色素の創製	江石 崎井 直幸 努 (専攻科学生)	第45回化学関連支部合同九州大会 (平成20年7月)
Two-photon Absorbing Fluorescent Dyes with Material and Biological Functionalities	Tsutomu Ishii-i	The 9th International Symposium on Functional- -Electron Systems (F•8) (July, 2008)
コレステロール-ベンゾチアジアゾール蛍光色素の自己集合特性	石中 江井 崎村 直 努 幸 望 (本学科学生) (専攻科学生)	2008年光化学討論会 (平成20年9月)
光切断性消光剤を導入した蛍光性2光子吸収色素の創製	石中 三井 井村 根村 奈智 美徳 惺悟 (現豊橋技科大学生) 今茂 五郎 丸田 岩統 菲英 貴一 (現豊橋技科大学生) (三菱化学生) (三菱化学生) (三菱化学生)	2008年光化学討論会 (平成20年9月)
ドナー・アクセプター分子を基盤とした2光子吸収色素の創製	石井 努	豊橋技術科学大学・第5工学系「教育研究高専フォーラム」(平成20年11月)
自己集合性ベンゾチアジアゾール蛍光色素の創製	江石 崎井 直幸 努 (専攻科学生)	第18回九州沖縄地区高専フォーラム (平成20年12月)
拡張したパイ電子系を持つヘキサアザトリフェニレン誘導体の自己集合特性	石堤 雨森 尚翔 孝悟 (本学科学生) (現九州大学大学院)	日本化学会第89春季年会 (平成21年3月)

会合性ベンゾチアジアゾール蛍光色素	江 石 崎 井 直 幸 努 (専 攻 科 学 生)	日本化学会第89春季年会（平成21年3月）
ドナー部位を有するヘキサアザトリフェニレン誘導体の自己集合特性	雨 石 森 井 鎌 鞠 賢 勝 (現九州大学大学院) (産 総 研)	日本化学会第89春季年会（平成21年3月）
Chlorophora excelsaの成分研究	平 渡 野 邊 吉 勝 男 宏 (福岡県工業技術センター)	日本葉学会第129年会（平成21年3月）

材 料 工 学 科

論文・著書等題目 氏 名 発表した誌名、巻、号(年・月)

Effect of alloying elements on decomposition behavior of retained austenite in high chromium cast iron	K.Yamamoto Y.Yokomizo N.Sasaguri Y.Matsubara (株)香春製鋼 (名譽教授)	Proc. of The 10th Asian Foundry Congress-Nagoya, JAPAN (2008) 72-77
多合金白鋳鉄の焼戻しにともなう硬さおよび残留オーステナイト量の変化	笠山 横溝 栗本 信也 橋本 雄三 松原 光生 大原 宏 (株)香春製鋼 (株)フジコ一 (名譽教授)	鋳造工学 vol80 (2008) 8月号 475-479
Effects of C and W contents and heat treatment condition on microstructure and wear resistance of multi-component white cast iron	W.S.Chang Y.N.Pan N.Sasaguri Y.Matsubara (Taiwan Univ.) (Taiwan Univ.) (名譽教授)	Proc. Of the International Conference ABRASION 2008 (2008) 35-48
Effect of Ni and Mo on decomposition behavior of Austenite during heat treatment of high chromium cast iron	K.Yamamoto N.Sasaguri Y.Matsubara (名譽教授)	Proc. Of the International Conference ABRASION 2008 (2008) 65-73
多合金白鋳鉄の焼戻しにともなう残留オーステナイトの分解挙動	笠山 横溝 栗本 信也 橋本 雄三 松原 光生 大原 宏 (株)香春製鋼 (株)フジコ一 (名譽教授)	鋳造工学 Vol80 (2008) 10月号
高クロム鋳鉄の残留オーステナイト含有量の電磁非破壊検査法(解説)	後藤 羽田 田野 藤原 高橋 篠栗 信則 (大) (大) (大) (大) (大) (大) (大) (大) (岡) (山)	非破壊検査第58卷3号 (2009)

講 演 題 目 氏 名 発表した学会・講演会名(年・月)

鋳鉄内のオーステナイト含有量電磁気測定手法の提案	池西 後藤 田下 藤栗 裕二郎 慧治也 (大) (大) (大) (大) (大) (大) (大) (大)	電気関係学会九州支部連合大会 (2008年8月)
初透磁率の不均一性を考慮した残留オーステナイト含有量電磁非破壊検査	西後高 笠橋 藤栗 下田 藤原 裕二郎 慧治也 (大) (大) (大) (大) (大) (大) (大) (大) (岡) (山)	日本非破壊検査協会 第12回表面探傷シンポジウム (2008年3月)
高専による地域産業及び市民との連携 -「第13回高専シンポジウム in 久留米」を企画して-	馬中 藤鳥 越篠田 裕雅 幹裕昭 男之俊美 (大) (大) (大) (大) (大) (大) (大) (大) (名譽教授)	日本工学教育協会第57回年次大会 (平成20年8月)

ホウ素添加による燃焼合成法MoSi ₂ の焼結割れの防止効果	藤鬼馬吉久 章木越富保 俊幹俊甚 裕範男之郎 (専攻科, 現九大総理工) (専攻科)	第14回高専シンポジウム in 高知 (平成21年1月)
歪誘起型Fe-Mn-Si-Cr形状記憶合金中のVN析出物周囲の応力場と形状回復機構の考察	前山久奥 田崎保山 真有哲 典司紘也 (専攻科) (関東職能大)	平成20年度合同学術講演会大会(日本金属学会九州支部)(2008年6月)
β-FeSi ₂ 熱電変換材料の特性向上へのGe原子置換効果	角川山奥 裕上崎山 次雄有哲 郎士司也 (専攻科, 現九大総理工) (佐賀工技センター)	平成20年度合同学術講演会大会(日本金属学会九州支部)(2008年6月)
液相法を用いて作製したZnOナノ粒子の微細構造と発光特性	隈山円城寺白上 本崎川井 竜有隆 一司志郎 司也 (専攻科, 現九大総理工) (佐賀工技センター) (佐賀工技センター) (千葉大)	平成20年度合同学術講演会大会(日本金属学会九州支部)(2008年6月)
ZnOナノ粒子のサイズ制御と特性評価	隈山円城寺白上 本崎川井 竜有隆 一也司文 哲志郎 (専攻科, 現九大総理工) (千葉大) (佐賀工技センター) (佐賀工技センター)	日本金属学会2008年秋期(第143回)学術講演会(2008年9月)
ZnOナノロッド粒子の合成と分散ゾルの調整	吉崎山納円城寺白 奥山嶋戸戸 舞佑子 哲有司治 司也 (専攻科) (大電株) (佐賀工技センター) (佐賀工技センター)	第50回日本顕微鏡学会九州支部学術講演会(2008年12月)
TiNiSn _{1-y} X _y ハーフホイスラー合金の作製と熱電変換特性	高倉百 奥山崎上 倉山百 崎上哲 代也司士 (専攻科) (佐賀工技センター)	第50回日本顕微鏡学会九州支部学術講演会(2008年12月)
発光特性を有するZrO ₂ ナノ粒子の作製に関する研究	稻富百 奥山崎戸 富山百 崎戸哲 晴哲司治 也司 (本科, 現東工大) (大電株)	第50回日本顕微鏡学会九州支部学術講演会(2008年12月)
SPS 法による TiNiSn _{1-x} Sbxハーフホイスラー合金の作製と熱伝導率の評価	高倉百 奥山崎上 倉山百 崎上哲 代也司士 (専攻科) (佐賀工技センター)	第144回日本金属学会学術講演会(2009年3月)
有機材料中への分散を目的としたZnOナノ粒子の合成に関する研究	吉崎山納円城寺白 奥山嶋戸戸 舞佑子 哲有司治 司也 (専攻科) (大電株) (佐賀工技センター) (佐賀工技センター)	第89回日本化学会春季年会(2009年3月)
Discovery of the Potential of Minimum Mass and Analysis of Its Importance to Interfacial Electrochemistry	G.Jerkiewicz J.Lessard S.Tanaka G.Vatankhah (Queen's University) (Université de Sherbrooke) (Université de Sherbrooke)	International Society of Electrochemistry The 59th Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry (2008年9月)
アルカリ水溶液中におけるチタンの表面処理	田中慎一	西日本腐蝕防蝕研究会 第161回例会(2008年12月)
PEFC 用電極触媒 Pt-Mo, Pt-Zr の微細構造解析	千鬼佐々木周 原木裕基 木一致 (専攻科, 現九大総理工) (専攻科) (九州大)	平成20年度合同学術講演会大会(日本金属学会九州支部)(2008年6月)

PEFC用電極触媒Pt-Zr,Pt-Hfの微細構造解析	鬼千周 木原裕致 喬基霆	(専攻科, 現九大総理工)	日本金属学会2008年秋期(第143回) 学術講演会(2008年9月)
FSWを施した2024-T3材における熱処理挙動	千平周 原窪野 裕映正致 和霆	(専攻科, 現九大総理工) (本科, 現熊本大)	日本金属学会2008年秋期(第143回) 学術講演会(2008年9月)
Zr及びHfを合金元素としたPEFC用Pt電極触媒の微細構造解析	鬼千佐々木周 木原裕一致 喬基成霆	(専攻科, 現九大総理工) (専攻科, 現九大総理工) (九州大)	第50回日本顕微鏡学会九州支部学術講演会(2008年12月)
摩擦攪拌接合を施した2024-T3材における熱処理挙動	千平周 原窪野 裕映正致 和霆	(専攻科, 現九大総理工) (本科, 現熊本大)	第18回九州沖縄地区高専フォーラム(2008年12月)
PEFC電極に用いる新規合金触媒Pt-ZrおよびPt-Hfの微細構造解析	鬼千佐々木周 原木裕一致 喬基成霆	(専攻科, 現九大総理工) (専攻科, 現九大総理工) (九州大)	第76回電気化学会(2009年3月)

一般科目 数学

論文・著書等題目	氏名	発表した誌名、巻、号(年・月)
異なるファイバーを持つファイバー空間のなす図	酒井道宏	久留米高専紀要 第23巻 第2号 (平成20年4月)
ファイバー空間のなす図のA ∞ -構造とL-Sカテゴリ数	酒井道宏	久留米高専紀要 第23巻 第2号 (平成20年4月)
Functors on the category of quasi-fibrations	岩瀬井道宏 (九州大学)	Topology and its Applications 155 (平成20年7月)
The Hopf invariant of a map over B, II	酒井道宏	岐阜高専紀要 第44号(平成21年3月)

講演題目

講演題目	氏名	発表した学会・講演会名(年・月)
ファイバーワイズ空間のなす図におけるA ∞ -空間とL-Sカテゴリ数について	酒井道宏	九州大学トポロジー金曜セミナー(平成20年10月)
A ∞ -spaces and L-S category in the category of fibrewise spaces	酒井道宏	日本数学会春季総合分科会(平成21年3月)
Functors on the category of quasi-fibrations	岩瀬井道宏 (九州大学)	日本数学会春季総合分科会(平成21年3月)

一般科目 物理・化学

論文・著書等題目	氏名	発表した誌名、巻、号(年・月)
The Academic Contribution to the local area through the MEXT's SPP: The Training Courses for High School Teachers and Students in the Field of Radiation, SEM and X-Ray	N. Koshiji	Proceeding of The International Conference of Physics Education (Journal of the Physics Educations Society of Japan Supplement (2008))

講演題目	氏名	発表した学会・講演会名(年・月)
------	----	------------------

久留米高専における地域連携
—地域の教育機関への支援及び高専シンポジウムの開催—
越地尚宏 第6回全国高専テクノフォーラム
(2008年8月)

高専の特色を生かした科学技術教育支援 越地尚宏 福岡大学創立75周年記念シンポジウム
『地域の科学教育を考える—科学教育の活性化をいかに実現するか—』
(2009年3月)

一般科目 国語・人文

論文・著書等題目	氏名	発表した誌名、巻、号(年・月)
----------	----	-----------------

長享の一揆と本願寺守護権 松尾(遠藤)一 加能史料刊行会編『加賀・能登歴史の扉』(2008年4月 石川史書刊行会)

戦後親鸞の軌跡(1)
—二葉憲香「仏教史学・親鸞論」を読む— 松尾一 久留米工業高等専門学校紀要24巻1号
(2008年9月)

惠信尼の宗教活動 松尾一 久留米工業高等専門学校紀要24巻1号
(2008年9月)

戦後親鸞論の軌跡(2)
—二葉憲香「仏教史学・親鸞論」を読む— 松尾一 久留米工業高等専門学校紀要24巻2号
(2009年4月)

建永の法難のはじまり 松尾一 久留米工業高等専門学校紀要24巻2号
(2009年4月)

(教室レポート)「論理的思考力を養う歴史教育—レポート作成を通じて—」 岡本和也 『歴史と地理』623(世界史の研究;218), 2009, 15-25.

講演題目	氏名	発表した学会・講演会名(年・月)
------	----	------------------

「坊守」とは何か 松尾一 同和教育振興会 連続人権講座
(2008年7月)

戦国期本願寺教団の身分と周縁 松尾(遠藤)一 浄土真宗本願寺派福井別院 仏教講演会
(2007年7月)

在地の「王法」に生きる 一菅生の願生と一向一揆 松尾(遠藤)一 西本願寺福井別院おはよう講座
(2007年7月)

仏教の性差別と真宗のジェンダー化 松尾(遠藤)一 九州・沖縄同朋運動推進協議会・研究部会
(2008年9月)

仏教とジェンダー 松尾(遠藤)一 浄土真宗北豊教区門司組「同朋研修会」
(2009年3月)

一般科目 体育

論文・著書等題目	氏名	発表した誌名、巻、号(年・月)
----------	----	-----------------

久留米高専における体育授業時のエネルギー消費に関する研究 龍頭信二 久留米工業高等専門学校紀要
23(2) pp.29-34 (2008)

久留米高専における体育授業時のエネルギー消費測定とその教育効果について 龍頭信二 平成20年度高専教育講演論文集
pp.327-330 (2008)

久留米高専における体育授業時のエネルギー消費測定とその教育効果について

龍頭信二

論文集「高専教育」第32号pp.243-248 (2008)

二点識別覚の科学的再評価、1. 新しい方法の開発と時間的二点識別覚の検討

柿木塚隆介
赤乾幸二
田村平
寶珠山洋
穂（生理学研究所）
（東京慈恵会医科大学）
（名古屋大学）

神経内科 第68巻第3号 (2008)

二点識別覚の科学的再評価、2. 空間的二点識別覚の電気生理学的検討

柿木塚隆介
赤乾幸二
田村平
寶珠山洋
穂（生理学研究所）
（東京慈恵会医科大学）
（名古屋大学）

神経内科 第68巻第4号 (2008)

二点識別覚の科学的再評価、3. 機能的MRIを用いた二点識別覚の責任部位の解明

柿木塚隆介
赤乾幸二
田村平
寶珠山洋
穂（生理学研究所）
（東京慈恵会医科大学）
（名古屋大学）

神経内科 第68巻第5号 (2008)

走運動の基本指導と効果

明官塚秀介
赤康介
穂*1

久留米工業高等専門学校紀要 第24巻第2号 (2008)

講演題目

氏名

発表した学会・講演会名（年・月）

久留米高専における体育授業時のエネルギー消費とその教育効果について
—心拍数計測との対比を加えて—

龍頭信二

福岡教育大学附属体育研究センター
国際シンポジウム「東アジアにおける
健康体力・スポーツの現状と展望」
(2009年1月)

非侵襲的脳機能計測法を用いた体性感覺識別過程に関する研究

赤塚康介

久留米大学健康スポーツ科学研究会
(2008年7月)

*1現 旭川高専

平成20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
有限要素法による弾塑性解析に関する研究	{ 山 下 綾 平 内 田 琢 郎
繊維強化複合材料の応力集中係数の推定に関する研究	{ 大 河 功 昌 豊 田 雄 一
引張り力負荷による新しい締付け法に関する研究	上 脇 彬
トルク法管理による増締めの基礎的研究	カッソウム・アディル
機械構造物におけるフレッティング摩耗に関する研究	{ 片 江 龍 太 松 尾 宗哉
境界潤滑条件における潤滑油添加剤の摩擦特性（1. 給油溝が無い場合）	{ 石 川 陽 大 中 山 正 大
境界潤滑条件における潤滑油添加剤の摩擦特性（2. 給油溝を設けた場合）	錦 戸 洋 航
ハードボーリングに関する研究	{ 清 武 康 彦 芳 野 秀 太
超硬工具の耐欠損性向上に関する基礎研究	{ 濱 地 尚 山 田 中 雅
歯車の運転性能に関する研究	{ 小 黒 飛香瑠 太 西 田 雄
CMP加工の高精度・高能率化に関する研究	加 藤 成 宏
ドリンクボトルのプロダクトデザインプロセス（1）	{ 後 藤 慧太郎 吉 見 淳 志
ドリンクボトルのプロダクトデザインプロセス（2）	{ 今 村 文哉 牟 口 隆 介
風力エネルギーの回収技術に関する研究	{ 上 杉 ま り 一 木 亮 佑
強制回転する攪拌翼付二重管熱交換器の伝熱と圧力損失	{ 森 山 貴 文 川 島 弘 之
エコランカーの燃費性能向上	{ 馬 河 孝 光 河 場 人 治
マイクロバブルに関する研究	{ 永 松 浩 季 武 藤 大 貴
傾斜ウェイク型太陽熱海水淡水化装置の屋外実験	{ 杉 原 慎 太郎 石 橋 直 也
ソーラークッカーの性能評価	{ 倉 富 将 伍 植 月 慎 太郎
PICマイコンを用いたメカトロニクス教材の作成	川 野 洋 平
超電導ロータリアクチュエータの試作と制御	酒 井 義 信
バイラテラル制御システムの構築と評価	{ 横 溝 明 彦 古 長 正 登

電 気 電 子 工 学 科

題 目	氏 名
電気機器端子部の接触不良による電気火災の研究	{川吉 端松 謙介 松 誠訓
T-T T-N 接地システムの性能比較	{近増 藤田 直道 増 田 友佳
1.5V乾電池を用いたプッシュプル駆動によるLEDの光束の増加	{江山 口口 智仁 山 口 隆太郎
プレゼン用自動タイマーの実用設計	山田 龍成
自励式PWM D級アンプの高効率化	半田 竜也
AD変換-PWMコンバータ方式他励PWM D級アンプの設計検討	杉浦 康太
シミュレーションによるpチャネルMOSFETにおけるチャネル形の比較	{兵森 勵山 健介 森 山 惠輔
多粒子MC法によるシリコン電子輸送シミュレーションの精度向上	{牛島 富悠浩 介平 大富 悠浩 介平
DSPを用いた計測制御コントローラの開発研究	岩石 琢身
電話音声用補聴器の実用化試験研究	池田 嶺
日常の安全を補助するシステムに関する研究	{山吉 崎田 敬太 吉田 崎田 敬太誠
印刷データ収集プログラムの開発	{土秋 井永 和浩 秋永 和浩 寛
レーザースペックル顕微鏡の画像処理プログラムの開発	桑原 政成
レーザースペックル顕微鏡を利用した大腸菌濃度評価法の開発	原亮太
波長1320 nm Nd:YAGマイクロチップレーザーの高出力化	多田 英哲
レーザーショー用ガルバノスキャナ装置の製作	篠原 靖幸
レーザービーム品質の自動計測システムの製作	{今森 村山 考新 森山 考新哉
無水銀蛍光ランプ用高電圧電源回路の製作	{江坂 上本 昌司 坂上 昌司 照
自動果実袋掛け機の制御装置の開発	{内小 村嶋 義裕 小嶋 義裕 光行
エコラン競技におけるエンジン制御装置の開発	{富藤 永本 恭平 藤永 恭平 助
高温下における熱伝変換材料の特性試験装置の開発	堀隼聰
ZnOナノ粒子の自動測定装置構築	馬場 大貴
鶏舎における遠隔監視システムの構築	{堀吉 尾田 幸弘 吉田 尾田 幸弘郎
VDECを利用したLSI設計環境の構築	鬼塚 智也
ゴムの加硫反応の電気的特性を基にした加硫反応の電気回路モデル	井上 陽介
磁心型磁界センサの高感度・高分解能化に関する研究	{中佐 西々木 尚亮 佐々木 尚亮 平介
変圧器を用いた交流高電圧発生回路の高精度化に関する研究	{田石 中橋 佑一 石橋 佑一 幸樹

制御情報工学科

題 目

固定 5 軸加工における割出角度の導出	井 寺 崇
二足歩行ロボットキットの可能性検証	{ 草 場 真由香 田 中 堅 三
ロボット製作における情報支援と学習効果の測定	{ 小 篠 西 田 彩 謙 実
ものづくり授業におけるライントレーサー回路設計	{ 江 中 越 川 晃 弘 平 太
ウェブカメラを用いた液位検出システムの開発	日 野 俊 平
画像校正に用いるムーブマスターの姿勢制御ソフトウェアの開発	{ 小 国 野 龍 武 垂 沙 美
SLAMにおけるステレオビジョンを利用したAOM生成	白 谷 優 典
複数の特徴検出フィルタを用いた歩行者認識に関する研究	野 田 和 輝
ドライバ注視点観測のための顔向き検出に関する一検討	重 松 大 輝
自動果実袋掛け機の 6 次試作－機械の小型化・軽量化と総合組立	{ 大 鳥 中 飼 茜 隼
区間線形近似によるブラインド信号分離	生 野 貴 洋
マイクロサーバを用いた情報収集ロボットの試作	江 口 真 央
動画ファイルを用いた移動物体の追従システムの構築	高 瀬 章 充
ニューラルネットワークを用いた比例代表制選挙の当選予測	田 中 正 紀
構文解析器を用いた加減算の文章問題からの情報抽出システム	高 崎 航
プログラミング教育におけるブロック判定による論理エラーの発見	田 中 昭 裕
プログラミング演習において教師支援を目的としたシステムの改良と理解度把握のための指標の検討	松 尾 知加子
PrologCafeを用いた図形学習支援システムの改良	本 松 亮 介
適応的動き補償予測方式の改善に関する研究	大 野 智 美
Asteriskを用いたIP電話システム構築に関する研究	{ 樋 古 口 庄 幸 一 郎 裕 貴
信頼度関数を用いたSIFTによる特徴点選出法	後 藤 裕 樹
SIFTアルゴリズムを用いたパノラマ画像の作成	緒 方 貴 紀
ウェーブレットを用いたSIFTアルゴリズムの高速化	山 中 太 記
L1-PCAによる次元削減アルゴリズムの高速化	船 津 暢 宏
可変速小型風力発電システムの最適負荷決定試験	{ 岩 野 松 松 田 優 飛 也 将
3 相式軸方向双歯対面型SRMの特性シミュレーション	小 山 和 紀
剛体の 3 次元運動シミュレーションソフトの開発	{ 野 吉 口 敏 倉 生 孝 太 郎
3 次元骨組み構造物のデータ作成ソフトの開発	富 永 崇 之

生物応用化学科

題 目

氏 名

ゴム分解性微生物の酵素精製法の確立	藤 木 智 之
ゴム分解性微生物酵素の性質検討	西 田 真 見
商品化に向けてのご飯パン作成と目視法を用いた抗カビ試験	山 口 明 夏

ごはんパン作成における抗菌剤の開発及びその分析	中 村 美菜子
電気的測定によるNBRの加硫反応の追跡－交流電圧印加時	片 田 千 佳
電気的測定によるNBRの加硫反応の追跡－直流電圧印加時	梶 田 恵 子
電気的測定によるBRの加硫反応の追跡	古 澤 優 美
ゴムコンパウンドにおける配合剤の分散評価法	隈 本 温 子
ORAC法による福岡県産農産物の抗酸化活性の測定	井 上 麻 美
南極産地衣類の系統分類に関する遺伝学的研究	西 村 浩 輔
Cladonia属の系統分類に関する遺伝学的研究	半 田 広 樹
レーザースペックル顕微鏡を用いた細菌計測法に関する研究	牛 島 さやか
3個の長鎖アルキル基と3個のアミド結合を有する芳香族ジアミンを用いた可溶性ポリイミドの合成 (1)	秦 龍之介
3個の長鎖アルキル基と3個のアミド結合を有する芳香族ジアミンを用いた可溶性ポリイミドの合成 (2)	古 賀 大 将
イオン液体の液液抽出への利用に関する研究 (7) －サリチル酸の抽出－	福 田 菜穂子
マイクロエマルジョン形成法による油の加水分解	手 島 裕 貴
プロセスシミュレータ g PROMSによる化学反応の特性解析	吉 武 和 亮
遺伝的アルゴリズムを用いた反応温度条件の最適化	樋 口 雄 一
高分子担持形アルキルスルホン酸の合成	江 崎 航
変性澱粉の合成とその応用	篠 原 英
消炎鎮痛外用剤の包装における薬効成分の吸着・透過特性の研究	牛 崎 康 太
オゾン包装袋を用いた農産物の鮮度保持に関する研究	寺 田 拓 哉
ヘキサアザトリフェニレンを基盤とした自己集合性二光子吸収色素の創製	岡 村 知 恵
ベンゾチアジアゾール-コレステロール二光子吸収色素の会合特性に関する研究 (2)	上 野 弥 生
自己集積性n型有機半導体トリ (フェナンスロ) ヘキサアザトリフェニレンの合成と特性に関する研究	松 木 繁 季
ペルオキシダーゼを用いた天然ゴムの分解・低分子量化に関する研究	高 橋 李 奈
ミオグロビンを用いた天然ゴムの分解・低分子量化に関する研究	簗 田 真 昂
ヘモグロビンを用いた天然ゴムの分解・低分子量化に関する研究	吉 岡 真菜美
弥生人骨のDNA配列による性別およびハプログループの決定	平 川 真奈美
qRT-PCRを用いた高感度かつ迅速な性別判定法の開発	大 坪 栄 里
線香原料の灰分測定に関する検討	永 野 恭 子
1-(3,5-Dimethylphenyl)-2,2,2-trifluoroethylTosylate のソルボリシスにおけるイオン対の挙動	嶋 田 知 輝
ベンジル位基質の二成分系ソルボリシスにおける生成物	福 島 由里子

材 料 工 学 科

題 目

氏 名

電気化学的表面処理によるニッケル電極の活性向上	妹 川 祐 輔
固体高分子型燃料電池用Pt/SnO ₂ 触媒の界面構造解析	中 山 聰一郎
高出力電池接点材料用Ag-Sn合金電析	井 上 侑 哉
球状黒鉛鉄の曲げ特性及び耐摩耗性に及ぼす熱処理の影響	井 上 雄 一
炭酸塩の生成による炭酸ガスの固定化	村 上 心

2024アルミニウム合金におけるFSW攪拌部の熱履歴の推定	松木 康祐
電気化学的表面処理による白金の表面積向上に及ぼす前処理の影響	水落 隆起
2次元粒状堆積物の崩壊に関するシミュレーション	野上 雄史
Zn電析に及ぼすPEG予備吸着の影響	重松 直樹
Al-Si-SiC合金の時効特性	片渕 真一
簡易型DCスパッタ法と熱処理を用いたPd薄膜型オプティカル水素センサの作製と評価	藤田 大喜
無電解めっき法と熱処理を用いたPd/SnO ₂ 薄膜型オプティカル水素センサの作製と評価	前田 佳輝
燃焼合成法MoSi ₂ の焼結に及ぼすホウ素添加の影響	鬼木 俊範
Zn電析形態に及ぼす微量無機不純物の影響	中原 忠也
SPS法により作製されたTiNi _{1-x} Fe _x Sb合金の熱電特性に関する研究	波多野 杏那
アルミ合金6061-T6のFSW継手性能に関する研究	吉木 妙
6061アルミ板の磨耗攪拌による塑性流動部の組織	仲 美鈴
吸着水素による鋼の水素脆化に関する研究	平田 雄一
Al-Mg合金の降伏点伸びに及ぼすMg量と熱処理条件の関係	溝上 智久
廃棄豚骨由来水酸アパタイトを用いた希土類添加蛍光体材料の作製と評価	細川 亮
廃棄豚骨由来水酸アパタイト焼結体の作製と invitro 生体親和性評価	三池 智士
2相ステンレス鋼の金属組織に及ぼすNの影響	宮武 正弘
スルファミン酸浴からのNi電析物の結晶成長	檜枝 卓哉
16%Cr鉄の変態特性に及ぼすNiの影響	富岡 百合野
高速原子線スパッタ及び抵抗加熱蒸着によって作製した有機・無機複合薄膜の組織観察	福澤 嘉宏
Al-Mg系合金の降伏点伸びに及ぼす成分と時効条件の影響	江崎 ゆみ
高クロム鉄の高温炭化物強化に及ぼすCr及びW当量の影響	緒方 涼太
Si-Al-Li-O系結晶化ガラスの二次熱処理温度による結晶化の変化	木屋 亨
Zrを含むナノ粒子の合成法とその発光特性に関する研究	稻富 晴美
めっき法による低水素過電圧陰極の作製	高田 仁
陽極酸化処理によるチタン表面の多孔質化処理	中村 暢介
Ag-Cu合金ナノ粒子の合成法に関する研究	尾形 大輝
FSWによる接合部分散強化の検討	高田 悠平

専攻科（機械・電気システム専攻）

題 目	氏 名
引張り力負荷によるボルト・ナット締結体の締付け方法	井上 智太
ホブアーバの高精度締付けに関する研究	田中 弦右
ボルト締結に用いる潤滑油に関する基礎的研究	植村 紫帆
連続繊維強化型プラスチックの応力集中係数の簡便推定に関する研究	今泉 親等
マイクロバブル軽油のディーゼル燃焼特性	瀬崎 朋也
回転翼における半径方向流れを利用したブレードの空力特性に関する研究	田中 裕介
無水銀照明光源の開発	植村 卓矢
養鶏所の遠隔監視における通信システムの構築	久保 泰朝
テラヘルツ時間領域分光法を利用したゴム材料評価法の開発	芹田 和則

単共振分解型電話用補聴器の実用モデルに関する研究	羽野 修
メッシュネットワークにおけるマルチホップによるデータ伝送システムの構築	濱森 信康
プログラミング言語演習支援環境における学習者支援のためのエージェントシステムの設計と開発	岩永 康孝
H.264AVCにおけるモード判別の高速化	古賀 昭浩
整数精度DCTを用いた領域内画素値の補正による任意形状符号化	古賀 祐一郎
ブロックFisherfaceの検討	山田 健弘
自己組織化を用いた非線形独立成分分析	古賀 尚希
ビジュアルサーボによるヘリコプターの角度制御	下川 大輔
児童の創造活動を支援するツールの作成 -小学校のロボットコンテストを通して-	林 佑一郎
蓄電池充電回路を有する可変速小型風力発電システムの最適負荷の推定	行本 聖司

専 攻 科 (物質工学専攻)

題 目	氏 名
ドナー部位を有するヘキサザトリフェニレン誘導体の自己集合特性に関する研究	雨森 翔悟
バガスの酵素糖化のための前処理法の検討	市川 浩士
側鎖に3個の長鎖アルキル基をフェニルエステル結合で連結した可溶性ポリイミドの合成と物性	篠島 祥子
ゴム分解微生物MOE-1のゴム分解遺伝子の解析のための予備試験	甲斐 裕基
側鎖に長鎖アルキル基を高分子反応で導入した可溶性ポリイミドの合成と物性	尊田 夕琴
主鎖にエステル結合を有する可溶性ポリイミドの合成と物性	中村 一貴
各種充填剤を配合したニトリルゴムの加硫反応の電気的追跡	山邊 雄也
マイクロリアクタにおける油水二流体の流動挙動解析	吉田 あい子
球状黒鉛鋳鉄の耐アプレッシブ摩耗性に及ぼす熱処理の影響	柿添 勇樹
液相法を用いたZnOナノ粒子の作製と有機EL素子への応用	隈本 竜一
SPS法により作製した β -FeSi ₂ のGe置換による熱電特性向上に関する研究	角 裕次郎
Al-Si-Mg合金の時効特性に及ぼすMg量の影響	谷口 顯三
PEFC用電極触媒Pt-Zr, Pt-Hfの微細構造解析	千原 裕基
多合金白鉄の凝固組織に及ぼす接種の影響	松岡 孔明
モリブデンシリサイドMoSi ₂ の燃焼合成と焼結	藤 章裕

久留米工業高等専門学校紀要出版投稿内規

[平成12年11月8日制定]

久留米工業高等専門学校紀要出版投稿内規（平成4年4月1日制定）の全部を改正する。

1 掲載する事項の種類と内容

「論文」、「研究報告」及び「その他」の3種類とし、論文及び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、寄書等である。

[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又は考察

- (2) 「研究報告」とは、教育研究報告及び学術研究報告である。

[教育研究報告]：教育の実践的方法論的研究、教育内容的研究、教材、実験設備等の開発研究、教育活動等に関するもの

[学術研究報告]：学会誌等へ投稿を目指している途中の研究、研究活動等で、その着想や手法に特徴があり、研究の紹介に意義があると考えられるもの

- (3) 「その他」とは資料、特許紹介、年間発表の論文・著書等及び講演題目、卒業研究題目、専攻科研究論文、学位論文紹介等である。

[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、分析法及び実験法等の内容をもつもので、設計参考データ、計算図表、試験報告、統計等を含む。

(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、統計等を主としたもので、高専教育に有用な内容をもつもの

2 著作権

- (1) 第18巻第1号以降の紀要に掲載された論文等の著作権は、久留米工業高等専門学校（以下「本校」と略す。）に帰属する。

- (2) 著作者は、本校に著作権が帰属した論文等の全部又は一部を学術情報として著作者自身で利用する場合には、原則として伺い出ることとする。

3 投稿手続及び原稿の採否決定

- (1) 投稿手続：投稿責任者は、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紀要編集委員会（以下「委員会」と略す。）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する。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。

4 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。

5 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。

6 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) 原稿の作成は、既存の紀要を参考に、なるべくワードプロセッサーで作成する。図、表等でワープロ表現が困難な場合は、なるべく希望する刷り上がりと同じようなレイアウトを示しておく。
- (2) 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、
ワードプロセッサーによる作成は、白紙を用い書式は所定の原稿用紙のものと同じとする。
欧文の場合は、ワードプロセッサーにより作成する。この場合刷り上がりの1頁は100字×44行を基準とする。
- (3) 論文は、原則として題名、概要、緒言、本論（実験）、結果、考察等の順に書く。このうち不必要的項目は、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、結果等を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。
- (4) 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。
数式等で、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。
量記号等については、大文字、小文字の区別をして、正確に書くこと。
例) O (オ一) と 0 (ゼロ), r (アール) と γ (ガンマー), k (ケイ) と κ (カッパー) 等
- (5) 原稿における本文の区分は、原則として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、小見出し等を明確にする。
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。
- (6) 機器、材料、薬品等の名称は、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、学術用語集等での例）を参考にする。
諸記号や符号等は、国際的・専門的に慣用されているものを用いる。
- (7) 注及び参考文献は、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。
- (8) 句読点、カッコ、ハイフン等は、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。
- (9) 図、表、写真の番号は、図1、図2…… 表1、表2…… 写真1、写真2……のように記入し、説明を要する場合は、表は表の上に、図・写真は図・写真の下に書く。
- (10) 図、表、写真の原稿右欄外に、投稿責任者名、刷り上がりの大きさ及び挿入希望箇所を記入する。
- (11) 5で規定する原稿受理年月日と著者の所属機関の脚注は、1頁目に書く。
- (12) 原則として刷り上がりが6頁以内になるよう、原稿（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委員会の議を経て、5頁まで超過を認めることができる。
- (13) 年間発表の論文・著書等及び講演題目の作成に関しては、別に定める。

附 則

この内規は、平成12年11月8日から施行する。

附 則

この内規は、平成14年7月25日から施行し、平成14年4月1日から適用する。

平成21年度 編 集 委 員

委員長 前田三男 校長
副委員長 馬越幹男 教授 教務主事
" 津田祐輔 教授 (生物応用化学)
委員 谷太郎 准教授 教務主事補(物理・化学)
" 丸山延康 教授 専攻科主事補(制御情報工学)
" 田中大准 教授 (機械工学)
" 中島勝行 教授 (電気電子工学)
" 山本郁准 教授 (材料工学)
(代理:周致霆 助教)
" 中坊滋一 准教授 (数学)
" 米永正敏 准教授 (外国語)
" 平元道雄 教授 (国語・人文)
" 赤塚康介 助教 (体育)
" 酒見史博 学生課長

平成21年9月発行

紀要 第25巻 第1号

〒830-8555 久留米市小森野一丁目1番1号

編集兼
発行者 久留米工業高等専門学校

TEL 0942-35-9300

〒830-0037 久留米市諏訪野町2432

印刷所 多田印刷株式会社

Memoirs of Kurume National College of Technology

Vol.25 No.1 September 2009

Development CAI materials for mechatronics	Tetsuya NAKAO Shin-ya YANAGIHARA Yohei KAWANO	1
Absorption estimation of rubbers by terahertz time-domain spectroscopy	Yasuyuki HIRAKAWA Kazunori SERITA Toyohiko GONDOH Tetsuo MORI Kei TAKEYA Masayoshi TONOUCHI Hideyuki OHTAKE Tomoya HIROSUMI	7
Soluble Polyimides (5) -Synthesis and properties of soluble polyimides bearing long-chain alkyl groups <i>via phenylester linkages-</i>	Yusuke TSUDA Ryuichi NAKAMURA Syouko OSAJIMA Takaaki MATSUDA	13
Solvatochromism Molecules Prepared from Coupling Reaction	Tsutomu ISHI-I Kaori YANAGI Shogo AMEMORI Naotaka TSUTSUMI	25
Studies on the SINRAN's Buddist Thought by Futaba kenkou	Hajime MATSUO	31
THE Ken'ei Surppression of THE Nembutsu	Hajime MATSUO	41
A Comparative Study of Mathematics Educations in Two National Colleges of Technology	Michihiro Sakai	55