

鹿児島工業高等専門学校
研究報告

第46号

RESEARCH REPORTS
OF
KAGOSHIMA NATIONAL COLLEGE
OF TECHNOLOGY
Number 46

2011

鹿児島工業高等専門学校研究報告

第46号 2011

目 次

インコネル 713C の切削加工における加工面品位の向上に関する研究	
引地 力男, 渡邊 嘉清, 宮城 貴志, 榎木 慶太	1 ~ 6
鹿児島高専ソーラーカープロジェクト～中間報告～	
椎 保幸, 塚本 公秀, 岡林 巧, 植村 眞一郎, 榎根 健史, 堂込 一秀, 上野 孝行	7 ~ 10
噴流の拡散促進を目的としたノズルの試作および流れの可視化	
田畑 隆英, 高橋 勉	11 ~ 16
モデル変圧器内の部分放電による超音波伝搬特性の実験的検討	
中村 格, 榎根 健史, 永田 亮一, 小迫 雅裕, 匹田 政幸, 小出 英延	17 ~ 18
JPEG XR ビューア第2版の試行	
加治佐 清光, 吉田 沙央里	19 ~ 28
平成22年度校内教育助成に係る建築関連講座立上げに関する成果報告	
岡松 道雄	29 ~ 32

小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2010」におけるプログラムの開発	
大竹 孝明, 山下 俊一, 日高 達也, 新納 時英, 鯨坂 徹郎	33~38
暗号Ⅱーその数理的側面ー	
金光 滋, 熊谷 博, 白坂 繁	39~43
環境負荷の小さい新エネルギーの導入技術を養成する実験装置の開発	
荒巻 勇輔, 檜根 健史, 永田 亮一	45~47
マイクロX線CTを用いた積層流体の研究	
山田 孝行, 池田 英幸, 岡林 巧	49~52
研究業績 (2010年4月1日~2011年3月31日)	53~65

RESEARCH REPORTS
OF
KAGOSHIMA NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

No. 4 6 2 0 1 1

C O N T E N T S

- Study on Improvement of Finished Surface Integrity
for Inconel 713C in Cutting**
Rikio HIKIJI Yoshikiyo WATANABE Takashi MIYAGI 1 ~ 6
and Keita ENOKI
- Interim Report on KNCT Solar Car Project**
Yasuyuki SHII Kimihide TSUKAMOTO Takumi OKABAYASHI 7 ~ 10
Shinichiro UEMURA Kenji KASHINE Kazuhide DOUGOME
Takayuki UENO
- Development and Flow Visualization of Circular Nozzle to Promote
Jet Diffusion**
Takahide TABATA and Tsutomu TAKAHASHI 11 ~ 16
- Experimental Examination of Acoustic Wave Propagation Characteristics
caused by Partial Discharge in Model Transformer**
Itaru NAKAMURA Kenji KASHINE Ryouichi NAGATA 17 ~ 18
Masahiro KOZAKO Masayuki HIKITA Hidenobu KOIDE
- Feasibility Study of JPEG XR Viewer, Version 2**
Kiyomitsu KAJISA and Saori YOSHIDA 19 ~ 28
- Results Report on Starting “Architecture-related” Courses
Supported by School Grant for Education in FY2010 Kagoshima
National College of Technology**
Michio OKAMATSU 29 ~ 32

**Development of an Educational Program for Manufacturing and Scientific
Experimental Classes “Kagoshima National College of Technology
Day 2010” for Schoolchildren**

Takaaki OHTAKE, Shunichi YAMASHITA, Tatsuya HIDAKA, 3 3 ~ 3 8
Tokihide NIIRO and Tetsuro AJISAKA

Cipher II

Shigeru KANEMITU Hiroshi KUMAGAI Shigeru SHIRASAKA 3 9 ~ 4 3

**To training the development of the experimental introduction of
new energy technologies with low environmental impact**

Yusuke ARAMAKI Kenji KASHINE Ryouichi NAGATA 4 5 ~ 4 7

Study on granular heaps using micro X-ray CT

Takayuki YAMADA Hideyuki IKEDA Takumi OKABAYASHI 4 9 ~ 5 2

Extramural Activities (Apr.1, 2010~Mar.31, 2011)

5 3 ~ 6 5

論 文 抄 録

[原著論文]

インコネル713Cの切削加工における加工面品位の向上に関する研究

引地力男, 渡邊嘉清, 宮城貴志,
榎木慶太

最近, 自動車産業, 航空機産業, 宇宙産業, 原子力産業の発展に伴い, 超耐熱合金の使用が増加してきている。しかし, 超耐熱合金は強度と耐熱性を追求しているため加工が困難である。特に, 切削加工においては, 加工面品位や工具摩耗の点で極めて困難である。そこで, 本研究では, 主に自動車のエンジン部品等で使用される難削材の一つであるニッケル基超耐熱合金インコネル713Cを用いて, 耐腐敗性の優れたシンセティックタイプの切削油剤と従来のエマルジョンタイプとを比較しながら, 外周旋削における加工面品位の向上について実験的に検討した。その結果, シンセティック油剤でも加工面品位を得られることが明らかになった。

[原著論文]

鹿児島高専ソーラーカープロジェクト ～中間報告～

椎 保幸, 塚本公秀, 岡林 巧,
植村眞一郎, 檜根健史, 堂込一秀,
上野孝行

ものづくり教育の一環として, 鹿児島高専ソーラーカープロジェクトを平成22年度に立ち上げた。このプロジェクトは全学的な取り組みであり, 教職員と学生との協働により進められる2ヵ年計画のプロジェクト

である。本プロジェクトの目的は, 環境に対する意識の高揚とものづくりを通じた技術者教育のさらなる発展を目指し, その象徴的な役割を担うことである。取り組み初年度の目標は, ソーラーカーの製作と鈴鹿で開催されるソーラーカーレースへの参加であり, 結果としてその両者を達成することができた。

[原著論文]

噴流の拡散促進を目的としたノズルの試作および流れの可視化

田畑隆英, 高橋 勉

噴流の拡散制御および方向制御に関する研究の一環として, 円形ノズルから流出する噴流の流動特性が調べられた。小孔の空けられた円板が円管内部に取り付けられている。そして, 小孔を通過した後, 噴流は円形ノズルから流出する。噴流の拡散を調べるために, 小孔の直径, 管出口から円板までの距離, そして, 小孔のオフセット量を種々, 変化させながら, 流れの可視化が行われた。さらに, 噴流の拡散およびその方向を定量的に調べるために, 流れの可視化から得られた画像情報を用いて画像処理が行われた。

その結果, 噴流の拡散および方向は, 小孔の直径, 管出口から円板までの距離および小孔のオフセット量によって影響されることがわかった。

[報告]

モデル変圧器内の部分放電による超音波伝搬特性の実験的検討

中村 格, 檜根健史, 永田亮一,
小迫雅裕, 匹田政幸, 小出英延

これまで, 筆者らは電力用変圧器の絶縁診断技術の高度化を目指し, 超音波伝搬特性に着目して検討してきた。本報告では, 実変圧器内で使用されている巻線のモデルを油中に配置してモデル変圧器を製作し, 油中で生じた部分放電による超音波の伝搬特性について実験的に検討を行った。これらの検討は, これまでにない新しい考えに基づくものであり, 同時に, 部分放電位置標定精度向上に資するものである。今後, 変圧器上下部における超音波伝搬解析および数値解析シミュレーションによる現象解明を行い, 測定感度向上を目指したセンサ配置について検討し, 部分放電位置評定精度向上を図っていく。

[原著論文]

JPEG XRビューア第2版の試行

加治佐清光, 吉田沙央里

JPEG XR (eXtended Range) は2009年に制定された静止画像圧縮の国際標準である。JPEG XRの評価ツールDevice Porting KitがMicrosoft社により提供されているが, コマンド形式であるため, 平成22年度に評価用のWindowsアプリケーション版のJPEG XRビューアを試作した。また, その第2版では, Gray16bpp (bits per pel)とRGB48bppのみならず, アルファを含むRGBA 64bppにも対応可能とした。本報告ではJPEG XRビューアの概要と, 第2版によるJPEG XRの評価について報告する。

[報告]

平成22年度校内教育助成に係る建築関連講座立上げに関する成果報告

岡松道雄

本報告では平成22年度, 鹿児島工業高等専門学校(以下鹿児島高専)都市環境デザイン工学科において, 建築関連講座がどのように開始されたかについて記述している。鹿児島高専では平成22年4月に土木工学科を都市環境デザイン工学科と名称変更するまでは, 建築に関する科目は「建築概論」と題する1科目のみであった。この報告書は, 1. 新規5科目の講義がどのように始まったか, 2. 講義以外に建築に関連した活動はどのようなものであったか, そして3. 科目ごとにどのような準備が必要であったか, について言及している。校長裁量による鹿児島高専校内教育助成によってこれらの活動は支援された。

[原著論文]

小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2010」におけるプログラムの開発

大竹孝明, 山下 俊一, 日高達也,
新納時英, 鯨坂徹郎

地域での創造的人材の育成と, 子どもたちの理科離れを食い止めるため, 鹿児島市立科学館との連携により, 科学実験教室等の各種イベントを通じて科学に対する興味や関心を高め, 夢や創造性を育む機会を設ける事業を計画した。この事業は, 独立行政法人科学技術振興機構(JST)の平成22年

度地域の科学舎推進事業「地域活動支援」に、「小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2010」」のテーマで採択され、鹿児島高専を地域へ広くPRし、科学技術者育成を行う本校への志願者増に向けた広報活動の一環とも位置づけ、科学実験教室や展示等を、平成22年8月22日（日）に鹿児島市立科学館にて実施した。

[原著論文]

暗号Ⅱーその数理的側面ー

金光 滋, 熊谷 博, 白坂 繁

前報告では、古典的暗号の歴史的側面と構造を述べたが、本研究は、古典的暗号の構造を数理的側面から詳しく述べたものである。

まず、換字式暗号は、有理整数環の剰余環の中での計算であることを述べ、次にフィボナッチ数列を利用した暗号の解読をし、アファイン変換による暗号解読の数理を述べた。最後に、ダイグラフを利用した暗号の作成法と解読法を、剰余計算により説明した。また、行列による計算方法も示した。

古典的暗号の数理的構造解明は、コンピューターの発達により、今では学生のよい演習問題として扱え、教材として研究されるべきものだと考える。

[報告]

環境負荷の小さい新エネルギーの導入技術を養成する実験装置の開発

荒巻勇輔, 樫根健史, 永田亮一

本校の電気電子工学科3年次に開講している工学実験において、太陽電池や燃料電

池の特性測定を実施し、学生の新エネルギーに対する知識の向上を図ってきた。しかし、現有の実験設備では、持続可能で高効率なエネルギー供給システムの実用化に向けて、様々な課題を見出し、それを解決する技術力の向上までには至らないのが現状である。そこで、太陽電池等の発電原理および発電効率等について理解した後、コンバータ等を用いた電力供給システムとその効率の向上についても併せて理解できる実験・実習装置の開発を進める。

[ノート]

マイクロX線CTを用いた積層粒体の研究

山田孝行

粉粒体の基本的な性質を解明するため、マイクロX線CT装置を用いて、容器に積層されたガラスビーズの連続断層画像を作成した。積層ガラスビーズの崩壊過程と異径ビーズの偏析現象について断層画像から内部構造の解析を行った。その結果、崩壊過程においては、床面近傍のビーズの配列の詳細が明らかとなった。また、偏析現象においては、ビーズを積層させる容器の形状により、大径ビーズに隣接する小径ビーズの分布に違いが見られた。

インコネル713Cの切削加工における加工面品位の向上に関する研究

引地 力男[†] 渡邊 嘉清^{††} 宮城 貴志^{††} 榎木 慶太^{††}

Study on Improvement of Finished Surface Integrity for Inconel 713C in Cutting

Rikio HIKIJI Yoshikiyo WATANABE Takashi MIYAGI
and Keita ENOKI

In recent years the use of a super heat-resistant alloy has increased with the development of the industry of the auto, aircraft, space and nuclear power. However, the super heat-resistant alloy has a big problem with processing because of its strength and heat resistance. Especially, in cutting, it is extremely difficult in that the machined surface integrity is degraded and the tool wear is caused. In this study, the improvement of the machined surface integrity in the external turning was experimentally examined by using Inconel 713C, one of the hard cutting metals used chiefly for the engine parts of the car, through a comparison between a synthetic type which is very resistant to perishability and an emulsion type. As a result, it was also clarified that the machined surface integrity was obtained with the synthetic type.

Keywords : Super heat-resistant Alloy, Cutting fluid, Surface Integrity, Finished Surface, Cutting

1 はじめに

最近、自動車産業、航空機産業、宇宙産業、原子力産業の発展に伴い、超耐熱合金の使用が増加してきている。しかし、超耐熱合金は強度と耐熱性を追求しているため加工が困難である。特に、切削加工においては、加工面品位や工具摩耗の点で極めて困難である。そこで、本研究では、主に自動車のエンジン部品等で使用される難削材の一つであるニッケル基超耐燃合金であるインコネル713Cを用いて、耐腐敗性の優れたシンセティックタイプの切削油剤と従来のエマルジョンタイプとを比較しながら、外周旋削における加工面品位の向上について実験的に検討した。

2 インコネル713C

図1に示すようにターボチャージャーのウエストゲートタイプは、過給エンジンにおいて排気ガスの一部

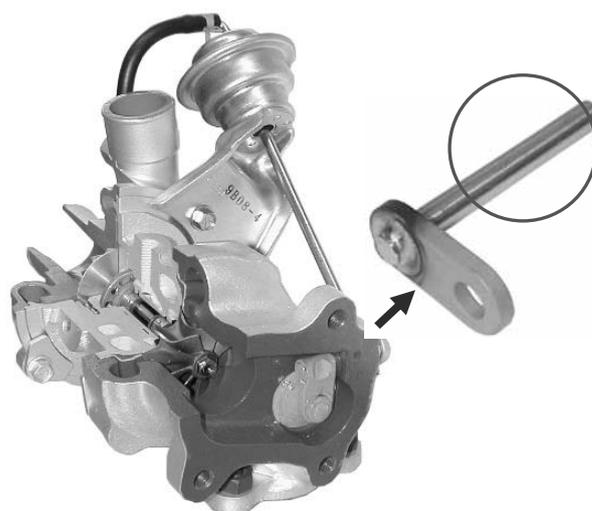


Fig.1 Valve stem of wastegate type turbo charger

Table 1 Nominal compositions of Inconel 713C

C	Cr	Mo	Nb	Al	Ti	Zr	B	Ni
0.12	12.5	4.2	2.0	6.1	0.8	0.1	0.012	bal

[†] 機械工学科

^{††} 大同精密工業株式会社

Table 2 Physical properties of Inconel 713C

Density [g/cm ³]	Melting range [°C]	Specific heat			Thermal conductivity			Mean coefficient of thermal expansion		
		At 21°C [J/kgK]	At 538°C [J/kgK]	At 1093°C [J/kgK]	At 93°C [W/mK]	At 538°C [W/mK]	At 1093°C [W/mK]	At 93°C [×10 ⁻⁶ /K]	At 538°C [×10 ⁻⁶ /K]	At 1093°C [×10 ⁻⁶ /K]
7.91	1260-1290	420	565	710	10.9	17.0	26.4	10.6	13.5	17.1

Table 3 Mechanical properties of Inconel 713C

Tensile strength		0.2 yield strength		Tensile elongation		Dynamic modulus of elasticity	
At 21°C [MPa]	At 538°C [MPa]	At 21°C [MPa]	At 538°C [MPa]	At 21°C [%]	At 538°C [%]	At 21°C [GPa]	At 538°C [GPa]
850	860	740	705	8	10	206	179

を分流させることによりタービンへの流入量を調節するバルブ機構を持つものであり、排気ガスの 900°Cにも達する高温に耐えられるように、バルブシステム（図中丸印）は鋳造型のニッケル基超耐熱合金であるインコネル 713C が用いられ、高品位な加工面性状を得るために精密な加工が要求される。これまで、仕上げ加工は研削でおこなわれてきたが、加工技術の発展に伴いランニングコスト削減のために、最近では切削でおこなわれるようになってきた。インコネル 713C について表 1 に成分、表 2 に物理的性質、表 3 に機械的性質¹⁾をそれぞれ示す。これらの表より、インコネル 713C は高温強度が大きく、熱伝導率が小さいため被削材としては難削材の一種であり、理想的な仕上げ面品位を得ることが非常に困難である。

そこで、本研究では、シンセティックタイプを含んだ複数の切削油剤を用いて実際に自動車部品として使用するサイズのインコネル 713C の外周旋削加工をおこない、切削条件が加工面性状に及ぼす影響について実験的に検討した。

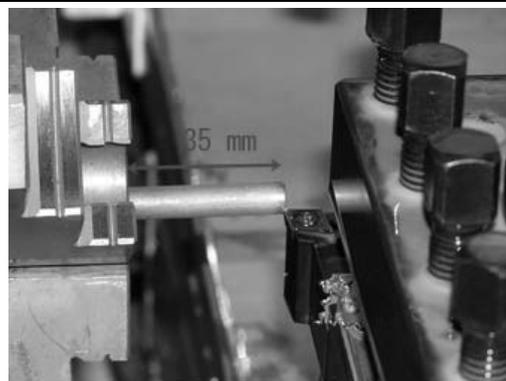


Fig.2 Cutting method

Table 4 Cutting conditions

Diameter D [mm]	φ 8.1
Rake angle γ [deg.]	0, 10, 20
Corner radius r_c [mm]	0.2, 0.4, 0.8
Depth of cut a [mm]	0.1, 0.5
Cutting speed V [m/min]	30
Feed rate f [mm/rev]	0.01, 0.05, 0.10

3 実験方法

実験は滝澤鉄工所製 CNC 普通旋盤 TAC510 を用いて、ターボチャージャーのバルブシステムとして用いられる外径 φ 8.1mm、長さ 68mm のインコネル 713C の丸棒を、図 2 に示すように突き出し量を 35mm とした片持ちの状態、表 4 に示す切削条件でポジタイプの PVD コーティング超硬チップを用いて外周旋削をおこなった。一般に耐熱合金の切削加工では、刃先に加工熱がこもらないように、ホーニングの小さな鋭利な切れ刃で小さい角の大きなチップが切削加工に用いられる²⁾。使用した切削油剤は表 5 に示すように、サンプル A として

Table 5 Cutting fluids

Cutting fluids	Sample A	Sample B	Sample C
Type	Synthetic soluble	Emulsion	Synthetic emulsion
Density [g/cm ³ (15°C)]	0.98	0.938	1.012
Surface tension [mN/m(25°C)]	32.9	34	25.2
S (Sulfur)	-	○	○
P (Phosphorus)	-	-	-
B (Boron)	-	-	-
pH	9.3	9.7	9.87

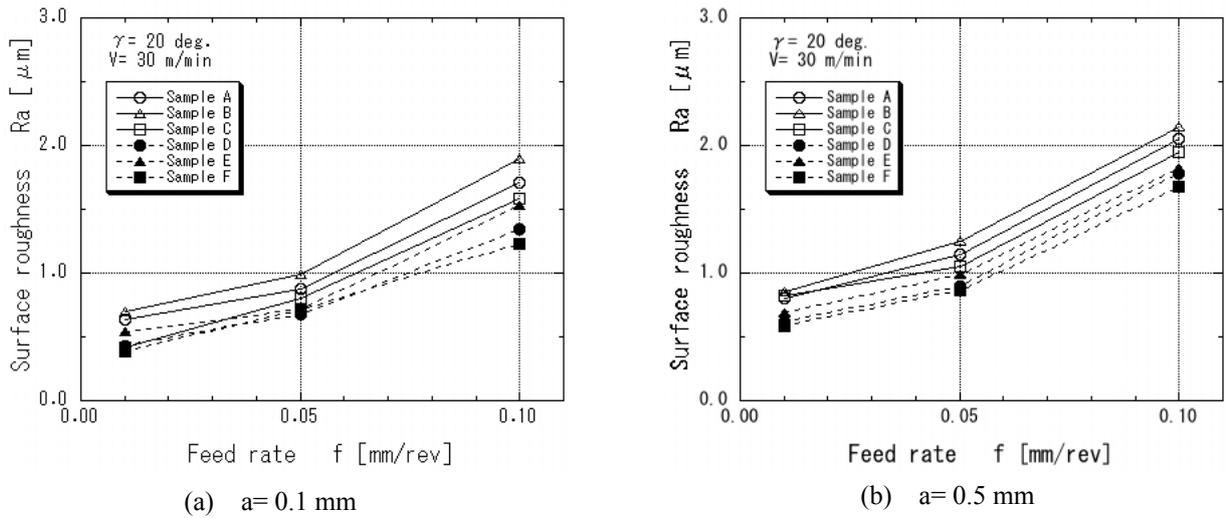


Fig.3. Effects of cutting conditions on Ra

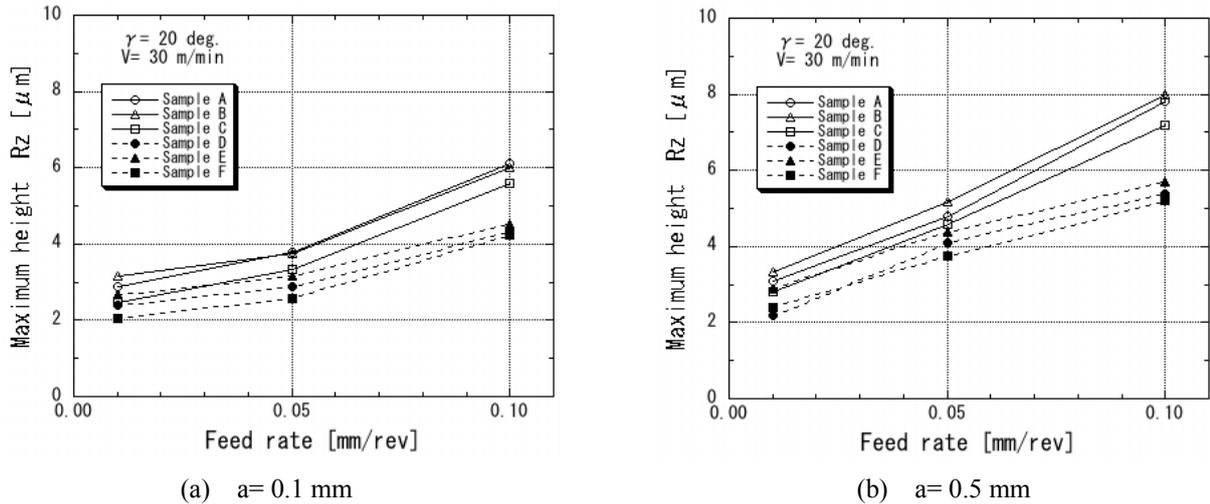


Fig.4. Effects of cutting conditions on Rz

シンセティックソリュブル, サンプルBとしてエマルジョンの硫黄添加型, サンプルCとしてシンセティックエマルジョンの硫黄添加型の3種を用い, それぞれ10倍に希釈したものを10L/minの割合で使用した.

切削加工後, 触針式表面粗さ測定機で工具送り方向の算術平均粗さRaと最大高さRzを求めた. さらに, 三次元形状測定機にて, 形状誤差, 真円度, 円筒度, 同軸度を求めた. そして, 同じ条件で3回実験をおこない, それぞれの項目について3回測定し, それらを平均したものをデータとして取り扱った.

4 実験結果および考察

図3は送り量 f が仕上げ面粗さ Ra に及ぼす影響を示す. なお, 図(a)は切込み a が0.1mmの場合, (b)はそ

れが0.5mmの場合を示す. 工具のすくい角 γ は 20° と一定である. また, 図の白印はコーナ半径 r_c が0.2mm, 黒印は0.4mmをそれぞれ示す. これらの表示方法は図8まで同様である. 図より, 切込み a が0.1mmの場合, 送り量 f が小さいほど仕上げ面粗さ Ra が良好であることがわかる. また, コーナ半径 r_c が大きい方が良好である. これは, 送り量と切込みが同じ条件の場合, コーナ半径が大きいほど理論粗さが良好であることに一致する. 切削油剤についてはサンプルCのシンセティックエマルジョンが多少良好である. なお, サンプルCの場合, 切削加工終了後チップ先端部に凝着痕が確認されず, 潤滑性に優れていることを示す. これは, 今回用いた油剤の中でサンプルCが最も表面張力が小さく, 刃先近傍のチップ先端部および被削材表面の濡れ性が良好であったことが考えられる. しかし, 切込

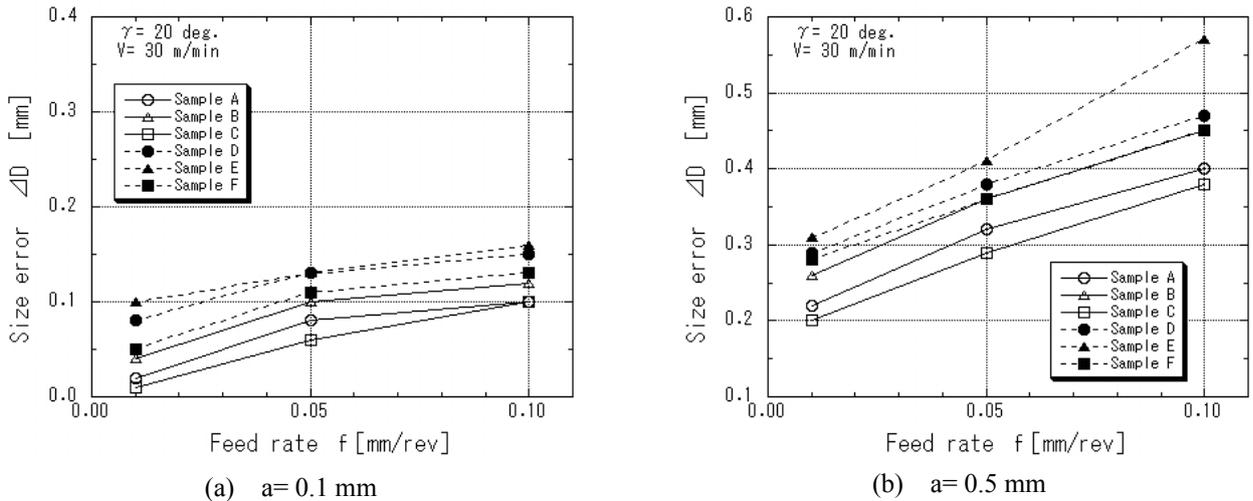


Fig. 5 Effects of cutting conditions on size error

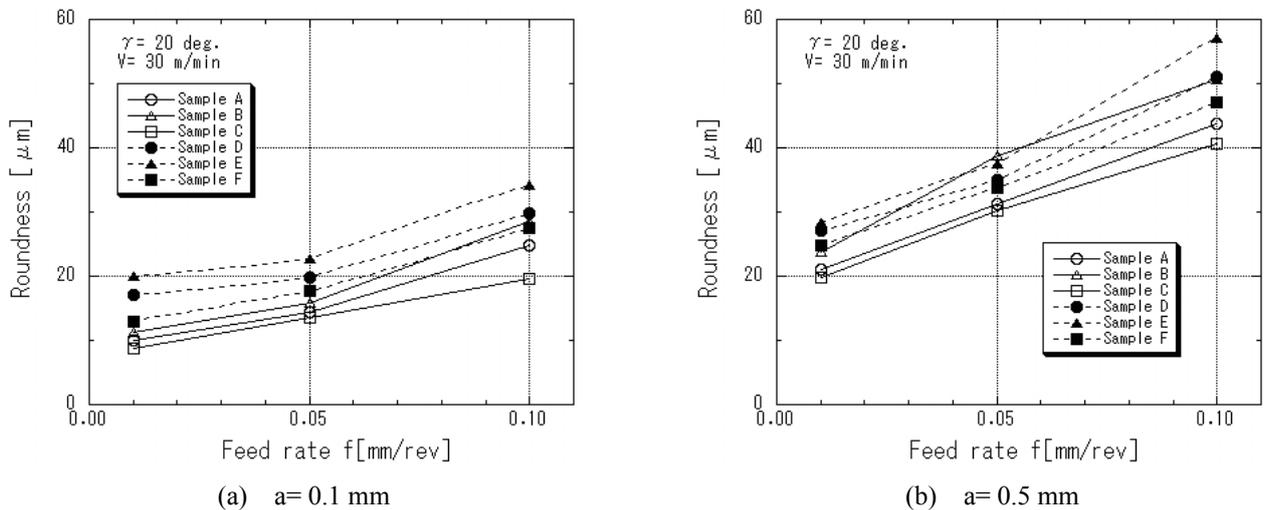


Fig.6 Effects of cutting conditions on roundness

み a が 0.5mm と大きくなった場合、全体的に粗さ R_a は悪化したが、サンプル A のシンセティックソリュブルでもサンプル C と同様に良好な結果を得た。

図 4 は最大高さ R_z を示すが、これも算術平均粗さ R_a と同様な結果を得た。

図 5 は形状誤差の結果を示す。CNC 旋盤での加工時におこなう刃合わせで計測した被削材の直径値と加工後の直径値との差を表す。図より送り量 f の影響は前述の仕上げ面粗さの結果と同様送り量 f が大きくなればなるほど形状誤差は大きくなるが、コーナ半径 r_c の影響については仕上げ面粗さの場合と異なり、コーナ半径 r_c が 0.2mm と小さい方が良好な結果が得られる。また、切込み a が 0.5mm と大きくなると、形状誤差が極端に悪化することがわかる。これらは、被削材を片持ちで保持し切削しているため、コーナ半径の大きい

場合は切削抵抗も漸増し、被削材が変形したためと思われる。形状誤差が 0.1mm を超える場合は、部品組み立てに大きく影響を与えるため、切込み a と送り量 f は小さくしなければならない。

図 6 は真円度の結果を示す。真円度の場合も、送り量 f が大きくなればなるほど真円度も大きくなることわかる。真円度の場合も、前述の形状誤差の時と同様コーナ半径 r_c が小さい場合が良好な結果が得られた。また、切込み a が 0.5mm と大きくなると真円度が極端に悪化することがわかる。切削油剤については、従来のエマルジョンよりもシンセティックソリュブルやシンセティックエマルジョンの方が良好な結果が得られた。真円度が $20\mu\text{m}$ を超える場合、部品組み立てに影響を与えるため、真円度を優先的に考慮する場合も切込み a と送り量 f は小さくする必要がある。

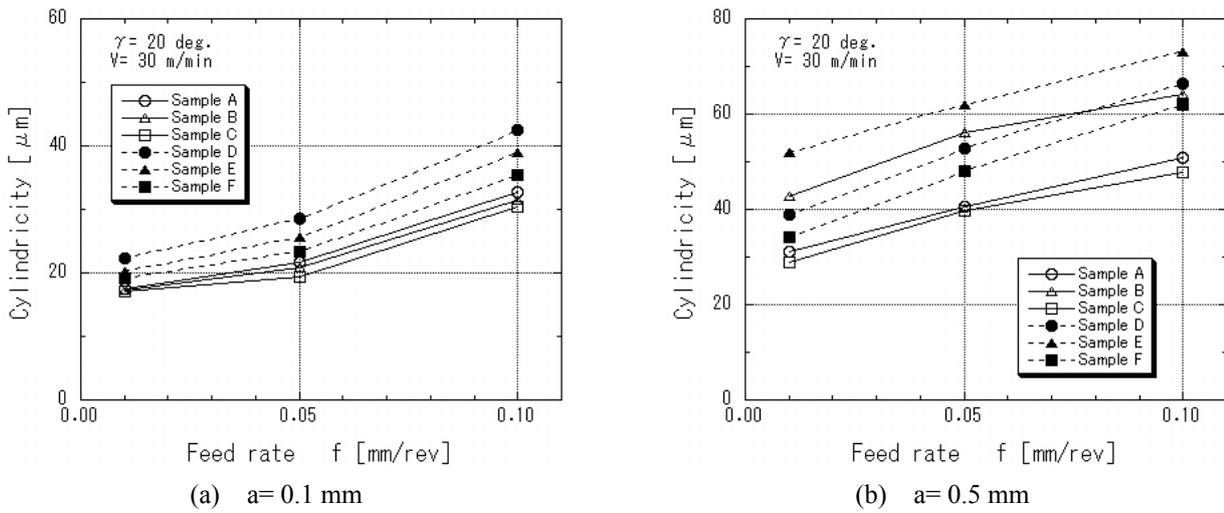


Fig.7 Effects of cutting conditions on cylindricity

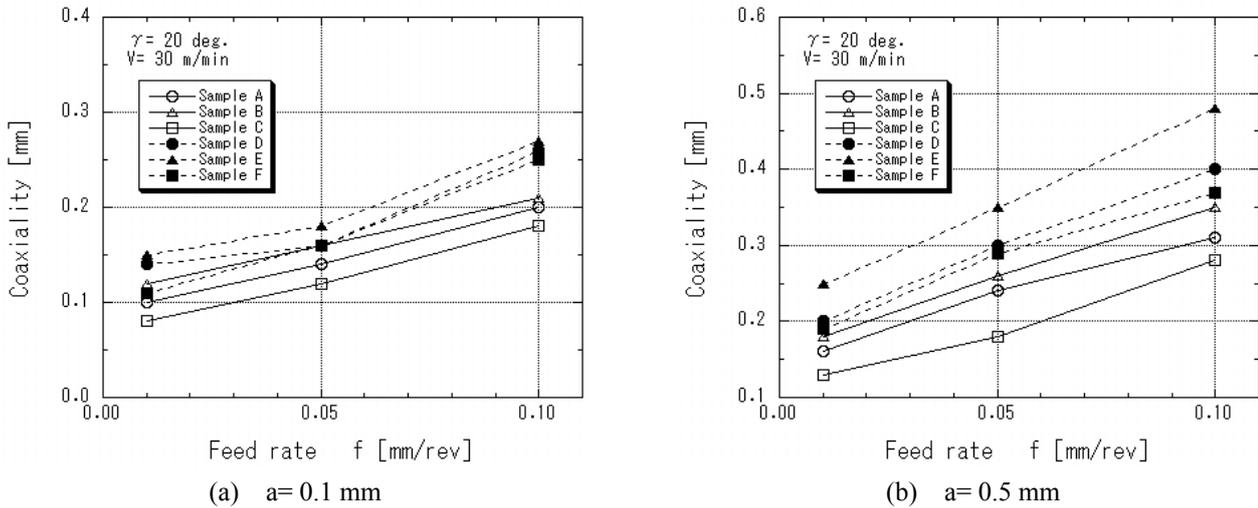


Fig.8 Effects of cutting conditions on coaxiality

図7は円筒度の結果を示す。円筒度の場合も、送り量 f が大きくなればなるほど円筒度も大きくなることわかる。さらに、コーナ半径 r_f が小さい場合が良好な結果が得られた。また、切込み a が 0.5mm と大きくなると円筒度も大きくなることわかる。切削油剤については、シンセティックエマルジョンが良好な結果を示す。円筒度が $30\mu\text{m}$ を超える場合、部品組み立てに影響を与えるため、円筒度を優先的に考慮する場合も切込み a と送り量 f は小さくする必要がある。

図8は同軸度の結果を示す。同軸度についても円筒度と同様な結果が得られた。

図3の算術平均粗さおよび図4の最大高さの結果と異なり、図5の形状誤差、図6の真円度、図7の円筒度、図8の同軸度の結果はコーナ半径 r_f の大きい方が悪化した。これは図9に示すようにコーナ半径の影響

による切削力の変化について考察すると、コーナ半径が大きい r_{f1} の場合は、コーナ半径の小さい r_{f2} の場合よりも切削抵抗は大きくなり、さらに、その向きが背分力側に変化することが予測される。すなわち、切削中に工具が被削材を回転中心軸に対して直角方向に押す力が增大することで、片持ち保持の被削材が切削中に変形したため、形状誤差等が悪化したことが考えられる。

これまでの結果は、コーナ半径 r_f が 0.2mm と 0.4mm の場合で比較検討したが、それが 0.8mm とさらに大きくなった場合の結果の一例として最大高さ Rz を図10に示す。切込みは 0.1mm 一定であり、図中白印は送り量 f が 0.01mm/rev 、黒印は 0.10mm/rev をそれぞれ示す。図より、仕上げ面粗さに関してはコーナ半径 r_f が大きいほど良好な粗さを得ることがわかる。

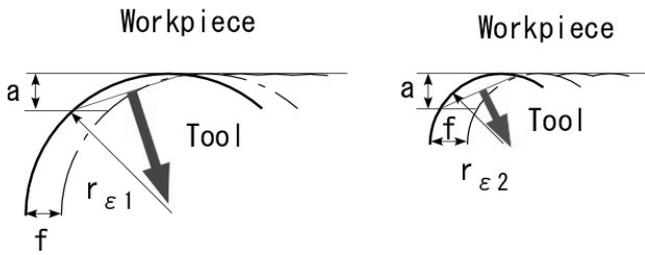


Fig.9 Effect of corner radius on cutting resistance variation

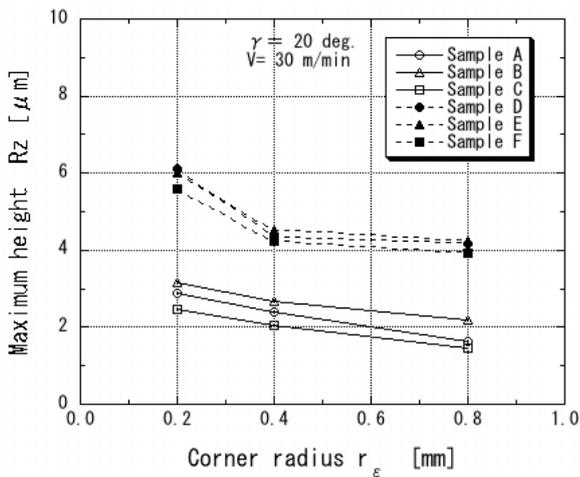


Fig.10 Effects of corner radius on Rz

また、すくい角 γ の影響について調べた結果の一例として、最大高さ Rz の結果を図 11 に示す。切込みは 0.1mm 一定であり、図中白印は送り量 f が 0.01mm/rev、黒印は 0.10mm/rev をそれぞれ示す。図より、すくい角が大きくなると、最大高さ Rz が漸減することがわかる。

5 まとめ

ターボチャージャーの部品であるバルブステムとして使用されるニッケル基超耐熱鋼インコネル 713C の外周旋削加工をおこない、切削条件が加工面性状に及ぼす影響について調査した。さらに、切削油剤としてシンセティックタイプと従来のエマルジョンを用い、算術平均粗さ、最大高さ、形状誤差、真円度、円筒度、同軸度について、油剤の性能を比較しながら実験的に

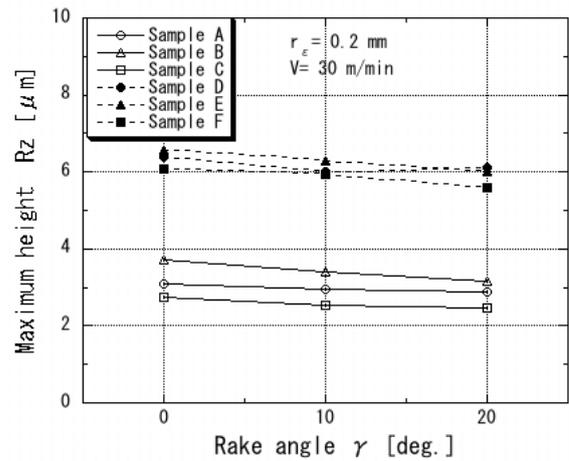


Fig.11 Effects of rake angle on Rz

検討した。その結果、今回使用した切削条件の範囲では、切込みと送り量が小さい場合、仕上げ面性状に対して良好な結果が得られた。切削油剤については、シンセティックタイプも従来のエマルジョンと同等もしくはそれ以上の良好な結果が得られた。しかし、コーナ半径が大きくなると、被削材を片持ち保持で切削する場合は形状誤差等に影響を及ぼすことが明らかになった。今後の課題として、インコネル 713C の外周旋削加工において、切削油剤が工具寿命及ぼす影響について検討する必要がある。

謝 辞

本研究は、平成 22 年度校長裁量経費でおこなわれたことを記し、謝意を表します。

参考文献

- 1) AMS handbook committee : METALS HANDBOOK Vol.1. Cleveland. AMS INTERNATIONAL, 1990. 982-985
- 2) 木曾弘隆: "難削材の切削と工具材料⑤" 機械技術 40 [11] (1992) 98-105

鹿児島高専ソーラーカープロジェクト ～中間報告～

椎 保幸[†] 塚本 公秀[†] 岡林 巧^{†2} 植村 眞一郎^{†3} 樫根 健史^{†4}
堂込 一秀^{†5} 上野 孝行^{†6}

Interim Report on KNCT Solar Car Project

Yasuyuki SHII Kimihide TSUKAMOTO Takumi OKABAYASHI Shinichiro UEMURA
Kenji KASHINE Kazuhide DOUGOME Takayuki UENO

The new solar car project was started by authors in 2010 as a part of engineering education of Kagoshima National College of Technology. This project goes proceeding in cooperation with faculty and students in a two-year plan. The aim of this project is enhancement of environmental awareness toward students and to help for improvement a technical education in KNCT. The objective in a first year of the project is to produce an original solar car, and realize a participation in the solar car race which be held on SUZUKA circuit. As a result, the production of original KNCT solar car was completed in spite of limited schedule, and it was carried out that the finish the race successfully.

Keywords: Solar power, Solar car, Alternative energy, Design and Manufacturing

1 はじめに

本プロジェクトは、鹿児島高専における全学的な取り組みとして、ソーラーカーレースへの出場を目的としてマシン製作を行うものである。

背景として、専攻科1年生の必修科目である「環境創造工学プロジェクト」において、「ソーラーカーの設計・製作」をテーマとした取組みを平成21年度に行った。同授業では、学生が車体班、電装班、ボディ班の三班に分かれ、それぞれの出身学科の専門知識を生かしながら各部の設計を行ったが、授業が半期のみと短いことから実際の製作までには至らず、設計段階で授業が終了してしまった。

そこで、この授業で得られた成果を引継ぎ、その知識およびデータを活かしてマシンを完成させ、三重県鈴鹿市で開催される4時間耐久のソーラーカーレースに出場することを目的として、平成22年度に新たに「鹿児島高専ソーラーカープロジェクト」を立ち上げ

た。本プロジェクトは学生と教職員が協働で行う2年計画の取組みであり、初年度は、マシンを完成させ大会へ出場することを目標とした。

2 本プロジェクトの意義

昨今、環境に対する問題意識が高まってきている中で、産業のあらゆる分野で環境負荷をできるだけ減らすための新技術が開発されている。その中でも、ハイブリッドカーの発展・普及は顕著であり、それと同時に電気自動車の開発においても目覚ましい進展がみられる。また、自動車産業のみならず、身近なところでも再生可能な自然エネルギーを積極的に利用する動きが活発となり、これまでの化石燃料を主とする大規模発電から太陽光、風力、水力などを利用した小規模発電にシフトしていこうという社会的動向がある。

このようなことから、「環境を創造する」という本校が掲げる教育理念に鑑みれば、電気エネルギーの有効利用に関する授業を今後は学科問わず組み入れていく必要がある。本プロジェクトは、その象徴的な役割を担い、あらたな教育内容を考えていく上でのモチベーション向上につながるものと思っている。また、ロボコン、エコラン等につき、一日体験入学、高専祭および各種公開講座等の行事において教材として利用することも可能であり、本校のPRにも大いに貢献できる

[†] 鹿児島工業高等専門学校 機械工学科

^{†2} 都市環境デザイン工学科

^{†3} 電子制御工学科

^{†4} 電気電子工学科

^{†5} 情報工学科

^{†6} 技術室

ものと考えている。

3 実施体制

本プロジェクトは、学生と教職員が一体となって行うものづくりに関する取組みであり、具体的には教員および技術職員の指導の下、学生がマシンの設計や製作を担う。基本的には課外での取組みになるが、専攻科の特別研究あるいは本科の卒業研究とリンクすることが可能であり、実際に取組み初年度である22年度は、機械工学科の専攻科生および5年生の研究テーマとしてプロジェクトを進めることができた。

4 ソーラーカーレースについて

三重県鈴鹿市の鈴鹿サーキットで毎年開催されているソーラーカーレースは、正式には「DreamCup ソーラーカーレース鈴鹿」と呼ばれる。数年前までは、本田技研工業の主催で開催されていたが、最近は読売新聞社が主催となり、7月末～8月初めの頃に行われる。レース形式には、8時間耐久（4時間×2）と4時間耐久の二種類があり、この二つが同時に行われる。レース

は時間内にどれだけ多くコースを周回できるかで競われ、エントリーはいくつかのクラスに分けられる。表1にソーラーカーレース鈴鹿の競技規則の一部を示す。今回、著者らがエントリーしたのは一般向けのENJOY IIクラスである。

マシンを製作する上で難関となるのが、ソーラーカーレースの技術規則である。参加車両の中でもトップチームともなると、マシンの最高速度は100km/h近くになるため、特に車両の安全性については厳しい基準が設けられ、車検時に細かい部分までチェックされる。また、本レースは国際基準に則った国際格式のレースであり、レースに出場するためには二つのライセンスが必要である。一つはエントラントライセンスと呼ばれるもので、チーム責任者は必ずこれを取得していなければならない。また、マシンを運転する者は、国際ソーラーカーレースのドライバーライセンスを取得する必要がある。このライセンスを取得するには、決められた日時に行われる講習会に参加し、筆記試験に合格しなければならない。著者の一人も学生と共に講習会に参加し、ドライバーライセンスを取得した。

表1 ソーラーカーレース鈴鹿 競技規則概要

競技種目	①FIA OLYMPIA クラス（8時間耐久：4時間×2ヒート） ②DREAM クラス（ " " ） ③CHALLENGE クラス（ " " ） ④ENJOY I クラス（4時間耐久×1ヒート）高校生主体のチームが対象 ⑤ENJOY II クラス（ " " ）一般対象
コース全長	5.81km（周回方向：右回り）
車体サイズ	全長 5.0m, 全幅 1.8m, 全高 1.6m 以下 ※①のマシンについては別
駆動用バッテリー （種類および重量）	・ <u>DREAM</u> クラス：鉛（制御弁式）80kg, ニッケルカドミウム 60kg, ニッケル水素 41kg, リチウムイオン 17kg, リチウムイオンポリマー17kg ・ <u>CHALLENGE</u> クラス：鉛（制御弁式）80kg ・ <u>ENJOY</u> クラス：鉛（制御弁式）80kg
ソーラーパネル	・ 特に種類の規定はなし ・ サイズは車体サイズ寸法の範囲内 ・ 出力 DREAM クラス：480W を超え制限なし CHALLENGE クラス：480W を超え 800W 以下 ENJOY クラス：480W 以下
安全装置	・ 主ブレーキ：最低2輪のホイールを制御する油圧式制動装置の装備 ・ 駐車ブレーキ：8%勾配の坂で有効に停止できるもの ・ 安全ベルト：4点式のワンタッチ式フルハーネスタイプのシートベルト ・ 消化装置：内容物が1kg以上の粉末手動式の消火器 ・ ロールバー：規定を満足するロールバーの取り付け
その他	バックミラー, 方向指示器, ブレーキランプ, 牽引フック, 雨天対策 等

5 車両製作

人が乗って且つ安全にスピードが出せるソーラカーをつくるのは初めての試みであり、知識、データ共に全くゼロの状態からのスタートであった。専攻科の授業で少しは情報を集めていたものの、いざ実車を製作するとなると信頼できるデータが少なく、もう一度設計からやり直す形となった。また、レース出場を決め、実際に作業に取り掛かったのがレース本番の約4ヶ月前であり、準備期間も非常に短いという厳しい状況であった。

車両製作にあたっては、設計、製作共に学生が主となって行い、教員および技術職員がこれの指導にあたった。また、車両のフレーム溶接に関しては、安全性を確保する観点から、外部の専門業者に委託した。最終的に車両が完成したのは、レース出場に向け車両を搬送する日の前日であり、調整のための試走もそれまでの期間に一回しかできなかった。しかし、準備期間が短かったにもかかわらず何とかマシンを作り上げることができ、無事レースにも出場することができた。表2に製作したマシンの主要諸元を、図1に完成したマシンの様子を示す。

6 レース結果

まず、レース前日にマシンの車検とスタート位置を決めるためのプレ走行が行われる。図2に車検の様子を示す。車検では規定どおりの仕様となっているか厳格にチェックされるため、初参加である本校チームはビクビクしながら車検を受けた。数箇所指摘を受けたものの、フレームの一部に強度を上げるための修正を加えるということなどでなんとか合格となった。プレ走行については、フレームの修正等で手間取ったため制限時間内に1周しか走れず、結局、スタート位置は最後尾から5、6台目の位置となった。

レース当日を迎え、それまで過去の大会は曇りまたは小雨の中でのレースが多かったと聞いていたため、大会の数日前までは天気がどうなるか大変心配であったが、大会二日間を通してこれまでにない快晴であった。スタート時間が近づき、チーム全員でマシンを押してコースインさせたが、F1でも使われるレーシングコースだけあって嫌がおうにも気持ちが高揚した。すべての準備が整い、いよいよレースがスタートした。4時間という長丁場の戦いの始まりである。すべりだしは事のほか順調で、予想を良い意味で裏切ってくれた。レースは7月31日という夏真っ盛りの日に行われるため、ドライバーの暑さ対策が必要であるが、今

表2 製作マシン主要諸元

車両	
全長	2713mm
全高	1050mm
全幅	870mm
重量	169kg
懸架方式	前輪：リジッド、後輪：サス有
モーター	
形式	MITSUBA M1596C
重量	3.0kg
制御方式	PWM 制御
定格出力	1000W
定格入力電圧	96V
使用個数	2 個
ソーラーパネル	
形式	テクノエクスプレス FT232-E
重量	0.22kg
最大出力	19.9W
使用枚数	12 枚
バッテリー	
形式	GS ユアサ HJ-LB20L
重量	10.5kg
5時間率容量	27Ah
使用個数	7 個

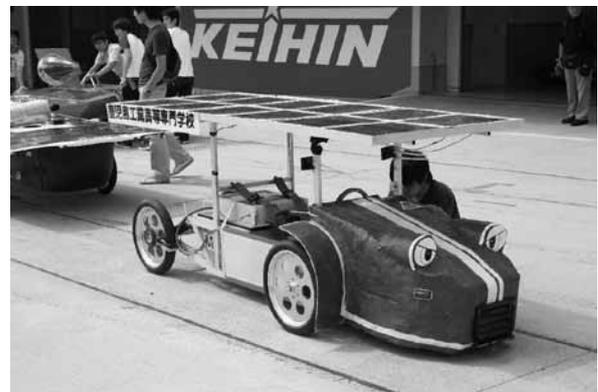


図1 完成したマシン



図2 車検の様子 (写真は別チーム)

回は水分補給のための水バックしか準備できなかった。図3にホームストレートを走行する本校マシンの勇姿を示す。

レースが順調に進行し、途中、2度のドライバー交代を行った。ドライバー交代の際にはどこか不具合はないか確認したが、走行に支障をきたすような大きな問題は発生しなかった。ただし、ソーラーパネルの発電量、モーターによる電力消費量およびバッテリー残量などをモニタリングする計器類を搭載していないため、マシンの状態を把握することはできず、いつ止まってもおかしくない状況であった。そのため、バッテリー



図3 順調に走行する本校マシン

一だけで4時間を走りきれるよう速度はなるべく抑えるよう事前に戦略は立てていた。その甲斐あってか、マシンのトラブルもなく無事に4時間を走りきることができた。表3に本レースの最終結果を示す。本校チームは、最終的に4時間で13周走り、その結果から、平均時速は約20km/hであったことが伺える。

7 おわりに

レースでは無事に完走を果たすことができ、初年度の目標は概ね達成できた。しかし、車両フレームの強度の問題、モーターセッティング、ソーラーパネル発電量とバッテリー消費量の把握など、技術的には多くの課題が残っている。次年度は、今回の準備段階からレース本番までを通して得られた経験を活かし、これらの課題を少しでも改善して、より上位を狙えるようなマシンづくりを目指したい。

謝 辞

本取組みは、平成22年度校長裁量経費校内助成(教育)の支援を受け実施された。この場を借りて謝意を表す。

表3 レース結果 (ENJOY II クラス)

FIA ALTERNATIVE ENERGIES CUP DREAM CUP SOLAR CAR RACE SUZUKA 2010							2010-07-31	:
OLY/DRE/CHA/ENJO							WEATHER: Fine	
							COURSE: Dry	
							5.807Km	
Official Results (ENJOY II)								
Pos.	No.	Team	Type	1st Driver	2nd Driver	3rd Driver	Laps	TotalTime
1	72	パセダサン	TECNO RAPTOR X	N.HOSOKAWA	A.TOMITAKA		39	4:04'03.797
2	73	若狭金ソーラーカープロジェクト	WAKABA-GO	H.MAEDA	O.JINGI		38	4:05'02.497
3	62	神奈川工科大学ソーラーカープロジェクト	ADLOS	T.HIROSAWA	H.MANWA		36	3:34'43.445
4	51	OLYMPUS RS	ORS-11	H.SEKI	M.KARASAWA		32	4:02'34.114
5	58	HALクラブ	HAL SUCCEED XII	T.KERA	S.MATSUI		32	4:04'09.369
6	68	慶応工科大学ソーラーカー部	AUT2010	N.HATTORI	Y.KODAMA		31	4:05'18.791
7	74	中日本自動車短期大学	SUNBRD X	K.SHIMIZU	T.NISHIRA		30	3:54'43.883
8	65	TEAM THOUSAND	SOUKYU V	A.SHIMIZU	S.ARAI		30	4:01'52.747
9	57	新豊山大学SolarCarProject	Laplatan	H.FUJIMOTO	S.KISHIMOTO	Y.KOJIMA	30	4:06'41.047
10	64	北陸建設能力開発大学校ソーラーカーチーム	SHINRO2010	T.WAKABAYASHI	Y.YOSHIMURA		29	4:04'22.072
11	60	近畿大学高等ソーラーカー	SOLAM2010	N.KAMOTO	K.ARAGA		27	4:01'44.597
12	52	ちゅうもん夢追いクラブ	Rokay's	H.MOMIYAMA	Y.IJIMHARA	Y.YAGI	27	4:07'41.472
13	71	Team Sun Seals	SX-MAX	Y.MAEDA	N.NISHIWAKI	T.SATO	23	4:03'34.567
14	66	熊本大学工学部ものづくりセンター	CEDEC II	T.KUWAHARA	Y.NAKANISHI	T.YANAGIHARA	22	4:03'19.796
15	55	徳島大学ソーラーカープロジェクト	Ron Ron	D.HAYASHI	M.SHIDA		20	4:07'15.597
16	54	H・A・Tレーシングチーム	PET BAGUS I	A.SHIMODA	T.MURAYAMA		17	1:42'09.726
17	59	福岡工業大学ソーラーカープロジェクト	FIT 2R-IV	D.NAKAGAWA	T.HARAMAKI	H.SHIBUCHI	16	2:58'03.491
18	75	ハイムファクトリー	RAIDEN KAI	Y.AKAMATSU	M.NAKACKA	A.KOBASHI	16	3:45'45.684
19	70	ENA	ENArge 2010	T.KAMETA	M.YOSHIMURA	N.MOTOIKE	16	4:00'03.981
20	53	TERRA-SUNS	TSV-3	Y.HAYAKAWA	K.KOIKE	T.TERAUCHI	14	4:04'42.072
21	56	鹿児島工業高等専門学校	KONCT-1	K.TSUTSUMI	K.YONEDA	Y.SHI	13	4:02'43.014
22	63	JAG-010ソーラーカーチーム	GARASHA	S.KITANO	I.TERADA		10	4:02'25.221
23	61	ポリティカルツウ賞SPD-B	SPD Fourth	Y.SUGIMOTO	Y.KAWAHARA	K.TSUKUYAMA	9	1:04'25.770
24	69	南都工芸高校B+Team OKINAWA	OUT BACK	T.KANZATO	M.KUBOTA		2	43'02.129
25	67	神戸芸術工科大学 R.S.	Crawl Shrimp	M.SUGUCHI	S.INOUE		0	

噴流の拡散促進を目的としたノズルの試作および流れの可視化

田畑 隆英[†] 高橋 勉^{††}

Development and Flow Visualization of Circular Nozzle to Promote Jet Diffusion

Takahide TABATA and Tsutomu TAKAHASHI

As a part of study on the diffusion control and the direction one the characteristics of the jet issuing from the circular nozzle has been studied. The circular plate with a microscopic hole was attached inside of the circular pipe. After passing through a microscopic hole, the jet issues from the circular nozzle. The flow visualization was used to investigate the jet diffusion by changing with the diameter of the microscopic hole, the distance from the pipe exit to the circular plate and the offset of the microscopic hole, variously. Moreover, in order to investigate the jet diffusion and direction of the jet quantitatively, the information processing was carried out using the image information obtained from the flow visualization.

As a result, it has been found that the diffusion and the direction of the jet are affected by the diameter of the microscopic hole, the distance from the pipe exit to the circular plate and the offset of the microscopic hole.

Keywords : Jet, Diffusion, Flow visualization, Information processing

1 結 論

噴流は、流体機械や燃焼装置など工業機器に広く応用され、各種流体の拡散・混合などの現象と密接に関連しているため、重要な流れ場である。また、噴流はノズルから流出する際に、大規模組織構造である渦輪を伴っており、噴流中の渦を操作することによって、噴流の拡散・混合を制御することが可能となる。この渦輪を操作する方法として、音波¹⁾、振動板²⁾、フィン³⁾、脈動⁴⁾などによってノズル出口直後の噴流混合層に攪乱を与えることが提案されている。このような研究の背景から、本研究では、円管出口より上流の円管内に小孔をあけたプレートを設置し、そこから流体を円管内に流出させる。小孔は円管の中心軸から離れた位置にあけられており、ここから流出した流体の流出方向は壁面の存在により不安定となり、それが円管内で増幅された後に円管から揺動しながら流出する。これにより、円管から流出した噴流の拡散の促進が期待される。ここでは、プレートから円管出口までの距離、プレートにあけた小孔の直径、および、その中心

の円管中心軸から壁面方向へのオフセット量の3つのパラメータを種々変化させ、流れの可視化実験により噴流の流動状態を調べた。また、得られた瞬間画像を用いて画像処理を行い、噴流幅およびその流出方向の偏向も調べた。

2 実験装置および方法

本研究における流れ場および座標系を図1に示す。座標原点Oを円管出口中心にとり、噴流の流出方向にx軸、鉛直方向にy軸、およびそれらと直角にz軸をそれぞれとる。また、プレートにあけた小孔の直径をd、円管内径をD、プレートから円管出口までの距離をL、プレートにあけた小孔の円管中心軸からのオフセット量をsとする。

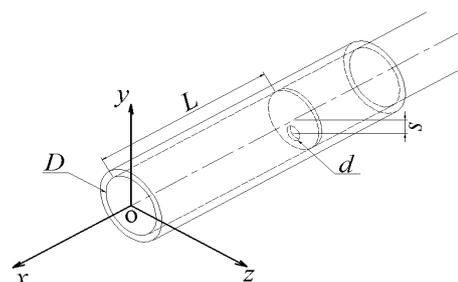


図1 流れ場および座標系

[†]鹿児島工業高等専門学校機械工学科准教授

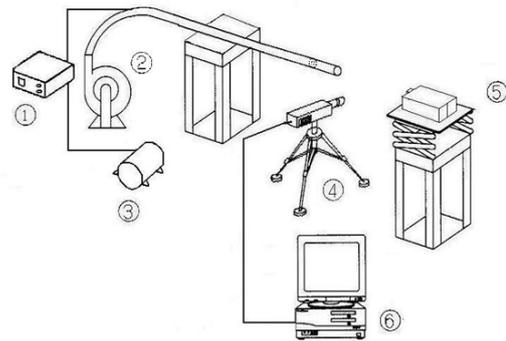
^{††}長岡技術科学大学機械系人間環境システム工学講座教授

本研究で用いた実験装置を図2に示す。作動流体である空気は、インバーターによって制御された送風機で圧送され、エルボを通り、小孔をあけられたプレートとその内部にもつ円管から流出する。

流れの可視化のために、噴流の下流に設置したCW:YAGレーザー(KANOMAX製CW-532,出力5W)のレーザー光をシリンダリカルレンズによってシート状に広げ、それを xOy 平面に照射し、可視化された流れを噴流側方に設置した高速度カメラ(Phantom製V5.0)によって撮影する。得られた可視化画像のデジタル情報はコンピュータに転送され、必要に応じて画像処理を行った。なお、トレーサとして、圧縮機からの空気を煙発生装置に送り、発生したグリコールの微粒子をエルボ部から円管内に供給した。

ここで、円管の内径は $D=31\text{mm}$ であり、円管内に設置するプレートにあけた小孔の直径 d 、そのオフセット量 s 、およびプレートから円管出口までの距離 L を種々、変化させて実験を行った。すなわち、幾何学的パラメータである d は、 $D/5$ 、 $D/4$ 、 $D/3$ および $D/2$ の4種類であり、 s は、0、 x 軸から下方に $0.25D$ 、および、小孔が円管の内壁と内接する場合の3種類、 L は、 $6D$ 、 $7D$ 、 $8D$ および $9D$ の4種類とした。

また、力学的パラメータであるレイノルズ数 Re は、 d が $D/5$ 、 $D/4$ 、 $D/3$ および $D/2$ のそれぞれで、74、118、214および502である。なお、本研究においてレイノルズ数の代表速度および代表寸法は、それぞれ、円管出口における断面平均速度 U_{mean} および円管内径 D である。ここで、断面平均速度 U_{mean} は、小孔から流出する流体の流量を D で除したものであり、流量は小孔から流体が一様速度で流出するものと仮定して、ピト



①煙発生装置 ②送風機 ③圧縮機
④高速度カメラ ⑤CW:YAGレーザー
⑥コンピュータ

図2 実験装置概略

一管および精密微差圧計を用いて求めた座標 $(x/d, y/d, z/d)=(8, 0, 0)$ のポテンシャルコア領域における速度を用いて算出した。

3 実験結果および考察

3.1 流れの可視化

噴流の流動状態を調べるために、CW:YAGレーザーのシート光および高速度カメラを用いて xOy 面における流れの可視化を行った。ここで、高速度カメラの撮影速度は500fpsであり、2.0s間の撮影を行った。なお、撮影した画像の大きさは1024×1024pixelで、空間解像度は約0.49mm/pixelである。

流れの瞬間画像を図3に示す。図3(a)に示すように、噴流は下流に進むにしたがって、次第にその幅を広げ

表1 噴流の振動および偏向

Re	D/d	s/D	L/D			
			6	7	8	9
74	0.2	0	×	×	×	×
		0.25	○	○	○	○
		0.34	○	○	○	○
118	0.25	0	○	○	○	○
		0.25	△	△	○	○
		0.34	△	○	○	○
214	0.33	0	○	○	○	○
		0.25	△	○	○	○
502	0.5	0	×	×	×	×
		0.14	×	×	×	×

○:振動有、×:振動無、△:偏向有

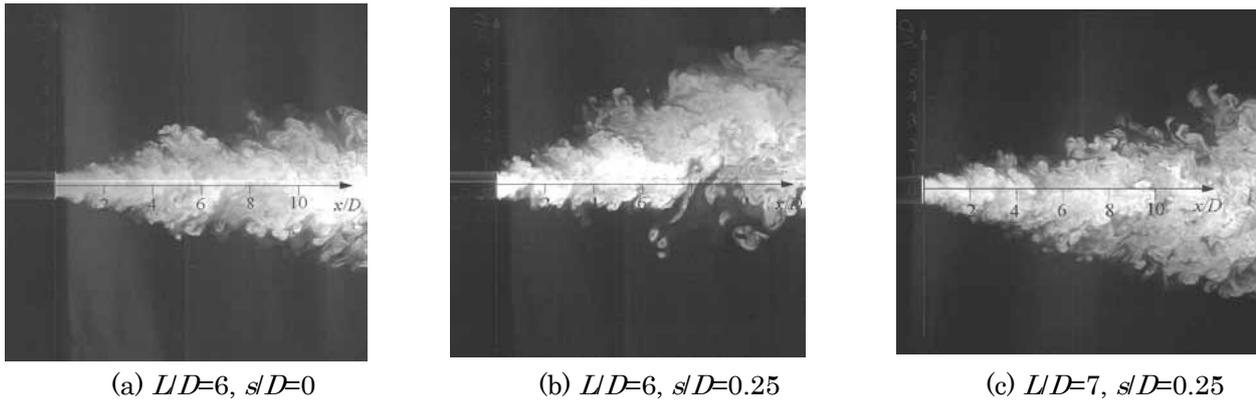


図 3 瞬間可視化画像($d/D=0.33, Re=214$)

ていくことがわかる。さらに、プレートから円管出口までの距離、小孔の直径およびそのオフセット量によって、図 3(a)から 3(c)に一例として示すように、3つの流動状態に分類できることがわかった。すなわち、図 3(a)に示すように、噴流が円管から x 軸に沿って流出する場合、図 3(b)に示すように噴流が y 方向に偏向して流出する場合、そして、図 3(c)に示すように、 y 方向に偏向して流出する噴流において L を増加させたとき、噴流が x 軸に沿って流出するとともに噴流幅が大きくなる場合である。また、表 1 に各条件での噴流の流動状況を示す。

3. 2 噴流幅および噴流の偏向の定義

(1) 噴流幅

噴流の広がりおよび偏向を定量的に評価するために、流れの可視化画像を用いて画像処理を行った。すなわち、流れの可視化で得られた 1019 枚の瞬間画像を重ね合わせ、図 4 に示すような 2 値化画像を作成した。そして、任意の下流位置における白色部分の y 方向への距離を噴流幅 $2b$ と定義した。ここで、種々のしきい値で 2 値化処理を行なって、求めた噴流幅の下流方向への変化、および、瞬間可視化画像でのそれを比較し、同様の傾向をもつものを最適なしきい値とした。

(2) 噴流の偏向

3. 1 節で前述したように、噴流が偏向される場合も観察された。そこで、2 値化処理を行った画像を用いて、噴流の偏向量の定量的な評価を行った。すなわち、図 5 に示すように任意の下流位置における噴流幅の $1/2$ の値をとる点 p を噴流の中心線上の点とし、これと x 軸との距離を偏向量 S と定義した。

3. 3 噴流の偏向

噴流中心線の偏向量 S の下流方向への変化を図 6(a) から 6(d) に示す。

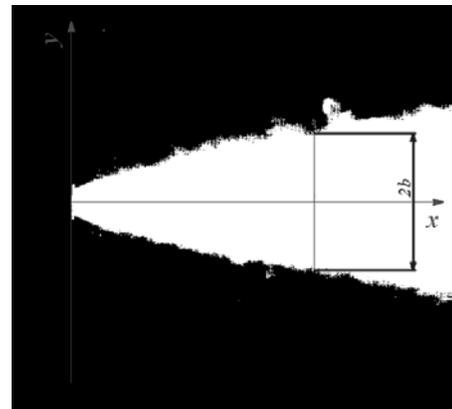


図 4 2 値化画像

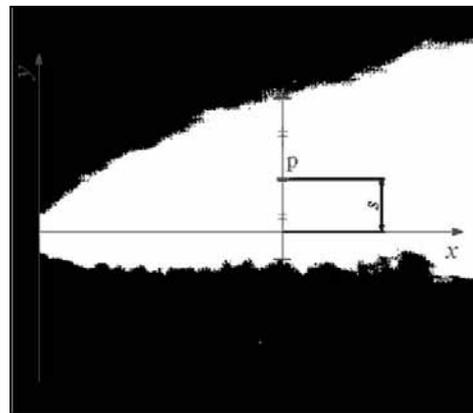


図 5 噴流の偏向量の定義

レイノルズ数が噴流の偏向に及ぼす影響について考察する。図 6(a) に示す $Re=74$ の場合について説明する。 $s/D=0.34$ で $L/D=6$ の噴流は大きく偏向することがわかる。また、 $s/D=0.34$ で $L/D=6$ 以外の場合は、下流へ進むにしたがって、噴流中心が上下に振動している。さらに、振動の振幅は、オフセット量をつけた方が大きくなる。

次に、図 6(b) に示す $Re=118$ の場合について説明する。前述の $Re=74$ の場合には、噴流の中心が振動して

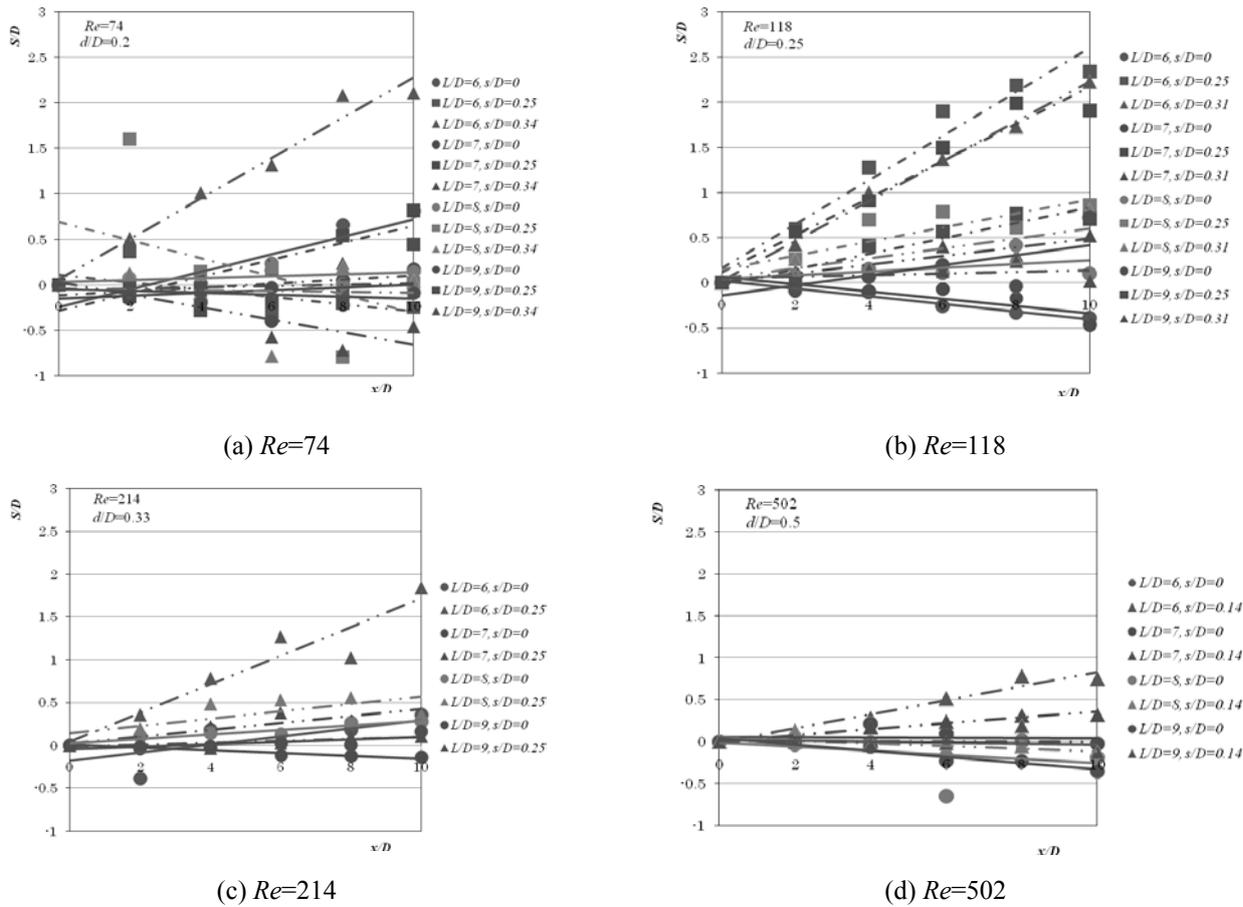


図 6 噴流中心の偏向量

いたが、レイノルズ数が増加すると、それは振動せずに偏向する場合がある。

さらに、図 6(c)に示す $Re=214$ の場合について説明する。前述の $Re=118$ の場合に比べ、レイノルズ数が増加すると、その偏向量は小さくなる。

また、図 6(d)に示す $Re=502$ では、その傾向はより顕著になる。以上のように、レイノルズ数を増加させると、噴流中心の挙動は振動から偏向へ遷移する。さらに、レイノルズ数が小さい場合、 L/D が大きくなると、噴流中心の偏向量は小さくなるが、その影響はレイノルズ数が増加すると小さくなることもわかる。

次に、小孔のオフセット量が噴流の偏向におよぼす影響について考察する。小孔のオフセットを行うことにより、噴流中心が偏向することがわかる。

$Re=74$ および 118 の場合、オフセット量が最大の噴流より、オフセット量 0.25 の噴流は大きく偏向する。このことから、円管の内壁と小孔が内接しない場合に、噴流は最も偏向することがわかる。また、偏向している噴流に関しては、円管内に設置したプレート上で、小孔を円管の中心軸からオフセットした方向と逆の方向に偏向する。これは、オフセットされた小孔から流

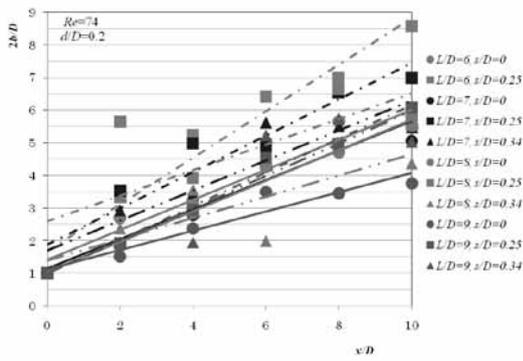
出した噴流が、壁面に引き寄せられ、円管の内壁に沿って流れ、円管の上側にまわりこんだ後に、円管から流出したためと考えられる。

ここで、 $Re=74$ の場合の $L/D=6$ で $s/D=0.34$ 、 $Re=118$ の場合の $L/D=6$ で $s/D=0.25$ および 0.31、 $L/D=7$ で $s/D=0.25$ 、ならびに、 $Re=214$ の場合の $L/D=6$ で $s/D=0.25$ の 5 つの条件の噴流は、その偏向量が大きいので、噴流とはみなせない。したがって、これらの場合を除外して以降の考察を行うこととした。

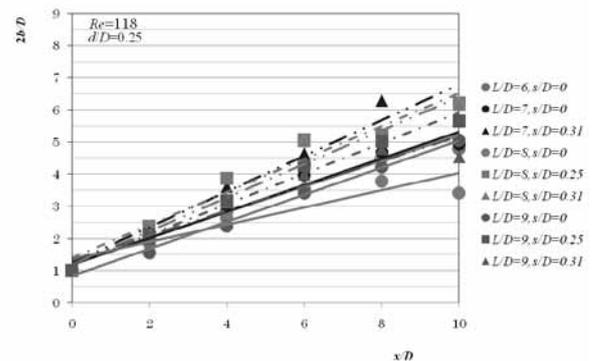
3. 4 噴流幅

3. 2 節で前述した方法で求めた噴流幅の下流方向への変化を図 7(a)から 7(d)に示す。

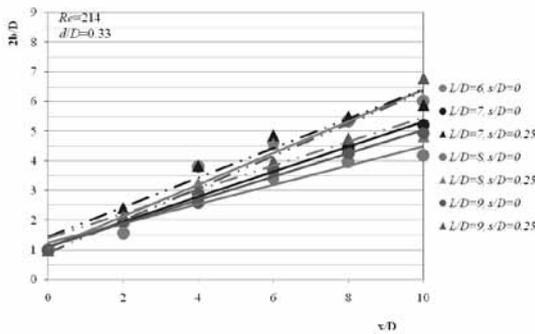
まず、図 7(a)に示す $Re=74$ の場合について説明する。下流へ進むにしたがって、噴流幅は次第に増加する。また、オフセットのない場合より、それのある場合の噴流の拡散は促進する。オフセット量が最大の場合より、それが 0.25 の噴流において、さらにその拡散は促進する。これは、オフセット量が最大の場合、小孔が円管内壁に内接しており、噴流が管壁に沿って流るので、円管内における小孔から流出した噴流の不安



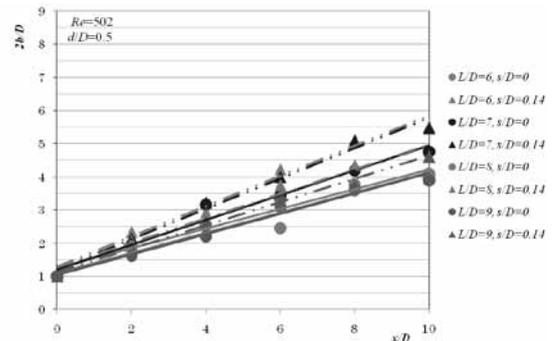
(a) $Re=74$



(b) $Re=118$



(c) $Re=214$



(d) $Re=502$

図 7 噴流幅

定さが抑制されるためと思われる。さらに、可視化映像の観察から噴流の振動周波数を調べた結果、オフセット量が最大の噴流よりも、オフセット量 0.25 の噴流の周波数が高く、これは噴流の拡散がさらに促進されることを裏付けるものである。

次に、図 7(b)に示す $Re=118$ の場合について説明する。この場合、前述の $Re=74$ の場合と同様の傾向を示すが、噴流の拡散は比較的小さい。また、図 7(c)および 7(d)に示すように、 $Re=214$ および 502 とレイノルズ数を増加させると、噴流の拡散はさらに小さくなる。さらに、それぞれのレイノルズ数において、 L/D が増加すると噴流の拡散は小さくなる。そして、噴流が最も広がるのは、噴流が偏向していた条件での L/D を 1 大きくしたものであることがわかる。

以上のことから、総合的に考察を行うと、すべてのレイノルズ数で、オフセットをつけたほうが噴流の拡散が促進する。また、 $Re=74$ および 118 の場合、オフセット量が最大の場合よりも、0.25 の場合において、噴流の拡散は促進する。

レイノルズ数が増加すると、噴流のもつ慣性力が増大し、噴流の拡散が抑制される。また、プレートから円管出口までの距離が増加すると、噴流の拡散は抑制される。

そして、噴流中心が偏向していたものは、 L/D を 1 大きくすると噴流が最も広がる。これは、それぞれのレイノルズ数において、噴流が最も広がる条件と等しい。

本研究の範囲において、噴流の拡散が最も促進される条件は、噴流の中心が偏向していた条件の L/D を 1 大きくしたものである。

4 結論

噴流の拡散を制御するために、円管の内部に小孔のあけられたプレートを設置し、プレートから円管出口までの距離、小孔の直径およびそのオフセット量の 3 つのパラメータを種々変化させて、流れの可視化および可視化画像の画像処理を行い、噴流の偏向量およびその幅について調べた。

その結果、以下の結論が得られた。

- (1) 噴流には、オフセットをつけると、振動または偏向するものがある。
- (2) オフセットをつけたほうが噴流の拡散は促進される。
- (3) オフセット量が最大の場合に比べ、0.25 のほうが、さらに噴流の拡散が促進される。
- (4) 噴流が偏向していたものの円管の長さを、直径と

同じ長さだけ長くすると噴流は最も広がる。これは、それぞれのレイノルズ数において、噴流が最も広がる条件と等しい。

- (5) オフセット量とレイノルズ数を一定にして比較すると、プレートから噴流までの距離を長くすると噴流の拡散は抑制される。

謝 辞

本研究は、平成 22 年度高専—長岡技科大連携教育研究の推進助成、および、平成 22 年度鹿児島工業高等専門学校校内助成による補助を受けて行われた。この場を借りて謝意を表す。

参考文献

- 1) 飯尾昭一郎, 松原雅春, 池田敏彦: “音波による発振噴流の制御と流れ特性”, 日本機械学会流体工学部門講演会論文集, p. 89, 2005.
- 2) 島宏樹, 鈴木宏明, 笠木伸英, 鈴木雄二: “インテリジェント・ノズルにより制御された軸対称噴流の構造”, 可視化情報学会誌, Vol. 18, pp. 217–220, 1998.
- 3) 中島正弘, 濱田廣貴, 李鹿輝: “柔らかいフィンをもつ円管から流出する噴流の乱流特性”, 日本機械学会論文集 B 編, 74, (747), pp. 2320–2326, 2008.
- 4) 田畑隆英, 中島正弘, 李鹿輝: “平行のおかれた 2 円管から流出する脈動噴流”, 可視化情報学会誌, Suppl. 28, (1), pp. 173–174, 2008.

モデル変圧器内の部分放電による超音波伝搬特性の実験的検討

中村 格[†] 檜根 健史[†] 永田 亮一^{††}
小迫 雅裕^{†††} 匹田 政幸^{†††} 小出 英延^{††††}

Experimental Examination of Acoustic Wave Propagation Characteristics caused by Partial Discharge in Model Transformer

Itaru NAKAMURA[†] Kenji KASHINE[†] Ryouichi NAGATA[†]
Masahiro KOZAKO^{††} Masayuki HIKITA^{††} Hidenobu KOIDE^{†††}

We have so far examined paying attention to the acoustic wave propagation characteristic aiming at the advancement of the insulation diagnostic technique of the electric power transformer. In this report, we manufactured the model transformer which has arranged the winding model in oil. And we examined experimentally the propagation characteristic of the acoustic wave signal which the partial discharge in oil generated. This is based on an unprecedented new idea. Concurrently, these examinations contribute to the improvement in precision concerning localization of partial discharge. Hereafter, we will conduct acoustic wave propagation analysis in the upper part and the lower part of the transformer. And, we consider the sensor placement which aimed at the improvement in sensitivity of the measurement. Then, we aim at improvement in precision of the localization system of partial discharge.

Keywords : Insulation diagnostic technique, Power transformer, Partial discharge, Acoustic wave

1 はしがき

これまで、筆者らは電力用変圧器の絶縁診断技術の高度化を目指し、超音波伝搬特性に着目して検討してきた^[1]。しかしながら、変圧器内部の複雑な絶縁構成での部分放電(Partial discharge: PD)検出に対しては、超音波伝搬メカニズムが未だ解明されておらず、AEセンサによるPD検出感度向上のためには変圧器内部構造物に起因した超音波伝搬特性の解明が必要である。本報告では、実変圧器内で使用されている巻線のモデルを油中に配置してモデル変圧器を製作し、油中で生じたPDによる超音波の伝搬特性について実験的に検討した結果を述べる。

2 実験方法

図1に実験回路を示す。絶縁油を満たした鉄製油層内の横200mm、縦250mm、高さ158mmの位置にPD源を設置した。PD源は棒-棒電極を使用し、電極間に厚さ1mm、一片10mmの亚克力板を設けている。同電極に交流高電圧を印加し、PD発生に伴う超音波を外壁に設置してあるAEセンサで受信する。この超音波をプリアンプで増幅し、オシロスコープに表示させた。また、

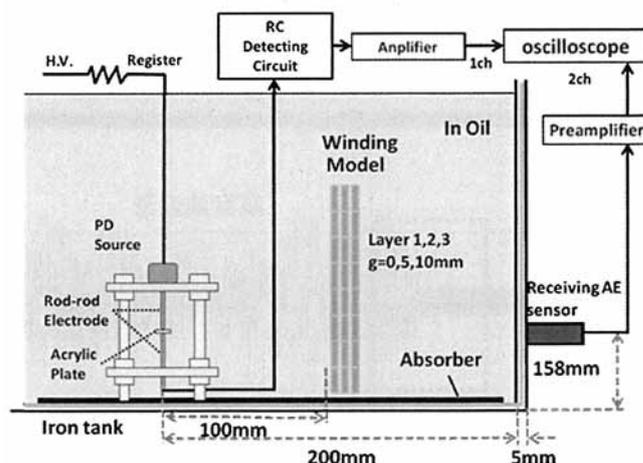


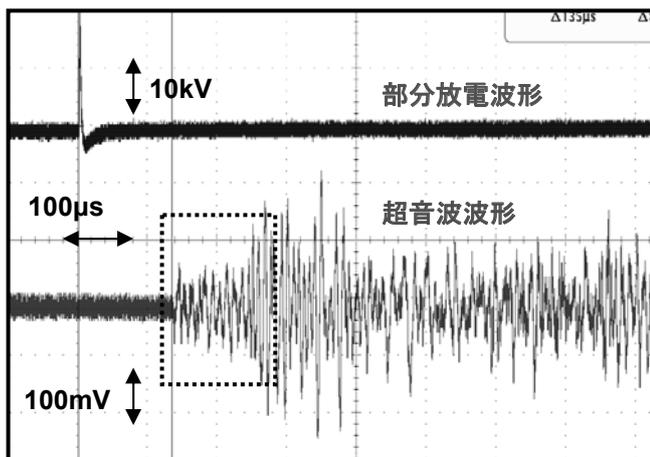
Fig. 1. Experimental setup

[†] 鹿児島工業高等専門学校電気電子工学科
^{††} 鹿児島工業高等専門学校技術室
^{†††} 九州工業大学大学院工学研究院電気電子工学研究室
^{††††} (株)AE パワーシステムズ変圧器事業部企画部

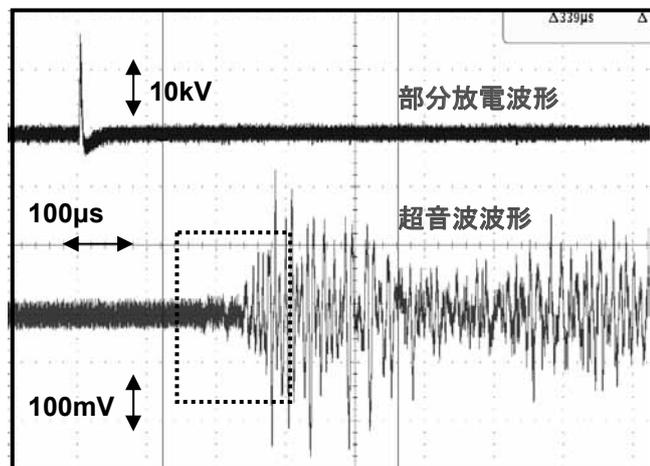
部分放電電流パルスはRC検出回路，アンプを介して，オシロスコープで表示させた．巻線モデルは，銅の平角線(厚さ4.5mm，幅10mm，長さ160mm)に絶縁紙(厚さ1.5mm)を巻いたものを縦に積み重ねたものである．これを高さ方向に150mmの高さになるまで並べて設置したものを，1層巻線モデルとした．厚さ方向に同様にして，巻線を2層配置したものを2層巻線モデル，3層配置したものを3層巻線モデルとした．また，巻線のギャップ g [mm]は，各サイズのアクリル板を素線間の端部に設置することにより設けている．ギャップ g を0, 2.5, 5, 10mm，層数を1, 2, 3層に変化させたときの，超音波伝搬特性を検討した．

3 実験結果および考察

図2(a)および(b)に g を0mmとした巻線1層および3層のときの超音波波形を示す．層数が増えると，第一波の減衰が大きくなっている．図3には，巻線1層で g を変化させて10回測定を行い，得られた超音波の第



(a) 1 layer



(b) 3 layers

Fig. 2. Acoustic wave waveform ($g=0$ mm)

一波ピーク値の最大 V_{pmax} ，最小 V_{pmin} および平均 V_{pave} を表す． g を大きくすると，第一波の最大値 V_p も大きくなる．また， g 有り と g 無し，例えば g が10mmと0mmとで比較すると，10mmの方が V_{pmax} と V_{pmin} の差が大きい．これは0mmでは部分放電の大きさに関わらず，第一波がノイズレベルまで減衰してしまうため，両者にあまり差は現れていない．10mmでは部分放電規模のバラツキの影響を大きく受けている．従って，実規模変圧器における位置標定を行う場合，現状ではこのように第一波を捉える事が難しいため，別経路での伝搬も検討して，比較的振幅の大きい超音波を捉える事のできるセンサ位置の検討が必要である．

4 まとめ

変圧器内部構造物を考慮した超音波伝搬特性の検討は，これまでにない新しい考えに基づくものであり，同時に，部分放電位置標定精度向上に資するものである．今後，変圧器上下部における超音波伝搬解析および数値解析シミュレーションによる現象解明を行い，測定感度向上を目指したセンサ配置について検討し，部分放電位置評定精度向上を図っていく．

参考文献

- 1) 山田恭平ほか：“油中変圧器内における有限要素法を用いた部分放電放射超音波伝搬特性の基礎的検討”電気学会静止器研究会資料 No. SA-09-128 (2009) 51-56

謝辞

本研究は，共同研究(株AEパワーシステムズ)，校内助成(研究助成)による援助を受けた．謝意を表す．

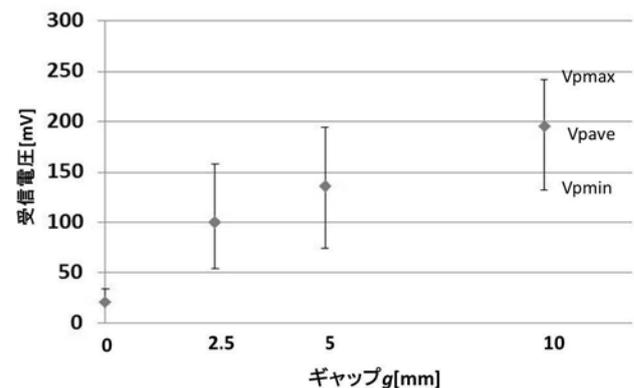


Fig. 3. $g-V_p$ characteristic

JPEG XR ビューア第 2 版の試行

加治佐 清光[†] 吉田 沙央里^{††}

Feasibility Study of JPEG XR Viewer, Version 2

Kiyomitsu KAJISA and Saori YOSHIDA

JPEG XR (eXtended Range) is an international standard for compressing continuous-tone photographic still images. Its evaluation tool, Device Porting Kit, provided by Microsoft is a command-based tool. So, in 2010, we implemented JPEG XR Viewer which is a Windows-based application using WIC (Windows Imaging Component) supported by .NET Framework 3.0, 3.5, 4 and so on. Also, the 2nd version of the JPEG XR Viewer supports not only Gray16bpp (bits per pixel) and RGB48bpp but also RGBA64bpp (A: Alpha, transparency). This technical paper reports outlines of the JPEG XR Viewer and experimental results using the 2nd version of the JPEG XR Viewer.

Keywords : JPEG XR, JPEG, WIC, PSNR

1 まえがき

JPEG XR (eXtended Range)は 2009 年に制定された静止画像圧縮の国際標準¹⁾である。JPEG XRは high dynamic range (HDR)の写真市場向け²⁾と云われている。JPEG XR の符号化技術は Microsoft 社の HD Photo^{3), 4)} (以前は Windows Media Photo) に基づいており、各色成分 32bpp (bits per pixel)までのビット深度(bit depth)、ロスレスとロッキーの連続性、背景との透明度を示すアルファなどをその特徴とする。圧縮性能は JPEG2000 に非常に近く、同程度に JPEG を凌駕すると報告⁵⁾されているが、RGBA64bpp のビット深度などについては詳細な実験報告がない。なお、HD Photo は、Microsoft 社の Windows Vista や Windows 7 に標準搭載された .NET Framework 3.0 以降によりサポートされている。

JPEG XR の評価ツール⁵⁾は Microsoft 社により提供されているが、一つの試験画像の PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio)を得るためには、コマンドプロンプト上で符号化、復号化、PSNR 評価の三つのコマンドを入力しなければならず、非効率的であった⁶⁾。そのため、平成 22 年度に Windows アプリケーション版の JPEG XR ビューアを試作した。特に、その第 2 版 (図 1 を参照) では、Gray16bpp と RGB48bpp のみならず、アルファを含む RGBA 64bpp にも対応可能とした。

以下、試作した JPEG XR ビューアの第 1 版と第 2

版の概要と、第 2 版による JPEG XR の評価について報告する。

2 JPEG XR ビューア第 1 版の概要

JPEG XR ビューア第 1 版には、著者の加治佐が試作し、その実行ファイルを平成 22 年度の卒業研究班に試作例として提示した版と、共著者の吉田らが卒業研究の課題として自力で試作した版⁷⁾がある。いずれも、24bpp のカラー画像と 8bpp のグレイスケール画像の BMP だけを入力原画像ファイルの対象としている。ここでは、前者についてその要点を報告する。

2.1 JPEG XR ビューアの特徴

JPEG XR ビューア第 1 版の実行画面の構成は図 1 に示した第 2 版の実行画面の構成とほぼ同じである。第 2 版では、画面下部のアルファに関する三つの数値上下コントロールと最下部の二つの BMP 保存用のボタンを追加している。

JPEG XR ビューアの実行画面は、過去に研究報告として報告したウェブレット画像変換(2004)⁸⁾と 2 値算術符号化(2007)⁹⁾の学習ソフト (シミュレータ)と同じく、メニュー主体でなく、必要な項目が画面上で全て設定でき、結果が見えることを特徴としている。

なお、圧縮率の表現には種々の形式があるが、本報告では、圧縮率は、ヘッダ情報を含む入力ファイルサイズ (PNG の場合は画像サイズ) に対する出力ファイルサイズの割合(%)である (図 1 の圧縮率を参照)。

[†] 情報工学科

^{††} (株) 沖電気カスタマアドテック

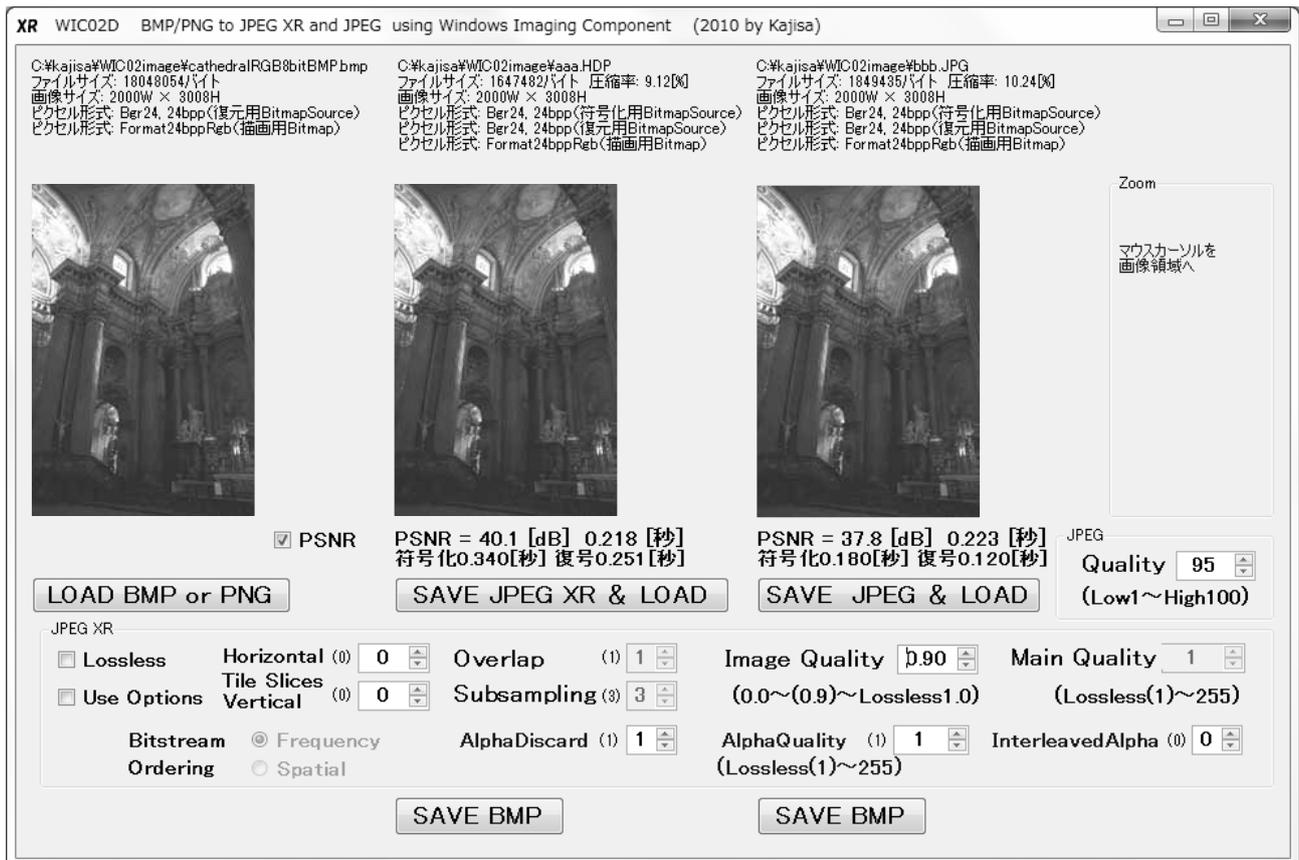


図1 JPEG XR ビューア第2版の実行画面の例

2.2 JPEG XR ビューアの開発環境

JPEG XR ビューア第1版と第2版の試作には Visual Studio 2008 と 2010 の C# を使用した。JPEG XR の符号器 (エンコーダ) と復号器 (デコーダ) の API は .NET Framework 3.0 以降で WIC (Windows Imaging Component) としてサポートされている。WIC はデジタル画像用の API をサポートするプラットフォームである。Windows Vista は .NET Framework 2.0 あるいは 3.0, Windows 7 は .NET Framework 3.0 あるいは 3.5 を標準搭載している。また, Visual Studio 2008 は .NET Framework 3.0 と 3.5, Visual Studio 2010 は .NET Framework 4.0 に対応しており, .NET Framework のバージョンの切替も可能である。

後述する JPEG XR ビューア第2版は, Visual Studio におけるプロジェクトプロパティの対象とするフレームワークを「.NET Framework 3.5」と設定して試作した。また, Visual Studio において後述する System.Windows.Media や BitmapSource をビルド可能とするには, プロジェクトの参照設定において .NET の PresentationCore.dll を参照追加する必要がある。また, WindowsBase.dll も参照追加した。

2.3 JPEG XR の符号化オプション

JPEG XR のエンコーダを定義する System.Windows.Media.Imaging.WmpBitmapEncoder クラスには 26 のプロパティ¹⁰⁾がある。そのうち JPEG XR Viewer で使用した 12 のプロパティを表1に示す。これらは, 図1に示した画面中のチェックボックスや数値上下コントロールに対応し, WmpBitmapEncoder を用いて符号化する際のパラメータとして使用される。なお, 表1の下部分のアルファに関する三つのプロパティは第1版では使用していない。

図1において, Use Options あるいは Lossless が選択されていない場合は, ImageQuality だけが使用される。Use Options が選択された場合は, ImageQuality は使用されず, その他のオプション用の設定値が使用される。

画面上の数値上下コントロールを設定時にどの値が何を意味するかが分かりやすいように, 数値上下コントロール上にマウスポインタがある場合は, tooltip プロパティにて説明文 (ツールヒント) が表示されるようにした。また, 表1で規定されたデフォルトの初期値は画面上に括弧 () で表示した。

表 1 WmpBitmapEncoder のプロパティ ¹⁰⁾

UseCodecOptions	コーデックのオプションを使用	true: QualityLevel, OverlapLevel, SubsamplingLevel を ImageQualityLevel の代わりに使用. false: QualityLevel, OverlapLevel, SubsamplingLevel を ImageQualityLevel に基づいて設定.
Lossless	ロスレス	true: 無損失圧縮 false: 有損失圧縮
ImageQualityLevel	イメージの品質レベル	範囲は 0~1.0 (lossless), 既定値は 0.9. (実装では 0.01~1.00 とした.)
QualityLevel	メインイメージの圧縮品質	範囲は 0~255, 既定値は 1. 値 1 が lossless, 値が高くなるにつれて圧縮率が高くなり, 画像品質が下がる. (実装では 1~255 とした.)
OverlapLevel	オーバーラップ処理のレベル	0: オーバーラップ処理は無効. 1: 1 レベルのオーバーラップ処理が有効. 4x4 ブロックのエンコード値を隣接するブロックの値に基づいて変更. 2: 2 レベルのオーバーラップ処理が有効. 最初のレベルの処理に加え, 16x16 マクロブロックのエンコード値を隣接するマクロブロックの値に基づいて変更.
SubsamplingLevel	サブサンプリングレベル	0: 4:0:0, クロマを破棄, ルミナンスは保持. 1: 4:2:0, クロマ解像度をルミナンス解像度の 1/4 に下げる. 2: 4:2:2, クロマ解像度をルミナンス解像度の 1/2 に下げる. 3: 4:4:4, クロマ解像度を保持.
HorizontalTileSlices	水平分割の数	値の範囲は 0~4095, 既定値は 0.
VerticalTileSlices	垂直分割の数	値の範囲は 0~4095, 既定値は 0.
FrequencyOrder	周波数順	true: 画像を周波数順に符号化. false: 画像をその空間的な向きにより符号化.
AlphaDataDiscardLevel	破棄するアルファ周波数データのレベル	CompressedDomainTranscode (圧縮ドメイン操作 (画像データをデコードせずに行われる変換操作) を使用できるかどうかを示す値, 既定値は true) が true の場合に有効. 画像に planar または interleaved のアルファチャンネルが含まれている場合にのみ有効. 0: 画像の周波数データを破棄しない. 1: FlexBits を破棄. 2: HighPass 周波数データ帯域を破棄. 3: HighPass と LowPass 周波数データ帯域を破棄. 4: アルファチャンネルを完全に破棄.
AlphaQualityLevel	アルファチャンネルの圧縮品質	InterleavedAlpha が false の場合のみ有効. 値の範囲は 0~255, 既定値は 1. 値 1 が無損失で, 値が増加するにつれて圧縮率が高くなり, 画像品質が下がる.
InterleavedAlpha	interleaved チャンネルとしてエンコードするかどうか	true: 画像を追加の interleaved アルファチャンネルで符号化. false: planar アルファチャンネルを使用.

2.4 PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio)

画像品質は、ピーク信号対雑音比(PSNR)により表現する。グレイスケール画像の場合、ピーク信号対雑音比は次式により算出される。

$$RMS = \sqrt{(\sum \sum |f_{i,j} - d_{i,j}|^2) / MN} \quad (1)$$

$$PSNR = 20 \log_{10} (255 / RMS) \quad (2)$$

ここで、 f は座標 (i, j) における原画像の画素値、 d は座標 (i, j) における復元画像の画素値、 M, N は縦横の画素数、 $\sqrt{\quad}$ は平方根であり、 RMS は二乗平均平方根誤差(Root Mean Square error)を示す。

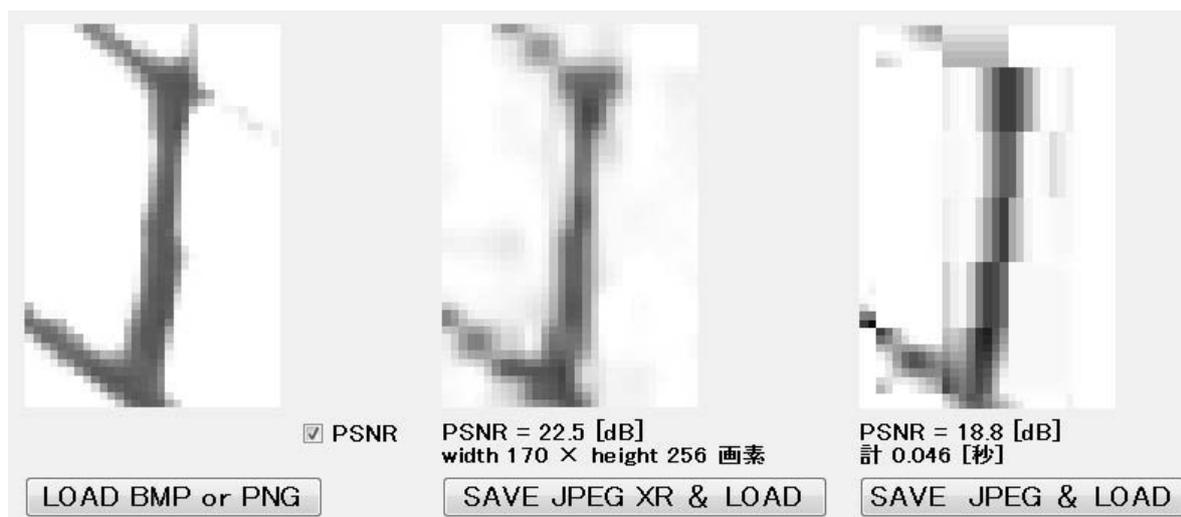
RGB のカラー画像の場合、式(1)において画素ご

とに 3 色成分の絶対値誤差の総和を求め、総画素数 MN に代わり 3 倍の画素数で割れば、カラー画像としての RMS が求められる。すなわち、カラー画像の場合、ピーク信号対雑音比は次式により算出される。

$$RMS = \sqrt{(\sum \sum \sum |f_{i,j,k} - d_{i,j,k}|^2) / 3MN} \quad (3)$$

ここで、 $k=0, 1, 2$ は RGB の 3 色成分である。

PSNR の算出にあたり、第 1 版では原画像と復元画像の画素値の取得に原画像と復元画像の表示用の Bitmap から GetPixel する手法を採用したが、高解像度の画像では処理時間が非常に長くなる欠点があり、これは第 2 版で改良した (3.3 で後述する)。



(a) 原画像 Cathedral の窓枠 (b) JPEG XR, 圧縮率 0.26% (c) JPEG, 圧縮率 0.57%

図 2 目視検査のための拡大表示の例 (RGB24bpp)

2.5 拡大表示

画像品質の評価として定量的に表現できる PSNR に加えて、目視による実際の画像品質の評価は重要である。そのため、JPEG XR ビューアでは限られた画像表示領域の最大 256×256 画素内ではあるが、拡大・縮小表示機能を装備した。

拡大・縮小表示機能の実現には種々の方法が考えられるが、JPEG XR ビューアでは、表示された原画像(bitmap1)、JPEG XR 復元画像(bitmap2)、あるいは JPEG 復元画像(bitmap3)のいずれかの表示画像をマウスでポイントした点を中心として左ボタンのクリックで縦横を順に 2 倍に拡大し、右ボタンのクリックで順に 1/2 倍に縮小する方式を採用した。縦横の 2 倍への拡大は、1 画素をそのまま 4 画素へコピーする方式とした。この方式により復元画像の各画素が原画像の各画素に比べてどのように画質劣化しているかが目視で確認できる。

詳細は割愛するが、具体的には、画像表示領域は最大 256×256 画素と小さいため、簡単ではあるが一般に処理速度が遅いと云われている方法である GetPixel と SetPixel メソッドを使用して、拡大・縮小の機能を実現した。

図 2 に目視検査のために画像の指定部分を拡大表示した例を示す。同図中の PSNR は、拡大表示された復元画像領域だけに対する PSNR であり、圧縮率は画像全体の圧縮率である。この例では、JPEG XR はより低い圧縮率ながら PSNR も目視結果も JPEG よりも良好であることが分かる。

3 JPEG XR ビューア第 2 版の概要

第 2 版では、JPEG XR の仕様に含まれる 48bpp などのビット深度とアルファに対応できるように改良した。そのため、入力原画像ファイルに、グレイスケールが 8bpp、カラーが 24bpp に限定される BMP に、16bpp のグレイスケール、24bpp と 48bpp の RGB フルカラーとアルファチャンネルに対応する PNG を加えた。以下、それらに付随する第 2 版の要点について報告する。

3.1 処理の流れ

図 3 に JPEG XR ビューア第 2 版の処理の流れを示す。太線の枠が WIC で規定されている API 関数である。それらの API 関数の入出力となる BitmapSource は画素セットを特定のサイズと解像度で表す抽象クラス、MemoryStream はメモリ使用のストリームのクラス、Bitmap は画素データとその属性で構成するクラスである。第 2 版の特徴は、PSNR を算出する処理時間の短縮のため、Bitmap ではなく BitmapSource をデコーダの出力としている点である。BitmapSource は表示用の Bitmap へ直接に対応付けられないために、ここでは、MemoryStream へ変換して対応付けた。

この図の例では原画像に PNG を使用しているが、BMP も使用できる。以下、処理の流れを列記する。

- 入力原画像ファイルの BMP あるいは PNG を Bmp BitmapDecoder あるいは PngBitmapDecoder でデコードし、デコードした BitmapSource を Bit

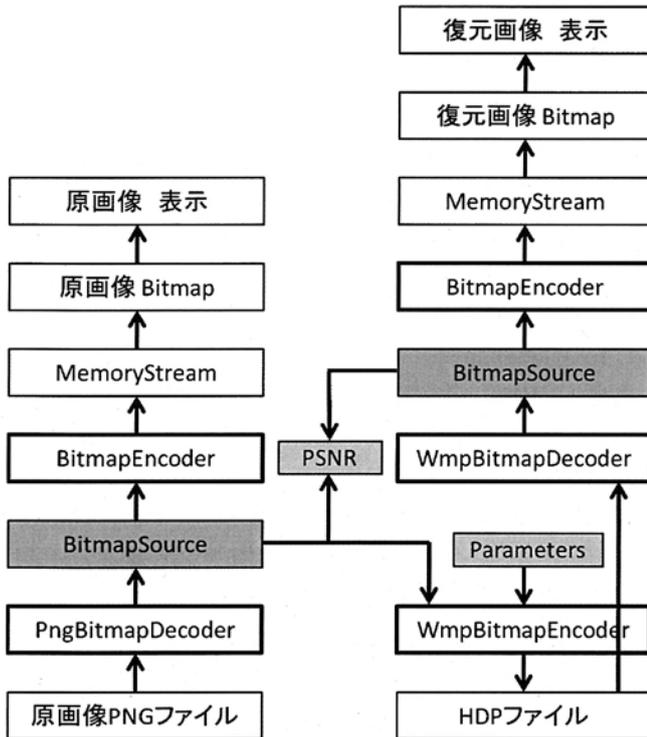


図3 JPEG XRビューア第2版の処理の流れ

mapEncoder で MemoryStream へ一時保存し、MemoryStream を Bitmap へ貼り付け、原画像を画面表示する。

- デコードした BitmapSource を BitmapFrame を経由し、ビューアの画面上で設定されたパラメータを使用して、JPEG XR 用の WmpBitmapEncoder でエンコードし、JPEG XR の圧縮ファイルである HDP としてファイル保存する。
- 保存した HDP ファイルを JPEG XR 用 WmpBitmapDecoder でデコードし、デコードした BitmapSource を BmpBitmapEncoder で Memory Stream へ一時保存し、MemoryStream を Bitmap へ貼り付け、復元画像を画面表示する。
- 原画像の BitmapSource と復元画像の BitmapSource 間で PSNR を算出する。

3.2 ピクセル形式

前述の BmpBitmapDecoder あるいは PngBitmapDecoder でデコードする際は、BitmapCreateOptions.PreservePixelFormat により、原画像のピクセル形式を保持するようにする。デコードした BitmapSource の Format プロパティとして割り当てられる主なピクセル形式を表2の右欄に示す。また、画像表示するための Bitmap の PixelFormat プロパティとして割り当

表2 主なピクセル形式

PixelFormat 列挙体 *1 for Bitmap		PixelFormats メンバ *2 for BitmapSource	
Format8bppIndexed	○	Bgr24	○
Format16bppGrayScale		Bgr32	
Format24bppRgb	○	Bgra32	○
Format32bppRgb	○	Bgr48	○
Format32bppArgb		Indexed8	○
Format32bppPArgb		Gray8	○
Format48bppRgb		Gray16	○
Format64bppArgb	○	Gray32Float	
Format64bppPArgb		Rgb24	
		Pbgra32	○
		Rgb48	
		Prgba64	○
		Rgba64	○
		Rgb128Float	
		Rgba128Float	
		Prgba128Float	

*1: System.Drawing.Imaging.PixelFormat

*2: System.Windows.Media.PixelFormats

○: JPEG XRビューア第2版で実際に使用

てられる主なピクセル形式を表2の左欄に示す。

例えば、RGB24bpp の BMP を入力すると、BitmapSource と Bitmap のピクセル形式は、Bgr24 と Format24bppRgb となる。RGB48bpp の PNG を入力すると、それぞれ Bgr48 と Format64bppArgb、アルファ付きの RGBA64 の PNG を入力すると、Rgba64 と Format64bppArgb となる。

表2中の○印は JPEG XR ビューア第2版で実際に実験で使用したピクセル形式である。表2の右欄中で末尾に Float の付くピクセル形式は浮動小数点数で画像データを表現した場合で、JPEG XR ではサポートされているが、今回の試験画像としては使用していない。

入力原画像ファイルがデータ圧縮された PNG の場合、圧縮率の算出には、ここではヘッダ部を除く画像サイズを使用した。具体的には、BitmapSource.Format.BitsPerPixel からビット深度を定め、画像サイズを求めた。

3.3 PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio)

16 ビットデータ対応の PSNR を算出するプログラムの試作の前に、まず、上位バイトと下位バイトの位置の確認を行った。実験で使用した参考文献 11) のダウンロード用の試験画像は PGM (Portable Gray Map) と PPM (Portable Pixel Map) であったので、確

認にはこれらの書式を使用した。

試験画像 PGM の 16bpp のデータは Big Endian で上位バイト, 下位バイトの順 (例えば, 0x44, 0x2A の順) に格納されており, BitmapSource.CopyPixels で格納する配列には下位アドレスより Little Endian で下位バイト, 上位バイトの順 (例えば, 0x2A, 0x44 の順) に格納される。

同様に, 試験画像 PPM の 48bpp のデータは R, G, B の順でそれぞれ Big Endian の 2 バイト (例えば, R: 0x56, 0x29; G: 0x42, 0x26; B: 0x1F, 0x82 の順) が, BitmapSource.CopyPixels により, それぞれの色成分が Little Endian で格納される (例えば, 0x29, 0x56, 0x26, 0x42, 0x82, 0x1F の順)。

JPEG XR ビューア第 1 版は 8 ビットのグレイスケール画像(8bpp)と 8 ビットの色成分の RGB カラー画像(24bpp)に対応していたが, JPEG XR ビューア第 2 版は 16 ビットのグレイスケール画像(16bpp)と 16 ビットの色成分の RGB カラー画像(48bpp)に対応する。また, PSNR は 8 ビットおよび 16 ビットの色成分のアルファ付きの RGBA カラー画像 (32bpp, 64bpp) にも対応している。PSNR 用の bpp も, BitmapSource.Format.BitsPerPixel プロパティにより判定する。

具体的には, RMS の算出には, 8bpp と 16bpp の場合は前述の式(1)を, 24bpp, 32bpp, 48bpp および 64bpp の場合は式(2)を適用した。また, 16bpp, 48bpp および 64bpp の場合は, BitmapSource.CopyPixels で格納した配列を上述の 2 バイトでアクセスする方式とし, 式(2)において信号 255 ではなく信号 65535 に対する PSNR を算出する。

3.4 アルファ

背景画面との透明度を制御するアルファ機能は, JPEG ではサポートされていないが, GIF, PNG, および JPEG XR ではサポートされている。さらに, JPEG XR では, 表 1 に示したように, WmpBitmapEncoder のプロパティとして, AlphaDataDiscardLevel, AlphaQualityLevel, および InterleavedAlpha の三つが規定されている。

JPEG XR ビューア第 2 版の試行では, これらの三つのプロパティの設定を組み込んだが, 現時点では, これらのプロパティを変化させた実験では妥当な実験結果を得ることができなかった。そのため, 次の「4 第 2 版による JPEG XR の評価」では, オプションの設定を除くアルファ成分を含む画像の評価に留める。

4 第 2 版による JPEG XR の評価

ここでは, 試行中ではあるが, JPEG XR ビューア第 2 版を用いて得られた評価結果について報告する。アルファを除く試験画像にはコントラストの高い高解像度の画像 Cathedral¹¹⁾ (図 1 を参照) を使用した。

4.1 JPEG との比較

4.1.1 RGB24bpp

まず, JPEG と JPEG XR で共通に扱える RGB 24bpp のカラー画像 Cathedral.BMP を使用して実験した結果について報告する。

JPEG では Quality を 100~5, JPEG XR では Image Quality を 0.99~0.01 の範囲で変化させた場合の圧縮率と PSNR の関係を図 4 に示す。

RGB24bpp のカラー画像で最高の高画質の復元画像を得たい場合, JPEG では Quality=100 で圧縮率が 25.79%, PSNR が 41.2dB の復元画像しか得ることができないが, JPEG XR では圧縮率が 51.48%でロスレス符号化が可能である。他方, JPEG XR では Image Quality を 0.99~0.90 の範囲で変化させることにより,

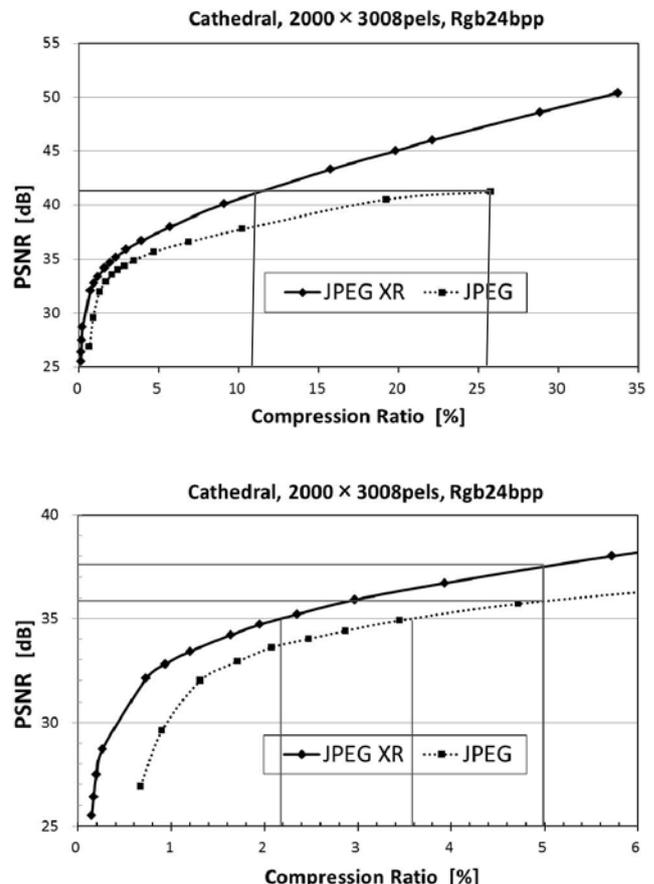


図 4 RGB24bpp の圧縮率と PSNR

PSNR が 50.4~40.1dB の JPEG 復元画像よりも高画質な復元画像を得ることができる。また、JPEG で最高の 41.2dB(圧縮率は 25.79%)と同じ PSNR は JPEG XR では 11.36%と半分以下の圧縮率で可能である。

圧縮率 5%以上ではいずれも圧縮率に比例して PSNR が増加する。圧縮率に対する PSNR は JPEG よりも JPEG XR の方が良く、同じ圧縮率ではより高画質の復元画像を得ることができる。

図 4 において圧縮率が同じ 5%の場合、JPEG の PSNR は約 37.5dB であるが、JPEG XR の PSNR は約 36dB と、約 1.5dB のより高画質な復元画像が得られる。また、PSNR が同じ 35dB の場合、JPEG の圧縮率は約 3.6%であるが、JPEG XR の圧縮率は約 2.2%と、約 1.4%ほど圧縮率が低い。これは、圧縮率の別の表現で、一般に JPEG XR の圧縮率は JPEG よりも約 2 倍良いと云われる根拠であると推察される。

上記の実験結果により、圧縮率対 PSNR の性能の観点からは、JPEG XR は JPEG よりも高い性能が得られることが分かる。

4.1.2 Gray8bpp

次に、JPEG と JPEG XR で共通に扱える Gray8bpp のグレイスケール画像 Cathedral.BMP を使用して実験した結果について報告する。

JPEG では Quality を 100~1、JPEG XR では Image Quality を 0.99~0.01 の範囲で変化させた場合の圧縮率と PSNR の関係を図 5 に示す。

全般的に同じ圧縮率では JPEG よりも JPEG XR の方が高画質の復元画像が得られる。圧縮率が同じ 10%の場合、JPEG の PSNR よりも JPEG XR の PSNR は約 2dB だけ良い。また、PSNR が同じ 35dB の場合、JPEG の圧縮率は約 3.5%であるが、JPEG XR の圧縮率は約 2%と、約 1.5%ほど圧縮率が低い。これは上述の RGB 24bpp の場合と同様の結果である。

4.2 サブサンプリング

RGB 24bpp のカラー画像 Cathedral.BMP を使用してサブサンプリングを変化させた場合の圧縮率と PSNR の関係を図 6 に示す。ここでは、Use(Codec) Options を選択し、サブサンプリングと MainQuality 以外はデフォルトのままとした。

1/10 以上の圧縮率では、色差成分を間引く 4:2:2 と 4:2:0 は 40~44dB で飽和する。つまり、圧縮率を高めても、45dB 以上の高画質な復元画像を得ることはできない。他方、4:4:4 の場合は、圧縮率は犠牲になるが、ほぼリニアに 45dB 以上の高画質な復元画像を得るこ

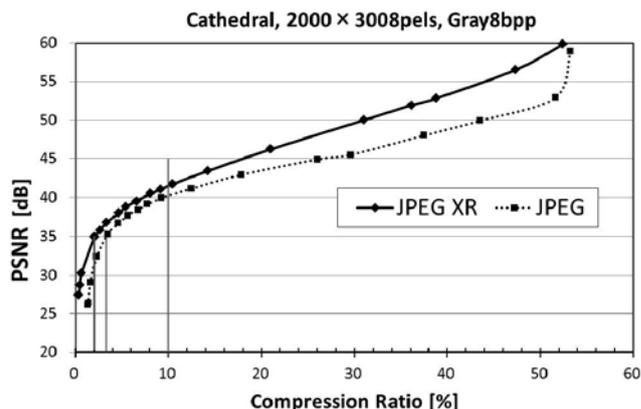


図 5 Gray8bpp の圧縮率と PSNR

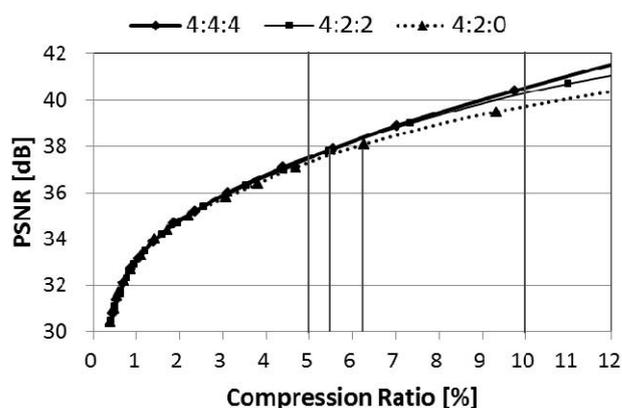
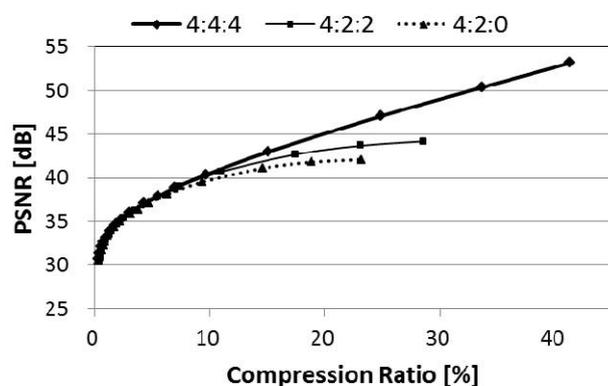


図 6 RGB24bpp の圧縮率と PSNR

とができる。

1/20 の圧縮率の場合、PSNR の差はほとんどなく、色差成分を間引いても、画像品質はほとんど同じである。4:2:2 や 4:2:0 を使用する効果は見られない。1/10 の圧縮率の場合も、4:4:4 は 4:2:0 より約 1dB ほど画像品質が良いが、4:2:2 や 4:2:0 を使用する効果は見られない。

38dB の画像品質の復元画像を得るには、4:2:0 では

圧縮率は約 6.2%だが、4:4:4 では圧縮率が約 5.5%で得られる。つまり、色差成分を間引く効果は画像品質の評価に PSNR を用いた今回の実験では観測できない。

今回の報告と同様な実験結果は、卒業研究での第 1 版と RGB 24bpp のカラー画像 lena を使用した実験でも観測された。サブサンプリングは本来、人間の視覚には敏感でない色差成分を間引いて圧縮率を改善することが目的である。期待通りの実験結果が得られないこの問題については今後の課題としたい。

4.3 16 ビットのグレイスケール画像

Gray16bpp のグレイスケール画像 Cathedral.PNG を使用して Image Quality を 0.99~0.01 の範囲で変化させた場合の圧縮率と PSNR の関係を、上述の Gray8bpp と比較して、図 7 に示す。圧縮率 5%以上ではいずれも圧縮率に比例して PSNR が増加する。圧縮率に対する PSNR は Gray8bpp よりも Gray16bpp の方が極めて良く、同じ圧縮率では高画質の復元画像を得ることができる。ImageQuality = 0.99 の設定で Gray8bpp は 59.84dB の画像品質しか得ることができないが、Gray16bpp は 100.8dB の高画質の復元画像を得ることができる。逆に、ロスレス符号化の場合、Gray16bpp の圧縮率は 75.41%であるが、Gray8bpp の圧縮率は 51.14%と小さく圧縮できる。

図 7 の下のグラフから、圧縮率が同じ 10%の場合、Gray8bpp の PSNR に対して Gray16bpp の PSNR は約 4dB のより高画質な復元画像が得られることが分かる。また、PSNR が同じ 38dB の場合、Gray8bpp の約 4.6%の圧縮率に対して、Gray16bpp の圧縮率は約 2.2%と、約半分の圧縮率で済むことが分かる。したがって、圧縮率対 PSNR の性能の観点からは、Gray16bpp は Gray8bpp よりも高い性能が得られると云える。しかし、図 7 の下のグラフから明らかなように、Gray16bpp では Image Quality = 0.01 での PSNR = 36.6dB が下限であり、それ以下の低画質な画像を得ることはできないという欠点がある。現在のエンコーダ (WmpBitmapEncoder) のパラメータ設定に存在する。

特記事項として、Windows 7 (64 ビット版)上の Visual Studio 2010 で開発した JPEG XR ビューア第 2 版の実行プログラムを Windows 7 (64 ビット版と 32 ビット版)上で使用すると、Gray16bpp の画像に対してのみ動作しなかった (ImageQuality を変化させても圧縮率と PSNR は異常な不変値であった) が、Windows Vista (32 ビット版) 上では Gray16bpp の画像に対しても期待通りに動作した。現時点では、原因

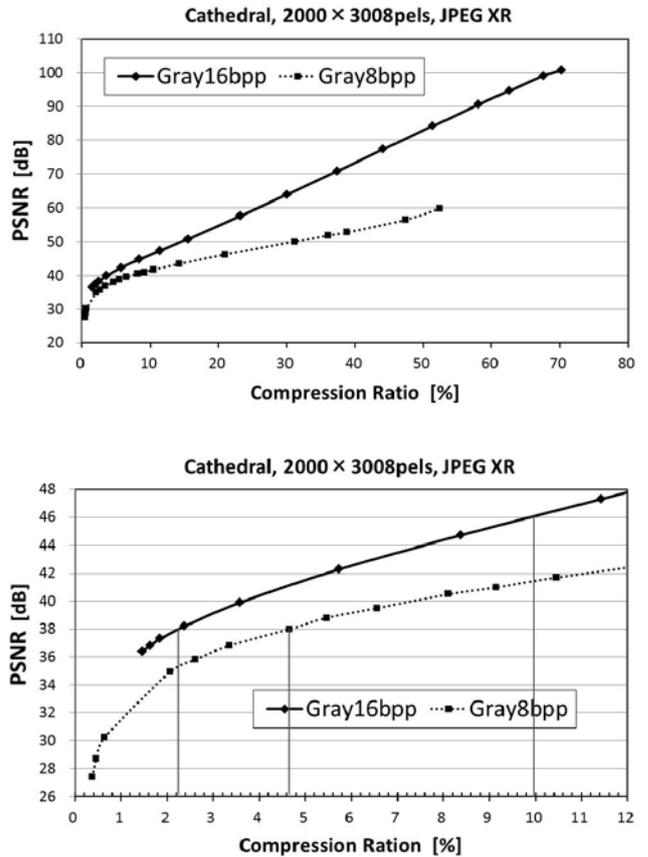


図 7 Gray16bpp の圧縮率と PSNR

は不明である。ここでは、上記の Gray16bpp に関する実験データだけは Windows Vista (32 ビット版) 上で得た実験データ (それ以外は 64 ビット版の Windows 7 上で得た実験データ) であることを付記しておく。この問題に関しては今後の検討が必要である。

4.4 48 ビットのカラー画像

Image Quality を 0.99~0.01 の範囲で変化させた場合の圧縮率と PSNR の関係を図 8 に示す。圧縮率 5%以上ではいずれも圧縮率に比例して PSNR が増加する。圧縮率に対する PSNR は RGB24bpp よりも RGB48bpp の方が良く、同じ圧縮率では高画質の復元画像を得ることができる。ImageQuality = 0.99 の設定で RGB24bpp は 50.4dB の画像品質しか得ることができないが、RGB48bpp は 82.8dB の高画質の復元画像を得ることができる。しかし、ロスレス符号化の圧縮率と比較すると、RGB24bpp の 51.48%に比べて RGB48bpp は 76.66%と非常に圧縮率が悪い。

上述の実験結果は Gray16bpp の実験結果と同じ結果である。ビット深度が深くなると圧縮率が悪くなる原因は現時点では不明である。

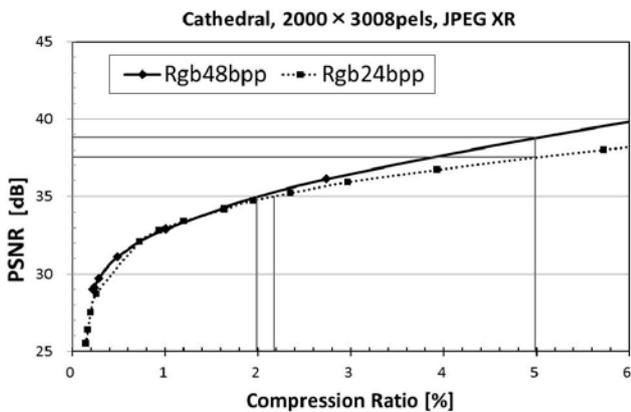
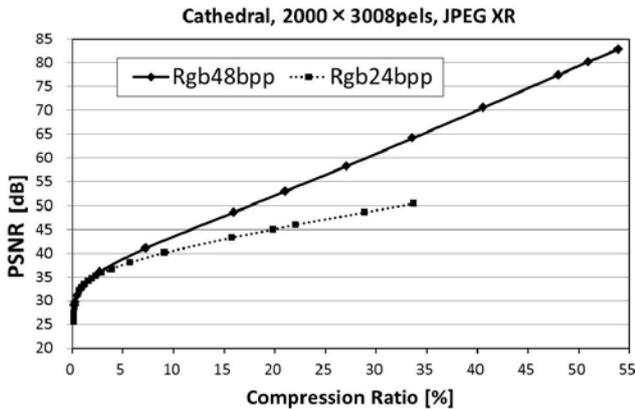


図8 RGB48bppの圧縮率とPSNR

図8の下のグラフにおいて、圧縮率が同じ5%の場合、RGB48bppではRGB24bppよりもPSNRが約1dBだけ良好な復元画像が得られるが大差はない。また、PSNRが同じ35dBの場合、RGB24bppの圧縮率に対してRGB48bppの圧縮率は約0.2%だけ低い、大差はない。したがって、通常用いられる圧縮率の領域においては、圧縮率対PSNRの性能の観点からは大差はないと云える。この実験結果は、前述のGray16bppの場合とは異なる。

4.5 アルファ

アルファの試験画像には、“The official test-suit for PNG”サイト¹²⁾にある transparency 用の13枚の試験画像(32x32画素)から3枚の試験画像を使用した(表3と図9を参照)。

この3枚の試験画像に対する圧縮率とPSNRの関係を図10に示す。アルファなしのRGB24bppに比べて、アルファ付きのRGBA32bppは圧縮率対PSNRの性能が悪い。つまり、アルファチャンネルを加えることにより、3色成分の圧縮よりも効率が悪くなることを意味する。しかし、アルファなしのRGB24bppに

表3 アルファのPNG試験画像¹²⁾

RGB24bpp	tp0n2c08.png	not transparent
RGBA32bpp	tbrn2c08.png	transparent + red background
RGBA64bpp	tbgn2c16.png	transparent + green background



tp0n2c08.png
(a) RGB24bpp



tbrn2c08.png
(b) RGBA32bpp



tbgn2c16.png
(c) RGBA64bpp

図9 アルファのPNG試験画像(32x32画素)

比べて、アルファ付きのRGBA64bppの圧縮率対PSNRの性能は非常に良い。アルファなしのRGBA48bppの試験画像がないために、正確な比較はできていないが、各色成分が16bppの場合は、アルファを加えることによる圧縮率対PSNRの性能への悪影響よりも、16bppの各色成分を使用することによる圧縮率対PSNRの性能への寄与度が全体の圧縮率対PSNRの性能を良くしていると推察される。

表4にPNGファイルとJPEG XRによる圧縮率の比較を示す。同表中の圧縮率は、左欄から順に、PNGファイルのサイズから算出した圧縮率、JPEG XRによるロスレス圧縮の圧縮率、およびPSNRが35dB近傍でのJPEG XRによる圧縮率である。PNGファイルの圧縮率は、アルファチャンネルを一つの色成分とした画像サイズに対するPNGファイルのサイズの割合として算出した。

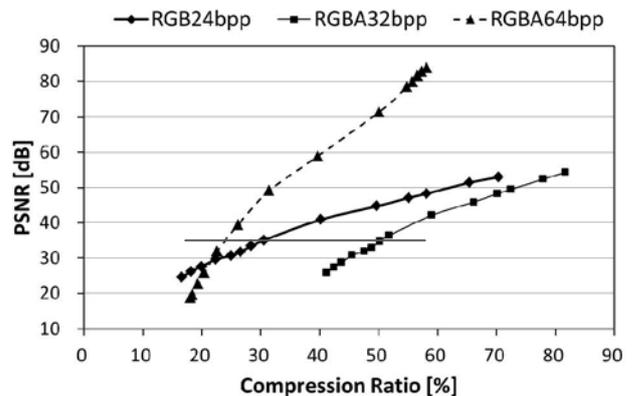


図10 PNG試験画像の圧縮率とPSNR

表 4 PNG ファイルと JPEG XR による圧縮率の比較

試験画像	PNG ファイル		JPEG XR		
	[Bytes]	ロスレス圧縮		ロッキー圧縮	
		圧縮率 [%]		PSNR[dB]	
RGB24bpp	1311	42.7	74.2	30.6	35.1
RGBA32bpp	1347	32.9	74.8	50.8	35.1
RGBA64bpp	1994	24.3	69.3	24.4	35.5

ロスレス圧縮の場合を比較すると、PNG ファイルが bpp の増加につれて、42.7%、32.9%、24.3%と圧縮率が良くなるのに対し、JPEG XR によるロスレスの圧縮率は約 7 割と非常に悪い。これは、JPEG XR がアルファチャンネルを独立したチャンネルとしてのみ扱っているためではないかと推察される。

次に、ロスレス圧縮の PNG と、PSNR を 35dB 近傍とした JPEG XR によるロッキー圧縮の場合を比較すると、JPEG XR の圧縮率は、アルファなしの RGB24 bpp では約 12%低くなるが、アルファ付きの RGBA32 bpp では逆に約 18%高くなり、アルファ付きの RGBA64bpp ではほぼ同じ圧縮率となる（図 10 中の 35dB のラインも参照）。

以上より、使用した試験画像の場合、画像品質を劣化させることにより JPEG XR でもアルファ付き画像の圧縮率を低くすることはできるが、高画像品質のアルファ付き画像を使用する際は PNG を使用した方がよいことになる。自然画像については今後の検討が必要である。

5 むすび

以上、試作した JPEG XR ビューアの第 1 版と第 2 版の概要と、第 2 版による JPEG XR の評価について報告した。JPEG XR ビューア第 2 版で、BitmapSource クラスを使用することにより高速に PSNR を算出することが可能となり、入力原画像ファイルとして PNG をサポートすることにより Gray16bpp、RGB48bpp および RGBA64bpp を評価することが可能となった。また、JPEG との比較評価の結果、JPEG よりも JPEG XR が優位であることなどが確認できた。

しかし、試行的な評価用ビューアとして、あるいは試行的な評価の結果、本文でも述べたようにいくつかの不可解な点や未達成の点が残った。最後に、これらを今後の課題として列記する。

- サブサンプリング（色差成分の間引き）の効果
- Gray16bpp の Windows 7 (64 ビット版と 32 ビット版)での誤動作
- Gray16bpp と RGB48bpp の悪いロスレス圧縮率
- アルファ付き RGBA32bpp、RGBA64bpp の圧縮率
- アルファに関する三つのプロパティの評価
- Tile Slices と Overlap の効果

謝辞

本研究は平成 22 年度校内研究助成金（一般研究）を受けて行われたことを記して謝意を表します。

参考文献

- 1) ISO/IEC FCD 29199-2 (JPEG XR image coding - Specification), Sep. 2008.
- 2) F. Dufaux. et. al, "The JPEG XR Image Coding Standard", IEEE Signal Processing Magazine, vol.26, num.6, pp.195-199, 204-204, Nov. 2009.
- 3) HD Photo - Photographic Still Image File Format - Feature Specification, Version 1.0, Microsoft, 2006.
- 4) HD Photo - Photographic Still Image File Format - Bitstream Specification, Version 1.0, Microsoft, 2006.
- 5) HD Photo - Photographic Still Image File Format - Device Porting Kit Specification, Version 1.0, Microsoft, 2006.
- 6) 馬場園智貴, 平田祐也, "JPEG XR の機能調査と評価", 卒業研究論文, 鹿児島高専情報工学科, 2009.
- 7) 池田あずさ, 上小川愛倫, 吉田沙央里, "WIC (Windows Imaging Component)を用いた JPEG XR の評価", 卒業研究論文, 鹿児島高専情報工学科, 2010.
- 8) 加治佐清光, "ウェーブレット画像変換の学習ソフトの試作", 鹿児島工業高等専門学校研究報告, 第 39 号, pp.1-10, 2004.
- 9) 加治佐清光, "学習ソフト: 2 値算術符号化シミュレータ BACS の試作", 鹿児島工業高等専門学校研究報告, 第 42 号, pp.9-16, 2007.
- 10) Visual Studio 2008 / 2010 用 MSDN ライブラリ, Microsoft, 2008 / 2010.
- 11) Sachin Garg, The New Test Images - Image Compression Benchmark, http://www.imagecompression.info/test_images/ (Mar. 2011)
- 12) W. Schaik, The official test-suite for PNG, <http://www.schaik.com/pngsuite/> (Mar. 2011)

平成 22 年度校内教育助成に係る 建築関連講座立上げに関する成果報告

岡松 道雄[†]

Results Report on Starting “Architecture-related” Courses
Supported by
School Grant for Education in FY2010 Kagoshima National College of Technology

Michio OKAMATSU

This report describes how the Architectural-related courses were started in FY2010 at Department of Urban Environmental Design and Engineering, Kagoshima National College of Technology (KNCT). Before KNCT changed name of the Department from Civil Engineering to Urban Environmental Design and Engineering in April 2010, there had been only one Architecture-related subject titled “Introduction of Architecture”. This report includes 1. How these new subjects have started. 2. What kind of activities on architecture have done except the subjects. and 3. Detail of preparations for each subjects. The education grant of KNCT by the school principal discretion supported these activities.

Keywords : Architecture, Education, School grants, Curriculum

はじめに

鹿児島工業高等専門学校において平成 22 年度、土木工学科が都市環境デザイン工学科として改称され、建築系の講座を複数開設する運びとなった。本報告は、それに伴い実施した 1. 建築関連の講義、2. 講義以外の建築・デザイン関連活動、それらの活動のための 3. 準備等下地作り、についてその概要を記録し、かつ今後の展望を加えることによりユニークで充実した学科としてゆくための基礎資料としたい。

1 講義

平成 21 年度まで本学科において実施されていた建築関連の科目は、5 年生後期の建築学概論（選択 B 群 1 単位）のみであった。22 年度において開講した建築関連の講義には、(1)都市環境デザイン工学概論、(2)基礎製図 I、(3)景観設計、(4)外書輪講および(5)工学セミナーの五つがあるが、以下 (1) (2) に焦点を当て、それぞれの講義概要について報告する。

(1)都市環境デザイン工学概論

本講座は 1 年生を対象とした前期の座学（A 群 1 単位）であり、旧土木工学概論の延長の科目である。

前半を土木工学の概論とし土木系教員が、後半を建築学の入門となる内容を筆者が担当した。

中学を卒業したばかりの 15 歳の若者たちが興味を持ち、理解しやすい内容とするよう、教材の選定に工夫し表 1 に示すものを採用した。大学等で採用されている堅い入門書としての「建築学概論」ではなく、また工業高校で採用される即実技的でないものを採用した。とりつきやすく、建築物と身近な生活空間や都市・地域との関連を考え、さらに寸法体系から自然環境問

表 1 都市環境デザイン工学概論「建築関連教材」

	種別	教材名	出版社等
①	印刷教材	図解雑学「建築のしくみ」	ナツメ社
②	印刷教材	建築の絵本「世界の建築術」	彰国社
③	印刷教材	建築学生の手帳ワーク	彰国社
④	印刷教材	新選 世界史B	東京書籍
⑤	印刷教材	図解 世界史	東京書籍
⑥	ビデオ教材	世界遺産 DVD コレクション	ディアゴス
⑦	PPT*	メートル法と尺貫法	
⑧	PPT	建築と土木「普請ということ」	
⑨	PPT	石の建築「積上げる工法」	
⑩	実物サンプル	各種建築用石材の見本	

*PPT : Power Point

[†]都市環境デザイン工学科

題まで、建築の根源的な成り立ちや存在意義から学び始めることができる教材、というのが選定の方針である。これらの教材をお互いに関連すると思われるテーマごとにまとめ、適宜組み合わせながら進めた。講義スケジュールの概要は表2のとおりである。

表2 都市環境デザイン工学概論「講義スケジュール」

回	日付	テーマ	主な内容
1	6/16	イントロダクション	自己紹介・建築の仕事・寸法など
2	6/23	建築の起源	建築の根源的意味を考える 土木と建築の共通点とちがいなど
3	6/30	建築の「かたち」	古代エジプト・ギリシャ・ローマなど 建築のかたちの背景にあるもの
4	7/12	構法・材料の発達	石とコンクリート各構法の発達 材料の構造特性、意匠的特徴 現代の設計・施工の実例紹介
5	7/14	木の利用・都市	木構造のバリエーションと発達 植生・環境・風土と建築技術・都市
6	7/21	設計・施工・環境	設計・施工の役割と実務・法規 都市環境とヒートアイランドなど
7	7/28	空間・デザイン	内・外部空間、デザインについて

(2)基礎製図 I

本科目は、1年生を対象とした通年の実習（必修2単位）である。前期は土木系教員が土木建築に共通する図学を担当し、後期は筆者が建築製図の基礎（実技）を担当した。講義の進捗記録を表3に挙げる。

各課題に対して、なるべく客観的に評価できるように、図1のような評価基準を用いた。また、この評価シートは全9課題をとおして集計され、期末の成績として、自動計算するようにエクセルデータを作成している。採点した課題作品は、採点内容が分かるように、図2に示す様に各作品に赤ペンで講評を加えたうえで、コピーを学生に返却し、原本は研究室に保管してある。

図3に示すように、課題も進み徐々に内容が高度化してゆくにもかかわらず、評価（平均点）は上昇している。全9課題をとおして図面の内容をみると、個人差はあるものの、全体的に描線が徐々に均質に、美しく、さらに細かな表現もできるようになっていることが分かる。

また、この講義で心がけたのは、2次元表現である図面と実在する「立体」(3次元)との関連づけである。さらに、図4のように立体で自分のイメージする「かたち」を創作し、図面化する訓練も取り入れた。このように単に製図の実技にとどまらず、自ら形を創造する「造形実習」としての要素を加えた。これは、学生の創作意欲を喚起すると同時に、一般の建築学科に比べ、建築の講義数が圧倒的に少ない土木建築複合学科

のディメリットを補う意図も含まれている。講義の最後は、小さな別荘を題材にして、平面・立面・断面そして配置図を作成し、その自作の図面を利用して模型製作を行った。図5に示す写真はその完成作品の一つである。

特に講義に必要と感じたことは、実技のための簡潔

表3 基礎製図 I 「講義スケジュール」

回	日付	テーマ	主な内容
1	10/7	紙コップ描画	フリーハンド図の作成
2/3	10/14,18	線と文字の練習	ドラフターの使い方 線の練習
4	10/21	キューブ造形	模型作成・立体構成
5/6	10/28,11/4	三面図と断面図	各自の立体作品を図面化
7	11/18	立体図を描く	各種投影図による立体表現
8/9	11/25,12/7	透視図の作成	遠近法を用いた立体表現
10/11	12/9,1/6	平面・配置図	1/100 平面・配置図の作成
12/13	1/20,27	立・断面図	1/100 立・断面図の作成
14/15	2/3,10	住宅模型	1/100 住宅模型の作成

基礎製図課題評価基準		課題:紙コップ							総合評価	数値化	備考
評価項目	速さ・取り 組み姿勢	図面・寸法 の正確さ	線の美し さ	レイアウト	線の強 弱	必要要素 の描き込	立体 の認				
1 学生a	A+	A	A-	A+	A	A	A-	A+	80		
2 学生b	B	B	A-	A	A+	A	A	A-	70		
3 学生c	A	A-	A	A-	A	A	A+	A	75	欠課	
4 学生d	A	A	A	A-	A-	A+	A+	A	75		
5 学生e	B	A	A	B	A-	C	C	B	60	公欠	
6 学生f	B	A-	A	B	B	C	C	B	60		
7 学生g	A	A-	A	A	A+	A+	A+	A+	80		
8 学生h	B	A	A+	A	A+	A+	A+	A+	80	欠課	
9 学生i	A	A-	A	A-	A	A	A	A-	70		
10 学生j	A	A-	A	A	A	A	A+	A	75		
11 学生k	A	A	A	A	A+	A	A+	A+	80		
39											
40											
クラス平均									73.18		

図1:基礎製図 I 課題評価シート(部分)

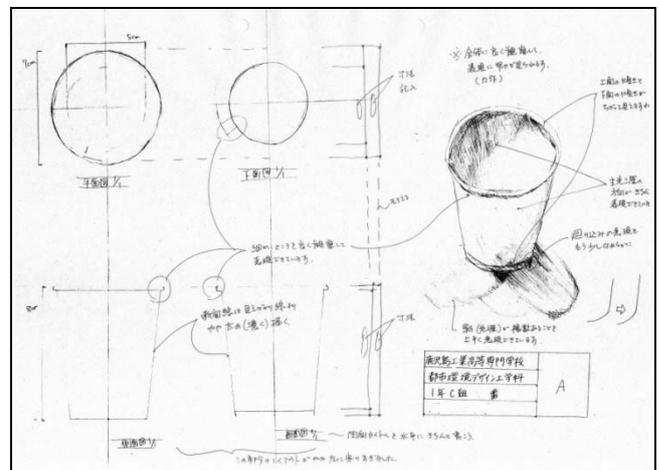


図2:「紙コップ課題」学生作品例(赤ペンによる講評付)

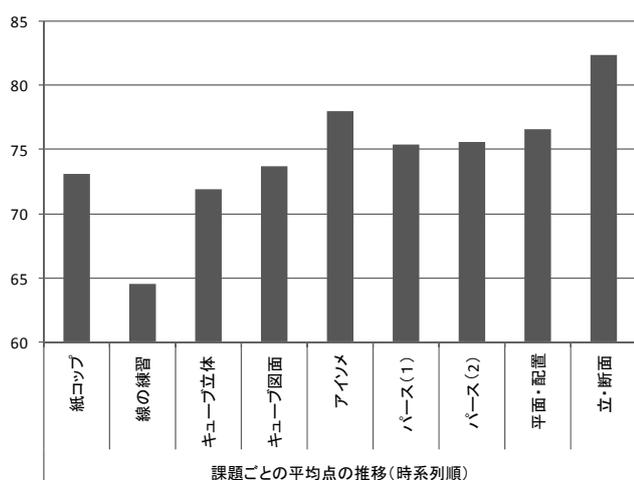


図 3：課題ごとの平均点の推移

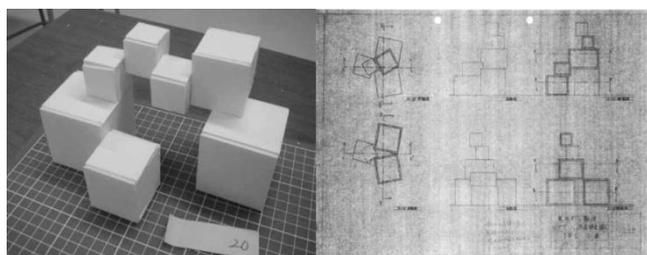


図 4：立体キューブ作品(左)とその図面化(右)



図 5：自ら描いた図面で製作した別荘模型

な手順と目標を冒頭に示すことであり、教員自らが手本を見せることが重要である。

2 講義以外の建築・デザイン関連活動

講義以外に建築に関連した活動は以下のとおりである。詳細の説明は他の機会に譲る。

- (1) 建築士試験指定科目の確認申請 (2 級)
- (2) 一日体験入学「理想の家をつくろう」
- (3) 鹿児島高専の日工作教室

- 「芝と木のあるソーラーエコハウスをつくろう」
- (4) デザインコンペティション 2010 in 八戸
- (5) 専攻科環境創造プロジェクト特別講義
「椅子の歴史とデザインプロセスについて」
- (6) 九州デザインシャレット協賛
- (7) 都市環境デザイン動向の調査
- (8) 歴史的建造物保存に関する動向調査
- (9) 高等教育機関における建築・土木教育の
現況視察
- (10) 環境配慮型建築視察
- (11) 霧島市景観計画策定協議会委員 (副会長)
- (12) 建築同好会の立上げ
- (13) 土木橋梁デザイン視察

3 講義等の準備・下地作り

この項では、基礎製図および景観設計講義の準備に要した物品等の内容を一例として記録し、今後の対策に役立てたいと考える。また、学生用の入門書として、あるいは建築学の基礎的な資料と考えられる建築関連図書について、今年度の校内助成とは別に校内予算を充てていただいたことを付記する。その予算で購入できた主なものについては他の機会に紹介したい。

(1) 基礎製図

この科目に必要な教材の一覧を表 4 に示す。これまで、土木工学科で図学を行うにあたって学生たちには、入学時に基本的な製図道具の購入が義務付けられていた。今年度以降は製図のみならず「立体の認識」に力を注ぎたいため、模型作成の教材購入が必要になった。これは上記の製図道具に含まれていないため、42 人分を教員の教育研究費で賄った。また、これまで学生各自の学習ノートに行っていた図学描画を、ケント紙やトレーシングペーパーなどに作図するため、それらを教員側で提供しなければならなくなった。

課題ごとに講義場所の事前連絡が必要となるだけでなく、教員側で 1 クラス分の模型材料を大きな段ボールに詰め、運ぶ必要が出てくる。1 年生の教室は、都市環境デザイン工学科および製図室から遠いため、この点は大きな負担となる。一方 23 年度は 3 年生の設計演習で、同様の実習を行う予定であるが、都市環境デザイン工学科棟の教室が狭いため、模型材料等の置き場などに工夫が必要である。

また、製図室にプロジェクター設備があると、写真や映像等での講義が可能となり、製図実習の効率向上やバリエーションが広がるといえる。

表 4 基礎製図教材一覧表

	課題	教材名
①	フリーハンスケッチ	ケント紙、紙コップ
②	線と文字の練習 三面図、立体投影図 透視図、平・立・断面図	トレーシングペーパー
③	キューブ造形 住宅模型の作成	スチレンボード、 カッティングマット、スチのり スプレーのり、カッター

(2) 景観設計

この科目では、畳一帖大の敷地現況（地形）模型に加え、畳 1/3 のサイズの提案模型を各班（7 つ）作成するため、これに要する模型材料と製作準備は膨大なものになる。例年担当教員の研究費の中から 20 万円前後の支出がなされている。（21 年度実績：¥176,159、22 年度実績¥201,316）このほかに大型プリンターによる地図の出力など共用費としてダイレクトに現れない出費も加わっている。

また、大型の模型を長時間に亘って製作することから、土木演習室の占有が必要となり、同室を使用する他の教員との調整や、清掃管理などが要求される。特に締切、発表会前は学生たちが遅くまで製作に追われることから、時間管理・安全管理の徹底も必要である。

4 今後の展開・問題提起

結びにかえて今後の展開と問題提起を以下に述べる。

まず講義関係に関しては、今年度行った講義内容の再検討・見直しと講義計画の修正、改良が不可欠である。

さらに、考慮すべきは都市環境デザイン工学科のアイデンティティの確立である。これは入口としての学生募集に始まり、コンテンツとしての教育課程の整備、そして出口としての学生の就職先・進学先の確保、というそれぞれの段階での意思決定の重要な指針となる。

これまでの土木工学科であれば、既成の学問領域として多くの人が学科の様子をイメージできていたのに対し、新学科の名称で期待される内容を用意し説明することは年を追って難しくなると考えられる。

ここ何年かは「土木工学科に建築コースが加わり、より広範囲な選択肢が用意できました」という説明でも新規性があり、「不確かな期待感」による効果を期待することが出来るが、3 年たち 5 年たって都市環境デザイン工学科の 1 期生たちが就職する時点で、学科の実像が問われることになる。この時点でユニークな教育内容とその効果によって少なくとも鹿児島地域の小中学生にとって魅力的な学科とならなければならない。

また、他の大学や高専でいわゆる「建築学科」を有している高等教育機関では、建築に関する科目を 80～90 単位履修するのに対して、本学科で建築士試験の指定科目として認定されたものをすべて合わせても 53 単位にしかならない。その中でも純粹に建築に関すると考えられる科目は、28 単位である。このような状態で、同じフィールドの建築関連の就職先を想定して、他の建築系学科の卒業生と競い合うのは、かなり厳しいと言わざるを得ない。

そこで、本校で「都市環境デザイン」を学んだ学生が、その能力と可能性を活かせる場を見つけ活躍するにはどうしたらよいかを十分に検討しなければならない。既存領域の建築学科を有する高専においてさえ、社会のニーズに合わせ、高専のアイデンティティや特色を模索し学生たちのキャリアパスをデザインしようとしている¹⁾。同時に、高専自体の生き残りを検討している状態にある。本学科においてもより以上に、その検討と方針決定に取り組まなければならない。

その為には、まず本学科シラバスにある教育方針・教育課程と教育系統図を総合的に見直す必要がある。学科をどのような形にしてゆくか、その中で土木建築それぞれの科目をどう位置付けるかを明確にする必要がある。これらを考え具体的に行動することによって、今後継続する少子化、高等教育機関としての選別化に耐えうる学科となると考える。

現在は、高い就職率を誇る状況にあるが、高度化する社会のニーズや今回の大震災による日本社会全体の変化を注視しながら、その社会や復興に対応できる人材の育成に努めなければならない。その意味で、これからの 4 ないし 5 年間は、本学科の存在意義が大きく問われ、またその中でも建築科目の内容が論議される重要な時期と考える。

謝 辞

この 1 年の建築関連講座の立上げに関して、校長裁量である校内助成がなければ、本報告に記載した活動は成り立たなかった。赤坂校長に心から御礼を申し上げたい。このほか多くの方々に支えられたことに謹んで謝意を表す。

参考文献

1) 篠部 裕：高専建築学科におけるカリキュラムに関する一考察，論文集「高専教育」第 30 号，2007.3

小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2010」 におけるプログラムの開発

大竹 孝明[†] 山下 俊一^{†2} 日高 達也^{†3} 新納 時英^{†4} 鯉坂 徹郎^{†4}

Development of an Educational Program for Manufacturing and Scientific Experimental Classes
“Kagoshima National College of Technology Day 2010” for Schoolchildren

Takaaki OHTAKE, Shunichi YAMASHITA, Tatsuya HIDAKA, Tokihide NIIRO and
Tetsuro AJISAKA

Kagoshima National College of Technology (KNCT) offers various manufacturing and scientific experimental classes for elementary and junior high school students in Kagoshima in order to develop creative human resources in the region and to raise children's interest in science. KNCT initiates community support activities, in partnership with educational institutions in the region, by holding open lectures on topics such as robot making and operation experience.

This paper reports the results of manufacturing and scientific experimental classes held in collaboration with Kagoshima Municipal Science Hall as one of the regional cooperation activities. This event is regarded as a part of KNCT's PR activity.

Keywords : Schoolchildren, Manufacturing, Scientific Experimental Class, Regional Cooperation,
Kagoshima National College of Technology, Kagoshima Municipal Science Hall

1 緒言

鹿児島高専では、地域での創造的人材の育成と、子どもたちの理科離れを食い止めるための方策として、県下の小中学生を対象としたものづくり・科学講座を毎年多数開講している。これまでに、ロボットの製作・操作体験等の公開講座等、地域の教育界等と様々な形での連携による地域支援活動を実施してきた。

鹿児島市立科学館とも、共催事業である「鹿児島高専のロボットがやってきた」という行事等を行っている。

このようにして、平成 21 年度より、鹿児島市立科学館との連携（共催）により、科学工作実験教室やロボットの動作説明等の各種イベントを通じて科学に対す

る興味や関心を高め、夢や創造性を育む機会を設ける事業を計画し^{2), 3)}、独立行政法人科学技術振興機構 (JST) の平成 22 年度地域の科学舎推進事業「地域活動支援」に、“小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2010」”のテーマで、平成 21 年度に引き続き採択された。

本企画を、鹿児島高専を地域へ広く PR し、科学技術者育成を行う本校への志願者増に向けた広報活動の一環とも位置づけ、科学実験教室や展示等を計画し、平成 22 年 8 月 22 日（日）に鹿児島市立科学館にて実施した^{1), 4)}。

2 本企画の目的、周知活動と各機関の役割

本企画の目的を、次のように設定した。

地域での創造的人材の育成と、子どもたちの理科離れを食い止めるための方策として、小中学生の多い鹿

[†] 鹿児島工業高等専門学校 一般教育科理系

^{†2} 技術室

^{†3} 総務課

^{†4} 鹿児島市立科学館

児島市に立地する鹿児島市立科学館との連携（共催）により、工作実験教室や科学実験教室及びロボットの動作説明等の各種イベントを通じて科学に対する興味や関心を高め、夢や創造性を育む機会を設ける。

また、本企画により、工学系の高等教育機関となる鹿児島高専を地域へ広くPRし、科学技術者育成を行う鹿児島高専への志願者増に向けた広報活動の一環に位置づける。

これらの目的を達成するために、展示・実験及び科学実験教室等の企画を次のような事業内容で実施した。
事業名：独立行政法人科学技術振興機構(JST)平成22

年度地域の科学舎推進事業地域活動支援採択
小中学生のためのものづくり・科学教室
「鹿児島高専の日2010」

主催：鹿児島工業高等専門学校、
鹿児島市立科学館

開催日時：平成22年8月22日（日）10:00～16:00

実施場所：鹿児島市立科学館（鹿児島市）

対象者：小中学生，一般

担当者：鹿児島高専教職員他39名，学生30名，
鹿児島市立科学館職員10名

周知活動としては、次のような事柄を行った。
イベントの開催日や実施内容及び工作教室等の応募方法については、鹿児島市立科学館により、新聞や市民

広報誌への掲載によって広く案内し、より多くの参加者を募る広報を行った。鹿児島高専は、図1及び図2に示すようなポスター、チラシを作成し、会場の市立科学館が位置する鹿児島市内、鹿児島高専の所在地である霧島市内及び学校近隣の始良郡内の小中学校へ配布し広く案内した。

また、鹿児島市立科学館及び鹿児島高専とも、それぞれのホームページ上にイベント開催の案内を掲載し、広く一般に周知した。

なお、当日使用するテキスト、パンフレット類も、学内の各学科及び技術室で検討、作成して当日配布した。

鹿児島高専は、平成15年に日本技術者教育認定機構(JABEE)の認定審査「教育プログラム名：環境創造工学」に合格し、JABEEの認定校となっている。その中で国際性を持った教養豊かな人間を育て、個性的で創造性に富んだ開発型技術者を育成している。また、産業と社会を持続的に発展させていくために、地域での創造的人材の育成と、子どもたちの理科離れを食い止めるための方策がぜひとも必要であり、地域の産業界や教育界などと様々な形での連携による公開講座や人材育成事業を実施している。今回の事業については、科学実験教室等の講師や助手等、企画及び運営全般を担当した。

鹿児島市立科学館は、各種展示物や特別イベント、



図1 開催案内のポスター



図2 科学実験教室受講者募集チラシ

工作教室，実験教室を通じて，科学に対する青少年育成を行っており，会場や設備の提供及び小中学校等への周知活動を担当した。

3 科学実験教室等の活動内容と成果

活動内容(対象者, 時間帯)については, 表 1 に示すように, 科学実験教室とロボットによる演奏・紹介や各科の科学実験, 学校紹介等を企画した。

I の科学実験教室では, 事前応募した小・中学生に対して, 電子工作, ロボット制御プログラム操作等の六つのテーマを設定した。

なお, 図 3 に示したように, 各テーマをまとめて, 「科学実験教室テキスト」を作成し配布した。

II のロボットによる演奏・紹介や各科の科学実験, 学校紹介等については, 鹿児島市立科学館の一般来館者を対象とし自由見学・体験操作としたが, 高専で製作した音楽ロボットによる演奏会, 学生が製作した高専ロボコン大会参加のロボットの展示・紹介, 専攻科のものづくり教育の取り組み(新聞紙製作の椅子)の展示, 並びに学内の 6 学科による科学実験や展示と学校紹介のパネル展示や資料配付の四つの企画を実施した。

一般来館者の内訳は, 大人 608 名, 子供 626 名の合計 1,234 名であった。

一方, 六つの科学実験教室は, 公開講座の形式で小



図 3 科学実験教室テキスト

学校 5, 6 年及び中学生の応募者に対して実施した。

表 1 活動内容と対象者及び実施時間帯

I 科学実験教室	小学校 5, 6 年生 4 名及び中学生 65 名 (事前応募) 計 69 名
①ソーラーカーや電気で動く車を作ろう	中学生 10 名、10:00~11:30,
②あなたも UFO キャッチャーの名手	中学生 12 名 10:00~11:30
③光、音、電波を出そう!	小学校 5, 6 年生及び中学生 12 名、12:30~14:00
④芝生と木のあるソーラーエコハウスを作ろう	中学生 10 名、12:30~14:00
⑤ライトレーザロボットを作ろう	中学生 10 名、14:30~16:00
⑥風に向かって走る車を作ろう	小学校 5, 6 年生及び中学生 15 名、14:30~16:00,
II ロボットによる演奏・紹介や各科の科学実験, 学校紹介等	鹿児島市立科学館の一般来館者 大人 608 名, 子供 626 名, 計 1,234 名
①演奏ロボットによる演奏会	11:00~11:30 フルートとロボット演奏
②学生が製作したロボットの展示及び紹介	10:00~16:00、ロボコン参加ロボット
③ものづくり教育の取り組み(新聞紙製作の椅子)	10:00~16:00、専攻科学生説明
④機械, 電気電子, 電子制御, 情報, 都市環境デザインの各工学科及び一般教育科(物理)による科学実験と学校紹介・展示	10:00~16:00、水素でうごくクルマ体験!、エレクトロニクスショー、体験しよう!電子制御の世界、ネットロボ、人が憩えるまちづくりをめざして、鹿児島発感星行きへはやぶさはもどった、あかつきは旅立った~

69名の受講者があり、小学校5、6年が4名、中学生が65名であった。

イベント終了時(16時)に1,234名の入館者、三つの科学実験教室の受講者が69名であり、市立科学館及び本校の担当教職員並びに学生等各方面の協力により、計画していたイベントは全て予定通り無事に終了することが出来た。図4には科学実験教室の「ライトレーザロボットを作ろう」の受講風景、図5には演奏ロボットによる音楽会、図6には各専門学科による実験及び紹介「ネットロボ」、図7には一般教育科物理の「鹿児島発惑星行き～はやぶさはもどった、あかつきは旅立った～」の様子を示した。来場者も多く、小中学生ばかりではなく引率の保護者等も興味を示し、また、本校学生による説明等も有意義なものとなり、科学技術教育の推進及び理科離れ対策に貢献できたと思われる。

受講者及び一般来館者へのアンケートでも、良い企画であり、来年度の継続を希望するという意見が多かったが、参加者へのアンケート用紙が小学生以下と中

学生以上で若干異なっていたので、それぞれについて集計し検討した。総数が113名で、小学生以下が78名、中学生以上が35名であった。本事業が「小中学生のための」ものであり、数の多い小学生の結果について検討した。

なお、中学生以上のアンケート結果については、設問がやや異なっているため正確には比較できないが、本事業の満足度等やや厳しい結果が出ているものの、ほぼ同じような結果が得られた。アンケート項目の中で重要と思われる「参加した感想」、「また参加したいか」、及び「誰から聞いたか」について検討を行った。

小学生以下については、アンケート数が78名であったが、年齢に関しては、保育園と幼稚園が約1%と少なかったが、小学1年から6年までのそれぞれの学年が13%から19%の範囲でほぼ同じ割合であった。科学教室の対象者については、小学生は5,6年生の高学年に限定したにも関わらず、幅広い学年層が参加していたことがわかる。

まず、図8に示したように、「活動が楽しかったか」



図4 科学実験教室「ライトレーザロボットを作ろう」



図6 各専門学科による実験及び紹介「ネットロボ」

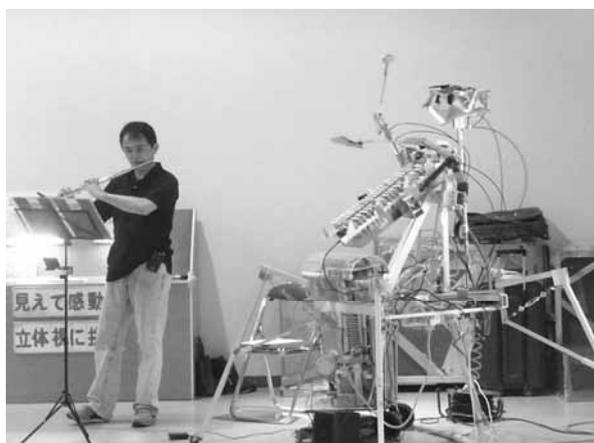


図5 演奏ロボットによる音楽会

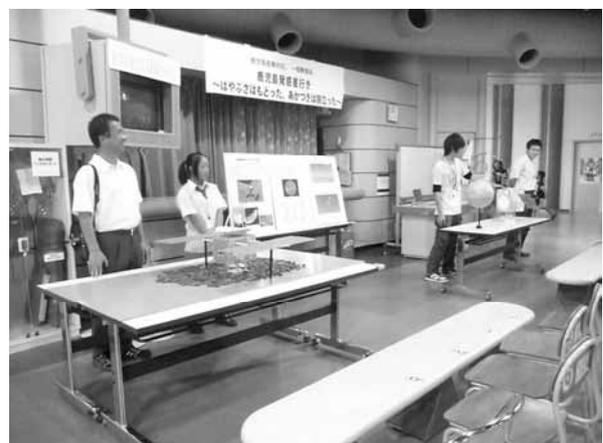


図7 一般教育科物理の「鹿児島発惑星行き～はやぶさはもどった、あかつきは旅立った～」

については、とてもとまあまあ楽しかったを合わせると約 99%となり、ほとんどの園児や児童が楽しいと感じている。ただ、約 1%があまり楽しくなかったと回答しており、自由記述欄の内容も参考にしてその原因を検討することが必要である。

次に、「また、参加してみたいか」については、図 9 に示したように、とてもとまあやってみたいを合わせると約 99%となり、ほとんどの参加者が今回の催し物に満足し、来年度の開催を楽しみにしているようである。

最後に、図 10 に示したように、「今日の活動のことを誰から聞いたか」との質問に対しては、家の人からが約 61%、先生（学校）が約 14%、お友達が約 13%、その他で新聞が約 6%、来館して知ったが約 4%、インターネット（ホームページ）が約 3%であった。たまたま来館して知ったのがわずか 4%と、大部分が何らかの方法で開催を知り参加しており、県内の学校へのチラシ・ポスターの配布や新聞への記事掲載や案内などの PR 活動の成果が出たようで、広報活動の効果が伺える。家族からが半数以上であるが、先生（学校）と友人からを合わせると約 87%となり県内の学校へチラシ・ポスターの配布の効果が大きかったようである。新聞については約 6%ではあるが、数日前に地元ブロック紙の新聞の 1 面下コラムに関連する記事、前日と当日には開催のお知らせの記事が載り、この記事を見て尋ねてきた参加者も多かった。報道機関からの発信の影響は大きく、これからも多めに活用していく必要があると思われる。

次にやってみたいことや気づいたことについての自由記述では、ロボット、車、ラジコンやキャラクターゲームなどを作ってみたいとの具体的な希望も多かったが（特にロボット）、実験を行いたいとの意見もあり、工作教室、科学教室の要望が強いようである。珍しいものとしては、科学教室の一つとして可能であるか疑問であるが、恐竜の歯の発掘をしてみたいとの要望があった。また、作品がすごかったや想像以上にすごかったなど、十分に手応えを感じてもらえたようである。

市立科学館等の公設の施設との連携により、それぞれの特徴を補い合いながら、お互いの強みを十分に発揮することができ、それぞれが理科離れや科学技術教育の推進に大きく寄与できたことを実感した。

4 今後の課題

今回が二回目の試みであったが、先に述べた参加者

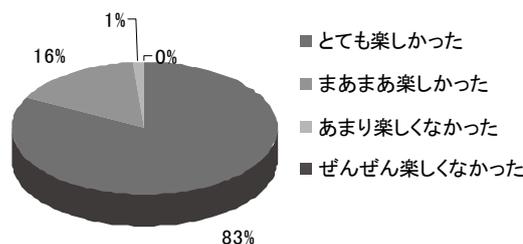


図 8 参加した感想（小学生以下）

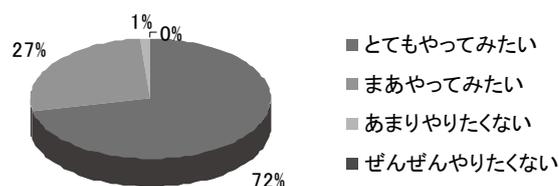


図 9 また、参加してみたいか（小学生以下）

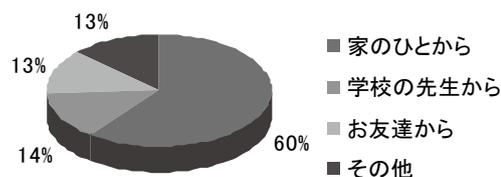


図 10 誰から聞きましたか（小学生以下）

のアンケートや担当者の意見などからも、進行方法や展示・実験内容等改善すべき点がまだ多かった。今後、担当者間で十分に検討し、さらに創意工夫することにより充実した内容にすることが必要であるが、今回課題となった幾つかの項目について以下に述べる。

まず、平成 21 年度は、学校行事等の関係で小中学校の夏休み終了後の 9 月 6 日に開催したが、参加者からは自由課題のテーマ等にするため、小中学校の夏休み（7 月下旬及び 8 月）中の開催希望が多く、今年度は 8 月 22 日に行った。しかしながら、準備期間が短くなり、関係者への説明、機材の調整やリハーサル等が十分に行えなかった。今後は、8 月最後の日曜日に行うようにして、実験教室等のテーマを早い段階で決定し、準備の取りかかりを早めるようにする必要がある。

今年度は、昨年度の倍以上の 1,300 余りの入館者があった。しかしながら、広報については、今年度は市

立科学館を通さず直接市内や近隣の小中学校へポスターやチラシを配布したが、前述のような理由で周知の期間を十分に確保することが出来ず通知が遅れた。予算の確保の問題等もあるが、ポスター等の図案等を早めに検討し、配布時期を早め周知を十分に行う必要がある。また、ホームページ（インターネット）等をさらに活用して、迅速かつ広範囲に伝達する必要がある。

今回 2 回目の試みであったが、実験教室のテーマ等も増え、担当者及び参加者も多くなり、一つのテーマ当たりの専有面積も狭くなり、各学科の展示及び実験を行った企画展示室は非常に混み合った状況であった。各テーマの時間調節の再検討や、科学館の通路など今回利用しなかったスペースの確保などが必要である。

今回も、実験教室の対象者を小学生高学年と中学生としたが、一般の参加者は小学生が圧倒的に多く、助手として担当した学生も説明などに戸惑いがあったようである。中学生への理科離れ対策も大変重要であり、実験教室の対象者を中学生のみにする等、中学生の参加を大幅に増やす対策について再検討しなければならない。

今年度も実行委員会を立ち上げ取り組みの充実を図ったが、先の述べたような理由で準備期間が短く、担当者も昨年度より多い 70 名近くなり、担当者への説明が十分でなかった面がある。そのため、会場設営も当日の朝となり、リハーサルが十分でなく、進行が混乱した面がある。今後は、担当者の数も絞り、実務者会議を早期に開く等説明を十分に行い、会場設営等も前日までに済ませリハーサルを十分に行い、進行がスムーズに行くように取り組みたい。

開催場所は鹿児島市内の市立科学館で、利便性が良く、多数の参加者を集めることが出来た。

しかしながら、鹿児島市近隣の参加者が大部分で、また、本校からの機材の搬入等の問題もあった。本校が主催する他の理科支援行事などとの関連もあるが、本校が位置する霧島市近隣での開催も含め、総合的な再検討が必要である。

5 結 言

平成 21 年度に引き続き、鹿児島市立科学館との共催事業として取り組んだ「鹿児島高専の日 2010」については、学内及び市立科学館等、各方面の協力で無事に終了することが出来た。多くの入館者、科学実験教室の受講者があり、報道機関については、地元の南日本新聞社の取材を受け、後日、記事が掲載された。本事業は、前年度に引き続き JST の地域活動支援の「地

域の科学舎推進事業」に採択されたこともあり、各学科と技術室の広報委員会委員及び企画係で実行委員会を昨年度と同じように立ち上げ、準備段階から各学科、技術室及び事務部にご協力を頂いた。

鹿児島市立科学館からの依頼もあり、来年度以降も今回支援を受けた JST へ申請をしながら、開催の準備を進めていくつもりである。今回 2 回目であったが問題点もあり改善すべき点も多く、今後も学内及び市立科学館の協力を得ながらさらに検討していく予定である。

謝 辞

本事業については、本学の校長を初め、各科の実行委員（広報委員会委員）を中心とした科学実験教室、演奏、実験ならびに展示等の多くの担当者の協力、技術長を初めとした技術室の全面的な協力、企画係、総務係及び教務係の事務部門と本学の学生並びに鹿児島市立科学館の協力、更に JST からの財政的面等多くの支援を頂いた。ここに、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 大竹孝明, 山下俊一, 日高達也, 新納時英, 鯉坂徹郎: “小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2010」による地域連携活動”, 平成 23 年度全国高専教育フォーラム 教育研究活動発表概要集, (2011)61-62.
- 2) 大竹孝明, 山下俊一, 有菌俊子, 満富昭二, 渡邊紫, 永田淳子, 新納時英, 鯉坂徹郎: “小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日」による地域連携活動”, 論文集「高専教育」, (2011)625-630.
- 3) 大竹孝明, 山下俊一, 有菌俊子, 満富昭二, 渡邊紫, 永田淳子, 新納時英, 鯉坂徹郎: “小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日」におけるプログラムの開発”, 鹿児島工業高等専門学校研究報告 第 45 号, (2011)45-50.
- 4) 大竹孝明, 山下俊一, 日高達也, 新納時英, 鯉坂徹郎: “小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2010」について”, 第 16 回高専シンポジウム in 米子 講演要旨集, (2011)274.

暗号Ⅱ—その数理的側面—

金光 滋[†] 熊谷 博^{††} 白坂 繁^{†††}

Cipher II

Shigeru KANEMITU Hiroshi KUMAGAI Shigeshi SHIRASAKA

This paper is a continuation as well as supplement of Part I in which we tried to avoid row material as much as possible to make it accessible to a wider readership. In this Part II, we try to elucidate the underlinng mathematical principles and try to introduce some elements of calculation modulo q . We also introduce a would-be-mathematician Dan Brown by a new clue based on Fibonacci numbers.

In the same way the last paper, main contents are written by first author, and other authors added amendment.

Especially, last author added his lecture content in Kagoshima National College of Technology, and Kinki University.

Keywords: enciphering, deciphering, (public)key word, substitution, Fibonacci numbers, digraph and cipher matrices.

1 第Ⅰ部との関連・補遺

本論文は、第Ⅰ部¹⁾の補遺と共に暗号成立のもとになっている数理的側面を詳しく述べたものである。

第Ⅰ部では換字式暗号(substitution)の例として、カエサル(=ジュリアス シーザー)式暗号等を述べた。有理整数環の剰余環 $\mathbf{Z}/26\mathbf{Z}$ の中で計算をしていることになるため、加法の単位元としての剰余類 0 を入れている。もちろん、 $1-26$ の数字を用いて、 0 を含む剰余類の代表元として、 26 をとってよい。

カエサル式暗号は、スライド式暗号

$$(3.2) \quad C \equiv P + b \pmod{26}$$

で、とくに $b = 3$ の場合である。

しかし、第三者が情報をインターセプトした場合、この暗号が、スライド式でしかも英語であることが分かっていたら、これはいとも簡単に破られてしまう。常道は、頻度を調べることである。数百語からなる通信文を傍受したとして、もっとも煩雑に現れる単語が H であったとすれば、それが e に当たると考えられる(ポーの小説「黄金虫」²⁾の W 。レグランドのように)。そうすると、 $b = 3$ であろうと見当をつけて、 I 、問3.2の暗号 $PLVVH$ を、復号法

$$(3.3) \quad P \equiv C - b \pmod{26}$$

を使って解読してみると、意味をなすようであり、おそらく、見逃すという意味の「miss」であろうと見当がつく。

しかし、実際にはこの程度の暗号では、多くの通信文を傍受する必要も、 b の値を推測する必要もなく、単に1語ずつずらした文を作ってみればよい。26通りのどれかで、意味のある文が出て来る。

カエサル式暗号は、単純なものであるが、その中に、暗号概念のすべてが含まれているという点で非常に重要である。すなわち、原字から暗字にする**暗号法(enciphering)**、暗字から原字に戻す**復号(deciphering)**、秘密の**鍵語(key word)**である3である。

スライド式の一般化は§3以降で述べる。暗号と裏表の関係にあるものに符号(code)がある。こちらは、情報隠匿よりむしろ、時間空間を越えて情報を正しく伝達する目的をもつ。たとえば、遺伝情報は、 A, T, G, C の4種類の塩基の配列によって情報を子孫に伝える。暗号の場合と類似的に符号化(encoding)、暗字から原字に戻す復号化(decoding)とよぶ。

転置式暗号の例としてはアナグラム(Ars magna)等を述べた。その発展形は§2で述べている。3)に関して次の注意を述べておく。p.182, l. 2↑の“for our

[†] 近畿大学産業理工学部

^{††} 鹿児島工業高等専門学校

^{†††} 鹿児島工業高等専門学校

slain bothers”は “for our slain brothers” のミス。 p. 228, (The) DCII=(The) Dick and Connie II であるところをゲマトリアで解釈している。

洋の東西を問わず、座標方式は日本でも用いられていた。それは、いろは歌を7×7の表に並べて、それぞれ行、列に7文字の和歌の下の句を付し、行、列のペア（座標）で一文字を表すものであった。付した和歌が「つれなくみへし あきのゆうぐれ」が上杉家の兵書[武経要略]にある字変四八の奥儀⁴⁾ p. 150 にあるそうである。元歌が何かは不明である。いわゆる三夕の歌、「見渡せば花も紅葉も無かりけり浦の苫屋の秋の夕暮れ（藤原定家）」、「寂しさはその色としもなかりけり真木立つ山の秋の夕暮れ（寂蓮法師）」、「心なき身にもあわれは知られけり嶋立つ沢の秋の夕暮れ（西行法師） 等も同様に用いることができる。

ポリビュオス (201?-120? BC) の座標方式は、アルファベット 25 文字を正方形に並べて、縦横の座標の組みでそれらを表示するというものであり、デカルトが「方法叙説」において座標幾何学を創始する上でのヒントを与えたのではないかという示唆をした。ケクレがベンゼン環の構造を、ウロボロスの形態から夢の中で解明したと同じく、無意識下に何らかのヒントがあったと考えるべきであろう—where there is no smoke, there is no fire である。その際、インディアナ ジョウンズを引用し、「i と j を同一視して」と述べたが、本来は、「j と i を同一視して」と述べるべきであった—j は i の変形ヴァージョンであるから⁵⁾ 座標方式という枠でヴィジュネル式暗号（およびそのヴァリエーション）等もすべて捕えられる。

しかし、最も興味深いのは、正方形になるように、7×7, 5×5 のように字母が出来上がっていることであろう。

§3 以降で用いられる法 $1 < q \in \mathbf{N}$ の既約剰余類の全体 $(\mathbf{Z}/q\mathbf{Z})^{\times}$ が群をなす、すなわち、各 $\gcd(a, q) = 1$ なる a に逆元が存在することは、 $\gcd(a, q) = 1$ と $xa + yq = 1$ なる x, y が存在することと同値であり、後者は、 \mathbf{Z} が単項イデアル環であることからしたがう。さらに、このことは、 \mathbf{Z} がユークリッド環であることの帰結である。

暗号の数理に関しては良書が数多くあるが、コブリ

ッツ⁶⁾ を挙げておく。

いろは歌の暗号に関して言及した「金光明最勝王教音義」を最後に載せておく。



「金光明最勝王教音義」

2 The mathematical Dan Brown

前論文⁷⁾ で、

13-3-2-21-1-1-8-5

0, Draconian devil!

Oh, lame saint!

P.S. Find Robert Langdon

という暗号⁷⁾ を述べた。最初の数列

13-3-2-21-1-1-8-5

を大きさの順に並べ変えると、

1-1-2-3-5-8-13-21

となり、フィボナッチ数列の最初の8項になっている。この数列の順序も暗号の一部に使おうと思えば使えた筈である、と述べた。実際、ソフィーが謎解きの一部としてこの操作を行っている⁸⁾。

「The scrambled Fibonacci sequence is a clue. The numbers are a hint as to how to decipher the rest of the message. He wrote the sequence out of order to tell us to apply the same concept to the text... Those lines mean nothing. They are simply letters written out of order—スクランブルされたフィボナッチ数列が鍵に違いない。数字は単に残りのメッセージをどう解釈するかの手引になっているだけだ。君のお祖父さんは、数列をスクランブルして書き残し、

同じ原理を文字列にも当てはめるといっているんだ。そのままでは文章には意味がない—アナグラムになっているだけだから」としているが、単にランダムに並べ替えたというだけでは、根拠薄弱の感は否めない。数学者ダン ブラウンならこうするのではないかという、暗号鍵を以下述べる。

フィボナッチ数列 $\{F_n\}$ は、2 次回帰数列で、生成規則

$$F_{n+2} = F_{n+1} + F_n.$$

により、初項 $F_0 = 0, F_1 = 1$ から生成される。この数列は黄金比と密接に関連しており、ビネの公式はその閉じた形を与える：

$$F_n = \frac{1}{\sqrt{5}} \left(\tau^n - (-\tau^{-1})^n \right), \quad n \in \mathbf{N}.$$

ここで、 $\tau = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1.618\dots$ は黄金比とよばれる。

$-\frac{1}{\tau} = \frac{1-\sqrt{5}}{2}$ は、特性方程式 $\lambda^2 - \lambda - 1 = 0$ のもう一

つの解である。最初の項は、

$$1-1-2-3-5-8-13-21-34-55$$

となる。この内 $3+5=8$ は八頭身の走りである⁸⁾。

Ars magna (偉大なる技法) に対応して

$$1-13-1-8-2-1-5-3$$

とかいてあったとする。対応するフィボナッチ数は、

$F_1, F_4, F_6, F_5, F_1, F_3, F_2, F_1$ であるが、これが、文字

を読む順番を表すと解する。そうすると、Ars magna を

$$1-4-6-5-1-3-2-1$$

の順に読むことになって、anagrams (アナグラム) が出てくる。ちなみに、ars という単語は、「Ars longa, vita brevis—Art is long, life is short (芸術は長く人生は短い)」というアンソニー ポープのことばで知られていたが、英俗語では別の意味になるため、Adleman, Rivest, Shamir の開発した暗号—RSA 暗号—はARS 暗号としていない。

ダヴィンチコードに戻って、

$$13-3-2-21-1-1-8-5$$

の代わりに、0, Draconian devil! に対応して

$$2-13-8-5-55-2-3-34-5-3-13-1-21-34-1$$

となっていたとする。文字数は 15 で一致していることに注意。大きさの順に並べ替えれば、

$$1-1-2-2-3-3-5-5-8-13-13-21-34-34-55$$

がえられ、ダブった項を取り去れば、

$$(1)-1-2-3-5-8-13-21-34-55$$

となって、フィボナッチ数列が出てくる。そこで、上と同様、これが転置式暗号の鍵で、数列の項の並べ替えに対応して文字を読んで行くことにする。読む順序は、

$$3-7-6-5-10-3-4-9-5-4-7-1-8-9-2$$

あるいは、

$$3-7-6-5-10-3-4-9-5-4-7-2-8-9-1$$

と思われる (1 は 2 個あるためどうしてもアンビギュイティが生ずる)。最初に読む 1, 2 番目のアルファベットは、後ろの方にある e か l であり、le または el となる。次に 3 は 2 個あるが、o も 2 個あって整合している。次に 4, 5, 6, 7 (4, 5, 7 もアルファベットは 2 個ずつある) と並べていくと

leonard または elonard

となる。この辺までくれば大体見当はつくが、さらに、7, 8, 9, 10 と並べていくと、vinc となり、leonard ○○○vinc○が出てきて、疑いなくレオナルドダヴィンチとなる。1 leonardo の 7 つの文字の一つの重複もないことがこの暗号鍵を可能にしている。

最後に、参考文献¹⁰⁾にある Ars magna を述べる。

$$8-1-1-144-34-55-89-1-2-1-987-2-2584-8-13-610-987$$

$$-3-5-1-2-2584-144$$

Oddest hand in cow vibrance.

を解読せよ。

解： Dan Browns the Da Vinci code

3 アファイン(変換による)暗号

§1 の「平行移動」式をもう少し発展させて、アファイン(affine)型の暗号が考えられる。

以下、一般に、原字の集合 P も暗字の集合 C も同じ q 個の文字からなる集合とし、それをさらに $\mathbf{Z}/q\mathbf{Z}$ と同一視する。固定した $a \in (\mathbf{Z}/q\mathbf{Z})^\times$, $b \in \mathbf{Z}/q\mathbf{Z}$ により、暗号化を

$$(3.4) \quad C \equiv aP + b \pmod{q}$$

で定義する。復号法は、

$$(3.5) \quad P \equiv a^{-1}C - a^{-1}b \pmod{q}$$

となる. ここで, a^{-1} は, $(\mathbf{Z}/q\mathbf{Z})^\times$ における a の逆元, すなわち,

$$(3.6) \quad aa^{-1} \equiv a^{-1}a \equiv 1 \pmod{q}$$

となる元である.

例 3.1. (i) (3.4) で $a=1$ のときが, (3.2) のスライド型暗号である.

(ii) $b=0$ のときを線形変換という. それは, P_1, P_2 を原字, C_1, C_2 を暗字とすると, P_1+P_2 の暗字が C_1+C_2 となるからである.

(iii) アルファベットは 25 文字からなる ($j=i$) とし, それに数字 ($\mathbf{Z}/25\mathbf{Z}$ の元) を次の (3.7) のように対応させる.

$q=25, a=2, b=21$ とするとき, 原字 paymeback は, 数字で

14 0 23 11 4 1 0 2 9

に対応し, これらを順に

$$(3.4)' \quad C \equiv 2P + 21 \equiv 2P - 4 \pmod{25}$$

によって暗号化する.

問 3.1. 計算を実行し,

24 21 17 18 4 23 21 0 14

が得られることを確認せよ.

(3.7)

			A	B	C	D
			0	1	2	3
E	F	G	H	I	K	L
4	5	6	7	8	9	10
M	N	O	P	Q	R	S
11	12	13	14	15	16	17
T	U	V	W	X	Y	Z
18	19	20	21	22	23	24

対応表(3.7)により, これは, ZWSTEYAP と暗号化される.

復号には, (3.5)' を用いる. まず, $2^{-1} \equiv 13 \pmod{25}$

に注意する. すると,

$$-2^{-1} \cdot 21 \equiv -13 \cdot 21 \equiv -13 \cdot (-4) = 52 \equiv 2 \pmod{25}$$

となるから,

$$(3.5)' \quad P \equiv 13C + 2 \pmod{25}$$

となる.

問 3.2. 計算を実行して,

14 0 23 11 4 1 0 2 9

が復号されることを確認せよ.

4 ダイグラフ暗号

これは, 参考文献⁴⁾にある, プレイフェア暗号における手順に類似している. 原文を最初から 2 文字ずつに分けて, (原文が奇数個の文字からなるときは, 最後に空白あるいは, 英語を使っているとき等は, Q とか X などのような誤解を生み出さない文字を付け加えて) それを暗号化する. すなわち, 原字も暗字も 2 文字からなる最小単位に分割されているとする. このとき, この最小単位をダイグラフという. このダイグラフに数値を対応させるもっとも簡単な方法は, アルファベットの数を q , 原字 \leftrightarrow 数字 (0 から $q-1$ まで) の対応を $X \leftrightarrow x, Y \leftrightarrow y$ とするとき, ダイグラフ XY に $xq+y$, すなわち, q 進展開で 2 桁の数を対応させることである. これにより, ダイグラフ全体の集合と $\{0, 1, \dots, q^2-1\} = \mathbf{Z}/q^2\mathbf{Z}$ とが 1 対 1 に対応する. この対応の下で, (3.4), (3.5) を少し修正して用いる.

$$(4.1) \quad C \equiv aP + b \pmod{q^2}$$

で定義する. 復号法は,

$$(4.2) \quad P \equiv a^{-1}C - a^{-1}b \pmod{q^2}.$$

逆元は,

$$(4.3) \quad aa^{-1} \equiv a^{-1}a \equiv 1 \pmod{q^2}$$

から求める.

例 4.1. 例 3.1 (iii) の場合を考える. すなわち, $q=25, a=2, b=21$ で, $q^2=25^2=625$ である.

$$(4.1)' \quad C \equiv 2P + 21 \pmod{625}.$$

また, $2^{-1} = 313$, すなわち, $2 \cdot 313 \equiv 626 \equiv 1 \pmod{625}$ であり, また, $313 \cdot 21 \equiv 323 \pmod{625}$ だから, (4.2) は

$$(4.2)' \quad P \equiv 313C - 323 \equiv 313C + 302 \pmod{625}$$

となる.

今, no という原字は, (3.7) を使って数値で表すと, 12 13 である. これから P の数値化が

$$P \equiv 12 \cdot 15 + 13 \equiv 313 \in \mathbf{Z}/625\mathbf{Z}$$

によって, 313 と分かる. これを (4.1)' で符号化すると

$$C \equiv 2 \cdot 313 + 21 \equiv 647 \equiv 22 \pmod{625}$$

により, 22 であることが分かる. さて, 22 は, 25 進法で $022 (22 = 0 \cdot 25 + 22)$ だから, 再び (3.7) を使って, 暗字 AX が得られた.

(4.2)' を用いて, AX の数値化 22 は,

$$P \equiv 313 \cdot 22 + 302 \equiv 313 \cdot 2 \cdot 11 + 302 \equiv 1 \cdot 11 + 302 \equiv 313 \pmod{25^2}$$

によって, 313 すなわち, no へと復号される.

5 暗号行列による暗号

定理 5.1. 暗号化行列

$$A = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}, \quad a, b, c, d \in \mathbf{Z}/q\mathbf{Z}$$

とし, 行列式 $D = ad - bc$ とおく. 次の条件は同値である.

- (i) $\text{g.c.d.}(q, D) = 1$ (互いに素)
- (ii) A は逆行列をもち, 次で与えられる:

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} D^{-1}d & -D^{-1}b \\ -D^{-1}c & D^{-1}a \end{pmatrix}.$$

(iii) $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \neq \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ のとき, $A \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \neq \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ である. すべて, $\text{mod } q$ で考える.

(iv) A は, $(\mathbf{Z}/q\mathbf{Z})^2$ からそれ自身への 1 対 1 写像を与える.

例 5.1. 暗号化行列

$$A = \begin{pmatrix} 22 & 2 \\ 2 & 21 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -3 & 2 \\ 2 & +4 \end{pmatrix}$$

を用いて, 例 3.1 のダイグラフ暗号を行なってみる. なぜ, このように A をとるか考えよ (問 5.1). 原字 no

を列ベクトル $\mathbf{p} = \begin{pmatrix} 12 \\ 13 \end{pmatrix}$ で表す.

$$A\mathbf{p} = \begin{pmatrix} -3 & 2 \\ 2 & +4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 12 \\ 13 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -10 \\ -28 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 15 \\ 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 15 \\ 22 \end{pmatrix} \text{となり, 暗}$$

字は, QY である.

$$D = 8, \quad 8 \cdot (-3) = -24 \equiv 1 \pmod{25} \text{ だから, 定理 4.1,}$$

(ii) より,

$$A^{-1} = 22 \begin{pmatrix} -4 & -2 \\ -2 & -3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 12 \\ 13 \end{pmatrix} = (-3) \begin{pmatrix} -4 & -2 \\ -2 & -3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 & 6 \\ 6 & 9 \end{pmatrix}$$

となる.

復号をおこなうと,

$$A^{-1}\mathbf{c} = \begin{pmatrix} 12 & 6 \\ 6 & 9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 15 \\ 22 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 & 6 \\ 6 & 9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -10 \\ -3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -38 \\ -37 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12 \\ 13 \end{pmatrix} = \mathbf{p}$$

となり, 原字が no であることが分かる.

問 5.2. 次の問題は, Math is Fun, Emerson Books 1955 にあるものである. アルファベットを数字で置き換えて, 金額を求めよ.

S E N D
+ M O R E

M O N E Y

参考文献

- 1) 金光滋, 熊谷博, 白坂繁, 暗号—歴史的観点から, 鹿児島高専紀要, 2010.
- 2) Selected Writings of Edgar Allan Poe, Penguin English Library, 1967, Penguin Books (Edgar Allan Poe, The gold-bug, 1843)
- 3) Brown, D., Angles and Demons, Corgi Books
- 4) 長田順行, 「暗号」, 社会思想社, 1985 (現代教養文庫).
- 5) Sacks, Letter perfect, New York, 2003, Broadway Books.
- 6) Koblitz, N., A course in number theory and cryptography, Springer Verl., 1987
- 7) Brown, D., The da Vinci Code, Random House 2003
- 8) Chakraborty, K., Kanemitsu, S., et al Shapes of objects and the golden ratio, J. Shangluo Univ., 23 (2009), 18-27
- 9) Haag, M., and Haag, V., A rough guide to the Da Vinci code (An unauthorized guide), Rough Guides Ltd. 2004, p. 132

環境負荷の小さい新エネルギーの導入技術を養成する 実験装置の開発

荒巻 勇輔[†] 檜根 健史^{††} 永田 亮一[†]

To training the development of the experimental introduction of new energy technologies
with low environmental impact

Yusuke ARAMAKI Kenji KASHINE Ryouichi NAGATA

We enforced the characteristic measurement about solar battery and fuel cell in third grade's engineering experiment at the department of electrical and electronic engineering and endeavored to knowledge for the new energy of the students. But experiment facilities of the existence couldn't reach improvement of the technology that find and resolve various problems toward practical use of energy supply system what sustainable and high efficiency. Then we developed experiment training device that is intelligible about power supply system using converters and improvement of the efficiency of the power supply system after students learned generation principle and generation efficiency about solar battery.

Keywords: Sustainable energy, Solar battery, Student experiment, Development of experimental training system

1 はじめに

エネルギー資源の枯渇が懸念される一方で、エネルギー需要は増大し続けており、石油等の化石燃料に代わる持続可能で高効率なエネルギー供給システムの実用化を図ることは産業界において重要な課題である。このことは「CO₂排出量を25%削減目標(1990年比)の達成」等の環境問題対策における効果も大きく、次世代を担う技術者において持続可能エネルギーの利用技術を身につけることは必須となっている。本校では電気電子工学科3年次に開講している工学実験において、太陽電池や燃料電池の特性測定を実施することで学生の新エネルギーに対する知識の向上を図ってきた。しかし、現有の実験設備では持続可能で高効率なエネルギー供給システムの実用化に向けて、様々な課題を見出し、それを解決する技術力の向上までには至らないのが現状である。そこで、太陽電池等の発電原理および発電効率等について理解し

た後、コンバータ等を用いた電力供給システムとその効率の向上についても併せて理解できる実験・実習装置を開発して、環境に配慮した創造性豊かな開発型技術者の育成に寄与することが本研究の実施目的である。なお、本研究では太陽電池を対象として開発を進めた。

2 太陽電池パネルの運用試験

表1の太陽電池パネルを情報工学科棟の屋上に設置し、一定負荷での連続電力供給試験を実施した。また、太陽電池パネルの設置状況を図1に示す。

表1 太陽電池パネルの仕様

定格出力	2 W
太陽電池出力 (最大出力)	10 W (72 W)
太陽電池電流 (最大電流)	0.6 A (6 A)
サイズ	270×470×500 mm

[†]鹿児島工業高等専門学校 技術室

^{††}鹿児島工業高等専門学校 電気電子工学科

重量	15kg
----	------

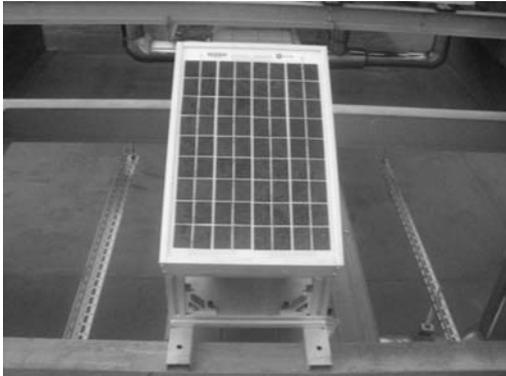


図 1 太陽電池パネルの設置状況

連続電力供給試験を行った際の負荷の仕様は表 2 の通りであり、試験結果は図 2 に示す。試験開始より約 11 日後まで電力の供給が可能であった。その間出力電流は 0.217A から 0.185A まで徐々に落ち続けた。復旧までは 5 日間を要した。

表 2 負荷の仕様

電力	2.4 W
電圧	12 V
電流	0.2 A

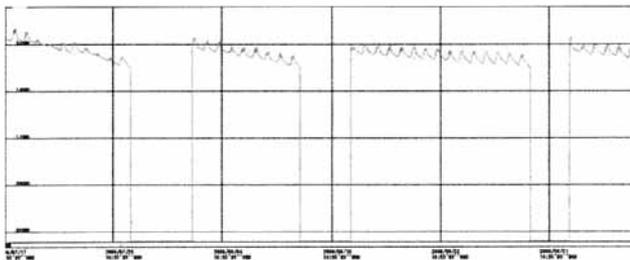


図 2 連続電力供給試験結果

3 出力電力のシミュレート

最大動作点追従制御を確認するため、図 3 は PSIM を利用した制御回路図を作成した。図 4 に最大電力を得る方式で制御した際の出力電力をシミュレーションした結果を示す。

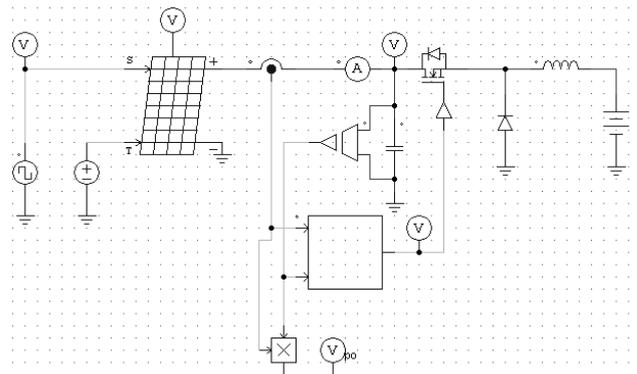


図 3 制御回路図

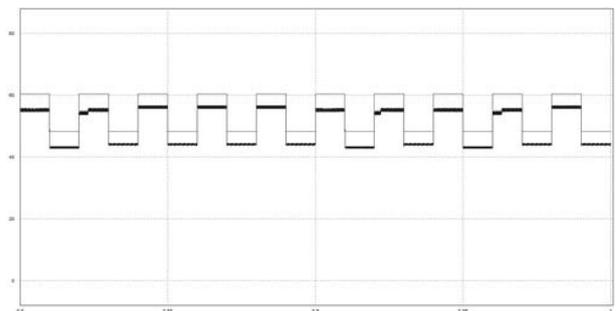


図 4 シミュレーション結果

4 ソフトウェアによる電圧出力制御

図 5 の実験ボードには、ワンチップ・マイコンとして dsPIC33 が使用されており、内蔵の A/D 変換モジュールと高速 PWM モジュールを使って、出力電圧の制御を行うプログラムの試作を行った。入力電圧を A/D 変換を行い、変換された値を PWM のデューティ比として使用し、電圧出力の制御を行った。

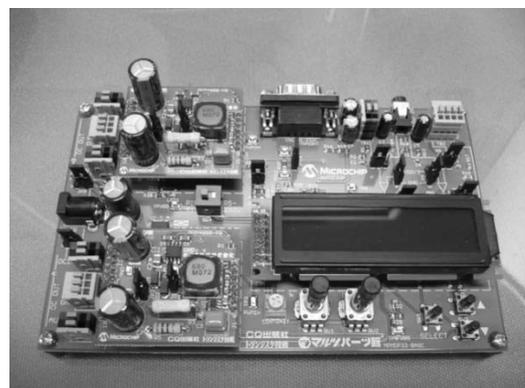


図 5 実験ボード

5 おわりに

今回の実験装置の開発では太陽電池パネルの運用試験、

出力電力のシミュレート，実験ボードを利用したソフトウェアによる電圧出力制御に取り組んだが，工学実験での実験実習として取り入れるまでには至っていないので，今後も実験装置の開発を進めていき実験となるようなものにしていきたい。

謝 辞

本研究は平成 22 年度鹿児島高専校長裁量経費校内助成（教育・研究）で実施されたことを記し，この場を借りて謝意を表す。

マイクロ X 線 CT を用いた積層粒体の研究

山田 孝行[†] 池田 英幸^{††} 岡林 巧^{†††}

Study on granular heaps using micro X-ray CT

Takayuki YAMADA Hideyuki IKEDA Takumi OKABAYASHI

We study property of granular materials. The internal structures of granular heaps are important to elucidate peculiar behavior that granular materials show, such as segregation, arch effects and so on. Therefore, we observed granular heaps in section images by micro X-ray CT. As a result, 3D-models representing arrangement of granular structures were obtained by composing the section images. We analyzed collapse processes and segregation phenomenon, using those 3D-models. On the collapse processes, the behavior of particles near the bottom of heaps was clarified. Meanwhile, it is observed that segregation phenomenon was affected the shape of container which filled with the granular materials.

Keywords : Granular Material, Micro X-ray CT, Segregation, Internal Structure of Granular Heaps

1 はじめに

粉粒体は工業製品の原材料から、食品や薬品などの日常生活品まで様々な場面で利用されている。これら粉粒体は単体では固体であるにも関わらず、集合体では液体や気体のような振る舞いをすることがある。また、粉粒体はサイロや輸送管内での閉塞現象、地盤の液状化現象あるいはかくはんを行う際の偏析など、特異な性質を示し問題を引き起こすこともある。そこで、粉粒体の基本的な性質の研究は、自然界および産業界の粉粒体を取り扱う上で重要なものとなってくる。

我々はガラスビーズを用いて、粘着力をもたない乾燥粒の積層体の挙動について研究を行ってきた。このような粒体の挙動を詳しく解析するためには、積層体内部の各粒子の配列がどのようになっているか調査することが重要である。しかしながら、従来の実験では積層体の表面や透明な容器の壁に面している状態を

観察することで、内部の様子を推測することしかできなかった。そこで、我々は、物体内部の断層写真を撮影するマイクロ X 線 CT を利用することで、積層粒体の内部構造を得ることができるのではないかと考えた。本研究では、積層粒体の崩壊と偏析という 2 つの現象について、マイクロ X 線 CT で内部断面を調査し、解析することを目的とした。

2 マイクロ X 線 CT システム

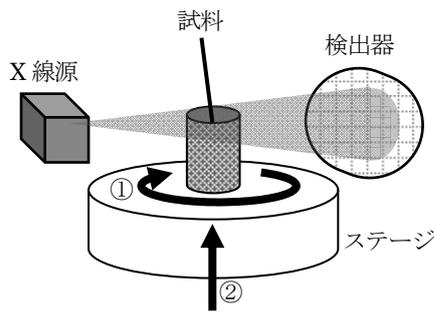
X 線 CT は X 線を用いて物体の内部断面の画像を得ることができるものである。撮像する対象物を挟む形で X 線の線源と検出器があり、対象物を透過する X 線の強度を、様々な方向から全周に渡って測定する。この時、X 線は対象物に吸収され減衰するので、それぞれの方向での X 線の減衰度合いをコンピュータで解析し、対象物の内部断面構造を画像で再現するものである。図 1 にマイクロ X 線 CT の概念図を示す。ステージ上に撮像対象となる試料を置き、ステージを微小角度で回転ステップさせながら全周の X 線強度を計測し、1 枚の断層画像(スライスデータ)を得る。CT(Computed

[†] 技術室

^{††} 機械工学科

^{†††} 都市環境デザイン工学科

Tomography)とはコンピュータによりこの断層画像を作成することであるが、近年の CT システムはこのスライスデータを試料のある高さごとに複数回作成し、各々を重ねあわせることで、三次元画像を合成できるものが多い。図 1 の概念図に示したものは、試料を置いているステージが、1枚のスライスデータを作成し終わるごとに微小上昇することで試料の上部から下部までの三次元的画像を合成する仕組みのものである。



- ①ステージを微小ステップさせながら回転。
- ②ステージを微小に上昇。

図 1. マイクロ X 線 CT システムの概念図

マイクロ X 線 CT システムは、医療用の CT 装置と比較して撮像できる試料の大きさが限られるが、分解能が極めて高い。そのため、積層粒体の三次元配列のような細かな試料を観察するのに適している。

3 粉粒体の偏析現象

大きさの異なる粉粒体を混合した後、それに振動を加えると、大きな粒子が浮上する。そのため、粉粒体の上部と下部とで粒度分布の不均一が起こる。この現象は、ミックスナッツで粒の大きなブラジルナッツが上部に偏ることから、ブラジルナッツ効果という名称で知られている。このように、ある因子について粉粒体の集合内で不均一が生じることを偏析と呼び、産業分野などで粉粒体を取り扱う場合に問題となることがある。

4 実験方法

本研究では、ガラスビーズを容器の中に積層させ、マイクロ X 線 CT 装置によってその内部の連続断層画像を作成し、三次元的な粒子の配列を解析した。崩壊

と偏析の 2 種類の現象について、それぞれに適したマイクロ X 線 CT 装置を用いて実験を行った。

崩壊現象の調査に用いた実験装置を図 2 に示す。実験装置はアクリルでできた直方体で、壁の一端はモーターにより移動でき、内部に粒子を積層させた後、壁を外側へ移動させることで積層体の崩壊を起こす。本実験では、崩壊前の初期状態での装置の内寸を奥行き 55mm、幅 60mm とし、内部に直径 5mm のガラスビーズ 1500 個を積層させた。また、ビーズの積層方法については、ある高さから落下させた場合と落下させずに積層表面へ置いた場合の 2 通りを用いた。更に、装置の床面の摩擦の影響を考慮するため、床面へエメリー紙を貼り付け摩擦を大きくした場合とエメリー紙を貼り付けなかった場合で実験を行った。本実験での CT 撮影時の崩壊実験の条件を表 1 へ示す。



図 2. 崩壊実験の装置

表 1. 崩壊実験の条件

装置床面	積層方法	CT 撮影時の移動壁の移動量
摩擦大	落下	0,20,40,60,70
	非落下	
摩擦小	落下	0,20,40,60,80
	非落下	

崩壊過程の内部構造を調査するため、225kV マイクロ X 線 CT システム(東芝 IT コントロールシステム株式会社製 TOSCANER-32250 μ hd)で連続断層画像を作成し、画像処理ソフト(日本ビジュアルサイエンス株式会社製 VGStudio MAX)で三次元画像化を行った。また、CT 撮影は、表 1 に示している崩壊実験装置の移

動壁の移動量ごとに行った。

偏析実験については、図3に示すような2種類のサイロ形の容器AおよびBを用い実験を行った。容器Aの曲線部分是对数曲線となっている。各容器の下部に直径5mmのガラスビーズを1つだけ入れ、直径1mmのガラスビーズでその周囲を充填させた。この状態で容器に振動を与えると5mmのビーズが1mmビーズの中を浮上してくる。これらの容器を高分解能マイクロX線CTスキャナ(東陽テクニカ製 SkyScan1072)に設置し、容器を外側から叩くことによって振動を与えた後にCT撮影するという操作を複数回行った。また、画像処理ソフト(VGStudio MAX)にて三次元画像化を行った。

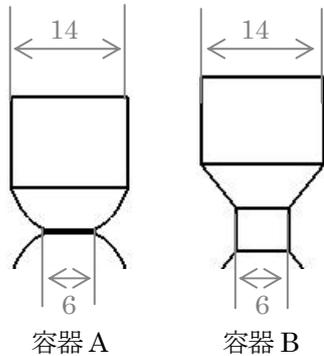
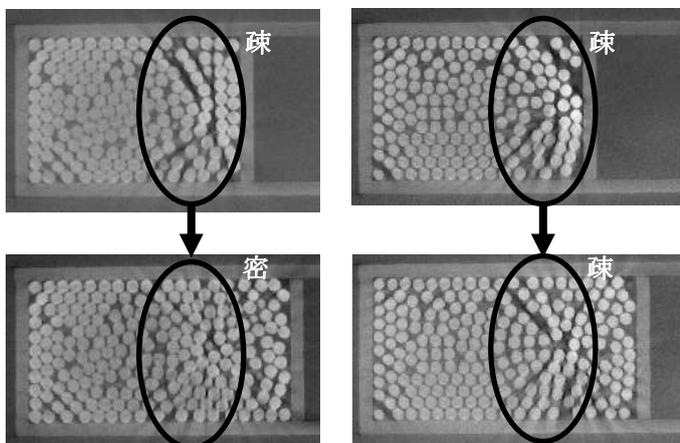


図3. 偏析実験容器 (寸法の単位は mm)

5 実験結果

崩壊実験および偏析実験それぞれのCT画像の解析を行った。

崩壊実験について、底面付近のビーズの配列を調査



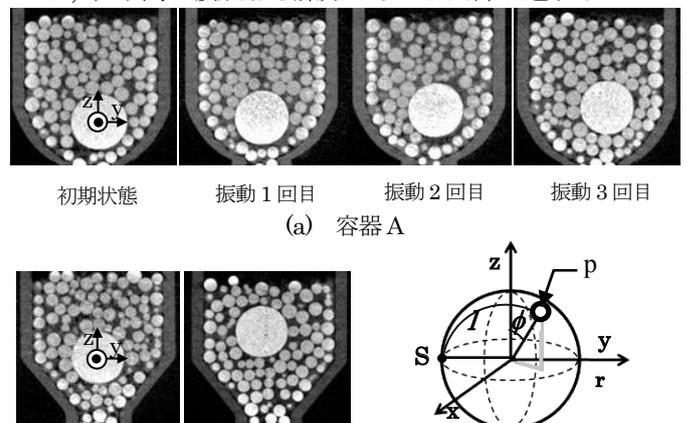
(a) 摩擦が小さい場合
上: 20mm 移動
下: 40mm 移動
(b) 摩擦が大きい場合
上: 20mm 移動
下: 40mm 移動

図4. 崩壊実験のCT画像

したところ、床面の摩擦から影響を受けていることが判明した。図4に崩壊過程のCT画像の一例を示す。図4はビーズを落下させて積層したもので、(a)は床面の摩擦が小さい場合、(b)は摩擦が大きい場合において高さが装置底面からおおよそ2.5mmの場所の断層写真である。図4の上の画像は移動壁が20mm移動した時、下の画像は40mm移動した時であるが、図中の○で囲まれた部分に注目すると、上図の20mm移動した時には、(a),(b)どちらもビーズの間隙が大きく、詰まり方が疎であることが分かる。一方、図4下の40mm移動した時では、摩擦の小さな(a)では広がったビーズの間隙が埋まり密に詰まっているが、摩擦が大きい(b)では間隙が大きいままである。図4のビーズのほとんどは床面に接している粒子であるので、床面の摩擦が小さい時は、上の層のビーズが移動する際に押されて床面上のビーズが滑り、間隙に上の層のビーズが潜り込むことで密に詰まっているのではないかと考えられる。

偏析実験で作成したCT画像を図5に示す。容器の断面形状が曲線的な容器Aと直線的な容器B共に振動を与えることにより5mmビーズが1mmビーズ中を浮上している様子が観察できた。また、容器Aは1度振動を加えただけではごくわずかずっしか浮上しなかったことに対し、容器Bは容易に浮上したためそれ以上のCT撮影は行っていない。このことから、容器の形状が大径粒子の浮上のしやすさ(偏析の起こりやすさ)に影響を及ぼしていることが分かった。

振動による力は、容器の壁から垂直方向へ粒子に伝わり、粒子間の接触点を媒介しながら内部へ達すると



(a) 容器A
(b) 容器B
(c) ビーズ分布の座標系

図5. 偏析実験のCT画像

考えられる。そこで連続断層画像から三次元モデルを構築し、5mm ビーズに隣接している 1mm ビーズの分布を測定した。図 5(c)のように 5mm ビーズの中心を原点とした座標系をとり、任意の隣接している 1mm ビーズとの接触点を p とする。 y および z 軸の方向は図 5(a)および(b)の初期状態の写真に示すとおりである。このとき、 z 軸と p とのなす角 ϕ と、 y 軸の負の側と球表面の交点 S から p までの弧の長さ l を計測した。ただし、 p の位置を一般化して表すため、 l を 5mm ビーズの半径で除した l/r を用いることとする。図 6 は横軸に ϕ 、縦軸に l/r をとって、プロットにより隣接ビーズの位置を表現したものである。図 6(a)は容器 A での初期状態と 1 度振動を加えた状態、(b)は容器 B での同様の状態である。(b)ではどちらの状態でも隣接ビーズが均一に分布しているが、(a)では初期状態でも隣接ビーズが少ない箇所があり、振動を加えると更に顕著に分布が不均一になっていることが分かった。この原因は容器の形状の違いであると考えられる。均一に分布している容器 B の浮上が容易であることから、容器の壁から振動により与えられる力が均一に 5mm ビーズにかかることで浮力が発生しているのではないかと推測される。

6 おわりに

マイクロ X 線 CT 装置を用い、積層ガラスビーズの内部構造を調査し以下の結果を得られた。

- 1) 崩壊実験において、直方体容器の壁が移動して起こるビーズの崩壊過程では、ビーズが崩壊に伴い移動することで間隙が大きくなる。
- 2) 崩壊実験において、床面の摩擦が小さい場合、床面付近のビーズの間隙に、上の層からの粒子の割り込みが生じる。
- 3) 偏析実験において、大径ビーズが振動により小径ビーズ中を浮上する場合、浮上のしやすさは容器形状の影響を受ける。
- 4) 偏析実験において、容器形状によって大径ビーズに隣接する小径ビーズの分布が異なる。

7 謝辞

本研究の一部は、平成 22 年度高専連携教育研究プロジェクトによった。また、マイクロ X 線 CT 装置は島根産業技術センターと豊橋技術科学大学、機械工学系、戸田研究室の設備を利用させて頂いた。ここに謝意を表す。

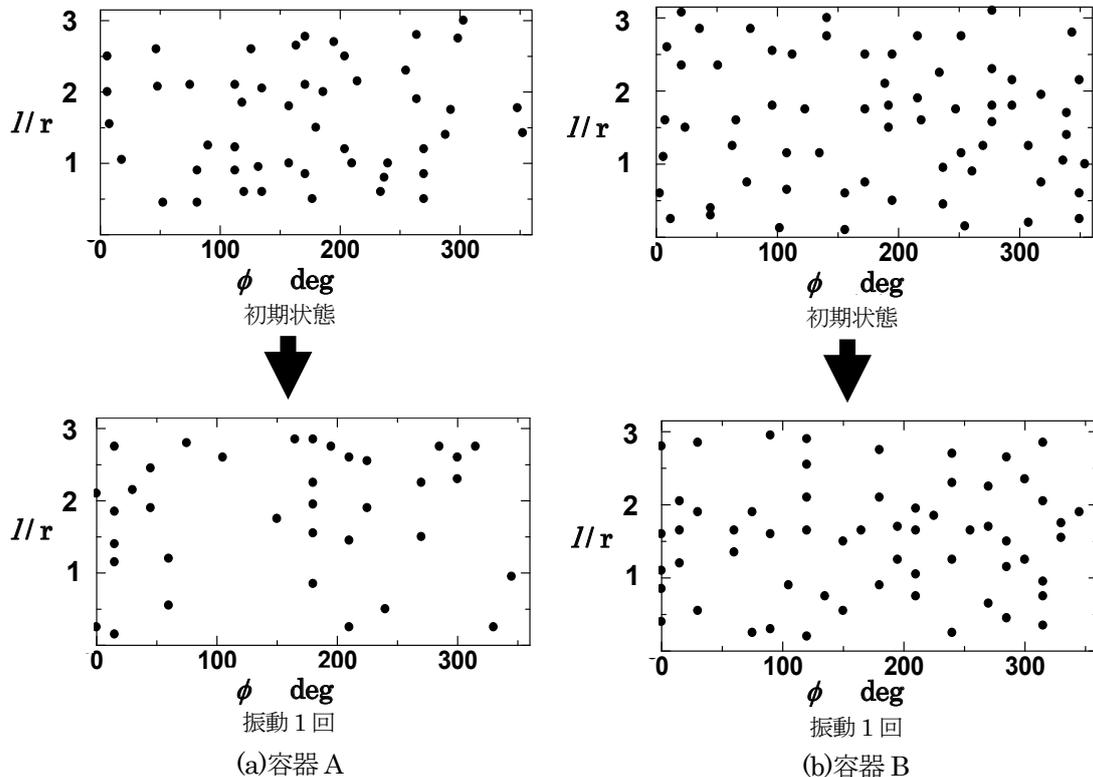


図 6. 偏析実験における大径ビーズまわりの最隣接小径ビーズ

研究業績

2010年4月1日～2011年3月31日
ゴシック 本校の発表者 *印 講演発表者

機械工学科

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
Mostafa Morovati Hitesh Bindra Shuji Esaki Masahiro Kawaji*	Enhancement of pool boiling and critical heat flux in self-rewetting fluids at above atmospheric pressures	CD-ROM Proceedings of the ASME/JSME 2011 8th Thermal Engineering Joint Conference Hawaii pp.1~6 (0) 2011-03
江崎秀司* 末吉和幸 東 将史 織田健太郎	液滴分離板を通過する気流の流動特性に関する研究	冊子 第20回九州沖縄地区高専フォーラム講演抄録集 沖縄 pp.29~ (0) 2010-12
石田 崇* 久保翔史 江崎秀司	管群の基盤目配列における圧力損失特性	冊子 日本機械学会九州学生会第42回卒業研究発表講演会 大分 pp.115~116 (0) 2011-03
引地力男 精松伸二 岩本才次 鎌田清孝 野澤宏大	TAを利用したキャリア教育の検討	冊子 平成22年度高専教育講演論文集 pp.125~129 (4) 2010-08
引地力男 油田功二 原田正和 渡邊嘉清 宮城貴志	高クロム鉄のリーマ加工における加工面品位の向上に関する研究	冊子 鹿児島工業高等専門学校研究報告 45号 pp.1~9 (9) 2011-02
引地力男 精松伸二 岩本才次 鎌田清孝 野澤宏大	キャリア教育推進のための TA の有効活用に関する一考察	論文集「高専教育」 34号 pp.269~274 2011-03
山田孝行* 池田英幸 塚本公秀 岡林 巧	堆積粒体の崩壊に関する研究	粉体工学会 2010年度春期研究発表会講演論文集 京大会館(京都市左京区吉田河原町15-9) pp.15~16 2010-05
池田英幸* 岡林 巧 山田孝行	積層粒体の崩壊による粒子の流れ	可視化情報学会 可視化情報全国講演会(鹿児島2010) 鹿児島県霧島市 pp.203~204 2010-10
小田原悟 岩本才次	スロッシングによる圧力変動に及ぼす気体の性質の影響	冊子 可視化情報学会全国講演会(鹿児島2010)講演論文集 30巻 2号 pp.371~372 (2) 2010-10
小田原悟 岩本才次	スロッシングによる圧力変動に及ぼす回転中心の影響	冊子 日本機械学会講演論文集 118巻 1号 pp.231~132 (2) 2011-03
中村 彰* 宝地優輔 岩本才次	制御系設計ツールによる船舶操縦運動モデルの構築	冊子 日本機械学会九州学生会第42回学生会卒業研究発表講演会 大分工業高等専門学校(大分県大分市) pp.7~8 (2) 2011-03
瀬戸口進太* 岩本才次	ジャイロ効果による船体横揺低減装置の試作	冊子 日本機械学会九州学生会第42回学生会卒業研究発表講演会 大分工業高等専門学校(大分県大分市) pp.27~28 (2) 2011-03
松元遼太* 福元 秀 岩本才次	潜水艇モデルの潜水装置の開発	冊子 日本機械学会九州学生会第42回学生会卒業研究発表講演会 大分工業高等専門学校(大分県大分市) pp.17~18 (2) 2011-03
北園裕一 三角利之	新たな地域連携型クラブ活動支援プログラムの実施とその継続的な取組について	冊子 ,平成22年度高専教育講演論文集 pp.177~180 (4) 2010-08
小田原悟 大屋裕二 鳥谷 隆	風レンズ風車の翼破損の原因調査	冊子 九州大学応用力学研究所 所報 139号 pp.121~129 (9) 2010-09
小田原悟	風レンズ風車ブレードの実働ひずみ計測	冊子 日本機械学会 http://www.jsme.or.jp/publish/rbj1012c.htm 76巻 772号 pp.3336~3342 (7) 2010-12

2010年4月1日~2011年3月31日

小田原悟 岩本才次	ソーラーボートの設計・製作及び地球環境に配慮した船舶の開発に関する調査研究	冊子 鹿児島高専研究報告 45号 pp.11~17 (7) 2011-02
小田原悟* 岩本才次	スロッシングによる圧力変動に及ぼす気体の性質の影響	冊子 可視化情報学会全国講演会 2010 講演論文集 http://tanakafutiwaki-lab.jp/vsj_kagoshima2010/ 鹿児島県霧島市 pp.371~372 (2) 2010-10
小田原悟* 岩本才次	スロッシングによる圧力変動に及ぼす回転中心の影響	冊子 日本機械学会九州支部 64 期総会講演会論文集 九州大学(福岡市) pp.231~232 (2) 2011-03
中島周作* 椎 保幸	下掛け水車における流れの可視化	冊子 可視化情報学会 全国講演会(鹿児島 2010) 鹿児島県霧島市 pp.265~266 (2) 2010-10
田畑隆英* 中島 仁 李鹿 輝	往復振動流による噴流の拡散制御	可視化情報学会第 38 回可視化情報シンポジウム講演論文集 工学院大学新宿校舎(東京都) pp.123~124 2010-07
田畑隆英* 宇都尚哉* 李鹿 輝	5 角形ダクトから流出する噴流	可視化情報学会第 38 回可視化情報シンポジウム講演論文集 工学院大学新宿校舎(東京都) pp.125~126 2010-07
田畑隆英* 宇都尚哉	5 角形ダクトから流出する噴流	日本機械学会 2010 年度年次大会講演論文集 名古屋工業大学御器所キャンパス(名古屋) pp.163~164 2010-09
春園健太郎* 田畑隆英	変形するノズルから流出する噴流	可視化情報学会全国講演会(鹿児島 2010) 講演論文集 霧島市国分シビックセンター(鹿児島県霧島市) pp.63~64 2010-10
中島 仁* 田畑隆英	往復振動流による噴流の拡散制御	可視化情報学会全国講演会(鹿児島 2010) 講演論文集 霧島市国分シビックセンター(鹿児島県霧島市) pp.147~148 2010-10
田畑隆英* 堂 蘭 賢 李鹿 輝	5 角形ダクトから流出する噴流のウェーブレット解析	可視化情報学会全国講演会(鹿児島 2010) 講演論文集 霧島市国分シビックセンター(鹿児島県霧島市) pp.301~302 2010-10
宇都尚哉* 田畑隆英	5 角形ダクトから流出する噴流	可視化情報学会全国講演会(鹿児島 2010) 講演論文集 霧島市国分シビックセンター(鹿児島県霧島市) pp.315~316 2010-10
田畑隆英* 宇都尚哉	5 角形ダクトから流出する噴流	日本機械学会九州・中国四国支部合同企画徳島講演会講演論文集 徳島大学工学部(徳島市) pp.229~230 2010-10
田畑隆英* 中島 仁	往復振動流による噴流の拡散制御	日本機械学会九州・中国四国支部合同企画徳島講演会講演論文集 徳島大学工学部(徳島市) pp.231~232 2010-10
田畑隆英* 中島 仁 李鹿 輝	往復振動流を付加した噴流のウェーブレット解析	冊子 日本機械学会第 88 期流体工学部門講演会講演論文集 山形大学工学部(米沢市) pp.227~228 (2) 2010-10
田畑隆英* 宇都尚哉 李鹿 輝	5 角形ダクトから流出する噴流のウェーブレット解析	日本機械学会第 88 期流体工学部門講演会講演論文集 山形大学工学部(米沢市) pp.229~230 2010-10
田畑隆英* 宇都尚哉	5 角形ダクトから流出する噴流	日本機械学会九州支部第 64 期総会・講演会講演論文集 九州大学伊都キャンパス(福岡市) pp.63~64 2011-03
田畑隆英* 春園健太郎	変形するノズルから流出する噴流	日本機械学会九州支部第 64 期総会・講演会講演論文集 九州大学伊都キャンパス(福岡市) pp.65~66 2011-03
塚本公秀 上野孝行 山本桂一郎 大淵慶史 坂本英俊	Developing the Teaching Material for Practical Work by Student Dismantling and Assembly using All Terrain Vehicle	Journal of Engineering Education Research Vol.13 No.2 pp.38-42 2010
大淵慶史 坂本英俊 山岡太郎 桑原孝史 塚本公秀	Attempt of Mechanical Clock Design and Making as PBL Subject	Journal of Engineering Education Research Vol.13 No.2 pp.28-32 2010
塚本公秀 大淵慶史 坂本英俊	専門科目導入のための低学年実習教材開発	日本工学教育協会平成 21 年度講演会講演論文集 pp.576 - 577
坂本英俊 大淵慶史 塚本公秀	赤外線サーモグラフィを用いた呼吸センシングシステムの開発	日本実験力学学会 分科会合同ワークショップ 2010 pp.1-2

研究業績

加藤良治* 塚本公秀	バイオリンの応力解析	冊子 日本機械学会第42回卒業研究発表\講演会論文集 大分工業高等専門学校 pp.61~62 (2) 2011-03
別府勇貴* 渡辺 創	外乱オブザーバを用いたサーボモータのデジタル制御	CD-ROM 第18回電子情報通信学会九州支部学生会講演会 福岡工業大学(福岡県福岡市) (0) 2010-09
福留義隆* 渡辺 創	2 慣性系実験装置の製作と特性解析	CD-ROM 日本機械学会九州学生会第42回学生員卒業研究発表講演会 大分工業高等専門学校(大分県大分市) (0) 2011-03
内田翔太* 渡辺 創	マイコンを用いた制御用インターフェースボードの開発	CD-ROM 日本機械学会九州学生会第42回学生員卒業研究発表講演会 大分工業高等専門学校(大分県大分市) (0) 2011-03

電気電子工学科

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
南出雅裕 田島大輔 本部光幸 大坪昌久	燃料電池シミュレーションモデルにおける内部パラメータ算出に関する検討	冊子 宮崎大学工学部紀要 39号 (0) 2010-08
E. Sakasegawa K. Shinohara K. Yamamoto M. Hombu	Characteristic Analysis of a Wind Power System with Doubly Fed Induction Generator in Considering of the Tower Shadow Effect	CD-ROM The 2010 International Power Electronics Conference 札幌 pp.3225~3229 (5) 2010-06
太崎 巧* 本部光幸 逆瀬川栄一	中性点クランプインバータ用昇圧チョップの制御法	CD-ROM 平成22年度電気関係学会九州支部連合大会 福岡市九州産業大学 pp.7~7 (1) 2010-09
青山健太郎* 上床周平 米満翔太 本部光幸	SiC パワー素子の直列接続技術の基礎検討	冊子 電気学会九州支部 平成22年度高専卒業研究発表会 福岡県久留米市久留米工業高等専門学校 pp.11~12 (2) 2011-03
嘉藤貴洋* 高橋佐衣 三宅琢磨 田島大輔 迫田達也 大坪昌久 本部光幸	MATLAB を用いた太陽電池のシミュレーション	CD-ROM 平成23年電気学会全国大会 大阪府 大阪大学 pp.66~67 (2) 2011-03
中村 格 樫根健史 永田亮一 小迫雅裕 匹田政幸 小出英延	絶縁診断技術の精度向上に向けた部分放電信号の基礎特性	冊子 鹿児島工業高等専門学校研究報告 45号 pp.19~20 (2) 2011-02
中村 格* 本部光幸 楠原良人 樫根健史 逆瀬川栄一 田島大輔 吹留博実	鹿児島高専におけるものづくり分野の技術者育成の試み~新エネルギーを応用するための基盤技術を学び低炭素社会に貢献できる技術者の育成を目指して~	CD-ROM 電気学会基礎・材料・共通部門大会 沖縄 pp.161~166 (6) 2010-09
村山大樹* 片山知彦 山田恭平 小迫雅裕 匹田政幸 樫根健史 中村 格 小出英延	油入変圧器内におけるAE法を用いた部分放電位置標定システム開発の基礎検討	CD-ROM 電気関係学会九州支部連合大会 福岡 pp.569~569 (1) 2010-09
村山大樹 片山知彦 山田恭平 小迫雅裕 匹田政幸* 樫根健史 中村 格 小出英延	油入変圧器内の超音波伝搬特性を考慮した部分放電位置標定システム開発の基礎的検討	冊子 電気学会放電・誘電・絶縁材料・高電圧合同研究会 宮崎 pp.39~44 (6) 2011-01

丸山幸輝 鍛冶屋毅 中村 格 櫻根健史 永田亮一 小迫雅裕 匹田政幸 小出英延	電力用変圧器における巻線モデルの超音波伝搬特性の基礎的検討	CD-ROM 電気学会全国大会 大阪 pp.212~213 (2) 2011-03
鍛冶屋毅 丸山幸輝 中村 格 櫻根健史 永田亮一 小迫雅裕 匹田政幸 小出英延	油入変圧器複合絶縁系を模擬した欠陥モデルの超音波放射源に関する基礎的検討	CD-ROM 電気学会全国大会 大阪 pp.214~214 (1) 2011-03
逆瀬川栄一* 篠原勝次 山本吉朗 本部光幸	Characteristic Analysis of a Wind Power System with Doubly Fed Induction Generator in Considering of the Tower Shadow Effect	CD-ROM The 2010 International Power Electronics Conference(IPEC2010) Sapporo, Japan pp.3225~3229 (6) 2010-06
須田隆夫* 井手口裕太 井上貴仁	孤立導体配置による誘電泳動を用いた細胞操作の効率改善	CD-ROM 第7回応用物理学会学術講演会 講演予稿集 長崎市 pp.220~220 (1) 2010-09
井手口裕太* 岩元あゆか 須田隆夫 井上貴仁	誘電泳動力を用いた細胞の流動制御における孤立平面電極配置の効果	冊子 平成22年度電気関係学会九州支部連合大会 講演予稿集 福岡市 (1) 2010-09
須田隆夫* 岩田和也 東野憲人 井上貴仁	電圧可変平面電気4重極を用いた誘電泳動力による細胞の操作	CD-ROM 第58回応用物理学関係連合講演会 講演予稿集 神奈川県厚木市(学会中止のため予稿集の発行を持って発表と見なされる) pp.189~189 (1) 2011-03
松木健太 清水勇喜 楠原良人	固体高分子形燃料電池における発電磁場分布の非接触測定法の検討	CD-ROM 平成22年度電気関係学会九州支部連合大会 福岡 pp.71~71 (1) 2010-09
清水勇喜 松木健太 楠原良人	磁気センサを用いた燃料電池磁場計測装置の開発	冊子 平成22年度日本産業技術教育学会九州支部大会 鹿児島 pp.59-60 (1) 2010-10

電子制御工学科

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
蒲池悠介* 福添孝明 原田治行	動画解析を用いた入力補助システムの研究開発	CD-ROM 第18回電子情報通信学会九州支部 福岡工業大学、福岡県 (0) 2010-09
下窪 竜* 原田治行	随意性瞬目の眼電図をスイッチ入力に用いる基礎的研究	CD-ROM 第18回電子情報通信学会九州支部 福岡工業大学、福岡県 (1) 2010-09
Shunya Odawara Kazuhiro Muramatsu Shogo Komori Kiyotaka Kamata Keita Yamazaki Takao Yamaguchi Mitsuru Sakakibara Toshifumi Shinnoh Masao Simokawa Noboru Ishikawa Takashi Meguro	Method for Evaluating Shielding Factor of Double Layered Magnetically Shielded Rooms for Uniform Magnetic Field Using Exciting Coils Placed on One Side	冊子 IEEE Transactions on Magnetics 46巻6号 pp.2357~2360 (4) 2010-06
Keita Yamazaki Yu Haraguchi Kazuhiro Muramatsu* Akira Haga Hitomi Sasaki Koichiro Kobayashi Shigetaka Hiroosato Kiyotaka Kamata	Design of Open-Type Magnetically Shielded Room Combined with Square Cylinders Made of Magnetic and Conductive Materials for MRI.	冊子 CEFC(IEEE Conference on Electromagnetic Field Computation) http://www.cefc2010.org/CEFC_2010_Final_Program.pdf Chicago, Illinois, USA (4) 2010-05

研究業績

山崎慶太* 小田原峻也 村松和弘 鎌田清孝 新納敏文 山口孝夫 榊原 満 下川眞男 目黒 卓	磁気シールドルームの遮蔽性能評価規格	生体磁気学会(さわやかちば県民プラザ) http://ftp.joso.co.jp/jbbs2010/html/program_table. 千葉県 (2) 2010-07
広里成隆* 山崎慶太 村松和弘 鎌田清孝	磁性体角筒を用いた開放的なMRI室 用シールドルームの実用化設計と性能評価	冊子 2010年度日本建築学会大会(富山)学術講演会 http://www.gakkai-web.net/gakkai/aij/session10/pdf 富山大学 (富山市) pp.549~550 (2) 2010-09
中島佑太郎* 鎌田清孝	MRIのためのエレベータに起因する 変動磁場を低減するシャフト壁の遮蔽 方法の検討	CD-ROM 第18回電子情報通信学会九州支部 学生会講演会 (1) 2010-09
鎌田清孝* 中島佑太郎 広里成隆 山崎慶太	EVシャフトの磁気遮蔽によるMRI 向けの変動磁場低減技術の検討	CD-ROM 第63回電気関係学会九州支部連 合会論文 http://www.jceee-kyushu.jp/jceee_kyushu2010/files/ 2010-09 (1)
榎園万沙弥* 室屋光宏	表計算ソフトによる電動機駆動シミュ レーション	CD-ROM 平成22年度電気学会産業応用部門大会 芝浦工業大学豊洲キャンパス pp.46~46 (1) 2010-08
島名賢児* 芝浩二郎 河野良弘 室屋光宏 山下俊一 町田依里	自動車・電子関連産業が求める「メ カトロニクス技術者」の育成	第8回全国高専テクノフォーラム 大分 pp.41~41 2010-08
吉満真一* 河野良弘 山下俊一 里中 忍	画像撮影システムを用いた工具挙動 の監視-第5報-	CD-ROM 2010年度精密工学会秋季大会学術講演会 名古屋大学 東山キャンパス(愛知県) pp.51~52 (2) 2010-09
河野良弘 山下俊一 松尾征一郎* 吉満真一 島名賢児 櫻庭 肇	工作機械構造の熱変形に関する研究 (第5報)-送り駆動系における熱変形 のCAE解析-	CD-ROM 2010年度精密工学会秋季大会学術講演会 名古屋大学 東山キャンパス(愛知県) pp.305~306 (2) 2010-09
高松純平* 宮田千加良	倒立振子に関する研究	CD-ROM 第18回電子情報通信学会九州支部 福岡工業大学、福岡県 (1) 2010-09

情報工学科

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
榎園 茂 吉満彩佳 アムヌエイ・グントラ・ ナッスパー 萱島 献 田代里奈 長崎晋士 吉川結衣	マハラノビス距離を用いたオンライ ン手書き漢字認識	冊子 鹿児島高専研究報告 45号 pp.22~25 (5) 2011-02
吉元宏幸* 濱川恭央	高次自己相関モデルの連想記憶にお ける類似度とマスクング手法	CD-ROM 第9回情報科学技術フォーラム(FIT2010) http://www.ipsj.or.jp/10jigyo/fit/fit2010/ 九州大学 伊都キャンパ ス pp.539~540 (2) 2010-09
飛佐洋平* 濱川恭央	高次微分相関型モデルの連想記憶に おける類似度とマスクング手法	CD-ROM 第9回情報科学技術フォーラム(FIT2010) http://www.ipsj.or.jp/10jigyo/fit/fit2010/ 九州大学 伊都キャンパ ス pp.541~542 (2) 2010-09
吉岡大貴* 入江智和	IPv6におけるアドレス解決パケット の転送による通信相手の生存確認法 の提案	CD-ROM 平成22年度電気関係学会九州支部連 合大会(第63回連合 大会) 講演論文集 九州産業大学 pp.45~45 (1) 2010-09

久木原賢治* 入江智和	外部インタフェースで受信したローカルブロードキャストを内部側インタフェースに転送するNAT拡張の提案・有効性と実現性の検証	CD-ROM 平成 22 年度電気関係学会九州支部連合大会(第 63 回連合大会) 講演論文集 九州産業大学 pp.47~47 (1) 2010-09
入江智和* 川路寛隆	アドレス解決パケットの転送による通信相手の生存確認法の提案一疑似的実現	CD-ROM 平成 22 年度電気関係学会九州支部連合大会(第 63 回連合大会) 講演論文集 九州産業大学 pp.171~171 (1) 2010-09
荒巻勇輔 清水勇喜* 新徳 健	技術室との連携による IT スタッフ育成への取り組みについて	冊子 第 29 回情報処理教育研究発表会 長岡技術科学大学 pp.221~222 (0) 2010-08
武田和大* 荒巻勇輔 永田亮一 豊平隆之 芝浩二郎	理科教育・環境教育のための気象情報ネットワーク構築に関する試験的研究	冊子 CIEC 2010 PC カンファレンス 論文集 東北大学(仙台市) pp.305~306 (2) 2010-08
鶴 貴宏* 武田和大	オブジェクト共有空間を用いた既存ソフトウェアの並列化	冊子 電気学会九州支部 平成 22 年度(第 1 回) 高専卒業研究発表会 講演論文集 国立久留米工業高等専門学校(久留米市) (2) 2011-03
久保田耕平 塗木淳夫 玉利陽三 湯ノロ万友	温熱磁気刺激による抹消血流量および体表温度の研究	冊子 電気学会論文誌 C 131 巻 1 号 pp.192~193 (2) 2011-01
内田公介 塗木淳夫 辻村誠一 玉利陽三 湯ノロ万友	磁気刺激を用いた筋疲労回復効果の検討	冊子 電気学会論文誌 C 131 巻 1 号 pp.122~126 (5) 2011-01
福留麻理恵* 玉利陽三 湯ノロ万友	生体磁気刺激における刺激電流分布制御方法に関する一提案	CD-ROM 電気関係学会九州支部連合大会 福岡(九州産業大学) pp.243~243 (1) 2010-09
大岩孝輔* 塗木淳夫 湯ノロ万友 玉利陽三	磁気刺激用ダブルコイルの配置に対する誘導電流分布の考察	冊子 電子情報通信学会技術研究報告(ME とバイオサイバネティックス研究会) 鹿児島 pp.51~54 (4) 2011-01
福留麻理恵 玉利陽三* 湯ノロ万友	非対称形コイルを用いた生体磁気刺激における刺激電流分布の制御に関する研究	冊子 電子情報通信学会技術研究報告(ME とバイオサイバネティックス研究会) 鹿児島 pp.59~63 (5) 2011-01

都市環境デザイン工学科

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
Kiyoshi NISHIDOME Aika MIZUMOTO Akihiro UEDA Nalumol Vongyhanasunthon	Study of Organic Removal, Nitrification and Denitrification Using Rotating Biological Contactor and Fluidized-bed Carrier	冊子 International Association of Lowland Technology 1 巻 1 号 pp.369~372 (4) 2010-08
西留 清 水元愛佳 Narumol Vongthanasunthon 上田明弘	回転円板と担体を用いた有機物酸化・硝化・脱窒	冊子 鹿児島工業高等専門学校研究報告 45 号 pp.29~38 (10) 2011-02
中間慎也 郡山良太 田之上紘一 西留 清* 上田明弘 ナルモン	回転円板法と担体法を多槽用いた有機物酸化・硝化・脱窒素法	冊子 平成 22 年度日本水環境学会九州支部研究発表会 福岡市(福岡大学) pp.1~2 (2) 2011-03
池田英幸* 岡林 巧 山田孝行	積層粒体の崩壊による粒子の流れ	可視化情報学会 可視化情報全国講演会(鹿児島 2010) 鹿児島県霧島市 pp.203~204 2010-10
堤 隆	圧裂試験を用いた弾性主軸方向が既知の異方性岩石材料に対する異方性比の推定方法	CD-ROM 第 40 回岩盤力学に関するシンポジウム講演集 (6) 2011-01
堤 隆	弾性主軸方向が確認できる材料に対する圧裂試験による縦弾性係数異方性の決定方法	冊子 材料 http://www.jsms.jp/kaishi/60/paper60-3-8.htm 60 巻 3 号 pp.229~234 (6) 2011-03

研究業績

Takashi Tsutsumi Hiroshi Iwashita Kagenobu Miyahara	Theoretical analysis of tensile stresses and displacement in orthotropic circular column under diametrical compression	冊子 Structural Engineering and Mechanics http://technopress.kaist.ac.kr/?page=container&jou 38 卷 3 号 pp.333~347 (15) 2011-03
Kagenobu Miyahara* Hiroshi Iwashita Takashi Tsutsumi Katsumi Maeda Keiji Sato	Theoretical analysis of tensile stresses in orthotropic specimens under diametral compression tests	CD-ROM Proceedings of The First International Conference on “ Advances in Interaction and Multiscale Mechan http://aimm10.kaist.ac.kr/ Jeju, Korea (11) 2010-05
堤 隆*	理論解を用いた圧裂試験下の直交異方性岩石材料に発生する引張主応力の解析	冊子 第 30 回西日本岩盤工学シンポジウム論文集 http://www.civil.nagasaki-u.ac.jp/westrock/index.h 長崎市長崎 大学工学部 pp.109~114 (6) 2010-09
内谷 保 水田洋司	ハイブリッド吊床版道路橋の車両走行に伴う動的応答特性の検討	CD-ROM 構造工学論文集 57A 巻 pp.289~297 (9) 2011-03
山内正仁 八木史郎 山田真義 山口昭弘 増田純雄 山口隆司	食品廃棄物を培地材料に利用することによるきのこ（ヤマブシタケ）の機能性向上効果	土木学会環境工学研究論文集 47 巻 pp.603~608 2010-11
山田真義* 山内正仁	地域資源を活かした産学官連携による本科・専攻科学生の研究意欲の向上効果	平成 22 年度高専教育講演論文集 長岡市 pp.477~480 2010-08
野元雄介* 福 彩乃 山田真義 木原正人 山内正仁	甘藷焼酎粕を利用したシイタケの菌床栽培	土木学会第 65 回年次学術講演会 札幌市 pp.299~300 2010-09
松元皓隆* 山田真義 山内正仁 八木史郎 増田純雄	きのこ菌糸を用いた焼酎粕・でん粉粕由来の悪臭物質の除去に関する研究	土木学会第 65 回年次学術講演会 札幌市 pp.301~302 2010-09
大田智也* 野元雄介 山田真義 山内正仁 八木史郎 山口昭弘	食品廃棄物で栽培したヤマブシタケ子実体の機能性成分に関する研究	土木学会第 65 回年次学術講演会 札幌市 pp.303~304 2010-09
山田真義* 黒田恭平 上潟口知世 山内正仁 山口隆司 八木史郎	自然環境下以外からの高温乳酸菌の分離の試みと利用方法の一考察	土木学会第 65 回年次学術講演会 札幌市 pp.327~328 2010-09
小丸哲齊* 山田真義 山内正仁 高橋優信 山口隆司 田中秀治 長野晃弘	UASB-DHS システムによるフェノール廃水の連続処理	土木学会第 65 回年次学術講演会 札幌市 pp.95~96 2010-09
大田智也* 山内正仁 山田真義 大六野洋	食品廃棄物（焼酎粕・でん粉粕）を利用した地域資源循環システム	第 21 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演集 金沢市 pp.271~ 272 2010-11
黒田恭平* 山田真義 山口隆司 川上周司 八木史郎 山内正仁	焼酎蒸留粕からの高温乳酸菌の分離の試みと利用方法の一考察	第 21 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演集 金沢市 pp.315~ 316 2010-11

2010年4月1日~2011年3月31日

松元皓隆 村山 陵* 山田真義 八木史郎 増田純雄 山内正仁	きこの菌糸による食品廃棄物の悪臭物質の動態調査	平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会 北九州市 pp.895~896 2011-03
野元雄介* 平生志康 山田真義 木原正人 八木史郎 増田純雄 山内正仁	甘藷焼酎粕乾燥固形物を用いたシイタケ菌床栽培技術の開発	平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会 北九州市 pp.893~894 2011-03
山口大吾* 梶原亮平 増田純雄 山内正仁 山田真義 安井賢太郎	下水・畜産消化液に対するオゾン処理効果の検討	平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会 北九州市 pp.765~766 2011-03
小丸 哲齊* 山田真義 山内正仁	多点分散供給方式による UASBリアクターのアルカリ度削減効果についての一考察	平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会 北九州市 pp.875~876 2011-03
平賀祐朝* 山田真義 宮木宏一朗 山内正仁 高橋優信 山口隆司 田中秀治 長野晃弘	UASB-DHS システムによるフェノール単一廃水の連続処理に関する一考察	平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会 北九州市 pp.877~878 2011-03
黒田恭平* 山田真義 山口隆司 川上周司 八木史郎 山内正仁	焼酎蒸留粕からの高温乳酸菌の分離の試みと特性評価	第 45 回日本水環境学会年会講演集 札幌市 (震災により開催中止) pp.724~ 2011-03
小野心也* 高橋優信 幡本将史 川上周司 山口隆司 上村繁樹 多川 正 山田真義	硫酸塩負荷変動における UASB/DHS システムの実下水処理特性評価	冊子 第 45 回日本水環境学会年会講演集 札幌市 (震災により開催中止) pp.394~ (1) 2011-03
山内正仁 八木史郎 山田真義 山口昭弘 山口隆司	食品廃棄物を培地材料に利用することによるきこの(ヤマブシタケ)の機能\性向上効果	冊子 土木学会環境工学研究論文集 47 巻 pp.603~608 (6) 2010-11
上山幸雄* 増田純雄 斎藤泰男 山内正仁 山田真義 後藤洋規	長時間曝気法による養豚排水処理水のオゾン処理に関する研究	土木学会第 65 回年次学術講演会 北海道大学 pp.79~80 2010-09
山内正仁* 山田真義 八木史郎 大六野洋 松野愛子 小村洋美	きこの生産による食品廃棄物(焼酎粕・でん粉粕)の資源循環システムの構築	日本きこの学会第 14 回大会講演要旨集 東京大学(東京都) pp.91~ 2010-09
大田智也* 山内正仁 山田真義 大六野洋	食品廃棄物(焼酎粕・でん粉粕)を利用した地域資源循環システム	第 21 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演集 石川県金沢市 pp.271~272 2010-11

研究業績

山内正仁 八木史郎 山田真義* 山口昭弘 山口隆司	食品廃棄物を培地材料に利用することによるきのこ（ヤマブシタケ）の機能性向上効果	土木学会環境工学研究論文集 高知工科大学（高知市） pp.603～608 2010-11
山内正仁*	きのこ生産を核とした焼酎粕乾燥固形物の循環システムの構築	第 18 回資源循環技術研究発表会 大阪市 pp.1～10 (10) 2011-01
小丸哲斉* 山田真義 山内正仁	多点分散供給方式による UASB リアクターのアルカリ度削減効果についての一考察	平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会 九州工業大学 pp.875～876 2011-03
上山幸雄* 春山豊茂 増田純雄 山内正仁 山田真義	長時間曝気法による養豚排水処理の実態調査	平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会 九州工業大学 pp.777～778 2011-03
山口大吾* 梶原亮平 増田純雄 山内正仁 山田真義 安井賢太郎	下水・畜産消化液に対するオゾン処理効果の検討	平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会 九州工業大学 pp.765～766 2011-03
春山豊茂* 上山幸雄 増田純雄 山内正仁 山田真義 後藤洋規	養豚排水のオゾン処理におけるオゾン濃度と滞留時間に関する研究	平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会 九州工業大学 pp.763～764 2011-03
中園翔太* 谷口幸江 増田純雄 山内正仁 山田真義 斎藤泰男	焼酎粕凝縮液を用いた高濃度硝酸性窒素の生物学的脱窒に関する研究	平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会 九州工業大学 pp.747～748 2011-03
原口健一郎* 平生志康 山田真義 山内正仁 木原正人 八木史郎 増田純雄	甘藷焼酎粕乾燥固形物を用いたシイタケ菌床栽培技術の開発	平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会 九州工業大学 pp.893～894 2011-03
米田洗一* 川上周司 幡本将史 高橋優信 山口剛士 山口隆司 山内正仁	実下水 UASB+DHS システムからの嫌気/無酸素回分式 リアクターを用いた窒素・リン同時除去性能評価	冊子 第 45 回日本水環境学会年会講演集 (1) 北海道大学（札幌市） 2011-03
小村洋美 長野京子 山内正仁 原田直人 堤 知子 宮園 勉 桑水郁朗	焼酎粕を用いたきのこ廃菌床の飼料化試験	鹿児島県農業総合センター研究報告（畜産） 第 4 号 pp.31-38 2010
山内正仁	焼酎粕を使ったきのこ栽培を起点としたリサイクル技術の開発	文部科学省教育通信、No.253 10月号、pp.20-21 (2010)
山内正仁	焼酎粕利用で地元企業と新産業創出を目指す	産学官連携ジャーナル、Vol.6 No.5、pp.24-25 (2010)

一般理系

氏名	課題	雑誌, 講演会, または発行所等
Futoshi Hayasaka Eero Hyry	On the Buchsbaum-Rim function of a parameter module	冊子 J. Algebra 327 巻 1 号 pp.307～315 (9) 2011-02

2010年4月1日~2011年3月31日

早坂 太*	Asymptotic behavior of the grade associated to multigraded modules	冊子 第32回可換環論シンポジウム・The 6th Japan-Vietnam Joint Seminar on Commutative Algebra IPC 生産性国際交流センター(葉山) (0) 2010-12
早坂 太*	加群のブックスバウム・リム関数	冊子 第141回数理情報科学談話会 鹿児島大学 (0) 2010-07
早坂 太*	多重次数付き加群の斉次成分のgradeの漸近挙動について	冊子 明治大学可換環論セミナー 明治大学 (0) 2010-09
Tomoki Kimura Fuminori Tsuchiya Hiroaki Misawa Akira Morioka Hiromasa Nozawa	Occurrence statistics and ray tracing study of Jovian quasiperiodic radio bursts observed from low latitudes	冊子 Journal of Geophysical Research 115巻 A5号 (0) 2010-05
Mizuki Yoneda Hiromasa Nozawa Hiroaki Misawa Masato Kagitani Shoichi Okano	Jupiter's magnetospheric change by Io's volcanoes	冊子 Geophysical Research Letters 37巻 11号 pp.1~4 (4) 2010-06
Mizuki Yoneda* Hiromasa Nozawa Hiroaki Misawa Masato Kagitani Shoichi Okano	Changes in the Jupiter's inner magnetosphere caused by Io's volcanic activity	冊子 European Geosciences Union General Assembly 2010 Vienna, Austria (1) 2010-05
Hiromasa Nozawa* Hiromasa Yamamoto Kazuo Makita	Ground-based observations of solar ultraviolet radiation	冊子 4th International Symposium on Advances in Technology Education Kirishima, Kagoshima (0) 2010-09
大竹孝明 山下俊一 有菌俊子 満富昭二 渡邊 紫 永田淳子 新納時英 鯉坂徹郎	小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日」におけるプログラムの開発	冊子 鹿児島工業高等専門学校研究報告 45号 pp.45~50 (6) 2011-02
宮内真人 平島繁紀 森 保仁 越地尚宏 吉田正道 山崎充裕 山本芳一 大河内康正 北辻安次 開 豊 森 寛 大竹孝明 松栄準治 工藤康紀	九州沖縄地区科学技術教育支援プロジェクト	冊子 (社)日本工学教育協会工学教育 59巻 1号 pp.118~122 (5) 2011-02
大竹孝明 山下俊一 有菌俊子 満富昭二 渡邊 紫 永田淳子 新納時英 鯉坂徹郎	小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日」による地域連携活動	冊子 独立行政法人国立高等専門学校機構論文集「高専教育」 34号 pp.625~630 (6) 2011-03
大竹孝明* 山下俊一 有菌俊子 満富昭二 渡邊 紫 永田淳子 新納時英 鯉坂徹郎	小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日」による地域連携活動	冊子 平成22年度高専教育講演論文集 新潟県長岡市 pp.245~246 (2) 2010-08
大竹孝明*	地域の天然資源の活用についてー竹炭等の自然物を利用した水質浄化ー	冊子 九州沖縄地区高専フォーラム講演抄録集 沖縄県名護市 pp.17~17 (1) 2010-12

研 究 業 績

大竹孝明* 山下俊一 日高達也 新納時英 鯉坂徹郎	小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日 2010」について	冊子 第 16 回高専シンポジウム in 米子 鳥取県米子市 pp.274~274 (1) 2011-01
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「宇宙天気」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2010-04
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「宇宙天気」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2010-05
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「宇宙天気」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2010-06
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「宇宙天気」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2010-07
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「宇宙天気」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2010-08
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「宇宙天気」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2010-09
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「宇宙天気」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2010-10
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「オーロラ予想」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2010-10
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「宇宙天気」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2010-11
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「オーロラ予想」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2010-11
篠原 学	文部科学教育通信	書籍 ジアース 教育新社 pp.1~3 2010-11
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「宇宙天気」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2010-12
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「オーロラ予想」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2010-12
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「宇宙天気」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2011-01
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「オーロラ予想」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2011-01
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「宇宙天気」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2011-02
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「オーロラ予想」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2011-02
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「宇宙天気」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2011-03
篠原 学	月刊天文ガイド連載記事「オーロラ予想」	書籍 誠文堂新光社 pp.1~1 2011-03
白坂 繁*	お得な不等式	冊子 第 6 4 回九州算数・数学教育研究(佐賀)大会 佐賀県立 佐賀北高等学校 (0) 2010-07
白坂 繁*	お得な不等式	冊子 第 9 2 回全国算数・数学教育研究(新潟)大会 新潟市朱 鷲メッセ (0) 2010-08
白坂 繁*	視覚化された高校教材—平面化の提案—	冊子 数学教育論文発表会論文集 宮崎大学 (0) 2010-11
金光 滋 熊谷 博 白坂 繁	暗号—歴史的観点から—	冊子 鹿児島工業高等専門学校研究報告 45 号 pp.51~56 (6) 2011-02

一 般 文 系

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
保坂直之	連作構造としての『夢の中のセバステイアン』(6) —体験と提喩と人物形象	冊子 高専ドイツ語教育 13 号 pp.73~88 (16) 2011-03
保坂直之*	比喩の枠組みモデルを用いたドイツ詩のテキストデータベース研究	冊子 高専ドイツ語教育研究会 ドイツ文化センター(東京都港区) (0) 2010-05
鞍掛哲治	ICT を活用した英語授業の試み	冊子 鹿児島英語英文学会 KSES NEWSLETTER 16 号 pp.4~5 (8) 2010-09

鞍掛哲治*	高専編入生を対象とした試験的入学前教育	冊子 日本リメディアル教育学会第3回関西支部会支部大会講演論文集 関西外国語大学 pp.27~27 (28) 2011-03
田中 慎 / 野崎亜紀子 / 長谷川みゆき / 中村隆文 / 丸 祐一 / 望月由紀 / 杉田秀一 / 向後裕美子 / 登尾 章	ハイエク全集Ⅱ4『哲学論集』	書籍 春秋社 pp.1~337 2010-07
中村隆文	契約論的合理性の限界—ゴティエの「ヒューム主義」の分析を通じて	冊子 法哲学年報 2009 (日本法哲学会) pp.159~167 (230) 2010-10
中村隆文 (実施責任者) * 奥田太郎 (南山大学) * 佐々木拓 (京都大学) * 林 誓雄 (奈良女子大学) *	動機付けと実践理性について:「ヒューム主義」の罪	冊子 日本倫理学会 第61回大会ワークショップ 慶応大学三田キャンパス (大学院校舎 324 教室) pp.1~4 (4) 2010-10

技 術 室

氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
河野良弘 山下俊一 松尾征一郎* 吉満真一 島名賢児 櫻庭 肇	工作機械の熱変形に関する研究(第5報)	CD-ROM 2010 年度精密工学会秋季大会 名古屋大学 pp.305~306 (2) 2010-09
長山昭夫	Park Spatial Design and Teaching Material Development that Used 3DCAD	CD-ROM Proceedings of the 4th International Symposium on Advances in Technology Education 2010 http://www.kagoshima-ct.ac.jp/isate2010/ (0) 2010-09
長山昭夫 谷山昌弘 川上弘次 浅野敏之	知林ヶ島陸繋砂州の年間を通じた変動過程に関する研究	CD-ROM 土木学会論文集 B2(海岸工学) 66 巻 1 号 pp.156~160 (5) 2010-11
吉満真一* 河野良弘 山下俊一 里中 忍	画像撮影システムを用いた工具挙動の監視—第5報—	CD-ROM 2010 年度精密工学会秋季大会学術講演会 名古屋大学 東山キャンパス (愛知県) pp.51~52 (2) 2010-09
島名賢児* 芝浩二郎 河野良弘 室屋光宏 山下俊一 町田依里	自動車・電子関連産業が求める「メカトロニクス技術者」の育成	第8回全国高専テクノフォーラム 大分 pp.41~41 2010-08
大竹孝明 山下俊一 有菌俊子 満富昭二 渡邊 紫 永田淳子 新納時英 鯉坂徹郎	小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日」による地域連携活動	冊子 独立行政法人国立高等専門学校機構論文集「高専教育」 34号 pp.625~630 (6) 2011-03
大竹孝明 山下俊一 有菌俊子 満富昭二 渡邊 紫 永田淳子 新納時英 鯉坂徹郎	小中学生のためのものづくり・科学教室「鹿児島高専の日」におけるプログラムの開発	冊子 鹿児島工業高等専門学校研究報告 45号 pp.45~50 (6) 2011-02
野元雄介* 福 彩乃 山田真義 木原正人 山内正仁	甘藷焼酎粕を利用したシイタケの菌床栽培	土木学会第65回年次学術講演会 札幌市 pp.299~300 2010-09

研 究 業 績

<p>野元雄介* 平生志康 山田真義 木原正人 八木史郎 増田純雄 山内正仁</p>	<p>甘藷焼酎粕乾燥固形物を用いたシイ タケ菌床栽培技術の開発</p>	<p>平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会 北九州市 pp.893～ 894 2011-03</p>
<p>原口健一郎* 平生志康 山田真義 山内正仁 木原正人 八木史郎 増田純雄</p>	<p>甘藷焼酎粕乾燥固形物を用いたシイ タケ菌床栽培技術の開発</p>	<p>平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会 九州工業大学 pp.893～894 2011-03</p>

研究・知財委員会委員

委員長

前野 祐二 地域共同テクノセンター長
(都市環境デザイン工学科)

委員

玉利 陽三 地域共同テクノセンター研究促進部門長
(情報工学科)

中村 隆文 一般教育科文系

村上 浩 一般教育科理系

江崎 秀司 機械工学科

井手 輝二 電気電子工学科

室屋 光宏 電子制御工学科

濱川 恭央 情報工学科

山内 正仁 都市環境デザイン工学科

中村 隆文 専攻科 (一般教育科文系)

今村 文昭 総務課長

安楽 四郎 総務課長補佐 (総務担当)

有川 博幸 総務課長補佐 (財務担当)

鹿児島工業高等専門学校研究報告 第46号

平成24年(2012) 2月 22日印刷

平成24年(2012) 2月 22日発行

発行人

赤坂 裕

発行所

鹿児島工業高等専門学校

Kagoshima National College of Technology

〒899-5193 鹿児島県霧島市隼人町真孝 1460 番 1

1460-1 Shinko, Hayato-cho, Kirishima-shi

Kagoshima-ken 899-5193 Japan