ISSN 0919-8253

拓殖大学
理工学研究報告

Vol.12 No.1
Nov. 2011

目次

論文
なめらかなピッチ訂正を用いた高速F0トラッキング法 …… 林　誠治　3
人体通信と電波伝搬…… 前山利幸　7
日本語文を想定した述語論理ベースの知識表現法とそれへの自動変換法
…… 高柳俊祐　上條敦史　石川　勉　13
ブラジル磁気異常帯における宇宙電波の電離層吸収現象
…… 西野正徳　巻田和男　Nelson. Jorge Schuch　23
シリコン・フォトダイオードによる大気光測定器の開発と観測データ
…… 巻田和男　高野元春　星野光男　加藤泰男　41
抄録
一方向結合と相互結合の両者を含む神力回路の結合系におけるカオスの同期
…… 三堀邦彦　海老澤謙一　47
複素ネットワークインバージョンによる不良設定分散電源逆推定問題の解法
…… 小川毅彦　中村恭介　金田　一　51
染色型紙制作におけるレーザー加工手法の応用可能性
…… 竹末俊昭　沖田実嘉子　53
留学報告
カリフォルニア大学ロサンゼルス校への留学…… 林　誠治　59

研究所員及び研究課題一覧 …… 73
研究活動一覧・他 …… 83

論　文
FULL PAPERS

なめらかなピッチ訂正を用いた高速F0トラッキング法 …… 林　誠治　3
人体通信と電波伝搬 …… 前山利幸　7
日本語文を想定した述語論理ベースの知識表現法とそれへの自動変換法 …… 高柳俊祐　上條敦史　石川　勉　13
ブラジル磁気異常帯における宇宙電波の電離層吸収現象 …… 西野正徳　巻田和男　Nelson. Jorge Schuch　23
シリコン・フォトダイオードによる大気光測定器の開発と観測データ …… 巻田和男　高野元春　星野光男　加藤泰男　41

なめらかなピッチ訂正を用いた高速F0トラッキング法*
A Fast F0 Tracking Approach with Smoothing Pitch Correction

林　誠治　Seiji HAYASHI**

Abstract

A tracking fundamental frequency F0 is very important for various speech processing; a speech recognition, a speech identification and so on. In this paper I report a simple but an efficient F0 tracking way in time domain. This approach is based on an autocorrelation function and a correction by smoothing operation with estimated long term pitch. The simulation results show that this method attains the good performance for a female speech with a limited condition but very fast computation.

Keywords：Fundamental frequency, Pitch extraction

1．Introduction

An automatic tracking fundamental frequency F0 is very important for various speech processing; a speech recognition, a speech identification and so on. The term pitch should be reserved for the auditory percept of tone and is defined as the inverse of the smallest true period in the interval being analyzed. Fundamental frequency F0 is the quantity that is being estimated by virtually all "Pitch Trackers"[1]. For the basic method to find the pitch, an autocorrelation function method is well-known as it is relatively robust for a noise. And to use a low frequency component of speech is also useful for noisy input.

In this paper I report a simple but an efficient way to track F0 in time domain. This approach is based on an autocorrelation function of the low pass filtered input speech and a correction by smoothing operation with an estimated pitch in long term. This time I only use input speech frames that ground truth values are non-zero. Therefore I embed neither a voice activity detection nor a voiced or unvoiced detection.

2．Pitch Tracking Algorithm

A candidate pitch frequency is calculated by the autocorrelation function. If the obtained candidate pitch has some kind of unstable one more than necessary, i.e. the candidate pitch may have halving or doubling true pitch, a kind of method to control the candidate value will be needed. To cope with this problem, I introduce a smoothing pitch estimation that is to evaluate whether a candidate pitch would be around a half or double length of the long term pitch. If these conditions matched, the current pitch would be replaced by the long term pitch at the current frame.

The F0 tracking approach for one analysis frame is as follows. These processes are iterated in frame by frame bases.

*　原稿受付　平成23年10月20日
**　電子システム工学科

2．1　Getting autocorrelation function

Since a convolution in time domain corresponds to product in frequency domain, an autocorrelation function of a speech is calculated by 1) low pass filtering, 2) Hamming windowing, 3) FFT, 4) power spectrum and 5) Inverse FFT. The cut-off frequency of low pass filter is 1kHz. The analysis frame is windowed by Hamming function to prevent side lobes. The size of FFT is selected in four times number of analysis frame length in order to obtain more accurate correlation. The length of the analysis frame is 25ms and the shifting is 10ms, which correspond to N_{ana} = 400 samples and N_{ana} = 160 samples each at 16kHz sampling. The power spectrum by FFT is expressed in Eq.(1).

$$P(k) = \left| FFT\left[s_{lw}(k) \right] \right|^2 \quad k = 0, 1, 2, \cdots 4N_{ana} - 1 \tag{1}$$

where $s_{lw}(k)$ is the low pass filtered and Hamming windowed speech, which length is expanded from N_{ana} to $4N_{ana}$ by zero padding. The autocorrelation function of $s_{lw}(k)$ is obtained by Eq. (2).

$$R(k) = IFFT\left[P(k) \right] \tag{2}$$

2．2　Detecting candidate pitch

A peak of the autocorrelation function except for lag zero is searched within a lag range corresponding to frequencies from 50 Hz to 400 Hz that cover adequately F0 search range as shown in Figure 1. The lag τ_{pitch} corresponding to the peak means the candidate pitch period of a current frame and can calculate the candidate pitch frequency Pth_{cur} by $1/\tau_{pitch}$.

2．3　Smoothing operation

A smoothing operation is introduced to correct a candidate pitch obtained in section 2.2 . When the candidate pitch frequency becomes around halving or doubling of a long term pitch Pth_{long} that is calculated cumulatively based on a low pass filter of 1st order IIR expressed in Eq.(3), the

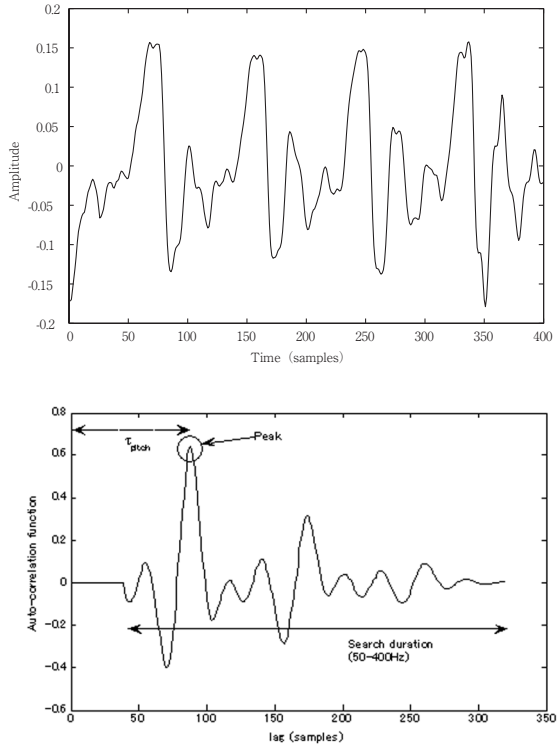


Figure 1　Example of detecting candidate peak. The upper waveform is a female speech of one frame and bottom is the autocorrelation function. 50 Hz corresponds to 0.02s = 320 samples at 16 kHz, 400 Hz to 0.0025s = 40 samples. Samples less than 40 and more than 320 are set to zero before searching a peak.

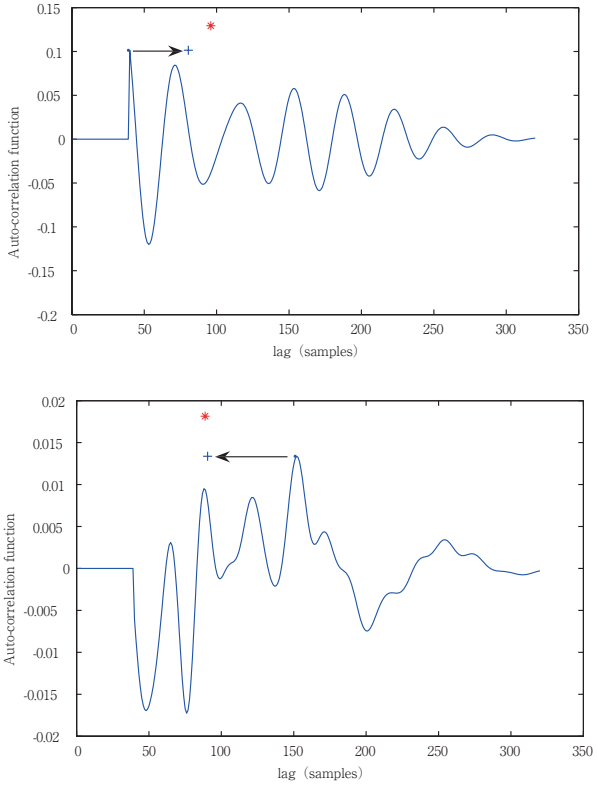


Figure 2　Examples of correcting an irregular pitch in case of halving lag (upper) and doubling lag (bottom). Note that the illustrated x-axis means samples lag. The symbols ·, +, ∗ mean current candidate pitch, long term pitch estimated so far, and ground truth pitch obtained from ground truth file respectively. Amplitudes of these symbols do not relate anything.

pitch frequency is corrected to the Pth_{long}.

The input to this filter is a current candidate pitch frequency Pth_{cur} obtained frame by frame and the output is the long term pitch frequency Pth_{long} that can be estimated so far.

$$L(z)=\frac{1-\lambda}{1-\lambda z^{-1}} \quad (0<\lambda<1) \tag{3}$$

where λ is a forgetting factor that decides how much amount of long term pitch keeps to the next processing.

The method to correct the halving and doubling of the candidate pitch of the current frame is determined by

$$Pth_{cur}=\begin{cases} Pth_{long} & \left|Pth_{cur}-\frac{1}{2}Pth_{long}\right|<Th_{half} \ or \\ & \left|Pth_{cur}-2Pth_{long}\right|<Th_{double} \\ Pth_{cur} & otherwise \end{cases} \tag{4}$$

where Th_{half} and Th_{double} are threshold values that were set suitably based on an experience data of simulation. Figure 2 shows examples to correct a half and double lag. And also an initial long term pitch value is very important because the IIR filter is used. The initial Pth_{long} is set by candidate pitch frequency obtained in the first frame before Eq. (3) is calculated.

3．Simulation

I used female speeches of F1 and F2 for several noisy conditions included in the test set of the course project (from the KEELE corpus[2]). And note that only tracking pitch on voiced frames this time. Table 1 shows the simulation parameters that were obtained empirically in preliminary experiments. In order to evaluate the performance of the proposed F0 tracing algorithm, Gross Pitch Error (GPE) was tested based on the pitch tracking errors calculation script 'CalPtkErr.pl' that is available from the course project site. Table 2 shows GPEs for the female speeches. Table 3 shows how much error of halving or doubling pitch occurred in the smoothing pitch correction.

Table 1　Parameters used in the simulation.

Common parameters	
Sampling frequency	F_s = 16 kHz
Analysis frame length	N_{ana} = 400 (25 msec)
Shifting frame length	N_{sft} = 160 (10 msec)
Experience values	
Forgetting factor	λ = 0.85
Th_{half}	50 (Hz)
Th_{double}	100 (Hz)

Table 2　GPE for dierent conditions.

	GPE (%)		
Files	F1	F2	Average
Clean	4.51	3.15	3.83
White 10dB	4.96	3.84	4.40
White VarySNR	5.68	4.52	5.10
Babble 10dB	5.36	3.84	4.60

Table 3　Error of halving and doubling pitch.

	Error in F1(%)		Error in F2(%)	
Files	halving	doubling	halving	doubling
Clean	1.50	1.94	0.84	1.14
White 10dB	1.69	2.25	1.44	1.04
White Vary	1.75	3.56	1.74	0.99
Babble 10dB	3.62	2.12	4.67	0.45

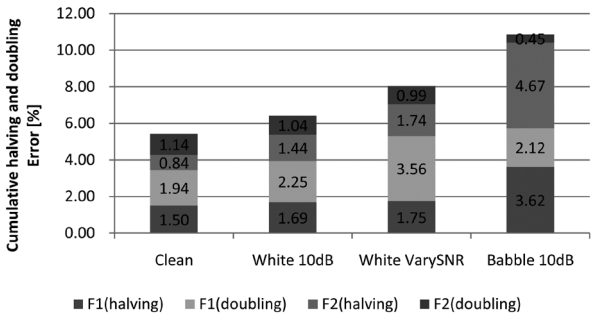


Figure 3　Cumulative error for halving and doubling pitch.

The error of halving is calculated by

$$Err_h = N_h / N_{total} \cdot 100\,(\%) \tag{5}$$

where N_h is the number that the current pitch was detected as a half pitch and was corrected by long term pitch, and N_{total} is the total number of the processing frames. The error of doubling was calculated same as halving. Figure 3 shows the cumulative error of halving and doubling pitch by each noise condition that is the same result as Table 3. From this figure we can see that the speech corrupted by babble noise indicates the highest error of all. The results of speech corrupted by noise are improved by correcting with the long pitch. The smoothing operation is useful in the case that F0 is a slowly varying in time. However, I need to investigate finding the best values of threshold; Th_{half} and Th_{double}. But I figured out that it is difficult to set them to the optimal values because a relationship between the threshold values and the long term estimated pitch frequency (Pth_{long}) has a trade-off from Eq. (4). And it is also clear that GPE would increase in proportion to an error distance between long term pitch estimated and true pitch.

On the other hand, searching the position of maximum pitch, I figured out that it is effective to use the low band speech below 1 kHz instead of the wideband speech but there is a problem not to obtain an accurate pitch frequency or period due to a lack of the fine structure of speech.

Finally, Figure 4 shows comparison of F0 tracking between ground truth pitch and the obtained pitch by this method in several noise condition.

4．Conclusion

Although the simulation was done under the female speeches and the limited non-VAD condition, the proposed approach for pitch detection was able to achieve a performance not so bad just in a simple way that an execution time in Matlab attains about 2.7 seconds (Core2Duo 1.2GHz) for about 30 seconds of speech. However it has problem that to deal with male speech and to embed VAD and voiced / unvoiced detection need to be done.

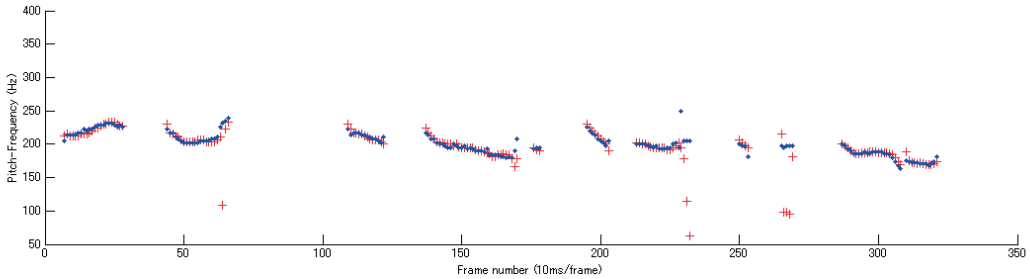
Acknowledgements

I thank Professor Alwan very much for giving this course project and a lot of useful lecture.

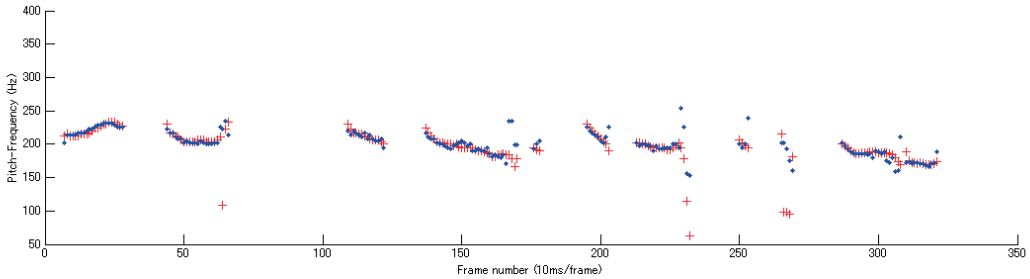
References

1) D.Talkin, “A Robust Algorithm for Pitch Tracking,” Speech Coding and Synthesis, pp. 497-518, 1995

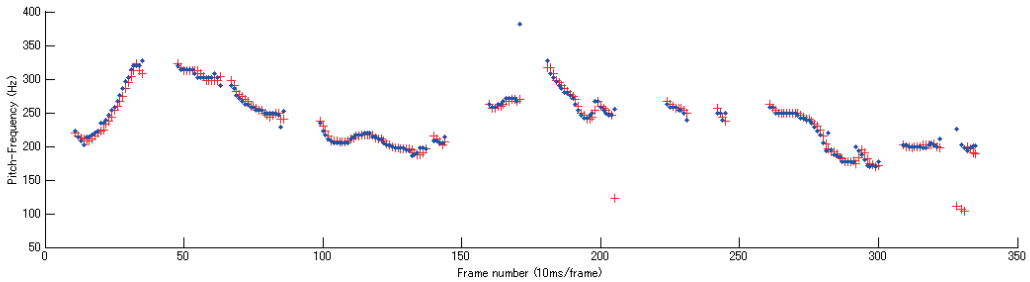
2) F. Plante, G. Meyer, and W. A. Ainsworth, “A pitch extraction reference database,” Proc. of EUROSPEECH, pp.837-840, 1995



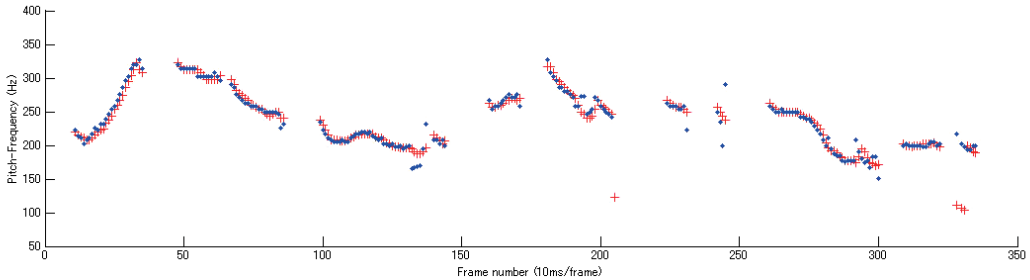
a）F1 Clean



b）F1 Babble 10dB



c）F2 Clean



d）F2 Babble 10dB

Figure 4　Comparison of F0 tracking between ground truth data and the obtained pitch. Here speech signals are used the first 3.2 second part of each female file. The symbols ·, +, mean the obtained pitch contour and the ground truth contour respectively.

人体通信と電波伝搬*
Human Body Communication and Radio Wave Propagation

前山　利幸　Toshiyuki MAEYAMA**

Abstract

There is a human body communication as a telecommunication system that uses the human body as a transmission line. The human body communication is classified into the current method, the electric field method, the radio wave method, and the ultrasonic wave method depending on the achievement technology. The propagation of the electric field method to use the HF band becomes propagation in the short range transmission enough compared with wavelength, and the analysis is difficult. In order to achieve stable communication in the human body communication, there are several problems including the implementation of technology. For example, the electrode structure is different for each device to communicate with that individual difference in the electrical properties of the human body as a transmission line. In this paper, we focus on wave propagation in human body communication, the concept of radio wave propagation, development and evaluation of phantom for human body communication system essential for developing technologies for measuring human body communication concludes with.

Keywords：Human body communication, propagation

1．まえがき

人体を伝送路として利用する通信システムを人体通信と呼ぶ。人体通信は、通信相手に触れることで伝送路を確立し通信を実現するため、ユビキタスネットワーク社会における新たなマンマシンインタフェースとして考えることができる。

この人体通信は、1995年MITのZinmerman氏によりウェアラブル・コンピューティングにおけるCPUと各種デバイス間の通信に利用することが提案された[1)]。これを契機に、人体通信に適するアプリケーションと実現方式の検討が開始された。たとえば、人体通信とセキュリティを組み合わせたウェアラブルキー[2)]の提案は、人体通信デバイスを身に着けていると、PC等の電子ロックが自動的に解除される。また、パナソニック電工によるポスシステム[3)]は、商品に触れることでその商品の価格が人体通信デバイスに転送され、レジスタに触れることで商品価格が転送される。一方、RedTacton[4)]という大規模なプロジェクトが開始され、デバイス開発とアプリケーション開拓が進められた。普及に重要なモジュールビジネスも立ち上がり、複数の人体通信モジュール[5)~8)]が発表された。一方、伝送路となる人体と電磁波の関係については、千葉大学により詳細な解析が報告されている[9),10)]。

様々な取り組みが始まった人体通信であるが、人体を伝送路として用いる構成上、人体の電気特性の個体差や伝搬環境による伝送路の変動が想定される。そのため初期の人体通信では、映像などの高速・広帯域な伝送の実現を困難としていた。筆者らは、伝送路として用いる人体の周波数特性や、容量性結合により構成されるグランドとこれらの変動について解析を試み、電流方式においておよそ17Mbpsもの伝送速度を実現する高速な人体通信方式を考案した[11),12)]。

一方、人体通信の新たな取り組みとして、医療分野における応用が検討されている。人体通信時の情報伝送と同時に生体情報を得る伝送方式[13)]が考案され、ヘルスケアなど様々な方面へアプリケーションの拡張が期待されている。

人体に超音波などの振動を与えることで通信する方式についても検討が始まった。筆者は、弾性波方式として人体に超音波を印加することで通信する人体通信を開発し評価を進めている[14)]。また、手や指先から伝搬する振動をピックアップすることで新たなインタフェースを開発する動きもある[15)]。

標準化については、WPAN（Wireless Personal Area Network）について議論を進めているIEEE802.15の中にWBAN（Wireless Body Area Network）を担当するタスクグループTG6が開設された[16)]。今後、様々な形で標準化の議論が進むと思われる。

人体通信を実現技術から分類した結果を以下に示す。

電流方式：体脂肪計程度の微弱な電流
電界方式：HF帯程度の周波数
電波方式：VHF帯以上の周波数
弾性波方式：音波、超音波

本論文では、HF帯（３～30MHz）を用いる電界方式を対象として議論を進める。

本論文の構成を示す。まず、２章で人体通信の電波伝搬の考え方について説明する。次に、３章で実測データと計算機シミュレーションを用いて、人体通信の伝搬を説明する。４章では、人体通信における再現性のある伝搬環境を実現するため、ファントムとその構成方法について説明する。次に、電波伝搬の障害となる近距離結合について５章で説明し、６章でまとめと今後の課題を示す。

2．人体通信の電波伝搬

人体通信に使用する周波数を10MHzとすると、波長は30mとなる。胸や腰に人体通信用デバイスを着けた人の通信距離は１m以下で近傍電磁界の領域となる。

電気ダイポールを波源とした場合の電磁界は文献17）の式（2.82）より以下に示す。

*　原稿受付　平成23年10月19日
**　工学部電子システム工学科

$$E_r = \frac{Ile^{-jkr}}{j2\pi\omega\varepsilon}\left(\frac{1}{r^3}+\frac{jk}{r^2}\right)\cos\theta$$

$$E_\theta = \frac{Ile^{-jkr}}{j4\pi\omega\varepsilon}\left(\frac{1}{r^3}+\frac{jk}{r^2}-\frac{k^2}{r}\right)\sin\theta$$

$$H_\phi = \frac{Ile^{-jkr}}{4\pi}\left(\frac{1}{r^2}+\frac{jk}{r}\right)\sin\theta$$

$$E_\phi = H_r = H_\theta = 0$$

ここで、周波数は10MHz、ｒ＝１とすると

$$k_r = \frac{2\pi}{\lambda}\cdot r \ll 1$$

となる。上記の各式にkrを代入するとr^3の項が残る。つまり、距離の３乗で信号強度が減衰する。これは、距離に応じて電磁波が急激に減衰することを示している。

人体通信の伝搬を考えると、送信電力を適切に調整することで、必要な距離内のみでの通信が実現可能である。これは、遠方界の電波伝搬と比較すると、人体通信などのNFC（Near Field Communication）にとっては非常に扱いやすい特性であることが解る。

３．人体の影響

電界方式の人体通信は、HF帯を用いかつ伝搬距離が非常に短いため、自由空間上では伝搬距離に対して前述のとおり３乗の減衰特性を持つ。この伝搬特性について、人体ファントムを含めた計算機シミュレーションと実測データを用いて説明を試みる。

計算機シミュレーションは、FDTD法[18), 19)]を利用した。1000×1000×1000（mm）の解析空間（メッシュサイズは25mm）に50×50×400（mm）の人の腕を模擬したファントムを設定する。このとき、ファントムの電気定数は、人の皮膚の場合とし文献20）より、10MHzで比誘電率ε_r＝221.8、導電率σ＝0.366とした。ファントムの片端には、ファントムに対して水平方向に電界が発生するよう、ファントムから25mmの距離に微小ダイポールアンテナを設定した。計算機シミュレーションのモデルを図１に示す。

計算結果として、ファントムと波源を含む平面における電界の分布を図２に示す。

図２の中心に微小ダイポールアンテナが存在しており、その左側上方にファントムが存在する。同図より、電界がファントムを包むように分布していることが解る。この結果は、文献10）で示された人体全体の電界分布の計算と一致する。一方、ファントムの存在しない領域では、電界が急激に減衰する様子が解る。

つまり、10MHzの周波数の電磁波は、自由空間であれば距離の３乗で電界強度が減衰するが、近傍に誘電率が高いファントムがあれば、そのファントムに沿って電界が伝搬する。このため、自由空間に比べ伝搬距離が伸びていることが解る。この状態が、人体通信の電波伝搬である。

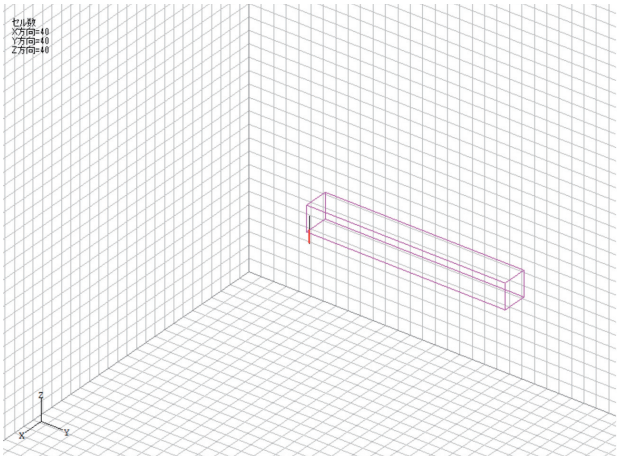


図１　計算モデル
Figure 1　Calculation model

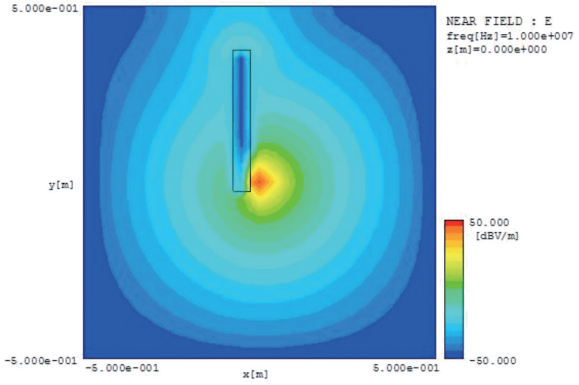


図２　ファントムの電界分布
Figure 2　Electric field distribution in Fantom

図３には、微小ダイポールアンテナの設置した位置を中心に、右側にファントム、左側を自由空間とした場合の電界強度の距離特性を示す。左側は距離が倍になると３乗則に従って約18dB減衰しているが、右側はファントムがあるため減衰せず、ファントムが終わった点から再び減衰が始まっている。ファントムの存在による距離減衰は、最大20dBの改善がみられた。

次に実測データを図４示す[21)]。測定は周辺環境の影響を受けない暗室内とし、測定アンテナには微小ループアンテナを用いた。測定周波数は、50MHzで、人の電気定数は文献20）より誘電率ε_r＝107.17、導電率σ＝0.405であるが、自由空間と比較して人体の場合、伝搬損失が改善していることが解る。なお、図中のファントムについては、後述する。

このように、実測データからもシミュレーション同様、人

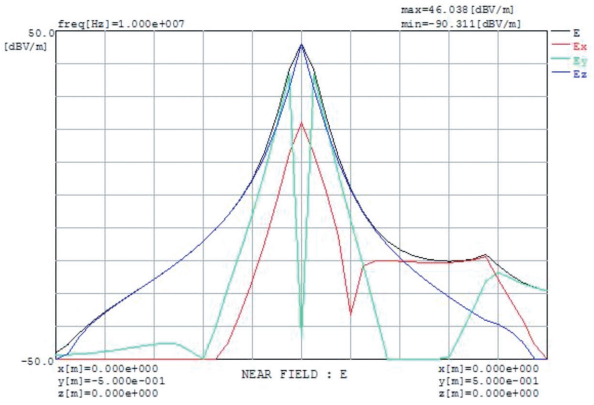


図３　電界の距離特性
Figure 3　Distance characteristics of the electric field

図５　ウレタンファントム
Figure 5　Phantom made of urethane

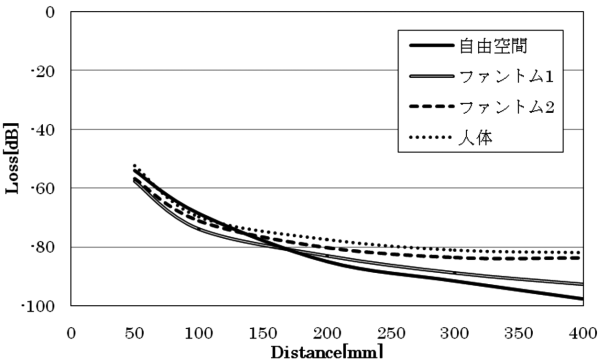


図４　人体の伝搬特性
Figure 4　Distance characteristics of the electric field

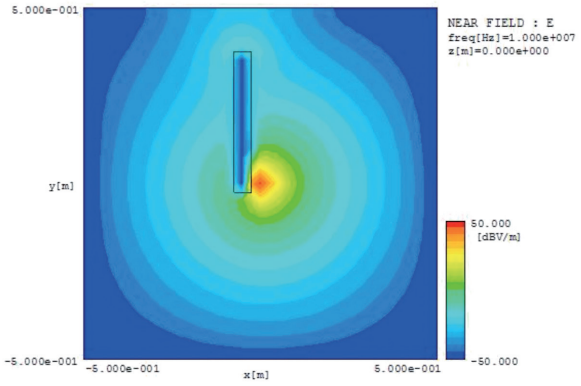


図６　ファントムの電界分布
Figure 6　Electric field distribution in Fantom

体が存在することで伝搬損失が改善する伝搬特性が得られた。

４．人体通信用ファントム

ここまで、人体通信の伝搬特性の改善について説明した。本章では、人体通信用ファントムの開発から伝搬特性改善の説明を試みる。

人体通信のシステム開発において、ファントムは重要な役割を担う。システム開発の初期において、再現性の高い評価・実験環境は重要である。特に人体通信の場合、デバイスの電極構造を含めた多くの項目の研究開発が必要なため、ファントムの開発は急務である。

筆者らは、文献21）においてウレタンを基材とするファントムについて述べた。図５はウレタンを基材としたファントムである。図中の上側がファントム１、下側がファントム２であり、このファントムの伝搬特性は図４に対応する。ファントム１について、議論する。ファントム１は、基材をウレタンとし誘電率を調整するためにカーボンを含浸してある。誘電率の測定結果はε_r＝20程度であるが、人と変わらない伝搬特性を示している。そこで、ファントム表面の導電率に着目した。誘電率を調整するために用いたカーボンは、の導電率はおよそσ＝1000であるため、この電気定数を用いて計算機シミュレーションを実施した。

電界分布の計算結果を図６に示す。前出の図２で示した分布に非常に近い結果が得られた。同様に距離特性を図７に示す。

この距離特性も前出の図３と同様、ファントムのある右側では距離減衰がおよそ20dB改善していることが解る。誘電率が大きく異なっているが伝搬特性が非常に近い。これは、高周波の表皮効果を考え、誘電体内の深部に電磁波が浸透せず電磁波は表面を伝搬している成分が支配的であると考えられる。そこで、誘電体内の電磁波の浸透状況について比較する。図８は人体の電気乗数に合わせて場合、図９は現在議論している誘電率ε_r＝20、導電率σ＝1000である。

図８、図９共に図の中心に電極が存在し、電極の左側50mmの領域にファントムが存在する。図８は人体の電気定数に近いため、電磁波がファントム内部まで浸透していることが解る。対して、図９のファントムは、電磁波はファント

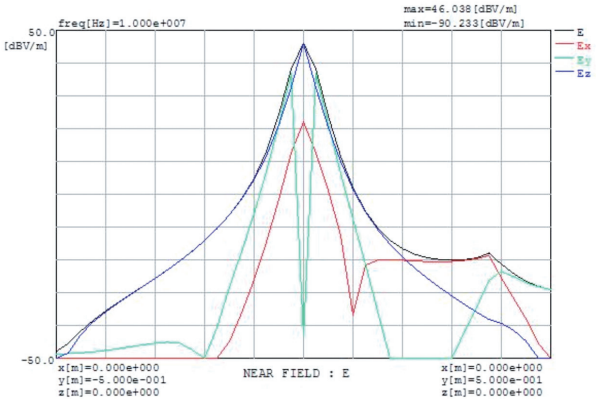


図７　電界の距離特性
Figure 7　Distance characteristics of the electric field

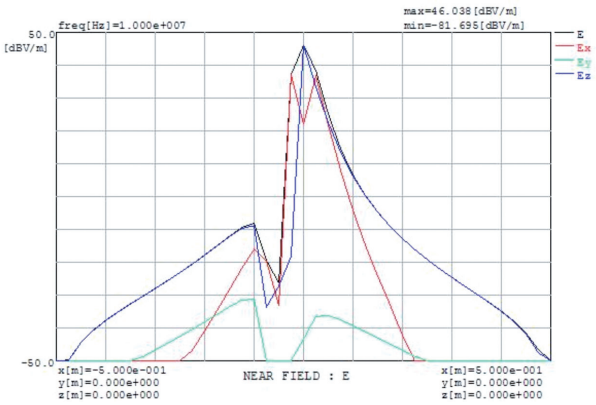


図８　電界の距離特性
Figure 8　Distance characteristics of the electric field

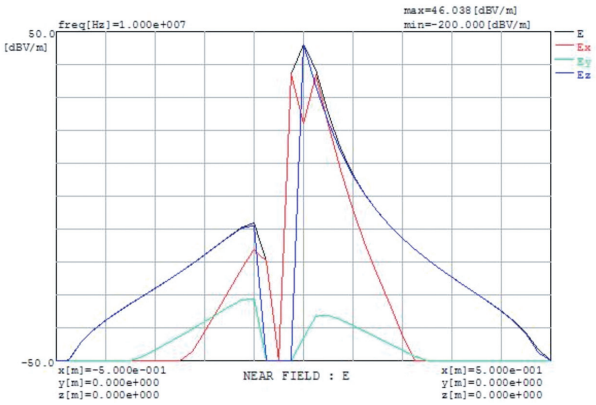


図９　電界の距離特性
Figure 9　Distance characteristics of the electric field

ムの表面で止まり、内部への浸透は無い。この結果から、伝搬状況を模擬することを目的とした場合、ファントムの導電率を調整することで良いことが解る。つまり、筆者らが提案したファントムは、人体通信用デバイスを体表に装着した場合の評価用途に適用できる。しかし、体内外にあるデバイスと通信する用途の人体通信の評価には適用できない。その場合は、従来型のファントムを適用する必要がある。

５．測定の注意

人体通信の電波伝搬の課題の一つに装置近傍での結合がある。波源の傍に誘電体が存在することで電磁波が結合すること、結合相手の導電率が高ければ、その特性は人と変わらないことを文献21）で説明した。これらの状況は、図10に示す人体通信の誤動作を説明できる。

人体通信用デバイスを装着した人が、人体通信用のレシーバが組み込まれたドアノブに触れる前にデバイス間が結合している状況を示している。デバイス間に、たとえば金属でできた什器があると、それを介して結合が発生する。このように人体通信は実装上にも考慮が必要であるため、研究開発における実測でもその配慮が必要である。

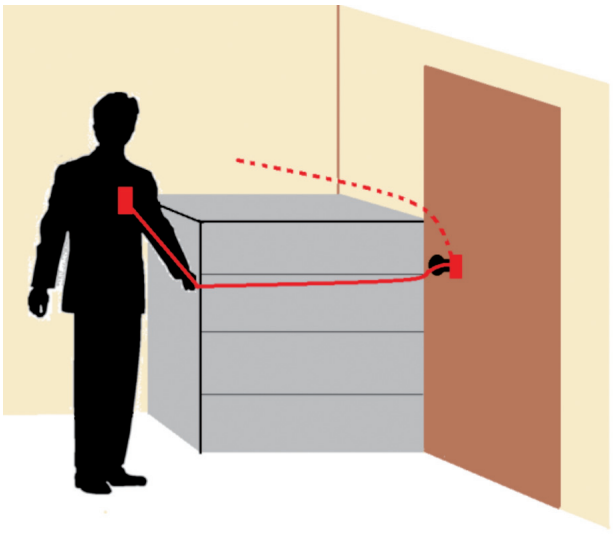


図10　人体通信における誤動作
Figure 10　Examples of erroneous operation in the human body communication

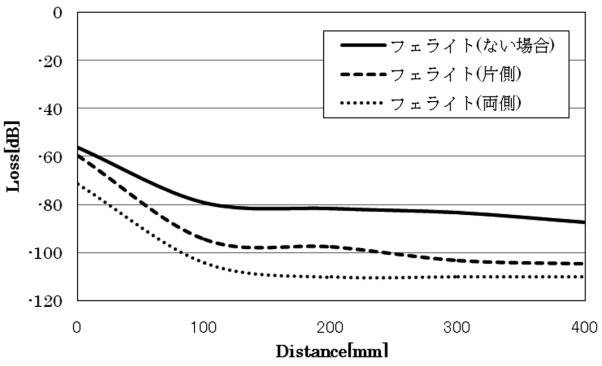


図11　電磁結合の例
Figure 11　Examples of electromagnetic coupling

図11は人体通信の伝搬特性を測定時に測定ケーブル間で結合が発生している状況を示したものである[22]。近傍で微弱な電磁界測定においてもケーブル間の結合が発生している状況があり、人体通信のシステム設計では送信電力や受信感度のレベル設定に十分に配慮が必要である。なお、筆者らの検討では、測定ケーブルにフェライトを装荷することで結合を大幅に改善できることを示している[22]。

6．むすび

HF帯の周波数を利用する人体通信における電波伝搬について説明した。伝搬距離が波長に対して十分に短い領域での通信となるので、その電磁界特性は準性電界となり距離減衰が激しい。一方、波源近傍に誘電体を置くことで電磁界結合を発生することで人体通信の電波伝搬となっていることを示した。また、その特性は誘電率より導電率が支配的であることを示し、簡易的なファントムによって評価できることを示した。

参考文献

1）T. G. Zimmerman, Personal Area Networks（PAN）: Near-Field Intra-Body Communication, M.S. thesis, MIT Media Laboratory, 1995

2）Sony Wearable Key, http://www.csl.sony.co.jp/IL/projects/wearable_key/index.html

3）土井謙之，西村篤久，“人体を伝送路とする高信頼性通信方式，”松下電工技報，Vol.53，No.3，pp.72-76，Aug. 2005

4）NTT RedTacton, http://www.redtacton.com/

5）根日屋英之，久保田吹雪，柴田早紀，塚本信夫“人体通信の技術と応用，”MWE2009，Nov. 2009

6）横尾兼一，蛇口広行，吉行仁志，“電界型人体通信モジュールの開発―伝える新・時代「人体通信」―，”MWE2009，Nov. 2009

7）カイザーテクノロジー，http://www.kaisertech.co.jp/products/index.html

8）アドソル日進，http://www.adniss.jp/products/ubiq_sol/contacttag.html

9）K. Fujii, M. Takahashi, K. Ito, K. Hachisuka, Y. Terauchi, Y. Kishi, K. Sasaki and K. Itao, “Study on the transmission mechanism for wearable device using the human body as a transmission channel,” IEICE Trans., Vol.E88-B, No.6, pp.2401-2410, June 2005

10）伊藤公一，“人体通信の概要と研究開発動向，”MWE2009, Nov. 2009

11）前山利幸，高崎和之，唐沢好男，“人体を伝送路とする高速通信方式，”信学技報，AP-106，pp.53-58，Dec. 2006

12）T. Maeyama, K. Takasaki, Y. Karasawa, “HIGH-SPEED HUMAN BODY COMMUNICATION SYSTEM,” 2007 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANTENNAS AND PROPAGATION

13）根日屋英之，“人体通信の最新技術，”電波技術協会報告，FORN No.272，January 2010

14）前山利幸，松本圭太，加納唯，“超音波を利用した人体通信，”医療情報通信技術研究会，January 2010

15）Skinput, http://www.chrisharrison.net/projects/skinput/

16）IEEE802.15 TG6, http://www.ieee802.org/15/pub/TG6.html

17）アンテナ工学ハンドブック（第２版），pp.22

18）情報数理研究所，http://www.imslab.co.jp/Product/eem/index.html

19）構造計画研究所，http://www4.kke.co.jp/network/products/xfdtd/

20）Dielectric Properties of Body Tissues, http://niremf.ifac.cnr.it/tissprop/htmlclie/htmlclie.htm

21）加納唯，駱美玲，北越愛菜，石川郁弥，前山利幸，“人体通信における周辺環境の一考察，”信学技報，AP2010-135，pp.149-153，July 2010

22）加納唯，駱美玲，前山利幸，清水優輝，小山友裕，田中稔康，“人体通信ファントムの開発，”信学技報，AP2010-347，Dec 2010

日本語文を想定した述語論理ベースの知識表現法とそれへの自動変換法*
A Knowledge Representation Scheme for Japanese Sentences Based on an Extended Predicate Logic and the Translating Method

高柳　俊祐　Shunsuke TAKAYANAGI**
上條　敦史　Atsushi KAMIJO***
石川　　勉　Tsutomu ISHIKAWA****

Abstract

This paper proposes a knowledge representation scheme for Japanese sentences and the translating method to the scheme. This scheme is based on an extended predicate logic, in which both a simple sentence and a complex sentence are represented by a single atomic formula, using ordinary words as predicate symbol and terms. Subordinate clauses are represented by embedded in the predicate or terms of the atomic formula for main clause, using the same form as main clause. In the proposed translating method, sentences are parsed using existent natural language processing tools and electronic dictionaries, and then are translated to logic formulas by newly developed rules. The evaluation result by 1,086 example sentences (which are correct in grammar) shows translation correctness of more than 90 percent.

Keywords：knowledge representation, Japanese sentence, natural language, predicate logic, logic formula

1．まえがき

最近のロボット技術の進歩は目覚ましいものがある。今や二足歩行は当たり前で、走ったり、自転車に乗ったり、さらには楽器を演奏するものまで出現している。こうした本質的には制御技術の向上に拠るロボットに対し、まともに喋るとは言わないまでも、対話に知性が感じられるロボットは未だ現われていない。対話システムはチケット販売や観光案内等分野を限定したものについては実用的になりつつあるが、話題を限定しないものはEliza型の域（人工無能と呼ばれるレベル）を脱したとは言い難い。一方、インターネット情報の爆発的増加、普及に伴いWeb検索技術も急速に発展して来ているが、まだユーザが欲しい情報が直ちに得られるレベルには至っていない。また、MUC（Message Understanding Conference）等における質問応答技術についても、基本的にはパターンマッチの域に留まっている[1)]。

これらは主に自然言語文に対する意味的な扱いが不十分なためである。すなわち、前述のような対話システムの高度化さらにはWeb情報をはじめとする一般の電子化情報の有効利用には、自然言語文を一定の知識表現に変換しそれを用いてある程度深いレベルでの推論処理を施す必要がある。さらに実用的応用のためには、これらは一貫した自動化が可能でなければならない。

知識表現に関してはこれまで広く研究されてきたが、近年はセマンティックWebの研究の活発化に伴い、Web情報の国際的利用のためのUNL[2)]、オントロジ記述への適用性を意識した記述論理[3)]等が注目されている。しかし、これらは知識利用の容易化や共通化を目指しており、高度な推論という視点からは今なお述語論理ベースの知識表現が有力と言える。文を論理式表現しそれを用いて推論するという枠組みである。これについては、モンタギュー文法以降、動的論理DPL[4)]等の曖昧性の解消を目指した研究や、制限英語ACE[5)]のように対象とする文を曖昧性の無い範囲に限定したアプローチ等、多くの研究がなされてきた。しかし、曖昧な文と厳密な論理は、本質的に相容れない面があり、現在でも実用的なレベルに至っていない。

このような状況に対し、我々は完璧性や厳密性よりも、可能な範囲内での実用性を重視するというスタンスに立ち、自然言語文、特に日本語文の論理式化とそれを用いた推論処理について、一貫した自動化を前提に研究してきた。本論文では、日本語文を想定した述語論理ベースの知識表現法、およびその表現形式への具体的な変換法について提案する。

本知識表現法は、知識構成要素をすべて日常語とし、単文、複文共に一つの基本論理式（以下、述語式）で表現可能なように一階述語論理を拡張した表現法である。複文は基本的には、主節を表す述語式中の述語部や項に従属節を埋め込んで表現される。ここで従属節の表現には主節を表す述語式と同様の形式を用いる。この表現形式に対する推論法としては、これまで開発してきた概略推論法[6)]（ARSK）を意味的包含関係を扱えるよう拡張した推論法を想定している。ARSKは知識の不完全性に対処するため類似知識を利用して概略な解を得る推論法であり、推論エンジンとして構築済みである。

また、日本語文から前述の述語式への変換は、茶筅[7)]、南瓜[8)]により形態素・構文解析を行い、その結果をEDR電子化辞書[9)]や独自に開発した変換規則を用いて意味解析し論理式化するというアプローチをとっている。なお、これらツール類も完璧ではないため適宜補完処理を加えている。

以下、２章で拡張型の述語論理式による知識表現法と表現例、その述語式を処理する推論法、３章で述語式への基本的な変換法、識別が難しいとされる任意格の判定法、多くの意味を持つ「ある」や「する」等の特殊動詞を含む文の変換法、４章で受身文や丁寧文等の平叙文以外の文の変換法、５

*　原稿受付　平成23年９月13日
**　大学院工学研究科
***　現在、富士ソフト株式会社
****　情報工学科

章で複文の変換法、６章で本変換法の評価について述べる。

２．知識表現法と推論法

２．１　拡張型述語論理形式の知識表現法と表現例

２．１．１　基本的な表現法

ここでは、１つの文を以下のような１つの述語式で表す。

$$L=s_1, s_2, \cdots\cdots, s_nP(r_1:t_1, r_2:t_2, \cdots\cdots, r_n:t_n) \qquad (1)$$

ここで、Lは述語式である。式中のPは述語部であり、その文の主節の述部を構成する単語（動詞、形容詞、名詞のいずれか）とする。Pが動詞、形容詞の場合は終止形を、名詞の場合（述部が「～である」の場合）はそのまま用いる。$r_i:t_i$はラベル付き引数（項）であり、t_iが引数本体、r_iがそれと述語との関係を表すラベルである。引数本体は基本的には、その文の述部と関連する名詞または名詞句である。ラベルr_iは述語部により異なり、動詞の場合はagt（主格）、obj（対象格）、plc（場所格）等の深層格（主にEDR電子化辞書で用いられるラベルを想定）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。また、s_iは文の様相や態を表す識別子であり、過去（*）、進行（g）、受身（u）、丁寧（t）、否定（!）等とする。推論処理においては識別子が一致することを前提にラベルごとに照合をとり、単一化等の処理を行っていく。

また、文に出現する語間が等値の関係にある場合等、文が（１）式で表現できない場合は、述部にその関係を表す記号“EQ”を用いて以下のように表現する。

$$EQ(\mathrm{atr}:t_1, \mathrm{val}:t_2) \qquad (2)$$

ここで、atrとvalはそれぞれ属性、値を表すラベルである。以下に基本的な表現例を示す。また、Table１に述語式で用いるラベルの一覧を示す。

①「太郎は昨日、大阪へ行った」
　⇒*行く（agt：太郎、gol：大阪、tme：昨日）
②「太郎は大学生である」
　⇒大学生（inst：太郎）
③「太郎は20歳である」
　⇒EQ（atr：太郎の年齢、val：20歳）

２．１．２　複文の表現法

複文は、名詞節、連体節、連用節、並列節に分類される従属節と主節よりなる。従属節が名詞節、連体節、連用節（条件文を除く）の場合は文全体を一つの述語式で表現する。すなわち、（１）式で主節を表し、従属節は同式中のPやtに埋め込んで表現する。具体的には従属節をL'（以下、これを節述語と呼ぶ）、それにより修飾される語をaとしたとき$[a]\{L'\}$という形で埋め込む。ここで、L'は（１）式のLと構造上は基本的に同一である。ただし、（１）式が真偽を表すのに対し、L'は事象やアクションを表す。なお、L'ではL'の述語部Pとaの間に格関係が存在する場合には該当するラベルの引数部に記号“#”を付与する。

また、並列節や連用節（条件文）の場合は、一つの述語式では表現できないため、主節と従属節をそれぞれ独立の文として扱い、節毎に述語式を用いて表し、それぞれ連言（∧）や含意（⟶）の論理記号を用いて連結する。ただし、条件文の場合、文が一般的な概念でなく固有名詞など特定の個体に関する文の場合はラベルcnd（条件）で表現する。以下に表現例を示す。

①「刑事は犯人が隠れている家を探している」
　⇒探す（agt：刑事、obj：[家]{隠れる（agt：犯人、gol：#)}）
②「花子は太郎が犯人であることを知っている」
　⇒知る（agt：太郎、obj：[こと]{犯人（inst：太郎)}）
③「花子は太郎が経営している会社の社員である」
　⇒[[会社]{経営する（agt：太郎、obj：#)}] の社員（inst：花子）
④「太郎は花子が帰宅するときに会社へ行く」
　⇒行く（agt：太郎、gol：会社、tme：[とき]{帰宅する（agt：花子、tme：#)}）

Table１　引数のラベル一覧

述語記号	ラベル	深層格	概要
動詞系	agt	主体（agent）	動詞を行う主体
	obj	対象（object）	動詞思考の対象
	gol	目標（goal）	動詞の終点
	sou	源泉（source）	動詞の始点
	plc	場所（place）	事象の成立する場所
	scn	場面（scene）	事象が成立する場面
	pps	目的（purpose）	動作の目標
	imp	道具（implement）	手段道具および原因
	cnd	条件（condition）	動作の条件
	mnr	様態（manner）	行為現象における様態
	tfr	開始時期（time-from）	事象の始まる時間
	tto	終了時期（time-to）	事象の終わる時間
	tme	時間（time）	事象の起こる時間
	as	等値（as）	等値
形容詞系	sbj	主体（subject）	形容の主体
	s-obj	対象（object）	形容の対象
	s-gol	目標（goal）	形容の終点
	s-sou	源泉（source）	形容の始点
	s-cmp	比較（compar）	主体との比較
名詞系	inst	対象（instance）	述語の対象
	atr	属性（attribute）	属性
	val	値（value）	属性値

⑤「太郎は本屋に行って本を買った」
⇒*行く（agt：太郎、gol：本屋）∧*買う（agt：太郎、obj：本）
⑥「秋が来れば葉が落ちる」
⇒来る（obj：秋）⟶落ちる（obj：葉）
⑦「太郎が来るならば次郎は来ない」
⇒！来る（agt：次郎、cnd：[条件] ¦来る（agt：太郎)¦）

①は従属節が連体節の場合である。連体節は、被修飾名詞と連体節の述語との間に何らかの格関係が存在する。この例では、「家」は「隠れる」のgolに相当するため、そこに#を付している。②は名詞節の場合であり、名詞節は基本的には上記の格関係が存在しないため節述語内に#は付けない。③は従属節が述語式の引数部でなく述語部で表現される例であり、④、⑤はそれぞれ条件文以外の連用節、並列節の場合である。また、⑥、⑦は連用節（条件文）の場合であり、⑥は一般的な概念について述べられているため、普遍的な事実と捉え、含意を用いて表している。⑦は特定の個体について述べられているため、ラベルcndを用い主節に埋め込む形式で表現している。これらの判定は、品詞情報やシソーラス[10]のカテゴリ情報を用いて行う。具体的には、品詞が固有名詞であるか否か、動詞の動作主が主体となり得る特定の個体であるか否か等をチェックし判定する。

2．2　想定する推論法

概略推論法ARSKを、概念間の意味的な“包含”関係も考慮できるよう拡張した推論法[11]を用いる。ARSKは、基本的には欠落知識を類似する知識で補い、概略的な解を得る導出処理に基づく推論法である。Fig. 1 にARSKの基本的な導出処理法を示す。

２つの素式（AとA′）間に意味的な包含関係（⊇）が存在するか、素式間の類似度が閾値よりも大きい場合に導出節を生成する。後者の場合は、その類似度を導出節の信頼度とみなし導出処理毎に累積し解の信頼度とし、また、その値が閾値以下になった場合には解が無いとして推論を停止させる。なお、前者の場合、導出節の信頼度は“1”として解が得られるまで導出処理を繰り返す。

この意味的な包含・類似関係の判定は述語間および同一のラベルの引数間で行い、素式全体の類似度はそれらの最小値

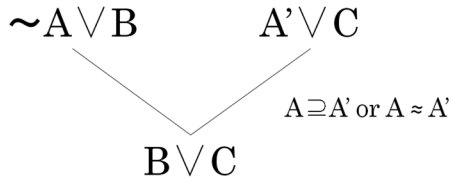


Fig. 1　基本的な導出処理法

としている。また、類似度の算出にはこれまで開発してきた概念ベース[12]を用いている。なお、この推論法で類似度の閾値を“1”に設定すれば、類似関係を扱わない一般の一階述語論理での推論法（SLD法）となる。

3．知識変換法

文には様々な種類が存在する。文献[13]では、文をその概念レベルから次のように分類している。i）一般的な事態を表す文、ii）個別的な現象を表す文、iii）主体の判断を表す文、iv）事態あるいは判断を表現・伝達する文の４種で、それぞれ「春は雨が降る」、「昨日は雨が降った」、「今日は雨が降るだろう」、「昨日は雨が降ったようだよ」といった例文が挙げられる。ここでは、iii）、iv）は真偽を扱う論理では有用性が少ないため、i）、ii）の文を変換対象とする。また、文は述部の種類で分類すると動詞、形容詞、名詞に分けられ、本章では主にこれらについて述べる。さらに、文の型として分類すると、受身文や丁寧文などの文態が存在するが、これについては４章で述べる。文の構造としては単文、複文があるが、複文については５章で扱い、この章では単文の変換について述べる。

3．1　基本的な変換法

入力文を、形態素・構文解析（それぞれ、茶筌、南瓜を利用）し、単語の品詞情報、文節の係り受け、格助詞、構文番号などを獲得する。知識変換にはこれら情報を利用する。

（1）述部が動詞の場合

前述した情報とEDR辞書（動詞共起副辞書および単語辞書）を基に必須格を定める。任意格については、格助詞とその直前の名詞のカテゴリ情報等を基に決定する。これについては３．２節で述べる。Fig. 2 に「太郎は五時に自宅に帰った」を例とした述語知識生成までの流れを示す。

（2）述部が形容詞の場合

述部が形容詞の場合はラベルを文型と格助詞ごとに決定（Table 2）し、述語式に変換する。例えば「私は試験勉強で忙しい」の場合は、同表より“忙しい（sbj：私、s-obj：試験勉強)”と変換する。

（3）述部が名詞の場合

「AはPである」の文型であり、基本的にはPとAはクラス・インスタンスの関係を表すとし、ラベル“inst”を用いて、P (inst：A) と変換する。ただし、この関係がない場合、例えば「東京駅が火事だ」等は*EQ*述語を用いて表す。また、*EQ*述語では、基本的にAとPの関係を示すため、Aに対して補足語（H）を補い*EQ*（atr：AのH、val：P）と表現

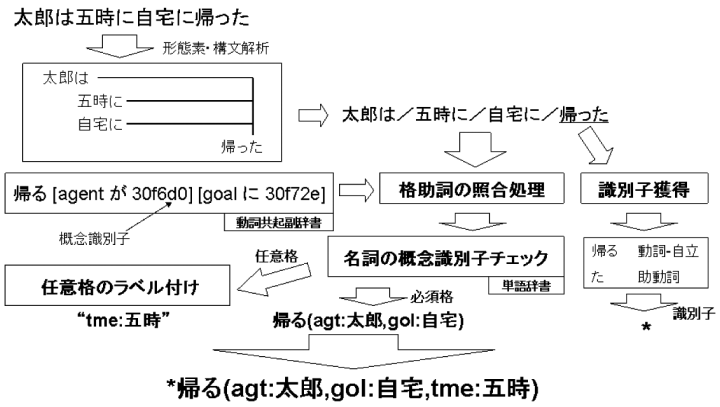


Fig.２　述語知識生成までの流れ

Table２　形容詞の文型と述語知識形式

文型・格助詞	述語知識形式
AはP	P(sbj:A)
AはBがP	P(sbj:A, s-obj:B)
AはBに（は）P	
AはBと（は）P	
AはBでP	
AはBまでP	P(sbj:A, s-gol:B)
AからBまでP	
AはBからP	P(sbj:A, s-sou:B)
AまでBからP	
AとBはP	P(sbj:A)∧P(sbj:B)
AとBはCがP	P(sbj:A, s-obj:C)∧P(sbj:B, s-obj:C)
AはBよりP	P(sbj:A, s-cmp:B)
AはBよりCがP	P(sbj:A, s-obj:C, s-cmp:B)
AはBがCよりP	

する。このHの獲得は、補足語テンプレートを作成し、これとPが属す意味カテゴリとを照合することで行う。先の例文の場合は、「火事」の上位概念であるカテゴリ番号をこのテンプレートから取り出す。この場合、上位概念である出来事のカテゴリ番号が見つかり、補足語「出来事」が獲得される。従って、補足語をAに付加し、“*EQ*（atr：東京駅の出来事、val：火事)”と変換する。補足語テンプレートは数値の単位に関するものなど67種作成した。これにより、２．１．１節③の例のような変換を可能としている。

３．２　任意格の判定法

文中に任意格が存在する場合（Fig.２の例では「五時に」が任意格になる)、それがどの深層格に相当するかの判定である。この判定は、任意格の出現状況が膨大なため必須格のように辞書を作成することが困難であり、アルゴリズミックな判定にならざるを得ない。ここでは以下のように判定することとした。

（１）基本的な判定法

候補ごとに次の２つのチェックを行い判定する。

i.　必須格との重複
ii.　格助詞の前方名詞に対するカテゴリ情報との照合

i は、EDR電子化辞書により既に決定した必須格と重複していないかのチェックである。Fig.２の例では「太郎」と「自宅」が必須格であり、ラベルはそれぞれagt、golとなる。これと重複していないかをチェックする。

ii は、深層格ごとに該当しうる意味範囲をシソーラス上のカテゴリ番号を基に設定し（この範囲を以下、照合範囲と呼ぶ)、これに基づきチェックする。このチェックは、カテゴリ番号の照合範囲を厳格に指定したチェック（以下、第１チェック）とその照合範囲を拡大したチェック（以下、第２チェック）の２段階で行う。

具体的には、これらのチェック（照合は第１チェック）をTable３の第１候補から順に行い、先の２つの条件を満たした場合はそのラベルを付加して、そうでない場合は次の候補に移る。最終候補においても条件を満たさない場合は、第１候補に戻り、カテゴリ範囲を広げた第２チェックで再度最終候補までチェックする。第１チェック、第２チェックのカテゴリ範囲は、例えば、場所格（plc）であれば、日本語語彙体系にある“場所”や“組織”等の上位の概念を第２チェックの、また、その下位概念にある特定のカテゴリを第１チェックの照合範囲としている。これらカテゴリ範囲はすべてのラベル、格助詞毎に設定している。

第２チェックで、どのラベルも不適合と判断された場合は各助詞の最も頻度の高いラベルを割り当てる。また、Table３で*が付加しているラベルは以下の（２）で述べるような否定のチェックを行い、「と」および「より」は（３）で述べ

Table 3　任意格の判定におけるラベル順位

格助詞	第1候補	第2候補	第3候補	第4候補	第5候補	第6候補	第7候補	第8候補
で	plc*	imp	scn	mat	cau*	tme	cnd	
に	gol	tme	plc*	scn	cau*	mat	imp	mnr
を	obj	gol	scn	plc*				
から	tfr	sou	cau*	mat				
まで	plc*	gol	tto					
へ	gol	plc*						
が	agt	tme	obj					
と	別手法で処理							
より	別手法で処理							
にて	plc*	imp	scn	mat	cau*	tme	cnd	
として	as							
副詞	mnr							
によって	cau*	imp						

るようなチェックを行う。また、ラベルmnrは品詞情報を利用してチェックするものとし、格助詞の前方の品詞が副詞、形容詞、形容動詞であった場合はこのラベルを付与する。

（2）否定のチェック

Table 3で*が付加しているラベルでは格助詞の前方名詞が指定したカテゴリに含まれていないかをチェックする。これは本来適合しない概念番号を適合するとしてしまう可能性を考慮し、概念番号を二重に調査するために設けたチェックである。例えば、場所格（plc）であれば主体や生物本体（顔などの部位でなく犬や人間などの語）に該当することはないものと考えられ、これを除外する必要がある。このチェックは先述した第1および第2チェックにおいて行う。

（3）格助詞「と」と「より」の処理

格助詞「と」では、前方名詞が主体ならばラベルをagtとし、そうでなければ係り受け先の情報を用いる。前者では「太郎と次郎は野球した」などが該当し、格助詞「と」は係助詞「は」と同様に主体（agt）となる。後者では次のような場合毎に分け判定する。

i.「と」の前方名詞のかかり先が主節の動詞でない場合
ii.「と」の前方が副詞である場合
iii. 上記いずれにも該当しない場合

iの場合は、「と」の係り先と同じラベルを割り当てる。例えば、「太郎はパンとカレーを食べた」の構文解析結果では「パン」の係り先が「カレー」となるので述語知識は“*食べる（agt：太郎、obj：パン、obj：カレー）”とする。iiの場合はラベルmnrを割り当てる。例えば、「彼女はゆっくりと喋る」などが該当し、これは形態素解析結果の品詞情報から決定できる。iiiの場合はラベルgolを割り当てる。例えば、「キャベツを塩と交換する」などが該当し、この構文解析結果では「キャベツ」、「塩」は直接述語に係っている。この場合は、“交換する（obj：キャベツ、gol：塩）”と表現する。

また、格助詞「より」では、直後に形容詞が出現し、かつその後に「を」格が出現している場合に比較用法とし、そうでなければラベルsouを付与する。前者の例としては「彼は彼女より高い賃金をもらっている」などが該当し、これを“貰う（agt：彼、obj：彼女より高い賃金）”と表現する。後者の例としては「硫黄島より手紙が届く」などが該当し、“届く（obj：手紙、sou：硫黄島）”と表現する。

3.3　特殊動詞を含む文の変換法

（1）特殊動詞の多義性とその問題点

特殊動詞「ある」や「する」等は使用する文によって、多くの意味を持つ。「ある」の場合は「事故は空港であった」、「国会議事堂は東京にある」などの例が挙げられる。これらはそれぞれ「（事故が）発生した」、「（議事堂は）存在する」と解釈できる。また、「する」の場合は「会社が違法行為をした」、「彼は首にマフラーをする」などが挙げられる。これらはそれぞれ「（違法行為を）行う」、「（マフラーを）身に着ける」と解釈できる。

「する」の例文についてこれまでに述べた手法で知識化するとそれぞれ“*する（agt：会社、obj：違法行為）”、“する（agt：彼、gol：首、obj：マフラー）”となり、述部はどちらも「する」となる。この場合、「する」がどのような意味を持つかが問題となり、推論処理において誤った結果を導出してしまうことがある。例えば、推論では述語部が同一の場合に照合処理（単一化）が行われるが、この際、変数に意味的に不適切な項が代入されてしまう可能性がある。よって、文に特殊動詞が出現した場合、その意味判別を行う必要があ

る。

ここでは、「する」に焦点をあてて説明する。「ある」の詳細については文献[14]を参照されたい。

（2）変換の考え方

日本語基本動詞用法辞典[15]では、「する」の意味を広義的に17種類に分類している。また、日本語語彙大系では、319種類に細かく分類されている。ここでは、これらを先の広義的な17種と比較し、それらに分類できなかった53種を３種にまとめ、計20種に分類することとした。これらに対し、文型と格助詞の前方名詞のカテゴリ情報及び動詞の活用形を用いて変換規則を設定し、a）動詞の置き換え、b）*EQ*述語の利用、c）識別子の利用、d）テンプレートの利用、の４つの手法で述語知識化する。

（3）具体的な変換法

a）では、動詞「する」の意味を「行う」、「変わる」、「決める」、「着る」、「成る」、「存在する」、「置く」、「有する」の８種に分類し、これらの動詞（以降、置換動詞）に置き換える。これら置換動詞はニュアンスは無視し、本質的な機能を重視して設定した。

具体的な置き換えのための規則としては、例えば、「行う」については、文型が「A が/は（B に/で）Cを（Dで）する」であり、かつA～Dの名詞のカテゴリがそれぞれ“人、組織、動物”、“人、組織、動物、物、場所”、“行為”、“場所”の場合としている。例えば「会社が違法行為をする」は「会社が違法行為を行う」に変換した後、“行う（agt：会社、obj：違法行為）”と変換する。

b）に該当する規則は、文型が「A が/は B を/も する」であり、かつA、Bのカテゴリ情報がそれぞれ“物”、“数値/単位”である。例えば「あの車は300万円もする」は“*EQ*（atr：あの車の値段、val：300万円）”と変換する。

c）に該当する規則は、動詞「する」が進行形でかつその前部に動詞が出現している場合であり、「している」の前部の動詞を述部とし、活用形は識別子を用いて表す。例えば「猫が屋根から降りようとしている」の場合は“g降りる（agt：猫、sou：屋根）”と変換する。

d）は、設定した規則に該当しない場合である。この場合はテンプレートを用いて、各表現に対応した動詞に置き換える。テンプレートで用意した各表現の数は全部で33種である。例えば、「先生は指導力に見劣りがする」は「先生は指導力に劣る」と置き換え、“劣る（agt：先生、gol：指導力）”と変換している。なお、「する」のさらに詳細な変換法については、文献[16]を参照されたい。

４．平叙文以外の変換法

本節では、これまで述べた単文の変換法を基本として、平叙文以外の文形である受身文・使役文・使役受身文・丁寧文の扱いおよび変換法について述べる。

考え方としては、３．１節で述べた情報を基に主動詞（主節の動詞）、助詞および動詞の後に付く「れる」などの語尾を獲得する。この語尾を平叙文との差異とする。次に、獲得した主動詞に対してEDR辞書を利用し、その格情報（助詞とそれに付属する名詞のカテゴリ情報）を取得する。これらの情報からそれぞれの文型の判定を行う。なお、文によっては後述するように態を確定できない場合があるが、この場合には可能性のある態の数だけ述語式を生成することとする。なお、ここでは受身文と丁寧文についてのみ述べる。他の文態については文献[17]を参照されたい。

４．１　受身文の変換

受身文は基本的には格の置き換えにより能動文に変換可能となるが、ここでは文の主題を重視することとし、受身文のまま扱う。すなわち、格の置き換えは行わず識別子を付加して表現する。

文末に語尾「れる」が付く文が受身文に該当するが、「れる」には４つの用法がある[18]。各意味と例文を以下に示す。

受身　太郎は次郎に蜜柑を食べられた
可能　この実は食べられる
自発　吉報が待たれる
尊敬　天皇は式典に参加される

ここで、自発は受身文として扱う。これは推論においては同一の識別子毎にラベルの照合がとられるため、ラベルが正確に獲得されていれば問題ないからである。この例では“u待つ（obj：吉報）”と表され、何が「待たれる」かが明確である。また、尊敬については次項で述べるように識別する。従って、ここでは受身、可能の識別が重要となり、以下の場合に受身と判定する。

i.「に、から、より、によって」の助詞が付く名詞が動作主（主動詞の動作主体）になり得る場合
ii.「は」格および「が」格がない場合

i には、先の受身の例文が該当する。この例では、「次郎」は主動詞「食べる」の動作主となり得る。ii では、一般に他の態である可能性が低く、ここでは受身文とする。これには「車に轢かれた」などが該当する。

これらに該当しない場合、例えば「太郎は蜜柑を食べられた」のような文は、「に」格が省略された受身文とも考えられるし、単純に可能文とも考えられる。すなわち、受身文と可能文の識別は、上記以外は極めて困難といえる。従って、

先の例では両方の述語式を生成する。

4．2　丁寧文の変換

丁寧文は次のような特性を持つ。

i. 語尾「れる」が動詞に付随
ii. 動詞に「になる」が付随
iii. 動詞が語源の名詞に「になる」が付随
iv. サ変名詞に「なさる・くださる」が付随
v. 文の主動詞がそれ自体で丁寧の意味をもつ動詞

iについては、前項の受身文等の場合もあり、丁寧文の識別は極めて難しい。例えば「社長は料理を食べられた」は丁寧、可能、受身のいずれとも解釈できる。従って、ここでは以下の場合のみ丁寧文に限定する。

a)「様」などの敬意を表す接尾語が主語の名詞に付加している場合
b) 主語が動作主であり、かつ地位、職業等にあたる概念（それが名詞に付加した場合を含む）であり、かつ「に」格が動作主になり得ない場合

a) は例えば、「山田様が行かれた」のような文、b) は前節の尊敬の例文等が該当する。

iiは「先生が年賀状をお書きになる」などが該当する。この場合、形態素解析結果は「書く（動詞）＋に（助詞）＋なる（動詞)」となり、助詞の前部にある動詞を主動詞とする。

iiiは「先生は和室でお休みになる」などが該当する。この場合、形態素解析では「休み」が名詞となる。これについては、この種の名詞を動詞に置き換えるための辞書を作成して対処した。辞書は日本語語彙大系およびIPAL動詞辞書から名詞と動詞を抜き出し、漢字部が一致する語を対とした(先の例では、「休み」と「休む」)。獲得した対は全部で390対である。

ivは「先輩が車を運転なさる」などが該当する。この場合、「なさる」を「する」に置換して対処した。

vは「社長が今年の抱負をおっしゃる」などが該当する。これについては、この種の動詞と基本動詞を対応させるテーブルを作成して対処した（この例では、「言う」に置換)。

5．複文の変換法

5．1　名詞、連体、連用節（条件文以外）の変換法

3．1節で述べた情報を基に主節動詞とそれに係る名詞を取得し、これらで述語式の基本部Lを構成する。また、主節の名詞に係る節を従属節とし、これを節述語L'とする。L'の述部とそれが係る被修飾名詞の格関係の存在をチェックしたのち、各述語式を連結する。

例えば、2．1．2節の表現例①の場合、Lは“探す（agt：刑事、obj：家)”となり、L'は“隠れる（agt：犯人)”となる。また、Fig.3のように「家」と「隠れる」の間に格関係が存在し、「家」は「隠れる」の目標格（goal）に該当するので、節述語内に“gol：#”を付加し、これを主節の述語式と連結し、“探す（agt：刑事、obj：[家]｛隠れる（agt：犯人、gol：#)｝)”と変換する。

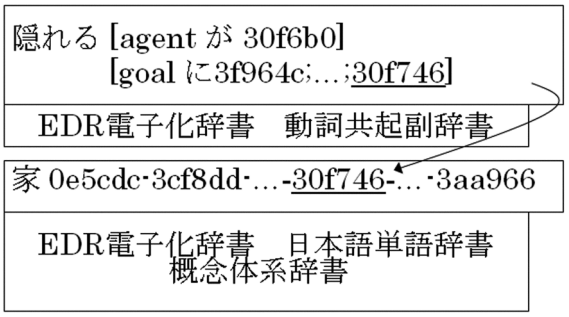


Fig.3　複文での格関係のチェック例

また、同節の表現例④のように時を表す連用節の場合、格関係の存在を示す記号#を付与する処理において、「とき」や「あいだ」など時節に用いられる語（以降、このような各文を連結する語を接続語と呼ぶ）は動詞共起副辞書を用いて調べても格関係の存在は確認できない。よって、時節に用いられる語の場合はL'中に強制的にラベル“tme：#”を付与する。

5．2　並列、連用節（条件文）の変換法

並列節の場合、その判定には品詞情報と構文番号を利用する。具体的には動詞（形容詞）の後に付随する語が動詞と同じ構文番号を持ち、かつそれが接続、並列助詞であるかをチェックし判定する。また、「学校へは行かずに映画館に行った」や「私は車のエンジンがかからず困った」などの文も対象とするため、格助詞「に」や助動詞「ず」も接続語として扱う。また、並列節の場合は接続語以降の文で主語を省略することが多い。2．1．2節の表現例⑤をそのまま知識化すると“*行く（agt：太郎、gol：本屋）∧買う（obj：本)”となり、推論処理において正しく利用できない。よって、接続語以降で主語が省略されていれば、後文の動詞と前文の主語の間でFig.2と同様のチェックを行い、格関係が一致した場合には後文に主語を補足し変換する。

なお、表現例⑤のように接続語「て」の前文は過去形ではないが、後文が過去形で構成されている場合、前文も意味的に過去の様相を含むと考えられるため、前文の述語式に過去の識別子（*）を付加する。

連用節（条件文）の判定は、動詞の後に付随する文字列がTable 4の接続語と一致するかをチェックし行う。これは条件文の場合、各文が単純な接続助詞などで連結されず、助詞

Table.4　条件文の判断に用いる接続語

接続語	表現例
たら	ドアを開けたら風邪が入ってきた
ば	春が来れば花が咲く
と	信号が赤だと横断歩道を渡れない
なら	パソコンを買うならこの店が良い
ても	私はそのパソコンが高くても買う
たって	私は殴られたって服従しない
ては	お金がなくては何も買えない
とすると	就職活動しなかったとすると就職できない
とすれば	問題があるとすればそれは実験結果だ
としたら	宝くじで１億円当たったとしたら家を買う
となると	家を建て直すとなるともう少しお金が必要だ
かぎり（限り）	私が知る限りそれは違法行為だ
ばあい（場合）	雨が降った場合，試合は中止になる

や動詞など様々な品詞が連結して一つの接続語となり、文が表現されることが多いためである。

このようにして節を判定し、接続語の前後で文を分割する。分割した各文をこれまでに述べた手法で述語知識化し、これらを２．１．２節で述べたように含意記号やラベルcndを用いて連結する。

６．評価

EDR電子化辞書、日本語基本動詞用法辞典[19] およびライトハウス英和辞典[20] などに掲載されている例文やインターネット等から文法的に正しく省略の無い文を取得し評価対象とした。Table５に評価結果を示す。

同表から分かるように、単文、複文共に比較的高い精度で変換できた。

主な失敗例は、「女子の前にて恥をかかせる」等であり、“にる（agt：女子、mnr：前）∧sかく（obj：恥）”と誤変換されてしまった。これは形態素解析結果で「にて」が「に」＋「て」に分割されてしまい、格助詞「にて」を正しく判別できなかったことが原因である。また、複文の主な失敗例は、「私はその人を訪ねたが、門前払いだった」で、“*訪ねる（agt：私、gol：その人）∧*門前払いする（agt：私）”と誤変換されてしまった。“門前払いした”のは“私”ではなく“その人”である。これは４．２節で述べたように後文の主語を補足しているが、それが不適切だったためである。誰がアクションを起こしたのかを適切に判定する必要があり、これについては今後の課題である。

Table５　評価結果

		例文数	成功数	失敗数	成功率（%）
単文	平叙文	426	405	21	95.0
	平叙文以外	273	256	17	93.8
	特殊動詞	287	251	36	87.5
	全体	986	912	74	92.5
複文	全体	100	86	14	86.0
全体		1086	998	88	91.9

７．むすび

日本語文を、拡張型の述語論理へ自動変換する手法について提案した。この述語論理は、日常語を知識構成要素とし単文・複文ともに１つの述語式で表すことを特徴とする。本変換手法は、既存の自然言語処理ツールと電子化辞書の活用を前提に、述語の項のラベル付けを核とした意味解析を行うものである。文法的に正しく省略の無い文（1086文）を対象とした評価では、91.9%と比較的高い変換精度が得られた。

今後は、１文だけでなく複数の文からなる文書全体の意味理解の研究を進め、ある程度の省略を含む文にも対応可能としていく予定である。また、現在、本変換法と推論法ARSKを応用した自由対話システム（簡単な質問に答えることができコンサルティングシステムとしても利用可能）の開発を進めている。

謝辞

本研究は科研費（22560406）の助成を受けたものである。また、本研究の遂行に協力頂いた石川研卒業生に深く感謝致します。

参考文献

１）福本淳一，桝井文人：質問応答技術―大量のデータをもとに任意の質問に答える―，情報処理学会学会誌，Vol.45，NO.6，pp.580-585 2004

２）Universal Networking Digital Language（UNDL），http://www.undl.org

３）Brachman, R. J. and Levesque, H. J.:The tractability of subsumption in flame-based description language, Proc. National Conf. on Artificial Intelligence, pp.34-37 1984

４）Jeroen Groenendijk, Martin Stokhof: Dynamic predicate logic, Linguistics and Philosophy, Vol.14, No.1, pp.39-100 1991

５）Fuchs, N. E., Hoefler, S., Kaljurand, K., Kuhn, T., Schneider, G. and Schwertel, U.:Discourse Representation Structures for ACE 5, Technical Report ifi-2006.10, Department of Informatics, University of Zurich, pp.1-51, http://www.ifi.unizh.ch/attempto/2006

６）グエン ベト ハー，石川勉，阿部昭典：知識の類似性を利用した概略推論法，電子情報通信学会論文誌，D-I，Vol.J84-D-INo.4，pp.389-400 2001

7）形態素解析システム茶筅
http://chasen-legacy.sourceforge.jp
8）日本語係り受け解析器南瓜
http://chasen.org/~taku/software/cabocha/
9）日本電子化辞書研究所：EDR電子化辞書 1996
10）池原，宮崎，白井，横尾，中岩，小倉，大山，林：日本語語彙大系，岩波書店 1997
11）佐藤雄也，石川勉：知識の意味的な包含・類似関係を利用した日本語文向き概略推論法，情報処理学会第73回全国大会，6Q-5 2011
12）グエン ベト ハー，石川勉，帆苅譲，笠原要：単語の意味の類似性判別のための大規模概念ベース，Vol.43, No.10，pp.3127-3136 2001
13）益岡隆志：複文，くろしお出版 2000
14）永田拓，石川勉：動詞「ある」を含む自然言語文の述語知識変換法，電子情報通信学会 2008
15）小泉，船城，本田，仁田，塚本：日本語基本動詞用法辞典第五版，大修館書店 2000
16）上條敦史，割石幸太郎，石川勉：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，3M1-OS1-8 2009
17）上條敦史，石川勉：語尾変化・カテゴリ情報を利用した受身・使役・丁寧文の述語知識への変換法，情報処理学会第71回全国大会，2S-7 2009
18）新村出編：広辞苑第四版，岩波書店 1997
19）小泉，船城，本田，仁田，塚本：日本語基本動詞用法辞典第五版，大修館書店 2000
20）竹林，東，小島，赤須，編：ライトハウス英和辞典第三版，研究社 1996

ブラジル磁気異常帯における宇宙電波の電離層吸収現象*
Ionospheric Absorption Phenomena of Cosmic Radio Noise in Brazilian Geomagnetic Anomaly Region

西野　正徳　Masanori NISHINO**
巻田　和男　Kazuo MAKITA***
Nelson. Jorge Schuch****
(1) Nagoya Univ. STE Lab., (2) Takushoku Univ., (3) INPE Southern Space Center

Abstract

In order to identify ionospheric absorption phenomena of cosmic radio noise (CNA) due to high-energetic electron precipitation into Brazilian geomagnetic anomaly region from the low-latitude magnetosphere by use of the imaging riometer (IRIS), electron flux data observed by both the low-altitude satellite NOAA flying over the anomaly region and the stationary satellite LANL were analyzed in relation to geomagnetic storm index Dst. From 2000-2001 years data during high solar activities, precipitating fluxes were highly increased associated with strong geomagnetic storms in April or May, and thus average flux level was highly elevated during Brazilian winter. 'Storm CNA' phenomena due to high-energetic electron precipitation were identified during such the winter by the IRIS. However, they were not identified in Brazilian summer showing decreased average electron-flux level even if strong geomagnetic storms occur. It is a disadvantage that strong ionospheric disturbances in summer make exact reduction of quiet day curve (QDC) from background cosmic radio noise complex.

Keywords：Brazilian geomagnetic anomaly, Storm CNA, Satellite electron flux data, Imaging riometer

1．はじめに

ブラジル南西部は地球磁場の強度が世界で最も弱い特異地域で、ブラジル磁気異常帯と呼ばれている。地球の磁力線に囲まれた領域を磁気圏と呼ぶが、磁気圏外部から高エネルギー粒子が流入して、磁気圏には高エネルギー粒子が充満している。磁気圏は、地球に遠い側に放射線帯外部、近い側に放射線帯内部、その間にスロット領域が存在するが、放射線帯内部にまで侵入した高エネルギー電子は磁力線に沿ってジャイロ回転をして両半球間の電離圏をミラー運動しながら経度方向に東向きにドリフトしていく。高エネルギー電子はドリフト運動しながら、ブラジル磁気異常帯上空の電離圏に集中して降下することが700～850kmの高度を周回飛行する日本の低高度軌道衛星OHZOLAによって観測された[1)]。理論的には、高エネルギー電子はブラジル磁気異常帯では約100kmの電離圏下部まで降下することが導かれている[2)]。この電子降下に起因して電離圏の電子密度が増大し、その結果、銀河系宇宙電波が電離層吸収（Cosmic Noise Absorption、略してCNA）を受けると推定される。このCNAを地上で検出されるかどうかを実験するために、我々は、ブラジル南西部のサンタマリア（SMR, 29.4°S, 306.2°E）に周波数38.2MHzのイメージングリオメータ（Imaging Riometer for Ionospheric Study、略してIRIS）を設置して、1999年より観測を始めた[3)]。IRISを用いた連続観測の結果、2000年７月の“Bastille Day Storm”と名付けられた強い磁気嵐に伴って、１dB程度のCNAを観測した[4)]。しかし、長期間の観測結果、磁気嵐に伴われなくてもCNAが頻繁に観測され、その強度は季節、時間によっては磁気嵐に伴われるCNAより強いことがある。この磁気嵐に伴われない吸収は、電離圏の電子密度の変動によって生じる電離圏固有の吸収である。一方、電子密度の不規則性に起因する宇宙電波の散乱によって、CNAを求める上に参照となる宇宙電波の静穏日変化曲線（Quiet Day Curve, 略してQDC）が正確に決まらない解析上の問題がある。したがって、磁気圏内の高エネルギー電子の降下による電離層吸収（'Storm CNA' と名付ける）の同定の信頼度を上げるためには、ブラジル磁気異常領域上空を飛翔する低高度軌道衛星で観測された高エネルギー電子データを解析して、降下電子フラックスの季節変動や空間分布を理解することが必要である。同時に、これらの高エネルギー電子が磁気嵐に伴って放射線帯に流入されたことを静止衛星の電子フラックスデータで確認することも必要である。

本論文では、低高度軌道衛星NOAA-14と静止衛星LANLで観測された高エネルギー電子データを地磁気変動の擾乱の強さを示す磁気嵐の指数Dstと関係づけて解析して、高エネルギー電子降下の特性を調べる。この特性と地上のIRIS観測から得られたCNAデータを比較して 'Storm CNA' を同定する。用いたデータは第23期太陽活動周期の中で黒点数がピークに達した2000～2001年の２年間である。

2．“Bastille Day Storm” 時の衛星電子データと地上CNAとの対応

NOAA-14は、高度約870kmを地球一周102分で南北方向に周回する低高度軌道衛星で、粒子観測センサー（MEPED）は、地球中心方向（０度）と、これに直角の方向（83度）の２方向に向いていて、100keV以上の高エネルギー電子、及びプロトンのフラックスデータが１分毎に得られ、カウントレート（counts/sec）として示される[5)]。緯度の低いブラジ

*　原稿受付　平成23年８月19日
**　名古屋大学太陽地球環境研究所
***　基礎教育系列
****　ブラジル宇宙科学研究所南部宇宙センター

ル磁気異常帯の電離圏では、２方向共、磁力線に捕捉される高エネルギー電子を計測することになるが[6]、83度方向のフラックスは通常、０度方向のフラックスに比べて２桁程強いので、本解析では83度方向のフラックスデータを用いる。前述のOHZORA衛星による高エネルギー電子（0.19～3.2MeV）の観測の統計結果を参考にすると、ブラジル磁気異常領域は南緯18～48度、東経290～350度と推定されるので、NOAA-14が磁気異常領域を通過する軌道は１日に３回ある。１軌道は、ほぼ世界時で４h～８h UT（SMRの地方時では１h～５h LT）の夜間から早朝の時間帯になり、他の２軌道は、ほぼ17h～20h UT（SMRでは14h～17h LT）の午後から夕方の時間帯になる。

Fig.１の（A）は、2000年７月13日から16日の期間に、NOAA-14が磁気異常領域を通過する軌道において観測された83度方向の高エネルギー電子のフラックスの緯度分布を示す。ここでSMRの北半球側の地磁気共役点トリニダード（9.6°N, 297.8°E）のフラックスと比較するために、緯度を30°Nから50°Sまでの範囲で示す。Fig.１の（B）は、７月15日の午後から夕方の時間帯に通過したNOAA-14の５つの軌道を示す。また、磁気異常領域（赤円）と、サンタマリア（SMR）、及

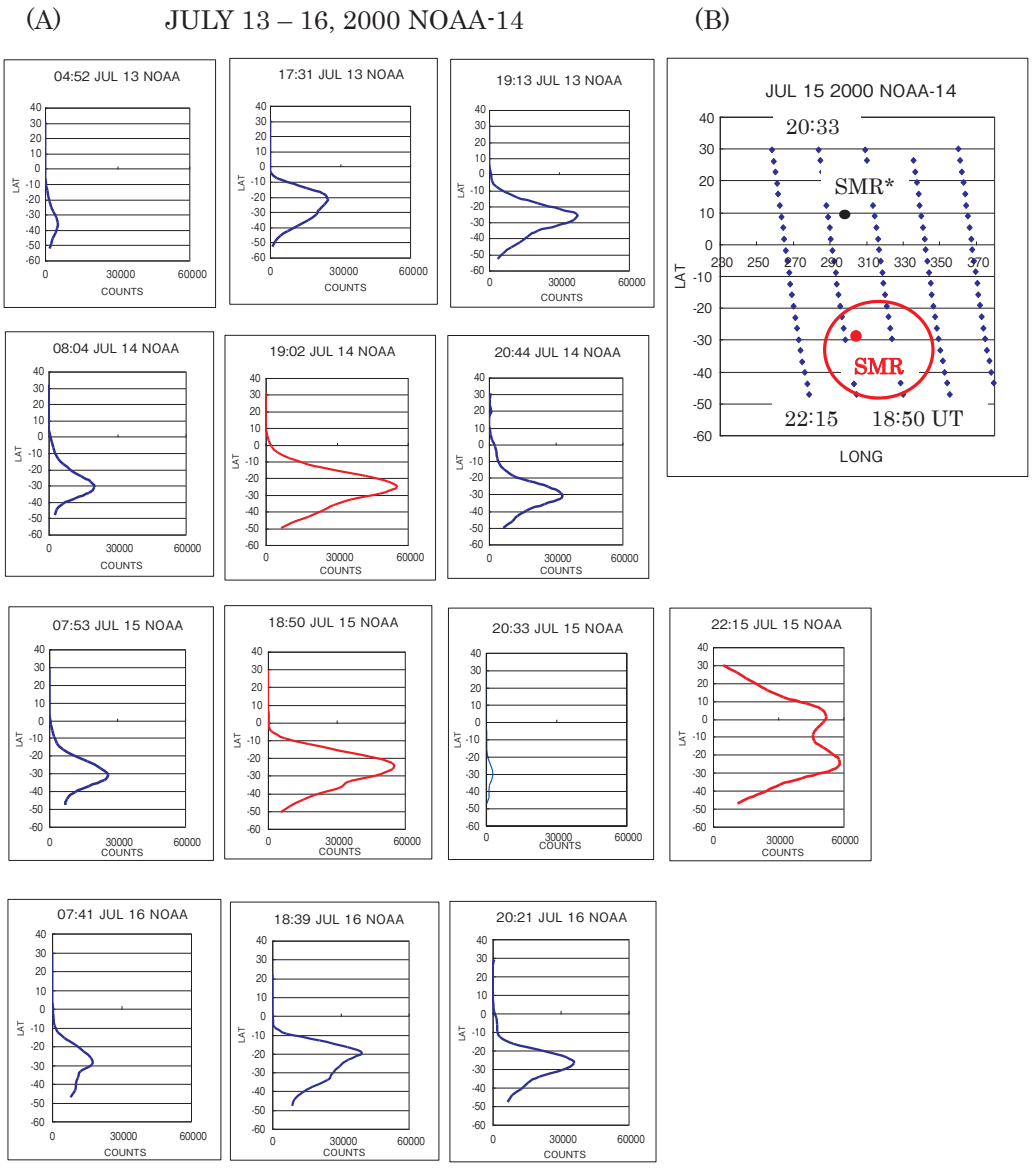


Fig.1　(A) Latitudinal distributions (40°N～60°S) of energetic electron fluxes observed on board the low-altitude satellite, NOAA-14 during July 13 - 16, 2000 are shown by count rates in horizontal axes. Full scale is 60,000 counts/sec.　(B) Orbital trajectories in the afternoon on July 15 are given in latitudes and east longitudes with time. A red circle shows the Brazilian geomagnetic anomaly region. IRIS station at Santa Maria (SMR) in Brazil and its geomagnetic conjugate point (SMR*) are marked by dots.

び共役点（SMR*）の位置を示す。磁気異常領域を通る軌道において共役点でのフラックスは磁気異常領域に比べて殆ど微弱であった。すなわち、ブラジル・トリニダード間の高エネルギー電子の降下は非共役性であることを意味する[7]。

巨大な磁気嵐は南半球では冬の７月14日に始まり、16日１h UT付近でDst値は最大に減少した（Dst max＝－301nT）。フラックス分布は全般に南緯30度近辺でピークを持つガウス分布を示す。磁気嵐前の13日と磁気嵐後の16日ではピーク値は、夜間、午後共、ほぼ一定の低い値を示すが、磁気嵐初相の14日19：02 UTと、主相の15日18：50 UTにおいてフラックスは赤線分布で示すように大きく増大（～60,000c/s）した。15日20：33 UTでは緑線で示すように一度大きく減少し、その後の22：15 UTでは南緯30度と赤道付近で大きく増大する２つのピークを示した。

Fig.２は電子降下フラックスが最も強かった７月15日に２つの静止衛星LANLで観測された50～225keVの電子エネルギーフラッスデータ（e/keV-cm^2-ster-sec）の時間変動を示す。

左図に示すハワイ上空（194.8°E）のLANL-９では、10h40m UT頃から18h30m UT頃の時間に、フラックスは著しく増大し、その後、急激に減少した。また、右図のインドネシア上空（102.9°E）のLANL-４では、14h20m UT頃に、フラックスはパルス状に増大し、その後、一度減少して、20h20m UT頃に再び鋭く上昇した。２つのLANL衛星のフラックス増大の時間継続はおよそ７時間半であった。LANL-４の時間変動は、Fig.１で示したNOAAの電子フラックスの変動と一致する。また、CNA（後記のFig.３）はLANLのフラックス増大から２～５時間遅れて観測された。これらの結果から、磁気圏内へ流入した高エネルギー電子が、低緯度磁気圏内まで侵入して経度方向にドリフトしながらブラジル磁気異常帯の電離圏に降下したことを示唆している。

Fig.３は、SMRのIRISで観測された天頂ビーム方向[3]のCNAの2000年７月の１ヶ月間の日変化を示す。フルスケールは１dBである。図中、下向き赤色矢印はDst maxが－50～－100nT、両向き赤色矢印は－100～－200nT、上向き赤色矢印は－200nT以上を記録した時刻を示す。また、下向き黒色矢印はNOAA-14で観測された電子フラックスが40,000c/s以上を記録した時刻を示す。磁気嵐の初相の14日20h UT頃に弱いCNA（～0.2dB）が観測され、15日の主相の16h～22h UT頃にやや強いCNA（～0.5dB）が観測された。これら両日のCNAは、Fig.２で示したNOAAのフラックス緯度分布の増大（赤線）に対応する。16日01h UTのDst maxの後にはNOAAフラックスは静穏時に戻り、CNAも弱くなった。これらの衛星フラックスとCNAの時間変動の比較から14～16日のCNAは‘Storm CNA’と同定される。しかし、Fig.３において磁気嵐が発生しなかった（Dst max<－50nT）５日から７日の約17h～23h UTの時間帯、及び、24日から27日の12h～24h UTの時間帯において、CNAの増大が観測された。これらの昼間から夕方・夜間のCNAの出現は、北半球のインドでのCNA観測から得られた冬季１月の電離圏F層による吸収の時間変動と類似している[8]。また、29日の12h UT に －71nTのDst maxがあったが、NOAAでは強い電子降下は観測されなかった。したがってこれらのCNAは、‘Storm CNA’とは同定されないと考えられる。

以上のように、NOAAの電子フラックスデータと地上CNAを、磁気嵐の擾乱指数Dstとの関係において比較すると、‘Storm CNA’の同定の信頼度が向上すると考えられる。以下、NOAA衛星とLANL衛星で観測された高エネルギー電子のデータをDst変動に関係して、2000～2001年の２年間の長期変動を調べる。

３．衛星電子フラックスとDstとの関係

Fig.１で示したように、磁気異常領域を通過するNOAA-14で得られた高エネルギー電子フラックスの緯度分布は通常ガウス分布を示すので、以下、季節変化の解析では、緯度分布のフラックスピーク値を抽出して磁気異常領域におけるフラックスの代表値とする。

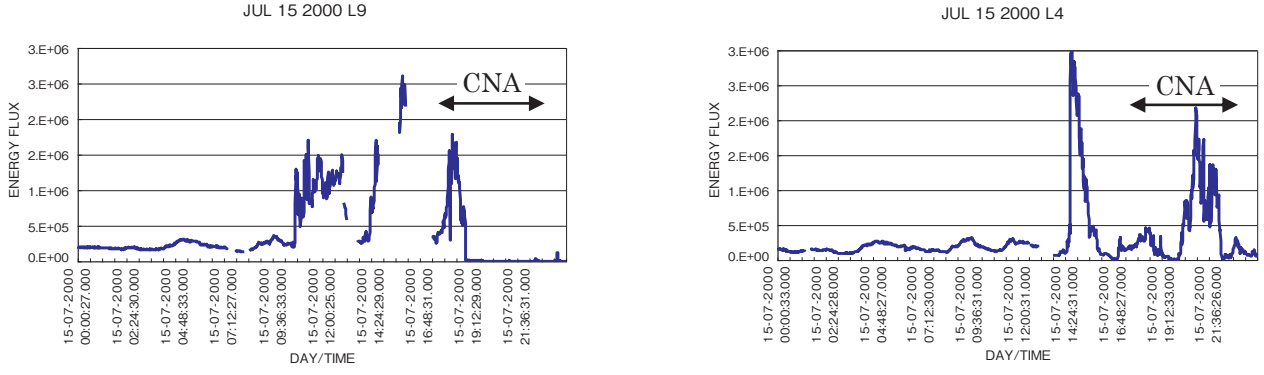


Fig.2　Time variations of energy fluxes of 50-225 keV electrons on July 15, 2000 observed by the stationary satellites, LANL-9 and LANL-4. Arrows indicate time periods of CNA phenomena.

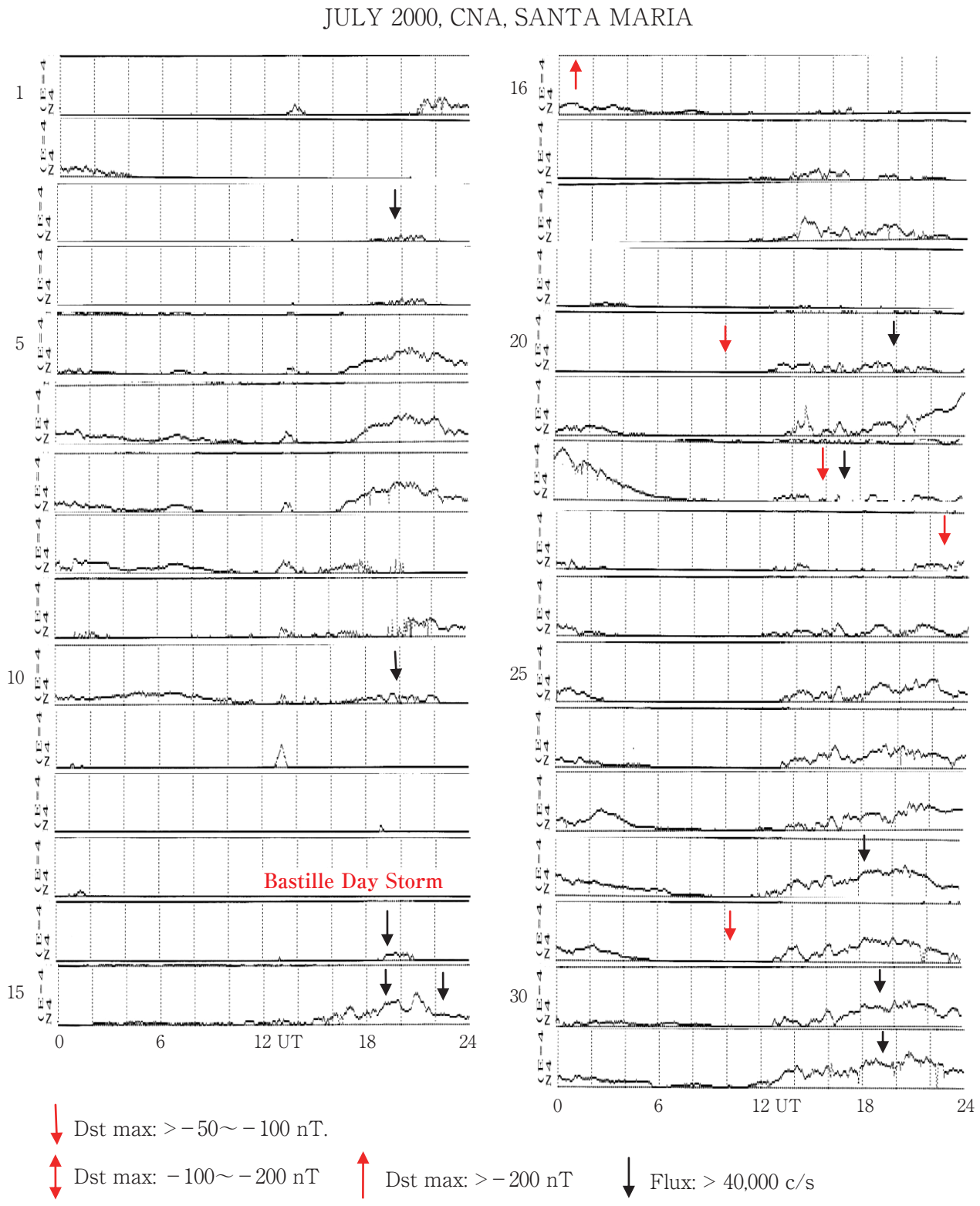


Fig.3　24-hour CNA variations in July 2000 at Santa Maria (SMR) in Brazil. Each variation is obtained from the zenith beam among the total 16 beams of IRIS antenna. A division of CNA variation represents absorption of 1 dB. Downward, up/downward, and upward red arrows note times showing <−100 nT, −100 nT～−200 nT, and >−200 nT on the Dst max, respectively. Downward black arrows note times showing electron fluxes > 40,000 counts/sec on the NOAA measurements.

Fig. 4 aからFig. 4 hの上２段に、2000～2001年にNOAA-14で得られた高エネルギー電子（>100keV）フラックスのピーク値の日変化を示す。１段目は昼間（17h～20h UT）でフルスケールは80,000c/s、２段目は夜間（４h～８h UT）でフルスケールは60,000c/sである。３段目はLANL-４で得られた電子エネルギーフラックス（50～225keV）の日変化で,フルスケール６×10^5（e/keV-cm^2-ster-sec）を指数で示す。１分毎の生データは莫大なデータ量になるので30分間の平均をとっている。（衛星粒子データはGoddard Space Flight CenterのWebから解析）４段目はDstの１時間値の変動を示す。１スケールは－100nTである。（京都大学地磁気世界資料解析センターのWebから解析）以下、６箇月毎の特性を記す。

(a)～(b)：2000年１～６月

LANL-４の電子データにおいて、３×10^5以上のエネルギーフラックスが数度以上観測されたが、磁気嵐の指数Dst値では、－100nT以上のDst maxは２月12日、４月７日、５月24日の３回であった。前２回のDst maxに伴って、NOAAのフラックスは、昼間にも夜間にも弱い増大があるが顕著ではない。１月から４月にわたり、フラックスレベルは平均してゆっくり下がる傾向にある。注目すべきことは、５月24日のLANLフラックスのパルス的な増大に伴ってDstが大きく減少し（Dst max＝－147nT）、NOAAの電子フラックスが昼間では約50,000c/sに、夜間では約25,000c/sに上昇したことである。特に昼間の上昇幅が大きく、Dstの減少が３日後に回復してもフラックスは平均40,000c/s程度で継続した。一方、夜間では平均15,000c/s程度で継続したことである（赤矢印)。５月24日のイベントの時にIRISで観測されたCNA現象を次節で示す。

(c)～(d)：2000年７～12月

LANLフラックスは７月半ばに著しく増大し、前節で記したように、“Bastille Day Storm” を発生させた。その後、数度パルス的に増大し、これらに対応して大小のDstの減少が発生した。その結果、５月24日に増大した昼間のNOAAフラックスの高い平均レベルは10月末まで続き、その後減少して、12月末には20,000c/s近くに下がった。夜間のNOAAフラックスの増大は小さく、フラックスの規則的な変動からやや大きくなる程度である。注目すべきことは８月10～11日、LANLフラックスの上昇は小さいが、Dst maxは－200nT以上に減少し、昼間のNOAAフラックスは70,000c/sに達し、夜間は30,000c/sに達したことである（赤矢印)。この時のCNA現象を次節で示す。また、11月10日過ぎにLANLフラックスの増大があるが、Dstの減少は小さく、NOAAフラックスの増大はなかった。

(e)～(f)：2001年１～６月

２月半ばにLANLフラックスにパルス的な増大があったが、小さなDstの減少（Dst max＝－61nT）と、小さなNOAAフラックスの増大があったのみである。１～３月全般にわたりNOAAフラックスは小さく、平均レベルもわずかに下がる傾向である。注目すべきことは、３月末から４月初めにLANLフラックスがパルス的に増大し、これに伴いDstが強く減少（Dst max>－300nT）し、NOAAフラックスは、３月末にパルス的に増大した後、徐々に増大し、４月20日にはNOAAのフラックスは、昼間で80,000c/s、夜間で60,000c/sに達したことである（赤矢印)。特に昼間の増大は、その後、約50,000c/sの高い平均レベルで継続した。この増大の様相は異なるが、季節的には2000年５月と一致する。

(g)～(h)：2001年７～12月

６月末の高いNOAAの平均フラックスは８月末に向けて徐々に下降し、10～11月に20,000c/sに下がった。７月から９月では大きなDst変動は発生しなかったが、10月から11月にはDst変動が活発になってきた。しかし、NOAAフラックスの平均レベルは低かった。注目すべきことは、11月24日、LANLフラックスの増大は小さいが、大きなDst減少（Dst max＝－221nT）が発生し、これに伴ってNOAAの昼間のフラックスが増大（～50,000c/s）し、その後ゆっくりと減少して行ったが、夜間のフラックスは著しく増大（～53,000c/s）し、直ちに10,000c/sに下がったことである。

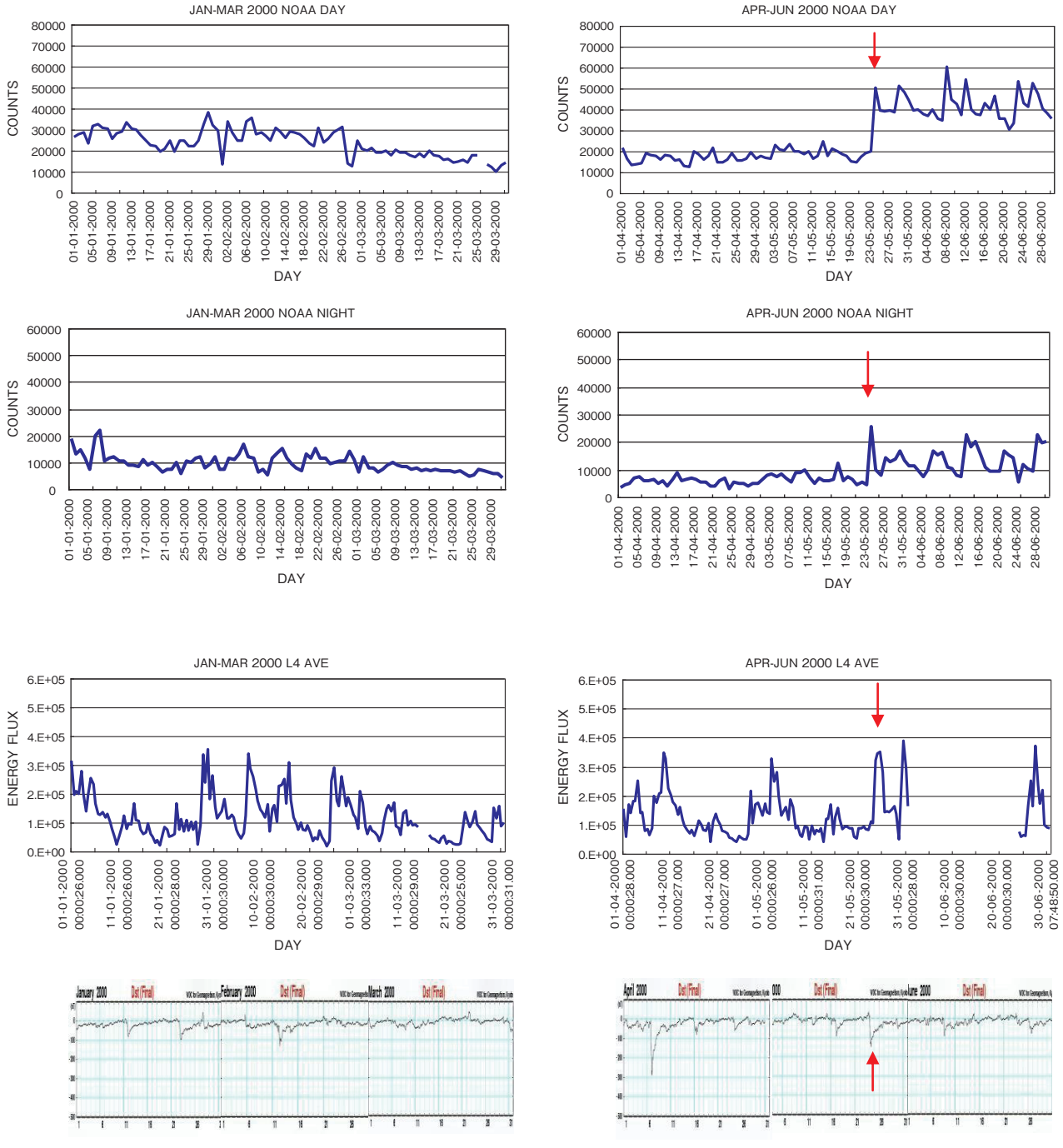


Fig.4a　Daily variations of electron fluxes from NOAA-14 during January to March 2000 for daytime and nighttime in upper two panels, respectively. Daily variation of electron energy fluxes from LANL-4 is shown in third panel, and the Dst variation is shown in fourth panel.

Fig.4b　Daily variations during April to June 2000. Illustrations of the four panels are same with Fig. 4a. A notable flux event is marked by red arrows.

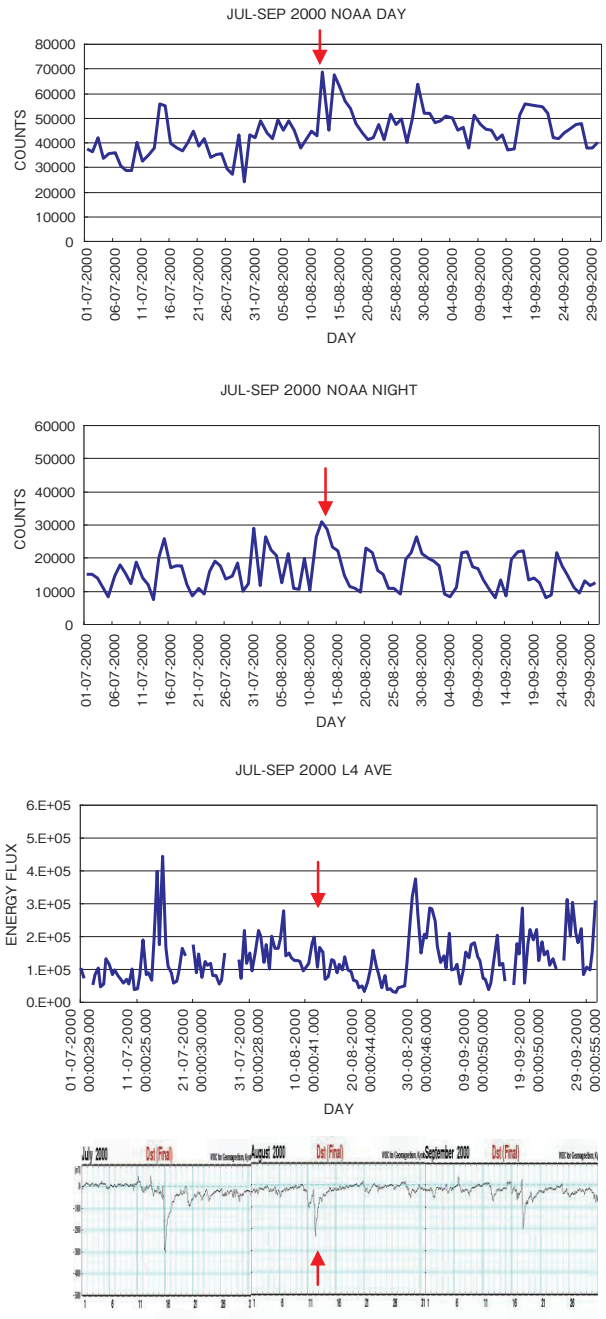


Fig.4c　Daily variations during July to September 2000. Illustrations of the four panels are same with Fig. 4a. A notable flux event is marked by red arrows.

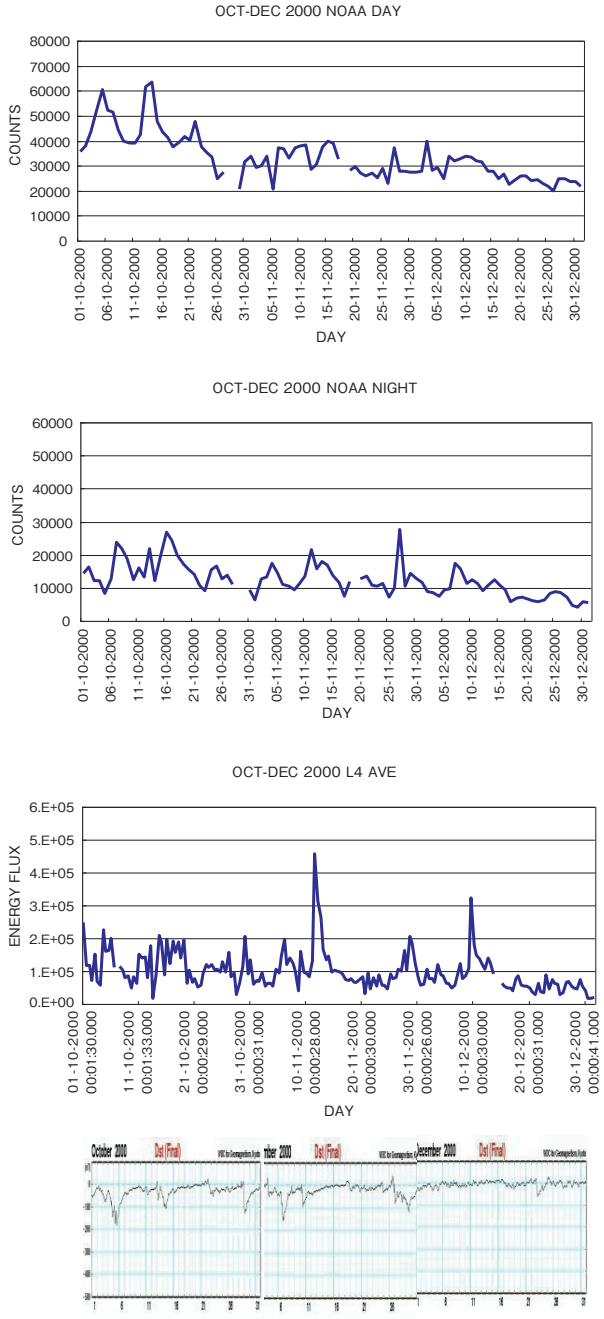


Fig.4d　Daily variations during October to December 2000. Illustrations of the four panels are same with Fig. 4a.

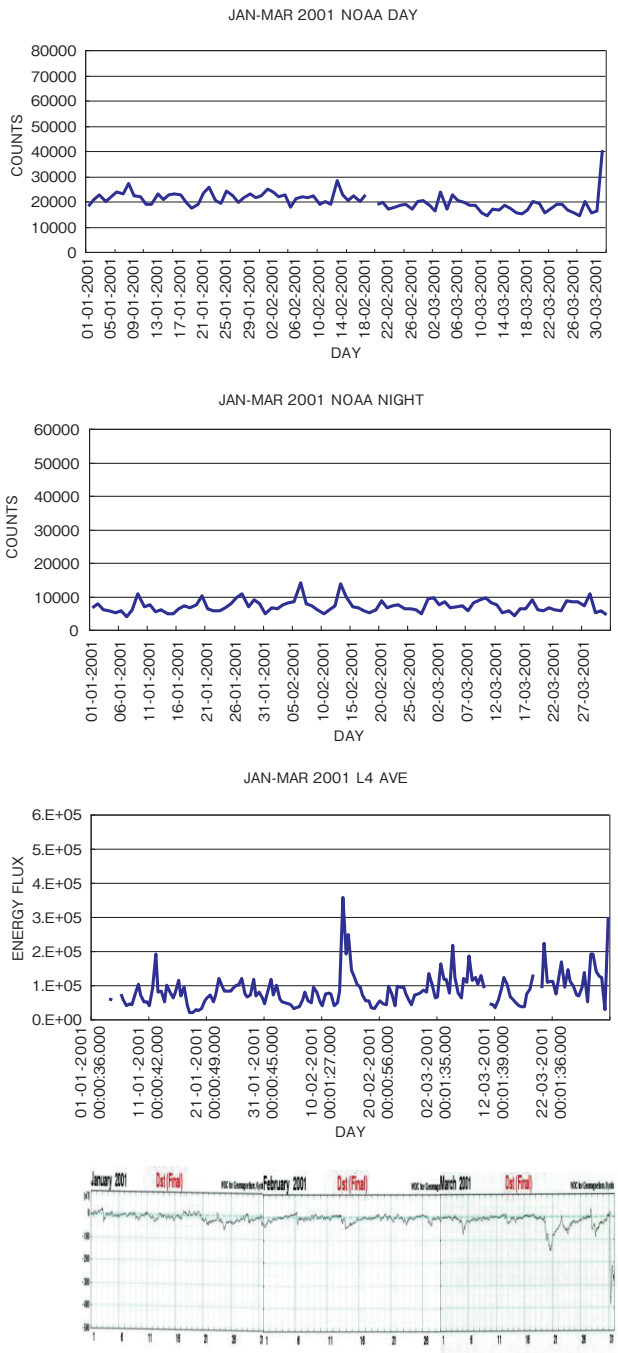


Fig.4e　Daily variations during January to March 2001. Illustrations of the four panels are same with Fig. 4a.

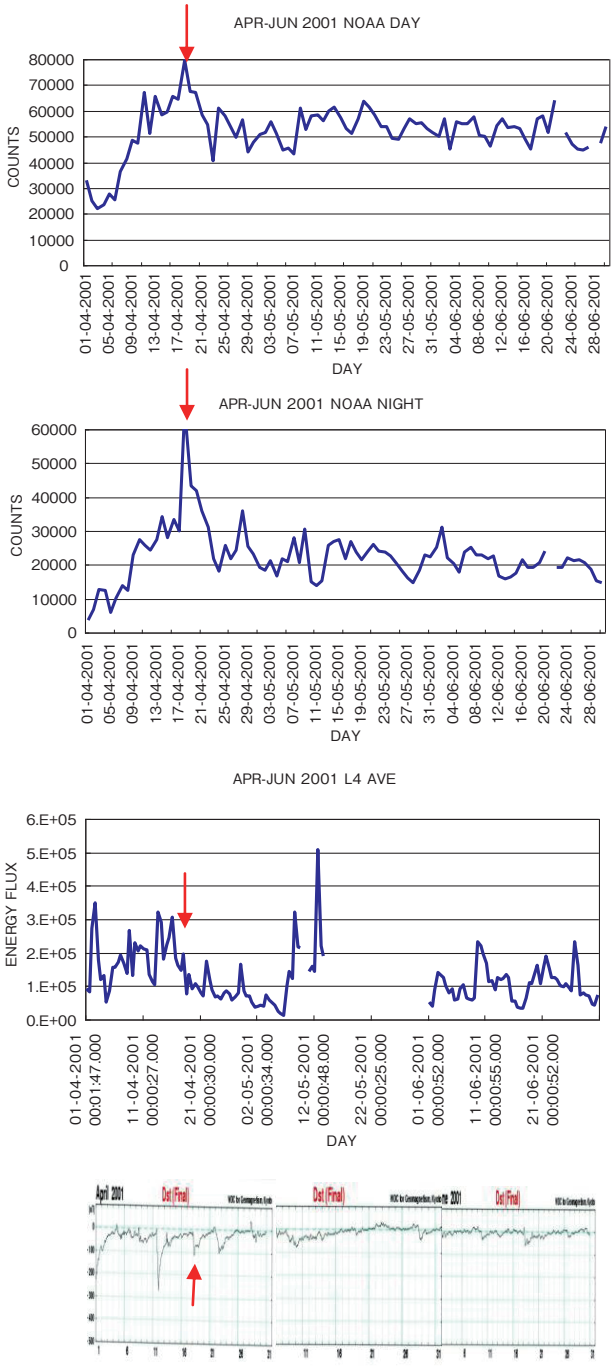


Fig.4f　Daily variations during April to June 2001. Illustrations of the four panels are same with Fig. 4a. A notable flux event is marked by red arrows.

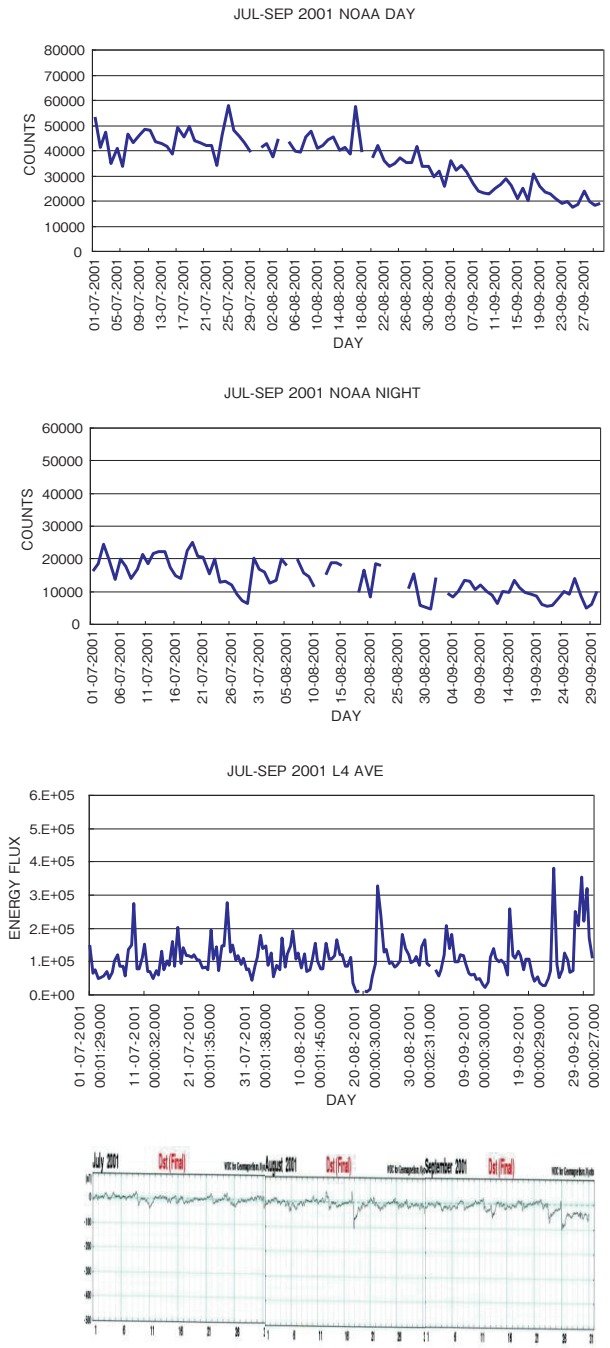


Fig.4g　Daily variations during July to September 2001. Illustrations of the four panels are same with Fig. 4a.

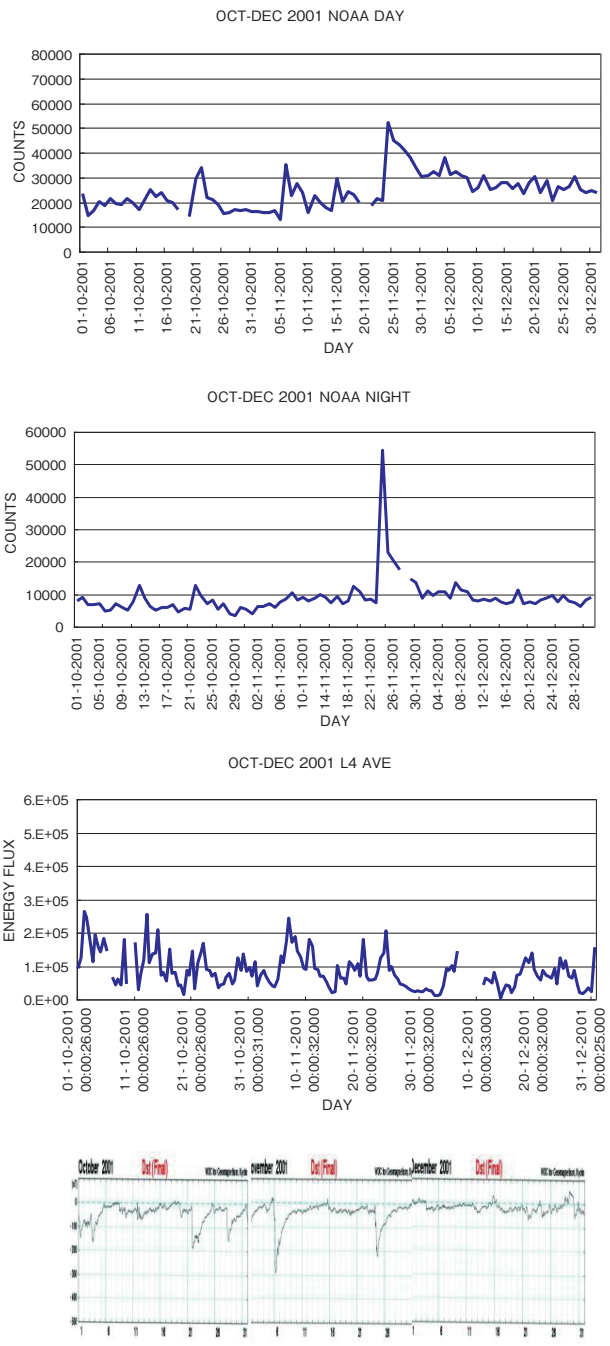


Fig.4h　Daily variations during October to December 2001. Illustrations of the four panels are same with Fig. 4a.

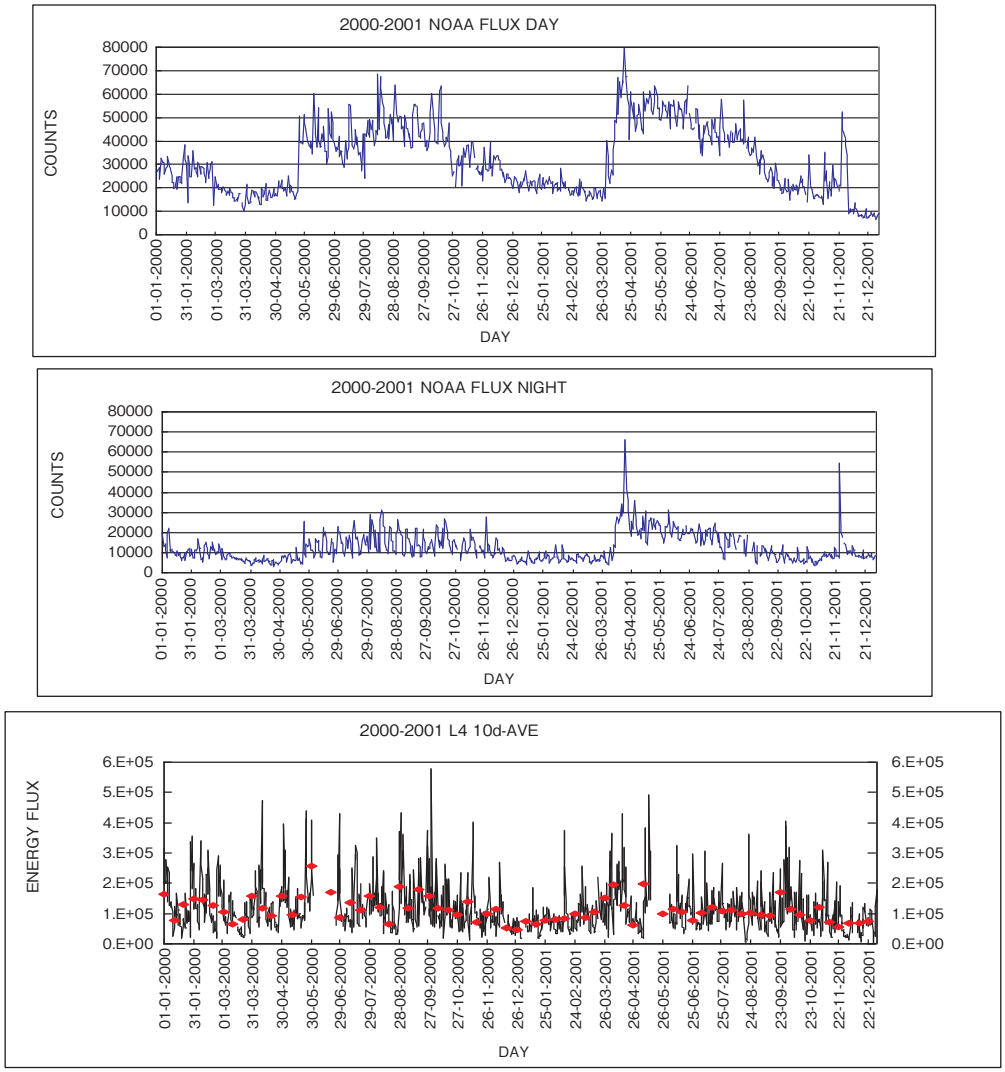


Fig.5　Daily variations during 2000-2001 years for daytime and nighttime electron fluxes from NOAA-14 (upper two panels) and for electron energy fluxes from LANL-4 (bottom panel).

次に、太陽活動が高かった2000～2001年の２年間にわたる長期変動の傾向を調べるために、NOAAのフラックス変動特性を昼間と夜間に分けてFig.５（上２段）に示す。Fig.から昼間の方が夜間よりもフラックスが大きい。季節変化では夏季にフラックスは小さく、冬季にフラックスは大きい。また、年変化では2001年のフラックスの方が2000年に比べてやや大きい。最下段に示すLANLフラックスでは、30分間の平均値を黒線で示し、年変動の傾向を見るために、10日間の平均値を赤点で示す。赤点の変動から、LANLフラックスはNOAAと同じく、夏季に小さく、冬季に大きい季節特性を示すが、NOAAフラックスの季節変化程明確でない。

Fig.４に示したように、2000年５月及び2001年５月に発生した磁気嵐に伴ってNOAAの電子フラックスが著しく増大し、その後の冬季に、高くなった平均的フラックスの状況で磁気嵐が発生すると、NOAAフラックスが著しく増大した。これらの関係を知るために、Dst maxとNOAAフラックスとの相互相関を調べる。2000～2001年において、－50nT以上のDst maxは71度あり、この中、NOAAフラックスの平均レベルが高い期間、すなわち2000年５月24日から10月14日と2001年４月５日から９月18日の期間に関して相互相関をとると、Fig.６になる。両図から、大きいDst max（>－100nT）の範囲では直線に近い相関が得られる。しかし、－100nT以下の小さいDst maxの範囲では、相関はばらつく。この原因は、NOAA軌道が磁気異常領域内で時間と共に移動するのでフラックスのピーク値も大小に変動し、この変動幅が、小さいDst maxに起因したフラックスの増大値と同じ程度になるからである。

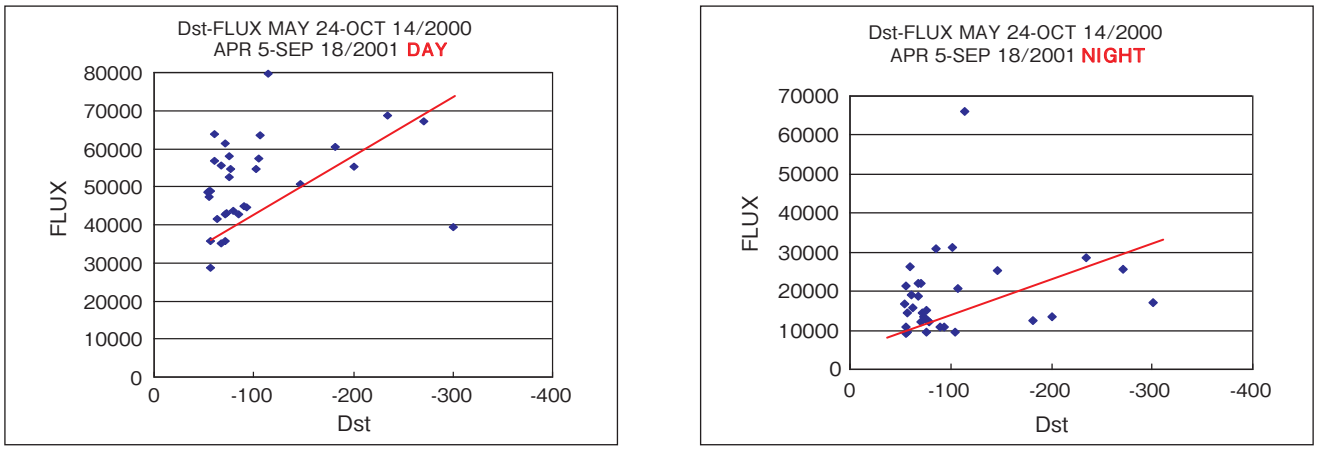


Fig.6　Cross correlations between NOAA electron fluxes and the Dst max during May 24 to October 14, 2000 and April 5 to September 18, 2001 for daytime (left panel) and nighttime (right panel).

4．‘Storm CNA’ 現象の同定

高緯度オーロラ地域では、サブストーム時にオーロラ電子が電離圏に降下することによって電離圏の電子密度が増加し、電離圏擾乱を起こす。この時のCNAは、電子と中性粒子との衝突回数（ν）と、電子密度（N）との積を、擾乱層の高度に亘って積分することによって求められる。高緯度地域では、通年、太陽高度が低いため電離圏の静穏状態は安定しているため、通常QDCを１ヶ月単位で導出していた。一方、低緯度地域では、太陽高度が高いため日照による電離圏の電子密度の変動や、電離圏の力学的な作用により不規則変動を起こす。その結果、QDC導出に電離圏固有の吸収が含まれ、また不規則な変動のためQDCに凹凸が生じて、擬似的なCNAを生む。本節ではまず、小さなDst変動の期間から求めたQDCの一例を示す。次に、強い磁気嵐にともなって強いNOAA電子フラックスがあったイベント２例のCNA観測結果を紹介する。

4．1　静穏日変化曲線（QDC）の導出

QDC導出の１例として、Dst変動の小さかった2000年12月から2001年１月の夏季の期間を選ぶ（Fig.4 d～Fig.4 e）。Fig.7の左図は、2000年12月８日から求めたQDC（白色）と、2001年１月１日から求めたQDC（赤色）を示す。両QDC共、ほぼスムースな曲線であるが、09h UT～14h UTにわずかな違いが現れる。この原因は、両月における日照角度の差による電離圏の変動と考えられる。Fig.7の右図は、2001年１月１～５日の０h～24hUTの宇宙電波強度と、これらから求めたQDC（左図の赤色と同じ）を示す。17h～21hUTに、電離圏F層スプレッドによる強度データの大きいばらつきのため、本研究に用いている屈曲点法[9]によるQDC導出では小さな凹凸の発生は避けられなかった。これらの２つのQDC

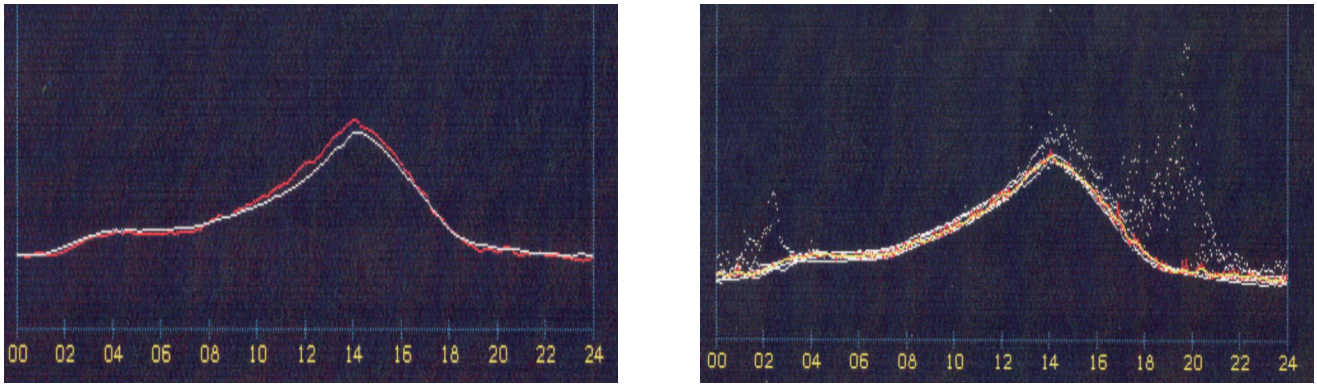


Fig.7　Left panel: QDC (white) for December 2000 and QDC (red) for January 2001. Right panel: QDC reduction from cosmic radio noise data during January 1- 5, 2001

を用いることによって求めた12月８日から１月７日の１ヶ月間のCNAの日変化をFig.８に示す。12月においてはいくつかの日に0.2～0.3dB程度の擬似的なCNAが生じた。また、12月26～27日のやや大きなCNAは、電離圏固有の吸収が観測されたと考えられる。１月においては、やや大きなQDCの凸凹のため、擬似CNAがやや大きくなったと考えられる。

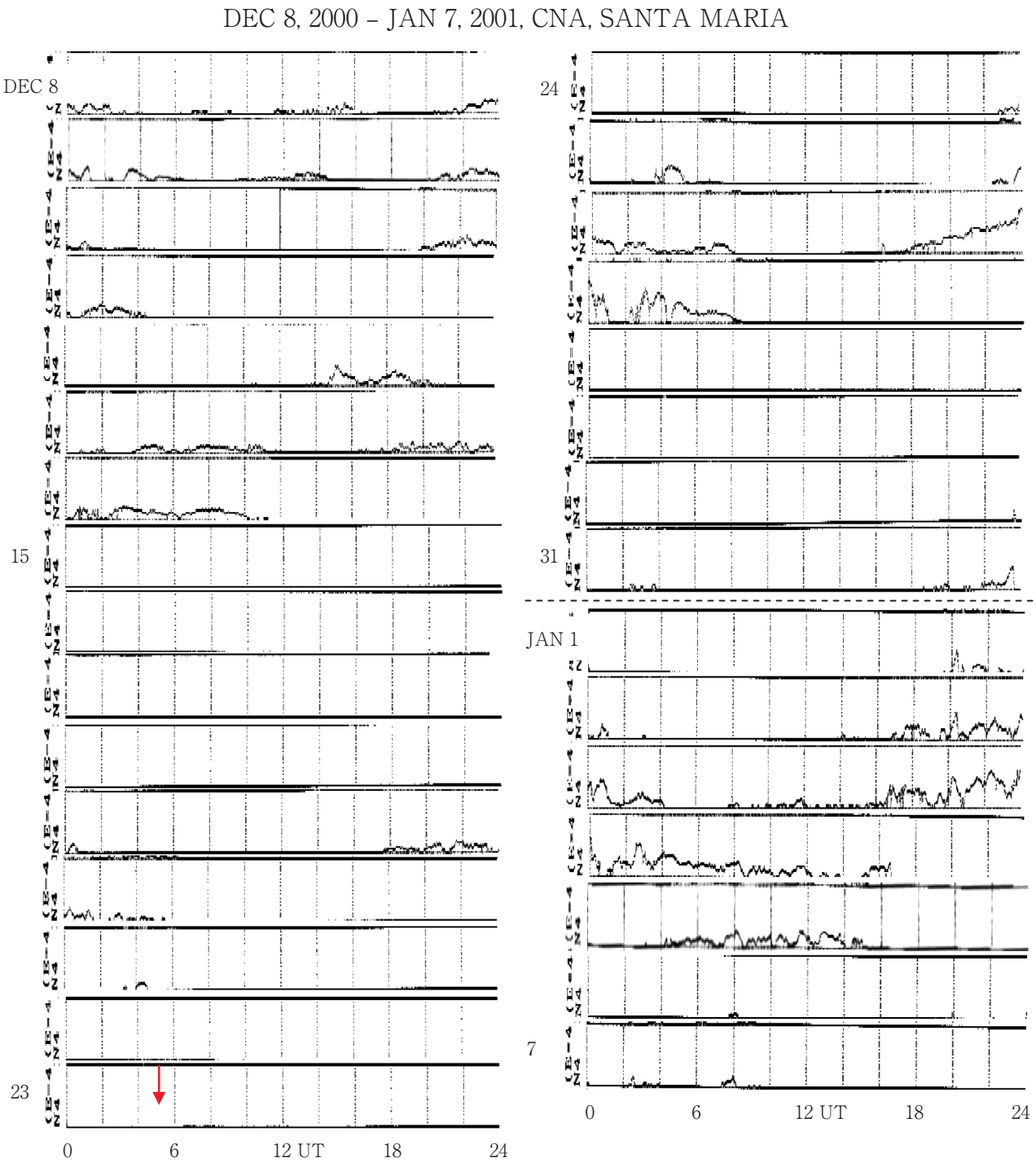


Fig.8　24-hour CNA variations from December 8, 2000 to January 7, 2001 at Santa Maria (SMR) in Brazil. Each variation is obtained from the zenith beam among the total 16 beams of IRIS antenna. A division of CNA variation represents absorption of 1 dB. Illustration of the arrow is same with Fig.3.

4．2　磁気嵐に伴ったCNA現象

(a) 2000年５月のイベント

Fig.４bで示したように、2000年５月24日の磁気嵐に伴ってNOAAの電子フラックスが増大した。５月のQDC（後記のFig.10a）によって求めたCNAの日変化をFig.９に示す。

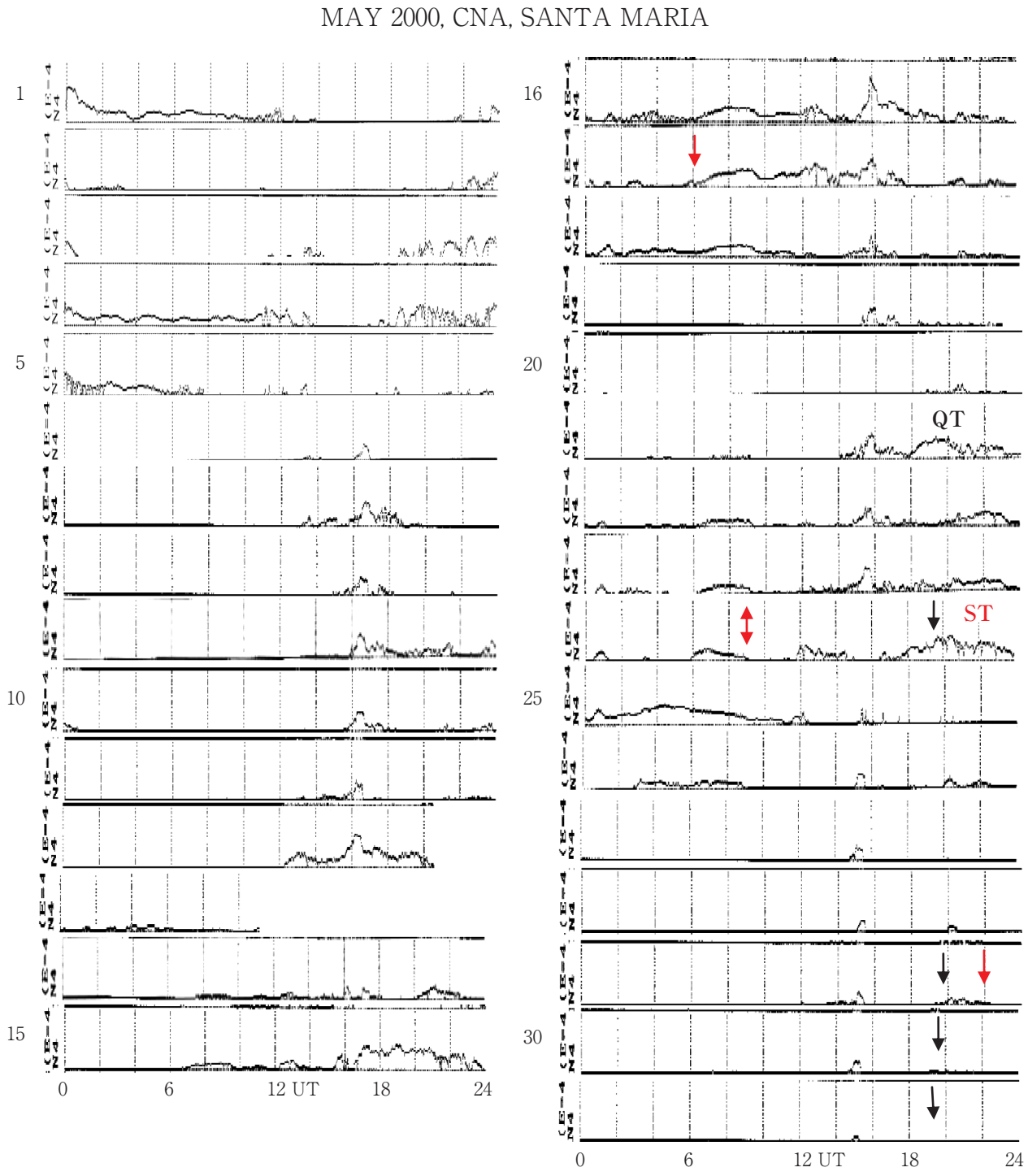


Fig.9　24-hour CNA variations in May 2000 at Santa Maria (SMR) in Brazil. Each variation is obtained from the zenith beam among the total 16 beams of IRIS antenna. A division of CNA variation represents absorption of 1 dB. Illustrations of the arrows are same with Fig.3. CNA images obtained in quiet time (QT) and in storm time (ST) are presented by Fig.10b.

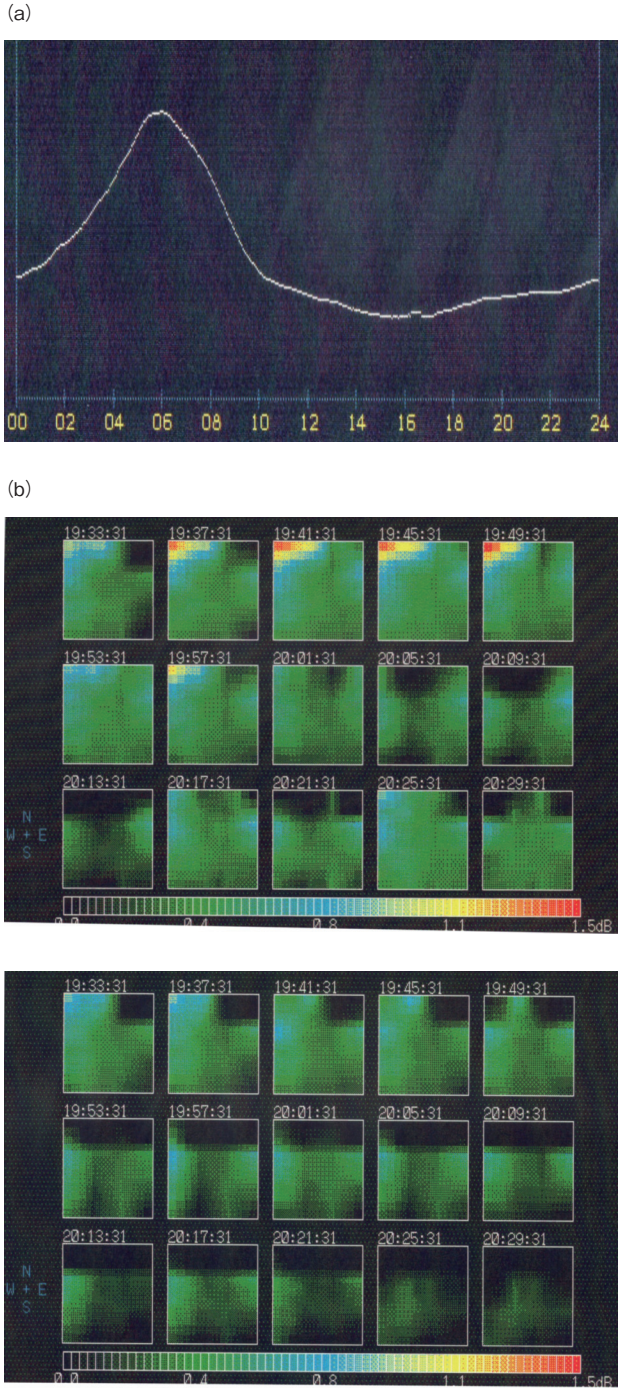


Fig.10　(a) QDC for May 2000. (b) Upper panel: Time series of CNA images in storm time (May 24, 19h33～20h29m UT). Lower panel: Time series of CNA images in quiet time (May 21, 19h33m～20h29 UT). Absorption intensity is shown by color codes (red color, 1.5 dB).

５月のほぼ全般にわたり、16h～15h UTに短時間のCNAが時間的にシフトしながら現れる。これは太陽天頂時に発生する電離圏D層の吸収である。５月24日の９h UTに－147nTのDst maxを記録し（上下方向赤矢印）、その後の19h27m UTにはNOAAの電子フラックスは約46,000c/sに達し（下向黒矢印）、18h～24h UTにCNA（ST）が観測された。一方、５月21日18h～23h UTの地磁気静穏時にも類似したCNA（QT）が観測された。これらのCNAの違いを調べるために、吸収の２次元イメージで比較したのがFig.10bである。イメージの視野は、100kmの電離圏高度で約200km×200kmの平面になる[3]。上パネルがSTORM時で、下パネルがQUIET時で、両パネル共、視野の北（低緯度側）にやや強いCNAイメージが見られる。これらは電離圏F層のCNAである。両図の違いは、STORM時に北西から西側の領域にやや強い吸収イメージが見られることである（19h50m UT前後と20h17m～25m UT）。この時間、視野外の西側でNOAA-14は飛翔し、高エネルギー電子の降下を観測していた。したがって24日のイベントは‘Storm CNA’と同定される。

(b) 2000年８月のイベント

Fig.４cで示したように、８月11日13h UTに－85nTのDst max、続いて12日10h UTに－235nTの強いDst maxを記録した。この磁気嵐に伴って、10日の18h56m UTには約45,000c/sのNOAA電子フラックスを観測した.2000年８月のQDC（後記のFig.12a）を用いて得たCNAの日変化をFig.11に示す。

８月10日23h UTから11日５h UTに、１dBを超える強いCNA（ST）が観測された。また、８月８日16h UT頃から９日４h UTに、やや強いCNA（QT）が観測された。この時間NOAAフラックスは弱かった。比較のために両イベントのCNAイメージをFig.12bに示す。上２つのパネルのSTORM時、視野の天頂から北側（低緯度側）のイメージ（赤色）は電離圏F層のCNAで、STORMで増強されたと思われる。また、10日の23h30m UT頃から天頂のやや南側（高緯度側）に東西に延びるバンド状イメージ（黄色）が現れ、11日の00h20m UT頃にやや強くなった（>1.5dB）。一方、下２つパネルの12日のQUIET時では天頂の北側（低緯度側）にやや強いCNA（＜１dB）イメージ（青色）が広がっていた。この時、NOAAの電子フラックスは、20,000c/s前後であった。これらの両イベントのイメージの比較から８月10～11日のイベントは‘Storm CNA’と同定される。

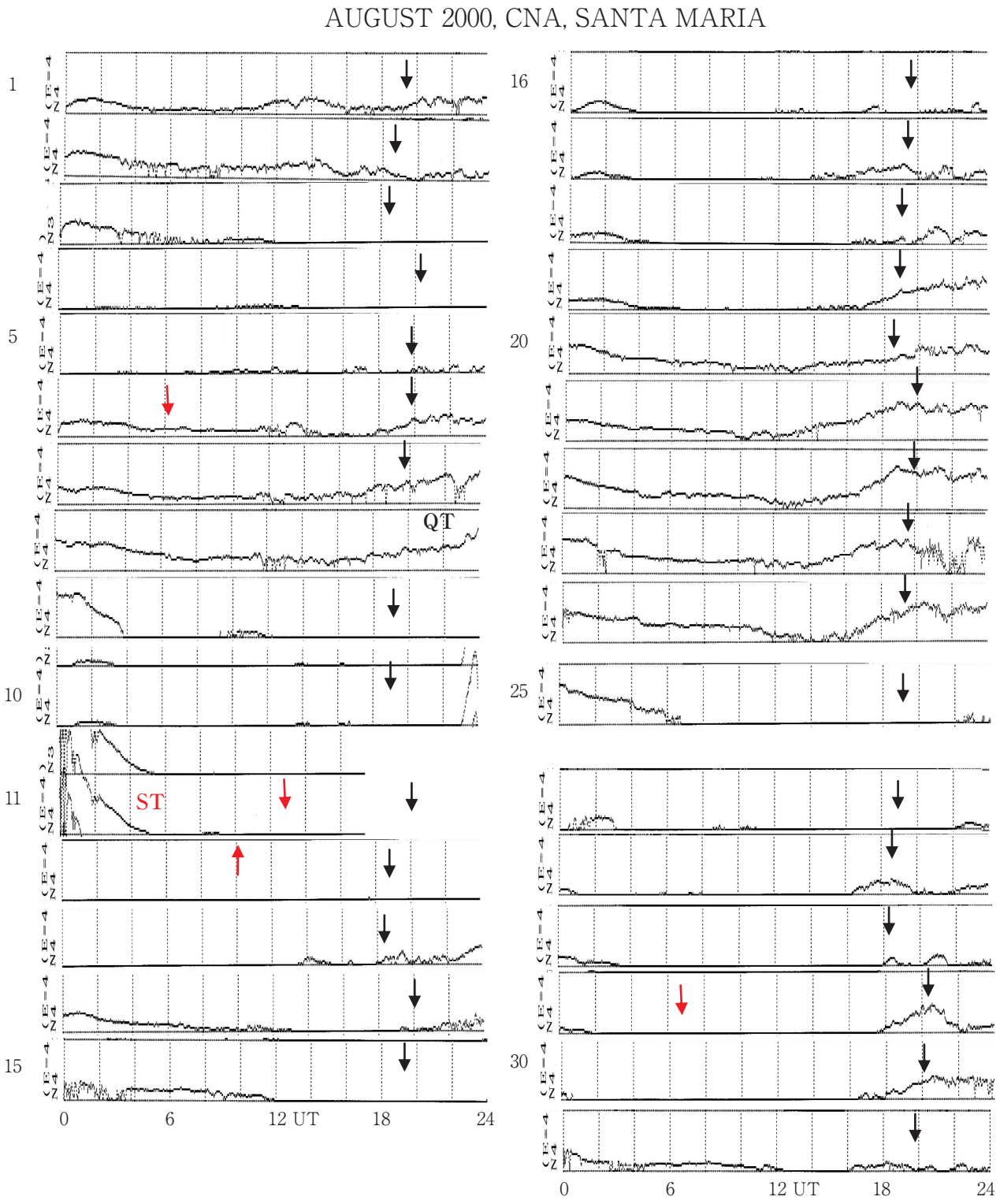
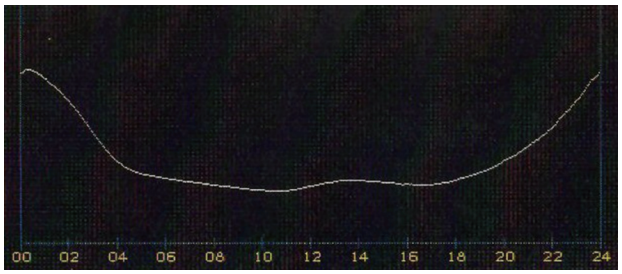


Fig.11　24-hour CNA variations in August 2000 at Santa Maria (SMR) in Brazil. Each variation is obtained from the zenith beam among the total 16 beams of IRIS antenna. On August 11, unnecessary CNA records from the both-side beams adjacent to the zenith beam are included. A division of CNA variation represents absorption of 1 dB. Illustrations of the arrows are same with Fig.3. CNA images in quiet time (QT) and in storm time (ST) are presented by Fig. 12b.

(a)



(b)

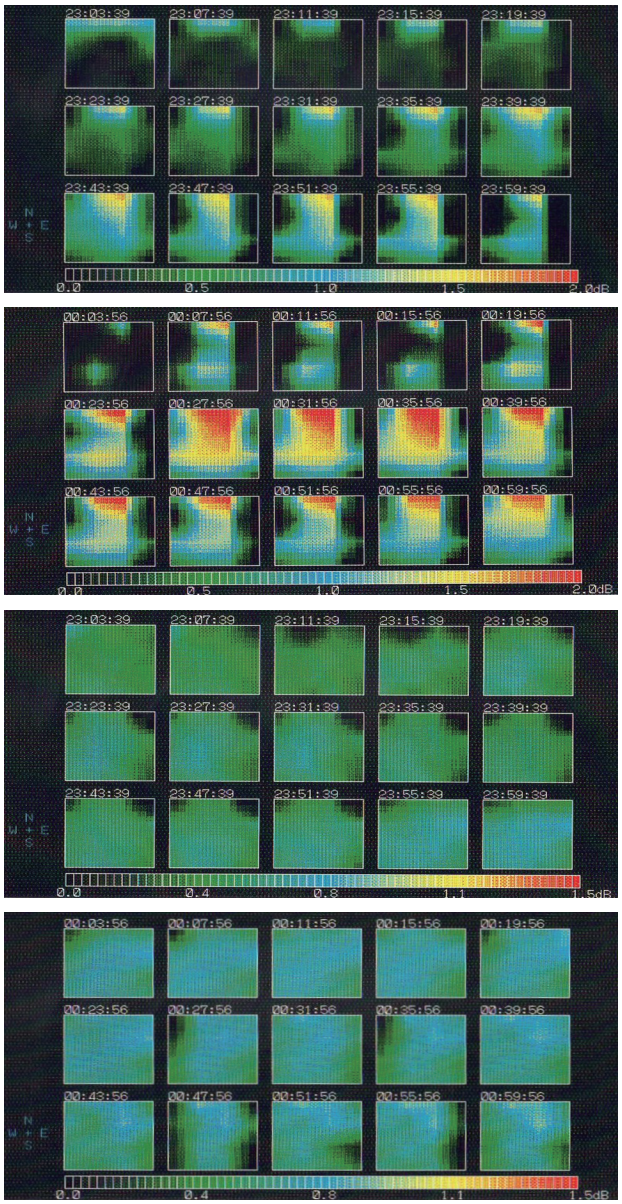


Fig.12　(a) QDC for August 2000. (b) Upper two panels: Time series of CNA images in storm time (August 10, 23h03m UT～August 11, 00h59m UT). Lower two panels: Time series of CNA images in quiet time (August 8, 23h03m UT～August 9, 00h59m UT).

5．まとめ

ブラジル磁気異常領域を通る低高度軌道衛星NOAA-14の高エネルギー電子フラックスデータと、静止衛星LANLの高エネルギー電子データを地磁気擾乱指数Dstに関して調べ、電離圏に降下する高エネルギー電子（>100keV）の季節・年変動の特性を解析した。太陽活動が高かった2000年～2001年の解析結果と、地上に設置されたイメージングリオメータで観測されたCNAイメージとを比較させた結果、磁気嵐に伴われた ‘Storm CNA’ を同定することが出来た。‘Storm CNA’ は以下のように記述できる。

４月あるいは５月に発生した強い磁気嵐に伴われて高エネルギー電子の降下フラックスは著しく増大した。このフラックスの増大によって冬季には、降下フラックスの平均レベルが上昇した。この状況で磁気嵐が発生すると、降下電子フラックスが著しく増大した。このような時にはイメージングリオメータによって ‘Storm CNA’ が同定される。しかし、10月から３月頃までの夏季には平均電子フラックスレベルが低くなり、このような状況では強い磁気嵐が発生しても ‘Storm CNA’ が同定されることは困難である。この理由は、夏季には電離圏固有のF層吸収が大きくなることや、電離圏F層スプレッド等の不規則性によって、宇宙電波の静穏日日変化（QDC）を正確に導出する困難さが加わる。したがって、従来、高緯度オーロラ地域の吸収現象解析に用いていたQDC導出の解析プログラムを改善する必要がある。この解析プログラムは、既に開発されて、現在、最近のIRISデータを用いて検証中である[10), 11)]。

謝辞

本研究は拓殖大学理工学研究所・個人研究、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。関係機関の協力に感謝します。

参考文献

1）Kohno, 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

2）Torr, D.G., M.R. Torr, J. C.G. Walker, and R.A. Hoffman, Particle precipitation in the South Atlantic geomagnetic anomaly, Planet. Space Science, 23, 15-26, 1975

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）Goddard Space Flight Center, Space Physics Data Facility（SPDF）, Coordinated Data Analysis Web

6）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

7）巻田和男，星野光男，立原裕司，西野正徳，湯元清文，ブラジル・トリニダード地磁気共役観測，拓殖大学理工学研究報告，Vol. 7, No. 3, pp. 27-34, 2000

8）Abdu, M.A., S.S. Degaonkar, and K.R. Ramanathan, J. Geophy. Res., 72, 5, 1547-1554, 1967

9）佐藤　貢，山岸久雄，加藤康男，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

10）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, No.1, pp. 61-66, 2007

11）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, No.2, pp. 61-69, 2008

シリコン・フォトダイオードによる大気光測定器の開発と観測データ*
Development of Airglow Detector by Photodiode and Observation Data

巻田　和男　Kazuo MAKITA**
高野　元春　Motoharu TAKANO**
星野　光男　Mituo HOSHINO**
加藤　泰男　Yasuo KATO***

Abstract

In order to detect airglow phenomena, we developed a new detector by using silicon photodiode sensor. This system is smaller and less expense than the photometer equipped with photo-multiplier tube. We installed and tested this detector at Southern Space Observatory in Brazil on March 2011. It was found that airglow phenomena can be observed by this system. Since we observed airglow phenomena with 630nm wavelength filter in this time, so we are planning to observe another wavelength (ex. 557.7nm) with this new detector.

Keywords：photodiode, photometer, Airglow

1．はじめに

光電子増倍管（フォトマルチプライヤー）を使用したフォトメータは微弱な光を検出するのに有効であるため、これまで大気光やオーロラ光の観測のため、多くの研究者が使用してきた。我々もこれまで中緯度帯のブラジル（29.4°S）や沖縄（26.7°N）での大気光現象を研究するため、630nmおよび557.7nmのフィルターを装着したフォトメータ観測を行ってきた[1), 2)]。しかしながら、フォトメータは高価なフォトマルチプライヤーを使用する上、その動作には高圧電源装置や検出したシグナルを増幅する装置が必要となる。また、フォトマルチプライヤーに接続する光学レンズ系を含めると全体のサイズはかなり大きなものになる。

他方、最近の半導体技術の進歩により、高感度のフォトダイオードが安価に入手できるようになってきた。我々は高感度で小型のフォトダイオードを使用し、大気光の観測ができるのではないかと考え、観測装置を試作することにした。

2．フォトダイオードを使用した大気光測定器

我々が使用したのはEdmund Optics社のシリコン・フォトダイオード（UV高感度タイプ：53377-L）で、波長域500nm－1000nm（最大感度800nm）の領域を測定可能なものである[3)]。Fig.1のように、フォトダイオードとレンズを含めた筒の長さは８cm、筒の直径は３cm程で、筒の先端部に測定したいフィルターを装着する。後部のBNC端子から出力シグナルを取り出し、増幅回路につなぎ、その出力をデータロガーに接続し記録する方式である。フォトダイオードを駆動する電源が不要である点は大きな利点であるが、反面、出力シグナルが大変微弱であるため、入力シグナルがノイズに埋もれないよう超低ノイズの増幅器を製作する必要がある。

ところで、晴天夜の背景光輝度（夜空のバックグラウンド輝度）は10R/nm程度と予想されるから、このフォトダイオードを使用して大気光現象をとらえるためには、例えば、

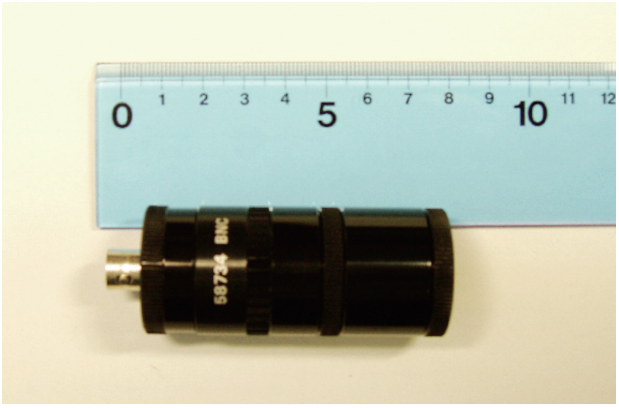


Fig. 1　Silicon photodiode sensor with 630nm filter

630nmのフィルターを装着した状態で、測定器の感度としては10R程度までの微弱光を測定できる必要がある。我々は標準光源を用いて、630nmのフィルターを装着した状態で照射強度とフォトダイオード出力との関係を調べてみた。その結果、10R程度の入射光により0.2pA程度の出力電流が出てくることが明らかになった。そこで、我々は観測される大気光の輝度を50R以上であると仮定し、そのシグナルを100mV程度まで増幅してデータロガーに入力することを考えた。すなわち、フォトダイオードからの出力電流１pA（50R相当）を電圧に変換し、最終的に100mVに増幅する増幅回路を製作することを考えた。

Fig.２の回路はフォトダイオードからの出力１pAを電圧出力に変換後、100mVに増幅するものである。増幅回路は２チャンネル用に製作してあり、上段と下段は同一回路になっている。入力部のデバイスAD549JH（アナログデバイス社）はこの種の目的に開発されたもので、主な仕様は以下のようになっている。

AD549JHの特性

超低入力バイアス電流：250fA（最大）
低オフセット電圧：　1.00mV（最大）
オフセットドリフト：　20μV/℃（最大）
低消費電力：　700μA（最大）
低入力電圧ノイズ：　4μVp-p（0.1Hz－10Hz）

*　原稿受付　平成23年７月25日
**　基礎教育系列
***　名古屋大学太陽地球環境研究所

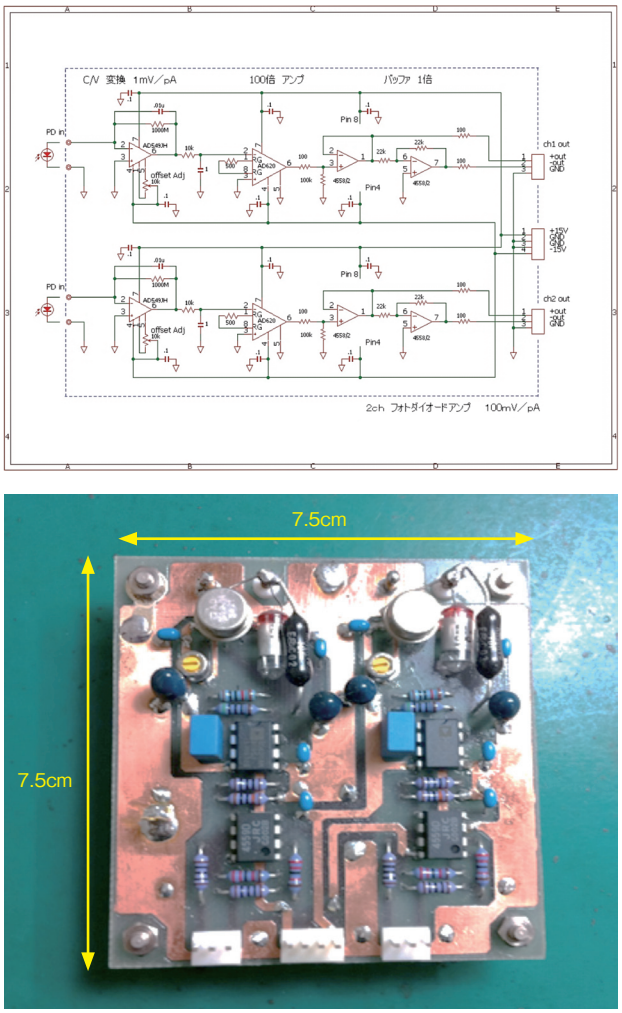


Fig. 2　Amplifier circuit with ultra- low input bias current device

初段の電流／電圧・変換回路では１pAの入力電流に対して１mVの電圧出力に変換するため、フィードバック抵抗に1000MΩを使用している。このため入力端子にはテフロン端子を使用し、フィードバック抵抗の10倍以上の絶縁を確保し、電流漏れを極力減らすようにしている。なお、高い値の抵抗を使用する際には、部品の扱いにも注意が必要で　水分や皮脂などを付着させないようにする必要がある。

２段目では計装アンプにより100倍の電圧増幅を行い、目的の１pA入力を100mV出力にしている。なお、ピン１からピン８の抵抗値により増幅度が設定されるため、高精度の抵抗を使用している。最終段は差動出力とした。これは長いケーブルの伝送時に起こりやすい外部電磁界による雑音の発生を抑えるためであり、増幅度１倍のバッファー及び反転アンプの構成になっている。回路全体は7.5cm×7.5cmの正方形の基板上に計装し、コンパクトな設計とした。

Fig. 3 に示してあるように、受光部と増幅回路を取り付けた観測器のサイズは15cm（横）×12cm（縦）×14cm（高さ）

Fig. 3　The new detector by using silicon photodiode Sensor including an amplifier

程度である。なお、測定する波長とその波長近傍のバックグラウンド輝度を差し引いて現象の輝度を求めるため、２波長を同時に測定し、２つの出力値の差分をとるようにしている。また、フォトダイオードは外部電力を必要としないが、増幅回路はDC±15Vで駆動しているため、室内から観測器へDC電力を供給している。

３．フォトダイオード測定器の特性

Fig. 4 は観測に使用した干渉フィルターの透過率のグラフである。入射光線と干渉フィルターが垂直の測定結果である。610nmと630nmは完全に分離されることが分かる。干渉フィルターの透過率を分光器で測定する際、干渉フィルターと入射角のなす角度を１°毎変えながら測定したが、視野角内で透過率曲線は変化がほとんど無かった。このことから、視野角の増加に伴う干渉フィルターの短波長へのずれは問題ないことがわかった。

フォトダイオードの絶対感度のキャリブレーションは光電

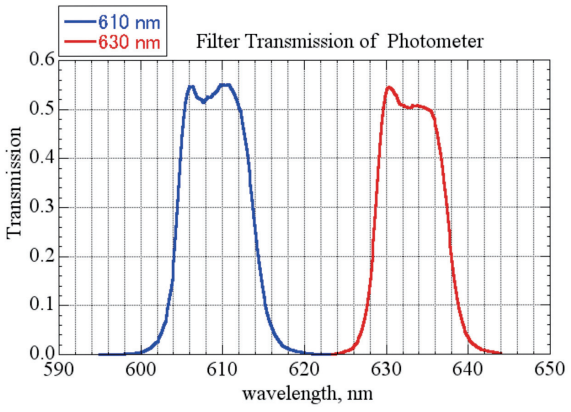


Fig. 4　Charcteristics of 630nm and 610nm filter

子倍増管を使用した以前の沖縄観測用フォトメータと同じ方法で行った[2)]。600nmにおける背景光強度は10R/nmであり、干渉フィルターを透過する光量は約50Rになる。次章で述べる実際の観測データの最小出力が約40Rであり、われわれの予想値にほぼ一致する。このことよりキャリブレーションは正しく行われたものと考えられる。

４．観測データ

試作したフォトダーオード測定器を2011年３月にブラジル南部宇宙観測所（29.4°S、53.1°W）に持ち込み、テスト観測を行った。幸い滞在期間中は好天に恵まれ、４日間のテスト観測データを収集することができた。

Fig.５は2011年３月４日00h－08h　UTに観測されたデータである。赤線は630nm、青線は610nmの強度変化を示しており、緑線は２波長の強度の差分である。このデータによると背景光輝度は40－60R程度の間を変動しており、２波長の差分を取った朝方の輝度上昇時の値は20R程度である。この朝方の輝度上昇は、これまでフォトメータでの観測においても、春秋期間によく見られた現象であり、今回フォトダーオード観測でも同様なデータが得られたことから、本観測装置が大気光観測に有効であることを示していると言える[1)]。

また、日没時薄明時の大気光強度変化は観測期間中の３月３日から３月８日の間、毎日観測された。他方、日出薄明時の大気光強度変化は無かった。なお、パルス的ノイズがランダムにみられているが、時間的な周期性が見られないため、雑音と推察される。

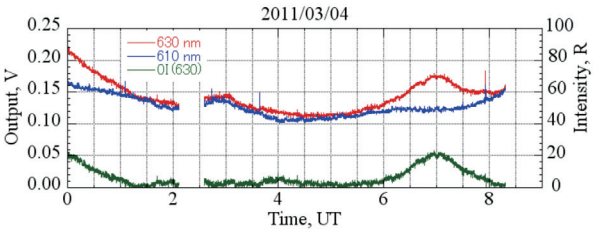


Fig.５ Airglow observation data at Southern Space Observatory in Brazil. Red and blue lines show 630nm and 610nm intensity, respectively. Green line shows the value of 630nm intensity minus 610nm intensity.

上記３月４日の例について、広角CCDカメラ（パンクロ）で観測されたデータについての解析結果をFig.６a, bに示してある。Fi.６aはCCDカメラにより得られた画像データの輝度変動を調べるため、抽出した中心領域（赤枠）と磁気南北方向の線（赤線）を示している。Fig.６bの上パネルは１分毎の画像中心域の平均的輝度を、00h00m－08h28mの期間にわたり時系列に並べたものである。Fig.６bの下パネルはケオグラムと言われるもので、CCDカメラで撮影された１分毎の画像について、南北方向の線上で切り取ったデータを時系列的に並べ、輝度の時間・空間変動を示したものである。Fig.６bの上パネルにおいて、06時から07時過ぎにかけて、バックグラウンド・レベル（赤破線）よりわずかに輝度が上昇していることがわかる。また、下パネルにおいて、赤い帯状の部分は銀河の輝きであるが、注目すべき点を矢印で示している。これによると06時から07時過ぎにかけての時間帯で、周辺よりやや明るい輝度を示している領域が認められる。

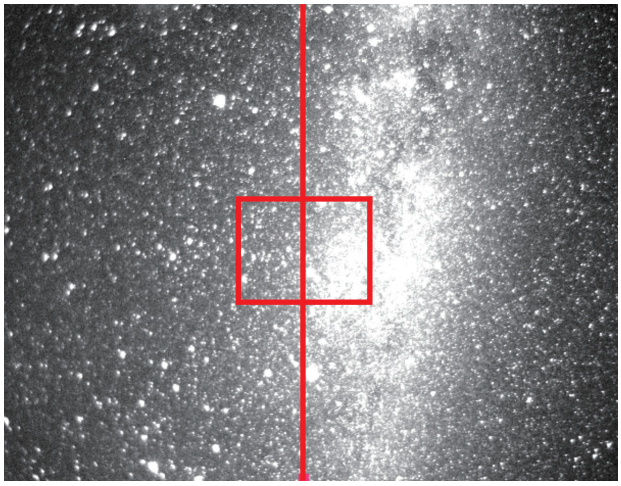


Fig.６a　CCD image data with square area and south-north line

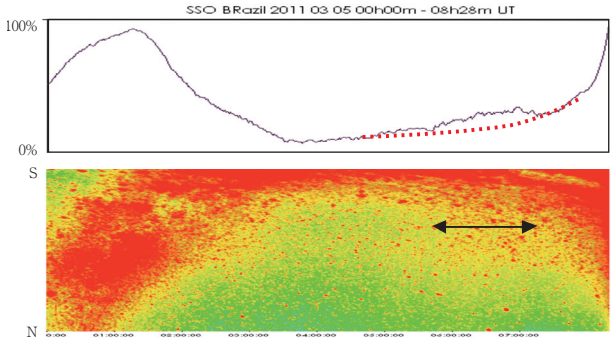


Fig.６b Upper panel shows variation of average intensity of square area. Lower panel shows keogram of north-south direction of CCD image

他方、観測時において、この時間帯に屋外に出て夜空を観察すると、全天が明るくなっていることが裸眼でも確認された。すなわち、図6bのパンクロ・カメラにより06時から07時付近に見られた、弱い輝度上昇は肉眼でも視認される輝度であると言える。

ここで観測された夜明け前の発光現象についての解釈であるが、一般に、夜中から明け方にかけて熱圏から電離圏へエ

ネルギー輸送が行われるのに伴い、電離圏の電子密度の変動が起きる。この現象はMidnight Temperature Maximum（MTM）と呼ばれているが、この電子密度変動に伴いMidnight DecentあるいはMidnight Collapseといわれる大気光現象が発生していることが報告されている［Sobral（1978）[4]，Colerico（2002）[5]，Otsuka（2003）[6]］。今回観測された現象が上で報告されている現象と同一のものか否かは明らかではないが、このよう大規模な大気の流れが関係している可能性は十分考えられる。

５．まとめ

シリコン・フォトダイオードを用いた小型の大気光観測器を試作し、ブラジルでテスト観測を行ったところ、微弱光の測定を行うのに十分な性能を有することが確認できた。

このシリコン・フォトダイオードによる大気光観測器は、従来使用されてきたフォトメータ観測機器に比べ、全体の価格は10分の１以下、サイズも数分の１程度であるため、手軽に購入して簡単に設置することが可能である。ただ、フォトダイオード・センサーからの出力電流は１pA程度と大変微弱であるため、入力部での雑音の混入を避け、如何にシグナルのみを増幅すかがカギとなる。我々はAD549JHという超低入力バイアス電流の増幅素子を用いて、このような微弱光の検出に成功した。今後、異なる波長域（例えば、557.7nm）のフィルターを装着して同様なテスト観測を行い、フォトダイオード・センサーによる大気光観測器の有効性を示し、その実用化に向けて努力して行きたい。

謝辞

本研究は2010年度工学部採択型・個人研究費の助成を受けて行いました。また、南米への出張旅費は名古屋大学太陽地球環境研究所・2010年度地上ネットワーク観測大型共同研究の助成を受けました。 観測にあたっては、ブラジル宇宙科学研究所・南部宇宙観測所のNelson J. Schuch博士をはじめ、サンタマリア大学の学生達の協力を得てデータ収集を行う事が出来ました。お世話になった方々や機関に対し、心よりお礼申し上げます。

参考文献

１）Kazuo Makita, Study of Geomagnetic Hole, Natural Science Series of Takushoku University, 7, p1-167, 2007

２）Makita K., M. Hoshino, Y. Masuda and K. Shiokawa, Optical observation at Okinawa, Bulletin Science and Engineering, Takushoku University, 9(1), 19-26, 2004

３）Edmund Optics, Japan, http://www.edmundoptics.jp

４）Sobral, J. H. A., H. C. Carlson, D. T. Farley and E. V. Vashenyuk, Nighttime dynamics of the F region near Arecibo as mapped by airglow features., J. Gephys. Res., 83, 2561, 1978

５）Colerico, M. and M. Mendillo, The current state of investigations regarding the thermosphere midnight temperature maximum(MTM)., J. Atmos. Sol. Terr. Phys. 64, 361-1469, 2002

６）Otsuka, Y., T. Kadota, K. Shiokawa and T. Ogawa, Optical and radio measurements of a 630nm airglow enhancement over Japan on September 1999., J. Geophys. Res., 108(A16)doi: 101029/2002JA009594, 2003

抄　録
ABSTRACTS

一方向結合と相互結合の両者を含む神力回路の結合系におけるカオスの同期 …… 三堀邦彦　海老澤謙一　47
複素ネットワークインバージョンによる不良設定分散電源逆推定問題の解法 …… 小川毅彦　中村恭介　金田　一　51
染色型紙制作におけるレーザー加工手法の応用可能性 …… 竹末俊昭　沖田実嘉子　53

一方向結合と相互結合の両者を含む神力回路の結合系におけるカオスの同期*
Synchronization of Chaos in Shinriki's Circuits including both Unidirectional Coupling and Mutual Coupling

三堀　邦彦　Kunihiko MITSUBORI**
海老澤謙一　Ken'ichi EBISAWA***

Abstract

This article considers the generalized synchronization in four chaotic systems including both unidirectionally coupling and mutually coupling. In this coupled system, the synchronization of chaos is not achieved between directly neighboring chaotic systems, but it is achieved between every other chaotic systems. This phenomenon has been found by the numerical integrations of the mathematical model, but it has not been confirmed by the laboratory measurements. We propose an implementation example of this coupled system which consists of four Shinriki's circuits, and confirm this phenomenon by the laboratory measurements and the circuit simulations.

Keywords：Unidirectionally coupling, Mutually coupling, Unidirectionally and mutually coupling system, generalized synchronization of chaos, Shinriki's circuits

1．はじめに

カオスの同期は様々な分野の関心を集めている。カオス発生系同士が結合されると、カオスの同期が発生する。カオスの同期とは、各回路で発生するカオスの間で位相が揃う現象である。図１に基本的な結合系の分類を示す。回路の間で信号が一方向に伝わる結合を一方向結合、お互いを行き来する結合を相互結合と呼ぶ。各系でカオスの同期の発生が報告されている[1), 2)]。

本研究では図２のように両者の結合を含む系に注目し、これを混合結合系と呼ぶ。各カオス発生系は同じ構造を持ち、結合がなければ独立にカオスを発生する。１と３は同じパラメータの値を、２と４は同じパラメータの値を持つが、１は２と異なるパラメータの値を持つ。１と２の間は相互に、１と４の間および２と３の間は一方向的に結合される。Zhengらはこの系の数学的モデルを数値計算で調べ[3)]、隣り合うカオス発生系（１と２，１と４，２と３）でカオスの同期が達成されず、１つおきのカオス発生系（１と３，２と４）でカオスの同期が達成される現象を発見した。この現象はカオスの一般化同期[4)]の一種である。

カオスの一般化同期は、図３の結合系を例に説明される[5)]。１と２は異なるパラメータの値を持ち、２と２'は同じパラメータの値を持つ。１と２の間、１と２'の間ではカオスの同期が達成されないが、２と２'の間ではカオスの同期が達成される。これがカオスの一般化同期である。

混合結合系でのこの現象の発生はZhengらにより明らかにされたが、その実験的観測は今日までされていなかった。本研究では混合結合系の電子回路による実装例を提案し、この現象の発生を実験で確認した。本稿は、本研究の結果を報告した文献６）の抄録である。

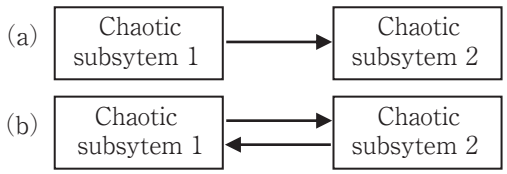


図１　結合系の分類：（ａ）一方向結合系、（ｂ）相互結合系

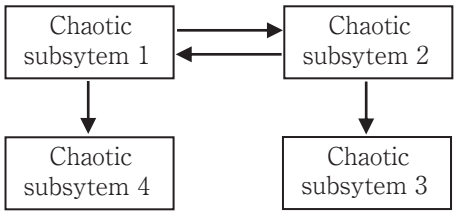


図２　混合結合系

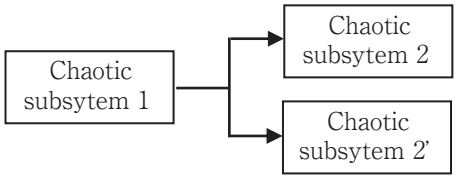


図３　一般化同期を発生する結合系

2．混合結合系

図４に混合結合系の実装例を示す。この結合系は４つの神力回路[7)]１，２，３，４から構成される。回路１および３は共通の値のインダクタL_Aを持ち、回路２および４は共通の値のインダクタンスL_Bを持つ。C_1，C_2の値とダイオードの特性は全ての回路で共通である。$-g_1$，$-g_2$，$-g_3$，$-g_4$は負性コンダクタンスであり、オペアンプと抵抗で実現される。回路１と２は抵抗R_{12}により結合され、互いに影響を及ぼし合う。回路１と４は抵抗R_{14}と電圧フォロアにより結合され、回路１は４に影響を与えるが、回路４は１に影響を与

*　原稿受付　平成23年10月6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

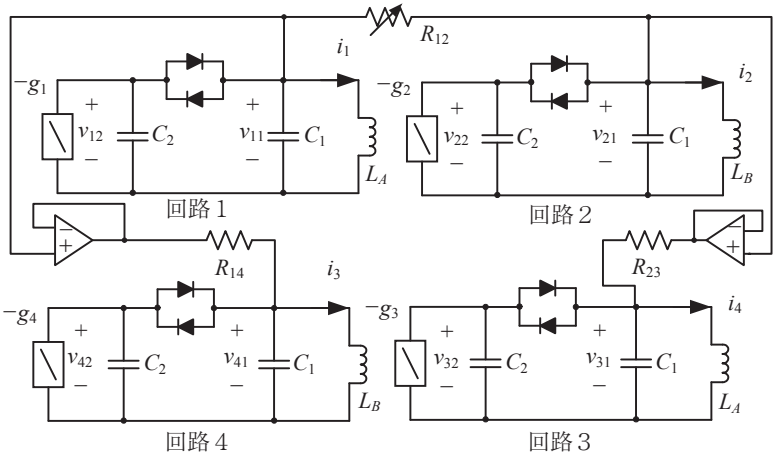


図４　混合結合系の実装例

えない。回路２と３は抵抗R_{23}と電圧フォロアにより結合され、回路１と４の間と同様の関係を持つ。

この結合系は11個のパラメータ：C_1，C_2，L_A，L_B，g_1，g_2，g_3，g_4，R_{12}，R_{14}，R_{23}を持つ。我々はR_{12}を調節可能なパラメータとして選び、残りを次のように固定する：

$$C_1=2.2\text{nF},\ C_2=1\text{nF},\ L_A=300\text{mH},\ L_B=500\text{mH},$$
$$g_1=0.023\text{mS},\ g_2=0.029\text{mS},\ g_3=0.023\text{mS},$$
$$g_4=0.029\text{mS},\ R_{14}=19.8\text{k}\Omega,\ R_{23}=19.7\text{k}\Omega.$$

この設定でR_{12}，R_{14}，R_{23}が開放されれば、各回路がカオス的に発振する。図５にこの実装例での実験的測定を示す。(a)，(b)，(c) は各々回路１と２，１と３，２と４におけるC_1の電圧の間の関係を表す。回路１は２に隣接するが、回路１と２の間のカオス同期は崩れている。回路１は３に１つおいて隣であるが、回路１と３の間のカオス同期は回路１と２のそれよりよく保たれている。回路２は４に１つおいて隣であり、それらの間のカオス同期もよく保たれている。

次に同期の精密さを評価するため、図７の（a），(b)，(c) から時系列のデータを取得し、それらの横軸と縦軸の間の相互相関係数を計算する。サンプルされたデータの数をNとするとき、回路xからの時系列データ $\{x_1, x_2, \cdots, x_N\}$ と回路yからの時系列データ $\{y_1, y_2, \cdots, y_N\}$ の間の相互相関係数をρ_{XY}とする。ρ_{XY}は１から－１までの値を持つ。$\rho_{XY}=1$および$\rho_{XY}=-1$は、回路xとyの間の同相および逆相の完全な同期を各々意味する。我々は図５の回路実験で電圧v_{11}，v_{21}，v_{31}，v_{41}からサンプルされた時系列データを取得し、相互相関係数ρ_{12}，ρ_{13}，ρ_{24}を以下の通り算出した：

$$\rho_{12}=0.90,\quad \rho_{13}=0.98,\quad \rho_{24}=0.99.$$

この計算では、20［μs］間隔で50［ms］分の時間波形からサンプルされた2,500点を１セットと定義した。上記のρ_{12}，ρ_{13}，ρ_{24}は、個別の10セットから算出された相互相関係数の平均値である。平均をとる前では、これらの中でρ_{12}が最も大きな分散を持つ。この取得条件ではρ_{12}の標準偏差が$|\rho_{12}|$の取り得る範囲の５％より小さくなり、サンプリング間隔が最も大きくなった。この事はこの取得条件の妥当性を意味する。上記のρ_{12}，ρ_{13}，ρ_{24}の値は、回路１と２の間で

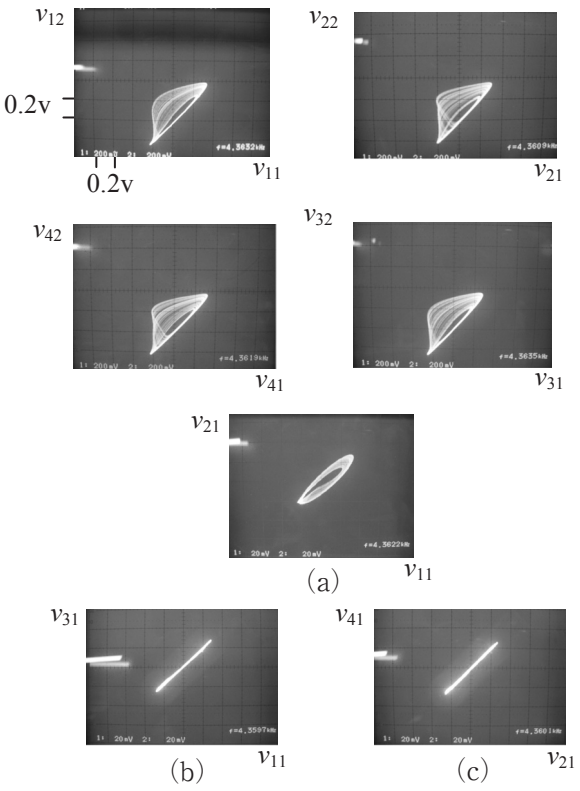


図５　実装例におけるカオスの一般化同期（R_{12}＝20［kΩ］）

カオスの同期が崩れる一方、回路１と３あるいは回路２と４の間でカオスの同期がよく保たれる事の数値的証拠である。以上よりこの現象は、混合結合系におけるカオスの一般化同期の一種である。

３．まとめ

混合結合系の実装回路におけるカオスの一般化同期を実験的測定により確認し、その時系列データを用いて相互相関係数を計算して同期の精密さを評価した。

参考文献

１）N. F. Rulkov, CHAOS 6 (3), pp.262-279, (Sep. 1996)
２）N. F. Rulkov, A. R. Volkovskii, A. Rodriguez-Lozano, E. D. Rio, and M. G. Velarde, Int. J. Bifurcation and Chaos, vol.2, 3, pp.669-676, (Sep. 1992)
３）Z. Zheng, X. Wang, and M. C. Cross, Phys. Rev. E, 65, 056211, (May 2002)
４）N. F. Rulkov, M. M. Sushchik, L. S. Tsimring, and H. D. I.Abarbanel, Phys. Rev. E, 51, 2, pp.980-994, (Feb. 1995)
５）H. D. I. Abarbanel, N. F. Rulkov, and M. M. Sushchik, Phys. Rev. E, 53, 5, pp.4528-4535, (May 1996)
６）海老澤謙一, 三堀邦彦：信学論, J94-A, 8, pp.587-595 (Aug. 2011)
７）M. Shinriki, M. Yamamoto, and S. Mori, Proc. IEEE, vol. 69, 3, pp.394-395, (Mar. 1981)

複素ネットワークインバージョンによる不良設定分散電源逆推定問題の解法*
Solution of Ill-Posed Inverse Problem of Distributed Generation Using Complex-Valued Network Inversion

小川　毅彦　Takehiko OGAWA**
中村　恭介　Kyosuke NAKAMURA***
金田　　一　Hajime KANADA**

Abstract

Network inversion has been studied as a neural network based solution of inverse problems. Complex-valued network inversion has been proposed as the extension of this inversion to the complex domain. Further, regularization is considered for solving ill-posed inverse problems. On the other hand, the estimation of the parameters of a distributed generation from observed data is a complex-valued inverse problem with ill-posedness. In this paper, we propose the application of a complex-valued network inversion with regularization to the inverse estimation of a distributed generation.

Keywords：Complex-valued neural networks, inverse problems, network inversion, distributed generation

1．まえがき

科学・工学分野において、観測結果から原因を推定する逆問題解法は重要である[1)]。多層型ネットワークを用いて逆問題を解く方法としてネットワークインバージョンが提案され[2)]、さらに複素ニューラルネットワークに拡張した複素ネットワークインバージョンが提案された[3)]。

逆問題には不良設定性の問題があり、その解決のために、正則化法によって拘束条件を与える方法が用いられる[4)]。複素ネットワークインバージョンにおいても正則化法を用いた解決法が考えられる。

本研究では複素ネットワークインバージョンに正則化法を導入する際の効果を検討する。分散電源逆推定問題を考え、一意性に関する不良設定性問題を対象とする。

2．逆問題と複素ニューラルネットワーク

順問題が原因から結果を導くのに対し、逆問題は結果から原因を求めるものである。一般に逆問題には不良設定性の問題があり、解の存在・一意・安定性が保証されない。不良設定問題に拘束条件を与え、良設定問題化する方法として正則化法が用いられる。

通常の多層型ニューラルネットワークを順問題の解法と考えると学習で得た順方向関係を逆に用いて出力から入力を推定することで、多層型ニューラルネットワークを用いて逆問題を解く方法がネットワークインバージョンであり、これを複素数に拡張したものが複素ネットワークインバージョンである。

学習時は、まず複素学習入力$x=x_R+ix_I$と複素学習出力$y=y_R+iy_I$を用いて、複素出力誤差$E=E_R+iE_I$を計算する。そして、複素荷重$w=w_R+iw_I$の実部と虚部をそれぞれ、

$$w_R(n+1)=w_R(n)-\varepsilon_t\left(\frac{\partial E_R}{\partial w_R}+\frac{\partial E_I}{\partial w_R}\right)$$
$$w_I(n+1)=w_I(n)-\varepsilon_t\left(\frac{\partial E_I}{\partial w_I}-\frac{\partial E_R}{\partial w_I}\right) \quad (1)$$

の式に基づき更新する。ε_tは学習係数を表す。これを繰り返すことによって、順方向の関係を学習できる。

逆推定時は、学習時に得た荷重を固定し、仮の複素入力$x=x_R+ix_I$を与え、複素出力$y=y_R+iy_I$から複素出力誤差$E=E_R+iE_I$を計算し、複素入力の実部と虚部をそれぞれ、

$$x_R(n+1)=x_R(n)-\varepsilon_e\left(\frac{\partial E_R}{\partial x_R}+\frac{\partial E_I}{\partial x_R}\right)$$
$$x_I(n+1)=x_I(n)-\varepsilon_e\left(\frac{\partial E_I}{\partial x_I}-\frac{\partial E_R}{\partial x_I}\right) \quad (2)$$

の式に基づき更新する。ε_eは入力更新の係数を意味する。この更新手順を繰り返すことによって、複素入力は出力の値を満たすように修正されていく。結果として、学習によって得られた複素荷重分布を使用して、複素出力から複素入力を繰り返し法によって逆推定することができる。

3．複素ネットワークインバージョンと正則化

複素ネットワークインバージョンにおいても、不良設定性の問題は生じる。複素ネットワークインバージョンに対しても、正則化法を適用できる。正則化法では、ある条件を与えるための汎関数を繰り返し法の誤差関数に追加する。例えば、正則化汎関数$K(x)$を追加した誤差関数Eを

$$E=\frac{1}{2}\sum_r\left(y'_r-y_r\right)^2+\lambda\sum_k K\left(x_k\right) \quad (3)$$

として最小化し、拘束条件を満たす誤差最小解を探す。$K(x_k)$とλはそれぞれ正則化汎関数と正則化係数を表す。

拘束条件を与えるために、ネットワークインバージョンでの逆推定時にネットワーク出力誤差に加えて正則化汎関数を最小化する。エネルギー関数を、出力誤差関数に正則化項を加え、実部と虚部それぞれ独立に

*　原稿受付　平成23年10月25日
Proc. of the 2011 IAENG Int' l Conf. on Artificial Intelligence and Applications, vol.1, pp. 159-162, 2011-3.
**　電子システム工学科
***　電子情報工学専攻

$$E_R = \frac{1}{2}\sum_r \left(y'_{rR} - y_{rR}\right)^2 + \lambda \sum_k K\left(x_{kR}\right)$$
$$E_I = \frac{1}{2}\sum_r \left(y'_{rI} - y_{rI}\right)^2 + \lambda \sum_k K\left(x_{kI}\right) \qquad (4)$$

と定義する。ここで、$\tilde{y}$、K、xはそれぞれネットワーク出力、変換関数、および入力を表す。λは正則化係数を表す。本研究では、正則化法を一意性に関する不良設定問題を緩和する方法として導入する。

4．分散電源推定問題

複数の測定点における複素電位・電流データから分散電源の複素電圧データを推定する逆問題である。

本研究ではFig.1の回路において各インピーダンスの値をZ1 = Z2 = Z3 = 1 + i［Ω］とし、電源のパラメータを変更したときのZ3の電圧VZ3および電流IZ3を求めて学習データとする。電源VG1のパラメータとしては、電圧を0～200［V］、位相を－180～180［度］に変化させた。

5．シミュレーション

２入力２出力中間層10のネットワークを用いて、電源電圧VG1、VG2、出力電圧VZ3、出力電流IZ3の関係を学習させた。

VG1およびVG2に関する一意性に関する不良設定性緩和の効果を確認するために、VG２に拘束条件を与えて逆推定を行った。Fig.２は正則化を行わない場合の推定結果、Fig.３はVG2に関して拘束条件を与えた正則化による逆推定結果である。正則化を行わない場合は、解の推定が正しく行われないのに対し、VG2に拘束条件を与えたことにより、VG1が正しく推定されていることがわかる。

6．むすび

本研究では複素領域に拡張した複素ネットワークインバージョンに正則化法を導入して不良設定性の緩和を試みた。分散電源逆推定問題のシミュレーションで確認した。

今後の課題として、存在性や安定性に関する不良設定性緩和の検討や、推定精度向上の方策の検討、分散電源問題においては電源を増やした場合の推定が挙げられる。

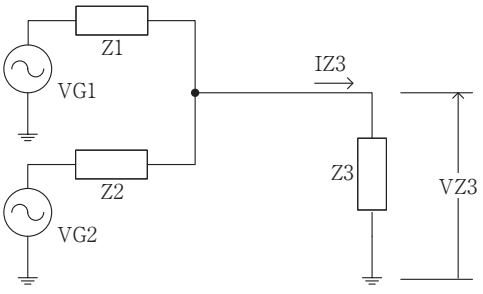


Fig.1　Circuit model of distributed generation for simulation

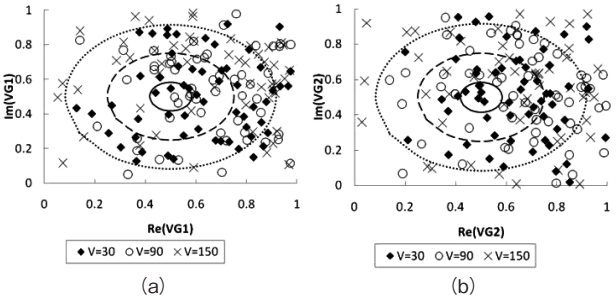


Fig.2　Estimated results of the power supplies (a) VG1 and (b) VG2 without regularization.

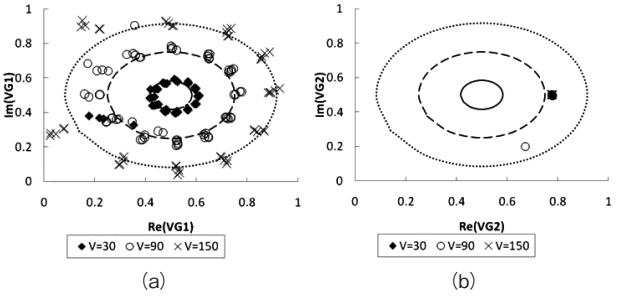


Fig.3　Estimated results of the power supplies (a) VG1 and (b) VG2 with regularization for VG2.

参考文献

１）C. W. Grötsch: Inverse problems in the mathematical sciences, Informatica International（1993）

２）A. Linden and J. Kindermann: Inversion of multi-layer nets, Proc. IJCNN, pp. 425-430（1989）

３）小川，金田：複素逆問題の解法のための複素ネットワークインバージョン，信学論D-Ⅱ, vol. J88-D-Ⅱ, No. 9, pp. 1954-1962（2005）

４）A. N. Tikhonov and V. Y. Arsenin: Solutions of ill-posed problems, Winston & Sons（1977）

染色型紙制作におけるレーザー加工手法の応用可能性*
Application Possibility from Traditional Hand-Cutting to Laser Cutting Technique for Producing Dyeing Paper Stencils

竹末　俊昭　Toshiaki TAKESUE**
沖田実嘉子　Mikako OKITA***

Abstract

Kimono is a traditional Japanese garment. Several types of dyeing artifices have evolved through the process of printing traditional patterns on cloth in Japan. Paper stencils can be considered merely tools used at an intermediary stage of the dyeing process. And yet another problem is that most stencil cutting craftsmen are getting older, and thus the traditional art of paper stencil cutting may be lost under present circumstances. In this study, we explored the possibility of replacing paper stencils produced by traditional techniques with those produced by a laser cutter. And we compared actually dyed textiles by using existing and new techniques, in an attempt to achieve a quality of paper stencils produced by a different method that is closer to the superb quality of traditional artifices. As a result, we were able to suggest the guidelines on materials and patterns suitable for producing the stencils with a laser cutter.

Keywords：Japanese traditional Kimono, Dyeing paper stencil, Laser cutter

1．はじめに

日本ではさまざまな染色工芸が伝統文様を染めることを通して発展してきた。特に着物の生地に小紋、型友禅、ゆかたなどの柄や模様を染めるために「伊勢型紙」が使われてきた。

今日、着物は他の洋服に比べ動きにくくまた高価であることから、日本でも日常生活で着物を着る機会が減少している。染色型紙は染色工程の中間段階の道具にすぎないという見方もされており、加えて型彫り職人の高齢化の問題も相まって、型紙制作の伝統が途絶えかねない現状となっている。

本研究では型紙制作を手工芸的な制作以外の工法で伝統工芸の良さに近づけるべく、既存のものと新しい技術で制作した型紙を用いて実際に染め上げたものを比較しながら再現の可能性を探った。機械的に切削する制作方法は先行研究[1), 2)]で行われているが、機械彫刻では型紙をカットする際に刃先の向きによりカットできる模様に制約があることから、本研究では刃先の向きに関係なくXYプロッターで自由に模様をカットできるレーザー加工機で制作する方法を採用した。

素材に関しては、和紙からできた既存の素材以外にも新しい素材（化繊の生地やワーロン）を試した。そして切断面の仕上がりや型紙の伸縮による精度確保について評価した。

その結果、レーザー加工機による制作方法は、素材に対し非接触で切削して行く方法であり、機械切削方法に比較して、刃先の方向性において制約が大きくなく、伝統工芸士の手加工により近い仕上がり結果を得ることができたので報告する。

2．染め型紙

2．1　プリント布のはじまり

物や道具を使って陶器に反復する模様をつけた形跡は先史時代にまで遡ってみられる。

2000年ほど前に印刷用木版が中国で開発された。その後すぐに中国とインド両国で布への木版プリントが始まった。今日では、世界中でプリントされた織物が生産されている[3)]。

2．2　型紙・ステンシル

型紙は染色で幅広く使われる技法である。型紙は本来、顔料を刷り込むときに、顔料が必要な部分にだけ着色するようにパターン状に穴をあけたマスクである。

2．3　型地紙素材

型地紙素材の必要条件は「耐水性がある」「強度がある」「形状安定性に優れる」の３つである。日本の伝統的な型染めでは型地紙に渋紙が用いられる。渋紙は数枚の美濃和紙を柿渋によって張り合わせたものである。

現在の型染め制作では、合成型紙やクロスパターンビニールと呼ばれる型地紙代用紙が一般化している。

合成型紙は「小本」を作る際にも使用されている。小本とは伊勢型紙を制作する際に繰り返しパターンの原型として型紙職人が作るものである。小本を用いて渋紙の上に墨で柄を写していき、型紙を彫っていく工程をとる。

3．機械彫刻による型紙制作

先行研究として、型紙制作方法に手作り感を残しながら機械化する方法が発表されている[1), 2)]。これによれば手作業で制作された小紋柄の染め型紙は線や面が小図形の列によって構成されており、それらの小図形が上下左右に「乱れ」をもって配置されている。

上記の先行研究報告にある「型紙にきれいに穴があいている」点について、型紙職人・染め職人の両職人とも型紙の切り口が染め上がりに影響し、違和感を持つと評価した。それは「機械切削ではきれい過ぎて味が無い」ということを意味している。そこで、本研究では、文様、パターンを画像とし

*　原稿受付　平成23年11月
第13回日本感性工学会大会にて発表：I 52,2011.9
**　デザイン学科
***　工業デザイン学専攻

図１　使用したレーザー加工機

図２　レーザー加工状況

て加工していくレーザー加工機を採用した（図１，２）。

４．加工素材による再現性の検討

４．１　型地紙の選定

型地紙の素材については、本研究では伝統的な渋紙を使用せず、合成型紙を中心に扱うこととした。なぜならば型染めでは狂いなく約12mの長さでモジュール化されたパターンを繰り返し連続転写させる必要があるため、型紙が一定の湿度を保っている必要があるからである。そしてレーザーでカットした素材の端面を顕微鏡で観察した結果を踏まえ、型地紙を選定した。

４．２　模様の再現方法の検討

今回使用した染め型紙 は廃業した染色工房で使用されていたものと三重県鈴鹿市で伊勢型紙の伝統工芸士木村正明氏から提供していただいたものを使用した。レーザー加工機は炭酸ガスレーザー40W及び45W、ビーム径は0.13mmで駆動方法はプロッター式のもので制作した。これらの染め型紙をスキャナーで画像データとして読み込み、紗張りの部分を消してからベクターデータとラスターデータを作成した。

４．３　レーザー加工による模様の再現性

レーザー加工機による制作ではベクターデータを使用して素材をカットする方法とラスターデータを使用して素材を彫刻する方法を採用した（図３，４）。その結果ラスターデータを使用して彫刻する方法はベクターデータでカットするよりも時間もかかり、彫刻し終わった模様の最後の淵がきれいに仕上がらないことがわかった（図５，６）。

次にベクターデータで各型地紙素のカットを試みた。図７は切り口の比較のために手彫り型紙の端面を拡大した図である。図８の合成型紙はカットした仕上がりが今回実験した中で最も良い結果であった。これは耐水性を持たせるために表面に塗ってあるポリエステル樹脂が端面でほどよく溶けたことが奏功した。一方図９，10に示すように渋紙では端面が焦げてカットされており、染色用として耐水性や強度に問題があることがわかった。

図３　ベクターデータの加工
輪郭線部分をカットする。

図４　ラスターデータの加工
黒塗り部分を彫刻する。

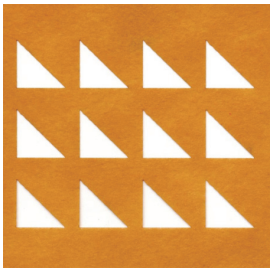


図５　ベクターデータ
加工結果

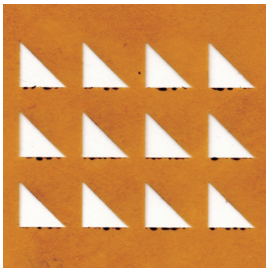


図６　ラスターデータ
加工結果

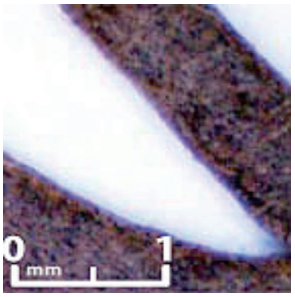


図７　手彫り型紙端面
（渋紙）

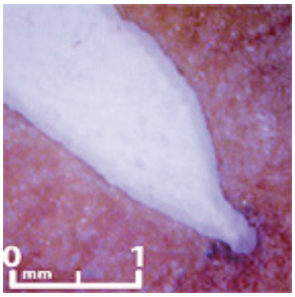


図８　レーザー加工型紙端面
（合成型紙）

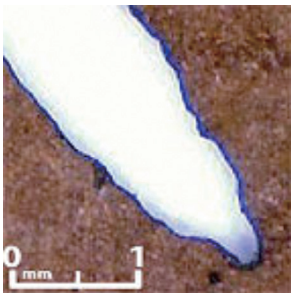


図９　レーザー加工型紙端面
（渋紙）

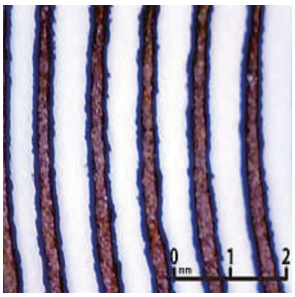


図10　レーザー加工縞彫端面
（渋紙）

５．おわりに

本研究では型紙制作を別な工法で伝統工芸の良さに近づけるべく、既存のものと新しい技術で制作した型紙を用いて実際に染め上げたものを比較しながら再現の可能性を探った。

本研究では、型紙制作を伝統工芸士の手による制作方法に対し、レーザー加工技術を使うことに挑戦してきた。たとえば、連続する繰り返しのパターンにおいては、機械的に繰り返しを行っているのではなく、ところどころにリズムの崩し（変化）を施しており、その方法が染め上がりの単調さを回避させる調整シロとなっていることも分かった。このことは、単純に機械切削加工に置き換えるだけでは再現が難しく、伝統工芸士の持つ独特の「感性的価値調整（暗黙知）」を導入しなければならないことを示しているものと考える。

参考文献

1）佐藤雄介，北岡武：小紋文様シミュレーションと型紙の機械彫刻―着想を中心に―，愛知教育大学研究報告（26），p.60，1977

2）佐藤雄介，北岡武：小紋文様シミュレーションと型紙の機械彫刻（その２）―総罫―，愛知教育大学研究報告（29），pp.55-70，1980

3）John Gillow Bryan Sentence：世界織物文化図鑑（World Textiles：A Visual Guide to Traditional techniques）株式会社東洋書林，p.102，2001

4）沖田実嘉子，竹末俊昭：染色型紙制作におけるレーザー加工手法の応用可能性，日本感性工学会，第13回研究発表会（査読セッション），CD-ROM-I52

5）Mikako Okita, Toshiaki Takesue：Introduction of a new method for producing cut paper stencils for dyeing ―As an applied case of laser cutter―, International Association of Societies of Design Research 2011, CD-ROM-372, 2011

6）勝野玲子：短大服飾教材としての「伊勢型紙」の研究―小紋を中心として―一宮女子短期大学紀要（36），pp.35-39，1997，2007

7）吉岡幸雄：日本の色紀行（16）伊勢型紙の歩み 月刊染織α，pp.62-65

8）水上嘉代子：染色用型地紙の品質に関する研究―江戸小紋，長板中形について―，女子美術大学研究紀要（33），p.107，2003

9）田中清香，土肥悦子：図解染織技術事典，理工学社，pp.3-29，2006

留学報告
REPORTS

カリフォルニア大学ロサンゼルス校への留学 …… 林　誠治　59

カリフォルニア大学ロサンゼルス校への留学*
Report on Sabbatical Year at the University of California, Los Angeles

林　誠治　Seiji HAYASHI**

Abstract

I have spent a sabbatical at Speech Processing and Auditory Perception Laboratory in the University of California, Los Angeles. In this paper, I report my experiences while I had been staying at UCLA and in Los Angeles.

Keywords：UCLA, Speech Processing and Auditory Perception Laboratory, Los Angeles

１．はじめに

私は2010年９月より１年間、本学の教員海外長期留学制度からの助成を受けて、米国カルフォルニア州にあるUniversity of California, Los Angeles（UCLA）に Visiting Scholar として滞在する機会を得た。本稿では留学計画からお世話になったSpeech Processing and Auditory Perception Laboratory、さらに１年間ロサンゼルスで過ごした本留学の顛末をこの書面を借りてご報告させていただきたく思う。

２．留学計画とセットアップ

私の海外留学の経験は初めてであり、最初は留学先の選定から始まった。特にこれといったコネがあるわけでもなかったため、コネなしの状態から留学先を探した。インターネットを利用して、興味のある論文が出ている大学のウェブサイトや研究室のウェブサイトから沢山の情報を得た。漠然と北米への留学を希望しており、最終的に３つの候補に絞り込んで留学受け入れの打診を封書にて行った。ちょうど、サマーバケーションの時期に当たっていたせいか、返事がどこからも来ず焦っていたところに、その後こちらから電子メールにて確認を取ったところ、ただちに２か所より受け入れ許可を頂くメールが返ってきた。礼儀をわきまえ封書でお送りしたしだいだが、昨今は電子メールのほうが連絡ツールとして当たり前となっていることを改めて実感した。

受け入れ許可を頂いた２つはどちらも私の研究と関係深い音声処理研究室を持っており、研究内容からも留学先として甲乙つけがたい状況であった。そこで、留学先選びの最優先条件として、１）PhD学生数といった研究室の規模、２）より近い研究内容、さらには３）場所が西海岸であること（もう一方は東海岸）が決め手となり、最終的にUCLAのProf. Alwan先生の研究室にお世話になることに決めた。これが、Prof. Alwan先生との出会いである。

２．１　セットアップ

留学先が決定してから、J-1ビザの取得（DS-2019, I-94）や海外赴任者総合保障制度を利用するなど渡米前の諸手続きを始めた。日本で海外の銀行口座を作れるというのでUnion Bankの口座を開設した。そのほかにもCiti Bankの口座も開設した。また、特にカルフォルニアは車社会であるため、早急に現地のドライバーズライセンスを取得する必要があった。カリフォルニア州は２週間で国際免許証の有効期限が切れるが、仮のカルフォルニア運転免許証を取得するまでの間は国際免許証が必要であった。

２．２　渡米後

米国に着いてからは、早速、大学の諸手続き（International Officeでの受け付け処理、UCLA IDカードの申請、E-mail accountの申請）を行った。日本よりほぼ決めていた複数のアパートの見学を終え、実際に入居するアパートを決め次第、公共サービスの申し込みを行った。並行して、車を購入した。そのとき役に立ったのはコミュニティサイトの存在である。ここではムービングセールまたはガレージセールと呼ばれる生活用品の中古品が格安で購入することができ、車の個人売買やルームシェアなどの探索も可能なのである。アメリカではこのようなリサイクルで中古品を活用することがとても盛んである。学生や短期で滞在する人にとってはまさに利用しない手はないと思うほどである。Craigslistやびびなび等のサイトはとても重宝した。特に日本人同士のムービングセールは売りに出される品物の質も良く、交渉も日本語でできるので便利であった。しかしながら、こんなものまで売るなよ、と思うものまで売りに出されていたのには笑ってしまった。

車を購入後、すぐにカルフォルニアの運転免許証を取得するためDMVに向かった。ちょうど、UCLAの留学生や研究員の世話をするOfficeでのガイダンスの折に、運転免許証を取得したいのでSSN（ソーシャルセキュリティーナンバー）が欲しいと申し出たところ、すぐに取得のための申請書を発行してくれた。これは後で研究室の学生に聞いたら、とてもラッキーなことだと不思議がられた。DMVでの学科試験をパスした後、ドライビングテストは１ヶ月後であった。難関

Fig. 1　Royce Hall at UCLA

*　原稿受付　平成23年10月18日
**　電子システム工学科

とされるサンタモニカDMVを一発で通ったのは珍しいと研究室の学生も言っていた。そして、実際に運転免許証を郵送により受け取ったのは３ヶ月後のことである。

３．ロサンゼルス

ロサンゼルス郡は関東平野ほどの広さを持ち、地下鉄があるとはいえ、車以外の交通網がほぼゼロに近いといえる。どこへ行くにも車は必須であるが、とにかく遠いというイメージしかない。しかし、フリーウェイが整備されているおかげで気持ち的にはそれほど遠くないような気もする。一方で、L.A.での車の渋滞は半端じゃないことも記しておく。

気候は年間を通じて温暖で過ごしやすい。何といっても、からっとした湿度の低さには驚いた。30分もすれば洗いざらしの食器が乾いてしまうほどである。渡米した時期はちょうど夏であり、とにかく日が長いとの印象しかなかった。それよりもまして、アフターファイブを楽しむ雰囲気が漂っていた。もちろん、住んだところがサンタモニカに近い場所であったことも要因であろう。東京の蒸し暑さを脱出して着いたロサンゼルスは非常に心地よくて申し分なかった。

Fig. 2　405 free way near LAX

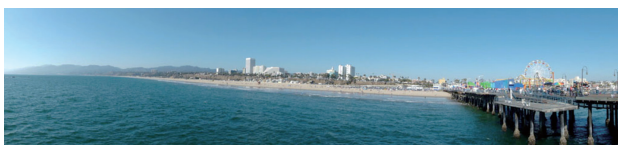


Fig. 3　Santa Monica pier

４．University of California, Los Angeles

カリフォルニア大学ロサンゼルス校はアメリカ合衆国の州立大学であり、1919年に設置された。カリフォルニア大学校群中バークレー校に次ぐ歴史を持ち、カリフォルニア州の大学で学生数が最も多い総合大学である。５つの学部（School）と７つの専門大学院（Professional School）から構成され、約４千人の職員と約４万人の学生が在籍しており、UndergraduateとGraduateの学生比は2.3：１である。スポーツ分野でもNCAA（全米大学スポーツ連合）で過去最多の優勝を獲得するなどしており、プロ・スポーツ選手の輩出も多い。（Wikipediaより引用）

Fig. 4 a）Powell Library and UCLA Bear

Fig. 4 b）人文字で作るUCLA（オリエンテーションのとき）

大学への通学には車を使った。しかし大学敷地内の駐車場を利用するには結構面倒な申請手続きをしなければならず、私の場合、学科の優秀な事務官のおかげで問題もなく駐車スペースを確保することができた。ただ、駐車料がばかにならず３ヶ月間（quarter）で約$200であったのは痛い出費であった。学生の場合は寮を除いてバス通学が主であるように見受けられたが、それでも授業が始まると大学周辺の道路のみならず地域全体が渋滞していた。大学が休みになると途端に幹線道路が渋滞しなくなるのもロサンゼルスの特徴といえるのかもしれない。

Fig. 5　Engineering Building and UCLA parking permit

5．Speech Processing and Auditory Perception Laboratory

私がお世話になったのは電気工学科のProf. Alwanの研究室である、Speech Processing and Auditory Perception Laboratory：SPAPLである。Prof. Alwanの専門は人間の声門・声道の特徴抽出と話者正規化、背景雑音にロバストな音声認識や雑音にロバストなピッチ推定などの研究であった。その中で私が取り組んだ研究課題は、聴覚重み付け関数を用いた音声強調の研究と電話音声帯域の広帯域化に関する研究である。同じ音声処理分野という位置づけではあったものの直接関係するものではなかったが、週に一回のグループミーティングを通してディスカッションを行い、私も通算４回ほどプレゼンテーションを行った。このグループミーティングでは基本的に研究室のメンバーが順番に発表することになっている。スタイルは日本の研究室とほぼ同じだった。また、研究室ではグループミーティングのほかに、学外の方を交えたディスカッションをSkype上で行っていた。特に学会締め切り間際になると回数が増えていたように思う。

Fig. 7　無音響室での筆者

私の留学でのポジションはVisiting Scholarである。研究室では自分用の机と椅子を用意してもらい、学生の中に混じって過ごした。研究室の鍵をデポジット$50で受け取り、研究室の戸締りは厳重に行われていた。私の滞在中でもそうだったが、盗難が後を絶たないからである。どこかの研究室のラップトップがなくなったとの噂を耳にすれば、研究室の学生が盗難防止用のワイヤーを自分のラップトップにつけだしたのを今でも覚えている。自己管理を怠らないのは言うまでもない。私が滞在したときのメンバーはPhD学生が４名（中国２名、インド、シンガポール）、Master学生５名（台湾、フランス、インド、中国、トルコ）であった。PhDの学生は給与をもらって研究しており、サマーにはシアトルなどにインターンシップに出かけていた。

また、Prof. Alwanにお願いして、先生の講義を聴講することができた。Digital Signal ProcessingとDigital Speech Signal Processingである。前者は学部のクラスであり、120名ほどの学生が講義を受けていた。学生の受講態度は大変良好であり、講義の最中でもよく質問をしていた。宿題の量が半端ではなく、学生は大変苦労している様子を見聞きした。

Fig. 6　グループミーティングの後のひととき

Fig. 8　講義風景と終了時の様子（Textの厚みは4cm程ある）

後者は大学院の授業であり、私もその中のコースプロジェクトに取り組み、実際に授業の一部に参加することができた。

そういえば、研究室にいるときに、ガス漏れと小火災（ボヤ）が起こり、緊急避難を２回ほど余儀なくされたことがあった。突然、電灯が消えて非常灯がつき、フラッシュライトが全館のあちこちで点滅していた。けたたましいサイレンとまぶしいフラッシュライトが今でも脳裏に焼き付いている。我々の研究室は６階だったので、階段では渋滞が起こり、なかなか下りられなかった。皆、慣れているの？という感じさえした。もちろん、両方とも大事には至らなかったことを申し添える。

また、私は構内にある学生カフェテリア（Seas Café）のコーヒーが日課となった。レギュラーコーヒーを500mlの持ち込み水筒いっぱいに入れても、なんと60セントである。頭を休めにかなりの学生が利用していた。

Fig.９　学生カフェテリアSeas café

また、UCLAの名物？としては、バレットパーキングのあるUCLAメディカルセンターがあげられると思う。なぜか高級スポーツカーが病院の前に並んでいる光景は圧巻である（研究室のマスター学生はこの前で写真を撮っていた：笑）。何でも、かのマイケルジャクソンが入院していた病院である。

Fig.10　UCLAメディカルセンター

６．研究室学生との交流と課外活動

研究室の学生との交流ではランチタイムが一番多かった。大学でのランチはもっぱら研究室の学生と一緒に行く学食である。UCLAの学食はバラエティに富んでおり、ファーストフードでは有名なショップが入店しているようである。学食自体の数も多く、私が知っているだけでも６～７個ある。私のお気に入りは量り売りのサラダバーである。留学生が多いため、ベジタリアンのために豆腐を使用したハンバーガーなどもあった。また、ランチの支払いはクレジットカードが当たり前である。とくに学生の身分証明証にはお金がデポジットできるため、学内のありとあらゆるお店で使うことができる。しかも学食等では専用レジ通路があるため、会計にあまり並ぶことなくファーストパスができるので非常に便利である。ランチをしながらのミーティング外での雑談は、リラックスした状態で気ままに話せるので非常に楽しかった。ある話題に関して、それぞれお国での意見を私的ながらもいろいろ話し合えたことは大変よい思い出である。

Fig.11　UCLAでの学食の様子（最後はフードトラック）

また、課外活動といえるのかどうかわからないが、10月にハロウィーン、11月にサンクスギビングでのポットラックパーティ、５月にインドのPhD学生Harishの祝賀会としてインド料理店でのランチ、６月の研究室学生Leeのベビーシャワーなど、勉強以外にもいろいろ経験することができた。学生との親睦を深める良いきっかけとなったことは言うまでもない。

研究室でのハロウィーン（Fig.12 a）の様子である。ボールの中に飴がいくつ入っているか？個数とメールアドレスを書いて箱に入れる。当たれば後日連絡が来るはずだが、私を含め研究室の学生は皆はずれたようである。ところで、あの方たちは誰だったのか謎である。また、サンタモニカのGoogleのオフィスの前では、誰もが足を止めて見てしまいそうなユニークな車が止まっていた。遊び心満載といったところか。

アメリカでは11月の第四木曜日がThanksgivingである。

Fig.12 a）研究室でのハロウィーン当日

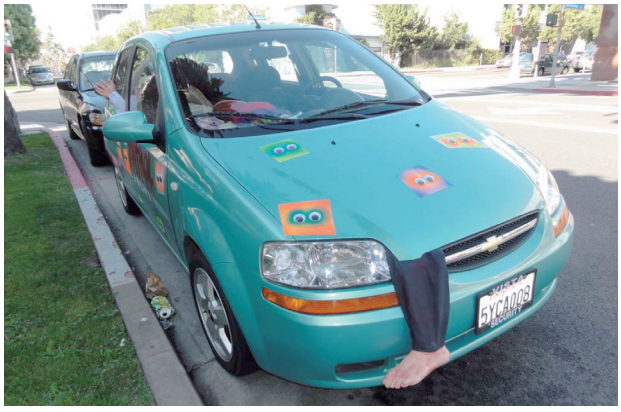


Fig.12 b）こんな面白い車も見られた

日本では感謝祭と訳されるが、もともとの由来は神への収穫の感謝とのことで、ローストターキー（七面鳥のロースト）やベイクドポテトまたはマッシュポテトなどを食べるのが慣習のようである。2010年は11/25（木）であったため、27日（土）にProf. AlwanのClub Houseにて参加者が一品料理を持ち寄って行うポットラックパーティとして行われた。

Fig.13　ポットラックパーティーでのひとコマ

Fig.14　サンクスギビングでのポットラックパーティー

Fig.14の右下の写真は私の持ち寄ったassorted寿司にわさびをたっぷりつけて頬張ったインド学生の、一分後の表情である。彼はわさびを初めて食べたそうである。

また、到着して早々に車キーの閉じ込め事件が発生した。私は中国の学生とインドの学生を途中で拾って、自分の車で現地に向かった。問題なく到着したのもつかの間、なぜか助手席に座っていた中国の学生が、私が車が道路の駐車禁止区域に入っていないかどうかを確かめている間に、助手席のドアをロックして車を出たのである。当然、エンジンはかかったままだが、車の全ての鍵がロックされてしまったのである。私の購入した時点でスペアキーがなく、スペアキーが200ドル近くかかるというのでパスしていた（この車の鍵はICチップが鍵に埋め込まれており、スペアキーを作るとす

ると２本作り直しになるとのことで)。その後はロードサービスに電話し、ロック解除を頼んだのは言うまでもない。電話での交渉と２時間弱エンジンがかかりっぱなしになったのには参った。後日、中国人の彼から話を聞いたら、実は彼も車を持っているが、相当古くて癖で手動ロックをしてしまったとのだった。ロードサービスが到着し、ドアのロック解除の一部始終を見ていた中国人学生が『How amazing!』と言ったのを聞いて、それはおまえのせいだろう、と彼を土着いたのは言うまでもない（冗談)。

Fig.15　車のロック解除の様子

一方、アメリカでは感謝祭の翌日の金曜日をブラックフライデー（Black Friday）と呼び、この日からクリスマスセールが始まる。研究室の学生は早朝５時から並んでお目当てのオーブントースターを３ドルで買ったとのことである。

2011年５月にはインドのPhD学生Harish（例のわさびの彼）の祝賀会としてインド料理店でのランチが行われた。なんでも彼はDoctor学生の中で最優秀成績を獲得したとのことである。もちろん、これはProf. Alwanのおごりである。

2011年６月には研究室の学生であるLeeのベビーシャワーが行われた。彼女は夫と一緒にシンガポールからきた留学生であり、夫もまたUCLAのネットワークの研究室に所属している。ベビーシャワーとは、出産を控えた妊婦に女性が出産をお祝いする風習だそうだ。Prof.が女性であることもあり、この日、先生が研究室のメンバーをブランチとして招待した。私は研究室の２名と連名でUCLAのロゴの入ったベビー服をプレゼントした。ちょうど、年に一度のバーゲンセールがUCLAストアで行われたので、普段はディスカウントしないベビー用品を買うことができたのはとてもラッキーだった。

Fig.16　Harishの祝賀会
（主人公は真ん中。手前右側が車のキーをロックした張本人）

Fig.17　Lee’s Baby showerでのブランチ

Fig.18　我々がプレゼントしたUCLAのベビー服

7．ロサンゼルスでの生活

ここでは私が一年間、ロサンゼルスで過ごした生活面でのできごとについて話すことにする。

ロサンゼルスは夏は気温が高いわりに湿度が低いため過ごしやすく、また冬はそれほど気温が下がらず、なおかつ一年中を通してほとんど雨が降らないため、非常に快適であったという印象しかない。しかしながら、一年中半袖とはいかない。朝晩と日中の気温差が激しいからだ。これに慣れないと風邪を引くことになる。でも市販の風邪薬の効能はその量が半端ではない。日本人には多すぎると感じた。

ロサンゼルスには大きなアウトレットモールがいくつもあり、セール開催の期間は買い物に出かけるという話を聞く。なにしろ、アメリカは消費大国である。洋服の話に限らないが、一度買ったものを返却できるシステムが徹底しているのには驚いた。よく買い物に行ったBed Bath & Beyondという店は様々な生活雑貨を取りそろえているが、『Return』と書かれている返却カウンターにはいつも行列ができているのが思い出される。私も２、３返却したが、特に何も言われず返却することができた。このことに慣れてしまうと、どうせ返却すればいいという気持ちと相まって、ついつい要らぬものまで手が出てしまうのも納得だと思った。もうひとつ面白い話を聞いた。友人などの親しい間柄では、プレゼントとともにレシートを添えて渡す人もいるそうだ。もし気に入らなかったら返却してもいいという意味で。これにはさすがに驚いた。プレゼントの金額もバレバレなのである。

銀行のATMカードにはデビットカード（Debit Card）という機能が付いている。アメリカではほとんどのスーパーマーケットで使用可能であり、暗証番号（PINナンバー）を入力することで、サインレスで支払いが可能である。支払い金額はChecking accountからただちに引き落とされる。また、支払額とは別に現金が欲しければ、支払い金に上乗せする形で現金を受け取ることができる（キャッシュバック）。私の場合、現金が必要なときは、ほとんどスーパーマーケットで引き出すようにしていた。

Fig.19　UCLA StoreとTrader Joe'sの店内（ハロウィン時期）

ロサンゼルスは基本的に何でも揃っており手に入らないものはないと思うほどである。スーパーマーケットも至る所にあり、日系スーパーも少なくともL.A.界隈には10店舗近くあるだろうか。店内の品物揃えに至ってはほとんど日本にいるのと変わらないくらい豊富である。したがって、我々日本人にとって、日本食については困らないといった感じである。また、日系スーパーには並列して、ラーメン屋、そば屋、定食屋などがあり、味も日本にいるのとほぼ同じである。

Fig.20　日系スーパーの店内とラーメン屋

外食に至っては、世界の料理を満喫できるのもロサンゼルスである。やはり、アメリカンのレストランは何でも大味で、質より量である。日本食店あるいはイタリアンレストランは量より質であり、美味しいと感じた。

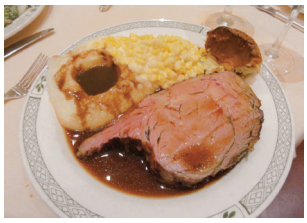


Fig.21　ロサンゼルスでの外食

私の住んだWest LA周辺でのアパートの家賃は日本の都内と同じ程度であると思われる。日本ではあまり見かけないが、アパートの部屋が広いこともあり、ルームシェアをしている人が多い。学生に限らず、社会人もかなりの人がルームシェアをしているようである。ユーティリティの一つであるインターネット・テレビを契約した際であるが、某ケーブルサービス大会社のできるだけ安いプランを申し込むのには苦労した。ウェブでも電話によるオペレーターにしても一番安

いプランを隠して言わないのである。そんなはずはないと、すべての契約をキャンセルして他の会社に移るといったとたんに、手のひら返すように（しかもゆっくりとした口調で）対応してきたのである。たまには強硬に出ないと知らされないこともあるのである。同じようなことが、ある窓口で一人目の交渉でだめでも、同じ窓口の二人目の交渉でうまくいくことがある。アメリカでは、それくらいいいかげんでも動じないくらいの精神力が必要だと感じた。

アパートの契約にも問題があって大変だった思い出がある。

アパート入居時の家賃契約書には、転出するときに『Cleaning Fee $200 No refund』と書かれていたのであるが、私はそういうものなのだと思い込み、入居時は何も気にしていなかった。ところが、帰国の時期も近づき、アパートのデポジットあるいはユーティリティのデポジットを確実に受け取りたいため、２ヶ月前にはユーティリティ込みの別のアパートに引っ越そうと考えていた。転出するときになって、契約時の『Cleaning Fee $200 No refund』は違法であるとのことを聞きつけ、実際にカルフォルニア州の法律をウェブで調べたところ、確かに入居期間に対して、たとえばカーペットの痛み程度が『Normal wear and tear』の範囲であると認められた場合には、デポジットからデダクトできないという条項が書かれていたのである。このことから、30 days move out notice をきちんと作成して文書でLandlordに送った。デポジットFull refundのための効果的な例文がウェブサイトから容易に入手することができた。引っ越しの２週間前に管理人に頼んで、直す必要のあるところがないかどうかCheck upしてもらった。その結果、特に指摘されるところもなかったため、最低限の掃除をしてアパートを後にした。その後、21日以内にデポジットのFull refundを無事に受け取ることができた。何も手を打たなければ、デポジット全額は戻らなかった。今にしてみれば、これも一つの良い経験になったと思う。

Fig.22　West L.A.で住んだアパート

治安については幸い安全なエリアに住んでいたということもあり、危ない目にあったことは一度もなかった。もちろん、地域によっては車を運転していて近道だからと言って、細い道路に入ることは良くないという認識はあった。治安のひとつの目安はフェンスに有刺鉄線があるかどうか、これで大体わかる。また、カーナビゲーションはとても役に立った。例えば６車線もあるフリーウェイを走っていても、どのレーンを走ればよいという情報が表示されたのでほとんど迷うことはなかった。

ロサンゼルスは車がないとどこへ行くにも不便である。しかし、バスルートが充実しているため、利用の仕方によっては便利である。料金は$１～２で学生なら75c以下である。また、40cを追加して支払えば、別のバスルートにトランスファーできる。ロサンゼルスで車を運転していると本当に日本車が多いことに驚く。広いためマイルがかさむことが大きな理由だろう。なにしろ日本車は壊れないと研究室の学生も言っていた。総走行距離が10万マイルを超える日本の中古車が結構よい値で売られているのである。車は個人売買で購入したが、相場はKBB（Kelly Blue Book）により調べることができる。また、帰国する前にも車を個人売買で売却してきた。売買の交渉には結構な労力を伴うが、購入者の出身国によって考え方や交渉の仕方が違って、これも国民性が出て面白かった。支払いは現金またはキャッシャーズチェックである。

アメリカで車を運転していて、自分なりに気づいたことを記してみる。① 4-way stopの交差点である。この交差点ではすべての車が一時停止しなければならず、到着した順番に交差点内に侵入するという日本にはないシステムである。初めのうちは、自分がいったい何番目に着いたのかわからずもたもたしてしまったが、慣れればこれは良いシステムであると思った。信号機が停電で機能していないとき、大きな交差点にも関わらず、暗黙の了解で皆がこのルールをもとに通行していたのは驚いた。② フリーウェイに落ちているバーストとしたタイヤ、バンパー、マットレスなど…　乗用車の屋根にマットレスを載せて平気でフリーウェイを運んでいるのである。信じられない。③ ほとんどの車がウィンカーを出さずに曲がることである。あるESLでこのことを言ったら、『あなたは出すの？』って逆に聞かれた。Do as the Romans doなのか？　やはり出すべきである。④ ここはロサンゼルス、スーパーカーをはじめとしてセレブ達の超高級車が走っていると思えば、その隣でバンパーのないポンコツ車が平気で街中を走っているのである。貧富の差に雲泥の差が介在している町というのが強く印象に残った。⑤ 以外に運転マナーが良いと思われた点は、歩行者優先が徹底されていることである。横断歩道はもちろんのこと横断歩道ではないところを渡ろうとする人がいれば、ほとんどの車は止まってくれ

る。日本ならそのまま素通りするところが、である。⑥ 車の盗難防止装置アラームである。使い方が分からなくて、何度このアラームを鳴らしたことか。鍵を開けて車に入ってから、２，３分経ってからエンジンを掛けただけでなるのである。その後のアラームの止め方が分からなくて困った。こんなのつけるんだったら、その分車の値段を下げてほしいと思うのは私だけだろうか。治安の悪い国では、変なところにお金をかける必要があるのだということがわかった。⑦ サンタモニカの駐車場で見た『Find your car』のシステム。車番を入力すると画像とともにパーキングストラクチャーと場所を教えてくれる。アメリカの広い駐車場ならでは、である。

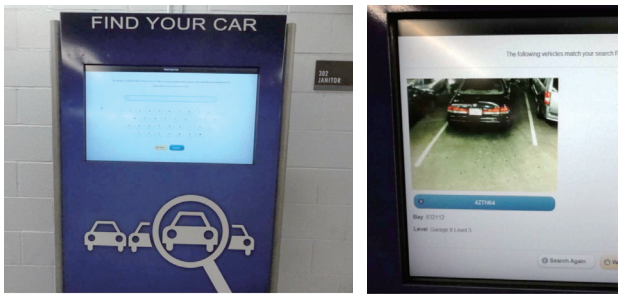


Fig.23　Find your car system in Santa Monica Parking

アメリカのゴミ収集にも驚いた。なにしろアパートやコンドごとに置かれた大きなゴミ箱ごと、車に付いたアームで持ち上げて、豪快に頭の上からゴミを捨てるのである。トランスフォーマーという映画さながらである。

Fig.24　ゴミ消費大国のアメリカで見たゴミ収集車

また、ロサンゼルスでよく行ったサンタモニカのファーマーズマーケットを紹介する。毎週日曜日の朝からお昼ごろまで開催しており、新鮮な野菜などを購入できるほか、美味しい屋台（移動レストラン）が週替わりで入店している。また、同じ敷地内には、本物のポニーを使ったメリーゴーランド？があった。

Fig.25　サンタモニカのファーマーズマーケットにて

ロサンゼルスから比較的近い観光地として、グランドキャニオン、サンフランシスコ、サンディエゴに行ってきた。グランドキャニオンの北東部に位置するアンテロープキャニオンは神秘な世界を目の当たりに体験することができた。サンフランシスコへはちょうど独立記念日の連休を利用して観光してきた。非常に坂の多い街並みとすばらしい景色は目を見張るものがあった。街中を張り巡らすように整備されたケー

Fig.26　アンテロープキャニオンにて

Fig.27　サンフランシスコにて

ブルカーシステムはすばらしく良くできていて感動したのを覚えている。

また、サンディエゴに行ったとき本学電子工学科（当時）の卒業生、伊藤圭君に会ってきた。彼は杉本公弘教授の教え子であり、そのときちょうど私は助手であった。彼はFPGAを用いた組み込み機器を開発しているAltera社に勤務している。彼との研究打ち合わせも兼ねていろいろと話をすることができ、一番嬉しかったのはうちの卒業生が世界で頑張っているのを見たときである。彼には今後も頑張ってもらいたい。

大学の研究以外でも趣味を通じて多くの方と知り合うこと

Fig.28　Altera社に勤務する本学卒業生（伊藤圭 '96卒）
サンディエゴにて

Fig.29　USS Midwayサンディエゴにて（筆者）

ができた。ラジコンのRCカーのレース大会では入賞することができ、カルフォルニア代表として全米選手権に出場できる権利を得た。

最後に、アメリカにて３月11日の東日本大震災のLIVEニ

Fig.30　レースの様子と現地で知り合った仲間

ュースを見たときには本当に驚いた。L.A.では前日10日の午後６時46分であった。家内から大きな地震があったと携帯に連絡が入り、テレビをつけたところ、アメリカの全局が日本の大地震のニュースに切り替わっていった。M9.0の巨大地震、いわき市震度６強の発表に驚き、私の実家に電話した。幸いにも私の実家は海岸沿いではなかったため津波の影響は受けなかった。無事を確認する間にも、電話でも大きな地震

とはっきりわかる音が聞こえ、『また大きな余震が来たから』といって電話を切られた覚えがある。日本ではいったい何が起こっているんだ！と背筋の凍った思いをしたことは今でも忘れられない。その後、福島第一原発の爆発があってから、アメリカのTV局はいっせいに原発の話題に走った。ここロサンゼルスでもヨウ素がドラッグストアから品切れになったという話を聞くほどである。翌日、Prof. Alwanはじめ、研究室の学生がみんな心配してくれ、教授は今すぐ家族をロサンゼルスに連れてきたら？と言ってとても心配してくれた。天災だけはどうしようもないことは承知である。この場をお借りして、大地震および津波で犠牲になった方々のご冥福をお祈りする次第である。

8．おわりに

つい長々と詳細にわたって私情をはさんだ内容になってしまったことをお詫びする。雰囲気が少しでも伝われば幸いと思い、多くの写真を入れさせていただいた。アメリカ西海岸、ロサンゼルスでの滞在記は、実はこれでも書き足りないほどである。一年間本当に貴重な体験をさせていただいた。この場をお借りして、多大なご迷惑をおかけした諸先生方、特に電子システム工学科の先生方ならびに関係各位に心から感謝申し上げる次第である。

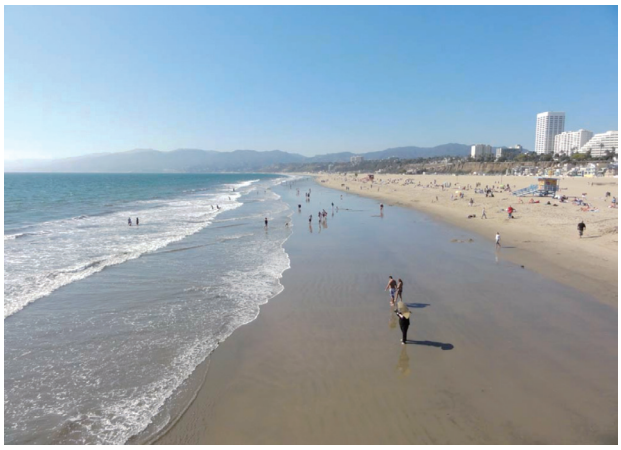


Fig.31　何度も見たサンタモニカピアから望むビーチ風景

理工学総合研究所員及び研究課題一覧

RESEARCHERS & TITLES

（平成23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

機械工作 小奈　弘　教　授　工学博士	• 長尺異形断面材のロール成形 • サーボ冷間ロール成形機械の開発
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	• 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 • 軟らかい飛翔体の衝突による複合材料／構造の損傷解析 • 光ファイバセンサによるひずみ計測と構造ヘルスモニタリング
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)	• 色彩とマティエールのトレサビリティに関する研究 • 接着接合の構造物への応用 • 衝撃負荷を受ける接着接合体に関する研究
ロボット制御 香川　美仁　准教授　博士(工学)	• 筋電位を用いたロボットの遠隔操作の研究 • 管内移動作業ロボットの研究 • ロボット・セラピーの研究
熱物性 松永　直樹　教　授　工学博士	• 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 • 蒸発管法（ステファン法）による気体の拡散係数の測定 • バイオディーゼル燃料の物性に関する研究
流体工学 藤本　一郎　教　授　工学博士 平野　孝典　助　教　博士(工学)	• ジェットエンジンのエアロダイナミックスに関する研究 • 遷音速翼列の非定常空力特性に関する研究 • 風車、送風機の性能向上に関する研究 • 電気自動車の普及と高効率化に関する研究
機械力学 鈴木　保之　教　授　博士(工学)	• 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 • 弾性ロータの釣合せに関する研究
振動、計測 道村　晴一　准教授　工学博士	• 倒立振子の安定化制御に関する研究 • 弾性ロータの振動制御に関する研究
計算力学 吉田　勉　教　授　工学博士	• 最適設計に関する研究 • 材料物性測定に関する研究 • AI手法の応用に関する研究
機能設計 森　きよみ　准教授　博士(工学)	• アクチュエータ用機能性材料の開発 • 耐熱性新素材の開発と高温物性の評価 • 子育て環境支援のためのユビキタスシステムの開発
計測制御 池田　修　准教授　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

電子システム工学科

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	• 超伝導送電に関する研究 • 超伝導電力貯蔵に関する研究 • 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 • 超伝導マイクロストリップ線路に関する研究
非線形回路・非線形システム 三堀　邦彦　准教授　博士(工学)	• 電子回路のカオスの解析とその応用に関する研究 • 強化学習アルゴリズムとその応用に関する研究 • マルチエージェントシステムとその応用に関する研究
通信・ネットワーク 前山　利幸　准教授　博士(工学)	• 人体通信に関する研究 • ユビキタス・ワイヤレス・ネットワークに関する研究 • 携帯電話の無線性能に関する研究 • 無線中継器に関する研究
ニューロ・画像センシング 金田　一　教授　工学博士	• 光による非接触３次元画像センシングに関する研究 • ダイヤモンドのカットデザインに関する研究
小川　毅彦　准教授　博士(工学)	• 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 • 複素ニューラルネットワークとその応用に関する研究
ディジタル信号処理 杉本　公弘　教授　工学博士	• ディジタル音声および画像の処理技法に関する研究 • ディジタル音声の広帯域化技法に関する研究 • 障害者支援システム実現に関する研究
林　誠治　准教授　博士(工学)	• 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 • 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 • 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
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)	• 生体電気活動測定法の研究 • 生体信号解析法の研究 • 神経回路ダイナミクスの研究 • 高効率画像符号化法の研究
医用電子情報工学 長谷川　淳　准教授　博士(工学)	• 音響的方法による人工弁機能診断に関する研究 • 光学式生体用音響センサに関する研究 • 高空間分解能振動センサの開発に関する研究 • 振動型マイクロインジェクション法に関する研究
超音波工学 渡辺　裕二　教授　工学博士	• 超音波発生用振動体に関する研究 • 超音波の応用に関する研究 • 圧電素子の応用に関する研究

情報工学科

人工知能 石川　勉　教授　工学博士	• 柔らかな処理のための人工知能の研究 • 常識知識ベースの研究 • 自由対話システムの研究
プログラミング言語処理 岩澤　京子　教授　博士(工学)	• コンパイラの最適化技術の研究 • プログラミング言語と環境の研究 • 自動並列化コンパイラの開発
環境電磁工学 澁谷　昇　教授　理学博士	• 電磁ノイズを考慮した設計支援技術に関する研究 • カメラを用いた入力インターフェースに関する研究 • 自律型ロボットに関する研究
教育情報工学 佐々木　整　准教授　博士（工学）	• オープンソースソフトウェアの教育利用に関する研究 • 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 • ユビキタス学習環境に関する研究 • ３次元ディスクトップ環境の教育利用に関する研究
計算機支援設計 高橋　丈博　教授　博士(工学)	• 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 • 電磁ノイズ発生メカニズムと低減技術の研究 • 画像を用いたロボット制御
数理情報工学 原田　紀夫　教授　工学博士	• 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） • 調和グラフによる情報表現とその応用理論 • 人間の目的行為の数理
音響信号処理 幹　康　教授　工学博士	• 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 • 粒状多孔質材料の音響特性 • 時間圧縮法、時間伸長法による異常診断 • カオスを利用した不快音シンセサイザ
高信頼性システム工学 蓑原　隆　教授　工学博士	• 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 • 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 • 競合学習型ニューラルネットワークの耐故障化
計算機システム工学 早川　栄一　教授　博士(工学)	• 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 • システムプログラミング教育支援環境 • 次世代コミュニケーション支援システム
画像工学 諸角　建　教授　工学博士	• 不可視情報の可視化 • 映像の持つ潜在的情報の抽出とそれを利用した認識 • 運動解析ソフトウェアの開発と各種動作解析

プログラム解析 **西田　誠幸**　　准教授　博士(工学)	• 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 • 安全なWebアプリケーションの開発支援環境 • 計算機アーキテクチャの導入教育支援環境
知識処理 **水野　一徳**　　准教授　博士(工学)	• 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 • 制約充足パラダイムによる知識処理と問題解決支援 • マルチエージェントによる複雑現象シミュレーション

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	• ポストモダン以降の絵画の諸動向に関するに研究 • テクスチャの感性評価に関する研究
感性デザイン 岡﨑　章　教　授　博士（感性工学）	• デザインにおける感性の働きに関する研究 • チャイルドライフ・デザインに関する研究
デザイン情報論 工藤　芳彰　助　教　博士（工学）	• 地域のデザイン文化に関する調査研究 • 次代のための地域学習ツールのデザイン提案

生活デザイン分野

視覚造形 戸塚　泰幸　教　授	• 考案した印刷技法を応用した銅版画の制作 • 質表現を中心とする陶作品の制作 • 造形表現材の特性研究とデザインへの応用
用品設計 阿部　眞理　准教授　博士（工学）	• スギ圧縮材およびその突き板単板による製品開発 • 環境配慮材料の特性研究と用途開発
室内設計 白石　照美　准教授　博士（工学）	• 景観および室内空間形態の知覚に関する研究 • 内装用材の特性研究とデザイン開発

デザインシステム分野

プロダクトデザイン 竹末　俊昭　教　授	• デザイン発想法への価値分析手法応用 • レーザー加工機活用のモノづくりカフェ構想
製品計画 古屋　繁　教　授　博士（工学）	• 工業製品に対する類似性の判定構造 • 製品ラインナップの形成のためのデザイン方法論 • ユーザ特性に基づいたインターラクティブシステムのデザイン方法論
シビックデザイン 永見　豊　准教授　工学修士	• 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 • 道路内部空間におけるシークエンス景観に関する研究

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	• プリントメディアによるコミュニケーションに関する表現研究 • 印刷加工を応用した平面構成に関する研究と制作

ディジタルメディア 菊池　　司　　准教授　博士(工学)	• 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 • 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
情報表現 畑中　朋子　　准教授	• 教育コンテンツ及び教育支援環境デザインについての研究 • 映像メディア文化におけるジャパンブランドの形成についての研究

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（数理科学）	• 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 **巻田　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
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ブレーンストーミングの研究
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覧・他

ACADEMIC REPORTS & SOCIAL ACTIVITIES

（2010年４月～2011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	著者，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	刊号ページ 分担・担当等
松永直樹	口頭	メタノール蒸気の配管材料への吸着の温度依存性	第31回日本熱物性シンポジウム講演論文集	2010-11	pp.219-221
松永直樹	口頭	水スクラバによるNOおよびNO_2の吸収に関する基礎研究（第８報）	第48回燃焼シンポジウム講演論文集	2010-12	pp.392-393
小奈弘 蒋昱昊 長町拓男 星清政	論文	サーボ冷間ロール成形機械の開発	塑性と加工、日本塑性加工学会	2010-7	Vol.51, No.594(2010-7) pp.669-673
H. Ona R. Sho T. Nagamachi K. Hoshi	論文	Development of Flexible Cold Roll Forming Machine Controlled by PLC	Proceeding of the International Conference on Metal Forming,Metal Forming 2010	2010-9	pp.182-185
R. Sho H. Ona T. Nagamachi K. Hoshi	論文	Development of Flexible Cold Roll Forming Machine	Procedding of International technical Conference, Beijing Tube 2010	2010-11	pp.196-202
Siti Nadiah Kenzou Nakanishi Hiroshi Ona	論文	Development of Taper Poll Forming Machine by PLC Control	2011 IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Appliocation	2011-9	pp.49-54
蒋昱昊 小奈弘	口頭	フレキシブル冷間ロール成形機械の開発	第61回塑性加工連合講演会論文集、日本塑性加工学会	2010-10	pp.237-238
小奈弘 星清政 栗山幸久	口頭	振動付加冷間ロール成形機による高張力鋼板の成形	平成22年度塑性加工春季講演会講演論文集	2010-5	pp.329-330
麻生逸人 小奈弘 長町拓男 星清政	口頭	テーパーポール成形の基礎的研究	平成22年度塑性加工春季講演会講演論文集	2010-5	pp.341-342
蒋昱昊 小奈弘	口頭	対称フレキシブル溝形断面のフランジ座屈について	平成22年度塑性加工春季講演会講演論文集	2010-5	pp.347-348
笠野英秋	著書	ポリカーボネート樹脂の衝撃特性	自動車窓ガラスの樹脂化（６章３節執筆）、技術情報協会	2010-7	
H. KASANO	討論	Mechanical Property Characterization of Carbon/Aramid Interply Hybrid Laminates	Proc. 14th European Conference on Composite Materials	2010-6	
倪 呂 越出 笠野	口頭	干渉型光ファイバセンサによるCFRP複合材料の応力測定	第41回応力・ひずみ測定と強度評価シンポジウム講演論文集	2010-1	
笠野英秋	解説	熱可塑性プラスチックの高速衝撃破壊と特性評価	55th FRP CON-EX2010 講演会、強化プラスチック協会	2010-11	講師
笠野 本間 亀井	解説	高分子材料の衝撃試験とその破壊・変形メカニズムの解明	技術情報協会セミナー	2010-11	講師
笠野英秋	解説	材料力学の基礎　徹底マスター講座	日本テクノセンターセミナー	2011-1	講師
笠野英秋	運営	理事会	強化プラスチック協会	2010	理事
笠野英秋	運営	公益社団法人化対策委員会	強化プラスチック協会	2010	委員長

著者 氏名	区分	著者，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	刊号ページ 分担・担当等
笠野英秋	運営	理事会	日本複合材料学会	2010	理事
笠野英秋	運営	宇宙工学委員会	JAXA宇宙科学研究本部	2010	研究班員
笠野英秋	審査	FRP評定委員会	日本建築センター	2010	評定委員
笠野英秋	審査	甲・乙種化学/機械講習・検定分科会	高圧ガス保安協会	2010	講師・専門委員
笠野英秋	審査	日本工業標準調査会（JISC）	経済産業省	2010	専門委員
Y. Suzuki and Y. Kagawa	論文	Active vibration control of a flexible cantilever beam using shape memory alloy actuators	SMART MATERIALS AND STRUCTURES	2010-8	19 085014
T. Yoshida K. Sakurada M. Hoshino	論文	Measurement of static stress in round bar by impact sound	14th Int. Conf. on Experimental Mechanics, Poitiers	2010-9	CD-ROM
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	高圧ガス保安協会	2010-4, 5	甲種、乙種講師
吉田勉	解説	高圧ガス保安製造責任者講習会	高圧ガス保安協会	2011-2	乙種講師
Noor Ain T. Yoshida K. Sakurada M. Hoshino	口頭	Measurement of static stress in round bar by impact sound	北方工大	2010-11	
木原幸一郎 鈴木久貴 磯野宏秋 森きよみ 松井新一 杉林俊雄	論文	高温下において衝撃負荷をうける接着接合体の引張強度	日本接着学会誌、日本接着学会	2010-12	Vol.46, No.12, pp.457-465
木原幸一郎	運営	技能五輪全国大会	中央職業能力開発協会	2004-04～	「機械製図」職種競技委員
木原幸一郎	運営	CADトレース技能審査	中央職業能力開発協会	2002-06～	中央試験委員

電子システム工学科

著者 氏名	区分	著者，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	刊号ページ 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の研究	第２回大学コンソーシアム八王子	2010-12	
金森祐介 金田一	口頭	２次元レーザセンサによる金属球の高精度形状計測	第２回大学コンソーシアム八王子	2010-12	
川嶋和樹 金田一	口頭	ダイヤモンドのカットデザインに関する研究	第２回大学コンソーシアム八王子	2010-12	
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	2010-4	委員長
金田一	運営	IEC/SC65A/MT61512国内対策委員会	日本電気計測器工業会	2010-4	主査
金田一	運営	IEC/SC65E/WG2国内対策委員会	日本電気計測器工業会	2010-4	主査
瀧山栄充 川名明夫	口頭	IAFモデル神経回路を用いた神経回路発達に伴う電気活動時空間パターンの変化	平成22年度電子情報通信学会東京支部学生研究発表会	2011-3	平成22年度電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会講演論文集　p.28
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
横山一哉 杉本公弘 林誠治	口頭	SIFTを導入した情景画像からの交通標識認識における類似輝度についての誤判別とその解決法	第２回大学コンソーシアム八王子学生発表会	2010-12	pp.62-63
多岐輝久 杉本公弘 林誠治	口頭	電話音声の全波整流を用いた帯域拡張における高域利得調整フィルタの特性決定	第２回大学コンソーシアム八王子学生発表会	2010-12	pp.74-75
内海雄貴 杉本公弘 林誠治	口頭	逐次雑音推定およびノイズマスキングによる音声強調を用いたスペクトルサブトラクション法に関する研究	第２回大学コンソーシアム八王子学生発表会	2010-12	pp.76-77
横山一哉 杉本公弘 林誠治	口頭	SIFT特徴量を用いた交通標識の抽出と認識	電子情報通信学会 第16回東京支部学生会研究発表会	2011-3	p.199
多岐輝久 林誠治 杉本公弘	口頭	電話音声に対する全波整流を用いた帯域拡張における利得フィルタの特性決定法	電子情報通信学会 第16回東京支部学生会研究発表会	2011-3	p.23
内海雄貴 林誠治 杉本公弘	口頭	SS法における逐次雑音推定とノイズマスキングによる音声強調	電子情報通信学会 第16回東京支部学生会研究発表会	2011-3	p.221
林誠治	運営	東京支部学生会顧問	電子情報通信学会	2009～	
宮下健児 阿部眞理 渡辺裕二	論文	超音波振動による木材表面加工法開発のための基礎研究	デザイン研究	2010	Vol.57, No.1 pp.9-16
渡辺裕二	解説	強力超音波の基礎と応用	日本音響学会　第110回技術講習会	2010-7	講師（分担：強力超音波振動系の設計）
渡辺裕二	解説	強力超音波の基礎と応用	日本テクノセンター技術講習会	2011-3	講師
C. Thinvongpituk A. Bootwong Y. Watanabe	討論	The effect of axial force and contact angle on the welded area of plastic tube welded by ultrasonic welding	Proc. of SPIE Vol.7522	2010	75221Z-1 - 75221Z-9

著者 氏名	区分	著者，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	刊号ページ 分担・担当等
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	2010-5～2011-4	
T. Ogawa	著書	Image Clustering and Evaluation on Impact Perforation Test by Self-Organizing Map	Self-Organizing Maps,（G. K. Matsopoulos ed.）, In-Tech	2010-4	Chapter 13, pp.211-230
T. Ogawa H. Kanada	論文	Solution for Ill-posed Inverse Kinematics of Robot Arm by Network Inversion	Journal of Robotics, Special issue "Cognitive and Neural Aspects in Robotics with Applications"	2010-8	Article ID 870923, 9 pages
T. Ogawa K. Nakamura H. Kanada	受賞	Certificate of Merit	IAENG International Conference on Artificial Intelligence and Applications	2011-3	
T. Ogawa S. Fukami H. Kanada	討論	Inverse Estimation of Distributed Generation by Complex-Valued Network Inversion	SICE Annual Conference	2010-8	pp.247-250
T. Ogawa K. Nakamura H. Kanada	討論	Solution of Ill-Posed Inverse Problem of Distributed Generation Using Complex-Valued Network Inversion	IAENG International Conference on Artificial Intelligence and Applications	2011-3	vol.1, pp.159-162
中村恭介 小川毅彦 金田一	口頭	複素ネットワークインバージョンによる分散電源推定	第20回インテリジェントシステムシンポジウム	2010-9	S6-4-1
小川毅彦	運営	Neural Networks and Computational Intelligence	SICE Annual Conference	2010-8	Session chair
小川毅彦	運営		IAENG International Conference on Artificial Intelligence and Applications	2011-3	Session chair
長谷川淳	口頭	Development of the opticalsensor for biomedical use working as both acoustic sensor and mechanosensor	生体医工学	2010-6	Vol.48, 特別号, p.205
J. Hasegawa K. Kobayashi F. Miyawaki	口頭	Development of Actuators for the Vibratory Microinjection	31th Symp. Ultrasonic Electronics	2010-12	Proc., Vol.31, p.511
宮脇富士夫 小林健二 長谷川淳	特許	振動型マイクロインジェクション装置	特許第4652906号	2010-12.24	
海老澤謙一 三堀邦彦	口頭	一方向結合と相互結合の両者を含む神力型カオス発生回路の結合系	第23回回路とシステム軽井沢ワークショップ	2010-4	pp.279-284
藤生正伸 三堀邦彦	口頭	状態によるパラメータの切り替えを伴う瞬時ジャンプを含むカオス発生系	2010年電子情報通信学会基礎・境界ソサイエティ大会	2010-9	A-2-18, p.49
神尾武司 三堀邦彦 田中隆博	口頭	多船航路探索用マルチエージェント強化学習システムにおける先験的知識の効果	日本航海学会 海上交通工学研究会	2010-10	
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～	

情報工学科

著者氏名	区分	著者，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	刊号ページ分担・担当等
高柳俊祐 久野由隆 石川勉	口頭	演繹・帰納・発想のメカニズムを利用した雑談型の自由対話システム	第９回情報科学技術フォーラム（FIT2010）	2010-9	3N-5
佐藤雄也 石川勉	口頭	知識の意味的な包含・類似関係を利用した日本語向き概略推論法	情報処理学会第73回全国大会	2011-3	6Q-5
中山敬太 石川勉	口頭	備忘録機能を有する雑談型の自由対話システム	情報処理学会第73回全国大会	2011-3	1S-4
石川勉	論文	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	拓殖大学理工学研究報告	2011-3	Vol.11 No.2 pp.61-63
高橋丈博	運営	高周波イミュニティWG	IEC/TC77/SC77B国内委員会	2010	主査
高橋丈博	運営	電磁特性技術委員会	エレクトロニクス実装学会	2010	委員長
高橋丈博	運営	学術講演大会	エレクトロニクス実装学会	2010	論文委員長
高橋丈博	運営	英文誌B7月号小特集	電子情報通信学会	2010	編集委員
高橋丈博	運営	論文誌	電子情報通信学会	2010	査読委員
高橋丈博	運営	論文誌	エレクトロニクス実装学会	2010	査読委員
高橋丈博	運営	EMCモデリング研究会	エレクトロニクス実装学会	2010	幹事
佐々木整	招待	これからの一般情報教育としてのプログラミング教育	情報処理学会第73回全国大会	2011-3.2	
佐々木整	招待	PCスキル教育からの脱却	情報処理学会第73回全国大会	2011-3.2	パネリスト
佐々木整	討論	クラウドコンピューティングとHTML5の今と未来	第35回教育システム情報学会全国大会	2010-8.26	オーガナイザ・司会
Hitoshi Sasaki Yusuke Oota Kazunori Mizuno Arimitsu Shikoda	討論	A Learning Support Tool by using a twitter bot	2010 IRAST International Congress on Computer Applications and Computational Science	2010-12.6	pp.956-959
Akinori Toguchi Hitoshi Sasaki Kazunori Mizuno Arimitsu Shikoda	討論	Development of Web - based instruction manuals through the use of the augmented reality technology	International Engineering and Technology Education Conference	2011-1.18	CD-ROM掲載
佐々木整 水野一徳	口頭	留学生を対象とした学習支援の取り組み	電子情報通信学会教育工学研究会	2010-7.24	信学技報, Vol.110, No.147, ET2010-23, pp.33-36
佐々木整 水野一徳 青嶌健一 作左部剛視	口頭	情報工学科学生に対するプログラミングの意識調査	第35回教育システム情報学会全国大会	2010-8.27	
大田祐輔 佐々木整 水野一徳	口頭	Twitterを利用した用語の読み確認ツールの開発	日本教育工学会大26回全国大会講演論文集	2010-9.18	pp.199-200
渡口聡則 佐々木整 志子田有光	口頭	拡張現実を用いたWeb学習コンテンツの作成	日本教育工学会大26回全国大会講演論文集	2010-9.18	pp.371-372
工藤由斗 佐々木整 三石大	口頭	HTML5を利用した電子黒板データ再生ツールの開発	日本教育工学会大26回全国大会講演論文集	2010-9.19	pp.587-588

著者 氏名	区分	著者，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	刊号ページ 分担・担当等
佐々木　整	運営	日本教育工学会　論文誌編集委員会	日本教育工学会		委員
佐々木　整	運営	電子情報通信学会　和文論文誌D編集委員会	電子情報通信学会		委員
佐々木　整	運営	教育システム情報学会 論文誌編集委員会	教育システム情報学会		幹事
佐々木　整	運営	ICCE 2010 Program Committee	The 18th International Conference on Computers in Education		Program Committee member
佐々木　整	運営	HCI International 2011	14th International Conference on Human-Computer Interaction		organizer
佐々木　整	運営	教育システム情報学会	教育システム情報学会		評議委員
佐々木　整	運営	教育システム情報学会　新技術開発・活用委員会	教育システム情報学会		副委員長
佐々木　整	運営	教育システム情報学会　学生研究発表会	教育システム情報学会		東京地区実行委員
佐々木　整	運営	教育システム情報学会　編集委員会	教育システム情報学会		幹事
佐々木　整	運営	教育システム情報学会 研究会委員会	教育システム情報学会		委員
佐々木　整	運営	教育システム情報学会 企画委員会	教育システム情報学会		幹事
佐々木　整	運営	教育システム情報学会 WWW委員会	教育システム情報学会		委員
佐々木　整	運営	電子情報通信学会システム開発論文特集号	電子情報通信学会		編集委員
佐々木　整	運営	電子情報通信学会学生論文特集号	電子情報通信学会		編集委員
佐々木　整	運営	日本教育工学会 論文特集号編集委員会	日本教育工学会		委員
佐々木　整	運営	IEEE Japan Council E-25	IEEE	2009-1.1～	Vice chair
佐々木　整	運営	IEEE Japan Council E-25	IEEE	～2010-12.31	Treasurer
佐々木　整	運営	IEEE Japan Council E-25 Young Researcher Award 2010	IEEE		審査員
佐々木　整	運営	電子情報通信学会英文誌小特集号	電子情報通信学会		編集委員
佐々木　整	運営	CISIS 2010 Complex Intelligent Techniques	International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems		e-Learning track Program Committee member
佐々木　整	審査	教育システム情報学会	教育システム情報学会		英文誌査読委員
佐々木　整	審査	EISTA 2010	The 8th International Conference on Education and Information Systems, Technologies and Applications		reviewer
佐々木　整	審査	情報科学技術フォーラム（FIT）2010	第９回情報科学技術フォーラム		査読委員

著者 氏名	区分	著者，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	刊号ページ 分担・担当等
佐々木　整	審査	HCI International 2011	The 14th International Conference on Human-Computer Interaction		reviewer
佐々木　整	審査	電子情報通信学会2011年総合大会	電子情報通信学会	2011-2.9～3.17	学生ポスターセッション審査員
岡田　正 駒谷昇一 西原清一 水野一徳	著書	情報ネットワーク	オーム社	2010-10	第３章
Kazunori Mizuno Seiichi Nishihara Yukio Fukui Hitoshi Sasaki	討論	Land-Use Change Simulation by Cellular Automata to Generate Time-Varying Virtual Cities	NICOGRAPH International 2010	2010-6	CD-ROM
古田尚之 水野一徳 今佐和子 西原清一 福井幸男 佐々木整	討論	セルの相互作用による仮想都市の区画変化シミュレーション	第26回NICOGRAPH論文コンテスト	2010-9	CD-ROM
Yoshitaka Nagasawa Kazunori Mizuno Hitoshi Sasaki Seiichi Nishihara	討論	Constructive Generation of 3-COL Instances Focusing on Vertex Connectivity of Minimal Unsolvable Structures	The 2nd International Conference on Knowledge and Systems Engineering（KSE2010）	2010-10	pp.113-118
Kazunori Mizuno Yoshitaka Nagasawa Hitoshi Sasaki Seiichi Nishihara	討論	Ant Population Meta-Heuristics for Binary Constraint Satisfaction Problems	The 2010 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence（TAAI2010）	2010-11	CD-ROM
古田尚之 水野一徳 西原清一 福井幸男 佐々木整	討論	仮想都市における建物の建築過程形状の自動生成	NICOGRAPH Spring Festival in TAF予稿集	2011-3	CD-ROM
水野一徳 西原清一 今佐和子 福井幸男	口頭	仮想都市生成のためのセルオートマトンによる土地利用変化シミュレーション	第４回進化計算フロンティア研究会（SIG-ECF）、人工知能学会	2010-6	pp.42-45
早川大貴 水野一徳 長澤圭孝 佐々木整 西原清一	口頭	制約充足問題のためのランク付け機能を有するACOの局所探索による解候補育成	第９回情報科学技術フォーラム（FIT2010）	2010-9	F-023
早川大貴 水野一徳 長澤圭孝 小野智司 西原清一 佐々木整	口頭	制約充足型ACOにおける部分的形質遺伝に基づく会候補育成	進化計算シンポジウム2010、進化計算学会	2010-12	pp.221-226
水野一徳	寄稿	知的仮想空間設計とボトムアップ型のシミュレーション	日本デザイン学会誌（デザイン学特集号）、特集「シミュレーションとプロトタイプ」, Vol.17, No.3	2010-9	pp.14-17
水野一徳	運営	論文委員会	芸術科学会	2009-5～	委員
水野一徳	審査	英文論文誌	電子情報通信学会	2010	査読
水野一徳	審査	論文誌	情報処理学会	2010	査読

デザイン学科

著者 氏名	区分	著者，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	刊号ページ 分担・担当等
宮下健児 阿部眞理 渡辺裕二	論文	超音波振動による木材表面加工開発のための基礎研究	日本デザイン学会デザイン学研究論文集Vol.57 No.1	2010-5	pp.9-16
羽田安秀 阿部眞理	論文	“薄-ki”木紙によるうつわの制作	日本デザイン学会デザイン学研究作品集Vol.16 No.16	2011-3	pp.26-29
阿部眞理 白石照美 戸塚泰幸	論文	自然素材によるひも形状材料の力学的・物理的性質と製品への応用 －生活用品および内装用材料に関する特性研究と用途開発（2）－	日本デザイン学会デザイン学研究論文集Vol.57 No.6	2011-3	pp.101-108
白石照美 阿部眞理 キム・ジュヒ 戸塚泰幸	論文	自然素材によるひも形状材料の感覚評価 －生活用品および内装用材料に関する特性研究と用途開発（1）－	日本デザイン学会デザイン学研究論文集Vol.57 No.6	2011-3	pp.95-100
越山才 阿部眞理 白石照美	口頭	紙材の選択を助ける材質提示手法に関する研究	日本デザイン学会第57回春季研究発表大会概要集	2010-7	pp.174-175
羽田安秀 阿部眞理	口頭	“薄-ki”木紙によるうつわのデザイン	日本デザイン学会第57回春季研究発表大会概要集	2010-7	pp.176-177
戸塚泰幸 阿部眞理 白石照美	展示	紙でつくるあかり展	八王子市学園都市文化ふれあい財団ギャラリーホール	2010-7	
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 Show 2010（東京ビッグサイト）	2010-11	
阿部眞理	運営	評議員	日本デザイン学会		
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	2010-1～12	委員
竹末俊昭 他	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	2010-5	総責任者
竹末俊昭 他	運営	中華麺プロジェクト（某製麺メーカーとの共同プロジェクト）	西武信用金庫	2010-7～9	総責任者
ユ・インケツ 竹末俊昭	口頭	「監視カメラシステムを活用したサービスビジネスの一提案」	第12回日本感性工学会大会	2010-9	CD-ROM 3I1-1
竹末俊昭 ユ・インケツ	口頭	「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」	第12回日本感性工学会大会	2010-9	CD-ROM 3I1-2
ユ・インケツ 竹末俊昭	口頭	「A proposal service business through security camera system」	International Service Innovation Design Conference In Hakodate	2010-10	pp.289～296
ユ・インケツ 竹末俊昭	口頭	「監視カメラシステム導入における顧客提案ツール開発」	第２回大学コンソーシアム八王子発表会	2010-12	pp.282～283
沖田実嘉子 竹末俊昭	口頭	「伝統工芸品におけるデザイン技術継承手法の一考察」	第２回大学コンソーシアム八王子発表会	2010-12	pp.284～285
安田進太郎 竹末俊昭	口頭	「パラグライダーのハーネスデザイン」	第２回大学コンソーシアム八王子発表会	2010-12	pp.286～287
竹末俊昭	運営	第５回レーザー・デザインコンテスト・審査委員長	レーザー・デザインフォーラム	2010-12	総責任者
戸塚泰幸	展示	戸塚泰幸 陶作品展　－はい－	ギャラリー現（銀座）		

著者 氏名	区分	著者，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	刊号ページ 分担・担当等
永見　豊	論文	間接的な注意喚起を促す高速道路の路面表示デザイン	日本デザイン学会　デザイン学研究作品集16号2010	2011-3	pp.80-83
永見　豊	論文	梁川ダム付替国道９号橋の景観設計	日本デザイン学会　デザイン学研究作品集16号2010	2011-3	pp.84-87
永見　豊	論文	３Eデザインを考慮した高架道路の提案	拓殖大学理工学研究報告 Vol.11, No.2	2010-11	pp.15-22
永見　豊	調査	八王子セミナーハウス緑地の利用計画提案	八王子未来学事業成果報告書	2011-2	pp.52-58
永見　豊 須鎌大介	口頭	反復効果に着目した道路内部景観に関する研究（4）	日本デザイン学会　デザイン学研究　第57回研究発表大会概要集	2010-6	pp.8-9
永見　豊	口頭	指定管理者制度による公園利用活性化の提案	日本デザイン学会　デザイン学研究　第57回研究発表大会概要集	2010-6	pp.20-21
永見　豊	運営	まちづくり専門家	財団法人東京都新都市建設公社　まちづくり支援事業	2010-6～	
永見　豊	依頼	まちづくり相談	清川･太陽地域再生まちづくり準備会	2010-7～	
小出昌二	論文	レリーフ構造と陰影による視覚効果を利用した構成作品の制作と考察	日本基礎造形学会　論文集･作品集2010　基礎造形019	2011-3	pp.48-49
猪熊寛之 小出昌二	口頭	広告コピーにおける否定から肯定への表現変化	第２回大学コンソーシアム八王子学生発表会　概要集	2010-12	pp.312-313
光地正太郎 小出昌二	口頭	嫌がらせ防止についての広告アプローチ	第２回大学コンソーシアム八王子学生発表会　概要集	2010-12	pp.308-309
小林亮太 小出昌二	口頭	シュルレアリスムを利用したパッケージの制作	第２回大学コンソーシアム八王子学生発表会　概要集	2010-12	pp.362-363
小山達也 小出昌二	口頭	有害物質の性質の特徴を表現したキャラクターの制作	第２回大学コンソーシアム八王子学生発表会　概要集	2010-12	pp.310-311
齊藤誠 小出昌二	口頭	社会問題を秒単位の変化量で表現する映像コンテンツの制作	第２回大学コンソーシアム八王子学生発表会　概要集	2010-12	pp.302-303
杉本慎吾 小出昌二	口頭	日常生活における死語のイラストレーション表現	第２回大学コンソーシアム八王子学生発表会　概要集	2010-12	pp.304-305
鈴木秀和 小出昌二	口頭	鳥瞰図を用いたマナー推進ポスターの制作	第２回大学コンソーシアム八王子学生発表会　概要集	2010-12	pp.320-321
西本成裕 小出昌二	口頭	L字空間を利用した広告制作	第２回大学コンソーシアム八王子学生発表会　概要集	2010-12	pp.330-331
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	2010-1～2011-12	評議員
小出昌二	運営	日本基礎造形学会　学会創立20年記念誌	日本基礎造形学会	2010-9～2012-3	編集委員
小出昌二	審査	UCDA AWARD 2011	一般社団法人ユニバーサルコミュニケーションデザイン協会	2011-2～6	評価員
小出昌二	公募	平面構成作品	モダンアート協会主催　第60回モダンアート展　デザイン部門　福岡市美術館作品集	2010-8	p.83
小出昌二	作品	平面構成作品	日本基礎造形学会　第21回西宮大会　大手前大学　概要集	2010-9	p.25

著者 氏名	区分	著者，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	刊号ページ 分担・担当等
小出昌二	作品	平面構成作品	「Treiz Ⅳ　現代アート13人展」GALLERY ART POINT	2010-11	
小出昌二	展示	ポストカードデザイン	JAGDA in HOKKAIDO 2010　ポストカード展　サッポロファクトリーホール	2010-6	
白石照美 阿部眞理 キム・ジュヒ 戸塚泰幸	論文	自然素材によるひも形状材料の感覚評価 －生活用品および内装用材料に関する特性研究と用途開発（1）	日本デザイン学会 デザイン学研究	2011-3	第57巻６号, pp.95-100
阿部眞理 白石照美 戸塚泰幸	論文	自然素材によるひも状材料の力学的・物理的性質と製品への応用 －生活用品および内装用材料に関する特性研究と用途開発（2）	日本デザイン学会 デザイン学研究	2011-3	第57巻６号, pp.101-108
金ジュヒ 白石照美 金恵蓮	口頭	科学館展示における展示手法と学習領域に関する分析と考察	日本展示学会　第29回研究大会　日本展示学会誌48号	2010-6	48号, 130-131
金ジュヒ 白石照美 金恵蓮	口頭	科学館展示における展示手法と教育的効果に関する基礎的研究	日本デザイン学会　第57回研究発表大会概要集	2010-7	pp.336-337
二田水嘉彦 白石照美	口頭	境界と境界要素抽出によるマチの特性分析	日本デザイン学会　第57回研究発表大会概要集	2010-7	pp.326-327
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		
畑中朋子 渡邉英徳	論文	論文「文化庁メディア芸術祭とグローバル/ローカルな視覚文化支援環境の形成」	『拓殖大学理工学研究報告 Vol.11, No.1』	2009-11	pp.65-66
畑中朋子	論文	コンテンツ・デザインの教育における日本ブランドの意識について」	美術科教育学会『美術教育学』	2011-3	pp.355-370
畑中朋子	論文	「教育文化支援環境としての映像系フェスティバルについて	大学美術教育学会『大学美術教育学会学会誌』	2011-3	pp.271-278
畑中朋子 渡邉英徳	論文	「先端芸術支援環境としての文化庁メディア芸術祭の歩みとメディアアート・イン・ザ・ワールド・マップ」	『芸術科学会学会誌DiVA』第20号（2010年春号）	2010-3	pp.20-24
畑中朋子 渡邉英徳 三輪聡美	展示	「Media Art in the World」パネル及びコンテンツ	『第13回文化庁メディア芸術祭』（国立新美術館）	2010-2	
畑中朋子	調査	「平成22年度メディア芸術祭等参加事業報告書　世界のメディア芸術関連フェスティバルの現状」	財団法人画像情報教育振興協会	2011-3	pp.52-57
畑中朋子	口頭	「国・地域のブランディングと視覚文化の教育実践」	第32回美術科教育学会仙台大会　概要集	2010-3	p.35
畑中朋子	口頭	「文化資源の活用によるキャラクター・コンテンツ・デザインの教育」	日本デザイン学会　第57回春季研究発表大会概要集	2010-6	
畑中朋子	口頭	メディア芸術分野の教育支援環境としての映像系フェスティバルについて	第49回大学美術教育学会東京大会　研究発表概要集	2010-9	p.60
畑中朋子	口頭	「アート・デザイン・コンテンツにおける日本ブランドの意識の形成」	第33回 美術科教育学会富山大会　概要集	2011-3	

著者 氏名	区分	著者，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	刊号ページ 分担・担当等
畑中朋子	運営		日本デザイン学会　評議員		
工藤芳彰	報告書	小学校中学年の地域学習をサポートする調べ学習ツールのデザイン	八王子未来学事業成果報告書	2011-3	pp.59-66
坪郷英彦 工藤芳彰 宮内貴久 伊藤真奈美 神　かほり	報告書	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	2011-3	作図担当
田場直也 工藤芳彰 坪郷英彦	口頭	八王子市南町の山車巡行にみる都市祭礼の現状と課題	日本デザイン学会第57回研究発表大会概要集	2010-7	pp.232-233
工藤芳彰	運営	産学連携部会	大学コンソーシアム八王子	2010～	副部会長
工藤芳彰	運営		由井市民センターみなみ野分館ふるさと資料館	2010～	展示サポート

基礎教育系列

著者 氏名	区分	著者，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	刊号ページ 分担・担当等
鈴木康夫	審査 運営	委員、査読	日本物理学会「大学の物理教育」編集委員会	2010	16-1～16-3
鈴木康夫	運営	委員	日本物理学会　刊行委員会	2010	
鈴木康夫	審査	査読	拓殖大学　理工学研究所報告　原稿	2010	Vol.11 No.2
鈴木康夫	審査	査読	日本物理学会　日本物理学会誌「BUTSURI」 原稿	2011	Vol.66 No.7
S. Seki H. Tamura	論文	Surface and Interface Analysis	Quantification on Micro-area Analysis in SIMS	2010-11	vol.42, pp.1585-1588
S. Seki H. Tamura Y. Wada K. Tsutsui S. Ootomo	論文	Surface and Interface Analysis	Depth profiling of micrometer-order area by mesa-structure fabrication	2011-1	vol.43, pp.154-158
関節子 田村一二三 和田恭雄 筒井謙	口頭	第58回応用物理学関係連合講演会	メサ構造化による極薄層試料のSIMS分析	2011-3	24aBA-2
巻田和男	報告	ブラジル南極基地滞在紀	極地、極地振興会	2011-3	Vol.47,No.1, pp.12-22
巻田和男	論文	磁気異常帯における地磁気擾乱時の宇宙雑音吸収	拓殖大学理工学研究報告	2011-2	Vol.11,No.2, pp.29-36
巻田和男	論文	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	拓殖大学理工学研究報告	2011-2	Vol.11,No.2, pp.37-50
巻田和男	発表	Cosmic noise absorption by imaging riometer in South America and Japan network	日本地球惑星連合学会 幕張メッセ	2010-5	
巻田和男	発表	imaging riometer in South Atlantic Anomaly	38th Committee Space Research（COSPAR）, Germany	2010-7.22	
巻田和男	調査	ブラジル・アルゼンチンでの光学観測とリオメータ設置	ブラジル/南部宇宙観測所、他	2010-8.20～9.13	
織田寛	招待	Chevalley制限定理とその様々な拡張	東京大学数理科学研究科集中講義	2011-1.17～21	

その他

著者 氏名	区分	著者，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	刊号ページ 分担・担当等
Osamu Ikeda	討論	Color Photometric Stereo for Directional Diffuse Object	Proceedings of the IEEE Computer Society Workshop on Applications of Computer Vision	2009-12	6ページ
Osamu Ikeda	討論	Synthetic Shape Reconstruction Combined with the FT-Based Method in Photometric Stereo	Proceedings of the 6th International Symposium on Visual Computing	2010-11	10ページ
Osamu Ikeda	口頭	Simple Shape Reconstruction Method from Color Photometric Stereo Data	Proceedings of the Joint Symposium of Engineering North China University of Technology and Takushoku University	2010-11	6ページ

理工学総合研究所
運 営 委 員
○杉本　公弘
笠野　英秋
原田　紀夫
小川　毅彦
阿部　眞理
巻田　和男

理工学研究報告
編 集 委 員
○小川　毅彦
鈴木　保之
前山　利幸
石川　　勉
小出　昌二
古藤　　薫

表紙デザイン
石田　光男
鳥井　貴彦

拓殖大学理工学研究報告

第12巻　第１号

平成23年11月30日　印　刷

平成23年11月30日　発　行

兼発行人　杉本　公弘
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　大東印刷工業株式会社

Takushoku University

TAKUSHOKU UNIVERSITY

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

ISSN 0919-8253

BULLETIN OF SCIENCE AND ENGINEERING TAKUSHOKU UNIVERSITY

Vol.12 No.1
Nov. 2011

CONTENTS

FULL PAPERS

A Fast F0 Tracking Approach with Smoothing Pitch Correction ..... *Seiji Hayashi* 3

Human Body Communication and Radio Wave Propagation ..... *Toshiyuki Maeyama* 7

A Knowledge Representation Scheme for Japanese Sentences Based on an Extended Predicate Logic and the Translating Method ..... *Shunsuke Takayanagi Atsushi Kamijo Tsutomu Ishikawa* 13

Ionospheric Absorption Phenomena of Cosmic Radio Noise in Brazilian Geomagnetic Anomaly Region ..... *Masanori Nishino Kazuo Makita Nelson. Jorge Schuch* 23

Development of Airglow Detector by Photodiode and Observation Data ..... *Kazuo Makita Motoharu Takano Mituo Hoshino Yasuo Kato* 41

ABSTRACTS

Synchronization of Chaos in Shinriki's Circuits including both Unidirectional Coupling and Mutual Coupling ..... *Kunihiko Mitsubori Ken'ichi Ebisawa* 47

Solution of Ill-Posed Inverse Problem of Distributed Generation Using Complex-Valued Network Inversion ..... *Takehiko Ogawa Kyosuke Nakamura Hajime Kanada* 51

Application Possibility from Traditional Hand-Cutting to Laser Cutting Technique for Producing Dyeing Paper Stencils ..... *Toshiaki Takesue Mikako Okita* 53

REPORTS

Report on Sabbatical Year at the University of California, Los Angeles ..... *Seiji Hayashi* 59

RESEARCHERS & TITLES 73

ACADEMIC REPORTS & SOCIAL ACTIVITIES 83