

徳山工業高等専門学校

研 究 紀 要

第 39 号

平成 27 年 12 月

RESEARCH REPORTS

OF

NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY, TOKUYAMA COLLEGE

No. 39

December 2015

PUBLISHED BY THE NATIONAL INSTITUTE
OF TECHNOLOGY, TOKUYAMA COLLEGE

SHUNAN, JAPAN

目 次

マット製造ラインの生産性向上「見える化」の検討	牧野 俊昭 福田 航志 関山 真一	1
祝島の石積み文化	橋本 堅一 谷本 圭司	15
新入生アンケートに見られる平成27年度入学生の特徴	原田 徳彦 長廣 恭子 森崎 哲也 西尾 幸一郎 松尾 葉子	23
層状タンタル酸塩 $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の合成とイオン交換	大橋 正夫 八塚 亮平	33
ミャンマーにおける技術者高等教育の現状と課題	天内 和人 北村 健太郎	39
酸性土壌においてアーバスキュラー菌根菌の感染が宿主植物に及ぼす影響	井上 航 山本 将太 天内 和人	47
教育用コンピュータのOSの設計	村田 侑暉 重村 哲至	57
C++言語からC言語への変換系の実用化	柳 洋輔 重村 哲至	63
毛利元次「遠石記」訳注稿	谷本 圭司	17
『防長風土注進案』岩見島 主要部分訳注	谷本 圭司	1

徳山工業高等専門学校

研 究 紀 要

第 39 号

平 成 27 年 12 月

マット製造ラインの生産性向上 「見える化」の検討

牧野 俊昭^{*1} 福田 航志^{*2} 関山 真一^{*3}

Study on Mat Production Line using Examination of “Visualization”

Toshiaki MAKINO^{*1} Koji FUKUDA^{*2} and Shinichi SEKIYAMA^{*3}

Abstract

In the manufacturing site, business management between visualization and organization of automation has become an issue for productivity improvement. It is a communication network design and automatic monitoring system. Low power radio module microcomputer based on multi-functional filter Corporation has examined the visualization of the production line for the productivity improvements. Occupancy rate is 30% by large manual labor in the current production line manual. But, 56.6% of capacity utilization by reducing the waiting time of the process throughout is expected by the equipment automation. Furthermore, time loss to product cutting accounted for 57.9% as a whole with the current production line. The operation of the main factors is "cutting operation" of the line stop. Therefore, I was experimented the network that assumes visualize the operation status of that operation. 900MHz small tabletop antenna sending and receiving results of the experiments. It is possible to cover the actual factory range (about 70 square meters).

Key Words: Mat Production, Radio Frequency, Visualization

1. 緒言

今日、地球温暖化、フロンガスによるオゾン層破壊、硫黄酸化物などによる自然環境破壊が進んでいる。特に、その領域は地球規模に渡る深刻な問題として提言されている⁽¹⁾。又、環境異変に伴う局所的な集中豪雨、水害、旱魃などの異常気象による災害は、増加傾向にある。近年、わが国でも集中豪雨などによる土砂の崩落や土石流で貴重な人命、耕地が消失する事例が相次いでいる⁽²⁾。特に、土砂災害により裸地化した山地斜面は、放置し続けると更なる自然災害を招く要因になるため、法面保護施工による事前防災が重要になる。このような状況下において、20年間にも及ぶ法面緑化工法の開発から製品（多機能マット(MFマット)）を製造

販売し、全国規模にまで営業拠点を拡大し、年10億円の売上げを上げている「多機能フィルター株式会社」の企業努力に頭が下がる。

今回、植生マット工および客土吹付工の緑化工法による最大の利点を活かしている「MF マット (Multi Function Mat)」の製造時における「見える化」を研究テーマにした。特に、MF マットの需要増加に伴い、「製造ラインでの稼働率が低い」ことが指摘されており、製造ラインの稼働率向上が課題になっている。特に、MF マット製品を生産する B ラインでは、手作業主体による時間ロスが多いことから、自動化要素を取り入れた新設 B ラインが検討されている。生産性向上の基

^{*1} 機械電気工学科

^{*2} 日立交通テクノロジー株式会社

^{*3} 多機能フィルター株式会社

本は、1) 無駄時間をカットした稼働率向上である。2) 一定時間内での量および質を高めるための自動化である。

これらの問題を解決する有効策として、製造現場での自動化及び稼働ロスの可視化に注目した。これらを行う上で求められるのが、製造ラインの自動監視システムと通信ネットワークの設計である。大手企業では、実際に製造ラインを可視化し、監視通報するリアルタイムシステムを提案している³⁾。しかし、中小企業レベルにおいて、稼働可視化システムにおける開発や導入設備コストなど、多大な課題が降りかかる。

本研究では、現行の生産ライン自動化に際し、生産効率の向上に関する課題として、低コストな「視覚化・分析システム」を検討する。そのシステムは、LSI 技術を用いた「特定小電力無線通信マイコンモジュール」と、低コスト「見える化」システム構築である。又、製品および製造工程の現状調査と問題提起について述べ、マイコンモジュールを用いた可視化による無線通信実験を行い、通信性能を明らかにした。

2. MF マットの生産性向上の検討

本章では、本研究で可視化検討の対象になる多機能フィルター株式会社が製造する MF マット製品および現行製造ラインにおける生産現状についての資料や文献⁴⁾から、現状の製造工程上での問題点・課題を上げて、対象とする可視化項目について検討した。

2.1 MF マットの概要

MF マットは環境保全と自然復元を理念に、山口県下松市に本社を置く多機能フィルター株式会社が開発・製造した防災及び環境再生効果をもつ養成マットである。製品開発の発端となったのは 1987 年で、背景として従来の法面緑化工法が大面積を短期間で施工を行う機械散布による急速緑化工法が主体であったことに由来する。開発の起点となった当時の総合緑化株式会社の坪井氏や常村氏は、この外来草本を急速に生やし、根の緊縛力によって法面を保護する急速緑化工法に疑問を抱いた。遅速であっても確実に降雨等の厳しい環境下からの法面を保護し、目的の草本、木本による計画的な緑化工法の開発を進めるため、元山口大学学長丸本卓也氏と共同研究を開始した。図 1 に急速緑化工法である植生基材吹付工と MF マット施工による自然環境復元工法との緑化復元状況の比較を示す。

開発のコンセプトは、MF マットの心臓部となる雨水の排水層から植物を保護する。

1) 不織布構造体（ウェブ）の構成材料となる繊維の配合組成を行う。2) そのウェブを織る（絡ませる）機械を開発する。3) シートを構成する補強ネット、裏紙の材質およびその構造を開発する。4) 培地組成及び肥料を設計する。5) これらの総合製造システムを確立する。

特に、心臓部となるウェブ層は排水機能と保水機能を有し、装着した種子が貫通し定着することが最重要要件となる。これらを満足する条件を導くのに 3 年間の歳月を要している。

図 2 に MF マット製品の一例を示し、図 3 に MF マットの心臓部となる不織布シートの基本構造を示す。不織布とは、繊維を紡いだり織ったり編んだりせず、繊維間を融着や機械的、科学的作用により結合、あるいは絡み合わせたシート・ウェブまたはバット状の繊維のことである。その素材はコットンや麻、ウールなどの天然素材をはじめ合成繊維、再生繊維、さらには紙の原料であるパルプ等あらゆるものが使用されている。多孔性構造となっているため、通気性、吸水性に富み保温性が高い特徴を有している。特に、様々な製造工程によって応用性の高い機能を付加することが出来る。近年、土木・建設用途でも植生マットおよび人工芝素材として使用されるようになってきている⁵⁾。MF マットは、この不織布を用いた本格的な緑化養成シートとして研究実用化された。文献では、不織布シートの土壌浸食防止と緑化に関して以下の事をに示す機能を有することが、記載されている⁶⁾。

- 1) 流化水の排水 2) 泥水の減少 3) 土壌浸食の防止
- 4) 乾燥による害の軽減 5) 表土の温湿度変動の減少
- 6) 冬期の凍結害の軽減 7) 根域環境の改善



Fig. 1 Comparison of the conventional greening method



Fig. 2 Multi function mat (Filter)

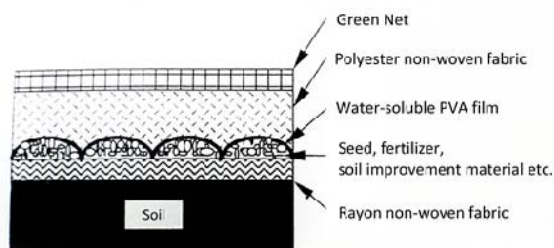


Fig. 3 The basic structure of the non-woven fabric sheet

2009 年、山口・防府豪雨災害で発生した土石流の浸透流に関して、非定常 FEM 解析による多機能フィルターの浸透抑制機能の検証を行った文献⁽⁴⁾では、現地状況に基づく土層構成（広島型花崗岩）、斜面勾配、境界条件を踏まえ、解析した。解析したケースは、「表土なし+高透水層ゾーンケース」で比較検証をしている。 g を重力加速度、 γ_s を土粒子の水中質量、 A を土粒子の浸透流を受ける断面積、 γ_w を水の単位体積重量、 G_s を土粒子の真比重（ ≈ 2.62 ）、 d を粒径 D_{10} （ ≈ 0.003 (cm)）とすると、花崗岩風下層内の限界流速 v は式 (1) によって表される。

$$v = \sqrt{\{(\gamma_s \cdot g) / (A \cdot \gamma_w)\}} = \sqrt{\left\{\frac{2}{3} (G_s - 1) \cdot d \cdot g\right\}} = 1.78 \text{ cm/s} \quad \text{--(1)}$$

式 (1) により、花崗岩風下層内の流速は十分に遅い。また、この時のパイピングによる安全率 F は、 G_s を土粒子の比重（ ≈ 2.62 ）、 e を開隙比（ $\approx 0.7 \sim 0.8$ ）、 h_a を検討する点の水頭、 D を検討する点の深さとする、式 (2) によって算出される。

$$F = \frac{\left\{ \frac{(G_s - 1)}{(1 + e)} \right\}}{\left(\frac{h_a}{D} \right)} \quad \text{--(2)}$$

その結果、完全に表土がなく基盤境界付近に高透水層が分布する「表土なし+高透水ゾーンケース」に対し、当時の降雨境界を与えると安全率 $F < 1.00$ となり、土石流発生状況を再現する結果が得られた。次に、同様の降雨境界で「表土なし+高透水ゾーンケース」斜面モデルに、多機能フィルターと同厚となる厚さ 1.0cm の透水層を設置した場合は、前述と同様の斜面モデルにあるにも関わらず浸透抑制効果が確認された。これらのことから、浸透破壊に対する安全率が ΔF_s と 0.058 に上がり、斜面が安全状態になる。このことから、斜面表面に対する流下を促進し、土石流の要因となる浸透破壊を抑制する防災特性を有することが分かった。

以上のような特性を活かし初出荷に至るまで様々な試行錯誤を重ねたことで、MF マットは 97~98% の空隙率をもった不織布構造体（ウェブ）で、通気・通水自在、あらゆる環境の変化（降雨、風、凍上、旱魃）から土壌を保護する機能をもつ製品になった。最大の特徴は、法面被覆材として極細の撥水性繊維を用いている点である。これにより、侵食防止機能を持つことから土壌浸食および濁水防止効果が可能である。さらに、発芽・生育の早い外来植物の粘り効果を期待しなくて良い。また、郷土植物や木本系植物を主体とした緑化が可能になり、自然環境復元工法の発展に尽力し続けている。

2. 2 現行の製造ラインにおける生産現状

1994 年の創業開始から 9 年後になる 2003 年、開発者の 1 人であるセントラル硝子株式会社の山本一夫氏（現多機能フィルター株式会社代表取締役社長）は第一次 5 ヶ年計画のもと次の 5 つの経営開拓に着手した。

- 1) 多機能フィルターの主力製品を活かせる市場を特化する。
- 2) シーズを活かした新商品を開発する。
- 3) 他社とのコラボによる新市場を開拓する。
- 4) 販路を開拓する。
- 5) 製造コストの削減に取り組む。

経営基盤の強化のため外部から即戦力となる人材の補強を含め企業体質の改善と強化に着手した。図 4 に売上高と出荷量による業績の推移を示す。図 4 より、2009 年以降は平均で 100 万 $\text{m}^2 \sim 120$ 万 m^2 の販売で推移している。第一次の企業体質改善と強化の結果、徐々に業績は改善したものの各部門の業務管理、経営改革には程遠く年次経営成果（目標）ではなかった。

安定経営に対して浮き彫りになった課題は、主に営業力不足と、老朽化した旧式の製造ラインによる品質管理の不備、納期の遅滞、出荷ミスによる製造能力の限界などであった。そこで、当時の多機能フィルターの特化市場（ダム、河川、寒冷地、悪質法面等）への

更なる開拓と共に、代理店組織の整備と育成、市場ニーズへの迅速対応を主幹とし営業展開を図っていった。その結果、新たな製品開発やOEM 商品が増え、国土交通省や林野での大型物件も受注し、新規市場への販路開拓の足掛かりになった。特に、営業部門に関してはその後、2013 年度までに47 都道府県への導入と三大都市圏への営業所設立によって、ほぼ全国展開を実現した。また、NETIS-V 取得による他社との差別化および業界からの信用を得た。さらに、商品開発における基本特許の新たな登録、各種土木資材およびOEM 製品の開発、農業資材開発に取り組むなど、新市場開拓を行っている。

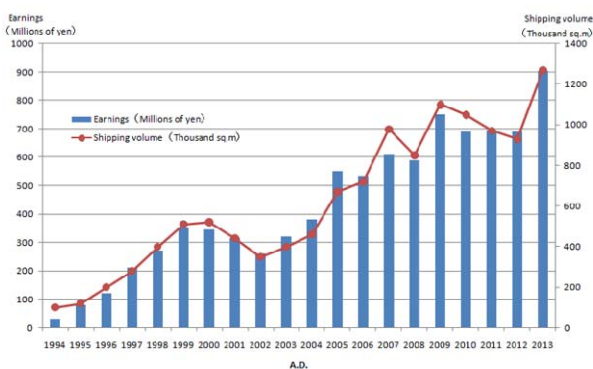


Fig.4 Multi-function filter's performance trends

一方、現行の製造ラインにおける生産能力の課題に対しては、新ウェブラインの新設、新Cライン（2基）の新設及び大型倉庫・研究室の新築、本社の新築などの設備強化を図った。また、200～300 万 m^2 増産と新製品の開発ヤード、倉庫増設に向けて山口県下松市の山林（2,535 m^2 ）購入および造成を2012 年に行った。

現在、山口県へ第二次経営革新計画書を提出し承認を受け、各種助成金制度を活用し、製造設備の自動化改修を検討している。表1に2012年度と2013年度の生産実績および、多機能フィルター社が試算している2016年度までの生産目標を示す。表1の内、A+Bラインの実績および試算を取り上げている理由は、当該ラインが主力製品を製造する上で実質中心的な役割を果たすためである。2014年度以降の試算については、2012年度と2013年度の全体生産量の平均値に基づいた試算となり右上がり成長を目標としている。営業部門では、市場開拓などで成長要素は確保できる見通しであるが、目標達成には製造部門における設備自動化などによる生産性向上が必須である。

Table 1 Fiscal 2012 and fiscal 2013 production results and fiscal 2016 production target

Fiscal	Total production average [m ² /month]	When the entire peak [m ² /month]	A+B line average [m ² /month]	When A + B peak [m ² /month]
	$\times 10^4$	$\times 10^4$	$\times 10^4$	$\times 10^4$
2012	8.0378	11.8	3.2263	5.2
2013	10.2964	15.3	3.6364	5.8
2014	12.5	18.5	4.4	7
2015	14.9	22	5.3	8.2
2016	17.15	25.7	6.06	9.6

図5に実際の工場レイアウト図および、本研究で可視化検討の対象とするBライン製造における部品の移動について示す。図5より、本研究の対象であるBラインから事務所までの距離は約30～35mであることが分かる。

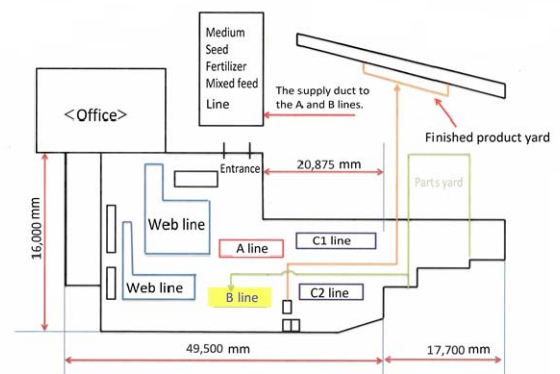


Fig.5 Factory layout diagram and Flow of B line parts Manufacturing

多機能フィルター社が保有する現行の生産ラインは主に、「ウェブライン」「A・Bライン」「Cライン」の3つに分類される。工場では創業から20年を経て、多くの種類の多機能フィルター製品が製造されるようになった。現行製品は27種類に及び主に代表製品を製造するのは「A+Bライン」である。特に、製造ラインの生産中心を担っているのは「Bライン」である。

表2に多機能フィルター代表製品の生産現状を示す。ここで、実質出荷量となるロット規模をL、ライン稼働量となる生産規模をPとおくと、45R-20を除いてL<Pとなっており、本来得られるはずの生産量に対して出荷量が少ない。また、稼働日数L/Pを求めると45R-20を除き1以下という結果から時間ロスが生じている。つまり、生産に対して出荷に至らない問題が現

行のBライン上に点在していると推測される。そこで、次項ではBラインの製造工程における問題点について述べる。

2. 3 製造工程における問題点

図6に製品を構成する各部品および製品完成に至るまでのBラインの詳細な作業工程について示す。

主力製品を生産する現行Bラインで著しい時間ロスが生じている原因は、製造工程における手作業工程が多いことに由来する。具体的な課題は次の項目が挙げられる。

- 1) 基布の取換時間が大である。
- 2) 種子フィーダーにおける種子変更時の清掃時間が大である。
- 3) 培地フィーダーにおける培地供給能力が不足している。

- 4) ウェブおよびネットの取換時間が大である。
- 5) ニードルパンチ、ミシンのメンテ時間が大である。
- 6) 蛇行発生に対する修正人手が要る。
- 7) ラインスピードが9[m/min]と低速である。
- 8) 切断作業が手動である。

これらの課題を踏まえ、具体的にBラインのストップ時間（改善前）として算出した結果を図7に示す。

図7より、1日の稼働時間6.5時間で発生する時間ロス合計は273分である。また、製品切断までによる時間ロスは57.9[%]を占めており、大きな時間ロス要素である。今回、この切断プロセスにおける「見える化」を行うことにする。

Table 2 Production status of MF filter representative product

Product format (Price:[yen/m ²])	Order [item]	Order production volume [m ² /year]	Lots scale : L [m ² /item]		Production scale : P [m ² /day]	Number of operating days L/P [item/day]
		×10 ⁴	×10 ³		×10 ³	
SP-45 (384)	205	21.5	1.02	<	1.4	0.73
45R-0 (640)	265	29.9	1.13	<	2	0.57
45R-5 (1057)	114	13.1	1.15	<	1.4	0.82
45R-20 (1768)	17	1.57	0.92	>	0.5	1.84

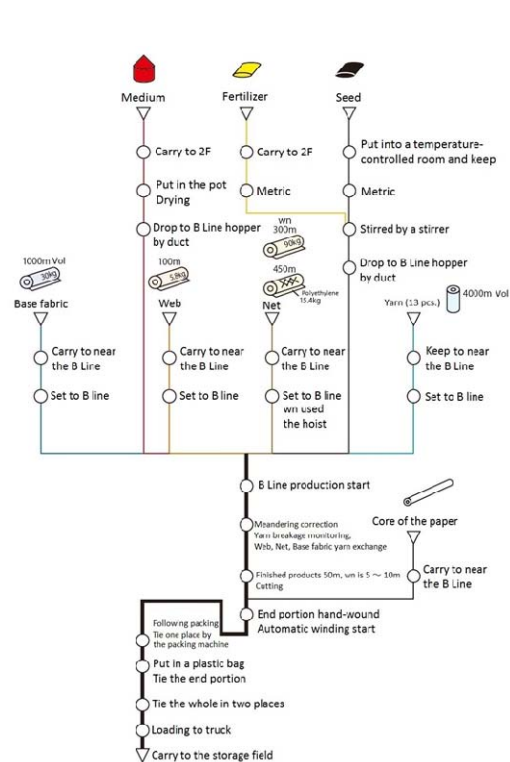


Fig.6 Working process of the B line

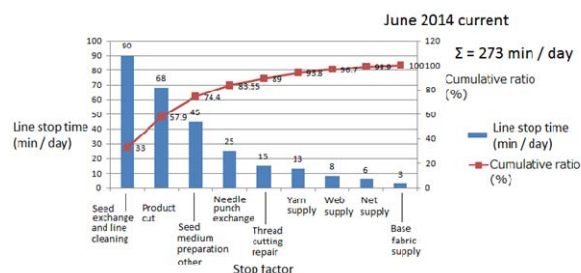


Fig.7 B Line stop time (before improvement)

2. 4 可視化実験の対象項目

前項で述べた課題に対する生産性向上の基本は、次の2項である。

- 1) 無駄時間をカットして稼働率を向上させる。
- 2) 一定時間内で、量および質を高める自動化を行う。

これらの問題を解決する有効策として、工業分野を始めとする製造現場では自動化と稼働ロスの可視化および組織間での業務管理の共有が注目されている。

従来の生産監視システムでは作業分析に対して大幅な時間ロスおよび作業改善に対する把握困難という問題が生じていた。これに対する新方式として、昨今、注目されているのが作業の「見える化」である。すな

わち、製造ラインで生じる時間ロス要素を常時監視し、可視化を行い現場間で共有することによって、製造工程における問題を早期に把握出来る。又、この方式によって、生産性向上のみならず品質安定効果も期待できる。

この可視化方式を行う上で求められているのが、製造ラインの自動監視システムと通信ネットワーク設計である。大手企業では既に実際に製造ラインを可視化して監視通報するシステムが複数ある⁶⁾。しかし、現段階の可視化システムは第3章でも述べるが、開発や導入に際し、高コストの設備投資がある欠点がある。

そこで、現行の生産ラインの生産効率の向上に向けての問題を、低コストで「視覚化し、分析できるか」を検討することにした。

図8に、新設Bライン導入後に生じると予測されるBラインのストップ時間(改善後)を示す。図7と比較すると、1日の稼働時間6.5時間で発生する時間ロス合計は169.2分に短縮されている。図8に示される切断自動化によって切断時間の時間ロスは、ほぼ影響しない結果になる。本事例の改善案では切断時間による時間ロス改善が最も大きい効果として期待される。そこで、本研究の可視化実験対象として、この現行Bラインストップの主要因「切断作業」に着目し、現状の「見える化」実現に向けた検討を、比較的低コストで済む特定小電力無線通信マイコンモジュール(LSIシステム技術)を用いて、校内で通信実験を行うことで「低コストでの可視化ネットワーク構築」に向けた有効性を示す。

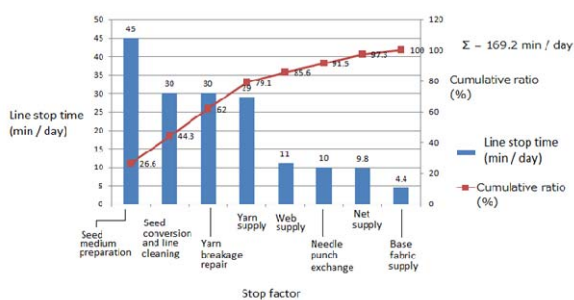


Fig.8 B Line stop time (after improvement)

3. 校内での通信実験

本章では、製造現場における可視化ソリューションの現状とその課題、前章までに述べた生産現場に対して低コストでの現状の可視化実現を検討する目的で、比較的低コストで済む特定小電力無線通信マイコンモ

ジュール (LSI システム技術) を用いて、校内を巡回移動して行った通信実験や通信性能について述べる。

3. 1 製造現場の可視化ソリューションの普及

わが国の製造現場では、利益確保に向けた生産性向上、勤労時間の短縮、品質向上など重要な経営課題が未だ多く山積している。それらに伴い、製造現場では改善策として設備投資による製造ラインの自動化は大手企業を始め、中小企業でも導入する事例が増加しており、今後も製造現場の設備自動化需要は拡大すると推測される。

この現状に対して経済産業省 (METI) では、2014年1月20日に産業競争力強化法の制定に伴い、「生産性向上設備促進税制」を新設し、生産性を特に向上させると認められた設備投資について、即時償却又は最大5%の税額控除が適用できる。今までに無かった対象範囲も対象となるなど、設備投資をした時に受けられる優遇税制をさらに手厚くさせている。一方、設備の自動化に伴い更なる生産性向上の有効策として期待されるのが「製造現場可視化ソリューション」である。この取り組みは、各生産系のシステムのデータをリアルタイムで処理・分析して可視化するものである。これにより「不良品発生条件の特定」「不具合発生から問題解決に至るまでの時間短縮」などが可能になり、わが国の製造業にとって最もコストのかかる勤労時間の短縮にも繋がる。

この可視化に対する課題は前章までの多機能フィルター社の製造ラインの場合と同様に、設備管理、品質管理、工程管理、生産管理など、多様な生産系システムに生産データが分散している。その結果、各システムから効率的にデータを収集することも、それらを分析して生産状況を把握することも困難となる。多くの製造業において「現状のデータを有効活用できていない」という状況が発生している。未だに多くの手間をかけて「Microsoft® Excel®」によるデータ集計・分析している企業も多い。製造現場可視化ソリューションは、これらの課題に対して各生産系システムに分散したデータを一元的に集約し、それを分析できる環境を構築するものである。適用範囲を生産システムに絞り込めば安価に導入でき、利用範囲を絞り込むことで製造現場でも容易に活用が可能になるとして、製造業における導入事例も多くなりつつある。

現状の可視化ソリューションにおける課題点を見出すため、市場で既に製品として定着している「生産管理システム」において、納期、数量、工数を計画・管理する活動を効率化させる。また、生産量の安定化や管

理コスト削減の実現を目的とした可視化システムもある。このシステム分野における製品については2015年1月現在、ITトレンド内に31件ほど報告されている。表3にITトレンド内で行われた資料請求回数に基づき順位づけされた上位10位の既製品である各生産管理システムの対応機能、顧客対象となる従業員規模と売上規模および、各製品の参考価格を示す。

表3において、対応機能欄における付与記号の意味合いは次のとおりである。

- A：製造全般（Manufacturing General）
- B：組立・加工（Assembly and processing）
- C：プロセス製造（Process manufacturing）
- D：生産計画（Production planning）
- E：需要予測（Demand forecast）
- F：資材管理（Materials management）

表3より、既に多様な企業がこの「生産管理システム」開発に参入している事が分かる。製品ごとに、限定的に対応機能を特化させた物や顧客対象の従業員規模、売上規模に設定を設けるなどの特徴がみられる。

一方で、製品の参考価格はいずれも90万円以上と高額である。また、調査の結果、2015年1月現在にITトレンド内に登録されている31件の生産管理システム製品の内、最安価格の製品でも20万円、前後掛かるということも分かった。このことから、製造業全体で生産性向上に向けた取り組みが加速する中で、多額の設備投資が困難な中小企業にとっては生産性向上の有効策である生産管理システムの導入に未だ容易に踏み切れない課題が伺える。

Table 3 Production management system document request ranking ⁽⁷⁾

No.	System name (Production Co., Ltd.)	Corresponding function						Customer target		Provide form	Referenced price [yen]
		A	B	C	D	E	F	employee scale [people]	sales scale [yen]		
1	DS-mart ERP (Densan-System)	○	○	○	○	○	○	10～1000	All	Packaged software	5,000,000
2	WorkGear series (Morix)	○	○	○	○	×	○	10～100	All	Packaged software	2,500,000
3	TPICS-X (Tpics- Laboratories)	○	○	○	○	○	○	All	All	On-premise / Packaged	900,000～5,000,000
4	eProduce LT (Hitachi Info Engineering)	×	×	×	×	×	×	All	10 ⁸ ～10 ¹⁰	On-premise / Packaged	3,000,000～
5	Factory-ONE (NEC)	○	○	○	○	×	○	All	10 ⁸ ～5×10 ¹⁰	On-premise / Packaged	3,600,000～
6	FutureStage (Hitachi Systems)	○	○	×	○	×	○	10～500	10 ⁹ ～5×10 ¹⁰	On-premise / Cloud / Packaged	20,000,000
7	EXPLANNER/J (NEC)	○	○	○	○	×	○	All	5×10 ⁹ ～5×10 ¹¹	On-premise / Cloud / Packaged	3,500,000
8	rBOM GP (Daiko Denshi)	○	○	×	×	×	○	10～	～5×10 ⁹	Packaged software	2,500,000～
9	Fu-jin SMILE BS (Otsuka-Shokai)	○	○	○	○	○	○	10～500	All	Packaged software	5,945,000～
10	OBIC (Obic)	○	○	○	○	×	○	100～	5×10 ⁹ ～	On-premise / Cloud / ASP	8,000,000～

3. 2 特小無線技術による可視化ソリューション

前項で述べた可視化ソリューション分野における製品が高額である現状を踏まえ、本研究では可視化実験のモジュールとして近年、比較的安価で提供され始めている LSI 技術を基礎とした「特定小電力無線通信マイコン」に注目した。LSI (Large Scale Integration : 大規模集積回路) は、半導体のチップ上に多数のトランジスタおよびダイオード等の素子を 1000 個～10 万个程度に集積したものであり、回路集約により特定の複雑な機能を果たすことが出来る電子部品である。可視化実験対象として実際に用いるモジュールとして、通信周波数が 920MHz 帯域である無線通信に特化したマイコンモジュールおよび、それに準拠する 900MHz 卓上アンテナを選択した。920MHz 帯域に特化したモジュール選定した理由として、わが国では 2012 年 7 月に 920MHz 帯域での通信事業が一般向けに解放されたことにより、920MHz 帯域での無線通信ソリューションによるアプリケーション開発および実証実験が本格化した。生産管理システムへの注目が高まる中、センサーネットワーク分野では以前から無線通信を活用した可視化ソリューションの模索・検証が進められてきた。920MHz 帯域による通信の利点は、従来の Zigbee / BT などの 2.4GHz 帯製品での通信で課題となっていた電波干渉や減衰、それに伴う距離不足の解決策として有効であるという点である。また、920MHz 帯の特長である回り込み特性、水中・外温などの影響が低い点から、適用分野は FA 分野のみならず介護分野や見守りシステム、農業・漁業の第一次産業、コインパーキングやゲームセンターに至るまで検討範囲は多種多様に及んでいる。920MHz 帯域での特定小電力無線通信による可視化ソリューションに期待が高まっている事なども踏まえ、今回の選定理由として取り上げる。

3. 3 CRESSON-MD920 について

本実験で用いる 920MHz 帯域に特化した特定小電力無線通信マイコンモジュールとして⁽⁸⁾,

CRESSON-MD920 RF モジュール (CME 社製) の概要とブロック図と外形寸法図、および CRESSON-MD920 開発ボード (CME 製) の概要とブロック図および外観図について、それぞれ述べる。

CRESSON-MD920 RF モジュールは、短距離無線通信システムを構築する事を目的とした 920MHz 帯ワイヤレスマイコンモジュールである。表 4 に CRESSON-MD920 RF モジュールの概要を示す。なお、CRESSON-MD920 開発ボードの概要については、表 4 における無線部とマイコン部の項目と同様 (但し、I/F は GPIO/ADC のみ) である。

Table 4 Overview of CRESSON-MD920 RF module

Item		Introduction	Remarks
Radio unit	Wireless standard	ARIB STD-T108 Ver1.0	Technology fit certification
	Frequency band	922.4MHz～928.0MHz	
	Number of Channels	Maximum: 29 channels	200KHz channel width
	Transmission power	-20～+13dBm	0.01mW～20mW
	Minimum receiver sensitivity	-99dBm	100kbps, PER=1%, Packet Length=20byte
	Modulation scheme	2-GFSK	BT=0.5
	Transfer rate	50kbps/100kbps	
Microcomputer unit	MPU	32bit PIC microcomputer	Usage rate: 70～75%
	Flash ROM	128+3kB	3kB is used to boot
	Data RAM	32kB	
	Operating frequency	20MHz	
	I/F	UART/GPIO/ADC	
	Clock function	Yes	Use the 32kHz crystal
Use conditions	Operating ambient temperature	-20～+80℃	
	Power-supply voltage	2.3～3.6V	Standard: 3.0V
	External dimensions	20mm×35mm×7mm	
Power consumption	Send	43mA	Pout=10dBm, MPU=20MHz, Vcc=2.3V
	Reception	28mA	MPU=20MHz, Vcc=2.3V
	Standby	50μA	

本モジュールの特徴は、「小型サイズ (20mm×35mm)」、「IEEE802.15.4g 規格に準拠したフレームフォーマットをサポート」、「IEEE802.15.4 規格に定義される non-Beacon Enabled PAN 規格に準拠した通信制御プロトコルを採用」、「通信プロトコルとアプリケーションを実装可能な 32bit マイコンを搭載」、「バッテリー駆動の機器に最適な低電圧動作が可能」、「スリープ動作を実行するのに必要な 32kHz 水晶を搭載」、「最大 20mW の送信電力出力に対応可能」という点である。

図 10 に CRESSON-MD920 RF モジュールのブロック図を示す。無線部は RFIC (ADI 社 ADF7023-J 28pin-QFN パッケージ), 制御部は 32bit CPU (Microchip 社 PIC32MX150F128B 28pin-QFN パッケージ) を中心に各種クリスタルと外部接続用コネクタ, アンテナとのインピーダンス整合回路などによって構成されている。また, 図 10 に CRESSON-MD920 RF モジュールの外形状法図を示す。

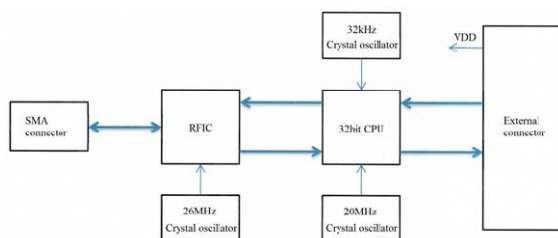


Fig.9 CRESSON-MD920 RF module block diagram

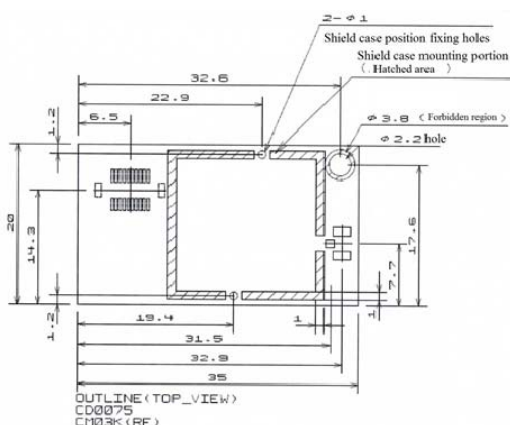


Fig.10 CRESSON-MD920 RF module Dimensions

CRESSON-MD920 開発ボードは、前述の RF モジュールを搭載し、プログラミングやデバッグなどの実施やデモシステム構築を可能にするボードである。本ボードの特徴は「小型サイズ (40mm×60mm)」、「技術適合証明取得済みの 920MHZ 帯無線モジュール (CRESSON-MD920) を搭載可能」、「3 種類の電源が

選択可能 (AC アダプタ, 電池 BOX 単 3×2, USB パスパワー) 」、「マイクロチップ社のマイコン開発環境が利用可能」、「CRESSON-MD920 の 6 つの GPIO を汎用コネクタに接続した構成を採用し、センサ機器などの拡張が可能」という点である。図 11 に本開発ボードのブロック図を示し、図 12 に前述の RF モジュール (赤色四角部) および本開発ボード (黄色四角部) の外観図を示す。後述する実験では、この CRESSON-MD920 の 2 式を用いて USB ケーブルおよびインターフェースを介し、可視化を想定し複数のディスプレイ画面 (PC) と接続した状態で無線通信を行った。

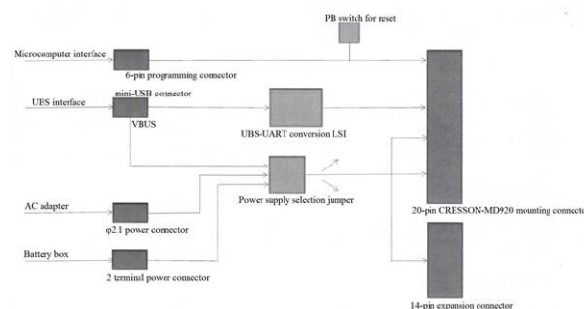


Fig.11 CRESSON-MD920 development board block diagram



Fig.12 CRESSON-MD920 (RF module and development board) external view

また、CRESSON-MD920 はアンテナ接続用コネクタとしてヒロセ製小型同軸コネクタ U.FL-R-SMT-1 (01) を搭載し、SMA コネクタへの変換ケーブルとして峰光電子製 U.FL-LP-066-SMA-BJ-95 を使用している。本実験では、この仕様条件に準拠する技術適合証明取得済アンテナとして単一型 900MHz 卓上アンテナ GAF-121XSAXX (Joymax Electronics 社製) を用いることにした。本アンテナにおける利得は 0dB となっている。

3. 4 実験条件

本実験では、USB インターフェース (CP210x USB2UART ドライバ) を介して PC と接続し、ターミナルソフト (TeraTerm) によるコンソール・コマンドを用いた 2 つの無線通信実験を校内にて行った。送信機側は固定位置とし、可視化を想定したディスプレイ画面として EPSON 製 PC Endeavor NY2000 (Microsoft 製 Windows®7 Home Premium 搭載) を用いた。通信測定を行う受信機側は移動可能とし、可視化を想定したディスプレイ画面として SONY 製 PC PCG-4V1N (Microsoft 製 Windows®7 Starter SNPC OA 搭載) を用いた。表 5 にターミナルソフト上のパラメータ設定を示す。

Table 5 Parameters on the terminal software

Item	Conditions
Baud rate	115200bps
Data	8-bit
Parity	None
Stop	1 bit
Flow control	None
During transmission line feed code	CR
Local echo	Yes

送信機側 (COM3) の self ID を 0245, 受信機側 (COM4) の self ID を 0243 とする。はじめに、1 回目の実験として SEND コマンドを使用して RSSI 測定実験を行った。この実験は CRESSON-MD920 無線通信の有効性およびディスプレイ表示による可視化を確認するためのテストも兼ねている。端末間の測定距離は 30cm で行った。

次に、RSSI 測定実験による通信の有効性を確認した後、2 回目の実験として MTEST コマンドを使用して PER 測定実験を行った。この測定は、標準で 128 バイト長のパケット (シリアル番号+疑似ランダム (PN9)) を 1000 パケット送受信するものである。この実験は連続的に送受信するため、良好な通信および通信エラーが発生した状態を常時ディスプレイ画面で監視表示する CRESSON-MD920 を用いた可視化システムの有用性を見出すことを目的とする。通信エラー表示は、本研究で検討対象としている多機能フィルター社 B ラインにおける「切断作業」がストップした状態であることを想定した。また、受信機側の端末を送信機側から遠くへ移動させていき、どれ程の範囲まで通信が可能であるかの検証を行い、実験結果から通信特性を見出す。目標とする多機能フィルター社の工場が保有する B ラインから事務所までの距離 (約 30~35m) が満たせるかの検証を行った。PER 測定実験における端末間

の測定距離は 30cm, 1m 以上とした。尚、30cm 条件は研究室内での測定で、1m 以上については研究室から離れて校内を巡回し、通信障害が発生する原因と思われる窓、1 カーブ、2 カーブ、壁などの条件を視野に入れながら測定を行った。

3. 5 実験結果とその検討

測定距離 30cm における RSSI 測定実験について、図 13 に送信機側 (COM3) の画面に表示された結果、図 14 に受信機側 (COM4) の画面に表示された結果を示す。図 13 では、MTEST コマンドで送受信試験の実施及び制御モード (パラメータ表示, Ack 返送有り) を設定し、SEND コマンドで指定文字列「Stop_B_Line!」を送信した後、送信が正常に終了 (ACK:00) した。同様に図 14 では、送信元 ID (0245) から受信が正常に終了 (00) し、指定文字列「Stop_B_Line!」が表示されていると共に、RSSI 値は -29[dBm] である。これらのことから、本実験装置による無線通信および可視化表示の有効性および、-30[dBm] ($=0.001[\text{mW}]=1[\mu\text{W}]$) 換算より比較的、低電力で通信が可能で、かつ省エネ性についても確認できた。

次に、測定距離 30cm における PER 測定実験について、図 15 に送信機側 (COM3) の画面に表示された結果、図 16 に受信機側 (COM4) の画面に表示された結果を示す。図 15 では、送信回数を 1000[回]、パケット長を 20 とし、送信成功回数は 1000[回]、ACK 受信失敗回数は 0、バックオフ失敗回数 (チャンネルビジー) は 0 という事が分かる。同様に図 16 では、全てのパケットを正常受信し、PER 値 (エラー数/パケット数) は 1×10^{-3} という結果が得られた。これらのことから、測定距離 30cm (固定) による無線通信では受信番号不一致 (パケット抜け) 現象は生じず、良好な通信が行われている事が確認できた。



Fig.13 The COM3 in RSSI measurement in 30cm



Fig.14 The COM4 in RSSI measurement in 30cm

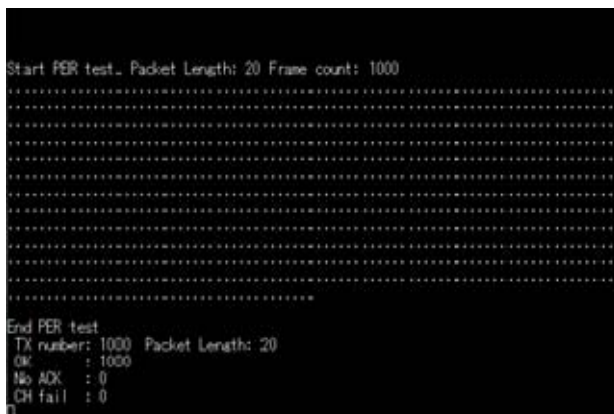


Fig.15 The COM3 in PER measurement in 30cm

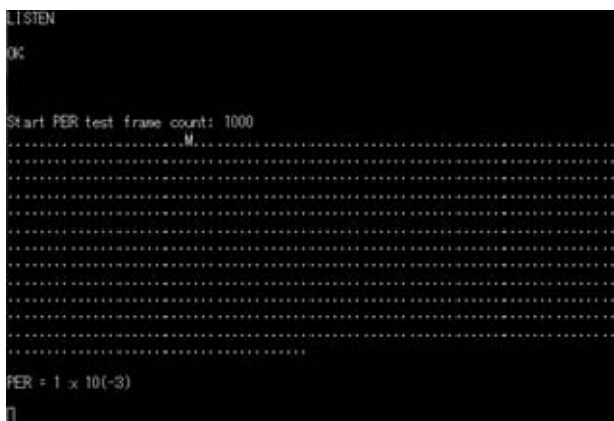


Fig.16 The COM4 in PER measurement in 30cm

次に、測定距離 1m 以上における PER 測定実験について、図 17 に送信機側（COM3）の画面に表示された結果の一例、図 18 に受信機側（COM4）の画面に表示された結果の一例を示す。図 17 では、MTEST コマンドで PER 測定モードに設定し、前述の図 15 と同様の送信結果が得られていることが分かる。一方、図 18 では 3 度の受信測定を行った内、1 回目は研究室付近で行ったのに対して、研究室から移動し遠距離で測定を行

った 2 回目と 3 回目については受信番号不一致（パケット抜け）現象が生じ通信障害が発生していることが分かる。このことから、通信障害が発生する原因と思われる窓、1 カーブ、2 カーブ、壁などの条件を視野に入れて更に、図 19 の様に受信機を移動させ校内を巡回しながら複数回の PER 測定実験を行い、通信感度特性について検証を行った。図 21 に校内の測定場所及び測定結果から得られた通信感度の特性を示す。図 21 のハッチング分けはパケット抜け頻度によるもので、ピッチが濃い順に通信不能、通信困難、通信可、通信良好（ハッチング無）である。なお、校内の建造物（距離と壁厚）に関する事前情報を取得しておかなければならないが、この事前情報は正確である必要はなく、ある程度の誤差を許容とする。図 21 から、5 つの場合における通信障害要素について考察する。

①1 つの壁越しの場合：比較的良好と言える。

②2 カーブ越しの場合：1 カーブ越しになると通信感度は徐々に低くなり、2 カーブ越しでは通信不能を示した。

③対する建物間の場合：比較的良好。窓による障害は少なく、見通しの良さに起因していると思われる。

④建物の角付近の場合：あまり芳しくない。角特有の複数の壁に囲まれている事に起因していると思われる。

⑤見通し良好で遠距離、本例では図 20 の様に、送信機のある研究室から約 60m 離れた第 2 パソコン室にて、固定状態で測定すると比較的良好な結果が得られた。

このことから、階数が異なっても見通し良好条件では、比較的遠距離の通信でも中継機なしで行えることが分かり、目標とする約 35m 以上での通信有効性が検証できた。

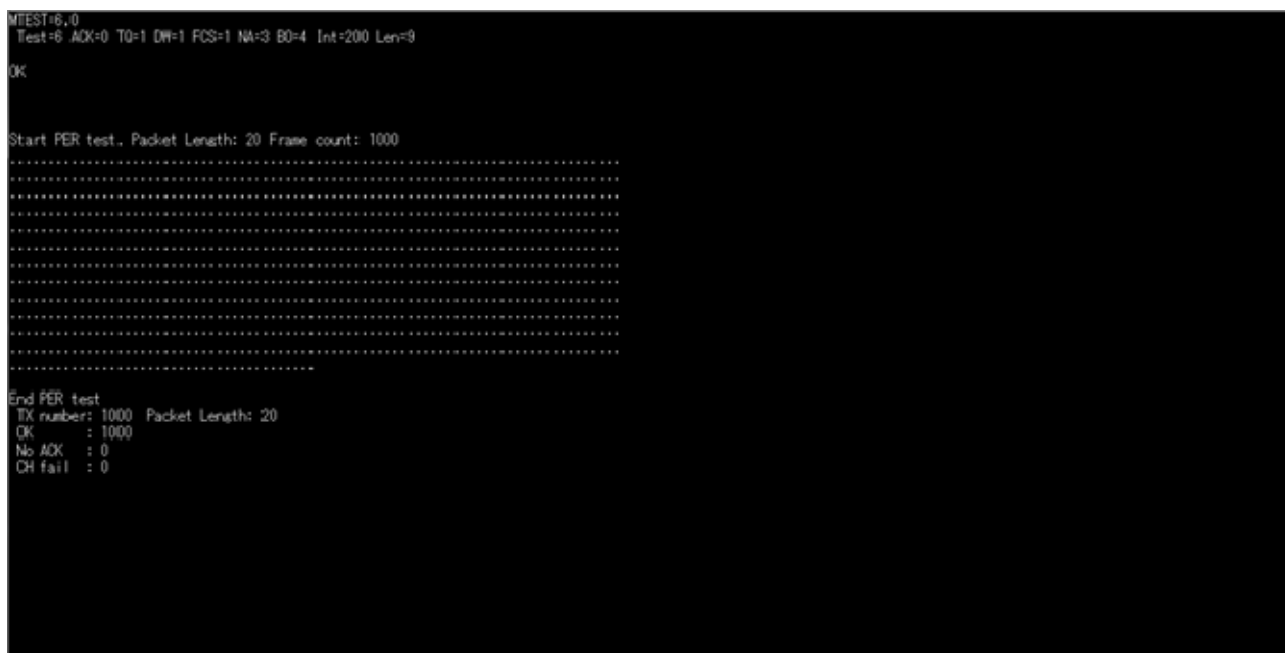


Fig.17 The COM3 in PER measurement at 1m or more

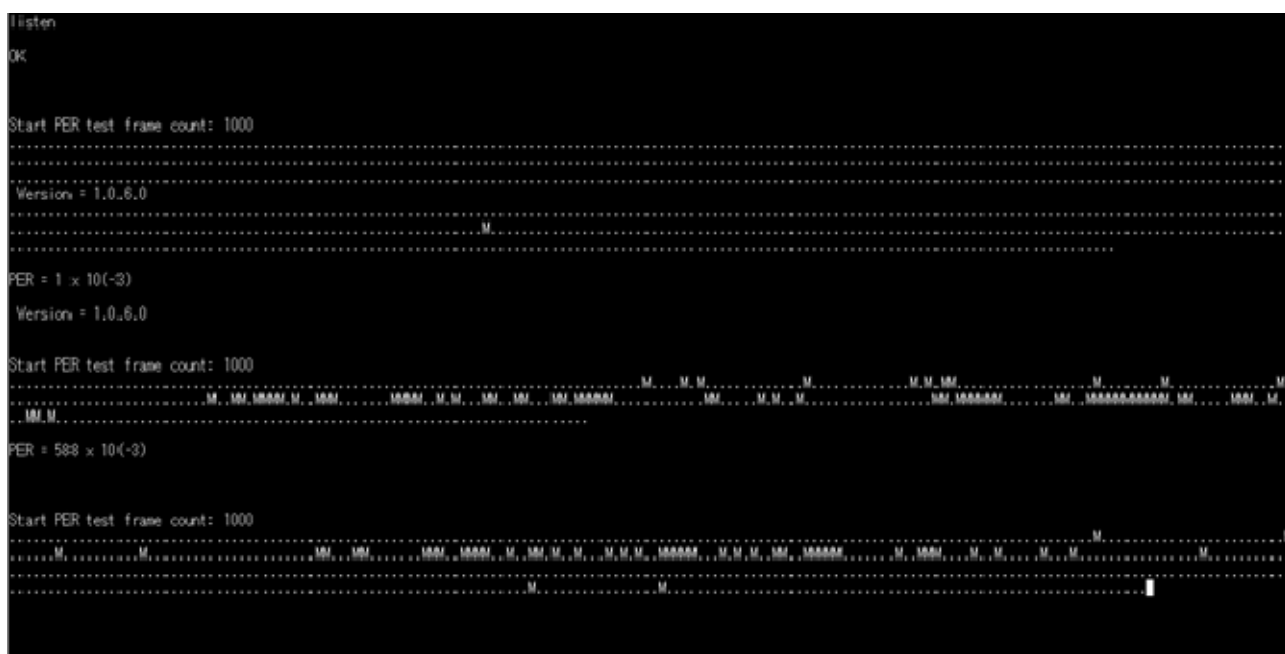


Fig.18 The COM4 in PER measurement at 1m or more



Fig.19 COM4 near the IE1 classroom



Fig.20 COM4 in the second computer room

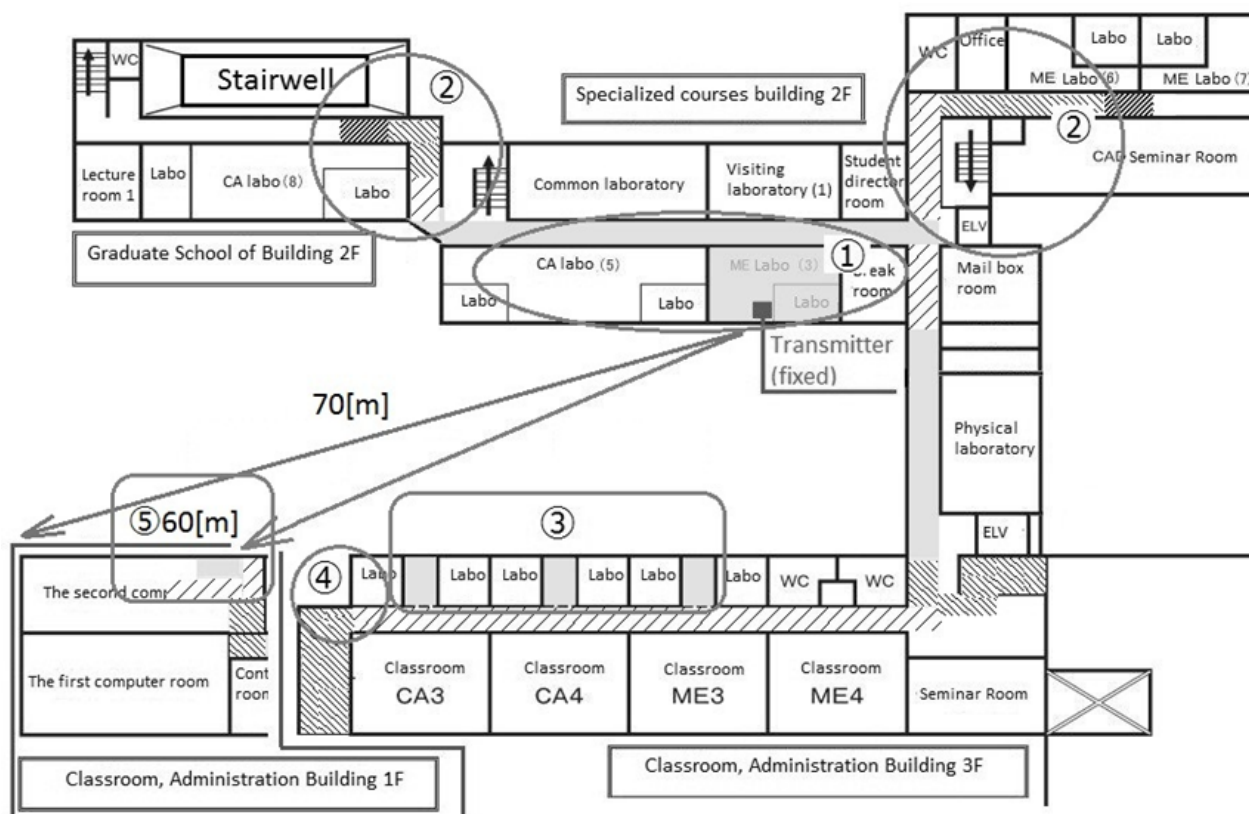


Fig.21 Communication sensitivity characteristic in the school PER measurement

4. 結言

現行のマット製造ラインのさらなる自動化に際し、生産性向上の課題を低コストで、かつ「視覚化し、分析できるシステム」を構築することを目的に、多機能フィルター（株）工場（現行Bライン製造工程が抱える）問題点を調査分析し、920Hz域の特定小電力無線通信モジュールCMEを用いた低コスト型「見える化システム」の可能性を調査した。その調査結果からCMEを用いたシステムを提案し、校内にて通信実験を行った。また、通信性能を評価して精度の高い通信性能を確認し、見通し内での通信距離60mを中継機なしで十分に満たせることを明らかにした。本システムは、約5万円で作成できる可視化システムであり、ディスプレイ画面に常時監視できる。今後、マット製造ライン現場に設置して通信システムの性能・信頼性を確認し、稼働率の見える化を検討していく所存である。

謝辞

本研究は、多機能フィルター株式会社およびCMエンジニアリング株式会社の研究助成の成果の一つです。研究助成に対し深く感謝の意を表します。

文献

- 1) 多機能フィルター株式会社, 創業20周年記念誌, pp.16-27 (2014)
- 2) 河野伸之, 共生微生物を用いた緑化技術に関する研究, 山口大学農学部博士論文, pp.2-9 (2000)
- 3) 河内義文, 多機能フィルターの防災機能について, 株式会社ケイズラブ, pp.3-9 (2014)
- 4) 丸本卓哉, 多機能フィルターとの20年の歩みと将来展望, 山口大学退官記念誌, pp.8-28 (2014)
- 5) 日刊工業新聞, 三菱電機「黒板, 工場へ提案 - 組立工程, 指示を効率化」 9/4(2014).
- 6) 日本電気株式会社, “生産状況の見える化を低コストで実現 -製造業を強くするBIソリューションとは-” http://jpn.nec.com/manufacture/machinery/bi_solution/index.html, No.2/3, (2015)
- 7) CMエンジニアリング株式会社, 920MHz帯域の無線通信ソリューションの概要・市場動向9/26号(2014)
- 8) CMエンジニアリング株式会社, CRESSON-MD920セミナー資料, No.9 (2014)

(2015.9.10 受理)

祝島の石積み文化

橋本 堅一^{*1} 谷本 圭司^{*2}

Masonry Culture in Iwai-shima Island

Ken-ichi HASHIMOTO ^{*1} and Keiji TANIMOTO ^{*2}

Abstract

Use of the rock is seen all over Japan, and those styles for the use of the rock differ greatly from place to place. From ancient times, the rock has been used for an implement, a wall, a well, a bridge etc. The structures with use of the rock in the Iwai-shima Island, Kaminoseki town, Yamaguchi prefecture, include many structures such as an embankment, a masonry structure for the maintenance of the flat areas, a stone wall for a windbreak and so on. Therefore, there are many structures with masonry even just limited to this narrow island. In this study, the characteristic of masonry in this island is investigated. As a result, it becomes clear that the rock used for the masonry in this island is mainly andesite and the masonry structures have been supported the life of the people in the Iwai-shima Island.

Key Words : isolated island, stone structure, masonry, andesite, support of the life

1 はじめに

祝島は室津半島の東端である上関原発の予定地でもある四代地区から西に約4km、上関港から約16km離れた海域にある島の周囲12km、面積は7.67km²の東側対岸上関四代上空から見るとハート型をした島である(図1参照)。発掘された出土品から弥生時代から漁業を営んだ形跡があり、万葉集では「伊波比島」と表記され、航海の安全を祈願する歌が詠まれている。位置としても、祝島と上関港は奈良時代から近畿と九州の国東半島を結ぶ最短の航路上にあり、海上交通の要衝となる寄港地であったとされている。現在では中国電力が祝島対岸の上関町四代田ノ浦地区で原子力発電所の建設計画が進められており、原子力発電所の安全性への懸念やスナメリなどの希少動植物の保護、環境への影響などを理由に祝島島民を中心に大規模な反対運動が展開されていることで知られている。

祝島は「防長風土注進案」¹⁾では岩見島という名称で紹介されており、古くは祝島と称したことやこの地に



図1 祝島の位置

は岩石が多いので岩見島と呼び慣わしてきていることが記されている。そのような理由から観光の目的としては日本ではほかに例を見ない「練堀」と呼ばれる重ねた岩石を漆喰やモルタルで固めた防風のための堀は有名で、最近では私的に築き上げた棚田の石垣も観

^{*1} 土木建築工学科

^{*2} 一般科目 (国語)

光スポットとなっている。しかし、岩石を利用した構造物は他にも多く、突堤や段畑など平地確保のための石垣、堤の土手など多くのところで利用されている。本研究では祝島の石材利用についてその技術の特徴を中心に、石材の種類なども合わせて、調査検討を行った。

2 祝島について

祝島は実に不思議な島である。歴史的にも前述のように交通の要所で遣新羅使一行が航海の無事をひたすら祈ったとされ、巨石を配した大掛かりな古代祭祀跡の磐座郡が確認されている²⁾。また、現在は人が入らないところに多数の積み石や線刻画等がみられる。

島は最も高い長見山（標高 357.4m）のほか、6 つの 300m 以上の頂と 1 つの 200m 台（287m）の頂、計 8 つの山頂を狭い面積の中に持つため、海岸線のほとんどが急斜面になっており、特に西南方向の斜面の傾斜は急で、荒磯には奇石が幾重にも重なっている。住居は東側の港近くにある本浦と呼ばれる比較的平坦な斜面に集中し、集落を形成している。戦後の最盛期には 5000 人以上いたとされる人口は 2015 年 7 月現在 440 人で、65 歳以上が 70% 以上を占めるいわゆる高齢化が進む過疎地域となっている。

しかし、高齢化した住民の上関原発の反対運動はパワフルで、中国電力が建設予定地での詳細調査を行い、2010 年には予定地内の埋め立て工事に着手しているのに対し、いずれの機会も反対派の町民や祝島漁民の漁船や「虹のカヤック隊」と称するシーカヤックに乗った活動家グループによる作業の実力阻止が試みられている。このこともあって、事業主体の中国電力では計画が浮上してから着工許可を国に上程するまで複数回の延期を繰り返している。2011 年 3 月 14 日、東北地方太平洋沖地震に伴う福島第一原子力発電所事故の発生を受け、当時の山口県知事二井関成は臨時の記者会見で、「（福島事故に対する）これからの国の対応を十分に見極めて、極めて慎重に対応を進めてもらいたい」と語り、中国電力に対して事実上の埋立工事の中止を要請した。中国電力はこれに対して 3 月 15 日に造成工事の中断を発表した。ただし耐震安全性を調べる追加の地質調査と、動植物の生息状況などを調べる環境監視調査は続けており、これについて中国電力は「国の安全審査に反映させる地質調査は急ぐ」と説明している。この中国電力の動きに対し、二井知事は「私の方では（調査の継続は）考えていなかった。国の方の指導を受けて、この問題については対応してもらいたい」と語る一方、現地作業着手のきっかけになった 2008 年

の原発予定地の埋め立て許可について、原子力発電所における公有水面埋立法の運用手続きに問題があるとの見解を示している。中国電力社長の山下隆（現会長）は、2011 年 3 月 28 日の記者会見で、今後の原発建設計画について「建設工程を変更することも考えられるが、具体的に申し上げる状況ではない。今後、エネルギー問題、原子力政策が議論される中での確に判断していきたい」と将来的な見直しの可能性を示唆する一方で、基本的には上関原発建設計画を堅持する意向を明らかにしている。その後、小康状態が続き、2015 年の上関町長選では、これまで 1982 年に原発計画浮上以降、9 回の町長選が行われ、原発推進派と反対派の候補が対決してきて、いずれも推進を訴えた候補が反対派を破って当選しているが、今回は推進派の柏原町長が無投票で再選されている。原発の建設や運用については福島原発の事故が収束しないこともあって、批判的な世論が圧倒的である。そして、1982 年以来、混乱が続いてきた歴史ある島がようやく落ち着きを取り戻しつつある。

神舞（かんまい）は、祝島に古くから伝承される神事でありに有名である。4 年毎の閏年に旧暦の 7 月 1 日から 5 日にかけて、三隻の御座船あるいは神様船とも呼ばれる神船を、大漁旗で飾った百余隻に及ぶ奉迎船が出迎えて祝島で行われる。入船神事、祈願神楽（岩戸神楽、夜戸神楽）、参拝（お宮参り）、出船神事などの催しを、全島を挙げ、手作りで行なう祭祀である。島外で生活する祝島出身者がこの日に帰島して参加するため、神事期間中の人口はふだんの数倍に膨れ上がるとされている。20 人が櫓で漕ぐ櫓伝馬船（かいてんません）や大漁旗をたなびかせた 100 隻以上の漁船など、出迎えの護衛船を従えた神船が、大分県国東半島の最北端にある伊美別宮社から国東市国見町伊美港を出発し、いわゆる御神体とともに乗り込んだ二十余名の神職、里神楽師、伊美の郷の氏子代表や漁師を祝島に迎え、三十三種類の神楽舞が、新しいカヤで編んだ苫を小屋掛けした仮神殿で奉納する。祝島を斎場として神恩に感謝する行事である。「祝島の神舞神事」の名称で山口県の無形民俗文化財に指定されている。2005 年 2 月には農林水産省の外郭団体である都市農山漁村交流活性化機構が主催する第 4 回むらの伝統文化顕彰で、「小屋掛けから神舞までを一体として伝承し、また、祭り前の海岸のゴミ拾いなど住民一人一人が一役を担い、共同作業で信仰と郷土芸能を支えている」ことが評価され、農林水産大臣賞を受賞している。

石材利用に深くかかわる地質図については、図 2 に示すような状況である。全体としては領家変成岩の泥



図2 祝島の地質図

質片麻岩(珪線石帯) すなわち約1億年前～6000万年前に地下深くのかなり高い温度で形成された泥岩起源の領家変成岩類の上にキャップロックのようなかたちで中期中新世-後期中新世(N2)の非アルカリ苦鉄質火山岩類すなわち約1500万年前～700万年前に噴火した火山の岩石(安山岩・玄武岩類)がのっかった地質となっている。したがって、海岸では、周りが丸くなった花崗岩、花崗閃緑岩、斑輝岩などの深成岩が存在し、少し山に向かうと角ばった流紋岩、安山岩、玄武岩等の火成岩存在することが予想される。その他、中-後期中新世(N2)の海成または非海成堆積岩類、後期更新世-完新世(H)の海成または非海成堆積岩類、後期更新世-完新世(H)の砂丘堆積物の地質域も若干みられる。これらの岩石の強度については、風化の問題が存在するし、また層理、葉理、片理のような不連続面に影響を受ける場合がある。したがって、無作為に岩石を抽出して、強度試験をすると、大きなばらつきを生じる³⁴⁾。しかし、墓石に使用されるような堅硬な花崗岩であれば、150MPa～200MPaの一軸圧縮強度をもつ⁵⁾。これは普通コンクリートが18MPa～30MPaであるのに対して、5倍から10倍の強度を持つことになる。また、コンクリートが劣化に留意する必要があるのに対して、昔の墓石の状態から判断すると、300年以上の耐用年数が推測できる。したがって、材料特性としては、岩石はコンクリートに比べて優れているといえることができる。

3 祝島の石積み

(1) 練塀 (ねりへい)

練った土と石を交互に積み上げていき、表面を漆喰で固めて作られている。塀の厚さは約50cmあり、強風にも耐えられるようにどっしりとしている。その名の通り、塀になっているもの(図3)もあれば、家屋の外



図3 一般的な練塀



図4 屋根と一体となった練塀

壁を兼ねているもの(図4)もある。上部は必ず瓦屋根が付けられており、塀の内部に雨水が入り込まないようにになっている。練塀に使われている石は、島の海岸にふんだんに転がっている石を使っているため、カドがとれて丸くなったものが多く、堅固な花崗岩、花崗閃緑岩、安山岩等が使われている。祝島は台風や冬の季節風が非常に強く、その強風から家を守るために「練塀」が造られたと言われている。また、狭い土地に肩を寄せ合うように隣接している家々の防火の役目も果たしている。島内の集落ではいたる所で見ることができるが、実は、国内の他の地域ではほとんど見られない非常に珍しいもので、韓国の済州島には似たような塀が見られるという。練塀といえば祝島といわれるほど多くの観光客に親しまれている。

(2) 平さんの棚田

10年ほど前に新聞で棚田が紹介され、その後、テレビや映画でも取り上げられて、全国的に知られるようになった。今、港から約4km離れた「平さんの棚田」

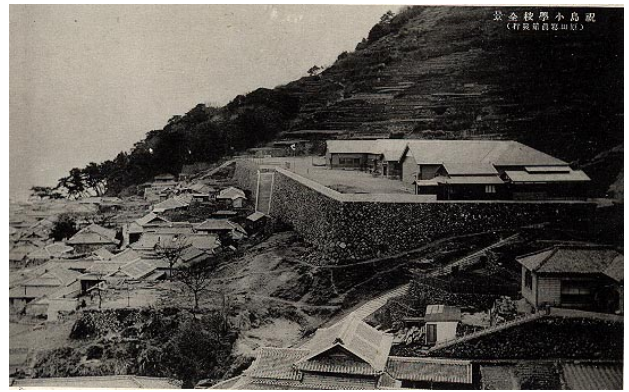


図5 平さんの棚田



図6 小屋上の平さんの棚田

には、全国から多くの人が訪ねて来る。平萬次さんは訪ねてきた人に出会うと、農作業の手を休め、丁寧に棚田の説明をしてくれる。この棚田は萬次さんの祖父・亀次郎さんが、子孫が食べていくのに困らないようにと、大正時代の終わり頃、原野を開拓し、棚田を造り始めた。まだ重機も無い時代に、大きすぎる岩塊は発破を用いて小さくして、それでも大きいものでは直径が1m以上もある石を、テコを使って人力で30年間家族だけでコツコツと積み上げて現在の棚田が出来上がった。萬次さんも中学生の頃から、その作業を手伝っていたとのことである。今も使われている作業小屋は、亀次郎さんが松を切り出して自力で組み上げたものである。高さ5~9mの石垣が6段、高低差にして30数mの巨大な棚田である。三世代が30年かけて築いた一国一城ならぬ、一家一城の棚田である。そして、「この何もない原野に棚田を作ろうと発想し、それを貫いたおじいさんの信念はすごいと思う。人間はやる気にさえなれば何でもできる。この棚田を見た若い人たちには、『がんばる力』を感じて欲しい。」とお話されている。用いてある岩石の種類は安山岩や花崗閃緑岩が多く、山の石にしては角ばっていない。この棚田を紹介する写真絵本も出版されている⁹⁾。

図7 大正時代の学校の石垣
(祝島ホームページ - 歴史探訪 - より)⁷⁾図8 戦後の学校の石垣⁸⁾

(3) 学校の石垣

今確認できる石材利用で最も大がかりで勇壮に感じられるのが学校の石垣である。現在、小学校が存在する集落の上側にある石垣は大正時代、尋常小学校を移設するのにつくられた。この石垣は海側の長さは200m以上あり、奥行きも40m以上あり、立派な構造物である。これらは大正時代の図7と終戦後の図8を見ればその全容が把握できる。図9は現在の学校の石垣である。全貌が見えるところがなく、わかりにくい写真であるが、残念ながら、石垣に向かって左側の一部分ではコンクリートで覆われており、何らかの折に修築されたものと考えられる。図10は中央の登り口あたりの



図9 現在の学校の石垣



図 10 学校の石垣の拡大図

石垣を拡大した写真であるが、かなり大きな花崗岩、安山岩、花崗閃緑岩といった岩石がかなり密にうまくからめて築き上げられている。平萬次氏によるとこの石垣は優秀な石工数名が複数で築いたということである。石垣の分類法はいくつかあるが、平さんの棚田もこの学校の石垣もいわゆる「野面積み」と呼ばれるもっとも一般的な積み方である。

(4) 突堤・防波堤

昭和 50 年に出版された「石垣」という書籍⁹⁾には多くの石積みが紹介されている。祝島からは以外にも突堤が紹介されており、「この島からも石を切り出しているが、金目がかかるので住民はほとんど使っていない。突堤も家々の練堀も浜石で築かれている。1 日 1 回の便船が着くと大人も子供も駆けよってくる」という注釈がついている。その現在も残っている突堤を図 11 に示



図 11 「石垣」で紹介されていた突堤

す。昔は船着場も兼ねていたようで、現在では上側はコンクリートで人があるき易いように補修されている。図 12 は海岸線に平行な防波堤であるが、図 11 の突堤と同じ時期に築かれたものと考えられる。やはり上部は図 11 以上に構造物の機能が活かされるように型枠を用いてコンクリートが打設されており、これは比較的



図 12 改良された石積みの防波堤

最近施工されたものであろう。海側前面には十分な消波ブロックが配置され、強力な防波堤として生まれ変わっている。いずれも海岸のかなり丸い岩石が用いられており、花崗岩や花崗閃緑岩が多い。

(5) 段畑他

祝島には平地がほとんどないため、宅地、棚田、段畑の平地を確保するため、いたるところに石垣が見られる。「平さんの棚田」に行くのには 3 本の道で行くことが出来るらしく、そのうち、今では一番下の道がもっとも整備されており、「平さんの棚田」まですべての道がコンクリートで舗装されている。この道の両側には多くの段畑が存在しており、もはや作物が作られていない段畑も多い。図 13 と図 14 にその一例を示す。図 13 は狭い平面を何段にもわたって確保したピワ畑で比較的小さな角ばった安山岩を用いて築き上げられている。図 14 は道の下に築かれた段畑でその平面は狭く、急斜面での平面確保の技術の高度さがうかがえる。ピワ畑は本浦の集落から三浦に向かう集落からは「平さんの棚田」とは逆方向の海岸線でない道の両側



図 13 祝島特産ピワ畑の段畑



図 14 道下の段畑



図 15 集落にみられる宅地確保のための石垣

にも作られており、こちらも休耕地が見られる。図 15 には集落に見られる宅地確保のための石垣を挙げた。このように集落も傾斜を持っているため、練堀以外にも石垣が多くみられる。使われている岩石は大小さまざまで、石種も多くみられる。この生活に溶け込んだ石垣を作家の石牟礼道子氏はその著書¹⁰⁾で「石組がこのようにもしっかりした美の構造を持っているのは、空と海との無限の只中に創造の基調が置かれているからだ。島の魂の内部世界は、そういう意味の奥行きと広がりを持ち、それが島に気品をそえていた。石組は高所から見下しても、海から見上げても、独特の階調を持っていて、城壁のように自己顕示せず旋律的だった。小石一粒といえど入念な、さりげない心配りを受けていた。」と評して、その素晴らしさを称えている。

(6) ため池

今回の調査で最も興味を持ったのが北野のため池である。それはやはり前述した書籍に「巨石を礎に埋め、石の面を表にして割り、土地にも草木にもおのずからなる役割をもたせてある。」「二十年前に完成したこの事業は島民たちの人力のみで行われた。専門の石工

でもない人びとが石を割り、細く曲がりくねった道を運んで水を溜める土手を築き上げたという。」「約十年がかりで仕上げたと云うこの水は、大正五年、最初の田に給水されたと聞く。」「借り入れ金を返したあと、祭りのような歓びであったという。」「という記述があり、その事業の大きさが読み取れる。そしてここにも想像できないような量の石材が用いられたという事実もうかがえる。しかし、残念なことに今年の 6 月に訪れた時には、もはやその形跡は確認できず、草に覆われて廃墟と化していた。もう一つ大きなため池としてカタイのため池があるが、ここを作ったときの話は残っていない。しかし石積みは当然のごとく用いられると推測される。祝島在住の木村力氏のホームページには、私的なため池が掲載されており、石組みが用いられている。このように、祝島ではため池や井戸にも数多く石組みが用いられていると推測できる。



図 16 個人所有のため池（祝島在住木村力氏の「おらがホームページ」より）

5 終わりに

本論文では、古代から栄えた歴史を持つ山口県上関町祝島の石積み構造物を取り上げ、その特徴を考察した。島全体がほとんど平地を持たないため、宅地や畑の平地確保の目的で、古くから石組は生活に密着した技術としての位置づけで用いられてきたようである。そしてその応用として、井戸や突堤・防波堤、そしてため池などに適用されている。そして練堀は祝島特有の構造物として日本国内では例をみない。強度的にも安山岩、玄武岩、花崗岩、花崗閃緑岩等が使われており圧縮強度にして 100MPa 以上の強度を有しているものと考えられる。石組みの技術も高度で台風さらされたり、地震を受けたりしてもほとんど崩れていない。石積みは日本全国のいたるところで見られ、地震などの自然災害で崩壊したものも多く、50 段以上の見事な段畑を誇っていた大分県佐伯市蒲江のみかんの段畑に至ってはみかんの木を伐採して杉山にしたため集落からはもはや確認することができない。その点、祝島の石積み構造物は今もなお、現役で数多く残っている。そ

して、歴史的に重要な磐座なども見つかっているが、古い歴史を持つこの島は、近年は少子高齢化の波が押し寄せている。祝島の環境を守るとともに、神事「神舞」の伝承、石積み文化の保存も見直して検討してゆくことの重要性を訴えたい。

文献

- 1) 山口県文書館刊：岩見島，防長風土注進案，第6巻，PP.424-441(1961).
- 2) 松岡睦彦：上関町磐井島の磐座・積み石・線刻画について - 瀬戸内海西部海上交通の十字路 - 徐福伝説のある祝島遺跡探査から -，山口考古第24号，PP.41-47 (2004) .
- 3) 大坂昌春，本館静吾：岩石の圧縮強度と引張強度について，北海道開発局土木試験所月報，No.197，PP.1-7 (1968)
- 4) 田辺英夫：岩石の成因と力学特性，建設の施工企画「CMI 報告」，PP.94-97 (2013)
- 5) 長秋雄：花崗岩の強さ・硬さ・波の速さー石の目ー，地質ニュース，No.643，PP.38-39(2008)
- 6) 那須圭子：平さんの天空の棚田，みずのわ出版，2012
- 7) 祝島ホームページ： <http://www.iwaishima.jp/>, (2015年9月16日アクセス).
- 8) 花田 恵美代編：＜連載＞ 楽団誕生物語（6） ～ 終戦直後の祝島～，いわいしま通信第29号，PP.10-11(2006).
- 9) 田端実夫：石垣，法政大学出版，(1975)
- 10) 石牟礼道子：導きの桑，常世の樹，葦書房，PP.138-152 (1982) .
- 11) おらがホームページ： [http:// ww51.tiki.ne.jp/~thynr/](http://ww51.tiki.ne.jp/~thynr/), (2015年9月16日アクセス).

(2015.09.18 受理)

新入生アンケートに見られる 平成 27 年度入学生の特徴

原田徳彦^{*1} 長廣恭子^{*2} 森崎哲也^{*3}

西尾幸一郎^{*4} 松尾葉子^{*5}

The Characteristics of the Freshmen in 2015 —An Analysis Based on the Results of a Questionnaire to the Freshmen—

Norihiko HARADA, Kyoko NAGAHIRO, Tetsuya MORISAKI
Koichiro NISHIO and Yoko MATSUO

Abstract

The most critical and frequent problem the student consultation office concerns with at National Institute of Technology, Tokuyama college, is the adaptive failure to a student's specialty. We have been conducting a questionnaire to the freshmen since 2001. It is made use in the individual support that we grasp the characteristic of the freshmen of 2015. At the same time, it can be exploited for a guidance of the PR activity for junior high school students not to cause maladjustment after entrance to college. In this paper, we examine items influencing learning will of students and infer the policy.

Key Words : learning will of students, maladjustment, questionnaire to freshmen

1. はじめに

徳山高専学生相談室では、平成 13 年度から「学生相談室プログラム」*の一環として新入生アンケートを実施している。新入生アンケートはオリエンテーションの学生相談室の紹介の中で行う。アンケートは記名式で、学生個人の入学時の心の状態を把握し、その後の学生生活のサポートに資することを目的と

する。

学生相談で最も多く深刻となる問題は工学を専門とする高専への適応の躓きだろう。徳山高専への入学が不本意だった学生、入学した学科が不本意だった学生、入学したことに満足していない学生、学習意欲が低い学生、これからの学生生活を楽しみと思えない学生を把握し、学生相談員との面談へつなぐ。

*1 情報電子工学科

*2 一般科目（数学）

*3 機械電気工学科

*4 土木建築工学科

*5 学生課学生係

* 学生相談室プログラムについては、国重、佐々木¹⁾や佐々木、国重²⁾に詳しく論じられている

面談の誘いは他の学生に分からない様に手紙を渡す方法をとっている。強制はしないので面談に来ない学生もいるが、本当に困ったときに相談に来やすいように、学生相談室の存在を認識しておくことにも意義があるだろう。

少子化による受験者数の減少が新入生の特性に与える影響を知るため、比較的志望倍率の高かった平成 16 年度と平成 26 年度の新入生アンケートの結果を比べ報告した³⁾。意外にも、新入生の学習意欲、学生生活への期待、入学の満足感はいずれも上昇し、好ましい状態であることが分かった。

本稿では、入学後の適応に影響を与えると思われる入学時の学習意欲について、入学の動機など関連する事項を検討しながら、今年の新入生の特徴を探る。

2. 新入生アンケート

新入生アンケートは、鳴澤(1998)⁴⁾の東京都立大学新入生対象アンケートを徳山高専に修正し作成したものである。

アンケート対象は、平成 27 年度一年生全員 127 名(機械電気：42 名、情報電子：44 名、土木建築：41 名)である。アンケートの回収率は 100%であった。

以下に、アンケートの質問項目と回答を示す。回答はパーセンテージで()内に示してある。

1. あなたは自宅から通学していますか、それとも寮生ですか.

(a) 自宅通学生	101 (79.5)
(b) 寮生	26 (20.5)
2. あなたは中学校時代にクラブ活動に参加しましたか.

(a) はい	125 (98.4)
(b) いいえ	2 (1.6)
3. あなたが徳山高専に進学を決定したのはいつですか.

(a) 小学生の頃	6 (4.7)
(b) 中学 1 年生の頃	13 (10.2)
(c) 中学 2 年生の頃	23 (18.1)
(d) 中学 3 年生の頃	85 (66.9)
4. 徳山高専はあなたが第一に志望した学校ですか.

(a) はい	119 (93.7)
(b) いいえ	8 (6.3)

5. あなたは徳山高専の本当に入りたかった学科に入れましたか.

(a) はい	127 (100)
(b) いいえ	0 (0.0)
6. あなたが徳山高専に入学した動機は何ですか、次の該当するものすべての記号を○で囲んで下さい.

(a) 入学しやすい	1 (0.8)
(b) いいところに就職できる	83 (65.4)
(c) 通学の便がいい	6 (4.7)
(d) 経済的な理由	10 (7.9)
(e) 先生や親にすすめられた	49 (38.6)
(f) 自由な校風だから	36 (28.3)
(g) 先輩・知人がいる	19 (15.0)
(h) 兄弟がいる	7 (5.5)
(i) 自分の志望に合っている	87 (68.5)
(j) 他に入学するところがなかったから	1 (0.8)
(k) 何となく	4 (3.1)
(l) その他	6 (4.7)
7. あなたは中学校時代に満足 of いく学校生活が送れたと思いますか.

(a) とても満足している	75 (59.1)
(b) 一応満足している	46 (36.2)
(c) あまり満足していない	4 (3.1)
(d) 全く満足していない	1 (0.8)
8. あなたは徳山高専に入学できて満足していますか.

(a) とても満足している	91 (71.7)
(b) 一応満足している	35 (27.6)
(c) あまり満足していない	1 (0.8)
(d) 全く満足していない	0 (0)
9. あなたが徳山高専に入学した目的は何ですか、次の該当するものすべての記号を○で囲んで下さい.

(a) 専門的な学問・技術を身につけるため	108 (85.0)
(b) 教養を高め人間的に成長するため	41 (32.3)
(c) 先生や友人と交流するため	19 (15.0)
(d) いいところに就職するため	73 (57.5)
(e) 学生生活をエンジョイするため	36 (28.3)
(f) 専攻科や他の大学に進学するため	29 (22.8)

- | | | | |
|---|------------|--|------------|
| (g) 何とはなしに | 4 (3.1) | 友がいますか. | |
| (h) その他 | 5 (3.9) | (a)はい | 55 (43.3) |
| 1 0. 現在、あなたの勉強への意欲は次のどれですか. | | (b)いいえ | 72 (56.7) |
| (a) 十分意欲がある | 65 (51.2) | 1 9. あなたはある程度親しくつき合っている異性の友人がいますか. | |
| (b) 一応意欲がある | 57 (44.9) | (a)はい | 60 (47.2) |
| (c) あまりない | 4 (3.1) | (b)いいえ | 66 (52.0) |
| (d) 全くない | 1 (0.8) | 無回答 | 1 (0.8) |
| 1 1. あなたは徳山高専での勉強についていけるかどうか不安ですか. | | 2 0. 今までに、反抗して親を手こずらせたことがありますか. | |
| (a) とても不安である | 70 (55.1) | (a)はい | 67 (52.8) |
| (b) 少し不安である | 48 (37.8) | (b)いいえ | 59 (46.5) |
| (c) あまり不安ではない | 8 (6.3) | 無回答 | 1 (0.8) |
| (d) 全く不安ではない | 1 (0.8) | 2 1. 今までに、失敗や挫折をしてすごく悩んだことがありますか. | |
| 1 2. 周りの新入生が自分より勉強面で優れているように思いますか. | | (a)はい | 74 (58.3) |
| (a) 強くそう思う | 66 (52.0) | (b)いいえ | 53 (41.7) |
| (b) 少しそう思う | 51 (40.2) | 2 2. 学生相談室で相談できるとしたら、あなたは次のどのような内容について相談してみたいですか. 該当するものすべての記号を○で囲んで下さい. | |
| (c) あまりそうは思わない | 6 (4.7) | (a) 勉強のこと | 104 (81.9) |
| (d) 全くそうは思わない | 4 (3.1) | (b) 今まで知らなかった人たちとの出会いに関すること | 30 (23.6) |
| 1 3. 自分には徳山高専で友人ができないのではな | | (c) 家庭のこと | 5 (3.9) |
| いかと心配ですか. | | (d) 自分の性格のこと | 19 (15.0) |
| (a) とても心配である | 17 (13.4) | (e) 心の健康に関すること | 4 (3.1) |
| (b) 少し心配である | 58 (45.7) | (f) 体の健康に関すること | 9 (7.1) |
| (c) あまり心配ではない | 39 (30.7) | (g) 性に関すること | 0 (0.0) |
| (d) 全く心配ではない | 13 (10.2) | (h) 友人関係のこと | 22 (17.3) |
| 1 4. あなたは徳山高専での学生生活がどのくらい | | (i) 恋愛に関すること | 9 (7.1) |
| 楽しみですか. | | (j) 徳山高専が自分に合っているかどうかに関すること | 26 (20.5) |
| (a) とても楽しみである | 81 (63.8) | (k) 進学のこと | 29 (22.8) |
| (b) 少し楽しみである | 44 (34.6) | (l) 就職のこと | 47 (37.0) |
| (c) あまり楽しみではない | 2 (1.6) | (m) その他 | 3 (2.4) |
| (d) 全く楽しみではない | 0 (0.0) | 2 3. 前問で挙げてある項目の中で、「今すぐ」あなたが相談をしたい事柄があれば、その記号をすべて○で囲み、具体的に詳しくその相談内容を自由に書いてみて下さい. | |
| 1 5. あなたは自分が将来どんな職業につき、どんな人になりたいか、すでに心の中で決めていますか. | | ※以下の質問には、寮生の人だけ答えて下さい. | |
| (a)はい | 69 (54.3) | 2 4. 寮生活全般に関して不安を感じていますか. | |
| (b)いいえ | 58 (45.7) | (a) とても不安である | 4 (15.4) |
| 1 6. あなたは中学時代に個人的に打ち明け話をしたり、相談に乗ってもらえるような同性の親友がいましたか. | | (b) 少し不安である | 14 (53.8) |
| (a)はい | 116 (91.3) | (c) あまり不安ではない | 7 (26.9) |
| (b)いいえ | 11 (8.7) | (d) 全く不安ではない | 1 (3.8) |
| 1 7. あなたは徳山高専に知り合いの人がいますか. | | 2 5. 家族から離れて一人で生活するので寂しく思 | |
| (a)はい | 109 (85.8) | | |
| (b)いいえ | 18 (14.2) | | |
| 1 8. あなたは徳山高専に個人的に打ち明け話をしたり、相談に乗ってもらえるような同性の親 | | | |

いますか。

- (a) とても寂しい 4 (15.4)
- (b) 少し寂しい 7 (26.9)
- (c) あまり寂しくない 12 (46.2)
- (d) 全く寂しくない 3 (11.5)

2 6. 寮を出て自宅から通学したいですか。

- (a) 是非自宅通学したい 1 (3.8)
- (b) 少し自宅通学したい 6 (23.1)
- (c) あまり自宅通学したくない 9 (34.6)
- (d) 全く自宅通学したくない 10 (38.5)

2 7. 現在、あなたは寮生活に関して学生相談室で相談をしてみたいような事柄や悩みがありますか。

- (a) はい 1 (3.8)
- (b) いいえ 25 (96.2)

2 8. (2 7. で、「はい」と答えられた方へ) それはどのような事柄や悩みですか、次の該当するものすべての記号を○で囲んで下さい。

- (a) 一人暮らしについて 0 (0)
- (b) 寮の施設・設備について 0 (0)
- (c) 先輩との関係について 0 (0)
- (d) その他 1 (3.8)

2 9. 寮生活に関する質問や悩み、訴えたいこと、「今」何となく考えていることなど何でもかまいません。自由に書いて下さい。

3. アンケート結果に見られる主な特徴

図 1 の学科ごとの男女比をみると、土木建築工学科において女子の割合が高い。昨年比でも約 2 割の上昇率となっている。

問 1「あなたは自宅から通学していますか、それとも寮生ですか。」の結果を図 2 に示す。情報電子と土木建築における寮生の割合が高い。

問 3「あなたが徳山高専に進路を決定したのはいつですか。」の結果を図 3 に示す。情報電子では他学科に比べ、「中学 3 年」と答えた割合が高く、進路決定の時期が遅い。中学校の 1・2 年に対する PR が期待される。

問 4「徳山高専はあなたが第一に志望した学校ですか。」の結果を図 4 に示す。なお、問 5「本当に入りたかった学科に入れましたか。」の問には全員が「はい」と答えている。

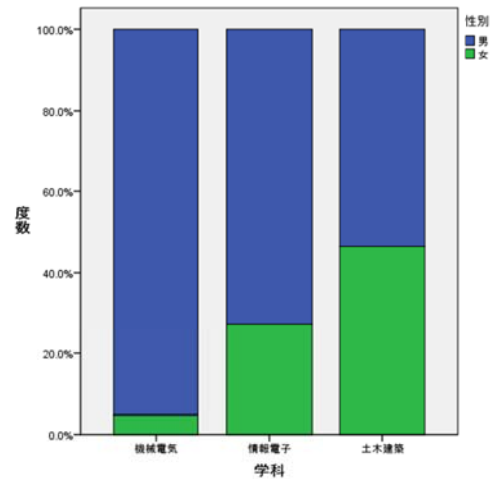


図 1 男女の割合

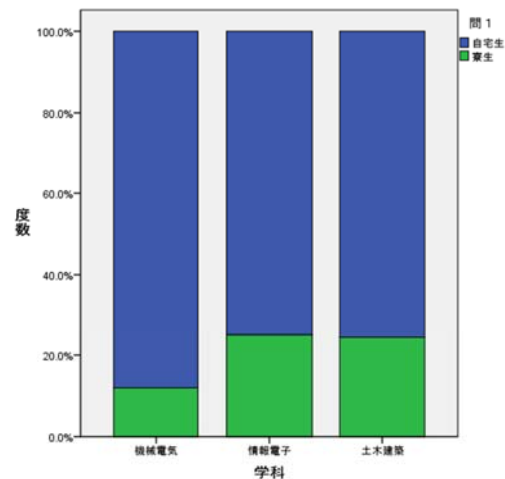


図 2 自宅生・寮生の割合

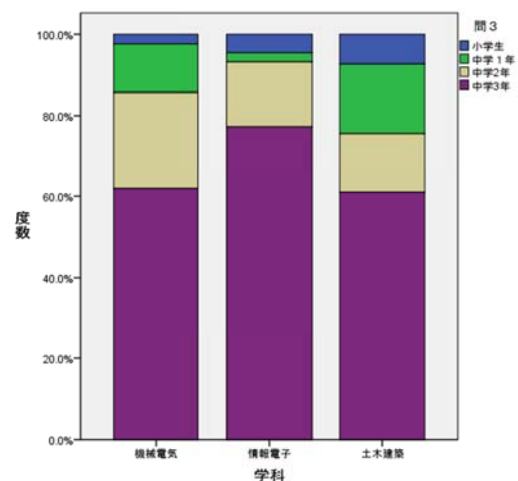


図 3 志望の決定時期

問 6「あなたが徳山高専に入学した動機は何ですか、次の該当するものすべての記号を○で囲んで下さい。」の結果を図 5 に示す。「いいところに就職できる」が一番多い理由であり、「自分の志望に合っている」が次に多い理由である。昨年に比べ前者が減少、後者が増加している。

問 8「あなたは徳山高専に入学できて満足していますか。」の結果を図 6 に示す。今年は特に、情報電子の入学に対する満足の割合が大きくなった。

問 9「あなたが徳山高専に入学した目的は何ですか、次の該当するものすべての記号を○で囲んで下さい。」の結果を図 7 に示す。入学の目的について、「専門的な学問・技術を身につける」が 85.0%と高い。「進学するため」と答えた割合は 22.8%と昨年の 14.9%に比べ増加した。

問 10「現在、あなたの勉強への意欲は次のどれですか。」の結果を図 8 に示す。今年は特に、土木建築の学習意欲が高くなった。

問 11「あなたは徳山高専での勉強についていけるかどうか不安ですか。」の結果を図 9 に示す。比較すると、機械電気に強い不安を持つ学生の割合が大きい。

問 14「あなたは徳山高専での学生生活がどのくらい楽しみですか。」の結果を図 10 に示す。3 学科共に学生生活への期待が高い。

問 15「あなたは自分が将来どんな職業につき、どんな人になりたいか、すでに心の中で決めていますか。」の結果を図 11 に示す。比較すると、土木建築において自分の将来像を描けている学生の割合が高い。

問 19「あなたはある程度親しくつき合っている異性の友人がいますか。」の結果を図 12 に示す。比較すると、情報電子においてつき合っているという学生の割合が低い。

問 20「今までに、失敗して親をてこずらせたことがありますか。」の結果を図 13 に示す。比較すると、土木建築において親をてこずらせたことがあるという割合が高い。

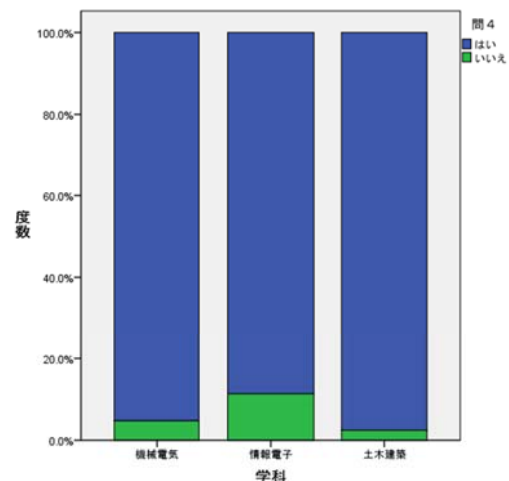


図 4 第一志望の割合

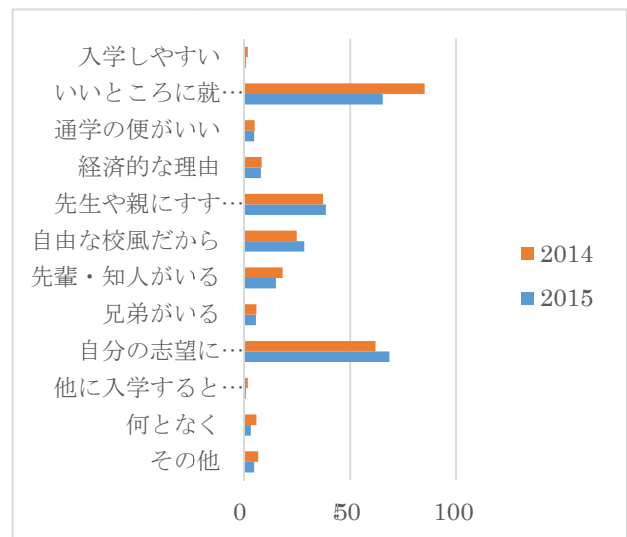


図 5 入学動機

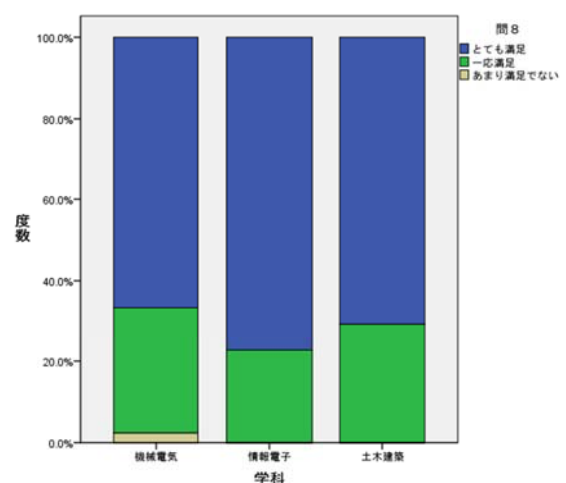


図 6 入学に対する満足感

問 22「学生相談室で相談できるとしたら、あなたは次のどのような内容について相談してみたいですか。該当するものすべての記号を○で囲んで下さい。」の結果を図 14 に示す。問 11 を反映して勉強と答える学生の割合が 81.9% と高い。学生相談室が行っている学習ルーム等の学生サポートについて潜在的な需要が示されている。

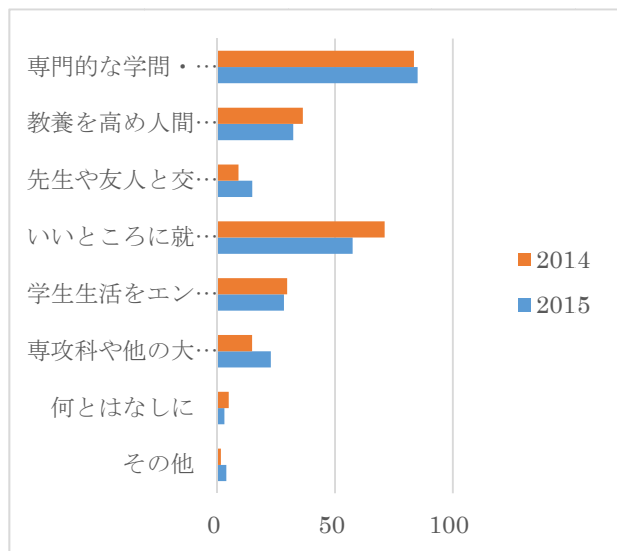


図 7 入学の目的

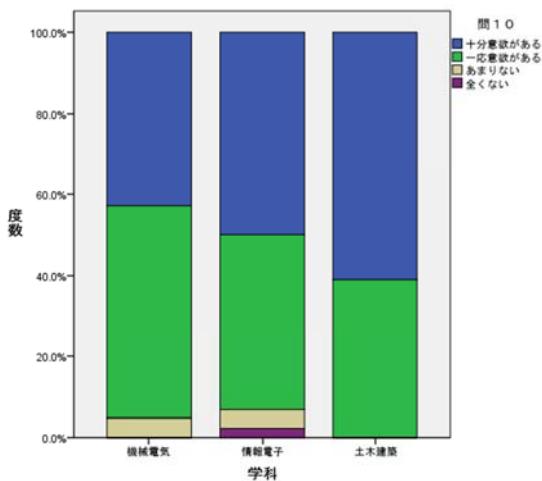


図 8 学習意欲

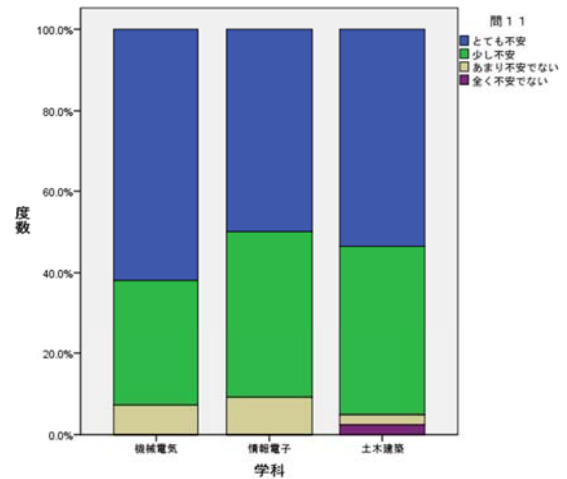


図 9 勉強への不安

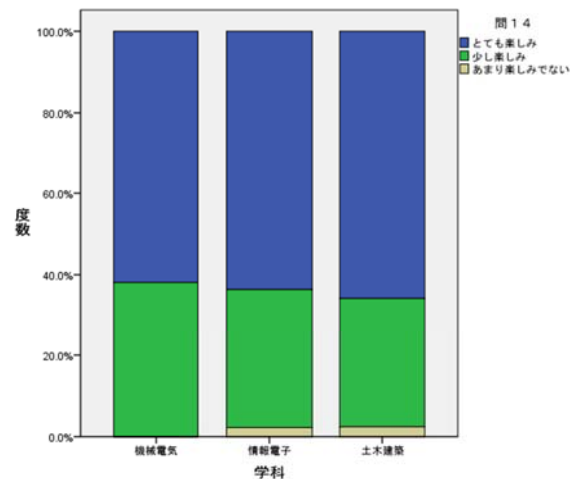


図 10 学生生活への期待

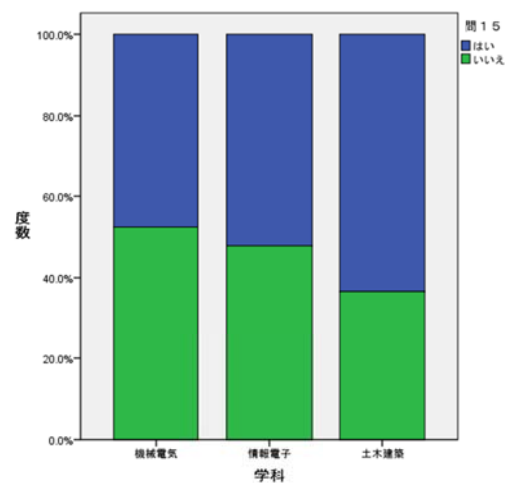


図 11 自分の将来像

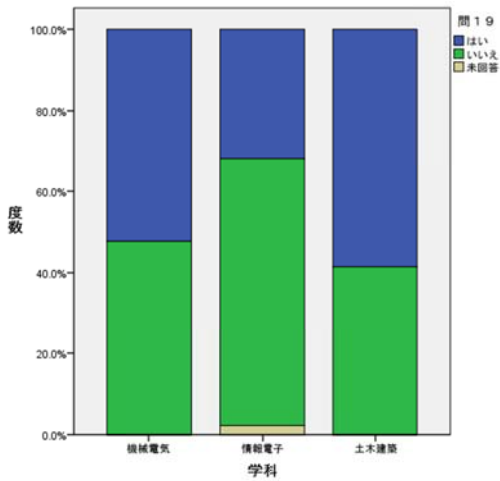


図 12 異性との交際

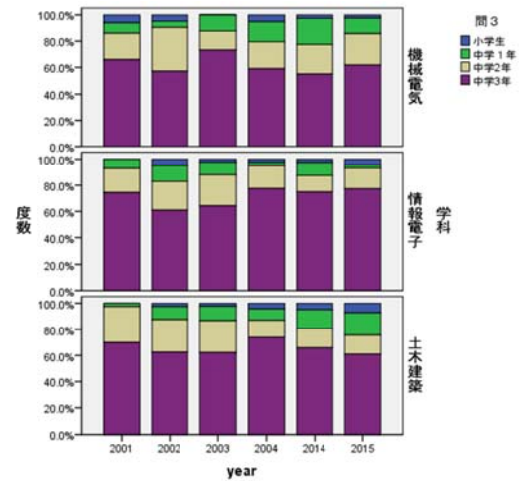


図 15 進学を決めた時期の推移

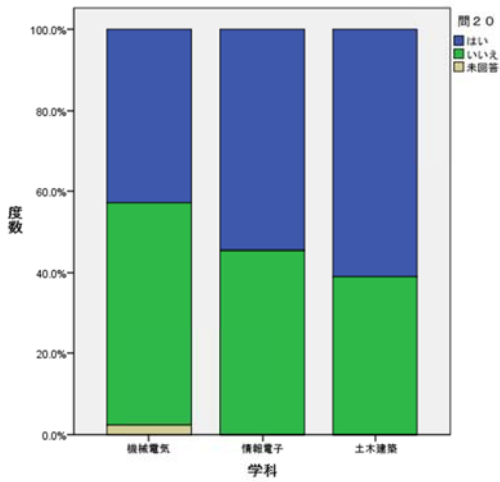


図 13 親への反抗の経験

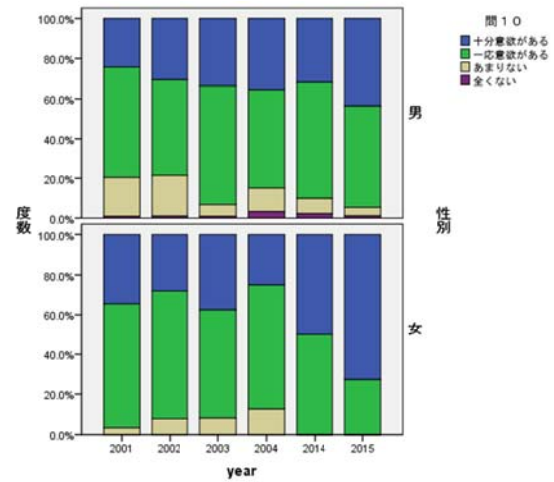


図 16 学習意欲の推移

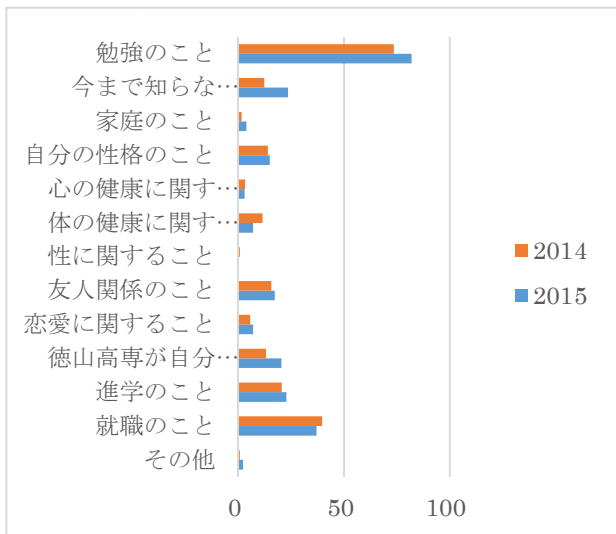


図 14 相談してみたいこと

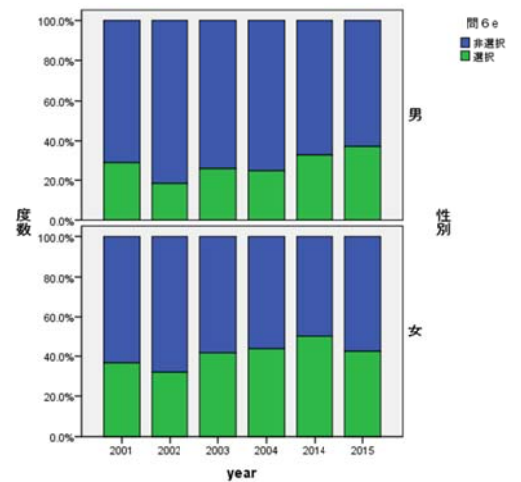


図 17 入学動機「先生や親のすすめ」の推移

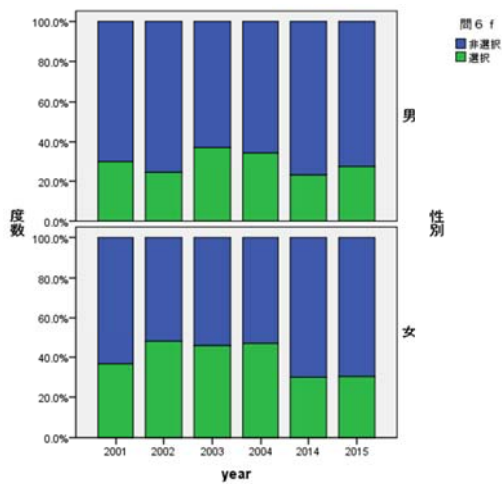


図 18 入学動機「自由な校風」の推移

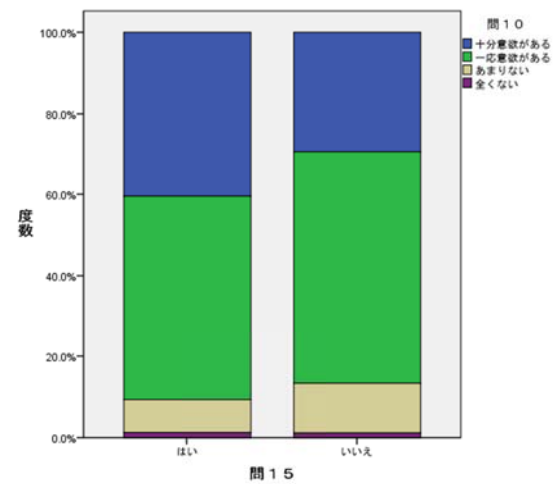


図 21 将来像と学習意欲

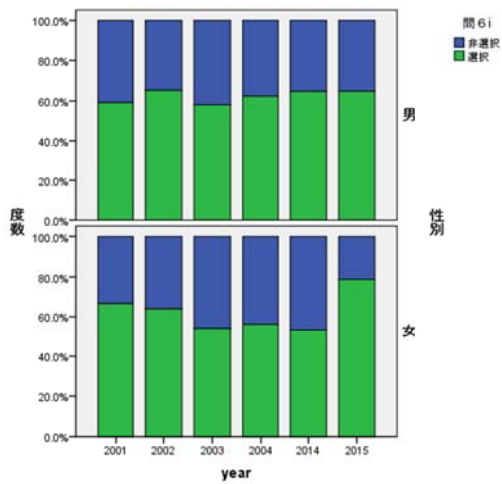


図 19 入学動機「志望に合っている」の推移

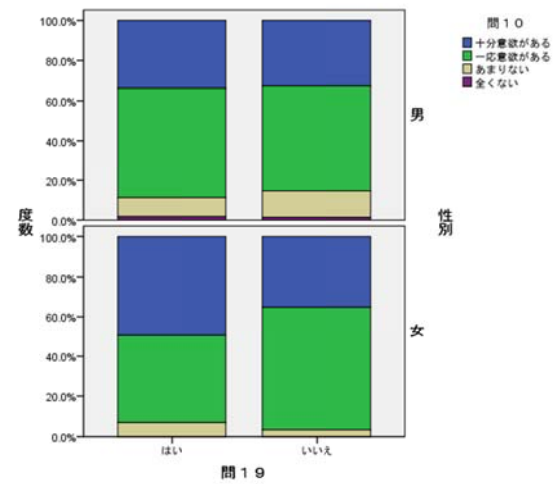


図 22 異性との交際と学習意欲

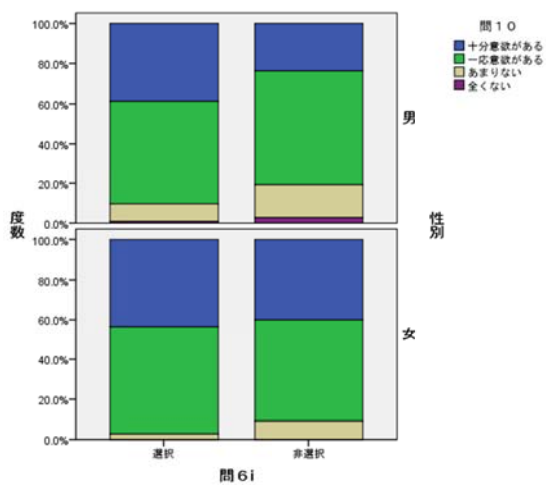


図 20 志望と学習意欲

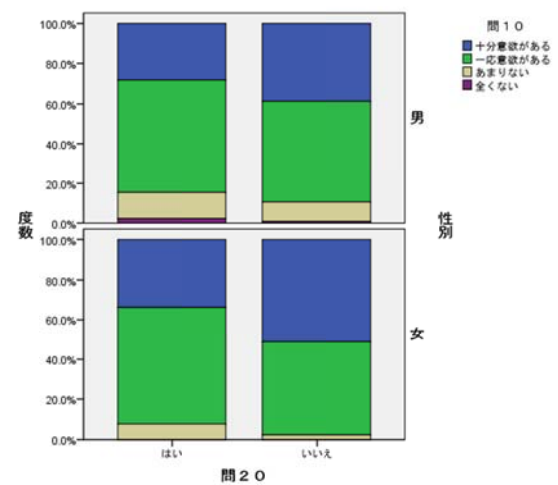


図 23 親への反抗と学習意欲

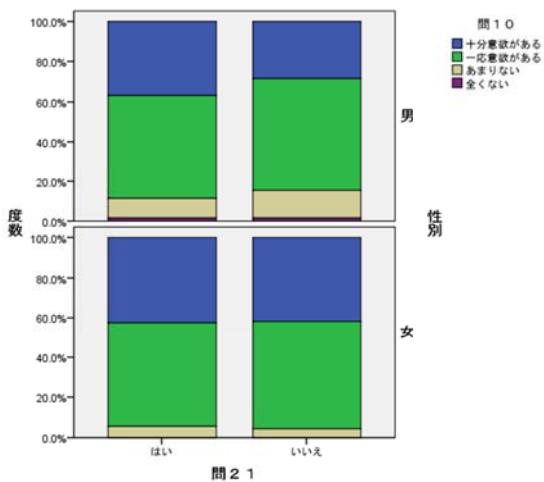


図 24 失敗経験と学習意欲

図 15 に徳山高専に進学を決めた時期について 2001～2004, および, 2014, 2015 の推移を示す。土木建築工学科において, 近年の小学, 中 1 時の割合が増加している。これは, 問 15 の将来像を描ける割合の多さ, 学習意欲との相関があり, 入学後の適応に良い効果が期待できる。

図 16 に学習意欲について 2001～2004, および, 2014, 2015 の結果を示す。男女を比べると, 近年の女子に大きな変化が表れている。今年の子の 72.7% が十分意欲があると答えている。

図 17 に入学動機として「先生や親からのすすめ」を選択した割合について 2001～2004, および, 2014, 2015 の結果を示す。男女で比べると, 女子の割合が高く, 近年の男子の割合が伸びている。

図 18 に入学動機として「自由な校風」を選択した割合について 2001～2004, および, 2014, 2015 の結果を示す。近年の女子においてその割合が減少している。これは, 校則が厳格化したことによるものと考えられる。

図 19 に入学動機として「自分の志望に合っている」を選択した割合について 2001～2004, および, 2014, 2015 の結果を示す。今年の子においてその割合が急増している。

図 20 から図 24 に, 2001～2004, および, 2014, 2015 の結果(男子:584 人, 女子:174 人)をもとに, 学習意欲に相関のある項目について検討する。

図 20 は, 問 6(i)「自分の志望に合っている。」と問 10「現在, あなたの勉強への意欲は次のどれですか。」のクロス集計を示す。問 6(i)「選択」の方がより学習意欲が高いことを示している。

図 21 は, 問 15「あなたは自分が将来どんな職業につき, どんな人になりたいか, すでに心の中で決めていますか。」と問 10「現在, あなたの勉強への意欲は次のどれですか。」のクロス集計を示す。問 15「はい」の方がより学習意欲が高いことを示している。

図 22 は, 問 19「あなたはある程度親しくつき合っている異性の友人がいますか。」と問 10「現在, あなたの勉強への意欲は次のどれですか。」のクロス集計を示す。女子では, 問 19「はい」の方がより学習意欲が高いことを示している。

図 23 は, 問 20「今までに, 反抗して親を手こずらせたことがありますか。」と問 10「現在, あなたの勉強への意欲は次のどれですか。」のクロス集計を示す。問 20「いいえ」の方がより学習意欲が高いことを示している。親子関係の良さが学習意欲に良い影響を与えるものと考えられる。

図 24 は, 問 21「今までに, 失敗や挫折をしてすごく悩んだことがありますか。」と問 10「現在, あなたの勉強への意欲は次のどれですか。」のクロス集計を示す。男子では, 問 21「はい」の方がより学習意欲が高いことを示している。

4. まとめ

昨年度は, 新入生アンケートを 10 年前の結果と比べた。少子化による受験者数の減少という状況にもかかわらず, 新入生の学習意欲, 学生生活を楽しみにする割合, 入学についての満足感は上昇し, 好ましい状態であった。今年度も, 昨年度と同様に良好な結果を示した。特に女子の学習意欲が過去最高となった。

そこで, 学習意欲に相関のある 5 つの質問項目を検討した。まず, 自分の志望に合っていることを入学の動機にする学生は学習意欲が高い。さらに, 自分の将来像をもつ学生は学習意欲が高い。これらは,

志望の決定時期の早さにも関連する。土木建築工学科は志望の決定時期が比較的早く、学習意欲が一番高い。

次に、親への反抗のない学生は学習意欲が高いことが分かった。これは、親子関係の良さが情緒の安定へとつながり、学習意欲を高めるものと考えることができる。

つづく2つの項目は、男女で異なる傾向を持っている。一つは異性とつき合っている女子学生は学習意欲が高いことが分かった。これは男子には見られない傾向である。もう一つは、失敗経験を持つ男子学生は学習意欲が高いことが分かった。これは逆に女子には見られない傾向である。

今年の女子の学習意欲が高い理由は、徳山高専が自分の志望に合っているからであろう。近年、校則が厳しくなり、世相も反映してか、意志があり自立心のある女子学生が集まるようになってきたのではないだろうか。

入学後の適応の躓きを少なくするために、志望に合う選択をして徳山高専に入学してもらうために、校内見学会や出前授業、公開講座などを通した専門学科のPR活動を充実させることが必要である。

文献

- 1) 国重, 佐々木: 新入生アンケートを活用した入学時適応援助の方策について, 論文集「高専教育」, 第25号, PP. 455-460 (2002)
- 2) 佐々木, 国重: 高専における学生相談の具体的活用策——心理検査を利用したキャリア・ガイダンスの試み——, 論文集「高専教育」, 第25号, PP. 461-466 (2002)
- 3) 原田, 長廣, 三浦, 西尾, 松尾: 新入生アンケートに見られる平成26年度入学生の特徴, 徳山高専研究紀要, 第38号, PP. 37-44 (2014)
- 4) 鳴澤: 新入生の実態調査, 東京都立大学学生相談室レポート, 9, PP. 6-42 (1980)

層状タンタル酸塩 $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の 合成とイオン交換

大橋 正夫^{*1} 八塚 亮平^{*2}

Preparation and Ion Exchange of Layer Structured Tantalate $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Masao OHASHI^{*1} and Ryohei YATSUZUKA^{*2}

Abstract

A layer structured tantalate $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ has been prepared by a solid state reaction using Rb_2CO_3 and Ta_2O_5 at 900°C . The ion exchange reactions of Rb^+ in the interlayer space with the alkali and hydrogen ions were studied in aqueous solutions. The ion exchange products of lithium, sodium and hydrogen were obtained. On the ion exchange reactions the host layers were retained. $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ has Interlayer I (hydrated) and interlayer II (not hydrated). After the lithium and sodium ion exchange reactions, all of interlayer spaces were hydrated whereas after the hydrogen ion exchange reaction, hydrated and not hydrated interlayer spaces were remained.

Key Words : layer structure, tantalate, rubidium, ion exchange

1. 緒言

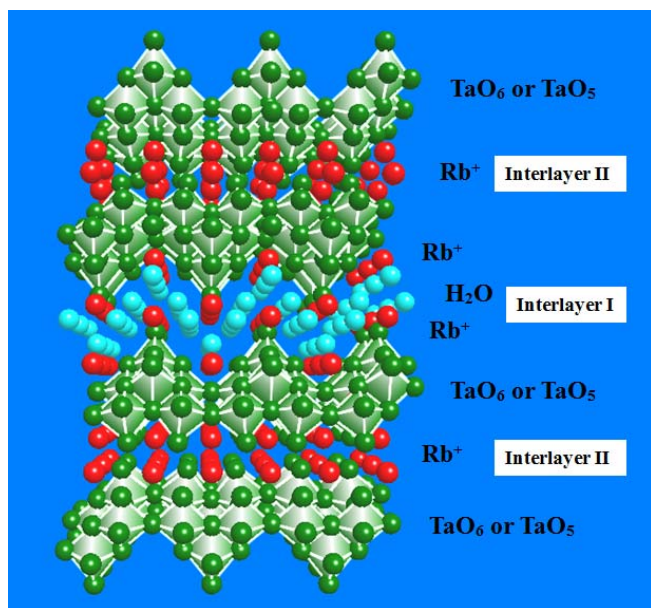
我々はこれまでに、層状の結晶構造をもつ遷移金属酸素酸塩の合成とキャラクタリゼーションについて研究を進めてきた。層状チタン酸塩については、4価のチタンイオン(Ti^{4+})に、酸化イオン O^{2-} が六配位してできる TiO_6 八面体が、稜を共有して連なり構造をかたち作っている lepidocrocite ($\gamma\text{-FeOOH}$) 型構造をもつ一連の化合物について調べ、これらから誘導されるイオン交換生成物は、イオン伝導体、エレクトロクロミック表示素子材料およびリチウム二次電池正極材料などへの応用が可能であることを明らかにしてきた¹⁻²⁰。また、チタン酸塩中の TiO_6 八面体の一部を、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である CsTiNbO_5 ^{21, 22}, $\text{CsTi}_2\text{NbO}_7$ ²³, $\text{Rb}_3\text{Ti}_5\text{NbO}_{14}$ ²⁴ や、六配位の NbO_6 と五配位 NbO_5 からできている層状ニオブ酸塩 $\text{Cs}_4\text{Nb}_6\text{O}_{17}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ^{25, 26}, 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をもつ層状チタンタンタル酸塩 RbTiTaO_5 について調べ、これら化合物から得られるイオン交換生成物は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^{27, 28}。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かたち作る層状モリブデン酸塩 $\text{Cs}_2\text{Mo}_5\text{O}_{16}$ および $\text{Cs}_2\text{Mo}_7\text{O}_{22}$ について調べ、イオン交換生成物の合成に成功している^{29, 30}。

本研究では、既に報告のある層状ニオブ酸塩 $\text{A}_4\text{Nb}_6\text{O}_{17}\cdot n\text{H}_2\text{O}$ ($\text{A} = \text{K}, \text{Rb}, \text{Cs}$)³¹⁻³³と同様の構造をもち、研究例の少ないタンタル酸塩 $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ を取り上げた。この化合物では、先に報告した $\text{Cs}_4\text{Nb}_6\text{O}_{17}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 中の Cs^+ を Rb^+ に、 Nb^{5+} を Ta^{5+} に代えた構造をもつと考えられる。 $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の構造を図1に示す。六配位の TaO_6 と五配位の TaO_5 が稜および頂点を共有して連なり、積み重な

^{*1} 一般科目 (化学)

^{*2} 土木建築工学科

図1 $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の構造

りの単位となるタンタルイオン(Ta^{5+})と酸化物イオン(O^{2-})による層を作っている。この層は負に帯電しているが、層と層の間(層間, interlayer)に存在する1価のルビジウムイオン(Rb^+)によってこの電荷が補償されている。多くの他の層状化合物と異なる点は、この構造においては二種類の層間が存在することである。これは、積み重なるの単位となる一枚の層に表裏の区別があることによる。どちらを表、どちらを裏と考えても構わないが、互いに表が向き合った層間と互いに裏が向き合った層間が交互に現れる。これをInterlayer IとInterlayer IIと区別すると、図1に示すように、Interlayer Iには層間水が存在するが、Interlayer IIには層間水が存在しない。この理由は、この結晶中に層間水がまったく存在しない場合、Interlayer IIの方がInterlayer Iよりもより安定にルビジウムイオンが充填されていることと考えられる。

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。先に、同様の構造をもつ $\text{Cs}_4\text{Nb}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ のイオン交換生成物について報告している^{25,26)}。また、 $\text{Cs}_4\text{Nb}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ と同じ構造をもつ $\text{K}_4\text{Nb}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ においてはイオン交換生成物の報告がある³⁴⁾。しかしながら $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ については、光触媒への応用に関する報告³⁵⁾はあるが、その性質やイオン交換に関しての報告は少ない³⁶⁾。本研究では、層間の Rb^+ のイオン交換を水溶液中で試みた。得られた試料は、熱重量示差熱分析、蛍光分析および粉末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

$\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の合成には、炭酸ルビジウム(Rb_2CO_3)と酸化タンタル(V)(Ta_2O_5)を用いた。所定の割合で混合した原料を、 900°C で20時間加熱後、粉碎混合した。これを再び 900°C で20時間加熱して試料を得た。

Li^+ および Na^+ のイオン交換にはいずれも 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3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 0.10 mol/L H_2SO_4 水溶液を用いた。室温で2日間反応させ、水溶液は24時間後に1回、新しい溶液に交換した。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)を用いて蛍光分析により定量した。試料約 0.05 g を 1 mL のフッ化水素酸を含む 2 mol/L 硫酸 20 mL 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 20°C/min とし、 800°C まで加熱した。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 合成

Rb_2CO_3 と Ta_2O_5 の所定比の混合物を 900°C で加熱すると、 $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17}$ が生成するが、 $\text{Cs}_2\text{Nb}_6\text{O}_{17}$ の場合と同様に、室温までに放冷する過程で、大気中の水分を徐々に層間に吸収すると考えられる。したがって粉末X線回折測定を行う段階では、 $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ の組成で表す時の x の値は時間により変化する。 900°C の電気炉から取り出し、ただちに測定を行ったXRDパターンを図2(a)に示す。この試料の熱重量分析の結果を図3(a)に示す。 100°C までの減量より、この試料の層間水は組成式あたり3存在し、 $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ と表すことが出来ることが確認された。このXRDパターンは単斜晶系の結晶構造をもつ単一相として指数付けすることができ、その格子定数は、 $a = 0.788\text{ nm}$, $b = 3.90\text{ nm}$, $c = 0.646\text{ nm}$ であった。Oonoら³⁶⁾は 1000°C の加熱により合成した $\alpha\text{-Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の斜方晶の格子定数を、 $a = 0.7935(2)\text{ nm}$, $b = 4.4261(12)\text{ nm}$, $c = 0.6465(1)\text{ nm}$ と報告している。また、 $\beta\text{-Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の斜方晶の格子定数を、 $a = 0.7887(3)\text{ nm}$, $b = 3.9594(19)\text{ nm}$, $c =$

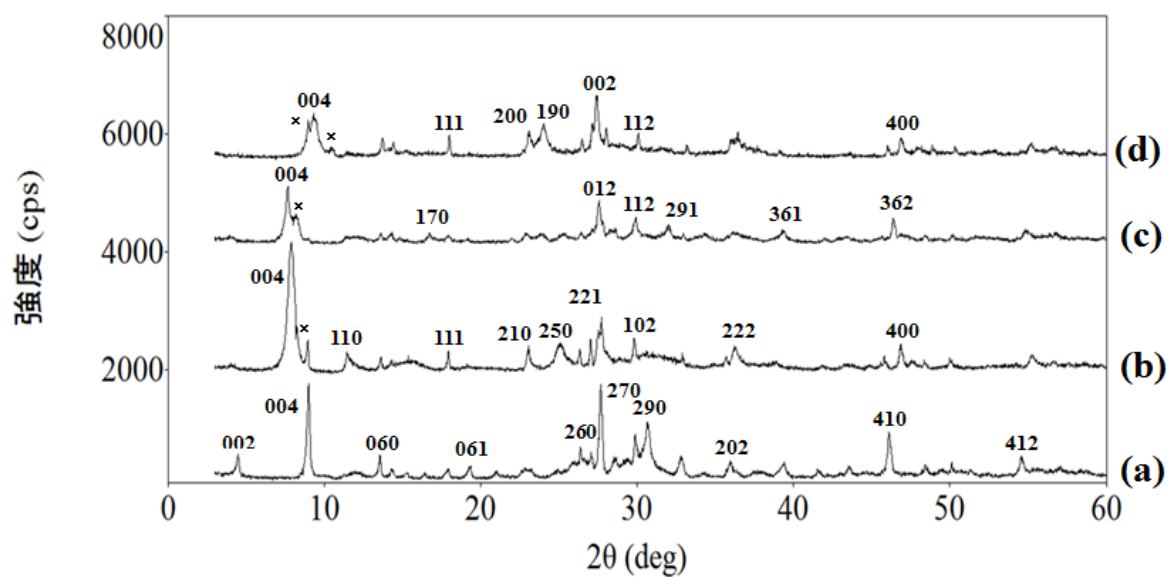


図2 生成物のXRDパターン (a) $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (b) $\text{Rb}_{0.19}\text{Li}_{3.81}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (c) $\text{Rb}_{0.10}\text{Na}_{3.90}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (d) $\text{Rb}_{0.13}\text{H}_{3.87}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (xは未知ピーク)

表1 生成物の組成と格子定数

Compositions	a / nm	b / nm	c / nm
$\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	0.788	3.90	0.646
$\text{Rb}_{0.19}\text{Li}_{3.81}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	0.776	4.53	0.651
$\text{Rb}_{0.10}\text{Na}_{3.90}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	0.775	4.64	0.650
$\text{Rb}_{0.13}\text{H}_{3.87}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0.774	3.84	0.650

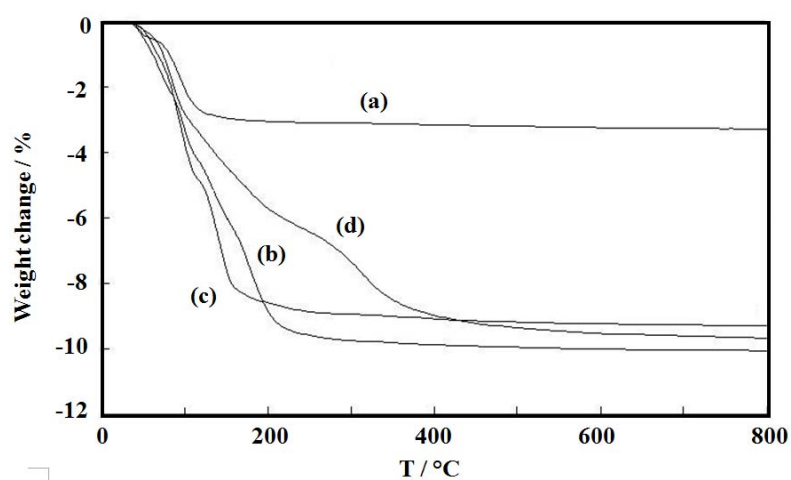


図3 熱重量分析結果 (a) $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (b) $\text{Rb}_{0.19}\text{Li}_{3.81}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (c) $\text{Rb}_{0.10}\text{Na}_{3.90}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (d) $\text{Rb}_{0.13}\text{H}_{3.87}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

0.6457(2) nm と報告している. いずれの試料においても a 軸と c 軸の格子定数はほぼ同じであることがわかる. なお, b 軸の長さは, 積み重なるの単位となる層の 4 層分の厚さに相当する. この b 軸の値は $\beta\text{-Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の格子定数として報告している値に近いことがわかった. この層間に存在する水分量の違いの理由は, 現在のところ明らかではないが, Oono らは, 合成時に Rb/Ta の原子比を本来の 2/3 ではなく, $3/5 = 0.6$ として合成しており, 本来の組成と異なった化合物である可能性が考えられる. 本研究で得られた試料は, 電気炉から取り出して 24 時間以上たった後に測定を行うと, その XRD パターンには, 新たな $d = 1.11 \text{ nm}$ の小さいピークが認められるようになってきた. これは, $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の組成よりもさらに多くの水が層間に入った別の相が少量共存するようになるためであると考えられる.

3.2 イオン交換

3.2.1 リチウムイオン交換

リチウムイオン交換生成物の XRD パターンを図 2(b) に示す. この試料の熱重量分析の測定結果を図 3(b) に示す. 層間水の脱離によると考えられる減量が室温から 200°C 付近までに見られた. 化学分析と熱重量分析の測定結果より, 組成は $\text{Rb}_{0.19}\text{Li}_{3.81}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ と見積もることができた. 層間の Rb^+ の 95.3% が Li^+ にイオン交換された試料が得られた.

この生成物の XRD パターンは斜方晶として指数付けすることができた. その格子定数を表 1 に示す. なお, XRD パターン中には $d = 0.99 \text{ nm}$ の小さな未知ピークが存在した. a 軸と c 軸の格子定数は $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の格子定数と比較してほとんど変化していないので, 試料の層構造はイオン交換後も保たれているものと考えられる. 先に報告した $\text{Cs}_4\text{Nb}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 層間の Cs^+ と Li^+ とのイオン交換生成物では, $\text{Cs}_{0.26}\text{Li}_{3.01}\text{H}_{0.73}\text{Nb}_6\text{O}_{17} \cdot 7.8\text{H}_2\text{O}$ の組成の単一相が得られ, その格子定数は $a = 0.773 \text{ nm}$, $b = 4.35 \text{ nm}$, $c = 0.652 \text{ nm}$ と報告している^{25,26}. a 軸と c 軸の格子定数はほとんど同じであるが, b 軸は若干大きい. これは, 層間水の量が $\text{Rb}_{0.19}\text{Li}_{3.81}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ のほうが多いためであると考えられる.

イオン交換前の $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ においては Interlayer I と Interlayer II の内, Interlayer I のみに水分子が存在するが, イオン交換後は両方の層間に存在するようになり, 層間水の量が増えて層間距離も大きくなったものと考えられる. これは, Li^+ に水分子が配位するときの

安定化のエネルギーが Rb^+ の場合よりも大きいので, Interlayer II にも水分子が入るためであると考えられる. $\text{Cs}_4\text{Nb}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の Li^+ イオン交換生成物においても, 同様にすべての層間に水分子が存在する生成物が得られることを報告している.

3.2.2 ナトリウムイオン交換

ナトリウムイオン交換生成物の XRD パターンを図 2(c) に示す. この試料の熱重量分析の測定結果を図 3(c) に示す. 層間水の脱離によると考えられる減量が室温から 150°C 付近までに見られた. 化学分析と熱重量分析の測定結果より, 組成は $\text{Rb}_{0.10}\text{Na}_{3.90}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ と見積もることができた. 層間の Rb^+ の 97.5% が Na^+ にイオン交換された試料が得られた.

この生成物の XRD パターンは斜方晶として指数付けすることができた. その格子定数を表 1 に示す. なお, XRD パターン中には $d = 1.05 \text{ nm}$ の小さな未知ピークが存在した. a 軸と c 軸の格子定数は $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の格子定数と比較してほとんど変化していないので, この場合も, 試料の層構造はイオン交換後も保たれているものと考えられる. 先に報告した $\text{Cs}_4\text{Nb}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 層間の Cs^+ と Na^+ とのイオン交換生成物では, $\text{Cs}_{0.04}\text{Na}_{3.96}\text{Nb}_6\text{O}_{17} \cdot 7.0\text{H}_2\text{O}$ の組成の単一相が得られ, その格子定数は $a = 0.784 \text{ nm}$, $b = 4.21 \text{ nm}$, $c = 0.646 \text{ nm}$ と報告している^{25,26}. この場合についても a 軸と c 軸の格子定数はほとんど同じである. b 軸が若干大きいのは, やはり層間水の量が $\text{Rb}_{0.10}\text{Na}_{3.90}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ のほうが多いためであると考えられる.

イオン交換前の $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ においては Interlayer I と Interlayer II の内, Interlayer I のみに水分子が存在するが, イオン交換後, 先に述べたリチウムイオン交換生成物と同様に, 両方の層間に存在するようになるものと考えられる. Li^+ イオン交換の場合と同様に, Na^+ に水分子が配位するときの安定化のエネルギーが Rb^+ の場合よりも大きいことによると考えられる. これは, $\text{Cs}_4\text{Nb}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の Na^+ イオン交換生成物の場合と同様である.

3.2.3 水素イオン交換

水素イオン交換生成物の XRD パターンを図 2(d) に示す. この試料の熱重量分析の測定結果を図 3(d) に示す. 層間水の脱離によると考えられる減量が室温から始まり, 200°C 付近まで続いた. さらに 400°C 付近まで, 層間の H^+ が構造の酸素と結合して H_2O となって脱離することによる減量が見られた. 化学分析と熱重量分析の測定結果より, 組成は $\text{Rb}_{0.13}\text{H}_{3.87}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ と

見積もることができた。層間の Rb^+ の 96.8% が H^+ にイオン交換された試料が得られた。

この生成物の XRD パターンは斜方晶として指数付けすることができた。その格子定数を表 1 に示す。なお、XRD パターン中には $d = 0.99 \text{ nm}$ と $d = 0.86 \text{ nm}$ の未知ピークが存在した。 a 軸と c 軸の格子定数は $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ の格子定数と比較してほとんど変化していないので、この場合もリチウムやナトリウムイオン交換の場合と同様に試料の層構造はイオン交換後も保たれているものと考えられる。先に報告した $\text{Cs}_4\text{Nb}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 層間の Cs^+ と H^+ とのイオン交換生成物では、 $\text{Cs}_{0.68}\text{H}_{3.32}\text{Nb}_6\text{O}_{17} \cdot 4.0\text{H}_2\text{O}$ の組成の単一相が得られ、その格子定数は $a = 0.765 \text{ nm}$, $b = 3.62 \text{ nm}$, $c = 0.655 \text{ nm}$ と報告している^{25,26)}。 a 軸と c 軸の格子定数はほとんど同じであるが、 b 軸は若干大きい。これは、層間水の量が $\text{Rb}_{0.13}\text{H}_{3.87}\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ のほうが多いためであると考えられる。

イオン交換前の元の $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ と比較すると、層間距離は 3.90 nm から 3.84 nm にわずかに減少した。これは、層間水が 3 から 6 に増加したものの、イオン半径の大きいルビジウムイオンが水素イオンにイオン交換されたことによるものと考えられる。層間水はもとの $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ と同様に Interlayer I のみに存在すると考えられる。 $\text{Cs}_4\text{Nb}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 層間の H^+ イオン交換生成物においても、Interlayer I のみに水分子が存在する生成物が得られることを報告している。

4. まとめ

層状タンタル酸塩 $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ を合成した。この化合物の層間に存在する Rb^+ と、 Li^+ , Na^+ および H^+ のイオン交換について調べた。 Li^+ イオン交換では、層間に存在する Rb^+ の 95.3% が Li^+ にイオン交換された。層間水の量は組成式あたり 3 から 9 に増加し、Interlayer I と Interlayer II のどちらにも存在するようになった。 Na^+ イオン交換では、 Rb^+ の 97.5% が Na^+ にイオン交換された試料が得られた。層間水は 3 から 8 に増加し、 Li^+ にイオン交換生成物と同様に、Interlayer I と Interlayer II のどちらにも存在するようになった。 H^+ イオン交換では、 Rb^+ の 96.8% が H^+ にイオン交換された試料が得られた。層間水は 6 に増加したが、イオン交換前の $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ と同じく、Interlayer I のみに存在すると考えられる。本研究で得られた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 31 号, 37(2007).
- 24) 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).
- 25) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 32 号, 29(2008).

- 26) M. Ohashi, Key Engineering Materials, **445**, 65(2010).
- 27) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 37 号, 25(2013).
- 28) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 38 号, 57(2014).
- 29) 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).
- 30) 大橋正夫, 徳山工業高等専門学校研究紀要, 第 36 号, 31(2013).
- 31) M. Gasperin and M. T. L. Bihan, J. Solid State Chem., **33**, 83(1980).
- 32) M. Gasperin and M. T. L. Bihan, J. Solid State Chem., **43**, 346(1982).
- 33) M. Serafin and R. Hoppe, Rev. Chem. Miner., **20**, 214(1983).
- 34) N. Kinomura and N. Kumada and F. Muto, J. Chem. Soc Dalton Trans. 2349(1985).
- 35) K. Sayama, H. Arakawa and K. Domen, Catalysis Today, **28**, 175(1996).
- 36) A. Oono, K. Suda, D. du Boulay and N. Ishizawa, J. Ceram. Soc. Jpn. Suppl. **112**, S1444(2004).

(2015. 9. 18 受理)

ミャンマーにおける技術者高等教育の現状と課題

天内和人^{*1} 北村健太郎^{*2}

Current Situation and Issues of Myanmar's Engineering education

Kazuhito AMANAI^{*1} and Kentarou KITAMURA^{*2}

Abstract

Myanmar is the largest country by geographical area in the Association of Southeast Asian Nations (ASEAN). Its history and culture are greatly influenced by its neighbors – India and China – which represent two of the world's great civilizations and also two of the world's most populous nations. Its geographic location at the intersection of China and India makes it well positioned to resume its traditional role as a regional trading hub and a key supplier of minerals, natural gas, and agricultural products. Myanmar is currently in a transition from a centrally directed economy to a market-oriented economy, and from 60 years of conflict to peace in its border areas. In this report, we outline current situation of, and issues within Myanmar and its Engineering education.

Key Words : Engineering education, Myanmar

1. 調査研究の目的

本研究は、東南アジア諸国連合（ASEAN）に加盟し、近年、急速に民主化・経済改革が進み注目されているミャンマーの技術者高等教育プログラムについて調査・研究し、その達成度を国際的な視点で認識する事で、今後、ますます日系企業の進出が盛んになると予想されるミャンマーにおける技術者教育システム全体の現状と課題を明らかにする事を目的とする。

2. ミャンマー連邦共和国の現状

ミャンマーは、日本の約 1.8 倍の国土に 5,142 万人（2012 年の IMF 推定値約 6,400 万人から 2014 年 9 月に下方修正）の人的資源とともに、天然ガスなどの豊富な天然資源に恵まれ、中国、インド、東南アジア諸国連合（ASEAN）で南部経済回廊の中

心であるタイとも国境を接する地政学的に重要な場所に位置している。

同国は 1948 年にイギリスからビルマとして独立を果たし、1962 年の軍事クーデターによりネ・ウィン将軍のもとビルマ連邦社会主義共和国を設立し、経済が閉鎖的となって停滞を始めた。1988 年のクーデター以降の新軍事政権を経て、2011 年 3 月のテイン・セイン大統領就任により民政に移管され、その後、同政権は 2015 年に実施される予定の大統領選挙・総選挙も視野に入れつつ、急速に民主化と経済改革を進め、現在、その産業発展の潜在的な能力の高さと、市場としての重要性から注目が集まっている。

国民の 68%を占めるビルマ族が多く居住する 7 地方域（カチン、カヤー、カレン、チン、モン、ラカイン、シャン）と少数民族（シャン族 9%、カレン族 7%、その他 16%）が多く居住する 7 州（ザガイン、タニンダリー、バゴー、マグウェ、マンダレー、ヤンゴン、エ

^{*1} 一般科目

^{*2} 機械電気工学科

ーヤワディ)の地方行政区分に分かれており、中国と国境を接する北部のカチン州などでは内戦状態が続いている。首都は、2006年にネピドーに移転したが、経済の中心は旧首都であるヤンゴンである。

2014年時点のミャンマーの名目GDPは、IMF推計で62.80(単位10億USドル)であり、ASEAN諸国の中で中進国とされるタイ、フィリピン、およびミャンマーとともに経済成長で海外からの注目を浴びるベトナムよりも低く、カンボジア、ラオスより僅かに高い(図1)。ミャンマー経済は、依然として米を主要農産物とした農林水産業に大きく依存しており、名目GDPの36.4%(2012年)を占めている。

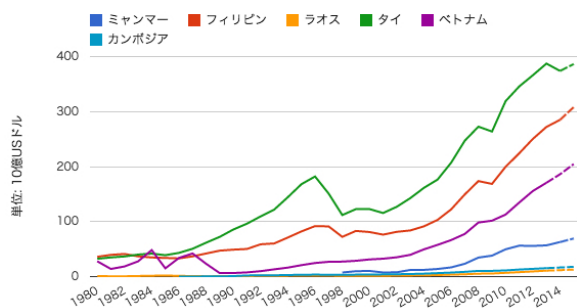


図1. 名目GDPの推移

しかし、国民一人当たりの名目GDPは、2014年時点で1,221.36USドルで、タイ(5,444.56USドル)の1/4以下とかなり低く、ASEAN諸国中の最貧国と言われるラオスよりも低く、カンボジアとともに最も低い水準に止まっている(図2)。

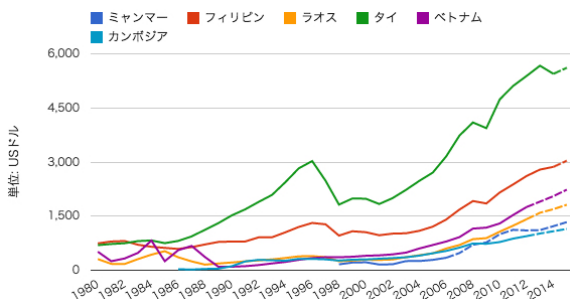


図2. 一人当たりの名目GDPの推移

2000年以降の経済成長率は、2007年まで10%を超える高いレベルで推移していたが、2008年から2014年までは3.6~8.25%の間での推移に止まっており、ミャンマーの経済発展が初期段階であることを考慮すると、予想されるレベルよりやや低い成長率であると思われる(図3)。

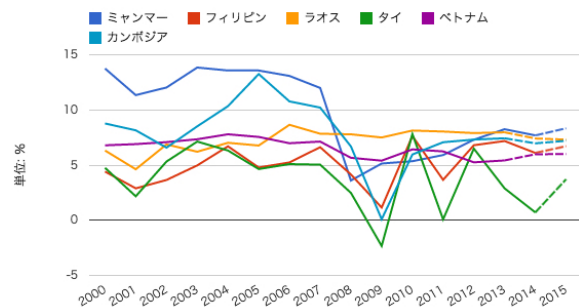


図3. 経済成長率の推移

日本財団ヤンゴン事務所は、ミャンマーにおいて学校建設や少数民族問題解決支援等の事業を行っている。今回の調査訪問では、主として現地の市民生活の一般的な状況を調査した。

同事務所によると、ミャンマー、特にヤンゴンなどの都市部では物質的に豊かになりつつあるものの、一般市民、特に地方への財の分散は進んでおらず、経済格差が拡大しつつあるとのことであった。また食料等の生活必需品は安価であるが、地価、家賃の高騰が進行しており、市民生活を圧迫しつつあると言われている。ヤンゴン市内でさえも、貧富の差は歴然としており、特に、都市部と地方農村部との経済格差の実態を把握する必要がある、現代ミャンマーにおいて経済格差および貧困問題の解決は、今後の大きな課題となっている(写真1)。また、公共交通機関の整備が遅れているヤンゴンなどの都市部では、自動車輸入規制の緩和等に伴い2012~2013年度の車両登録台数が前年度比で約37%増加を示す一方、これに対応するための道路の拡張、交差点の改良、立体交差の建設、信号機の設置などのインフラの整備が遅れているため、激しい交通渋滞が発生し、経済活動等へも深刻な問題を引き起こしつつある。



写真1. ヤンゴン市内の様子

2000年以降のインフレ率を見ると、2002年に58.10%、2007年に30.94%と高いインフレ率であったが、経済成長率の下がった2008年以降は10%を下回っており、2014年には5.94%と、物価は比較

的落ち着いたレベルで推移している（図4）。特に、食料品等の生活必需品の価格は安定しているとされ、食生活についてはカンボジア、ラオス、ベトナム並みで、一定の豊かさに達していると報告されている。

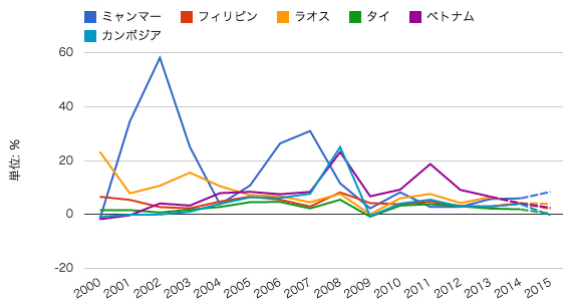


図4. インフレ率の推移

一方、不動産価格の高騰は深刻で、東南アジアで最貧国のひとつであるミャンマーの中心都市ヤンゴンのオフィーススペースは、現在、東南アジアでは最も価格が高く、78 ドル/1㎡と言われ、東京やニューヨークなどを上回ると言われている。オフィース、ホテル等の建設は急ピッチで進行しているが、土地価格の上昇が建設に歯止めをかけつつあり、依然として需要の増加に供給が追いついていないという現状が見られる。それに伴い一般市民の住居の価格も上昇していることが予想されているが、詳細は不明である。

3. ミャンマー連邦共和国への日本企業の進出

現在、ミャンマーに国際社会の注目が集まっている。ミャンマーは、天然ガスに代表される豊富な天然資源を有するとともに、広大で肥沃な国土で豊かな農産物を産する。また人口も5000万人を超える巨大な市場であり、企業の生産拠点、市場、資源や原料の調達先として有望である。

帝国データバンクの2011年度調査「企業立地に関する動向調査」によると、日本企業の業績回復とともに、海外での立地（移転・新設）を検討している企業が増加し、施設として『事業所』に続き、『工場』の立地を検討している企業が36.6%となっている。立地先として魅力を感じる国としてはベトナムを筆頭として、中国以外のアジア諸国への関心が高まっている。特に、ミャンマーは、旧イギリス領として英語の普及率が高いと考えられていること、国民レベルでの対日感情の良さ、外資に対する法律上の制度（特惠関税）が整えられている事などから、期待が高まっており、近年、日本企業の進出が急速に進

行している。実際に、民主化前の2010年に52社であった日本企業の進出数は、2012年に91社、2013年に156社、2014年に280社と、民主化後の4年間で5.4倍に拡大している（図5）。

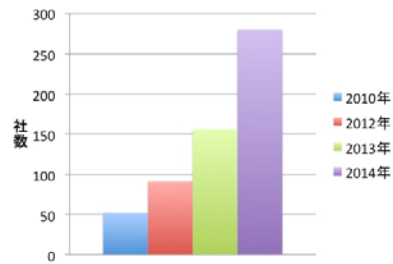


図5. ミャンマー進出の日本企業数

ミャンマーに進出した日本企業は、各種サービス業や卸売業が最も多いが、建設業や製造業の進出も目立ってきている。特に建設業は、2010年に4社のみの進出であったものが、2014年には22社と大幅に増加しており、インフラ整備が課題となっているミャンマーにおいて、今後も、建設業や製造業などの企業の進出が増加することが予想される（表1）。

現地に進出している日本企業として復建調査設計（株）ヤンゴン事業所への訪問調査を実施した。同社は、広島に本社をおき、地質調査、測量、建設コンサルタントを行う従業員数約600名の総合コンサルタント企業である。1997年というかなり早い時期にミャンマーに事業所を開設し、同国で18年間に渡り活動し、現地において多くの事業経験を持つ。もともとカレン州で薬草の加工トレーニング施設の調査・設計などの事業を実施していた。

現在、同社ヤンゴン事業所は90名の従業員で構成されているが、日本人スタッフは4名のみで、主として現地で従業員を採用している。技術系従業員はヤンゴン工科大学を卒業しており、女性技術者が多い。現地採用スタッフの初任給は1万5千円～2万円、平均給与3～4万円で、他のASEAN諸国に比べると人件費が安価である。現地採用技術者の特徴として、真面目ではあるが計画的に実行する能力に欠ける、業務の実施内容、問題点、課題などの記録をしない、チームワーク力が低いなどの問題点が挙げられた。また学士レベルの設定が定まっておらず、その資質にばらつきが大きいとも指摘されており、技術者高等教育機関の学士課程で質の保証が出来ていない状況が伺われた。一方、英語による基本的コミュニケーション能力は高いとのことであった。

表 1. ミャンマー進出の日本企業（業種別）

	2010 年		2012 年		2013 年		2014 年		増減率 前年比 (%)
	社数	構成比 (%)	社数	構成比 (%)	社数	構成比 (%)	社数	構成比 (%)	
建築業	4	7.7	7	7.7	9	5.8	22	7.9	144.4
製造	7	13.5	13	14.3	27	17.3	43	15.4	59.3
卸売	20	38.5	34	37.4	49	31.4	68	24.3	38.8
小売	4	7.7	5	5.5	7	4.5	15	5.4	114.3
運輸・通信	3	5.8	10	11.0	21	13.5	33	11.8	57.1
サービス	9	17.3	14	15.4	29	18.6	69	24.6	137.9
不動産	1	1.9	1	1.1	3	1.9	7	2.5	133.3
その他	4	7.7	7	7.7	11	7.1	23	8.2	109.1
合計	52	100	91	100	156	100	280	100	79.5

4. ミャンマー連邦共和国の学校制度

このようにミャンマーの潜在的可能性は非常に高いことが認識され、日本企業の進出が続いているが、発展途上国に共通の制約的条件として、急速な経済発展の進捗に伴う人材供給の不足が挙げられる。すなわち低賃金の未熟練労働力の供給が豊富である一方、熟練労働力や現地技術者などが不足することが懸念されている。

そこで、本研究では、ミャンマーに進出する日本企業の一員として活躍できる技術者の育成という観点から、主な分析対象を、ミャンマーの技術者高等教育プログラムの取組み状況と達成度を中心とし、次の5点を主要な調査項目として設定した。

- 1) ミャンマーの技術者高等教育制度および設置基準
- 2) ミャンマーの技術者高等教育プログラムにおける質保証に向けた取組み状況
- 3) ミャンマーの技術者高等教育プログラムにおける「コミュニケーション力」と「チームワーク力」の涵養に向けた取組み状況
- 4) ミャンマーに進出している日系企業が要求する技術者の「コミュニケーション力」と「チームワーク力」の内容
- 5) ミャンマーの技術者高等教育プログラムにおける成果（アウトカム）が日系企業の要求する「コミュニケーション力」と「チームワーク力」の水準にどの程度対応出来ているか

ミャンマーの技術者高等教育は制度や設置基準、

認定されたプログラムの取り組み状況等に不明確な部分が多く、今後、日本を含むアジア諸国の技術者教育認定機関が相互理解・相互協力を進めていくためにも、詳細に調査・研究する必要がある。

ミャンマーにおける学校制度は、小学校5年間、中学校4年間、高等学校2年間、高等教育機関（短期大学、大学、その他各種職業学校）3～6年間で構成されている。初等・中等教育における就学率は、小学校（96.56%）、中学校（42.2%）、高等学校（32.6%）となっており、中等教育以上の就学率が急激に低下している。義務教育制度はいまだに導入されていないが、5歳に達したすべての児童に小学校に入学する権利が保証されており、小学校の就学率が高い。そのため識字率は、カンボジアとラオスを除く東南アジア諸国と同様、成人識字率が95.15%と高い。教育言語はミャンマー語であるが、基礎教育が始まる幼稚園段階から英語教育が必修として行われ、高校では数学や科学の授業が英語で行われており、英語による基本的なコミュニケーションが可能な一般市民も多い。これは旧イギリス領として一般市民の英語の普及率が高いことも要因として考えられる。小・中・高等学校（1～11年生）までの進級および11年生の修了については、各教科修了テスト及び学年末試験により学力が評価されている（図6）。一方で、地域や人によって経済レベルも様々なため、学校そのものが未整備のため僧院での無料教育などが実施されている地域や、都市部には私立の修学前教育機関も存在し、教育においても格差が歴然と存在する（写真2）。



図6. ミャンマーの初等・中等教育制度



写真2. 私立修学前教育施設（ヤンゴン）

ミャンマーの高等教育には、大学と職業専門学校が存在する。近代的高等教育は、1857年に設立されたインドのカルカッタ大学の付属校として設立されたラングーン・カレッジを起源とする。大学入学試験は、11年生（高校）卒業試験を兼ねる「全国共通試験（セーダン試験）」を受験し、大学等への進学希望者は、その結果により大学、学部、専攻へと振り分けられる。セーダン試験の合格率は3割程度と言われており、7割程度は高校を卒業できておらず、大学にも進学できていないと言われる。

ミャンマーにおける高等教育機関の管轄は複雑で、現在、教育省の取りまとめのもと12省庁が管轄する168の機関が存在する（表2）。

表2 ミャンマーの高等教育機関

質保証機関	管轄	高等教育機関数
教育省	教育省	68
	科学技術省	61（工科大学31）
	保険省	15
	その他（9省）	24
	総数	168

高等教育機関は、2000年の再開から拡充と分散が

進められ、全7州（カチン、カヤー、カレン、チン、モン、ラカイン、シヤン）・7地方域（ザガイン、タニンダーリ、バゴー、マグウェ、マンダレー、ヤンゴン、エーヤワディ）に文理大学、教育大学、技術大学、コンピュータ大学が配置されている。また1992年には、通常の通学が不必要な遠隔教育大学が設置されている。このような大学の分散化は、学生が高等教育へアクセスする機会を増やしてはいるが、高等教育機関への進学者数は約47万人（進学率15%）と推定されており、他の東南アジア諸国と比較すると低い。教育省が管轄する高等教育機関の場合、修士課程以上の課程を持つ大学（University）、学士課程までの単科カレッジ（Degree College）、学士課程2年までのカレッジ（College）、基礎教育教員養成のための教育カレッジ（Education College）などの種別が存在する。標準的には、学士4年、修士2年、博士4年以上であるが、教育大学（Institute of Education）は5年、工科大学（Institute of Technology）は6年である。単位制度が導入されており、教育省管轄の大学では、標準的に1学期あたり20単位を8学期で取得し、160単位以上の取得が卒業要件となっている。講義は、モジュール制が採用されており、1週間当たり講義3時間、チュートリアル（個別指導）2時間で4単位となっている（図7）。



図7. ミャンマーの高等教育制度（工科大学）

技術者高等教育機関は、科学技術省が管轄しており、工科大学31校が存在している。なかでもヤンゴン工科大学とマンダレー工科大学の2校が、下ミャンマーと上ミャンマーの中心となり、両校共、全域から優秀な学生を集めて、ASEAN諸国と同等の水準の高等教育システムを確立するため、質の高い学部教育の提供を目指すとともに、他の工科大学に対して助言をする立場にある。ヤンゴン工科大学は、科学技術省が管轄する高等教育機関の中で最も古く、1924年に発足したラングーン大学工学部を起源とする。現在、土木、建築、機械、情報などを含む12の学科が6年間の学士課程、2年間の修士課程およ

び3年間以上の博士課程の教育を提供し、学士課程には約 1,000 名の学生が在籍していると言われる(図3)。工学系では同国で最もレベルの高い教育機関とされており、講義は、一般的に英語で行われている。

しかしながら、ヤンゴン工科大学 (Yangon Technological University) への訪問調査では、大学における教育・研究共に大小様々な問題を抱えている様子が伺えた(写真3)。



写真3. ヤンゴン工科大学訪問調査

最も大きな問題の一つは教員の質である。ミャンマーでは 1988 年に発生した学生の民主化デモに伴い、大学が断続的に閉鎖されたため、教育経験が不足している多数の若手教員が採用されている(ヤンゴン工科大学は 1988 年に閉鎖、2012 年に再開されている)。さらに実験・実習設備がほとんど整備されておらず、これに起因する教員の研究能力および業績が不足している。実数は把握できていないが、博士号を取得している教員数は少ないようである。大学の施設もロシア(旧ソビエト連邦)の協力により建設された建物を現在の使用しており、老朽化が甚だしい。もう一つの大きな問題は、教育の内容である。実験・実習設備が未整備なため、暗記中心の講義が実施されており、「コミュニケーション能力」や「チームワーク力」を育成するための実習・演習などは、ほとんど実施されておらず、受動的な学習が多い。多くの講義は英語で実施されている(比率等は未確認)とのことで、インタビューした教職員、学生の英語によるコミュニケーション能力は高い。ただし一部では、教員・学生の英語力不足による講義内容の理解不足などが懸念されている。特徴的に、女子学生の割合が非常に高く、現在でも約半数、数年前までは大多数の学生が女子学生だったと報告されている(正確な比率等未確認)。これは、近年まで続いた軍政下で、多くの男子が徴兵されたためと説明された。現在、同国は平和を取り戻し、男子学生の割合が増加中とのことである。

このようにミャンマーにおける技術者高等教育プログラムは、他の ASEAN 諸国と比較すると、明らかに達成度が低く、課題が多い。このような状況に対して、2013 年から国際協力機構(JICA)は京都大学等を含む国立大学7校を支援大学として、ヤンゴン工科大学とマンダレー工科大学に対して教員の教育・研究能力向上のため博士号取得の支援、短期研修および教育研究用機材の提供のための「工学教育拡充プロジェクト」を開始し、日本企業を含む民間企業が求める人材の育成を支援している。

5. 今後の展望

これまでミャンマーにおける技術者高等教育プログラムの相対的達成度を国際的な視点で比較・評価した研究はみられない。本研究により、ミャンマーの技術者高等教育プログラムの「コミュニケーション力」と「チームワーク力」の質保証が、グローバル化する社会の要求する水準にどの程度対応出来ているのかを明らかとし、その達成度を国際的な視点で認識することは、今後、ますます日系企業の進出が盛んになると予想されるミャンマーにおける技術者教育システム全体の現状と課題を明らかとし、そのあるべき姿、および日本企業が進出するための課題の明確化を可能とする。また「ミャンマーにおける技術系産業人材育成事業実施計画構築に係る調査」(平成24年度アジア産業基盤強化等事業:政策基礎研究所)によれば、ミャンマーにおける技術系産業人材育成において必要とされていることは、日系企業においてサブマネ人材として活躍しうる層に対する基礎的技術系技能の教育であるとされており、日本の技術者高等教育機関の中でも、工業発展を支える実践的な技術者の養成を目指し、「深く専門の学芸を教授し、職業に必要な能力を育成すること」(学校教育法第115条第1項)を目的として創設され、実験や実習を重視した15歳からの5年間一貫の早期技術者教育を特徴とし、中堅技術者の養成を目指している高等専門学校がミャンマーの人材育成に貢献しうる可能性は高い。このことはミャンマー政府内でも認識されており、2014年9月30日には、ミャンマーの科学技術大臣、駐日大使一行が国立高等専門学校機構を訪問し、木更津高専の機械工場等を視察し、日本の高等専門学校教育制度を、同国の技術者高等教育における参考にしたいとの意向を表明し、高専機構への協力を期待するとの発言をしている。

現在、東南アジア諸国は世界経済の中で、その存在感を増し急速な成長を遂げている。その人口も、合計すると6億人を超えと言われ、単なる生産拠点としてのみではなく、近い将来において巨大な市場としても期待されている。日本と地理的にも経済的にも近く、親日的な国も多いため、将来、日本にとって経済のみならず政治的にもより重要な地域となっていくことは間違いない。

東南アジア諸国は、「多民族」「多宗教」という共通点を持った国家群である一方、国ごとにはそれぞれ個性的で、独自の歴史的、文化的背景を持っている。これらの国々の特性を比較・検討するため、今後も東南アジア各国において、同様の研究を継続して実施する必要がある。

謝辞

本研究の一部は、新技術振興渡辺記念会による科学技術調査研究助成（平成26年度）によって実施されたものである。ここに記して謝意を表す。

文献

- 1) 政策基礎研究所：ミャンマーにおける産業人材ネットワークの形成に係る可能性調査（2012）
- 2) 政策基礎研究所：ミャンマーにおける技術系人材育成事業実施計画構築に係る調査（2013）
- 3) 熊谷章太郎：改革進むミャンマー - 貿易収支から見た今後の経済動向 - ，「環太平洋ビジネス情報 RIM」，12，pp. 107-120（2012）
- 4) みずほ総合研究所：全解説ミャンマー経済（2013）
- 5) 国際協力機構：工学教育拡充プロジェクト（2014）
- 6) エイ・チャン・プイン：現代ミャンマーの貧困研究（2014）

（2015. 8. 5 受理）

酸性土壌においてアーバスキュラー菌根菌の感染が宿主植物に及ぼす影響

井上 航^{*1*3} 山本 将太^{*1*4} 天内 和人^{*2}

The arbuscular mycorrhizal symbiosis enhances the antioxidative response of plant

Wataru INOUE ^{*1}, Shota YAMAMOTO ^{*1} and Kazuhito AMANAI ^{*2}

Abstract

In civil works, revegetation is performed in the ground or earth-fill structure exposed to the air. But those ground incline to acidity under oxidation by touching the air, or the influence of rain in many cases, makes it difficult for revegetation. Ecological revegetation using Arbuscular mycorrhizal fungi (AM fungi) symbiosis is noticed as one of the means improve vegetation effect in such a ground unsuitable for growth of plants. In this paper, we examined the effect of new AM fungi show higher effect that help growth of plant in acidic ground than that's already used as material.

Key Words : Arbuscular mycorrhizal fungi, symbiosis, acidic ground, revegetation,

1. 結 論

土木工事では、切土や盛土によって露出した地盤に緑化工を行う場面が多く存在する。この緑化工は、環境面への配慮というだけでなく、土粒子の結合、拘束による土砂流失の防止、地表被覆による雨滴侵食の防止等、地盤を安定させるための重要な役割を持つ。しかし、緑化を行うべき露出した地盤は、乾燥が激しい、土壌が硬い、土壌の養分供給能力が低い、酸性やアルカリ性に傾いているといった問題を抱えている場合がある²⁾³⁾⁴⁾。

このような問題を抱えている地盤で緑化工を行う際、植物を安定的に生育させるため、植物と土壤微生物の安定的な共生による持続性のある生態的な緑化が用いられる場合がある。その具体的な方法として、現在、政令指定土壌改良材であるアーバスキュラー菌根菌（AM菌）による植生効果の向上が注目

されている⁵⁾。

AM菌は植物が陸上に進出する段階から植物根と共生しており、現在でも種子植物の80%以上がこのAM菌と共生していると言われている⁶⁾。AM菌の感染状況のモデルを図-1に示す。AM菌は、適切な温度、水分条件下で発芽し、菌糸を伸ばす。菌糸が植物根と遭遇すると、AM菌は付着器を形成し、植物根内に侵入し、その後、菌糸は細胞間隙を伸張して、樹枝状体という植物と物質交換をするための器官を形成する。そして土中にも菌糸を伸ばし、そこから吸収した養水分を植物に提供する。土中の菌糸は植物根よりも広い範囲に伸びるので、植物根だけでは届かない場所にある養分を獲得することも可能になる。また、植物に養水分を提供する代わりにAM菌も植物から養分を受け取っている。さらに、養分を貯蔵するための、のう状体という器官を持つA

^{*1} 環境建設工学専攻

^{*2} 一般科目（生命科学）

^{*3} 現所属：山口県庁

^{*4} 現所属：光市役所

M菌も存在する⁷⁾。

緑化におけるAM菌の効果として、まず宿主植物による養分取り込みの増加がある。AM菌は植物根に感染し、土中のリン酸などの養分がより多く植物に取り込まれるようにする働きを持つ。そのため養分が少ない土地での植物の定着生育が促進される。また水分の吸収も増進されるため、乾燥地盤に対する耐性も生まれる。さらにAM菌共生による病虫害に対する抵抗性の増加も確認されており、他にも耐酸性、耐塩基性を増加させると推測されている種も発見されている⁸⁾。

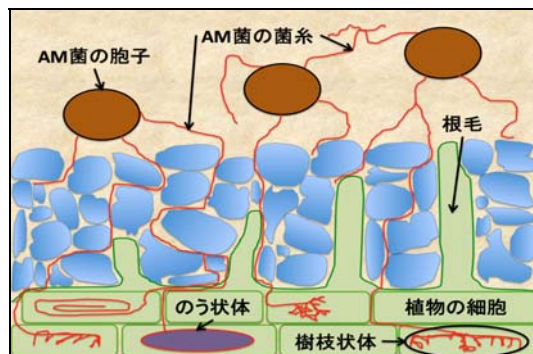


図-1 AM菌の感染状況のモデル

さらに、AM菌の感染がもたらすメリットは植物に対してだけではなく、土壌の団粒化が促進される、菌糸伸長によって根域土壌が安定し土壌浸食が防止されるといった地盤に対する効果もあるとされている⁹⁾。

一方、近年、火山性荒廃地に生息している植物から、新しいAM菌が発見された。火山性荒廃地の土壌は酸性に傾いているため、植物の生息には適さない¹⁰⁾。このことから、火山性荒廃地に生息している植物は、発見されたAM菌により酸性土壌に対する耐性が高められているという推測が立てられている。そこで本研究では、火山性荒廃地から新たに発見されたAM菌が酸性土壌で宿主植物にもたらす効果を調査し、酸性土壌における効果的な緑化工の確立を目指す。

2. 酸性土壌における植生試験

2.1 実験方法

2.1.1 生育条件

赤玉土を敷いた直径 90mm の黒ビニルポットに、pHを調節した真砂土を 300g 充填し、播種床とする。真砂土の pH調整は土壌 pH調整材(サンドセット)を添加することで行い、pH2.5, 3.5, 4.5, 5.5の4

種類を作成した。

播種床を作成後、*Lotus corniculatus* var.*corniculatus* (セイヨウミヤコグサ) 種子とAM菌資材を播種し、覆土(泥炭/バーミキュライト、70/30wt%の混合土)を敷く。セイヨウミヤコグサ種子はポットあたり50粒相当重量を播種し、AM菌資材は、胞子が1250個/m²の割合になるように使用した。

今回使用したAM菌資材は、新しく発見された種類であるA, B, AとBの2種を混合したC, 既知のAM菌であるD, 現在流通しているAM菌資材であるEの5種類である。AM菌の胞子数を上記の値にするため、A, B, C, Dは1ポットにつき0.16 g, Eは1ポットにつき1.28 g播種した。各種AM菌を使用したポットは各pHの条件につき、それぞれ4ポットずつ作成した。また、AM菌資材を使用せず種のみをまいたポットも各pHの条件につき4ポットずつ作成した。

ポット作成後は乾燥に応じて適宜灌水し、播種後2週間間隔で液体肥料ハイポネックス微粉の3000倍希釈を施肥した。施肥は各ポット一定となるように施肥する必要があるが、希釈度の高い液肥をポット内の土が飽和するまで与えることにより代行した。

植生試験(夏季)は、6~8月にかけて試験ポットを室外に設置して行った。また、11~1月にかけて安定した温度条件下での効果を調査するため、pH 4.5付近の土壌での植生試験(冬季)を行った。この追加試験では、室温を25℃に調整した温室で育成を行った。

2.1.2 宿主植物の生存率及び成長量の測定

播種後から2ヶ月経過した時点で、セイヨウミヤコグサの生存率と成長量の測定を行った。生存しているセイヨウミヤコグサの本数を数え、播種した50粒に対する割合を算出し、それらを平均して各条件における生存率とした。成長量は、セイヨウミヤコグサがポットに生えている状態で、スケールを用いて地上部の草丈を測定した。

2.1.3 感染率測定

AM菌が感染したセイヨウミヤコグサ根をサンプリングし、トリパンブルー染色を施した後、交点法により感染率を測定した。以下にその方法を示す。

a) 感染根のサンプリング及びトリパンブルー染色

ポットに水道水をため、その中に土ごとポットか

ら取り出したセイヨウミヤコグサを漬け、根をゆるやかにほぐす。ある程度ほぐれてきたら、流水で根に付着した土粒子などを洗い流しながら根を取り出す。

サンプリングした根は試験管にいれ、10%水酸化カリウム (KOH) 溶液を根が十分浸る程度注ぐ。その試験管を沸騰水につけ、根が透明感を持つまで15分程度加熱する。加熱後、KOH溶液を捨て、黄色い色が消失するまで水道水で根をよく洗い、5%の塩酸に約5分間根を浸し中和した後塩酸を捨てる。

その後、1%トリパンブルー溶液を乳酸で20倍に希釈したものを入れ、沸騰水につけて10分間加熱し、感染根の染色を行う。染色後トリパンブルー溶液を捨て、ラクトグリセロール溶液を入れて2日以上放置し、脱色した後、実体顕微鏡を用いて観察を行う。

また、根のサンプリング後すぐに染色操作を行わない場合は、乾燥しないようチャックつきのビニル袋に保存し、-20℃ で保存する。

b) 交点法による感染率の測定

ラクトグリセロール溶液を少量入れたシャーレに染色した根を広げて入れ、格子が印刷されたOHPシートをシャーレの下に敷く。その後実体顕微鏡を用いて格子の線と根が交わっている部分について、菌糸や樹枝状体の有無を観察することで感染しているか否かを判定し、それぞれの数をカウントする。感染根観察方法のイメージを図-2に示す。

また、感染率Cは式(1)により求める。

$$C = (C_c / C_a) \times 100 \quad (1)$$

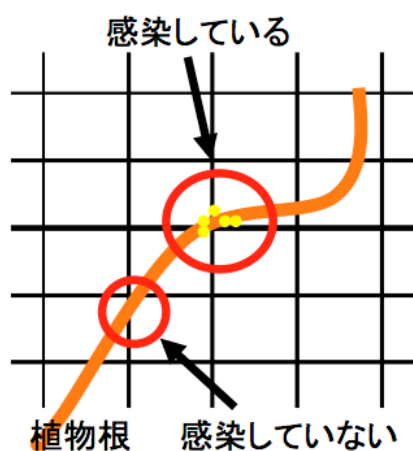


図-2 感染根観察方法

ここで、Cは感染率(%), C_cは感染の認められ

た交差数, C_aは全交差数を表す。また、C_aは100以上である必要があり、もし100に満たない場合は格子の目の粗さを変更し計測をやり直す。格子の目の間隔は、1mm, 2mm, 3mmの3種類を用いる。

2.1.4 感染率推移の調査

2.1.1と同様にポットを作成し、AM菌の植物根への感染率の推移の調査を行った。ただし、この試験では、真砂土のpHを酸性に傾けずにそのまま播種床として使用した。

AM菌資材はA, B, Eの3種類を使用し、2週間ごとに、8週目まで感染率を測定した。

2.2 実験結果および考察

2.2.1 植生試験(夏期)

pH5.5付近の土壌での平均生存率を図-3に、pH4.5付近の土壌での平均生存率を図-4に示す。土壌pH5.5付近では、新しいAM菌を使用した場合、他のAM菌を使用した場合に比べ優位性は見られなかった。しかし、土壌pH4.5付近では、新しいAM菌であるAを用いた場合に、宿主植物の生存率がAM菌を用いない場合の約4倍に保つことができた。

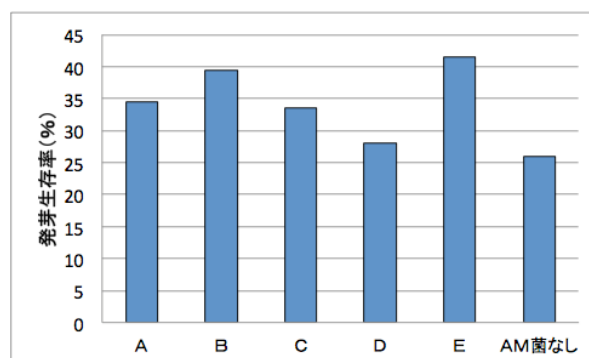


図-3 平均生存率 (pH5.5付近)

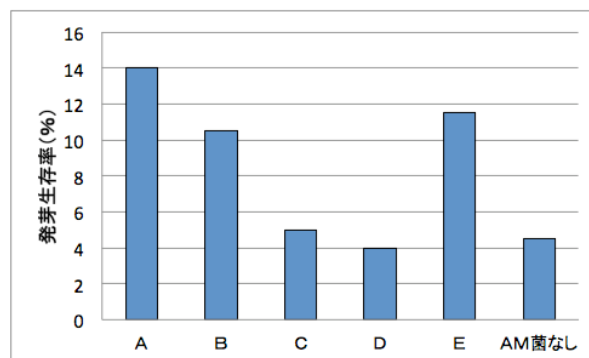


図-4 平均生存率 (pH4.5付近)

しかしながら、土壌pH3.5付近の土壌では、セイ

ヨウミヤコグサの発芽はみられたものの2ヶ月後には生存しておらず、pH2.5付近の土壌では、セイヨウミヤコグサの発芽が全く見られなかった。AM菌は、植物の根に共生する菌であるため、植物が発芽しない場合には効果を発揮することができない。そのため、このような極めて強い酸性を示す土壌においては、pH調整材や好酸性植物を用いて植物の発芽を促す必要がある。その後、植物とAのAM菌を共生させることで、極めて強い酸性を示す土壌においても宿主植物の生存率を高く保つことができるものと考えられる。

次に、pH5.5付近の土壌で宿主植物の生育状況及び成長量を図-5、図-6に、pH 4.5付近の土壌での生育状況及び成長量を図-7、図-8に示す。



図-5 生育状況 (pH5.5付近)

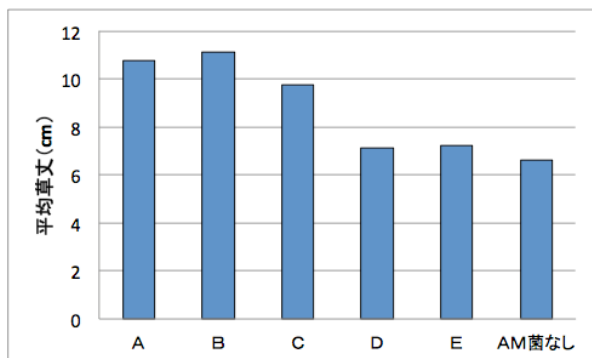


図-6 平均成長量 (pH5.5付近)

その結果、成長量に関して新しいAM菌を使用した場合の優位性が若干認められた。ただし、種の場合を含む全ての条件においてある程度の成長が見られるうえ、肉眼で観察した生育状況においても顕著な差は見られないことから、pH5.5付近の土壌においては新しいAM菌の優位性は低いと言える。だが、土壌pH4.5付近における試験ではAのAM菌を用いた場合の草丈の伸びが著しい。これはグラフからも、生育状況の写真からも明らかである。草丈の平均値はAM菌を使用しなかった場合の約20倍に

達し、従来のAM菌資材であるEを使用した場合と比べても2倍の値となっている。さらに、生存率に関しても高い値を示していたことから、酸性土壌で緑化を行う際、AのAM菌を緑化資材として併用することは非常に有効であると考えられる。

また、低地の土がpH4以下の強酸性になることはあまりない。そのため、実際の現場でもこのAM菌単体で酸性土壌の緑化をすることは可能であると考えられる。ただし、酸性硫酸塩土壌に関しては、pH3.5以下になる場合もあるため⁴⁾、pH調整材や好酸性植物を併用した緑化工法を検討する必要がある。



図-7 生育状況 (pH4.5付近)

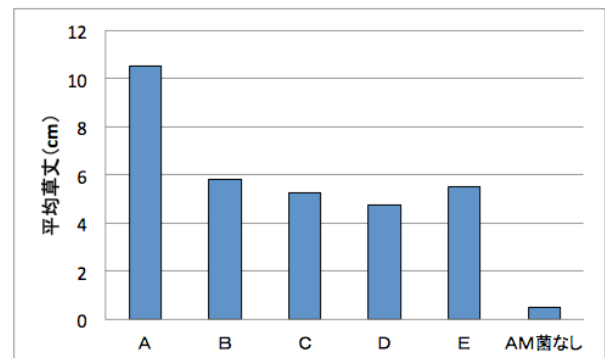


図-8 平均成長量 (pH4.5付近)

次に、AM菌の宿主植物根への感染率を、図-9に示す。酸性土壌において最も高い効果を示したAのAM菌が最も感染率が高く、あまり効果を示さなかったAM菌は、C以外の感染率が低いという結果が得られ、宿主植物の生育とAM菌の感染率には相関関係があることがわかる。

ただ、Cについては、高い感染率を示しているにもかかわらず、宿主植物の生存率、成長量において高い値を示さなかった。CはAとBを混合したものであるため、植物根にも、AとBが混在して感染していると考えられる。感染率のみが宿主植物の生育を左右するのならば、Cを感染させて植生を行ったポットについても、Aを感染させたものと同程度の

宿主植物の生存、生長がみられるはずである。しかし、Bが同時に感染することで効果が低下していることから、Bが植物根に感染することにより、酸性土壌において高い効果を持つAの感染率が低下し、宿主植物の生存率、成長量を低下させてしまっていると考えられる。このことから、植物の生育を促進させるには、AM菌の感染率を高く保つことが重要であるが、その際感染させるAM菌の性質も重要な要素であることがわかる。

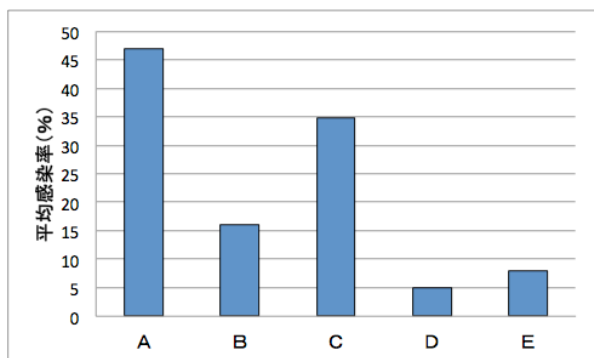


図-9 平均感染率

2.2.2 植生試験（冬期）

冬期に行った植生試験での宿主植物の発芽生存率、生育状況、平均草丈、AM菌の平均感染率の測定結果をそれぞれ図-10～13に示す。

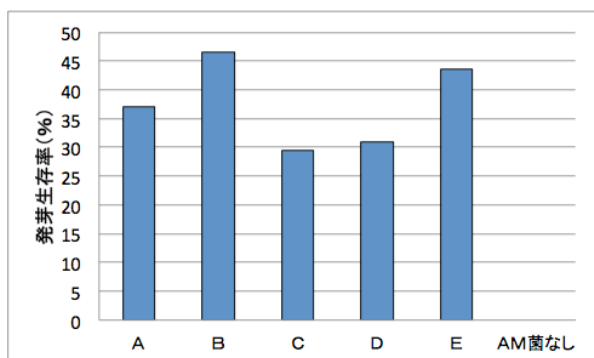


図-10 発芽生存率

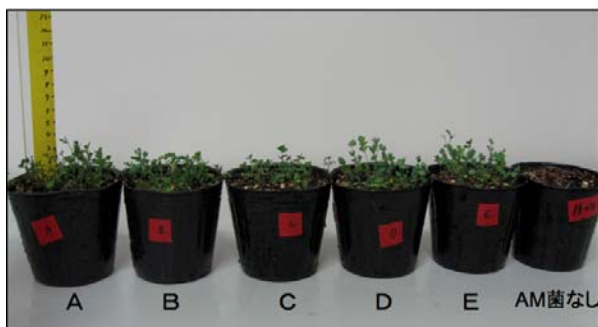


図-11 生育状況

植生試験（夏季）ではAに明らかな優位性が見られたが、植生試験（冬季）においてその優位性は見られない。最初に行った試験は夏場に行ったため温室内では気温が高くなりすぎる。高温による被害を防ぐためポットを外に置き試験を行ったが、それでも高い気温にさらされ、またそれによる土壌の乾燥がたびたび見られた。一方、この追加試験は秋～冬に温室内で気温を25℃に保ち行ったため、熱や乾燥の影響が無くなっている。これらのことを考慮すると、最初の試験に見られたAの優位性は、酸性土壌に対するものと、高温および土壌の乾燥に対するものが複合された結果得られたものである可能性もあるため、高温や乾燥条件下での試験も必要となる。

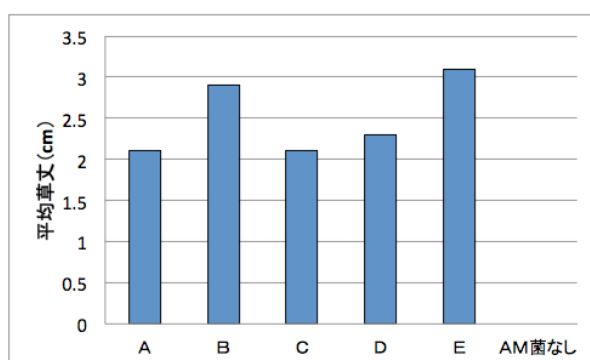


図-12 平均草丈

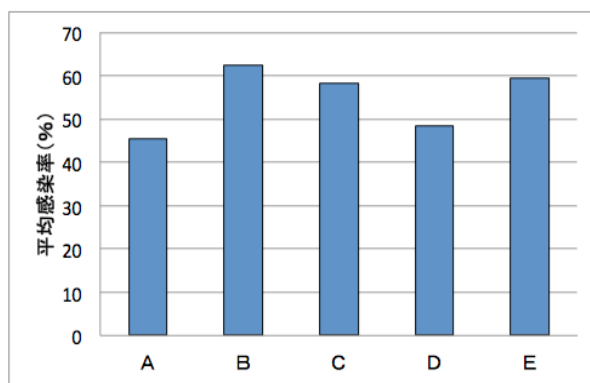


図-13 平均感染率

2.2.3 感染率推移

AM菌の、植物根への感染率の推移を図-14に示す。新しいAM菌であるAとBは、同じような感染の推移をたどっていることがわかる。植生試験（夏季）において、Cは高い感染率が見られたが、この結果と同様に、緑化の初期段階においてA、Bが同じ速さで感染していると考え、酸性土壌において優位性を持つAの感染率は、得られたデータの半分程度しかないという推測ができる。これを考慮すると、Cを用いた場合のAの感染率は、Aのみを用いた場

合よりも低下していることになり、Cを使用した場合に宿主植物の生長が促進されなかったという結果も妥当である(図-9)。また、これらの新しいAM菌は、流通している資材Eに比べ、早い段階で一度感染のピークを示していることがわかる。AM菌が早期に植物根に多く感染する要因としては、菌糸の伸びる速度が速く早期に菌糸が広い範囲まで広がることや、菌糸が植物根に達してから植物根内に入り込む速度が速いといったことが考えられる。これらの特性が、新しいAM菌が植物に酸性土壌耐性をもたらしていると推測できる。

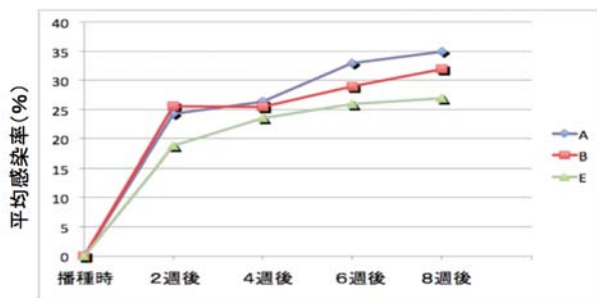


図-14 感染率推移

3. 中和剤との併用試験

新しいAM菌を用いた場合でも、土壌pH 3.5以下の場合には緑化を行うことができなかった。そのため、pH 3.5、2.5の土壌において中和剤(苦土消石灰)や植生基盤材を用い、宿主植物の発芽の補助及び土壌pHの改善を行った状態でAM菌の効果の比較を行った。

3.1 実験方法

本試験では、2の酸性土壌試験と同様の方法で作成したpH 3.5、2.5の播種床を用い、中和剤や植生基盤材を使用しないもの(ナシ区)、酸性土壌の上に中和剤を散布した後に植生基盤材を敷いたもの(散布区)、植生基盤材中に中和剤を混合した混合植生基盤を酸性土壌の上に敷いたもの(混合区)の3つの施工方法を用い、これらの方法とAM菌資材を併用した場合の植生効果の比較を行った。また、植生基盤にはpH調整を行っていない真砂土を、中和剤には苦土消石灰を使用した。混合植生基盤には、真砂土と苦土消石灰を重量比5000:1で混合したものを使用した。これらのpHを表-1に示す。

ナシ区では、赤玉土を敷いた直径90mmの黒ビニルポットに、酸性土壌を300g充填し、播種床とした。

散布区では、同様の黒ビニルポットに酸性土壌を250g充填した後、中和剤0.01gを散布してから植生基盤を充填して播種床とした。混合区では、酸性土壌の上に混合植生基盤50gを敷き詰め播種床とした。

表 1. 各資材のpH

	pH	備考
植生基盤材	6.6	真砂土
中和剤	12.3	苦土消石灰
混合植生基盤	8.6	真砂土:苦土消石灰=5000:1

播種床作成後は、2の酸性土壌試験と同様に宿主植物種子の播種、AM菌資材の散布、覆土を行った。その後、室温を25℃に保った温室内にポットを設置し、10月～12月にかけての2ヶ月間植生を行った。

また今回の試験では、酸性土壌で宿主植物に酸性土壌耐性能を付与することが明らかとなったAを用いて植生を行った場合、流通している資材Eを用いて植生を行った場合の宿主植物の成長量を調査し、効果の比較を行った。また、AM菌を用いずに植生を行った場合の結果とも比較を行った。

3.2 実験結果および考察

pH 3.5の土壌では、全ての施工条件、AM菌の使用条件において60%前後の生存率が見られた。今回の試験も熱や乾燥の影響を排除して行ったため、ナシ区でも宿主植物の生存が確認されている。次に生育状況を図-15～17に示すが、どの条件においても新しいAM菌を用いた場合の宿主植物の生存率に優位な差は見られなかった。また、散布区、混合区共にナシ区と比較して高い成長量が見られないことから、今回の中和剤の使用条件では土壌pHの改善が十分に行われていなかったことが考えられる。

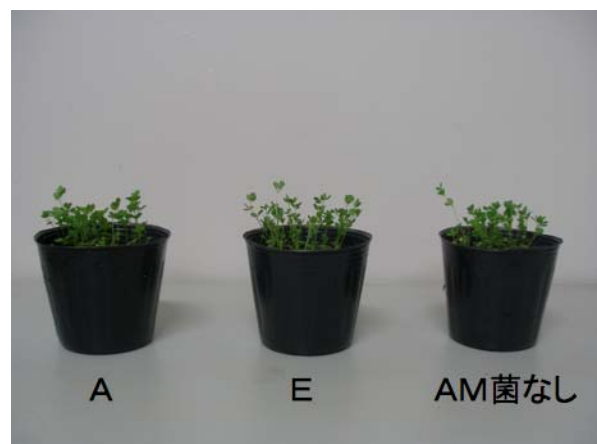


図-15 pH 3.5の土壌での生育状況(ナシ区)

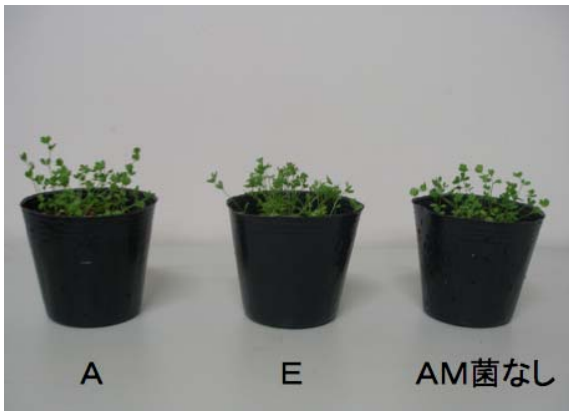


図-16 pH 3.5の土壌での生育状況（散布区）

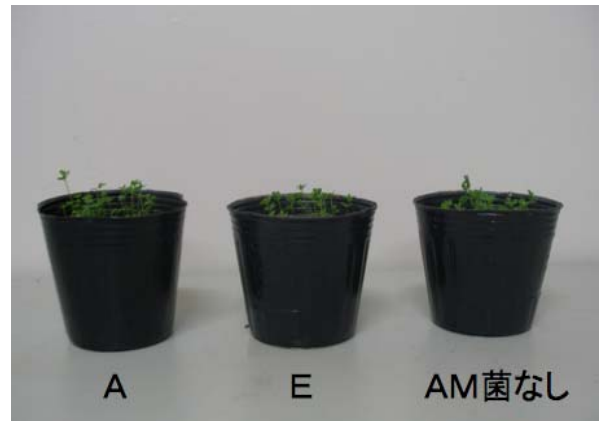


図-19 pH 2.5の土壌での生育状況（混合区）

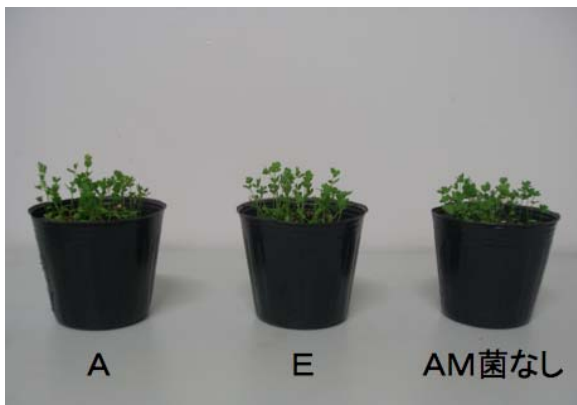


図-17 pH 3.5の土壌での生育状況（混合区）

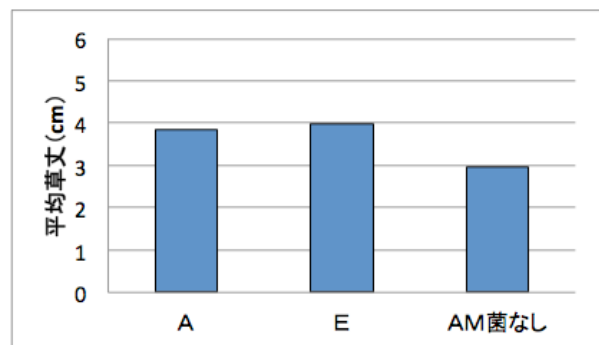


図-20 pH 2.5の土壌での宿主植物の平均草丈（混合区）

pH 2.5の土壌での試験結果を図-18～23に示す。土壌 pH が2.5まで低下すると、安定した温度条件下でも植生基盤なしでは宿主植物の発芽が確認できなかった。植生基板材を用いた場合には宿主植物の発芽は可能となっているが、十分な生長が見られないため、pH3.5の土壌の場合と同様に土壌 pH の改善が十分に行われていないことが考えられる。

またAM菌を使用しなかった場合の成長量はより小さいものとなっており、このような土壌では植物がAM菌を利用せずに養分を得ることは非常に困難であると言える。

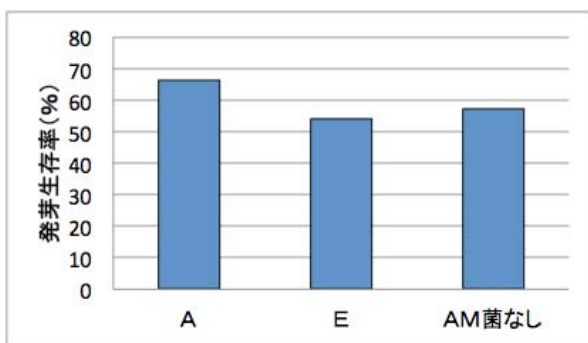


図-18 pH 2.5の土壌での宿主植物生存率（混合区）

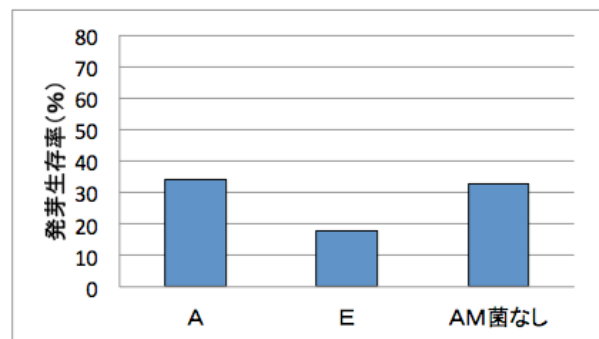


図-21 pH 2.5の土壌での宿主植物生存率（散布区）

これらの地盤で効率的に緑化を行うには、中和剤や宿主植物についてさらに検討をする必要がある。ただ、pH 3.5以下の土壌が形成されるような酸性硫酸塩土壌の場合でも、地表に露出した瞬間に土壌が強酸性を示すということはなく、露出後徐々に酸性化が進行する。AM菌を用いた場合、菌糸の伸張や植物根への感染率の増加に伴い徐々にその効果が増加していくと考えられるため、地盤の酸性化の進行に合わせて宿主植物に耐酸性を付与していくことが期待できる。そのため、より長期的な試験を行い、AM菌が十分に発達した状態で酸性土壌におけるA

M菌資材の有用性を検討する必要がある。

また、今回の試験においてもAのAM菌を用いた場合の宿主植物の成長量に優位な差が見られなかったことから、夏期の植生試験で見られたAの優位性は酸性土壌だけでなく熱や乾燥に対するものでもある可能性があるため、今後調査が必要である。

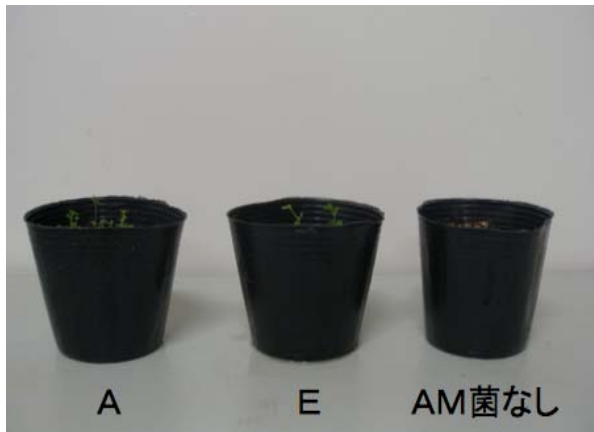


図-22 pH 2.5の土壌での生育状況（散布区）

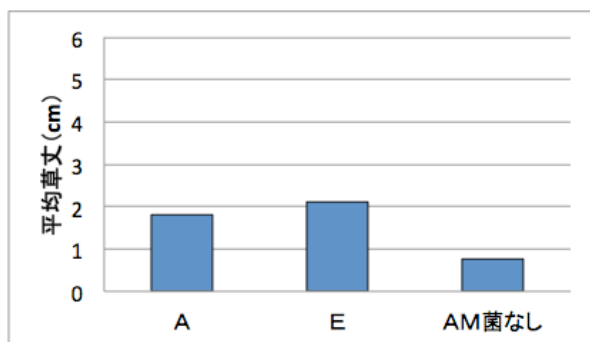


図-23 pH 2.5の土壌での宿主植物の平均草丈（散布区）

4. まとめ

本研究で、植生試験を行った結果、新しいAM菌であるAに酸性土壌での宿主植物の生育を助ける高い効果があることが明らかになった。Aを緑化工に用いることで、実際の現場でも、一般的な強酸性土壌においてはこのAM菌単体で緑化の促進が可能であると考えられる。また、このAM菌は酸性土壌における抵抗性だけでなく、土壌乾燥や熱ストレスに対する抵抗性を植物に付与している可能性があり、今後それらの環境ストレスに対する効果の確認が必要である。

さらに、植物に環境ストレス耐性を持たせる目的でAM菌を使用する際には、環境ストレス耐性を付与しない種を含む複数のAM菌を混合して用いると、

それらが同時に植物根に感染することで最も高い効果を持つAM菌の感染率が低下し、効果の低下につながってしまう可能性があるということも確認された。そのため、植物により高い環境ストレス耐性を持たせるには、最も高い効果を得られるAM菌1種のみを使用すべきである。また、土壌pHが3.5以下になるような強酸性土壌では、植生基盤材の使用により宿主植物の発芽及び生存は可能となるが、より効率的な緑化を行うには中和剤や宿主植物についてさらなる検討を行う必要がある。

今後は、AM菌の酸性土壌に対する効果のみでなく、熱や乾燥に対する効果の調査を行うとともに、菌糸の伸張状況の観察や分子生物学的手法による分類を行い、その生物学的特徴や機能を詳細に解明する必要がある。

さらに、AM菌資材を用いて植生を行った場合の地盤の強度特性の変化を、AM菌資材を用いずに植生を行った場合と比較して調査し、AM菌の緑化工事用資材としての有用性を検討する必要がある。

謝辞

本研究を行うにあたり、終始ご指導を戴いた徳山工業高等専門学校上俊二教授、並びにAM菌資材等を提供していただいた多機能フィルター株式会社みなさまに深くお礼申し上げます。

文献

- 1) 松井保, 早川清: 植生技術による斜面安定工法, pp.56, 森北出版, 2005.
- 2) 新田伸三, 小橋澄治: 全訂新版土木工事ののり面保護工, pp.118-123, 鹿島出版会, 1976.
- 3) 社団法人全国特定法面保護協会: のり面緑化工の手引き, pp. 76, 山海堂, 2006.
- 4) 日本緑化工学会: 環境緑化の事典, pp.254-259, 朝倉書店, 2005.
- 5) 松崎克彦: アーバスキュラー菌根菌とその利用, 農業および園芸, 84(1), pp.170-175, 養賢堂, 2009.
- 6) 磯部勝孝: 植物の根、菌根の発達と土壌物理性, 土壌の物理性, 86, pp.39-46, 土壌物理学会, 2001.

- 7) 枇杷雄介, 鈴木素之, 山本哲朗: 斜面表層土における根系の補強効果, 自然災害研究協議会西部地区部会報, 29, pp.61-64, 2005.
- 8) Didier Reinhardt : Programming good relations-development of the arbuscular mycorrhizal symbiosis, Current Opinion in Plant Biology, 10, pp.98-105, 2007.
- 9) 岡部宏秋: 森づくりと菌根菌, pp.75-77, 財団法人林業科学技術振興所, 1997.
- 10) 丸本卓哉, 河野伸之: 火山性荒廃地の菌根菌共生を利用した緑化, 日本緑化工学会誌, 26(4), pp.258-264, 2001.

(2015. 8. 17 受理)

教育用コンピュータのOSの設計

村田 侑暉^{*1} 重村 哲至^{*2}

Design of the OS for Educational Computer

Yuki MURATA^{*1} and Tetsuji SIGEMURA^{*2}

Abstract

In lectures of OS(Operating System) and compiler at college, these are often ending with the theories. But truly in order to understand them, it is preferable to perform practical learning with the system that actually works. So National Institute of Technology, Tokuyama College developed an educational computer of simple hardware configuration, in order to develop educational OS. This computer is called TaC. We show an example of the OS and compiler that implemented on TaC, and students can better understand OS and compiler. In this paper, we report the design of the educational OS that is mounted on TaC. TaC-OS is simple OS, so students can easily understand its mechanism.

Key Words : Operating System, Educational Computer, Educational OS

1 まえがき

高専や大学のコンピュータサイエンス系学科で行われている OS やコンパイラの授業は、理論の学習だけで終わることが多い。真にそれらを理解するには、実際に動作するシステムを教材とした実践的な学習を行うことが望ましいが、既存のシステムは、高機能かつ複雑で教材に適さない。

OS やコンパイラを勉強する学生向けに、教育用コンピュータが開発されている。代表的な教育用 OS、教育用コンピュータとして、MINIX¹⁾と MieruPC²⁾が挙げられる。MINIX は、本格的すぎて大規模なため限られた授業時間で取り上げるには向いていない。また、MieruPC は、小規模だが、言語処理系は対象外なためコンパイラの学習には向いていない。

そこで、徳山高専情報電子工学科では、教育用の分かりやすい OS を実装するために、単純なハードウェア構成の教育用パソコン TaC³⁾を開発した。TaC は、OS やコンパイラの実装例を学生に示し、学生の OS やコンパイラに対する理解を深めることを目的とする。

本研究では、TaC に搭載する教育用 OS(TaC-OS)の設計を行った。TaC-OS は小規模で学生が容易に仕組みを理解できる OS である。



図1 TaC

2 TaC

TaC は、OS やコンパイラの実装例を参照しながら学習を行うための教育用パソコンである。図1に TaC の写真を示す。TaC はキーボード、ディスプレイ、16bit の CPU、56kB の主記憶、 μ SD カード、デバッグ用コンソールを備えている。TaC 用のシステム記述言語 C-言語⁴⁾で記述した OS やアプリケーションを実行することができる。また、デバッグ用コンソールを用いて OS の内部までトレース実行できる。

^{*1} 情報電子工学専攻

^{*2} 情報電子工学科

TaC が一般的な PC に類似していることを学生に実感させるために、学生が TaC 上でプログラムを作成し実行できる環境を目指している。TaC では二次記憶装置として FAT16 でフォーマットされた μ SD カードを採用している。起動時に、ROM に配置されている IPL プログラムが、OS を μ SD カードから主記憶に読み込み実行する。

3 TaC-OS

C++ 言語で記述された簡単な OS である。TaC の OS として動作するだけでなく、学生にソースコードを公開し OS の実装例を示すことも目的にしている。そのため、性能よりも分かりやすさを重視して設計した。

3.1 概要

TaC-OS の構造を図 2 に示す。学生が理解しやすいマイクロカーネル方式を採用した。機能ごとに 7 つの要素に分割されており、機能順に学習することができる。

カーネルはプロセスのスケジューリングやディスパッチ機能と、プロセス間通信 (IPC) を提供する。プロセスマネージャ (PM) はプロセスの生成と終了を行う。ファイルシステム (FS) はファイルシステムの管理を行い、 μ SD に対するアクセスを行う。メモリマネージャ (MM) はメモリの管理を行う。初期化プロセス (INIT) はシェルプロセスをユーザプロセスとして起動する。アイドルプロセス (IDLE) は他に実行可能なプロセスがないとき、アイドルループを実行する。

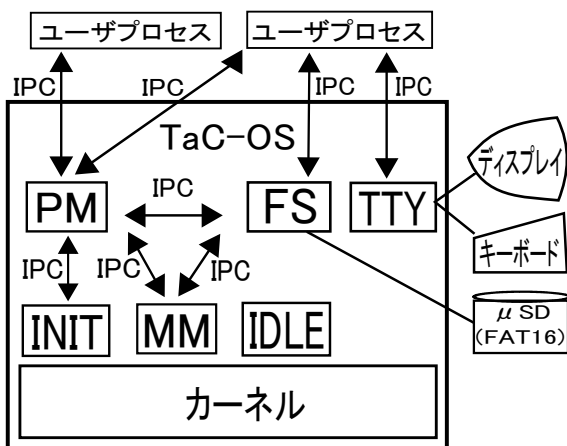


図2 TaC-OS の構造

3.2 カーネル

カーネルには、必要最小限の OS の機能だけを実装している。カーネルは、スケジューリング、セマフォ、

タイマー、IPC を提供する。

3.2.1 プロセス

TaC-OS のカーネルは、複数の並行プロセスを管理する。プロセスコントロールブロック (PCB) とカーネルスタックの関係を図 3 に示す。PCB はプロセスを表現するデータ構造体であり、プロセス毎に用意される。PCB の直後に、プロセスのカーネルスタックが配置される。

(1) プロセスの状態遷移

プロセスの状態は、実行中または実行可能 (P_RUN)、待ち (P_SLEEP)、実行終了 (P_ZOMBIE) のいずれかをとる。図 4 にプロセスの状態遷移図を示す。実行可能プロセスの 1 つが実行される。待ち状態との遷移はセマフォ操作のみで発生する。

(2) プロセスコントロールブロック (PCB)

PCB 構造体の宣言を図 5 に示す。sp には、プロセスのカーネルスタックポインタのコピーを保存する。pid は、プロセス番号を示す。stat は、プロセスの現在の状態 (P_RUN 等) を示す。nice、enice は、プロセスの優先度を示す。

evtCnt と evtSem は、プロセスのイベント用カウンタとセマフォである。これらは、タイマー等に使用する。

memBase と memLen は、ユーザプロセスのメモリ空間の開始アドレスと長さである。

parent は、親プロセスの PCB を指すポインタである。exitStat には、プロセスが終了し P_ZOMBIE に移行する際に終了ステータスが格納される。終了ステータスは、親プロセスの wait システムコールが利用する。

fds はプロセスがオープン中のファイルの一覧である。exit システムコールが使用する。

prev と next は前後の PCB へのポインタである。magic はカーネルスタックのオーバーフロー検知に用いる。

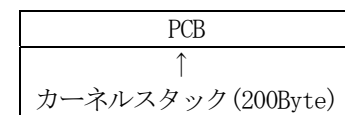


図3 PCB とカーネルスタック

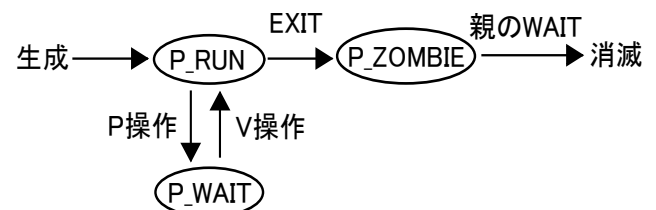


図4 プロセスの状態遷移

```

struct PCB {      //PCB 構造体
    int sp;        //スタックポインタ
    int pid;       //プロセス番号
    int stat;      //プロセスの状態
    int nice;      //プロセスの本来優先度
    int enice;     //プロセスの実質優先度
    int idx;       //プロセステーブル上のインデクス
    int evtCnt;    //イベント用カウンタ
    int evtSem;    //イベント用セマフォの番号
    char[] memBase; //プロセスのメモリ領域のアドレス
    int memLen;    //プロセスのメモリ領域の長さ
    PCB parent;    //親プロセスへのポインタ
    int exitStat;  //プロセスの終了ステータス
    int[] fds;     //オープン中のファイル一覧
    PCB prev;     //PCB リスト (前へのポインタ)
    PCB next;     //PCB リスト (後ろへのポインタ)
    int magic;     //スタックオーバーフロー検知用
};

```

図5 PCB

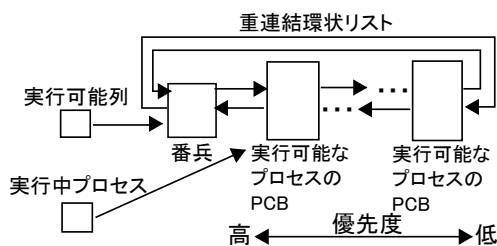


図6 実行可能列

(3) カーネルスタック・ユーザスタック

ユーザプロセスにはカーネルスタックとユーザスタックが用意される。ユーザスタックはプロセスのメモリ空間後端に配置され、サイズはプロセス毎に決定できる。カーネルスタックは例外や割り込みが発生しプロセスがカーネルモードに移行した時に使用される。

(4) スケジューリング

実行可能プロセスはスケジューラにより優先度順に図6に示す実行可能列に登録される。実行可能列の先頭プロセスは、その場に置かれたまま実行される。プロセスを切り換える時は、ディスパッチャが実行中プロセスのコンテキストをカーネルスタックに退避し、その後、列の先頭プロセスのコンテキストを復元する。

3.2.2 セマフォ

セマフォ操作は、P 操作、V 操作、ディスパッチを発

```

struct SEM {      //セマフォ構造体
    boolean inUse; //セマフォが使用中か
    int cnt;       //カウンタ
    PCB queue;     //待ち行列
};

```

図7 セマフォ

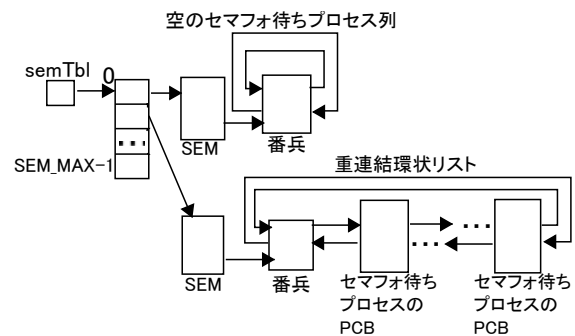


図8 セマフォの構造

生しないV 操作の3つである。図7にセマフォ構造体の宣言を、図8にセマフォの構造を示す。

3.2.3 プロセス間通信(IPC)

TaC-OS のIPC は、ランデブ方式である。図9にランデブ方式IPCによるシステムコールの様子を示す。ランデブ方式では、サーバは一度に1つのシステムコールしか受け付けられないため分かりやすい。

図10に示すように、サーバにはそれぞれ1つのリンクが割り当てられる。リンクを介してクライアントとサーバ間でメッセージのやり取りを行う。図11にリンク構造体の宣言を示す。リンクは3つのセマフォを用いて排他・同期制御を簡潔に実現している。

3.3 サーバ

OSの機能の多くをサーバがシステムコールとして提供する。表1にシステムコールの一覧を示す。ディスプレイやμSDカードなどのハードウェア資源には、決められたサーバのみがアクセスするので排他処理の多くを省略できる。PM, FS, TTY, MMがサーバである。

サーバは、クライアントからIPCを用いてシステムコールを受信し処理結果を返す。システムコールはIPCにより順次渡されるのでサーバの処理は単純である。

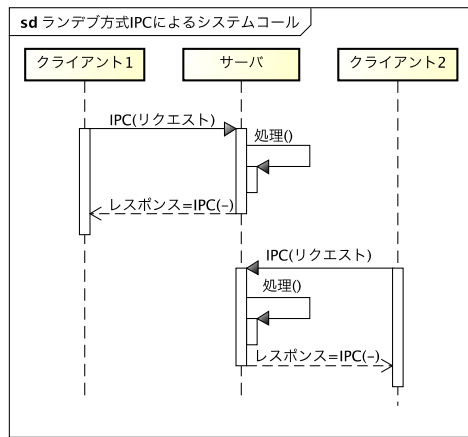


図9 ランデブ方式 IPC によるシステムコール

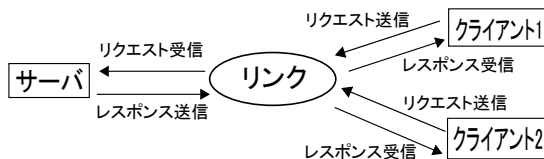


図10 サーバとクライアント間の IPC の様子

```

struct LINK { //リンク構造体
    PCB server; //リンクを所持するサーバ
    PCB client; //リンク使用中のクライアント
    int s1;      //リクエスト待ち用のセマフォ
    int s2;      //クライアント排他用セマフォ
    int s3;      //レスポンス待ち用のセマフォ
    int op;      //メッセージの種類
    int prm1;    //メッセージのパラメータ1
    int prm2;    //メッセージのパラメータ2
    int prm3;    //メッセージのパラメータ3
};

```

図11 リンク構造体の宣言

3.3.1 メモリマネージャ (MM)

可変分割方式のメモリ管理を行う。空き領域はアドレス順のリストにして管理される。リストの各ノードは、空き領域サイズと次の空き領域アドレスを保持する。メモリの割り当てを行う malloc システムコール、メモリの解放を行う free システムコールを提供する。

(1) malloc システムコール

ファーストフィット方式で要求されたメモリサイズの領域を割り当てる。リストをたぐる処理には時間がかかるが、IPC により要求は順次渡されるので割り込み許可状態で処理を行うことができる。

表1 システムコールの一覧

名前	機能	サーバ
exec	プロセスを生成し実行する	PM
exit	プロセスを終了する	PM
wait	子プロセスの終了を待つ	PM
creat	ファイルを作成する	FS
remove	ファイルを削除する	FS
open	ファイルをオープンする	FS
openDir	ディレクトリをオープンする	FS
close	ファイル・ディレクトリをクローズする	FS
read	ファイルから読み出す	FS
readDir	ディレクトリエントリを読み出す	FS
write	ファイルに書き込む	FS
seek	ファイルの参照位置を変更する	FS
conRead	キーボード入力を受け取る	TTY
conWrite	ディスプレイに出力する	TTY
malloc	メモリを割り当てる (注：カーネルプロセスのみ使用)	MM
free	メモリを解放する (注：カーネルプロセスのみ使用)	MM

(2) free システムコール

解放領域を空き領域リストにアドレス順で追加する。

3.3.2 ファイルシステム (FS)

ファイルシステムの管理を行い、FAT16 でフォーマットされた μ SD カードにアクセスする。ファイル操作に関するシステムコールを提供する。

(1) creat システムコール

ファイルを作成する。作成するファイルの名前が適切か調べる。次に、ディレクトリの空きエントリを探索し、ファイルのディレクトリエントリを作成する。

(2) remove システムコール

ファイルを削除する。削除するファイルがオープンされていないなければファイルのディレクトリエントリを削除する。次に、ファイルが使用していたクラスタを解放する。

(3) open システムコール

ファイルをオープンする。引数として与えられたパスを解析しファイルの存在を確認した後、オープン中ファイルの管理データ (図12, FILE 構造体) を生成する。生成したFILE構造体にファイルの情報を格納する。

(4) openDir システムコール

ディレクトリファイルを開く。パスを解析し対象が存在するディレクトリファイルであることを確認する。その後の処理は open システムコールと同様である。

(5) close システムコール

ファイルをクローズする。クライアントプロセスが

```

struct FILE {    //FILE 構造体
    char[] buffer; //ファイル毎のバッファ
    int bufPtr;    //buffer 上の現在位置
    boolean isDir; //ディレクトリかどうか
    int[] len;     //ファイルの長さ
    char[] name;   //ファイル名
    char[] ext;    //拡張子
    int mode;      //オープンモード
    int pid;       //オープンしたプロセスのPID
};

```

図 12 FILE 構造体の宣言

open または opendir システムコールでオープンしたファイルであることを確認し、FILE 構造体を解放する。

(6) read システムコール

FILE 構造体から、読み込むデータが格納されているセクタアドレスを計算し、データを読み込む。

(7) readDir システムコール

read システムコールと同様な処理を行いディレクトリから有効なディレクトリエントリを読み出す。

(8) write システムコール

ファイルにデータを書き込む。FILE 構造体から、データを書き込むセクタアドレスを計算する。アドレスがクラスタ境界ならば、FAT 領域の空きエントリを探索しクラスタチェーンを拡張する。最後にディレクトリエントリのファイルサイズフィールドを更新する。

(9) seek システムコール

ファイルの読み書き位置を移動する。ファイルの先頭クラスタから指定したバイト位置までクラスタをたぐる。次に、クラスタ内のセクタを特定しセクタの内容をバッファに復元する。

3.3.3 プロセスマネージャ (PM)

プロセスを生成する exec システムコール、プロセスを終了する exit システムコール、子プロセスの終了を待つ wait システムコールを提供する。

(1) exec システムコール

実行ファイルの名前を引数として呼び出される。まず、open システムコールと read システムコールを利用して実行ファイルのヘッダを読み、プロセス生成に必要なメモリサイズを得る。次に、malloc システムコールを利用しプロセスのメモリ領域を確保し、read システムコールを用いて実行ファイルの内容を読み込む。更に、malloc システムコールを利用し PCB 等の領域を

確保する。最後に PCB 等を初期化してプロセステーブルに登録しプロセスをスケジューリングする。

(2) exit システムコール

終了ステータスを引数として呼び出される。まず、終了プロセスの PCB を確認しクローズし忘れていたファイルをクローズする。次に、子プロセスの PCB の parent を INIT に変更する。最後に、メモリ領域を解放し、子プロセスの PCB の exitStat に終了ステータスを格納する。親プロセスが先に wait システムコールを実行しブロックしていれば、V 操作で起床させる。

(3) wait システムコール

ゾンビ状態の子プロセスがあれば、PCB の exitStat から終了ステータスを取り出し、子プロセスの PCB を解放する。ゾンビ状態の子プロセスがなければ、イベント用セマフォを用いてブロックする。

3.3.4 端末サーバ (TTY)

キーボード入力された文字列をユーザプロセスに渡す conRead システムコールと、ユーザプロセスから受け取った文字列をディスプレイに出力する conWrite システムコールを提供する。

(1) conRead システムコール

キー入力をバッファリングする。改行キーが入力されたらバッファの内容をユーザプロセスに渡す。

(2) conWrite システムコール

ユーザプロセスから渡された文字列をディスプレイに出力する。

3.4 システムコールの発行手順

図 13 にシステムコールが実行される様子を示す。各サーバには、システムコールのスタブが定義してある。カーネルプロセスは、スタブを呼び出す (図 13(i)) ことで、IPC を開始する。IPC により要求を受け取ったサーバプロセスは、処理完了後、結果を返す。

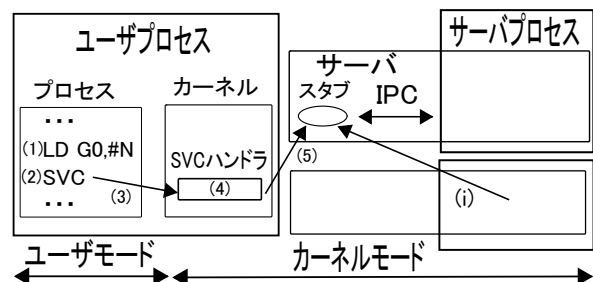


図 13 システムコールが実行される様子

ユーザプロセスは、システムコール番号をレジスタに設定 (図 13(1)) 後、SVC 命令を実行する (図 13(2))。SVC 命令を実行すると例外が発生し、SVC ハンドラにキャッチされる (図 13(3))。ハンドラ内でレジスタ値からシステムコールを特定し (図 13(4))、サーバのスタブを呼び出す (図 13(5))。

3.5 スタートアップ

カーネルは、ハードウェアやセマフォを初期化した後、静的領域に配置したカーネルプロセスの PCB とカーネルスタックを初期化する。この段階では malloc システムコールを使用することができないので、カーネルプロセスの PCB 等は静的領域に配置する必要がある。次にカーネルは、スケジューラを用いて実行可能列にカーネルプロセスを登録しプロセスを開始させる。

サーバは、待ち受け用のリンクを生成し、要求待ちになる。続いて開始される INIT は、exec システムコールを用いてシェルプロセスを実行する。

3.6 実行ファイル

実行ファイルは実行可能なアプリケーションプログラムを格納するファイルである。これは OBJEXE プログラムにより、図 14 に示すリロケータブルファイルからシンボルテーブル等を取り除き作成する。ファイル形式が単純なため、PM のプロセス生成処理が簡単になり OS サイズを小さくすることができる。

図 15 に実行ファイルの構造を示す。テキストセグメントとデータセグメントにはプログラムの機械語と初期化データが格納される。再配置情報には再配置対象アドレスの一覧がテキスト先頭を基準とした相対アドレスで格納されている。プロセスのメモリ空間にロードされたプログラムとデータは、実行開始前に全ての再配置対象アドレスの内容にテキストの先頭アドレスを足し込まれる。これにより再配置が完了する。

図 16 に実行ファイルのヘッダ構成を示す。マジックナンバーは実行ファイルを識別するための固定値である。その他は、各セグメントの長さを格納している。ヘッダからプロセスに必要なメモリのサイズが分かる。

4 まとめ

学生にソースコードを公開し OS の実装例を示すことを目的に、教育用パソコン TaC 用の OS (TaC-OS) を設計した。TaC-OS は、マイクロカーネル方式を採用し、性

ヘッダ
テキストセグメント
データセグメント
テキスト再配置情報
データ再配置情報
シンボルテーブル
文字列テーブル

図 14 リロケータブルファイルの構造

ヘッダ
テキストセグメント
データセグメント
再配置情報

図 15 実行ファイルの構造

マジックナンバー (0x0108)
テキストセグメントサイズ (バイト単位)
初期化データセグメントサイズ (バイト単位)
非初期化データセグメントサイズ (バイト単位)
リロケーションサイズ (バイト単位)
ユーザスタックサイズ (バイト単位)

図 16 実行ファイルのヘッダ構成

能より分かりやすさを優先して設計されている。

カーネルには、必要最小限の機能だけを実装し、その他の機能は、サーバが IPC を用いてシステムコールとして提供する。IPC はランデブ方式なため、サーバは 1 つずつしかシステムコールを受け取らないため分かりやすい。

プロセス生成の処理を簡単にするために単純な形式の実行ファイルを定義し、これをリロケータブルファイルから作成する OBJEXE プログラムを実装した。

今後の課題は TaC-OS の仕組みを学習するための教科書等を整備することである。

文献

- 1) A. S. タネンバウム他, “オペレーティングシステム: 設計と理論および MINX による実装”, プレンティスホール出版, 1998.
- 2) 吉瀬謙二, “シンプルな計算機システムの開発に向けた挑戦”, 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 7, pp. 1902-1912.
- 3) 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, pp. 1-7.
- 4) 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, pp. 75-80, 2007.

(2015. 9. 24 受理)

C--言語からC言語への変換系の実用化

柳 洋輔^{*1} 重村 哲至^{*2}

Practical realization of the Language Translator that translates C-- code into C code

Yosuke YANAGI ^{*1} Tetsuji SHIGEMURA ^{*2}

Abstract

In this paper we describe how we enabled the standard C language functions in the educational system description language C--. Because of the flexible description ability, the C language is popular in the embedded system developers. But, it is difficult for students to master C language in a short time. So, we defined C-- language for the student. It is easy to master the C-- language that has no difficult C language syntax. And we developed the translator to use C-- with many computer systems. However, it was difficult to use the standard C functions in C-- because they used the types that depended on them. Therefore we introduced new syntax to define a type easily.

Key Words : Programming Language, System Description Language, Translator

1 背景

C 言語は、プログラム記述に対する自由度の高さから、組み込み業界において広く普及している言語である。しかし、初心者にはわかりにくい仕様が多くの、短時間で習得することが難しい。例えば、「二次元配列を宣言する場合、宣言の仕方によって四つの構造に変化する」、「配列を関数の引数に渡した場合、型が変わってしまうことがある」などが挙げられる。そのため、学生がマイコンなどでプログラム開発をする際に、C 言語の習得が障害になる。

そこで、初心者が短時間で習得し授業演習で利用できることを目的に教育用システム記述言語 C--⁽¹⁾が開発された。C--言語は、C 言語を参考に、C 言語の分かり難い仕様を取り除いたものである。さらに、「配列や構造体は参照型のみ」、「論理型が存在する」、「型チェックが厳しい」など、プログラミング入門でよく使用される Java 言語の特徴が取り入れてある。C--言

語を用いれば、既に他の言語を習得している学生が、マイコン等でプログラムを開発する場合、C 言語に比べ短時間で習得し開発を開始することができる。そのため、様々なコンピュータで、C--言語を使用できることが望まれる。

C--言語は 16bit の教育用パーソナルコンピュータ TaC⁽²⁾用に開発された言語である。従来の C--コンパイラは、TaC のアセンブリ言語を出力した。TaC 以外のコンピュータでも使用するために、他のマイクロプロセッサ用のアセンブリ言語を出力するバージョンも開発されてきた。しかし、それでは一つのコンピュータについて、一つのコンパイラを開発する必要があり、効率が悪い。

そこで、C--言語から C 言語への変換系(トランスレータ)を開発した。多くのコンピュータには C 言語コンパイラが既に開発されているので、一つのトランスレータを開発することで、C 言語コンパイラが準備されている多くのコンピュータで、C--言語プログラムが使用

^{*1} 情報電子工学専攻

^{*2} 情報電子工学科

可能になった。

C--言語を実用的に使用するには、入出力などの標準関数を使用できる必要がある。しかし、膨大なC言語の標準関数をC--言語で記述し直すことは困難である。

C言語の標準関数をC--言語の文法でプロトタイプ宣言すれば、C--言語からC言語の関数を呼び出すことが可能になる。プロトタイプ宣言で、FILE型などC言語ライブラリに依存する型が利用できる必要がある。

本研究では、このような型を利用可能にするために騙し型をC--言語に導入した。これにより、C言語の標準関数が利用可能になり、C--言語がより実用的なものとなった。

2 C--言語

C--言語は、16bit 教育用コンピュータ TaC のシステム記述言語として開発された。以下にその特徴を示す。

2.1 データ型

データ型は、基本型と参照型に分けられる。基本型には、16bit 整数値を表現する int 型、8bit 文字コードを表現する char 型、論理値を表現する boolean 型がある。

参照型には、配列型と構造体型があり、多次元配列も宣言可能である。参照変数はJava言語のように、配列や構造体の本体とは別に、参照を確保するだけである。そのため、配列や構造体の本体は別の領域に確保する必要がある。一次元配列と構造体はメモリ上では同じ構造をしている。文字列は、C言語のように char 型の配列を用いて表現する。

2.2 関数

C言語と同様に関数を定義して使用することができる。バグが発生しないように、返す型を省略することはできない。値を返さない場合も、void を明示しなければならない。また、仮引数は自動変数のように扱われ、可変個引数の関数も宣言することができる。

2.3 変数

静的変数と自動変数に分けられる。関数外部で宣言された変数は静的なグローバル変数、関数内部で宣言された変数はローカルな自動変数として扱われる。

ローカル変数は関数内のどこでも宣言可能で、有効範囲はブロックの終わりまでである。同じ名前があった場合はローカル変数が優先される。有効範囲に重なりのある同名のローカル変数は許されない。

2.4 演算子

C言語を参考に、一通りの演算子が準備されている。しかし、レパートリーの多い代入演算子や前置後置などの組み合わせが複雑なインクリメント演算子とデクリメント演算子は省略されている。

2.5 文

文には空文、式文、ブロック文、if 文、while 文、do-while 文、for 文、return 文、break 文、continue 文がある。switch 文を除けば、C言語の文は一通り揃っている。

if 文などの条件式はJava言語のように論理型である。そのため、条件式に誤って代入式を記述するバグを防ぐことができる。簡単なC--言語プログラムの例をリスト1に示す。

3 トランスレータ

トランスレータの内部構造を図1に示す。C--言語とC言語は文法がよく似ている。しかし、意味的に異なる部分が多いため、字面で変換することは難しい。そこで、C--言語プログラムの意味を表現する構文木を作成した上で、C言語を生成する。字句解析部、構文解析部、最適化部はC--コンパイラのものを流用している。

```
int[] a = {4,2,3,5,7};

int f(int[] c, int n){
    int sum = 0;
    for(int i=0; i<n; i=i+1)
        sum=sum+c[i];
    return sum;
}

public int main(){
    int b = 0;
    b = f(a,5);
    return 0;
}
```

リスト1 C--言語プログラム例

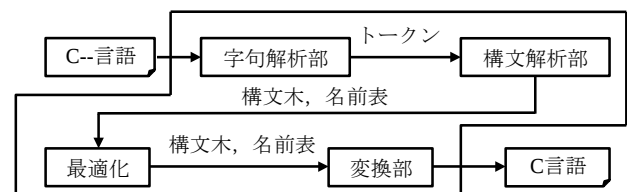


図1 トランスレータの内部構造

3.1 構文木

C言語を出力するために、C--コンパイラの構文木を改良した。例えば、通し番号を用いて表現されていたローカル変数は、その名前がC言語の出力時に利用できるように、名前表のインデックスで表現するように改良されている。

3.2 変換部

構文木と名前表を使用しC言語を生成する変換部を新規に作成した。変換部は「(1) グローバル変数宣言の完了」, 「(2) 構造体宣言の完了」, 「(3) 関数定義(プロトタイプ宣言を含む)の完了」のイベントが発生したときに、C言語プログラムを出力する。以下にC--言語とC言語の違いが分かりやすい、配列宣言、構造体宣言を変換した例を示す。

3.2.1 配列宣言

リスト2に配列宣言を含むC--言語プログラムを、図2にリスト2で表現される配列の構造を示す。

C--言語の一次元配列aは、参照変数が配列インスタンスの先頭アドレスを指す構造になる。しかし、C言語の配列は、変数名が配列インスタンスの先頭アドレスを示すので構造が異なる。プログラムの意味を変化させないために、C--言語と同じ構造の配列をC言語で出力する必要がある。

トランスレータはリスト2の一次元配列aをリスト3の1~2行目のようなC言語プログラムに変換する。まず、配列インスタンス_cmm_a_cmm_0を生成する。次に、配列インスタンスを指すポインタ変数aを出力する。これにより、C--言語と同じ構造のC言語の一次元配列が記述できる。

static修飾子は変数名の範囲をC--言語と同じにするために付加される。_cmm_a_cmm_0のような、仮の変数名が必要である。仮変数名には、C--言語プログラムの変数と名前が重複しないようにプレフィックス「_cmm_」を付加している。

多次元配列の場合は、配列インスタンスを参照配列が指し、参照配列を参照変数が指す構造になる。この構造をC言語で表現するために、まず、リスト3の3~4行目のように、必要数の配列インスタンスを生成する。次に、5行目のように生成した配列インスタンスを指すポインタ配列を生成する。最後に6行目のように、ポインタ配列を指すポインタを宣言する。

```
int[] a = {1,2,3,4,5};
int[][] b = {{1,2,3},{4,5}};
```

リスト2 配列定義を含むC--言語プログラム

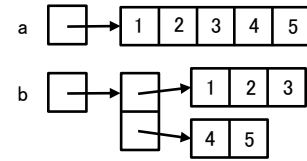


図2 C--言語の配列の構造

```
1: static int _cmm_a_cmm_0[] = {1,2,3,4,5};
2: static int *a = _cmm_a_cmm_0;
3: static int _cmm_b_cmm_0[] = {1,2,3};
4: static int _cmm_b_cmm_1[] = {4,5};
5: static int *_cmm_b_cmm_2[] =
    {_cmm_b_cmm_0,_cmm_b_cmm_1};
6: static int **b = _cmm_b_cmm_2;
```

リスト3 配列定義を含むプログラムを変換した結果

3.2.2 構造体宣言

リスト4に構造体宣言を含むC--言語プログラムを、リスト5にリスト4を変換したC言語プログラムを示す。

リスト4の構造体xと構造体配列yの構造は図3のようになる。図のように、C--言語の構造体は基本型の一次元配列に、構造体配列は二次元配列に似た構造になっている。C--言語の構造体はC言語とよく似ているが、構造体名が型になることと、変数が参照型である点で異なる。

C--言語の構造体はC言語では、リスト5の5行目のような構造体インスタンスと6行目のようにポインタ変数により表現される。構造体インスタンスのアドレスを求めるために、アドレス演算子('&')を付加する。

構造体配列の生成では、最初に7~8行目のように必要数の構造体インスタンスを宣言する。次に、9行目のように生成した構造体インスタンスを指すポインタ配列を宣言する。最後に、10行目のようにそのポインタ配列を指すポインタ変数を宣言する。12行目のように構造体のメンバーを参照するために、アロー演算子が用いられる。

```
struct S{
    int a;
    char c;
};

S x = {1,'a'};
S[] y = {{1,'a'}, {2,'b'}};

public void main(){
    x.a = 3;
    y[1].c = 's';
}
```

リスト4 構造体を含むC--言語プログラム

```

1: struct S{
2:   int a;
3:   char c;
4: };
5: static struct S _cmm_x_cmm_0 = {1,'a'};
6: static struct S *x = &_cmm_x_cmm_0;
7: static struct S _cmm_y_cmm_0 = {1,'a'};
8: static struct S _cmm_y_cmm_1 = {2,'b'};
9: static struct S *_cmm_y_cmm_2[] =
    {&_cmm_y_cmm_0,&_cmm_y_cmm_1};
10: static struct S **y = _cmm_y_cmm_2;
11: void main(){
12:   (x->a=3);
13:   (y[1]->c='s');
14: }

```

リスト5 構造体を含むプログラムを変換した結果

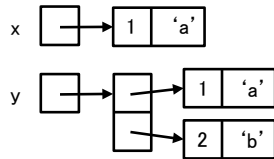


図3 C--言語の構造体の構造

3.3 トランスレータの実行例

リスト6は配列中の最大値を印刷するC--言語プログラムである。これをトランスレータにより変換するとリスト7のようなC言語プログラムになる。C言語の標準関数（printf）は、C--言語の文法でプロトタイプ宣言しておくことで使用可能である。

for文は構文木でwhile文と同様に扱われる。そのため、C言語には8～13行目のように、while文として出力される。for文の初期化式で宣言された変数の有効範囲を制御するために7～14行目のfor文全体をブロックで囲んでいる。

C--コンパイラで文字列は、構文解析時にアセンブリ言語のSTRING命令を用いて文字列専用セグメントに出力されていた。トランスレータでも文字列を構文解析部で出力できるように名前付きリテラルとして出力する（17行目）。変換部は名前付きリテラルを参照するC言語プログラム（21行目）を出力する。

12行目のように式には構文木の構造を反映したカッコ付けを行い、構文木と異なる意味の式が出力されないようにする。リスト7のプログラムはC言語コンパイラで正常にコンパイルでき、実行も可能である。

4 トランスレータの改良

開発したトランスレータは、単純なC--言語プログラムをC言語に変換することはできる。しかし、FILE型などのC言語ライブラリに依存する型を宣言する方

```

public int printf(char[] fmt, ...);

int[] a = {3,7,5,3,1,6,10};

int Max(int[] x, int n){
    int max = 0;
    for(int i=0;i<n;i=i+1)
        if(max<x[i])
            max=x[i];
    return max;
}

public int main(){
    int max = Max(a,7);
    printf("%d\n",max);
    return 0;
}

```

リスト6 最大値を求めるC--言語プログラム

```

1: int printf(char *fmt,... );
2: static int _cmm_a_cmm_0[] =
    {3,7,5,3,1,6,10};
3: static int *a = _cmm_a_cmm_0;
4: static int Max(int *x,int n){
5:   int max;
6:   (max=0);
7:   {
8:     int i;
9:     (i=0);
10:    while ((i<n)){
11:      if ((max<x[i]))(max=x[i]);
12:      (i=(i+1));
13:    }
14:  }
15:  return max;
16: }
17: #define _cmm_str_L0 "%d\n"
18: int main(){
19:   int max;
20:   (max=Max(a,7));
21:   printf(_cmm_str_L0,max);
22:   return 0;
23: }

```

リスト7 最大値を求めるプログラムの変換結果

法がない。そのため実用的に使用することが難しかった。

この問題を解決するために、FILE型などの宣言を可能にすることと、型宣言等を記述したインクルードファイルの扱いに関する改良を行った。

4.1 騙し型の導入

FILE型などのライブラリで定義される構造体型を使用できるように、新たな文法として騙し型を導入した。騙し型を宣言する構文は以下の通りである。

typedefref 名前;

typedefref 構文で宣言した名前は名前表に型名として登録され、プログラム中で参照型として使用できる。

```
typedefref FILE;
public FILE fopen(char[] f, char[] m);
public int main(){
    FILE fp = fopen("a.txt","r");
    return 0;
}
```

リスト 8 騙し型使用例

```
FILE *fopen(char *f,char *m);
#define _cmm_str_L0 "a.txt"
#define _cmm_str_L0 "r"
int main(){
    FILE *fp;
    (fp=fopen(_cmm_str_L0,_cmm_str_L1));
    return 0;
}
```

リスト 9 騙し型を使用したプログラムの変換結果

FILE 構造体等のフィールドを C--言語がアクセスできなくても実用上は支障にならないので、名前だけ登録すれば十分である。リスト 8 に騙し型の使用例を、変換結果をリスト 9 に示す。参照型なので、C 言語では型名の後に「*」が付加される。

4.2 インクルードファイル内部の変換出力抑制

C--言語でも、C 言語同様にプリプロセッサが使用できる。プリプロセッサは、ソースコード中の定数名を値に置換する等、前処理を行うプログラムのことである。トランスレータはプリプロセッサにより前処理された C--言語プログラムを入力する

標準関数などの宣言は、リスト 10 のようにインクルードファイルに分離して書くのが一般的である。リスト 10 の C--言語プログラムを GNU の C 言語用プリプロセッサ(cpp)で処理するとリスト 11 のようになる。これをトランスレータで処理すると、リスト 12 のように util.h の内部まで出力されるが、FILE 型の宣言がないのでコンパイルすることはできない。C 言語プログラムでは C 言語用のインクルードファイルを読ませたいので、util.h の内容ではなく C 言語用の#include ディレクティブを出力するべきである。

そこで、トランスレータがリスト 11 のプログラムを読み込んだ際に、1 行目や 5 行目のディレクティブからファイル名を知り、util.h ファイルの内容を出力するように改良した。改良後の出力をリスト 13 に示す。なお、stdio.h のインクルードは無条件に出力される。

util.h には C--言語で使用できる C 言語の標準関数が宣言されている。util.h はトランスレータ開発者が提供する。ユーザは util.h をインクルードすることで標準関数を使用することができる。

```
util.h
typedefref FILE;
public FILE fopen(char[] f, char[] m);

main.cmm
#include "util.h"
public int main(){
    FILE fp = fopen("a.txt","r");
    return 0;
}
```

リスト 10 プリプロセッサに入力するファイル

```
1: # 1 "util.h" 1
2: typedefref FILE;
3: public FILE fopen(char[] f, char[] m);
4:
5: # 2 "main.cmm" 2
6: public int main(){
7:     FILE fp = fopen("a.txt","r");
8:     return 0;
9: }
```

リスト 11 プリプロセッサの出力

```
FILE *fopen(char *f,char *m);
#define _cmm_str_L0 "a.txt"
#define _cmm_str_L0 "r"
int main(){
    FILE *fp;
    (fp=fopen(_cmm_str_L0,_cmm_str_L1));
    return 0;
}
```

リスト 12 トランスレータの出力

```
#include <stdio.h>
#define _cmm_str_L0 "a.txt"
#define _cmm_str_L0 "r"
int main(){
    FILE *fp;
    (fp=fopen(_cmm_str_L0,_cmm_str_L1));
    return 0;
}
```

リスト 13 改良後のトランスレータの出力

4.3 標準関数宣言

リスト 14 に示すように C 言語の標準関数は、util.h 中で C--言語で使用しやすいように、アレンジして宣言している。例えば、C 言語の fgetc 関数は文字の他に EOF も表現するために int 型である。C--言語では int 型と char 型の間で自動型変換がされず、文字コードを int 型の変数に代入すると不便なので char 型にする。

EOF は feof 関数で判別する。feof 関数も C 言語では int 型で宣言されているが、C--言語では boolean 型にする。二つの言語の内部データ表現に注意しながら util.h を作成すれば、C 言語と異なる型で関数を宣言しても支障ない場合が多い。

5 結果

リスト 14 は C 言語の標準ライブラリ関数を用いた「a.txt」ファイルの内容を表示する C--言語プログラムである。これをトランスレータで変換した結果はリスト 15 のようになる。リスト 15 のプログラムは、C 言語コンパイラで正常にコンパイルでき実行も可能である。

```
util.h
typedefref FILE;
public FILE fopen(char[] f, char[] m);
public void fclose(FILE fp);
public char fgetc(FILE fp);
public boolean feof(FILE fp);
public int printf(char f, ...);

main.cmm
#include "util.h"
public int main(){
    FILE fp = fopen("a.txt", "r");
    while(!feof(fp)){
        char c = fgetc(fp);
        printf("%c", c);
    }
    fclose(fp);
    return 0;
}
```

リスト 14 テストプログラム

```
#include <stdio.h>
#define _cmm_str_L0 "a.txt"
#define _cmm_str_L1 "r"
#define _cmm_str_L2 "%c"
int main(){
    FILE *fp;
    (fp=fopen(_cmm_str_L0,_cmm_str_L1));
    while ((!feof(fp))){
        char c;
        (c=fgetc(fp));
        printf(_cmm_str_L2,c);
    }
    fclose(fp);
    return 0;
}
```

リスト 15 テストプログラムの変換結果

6 まとめ

教育用の習得が容易な C--言語を多くのコンピュータで使用できるように、C--言語から C 言語への変換系を開発した。変換系は C--コンパイラの構文木に改良を加えた上で、コード生成部を C 言語出力用の変換部に置き換えたものである。変換系を用いることで C 言語コンパイラが準備されている多くのコンピュータで、C--言語が使用可能になった。

さらに、C 言語の標準ライブラリ関数を使用できるように C--言語に騙し型を導入した。ライブラリに依存する型は、新しく導入した typedefref 構文を用いて宣言することで C--言語で使用可能になる。これにより C 言語標準関数の大部分が使用できる条件が整い、変換系がより実用的になった。

今後の課題は、より多くの C 言語標準関数を C--言語用のインクルードファイル util.h に宣言することと、C 言語に出力する #include ディレクティブを C--言語のソースコードから制御する方法の検討である。

また今後、配列アクセスに添え字チェックが含まれる C 言語プログラムを出力する改良などを行い、教育用システム記述言語としての完成度を高める。

文献

- 1) 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, pp. 75-80 (2007)
- 2) 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, Vol. 2012-CE-117, No. 9, pp. 1-7

(2015. 9. 25 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 26 年・9・6～平成 27 年・9・5)

学 位 論 文

アリストテレス「オルガノン」における命題の構造と付帯性の研究

学位 博士（文学）
取得大学 広島大学
取得年月日 平成27年3月4日
高橋 祥吾

本論文の目的は、アリストテレスの論理学に関する著作群「オルガノン」の中で論じられている命題の構造の解明と「付帯性」概念に関する解釈上の問題を解決することである。この考察によって、アリストテレスの考える命題が推論の前提としてどのような役割を担っているのかを明らかにする。そのために、名と述べる言葉に基づく命題の構造を明らかにし、適切な推論を形成するため命題の述語として現れる付帯性の定義の不整合を解消することを目指す。

序論（第一章）においては、考察の前段階として、「オルガノン」各書の相対的な成立順序を確認した。著作の相対的な成立順序は、いわゆる「三段論法」の成立過程についての解釈に依存する。本論文では Barnes に代表される、三段論法はアリストテレスの生涯の最も遅い時期に成立したという解釈に基づいて考察を進める。その結果として、本論文は、問答法における推論とその前提命題についての考察が中心となる。そして、この推論と前提命題が三段論法へと繋がる可能性を模索することになる。

そのための本論における考察は、大きく二つに分かれる。ひとつは『命題論』を中心にした命題の構造の考察である（第二章～第四章）。もう一つは、前提命題の述語として現れる付帯性の問題である。

まず命題の構造について、『命題論』の著作としての役割から、アリストテレスは問答法において命題の対立関係が重要であると考えていることを論じた。この点は、Whitaker の研究に依拠している。その上で、アリストテレスの考える命題の構造が、伝統的な S is P のような構造だと単純に考えるべきで

はなく、名と述べる言葉という二つの論理的に異なる機能を持つ部分から命題が構成されることを論じた。そしてその構造は現代の論理学の命題の構造と類似しているが、しかし本質的に異なることを明らかにし、この違いが、なぜアリストテレスは三段論法において固有名を含む前提を用いることがなかったのかという古くからの問題に対してひとつの理解を与えることを指摘した。

さらに、『命題論』における命題の構造についての考察が、『ソフィスト的論駁』や、『トピカ』における問答法の推論の前提である $\pi\rho\acute{o}\tau\alpha\iota\varsigma$ と $\pi\rho\acute{o}\beta\lambda\eta\mu\alpha$ の説明や解釈とも整合することを明らかにした。すなわち、命題の対立関係という観点と推論の前提命題は「ひとつのものにひとつのものを」肯定したり否定したりするものであるという条件を、アリストテレスはどの著作においても重視しているのである。

以上のような前提命題は、アリストテレスの推論においても一つ大きな役割を持っている。それは、推論の必然性（妥当性）が命題の必然性に依拠していると、アリストテレスは考えているということである。現代の論理学では、推論の妥当性はその推論の形式に依拠していると考えられている。アリストテレスは三段論法において、はじめて推論の形式化を行ったと言われているが、三段論法成立以前から推論は必然的に帰結するものであると考えていて、それゆえに形式以外の点に推論の妥当性を求めていることが分かる。そしてその妥当性は命題の必然性によって保証されている。このような推論が三段論法を生み出す起源のひとつと考えられるのである。

そして反対に、付帯性を述語としている命題は、必然的な命題ではないため、妥当な推論には用いられないことになる。また、付帯性が主語として用いられる場合には「付帯的な述語付け」と呼ぶべき場合が存在し、この場合も推論の前提として用いることができない。したがって、妥当な推論を構成する

ためには命題が付帯性を表すかどうかを検証することが重要になる。そして『トピカ』では問答法を通じて、命題が付帯性を表すか、それ以外を表すかを検証する方法を提示している。しかし、付帯性かどうかを決めるために必要な付帯性の定義そのものに問題が存在する。

そこで、『トピカ』の問答法において重要な概念である、定義項・類・固有成・付帯性の四つのものの定義を考察し、その中で付帯性の二つの定義の齟齬、そしてそれについての先行する解釈について考察した。

定義項・類・固有成・付帯性の四つは、排他的で網羅的な関係にある。アリストテレスはその排他性と網羅性に基づいた推論を構成している。この四つについて解釈上の問題として持ち上がっている付帯性の二つの定義は次のようなものである。

S1: ある事物に属すが、定義項でも固有成も類でもないもの

S2: 任意で且つ同一のものに、帰属することも、帰属しないこともあるもの

S1は網羅性と排他性に基づいた消極的定義であり、S2はこの定義だけで付帯性を規定できる積極的なものである。アリストテレスはS2の方がそれだけで付帯性を規定できるゆえに優れた定義だと見なしている。

しかしながら、アレクサンドロスによって、このS1とS2は外延が異なり、S1は満たすがS2は満たさない付帯性が存在することが指摘されている。たとえば白鳥にとって「白」という性質は、定義項でも類でも固有成でもないから付帯性であると言えるが、しかし白鳥は白くなったり白くなかったりするはずはない。したがって、S1を満たすがS2は満たさない。アレクサンドロスはこのような付帯性を「不可分離的付帯性」と呼ぶ。

さらに付帯性についてBrunschwigは、アリストテレスは『トピカ』のほとんどの箇所でもS2に基づく付帯性について論じていないことを指摘する。そして、アリストテレス自身は明言していないが、事実上第三の付帯性に基づいているという解釈をBrunschwigは提示する。その定義S3は次のようなものである。

S3: AがBの付帯性である＝AがBに属する

本論文では、問答法の実践の場面を考慮すれば、アリストテレスはこのS3など考えていないと解釈する。問答においては、付帯性が帰属することのみを主張し、帰属しない可能性については述べないことが求められる。S2の定義に含まれる「帰属しない」可能性について述べることは余計なことになるのである。したがって、Brunschwigのような解釈を行う必要はない。その一方で、「不可分離的付帯性」の問題は問答の場面を考えるだけでは解決しない。

そこで「不可分離的付帯性」の問題をより深く考えるために、ポルピュリオスの『エイサゴーゲー』を考察した。まず『エイサゴーゲー』の五つの語は、『トピカ』の定義項・類・固有成・付帯性の四つのものと、共通する部分がありながら、全く異なる意義を持っている。

さらに『エイサゴーゲー』における種差、付帯性、固有成についてより詳しくアリストテレスとの相違を検討した。『エイサゴーゲー』では、S2と類似する定義を採用しながらも、「不可分離的付帯性」の存在を受け入れ、「思考の上で」分離可能であるために「不可分離的付帯性」も付帯性であるという解釈を提示していることを明らかにした。そして、固有成は、「実体的なもの」と「属性的なもの」という二つのカテゴリーの両方にまたがるものと位置づけられている。これは、アリストテレスにはない『エイサゴーゲー』独自の規定である。

その一方で『トピカ』以外の付帯性に関して、『分析論後書』における自体的付帯性について考察した。この自体的付帯性は、伝統的には固有成であると解されてきた。固有成は、（固有成が帰属する）主語と（固有成である）述語の外延が一致するものである。しかし、この自体的付帯性は固有成と同じではなく、主語と述語の外延が一致しない場合も成立する。この付帯性が「自体的」と言われるのは、主語が含まれる類だけに付帯性が属し、その類に含まれないものには属さないという意味で自体的と言われているのである。

さらに『分析論後書』と『トピカ』を比較し、『トピカ』で定義項、類、固有成と呼ばれていたものは、すべて自体性として位置づけし直されていることを論じた。それに加え、『分析論後書』では「固有」という言葉が、『トピカ』とは異なる意味を持っていることを指摘した。

以上の『トピカ』以外の著作の考察を踏まえた上で、Ebertの解釈を追いながら、残されたS1とS2の定義上の齟齬について再考を行った。その結果として、

S1とS2の齟齬は、ある程度は解消可能であるが、解消のためには『分析論後書』において明示的に表れる普遍性と固有性の概念に訴える必要があることを明らかにし、『トピカ』の定義項、類、固有性、付帯性の定義は不完全であると解釈した。そして、この不完全さは、伝統的解釈が述べているように付帯性の定義に齟齬があったと理解すべきではなく、付帯性以外の定義の方に問題があったために生じた問題であると理解すべきだという解釈を提示した。

結論として、アリストテレスは『命題論』において、問答法に用いるために有用な命題の対立関係を明らかにしようと試みている。したがって、『命題論』で論じられている名と述べる言葉による命題の構造は、問答法に適したものである。他方で、この命題の構造は、『分析論前書』においても決して忘れられているわけではない。さらに、現代の論理学とアリストテレスの命題や推論の必然性はまったく異質であることも明らかである。

また、付帯性の定義の解釈については次のように結論すべきである。

①不可分離的付帯性のような伝統的な付帯性理解は、アリストテレスの解釈としては間違っていること。

②『トピカ』において、定義項、類、固有性、付帯性の定義は、不完全であること。

これらの定義を適切に理解するためには、固有性と普遍性という『分析論後書』において見いだすことができる基準を持ち込まなければならない。したがって、『トピカ』における不整合から、『分析論後書』の中で付帯性は、自体性と対置されるものとして位置付けを変えたと解釈できる。

最後に、『カテゴリー』を理解するための著作である『エイサゴゲー』がアリストテレスの哲学と著しく相違していることは、『カテゴリー』の真作性に疑問を投げ掛けること、そして付帯性を述語とする命題は、推論の必然性に関わることができないことを『トピカ』だけでなく『ソフィスト的論駁』からも補強できる点を指摘した。

Automatic Estimation of Human Values Using Supervised Machine Learning

学位 博士 (情報科学)
(Ph.D. in Information Science)
取得大学 九州大学 (Kyushu University)
取得年月日 March 25, 2015
高山泰博 (Takayama, Yasuhiro)

This thesis investigates issues and solutions regarding estimation of "human values" that are reflected on statements in contentious documents, aiming to apply the solutions to contents analysis in social science. Social scientists have used findings from content analysis to provide information for public opinion surveys and decision-making by governmental agencies on contentious issues. Content analysis is typically performed by trained human annotators and is conducted by means analyzing written or transcribed documents. Annotators can detect the human values that the writer expressed in textual form. For example, they analyzed the values of stakeholders who support or oppose the idea of "net neutrality" as expressed in testimonies prepared for public hearings for U.S. legislative bodies and regulatory agencies. This research was based on a subset of the meta-inventory of human values (MIHV). The human values specified in the inventory include six human values: *freedom*, *honor*, *innovation*, *justice*, *social order*, and *wealth*. Content analysis is a type of qualitative analysis, thus typically subject matter experts must conduct the analysis. Hence it is fairly costly and analysis remains restricted because analysis of a large number of documents is not feasible. Therefore, the goal of this research is to explore novel methods for automatically detecting human values invoked in textual documents using machine learning.

For facilitating content analysis, several inventories of human values are used in social science research. Integrating key components of these studies, An-Shou Cheng and Kenneth Fleischmann defined human values as follows: "values serve as guiding principles of what people consider important in life." And they developed

MIHV, which is intended to be applicable to various test collections by selecting values specific to the debate at issue and by iteratively refining annotation guidelines.

Social scientists considered that human values were reflected on statements rather than words, thus traditional paper-based annotations for values could annotated any length of passages. In addition annotated passages often overlap. Cheng et al. constrained each annotation to be a single sentence but allow for more than one value per sentence. This set up is well suited to supervised machine learning. They applied MIHV and sentence-based annotation to the net neutrality corpus. After several round of refining the annotation guideline, the resulting 9,890 sentences in the original corpus, containing 102 documents, are annotated with zero or more of six human values. We adopt this net neutrality corpus as our test collection. For making the data more tractable, we remove longer sentences and sentences whose boundaries are uncertain, then stemmed them. Finally, we obtained the remaining 8,660 sentences.

Emi Ishita et al. have reported the classification of human values for the earlier round of the net neutrality corpus using k -NN (Nearest Neighbor) classifiers for 2,005 sentences over 28 documents. They obtained a macro-averaged F_1 (a harmonic mean of precision and recall) of 0.48 for eight human values. To scale up social science research, we need to improve the ability to effectively analyze larger data corpora. The lexical features must serve as a basis for classification of human values. We first compared the effectiveness of a wide range of classifiers available within the machine learning tool Weka, and we found that Support Vector Machines (SVMs) performed best for our corpus.

The human values estimation resembles sentiment analysis, which has been extensively researched. An important difference is that estimation of human values is a multi-label classification, whereas sentiment analysis is typically modeled as a binary classification. Importantly, human values can help to explain

sentiment, given their explanatory power in relation to attitudes and behavior. We focus on human values estimation problem with the net neutrality corpus and our modeling of relation between sentence-level labels and word-level human values in this thesis.

In our corpus, the number of occurrences of two-thirds of distinct words is less than five, and the average number of words per sentence is only 10.3. That is, we face two kinds of data sparseness for estimating human values in the net neutrality corpus: (a) the number of sentences is small for training classifiers i.e. eight thousand sentences or so; (b) the number of words per sentence is very small, i.e. ten or so within a sentence. We have to accept the above (a) because our purpose is to substitute human annotators with machine classifiers to reduce the costs of annotation. However, it is challenging to estimate the relationships between sentence-level values and the words within the sentence for detecting values of the sentence, because most of the words occurred rarely. In addition, the conventional best performed SVMs are general purpose binary classifiers, thus it is unclear whether SVMs can appropriately deal with relationships between the multiple values annotated in a sentence and words as constituents of the sentence. Therefore, estimation of values remains a matter of research to explore classifiers with higher accuracy which is specialized for detecting values.

The contributions of this thesis for estimating human values are as follows. Firstly, we found that augmenting feature vectors which include hypernyms and synonyms did not substantially contribute to improving classification effectiveness of values in experiments using SVMs with augmented feature vectors. For detecting sentence-level values, it is revealed that we could not deal with training data sparsity by augmenting features using word semantic categories, in spite of the fact that word semantic categories are effective for word sense disambiguation or syntactic disambiguation. The fact suggested us the direction of a new method that assigns the values directly to words, instead

of assigning the values to semantic categories.

Secondly, we formulated the human values for a sentence as an aggregation of human values for words that are constituents of the sentence. Then we proposed a probabilistic latent “value” model (LVM), that automatically switches the case where estimation of human values for a word is influenced by the previous word and the case where the estimation is done without influence from the previous word. We achieved that approximately three percent relative improvement in F_1 score by the proposed method, compared with one by the conventional method that used an SVM with simple bag-of-words features, and we confirmed that the improvement is statistically significant. We also demonstrated that the classification effectiveness of LVM is comparable to the second human annotator. This means that human annotators might be replaced by classifiers that use our proposed LVM.

Thirdly, we built up a “values-dictionary” which consist of words and word pairs with human values for the use by social scientists, and we demonstrated the possibility of support them to conduct content analysis. The classification effectiveness of our proposed LVM achieved high scores, however, it is difficult for humans to interpret the estimation results because the estimation using LVM is done by integrating probabilities of words (or word pairs) representing the values in that sentence. Therefore, we proposed a simplified model of LVM, where the model extracts words (or word pairs) with human values as entries of a values-dictionary, that are uniquely determined independently from a specific sentence. The model is an approximate probabilistic optimization whose objective function is F_1 score for detecting sentence-level values. In addition, we have provided the values-dictionary to social scientists for content analysis, and we convinced that the values-dictionary is usable for a tool of extracting actual annotation examples that would be suitable for the annotation guideline.

論文題目 破碎性地盤における杭の貫入量に着目した支持力特性

学位 博士（工学）

取得大学 山口大学

取得年月日 平成 27 年 3 月 16 日

桑嶋啓治

構造物は地盤で支えられており、地盤と建設とは、深い関わりがある。構造物を支える地盤も岩盤から軟弱地盤まであり、計画している構造物の規模に対して、安全に支えることができるように設計する必要がある。杭基礎は構造物を支える有効な基礎の一つとして、古くから用いられ、多くの研究者によって杭の支持力に関する研究が行われてきている。しかし、その多くは土粒子の堅い比較的堅固な地盤を念頭に置いたものであり、破碎性や圧縮性の大きな土粒子からなる地盤を対象とした検証は少ないように感じられる。近年、破碎土として位置づけられているカーボネイト系砂質地盤上に、大型のプラットフォームを始めとする各種の海洋構造物が盛んに建設されるようになり、いくつかの問題が生じてきている。その一つは、現行の支持力の評価手法では、この種の地盤中の杭の支持力をうまく予測し得ないということである。圧縮性や破碎性が卓越した地盤における杭の支持力特性は、未だ理論的には明らかにされておらず、破碎性地盤における杭の支持力予測手法の確立は、重要な問題となっている。

構造物を支持する杭先端付近の地盤は高い拘束応力やせん断応力にあることが知られており、このような応力状態にある砂質土は変形や粒子破碎を生じ、杭の支持力特性に多大な影響を及ぼすことが考えられる。

土粒子の破碎は、高い応力域に限らず、しらす、スコリアなどの火山性堆積物、カーボネイト砂や珊瑚礫混じり土などの生物遺骸を起源とする海成堆積物、まさ土などの風化残積土など脆弱な粒子からなる土においては、低い応力域でも容易に起こる。このような材料は、破碎性土と呼ばれ、破碎性地盤の支持力メカニズムは解決すべき重要な問題の一つであると考えられる。この破碎性地盤の支持力メカニズムは、载荷による粒子の再配列のみならず顕著な粒子破碎による密度変化によって、より複雑なものになると考えられるが、未だ研究段階にある。

破碎性地盤における杭の支持力発現機構を明確にし、精度良く予測するためには、杭貫入による砂の変形や杭先端付近の砂の粒子破碎現象を詳細に調べ把握することが必要である。また打込み杭は杭径の何倍もの貫入で行われるので、貫入量に着目した支持力評価をする必要がある。

そこで本研究では、破碎性地盤における杭の支持力発現特性を明確にすることを目的とし、土粒子の粒子破碎に主眼を置いて、破碎性土として位置づけられているカーボネイト砂であるドッグズベイ砂、チイビシ砂、およびその比較としてシリカ系の豊浦砂を対象に模型杭载荷実験を行った。破碎性の卓越した地盤において、杭先端付近の応力球根の形成の様子と粒子破碎の様子を観察し考察を行うとともに、異なる地盤材料の破碎の程度を示す。先端支持力についてその発現特性を比較検討し、杭の支持力発現特性に及ぼす影響を実験的に検討して、実験結果を踏まえた上で貫入量に着目した支持力の評価を行った。

論 文

「クィークェグは何者か——「白鯨」における不定形の男性像」

『英文學研究支部統合号』第 7 巻

pp. 229-236

高橋愛

本論文は、ハーマン・メルヴィル (Herman Melville) の『白鯨』(Moby-Dick, 1851) に登場する南海出身の鋸打ちのクィークェグ (Queequeg) に焦点を当て、その男性像について論じたものである。まず彼の身体に注目し、彼の全身を覆う入れ墨は、

「南海人」としての彼の個性を際立たせるものとされているが、実際には彼がどの人種・民族に属するのかを曖昧にしているということを示した。さらに、彼と語り手イシュメール (Ishmael) との関係やピークオッド号での行動に、彼がジェンダーおよびセクシュアリティの境界を股にかけた存在となっていることを示した。身体の有り様や言動を通して、クィークェグは特定の枠組みの中に固定されることのない不定形の男性像を示しているということを論じた。

アリストテレス『トピカ』における問答法の推論とトポス

『比較論理学研究』 Vol. 12 [2015年3月]
pp. 7-19

高橋 祥吾

アリストテレスの『トピカ』の主題は問答法という探求方法である。その問答法の推論ではトポスが用いられると言われるが、実際にトポスがどのように論理的に機能して推論を形成しているのか、アリストテレスは詳しく説明することも例示することもないため、不明瞭な点が多い。そこで、主としてアフロディシアスのアレクサンドロスの解釈に基づきながら、問答法の推論におけるトポスの実際の役割を明らかにすることを試みた。その結果として、トポスは推論の形式を与える役割を持ち、対話相手と共有している前提に適切なトポスを適用することで、新たな命題を作り出す機能を持つと考えられていることを明らかにした。

アリストテレスにおける推論の必然性について

『哲学』(広島哲学会) Vol. 66 (2014年10月)
pp. 1-15

高橋 祥吾

アリストテレスが推論の必然性についてどのように考えていたのかを考察することを目的とする。アリストテレスは、歴史上はじめて形式的な推論を展開したと言われることがある。そして通常、推論は形式に基づいて妥当性が保証されていると考えられている。しかしアリストテレスの著作のほとんどは、形式に基づいた推論を用いていないし、彼の論述は、自身の推論の妥当性が形式に依存していると明確に認識して書かれていたようには思われない。そこでむしろ、彼は推論の妥当性が形式に依拠していると考えていなかったのではいかと仮説を立て、この仮説を裏付ける証拠がないか考察した。その結果として、彼は、推論は形式ではなく、前提命題の必然性に依拠していると考えている可能性を指摘した。逆に、妥当でない推論は、前提に必然性が認められない場合ということになる。

Impact-reduction effect by applying ultrasonic vibrations to a cylindrical hot-melt adhesive **Japanese Journal of Applied Physics Vol.54, 07HE05**

Atsuyuki SUZUKI, Kosaku HAYASHIDA, and Jiromaru TSUJINO

Impact-reduction structures and materials are used for many applications such as the crushable zones of vehicles and buffers for precision equipment. However, they do not absorb sufficient energy from the impact in all cases. Furthermore, the impact-reduction characteristics cannot be changed instantaneously. As such, in this study, we aim to develop an impact-reduction system by applying ultrasonic vibrations that can change the rigidity of the material instantaneously in the event of an impact. We developed an experimental device to confirm the impact-reduction effect of applying ultrasonic vibrations to a hot-melt adhesive (HMA). The vibration characteristics of the ultrasonic transducer and the impact-reduction characteristics were measured. The ultrasonic transducer was driven almost as designed. Furthermore, the impact force was reduced by up to 20% by the application of ultrasonic vibrations.

Remarks on Four-Dimensional Probabilistic Finite Automata

International Journal of Software Engineering and Its Applications

Vol. 9, No. 6 (2015), pp. 91-100

Makoto Sakamoto, Yasuo Uchida, Makoto Nagatomo, Tuo Zhang, Hikaru Susaki, Takao Ito, Tsunehiro Yoshinaga, Satoshi Ikeda, Masahiro Yokomichi and Hiroshi Furutani

This paper deals with the study of four-dimensional automata. Recently, due to the advances in many application areas such as dynamic image processing, computer animation, augmented reality (AR), and so on, it is useful for analyzing computation of four-dimensional information processing (three-dimensional pattern processing with time axis) to explicate the properties of four-dimensional automata. From this point of view, we have investigated many properties of four-dimensional automata and computational complexity. On the other

hand, the classes of sets accepted by probabilistic machines have been studied extensively. As far as we know, however, there are no results concerned with four-dimensional probabilistic machines. In this paper, we introduce four-dimensional probabilistic finite automata, and investigate some accepting powers of them.

Generation of a Zoomed Stereo Video Using Two Synchronized Videos with Different magnifications

IEICE TRANS. Information and Systems.

Vol.E98-D, No. 9, pp.1691-1701, 2015

Yusuke HAYASHI, Norihiko KAWAI, Tomokazu SATO, Miyuki OKUMOTO, Naokazu YOKOYA

This paper proposes a novel approach to generate stereo video in which the zoom magnification is not constant. Although this has been achieved mechanically in a conventional way, it is necessary for this approach to develop a mechanically complex system for each stereo camera system. Instead of a mechanical solution, we employ an approach from the software side: by using a pair of zoomed and non-zoomed video, a part of the non-zoomed video image is cut out and super-resolved for generating stereo video without a special hardware. To achieve this, (1) the zoom magnification parameter is automatically determined by using distributions of intensities, and (2) the cutout image is super-resolved by using optically zoomed images as exemplars. The effectiveness of the proposed method is quantitatively and qualitatively validated through experiments.

Numerical evaluation of the deformation of West Bath dome in Jerash

Proceedings of the IASS-SLTE 2014 Symposium Vol. 1

pp. 1-8, 2014

Takashi HARA, Kenichiro Hidaka

This paper investigated the failure mechanisms of the stone dome constructed in the heritage site at Jerash. Jerash is the remains of a Roman ancient city and is located 48km north from Amman, Jordan. In the heritage site constructed in the middle of second century, the

stately agora, colonnaded streets and the building beside them had been constructed. West Bath in Jerash had one main dome and two small domes. Domes were constructed from stones. Main dome and one sub dome were collapsed and the remained small dome inclined and faced to collapse. In this paper, firstly, the structural characteristics of the remained small dome were investigated numerically based on the shape surveying and the structural characteristics of the total structure were studied as well. Then, secondary, assuming uneven settlement of the pier due to soil flowage and foundation cutting, the structural behavior was assessed by FE analysis.

Behaviour of R/C Cooling Tower Shell under Uneven Settlement

ICCT2014 Vol. 1 191-198

pp. 191-198, 2014

Takashi HARA

The stress distributions and the ultimate strength of a reinforced concrete (R/C) cooling tower shell were investigated under the conditions of uneven settlement of column

supports. In numerical analyses, the finite element method was adopted. R/C cooling tower shell and columns were modeled by solid elements and steel sheet elements representing the reinforcements. The behaviour of two supporting systems, that was 32 V column or 32 vertical column systems, was investigated and was compared under the loading condition of the self weight. 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.

Behaviour of R/C Cooling Tower Shell under Uneven SettlementThe

Chimney Magazine Vol. 31 No.1

pp. 58 ,2014

Takashi Hara

In this paper, the stress distributions and the ultimate strength of R/C cooling tower shell were

investigated under the conditions of uneven settlement of column supports. Loading condition was self weight. The numerical analyses represent the following conclusions.

1. In case of RC cooling tower without settlement, the deformation and the stresses under self weight concentrate at the column support zone. However, the load carrying capacity is large.
2. In case of the cooling tower with settlement, the higher stresses concentrate at the columns beside settlement and the diagonal cracks appear on the shell surface.
3. The cooling towers lose their load carrying capacity when the cooling tower has settlement of more than three columns.

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE STRENGTH AT THE PANEL POINT OF R/C PANEL STRUCTURE

23rd Australasian Conference on the Mechanics of Structures and Materials (ACMSM23) V o l . 1 pp. 339-344, 2014

T. Hara, N. Ermei

This paper presented the strength at the panel zone of the reinforced concrete (R/C) Thick Wall Frame System (TWFS) experimentally. TWFS structures have been used for R/C residential building because of their wide spaces, flat walls and their noise protection behaviour. Thick walls and floor slabs were connected to form the TWFS structure. TWFS was prone to represent the failure at panel zone under flexural load. The panel zone failure induces the wall failure like the column failure of a frame system. Therefore, to prevent the panel zone failure, several additional reinforcements, such as Kanzashi (hairpin) bars and Shin (lead) bars, have been proposed and arranged. However, the utilities of them have not been investigated precisely. In this analysis, R/C TWFS models were tested under the combination of Kanzashi and Shin bars. The models were tested under monotonic loading and the displacement and the strains were measured. From the experimental results, the failure mechanisms of TWFS were clarified. Kanzashi and Shin bars prevented the formation of the plastic hinge at the panel zone of TWFS intesection and moved the occurence of the plastic hinge to the floor slabs. Shin bars improved the ductility of the panel zone together with Kanzashi bars.

Deformation and ultimate strength of R/C arch under distributed load

Proceedings of 11th Asian Pacific Conference on Shell and Spatial Structures-APCS2015 V o l . 1

pp. 545-552, 2014

Takashi HARA

In this paper, the structural behavior of R/C arch were investigated based on the numerical model. The deep and the shallow arches were adopted as the model. The arches were pin supported at both ends and were subjected to concentrate loads in radial or vertical direction. The cross section of the arch was rectangular and the reinforcements were placed on both tensile and compressive zone with the same reinforcing ratio. Then, the deformation and the load bearing characteristics were investigated from the load-deflection behavior and the crack propagation patterns. In experimental analysis, the arch specimen was made by use of the steel mould to avoid the geometric initial imperfection. Two kinds of arches with different rise-span ratios were examined to compare these structural characteristics.

Estimation of the dynamic behaviour of Hagia Sophia

Annual of Hagia Sophia Museum V o l . 17.

pp. 203-227, 2014

Takashi Hara, Kenichiro Hidaka

There are a lot of heritage structures in the world. In case of buildings, they have been under severe climate and some structures have been attacked by strong earthquake. Therefore, to maintain these structures is quite important to restore and to conserve for both present and future generations. Prior to the maintenance of these heritage structures, it is required to assess them. The assessment by the dynamic characteristics of these structures is one of useful methods and provides us important knowledge. To measure the dynamic structural characteristics of an old architectural structure, the vibration measurement by a tremor meter has been often applied. In this study, the dynamic assessment to Hagia Sophia, Istanbul, Turkey was performed.

Failure Mechanisms of Stone Masonry Dome
Applied Mechanics and Materials V o l .
744-746
pp. 133-136
TAKASHI HARA and KENICHIRO HIDAKA

This paper investigated the failure mechanisms of the stone masonry dome constructed in the heritage site at Jerash. Jerash is the remains of a Roman ancient city and is located 48km north from Amman, Jordan. West Bath in Jerash had one main dome and two small domes. Domes were constructed from stone masonry. The structural characteristics of the remained small dome were investigated numerically by use of the finite element method. The foundation of the West Bath is under the conditions of a land sliding and was cut beside the dome pier. Therefore, assuming the several uneven settlements of the piers, the structural behavior of the dome was assessed. From the distributions of the cracking and the crushing of the stone, the failure mechanisms of the stone masonry were represented.

Corrugate Fiber Reinforced Plastic Sheet in Repairing Tunnel Linings
Journal of Civil Engineering and Architecture
V o l . 9 N o . 6
pp. 684-690
Takashi Hara

This paper represented the numerical analysis of the FRP (fiber reinforced plastics) tunnel lining which was used for maintaining the old tunnel. An old tunnel covered with a concrete is prone to deteriorate due to an aging effect and a water penetration. In the rehabilitation of lining concrete, a steel plate and FRP or carbon sheet have been applied. However, these sheets show small flexural rigidity and do not flow out the penetrating water. In this paper, FRP corrugate sheet was proposed. The tunnel lining was made by FRP corrugate sheet that supported the lining concrete in the tunnel and flowed the water and the moisture swept on the tunnel surface. The FRP corrugate sheet was supported by the anchor bolts. In numerical analyses, the finite element degenerate shell was adopted to represent the FRP sheet behavior.

Assuming that the concrete liner at the top was fallen down, the peeled concrete was applied as the load. From the numerical analysis, the effectiveness of the FRP corrugate sheet was confirmed.

Dynamic behavior of masonry shell structure
Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium 2015, Amsterdam Future Visions
10p
Takashi HARA, and Kenichiro HIDAKA,

The dynamic assessment to Hagia Sophia, Istanbul, Turkey was performed. The tremors in the old heritage building were measured simultaneously by 8 tremor meters. By measuring the four combinations of tremor meter placements, 29 node tremors are detected. Each tremor meters consists of three orthogonally directional arranged sensors. Obtained tremors were analyzed by the frequency domain decomposition (FDD) and the natural frequencies and each vibration mode were represented. From the dynamic response of the structure, the effects of softening of a foundation and the discontinuities of the structure were estimated. Obtained results will be used for defining the material data of the structure and for presenting the restoration method. The measurements were done at the main building. In addition, the places where shows the particular deformation, were investigated precisely. Especially, the behavior of the south western second cornice, that shows the local failure, was analyzed in detail.

Design, Analysis and Application of Moving Scaffold to the Maintenance for Spherical Structures
Proceedings of EPPM2015 V o l . 1
pp. 139-146
Takashi Hara

Spherical holders have spherical shape to prevent against high pressure and to save their construction materials. It is difficult to assemble the usual scaffold to maintain them. To overcome these problems, the moving scaffold, composed of several types of steel section, was

proposed. The moving scaffold was composed of a lot of segments that was carried easily and was assembled at the construction site. Also, it was easy to reassemble after completion of the maintenance. To design such structure safely, the numerical evaluation was required. The moving scaffold was modeled by the space frame with semi-rigid joints at an end or both ends. The model was analyzed by use of Finite Element Method. In numerical analysis, the dead load, the moving load by the workers and maintenance equipments and the wind load were taken into account.

マグネシウム系固化材による改良土の力学特性に及ぼす温度の影響

地盤工学会中国支部論文報告集 地盤と建設
Vol. 32, No. 1, 2014

pp. 105-110

福田靖, 上俊二, 桑嶋啓治, 阿野憲一, 中堀陽平

マグネシウム系固化材を用いた地盤改良を行うにあたって、低温下では、固化材が固まりにくく、所定の強度に達しないことがある。逆に、高温下では、固化材の反応が早く施工が困難になる問題があげられる。また、寒冷地では、締固め不足の影響により、間隙水の凍結膨張によって、地盤が持ち上がり剥離が生じて軟弱化してしまうという問題がある。本研究では、改良土の力学的性質に及ぼす温度の影響を明らかにするため、養生温度、養生期間を変えて実験を行い、力学特性に及ぼす温度の影響を明らかにした。実験の結果、養生温度が高いほど固化材の反応は早く、高い強度が得られた。

角柱周辺の流れ場の組織構造と流速分布特性

土木学会水工学論文集, 第 59 巻, CD-ROM

佐賀孝徳, 北川尊将, 宇根拓孝, 渡辺勝利

角柱周辺の流れ場は、その境界条件により非定常で複雑な流れ場を形成している。しかしながら、角柱底壁周りの馬蹄形渦構造、角柱側面、上面からの前縁・後縁剥離流れ、背面の鞍点までの形成領域、後縁領域の流れ構造、平均流速分布特性は十分に明らかにされていない。本研究では、詳細な横断、縦断、水平断面視を行い、これまで詳細が明らかにされていない角柱周辺の組織構造の特徴と PTV によ

り平均流速分布特性の特徴について詳察した。

圧縮下のモードⅢき裂変形様式に起因する破壊現象の実験的検討

岩盤力学に関するシンポジウム講演集, Vol. 43,
pp. 111-116

橋本堅一

本研究ではモードⅢのき裂変形様式のき裂先端近傍の応力状態を考察したのち、花卉き裂が観察されている PMMA と同質なアクリル樹脂供試体を用いた圧縮荷重下の純粋モードⅢき裂変形様式の実験を行い、その破壊メカニズムを検討した。そして、岩質材料と考えることのできるモルタルで同様な実験を行い、材料によるモードⅢ圧縮荷重下の破壊特性の違いについても考察した。き裂先端近傍の応力場は純せん断状態にあり、き裂先端軸に対して 45 度の方向に大きな引張応力が作用する。この応力状態ではその引張応力に垂直な方向にき裂が発生することが予測される。これに対して、アクリル供試体では、初期き裂先端軸と交差する小さなき裂が発生し、そのき裂が発生直後に花卉き裂に移行していくことが確認された。

山口県コンクリート施工記録データに基づいた壁状構造物の初期ひび割れの発生に関する解析的研究

コンクリート工学年次論文集, Vol. 37

pp. 1147-1152

中谷俊晴, 田村隆弘, 二宮純, 細田暁

壁状構造物の初期ひび割れの発生をより実用的に、かつ精度よく予測する手法を見出すことを目的として、温度応力解析と実構造物の施工データの分析を行った。解析では、実施した橋台と同様のモデルを作成し、実際に使用した材料や外気温の計測値を物性値に使用し、内部温度とひび割れ指数を実測値と比較した。解析の結果、温度は実測値とほぼ同等の値となったが、ひび割れの予測では、実測値と解析値に差異が生じた。また、併せて山口県のコンクリート施工データを利用して、コンクリートに生ずるひずみと拘束に関する要素を考慮し、初期ひび割れの発生条件について考察した。

山口県の実構造物のデータベースを活用したひび割れ抑制設計

コンクリート工学年次論文集, Vol. 37

pp. 1153-1158

二宮純、森岡弘道、細田暁、田村隆弘

山口県ではコンクリート構造物のひび割れ抑制を始めたとする品質確保を目的として、産学官が協働して取組む独自のシステムを運用している。このシステムでは、実構造物のコンクリート施工に関する詳細な記録をデータベースに蓄積しており、これを利用して新たな構造物のひび割れ抑制設計を数値解析によらずに行うことが可能になるが、実構造物データであることに起因する制約条件があり、これに配慮した設計手法が必要になる。橋台たて壁を対象にした抑制設計を事例として、ひび割れ抑制設計の実用的な手法を考察した。

湿式砕石粉を添加したコンクリートの性能に関する研究

コンクリート工学年次論文集, Vol. 37

pp. 1909-1914

本居貴利、片山一司、中原信幸、田村隆弘

湿式方式による砕石・砕砂の製造過程で産出される砕石スラッジは、フィルタープレスで脱水されスラッジケーキの状態が発生する。現段階ではこの砕石スラッジから採取される砕石粉はJIS化されておらず、有効利用が難しいため大半は廃棄処分されている。本研究では、砕石スラッジを有効利用することを目的とし、砕石スラッジを加熱乾燥再微粉化して製造した湿式砕石粉を用いたコンクリートに関する各種実験を行った。実験では、湿式砕石粉を適量添加することでコンクリートの圧縮強度他の諸性能が向上することを確認した。また、この結果から、砕石粉を活用することによる単位セメント量の低減の可能性についても検討した。

全国「道の駅」の高度化による自治体の地域振興の方向性—— 6次産業の拠点から防災安全拠点まで ——

第35回佐賀自治研集会・第5分科会論文資料集

発信しよう！地域の農(林水産)業 つながろう！生産者(地)と消費者(地) PP109~116

2014年10月

熊野 稔

「道の駅」の経緯、全国1,004箇所の「道の駅」の諸データから基本特性を明らかにして、聞き取りやアンケート調査等から、道の駅の成功要因、問題点や課題を整理して、今後の道の駅の高度化による地方自治体の地域振興に向けての方向性(案)の考察を目的とした。その結果今後の方向性として、全国の利用規約の策定など5本柱の提言と地域連携機能の高度化として、サポータークラブの確立など8つの項目を提言することができた。

モルフォロジカルフィルタを用いたラビリンス風画像の生成

映像情報メディア学会誌, Vol. 68, No. 11,

pp. J492-J494, Nov. 2014. 査読付

平岡 透, 熊野 稔, 浦浜喜一

モルフォロジカルフィルタを用いてラビリンス風画像を生成するノンフォトリアスティックレンダリングの方法を提案した。提案法によって生成されるラビリンス風画像は、従来のバイラテラルフィルタによって生成されるラビリンス風画像と類似しているが、提案法は従来法よりも高コントラストな縞模様が生成される。提案法の有効性を検証するために、様々なグレースケール画像からラビリンス風画像を生成して、その見栄えを視覚的に確認した。また、提案法は従来のバイラテラルフィルタによる方法よりも計算時間が非常に短いことも実験を通して確認できた。今後の課題は、細かいテクスチャや暗い部分でも綺麗に縞模様を発生できるように提案法を改良することである。また、提案法をカラー画像に適用できるように拡張することも今後の課題である。

係数シフト逆バイラテラルフィルタによるカラー砂絵風画像の生成

日本高専学会誌. 20巻1号 査読付

PP59~62 2015年1月号

平岡透, 熊野稔,

砂を散りばめて作成された砂絵を模倣してカラー砂絵風画像を生成するノンフォトリアスティックレ

レンダリングの方法を提案し、レナの画像といくつかの風景画像を用いた実験を通して、提案法の有効性を検証した。また、提案法で使用する各種パラメータを変えた場合に生成されるカラー砂絵風画像の変化を確認した。今後の課題は、色の変化の少ない部分に砂の粒子を表現できるように提案法を改良することである。また、写真画像に応じた最適なパラメータの自動設定の方法や、提案法は八色の画素が混ざったカラー砂絵風画像であるが、より多くの色数のカラー砂絵風画像を生成する方法を考えることも今後の課題である。

バイラテラルフィルタによる水彩画風画像の生成
日本高専学会誌. 20 巻 2 号 査読付 日本高専
学会誌, Vol. 20, No. 2
pp. 59-63, Apr. 2015. 5 月号
平岡透, 熊野稔,

バイラテラルフィルタ（以下、BF）を用いて、写真画像から水彩画風画像を生成する NPR の方法を提案して検証することを目的とした。提案法は、まず、写真画像を非等方フィルタを用いて流れのある滑らかな画像に変換する。その後、BF を用いた処理によって、筆で描いたようなストロークを強調し、同時に絵の具の淡い色調とにじみを表現する。案法の有効性を検証するために、レナの画像を用いた実験を行い、BF のパラメータの値を変えた場合に生成される水彩画風画像の変化を確認した。また、レナの画像以外のいくつかの画像にも提案法を適用して、生成される水彩画風画像の見栄えを確認した。提案法を用いることで、水彩画の特徴である筆のストロークおよび絵の具の淡い色調とにじみが表現され、これまでの水彩画風画像とは異なる印象のものになることがわかった。

反復強調バイラテラルフィルタによる砂絵風画像の生成
芸術科学会論文誌 第 14 巻第 1 号 査読付
pp. 20-25 2015 年 3 月
平岡 透・熊野 稔・浦浜喜一

従来法よりも指や棒などでなぞったような流れ模様が強く表現された砂絵風画像を生成し、処理を高速化できる方法を提案することを目的とする。

写真画像から指や棒などでなぞったような流れ模様のある砂絵風画像を生成するノンフォトリアスティックレンダリングの方法を提案する。提案法は、大きく二つの処理で実行される。一つ目の処理では、非等方フィルタを用いて写真画像を流れのある滑らかな画像に変換する。二つ目の処理では、一つ目の処理で得られた画像を反復強調バイラテラルフィルタを用いて砂絵風画像に変換する。提案法の有効性を検証するために、レナの画像から提案法で必要となるパラメータの値を変えた場合の砂絵風画像を生成して、その見栄えを視覚的に評価した。

農山漁村を運営していく様々な地域組織、その意義と課題、方向性
2015 年度日本建築学会大会 農村計画部門—パネルディスカッション資料報告書；農山漁村の持続力を支える 地域組織とは
pp. 39 - 42 2015 年 9 月
熊野 稔

農山漁村を運営していく住民主体の地域組織に焦点を当て、全国の様々な事例について、その組織体系や先進事例を 4 事例紹介して、その意義と課題や今後の方向性の基本を整理、模索することを目的とした。先進事例について広島県における安芸高田市・地域振興組織、庄原市自治振興区、NPO ひろしまね、農事組合法人 ファーム・おだの 4 事例を紹介して、その意義と課題や今後の方向性の基本を整理した。最後に、企画・計画、実行と評価による PDCA サイクルによる組織化された地域のサステナビリティの構築体制と農地中間管理機構との連携を重視した地域組織作りの重要性を主張した。

災害時に機能する「道の駅」と集落のコラボレーション
2015 年度日本建築学会大会 農村計画部門研究協議会 「災害としなやかに付き合う知恵：集落計画にどう活かすか」資料集
pp. 41 - 44 2015 年 9 月
熊野稔

平成 23 年 8 月に行った東日本大震災の岩手、宮城、福島 の 6 駅 の各駅長への現地取材調査から今日までを通じて、道の駅の震災状況、緊急対応や支援を述

べ、今後の道の駅の周辺集落と協働した防災機能強化への有用性と方向性を論じることを目的とした。その結果、道の駅の災害時の、周辺集落と協働した支援は有用性が高く、集落では停電・断水時に非常用電源が機能する道の駅のトイレ利用、情報入手、冷蔵庫利用が得られ、道の駅にとっては、一時避難した人への、集落から人道支援上の水や食料・物資供給、冷凍庫を使用した食糧保存、炊き出し、清掃等の支援活動が得られる現象が確認できた。

このように集落と道の駅双方の相乗効果が期待され、普段からの連携や協定、自主防災組織の確立や災害時非常訓練などの実施検討が望まれる。

地域社会と連携した高専防災教育の現状と事例紹介

論文集「高専教育」, 第 38 号, pp. 484~489
亀野辰三, 目山直樹, 神田佳一, 河村進一

全国の高専全体における防災教育の現状について把握し、各校で実践している教育内容の共有化を図ることを目的として、昨年度、全国の高専のうち、まずは土木系学科を設置している高専（以下、土木系高専と言う）を対象にして防災教育に関するアンケート調査を行った。同調査は、土木系高専における防災教育の現状を把握するとともに、特に高専から小・中学校や地域社会にアプローチしている防災教育（公開講座や出前授業）に焦点を当て、そのノウハウやツールの情報共有化を図ることを目的として実施した。

久保中学校防災教育コンソーシアムの活動

日本技術士会中国本部会報, No. 10, pp26-29
目山直樹, 坂本修, 河村志朗

徳山高専と山口県技術士会メンバーにより、中学 2 年生向けの通年型・連続型の防災教育を行う組織を立ち上げ、継続的（4 年間）に防災教育を行う地域連携を進めてきた。技術士と中学校との連携事例として、日本技術士会中国本部の会報に掲載された技術論文である。

下松市立久保中学校での防災教育は平成 23 年度から年 1 回の活動としてはじめられたが、平成 26 年度から、通年型・連続型の防災教育として、複数回の防災授業と避難訓練を組み合わせる形に発展させている。

本論文は、平成 25 年度の活動として、通年型・連続型 5 回の防災授業で、知る、考える、行動するを实践させ、生徒らの防災対応力（避難場所を決める等）にどのような変化が出たかを検証した。

マグネシウム系固化材による改良土の力学特性に及ぼす温度の影響

地盤工学会中国支部論文報告集 地盤と建設
Vol. 32, No. 1, 2014

pp. 105-110

福田靖, 上俊二, 桑嶋啓治, 阿野憲一, 中堀陽平

マグネシウム系固化材を用いた地盤改良を行うにあたって、低温下では、固化材が固まりにくく、所定の強度に達しないことがある。逆に、高温下では、固化材の反応が早く施工が困難になる問題があげられる。また、寒冷地では、締固め不足の影響により、間隙水の凍結膨張によって、地盤が持ち上がり剥離が生じて軟弱化してしまうという問題がある。本研究では、改良土の力学的性質に及ぼす温度の影響を明らかにするため、養生温度、養生期間を変えて実験を行い、力学特性に及ぼす温度の影響を明らかにした。実験の結果、養生温度が高いほど固化材の反応は早く、高い強度が得られた。

学 術 講 演

○印講演発表者

講 演 者	演 題	発 表 機 関	年 月 日
○ 藤 本 誠 也 市 原 和 彦 櫻 本 逸 男 大 木 順 司	FEM を用いて頸部外傷症候群メカニズムを解明するための脳～脊髄の力学特性計測	第 29 回日本整形外科学会 基礎学術集会	2014. 10. 10
○ 瀬 島 史 也 市 原 和 彦 櫻 本 逸 男 大 木 順 司 福 本 哲 己	脊髄の老化が頸髄症の発症に関与している	第 29 回日本整形外科学会 基礎学術集会	2014. 10. 10
○ 西 田 周 泰 寒 竹 司 大 木 順 司 陳 献 男 櫻 本 逸 男	頸髄髄節の灰白質と白質の形態が応力に及ぼす影響	第 41 回日本臨床バイオメ カニクス学会	2014. 11. 22
○ 市 原 和 彦 櫻 本 逸 男 大 木 順 司 福 本 哲 己	高齢者頸髄症の発症には加齢で生じる脊髄力学特性変化が関与する	第 41 回日本臨床バイオメ カニクス学会	2014. 11. 21
○ 大 木 順 司 水 津 優 市 原 和 彦 菅 田 義 隆 陳 献 男 櫻 本 逸 男	脊髄神経根の衝撃強度に及ぼす負荷方向および負荷速度の影響	第 41 回日本臨床バイオメ カニクス学会	2014. 11. 21
○ 中 村 大 悟 市 原 和 彦 大 木 順 司 陳 献 男 櫻 本 逸 男	FEM シミュレーションによる脊髄円錐症候群発症メカニズムの解明	第 27 回日本機械学会バイ オエンジニアリング講演 会	2015. 1. 9
○ 富 山 周 佑、 市 原 和 彦、 大 木 順 司、 陳 献 男、 櫻 本 逸 男	脊髄の三次元有限要素モデルの構築と脊髄—神経根分岐部の応力解析	第 27 回日本機械学会バイ オエンジニアリング講演 会	2015. 1. 9
○ 御手洗 真人 福 田 明	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	精密工学会 秋季大会学術 講演会	2014. 9. 17
○ Akira Fukuda, Masahito Mitarai	Visualization of Slurry Flow in Polishing Pad Asperity Area	International Conference on Planarization/CMP Technology 2014	2014. 11. 19

講演者	演 題	発 表 機 関	年 月 日
○ 福 田 明	ウェーハ・研磨パッド間アスペリティ領域におけるスラリー流れの可視化	精密工学会 プラナリゼーション CMP とその応用技術専門委員会 第 138 回研究会	2014. 12. 12
○ 福 田 明 御手洗 真人	CMP におけるミクロスケール・スラリー流れ可視化の試み	日本機械学会 関東支部 第 21 期総会講演会	2015. 3. 20
○ Atsuyuki SUZUKI Kosaku HAYASHIDA Jiromaru TSUJINO	Development of Impact-reduction System Using Ultrasonic Melting	The 35 th Symposium on Ultrasonic Electronics	2014. 12. 5
○ Atsuyuki SUZUKI Kai KIMURA Jiromaru TSUJINO	Deformation and impact characteristics by applying ultrasonic vibrations to a carbon fiber-reinforced polymer plate	International Congress on Ultrasonics	2015. 5. 12
Makoto SAKAMOTO Makoto NAGATOMO ○ Hikaru SUSAKI Tuo ZHANG Satoshi IKEDA Hiroshi FURUTANI Takao ITO Yasuo UCHIDA Tsunehiro YOSHINAGA	Some properties of k -neighborhood template A -type two-dimensional bounded cellular acceptors	The International Conference on Artificial Life and Robotics 2015 (ICAROB 2015)	2015.01.12
○ Makoto NAGATOMO Makoto SAKAMOTO Hikaru SUSAKI Tuo ZHANG Satoshi IKEDA Hiroshi FURUTANI Takao ITO Yasuo UCHIDA Tsunehiro YOSHINAGA	Sufficient spaces for seven-way four-dimensional Turing machines to simulate four-dimensional one-marker automata	The International Conference on Artificial Life and Robotics 2015 (ICAROB 2015)	2015.01.12
○ 奥 本 幸, 一 色 誠 子, 高 橋 愛, 鳥 居 恵 子, 中 川 明 子, 長 廣 恭 子, 山 本 孝 子	ものづくりと思考力育成をめざした「考作」セミナーの実施	日本教育工学会 研究会 14-5	2014. 12. 13
○ Yasuhiro Takayama Yoichi Tomiura Kenneth R. Fleischmann An-Shou Cheng Douglas W. Oard Emi Ishita	An Automatic Dictionary Extraction and Annotation Method Using Simulated Annealing for Detecting Human Values	6th International Conference on E-Service and Knowledge Management in 4th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI ESKM 2015)	2015. 7. 12

講 演 者	演 題	発 表 機 関	年 月 日
○ Emi Ishita Douglas W. Oard Kenneth R. Fleischmann Yoichi Tomiura Yasuhiro Takayama An-Shou Cheng	Learning curves for automating content analysis: How much human annotation is needed?	6th International Conference on E-Service and Knowledge Management in 4th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI ESKM 2015)	2015. 7. 12
○ Kenneth R. Fleischmann Yasuhiro Takayama An-Shou Cheng Yoichi Tomiura Douglas W. Oard Emi Ishita	Thematic Analysis of Words that Invoke Values in the Net Neutrality Debate	iConference 2015	2015. 3. 25
○ Yasuhiro Takayama Yoichi Tomiura Emi Ishita Douglas W. Oard Kenneth R. Fleischmann An-Shou Cheng	A Word-Scale Probabilistic Latent Variable Model for Detecting Human Values	The 23rd ACM International Conference on Information and Knowledge Management (ACM CIKM 2014)	2014. 11. 6
○ 力 規 晃 越 村 三 幸 藤 田 博 長谷川 隆 三	MaxSAT ソルバを用いた帰納論理プログラミング	人工知能学会 第 97 回人工知能基本問題研究会	2015. 3. 23
○ N. Chikara M. Koshimura H. Fujita R. Hasegawa	Inductive Logic Programming Using a MaxSAT Solver	The 25th International Conference on Inductive Logic Programming (ILP2015)	2015. 8. 21
○ 原 隆	支持カラムが不同沈下する R/C 冷却塔の耐荷力分析	2014 年日本建築学会大会 学術講演梗概集 (近畿)	2014. 9. 12
○ 藤 本 泰 徳 白 石 哲 志 上 俊 二 福 田 靖 桑 嶋 啓 治	豪雨および特殊土壌に対応した法面保護フィルターの開発	平成 27 年度地盤工学会 中国支部地盤工学セミナー報告会	2015. 7. 10
○ 田 村 伊 幸 桑 嶋 啓 治 上 俊 二 福 田 靖	再生石膏を用いた地盤改良による芝の植生について	平成 27 年度地盤工学会 中国支部地盤工学セミナー報告会	2015. 7. 10
○ 桑 嶋 啓 治 上 俊 二 福 田 靖	破碎性地盤における杭の貫入量に着目した支持力特性	第 50 回地盤工学研究発表会	2015. 9. 1

講 演 者	演 題	発 表 機 関	年 月 日
○ 福 田 靖 上 俊 二 桑 嶋 啓 治 阿 野 憲 一 中 堀 陽 平	マグネシウム系固化材による改良土の力学特性 に及ぼす温度の影響	第 50 回地盤工学研究発表 会	2015. 9. 1
○ 上 俊 二 桑 嶋 啓 治 福 田 靖 大 内 光 徳	超音波による細粒土の減容化特性に関する研究	第 50 回地盤工学研究発表 会	2015. 9. 2
○ 桑 嶋 啓 治 佐 野 博 昭 小 竹 望 稲 積 真 哉 上 俊 二	廃石膏を用いた芝の植生	第 20 回高専シンポジウム in 函館	2015. 1. 10
○ 桑 嶋 啓 治 上 俊 二 福 田 靖	再生石膏を用いた地盤改良による芝の植生につ いて	2015NEW環境展	2015. 5. 26
○ 末 長 航 也 福 田 靖 上 俊 二 桑 嶋 啓 治 岡 田 克 己 三 原 俊 彦 阿 野 憲 一 中 堀 陽 平	マグネシウム系固化材と結合材を用いた土系舗 装について	日本高専学会第 21 回年会	2015. 8. 29
○ 橋 本 堅 一 阿 野 憲 一	海水マグネシウム固化材コンクリートおよびモ ルタルブロックの利用に関する検討	第 64 期材料学会学術講演 会	2015. 5. 23
○ 橋 本 堅 一	モードⅢき裂変形様式の応力拡大係数の適用に 関する検討	平成 27 年度土木学会中国 支部研究発表会	2015. 5. 23
○ 中 谷 俊 晴 田 村 隆 弘	実構造物を対象とした温度応力解析による初期 ひび割れに関する解析的研究	(第 67 回) 土木学会中国 支部研究発表会	2015. 5. 23
○ 山 門 健 人 中 谷 俊 晴 田 村 隆 弘	コンクリート実構造物における収縮ひび割れの 解析的研究	第 21 回日本高専学会年会	2015. 8. 29
○ 小 島 風 太 田 村 隆 弘	コンクリート構造物の乾燥収縮ひび割れに関す る研究	第 21 回日本高専学会年会	2015. 8. 29
○ 浅 田 純 輝 田 村 隆 弘	早強ポルトランドセメントを用いた透水性ポー ラスコンクリート舗装についての研究	第 21 回日本高専学会年会	2015. 8. 29
○ 田 村 隆 弘 仙 石 克 洋	山口県のコンクリート構造物品質確保の高度化 に関する研究	平成 27 年度官学共同研 究 成果報告	2015. 9. 3

講演者	演 題	発 表 機 関	年 月 日
○ 田 村 隆 弘	復興道路とコンクリートの品質確保	山口県技術講習会（第9回）	2015. 9. 14
○ 田 村 隆 弘	地方におけるシビルNPO	土木学会全国大会研究討論会	2015. 9. 16
○ 熊 野 稔	防災性能化された「道の駅」の類型と方向性について	26 年度 日本建築学会大会研究発表	2014. 9. 12
○ 熊 野 稔	周南市の公共施設再配置における民間活用によるサステナビリティ	周南市市民セミナー	2014. 11. 9
○ 熊 野 稔	暮らしと住まいの健康講習	山口県健康省エネ住宅推進協議会	2014. 11. 1
○ 熊 野 稔	山口県の戦災復興と都市計画史について	山口県県史編纂委員会 山口県県史編纂室	2014. 12. 6
○ 熊 野 稔	都市の技術戦略論；コンパクトシティ政策と低炭素まちづくり戦略について	広島大学大学院工学研究院	2014. 12. 2
○ 熊 野 稔	地方創生の技術戦略論；道の駅と地域振興について	広島大学大学院工学研究院	2014. 12. 16
○ 熊 野 稔	2015 まちむら廃校活用セミナーin 京都・綾部 全国事例から学ぶ廃校活用のポイント整理	まちむら廃校活用セミナー都市農山村漁村交流機構	2015. 2. 14
○ 西 俣 颯 斗 熊 野 稔 平 岡 透	「学校まちづくり」における高校生レストランの動向と効果、方向性に関する研究 その1 三重県立相可高校を事例として（経緯と仕組み、地域づくりの効果等）	26 年度 日本建築学会中国支部研究報告会	2015. 3. 8
○ 熊 野 稔 西 俣 颯 斗 平 岡 透	「学校まちづくり」における高校生レストランの動向と効果、方向性に関する研究 その2 三重県立相可高校の調理部生徒へのアンケート調査による自己評価	26 年度 日本建築学会中国支部研究報告会	2015. 3. 8
○ 鷺 永 司 熊 野 稔 平 岡 透	コンパクトシティを目指す地方都市の動向と評価に関する研究 富山市と青森市を事例として	26 年度 日本建築学会中国支部研究報告会	2015. 3. 8
○ 熊 野 稔 鷺 永 司 平 岡 透	低炭素まちづくり計画策定都市の動向と自治体評価及び方向性に関する研究	26 年度 日本建築学会中国支部研究報告会	2015. 3. 8
目 山 直 樹 ○ 後 藤 晃 徳 伊 藤 将 司	「防府市勝間・牟礼・西浦地域での防災教育を通じた防災意識の変化、学校・家庭・地域社会と連携した防災教育プログラムの実践と評価 その2」	土木学会第69回年次学術講演会	2014. 9. 12

講 演 者	演 題	発 表 機 関	年 月 日
○ 目 山 直 樹 原 隆 上 俊 二 佐 賀 孝 徳 橋 本 堅 一 渡 邊 勝 利 中 川 明 子 海 田 辰 将	「徳山高専と山口県教育庁の連携による防災出前授業の2013年度実施報告」	土木学会第69回年次学術講演会	2014. 9. 12
○ 目 山 直 樹 村 田 将 仁 後 藤 晃 徳 橋 本 堅 一	通年型・連続型の防災教育と避難訓練による久保中学校2年生の防災意識の変化	自然災害研究協議会中国地区部会 研究発表会	2015. 3. 21
○ 目 山 直 樹 原 田 幸 蔵 福 田 桂 大	「学校運営協議会を活用した通学路安全対策の検討組織の試行と今後の課題」	土木学会中国支部研究発表会	2015. 5. 23
○ 目 山 直 樹 村 田 将 仁 重 政 徹 哉 坂 本 修 河 村 志 朗	「久保中学校防災教育コンソーシアム 2014 の活動」	土木学会, 第7回土木と学校教育フォーラム【ポスター発表】	2015. 8. 30
目 山 直 樹 ○ 加 納 志織里 後 藤 晃 徳	「学校と地域社会をつなぐ防災教育の実践と評価」	土木学会, 第7回土木と学校教育フォーラム【ポスター発表】	2015. 8. 30
目 山 直 樹 ○ 原 田 真 緒 原 田 幸 蔵 福 田 桂 大	「歩行児童・自転車通学生徒双方への交通安全教育による通学路安全対策の試み」	土木学会, 第7回土木と学校教育フォーラム【ポスター発表】	2015. 8. 30
○ 目 山 直 樹 浅 野 純一郎 熊 野 稔	安全・安心に着目した未着手都市計画道路の見直し評価項目の検討, 周南市都市計画道路(廃止検討路線)によるケーススタディ	日本建築学会大会学術講演会, 都市計画部門オーガナイズドセッション, 選抜梗概	2015. 9. 4
○ 中 川 明 子 八 島 巧 舎	岩国市周東町鮎原神社の穹崇橋に関する研究	第35回土木史研究発表会	2015. 6. 20
○ 大 橋 正 夫	Preparation of Layer Structured Crystal $Rb_{1-x}Ti_{1-x}Nb_{1+x}O_5(0 \leq x \leq 0.20)$ and Hydrogen Ion Exchange Products	日本化学会第95春季年会	2015. 3. 26
○ Ai Takahashi	Is Billy a Peace-maker?: Gender Confusion in <i>Billy Budd, Sailor</i>	The 10th International Melville Conference	2015. 6. 27
○ 高 橋 愛	多読授業の成果と課題——高専低学年の学生への実践から	日本多読学会年会	2015. 8. 2

講 演 者	演 題	発 表 機 関	年 月 日
○ 高 橋 祥 吾	アリストテレス『弁論術』における共通トposと固有トposの問題	広島大学西洋哲学研究会	2015. 7. 25
○ 高 橋 祥 吾	アリストテレスの『弁論術』と『トピカ』における「トpos」概念の相違	広島哲学会第 65 回学術研究発表大会	2014. 11. 1

分 担 執 筆

執 筆 者	書名および章題・題目・頁	発 行 所	発行年月日
原 隆 外 8 名	コンクリートシェルの構造設計に関する動向と将来 展望・第 4 章コンクリートシェルの構造設計基準・指 針について (pp31-40)	日本建築学会	2014. 10. 6
熊 野 稔 その他教育普 及小委員会	建築法規用教材 2015	日本建築学会	2015. 2. 15
熊 野 稔	健康長寿検定テキスト 住宅編 PP25～32	一般社団法人 健康・省エ ネ住宅を推進する国民会議	2014. 2. 15
熊 野 稔 その他建築学 会農村計画委 員会・調査報 告委員会委員	東日本大震災 8 学会合同調査報告 建築編9 建築社 会システムと震災/集落計画 3 集落の被害と再 建 3.4 集落ネットワーク及び後方支援拠点の役割 (3)「道の駅」の被災と支援、防災機能強化の方向 性	日本建築学会	2015. 9

特 許

考案者名	名 称	公示番号
鈴 木 厚 行	衝撃軽減装置	特許第 5757616 号

ぐるりと取り囲むこと。用例としては、唐符載「襄陽張端公西園記」に「峴山漢水、環抱里閭。」とある。

○啓景乎神封

「啓」は、ひらくこと。「景」は、優れた景勝の意。「神封」は、神がそこにいるための地の意。ここは、遠石の地を指す。南朝宋王叔之の「遊羅浮山」詩に「菴靄靈岳、開景神封。」（『藝文類聚』卷七、『古詩類苑』卷一二）とある。

○丹青

画工のこと。三國魏曹丕「與孟達書」に「故丹青畫其形容、良史載其功勳。」とある。

○景想

慕わしく思うこと。『新唐書』卷一〇二姚思廉伝に「時思廉在洛陽、遣使遺物三百段、致書曰、景想節義、故有是贈。」とある。

○潤色

美しく飾ること。『論語』憲問篇に「爲命、裨諶草創之、世叔討論之、行人子羽修飾之、東里子產潤色之。」とある。

○逼真

真実そのままに迫ること。唐韓愈「春雪間早梅」詩に「那是俱疑似、須知兩逼真。」とある。

○登臨

高きに登って河川（あるいは海）を前にすること。また、遊覧すること。『楚辭』九辯に「慷慨兮若在遠行、登山臨水兮送將歸。」とある。

○萬頃

海や土地が非常に広いこと。ここでは、どこまでも広い海に解釈する。

宋范仲淹「岳陽樓記」に「至若春和景明、波瀾不驚、上下天光、一碧萬頃。」とある。

○有聲之画

詩のこと。画を「無聲詩」というのに対していう。宋蘇軾「和文與可

洋川園池 溪光亭」詩に「溪光自古無人畫、憑仗新詩與寫成」とあり、宋施元之注に『古詩話』、詩人以畫爲無聲詩、詩爲有聲畫。」とある。

○紙生毛

紙が毛を生じて筆跡が読み取れないこと。五代王定保の『唐摭言』卷一〇に「劉魯風投謁所知、爲典謁所阻、因有詩曰、無錢乞與韓知客、名紙生毛不爲通。」とある。

○徒然

空っぽで何もできないさま。南朝梁任昉「爲范始興作求立太宰碑表」に「瞻彼景山、徒然望慕。」とあり、李周翰注に「言藩府士女、皆積懷素筆、瞻望王之景行、空然思慕、願欲立碑」（『文選』卷三八）とある。

○口囁囁

言葉を発しようとして何も言えないさま。唐韓愈「送李願歸盤谷序」に「伺候於公卿之門、奔走於形勢之途、足將進而越趨、口將言而囁囁。」（『古文真寶』後集所収）とある。

○嗟歎

感嘆すること。感嘆して声を上げるが本来の意味であるが、上の「口囁囁」に照らして「感嘆する」の意に解釈する。『毛詩』大序に「言之不足、故嗟歎之。」とある。

*以上、遠石への賛美を述べてまとめとする。

○寶永二龍集

宝永二年。西暦一七〇四年。「龍集」は、歳次のこと。「龍」は、木星。「集」は、宿るの意。木星が、一年に十二次の一次だけ移動することから、一年を「龍集」という。

○江元次

毛利元次。毛利氏の祖は、大江匡房であるので「江」姓を名乗る。

芝居小屋で上演されたのは歌舞伎であったことがわかる。それ以外に小芝居なども上演されたようであり、同書『藩史』の巻之一「公室之部」に於御館遠石芝居御見物之事」の項『徳山市史史料』上冊 四七九ページ上）には、元次が藩主となる前、元賢の時代の三度を含め、改易以前に以下に列挙する「御見物」が行われ、小芝居や軽業を藩主が御覧になったことがわかる。なお、理解の便をはかるため、引用列挙した本文中に西暦を書き加えた。

一 貞享四（一六八七）年丁卯八月廿一日御城御書院ニおゐて遠石芝

居元賢公御見物

一 元祿二（一六八九）年己巳八月廿三日同断

一 同年九月朔日遠石小芝居軽業於御書院御庭興行、同公御覧

一 元祿四（一六九一）年辛未八月廿五日遠石芝居御書院ニ而元次公

御見物

一 元祿六（一六九三）年癸酉九月七日大芝居同月九日小芝居右同断

一 宝永六（一七〇九）年己丑十二月朔日大芝居右同断

一 正徳元（一七一）年辛卯八月十八日右同断

○雑選

原文のルビ「サツタフ」、傍訓に「ヲ、フク」。「多くの人で混雑する」、「多くの人が密集する」の意。傍訓に沿う用例は見つからないため、「往復」の意を加味して解釈した。漢揚雄「甘泉賦」に「長幼雜選以交集、士女頒斌而咸戾。」とあり、李善注に「雜選、衆多貌也」（『文選』巻七）とある。

○灌叢

原文の傍訓に「アツマリ」。晋左思「吳都賦」に「洪桃屈盤、丹桂灌叢。」とあり、劉逵注に「所在叢聚、無他雜木也。」（『文選』巻五）とある。

○星離

夜空に輝く星のように多いさま。郭璞「江賦」に「霅布餘糧、星離沙

鏡。」とあり、李善注に「霅布・星離、言眾多也。」（『文選』巻一二）とある。

○彎橋在市井中、跨兩岸

旧山陽道を遠石八幡宮の参道を右手に見ながら西へ向かうと、遠石の町を東西に分ける梅花川に橋がかかっている、橋を渡るとすぐに影向石が右手に見える。「彎橋」は、この橋のことであり、「彎」とあることから、当時は反り橋だったのであろう。

○憧憧

人の往来が途絶えることのないさま。『易経』咸卦に「九四。憧憧往来、朋従爾思」とある。

○躑躑

「躑躑」に同じ。幼い子が歩くさま、老人が歩くさまの意。ここは、家に帰る大勢の人々が混雑のために、もたもたとしか進めない様子という。『廣韻』に「躑、躑躑、小兒行兒」とある。また、唐盧仝の「自詠三首 其二」詩に「盧子躑躑也、賢愚總莫驚。」とある。

*以上、遠石八幡宮の祭事の盛大で賑やかな様子を述べる。なお、『徳山市史史料』下冊 五八ページ上に載せる奈古屋梅翁の「遠石八幡宮祭礼記」は、「遠石記」のこの部分の記述に酷似している。本来なら比較検討を加えるべきであるが、長文でもあり、紙幅の都合もあるので、いま、指摘のみにとどめておく。

○天鍾秀美于茲、

天がすぐれて美しいものをこの地に集めたの意。唐柳宗元「邕州柳中丞作馬退山茅亭記」に「蓋天鍾秀於是、不限於遐裔也。」とある。「秀美」は、すぐれて麗しいもの。宋蘇軾「南行前集序」に、「而山川之秀美、風俗之朴陋、賢人君子之遺跡、與凡耳目之所接者、雜然有觸於中、而發於詠歎。」とある。

○環抱

市が開かれたのであろう。

○比如櫛

びっしりと並んでいるさま。『詩経』周頌「良耜」に「其崇如墉、其比如櫛。」とあり、毛傳に「墉、城也。」、鄭箋に「草穢既除而禾稼茂、禾稼茂而穀成熟、穀成熟而積聚多。如墉也、如櫛也、以言積之高大、且相比迫也。」とある。なお、朱熹集傳は「櫛理髮器、言密也。」と注する。

○監市之所司、

「監市」は、市の売買を監督する役人。『莊子』知北遊篇に「正獲之間於監市履狝也、每下愈況。」とある。「所司」は、役人の長のこと。

○仗衛

杖を手に監督警戒のために常駐する兵。『資治通鑑』陳宣帝太建十二年に「堅潛令責部伍仗衛、因召公卿、謂曰、欲求富貴者宜相隨。」胡三省の注に「仗衛、執仗而宿衛之兵也。」とある。

○經緯

秩序の喩え。ここは秩序立てて治めること。『春秋左氏傳』昭公二十五年に「禮、上下之紀、天地之經緯也。」孔穎達の疏に「言禮之於天地、猶織之有經緯、得經緯相錯乃成文、如天地得禮始成就。」とある。

○容目瞳

「容」は、入れる。「目瞳」は、「瞳」のこと。『孟子』離婁上に「孟子曰、存乎人者、莫良於眸子。眸子不能掩其惡。」とあり、趙岐の注に「眸子、目瞳子也」とある。

○廻旋

何度も巡回すること。宋蘇軾「遊徑山」詩に「衆峰來自天目山、勢若駿馬奔平川。中途勒破千里足、金鞭玉鐙相回旋。」とある。

○見督

監督すること。『南齊書』卷一四州郡志上に載せる、晋何無忌「以竟陵還荊州表」に「又司州弘農、揚州松滋二郡、寄尋陽、人民雜居、宜並見督。」とある。

○萬商淵巨千財貨山積

多くの人やものが集まり、おびただしい財貨が山のように積み上がるの意。晋左思「蜀都賦」に「市廛所會、萬商之淵。列隧百重、羅肆巨千、賄貨山積、纖麗星繁。」とあり、李周翰の注に「言市廛之衆、商賈如淵、市中道。肆、鋪也。羅列百重。巨千、言多也。賄貨、財帛也。纖麗、細好之物。山積星繁、衆盛貌。」(『文選』卷四)とある。

○貿易

交易のこと。『史記』卷二九貨殖列傳に「以物相貿易、腐敗而食之貨勿留、無敢居貴。」とある。

○蜂聚蟻同

蜂のように蟻のように集まり群がること。漢馬融「長笛賦」に「踴蹶攢仄、蜂聚蟻同。」とあり、李周翰の注に「踴蹶攢仄蜂聚蟻同、並聲相擊多貌。」(『文選』卷一八)とある。

○謹呼

やかましく叫び合う声のこと。『後漢書』卷一一劉盆子伝に「盆子居長東宮、諸將日會論功、爭言謹呼、拔劍擊柱、不能相一。」とある。

○窮日力息

日の出から日没までの力を使い果たしてから休息するの意。『孟子』公孫丑下に「去、則窮日之力而後宿哉」とあり、趙岐の注に「極日力而宿。」とある。

○俳優鋪戲劇之場

「俳優」は、役者(また歌舞伎役者)。「鋪」は、「舗」の正字で、しき連ねるの意。『詩経』大雅「常武」に「鋪敦淮濱、仍執醜虜」とある。「戲劇之場」は、芝居小屋。ここは「歌舞伎役者たちが芝居小屋を開く」と解釈した。

河合裕『藩史』卷之七 雜事之部「遠石町芝居之事」の項に「寛文四(一六六四)年甲辰八月遠石八幡宮祭市歌舞伎始、是より毎歲興行今年長州下ノ関女歌舞伎來」(『徳山市史史料』上冊七三五ページ下)とあり、

○稠人

多くの人。『史記』卷一〇七 魏其武安侯列伝に「稠人廣眾、薦寵下輩。士亦以此多之。」とある。

○逸遊

気ままに遊ぶこと。晋 潘岳「西征賦」に「縱逸遊於角觝、絡甲乙以珠翠。」(『文選』卷一〇)とある。

○魯陽之戈

中国の戦国時代、楚の魯陽公が西に沈みかけた日を矛でさしまねいて呼び返した故事による。『淮南子』覽冥訓に「魯陽公與韓構難、戰酣日暮、援戈而撝之、日爲之反三舍。」とある。ただし、ここは晋 左思「吳都賦」に「酣渾半、八音并、歡情留、良辰征、魯陽揮戈而高麾、迴曜靈於太清、將轉西日而再中、齊既往之精誠。」とあり、劉逵注に「此言酣飲與音樂、蓋是其中半并會之際、歡情之所以留連、良辰之所以覺也。故追述魯陽迴日之意、而將轉西日於中盛之時、以適己之盛觀也。」(『文選』卷五)とあるのをふまえていると思う。

○誰昔

そのむかし。原文のルビに「ソノカミ」。「誰」は発語の辞。『詩經』陳風「墓門」に「知而不已、誰昔然矣。」とあり、鄭箋に「誰昔、昔也。」孔穎達の疏に「郭璞曰、誰、發語辭。」、朱熹集伝は「誰昔、疇昔也。」とする。

*以上、遠石八幡宮を取り巻く遠景の素晴らしさを述べる。

なお、関連する資料として、前掲の「防州都濃郡八幡遠石別宮之縁起」(『徳山市史料』下冊六四頁下～六五頁下)に、「和銅元年二月七日に始而宮殿を造立して八幡遠石別宮と号け奉り、神主神人野上景直 同直次 従ひ来て仕へ奉り、毎年八月十五日に祭礼を執行、其麓に市を立て、則其所を遠石村と号けたり。其靈地の佳景を謂ハ、後は青山峨峨として白雲峯に横り、前は蒼海渺渺として碧浪天に翻へり、右は石壇壁に削り、左は槐樹枝を連ねたり。西嶺には千秋の雪を戴き、南浦には万里

の船を繫。朝には平沙に鴈陳を張、暮にハ江村に漁火を焼、清々たる月影は常燈乃光明を継、颯々たる松風は宜禰か鈴の声を添。抑此宮ハ日本四所乃八幡にして当国の鎮守なり。信心を凝して一度此山に登る者は所願成就せすと云事なし。」とあるのを挙げておく。「遠石記」の記述と比較するに、元次が「防州都濃郡八幡遠石別宮之縁起」を知っていた可能性が高いと思うからである。

○中秋之望祭於神、舁輿移別壇、輿前射禮揖讓行神事

「中秋之望」は、旧暦八月十五日。『徳山市史料』下冊六六ページ下～六七ページ上に載せる「書付」に「一 当社毎歳八朔鎮齋、八月十五日祭礼、神幸射礼祭市等有之來候、其外年中行事数ヶ度有之事」とある。舁輿「は、神輿を担ぐこと。「舁」は、担ぎあげる。『説文解字』に「舁、共舉也。」とある。「別壇」は、浜の御旅所に設けられた壇。「射禮」は、神前において弓の試合をすること。「揖讓」は、手を胸の前で組み合わせ、先を譲ること。謙遜の礼。『論語』八佾篇に「子曰、君子無所爭。必也射乎、揖讓而升下。而飲。其爭也君子。」とある。

○觀者如堵

非常に多くの見物する者たちが垣根のように取り囲んでいること。『禮記』射義に「孔子射於矍相之圃、蓋觀者如堵牆。」とある。

○算日程十有五日

中秋の望祭のあと、十五日の日数を数える間の意。

○市鄺

市場の店。「鄺」は、店舗のこと。後の「萬商淵巨千財貨山積」の注を参照。

○沙湾

湾曲した砂浜。遠石八幡宮境内之圖(前記「前磴」の注を参照)には参道から山陽道を横切つて海に面した側に大きく張り出した埋立地らしきものが描かれている。ここで射礼が行われたのであろうが、その後

○九里松

現在の中華人民共和国浙江省杭州市西湖の北側にあった名勝。九里雲松とも言われる。唐代に杭州刺史であった袁仁敬が行春橋から靈隱寺、三天竺（上天竺寺Ⅱ法喜寺、中天竺寺Ⅱ法浄寺、下天竺寺Ⅱ法鏡寺の総称。古南天竺寺とも言う）にかけて松を植え、人々は「九里松」と呼んだと伝えられる。（「里」は、唐代では三六〇歩、メートル法では五六〇m弱。九里は、五kmほどに該当する）。明 田汝成『西湖遊覧志』巻十北山勝蹟に「九里松。唐刺史袁仁敬 守杭、植松以達靈竺、凡九里。左右各三行、每行相去八九尺、蒼翠夾道。」とある。

○齊

そろっているさま。『説文解字』に「齊、禾麦吐穗上平也。」とある。

○鉸

はさみ。ここでは、はさみで切りそろえること。唐 李賀の「五粒小松歌」に「緑波浸葉滿濃光、細束龍髯鉸刀剪」とある。

○奎蹠

またにかけること。張衡「西京賦」に「袒裼戟手、奎蹠盤桓。」とあり、薛綜の注に「奎蹠、開足也。」（『文選』巻二）とある。

○仙島

現在の山口県周南市仙島。河合裕『藩史』巻之二 御制法御勘法之部 御領内地名替之事の項に「正徳三年癸巳五月十九日弥地 夜市ニ御改、瀬島 仙島ニ御改」（正徳三年は、一七一三年。「仙島」に「センシマ」とルビ）とある。この「遠石記」は、寶永二（一七〇五）年に書かれているので、正式に改められる八年前に、すでに元次は「仙島」と呼んでいたことになる。（後の「金崎」の注を参照）

○黒髪嶼

現在の山口県周南市黒髪島。「嶼」は、小島の意。

○大津

現在の山口県周南市大津島。

○金崎

現在の山口県周南市大津島馬島金崎。『地下上申』大津島村の項に「馬島」の名は見えるが、地名としての金崎の記載はない。しかし、元次の選んだ「松屋十八景」の一つにも「金崎漁舟」とあって、「金崎」という地名を元次が意識して使っていることは明らかである。『地下上申』大津島村の大津島之内小村小名寄の項には「馬島」という地名の由来を「但往古まき馬有之たる由、其故ニか馬島と申ならハし候由申傳候事」と記す。前の「仙島」の例も含め、元次は、雅意を感じさせる名称を用いようという意識を持っていたのかもしれない。

○西南

單純に方位をいうのではなく、上の「奎蹠」に呼応して、「西から南にかけて」の意に解釈する。

○加復

原文のルビに「シカノミナラス」。「そうであるばかりではなく（、さらに加えて）」の意。

○嶠

山の鋭く高いさま。晋 郭璞「江賦」に「衡霍磊落以連鎖、巫廬嵬魚鬼巖危勿而比嶠。」とあり、李善は『爾雅』釋山を引いて「山鋭而高曰嶠」と注する（『文選』巻二）。

○最肩

力を起こすさま。漢 張衡「西京賦」に「綴以二華、巨靈最肩、高掌遠蹠、以流河曲、厥跡猶存。」とあり、薛綜の注に「最肩、作力之貌也。」とある。（『文選』巻二。なお、李善注本は「最肩」を「最肩」に作るが、ここは六臣注本の和刻本『文選』に従う。和刻本『文選』は、汲古書院刊の影印本）

○兀起焉

高く聳えるさま。宋 蘇軾「健為王氏書樓」詩に「樹林幽翠滿山谷、樓觀突兀起江濱。」とある。

○畧何津

「畧」は、「澳」に同じ。「澳」は、港湾のことであるが、下に「何れの津（＝いずこの港）」とあるので、ここは動詞に読み、入港する、あるいは（港に）停泊するの意に解釈する。「澳」が港湾の意味で使われた例として、宋 范成大『吳船錄』卷下に「江爲赤壁一磯所攔、流轉甚駛、水紋有暈、散亂開合、全如三峽。郡議欲開澳以歸宿客舟、未決。」とあるのを挙げておく。

○碧渚

青海原のこと。「渚」は、海の意。『説文解字』に「渚、郭渚、海之別也。」

○歛

「吹」の古字。

○戯魚鱗浪

魚の鱗がきらきらと波に戯れるように見えるの意。晋 孫綽「蘭亭詩二首」其二に「鶯語吟脩竹、游鱗戲瀾濤」とある。また、宋 陸游「東門外遍歷諸園及僧院觀遊人之盛」詩に「微風蹙水魚鱗浪、薄日烘雲卵色天。」とある。

○四時噴雪

「四時」は、春夏秋冬のことで、四季をいう。ここは、「四季を通じて常に」の意に解釈する。「噴雪」は、激しい波の波頭が、連なる山々が雪を噴いたように白く見えるさま。唐 李白「橫江詞」其四に「海神來過惡風迴、浪打天門石壁開。浙江八月何如此、濤似連山噴雪來。」とある。

○石間散花

流れが石の間からあふれほとばしって花びらを散らすかのように見えるの意。晋 潘岳「秋興賦」に「泉湧湍於石間兮、菊揚芳於崖澨。」（『文選』卷一三）とあり、また、晋 左思「魏都賦」の「蘭渚莓莓、石瀨湯湯。」の劉逵注に「石瀨、湍也。水激石間、則怒成湍。」（『文選』卷六）とある。「散花」は、南朝梁 簡文帝の「應令詩」に「遠煙生兮含山勢、風散花兮

傳馨香。」とある。

○鯨浦

「鯨浦」は、鯨の寄る海辺のこと。「鯨浦」の語例として、唐 王勃「乾元殿頌序」に「天街五裂、截鯨浦而飛芒」とあるのを挙げる辞書が多いが、この例での「鯨浦」は大海の意であり、ここには合わない。『太平記』卷四に「虎伏野辺鯨寄浦なり共、あこがれぬべき心地しけれ共」とあり、『毛吹草』にも「とらふすのべにつれ、くじらよるうらにゆく」とあるのが意識にあると考えて解釈した。

○鷗洲

「鷗州」は、鷗のいる浜辺のこと。唐 韓翃「送客歸江州」詩に「客舍不離青雀舫、人家舊在白鷗洲」とある。

○曝腥網

「曝」は、日光にあてて乾かすこと。「腥」は、なまぐさいこと。「腥網」は、漁で使った魚網のこと。用例としては、宋 董嗣杲の「謝村」詩に「貧衲施茶營屋小、老漁曝網遶籬腥。」と見える。

○夕暝

夕暮に残った光をいう。南朝宋 謝靈運「晚出西射堂」詩に「曉霜楓葉丹、夕暝嵐氣陰。」（『文選』卷二二）とある。

○燐

原文のルビに「モヤス」。『史記』卷八四 屈原賈生列傳に「彌融燐以隱處兮、夫豈從螳與蛭螾。」張守節の正義に「顧野王曰、融、明也。燐、光也。」とあるので、燃やして輝くと解釈する。

○櫛浜

現在の山口県周南市櫛ヶ浜。

○綿綿纍纍

「綿綿」、「纍纍」、ともに途切れることなく続くさま。『詩経』王風「葛藟」に「緜緜葛藟、在河之滸。」とあり、毛伝に「緜緜、長不絶之貌。」とある。また、『禮記』樂記に「纍纍乎端如貫珠。」とある。

鳥が鳴くこと。『玉篇』に「唳、鳥鳴也」とある。

○箏篴

箏篴は、古代の豎琴。弦の数は、二十三。正倉院に断片として伝わっている。『旧唐書』卷二九 音楽志に「豎箏篴、胡樂也。漢靈帝好之。」とある。

○埴篴

「埴篴」に同じ。「埴」(「埴」)は卵形の陶器笛で、「篴」は竹製の笛。『詩経』小雅「何人斯」に「伯氏吹埴、仲氏吹篴。」とあり、毛伝に「土曰埴、竹曰篴。」鄭箋に「伯仲、喻兄弟也。我與女恩如兄弟、其相應和如埴篴、以言俱爲王臣、宜相親愛。」とある。また王粲「贈士孫文始」詩に「和通篴埴、比德車輔。」とあり、李善の注に「毛萇曰、土曰埴、竹曰篴。」(『文選』卷二二)とある。

○祝誦

祝詞の意に解釈する。「誦」は、朗誦することばのこと。『詩経』大雅「烝民」に「吉甫作誦、穆如清風。」鄭箋に「吉甫作此工歌之誦、其調和人之心如清風之養萬物然。」とある。

*以上、遠石八幡宮とその周囲の景の素晴らしさを述べる。

○霰寥窈

原文の傍訓に「ハルカニ フカク」。霰の音は「オウ」、寥の音は「ギョウ」、窈の音は「ソウ」。王延壽「魯靈光殿賦」に「隱陰夏以中處、霰寥窈以崢嶸。」李善注に「霰寥窈、崢嶸、皆幽深之貌。霰、鳥宏切。寥、魚天切。窈、音巢。」(『文選』卷十一)とある。

○標(衣/眇)

原文の傍訓に「ホノカニ」。(衣/眇)は、ころもへんに眇。この文字は、異体字の辞書類には見えない。以下に挙げる木華「海賦」に「群仙標眇」(『文選』卷十二)とあるのに基づき、上の「標」に合わせて衣偏を加えたのであろうか。意味は、同音の疊韻語、「瞽眇」「縹緲」等と同

じく、果てしなく遠くかすかにしか見えないさまであろう。王延壽「魯靈光殿賦」に「忽瞽眇以響像、若鬼神之髣髴。」李善注に「瞽眇、視不明之貌。說文曰、瞽、睽也。廣雅曰、眇、莫也。」、呂向の注に「瞽眇、猶依稀也。言此形象依稀髣髴若有其形聲。」(『文選』卷十一)とある。また、木華「海賦」に「群仙標眇、餐玉清涯。」李善注に「標眇、遠視之貌。魯靈光殿賦曰、忽瞽眇以響像。」(『文選』卷十二)とある。

○疆度

境界をはかるの意。『漢書』卷八七上 揚雄伝上に載せる揚雄の「甘泉賦」に「直嶢嶢以造天兮、厥高慶而不可虐疆度」とあり、顔師古の注に「疆、境也。度、量也。」とある。なお、『文選』卷七の「甘泉賦」は「厥高慶而不可乎彌度。」に作り、李善は『爾雅』を引いて「彌、終也」と注し、続けて「言高不可終竟而度量也。彌、或爲疆。」と注する。

○海気昏昏水拍天

海の気は暗くたちこめて波は天の果てを打つ。「昏昏」は暗いさま。唐韓愈「題臨瀧寺」詩に「潮陽未到吾能說、海気昏昏水拍天。」とある。

○扁舟箇箇浮、而如繫于蒙龍之樹梢者也

海原を鬱蒼と茂る森林の樹海に見立て、ぽつぽつと海に浮かぶ小舟を木の枝に繋がれたようだと言え表現。「蒙籠」は、晋郭璞「江賦」に「石帆蒙籠以蓋嶼、萍實時出而漂泳。」(『文選』卷二二)とある。

○張帆

風をはらんだ帆のこと。唐李白「贈友人三首其二」詩に「鑿井當及泉、張帆當濟川。」とある。

○得風濤之便利

風波に助けられること。唐崔塗「鸚鵡洲即事」詩に「何人正得風濤便、一點輕帆萬里回。」とある。

○如今

いま、現在の意。『史記』卷七 項羽本紀に「樊噲曰、大行不顧細謹、大禮不辭小讓。如今人方爲刀俎、我爲魚肉、何辭爲。」とある。

清涼なさま。前記「魍魎」の注を参照。

○響雜

響きがまじりあうこと。用例としては、南朝陳後主の「夜亭度雁賦」に「行雜響時亂、響雜行時散。」(『初学記』卷二一)とある。

○滌灌

「滌」も「灌」も、水で洗うこと。「灌滌」に同じ。ここは洗い清めるの意に解釈する。

○俗耳

俗世間のことを聞きなれた耳のこと。唐韓愈の「縣齋讀書」詩に「哀狄醒俗耳、清泉潔塵襟。」とある。

○澆胸懷矣

「澆」は、洗い流すこと。「胸懷」は、心の中の思い。『世說新語』任誕篇に「阮籍胸中壘塊、故須酒澆之。」とある。

○華表

ここでは、鳥居のこと。「華表」は、宮殿などの参道の入り口に置かれた一対の柱のことであるが、日本では「華表」を鳥居と訳している。

○當對

對等に向き合うの意。『世說新語』文學篇「支道林初從東出、住東安寺中。王長史宿構精理、竝撰其才藻、往與支語、不大當對。」とある。

○大島

現在の山口県周南市大島。現在は島ではなく地続きとなっている。

○攢峰

密集した山の峰。南朝齊孔稚珪「北山移文」に「於是南嶽獻嘲、北嶺騰笑、列壑爭譏、攢峰竦詭。」(『文選』卷四三。また、『古文真宝』後集)とある。

○倒嶺

海面に逆さまに映る嶺のこと。晋孫綽「遊天台山賦」に「或倒景於重溟、或匿峰於千嶺。」とあり、李善の注に「山臨水而影倒、故曰倒景也。」

李周翰の注に「景、影。重、深。溟、海。匿、藏也。直上孤立曰峯、平高而長曰嶺。言此山俯以臨深海、山影倒在水中、其峻峯遠在嶺後。故為千嶺所蔽。」とある(『文選』卷一一)

○岐

険しく傾きせまるさま。「岐嶇」の意。晋陸機「謝平原内史表」に「思所以獲免、陰蒙避迴、岐嶇自列。」、李善注に「言密自蒙蔽、避迴罔黨、岐嶇艱阻、得自申列也。」、呂延濟注に「岐嶇、傾側也。」(『文選』卷三七)とある。

○巍

高くそびえるさま。漢張衡「西京賦」に「疏龍首以抗殿、狀巍巍以岌岌。」とある。

○崦嵫

「崦」の音は「ゴウ」、「嵫」の音は「コウ」。山の高く険しいさま。「崦嵫」に同じ。張衡「南都賦」に「其山則崦嵫嵒嵒、嵒嵒寮刺」とあり、李善の注に「崦嵫嵒嵒、山石高峻之貌」(『文選』卷四)とある。

○峻嶒

険しく聳え立つさま。南朝梁何遜「渡連圻」詩二首其一に「懸崖抱奇崛。絕壁駕峻嶒。」とある。

○長脩

「脩長」に同じ。班固「幽通賦」に「道脩長而世短兮、復冥默而不周。」(『文選』卷一四)とあり、李善注に「言天道長遠。」とある。

○容與

原文の傍訓に「ウ子リ(うねり)」。「楚辭」九章「涉江」に「船容與而不進兮、淹回水而凝滯。」とある。

○屏障

屏風のこと。唐白居易「重題別東樓」詩に「湖卷衣裳白重疊、山張屏障綠參差。」とある。

○岷

部には、「元禄十一（一六九八）年戊寅八月十四日石灯籠二基御寄附」の記載がある（『徳山市史史料』下冊六六四ページ上）。

○飛閣

高閣のこと。三國魏 曹植「贈丁儀」詩に「凝霜依玉除、清風飄飛閣。」とある。

○流趨

流れゆくこと。『焦氏易林』に「（訟之）比。水流趨下、欲至東海。」とある。

○画榜

絵画に飾られた扁額。用例としては、元 余闕「送普原理之南台御史兼簡察士安」詩に「霜署起南天、雲霄畫榜懸。」と見える。

○〈竹／虚〉業維樅

〈竹／虚〉は、たけかんむりに、虚。音は「キョ」。「虚」に同じ。原文の「〈竹／虚〉業」の箇所には、訓注「カ子カケ（かねかけ）」が傍記されているので、そのままを通釈に用いる。「虚」は、鐘懸けの両端に立てる柱のこと。「業」は、鐘懸けの横木の上に掲げる、彫刻を施した大きな飾り板のこと。「樅」は、「業」の上に彩色し、鐘を懸けるための刻みを鋸の歯のように入れた部分が、牙のようになっていて部分のことで、それが切り立っている様子をいう。『詩経』大雅「靈臺」に「虞業維樅、賁鼓維鏞」とあり、毛伝に「植者曰虞、横者曰枸。業、大版也。樅、崇牙也。鄭箋に「虞也、枸也、所以懸鍾鼓也。設大版於上、刻畫以為飾。」、孔穎達の疏に「言崇牙之狀、樅樅然。」とある。

○石崖

石の壁のこと。元結「大唐中興頌」に「湘江東西、中直浯溪、石崖天齊。」（『古文真宝 後集』所収）とある。

○松風

松林に吹く風のこと。南朝宋 顔延之の「拜陵廟作」詩に「松風遵路急、山煙冒壠生。」（『文選』卷二七）とある。

○颯颯

風がさつとふく音の形容。「颯」の音は「サツ」。『楚辞』九歌 山鬼に「風颯颯兮木蕭蕭、思公子兮徒離憂。」とある。

○颯颯

清涼なさま。王延壽「魯靈光殿賦」に「鴻嬪煥以燼閭、颯蕭條而清冷。」、李善注に「颯蕭條、清涼之貌。」（『文選』卷一一）とある。

○葉點塵

この部分は、難しい。「點塵」の一語ならば、仏教語で「恒沙」と対になる、「数え切れないほど多い」の意で、この部分の意味として不自然さはない。しかし、原文に、レ点と送り仮名が記され、「塵を點ず」と読まされているため「點塵」の意味合いにはとれない。個々の字義においてこの部分に適合しそうなものは、「塵」は「汚れ」、「點」は「塗りつぶして消す」であるが、根拠となる表現を見出せないで、付会の誹りを免れないと考える。ただし、他に適切な解釈をできないので、ひとまず、個々の字義によって「汚れを覆い消す」と解釈しておく。

○春朝秋夕

春の朝に朝日を眺め、秋の夕に夕月を眺めること。漢 賈誼『新書』保傳に「三代之禮。天子春朝朝日、秋暮夕月、所以明有敬也。」とある。

○匈奴

乱れて騒がしいさま。『史記』卷 項羽本紀に「項王謂漢王曰、天下匈奴數歲者、徒以吾兩人耳。」とある。

○淡蕩

のびやかで穏やかなさま。唐 陳子昂「與東方左史虬修竹篇」詩に「春風正淡蕩、白露已清冷。」とある。

○琴韻

古琴の音。唐 許渾「重遊飛泉觀題宿龍池」詩に「松葉正秋琴韻響、菱花初曉鏡光寒。」（『三体詩』所収）とある。

○蕭条

名所図録・山口県之部』大成館明31-37にある「遠石八幡宮境内之圖」を見るに、神前に向かって丘を登る石段が描かれているので、ここでは石段と解釈する。南朝宋 謝靈運「嶺表賦」に「顧後路之傾巘、眺前磴之絕岸、看朝雲之抱岫、聽夕流之注澗」(『藝文類聚』卷八)とある。

なお、清水吉康『大日本名所図録 山口県之部』大成館明31-37は、国立国会図書館デジタルコレクションとしてインターネット公開されているものを参照した。 <http://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/762206>

○磬石

石を積み上げること。唐 白居易「池上即事」詩に「行尋磬石引新泉、坐看修橋補釣船。」とある。

○晋如

進みゆくこと。原文の傍訓に「ス、三」。「晋如」という形は、「晋然」というのに等しい。『周易』晋卦に「初六。晋如、摧如、貞吉。罔孚、裕、無咎。處順之初、應明之始、明順之德、於斯將隆。進明退順、不失其正、故曰、晋如、摧如、貞吉也。」とある。

○恂恂

もの静かで恭しいさま。『論語』郷党に「孔子於郷党、恂恂如也。」とある。

○拝稽首

目上の者に対して行う礼で、手を合わせたところまで頭を下げ、更に地に頭がつくまで深々と下げる。『書経』舜典「禹拜稽首、讓于稷、契與臯陶。」孔安国の伝に「稽首、首至地。」とある。

○顒然仰

「顒然」は、敬い慕うさま。『詩経』大雅「卷阿」に「顒顒卬卬、如圭如璋、令聞令望。」毛伝に「顒顒、溫貌。卬卬、盛貌。」鄭箋に「王有賢臣、與之以禮義相切磋、體貌則顒顒然敬順、志氣則卬卬然高朗。」とあるが、「仰」とのつながりを考慮するに、劉琨「勸進表」(『文選』卷三七)に「蒼生顒然、莫不欣戴。」李善は『淮南子』俶真訓の「聖人、呼吸陰陽

之氣、而羣生、莫不喁喁然仰其德以和順。」(筆者追記「喁」＝「顒」。今本『淮南子』は、「顒」に作る)を引いて注し、呂延濟は「顒然、仰德貌」と注するのに基づく表現であろう。

○如神在

ほんとうに神がいるように感じること。また、神がいるようにふるまうこと。『論語』八佾篇に「祭如在、祭神如神在。」とある。

○趙如

進もうとしてみえらうさま。原文の傍訓に「タチヤスラヒ」。『説文解字』に「趙、趙趙也。」とある。「趙趙」は、「趙趙」、「次且」とも記され、『易経』夬卦に「九四、臀無膚、其行次且。」孔穎達の疏に「次且、行不前進也。」とある。

○回瞻

振り返って眺めること。唐 楊思玄「奉和聖制過溫湯」詩に「迴瞻漢章闕、佳氣滿宸居。」とある。

○石工

石を切って、彫刻を施し磨き上げる職人。『禮記』曲禮下に「天子之六工、曰、土工、金工、石工、木工、獸工、草工。」孔穎達の疏に「玉及磬同出於石、故謂石工也。」とある。

○彫磨

彫刻し磨き上げること。宋 蘇轍「次韵毛君山房遣興」詩に「頑鈍終何取、彫磨豈復加。」とある。

○植

立てる、置くの意。『論語』微子篇に「植其杖而芸。」とあり、伊藤仁斎『論語古義』は、「植、倚立也。」、荻生徂徠『論語徴』は「按、蔡邕石經、植作置。古字通用耳。」と注する。

○燈籠

「遠石八幡宮境内之圖」(前掲「前磴」の注を参照)には、参道に幾つもの石燈籠が置かれているのが見える。河合裕『藩史』卷五 神仏社寺之

に記されているように宝永二（一七〇四）年八月に書きあげられ、遠石八幡宮に奉納された。河合裕『藩史』巻之五 神仏社寺之部の「同（Ⅱ）遠石八幡宮之事」御寄附物之事」の項に「宝永二年乙酉八月遠石之記御奉納。其文二曰、」とあつて全文が引用されている（『徳山市史史料』上冊六六三ページ下～六六四ページ上）。

○八幡遠石別宮

遠石八幡宮のこと。

○垂跡

垂迹に同じ。神々のこと。仏や菩薩の本体を「本地」といい、その本体を衆生を救うために様々な姿に現すことを「垂迹」という。日本では、日本の様々な神々は、本地である仏や菩薩が垂迹として現れたものだとする「本地垂迹説」が、平安時代に成立した。

○指論

はつきりと教え示すこと。

○神社啓蒙

書名。白井宗因の著。寛文七（一六六七）年刊。白井宗因は、大阪において三代続く医者であったが、国学を修め、『神社便覧』・『神社啓蒙』を著した。『神社啓蒙』の跋文を見るに、それぞれの神の依るところを明らかにし、人々に崇める理由を知らしめて邪説に惑わされぬことをねらいとして書かれたものであるという。

○周防朝倉八幡

白井宗因『神社啓蒙』巻六に「○朝倉八幡 在周防国朝倉、所祭之垂跡同宇佐。 註式曰、人皇五十六代清和天皇貞觀元年、立行宮勸請之。」とある。

『神社啓蒙』は、全七巻。寛文七年序、同十年刊の、国立国会図書館デジタルコレクションとしてインターネット公開されているものに基づいた。 <http://dl.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/2556088?tocOpen=1>

なお、遠石八幡宮所蔵の「防州都濃郡八幡遠石別宮之縁起」が、『徳山

市史史料』下冊六四頁下～六五頁下にかけて翻刻されて収載されており、「爰（ここ）に防州都濃郡朝倉「中比（なかごろ）野上ト云、今改徳山ト」乃磯辺に一つの大石有、其の根深ふして金輪際より生出でたり。推古天皇三十年乃春に至て、此石忽然として光明赫然たり、諸人驚動して窺見る所に、其傍人卒（にわか）に戦慄して曰、我は是宇佐八幡なり、此地に跡を垂て国土を守らんかために今又爰に顕る、噫、遠石なるかな、と。神託新なりしかは、里民信心肝に銘し、参詣する者断（たえ）る時なし。」とある。以上の引用は読みやすさに配慮して、句読点を加え、（ ）内に読みを加えた。また、「」内は原文の割注である。

*以上、遠石八幡宮の由緒を簡潔に述べる。

○尊崇

崇め奉ること。漢揚雄「甘泉賦」（『文選』巻七）に「於是欽柴宗祈、燎薰皇天、臯搖泰壹。」とあり、欽柴宗祈に対して李善は「恭敬燔柴、尊崇所祈也。『尚書』曰、至于岱宗柴。」、搖泰壹については、「張晏曰、搖泰一、皆神名。善曰、搖與遙同。」と注しており、神を尊び崇める例として、これを挙げておく。

○隴阜

高い丘。ここでは、遠石八幡宮の建つ丘を指す。用例としては、南朝梁陶弘景『真誥』巻一一に「非直去如板也、亦可是登隴阜之上、則於天為下耳」とある。

○逶迤

大きく曲がるさま。ここは、八幡宮への参道が折れ曲がっていることをいう。漢揚雄「甘泉賦」（『文選』巻七）に「梁弱水之淵濊兮、躡不周之逶迤。」とあり、李善の注に「逶、音移。」呂向の注に「逶迤、長曲貌。」とある。

○前磴

神前への石段。「磴」は、磴道（Ⅱ石の道）のこと。清水吉康『大日本

くつか置かれている。高閣は東西に水の流れゆくかに広がり、絵画に飾られた扁額があちこちに掲げられ、楼の上に高く渡された鐘懸けが聳えている。(社殿の)西側は石の壁が数尺余りの高さ、松林に吹く風のさつと(吹き過ぎていく音は)清々しく涼やかに葉は汚れを覆い消す。春の朝に(朝日を眺める時)秋の夕に(夕月を眺める時)、自然に清らか(な響きを立てるの)で騒々しさはない。(その音は)のどかに静かに、古琴の奏でられるにも等しい。四方へと広がって響きは絡み合い、その音は流れて世俗の垢にまみれた耳を洗い清め、胸のうちを淨めてくれる。華表(＝鳥居)は大島に真つ向から向き合い、(その大島の)密集した山の峰、海面に逆さまに映る嶺は、険しく傾きせまって、ひととき高く聳え立ち、削られたように(切り立ち)染められたように(青々と)、長く遠くうねって屏風のようにであり、鳥のさえずりはあたかも竖琴や土笛、竹笛のように響き、鳩の鳴き声は祝詞を唱えるかのように聞こえてくる。

南(に広がる海)は遙か彼方に広がり遠くは霞んで境界が見えず、いわゆる海の気は暗くたちこめ波は天の果てをたたくという様子で、小舟は一つ一つ浮んで、鬱蒼と茂る樹々の梢に繋がれたかのようなのである。(小舟の)風をはらんだ帆は風波の助けを得て、いま目の前を過ぎて(行くが)、何処の港に停泊するのであろうか。青海原に風が吹くと、あるいは魚の鱗がきらきらと波に戯れるかのように、あるいは四季を通じて雪を噴くかのように(に白く激しく波立ち)、あるいは石の間から流れがあふれほとばしって花を散らすかのように、(目を近くに向けると)鯨の寄る浦、鷗のいる浜では、なまぐさい魚網を夕暮の残光にあてて乾かし、漁火を櫛ヶ浜に燃やし(輝かせ)ている。西(をながめるとそこ)には青々とし(て生い繁つ)た松が途切れることなく続いていて、(かの西湖の名勝の一つ)九里の松にもなぞらえられ、(その)松葉の均しく整ったさまを表せば、缺で剪定したかのように。仙島、黒髪島、大津島、金崎が西から南へとまたにかけて連なり、そればかりではなく、さらに加えて、大小の山々が力強く高く隆起している。どれほど多くの人がこの地に来て気ま

まに遊んで一日などとても時間が足らず、魯陽の戈を手に(太陽を逆戻りさせて)、その昔のことを語ることであろうか。

毎年 中秋の望月になると神を祭り申し上げ、神輿を担いで別壇に移し、その神輿の前で射の試合を揖讓の礼もゆかしく神事として執り行い、(それを見るために)大勢の見物人が集まって垣をめぐらしたかのような。(かくして)望祭の後には日数を数えること十五日の間、湾曲した砂浜に市が開かれて店が建ち、びっしりと並んで櫛の歯のようである。売買を監督する役人の長官がおり、厳めしくも杖を持った衛兵を配備し、秩序立てて治めようと、瞳に(様子を)映してぐるぐると巡回し監督する。多くの人と物が集まり、おびただしい財貨が山のように積み上がり、売り買いの人々は、声をぶつけ合って蜂や蟻のように群がり集まり、やかましく叫び合う声は一日を生きる力を使い切って(ようやく)休息しておさまる。役者たちは芝居小屋を開き、人々が行きつ戻りつ混み合い、集まり合い、(そして)夜空の星のように多くの人々が家に帰っていく、(その途中に)反り橋が遠石の町中にあり、その兩岸にわたって人の往来は途切れることなく、もたもたと歩いている。

天はすぐれて美しいものをこの地に集め、(その美しきもので)ぐるりと取り囲んで、この景勝を神のましますこの地にひらかれた。画工たちがこの風景を慕って潤色を施したとて、どうして真に迫ることなどできようか。この高みに登って海を見渡せば、どこまでも広がる青海原が揺らめき、たとえ、詩が声を持つ絵であろうとも文字で表現できるものは到底無いし、紙は毛を生やして筆跡など消えてしまう。ただただぼんやりとして言葉を発しようとしても何も言えず、感嘆するばかりである。

宝永二(一七〇四)年 乙酉(きのとり) 八月 江元次誌(しる)す

【注】

○遠石記

現在の周南市遠石にある遠石八幡宮についての記。この一文は、文末

擬九里松、形容松葉之齊、如鉸。奎蹠于仙島、黑髮嶼、大津、金崎西南、加復大小之嶠、最肩兀起焉。幾稠人乎、爰來逸遊、不足日、魯陽之戈、話誰昔哉矣。

至年年中秋之望、祭於神、昇輿移別壇、輿前射禮揖讓行神事、觀者如堵。

望後算日程十有五日、市廛在沙灣、比如櫛。有監市之所司、嚴備仗衛、經緯容目、瞳廻旋見督。萬商淵巨、千財貨山積、貿易人蜂聚、蟻同、謹呼窮日力息。俳優鋪戲劇之場、雜遝灌叢、星離還家兮、彎橋在市井中、跨兩岸、憧憧躑躅矣。

天鍾秀美于茲、環抱啓景乎神封。丹青雖景想於潤色、安逼真哉。登臨萬頃搖、有聲之画無所著筆、紙生毛、徒然口囁嚅嗟歎。

寶永二龍集乙酉八月 江元次誌

【訓読文】

遠石の記

防州 都濃の郡 徳山の莊 八幡遠石別宮の祭る所の垂跡は、宇佐に同じ。指諭す、神社啓蒙の周防朝倉の八幡なり。

惟れ時に俯して以（おも）うに、尊崇の隴阜 逶迤として、前磴 石を蹙（た）み、攀躋して晋如と、恂恂として拝稽首し、顒然として仰げば神在（いま）すがごとく、超如と回瞻すれば、石工彫磨して燈籠若干基を植つ。飛閣 東西に流趨して、面榜 往往に掲ぐ。樓 高く架して（竹／虚）業と維れ攢つ。西は石崖 數尺強、松風 颯颯颺颺として葉は塵を点ず。春の朝 秋の夕を自ら清くして匈匈たること無し。淡蕩として静かに、琴韻の奏するに同じ。蕭条として響き雜り、聲 流れて俗耳を滌灌し、胸懷を澆（そそ）ぐ。華表は大島に当対し、攢峰 倒嶺 岐嶷 峴嶮たり。峻嶒として削るが如く染むるが如く、長脩容与と屏障の若く、鳥は啖（さえず）りて篋篋填篋の如く、鳩は鳴きて祝誦するに似たり。

南は靈寥緜に標（衣／眇）として疆度 無く、所謂 海気昏昏として水天を拍ち、扁舟（へんしゅう）箇箇浮びて、蒙龍の樹梢に繋がるが如しという者なり。張帆 風濤の便利を得て、如今 目前を過ぎて何れの津に壘（みなとせ）ん。碧澥 風歟（ふ）きて、有るは魚鱗の浪に戯れ、有

るは四時 雪を噴き、有るは石間 花を散らす。鯨浦 鷗州 腥網を夕曛に曝し、漁火を櫛浜に燭（もや）し、西は青松 綿綿纍纍として、九里松に擬す。松葉の齊しきを形容すれば、鉸するが如し。仙島、黒髮嶼、大津、金崎の西南に奎蹠し、加復（しかのみならず）、大小の嶠 最肩兀起す。幾く稠人か爰（ここ）に來て逸遊 日をしも足らず、魯陽の戈 誰昔（そのかみ）を話（かた）るかな。

年年 中秋の望に至りて神を祭るに、昇輿して別壇に移し、輿前射禮揖讓して神事を行う。觀る者 堵の如し。望の後 日程を算ること十有五日、市廛 沙灣に在り、比して櫛の如し。監市の所司有り、嚴に仗衛を備えて、經緯 目瞳を容て廻旋見督す。萬商の淵 巨千財貨 山のごとくに積み、貿易の人 蜂のごとくに聚り蟻のごとくに同（あつま）り、謹呼 日力を窮めて息む。俳優 戲劇の場を鋪き、雜遝（ざつとう）と灌叢（かんそう）と星のごとくに離れ家に還るに、彎橋 市井の中に在り、兩岸に跨りて憧憧躑躅たり。

天 秀美を茲に鍾め、環抱して景を神封に啓く、丹青 景想を潤色すと雖も、安くんぞ真に逼らんや。登臨すれば萬頃 搖れて 有聲の画 筆に著す所無し、紙 毛を生ず、徒然として口囁嚅嗟歎す。

寶永二龍集乙酉八月 江元次 誌す

【通釈】

遠石の記

周防国 都濃郡 徳山の莊にある八幡遠石別宮の祀り申しあげる神々は、宇佐神宮（の祀り申しあげる神々）と同じであり、（かの白井宗因の著作）『神社啓蒙』に教え示す「周防朝倉の八幡」である。

さて、今、（わたくし元次が）謹み伏して思うに、崇め奉る高き丘は長くうねり、登っていく階段は 石を敷き詰めてあって、（その石段を）登って進んでゆくと、穏やかで恭しい様子になり拝稽首の礼をするかのよう。敬い慕う思いで仰ぎ見ると、まさしく神のましますところと感ぜられ、歩みを止めて振り返ると、石工たちが彫刻し磨きあげた石灯籠がい

毛利元次「遠石記」訳注稿

＊谷本 圭司

Translation and annotation (draft) of Mototsugu Mouri (毛利元次) "Toishi no Ki (遠石記)"

Keiji, TANIMOTO

【解説】

・本稿は、徳山高専におけるの四年次選択科目の講義用資料として、作成したものである。

・「遠石記」は、宝永三年刊の『徳山名勝』に収録の漢文で書かれた文章で、徳山藩第三代藩主の毛利元次が自ら記した、遠石八幡宮を取り巻く佳景とその祭礼の賑やかさを称賛する文章であり、宝永二（一七〇四）年八月に遠石八幡宮に奉納されている。

・本文は、周南市立図書館のWEBサイトの、郷土資料ギャラリー、中央図書館所蔵画類に『徳山名勝』（見開き写真版 全二十四ページ）として公開されているものに基づき、『徳山市史史料』全三冊の、上冊六六三ページ下～六六四ページ上、下冊四〇八ページに翻刻されているものを参照した。なお、今回の訳注にあたって、周南市中央図書館において原本を拝見することができたので、写真版では読みづらかったルビや傍訓を正確に確認できた。この場を借りて感謝したい。

・原文の入力できない漢字については、（雨／云）（↓雪）、（衣／甫）（↓補）のように表してある。

・内容に対応して、大まかではあるが段落分けを行ったが、厳密なものではなく理解に資するためである。

・書き下し文については、もともとの本文に記された訓点に従い、修正、補完は最小限にし、通釈に意を注いだ。

・通釈は、徳山高専の学生（四、五年生）を対象に、努めて平易を心が

けて作成したつもりであるが、安易な説明に傾きすぎたきらいもあり、また屋上屋を重ねるがごとき部分もないとは言えないと感じている。諸賢のご教示をいただければ、幸いに思う。

・注については、煩雑にわたることを避け、記が書かれた当時の漢文を学ぶ者にとって、重要であったと推測される文献に範囲を絞って用例を挙げた。それ以外の例を引用する場合は、「用例としては」と記してから挙げてある。ただし、類書等によって得られたであろう語彙の知識についての調査は、やや不徹底であることは否めない。今後、より詳細な検討を行いたいと考えている。また、『徳山市史史料』全三冊に収録された、享保～寛延年間の『地下上申』、及び、河合裕『藩史』等に見える関連の記述を若干加えた。

・なお、『徳山市史史料』第九編「社寺沿革」の「五 遠石村寺社由来 1 遠石八幡宮」の項（下冊 五七～七一ページ）には、『防長寺社由来』には記載されていない貴重な資料が多く翻刻収録されており、「遠石記」作成当時の伝承、祭礼についての重要な知見を得られた。

【本文】

遠石記

防州都濃郡徳山莊八幡遠石別宮所祭之垂跡同宇佐、指諭神社啓蒙之周防朝倉八幡也。

惟時俯以、尊崇之隴阜逶迤、前磴磴石、攀躋、晋如恂恂、拝稽首、顯然仰如神在、超如回瞻、石工彫磨植于燈籠若干基。飛閣流趨東西、面榜揭往往、樓高架（竹／虚）業維縱。西石崖數尺強、松風颯颯颺颺葉點塵、春朝秋夕自清無匈匈、淡蕩靜、同琴韻奏、蕭条響雜、聲流而滌灌俗耳、澆胸懷矣。華表當對大島、攢峰倒嶺岐巍崕、峻嶒如削如染、長脩容與若屏障、鳥唳如箜篌塤箎鳩鳴似祝誦。南靈寥寂標（衣／眇）無疆度、所謂海氣昏昏水拍天、扁舟箇箇浮、而如繫于蒙龍之樹梢者也。張帆得風濤之便利、如今過目前而畧何津。碧澗風颺有戲魚鱗浪、有四時噴雪、有石間散花。鯨浦鷗洲、曝腥網於夕曛、燐漁火於櫛浜。西者青松綿綿纍纍、

「語注」

・法器（ほうき）…仏具のこと。鐘、鼓、引磬、木魚などの楽器や杖、塵などをいう。ここでは鐘のこと。

・梵空（ぼんくう）…梵天の世界を意味すると考えるが、「梵宮」のように単に寺院を指すと解釈する方が自然であるので、ここでは寺院の意味としておく。なお、冒頭の二句は、浄土真宗の鐘銘文の一定型ではないかと考える。佐賀市の梅谷山円光寺の鐘銘の冒頭にも「鑄成洪器 高掛梵空（鑄成洪器を鑄成し、高く梵空に掛く）」とあるからである。

・乾坤大地、含青石中…昔から現在までの、この世の天地全てが、青銅の鐘に含まれるの意。永平寺第五世 義雲和尚の「永平禪寺鐘銘 並びに序」に「昔 青葉髻、竺土に於て青石の大鐘を造り、化佛 日を逐うて光を放つ。今 二禪人 吉祥在りて青銅寶器を鑄る。祖宗 時と護念する者なり。往時と今日とは函蓋乾坤なり。洪韻 劫前劫後を繼ぐを疑わず。」とある。

・日月（じつげつ）…太陽と月の意であるが、前の二句に対応させて、年月の意に解釈する。

・幽嶼（ゆうしよ）…幽は、奥深い・俗気がないの意。嶼は、島。

・吐萃…萃を翠に読み、緑あふれるの意。

・鯨嚨（げいろう）…「嚨」は、のどの意である。韻字の関係でこの字が用いられたのであろうが、それでは意味が通じにくい。鐘の音の意味の語で「鯨音」という語があるので、鯨ののどから発せられる音の意味にとり、鐘の音と解釈する。

・屢…ここは、「屢屢」に同じ。いつまでも細く長く続くの意。

・善巧（ぜんぎょう）…仏語。人々の機根に応じて巧みに善に教え導き、仏の利益（りやく）を与えること。

・□同…一字欠字、「有」もしくは「處」を補うべきであろう。いずれにせよ、鐘の音が仏の善巧に等しいものだという意味になるべきである。

・易…和やかで落ち着いた様子のこと。

・恫…おびえること。

・家国…家と国。また、国家。

・鏞（よう）…大鐘。『説文解字』に「鏞、大鐘之を鏞と謂う」とある。

「補注」

『山口縣風土誌』卷七十八 周防国 熊毛郡 村誌 上関村の仏刹 真宗の項（第四冊一八三ページ）に「善徳寺（同上「祝島」の東浜） 元善明寺、元禄十（1697）年七月寺号公称（山号石原山、開基教通、寺号免許五世清慶が代、十日なり） 明治三（1870）年本島照満寺へ合併、各寺号の処合併差止。元明徳寺、本國大島郡平郡村に創建（山号海母山、開基教信、寺号免許年月・世代不知） 明治六（1873）年二月合併一寺号改称」とある。「西暦は、筆者」

○法名本 一字 東村に有り

本堂 桁行五間半、梁行五間半、瓦葺。

庫裏 桁行四間半、梁行四間、瓦葺。

本尊 阿弥陀如来 木仏 立像 長け一尺八寸。

脇檀 親鸞上人・文如上人 画像。

本山 西本願寺下、泉州 堺 善教寺下、都濃郡 富田村 善宗寺下、玖珂郡 与田村 明顕寺の末寺でございます。開基の教通と申す者、当島の長藏寺と申す禅宗の寺が大破断絶の折に、その寺の門徒が右の教通に帰依いたしました。寛永年間（1624～1644）に改宗し真宗の寺院一字を建立いたしました。二世の善西と申す僧が、寛文二（1662）年に本願寺において得度いたし本尊の木仏を申し請け、六世惠照の代に寺号の免許をうけ、開放山報恩寺と改め、国絹袈裟を免許されました。宗祖より当代の住職まで七代になります。

檀家 五十軒

（附箋）法名本一字 腰書に寺号免許云々 フシン

「注」

この法名本の項目は、『防長寺社由来』には無い。

土蔵 桁行三間半、梁行二間半。

鐘撞堂 一棟 上屋 瓦葺

門 桁行九尺、梁行五尺。

長屋 桁行五間半、梁行三間。

本尊 阿弥陀如来 木仏 立像 長け三尺。①

脇檀 親鸞上人・湛如上人 画像。②

本山 京都西本願寺下、泉州堺善教寺下、都濃郡富田善宗寺下、玖珂郡与田村明願寺の末寺でございます。当寺の開基は石原藤左衛門と申す者で、大坂籠城の節に願如上人に御剃刀をいただき、法名を教通と改め、帰国後に一字を創建し、五代の元禄三（1690）年に寺号・木仏を免許され、八世義慶の明和四（1767）亥年五月十八日に国絹袈裟を免許されました③。開祖より当代の住職まで十一代でございます。

檀家 五十軒

〔注〕

①『防長寺社由来』には「御本山御免、御長式尺壹寸」とある。

②『防長寺社由来』には、「一、聖徳太子・七高僧 以上二幅脇立 右御本山御免、明和四（1767）年亥ノ五月」とあり、聖徳太子・七高僧の二幅の脇立を国絹袈裟の免許と同時に許されたようである。一方で、『風土注進案』に記す「親鸞上人・湛如上人 画像」の記載は『寺社由来』には無い。

③『防長寺社由来』には、「開基教通、善斎、浄玄、円□、右四代法名許にて寺役等相勤申候所ニ、五代清慶代元禄十丑の七月十日寺号奉願、從御公儀願の通被為仰付、早速上京仕本寺無相違善妙寺と寺号御本山より御免。六代儀動、七代智全、八代善応、只今まで九代ニ罷成申候、法名澄慶と申候（開基の教通、善斎、浄玄、円□、右の四代は法名本だけで寺役等を勤めましたところが、五代清慶の代の元禄十（1697）丁丑の年の七月十日、寺号を願い奉り、御公儀より願いの通り仰せ付けなされ、早速、上京いたしましたして本寺は相違無く善妙寺と寺号を御本山より許さ

れました。六代儀動、七代智全、八代善応、ただ今まで九代になります。（現在の住職は）法名澄慶と申します」と記されており、五代の法名が清慶であるとわかるが、寺号を許された年が異なっており、八代の法名も異なっている。また、『防長寺社由来』には、宝永五（1710）年十月に願主の「受慶」（「受」の字に「ママ」と書かれている）の手になる鐘銘文が載せられている。

〔鐘銘文〕

新鑄法器、恭掛梵空。乾坤大地、含青石中。日月幽嶼、吐萃鯨嚨。屢響所応、更勿不退。仏善巧法、亦是□同。人民得易、鳥獸忘恫。家国与盛、海島財豊。共鳴此鏞、弥伝無窮。

宝永五 戊子歳 十月日 願主 受慶

〔訓読文〕

新たに法器を鑄て、恭しく梵空に掛く。乾坤大地は、青石中に含まれ、日月幽嶼、萃を吐きて鯨嚨あり。屢々たる響きの応ずる所は、更に退（通？）ざること勿（な）し。仏の善巧の法も、亦た是れ□同。人民は易（やす）らかなるを得、鳥獸は恫（おそ）れを忘る。家国は与（とも）に盛んにして、海島は財豊かなり。此の鏞に共鳴し、弥（ます）ます伝えて窮まること無からん。

宝永五 戊子の歳 十月日 願主 受慶

〔通釈〕

梵鐘を新たに鑄造し、丁重に寺に設置した。昔から今までの天地の全てが青銅の鐘に含まれ、年月を経た俗気のない小島に、緑に溢れて鐘の音が響く。いつまでも細く長く続く響きに応じて、どこにも通じないところなどない。御仏の善巧の法にも、この鐘の音は等しいものである。（かくして）人々は平安を得て、鳥や獸もおびえることはなくなり、家と国はともに隆盛となつて、この海に浮かぶ島は財豊かとなる。この梵鐘に共鳴して、ますます教えを伝えて窮まることは無いであろう。

宝永五（1710） 戊子（つちのえね）の年 願主（ねがいぬし） 受慶

釣屋 桁行九尺、梁行三間半、瓦葺。

鐘撞堂 八尺四方、瓦葺。

門 桁行九尺、梁行六尺、瓦葺。

長屋 桁行四間、梁行二間、茅葺。

本尊 阿弥陀如来 木仏 立像 長け一尺八寸①

脇檀 親鸞上人・寂如上人 画像。②

本山 京都西本願寺下、泉州堺善教寺下、富田善宗寺下、玖珂郡 与田村 明顕寺の末寺でございます。当寺の開基は、大和国南都の石丸左馬頭平朝臣則頼なる者が、武者修行と号して応仁年間（1467～1469）に諸国に修行するうちに当島へ来たり、大内家に仕官し申し上げて当島の地土（読み…じざむらい）となっていました。左馬頭から七代のちの子孫の四郎左衛門 則継と申す者、元和四（1618）年に真宗に帰依し、法号を了通と改めまして、四代 宗善の代の天和二（1682）年五月末日に木仏・寺号を免許せられ、七代 了貞の元文五（1740）申年の八月朔日、国絹袈裟を免許されました。開祖より当代の住職まで十二代になります。③
檀家 八十一軒

〔注〕

①『防長寺社由来』は、「御本山御免、御長式尺壹寸」に作る。

②『防長寺社由来』には、「一、聖徳太子・七高僧・祖師上人・寂如上人・住如上人 已上 五幅 脇掛 右 御本山より正徳三（1713）・元文式（1737）年 兩度御免」とある。

③『防長寺社由来』は、開基の了通以降を詳しく記している。

「開基了通、浄賢、了順、宗善、右四代法名にて寺役等相勤申候処ニ、五代達道代、天和式 壬戌 五月晦日寺号願出、從御公儀願の通被仰付させ、早速御本山え罷り登り願望相調、光明寺と寺号從御本山御免、六代俊貞、七代了玄、只今まで八代に罷成申候、了貞と申候事（開基の了通、浄賢、了順、宗善、右の四代は法名本にて寺役等を勤めておりましたが、五代達道の代の、天和二（1682）壬戌の年の五月末日に寺号を願い出、

御公儀より願いの通り仰せられ付けさせ、早速、御本山へ参上いたし願望を調べ、光明寺と寺号を御本山よりお許しを得ました。六代俊貞、七代了玄、ただ今まで八代になり申し上げまして、八代は私こと、了貞と申します」とある。

なお、『防長寺社由来』（明和五 1768 年）の時点では末寺があり、「一、末寺 徳山御領「佐波郡」野島 真宗 万行寺」とある。また、『山口縣風土誌』卷二百九十 金石文誌卷三之上 熊毛郡之上（第十四冊 一三四ページ）には、「上関村大字祝島光明寺小鐘銘」（明光寺は、光明寺の誤り。）と題し、「（鏡光東出、景影西沈、貴賤何語、応声護音（鏡光東より出で、景影は西に沈む、貴賤 何をか語らん、応（まさ）に声を護音となすべし 太陽の鏡のような光は東から出て、その光は西に沈む。人の貴賤など語るにたろうか、この鐘の音を護法の音とすべきである）」の四句が記されている。

〔補注〕照満寺、光明寺について、『山口縣風土誌』卷七十八 周防国熊毛郡 村誌 上関村の仏刹 真宗の項（第四冊 一八三ページ）に「照満寺 光明寺（祝島の中村） 照満寺、天文二十（1553）年創建、明暦（1655）年九月廿八日寺号公称（山号利生山、開基不詳、五世念尊（或作治済）が代寺号免許、或明暦元年） 光明寺、元和元（1615）年創建、天和二（1682）年五月寺号公称（山号遍照山、開基了通、五世達道（或宗善）代寺号免許、五日なり。もと中村にあり） 明治三（1870）年四月合併寺号」とあり、また、同書卷七十八 周防国 熊毛郡 村誌 上関村の仏刹 古蹟の項（第四冊 一八四ページ）に「光明寺（祝島の中村）」とある。〔西暦は、筆者〕

○真宗 石原山 善妙寺〔附箋〕平郡島妙徳寺ヲ合併 善徳寺ト改号（朱、後筆）

本堂 桁行五間半、梁行五間半、瓦葺。

庫裏 桁行五間半、梁行三間半。

釣屋・玄閣 桁行二間半、梁行三間半。

ころに」と記す。石丸四郎左衛門則之の僧名が了通であったのだろうか。

②『防長寺社由来』には、「五代治斎代二寺号願出、從御公儀願の通被為仰付、早速京都え罷登り無相違願望相調、明暦元 未 九月廿八日照満寺と寺号從本山御免。(五代治斎の代に寺号をくださるる様に願ひ出て、御公儀から願ひのとおり仰せつけなされ、早速に京都へ参上いたして、相違無く願望を調べて、明暦元 1655 未 年の九月二十八日に照満寺と寺号を御本山から御許しいただいた)」と詳細に記されている。ここで、五代の住職が『風土注進案』では「念尊」、『寺社由来』では「治斎」となっており、誤記誤読の生じるような名前ではないため正誤の判断をつけかねる。あるいは寺号免許後に改名したか。なお、年号の明暦は四年までしかなく十九年は誤り。『寺社由来』によって、明暦元年とすべきである。

③『防長寺社由来』に「一、聖徳太子・七高僧・祖師上人・良如上人 以上四幅 脇掛 右 御本山より御免、元禄拾三年」とある。

④『防長寺社由来』には、「六代達道、七代達素、只今八代ニ罷成申候、法名順応と申候事」とあつて、七代、八代の住職名が記されている。

なお、『防長寺社由来』には、宝永六(1709)年の六代達道の手になる鐘銘を載せている。

梟氏呈巧、鎔範既成。赤銅鍊精、鯨魚発声。豊嶺霜白、寒山月清。聞有頂上、達無間城。德音無尽、海島永栄。

宝永六年 照満寺現住 達道 誌

〔訓読文〕

梟氏 巧を呈し、鎔範 既に成れり。赤銅 鍊精し、鯨魚もて発声す。豊嶺に霜は白く、寒山に月は清し。有頂の上に聞こえ、無間の城に達す。德音は尽くること無く、海島は永く栄えん。

宝永六年 照満寺現住 達道 誌(しる)す

〔通釈〕

鐘作りは巧みな技を表して、鑄型は出来上がった。赤銅をねり鍛えた(鐘は)、鐘撞き杵で音を発する。緑豊かな嶺に霜が白くおりたかのよう

に、寒々とした山に月が清らかに輝くかのように、天のはるかに上まで聞こえ、無間地獄にまで届く。功德の音は尽きることなく、この海に浮かぶ島は永遠に栄えるであろう。

宝永六年 照満寺 現住職 達道 記す

〔語注〕

・梟氏(ふし)…中国の伝説で、鐘を作った者のこと。『周禮』考工記 梟氏に「梟氏は鐘を為(つく)る。」とある。

・鎔範(ようはん)…鑄物を作るための金属を溶かして入れる型。鑄型。『文選』卷三十六 王融の「永明九年策秀才文」に「且つ後命有り、茲の鎔範を事とせん」とある。

・鍊精(れんせい)…十分にねり鍛えること。精鍊。

・鯨魚(げいぎよ)…鐘を打つ杵。鐘をつく杵に鯨の彫刻を施したことによる。

・有頂(うちよう)…仏教語。天のこと。『法華經 序品』に「阿鼻の獄より、上は有頂に至る」とある。

・無間(むけん)…仏教語。梵語の阿鼻を無間と漢訳する。ここの「無間の城」は無間地獄のことをいうのであろう。『唯識論同學鈔』に「鷲子の無間の城に往き、外道の類を教化し、目連の餓鬼の城に趣きて、飢饉の苦を救うがごときなり」とある。

・德音(とくいん)…徳のあらわれた音楽のこと。『禮記』樂記に「天下大いに定まり、然る後に六律を正し、五聲を和し、詩頌を弦歌す。此れを之れ德音と謂う。德音は之れ樂を謂う。」とある。ここでは、功德のあらわれた鐘の音の意味であろう。

○真宗 遍照山 光明寺 中村に有り

〔欄外、後書〕同所の照満寺(＝照満寺)へ合併。各寺号はそのまま差し置き。

本堂 桁行六間、梁行五間半、瓦葺。

庫裏 桁行四間、梁行三間、瓦葺。

八月三日神樂執行仕候事（但し、四、五年に一度のあてで、豊後の国・国崎郡伊美村にある別宮八幡宮の社人を招請いたし、八月三日に神樂を執り行っておりますとのこと）とある。

『防長寺社由来』は、以下の説明を加えている。「右荒神の儀は同国同宮の社人勸請仕候二付、于今旧格を以右の社人呼請執行仕候事（右の荒神の事につきましては、豊後国の別宮八幡宮の社人が勸請をいたしましたことにより、今においてもその昔の格式をもって、右の社人をお呼び申し上げて執り行っておりますとのこと）。現代に伝わる祝島の「神舞行事」が、これに該当するのは明らかであるが、後記の朱書には、祇園社・春日社・礪神社とともに天保十四（1843）年に「解除」されている。これは天保十二年に行われた調査によって由来の明確でない淫祠とされたためである。『防長寺社由来』に「三宝荒神社ホコラ堂」とあるのがもともとの石祠に該当すると思うが、『地下上申』には、八幡宮境内ではなく三浦の山中にあったと記されている。解除対象は三浦の石祠であり、その後、八幡宮境内に三宝荒神の石祠が造られ、神舞行事が行われたのだろう。以上は、『祝島の神舞行事』（山口県文書館 昭和五十三年刊）に詳しい。

・春日 祭神 天兒屋根命（アメノコヤネノミコト）

神殿 桁行 三尺五寸、梁行 二尺九寸、茅葺

拝殿 桁行 二間、梁行 九尺、瓦葺

〔注〕『防長寺社由来』上関宰判 岩見島 宮戸八幡宮外小社の項には、但し書きに「大和国南都春日大明神奉勸請年月相知不申、祭日、五月五日、八月五日（大和国南都の春日大明神に勸請を奉る。年月は相知り申さず。祭日は、五月五日、八月五日）」とある。

『防長寺社由来』には、「春日大明神一間社 但し、屋称 瓦葺」とある。また、『防長寺社由来』には、寛延二（1750）年八月五日付の棟札の写しを載せている。

・礪神 祭神 級長津彦命（シナツヒコノミコト）

（朱書）「右四ヶ所、天保十四（1843）卯年に解除になりましたとのこと」
 「注」朱書の「四ヶ所」とは、祇園・荒神・春日・礪神を指す。『防長風土注進案』は天保十四（1843）年、『防長寺社由来』は明和五（1768）年であるので、『防長寺社由来』に比べて記載が全体に簡略になっているのは、この朱書に見える件が影響しているであろう。

一、寺院

○真宗 利生山照満寺 西村に有り

本堂 桁行六間、梁行六間、瓦葺。

庫裏 桁行五間、梁行五間半。

釣屋・玄関 桁行二間、梁行二間、上屋は瓦葺。

土蔵 桁行三間半、梁行二間半、瓦葺。

鐘撞堂 桁行九尺、梁行八尺、瓦葺。

門 桁行二間、梁行一間、薬医門造りで上屋は瓦葺。

本尊 阿弥陀如来 木仏 立像 長け二尺一寸

脇壇 親鸞上人・良如上人画像

本山 京都西本願寺下、泉州堺善教寺下、都濃郡戸田善宗寺下、玖珂郡与田明頭寺の末寺でございます。当寺の開基は、大内義隆の家臣、石丸左馬頭の次男、同姓（〓石丸）四郎左衛門 則之①、天文二十一（1552）年に本願寺証如上人の弟子となり、小寺を建立いたし、五代念尊の代、明暦十九年九月二十八日に寺号・木仏の免許が成り、利生山照満寺と改め②、六代達導の代、元禄十三（1700）年五月十七日に国絹袈裟を免許されました③。開祖より、現在の住職まで十一代になります。④

壇家 九十八軒

〔注〕

①開基及びその後四代までについて、『防長寺社由来』は、「開基了通より了専、了全、了専、年数存知不申候。右四代は法名計二て寺役等相勤申候所二（開基の了通から了専、了全、了専までの年数は存じ上げません。右の四代は法名本であっただけで、寺役などを勤めておりましと

ヤマナシ ヤブナシ濃州 チンピラリ上州 リンロク同上 ナシ
 カヅラ薩州 ゴツカウ同上 カナカヅラ藝州広島 ヲモリコブノ
 コ阿州 ニキヤウ羽州」とあり、紀伊で「コクヲウ」、薩摩で「ゴツカ
 ウ」と呼ばれているのが「ゴツコオ」という呼び名に酷似している。コ
 ツコオの呼称に関して、伝説として個人に寄託する以外の方面から言及
 する文献は管見の及ぶ限りでは無い。呼称の源が何であるかについて、
 明確なことは言えないものの、紀伊と薩摩を瀬戸内経由で結ぶルートが
 あったことの証のひとつであり、祝島が瀬戸内における交通の要衝であ
 ったことから、「ゴツコオ」という呼称自体が共有されていた可能性を指
 摘することはできると思う。なお、紀伊と薩摩（種子島）の間に戦国・
 安土桃山時代に密接な交流があったことは、慶長十一（1606）年に種子
 島久時が薩摩国大竜寺の禅僧である南浦文之（玄昌）に編纂させた鉄砲伝
 来に関わる歴史書『鐵炮記』に、紀州根来の杉ノ坊の求めに応じて、入
 手した鉄砲二丁のうちの二丁を種子島領主の種子島時堯が譲った記事が
 あることから明らかである。

参照：<http://kindai.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/1243125/86>

蓬萊杖

この地は、山野に艾草（ヨモギ）を生じ、その茎は一年立といえども
 長大で、杖を作ることができる。はなはだ雅なものである。この杖をつ
 く時は、寿命が増すと言われており、それで、蓬萊杖と名付けたのです。

一、奇巖怪石

香箱

島の北にある西山の海岸にあり、頂上の一石が最も大きくて、石面に
 筋目模様が縦横に表れていて、五十余りの石が一面に重なり合い、あた
 かも香合のように見えます。

翁石

南海の磯の端にあり、石の質は白く、高さは一丈八尺余り、周囲は十
 間余り、並んでいて翁の立つ姿に似ており、その昔、豊後の漁師が祈つ

たところ、大いに収穫があったと申し伝えております。

一、神祠

○八幡宮 仁安三（1168）戊子（つちのえね）十一月、石清水より勧請。

「注」『防長寺社由来』には、「山城国男山岩清水八幡宮より勧請奉る」
 とあり、但し書きに「人王七十九代六条院御宇 仁安三（1168）戊子
 霜月十五日卯日 勧請仕（つかまつ）る」とある。

祭神 応神天皇

御殿 桁行三間、梁行三間、銅葺

「注」『防長寺社由来』には、「宮戸八幡宮三間社」の項、但し書きに、
 「内陣 桁行一丈六尺、梁行九尺、外陣 桁行同断、梁行五尺、キリ
 ノガワ三尺、屋称 コケラ葺」とある。また、「同拝殿 桁行三間半、
 梁行式間。但、屋称 瓦葺」とある。

釣屋 梁行二間、桁行二間半、瓦葺

「注」『防長寺社由来』には「同釣屋 九尺四方。但、屋称 瓦葺」とある。

向拝 梁行一間、桁行一間半、瓦葺

唐破風通夜堂 梁行二間、桁行四間、瓦葺

祭日 毎年、九月十五日、十一月の最初の卯の日の二度、祭礼を行な
 っております。

「注」『防長寺社由来』の但し書きには「九月十五日御幸相成、霜月初卯
 祭」とある。

【棟札の写し-----省略】

・祇園 祭神 素戔鳴命（スサノヲノミコト） 石祠 八寸に一尺四寸

・荒神 祭神 素戔鳴命（スサノヲノミコト） 石祠 一尺に一尺八寸

「注」『防長寺社由来』上関宰判 岩見島 宮戸八幡宮外小社の項には、「三

宝大荒神 但し、人王七十九代六条院御宇 仁安三（1168）年 戊子

年 八月三日勧請 奉る」とあり、八幡宮に先立って勧請されたよう

である。また、「同（三三三三三三）祭り」の項の但し書きに「但し、
 四五ヶ年二一度宛豊後の国国崎郡伊美村別宮八幡宮の社人招請仕、

器)。

・藤中汁

【氣味】甘，滑，寒，無毒。

【主治】熱壅反胃，和生薑汁服之。又下石淋(藏器)。

・枝、葉

【主治】殺蟲。煮汁飼狗，療疥(《開寶》)。

【訓読と語注】

李時珍『本草綱目』卷三十三 果之五より獼猴桃 宋『開寶重定本草』

(この書は、開宝七 974 年刊。すでに散佚している)

【釈名】

獼猴梨(《開寶重定本草》)、藤梨(同上)。時珍曰く、其の形 梨のごとくして、獼猴 喜びて食す。故に諸名 有り。閩人は、呼びて「陽桃」と為す、と。

【集解】

(馬) 志 曰く「山谷の中に生ず。藤は樹に著きて生え、葉は丸く毛が有り。其の實の形は鶏卵に似て大きく、其の皮は褐色、霜を経て始めて甘美となり食すべし。皮は紙を作るに堪えり」と。(冠) 宗奭(《本草衍義》に) 曰く、「今の陝西永興軍の南山に甚だ多し。枝条は柔弱にして、高さ二、三丈、多くは木に附きて生ず」と。其の子(《實》)は十月(旧曆十月)に爛熟し、色は淡緑、生(食)なれば則ち極めて酸なり。子は繁細(《細々と多く成る》)にして、其の色は芥子のごとし。浅き山の傍道なれば則ち存する者有り、深き山なれば則ち多く猴の食う所と為れり。・実

【氣味】

酸(酸味。収縮・固澁作用。)・甘(甘味。緊張緩和・滋養強壯作用。)、寒(寒性。患者の熱を抑える作用。)、無毒。(陳) 藏器(《本草拾遺》に) 曰く、「咸(《鹹。塩辛いこと。鹹味。潤・軟堅・瀉下の効能》)・酸、多く食えば脾臓や胃を冷やし、動(やや)もすれば泄瀉(《下痢をする 読

みは「せつへき」す」と。(冠) 宗奭(《本草衍義》に) 曰く、「実の熱する者有れば、宜しく之を食すべし。太(はなは)だ過ぎれば、則ち人の(内) 臓をして寒にして泄(《下痢》)を作(な)さしむ」と。

【主治】暴渴(《喉の渇き》)を止め、煩熱(《体内の熱によるほてり》)を解き、丹石を壓し(《「丹石の毒を鎮め」丹石は、水銀と硫黄からなる赤色の鉱物「辰砂」のことで、消炎・鎮静薬として用いられた》)、石淋(腎臓、膀胱の結石)を下す(馬志『開寶重定本草』。読(《孟詵》)曰く、「並びに宜しく瓢(読み…じょう。種を含んだ柔らかい部分のこと。)を取り、蜜に和して煎食(《煮て食べる》)を作すべし」と。中下気を調え(《身体の中央から下部の気をととのえ》)、主骨節風(骨格の成長と関節の腫れ痛み)、癰緩不隨(身体の麻痺・不随)、長年の白髪、野鶏の内痔病(陳藏器『本草拾遺』)。」

・藤(《蔓。つる》)の中の汁

【氣味】甘、滑(沈着を除き滑らかに流れるようにする)、寒、無毒。

【主治】熱壅反胃(胃の熱が塞がれて胃の気が逆流する)には、生姜汁に和して之を服す。又た、石淋(腎臓、膀胱の結石)を下す(陳藏器『本草拾遺』)。

・枝、葉

【主治】殺蟲。煮汁もて狗を飼えば、癰疥(《皮膚病》)を療す(《開寶重定本草》)。

②「コツハ」は翻刻の際の読み誤りと考えられ、正しくは「コクハ」。同じマタビ属の近縁種サルナシ(猿梨)の果実を「コクワ」と呼ぶのに由来すると考えられる。この、サルナシについて、日本では、深江輔仁『本草和名』獼獲に「和名之良久知」、源順『倭名類聚抄』獼猴桃に「和名之良久知、一云 古久波」とある。

【補注】

小野蘭山『本草綱目啓蒙』(1806 年刊)卷二九獼猴桃には、「シラクチ和名鈔 紀州奥州 コクハ紀州 コクワウ同上 コクハ南部

一、樹竹の部

松、榎、棕、桑、柳、合歡（ネム）、竹

一、果の部

梅、桃、橙、蜜柑、梨子（ナシ）、杏子（アンズ）、柘榴（ザクロ）

一、花の部

桜、牡丹、菊、水仙、雞冠（ケイトウ）、百合花、蘭、菖蒲、藤

一、草の部

茅、蓬萊（ヨモギ）、葛、橐吾（読みは、タクゴ。ツワブキ）、常山（ジヨウザンアジサイ）

一、鳥獸

鶏、鳩、鳥、鳶、鶯、雀、鴟（モズ）、鷗、鷹、郭公（カクコウ）、鵲（セキレイ）、鼠、猫、獺（カワウソ）

一、虫

蝸牛（カタツムリ）、蚯蚓（ミミズ）、百足（ムカデ）、松虫、蠅、蜘蛛、蟬、蜻蛉（トンボ）、蟻、蝶、蜂、蛇（アブ）、蠣、蛙。

【注】「蠣」については、不詳。文字の意味としては、貝の牡蠣（カキ）であるが、次項に「牡蠣」が挙げられているので、ここは別のものを指すのかもしれない。釣り餌に使うカキムシであろうか。

一、介の類

蟹、牡蠣、辛螺（ニシ）、栄螺（サザエ）、蜷（ニナ）、鮑（アワビ）

一、魚の部

鯛、鰈（カレイ）、鰯（コチ）、鰺（ニベ）、鯖、鰯（アジ）、鱸（スズキ）、鰻（フグ）、鯨（音キユウより推測するに、キユウセンであろう）、鰯（イワシ）、鰹（ハモ）、魴鰯（ホウボウ）、鰯（ヒラ）、鰯（エソ）、鰯（エイ）、鰯（ブリ）、鰻（フカ）、鮫（サメ）、鮪（マグロ）、烏賊（イカ）、海鼠（ナマコ）、蛸（タコ）、蝦（エビ）、鱧残魚（シラウオ）

一、海草の部

鹿尾藻（ヒジキ）、若和布（ワカメ）、海羅（フノリ）、青サ

一、薬品の部

天文冬（てんもんどう）、半夏（はんげ）、防風（ぼうふう）、忍冬（にんどう和名スイカズラ）、天南星（てんなんしょう）、蜀椒（しよくしょう）、野菊花（のぎくか）

右の魚介海草の類は、漁業をいたしております者にとって、渡世の一助になっておりますが、薬の種類を（わかって）採る者はありません。一、珍しい果実および蓬萊杖

・コッコオ

三浦山の中にあり、その樹は蔓性で大木に寄り添って自然に成長し、高さは数丈、樹の頂上に実をつけるので、枝を攀じ上って摘み取るものは稀であり、実は秋に熟して瓜に似て細く、美味で少し酸味を帯びており、これを食べると寿命が延びると土地の人は言います。この樹は、ほかの国には無いとのことでございます。『本草綱目』に「獼猴藤」①、和名をコツハ（コクハの誤り②）というものの記載があるとのこと、この類のものではないだろうか、土地のものは申し伝えております。

【注】

①李時珍『本草綱目』卷三十三 果之五 獼猴桃（宋《開寶》）

【釋名】獼猴梨（《開寶》）、藤梨（同上）、時珍曰、其形如梨、其色如桃、而獼猴喜食、故有諸名。閩人呼為陽桃。

【集解】志曰、生山谷中。藤著樹生、葉圓有毛。其實形似雞卵大、其皮褐色、經霜始甘美可食。皮堪作紙。宗奭曰、今陝西永興軍南山甚多。枝條柔弱、高二、三丈、多附木而生。其子十月爛熟、色淡綠、生則極酸。子繁細、其色如芥子。淺山傍道則有存者、深山則多為猴所食矣。

・實

【氣味】酸・甘、寒、無毒。藏器曰：咸・酸、無毒。多食冷脾胃、動泄瀉。宗奭曰：有實熟者宜食之。太過、則令人臟寒作泄。

【主治】止暴渴、解煩熱、壓丹石、下石淋（《開寶》）。詵曰、並宜取瓢和蜜作煎食。調中下氣、主骨節風、癱緩不隨、長年白髮、野雞內痔病（藏

・葬式

親類、近所の者から香典米を持ち寄り、檀那寺を招き、野辺送りを調え、賄い方については、その時のあり合わせの野菜物を持ち寄って済ませます。

一、年回法事

先祖の年忌は、一周忌、三回忌、七回忌、十三回忌、十七回忌、二十五回忌、三十三回忌、五十回忌。檀那寺は招き受け親族・知人が集まり、軽い斎非時（ときひじ）斎は午前の食事、非時は午後の食事の意。法事などで僧に供する食事のこと。）を出し、檀那寺の墓所参りなどをいたします。

右、風俗は質素廉直の者が多く、夏時分は畠に固屋懸（＝小屋掛・仮小屋を作ること）をして、そこで寝起きし、昼夜（夜白 ヨルヒル 昼夜。――Web110 歴史民俗用語辞典）に農事に精を出しております。また、吉凶の事がある時は、親族・組合の者が集まり、村じゅうで助け合いの心得で一致しております。

一、産業の事

男は、農業をいたし、夜中または雨中には苫を編み、そのほかに藁仕事をしたし、畠の少ない者は、漁業あるいは日傭い稼ぎをいたします。女は、はた織りまたは山野働き、磯稼ぎなどをいたします。

一、篠苫 一万枚 代銀 二貫五百目

一、茅 一万四千把 代銀 七百目

一、白木綿 三千五百反 代銀 二十二貫七百目

ただし、出来立一ケ年分の売料は右のとおり、反ごとに六匁五分あてで、ほかに着料八百反を織りあげております。

一、煎海鼠（いりこ） 四百四十四斤七合五勺

代銀 一貫二十七匁八分六厘七毛

ただし、近年の見坪（みならし 平均のこと）をもつての一ケ年の分、右のとおり

一、榮螺 一万五千 代銀 三百目

ただし、同断

一、布苔 五百十貫目 代銀 三貫六十目

ただし、同断

一、牛 六十四 代銀 一貫八百目

一、物産

五穀・雑穀・野菜の部

大麦 六百石二斗四升五合一勺

小麦 七十五石

粟 十五石

黍 七十石

稗 十石

大豆 二十石

小豆 六石五斗

大角豆 四十石

胡麻 二十石

唐芋 六万四千貫目

大根 八千五百貫目

以上、十一品。

五穀、雑穀、野菜の品々は、豊凶近年の見坪をもつて、一ケ年あたり。右のとおり。諸々上納差し上げた余りは食料にして、不足の分は買い求めます。

竹木そのほかの部

櫨（ハゼ）の実 五百七貫三百目 代銀 一貫百一匁三分五厘

ただし、一ケ年分は、およそ右のとおり。

〔注〕櫨（ハゼ）…櫨（ハゼ）の実を原料とする蠟（ロウ）は、米・紙とともに防長三白の一として大阪市場に名を得た専売制による長州藩の重要物産であった。

・正月元日

恵方棚を釣り、年徳神（としとくじん）始めそのほかの神々へ鏡餅を飴（かぎ）り、三日の間、雑煮餅の御膳を供え、家族も睦まじく屠蘇酒を酌み交わし、身分相応の礼服を着て、氏神や檀那寺へ参詣し、地下役人・寺道家・親類・組合・知人などへ年賀の挨拶をし、すべて三朝ともに同様にします。また三日のうちに家ごとに門において、××××は上下（かみしも）を着て万歳楽舞をし、餅・麦・芋などを貰って帰ります。

同 四日

早朝から、家の中の飾り物を片付け、それから事始めと申して地下中のそれぞれの生業をいたします。

同 七日

家ごとに七種粥を炊き、諸々の神に供え、家内も祝います。

同 十一日

御帳祝いとして、役座（地下役人の集まり？）において、その規式（決まった作法）を調べ、地下中の氏神へ参詣いたします。

〔注〕帳祝とは、商家で新年から用いはじめる帳簿、帳面を綴り、帳祝と称して、これより一年の商いの盛んなることを願って、小宴を張って祝うこと——*Woolio*。歴史民俗用語辞典 御帳綴（おちようとじ）の項——である。地下役人が貢租に関する新年からの帳簿を綴じることにちなんだものであろう。

同 十五日

餅の粥を炊き、諸々の神に供え、家内も祝い、氏神へ参詣いたし、親類・組合へ回礼（＝挨拶回り）に勤め合います。

・二月朔日（二月一日）

神棚へ御膳・御神酒を供え、地下中の氏神へ参詣いたします。

・三月三日

御神酒徳利へ桃の花を立て、御膳を供え、氏神へ参詣いたし、地下中の回礼（＝挨拶回り）に勤め合います。

・五月五日

御神酒徳利へ菖蒲をさし、御膳を供え、氏神へ参詣いたす者もございますが、時節柄、繁忙期のために休息する者はございません。

・六月朔日（六月一日）

神棚に御神酒・御膳を供え、氏神に参詣いたします。

虫送り

氏神社において、二晩三日の間、御祈禱を成し、結願の日（＝祈禱の終わる日）にあたって、地下中の者は残らず参詣いたし、麦わらで舟をこしらえ、紙人形を作ってそれに乗せ、神主そのほかに槍、鳥毛など（杯など）を持たせ、笛・太鼓・手鐘など拍子を揃えて、村中の畠に持ち回り、浜辺において、社人が出舟の規式を調べ、それから海へ漕ぎ出して帆をかけて送ります。

・七月七日

神々へ御神酒を供え、氏神へ参詣いたします。

同 十五日

神仏へ参詣し先祖の墓所参りなどをいたし、地下じゅう勤め合います。

・八月朔日（八月一日）

神棚へ御膳・御神酒を供え、氏神へ参詣いたします。

・九月九日

八月朔日と同様にいたします。

同 十五日

氏神祭り。十一日から社人は通夜いたし、十五日は地下じゅうが参詣いたしまして、祭礼を済ませます。

・節分

神棚へ御神酒・御膳を供え、煎り豆を蒔きます。

・婚礼

吉日を選び、媒酌人が嫁を連れて行き、近親の者たちが集まって、以上の者は一汁一菜、以下はそれに準じ、その式を調べます。

合。山野・合壁山がございます。

一、波戸 一ヶ所

人家の西の端にあり、干落（干潮の海水面）まで十間余りを築き立てましたが、北・東・南の風にはいたって強く、西風にも漁船を四、五艘ぐらいいも繋ぐことができ申しますこと。

一、家数 二百六十九軒

うちわけ

本百姓 七十六軒

うちわけ

六十八軒 農人（＝農家）

三軒 商人（＝商家）

一軒 鍛冶（＝鍛冶屋）

一軒 紺屋（＝染物屋）

三軒 漁人（＝漁師）

門男（もうど） 百九十三軒

〔注〕門男…農民の階層のひとつで、本百姓に対していう。

うちわけ

百六十五軒 農人（＝農家）

三軒 家大工

一軒 左官

一軒 桶屋

二軒 紺屋（＝染物屋）

六軒 商人（＝商家）

十軒 漁人（＝漁師）

地下寺 三ヶ寺

法名本（ほうみょうもと） 一軒

〔注〕法名本…長州藩において、真宗の布教活動をしながらも未だ正式の寺号持ち寺院の住職ではなく、法名のままに居る職業坊主に近い

者、或はその居住し布教する建物。

同 社家 一軒

一、口数（＝人口） 千五百五十人

うちわけ

男 八百六人

女 七百二十八人

僧 十二人

社人 一人

地下役人 三人

一、職人札（しょくにんふだ） 六枚

〔注〕職人札…地方で稼業する職人は、業種別に藩の作事方又は勘場の根帳に登録され、営業許可証に当る職人札が、商人札と同様に交付された。

うちわけ

家大工 三人

鍛冶 一人

左官 一人

桶屋 一人

ただし、職人札が御下げ渡され仰せつけられた水役を勤めることは、御作事方の御根帳に付けてありますこと。

一、度牒（どちょう）・出津手形（でつてがた）

〔注〕度牒…俗人が得度して僧となる証文であつて、出家となつて地下

暇する免許状をいう。出津手形…地方・浦方の廻船の出港許可書。

出津手形 六通

度牒は無しでございます。

一、牛 百二十七匹

一、船数 漁船二十五艘

一、風俗

・正月元日

恵方棚を釣り、年徳神（としとくじん）始めそのほかの神々へ鏡餅を飴（かぎ）り、三日の間、雑煮餅の御膳を供え、家族も睦まじく屠蘇酒を酌み交わし、身分相応の礼服を着て、氏神や檀那寺へ参詣し、地下役人・寺社家・親類・組合・知人などへ年賀の挨拶をし、すべて三朝ともに同様にします。また三日のうちに家ごとに門において、××××は上下（かみしも）を着て万歳楽舞をし、餅・麦・芋などを貰って帰ります。

同 四日

早朝から、家の中の飾り物を片付け、それから事始めと申して地下中のそれぞれの生業をいたします。

同 七日

家ごとに七種粥を炊き、諸々の神に供え、家内も祝います。

同 十一日

御帳祝いとして、役座（地下役人の集まり？）において、その規式（決まった作法）を調べ、地下中の氏神へ参詣いたします。

〔注〕帳祝とは、商家で新年から用いはじめる帳簿、帳面を綴り、帳祝と称して、これより一年の商いの盛んなることを願って、小宴を張って祝うこと——*Woolio*。歴史民俗用語辞典 御帳綴（おちようとじ）の項——である。地下役人が貢租に関する新年からの帳簿を綴じることにちなんだものであろう。

同 十五日

餅の粥を炊き、諸々の神に供え、家内も祝い、氏神へ参詣いたし、親類・組合へ回礼（＝挨拶回り）に勤め合います。

・二月朔日（二月一日）

神棚へ御膳・御神酒を供え、地下中の氏神へ参詣いたします。

・三月三日

御神酒徳利へ桃の花を立て、御膳を供え、氏神へ参詣いたし、地下中の回礼（＝挨拶回り）に勤め合います。

・五月五日

御神酒徳利へ菖蒲をさし、御膳を供え、氏神へ参詣いたす者もございますが、時節柄、繁忙期のために休息する者はございません。

・六月朔日（六月一日）

神棚に御神酒・御膳を供え、氏神に参詣いたします。

虫送り

氏神社において、二晩三日の間、御祈禱を成し、結願の日（＝祈禱の終わる日）にあたって、地下中の者は残らず参詣いたし、麦わらで舟をこしらえ、紙人形を作ってそれに乗せ、神主そのほかに槍、鳥毛など（杯など）を持たせ、笛・太鼓・手鐘など拍子を揃えて、村中の畠に持ち回り、浜辺において、社人が出舟の規式を調べ、それから海へ漕ぎ出して帆をかけて送ります。

・七月七日

神々へ御神酒を供え、氏神へ参詣いたします。

同 十五日

神仏へ参詣し先祖の墓所参りなどをいたし、地下じゅう勤め合います。

・八月朔日（八月一日）

神棚へ御膳・御神酒を供え、氏神へ参詣いたします。

・九月九日

八月朔日と同様にいたします。

同 十五日

氏神祭り。十一日から社人は通夜いたし、十五日は地下じゅうが参詣いたしましたして、祭礼を済ませます。

・節分

神棚へ御神酒・御膳を供え、煎り豆を蒔きます。

・婚礼

吉日を選び、媒酌人が嫁を連れて行き、近親の者たちが集まって、以上の者は一汁一菜、以下はそれに準じ、その式を調べます。

八十文錢四十六匁八分

ただし、諸職人の水役銀

給領 村上筑後様御知行所

御馳走米 一石九斗九合九升八合一勺五才

ただし、総高五十七石九升から、一石ごとに三升五合あての召し上げられ分です。

村上丹波様御知行所

ただし、総高三十四石五斗三升二合から、一石ごとに三升五合あての召し上げられ分です。

一、小貫

御蔵入

〔萩府へ七十八里〕

〔注〕この一文は、後の「一、萩并海辺里数（萩ならびに海辺までの里数）」の項の冒頭に記されるべきであり、錯簡と判断する。

米 一石二斗二升七勺五才

ただし、御勘場小貫定法のとおり

同 二石三斗五升四合四才

八十文錢 百三十二匁六分七厘八毛

ただし、天保三年辰年に御改めの地下小貫定法によります。

ほかに、

米 一石三斗九升三合五勺

銀 四百七十四匁九分五厘二毛

ただし、足役押（読み…あしやくならし）、舟舸子賃、飯米入目の分です。もつとも、年々に増減がありますけれども、天保十三年寅年の秋冬の貫立て仰せつけられました分です。

〔注〕足役押…村落の自治制上、村民の負担する夫役及び現物。足役は足を主として労するのでこの名があり、或は足公役ともいう。

給領

米 二石五斗八升四合一勺六才

ただし、勘場小貫定法による、証人座の臨時入目、地下の臨時小貫ともに、右のとおり。

銀 八十七匁五分八厘二毛

ただし、証人座の臨時貫、地下の臨時貫の夏秋の分です。

一、御高札場一ヶ所 長さ（＝間口）三間、入（＝奥行）四尺五寸

一、萩ならびに海辺までの里数

萩府へ七十八里（↑錯簡を修正して、前の小貫の項より補う）。

ただし、上関へ五里、四代の台島へ一里、熊毛郡室積へ五里。

一、家並みのこと

住居は茅屋（ぼうおく…茅葺きの家）であって、中村と東浜の間に稀に瓦葺きの家があり、町筋は無く活魚小売の店があるだけでございます。

一、山のこと

山 惣津山

高さは、直立（＝垂直方向）に二丁五十間。人家の後ろ山で島の東北にあり、山頂から東北の間は直ぐに民居に臨んでいて山勢は険しく、亥（＝北から西へ三十度）の方角は、島の中央から見ると北の隅に相当していてしだいに海岸に下り、辰（＝東から南へ三十度）の方角は、（同様にまた島の中央から見ると）島の東の隅に相当していて山地は険しくて直ぐに海岸に臨んでおり、未（＝南から西へ三十度）の方角は、島の南に相当していて遠く海岸に至り、戌（西から北へ三十度）の方角は、島の西の隅に相当していて、地勢は広がり山頭の平地の中は、形がわずかに窪んでいて、ここから山勢は次第になだらかとなって遠くまで下り、志藤津の海岸に至って地脈が絶える。

すべて一島に一峯のために山頭は一面に広く、その周囲は海岸の出入りに沿って、山脚（＝山すそ）一周は三里六丁三十五間。

一、合壁山（かっぺきやま）の町数 六町一反二畝

〔注〕合壁山…百姓の私有林。立銀を徴するので、立銀山ともいう。

モ)は、春の彼岸(春分の日を中日とする七日間)過ぎから、種芋を伏せて置き、梅雨のうちに植え付け、粟(アワ)・小黍(こきび)。キビの別称)・稗(ヒエ)は、旧暦四月中旬(現在の暦で五月中旬ごろ)から五月の節句(旧暦五月五日。現在の暦では六月初旬)までに蒔き付け、胡麻(ゴマ)は、半夏生(読み…はんげしやう。夏至から十一日目。現在の暦では七月二日ごろ)から旧暦六月の土用の入り(現在の暦で、七月十七・十九日ごろ)までに蒔き付け、大根は、秋の彼岸の十日ほど前(現在の暦で九月上旬)に蒔き付け、小麦は、旧暦九月の土用中(現在の暦で、十月十七日ごろ)十一月初旬の立冬までに蒔き付け、麦(大麦のこと。江戸期は「麦」Ⅱ大麦)は、十月の節句(二十四節気の一つ「小雪」。現在の暦で十一月下旬)蒔き付けるとのことです。

一、畠高総町数は百十五町三反七畝二十一步。高は二百五十四石八斗三升三合。

ただし、御蔵入、給領を一緒にしたものです。

〔注〕蔵入…支藩領および藩士の給領地以外の土地は、すべてその貢租が直接藩庫に収納されるので、これを御蔵入という。

給領…藩士に支給された知行地。

(以上、『防長風土注進案』研究要覧の用語解説による。以下、特にことわらない限り、用語の説明は『防長風土注進案』研究要覧の用語解説による。)

このうち、

御蔵入 畠数 七十五町九反五畝二十五歩。高 百六十三石二斗一升一合。

このうち

九斗七升四合

ただし、庄屋・畔頭(くろがしら)の給です。

〔注〕畔頭…幕府領における組頭にあたる役。

残 百六十二石二斗三升七合 石貫

給領 村上筑後様の御知行所

畠数 二十四町四反七畝十三歩 高 五十七石九升
このうち

一石八斗 ただし、庄屋給・寺領・舸子屋敷は御除(Ⅱ年貢免除)
残 五十五石二斗九升 石貫

村上丹波様の御知行所

畠数 十四町九反四畝十六歩 高 三十四石五斗三升二合
このうち

一石一斗六合 ただし、庄屋給・寺領・舸子屋敷は御除
残 三十三石四斗二升六合 石貫

一、諸上納物

畠 銀一貫六百二十二匁三分七厘

浮役 銀三十五匁六分九厘二毛

門役 銀九十六匁六分

和市違 銀五百五十目

山立 銀二十一匁一分五厘

石大豆(ダイズ) 一斗五升二合五勺二才

ただし、高一石につき、大豆二升までの当たりを代銀を以って上納し申しあげること。

蕨縄 四束六房

ただし、本軒四十六軒軒ごとに一房あてであって代銀を以って上納し申しあげること。

御蔵入

御馳走米 五石六斗七合二勺九才

ただし、諸引方引残高の百六十二石二斗三升七合について、石ごとに三升五合あての召し上げられ分です。

同銀一匁二分六厘六毛

ただし、庄屋・畔頭給、御除の高について、十石につき十三匁あてであって、右のとおりが召し上げられ分です。

の口まで十七丁四十間。南は、穴の口から烏帽子まで一里。丁数四方はすべて合わせて、三里六丁三十五間。みな、海岸の出入りに沿って、この計測を行ったので、島の周囲の長さとなっております。

一、村内小名

東濱「人家あり」、東岡村「同上」、中村「同上」、西村「同上」

宮崎「人家なし」、大門（おおもん）「同上」、見道（みとお）「同上」、

三ツ石「同上」、洲崎 立花「同上」、長尾「同上」、峯ノ本「同上」、北

野「同上」、宇道（うとお）「同上」、八ノ尾「同上」、丸尾「同上」、志藤

津（しとおづ）「同上」、松地（まつち）「同上」、院名蔵（いんなくら）

「同上」、惣ずい 白崎「同上」、岩屋口「同上」、はへ「同上」、加田井

（かたい）「同上」、勘作り（かんづくり）「同上」、森「同上」、小惣津「同

上」、大窪「同上」、大遠（おおとお）「同上」、宇山（うやま）「同上」

小祝の内 釜の浦「人家なし」、網代「同上」

右の内、東濱、東岡村、中村、西村、宮崎、大門、見道、三ツ石、洲崎、立花は、（島の）東にあつて、海に面して山が迫っているため、地形は全て東西に長くなっており、峯の本、八の尾、北野、宇道、丸尾、志藤津、森は、北にあり、松地、院名蔵、惣津いは、西にあり、白崎、岩屋口、はへ、賀田井、小惣津、大窪は南にあり、大遠、宇山、勘作りは、中央にあります。

一、山川形勢

山の形は、東、西、南の三隅をなし、東北はとりわけ大きく、中でも惣津山はひときわ高く、西に至って少し細くなっています。西南の山脊（＝尾根）の荒磯には、奇岩・怪石が幾重にも重なっている。また、山の東北の浜頭は人家が密集し、長嶋および四代（よししろ）の台嶋を寅卯（とらう・東北東）の方角に望みまして、西北の汀（みぎわ）は、草木が繁茂して山はやや深く、川は三浦川、そのほかの小流だけでございます。

一、村内の日請土地相（日当たり・地味）の事

東浜、東岡村、中村、西村、宮崎、大門、見道、三ツ石、洲崎、立花、

長尾の十一ヶ所は、四分ほどは日当たりよく、六分ほどは日当たりが良くなく、峯の本、北野、宇道、八ノ尾、丸尾、志藤津、森の七ヶ所は、一分ほどは日当たりよく、九分ほどは日当たりが良くなく、松地、院名蔵、惣津いの三ヶ所は、三分ほどは日当たりが良く、七分ほどは日当たりが良くなく、白崎、岩屋口、はへ、賀田井、小惣津、大窪の六ヶ所は、七分ほど日当たりが良く、三分ほどは日当たりが良くなく、大遠、宇山、勘作りの三ヶ所は、八分ほど日当たりが良く、二分ほどは日当たりが良くありません。

土地の性質（＝地味）は、東浜、岡村、中村、西村、宮崎は、七分ほど黒真土（真土 まつち＝耕作に適した良質の土）、三分ほど白砂交じりの土で、全て小石交じり、大門、洲崎、長尾、見道、三ツ石、立花、峯の本、志藤津、森、北野、宇道、八ノ尾、松地、丸尾は、五分ほど赤土、五分ほど黒土で、小石交じり、院名蔵、惣津い、白崎、岩屋口、小惣津、大窪、はへ、賀田井、大遠、宇山、勘作りは、六分ほど赤ねば土（粘土質の赤土）、四分ほど砂白土交じり（砂と白土交じり）、小祝の内、網代、釜の浦は、赤土で小石交じりでございます。

山は、ことごとく赤ねば土で小石交じり、石は、白石、黒石でござい

一、肥やし下草の多少（＝下草がどのくらいあるか）の事

下草は、相応（＝土地にふさわしいくらい）に有り、田地が無いことで十分に行き渡っておりますとのこと。

一、気候寒暖植付物時節の事

沖あいの島であつて、風のあたりが強いため、冬は寒気が強く、しかながら雪霜は数えることも無く、夏は涼しくしのぎよいところでございます。

植付け物の時節

小角豆（ササゲ）・小豆（アズキ）などは、八十八夜（立春から八十八日目。現在の暦では五月二日ごろ）過ぎから蒔き付け、唐芋（サツマイ

『防長風土注進案』岩見島 主要部分訳注

*谷本 圭司

Translation and annotation of major part of Iwamishima (岩見島)
in "Bouchou Fudo Chushinmann (防長風土注進案)"

Keiji, TANIMOTO

【解説】

・本稿は、土木建築工学科の橋本堅一教授と共著での石積文化研究の基礎作業として谷本が作成した『防長風土注進案』中の岩見島（現 祝島）の主要部分の口語訳と注釈である。

『防長風土注進案』は、天保期における萩本藩領内のほぼ全ての村の、地誌的項目全般にわたる詳細な実態調査報告書の集成であり、地誌史料、郷土資料として貴重であり、村落の史的基礎資料として高い価値を有する。石積文化研究に直結する部分は少ないものの、祝島に関する基礎文献として、『防長風土注進案』の祝島に該当する部分を平易に読める形にすることは有意義であるとの判断から、谷本が訳注を担当した。

・原文は、昭和三五～四一年 山口県立山口図書館刊の『防長風土注進案』全二十二巻（本編二十一巻、研究要覧一卷）の第六巻 上関宰判 下 四二四～四四一ページに収録されている翻刻に基づいた。訳文と注釈のみの掲載であるため、原文を参照していただければ幸いである。原文は候文体で書かれているので、その雰囲気を生かすように訳すよう試みた。

・注は、用語は、主に前書『研究要覧』に依拠し、記事は、『防長寺社由来』全七巻（昭和五七～六一 山口県文書館刊）、『山口縣風土誌』全十四巻（昭和四十七～五十年 歴史図書社刊）の関連部分を比較検討して若干の考察を加え、漢文部分（鐘銘文及び引用）に口語訳と語注を加えて理解に資するよう努めた。ただ、和歌の解釈は省略した。

・紙幅の都合により、棟札及び「括り」部分の石高などの列举を省略し、尺貫法の記載もメートル法への換算値は示さなかった。

・本稿において、一箇所だけ現代の基準に照らして不適切な表現を「×××」と伏せた。この判断の責は、あくまで谷本にある。御理解をいただきたく思う。

・なお、今回の紀要への投稿にあたって、谷本の単著での投稿を快諾いただいた橋本堅一教授にあらためて感謝の意を表しておきたい。

『防長風土注進案』岩見島

大島郡上関御宰判 岩見嶋

古くは祝島と称したということ、この地には岩石が多いので岩見島と呼び慣わして来ております。

万葉の古歌（『万葉集』巻15-3636）に、

家人は、帰り早来と、いはひ島、いはひ待つらむ。旅行くわれをまた、宗祇法師（の歌に）

岩たたむいはひ嶋なる岩つつし咲くとき名のれ山郭公（出典未詳）これは、香箱あたりの風景を詠みなさったものといえます。また、傍らの小島、小祝・緒祝と称するものも、みなこのあたりの名から出ていて、今なお諸国の船人は、「祝しま」と呼んでいるのでございます。

『万葉集』（『万葉集』巻15-3637）

草枕 旅行く人を祝しまいくよふるまで 祝ひ来にけん

『夫木集』（『夫木和歌抄』巻33 島 前の中納言定嗣＝葉室定嗣）

君が代をいく萬代とすむ鶴は祝ひしまよりいわぬ来つらん

〔注〕岩見島は、現在の山口県上関町祝島。『山口縣風土誌』巻七十八 周防國熊毛郡村誌 上関村 祝島の名義の項（第四卷一七三ページ）に「按るに、ヒミ横音相通を以て岩見と訛れるならん。慶長検地帳以降岩見島なりしが、明治九（一八七六）年十一月古名に復せり」とある。

一、縦横里数

東は、宮崎の内烏帽子という岬から洲崎まで、二十一丁三十七間。小洲崎から志藤津まで、一里三丁十八間、西は、志藤津から院名蔵の内穴

委員長 田村 隆弘（図書館長）
副委員長 目山 直樹（土木建築工学科）
委員 牧野 俊昭（機械電気工学科）
室谷 英彰（情報電子工学科）
谷本 圭司（一般科目）

徳山工業高等専門学校研究紀要 第39号

平成 27 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) 2600

Contents

Study on Mat Production Lineusing Examination of “Visualization”	Toshiaki MAKINO Koji FUKUDA Shinichi SEKIYAMA	1
Masonry Culture in Iwai-shima Island	Ken-ichi HASHIMOTO Keiji TANIMOTO	15
The Characteristics of the Freshmen in 2015 - An Analysis Based on the Results of a Questionnaire to the Freshmen-	Norihiko HARADA Kyoko NAGAHIRO Tetsuya MORISAKI Koichiro NISHIO Yoko MATSUO	23
Preparation and Ion Exchange of Layer Structured Tantalate $\text{Rb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{17} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	Masao OHASHI Ryohei YATSUZUKA	33
Current Situation and Issues of Myanmar’ s Engineering education	Kazuhito AMANAI Kentarou KITAMURA	39
The arbuscular mycorrhizal symbiosis enhances the antioxidative response of plant	Wataru INOUE Shota YAMAMOTO Kazuhito AMANAI	47
Design of the OS for Educational Computer	Yuki MURATA Tetsuji SIGEMURA	57
Practical realization of the Language Translator that translates C++ code into C code	Yosuke YANAGI Tetsuji SHIGEMURA	63
Translation and annotation (draft) of Mototsugu Mouri (毛利 元次) “Toishi no Ki (遠石記)”	Keiji, TANIMOTO	17
Translation and annotation of major part of Iwamishima (岩見島) in “Bouchou Fuudo Chuushinnann (防長風土注進案)”	Keiji, TANIMOTO	1
Abstracts of Other Papers and List of Lecture		69
