

鹿児島工業高等専門学校

研 究 報 告

第 42 号

RESEARCH REPORTS
OF
KAGOSHIMA NATIONAL COLLEGE
OF TECHNOLOGY
Number 42

2007

鹿児島工業高等専門学校研究報告

第42号 2007

目 次

積層粒子の崩壊過程に関する研究

池田 英幸、岡林 巧、赤澤 正治、須田 隆夫、
芝 浩二郎、堂込 一秀、塚本 公秀、山田 孝行 1 ~ 4

光硬化性樹脂上に作製した金属膜によるひずみ測定

島名 賢児 5 ~ 8

2値算術符号化シミュレータ BACS の試作

加治佐 清光 9 ~ 16

微生物を固定化した竹炭および軽石等の自然物を利用した 水質浄化技術の開発

大竹 孝明、岡林 巧、木原 正人、下園 広喜、蔵菌 有佑、
馬場 秀二、岡林 悦子、吉田 昌弘、幡手 泰雄、佐藤 祐一 17 ~ 23

共削り加工における切削抵抗と仕上げ面粗さとの関係

原田 正和、引地 力男 25 ~ 28

共削り加工における加工面品位に関する研究

原田 正和、引地 力男 29 ~ 33

桜島火山灰の養浜土砂としての利用価値を検証する基礎的研究

長山 昭夫

35～40

研究業績（2006 年 4 月 1 日～2007 年 3 月 31 日）

41～52

RESEARCH REPORTS
OF
KAGOSHIMA NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

No. 4 2 2 0 0 7

C O N T E N T S

Study on collapse process of sediment particles

Hideyuki IKEDA, Takumi OKABAYASHI, Shoji AKAZAWA, Takao SUDA, Kojiro SHIBA, Kazuhide DOUGOME, Kimihide TSUKAMOTO, Takayuki YAMADA	1 ~ 4
---	-------

**Measurement of Strain using Metal Thin Film on
Stereolithography Resins**

Kenji SHIMANA	5 ~ 8
---------------	-------

**Implementation of Learning Software : Binary Arithmetic
Coding Simulator BACS**

Kiyomitsu KAJISA	9 ~ 16
------------------	--------

**Development of Water Purification Method by Using
the Microbe Fixed Bamboo Charcoal and Pumice Stone**

Takaaki OHTAKE, Takumi OKABAYASHI, Masato KIHARA, Hiroki SHIMOZONO, Yusuke KURAZONO, Shuji BABA, Etsuko OKABAYASHI, Masahiro YOSHIDA, Yasuo HATATE, Yuichi SATO	17 ~ 23
--	---------

**A Study on Relationship between Cutting Resistance and
Surface Roughness in Simultaneous Cutting**

Masakazu HARADA, Rikio HIKIJI

2 5 ~ 2 8

A Study on Surface Integrity in Simultaneous Cutting

Masakazu HARADA, Rikio HIKIJI

2 9 ~ 3 3

**Examination of Sakurajima draned sand to beach
nourishment materials**

Akio NAGAYAMA

3 5 ~ 4 0

Extramural Activities (Apr.1,2006 ~ Mar.31,2007)

4 1 ~ 5 2

論文抄録

[原著論文]

積層粒子の崩壊過程に関する研究

池田 英幸, 岡林 巧,
赤澤 正治, 須田 隆夫,
芝 浩二郎, 堂込 一秀,
塚本 公秀, 山田 孝行

積層粉粒体の崩壊は、表面のみにとどまらず、内部にせん断帯が生じて進行している。この崩壊のメカニズムを解析するため、直径約 1mm の球状ガラスビーズを用いて積層し、一方の壁を移動させることにより、堆積物内部の崩壊過程の機構や崩壊表面のフラクタル性について調べた。その結果、せん断帯では、粒子が金属結晶の双晶変形と同様の機構によって移動している。また、含水状態の積層では崩壊に伴い多数のせん断帯が生じ、表面は自己相似性を有するフラクタル性を示した。一方、乾燥状態では、積層高さが高いほどせん断角が増大する傾向がみられ、積層が密な場合は二次せん断が生じ、疎な場合は、一次せん断のみが生じることが判明した。

[ノート]

光硬化性樹脂上に作製した金属膜によるひずみ測定

島名 賢児

近年、注目を集めているマイクロマシン技術には、このような機器の小型軽量化、低消費動力化、高密度（高集積）化などを実現するために大きな期待がかけられてお

り、それに関する研究が盛んに行われてきている。しかし、その多くは微細加工に関するものが多い状況である。マイクロマシンを実用化していくためには、微小な力やトルクを検出するセンサが必要である。そこで本研究では、ラピッドプロトタイピング技術の一つである光造形法によって作製した試験片に金属膜のセンサをスパッタリングによって取り付け、そのセンサの最適な形状を検討する。さらに、実際に試験片に荷重を加え、金属膜の抵抗値の変化を調べる。

[原著論文]

学習ソフト：2 値算術符号化シミュレータ BACS の試作

加治佐 清光

本研究報告は、試作した学習ソフトである 2 値算術符号化シミュレータ BACS (Binary Arithmetic Coding Simulator) の概要について報告する。試作には視覚化が容易な C#言語を使用した。BACS は可逆・準可逆符号化の国際標準である JPEG-LS の拡張版で規定されている 2 値算術符号化を基にしている。まず、この 2 値算術符号化のアルゴリズムの概要、次に、学習ソフト BACS の概要について述べ、最後に BACS を用いた実験例について述べる。この学習ソフト BACS はデータ圧縮関連の授業で使うことを意図して試作した。

[原著論文]

微生物を固定化した竹炭および軽石等の自然物を利用した水質浄化技術の開発

大竹 孝明, 岡林 巧,
木原 正人, 下園 広喜,
蔵菌 有佑, 馬場 秀二,
岡林 悦子, 吉田 昌弘,
幡手 泰雄, 佐藤 祐一

河川流域の産業の発展に伴い、汚濁排水が農業用水等にも排出され、水域の自然浄化作用を上回る汚濁負荷が流入する結果、河川の水質が悪化し続けている所は少なくない。鹿児島県の特産である竹炭は多孔質であり、木炭などに較べて比表面積が大きく、ろ過機能や吸着能力に優れているため、生活排水や河川等の汚れ等を吸着するとともに、竹炭に付着させた微生物が水質汚染となる有機物を分解し、水質浄化が可能と期待される。また、桜島火山由来の軽石も多孔質であり、竹炭と同じ作用が予想される。

本研究では、竹炭および軽石の細孔内に微生物膜を付着させ、基礎的な浄化処理能力を調べ、今回は、管型流通式処理における操作条件の影響について検討した。

[原著論文]

共削り加工における切削抵抗と仕上げ面粗さとの関係

原田 正和, 引地 力男

近年、IT や航空宇宙産業の発展にともない、いくつかの異なる材料を組み合わせた工作物が多くなってきた。共削りの場合は単一なものと比較して、良好な仕上げ面を

得るのは非常に困難である。金属と非金属の組み合わせによる共削りによる穴加工を行い切削抵抗が仕上げ面粗さに及ぼす影響について実験的に検討した。今回は 60-40 黄銅とアクリル樹脂を組み合わせたものを用いた。その結果、アクリル樹脂の場合、切削抵抗と表面粗さとの間には明確な因果関係がみられなかった。

[原著論文]

共削り加工における加工面品位に関する研究

原田 正和, 引地 力男

近年、IT や航空宇宙産業の発展にともない、いくつかの異なる材料を組み合わせた工作物が多くなってきた。共削りの場合は単一なものと比較して、良好な仕上げ面を得るのは非常に困難である。金属と非金属の組み合わせによる共削りによる穴加工を行い切削加工面品位について実験的に検討した。今回は銅とアクリル樹脂を組み合わせたものを用いた。その結果、銅とアクリル樹脂の双方に良好な仕上げ面を得るための加工条件を導き出すのは困難であったが、銅の出口バリが発生しない条件で加工すればいくぶん良好な仕上げ面を得ることが明らかになった。

[原著論文]

桜島火山灰の養浜土砂としての利用価値を検証する基礎的研究

長山 昭夫

本研究では大量に発生した桜島火山灰（流下土砂）のリサイクルを目的とし、養

浜材としての応用の可能性を調べたものである.

はじめに, 桜島火山灰(流下土砂)の土砂としての特性と粒子としての特性を調べた. 次に移動床実験を行い, 桜島火山灰(流下土砂)を養浜材と仮定し, 侵食型・堆積型の波浪を発生させ, 地形変化・汀線変化量・前浜勾配等の基礎的な特性量を観察した. 以上より桜島火山灰(流下土砂)は養浜材としてリサイクル可能であると結論付けた.

積層粒子の崩壊過程に関する研究

池田 英幸[†] 岡林 巧^{†2} 赤澤 正治^{†3} 須田 隆夫^{†4}
芝 浩二郎^{†5} 堂込 一秀^{†5} 塚本 公秀[†] 山田 孝行^{†6}

Study on collapse process of sediment particles

Hideyuki IKEDA, Takumi OKABAYASHI, Shoji AKAZAWA, Takao SUDA,
Kojiro SHIBA, Kazuhide DOUGOME, Kimihide TSUKAMOTO and Takayuki YAMADA

We have studied on the collapse process of the sediment of glass beads due to moving wall. In spite of the amorphous state in the sediment, the mechanism of the formation of shear band is similar to the twin formation in the crystalline metals. Several shear bands are observed in the wet sediment and the collapsed surface shows the fractal structure. In the dry sediment, the shear angle increases with increasing the height of the sediment. The only one shear band is observed in the loosely packed sediment, while the secondary shear band has occurred in the densely packed sediment.

Keywords : Glass beads, Sediment, Collapse process, Shear band, Fractal

1 緒言

粉粒体とは、定義は明確ではないが、粒径 $10\mu\text{m}$ から数 mm 程度の粒子をさす。また、その表面積が体積を上回るものを粉体、それ以外を粒体と区別している。直径 1mm の粒体では、位置エネルギーに相当する熱平衡温度は約 10^{14}K 以上という超高温となる。したがって、常温では重力によって準安定状態に凍結し、自由エネルギー最小の状態に到達できない。よって、熱力学的な観点から取り扱うことができない散逸粒子集団である。また、この粒子集団は固体、液体、気体の範疇に入らないため、統一的な理論解析はこれまでのところ未完成である。

一方、土木工学の分野では、コンクリート壁のような壁体に及ぼす土圧について古くから研究されている。その代表的なものとして、壁体に作用する土圧を求めるクーロン(Coulomb)の限界つり合い条件によるものやランキン(Rankine)の塑性理論によるものが良く知られている¹⁾。クーロンは壁体によって支えられる土塊全体について壁体の変位した場合の力のつり合いを

考慮している。ランキンは、地盤を均質な粉体から構成されていると仮定して、重力のみが作用する半無限に広がった地盤が塑性平衡状態にあるときの地盤内応力を求めている。塑性平衡状態とは地盤がまさに破壊する状態でモールの応力円が破壊線に接している状態をさしている。この破壊線は、せん断応力を τ 、垂直応力を σ 、粘着力を c 、内部摩擦角を ϕ とすると、

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (1)$$

の関係式によって $\sigma - \tau$ の座標系で表される直線である。破壊線を接線とするモールの応力円の接点と原点とを結んだ直線の角度が破壊面の角度 θ となり、

$$\theta = \pi/4 + \phi/2 \quad (2)$$

という関係が成立する。

積層粉粒体の崩壊は、表面のみにとどまらず、内部にせん断帯(shear band)が生じて進行している。この崩壊のメカニズムを解析するため、複雑な形状の砂や粒体ではなく、直径約 1mm の球状ガラスビーズを用いた。直方体の容器に乾燥状態や含水状態のガラスビーズを積層し、一方の壁を移動させることにより、堆積物内部の崩壊過程の機構や崩壊表面のフラクタル性について調べた。

2 実験装置および実験方法

図 2-1 に示すように、実験装置はアクリル水槽を用い、スライド板には厚さ 5 mm のアクリル板を使用した。ガラスビーズを積層する底面積は、200mm×250mm である。使用したガラスビーズは直径約 1 mm、質量約 0.001429g である。

[†] 機械工学科

^{†2} 土木工学科

^{†3} 一般教育科理系

^{†4} 電気電子工学科 現在：東京工業高等専門学校 電気工学科

^{†5} 情報工学科

^{†6} 技術室

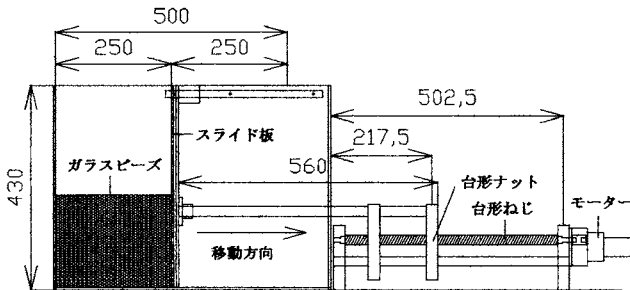


図 2-1 実験装置 (単位: mm)

ガラスビーズの積層高さ(100mm~300mm)や「乾燥状態」と「含水状態」の影響およびスライド板の移動速度(2mm/min, 14mm/min)による崩壊過程の相違などについて実験を行った。せん断の様子が観察できるように、乾燥状態のガラスビーズの場合は、マーカーとして粉体(マリーム)で縦横にラインを入れた。また、含水状態では、ガラスビーズを着色したものを使用し、崩壊の過程をビデオカメラで撮影した。さらに、粒子の積層状態の詳細を観察するためデジタル顕微鏡を使用した。積層方法は、ガラスビーズを積層面から常に150mmの高さから落下させて積層する場合とビーズを落下させずに積層する場合の2種類で行った。

3 実験結果および考察

3.1 せん断帯での粒子の移動

図 3-1 は、乾燥した粒子を用いて実験を行った結果である。白い線は、粒子の移動状態を可視化するためのマーカーである。当初、水平にいたマーカーの一部は斜めに折れ、縦に入れたマーカーの一部がほぼ水平となっている。このマーカーが折れ曲がっている部分でせん断が生じていることがわかる。この他の部分では、縦横に引いたマーカーに屈曲などがほとんど見られない。このことから、せん断帯の右側の三角形の部分は、その全体がひと塊となって共同的に移動した

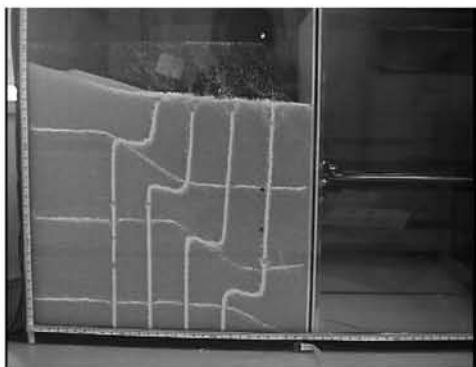


図 3-1 せん断帯 (乾燥状態)

ことを示している。これは、クーロンやランキンの理論と定性的に一致した結果である。また、このマーカーの状態から、各粒子はランダムに積層したアモルファス状態であるにもかかわらず、金属結晶の双晶と同様な機構²⁾によって移動したことを示している。

3.2 含水状態のせん断および崩壊面形状

高さ200mmの積層に相当するガラスビーズに1500mlの水を加えて攪拌した後装置に積層し、さらに300mlの水分を霧吹きで上部に噴霧して含水状態とした。

乾燥状態では、崩壊後の表面はほぼ一直線となるが、含水状態の表面は階段状となり、内部は二次、三次さらに高次のせん断が見られる(図 3-2)。乾燥状態では粒子間の吸着力がほとんどないために、表面層が崩壊して直線状になるが、含水状態では、粒子間の水の表面張力により、吸着力が働いていることに起因して表面崩壊が生じ難いためと思われる。図 3-2 の実線 B, B'に見られるように、表面層の階段状の斜面の位置と崩壊斜面内部のせん断位置が対応しており、表面層の形状とせん断面に相関がある。

直線 A を基準線として、表面の座標値を測定し、プロットした結果を図 3-3 に示す。この座標データをフーリエ逆変換し、パワースペクトル $I(k_0)$ を求めた。

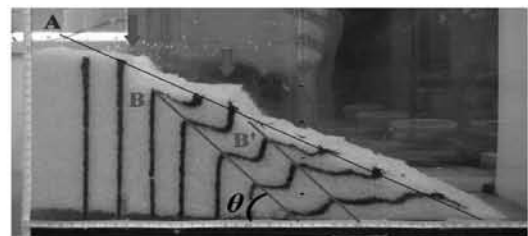


図 3-2 含水状態の崩壊
θ: せん断角

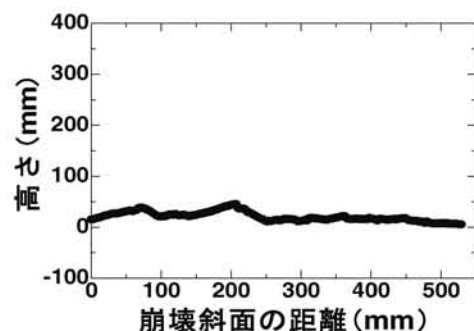


図 3-3 崩壊面形状のプロット図

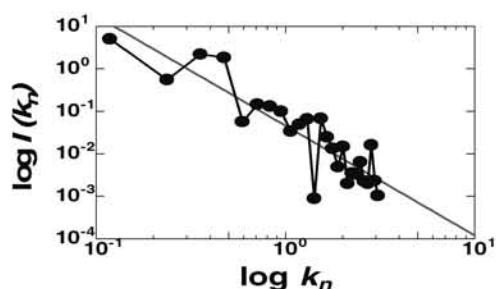


図 3-4 パワースペクトル

ここで k_n は波数であり、この $I(k_n)$ と k_n の両対数グラフ（図 3-4）を作成した。図 3-4 の各点は、ばらつきがあるものの、ほぼ直線上にある。このことから図 3-2 の崩壊面形状は自己相似性があり、フラクタル性を有している。これは大規模なせん断が生じた後に、さらに中、小規模のせん断による崩壊が生じたため、このような崩壊面形状となったものと考えられる。

3.3 積層高さとせん断角の関係

図 3-5 は乾燥状態における積層高さとせん断角との関係をまとめたものである。積層高さが高いほど、せん断角は大きくなる傾向が見られる。ただし、せん断面は移動壁面底部から対面側壁面の積層最上部に向かって対角線状に生じているものではない。図 3-6 は積層高さが 100mm の場合の崩壊後の状態である。せん断面は、崩壊斜面とほぼ同位置に生じたため明確ではないが、図の左壁面近傍では、マーカの線に変化が見られず、せん断は左壁面の最上層面からは生じていない。したがって、せん断角の増加の理由は、積層高さが高い程垂直方向の圧力は大きくなり、ビーズの密度

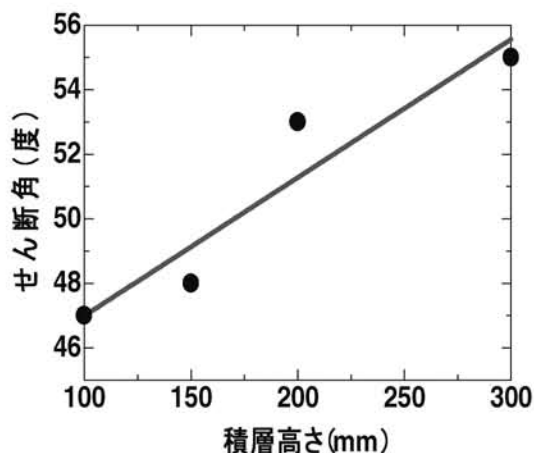


図 3-5 積層高さとせん断角の関係



図 3-6 積層高さ 100mm の崩壊状態

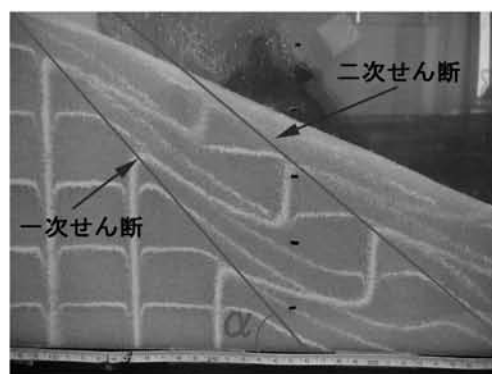


図 3-7 一次、二次せん断の発生

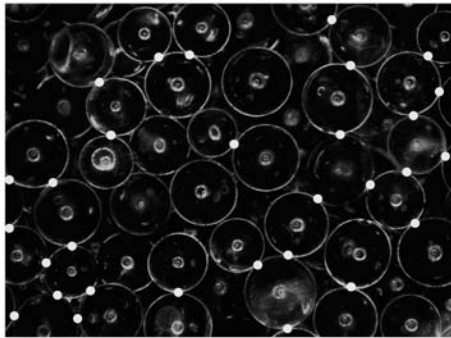
が高くなり、内部摩擦が増大したことによるものと思われる。

3.4 せん断角の変化および二次せん断発生の有無

図 3-7 に乾燥したガラスビーズにおいて、一次せん断と二次せん断の発生した状態を示している。同じ積層高さにおいても、二次せん断が生じる場合と生じない場合が観測された。これはビーズの積層の方法によるものであることが判明した。すなわち、ビーズを高い位置から落下させると二次せん断が発生する。これは、ビーズの積層密度に差が生じるためと推測される。

そこで、実験装置と同じ材料を用いて容器（横 250mm × 奥行き 100mm × 高さ 300mm）を作製し、実験時と同様の積層方法によってガラスビーズを積層後、デジタル顕微鏡で壁面のガラスビーズを撮影した。その結果を図 3-8 に示す。（a）は落下を行わない場合、（b）は 150mm から落下した場合である。図中のビーズ周辺の白い点はガラスビーズの接触点を示しており、（b）は（a）よりも接触点が多い。しかし、これは容器の側面から観察した状態であり、内部の状態を必ずしも反映しているものではない。そこで、内径 66.8mm、高さ 65.5mm

の円筒容器にガラスビーズを上記2種類の方法で積層し、容器の体積と全ビーズの体積の比、すなわちかさ密度（充填率）測定した。その値は、前者が49.2%、後者は51.5%であり、図3-8の結果と定性的に一致している。これより、ガラスビーズの充填率の相違が二次せん断の発生、すなわち崩壊過程の相違をもたらしていることが判明した。充填率が高い積層では、ビーズ間の接触点数が多く、摩擦が大きくなることに関係しているものと思われるが、その理由は現在検討中である。



(a)積層方法：落下なし



(b)積層方法：150mm から落下

図3-8 ガラスビーズ間の接触状態

4. 乾燥状態の崩壊過程において、積層が密な場合は二次せん断が生じ、疎な場合は、一次せん断のみが生じることが判明した。

謝 辞

本研究は平成16, 17年度校内助成金の補助により遂行したことを記し、深く謝意を表する。

参考文献

- 1) 地盤工学に関する教科書などに掲載されており例えば、澤孝平，渡辺康二，沖村孝，青木一男，佐野博昭：「地盤工学」，森北出版株式会社1999，pp. 120-128.
- 2) 日本金属学会編：「新版転位論」，丸善株式会社1975，p. 377.

4 結 言

ガラスビーズを用いて、積層粒体の壁体移動による崩壊過程を調べた。その結果を次に述べる。

1. せん断帯では、粒子が金属結晶の双晶変形と同様の機構によって移動している。
2. 含水状態の積層では、崩壊に伴い多数のせん断帯が生じ、表面は自己相似性を有するフラクタル性を示した。
3. 乾燥状態では、積層高さが高いほどせん断角が増大する傾向がみられた。

光硬化性樹脂上に作製した金属膜によるひずみ測定

島名 賢児[†]

Measurement of Strain using Metal Thin Film on Stereolithography Resins

Kenji SHIMANA

The micro machining technology is especially advanced in the semiconductor field. And other technologies for the micro machining have been researched. Then, the micro-machine has been researched widely in many fields in recent years. The final purpose of this study is to fabricate the small structure by stereolithography as much as possible, and to measure correctly the strain with a metal thin film sensor fixed on stereolithography resins. The sensor must be made to meet requirements regarding small size. In this research, we develop a small sputtered thin-film strain sensor made of Ni-Cu alloy.

Keywords : Stereolithography Resins, Metal Thin Film, Sputtering, Strain Sensor

1 目 的

マイクロマシン技術は寸法が 1mm に満たないようなマイクロ部品を含むデバイスや、それを集積したシステムを製作し、作動させる諸技術の総称である。

工業製品の小型軽量化と高機能・多機能化は医療や情報通信をはじめとする多様な産業分野で進められており、また地球環境問題においては省エネルギーの視点から機器の小型・高効率化が求められている。マイクロマシン技術には、このような機器の小型軽量化、低消費動力化、高密度（高集積）化などを実現するためのキーテクノロジーとして大きな期待がかけられている。

例えば、能動カテーテルがある。これは 2mm ほどの直径で、形状記憶合金の“筋”に通電して関節を模したリング部を自在に曲げ、カテーテルを必要部位まで導入しやすくするものである。これに、直径 100 μ m 程度の光ファイバ圧力センサや前方視用の超音波イメージを備えるような研究が進んでいる。

近年、注目を集めているマイクロマシン技術には、このような機器の小型軽量化、低消費動力化、高密度（高集積）化などを実現するために大きな期待がかけられており、それに関する研究が盛んに行われてきている。しかし、その多くは微細加工に関するものが多い状況である。マイクロマシンを実用化していくためには、微小な力やトルクを検出するセンサが必要である。しかし、市販のセンサはサイズが大きく、センサの受感素子として用いられているひずみゲージもその

大きさからマイクロマシンへの適用は困難である。そのために独自のセンサが必要となってくる。そこで本研究では、近年製造業では製品の試作・試験回数の低減のため設計段階で必要不可欠なものとなっている CAE を用いて解析しながら、マイクロマシン用センサについて検討した。マイクロマシン技術には様々な方法があるが、今回は簡単に三次元立体構造物の試作が可能であるラピッドプロトタイプング技術の一つであり、研究も進んでいる光造形法を用いる^{1)~4)}。今回は初期段階として、マイクロマシンなどの微小なものを作製する前に、まず拡大モデルを作製して試験を行う。次に、光造形法によって作製した試験片に金属膜のセンサをスパッタリングによって取り付け、そのセンサの最適な形状を検討する。さらに、実際に試験片に荷重を加え、金属膜の抵抗値の変化を調べる。

2 実験装置および実験方法

2. 1 光造形法

微細加工技術の進歩は半導体の分野で著しく進歩してきている。その中で、容易に 3 次元立体構造物の試作が可能である光造形法と呼ばれる手法が注目されている。光造形法とは、光化学反応を応用した付着加工の一種で、3 次元 CAD 上で入力された 3 次元ソリッドデータを STL フォーマットに変換した後、積層厚みにスライスして断面データを作成し、このデータに基づいて紫外線硬化性樹脂と呼ばれる液状の合成樹脂に紫外線を照射して選択的に硬化させ、一層ずつ積層することにより所望形状の 3 次元立体造形物を作る方

[†] 電子制御工学科

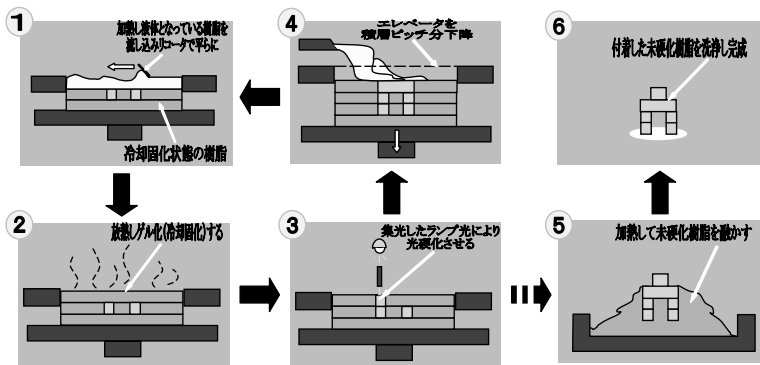


図1 光造形プロセス

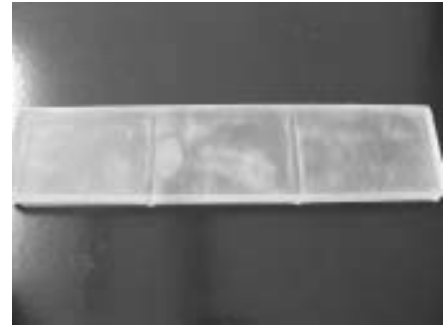


図2 作製した試験片

法である。図1にその造形プロセスを示す。この技術は半導体の生産技術，印刷技術，CAD技術の3つの技術分野統合から生まれたもので，設計と試作品を容易に比較検討できることから，製造業にとって，開発開始から出荷まで時間短縮，コスト削減に多大な効果が期待できる。

今回用いた光造形装置は，デンケン（株）製の小型光造形システム SolidJet SJ-200P を使用した。また，今回光造形法で使用した光硬化性樹脂は，アクリレート系紫外線硬化型樹脂であるデンケン（株）製のゲル状光硬化型樹脂（SJR-101）である。

2.2 3DCADによるモデリングおよびCAEによる応力解析

今回光造形モデルの描画およびセンサ位置の検討に用いた CAD/CAM/CAE ソフトは，SDRC 社製の I-DEAS 8 である。このソフトを用いて描画したものを STL データに変換し，光造形装置で立体構造物を作製した。また，CAE 機能を用いて同じ形状の試験片の応力解析を行った。

2.3 スパッタリング

今回用いたターゲット材は，SUMITOMO 製 Ni-Cu

（40-60wt%） $\phi 57 \times 1t$ である。

なお，スパッタリングする前に試験片は #500，#1000，#2000 の順に耐水ペーパーで研磨し，仕上げに超精密仕上げ用研磨フィルム #8000 のペーパーで研磨し，その後スパッタリングを行った。

3 実験結果及び考察

3.1 光造形による造形精度

図2に光造形法により作製した試験片の写真を示す。光造形法により作製した試験片の内部には，小さな気泡のようなものが存在している。

次に，今回用いた光造形装置による造形精度を調べるために，図3に示す立体構造物を作製した。形状は同じで，高さが 5mm，10mm，30mm と大きさの異なる3つの構造物を作製した。図4に作製した構造物の写真を示す。図からわかるように，高さ 10mm のサイズになると頭の上が平らになってきており，さらにバリのようなものもみられる。高さ 5mm のものについては，ほとんど顔のパーツは作製できていない。今回用いた光造形装置の光源は，水銀キセノンランプであり，スポット径も 0.7mm と大きいので，この程度のサイズが限界であると考えられる。

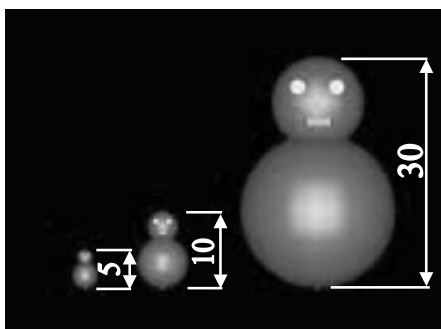
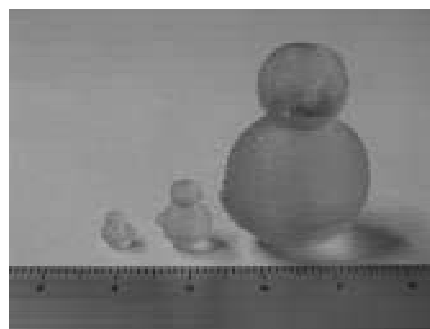
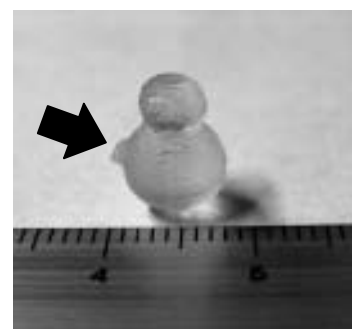


図3 立体構造物形状



(a) 立体構造物



(b) 10mm モデル

図4 造形例



図5 応力解析結果

表2 成膜条件

	Time	Condition	R[Ω]
Sample 1	10 min	Vac.	30~60
Sample 2	20 min	Vac.	18~38
Sample 3	20 min	Air	∞

3. 2 CAEによるセンサ位置の検討

図5にCAEによる解析結果を示す。材料特性はヤング率 445MPa, ポアソン比 0.43 として解析を行った。解析では、試験片の片端を拘束し、もう一方の端から1×20mmの範囲に5Nの下方向の合力を負荷し、解析を行った。図から解るように、ゆるやかな応力勾配がみられる。この結果をもとに、比較的応力勾配が小さく、ひずみが高い図6に示す位置にセンサ部を成膜することとした。

3. 3 スパッタリングによるセンサ部成膜

まず、ターゲット材を光硬化性樹脂上に成膜できるかを光造形法で作製した 30×20×5(mm)の試料を用いて、出力、ターゲットと基板の距離、時間、圧力が成膜に及ぼす影響について検討した。得られた結果を

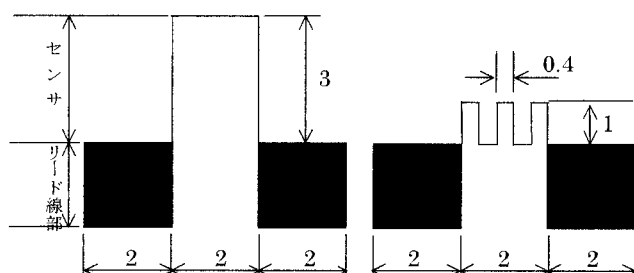


図8 センサ形状

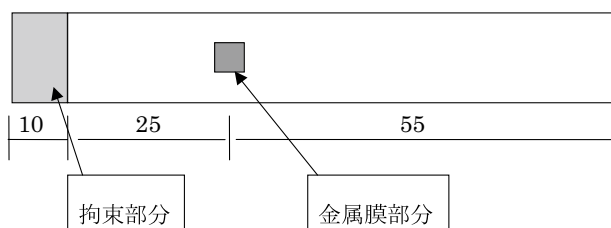


図6 センサ部位置

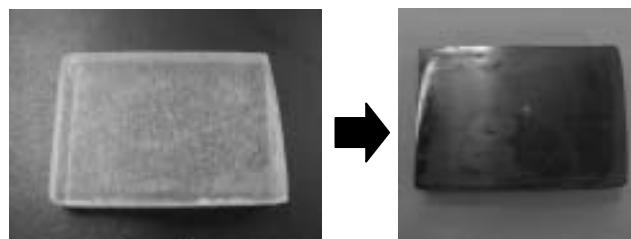
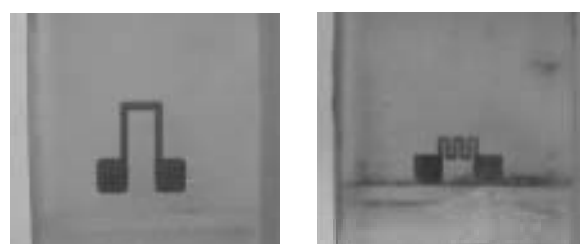


図7 成膜前後

表2に示す。この結果から、大気中で保管していた試験片は、スパッタリング時間や圧力を調整しても成膜できなかった。これは、試験片中に含まれる空気が影響していると考えられる。スパッタリング直前まで真空中で保管していた試験片については、成膜できていることからわかる。成膜前後の写真を図7に示す。以上の結果から、ターゲットと試験片間の距離25mm, 出力40mA, 圧力10Paで20min成膜することとした。

次に、図2に示した試験片にスパッタリングによって表面にセンサ部となる金属薄膜を、マスクを用いて成膜した。センサ形状を図8に示す。なお、使用したマスクは、厚さ1.0mmのステンレス板により作製した。



(a) One-turn

(b) Multi-turn

図9 作製したセンサ形状

図9に、成膜したセンサ形状を示す。角の部分が少し丸みをおびているが、ほぼマスク通りの形状が作製できている。

しかしながら、応力測定のために金属薄膜の厚さは一定でなければならない。そのため、今後は膜厚測定などを行なっていく必要がある。また、光硬化性樹脂

と金属は接着されているように見えるが、マクロ及びミクロ領域での界面強度の問題についても調べていく必要がある。

3. 4 抵抗変化測定

作製したセンサ部の抵抗の変化を調べた。荷重は 50g から 50g 刻みで増やしていった。また、抵抗測定の際は、抵抗値が安定してから測定を行った。図 10 にひずみと抵抗変化率の関係を示す。ひずみについては、(1) 式から求めた。

$$\varepsilon = \frac{6WL}{Ebh^2} \quad (1)$$

図からわかるようになんかなりバラつきがあるものの、いずれの形状でも直線関係がみられる。しかし、センサ形状により傾きが異なる。また、one-turn type はほぼ原点を通っているが、multi-turn type は原点を通っていないことがわかる。

図 2 にも示した通り、今回用いた光造形装置により作製した立体構造物の内部には、小さな気泡のようなものが見られ、応力分布は複雑になり、抵抗値もかなりばらついたと考えられる。本材料の変形に伴うひずみをより精度良く測定するには、光造形工程についても検討していく必要があると考えられる。

4 まとめ

本研究で得られた結果は以下の通りである。

- 1) 今回用いた光造形装置による造形精度については把握できたが、それほど微細な立体構造物の作製は困難である。スポット径の小さな光源であるレーザーなどを用いて、より微細なものを作製していく必要がある。
- 2) 光造形法により作製した立体構造物上にマスクを使用することにより、ほぼマスク通りのセンサ形状の成膜ができた。
- 3) 作製したセンサによりひずみと抵抗変化率の関係について調べた結果、ばらつきはみられたが、ほぼ直線関係が得られた。

5 参考文献

- 1) 山口勝美・中本剛, 機械の研究, Vol.51-1, p.31 (1999).
- 2) 大坪義一ほか, 精密工学会誌, Vol.64-8, p.1181 (1998).

3) 萩原茂ほか, 精密工学会誌, Vol.62-11, p.1587 (1996).

4) 単学伝・高木太郎, 精密工学会誌, Vol.61-3, p.420 (1995).

謝辞

本研究は、平成 15, 16 年度校内研究助成金を受けて行なわれたことを記し、感謝申し上げます。

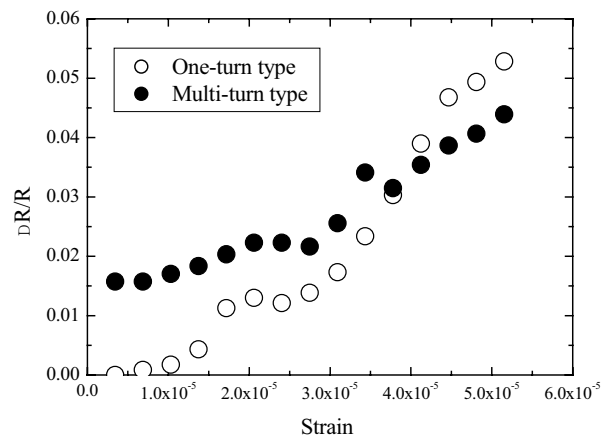


図 10 抵抗値の変化

学習ソフト：2値算術符号化シミュレータ BACS の試作

加治佐 清光[†]

Implementation of Learning Software : Binary Arithmetic Coding Simulator BACS

Kiyomitsu KAJISA

This technical paper reports implementation of learning software of a binary arithmetic coding simulator, BACS. For this implementation, the programming language C#, which is easy to use for visualization, was used. BACS (Binary Arithmetic Coding Simulator) is based on the binary arithmetic coding which is specified in the extension version of the international lossless and near-lossless coding standard, ISO/IEC JPEG-LS. First, abstracts of the algorithm of this binary arithmetic coding, then abstracts of learning software BACS are reported. Also, some experimental results using BACS are shown. This learning software BACS was implemented supposing to use for lessons related to data compression.

Keywords : Arithmetic Coding, JPEG-LS, Data Compression, C Sharp

1 まえがき

データ圧縮の授業で使用することを意図し、学習ソフト：2値算術符号化シミュレータ BACS (Binary Arithmetic Coding Simulator) を試作した。本研究報告はその概要について報告する。

データ圧縮は、テキスト、静止画像、動画像、音声などの様々なマルチメディアの分野を陰で支えている基盤技術である。データ圧縮の代表的なエントロピー符号化にハフマン符号化と算術符号化がある。ハフマン符号化は出現確率の高い事象に短い符号語を割り付ける符号変換を利用した汎用の符号化方式である。一方、算術符号化は連続して出現した事象の系列に対応する確率そのものを符号化する符号化方式である。例えば、よく使用される国際標準 JPEG には基本処理としてハフマン符号化、オプションとしては算術符号化が規定されているが、一般にハフマン符号化は単純なために高速、算術符号化は複雑なために低速とみなされており、現状では、オプションの算術符号化は普及していない。

しかし、算術符号化の符号化効率ハフマン符号化よりも高く、マイクロプロセッサの高速化に伴い演算上低速である問題は解決され、算術符号化のアルゴリズム自体も非常にシンプルであるので、将来的には算術符号化も多用されることが期待される。

算術符号化は国際標準 JPEG の可逆・準可逆符号化方式である国際標準 JPEG-LS^{1)~14)} の拡張版でも採用された。試作した 2 値算術符号化シミュレータ BACS はこの JPEG-LS 拡張版^{5), 7)} で規定されている 2 値算術符号化を基にしている。参考までに、画像符号化の国際標準で使用されている算術符号化と汎用の算術符号化の位置づけを表 1 に示す。JBIG と JPEG において共通の考え方で開発された 2 値算術符号器(QM-coder)については文献 20) を、またそれらの違いについては文献 21) を参照されたい。算術符号化の情報理論については文献 22) に詳述されている。

2 値算術符号化と多値算術符号化の違いに関しては別の考察と議論が必要である。本研究報告では JPEG-LS 拡張版の 2 値算術符号化および試作した 2 値算術符号化シミュレータ BACS についてのみ報告する。

表 1 算術符号化の位置づけ

国際標準 JBIG (2値画像符号化) ¹⁵⁾		2 値算術符号化	1992
国際標準 JPEG	基本処理	Huffman 符号化	1993
	オプション	2 値算術符号化	
	可逆符号化	2 値算術符号化	
国際標準 JPEG-LS	基本処理	Golomb 符号化	1999
	拡張版	2 値算術符号化	2003
汎用の算術符号化 ^{16)~18)}		多値算術符号化	1992
汎用のレンジコーダ ¹⁹⁾		多値算術符号化	2000

[†]情報工学科

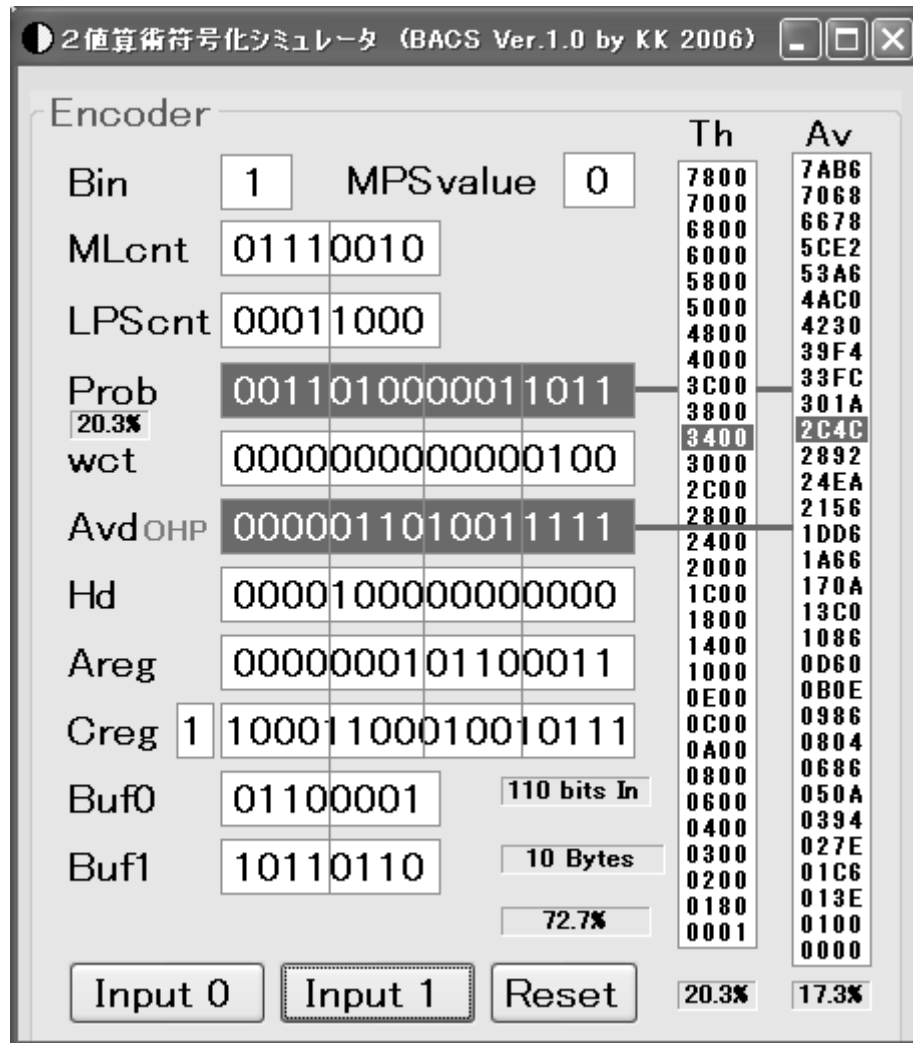


図1 2値算術符号化シミュレータBACSの実行画面の例

試作した2値算術符号化シミュレータBACSの実行画面の例を図1に示す。この図と対応して、まず、2で2値算術符号化のアルゴリズムについて述べる。次に、3でこの学習ソフトBACSの概要、4でBACSを用いた実験例について述べ、最後に5をむすびとする。

2 2値算術符号化のアルゴリズム^{5),7)}

2値算術符号化シミュレータBACSで使用している2値算術符号化のアルゴリズムを、図1に対応して、文献5)(国際標準)と7)(JIS規格、内容は国際標準と同一の英文)に基づき説明する。理解を深めるために、図1に示したBACSの実行画面で使用されているレジスタ、カウンタ、配列などを表2にまとめて示す。

表2 BACSのレジスタなど

Bin	2値入力 (0 or 1)
MPSvalue	優勢シンボルの値 (0 or 1)
Th	推定確率選択用のしきい値
Av	劣勢シンボルの推定確率
MLcnt	優勢と劣勢シンボルの出現カウンタ
LPScnt	劣勢シンボルの出現カウンタ
Prob	劣勢シンボルの出現確率
wct	Areg と 0x8000 のビットシフト数
Avd	Av の更新値(ビットシフト後)
Hd	0x8000 の更新値(ビットシフト後)
Areg	確率間隔を示すレジスタ
Creg	確率の下限値を示すレジスタ
Buf0	Creg の上位を格納するバッファ
Buf1	1バイト出力用のバッファ

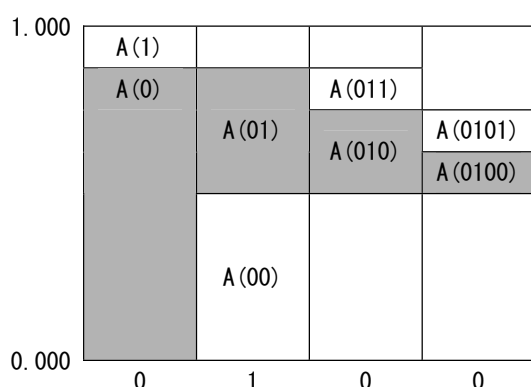


図2 数値線上での確率区間の分割

2.1 2値算術符号化の原理

2値算術符号化は0と1の2値シンボルの系列を符号化する。0以上1未満 $[0, 1)$ の数直線(numerical line)上の再帰的な確率区間(probability interval)の分割は2値算術符号化の基礎となる。2値シンボルの入力で現在の確率区間は0と1の出現確率により再分割される。

劣勢シンボル LPS (Less Probable Symbol)と優勢シンボル MPS (More Probable Symbol)に対する確率区間の再分割において、MPSの確率区間は0.0に近い方に設定される。従って、LPSが符号化されるときは、MPSの確率区間がビットストリームに加えられる。図2に値系列0100が入力された場合の数直線上での確率区間の分割の例を示す。

以下、2値算術符号化の基本事項についてまとめる。

255を底とする算術演算

- 固定精度の整数算術符号化を行う。数直線のデータは255を底とした表現で扱われ、255通りのデータは8ビットで0x00～0xFEの値となる。
- 確率区間 Areg は 0xFF～0xFF×0xFF の整数値を保つ。Aregが0xFF以下の場合0xFFを乗じ、Cregも0xFFを乗じる。そのため、Aregは0xFFとはならない。

確率推定

- 適応型算術符号化では、2値(binary decision)の符号化で使用する条件付き確率推定(conditional probability estimates)を求めるための統計モデルを符号器と復号器で使用する。
- LPSの出現確率(occurrence probability)はLPSの累計出現数 LPScnt と、LPSとMPSの両方の累計出現数 MLcnt より推定される。

確率区間の近似

- 理想的なLPSの推定される確率(estimated probability)は次式により算出される。

$$\text{Areg} \times \text{LPScnt} / \text{MLcnt}$$

しかし、この算出には乗算が必要なため、現在の確率区間 Areg とは独立して、LPScnt と MLcnt との比に基づき Av テーブルと呼ばれる表からLPSの確率区間(probability sub-interval)が選択される。

- Av テーブルの値 Av は、

$$\text{Prob} = (\text{LPScnt} \ll 16) / \text{MLcnt}$$

をしきい値 Th と比較することにより選択される。

例えば、Prob = 0x8000 つまり 50%の場合は、Av = 0x7AB6 つまり 47.9%が選択される。

OHP (Over-Half Processing)

- Aregは0x8000から0x10000の間であると仮定する。上記の近似により得たLPSの確率区間を用いると、LPSが0.5に近くなつたときに著しく符号化効率が低下する。この損失を埋め合わせるために、乗算よりは単純な、OHPを行う。
- MPSのデフォルト値である(Areg-Av)が0x8000以上のときはLPSの確率区間はAvとなるが、0x8000未満のときは(Areg-Av)と0x8000との差の1/2が新たにMPSに割り当てられる(つまり、両方の平均値を割り当てる)。Avからその分を差し引いた値がLPSの確率区間に割り当てられる。このOHPの処理は次のようになる。

```
if ((Areg-Av) >= 0x8000)
    LPS interval = Av
else
    LPS interval = (Av + Areg - 0x8000) / 2
```

2.2 初期化

コード系列の下限値ビットはCregに格納され、現在の確率区間はAregに格納される。Areg=0xFF×0xFF (= 255×255 = 0xFE01), Creg=0に初期化される。Buf0とBuf1は符号レジスタから出力直後の符号系列を一時的に格納する2バイトのバッファである。

MLcntとLPScntは2値シンボルとLPSの累計出現のカウンタである。両カウンタは十分に大きな数でなければならない。MLcntは4、LPScntは2に初期化される。カウンタの最大値MAXcntは255に設定される。MPSvalueはMPSの意味で、0か1をとる。MPSvalueは0に初期化される。

Th[0～29]とAv[0～30]は図1に示す値に設定する。LPS確率はProb=(LPScnt<<16)/MLcntで与えられ、

Prob を Th[0~29]と比較し、適切な Av[0~30]が選択される。

2.3 Av の検索

LPS の確率間隔は Av に基づき求める。Av は、Prob = (LPScnt << 16) / MLcnt をしきい値 Th と比較することにより求める。Av は Areg が 0x8000 と 0x10000 の間であることを仮定した値である。Areg がその範囲外のときは、Av と全範囲の半分である 0x8000 を wct ビットだけシフト(ダウン)することにより変更する。ビットシフトの回数である wct は Areg の最上位のビット 1 により決まる。更新された Av と 0x8000 は Avd と Hd となる。LPS の確率推定が最小の確率である 1/255 に近づくと、強制的に Avd は 0x0002 となる。これは LPScnt / MLcnt の確率推定より小さい。Av の検索の手順を次の図に示す。

```
// ProbとThを算出
Prob = (LPScnt << 16) / MLcnt;
for (Aindex = 0; Aindex < 30; Aindex++)
    if (Prob > Th[Aindex]) break;
// wctを算出
for (wct=0; Areg < (0x8000 >> wct); wct++);
// AvdとHdを算出
if ((MLcnt == MAXcnt) && (LPScnt == 1)) Avd = 0x0002;
else Avd = Av[Aindex] >> wct;
Hd = 0x8000 >> wct;
```

図3 Av の検索

2.4 Areg と Creg の更新

LPS 確率間隔 Av と 2 値入力 Bin に従い、レジスタ Areg と Creg は次の図に示す手順により更新される。OHP(Over-Half Processing)により変更された MPS 確率間隔は一時的に Avd に格納される。

同図中の 1 行目は現在の MPS の確率間隔を保持する Areg から新たに更新された LPS の確率間隔 Avd を減じた値を新たな MPS の確率間隔 Avd にすることを意味している。新たな MPS の確率間隔である Avd が新たな 0x8000 である Hd 未満の場合 (Over-Half Processing の場合)、Avd と Hd との平均値を Avd に割り付ける。つまり、MPS を新たな 50%指標 Half へ近づける。

2 値入力 が MPS であれば、新たな MPS の確率間隔を Areg に割り当て、LPS であれば、現在の MPS の確率間隔を保持する Areg から新たな MPS の確率間隔 Avd を減じた LPS の確率間隔を Areg に割り当て、Creg の下限値は、新たな LPS の下限値に対応するように、新たな MPS の確率間隔 Avd だけアップさせる。

```
Avd = Areg - Avd;
if (Avd < Hd) // Over-Half Processing
    Avd = (Avd + Hd) / 2;
if (Bin == MPSvalue) // MPSが発生
    Areg = Avd;
else { // LPSが発生
    Creg = Creg + Avd;
    Areg = Areg - Avd;
}
```

図4 Areg と Creg の更新

2.5 カウンタの更新

MLcnt カウンタが 255 である MAXcnt になったとき、カウンタ MLcnt と LPScnt は半減される。LPS 確率推定が最低の確率に達した場合、LPS が発生するまでは MLcnt はカウントアップされない。カウントアップが保留されている間、Avd は強制的に 0x0002 になる。0x0002 は、1/MAXcnt の確率推定に相当する理論的な Av よりもわずかに小さい。これは出現確率の分布が非常に偏った画像 (例えば CG 画像) の符号化効率を改善する簡単な対処法である。カウンタの更新の手順を次の図に示す。

通常は 2 値入力 が MPSvalue でない場合に LPScnt をカウントアップする。もし、LPScnt が MLcnt の半分より大きくなれば、MPSvalue の意味(0/1)を交代し、LPScnt のカウント値も入れ代える。

```
// MLcntとLPScntを半減
if (MLcnt == MAXcnt) {
    if (Bin != MPSvalue) {
        MPScnt = (MPScnt + 1) / 2 + 1;
        LPScnt = (LPScnt + 1) / 2 + 1;
    }
    else if (LPScnt != 1) {
        MPScnt = (MPScnt + 1) / 2 + 1;
        LPScnt = (LPScnt + 1) / 2;
    }
}
// カウントアップ
else {
    MLcnt++;
    if (Bin != MPSvalue) LPScnt++;
}
// MPSvalueの意味の交代
if (MLcnt < LPScnt*2) {
    LPScnt = MLcnt - LPScnt;
    MPSvalue = 1 - MPSvalue;
}
```

図5 カウンタの更新

2.6 Areg と Creg の正規化とバイト出力

データは 255 を底として表現されるが、Areg と

Creg の整数は 2 を底として表現される。従って、Creg の正規化(renormalization)により Creg から 1 バイトを Buf0 へ出力する前に、255 を底として表現された値を持つ出力バイトは $(Creg \gg 8 + Creg + 1) \gg 8$ により算出される。つまり、2 を底として表現し直した後に、上位バイトを出力の対象とする。

符号レジスタからビットストリームへのキャリー伝播(propagation of carry-over)は、二つの格納されたバイトである Buf0 と Buf1 において、格納されたバイトの中へキャリーオーバー(carry-over)を伝播させることにより阻止される。Buf1 と Buf0 が 0xFE で Creg からのキャリーオーバーが発生した場合、Buf1 と Buf0 は例外的にそれぞれ 0xFF と 0x00 なる。しかし、この場合、0xFF には必然的に 0x00 が続くので、マーカの正しい検出が可能となる。

具体的には、Areg が 1 バイトの低精度になったときに次の正規化を行う。

- Buf1 の (前々回の) 1 バイトを出力する。
- Buf0 (前回) を Buf1 へ複写する。
- Creg の上位バイトを補正 (2 を底) し、Buf0 (今回) へ複写する。
- Creg を補正 (255 を底) する。
- Areg を上位バイトへ補正 (255 を底) する。

また、Creg が $0xFF \times 0xFF$ 以上のときも Creg を正規化する。正規化とバイト出力の手順を次の図に示す。

```
// Areg が 1 バイトの低精度になれば正規化
if (Areg < 0x100) {
    // Cregが0xFF*0xFF以上のときCregを正規化
    if (Creg >= 0xff * 0xff) {
        Creg -= 0xff * 0xff;
        Buf0++;
        if (Buf0 == 0xff) {
            Buf0 = 0;
            Buf1++;
        }
    }
    // Buf1の1バイトを出力
    AppendToBitStream(Buf1, 8);
    // Buf0をBuf1へ複写
    Buf1 = Buf0;
    // Cregの上位バイトを補正(2を底)し、Buf0へ複写
    Buf0 = ((Creg >> 8) + Creg + 1) >> 8;
    // Cregを補正(255を底)
    Creg += Buf0;
    Creg = ((Creg & 0xff) << 8) - (Creg & 0xff);
    // Aregを上位バイトへ補正(255を底)
    Areg = (Areg << 8) - Areg;
}
```

図6 Areg と Creg の正規化とバイト出力

2.7 符号化の終了

すべての 2 値入力を符号化した後、符号器は Buf1, Buf0, Creg の計 4 バイトを出力する。学習ソフト BACS にはこの機能は備わっていない。

2.8 2 値算術符号化のまとめ

上述の手順をまとめると 2 値算術符号化の手順は次の図のようになる。

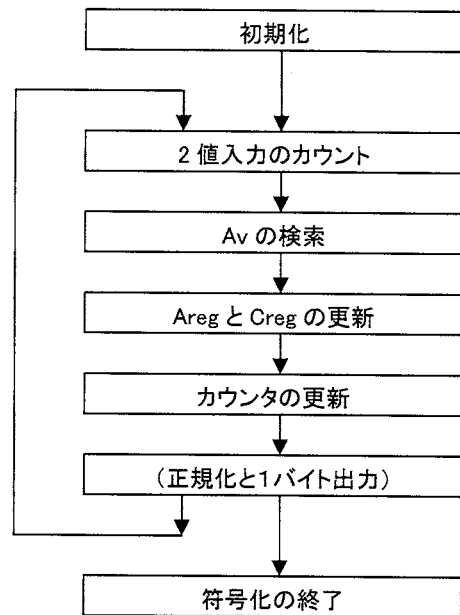


図7 2 値算術符号化の手順

3 学習ソフト BACS の概要

前述の 2 値算術符号化のアルゴリズムを学習ソフト: 2 値算術符号化シミュレータ BACS として実装した。実装には Visual C#を用いたが、C#はユーザインタフェースとなる画面設計が容易なため、BACS のコーディングは短くて済み、初版は約 1 日で完成した。ソースプログラムは注釈を含み約 500 行、実行プログラムは 36K バイトと非常に小さい。

図 1 に示したように BACS の実行画面は 2 値算術符号化プログラムの内部レジスタなどを視覚的に見られるようにしただけのシミュレータであるが、以下の項目において、2 値算術符号化のアルゴリズムの理解を手助けするためのいくつかの表示機能が付加してある。

3.1 確率推定と MPSvalue

確率推定で注意すべきことは、図 5 で示したカウンタの更新を行う前に、それまでのカウンタ値を用いて図 3 で示した確率推定を行うことである。これにより復号が可能となる。これは、Reset 後に 0 あるいは 1 のいずれを入力しても Prob=0x8000 となることから明らかである。

図 5 で示したカウンタの更新の最後で MPSvalue の意味の交代を判定する。BACS では MPSvalue の意味の交代が発生した場合は、図 8 に示す MPSvalue の文字表示を通常の黒色でなく赤色で表示する。例えば、Reset 後に 0, 1, 1 を入力すると MPSvalue の意味の交代が発生する。

MPSvalue 1

図 8 MPSvalue の意味の交代

Avd	1000001101001011
Avd _{OHP}	0101001100110100

図 9 Avd の OHP (Over-Half Processing)

3.2 Avd の OHP および Areg と Creg の更新

Reset 後に 0 を入力すると、Avd=Av[0]=0x7AB6 が選択され、Avd=Areg-Avd=0xFE01-0x7AB6=0x834B が Areg に設定される (図 9 を参照)。さらに 0 を入力すると、Avd=Av[3]=0x5CE2 が選択され、Avd=Areg-Avd=0x834B-0x5CE=0x2669 は Hd=0x8000 より小さいために OHP(Over-Half Processing)が必要となり、 $Avd=(Avd+Hd)/2=(0x2669+0x8000)/2=0x5334$ へ補正され、Areg に設定される。この OHP の発生は図 9 のように赤色の文字 OHP で示される。

Reset 後に 0 を入力し、さらに 1 を入力すると、同じく Avd=Av[3]=0x5CE2 が選択され、同じく OHP が必要となり、 $Avd=(Avd+Hd)/2=0x5334$ へ補正され、LPS であるため、Areg には $Areg=Areg-Avd=0x834B-0x5334=0x3017$ が設定される。Creg には $Creg=Creg+Avd=0+0x5334$ が設定される (図 10 を参照)。

Avd _{OHP}	0101001100110100
Hd	1000000000000000
Areg	0011000000010111
Creg	0 0101001100110100

図 10 Areg と Creg の更新

3.3 正規化

Areg1 が 1 バイトの低精度になれば図 6 に示した正規化とバイト出力が行われる。例えば、Reset 後に 01010101 を入力すると正規化が発生し、図 11 に示すメッセージボックスが表示される。

また、正規化の際に、Creg が 0xFF×0xFF 以上の場合は、図 12 に示すメッセージボックスが表示された後に Creg が正規化される。

3.4 バイト出力と圧縮率

正規化の際に Buf1 の 1 バイトが出力され、Buf0 が Buf1 へ複写された後に、補正された Creg の上位バイトが Buf0 へ複写される。また、この出力バイトの累計を基に圧縮率が表示される (図 13 を参照)。



図 11 正規化のメッセージ



図 12 Creg の正規化のメッセージ

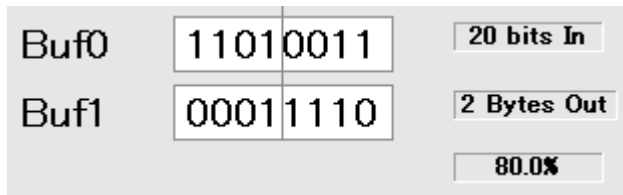


図 13 バイト出力と圧縮率

4 学習ソフト BACS を用いた実験例

試作した学習ソフトを使用して行った実験の例を以下に掲げる。

4.1 推定確率の遷移

LPS の出現確率 Prob は MLent と LPSent の比で算出され、Prob より大きくない推定確率選択用のしきい値 Th が選択され、Th に対応する推定確率 Av が選択される。連続して 0 を入力したときの Prob, Th, Av の遷移を図 14 に示す。これより、推定確率 Av は出現確率 Prob をやや下回りながらも追従していることが分かる。

4.2 圧縮率の遷移

2 値入力の 1 の出現確率が 20%, 10%, 5% の場合の実験結果を図 15 に示す。それぞれ 5, 10, 20 回に 1 回の割合で 1 を入力することを連続した場合である。同図ではそれぞれの場合を 00001 や 0000000001 などのパターンで示している。

入力ビット数に対する出力バイト数はほぼ比例している。例えば、00001 のパターンの場合、90 ビットの入力で 9 バイトが出力されるので、圧縮率 (= 出力 / 入力) は 72 ビット / 90 ビットで 80% となる。

0000000001 のパターンの場合、160 ビットの入力で 10 バイトが出力されるので、圧縮率は 80 ビット / 160 ビットで 50% となる。初期の段階では圧縮率が高いが次第に 50% 近傍へ収束している。

20 回に 1 回の割合で 1 を入力した場合、200 ビットの入力で 8 バイトが出力されるので、圧縮率は 64 ビット / 200 ビットで 32% となる。この実験結果のグラフではまだ変動が大きい。

4.3 圧縮効率の考察

図 15 の実験に関して、理論値であるエントロピーを求めてみる。ここでは、1 の出現確率 p がそれぞれの場合で 0.2, 0.1, 0.05, 0 の出現確率 p が 0.8, 0.9, 0.95 の固定値であると仮定すると、エントロピーは

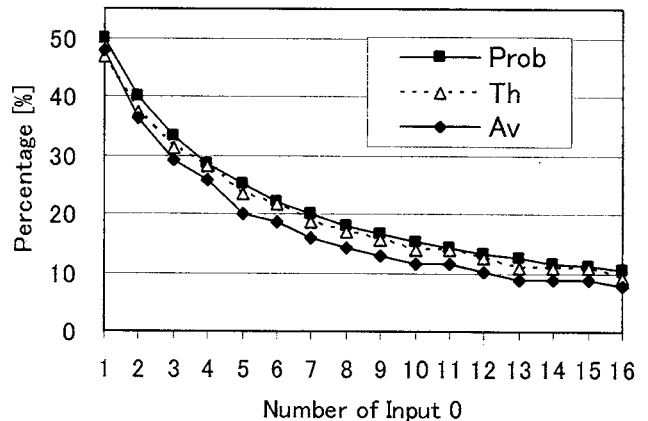


図 14 出現確率 Prob と推定確率 Av の遷移

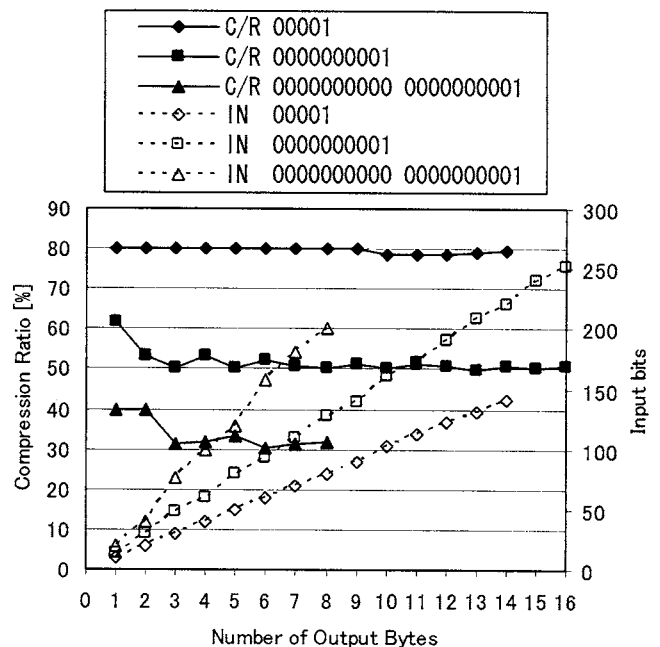


図 15 出力バイト数に対する入力ビット数と圧縮率

$-\sum(p \times \log_2 p)$ より、0.722, 0.469, 0.286 [bit] となる。つまり、理想の圧縮率は、それぞれの場合で 72.2%, 46.9%, 28.6% であるが、この 2 値算術符号化を用いると、約 80%, 50%, 32% である。従って、この 2 値算術符号化の符号化効率はそれぞれの場合、約 90.3%, 93.8%, 89.4% となる。

文献 21)によると、QM-coder の平均符号化効率はランダム信号に対してはほぼ 95% から 97% 程度とされている。この違いは、QM-coder ではマルチレート遷移と呼ばれる 113 の状態遷移の機能を持つ確率推定表を使用しているのに対し、この 2 値算術符号化では単純な 31 項目だけの確率推定表を使用しているのがその差の大きな原因であると思われる。

5 むすび

本報告では、学習ソフト：2 値算術符号化シミュレータ BACS の概要について報告した。算術符号化の入門用として、そのアルゴリズムの理解のための手助けになるものと思われる。

2 値算術符号化を用いた実際の応用では、レジスタ、カウンタ、配列などは複数のコンテキストの分だけ用意され、コンテキストに基づいた条件付き確率を使用して圧縮効率を高める。コンテキストを使用した 2 値算術符号器・復号器の内部をそのままシミュレータとして視覚的に表示することは難しいので、必要な所だけが観測できる工夫が必要である。復号器を含むシミュレータの開発については今後の課題としたい。

謝辞

試作した学習ソフト BACS の試用と検証に JPEG-LS 拡張版の考察を特別研究で行っている専攻科生の後藤佳一郎君と福田祐貴君に協力してもらった。この場を借りて謝意を表す。

参考文献

- 1) M.J. Weinberger, G. Seroussi, and G. Sapiro: "LOCO-I: A low complexity, context-based, lossless image compression algorithm", Proc. IEEE Data Compression Conference, Snowbird, Utah, pp.140–149, Jan. 1996.
- 2) M.J. Weinberger and G. Seroussi: "From LOCO-I to the JPEG-LS standard", HPL-1999-3, HP Laboratories Palo Alto, Jan. 1999.
- 3) M.J. Weinberger, G. Seroussi, and G. Sapiro: "The LOCO-I lossless image compression algorithm: principles and standardization into JPEG-LS", IEEE Trans. on Image Processing, Vol.9, No.8, pp.1309–1324, Aug. 2000.
- 4) ISO/IEC 14495-1: 1999(E), "Information technology - Lossless and near-lossless compression of continuous-tone still images: Baseline", Dec. 1999.
- 5) ISO/IEC 14495-2: 2003(E), "Information technology - Lossless and near-lossless compression of continuous-tone still images: Extensions", Apr. 2003.
- 6) JIS X 4304-1: 2000, "連続階調静止画像の可逆及び準可逆圧縮—第 1 部：基本処理", 日本規格協会, June 2000.
- 7) JIS X 4304-2: 2002, "連続階調静止画像の可逆及び準可逆圧縮—第 2 部：拡張", 日本規格協会, Aug. 2002.
- 8) 小野文孝: "静止画像符号化の標準化動向", 画像電子学会誌, Vol.30, No.3, pp.212–219, March 2001.
- 9) 加治佐清光, 中村博文, 村島定行: "JPEG-LS のロスレス符号化のコンテキストモデルの考察", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J81-A, No.6, pp.1021–1025, June 1998.
- 10) 加治佐清光: "2 のべき乗の量子化予測誤差によるニアリーロスレス画像符号化の試行", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J88-A, No.6, pp.793–799, June 2005.
- 11) 加治佐清光: "JPEG-LS ニアロスレス画像へのバイナリデータの一埋め込み法", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J89-A, No.1, pp.74–79, Jan. 2006.
- 12) 加治佐清光: "JPEG-LS ニアロスレス符号化のランモードの評価", 画像電子学会誌, Vol.35, No.3, pp.176–184, May 2006.
- 13) JPEG Home Page, <http://www.jpeg.org/>.
- 14) LOCO-I / JPEG-LS software, HP Labs LOCO-I / JPEG-LS Home Page, <http://www.hpl.hp.com/loco/>.
- 15) ISO/IEC Draft International Standard 11544, Information technology — Coded representation of picture and audio information — Progressive bi-level image compression, Apr. 1992.
- 16) T.C. Bell, J.G. Cleary, and I.H. Witten: Text Compression, Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1990.
- 17) M. Nelson: The Data Compression Book, M&T Publishing Inc., New York, 1992.
- 18) M. Nelson 著, 荻原剛志, 山口英 (訳): データ圧縮ハンドブック, トッパン, 1994.
- 19) Marion Schindler, Range encoder Homepage, <http://www.compressconsult.com/rangecoder/>.
- 20) W.B. Pennebaker and J.L. Mitchell: JPEG Still Image Data Compression Standard, Van Nostrand Reinhold, New York, 1993.
- 21) 小野文孝, 渡辺裕: 国際標準画像符号化の基礎技術, コロナ社, 1998.
- 22) 情報理論とその応用学会編: 情報源符号化＝無歪データ圧縮, 培風館, 1998.

微生物を固定化した竹炭および軽石等の自然物を利用した 水質浄化技術の開発

大竹 孝明[†] 岡林 巧^{††} 木原 正人^{†††} 下園 広喜^{††} 蔵菌 有佑^{††} 馬場 秀二^{††}

岡林 悦子^{††††} 吉田 昌弘^{†††††} 幡手 泰雄^{†††††} 佐藤 祐一^{†††††}

Development of Water Purification Method by Using the Microbe Fixed Bamboo Charcoal and Pumice Stone

Takaaki OHTAKE, Takumi OKABAYASHI, Masato KIHARA, Hiroki SHIMOZONO,
Yusuke KURAZONO, Shuji BABA, Etsuko OKABAYASHI, Masahiro YOSHIDA,
Yasuo HATATE, and Yuichi SATO

In recent years, as for the effect of water pollution on environment, there are various problems, such as its effects on agriculture as well as human body. The contamination of river water is mainly due to the decomposed and colored water. The purpose of this research is to purify water quality using the characteristics of pumice stones which are distributed in South Kyushu and bamboo charcoal, special product of Kagoshima Prefecture.

The influence of the operation conditions in pipe-type circulation formula is considered by adhering microbes to the surface of pumice stones and bamboo charcoal in the shape of a film.

Keywords : Bamboo charcoal, Rivers, Water purification, Natural materials, Microorganism, Biofilm method, Water pollution, Pumice

1 緒言

近年、水質汚濁が環境に与える問題として、人体への影響はもちろんのこと農業に対する影響など様々なものがある。地球温暖化などに伴う気候変動や、土地開発により渇水期の中小河川では流量がかなり減少してきている箇所も数多く見られる。さらに、水質汚濁の進んだ河川水が下流域で農業用水として利用されることも多く、上水源として利用されている事例もある¹⁾。

また、河川流域の産業の発展に伴い、汚濁排水が農業用水にも排出され、水域の有する自然浄化能力を越える汚濁負荷が生ずる結果、河川の水質が悪化し続けている所は少なくない。鹿児島県内の各中小河川についても、流域産業排水による水質悪化が問題となっ

ている。さらに、現在も農業用水として利用され、その汚染は広がりつつあるため、緊急に対応する必要がある。

河川水の汚染の主な原因は、水が腐敗したり着色したりする問題の発生である。これらは有機物成分や着色成分に由来し、前者は生物化学的な水処理、後者は凝集や活性炭吸着処理プロセス等によって除くことが出来る。

2 既往の研究と研究目的

2002年に大竹らは、鹿児島県の地場産業である竹炭を排水処理に用いた報告をしている²⁾。竹炭は多孔質であり、木炭に較べて比表面積が大きく、ろ過機能や吸着能力に優れている。そのため、生活排水や河川等の汚れや悪臭、不純物を吸着するとともに、竹炭に付着した微生物が水質汚染となる有機物を分解し、水質を浄化する能力を持つという研究内容である。また、2006年に下園らは、同様な手法で軽石の細孔内に生物

[†] 一般教育科理系

^{††} 土木工学科

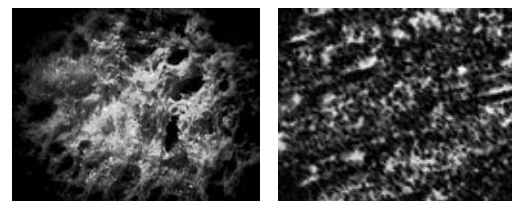
^{†††} 技術室

^{††††} 第一工業大学土木工学科

^{†††††} 鹿児島大学工学部応用化学工学科

膜を付着させ、管型流通式操作における操作条件の影響について検討し、微生物を固定化した軽石による排水処理技術の開発を行なっている³⁾。

本研究は、南九州に分布する軽石の特性と鹿児島県の特産である竹炭を利用して水質の浄化を目的とし、軽石および竹炭表面に膜状に微生物を付着させ、管型流通式操作における操作条件のおよぼす影響について検討する。



a) 軽石 (30 倍) b) 竹炭 (30 倍)

図 1 軽石および竹炭の実体顕微鏡写真

3 試験概要

(1) 試料

軽石は、第四紀地質時代における噴出源を始良火山由来とし、鹿児島県垂水市および鹿屋市を主な分布地として甚大に埋蔵している⁴⁾。表 1 に微生物固定に用いた軽石および竹炭の物理的性質を示す。比重は、内包する空隙を十分すりつぶした真比重であり、火山由来の火山ガラス（比重約 2.2）より軽石、竹炭ともに小さな値を示している。吸水率値は、試料に対する含有する水分量の質量比を表しており、軽石、竹炭が共に多孔質で、比表面積の大きな素材であることを示している。また、実績率は、管型流通式反応器の設計をする際の軽石および竹炭の充填の算定に必要な値のつで、水が流動可能な容積を表している。

軽石および竹炭の実体顕微鏡写真の例を示したものが図 1 (a) (b) である。図からも軽石、竹炭ともに多孔質で比表面積の大きな素材であることが確認できる。軽石と竹炭は表 1 と図 1 より吸水率の面では軽石より竹炭のほうが 2 倍程度高い値を示すもののほぼ同様な物理的性質を示している。

また、軽石を使用した試験は、先行して行なった竹炭と比較するために、ふるい分け試験⁵⁾し、粒度分布を竹炭の粒度加積曲線に合わせ、図 2 の粒度加積曲線上に乗るように軽石の粒度の調節を実施した。

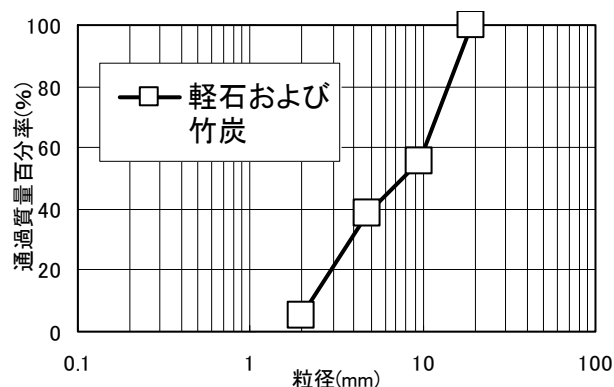


図 2 粒度加積曲線

(2) 軽石および竹炭への微生物付着

図 3 および図 4 に示すような内径 3.5cm、長さ 40cm のアクリル製のカラム (管型) に大きさが 0.2~2cm の軽石を充填させ、人工排水を $3.33 \times 10^{-1} \sim 5.00 \times 10^{-1}$ l/s の流量で曝気させながら循環させた。カラムを入れた恒温槽内温度はデジタルサーモペット (NTT-1200) を用いて 25℃に維持した。

(3) 管型流通式処理試験

表 2 の人工排水により 3 ヶ月間カラム内で微生物を馴養させ充填した軽石および竹炭に微生物膜を付着させた。その後、このカラムに表 3 の人工排水 (2000ml) を曝気させながら流通させる管型流通式処理操作を行った。水質浄化能力に対する流量の影響を検討するた

表 1 試料の物理的性質

	比重	単位容積質量(g/cm ³)	吸水率(%)	実績率(%)
軽石	1.262	0.332	55.413	40.27
竹炭	1.223	0.223	115.373	40.44

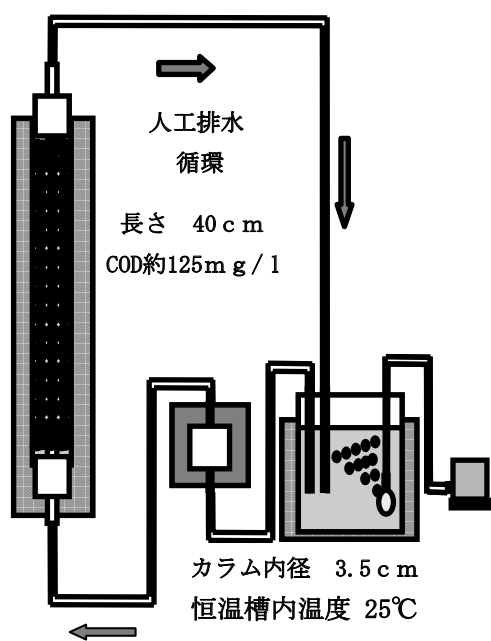


図 3 微生物付着試験

め、流量を $2.50 \times 10^{-1} \sim 7.50 \times 10^{-1}$ l/s まで変化させ、それぞれ COD の経時変化を測定し COD 除去率変化を調べた。pH はカラム流入前が 6.5 前後で、カラム流入後が約 6.0 であった。COD は、COD メーター（飯島電子株 C-331）を、pH は、pH メーター（東亜電波工業株 IM-20E）を用いて測定した。

(4) COD の測定

COD：一定の強力な酸化剤（過マンガン酸カリウム溶液）を用いて検水进行处理し、その際消費される酸化剤の量を酸素に換算して表したものの、対象となる被酸化物は、主として有機物質であるが、第一鉄塩、亜硝酸塩、ならびに硫化物なども含まれ、下水、工場排水、し尿による汚濁の指標となる。COD の測定には COD メーター C-331 を用いた。

4 結果及び考察

(1) 管型流通式処理

a) カラム内担体実績率

（軽石 40.27%，竹炭 40.44%）

図 5 は軽石と竹炭の各流量（ 2.50×10^{-1} [l/s]， 4.17×10^{-1} [l/s]， 5.83×10^{-1} [l/s]， 7.50×10^{-1} [l/s]）における COD 除去率の時間的变化を示したものである。



図 4 恒温槽内のカラム（槽内温度 25℃）

表 2：人工排水組成⁶⁾（COD 約 125mg/l）

(NH ₄) ₂ SO ₄	-----21.7mg/l
KH ₂ PO ₄	-----6.6mg/l
NaHCO ₃	-----37.5mg/l
MgSO ₄ ·7H ₂ O	-----56.3mg/l
CaCl ₂ ·2H ₂ O	-----37.5mg/l
NaCl	-----37.5mg/l
C ₆ H ₁₂ O ₆	-----200mg/l
POLYPEPTON	-----40mg/l

表 3：人工排水組成⁶⁾（COD 約 21mg/l）

(NH ₄) ₂ SO ₄	-----5.56mg/l
KH ₂ PO ₄	-----1.69mg/l
NaHCO ₃	-----9.6mg/l
MgSO ₄ ·7H ₂ O	-----14.46mg/l
CaCl ₂ ·2H ₂ O	-----9.6mg/l
NaCl	-----9.6mg/l
C ₆ H ₁₂ O ₆	-----51.2mg/l
POLYPEPTON	-----10.24mg/l

また、液温は 25℃ 一定とした。流量が小さい 2.50×10^{-1} [l/s]， 4.17×10^{-1} [l/s] では時間とともに、COD 除去率は上昇した。これは流量が小さいためにカラム内の排水滞留時間が長くなったため、微生物の排水への接触時間が長くなったことに起因すると考えら

れる。逆に $5.83 \times 10^{-4} [l/s]$, $7.50 \times 10^{-4} [l/s]$ は流量が大きいために、微生物の処理速度がおいつかず、竹炭では40分、軽石では30分でCOD除去率は低下する。これらの結果よりCOD除去率は流量によって大きく影響を受けることがわかる。

鹿児島県の場合、河川の水温は約30℃から約5℃ほどの間で変化すると考えられる。図6は、軽石と竹炭の各温度の違いにおけるCOD除去率の時間的変化を示したものである。各温度とも時間の経過とともにCODが減少しており、微生物により有機物分解が進行していることがわかる。32.1℃では軽石、竹炭とも60分後に約80%近く除去されているのに対し、軽石の5.7℃では40%、竹炭では30%程しか減少しなかった。この事から温度を下げるに従ってCODの除去率は大きく低下し、温度の影響が極めて大きいことがわかる。

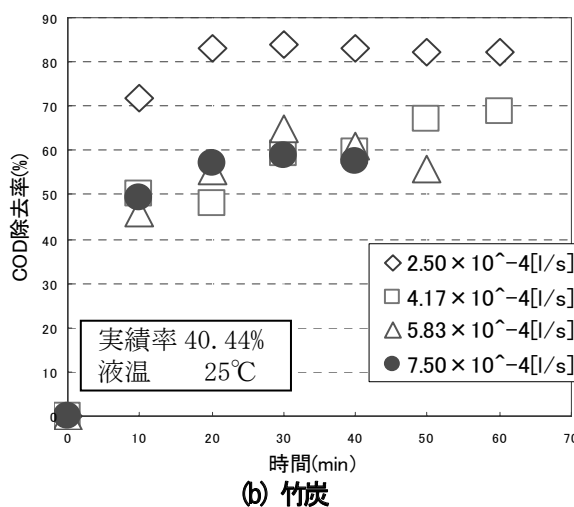
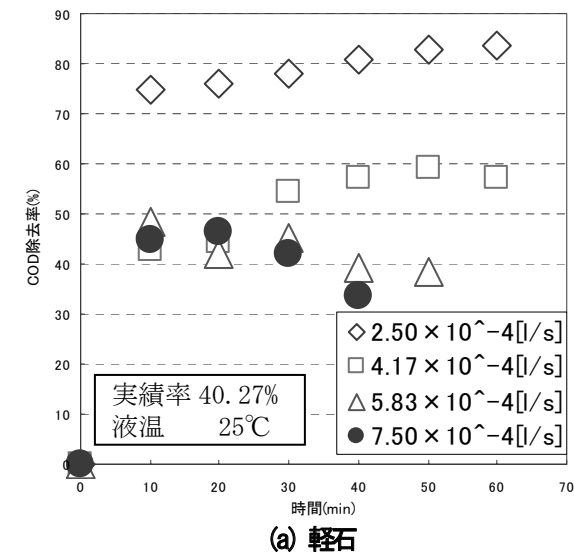


図 5 COD 除去率と流量の関係

b) カラム内担体実績率 (軽石 20.14%)

図7は、カラム内の軽石の実績率を40.27%の1/2にして、微生物を今までと同じ条件下で馴養させた時のCODの除去率を示したものである。微生物を馴養し始めてから1週間、2週間と馴養する期間が長いほど微生物の量は増えて、3週間ほどで微生物の量は安定した。これは図7からわかるように、1、2週間後には、COD除去率は60分で約70%程度、3、4週間後では約80%とCOD除去率に顕著な差がみられる。また、図7と前述の図6を比較すると、実績率を1/2にしても除去率は、前回とほぼ同様であった。

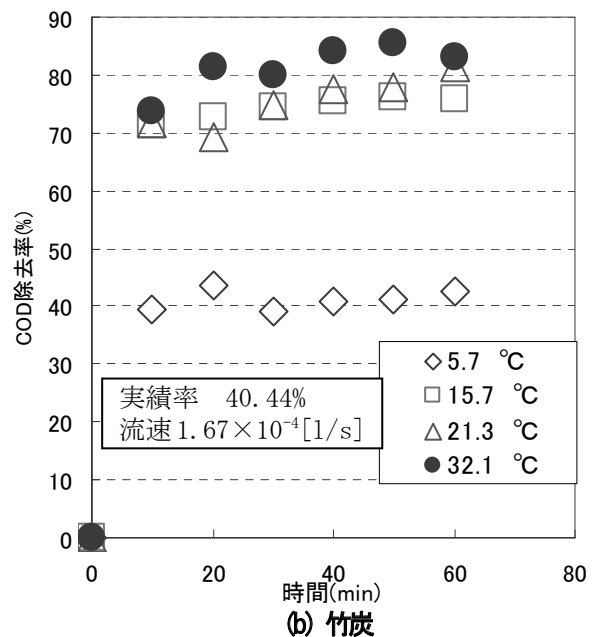
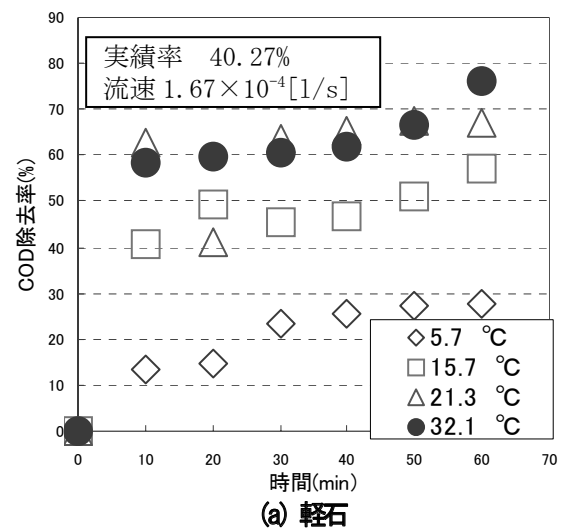


図 6 COD 除去率と液温の関係

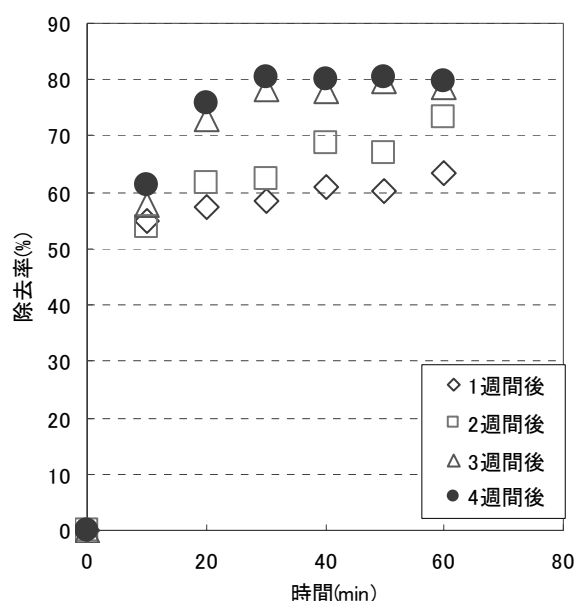


図 7 軽石のCOD除去率と
馴養期間の関係

(2) 軽石に付着した微生物

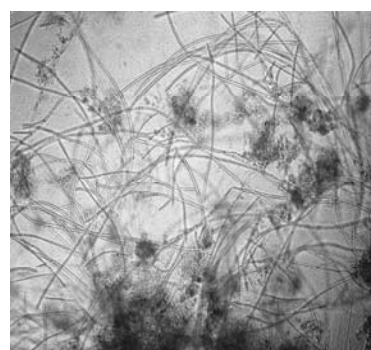
図 8 はカラムの上層部に出現した細菌である。カラムの軽石表層部に近い部分は黄褐色から乳白色の細菌のフロックが見られ、その外側に糸状菌が出現した。糸状体は鞘と隔壁を持ち枝分かれする。鞘は同じ幅で伸び、長いものは $700\sim 800\mu\text{m}$ 、先端は基部より細くなる。

図 9 はカラムの中層部に出現した細菌である。上部同様、軽石表層部に近い部分は黄褐色から乳白色の細菌のフロックが見られ、その外側に上部と同じ種類の糸状菌が出現する。糸状体は上部ほど発達しない。

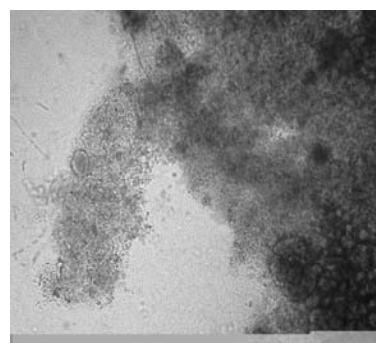
図 10 はカラムの下層部に出現した細菌である。表層部に近い部分は黄褐色から乳白色の細菌のフロックが見られ、その外側に上部と同じ種類の糸状菌が出現する。糸状体は上部と同程度に発達する。反応管表面部に少量の紅色硫黄細菌が出現した。また、流入口付近では原生動物繊毛虫類 *Colupidium* が出現した。これはこの付近の溶存酸素と汚濁濃度が生存に適していたためと考えられる。黄褐色から乳白色の細菌は通性嫌気性菌から嫌気性の菌群と考えられ、糸状菌はこれらのフロックより空隙に向かって糸状体が形成されることから、前者より好気性菌であると考えられる。

(3) 滞留時間と反応率の関係

本研究の流通式試験の微生物の有機物分解反応は、一時反応であると考えられる^{1) 2)}。

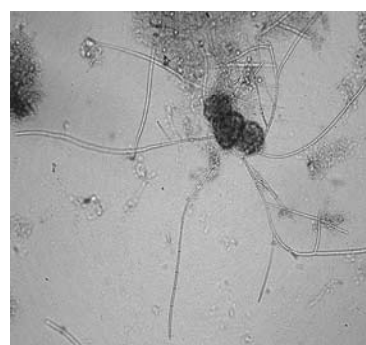


(a) 細菌のフロックを土台として広がる糸状菌



(b) フロック状となった細菌

図 8 カラムの上層部に出現した細菌



(a) 細菌のフロックを土台として広がる糸状菌



(b) フロック状になった細菌と紅色細菌

図 9 カラムの中層部に出現した細菌

従って、反応速度式は次式ようになる。

$$-r = kC_0(1-x) \text{ ----- (1)}$$

上式を管型反応器の設計方程式

$$\frac{V}{F_0} = \int_0^x \left(\frac{1}{-r} \right) dx \text{ ----- (2)}$$

に代入すると、

$$\frac{V}{F_0} = \int_0^x \left\{ \frac{1}{kC_0(1-x)} \right\} dx \text{ ----- (3)}$$

積分すると、

$$\frac{kVC_0}{F_0} = -\ln(1-x) \text{ ----- (4)}$$

ここで、 $F_0 = v_0 C_0$ なので

$$\frac{kVC_0}{(v_0 C_0)} = -\ln(1-x) \text{ ----- (5)}$$

よって、

$$\frac{kV}{v_0} = -\ln(1-x) \text{ ----- (6)}$$

C_0 = 入口 COD (mg/l)

C = 出口 COD (mg/l)

v_0 = 入口体積流量 (l/s)

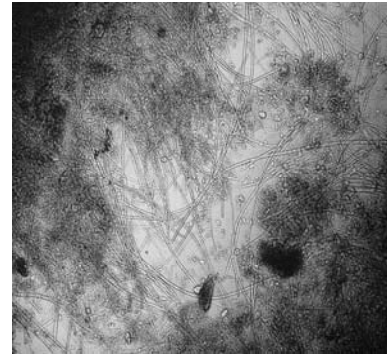
F_0 = 入口 COD 流入速度 (mg/s)

k = 速度定数 (s^{-1})

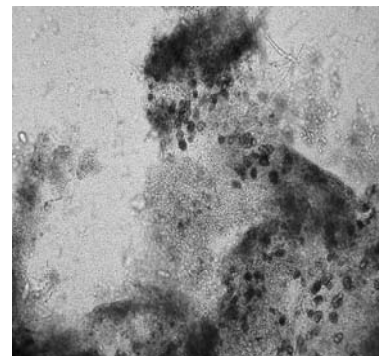
V = 竹炭層容積 (l)

ここで、 $\frac{V}{v_0}$ は試料層を通過する滞留時間であり、

$-\ln(1-x)$ の対数は、滞留時間に比例して増加することになる。図 11 より流量が 4.17×10^{-1} [l/s] と 5.83×10^{-1} [l/s] では反応率は、上昇していないが流量を少なくし滞留時間を増加させると、反応(除去)率も大きくなり(6)式とほぼ一致する傾向を示した。



(a) 細菌のフロックを土台として広がる糸状菌



(b) フロック状になった細菌と紅色細菌

図 10 カラムの下部に出現した細菌

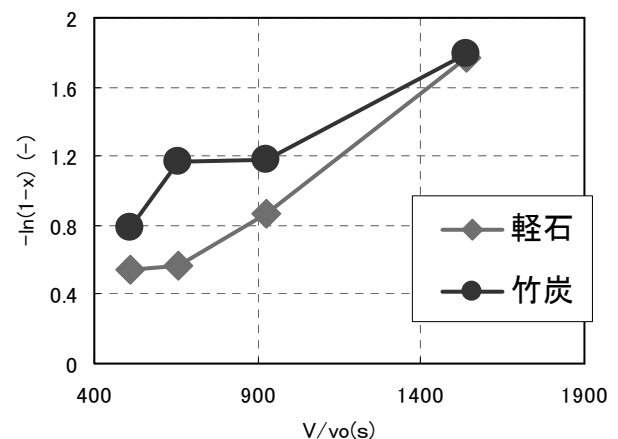


図 11 COD 除去率と滞留時間の関係

5 あとがき

本研究では、南九州に分布する軽石および竹炭の特性を利用して河川水の浄化を目的とした基礎的試験を行い、排水処理初期の変化について検討を行った。本研究で得られた結論を以下に要約する。

- (1) 微生物を固定した軽石を用いた管型流通式排水処理における COD 除去率は、通水流量、温度に大きく影響を受けるが、実績率を変えてもほとんど変化が見られなかった。
- (2) 反応管の上、中、下に共通して出現したものは黄褐色から乳白色の細菌が出現した。糸状菌はカラムの下部に最も多く出現したが全体としては少なかった。また、カラムの下部には光合成細菌と *Colupidium* その他の繊毛虫類が出現した。その他の細菌は同定できなかった。
- (3) 管型流通式処理の微生物による有機物分解反応は、ほぼ 1 次反応とみなすことができる。

謝辞

本研究は、平成 16 年度及び 17 年度の鹿児島工業高等専門学校校内研究助成金ならびに平成 17 年度及び 18 年度の科学研究費補助金（基盤研究(C)）を受けて行われた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 佐藤祐一：微生物を固定化した竹炭による水質浄化技術の開発，平成 13 年度卒業論文 鹿児島大学工学部応用化学工学科 p. 39, 2002.
- 2) 大竹孝明：微生物を固定化した竹炭による水質浄化技術の開発，文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(C)(2))研究成果報告書 pp. 55-56, 2002.
- 3) 下園広喜：微生物を固定した軽石による排水処理技術の開発，平成 17 年度土木学会西部支部研究発表会 第Ⅶ部門 pp. 1105-1106, 2006.
- 4) 鹿児島県地質図編集委員会：鹿児島県の地質 鹿児島市 鹿児島県 1990 pp. 94-96.
- 5) 土木材料実験教育研究会：[改訂新版]新示方書による土木材料実験法 東京都 鹿島出版会 2000 pp. 34-38.
- 6) 馬場秀二：微生物を固定化した竹炭による水質浄化技術の開発，平成 15 年度卒業研究論文 国立鹿児島工業高等専門学校 p. 28, 2004.

共削り加工における切削抵抗と仕上げ面粗さとの関係

原田 正和[†] 引地 力男^{††}

A Study on Relationship between Cutting Resistance and Surface Roughness in Simultaneous Cutting

Masakazu HARADA and Rikio HIKIJI

In recent years, with the development of IT and aerospace industry, the workpieces combined by several different materials have been used. In terms of surface integrity, it is very difficult to cut the combined workpieces simultaneously, compared with simple ones. The drilling of the workpiece combined metal and nonmetal was carried out and the effect of cutting resistance on surface roughness was examined experimentally. Here, the workpiece combined 60-40 brass and acrylic resin was used. As a result, it was difficult to clarify the relationship between cutting resistance and surface roughness in the case of acrylic resin.

KeyWords : Simultaneous cutting ,Cutting resistance, Surface roughness, Surface integrity, Drilling

1. 緒 言

近年、IT産業や航空宇宙関連の研究及び技術の発展が目覚ましく、現場で機械加工される部品や製品の高性能化や軽量化、多機能化にともなって、被削材として異なる複数の異種材料を複雑に組み合わせて作られたものが多くなり、これらの部品加工を行うため、共削り加工に関する技術情報が強く求められるようになってきた。共削りとは、2つ以上の材料を1つの切削工具で同時に切削する加工である。共削り加工の部品の加工で共削りの加工の場合、単一被削材の場合と異なり、被削材の表面品位や工具摩耗などに及ぼす影響は複雑である。共削りの部品の加工で、発生しやすいトラブルを整理すると、適正な工具材種の選定が困難なこと、最適な切削条件の設定が困難であること、表面粗さや寸法精度に関する必要な加工精度を得ることが困難なこと、切削を行ったとき、異材の接合部に段差が生じやすいこと、被加工面に異材粉末が圧入したり溶着が発生しやすくなることなどである。本研究は、従来の異種金属どうしの共削り加工²⁾ではなく、金属と非金属の組み合わせを取り上げ、共削り加工における加工面品位について、被削材の物理的・機械的性質を考慮しながら実験的に検討することが目的であり、現場に有効となる最適な加工条件を抽出するものである。金属と非金属の組み合わせの共削り加工は、電気基盤部の導体と絶縁体とを組み合わせた部品やエンジンのシリンダヘッドのメタルスペーサーの加工などに採用されている。最近では、半導体部品の成型用としてCFRPとSUS304との共削りによる加工面品位の研究

も行われている³⁾。この場合、金属どうしの共削り加工と異なり適用切削条件に大きな隔たりがあるので、金属と非金属の組み合わせの共削りはいっそう切削条件の設定が困難である。今回は金属として60-40黄銅、非金属としてアクリル樹脂を用いた。これらは一般的にさまざまな用途で幅広く用いられる材料である。黄銅のみならずアクリル樹脂の切削加工についても加工面品位を中心にこれまで多く検討されてきた^{4)~8)}。しかし、鉄系金属のみならず黄銅を含む非鉄金属とプラスチックとの共削り加工についての研究例はほとんどみられない。今回これらの材料を組み合わせ被削材とし、マシニングセンタを用いて汎用のツイストドリルを用いた穴加工について切削抵抗と加工面品位との因果関係について実験的に検討した。

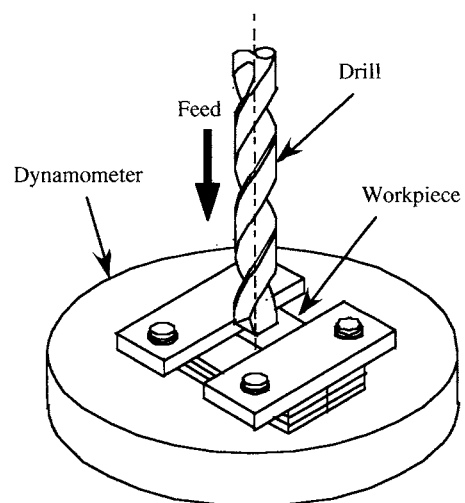


Fig.1 Cutting method

[†] 技術室

^{††} 機械工学科

Table1 Mechanical properties(60-40brass)

Yield point [Mpa]	176
Tensile strength [Mpa]	392
Modulus of elasticity [Gpa]	110
Work hardening exponent	0.43
Vickers hardness	90

Table2 Physical and mechanical properties (Acrylic resin)

Coefficient of thermal conductivity [W/mK]	0.21
Coefficient of thermal expansion [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]	7×10^{-5}
Tensile strength [Mpa]	75
Flexural strength [Mpa]	120
Modulus of elasticity [Mpa]	3000
Elongation [%]	4.5
Rockwell hardness (M scale)	100

Table 3 Cutting conditions

Work materials	60-40brass , Acrylic resin
Tool material	SKH51
Drill diameter [mm]	$\phi 10$
Point angle [deg.]	118
Cutting speed V [m/min]	15.7, 31.4, 47.1
Feed rate f [mm/rev]	0.1, 0.2, 0.3
Cutting fluid	Dry

2. 実験方法

実験は、被削材として厚さ3mmの60-40黄銅板の両側面を3mmの亚克力樹脂板(PMMA)で挟む形式で治具に取り付けた(図1参照)。60-40黄銅の機械的性質を表1に、亚克力樹脂の物理的・機械的性質を表2にそれぞれ示す。60-40黄銅についてはあらかじめ $500^{\circ}\text{C} \times 2\text{h}$ の焼なまし処理を施したものをを用いた。熱処理後、表面に加工硬化層が生成されないように注意しながらラッピングし両側面に瞬間接着剤を使用して亚克力樹脂板を接合した。穴加工にはマシニングセンタ(FANUC DRILL Mate Sr-MODEL T)を用い、一連の加工をプログラム運転で行った。切削条件を表3に示す。また、加工中は圧電素子タイプの動力計によりスラストとトルクを同時に測定した。加工面の評価については、亚克力樹脂及び60-40黄銅それぞれの穴の内面を加工方向に触針式表面粗さ測定機を用いて最大高さ R_y を測定した。それぞれ同じ条件につき実験を3回行い、1つの試料について測定を5回行い、最大と最小を除いた平均値をデータとして採用した。

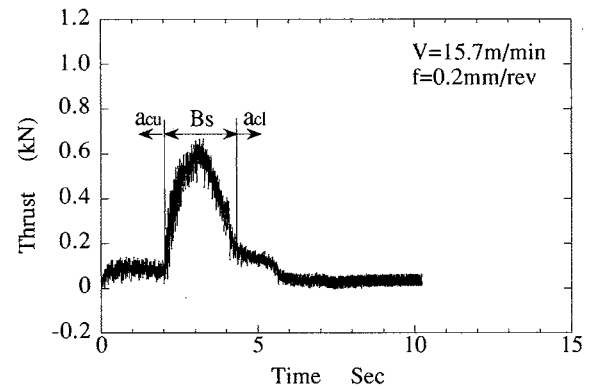


Fig.2 Effects of feed rate and cutting speed on thrust

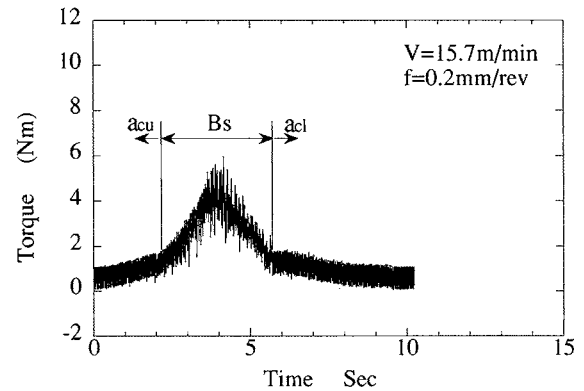


Fig.3 Effects of feed rate and cutting speed on torque

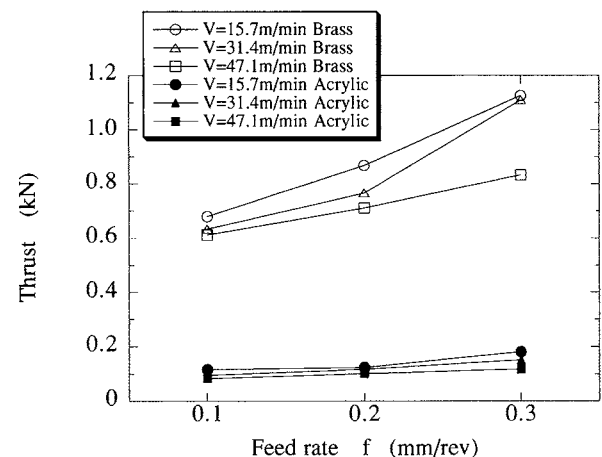


Fig.4 Effects of feed rate and cutting speed on thrust

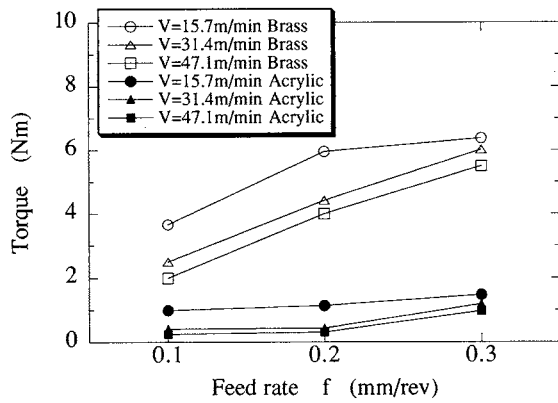


Fig.5 Effects of feed rate and cutting speed on torque

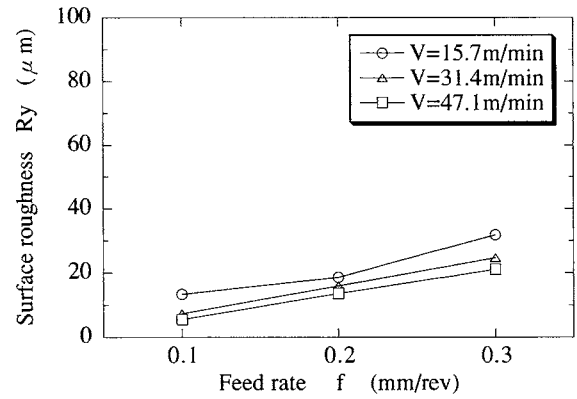


Fig.8 Effects of feed rate and cutting speed on surface roughness R_y (60-40 brass)

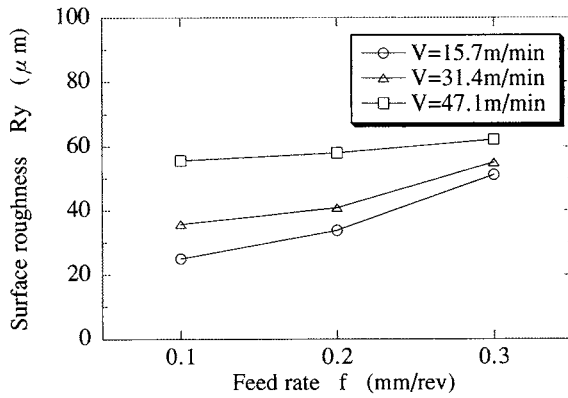


Fig.6 Effects of feed rate and cutting speed on surface roughness R_y (upper acrylic)

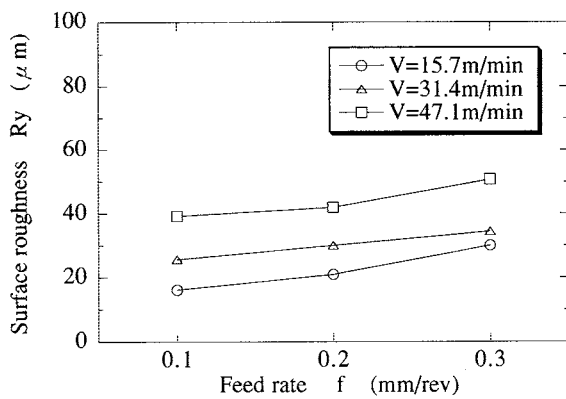
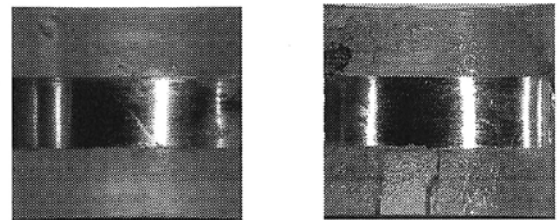


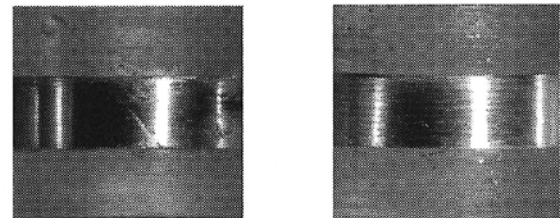
Fig.7 Effects of feed rate and cutting speed on surface roughness R_y (lower acrylic)



(a) $V=15.7\text{m/min}$

(b) $V=47.1\text{m/min}$

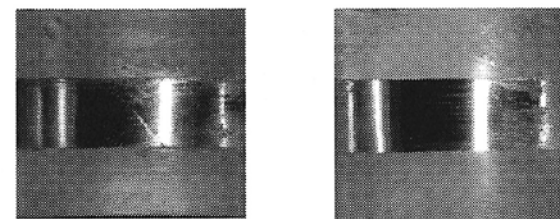
Fig.9 Effect of cutting speed on machined surface ($f=0.1\text{mm/rev}$)



(a) $f=0.1\text{mm/rev}$

(b) $f=0.3\text{mm/rev}$

Fig.10 Effect of feed rate on machined surface ($V=15.7\text{m/min}$)



(a) Dry

(b) Air blow

Fig.11 Effect of air blow on machined surface ($V=15.7\text{m/min}$ $f=0.1\text{mm/rev}$)

3. 実験結果

図2は加工条件とスラスト, 図3は加工条件とトルクとの関係を示す。スラストとトルクともに, 最初の山の部分まで (図中 *acu*) が上部の亚克力樹脂, 山の部分 (図中 *Bs*) が60-40黄銅, 最後の部分 (図中 *aci*) が下部の亚克力樹脂を示す。60-40黄銅と亚克力樹脂とではスラストでは6倍, トルクで5倍程の違いが見られる。図4は加工条件とスラストとの関係を示す。60-40黄銅及び亚克力とともに切削速度 V が小さく, 送り量 f が大きいほど抵抗が大きくなる。図5は加工条件とトルクとの関係を示す。この場合も図4と同様の結果が得られた。図6は上部の亚克力樹脂の加工条件と最大高さ Ry との関係を示す。亚克力樹脂では切削速度 V が大きく, 送り量 f が大きいほど最大高さ Ry が大きくなる。原因として亚克力樹脂は切削速度が大きいと仕上げ面に小さい卵形の亀裂が生じ, 温度が過剰上昇しエントロピー弾性域に達すると温度効果で軟化し, 仕上げ面粗さが悪化することなどが考えられる⁹⁾。亚克力樹脂の場合, 切削抵抗と最大高さ Ry について直接の影響はないと思われる。図7は下部の亚克力樹脂の加工条件と最大高さ Ry との関係を示す。上部の亚克力樹脂と同様の結果が得られたが, アクリル樹脂の最大高さ Ry は上部の方が下部に比べ悪くなる。原因としては, 60-40黄銅の切りくずが排出されるときに, 上部の亚克力樹脂の切削面に切りくずが接触するためではないかと思われる。図8は60-40黄銅の加工条件と最大高さ Ry との関係を示す。切削速度 V が小さく, 送り量 f が大きいほど最大高さ Ry が大きくなる。60-40黄銅の場合は切削抵抗が大きくなるような加工条件では表面粗さ Ry が大きくなる。図9は切削速度 V が内面壁の性状に及ぼす影響を示す。図より切削速度 V が大きくなるほど亚克力樹脂の粗さが粗くなるのがわかる。図10は送り量 f が内面壁の性状に及ぼす影響を示す。図より送り量 f が大きいほど全体的に粗くなっているのがわかる。図11はドライ加工とエアブローで加工を行った場合の加工方法の違いにおける穴の内面壁の性状に及ぼす影響を示す。エアブローを使用した場合が全体的に良好な仕上げ面が得られる。

4. 結 言

60-40黄銅の両側面に亚克力樹脂を接合した被削材をマシニングセンタを用いて穴加工をおこない, 切削抵抗と表面粗さについて実験的に検討した。その結果, 以下のことが明らかになった。

- (1) アクリル樹脂の場合, 60-40黄銅と異なり, 切削速度や送り量が変化しても切削抵抗はほとんど変化しない。したがって, 切削抵抗は直接には仕上げ面粗さに影響を及ぼさない。
- (2) アクリル樹脂と60-40黄銅の場合, 切削抵抗は数倍以上異なる。

- (3) アクリル樹脂及び60-40黄銅について同時に良好な仕上面を得る加工条件を抽出するのは困難である。
- (4) エアで加工中生成される切りくずを除去することにより, 良好な仕上げ面が得られる。

参考文献

- 1) 狩野勝吉: 難削材・新素材の切削加工技術-22, 機械と工具, 45, 11(2001)105.
- 2) 加工技術データファイル平成3年度事例追加補切削加工編, (財) 機械振興協会技術研究所, (1991) 1534.
- 3) 新谷一博, 西島豊, 山崎修: バインダレスCBN工具を用いた高速切削特性-2材種共削り加工における刃先形状が仕上げ面精状に及ぼす影響-, 2003年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, (2003)116.
- 4) 平川健治, 小林昭, 河西敏雄: ダイヤモンドバイトによるプラスチックの鏡面加工, 昭和57年度精機学会秋季大会学術講演会講演論文集, (1982)398.
- 5) 平川健治, 小林昭, 河西敏雄: ダイヤモンドバイトによるプラスチックの鏡面加工(第2報), 昭和58年度精機学会春季大会学術講演会講演論文集, (1983) 331.
- 6) 平川健治, 小林昭, 河西敏雄: ダイヤモンドバイトによるプラスチックの鏡面加工(第3報), 昭和58年度精機学会秋季大会学術講演会講演論文集, (1983) 519.
- 7) 平川健治, 小林昭, 河西敏雄: ダイヤモンドバイトによるプラスチックの鏡面加工(第4報), 昭和59年度精機学会秋季大会学術講演会講演論文集, (1984) 75.
- 8) 勝田智宣, 横溝精一, 佐々木真人: 超精密旋盤を用いた亚克力製大型レンズの作成に関する研究, 2004年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, (2004)175.
- 9) 鴨川昭夫: 連載第28回複合材料の加工, 機械技術, 51, 1(2003)88.
- 10) 鴨川昭夫: 連載第32回複合材料の加工, 機械技術, 51, 6(2003)78.

共削り加工における加工面品位に関する研究

原田 正和[†] 引地 力男^{††}

A Study on Surface Integrity in Simultaneous Cutting

Masakazu HARADA and Rikio HIKIJI

In recent years, with the development of IT and aerospace industry, the workpieces combined by several different materials have been used. In terms of surface integrity, it is very difficult to cut the combined workpieces simultaneously, compared with simple ones. The drilling of the workpiece combined metal and nonmetal was carried out and the surface integrity was examined experimentally. Here, the workpiece combined copper and acrylic resin was used. As a result, it was difficult to extract the conditions for getting the ideal finished surface of both copper and acrylic resin, but was clear to get somewhat ideal finished surface if copper does not generate the exit burrs.

KeyWords : Simultaneous cutting ,Surface integrity,Drilling,Surface roughness

1. 緒 言

近年、IT産業や航空宇宙関連の研究及び技術の発展が目覚ましく、現場で機械加工される部品や製品の高性能化や軽量化、多機能化にともなって、被削材として異なる複数の異種材料を複雑に組み合わせで作られたものが多くなり、これらの部品加工を行うため、共削り加工に関する技術情報が強く求められるようになってきた。共削りとは、2つ以上の材料を1つの切削工具で同時に切削する加工である。共削り加工の部品の加工で共削りの加工の場合、単一被削材の場合と異なり、被削材の表面品位や工具摩耗などに及ぼす影響は複雑である。共削りの部品の加工で、発生しやすいトラブルを整理すると、適正な工具材種の選定が困難なこと、最適な切削条件の設定が困難であること、表面粗さや寸法精度に関する必要な加工精度を得ることが困難なこと、切削を行ったとき、異材の接合部に段差が生じやすいこと、被加工面に異材粉末が圧入したり溶着が発生しやすくなることなどである¹⁾。本研究は、従来の異種金属どうしの共削り加工²⁾ではなく、金属と非金属の組み合わせを取り上げ、共削り加工における加工面品位について、被削材の物理的・機械的性質を考慮しながら実験的に検討することが目的であり、現場に有効となる最適な加工条件を抽出するものである。金属と非金属の組み合わせの共削り加工は、電気基盤部の導体と絶縁体とを組み合わせた部品やエンジンのシリンダヘッドのメタルスペーサーの加工などに採用されている。最近では、半導体部品の成型用としてCFRPとSUS304との共削りによる加工面品位の研究

も行われている³⁾。この場合、金属どうしの共削り加工と異なり適用切削条件に大きな隔たりがあるので、金属と非金属の組み合わせの共削りはいっそう切削条件の設定が困難である。今回は金属として銅、非金属としてアクリル樹脂を用いた。これらは一般的にさまざまな用途で幅広く用いられる材料である。銅のみならずアクリル樹脂の切削加工についても加工面品位を中心にこれまで多く検討されてきた^{4)~8)}。しかし、鉄系金属のみならず銅を含む非鉄金属とプラスチックとの共削り加工についての研究例はほとんどみられない。今回これらの材料を組み合わせる被削材とし、マシニングセンタを用いて汎用のツイストドリルを用いた穴加工について、加工段差を中心とした加工面品位について実験的に検討した。

2. 実験方法

実験は、被削材として厚さ1mmの銅板の両側面を3mmのアクリル板(PMMA)で挟む形式で治具に取り付けた(図1参照)。銅の機械的性質を表1に、アクリル

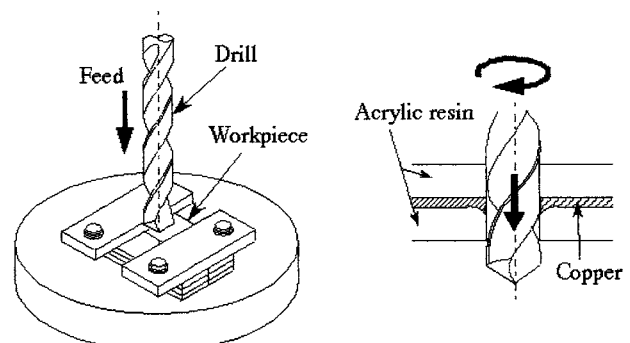


Fig.1 Cutting method

[†] 技術室

^{††} 機械工学科

Table 1 Mechanical properties (Copper)

Yield point [Mpa]	85
Tensile strength [Mpa]	243
Modulus of elasticity [Gpa]	100
Work hardening exponent	0.33
Vickers hardness	68

Table 2 Physical and mechanical properties (Acrylic resin)

Coefficient of thermal conductivity [W/mK]	0.21
Coefficient of thermal expansion [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]	7×10^{-5}
Tensile strength [Mpa]	75
Flexural strength [Mpa]	120
Modulus of elasticity [Mpa]	3000
Elongation [%]	4.5
Rockwell hardness (M scale)	100

Table 3 Cutting conditions

Work materials	Copper, Acrylic resin
Tool material	SKH51
Drill diameter [mm]	$\phi 6$
Point angle [deg.]	118
Cutting speed V [m/min]	15.7, 31.4, 47.1
Feed rate f [mm/rev]	0.1, 0.2, 0.3
Cutting fluid	Dry, Mist

Table 4 Mist supply conditions

Oil	Vegetable
Air supply pressure [Mpa]	0.5
Nozzle pressure [Mpa]	0.5
Flow rate [ml/h]	10

樹脂の物理的・機械的性質を表2にそれぞれ示す。銅についてはあらかじめ $500^{\circ}\text{C} \times 2\text{h}$ の焼なまし処理を施したものをを用いた。熱処理後、表面に加工硬化層が生成されないように注意しながらラッピングし両側面に瞬間接着剤を使用してアクリル樹脂板を接合した。穴加工にはマシニングセンタ(FANUC DRILL Mate Sr-MODEL T)を用い、一連の加工をプログラム運転で行った。切削条件を表3に示す。なお、アクリル樹脂は吸水率が高い⁹⁾ので一般に乾式切削であるが、アルコールや石油を用いて湿式切削をおこない仕上げ面粗

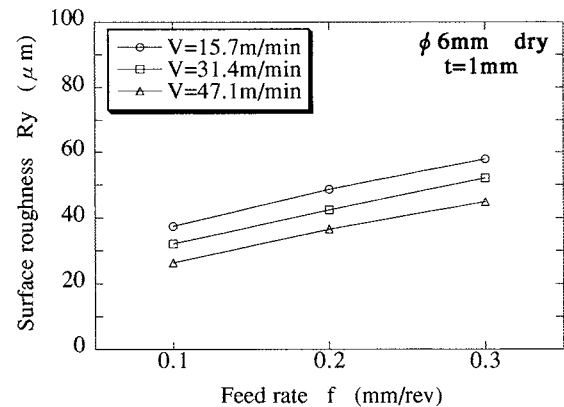


Fig.2 Effects of cutting speed and feed rate on surface roughness Ry (feed direction),dry

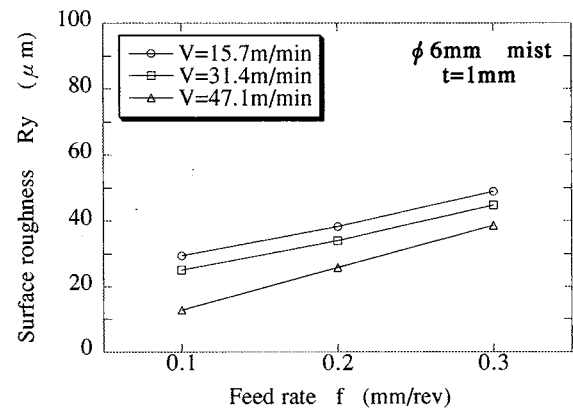


Fig.3 Effects of cutting speed and feed rate on surface roughness Ry (feed direction),mist

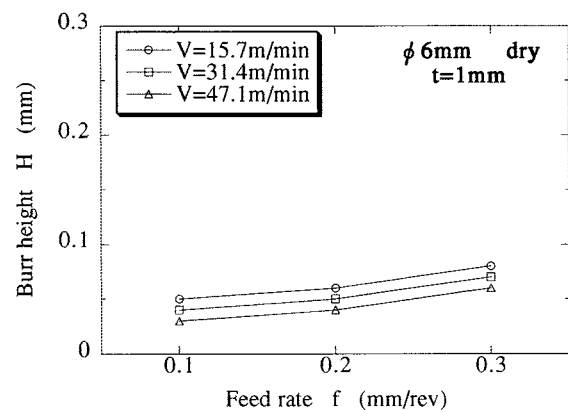


Fig.4 Effects of cutting speed and feed rate on burr height H (copper),dry

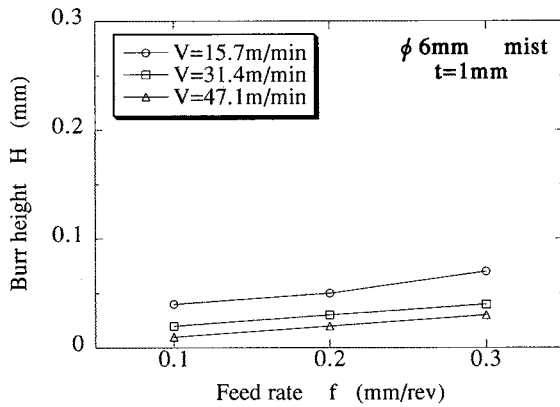


Fig.5 Effects of cutting speed and feed rate on burr height H (copper),mist

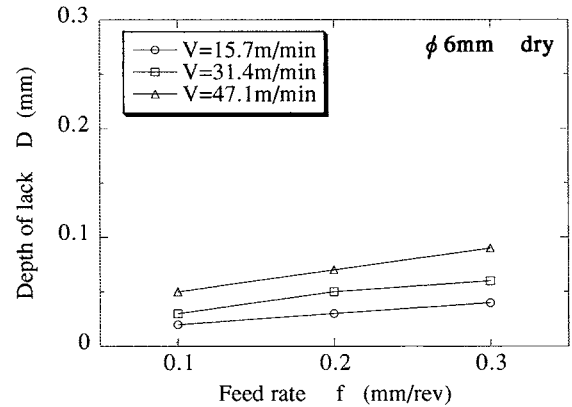


Fig.8 Effects of cutting speed and feed rate on depth of lack D (Acrylic resin),dry

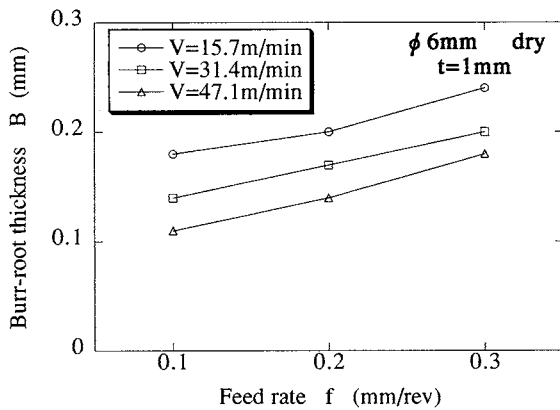


Fig.6 Effects of cutting speed and feed rate on burr-root thickness B (copper),dry

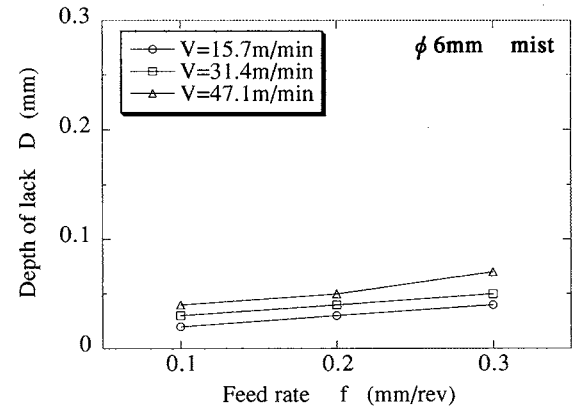


Fig.9 Effects of cutting speed and feed rate on depth of lack D (Acrylic resin),mist

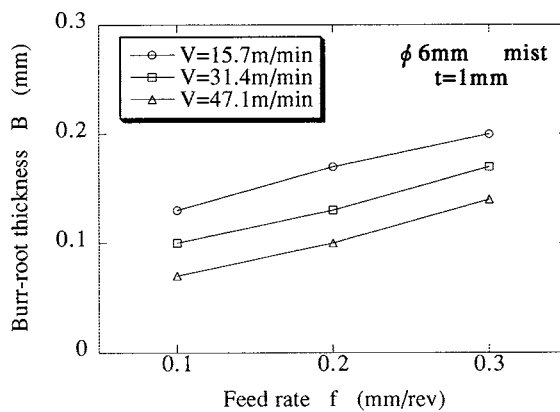


Fig.7 Effects of cutting speed and feed rate on burr-root thickness B (copper),mist

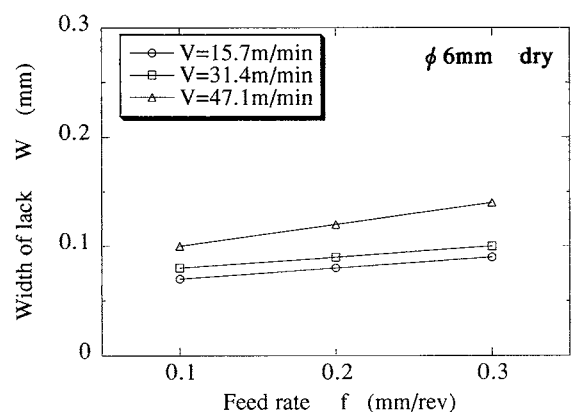


Fig.10 Effects of cutting speed and feed rate on width of lack W (Acrylic resin),dry

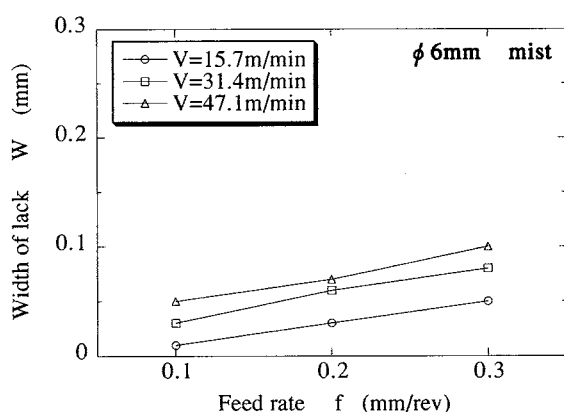
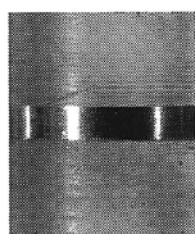
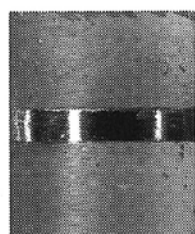

 Fig.11 Effects of cutting speed and feed rate on width of lack W (Acrylic resin), mist

 (a) $V=15.7$ m/min

 (b) $V=47.1$ m/min

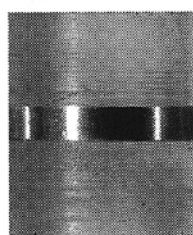
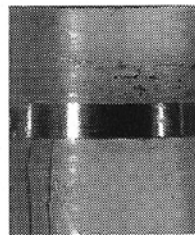
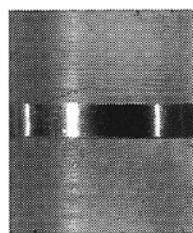
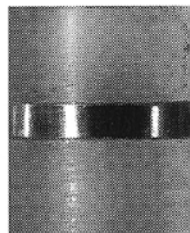
 Fig.12 Effect of cutting speed on machined surface ($f=0.1$ mm/rev)

 (a) $f=0.1$ mm/rev

 (b) $f=0.3$ mm/rev

 Fig.13 Effect of feed rate on machined surface ($V=15.7$ m/min)


(a) Dry



(b) Mist

 Fig.14 Effect of oil mist on machined surface ($V=15.7$ m/min $f=0.1$ mm/min)

さの向上を検討したり¹⁰⁾, GFRPの切削では工具摩耗の軽減が目的で切削油剤の性能試験を行った例¹¹⁾がある。加工面品位の向上を図りながらアクリル樹脂への吸水の影響をなるべく少なくするために、セミドライ加工として植物油を用いたミスト給油をおこなった。なお、アクリル樹脂を捨て板もしくは当て板として使用する場合は吸水による影響を考慮しなくてもよい。ミスト給油の条件を表4に示す。切削終了後、工具の送り方向について、接触式粗さ測定機を用いて仕上げ面粗さ R_y を測定した。接合部の段差が問題となるので、評価のパラメータは最大高さ R_y を用いた。銅とアクリル樹脂の接合部の加工段差は、2箇所の接合部を含んで切削幅方向に3枚連続して仕上げ面粗さ最大高さ R_y を測定した。また、銅の場合はバリが発生するので、工具の送り方向に生成される出口方向のバリの高さ H 、根本厚さ B を形状測定機で測定した。それぞれ同じ条件につき実験を3回行い、1つの試料について測定を5回行い、最大と最小を除いた平均値をデータとして採用した。そして、加工条件と加工段差との関係について検討した。

3. 実験結果

図2は乾式の加工条件と最大高さ R_y との関係を示す。図より、送り量 f が小さく、切削速度 V が大きいと最大高さ R_y が小さくなることがわかる。図3は湿式の加工条件と最大高さ R_y との関係を示す。図2と同様な結果が得られた。また、湿式の方が最大高さ R_y が小さくなることがわかる。被削材端部の材料が工具の進行にともなう送り分力による曲げ変形が横倒れバリが生成される原因であるとした例がある¹²⁾。穴加工の場合の銅とアクリル樹脂の接合部の加工段差は銅の出口バリとの関係があり、バリが小さくなる加工条件で加工すると加工段差が小さくなると思われる。そこで、切削終了後、銅の出口バリについて調べた。図4はその結果であり、図より、切削速度 V が大きく送り量 f が小さいと出口バリの高さ H が小さくなることがわかる。図5は湿式の加工条件と銅の出口バリの高さ H との関係を示す。図4と同様な結果が得られた。湿式の方が乾式よりも出口バリの高さ H が小さくなることがわかる。図6は乾式の加工条件と銅の出口バリの根本厚さ B との関係を示す。これも出口バリの高さ H と同様な結果が得られた。なお、根本厚さ B が高さ H よりも大きくなる。図7は湿式の加工条件と銅の出口バリの根本厚さ B との関係を示す。図6と同様な結果が得られた。また、加工段差としてアクリル樹脂のかげの影響も考えられる。図8は乾式の加工条件とアクリル樹脂のかげ深さ D との関係について調べた結果である。切削速度 V が小さく送り量 f が小さいほどかけ深さ D が小さくなる。銅の場合と

では切削速度 V に関して逆の結果が得られた。図 9 は湿式の加工条件とアクリル樹脂のかけ深さ D についての関係を示す。図 8 と同様な結果が得られた。また、湿式の方が全体的に小さくなる。図 10 は乾式の加工条件とアクリル樹脂のかけ幅 W についての関係を示す。かけ幅 W についても、かけ深さ D と同様な結果が得られた。図 11 は湿式の加工条件とアクリル樹脂のかけ幅 W についての関係を示す。図 10 と同様な結果が得られた。したがって、これまでの結果より、加工段差の支配因子は銅の出口バリであることが明確になった。図 12 は切削速度 V の違いによる穴の内面の違いを示す。図より切削速度 V が大きいほどアクリル樹脂の粗さが悪化することがわかる。図 13 は送り量 f の違いにおける穴の内面の違いを示す。図より送り量 f が大きいほどアクリル樹脂の粗さが悪化するのがわかる。図 14 は乾式と湿式の違いにおける穴の内面の違いを示す。図より、湿式の場合が全体的に良好な仕上げ面であることがわかる。

4. 結 言

共削り加工における穴加工の加工面品位について、銅とアクリル樹脂を組み合わせた被削材の穴加工をおこない実験的に検討した。その結果、以下の結論を得た。

- (1) 銅とアクリル樹脂の接合部の加工段差の支配因子は銅の出口バリであることが明確になった。
- (2) 乾式よりも湿式の方が加工段差が小さくなることが明らかになった。
- (3) 切削速度が増加すると銅のバリは小さくなるが、アクリル樹脂のかけが大きくなる。

参考文献

- 1) 狩野勝吉：難削材・新素材の切削加工技術-22, 機械と工具, 45, 11(2001)105.
- 2) 加工技術データファイル平成 3 年度事例追補切削加工編, (財) 機械振興協会技術研究所, (1991) 1534.
- 3) 新谷一博, 西島豊, 山崎修：バインダレス CBN 工具を用いた高速切削特性-2材種共削り加工における先形状が仕上げ面精状に及ぼす影響-, 2003 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, (2003)116.
- 4) 平川健治, 小林昭, 河西敏雄：ダイヤモンドバイトによるプラスチックの鏡面加工, 昭和 57 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, (1982)398.
- 5) 平川健治, 小林昭, 河西敏雄：ダイヤモンドバイトによるプラスチックの鏡面加工(第 2 報), 昭和 58 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, (1983) 331.
- 6) 平川健治, 小林昭, 河西敏雄：ダイヤモンドバイトによるプラスチックの鏡面加工(第 3 報), 昭和 58 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, (1983) 519.
- 7) 平川健治, 小林昭, 河西敏雄：ダイヤモンドバイトによるプラスチックの鏡面加工(第 4 報), 昭和 59 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, (1984) 75.
- 8) 勝田智宣, 横溝精一, 佐々木真人：超精密旋盤を用いたアクリル製大型レンズの作成に関する研究, 2004 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, (2004)175.
- 9) 例えば, 佐多敏之, 田中良平, 西岡篤夫：新しい工業材料, 森北出版, (1986)224.
- 10) 鴨川昭夫：連載第 50 回複合材料の加工, 機械技術, 52, 13(2004)102.
- 11) 長谷川嘉雄, 花崎伸作, 里中忍, 難波江周一郎：GFRP 切削時の工具摩耗に及ぼす切削剤の影響, 精密機械, 47, 5(1981)541.
- 12) 佐藤正信, 東村嘉弘, 高野乾輔：旋削加工におけるバリの生成に関する研究, 精密機械, 45, 8(1979) 932.

桜島火山灰の養浜土砂としての利用価値を検証する基礎的研究

長山 昭夫[†]

Examination of Sakurajima drained sand to beach nourishment materials

Akio NAGAYAMA

Under an aim for recycling of Sakurajima drained sand composed by volcanic ash/sand and gully-bed materials, this study investigates the applicability of the abundant deposited stuff to beach nourishment materials. At first, this study examined the particle and aggregation properties on the drained sand. Second, movable bed experiments were conducted under erosional and accretional wave conditions. In the experiments, the drained sand was placed in the foreshore area on a ground slope made of usual sand. The beach profile changes and shoreline movements were measured. The results suggest the good applicability of Sakurajima drained sand to beach nourishment materials.

Key Words : Sakurajima drained sand , recycle, beach nourishment material ,movable bed experiments

1. はじめに

養浜工法は2000年4月に施工された海岸法で海岸保全工法のひとつとして認められ、近い将来海岸保全工法の主流になると考えられている。養浜工法に関する研究はこれまで多くなされているが養浜材にある特定の土砂に絞った研究はなされていない。本研究では桜島火山灰（流下土砂）のリサイクルを目的とし、養浜材としての応用の可能性を調べたものである。

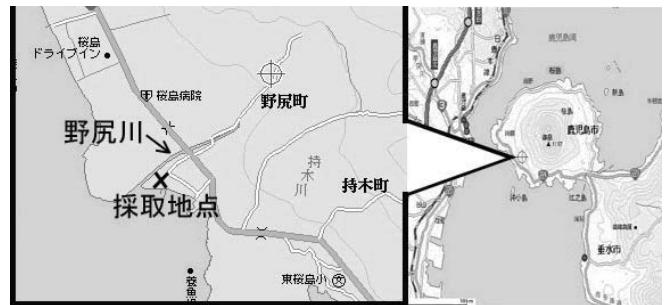


図-1 桜島火山灰（流下土砂）の採取位置

2. 実験概要

(1) 桜島火山灰（流下土砂）について

火山灰とは爆発・噴火に伴う降灰であり、降雨などの影響を受けていないものを指し、溪床に堆積し土石流などで流下した流下土砂とは異なるものである。本研究で用いた土砂は後者であるが、引用時には桜島火山灰（流下土砂）と称する。

桜島火山灰（流下土砂）は、桜島の野尻川河口付近(図-1)に堆積していたものを採取した。

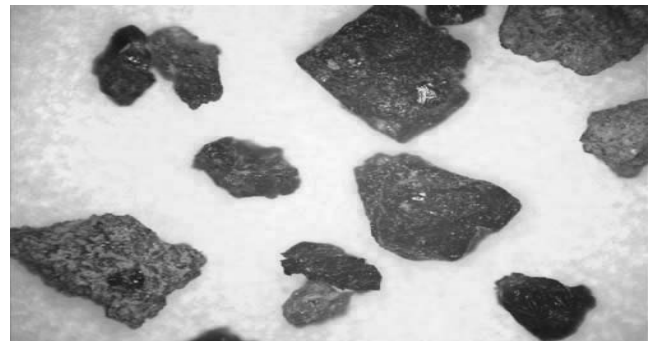


写真-1 桜島火山灰（流下土砂）（倍率 100 倍）

写真-1 は粒径 $250\text{--}600\mu\text{m}$ の桜島火山灰（流下土砂）をデジタルマイクロスコップで撮影したものである。

[†] 技術室

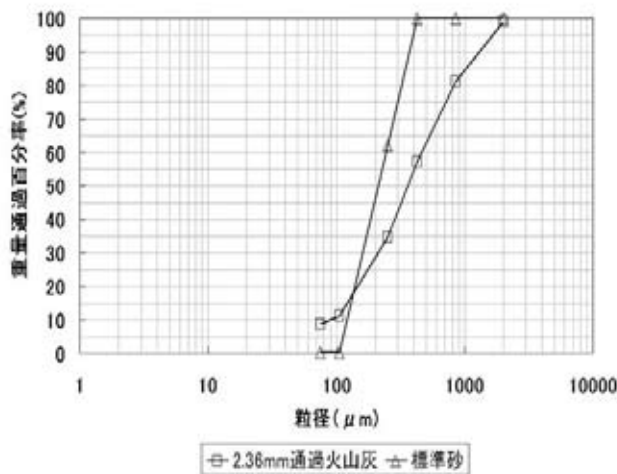


図-2 桜島火山灰（流下土砂）と豊浦砂の粒度分布

図-2 に 2.36mm ふるい通過の桜島火山灰（流下土砂）と豊浦砂の粒度分布を示す。振るい分け試験は JIS A 1204 に従った。この粒度分布より桜島流下土砂は、豊浦砂に比べて粒度分布が広いことが分かった。

実験では、粒径 $250 \sim 600 \mu\text{m}$ の桜島火山灰（流下土砂）を養浜材とし、標準砂を海浜材として利用した。それぞれの物理諸元を表-1 に示す。また比重に関しては採取時期・採取場所・採取方法等で異なる値を示す。今回の場合は軽石の除去を完全に行わなかったため、通常の桜島火山灰（流下土砂）の比重よりも小さな値となった。

表-1 物理諸元

	桜島火山灰 (流下土砂)	標準砂
中央粒径(μm)	425	190
比重	2.56	2.60
静止摩擦角($^{\circ}$)	44.1	41.9
沈降速度(cm/s)	4.38	3.05

表-2 粒子としての特徴

平均短径[mm]	0.44
平均長径[mm]	0.59
平均厚み[mm]	0.2
長短度	1.35
扁平率	2.20

次に桜島火山灰（流下土砂）の平均短径・平均長径・平均厚みを測定した(表-2)ところ Williams の形状指数を求めると $W=0.58$ となり、桜島火山灰（流下土砂）は円板状（oblate 傾向）ということが分かった。

(2) 実験方法と実験条件

幅 40cm、深さ 30cm、長さ 20m の造波装置のある水路に中央粒径 $190 \mu\text{m}$ の標準砂で勾配 0.125 の砂面を作り、前浜部分には汀線を 33cm 前進させるように中央粒径 $425 \mu\text{m}$ の桜島火山灰（流下土砂）を勾配 0.67 で造成した(写真-2)。沖側の水深を 20cm として侵食型(CASE-1)・堆積型(CASE-2)の波浪外力を 20 時間作用させた。



写真-2 初期地形

3. 実験結果

(1) 地形変化

図-3 に CASE-1（侵食型）の地形変化を示す。初期汀線位置・初期水深を基準として図を作成した。

写真-3～写真-6 は、図-3 に対応する時間の地形変化の写真である。侵食型の CASE-1 において、造波開始直後、前浜に養浜した桜島火山灰（流下土砂）は、沿岸砂州と汀線付近を被覆する部分にすぐ広がる事が分かる(写真-3)。また戻り流れにより桜島火山灰（流下土砂）の細粒分が沖まで流出していることが分かる。また、細粒分の流出量は時間の経過とともに減少する。造波開始 10 分後(写真-4)から、沿岸砂州が成長してくる。この時の沿岸砂州の高さは約 3.5cm になる。その後、沿岸砂州高は 3～3.5cm の範囲で安定する。碎波位置については沿岸砂州が発達するまで(造波開始 10 分以前)は、養浜材の斜面で起こり沿岸砂州の発達に

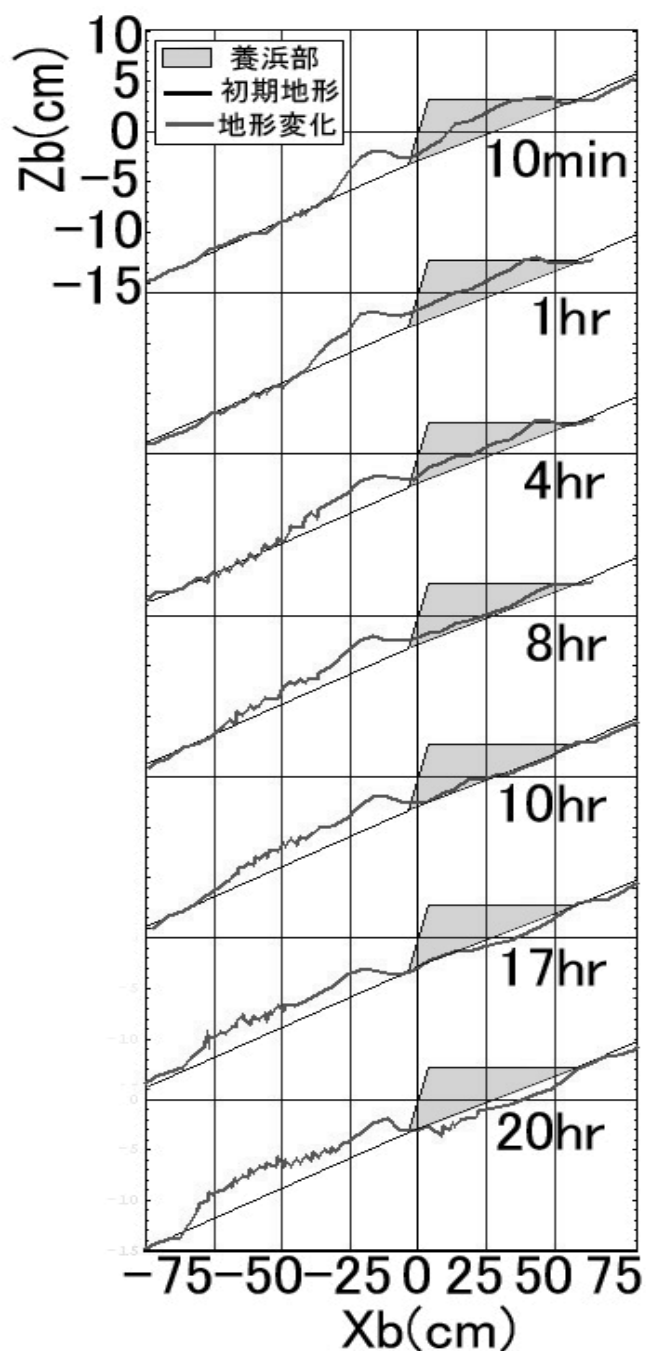


図-3 CASE1(侵食型)での地形変化

伴い、砕波位置は沿岸砂州岸側の斜面にずれ、大きな渦を形成する。汀線付近を被覆している桜島火山灰（流下土砂）は、砕波の影響を受け、時間とともに沖へ流出し汀線付近は 8 時間後には完全に海浜材の標準砂がむき出しの状態となった。また、砂漣は時間の経過とともに徐々に発生し、20 時間後には沿岸砂州を取り込む形で発達した。

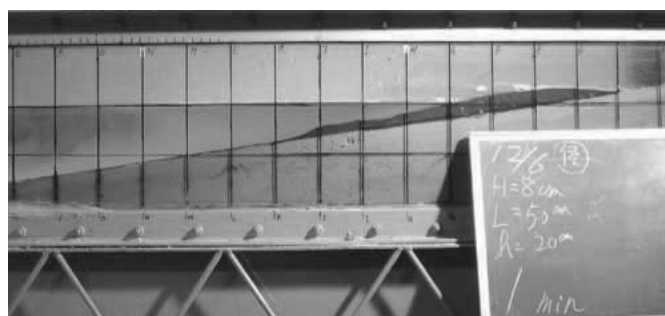


写真-3 造波 1 分後の様子

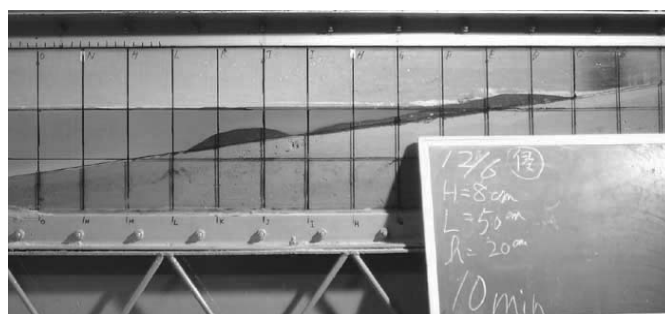


写真-4 造波 10 分後の様子

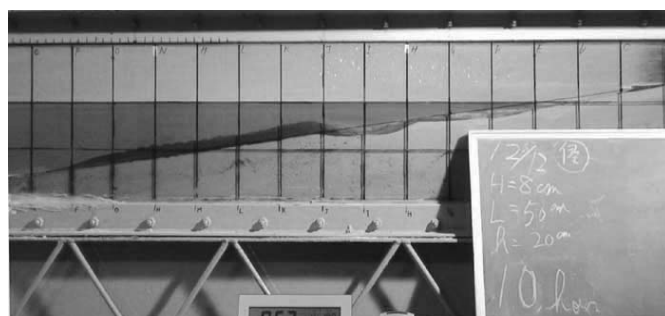


写真-5 造波 10 時間後の様子

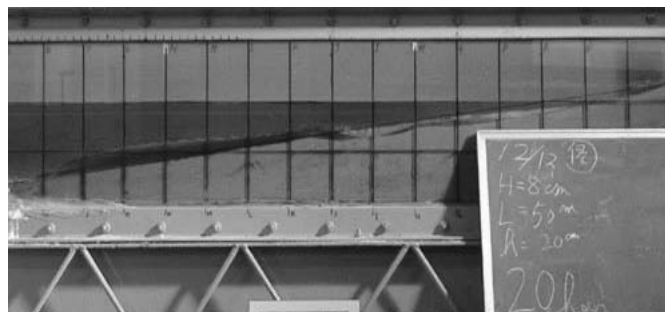


写真-6 造波 20 時間後の様子

図-4 に CASE-2（堆積型）の地形変化を示す。初期汀線位置・初期水深を基準として図を作成した。

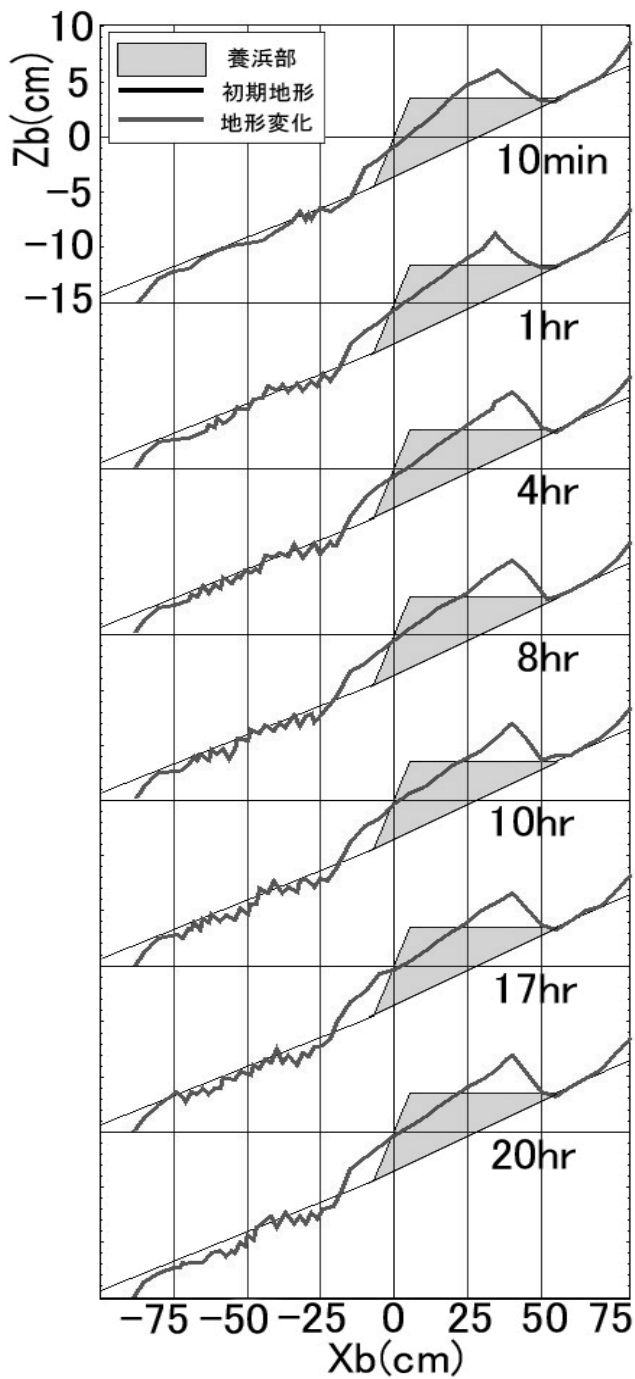


図-4 CASE2(堆積型)での地形変化

写真-7～写真-10は、図-2に対応する時間の地形変化の写真である。堆積型のCASE-2において桜島火山灰（流下土砂）は前浜に留まる量が多く、前浜高は高くなるが、汀線自体は前進しないので初期地形に比べて前浜勾配が大きくなる傾向がある。堆積型の波は、ほとんど碎波することなく養浜材の上に遡上波として作用する。砂漣は造波時間が20分頃から発生するが造波



写真-7 造波 30 秒後の様子



写真-8 造波 1 時間後の様子



写真-9 造波 10 時間後の様子



写真-10 造波 17 時間後の様子



写真-11 造波 2 時間後の砂漣の様子

時間が 1 時間になるまでは、桜島火山灰（流下土砂）が岸から流出しないので、標準砂のみで砂漣を形成した。造波時間が 1 時間以降は桜島火山灰（流下土砂）と標準砂が混合された形で砂漣が形成された(写真-11)。

(2) 汀線変化量

図-5 に CASE-1 と CASE-2 の汀線位置の時間変化を示す。侵食型の CASE-1 では、汀線変化が 8 時間以前と 8 時間以後の 2 段階に分かれて後退している。これは造波時間が 8 時間以後では汀線付近を被覆していた桜島火山灰（流下土砂）が沖に流出してしまい海浜材の標準砂がむき出しの状態になってしまったためである。造波時間が 8 時間以前の汀線変化量は造波開始後が最も大きく、造波時間 6～8 時間では汀線変化量があまり変化しないことからほぼ平衡状態になったと考えられる。しかし桜島火山灰（流下土砂）の量が少ないことからこれ以後汀線付近では標準砂がむき出しになり汀線変化量は増加した。これより、養浜では養浜材の投入量が汀線変化を支配する重要な要因と確認できた。堆積型の CASE-2 では造波時間が 20 時間経過しても汀線変化量はほとんど変わらない。これは桜島火山灰（流下土砂）が標準砂と比べて沈降速度が大きいので沖に流出しづらく、汀線変化量が変わらなかったと考えられる。

(3) 前浜勾配

図-6 に CASE-1 と CASE-2 の前浜勾配を示す。初期勾配は 0.67 である。侵食型の CASE-1 では造波時間 30 秒までに勾配が 0.18 程度まで緩やかになる。

それ以後では 0.1～0.15 程度の勾配で安定する。

堆積型の CASE-2 では、桜島火山灰（流下土砂）が沖に流出しないこともあり、侵食型の CASE-1 に比べて勾配がどの時間でも大きくなる。勾配は 0.15～0.2 程度で安定する。これは、侵食型の CASE-1 では碎波の渦による浮遊砂移動が卓越する(写真-12)が、堆積型の CASE-2 では遡上波による掃流移動が卓越する(写真-13)という漂砂機構の違いによるものと考えられる。

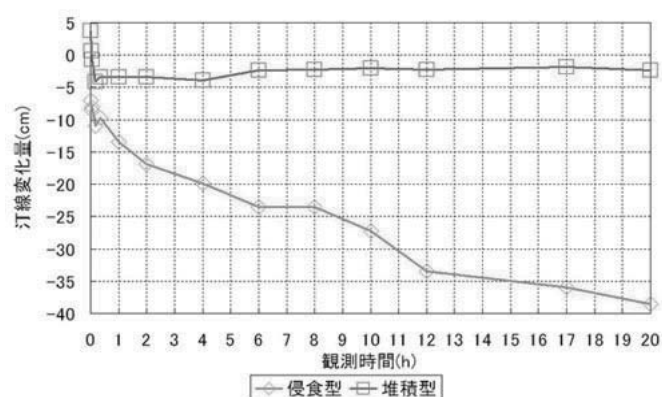


図-5 汀線変化量

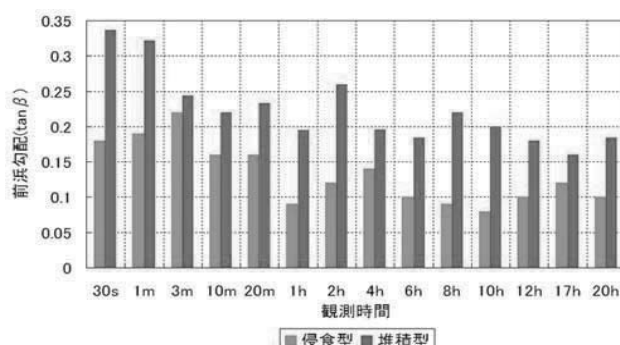


図-6 前浜勾配



写真-12 碎波による漂砂の様子

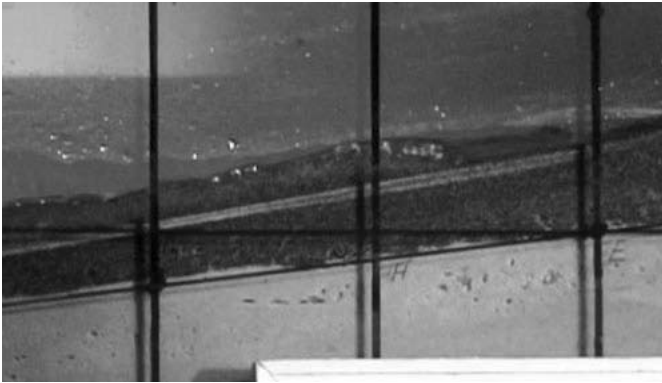


写真-13 遡上波による漂砂の様子

4. まとめ

本研究で得られた知見は以下の通りである。

波浪条件が侵食型の場合、適切な養浜材の量を決めることで海岸侵食を抑制できる。養浜材が少ない場合、顕著な汀線後退は2段階に分かれる。造波初期は沖に細粒分が流出するが時間の経過とともに流出量は減少する。波浪条件が堆積型の場合、侵食型と比べるとより長期間の間、海岸侵食を抑制できる。以上より、桜島火山灰（流下土砂）は養浜材としてリサイクル可能であるといえる。

本研究は、平成18年度科学研究費補助金（奨励研究）として行われたことを記す。

5. 参考文献

- 1) 本田隆英・藤原弘和・佐藤慎司・磯部雅彦：粒子形状による海浜断面変形の差異に関する実験的研究、海岸工学論文集、第52巻、pp516-520、2005
- 2) 中村昭男・依田眞・橘川正男・早瀬松一：粗砂投入による海浜変形に関する二次元実験、海岸工学論文集、第49巻、pp611-615、2002
- 3) 野村康裕・小杉賢一朗・水山高久：三宅島・有珠山・桜島の火山灰の物理特性の比較検討、火山灰の物理特性が泥流発生に与える影響に関する一考察、砂防学会誌、第55(6)、pp3-12、2003
- 4) 大庭昇・富田克利・山本温彦・大迫暢光・井上幸造：桜島火山灰の鉱物組成、化学組成および形成機構、岩石鉱物硯床學會誌、25巻1号、pp329-336、1980
- 5) 三輪茂雄：粉粒体工学、pp66-79、朝倉書店、1972
- 6) Sunamura, T. and K. Horikawa: Two dimensional shore transformation due to waves Proc. 14th Coastal Eng. Conf., ASCE, pp. 920-938, 1974
- 7) 土屋義人・伊藤政博：海浜変形の相似則に関する実験的研究、海岸工学講演会論文集、28巻、pp315-319、1981
- 8) 中村昭男・依田眞・橘川正男・早瀬松一：不規則波による混合砂海浜変形についての2次元水路実験、海岸工学論文集、第48巻、pp571-575、2001

研 究 業 績

2006 年 4 月 1 日～2007 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
江崎 秀司*	Flow Characteristics in the Contraction of a Mult-tube Heat Exchanger Header	Proceedings of 2006 Japan/Taiwan/Korea Chemical Engineering Conference Kagoshima pp.201～202 2006-11
引地 力男	高い信頼性で高品質製品を供給するバリ取り・エッジ仕上げ機器	日刊工業新聞 19913 号 pp.14～15 2006-08
引地力男 あべ松伸二 樫根健史 内田一平 中間勝利 満富昭二 磯田信一	リスクアセスメントと KYT を導入した学生の安全衛生の配慮ー第 2 報, 学校行事への適用ー	論文集「高専教育」 30 号 pp.623～628 2007-03
引地力男* あべ松伸二	リスクアセスメントと KYT を導入した学生への安全衛生対策ーリスク低減を目指した学校行事への適用ー	平成 18 年度高専教育講演論文集 千葉市 pp.299～302 2006-08
原田正和* 引地力男	共削り穴加工における加工面品位に関する研究	2006 年度精密工学会九州支部福岡地方講演会講演論文集 北九州市 pp.35～36 2006-12
逆瀬川信人* 引地力男 藤井卓也	管内清掃マイクロロボットのメカニズムに関する研究	2006 年度精密工学会九州支部福岡地方講演会講演論文集 北九州市 pp.61～62 2006-12
松元邦弘* 引地力男	管内走行マイクロロボットのメカニズムに関する研究	2006 年度精密工学会九州支部福岡地方講演会講演論文集 北九州市 pp.63～64 2006-12
引地力男* 新井実	重ね削り加工における加工面品位に関する研究	2007 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集 東京 pp.631～632 2007-03
鶴田裕介* 池田英幸 岡林巧	壁体移動による球状粒体堆積物の崩壊過程	粉体工学会 2006 年度春期研究発表会講演論文 京都市 pp.1～2 2006-05
趙 放* 山口富子 池田英幸 加藤光昭 西尾一政	モンテカルロ方法によるフェライト核生成のシミュレーション	日本金属学会 日本金属学会講演概要 東京 pp.468～468 2007-03
三角利之 重丸翔吾 北村健三 神谷和憲	上向き傾斜加熱平板に沿う強制ー自然対向流共存対流の流動と伝熱	日本機械学会論文集 B 編 72 巻 720 号 pp.1993～2001 2006-08
中島 正弘	柔らかいフィンをもつ円管から流出する噴流	機械学会流体工学部門ホームページ 流体工学部門ホームページ pp.1～2 2006-04
Masahiro NAKASHIMA Akira RINOSHIKA Takahide TABATA Tsutomu NOZAKI	Application of Wavelet Multi-resolution Analysis to Jet Flow Issuing from Rotating Circular Pipe with Inclined Section	International Journal of Wavelets, Multi-resolution and Image Processing Vol.4 巻 No.2 号 pp.311～319 2006-06
Masahiro Nakashima* Akira Rinoshika Takahide Tabata	FLOW STRUCTURE OF CIRCULAR JET FLOW AFFECTED BY FLUTTERING FINS	12th International Symposium on Flow Visualization German Aerospace Center (DLR), Gottingen, Germany pp.1～8 2006-09
倉 健太郎* 中島正弘 田畑隆英 李鹿 輝	柔らかいフィンをもつ円管から流出する噴流	可視化情報学会 第 34 回可視化情報シンポジウム講演論文集 工学院大学 (東京都新宿区) pp.255～256 2006-07

2006年4月1日～2007年3月31日

中島正弘 倉健太郎* 田畑隆英 李鹿輝	柔らかいフィンをもつ円管から流出する噴流（フィン長さが噴流拡散に及ぼす影響）	日本機械学会 2006年度年次大会講演論文集 熊本大学（熊本市） pp.217～218 2006-09
中島正弘 宇宿史彦* 田畑隆英 李鹿輝	平行におかれた2円管から流出する噴流	日本機械学会 2006年度年次大会講演論文集 熊本大学（熊本市） pp.219～220 2006-09
濱田廣貴* 中島正弘 田畑隆英	柔らかいフィンをもつ円管から流出する噴流（フィン幅が噴流拡散に及ぼす影響）	日本機械学会九州支部第60期総会講演論文集 九州工業大学工学部（戸畑） pp.151～152 2007-03
吉田 智* 染矢 聡 田畑隆英 中島正弘 岡本孝司	矩形容器内並行流れに対する化学反応の影響	可視化情報学会 第34回可視化情報シンポジウム講演論文集 工学院大学（東京都新宿区） pp.119～120 2006-07
田畑隆英* 染矢 聡 李鹿輝 吉田 智 中島正弘	物質拡散を伴う鉛直上向き噴流	可視化情報 第34回可視化情報シンポジウム講演論文集 工学院大学（東京都新宿区） pp.253～254 2006-07
吉田智* 染矢聡 田畑隆英 中島正弘 岡本孝司	矩形容器内並行流れに対する化学反応の影響	日本機械学会 2006年度年次大会講演論文集 熊本大学（熊本市） pp.235～236 2006-09
松田信吾* 吉田智 染矢聡 田畑隆英 中島正弘 李鹿輝 岡本孝司	物質拡散をともなう鉛直上向き噴流	日本機械学会九州支部第60期総会講演論文集 九州工業大学工学部（戸畑） pp.149～150 2007-03
大川不二夫 大屋勝敬 小黒龍一 小林順 渡辺恭弘 本田英己 渡辺創	極限クリーン環境下におけるメカトロシステムの高精度制御に関する研究	国立大学法人 九州工業大学 サテライトベンチャービジネスラボラトリー 年報 10巻 pp.51～58 2006-06
Sou Watanabe Fujio Ohkawa Ryuichi Oguro Jun Kobayashi	Modeling and position control based on a two-mass system for a machine stand vibration system	冊子 Journal of Artificial Life and Robotics 11巻 1号 pp.52～56 (0) 2007-01
渡辺 創	機台振動を有するリニアスライダシステムのモデリングと位置決め制御	九州工業大学大学院 博士学位論文 2007-03
渡部義晴 鷲谷武明 桜井良 土居雅幸 深澤宏 増田雪也 守谷敏 山本桂一郎	実践タグチメソッド	日科技連出版社 pp.1～304 2006-06
白川博樹 山本桂一郎	「電気リレーシーケンス制御」実験実習用教材の製作	富山商船高等専門学校研究集録 39巻 pp.79～82 2006-07
山本桂一郎 水谷淳之介 早川幸弘 浜田真	品質工学導入教育および教材の検討	品質工学会誌 14巻 4号 pp.49～57 2006-08
水谷淳之介 早川幸弘 山本桂一郎	教育・研究機関における品質工学の展開 2006	品質工学会誌 15巻 1号 pp.55～62 2007-02
山本桂一郎* 永山文子 早川幸弘	品質工学導入教育教材へ水コプターの提案	第14回品質工学研究発表大会論文集 東京 pp.190～193 2006-06
山本桂一郎* 永山文子 早川幸弘	品質工学導入教育教材へ水コプターの提案	品質工学会 第18回企業交流会資料 福岡 pp.7～ 2007-03

研 究 業 績

電気電子工学科		
氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
藤田正和* 本部光幸	永久磁石式同期電動機のトルク制御精度	電気関係学会九州支部連合大会 宮崎大学 pp.429～429 2006-09
宮田昭彦* 本部光幸	昇圧チョップバレス高電圧化インバータの平滑キャパシタ電流	電気関係学会九州支部連合大会 宮崎大学 pp.416～416 2006-09
松元隆志* 本部光幸	昇圧チョップバレス高電圧化インバータの素子損失	電気関係学会九州支部連合大会 宮崎大学 pp.417～417 2006-09
田島大輔 佐藤逸人* 大坪昌久 本田親久 本部光幸	負荷変動対策用の EDLC の内部抵抗が応答性に与える影響	電気関係学会九州支部連合大会 宮崎大学 pp.226～226 2006-09
佐藤* 田島大輔 高庄幸孝 本部光幸 大坪昌久	負荷変動対策用 EDLC システムの内部抵抗許容量の測定	CD-ROM 平成 19 年電気学会全国大会 富山大学 pp.15～15 (1) 2007-03
T. Imai F. Sawa T. Nakano T. Ozaki T. Shimizu M. Kozako T. Tanaka	Effects of Nano- and Micro-Filler Mixture on Electrical Insulation Properties of Epoxy Based Composites	IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation 13 巻 2 号 pp.319～326 2006-04
T. Imai F. Sawa T. Ozaki T. Shimizu R. Kido M. Kozako T. Tanaka	Influence of Temperature on Mechanical and Insulation Properties of Epoxy-Layered Silicates Nanocomposite	IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation 13 巻 2 号 pp.445～452 2006-04
M. Kozako Y. Ohki M. Kohtoh S. Okabe T. Tanaka	Preparation and Various Characteristics of Epoxy/ Alumina Nanocomposites	The Journal of The Institute of Electrical Engineers of Japan, Trans. on Fundamentals and Materials 126 巻 11 号 pp.1121～1127 2006-11
T. Tanaka A. Matsunawa Y. Ohki M. Kozako M. Kohtoh S. Okabe	Treeing Phenomena in Epoxy / Alumina Nanocomposite and Interpretation by a Multi-core Model	The Journal of The Institute of Electrical Engineers of Japan, Trans. on Fundamentals and Materials 126 巻 11 号 pp.1128～1135 2006-11
T. Imai F. Sawa T. Ozaki T. Shimizu S. Kuge M. Kozako T. Tanaka	Approach by Nano- and Micro-filler Mixture toward Epoxy-based Nanocomposites as Industrial Insulating Materials	The Journal of The Institute of Electrical Engineers of Japan, Trans. on Fundamentals and Materials 126 巻 11 号 pp.1136～1143 2006-11
小迫雅裕 大塚信也 金子周平 岡部成光 匹田政幸	ラム波解析に基づいた GIS 内自由金属異物の位置標定システムの構築	電気学会論文誌 B 127-B 巻 2 号 pp.389～396 2006-12
M. Kozako* T. Kusunoki Y. Ohki M. Kohtoh S. Okabe T. Tanaka	Comparison of Treeing Breakdown Channel between Base Epoxy and Epoxy/Alumina Nanocomposite	2006 年電気学会 A 部門大会 講演論文集 熊本大学 pp.64～ 2006-08
T. Tanaka* Y. Ohki M. Kozako M. Kohtoh S. Okabe	Treeing phenomena in epoxy/alumina nanocomposite	2006 年電気学会 A 部門大会 講演論文集 熊本大学 pp.57～62 2006-08

T. Iizuka* M. Kozako Y. Ohki M. Kohtoh S. Okabe T. Tanaka	Nano-filler dispersion and tree growth lengths in commercially available epoxy/silica nanocomposites	2006 年電気学会 A 部門大会 講演論文集 熊本大学 pp.63～2006-08
N. Fuse* M. Okada M. Kozako T. Tanaka Y. Ohki	Formation of mica layers on the surface of polyamide-6 nanocomposite due to oxygen plasma exposure	2006 年電気学会 A 部門大会 講演論文集 熊本大学 pp.82～2006-08
伊東沙紀* 小迫雅裕 田中祀捷	Rod 電極を用いたエポキシ/アルミナナノコンポジットの部分放電劣化評価	第 14 回電子情報通信学会九州支部学生会講演会予稿集 宮崎大学 pp.85～85 2006-09
小迫雅裕* 楠木孝義 大木義路 向富政典 岡部成光 田中祀捷	エポキシ/アルミナナノコンポジットの電気トリー破壊時間の印加電圧依存性	電気学会第 37 回電気電子絶縁材料システムシンポジウム予稿集 千葉工業大学 pp.121～124 2006-10
榊谷光太* 小迫雅裕 田中祀捷	ポリマーアクチュエータ用シリコンゴムの空間電荷分布測定	平成 19 年電気学会全国大会 富山大学 pp.82～ 2007-03
深浦琢巳* 小迫雅裕 田中祀捷	ポリマーアクチュエータ用シリコンゴムの誘電率向上対策	平成 19 年電気学会全国大会 富山大学 pp.13～ 2007-03
真砂伸隆* 小迫雅裕 田中祀捷	ポリマーアクチュエータの電極材料による変位の違い	平成 19 年電気学会全国大会 富山大学 pp.130～ 2007-03
中山茂 飯村伊智郎 松尾翠 前蘭正宜	遺伝的アルゴリズムにおける干渉交叉法の検討	情報処理学会論文誌 47 巻 8 号 pp.2625～2635 2006-08
本部光幸 加治屋徹実 須田隆夫 中村格 桑島史欣 奥高洋 今村成明 小迫雅裕 櫻根健史 前蘭正宜	電気工学実験テキスト -5th Grade-	書籍 鹿児島工業高等専門学校電気工学科 pp.1～131 2006-04
家村道雄 小浜輝彦 村田勝昭 中村格 奥高洋 西嶋仁浩	入門電子回路デジタル編	書籍 オーム社 pp.1～203 2007-02
七ヶ正樹* 中村格	水銀ランプ定電力形安定器を構成する各素子の高調波特性	冊子 電気学会産業応用部門全国大会 http://www.kagoshima-ct.ac.jp 愛知 pp.20～20 (1) 2006-08
逆瀬川 栄一*	Compensation of Nonlinear Voltage Distortion in NPC Inverter for Speed Sensorless Controlled Induction Motor Drives	International Conference on Electrical Machines and Systems 長崎 2006-11

電子制御工学科		
氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
水戸大輔 伊藤雅人 福添孝明 渡邊睦	人物内部状態推定のための目状態自動認識における脳波との関連性解析	情報処理学会 48 巻 pp.48～52 2007-02
濱田未来* 伊藤雅人 福添孝明 渡邊睦	動画像を用いた動物行動の自動計測・認識の研究	第 154 回 CVIM 研究会 奈良先端科学技術大学院大学 pp.75～82 2006-05

研 究 業 績

福添孝明* 伊藤雅人 渡邊睦	複数画像特徴の統合に基づく完全非拘束型人物同定方式の研究における 在席習慣性特徴の導入	画像の認識・理解シンポジウム MIRU2006 仙台市青年文化センター pp.782～787 2006-07
濱田未来* 福添孝明 渡邊睦	動作・表情解析による人物内部状態推定の研究	第 158 回 CVIM 研究会 鹿児島大学 2007-03
原田治行* 植村眞一郎 鎌田清孝 吉満真一 上沖司	電子制御工学科における「創造教育」 の授業改革にむけたトータル・アプ ローチ計画	平成 18 年度工学・工業教育研究講演会 北九州市小倉国際会議場 pp.352～353 2006-07
上野大輔* 原田治行	ダクトの能動騒音制御に関する研究	第 14 回電子情報通信学会九州支部学生会講演論文集 宮崎大学工 学部 pp.18～18 2006-09
K. Yamazaki, S. Hirotsato K. Muramatsu M. Hirayama K. Kamata,* T. Onoki K. Kobayashi, A. Haga	Open Type Magnetically Shielded Room Using Only Cancelling Coil without a Ferromagnetic Wall for Magnetic Resonance Imaging	冊子 10th Joint MMM/Intermag Conference Baltimore, Maryland, USA. (0) 2007-01
鎌田 清孝* 広里 成隆 山崎 慶太 平山 雅之 村松 和弘 小野木 和了 小林 宏一郎	キャンセリングコイルを用いたMR I 用開口型磁気シールドルーム	第 30 回日本応用磁気学会学術講演会概要集 松江 pp.204～ 2006-09
原口 功誠* 鎌田 清孝	火山爆発に起因する電磁気現象の測 定と解析に関する研究	第 14 回電子情報通信学会九州支部学生講演会 宮崎 pp.75～ 2006-09
鎌田 清孝* 湯ノ口 万友 山崎 慶太 鳥田 文彦 芳賀 昭	自動車の磁場変動の予測手法の検討	第 59 回電気関係学会九州支部連合会論文誌 宮崎 2006-09
鎌田 清孝 山崎 慶太 広里 成隆* 芳賀 昭 平山 雅之 村松 和弘	磁性体角筒を併用したMR I 用オー プンタイプ磁気シールドルームの検 討	冊子 平成 19 年度電気学会全国大会 富山 pp.162～162 (1) 2007-03
河野良弘 山下俊一 林真人* 櫻庭肇	立て形マシニングセンターの熱変位 挙動解析	冊子 2006 年度精密工学会鹿児島地方講演会 霧島市 pp.17～ 18 (0) 2006-11
吉満真一* 河野良弘 山下俊一 南晃	CCD 画像による小径エンドミルのた わみ挙動監視とインプロセス制御	冊子 2006 年度精密工学会鹿児島地方講演会 霧島市 pp.69～ 70 (0) 2006-11
宮田 千加良*	マークシート式答案の採点システム	平成 18 年度工学・工業教育研究講演会 北九州国際会議場・西日 本総合展示場（北九州市小倉） pp.154～155 2006-07
室屋光宏 前畑範史*	モータ駆動制御における表 ∇ 計算ソ フトの応用	平成 18 年電気学会産業応用部門大会 名古屋工業大学 pp.54～ 54 2006-08
近藤英二* 中野寛 島名賢児 皮籠石紀雄	主軸頭の振動測定によるエンドミル 切削過程の動的安定性の監視-主軸頭 の振動による切削点でのエンドミル の振動の推定-	2006 年度精密工学会秋季大会 栃木 pp.295～296 2006-09
島名賢児* 近藤英二 河野良弘	エンドミルのたわみに起因する加工 誤差の間接的方法による監視-直刃エ ンドミルを用いた加工誤差に関する 基礎的検討-	2007 年度精密工学会春季大会 東京 pp.627～628 2007-03
植村眞一郎 寺田翼* 中西賢二	スリーブかしめ締結におけるねじ溝 への塑性流れ制御に関する研究	機械学会 2006 年度年次大会 熊本大学 pp.347～348 2006-09

吉満 真一* 河野 良弘 左 敦穂 里中 忍 山下 俊一	MONITORING OF TOOL DEFLECTION AND IN-PROCESS CONTROL DURING END MILLING BY USE OF CCD IMAGE	Proceedings of the Eighth International Conference on Progress of Machining Technology 島根県松江市 pp.285～288 2006-11
吉満 真一* 河野 良弘 山下 俊一 里中 忍	画像撮影システムによるたわみ挙動監視	2006 年度精密工学会九州支部 福岡地方講演会 講演論文集 北九州工業大学デザイン学部 小倉キャンパス(北九州市) pp.17～18 2006-12

情 報 工 学 科		
氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
森雄麻* 榎園 茂	簡易学習支援システムの試作研究	第 5 回電子情報系高専フォーラム 熊本電波工業高等専門学校 pp.99～102 2006-11
加治佐 清光	JPEG-LS ニアロスレス符号化のランモードの評価	画像電子学会誌 Vol.35 巻 No.3 号 pp.176～184 2006-05
加治佐 清光	誤差拡散法による 2 値画像への画質劣化の少ない情報埋め込み方式	画像電子学会誌 Vol.35 巻 No.5 号 pp.443～452 2006-09
後藤佳一郎* 加治佐清光	JPEG-LS 拡張版の 2 値算術符号化の考察	電気関係学会九州支部・電気関係学会九州支部連合大会講演論文集 宮崎大学 pp.479～ 2006-09
石田貴之* 加治佐清光	予測符号化における予測係数の最適化に関する考察	電気関係学会九州支部・電気関係学会九州支部連合大会講演論文集 宮崎大学 pp.480～ 2006-09
福田祐貴* 加治佐清光	JPEG-LS ロスレス・ニアロスレス符号化(拡張版)の考察	情報処理学会九州支部主催火の国情報シンポジウム 2007 論文集 鹿児島大学 pp.1～7 2007-03
芝浩二郎 古屋保 西省吾 森邦彦	画像処理による囲碁棋譜自動生成システム	冊子 電気学会論文誌 C 1 2 6 巻 8 号 pp.980～989 (10) 2006-08
芝 浩二郎	遺伝的アルゴリズムによる画像中の多角形検出と囲碁棋譜自動生成システムへの応用	冊子 鹿児島大学学位論文 pp.1～77 (77) 2007-03
小川洋平* 玉利陽三 湯ノ口万友	誘導電流分布を制御可能な生体磁気刺激装置の開発	冊子 第 2 1 回生体・生理工学シンポジウム講演論文集 鹿児島市 pp.473～474 (0) 2006-11

土 木 工 学 科		
氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
平野宗夫 原田民司郎 疋田誠	豪雨による流木生産量の推算法	冊子 土砂災害に関するシンポジウム論文集(土木学会西部支部) 3 巻 pp.71～74 (0) 2006-06
森山聡之 疋田誠	降水レーダを用いたリアルタイム土石流危険度マップ	冊子 土砂災害に関するシンポジウム論文集(土木学会西部支部) 3 巻 pp.117～122 (6) 2006-06
高岡広樹 橋本晴行 疋田誠	2005 年 7 月 10 日大分県九重町で発生した土石流災害について	冊子 土砂災害に関するシンポジウム論文集(土木学会西部支部) 3 巻 pp.139～144 (6) 2006-06
疋田誠 橋本晴行 小川滋 森山聡之	2005 年 9 月垂水市における土石流災害のメカニズムと課題	冊子 土砂災害に関するシンポジウム論文集(土木学会西部支部) 3 巻 pp.199～202 (4) 2006-06
M. Hikida* H. Hashimoto T. Moriyama	Real-time acquisition and evacuation technique on debris flow in Mt. Sakurajima, Volcano, Japan	European Geosciences Union; Geophysical Research Abstracts, Vol.8 Vienna, Austria pp.1589～ 2006-04
Makoto Hikida* Haruyuki Hashimoto Toshiyuki Moriyama	FIELD OBSERVATION OF DEBRIS FLOWS IN MT. SAKURAJIMA, AN ACTIVE VOLCANO, JAPAN	冊子 International Conference on Hydroinformatics 2006 Nice, France pp.2423～2430 (0) 2006-09
疋田 誠*	Deposition Rate and Size Distribution of Volcanic Ash	CD-ROM AGU 2006 Fall Meeting San Francisco, USA pp.3～ (1) 2006-09
森山聡之* 疋田誠	土砂災害に対応した防災情報システムの構築	冊子 土木学会年次学術講演会講演概要集 草津市 pp.1～ (0) 2006-09

研 究 業 績

八反田周吾* 森田圭亮 疋田誠 石塚浩一 吉井秀明	住民の緊急避難を想定した土石流警 報情報について	冊子 日本自然災害学会学術講演会講演概要集 桐生市 pp.161～162 (0) 2006-11
高岡広樹* 橋本晴行 疋田誠 寺脇学	2003年7月水俣市集川で発生した土 石流の氾濫シミュレーション	冊子 土木学会西部支部 北九州市 pp.263～264 (2) 2007-03
西留清* 佐藤ひとみ 竹之内孝嗣 Narumol Vongthanasunthorn	ソフトロンキューブを用いた下廃水 処理	日本水環境学会九州支部研究発表会講演概要集 福岡市(九州産業 大学) pp.19～20 2007-03
竹之内孝嗣* 西留清 佐藤ひとみ Narumol Vongthanasunthorn	多機能性回転円板法による廃水処理	日本水環境学会九州支部研究発表会講演概要集 福岡市(九州産業 大学) pp.21～22 2007-03
岡林巧 堤 隆 山田貴浩	測量学Ⅱ	株式会社 コロナ社 pp.1～200 2006-12
荒牧憲隆 岡林巧 兵動正幸	粒度調整したしらすの非排水繰返し せん断特性	地盤工学会北海道支部創立50周年記念シンポジウム論文集 1 巻 pp.33～36 2006-04
岡林 巧 堤 隆 山田貴浩	環境・都市システム系教科書シリー ズ12 測量学Ⅱ	コロナ社 pp.1～220 2006-11
堤 隆 平島健一	無限遠からの応力を受けた一円孔を 有する半無限板の応力・変位場	材料 55巻 4号 pp.397～401 2006-04
Masahito YAMAUCHI Sumio MASUDA Masato KIHARA	Recycled pots using sweet potato distillation lees	Resource, Conservation and Recycling 47巻 2号 pp.183～ 194 2006-06
山内正仁 今屋竜一 増田純雄 山田真義 木原正人	きのこ菌床に焼酎粕乾燥固形物を利用 した食品循環資源の再生技術の開 発 (1)	冊子 財団法人九州産業技術センターKITEC INFORMATION NO.230巻 pp.16～24 (9) 2006-06
山内正仁 木原正人 増田純雄 山田真義 今屋竜一	きのこ菌床に焼酎粕乾燥固形物を利用 した食品循環資源の再生技術の開 発 (2)	冊子 財団法人九州産業技術センターKITEC INFORMATION NO.230巻 pp.25～27 (3) 2006-06
山田真義 片平智仁 山内正仁 大橋晶良 原田秀樹	焼酎蒸留廃液を対象とした高温多段 型 UASB リアクターによるアルカリ 剤削減オンサイト実証試験	冊子 土木学会環境工学論文集 Vol.43 巻 pp.7～14 (8) 2006-12
山内正仁 木原正人 増田純雄 山田真義 米山兼二郎 原田秀樹	焼酎粕に含まれる固形画分の高度有 効利用に関する研究	冊子 鹿児島大学水産学部紀要 特別号巻 pp.28～34 (7) 2007-03
山田真義 山内正仁 西本将明 北川政美 大橋晶良 原田秀樹	焼酎粕からの“世界最高速メタン回 収技術”の開発	冊子 鹿児島大学水産学部紀要 特別号巻 pp.35～42 (8) 2007-03
Yamada, M. Katahira, T. Yamauchi, M. Ohashi, A. Harada, H.	High rate treatment of alcohol distillery wastewater (Shochu) by a pilot-scale thermophilic (55℃) multi-staged UASB reactor	冊子 Proceedings of the 7th International Symposium the 21st Centurys COE Program Global Renaissance by G Nagaoka, Japan pp.154～ (0) 2006-09

Yamauchi, M.* Yamada, M. Toyama A. Masuda, S. Kihara, M. Ohashi, A. Harada, H.	Application of Industrial Food Waste (Sweet Potato Shochu Lees) to Mushroom Bed Culture of an Edible Mushroom (Eringi, Pleurotus eryngii)	冊子 Proceedings of the 7th International Symposium the 21st Century's COE Program Global Renaissance by G Nagaoka, Japan pp.192～ (0) 2006-09
SENDO Hirotaka* YAMAUCHI Masahito KIHARA Masato YAMADA Masayoshi	The Utilization of Sweet Potato Shochu Lees for Sawdust Cultivation of Pleurotus eryngii	冊子 Journal of Ecotechnology Research 富山国際会議場 (富山市) pp.231～ (0) 2006-12
M. Yamauchi* S. Masuda M. Yamada M. Kihara M. Mihara K. Tukazaki H. Harada	The utilization of Industrial food waste (sweet potato shochu lees) for sawdust cultivation of Pleurotus eryngii	CD-ROM Proceedings of the Twenty-second International Conference on Solid Waste Technology and Management Philadelphia, PA U.S.A pp.645～651 (0) 2007-03
山内正仁* 今屋竜一 木原正人 山田真義 増田純雄 原田秀樹	焼酎粕乾燥固形物を用いたきのこ菌床の開発	講演内容は鹿児島大学水産学部紀要特別号に記載 第1回鹿児島大学焼酎学講座シンポジウム 鹿児島大学 (鹿児島市) (0) 2006-08
山田真義* 山内正仁 大橋晶良 原田秀樹	焼酎粕からの世界最高速のメタン回収技術の開発	鹿児島大学水産学部紀要特別号に記載 第1回鹿児島大学焼酎学講座シンポジウム 鹿児島大学 (鹿児島市) (0) 2006-08
山内 正仁*	焼酎蒸留粕を用いたエコポットの開発に関する研究	冊子 クリタ水・科学振興財団 10周年記念、財団ニュース特集号 京王プラザホテル (東京) pp.64～65 (0) 2006-08
山内 正仁*	焼酎蒸留粕を用いた資源循環型ポットの開発	Web イノベーション・ジャパン 2006 東京国際フォーラム (東京) (0) 2006-09
山田真義* 遠山明 大橋晶良 原田秀樹 山内正仁	アルコール蒸留廃水を対象とした高温 (55℃) メタン発酵の処理水循環運転によるアルカリ剤削減効果の検討	CD-ROM 平成18年度土木学会全国大会第61回年次学術講演会講演集 立命館大学 (滋賀) pp.89～90 (0) 2006-09
山内正仁* 今屋竜一 木原正人 山田真義 射手園章吾 増田純雄 原田秀樹	焼酎蒸留粕乾燥固形物を用いた食用キノコ栽培技術の開発	CD-ROM 平成18年度土木学会全国大会第61回年次学術講演会講演集 立命館大学 (滋賀) pp.331～332 (0) 2006-09
窪田恵一* 山田真義 遠山明 大橋晶良 原田秀樹 山内正仁	可逆流嫌気性バッフルドリアクター (RABR) による焼酎蒸留粕のメタン発酵処理特性	CD-ROM 平成18年度土木学会全国大会第61回年次学術講演会講演集 立命館大学 (滋賀) pp.95～96 (0) 2006-09
高階卓哉* 増田純雄 佐伯雄一 山内正仁	養豚廃水の長時間曝気における微生物の動態に関する一考察	CD-ROM 平成18年度土木学会全国大会第61回年次学術講演会講演集 立命館大学 (滋賀) pp.111～112 (0) 2006-09
山内正仁* 今屋竜一 山田真義 増田純雄 木原正人 原田秀樹	食品産業廃棄物 (焼酎粕) を利用した高付加価値食品の開発	冊子 第43回環境工学フォーラム講演集 函館大学 (函館市) pp.16～18 (0) 2006-11
千堂弘貴* 山内正仁 木原正人 今屋竜一 山田真義 原田秀樹	焼酎粕廃菌床を用いた発芽試験	CD-ROM 平成18年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 九州共立大学 (福岡県北九州市) pp.905～906 (0) 2007-03

研 究 業 績

柴田晴広* 増田純雄 安井賢太郎 山内正仁	消化液のオゾン処理に関する基礎的研究	CD-ROM 平成 18 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 九州共立大学（福岡県北九州市） pp.885～886 (0) 2007-03
岩男幸一郎* 増田純雄 小牧義知 安井賢太郎 山内正仁	養豚排水処理水のオゾン処理に関する基礎的研究	CD-ROM 平成 18 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 九州共立大学（福岡県北九州市） pp.887～888 (0) 2007-03
小牧義知* 増田純雄 後藤洋規 米田真美 山内正仁	養豚排水処理水のオゾン処理後における生物分解性に関する基礎的研究	冊子 平成 18 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 九州共立大学（北九州市） pp.889～890 (0) 2007-03
鷲巣健司* 増田純雄 高階卓哉 佐伯雄一 山内正仁	養豚排水の長期間曝気法に関する研究	CD-ROM 平成 18 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 九州共立大学（福岡県北九州市） pp.901～902 (0) 2007-03

一 般 理 系		
氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
Akira Morioka Hiromasa Nozawa Hiroaki Misawa Fuminori Tsuchiya Yoshizumi Miyoshi Tomoki Kimura William Kurth	Rotationally driven quasi-periodic radio emissions in the Jovian magnetosphere	Journal of Geophysical Research 111 巻 A4 号 pp.1～8 2006-04
Hiromasa Nozawa Hiroaki Misawa Masato Kagitani Fuminori Tsuchiya Shin Takahashi Akira Morioka Tomoki Kimura Shoichi Okano Hiromasa Yamamoto Ravi Sood	Implication for the solar wind effect on the Io plasma torus	Geophysical Research Letters 33 巻 L16103 号 pp.1～5 2006-08
Ichiro Yoshikawa Hiromasa Nozawa Shingo Kameda Shoichi Okano Hiroaki Misawa	Observation of the sodium exosphere from mercury magnetospheric orbiter	Advances in Space Research 38 巻 4 号 pp.659～663 2006-10
Caroline Bertagnolli* Tiele Caprioli Samara Carbone Hiromasa Nozawa Hiromasa Yamamoto Damaris K. Pinheiro Nelson J. Schuch	Seasonal ozone behavior through ozone total column calculation model using UV Spectroradiometer at Southern Space Observatory: 2003 Ó 2005	European Geosciences Union General Assembly 2006 Vienna, Austria 2006-04
Shingo Kameda* J. Ono Hiromasa Nozawa Ichiro Yoshikawa	Four-hour observation of sodium in Mercury's exosphere	European Geosciences Union General Assembly 2006 Vienna, Austria 2006-04
Hiroaki Misawa* Akira Morioka Hiromasa Nozawa Fuminori Tsuchiya	Plasma Environment of Jupiter's Polar Ionosphere Viewed from a Radio Spectra Analysis	AOGS 3rd Annual meeting 2006 Singapore 2006-07
Ichiro Yoshikawa* Kentaro Hikosaka Shingo Kameda Shoichi Okano Hiromasa Nozawa Atsushi Yamazaki Oleg Korabev David Rees	Attempt to identify a source mechanism of Mercury's sodium exosphere by remote-sensing technique	34th COSPAR Scientific Assembly Beijing, China 2006-07

Shingo Kameda* Masato Kagitani Junya Ono Hiromasa Nozawa Ichiro Yoshikawa Shoichi Okano	Ground-based observations of sodium in Mercury's exosphere	34th COSPAR Scientific Assembly Beijing, China 2006-07
Kentaro Hikosaka* Shingo Kameda Hiromasa Nozawa Kazuo Yoshioka Atsushi Yamazaki Ichiro Yoshikawa	Mercury's Exosphere explored by BepiColombo mission	34th COSPAR Scientific Assembly Beijing, China 2006-07
Kazuo Yoshioka* Kentaro Hikosaka Go Murakami Ichiro Yoshikawa Atsushi Yamazaki Hiromasa Nozawa	Development of the EUV detector for BepiColombo mission	34th COSPAR Scientific Assembly Beijing, China 2006-07
亀田真吾* 松浦健高 野澤宏大 山崎敦 吉川一朗 岡野章一	水星ナトリウム大気分光観測器 (MSASI) 搭載用温度調整型ダブルエタロンの開発	日本地球惑星科学連合 2006 年大会 幕張メッセ国際会議場 (千葉市) 2006-05
吉岡和夫* 彦坂健太郎 吉川一朗 野澤宏大 山崎敦 村地哲徳	BepiColombo 水星探査計画における紫外線分光観測装置の開発	日本地球惑星科学連合 2006 年大会 幕張メッセ国際会議場 (千葉市) 2006-05
彦坂健太郎* 吉川一朗 山崎敦 野澤宏大 亀田真吾 吉岡和夫	水星大気撮像カメラ MSASI に搭載するイメージセンサについて	日本地球惑星科学連合 2006 年大会 幕張メッセ国際会議場 (千葉市) 2006-05
木村智樹* 森岡昭 三澤浩昭 土屋史紀 野澤宏大	Source characteristics of Jovian Quasi-Periodic burst2	日本地球惑星科学連合 2006 年大会 幕張メッセ国際会議場 (千葉市) 2006-05
三澤浩昭* 森岡昭 野澤宏大 土屋史紀	木星電波の Faraday fringe 解析による極域上部電離圏環境の探査	日本地球惑星科学連合 2006 年大会 幕張メッセ国際会議場 (千葉市) 2006-05
野澤宏大* 亀田真吾 吉川一朗 彦坂健太郎 吉岡和夫 山崎敦 笠羽康正 岡野章一 三澤浩昭 田口真	Development of Mercury Sodium Atmosphere Spectral Imager (MSASI) onboard BepiColombo/MMO	第 120 回 地球電磁気・地球惑星圏学会講演会 相模原市けやき会館 (相模原市) 2006-11
亀田真吾* 鍵谷将人 小野淳也 野澤宏大 吉川一朗 岡野章一	水星ナトリウムの密度分布の時間変化	第 120 回 地球電磁気・地球惑星圏学会講演会 相模原市けやき会館 (相模原市) 2006-11
彦坂健太郎* 亀田真吾 野澤宏大 吉岡和夫 山崎敦 吉川一朗	水星大気の生成メカニズムに与える熱脱離の影響について	第 120 回 地球電磁気・地球惑星圏学会講演会 相模原市けやき会館 (相模原市) 2006-11

研 究 業 績

村上幸司 堀中直子 伊藤茂 吹留博実 豊広さつき 大竹孝明 桐野弘城 中原義毅 二石章 磯田信一 河野良弘	鹿児島県における環境にやさしい農 水工連携支援自動化機器システムの 開発技術者育成	鹿児島 TLO 平成 18 年度高等専門学校等を活用した中小企業人材育成 事業（経済産業省委託事業）成果報告書 pp.1～81 2007-03
大竹 孝明*	鹿児島高専における地域企業の若手 技術者への現場技術教育に関する調 査事業について	独立行政法人国立高等専門学校機構第 4 回全国テクノフォーラム予稿 集 新潟県長岡市 pp.29～29 2006-07
大竹孝明* 岡林巧 下園広喜 蔵園有佑 馬場秀二 岡林悦子 吉田昌弘 幡手泰雄 佐藤祐一	竹炭等の自然物を利用した水質浄化 技術の開発	化学工学会鹿児島大会研究発表講演要旨集 鹿児島大学(鹿児島市) pp.33～33 2006-11
白坂 繁*	積分	日本 東京都 2006-08

一 般 文 系		
氏 名	課 題	雑誌, 講演会, または発行所等
保坂 直之	二つの廃墟の描写—ヘルダーリンの 『年輪』とトラークルの『西欧』	イドゥーナ (ヘルダーリン研究会) 3 号 pp.137～154 2006-12
保坂 直之*	高専の教育目標とドイツ語授業の位 置づけ	九州地区高専ドイツ語研究会 都城市(都城高専) 2007-01
保坂 直之*	トラークルによるヘルダーリン受容— —比喩表現と風景描写から	ゲルマニステン談話会 鹿児島市(鹿児島大学) 2007-02
松田 信彦	分科会・日本書紀研究ノート	古事記年報 49 号 pp.140～142 2007-01
松田 信彦	景行天皇紀、時人の歌(紀 24 番歌謡) についての一考察	万葉古代学研究所年報 5 号 pp.79～93 2007-03
松田 信彦*	『日本書紀』講読 巻四「安寧天皇・ 懿徳天皇・孝昭天皇」	古事記学会分科会 学習院女子大学(東京都新宿区) 2006-05
松田 信彦*	巻四「孝安天皇・孝霊天皇条」	古事記学会分科会 早稲田大学戸山キャンパス 2007-01
松田 忠大	公海上における船舶衝突責任の準拠 法と民事裁判管轄権の制限(2)	海事法研究会誌 191 号 pp.9～18 2006-05
渡辺清美* 坂元真理子*	A study on internal variability and acquisition sequence in comparison between the two types of productions of Japanese learners of English	ICTATLL Univ of Strathclyde, Glasgow pp.53～58 2006-08
榎本佳世子* 坂元真理子* 渡辺清美	The L2 acquisition of case absorption effects	CLaSIC 2006 The Second CLS International Conference Holiday Inn Atrium Singapore pp.41～ 2006-12
榎本佳世子* 坂元真理子* 渡辺清美	日本人英語学習者による英語受動態 の習得に関する研究：格吸収パラメ ターの習得に焦点を当てて	九州英語教育学会 熊本大学 2006-11
田中 智樹	応神天皇	歴史読本 51 巻 13 号 pp.114～121 2006-10
田中 智樹*	「安康記」目弱王反乱物語について —「邪心」の解釈を中心に—	美夫君志会 美夫君志 中京大学 2007-01
塚崎 香織*	学習者に応じた多読指導—大学生の 場合	全国英語教育学会高知研究大会 高知大学朝倉キャンパス 2006-08

技術室		
氏 名	課 題	雑誌，講演会，または発行所等
松元 悦郎 山下 俊一 大隣 幸雄 油田 功二 原田 正和 松尾 征一郎 永田 亮一 中原 和範 山岸 伸彦 植村 眞一郎	ワシントン椰子の枝払いロボットの開発	鹿児島工業高等専門学校研究報告 41号 pp.31～36 2006-08
油田 功二	高速切削加工の効率的利用について	鹿児島工業高等専門学校研究報告 41号 pp.37～39 2006-08
原田 正和* 引地 力男	共削り穴加工における加工面品位に関する研究	精密工学会福岡地方講演会講演論文集 北九州市 2006-12
上野 孝行 引地 力男	配水管に堆積した火山灰を除去するための管内走行ロボットのメカニズムに関する研究	鹿児島工業高等専門学校 研究報告 第41号 41号 pp.41～44 2006-08

研究・知財委員会委員

委員長

芝 浩 二 郎 情報工学科

委員

山 下 登	一般教育科
大 竹 孝 明	一般教育科
池 田 英 幸	機械工学科
中 村 格	電気電子工学科
岸 田 一 也	電子制御工学科
堂 込 一 秀	情報工学科
内 谷 保	土木工学科
原 田 治 行	(専攻科) 電子制御工学科
磯 田 信 一	総務課長
二 石 章	総務課長補佐 (総務担当)
川 崎 勇 二	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42号

平成19年(2007)10月20日印刷

平成19年(2007)10月20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 号

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

Kagoshima-ken 899-5193 Japan