

Vol.11 No.2  
Nov. 2010

## 目次

## 展望・解説

サーボ冷間ロール成形機械の開発…………… 蔣 昱昊 小奈 弘 3

IEC/ACEC(電磁両立性諮問委員会)会議報告…………… 澁谷 昇 7

## 設計・作品

3Eデザインを考慮した高架道路の提案…………… 永見 豊 大波修二 15

## 論文

電磁ノイズイミュニティ試験における測定不確かさの研究  
…………… 高橋丈博 作左部剛視 25

磁気異常帯における地磁気擾乱時の宇宙雑音吸収

…………… 卷田和男 星野光男 加藤泰男 西野正徳 田中良昌  
外谷 健 大川隆志 N. J. Schuch A. Foppiano  
E. Ovalle R. Monreal J. C. Gianibelli 29

巨大磁気嵐'Halloween Storm'に伴うチリ・プンタアナレスにおける

電離層吸収現象…………… 西野正徳 卷田和男 Ricardo Monreal 37

多階層式板ポリゴンによる濡れた髪の毛のビジュアルシミュレーション

…………… 伊藤弘樹 菊池 司 木嶋 彰 51

## 研究速報

## 抄録

携帯電話を対象とする全放射電力の簡易測定法

…………… 前山利幸 渡邊裕樹 57

半導体レーザカオスを応用した高速物理乱数生成

…………… 吉森 茂 平野邦仁 内田淳史 59

日常語をベースとした順序ソート論理による知識表現法とその推論処理法

…………… 石川 勉 61

## 留学報告

カリフォルニア大学デービス校への留学…………… 木原幸一郎 67

研究所員及び研究課題一覧

…………… 75

研究活動一覧・他

…………… 85

展望・解説

REVIEWS

サーボ冷間ロール成形機械の開発 .....	蔣 昱昊 小奈 弘	3
IEC/ACEC（電磁両立性諮問委員会）会議報告 .....	澁谷 昇	7

# サーボ冷間ロール成形機械の開発\*

## Development of Servo Cold Roll Forming Machine

蒋 昱昊 Ihou SHOU\*\*  
小奈 弘 Hiroshi ONA\*\*

### Abstract

Until recently, the only products that can be formed using a conventional cold-roll forming machine are those with cross-sectional profiles constrained to a single width along the longitudinal axis. Products with cross sections of various widths in the longitudinal direction, namely, flexible cross sections, were conventionally fabricated by the press forming method. The servo cold-roll forming machine was developed to yield products with cross-sectional profiles of various widths in the longitudinal direction. This new flexible cold-roll forming method has a number of technical, economical, and ecological advantages such as higher production efficiency, lower initial cost, and wider range of product sizes and materials that can be processed. In this paper, the newly developed servo cold-roll forming machine and the products formed by this machine are introduced.

**Keywords :** Servo Cold Roll Forming Machine, Flexible Cross Sections, Programable Logic Controller

### 1. 冷間ロール成形技術の新展開

最近の科学技術の進歩は目覚ましく従来の産業形態を一変させた。これはコンピュータと制御との融合技術に負うところが大きいことは明らかである。この技術変革は宇宙開発技術、原子力プラント、航空・超伝導技術など最先端技術を取り扱う業界のみに留まらずあらゆる産業分野に波及している。

ところで、冷間ロール成形技術は建築・土木用部材、ガス・油送管など長尺製品の成形には必要不可欠な加工技術である。しかし、本成形技術はベッドに固定された冷間ロール成形機械によって上記製品を連続的に成形するという製造方法は本技術開発以来そのままである。本研究はベッドに“固定された”冷間ロール成形機械を“動かす”という発想転換はどのような製品開発を可能にするかを検討したものである。

### 2. サーボ冷間ロール成形機械の機構

(1) 曲線板縁の折り曲げ：図1は冷間ロール成形機械、検出器、およびPLC (Programmable Logic Controller) 機器からなる単段のサーボ冷間ロール成形機械概略図である。本サーボ冷間ロール成形機械は凹凸曲線状に切断されたブランク材板縁を一定幅に曲げ起こし成形を行う機械であるが、ブランク材の凹凸形状に追尾させる制御はCPU (中央演算処理ユニット) で行なった。

ブランク材の形状追尾制御を簡単に記すと次のようである。ブランク材の先端から長手方向の各位置 (x) における板幅 (y) をロータリーエンコーダ (d) とリニアエンコーダ (e) で検出してこの検出値を座標値 (x, y) としてコンピュータに記録する。ブランク材先端が第1スタンドに達したら第1スタンドは座標値 (x, y) の位置に移動する動作機構である。第1スタンド以降の各段は時間遅れをもって第1スタンドと全く同じ動きをする。図2は4段タンデムサーボ冷間ロール成形機械によるフレキシブル溝形

断面の成形状況である。

(2) パイプの成形：図3は図1のサーボ冷間ロール成形機械と同じ設計法の機械である。図1の装置はブランク材の片側のみを折り曲げる装置であるが、本機械は左右のスタ

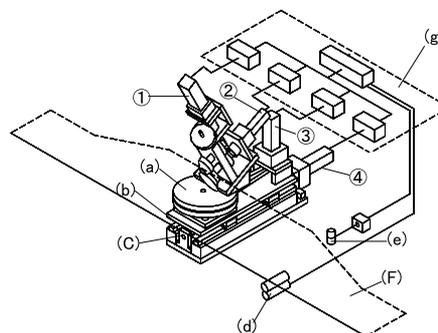


Fig.1 Layout of experimental apparatus of single servo cold-roll forming machine

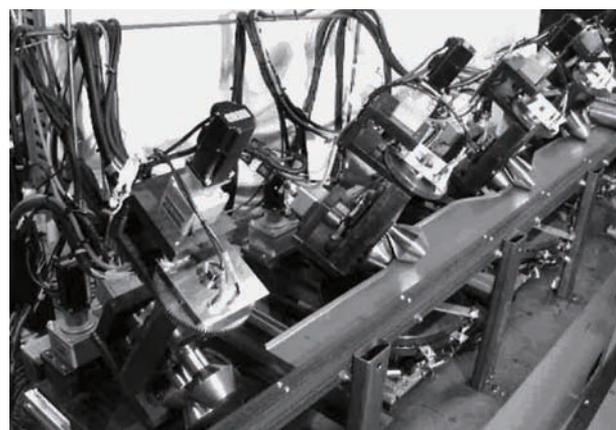


Fig.2 Tandem servo cold-roll forming machine

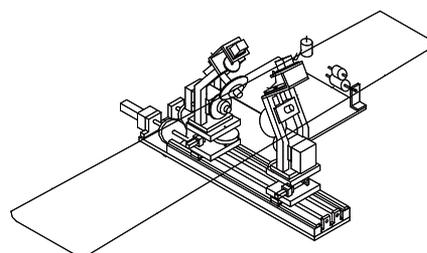


Fig.3 Layout of experimental apparatus for forming of taper pipe

\* 原稿受付 平成22年9月10日  
\*\* 工学部機械システム工学科

ンドが板幅方向に移動する両板縁同時成形のサーボ冷間ロール成形機械である。この方式の機械を連続配置すれば製品の先端部と後端部で幅が異なるテーパポール、テーパハット、不均一高さ角パイプ材などの成形が可能になる。

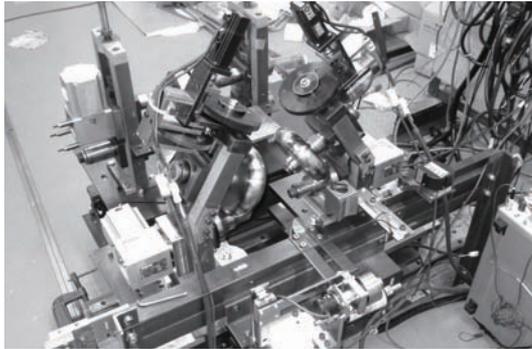


Fig.4 Experimental apparatus for forming taper pipe

3. フレキシブル溝形断面材の成形

紙面の都合上、フレキシブル溝形断面材のみについて記す。図5は鋼板の一方が凹凸状曲線にCO2レーザで切断されたブランク材を板縁に沿って一定幅に曲げ成形(80度曲げ)したものである。図のような形状の製品の成形では、ブランク材の凹凸部傾斜角度 $\theta$ やフランジ幅Fの値によってウェブに膨らみ変形を生じるほか、凹凸の凸部先端に座屈を生じる場合がある。図6はフランジ幅F=10 mm一定の場合であるが膨らみ変形は凹凸側に近いほど、また、傾斜角度 $\theta$ が大きいほど



Fig.5 A sample of flexible channel section

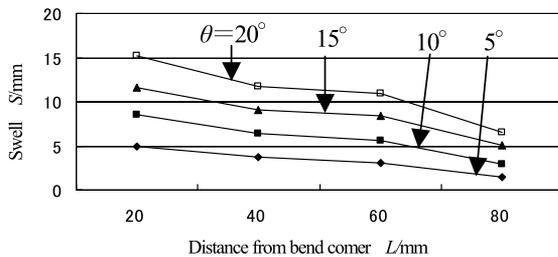


Fig.6 Swell distortion occurred at web part in forming blank sheet with several slope angles

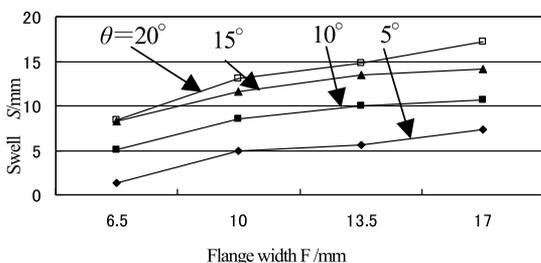


Fig.7 Swell distortions occurred at web part in forming several shape of blank sheet

ど変形が大きいことを示している。一方、ブランク材の傾斜角度 $\theta$ 、フランジ幅Fとの関係で膨らみ変形をまとめたのが図7である。図示のように膨らみ変形はフランジ幅と傾斜角度 $\theta$ に大きく影響されることがわかる。

ウェブの膨らみ変形の発生原因を(1)折り紙模型、(2)FEM解析、(3)膜ひずみ測定で考察した。

(1) 折り紙模型：図8左側はハサミで紙を凹型に切り、これを曲げ線に沿って曲げ起こすと紙の先端は伸びざるを得ない。このときのひずみを対数ひずみで求めると、例えば、 $\theta = 10^\circ$ 、 $F=20$  mm、 $R1=130$  mmの場合では+16%の伸びひずみを生じることになる。一方、右側の凸型の場合について求めると-16%の圧縮ひずみを得る。この引っ張り、圧縮ひずみが膨らみ変形や座屈に影響していると考えられる。

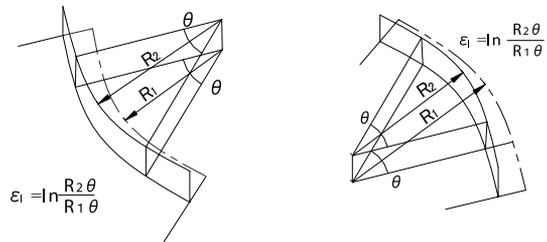


Fig.8 paper models for explain occurrence of shape defect

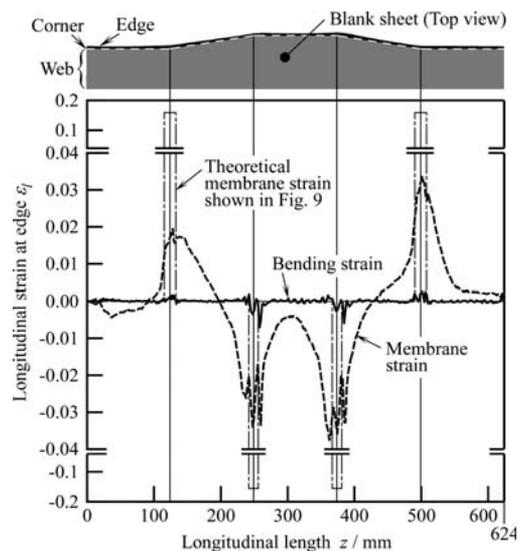


Fig.9 Longitudinal strains calculated by FEM and paper models occurring at top of flange

(2) FEM解析：図9はFEM解析による鋼板先端部分に生じる長手方向膜ひずみを示している。図の上側に併記した製品形状と対比すると凹部分では約2~3%の引っ張りひずみを、凸部分では約3.2%の圧縮ひずみを生じることが得られた。また、図中の棒グラフは折り紙模型で求めた±16%のひずみを併記したものである。FEM解析と折り紙模型は傾向的には似ているものの数値的には大きな差がある。FEM解析のひずみ値が折り紙模型に比べて低い値に

なったのは、FEM解析が膨らみ変形や座屈を考慮しているためと考える。

(3) 膜ひずみ測定: 図10の●印は鋼板の表裏にロゼットゲージを貼付して成形過程における長手方向と幅方向の膜

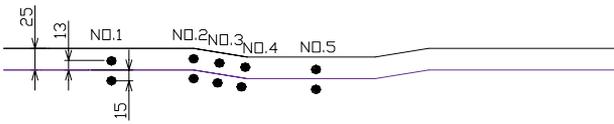


Fig.10 Locations of strain gages glued at both side of blank sheet

ひずみ推移を調べるためのゲージ貼付位置である。図11はNo.1位置における膜ひずみの推移をフランジ部について調べたものであるが、80度ロール通過後の長手方向、幅方向の膜ひずみはそれぞれで  $300 \times 10^{-6}$  (0.03%)、 $420 \times 10^{-6}$  (0.042%) である。この測定値は図9の計算値よりかなり少ないが、これはゲージの貼付位置がフランジ先端でないことによると考える。また、本測定値は弾性ひずみ(弾性ひずみの限界値は約  $1000 \times 10^{-6}$ ) である。金きりバサミでフランジに切込みを入れるとウェブの膨らみは完全に消滅したことから図11の測定値は妥当であるといえる。

図12は80度ロール通過後の長手方向、幅方向膜ひずみをまとめたものである。図示のようにNo.1、No.2位置のフランジ部長手方向膜ひずみは圧縮であり、No.4とNo.5は逆に引っ張りである。また、ウェブ部の長手方向膜ひずみはフランジ部と逆であり、かつ、その値は少ない。

図13は図12の結果をフレキシブル溝形断面の各部に対応させたものである。図示のように凸部のフランジ先端A、B、E、Fには圧縮の膜ひずみが働き、凹部のフランジ先端C、Dには引っ張りの膜ひずみが働いていることがわかる。結局、ウェブ部W1、W3が膨らむのはA、B、E、F部の

圧縮長手方向ひずみによって縮み、これが膨らみを生じると考えられる。一方、フランジ先端C、Dが引っ張り長手方向ひずみのためにウェブ部W2には膨らみ変形を生じないことになる。

#### 4. フレキシブル溝形断面の形状欠陥対策

(1) 長手方向膜ひずみ付加による矯正法 膨らみ変形や座屈の発生はフランジの成形で生じる長手方向膜ひずみによると考えられ故、変形の除去、回避法はこのひずみを緩和させる方法をとれば良いことが考えられる。具体的には軽圧延によってひずみの緩和を図った。図14は凸部近傍のウェブをそれぞれ3%と5%圧延したとき、膨らみが減少するかどうかを調べたものである。図示のように部分圧延は膨らみ変形の減少に有効であることが確認できた。座屈の減少については確認されていない。

(2) ブランク材の長手方向剛性付与による対策 上記のひずみ緩和の方法とは別の対策法である。これはブランク材に溝を入れることによって鋼板の長手方向剛性を高め、ブランク材が長手方向に収縮しにくくする考えである。このアイデアを確認するためにフランジの折り曲げ線近傍に図15に示す溝成形を加えた。図15(a)は溝加工無し、(b)は最終スタンドで、(c)は初段で溝加工を行なう場合である。なお、これは3段成形(ロール曲げ角度配分20°、40°、60°)で行なった。図16は実験結果であるが溝成形なしの

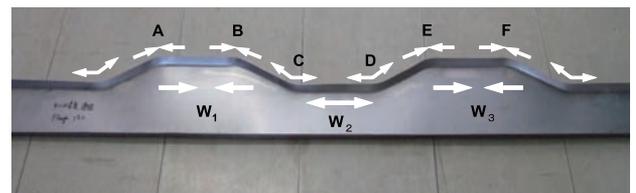


Fig.13 Mechanism of occurrence of swell distortion on W1 and W3 and no swell distortion on W2

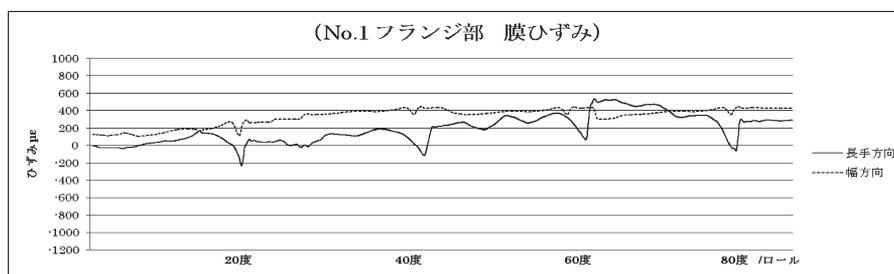


Fig.11 Transitional profiles of longitudinal and transverse membrane strains in flange of No.1

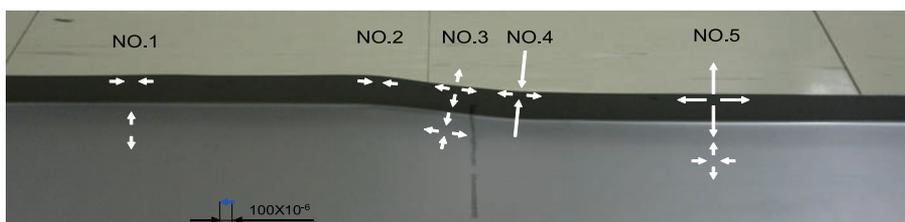


Fig.12 Longitudinal and transverse membrane strains in flange and web part of No.1 to No.5

(a) に比べ、初段での溝加工は膨らみ発生を半減させた。これは鋼板の長手方向収縮阻止に溝が機能したことを示すものである。(b) の成形も効果が現れているが、これは膨らみ変形を溝で押しつぶしたためと考える。

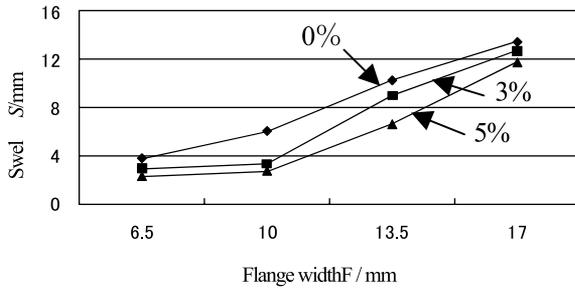


Fig.14 Effects of light rolling to reduce swell distortion

5. 結論

断面の幅が変化する長尺フレキシブル溝形材の成形を可能にするサーボ冷間ロール成形機械を試作した。本機械で成形された製品の寸法精度は許容値以内であったが、これは機械が設計通りに動作していることを示すものである。しかし、成形された製品にはポケットウエーブ状の膨らみ変形のほかに、フランジ凸部分に座屈を生じることが観察された。これについてブランク材の形状、フランジ幅との関連で調査した。得られた結果は次のようである。

- (1) ウエーブの膨らみ変形はブランク材の凹凸部分を形成する傾斜角度  $\theta$ 、フランジ幅  $F$  の値が大きいものほど大きく生じる。しかし、板厚  $t$  が厚くなると減少する。
- (2) 座屈はブランク材の板縁が凸である先端に生じる。フレキシブル溝形材の座屈発生は通常の溝形材の成形に比べフランジ高さ / 板厚 ( $F/t$ ) の値の半分である。
- (3) フレキシブル溝形材の4段成形過程における長手方向、幅方向膜ひずみの測定をおこなった結果、凹凸形状材の凸凸間では圧縮、凹-凹間では引っ張りの膜ひずみが働くことを明らかにした。
- (4) 膨らみ変形、座屈の発生機構を明らかにし、この変形発生機構から変形を減少する方法を考案した。一つはフランジ凸部近傍のウエーブを軽圧延するひずみ付加の方法であり、もう一つはフランジの曲げ線近傍に溝加工を行なう方法である。両者とも膨らみ変形の減少化に有効であることが実験で確認された。

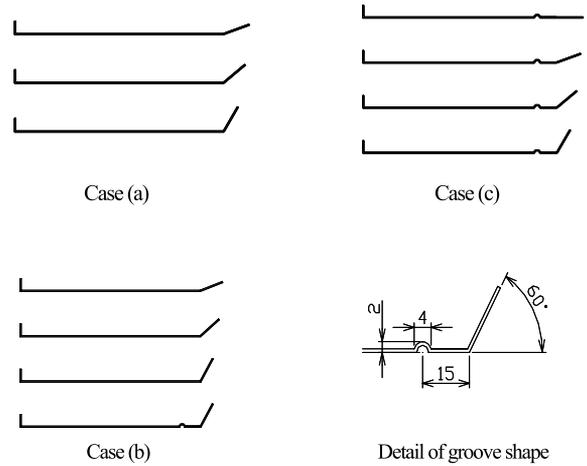


Fig.15 2 kinds of groove forming and dimension and shape of groove

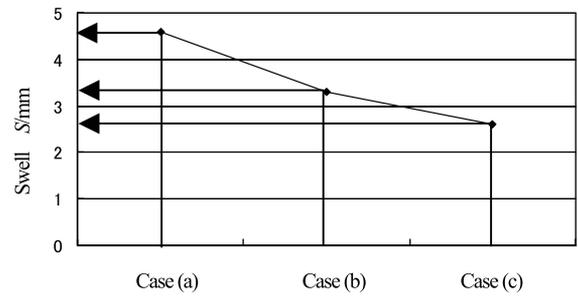


Fig.16 Comparison of reduction of swell distortion due to groove forming

6. 今後の展開

溝成形が可能であったことから、今後は溝幅を更に広げたフレキシブル溝形成形、フレキシブル広幅断面の成形実験を計画している。

参考文献

- 1) サーボ冷間ロール成形機械の開発、塑性と加工、51-594 (2010), 43-47。
- 2) 軽量形鋼成形技術、(2005)、小奈 弘、コロナ社。

# IEC/ACEC (電磁両立性諮問委員会) 会議報告\*

澁谷 昇 Noboru Schibuya\*\*

## Abstract

In this paper the report of IEC/ACEC meeting is described. Two meetings were held in 2009 at Kyoto in Japan and at Erlangen in Germany. ACEC is the Advisory Committee of Electromagnetic Compatibility (EMC). ACEC, which consists of TC77, CISPR and other related committees, discusses on EMC, coordinates with groups dealing with EMC and arbitrates between Technical and sub committees.

**Keywords :** IEC, ACEC, EMC, TC77, CISPR, Referee Test Method

### 1. はじめに

ACECはIEC(国際電気標準会議)のAdvisory Committee of Electromagnetic Compatibilityの略であり、我が国では電磁両立性諮問委員会と呼ばれている。

ACECは図1に示すように、SMB(標準管理評議会)の直下にある技術諮問委員会であり、TC77, SC77A/B/C, CISPR, CISPR/A/H/Iのそれぞれの委員会の委員長あるいは幹事(計8名)、SMB任命の委員(4名)、および、EMC関連のTC/SC(SC22E/G, TC46, SC62A/62D, TC64, SC65A, TC108など)の委員長あるいは幹事などで構成されており、EMC問題に対するIEC活動への助言、指導および調整を行っている。

ACECは年2回開催されており、2009年は、7月に日本の京都、12月にドイツのエールランゲンで開催された。また、2010年は6月にロンドン(UK)、12月にオースティン(USA)で開催される予定である。本稿では、昨年の2回の会議の結果を簡単に紹介し、ACEC会議の現在および今後の主要な活動内容を述べることにする。

### 2. 京都会議

京都会議は我国のIEC-APC(IEC活動推進会議)の主催で、2009年7月27日、28日の2日間にわたって開催された。

ACECの議長がRadasky(USA)からMoehr(ドイツ)に交代したことに伴って、ACEC文書の回覧ルールの確立と“Caretaker Program”の導入が新ACEC議長によって提案された。これは、会議出席者すべてが会議に積極的に

関与するために、それぞれの議題について、“責任を持って調査・報告する。”義務を負うということである。

#### 2-1. ACEC委員会の構成

ACEC等の各諮問委員会における委員の人数および在任期間に関する文書がSMBに提出されている。これについてSMBは2009年6月の会議で、ACECの構成員がTC77およびCISPRの議長(終身メンバ)を含む20人までのメンバから成ることを承認した。

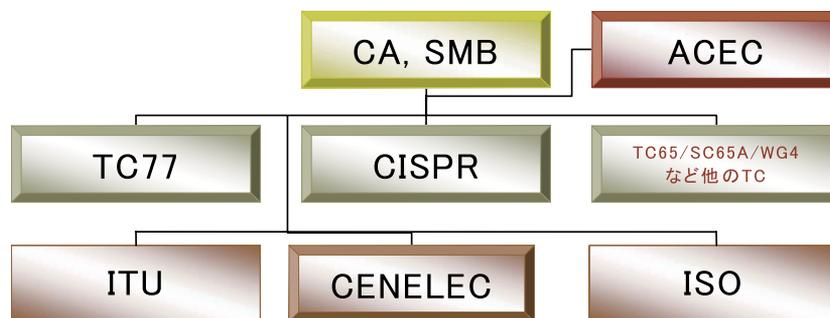
#### 2-2. 製品委員会からの報告

##### (1) TC13(電力量計測・負荷制御装置)

TC13より、磁石によって生成されたDC磁界の試験方法を確立してほしいとの要請があり、SC77A/WG6によって検討された。TC13が自己の管理下でこの試験方法を開発することを支援するために、SC77A/WG6はエキスパートを推薦する。SC77AはTC13から、強い磁界の存在下での電気メータのイミュニティ試験法についての報告は得ていない。したがって、TC13を次回のACECのアジェンダから除くことが合意された。

##### (2) TC22(パワーエレクトロニクス)

TC22では現在EMC作業案件はない。SC22E(安定化電源)では、IEC61204-3の改訂が進行中である。しかし、EMC要求について重要な変更はない。SC22Gではイミュニティと低周波エミッション要求の明確化を目的として、IEC61800-3の修正が始まった。UPSのEMC製品規格



CA: 理事会 (Committee of Action)  
SMB: 標準管理評議会(Standardization Management Board)  
ISO: 国際標準化機構

CISPR: 国際無線障害特別委員会  
(International Special Committee on Radio Interference)  
CENELEC: 欧州電気標準化委員会  
ITU: 国際電気通信連合

図1 IECにおけるEMC規格作成委員会構成

\* 原稿受付 平成22年9月10日

\*\* 工学部情報工学科

IEC62040-2は修正されるか、新しいエディションが2011年、あるいは2012年に発行される。TC22のエキスパートは、大きなUPSのための新しいエミッション限度値と測定方法についてのCISPR/Bの将来の作業がSC22Gの規格にインパクトを与えかねないので、CISPR/BのWG1の作業に参加するよう要請されている。

(3) TC 46 (通信用伝送線およびマイクロ波受動部品)

TC46の委員長が会議に参加できないで、TC46のEMC活動に関するレポートを送ってきた。

(4) TC 61 (家庭用電気機器の安全性)

TC61がACECに参加していないので、ACEC議長は、この重要なTCとより密接な関係を持つべきだとして、TC61の関係者と接触する。

(5) TC 62 (医用電気機器)

SC62AよりIEC60601-1-2のFirst CDが2009年4月に回覧された。医用電気機器のEMC要求はNWIP提案が進められている。図2にIEC60601-1-2の規格化の手順を示す。

IEC60601-1-2の第4版に関して、SC62A/MT23の作業は、2009年9月の最初のCDの発行が遅れながらも、現在進行中である。医用電気機器の性能に関するEMC要求をカバーする新しい規格のNPが、上に述べたCDと平行して回覧される。この新しい作業は電磁環境の記述、試験のレベル、および測定方法-安全規格IEC60601-1-2から削除されたもの-を含んでいる。

(6) TC 64 (電気設備および感電保護)

TC64の役員らはACECの委員会への参加を検討している。ACECには継続的に情報が与えられている。

(7) TC65/SC65A (工業用プロセス計測制御)

機能安全についてのSC65A/WG4とTC77との協調(65A/504/NP)が承認されなかったため、一般的な要求はIEC 61000-1-2 Ed.2 (TC 77) で、製品に関連する要求条

件は、SC65Aが作成するIEC 61326-3-1で議論されることとなった。

SC65Aでは機能安全については前回のACEC会議以来、新しいことはない。IPMC電気機器のEMCを扱うIEC61326シリーズについては、いくつかのメンテナンス作業が準備中である。

(8) TC 100 (オーディオ・ビデオ・マルチメディアシステムおよび機器)

この項目は次回のACECのアジェンダからは削除される。TC100の活動報告はTC46の委員長によって準備されるので、アジェンダの6.3項は“TC46/TC100”に変更される。

(9) 機能安全 (EM部分) でのACOSとの協調

ACEC議長はACOSでのACECレポート(ACEC/292/INF)を発表した。それには、2008年11月のIEC61000-1-2 Ed.2の発行などのTC77の最近の進展、およびSC65Aの情報も含まれている。65A/504/NPの棄却の結果、TC77とSC65との間で以下のような合意がなされた。NPは新しいEMC規格へとつながらなかったが、一般的な事項を扱うこのNPは、IEC61000-1-2 Ed.2 (TC77) の修正となり、より製品に関連した規格は将来のSC65AのIEC61326-3-1の修正の一部となる。

(10) TC 106 (人体曝露に関する電界、磁界及び電磁界の評価方法)

TC106のスコープにACECとの関係を含む提案、さらにTC106にTC77とのJWGを設立するとの提案をSMBが支持した。

(11) TC 108 (オーディオ・ビデオ、情報技術、通信技術分野における電子機器の安全性)

TC108の代表が京都会議に出席できなかったことがACECに報告された。TC108はACECに代表を参加させるか否

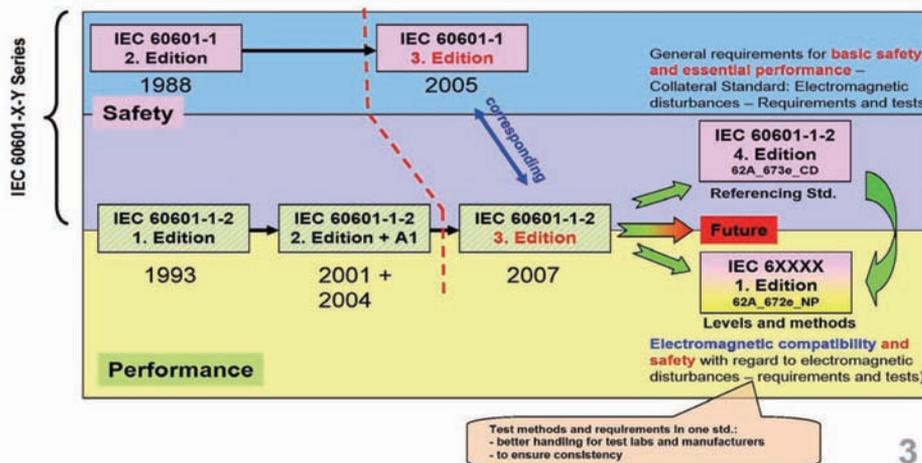


図2 IEC60601-1-2の過去と未来

かを考えている。

#### (12) 関連ある他の委員会に関するオープンディスカッション

ACEC議長は、ACEC/294/INFを紹介した。IEC60731-1 Ed.3.2 (TC72で審議)ではリング波試験のH26.10項に以下の宣言がなされている。“この試験はH26.9項に記述した高速トランジェントバースト試験の代替試験法である。”

ACECの見解では、上記宣言は間違いであり、リング波試験は高速トランジェントバースト試験の代替試験法ではない。TC72はIEC60731-1の第4版のFDISを回覧する準備をしているので、ACECはTC72にその間違いを指摘し、FDISの中の文章を変更するよう求める説明文を作成し、ACECのセクレタリからTC72に送ることにした。

### 2-3 IECガイド107の改訂

ガイド107Ed.3が参照番号C/1526/DVとしてIECカウンシルに回覧され、投票した34カ国の100%賛成で承認された。その後、ガイド107をISO/IECのデュアルロゴガイドとして発行したいというACECの提案のフォローアップとして、ACECが幾つかのEMC活動で2つの組織間の協調の可能性を広げるために、ISO/TC22とコンタクトすることで合意した。

### 2-4 TC77およびCISPRの作業プログラム

#### (1) TC77

共通規格とIEC61000-2-5のメンテナンスのため、WG13の会議が開催された。また、MT15はIEC61000-1-2の第2版を2008年11月に発行した。CISPR/AとのJTFは、“測定不確かさ”に関する将来のIEC/TR61000-1-6発行のために、最初の会合を開催した。

#### (2) SC77A

IEC61000-3-2の修正2が発行されたので、現在は高調波電流に関する作業アイテムはない。IEC/TR61000-3-10 Ed.1: 供給周波数の40次の高調波から9kHzまでの周波数領域のエミッション(相あたり16A以下の入力電流の装置)、の作成作業が始まる。IEC/TR61000-3-14: LV電力システムへの設備の接続のためのエミッション限度値のアセスメント、が回覧された。この仕事は、CIGREとCIREDの協調、IEEE,UIE EURELECTRICからのエキスパートの参加で行われている。

#### (3) SC77B

IEC61000-4-2の第2版が2008年12月に発行された。試験装置の測定不確かさの新しいAnnex Jに関するIEC61000-4-3の修正がCDVとして回覧された。MT12は

IEC61000-4-4、4-9、4-10および4-18のメンテナンスを開始した。反射箱に関する他のJTFはIEC61000-4-21の改訂版のCDVをまもなく回覧する。

#### (4) SC77C

過去数ヶ月の間に以下の3つのプロジェクトが投票ステージを終えた。IEC/TR61000-4-35: 高電磁界 (HPEM) シミュレータコンペンディウム、IEC/TS61000-5-8: 配電系インフラのためのHEMP保護方法、およびIEC/TS61000-5-9: HEMPとHPEMのためのシステムレベル感受性アセスメント。

#### (5) CISPR

前回のCISPR総会は2008年大阪で行われた。2009年9月にはフランスのリヨンで行われる。2009年の4月に運営委員会CISPR/Sの新しいセクレタリが就任した。また、総会と総会との間の定例のテレコンファレンスが行われた。

#### (6) CISPR/A

最近のCISPR-16シリーズの修正が完成した。また、CISPR/Aの作業プログラム(11のプロジェクトが進行中)で現在の進展している項目のいくつかを述べた。WG1では装置を、WG2は測定方法を取り扱っている。CISPR/Aと他のCISPRサブコミティとの間のJTFは色々な主題で活動している。現在のSC77BとのJTFは継続中であり、TC77と他のJTFでは測定不確かさを取り扱っている。

#### (7) CISPR/H

共通規格IEC61000-6-3とIEC61000-6-4の修正が最近CDVとして回覧された。これらのCDVは同様の有効性をもつSAC、FAR、TEMの代替試験方法を含んでいる。CISPR31無線サービスの特徴のデータベースのメンテナンスはまもなく始まる。リミットの項目と電源線上の広帯域通信機器の測定方法についてのCISPR/Iとの協調は進んでいる。共通規格での放射エミッション試験のために反射箱の使用に関するDC文書の回覧への流れにしたがって、CISPR/AとのJTFはCISPR16-4-5の修正の作業をおこなっている。この作業はCISPR/Aで管理している。

#### (8) CISPR/I

マルチメディアのエミッション規格(CISPR32)のCDに対するコメント期間が6月末に終了した。WGで技術的なコメントを解決し、リヨン会議後にCDVを回覧したい。マルチメディアのイミュニティ要求(CISPR35)のプロジェクトは1年から1.5年程度遅れる。PLTの第3CDは、ノッチ、電力低減、アイドル状態などの特別な基準を含んで、最近回覧された。アクセス文書に関するPLTの作業は最近始まった。

## 2-5 製品規格のためのレビュー

ACECのセクレタリはACEC/296/INFを紹介した。このEMC製品規格のレビューに関するレポートは2009年1月から6月までの期間をカバーしている。いろいろなTC/SC; SC17B, SC17D, SC22E, SC23B, TC29, SC62D, TC79, TC94, TC96で回覧された10の文書(CDあるいはCDVステージ)がレビューされた。これらの文書に対するACECレビューアによって作成されたコメントは、更なる考察を行うために関係の委員会に送られた。

TC94は、時間リレーのEMC試験で性能評価基準(A,B,C)のクラス分けについてのアドバイスを行うために、ACECとコンタクトした。彼らの要望はTC94に送り返すコメントを準備したACECレビューアに渡された。

## 3. エルランゲン会議

この会議は当初ドイツの自動車の街ーヴォルフスブルクで開催される予定であったが、ISO自動車工業会との交渉が不調に終わり、急遽ジューメンスの街、エルランゲンで開催されることになった。

### 3-1 ACEC から SMB への報告

代替試験法(後述4.を参照)に関するSMBの決定に関しては、ACECは良い決定であったと感じている。しかし、CISPRの委員は、この決定は代替試験法は等価であるというCENELECの立場には沿っていないと指摘した。このことは、将来CENELECによって、いくつかのIEC規格が同じように変更される可能性があることを示唆している。

ACECはさらに、「強制」および「非強制」の語句が入ったIECガイドに関連するSMBの決定136/8に対して感謝の意を表明した。現在の版で、「強制」および「非強制」の語句の間でどのような差異が生ずるかどうかをみるために、ガイド107をレビューすることが提案された。また、ガイド104、107、108はSMBによって“強制的である。”とされている。

### 3-2 外部のEMCに係わる団体からの報告

#### (1) CENELEC

CENELECよりCLC TC210のいくつかの情報が提供された。スマートリーダからの150kHz以下での機器の保護に関して、EN50065-1で規定している要求以外のイミュニティあるいはエミッション要求(150kHz以下で10Vまでの許容レベル)が必要であるかという疑問が出されている。CLC SC205AはSC77Aとともにこの問題を調査する予定である。モバイルインターネットエミッタの問題については、TVセットが干渉を受けているといわれている。

モバイルフォンの汎用充電器に対するECの強制に関しては、ITU-Tで準備中の規格原案によって問題が解決されるであろう。EN55022に対しては、適合性を示すための停止期限が1年延長された。

最後に、前回のCLC TC210会議で、ACECはCENELECとの協調を取って行くことに関心があるか?という質問がなされた。議長はACEC京都会議の際に、CLC TC210のなかでACECに報告するような興味深い項目があれば、CLC TC210委員長は将来のACEC会議への出席要求をACEC議長に提出することを話し合った、と述べた。CLC TC210への取扱いは別段変わったものではなく、他のIEC TC、あるいはACECのメンバーではない外部の組織への取扱いと同じである。このことは、出席の理由説明書を添えて議長に参加要請をすれば、誰でも参加できること意味する。招待されたゲストによってACECに提出される文書は、遅くとも会議の2週間前までに、議長あるいはセクレタリに届く必要がある。

CENELECエキスパートよりRMS average detectorに関する論文が紹介された。この検出器は、CISPR16-1-1Amend.2(2007)で発行されているが、デジタル通信システムでのエミッションのより現実的な干渉の可能性のある受信機のための新しい検出スキームである。これは、最近、CISPR13の最新版で、以下の声明と共に紹介されている。「RMS-平均限度値は既存の準尖頭値および平均値の代替法として適用することができる。」同エキスパートによれば、RMS-平均限度値はすでに確立している準尖頭値限度値と比較して、広帯域のパルス繰返し周波数のなかで、防護要求の主な緩和に役立つ。別の言い方をすれば、CISPR13は異なった防護レベルに以下の2つの異なった仕様一般的に、無線周波スペクトラムの防護のためのすでに確立した準尖頭値限度値と、最近のデジタル無線サービスの防護のためのRMS-平均限度値を提供している。これは、アナログ無線サービスの防護が、被試験装置のEMC特性(干渉源のパルス繰返し周波数)に依存して大きく低減されることを意味する。これをITU-TやCEPTで採用したり、さらに、異なった防護レベルをもつ2つの異なった仕様を、規格の使用者の自由選択に任せるということは、EMCダイレクティブの本質的な要求とは一致しがたい。

#### (2) IEEE

CISPR議長はIEEE EMC部会で発行された入手可能な規格のいくつかを報告した。IEEEでは、ISM測定(Std.139)、TVのエミッション測定、シールド効果(Std.299.1)、EMサイトの調査(Std.473)、電磁界妨害センサ(Std.475)、RF吸収材料の展開(Std.1128)、VDTエミッション(Std.1140)、ガスケット特性(Std.1302)、RF

フィルタの性能 (P1560) などを取扱っている。

プローブ校正に関するStd.1309は現在修正作業が進行中である。これについては、SC77BとのカテゴリDのリエゾンを行っている。計算電磁気学の有効性についての新しい規格 (P1597.1) は2009に発行された。

Radaskyによって行われている、コンピュータに対する意図的EMIプロジェクトが2011年まで拡張された。製品コンプライアンスのline replaceable モジュール試験のドラフトが2010年末に完了する予定である。広帯域アクセス電力線通信装置のEMC規格 (P1775) は現在進行中である。スマートグリッド (相互操作性) に関するドラフト (P2030で、EMC規格ではない) もまた、作成中である。図3に示すように、それは、電力線の制御と通信を実行可能にするために、EMCを考慮することの重要性に関する情報を提供している。

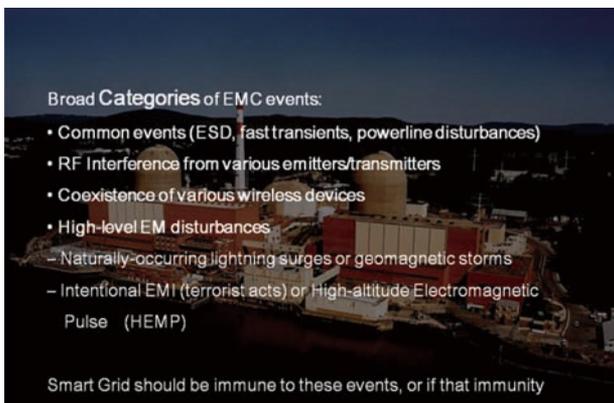


図3 スマートグリッド

最後に、電源線ギャップノイズの分解能に関する推奨技術に関するプロジェクトはIEEE Power&Energy Societyの伝送、分配委員会が始まった。それについては、多くの電力設備と規制当局が参加に興味を示している。

### (3) ETSI

ETSIがケーブルTVの分野での活動を始めた。TC100/TA5は彼らと協力し、TC100のための規格化作業はCLC TC209で行われている。

### (4) 他のグループからの報告

(IMO, ASEA, VCCI, JEITA, ECMA など)

① Ecma International (ヨーロッパの工業団体で、情報通信システム機器の規格化を行っている。) の作業プログラムが紹介された。規格化のトピックスとしては、ハード、ソフト、通信、家電、メディア、記憶装置、周辺の装置等を含んでいる。Ecmaで作成された規格のいくつかはISO/IECのJTC1でファーストトラック手順で発行されている。

EMCにおいては、将来のCISPR32とCISPR35はEcma

TC20と関係がある。前回のCISPR/Iの会議では、通信線での伝導性エミッション測定、CISPR35に対するイミュニティ試験の時間とコストの増加のリスクという、2つの論文がEcma代表によって提出された。Ecma TC20はまた、ECがEMCとR&TTEダイレクティブのもとで参照している、ハーモナイズ規格 (EN55022:1998) のリストのなかで矛盾を解決する手助けをした。2010年にも、Ecma TC20は、将来のCISPR32とCISPR35に特別に焦点を当てながら、EMC規格のモニタと作成に寄与してゆく。その他に、地域および国内のEMC規制 (たとえば、EMCダイレクティブやドイツのSchuTSEV) のモニタ、EMCダイレクティブの新法制化フレームワーク (NLF) での調整のモニタを行ってゆく。

②日本のVCCI (旧名: 情報処理装置等電波障害自主規制協議会) のレポートが紹介され。VCCIは日本の市場で流通するIT製品のEMIレベルを規制するために、1985年にCISPR22の日本版を公表した日本政府の規制当局の強い指導のもとに、関連団体 (JEIDA, JBMA, EIAJ, CIAJ) によって同年に設立された。この協議会の目的はボランティアな方法を通して、情報処理装置、通信装置、電子オフィス装置および私的な活動に密接に関係したそのほかの装置のような、情報技術装置 (ITE) から発生する電子的干渉を抑制することである。

VCCI (一般財団法人NPO) はメンバーによる実施のための管理的要求、技術的要求 (VCCIルール) を発行している。VCCIは適合性評価を行う測定装置の登録システムを紹介している。ルールは最も進んだ製品適合性のプロセス、適合性宣言を採用している。VCCIは適合性宣言が適切に行われているかどうかをチェックするために、市場抜き取り検査を行う。その会員は全世界に広がっている。日本におけるほとんどのIT製品のEMIレベルはVCCIシステムで非常によくコントロールされている (>95%)。世界中で最も成功している工業製品の自己規制の1つと考えられている。

③JEITA (日本情報電子技術産業協会) の規格化活動の紹介が行われた。JEITAは電子、情報技術分野をカバーする規格化活動を行っている。そのため、いろいろな産業分野のエキスパートからなる規格化委員会を組織している。JEITAは日本工業標準調査会 (JISC) から委託をうけて、IECおよびISO規格を審議している。日本にはIEC/ISOの委員会をカバーする21の特定の分野がある。委員会は、新しい提案や国際会議への参加を含む国際規格化に向けた活動を行っている。JEITAのEMC委員会は2つの委員会からなる。1つはマルチメディア技術委員会 (TCM) で、他はTC77やそのサブコミティで作成される基本企画の共通

技術委員会（CTC）である。日本語の規格 IT-3001、情報処理装置およびシステムのイミュニティ試験法と限度値、は CTC と TCM で作成された。IT-3001 は IEC61000-4 シリーズをもとに作成された。IEC 規格は、日本に特別の条件や規制が行えるように部分的に変更されている。もう一つの規格は IT-3002 で試験方法に関して IEC61000-4-11 を基にした、パーソナルコンピュータの電圧ディップイミュニティの規格である。

#### (5) 機能安全（EM 部分）での ACOS との協調

ACOS 議長が ACOS の役割とプロジェクトを紹介した。彼は最初に、“安全とは何か”について説明した。ISO/IEC ガイド 51 によると、安全の定義は、“容認できないリスクからの解放” “freedom from unacceptable risk” であり、リスクとは害（harm）の発生の確率とその害の厳しさの組合せである。許容できるリスクとは、社会の現実の価値の基礎の上に立って、与えられた背景のなかで受容られるリスクと定義される。リスク低減手順の最後の段階で、残ったリスクが許容できるリスクより低いとき、すなわち残ったリスクが適切に低減されたとき、製品は安全であるとみなされる。

彼はさらに、ACOS の役割と責務について述べた。ACOS の目的は、IEC の安全規格における一貫性を保証する目的で、安全事項に関する IEC の作業のアドバイス、ガイドと調整を行う SMB の disposal である。ACOS は単一の IEC の TC に特化しない安全問題をカバーし、安全問題に興味を持つ TC/SC の幹部間の相互の注意をひく問題の議論のためのフォーラムを提供している。ACOS で考慮中のいろいろなトピックスのなかには下記のような項目がある。IEC ガイド 104 のメンテナンス、IEC の TC/SC の基本安全機能とグループ安全機能の配置（SMB による確認事項）、そのような機能をもつ TC/SC のレポートのレビュー、および SMB の保証のもとに IEC の発行物への基本安全発行物（BSP）とグループ安全発行物（GSP）の状態の配置などである。

### 3-3 IEC における EMC の宣伝

#### ① EMC ゾーン

ACEC のセクレタリは EMC ゾーンの CISPR の情報の部分の更新について報告した。EMC ゾーンの適切な場所に、「IEC ガイド 107 は強制 mandatory である。」という SMB の決定 136/8 を掲載することに ACEC は同意した。

#### ② ACEC の EMC ワークショップと産業向けトレーニングコース

EMC 規格の実際的な適用に関する IEC 規格 + トレーニングコースを企画するという CO の提案は前回の ACEC 会

議で承認された。そのようなコースをうまく促進してゆくことの重要性が強調された。しかし、産業トレーニングコースに関心を示す国を選び出すことが難しいということが確認された。

CISPR 議長はそのようなニーズの確認には WEB を使った適用が有効であると述べた。議長は IEC の EMC 規格の活用に関するコースに興味を示す国があったら報告するように、ACEC メンバーに要請した。

### 4. 代替試験方法 “referee test method”

#### の将来的取り扱い

最近の大きな問題の 1 つは、“referee test method” に関するものである。2008 年の ACEC ベルギー会議では、CISPR/I 委員会、S 運営委員会および CENELEC の BT 委員会での決定を受けて、この問題を審議したが、結論は出なかった。

京都會議では “referee test method” については、この会議の開始直後に、議長より、SMB の指示により今回は議論しない旨の発言があった。

したがって、代替試験方法の文書が多数提出されていたが、説明だけが行われた。次回 IEC テルアビブの総会の決定を待って、今後の方針が決められる。

したがって、京都會議では IEC 規格のなかの代替試験法の使用とレフリー試験法の指定については、議論は行われなかった。

IEC テルアビブ総会では、「SMB はレフリー試験法の選択を各 TC/SC にゆだねる。」という決定（SMB Decision 137/7）が出され、文言は以下のように、定められた。

“If more than one test method is to be standardized, a referee method (often called “reference method”) may be identified in the document to resolve doubts or dispute. The decision to specify a referee method is made by each committee based on its particular needs. The committee shall either identify one method as the referee method or shall be allowed to identify alternative test methods.”

ACEC はこの問題に関する SMB の決定を歓迎した。

### 5. まとめ

以上のように、ACEC 会議では、EMC を取扱う 2 つの大きな技術委員会、TC77 および CISPR の委員長および幹事、SMB 選出のエキスパート、さらに EMC に関連のある TC/SC 技術委員会の代表が集まり、EMC 規格に関する調整等、盛りだくさんの内容が審議されている。

設計・作品  
ARTS & DESIGNS

3E デザインを考慮した高架道路の提案 ..... 永見 豊 大波修二 15

## 3E デザインを考慮した高架道路の提案\*

### Proposal of the Elevated Road Ahead of Efficiency, Economy and Elegance

永見 豊 Yutaka NAGAMI\*\*

大波修二 Shuji OHNAMI\*\*\*

#### Abstract

It takes a long time for public facilities such as bridges to become a part of the local landscape. Therefore, civil engineers must pursue Aesthetics in addition to Efficiency and Economy. We participated in the design competition for bridges over Ohta river sponsored by Hiroshima city Government. The theme of the competition is "superior design to be able to be proud of to the next generation". We interpreted this theme as "molding to be beautiful after time while reducing the burden of the next generation". We suggested the superior elevated road to the design ahead of economy, durability and maintenance management that is the 3E design. We decided the design concept in "the bridge of a line always beautiful forever". In the river section, PC continuation ramen bridge of minimum maintenance was chosen. In the land section, retaining wall structure was chosen to raise environmental improvement and views.

Keywords : Aesthetic design, Retaining wall, Design competition



Fig. 1 Completion image

\* 原稿受付 平成22年9月15日

\*\* 工学部デザイン学科

\*\*\* 株式会社オリエンタルコンサルタンツ



Fig. 2 Drawing of the land part

### 1. はじめに

橋を代表とする公共構造物は長い年月をかけて地域に根付いていくものであり、設計に関わる技術者は機能 (Efficiency)、経済性 (Economy)、優美さ (Elegance) の 3 E<sup>1)</sup> を追求していく必要がある。

2009年、広島市主催の「広島南道路太田川放水路橋りょうデザイン提案競技」(審査委員長: 篠原修政策研究大学院大学教授) が開催された。対象は太田川の河口部を跨ぐ広島南道路の橋梁区間0.8kmであり、この橋が水の都ひろしまの魅力の1つとなり、「次世代にも誇れる優れたデザイン」となるよう国際的なデザイン提案競技が実施された。

筆者は、応募者である(株)オリエンタルコンサルタツの協力者としてデザイン提案に参加した。我々は、「次世代にも誇れる優れたデザイン」のテーマを「次世代の負担を軽減しつつ、時を経ても美しい造形」と解釈し、美しさに加え、経済性、耐久性、維持管理性に特に配慮した設計、つまり 3 E デザインに配慮した高架道路の提案を行った (Fig.1,2,3)。

特に機能面では、今回提案する歩道+暫定ランプの設置でも将来の併設国道+本線延伸時でも、まとまりがあり完成形に移行しやすい形態を目指した。コンペ結果は入選とはならなかったが、本稿では提案内容を紹介するとともに、検討時に得られた知見と今後の課題を述べる。

### 2. 設計要件

「広島南道路太田川放水路橋りょうデザイン提案競技」の設計要件<sup>2)</sup> を以下に示す。

#### ①対象の構造物

設計対象は、太田川放水路右岸から西側に架設する橋梁区間0.8kmとし、ONランプ、OFFランプを含む。高架式の自動車専用道路4車線と歩道を一体的に先行整備することとし、平面式の一般道路は、自動車専用道路完成後の交通の状況を勘案して、今後整備する計画である。このことから、今回提案をを求める対象構造物は、自動車専用道路及び自転車歩行者道とする (Fig.4の赤着色部分)。

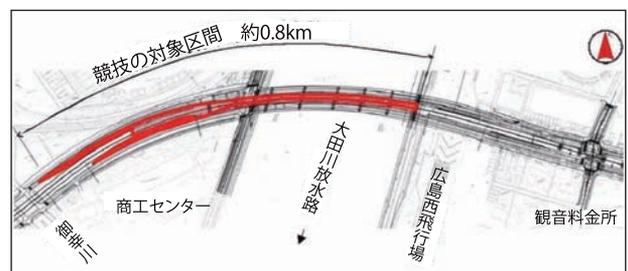


Fig. 4 Object section of the competition

#### ②道路幅員

将来的には Fig.5 に示す「将来計画断面図」の幅員に変更して運用できるように計画する。また、都市計画道路幅

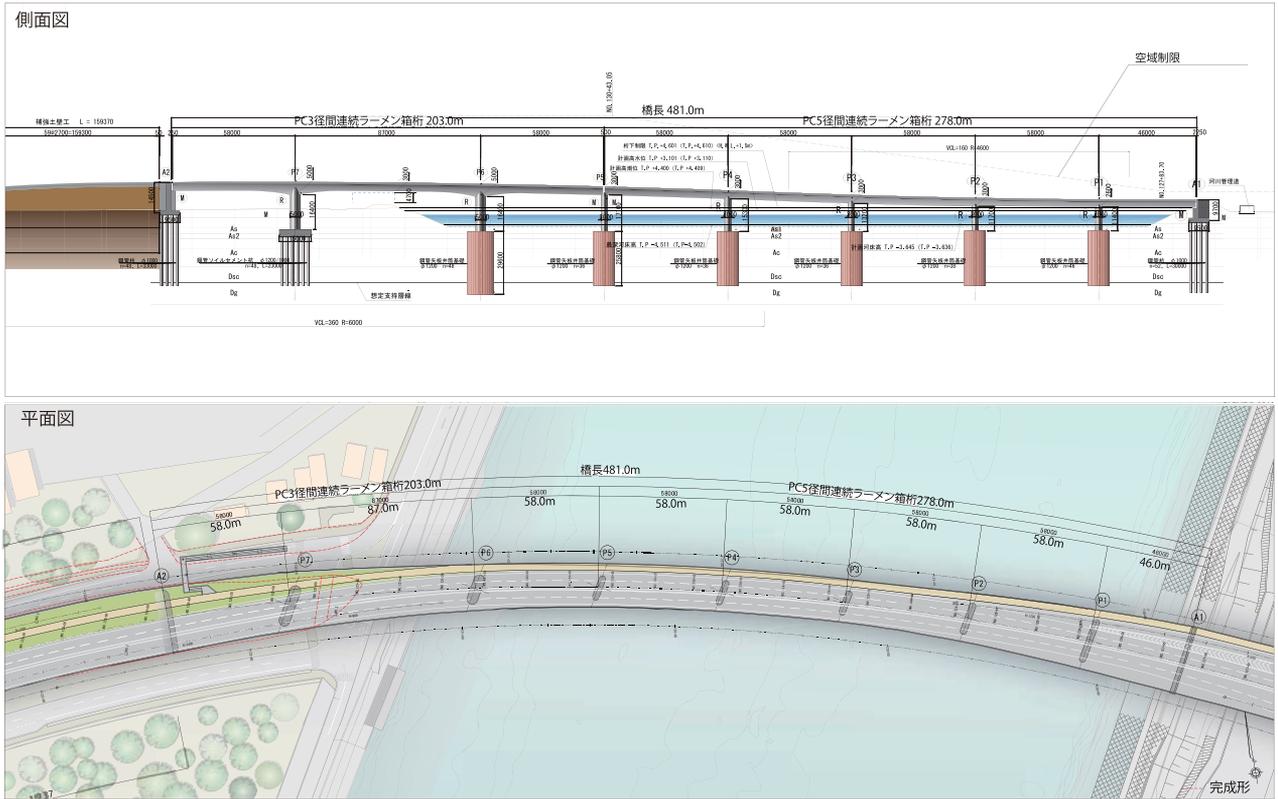


Fig. 3 Drawing of the river part

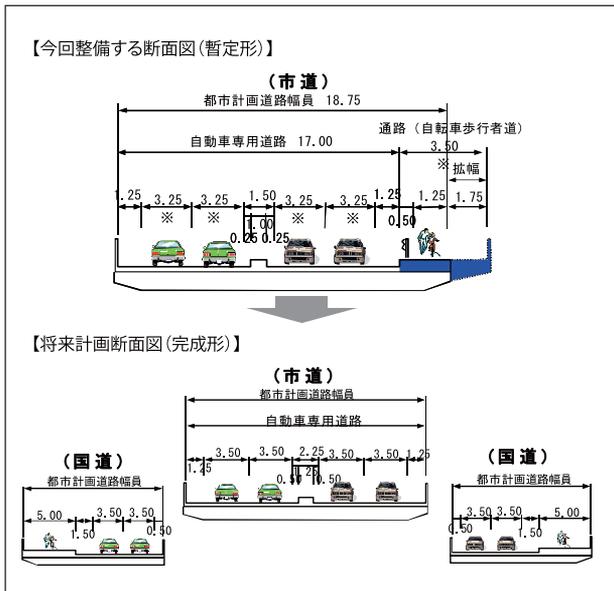


Fig. 5 Road width

員を超える通路（自転車歩行者道）の拡張部分は将来、撤去可能な構造として計画する。

③デザインコンセプトに関する広島市の考え

- ・美しさによって多くの人を惹きつけられるような橋
- ・国内だけでなく、海外からも注目されるような橋

- ・広島市のシンボルとなる橋
- ・川面や緑地、また、離着陸する飛行機や航海する船から見える姿が美しい橋
- ・時を経て味わいの深まるデザインの橋

④事業の実現性

設計条件（道路条件、河川条件、交差条件）、事業スケジュール（平成25年度供用開始）に適合していること。また、右岸側の本線の延伸や渡河部の国道橋の架橋および暫定歩道の撤去が可能なこと。

⑤事業費とのバランス

工事予定限度額（140億円）を超えないこと。

3. 設計方針

3-1. 構造形式の検討

設計方針を定めるにあたり、どのような構造が架橋位置にふさわしいのか、構造形式の比較検討を行った。

①渡河部構造

設計要件の「広島市のシンボルとなる橋」を目指すには、アーチ橋や斜張橋のような長支間で橋上に構造物のある形式が相応しい。しかし、完成形で併設される国道の橋は支間58mの桁橋で計画されており、河川構造令上、並列する橋の橋脚は川の流れに対して同じ位置に配置する必要がある。そのため、長支間の橋を計画する場合は、58mの倍ピッ

チの116mの支間となる。右岸部には交差道路があり、開放的な空間とするため長支間で跨ぐ案も考えられる。これら3つの案を3Eの観点で比較した結果、シンボル性では劣るが、構造形態の必然性が高く、経済性、維持管理性に優れる「桁橋」を選定することにした。また、架橋位置は太田川が瀬戸内海へ流れ込む河口付近のため、飛来塩分による塩害が懸念されるため、桁構造は、塩害に対する耐久性が高いPC構造を採用した (fig.6)。



Fig. 6 Structure comparison of the river part

## ②陸上部構造

陸上部の構造形式は、一般的には地域分断の印象が弱く、開放性の高い高架橋が望ましい。経済性の観点から擁壁構造との比較が行われるが、本架橋位置のような軟弱地盤ではその差が生じず、高架橋が採用されることが多い。しかし、本橋の周辺環境および暫定形から完成形への移行を考慮すると、擁壁構造のメリットが多いのではないかと考えられた。そこで、高架橋構造と擁壁構造との比較検討を行った (fig.7)。

陸上部はONランプとOFFランプが位置し、暫定時に設置する自転車歩行者用スロープは完成時には撤去することになる。また、暫定時には本線の高架道路の敷地はデッドスペースとなり、環境の悪化が懸念される。擁壁構造は、比較的幅員構成の変更が容易となる。比較検討の結果、暫定時も完成形のような形態のまとまりがあり、経済性・維持管理性に優れることから擁壁構造を選定した。

## 3-2. 設計コンセプト

構造形式の選定を踏まえ、我々の提案の強調すべきポイ

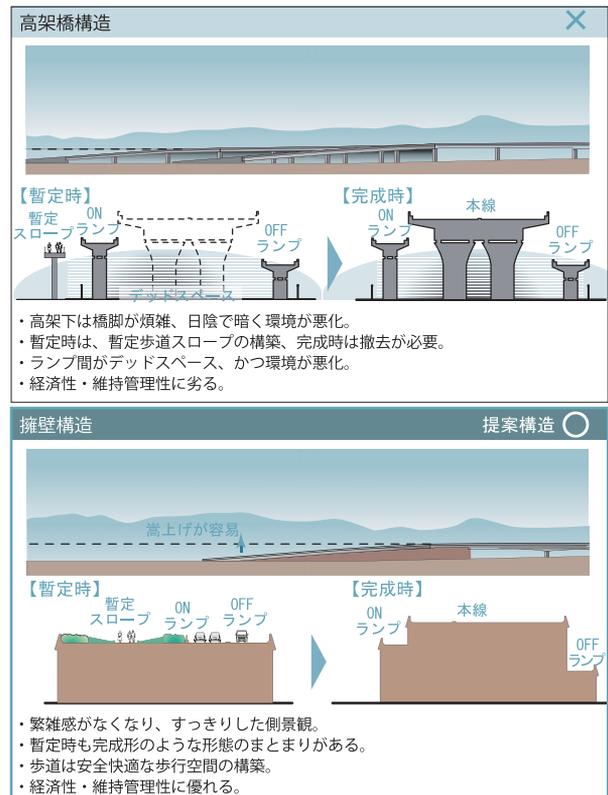


Fig. 7 Structure comparison of the land part

ントは、「暫定形・完成形でもまとまりのある形態」、「次世代の経済的負担の軽減」、「変化が大きい平面線形、縦断線形に対応できるシンプルな構造」の3点であり、時間軸の考慮と形態のシンプルさをコンセプトに表現した。コンセプトは「いつも、いつまでも美しいラインの橋」に定めた。

### ①広島市のデザインコンセプトの適合性

広島市が提示しているデザインコンセプトに対して、「基本的な造形で多くの人が美しいと感じ、恒久的に人をひきつける橋」、「サイドビューや上空など中遠景から見て美しい橋」、「いつまでもその美しさが保てる橋」と解釈し、「シンプルで伸びやかなラインをデザインする」方針とした。

### ②事業の実現性

架橋位置の特性から我々が注目した点は、「耐塩害性など耐久性の向上」と「維持管理の容易さ」であり、「高耐久性化とミニマムメンテナンス化」を図る方針とした。

### ③事業費とのバランス

我々が注目した点は、初期建設費とともに、点検管理や補修等の維持管理を含めた費用を小さくすることであり、「イニシャルコスト・ライフサイクルコストの低減」を図る方針とした。

#### 4. 渡河部構造の詳細検討

##### 4-1. デザイン検討

###### ①ラインを印象的に見せる断面形状

桁のラインを連続的にスレンダーに見せるため、陰影効果の工夫を行った。床版張出し長を大きくし、桁側面が陰になるようにし、さらに下床版曲面の陰影により高欄をより印象的に見せる。壁高欄は、配水管を隠しすっきり見せる形状とし、光沢があり汚れの付着しにくい特性のあるチタンパネルを貼り付け、上向きに角度をつけることで、光の反射によりパネルのラインが強調されるようにした (fig.8)。

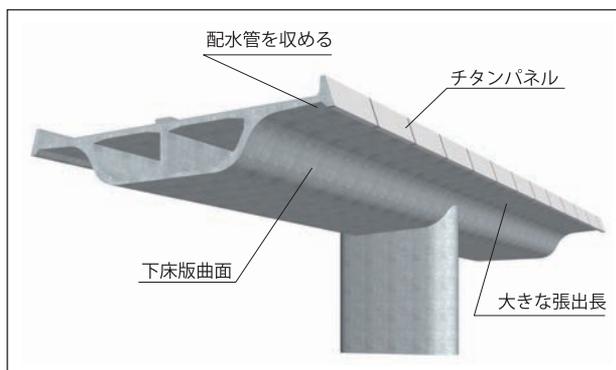


Fig.8 Design of the bridge girder

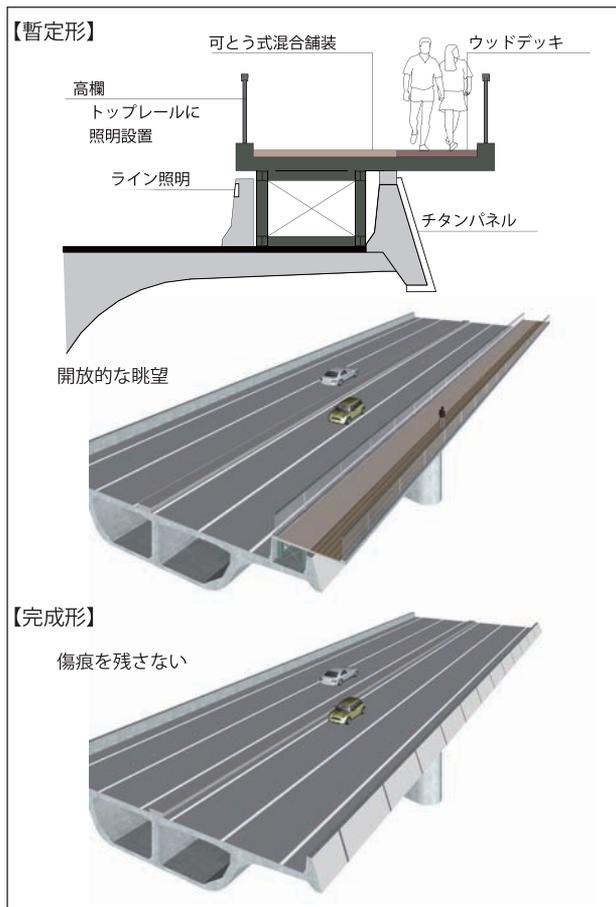


Fig.9 Design of the sidewalk

タンパネルを貼り付け、上向きに角度をつけることで、光の反射によりパネルのラインが強調されるようにした (fig.8)。

###### ②リサイクルに配慮した橋梁部の暫定歩道

橋梁部の暫定歩道は、橋面にジャケット式で設置することで、外部に支持構造を必要としない。そのため、歩道撤去後に外面から見える部分に傷跡が残らないように配慮した。暫定歩道の主要部材は、鋼材で構成し、撤去後のリサイクルを図る (fig.9)。

###### ③夜間照明

渡河部は、空域制限にかかること、穏やかな太田川河口の静かな景観が残る箇所ということを踏まえ、ライン照明を使用する。陸上部は、景観性・経済性を考慮し、センターポール照明を使用する (fig.10)。

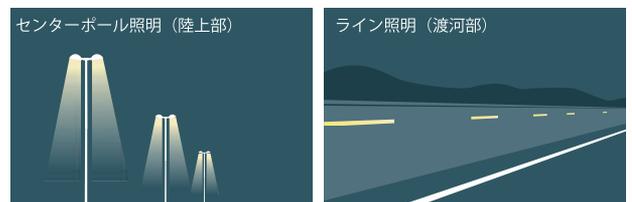


Fig.10 Design of the illumination

##### 4-2. 構造検討

###### ①上部構造

現在の橋梁の維持管理上の課題として、伸縮部からの漏水による支承部の劣化、桁端部の損傷・劣化が挙げられる。伸縮装置と支承の数を低減することがライフサイクルコストを最小とする有効な手段である。このため、上部構造は支承を省略したPC3+5 径間連続ラーメン橋を選定した (fig.11)。

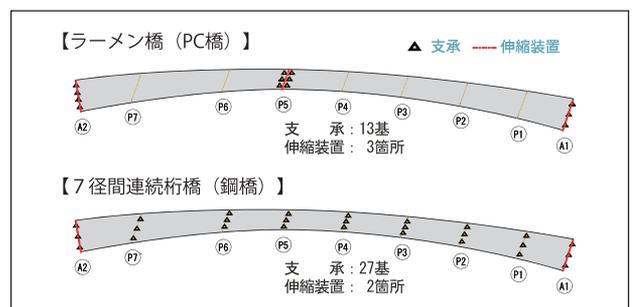


Fig.11 Number of the expansion joints and bearing

###### ②下部構造

下部構造は、「高耐久性埋設型枠+SRC造」を選定し、耐塩害性を高めるとともに、過密配筋の回避による高品質化、並びに配筋作業の簡素化、型枠撤去作業の省略による河川内作業の工期短縮を図る。

③基礎構造

河川内橋脚基礎は、仮締切りを併用した鋼管矢板基礎を選定し、河川内作業の工期短縮を図る。また、台船施工を基本に、右岸側近傍のP6 橋脚基礎は、近隣民家への騒音・振動低減のため、仮棧橋上からの中掘り工法とする。

陸上橋脚基礎は、水平抵抗の小さい軟弱地盤上となるため、許容変位量の大きい鋼管ソイルセメント杭を使用する。

4-3. 主要材料

①上部構造

主桁部材は、耐塩害性を高めるため、鉄筋かぶりの確保、塗装鉄筋の使用に加え、塗装P C鋼材とコンクリート含浸材を使用する。また、高欄側面へのチタンパネルの張り付

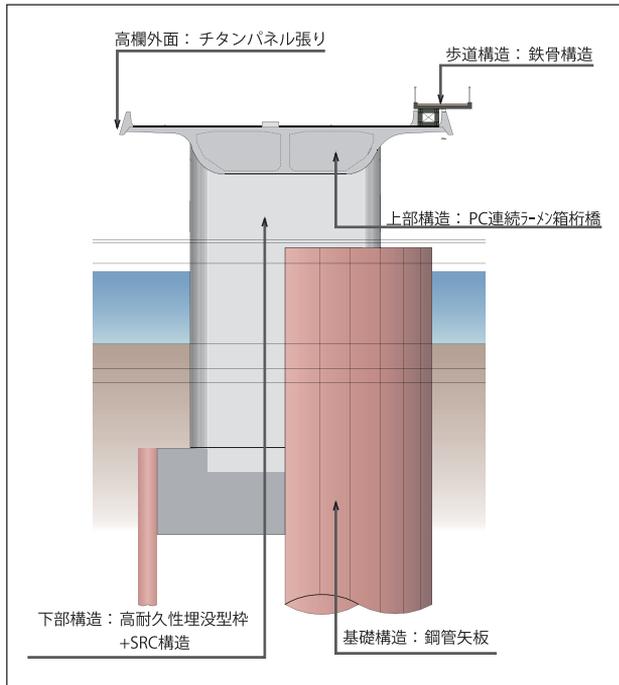


Fig.12 Cross section of the river part

け、掛違い橋脚および橋台の支承部への溶射、橋脚天端へのコンクリート塗装を施し、高耐久化を図る (fig.12)。

②下部構造

70N/mm<sup>2</sup> の高耐久性埋設型枠に加え、帯鉄筋にはエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用し、耐塩害性を高める。

5. 陸上部構造の詳細検討

5-1. デザイン検討

①環境改善と景観性の向上

架橋位置の環境は、計画道路を境として住宅地域と商業業務地区とに分かれており、住宅地域の環境保全の面では、分断した方が望ましい。擁壁構造により地区の分断に加え、広々とした橋上空間の実現と騒音・振動の低減のメリットが挙げられる (fig.13)。

②暫定自歩道へのアクセス

東西道路は、自転車利用に配慮し、擁壁部を利用した緩やかなスロープを設置する。南北通路は、歩行者の利便性

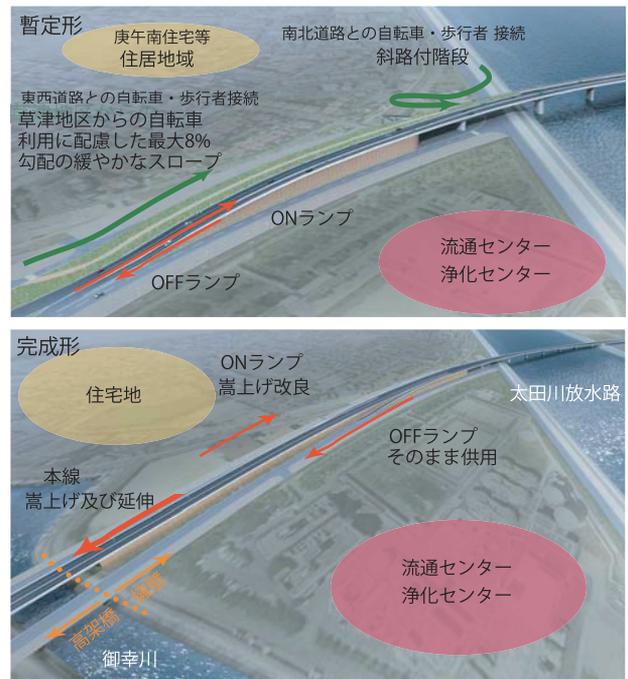


Fig.14 Access to the sidewalk

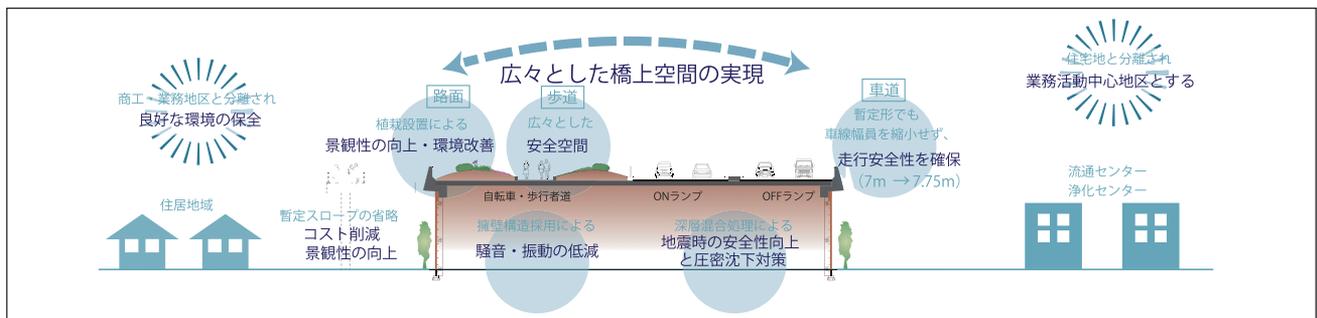


Fig.13 Environmental improvement of the land part

に配慮し、25%勾配の斜路付き階段を設置する (fig.14)。

③近隣住宅と調和する擁壁面のテクスチャー

擁壁のテクスチャーは、庚午南住宅等周辺との調和する暖色系のブリックタイルとすることで、時代とともに味わいのある風合いとする。(fig.15)。



Fig.15 Structure of the wall surface

④暫定形から容易に改修可能な完成形

本線延伸は、擁壁のかさ上げ施工により、容易に完成形に改修できる。擁壁構造は御幸川までとし、その西側は高架橋とする。景観面では河川が見きりとなり違和感はない。

⑤植栽

路面は、開放的な心地よい空間とするため、低木と地被植栽による修景植栽を施す。擁壁面は低木とツタを植栽し人工的な印象の軽減と圧迫感の軽減を図る (fig.16)。

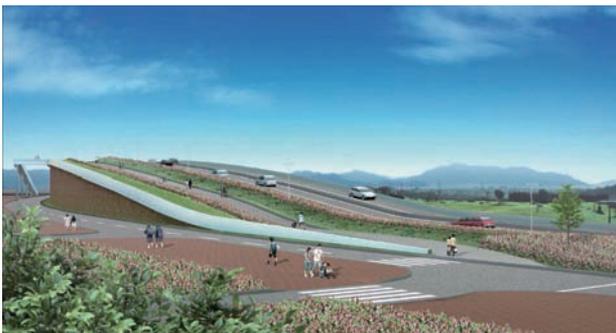


Fig.16 planting

5-2. 構造検討

①現地状況に対応した安全性の確保

路線通過地域は、埋め立て地であり、液状化層・粘性土

層が路線直下に存在することから、地盤改良により対策を実施し、地震時の安定性（液状化対策）確保、圧密沈下対策を実施する。施工は変位低減型深層混合処理工を選定し、周辺の地盤等への影響を回避して施工を行う (fig.17)。

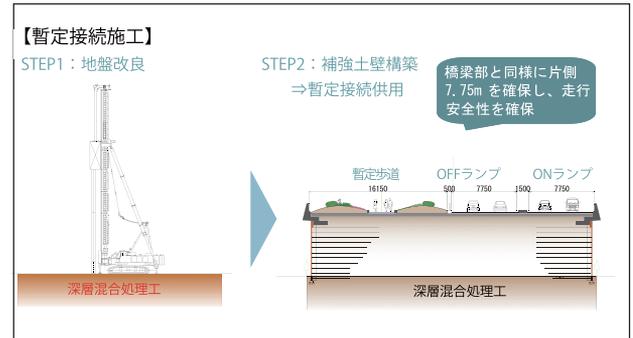


Fig.17 Execution plan in tentativeness

②施工性に配慮した構造

擁壁構造とすることで、橋梁案よりも工期短縮が可能となり、隣接する国道の施工時通行規制への影響を軽減可能となる。壁高欄等のコンクリート構造物をプレキャスト化し、延伸施工時においても、再利用可能な構造を採用する。補強土壁構造であり、延伸施工時においても、嵩上げコンクリート等の最低限の撤去・取り壊しによる嵩上げが容易に可能となる (fig.18)。

6. 経済性

我々の提案する高架道路と予備設計での構造形式に対して、初期コストと維持管理コストの試算を行った。

陸上部構造では、補強土壁構造を採用することによりOFFランプ側に車線を集約し、施工規模を縮小した暫定接続形状を可能とし、初期コスト低減が図れた。プレキャスト製品を使用する擁壁構造であり、PC橋案に比べ維持管理費の頻度や規模が縮小され、維持管理費の低減が図れた。試算の結果、PC高架橋案よりも約9.1億円、延伸施工時において約6.8億円のコスト縮減が実現可能となった。渡河部構造では、鋼橋とPC橋との比較の結果、2.4億円低減可能となった。

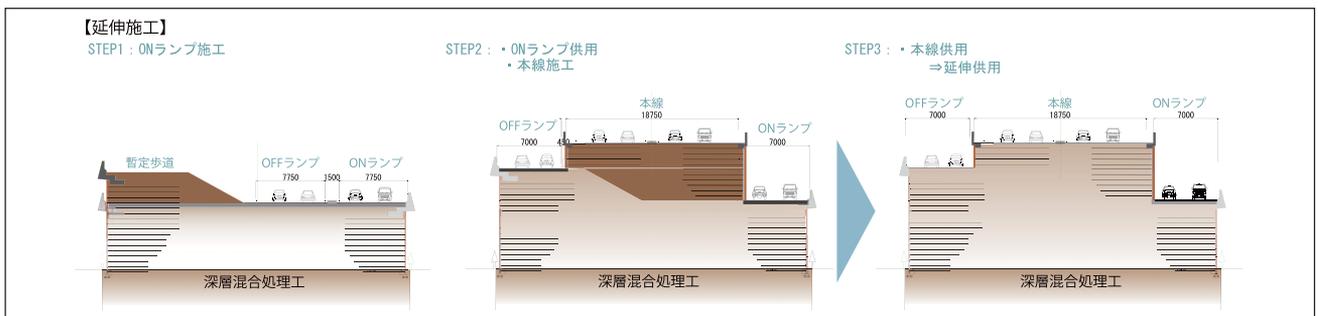


Fig.18 Execution plan in extension

総額では、工事予定額 140 億円に対して、51.6 億円の余裕が生まれることになった (fig.19)。

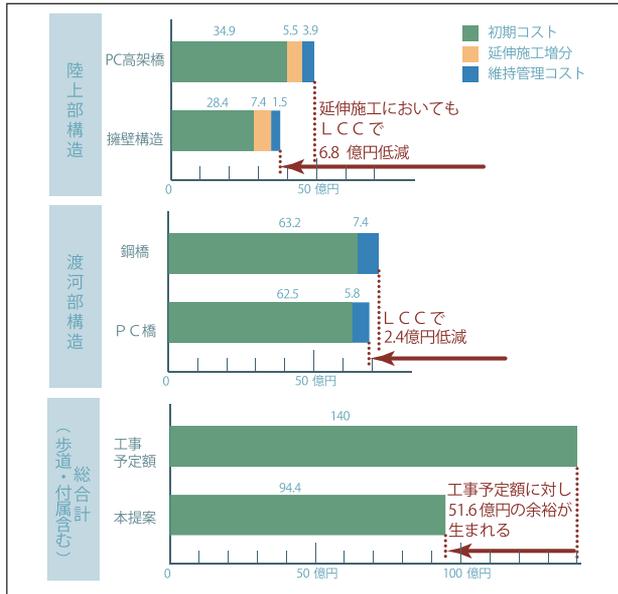


Fig.19 Economy

7. デザイン提案競技の審査結果

応募作品は 15 点 (国内 13 点、国外 2 点)、入賞作品は、最優秀案 1 点、優秀案 1 点、入選案 4 点であり、我々の案は入賞を逃した。我々が評価軸とした 3E の観点で入賞作品との比較を行った (Fig.20)。

入賞作品の渡河部は 6 点中 5 点がアーチ、斜張橋のシンボル性の高い長支間の形式で我々が構造形態の必然性が低いと判断した形式であった。陸上部はどの作品も説明が少なく、通常の桁形式であり、擁壁構造を提案したのは我々だけであった。工費では、算出の根拠は明らかでないため、



Fig.21 The best plan of the design competition

		我々の案	最優秀案	優秀案	入選案1	入選案2	入選案3	入選案4
構造形式	渡河部	PC ラーメン橋 (中央支間 58m)	鋼・PC 複合アーチ橋 (中央支間 116m)	PC 箱桁橋 (中央支間 58m)	単弦ローゼ橋 (中央支間 116m)	鋼・PC 複合アーチ橋 (中央支間 116m)	エラストロースト鋼床版橋 (中央支間 116m)	アレストリア補剛アーチ橋 (中央支間 170m)
	陸上部	擁壁構造	PC 箱桁橋	PC 床版橋	PC 床版橋	鋼箱桁橋	不明	不明
工費 (億円)		94	116	108	94	136	121	109
暫定歩道		本線部高所スロープ有り	本線部桁下に配置緩勾配でのアクセス	本線部路面レベル斜路付き階段	本線部路面レベル暫定スロープ	本線部高所暫定スロープ	不明	本線部高所暫定スロープ
ランプ部		配慮有り	配慮無し	配慮無し	配慮無し	配慮無し	配慮無し	配慮無し

Fig.20 Comparison with winning prize plan of the design competition

精度のバラツキがあると予想されるが、我々の案が最も低い値であった。また、暫定形と完成形での形態に関する記述も少ないものが多かった。

最優秀案は、PC4径間連続箱桁橋を二つの鋼アーチで補剛する複合構造である (Fig.21)。選定理由<sup>3)</sup>は、「ランドスケープデザインとしてのトータルバランスに優れ、飽きのこないデザインとなっている。また、自転車歩行者道について、車道と完全に分離して計画することで、平面の取り付け、勾配など、利用者の立場にたった大変工夫された計画となっている。」であり、シンボル性のある橋梁形式と自転車と歩行者への配慮が評価されていた。

我々は、3E のバランスに配慮し、暫定形と完成形、さらにメンテナンスを含めた時間軸に注力したが、入賞作品は暫定形を中心とした観点で優れた作品が評価されていた。注力した点のアピール不足であったことは否めない。

8. おわりに

構造形式の検討段階において、コンペに勝利するためにはシンボル性の高い形式が有利であろうと予想したが、3E のバランスを考慮して今提案に至った。今回の検討の中で、軟弱地盤での採用は不利となりがちな擁壁構造ではあるが、補強土壁構造 (テールアルメ) とすることにより、暫定時と完成時の幅員構成にフレキシブルに対応できるという利点を見出したのは特筆すべき点である。今回の設計提案は実現には至らなかったが、今後の設計の参考になれば幸いである。

注記および参考文献

- 1) 米国プリンストン大学の D.P. ビリントン教授によって唱えられたものであり、構造物の設計において、Efficiency (効率 = 最小の材料)、Economy (経済性 = 最小のコスト)、Elegance (優美 = 最大の美的表現) の 3 つの E が構造物の設計において統合されたとき、その構造物は構造芸術と呼ばれる域にまで昇華するのだとしている。
- 2) 広島市、広島南道路太田川放水路橋りょうデザイン提案競技提案競技募集要項, pp.2-15, 2009.1
- 3) 広島市、広島南道路太田川放水路橋りょうデザイン提案競技選考結果報告書, p.4, 2009.7

論 文

FULL PAPERS

電磁ノイズイミュニティ試験における測定不確かさの研究 .....	高橋丈博 作左部剛視	25
磁気異常帯における地磁気擾乱時の宇宙雑音吸収 .....	卷田和男 星野光男 加藤泰男 西野正徳 田中良昌 外谷 健 大川隆志 N. J. Schuch A. Foppiano E. Ovalle R. Monreal J. C. Gianibelli	29
巨大磁気嵐 'Halloween Storm' に伴うチリ・プンタアナレスにおける電離層吸収現象 .....	西野正徳 卷田和男 Ricardo Monreal	37

## 電磁ノイズイミュニティ試験における測定不確かさの研究\*

### Study on measurement uncertainty of electromagnetic immunity test

高橋 文博 Takehiro Takahashi\*\*

作左部剛視 Takashi Sakusabe\*\*

#### Abstract

The measurement uncertainty is now being introduced to the IEC immunity test standards such as IEC 61000-4-3, -6 etc. Some conventional studies show that measurement uncertainty of the setup of the test configuration has most impact in all contribution factors such as the measurement system repeatability, accuracy of the signal generator, amplifier gain and harmonics, accuracy of the oscilloscope etc. In this study the further investigation is performed about uncertainty of cable setup in the test configuration. The voltage and current deviation is measured with changing height of the cable and ground contact. From the results the voltage deviation is within 0.05 dB when cable height is between 3 and 5 cm.

**Keywords :** standard, immunity test, measurement uncertainty, test setup, cable

#### 1. はじめに

電子機器の高速化、高機能化が年々進んでいるが、これは機器の動作速度の高速化や小型・高密度化、高周波信号の利用などに負う部分が多い。このような、電子機器の高速・高周波化は、一方で電子機器から発生する電磁放射(エミッション)を増加させたり、外来ノイズに対する機器の耐ノイズ性(イミュニティ)を低下させることにつながりやすい。電子機器の誤動作を未然に防ぐため、エミッションやイミュニティを両立させることが必要で、電磁両立性(EMC: Electromagnetic Compatibility)を確保するための様々な規制が、多くの国で行われている。

EMCの基準や測定法は国際電気標準会議(IEC: International Electro-technical Commission)などで標準化されており、それを各国が引用して規制する場合が多い。IECではCISPR、TC77においてEMCに関する標準化活動を行っており、IEC61000シリーズとして発行されている。

一方、近年測定分野において、“測定不確かさ(uncertainty)”が規定され、これを様々な標準化に反映する動きが進んできている。IECでもこの動きに対応し、EMC規格に“測定不確かさ”を取り入れつつある。しかしながら、EMC規格において測定不確かさがどのように影響するかは、十分に検証されていないように思われる。そこで本研究では、ノイズイミュニティ試験の1つに測定不確かさを適用し、この有効性や問題点などについて検討することを目的とする。

#### 2. 測定不確かさ

測定不確かさは、国際標準化機構(ISO: International Organization for Standardization)を中心に、計測分野における統一的な考え方がまとめられ、1993年に「Guide to the expression of uncertainty in measurement: GUM」として文書化された[1]。これによると、測定不確かさは、「測定の結果に付随した、合理的に測定量に結びつけられ得る値のばらつきを特徴づけるパラメータ」と定義されている。

測定不確かさには

タイプA 繰り返し測定によるもの

タイプB 繰り返し測定以外のもの

があり、前者は測定の標準偏差、後者は測定の精度と確率密度分布による標準偏差などから求める。1つの測定において、測定に含まれる様々な要素の不確かさをそれぞれタイプA、タイプBのどちらかで評価し、最後に各要素の不確かさを合成することにより合成不確かさを求め、これをその測定の不確かさとする。

#### 3. 伝導性イミュニティ試験

本研究では、EMC規格の1つである、伝導性イミュニティ試験(IEC61000-4-6)[2](以下本試験と呼ぶ)について、測定不確かさの影響を評価した。本試験に対してはすでに“不確かさ”が、付属書として記述されている。

#### 3.1 試験の概要

本試験は、試験を行う電子機器(被試験機器EUT: Equipment under test)に対して伝導線を介して高周波ノイズを印加し、ノイズ耐力を試験するものである。ノイズを印加する条件を一定にするために、様々な規定がある。

試験の様子を図1に示す。まず、被試験機器を規定の条件で配置し、外部に延びている電源ケーブルあるいは信号線にノイズを印加するための結合減結合回路網(CDN: Coupling Decoupling Network)を接続する。CDNには、ノイズ源として0.15~80MHzの振幅変調された高周波信号を印加するための装置として、信号源(SG: Signal Generator)、増幅器(Amp: Amplifier)、減衰器(ATT: Attenuator)を接続しておく。SGはコンピュータ(PC)制御のためPCを接続する。

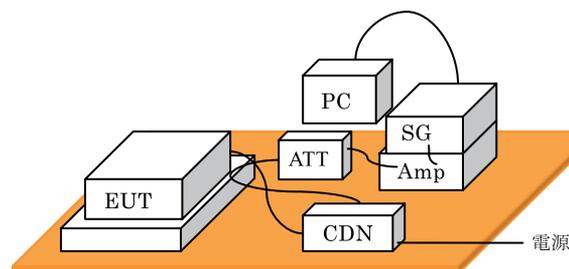


図1 本試験における機器の構成

\* 原稿受付 平成22年10月1日

\*\* 工学部情報工学科

SGで発生させた高周波信号を、CDNを介して電源ケーブルなどに注入し、伝導性ノイズとしてEUTに印加する。そのとき、EUTが誤動作するかどうかを調べる。印加する信号の大きさに対する誤動作の度合いによって、耐ノイズ能力を評価する。

### 3.2 校正

試験の公正さを保つため、用意した試験装置の構成において、決められた大きさの高周波信号がEUTに印加されるように、機器をあらかじめ校正しておく必要がある。

図2に、校正時の接続図と、試験時の接続図を示す。校正時には、EUTの代わりにオシロスコープなどを配置し、EUTに印加される高周波信号を測定できるようにしておく。校正では、PCによってSGの出力を制御し、試験周波数に亘って一定の電圧がオシロスコープで観測されるようにする。このときのSG出力を記憶しておき、試験時に同じ信号を出力する。

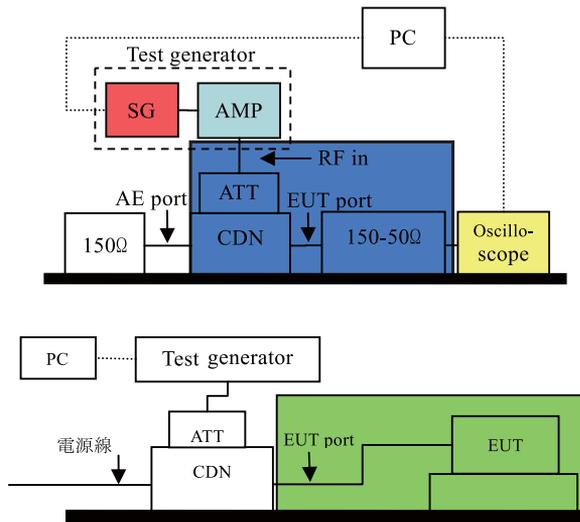


図2 試験の接続図（上：校正、下：試験）

### 4. 不確かさの要因についての検討

本試験の不確かさの要因として、校正時において、

- ①繰り返しの不確かさ
- ②オシロスコープの不確かさ
- ③設定値の不確かさ
- ④信号発生器の不確かさ
- ⑤増幅器利得の不確かさ
- ⑥増幅器の高調波による不確かさ
- ⑦信号発生器からオシロスコープへの不整合が挙げられる。

さらに、実際に試験を行う場合は、80%のAM変調波を印加するため、

### ⑧変調の不確かさ

またEUTを配置する際にケーブルを用いるため、

### ⑨ケーブル配置による不確かさ

も含めて、2項目を評価する。

イミュニティ試験における測定不確かさについては、機器のセットアップなどの影響が大きいとの指摘がある [2-3]。我々のグループでも、これまでに不確かさの要因の検討を行っている [4]。①～⑨の不確かさをそれぞれ評価した結果を表1に示す。⑦と⑨以外はカタログ値や測定値のばらつきなどから評価したものである。⑦の不整合は接続部分の反射係数と回路のSパラメータから求めている。⑨はケーブルの配置を変えて評価したものである。表1より、⑨、⑦の順に不確かさが大きく、セットアップの影響が支配的となる可能性が高いことがわかる。

表1 不確かさの評価結果

	項目	値 (dB)
1	繰り返し	0.003
2	オシロスコープ	0.35
3	設定値	0.025
4	信号発生器	0.58
5	増幅器利得	0.86
6	増幅器の高調波	0.0075
7	不整合	1.13
8	変調	0.31
9	ケーブル配置	1.8

### 5. ケーブル配置の不確かさの検討

文献 [4] では、ケーブルの高さ、曲げ間隔、長さについて評価し、長さ、曲げ間隔、高さの順に不確かさが大きいことを示している。そこで、このケーブルの配置に着目し、ケーブルの高さによる結果のばらつきを、電圧測定、電流測定、またコモンモード接地の有無について検討した。

#### 5.1 実験方法

実験の配置を図3に示す。EUTの代わりにコモンモード接続した150-50Ω変換器を用意し、リファレンスプレーン（銅板）上にCDNと変換器とを30cmの間隔で配置し、100cmのケーブル（平行3線の電源ケーブル）で接続した。このケーブルの高さを0～5cmの範囲で1cmステップで変えて測定を行った。測定はネットワークアナライザ（アンリツMS2024A）を用い、150-50Ω変換器を通して得られる電圧の通過特性S21と、ケーブルに流れる電流を、電流変換器（CT）を介してS21として測定した。電流測定

時は、150 - 50  $\Omega$  変換器を 50  $\Omega$  で終端し、測定器を接続した状態と同じにして測定を行っている。

また、コモンモードインピーダンスを変えるため、150 - 50  $\Omega$  変換器をリファレンスプレーンに接地しない場合とした場合について測定を行った。

測定周波数は、測定器の性能の都合上、下限は 100kHz とし、100MHz までを測定している。

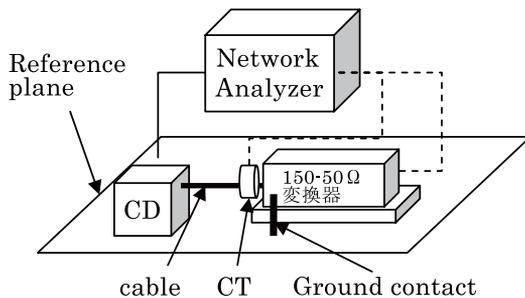


図3 ケーブル配置の影響の測定

## 5.2 測定結果

150 - 50  $\Omega$  変換器をリファレンスプレーンに接地しない場合の、変換器出力の S21 測定結果と、電流変換器出力の S21 測定結果を図 4 (a) (b) に示す。同様に、接地した場合の、変換器出力の S21 測定結果と、電流変換器出力の S21 測定結果を図 5 (a) (b) に示す。

図 4 を見ると、電圧は 50 ~ 80MHz において非常に大きくばらつき、ケーブルをリファレンスプレーン上に置いた場合 (0cm) と高さを 5cm にした場合で 0.25dB 程度の差が生じている。しかし、高さ 3, 4, 5cm の場合は、測定周波数全体に亘り 0.03dB 程度の差しか生じていない。但し、この実験において高さ 2cm と 3cm において大きく差が生じているが、ケーブルコネクタの位置がちょうど 3cm 弱の部分にあり、両者のケーブル配置に少し違いが生じてしまったため差が大きくでた可能性も考えられる。

電流については、0cm の場合 10MHz 付近から他の配置と差が生じており、100MHz 付近まで差が開いたままである。高さを 3cm 以上にすると、0.003dB 程度のばらつきとなっている。

次に、コモンモードインピーダンスを変化させるために、150 - 50  $\Omega$  変換器をリファレンスグラウンドに接続した場合について同様な測定を行った。図 5 を見ると、電圧、電流のそれぞれについて、約 10MHz から差が大きくなりはじめ、100MHz まで差が大きいままである。電圧については約 70MHz で大きなディップが生じているが、電流にはその傾向は見られない。

接地した場合においても、高さ 3cm 以上の 3 つのデータは非常に分散が小さく、電圧では 0.05dB 程度、電流では

0.003dB 程度で、3cm 以上では安定した測定ができることが伺える。

## 6. 考察

### 6.1 高さによる不確かさ

ケーブル高によって測定データのばらつきが生じることがわかったが、このデータを用いて、不確かさの計算を行った。ここでは次に示す A タイプの不確かさの計算によってケーブルの不確かさを評価した。

$$S(x) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

但し、 $x_i$  は測定値、 $n$  は測定回数を表す。

接地をしない場合とした場合について、高さを 0 ~ 5cm としたときのデータと、高さを 3 ~ 5cm としたときのデータについて計算した。計算結果を図 6 (a) (b) に示す。

計算結果は、測定結果と同様に、接地の有無に関わらず、50MHz ~ 90MHz において、高さを 0 ~ 5cm の間で変化させると電圧の変動が大きくなってしまいが、3 ~ 5cm の範囲では小さな変化におさまっている。規格ではケーブルの高さは 3 ~ 5cm と規定されているため、規定通りに測定を行えば影響は小さくなるのがわかる。

### 6.2 電圧と電流との相関について

ケーブルの高さのばらつきを評価するために、EUT の入力ポートで信号のばらつきを評価したいと考え、電流によって電圧のばらつきが評価できないかを調べるため電圧と電流のばらつきの違いをみた。図 6 より、0 ~ 5cm の高さのデータを比べると、電流はほぼフラットな変化をしており、電圧の変化のような特徴的な様子は見られない。

接地をしない場合は電流の絶対値も小さくなっているため、比較が難しいが、定性的にも相関はみられない。コモンモード電流を増やすために接地をしてコモンモードインピーダンスを下げた結果が (b) であるが、こちらも同様な結果となっており、電圧と電流との測定結果に相関はみられなかった。これについては、動作メカニズムを検討してゆく必要がある。

## 7. まとめ

伝導性イミュニティ試験において測定不確かさの評価を行い、セットアップと不整合の影響が大きいことを示した。そして、電子機器の高周波イミュニティ試験における不確かさ評価のため、影響が大きいと考えられる試験配置のうち、ケーブルの高さを変えたときの電圧、電流を測定

し、ばらつきを評価した。その結果、ケーブルの高さによる電圧および電流のばらつきは大きいですが、3cm以上の高さではばらつきが小さくなり、規格で指定されている数値の有効性を確かめることができた。

今後は、測定結果をシミュレーションなどによって検証することや、他のパラメータについても検討することなどを行ってゆく。

参考文献

- [1] 飯塚幸三：“計測における不確かさの表現のガイド” 日本規格協会
- [2] 日本工業標準調査会：JIS C 61000-4-6:2005 IEC 61000-4-6:2003/Amd.2)
- [3] Jun Chul Mun, Young Chae Lim, Yung Kyu Kim : “The measurement uncertainty of electromagnetic conducted immunity test using CDN” , Proc. of MAPE 2005, Vol.1, p.650-653 (2005)
- [4] C. Subramanian, Khoo Keng Kok, W. Jason : “An example of uncertainty budget in a case of mismatched circuits” , Proc. of 17th EMC Zurich, p.473-476 (2006)
- [5] T. Kurosawa, T. Sakusabe, T. Takahashi, N. Schibuya, ” Study on Measurement Uncertainty in Immunity Testing: IEC61000-4-6” , Proc. EMC Zurich Singapore 2008, pp.610-613 (2008)

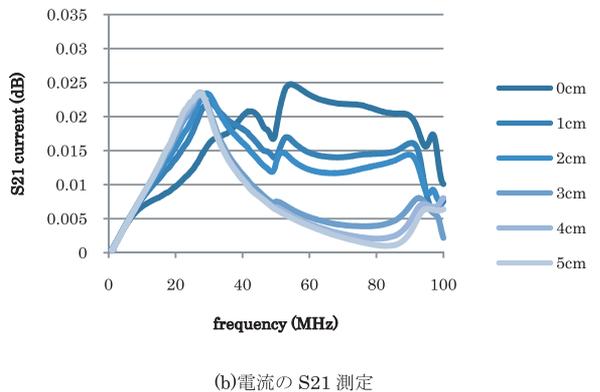
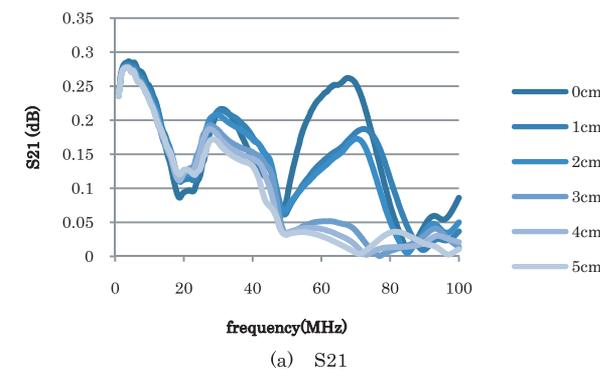


図4 接続しない場合の測定結果

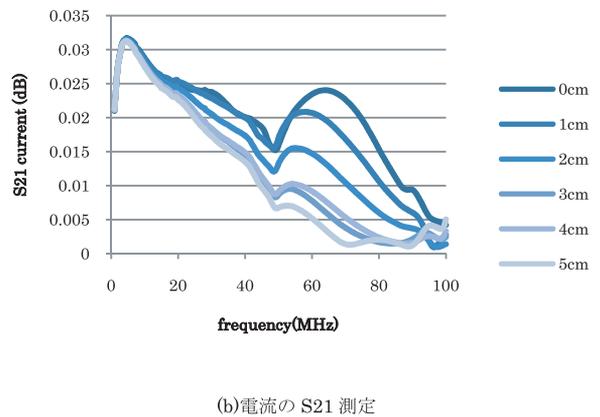
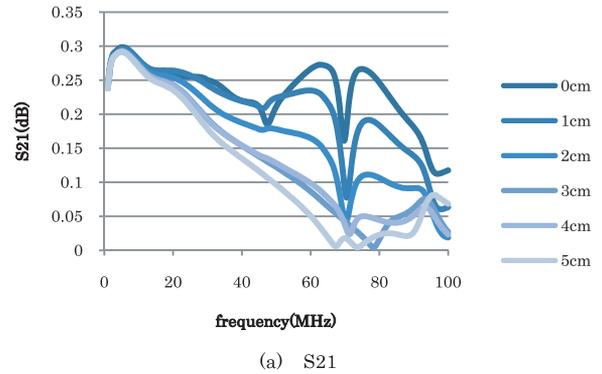


図5 接地した場合の測定結果

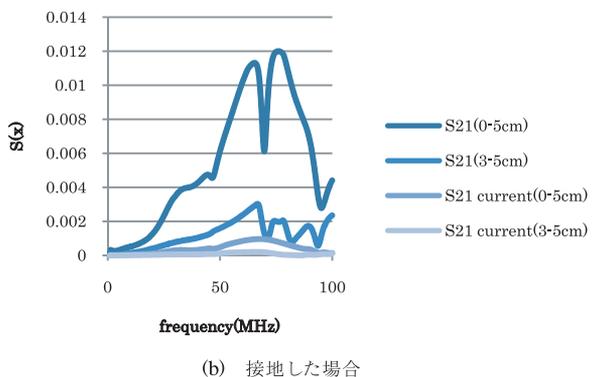
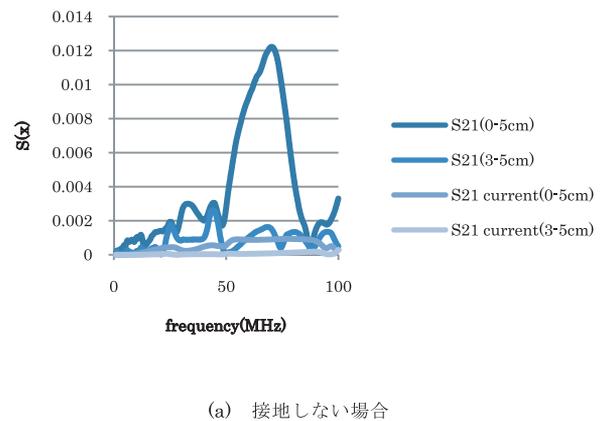


図6 S(x) の評価結果

# 磁気異常帯における地磁気擾乱時の宇宙雑音吸収\* Cosmic noise absorption during magnetic disturbance period in Geomagnetic Anomaly Region

巻田 和男 Kazuo Makita\*\*  
星野 光男 Mituo Hoshino\*\*  
加藤 泰男 Yasuo Kato\*\*\*  
西野 正徳 Masanori Nishino\*\*\*  
田中 良昌 Yoshimasa Tanaka\*\*\*\*  
外谷 健 Tuyoshi Toya\*\*\*\*\*  
大川 隆志 Takashi Ookawa\*\*\*\*\*  
N. J. Schuch\*\*\*\*\*  
A. Foppiano\*\*\*\*\*  
E. Ovalle\*\*\*\*\*  
R. Monreal\*\*\*\*\*  
J. C. Gianibelli\*\*\*\*\*

(1) Takushoku Univ., (2) Nagoya Univ. STE Lab., (3) National Institute Polar Res., (4) Geomagnetic Obs. Japan,  
(5) INPE Southern Space Center, (6) Concepcion Univ., (7) Magalhanes Univ., (8) La Plata Univ.

## Abstract

On the basis of the riometer analysis programs developed by Tanaka<sup>1,2)</sup> and also new program reported in this paper, we examined cosmic noise absorption (CNA) observed by imaging riometer at Southern Space observatory (SSO) in Geomagnetic Anomaly Region. We found the strong CNA phenomena at SSO during the same period of the polar region disturbances. It suggests that high energy particle precipitation at Geomagnetic Anomaly Region is linking to the precipitation of polar region. We also examined imaging riometer data at SSO when satellite trouble happened on April 05, 2010 and found that the strong CNA was observed at the same time. We think that the satellite trouble was occurred in association of CNA with high energy particle precipitations.

**Keywords :** Imaging riometer, Magnetic storm, Cosmic noise absorption (CNA)

## 1. はじめに

銀河中心付近から到来する 38.2MHz の電波を 2 次元 (画像として) にとらえるイメージング・リオメータのデータ解析プログラムは、田中を中心にこれまで開発を行ってきた<sup>1), 2)</sup>。今回、田中が開発したプログラムで得られた吸収画像データをビットマップ画像に変換し、画像解析用のオーロラ解析プログラム (CCD 画像解析に使用されてきたプログラム) で解析出来るように改良を行った。その結果、電波の吸収現象の時間・空間変動をダイナミックスペクトル (通称ケオグラム) 表示出来るようになった。また、銀河中心付近から到来する 38.2MHz の電波強度の時系列的変動を観測する 1 チャンネル・リオメータで得られたデータの解析方法についても付記した。ところで、これまで西野等<sup>3)</sup> は磁気異常帯で銀河電波の吸収現象 “宇宙雑音電波吸

収 (Cosmic Noise Absorption ; CNA)” が磁気嵐時に観測されることを報告している。今回の解析結果では、磁気嵐時に限らず、大きなサブストーム時にも CNA が観測される例を示した。

## 2. イメージング・リオメータおよび 1 チャンネル・リオメータの解析手法

田中が開発したイメージング・リオメータの解析プログラム (2008, 2009) により得られた宇宙雑音吸収 (CNA) 画像をビットマップ (Bit Map : BMP) 画像に変換し、吸収域の時空間変動をとらえるようにした。BMP 画像にデータを交換する際、解析するデータの開始・終了時刻、および Sampling Time を指定する。イメージング・リオメータ画像を収集する時の最大 Sampling Time は 4 秒であるがルーチン的な解析では、Sampling Time を 5 分とし、1 日分 288 画像を Bit Map 画像に変換して解析を行った。

以下簡単に、オーロラ画像解析プログラムについて説明する。まず、1 枚の吸収画像上で任意の直線 (例えば、赤線のように南北および東西方向の直線) を選択し、その線

\* 原稿受付 平成 22 年 9 月 15 日  
\*\* 拓殖大学工学部  
\*\*\* 名古屋大学太陽地球環境研究所  
\*\*\*\* 国立極地研究所  
\*\*\*\*\* 気象庁地磁気観測所  
\*\*\*\*\* ブラジル宇宙科学研究所・南部宇宙研究センター  
\*\*\*\*\* コンセプション大学  
\*\*\*\*\* マゼラン大学  
\*\*\*\*\* ラプラタ大学

に沿って吸収量を抽出する (Fig.1A)。次に、解析する期間全ての画像に対して、同様に直線に沿った吸収量を抽出し時系列的に並べて表示したものがFig.1Bである。

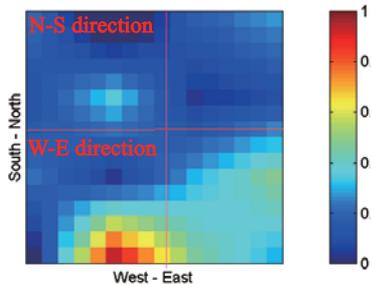


Fig.1A Pick up CNA intensity along the North-South and West-East direction (Red line)

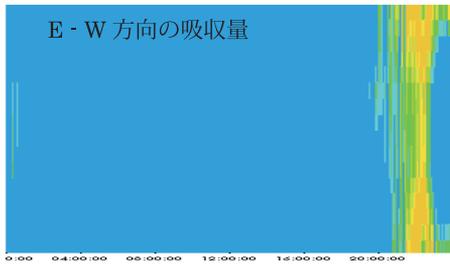


Fig.1B Keogram of CNA along West-East direction

Fig.2A の赤枠のように 1 枚の画像中で矩形領域を指定し、その領域内の吸収量の大きさ (平均値、最大値、最小値) を時系列的に並べて表示したものがFig.2Bである。

他方、1チャンネル・リオメータ (Wide beam Riometer) のデータ解析については、これまではっきりした解析方法がなかった。今回イメージング・リオメータの解析方法と同じ考えでデータ解析を進めることにした。以下にその解析方法の概要を述べる。

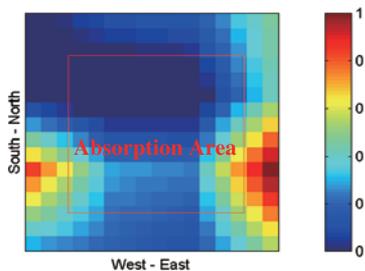


Fig.2A Pick up image area (Red line)

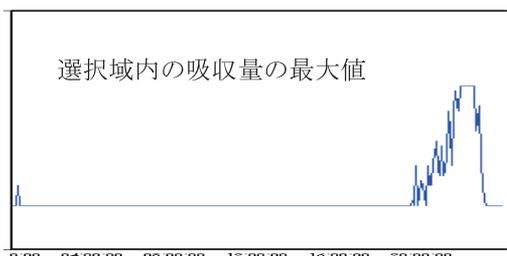


Fig.2B Time dependent of maximum CNA intensity in this area

1チャンネル・リオメータ・データ解析は、イメージング・リオメータ・データの解析と同じく、およそ1ヶ月分のデータを用いて静穏日曲線 (Quiet Day Curve) を求める。ただ、1チャンネル・リオメータの観測データはデータロガー (AIM2500, Iwata Dengyo Com.) により収録されているため、そのデータ形式をそのまま田中の開発したプログラム (MATLABによるプログラム) で読み込むことができない。このため、MATLABで読み込み可能なように、Date/Time Format を “yyyy MM dd HH mm ss”、Value separator は “Space” に変換する必要があった。

このように変換したデータをもとに解析を行なった。Fig.3Aは解析期間の全データ (青線) と静穏日曲線 (赤線) が示されている。このデータはCASLEO (アルゼンチン) で観測された2009年9月16日から24日までの9日間のデータである。実際の解析では1ヶ月間程度のデータから静穏日曲線を求める。Fig.3Bは9月18日のデータ (青色) と静穏日曲線 (赤色) とを比較したものである。

これは1例であるが、今後、南米大陸の10ヶ所あまりで観測された1チャンネル・リオメータ・データから、吸収領域の広がりや関連現象との比較を行なっていくことを考えている。

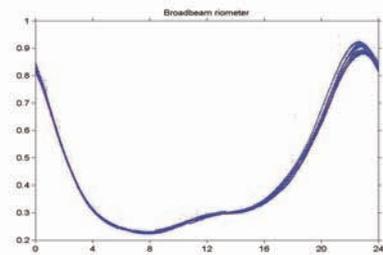


Fig.3A Daily variation of 9 days riometer data curve (Blue line) and calculated quiet day curve (Red line)

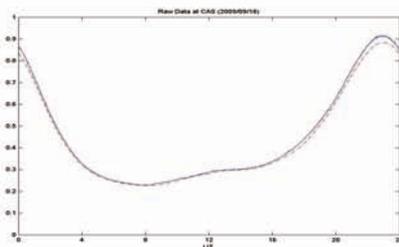


Fig.3B Comparing 18 Sep day riometer data (Blue line) and quiet day curve (Red line)

### 3. イメージング・リオメータの解析結果

ここでは地磁気擾乱時にブラジル南部宇宙観測所でイメージング・リオメータにより観測された宇宙雑音吸収 (Cosmic Noise Absorption : CNA) について、3例を報告する<sup>4)</sup>。

#### (A) 2000年7月15日14時36分の磁気嵐

Fig.4の上パネルは米国の静止衛星 (Geostationary Operational Environment Satellite, GOES) により観測されたX線、粒子、磁気データ、中央のパネルは極域との中低緯度の地磁気変動の指標、Auroral Electrojet (AE) とDstデータである。下パネルはブラジル南部宇宙観測所のイメージング・リオメータ・データである。磁気嵐は7月15日14時36分に始まるが、それより1日前の7月14日10時頃よりGOES衛星の粒子フラックスとX線の増加が見られる。7月15日14時36分からの磁気嵐開始に伴い、1日前より増加していた粒子が減少し始める。地上のイメージング・リオメータ・データによると、CNAが16時頃よりゆっくり始まり、20時過ぎから強い吸収現象が見られる。この時刻付近でGOES衛星の高度で粒子の顕著な減少と激しい磁場変動が見られる。また、このときに極域のAEが急増し、同時に中緯度の磁場 (Dst) も大きく負に変動している。右端の4枚の画像は20h10分から21h30分までの宇宙雑音吸収画像であるが、東西方向に分かれた領域で強い吸収が見られる。

この日の例についてまとめると、磁気嵐の開始1日前頃から放射線帯粒子の増加が始まり、磁気嵐発生後には放射線帯粒子の減少が見られる。この放射線帯粒子の減少の一部は地上に降下し、その降下粒子に伴い磁気異常帯で宇宙

雑音吸収 (CNA) が観測されたとも考えられる。ただ、静止軌道上と磁気異常帯の降下粒子とを直接比較するのは議論があるため、静止衛星上での粒子減少が地上のCNAを引き起こしたことを立証するためには、磁気異常帯上空を飛ぶ、低高度衛星の粒子観測データとの比較が必要であり、今後そのような検証を行ってきたい。

#### (B) 2001年3月27日のサブストーム現象

Fig.5に示した3月27日は磁気嵐の発生が特に見られなかった例であるが、17時過ぎに太陽風の不連続が到来し、地上で17時50分頃から地磁気擾乱が始まる。GOES衛星の粒子データにおいても、17時50分頃からフラックスの上昇が見られる。それから3時間後の21時少し前に、GOES衛星で粒子フラックスと磁場強度の急激な減少が観測される。また、それから20分後の、21時10分に極域の磁場 (AE) の急激な減少 (サブストーム) と中緯度磁場 (Dst) の負の変動が観測される。この極域および中低緯度磁場の急激な変動の開始時刻とほぼ同時に、ブラジル南部宇宙観測所におけるイメージング・リオメータに強い吸収現象 (CNA) が観測され始める。このCNA現象は2時間ほど続くが、極域での地磁気擾乱 (AE) の期間にほぼ対応していた。

この日の結果をまとめると、極域のサブストームの開始に伴い、磁気異常帯でのCNA現象が顕著に観測されたが、その少し前 (20分前後) からGOES衛星高度で急激な粒子フラックスの減少が見られた。すなわち、GOES衛星での粒子フラックス減少と磁気異常帯でのCNA現象とが密接に結びついていることを示唆している。また、磁気異常帯

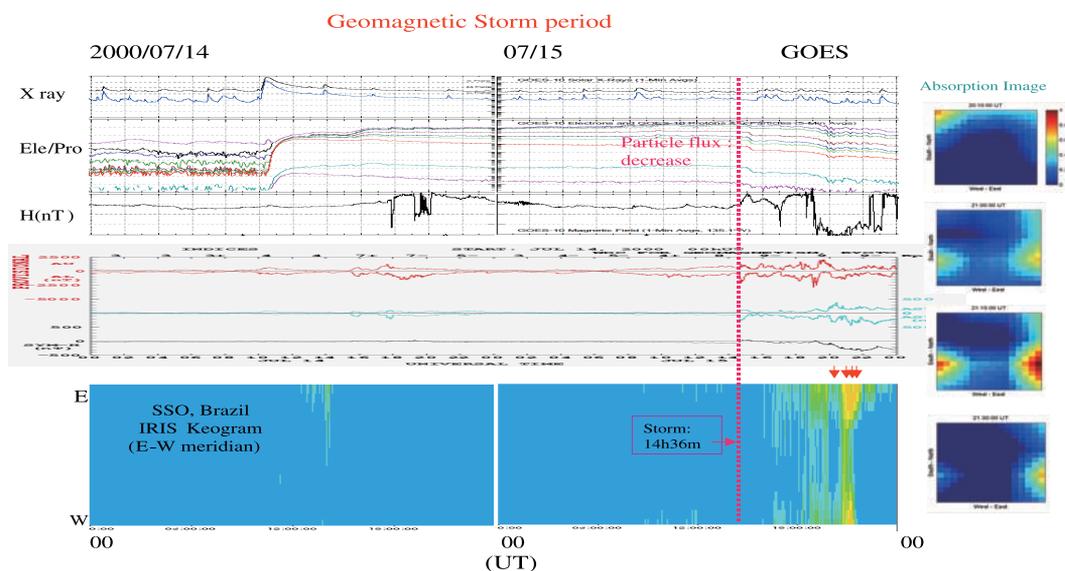


Fig. 4 CNA at SSO during geomagnetic storm in July 15,2000

でのCNA現象がサブストームの発達と密接な関係があることから、磁気異常帯に降下する粒子の一部はプラズマシートの増減とも密接に関係していると考えられる。今後このようなサブストーム時に観測されるCNA現象について詳細に解析を進めていく必要がある。

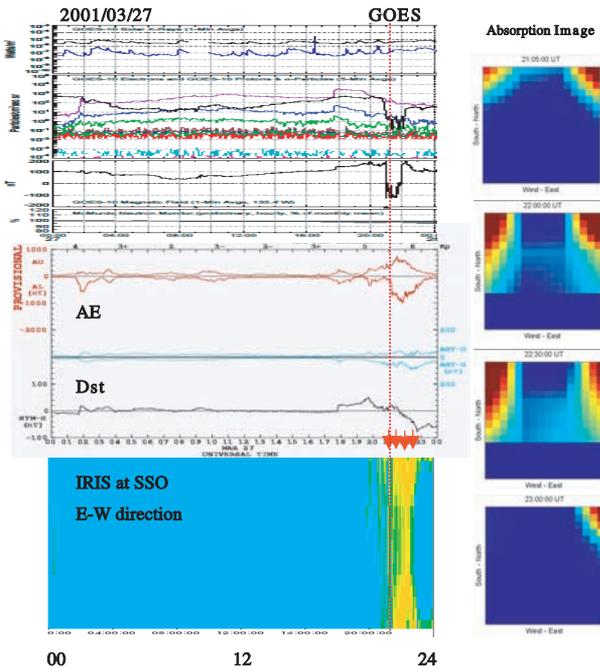


Fig.5 CNA at SSO during substorm in March 27,2001

(C) 2010年4月5日の人工衛星トラブルとCNA現象

2010年4月5日に発生した磁気嵐に伴い、米国のGALAXY-15という大型通信衛星が故障し、静止軌道上を漂流しはじめたことがマスコミで報道された<sup>5)</sup>。この原因は定かでないが、磁気嵐に伴い放射線帯粒子が急増し、それが人工衛星に衝突し障害を起こしたと考えられる。このとき磁気異常帯での降下粒子について調べるため、SSOで観測されたイメージング・リオメータ・データの解析を行った。

Fig.6は2010年4月4日～5日までのGOSE衛星のX線、粒子、磁場データ（上パネル）、極域と中低緯度での地磁気擾乱の指標である、AEおよびDst（中パネル）および、南部宇宙観測所（SSO）と柿岡でのイメージング・リオメータのCNAデータを示している。

衛星が故障したのは4月5日9時49分UTであり、極域では-2000 n Tにも達する強い西向き電流が9時49分の直前に流れていたと報告されている。また、このときGOES衛星では粒子フラックスの大きな変動が見られている。

図の右端のSSOの吸収画像データを見ると、09h49mから09h50mにかけて強い吸収現象が観測されている。このことはこの時刻に磁気異常帯に高エネルギー粒子の振り込

みが起きたことを示唆している。他方、柿岡でのイメージング・リオメータ・データでは、この時刻に顕著な吸収現象は観測されていない。

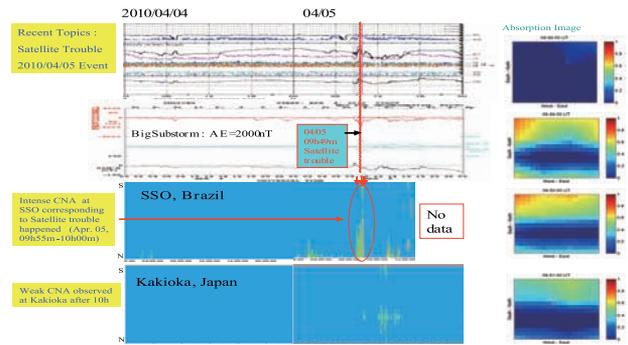


Fig6 CNA at SSO during satellite trouble in April 5,2010

GALAXY-15の故障は磁気異常帯付近を飛行しているときに発生したと言われていることから、故障原因は、我々が観測した磁気異常帯でCNA現象を引き起こした、高エネルギー粒子の入射による可能性が強く示唆される。

4. 今後の計画

これまでイメージング・リオメータはブラジル南部宇宙観測所（緯度29.6度）、コンセプション（37.5度）、トレレウ（43.2度）、プンタアレナス（53.1度）および柿岡（36.1度）と地理緯度のやや高い場所に設置してきた。これは磁気異常帯への粒子流入が高緯度域（放射線帯粒子群）で起きているため、そこでの入射粒子現象を捉える目的で設置した。しかしながら、最近の人工衛星観測によると、磁気異常帯の中心付近からかなり低緯度側にまで粒子の入射域が広がっていることが明らかになってきた。このためイメージング・リオメータ観測を低緯度域にまで広げる必要性が出てきた<sup>6)</sup>。



Fig.7A Imaging antenna temporarily installed at Takushoku Univ. Campus.

そこで2011年3月にサンパウロ市近郊の緯度23.0度に位置するUniveristy do Vale do Paraiba (UNIVAP) にイメージング・リオメータを設置する計画を立て、2009年末より観測機器の製作を開始し、それが完成した2010年7月に、拓殖大学キャンパス内にアンテナを仮設し、試験観測を行った。Fig.7Aは数年前に仮設した場所と同じ、弓道場の脇の空き地に立てたイメージング・リオメータのアンテナである。Fig.7Bは中央に置かれた受信機の格納箱である。なお、今回はイメージング・リオメータのアンテナを木製にした。これは現地でアンテナ支柱を入手する場合、材木なら入手が容易で安価であることによる。耐久性について問題はあるが、断面積の大きな木材(8cm×6cm)を用い、腐食止めの処置をするれば、耐久性はかなり増すであろう。

以下に、今夏行った大学構内でのテスト観測の結果につ



Fig.7B Imaging riometer receiver box in the center of antenna area

いて報告する。Fig.8は2010年7月4日に観測された38.2MHzの銀河電波強度の2次元画像である。左上端が00hの時刻に得られた画像で、右に向かって1時間毎の画像を示している。一般的に銀河電波の強度は地球と銀河中心との位置関係で年変化や日変化を示す。7月の東京において、天頂付近に銀河中心が出現するのは夜中付近である。観測データによると、00hに天頂付近に強い電波領域が見られるが、その中心が次第に東に移動して行くため、電波強度は朝方になるにつれて弱まり正午付近で最小となる。そして、18時頃に西方向の領域から強くなりはじめ、夜中付近で再び強い電波領域が天頂に見られる。このように銀河中心の移動につれ、受信電波強度が変化していることがわかる。この結果は本観測システムが正常に動作していることを示している。今回テスト観測したイメージング・リオメータは正常に動作していると確認できたため、7月末に観測機器を撤収し、来春(2011年2月)の設置に向け、観測機器をUNIVAPへ輸送する準備を開始した。

## 5. まとめ

イメージング・リオメータおよび1チャンネル・リオメータで観測されたデータを解析し、磁気異常帯での新たな知見として、

- (1) 宇宙雑音電波吸収現象(CNA)が大きなサブストーム時にも磁気異常帯で観測されることがわかった。このことは、プラズマシートと放射線帯および磁気異常帯の粒子源が密接に結びついていることを示している
- (2) 人工衛星の故障が発生した事例について、磁気異常帯

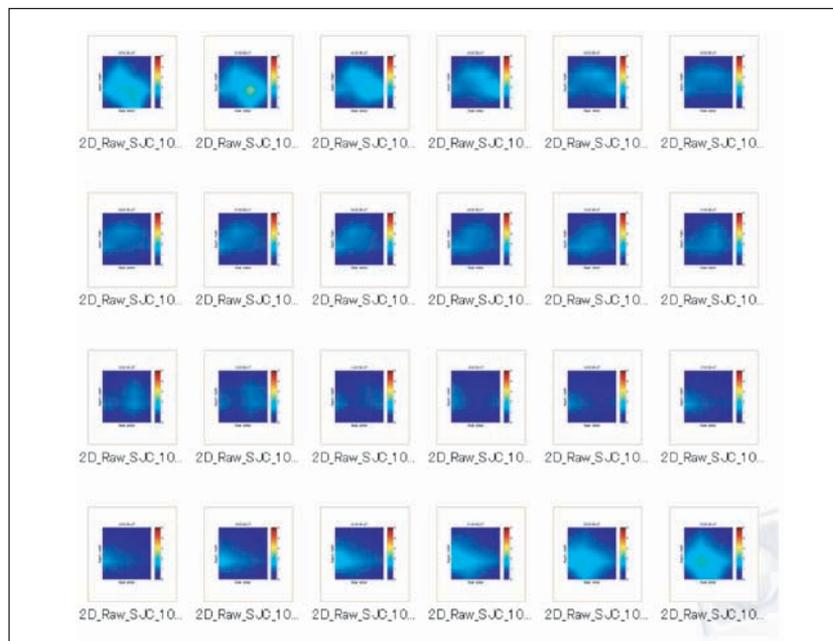


Fig.8 Imaging riometer test data on July 4,2010

での降下粒子を調べたところ、故障の起きた時刻に顕著なCNA現象が見られた。このことは、故障原因が磁気異常帯に降り注いだ高エネルギー粒子により起こされた可能を示唆している。

これまでに解析した例は限られているため、まだ、磁気異常帯での新たな成果は多くない。しかし、観測されたデータの解析プログラムを整備し、それを物理的に意味ある形で見やすく表現するための作業をこの数年間行ってきた。本文で述べたように、この目的に沿った解析プログラムの開発が進み、解析するための体制が整いつつある。今後はこれの解析プログラムを用いて、磁気異常帯周辺で得られたデータ解析を進めるとともに、人工衛星の粒子データとの比較を行っていききたい。

人工衛星の粒子データに関しては、本論文で示した米国GOES衛星等の公開粒子データを使用してきたが、最近では日本の宇宙航空研究開発機構（JAXA）でも低高度衛星データを公開するようになった。このため、JAXA宇宙環境グループの小原氏等<sup>6)</sup>と、南米域で得られた地上データと日本の人工衛星で得られた粒子データとを比較する共同研究を進めつつある。

他方、南米域でのイメージング・リオメータおよび1チャンネル・リオメータの設置がこの数年間順調に進み、Fig.9で示しているように南米域で観測点が10点ほどに拡大した。2010年2-3月にはブラジル南極基地（Estacao Antarctica Comandante Ferraz）に1チャンネル・リオメータを設置し、CNAデータが入手できるようになった。もちろん、全観測点で連続的に安定したデータ収集を行うのは容易ではない。雷や電力事情等で停電し観測が中断したり、機器トラブルのため長期間データ収集が行われない観測点もある。しかしながら、粘り強く保守を行い連続データの

収集に努めていきたい。

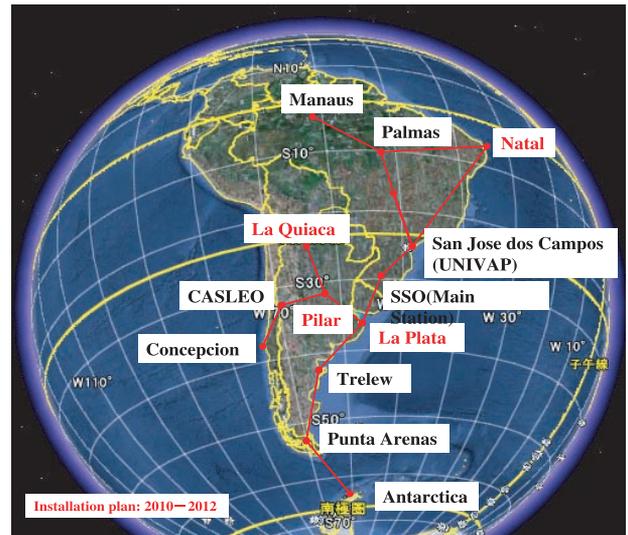


Fig.9 Position of riometer stations in South America Riometer Network (SARINET)

Table1にはこれまで設置した観測点（黒字）と今後設置する予定の観測点（赤字）の地理的位置・高度等を示している。本文で述べたように、2011年2-3月にUNIVAPにイメージング・リオメータを設置するための準備を進めている。更に、2012年には、もう1台のイメージング・リオメータを赤道付近の Palmas (10.3°S) に設置することも検討している。すでにPalmasには2009年8月に1チャンネル・リオメータを設置し観測を行っているが、これらのデータを見る限り、周辺の電磁環境はイメージング・リオメータ観測に支障がないと思われる。また、この観測所にはイオノゾンダや光学観測機器が稼働しているため、それらのデータとの比較も興味深い。2012年に赤道域での設置が実現すると、地理緯度10度から50度付近まで、ほぼ10

南米大陸の観測点	地理緯度	地理経度	高度	観測項目
Port of Spain, Trinidad & Tobago	10.38N	61.26W	25m	1ch Riometer
Manaus, Brazil	-3.06S	59.58W	46m	◇
Palmas, Brazil	-10.17S	48.20W	254.m	Imaging, 1ch Riometer
Natal, Brazil	-5.50S	35.12W	69.m	1ch Riometer
Atibaia, Brazil	-23.11S	46.33W	800m	1ch Riometer
San Jose dos Campos, Brazil	-23.02S	45.15W	370m	Imaging, 1ch Riometer
San Martinho da Serra, Brazil	-29.42S	53.11W	500m	Imaging, 1ch Riometer
Comandante Ferraz, Antarctic, Brazil	-62.04S,	58.23W	30m	1ch Riometer
Concepcion, Chile	-36.50S	73.01W	40m	Imaging, 1ch Riometer
Punta Arenas, Chile	-53.07S	70.53W	18m	Imaging, 1ch Riometer
Trelew, Argentina	-43.15S	65.22W	33m	Imaging, 1ch Riometer
CASLEO, Argentina	-31.48S	69.17W	2488m	1ch Riometer
Pilar, Argentina	-31.40S	63.53W	338m	1ch Riometer
La Plata, Argentina	-34.54S	57.56W	20m	◇
La Quiaca, Argentina	-22.06S	65.36W	3462m	◇

Table1 Geographic coordinate and its altitude of SARINET stations

度間隔に5台のイメージング・リオメータが稼動し、磁気異常帯全域をカバーすることになり、入射粒子の時空間変動を明らかにすることが出来る。

#### 謝辞

本研究は拓殖大学工学部・採択型研究費の助成を受けて行われました。海外旅費については名古屋大学太陽地球環境研究所・リーダーシップ経費の助成を受けて行いました。また、ブラジル南極基地でのリオメータ設置に関しては、文部科学省・国立極地研究所の交換科学者派遣制度による助成を受けて実施しました。お世話いただいた方々に心よりお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 田中良昌、巻田和男、西野正徳、大川隆志、イメージング・リオメータのデータ解析プログラムの開発、拓殖大学理工学研究報告、Vol.10 (1) , pp61-66, 2007
- 2) 田中良昌、巻田和男、西野正徳、大川隆志、イメージング・リオメータのデータ解析プログラムの開発(続編)、拓殖大学理工学研究報告、Vol.10(2) , pp1-69, 2008
- 3) 西野正徳、加藤泰男、佐藤貢、巻田和男、他7名、南北半球の中低緯度における多点イメージング・リオメータ観測、拓殖大学理工学研究報告、10(1), pp.53-61, 2007
- 4) Makita,K.,M.Noshino,Y.Kato,M.Nishino,y.Tanaka, N.J.Schuch,A.Foppiano,E.Ovalle, R.Monreal, Imaging riometer observation in South Atlantic Anomaly,38th COSPAR meeting, 18-25, July 2010, Bremen Germany
- 5) 地磁気世界資料解析センター News, 100年ぶりの静かな地磁気活動期と通信衛星 GALAXY-15 の漂流事故、No.121, pp.1-3, 2010.5
- 6) 小原隆博、松本晴久、古賀清一、越石英樹、五家建夫、Highly Energetic Electron Environment in the Inner Magnetosphere, The 26th International Symposium on Space Technology and Science, 浜松, 2008.6



# 巨大磁気嵐 ‘Halloween Storm’ に伴うチリ・プンタアレナスにおける電離層吸収現象 Cosmic Noise Absorption Phenomena at Punta Arenas, Chile associated with the Huge Geomagnetic Storm called ‘Halloween Storm’

西野 正徳 Masanori NISHINO\*\*

巻田 和男 Kazuo MAKITA\*\*\*

Ricardo MONREAL\*\*\*\*

## Abstract

From comparisons of low-latitude cosmic noise absorption (CNA) observed by the imaging riometer (IRIS) instrument at Punta Arenas in Chile (magnetic latitude,  $\sim 40^\circ\text{S}$ ) with simultaneous data of high energetic particle fluxes on board the low-altitude satellites (several hundreds km altitudes), ‘NOAA-14’ and ‘SAMPEX’ flying over the specific area near Punta Arenas latitude, we have found that the CNA phenomena during the huge geomagnetic storm called ‘Halloween Storm’ in October 2003 are correlated with enhancements of energetic electron fluxes in ionospheric altitudes. We have considered that the CNA phenomena occurred within one-day after enhancements of electron energy fluxes observed on the stationary satellite ‘LANL’ at 6.6 Re. We have estimated that the low-latitude CNA is caused by energetic electrons of several tens keV precipitating into ionospheric altitudes associated with enhancements of the radiation belt in the magnetosphere.

**Keywords :** ‘Halloween Storm’, Low-latitude CNA, Satellite particle data, Precipitation of high energetic electrons

## 1. はじめに

磁気嵐が発生すると、地球磁気圏内にある高エネルギー粒子（電子やプロトン）が加速され、粒子フラックスは放射線帯で増大する。巨大な磁気嵐では、この増大は放射線帯の内帯にまで侵入することが、低高度（ $\sim 870$  km）を飛翔する NOAA 衛星（米国宇宙環境研究所）の MEPED (Medium Energy Proton and Electron Detector) によって観測された<sup>1)</sup>。このような粒子フラックスの増大は、電離圏を飛翔する宇宙ステーションにおいて、宇宙飛行士の船外活動に危険を及ぼし、また、天文学衛星や、多くの実用衛星に搭載されている電子機器やソーラーパネルに損傷を与える。したがって、放射線帯での粒子フラックスの増大と、粒子の電離圏への降下の様相を知ることは、磁気圏電離圏内の粒子ダイナミクスの解明の科学的研究や、低高度衛星における被害軽減の実用的研究にも重要なことである。古くは、低高度を飛翔する科学衛星 (OHZORA) の多くの軌道での粒子観測データから、高エネルギー粒子のフラックスの世界分布が作成された<sup>2)</sup>。その結果、南大西洋磁気異常帯 (South Atlantic Magnetic Anomaly, 略して SAMA) では、地磁気強度が世界の他の地域に比べて異常に弱いため、電離圏に高エネルギー粒子が降下しやすく、粒子フラックスの増大が SAMA 領域で大きく広がることが示された。しかし、この分布は、多くの軌道での粒子データの統計的な結果である。したがって、磁気嵐のように数日以内のイベントでは、粒子分布が、時間的に、どのような大きさで、どのように動くかは不明である。

このような問題の解明のため、著者等は電離圏へ降下する高エネルギー粒子に起因する電子密度増大について、2次元的に地上で測定するイメージングリオメータ

(Imaging Riometer for Ionospheric Study, IRIS と略す) を、ブラジル南西地域のサンタマリア市 (SMR) の郊外 ( $29.4^\circ\text{S}$ ,  $53.8^\circ\text{W}$ ) に設置した<sup>3)</sup>。連続した IRIS 観測の結果、2000年7月13-16日の ‘Bastille Day storm’ と呼ばれる巨大な磁気嵐のときに、0.5-1.0 dB の銀河電波 (周波数 38.2 MHz) の電離層吸収 (Cosmic Noise Absorption, CNA と略す) を観測した<sup>4)5)</sup>。この CNA 現象の中、最も強い CNA は、7月15日の夕方、SMR の低緯度側 (赤道側) の東から現れ、その後、天頂近くまで南下して、約 150km の南北幅を持つバンド構造を示しながら IRIS の視野 ( $330\text{km} \times 330\text{km}$ ) を越えて東西方向に伸びていき、最後にバンド構造の東側から消滅していった。この CNA 現象は、磁気嵐の Dst (Disturbance storm-time, 低緯度地域の地磁気変化の指数) の最大減少 ( $-301$  nT) 付近で観測された。この期間、NOAA-15 衛星で観測された高エネルギー粒子 (30 keV 以上の電子フラックス) は、磁気緯度 40 度以下の放射線帯内帯まで侵入したが、この緯度変化の時間分解能は 3 時間であるため、CNA 現象との詳細な比較はできなかった。したがって、放射線帯内帯に侵入してきた高エネルギー電子が IRIS 観測点上空の電離圏に降下したかどうかは正確には検証されなかった。

最近、2003年10月に発生した巨大磁気嵐 (‘Halloween Storm’ と呼ばれる) の時に、NOAA-15 衛星の粒子観測において、30 keV 以上の高エネルギー電子フラックスが放射線帯で増強され、放射線帯内帯にまで侵入したという報告があった<sup>6)</sup>。

Fig. 1 は天頂 (Zenith,  $0^\circ$ ) と水平 (Horizon,  $90^\circ$ ) の 2 方向センサーで測定された電子フラックス分布を示す。南米最南端と南極半島にはさまれて経度方向に伸びる放射線帯において、地磁気静穏時 (10月1-5日) には、天頂センサーではフラックスは弱く (緑色のバンド)、水平センサーではやや増強されて観測された (黄色の帯に赤色のバンド)。

\* 原稿受付 平成 22 年 9 月 2 日

\*\* 名古屋大学太陽地球環境研究所

\*\*\* 基礎教育系列

\*\*\*\* Magalhães University

これらの分布が地磁気擾乱（10月27-31日）になると、放射線帯の電子フラックスは両方向のセンサー共、増強され、放射線帯から鋸歯のように低緯度方向に延びる構造を示した。特に、水平方向において増強が著しく、構造が明らかである。

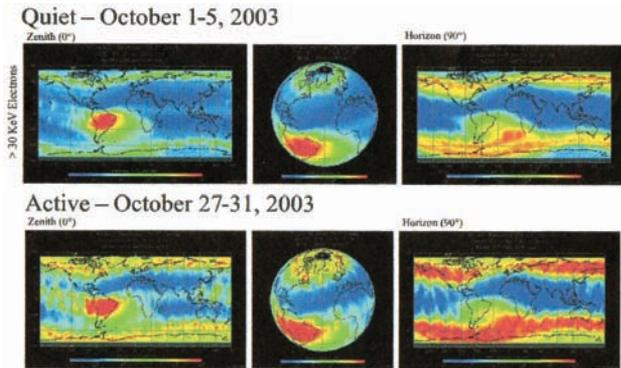


Fig. 1 Flux distribution of > 30 keV energetic electrons in the South Atlantic Anomaly and the 'horns' of the radiation belt during the magnetic quiet period of October 1- 5, and the magnetic active period of October 27-31, 2003 (from parts of the distribution by E.D. Peck et al., 2008).

本研究報告では、Fig. 1 の高エネルギー電子の分布に注目して、南米チリの最南端に位置するプンタアレナスの IRIS で観測された CNA 現象を、2 機の低高度衛星 (NOAA-14、及び SAMPEX) の同時粒子データと比較することによって、CNA 現象が、プンタアレナス上空の電離圏に降下した高エネルギー粒子に起因するかどうかを検証する。プンタアレナスを通る磁力線は、放射線帯の直ぐ内側に位置するので、放射線帯への粒子侵入の様相を知るには、好都合な観測点である。さらに、CNA 現象を、静止衛星 LANL (~6.6 Re の位置) の粒子データと比較して、磁気嵐に伴って高エネルギー粒子が磁気圏内に流入したことを確認する。最後に、低高度衛星の高エネルギー粒子の中、どのレンジのエネルギー粒子が電離圏に降下して CNA 現象を発生させたかについて考察する。

## 2. CNA、及び低高度衛星の粒子データ

プンタアレナス (53.1° S, 289.1° E, PAC と略す) は、磁気緯度で約 40° S で、磁気的低緯度になる。著者等は 2003 年 3 月に、プンタアレナスのマゼラン大学の農場内に IRIS 観測装置を設置した。IRIS は前述のブラジル・サンタマリアと同じ性能で、2次元の直線アレーアンテナで構成され、上方に 4x4 のビームを形成する。100km 高度に投影されたビーム間の距離分解能は天頂方向で約 50km、全体の視野は約 330km x 330km になる。詳細は西野他に記載されている<sup>3)</sup>。受信された 38.2 MHz の銀河電波雑音 CRN (Cosmic

Radio Noise) から電離層吸収 CNA を導出する過程で重要なことは、地磁気静穏時の CRN の統計解析から、基準となる静穏日変化 QDC (Quiet Day Curve) を高精度で導出することである<sup>7)</sup>。

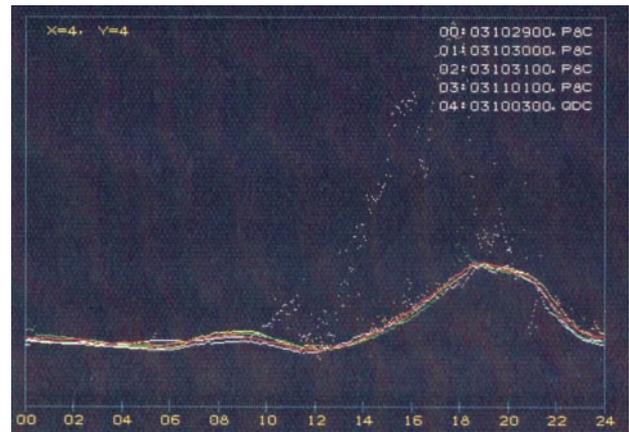


Fig. 2 24-hour variations of the QDC (quiet-day curve; red curve) and cosmic radio noise intensity on October 29 to November 1, 2003 (white, yellow, green and white plots, respectively) for the zenith beam (N4E4).

Fig. 2 は、2003 年 10 月 3 日から 10 日間の地磁気静穏時の CRN から統計的に導出した QDC (04:03100300.QDC) を赤色曲線で示す。また、本磁気嵐の 10 月 29 日から 11 月 1 日までの CRN の日変化を示す。10 月 29 日の 12 h - 20 h UT、CRN 強度が正の方向に大きく上昇している。これは、電離圏擾乱による電波伝搬の異常の影響である。2次元の 4x4 ビームの CRN 強度データは、QDC 導出の過程で、2次元の 8x8 ビームの強度データに変換される<sup>3)</sup>。Fig. では、天頂に近いビームの QDC を示す。ここで、05h-06h UT で小さいくぼみが生じたので、CNA の同定には注意を払う必要がある。本研究の対象の電離層吸収 CNA は、赤色の QDC より負の方向に振れる成分である。

Fig. 3 は、Fig. 2 で求めた QDC から CRN を差し引いた CNA の日変化を示す。CNA の日変化は、N=4, E=4 を直交する東西 8 ビームと南北 8 ビームで与えられ、上側は東 (E1) から西 (E8) の 8 ビーム、下側は北 (N1) から南 (N8) の 8 ビームを示す。線間の幅が 1 dB の CNA になる。日変化において、12h UT のスパイク状の変化はタイムマークである。正の方向の振幅変化が CNA と同定され、それらの発生時間帯を上部に矢印の線で示す。また、下部に、チリ標準時の 0h CST (04 UT) と 12h CST (16 UT) を示す。

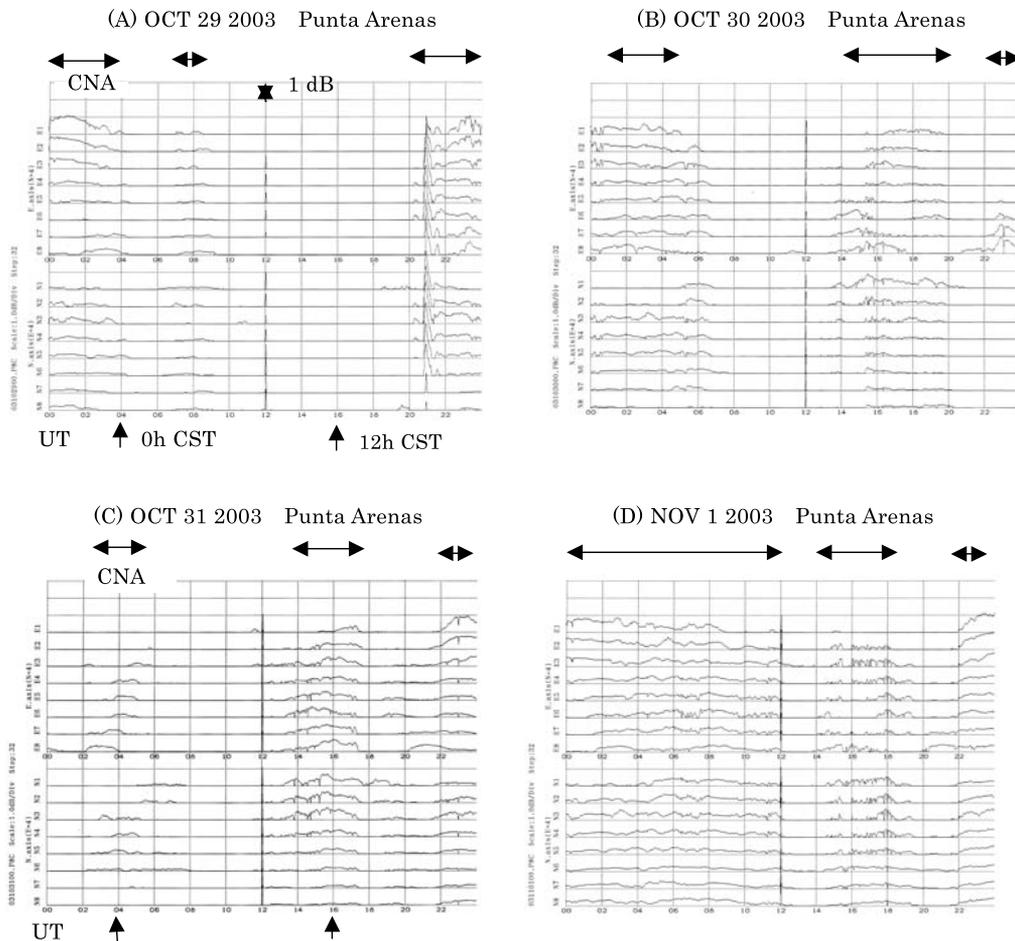


Fig. 3 24-hour variations of CNA on October 29 to November 1, 2003 at Punta Arenas in Chile. From 16-channel variations in the east-west (E1-E8) and the north-south (N1-N8) directions, absorption events are identified by horizontal lines with arrows. Chile standard time is noted by upward arrows below.

Table 1 Observations of high-energetic electrons by the low-altitude satellites, NOAA-14 and SAMPEX

衛星名	飛翔高度	地球 1 周の時間	エネルギー範囲	粒子センサー	時間分解能	フラックス単位
NOAA-14	~870km	約 102 分	100 keV 以上の電子	2 方向 (0°, 83°)	1 分	counts/sec
SAMPEX	465~550 km	約 97 分	600 keV 以上の電子	1 方向 (3 軸制御)	30 秒	e/(cm <sup>2</sup> sec str)

次に、2機の低高度軌道衛星、NOAA-14とSAMPEXによる粒子観測の諸元をTable 1に示す。NOAA-14では、粒子データは、天頂方向(0°)と水平方向(83°)の2方向に対して得られる。一方、SAMPEXの粒子データは1方向に対してであり、方向は3軸制御された衛星の姿勢によって決まる。地球1周の軌道の全ての粒子フラックスデータの中から、緯度で40°Sから65°S、経度で200°E(160°W)から20°Eの領域を通過する衛星の電子フラックスデータを抽出した。

### 3. CNAと低高度衛星の粒子データとの比較結果

まず、CNA発生と地磁気Dst変動との関係を調べる。Fig. 4は巨大磁気嵐の10月29日から11月1日までのDst変動を示す。10月29日の8h UT頃に嵐の始まり(SC)が

あり、その直後から嵐は成長して10h UT頃にDstは最初の最大減少(DEP, -151 nT)に達するが、14h UT頃に一度回復した。その後、嵐はさらに成長して、10月29日から30日の変わり目に2番目の最大の減少(-353 nT)を示した。その後回復して、再び10月30日から31日の変わり目で3番目の最大の減少(-371 nT)を示した。10月31日からは回復の傾向を示し、この間、短い時間間隔の小さな減少を繰り返した。11月1日にも小さな減少を繰り返し、最後にはSC前のDst値に回復した。Fig.の中央部に、Fig. 3で同定されたCNAの発生時間を青色と赤色の横線で示す。赤線のCNAは、後述するように、衛星の粒子フラックスの増大と一致するものであり、一方、青色は粒子フラックス増大と一致しないものである。下部に、CNAの発生の時間内で、衛星が前述の緯度・経度の領域内を通過した時間を上向き

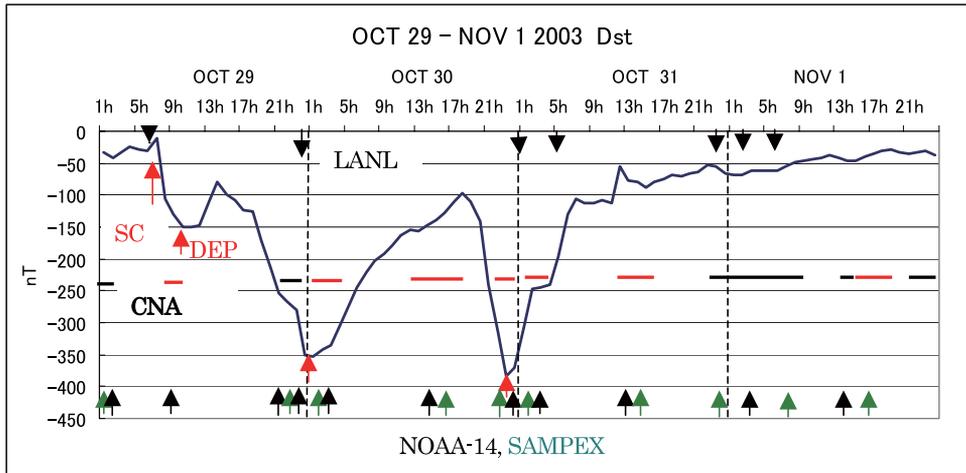


Fig. 4 Geomagnetic Dst variation on October 29 to November 1, 2003 (WDC-C2 Kyoto). Time periods of identified CNA are shown by blue and red lines at the central part, and times of energetic-electron flux data from the two low-altitude satellites are shown by upward arrows of black and green colors at the lower part, and also times of energy flux enhancements from the stationary satellite (LANL) are shown by downward arrows at the upper part.

矢印で示す。黒色はNOAA、緑色はSAMPEX に対して示す。また、Fig.の上部に記した下向き矢印は、後述するように、静止衛星 LANL で観測された高エネルギー電子のエネルギーフラックスが増大した時間を示す。

Fig. 4 で示したNOAA-14とSAMPEXの電子フラックスデータから、それらの緯度変化を4日間について時系列で Fig. 5 に示す。グラフの縦軸は緯度範囲 (40°S~65°S) で、PACは53.1°Sでほぼ中央になる。また、横軸は、NOAAでは水平方向のCOUNTS (counts/sec) , SAMPEXではFLUX (1 / (cm<sup>2</sup> sec str)) で、フルスケールは60,000である。Fig.中に、Dst変動のSC、最初の減少、2番目の減少、及び3番目の減少の時間を示す。以下に、CNAの発生と電子フラックスの緯度変化とが、Dstに関してどのような特性を示すかについて記す。なお、Fig. 1 で示した静穏時の10月1-5日では、PAC緯度でのフラックスは全て5,000以下であった。

10月29日、00h-04h UTまでCNAが観測されているが (Fig. 3)、SCまでは電子フラックスは非常に小さい。SCから最初のDst減少までの成長相において、08h UT付近で0.2 dB以下の弱いCNAが観測されている。この近くの09:23 UT、NOAAの電子フラックスはPAC緯度では10,000以下で、広い緯度範囲で分布する。21h UT頃、パルス状のCNAが観測されて、その後、0.5 dB程度のCNAが22h UTまで続く。これらは、太陽X線フレアによって発生したCNAであることは静止衛星GOESのX線フラックスデータから確認された。この間の21:37 UTに、電子フラックスは10,000以下であるが、22:49 UTでは微小になる。22h UTから東側 (E1) で1dB程度の強いCNAが観

測され、翌日の00h UT過ぎで終わる。この間の23:19 UT、電子フラックスはPAC緯度では小さい。

10月30日、0.5 dB前後のCNAが00:30 UT頃から05:00 UT頃まで続くが (05h-07h UTはQDCの不良)、この時間内の03:52 UTには電子フラックスは大きく増大し、50° S付近で30,000程度に達する。その後、2番目のDst減少の後の回復相の中の14h-20h UT、Dstの小さい減少に対応してCNAは0.5-1.0 dBの強度を示す。この時間内の15:58 UTと17:44 UTには、PAC緯度では電子フラックスは大きく増大し、ピークは低緯度側に移動していく様相が見られる。次に、3番目のDstのシャープな成長相の22h-24h UTに、強いCNAが西側で観測された。この時間内の22:27UTにはPAC緯度で電子フラックスはやや増大し、23:06 UTには高緯度側から低緯度側まで電子フラックスは大きく増大した。

10月31日、3番目のDst減少の後の回復相でほぼ水平に変動する03:30 UT周辺で、0.5 dB以下のCNAが観測されている。この時間内に、PAC緯度でフラックスは増大し、特に、そのピーク (> 50,000) は43° Sに現れた。その後、Dstが小さく変動する13h-18h UTに、0.5-1.0 dBのCNAが観測され、この時間内の17:21 UTには電子フラックスは大きく増大して、そのピーク (> 40,000) は47° Sまで達した。20h UTから翌日の11月1日の12h UTまで長時間CNAが続くが、この間、電子フラックスは微小である。

11月1日、Dstの回復相で小さい変動を示す17h UT頃、0.5 dB以下の細かい振動のCNAが観測された。この時間内の16:59 UTには電子フラックスはPAC緯度で大きく増

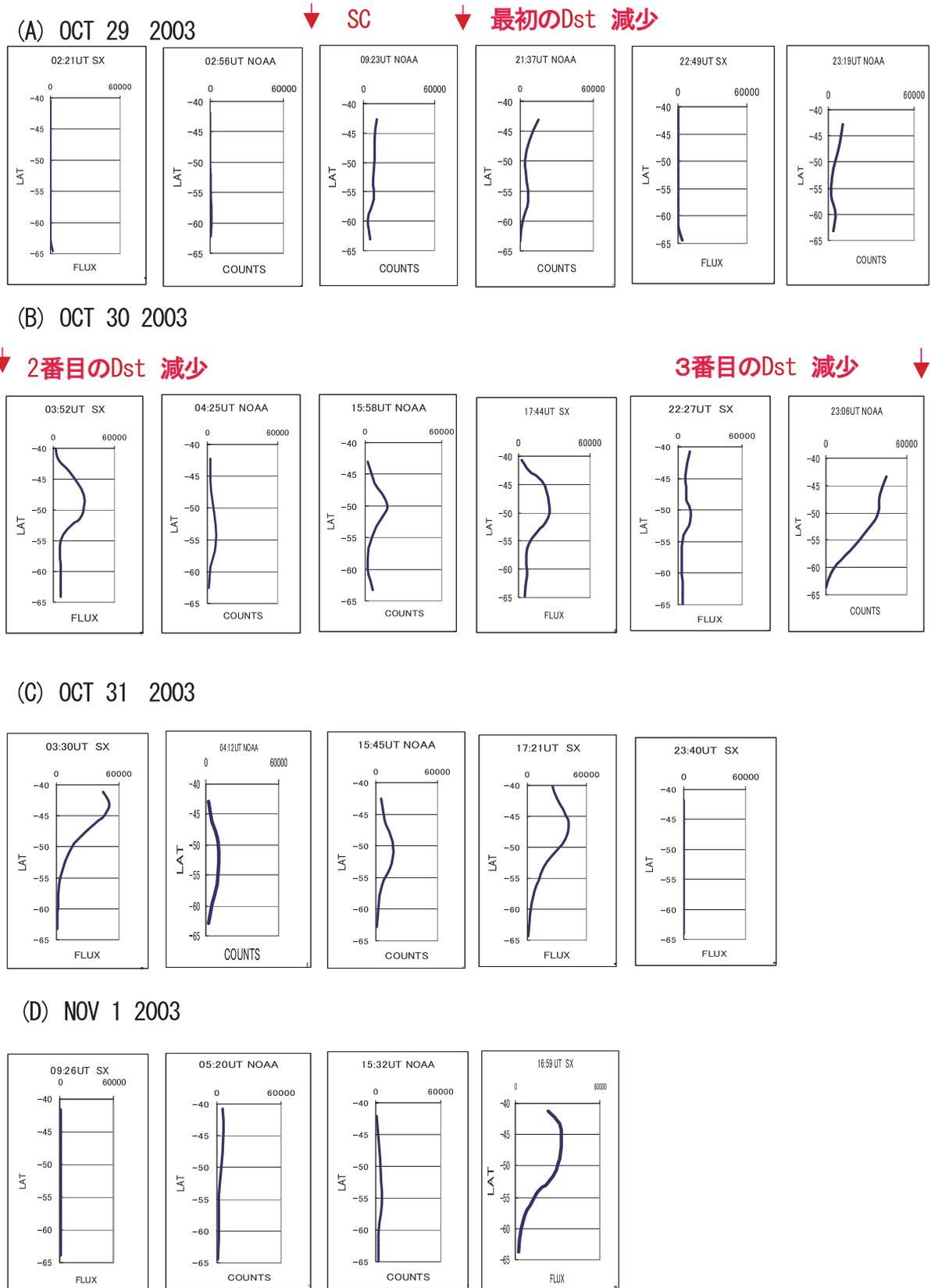


Fig. 5 Time series of latitudinal variations of energetic electron fluxes observed by the low-altitude satellites, NOAA-14 and SAMPEX are represented for October 29 to November 1, 2003. SC and the three maximum depressions of the Dst are presented by downward arrows.

大し、ピーク (> 30,000) は 45° S に現れた。

以上の結果をまとめると、Dst が大きく、シャープに減少する磁気嵐の成長相から最大減少を示す期間、及び回復相の中で Dst が短時間、小さく変動する期間に観測された CNA (< 1 dB) は、PAC 緯度での衛星の電子フラックスの増大に対応した。このフラックス増大は低緯度側にまでも達することも認められた。この結果は、巨大磁気嵐に伴って高エネルギー電子が放射線帯の内帯まで侵入し、低緯度電離圏に降下して CNA を発生させたことを意味している。しかし、SC の前や 10 月 29 日、31 日、及び 11 月 1 日の 22 h UT 以後の夕方から夜間には CNA の発生があっても電子フラックスの増大は観測されなかった。この結果は、低緯度電離圏固有の擾乱に起因する CNA と考えられる。

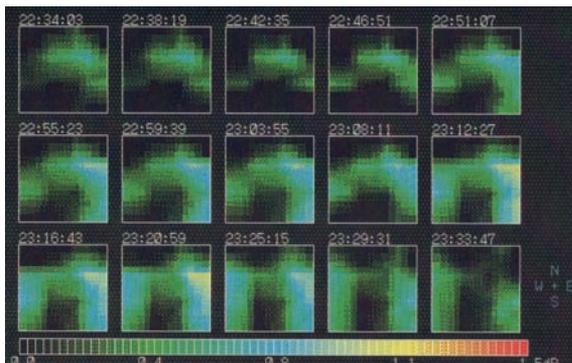
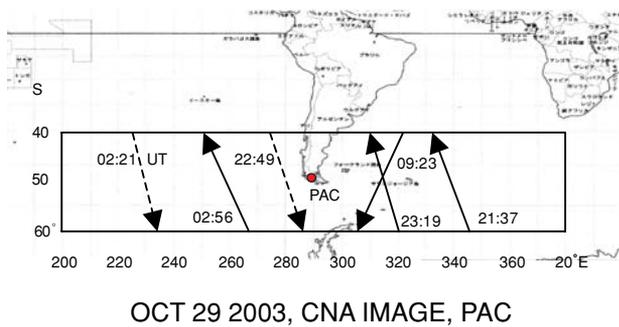


Fig. 6 Trajectories of the two satellites flying over the area of South America, Africa and Antarctic peninsula are shown by arrows at the upper part. Absorption images during about 22 h-23 h UT on October 29, 2003 are shown at the lower part. Each image is integrated during 256 sec. Up shows north (equatorward), and right shows east. Absorption intensities are displayed by a color-code bar below.

次に、Fig. 5 で示した衛星の電子フラックスの緯度変化が、どの経度の軌道であるか、また、PAC で得られた CNA のイメージとどのような関係になるかを調べる。

Fig. 6 の上部は、10 月 29 日の両衛星の軌道を示す。軌道は PAC を中心として南米及びアフリカ、南極半島を含んだ地図上に記される。矢印は高緯度側から低緯度側へ、或いは、低緯度側から高緯度側への軌道を示し、実線は NOAA、破線は SAMPEX に対応する。これらの軌道の中

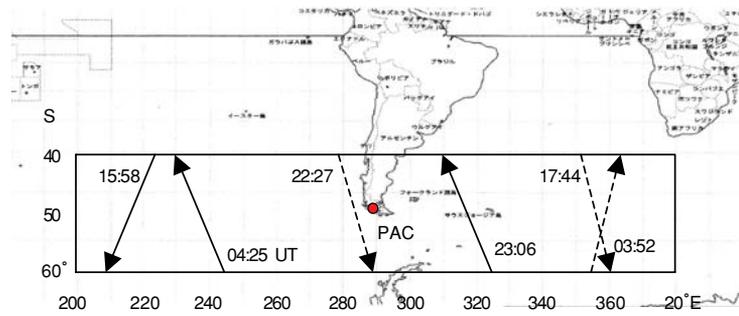
で、NOAA が PAC に近い東側を通過する 23:19 UT 周辺の CNA のイメージを下部に示す。23:19 UT 近くで視野の東側に、南北 (緯度) 方向に伸びた強い CNA (~1.1 dB) が見られる。しかし、Fig. 5 (A) で示したように、NOAA の電子フラックスは小さいので、この CNA は高エネルギー電子降下の効果は少ないと考えられる。

Fig. 7 の上部は、10 月 30 日の両衛星の軌道を示す。15:58 UT に NOAA が PAC のはるか西側を通過した時の CNA のイメージを下部左に示す。視野の北側 (低緯度側) に CNA のイメージがバンド状で見られ、その西側で強い吸収 (~1.1 dB) が見られる。Fig. 5 (B) で示した電子フラックスはやや低緯度側 (~50°S) で約 20,000 を示した。また、SAMPEX が PAC に近い西側を通過した 22:27 UT 頃の CNA のイメージを下部右に示す。天頂の西側で南北に伸びる CNA (~1.1 dB) が見られる。この時、電子フラックスは 15,000 程度であった。したがって、この場合、CNA イメージは SAMPEX で観測されたフラックス増大に対応すると考えられる。また、この約 30 分後の 23:06 UT に、NOAA が PAC のやや遠い東側を通過した時、電子フラックスは PAC の高緯度から低緯度に至ってかなり増大した。視野の東南側のコーナーで現れている弱い CNA が、電子フラックスの増大を写していると考えられる。

Fig. 8 の上部は、10 月 31 日の両衛星の軌道を示す。NOAA が PAC のはるか西側を通過した 15:45 UT に CNA のイメージは低緯度側のバンド構造の西側で強くなった (~1.3 dB)。電子フラックスは PAC の緯度で約 20,000 であった。この特徴は、10 月 30 日の 15:58 UT の軌道の場合と似ている。

Fig. 9 の上部は、11 月 1 日の両衛星の軌道を示す。SAMPEX が PAC のはるか東側のアフリカ大陸に近い位置を通過した 16:59 UT 頃に、弱い CNA (0.5 dB 以下) がほぼ天頂のやや東側を南北に伸びて現れた。SAMPEX のフラックスは PAC 緯度で約 30,000 を示し、低緯度側の領域まで増大していた。

IRIS の視野は約 330km x 330km と狭いので、衛星の軌道まで見通せないが、CNA のイメージは電子フラックスの増大が観測された衛星軌道の方向を示していた。特に、衛星が PAC の近くを飛ぶ 10 月 30 日 22:27 UT において明らかである。また、電子フラックスの増大に対応する 10 月 30 日から 11 月 1 日 (Fig. 7 ~ Fig. 9) の CNA イメージの傾向をまとめると、低緯度側で経度方向に伸びるバンド構造と、緯度方向にトーチ状に伸びる構造とが見られた。この様相は、Fig. 1 で示したように、磁気嵐時に電子フラックス分布が、経度方向に沿って延びた放射線帯で増強されながら、その中で鋸歯のように低緯度方向に延びていく特



OCT 30 2003, CNA IMAGE, PAC

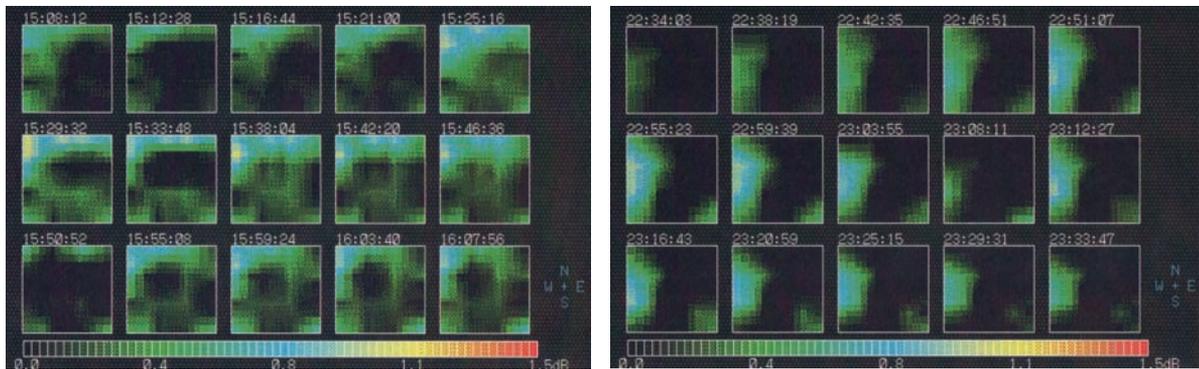
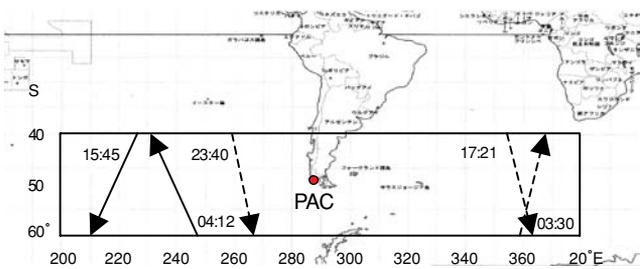


Fig. 7 Illustration is same with Fig. 6, but trajectories and time series of absorption images are represented for October 30, 2003.



OCT 31 2003, CNA IMAGE, PAC

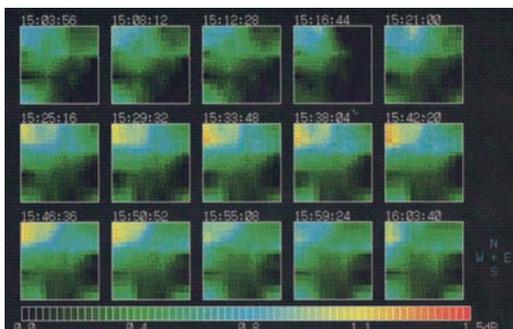
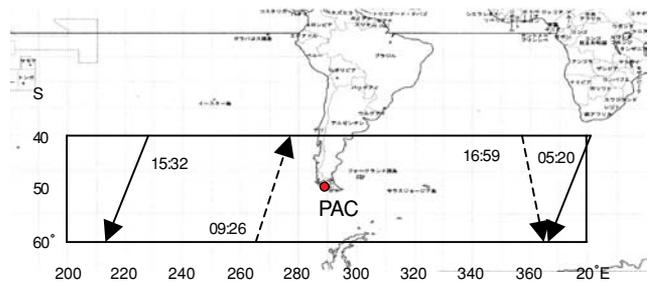


Fig. 8 Illustration is same with Fig. 6, but trajectories and time series of absorption images are represented for October 31, 2003.



NOV 1 2003, CNA IMAGE, PAC

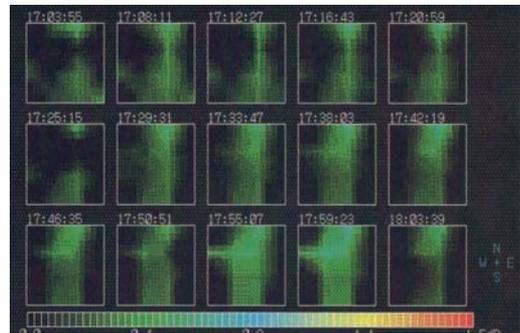


Fig. 9 Illustration is same with Fig. 6, but trajectories and time series of absorption images are represented for November 1, 2003.

徴に対応していると考えられる。

以上、本節のまとめとして、Fig. 4 のDst 変動の中央部に赤線で記したCNAが、巨大磁気嵐に伴って放射線帯内帯に侵入した高エネルギー粒子が電離圏に降下したことによって生じた‘Storm CNA’であると結論される。

#### 4. CNA と静止衛星の粒子データとの比較結果

チリのプンタアレナスでは、地球磁場強度が約 34,000 nTで、SAMA 領域に比べて強いので、高エネルギー粒子が電離圏下部にまで降下してCNAを発生させるかどうかは不明であった。しかし、これまで記してきたように、巨

大磁気嵐の期間に観測されたCNAは、確かに、高エネルギー粒子の降下に起因した現象であることが検証された。すなわち、巨大磁気嵐に伴って、高エネルギー粒子が磁気圏内に注入され、放射線帯で増強されて、さらに放射線帯内帯にまで侵入し、地球磁力線の曲率と傾斜によって経度方向にドリフトしながら、磁力線に沿って北半球と南半球の電離圏との間をバウンス運動しながらPAC上空の電離圏に降下したというシナリオが成り立つ。

本節では、高エネルギー粒子が磁気圏に注入された結果、放射線帯で高エネルギーフラックスが増大したかどうかを静止衛星 LANL (Los Alamos National Laboratory)

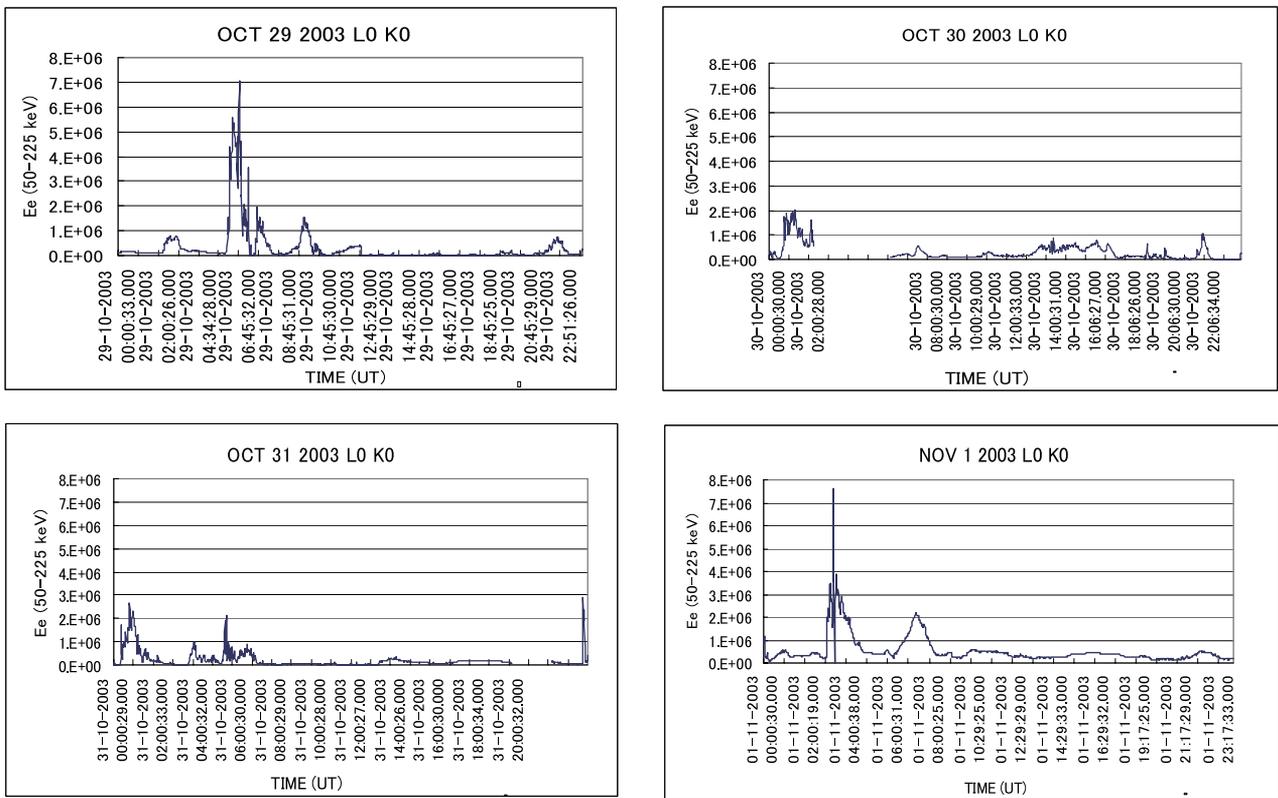


Fig. 10 Time variations of energy fluxes of 50-225 keV electrons observed by the stationary satellite (LANL) on October 29 to November 1, 2003.

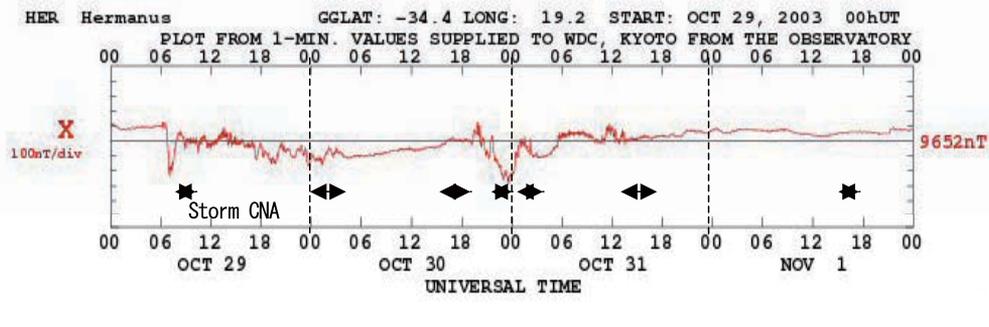


Fig. 11 Geomagnetic X-component variation at Hermanus in Africa. Time periods of ‘Storm CNA’ are marked by horizontal lines with arrows.

の粒子観測データによって確認する。LANL 衛星は緯度 6.3°S、経度 38.1°W のブラジル北東部の赤道上空の 6.6 Re にある。

Fig. 10は、LANL衛星によって観測された高エネルギー電子 Ee (50-225 keV) のエネルギーフラックス (e/(keV cm<sup>2</sup> ster sec)) の時間変化を示す。静止衛星でのエネルギーフラックスの増大と CNA 発生との関連を理解するために、Fig. 4 の上部に、エネルギーフラックスが 2x10<sup>6</sup> を越えた時間を矢印で示す。10月29日の06 h UT 付近で、著しいエネルギーフラックスの増大が観測された。しかし、磁気嵐が最も成長した30日の1h UT 頃と31日の1h UT 頃は、フラックスの増大は比較的小さい。この特性は、経度 124.8° W の赤道上空にある静止衛星 GOES の電子フラックス (> 600 keV) でも見られた。11月1日3h UT 頃にはやや大きいフラックス増大が観測された。これらの数度にわたるエネルギーフラックスの増大によって磁気圏内では高エネルギー粒子がかなり充満し、滞留し、また、電離層降下によってロスするので、LANL 衛星の個々のフラックス増大と CNA 発生との対応は単純ではない。しかし、少なくとも、放射線帯での高エネルギー電子フラックスの増大の後、1日以内に CNA として観測されたと推定される。

### 5. 降下電子エネルギーの考察

放射線帯において地球磁力線に捕捉された高エネルギー電子が、何らかの機構でピッチ角散乱を起し、高エネルギー電子は磁力線に沿って電離層下部まで降下して CNA を発生させる。このような過程を考えるためには、IRIS 観測点での磁場変動を調べることは意義がある。残念ながら PAC 近辺で磁場データは得られなかったため、PAC と緯度が近いアフリカのハーマナスの磁場データを Fig. 11 に示す。磁場の南北方向の水平成分 (X) の変化に Storm

CNA’ の発生時間を記すと、磁気嵐の回復相の11月1日の CNA を除いて、他の CNA は磁場の細かい振動に対応する。このことは、電子降下の機構が、磁気赤道での地磁気脈動や、VLF 波動との相互作用であることを示唆している。

Fig. 5 で示した低高度衛星の電子フラックスは、100 keV、あるいは 600 keV 以上の測定であったが、実際に、どのエネルギーレンジの電子が、地上で観測された CNA に有効かを簡単に考察する。過去に、ブラジル磁気異常帯の地上で、2方向に向けられた八木アンテナを用いたリオメータ観測によって得られた CNA の東向きドリフトの速度から、降下電子は約 30 keV と推定された<sup>8)</sup>。また、著者らは、ブラジルでの IRIS 観測から得られた吸収の東向きドリフトの速度から、降下電子は約 20 keV と推定した<sup>9)</sup>。低高度衛星による低緯度電子フラックスの観測では、測定精度の点で 100 keV 以下のエネルギーの測定例は少ないが、Gredhill and Hoffman (1981) は、Atmospheric Explorer C 衛星による 0.2-26 keV の電子測定によって、南大西洋磁気異常領域の高度約 300 km では、地磁気静穏時の夜間の平均的なエネルギーフラックスは、

$$J = 2.3 \times 10^4 \text{ E}^{-1} \text{ (keV cm}^2 \text{ str sec)}^{-1}$$

と報告した<sup>10)</sup>。

Table 2 は、本磁気嵐中において、高度 870km の NOAA-14 衛星で観測された昼間と夜間の >100keV の電子フラックスとエネルギーフラックスの垂直下降成分 (J)、及び同時地上 CNA の観測結果の一例を示す。

Bailey (1968) は、降下電子のエネルギーフラックス J を、等方的で、指数スペクトルをもつエネルギー E の関数として、

$$J (> E) = J_0 \exp (-E / E_0)$$

と表わし、J<sub>0</sub> と CNA 量の関係を E<sub>0</sub> パラメータとして計算した (Fig. 12)<sup>11)</sup>。E<sub>0</sub> は e-folding エネルギー、J<sub>0</sub> は 0 keV

Table 2 Electron energy fluxes observed by the low-altitude satellites and simultaneous CNA values by the IRIS by day and by night, and their estimated precipitating electron energies.

月日、時	衛星の位置	衛星電子フラックス (> 100 keV)	電子エネルギーフラックス (J)	地上 CNA	推定降下電子エネルギー
10月31日 15:48 UT (昼間)	220.9° E 52.8° S (NOAA-14)	15,351 counts/sec	8.70 x 10 <sup>5</sup> e/(cm <sup>2</sup> str sec)	~ 0.5 dB	~ 20 keV
10月30日 23:09 UT (夜間)	315.4° E 53.6° S (NOAA 14)	29,232 counts/sec	2.19 x 10 <sup>6</sup> e/(cm <sup>2</sup> str sec)	~ 0.8 dB	~ 40 keV

に外挿されたエネルギーフラックスを示す。昼間において、今、 $E_0=20$  keV、 $CNA=0.5$  dB ととると、電離層に入射する  $J_0$  は約  $3 \times 10^5$  になって、Table 2 の値 ( $8.7 \times 10^5$ ) よりやや小さい。夜間については、 $E_0=40$  keV、 $CNA=0.8$  db ととると、 $J_0=2 \times 10^6$  になって、夜間の  $2.19 \times 10^6$  に近い。ここで、衛星データと地上 CNA の比較において、衛星の軌道が IRIS の視野外にあるという問題があるが、比較的近い軌道を選んだ。また、Bailey の計算は、極度電離層に 30 MHz の平面波が垂直上方から単一ビームアンテナに入射したときを想定しているの、本論文で扱う低緯度電離層や、リオメータの観測条件とは異なる問題もあるが、ここでの考察では、目安として Bailey の計算を用いることにした。その結果、これらの降下電子のエネルギーの値は前述のリオメータによるドリフト速度から求められたエネルギーとオーダーとして一致することが判った。

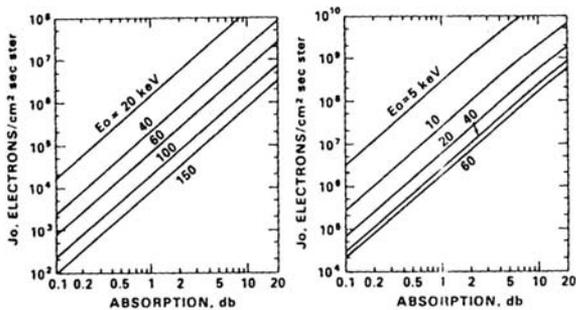


Fig. 12 Vertical incidence absorption at 30 MHz by day and by night as a function of  $J_0$  and  $E_0$  characterizing exponential integral energy spectra for isotropic electron precipitation (after Bailey, 1968). Left is for DAY, Right for NIGHT.

## 6. おわりに

南米チリの最南端プンタアレソの IRIS 装置によって、‘Halloween Storm’ と呼ばれる巨大磁気嵐の期間、1 dB 程度の CNA を観測した。この CNA 現象を、PAC 上空地域を飛翔する低高度衛星 NOAA と SAMPEX の同時粒子データと比較した結果、磁気嵐の成長相から回復相で観測された CNA は、磁気嵐に伴って高エネルギー粒子が放射線外帯から内帯に輸送され、PAC 上空の電離圏に降下した ‘Storm CNA’ であると結論される。CNA の 2次元イメージは、経度方向に延びるバンド構造と、緯度方向に延びるトーチ構造を示し、イメージの中で衛星の飛翔方向に CNA 強度の増大を見出した。CNA 現象の時間変動を、静止衛星 LANL の電子エネルギーフラックスの時間変動と比較した結果、静止衛星での電子フラックスの増大の後、1 日以内に CNA が観測されたと考えられる。

低高度衛星の電子フラックスと地上 CNA とを定量的に比較した結果、数 10 keV 程度のエネルギー電子の降下が

CNA に有効であると考えられる。この点については、今後、異なった磁気嵐における CNA 現象と衛星粒子データとの比較解析をして事例を多く得て、詳細な検討が必要である。

## 謝辞

本研究は拓殖大学理工学研究所・個人研究や、文部科学省科学研究費補助金、及び日本学術振興会特定国派遣研究者事業で行われました。衛星粒子データは、Goddard Space Flight Center の Space Physics Data Facility (SPDF) の Coordinated Data Analysis Web から提供された。また、Dst 及びハーマナスの磁場データは、京都大学地磁気世界資料解析センターの Web から提供された。関係機関の協力を感謝します。

## 参考文献

- 1) 鶴内 晃、南大西洋磁気異常帯における放射線粒子変動の研究、東北大学理学研究科地球物理学専攻、修士論文、pp. 1-64, 1998
- 2) Khono, T., K. Munakata, K. Nagata, H. Murakami, A. Nakamoto, N. Hasebe, T. Takenaka, J. Kikuchi, and T. Doke, Intensity maps of MeV electrons and protons below the radiation belt, Planet. Space Science, 38(4), 483-490, 1990
- 3) 西野正徳、巻田和男、湯元清文、F. Rodrigues, N.J. Schuch, ブラジル磁気異常帯におけるイメージングリオメータ観測、拓殖大学理工学研究報告、Vol. 8, No. 1, pp.15-20, 2001
- 4) Nishino, M., K. Makita, K. Yumoto, Y. Miyoshi, N.J. Schuch, and M.A. Abdu, Energetic particle precipitation in the Brazilian geomagnetic anomaly during the ‘Bastille Day storm’ of July 2000, Earth Planet. Space, 58, 607-616, 2006
- 5) 西野正徳、巻田和男、佐藤 貢、加藤泰男、星野光男、N.J. Schuch, A. Foppiano, R. Monreal, 南米におけるイメージング・リオメータのネットワーク観測、拓殖大学理工学研究報告、Vol.9, No.2, pp.31-36, 2004
- 6) E.D. Peck, D.C. Wilkinson, A new product for visualizing energetic particle data from NOAA’ POES satellites, 2008 Fall AGU, U13A-v8
- 7) 佐藤 貢、山岸久雄、加藤泰男、西野正徳、イメージングリオメータ吸収画像 QL システムの開発、南極資料、Vol.36, No.2, pp.251-267, 1992
- 8) Abdu, M.A., S. Ananthakrishnan, E.F. Coutinho, B.A. Krishnan, and S. Reis, Azimuthal drift and precipita-

- tion of electrons into the South Atlantic geomagnetic anomaly during an SC magnetic storm, *J. Geophys. Res.*, 78 (25), 5830-5836, 1973
- 9) Nishino, M., K. Makita, K. Yumoto, F. Rodrigues, N.J. Schuch, and M.A. Abdu, Unusual ionospheric absorption characterizing energetic electron precipitation into the South Atlantic Magnetic Anomaly, *Earth Planets. Space*, 54, 907-916, 2002
  - 10) Gledhill, J.A. and R.A. Hoffman, Nighttime observations of 0.2- to 26-keV electrons in the South Atlantic Anomaly made by Atmosphere Explorer C, *J. Geophys. Res.*, 86, A8, 6739-6744, 1981
  - 11) Bailey, D.K., Some quantitative aspects of electron precipitation in and near the auroral zone, *Rev. Geophys. Space Phys.*, 6, 289, 1968



研究速報  
SHORT NOTES

多階層式板ポリゴンによる濡れた髪のビジュアルシミュレーション .....	伊藤弘樹 菊池 司 木嶋 彰	51
--------------------------------------	----------------	----

# 多階層式板ポリゴンによる濡れた髪の毛のビジュアルシミュレーション\*

## Wet hair of stacking polygons

伊藤 弘樹 Kouki ITOH\*\*

菊池 司 Tsukasa KIKUCHI\*\*

木嶋 彰 Akira KIJIMA\*\*

### Abstract

In this study, 3DCG hair as a way to express using the boards propose a hierarchical multi-tier.

Overlapping polygons mapped the texture of the hair plate to control the movement of the bones. Color variations due to changes in the reflectivity of the polygon plate, which can represent the wet. At that time, subjected to limited movement of the bones, which represent the adsorption of other objects by weight and surface tension of water, including hair.

Keywords : Multi-tier, Wet hair, Polygon plate

### 1. はじめに

映画やビデオゲームで使用される人間そのものの3DCG表現が多様化するなか (Fig.1), コスチュームやヘアスタイルも重要視されており, 更なる発展が望まれているが, 制作者側の負担も膨大となりつつある.

本研究では, 多様化する髪の毛のシミュレーションのなかでも濡れた状態に着目し, “多階層式板ポリゴンによる濡れた髪の毛のビジュアルシミュレーション”の構築と表現を目的とする. 成人で約10万本あるとされる髪の毛の3DCG制作を, より容易に行うための基本的な表現方法と, 濡れた状態へ変異し, 再び乾いた状態へ変異する表現をポリゴンベースでより容易に行うことが可能となる.

但し, 髪の毛の成長に伴う変色と新毛の発生, ダメージや寿命に伴う抜け毛及び発汗による水分は, 今回の研究では考慮しないこととする.



Fig.1 left:"VEXILLE" VEXILLE Production Committee 2007, right:"FINAL FANTASY XIII" SQUARE ENIX 2009

### 2. 関連研究

2009年のシーグラフアジアで発表された“Hair Meshes”<sup>1)</sup>は, 3Dポリゴンにより頭部のヘア全体をモデリングし, 髪型を製作可能であるがポリゴンの“塊”がベースとなっているため, ほつれ等のイレギュラーに対応していない. また, 濡れた状態のシミュレーションは行われていない.

2007年のシーグラフにて発表された“A Mass Spring Model for Hair Simulation”<sup>2)</sup>は, 極少量の髪をガイドとし, 多くの髪をシミュレーションすることが可能であるが, 個々の髪をより細かく再現するために, 膨大な計算量が必要となる. こちらも, 濡れた状態のシミュレーションは行われていない.

2004年のシーグラフで発表された“Simulating and Rendering Wet Hair”<sup>3)</sup>は, 濡れた状態のシミュレーションを行っているが, こちらも髪の毛の個々を3D表現しているために, レンダリングコストが高い.

1998年の“房モデルによるヘアスタイルデザインシステムの開発”<sup>4)</sup>は房という髪の毛の束を利用し, 個々の束をスタイリングするものだが, こちらも濡れた状態の表現はなされておらず, 房内部に発生させる髪の毛の量により, 計算コストが大きくなってしまふ.

### 3. 多階層化によるボリューム感の表現

個々の髪の毛を細かく分割すると, 当然レンダリングコストは高くなってしまふ. しかし2000年以降の3Dビデオゲームにおける髪の毛の表現の多くは, 前述のような房をベースとしたポリゴンボードに髪の毛のマッピングを施すことにより行われている. 扱いが容易であり計算コストが低い反面, ポリゴン板単体では厚みがないため, 見る角度によっては視認できないケースがある.

そこで, 本研究ではポリゴンボードをベースとして, ボリューム感を損なわず, 更には濡れた状態への移行を容易に行うため, ポリゴンボードの多階層化による形状操作を提案する.

3枚のポリゴンボードをワンセットとし, 各ボードをそれぞれ上階層, 中階層, 下階層とする. その階層に応じて予め制作したマップデータをマッピングする. この3枚構成のポリゴンボードを“髪ユニット”とする. 各ボード間の角度は, 1°, 2°, 3°のサンプルをそれぞれ比較したところ, 1°の場合は3層構造の利点であるボリューム感が損なわれ, 3°の場合は広がりすぎてまとまりがなくなってしまう (Fig.2 左) ため, 2°を基準に制作した. これにより, すべての髪ユニットにおけるユニットごとのスタイリング

\* 原稿受付 平成22年9月9日

\*\* 工学部デザイン学科

と水分量調節によるばらつき表現が可能となる。また、部分的なほつれ等のイレギュラー表現も可能となる。

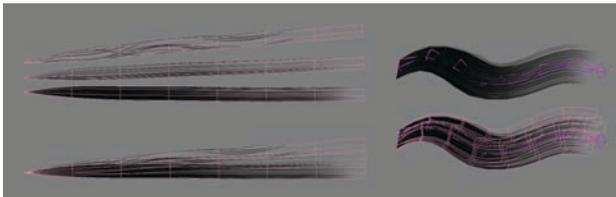


Fig.2 left:Hair unit consisting of three sets of plate polygons.right:Hair units to control bones.

髪ユニットで使用するポリゴンボードは、髪の長さに応じてボードの長さで分割面数を変えて制作し、初期のヘアスタイリングに応じて配置する。その際、各髪ユニットに対しボーンを仕込むことにより、髪の動きを制御する (Fig.2 右)。

#### 4. ボーンによる移動と吸着の制御

髪ユニットに仕込まれたボーンの関節部の根元から1つおきにジョイントパーツ (hair joint, 以降“hj”とする) を設け、頭部や身体との接触を三次元ソフトウェア上の座標値によって判定する。このhjを、頭部の中心線上に配置したフォースリング (hair force, 以降“hf”とする) にリンクさせ、hfから伝達される重力や風等のフォースに伴い、力の向きと強度に応じて移動させる。hjがhfにより髪ユニットを移動させる際、その時点での髪ユニットの水分量に応じてhjが皮膚等との吸着を判定し、接触の際の吸着力を調節する。水分量が多ければ吸着力が上がる。これにより、濡れた際の髪の吸着を再現する (Fig.3)。

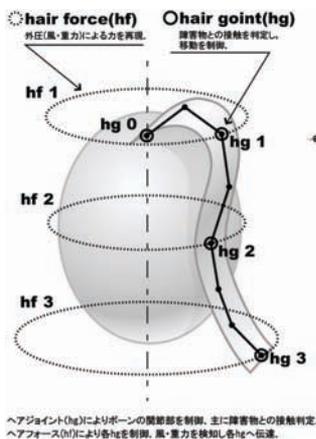


Fig.3 Hair units controlled by bone, bone to control the force.

#### 5. 水分の表現

本研究では、外的要因により濡らすことを想定しているため、水分の供給源を雨 (もしくはシャワー) としてシミュ

レーションを行うこととする。

#### 5.1. ポロノイ分割による雨滴の分散

雨滴が向かってくる方向から髪ユニットがセットされた頭部全体を平面的に記録し、雨滴の数に応じたポロノイ分割を施す。分割されたエリアと、配置されている髪ユニットとの面積関係に応じて、濡らす量を調節する。今回はテストケースとして30分割で試みた (Fig.4)。時間経過と共に、数段階の雨滴を施し、雨滴との接触に伴い髪パーツを濡れた状態へと変化させていく。各髪ユニットとポロノイ分割エリアの重なり量に応じて数段階の水量を与えていき、位置による濡れ具合を変化させていく。

#### 5.2. 各髪パーツの水分変化と流出

髪ユニットの仮想体積に応じて、表面に保有できる水分量が限られる。本来の髪の毛は円柱状であるため、水分の保有限界量を、髪ユニットを一本の棒として捉えた際に側面の面積は  $2\pi r$  となるため、髪ユニット一枚分の面積の3倍と仮定し、数値がオーバーした場合はそれ以上の変化は行わず、その髪ユニットの下に位置する髪ユニットへ継承する。そこに別の髪ユニットがない場合は、流れ落ちていくこととする。



Fig.4 The entire head, perform the Voronoi division from the direction of raindrops.

#### 6. まとめ

今回の提案では、ポリゴンベースでの濡れた髪の毛のシミュレーションを行った。髪の毛を微細に表現する既存の手法と違い、ポリゴンボードをベースとしているため、扱いが容易でありデータ容量も抑えられる。髪の色や質に応じた変化の違いはあるものの、濡れた際の自重、色合い、反射率そして吸着を表現することができた (図5)。問題点として、髪とそれ以外のオブジェクトが接触しない程度の連続した微風状態の場合、髪全体が同様の動きを繰り返し

てしまう点が挙げられる。

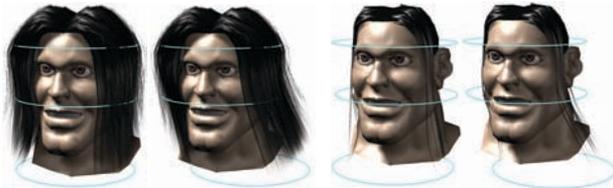


Fig.5 "Hj" and "hf" hair-controlled units. Dry on the left and right is wet.

今後は、現状での問題点の解消を検討する。また、髪の毛の長さやパーマ等の加工,さらには帽子などの障害物オブジェクト等も考慮に入れたシミュレーションを検討する。

#### 参考文献

- 1) Hair Meshes. Cem Yuksel, Scott Schaefer, John Keyser, SIGGRAPH Asia 2009
- 2) A Mass Spring Model for Hair Simulation. Andrew Selle, Michael Lentine, Ronald Fedkiw, SIGGRAPH 2007
- 3) Simulating and Rendering Wet Hair. Kelly Ward, Nico Galoppo, Ming C. Lin, SIGGRAPH 2004
- 4) 房モデルによるヘアスタイルデザインシステムの開発, 岸啓補, 三枝太, 森島繁生, 電子情報通信学会技術研究報告 .pp.67-74,19980220, 社団法人電子情報通信学会



抄 録

ABSTRACTS

携帯電話を対象とする全放射電力の簡易測定法 .....	前山利幸 渡邊裕樹	57
半導体レーザーカオスを応用した高速物理乱数生成 .....	吉森 茂 平野邦仁 内田淳史	59
日常語をベースとした順序ソート論理による知識表現法とその推論処理法 .....	石川 勉	61

## 携帯電話を対象とする全放射電力の簡易測定法\*

### A simple measurement technique of the total radiated power

前山 利幸 Toshiyuki MAEYAMA\*\*

渡邊 裕樹 Hiroki WATANABE\*\*\*

#### Abstract

We studied on a simple measurement technique of TRP, about the measurements of three planes at 60-degree intervals. We calculated errors about radiation patterns of mobile phones. The result, the error was less than 0.6dB when a vertical axis was corresponding for long direction of the mobile phone body.

Keywords : Mobile phone, Total Radiated Power, Measurement technique

#### 1. はじめに

近年、携帯電話の開発において、デザインを優先するため小型化し内蔵型となったアンテナの放射効率が内部回路や周辺部品の影響を受け劣化し、動作時の無線性能を数値計算のみで評価することが困難となっている[1]。これは、動作状態での無線性能の実測結果を設計へフィードバックする事の重要性を示している。CTIA (Cellular Telecommunications & Internet Association) および3GPP (3rd Generation Partnership Project) では、この総合的な無線性能の評価項目として、携帯電話から放射される電力の総和である全放射電力 (TRP: Total Radiated Power), 全空間の受信感度 (TIS: Total Isotropic Sensitivity) を定めている[2], [3]。これらの評価は、端末の動作状態においてOTA測定 (Over The Air Performance Test) として端末の全方位について測定するのが特徴である[4]。

本稿では、60°間隔の3平面の簡易測定について、2GHz帯携帯端末3台の実測した3次元放射パターンを用いた数値計算による評価の結果を報告する。

#### 2. 実効放射電力の簡易測定法

TRPは全方位に放射される電力の積分値であり、球面座標系 $\theta$ および $\phi$ 方向に放射された単位立体角当りの放射電力の和として以下の式(1)により求められる[5]。

ここで、 $P_{\theta}(\theta_n, \phi_m)$ ,  $P_{\phi}(\theta_n, \phi_m)$  は端末角度が $(\theta_n, \phi_m)$ の時、測定アンテナが受信した電力の $\theta$ 及び $\phi$ 偏波成分を示す。Gは測定アンテナの利得、dは端末と測定アンテナ間の距離、 $\lambda$ は波長を示す。M,Nは $\theta$ 及び $\phi$ 方向の分割数であり、測定時の角度間隔 $\Delta\theta = \pi/N$ ,  $\Delta\phi = 2\pi/M$ によって与えられる。 $\Delta\theta$ および $\Delta\phi$ が大きくなれば測定点が少なくなり測定の効率化につながるが精度は低下する。CTIA及び3GPPでは理論上 $\Delta\theta = \Delta\phi = 15^\circ$ を推奨しており、その時の誤差の最大値は0.03dBとされる[3]。

一般的なアンテナ測定に用いられるアジマスの回転走査のみで実現可能な簡易測定法として、基準軸を含む60°間隔で切り出した3平面について検討した。ここで、基準

軸は直交座標系のZ軸とした。測定平面を図1に示す。本測定法では式(1)の通り全ての平面の測定値を球面積分する。これは、 $\theta$ 方向に360°回転し $\phi$ 方向に3分割になるため、式(1)での $M=3$ ,  $\Delta\phi=60^\circ$ に相当する。

60°間隔3平面のTRP測定の誤差を、グレートサークルテスト法による全方位の実測データを用いて数値計算で評価した。評価対象として携帯端末3台の3次元放射パターンを、グレートサークルテスト法で測定角度間隔 $\Delta\phi=5^\circ$ ,  $\Delta\theta=15^\circ$ で取得した。携帯端末は折りたたみ型、ストレート型、スマートフォンで、2GHz帯DS-CDMA方式である。なお、折りたたみ型携帯端末は、ヒンジ部Y軸側のZ軸方向にヘリカルアンテナが設置されている。ストレート型は、端末上部のZ軸方向に逆F型アンテナが設置されている。スマートフォンは、端末下部のZ軸負方向に板状逆Fアンテナが設置されている。3次元放射特性の例を3次元グラフとして図2に示す。グラフは端末が各方向に放射する電力の $\theta$ 偏波と $\phi$ 偏波の和を最大値で正規化したものである。任意の軸設定における評価として上記の3次元放射パターンを垂直 $\Delta\theta_{\text{offset}}=0\sim 90^\circ$ , 水平 $\Delta\phi_{\text{offset}}=0\sim 55^\circ$ の範囲で共に角度間隔5°で回転させた。その回転角度毎に60°間隔3平面の値を切り出すことで測定値としてTRPを求め、全方位の測定値によるTRPとの差を誤差とした。誤差の評価の結果を表1に示す。端末によっては特定の $\Delta\theta_{\text{offset}}$ ,  $\Delta\phi_{\text{offset}}$ において誤差が大きくなり、特に折りたたみ型端末では最大誤差が1.721dBとなった。しかし、すべての端末において、ある回転角度 $\Delta\theta_{\text{offset}}$ ,  $\Delta\phi_{\text{offset}}$ では、誤差が0dBとなることが確認できた。また、垂直回転角度 $\Delta\theta_{\text{offset}}$ の値が0°に近いほど誤差最大値が小さくなり、 $\Delta\theta_{\text{offset}}=0^\circ$ の時つまり携帯端末の長手方向とZ軸が重なる条件では、 $\Delta\theta_{\text{offset}}$ の角度に抛らず誤差の最大値が0.6dB以下となった(表1)。電波暗室におけるEIRP測定の不確かさが0.6~1.2dB程度あることを考慮すると、評価結果は簡易測定として実用的な誤差範囲内である。

#### 3. まとめ

本稿では、携帯端末の全放射電力の測定について、測定サンプル数の少ない簡易測定法として、60°間隔の3平面の測定について2GHz帯携帯端末の放射パターンを用いて評価を行った。結果、球面座標系 $\theta=0^\circ$ となる軸方向

\* 原稿受付 平成22年9月14日

\*\* 工学部電子システム工学科

\*\*\* 大学院工学研究科 電子情報工学専攻

に端末天頂方向を設定した場合、誤差の最大値が0.6dB となることを確認した。

文献

- [1] 長, 山口, 蔭, " 次世代移動通信システム実現に向けた基地局・端末アンテナ技術," 信学論B ,vol.J91-B, pp.886-900, Sept.2009.
- [2] CTIA Certification, " Test plan for mobile station over the air performance Rev.2.2 " .
- [3] 3GPP, TR25.914, " Measurements of radio performance for UMTS terminals in speech Mode " .
- [4] 新井, " OTA 測定技術," 信学ソ大, BT-6-4, 2009.
- [5] Q. Chen, T. Shinohe, K. Igari, and K. Sawaya, " Measurement of power absorption by human model in the vicinity of antennas," IEICE Transactions on Communications, vol. E80B, no. 5, pp. 709-711, May 1997.

$P_{TRP}$

$$= \frac{4\pi d^2}{\lambda^2 G} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \frac{2\pi \pi}{MN} \{P_{\theta}(\theta_n, \phi_m) + P_{\phi}(\theta_n, \phi_m)\} \sin(\theta_n) \quad (1)$$

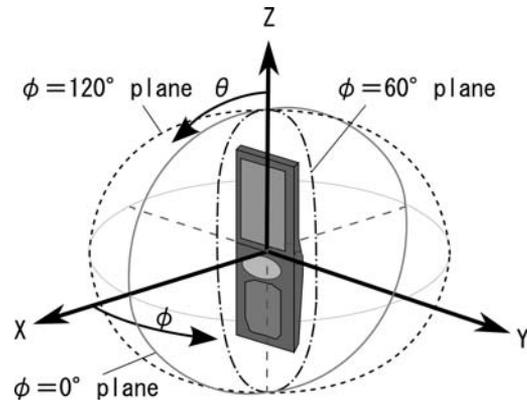


図1 60° 間隔3平面  
Fig.1 Three Planes (60-degree intervals) of mobile phone.

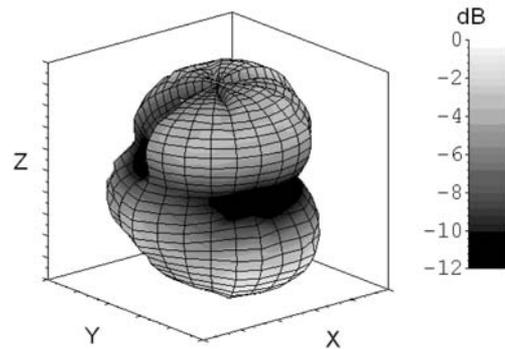


図2 折りたたみ型携帯端末の3次元放射パターン  
Fig.2 3D radiation pattern of mobile phone (fold) .

表 1 TRP 簡易測定 の誤差 ( $\Delta\theta_{offset} = 0^\circ$ )  
Table 1 TRP error ( $\Delta\theta_{offset} = 0^\circ$ )

	最小値 [dB]	最大値 [dB]
折りたたみ型	0.238	0.352
ストレート型	0	0.549
スマートフォン	0	0.481

# 半導体レーザカオスを応用した高速物理乱数生成 \* Fast Physical Random Bit Generation using Semiconductor Laser Chaos

吉森 茂 Shigeru YOSHIMORI\*\*

平野 邦仁 Kunihito HIRANO\*\*\*

内田 淳史 Atsushi UCHIDA\*\*\*\*

## Abstract

We investigate the characteristics of fast random bit generation using semiconductor laser chaos. The optical amplitudes of two lasers with chaotic oscillations induced by optical feedback are each sampled at a fixed rate to extract binary bit sequences which are then combined by an exclusive-OR operation to obtain a single random bit sequence. Bit sequences generated at rate of 1 Gbps are verified to pass statistical tests of randomness. Furthermore, we experimentally demonstrate random bit generation using multi-bit samples of bandwidth-enhanced chaos in semiconductor lasers. Chaotic output is injected into a second semiconductor laser to obtain a chaotic intensity signal with bandwidth enhanced up to 16 GHz. The chaotic signal is converted to an 8-bit digital signal by sampling with a digital oscilloscope at 12.5 GS/s. Random bits are generated by bitwise exclusive-OR operation on corresponding bits in samples of the chaotic signal and its time-delayed signal. Statistical tests verify the randomness of bit sequences obtained using 1 to 6 bits per sample, corresponding to fast random bit generation rates from 12.5 to 75 Gbps (= 6 bit × 12.5 GS/s).

**Keywords :** Chaos, information technology, random number generation, semiconductor laser

## 1. まえがき

乱数はインターネット上での暗号・認証技術や数値計算におけるモンテカルロ法など様々な分野で用いられている。乱数は生成方法により擬似乱数と物理乱数に分類される。擬似乱数は一つの初期値と決定論的アルゴリズムにより生成されるために、再現性および周期性が存在する。一方で物理乱数はサイコロ等のように物理現象から生成されるために再現性は無く、周期性も無い。しかし、既存の物理乱数の生成速度は擬似乱数と比べて遅く、最大で数百Mbps程度に留まっている。一方で近年、量子暗号通信等の分野において超高速物理乱数生成装置の実現が望まれている。

本研究では、新たな物理乱数生成方式としてGHzオーダで不規則振動する半導体レーザカオスをを用いる方式として、2つの半導体レーザカオスをを用いた物理乱数の生成方式(2 Lasers方式と呼ぶ)と1つのレーザ出力およびその時間遅延信号を用いた乱数生成方式(1 Laser + delay方式と呼ぶ)について実験的に研究を行った<sup>(1), (2)</sup>。

## 2. 2 Lasers方式<sup>(1)</sup>

図1に2 Lasers方式による乱数生成の概念図及び実験装置図を示す。光ファイバシステムにおいて2つの独立した半導体レーザからの出力光をそれぞれに設けた外部鏡に戻すことによりカオスを発生させる。発生させたカオスをフォトディテクタ(PD)で光信号を検出し電気信号に変換し、電気増幅器(Amp)で増幅させ、高速AD変換器へ入力する。入力されたカオス波形にそれぞれ最適なきい値を設け、カオス波形を周期サンプリングする。この時設定したきい値よりも大きければ1、小さければ0とし、得ら

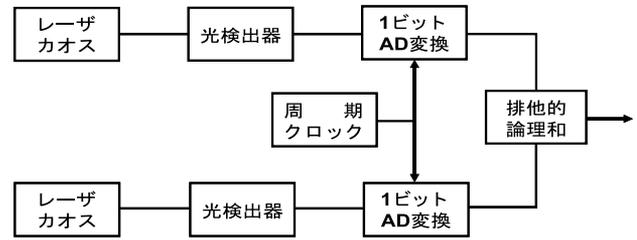


図1 (a) . 2 Lasers方式による乱数生成方式の概念

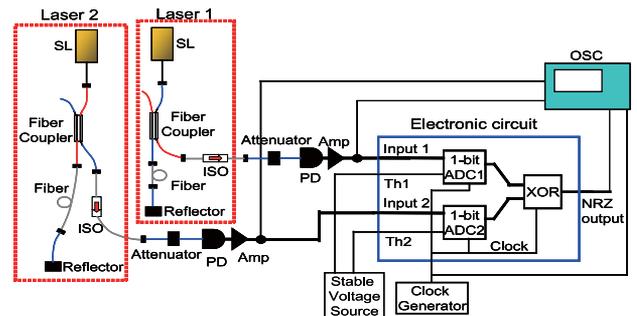


図1 (b) . 2 Laser方式による乱数生成実験装置

れた2つのデジタルデータを排他的論理和して2値乱数列を生成する。カオスの中心周波数はLaser1で3.07 GHz、Laser2で2.86 GHzとなっている。

この中心周波数は半導体レーザの緩和発振周波数と戻り光量により決まる。この時の各レーザの注入電流はLaser1で16.05mA、Laser2で15.20mAとした。カオス波形から乱数を生成するためのサンプリング周波数は1.7GHzとした。よって乱数生成速度は1.7Gbpsとなる。

図1の実験装置図で1.7Gbpsの生成速度で生成した物理乱数について統計的評価を行った。本研究では、米国国立標準技術研究所(NIST)が発行する乱数検定であるNIST Special Publication 800-22を使用した。NIST SP800-22は全15種類の統計テストから構成されており、国際標準の統

\* 原稿受付 平成22年6月8日  
 \*\* 工学部電子システム工学科  
 \*\*\* 工学研究科電子情報工学専攻  
 \*\*\*\* 埼玉大学工学部情報システム工学科

表 1. 2 Lasers 方式で生成した乱数の検定結果

Statistical test	P-Value	Proportion	Result
Frequency	0.366918	0.9920	SUCCESS
Block-frequency	0.639202	0.9900	SUCCESS
Cumulative-sums	0.101311	0.9920	SUCCESS
Runs	0.223648	0.9920	SUCCESS
Longest-run	0.603841	0.9890	SUCCESS
Rank	0.031012	0.9900	SUCCESS
Fft	0.274341	0.9910	SUCCESS
Nonperiodic-templates	0.013760	0.9810	SUCCESS
Overlapping-templates	0.893482	0.9910	SUCCESS
Universal	0.903338	0.9920	SUCCESS
Apen	0.880145	0.9920	SUCCESS
Random-excursions	0.142248	0.9836	SUCCESS
Random-excursions-variant	0.067964	0.9869	SUCCESS
Serial	0.440975	0.9860	SUCCESS
Linear-complexity	0.291091	0.9970	SUCCESS
Total		15	

計的乱数検定となっている。この 15 種類の検定項目全てに合格することで、検定対象の乱数は統計的にランダムであるとされる。検定結果を表 1 にまとめる。表 1 の各検定項目における P-value と Proportion の値は、複数ある検定項目については、最も悪い値を示している。NIST SP800-22 では有意水準  $\alpha = 0.01$  の時、P-value (Uniformity of p-value) が 0.0001 より大きく、Proportion が  $0.99 \pm 0.0094392$  の範囲にあるとき、その検定項目が合格であるとされる。したがって、表 1 では全ての検定項目が上述の条件を満たしているため全 15 項目に合格していることが分かる。

以上より、半導体レーザにて発生させたカオスをを用いて 1.7Gbps の高速な生成速度で十分なランダム性を有する物理乱数の生成が達成できた。

### 3. 1 Laser + delay 方式<sup>(2)</sup>

システムの簡素化の手法として、1つの半導体レーザカオス出力とその遅延信号を用いる乱数生成方式 (1 Laser+delay 方式) についても実験的に研究を行った。この方式の概念図及び実験装置図を図 2 に示す。1つのレーザに外部鏡を掛け、戻り光を付加することでカオスを発生させる。発生させたカオスのレーザ出力をファイバカップラで分岐して、一方に遅延用ファイバを加えることで時間遅延を持たせる。このカオス波形と時間遅延波形を取得し、オシロスコープ上で動作するプログラムによりしきい値処理と排他的論理和を行い、2値乱数列を生成する。図 2 の実験装置ではカオスの中心周波数は 2.98 GHz であった。得られたカオス波形をサンプリングして乱数を生成した。

1 Laser + delay 方式を用いて  $6 \text{ bit} \times 12.5 \text{ GS/s} = 75 \text{ Gbps}$  の生成速度で生成した乱数列について、2 Lasers 方式と同様に NIST SP800-22 を用いて統計的にランダム性の評価を行った。評価結果を表 2 に示す。全ての検定項目で合格条件を満たして全 15 項目に合格していることが分かる。以上より、1つの半導体レーザカオスとその時間遅延信号を用いた 1 Laser + delay 方式により、NIST SP 800-22 で全 15 項目合格する十分なランダム性を有する乱数の生成を実験的に達成した。

### 4. まとめ

本研究では、戻り光を有する半導体レーザカオスをを用い

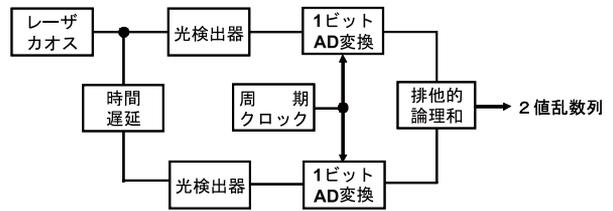


図 2 (a). 1 Laser + delay 方式による乱数生成方式の概念図

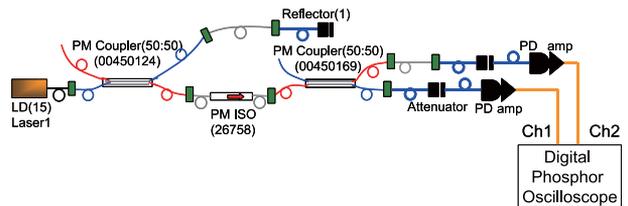


図 2 (b). 1 Laser + delay 方式による乱数生成実験装置

表 2 .1 Laser + delay 方式で生成した乱数の検定結果

STATISTICAL TEST	P-VALUE	PRORORTION	RESULT
frequency	0.082010	0.9860	SUCCESS
block-frequency	0.121616	0.9880	SUCCESS
cumulative-sums	0.026768	0.9840	SUCCESS
runs	0.589341	0.9960	SUCCESS
longest-run	0.689019	0.9910	SUCCESS
rank	0.983453	0.9910	SUCCESS
fft	0.122325	0.9820	SUCCESS
nonperiodic-templates	0.009201	0.9810	SUCCESS
overlapping-templates	0.065639	0.9850	SUCCESS
universal	0.814724	0.9870	SUCCESS
apen	0.589341	0.9890	SUCCESS
random-excursions	0.062685	0.9810	SUCCESS
random-excursions-variant	0.003740	0.9793	SUCCESS
serial	0.612147	0.9860	SUCCESS
linear-complexity	0.138069	0.9930	SUCCESS
Total		15	

て 1.7Gbps の生成速度で高速物理乱数の生成を行った。生成した乱数列に対し、統計的乱数検定を適用し、ランダム性の評価を行った。その結果、国際標準の乱数検定に合格する十分なランダム性を持つ乱数生成を実験的に実現した。

また簡素でかつ高速な物理乱数生成方式の開発のために 1つのレーザカオス波形とその時間遅延信号を用いる手法を提案し、実験を行った。その結果、75 Gbps の生成速度で十分なランダム性を有する乱数の生成に成功した。

### 参考文献

- (1) K.Hirano, A. Uchida, S. Yoshimori, et al., "Characteristics of fast physical random bit generation using chaotic Semi-conductor lasers", IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol.45, No.11, pp.1367-1379(Nov. 2009).
- (2) K.Hirano, A. Uchida, S. Yoshimori, et al., "Fast Random Bit Generation with Bandwidth-Enhanced Chaos in Semi-conductor lasers", Optics Express, Vol.18, No.6, pp.5512- 5524 (March 2010).

# 半導体レーザカオスを応用した高速物理乱数生成 \* Fast Physical Random Bit Generation using Semiconductor Laser Chaos

吉森 茂 Shigeru YOSHIMORI\*\*

平野 邦仁 Kunihito HIRANO\*\*\*

内田 淳史 Atsushi UCHIDA\*\*\*\*

## Abstract

We investigate the characteristics of fast random bit generation using semiconductor laser chaos. The optical amplitudes of two lasers with chaotic oscillations induced by optical feedback are each sampled at a fixed rate to extract binary bit sequences which are then combined by an exclusive-OR operation to obtain a single random bit sequence. Bit sequences generated at rate of 1 Gbps are verified to pass statistical tests of randomness. Furthermore, we experimentally demonstrate random bit generation using multi-bit samples of bandwidth-enhanced chaos in semiconductor lasers. Chaotic output is injected into a second semiconductor laser to obtain a chaotic intensity signal with bandwidth enhanced up to 16 GHz. The chaotic signal is converted to an 8-bit digital signal by sampling with a digital oscilloscope at 12.5 GS/s. Random bits are generated by bitwise exclusive-OR operation on corresponding bits in samples of the chaotic signal and its time-delayed signal. Statistical tests verify the randomness of bit sequences obtained using 1 to 6 bits per sample, corresponding to fast random bit generation rates from 12.5 to 75 Gbps (= 6 bit × 12.5 GS/s).

**Keywords :** Chaos, information technology, random number generation, semiconductor laser

## 1. まえがき

乱数はインターネット上での暗号・認証技術や数値計算におけるモンテカルロ法など様々な分野で用いられている。乱数は生成方法により擬似乱数と物理乱数に分類される。擬似乱数は一つの初期値と決定論的アルゴリズムにより生成されるために、再現性および周期性が存在する。一方で物理乱数はサイコロ等のように物理現象から生成されるために再現性は無く、周期性も無い。しかし、既存の物理乱数の生成速度は擬似乱数と比べて遅く、最大で数百Mbps程度に留まっている。一方で近年、量子暗号通信等の分野において超高速物理乱数生成装置の実現が望まれている。

本研究では、新たな物理乱数生成方式としてGHzオーダで不規則振動する半導体レーザカオスをを用いる方式として、2つの半導体レーザカオスをを用いた物理乱数の生成方式(2 Lasers方式と呼ぶ)と1つのレーザ出力およびその時間遅延信号を用いた乱数生成方式(1 Laser + delay方式と呼ぶ)について実験的に研究を行った<sup>(1), (2)</sup>。

## 2. 2 Lasers方式<sup>(1)</sup>

図1に2 Lasers方式による乱数生成の概念図及び実験装置図を示す。光ファイバシステムにおいて2つの独立した半導体レーザからの出力光をそれぞれに設けた外部鏡に戻すことによりカオスを発生させる。発生させたカオスをフォトディテクタ(PD)で光信号を検出し電気信号に変換し、電気増幅器(Amp)で増幅させ、高速AD変換器へ入力する。入力されたカオス波形にそれぞれ最適なきい値を設け、カオス波形を周期サンプリングする。この時設定したきい値よりも大きければ1、小さければ0とし、得ら

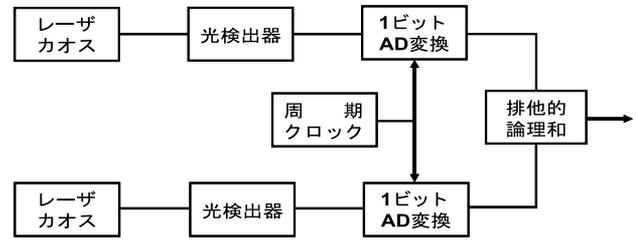


図1 (a) . 2 Lasers方式による乱数生成方式の概念

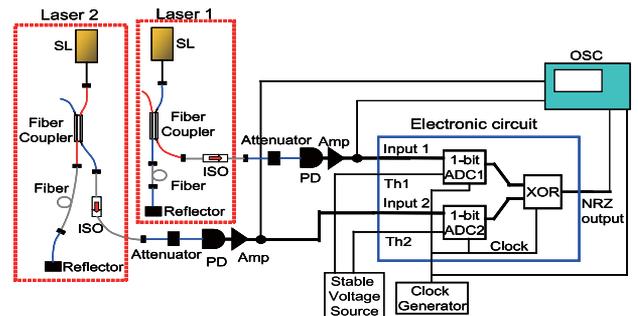


図1 (b) . 2 Laser方式による乱数生成実験装置

れた2つのデジタルデータを排他的論理和して2値乱数列を生成する。カオスの中心周波数はLaser1で3.07 GHz、Laser2で2.86 GHzとなっている。

この中心周波数は半導体レーザの緩和発振周波数と戻り光量により決まる。この時の各レーザの注入電流はLaser1で16.05mA、Laser2で15.20mAとした。カオス波形から乱数を生成するためのサンプリング周波数は1.7GHzとした。よって乱数生成速度は1.7Gbpsとなる。

図1の実験装置図で1.7Gbpsの生成速度で生成した物理乱数について統計的評価を行った。本研究では、米国国立標準技術研究所(NIST)が発行する乱数検定であるNIST Special Publication 800-22を使用した。NIST SP800-22は全15種類の統計テストから構成されており、国際標準の統

\* 原稿受付 平成22年6月8日  
 \*\* 工学部電子システム工学科  
 \*\*\* 工学研究科電子情報工学専攻  
 \*\*\*\* 埼玉大学工学部情報システム工学科

表 1. 2 Lasers 方式で生成した乱数の検定結果

Statistical test	P-Value	Proportion	Result
Frequency	0.366918	0.9920	SUCCESS
Block-frequency	0.639202	0.9900	SUCCESS
Cumulative-sums	0.101311	0.9920	SUCCESS
Runs	0.223648	0.9920	SUCCESS
Longest-run	0.603841	0.9890	SUCCESS
Rank	0.031012	0.9900	SUCCESS
Fft	0.274341	0.9910	SUCCESS
Nonperiodic-templates	0.013760	0.9810	SUCCESS
Overlapping-templates	0.893482	0.9910	SUCCESS
Universal	0.903338	0.9920	SUCCESS
Apen	0.880145	0.9920	SUCCESS
Random-excursions	0.142248	0.9836	SUCCESS
Random-excursions-variant	0.067964	0.9869	SUCCESS
Serial	0.440975	0.9860	SUCCESS
Linear-complexity	0.291091	0.9970	SUCCESS
Total		15	

計的乱数検定となっている。この 15 種類の検定項目全てに合格することで、検定対象の乱数は統計的にランダムであるとされる。検定結果を表 1 にまとめる。表 1 の各検定項目における P-value と Proportion の値は、複数ある検定項目については、最も悪い値を示している。NIST SP800-22 では有意水準  $\alpha = 0.01$  の時、P-value (Uniformity of p-value) が 0.0001 より大きく、Proportion が  $0.99 \pm 0.0094392$  の範囲にあるとき、その検定項目が合格であるとされる。したがって、表 1 では全ての検定項目が上述の条件を満たしているため全 15 項目に合格していることが分かる。

以上より、半導体レーザにて発生させたカオスをを用いて 1.7Gbps の高速な生成速度で十分なランダム性を有する物理乱数の生成が達成できた。

### 3. 1 Laser + delay 方式<sup>(2)</sup>

システムの簡素化の手法として、1つの半導体レーザカオス出力とその遅延信号を用いる乱数生成方式 (1 Laser+delay 方式) についても実験的に研究を行った。この方式の概念図及び実験装置図を図 2 に示す。1つのレーザに外部鏡を掛け、戻り光を付加することでカオスを発生させる。発生させたカオスのレーザ出力をファイバカップラで分岐して、一方に遅延用ファイバを加えることで時間遅延を持たせる。このカオス波形と時間遅延波形を取得し、オシロスコープ上で動作するプログラムによりしきい値処理と排他的論理和を行い、2値乱数列を生成する。図 2 の実験装置ではカオスの中心周波数は 2.98 GHz であった。得られたカオス波形をサンプリングして乱数を生成した。

1 Laser + delay 方式を用いて  $6 \text{ bit} \times 12.5 \text{ GS/s} = 75 \text{ Gbps}$  の生成速度で生成した乱数列について、2 Lasers 方式と同様に NIST SP800-22 を用いて統計的にランダム性の評価を行った。評価結果を表 2 に示す。全ての検定項目で合格条件を満たして全 15 項目に合格していることが分かる。以上より、1つの半導体レーザカオスとその時間遅延信号を用いた 1 Laser + delay 方式により、NIST SP 800-22 で全 15 項目合格する十分なランダム性を有する乱数の生成を実験的に達成した。

### 4. まとめ

本研究では、戻り光を有する半導体レーザカオスをを用い

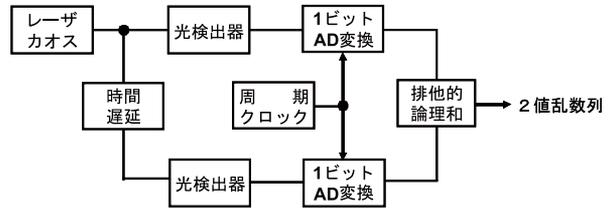


図 2 (a). 1 Laser + delay 方式による乱数生成方式の概念図

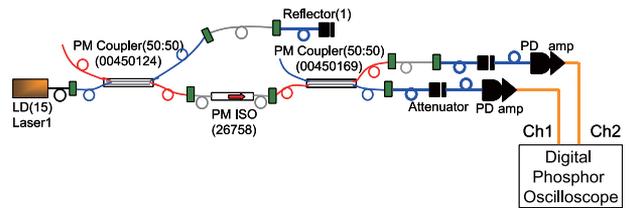


図 2 (b). 1 Laser + delay 方式による乱数生成実験装置

表 2 .1 Laser + delay 方式で生成した乱数の検定結果

STATISTICAL TEST	P-VALUE	PRORORTION	RESULT
frequency	0.082010	0.9860	SUCCESS
block-frequency	0.121616	0.9880	SUCCESS
cumulative-sums	0.026768	0.9840	SUCCESS
runs	0.589341	0.9960	SUCCESS
longest-run	0.689019	0.9910	SUCCESS
rank	0.983453	0.9910	SUCCESS
fft	0.122325	0.9820	SUCCESS
nonperiodic-templates	0.009201	0.9810	SUCCESS
overlapping-templates	0.065639	0.9850	SUCCESS
universal	0.814724	0.9870	SUCCESS
apen	0.589341	0.9890	SUCCESS
random-excursions	0.062685	0.9810	SUCCESS
random-excursions-variant	0.003740	0.9793	SUCCESS
serial	0.612147	0.9860	SUCCESS
linear-complexity	0.138069	0.9930	SUCCESS
Total		15	

て 1.7Gbps の生成速度で高速物理乱数の生成を行った。生成した乱数列に対し、統計的乱数検定を適用し、ランダム性の評価を行った。その結果、国際標準の乱数検定に合格する十分なランダム性を持つ乱数生成を実験的に実現した。

また簡素でかつ高速な物理乱数生成方式の開発のために 1つのレーザカオス波形とその時間遅延信号を用いる手法を提案し、実験を行った。その結果、75 Gbps の生成速度で十分なランダム性を有する乱数の生成に成功した。

### 参考文献

- (1) K.Hirano, A. Uchida, S. Yoshimori, et al., "Characteristics of fast physical random bit generation using chaotic Semi-conductor lasers", IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol.45, No.11, pp.1367-1379(Nov. 2009).
- (2) K.Hirano, A. Uchida, S. Yoshimori, et al., "Fast Random Bit Generation with Bandwidth-Enhanced Chaos in Semi-conductor lasers", Optics Express, Vol.18, No.6, pp.5512- 5524 (March 2010).

# 日常語をベースとした順序ソート論理による知識表現法とその推論処理法\*

## A Knowledge Representation Scheme Using Ordinary Words and the Inference Mechanism on Order-sorted Logic

石川 勉 Tsutomu ISHIKAWA\*\*

### Abstract

We propose a knowledge representation scheme (called WPL) and an inference method for the scheme. In WPL, both simple sentence and complex sentence are represented in one atomic formula. Subordinate clauses in a complex sentence are embedded into the formula forming the main clause. WPL is an extended order-sorted logic that can deal with structured sort symbols consisting of multiple ordinary words like noun phrases. Each word in a sort symbol can represent a general concept or a particular object. The inference processes for WPL is executed based on the resolution principle, semantically interpreting the sort symbols word by word. We extend the inference rules proposed by Beierle et al. in order to deal with complex sort symbols.

Keywords : knowledge representation, inference method, order-sorted logic, natural language

### 1 はじめに

人間と自然に対話できるロボットの実現は人工知能研究者の長年の夢である。対話システムはチケット販売等限定的な応用では実用的になりつつあるが、話題を限定しない場合は未だに Eliza の域を脱したとは言い難い。一方、最近の Web 情報の爆発的な増加、普及に伴い、これを利用した質問応答システム、コンサルティングシステムへの高度な意味処理の適用が求められている。これに応えるべくセマンティック Web の研究も活発化し、RDF や XML およびそれらをベースとするオントロジー言語 OWL 等の整備により、Web 情報からの知識利用が可能になりつつある<sup>1)</sup>。このような電子化情報の有効利用、さらには対話システムの高度化には、自然言語文を一定の知識表現へ変換しそれを用いて効率的に推論する技術の確立が要求されてくる。しかも実用上は、これらは一貫して自動化が可能でなければならない。

知識表現法としては、フレーム、意味ネット、ルールベース、述語論理が代表的であり、これまでそれらをベースとした多くの拡張形式が提案されている。ここではこれらの中から、①単一化に基づく強力な推論との結合という観点から述語論理ベースの表現法、②効率的な推論処理の観点から照合範囲を限定できるソート論理、③自然言語文に対する推論という観点から語彙知識と規則的知識の結合に有利な順序ソート論理、という絞込みにより順序ソート論理<sup>2)</sup>を選ぶ。本論文では、その表現能力を拡張した知識表現法 WPL (Words-based extended Predicate Logic) およびそれに対する効率的な推論処理法を提案する。

### 2 日常語ベースの知識表現法 WPL

WPL は、一つの文 (単文および複文) を定義 1 に規定する一つの述語式により表す知識表現法である。その述語式中のソートは定義 2 で規定されるソート概念である。

[定義 1]  $P$  を述語、 $t_i$  を引数 (項)、 $\mathcal{P}_i$  を述語に対する引数の関係を表すラベルとしたとき、次のように表現された式  $L$  を述語式という。

$$L = P(r_1:t_1, r_2:t_2, \dots, r_n:t_n)$$

ここで、引数  $t_i$  は、 $S_i$  をソート、 $x_i$  を変数、 $c_i$  を定数としたとき、次のように表現される。

$$t_i = x_i : S_i \text{ or } c_i : S_i \text{ or } x_i : \top \text{ or } c_i : \top$$

この述語式において、述語部  $P$  には動詞、形容詞、名詞のいずれかを用い、名詞の場合にはそれが個体を示し得る場合には次に定義するソート概念  $S$  を用いる (この場合の述語式を以下、ソート述語と呼ぶ)。また、ラベル  $ri$  は述語部の品詞により異なり、動詞の場合は agt (主格)、obj (対象格)、plc (場所格) 等の深層格を、形容詞や名詞の場合は sbj、inst のような新たに設定したラベルを用いる<sup>3)</sup>。なお、 $\top$  はトップソート (最上位のソート) である。

[定義 2] 以下の構成から成る概念をそれぞれ、基本概念 ( $w$ )、節付概念 ( $w_p$ )、個体概念 ( $g_s$ )、複合概念 ( $G$ )、ソート概念 ( $S$ ) と呼ぶ。

- $w = (\text{副詞 or 形容詞 or 名詞})_{*0} + \text{名詞}$
- $w_p = [S]\{L_p\}$
- $g_s = [x : S] \text{ or } [c : S] \text{ or } [x : \top] \text{ or } [c : \top]$
- $G = (\text{修飾概念} + \text{助詞})_{*1} + \text{主概念}$   
 ここで、修飾概念 =  $w$  or  $w_p$  or  $g_s$   
 主概念 =  $w$
- $S = w$  or  $w_p$  or  $G$

ここで、 $*0$ 、 $*1$  はそれぞれ、0 回以上、1 回以上の繰り返しを表す。また、 $L_p$  は複文における従属節を表すための述語式 (以下、節述語と呼ぶ) であり、構成上は定義 1 の述語式  $L$  と同一である。ただし、 $L$  は“真”または“偽”をその値とするが、 $L_p$  は従属節で述べられている現象や状況等の事柄を表わす。

\* 原稿受付 平成 22 年 8 月 20 日  
 人工知能学会論文誌, Vol.23, No.6, pp.540-552, 2008  
 \*\* 工学部情報工学科

次に、WPL での表現例を示す。

- ① “太郎は車の鍵を探している”  
⇒ 探す (agt : 太郎:T, obj : c1:[c2:車] の鍵)
- ② “刑事は犯人が隠れている家を探している”  
⇒ 探す (agt : c1:刑事,  
obj : c2:[家]{ 隠れる (agt : c3:犯人, plc : #)})

### 3 推論処理法

#### (1) 推論メカニズム

推論は導出処理を繰り返し用いることで行う。この処理の基本的な考え方は、2つの親節  $\neg A \vee B$  と  $A' \vee C$  から、 $A$  と  $A'$  が単一化可能または  $A$  が  $A'$  を意味的に包含しているならば導出節  $B \vee C$  を導き、あるいは、そのようになるための  $\neg A$ 、 $A$  に含まれるソート間の条件  $S$  をこれに付加して導出節とするというものである。すなわち、ある条件が成立すれば推論を進められる場合、その条件を導出節に付加して推論を進めるという考え方である。したがって、条件  $S$  は処理の繰延べ項として機能することになる。例えば、 $A$  と  $A'$  がそれぞれ “賢い (太郎:T)”, “賢い ( $x$ :青年)” の場合、“青年 (太郎:T)” が  $S$  となる。Beierle らはこの条件  $S$  (以下、SL 節と呼ぶ) を定式化し、これを用いた3つの推論規則 (EOS、SUBS、ER) を提案している<sup>4)</sup>。

#### (2) 推論規則の拡張

定義2のような複雑なソート概念を扱えるよう、Beierle らの推論規則を拡張した。以下、順にそれら規則を示す。

$$[EOS]: \frac{\neg L_1' \vee A, L_2 \vee B}{\sigma(A \vee B) \vee \neg SL(\sigma)} \quad (2)$$

$$SL(\sigma) = \bigwedge \{S_i(\sigma(x)) \mid \sigma(sort(\sigma(x))) \not\subseteq \sigma(sort(x)) \text{ where } x \in dom(\sigma), S_i = \sigma(sort(x))\} \quad (3)$$

ここで、 $L_1'$ 、 $L_2$  は単一化の対象となる述語式であり、それらの述語部は同一か、前者のそれが後者の上位概念である。また、 $\sigma$  はその単一化における引数間の代入であり、 $SL(\sigma)$  はその代入に伴い生成されるSL 節である。

$$[SUBS]: \frac{\neg S_1(t_1) \vee A, S_2(t_2) \vee B}{\sigma\sigma_p(A \vee B) \vee \neg SL(\sigma\sigma_p) \vee \neg SLp} \quad (4)$$

$$SL(\sigma\sigma_p) = \bigwedge \{S_i(\sigma(x)) \mid \sigma_p(sort(\sigma(x))) \not\subseteq \sigma_p(sort(x)) \text{ where } x \in dom(\sigma), S_i = \sigma_p(sort(x))\} \quad (5)$$

ここで、 $S_1$ 、 $S_2$  は単一化の対象となるソート述語である。 $\sigma$  はそのときの引数間の代入であり、 $\sigma_p$  は  $S_1$ 、 $S_2$  のみに含

まれる変数に対する代入である。 $SL(\sigma\sigma_p)$  は代入  $\sigma$ 、 $\sigma_p$  に伴い生成されるSL 節である。SUBS は本来、 $S_2 \subseteq S_1$  の場合に適用される規則であり、上式ではそうなるためのソートの条件であるSLp 節(後述)の否定を導出節に付加している。

$$[ER]: \frac{\neg S_1(t) \vee A}{\sigma\sigma_p(A) \vee \neg SL(\sigma\sigma_p) \vee \neg SLp} \quad (6)$$

ここで、 $S_1$  は消去対象のソート述語であり、はその項  $t$  に対する代入、 $\sigma_p$  はその代入結果のソートと  $S_1$  間での代入である。SL 節は式 (5) と同一であり、 $SLp$  は  $sort(\sigma(t)) \subseteq S_1$  の関係を満たすための条件である。

SUBS と ER におけるSLp 節は、拡張に伴い新たに導入されたもので以下のように定式化される。

$$SLp = \bigwedge \{S_i(\sigma_p(z)) \mid \sigma_p(sort(\sigma_p(z))) \not\subseteq \sigma_p(sort(z)) \text{ where } z \in dom(\sigma_p), S_i = \sigma_p(sort(z))\} \\ \bigwedge S'_i(t) \text{ where } S'_i = \sigma_p(g_b) \quad (7)$$

第1項、第2項は、それぞれ個体概念間の代入、一般概念 ( $g_b$ ) と個体概念間での代入により生成される節である。

### 4 むすび

名詞句のような構造を持ったソートを許容する順序ソート論理ベースの知識表現法WPLとその推論法について提案した。従来の順序ソート論理においては、知識表現時および推論時にこのような構造を持ったソートもひとつの概念(言語内でソート階層として定義される)として扱っていた。これに対し提案手法は、知識表現時には複雑なソートをひとつの概念として扱うが、推論時にはその内部構造までに立ち入って導出処理を行える推論法およびそれを可能とする知識表現法と言える。また、この推論法は、サブソート関係を判定しながら推論を進めるもので、この関係が既定義な従来の推論法とは基本的に異なる枠組みと言える。

### 参考文献

- 1) Antoniou, G. and Bikakis, A.:DR-Prolog:A System for Defeasible Reasoning with Rules and Ontologies on the Semantic Web, IEEE Trans. Knowledge and Data Engineering, Vol.19, No.2, pp.233-245 (2007)
- 2) Walther, C.:Many-sorted unication, J.ACM Vol.35, No.1, pp.1-17 (1988)
- 3) 石川勉, 佐々木智彦, 佐藤雅彦:言葉をベースとする拡張

型述語論理形式の知識表現法, 人工知能学会ことば工学  
研究会資料 SIG-LSE-A303 pp.25-32 (2004)

- 4) Beierle, C., Hedtstuck, U., Pletat, U., Schmitt, P.  
H., Siekmann, J.: An order-sorted logic for knowledge  
representation systems, Artificial Intelligence, Vol.55,  
pp.149-191 (1992)



留学報告  
REPORTS

カリフォルニア大学デービス校への留学 ..... 木原幸一郎 67

## カリフォルニア大学デービス校への留学\*

### Report on Sabbatical Year at the University of California, Davis

木原幸一郎 Koichiro KIHARA\*\*

#### Abstract

I spent my sabbatical year at IMS-M Laboratory of UC Davis in USA. In this paper, advance preparations, research activities in IMS-M Laboratory and the life at Davis are reported.

Keywords : University of California Davis, Preparations, IMS-M Laboratory

#### 1. はじめに

2009年9月から一年間、拓殖大学の長期海外留学制度によりカリフォルニア大学デービス校(University of California, Davis: UC Davis)のIMS-M研究所(Intelligent Manufacturing Systems & Mechatronics Laboratory)に留学することができた。アメリカに行くのは、今回で2度目である。17年ほど前に拓殖大学工学部の語学研修でメリーランド大学ボルチモア郡校に行ったのが最初であった。このときは学内の寮に1ヶ月半ほど滞在したのであるが、初めのうちはどこにいるのかもよくわからない状態で、治安があまり良くないと聞いていたこともあり、教室と寮を往復するだけの、のんびりした日々が続いた。周囲の状況が徐々にわかり、あちらこちらへと出かけるようになるのは数週間過ぎてからであった。今回の留学では17年前と違って飛行機やバスが用意されているわけでも、大学の寮に入るわけでもなかったので1年近く前からいろいろと調べることになった。情報はデービスに住む日本人のメーリングリストやデービスを紹介するDavisWikiなどから得たが、日本で得た情報と実際はおよそ一致しており、インターネットの便利さをあらためて実感した。また、かなりの部分を日本にいううちに用意できたように思う。本報告はこのような留学までの準備とデービスにおける研究活動と生活をまとめたものである。

#### 2. 事前準備

IMS-M研究所の山崎教授から滞在の許可が得られたのは留学の1年ほど前で、十分な時間があった。UC Davisの留学生向けのウェブサイトをご紹介いただき、まず必要となるJ-1ビザステータスの有資格証明書であるDS-2019(以前はIAP-66であった)を発行してもらうための書類を作成し、これを2010年の年明けに申請した。同時にインターネットやE-mailから問い合わせが可能な数件のアパートに連絡をとった。というのはデービスのアパートの更新は2月に行われるという話を聞いたからである。ところが、1月中にもかかわらず良さそうに思ったアパートはもう空いていないというところが多かった。最も良いと思われたアパートはウエイトリストの10番目で、しばらく待てという。他のアパートの締め切りが過ぎるなか、2月中



Fig.1 UC Davis のキャンパス

旬を過ぎてやっとアパートが空いたという知らせが入った。ほっとしつつ、早めに動かないといけないと感じた。

DS-2019は不足書類の提出など何度かやりとりがあった後、3月になって届いた。早速アメリカ大使館に面接の予約を入れ、4月の初めにはJ-1ビザが発行された。デービスの町は草原と畑の中にぽつんとあり、車がないと不便に思われたので、サンフランシスコで格安のレンタカーを1週間借りることにした。サンフランシスコまでの片道航空券を手配し、アメリカの地図が入ったGPSを購入した。6月になるとデービスから日本に帰る方達がメーリングリストを使って車や日用品を売り出すようになった。滞在日が重なる方を見つけては予約をとり、かなりの日用品を購入した。車も取り置いてもらった。結局この車には1年間いろいろな場所に連れて行ってもらうことになった。

アパートにはできれば8月末に入居したいと思っていたが、9月にならなければ駄目だという連絡が届いた。しかも9月1日はクリーニングをするため2日以降にしてほしいという。デービスではアパートは基本的に9月1日から8月31日までの1年契約と決まっています、ずらすことはできないらしい。念のために取っておいたホテルのチェックアウト日とアパートの入居日が一緒になってしまった。

DS-2019を発行してもらう条件に保険に入ることという項目がある。アメリカは医療費が高く、保険に入っていないと万が一のときに大変らしい。しかし、日本でアメリカの保険に入ることは難しそうだったので、2週間くらいの旅行保険を購入し、その間にアメリカで保険を購入するつもりでいた。いざ、保険会社に問い合わせると2週間後に帰国予定でなければ旅行保険は売れないという。しか

\* 原稿受付平成22年10月27日

\*\* 工学部機械システム工学科

たなく、購入が可能であった帰国まで1年ごとに自動更新となる旅行保険に入った。アメリカに行くと生活準備、研究準備に追われ、保険を検討する時間がとれなかったので結果的には大変ありがたかった。

8月28日アメリカへ飛んだ。アメリカに着いてすぐ、電気と電話の手配を行った。アパート入居までの日数が少なかったが、なんとか入居までに名義を切り替えることができた。隣町のウエストサクラメントでテーブルや炊飯器を購入し、9月6日までは何とか生活できる状態に整えた。9月7日、大学へ行くと鍵がかかっており、どうしても入れなかった。結局この日は大学の休日だったらしく、翌8日から研究所での生活が始まった。

### 3. UC Davis

UC Davis は1905年にカリフォルニア大学の農学校 (A university farm school for the University of California) として設立された。1922年から4年制大学としてのプログラムが始まり、1946年に獣医学部(The School of Veterinary Medicine)が設置され、1959年にカリフォルニア大学のキャンパスの一つとなった。その後、工学部(The College of Engineering)、文学部、医学部などが設置され、キャンパスも広くなり、現在では5つの学部、7つの大学院を持ち、面積が20km<sup>2</sup>以上もある非常に大きなキャンパスとなっている。実際あまりに大きすぎて、キャンパスの東側の校舎で研究を行っていた著者は、途中でハイウェイが横切っていることもあって西側に行く機会がなく、西側については大学の飛行場がある(らしい)ということ以外よくわからない。

もともとが農学校だったため、現在でも農学系の研究が

盛んで、少し歩くと牛や馬がいたり植物園があったりする。工作機械が置いてある部屋の前でも、研究用の昆虫や爬虫類が飼育されていて一部が展示されていた。工学系ではハイブリッドカーにも力を入れているらしく、駐車場にプラグイン化されたプリウスが止まっていたりした。学内を散策するだけでもかなりおもしろい。

講義を聴講する機会は得られなかったが、少し広めの教室の机にはマイクなどの設備が整っており、学生が活発に議論しあっている様子が窺えた。

デービスは自転車の町らしいのだが、キャンパス内も自転車道が整備されている。各校舎の前には駐輪場があり、少し移動するにも自転車が便利である。駐輪場には一部が輪になったがっちりとしたバーがあり、自転車を固定できるようになっている。それでも盗難は多いらしく、本当に自転車にやさしい町なのか?というレポートもあった。盗難を恐れてだと思いが、皆きちんとバーに自転車を固定するので自転車があふれている感じはなく、きれいなキャンパスが保たれている。便利な自転車とは逆に車は基本的に外側に整備された駐車場に入れるしかなく、校舎まではか



Fig.2 キャンパス内を歩く馬とキャンパス上を飛ぶ馬



Fig.3 プラグを付けてアピールする UC Davis のEV



Fig.4 充電中のプラグインハイブリッドカー



Fig.5 UC Davis の教室

なり歩かなくてはならない。少しでも路上駐車をするとすぐに警察がやってくるそうである。自転車と車に加えて通学にバスを使う学生も多い。市内の至る所を結ぶ赤いバス UNITRANS はイギリスのダブルデッカーを使っていてターミナルではロンドンかと見間違ふ。ただ、運転士と車掌はどう見ても学生である。

キャンパス内には食堂や宿舎の他、警察署や消防署もありキャンパス内だけでも一つの町ようである。ただし、安全講習会での話によると怪我や病気の際はDavis 市の北のはずれにある病院に行かなければならぬらしい。

ところで、著者ら訪問研究者や留学生の面倒は UC Davis の SISS (Services for International Students and Scholars) という部署が担当してくれる。オリエンテーションでは学内での手続きから学外での過ごし方、近所や隣町へのバスなどでの移動のしかたまで教えてくれた。同行する家族のためのオリエンテーションまであった。特に助かったのは SSN (Social Security Number) の取得支援である。通常のアメリカで収入のない訪問研究者は SSN が必要なく、さらに申請書類に含まれる収入見込みの記入された受け入れ先からの手紙も持っていない。このため SSN を取得できない場合もあるらしいが、SISS の支援によりソーシャルセキュリティオフィスのスタッフが1日だけ大学に出張してきてくれ、この日に同僚の薦めで申請を試みたところ、たいした面接もないまま一週間後にあつ

けなく SSN が郵送されてきた。実は SSN は運転免許の発行と微妙にリンクしていて、SSN がないと運転免許の発行がかなり遅れるようである。アメリカの住所が記入されないパスポートや大学の身分証明証では身分証明として不十分なことも多く、すぐに運転免許が発行されたという意味で SSN を取得できたことは良かった。

SISS が扱っている留学生、訪問研究者の数は4500人以上だそうである。訪問研究者はそれほど多くないと思われる、また2009年の全学生数が31426名とのことなので15%程度が留学生だと考えられる。日本人はどれくらい来ているのかと思ったが、これを示す資料は見つからなかった。ただし、全学生に対する日系人の割合は示されており、これはわずかに1.75%であった。実際、学内で日本人に会うことはほとんどなく、少し淋しい気がした。

#### 4 . IMS-M Laboratory

IMS-M 研究所は UC Davis の機械航空宇宙工学科 (Department of Mechanical and Aerospace Engineering)



Fig.6 アパートの前を走るダブルデッカー

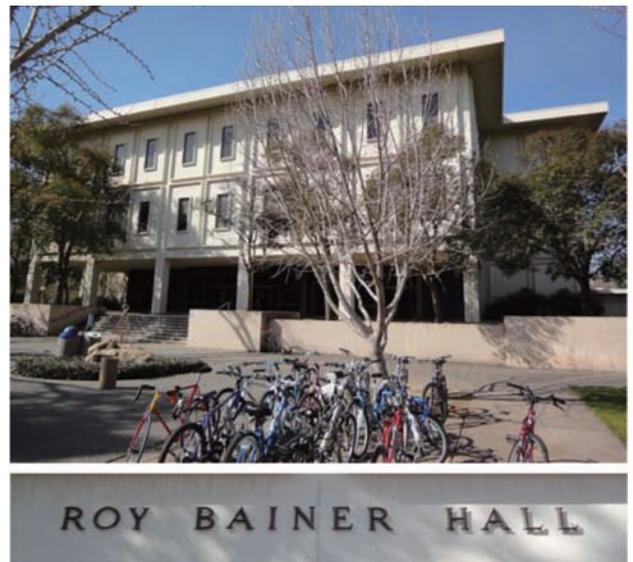


Fig.8 IMS-M Laboratory があるベイナーホール



Fig.7 ピクニックデーで古い消防車を展示する UC Davis の消防署



Fig.9 IMS-M Laboratory のオフィス

に所属する研究所であり、ディレクターの山崎教授のもと、アソシエイトディレクター、4名のポストドク研究者、2名の院生、2名のアシスタントデベロップメントエンジニア、アドミニストレイティブアシスタント、計11名のメンバーで運営されていた。その後、著者とシニアデベロップメントエンジニア、ポストドク研究者が相次いで加わったので最大時は14名となった。著者にはパーティションで区切られたオフィスの一角とデスクトップおよびノートパソコンを与えていただいた。IMS-M研究所はこのオフィスの他、大型の工作機械が入った工作室と小型の工作機械が入った部屋、さらに、ミーティングルームを管理している。

IMS-M研究所の研究テーマは工作機械の開発から始まり、工具の開発、工具の摩耗などの確認方法、工具経路など加工方法、メカトロニクスの教育方法などである。工作機械メーカーの支援などにより、工作機械はもちろん、測定器類も最新鋭のものがそろっており、工作機械を柱に最先端の研究が行われている。ラボメンバーは工作機械の使用方法やCAD、CAMシステムの操作方法などについて訓練

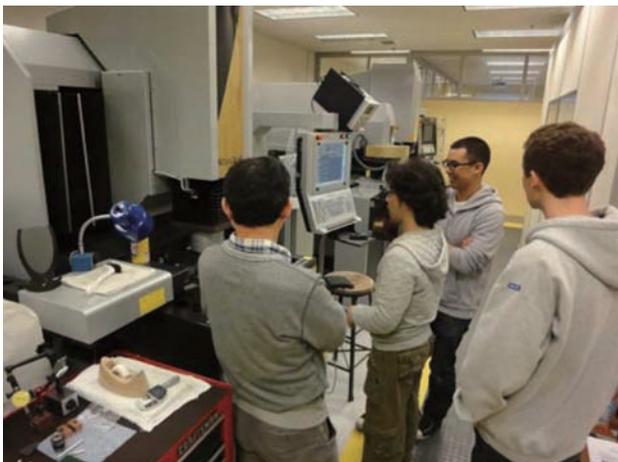


Fig.10 工作機械の講習を受けるラボメンバー

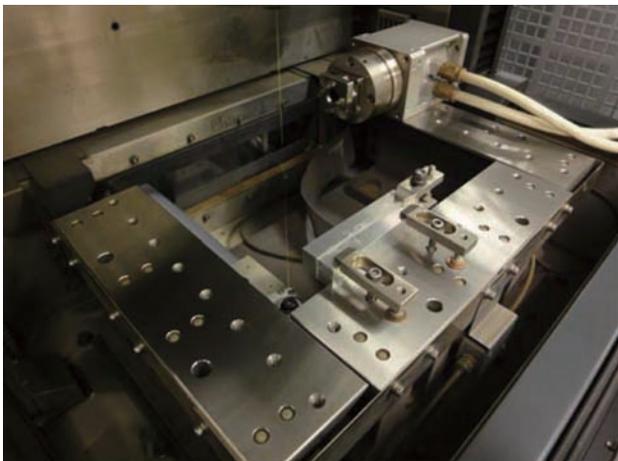


Fig.11 工作機械で切り出し中の接着剤層

を受けることになっており、著者も最新の工作機械などに触れることができ大変勉強になった。

IMS-M研究所では一週間ごとに教授との個人ミーティングとメンバー全体でのラボミーティングがあり、個人ミーティングの報告書の他、一週間の研究内容についての報告書の提出が義務づけられている。これらを通して教授から細部にわたって指示を得、また意見交換することができ、研究は非常に早い速度で進んでいた。研究時間は月曜日から金曜日の8時から17時まで、昼食および昼休みは12時から13時と決められており、多くのメンバーが7時半から17時半まで、効率よく研究を行っていた。

著者は当初、接着強度を測定するための試験装置などを開発することを計画していたが、山崎教授のご指導のもと、研究内容を少々変更し、被着体の表面粗さと接着強度の関係や高強度な継手形状の開発などについて研究を行った。大学内で製作した物や、得られた資料は基本的には外に持ち出せないとのことだったので、実際に物を作るよりも、知識を増やすことができる研究を行わせてもらえたことは非常に有効であった。

また、著者が研究所に早く慣れるよう、教授の計らいでウェブサイトの管理など、研究所の仕事を割り当てていただいた。研究分野が若干離れており、当初は何しに来たのだろうというような対応であったメンバーとも、これらの仕事を通じて早い段階でうち解けることができた。この結果、接着剤の強度評価を行うための接着剤層切り出しなど、非常に面倒な仕事にも手を貸していただけた。細かな指示などが最終的にリンクしており、研究室運営の面についても勉強することができた。

## 5. デービスでの生活

デービスはサンフランシスコからInterstate-80(I-80:高速道路)をカリフォルニアの州都であるサクラメント方面へ120km、1時間半ほど走ったところにある。4月から11月

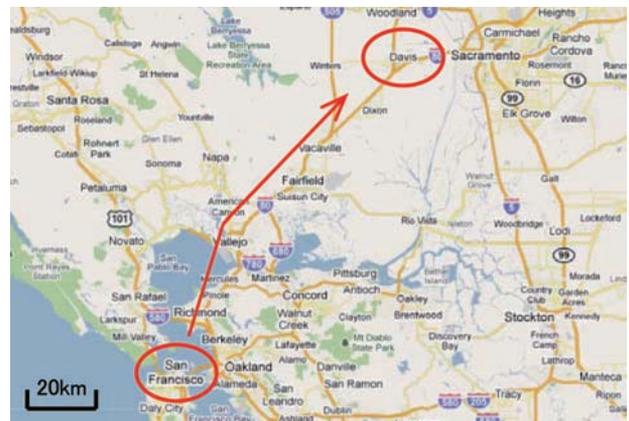


Fig.12 サンフランシスコからデービスへ(Google-Mapより)



Fig.13 アパートからつづくデービスグリーンベルト



Fig.14 アムトラックデービス駅

は全く雨が降らず、12月から3月頃まではどこかの時間に雨が降っている。このため、日本とは逆で冬になると草木が青々としてくる。ただし、冬の雨も1日中降り続くことは稀なので、じめっとした感じにはならない。夏はとても暑くなるがからっとしており、冬はそれほど寒くならない。冷夏であったからかもしれないが、どちらかと言えば過ごしやすいように感じた。

東側の隣町ウエストサクラメントまではI-80で25分ほど、北側の隣町ウッドランドまではHighway 113で20分ほど、南西側の隣町ディクソンまでもI-80で20分ほどかかり、隣町とは比較的離れている。隣町を結ぶ鉄道やバス



Fig.15 駅の近く、ダウンタウンの公園に並ぶ自転車

は、ともに1時間に1本しかなく、隣町からは通にくい。アパートは黙っていてもUC Davisに通う学生が殺到するため(とは言っても管理人さんはきちんとアパートを整備し、1月末には旗を立て、未来の学生さん達を案内し始めるが)、家賃は周辺地域に比べて高い。戸建ての家も同様に高い。デービスの住人のほとんどは大学関係者か大学関係者を相手に商売を行っている人であると言われている。これらのためだと思われるが、治安はかなり良く、夜暗くなってから女性がひとりでジョギングしていたり、犬の散歩をしていたりするのを見かけた。日本より安全と感じるくらいで、デービスにいとアメリカにいることを忘れてしまい、周辺へ出かけたときに時々ハッとすることがあった。

アパートはデービスの北側、ノースデービスに借りた。アパートの裏にはデービスグリーンベルトと呼ばれる緑地帯が広がっており、遊歩道が整備されている。アパートから車道を横切らずにデービス市内のいくつかの公園に行くことができ、子供連れでも安心して生活することができる。近くにスーパーが数軒あり、ほとんどの食料品はここで調達できる。また、駅近くのダウンタウンに行けば韓国系の食料品店があり、納豆や油揚げをはじめ、スーパーでは手に入りにくい日本食材も入手できる。ディクソンには安い八百屋があり、サクラメントには日系、韓国系、中国系のスーパーがあるので、日常生活品も含めてほとんどの物が近隣で入手でき、日本と変わらない生活ができた。ちなみに駅前のダウンタウンでも路上駐車が許可されており、車を使った生活が非常に便利である。

アメリカでは都市部を除いて渋滞はほとんどないようである。ナビゲーションシステムが距離を制限速度で割って単純に算出する時間で、ほとんどの箇所に行くことができた。特に3人乗っている場合やハイブリッドカーに乗って

いる場合はそれ以外の車の通行が許可されないカープールレーンを走行できるので、例え車の多い都市部に向かっても渋滞にかかることは少ない。高速道路が整備されており、住宅地を除く一般道の制限速度は高めに設定されている。信号も感应式でほとんど止まることがない。渋滞がなく、速度が速いので、実は意外に距離が長くても、短時間で到着できる。30分程度走ればオールドサクラメントや州議事堂に着く。その周辺には博物館などがたくさんある。1時間ほど走ればワインカントリーとして知られるナパバレーがある。もちろん、1時間半走ればサンフランシスコベイエリアに出ることができ、4時間ほど走らなければならないが、美しいヨセミテやレイクタホに行ける。休日も退屈しない生活ができた。



Fig.16 ヨセミテ国立公園

## 6. おわりに

本留学では多くの人たちを通じて研究はもちろん、さまざまな良い体験をすることができた。語学研修の際に感じた少し怖いアメリカだけでなく、楽しいアメリカ、美しいアメリカをたくさん見ることができた。この機会を与えていただき大変うれしく思っている。留学を受け入れて下さった山崎教授、ご支援いただいた、工学部長や機械システム工学科の先生方をはじめとする工学部の先生方、事務職員の皆様方に厚く御礼を申し上げます。ありがとうございました。

理工学総合研究所員及び研究課題一覧

RESEARCHERS & TITLES

(平成 22 年度)



# 理工学総合研究所員及び研究課題一覧

## 機械システム工学科

<p>機械工作 小奈 弘 教授 工学博士</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 長尺異形断面材のロール成形</li> <li>・ サーボ冷間ロール成形機械の開発</li> </ul>
<p>材料力学 笠野 英秋 教授 工学博士 越出 慎一 客員研究員 工学博士</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高分子系複合材料の衝撃破壊現象の計算／実験シミュレーション</li> <li>・ 軟らかい飛翔体の衝突による複合材料／構造の損傷解析</li> <li>・ 光ファイバセンサによるひずみ計測と構造ヘルスマニタリング</li> </ul>
<p>接着、設計 杉林 俊雄 教授 工学博士 木原幸一郎 准教授 博士（工学）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 色彩とマティエールのトレサビリティに関する研究</li> <li>・ 接着接合の構造物への応用</li> <li>・ 衝撃負荷を受ける接着接合体に関する研究</li> </ul>
<p>ロボット制御 香川 美仁 准教授 博士（工学）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 筋電位を用いたロボットの遠隔操作の研究</li> <li>・ 管内移動作業ロボットの研究</li> <li>・ ロボット・セラピーの研究</li> </ul>
<p>熱物性 松永 直樹 教授 工学博士</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ガスクロマトグラフ法（テイラー法）による気体の拡散係数の測定</li> <li>・ 蒸発管法（ステファン法）による気体の拡散係数の測定</li> <li>・ バイオディーゼル燃料の物性に関する研究</li> </ul>
<p>流体工学 藤本 一郎 教授 工学博士 平野 孝典 助教 博士（工学）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ジェットエンジンのエアロダイナミクスに関する研究</li> <li>・ 遷音速翼列の非定常空力特性に関する研究</li> <li>・ 風車、送風機の性能向上に関する研究</li> <li>・ 電気自動車の普及と高効率化に関する研究</li> </ul>
<p>機械力学 鈴木 保之 教授 博士（工学）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 圧電素子やSMAを利用した機械構造物の振動抑制方法に関する研究</li> <li>・ 弾性ロータの釣合せに関する研究</li> </ul>
<p>振動、計測 道村 晴一 准教授 工学博士</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 倒立振子の安定化制御に関する研究</li> <li>・ 弾性ロータの振動制御に関する研究</li> </ul>
<p>計算力学 吉田 勉 教授 工学博士</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 最適設計に関する研究</li> <li>・ 材料物性測定に関する研究</li> <li>・ AI手法の応用に関する研究</li> </ul>
<p>機能設計 森 きよみ 准教授 博士（工学）</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ アクチュエータ用機能性材料の開発</li> <li>・ 耐熱性新素材の開発と高温物性の評価</li> <li>・ 子育て環境支援のためのユビキタスシステムの開発</li> </ul>

## 電子システム工学科

<p>超伝導エレクトロニクス・カオス応用 吉森 茂 教授 工学博士</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・超伝導送電に関する研究</li> <li>・超伝導電力貯蔵に関する研究</li> <li>・テラヘルツ領域におけるジョセフソン・テトロードの応用に関する研究</li> <li>・超伝導マイクロストリップ線路に関する研究</li> </ul>
<p>非線形回路・非線形システム 三堀 邦彦 准教授 博士 (工学)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電子回路のカオスの解析とその応用に関する研究</li> <li>・強化学習アルゴリズムとその応用に関する研究</li> <li>・マルチエージェントシステムとその応用に関する研究</li> </ul>
<p>通信・ネットワーク 前山 利幸 准教授 博士 (工学)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・人体通信に関する研究</li> <li>・ユビキタス・ワイヤレス・ネットワークに関する研究</li> <li>・携帯電話の無線性能に関する研究</li> <li>・無線中継器に関する研究</li> </ul>
<p>ニューロ・画像センシング 金田 一 教授 工学博士</p> <p>小川 毅彦 准教授 博士 (工学)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光による非接触3次元画像センシングに関する研究</li> <li>・ダイヤモンドのカットデザインに関する研究</li> <li>・ニューラルネットワークとその応用に関する研究</li> <li>・逆問題解法のためのニューラルネットワークとその応用に関する研究</li> <li>・複素ニューラルネットワークとその応用に関する研究</li> </ul>
<p>デジタル信号処理 杉本 公弘 教授 工学博士</p> <p>林 誠治 准教授 博士 (工学)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・デジタル音声および画像の処理技法に関する研究</li> <li>・デジタル音声の広帯域化技法に関する研究</li> <li>・障害者支援システム実現に関する研究</li> <li>・音声通話環境での背景雑音除去および音声強調に関する研究</li> <li>・狭帯域電話音声からの高域および低域拡張手法に関する研究</li> <li>・ロボットを用いたリアルタイム動画像認識処理に関する研究</li> </ul>
<p>生体情報システム 川名 明夫 教授 工学博士 渡邊 修 助 教 博士 (工学)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生体電気活動測定法の研究</li> <li>・生体信号解析法の研究</li> <li>・神経回路ダイナミクスの研究</li> <li>・高効率画像符号化法の研究</li> </ul>
<p>医用電子情報工学 長谷川 淳 准教授 博士 (工学)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・音響的方法による人工弁機能診断に関する研究</li> <li>・光学式生体用音響センサに関する研究</li> <li>・高空間分解能振動センサの開発に関する研究</li> <li>・振動型マイクロインジェクション法に関する研究</li> </ul>
<p>超音波工学 渡辺 裕二 教授 工学博士</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・超音波発生用振動体に関する研究</li> <li>・超音波の応用に関する研究</li> <li>・圧電素子の応用に関する研究</li> </ul>

## 情報工学科

人工知能 石川 勉 教授 工学博士	<ul style="list-style-type: none"> <li>・柔らかな処理のための人工知能の研究</li> <li>・常識知識ベースの研究</li> <li>・自由対話システムの研究</li> </ul>
プログラミング言語処理 岩澤 京子 教授 博士 (工学)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンパイラの最適化技術の研究</li> <li>・プログラミング言語と環境の研究</li> <li>・自動並列化コンパイラの開発</li> </ul>
環境電磁工学 澁谷 昇 教授 理学博士 作左部剛視 助手 工学修士	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電磁ノイズを考慮した設計支援技術に関する研究</li> <li>・カメラを用いた入力インターフェースに関する研究</li> <li>・自律型ロボットに関する研究</li> </ul>
教育情報工学 佐々木 整 准教授 博士 (工学)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・オープンソースソフトウェアの教育利用に関する研究</li> <li>・ロジカルフローグラフに基づく理解度評価法に関する研究</li> <li>・ユビキタス学習環境に関する研究</li> <li>・3次元デスクトップ環境の教育利用に関する研究</li> </ul>
計算機支援設計 高橋 丈博 教授 博士 (工学)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンピュータを用いた回路実装設計支援技術に関する研究</li> <li>・電磁ノイズ発生メカニズムと低減技術の研究</li> <li>・画像を用いたロボット制御</li> </ul>
数理情報工学 原田 紀夫 教授 工学博士	<ul style="list-style-type: none"> <li>・数理的システム理論の構築とその応用の研究 (システムの超調和理論、統計力学的配置理論、並列処理の平均膨張率理論)</li> <li>・調和グラフによる情報表現とその応用理論</li> <li>・人間の目的行為の数理</li> </ul>
音響信号処理 幹 康 教授 工学博士	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒルベルト変換を利用した遅延時間ならびに音響特性推定法</li> <li>・粒状多孔質材料の音響特性</li> <li>・時間圧縮法、時間伸長法による異常診断</li> <li>・カオスを利用した不快音シンセサイザ</li> </ul>
計算機システム工学 蓑原 隆 教授 工学博士	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ワンタイムアドレスを利用したIPv6通信のプライバシー向上</li> <li>・仮想ネットワークを利用したスケーラブルなハニーポットファームの実現</li> <li>・競合学習型ニューラルネットワークの耐故障化</li> </ul>
計算機システム工学 早川 栄一 准教授 博士 (工学)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・組込みシステムを対象とした高信頼オペレーティングシステムとシステムソフトウェア環境</li> <li>・システムプログラミング教育支援環境</li> <li>・次世代コミュニケーション支援システム</li> </ul>
画像工学 諸角 建 教授 工学博士	<ul style="list-style-type: none"> <li>・不可視情報の可視化</li> <li>・映像の持つ潜在的情報の抽出とそれを利用した認識</li> <li>・運動解析ソフトウェアの開発と各種動作解析</li> </ul>

<p>プログラム解析 西田 誠幸 准教授 博士 (工学)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プログラム解析を利用したソフトウェアの脆弱性検出法</li> <li>・安全な Web アプリケーションの開発支援環境</li> <li>・計算機アーキテクチャの導入教育支援環境</li> </ul>
<p>知識処理 水野 一徳 准教授 博士 (工学)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・知的推論のための組合せ探索アルゴリズムの開発と効率評価</li> <li>・制約充足パラダイムによる知識処理と問題解決支援</li> <li>・マルチエージェントによる複雑現象シミュレーション</li> </ul>

## 工業デザイン学科

### 感性情報デザイン分野

色彩・造形 木嶋 彰 教授 芸術学修士	<ul style="list-style-type: none"><li>・ポストモダン以降の現代美術に関する研究</li><li>・造型要素の相互関係と感性評価に関する研究</li></ul>
感性デザイン 岡崎 章 教授 博士 (感性工学)	<ul style="list-style-type: none"><li>・デザインにおける感性の働きに関する研究</li><li>・チャイルドライフ・デザインに関する研究</li></ul>
デザイン情報論 工藤 芳彰 助教 博士 (工学)	<ul style="list-style-type: none"><li>・地域文化のメディア化に関する研究</li><li>・地域教育ツールに関する研究</li></ul>

### 生活デザイン分野

視覚造形 戸塚 泰幸 教授	<ul style="list-style-type: none"><li>・考案した印刷技法を応用した銅版画の制作</li><li>・質表現を中心とする陶作品の制作</li><li>・造形表現材の特性研究とデザインへの応用</li></ul>
用品設計 阿部 眞理 准教授 博士 (工学)	<ul style="list-style-type: none"><li>・スギ圧縮材およびその突き板単板による製品開発</li><li>・環境配慮材料の特性研究と用途開発</li></ul>
室内設計 白石 照美 准教授 博士 (工学)	<ul style="list-style-type: none"><li>・景観および室内空間形態の知覚に関する研究</li><li>・内装用材の特性研究とデザイン開発</li></ul>

### デザインシステム分野

システム計画 竹末 俊昭 教授	<ul style="list-style-type: none"><li>・監視カメラシステムを活用したサービスイノベーションデザインの展開</li><li>・デザイン発想法への価値分析手法応用</li></ul>
製品計画 古屋 繁 教授 博士 (工学)	<ul style="list-style-type: none"><li>・工業製品に対する類似性の判定構造</li><li>・製品ラインナップの形成のためのデザイン方法論</li><li>・ユーザ特性に基づいたインタラクティブシステムのデザイン方法論</li></ul>
シビックデザイン 永見 豊 准教授 工学修士	<ul style="list-style-type: none"><li>・橋梁デザインにおける機能性、経済性、優美性に関する研究</li><li>・道路内部空間におけるシーケンス景観に関する研究</li></ul>

### コミュニケーションデザイン分野

視覚デザイン 小出 昌二 准教授	<ul style="list-style-type: none"><li>・プリントメディアでのコミュニケーションにおける表現研究</li><li>・印刷加工を応用した平面構成の研究及び制作</li></ul>
---------------------	--

<p>デジタルメディア          菊池 司 准教授 博士 (工学)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ビジュアルシミュレーションのための3次元モデルの開発に関する研究</li> <li>・マルチメディアを用いた情報デザインによる人間のコミュニケーション支援に関する研究</li> </ul>
<p>情報表現          畑中 朋子 助教</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンテンツ人材育成における造形技術とデジタル技術の融合についての研究</li> <li>・情報表現的観点からのコンテンツデザイン・マネジメントの実践的研究</li> </ul>

## 基礎教育系列・その他

ユニタリ表現論 青木 茂 教授 理学博士	・半単純対称空間上の調和解析
解析学 織田 寛 准教授 博士 (数理学)	・Chevalley 制限定理の拡張とその応用
表面科学 関 節子 教授 理学博士 田村一二三 客員研究員工学博士	・イオン及び電子ビームを用いた表面計測の研究 ・マルチイオン源エミッタの開発
超高層大気物理学 卷田 和男 教授 理学博士	・ブラジル磁気異常帯と日本との銀河電波吸収の比較
理論物理学 鈴木 康夫 教授 理学博士	・ソフトマターに関する研究 ・物理教育に関する研究
生物工学 仁木 輝緒 教授 理学博士	・植物根組織細胞の生理・形態学的研究 ・生物（細胞）死の研究 ・微生物等の殺菌法システムの開発 ・組織細胞の培養装置の開発
計測制御 池田 修 教授 工学博士	・マルチモーダル検出認識 ・人工知能機械システム
情報学・生産工学（商学部） 金山 茂雄 教授 工学修士	・知覚的な情報処理による情報伝達と表現に関する基礎研究。 ・仮想空間情報による文化的資本の展開と人的資源に関する基礎研究。
地理学（政経学部） 平戸 幹夫 教授 理学修士	・熱帯雨林の保全と開発に関する調査研究 ・「地理学」学校教科書の国際比較研究
画像解析（外国語学部） 日比 哲也 准教授 工学修士	・色彩情報を利用した交通標識の画像認識システムの開発 ・視覚情報を認知する自動運転支援システムの開発 ・GPS を利用した自動航法システムの開発
蔬菜園芸学 (拓殖大学北海道短期大学) 小山 初枝 准教授 博士（農学）	・栽培条件と野菜中の栄養成分に関する研究 ・ハウス内における有機質肥料の連年施用に関する研究 ・北海道の施設導入に関する低コスト化に関する研究
ヒューマンインタフェース (拓殖大学北海道短期大学) 杉本 雅彦 准教授（工学修士）	・視覚障害者のための遠隔コミュニケーション支援に関する研究 ・バーチャルリアリティ空間におけるサイバープレーストリーミングの研究
音響情報処理 (拓殖大学北海道短期大学) 庄内 慶一 助教（工学修士）	・視覚障害者のための遠隔コミュニケーション支援に関する研究 ・e-learning システムを活用した入学準備教育の研究



理工学系専任教員研究活動一覽・他

ACADEMIC REPORTS & SOCIAL ACTIVITIES

(2009年4月～2010年3月含前年度未掲載分)

**【研究業績および研究活動区分】**

原稿及び翻訳＝著書 学位論文＝学論 学術論文＝論文 学会等の受賞＝受賞

学会誌掲載の展望・論説等＝展望または論説 調査報告書＝調査 新聞・専門誌への寄稿等＝寄稿

技術等解説＝解説 招待講演＝招待 国際会議・海外・国内シンポジウム等での発表（審査付）＝討論

大会口頭発表・学会研究会＝口頭 学会等の運営＝運営 学会誌及び各種の審査＝審査

団体または企業よりの依頼製作＝依頼 コンペ・団体展公募＝公募 招待出品及び指名設計、依頼出品＝作品  
団体・個人展覧会＝展示

機械システム工学科

著者氏名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 年 月	巻号ページ 分担・担当等
H.Kumazawa I.Susuki O.Hasegawa H.Kasano	論文	Influence of Biaxial Loads on Impact Fracture of High-Strength Membrane Materials	Advanced Composite Materials	2009	Vol.18, No.4, pp.395-413
C.Miyasaka H.Kasano B.R.Tittmann	討論	Experimental Analysis on Impact-induced Damage in CFRP Laminated Composites with Scanned Image Microscopy	Proc. 17th Int. Conf. Composite Engineering	2009-7	
笠野 箕島 川田 東海林 野間口 林 北條	報告	「自動車軽量化炭素繊維強化複合材料の研究開発」事後評価報告書	(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会	2009-2	分担執筆/まとめ etc.
笠野英秋	運営 運営 運営 運営 運営 運営	理事会 公益社団法人化対策委員会 応力ひずみ測定分科会 問題管理委員会 宇宙工学委員会 NEDO	強化プラスチック協会 強化プラスチック協会 日本非破壊検査協会 日本非破壊検査協会 JAXA 宇宙科学研究本部 新エネルギー・産業技術総合開発機 (NEDO)	2009 2009 2009 2009 2009 2009	理事 委員長 幹事 S 部会長 研究班員 技術委員
笠野英秋	審査 審査 審査	FRP 評定委員会 甲・乙種化学/機械講習・検定分科会 日本工業標準調査会(JISC)	日本建築センター 高圧ガス保安協会 経済産業省	2009 2009 2009	評定委員 講師・専門委員 専門委員
藤本一郎	運営 運営		電気自動車研究会 人と環境にやさしい交通をめざす協議会	2001 ~ 2007 ~	幹事 幹事
N. Matsunaga M. Hori A. Nagashima	論文	Gaseous Diffusion Coefficients of Methyl Bromide and Methyl Iodide into Air, Nitrogen and Oxygen	Heat Transfer - Asian Research	2009-9	Vol.8, No.6, 361-369.
松永直樹	口頭	CFC113およびHFC43-10meeの液体密度および蒸気の拡散係数の測定	第30回日本熱物性シンポジウム講演論文集	2009-10	pp.359-361.
	口頭	水スクラバによるNOおよびNO <sub>2</sub> の吸収に関する基礎研究 (第7報)	第47回燃焼シンポジウム講演論文集	2009-12	pp.170-171.
吉田勉 山川雅美 三好明 他3名	解説	高圧ガス保安製造責任者講習会 (材料力学担当)	高圧ガス保安協会	2009-4 ~ 5	甲種, 乙種講師
吉田勉 Nor Liana 櫻田邦彦 星野光男	口頭	衝撃音による棒部材の発生応力測定に関する研究	日本機械学会年次大会 講演論文集	2009-9	Vol.1, pp.161-162
木原幸一郎	運営 運営	技能五輪全国大会 CAD トレース技能審査	中央職業能力開発協会 中央職業能力開発協会	2004-04 ~ 2002-06 ~	「機械製図」職種競技委員 中央試験委員
森きよみ 渡辺裕二	口頭	粒子分散複合材料を用いた柔軟なマイクロアクチュエータの試作	日本実験力学会2009年度年次講演会 講演論文集	2009.8	Vol.9, pp.61-62
森きよみ	運営	多分野交流分科会	日本実験力学会	2005-12 ~	No.60
	運営	学会	日本実験力学会	2008-7 ~	
平野孝典	口頭	垂直軸型風車周りの流れの可視化 (非回転時の4枚翼風車について)	第22回翌列研究会	2009-12	

著者氏名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 月	巻号ページ 分担・担当等
平野 孝典	口頭	ターボ機械編集委員会 日本ガスタービン学会総務委員会 日本ガスタービン学会学術講演会委員会 日本ガスタービン学会広報委員会	ターボ機械協会 日本ガスタービン学会 日本ガスタービン学会 日本ガスタービン学会	2007-6 ~ 2006-6 ~ 2006-6 ~ 2008-8 ~	編集委員 総務委員 学術講演会委員 広報委員

電子システム工学科

著者名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 年 月	巻号ページ 分担・担当等
野口大輔 金田一	口頭	2次元レーザセンサによるフレキシブル配線板の外観検査	第一回大学コンソーシアム八王子	2009-12	No.60
金田一	運営	IEC/TC65/SC65A 国内対策委員会	日本電気計測器工業会	2009-4	委員長
	運営	IEC/SC65A/MT61512国内対策委員会	日本電気計測器工業会	2009-4	主査
	運営	IEC/SC65E/WG1 & 2国内対策委員会	日本電気計測器工業会	2009-4	主査
斉藤亜希 森口裕之 神保泰彦 川名明夫	口頭	微小電極アレイを用いた無脊椎動物由来培養神経回路の電気活動	電気学会研究会 E部門	2009-7	E-07
川名明夫	運営	政策科学研究所科学技術専門化ネットワーク	文部科学省	2002-4 ~	専門委員
川名明夫	審査	NEDO 外部評価委員	(独) 新エネルギー・産業技術開発機構	2002-4 ~	外部評価委員
多岐輝久 林誠公 杉弘	口頭	全波整流を用いた選択型高域利得調整フィルタによる電話音声の帯域拡張法	第1回大学コンソーシアム八王子学生発表会	2009-12	pp.116-117
小比類卷 杉本公誠 林誠	口頭	文字の大分類法に基づく特微量を導入した多色刷り背景文書からの文字領域抽出法	第1回大学コンソーシアム八王子学生発表会	2009-12	pp.176-177
横山一哉 杉本公誠 林誠	口頭	情景画像からの交通標識領域の特定手法に関する研究	第1回大学コンソーシアム八王子学生発表会	2009-12	pp.164-165
小比類卷 杉本公誠 林誠	口頭	多色刷り背景文書からの文字領域抽出法における特微量の有効性の検証	電子情報通信学会 第15回東京支部学生会研究発表会	2010-3	p.181
横山一哉 杉本公誠 林誠	口頭	情景画像からの交通標識領域の抽出と特定に関する一手法	電子情報通信学会 第15回東京支部学生会研究発表会	2010-3	p.187
K. Hirano K. Amano A. Uchida S. Naito M. Inoue S. Yoshimori K. Yoshimura P. Davis	論文	Characteristics of Fast Physical Random Bit Generation Using Chaotic Semiconductor Lasers	IEEE J. Quantum Electronics	2009-11	Vol.45, No.11 pp.1367-1379
K. Hirano T. Yamazaki S. Morikatsu H. Okumura H. Aida A. Uchida S. Yoshimori K. Yoshimura T. Harayama P. Davis	論文	Fast random bit generation with bandwidth-enhanced chaos in semiconductor lasers	Optics Express	2010-3	Vol.182, No.6, pp.5512-5524
吉森茂	運営	超伝導エレクトロニクス研究専門委員会 委員	電子情報通信学会	2009-5 ~ 2010-4	
渡辺裕二	解説	弾性表面波素子を用いた金線の超音波接合	「超音波TECHNO」日本工業出版	2008-11 ~ 12	第20巻, 第6号, 29-33

著者氏名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 月	巻号ページ 分担・担当等
渡辺 裕二	解説	超音波接合における接合界面の微細構造	成形加工, プラスチック成形加工学会	2008-11	第20巻, 第11号, pp.808-812
	解説	強力超音波振動体・伝送体とその霧化への応用	塗装工学	2009-6	Vol. 44 No.6, pp.213-219
	解説	弾性表面波素子を用いた MHz 帯の超音波接合	日本音響学会誌	2009-7	Vol. 65 No.7, pp.352-357
成瀬 健悟 米谷 和幸 渡辺 裕二	口頭	2周波数による面内複合振動体の検討	日本音響学会講演論文集	2008-9	pp.1417-1418
K. Naruse K. Mori Y. Watanabe	口頭	A Study on Structure of Joining Surfaces on Ultrasonic Joining of Au by use of Surface Acoustic Wave Device	Proc. Symp. Ultrasonic Electronics	2008-11	Vol. 29, pp.473-474
森  きよみ 渡辺 裕二	口頭	粒子分散複合材料を用いた柔軟なマイクロアクチュエータの試作	日本実験力学学会講演論文集	2009-8	No.9 (2009) ,pp.61-62
渡辺 裕二 米谷 和幸 成瀬 健悟	口頭	2つの周波数を用いた面内複合振動体	電子情報通信学会技術報告	2009-12	US2009-85, pp.31-34
渡辺 裕二	審査	閲読 1編	Japanese Journal of Applied Physics	2009-5	
渡辺 裕二	審査	閲読 1編	Japanese Journal of Applied Physics	2009-12	
T. Ogawa	著書	Complex-Valued Neural Network and Inverse Problems	Complex-Valued Neural Networks: Utilizing High-Dimensional Parameters, (Dr. Tohru Nitta ed), IGI-Global	2009-4	Chapter 2, pp.27-55
T. Ogawa	著書	Image Recognition on Impact Perforation Test by Neural Network	Image Processing, (Prof. Yung-Sheng Chen ed), In-Tech	2009-12	Chapter 19, pp.345-356
鬼原 健彦 小川 毅 金田 一	口頭	ネットワークインバージョンによるロボットアームの不良設定逆運動学解法	電子情報通信学会 総合大会	2010-3	D-2-4
J. Hasegawa K.kobayashi	論文	Genesis of the mechanical heart valves' ultrasonic closing clicks.	IEICE Trans. INF. & SYST.	2009-4	Vol.E92-D,No.4, pp.717-722
J. Hasegawa K.kobayashi	招待	Visualization of vibrations measured with a multi-channel optical vibration sensor.	157th Meeting of ASA	2009-5	
前山 利幸	審査 審査	電子情報通信学会和文論文誌 電子情報通信学会和文論文誌	電子情報通信学会 電子情報通信学会	2007-5 ~ 2004-5 ~	編集委員 査読委員
三堀 邦彦 神尾 武司 田中 隆博	解説	強化学習による避航進路の決定	日本航海学会誌	2009-6	vol.170, 6, pp.26-31
三堀 邦彦 矢吉 洋平 畠山 智行	口頭	神力型カオス発生回路の高次元化について	電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集	2008-9	A-2-7, p.34
増田 健司 三堀 邦彦	口頭	強化学習アルゴリズムに基づくマルチエージェント環境における経路決定	八王子産学公連携機構 第8回研究成果発表講演会要旨集	2008-12	pp.124-125
五十嵐 陽彦 三堀 邦彦	口頭	強化学習アルゴリズムに基づく4輪車の経路決定	八王子産学公連携機構 第8回研究成果発表講演会要旨集	2008-12	pp.190-191

著者氏名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 月	巻号ページ 分担・担当等
五十嵐 陽彦 三堀 邦彦	口頭	強化学習アルゴリズムに基づく4輪車の経路決定と切り返しの導入	電子情報通信学会非線形問題研究会	2009-2	NLP2008-131, pp.1-6
増田 健司 三堀 邦彦	口頭	マルチエージェント環境における経路決定問題への強化学習アルゴリズムの適用	電子情報通信学会非線形問題研究会	2009-2	NLP2008-132, pp.7-11
菅生 翔平 神尾 武司 三堀 邦彦 田中 隆博 安藤 昌俊 藤坂 尚量 生岩 登久	口頭	強化学習による多船航路探索法	電子情報通信学会非線形問題研究会	2009-3	NLP2008-167, pp.93-98
海老澤 謙一 三堀 邦彦	口頭	神力型カオス発生回路の結合系に発生する現象	第1回大学コンソーシアム八王子学生発表会要旨集	2009-12	pp.230-231
神尾 武司 三堀 邦彦 田中 隆博 安藤 昌俊 藤坂 尚量 生岩 登久	口頭	先見的知識を導入したマルチエージェント強化学習による船舶航路探索	電子情報通信学会非線形問題研究会	2010-3	NLP2009-161, pp.21-26
三堀 邦彦	運営	回路とシステム 軽井沢ワークショップ 実行委員	電子情報通信学会	2001-10～	
三堀 邦彦	運営	ネットワークダイナミクス研究会 幹事	電子情報通信学会	2008-8～	
T.Fukuhara O.Watanabe	調査	JNB proposal on the extension of lazy mode for JPEG2000 lossless coding and decoding (continuous report)	ISO/IEC JTC 1/SC29/WG1	2009-3	N5320
H.Kiya M.Iwahashi O.Watanabe	討論	A New Class of Lifting Wavelet Transform for Guaranteeing Losslessness of Specific Signals	IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing	2008-4	no.SPTM-L1.4, pp.3273-3276
H.Kiya M.Iwahashi O.Watanabe	討論	A New Structure of Lifting Wavelet for Reducing Rounding Error	IEEE International Symposium on Circuits and Systems	2008-5	no.C3L-C.2, pp.2881-2884
O.Watanabe H.Kiya M.Iwahashi	討論	Joint Bitstream Level Identification and Retrieval Method of JPEG 2000 Images for Digital Cinema	IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems	2009-2	no.WAM1-3-2, pp.328-331
O.Watanabe T.Fukuhara H.Kiya	討論	Identification of JPEG 2000 Images in Encrypted Domain for Digital Cinema	IEEE International Conference on Image Processing	2009-11	no.MA.PJ.PJ8, pp.2065-2068
渡邊 修 福原 隆浩 貴家 仁 志	討論	デジタルシネマ向けJPEG 2000符号化画像のためのビットストリームレベル画像検索法	電子情報通信学会 回路とシステム軽井沢ワークショップ	2008-4	pp.543-547, no.Bd2-3-3
渡邊 修	運営	財務理事	画像電子学会	2007-4～2009-6	
	運営	Bd 分科会 企画委員	第22回 回路とシステム軽井沢ワークショップ実行委員	2008-10～2009-9	
	運営	Bd 分科会 世話人	第23回 回路とシステム軽井沢ワークショップ実行委員	2009-10～	
	運営	サマーセミナー 2010 企画委員	映像情報メディア学会	2010-2～	
	運営	情報規格調査会 SC29/WG1 小委員会 委員	メディア工学研究会 情報処理学会	2010-2～	

著 氏	者 名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表 年 月	巻号ページ 分担・担当等
渡	邊	修	運営 英文論文誌 A 査読委員 運営 和文論文誌 A 査読委員	電子情報通信学会 電子情報通信学会	2005 ~ 2005 ~	

情報工学科

著者名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 年 月	巻号ページ 分担・担当等
上条敦史 割石幸太郎 石川勉	口頭	動詞「する」を含む自然言語文の述語知識変換法	人工知能学会第23回全国大会	2009-6	3M1-OS1-8
上条敦史 石川勉	口頭	名詞のカテゴリ情報と格助詞の特性を用いた任意格の推定法	第8回情報科学技術フォーラム (FIT2009)	2009-9	E-005
今給黎勇 石川佑勉	口頭	特定の接続詞の意味特性を利用した電子化文書からの因果知識の獲得法	第8回情報科学技術フォーラム (FIT2009)	2009-9	F-055
上条敦史 石川勉	口頭	日常語をベースとした拡張型述語論理への自然言語文の自動変換法	電子情報通信学会 人工知能と知識処理研究会	2010-3	AI2009-50 pp.47-52
上条敦史 石川勉	口頭	複文を対象とした自然言語文の拡張型述語論理への自動変換法	情報処理学会第72回全国大会	2010-3	1X-3
高柳俊祐 石川勉	口頭	雑談型自由対話システムにおける常識知識の獲得・精練・利用法	情報処理学会第72回全国大会	2010-3	6X-3
久野由隆 高柳俊祐 鎌野仁史 澤田有裕 石川貴裕 NURAENI WULANTIKA 上条敦史 石川勉	口頭	ちょっと賢いお友達感覚の自由対話システム	情報処理学会第72回全国大会	2010-3	デ-14(デモセッション)
A.Samukawa Y.Shioya K.iwasawa	討論	Proto Typing of Dynamic Information Display System of Java Programs	Proceedings of IADIS Multi Conference on Computer Science and Informatics, INFORMATICS 2009	2009-6	pp.229-231
本橋強志 岩澤京子	口頭	プログラムスライシング技術を用いたJavaソフトウェアのデバッグツールの試作	第72回情報処理学会全国大会予稿集	2010-3	2P
水口俊子 岩澤京子	口頭	プログラム初心者を対象とした変数学習のためのゲームソフトの開発	第72回情報処理学会全国大会予稿集	2010-3	5ZK
澁谷昇	展望	これからの EMC	月刊 EMC	2010-1	1月号, pp.34
澁谷昇	解説	特集シミュレーション “役に立つ最新 EMC シミュレーション”	月刊 EMC	2009-5	5月号, pp.23-24
澁谷昇	解説	Ⅲ-1 プリント配線板の電气的特性の測定	「EMC 原理と技術」-EMI/EMC 測定 of 電磁気と回路 高木相監修, 三松株式会社	2010-2	分担・担当 pp.99-120
箱田剛史 高橋丈博 作左部剛 澁谷昇	討論	Radiation Noise Reduction Effect using Capacitor with Resistor on Double-Layer Board	Proc. of EMC' 09/Kyoto	2009-7	21Q2-1, pp.89-92
澁谷昇	口頭	SC77B におけるイミュニティ規格の最新動向	電気学会, 電磁環境研究会	2009-3	EMC-09-10, pp.15-18
澁谷昇	運営	IEC/APC 活動推進会議, ACEC 分科会	日本規格協会	2009	分科会長
	運営	IEC/ACEC 会議	国際電気標準会議 (IEC)	2009	委員
	運営	IEC/TC77 国内委員会	電気学会	2009	幹事
	運営	IEC/SC77B 国内委員会	電気学会	2009	委員長
	運営	IEC/TC65/SC65A/WG4 国内委員会	日本電気計測器工業会	2009	主査

著者氏名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 月	巻号ページ 分担・担当等
澁谷 昇	運営	電磁特性技術委員会	エレクトロニクス実装学会	2009	委員
	運営	EMC モデリング研究会	エレクトロニクス実装学会	2009	主査
	運営	論文誌	電子情報通信学会	2009	査読委員
	運営	論文誌	エレクトロニクス実装学会	2009	査読委員
	運営	電気電子機器のノイズイミュニティ専門調査委員会	電気学会	2009	幹事
	運営	EMCJAPAN 企画委員会	日本能率協会	2009	委員
	運営	EMC フォーラム企画委員会	ソリューションフォーラム事務局	2009	委員, 座長
	運営	プリント配線板製造・設計技能検定委員会 (特級)	中央職業能力開発協会	2009	中央検定委員
高橋 丈博	展望	電磁特性分野の現状と展望	エレクトロニクス実装学会誌	2010-1	1月号, pp.10-12
高橋 丈博	展望	これからの EMC	月刊 EMC	2010-1	1月号, pp.51
高橋 丈博	解説	特集シミュレーション1 (モデルの説明等)	月刊 EMC	2009-5	5月号, pp.25-33
高橋 丈博	解説	基礎から学ぶ EMC (初級編) 電磁ノイズの基礎	EMC フォーラム	2009-7	pp.1-7
高橋 丈博 黒木 聖司 伊藤 健一	口頭	電子回路のノイズ低減設計技術調査専門委員会活動報告	電気学会電子回路研究会資料	2009-10	ECT-09-77, pp.1-4
高橋 丈博 左部 剛 澁谷 昇	口頭	抵抗付きキャパシタによるプリント配線板のノイズ低減メカニズム	電気学会電子回路研究会資料	2009-10	ECT-09-77, pp.7-10
高橋 丈博 左部 剛 澁谷 昇	口頭	イミュニティ試験における測定不確かさの検討	電気学会電子回路研究会資料	2009-10	ECT-09-77, pp.11-14
酒井 辰也 高橋 丈剛 左部 剛 澁谷 昇	口頭	不完全グラウンド面上の岐路電流経路シミュレーション	エレクトロニクス実装学会学術講演大会論文集	2010-3	pp.134-135
高橋 丈博	運営	高周波イミュニティ WG	IEC/TC77/SC77B国内委員会	2009	主査
	運営	電子回路の低ノイズ設計技術調査専門委員会	電気学会	2009	幹事
	運営	電磁特性技術委員会	エレクトロニクス実装学会	2009	委員長
	運営	広報小委員会	EMC' 09/Kyoto 運営委員会	2009	委員長
	運営	論文誌	電子情報通信学会	2009	査読委員
	運営	論文誌	エレクトロニクス実装学会	2009	査読委員
	運営	選考委員会	電子回路基板技術振興財団	2009	選考委員
	諸角 建 SRI スポーツ株	特許	Automatic tracking method for golf swing	2004201605, Australia	2009-5.1
佐々木 整	著書	ゼロからわかる Java 超入門 はじめてのプログラミング	技術評論社	2009-10.5	
佐々木 整	招待	Ubiquity チュートリアル - オリジナルなコマンドラインを作ってみよう	IEEE Education Society Japan Chapter 主催技術講演会	2009-7.3	

著者氏名	区分	著書、学術論文、作品等の名称	掲載誌、発行所、学会、講演会、展覧会等の名称	発行・発表年 月	巻号ページ 分担・担当等
Hitoshi Sasaki	討論	Development of a Japanese Language Learning Support System using Mobile Devices	The 7th International Conference on Education and Information Systems, Technologies and Applications	2009-7.10	
Kenta Saito Hitoshi Sasaki	討論	Development of a Simulator of Abacus; Ancient Analog Calculator on a Mobile Phone as a Teaching Material	The HCI International 2009	2009-7.22	
Hitoshi Sasaki Kazunori Mizuno	討論	A Web Enhanced Learning Support Environment using the Ubiquity Technology	The First International Conference on Knowledge and System Engineering	2009-10.13	pp.190-194
Salem Al-Neaimi Hitoshi Sasaki Norio Harada	討論	Development of an Arabic Language Learning Support System	The 17th International Conference on Computers in Education	2009-11.30	
真 人 三 澤 亮 浅 井 智 也 佐々木 整	口頭	子供向けひらがな Web ブラウザの開発	電子情報通信学会教育工学研究会	2009-5.23	信学技報, vol.109, no.52, ET2009-5, pp.25-29
斎 藤 謙 太 牧 田 裕 喜 佐々木 整	口頭	アプリケーションの実行が可能な電子単語帳の開発	電子情報通信学会教育工学研究会	2009-5.23	信学技報, vol.109, no.52, ET2009-6, pp.31-36
佐々木 整	口頭	携帯機器を利用した学習システムに関する一考察	電子情報通信学会教育工学研究会	2009-6.13	信学技報, vol.109, no.82, ET2009-9, pp.13-16
佐々木 整 水 野 一 徳 浅 井 智 也	口頭	Web ページ参照における日本語能力に応じた適切な漢字仮名交り文提示の検討 ～Ubiquity によるふりがな・ルビ表記～	電子情報通信学会教育工学研究会	2009-7.31	信学技報, vol.109, no.163, ET2009-21, pp.45-48
佐々木 整 浅 井 智 也	口頭	言語パックを利用したひらがな Firefox の開発	教育システム情報学会 第34回全国大会	2009-8.20	
斎 藤 謙 太 佐々木 一 徳 水 野 一	口頭	携帯電話を利用した学習支援ツールの開発	第8回情報科学技術フォーラム	2009-9.4	
熊 谷 薫 遠 藤 拓 海 加 藤 和 夫 志子田 有 光 佐々木 整	口頭	学生実験におけるウェブベースの教材のためのログ分析技術に関する研究	電子情報通信学会教育工学研究会	2009-9.12	信学技報, vol.109, no.193, ET2009-25, pp.19-22
遠 藤 拓 海 熊 谷 和 夫 加 藤 有 光 志子田 整 佐々木 整	口頭	多人数組み込みプログラム開発におけるログ収集手法の提案	電子情報通信学会教育工学研究会	2009-9.12	信学技報, vol.109, no.193, ET2009-26, pp.23-26
佐々木 整 水 野 一 徳 青 嶋 一 健 作左部 剛 視	口頭	Educational game を利用したプログラミング教育の効果に関する一考察	教育システム情報学会 第5回研究会	2010-1.23	
佐々木 整 水 野 一 徳 伊 藤 淳 石 野 将 教 志子田 有 光	口頭	留学生を対象とした日本語 Web ページのひらがな化	電子情報通信学会 2010年総合大会	2010-3.17	D-15-18
佐々木 整	運営	日本教育工学会 論文誌編集委員	日本教育工学会	2006 ～	
佐々木 整	運営	電子情報通信学会 和文論文誌D編集委員	電子情報通信学会	2008 ～	

著者氏名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 月	巻号ページ 分担・担当等
佐々木 整	運営	教育システム情報学会 論文誌編集委員	教育システム情報学会	2007-	幹事
	運営	HCI International 2009 session chair	The 13th International Conference on Human-Computer Interaction	2009-7.22	
	運営	ICCE 2009 Program Committee	The 17th International Conference on Computers in Education	2009-1.20~9.12	
	運営	HCI International 2009 organizer (Ubiquitous / Mobile Learning Environment and New User Experience)	13th International Conference on Human-Computer Interaction	2008-9 ~ 2009.8	
	運営	教育システム情報学会 評議委員	教育システム情報学会	2009-8	
	運営	教育システム情報学会 新技術開発・活用委員会 副委員長	教育システム情報学会	2009-8	
	運営	教育システム情報学会 学生研究 発表会 東京地区実行委員	教育システム情報学会	2008-10~2009.3	
	運営	教育システム情報学会 研究会委員会委員	教育システム情報学会	2003-9 ~	
	運営	教育システム情報学会 企画委員会 幹事	教育システム情報学会	2007 ~	
	運営	教育システム情報学会 WWW 委員会 委員	教育システム情報学会	2008 ~	
	運営	電子情報通信学会システム開発論文 特集号 編集委員	電子情報通信学会	2009 ~ 2010	
	運営	日本教育工学会 論文特集号編集委員会 委員	日本教育工学会	2009 ~ 2010	
	運営	IEEE Japan Council E-25 Vice chair	IEEE	2008-1 ~	
	運営	IEEE Japan Council E-25 Treasurer	IEEE	2004-1 ~	
	運営	電子情報通信学会英文誌小特集号 編集委員	電子情報通信学会	2009 ~ 2010	
	運営	CISIS 2010 Complex Intelligent Techniques for eLearning track Pro- gram Committee	International Conference on Complex, Intelligent and Soft- ware Intensive Systems	2009-5 ~ 2010-2	
	運営	座長	教育システム情報学会第34 回全国大会	2009-8.21	
	運営	座長	教育システム情報学会第5 回研究会	2010-1.23	
	運営	座長	電子情報通信学会 2010 年総 合大会	2010-3.17	
	佐々木 整	審査	教育システム情報学会 英文誌査読委員	教育システム情報学会	
審査		EISTA 2009 reviewer	The 7th International Confer- ence on Education and Infor- mation Systems, Technologies and Applications	2008 ~ 2009	
審査		情報科学技術フォーラム (FIT) 2009 査読委員	第8 回情報科学技術フォー ラム	2008 ~	

著者氏名	区分	著書、学術論文、作品等の名称	掲載誌、発行所、学会、講演会、展覧会等の名称	発行・発表年 月	巻号ページ 分担・担当等
佐々木 整	審査	HCI International 2009 reviewer	The 13th International Conference on Human-Computer Interaction	2008-8～2009-7	
	審査	学生研究発表会東京地区審査員	教育システム情報学会	2010-3	
Yuka Sakurai Seikoh Nishita	討論	G-Cope: A GUI Builder for Constraint Programmin Environment	13th International Conference on HumanComputer Interaction	2009-7	SS2009-38, pp.19-24
西田 誠 幸 大橋 知 典 Li Hengo	討論	条件式の解析によるSQLインジェクション脆弱性検査法の精度改善	第12回プログラミングおよびプログラミング言語ワークショップ (PPL2010)	2010-3	pp.146-160
大橋 知 典 Li Heng 西田 誠 幸	口頭	条件式の解析によるSQLインジェクション脆弱性検査法の改良	電子情報通信学会ソフトウェアサイエンス研究会	2009-12	Vol.2010-CE-103, No.9
櫻井 友 香 西田 誠 幸	口頭	GUIビルダツールを用いた教育用制約プログラミング環境の開発	情報処理学会コンピュータと教育研究会	2010-3	Vol.2010-CE-103, No.9
Chamanan Saenthaweesk Li Heng 西田 誠 幸	口頭	脆弱性学習ツールにおける練習問題の自動生成方法について	電子情報通信学会総合大会	2010-3	D-10-8
宮地 亮 佑 西田 誠 幸	口頭	自己のWeb閲覧履歴を用いたWebページ推薦とその評価	電子情報通信学会総合大会	2010-3	D-9-20
大澤 優 人 西田 誠 幸	口頭	あやとり完成図からの手順推定法	電子情報通信学会総合大会	2010-3	D-1-6
Yosuke Nishino Eiichi Hayakawa	口頭	Minato: Integrated Visualization Environment for Embedded Systems Learning	Lecture Notes in Computer Science	2009-7	pp.325-333
本橋 大 樹 西野 洋 介 早川 栄 一	口頭	組込みシステム学習支援環境「港」におけるLinuxプロセス可視化環境の開発	情報処理学会組込みシステム研究会研究報告	2010-3	2010-EMB-16, No.39, pp.1-7
早川 栄 一 青山 誠 一 西野 洋 介	口頭	システムソフトウェア教育支援環境「港」のシステムソフトウェア	JSASS2009	2009-9	pp.155-173
西野 洋 介 早川 栄 一	口頭	組込みシステムのプログラムインタフェース	情報処理学会夏のプログラミングシンポジウム報告集	2009-9	pp.7-12
早川 栄 一	運営	組込みシステム研究会	情報処理学会	2010	幹事
早川 栄 一	運営	オペレーティングシステムとシステムソフトウェア研究会	情報処理学会	2010	運営委員
早川 栄 一	運営	コンピュータと教育研究会	情報処理学会	2010	運営委員
早川 栄 一	審査	国分寺市情報公開・個人情報審議会		2010	委員
Kazunori Mizuno Cen Gao Yoshitaka Nagasawa Yukio Fukui Seiichi Nishihara	討論	Urban Traffic Flow Simulation with Traffic Accidents in Virtual City Spaces	NICOGRAPH International 2009	2009-6	CD-ROM
Satoshi Ono Ryuji Miyamoto Shigeru Nakayama Kazunori Mizuno	討論	Difficulty Estimation of Number Place Puzzle and Its Problem Generation Support	ICCAS-SICE 2009, SCROS-SICE International Joint Conference	2009-8	pp.4542-4547

著者氏名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 月	巻号ページ 分担・担当等
Yoshitaka Nagasawa Kazunori Mizuno Hitoshi Sasaki Seiichi Nishihara	討論	Constructive Generation of 3COL Instances by Embedding Minimal Unsolvable Structures	The 1st International Conference on Knowledge and System Engineering (KSE2009)	2009-10	pp.100-105
桑野宝峰 水野一徳 福井幸徳 西原清一	討論	認知率の導入による仮想都市交通流シミュレーション	第25回NICOGRAPH論文コンテスト	2009-10	CD-ROM
Baofeng Sang Kazunori Mizuno Yukio Fukui Seiichi Nishihara	討論	Introducing Recognition Ratios for Urban Traffic Flow Simulation in Virtual Cities	The 8th ACM SIGGRAPH International Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry (VRCAI)	2009-12	pp.267-270
桑野宝峰 水野一徳 福井幸徳 西原清一	討論	歩行者に対する認知率の導入による仮想都市交通流シミュレーション	NICOGRAPH Spring Festival in Tokyo International Anime Fair	2010-3	CD-ROM
水野一徳 奥住雅仁 佐々木清一	口頭	Binary CSPのための制約違反最小化戦略のハイブリッド型 Ant System の効果	第8回情報科学技術フォーラム (FIT2009)	2009-9	F-017
長澤圭孝 水野一徳 西原清一	口頭	極小非可解構造の埋め込みによる難しい3COL インスタンスの組織的生成	第74回人工知能基本問題研究会 (SIG-FPAI), 人工知能学会	2009-9	pp.51-56
水野一徳 小野智司 西原清一	口頭	多集団型 Ant Systemによる制約充足問題の解法	第2回進化計算フロンティア研究会 (SIG-ECF), 人工知能学会	2009-10	pp.35-40
仲長健次 水野圭孝 西原清一	口頭	点連結度に注目した難しい3COL インスタンスの組織的生成	第75回人工知能基本問題研究会 (SIG-FPAI), 人工知能学会	2009-11	pp.83-88
水野一徳 小野智司 佐々木清一	口頭	制約充足型 Ant Systemにおける局所探索による解候補の育成	進化計算シンポジウム 2009	2009-12	3-05
大懸野充 水野一徳 長澤圭孝 西原清一	口頭	制約充足に基づく勤務シフトスケジューリング	第72回全国大会, 情報処理学会	2010-3	1W-2
仲長健次 水野圭孝 西原清一	口頭	連結度に注目したグラフ3彩色インスタンスの組織的生成	第72回全国大会, 情報処理学会	2010-3	1W-3
水野一徳 長澤圭孝 仲野健次 佐々木清一 西原清一	口頭	極小非可解構造に基づく連結度を考慮した3COL インスタンスの組織的生成	第77回人工知能基本問題研究会 (SIG-FPAI), 人工知能学会	2010-3	pp.67-72
水野一徳	招待	計算機によるボトムアップ型シミュレーション ~仮想都市空間の知的設計とシミュレーション~	日本デザイン学会平成21年度秋季企画大会	2009-11	
水野一徳	運営	論文委員会	芸術科学会	2009-5 ~	委員

デザイン学科

著者氏名	区分	著書、学術論文、作品等の名称	掲載誌、発行所、学会、講演会、展覧会等の名称	発行・発表年・発表月	巻号ページ 分担・担当等
竹内 修 木嶋 彰 寺田 勝	論説	木材塗装における明度・光沢度の変化が木材の特性評価に及ぼす影響の検討	塗装工学	2008-10	Vol.43, No.10, pp.336-346
木嶋 彰	展示	International Tsai-Mo "Tu Yia" Painting Exhibition.	主催：国際彩墨画連盟 会場：台中市文化中心	2009-8	作品サイズ：1800×600mm 作品数：2点
寺田 勝 竹内 修 木嶋 彰	論説	木目模様におけるテクスチャ特徴の解析	塗装工学	2009-10	VOL.44 NO.9 pp.318-323
尾形 拓也 木嶋 彰 伊藤 弘樹 滝沢 正仁	口頭	新聞広告における視覚表現の構成と短期記憶の関係	VISION:日本視覚学会	2010-1	22巻 1105
木嶋 彰	運営	理事	NPO 法人アート農園	2009年度	
木嶋 彰	運営	評議委員	日本デザイン学会	2009年度	
率川 陽馬 竹末 俊昭	論文 口頭	「クラウドソーシング」へのデザイナー参画の可能性	日本感性工学会・第10回研究発表会	2008-9	CD-ROM 21D-07
率川 陽馬 竹末 俊昭	論文 口頭	Possibility of the designer participation to Crowd sourcing	International Service Innovation Design Conference In Susan Korea	2008-10	pp.151 ~ 159
竹末 俊昭 率川 陽馬	展望	インターネット上でのユーザーニーズ収集に基づく商品開発へのデザイナー参画の可能性	理工学研究報告	2008-12	pp.7 ~ 10
竹末 俊昭	論説	「クラウド時代のデザインマネジメント」	日本デザイン学会・特集号 (第17巻1号)	2009-10	pp.40 ~ 45
杉山 和雄 ほか 竹末 俊昭	口頭	「サービスイノベーションデザインの枠組み」	日本デザイン学会・春季第55回研究大会(広島国際大)	2008-6	パネラー
土屋 貴志 竹末 俊昭	口頭	肘で支える松葉杖の提案	八王子産学公連携機構 第8回研究成果等発表会	2008-12	pp.196 ~ 197
平林 孝仁 竹末 俊昭	口頭	ジョギングとウォーキングのためのボトルホルダーの提案	八王子産学公連携機構 第8回研究成果等発表会	2008-12	pp.244 ~ 245
末本 洋太 竹末 俊昭	口頭	60年代アメリカをコンセプトにしたアクセサリーブランドの企画提案	八王子産学公連携機構 第8回研究成果等発表会	2008-12	pp.246 ~ 247
塩原 実昭 竹末 俊昭	口頭	バルコニー用システムプランター提案	八王子産学公連携機構 第8回研究成果等発表会	2008-12	pp.248 ~ 249
宮崎 祐輔 竹末 俊昭	口頭	レインカバーバックの提案	八王子産学公連携機構 第8回研究成果等発表会	2008-12	pp.250 ~ 251
率川 陽馬 竹末 俊昭	口頭	「クラウドソーシング」へのデザイナー参画の可能性	八王子産学公連携機構 第8回研究成果等発表会	2008-12	pp.252 ~ 253
井上 陽水 竹末 俊昭	口頭	犬との生活を楽しくするサービス提案	八王子産学公連携機構 第8回研究成果等発表会	2008-12	pp.256 ~ 257
竹末 俊昭	口頭	「クラウドソーシングによるソリューションデザインの可能性」	日本デザイン学会・春季第56回研究大会(口頭発表)	2009-6	pp.122 ~ 123
竹末 俊昭	口頭	「サービスビジネスとデザインについての一考察」	日本デザイン学会・春季第56回研究大会(口頭発表)	2009-6	pp.342 ~ 343
ユ・インケツ 竹末 俊昭	口頭	「監視システムの可視化」	第1回大学コンソーシアム 八王子発表会	2009-12	pp.82 ~ 83

著者氏名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 月	巻号ページ 分担・担当等
鰐田 玲 央 竹 末 俊 昭	口頭	「介護予防を目的とした簡易トレーニングツールの提案」	第1回大学コンソーシアム八王子発表会	2009-12	pp.270～271
武藤 雅 行 竹 末 俊 昭	口頭	「マルチユースキャリアバッグの提案」	第1回大学コンソーシアム八王子発表会	2009-12	pp.272～273
川上 大 幾 竹 末 俊 昭	口頭	「災害時における避難所生活のためのシステムツール-簡易ベッド」	第1回大学コンソーシアム八王子発表会	2009-12	pp.286～287
栗原 孝 亮 竹 末 俊 昭	口頭	「車椅子タクシーの提案」	第1回大学コンソーシアム八王子発表会	2009-12	pp.288～289
大石 健 永 竹 末 俊 昭	口頭	「旅行時のコミュニケーションを円滑にする情報ツール提案」	第1回大学コンソーシアム八王子発表会	2009-12	pp.290～291
金 俊 昭 竹 末 俊 昭	口頭	「パソコンUSBを電源とするLED照明」	第1回大学コンソーシアム八王子発表会	2009-12	pp.292～293
竹 末 俊 昭	運営	日本感性工学会・論文編集委員会	日本感性工学会	2009-1～12	委員
竹 末 俊 昭	運営	JSKE 編集委員会	日本感性工学会	2006-4～	委員
竹 末 俊 昭	運営	TAMA コーディネータ 若者と中小企業とのネットワーク 事業推進委員	(社)首都圏産業活性化協会 (TAMA 産業活性化協会)	2008-4～	理事
竹 末 俊 昭 ほ か	運営	デザインフェスタ 29 参加 (レーザー加工製品の出展)	デザインフェスタ/レーザー・デザインフォーラム	2009-5.2	総責任者
竹 末 俊 昭 ほ か	運営	OTOMEプロジェクト (某遊戯機器メーカーと女子美術 大学との連携)	相模原インキュベーション センター (SIC)	2009-7～2010-3	総責任者
Chikara Koshiyama Sun Yiyin Mari Abe Terumi Shiraishi	討論	Sensory Characteristics of Chinese Traditional Paper "Senshi"	IASDR2009	2009-10	(CDのため頁記載なし)
Juhee Kim Sun Yiyin Terumi Shiraishi Mari Abe Hyelyeon Kim	討論	Sensory evaluation on string-formed interior materials	IASDR2009	2009-10	(CDのため頁記載なし)
越山 才 阿部 眞 理 白石 照 美	口頭	環境配慮紙の力学的性質	日本デザイン学会第56回春季研究発表大会概要集	2009-6	pp.352-353
阿部 眞 理	運営	理事	日本デザイン学会	2008-4～2010.3	
阿部 眞 理	運営	学会誌編集・出版委員会委員	日本デザイン学会	2008-4～2010.3	
阿部 眞 理	運営	「木材工業」編集委員	日本木材加工技術協会	2008-4～2010.3	
戸塚 泰 幸 阿部 眞 理 白石 照 美	展示	拓殖大学工学部工業デザイン学科 生活デザイン分野授業作品展示	Japan Home Show2009 (東京ビッグサイト)	2009-11	
戸塚 泰 幸 阿部 眞 理 白石 照 美	展示	紙でつくるあかり展Ⅳ	八王子学園都市文化ふれあい財団ギャラリーホール	2009-9	
小出 昌 二	論文	エンボス加工を応用した構成作品-3	日本基礎造形学会 論文集・作品集 2009 基礎造形018	2010-3	pp.62-63
遠藤 翔 二 小出 昌 二	口頭	トレインチャンネルを利用した盲導犬支援活動	第1回大学コンソーシアム八王子学生発表会 概要集	2009-12	pp.350-351
小出 昌 二	運営	日本デザイン学会評議員会	日本デザイン学会	2005-1～	評議員

著者氏名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 月	巻号ページ 分担・担当等
小出昌二	運営	日本基礎造形学会 第20回記念大会 (あいづ大会)	日本基礎造形学会	2009-9	実行委員
小出昌二	審査	日本基礎造形学会 論文集・作品集 2009 基礎造形018 査読	日本基礎造形学会	2009-10	査読委員
小山達也 小出昌二	依頼	PC周辺機器のブランドマーク	株式会社バッファロー ヨサプライ	2010-3	
小出昌二	公募	平面構成作品	モダンアート協会主催 第59回モダンアート展 デザイン部門入選 東京都美術館 作品集	2009-4~5	p.83
小出昌二	作品	平面構成作品	2009アジア基礎造形連合学会韓国大会 韓国・済州大学校 概要集	2009-8	p.20
小出昌二	作品	平面構成作品	モダンアート協会主催 2009モダンアート明日への展望 横浜市民ギャラリー	2009-9	
小出昌二	作品	平面構成作品	日本基礎造形学会 第20回記念大会(あいづ大会) 会津大学	2009-9	p.25
小出昌二	展示	東京ミッドタウン・デザインハブ 第16回企画展「デザインのYES NO」	日本グラフィックデザイナー協会企画・運営 東京ミッドタウン・デザインハブ主催 作品集	2009-4~5	p.57
小出昌二	展示	東京ミッドタウン・デザインハブ 第19回企画展「たべものと布」	日本グラフィックデザイナー協会企画・運営 東京ミッドタウン・デザインハブ主催 作品集	2009-12~2010-1	p.27
Yoshihiko Nitamizu Yasunao Motohashi Juhee Kim Terumi Shiraishi Tsutom Terazawa	討論	Fundamental Research for Planning of Harmonica-type Display Booth Design Guide	IASDR2009	2009-10	(CDのため頁記載なし)
Juhee Kim Sun Yiyin Terumi Shiraishi Mari Abe Hyelyeon Kim	討論	Sensory evaluation on string-formed interior materials	IASDR2009	2009-10	(CDのため頁記載なし)
Chikara Koshiyama Sun Yiyin Mari Abe Terumi Shiraishi	討論	Sensory Characteristics of Chinese Traditional Paper "Senshi"	IASDR2009	2009-10	(CDのため頁記載なし)
二田水嘉彦 白石照美	口頭	学生と街を繋ぐ学生寮の提案	日本デザイン学会 デザイン学研究 第56回研究発表大会概要集	2009-6	pp.338-339
越山才 阿部眞理 白石照美	口頭	環境配慮紙の力学的性質	日本デザイン学会 デザイン学研究 第56回研究発表大会概要集	2009-6	pp.352-353
白石照美	運営	評議員	日本デザイン学会		
白石照美	運営	関東支部 幹事	日本インテリア学会	2005-5~	
永見豊 深谷茂	論文	豊島大橋の景観設計	日本デザイン学会 デザイン学研究作品集2009 15号	2010-3	pp.48-51
永見豊	論文	矢部川大橋の景観設計	日本デザイン学会 デザイン学研究作品集2009 15号	2010-3	pp.52-55

著者氏名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 月	巻号ページ 分担・担当等
永見 豊	論文	単調さの解消を目的としたトンネル壁面のシークエンスデザイン	拓殖大学理工学研究報告 Vol.11, No.1	2009-11	pp.13-20
永見 豊 ほか	受賞	矢部川大橋 田中賞 (作品部門)	社団法人土木学会	2009-5	景観設計担当
永見 豊 ほか	受賞	豊島大橋 田中賞 (作品部門)	社団法人土木学会	2009-5	景観設計担当
永見 豊 ほか	受賞	豊島大橋 全建賞 (道路部門)	社団法人全日本建設技術協会	2009-5	景観設計担当
永見 豊 永田 裕	受賞	反復効果に着目した道路内部景観に関する研究 (3) グッドプレゼンテーション賞	日本デザイン学会 デザイン学研究 第56回研究発表大会	2009-6	
永見 豊	討論	Sequence Pattern Design of Long Tunnel to Improve a Monotonous Environment	International Association of Societies of Design of Research 2009	2009-10	CD-ROM
永見 豊 永田 裕	口頭	反復効果に着目した道路内部景観に関する研究 (3)	日本デザイン学会 デザイン学研究 第56回研究発表大会概要集	2009-6	pp.340-341
永見 豊	口頭	利用目的に特化した街区公園の提案	日本デザイン学会 デザイン学研究 第56回研究発表大会概要集	2009-6	pp.232-233
竹末 俊 永見 昭豊	口頭	サービスビジネスとデザインについての一考察	日本デザイン学会 デザイン学研究 第56回研究発表大会概要集	2009-6	pp.342-343
永見 豊	運営		八王子市総合評価審査委員会	2007-4 ~	副委員長
田中 清 江原 絢 吉賀 成 佐藤 万 宮本 佳 工藤 芳 山岡 義 卓	論文	家政学系分野女子大学及び多摩地域衣食住関連企業における産学・地域連携の取組みに関する調査研究	東京家政学院大学紀要 自然科学・工学系第49号	2009-8	pp.51-60
坪郷 英 宮内 貴 工藤 芳 伊藤 真奈実	論文	八王子祭山車はどのように認識されているか	民具研究 140号	2009-9	pp.79-90
八王子指定有形文化財山車調査団 (坪郷 英彦 工藤 芳彰 他)	調査	八王子市指定有形文化財山車調査報告書	八王子市教育委員会	2010-3	実測図作成・報告書編集
工藤 芳彰	寄稿	八王子の山車まつり (1) 山車文化の継承発展と山車まつりの現状	木材工業	2009-3	Vol.64 No.3,pp.140-141
工藤 芳彰	寄稿	八王子の山車まつり (2) 山車の構造にみる多様性	木材工業	2009-4	Vol.64 No.4,pp.198-199
工藤 芳彰	寄稿	八王子の山車まつり (3) 山車の形状	木材工業	2009-6	Vol.64 No.6,pp.296-297
工藤 芳彰	寄稿	八王子の山車まつり (4) 神輿と山車	木材工業	2009-7	Vol.64 No.7,pp.344-345
工藤 芳彰	寄稿	八王子の山車まつり (5) 彫刻	木材工業	2009-8	Vol.64 No.8,pp.394-395
工藤 芳彰	招待	八王子の地域教育をデザインする	第63回学術講演会 (ファジィフロント) (日本知能情報ファジィ学会関東支部、日本人間工学会感性情報処理・官能評価部会)	2009-10	

著者氏名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 月	巻号ページ 分担・担当等
工藤芳彰	招待	子供たちと地域をつなぐ教育ツールのデザイン	日本人間工学会関東支部第39回大会講演集 シンポジウム「感性とデザイン」	2009-12	
N. Taba Y. Kudo	討論	The present conditions and the problems of the festival car (Dashi) cruise in Minamicho, Hachioji-shi, Tokyo	The 4th International Symposium on Creation of Design Culture	2009-11	pp.123-132
澤村英子 工藤芳彰 坪郷英彦	口頭	八王子旧市街上地区の祭礼にみる服飾デザイン	日本デザイン学会第56回研究発表大会概要集	2009-6	pp.188-189
田場直也 工藤芳彰	口頭	八王子の山車文化を学ぶ映像コンテンツ	日本デザイン学会第56回研究発表大会概要集	2009-6	pp.332-333
佐々布裕季 工藤芳彰 古屋繁	口頭	中学年児童を対象とした地域性を有する物語創作の試みー物語を軸とした地域教育とデザイン (2)	日本デザイン学会第56回研究発表大会概要集	2009-6	pp.334-335
石川友理 工藤芳彰	口頭	埼玉の山車文化を学ぶボードゲーム	日本デザイン学会第56回研究発表大会概要集	2009-6	pp.336-337
工藤芳彰	運営	理事	日本デザイン学会	2008-4～2010-3	

基礎教育系列

著者名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 月	巻号ページ 分担・担当等
Y.Y.Suzuki D.R.Williams	論文	Ribbon polymers in poor solvents: Layering transitions in annular and tubular condensates	Europhysics Letters vol.85	2009-4	63001 pp.1-5
Y.Y.Suzuki M. Tokita S. Mukai	論文	Kinetics of water flow through a polymer gel	European Physical Journal E 29	2009-9	pp.415-422
鈴木 康 夫	寄稿	フランスの社会と教育制度	拓殖大学理工学研究報告	2009-11	Vol.11, No. 1, pp.69-74
鈴木 康 夫 錦田 昌之 向井 貞篤	口頭	高分子ゲル中を流れる水の緩和現象	日本物理学会秋季大会 講演概要集 64巻 第2号 第2分冊	2009-9	p.259
鈴木 康 夫	審査	編集委員	大学の物理教育	2009	
鈴木 康 夫	審査	審査委員長	日本技術者教育認定機構	2009	
鈴木 康 夫	審査	出版査読	拓殖大学叢書	2009-5	
鈴木 康 夫	審査	論文レフリー	Europhysics Letters	2009-11	
S. Seki H. Tamura Y. Wada K. Tsutsui S. Ootomo	討論	Depth profiling of micrometer-order area by mesa-structure fabrication	The 17th international Conference on Secondary ion mass spectrometry	2009-9	p.238
S. Seki H. Tamura	討論	Quantification on Micro-area Analysis in SIMS	7th international symposium on atomic level characterizations for new materials and devices09 (ALCO9)	2009-12	pp.667-669
関 節 子	運営	ALCO9	学振141委員会	2009	実行委員
仁 木 輝 緒	受賞	嫌気条件に対するエンドウの根の形態学的反応とその機構に関する研究	根研究会 学術功労賞	2009年度	
高 橋 三 男 仁 木 輝 緒	口頭	微小酸素センサーによる根組織内の酸素濃度の測定	第30回 根研究集会	2009-05	
仁 木 輝 緒	口頭	ジャイアントトウモロコシ根端組織細胞の観察	第72回 日本植物学会	2009-09	
高 橋 三 男 仁 木 輝 緒	口頭	湛水条件での根表面近傍の酸素濃度と根組織構造との関係	第31回 根研究集会	2009-11	
仁 木 輝 緒	運営	電子顕微鏡技術者認定委員会	日本顕微鏡学会	2001～	認定委員
卷 田 和 男	論文	38.2MHz偏波観測による地球近傍での電波放射と宇宙雑音電波とを識別する試み	拓殖大学理工学研究報告	2009-11	Vol.11, No.1, pp.21-26
卷 田 和 男	論文	トレレウ (アルゼンチン) におけるイメージングリオメータ観測	拓殖大学理工学研究報告	2009-11	Vol.11, No.1, pp.39-43
卷 田 和 男	調査	ブラジル・アルゼンチンにおける超高層大気研究	名古屋大学太陽地球環境研究所助成	2009-8.8～9.18	
卷 田 和 男	調査	南極ブラジル基地でのリオメータ設置	文部科学省・交換科学者	2009-2.8～3.13	
卷 田 和 男	口頭	Riometer observation in Geomagnetic Hole in South Atlantic Anomaly Region	International Congress of the Brazilian Geophysical Society, 2009	2009-8.24～28	

著者氏名	区分	著書, 学術論文, 作品等の名称	掲載誌, 発行所, 学会, 講演会, 展覧会等の名称	発行・発表年 月	巻号ページ 分担・担当等
Hiroshi Oda	招待	Poisson transforms and graded Hecke algebras I, II	第9回 冪零軌道と表現論研究会「The 9th Workshop on Nilpotent Orbits and Representation Theory」(北海道大学)	2010-2	2回連続講演
森田 園子 池田 修 永田 大 守屋 康正	著書	情報処理とコンピューティング - コンピュータとネットワークによる IT 活用 -	創泉堂出版	2010-4	第2章, 第3章

理工学総合研究所	理工学研究報告	表紙デザイン
運営委員	編集委員	
○澁谷 昇	○早川 栄一	石田 光男
鈴木 保之	平野 孝典	鳥井 貴彦
長谷川 淳	小川 毅彦	
早川 栄一	青鳶 健一	
岡崎 章	永見 豊	
卷田 和男	古藤 薫	

拓殖大学理工学研究報告

第11巻 第2号

平成22年11月30日 印刷

平成22年11月30日 発行

兼発行人 澁谷 昇  
発行所 拓殖大学理工学総合研究所  
東京都文京区小日向3-4-14  
電話 03-3947-7595  
(学務部研究支援課)

印刷所 神谷印刷株式会社



# TAKUSHOKU UNIVERSITY

HEAD OFFICE : 3-4-14 KOHINATA  
BUNKYO-KU, TOKYO, JAPAN  
RESEARCH INSTITUTE OF  
SCIENCE AND ENGINEERING  
815-1, TATEMACHI, HACHIOJI CITY  
TOKYO, JAPAN

ISSN 0919-8253

## BULLETIN OF SCIENCE AND ENGINEERING TAKUSHOKU UNIVERSITY

Vol.11 No.2  
Nov. 2010

### CONTENTS

#### REVIEWS

Development of Servo Cold Roll Forming Machine  
..... *Ihou Shou Hiroshi Ona* 3

IEC/ACEC Conference Report..... *Noboru Schibuya* 7

#### ARTS&DESIGNS

Proposal of the Elevated Road Ahead of Efficiency, Economy and Elegance  
..... *Yutaka Nagami Shuji Ohnami* 15

#### FULL PAPERS

Study on Measurement Uncertainty of Electromagnetic Immunity Test  
..... *Takehiro Takahashi Takashi Sakusabe* 25

Cosmic Noise Absorption during Magnetic Disturbance Period in Geomagnetic  
Anomaly Region  
..... *Kazuo Makita Mituo Hoshino Yasuo Kato  
Masanori Nishino Yoashimasa Tanaka Tuiyoshi Toya  
Takashi Ookawa N.J.Schuch A.Foppiano E.Ovalle  
R.Monreal J.C.Gianibelli* 29

Cosmic Noise Absorption Phenomena at Punta Arenas, Chile associated with  
the Huge Geomagnetic Storm called 'Halloween Storm'  
..... *Masanori Nishino Kazuo Makita Ricardo Monreal* 37

#### SHORT NOTES

Wet Hair of Stacking Polygons  
..... *Kouki Itoh Tsukasa Kikuchi Akira Kijima* 51

#### ABSTRACTS

A Simple Measurement Technique of the Total Radiated Power  
..... *Toshiyuki Maeyama Hiroki Watanabe* 57

Fast Physical Random Bit Generation using Semiconductor Laser Chaos  
..... *Shigeru Yoshimori Kunihito Hirano Atsushi Uchida* 59

A Knowledge Representation Scheme Using Ordinary Words and the Inference  
Mechanism on Order-sorted Logic..... *Tsutomu Ishikawa* 61

#### REPORTS

Report on Sabbatical Year at the University of California, Davis  
..... *Koichiro Kihara* 67

#### RESEARCHERS & TITLES ACADEMIC REPORTS & SOCIAL ACTIVITIES

..... 75

..... 85