

徳山工業高等専門学校

研 究 紀 要

第 40 号

平成 28 年 12 月

RESEARCH REPORTS

OF

NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY, TOKUYAMA COLLEGE

No. 40

December 2016

PUBLISHED BY THE NATIONAL INSTITUTE
OF TECHNOLOGY, TOKUYAMA COLLEGE

SHUNAN, JAPAN

目 次

複合システム学習教材としての超小型模擬人工衛星の開発	田中 怜 北村 健太郎	1
局所加温ステンレス箔テープヒータの管理運用に適した センサネットワークシステム	山田 健仁 岡林 拓矢 鶴山 浄真 御旗 寛	7
教育用計算機の言語処理系の省メモリ化に関する検討	坂上 駿仁 重村 哲至	13
層状バナジウム酸塩 $\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$ の合成とイオン交換反応	大橋 正夫	19
山田原欽「普賢縁起」訳注稿	谷本 圭司	1
山田原欽「性空上人碑」訳注稿	谷本 圭司	15
山田原欽「室積普賢菩薩厨堂梁文」訳注稿	谷本 圭司	23

徳山工業高等専門学校

研 究 紀 要

第 40 号

平 成 28 年 12 月

複合システム学習教材としての 超小型模擬人工衛星の開発

田中 怜^{*1} 北村健太郎^{*2}

Development of Simulated nano-satellite as an Educational Tool of Compound System

Rei TANAKA^{*1} and Kentarou KITAMURA^{*2}

Abstract

CanSat is a fake artificial satellite to learn a coordinated operation with various subsystems which makes up an integrated satellite system. In order to apply the CanSat to an actual curriculum to be invoked at Tokuyama College in 2017, a prototype CanSat is developed in 2016. The CanSat has basic bus systems including, power, structure, communication, thermal control, attitude control and data handling systems. In this paper, we introduce the basic function of this CanSat and discuss the prospective application to the actual engineering design education.

Key Words : CanSat, CubeSat, Engineering Design Education

1. 序論

スタンフォード大学の Twiggs によって提唱された CanSat は、実際の人工衛星開発を行うためのトレーニングとして、衛星のバス（基幹）システムを空き缶サイズに収めた模擬人工衛星である。これらの CanSat による衛星システム開発のトレーニングを経て、現在では、複数の大学において学生主体の超小型人工衛星（CubeSat）の開発が行われてきており、既に国内で 20 機を超える打ち上げが実施されてきている¹⁾²⁾³⁾。

従来の大学における人工衛星開発は、日本では主に科学・工学ミッションを主軸とした大型プロジェクトを中心に実施されてきており、研究開発に大学院生が関わる機会は継続的に確保されてきたものの、学生教育そのものを目的とする衛星開発プロジェクトは存在しなかった。

これに対し、学生主体で開発される CubeSat は 2003 年に東大と東工大が打ち上げに成功して以来、主に航

空宇宙工学分野における最も実践的な教育として精力的に実施されてきた。しかし、高専においては、2009 年に都立産業技術高専が、輝汐（きせき）の打ち上げに成功して以来の開発実績はない。

このような状況の中、文部科学省が公募した「宇宙航空科学技術推進委託費（実践的宇宙若手人材育成プログラム）」に高知高専を代表とする 8 高専の連携事業として「国立高専超小型衛星実現に向けての全国高専連携宇宙人材育成事業」が採択され、2014 年度より事業を実施した。このプログラムは、2 機の CubeSat 開発を進めつつ、高専において実際に CubeSat 開発に参画できる学生の育成を平行して実施するものであり、最終的に高専での技術者教育へのフィードバックを目指している⁴⁾⁵⁾。

本稿では、上記の宇宙人材育成プログラムを踏まえて、徳山高専で実施を検討中のモデルロケット・CanSat を用いた、実践的な複合技術教育に用いるための教育的模擬人工衛星の開発について報告する。

^{*1} 機械制御工学専攻

^{*2} 機械電気工学科

2. 衛星システムによる技術者教育

文部科学省が公募した「宇宙航空科学技術推進委託費（実践的宇宙若手人材育成プログラム）」に高知高専を代表とする 8 高専の連携事業として「国立高専超小型衛星実現に向けての全国高専連携宇宙人材育成事業」が採択され、2014 年度より事業を実施した。このプログラムは、2 機の CubeSat 開発を進めつつ、高専において実際に CubeSat 開発に参画できる学生の育成を平行して実施するものであり、2015 年度は、高専スペースキャンプを愛媛県新居浜市で行い、モデルロケットの製作から RaspberryPi を使った簡易な CanSat の製作教室等を行った。このキャンプにおいては学生 41 名が参加し、極めて密度の濃いセミナーが実施された。

一方で、プログラムの参画校である徳山高専においては、専攻科において、実際のカリキュラムに宇宙理工学をテーマにした PBL（Project-Based Learning）カリキュラムの導入を計画している。

平成 28 年度現在、国立高専には航空宇宙を専攻する学科は存在しない。それにも関わらず、上記宇宙人材育成プログラムにおいて CubeSat を用いた技術者教育プログラムの高専教育への適用を目指す理由は、人工衛星に関わる開発スキームが複合的技術教育に対する好例であるとの認識による。一般的な衛星システムの模式図を図 1 に示す。

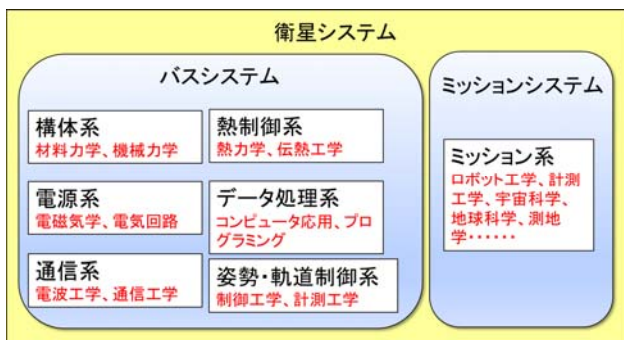


図 1. 一般的な衛星システムの構成と工学系授業科目との関係

人工衛星を構成するシステムは、主に衛星の基幹的機能を司るバスシステムと、衛星によって実施するミッションを達成するための機能であるミッションシステムに大別される。ミッションシステムには、科学観測に必要なセンサーや技術実証に供する工学モジュールなどその種類や役割はミッションの目的によって様々である。これに対して、バスシステムは衛星が軌

道上に必要な電力を確保し、地上との通信を通して基本的機能を維持するためのシステムであり、一般的には(1)構体系(2)電源系(3)通信系(4)熱制御系(5)データ処理系(6)姿勢・軌道制御系等のサブシステムに分類される。それぞれのサブシステムは、比較的体系化された技術要素に立脚しており、図 1 には例として一般的に高専や大学で実施されている工学系の授業科目群を併記してある。すなわち、このような衛星バスシステムを構成する技術的な要素は、必ずしも航空宇宙工学に特化した専門分野によって構成されているわけではなく、幅広い工学分野の専門性を複合的に協調させることによってシステムが成立している。このことより我々は、衛星システムという題材は高専のようなより実践的なモノづくり教育を意図した教育カリキュラムに対して、極めて高い親和性をもつと考えた。特に、規定のミッションに対して明確なサクセスレベルを定義して、仕様策定、設計・開発と進める開発スキームは、エンジニアリング・デザイン教育⁶⁾⁷⁾として理想的な題材であると考えた。

3. 衛星システム教材としての模擬人工衛星の役割

徳山高専専攻科機械制御工学専攻では、2009 年度より産業用無人ヘリコプターを題材として、実験と演習を組み合わせた実践的なモノづくり PBL カリキュラムを展開してきた⁸⁾。現在、このカリキュラムを改訂し、上述の実践的宇宙若手人材育成プログラムの成果を生かした、技術者育成プログラムを実際の専攻科のカリキュラムとして導入することを検討中である。導入予定の授業は専攻科 1 年生と 2 年生にわたる 2 年間のプログラムを想定しており、以下の 3 つの授業において系統的に座学と PBL を織り交ぜて実施する。

1. (1 年後期) 機械制御総合実験

モデルロケットを打ち上げるための講習会の受講やモデルロケットの構成部品の理解：

材料力学実験（強度解析）、機械力学実験（振動実験）、流体工学実験（風洞実験）、熱工学実験（火葉燃焼実験）、電気工学実験（アクチュエータ実験）

2. (1 年後期) コンピュータ総合演習

CanSat を製作するための基礎項目の修得、模擬人工衛星を利用したシステム開発演習：

センシング及びアクチュエータ制御に関するプログラミング演習等

3. (2 年通年) 機械制御総合演習

グループワークによるモデルロケット作成及び

CanSat 作成, モデルロケットによる CanSat の打ち上げと規定ミッションの実施:

8 コマ程度の座学 (衛星システムに関する基礎, 及び開発手順, プロジェクト管理の手法等), その後グループワークによるミッション指向のモデルロケット及び CanSat の製作

特に, 専攻科 1 年後期で実施予定のコンピュータ総合演習では, 基本的な衛星システムの概念を理解することを目的として, 模擬人工衛星を用いた演習等を計画している。

4. 模擬人工衛星の概要

本研究で開発した模擬人工衛星は, (1) XBee を用いた無線による遠隔制御によって, JPEG カメラによる画像撮影, (2) その画像の SD カード上での管理, (3) 無線による画像転送を行い, (4) それらの動作に必要な電力を太陽光パネルにより発電し, (5) バッテリーに蓄電する等の機能を有し, 基本的な人工衛星の構造を再現している。この模擬人工衛星を教材に使用することによりシステム統合技術, はんだ付け技術, コネクタ配線, ポッティング, カプトンテープ, CAD 設計, 3D プリント出力方法, タップ切り, リーマーバリ取り, ドリル穴あけ, 電源からのバッテリー充電, 太陽電池からバッテリー充電, DCDC コンバータ, マイコンプログラム技術, XBee 無線技術, SD カード保存, JPEG カメラ動作, 電力収支実測などの技術を総合的に学習することが可能であり (3), きわめて高い教育効果が期待される。模擬人工衛星の外観を図 2 に示す。

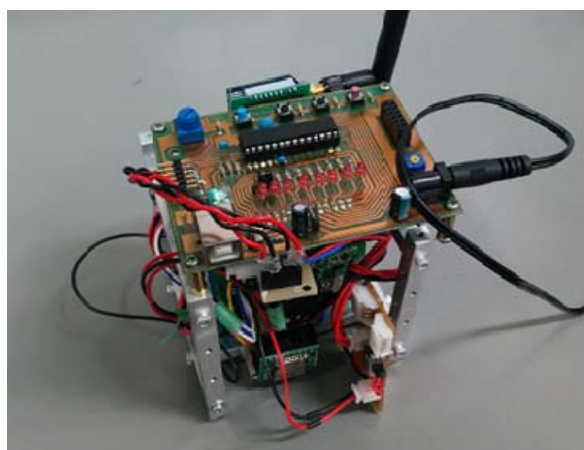


図 2. 模擬人工衛星の外観

模擬人工衛星は, 都立産業技術高専で先行開発された Presat-1⁹⁾を参考として, 本校のコンピュータ制御に関する授業との接続性を考慮した構成とした。本模

擬人工衛星の CCD カメラは Arduino で制御を行うように最適化されている。すなわち, カメラの制御と撮影画像の SD カードへの保存, PC への送信といった動作はブラックボックス化した Arduino で行い, 各サブシステムを制御する基幹マイコンとして PIC18F2550 を採用した (図 3 参照)。これは, 機械電気工学科においては 3 年次より PIC マイコンを利用した実験演習が行われており, 学生にとって馴染みの深いマイコンの採用を意識したためである。

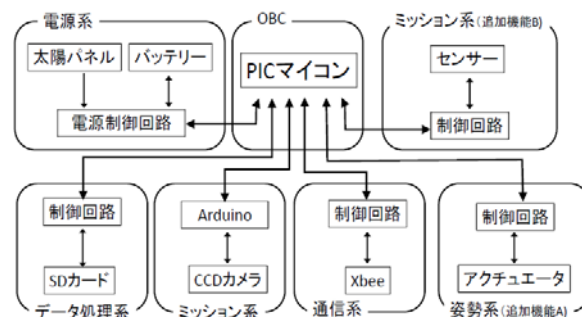


図 3. システム構成図

Arduino に加えて新たに PIC を搭載したことによって PIN の数を PIC の PORTA の 8 ポート, Arduino との接合 PIN を除いた PORTB の 4 ポート, シリアル通信 PIN を除いた PORTC の 6 ポート, 合計 18 本ポートだけ新たな機器を接続可能となった。将来的にはこの PIC を使用してモーメントホイールやバッテリーの保護回路や追加のミッション機器等の拡張が可能となり, より現実に近い高度なシステム設計の学習も期待できる。

PIC18F2550 と XBee 間の通信に関しては, USART を用いて非同期ボー・レート 19.2 kbps でのシリアル通信とし, システムのコントロールは RS232C を通じて外部 PC から行う事ができる構成とした。

5. 撮影ミッションのシーケンス

PIC18f2550 は PC と XBee を介したシリアル通信を行い, 地上局に見立てた外部 PC 等より送られてきたテキストに応じて, 指定された PIN を HIGH にするプログラムが書き込まれている。衛星が起動しメイン関数が実行されると最初にスタートメッセージが送信され, メインループが起動すると受信したシリアルデータに応じて RB0~RB3 のいずれかの PIN を 10msec の間 HIGH にする。これによって, CCD カメラの制御を行う Arduino へ必要なコマンドを送信する。

Arduino には外部からの信号に応じ, CCD カメラ, SD カードの制御を行うためのプログラムが書き込まれている。衛星が起動すると Arduino は最初に

configuration 及び必要となる変数の設定を行う。また、この時 analogPIN を入力 PIN として使用するために閾値(215)を変数 thresholdni に格納する。メインループ内で、Arduino の analog0, analog1, analog0, digital6 に入力が生じたとき、それぞれ写真撮影命令およびSD保存を行う関数(Shoot), 画像を削除する関数>Delete), XBee により PC に画像を転送する関数(XbeeImageRead), ケーブルにより PC に画像を転送する関数(PCImageRead)を実行する。図4にそのフローチャートを示す。

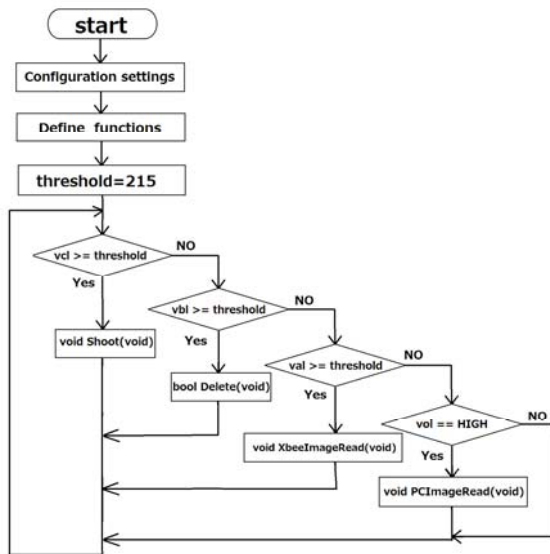


図3. カメラ撮影のフローチャート

撮影した画像は、XBee を用いたシリアル通信を受信した PIC18F2550 が RBO を 10msec だけ HIGH にし、それを検知した Arduino が画像を撮影し SD カードに保存する関数(Shoot)を実行する。

一連のプロセスは、地上局に見立てた PC から模擬人工衛星を遠隔制御して撮像ミッションを行うプロセスを体験するものである。学習者は、このような遠隔撮影ミッションに対して必要なサブシステムの構成を理解し、それぞれのサブシステム間がどのように協調的に機能する必要があるか、擬似的に学習することができる。現時点では、AC 電源を利用したシステムとなっているが、今後太陽電池パネルを採用する予定である。

6. カリキュラムへの適用検討

本模擬人工衛星は先述のように、衛星システムの概念および、システム設計の考え方を学ぶための利用を想定したものである。現在、専攻科機械制御工学専攻では、従来の小型ヘリコプターの概念設計に変わるコンテンツとして CanSat を用いた複合的ものづくり技術者育成のためのカリキュラムを検討中である。その中

において、本模擬人工衛星は CanSat 開発の導入として利用が可能であると考えられる。本稿において紹介したのは模擬人工衛星を用いた撮像ミッションのみであるが、模擬人工衛星本体には、十分な拡張性をもたせており、学習者が新たなミッションを規定し必要なサブシステムを追加していく事が可能である(図3追加機能 A, B など)。このような拡張性を駆使する事によって、例えば本模擬人工衛星を上空からパラシュート降下させ、降下中にセンサーやアクチュエータを利用したミッション(観測ミッションやフライバックミッション)を行う事が可能となる。実際に搭載が可能なセンサーと想定されるミッションのリストを表1に示す。

表1. 搭載可能センサーと想定されるミッション

機能	搭載可能センサー	想定ミッション
姿勢制御	GPS 受信機	位置計測
	気圧センサー	高度計測
	ジャイロセンサー	姿勢制御ミッション
環境計測	温度センサー	高度ごとの気象計測
	磁気センサー	電磁波計測
	湿度センサー	高度ごとの気象計測
撮像	カメラ	撮像ミッション

これらのミッションを行う際の手順は以下のとおりである。

(1) 行うべきミッションを規定する。(2) ミッションに対するサクセスレベルを規定する。(フルサクセス: 所定のミッションをすべて達成する, ミニマムサクセス: 不測の事態によってフルサクセス達成が困難な場合のフォールバックプランと最低実施項目の設定, エクストラサクセス: フルサクセス達成後さらに余裕がある場合の付加的なミッション) (3) それぞれのミッションレベル達成のために必要となる要求仕様を具体的な緒元として数値化する。(4) 見積もられた諸元を満たすための設計及び制作を行う。(5) 最終制作物が必要諸元を満たしているかテストを行う。

これらの一連の制作過程は実際の衛星開発において行われている手順であるが、これらの手順を体験する事によって、特にミッション指向のもの作りのプロセスを理解することが可能であると考えられる。

6. 結論

専攻科におけるもの作り教育において適用可能な模

擬人工衛星を制作した。模擬人工衛星は、ミッション達成を目的とした開発スキームと、必要なサブシステム群の協調的な動作プロセスを理解する事を目的とした擬似的ミッションを行える仕様とした。平成29年度以降実施可能な本模擬人工衛星を利用した専攻科カリキュラムの検討を開始しており、一部を平成28年度より指向する予定である。これらの一連のカリキュラムにおいては、衛星開発のスキームを題材とした複合的なシステム開発の手法を学生が実践的に学べる事を目標としている。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金（課題番号：26560109）による助成を受けて実施された。

文献

- 1) 中須賀真一，“超小型衛星による新しい宇宙開発への挑戦(特別講演集，ものづくりにおける基礎研究と先端技術の融合)”，機械材料・材料加工技術講演会講演論文集 2010(18)，A1-A5，(2010)
- 2) Tsuda, Y. Sako, N. , Eishima, T. , Ito, T. , Arikawa, Y. , Miyamura, N. : Educational Pico-Satellite Project CUBESAT - University of Tokyo's CUBESAT XI and its Operation Plan, 34th COSPAR Scientific Assembly (2002)
- 3) 高橋恭一，“長岡工業高等専門学校における極軌道衛星からのAPT(AUTOMATIC PICTURE TRANSMISSION)信号受信の試み”，長岡工業高等専門学校紀要 45(2)，pp. 81-88，(2009) 八坂哲雄，“衛星通信と小型衛星”，電子情報通信学会技術研究報告. SAT, 衛星通信 107(497)，17-21，(2008)
- 4) 北村健太郎，今井一雅，高田拓，篠原学，池田昭大，若林誠，高専スペース連携グループ，“CubeSatによる超低高度域(<400km)でのSq電流観測計画”，日本地球惑星科学連合 2015 年大会，PEM28-P06(2015)
- 5) 今井一雅，高田拓，北村健太郎，平社信人，高専スペース連携グループ，“高専連携 CubeSatによる木星電波観測プロジェクトについて”，第 138 回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会，R009-P14(2015)
- 6) JABEE web site, <http://www.jabee.org/english/>
- 7) National Institute of Technology, <http://www.kosen-k.go.jp/english/index.html>
- 8) 森野数博，小田和広，北村健太郎，西村太志，無人ヘリコプターを用いたメカトロ技術の総合教育，飛行機シンポジウム講演集(CD-ROM),47 卷(2009)
- 9) 石川 智浩，多田 允建，佐瀬 順一，小澤聖司，“中学校クラブ活動で行った模擬衛星を作る実践的教育報告”第 58 回宇宙科学技術連合講演会論文集，3I11 (2014)

(2016. 09. 20 受理)

局所加温ステンレス箔テープヒータの 管理運用に適したセンサネットワークシステム

山田 健仁^{*1} 岡林 拓矢^{*2} 鶴山 浄真^{*3} 御旗 寛^{*4}

The Sensor Network System Suitable for The Management and Operation of The Local Heating Stainless Steel Foil Tape Heater

Takehito YAMADA^{*1}, Takuya OKABAYASI^{*2}, Johshin TURUYAMA^{*3},
and Hiroshi MIHATA^{*4}

Abstract

A growth monitoring in horticulture has become an important technology for an efficiency of agricultural work, a quality improvement and a safety of an agricultural products. Recently, in order to achieve environmental monitoring efficiently corresponding to a scale of a greenhouse, sensor network technology using a network communication has become a major technique. In this study, we propose a sensor network system which is suitable for the management and operation of a local heating stainless steel foil tape heater in the efficient growing of the strawberries. The system is constructed by a gateway used the Linux-OS based Raspberry Pi computer, and small sized sensor modules which include a ZigBee wireless device.

Key Words : Sensor network, Tape heater, Spot heating, Horticulture

1. はじめに

温室栽培などの施設園芸における生育環境モニタリングは、農作業の効率化、農産物の品質向上や安全確保に重要な技術となってきた。近年では、温室の大型化に対応し、生育環境モニタリングを効率的に運用するためにネットワークを活用したセンサネットワーク技術が導入されるようになってきており、精密農業や植物工場が実用的な段階になってきている¹⁾。

一方、筆者らの研究グループでは、作物の効率的な生育を目指した局所加温ステンレス箔テープヒータ（以下 テープヒータ）システムを開発し、温室栽培の高機能化、省エネルギー化を推進している^{2), 3)}。その際、大規模化が進んでいる温室内において、広範囲、多点での詳細な生育環境モニタリングを実現することは、テープヒータ活用による省エネルギー化などの効

果をより詳細に評価・運用することに繋がるとともに、作物の生育条件をより詳しく観測する技術の開発にも繋がる。

本研究では、テープヒータ使用時の栽培温度測定を中心とした、小形・低消費電力・低コストのセンサネットワークの構築を目指す。特に、施設園芸におけるテープヒータ普及のための対象作物としているイチゴの株元加温システムの評価に適したセンサネットワークシステムの構築とビニールハウス内での実用性を長期間での実証試験で明らかにすることを研究の目的とした。このシステムを発展させることにより、従来の栽培環境モニタリングシステム⁴⁾とは異なり、植物体近傍を栽培圃場全域にわたって細かくモニタリングすることが可能となり、作物の生育環境条件のより詳細な検討ができるようになると思われる。

^{*1} 情報電子工学科

^{*2} 情報電子工学専攻

^{*3} 山口県農林総合技術センター

^{*4} 新立電機株式会社

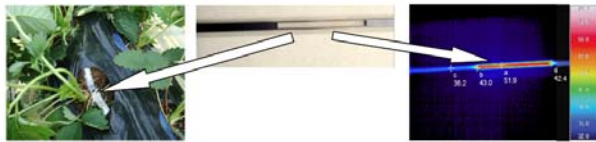


写真1 局所加温テープヒータの敷設例

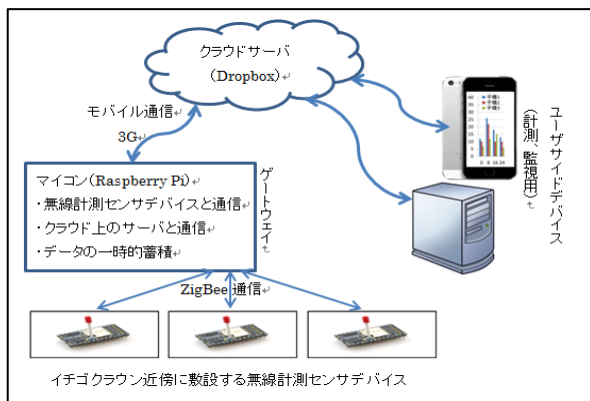
写真2 検証実験で使用したイチゴ栽培用温室
(山口県農林総合技術センター実験用圃場)

図1 センサネットワークの全体構成図

2. 実験システムの概要

写真1は、イチゴ株元にテープヒータを敷設した例である。写真1右側のサーモグラフィから分かるように、イチゴの株元部分で局所的に発熱する構造となっている。テープヒータは、イチゴの株元を局所的に加温するために株元に沿うように配置され、約30mから50m長の栽培地もしくは栽培棚にわたって設置される(写真2参照)。テープヒータの温度制御では、一列に植栽されたイチゴの代表株元の温度を検出して、テープヒータの通電量(発熱量)を決定する簡易な制御方式を採っている。大規模な温室では、このように植栽されたイチゴの株列が数十列設置されており、温室の環境管理は温室の一部に設置された栽培環境モニタリングシステムなどで行われている。

本研究では、植物体近傍の温度を栽培圃場全域にわたって、より詳細にモニタリングするシステムの開発

表1 TWE-Liteの無線仕様、主要インターフェース、およびマイコンの機能

無線規格	IEEE802.15.4準拠	周波数帯	2.4GHz
チャンネル数	16チャンネル	変調方式	O-QPSK, DSSS
通信速度	250kbps	送信出力	+2.5dBm @3V
受信感度	-95dBm @3V	暗号化	AES-128, AES-256
UART	2ポート	I2C	1ポート
SPI	3セレクト	A/D	10bit 4チャンネル
PWM	4ポート	コンパレータ	2ポート
ウォッチドッグタイマ	乱数発生器		
ウェイクアップタイマ	電圧監視リセット回路		

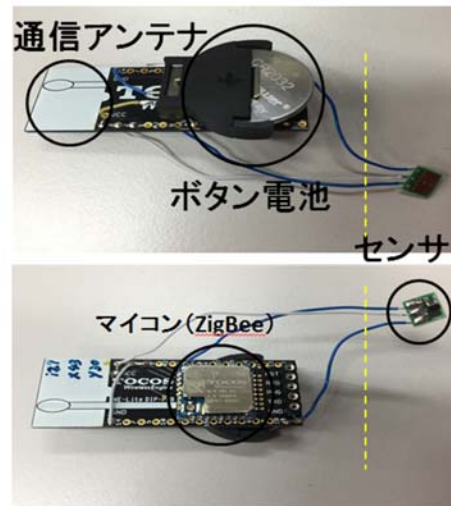


写真3 センサデバイスの構成



写真4 イチゴ株元へのテープヒータとセンサデバイスの敷設例

を目指している。図1に試作したセンサネットワークの全体構成図を示す。無線計測センサデバイス(以下センサデバイス)の通信モジュールには、TWE-Lite(MONO WIRELES製)を使用した。表1にTWE-Liteの主要諸元(無線仕様、主要インターフェース、およびマイコンの機能)を示す。この通信モジュールには、マイコンが搭載されておりA/D変換機能も有している。このA/D変換チャンネルにCMOS温度センサS-8120C(SIIセミコンダクタ製)を接続することで温度計測が可能となる。

写真3にセンサデバイスの構成を示す。TWE-Lite,

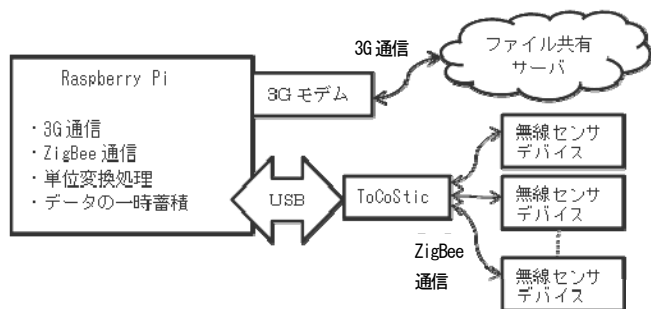


図2 ゲートウェイとセンサデバイスの構成図

温度センサ、ボタン電池という非常に簡単、且つ、低コストで実装できるようになっており、多点・広域計測を必要とする大規模圃場用のセンサデバイスとして適している。

写真4は、センサデバイスをプラスチック容器に封入し、イチゴの株元に敷設した例である。デバイス全体は、プラスチック容器に封入されており、容器の外部底面には樹脂被覆と接着剤で固定された温度センサが設置されている。温度センサからの配線は、容器を貫通してセンサデバイスのA/D変換チャンネルに接続されており、配線のための貫通部は接着剤で封止している。また、プラスチック容器周囲には、このセンサデバイスを培土に固定するためにU型固定ピン(写真4の赤い部分)を接着配置している。

温度センサで計測しA/D変換されたデジタル温度データは、ZigBee通信により30秒間隔で各デバイスから、簡易なマイコンボード(Raspberry Pi)を中心として構成したゲートウェイのZigBee受信機ToCoStick(MONO WIRELES製)に向けて送信される。

ゲートウェイとセンサデバイスの構成図を図2に示す。ゲートウェイの主要構成モジュールは、マイコンボードのRaspberry Pi、USBポートに接続したToCoStick、マイコンボードの拡張コネクタに接続した拡張ボードである3G通信モジュールの3GPI(メカトラックス製)から成る。なお、ToCoStickの主要部品はTWE-Liteであるため、主要諸元はUSBインターフェース部を除いて表1と同じである。

マイコンボードRaspberry Piは、小形・安価な高性能マイコンボードでLinuxベースのOSであるRaspbianの管理下で動作する。また、ToCoStickのUSBインターフェースに適合していることから、ゲートウェイの制御ボードとして選定した。なお、各モジュール等の動作プログラムは、スクリプト言語のPythonプログラムにより記述した。ゲートウェイは、以下の処理を行う。

- ① 多数のセンサデバイスからの温度データ、電源電圧等の計測情報を受信
- ② NTP(Network Time Protocol)による時刻管理

- ③ 温度データ等の計測情報にタイムスタンプを付加し、CSV形式のファイルとして一時的に蓄積
- ④ 3G通信により、CSVファイルを5分間隔でクラウドサーバ上のサービスであるDropbox⁵⁾に送信

3Gでのモバイル通信はインターネット回線へ直接アクセスする構成とした。Dropboxは、オンラインストレージサービスで、クラウド上のストレージとローカルにある複数のユーザサイドデバイスとの間でデータの共有や同期ができる。従って、クラウド上のストレージデータを適宜ユーザサイドデバイスにコピーすることで、データの管理保管が容易にできる。なお、Dropbox上に保存されたファイルはCSVファイル形式としたため、表計算ソフトのExcel等に読み込むことで、詳細な分析やグラフ化が容易に可能である。

3. 通信距離に関する基礎検討

TWE-Lite(送信側)とToCoStick(受信側)で構成されたセンサデバイスとゲートウェイ間は、双方が地面から1mの高さを確保できれば、仕様上約100mの通信が可能となっている。しかし、センサデバイスのTWE-Liteを地表面に置いた場合、通信距離が短くなることが仕様説明で挙げられている。そこで、イチゴの露地栽培を想定し、TWE-Liteの地表面設置時の通信可能距離を計測・評価する実験を行った。

遮蔽物のない平地にゲートウェイ(ZigBee受信機ToCoStick)を高さ1mの台に設置し、送信側のTWE-Liteを地表面に設置した。この状態でTWE-Liteのデータ送信間隔を10秒間に設定し、ゲートウェイからの距離を離しながら受信状態を測定した。受信状態の評価は、ある距離でセンサデバイスの送信設定時間間隔とゲートウェイが10回受信したときの受信時間間隔との平均誤差時間を計測することで行った。

図3にTWE-Liteを地表面に設置した場合とゲートウェイと同じ高さに設置した場合の実験結果を示す。送信設定時間間隔と受信間隔との誤差の増加は、電波品質の劣化に関係しており、図3に示す実験結果から、TWE-Liteを地表面に設置した場合、TWE-Liteとゲートウェイ間の通信距離(ZigBee送受信距離)は、20m以下が適当であることが分かった。センサデバイスとゲートウェイ間の通信距離が20m以下とすると圃場全域での実用的な運用は難しい。これを解決するには、TWE-Liteに搭載されている中継機能を利用する方法が考えられ、原理的には可能であることは仕様から分かる。しかし、受信側の処理アルゴリズムが複雑になるため今後の課題とし、以下の圃場環境下での実験では、ZigBee送受信距離を20m以下となるように設定した。

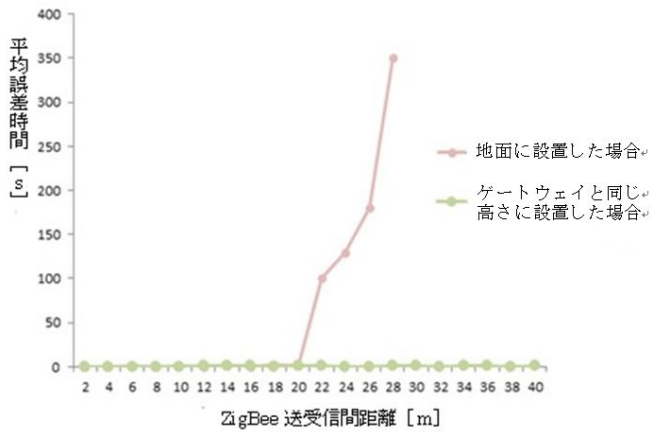


図3 センサデバイスとゲートウェイ間の距離と送信設定時間間隔と受信時間間隔の平均誤差

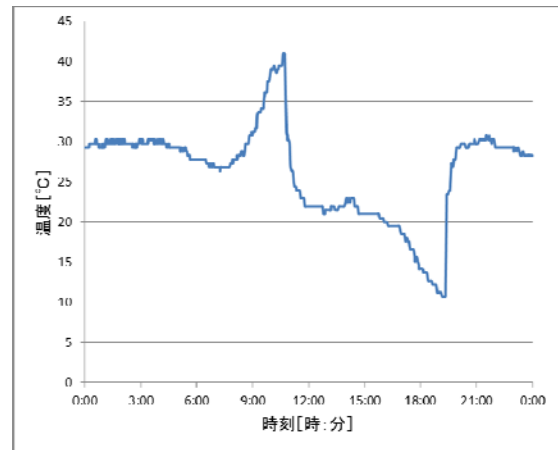


図4 イチゴ株元温度の変動 (2016年2月21日)

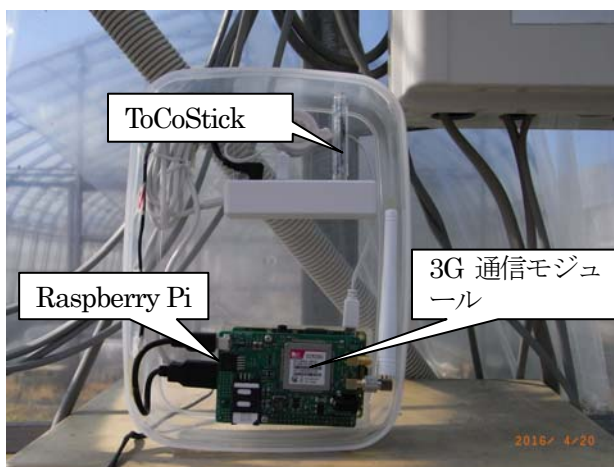


写真5 ビニールハウス内に設置したゲートウェイ

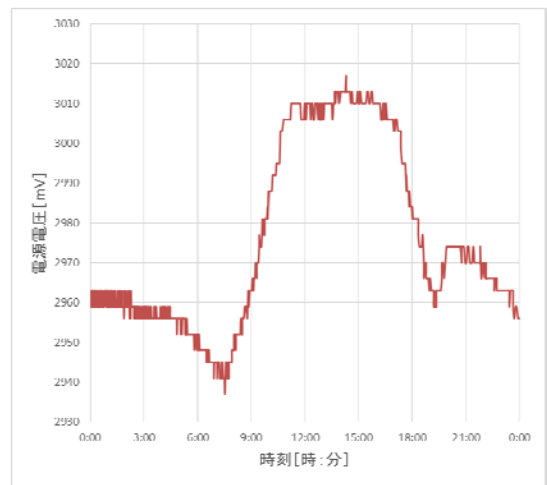


図5 センサデバイス電源電圧変動(2016年2月21日)

4. ビニールハウス圃場環境での稼働実証試験

センサネットワークを構成する装置一式(センサデバイス15個, ゲートウェイ1台, ACアダプターなど)を試作し, 山口県農林総合技術センター内のイチゴ栽培ビニールハウスにおいて, 平成28年2月3日から4月20日の期間で, 圃場環境での稼働実証試験を行った。

写真5にビニールハウス内に設置したゲートウェイを示す。ゲートウェイは, Raspberry Pi (マイコンボード), ToCoStick (ZigBee受信モジュール), 3G通信モジュールより構成されており, 樹脂製の防湿ケースに格納している。また, ゲートウェイは高さ1m程度の台上に設置し, センサデバイスとの距離は, 最大でも10m程度の通信距離となるように配置し, 電波品質に関しては問題ない状態とした。

図4, 図5は, イチゴ株元の温度データ時系列とセンサデバイスの電源電圧変動の時系列をグラフ化した例である。イチゴの株元にはON/OFF制御されるテープヒータが敷設されているため, 観測した温度データの時



写真6 固定ピンが脱落したためにセンサデバイスが倒れた様子

系列には, ビニールハウス内温度の変動とON/OFF制御されたテープヒータによる温度変動の総合的な状況が表れている。

今回は, システム全体の稼働実証試験を目標とした。このため, 計測温度の確度に関しては不明確であり,

今後、ビニールハウス内温度の測定や校正を行った温度計を使用しての詳細な計測評価を行う必要がある。

また、図 5 のセンサデバイスの電源電圧変動の時系列は、電池の消耗状態の指標になるものと考え測定したものである。電源電圧変動のデータからセンサデバイスの稼働寿命を予測することを考えたが、TWE-Lite の仕様から予測される通信時における電源変動の値以上に変動することが分かった。この変動要因としては、センサデバイス周囲の温度変動などの影響が考えられるが、実用化に向けてはより詳細な検討が必要である。

写真 6 は、固定ピンの接着部が剥がれて脱落したためにセンサデバイスが倒れた様子である。この他にも固定ピンの折れ曲がりなどが観察された。設置した 15 個のセンサデバイスにおいて、6 個がこのような状態となった。株元に設置したセンサデバイスは、イチゴの葉に覆われてしまうため、農作業中においてセンサデバイスの存在は認識し辛く、不用意な荷重がかかる状況が生じたものと考えられる。また、通信アンテナ（写真 3 参照）は、地面に対して鉛直方向に立てる必要があるため、センサデバイスを収めたプラスチック容器の形状を縦長の円筒状にしたが、これも株元の設置に適していなかったようだ。実用性を考えると通信アンテナの形状変更や容器を横長にするなどの変更が必要であることが分かった。

また、ビニールハウスの圃場は高温多湿なため、湿気の浸潤により、多数のセンサデバイスのプラスチック容器内で結露状態が観察された。今回の 2 ヶ月程度の圃場環境試験では、電子部品の劣化は観察されずセンサデバイスの動作には影響は見られなかった。しかし、湿気の浸潤による電子部品の劣化や電池の腐食などが想定されるため、より密閉度の高い防湿容器が必要であることも明らかとなった。

5. まとめ

無線計測センサデバイスについては、実用的なモジュールを低コストで製作可能であることについて実証できたが、センサデバイスの試作がシーズン初期からの設置に間に合わなかったため、1 シーズン（約 5 ヶ月）にわたって、ボタン電池 1 個でデータ送信できる性能に関しては検証できなかった。

本実験により、局所加温ステンレス箔テープヒータの管理運用に適したセンサネットワークの基本構成とその通信やデータ管理面での妥当性は確認できた。実用化にむけては、無線計測センサデバイスの電源、無線計測センサデバイスの防湿容器構造、アンテナの向きを考慮した容器構造と設置方式、通信到達距離など、

多くの課題が明確になった。今後、圃場での実証試験を継続し、実用化に向けた開発を進める。

謝辞

本研究は、公益財団法人 中国電力技術研究財団の助成を受けて実施しました。ここに謝意を表します。

文献

- 1) 中西崇文, 渡辺智暁, Innovation Nippon 研究会報告書「農業分野のデータ・イノベーション」(2015)
http://innovation-nippon.jp/reports/2014StudyReport_DataAgri.pdf
- 2) 鶴山浄真, 日高輝雄, 木宮康雄, 岡田豊, 山田健仁, イチゴ局所加温用テープヒータの開発と実用化に関する研究(第 2 報)局所加温がイチゴ栽培の収量性に及ぼす影響, 園芸学会平成 23 年度秋季大会
- 3) 竹本優太, 山田健仁, 木宮康雄, 鶴山浄真, 日高輝雄, 御旗寛, ステンレス箔テープヒータによる植物体加温制御システムの検討, 徳山工業高等専門研究紀要, pp. 59-64, No. 35 (2012)
- 4) 山本敬司, 栽培環境モニタリングシステム「ハッピー・マインダー」の開発, 電気評論, 98 巻, 11 号, pp. 80-81 (2013)
- 5) Dropbox, <https://www.dropbox.com/ja/>

(2016.09.05 受理)

教育用計算機の言語処理系の省メモリ化 に関する検討

坂上 駿仁^{*1} 重村 哲至^{*2}

Consideration about a Memory Saving Method of the Compiler of the Educational Computer

Hayato SAKAGAMI^{*1}, Tetsuji SHIGEMURA^{*2}

Abstract

It is important for students of computer science course at the universities to understand the operation principle of the computer systems. In order to understand them, it is preferable to perform practical learning with the system that actually works. So we developed an educational computer of simple hardware configuration called TaC. In this paper, we describe a method for operating the language processor on the small main memory of TaC. We divided the compiler into six modules. Thereby, we describe a reduction method for main memory size consuming at a compile module-divided. Object size of each module is expected to be within 15 kiB.

Key Words : Compiler, Memory Saving, Educational Computer

1 はじめに

高専や大学の情報工学系学科の学生は、コンピュータ・システム全体の動作原理を理解することが重要である。これらを真に理解するためには、実際に動作するシステムを教材として実践的な学習を行うことが望ましい。しかし、実用的なシステムはもちろん、既存の教育用システムでも大規模すぎて限られた授業時間内で扱うことは難しい。そこで、徳山高専情報電子工学科では、コンピュータ・アーキテクチャ、OS、言語処理系等を横断的に学ぶことのできる教育用コンピュータ TaC¹⁾ (Tokuyama Advanced Educational Computer)を開発した。TaCの外観を写真1に示す。

TaCの設計は、学生がTaC自身のOSや言語処理系を実装例として参照しながら学習できるように、小規模で分かりやすいことを重視している。また、一般的なパソコンと基本的な構成が同じであることを学習者が実感できるように、TaC上で高級言語を用いたプロ



写真 1 TaCの外観

グラムの作成と実行が可能なセルフ開発環境の構築を目標としている。

本稿では、セルフ開発環境を実現するために、UNIX上で動作しているTaC言語処理系をTaCのOSであるTaCOS²⁾に移植する方法をコンパイラを中心に述べる。

^{*1} 情報電子工学専攻

^{*2} 情報電子工学科

2 C--言語

C--言語³⁾は, TaC のシステム記述言語として設計された高級言語である. TaCOS を記述するために使用される実用的な言語であり, 言語処理系の記述も想定されている. 学習者が C--コンパイラをコンパイラの実装例として参照しながら学習できるように, また, TaC の限られたハードウェア資源で言語処理系を動かせるように, 小規模な言語として設計されている. さらに, 初学者が容易に習得できるよう, C 言語の文法を簡略化し, Java 言語の特徴を取り入れている.

本研究ではC--言語を入力とする TaC 言語処理系を TacOS へ移植する.

3 言語処理系の TacOS への移植

従来の TaC 言語処理系は図 1 に示すように, プリプロセッサ, C--コンパイラ, アセンブラ, リンカ, ロードからなる. これらは C 言語で記述され UNIX 上で動作していた. TacOS に移植するために, まずセルフホスティング化を行う. さらにメモリ制約問題を解決する.

3.1 セルフホスティング

セルフホスティングとは, コンパイラでそのコンパイラ自身のソースコードをコンパイルすることである. 言語処理系全体を C--言語で書き換え, 図 2 に示すように既存の言語処理系を用いることで, 言語処理系を TacOS 上で実行できるようにする.

3.2 メモリの制約

TaC の主記憶サイズは 64 [kiB]であり, TacOS 実行時の空き容量は 29 [kiB]しかない. メモリが小さいため, 言語処理系の移植は難しい. 特に, 言語処理系の中でプログラムの規模が最大のコンパイラは, C--言語に書き換えた時点で実行ファイルサイズが 52 [kiB]になる. C--コンパイラが小さなメモリで動作できるように工夫する必要がある.

4 コンパイラの省メモリ化手法

図 3 のように C--コンパイラを 6 つのモジュールに分割することで, プログラムが一時に消費するメモリの量を削減する. 各モジュールは中間ファイル出力

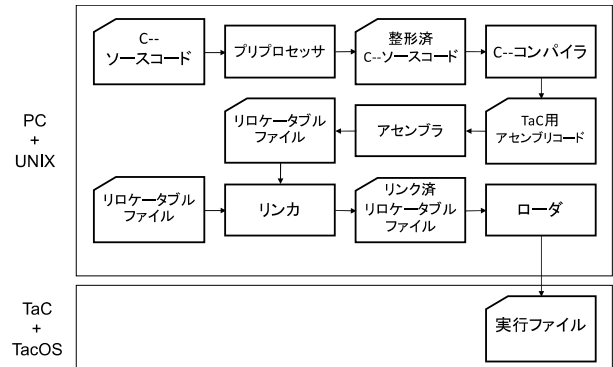
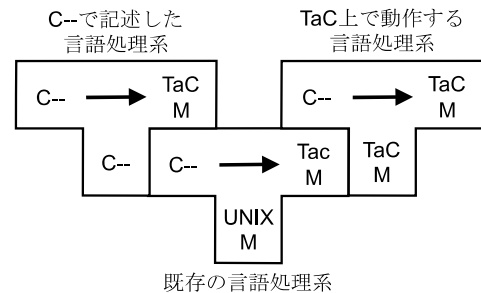


図 1 従来の TaC 言語処理系の構成



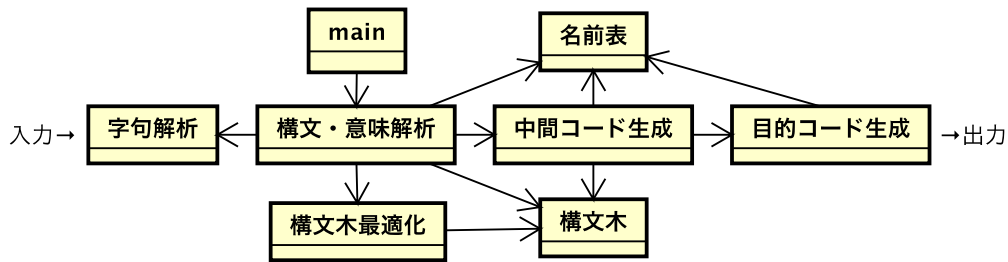


図4 C--コンパイラの構成

(4) 中間コード生成クラスは、構文木最適化クラスに続いて呼び出され、構文木と名前表を利用して中間コードを目的コード生成クラスに出力する。

(5) 目的コード生成クラスは、中間コードを入力し、名前表を利用して目的コード(TaC のアセンブリ言語)を出力する。

このように、従来の C--コンパイラでは構文解析と意味解析を同時に行っていたが、これらの境界が曖昧な状態では学習教材として不適切であること、構文・意味解析部は全モジュールの中で最大規模であり多大なメモリ消費が予想されることから、これらは分離すべきである。そこで、まず、構文解析と意味解析が一体となった状態で5つのモジュールに分割する。次に、構文解析と意味解析を分割する。

4.2 モジュール分割

3.1 節の各ステップをそれぞれが独立したプログラムにする。ステップ間では、ファイルを用いて構文木等を引き継ぐ。そのため、各ステップに main クラスと中間ファイル入出力クラスを新しく追加する。

例えば、構文・意味解析クラスから見た従来の字句解析クラスと、新規の字句入力クラスのインタフェースを同じにしておくことで、構文・意味解析クラスを変更することなく構文・意味解析モジュールを独立したプログラムにすることができる。このような手法を用いて、従来のクラスを変更することなく分割を実現する。

(1) 字句解析

構成を図5に示す。lx_main クラスはソースファイルをオープンした後、ソースファイルが EOF になるまで繰り返し字句解析クラスと字句出力クラスを交互に呼び出す。字句解析クラスはソースファイルから読み込んだ字句トークンを返す。字句出力クラスは字句ファイルに字句トークンを書き込む。

(2) 構文・意味解析

構成を図6に示す。sn_main クラスは、字句ファイル、

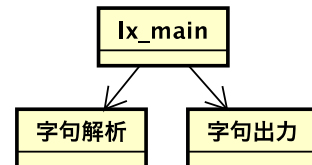


図5 字句解析モジュールの構成

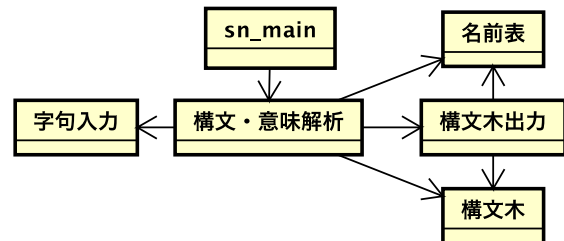


図6 構文・意味解析モジュールの構成

構文木ファイル、名前表ファイルをオープンした後、構文・意味解析クラスを呼び出す。構文・意味解析クラスは字句入力クラスを用いて字句トークン入力し、名前表クラスに名前表を、構文木クラスに構文木を組み立てる。

構文・意味解析クラスは関数定義、大域変数宣言が終了する毎に構文木出力クラスを呼び出し構文木を構文木ファイルに出力する。構文木はファイルに出力されると消去される。構文・意味解析クラスの処理が全て終了した後、名前表クラスは名前表の最終状態を名前表ファイルに出力する。

(3) 構文木最適化

構成を図7に示す。op_main クラスは、入力用構文木ファイルと出力用構文木ファイルをオープンした後、構文木入力クラスを呼び出し、入力用構文木ファイルから構文木を生成する。op_main クラスは関数定義、大域変数宣言が終了する毎に構文木最適化クラスを呼び出し、構文木を辿りながら、構文木の最適化を行う。最適化が完了すると、構文木出力クラスを呼び出し、構文木を出力用構文木ファイルに出力する。

(4) 中間コード生成

構成を図 8 に示す。vm_main クラスは、構文木ファイル、名前表ファイル、中間コードファイルをオープンした後、名前表クラスを呼び出し名前表を生成する。さらに、構文木入力クラスを呼び出し構文木を生成する。vm_main クラスは関数定義、大域変数宣言が終了する毎に中間コード生成クラスを呼び出す。中間コード生成クラスは構文木を辿りながら中間コードを生成し、中間コードファイルに出力する。

(5) 目的コード生成

構成を図 9 に示す。tac_main クラスは中間コードファイル、名前表ファイルをオープンした後、名前表クラスを呼び出し、名前表を生成する。その後、中間コード入力クラスを呼び出す。中間コード入力クラスは中間コードを読みながら目的コード生成クラスを呼び出す。目的コード生成クラスはアセンブリコードを生成・出力する。

4.3 構文解析と意味解析の分離

従来の C- コンパイラは構文解析部で構文木を組み立てるのと同時に型チェック等（意味解析）を行っていた。本研究では、構文解析部は構文木を組み立てるだけで終了し、意味解析部が名前表と構文木を利用して意味解析を行うように変更した。

図 10, 11 に変更後の構文解析および意味解析モジュールを示す。構文解析モジュールは図 6 の構文・意味解析モジュールと、意味解析モジュールは図 7 の構文木最適化モジュールと、それぞれ同様の手順でファイルの入出力を行う。

この変更に伴い、意味解析のために型情報の一部を構文木に記録する等の変更を行った。変更点は以下の通りである。

- (1) 型を変換をするだけの演算子は型チェックを行ってから読み捨てていたが、意味解析部で型チェックを行うために構文木に登録する。
- (2) sizeof 演算子は構文解析部でサイズを計算し、結果を定数として構文木に登録していたが、意味解析部で計算するために演算子を構文木に登録する。
- (3) 単項演算子+は型チェックを行ってから読み捨てていたが、意味解析部で型チェックを行うために、また、付属変数が代入不可なることを検出するために構文木に登録する。
- (4) 初期化済み大域配列宣言と構造体宣言の区別は、意味解析部で行う。

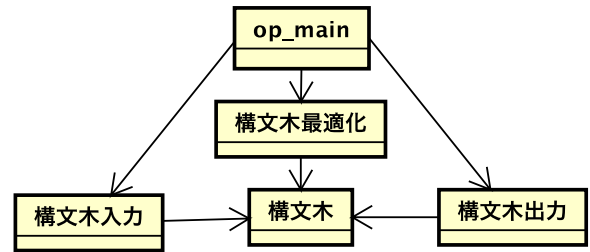


図 7 構文木最適化モジュールの構成

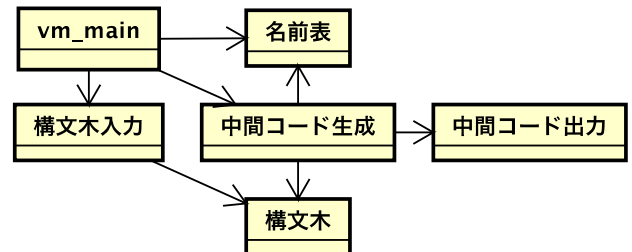


図 8 中間コード生成モジュールの構成

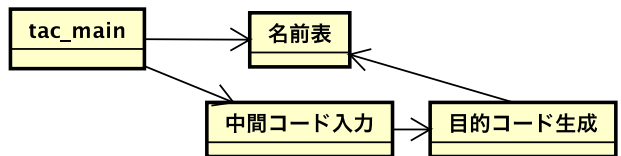


図 9 目的コード生成モジュールの構成

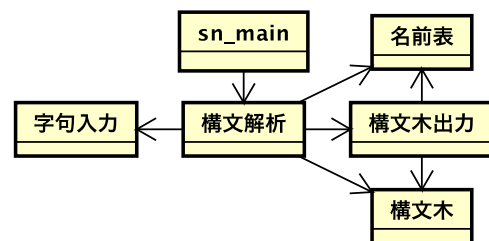


図 10 構文解析モジュールの構成

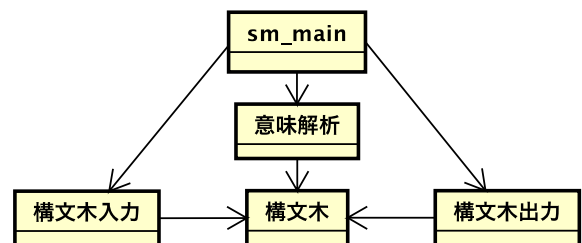


図 11 意味解析モジュールの構成

- (5) 構造体フィールドのアクセスでは、意味解析部でフィールド番号の特定と型チェックを行う。構文木にフィールド番号の代わりにフィールド名を登録する。

- (6) 意味解析部で型チェックを行うため、定数の型情報を構文木に残す。
- (7) 基本型の「初期化済み大域変数」と「非初期化大域変数」を意味解析部で判別する。意味解析時に構文木があれば初期化済み、なければ非初期化である。
- (8) 意味解析でのエラーメッセージに行番号を表示するため、構文木ノードにソースコードの行番号を残す。

5 中間ファイルの形式

分割した各モジュール間で受け渡す必要がある情報をまとめた結果から、表 1 のような中間ファイル形式を考案した。以下で各ファイルについて説明する。

(1) 字句ファイル

字句解析モジュールが出力するファイルである。1 行で 1 つの行番号付きトークンを表現する。定数トークン、名前トークンや文字列トークン等、特別に値が必要な場合に限りオプション値が出力される。

例として、リスト 1 のソースコードを字句解析した結果をリスト 2 に示す。なお、LxINT 等のトークンの種類を表す記号は、実際のファイルではトークンの種類を表す番号になる。

(2) 名前表ファイル

構文解析モジュールが出力するファイルである。1 行で名前表の 1 項目を表現する。各項目は、名前の綴り、関数や変数等の種類、データ型、配列の次元、"カウント"、大域フラグの 6 つの要素で表現される。"カウント"には種類によって必要な値（例えば関数なら引数の数）が格納される。

C-- コンパイラでは、名前表に登録された局所変数はその有効範囲を過ぎると名前表から削除される。これにより、局所変数のスコープを管理している。名前表ファイルは構文解析完了時のものである。そのため、局所変数が格納されていない。局所変数の情報は、構文木を用いて意味解析部に引き継がれる。

(3) 構文木ファイル

構文解析部、意味解析部、構文木最適化部が出力するファイルである。意味解析部は部分木の型を追跡しながら、構文木の妥当性を検証する。その際、必要に応じて構文木を更新することがある。構文木最適化部では最適化を行い、構文木を更新する。そのため、各モジュールが出力する構文木ファイルの内容は異なる。

各行の第 2 列で、"N"は構文木の新ノード生成を表す。構文木は二分木で表現され、基本的には、ノードには型、左右の値には子ノードの番号が格納される。また、"F"は関数生成、"G"は大域変数生成、"D"は初期化済み

表 1 中間ファイル形式

ファイル	形式
字句ファイル	"行番号 トークン [値]"
名前表ファイル	"名前 種類 型 次元 カウント 大域フラグ"
構文木ファイル	"行番号 N 型 左の値 右の値" "行番号 F インデクス 深さ" "行番号 G インデクス" "行番号 D インデクス" "行番号 B インデクス" "行番号 S 文字列"
中間コードファイル	"命令 [引数]..."

リスト 1 ソースコードの例 1

```
1: int a;
2: return 0;
```

リスト 2 字句ファイルの例

```
1 LxINT // int
1 LxNAME a // a
1 ; // ;
2 LxRETURN // return
2 LxINTEGER 0 // 0
2 ; // ;
```

リスト 3 ソースコードの例 2

```
1: int i = ord('a') + 3;
```

リスト 4 構文解析部出力の構文木ファイルの例

```
1 N SyCNST 97 TyCHAR // 文字定数'a' (0)
1 N SyORD 0 SyNULL // ordに'a'が付属 (1)
1 N SyCNST 3 TyINT // 整数定数 3 (2)
1 N SyADD 1 2 //ordと3の加算 (3)
1 G 1 // 大域変数 i を生成
```

リスト 5 意味解析部出力の構文木ファイルの例

```
1 N SyCNST 97 TyINT // 整数定数 97 (0)
1 N SyCNST 3 TyINT // 整数定数 3 (1)
1 N SyADD 0 1 // 97 と 3 の加算 (2)
1 D 1 // 大域変数 i を生成
```

リスト 6 構文木最適化部出力の構文木ファイルの例

```
1 N SyCNST 100 TyINT // 整数定数 100 (0)
1 D 1 // 大域変数 i を生成
```

大域変数生成、"B"は非初期化大域変数生成、"S"は文字列を表す。C-- コンパイラでは関数や大域変数宣言毎にコード生成を行う。コード生成開始の目印として"F"、"G"、"D"、"B"の生成操作が構文木ファイルに含まれる。生成操作のオペランドは、生成される項目の名前表インデクス等である。

大域変数が初期化済みか否かの判別は意味解析部が

行うべきである。構文解析部の出力する構文木ファイルでは大域変数生成を操作"G"としているが、意味解析部では操作"D"と操作"B"に分けている。例として、リスト3のソースコードを構文解析した結果の構文木ファイルの内容をリスト4,5,6に示す。リスト4,5,6の"/"から右は説明用のコメントであり、右端括弧内の数字はノード番号を表す。

(4) 中間コードファイル

中間コード生成部が出力するファイルである。中間コードとしてスタックマシン命令をファイルに出力する。命令の後に、1つ以上の引数が続く場合もある。命令の形式は、C--言語マニュアル⁴⁾の付録Cに準拠する。

6 結果

以上の検討をもとに、C言語で記述した従来のコンパイラをモジュールに分割した。セルフホスティングは後に行う。各モジュールの主要クラスのコメント行を含めた行数を表2に示す。全クラスを1,000行以内で記述できた。

同じ動作をするC--プログラムとCプログラムは、ほぼ同じ行数で実現できる。また、C--プログラムの実行ファイルサイズは100行につき約1 [kiB]の規模になる²⁾。さらに、各モジュールの主要クラス以外の行数はコメント行を含めて合計600行以内である。これらから、各モジュールの実行ファイルサイズは最大でも約15 [kiB]以下の規模になる見通しである。TacOS実行時のTaCの空きメモリは29 [kiB]であることから、本コンパイラをTacOS上で動作させた際、最低でも約15 [kiB]のデータ領域(BSS、ヒープ、スタック領域)が確保されると予想できる。

一体版と分割版で大域名の前方参照ルールに違いが生じることがわかった。例えば、リスト7のようなソースプログラムをコンパイルすると、一体版では変数iの未定義エラーになる。一方、分割版では正常にコンパイルできる。これは、分割版では意味解析を行う前に、構文解析部によって作られた最終的な名前表を読み込んでいることから、大域名の宣言と参照の順序に制約がなくなるためである。これを仕様の改善として許容するか否かは検討が必要である。

7 まとめ

本研究では、TaCの主記憶サイズ制約の中でC--コンパイラを実行可能にするため、コンパイラを機能毎のモジュールに分割し、省メモリ化する方法を検討し

リスト7 前方参照の例

```
1: void f() {
2:   i = 1;
3: }
4: int i;
```

表2 主要クラスの行数

クラス	行数
字句解析	390
構文解析	924
意味解析	654
構文木最適化	624
中間コード生成	818
目的コード生成	924

た。C--コンパイラを6つのモジュールに分割し、それらを順次実行し、同時に使用するメモリの量を少なくする。各モジュールは中間ファイルを出力し、それを次のモジュールの入力とする。

従来のコンパイラを構成するクラスに、mainクラスと中間ファイルの入出力クラスを追加することで、従来のクラスを変更することなく、コンパイラを分割できることがわかった。また、構文解析と意味解析を分割するために構文木の仕様を変更した。構文木上に、意味解析に必要な型情報を記録するようにした。

モジュールを分割した状態のコンパイラをC言語で記述した結果、TacOS上で動作可能な規模に分割できることが確認できた。今後TacOS上でコンパイラが実行可能になる見通しを得た。

今後の課題として、以下が挙げられる。

- (1) 分割したC--コンパイラのセルフホスティングを行う。
- (2) 言語処理系全体をTacOSへ移植する。

文献

- 1) 重村他, 機械語教育用マイコンTeCとシリーズ化した教育用パソコンTaCのアーキテクチャ, 情報処理学会研究報告書, Vol.2012-CE-117, No.9 (2012), pp.1-7.
- 2) 村田他, 教育用コンピュータのOSの設計, 徳山工業高等専門学校, 研究紀要 第39号(2015年), pp.57-62.
- 3) 重村他, 教育用システム記述言語C--, 教育システム情報学会研究報告, Vol.22/No.4 (2007), pp.75-80.
- 4) 重村哲至, プログラミング言語C--Ver.3.1.2, <https://github.com/tctsigemura/C--/blob/master/doc/cmm.pdf>, (2016/9/7 アクセス)

(2016.10.13 受理)

層状バナジウム酸塩 $\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$ の合成とイオン交換反応

大橋 正夫 *

Preparation of Layer Structured Vanadate $\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$ and Ion Exchange Reaction

Masao OHASHI *

Abstract

The layer structured vanadate of $\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$ has been prepared using Rb_2CO_3 and V_2O_5 at 500°C . The ion exchange reactions of rubidium ion (Rb^+) in the interlayer space with sodium ion (Na^+), hydrogen ion (H^+) or lithium ion (Li^+) were studied in aqueous solutions. The sodium ion (Na^+) exchange product of $\text{Na}_{2.00}\text{H}_{0.92}\text{Rb}_{0.08}\text{V}_5\text{O}_{14}\cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$ was obtained. The host layers were retained on this ion exchange reaction. In contrast, any of ion exchange product of H^+ or Li^+ was not obtained. The reaction products were characterized by atomic absorption or flame analysis, TG-DTA and XRD.

Key Words : layer structure, rubidium, vanadium, sodium, ion exchange

1. 緒言

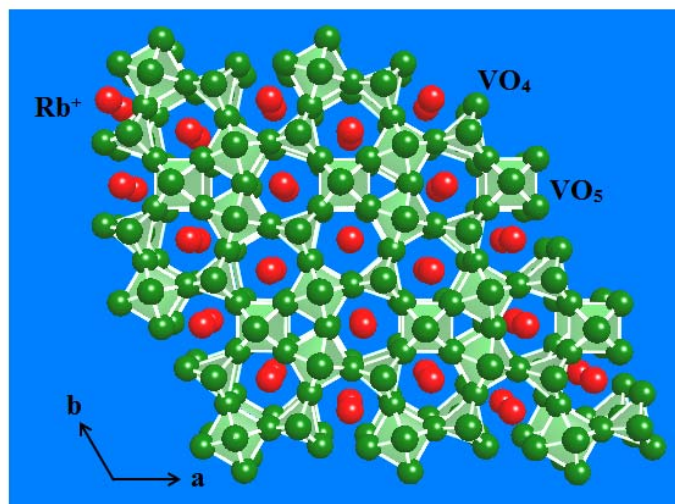
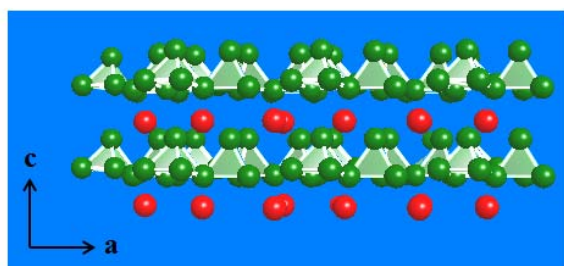
層状の結晶構造をもつ遷移金属酸素酸塩の合成と利用について研究を進めている。先に、*lepidocrocite* ($\gamma\text{-FeOOH}$) 型構造をもつ一連の層状チタン酸塩について調べ、これらから誘導されるイオン交換生成物は、イオン伝導体、エレクトロクロミック表示素子およびリチウム二次電池正極材料などへの応用が可能であることを明らかにしている¹⁻²⁰。これら層状チタン酸塩中のチタン原子は4価の陽イオン (Ti^{4+}) として存在し、6個の酸化物イオン (O^{2-}) に配位されて、 TiO_6 八面体を形成している。これらが頂点や稜を共有して積み重なる単位となる層を形成している。この結晶構造の一部を、5価のニオブイオン (Nb^{5+}) を含む NbO_6 八面体に置き換えたと考えることのできる、層状チタンニオブ酸塩 (CsTiNbO_5 ²¹⁻²³), $\text{CsTi}_2\text{NbO}_7$ ²⁴, $\text{Rb}_3\text{Ti}_5\text{NbO}_{14}$ ²⁵) や、 NbO_6 八面体のみからできている層状ニオブ酸塩 $\text{Cs}_4\text{Nb}_6\text{O}_{17}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ^{26,27}), TiO_6 八面体の一部を5価のタンタルイオン (Ta^{5+}) を含む TaO_6 八面体に置き換えた構造の層状チタンタンタル酸塩の RbTiTaO_5 ²⁸) や $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ²⁹) についても調べ、これら化合物から誘

導される化合物もまた、リチウム二次電池正極材料への応用が可能であることを報告した。さらに、6価のモリブデンイオン (Mo^{6+}) を含む MoO_6 八面体が稜や頂点を共有して層状構造をつくる層状モリブデン酸塩の $\text{Cs}_2\text{Mo}_5\text{O}_{16}$ および $\text{Cs}_2\text{Mo}_7\text{O}_{22}$ について調べ、イオン交換法を用いてその関連化合物の合成に成功している^{30,31}。

本研究では、これまでにイオン交換反応についての報告がない層状バナジウム酸塩 $\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$ ³²) を取り上げた。この化合物は非線形光学結晶としての利用について研究がなされている。また、 KV_3O_8 などの層状バナジウム酸塩は、リチウム二次電池の正極材料としての利用が期待されており³³), $\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$ やその誘導体についても、同様の正極材料への応用について興味をもたれる。

$\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$ の構造を図1に示す。5価のバナジウムイオン (V^{5+}) を含む4配位 VO_4 四面体と、五配位 VO_5 四角錐が、いずれも頂点を共有して連なり、層を形成している。この V^{5+} と O^{2-} によって構成される層が、積み重なる単位の層となり、層状結晶となっている。この層は $[\text{V}_5\text{O}_{14}]_n^{3n-}$ と表すことができ負に帯電している。この負電荷は、層

* 一般科目 (化学)

図1 $\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$ の構造

と層の間（層間）に存在する1価のルビジウムイオン（ Rb^+ ）の正電荷により補償され、電気的な中性を保っている。この層内では、二つの四面体と三つの四角錐のそれぞれの稜によって作られる五員環が連結した構造が特徴的である。上下の層の五員環の間にルビジウムイオンが存在する。これまでに報告した層状チタン酸塩や層状ニオブ酸塩のイオン交換挙動に照らし合わせると、この層間に存在する Rb^+ は、他のアルカリ金属イオンや水素イオンと容易にイオン交換することが予想される。しかしながら、本研究において、層間の Rb^+ のイオン交換を水溶液中で試みたところ、元の層構造を保ったままイオン交換反応が進行したのは、ナトリウムイオン（ Na^+ ）の場合のみであった。本研究で得られた試料は、原子吸光分析または蛍光分析、熱重量示差熱分析および粉末X線回折測定により、その組成と構造を明らかにした。

2. 実験

$\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$ の合成では原料として、炭酸ルビジウム（ Rb_2CO_3 ）と五酸化二バナジウム（ V_2O_5 ）を用いた。所定比の混合物を 500°C で20時間加熱後、粉碎混合した。

上記により合成した $\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$ の層間のルビジウムイオン（ Rb^+ ）のイオン交換を、ナトリウムイオン（ Na^+ ）、水素イオン（ H^+ ）およびリチウムイオン（ Li^+ ）について試みた。 Li^+ および Na^+ のイオン交換反応にはいずれも 1.0 mol/L の濃度の LiNO_3 および NaNO_3 水溶液を用いた。 60°C で2日間反応させた。水溶液は24時間ごとに新しい溶液に代えた。 H^+ のイオン交換には

$0.05\text{ mol/L H}_2\text{SO}_4$ 水溶液を用い、室温で1日反応させた。いずれの場合も、試料約 2g に対して 1 L の水溶液を用いた。生成物はテフロンフィルターを用いて吸引ろ過し、イオン交換水で洗浄した。

試料中の Rb 、 Li および Na は原子吸光分光光度計（日立製作所製、ZA3300）を用いて、 Rb は蛍光分析により、 Li と Na 原子吸光分析により定量した。試料約 0.05 g を 2 mL の濃硫酸を含む 20 mL の希硫酸に溶解後分析を行った。試料の脱水過程を熱重量示差熱分析（TG-DTA）により調べた。測定にはRigaku製TG8121を用いた。昇温速度は 10°C/min とし、 400°C まで加熱した。本研究で得られた生成物の結晶構造は、粉末X線回折測定（XRD）により調べた。測定にはRigaku製Ultima IVを用いた。

3. 結果と考察

3.1 $\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$

合成した $\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$ のXRDパターンを図2(a)に示す。このXRDパターンは、三方晶系として指数付けすることができた。J. Pan³¹⁾は単結晶構造解析より、 $\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$ の格子定数を、 $a = 0.87134(12)\text{ nm}$ 、 $c = 0.52707(11)\text{ nm}$ と報告している。本研究において合成した試料の格子定数は $a = 0.8700(2)\text{ nm}$ 、 $c = 0.5267(2)\text{ nm}$ であり、報告された値に非常に近いことから、目的の化合物が得られたものと判断した。

本研究で得られた試料の格子定数を表1にまとめて示す。

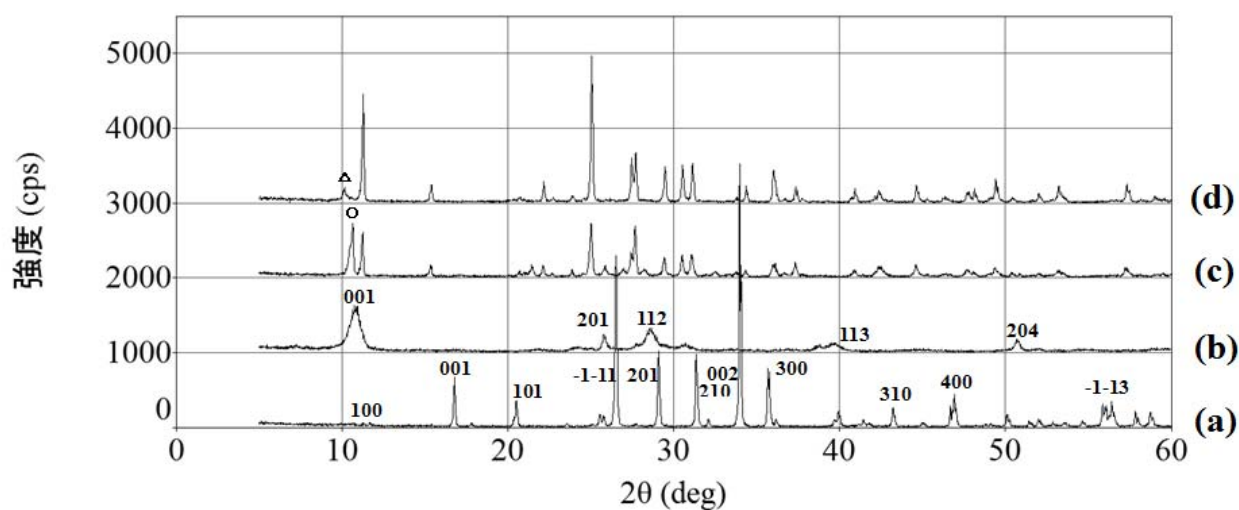


図2 生成物のXRDパターン (a) $\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$ (b) ナトリウムイオン (Na^+) 交換生成物 (c) 水素イオン (H^+) 交換生成物 (○は $\text{Rb}_2\text{V}_6\text{O}_{16} \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$) (d) リチウムイオン (Li^+) 交換生成物 (△は $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$)

表1 生成物の組成と格子定数

Compositions	a / nm	c / nm
$\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$	0.8700(2)	0.5267(2)
$\text{Na}_{2.00}\text{H}_{0.92}\text{Rb}_{0.08}\text{V}_5\text{O}_{14} \cdot 3.5\text{H}_2\text{O}$	0.891	0.810

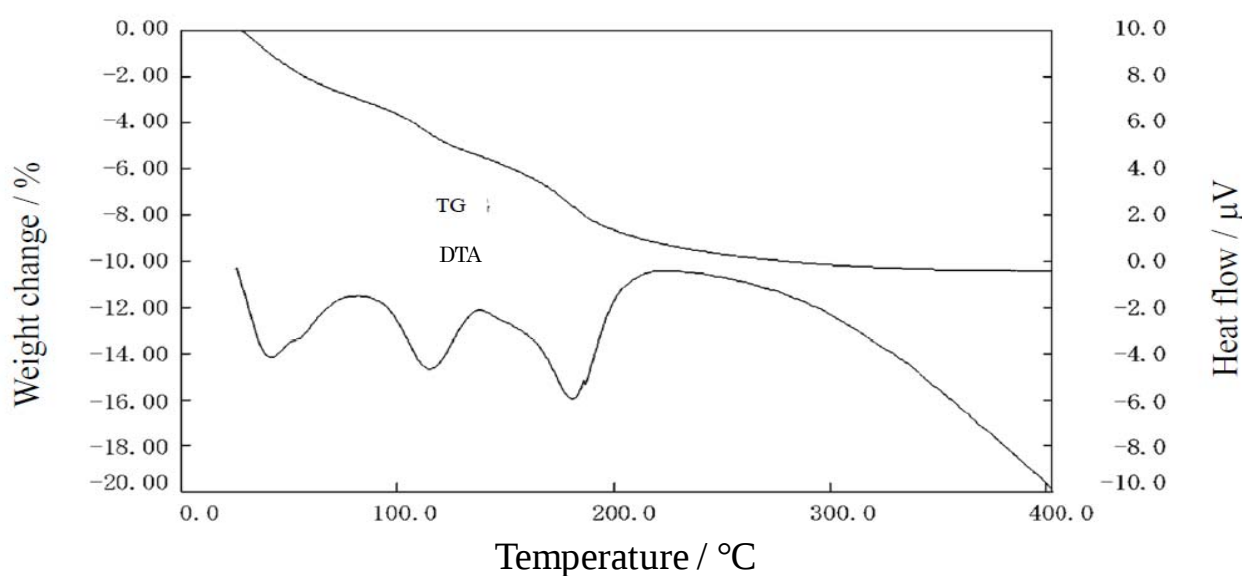


図3 ナトリウムイオン (Na^+) 交換生成物の熱重量／示差熱分析 (TG-DTA) 結果

3.2 ナトリウムイオン (Na⁺) 交換

ナトリウムイオン交換生成物の XRD パターンを図 2 (b)に示す。ほぼ単一相として指数付けすることができた。この試料の熱重量/示差熱分析 (TG-DTA) の測定結果を図 3 に示す。層間水の脱離によると考えられる、吸熱を伴う減量が、三段階で認められた。室温から 220°C までで、全体の約 9.5% が減量し、さらに 400°C までに 10.4% の減量を示した。Na の原子吸光分析および Rb の蛍光分析より、97% の Rb⁺ が、Na⁺ (67%) あるいは H⁺ (30%) とイオン交換された試料が得られたことがわかった。熱重量分析の測定結果と合わせて、この生成物の組成は Na_{2.00}H_{50.92}Rb_{0.08}V₅O₁₄・3.5H₂O と見積もることができた。ここで、H₂O はイオン交換反応に伴い、層間に導入されたものである。

表 1 にこのナトリウムイオン交換生成物の三方晶の格子定数を示す。a 軸の格子定数はもとの Rb₃V₅O₁₄ とほとんど変化していないことから、試料の層構造はイオン交換後も保たれていることがわかった。c 軸の格子定数は、層間水が導入されることにより、拡大したものである。

3.2 水素イオン (H⁺) 交換

水素イオン交換を試みた後の試料の質量は、2g から 0.1 g に著しく減少し、その多くが溶解することがわかった。残った固体の XRD パターンを図 2 (c) に示す。○を付した d = 0.831 のピークは、Rb₂V₆O₁₆・1.5H₂O に対応すると推定される。これ以外のすべてのピークは、RbV₃O₈ に対応した。これらのことから、Rb₃V₅O₁₄ の層間のルビジウムイオン (Rb⁺) を水素イオン (H⁺) で交換することを試みたが、その多くは溶解し、残った固体の元の層は変化し、その多くは RbV₃O₈ となることがわかった。水素イオン交換反応は進行しないことが明らかとなった。

3.3 リチウムイオン (Li⁺) 交換

リチウムイオン交換を試みた後の試料の XRD パターンを図 2 (d) に示す。△を付した d = 0.871 のピークは、V₂O₅・0.5H₂O に対応すると推定される。これ以外のすべてのピークは、RbV₃O₈ に対応した。これらのことから、Rb₃V₅O₁₄ の層間のルビジウムイオン (Rb⁺) をリチウムイオン (Li⁺) で交換することを試みたが、元の層は変化し、その多くは RbV₃O₈ となることがわかった。リチウムイオン交換反応は進行しないことが明らかとなった。

水素イオン交換とリチウムイオン交換においては、いずれも主成分として RbV₃O₈ が生成した。このバナジ

ウム酸塩も層状構造をもち、バナジウムは 5 価の陽イオン (V⁵⁺) として存在する^{33,34)}。6 配位 VO₆ 八面体と 5 配位 VO₅ 四角錐が稜を共有しながら、ジグザグの層である [V₃O₈]_n³ⁿ⁻ を形成している。この層の化学的安定性が Rb₃V₅O₁₄ のものよりも高いため、水素イオン交換反応とリチウムイオン交換反応において、RbV₃O₈ に変化したものと考えられる。ナトリウムイオン交換が可能であった理由は、水分子によって水和されたナトリウムイオンが、テンプレートとしての役割をになって、[V₅O₁₄]_n³ⁿ⁻ 構造の安定化に寄与するためであると考えられる。

4. まとめ

層状バナジウム酸塩 Rb₃V₅O₁₄ を 500°C の加熱により合成した。この化合物の層間に存在する Rb⁺ と、Na⁺、H⁺ および Li⁺ とのイオン交換を水溶液中で試み、それぞれの生成物について調べた。その結果 Na⁺ の場合のみ、イオン交換反応が進行し、Rb⁺ はその 97% 以上が水溶液中に溶出した。得られた試料は層間水を含むようになり、元の層構造は保たれていた。これに対して、H⁺ および Li⁺ の場合は、目的のイオン交換反応は進行しなかった。本研究で得られたナトリウムイオン交換生成物は、リチウム二次電池正極材料や光触媒への応用が期待される。

文献

- 1) 大橋正夫, 植田義文, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 19 号, 41(1995).
- 2) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 20 号, 7(1996).
- 3) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 21 号, 87(1997).
- 4) M. Ohashi, Mol. Cryst. Liq. Cryst., **311**, 51(1998).
- 5) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 22 号, 61(1998).
- 6) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 23 号, 61(1999).
- 7) M. Ohashi, Mol. Cryst. Liq. Cryst., **341**, 265(2000).
- 8) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 24 号, 37(2000).
- 9) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 25 号, 31(2001).
- 10) M. Ohashi, Key Engineering Materials, **216**, 119 (2002).
- 11) M. Ohashi, Key Engineering Materials, **228-229**, 289(2002).

- 12) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 26 号, 49(2002).
- 13) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 27 号, 23(2003).
- 14) M. Ohashi, J. Ceram. Soc. Japan, **112**, S114(2004).
- 15) M. Ohashi, Solid State Ionics, **172**, 31(2004).
- 16) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 28 号, 37(2004).
- 17) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 29 号, 29(2005).
- 18) M. Ohashi, Key Engineering Materials, **388**, 97(2009)
- 19) 大橋正夫, チタン酸アルカリ, セラミックスの事典, 朝倉書店, p. 370 (2009).
- 20) 大橋正夫, 片山美乃里, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 34 号, 43(2010).
- 21) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 30 号, 27(2006).
- 22) M. Ohashi, Key Engineering Materials, **421-422**, 455(2010).
- 23) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 38 号, 57(2014).
- 24) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 31 号, 37(2007).
- 25) 大橋正夫, 加藤摩耶, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 33 号, 39(2009).
- 26) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 32 号, 29(2008).
- 27) M. Ohashi, Key Engineering Materials, **445**, 65(2010).
- 28) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 37 号, 25(2013).
- 29) 大橋正夫, 八塚亮平, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 39 号, 33(2015).
- 30) 大橋正夫, 村田奈津子, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 35 号, 43(2012).
- 31) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 36 号, 31(2013).
- 32) J. Pan, Y. Li, Y. Cui, L. Zhao, X. Li, and L. Han, J. Solid State Chem., **183**, 2759(2010).
- 33) K. West, B. Zachau-Christiansen, T. Jacobsen and S. Skaarup, Solid State Ionics, **40-40, Part2**, 585(1990).
- 34) Y. Oka, T. Yao and N. Yamamoto, Mater. Res. Bull., **32**, 1201(1997).
- 35) Y.-P. Tong, G.-T. Luo, W. Zhou and S. W. Ng, Inorg. Chem. Comm., **13**, 1281(2010).

(2016. 9. 5 受理)

徳山工業高等専門学校校外発表論文，学術講演，

著書，分担執筆など

(平成 27 年・9・6～平成 28 年・9・5)

論

文

BEHAVIOUR OF R/C COOLING TOWER SHELL UNDER LATERAL LOAD ON NON-UNIFORM FOUNDATION

17th IAHR International Conference on Cooling Tower and Heat Exchanger

Vol.1, pp1-10

Takashi HARA

Abstract:

The stress distributions and the ultimate strength of a reinforced concrete (R/C) cooling tower shell under a self weight and a lateral wind load were investigated under the conditions on non-uniform foundation. The construction site of the cooling tower is quite huge and the site may have different bearing capacities within location by location. Therefore, to design such structures, the effects of uneven settlements of supporting system due to the non-uniform foundation should be considered. In modeling the cooling tower, the height of the shell was about 160m and the radius at the lintel was about 60m. From the numerical analysis, the stress concentration was arisen near the connections between the unsettled column and the lintel and the ultimate strength was reduced by the uneven settlement depend on the wind direction. The foundation beam plays an important role to transfer the stresses.

Application of Steel Sheet to the Scaffold Elements

8th ISSS2015

Vol.1 pp 173-174

Takashi Hara

Abstract:

The toe boards are applied for workers and constructional materials on a scaffold deck to

lateral load from the scaffold deck or the load perpendicular to the scaffold deck. The proposed toe boards were examined numerically by use of the finite element method. Then the experimental works were done. From both numerical and experimental results, the performance of the thin steel toe board proposed here was confirmed.

STRUCTURAL BEHAVIOR OF R/C SHELL CONSIDERING THE POSITION OF EDGE BEAM

ISEC08

Vol.1 pp 299-304

TAKASHI HARA

Abstract:

Reinforced Concrete (R/C) shell has been constructed to cover large public spaces and large industrial buildings. RC shell is originally a continuous structure and shows the large load bearing capacity. To apply these structures to such purpose, the structure is cut at any particular portion and loses their continuum properties. Therefore, edge beams must be placed to avoid the stress concentration and a local failure. In this paper, R/C cylindrical shell with edge beam on meridional free edges was analyzed by use of FEM. RC shell had 960 x 960 mm plan and the thickness was 10 mm. The radius and the depth of the shell were 688 mm and 190 mm, respectively. As the edge beam, three kinds of rectangular beams, which had 2 cm width and 4 cm depth, were arranged. One was connected to the shell at the gravity center of the beam and the others were connected at the bottom or the top of the beam. From the numerical analyses, the deformation and the stress distribution of the shell mentioned above were analyzed precisely. The shell connected with the gravity center of the beam showed the smooth deformation and the stress distributions.

Dynamic response property of cooling tower structures

Abstract:

Reinforced concrete (R/C) cooling tower structures have been used for cooling down the hot water produced by power or chemical plants. These structures are designed to prevent against the failure under a self-weight and a wind loading, as well as an earth-quake loading. In this paper, the numerical scheme under parallel processing is introduced and the dynamic evaluation of the cooling tower under an earthquake loading is examined. In numerical analyses, the cooling tower is assumed to have two types of conventional column system, i.e., V-column and I-column systems. Both R/C shell portion and column system are modeled by use of solid elements. From the numerical analyses, the higher stress concentrations are arisen between the junctions of R/C shell and columns for I-column than those for V-column. Also, it is concluded that the additional reinforcements should be placed around the junction considering the seismic effects.

Structural Behavior of Reinforced Concrete Shell
with Stiffener under Pressure

Proc. of The Fifth Intl. Conf. On Advances in Civil
and Structural Engineering - CSE 2016

Vol.1 , pp 13-16

Takashi Hara

Abstract:

Reinforced concrete cylindrical shell with edge beam on meridional free edges was analyzed by use of FEM. As the edge beam on meridional edge, three kinds of rectangular beams were arranged. One was connected to the shell at the gravity center of the beam and the others were connected at the bottom or the top of the beam. The model was supported at four corner of R/C shell. Applied load was the external pressure. From the numerical analyses, the shell connected with the top of the beam showed the smooth deformation and the stress distributions as well as the highest

load carrying capacity.

Behaviour of R/C Cooling Tower Shell under
Uneven Foundation Settlement

Journal of IASS

Vol. 57(1), pp 59-66

Takashi Hara

Abstract:

Reinforced concrete cylindrical shell with edge beam on meridional free edges was analyzed by use of FEM. As the edge beam on meridional edge, three kinds of rectangular beams were arranged. One was connected to the shell at the gravity center of the beam and the others were connected at the bottom or the top of the beam. The model was supported at four corner of R/C shell. Applied load was the external pressure. From the numerical analyses, the shell connected with the top of the beam showed the smooth deformation and the stress distributions as well as the highest load carrying capacity.

Analysis of Hagia Sophia using Nondestructive
Measurement

Proceedings of EURO-MED-SEC1

Vol.1 pp 199-204

Takashi Hara, Kenichro Hidaka

Abstract:

In this paper, the structural behavior of Hagia Sophia was analyzed by use of vibration records of the structure. The vibration records were measured by the micro tremor meters. The recorded data was utilized not only to define the mode shape but also to evaluate the structural problems. Firstly, the vibration characteristics of the main building were analyzed by combining the vibration records. Secondly, the deformation characteristics and the structural functions of the second cornice were investigated in the same manner as the main building. In case of main building, from the frequency domain analyses, the natural frequency of the main building was analyzed and the obtained natural frequencies were compared with the results of the previous researches. The vibration modes were investigated as well. From these results, the

characteristics of the total structure were clarified and the structural problems were detected. In case of the second cornice, the base at the corner where was the junction of the main pier and the sub-dome connecting to the semi-dome showed the movement of the embedded stone. To investigate such phenomena, the same non destructive measurements were applied. Then, applying the finite element method to solve such structures, the structural behaviors were clarified and the health monitoring was performed.

Numerical analysis of R/C cylindrical shell with hoop edge beams

Proc. of SCESCM2016

Vol.1 pp1-8

Takashi HARA

Abstract

In this paper, the numerical analysis of the reinforced concrete (R/C) cylindrical shell with hoop edge beams was performed by using the nonlinear finite element method. R/C shell with free edges must be stiffened by the edge beam. From the numerical results of the previous papers, the minimum size of the edge beam was placed on both hoop edges as the beam having the maximum ratio of the strength to the weight. There were several connecting method between R/C cylindrical panel and the hoop edge beam. Three kinds of connecting position between R/C shell and the edge beam were considered. One was the concentric connection of R/C shell and the beam (Type C). The second one was the shell connected at the top of the beam (Type L). The third one was the shell connected with the bottom of the beam (Type U).

Structural characteristics of Hagia Sophia under consideration of the ribs inside the dome

Proc. of SCESCM2016

Vol.1 pp1-6

Akito Oto, Takashi Hara

Abstract

In this study, the numerical analyses of Hagia Sophia,

modeled by the shell and the ribs, were performed to clarify the structural characteristics of the main dome considering the displacements and the stresses in the dome with and without 40 ribs. In numerical analysis, tetrahedral secondary elements were adopted to model the structure. From the numerical results, the maximum displacement of dome with ribs was smaller than that without ribs. Therefore, ribs were effective to prevent the dome deformation. The equivalent stress in dome with ribs is smaller than that without ribs. The ribs were also effective to reduce the stresses of the dome between the openings.

Load carrying capacity of an arch subjected to the load in one half

Proc. of SCESCM2016

Vol.1 pp1-7

Takuya Tuyama, Takashi Hara

Abstract

In this paper, prior to the structural analysis of R/C shells, the loading tests of R/C arch were performed. Considering the melting of snow on south side of the roof, an applied load was only one half of the arch. In addition, the loading direction was vertical due to the snow loading. R/C arch specimens were tested under the load in one half of the arch span. R/C arches were pin supported at both ends. To represent the distributed load, point loads were applied to the several equidistant points. As the results of experiments, the more the loading points were, the larger the ultimate strength grows independent of the height of arch rise. The ultimate strength of a deep arch was larger than that of a shallow arch.

学 術 講 演

○印講演発表者

講 演 者	演 題	発 表 機 関	年 月 日
○ 西 田 周 泰 寒 竹 司 大 木 順 司 陳 猷 櫻 本 逸 男	脊椎後縦靱帯骨化症における脊髄圧迫有限要素法モデルを用いた解析	第 42 回日本臨床バイオメカニクス学会	2015. 11. 13
○ 伊 藤 早 紀 大 木 順 司 陳 猷 櫻 本 逸 男	脊椎の圧迫骨折に関する数値解析	第 42 回日本臨床バイオメカニクス学会	2015. 11. 13
○ 水 津 優 大 木 順 司 櫻 本 逸 男 陳 猷 西 田 周 泰 田 口 敏 彦	脳各部位の材料特性を考慮した脳三次元有限要素モデルの構築と頭部衝撃シミュレーション	日本機械学会第 28 回バイオエンジニアリング講演会	2016. 01. 09
○ 内 田 真 平 櫻 本 逸 男 大 木 順 司 陳 猷 西 田 周 泰	脳と脊髄の材料特性の異方性	日本機械学会中国四国支部 第 54 期総会・講演会	2016. 03. 09
○ 福 田 明 石 田 士 潮 田 拓 海	CMP におけるウェーハ・研磨パッド間スラリー流れの可視化 (第 2 報) - パッド摩耗の影響の可視化に関する試み	2016 年度精密工学会春季大会学術講演会	2015. 03. 15-17
○ 松 村 俊 孝 古 賀 崇 了 百 田 正 広	RGB-D カメラから得られた実画像と拡張現実の融合による部屋の模様替えシステムの作成	平成 27 年度 (第 66 回) 電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集 p.22-2	2015. 10. 17
○ 久 本 純 樹 義 永 常 宏 坂 本 眞 人	全称状態のみの 1 方向交代性マルチプロセッサ有限オートマトン	平成 27 年度 (第 66 回) 電気・情報関連学会中国支部連合大会	2015. 10. 17
○ 津 山 拓 也 原 隆	半載荷アーチの耐荷力特性	日本建築学会中国支部	2016. 03. 06

講 演 者	演 題	発 表 機 関	年 月 日
○ 大 藤 昭 人 原 隆	ハギア・ソフィア大聖堂ドーム部分のリブを考慮した構造特性	日本建築学会中国支部	2016. 03. 06
○ 井 本 琢 哉 中 村 金 良 奥 本 幸 石 川 善 丈 久保田 絢 香 林 嘉 雄 藤 本 竜 也 鳥 居 恵 子 大 橋 正 夫 藤 本 浩 小 林 明 伸 重 村 哲 至 西 尾 幸一郎	小学生を対象とした安全な先端技術講座の実施例	平成 28 年度全国高専 フォーラム	2016. 08. 25
○ Atsuyuki SUZUKI Shota IKEOKA Jiromaru TSUJINO	Downsizing of Impact-reduction Device Using Ultrasonic Transducer	The 36 th Symposium on Ultrasonic Electronics	2015. 11. 07
鈴木 厚 行 ○ 木 村 開 西 村 太 志 辻 野 次郎丸	超音波振動を炭素繊維強化プラスチックに印加したときの衝撃軽減効果	日本音響学会 2016 年春季 研究発表会	2016. 03. 09
○ 大 橋 正 夫	Preparation and Ion Exchange of Layer Structured Tantalate $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	日本化学会第 96 春季年会	2016. 03. 25
○ 柏 倉 知 秀	14 世紀後半リュウベックのバルト海商業—プロイセンを中心に	国際商業史研究会	2015. 11. 22
○ 柏 倉 知 秀	14 世紀後半リュウベックのバルト海商業—穀物貿易を中心に	日本ハンザ史研究会	2016. 07. 09

写真③ 現在の普賢寺 普賢堂（筆者撮影）



写真④ 生身普賢菩薩像の写真（筆者撮影）

開帳の時以外は見る事ができないため、庫裏内に写真を額に入れて掲げてあるものを撮影した。



【謝辞】

今回の訳注にあたっては、徳山工業高等専門学校機械電気工学科の藤本浩先生が機会を与えて下さり、普賢寺のご住職榊野省堂氏にご協力いただくよう労を取ってくださいました。普賢寺のご住職榊野省堂氏には、貴重な資料を提供いただき、その公開を許可してくださいました。また、機械電気工学科の三浦靖一郎先生からは、再三にわたり、地域貢献の観点から有意義であることを説いていただき大いに励まされた。藤本先生、榊野住職、三浦先生にあらためて感謝の意を表しておきたい

美しい。鮮やかである。平声先韻。

○把筆

執筆。

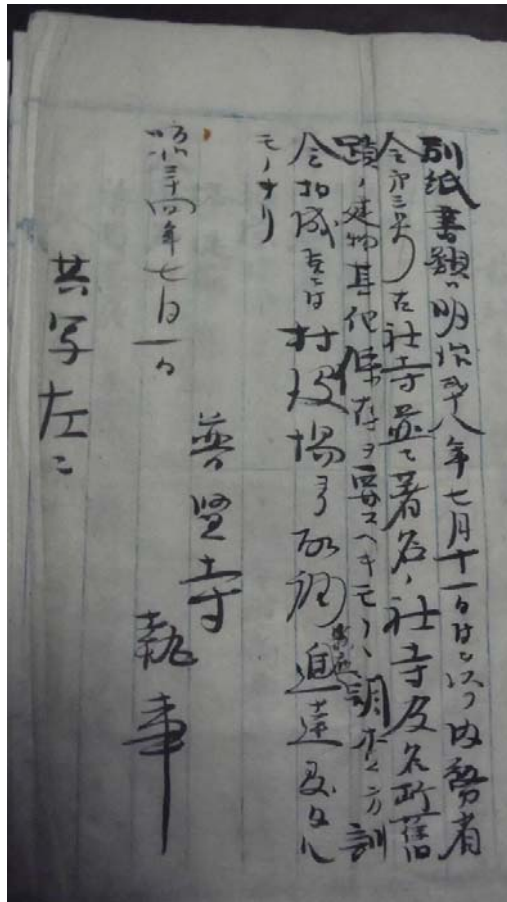
○長陽城

萩城のこと。

【付】

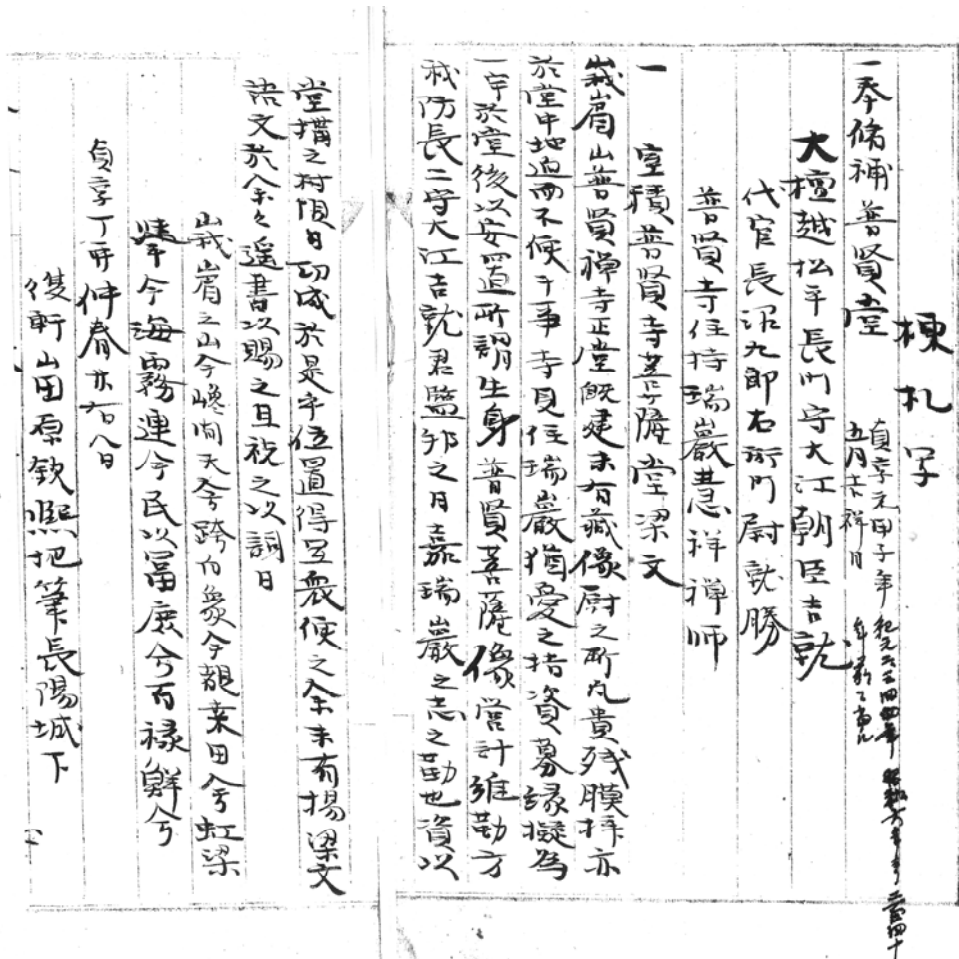
写真① 昭和三四年の写しの冊子表紙（筆者撮影）

明治二八（一八九五）年七月一日に内務省に提出された別紙書類があり、昭和三四（一九五九）年七月一日に、それらをまとめて書き写したと記されている。



写真② 昭和三四年の写し 梁文の該当部分

棟札に「貞享元年 甲子年 五月吉祥日」（貞享元年は、西暦一六八四年）とあり、これは毛利吉就の最初のお国入りの時を指し、この梁文の二年前ことになる。この時も山田原欽は主君に随行しており、梁文の「資以堂構之材」記述は、貞享元年のお国入りの時のこととを指しているであろう。



で解釈しようとする、不自然な解釈をせざるを得ないからである。昭和三四年の写しは、「勤」に作っており、ここでは「勤」の字として解釈した。「勤」の意味合いは、真摯であること。

○堂構

堂構に同じ。建物の構えのこと。房舎。陸機「歎逝賦」に「悼堂構之類瘁、愍城闕之丘荒。」(『文選』卷)とある。

○頃日(けいじつ)

近ごろ。ほどなく。

○功成

立派に成し遂げる。

○亥未省揚梁文、請之於余

この部分は、『防長寺社由来』の本文に基づいて解釈を試みると、無理矢理にこじつけた解釈にならざるを得ない。まず、「亥」は、この個所に通常用いられるような文字ではないため、あえて解釈するならば、「亥」が「其」字に通ずるとして解釈する以外には方法がない。また、「省揚」も、『防長寺社由来』の本文には、「省」字に「(ママ)」と傍記があり、明らかに判読に苦しんだ結果であることを示している。この部分は、「省」の草書体に、草書体が近似する文字としては、「常」・「道」があることから、意味合いから考えて、「道揚」が一番無理がないため、「道揚」(『書経』顧命に見える語で、ほめたたえること。称揚に同じ)の意にとり、褒め称えて掲げるとでも解釈するしか解決のしようがない。その上で訓読は、「亥(そ)れ未だ梁文を省揚せず、之を余に請う」、通釈は「さて、厨堂には、まだ(この偉業を)褒め称える梁文を掲げておらず、これを(作るようにと)私に願ひ求めてきた」となるのであろうが、このような持つて回った解釈をしなければ解決できないということは、本文の翻刻そのものが誤っていると判断すべきである。

昭和三四年の写しは、この部分を「余未有揚梁文、請文於余」に作っている。次の文にわたって「余」字が多いところにくどさを覚えるが、

同時期に書かれた「普賢縁起」・「性空上人碑」に共通する、山田原欽の平易ながらもものびのびとした文体に照らして違和感がないため、通釈は写しの本文に基づいて作成することにした。

○々遥書以贈之、祝之以詞

『防長寺社由来』の本文に従えば、「わたくしは遙か遠く(離れた萩)の地で梁文を書き記して贈り、厨堂の完成を祝う歌を作った」という解釈になる。写しの本文は「々遥書以賜之、且祝之以詞」であり、「わたくしは遙か遠く(離れた萩)の地で梁文を書き記して与え、また厨堂の完成を祝う歌を作った」となるであろう。いずれが優れるかは即断できないが、執筆に並行して祝いの歌を書いたと明記する形の写しのほうを是として通釈した。ただし、「贈る」と「賜(目上の者から目下の者へ与える)」では印象の違いが大きく、この部分は「贈」を是とすべきかもしれない。

○峨眉山

写しは、「峨眉之山」に作っているが、歌の形としての形式上は、一句の字数がそろっているほうが良いと考える。読みの段階で「峨眉の山」と読めばよいからである。

○纔

「纔」の意味は、やっと、わずかに。この意味ではしっくりこない。昭和三四年の写しは「嶮」(険しいの意)に作っており、そのほうがこの部分の意味として自然である。

○間天

静かな天空。閑天。用例としては、曹唐「小遊仙」詩其二に「風動閒天青桂陰、水精簾箔冷沉沉」とある。

○百禄

数多くの幸福。百祥。『詩経』小雅「天保」に「磬無不宜、受天百禄」とある。

○鮮

○維勒

このままでは意味が通りにくい。「勒」字の草書体に近似の草書体の字には「動」、「勤」があるが、この部分が「維勤」であれば意味は通る。昭和三四年の写しは「勤」に作っているの、ここは、「維勤」として解釈した。「維勤」は、『尚書』周書・周官に「功崇惟志、業廣惟勤。」とある。

○旃哉

「旃」は、『説文解字』には、旗の曲がった柄と定義されている。ほかの意味として、名詞としては毛織物（「氈」に通ず）、代詞として目的語としての用法のみで「これ」、「これゝことよ」（代詞「之」＋語気助詞「焉」）、いずれも音「セン」の音通による意味であり、この個所の意味としては適切なものが見いだせない。『詩経』魏風「陟岵」に「上慎旃哉、猶来無止」と見えるが、これは「これゝことよ」（代詞「之」＋語気助詞「焉」）の用法であり、この部分には当てはめることができない。ただ、五代の馬縞の著作『中華古今注』の旃旃の項に「旃者、旌也。旌表賢人之徳。旃者、善也。以彰善人之徳」とあるので、「よきことであるな」とこの部分に合う解釈は可能である。

昭和三四年の写しは、「旃」を「方」に作る。「方」であれば、「方正」の意にとつて「正しきことであるな」の意に素直に解釈できる。どちらの解釈でも問題はないが、この梁文が学識をひけらかすような書き方ではないことを考慮すると、「方」字と取るほうが適切と考える。

なお、「哉」字に該当する部分は「我」字のように書かれているが、草書体が「哉」字に似通っているの、で、「哉」字と判断してよいと思う。

○防長二州大守

周防長門二国の守護の意。昭和三四年の写しは、「二守」に作っている。どちらでも意味合いは同じであるが、梁文そのものを直接見ることでできないために、判定が困難である。あえて言うならば、『防長寺社由来』の本文のほうに、意味合いを取りやすい。

○大江吉就

萩藩第三代藩主毛利吉就（もうり よしなり 寛文八（一六六八）年（元禄七（一六九四）年）。毛利氏は大江匡房を始祖としているので大江氏を名乗る。毛利吉就は、天和二（一六八二）年、父の隠居により跡を継いで萩藩主となっていた。

○府君

府の太守の称。ここでは、大名の尊称として用いられている。

○臨邦

「お国入り」のこと。

昭和三四年の写しには、梁文の前に、棟札の写しが記されており「貞享元 甲子年 五月吉祥日」（貞享元年は、西暦一六八四年）とある。これは毛利吉就の最初のお国入りの時を指し、この時も山田原欽は主君に随行していた。梁文の「資以堂構之材」という記述は、貞享元年のお国入りの際に、吉就が瑞巖和尚の志を知り、支援を約した時のことを指しているであろう。

次いで、毛利吉就は、貞享三（一六八六）年 四月に江戸を出発し国元に向かい、前年の三月から京都に留まっていた山田原欽は、京都から主君に随行する。六月十一日に原欽は「題雲谷等蟠家藏八景軸」を書いているので、それ以前に萩に到着しているはずである。また、原欽が同じ六月に「峨眉山記」を書いていることから、萩への途次、主君吉就の一行が室積に立ち寄ったことは間違いないと思われる、その際には貞享元年の支援の結果を確認したはずである。（以上、安藤紀一編『山田原欽』（明倫同窓会事務所 昭和十五年刊 国立国会図書館デジタルコレクション）にて公開のもの <http://dl.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/1075070>）、渡辺憲司「山田原欽略譜」（渡辺憲司『近世大公文芸圏研究』平成九年二月八木書店刊 二五六―二六二頁）を参照した」

○瑞巖之志之勒

ここの「勒」字も、「勤」の誤読である可能性が高い。「勒」字のまま

わたくし原欽は、まだ（この偉業を）褒め称える梁文を掲げておらず、梁文を（作るようにと普賢寺より）わたくしに願ひ求めてきた。わたくしは遙か遠く（離れた萩）の地で梁文を書き記して与え、また厨堂の完成を祝う歌を作った。その歌にいう、

峨嵋の山は、静寂な空に陰しくそびえ、

（生身普賢菩薩像は）白象に跨がり、桑畑を見ておられる。

（虹の形に反った）梁が上がり、（その梁に）海の霧が連なっている。

民は豊かで多く、多くの幸福はくつきりと美しい。

貞享丁卯（貞享四年一六八七） 仲春廿有八日（二月二十八日）

復軒山田原欽熙 筆を長陽城下に把つ（て記し）た（ものである）

【注】

○普賢菩薩厨堂

「厨」は、厨子（神仏を安置する二枚扉の入れ物）のこと。「厨堂」は、厨子を納めておく建物のことである。末尾に付した写真を参照。

『防長風土注進案』熊毛宰判 熊毛郡室積村風土記 寺院 禅宗峨嵋

山普賢寺の項に、

同境内

普賢堂

本堂 桁行貳間半梁行同斷瓦葺（二間半は約四・五五m）

釣屋 桁行貳間半梁行三間瓦葺

（二間半は約四・五五m。三間は約五・四六m）

前殿 桁行五間半梁行同斷瓦葺（五間半は約一〇m）

午拝 九尺二壹間（九尺は約二・七三m。一間は約一・八二m）

鐘樓 八尺四方（八尺は約二・四二m）

廊下橋

但、當時石橋二相成居候事

右御公儀より御普請

本尊 普賢菩薩

但、生身の靈佛と云、海中より出現

とある。「メートル法の換算値は筆者の加筆。あくまでも概算値である。」
○梁文（はりぶん）

寺社の創立の由来が書かれた棟札のこと。また、棟の梁に打ち付けてあるものではなく、厚板に書いて社殿などに懸額してあるものを指している。

○膜拝（もはい）

ひざまずいて両手を挙げ、地にひれふして拝する礼。『穆天子傳』卷二「吾乃膜拜而受。」の郭璞の注に「今之胡人禮佛、舉手加頭、稱南膜拜者、即此類也。」とある。

○瑞巖

『防長寺社由来』熊毛宰判 室積峨嵋山普賢寺由来記に「廿八世 中興瑞巖寂元和尚 予州大津産 元禄十三年辰六月十四日寂ス」とある。（元禄十三年は、西暦一七〇〇年）

○現住

現在の住職のこと。

○捐資

金銭や財物をなげ出して援助すること。寄付すること。

○募縁

寺の建設の際に金品を奉納すること。奉加のこと。

○生身普賢菩薩像

普賢寺普賢堂の本尊、普賢菩薩像を指す。末尾に付した写真を参照。

○擬

ゝするつもりである。ゝしようとする。

○営計

営は、管理する。計は、計画する。「営計」とは、管理運営をはかつていくの意であろう。

峩嵎山普賢禪寺正堂既建、未有藏像厨之处、凡貴賤膜拜亦於堂中、地迫而不便于事。寺現住瑞巖猶憂之、捐資募緣、擬為一字於堂後、以安置所謂生身普賢菩薩像、當計維勒*1、旃*2哉。

防長二州太守*3大江吉就府君臨邦之日、嘉瑞巖之志之勒*4也、資以堂構之材、頃日功成。於是乎位置得宜、衆便之。

亥未省揚梁文、請之於余*5。々遙書以贈*6之、*7祝之以詞。曰、峩嵎*8山兮、纔間天兮。

跨白象兮、靚桑田兮。

虹梁拳兮、海霧連兮。

民以富庶兮、百祿鮮兮。

貞享丁卯 仲春廿有八日

復軒山田原欽熙 把筆於長陽城下

*1 「勒」、写しは「勤」に作る。

*2 「旃」、写しは「方」に作る。

*3 「二州太守」、写しは「二守」に作る。

*4 「勒」、写しは「勤」に作る。

*5 この一文を写しは「余未有揚梁文、請文於余」に作る。

*6 「贈」、写しは「賜」に作る。

*7 写しには、「祝」字の上に「且」の一字がある。

*8 写しには、「峩嵎」の下に「之」の一字がある。

【訓読文】

*写しの本文との異同個所に傍線を引き、写しの本文による訓読を「」内に記した。写しのほうだけに文字がある場合は、「」内にその読みを加えて記した。

室積普賢菩薩厨堂梁文

峩嵎山普賢禪寺 正堂は既に建つるも、未だ藏像の厨の処有らず。凡そ貴賤の膜拜するも亦た堂中に於いてし、地は迫（せま）くして事に便な

らず。寺の現住 瑞巖猶お之れを憂い、捐資募縁して、一字を堂後に為（つく）り、所謂 生身普賢菩薩像を安置するを以て、當計維勒せん（維れ勤めん）と擬す。旃（よ）きかな（方なるかな）。

防長二州の太守「の二守」大江吉就府君、臨邦の日、瑞巖の志の勒なる「勤なる」を嘉（よみ）するや、資するに堂構の材を以てし、頃日功成り。是に於いてか、位置は宜しきを得、衆は之を便とす。

亥（そ）れ未だ梁文を省揚せず、之を余に請う「余 未だ梁文を揚げることに有らざるに、文を余に請う」。余 遙かに書して之を贈る「賜う」を以てし、「且つ」之を祝うに詞を以てす。曰く、

峩嵎山は「峩嵎の山よ」、纔かに間天あり「間天に嶮（けわ）し」。

白象に跨がり、桑田を靚（み）る。

虹梁は拳がり、海霧は連なる。

民は以て富庶たり、百祿は鮮やかなり。

貞享丁卯（貞享四年一六八七） 仲春廿有八日（二月二十八日）

復軒山田原欽熙 筆を長陽城下に把れり

【通釈】

室積普賢菩薩厨堂の梁文

峨嵎山普賢禪寺は正堂が既に建立されたが、まだ仏像をお納めする厨子の場所が無かった。そのため、貴賤なく膜拜の礼を行うのも正堂の中で行い、場所が狭くて礼拝を行うに不便であった。寺の現在の住職である瑞巖和尚も、やはりこのことを気に病み、喜捨を得、寄付を募って、一字を正堂の後に造り、いわゆる生身普賢菩薩像を安置して、経営に一心に勤めようとなされたのである。なんと正しきことであろうか。

周防長門二国の太守である大江吉就さまは、御国入りの日、瑞巖の志の真摯さをお褒めになり、その厨堂を建てるための資材を援助され、このごろ完成をみた。ここに至って、位置は理にかなった良いものとなり、人々はこれをよきこととしたのである。

山田原欽「室積普賢菩薩厨堂梁文」訳注稿

独立行政法人国立高等専門学校機構 徳山工業高等専門学校

一般科目 准教授 谷本圭司

Translation and annotation (draft) of Genkin, Yamada (山田原欽)

"Murodumi Fugen-bosatsu Chudou Haribunka (室積普賢菩薩厨堂梁文)

Keiji, TANIMOTO

〔解説〕

「室積普賢菩薩厨堂梁文」は、周防室積（現在の光市室積）の峨眉山普賢寺の普賢菩薩厨堂に掲げられた梁文であり、江戸時代初期の萩藩（長州藩）の秀才とうたわれた山田原欽が二二歳の時に書いた漢文の文章である。

一般に、近世に書かれた寺社の由来に関係する文章は、史実に全くそぐわない妄想による牽強附会の記述が多く、その史料価値は著しく低いという見解が常識であるが、優れた表現者としての山田原欽の手になるこの文には史実にそぐわない記載は見られず、原欽の平易にして達意の表現をうかがうことができる。

また、山田原欽の漢詩文は、管見の及ぶ限りにおいて、そのほとんどが詳細な注を伴う現代語訳の試みがなされていないため、現代において、その名を知る者はいても、作品そのものを読むことには困難さが伴っていることは事実である。このたび、本校機械電気工学科の藤本浩先生より要請をいただいたのを機に、本校の四年次選択科目の講義用参考資料としての利用をも意図して、才の不足を省みず、訳注を試みることにした。地域に対する貢献という意味でも、ささやかな意味はあるのではないかと考えている。

〔訳注について〕

本文は、一般に目にするのがたやすく、活字に翻刻されている『防長寺社由来』（全七巻 山口県文書館 昭和五七年）第二巻 熊毛宰判所収の「室積村 普賢寺 普賢寺由来記」によることにした。残念ながら、開帳の年に当たらぬため、梁文の現物を見ることはかなわなかったが、普賢寺の榊野省堂ご住職から、昭和三四年に当時の普賢寺の執事が作成した梁文の写しの複写を提供していただいた。これは、『防長寺社由来』の翻刻の誤謬を訂正するための重要な資料であり、『寺社由来』の本文との異同を記しておいた。なお、本文の内容にそって大まかに段落分けを行ったが、これは筆者の考えによるものであり、あくまでも理解に資するためである。

通釈については、徳山高専の学生（四年生）を対象に、努めて平易な心がけて作成した。講義用の資料としての配慮ではなく、彼らにとつて理解しやすい文となっていれば、一般の方々にも十分に理解できるレベルの文章になるであろうと考えてのことである。しかし、安易な説明に傾きすぎたきらいもあり、また文章としてのリズムが崩れ、原文の格調を損ねた部分もないとは言えない。諸賢のご教示をいただければ、幸いと思う。

注については、典拠のある場合は、管見の及ぶ限りにおいて原文を挙げた。引用原文に訓読文を加えて理解をたすけるべきかとも考えたが、煩雑にわたることを避けることを優先し割愛した。同様の考えに基づき、語意を記すにとどめたものも多い。

【本文】

*『防長寺社由来』の翻刻に基づき、普賢寺に残る写しと異なる部分については、「*1」のように示し、後に写しの本文との対校を記した。

室積普賢菩薩厨堂梁文

本浩先生が機会を与えて下さり、普賢寺のご住職枅野省堂氏にご協力いただきよう労を取ってくださいました。普賢寺のご住職枅野省堂氏には、貴重な資料を提供いただき、その公開を許可してくださいました。また、機械電気工学科の三浦靖一郎先生からは、再三にわたり、地域貢献の観点から有意義であることを説いていただき大いに励まされた。藤本先生、枅野住職、三浦先生にあらためて感謝の意を表しておきたい。

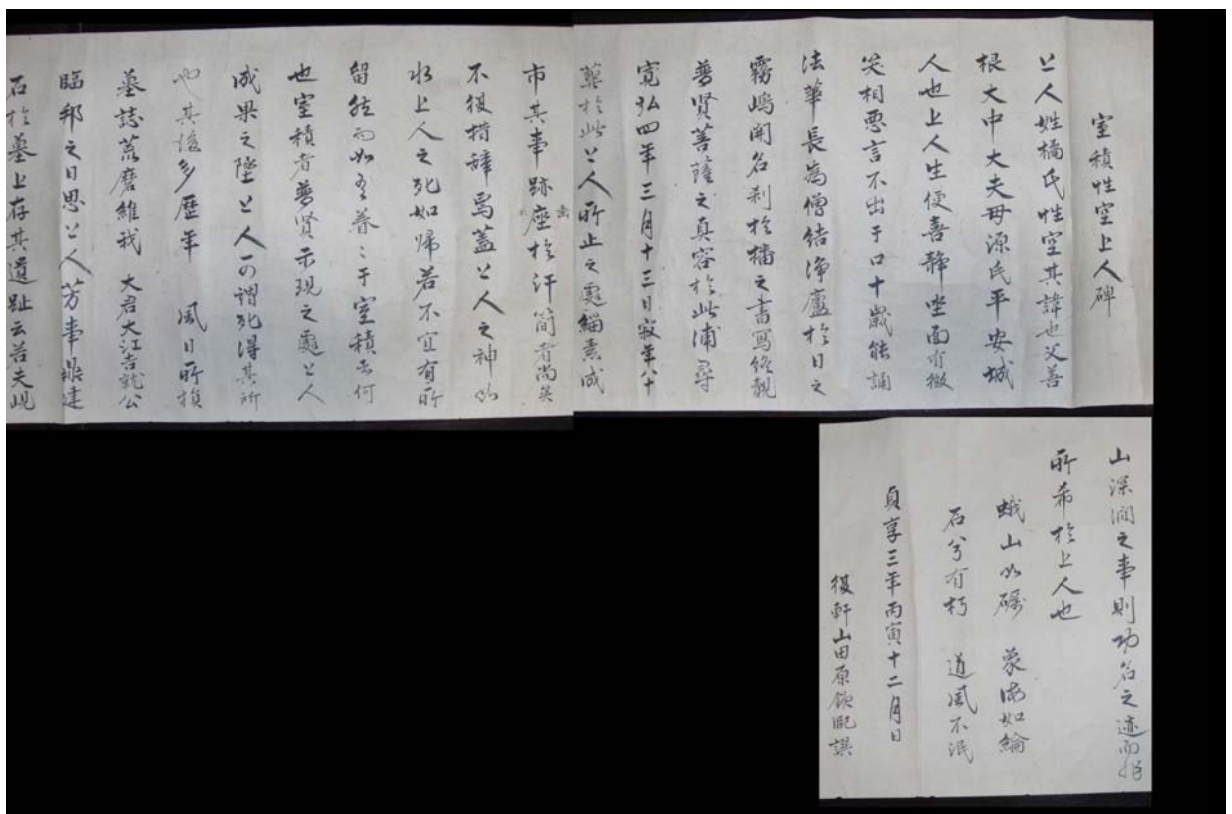
【付】

写真① 現在の性空上人碑（普賢寺にて 筆者撮影）



碑文そのものは摩耗が激しく、読み取ることは不可能である。拓本の所在を枅野省堂ご住職に確かめたが、現在の普賢寺には存在しないということであつた。

写真② 山田原欽直筆 性空上人碑 画像



撮影は本校機械電気工学科の藤本浩先生、画像の合成は筆者。

藤紀一編『山田原欽』（明倫同窓会事務所 昭和十五年刊 国立国会図書館デジタルコレクションにて公開のもの
<http://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/1075070>）による。」

○芳事

「芳跡」に同じ。先賢のすぐれた事跡のこと。

○鼎建石於墓上

「鼎建」は、宮建に同じ。造営すること。「鼎」の字から推しはかるに、三方を石で囲むようにして、上に石板を置いたのかもしれない。

○峴山深澗之事

「峴山深澗」は、晋の杜預（字は元凱）は、後世に名を残すことを好み、常々「高い岸が谷となり、深い谷（＝深澗）も丘となる（『詩経』小雅「十月之交」の一節で、世の変転の激しいことをいう）」と言っていたが、自身の勲功を刻んだ石碑を二つ作り、一つを万山の下に沈め、いま一つを峴山の上に立てて、「この後、谷が丘に、丘が谷にならないとどうしてわかるのか」と言ったという故事による。『蒙求』巻中「元凱傳癖」に「初預好爲後世名、常言、高岸爲谷、深谷爲陵。刻石爲二碑、紀其勲績、一沈萬山之下、一立峴山之上、曰焉知此後不爲陵谷乎とある。」「『晋書』卷三四杜預伝にも同じ記載がある。」

○則功名之迹、而非所希於上人也

杜預の故事が、杜預自身の功名を残す意図があつたのとは異なり、性空上人にはそのような意図が全くなかったことをいう。

○峨山

現在の山口県光市室積の峨眉山。普賢寺の山号でもある。

○蠣

蠣、礪に同じ。研ぐ、磨くの意。

○象海

山口県光市室積 象鼻ヶ崎の海。室積浦（当時の地名は御手洗）をいう。

○綸

青い絹糸で組んだ佩びひも。

○朽

摩滅する。消滅する。

○道風

道徳風操。

○泯

滅ぶ。滅びる。滅亡する。

○貞享三年

西暦一六八六年。この年、山田原欽は、数え年の二一歳である。

○十二月日

十二月吉日の意。

○復軒山田原欽熙

山田原欽（やまだ げんきん 寛文六（一六六六）年～元禄六（一六九三）年）江戸時代前期の儒者。宇都宮遯庵、伊藤坦庵に学んだ。長門萩藩主毛利吉就に世子時代から仕える。東光寺建立の件で吉就に諫言したがいれられず、元禄六年七月一日自刃した。享年、二八歳。名は頼熙。号は復軒（以上は、『デジタル版 日本人名大辞典plus』の解説による）。

なお、『山田原欽先生事蹟』（村田峯次郎編 明治三三年刊）に収録の、伊藤坦菴の「復軒説」に「山田生熙、字原欽、號復軒」とあり、また同書収録の小倉尚齋の「山田原欽先生行状」に「先生、源姓、山田氏。熙其名、原欽其字。號復軒」とあつて、名を「熙」としている。

○譌（のーベル。のーブ）。

撰に同じ。記述する。著述する。

【謝辞】

今回の訳注にあたっては、徳山工業高等専門学校機械電気工学科の藤

○神

魂。精神。『禮記』樂記に「明則有禮樂、幽則有鬼神」とあり、鄭玄の注に「聖人之精氣謂之神」とある。

○如水

万物を利用して争うことのない最上の善のようであること。『老子』第八章に「上善如水。水善利萬物而不争、處衆人之所惡。故幾於道矣」とある。

○如帰

死に対して、もともと帰るべき所と思って、少しもおそれないこと。

『大戴禮記』曾子制言上に「及其不可避也、君子視死如歸」とある。

○眷々

恋いこがれるさま。思い慕うさま。睠睠。『詩経』小雅「小明」に「念彼共人、睠睠懷顧」とある。

○室積

現在の山口県光市室積。

○室積者普賢示現之处

「普賢」は、普賢菩薩。「示現」は、仏菩薩が種々の姿に身を変えてこの世に現れること。この部分については、前の「觀普賢菩薩之真容於此浦」の注、および山田原欽の書いた「普賢縁起」を参照されたい。

○成果之墜

「成果」は、できあがった結果。成し遂げた結果。「墜」は、落下するの意であるが、ここでは、「落着する」と解釈するほうが文意に沿うと考える。

○死得其所也

『春秋左氏伝』文公二年に「（狼）暉曰、吾未獲死所（暉曰く、吾れ未だ獲が死ぬ所を獲ず、と）。」とあり、後に「死得其所」が死ぬことに意義を見出すことの意で用いられるようになった。王僧達の「求徐州啓」に「臣感先聖格言、思在必效之地、使生獲其志、死得其所」（『宋

書』卷七五 王僧達伝所収）とある。『北史』卷四六 張普恵伝にも「人生有死。死得其所、夫復何恨。」とある（『魏書』卷七八 張普恵伝も同じ）。

○風月

ここでは、風雨歳月の意。

○墓誌

死者の出自や経歴を記した散文を金属板や石板に刻んだもの。通常は死者とともに墓に埋める。ここでは、墓の外に建てる墓碑の意味で用いられている。天保年間（一八三〇～一八四四）の『防長風土注進案』熊毛郡室積村風土記 寺院 禅宗峨嵋山普賢寺 同境内の項に「性空上人墓 但、五輪石塔」とある（『防長風土注進案』のこの部分には、本文とは異なる筆跡で、「元亨釈書ニ室積ノ事ヲ載セス然シテ伝来ニ異迹甚多不遑備載」とある）。

○荒磨

荒廃し磨耗する。

○大君

君主の尊称。ここでは、主君の意。

○大江吉就公

長門萩藩主毛利吉就。毛利氏は、大江匡房を祖としているので、大江氏を名乗る。

毛利吉就（もうり よしなり 寛文八（一六六八）年～元禄七（一六九四）年）は、長州藩の第三代藩主。第二代藩主・毛利綱広の長男である。天和二（一六八二）年に、父の隠居により第三代藩主となった。（以上は、『デジタル版 日本人名大辞典+Plus』の解説による）

○臨邦

入封。お国入りのこと。「国入り」とは、大名が自分の領地に行くこと。毛利吉就は、天和二年（一六八二年）二月二十七日、父の隠居により跡を継いでおり、初めてのお国入りは貞享元（一六八四）年である。（安

『朝法華驗記』、『明匠略傳』ともに記していない。ことは『古事談』第三僧行、『十訓抄』卷三、『撰集抄』卷六などに見えるが、各々異同がある。なお、山田原欽が「性空上人碑」を書く三ヶ月ほど前に書いた「普賢縁起」には、性空上人が普賢菩薩に会った事を詳しく記している。

○尋寛弘三年三月十三日寂。年八十

『明匠略傳』に「寛弘四年三月十日未時、遂結定印、向西座禪、安禪昇霞。歳八十」とある。

「未時」は、現在の午後二時ごろ。「定印」は、入定の印契（いんげ）。「安禪」は「入定」のことであるが、ここは精神集中の状態に入る意味ではなく、死の婉曲表現であろうから、「意識を失う」ほどの意ととるべきである。「昇霞」は、人の死をいう。『劉子新論』風俗に「秦之西有義渠之國、其人死則聚柴而焚之、煙上燠天、謂之昇霞」と見える。」

この『明匠略傳』の性空上人の死没年月日は、山田原欽の記載とはほぼ一年のずれがある。原欽は、「普賢縁起」にも「寛弘三年」と記しているところから、おそらくは何かの資料に基づくのであろう。『防長寺社由来』の「峨嵋山普賢寺由来記」（第二卷一九八頁下）には「一、当寺は寛弘三年の建立、峨嵋山普賢寺と申候。普賢示現の靈場也。開基性空上人同四年三月十三日寂ス。齡八十二して」とあり、『防長風土注進案』熊毛郡室積村風土記 寺院 禪宗峨嵋山普賢寺 同境内の項に「碑銘 山田復軒〔傍記、原欽〕」先生撰述 寺傳、開基性空上人寛弘四年三月十三日寂、葬於此」とあって、いずれも性空上人の寂した年を寛弘四年としている。ここに山田原欽が貞享三（一六八六）年に書いた「縁起」中に「寛弘三年」と記するのは、おそらく寺伝によるものと考えられ、もともとの寺伝が「寛弘三年」であったのに基づいたと考えるべきであろう。その後、寛保元（一七四一）年の『防長寺社由来』『峨嵋山普賢寺由来記』、天保年間（一八三〇～一八四四）の『防長風土注進案』『熊毛郡室積村風土記』において、他書に記すところによって修正

が図られたと推測される。

○葬於此

『防長風土注進案』熊毛郡室積村風土記 寺院 禪宗峨嵋山普賢寺 同境内の項に「碑銘 山田復軒〔傍記、原欽〕」先生撰述 寺傳、開基性空上人寛弘四年三月十三日寂、葬於此」とある。

岩田茂樹「圓教寺奥院開山堂の性空上人坐像について」（『鹿園雜集』奈良国立博物館紀要 第一一号 三五～四七ページ 平成二一年三月）には、書写山円教寺の開山堂の本尊である木造性空坐像がX線撮影され、性空上人の遺骨を納めた瑠璃壺が内蔵されていることが明らかとなったことが詳細に報告されていることから考えるに、性空上人が室積に葬られたというこの記述は、事実ではないと思う。

○所止

居住する。『詩経』商頌「玄鳥」に「邦畿千里、維民所止」とある。

○緇素成市

「緇」は黒衣、「素」は白衣。「緇素」とは、僧侶（出家）と俗人（在家）をいう。『本朝法華驗記』に「道俗作市、貴賤雲集」とある。

○垂

後世に伝える。『荀子』王霸篇に「垂名乎後世」とあり、また、『後漢書』卷一六 鄧禹伝に「但願明公威德加於四海、禹得効其尺寸、垂功名於竹帛耳」とある。

○汗簡

文書。書籍。『晋書』卷七五 王湛伝に「史臣曰、……、雖崇勳懋績有闕於旂常、素德清規足傳於汗簡矣（「崇勳」は尊ぶべき勲功。「懋績」は、盛大な功績。「旂常」は、王侯の旗さし物。「闕」は、欠ける。「素德」は、清廉潔白の美德。「清規」は、守るべき規範）」とある。

○措辞

会話や詩文のことば遣い（を選ぶ）。『逸周書』官人篇に「自順而不讓、措辭而不遂、此隱於智理者也」とある。

心に無縁の」性空上人に希い求めることではない」と。

峨眉の山は研ぎすまされたかのように高く、象鼻〔ヶ岬〕の海は青い絹糸の帯紐のようである。

たとえこの石が摩滅してしまうことがあろうとも、「性空上人の」徳と志が減びることはないであろう。

貞享三（一六八六）年 丙寅 十二月吉日 復軒山田原欽熙 記述す。

【注】

○性空上人

性空上人の伝記資料は、

①鎮源 撰『本朝法華驗記』巻中「第四十五 播州書寫山性空上人」（『續群書類従』巻一九四 第八輯上 所収、『日本思想体系』第七巻所収）長久年間（一〇四〇～一〇四四）の成立

②承澄 撰『明匠略傳』日本 下「性空上人」（『群書類従』巻六八 第五輯 所収）建治元（一二七五）年の成立

以上の二つが基本である（以下それぞれの引用箇所は『本朝法華驗記』、『明匠略傳』とのみ記して引用する。）。なお、他に、書写山円教寺関係に伝わるものがあり、それらは資料としては第一級であるが、ここでは山田原欽が比較的容易に目にするのが可能であった資料を原則とすべきと考え、あえて読解の基本資料として用いないことにした。

○上人姓橘氏

『本朝法華驗記』、『明匠略傳』ともに「俗姓橘氏」とする。

○諱

ここでは、生前の名のこと。なお、性空上人の俗名は、「善行」である。

○父善根大中大夫

『明匠略傳』に「其父従五位下橘朝臣善根名詮」とある。「大夫」は、律令制において、特に五位の通称。

○母源氏

『明匠略傳』に「其母源氏」とある。

○平安城人也

『本朝法華驗記』には「平安宮西京人也」とあり、『明匠略傳』には「左京人也」とある。

○静坐

心を落ち着かせ、姿勢を正して静かに座すること。『韓非子』十過に「師涓曰、諾。因静坐、撫琴而寫之」とある。

○面有微笑相、悪言不出于口

『本朝法華驗記』に「從幼少日、至于老滅、面含微笑、顔色慈悲、口吐冥言、永離僞言冥言（「冥」、読みはジ。柔らかいこと。「冥言」は、柔らかく優しい言葉のこと）を吐き、永く僞言（「僞」、読みはソ。麤に同じ。粗いこと。荒々しいこと。「僞言」は、粗暴な言葉のこと）」とある。

○十歳能誦法華

『本朝法華驗記』には「受持一乘、偏期佛惠」とあり、『明匠略傳』には、「雖受女身既等佛心、十歳始就師、受『法花経』八巻」とある。

○長為僧、結浄廬於日之霧島

『本朝法華驗記』には、「尋練行昔、人跡不通、鳥音不聞、深山幽谷、結廬而住」とあり、『明匠略傳』には、「至廿六、拜親剃頭、竈居霧嶋、讀誦法華、精勤修習、晝夜不怠。巖室幽寂、四隣無人」とある。

○開名利於幡之書写

『明匠略傳』に「播州化人來諭云、山名書寫、驚頭兮上峯、号一乘鷄足送雲。蹈此山者發菩提心、攀此峯者浄六情根。上人西洞結庵、坐禅澄神、以薦為帷幕、呂紙為衣裳」とある。

○觀普賢菩薩之真容於此浦

「觀」は、まのあたりにする。「真容」は、真実の姿。「此浦」は、室積浦を指す。性空上人が、普賢菩薩を目の当たりにしたことを、『本

寛弘三年三月十三日寂。年八十、葬於此。

上人所止之处、緇素成市其事跡垂於汗簡者尚矣。不復措辞焉。蓋上人之神如水、上人死如婦。若不宜有所留、然而如有眷々于室積者何也。室積者普賢示現之处、上人成果之墜、上人可謂死得其所也。

其後多歷年、風月所損墓誌荒磨。維我大君大江吉就公臨邦之日、思上人芳事、鼎建石於墓上、存遺址云、若夫峴山深澗之事、則功名之迹、而非所希於上人也。

峨山如蟻、象海如綸。

石兮有朽、道風不泯。

貞享三年 丙寅 十二月日

復軒山田原欽熙 撰

【訓読文】

性空上人碑

上人 姓は橘氏、性空は其の諱なり。父は善根大中大夫、母は源氏、平安城の人なり。上人生れて、便ち静坐を喜び、面に微笑の相有り、悪言は口を出でず。十歳にして能く法華を誦す。長じて僧と為り、浄廬を日の霧島に結び、名利を幡の書写に開く。終に普賢菩薩の真容を此の浦に覩て、尋いで寛弘三年三月十三日に寂す。年八十、此に葬る。

上人 所止の処は、緇素市を成し、其の事跡の汗簡に垂るる者（こと）尚（ひさ）しければ、復た辞を措かず。蓋し上人の神は水のごとく、上人の死は帰るがごとからん。若（も）し宜しく留まる所に有らずんば、然り而うして室積に眷々たる者（こと）有るが如きは何ぞや。室積は普賢示現の処、上人 成果の墜にして、上人 死するに其の所を得たると謂うべきなり。

其の後 多く年を歴、風月の損する所の墓誌は荒磨す。維に我が大君大江吉就公 臨邦の日に、上人の芳事を思い、石を墓上に鼎建し、遺址を存して云う、「夫の峴山深澗の事のごときは、則ち功名の迹にして、上人に希う所に非ざるなり」と。

峨山は蟻の如く、象海は綸の如し。

石や 朽ちること有るとも、道風は泯（ほろ）びざらん。

貞享三年 丙寅 十二月日

復軒山田原欽熙 撰す

【通釈】

性空上人碑

性空上人は、姓は橘氏であり、性空はその生前の名である。父は大中大夫 橘善根、母は源氏で、平安京の出身である。上人は生まれると、そのまま落ち着いてきちんと座っていることを好み、その表情は微笑を浮かべていて、人を悪しざまに言うことはなかった。十歳で法華経を誦誦することができ、成長して僧となつてからは、清浄な廬を日向の国の霧島山に結び、由緒ある寺を播磨の国の書写山に開いた。終りに普賢菩薩の真の姿を此の「室積の」浦で拝見し、次いで寛弘三（一〇〇六）年三月十三日に示寂なされ、年齢は八十歳、ここに葬られたのである。

上人が住まいとした所は、道俗の者たちが「大勢来て」市が立つたかのようにであつた。上人の事跡は記録に残されて久しいので、さらに言葉を選び語ることはいらないで置く。思うに、上人の精神は水のように「最上の善」であり、上人は死を家に帰るかのように「に感じて少しも恐れな人」であつたのだろう。「さて、この地が」もし「上人の」留まるべき所でないならば、そのようにして室積に心ひかれることがあつたのはどうしてだろうか。室積は普賢菩薩の示現の地であり、上人の成し遂げた結果の落着する所であつて、上人は死ぬにあたってふさわしい場所を得たと言ふべきなのである。

その「上人が亡くなった」後、多くの年月が経ち、風雨歳月が損傷させた墓石は荒廢し摩滅していた。「さて、」ここに我が主君である大江氏の末裔毛利吉就公は、お国入りの日に、上人のすぐれた事跡に思いをはせ、石を上人の墓の上に建てて、上人の遺跡を保存して言われた、「世に言う」峴山深澗のこのようなのは、功名の事跡であつて、「功名

山田原欽「性空上人碑」訳注稿

独立行政法人国立高等専門学校機構 徳山工業高等専門学校

一般科目 准教授 谷本圭司

Translation and annotation (draft) of Genkin, Yamada (山田原欽) "Shoukuu-syounin hi (性空上人碑)"

Keiji, TANIMOTO

〔解説〕

「性空上人碑」は、周防室積（現在の光市室積）の峨眉山普賢寺の開祖である性空上人の墓碑文であり、で、江戸時代初期の萩藩（長州藩）の秀才とうたわれた山田原欽が二一歳の時に書いた漢文の文章である。一般に、近世に書かれた寺社の由来に関係する文章は、史実に全くそぐわない妄想による牽強附会の記述が多く、その史料価値は著しく低いという見解が常識であり、この「性空上人碑」も、没年の記載にその例を見ることができる。

しかしながら、当時、長州藩きつての秀才の評も高く、朝鮮通信使との漢詩の応酬でその名を知られた文学の徒、表現者としての山田原欽の創作の一端を今に伝えていることには疑いはなく、原欽の平易にして達意の表現を知るには、格好の作品である。

また、山田原欽の漢詩文は、管見の及ぶ限りにおいて、現代語訳の試みがなされていないため、現代において、その名を知る者はいても、作品そのものを読むことには困難さが伴っていることは事実である。このたび、本校機械電気工学科の藤本浩先生より要請をいただいたのを機に、本校の四年次選択科目の講義用参考資料としての利用をも意図して、才の不足を省みず、訳注を試みることにした。地域に対する貢献という意味でも、ささやかな意味はあると考えている。

〔訳注について〕

本文は、一般に目にするのがたやすく、活字に翻刻されている『防長寺社由来』（全七巻 山口県文書館 昭和五七年）第二巻 熊毛宰判所収の「室積村 普賢寺 普賢寺由来記」によることにした。本文の内容にそつて大まかに段落分けを行ったが、これは筆者の考えによるものであり、あくまでも理解に資するためである。また、普賢寺の榊野省堂ご住職から山田原欽直筆の原文を観覧する機会を与えられたが、時間的な制約もあり、詳しい検討は行えていない。これについては詳細な校勘も含め、別の機会に何らかの形で公にすることができればと思っている。

通釈については、徳山高専の学生（四年生）を対象に、努めて平易を心がけて作成した。講義用の資料としての配慮ではなく、彼らにとつて理解しやすい文となっていれば、一般の方々にも十分に理解できるレベルの文章になるであろうと考えてのことである。しかし、安易な説明に傾きすぎたきらいもあり、また文章としてのリズムが崩れ、原文の格調を損ねた部分もないとは言えない。諸賢のご教示をいただければ、幸いと思う。

注については、典拠のある場合、あるいは、仏教関係の文献に関連する語については、管見の及ぶ限りにおいて原文を挙げた。引用原文に訓読文を加えて理解をたすけるべきではないかとも考えたが、体裁を「普賢縁起」にそろえるために割愛した。また、それ以外の語についても、平易を旨として煩雑にわたることを避けたために語意を記すにとどめたものも多い。

【本文】

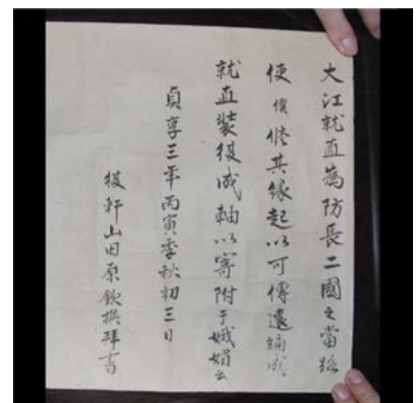
性空上人碑

上人姓橘氏、性空其諱也。父善根中大夫、母源氏、平安城人也。上人生、便喜静坐、面有微笑相、恶言不出于口、十歳能誦法華。長為僧、結浄廬於日之霧島、開名利於幡之書写。終觀普賢菩薩之真容於此浦、尋

奇華半浦人日夕嬉遊魚網之
設木伸蕭之形相瑞徽浦人畏
怖而捨於海濱人喜謂未嘗生
就拜之則智之所現生身普賢
菩薩之毫髮差異收彼浦人
獲普賢菩薩所棄髮及蓮華
其末云此物近外於小脚浦
小脚浦在室積之東若干里
上人大喜擬像子共上莫不認
合矣今像下蓮華白象是也
上人欲傳其事跡後代倒植松
株于其地以表之其株至今猶
存俗稱曰對面之松遂起一字
之堂于浦之大多和羅山以表
置所謂普賢菩薩之像且供
養之號山曰娥媚寺則繫以普
賢之名後薩州沙門曰禪玄
深信此尊像而歸仰之云堂之
前地在高山之巔峻徑紆途
非若老稚士女之艱於往來
昔也因移建于今所矣若夫

武下殿之居趾令在山下與
普賢堂相距十町餘勢惟異
朝嘉州峨嵋之山周迴千里重
巖峻峭不則遠近山有光相寺
為普賢示現之地山之所名因
兩山相對而如娥媚也本朝有
此山則畢然而具大蒙之全軀
是以有也日蒙皇令弘法大師
堂所存是也至若浦之台既
稱菩薩之徽號則浪若風浦
莫非菩薩之蹤跡也其為勝
區雄故乃於耶伏真薩壇之
靈在上也日至于億千萬象
上流慶于 國家下濟利乎群
生壽寧康福錫以悠久也是
以為緣起
峨嵋山自寬弘三年性空上人
示寂來距今六百七十有九年
夫普賢像之本緣由佛為且
舊記所錄符節存焉處在像
起舊本多鄙俗語不可以示人

写真②の三 山田原欽直筆「普賢緣起」三



以上、山田原欽直筆の「普賢緣起」の全文の画像である。写真②の三の後の部分には、「性空上人碑」がつけられており、一巻の卷子本の体裁である。なお、普賢寺には、二種の直筆が伝わっており、一本は、まさしく清書というにふさわしい品格の書であるが、撮影できなかった。ここに、掲げたのは、もう一つのものであり、途中に訂正も入っている。写真撮影は、本校機械電気工学科の藤本浩先生の手を煩わせた。写真を処理して繋げたのは筆者であり、判読の難等の問題は、すべて筆者の責である。

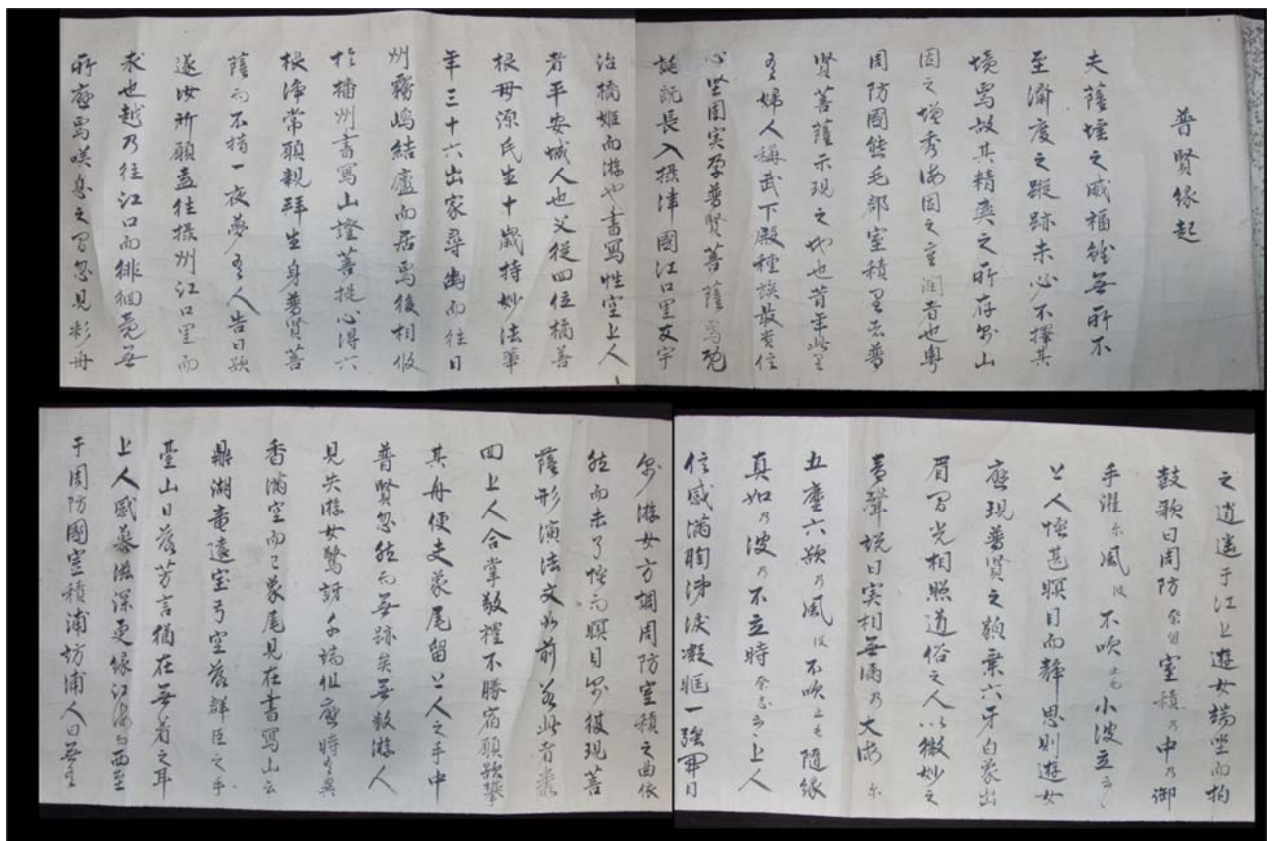
【謝辞】

今回の訳注にあたっては、徳山工業高等専門学校機械電気工学科の藤本浩先生が機会を与えて下さり、普賢寺のご住職梶野省堂氏にご協力いただくよう労を取ってくださいました。普賢寺のご住職梶野省堂氏には、貴重な資料を提供いただき、その公開を許可してくださいました。また、機械電気工学科の三浦靖一郎先生からは、再三にわたり、地域貢献の観点から有意義であることを説いていただき大いに励まされた。藤本先生、梶野住職、三浦先生にあらためて感謝の意を表しておきたい。



原本の額絵は、平成三（一九九一）年の台風一九号襲来の際に甚大な損傷を受けて修復不能であり、この写真は、それ以前に撮影したものとこと。

写真②の一 山田原欽直筆「普賢緣起」一



写真②の二 山田原欽直筆「普賢緣起」二

久しい。

○符節

割り符。(割り符のように) ぴったりと合うこと。

○鄙俗語

卑しく低俗な言葉。

○瑞巖

『防長寺社由来』熊毛宰判 室積村 普賢寺 普賢寺由来記に「廿八世 中興瑞巖寂元和尚 予州大津産 元禄十六年 酉ノ正月七日寂ス」とある。

○毛利市正大江就直

毛利就直〔もうり なりなお 寛永一三(一六三六)年〜宝永六(一七〇九)年〕は、長州藩一門家老・毛利元法の次男。後に吉敷毛利元包の養子となり、寛文一一年(一六七一年)に元包の隠居により家督を相続した。藩主毛利綱広、吉就、吉広、吉元に仕えて、当職(国家老・執政)を務めた。通称は外記、市正、主殿。〔以上は、石川卓美『防長歴史用語辞典』による〕

「市正(いちのかみ)」は、正六位上相当の官位。毛利氏は大江氏を祖先とするため「大江」を名乗る。

○当路

重要な地位にいること。また、その人。この時、毛利就直は、長州藩の当職(国家老・執政)であった。

○使僕修其縁起、以可伝遠編成。就直装復成軸、以寄附于娥媚

『防長風土注進案』熊毛郡室積村風土記 寺院 禅宗峨嵋山普賢寺 寺寶の項に「普賢縁起 貞享年中山田復軒先生撰述同筆、表粧上箱共ニ毛利市正様御寄附」とある。

○貞享三年

西暦一六八六年。

○季秋 初三日

陰暦九月三日。

○復軒山田原欽

山田原欽(やまだ げんきん 寛文六(一六六六)年〜元禄六(一六九三)年) 江戸時代前期の儒者。宇都宮邀庵、伊藤坦庵に学ぶ。長門萩藩主毛利吉就に世子時代からつかえる。東光寺建立の件で吉就に諫言したがいれられず、元禄六年七月一日自刃した。二八歳。周防出身。名は頼熙。号は復軒。〔『デジタル版 日本人名大辞典plus』の解説による〕

なお、山田原欽については、渡辺健司『近世大名文藝圈研究』(八木書店刊 平成九)中の第二部に載せる「山田原欽の前半生・近世初期文壇との交流」(二五四〜二七四頁)および「山田原欽の死・長州初期儒学の状況」(二七五〜二九一頁)に詳しい。

【付】以下にあげる写真は、普賢寺の現住である榊野省堂氏に許可をいただき、掲載するものである。

写真① 普賢示現の額絵 (筆者撮影)

普請の儀ハ室積浦より仕来申候事」(第二卷二二二頁)とある。

○象鼻

現在の光市室積象鼻ヶ岬。

○微説

断片的な言い伝え。

○浪音風(口／＼)

「口／＼」について、音はヨウ、「むかつく」の意であるが、意味が通じない。普賢寺に伝わる山田原欽直筆の「普賢縁起」は、この字をはつきりと「嘯」(声を長く引いて歌うこと)に作っており、いかなる理由による誤りであるのか理解に苦しむ。ここは「嘯」字で解釈した。

○勝区

景色のすぐれたところ。景勝地。

○間然

異議。ここは異議をさしはさむの意に解釈する。

〔補注〕室積の峨眉山の地名の由来を、山田原欽は、

・中国の峨眉山 普賢菩薩示現の地

・美女の眉(↑普賢菩薩 遊女の一部)

・本朝の峨眉山 普賢菩薩示現の地

象の鼻(↑普賢菩薩の乗る六牙白象

|| 普賢菩薩の表象の一部)

ともに、普賢菩薩が示現なされたことが確実な土地であること、普賢菩薩の表象の一部が土地にあること、以上の二点の共通項を明示し、根拠づけて説明しようとしたのであるう。

○溥

あまねく施すこと。

○寿寧康福

福壽康寧ともいう。祝願の語で、幸福、長壽、健康、安寧などろもろの福がすべて備わること。

○錫

与えるの意。

○寛弘三年

西暦一〇〇六年。『防長寺社由来』の「峨眉山普賢寺由来記」(第二卷一九八頁下)には「一、当寺は寛弘三年の建立、峨眉山普賢寺と申候。普賢示現の靈場也。開基性空上人同四年三月十三日寂ス。齡八十二して」とあり、『防長風土注進案』熊毛宰判室積村「熊毛郡室積村風土記」寺院 禪宗峨眉山普賢寺 同境内の項に「碑銘 山田復軒〔傍記、〔原欽〕先生撰述 寺傳、開基性空上人寛弘四年三月十三日寂、葬於此」とある。

また、『群書類従』卷六八『明匠略傳』日本下に収める「性空上人伝」には、「寛弘四年三月十日未時、遂結定印、向西座禪、安禪昇霞。歳八十」とあつて、いずれも性空上人の寂した年を寛弘四年としている。ここに山田原欽が貞享三(一六八六)年に書いた「縁起」中に「寛弘三年」と記すのは、寺伝によるものと考えられ、もともと寺伝が「寛弘三年」であつたのに基づいたと考えるべきであろう。その後、寛保元(一七四一)年の『防長寺社由来』『峨眉山普賢寺由来記』、天保年間(一八三〇〜一八四四)の『防長風土注進案』『熊毛郡室積村風土記』において、他書に記すところによって修正が図られたのではないだろうか。

岩田茂樹「圓教寺奥院開山堂の性空上人坐像について」(『鹿園雜誌』奈良国立博物館紀要 第一号 三五〜四七ページ 平成二年三月)には、書写山田教寺の開山堂の本尊である木造性空坐像がX線撮影され、性空上人の遺骨を納めた瑠璃壺が内蔵されていることが明らかとなったことが詳細に報告されていることから考えるに、性空上人が室積に葬られたというこの記述は、事実ではないと思う。

○本縁由伝

縁起由来。

○尚

村 普賢寺 「普賢寺由来記」に「一、開山 薩州の沙門禪宗大林玄宥大和尚 長久二年巳ノ五月朔日寂ス」〔長久二年は西暦一〇四一年〕とあり、普賢寺の開山である。

○帰仰

帰依渴仰。深く帰依し厚く信仰すること。

○巔

いただき。山頂。

○嶮径

険阻な道。

○紆途

曲がりくねった道。

○老雅

高齢で高貴な意。

○艱

なやむ。くるしむ。

○武下殿之居趾

『防長風土注進案』熊毛宰判 室積村 「熊毛郡室積村風土記」の舊跡の項に「竹下殿 古趾 普賢出生の地今纔かに残り、古墓存在す」とあり、『防長風土注進案』の記事が書かれた天保期にも古跡が残っていたことが知られる。

○十町余

十町は、約一〇九〇・八m。

○異朝

異なる王朝。ここは、中国を指す。

○喜州

「喜」では意味が通じない。翻刻の際に「嘉」を読み誤ったのであるうか。以下の「因両山相對」の注に『太平御覧』を挙げたが、そこでは峨眉山を嘉州の項に記している。また、南宋 范成大『吳船録』巻上に

「丁亥、戊子、己醜、庚寅、辛卯、泊嘉州。遣近送人馬、歸者十九。留家嘉州岸下、單騎入峨眉。有三山、為一列、曰大峨、中峨、小峨。中峨、小峨昔傳有遊者、今不復有路。惟大峨一山、其高摩霄、為佛書所記普賢大士示現之所。自郡城出西門、濟燕渡水、洶湧甚險。此即雅州江、其源自嵩州邛部合大渡河、穿夷界千山以來。過渡、宿蘇稽鎮。」とあり、明曹學佺『蜀中廣記』卷十一 名勝記第十一 上川南道 嘉定州 峨眉縣に「予按、名山記、峨眉山、周匝千里、石龕百一十二、大洞十二、小洞二十八、南北有台。凡遊大嶺者、自縣勝峰門出至華嚴院恰十五里。前代於峨眉山剎寺六、光相、居山絶頂為遊山之底極、華嚴、居山之前峰為游山之嚮導、而白水寺居其中。自白水至光相、歷八十四盤、山徑如線。如是者六十里、至峰頂即普賢示現處。屋皆以板為之」とある。

○重巖

重なりあつた岩山。

○複澗

複雑に流れる谷川。

○因両山相對而如娥媚也

『太平御覧』卷一一六 嘉州 「益州記」曰、峨眉山兩山相對、望之如峨眉」とある。

○娥媚

蛾眉。蛾（「蚕の成虫」の触角の形の眉。細長く曲がつて美しい眉。

美人の眉のたとえ。

○峩然

高くそびえるさま。

○弘法大師堂

『防長寺社由来』の「防州熊毛郡室積村 象鼻山海藏寺旧記」に「一、弘法大師堂 壱宇 但、弘法大師渡唐の節、象鼻山へ御寄り二夜三日護摩供養被成候て、右の尊像御作にて石ノ堂へ入残被置由申伝候事。尤縁記の儀ハ普賢寺より縁記ニ書加有之普賢寺より写ニ相成出申候事、堂

如紫金山。」とある。「前の「六牙白象」の注を参照」

○小郷浦

文中に「小郷浦在室積之東若干里」とあるので、室積湾から東へ数里、「小郷」の読みに当てはまる場所を求めると、東へおよそ八kmの地点に、現在の山口県熊毛郡田布施町麻郷（おごう）が見つかる。なお、この記述から、山田原欽が、一里を約三・九三kmという日本の「里」の単位で記述しており、中国の「里」（約五〇〇m）で記述していないことがわかる。

○擬

はかる。「度」に同じ。物差しではかる。大きさを比べ合わせる。

○脗合

吻合。ぴったりと一致すること。

○倒植

枝が下に向かって伸びるように植えること。

○松株

「株」、「樹」の読み誤りか？『防長風土注進案』熊毛宰判 室積村「熊毛郡室積村風土記」の名所舊跡之事に、この部分に関して「山田復軒先生普賢縁起略云、上人欲傳其事蹟後代、倒植松樹。至今猶存、俗對面之松」とあり、「松樹」に作っているからである。

○對面之松

『防長風土注進案』熊毛宰判 室積浦「室積浦風土記」の名所舊跡之事に「對面松 影向松とも云 北町ニ有り」とある。

〔補注〕

『防長風土注進案』熊毛宰判 室積浦「室積浦風土記」の名所舊跡之事に以下の碑文を載せる。

周防國熊毛郡峨嵋山對面松古蹟之碑

此記中所謂對面松之處、普賢之靈蹟也。享保十八年、野火蔓延、故松遂毀折。寔可痛惜矣。其或所以觀流之為不流、變易之為不易邪。今主簿 藤

原平章① 深恐人不識其靈場 繼植松樹、又② 邑人立③ 之石。夫佛身無我、實相無④ 方、機縁無常、慧光無量。薩埵之悲願、其何色身之不現此土、即寂光寧有感而不應乎。是故有智者勿於是生疑、無智者譏謗泥犁⑤ 無出期焉。

天保五年甲午之秋 中村任 撰并書

〔校〕

- ① 「今主簿 藤原平章」、傍記「郡吏 広瀬孫右衛門イ」
 - ② 「又」、原文「父」。傍記によって改めた。
 - ③ 「立」、傍記「建イ」
 - ④ 「無」、傍記に「無、脱」とあるによつて補う。
 - ⑤ 「犁」、原文「梨」、傍記に「犁」とあるによつて改めた。
- 〔周防の国 熊毛郡 峨嵋山 對面松古蹟の碑 此の記の中に謂う所の對面松の処は、普賢の靈蹟なり。享保十八（一七三三）年、野火蔓延し、故に松 遂に毀折す。寔に痛惜すべきかな。其れ或いは觀流の不流と為し、變易の不易と為す所以ならんや。今主簿 藤原平章人の其の靈場を識らざるを深く恐れ、松樹を繼植す。又た邑人 之に石を立つ。夫れ仏身に我無く、実相に方無く、機縁に常無く、慧光に量無し。薩埵の悲願、其れ何ぞ色身の此の土に現ぜず、即ち寂光の寧ろ感ずる有りて応ぜざらんや。是の故に、智有る者は是に於いて疑いを生じる勿く、智無き者は譏謗して泥犁に出すこと無きを期せん。天保五（一八三四）年甲午の秋 中村任 撰し并びに書す〕

○大多和羅山

未詳。現在の光市室積の峨眉山、あるいは大峰山か。

○薩州沙門曰禪玄有

『防長風土注進案』熊毛宰判 室積村「熊毛郡室積村風土記」に載せる「普賢縁起譯文略」の「後に禪玄有なるもの」の個所に「（付箋）△薩州沙門禪宗大林玄宥大和尚」と傍記。『防長寺社由来』熊毛宰判 室積

ベース所収

http://archive.wul.waseda.ac.jp/kosho/bunko30/bunko30_e0151/bunko30_e0151_0001/bunko30_e0151_0001.html

④『撰集抄』巻六「性空上人事 付室遊女」〔早稲田大学図書館古典籍総合データベース所収〕

http://www.wul.waseda.ac.jp/kotenseki/html/he12/he12_01708/index.html

⑤謡曲「江口」〔観世流謡曲〕

○攀

とりすがるの意。

○象尾

六牙の白象の尻尾のこと。

○千端

千端萬緒。ものがごとく混乱しひどく紛れあうさま。『漢武帝内傳』に「求道益命、千端萬緒、皆須五帝六甲靈飛之術」とある。

○鼎湖竜遠宝弓空落群臣之手

『史記』巻二八 封禅書に「黄帝采首山銅、鑄鼎於荆山下。鼎既成、有龍垂胡髯下迎黄帝。黄帝上騎、群臣後宮從上者七十餘人、龍乃上去。餘小臣不得上、乃悉持龍髯、龍髯拔、墮、墮黄帝之弓。百姓仰望黄帝既上天、乃抱其弓與胡髯號、故後世因名其處曰鼎湖、其弓曰烏號。」とある。

○台山日落芳言猶在無着之耳

「台山」は、五臺山。「無着」は、無著禪師のこと。『神僧傳』（No. 二〇六四）in Vol. 五〇〔ナンバー、巻数は『大正新脩大藏經』〕に、「無著文喜禪師。入五臺山求見文殊。忽見山翁。著揖曰、願見文殊大士。翁曰、大士未可見。汝飯未。著曰未。翁引入一寺引著升堂命坐。童子進玳瑁杯。貯物如酥酪。著飲之覺心神清明。翁曰、南方佛法如何住持。著曰、末代比丘少奉戒律。曰多少衆。曰或三百或五百。著問、此間佛法如何住持。曰龍蛇混雜凡聖同居。曰衆幾何。曰前三三後三三。遂談

論及暮。翁命童子引著出。行未遠悽然悟翁即文殊也。不可再見。稽首童子乞一言爲別。童子有無垢無染即眞常之語。言訖童子與寺俱隱。但見五色雲中文殊乘金毛獅子往來。白雲忽覆之不見。」とある。

〔補注〕

普陀山、五臺山、峨眉山、九華山を四大名山という。『普陀山志』巻一に「佛經稱地藏普賢文殊觀音諸道場曰地水火風。為四大結聚。九華、地也（地藏）。峨眉、火也（普賢）。五臺、風也（文殊）。普陀、水也（觀音）」とあり、普陀山は觀世音菩薩、五臺山は文殊菩薩、峨眉山は普賢菩薩、九華山は地藏菩薩のそれぞれ住まうとされた（丁福保『佛学大辞典』の解説による）。

また普賢菩薩と文殊菩薩は、釈迦如来の脇侍として対の存在であり、この部分は

（峨眉山に住まう普賢菩薩が消える時に残した白象の尻尾）

↓「黄帝が天に上る時に落とした（＝残した）弓」

〔対応〕

五台山に住まう文殊菩薩が消える時に

↓無著に残した言葉

という連想による表現であろう。

○感慕

心に思い慕うこと。

○縁

拠り所とする。引き寄せられる。

○奇事

不思議なこと。

○端嚴

整って威嚴のあるさま。『普賢觀經』（『佛說觀普賢菩薩行法經』（No. 〇二七七 曇無蜜多譯）in Vol. 〇九）に「普賢菩薩身相端嚴。

○瞑目

『往生要集』上本に「當知草庵瞑目之間、便是蓮臺結跏之程」とある。

○静思

心を静かにして思いめぐらすこと。

○六牙白象（ろくげゝのゝびやくぞう）

普賢菩薩が乗る六つの牙の白い象。『普賢觀經』（『佛說觀普賢菩薩行法經』（No. 〇二七七 曇無蜜多譯）in Vol. 〇九）に「普賢菩薩。即於眉間放大人相白毫光明。此光現時。普賢菩薩身相端嚴。如紫金山。端正微妙。三十二相皆悉備有。身諸毛孔放大光明。照其大象令作金色。一切化象亦作金色。諸化菩薩亦作金色。其金色光。照于東方無量世界。皆同金色。南西北方四維上下亦復如是。爾時十方面一方。有一菩薩。乘六牙白象王。亦如普賢等無有異。如是十方無量無邊滿中化象。普賢菩薩神通力故。令持經者皆悉得見。」とある。

○道俗

仏道に入っている人と俗世間の人。僧侶と俗人。

○微妙

なんともいえず美しく趣き深いさま。

○實相無漏（じつそうむろ）

煩惱のない、ありのままの姿。真如実相（世界の真実本質の姿）には迷いや欲望が全く存在しない（＝無漏）こと。

○大海（だいかい）

「海」は、一切の功德を蔵するもののこと。

○五塵

五塵は塵のように人の心を汚すもと。色、声、香、味、触の五境。『摩訶止観』卷四上に「死事弗奢、那得不怖。怖心起時、如履湯火。五塵六欲、不暇貪染」とある。

○六歎

「歎」は、翻刻の際に「欲」を読み誤ったものである。本稿末尾に付

した、普賢寺に伝わる山田原欽直筆の「普賢縁起」は「欲」に作っている。「六欲」は、色欲、形慾（容貌）、威儀姿態慾、言語音声慾、人相慾、細滑慾（美肌）のことであり、『大智度論』卷二一に見える。

○随縁真如

縁によつて種々の現象として生じる存在の本質。華嚴宗天台宗における実大乘においては、真如（万物の本質）に、不動不変の真如（不変真如）と、不変の水が外からの風によつてさまざまな波を生ずるように、外来の縁に應じて森羅万象を現じる随縁真如の二相を立てる。起きた波が水の性質を失うことがないように、森羅万象の事相はその本質である真如を失うことがない。真如即萬法であり、萬法即真如である。この部分は、不変真如を水になぞらえ、随縁真如を波になぞらえた表現である。『金剛鉋』（No. 一九三三 湛然述『大正新脩大藏經』による）に「應知萬法是真如、由不変故、真如是萬法、由随縁故」とある。

○眶（まかぶら）

目のふちのこと。

○凝

集まるの意。

○周防室積之曲

前の「周防なる」の歌を指す。

○法文

仏の教えを説くことば。ここは、「仏の教え」のほうが意味合いとして落ち着きがよい。

【補注】

以上までに関する他所の記載として、以下①～⑤がある。また、

① 「鹿苑院殿嚴嶋詣記」（『群書類従』卷三三三三所収）

② 『古事談』第三 僧行（国立国会図書館デジタルコレクション所収
<http://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2533115>）

③ 『十訓抄』第三 不可侮人倫事（早稲田大学図書館古典籍総合データ

○宇治橋姫

「橋姫」は、橋を守る女神。「宇治橋姫」は、宇治橋の橋姫神社に祀られている「宇治の橋姫」を指す。巫女、遊女、愛人と広い意味をこめて使われる語。

○書写

書写山円教寺のこと。

○平安城

平安京のこと。

○受持

仏の教えを受けて心に念じて持ち続けること。また戒法（かいほう）を受け保つこと。要するに、常に仏の教えに導かれて自らの行動を律するように心がけることであるが、この部分の記述に合わせれば、「『法華経』の教えに導かれて自らの行動を律する」の意味であろう。

○日州

日向国をいう。

○攸

居住するの意。

○播州

播磨国をいう。

○菩提心

無上正真道を求める心。悟りと衆生救済を強く願う心のこと。『大乘義章』巻九（大乘義章（No. 一八五一 慧遠述） in Vol. 四四）「發菩提心者、菩提胡語、此翻名道。果徳圓通故曰菩提。於大菩提起意趣求、名發菩提心。」とある。

○六根淨

六根清淨。六根の執着を断ち、清淨な精神を所有し靈妙な術を修得すること。『妙法蓮華経』法師功德品に「若善男子善女人、受持是法華經、若讀若誦、若解説、若書寫、是人當得八百眼功德、千二百耳功德、八百

鼻功德、千二百舌功德、八百身功德、千二百意功德。以是功德莊嚴、六根皆令清淨」とあり、『普賢觀經』（『佛說觀普賢菩薩行法經』（No. 〇二七七 曇無蜜多譯） in Vol. 〇九）に「樂得六根清淨者、當學是觀」とある。

○生身（しょうしん）

人間の姿をとって現れること。

〔補注〕

性空上人の伝記資料としては、以下の二つが基本である。

・鎮源 撰『本朝法華驗記』巻中「第四十五 播州書寫山性空上人」（『續群書類従』巻一九四 第八輯上 所収、『日本思想体系』第七巻所収）長久年間（一〇四〇～一〇四四）の成立

・承澄 撰『明匠略傳』日本下「性空上人」（『群書類従』巻六八 第五輯 所収）建治元（一二七五）年の成立

○端坐

居ずまいを正すこと。

○御手濯

『防長風土注進案』熊毛宰判 室積浦 室積浦風土記に「一、港 壹ヶ所（中略）當港之内 御手洗と申八人皇拾五代の帝神宮（「宮」、傍記「功」）皇后三韓に起（傍記、「赴」）き、玉ふ折から、此津に御船を維（つな）が（せ）玉ひ御手を洗ハせ給ふによつて御手洗と名つけたりと申傳へり」とある。

○不吹 止毛

吹かねども

○小波（ササナミ）

『防長寺社由来』は、ルビに「ササナミ」と記すが、『古事談』第三、『十訓抄』第三 不可侮人倫事に見える、性空上人と普賢菩薩の説話によつて、「ささらなみ」と読むほうがよい。ささらなみは、細（ささ）ら波。小波。さざ波。さらさらの音の意味もある。

たところ、前に〔江口で〕示現なされた生身の普賢菩薩〔そのままの姿〕であり、少しの違いも無かったのである。折しもまた浦の住人が普賢菩薩の乗られていた白象と蓮華台を持ってやって来て、「これらの物が近ごろ小郷浦で〔海から〕上がりました」と言う。小郷浦は室積の東数里に在る浦である。上人はたいそう喜び、その白象と蓮華台の上に〔普賢菩薩の〕像を合わせてみたところ、ぴったりと合わさったのであった。今の普賢菩薩の木像の下に蓮花台と白象が、これである。

上人はこの事蹟を後の世に伝えようと思い、松の樹をこの地に逆さまに植えてその印とした。その樹は今に至るまで残っており、俗に「対面の松」と呼ばれている。かくして一字の堂を浦の大多和羅山〔おおたわら山?〕に建立して、普賢菩薩の像を安置申し上げて、さらに供養を行い、その山を娥媚と名付け、寺は普賢菩薩の名に繋げたのである。後に薩摩国の沙門 禅玄宥という者が、深くこの尊像を信じて帰依渴仰して「堂のもとと立つ地は高い山の巔にある。険しく曲がりくねった道に高齢の人や雅な女性は行き来に苦労する者が必ずいる」と言った。それゆえ今の場所に移設したのである。

さて、武下殿の住居趾は、今は山の下にあり、普賢堂と距たること十町余である。熟考するに、中国の喜州にある峨嵋山は山の周囲千里であつて、重なりあつた岩山や複雑な谷川があつて遠近を認識できない。山には光相寺があり、普賢菩薩の示現の地である。山の名は二つの山が向き合い娥媚のようであることから取っている。日本にあるこの〔名の〕山は、高く聳えて、大きな象の全体を備えている。そういうわけで、この地には象鼻というところがあり、それは今、弘法大師堂のあるところなのである。浦の名ということになると、既に普賢菩薩の〔示現の〕故事に見えており、浪の音も風の歌も、全てが菩薩の事跡でないものはない。その名勝の地であることに、いったい誰が不埒にも口を挟めようか。

伏して願う、薩埵の霊が天に在ること太陽のように、千億千万歳に至るまで、上は慶ばしきことを国家に伝え、下はご利益を多くの人々に広

げ、長寿、安寧、幸福、健康であつて、それが悠久に与えられますように、と。以上、縁起とするものである。

峨嵋山は、寛弘三（一〇〇六）年に性空上人が示寂なされ、以来、今までに六百七十九年、普賢菩薩像の縁起由来は久しく時を経たものとなつてしまった。その上、古い記録が記された符節は現存していて、縁起の旧本が存在するけれども、卑しく低俗な言葉が多く、久遠の未来に示すべきものではなく、寺の現住である瑞巖はこれを憂いていた。時に毛利市正大江就直さまは、防長二国の重要な役職にあり、私に普賢寺の縁起をまとめ、遠く未来に伝えられるように編集させたのである。就直さまは、その縁起を装丁して軸として、娥媚山普賢寺に寄附なされたということである。

貞享三（一六八六）年 丙寅 季秋 初めの三日

復軒 山田原欽 撰述し拝して書き記す

【注】

○薩埵

サンスクリット語 bodhisattva 菩提薩埵の略。菩薩（求道者）のこと。ここでは普賢菩薩のことであろう。

○濟度

衆生の生死の海に沈んでいるのを救済し彼岸に渡らせること。『妙法蓮華經』方便品に「終不以小乘濟度眾生」とある。

○蹤跡

事跡のこと。

○精爽

精神のこと。『春秋左氏伝』昭公七年に「用物精多、則魂魄強、是以有精爽至於神明」とある。

○示現

仏や菩薩が人々を救うためにさまざまな姿に身を変えて現れること。

を以てすと云えり。

貞享三年 丙寅 季秋 初三日

復軒 山田原欽 撰し拝して書す

【通釈】

普賢縁起

そもそも大菩薩さまの賞罰は、及ばぬ所などないとはいえ、「衆生を」救済し悟りを開かせた跡は、必ずしもその境地を択ぶものではない。それゆえ、その精神の存在する所は、山はいや増しに秀でるものにちなみ、海は重ねて広く深いものにちなむのである。

さて、周防の国 熊毛郡 室積の里は、普賢菩薩がそのお姿を現された地である。長年、この里に婦人がおり、武下殿と呼ばれ、種族は最も高貴であり、その信心は堅固であつて、実は普賢菩薩さまを宿されたのであつた。「宿つた普賢菩薩さまは」誕生されて、成長して摂津国の江口の里に入り、宇治の橋姫を友として遊びなかつた。

書写山の性空上人という者は、平安京の出身である。父上は従四位下橘善根（たちばなのよしね）、母上は源氏の出であり、生まれて「わずか」十歳で『妙法蓮華経』を受持し、三十六歳で出家した。幽を尋ねて日向の国 霧島に往き、廬を結んでその地に住んだ。その後、播磨の国 書写山に居住し、菩提心を証（あかし）し、六根清浄を得て、常に人間の姿をとって現れた普賢菩薩を親しく礼拝したいと願つてやまなかつた。

ある夜、夢に人が現れて告げること、「おまえの願いをかなえないならば、どうして摂津の国の江口の里に往つて求めないのか」と。「上人は遠路を」渡つて「行き」そこで江口に往つて徘徊したが、結局、「上人の」願いに応（こた）えるできごとなどは無かつた。嘆息していると、ふと彩りも鮮やかな舟が江上に逍遙するのが目に入った。舟の上では遊女が居ずまいを正して鼓を打ち、歌つていうには「周防にある室積の浦の中の御手濯に風は吹かないけれどもさざ波が立つことよ、云々」

と。

上人はひどく不思議に思い、目を閉じて静思「心静かに」すると、その遊女は応（こた）えて普賢菩薩の姿を現し、六牙の白象に乗り、眉間から光を放つて僧侶をも俗人をも照らし、なんともいえぬ美しく趣き深い声で仏の教えを説いて言う、「実相無漏の大きな海に五塵六欲の風は吹かないけれども、随縁真如の波が立たない時はない、云々」と。

上人は信心の感動が胸に満ちあふれ、涕涙は眶（まかぶら）にいつぱいに集まり、無理やりに一度 目を開けると、遊女はちょうど周防室積の曲を奏でて、元のとおりでまだ曲は終わっていない。不思議に思つて目をつむると、再び普賢菩薩の姿を現し、教義を述べてその文は前と同じであつた。

このようにすること数回、上人は合掌して敬い拝み、宿願に我慢がでさず、遊女の乗る舟によじ登ろうとした。「その時に上人がつかんだ普賢菩薩の乗る」白象の尻尾がそのまま「抜けて」上人の手の中に留まり、普賢菩薩は一瞬のうちに跡形も無く消えた。無数の遊客たちは遊女の姿を視界から失い、驚き不審がつて混乱し「騒ぎになつた。ただ普賢菩薩の姿を現した時に嗅いだこともない香が空に満ちただけであつた。書写山に現存する白象の尻尾「の説明」に、「鼎湖の竜は遠くして宝弓は空しく群臣の手に落ち、台山の日は落ちて 芳言は猶お無着の耳に在るがごとし「伝説の天子である黄帝が龍に乗つて去る時に鼎湖に落とした宝の弓は空しく臣下のものとなり、五台山で日没の後に文殊菩薩の芳しき教えの言葉が無著禅師の耳に残つたのと同様である」」とある。

上人の感動し思慕することはますます深まり、さらに江海を渡つて西方の周防の国 室積の浦にまで来た。浦の住人を訪問して、「不思議なことではありませんでしたか」と言う、浦の住人は「有りました。近ごろ魚網を仕掛けましたら麗しき御顔で整つて威厳のある木仏がかかり、浦の人々は畏れ憚かつて海に捨てました」と言う。上人は喜んで、これまでに無かつた珍しい「木仏」を「海から引き上げ」手に入れて、拝礼し

家す。幽を尋ねて日州霧島に往き、廬を結んで居せり。後に播州書写山に相攸し、菩提心を証し、六根浄を得、常に生身の普賢菩薩を親拝せんと願いて措かず。

一夜夢に人有りて告げて曰く、「汝の願う所を遂げんと欲すれば、盍（なん）ぞ摂州の江口の里に往きて求めざらんや」と。越えて乃ち江口に往きて徘徊するも、竟に応ずる所無きなり焉。嘆息の間に、忽ち彩舟の江上に逍遙するを見る。遊女端坐して鼓を拍ち、歌いて曰く「周防なる室積の中の御手濯に風は吹かねども小波（ササ）らナミ立つ、云々と。

上人甚だ怪しみ、瞑目して静思すれば、則ち遊女応じて普賢の貌を現じ、六牙の白象に乗り、眉間の光を出だして道俗の人を相照らし、微妙の音声を以て説いて曰く、「実相無漏の大海に五塵六歎（「欲」？）の風は吹かねども随縁真如の波の立たざる時なし、云々」と。

上人信感胸に満ち、涕淚眶（まかぶら）に凝し、強いて一たび目を開けば、即ち遊女方に周防室積の曲を調し、依然として未だ了らず。怪しみて瞑目すれば、即ち復た菩薩の形を現じ、法文を演（の）ぶることは前の如し。此くの若きこと数回、上人合掌敬礼し、宿願に勝（た）えず、其の舟に攀らんと欲す。便（すなわ）ち夫の象尾 上人の手中に留まり、普賢は忽然として跡無し。無数の遊人見るに遊女を失い、驚き訝りて千端なり。但だ応ずるの時に異香の空に満つること有るのみ。象尾の書写山に見在するに云う、「鼎湖の竜は遠くして宝弓は空しく群臣の手に落ち、台山の日は落ちて 芳言は猶お無着の耳に在るがごとし」と。

上人感慕すること滋ます深く、更に江海に縁りて西のかた周防の国室積の浦に至る。浦の人を訪いて曰く、「奇事有りや無しや」と。浦の人曰く、「諸（これ）有り。近ごろ魚網の設くるや木仏の麗しきの形相端嚴たるあり、浦の人畏れ憚かりて海渚に捨つ」と。上人喜びて未だ曾（かつ）て有らざるを得、就ち之を拝すれば、則ち嚮（さき）の現ずる所の生身の普賢菩薩にして、毫（いささ）も差異無し。時に復た浦の

人の普賢菩薩の乗りし所の象及び蓮華台を携えて来りて云う、「此の物近ごろ小郷浦に升れり」と。小郷浦は室積の東 若干里に在り。上人大いに喜び、其上に像を擬するに、照合せざる莫し。今像の下の連花・白象はなり。

上人其の事蹟を後代に伝えんと欲し、松株を其の地に倒植し以て之を表す。其の株今に至るまで猶お存し、俗に「対面の松」と称す。遂に一字の堂を浦の大多和羅山に起（た）て、所謂普賢菩薩の像を安置するを以てし、且つ之を供養し、山を号して娥媚と曰い、寺は即ち普賢の名に繋げり。後に薩州沙門 禪玄宥と曰うもの、深く此の尊像を信じて之に帰仰して云う、「堂の旧地は高山の巔に在り。嶮径紆途 老雅士女の往来に艱（くる）しむ者無きに非ざるなり」と。因りて今の所に移建す。

夫の武下殿の居趾の若きは、今山下に在り、普賢堂と相距たること十町余なり。熟（ふか）く惟（おも）うに異朝の喜州峨嵋山は周廻千里にして、重巖複澗 遠近を測らず。山に光相寺有り、普賢示現の地と為す。山の名を取れるは両山相對して娥媚の如きに因るなり。本朝に此の山有るは、則ち率然として大象の全軀を具（そな）う。是を以て地に象鼻と曰える有り、今弘法大師堂の存する所是なり。浦の名の若きに至りては、既に菩薩の微説を称し、則ち浪音風（口へんに甬、音読みはヨウ）、菩薩の蹤跡に非ざる莫きなり。其の勝区たるや誰か敢えて間然とせんや。伏して冀わくは薩埵の靈上に在ること日の如く、千億千万歳に至るまで、上は流慶于国家、下は溥利于群生、寿寧康福、錫するに悠久を以てするを。是を以て縁起と為す。

嵯峨山は寛弘三年 性空上人 示寂せしより、来り距（へだ）たること今に六百七十有九年、夫の普賢像の本縁由伝は尚（ひさ）し。且つ旧記録する所の符節焉に存する処にして、縁起の旧本在れども、鄙俗の語多く、久遠に示すを以てすべからず、寺の見住 瑞巖之を憂う。時に毛利市正大江就直 防長二国の当路と為り、僕をして修其の縁起を修し、遠きに伝うべきを以て編成せしむ。就直装し復た軸と成し、娥媚に寄附する

之所存、山因之増秀、海因之重潤也。

粵周防国熊毛郡室積里者、普賢菩薩示現之地也。積年此里有婦人、称武下殿、種族最貴、信心堅固、実孕普賢菩薩焉。既誕、長入摂津国江口里、友宇治橘姫而遊也。

書写性空上人者、平安城人也。父從四位下橘善根（ヨシネ）、母源氏、生十歲持妙法華、年三十六出家。尋幽而往日州霧島、結廬而居焉。後相攸於播州書写山、証菩提心、得六根淨、常願親拜生身普賢菩薩而不措。一夜夢有人告曰、欲遂汝所願、盍往摂州江口里而求也。越乃往江口而徘徊、竟無所応焉。嘆息之間、忽見彩舟之逍遙于江上、遊女端坐而拍鼓、歌曰、周防奈留室積乃中乃御手濯爾風波不吹止毛小波（ササ〔ら〕ナミ）立云々。

上人甚怪、瞑目而静思、則遊女応現普賢之貌、乘六牙白象、出眉間光相照道俗之人、以微妙之音声説曰、実相無漏乃大海爾五塵六歎〔欲？〕乃風波不吹止毛随縁真如乃波乃不立時奈志云々。上人信感滿胸、涕淚凝眶、強一開目、即遊女方調周防室積之曲、依然而未了。怪而瞑目、即復現菩薩形、演法文如前。

若此者数回、上人合掌敬礼、不勝宿願、欲攀其舟。便夫象尾留上人之手中、普賢忽然而無跡矣。無數遊人見失遊女、驚訝千端、但応時有異香滿空而已。象尾見在書写山云、鼎湖竜遠宝弓空落群臣之手、台山日落芳言猶在無着之耳。

上人感慕滋深、更縁江海而西至于周防国室積浦。訪浦人曰、無有奇事乎。浦人曰、有諸。近魚網之設木仏麗之形相端嚴、浦人畏憚而捨於海渚、上人喜得未曾有、就拝之、則嚮之所現生身普賢菩薩、而毫無差異。時復浦人携普賢菩薩所乘象及蓮華台来云、此物近升於小郷浦。小郷浦在室積之東若干里。上人大喜、擬像于其上、莫不脗合矣。今像下連花白象是也。

上人欲伝其事蹟後代、倒植松株于其地以表之。其株至今猶存、俗称曰対面之松。遂起一字之堂于浦之大多和羅山、以安置所謂普賢菩薩之像、且供養之、号山曰娥媚、寺即繫普賢之名。後薩州沙門曰禪玄有、深信此

尊像而帰仰之云、堂之旧地在高山之巔、嶮徑紆途非無老雅士女之艱於往来者也。因移建于今所矣。

若夫武下殿之居趾、今在山下、与普賢堂相距十町余。熟惟異朝喜州峨嵋山周廻千里、重巖複澗不測遠近。山有光相寺、為普賢示現之地。山之取名因両山相對而如娥媚也。本朝有此山、則峯然而具大象之全軀。是以有地曰象鼻、今弘法大師堂所存是也。至若浦之名、既称菩薩之微説、則浪音風（口／用）、莫非菩薩之蹤跡也。其為勝区誰敢間然耶。

伏冀薩埵靈在上如日、至千億千万歳、上流慶于国家、下溥利于群生、寿寧康福、錫以悠久也。

是以為縁起。

嵯峨山自寛弘三年性空上人示寂、来距今六百七十有九年、夫普賢像之本縁由伝尚矣。且旧記所録符節存焉処、在縁起旧本、多鄙俗語、不可以示久遠。寺見住瑞巖憂之。時毛利市正大江就直為防長二国之当路、使僕修其縁起、以可伝遠編成。就直装復成軸、以寄附于娥媚云

貞享三年 丙寅 季秋 初三日

復軒山田原欽撰書

〔訓読文〕

普賢縁起

夫れ薩埵の威福は、至らざる所無しと雖も、済度の蹤跡は、未だ必ずしも其の境を扱ばざるなり。故に其の精爽の存する所、山は之を増秀なるに因り、海は之を重潤なるに因るなり。

粵（ここ）に周防の国熊毛郡室積の里なる者は、普賢菩薩の示現の地なり。積年此の里に婦人有り、武下殿と称し、種族は最も貴に、信心は堅固にして、実は普賢菩薩を孕む。既に誕（うま）れて、長じて摂津国の江口の里に入り、宇治の橘姫を友として遊ぶなり。

書写の性空上人なる者は、平安城の人なり。父は從四位下橘善根（ヨシネ）、母は源氏、生れて十歳にして妙法華を持し、年三十六にして出

山田原欽「普賢縁起」訳注稿

独立行政法人国立高等専門学校機構 徳山工業高等専門学校

一般科目 准教授 谷本圭司

Translation and annotation (draft) of Genkin' Yamada (山田原欽) "Fugen Engi (普賢縁起)"

Keiji' TANIMOTO

〔解説〕

「普賢縁起」は、室積（現在の光市室積）の峨眉山普賢寺の由来を記した漢文の文章で、江戸時代初期の萩藩（長州藩）の秀才とうたわれた山田原欽二歳の時の作である。

「普賢縁起」については、すでに布引敏雄「周防室積普賢寺縁起の系譜」（山口県文書館研究紀要」第三号 一九七四）があり、「普賢縁起」を記述するにあたって、山田原欽が参考としたであろう資料についての考察、およびその資料的価値についての考察に関しては、詳細にして正鵠を射たものであり、多くの示唆を与えられた。

しかし、現在までのところ、原文そのものに対する訳注の試みはなされておらず、室積出身の本校の学生も普賢寺は身近に知っていても、その由来についての知識を持たない者がほとんどであること、また、この文章には、日本語の表記に漢字を使用した部分を除けば、いわゆる「和習」が全く見られず、漢文としても正統的であることを思うに、この文章が一般のよく知るところはなっていない現状は、まことに残念と言わざるを得ないと感じていた。

このたび、本校機械電気工学科の藤本浩先生より内容を正確に知りたいたいの要請をいただいたのを機に、本校の四年次選択科目の講義用参考資料としての利用をも意図して、才の不足を省みず、訳注を試みることにした次第である。

〔訳注について〕

本文は、一般に目にするものがたやすく、活字に翻刻されている『防長寺社由来』（全七巻 山口県文書館 昭和五七年）第二巻 熊毛宰判所収の「室積村 普賢寺 普賢寺由来記」によることにした。原文中には、入力できない漢字があり、その文字については、（雨／云）（↓雲）、（衣／甫）（↓補）のように表してある。なお、本文の内容にそって大まかに段落分けを行ったが、これは筆者の考えによるものであり、あくまでも理解に資するためである。また、普賢寺の梶野省堂ご住職から山田原欽直筆の原文を観覧する機会を与えられたが、時間的な制約もあり、詳しい検討は行えていない。これについては詳細な校勘も含め、別の機会に何らかの形で公にすることができればと思っている。

通釈については、徳山高専の学生（四年生）を対象に、努めて平易を心がけて作成したつもりである。講義用の資料としての配慮ではなく、彼らにとつて理解しやすい文となっていれば、一般の方々にも十分に理解できるレベルの文章になるであろうと考えてのことである。しかし、安易な説明に傾きすぎたきらいもあり、また文章としてのリズムが崩れ、原文の格調を損ねた部分もないとは言えない。諸賢のご教示をいただければ、幸いに思う。

注については、典拠のある場合、あるいは、仏教関係の文献に関連する語については、管見の及ぶ限りにおいて原文を挙げた。引用原文に訓読文を加えて理解をたすけるべきと考えたが、許されたスペースの関係もあって割愛せざるを得なかった。また、それ以外の語についても、平易を旨として煩雑にわたることを避けたため語意を記すにとどめたものも多い。

【本文】

普賢縁起

夫薩埵之威福、雖無所不至、済度之蹤跡、未必不挾其境焉。故其精爽

委員長 柏倉 知秀（図書館長・一般科目）
委員 飛車 来人（機械電気工学科）
高山 泰博（情報電子工学科）
上 俊二（土木建築工学科）

徳山工業高等専門学校研究紀要 第40号

平成 28 年 12 月 1 日発行

編集兼 徳山工業高等専門学校
発行者 〒745-8585 周南市学園台
TEL 0834 (29) 6200

Contents

Development of Simulated nano-satellite as an Educational Tool of Compound System	Rei TANAKA Kentarou KITAMURA	1
 The Sensor Network System Suitable for The Management and Operation of The Local Heating Stainless Steel Foil Tape Heater	 Takehito YAMADA Takuya OKABAYASI Johshin TURUYAMA Hiroshi MIHATA	 7
 Consideration about a Memory Saving Method of the Compiler of the Educational Computer	 Hayato SAKAGAMI Tetsuji SHIGEMURA	 13
 Preparation of Layer Structured Vanadate $\text{Rb}_3\text{V}_5\text{O}_{14}$ and Ion Exchange Reaction	 Masao OHASHI	 19
 Translation and annotation (draft) of Genkin, Yamada (山田原欽) "Murodumi Fugen-bosatsu ChuuDou Haribunka (室積普賢菩薩厨堂梁文)	 Keiji, TANIMOTO	 23
 Translation and annotation (draft) of Genkin, Yamada (山田原欽) "Shoukuu-syounin hi (性空上人碑)"	 Keiji, TANIMOTO	 15
 Translation and annotation (draft) of Genkin, Yamada (山田原欽) "Fugen Engi (普賢縁起)	 Keiji, TANIMOTO	 1
 Abstracts of Other Papers and List of Lecture		25
