

久留米工業高等専門学校
紀 要

第18卷 第1号

MEMOIRS
OF
KURUME NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

Vol. 18 No. 1
OCTOBER 2002

平成 14 年 10 月

久留米工業高等専門学校

久留米工業高等専門学校

紀 要

第18巻 第1号
(平成14年10月)

目 次

Synthesis of polyimides bearing pendant furan groups <i>via</i> polymer reactions	{ Yusuke TSUDA Kenichi KANEGAE Yusuke TAJIMA Kazuo TAKEUCHI	... 1
いくつかの水生植物による水溶液中のひ素の吸収について	{ 重 松 浩 気 久 保 甚 一 馬 越 幹 郎	... 9
3次元弾性問題解析における調和関数の応用	今 井 良 一	... 15
第12回久留米高専産学民連携フォーラム — 高速インターネット回線接続の現状と今後 —	{ 大 淵 豊 高 松 政 利 中 島 勝 行	... 21
第13回久留米高専産学民連携フォーラム — 半導体産業の現状と将来 —	重 松 浩 気	... 23
第14回久留米高専産学民連携フォーラム — ベンチャー企業の現状・ISO規格認定について —	{ 大 淵 豊 高 松 政 利 中 島 勝 行	... 25
第15回久留米高専産学民連携フォーラム — シニアと学生の協働による地域資料のデジタル・情報化 —	黒 木 祥 光	... 27
第16回久留米高専産学民連携フォーラム — 多孔質セラミックス —	藤 道 治	... 29
第17回久留米高専産学民連携フォーラム — 地域社会と文化工学 —	松 尾 一	... 33
第10回科学技術セミナー 久留米高専の環境マネジメントへの取り組み — 環境マネジメントの構築とその効果 —	{ 笈 木 宏 和 森 哲 夫 辻 田 吉 豊 鎌 田 之 助	... 35
学位論文	池 田 隆 小 田 幹 雄	... 39 ... 41
平成13年度中に発表した論文・著書等及び講演題目		43
平成13年度卒業研究題目及び専攻科研究論文題目		51
久留米工業高等専門学校紀要出版投稿内規		57

一般論文

Synthesis of polyimides bearing pendant furan groups via polymer reactions

Yusuke TSUDA^{*,***}
Kenichi KANEGAE^{**}
Yusuke TAJIMA^{***}
Kazuo TAKEUCHI^{***}

Synthesis of polyimides bearing pendant furan groups has been successfully investigated via the polymer reaction of furoyl chloride with polyimides based on 2,2'-diamino-4,4'-hexafluoroisopropylidenedi (phthalic anhydride) (6FDA) and 3,3'-dihydroxy-4,4'-diamino-biphenyl (HAB). The maximum conversion was 84% achieved with pyridine as the catalyst and solvent. Novel polymers obtained showed excellent thermal stability, with the solubility in various organic solvents improved by the attachment of pendant furan groups in polyimides.

Key Words : Polyimides, Furan Groups, Furoyl Chloride, Polymer Reaction, Thermal Stability, Solubility

Polyimides exhibit excellent thermal and mechanical properties, and have extensive engineering and microelectronics applications¹⁾. Widespread research has been recently carried out to improve the properties of polyimides, and a variety of functionalized polyimides such as organo-soluble polyimides^{2)~11)}, photosensitive polyimides¹²⁾¹³⁾, LC polyimides¹⁴⁾¹⁵⁾, polyimides for proton exchange¹⁶⁾¹⁷⁾, corrosion resistant polyimides¹⁸⁾, polyimides for LC alignment layers^{19)~21)}, and nonlinear optical polyimides^{22)~24)}, have been investigated.

Recent work by Tajima *et al.* has found that polymers bearing furan groups turn gel in the presence of fullerene, C₆₀ by UV irradiation, and that the reaction mechanism involves the polycondensation of furan units via singlet oxygen generated from the excited triplet state of C₆₀^{25)~30)}. Polymers with pendant furan moieties form a chemical network with C₆₀ on irradiation,

and provide novel photochemical methods applicable for radiation-curing of resins and photoresists^{25)~31)}. Furan moieties were first introduced on the backbone of poly(methacrylate)^{26)~29)}. However, heat resistant polymers such as polyimides have been recently selected as the base polymers because of a better durability for microelectronics applications³⁰⁾³¹⁾.

There are two major methods for the introduction of furan groups in polyimides. Firstly, the use of furan containing tetracarboxylic dianhydrides or aromatic diamines for monomers, and secondary reactions of furan containing reagents with polyimides. This paper makes use of the latter method and describes polymer reactions of furoyl chloride or furfuryl bromide with polyimides containing phenolic hydroxy groups. The thermal stability and solubility of the resulting furan containing

平成14年8月26日 受理

To whom correspondence should be addressed (Tel & Fax: +81-942-35-9408; E-mail: tsuda@kurume-nct.ac.jp).

*Department of Biochemistry & Applied Chemistry, Kurume National College of Technology, 1-1-1 Komorino, Kurume, Fukuoka 830-8555, Japan

**Advanced Engineering School, Kurume National College of Technology, 1-1-1 Komorino, Kurume, Fukuoka 830-8555, Japan

***Nanomaterial Processing Laboratory, RIKEN (The Institute of Physical and Chemical Research), 2-1 Hirosawa, Wako, Saitama 351-0198, Japan

polyimides are also described.

EXPERIMENTAL

Materials

2,2'-Diamino-4,4'-hexafluoroisopropylidenedi (phthalic anhydride) (6FDA) was purchased from Central Glass Co. Ltd., and used as received, as was 3,3'-dihydroxy-4,4'-diaminobiphenyl (HAB), which was purchased from Tokyo Chemical Industries Co. Ltd. *N*-Methyl-2-pyrrolidone (NMP) (Mitsubishi Chemicals) was distilled under reduced pressure from 4 Å molecular sieves. Reagent grade furoyl chloride, furfuryl alcohol, potassium carbonate, phosphorous tribromide, acetic anhydride, pyridine and other conventional reagents were purchased from Wako Pure Chemical Industries Ltd. and were used as received.

Characterization

The inherent viscosities (η_{inh}) of polymers were measured using Cannon Fenske viscometers at a concentration of 0.5g/dL in NMP at 30 °C. The SEC analysis was performed using a Shimadzu high-pressure liquid chromatography system containing a LC-10AT pump, a CTO-10A column oven (45 °C) and a RID-10A RI detector coupled to a Nelson Analytical 900 Series integrator data station working with the Perkin Elmer Turbochrom 4 software. The SEC setup had a guard column and two 25 cm AM gel columns (10 μ m, 500 Å and 10 μ m, 10000 Å). *N,N*-Dimethylformamide (Aldrich, HPLC-grade) was used as an eluent at a flow rate of 1mL/min. Number and weight average molecular weights were determined from calibration plots constructed with poly (ethylene glycol) standards (American Polymer Standards Corporation). Thermogravimetric analysis (TGA) was performed on a Shimadzu thermogravimetric analyzer (Model TGA-50) under air or nitrogen at a heating rate of 10 °C/min. ¹H NMR spectra were measured on a JEOL JNM-EX270 FT NMR in dimethyl sulfoxide-d₆ with tetramethylsilane (TMS) as an internal reference. IR spectra were

measured on a JASCO IR Report-100 spectrophotometer.

Preparation of 6FDA/HAB Polyimide (base-PI)

The preparation of *base-PI* was followed by the method previously reported^{14)~17)}. The imidization reaction was monitored by ¹H NMR technique, and the conversions from polyamic (acids) to polyimides, that are imidization ratio were found to be 100%. ¹H NMR (DMSO-d₆): δ = 7.50-8.30 (m, ArH.), 10.14 (br. s, OH). IR (KBr): 3400 (OH), 1780 and 1740 (C=O), 1360 (C-N) cm⁻¹. η_{inh} : 0.86 dL/g. SEC (DMF): \overline{M}_n = 2.35×10^4 g/mol, $\overline{M}_w/\overline{M}_n$ = 2.34.

Acylation of base-PI with furoyl chloride

Base-PI (0.25 g, 0.38 mmol of repeat units) and furoyl chloride (0.31 g, 2.28 mmol) were dissolved in pyridine (5 mL). The reaction mixture was stirred at 50 °C for 24 h under a nitrogen atmosphere, before precipitation into methanol (100 mL). The powder obtained (*furoyl-PI*) was filtered and washed with methanol (3 \times 50 mL), and dried at 100 °C for 24 h. ¹H NMR (DMSO-d₆): δ = 6.70 (s, H_b), 7.42 (s, H_a), 7.60-8.30 (m, ArH). IR (KBr): 3400 (OH), 1780 and 1740 (C=O), 1360 (C-N) cm⁻¹. η_{inh} : 0.86 dL/g. SEC (DMF): \overline{M}_n = 2.75×10^4 g/mol, $\overline{M}_w/\overline{M}_n$ = 2.01.

Alkylation of base-PI with furfuryl bromide

A fresh solution of furfuryl bromide (1.48 g, 9.2 mmol) in 15 mL of ether, prepared by the method of Zanetti³²⁾, was added in the mixture of *base-PI* (3.0 g, 4.6 mmol of repeat units) and potassium carbonate (0.31g, 2.28 mmol) in 40 mL of DMAc. The reaction mixture was stirred at room temperature for 24 h under a nitrogen atmosphere, before precipitation into methanol (100 mL). The powder obtained (*furfuryl-PI*) was filtered and washed with methanol (3 \times 50 mL), and dried at 100 °C for 24 h. ¹H NMR (DMSO-d₆): δ = 5.30 (s, CH₂), 6.39 (s, H_b), 6.52 (s, H_a), 7.3-8.3 (m, ArH). IR (KBr): 3400 (OH), 1780 and 1740 (C=O), 1360 (C-N) cm⁻¹. η_{inh} : 0.41 dL/g. SEC

(DMF): $\overline{M}_n = 5.50 \times 10^3$ g/mol, $\overline{M}_w/\overline{M}_n = 4.50$.

RESULTS AND DISCUSSION

The most convenient method for the introduction of pendant groups onto a polyimide backbone has been achieved by the use of modified diamine monomers and the synthesis of these monomers are generally obtained from starting materials containing nitro groups such as 2,4-dinitrophenol¹¹, 4,4'-dinitro-2,2'-dihydroxybiphenyl^{35,36}, and 3,5-dinitrobenzoyl chloride¹⁰. Suitable functional group transformation yield the desired monomers followed by reduction of nitro groups. Originally we tried to follow these synthetic methods to obtain furan containing diamine monomers and polyimides. However, problems arise owing to the decomposition of furan rings during reduction of the nitro group. Although 2,5-bis (aminomethyl) furan and the difulic diamine derivatives have been previously reported³⁷, these compounds contain aliphatic diamines unsuitable for heat resistant polyimides. Takeuchi *et al.* overcame this problem and developed a novel synthetic method for furan containing monomers and corresponding polyimides by use of a mild catalytic hydrogenation method³¹.

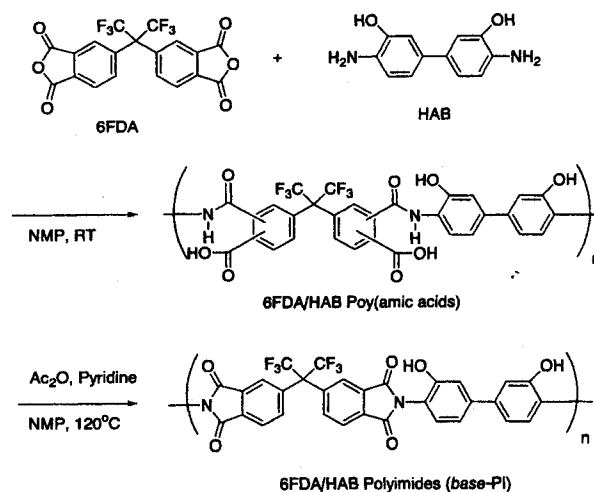
Although direct polymerization is the preferred method for the effective introduction of functional groups onto the polymer chain, an alternative method, namely, polymer reactions are also becoming recognized as an important method³⁸, because polymer properties such as molecular weight, monomer composition, and sequence distribution and the most of basic physical properties can be controlled before the introduction of functional groups. Consequently, we have investigated the latter method, *via* polymer reactions to introduce furan groups into the polyimides.

Synthesis of base-PI

Polyimides based on 6FDA and HAB (*base-PI*) were chosen for the study, because the excellent solubility of these polymers allows facile polymer reactions. 6FDA are known to

give highly soluble polyimides in any combinations with aromatic diamines⁸. There are several functional diamine monomers, for example, 3,5-diaminobenzoic acid³⁹, 5,5'-(hexafluoroisopropylidene) bis (2-aminophenol)¹³ and HAB^{22,40}. We selected HAB because of the capability of esterification and etherification reaction, as well as the high reactivity for polymerization.

The synthetic route to *base-PI* is illustrated in Scheme 1. It consists of a poly (amic acids) synthesis followed by chemical imidization. The poly (amic acids) units based on 6FDA can theoretically exist as three isomers due to an asymmetrical structure. The poly (amic acids) were obtained by reacting 6FDA with an equimolar amount of HAB at 25 °C for 12 h under a nitrogen atmosphere. *Base-PI* was obtained by chemical imidization at 120 °C in the presence of pyridine as a catalyst and acetic anhydride as the dehydrating agent. This method is the optimized synthetic conditions previously developed^{8,~11}. *Base-PI* was characterized by ¹H NMR, IR, η_{inh} , and SEC. The \overline{M}_n value from SEC measurement was 2.35×10^4 g/mol using polyethylene glycol standards, and η_{inh} showed a value of 0.86 dL/g which indicated the formation of high molecular weight polyimides. *Base-PI* showed a good film forming ability from NMP. The polydispersity according to SEC measurement, $\overline{M}_w/\overline{M}_n$ was 2.34, indicat-



Scheme 1. Synthesis of *base-PI*

ing that this polyimides have a low molecular weight distribution for a polycondensation polymer of this type.

Polymer reactions

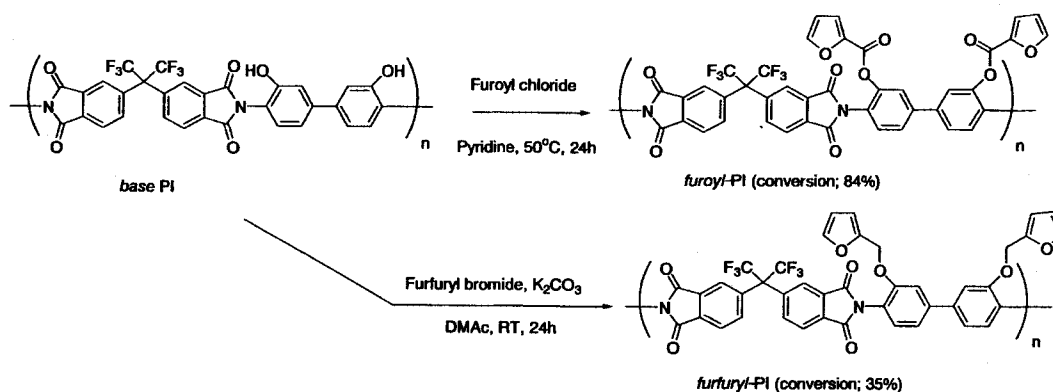
Two reagents having furan moieties were examined in this paper. One is furoyl chloride giving formation of esters and is commercially available, while the other is furfuryl bromide which generate an ether and is obtained from furfuryl alcohol and phosphorous tribromide by the method previously reported^{32)~33)}. The reaction pathway is illustrated in Scheme 2.

The reaction of furoyl chloride and base-PI was achieved using pyridine as a scavenger for the hydrogen chloride by-product with various reaction conditions studied in detail (Table I). Conversions of the above polymer reactions

were monitored by ¹H NMR measurements (Figure 1). Signals appearing at 6.70 ppm and 7.42 ppm were assigned to the H_a proton and H_b proton in furan rings respectively. Although H_c protons overlapped with the phenyl protons, the conversions can be determined as Eq. (1).

$$I_{H_a} / I_{arom} - I_{H_a} = X / 600 \quad (1)$$

where I_{H_a} is intensity ratio of H_a protons (averaged from H_a and H_b), I_{arom} is intensity ratio of aromatic protons including H_c protons, and X is conversion (%). The reaction was first carried out using excess furoyl chloride with equimolar pyridine in NMP and gave a low conversion of 21% (Entry 1, Table I). To overcome this poor conversion, we optimized the conditions and found that high conversions can be achieved by



Scheme 2. Synthesis of furoyl-PI and furfuryl-PI via polymer reaction

Table I. Polymer reaction of furoyl chloride on base-PI

Entry	Molar ratio ^a		Time (h)	Temp. (°C)	Conversion (%)
	Furoyl chloride	Pyridine			
1	6	2 ^b	24	80	21
2	6	solvent	1	80	21
3	6	solvent	3	80	37
4	6	solvent	6	80	72
5	6	solvent	24	80	72
6	6	solvent	24	50	84
7	6	solvent	24	25	32
8	2	solvent	24	80	43

^a Molar ratio related to a repeating unit of 6FDA/HAB polyimide.

^b NMP was used as the solvent.

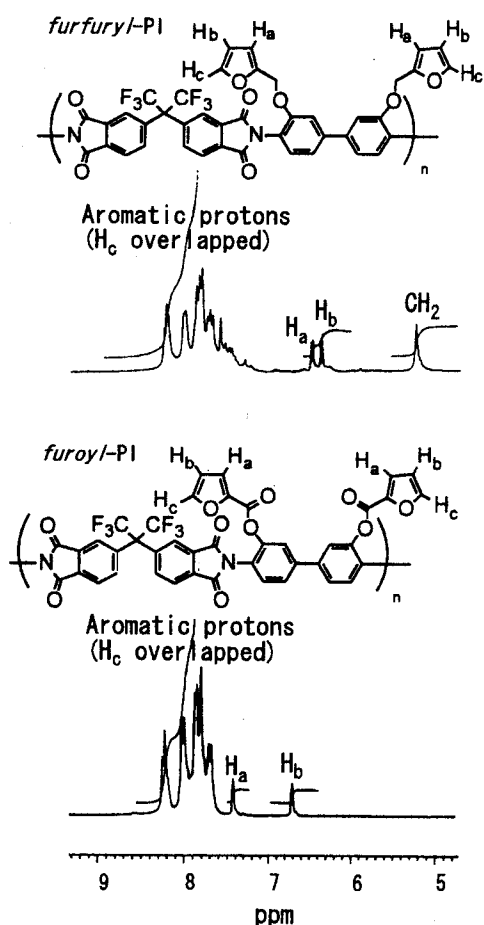


Fig. 1. ^1H NMR spectra of furoyl-PI and furfuryl-PI

the use of pyridine as the solvent as well as the catalyst. Three factors that control conversions are time, temperature and molar ratio of furoyl chloride (Entries 2-8, Table I). The longer reaction time and higher molar ratio of furoyl chloride gave higher conversions with no change after 24 h, but an optimum temperature of $50\text{ }^\circ\text{C}$ was found. The maximum conversion of 84% was reached under the conditions shown in Entry 6 (Table I) with the use of 6 equivalents of furoyl chloride at $50\text{ }^\circ\text{C}$ for 24 h. The \overline{M}_n of furfuryl-PI was similar to base-PI (Figure 2).

The polymer reaction of furfuryl bromide and base PI was investigated using potassium carbonate as the base catalyst and DMAc as the solvent. There was no reaction at $50\text{ }^\circ\text{C}$ probably due to the thermal instability of furfuryl bromide³²⁾³³⁾, while the conversion at room temperature reaction reached 35% according to the similar ^1H measurement described in Figure 1 for furfuryl-PI. It is noted that the molecular weight of furfuryl-PI decreased from 2.35×10^4 to 5.5×10^3 g/mol and the polydispersity ($\overline{M}_w/\overline{M}_n$) increased from 2.34 to 4.50 (Figure 2). It is considered possible that the etherification reaction conditions caused de-

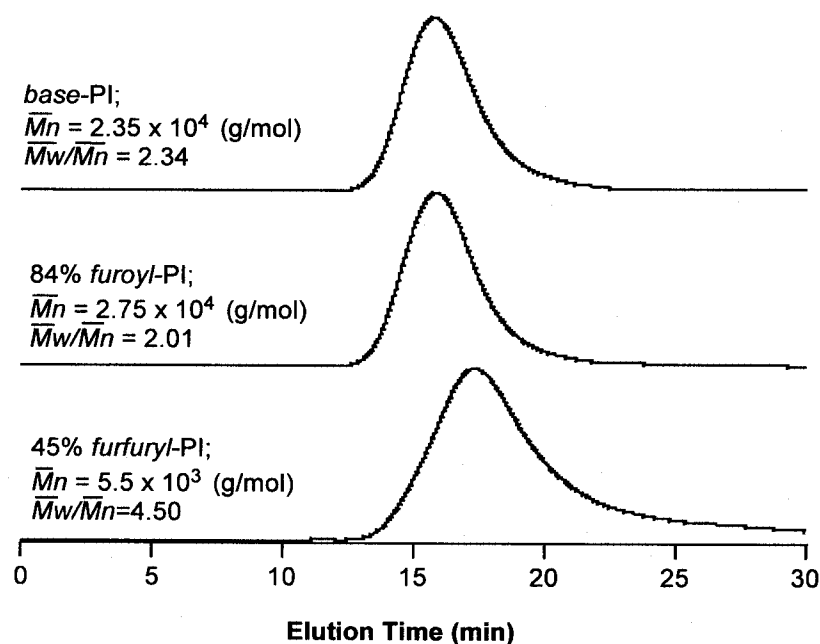


Fig. 2. SEC traces of polyimides

composition of the polymer during the course of reaction. Thus, the polymer reaction making use of furfuryl bromide to form *furfuryl*-PI must be considered to be a less useful method due to the low conversion and the large decrease in molecular weight of the polymers obtained.

Properties of polyimides

The thermal stability of these polyimides was evaluated by 10% weight-loss temperatures (T_{d10}) in TGA measurements (Table II). The T_{d10} of base-PI and *furoyl*-PI (conversion: 84%, Entry 6, Table I) were sufficiently high and in the range of 460-479 °C in air and 475-482 °C under nitrogen. The introduction of *furoyl* groups decreased the T_{d10} to 378 °C in air, and to 438 °C under nitrogen.

The solubility of the obtained polyimides was determined in 14 common solvents at a 5 wt% concentration (Table II). All polyimides

showed good solubility in aprotic polar solvents such as NMP, DMF, and DMAc. It is noted that *furoyl*-PI and *furfuryl*-PI were soluble in halogenated solvents such as methylene chloride and chloroform, while the *base*-PI was insoluble in these solvents. It has been previously reported that pendant aromatic groups in polyimides improved the solubility of polyimides⁴³⁾⁻⁴⁸⁾, and is assumed that pendant furan groups enhance the solubility of polyimides in a similar manner.

CONCLUSION

Synthesis of polyimides bearing pendant furan groups have been successfully investigated *via* a polymer reaction of *furoyl* chloride and *base* PI. The maximum conversion, 84% was achieved using pyridine as proton scavenger as well as the solvent. Furfuryl bromide was less effective in this polymer reaction, because it gave *furfuryl*-PI with a low conversion (35%) and caused a large decrease in the molecular weight. The solubility in various organic solvents was improved by the attachment of pendant furan groups to the polyimide backbone. It is considered that *furoyl*-PI are useful polymers for the investigation of photoresists based on polyimides and C_{60} , and that the above polymer reaction conditions can be applied for various modifications of polyimide.

Acknowledgements. The authors thank Dr. Yoshiyuki Oishi of Iwate University, Dr. Shuntaro Mataka and Dr. Atsushi Takahara of Kyushu University, and Dr. Virgil Percec and Dr. Graham Webster of the University of Pennsylvania for valuable advice. Thanks also go to Dr. Firouz Asgarzadeh and Mr. Bogdan Barboiu of the University of Pennsylvania for help with SEC measurements.

REFERENCES

- 1) M.K. Ghosh, K.L. Mittal, Eds., "Polyimides," Marcel Dekker, New York, 1996.
- 2) D.J. Liaw, B.Y. Liaw, *Macromol. Chem. Phys.*, **2000**, 1326.
- 3) D.J. Liaw, B.Y. Liaw, C.Y. Chung, *J. Polym. Sci.*,

Table II Properties of Polyimides

Properties	Polyimides		
	<i>base</i> -PI ^a	<i>furoyl</i> -PI ^b	<i>furfuryl</i> -PI ^c
T_{d10} ^d			
in Air	479	460	378
in Nitrogen	482	475	438
Solubility ^e in:			
DMF	S	S	S
DMAc	S	S	S
DMSO	S	S	S
DMF ^f	S	S	S
m-Cresol	S	S	S
THF	S	S	S
Acetone	S	S	S
Dioxane	S(h)	S	S
CH ₂ Cl ₂	I	S	S
CHCl ₃	I	S	S
MeOH	I	I	I
Hexane	I	I	I
H ₂ SO ₄	S	S	S

^a 6FDA/HAB polyimides.

^b *Furoyl* 6FDA/HAB polyimides (conversion; 84%, Entry 6 in Tab. I)

^c *Furfuryl* 6FDA/HAB polyimides (conversion; 45%).

^d 10% Weight loss temperature measured by TGA.

^e S, soluble; S(h), soluble at elevated temperature; I, insoluble.

^f 1,3-Dimethyl-2-imidazolidinone

- Polym. Chem. Ed.*, **37**, 2815 (1999).
- 4) Y. Li, T. Ji, J. Zhang, *J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed.*, **38**, 189 (2000).
 - 5) S-H. Hsiao, C-P. Yang, S-H. Chen, *J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed.*, **38**, 1551 (2000).
 - 6) C-P. Yang, R-S. Chein, *J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed.*, **38**, 2082 (2000).
 - 7) J. Li, K. Kudo, S. Shiraki, *Macromol. Rapid Commun.*, **21**, 1166 (2000).
 - 8) Y. Tsuda, Y. Tanaka, K. Kamata, N. Hiyoshi, S. Mataka, Y. Matsuki, M. Nishikawa, S. Kawamura, N. Bessho, *Polym. J.*, **29**, 574 (1997).
 - 9) Y. Tsuda, K. Etou, N. Hiyoshi, M. Nishikawa, Y. Matsuki, N. Bessho, *Polym. J.*, **30**, 222 (1998).
 - 10) Y. Tsuda, T. Kawachi, N. Hiyoshi, S. Mataka, *Polymer J.*, **32**, 594 (2000).
 - 11) Y. Tsuda, K. Kanegae, S. Yasukouchi, *Polymer J.*, **32**, 941 (2000).
 - 12) K. Horie, T. Yamashita, Eds "Photosensitive Polyimides: Fundamentals and Applications," Technomic Publication Co., Inc., Lancaster, PA, 1995.
 - 13) T. Omote, "Photosensitive Polyimides: Molecular Design and Synthesis" in M.K. Ghosh, K.L. Mittal, Eds., "Polyimides," Marcel Dekker, New York, 1996, 121.
 - 14) H.R. Kricheldorf, S.A. Thomsen, *Makromol. Chem., Rapid Commun.*, **14**, 395 (1993).
 - 15) H.R. Kricheldorf, M. Rabenstein, C. Schwarz, *J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed.*, **38**, 3019 (2000).
 - 16) H.K. Shobha, M. Sankarapandian, T.E. Glass, J.E. McGrath, *Polym. Prepr., Am. Chem. Soc., Div. Polym. Chem.*, **41**(2), 1298 (2000).
 - 17) Y. Zhang, M. Litt, R.F. Savinell, J.S. Wainright, J. Vendramini, *Polym. Prepr., Am. Chem. Soc., Div. Polym. Chem.*, **41**(2), 1561 (2000).
 - 18) M. Han, H. Bie, D.E. Nikles, G.W. Warren, *J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed.*, **38**, 2893 (2000).
 - 19) M. Nishikawa, T. Suganuma, Y. Tsuda, N. Bessho, Y. Iimura, S. Kobayashi, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **33**, L1113 (1994).
 - 20) M. Nishikawa, T. Miyamoto, S. Kawamura, Y. Tsuda, N. Bessho, D.-S. Seo, Y. Iimura, S. Kobayashi, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.*, **258**, 285 (1995).
 - 21) J.-T. Jung, M.-H. Yi, S.-K. Kwon, K.Y. Choi, *Mol. Cryst. Liq. Cryst. Sci. Technol., Sect. A*, **333**, 1 (1999).
 - 22) K. Van den Broeck, T. Verbiest, J. Degryse, M. Van Beylen, A. Persoons, C. Samyn, *Polymer*, **42**, 3315 (2001).
 - 23) J. Chauvin, K. Nakatani, J.A. Delaire, S. Faure, R. Mercier, B. Sillion, *Synth. Met.*, **115**, 245 (2000).
 - 24) Z. Li, Y. Zhao, J. Zhou, Y. Shen, *Eur. Polym. J.*, **36**, 2417 (2000).
 - 25) Y. Tajima, H. Arai, Y. Tezuka, T. Ishii, K. Takeuchi, *Fullerene Sci. Technol.*, **5**, 1531 (1997).
 - 26) Y. Tajima, Y. Tezuka, T. Ishii, K. Takeuchi, *Polym. J.*, **29**, 1016 (1997).
 - 27) Y. Tajima, K. Takeuchi, *J. Photopolym. Sci. Technol.*, **11**, 37 (1998).
 - 28) H. Arai, Y. Tajima, K. Takeuchi, *J. Photopolym. Sci. Technol.*, **12**, 121 (1999).
 - 29) Y. Tajima, Y. Shigematsu, H. Arai, W. He, E. Takeuchi, K. Takeuchi, *J. Photopolym. Sci. Technol.*, **12**, 125 (1999).
 - 30) E. Takeuchi, Y. Tajima, Y. Shigematsu, K. Takeuchi, T. Hosomi, *J. Photopolym. Sci. Technol.*, **13**, 351 (2000).
 - 31) Y. Tajima, Y. Tezuka, H. Yajima, T. Ishii, K. Takeuchi, *Polymer*, **38**, 5255 (1997).
 - 32) E. Zanetti, *J. Am. Chem. Soc.*, **49**, 1065 (1927).
 - 33) T. Ghosh, H. Hart, *J. Org. Chem.*, **54**, 5073 (1989).
 - 34) A. Padwa, M.A. Filipkowski, M. Meske, S.H. Watterson, Z. Ni, *J. Am. Chem. Soc.*, **113**, 3776 (1993).
 - 35) T. Ji, J. Zhang, G. Cui, Y. Li, *Polym. Bull.*, **42**, 379 (1999).
 - 36) Y. Li, T. Ji, J. Zhang, *J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed.*, **38**, 189 (2000).
 - 37) A. Gandini, M.N. Belgacem, "Furan in polymer chemistry," *Prog. Polym. Sci.*, **22**, 1203 (1997).
 - 38) T. Nishikubo, "Polymer Reactions for the Synthesis of Functional Polymers", in "Macromolecular Design of Polymeric Materials," K. Hatada, T. Kitayama, O. Vogl, Ed., Marcial Dekker, Inc., New York, 1997, 339.
 - 39) JP 11279403, 1999, Hitachi Chemical Co., Ltd.: T. Hikata, M. Kaji; *Chem Abstr.* **131**, 272640.
 - 40) G.L. Tullios, L.J. Mathias, *Polymer*, **40**, 3463 (1999).
 - 41) Y. Oishi, M. Ishida, M. Kakimoto, Y. Imai, and T. Kurosaki, *J. Polym. Sci., Polym. Chem. Ed.*, **30**, 1027 (1992).
 - 42) I.K. Spiliopoulos, J.A. Mikroyannidis, *Macromolecules*, **31**, 1236 (1998).
 - 43) I.K. Spiliopoulos, J.A. Mikroyannidis, G.M. Tsivgoulis, *Macromolecules*, **31**, 522 (1998).
 - 44) X. Sun, Y.-K. Yang, F. Lu, *Macromolecules*, **31**, 4291 (1998).
 - 45) J.K. Kallitsis, K.G. Gravalos, A. Hilberer, G. Hadziioannou, *Macromolecules*, **30**, 2989 (1997).
 - 46) J.A. Mikroyannidis, *Macromolecules*, **28**, 5177 (1995).
- ~~~~~

一般論文

いくつかの水生植物による水溶液中のひ素の吸収について

重 松 浩 気
久 保 甚 一 郎
馬 越 幹 男

Study on Uptake of Arsenic Ions in Solutions by
Several Species of Aquatic Plants

Koki SHIGEMATSU
Jinichirou KUBO
Mikio UMAKOSHI

Several species of aquatic plants such as Hoteiaoi, Botan-ukikusa, Fusamo, Kuromo, Suginamo and Ousanshyomo (each plant is written in Japanese name) growing in the Chikugo River were collected to study their abilities of accumulation by the uptake of arsenic ions from the water. One stump of each specie regardless the amount of roots was floated in beakers with 2 l water containing arsenic ions of the concentration of 10 or 20 $\mu\text{g}/\text{l}$. In order to examine the effect of the difference between As(III) and As(V) ion on the uptake resistivity, 3 kinds of model solutions each of which exists only As(III) ion, As(III)/As(V) concentration ratio of 1 and only As(V) ion were prepared. 50 ml of water in each beaker was taken up every weeks or 10 days for determination of arsenic ions by atomic absorption spectral method. Main results obtained in this experiments are as follows.

- (1) All of species of aquatic plants used in this experiments were found to fundamentally absorb arsenic ions and showed the tolerance without withering while the experiments. The average arsenic uptake velocity were between 0.3 and 2 $\mu\text{g}/\text{day} \cdot \text{stump}$ and maximum amount of arsenic accumulation in one stump was about 30 μg in the term of 50 or 60 days. Those aquatic plants seemed to have a tendency to absorb arsenic ions proportionally to the days and after the absorption equilibrium reached, the uptake reactions stopped.
- (2) Botan-ukikusa, Hoteiaoi and Suginamo were found to absorb arsenic ions fast, whereas Fusamo and Kuromo absorbed slowly.
- (3) The aquatic plants used in this experiments absorbed As(III) better than As(V) ions, however, Botanukikusa and Hoteiaoi were not effected by the form of arsenic ions.

1. はじめに

福岡県の南部地域、大川市、八女市、筑後市および浮羽郡では、平成5年12月1日から施行されている現在の水質基準であるひ素濃度 $10 \mu\text{g}/\text{l}$ ¹⁾を超えるか、または超えなくても基準値に近い濃度のひ素を含む地下水や井戸水が多く存在し、しかもまだ飲料水や農業用水として使用されている所があるなど問題となっている²⁾。さらに世界的な視野で見れば、スリランカやインドの一部で高いひ素濃度を持つ地下水や井戸水がそのまま放置され飲料水としても一部利用され、このためひ素中毒患者が多く発生するなど国際的な環境問題の一つになっている³⁾。水質基準についても、日本は昭和50年に当時の厚生省が

決めた $10 \mu\text{g}/\text{l}$ であるが、他の国では $2 \mu\text{g}/\text{l}$ と規制が厳しくなる方向にあり⁴⁾、いずれ日本もこの基準を受け入れざるを得ないと予想される。

以上の事情を考慮すれば、湖沼、河川、地下水あるいは井戸水など環境水に含まれるひ素を有効に除去する方法を確立することは非常に重要な課題であると思われる。

著者らは水溶液中のひ素イオンを、焼成牡蠣殻、焼成石灰岩あるいは合成水酸化アパタイトなどの粉体を添加することにより吸着除去する研究を現在も進行させており、これらの吸着剤が良好にひ素イオンを除去することを見出した。しかしこれら吸着剤によってひ素を除去する方法は実用化する時に大きな問題がある。それはひ素を吸着したスラッジの処理である。現状では化学的に安定なひ素化合物に

変えて廃棄する方法が十分に確立されていたために、そのまま廃棄すると再び雨水などにより溶出する危険があるからである。

本研究では、水環境に含まれるひ素を水生植物を用いて吸収除去させる方法を確立するための基礎実験を行った。この方法では、水生植物により吸収されたひ素が植物内でメチル化され、有機体ひ素の形態で存在し無毒化されることが知られているからである⁵⁾。本研究でいくつかの重要と思われる結果が得られたので報告する。

2. 本実験で使用した水生植物

写真 1～3 に、本実験で使用した水生植物のいくつかを示す。採取した水生植物は土壌に根をはらない、いわゆる浮草類で筑後川に生息しているホテイアオイ、マツモ、クロモ、スギナモなど近隣によく見かける水生植物および購入したボタンウキクサやオオサンショウモなどである。

これらの水生植物はひ素の吸収実験を行う前に十分に水洗して付着した土壌などを落とした後ひ素が検出されない井戸水に浮かせ日当たりの良い場所で約一週間生息させてその井戸水に馴染ませた。生育に用いた井戸水の化学分析結果を表 1 に示す。

3. 実験方法および装置

写真 4 にサイフォン付き 1ℓ用ビーカーに水生植物を浮かべて温室に設置した様子を示した。温室は本校の屋上の日当たりの良い場所に設置しており、良好な風通しが得られるように工夫している。写真

1, 2 および 3 から分かるように、それぞれの水生植物の吸水器官であると思われる根や茎の量には相当の差が見られるが、その差は考慮せず、水生植物を一株ずつ、初濃度 $10\mu\text{g}/\text{l}$ および $20\mu\text{g}/\text{l}$ のひ素を含む井戸水に浮かべて水溶液中のひ素イオンの吸収実験を行った。本実験で用いた水生植物は、基本的には根や茎の部分から生育や光合成に必要な水分を吸収すると思われるが、その他にも蒸発によって水溶液量が減少するので、毎日サイフォンの目盛りまで井戸水を補給し水溶液量なるべく一定になるようにした。また水溶液の温度はその日の時間により、また季節により変動するが、なるべく自然の生育条件に合わせるため、特別な調節はしなかった。水溶液の平均温度は 6 月から 7 月中旬では 25°C 、11 月下旬から 1 月中旬では 18°C あった。

水溶液中のひ素分析は、7 日～10 日ごとにそれぞれのビーカーから 50ml ずつ採取した溶液をろ過し 3 価および全ひ素について原子吸光法で行った。ブランクテストを行うために、初濃度 $10\mu\text{g}/\text{l}$ と $20\mu\text{g}/\text{l}$ の水溶液を浮草の水溶液と同様の条件下に設置し、その水溶液からも 50ml ずつ採取しひ素の分析を行った。表 2, 3 および 4 に、それぞれ 6 月から 7 月にかけて行った実験 (実験 1 と表示)、11 月から 1 月にかけて行った実験 (実験 2 と表示)、および初濃度の As 量を $20\mu\text{g}/\text{l}$ とし始めに水溶液に添加したひ素の化学形態を As^{3+} のみ、 $\text{As}^{3+}/\text{As}^{5+} = 1/1$ そして As^{5+} のみにした場合の実験 (実験 3 と表示) について条件を示した。なお、井戸水に含ませるひ素原液は、 As^{3+} イオンについては、市販の



写真 1 ボタンウキクサ

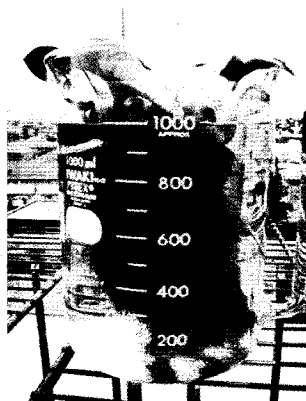


写真 2 ホテイアオイ

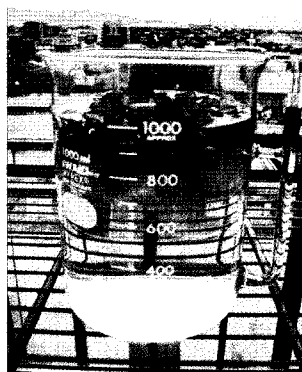


写真 3 オオサンショウモ

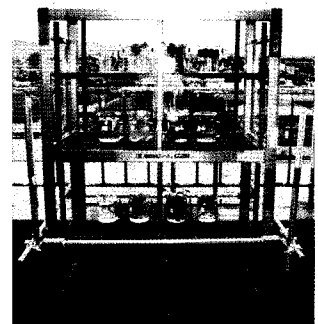


写真 4 水生植物を用いて実験した温室

表 1 水生植物育成に用いた井戸水の化学分析

分析元素	Na^+	K^+	HCO_3^{2-}	NO_3^{2-}	PO_4^{3-}	Cl^-	F^-	全硬度
重量 (mg/l)	0.1	0.12	51.8	0.67	0.12	2.0	0.3	51.8

表 2 6 月から 7 月中旬に行った実験 1 の条件

実 験 1	
最初に水溶液に添加したひ素イオンの化学形態と濃度	As ³⁺ のみ 10 μg/l
期間	6 月～7 月中旬
使用水生植物名	ボタンウキクサ 1 * ボタンウキクサ 2 * クロモ フサモ スギナモ

* 1 と 2 の番号は根の大きさが異なる事を示し, 1 > 2。

表 3 11 月から 1 月中旬に行った実験 2 の条件

実 験 2	
最初に水溶液に添加したひ素イオンの化学形態と濃度	As ³⁺ のみ 20 μg/l
期間	11 月～1 月中旬
使用水生植物名	ホテイアオイ 1 * ホテイアオイ 2 * ボタンウキクサ 1 * ボタンウキクサ 2 *

* 1 と 2 の番号は根の大きさが異なる事を示し, 1 > 2。

表 4 6 月から 8 月中旬に行った実験 3 の条件

実 験 3	
最初に水溶液に添加したひ素イオンの化学形態と濃度	As ³⁺ のみ, As ³⁺ /As ⁵⁺ = 1/1, As ⁵⁺ のみ 20 μg/l
期間	6 月から 8 月中旬
使用水生植物名	ホテイアオイ ボタンウキクサ オオサンショウモ

原子吸光分析用標準溶液から, As⁵⁺ イオンについては試薬特級のひ酸ナトリウム (NaAsO₃) を調整したものを用いた。実験 3 はひ素の化学形態が水生植物の吸収に及ぼす影響を調べようとしたものである。

4. 実験 1 の結果および考察

実験 1 で用いた水生植物のひ素吸収量と吸収時間との関係を図 1 に示す。縦軸は水生植物を浮かべている水溶液中の, As³⁺ と As⁵⁺ イオンを合計した全ひ素量を示している。図 1 からボタンウキクサやスギナモは一株で約 20 日間で 3 μg/l までひ素を減少させることがわかる。クロモおよびフサモもボタンウキクサやスギナモより吸収速度は小さいが, それぞれ一株ずつで 50 日目には約 2 μg/l まで減少させることがわかる。各浮草の実験中および実験後の葉や茎などの色や枯れ具合などから判断してひ素を吸収

したためにダメージを受けた様子は見られず, どの浮草もひ素に対して耐性があることが分った。また, 明らかに根の量が異なるボタンウキクサのひ素吸収曲線から根量が小さい方が 30 日程度まででは吸収速度が小さいことが分かるが, 30 日以降はともに約 20 μg のひ素を植物内に吸収し, ひ素の吸収活動を停止したように観察され, 吸収限界があることを推定させる。フサモを除くと, 図 1 中の他の水生植物は, ある一定期間で, つまり 20~30 日間でひ素をほぼ直線的に吸収し, それ以後は吸収を停止する共通性が見られた。

図 1 の例えばボタンウキクサを例にすると, 20 日間で約 20 μg のひ素を植物内に取り入れたので, 平均ひ素吸収速度は 10 μg/一株・day となる。次に水溶液中の As³⁺ イオンの吸収のされ方を図 2 に示した。

3 価ひ素はフサモを除いて概ねどの浮草も良好に

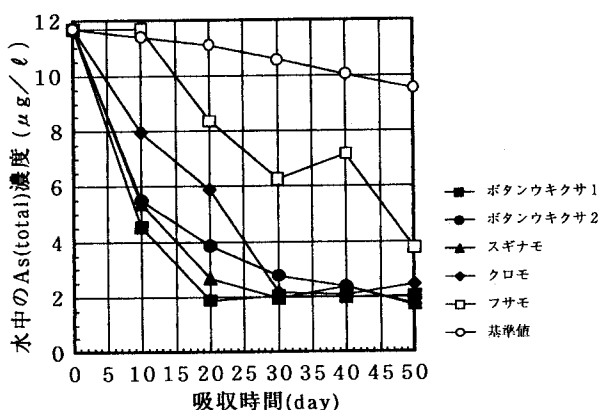


図 1 いくつかの水生植物のひ素吸収量と吸収日数との関係

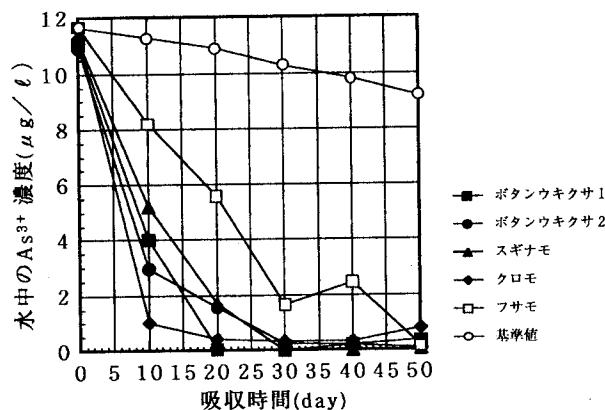


図 2 As^{3+} イオンの水溶液中の残存濃度と吸収日数との関係

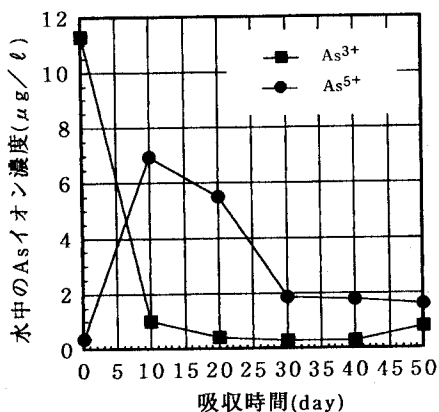


図 3 クロモが水中のひ素を吸収する場合の水中の As^{3+} と As^{5+} 経時変化

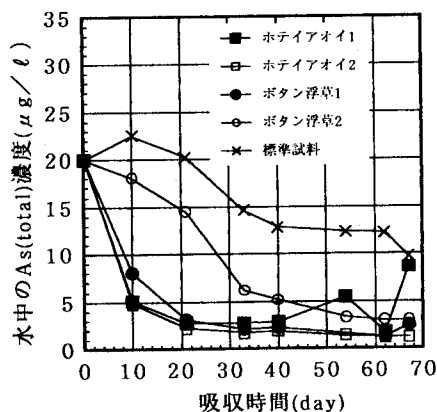


図 4 いくつかの水生植物のひ素吸収量と日数との関係

摂取しており、20~30日で $0 \mu\text{g}/\text{l}$ 近くにまで減少させる。全ひ素の吸収変化と比較するとクロモ以外はおおよそ全ひ素の吸収変化と対応している。図 1 からクロモは全ひ素で見ると吸収速度は他の浮草に比べて小さいが、 As^{3+} イオンの吸収速度は最も大きいことが分かる。

そこでクロモの場合を例にとり、吸水時における水溶液中の As^{3+} と As^{5+} イオン濃度の経時変化を図 3 に示した。図 3 からクロモは As^{3+} イオンは大変良く吸収するが、10日までの吸収途中で何らかの作用で水溶液中に As^{5+} イオンを生成させ、そのために全ひ素イオンの吸収が遅くなることが分かる。この傾向は顕著ではないがフサモにも認められ、ボタンウキクサやスギナモには認められない事からクロモ自体が持つ特徴であるように思われる。しかし、クロモが As^{3+} イオンを吸収する時にどのような機構で水溶液中に As^{5+} イオンを生成させるのか、 As^{3+} イオンの酸化作用については全く分からない。さらに図 2 と図 3 の結果から、吸収限界に到達した

と思える30日以降も、フサモを除いて As^{3+} イオンは $0 \mu\text{g}/\text{l}$ 近くまで減少しているのに全ひ素は $2 \mu\text{g}/\text{l}$ までしか減少しないのは As^{5+} イオンが水生植物のひ素吸収を阻害しているようにも考えられる。

5. 実験 2 の結果および考察

まず実験 2 では、水生植物の生育条件としては適当でない冬期 (11月から翌年の1月) を選んだ。地下水や井戸水に含まれるひ素量に季節変動はないからである。実験 1 で良好なひ素の吸収を行ったボタンウキクサと池、沼や河川でよく見かけ繁殖力が旺盛と思われるホテイアオイのそれぞれ根の大きさが異なる浮草を吸収実験に用いた。さらに、実験 1 で吸収に限界があるように思える結果が得られたので、初濃度の As^{3+} を $20 \mu\text{g}/\text{l}$ と高くした。

ひ素吸収量と日数との関係を図 4 に示した。実験 1 と同じようにまず急速にひ素は吸収されるが、水溶液中の残存量が 2 か $3 \mu\text{g}/\text{l}$ 付近になると吸収活動は停止するようになり一定値を示す。またボタン

ウキクサは実験 1 の結果と同様に根が小さいと吸収速度は小さいが、ホテイアオイは根の大きさに吸収速度は影響されないように見える。実験 1 では、図 1 から植物が全ひ素を約 20 μg 吸収すると吸収活動を停止するようには見えたと、初濃度 20 $\mu\text{g}/\text{l}$ の場合約 36 $\mu\text{g}/\text{株}$ 吸収して停止しており、吸収量の限界は図 1 から観測された 16 $\mu\text{g}/\text{株}$ 付近ではないことが分かる。さらに実験 1 のボタンウキクサから算出した平均ひ素吸収速度は、初濃度を 20 $\mu\text{g}/\text{l}$ に増加させると、1.8 $\mu\text{g}/\text{株} \cdot \text{day}$ と約 2 倍の大きさになり、初濃度がひ素吸収速度に影響していることが分かる。本実験で取り扱ったそれぞれの水生植物が健康を維持しながら、どのような速さで、またどこまで植物内にひ素を吸収貯蔵しうるか、初濃度ひ素がもっと高い水を用いて調査する必要がある。

6. 実験 3 の結果および考察

実験 3 では、 As^{3+} と As^{5+} イオンの吸収に及ぼす影響をさらに明確にするために、初濃度として水中に含ませるひ素イオンとして、 As^{3+} のみ、 $\text{As}^{3+}/\text{As}^{5+}$ 濃度比を 1/1 にしたもの、および As^{5+} のみの 3 種類のモデル溶液を準備し、吸収実験を行った。一例としてボタンウキクサの場合の実験結果を図 5 に示した。

ボタンウキクサの場合、吸収時間が 15 日目までは、大きくはないがやはり As^{5+} の吸収が遅れている事がわかる。しかし、15 日目以降は As^{5+} の吸収も行われており、15 日目までに見られた As^{5+} 吸収抵抗を克服しているように推定される。先の図 3 のクロモの結果例にも見られるように、吸収活動を停止したように見えるひ素濃度レベルになる前の一定期間 As^{3+} イオンを選択的に吸収し、その期間 As^{5+} イオンの吸収は少ないが、植物のイオン吸収機能のなんらかの作用によって As^{5+} イオンも吸収するようになると考えられる。

次にオオサンショウモの吸収結果を図 6 に示す。図 6 から分かるように、オオサンショウモのひ素吸収経時変化は As^{3+} と As^{5+} のイオン形態による差はほとんど観察されなかった。

7. 全体的な考察

Brookins D.G.⁶⁾ の図 7 に示す $\text{As}-\text{O}_2-\text{H}_2\text{O}$ 系の pH 電位図ではひ素は水中の酸化電位と pH によって酸化数やイオンの形態を変化させることが分かる。本実験では水生植物を浮かべる前のひ素を含む水の pH は約 5.6 付近であるが、浮かべた後では一週

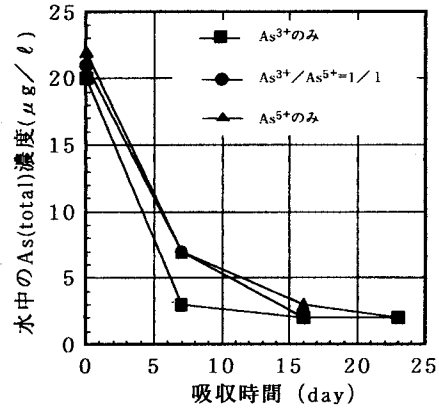


図 5 水中のひ素イオンの化学形態や $\text{As}^{3+}/\text{As}^{5+}$ 濃度比の差がボタンウキクサのひ素吸収に与える影響

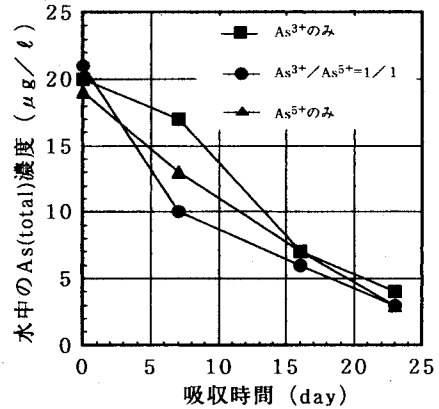


図 6 水中のひ素イオンの化学形態や $\text{As}^{3+}/\text{As}^{5+}$ 濃度比の差がオオサンショウモのひ素吸収に与える影響

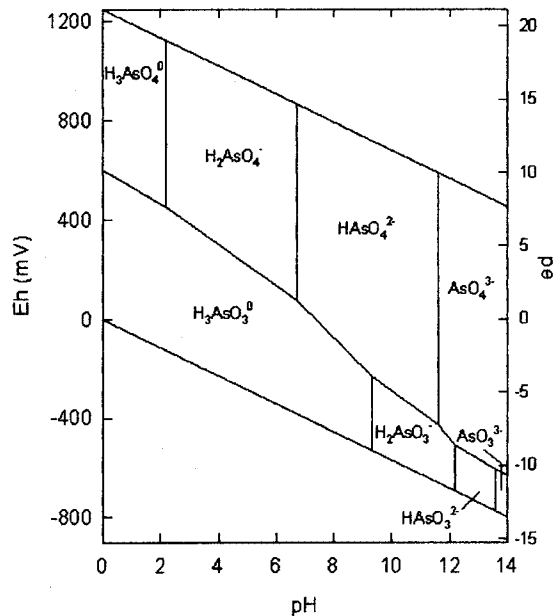
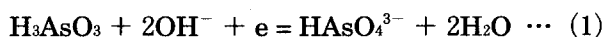


図 7 $\text{As}-\text{O}_2-\text{H}_2\text{O}$ 系 pH 電位図

間程度で pH が 7・8 付近に上昇しその後は一定となる。河川の pH は約 7・8 であるから自然の生育条件と大差ない。本実験で用いたひ素を含む水の電位は測定していないので不明であるが、仮に 0 (mV) 付近だとすると図 7 から As^{3+} は H_3AsO_3 分子で存在し、 As^{5+} は $HAsO_4^{3-}$ の形態で存在することになる。平衡論的には As^{3+}/As^{5+} 量比も決まるが、(1) 式による



redox 反応は正逆とも進行が大変遅いことが知られており⁷⁾ 本実験で初濃度として水中に添加したひ素の化学形態や酸化数は添加時状態をそのまま保持し変化しないと考えて良い。そこで実験 1 で見られたクロモヤフサモが As^{3+} イオンだけしか存在しない水中で As^{5+} イオンを水中に生成するのはクロモヤフサモの特徴であり、植物内にひ素を吸収する際の電池作用によると推定して良い。ただし、その電池反応については分からない。今後細胞膜内外の電位を測定する必要がある。

8. 結 言

ボタンウキクサ、ホテイアオイ、スギナモ、クロモ、フサモ、オオサンショウモなど浮草を用いて、これらの水生植物が水中のひ素をどのように吸収するのか、どの位吸収貯蔵することが出来るのか、また As^{3+} と As^{5+} のイオンの化学形態の違いがひ素吸収にどのように影響するのか、などを主に調査し以下の結果を得た。

(1) 本実験で用いた水生植物は、吸収速度に差は

あるが、いずれもひ素を良好に吸収し、ひ素に対する耐性を持っている事が分った。平均ひ素吸収速度は $0.3 - 2 \mu\text{g}/\text{一株} \cdot \text{day}$ であった。またひ素貯蔵量は約 $30 \mu\text{g}/\text{一株}$ であった。ひ素吸収曲線の経時変化は、おおよそ 20~30 日まで直線的に吸収しその後は吸収活動を停止するように推定された。

(2) 最も良くひ素を吸収したボタンウキクサは活発に生育する 6・7 月とそうではないと推定される 11 月~1 月の季節によるひ素吸収の違いは認められなかった。またボタンウキクサは根の量が多い程ひ素の吸収は大きい、ホテイアオイは根の量に顕著に影響されなかった。

(3) 本実験で用いた水生植物は As^{3+} イオンは良好にしかも速く吸収するが、 As^{5+} イオンは実験開始後しばらく吸収を阻害する作用が認められた。しかし、一定期間が過ぎると As^{5+} イオンについても吸収し始めることも分った。水生植物は As^{3+} と As^{5+} のイオンの化学形態はホテイアオイやボタンウキクサなどには大きな影響を与えないが、クロモヤフサモには顕著な影響を及ぼした。

参 考 文 献

- 1) 厚生省令第 69 号：水質基準に関する省令，平成 12 年 12 月 21 日施行
- 2) 福岡県保健環境研究所：福岡県南地域砒素による地下水汚染原因調査，平成 年 2 月，7.
- 3) 山村尊房，眞柄泰基：資源環境対策，特集ヒ素汚染問題を解明する，Vol.37, No.14, (2001), 1433.
- 4) 山村尊房，眞柄泰基：資源環境対策，特集ヒ素汚染問題を解明する，Vol.37, No.14, (2001), 1436.
- 5) Peoples. S.A.: A Review of arsenical pesticides., American Chemistry Society, (1975), 1-12.
- 6) Brookins D.J.: Eh-pH Diagrams for Geochemistry, Springer -Verlag Berlin (1988), 18.

総合論文

3次元弾性問題解析における調和関数の応用

今 井 良 一

Applications of Harmonic Functions to Analyses
of Three-Dimensional Problems of Elasticity

Ryoichi IMAI

The following matters are investigated;

- 1) Harmonic functions are useful for analyses of three-dimensional problems of elasticity.
- 2) Many harmonic functions are used in three kinds of coordinates systems, respectively.
- 3) Displacements u, v, w of a bar under tensile loads are introduced.

1. 緒 言

著者は先に、2次元弾性問題に関しいくつかの具体的な問題を提示した。そしてそれらに対し、理論解析結果¹⁾をも提示した。解析に際し有効であったものは、複素応力関数と FORTRAN・コンピュータによる数値計算処理であった。2次元弾性問題解析と類似の解析方法をその後調査した。調査結果として、3次元弾性問題を解析することにおいて調和関数が有効であること、ならびに3次元弾性問題解析において調和関数を用いる方法の提案について報告する。

2. 基礎理論

3次元の機械部品・構造物部材が荷重を受け、弾性変形をする状態で成り立つ一般的な事項は、1)～6)である。

- 1) 応力成分、ひずみ成分、変位成分が発生する。
- 2) 応力成分とひずみ成分に1次の関係が成り立つ。
- 3) ひずみ成分は変位成分の1次導関数で表示できる。
- 4) 応力成分と体積力に力の釣り合いが成り立つ。
- 5) 応力成分と表面力に力の釣り合いが成り立つ。
- 6) モデルには特定の条件が存在する。

3次元弾性問題を解決するということは、そのモデルに適する正確な応力成分、ひずみ成分、変位成分をそれぞれ提示することである。このような考えに基づいて3次元弾性問題を解決する際、調和関数が有効であることを説明する。

2.1 弾性変形をする状態で成り立つ一般的な事項の $Oxyz$ 座標系における数式表示

発生する応力成分、ひずみ成分、変位成分はそれぞれ、

応力成分：

$$\begin{aligned} \sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}, \tau_{yx}, \\ \tau_{yz}, \tau_{zy}, \tau_{zx}, \tau_{xz} \end{aligned} \quad (1)$$

ひずみ成分：

$$\begin{aligned} \varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z, \gamma_{xy}, \gamma_{yx}, \\ \gamma_{yz}, \gamma_{zy}, \gamma_{zx}, \gamma_{xz} \end{aligned} \quad (2)$$

変位成分

$$\begin{aligned} x \text{ 軸方向成分は, } u, \\ y \text{ 軸方向成分は, } v, \\ z \text{ 軸方向成分は, } w \end{aligned} \quad (3)$$

である。

応力成分とひずみ成分の関係は、

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= (\sigma_x - \nu\sigma_y - \nu\sigma_z)/E, \\ \gamma_{xy} &= \tau_{xy}/G, \quad \gamma_{yx} = \tau_{yx}/G, \\ \varepsilon_y &= (\sigma_y - \nu\sigma_x - \nu\sigma_z)/E, \\ \gamma_{yz} &= \tau_{yz}/G, \quad \gamma_{zy} = \tau_{zy}/G, \\ \varepsilon_z &= (\sigma_z - \nu\sigma_x - \nu\sigma_y)/E, \\ \gamma_{zx} &= \tau_{zx}/G, \quad \gamma_{xz} = \tau_{xz}/G, \end{aligned} \quad (4)$$

もしくは

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \lambda\Delta + 2G\varepsilon_x, \quad \tau_{xy} = G\gamma_{xy}, \quad \tau_{yx} = G\gamma_{yx}, \\ \sigma_y &= \lambda\Delta + 2G\varepsilon_y, \quad \tau_{yz} = G\gamma_{yz}, \quad \tau_{zy} = G\gamma_{zy}, \\ \sigma_z &= \lambda\Delta + 2G\varepsilon_z, \quad \tau_{zx} = G\gamma_{zx}, \quad \tau_{xz} = G\gamma_{xz}, \end{aligned} \quad (5)$$

E : モデル材料の縦弾性係数,

G : モデル材料の横弾性係数,

ν : モデル材料のポアソン比,

$$\lambda = \frac{\nu E}{(1+\nu)(1-2\nu)}, \quad \Delta = \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z$$

である。

ひずみ成分と変位成分の関係は、

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= \frac{\partial u}{\partial x}, \quad \varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y}, \quad \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z}, \\ \gamma_{xy} &= \gamma_{yx} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}, \\ \gamma_{yz} &= \gamma_{zy} = \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}, \\ \gamma_{zx} &= \gamma_{xz} = \frac{\partial w}{\partial z} + \frac{\partial u}{\partial x} \end{aligned} \quad (6)$$

である。

内部の点で応力成分と体積力 (X, Y, Z) との力の釣り合いは、

$$\begin{aligned} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} + X &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial z} + Y &= 0, \\ \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + Z &= 0 \end{aligned} \quad (7)$$

である。

表面の点で応力成分と表面力 (p_x, p_y, p_z) の力の釣り合いは表面の点での法単位ベクトルを (n_x, n_y, n_z) とすれば、

$$\begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_x & \tau_{yx} & \tau_{zx} \\ \tau_{xy} & \sigma_y & \tau_{zy} \\ \tau_{xz} & \tau_{yz} & \sigma_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} n_x \\ n_y \\ n_z \end{bmatrix} \quad (8)$$

である。

モデルにおける特定の条件は、
モデルの特定の個所での荷重型境界条件、
モデルの特定の個所での変位型境界条件、
である。

2.2 調和関数が有効であること

モデルに適する応力成分、ひずみ成分、変位成分の形をそれぞれ個別に提示することは困難である。そこで、2次元弾性問題解析と類似の処理方法を検討した。2次元弾性問題解析では、そのモデルに適する1組の複素応力関数 $\mathcal{F}(z)$, $\Psi(z)$ から以下のように応力成分、変位成分が容易に提示される²⁾。

$$\begin{aligned} \sigma_x &= 2\operatorname{Re}\{\mathcal{F}'(z)\} - \operatorname{Re}\{\bar{z}\mathcal{F}''(z) + \Psi''(z)\}, \\ \sigma_y &= 2\operatorname{Re}\{\mathcal{F}'(z)\} + \operatorname{Re}\{\bar{z}\mathcal{F}''(z) + \Psi''(z)\}, \\ \tau_{xy} &= \tau_{yx} = \operatorname{Im}\{\bar{z}\mathcal{F}''(z) + \Psi''(z)\}. \end{aligned} \quad (10)$$

$$u - iv = \frac{1}{2G} [k\overline{\mathcal{F}(z)} - z\mathcal{F}'(z) - \Psi'(z)], \quad (11)$$

k はポアソン比 ν で決まる定数である。

普通 $\mathcal{F}(z)$, $\Psi(z)$ 共に多くの複素関数の一次結合で表示される。

以上のような2次元弾性問題解析での方法を参考にすると2-3個の関数から応力成分、ひずみ成分、変位成分が全て導入・提示できることが望ましい。そこでこのような解析方法があるかを調査したところ、調和関数を利用した解析方法が少なくとも二つあることがわかった。それら二つは、竹内が提示した方法³⁾と Timoshenko が紹介した方法⁴⁾である。それらを以下に説明する。

竹内が提示した方法

3次元弾性体が振動する場合の運動方程式は、

$$\begin{aligned} \frac{\rho}{g} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} &= \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial z} + X, \\ \frac{\rho}{g} \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} &= \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial z} + Y, \\ \frac{\rho}{g} \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} &= \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + Z, \end{aligned} \quad (12)$$

ρ : 比重量。 g : 重力の加速度。

ひずみ成分を変位成分で表示した式 (6)、応力成分をひずみ成分で表示した式 (5) を式 (12) に代入すれば、運動方程式は変位成分のみで表示できる(次式)。

$$\frac{\rho}{g} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} = (\lambda + G) \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial z} \end{bmatrix} \Delta + G\nabla^2 \begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix}, \quad (13)$$

ただし、 $\Delta = \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z$

$$= \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z},$$

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2},$$

普通体積力は無視してよいので、 $X = Y = Z = 0$ としている。

式 (13) を満たす変位成分の一般形は2個の関数 F と H とで表示できる(次式)。

$$\begin{aligned} U &= (u, v, w) = U_1 + U_2 + U_3 \\ \text{ただし、} U_1 &= \operatorname{grad} F, \quad U_2 = \operatorname{curl} A, \\ U_3 &= \operatorname{curl} U_2 = \operatorname{curlcurl} A, \end{aligned} \quad (14)$$

$$A = \begin{cases} A_1 = (0, 0, 1)H \\ A_2 = (x, y, z)H. \end{cases}$$

これら 2 個の関数はいずれも 3 次元の波動方程式

$$\begin{aligned} \frac{\rho}{g} \frac{\partial^2 F}{\partial t^2} &= (\lambda + 2G) \nabla^2 F, \\ \frac{\rho}{g} \frac{\partial^2 H}{\partial t^2} &= G \nabla^2 H \end{aligned} \quad (15)$$

の解である。

静的な荷重を受けしかも体積力が無視できる普通の 3 次元弾性体の場合式 (13) は

$$(\lambda + G) \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial z} \end{pmatrix} \Delta + G \nabla^2 \begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (16)$$

となる。また、波動方程式の解は調和関数になる(次式)。

$$\begin{aligned} \nabla^2 F &= 0, \\ \nabla^2 H &= 0, \end{aligned} \quad (17)$$

したがって、静的な荷重を受ける場合の 3 次元弾性問題解析には、2 個の調和関数 F と H が有効である。

Timoshenko が紹介した方法

静的な荷重を受ける 3 次元弾性体の場合、変位成分が満たすべき式は、式 (16) である。次式のような変位成分は式 (16) をみたとす。

$$\begin{aligned} u &= F_1 - \alpha \frac{\partial}{\partial x} (F_0 + xF_1 + yF_2 + zF_3), \\ v &= F_2 - \alpha \frac{\partial}{\partial y} (F_0 + xF_1 + yF_2 + zF_3), \\ w &= F_3 - \alpha \frac{\partial}{\partial z} (F_0 + xF_1 + yF_2 + zF_3), \end{aligned} \quad (18)$$

ただし、 $\alpha = \frac{1}{4(1-\nu)}$ であり、

4 個の関数 F_0, F_1, F_2, F_3 はいずれも 3 次元の調和関数である。

これら 4 個それぞれの意味は次のようなものと考えられる。すなわち、 $F_1 \sim F_3$ はそれぞれ u, v, w に対し大きな影響を及ぼす。

F_0 は、体積ひずみ⁵⁾を 0 にするような変位を表す。その理由は、ある点での体積ひずみ Δ は、

$$\begin{aligned} \Delta &= \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z \\ &= \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \end{aligned}$$

であり、 F_0 のみによる体積ひずみは、 (19)

$$\begin{aligned} \Delta &= \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \\ &= -\alpha \left[\frac{\partial^2 F_0}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 F_0}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 F_0}{\partial z^2} \right] \\ &= 0 \end{aligned}$$

であるからである。

著者は、式 (14) が式 (13) を、式 (18) が式 (16) を満たすことは確認した。以上のように 2 つの方法では、調和関数が使用されかつ有効であるといえる。

3. 調和関数の形

2. で説明した方法により 3 次元弾性問題を解析するには調和関数の具体的な形をあらかじめ明らかにしておく必要がある。工学でよく使用される $Oxyz$ 座標系、円筒座標系、球座標系ごとにそれぞれ調和関数 F の形について概説する。

3.1 $Oxyz$ 座標系

$Oxyz$ 座標系を図 1 にしめす。この座標系で調和関数 F が満たす偏微分方程式は

$$\nabla^2 F = \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) F = 0 \quad (20)$$

である。調和関数 F の一般的な形を、文献³⁾は、

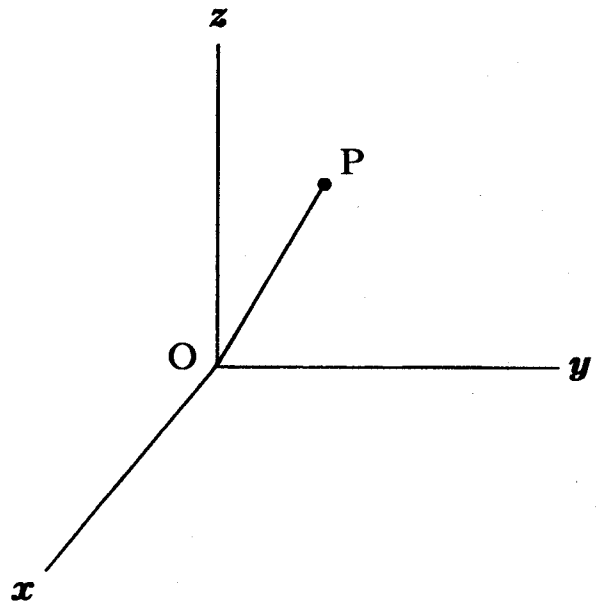


図 1 $Oxyz$ 座標系³⁾⁶⁾での点 P
 $x = x, y = y, z = z.$

$$F = \begin{cases} e^{i(lx+my)+nz}, & l^2+m^2 = n^2, \\ z, \\ 1. \end{cases} \quad (21)$$

としている。しかし、次のような形を追加してもよいと思う。

$$F = Ax^a y^b z^c \quad (22)$$

指数 a, b, c , ならびに係数 A を調整すれば、式 (20) を満たす。例えば、指数 $a = 1.0, b = 1.0, c = 1.0$, 係数 $A = 1.0$ とした $F = xyz$ は式 (20) を満たす。

3.2 円筒座標系

円筒座標系を図 2 にしめす。この座標系で調和関数 F が満たす偏微分方程式は

$$\nabla^2 F = \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) F = 0 \quad (23)$$

である。調和関数 F の一般的な形を、文献3) は、

$$F = e^{im\theta + lz} C_m(lr), \quad (24)$$

$C_m(lr)$: 円筒関数

としている。

3.3 球座標系

球座標系を図 3 にしめす。この座標系で調和関数 F が満たす偏微分方程式は

$$\nabla^2 F = \frac{1}{r^2} \left\{ \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{\sin\theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin\theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{\sin^2\theta} \frac{\partial^2}{\partial \phi^2} \right\} F = 0 \quad (25)$$

である。調和関数 F の一般的な形を、文献3) は、

$$F = \begin{cases} r^n e^{im\phi} P_n^m(\theta), \\ r^{-(n+1)} e^{im\phi} P_n^m(\theta), \end{cases} \quad (26)$$

$P_n^m(\theta)$: ルジャンドルの関数

としている。

4. 3次元弾性問題解析において調和関数を用いる方法の提案

多くの調和関数 F_i の一次結合

$$F = \sum_{i=1}^n A_i F_i \quad (27)$$

は、やはり調和関数⁷⁾ であること、式 (16) に対してもこれを満足する多くの変位 (u_i, v_i, w_i) の一次結合はやはり式 (16) を満たす。

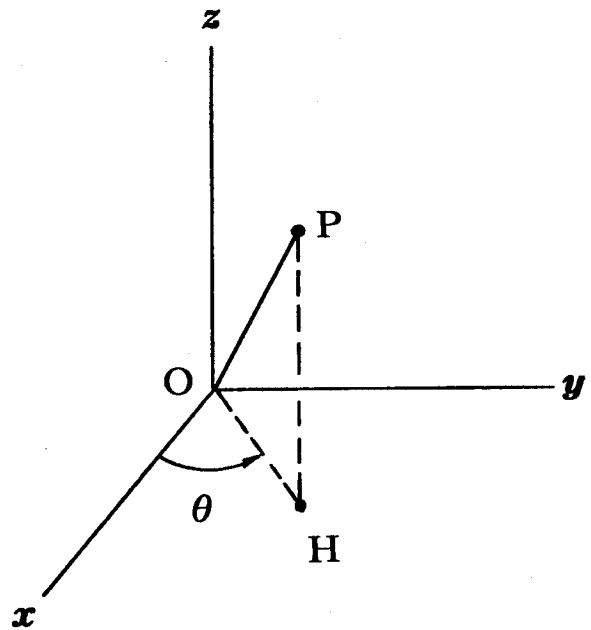


図 2 円筒座標系³⁾⁶⁾ での点 P
xy 平面への OP の正射影が OH である。OH=r, x 軸と OH のなす角は θ , PH=z. $x = r \cos \theta$, $y = r \sin \theta$, $z = z$.

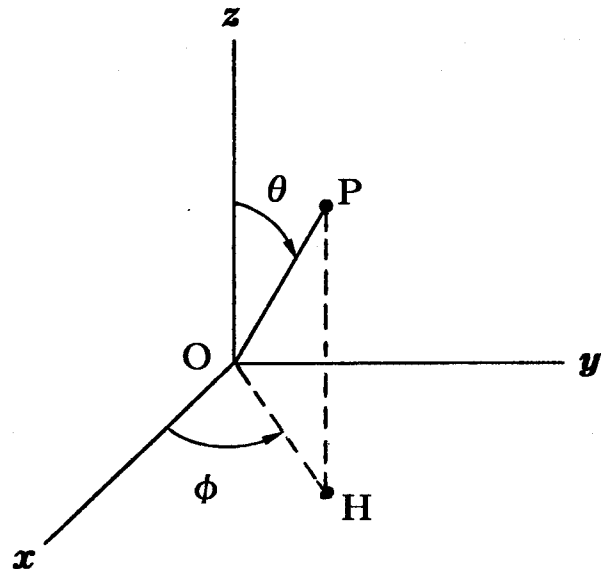


図 3 球座標系³⁾⁶⁾ での点 P
xy 平面への OP の正射影が OH である。OP=r, z 軸と OP のなす角は θ , x 軸と OH のなす角は ϕ である。 $x = r \sin \theta \cos \phi$, $y = r \sin \theta \sin \phi$, $z = r \cos \theta$.

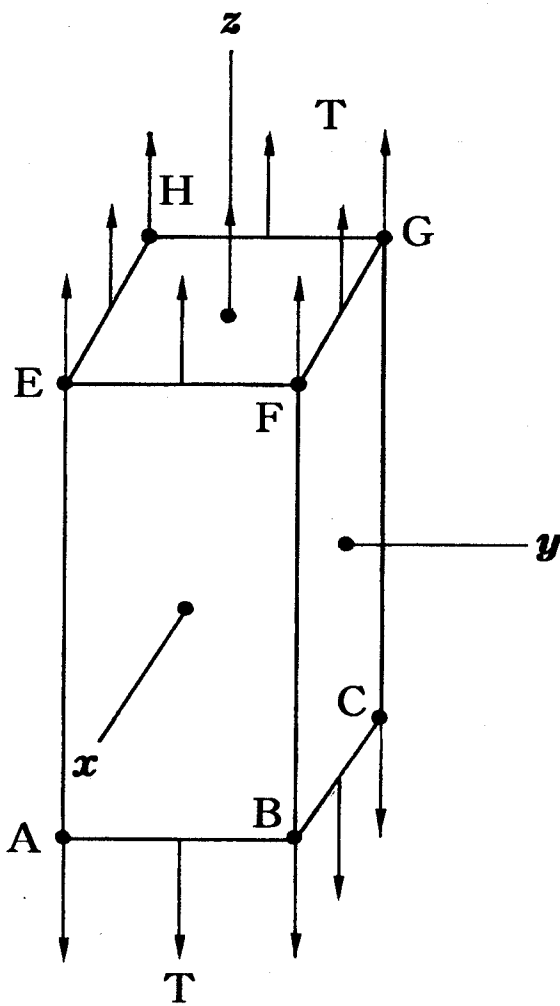


図 4 棒 ABCDEFGH に引張荷重 T (kg/mm^2) が作用する状態。
棒の中心に原点 O を一致させている。
 $AB=CD=b$, $AE=BF=a$.

このように考えると、2次元弾性問題解析の時とどうように、式 (27) における未知の展開係数の数値を決定するには組織的で高速の FORTRAN・コンピュータによる数値計算処理が有効と考えられる。したがって、未知の展開係数の数値決定法としては、そのモデルにおける特定の条件式 (9) を最良に満たす、そして数値は FORTRAN・コンピュータに

より数値計算する方法を提案する。

3次元弾性問題の単純な問題として、棒の軸方向の一様引張問題を取り上げ解析してみる。

棒モデルを図 4 に示す。薄板の一様引張問題 (2次元弾性問題) の解析結果²⁾ を利用すれば、図 4 のモデルの変位成分は、

$$\begin{aligned} u &= -\nu \frac{T}{E} x, \\ v &= -\nu \frac{T}{E} y, \\ w &= \frac{T}{E} z \end{aligned} \quad (28)$$

といえる。

式 (28) の変位を得るには、例えば、式 (22) を利用して F_0, F_1, F_2, F_3 を

$$\begin{aligned} F_0 &= 0, \quad F_1 = -\frac{\nu}{1-2\alpha} \frac{T}{E} x, \\ F_2 &= -\frac{\nu}{1-2\alpha} \frac{T}{E} y, \quad F_3 = \frac{1}{1-2\alpha} \frac{T}{E} z \end{aligned} \quad (29)$$

とすればよい。

結 言

3次元弾性問題を解決する方法を二つ紹介した。これらの方法で調和関数が有効であることならびに調和関数の形について解説した。

3次元弾性問題を解析するため調和関数を応用すれば、2次元弾性問題解析と類似の処理方法が可能と予想できた。

参 考 文 献

- 1) 例えば、今井, 奥菌: 久留米高専紀要, 2-2, (1987), 1., 今井, 橋村: 久留米高専紀要, 16-2, (2001), 1.
- 2) 森口: 2次元弾性論, (1957), 12, 16, 岩波書店.
- 3) 竹内: 大学演習弾性論, (1970), 29, 33, 裳華房.
- 4) S. Timoshenko, J.N. Goodier: Theory of Elasticity, (1951), 235, Kogakusha Company, Ltd.
- 5) 樋口, 斎藤: 弾性および材料力学, (1966), 19, 養賢堂.
- 6) I.S. Sokolnikoff, R.M. Redheffer: Mathematics of Physics and Modern Engineering, (1958), 358, Kogakusha Company, Ltd.
- 7) 大橋: 流体力学 (1), (1982), 105, コロナ社.

教育研究報告

第12回久留米高専産学民連携フォーラム
— 高速インターネット回線接続の現状と今後 —

大 淵 豊
高 松 政 利
中 島 勝 行

The 12th forum of Regional Collaboration Center
in Kurume National College of Technology
— Foresight of high-speed Internet Connections —

Yutaka OBUCHI
Masatoshi TAKAMATSU
Katsuyuki NAKASHIMA

1. はじめに

本報では、電気電子工学科の招聘により、企業の最先端で働いておられる方々を講師としてお招きし、ご講演していただきました第12回「高速インターネット回線接続の現状と今後」のフォーラム（久留米高専産学民連携推進センター後援）の内容概略を示し、加えて地域産業界の技術向上に寄与するための技術相談・共同研究等を行って現在の電気電子工学科について報告する。これにより今後の更なる企業への協力の増進を期するものである。

2. 第12回「高速インターネット回線接続の現状と今後」

期日：平成13年12月7日（金）

場所：久留米工業高等専門学校ニューメディア
ホール

インターネットの利用が進むにつれて、普通の電話回線よりスピーディで大容量の情報をやり取りできる高速通信サービスの多様化が進み、ADSL、CATV、FTTHへの移行が現れている。それぞれに特徴があり、利用者の選択を迷わすものである。今回、この時代に即応した話題を取り上げることができた。

(1) 講演 I 「情報流通社会の到来について（フレッツ・ADSL）」

講師 西日本電信電話株式会社
福岡支店ビジネスユーザ営業部
営業企画部 IP サービス推進部長
谷口陽一氏

（講演要旨）今日急速に広がり日常生活に浸透しつつあるブロードバンドサービス、電話中心からインターネット中心の社会すなわち NTT が提唱する「情報流通社会」について、その考え方を現在の情報通信サービスの現状と照らし合わせて説明された。情報流通社会とは、電気通信情報共有のための情報通信であったものが、情報流通すなわち社会活動、経済活動をネットワーク上で実現したものである。情報流通市場は、放送デジタル化とネットワーク化、放送・広告・出版・ゲーム・音楽・映画等のマスメディア企業のサイバー化、SOHO/テレワーク・地域・家庭コンテンツ流通等のメガコンテンツとして拡大しつつある。ここに、ブロードバンド高速光インターネットサービス利用者は、急激な上昇が見られ、2006年には全世帯の84%、3500万世帯に達すると予測されている。

ADSL（非対称デジタル加入者線、フレッツ・ADSL（NTT））はアクセス回線はメタル線を使い下り最大1.5Mbps 又は 8 Mbps の速度で、上り最大 512kbps まで、常時接続、アナログや ISDN の数倍から20倍の速さ、電話も同時に利用可、複数のパソコンが同時に接続可の特徴をもつ。

B フレッツはアクセス回線として光ファイバーを利用することで最大100Mbps の速度でインターネット接続する。この光ファイバーは大容量通信に対応し、ノイズに強く、高品質の通信サービス、資源問題の解消、有効利用ができ、今後大いに期待出来る。現時の施設状況は幹線系光ファイバー県庁所在地級ビジネスエリア93%、人口10万人以上都市ビジネス

エリア72%と普及しているが、まだ対応地域が狭い。情報流通社会での情報の流れが社会コストの最小化を促進し、より「安心」で、より「便利」で、より「快適」な社会を創出することになる。数年後は光ファイバーの時代となることが予測され、これに関する事業、営業、例えばコンテンツ流通技術の圧縮、ストリーミング技術、電子すかし等の検討、社会活動を行うために必要なものの電子化（ICカード）のお金、クレジットカード、各種身分証明書、印鑑、ライセンス等の検討がなされ、繁栄することが考えられる。

(2) 講演Ⅱ「ケーブルインターネット」

講師 株式会社ケーブルテレビジョン久留米
インターネット事業部長 舩屋泰之氏

(講演要旨) ケーブルインターネットの概要について まだ電話回線のインターネット接続が一般的だった時代に、ブロードバンドのさきがけとしてケーブルテレビの回線を用いたケーブルインターネットの登場は、高速大容量、常時接続、電話料金不要という今では常識的接続環境を安価で一般家庭に開放した、このことは画期的出来事であった。

特徴は、2Mbpsの高速、常時接続、電話料金なし、プロバイダ料金なしである。しかし営業地域に限られるし、最初に加入する際に家庭にケーブルを引き込み、専用の受信機を設置する必要がある等の問題がある。今後は可能性として、電話、ネットゲームやショッピング等、今までの地上波TVにない双方向通信に有利となると考えられ、光ファイバーへ移行してさらに発展の可能性を残すものと言われている。

(3) セミナー

2つの講演終了後、参加希望者だけでのセミナーが行われた。その中で講演での質疑応答に補足説明がなされた。ADSLやCATVによる高速回線接続が都市周辺部に限られていることにたいし、サービ

ス地域拡大の要望意見がだされた。

3. 電気電子工学科の現状

電気電子工学科の教育の一層の充実と、地域社会の発展に寄与することを目的として、下記の如く、企業との共同研究を行い、卒研課題を取り上げを行っている。また企業、一般市民から技術相談を受けている。

企業との共同研究（平成13年度）

(1) 芝刈機及び雑草芝刈機の騒音防止に関する研究

(株) オーレック 助教授 池田 隆

(2) イオン濃度測定器の試作開発に関する研究

(株) 光ベルコム 教授 杉森欣三

卒業研究（平成14年度）

(1) 非接触バッテリー充電器の検討

(株) ケンコントロールズ

教授：中島勝行、助教授 高松政利

学生：吉浦正剛、長池広樹

技術相談

電気電子工学科で技術等相談可能な分野を上げると、マイクロ波応用、磁気センサー、音声処理、プラズマ関連、インターネットワーキング、計測制御、ホームページ作成等がある。これまでに数件の相談があり、各専門の先生方で直接対応している。

4. おわりに

今回、本フォーラムで最新情報と今後の展望について講演を行い、セミナーでさらに論議され、大いに地場産業との結びつきを深めることができた。今後もこれを続けていく考えである。

最後に、本フォーラムを開催するにあたり、準備・会場設営、その他にご尽力下さった関係者の皆様に御礼申し上げます。



教育研究報告

第13回久留米高専産学民連携フォーラム
— 半導体産業の現状と将来 —

重 松 浩 気

The 13th forum of Regional Collaboration Center
in Kurume National College of Technology
— Present and Future of Industries of Semi-Conductor —

Koki SHIGEMATSU

1. 企 画 経 過

半導体およびそれに関連する産業は21世紀のみならず今後大きな発展が期待されている基幹産業の一つであることに異論はなかろう。その発展に向けてそれぞれの企業はしのぎを削って努力していると思われるが、その企業戦略が容易に外部には見えない。このテーマでフォーラムを企画した平成13年の年末は半導体産業の景気はいわゆる波形に変動するその底部であった。だからこそどのように企業戦略を展開しようとしているのか、短期および長期の計画、技術の改善や開発方向を一般的に教えて欲しいと著者は考えたのである。講演を依頼する企業には『一般的に』戦略をお話して下さいとお願いしたが、自企業で『特殊に』開発を計画している領域はノウハウに関連して公には出来ないだろうと予測したからである。

著者が依頼した企業は快く承諾して頂いた。しかし、しばらくして問題が起きたのである。承諾して

いただいた企業の一つから機密保持を理由にこの企画には参加出来ない旨のお知らせを受けたからである。著者はその企業を責めるつもりは毛頭ない。むしろ外部には見えない形で熾烈な競争が行われている事にあらためて心が揺さぶられる思いを経験したのである。

代わりに半導体製造部門と技術的に密接に関連している真空装置メーカーに講演を依頼し快諾を得た。最終的に、シリコンウエーハの製造では大きなシェアを持つ住友金属工業(株)シチックス事業本部、真空装置メーカーとして活躍されている(株)カムテックおよび本校材料工学科で半導体関連の研究をされている奥山助教授の講演が決定した。

2. フォーラムに参加した企業

このフォーラムに参加いただいた企業は約20社である。半導体産業と直接関係している企業もあったが、うどんの製造機械設計メーカーなど半導体技術

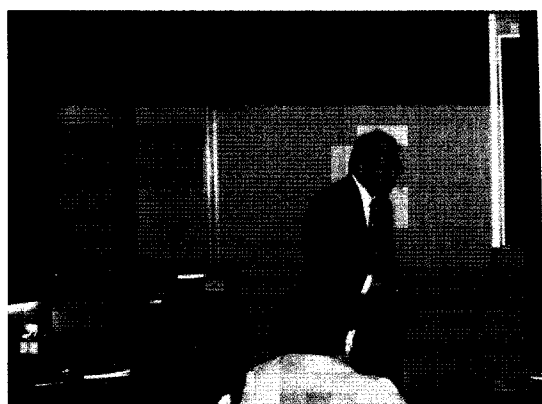


写真1 講演中の浅山英一氏

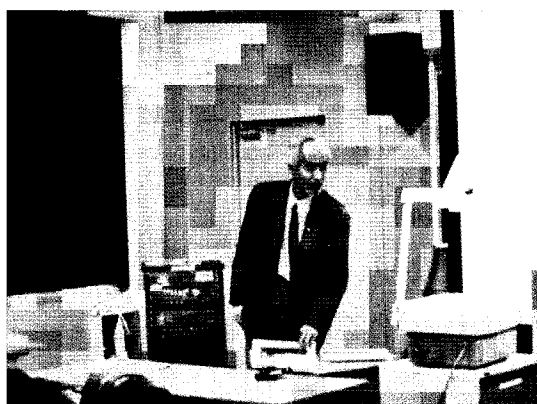


写真2 講演中の熊谷正昭氏

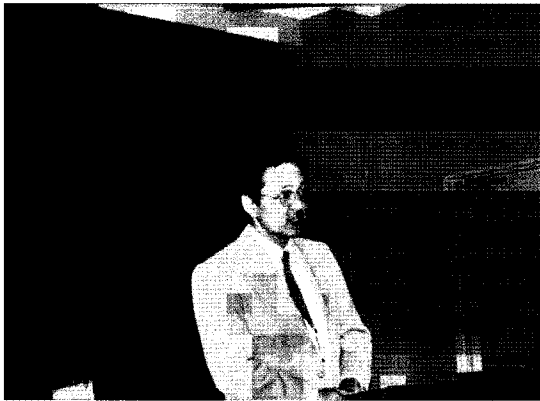


写真3 講演中の奥山助教授

とは関係ないと思える地場企業も参加しておられた。

3. 講演

住友金属の浅山英一氏は、『半導体用シリコンウ

エハ技術の現状と課題』というテーマで現在の日本や諸外国のシリコンウエーハの生産量、シェア、8インチウエーハよりさらに大きくなる競争、ウエーハ両面に半導体素子を製造するための技術開発など有益なお話をしていただいた。

(株)カムテックの熊谷正昭氏は、『半導体生産設備と真空との関わり』というテーマで真空装置の原理、現在の真空技術そして半導体産業にますます高度な真空技術が必要となっている背景など興味深いお話をいただいた。

本校の奥山助教授は、『半導体中の局所応力場の解析』というテーマで有限要素法を用いて、ウエーハ内外部の不純物がどのように応力歪みを形成しているか、数学的に解析しその結果を立体的に示し、参加された半導体企業の方々に大変な興味を持たせた。



教育研究報告

第14回久留米高専産学民連携フォーラム
— ベンチャー企業の現状・ISO 規格認定について —

大 淵 豊
高 松 政 利
中 島 勝 行

The 14th forum of Regional Collaboration Center
in Kurume National College of Technology
— Foresight of Venture Enterprises and ISO —

Yutaka OBUCHI
Masatoshi TAKAMATSU
Katsuyuki NAKASHIMA

1. はじめに

本報では、電気電子工学科の招聘により、企業の最先端で働いておられる方々を講師としてお招きし、ご講演していただきました第14回「ベンチャー企業の現状・ISO 規格認定について」のフォーラム（久留米高専産学民連携推進センター後援）の内容の概略を示し、加えて地域産業界の技術向上に寄与するための技術相談・共同研究等を行なっている現在の電気電子工学科について報告する。これにより今後の更なる企業への協力の増進を期するものである。

2. 第14回「ベンチャー企業の現状・ISO 規格認定について」

期日：平成14年3月1日（金）

場所：久留米工業高等専門学校ニューメディアホール

現在話題となってるベンチャービジネスについてとりあげ、ベンチャーの定義、企業立上げをどうしたらよいか、維持のための経験的報告等をお願いした。ならびに、多くの企業が取得希望をしている話題の品質保証認定 ISO9001、環境保証認定 ISO 14001の ISO 規格認定についての解説をお願いした。

(1) 講演 I 「ベンチャービジネス立ち上げと新製品開発」

講師 有限会社 光ベルコム

代表取締役 鈴木光則氏

（講演要旨）ベンチャー企業とは、設立後10年未満の研究開発志向の上場目的の企業、また設立後5年以内で新分野展開中、かつ専門性を重視した知識集約型の中小企業をいう。日本の中小企業250万社の中のわずか8327社が、ベンチャー企業として、通産省の指導で都道府県が中小企業創造活動促進法（創造法と略す）により認定されている。中堅企業（医療機器メーカー）での開発担当役員としての経験、及び現ベンチャー会社の責任者としての立場から、企業における新製品開発の概念や成功例、失敗例について述べられた。日本のベンチャーの環境として、創造法、および助成金制度 SBIR（Small Business innovation Resarch）の追風、かつ産学連携のための大学が保有する発明の権利を民間企業にライセンスする TLO（技術移転機関）の活用が行なわれ増えつつあるのが現状である。経験から、成功のためには、自己資金の必要性、つぶれた場合借入金が残らないようにする。沢山の特許を取る、製品を出す前に試作・テストを最低100台手作りしてみる。創造者自身で売り込みをする、短期目標を考えた物作り、品揃えの確保、シェア拡大等が話された。ベンチャー企業が高収益の成長企業に脱皮するためには、特許等で守られた固有技術と社員の技術開発力だけでは十分ではない。失敗例としては、物作りの経験がない、資金バックがない、時期尚早、所有権評価が米国と比べ低い社会環境、他が上げられた。聴講者の中に本校学生も含まれ、卒業後の活動に大いに資する内容であった。



写真1 講演中の鈴木光則氏

(2) 講演Ⅱ「ISOの意味するもの」

講師 株式会社 ナチュラル・サイエンス
代表取締役 笠 進氏

(講演要旨) ISO9001は、国際標準化機構 (ISO) が1987年に決めた国際規格で、品質管理責任の明確化を含め、製品の設計からアフターサービスまでの品質管理システムそのものを評価する品質保証規格である。JIS マーク表示が製品自体の形状・材質・信頼性を保証するのとは異なる。第三者機関の監査により認証され、合格すれば認定取得企業として登録される。この資格は、国際的取引を有利にすると言われ、現に EU への製品輸出およびサービスには ISO9001 認証書を要求されている。また別に建設業界における国関連の入札制度では、ISO 認定されていると有利であるのが現実である。このためには、従業員の教育訓練、内部監査、徹底した販売先の管理、生産データ分析、顧客満足度の調査、不適合管理・是正管理・予防管理、経営者によるシステムの見直し等が行なわれなければならない。

また ISO14001は、環境関連規格の1つで、環境管理・監査システムが整備されているかを認証機関の審査を受けて、これに合格すれば同じように環境対応の認定取得企業として登録される。すなわち地

球温暖化対策している企業は、自主的活動の1つとして ISO14001 認定を受けている。企業の社会的責任を果たすという自主的活動の現れである。

今後、ISO 関連ビジネスとして、認証支援、環境報告書作成、環境改善支援、環境分析 (有害関係)、省エネルギー対策等が時代にそったものとして上げられる。

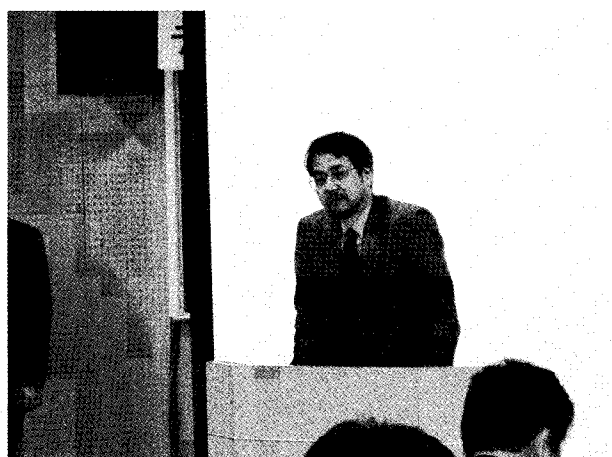


写真2 講演中の笠 進氏

3. ま と め

第12回フォーラム報告で示したように、電気電子工学科が教育の一層の充実と、地域社会の発展に寄与することを目的として、企業との共同研究、卒研課題取り上げを行っている。また、各教官専門分野のマイクロ波応用、磁気センサー、音声処理、プラズマ関連、インターネットワーキング、計測制御、ホームページ作成等の技術相談も受けている。

今回、本フォーラムで最新情報のベンチャー企業、ISO 規格認定についてフォーラムを開催し、セミナーでさらに論議されたことで、大いに地場産業とに結びつきを深めることができた。今後もこれを続けていく考えである。

最後に、本フォーラムを開催するにあたり、準備・会場設営、その他にご尽力下さった関係者の皆様に御礼申し上げます。



教育研究報告

第15回久留米高専産学民連携フォーラム
— シニアと学生の協働による地域資料のデジタル・情報化 —

黒 木 祥 光

**The 15th forum of Regional Collaboration Center
in Kurume National College of Technology
— Collaboration on the Digitization of the Local
Information Sources with Seniors —**

Yoshimitsu KUROKI

1. はじめに

国立社会保障・人口問題研究所の報告によると、老年（65歳以上）人口の割合は、平成26年には25%台に達すると予想されている¹⁾。今後、高齢者が社会で如何なる役割を演ずるべきであるかは我が国最大の課題と言っても良いであろう。第15回目のフォーラムでは、久留米のNPO（Nonprofit Organization）法人であるシニアネット久留米（以下、SNK）²⁾と学生による協働の1手法を提起したので、ここに報告する。

2. フォーラム開催に至った経緯

著者とSNKとの関係は、平成14年に開講される科目「創造工学」の準備に起因する。創造工学は2年生を対象とする1単位の科目であり、その目的は、近隣の商店街にある個人商店のWebページ（以下、ページ）の作成を通じ、問題把握に始まり、立案、設計、企画書の作成と交渉、成果物の提出とプレゼンテーション、およびメンテナンスまでの過程を経験することにより、自立的且つ計画的に問題を解決する能力、コミュニケーション能力等を育成する事にある。本科目を具現するため、久留米市商工会議所の仲介を依頼したが、その際、商店街の1つである六ツ門商店街において、SNKのメンバーが既にページの作成を行っている旨、説明を受けた。同時に、SNKと本校学生の共同作業により、より魅力的なページが作成されるのではないかと提案も頂いた。なお、六ツ門商店街には、シニア情報プラザ・久留米（以下、SIP）と呼ばれるNPOおよび施設が平成12年に設立されており、SNKのメンバーも

SIPを中心に活動しているとの事である。従って、平成14年度に開講される創造工学の前準備として、本校2年制御情報工学科（平成13年度現在）に所属する活動部の学生と共に、SIPおよびSNKのメンバーと商店街のページについて議論を重ねた。以上の状況の下、平成13年3月の時点で、当時ページの開設を希望する商店主の作成作業はほぼ終了したため、本フォーラムの主題は、学生が作成したページの紹介、および今後のシニアとの協働として考え得る、地域資料のデジタル化に設定した。

3. 公演内容

本フォーラムの要綱を表1に示す。まず、最初の講演として、須佐氏により、既に作成された久留米城を主題とするページの紹介があった。このトップページは図1であり、現在、Web上に公開されている³⁾。須佐氏の講演では、シニアの方々は、歴史の知識は豊富ではあるが、これを見易い形でページとして残す技術が無いため、本校の学生に技術的支援をお願いしたい旨報告された。続いて、古賀氏により、シニア世代およびシニアネットの現状に関する説明があった。シニア世代は今後益々増えていくのは論を俟たない。彼らに定年後も生きがいを持って過ごして頂く社会作りは当然であるが、経済面から考えた場合、シニアネット等を通じて何らかの事業に参加し、多少なりとも収入を得ることが出来る仕組みを作るべきとの意見は説得力がある。「今後のモノづくりには大きな購買層となるシニアの視点が欠かせない」或いは「シニアに5万円稼いで10万円使ってもらおう」等の言葉は多くの示唆に富む。最後に、著者により、学生の作成したページおよび六ツ門商店街に提案した幾つかのページ作成に関する

表 1 フォーラムの要綱

期 日	平成14年 3 月15日
場 所	久留米工業高等専門学校ニューメディアホール
主 催	久留米高専産学民連携推進センター
共 催	福岡県工業技術センター (株) 久留米リサーチ・パーク (財) 佐賀県地域産業支援センター
講演1	「ネットで温故知新」 SNK 理事 須佐卓郎氏
講演2	「シニアネットの取り組み」 SNK 理事長 古賀直樹氏
講演3	「学生によるデジタルコンテンツの作成 ～現状と課題～」 久留米高専助教授 黒木祥光

提案の説明があった。これらのうち、最終的に図2に示す六ツ門周辺の駐車場マップが Web 上に公開されるに至っている⁴⁾。この作業の際、著者の意見として、学生は仕様の定まったページの作成は得意であり、最先端の技術も使用することが出来るものの、最初からページの設計を行うのは少々難しいとの報告があった。更に、画像符号化の歴史を踏まえつつ、デジタルコンテンツの蓄積および流通を促進するために、MPEG7⁵⁾が如何なる役割を果たすか説明があった。

4. む す び

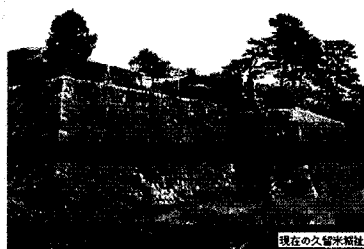
本フォーラムでは、本校の学生とシニア世代の協働の1手法として、地域資料のデジタル化を主題に掲げた。シニアの方々にも単に見るだけのページであれば十分作成可能であるため、今後は溢れるコンテンツを管理するデータベースの開発等を卒業研究のテーマとして取り上げる予定である。

謝 辞

SNK 理事の須佐卓郎氏、SNK 理事長の古賀直樹氏には本フォーラムにおける講演の依頼を快諾して頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

久留米城物語

久留米城 | 年表 | 地図 | 解説 |
有馬藩余話 | 神社仏閣 |



現在の久留米城址

私たち史談会は、シニアネット久留米の会員有志数名で御土久留米の歴史を後世に伝えようと奮い立ったシニアグループです。「私はこんなことは知ってるよ」と情報をお持ちの方、「手伝っていいよ」と参加できる方は、須佐までご連絡ください。

シニアネット久留米・史談会

引用参考資料
久留米市史、米光 丁著「九州の算額」、高山精二著「久留米の町寺社めぐり」
松岡利郎先生資料集、古賀幸雄先生資料集、久留米市観光協会資料。

図 1 久留米城物語のトップページ

駐車場のご案内



ドラッグで地図を移動します。
Pマークの上にマウスの矢印をのせると駐車場の情報が見れます。

図 2 活動部による六ツ門付近の駐車場マップ

参 考 文 献

- 1) <http://www.ipss.go.jp>
- 2) <http://www.senior-net.gr.jp/>
- 3) <http://www.senior-net.gr.jp/arima/>
- 4) <http://www.senior-net.gr.jp/mutsumon/>
- 5) <http://www.itsecj.ipsj.or.jp/mpeg7/>

教育研究報告

第16回久留米高専産学民連携フォーラム
— 多孔質セラミックス —

藤 道 治

The 16th forum of Regional Collaboration Center
in Kurume National College of Technology
— Porous Ceramics —

Michiharu TOH

1. はじめに

久留米高専産学民連携フォーラムを始めて今回で16回目となる。今迄、フォーラムは、本校各学科の産学民連携推進センターメンバーが企画してまいりました。しかし、第16回フォーラムの「多孔質セラミックス」は、久留米高専産学民連携推進協力会会員である(財)佐賀県地域産業支援センターの科学技術コーディネータ原尚道氏(現佐賀大学 産学連携コーディネータ)をお願いして企画していただきました。以下にフォーラムの内容を報告いたします。

2. フォーラム開催要領

テーマ：多孔質セラミックス

1. 期日：平成14年3月19日(火)
2. 場所：久留米工業高等専門学校ニューメディアホール
3. 主催：久留米高専産学民連携推進センター、(財)佐賀県地域産業支援センター
4. 共催：福岡県工業技術センター、(株)久留米リサーチ・パーク
5. プログラム

(1) 13:30~13:40

久留米工業高等専門学校校長、(財)佐賀県地域産業支援センター長挨拶

(2) 13:40~14:30

「構造・形態のナノ制御：多孔質セラミックスへの応用」

佐賀大学理工学部 機能物質化学科 講師
矢田光徳氏

(3) 14:30~15:20

「シラス多孔質ガラス (SPG) の開発と最近の発展」

宮崎県工業技術センター所長 中島忠夫氏

(4) 15:30~16:20

「人と地球を考えたものづくり」

—土を活かす—

株式会社 INAX 取締役技術統括部部長

石田秀輝氏

(5) 16:20~16:30

久留米工業高等専門学校産学民連携推進センター長挨拶

(6) 16:40~17:30

セミナー

3. 講演概要

講演 「構造・形態のナノ制御：多孔質セラミックスへの応用」

講師 佐賀大学理工学部 機能物質化学科

講師 矢田光徳氏

講演ではまず、有機分子や有機分子集合体が有するナノ構造を転写する(鋳型とする)ことによる新しいナノ構造体の構築と応用について紹介された。

セラミックスがナノテクノロジーに係わるものとして、超高密度集積回路、マイクロマシン、電氣的・光学的機能有する分子素子、高機能触媒などあげられる。こういった超精密素子や部品や機械の実現のためには、ナノメートルスケールで制御された材料、三次元のナノ構造体、ナノワイヤー、ナノチューブ、ナノロッドなどが必要である。

有機成分を鋳型として得られる多孔体として、ゼ

オライトの合成や分子刻印など一つの有機低分子を鑄型としてえられる2nm以下の細孔径を持つマイクロ多孔体、棒状ミセルのような有機分子集合体を鑄型として得られる2~50nmの細孔径を有するメソ多孔体、ポリスチレンビーズのような有機重合体を鑄型とする50nm以上の細孔径を有するマクロ多孔体がある。

このうち、メソ多孔体は、高比表面積、狭い細孔径分布、様々な組成を持ち、細孔内を自由に有機分子などで修飾できる特徴がある。このため、色々な面での応用がなされており、メソ多孔体に関する研究がかなり増加している。

演者らは、均一沈殿法によりアルミナおよび各種希土類酸化物のメソ多孔体を合成している。この場合、沈殿剤として、水酸化ナトリウムやアンモニアの代わりに尿素を使用する方法を用いている。尿素は60℃以上になると加水分解して水酸化物イオンが生成して溶液のpHを均一にあげていくことができ、反応温度と尿素濃度を調節することにより沈殿の析出速度を制御することができるので、この沈殿法が有機/無機メソ複合体の合成に極めて有効である。また、希土類酸化物は特異な磁氣的、電氣的、光学的性質を持っているので、希土類酸化物を骨格とするメソ多孔体は、光学材料、電磁気機能材料、新規ホスト材料など新たな材料の開発につながる可能性がある。

最近、界面活性剤を鑄型として、長さ数百nm、外径6nm、内径3nmの希土類(Er, Tm, Yb, Lu)酸化物ナノチューブの合成に成功した。合成法は、原料の希土類の硝酸塩あるいは塩化物と、界面活性剤のドテシル硫酸ナトリウム、尿素、水を40℃で1h攪拌した後、80℃で反応させて析出した希土類酸化物/界面活性剤複合体を回収洗浄する。棒状となった希土類酸化物/界面活性剤複合体の芯になっている界面活性剤をイオン交換で取り除くとナノチューブができる。

次に、有機分子のセラミックスへの表面吸着を利用したセラミックスの形態制御と応用に関して、粒径の揃った硫酸バリウム直方体ナノ粒子がチェーン状に連結した高次構造が形成されることなどが紹介されて講演を終わられた。

講演 「シラス多孔質ガラス (SPG) の開発と最近の発展」

講師 宮崎県工業技術センター所長 中島忠夫氏

シラスは、鹿児島県から宮崎県にかけて豊富にある。シラス地帯における集中豪雨による土砂崩れなどによる人的被害が出ていた。火山灰のシラスを何とか利用できないかということで、多孔質ガラスを主にシリカとアルミナからなるシラスからつくるという研究が25年程前から始まった。

シラス多孔質ガラス (SPG) 開発の歩みは、1978年当初の第1段階ではSPG素材の開発が行われ、応用技術の展開の第2段階では膜分離技術の開発と産学官ネットワーク形成がなされ、第3段階では全く新しい膜乳化でエマルジョンをつくる技術開発と新技術の開発、宮崎県工業技術センター発のベンチャーが二つ誕生した第4段階ではSPG技術の医用工学への応用、第5段階の現在ではNEDOの地域コンソーシアムの3年プロジェクトの1年目が終了したところであり、幅広い新産業への貢献を目指している。

SPGは、ある種の組成を持つガラスを熱処理すると親和力の高い成分のみが集まってガラスの中に別のガラスをつくるガラスのマイクロ相分離を使ってつくられる。分散したガラス相が孤立して水玉模様のように分散している相分離ではなく絡み合い型の相分離であること、分離相が母相よりも酸とか熱水あるいは特定の溶媒に高い溶解性があることなどがSPGをつくる時の条件となる。

アルミナシリケートを骨格とするSPGの製造は、先ずシリカとアルミナを供給する主原料のシラス60%位に副原料の炭酸カルシウムとホウ酸を加えて千数百度の温度で溶かす。次にパイプ状や板状に成形して650~750℃で数時間から数十時間熱処理するとアルミナシリケートリッチなガラスとカルシウムリッチなガラスの二相分離が起こる。酸処理するとSPGが得られるが、熱処理工程が重要である。

SPGは、数十ナノから数十ミクロンのマクロ孔の領域であり、細孔の複雑な絡み合いでできている。SPGの特徴としては、孔径分布がシャープである。孔径が幅広く変えられる。すなわち、用途に応じて孔のサイズを数十ナノから数十ミクロンの間で自在にコントロールできる。表面化学修飾が容易である。多孔質であるけれど機械的強度がある。耐熱性があることなどである。

SPGを分離膜として使用した限外濾過、精密濾過、荷電膜などが考えられたが、新しい膜乳化法としてSPGを使ったエマルジョン粒子生成が検討された。従来の乳化法で作成した粒径が分布したエマルジョンに比較して膜の孔径に対応した均一なエマ

ルションが得られ、孔径を変えることによりサイズの異なるほぼ均一な径のエマルションが得られることがわかった。

SPGを使ったシングルエマルションの実際の応用例として、液晶ディスプレイのスペーサー粒子用のプラスチック微粒子の製造とマイクロソルジャーリングによるハンダ金属微粒子の製造について、また、二つの孔径の異なる SPG を使ったダブルエマルションの応用例としてドラッグデリバリーシステムで使用したエマルション粒子について紹介された。

宮崎医科大学との共同研究において、血管を閉塞したり、あるいは、臓器を通り抜けたりしないように粒子径を制御した WOW エマルションがつくられた。すなわち、まず第一の疎水性 SPG を使って油相の中に薬物水溶液を挿入して粒径が $0.5\mu\text{m}$ 程の小さな WO エマルションがつくられ、次に第二の親水性 SPG を使って水相の中に OW エマルションを入れて粒径が $30\mu\text{m}$ 程の大きな WOW エマルションがつくられた。これを手術ができない肝臓ガン患者にドラッグデリバリーシステムを使って治療して成功した事例が報告された。

講演 「人と地球を考えたものづくり」

—土を活かす—

講師 株式会社 INAX

取締役技術統括部部长 石田秀輝氏

ものづくりをやる上で環境というのはどうしても避けられない。環境ということを声高らかに言えば言うほど物をつくってはいけないのではないですかという自己矛盾におちいる。鎖国ができない日本で世界に堂々ともものづくりをするんですよ言うためには、我々何を考え、どういう定義で物をつくらなければいけないのかをここ十年ほど考えてきた。ここでは、新しいものづくりを考える中で、「土を活かす」というものづくりの切り口について述べたい。

「つくる」、「つかう」、「もどす」という循環型社会を造ることができる人間生態系は、自然生態系に囲まれて存在している。自然生態系から資源やエネルギーをインプットし、廃棄物や熱等を自然生態系にアウトプットしているが、このような循環型社会を造るためには、インプットを如何に下げそれに応じてアウトプットを如何に少なくするかが今後の重要な課題となる。「つくる」ところで $1/3$ 、「つかう」ところで $1/3$ 、「もどす」ところで $1/3$ に下げると全体で $1/27$ の使用となり、インプットとアウトプット

をかなり小さくでき循環型社会に近づく。しかし、人間の生活価値が不可逆性であるため、このようなやり方は人間にとってかなり難しいことである。

人（人間生態系）を考えたものづくりと地球（自然生態系）を考えたものづくりを満足するようなどきのみ、ものづくりができるのではないか。新材料や新商品などの新しいものづくりとは、生みだせる価値を分子に、地球にかける負荷を分母にした次式のように表し、その値が1以上の時にものづくりができるのではないかと考える。

人と地球を考えたものづくり = $P/(I+O)$

P: Performance 商品のパフォーマンス

I: Input 商品のライフサイクル全般で投入された資源エネルギー等

O: Output 商品のライフサイクル全般での廃棄物、排気ガス、排水等

「人と地球を考えたものづくり」の価値を上げるには、「P」を上げると共に、「I」及び「O」を削減して下げることが重要であると思う。

1973年のオイルショック以後国策で建設され始めた高気密高断熱住宅は、モンスーン気候で湿度が高い我が国では非常に住みにくい。こういう住宅には、最初、扇風機、それからクーラーがはいり、次に除湿器、加湿器が加わり、最近ではシックハウス症候群のために空気清浄器がはいっているの、各の機械は省資源省エネルギー型になっているにもかかわらずトータルで考えるとかなり高エネルギー住宅となっている。そこで、床や壁や天井が自動的に湿度を検知し、自動的に湿度をコントロールする材料にし、そういう材料を可能な限り資源やエネルギーを使わずにつくるとそれは前述した「人と地球を考えたものづくり」となると思う。我々が快適に過ごせる湿度は40~70%である。この範囲に湿度をコントロールするには水蒸気を毛細管凝縮する6~15nmの細孔を持つ多孔質な材料を見いだせば良いが、土はこれを満足する。

土には様々な大きさの穴（孔）があいているが、土の最も小さい凝集構造（細孔）は10nm位である。土は、水を吸い、水を吐き、空気を貯め、浄化機能を持ち、システム境界（自然生態系と人間生態系の境）を自由に行き来出来る極めて稀な材料の一つである。土を高気密高断熱住宅の中に持ち込めば良いと思われるが、土をそのまま持ち込むと色々な問題が生じる。そこで、細孔を保った状態で、すなわち、凝集構造を変えずに土を固めて使えば、日本の住宅で使えると考えた。

土を固めて高熱処理によりつくられる強度・耐候性・施工性のある煉瓦、ブロック、タイル等のセラミックスは、強度・耐候性・施工性があるが、土本来の性能を維持しているとは言えない。土とセラミックスの中間的材料として土の水熱固化体（ソイルセラミックス）がある。これは、土を200℃以下で蒸して固める水熱処理技術を用いてつくられたものである。ソイルセラミックスは、土本来の性能を維持しながらセメント並の強度を有し、施工が容易で、使用後は自然生態系に戻すことも可能である。

高気密集合住宅（マンション）のリビングルーム床（約35m²）をソイルセラミックスで施工し、温度・湿度の変化を測定した。冬期に同じ面積の絨毯張り床がある住宅と比較したところ、実験住宅では温度変化、湿度変化が極めて小さく、最低温度も15℃を下回らないことが分かった。実際の生活時のエアコンの運転時間は短く、湿度変化が少なく加除湿器などの運転も不要で快適であり、化石エネルギーの使用量も低く押さえられることがわかった。土の固化は新しい材料価値を生み出したものであり、人と地球を考えた物づくり（材料開発）の一つの解を与えたものと思う。

カタツムリの表面が汚れないという自然の凄さを学んで汚れにくい風呂、トイレやキッチンなどのものづくり、あるいは、水熱処理プラントで超臨界水酸化反応を使って下水や食品廃棄物を処理して水熱発電、水熱固化や液体肥料などに変えて循環使用するシステム等について話されて講演を閉じられた。

4. おわりに

今回のフォーラムを含め、13回から15回のフォーラムは、文部科学省平成13年度高等専門学校教育改善充実費を用いて行われたものです。本フォーラムは、年度末行事が立て込んでいる中で参加者は二十数名と少なかったが、講演後はいずれも熱心な質疑応答が行われ、有意義なフォーラムでした。

お忙しい中講演して頂いた三人の講師の先生方に厚く御礼申し上げます。また、主催して頂いた（財）佐賀県地域産業支援センター、共催して頂いた福岡県工業技術センター、（株）久留米リサーチ・パークに謝意を表します。最後になりましたが、フォーラムの運営と会場の準備をしていただいた関係各位に紙面をお借りして心より御礼申し上げます。



教育研究報告

第17回久留米高専産学民連携フォーラム
— 地域社会と文化工学 —

松 尾 一

The 17th forum of Regional Collaboration Center
in Kurume National College of Technology
— Cultural Engineering for Regional Development —

Hajime MATSUO

久留米工業高等専門学校一般文科歴史教室では、宮崎県の椎葉村立民俗芸能博物館（永松敦副館長）に対して、工業系高等専門学校が持つ工業技術を博物館の学芸活動へ供与する試行的活動を進めている。今回のフォーラムでは、主に同館が設立準備の段階から精力的に調査を進めた九州地方の民俗芸能に関する映像資料の保存とデータベース化による公開に関する現状と課題を報告した。また、民俗系博物館が地域社会とどのように関わるのかという問題を、民俗を保存・伝承する地域社会の振興という視点から、特に情報工学と文化振興のあり方についての検討もなされた。尚、フォーラムの大まかな内容は下記に示した通りである。

また、本共同研究の進行は、本校歴史教室が事務局を務め、専門学科教官の助言を仰ぎつつ、学生により研究の具体的作業が進められるという方法が取られている。実際に、九州民俗芸能画像データベースと、映像資料のデジタル化は本校学生により、永松副館長との共同作業により進められている。

教育研究機関として、産学民連携を実際に行うに際して、地方行政機構からいけば社会教育施設として官民の連携の上に成り立つ博物館の学芸活動へ、工業技術による協力という形で学生の参加が実現できたことは、教育機関である本校としても有意義なプロジェクトであると考えている。また、この共同研究は、今後も継続され、いずれ本紀要上に詳報される予定である。

1. 日 時 平成14年4月26日(金) 13:30~17:10
2. 場 所 久留米工業高等専門学校専攻科大講義室(専攻科棟2階)
3. 主 催 久留米工業高等専門学校産学民連携推進センター
4. 共 催 宮崎県椎葉村立民俗芸能博物館・九州民俗学会
5. 対 象 本校教職員, 九州民俗学会員, 市民
6. 進 行
 - (1) 久留米工業高等専門学校校長挨拶
13:30~13:45
 - (2) 「地域社会と文化工学」 13:45~
「IT社会における民俗芸能博物館の活動」
14:00~14:45
椎葉民俗芸能博物館
副館長 永松 敦氏(民俗学)
「文化工学の試み:工学が地域に果たすもう一つの役割」
14:45~15:20
久留米工業高等専門学校 一般文科
助教授 松尾 一氏(歴史学)
「椎葉民俗芸能博物館H・Pと九州民俗芸能データベースの製作」
15:20~15:45
久留米工業高等専門学校 活動部 文化工学グループ
 - (3) セミナー
15:45~17:00
座長 永松 敦・松尾 一
 - (4) 久留米工業高等専門学校産学民連携推進センター長挨拶
17:00~17:10

教育研究報告

第10回科学技術セミナー
久留米高専の環境マネジメントへの取り組み
— 環境マネジメントの構築とその効果 —

笈 木 宏 和
森 哲 夫
辻 豊
鎌 田 吉之助

The 10th Seminar of Science and Technology
The Construction of the Environmental Management and the Effects by them

Hirokazu OIKI
Tetsuo MORI
Yutaka TSUJI
Kichinosuke KAMATA

1. はじめに

本科学技術セミナーは、佐賀県地域産業支援センターとの共催で毎年開催されており第10回を迎えた。これまで、主に企業の方々を講師として、環境というグローバルな視点において様々な立場からの技術開発、アイデアについてご報告頂いてきた。第10回となる今回は、現在企業間において非常に重要な問題となっている環境マネジメントシステム(EMS)構築と、認証取得について、および各企業の実際の取り組みについて講演していただいた。近年、地球温暖化やオゾン層の破壊などの地球規模の環境問題がクローズアップされ、国際的な取り組みが求められている。これらを踏まえて、国際化標準機構(ISO, International Organization for Standardization)は、継続的な環境改善と自主的な環境改善の手法として、環境マネジメントシステムの国際規格(ISO14001)を1996年に設立し、各組織で活発に環境マネジメントシステムの構築に取り組んでいる。ISO14001の取得は世界的に見ていまや企業側にとっては必須ともいえるものであるにもかかわらず、その方法は一般によく知られているとは言いがたく、どのように対応すればよいかかわからない企業も多数存在する。今回のセミナーは、企業にとってこれらの内容を習熟するための良い機会となり、非常に有益なものであったと思われる。

2. プログラム

期日 平成13年11月20日(火)

場所 はがくれ荘

佐賀市天神2丁目

13:00-13:10

開会挨拶 財団法人佐賀県地域産業支援センター
事務理事 高橋勝明

13:10-14:10

講演Ⅰ「環境マネジメントシステム構築と認証取得
について」

講師：福岡県保健環境研究所 環境科学部廃棄物課
長 宇都宮 彬

〈座長〉久留米工業高等専門学校 教授 森 哲夫

14:10-14:20

質疑応答

14:20-15:20

講演Ⅱ「アサヒビール博多工場の環境への取り組み
について」

講師：アサヒビール株式会社博多工場

エンジニアリング部長 三沢博之

〈座長〉久留米工業高等専門学校 助教授 辻 豊

15:20-15:30

質疑応答

15:30-15:40

休憩

15:40~16:40

講演Ⅲ「コトブキ製紙株式会社の ISO14001 認証取得の取組み」
(平成11年度経営支援アドバイス事業 成果発表)

講師：コトブキ製紙株式会社 技術課長 笹木孝美
〈座長〉久留米工業高等専門学校 講師 笈木宏和

16:40~16:50

質疑応答

16:50~17:00

閉会挨拶 久留米工業高等専門学校長 柳 謙一

3. セミナーの紹介

以下に講演者3氏の講演についての概要を記載する。また、各講演の資料も併せて記す。

講演Ⅰ「環境マネジメントシステム (ISO14001) 構築と認証取得について」

講師：福岡県保健環境研究所 環境科学部廃棄物課長 宇都宮彬氏

福岡県は、平成7年に「福岡県環境総合基本計画」を定め、環境保全のための実践行動計画として「環境いきいき共創プラン」を福岡県版ローカルアジェンダ21として作成し、自然環境の保全、リサイクルの推進、うるおいのある調和のとれた環境の創造等を目標に行動計画を定めている。自治体自らが環境保全活動を推進していくためには、計画策定はもとより、実施体制の整備や実施結果の評価などの仕組みづくりが必要であることから、行政施策の一つとして、福岡県保健環境研究所で EMS を構築し、ISO14001の認証取得することで、EMS の啓発・普及を図っている。

講演者は、構築事務局長、運営事務局長として、EMS の構築・運営に携わった経験を基に、構築の経緯、認証審査で指摘された事項、審査機関の認証審査の方法などを中心に、環境マネジメントシステム構築のスケジュール、主な構築の作業手順、環境方針の制定および導入の効果と運営次の内容について、事例を挙げて講演を行った。そして、導入を行うことにより職員の環境保全意識の向上や環境教育及び環境情報の発信を行うことができることについて強調し、導入を行うことによる利点について明示した。

講演Ⅱ「アサヒビール博多工場の環境への取り組みについて」



写真1 講演中の福岡県保健環境研究所 環境科学部 廃棄物課長 宇都宮彬氏

講師：アサヒビール株式会社博多工場
エンジニアリング部長 三沢博之氏

講演者は、企業が導入した ISO14001 の事例として自社の導入の過程、および注意点について講演を行った。

アサヒビール博多工場では、平成10年12月にプロジェクトチームを組織、EMS の構築を開始し、平成11年5月より運用開始、平成11年8月に認証取得を行っている。具体的には以下の流れにより行っている。

- ①現状調査 (初期環境調査、環境側面の抽出・評価、著しい環境側面の特定)
- ②計画 (環境方針、目的、目標、環境マネジメントプログラムの策定、EMS マニュアル作成)
- ③運用 (EMS 運用、記録、監視、環境マネジメントプログラムの実施、教育訓練実施)
- ④点検・是正 (内部監査、書類審査、予備審査、不適合是正処置、文書改訂)
- ⑤見直し (経営層による見直し)
- ⑥登録初回審査

上記の取得手順以外に、講演者は、ISO14001がアサヒビール博多工場の環境への取組みを体系化し、より確実で具体的な行動へと導くものとなったことについて報告を行った。さらに、14000シリーズは継続的改善の仕組みを求めているものと解釈しており、この点9000シリーズのような他の規格とは異なり、個性も出るし、新たな工夫も出る要素があることについて強調していた。そして、企業は様々な環境問題を一朝一夕に解決できるものはないが、「より良くする」ための活動を続けていくことが近隣にたいしても地球に対しても必要なことだと述べ、講



写真2 講演中のアサヒペール株式会社博多工場
エンジニアリング部長 三沢博之氏

演を締めくくった。

講演Ⅲ「コトブキ製紙株式会社の ISO14001 認証取得の取組み」

講師：コトブキ製紙株式会社 技術課長 笹木孝美

コトブキ製紙株式会社は、トイレットペーパーなどの家庭紙を製造する専門メーカーであり、その製造に当たってかけがえのない自然や環境を大切にしていきたいと考えていることから、早期から JIS 企画や ISO9001 などの認証資格の取得を積極的に行っている。ISO14001 においても 1998 年 10 月より認証取得に向け環境管理部を発足し、2000 年 3 月という、家庭紙製造販売においては日本初の取得を行っている。その取得過程における取り組み姿勢や、取得における注意点について講演していただいた。

具体的には以下の流れにより行っている。

- ① 自主学習およびコンサルタント研修
- ② 環境側面の抽出、環境影響評価、法規制、環境方針、環境マネジメントプログラム等の作成
- ③ 環境マネジメントシステム文書の作成
- ④ 教育、訓練の実施
- ⑤ 内部環境監査の実施
- ⑥ 経営者側の見直し
- ⑦ 書類審査
- ⑧ 事前調査
- ⑨ 本審査

講演において、ISO14001 は、これまでの認証資格とは異なり主な用語の説明から理解せねばならなかったこと、同業種での取得事例が少なく暗中模索



写真3 講演中のコトブキ製紙株式会社 技術課長
笹木孝美氏

の状態であり、かつ環境管理部は専任でなく役割分担して行ったため、活動には困難が生じたことなどについて説明を行った。しかし、これらを克服することにより会社全体に協力体制が生まれ、職場の機運が高まることも報告している。

また、認証取得に対する全従業員の意識を高めるため、朝礼での環境方針の唱和や昼休みの環境マニュアルの教育なども積極的に導入を行ったが、このことも関係者および職場が一体となる結果となったのではないかと報告している。さらに文書管理体系はこれまでの個人管理からすべて組織管理となるため、自ら作成した計画を監視・測定するとともに進捗管理を行い、その状況・結果・処置等を文書化し、明らかにしておくことが必要となることから、日常の業務運営にも活用できることを述べており、ISO14001 の取得は企業側にとって有用な要素が多いことを強調していた。

最後に、認証取得はできたものの、まだまだ十分とは言えず、改善の必要はあるが、この体制を維持して継続的に改善を行うことが必要であり、このことが会社の「社会的信用」につながることであり、経営の効率化にも寄与することとなるということを述べて講演を締めくくった。

4. 終わりに

現在、環境問題は世界的な問題事項となっており、ISO14001 の設定は社会の必然であったと考えられる。そういった意味でも今回のセミナーは大変有用なものであったと考えられる。

ちなみに、出席者は企業の方をはじめとして 51 人あり、活発な討議が行われた。

最後に、本セミナーを開催するにあたり、会場その他の設定にご尽力下さった佐賀県地域産業支援センターの皆様方に厚く御礼申し上げます。

学位論文

氏名 (本籍) 池田 隆 (長崎)
 学位記番号 熊本大学
 博工第158号
 学位授与の日付 平成14年3月22日
 学位論文題目 ホルマント情報を伝達する聴覚
 障害補償システムの開発と音声
 の認知に関する研究

論文審査委員

(主 査) 熊本大学 教授 渡 邊 亮
 (委 員) 熊本大学 教授 園 田 頼 信
 (委 員) 熊本大学 教授 内 村 圭 一
 (審査協力者) 熊本大学 助教授 上 田 裕 市

論文内容の要旨

この論文は聴覚障害者の音声聴取を補助するシステムとして新しい補聴方式の提案を行いこれを用いて伝達されるホルマント情報と感音性難聴者の音声認知の関連を明かにすることを目的としている。聴力は加齢と共に低下し、また先天的あるいは病気や事故などの後天的原因で急激な聴力低下や失聴に至ることも多い。このような場合、可聴領域が残っていれば聴力損失を補うため補聴器の活用が期待される。特に、内耳以降に障害の原因がある感音性難聴の場合は音を不快に感じる大きさのレベルは健聴者とあまり変わらず、聴き取ることのできる音の最低レベルが上昇し聴取可能な音のダイナミックレンジが狭められてしまうので巧妙で緻密な信号処理が必要となる。このような聴力特性の補償には一般に振幅圧縮型の補聴器が必須となるが、その性能は、音声の聴き取りが自然にでき、装着していることを意識しない程に歪が少なく、使用者の聴力に適合する特性が達成されなければならない。難聴者の狭くなった可聴領域のダイナミックレンジに対し、いかにしてこれらの要求を満たす信号処理を行うか、とりわけ、日常生活に不可欠な音声の聴き取り改善に、どのような方式がよいのかということは聴覚障害の補償システムを構築する上で大変重要な課題である。更にその背景には音声信号に含まれる諸情報のうち音声の聴取の補償のために、何を伝達すれば音声の認知が可能かという本質的な問題も存在している。これらの課題に解決を見出すことができれば、音声

情報を効率良く伝達する方法、補聴器による音声聴取の補償効果の評価、補聴器設計などに有効な指針を与え得ることになる。

本論文では、音声情報伝達の補償を目指し、これまで、実用装置への適用例がほとんどないホルマント周波数成分(単共振波)に着目し原理的に歪の少ない単共振分解型補聴方式を提案する。更に、補聴効果、音声認知に関わりの深い可聴領域内ホルマントピーク分布について模擬難聴状態の健聴者及び聴覚障害者による実験結果の分析から音声の認知と音声ホルマント情報との関係について新しい知見を示す。

内容の概略は次のとおりである。

まず、新しい信号処理方式として単共振分解型補聴器を提案する。本方式は音声信号から声道の共振周波数成分であるホルマント周波数を逆フィルタ制御法により精度良く安定に抽出、更に、これを用いて単共振成分を分離抽出し、それぞれのホルマントピークが可聴領域内に入るよう振幅圧縮処理を行ってから加算する音声分析・合成処理に基づく補聴器である。圧縮係数は、音声信号のフレーム実効値と各ホルマント周波数位置での難聴者のHTL及びUCLから決定されるので、本方式は非線型歪の小さい振幅圧縮音声を出力できる特徴を持つ。実際に、電話帯域音声を対象に補聴システムを構築して振幅圧縮処理を行い補聴器としての基本特性を検証する。

次に、単共振分解型補聴器が伝達するホルマント情報と感音性難聴者の聴取判断による音声明瞭度の関係を定量化し、補聴器の設計指針を明確にすることを試みる。一方、難聴者の音声認知能力は聴能訓練によって改善される可能性があるため、音声の画像を併用する聴能訓練の効果と認知能力の上限を求める実験を行った。その場合認知能力の向上が認められる難聴の状態は本研究で新たに定義した平均ダイナミックレンジで20-30 [dB]程度の難聴でありそれより著しく広い可聴領域でも、著しく狭い可聴領域でも効果が認められないことを明かにした。

更に、音声認知能力と平均ダイナミックレンジには単調増加の関係が存在するが、一般的な聴力測定尺度であるHTL(最小可聴閾値)と音声認知能力の関係は明確でないことが分かった。従ってこのようなオーディオグラム特性から推定される難聴者の可聴領域と音声認知能力との関係は、その可聴領域内に伝達されているであろう音声特徴量(音声情報)の定量的評価値との関係に帰着できるのではないかと推論に基づいて、ホルマントピーク分布と音声

認知能力の関係を調べた。その結果難聴者の可聴領域内の第1, 第2ホルマントピーク分布率の幾何平均値により音声認知能力を推定できるという仮説を得た。

この仮説を検証するために、マスキングノイズで模擬難聴状態にした健聴者に対し圧縮条件をコントロールした聴取実験で、感音性難聴者と同様の傾向を得たことから、健聴者による模擬難聴状態が本実験条件下での難聴者の特性を良く模擬することを確認し、健聴者、模擬難聴者において可聴領域内ホルマントピーク分布と音声認知能力との間に定量的関係があることを明かにした。

最後に、振幅圧縮処理の改良により可聴領域内のホルマントピーク分布率を上げれば、難聴者による音声聴取の改善が期待できるという上記の研究結果から、補聴器の改善点を導きその結果としての各難聴者の音声認知能力の上限を推定した。

以上の研究により感音性難聴者の聴力特性と補聴器の圧縮特性から音声認知能力を推定する可能性が得られ、補聴器の設計に関する新たな展開を期待できると考える。

論文審査の結果要旨

近年のデジタル信号処理技術とDSPの発達は、従来、比較的単純な音声処理でしか実現できなかった補聴器やその他の聴覚障害補償システムの展開にも大きな可能性をもたらした。しかしながら、たとえ複雑な音声処理が可能になっても、通常の感音性難聴者における聴覚特性と音声認知能力との関係が解明されなければ、任意の聴覚特性を持つ難聴者に適切な補聴器を設計・製作・調整する指針を完全に示すことはできない。

本研究は、新しく提案した信号処理方式に基づいた振幅圧縮の補聴器をシミュレーションによって実現し、その補聴器の与える情報と感音性難聴者の音声認知能力の関係を明らかにすることにより、感音性難聴者の聴覚特性から直接、適応する補聴器を設計するのに必要な指針の確立を目指したものである。

本論文の内容は次のようである。

第1章では、難聴の種類とその特性の分類に基づいて、それを補償する従来の信号処理型補聴器の簡

単な紹介を行い、本研究において新しい補聴処理方式を提案する意義などを述べている。

第2章には、本研究で提案する補聴方式として実現された単共振分解型補聴器の機能、構成を述べ、それによって伝達される音声情報の分析と補聴器音声の予備的な聴取試験によって、処理結果の適切さを示している。

第3章は、5人の感音性難聴者を対象に、音声画像や文字による視覚情報を補助として、提案補聴器を用いた聴能訓練を行い、その効果を分析した。聴能訓練で音声認知能力が向上するのは、可聴領域の平均ダイナミックレンジが中程度(20-30 [dB])の難聴者であり、従来の基準である平均聴力損失との関係はあまり明瞭ではないことが分かった。

第4章では、前章での聴能訓練で到達した音声聴取スコアの上限に基づいて、可聴領域内ホルマント情報と音声認知との定量的関係を調べている。その結果、補聴器の振幅圧縮特性と聴覚特性との関係で難聴者の音声認知能力を推定することが可能であるとの仮説を立てた。

第5章は第4章の仮説の検証である。健聴者を難聴者の最小可聴閾値と同特性のマスキングノイズで模擬難聴状態とした聴取テストにおいて、補聴器の圧縮特性を変えることで可聴領域内ホルマントピーク分布率を意図的に増減すれば、語音聴取の正答率も難聴の結果と同様に変化させ得ることを示した。このことにより、第4章の仮説が成立することが裏付けられた。

第6章は、第5章の結果に基づいて、より効率のよい音声情報の伝達を可能にする単共振分解型補聴器の設計法を述べ、その実現を仮定したときに各難聴者の音声認知能力がどのように向上するかを推定している。

以上のように、本研究は、感音性難聴者の聴覚特性と補聴器の振幅圧縮特性を与えて、可聴領域内のホルマント情報の量を算定すれば、その難聴者の音声聴取能力を推定できることを示し、その結果、音声情報の伝達に非常に効果的な補聴器の設計を可能にした点で工学的に価値の高い研究であると思われる。よって、本論文は、博士(工学)の学位を授与するのに十分値すると判定する。



氏名 (本籍) 小田 幹 雄 (福岡)
学位記番号 鹿児島大学
理工研第125号
学位授与の日付 平成14年3月25日
学位論文題目 不応期ニューロンをもつ神経回路網を用いた連想記憶に関する研究

論文審査委員

(主 査) 鹿児島大学 教授 宮 島 廣 美
(副 査) 鹿児島大学 教授 高 田 等
(副 査) 鹿児島大学 教授 湯ノ口 万 友

論文内容の要旨

デジタル計算機が登場して半世紀ほどがたったが、ハードウェアおよびソフトウェア技術の進歩により、計算機の処理速度が飛躍的に向上し、今日、複雑な情報処理も計算機を用いて短時間で実行可能である。現在のデジタル計算機は、ノイマンアーキテクチャを用いており、アルゴリズムは簡単な代数計算の集積であり、依然として不得意な分野があり、記憶、推論、空間認識の分野がその代表的なものである。

一方、人間の頭脳は、これらの分野を得意としており、神経回路網を模倣した計算機モデルを構築し、現在のデジタル計算機と全く異なるアプローチにより情報処理機構を実現する試みがなされている。一般に、神経回路網モデルは、マッカローク・ピッツの形式ニューロンを多数結合した静的または動的モデルであり、とくに、Hopfield型神経回路網は、実際の神経回路網との類似点が多い。

本論文では、Hopfield型神経回路網を用いて連想記憶を実現する手法を主題とするが、連想記憶モデルを構築する場合、系の平衡点の数、すなわち記憶容量を増加させること、および対ノイズ性、すなわち引き込み領域を増加させることが目的となる。本論文は、これらの目的を達成するために、ニューロンに生理学的に発見されている不応性を導入した回路網を提案し、提案モデルにおける不応の方法、回路網の想起能力、逐次学習への応用をまとめたものであり、全6章から構成されている。その内容の要旨を章を追って以下に記す。

第1章では、研究の背景として、ノイマン型計算機と神経回路網との相違点、神経回路網の構造および機能を生理学的見地から検討した。また、本研究の主題である神経回路網による連想記憶の研究の歴史を述べ、その問題点および改良手法について述べ

た。最後に、連想記憶に関する本研究の位置付けを行い、研究の目的を明確にした。

第2章では、人工神経回路網の基本構成となる神経細胞の数理モデル、すなわち形式ニューロンに関して、空間的加算性、時間的加算性を考慮した数理モデルを検討した。ここで、形式ニューロンに不応期を採り入れたモデルを議論し、第3章で提案するニューロンの基礎とした。また、回路網の種類に関して、時間発展として離散時間発展、連続時間発展、ニューロンの出力値として離散値活性化関数、連続値活性化関数の相違を検討し、これらの議論を第3章で提案する回路網の基礎とした。

つぎに、相互結合の神経回路網を用いた連想記憶に関して、その構造および動作をとくにニューロンの活性、学習則に注目し議論した。静的な連想に関しては、ニューロンの膜電位を統計的手法により導出し、正しい出力が得られる確率について検討した。動的な連想に関しては、同期回路網と非同期回路網の相違点について検討した。

さらに、Hopfield型の回路網の収束性について議論し、本研究の提案モデルの収束性の議論における基礎とした。また、提案モデルと関連するダイナミクスに注目した従来の改良モデルについて議論し、4章の提案モデルの想起能力改善の議論の基礎とした。

第3章では、膜電位または入力大きさにより不応期に入るニューロンを考え、このニューロンを用いた連想記憶回路網を提案した。まず、静的な連想記憶の実験により、ランダムにニューロンを不応させる場合と膜電位大きさによりニューロンを不応させる場合の想起能力を議論した。この結果より、膜電位大きさによりニューロンを不応させると想起能力が向上することがわかり、動的な連想記憶回路網に関して、ニューロンの不応を司る不応しきい値を形式ニューロンに付加することを提案し、回路網およびニューロンの構造を複雑にすることなく、回路網のダイナミクスを改良した。

さらに、不応しきい値の設定値に関して、固定的に設定する場合と適用的に変動させる場合を議論し、同期回路網に対して適応的に不応しきい値を変動させる回路網をさらに提案した。そして、提案回路網の不応しきい値の値および不応期間と想起能力との関係を数値実験により求め、最適な不応しきい値の値を得た。

第4章では、提案回路網の能力について、引き込み領域の大きさ、記憶容量、耐ノイズ性を数値実験

により実証し、さらに回路網の収束性および想起能力が改善する理由について議論した。まず、提案モデルは、活性化関数に非減少関数を用いるため、Hopfield 型回路網と同様、不応期間を十分大きくとれば、想起成功、不成功に関わらず常に収束が保証されることを証明し、提案回路網が、回路網の収束を常に保証しながら高い想起能力を有することを明らかにした。

つぎに、第 3 章で得られた最適な不応しきい値の値および回路網の活動度を用いて提案回路網の記憶容量および引き込み領域の大きさを数値実験で求め、従来モデルと比較することにより、提案手法の有効性を示した。さらに、提案回路網の耐ノイズ性に関して、数値実験により他の従来モデルと比較考察した。最後に、非単調活性化関数モデルとの相違点、不応期を設定することによりなぜ想起能力が改善するかを結合荷重上の雑音に注目し定性的に議論した。

第 5 章では、不応期をもつニューロンの応用として、提案モデルに逐次学習則を付加した逐次学習可能な記憶モデルを提案した。すなわち、高記憶容量の提案モデルにさらに逐次学習を可能とすることを試みた。第 3 章で取り扱った回路網の活動度が未学習パターンとして逐次学習すべき入力パターンの検出に利用できるかを検討した。まず、追加学習すべき未学習パターンを定義し、回路網の活動度が未学習パターンの検出に利用できることを数値実験で示した。回路網の活動度を直接用いる場合の検出法を述べ、さらに、これを改善した検出手法を提案し、未学習パターンが正しく検出され追加学習されることを数値実験により示した。

第 6 章は、本研究の結論であり、本研究の成果と今後の課題を総括した。

論文調査の要旨

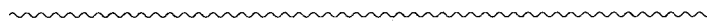
連想記憶の分野では、これまでのノイマンアーキ

テクチャ型計算機とは異なる手法、いわゆるソフトコンピューティングによるアプローチが注目されている。本論文は、神経回路網モデルによる連想記憶において、ニューロンに不応性を採り入れた新規なモデルを提案している。この分野では、記憶容量の増加を実現するために、大きく分けて、回路網の構成、パターン生成法およびダイナミクスの改良によるアプローチが試みられている。本研究は、ニューロンの不応性に用いることにより、ダイナミクスの改良を試みたものであり、ニューロンの不応性は、生理学的に発見されているものであり、実際の脳との関連から興味深いものである。

類似の従来研究として、非単調活性化関数を用いた記憶モデルがあるが、本提案記憶モデルは従来の改良モデルである非単調活性化関数モデルや多値出力モデルを含み、より一般化した記憶モデルとしてとらえることができる。提案記憶モデルは、従来モデルと同等、またはより高い能力を有することが数値シミュレーションの結果より明らかにされた。また、これらの従来モデルはつねに回路網の収束を保証しないが、提案記憶モデルは、不応期間を十分長くとれば、基本モデルである Hopfield 型回路網と同様、回路網の収束を保証する。

さらに、ニューロンに不応性を採り入れることにより、入力パターンが既学習パターンであるか未学習パターンであるかを判別することができることが示された。これにより、従来の学習過程と想起過程が分離したモデルではなく、より自然な形態である想起過程における逐次学習が可能となり、不応性を採り入れることのさらなる利点が示された。

以上、本論文は、神経回路網を用いた連想記憶に関して、有効な回路網および学習則を提案しており、この論文の成果は、貴重な情報を提供すると考えられる。以上の結果により、学位（博士）論文として価値あるものとして認められるものである。



平成13年度中に発表した論文・著書等及び講演題目

機 械 工 学 科

論文・著書等題目	氏 名	発表した誌名, 巻・号 (年・月)
Basin-多重効用複合型海水淡水化装置に関する実験および理論的研究	田中 大 (琉球大) 野底 武 (琉球大) 長田 孝 志 (琉球大)	太陽エネルギー, 27巻2号 (2001年4月)
集熱パネルと組み合わせた太陽熱蒸留器の提案とその特性	田中 大 平 啓 国 男	久留米工業高等専門学校紀要第17巻第1号 (2001年9月)
ポンプ反転形水車の特性と効率向上に関する研究	中武 靖 仁* 限宮 尾 二* 黒川 壮 彰* (ダイキン工業(株))	久留米工業高等専門学校紀要第17巻第1号 (2001年9月)
第11回久留米高専産学民連携フォーラム報告, 風力発電に魅せられて (風力発電とブレード)	中武 靖 仁 米 倉 将 隆	久留米工業高等専門学校紀要第17巻第2号 (2002年3月)

講演題目	氏 名	発表した学会・講演会名 (年・月)
Basin-多重効用複合型太陽熱蒸留器の研究 (屋外実験結果のまとめ)	田中 大 (琉球大) 野底 武 (琉球大) 長田 孝 志 (琉球大)	第38回日本伝熱シンポジウム (2001年5月)
Improvement of performance of basin-type-multiple-effect coupled solar still by increasing the number of distillation cells with narrow diffusion gaps	Hiroshi Tanaka	Proceedings of the Third Joint Seminar (久留米高専—啓明大学第3回ジョイントセミナー) (2001年7月)
ボルト座面形状がゆるみに及ぼす影響	橋村 真 治 村上 敬 宜 (九州大)	日本機械学会2001年年次大会講演会 (2001年8月)
風力発電に魅せられて (風力発電とブレード)	中武 靖 仁 米 倉 将 隆	第11回久留米高専産学民連携フォーラム (2001年11月)
小径超硬ホブを用いた焼入歯車の仕上げ	米 倉 将 隆* 本 山 智 博*	日本機械学会第33回九州学生会卒業研究発表講演会 (2002年3月)
ボルト座面の円錐角がボルト締結体のゆるみに及ぼす影響	高 着 将 志** 徳 久 洋 平*** 大 入 智 雄*** 橋 保 村 真*** 今 井 良 治 一	日本機械学会第33回九州学生会卒業研究発表講演会 (2002年3月)

電 気 電 子 工 学 科

論文・著書等題目	氏 名	発表した誌名, 巻・号 (年・月)
A Dynamic Radio Channel Assignment Considering Data Packet Length and Channel Quality	Kuninori OOSAKI Yoshihiko AKAIWA (Kyushu Univ.)	IEICE Trans., Vol.E84-B No.4 pp.836-841 (Apr., 2001)
高品質音声を伝達する単共振分解型補聴器	池田 隆 (熊本大) 上田 裕 市 (熊本大) 渡邊 亮 (熊本大)	日本音響学会誌 57巻5号 (2001年) pp.326-336
Contribution of formant information in audible area of the hearing impaired to speech identification	T. Ikeda H. Ikeda (Kumamoto Univ.) M. Noshita (Kumamoto Univ.) Y. Ueda (Kumamoto Univ.) A. Watanabe (Kumamoto Univ.)	Proceedings of 17th International Conferense on Acoustic, Rome, Italy, (Sep.,2001)

*専攻科学生

**本学科学生

論文・著書等題目	氏名	発表した誌名, 巻・号 (年・月)
TT, TN 接地システムの接地性能比較	青山 洋一* (松下電工) 山本 拓也 (松下電工) 横山 洋一 (松下電工)	松下電工技報 (2002年 2月)
表計算ソフト「エクセル」を用いて伝熱計算を解く一定常解と非定常解—	杉 森 欣 三	久留米工業高等専門学校紀要第17巻第2号 (2002年 3月)

講演題目	氏名	発表した学会・講演会名 (年・月)
室上部の高温層への火災プリューム貫入形状の解析	渡 邊 純 一 (松下電工) 下 村 茂 樹* (松下電工) 青 山 洋 一 (松下電工) 田 中 洋 考 (京大)	日本火災学会研究発表会 (2001年 5月)
表計算ソフト・エクセルを用いた電子軌道シミュレーション (応用電磁気学への応用)	杉 森 欣 三	平成13年度国専協主催高等専門学校教育教員研究集会 (2001年 8月) 於豊橋技科大
レーザー蛍光法による SiH ₄ プラズマ中の水素原子の測定	宮 崎 浩 一	第7回全国工業高等専門学校パワーエレクトロニクスセミナー (2001年 8月)
最少リアクタンス素子による有極形能動RLC帯域フィルター-狭帯域フィルターを実現した場合について—	原 卓 伸 夫 (佐賀大) 深 井 澄 夫 (佐賀大)	電気関係学会九州支部大会 (2001年 10月)
音声信号の分析・計測・表示ツール, Speech ART2000の開発	渡 邊 亮 (熊本大) 池 田 博 (三菱電機) 上 田 裕 市 (熊本大)	日本音響学会講演論文集, pp.359-360 (2001年10月)
健聴者の模擬難聴状態における可聴野内ホルマントピーク分布と音声聴取能力との関係	池 田 隆 裕 (熊本大) 野 下 正 裕 (熊本大) 上 田 裕 市 (熊本大) 渡 邊 亮 (熊本大)	日本音響学会講演論文集, pp.511-512 (2001年10月)

制 御 情 報 工 学 科

論文・著書等題目	氏名	発表した誌名, 巻・号 (年・月)
非線形支持された直線状はり構造物の強制振動解析 (第1報, 増分伝達剛性係数法の提案)	近 藤 孝 広 (九州大) 々々 卓 実 (北九州市立大) 綾 木 部 隆	日本機械学会論文集 C 編, 67巻656号 (2001年 4月)
非線形支持された直線状はり構造物の強制振動解析 (第2報, 低次元化モデルによる安定判別法の提案と数値計算結果)	近 藤 孝 広 (九州大) 々々 卓 実 (北九州市立大) 綾 木 部 隆	日本機械学会論文集 C 編, 67巻656号 (2001年 4月)
Region Segmentation for Video by Using 3D-IFS Coding	Yoshifumi UESHIGE (Kagoshima National College of Technology) Yoshimitsu KUROKI (Sojo University) Teiji OHTA (Sojo University)	Proceedings of Picture Coding Symposium 2001, pp.378-380, Apr, 2001.
適応極配置によるスカラ型ロボットのロバスト制振制御 (第2報, 積分器を有する制御系の非干渉化設計)	内 山 直 樹 (豊橋技大) 江 崎 昇 二 (豊橋技大) 高 木 章 二 (豊橋技大)	日本機械学会論文集 C 編67巻657号 (2001年 5月)
Properties of Deletion Methods in Competitive Learning	M. Maeda H. Miyajima (Kagoshima Univ.)	IEEE Proc. Int. Symp. Circuits and Systems, Vol. III (May., 2001)
超硬ホブ切りに関する切削性能の評価法	桜 木 功 隆 (カシフジ) 米 倉 將 昌 (カシフジ) 角 昌 興 (カシフジ)	日本機械学会論文集 (C 編), 67巻660号 (2001年 8月)
増分伝達剛性係数法による三次元樹状構造物の非線形強制振動解析	佐々木 卓 実 (北九州市立大) 々々 藤 孝 広 (九州大) 綾 木 部 隆	日本機械学会論文集 (C 編), 67巻660号 (2001年 8月)
Autoassociative Memory Using Refractory Period of Neurons and Its On-Line Learning	Mikio Oda Hiromi Miyajima (Kagoshima Univ.)	Proc. of the 8th IEEE Int. Conf. on Electronics, Circuits and Systems, Vol. II (Sep., 2001)

*現 久留米高専

- | | | |
|--|--|--|
| Creation Method of Competitive Learning with Inputs in Partition Space | { M. Maeda
H. Miyajima (Kagoshima Univ.) | IASTED Proc. Int. Conf. Artificial Intelligence and Applications (Sept., 2001) |
| Autoassociative Memory Using Refractory Period of Neurons | { Mikio Oda
Hiromi Miyajima (Kagoshima Univ.) | Proc. of the IASTED Int. Conf. Artificial Intelligence and Applications (Sep., 2001) |
| “Competitive Learning with Creation Method on the Basis of Inputs in Partition Space”, Advances in Automation, Multimedia and Video Systems, and Modern Computer Science | { M. Maeda
H. Miyajima (Kagoshima Univ.) | WSES Press (Sept., 2001) |
| コンピュータを利用した教育のための構内ネットワークシステム | { 江 頭 成 人
小 田 幹 男
大 崎 邦 倫
馬 場 隆 男 | 久留米高専紀要, 第17巻, 第1号 (2001年9月) |
| An estimation of the predictors implemented by shift operation, addition, and/or subtraction | { Yoshimitsu KUROKI
Yoshifumi UESHIGE
(Kagoshima National College of Technology)
Teiji OHTA (Sojo University) | Proceedings 2001 IEEE International Conference on Image Processing, Thessaloniki, Greece, WA10. 12, Oct. 2001. |
| An Algorithm of Statistical Mechanics for Image Restoration | { M. Maeda
M. Ohta (Saihi Information Service Co. Ltd.)
H. Miyajima (Kagoshima Univ.) | IEICE Proc. Int. Symp. Nonlinear Theory and its Applications, Vol. 1 (Oct., 2001) |
| Study on Practical Application of Carbide Hobbing—Full Depth Cutting of Hardened Gear Teeth— | { I. Sakuragi
Y. Hiroo
M. Yonekura | JSME, The JSME International Conference on Motion and Power Transmissions, Fukuoka, Japan, Volume I (Nov., 2001) |
| 不応期を用いた自己相関連想記憶の想起能力と逐次学習 | { 小 田 幹 雄
宮 島 廣 美 (鹿 児 島 大 学) | 情報処理学会論文誌：数理モデル化と応用, Vol.42, No.SIG14 (TOM5) (2001年12月) |
| ベクトル量子化のための自己組織化ニューラルガスネットワーク | { 宮 島 廣 美 (鹿 児 島 大)
前 田 道 久 (安川情報システム㈱)
坂 口 文 一 (鹿 児 島 高 専)
岸 田 一 也 | 日本ファジィ学会誌 Vol.14, No.1 (2002年2月) |
| 専攻科長期インターンシップの試み | { 江 崎 昇 二
笹 栗 信 也
永 野 喜 三 郎 | 平成13年度高専教育講演論文集 (2002年3月) |
| 突極半速同期式ブラシレス DC モータの特性 I—近似解析による静特性の考察— | 川 口 武 実 | 久留米高専紀要第17巻2号 (2002年3月) |
| 突極半速同期式ブラシレス DC モータの特性 II—動特性の実験的考察— | { 川 口 武 実*
古 賀 崇 了 | 久留米高専紀要第17巻2号 (2002年3月) |
| 加熱殺菌装置の制御用数学モデルの構築 | { 江 崎 昇 二
松 永 宗 崇
多 田 宗 儀 (イズミフードマシナリ) | 久留米工業高等専門学校紀要17巻2号 (2002年3月) |
| 第10回久留米高専産学民連携フォーラム—21世紀の地域ネットワーク構想とその活用— | 赤 坂 則 之 | 久留米工業高等専門学校紀要第17巻第2号 (2002年3月) |
| 専攻科長期インターンシップの試み | { 江 崎 昇 二
笹 栗 信 也
永 野 喜 三 郎 | 論文集「高専教育」25号 (2002年3月) |

講 演 題 目	氏 名	発表した学会・講演会名 (年・月)
掻き取り式熱交換器の伝熱および消費動力性能に関する基礎的研究 (密着式掻き取り板の場合)	{ 松 永 崇 治 藤 道 治	日本食品機械工業会, 2001国際食品工業展・アカデミックプラザ (2001年5月)
不応期を用いた自己相関連想記憶の想起能力と逐次学習	{ 小 田 幹 雄 宮 島 廣 美 (鹿 児 島 大 学)	情報処理学会研究会「数理モデル化と応用」(2001年5月)

*専攻科学生, 現 九州工業大学大学院

Associative Memory Using Modified Hopfield Type Neural Networks	{ Mikio Oda Hiromi Miyajima (Kagoshima Univ.)	Proc. of the 3rd Joint Seminar, Kurume National College of Tech. (July, 2001)
高速ドライホブ切りにおける切りくずの歯面噛み込み対策	{ 桜木 功 越智 康博 (本田技研工業) 川岡 正夫 (ホンダ EG) 西米 正将 (カシフジ) 津村 隆一	日本機械学会2001年度年次大会講演論文集(Ⅲ), No.01-1 (2001年8月)
振動を利用した推進装置に発生するDCモータの自己同期化現象	{ 綾部 隆 上田 孝 (九州大院) 近藤 孝 (九州大)	日本機械学会, 機械力学・計測制御部門, Dynamics and Design Conference 2001 CD-ROM講演論文集, 728 (2001年8月)
専攻科長期インターンシップの試み	{ 江崎 昇 二 笹栗 信也 永野 喜三郎	平成13年度高等専門学校教育教員研究会 (2001年8月)
コンピュータを利用した教育のための構内ネットワークシステム	{ 江頭 成 人 小田 幹 邦 大馬 崎 隆 倫	第21回情報処理教育研究発表会 (2001年8月)
Determination of optimal indexing angle series for a simplified five-axis milling machine	Koichi FUKUDA	The 5th France-Japan Congress of Mechatronics (Oct., 2001)
カオス力学系の学習アルゴリズムによる最適化手法	{ 鮎川 恵 史* 前田 道 治 宮 島 廣 美 (鹿 児 島 大)	電子情報通信学会九州支部学生会講演会 (2001年10月)
情報統計力学を用いた画像修復アルゴリズム	{ 前田 道 治 太田 雅 治 (西肥情報サービス(株)) 宮 島 廣 美 (鹿 児 島 大)	電気関係学会九州支部連合大会 (2001年10月)
DCT 係数の分布に関する一考察	{ 黒木 祥 光 上 繁 義 史 (鹿児島工業高等専門学校)	電子情報通信学会技術研究報告(画像工学), Vol.101, No.456, pp.1-6 (2001年11月)
DCT 係数の分布に関する検討	{ 黒木 祥 光 上 繁 義 史 (鹿児島工業高等専門学校) 太田 締 二 (崇 城 大 学)	画像符号化シンポジウム第16回シンポジウム資料, pp.93-94 (2001年11月)
メカトロサーボ系の粗いサンプリング時間間隔における教示信号修正法の実現	{ 江頭 成 人 中村 政 俊 (佐 賀 大 学) 久 良 修 郭 (近 畿 大)	第20回計測自動制御学会九州支部学術講演会 (2001年12月)
専攻科長期インターンシップの推進	江崎 昇 二	九州工業教育協会平成13年度講演会 (2002年2月)
2次元DCT係数に対する新たな確率密度関数の導出	{ 黒木 祥 光 上 繁 義 史 (鹿児島工業高等専門学校)	情報処理学会研究報告, Vol.2002, No. 25, pp.59-64 (2002年3月)

生物応用化学科

論文・著書等題目	氏 名	発表した誌名, 巻・号 (年・月)
Mechanical Properties and Antiplasticization Phenomena of Poly(ϵ -caprolactone)(PCL)/Poly(vinyl chloride)(PVC) Blends	{ W.-S. Kim (Keimyung Univ.) I.-H. Kim (Keimyung Univ.) S.-C. Kang (Taegu Univ.) T. Mori Y. Tsuda K.-R. Ha (Keimyung Univ.)	Polymer(Korea), Vol.25, No.4 (2001年4月)
Polyurethane 2000に出席して	津 田 祐 輔	日本ゴム協会誌, 第74巻, 第5号 (2001年5月)

*専攻科学生

Characteristics of Liposome Immunosorbent Assay (LISA) Using Liposomes Encapsulating Coenzyme β -NAD ⁺	{ Y. Kumada (Kobe Univ.) K. Tomioka (Kobe Univ.) S. Katoh (Kobe Univ.)	Journal of Chemical Engineering of Japan, Vol.34, No.7 (2001年7月)
Screening of halophilic or salt tolerant lichen mycobionts which can grow sodium chloride enriched medium	{ Y. Yamamoto (Akita Pref. Univ.) T. Takahagi (Kyoto Univ.) F. Sato (Kyoto Univ.) Y. Kinoshita (Nippon Paint) H. Nakashima I. Yoshimura (Kochi Gakuen Coll.)	J. Hattori Bot. Lab., Vol.90, pp. 307-314 (2001年7月)
Kinetic Study on the Radical Polymerization of Sodium Isoprenesulfonate in Water	{ Y. Tsuda T. Itonaga *1 K. Bssyo (JSR) H. Ono (JSR)	Polymer J., Vol.33, No.8 (2001年8月)
久留米高専の福祉への取り組み その1 第9回科学教育セミナー ハイテクノロジーの現状—介護と福祉機器—	{ 筈 木 宏 和 坂 中 嘉 翁 介 鎌 田 裕 之 鳥 井 吉 之 助 鳥 井 昭 美 (佐 賀 大)	久留米工業高等専門学校紀要, 第17巻第1号 (2001年9月)
久留米高専の福祉への取り組み その2 久留米フォーラム —21世紀における福祉とテクノロジー—	{ 今 井 良 一 坂 中 嘉 翁 介 鎌 田 吉 之 助	久留米工業高等専門学校紀要, 第17巻第1号 (2001年9月)
第220回アメリカ化学会年次大会 (2000年8月, Washington, D.C.) に参加して	津 田 祐 輔	久留米工業高等専門学校紀要, 第17巻第1号 (2001年9月)
パーオキサダーゼ包括イムノリポソームを用いる免疫測定法の高感度化	{ 熊 田 陽 一 (神 戸 大 学) 富 岡 寛 治 (神 戸 大 学) 加 藤 滋 雄 (神 戸 大 学)	化学工学論文集, 第28巻第1号 (2002年1月)
第9回久留米高専産学民連携フォーラム テーマ「廃食用油リサイクル」	{ 富 岡 寛 治 加 藤 秀 文	久留米工業高等専門学校紀要, 第17巻第2号 (2002年3月)

講 演 題 目	氏 名	発表した学会・講演会名 (年・月)
補酵素 β -NAD ⁺ 包括リポソームを利用した免疫測定法の特性	{ 熊 田 陽 一 (神 戸 大 学) 富 岡 寛 治 (神 戸 大 学) 加 藤 滋 雄 (神 戸 大 学)	化学工学会, 第66年会 (2001年4月)
第42次越冬隊気水圏系現況報告	{ 本 山 秀 明 (国 立 極 地 研) 中 嘉 裕 之 (山 梨 大) 小 林 拓 (山 梨 大)	気水圏専門委員会 (2001年5月)
エーテルとプロピレングリコールを含む相互溶解度の測定と相関	{ 東 内 秀 機 (有 明 高 専) 渡 辺 井 康 彦 (九 大 院 工) 荒 井 康 彦 (九 大 院 工)	化学工学会福井大会 (2001年7月)
Soluble Polyimides Based on Alkyl-oxidydiaminobenzene	Y. Tsuda	Keimyung University and Kurume National College of Technology, 3rd Joint Seminar (2001年7月)
ゴム練りの科学と将来	藤 道 治	中国ゴム技術研究会 (2001年8月)
HRP 包括イムノリポソームを用いたイムノプロットアッセイ	{ 熊 田 陽 一 (神 戸 大 学) 富 岡 寛 治 (神 戸 大 学) 加 藤 滋 雄 (神 戸 大 学)	化学工学会, 第34回秋季大会 (2001年9月)
抗原結合リポソームを用いた抗原測定	{ 富 岡 寛 治 *2 中 山 大 地 (神 戸 大 学) 熊 田 陽 一 (神 戸 大 学) 加 藤 滋 雄 (神 戸 大 学)	化学工学会, 第34回秋季大会 (2001年9月)
硫黄架橋 α -チオアミド置換ベンジル炭素陽イオンの形成と安定性	{ 辻 豊 Richard, John P. (SUNY, Buffalo)	第51回有機反応化学討論会 (2001年11月)

*1 本学科学生, 現 旭有機材

*2 専攻科学生

The Study of Stereochemistry of Reorganization of Ion Pair in Aqueous Solution : The Behavior of Ion Pair Intermediates	{ Yushi Ishibashi*1 Yutaka Tsuji John P. Richard (SUNY, Buffalo)	Kyushu International Symposium on Physical Organic Chemistry (2001年11月)
工場内ゴム廃棄物の混練加硫粉碎による微粉化	{ 藤吉 道治 (福岡県工業技術センター) 海野 和正 (久留米リサーチパーク) 姫野 成以子	(社)日本ゴム協会第14回エラスマー討論会 (2001年12月)
大気エアロゾルの長距離輸送について—輸送経路の差とその特性—	{ 三浦 佳子*2 加藤 秀文 中野 裕之助 鎌田 吉之助 (熊本県立大) 張尾 代州 (五島高校) 崎 誠吾	第7回高専シンポジウム (2002年1月)
1-アミノ-2-ヒドロキシ-3-(2-ピリジル)キノリジノンの合成と蛍光特性	{ 横尾 優介*3 加納 沙生*3 宮本 泉文 加藤 秀	第7回高専シンポジウム (2002年1月)
9-アリアルアクリジン誘導体の合成とスペクトル特性	{ 宮崎 初美*4 富永 洋一 (佐賀大) 鳥井 昭美 (九大機能研) 又賀 駿太郎 鎌田 吉之助	第7回高専シンポジウム (2002年1月)
背振山山頂における大気エアロゾル粒子のFT-IR法による動態解析	{ 石井 理子*5 永田 彩希*6 加藤 秀文 鎌田 吉之助 中野 裕之助 坂 翁介	第7回高専シンポジウム (2002年1月)
混練装置を利用した加硫ゴムの高温微粉砕	{ 吉海 和正 (福岡県工業技術センター) 藤野 道治 (久留米リサーチパーク) 姫野 成以子	(社)日本ゴム協会九州支部 第13回事例発表会 (2002年3月)
ゴムの加硫過程における電気的測定の一考察	{ 権藤 豊彦 藤森 道治夫	(社)日本ゴム協会九州支部 第13回事例発表会 (2002年3月)
微生物によるスチレン-ブタジエンゴム分解装置の作成	{ 笈木 宏和*7 石神 和淳	日本農芸化学会大会 (2002年3月)
ゴム分解微生物の生育条件	{ 吉田 浩之*1 笈木 宏和	日本農芸化学会大会 (2002年3月)
水性溶媒中におけるイオン対再結合反応の立体化学の研究 : 1-Phenylethyl Thio-benzoates の加水分解反応におけるイオン対の挙動	{ 石橋 勇志*1 辻 志豊 Richard, John P. (SUNY, Buffalo)	日本化学会第81春季年会 (2002年3月)

材 料 工 学 科

論文・著書等題目	氏 名	発表した誌名, 巻・号 (年・月)
炭素量の異なる多合金系白鑄鉄の連続冷却変態挙動	{ 横溝 雄三 (株)香春製鋼所 笹栗 信也 南條 安 松原 潔 松 宏	鑄造工学 第74巻 第1号 (2001年4月) p9-16

*1専攻科学生
*2本学科学学生, 現 豊橋技科大
*3本学科学学生, 現 佐賀大学
*4本学科学学生, 現 東レ
*5本学科学学生, 現 花王
*6本学科学学生, 現 フラワーデザイン業
*7専攻科学生, 現 リード・レックス

BASIC STUDIES ON MULTI-COMPONENT WHITE CAST IRON AND ITS PRACTICAL USE FOR ROLLING AND PULVERIZING MILLS	{ Yasuhiro Matsubara Hong-qi Wang (Enomoto co. Ltd) Nobuya Sasaguri	Proc. of the International Conference on THE SCIENCE OF CASTING AND SOLIDIFICATION, (May,2001) 377-386
線爆溶射法により形成されたニッケルおよびニッケル合金皮膜の特性	{ 中 村 良 三 福 住 広 太 郎* 馬 越 幹 男	溶射38巻・第3号 (2001年7月)
Solidification and abrasion wear of white cast irons alloyed with 20% carbide forming elements	{ Sung-Kon Yu (Keimyung Univ.) Nobuya Sasaguri Yasuhiro Matsubara	WEAR, Vol.250 (July, 2001) 502-510
Kinetic Studies on Absorption Reactions of Heavy Metal Ions by HAP Synthesized from Fish Scales	{ Koki SHIGEMATSU Mikio UMAKOSHI Jinichirou KUBO	久留米工業高等専門学校紀要第17巻第1号 (2001年9月)
Heat Treatment Behavior of Low Carbon Multi-Component Cast Alloy	{ Wanaporn Khanitnantharak (Kawara Steel Works, Ltd) Nobuya Sasaguri Kiyoshi Nanjo Prasong Srichaenchai (Chulalongkorn University) Yasuhiro Matsubara	Proc. of the 7th Asian Foundry Congress-Taipei (Sept., 2001) P63-72
High Temperature Air Oxidation Behavior of Cobalt Containing Multi-component White Cast Iron	{ Nobuya Sasaguri Yuzo Yokomizo (Kawara Steel Works, Ltd.) Mitsuo Hashimoto (Nippon Steel Corp.) Yasuhiro Matsubara	Proc. of the 7th Asian Foundry Congress-Taipei (Sept.,2001) P83-90
Analysis of lattice strains around precipitates in Si by CBED and FEM	{ Tetsuya Okuyama Masaru Nakayama Yoshitsugu Tomokiyo (九 大) Omer Van der Biest (K. U. Leuven)	Proc. 7th Int. Symp. Advanced Physical Fields, vol. 1 (Nov., 2001)
Strain analysis of Si by FEM and energy filtering CBED	{ Tetsuya Okuyama Masaru Nakayama Yoshitsugu Tomokiyo (九 大) Omer Van der Biest (K. U. Leuven)	J. Microscopy Soc. America (Microscopy and Microanalysis of MSA), vol.8 (Feb., 2002)
専攻科長期インターンシップの試み	{ 江 崎 昇 二 笹 栗 信 也 永 野 喜 三 郎	高専教育, 第25号 (2002年3月) P103-106
FeAs ₂ の熱分解によって生成するひ素ガスの平衡蒸気圧測定	{ 重 松 浩 気 馬 越 幹 男 久 保 甚 一 郎* 古 賀 功 一*	久留米工業高等専門学校紀要第17巻第2号 (2002年3月)

講 演 題 目	氏 名	発表した学会・講演会名 (年・月)
多合金系白鉄の連続冷却変態挙動に及ぼす Si, Mn 及び Ni の影響	{ 横 溝 雄 三 (香 春 製 鋼 所) 笹 栗 信 也 南 松 條 潔 松 原 安 宏	日本鑄造工学会, 第138回全国講演大会 (2001年5月)
Si ウェーハ中の板状酸素析出物周りの格子歪の解析	{ 奥 山 哲 也 中 山 勝 二 (九 大) 友 清 芳 二 (K. U. Leuven) Omer Van der Biest	日本電子顕微鏡学会第57回学術講演会 (2001年5月)
線爆溶射法により形成した W および Mo 皮膜の Al 基材との密着性	{ 鳴 川 宣 男* 中 村 良 三 馬 越 幹 男	日本溶射協会第73回 (平成13年度春季) 全国講演大会 (2001年6月)
専攻科長期インターンシップの試み	{ 江 崎 昇 二 笹 栗 信 也 永 野 喜 三 郎	平成13年度高等専門学校教育研究集会 (2001年8月)
TEM 歪コントラスト・CBED 法の有限要素解析による Si ウェーハ中の微小格子歪の評価	{ 奥 山 哲 也 中 山 勝 二 (九 大) 友 清 芳 二	第129回日本金属学会学術講演会 (2001年9月)

*専攻科学生

含 Co 多合金系白鑄鉄の熱処理特性と耐ア ブレーション摩耗特性	<table border="0"> <tr> <td rowspan="4">}</td> <td>山 口 忠 臣*</td> <td rowspan="4">(香 春 製 鋼 所)</td> <td rowspan="4">日本鑄造工学会, 第139回全国講演大 会 (2001年10月)</td> </tr> <tr> <td>笹 栗 條 也</td> </tr> <tr> <td>南 原 安 宏</td> </tr> <tr> <td>松 溝 雄 三</td> </tr> </table>	}	山 口 忠 臣*	(香 春 製 鋼 所)	日本鑄造工学会, 第139回全国講演大 会 (2001年10月)	笹 栗 條 也	南 原 安 宏	松 溝 雄 三
}	山 口 忠 臣*		(香 春 製 鋼 所)			日本鑄造工学会, 第139回全国講演大 会 (2001年10月)		
	笹 栗 條 也							
	南 原 安 宏							
	松 溝 雄 三							
Fe-50%Ni-Cr-C 合金の凝固と Al 添加の 影響	<table border="0"> <tr> <td rowspan="4">}</td> <td>牟田口 達 也 (香 春 製 鋼 所)</td> <td rowspan="4">日本鑄造工学会, 第139回全国講演大 会 (2001年10月)</td> </tr> <tr> <td>笹 栗 條 也</td> </tr> <tr> <td>南 原 安 宏</td> </tr> <tr> <td>松 原 安 宏</td> </tr> </table>	}	牟田口 達 也 (香 春 製 鋼 所)	日本鑄造工学会, 第139回全国講演大 会 (2001年10月)	笹 栗 條 也	南 原 安 宏	松 原 安 宏	
}	牟田口 達 也 (香 春 製 鋼 所)		日本鑄造工学会, 第139回全国講演大 会 (2001年10月)					
	笹 栗 條 也							
	南 原 安 宏							
	松 原 安 宏							
TEM および有限要素法併用による Si ウェー ハ中の局所応力場の解析	奥 山 哲 也	ANSYS Conference in Japan 2001 (2001年11月)						

一 般 理 科

論文・著書等題目	氏 名	発表した誌名, 巻・号 (年・月)
(物理・化学) 久留米高専の福祉への取り組み その3 北部九州三高専連携フォーラム	入 江 和 隆 藤 道 治	久留米工業高等専門学校紀要第17巻第 1号 (2001年9月)

講 演 題 目	氏 名	発表した学会・講演会名 (年・月)
(物理・化学) A concurrent modulation of the auroral luminosity and ground Pc3 activities at dip-equator.	Saka, O, M. Shinohara and O. Watanabe.	J. Atmos. Solar Terr. Phys., 63, 739-747, 2001.
The phase structure of very low lati- tude ULF waves across dawn.	Waters C.L., M.D. Sciffer, B. J. Fraser, F.W. Menk, K. Foulkes, K. Brand, O. Saka and K. Yumoto.	J. Geophys. Res., 106, 15599-15607, 2001.
A substorm onset signature at auroral zone as observed with SuperDARN and equatorial magnetometers.	Saka, O., T. Kitamura, H. Tachihara, M. Shinohara, N. B. Trivedi, N. Sato, J.M. Ruohoniemi and R.A. Greenwald.	J. Geophys. Res., 106, 29037-29050, 2001.

一 般 文 科

論文・著書等題目	氏 名	発表した誌名, 巻・号 (年・月)
(外国語) 鏡に映った私のドイツ語授業	坂 元 宏 志	高専ドイツ語教育第4号 (2001年10月)
On a Study of the TOEIC Test —Evaluation of the ToEIC Test as One of Teaching Materials—	江 島 孝 則	久留米工業高等専門学校紀要第17巻第 2号 (2002年3月)
(国語・人文) 中世後期真宗聖教論への手がかり —「御文」とは何か—	松 尾 一	久留米工業高等専門学校紀要第17巻第 2号 (2002年3月)
後鳥院の〈怨霊〉とその成仏説 —親鸞史料を中心に—	松 尾 一 (筆名 遠 藤 一)	仏教史学研究42巻2号 (2001年12月)
蓮如教団の構造と戦国期社会 —「惣村」の身分と真宗寺院—	松 尾 一 (筆名 遠 藤 一)	千葉乗隆博士傘寿記念『日本歴史と 真宗』(2001年12月自然照社出版)

*専攻科学生

平成13年度卒業研究題目及び専攻科研究論文題目

機 械 工 学 科

題 目	氏 名
弾性解析における諸問題	{ 浦 川 陽 介 百 崎 勇 市
福祉を充実させる際の問題点	{ 大 神 博 史 深 山 和 也
ボルトのゆるみに関する研究	{ 大久保 智 雄 徳 永 洋 平
自動車用インテリジェントホイールの開発	{ 城 崎 康 介 西 島 武 志
超電導ロータリアクチュエータの試作と制御	加 藤 崇 道
スプレー冷却の研究	{ 諫 山 啓 太 馬 場 浩 司
氷蓄熱システムの開発	{ 大 利 忠 久 長 岡 信 也
太陽熱を利用した高効率海水淡水化蒸留器の開発	{ 折 居 広 行 齋 藤 龍 太
小型プロペラ風車のブレード取付角の影響	{ 田 中 慎 吾 鶴 田 晃 弘
小型プロペラ風車のブレード取付方法の影響	{ 井 上 雅 文 成 田 潔 信
環境に配慮した高能率ドライカットホブ切りの研究	{ 藤 加 津 也 吉 田 典 央
ホブ切りに関する研究	{ 岩 井 惇 平 岩 永 和 也
近世の機械装置の復元	{ 千 種 弘 也 藤 種 健 太
第一体育館バスケットゴール昇降ウインチの改造	{ 福 田 義 浩 吉 武 伸 二
三次元 CAD による角錐形鉄塔の部品図作成	{ 尾 上 明 西 辰 彦
フレッチング損傷に関する研究	{ 溝 田 一 貴 山 下 雅 生
有機モリブデン系添加剤による摩擦低減法の開発	{ 國 房 正 克 山 科 範 幸

電 気 工 学 科

題 目	氏 名
画像認識 (色分布の測定) の基礎研究	{ 緒 方 裕 仁 前 里 直 紀 松 尾 秀 嵩
Web による事務処理システムの作成	{ 亀 崎 和 栄 馬 場 俊 秀
雨水再利用システムの設計・製作	{ 伊 藤 陽 平 溝 口 真 彦

太陽光発電システムの設計・製作	{ 後藤 孝 文 田中 中 村 理 子 真 生
植物の生長に及ぼす磁界の影響	{ 窪山 順 一 洪 田 憲 子
ベットの出入口の設計・製作	{ 大場 康 裕 吉 武 輝 洋
大気中のイオン濃度測定器の試作開発	{ 益山 拓 郎 山崎 大 介 笠高 木 幸 明
括（くくり）機のくくり糸切れ検出センサー	村 田 一 典
スイッチング電源の小型化	前 田 弘 親
インターネットホームページの地域情報発信への効果的活用	{ 稲過 田 一 宏 黒佐 能 友 哉 木伯 哲 親
健聴者による難聴者の聴こえの模擬に関する研究	{ 清中 水 陽 介 小 野 島 勇 樹 靖 隆
小森野地域での自動環境測定に関する研究	{ 小川 正 訓 西 岡 雅 仁
プロセッシングプラズマ計測	{ 石原 剛 志岐 中 肇 野 晋 平
プロセッシングプラズマの計算機シミュレーション	{ 貝田 竜 一 眞 鍋 勇 士

制 御 情 報 工 学 科

題 目	氏 名
射出成形機負荷シミュレータの相似則研究と設計・製作	篠 原 大 介
久留米拵括り機制御データ自動生成システムの製作	{ 下福 雅 弘 田 恭 章
リニアスイッチドリラクタンスモータを用いた風力エネルギー回収システム	{ 水落 嗣 弘 光 安 隆
風力エネルギーの回収効率向上に関する研究	{ 松本 政 勝 吉 富 利 彦
掻き取り式熱交換器の伝熱と消費動力に関する基礎的研究	{ 田中 世 也 松 尾 康 信
植物の香味活性・抽出装置の開発	小 田 さつき
CAD/CAM システムの開発	三 溝 雄 一
ラピッドプロトタイピングの研究	真 野 智 子
超硬舞いツールによる超硬ホブ切りに関する基礎研究	{ 下部 範 景 曾 我 博 之
コーティング超硬ホブによる量産歯車の高能率ドライ加工	林 田 雄 一
振動を利用した推進装置の開発	{ 田中 秀 治 森 大 樹
C++言語による行列計算クラスライブラリの開発	{ 溝口 俊 彦 柳 泰 行
車輪走行型倒立ロボットの駆動回路の設計・製作	有 働 ひかり

空気圧比例制御弁の開発

回転型二重倒立振子の改良と数学モデルの修正

画像処理を用いた距離計測の基礎的アプローチ

画像処理を用いたサッカーロボットの位置の計測

ロボットサッカーにおける画像処理を用いた色の識別

予測符号化におけるブロック適応型予測関数の効果

デジタル画像におけるオブジェクトの輪郭抽出ツールの作成

動画像の可逆符号化

DCT 係数のブロック間予測に関する検討

セルラーニューラルネットワークによる連想記憶

ファジィ信号処理による関数予測

遺伝的アルゴリズムによる巡回セールスマン問題の解法

大 神 達 哉
富 田 威

渡 邊 真

池 見 隆 介

大 隈 祐 治

新 谷 竜 馬

掛 谷 明 弘

北 里 弘 亨

坂 本 憲 磨

原 昌 之

堤 周 平

水 戸 大 輔

宮 本 大 聡

生物応用工学科

題 目

氏 名

γポリグルタミン酸・キトサン複合体膜の透過性の検討

江 崎 僚

菌体リパーゼによる油脂の加水分解活性に関する研究

松 藤 淑 子

抗原結合リボソームの作成と LILA 競争法による抗原測定

相 原 猛 志

抗原結合リボソームの作成と LISA 法による抗原測定

佐 藤 絵 美

酸性条件での生育に優れたゴム分解菌のスクリーニング

田 熊 英 雄

生ゴミの悪臭分解微生物のスクリーニング

橋 本 誠

藻を用いた漿液分解システムの構築

早 川 亮 司

乳酸生産菌を用いた漿液分解システムの構築

大 室 壮 彦

ラテックスの乾燥特性に関する研究

澤 田 和 敬

低速型二軸サンドミルの粉碎特性に関する研究

藤 泰 多

密閉型二軸混合機の混合特性に関する研究

嘉 村 光 真

密閉型二軸混合機の混合特性に関する研究

チー・ナーリット

NBR, BR の加硫過程の電気的測定

久 保 山 由 香 理

NBR, BR の加硫過程の電気的測定

田 中 昭 彦

1-アミノ-2-ヒドロキシ-3-(2-ピリジル)キノリジノンおよび誘導体の蛍光特性

横 尾 優 介

1-アミノ-2-ヒドロキシ-3-(2-ピリジル)キノリジノンおよび誘導体の合成

加 納 里 沙

背振山山頂における大気エアロゾル粒子の FT-IR 法による動態解析
—粗大粒子の動態解析—

永 田 彩 希 子

背振山山頂における大気エアロゾル粒子の FT-IR 法による動態解析
—微小粒子の動態解析—

石 井 理 子

9-アミノアクリジン類のラネー合金を用いる還元反応 (その 1)

内 川 慎 也

9-アミノアクリジン類のラネー合金を用いる還元反応 (その 2)

倉 富 敏 史

9-アリアルアクリジン誘導体の合成とスペクトル特性

宮 崎 初 美

大気エアロゾルの長距離輸送について—輸送距離の差とその特性—

三 浦 佳 子

NMR を用いた PtCl ₄ ²⁻ の溶存状態に関する研究	的 場 千 歳
臭化物イオン存在下における PtCl ₄ ²⁻ の溶存状態に関する研究	小 島 夕 貴
硫黄架橋 α-チオアミド置換ベンジル炭素陽イオンの形成と安定性	中 野 功 一
[24] アヌレンジオンテトラエステルの合成と物性	中 園 貴 徳
[24] アヌレンジオンテトラエステルの合成と物性	森 部 耕 治
脂環式テトラカルボン酸無水物を用いた可溶性ポリイミド	福 田 佳 菜 恵
鈴木カップリング反応によるポリイミド用ジアミンモノマーの合成	高 崎 幹 大
側鎖にデンドリマーを有するポリイミドの高分子反応による合成	桑 原 廉 枋
保護基を用いるポリイミド用ジアミンモノマーの合成	松 尾 圭 吾
ハイブリッド逆相ミセルを用いたタンパク質の抽出に関する研究	稲 村 千 穂
カチオン性界面活性剤をキャリアーとして用いた新規乳化液膜法による核酸塩基の抽出分離に関する研究	吉 田 怜 子
二機能性界面活性剤を用いた乳化液膜法によるカドミウムの抽出分離に関する研究	荻 野 翼
二機能性界面活性剤を用いた乳化液膜法による金の抽出分離に関する研究	田 中 誠 司
UNIFAC 式による液液平衡の推算と相関	増 原 広 樹
エーテル+エチレングリコール+メタノール系の液液平衡に関する研究	小 西 達 三
エーテル+エチレングリコール+メタノール系の液液平衡に関する研究	山 下 一 義
エーテル+プロピレングリコール系液液平衡に関する研究	大 石 薫
酵素活性の経日変化	青 木 大 地
酵素溶液の安定化	徳 田 達 朗
反応性架橋高分子担体の開発を目指して—新規反応性モノマーの合成—	金 沢 敏 暁
反応性高分子微粒子の合成法検討	田 村 吉 輝

材 料 工 学 科

題 目	氏 名
Ni 基耐熱・耐摩耗合金の凝固に関する研究	相 島 博 之
含 Co 多合金系白鑄鉄の高温酸化特性に及ぼす Si の影響	石 井 慎 司
線爆溶射法による Al 合金への SUS304 ステンレス鋼及びハステロイ皮膜の形成	{ 石 井 洋 平 塩 満 一 彦
焼成牡蠣殻による水溶液中のひ素の吸着除去	伊 丹 誠 一 郎
Al-Cu-Sc 合金の時効過程における W 相 (Al ₅ 4.8Cu ₆ 6.4Sc) の析出	梶 田 佳 子
蒸着法による Cd ₃ As ₂ 薄膜の形成とその性質	草 場 雄 布
陽極酸化法によるアルマイト絶縁皮膜の作成	{ 國 政 良 己 富 永 知
Si-Ge 混晶半導体の原料粉末製法に関する研究	香 田 剛
焼成石灰岩による水溶液中のヒ素イオン吸着除去	古 賀 朋 美
高クロム鑄鉄の連続冷却変態に及ぼす Ni, Cu 及び Mo の影響	齋 藤 慎 太 郎
多合金系白鑄鉄における M2C 炭化物の M6C 炭化物への転移	佐 藤 大 輔
都市ごみ焼却灰焼成固形物の化学的および機械的性質	執 行 大 輔
多合金系白鑄鉄の熱処理特性におよぼす Cr 量の影響	曾 我 敏 広

プラズマ溶射イットリア皮膜の特性	田 中 敬 藤 江 圭 司
含 Co 多合金系白鑄鉄の熱処理特性と耐摩耗性	谷 慎 介
Al-Mg 合金の超塑性に関する基礎的研究	鶴 健 一
TEM コントラスト像の有限要素解析による局所応力場の定量評価	津留崎 淳
JAVA を用いた教育用結晶構造の 3D 表示システムの開発	天 目 浩 平
多合金白鑄鉄の熱間加工性による研究	戸 田 亮
イオンビームスパッタリングによる Si-Ge-C 系混晶半導体の作製	豊 福 伸一郎
熱処理プロセスにおける実用鋼材の伝熱解析	中 原 義 昭
線爆溶射法によるアモルファス合金皮膜の作製	野 村 恭 兵
Ti-Sc 焼結合金の作製について	濱 地 順 二
過共晶 Al-Si 合金における初晶 Si の微細化	東 相 吾
蒸着法を用いた Si/Ge/Si 積層構造半導体の作製	峯 昌 史
水素吸蔵合金の圧力特性	山 田 明
久留米かすりに用いられた藍に関する基礎的研究	山 本 悟

機械・電気システム工学専攻

題 目	氏 名
地球近傍宇宙空間における高エネルギー粒子環境が低緯度地域に及ぼす影響	井 上 祥太郎
生体細胞の凍結挙動に関する研究	牛 嶋 悟
プロセッシングプラズマのシミュレーション	江 崎 幸太郎
発光分光法によるプロセッシングプラズマ計測	江 藤 淳 平
植物の香味活性成分抽出装置の開発	楠 正 佳
オーロラ画像の解析による電磁的地球環境の研究	久保田 一 成
ダイナミックミキシング法による DLC 薄膜の製法	厨 勝 義
進行波管によるエネルギー変換とマイクロ波送受電実験	黒 木 勝 大
光磁気薄膜素子の磁区パターンを観測, および磁化特性に関する基礎研究	古 賀 聡 一
突極半速同期式ブラシレス DC モータの研究	古 賀 崇 了
適応型プレディストータによる電力増幅器 (進行波管) の歪み補償シミュレーション	酒 見 典 和
CG による自由曲面の表現について	新 徳 慶次郎
軽荷重ジャーナル軸受の油膜挙動に及ぼす潤滑油成分構成の影響	多 田 俊 彦
DSP による実用補聴器の開発研究	中 川 義 夫
氷蓄熱システムの研究開発	仲 山 達 雄
感性に基づいた自由曲面の生成	松 尾 真太郎
複数の曲面によるモデリング	亀 井 匡
車両の自動運転に関する基礎研究	目 野 宗 利
小型電動機用歯車の歯面仕上げに関する研究	本 山 智 博
フォワード型コンバータ及び非接触充電器の基礎実験	山 園 陽 介
掻き取り式熱交換器の基礎的研究	良 谷 光 彬

物質工学専攻

題 目	氏 名
ゴム分解菌による SBR 分解	石 神 淳
超ジュラルミン (2024合金) の時効硬化に及ぼす Sc 添加の影響	片 井 伸 哉
Fe-As 系化合物の熱分解によって生成するひ素ガスの平衡蒸気圧測定	古 賀 功 一
魚鱗から合成した水酸化アパタイトによる水溶液中の重金属 およびひ素イオンの吸着除去	笹 井 那実子
反応性スパッタリング法による MgO 薄膜の作製とその特性評価	田 中 祐 樹
Mg (OH) ₂ 粉体と Mg (OH) ₂ -SiO ₂ 混合粉体のミリング処理による メカノケミカル反応と焼結性への影響	塚 本 圭 祐
多合金系白鉄の熱処理特性に及ぼす Si, Mn, Ni およびオーステナイト化温度の影響	津 野 大
線爆溶射タングステン及びモリブデン皮膜のアルミニウム基材との密着性	鳴 川 宜 男
蒸着法による Cd ₃ As ₂ 薄膜の形成とその性質	野 口 伸 二
TIG アークによる鉄の表面改質	東 純 也
含 Co 多合金白鉄の熱処理特性と耐アブレーション磨耗性	山 口 忠 臣

久留米工業高等専門学校紀要出版投稿内規

[平成12年11月8日制定]

久留米工業高等専門学校紀要出版投稿内規（平成4年4月1日制定）の全部を改正する。

1 掲載する事項の種類と内容

「論文」、「研究報告」及び「その他」の3種類とし、論文及び研究報告については著者の原著で、未発表のものに限る。

(1) 「論文」とは一般論文、総合論文、寄書等である。

〔一般論文〕：独創的な結果、考察、結論を記述したもの

〔総合論文〕：一つの主題についての総合的な解説で、主として著者自身の研究又は考え方を反映したもの

〔寄書〕：(a) 研究内容が独創的かつ重要な結論を含み、これを実証するために必要な実験あるいは根拠を備えているもの

(b) 他の論文に対する討論又は考察

(2) 「研究報告」とは、教育研究報告及び学術研究報告である。

〔教育研究報告〕：教育の実践的方法論的研究、教育内容的研究、教材、実験設備等の開発研究、教育活動等に関するもの

〔学術研究報告〕：学会誌等へ投稿を目指している途中の研究、研究活動等で、その着想や手法に特徴があり、研究の紹介に意義があると考えられるもの

(3) 「その他」とは資料、特許紹介、年間発表の論文・著書等及び講演題目、卒業研究題目、専攻科研究論文、学位論文紹介等である。

〔資料〕：(a) 研究資料

一つの主題について断片的な解説、データの集積及び解析、分析法及び実験法等の内容をもつもので、設計参考データ、計算図表、試験報告、統計等を含む。

(b) 教育資料

高専教育の主題について教育方法の問題点、施行結果、改善策、統計等を主としたもので、高専教育に有用な内容をもつもの

2 著作権

(1) 第18巻第1号以降の紀要に掲載された論文等の著作権は、久留米工業高等専門学校（以下「本校」と略す。）に帰属する。

(2) 著者は、本校に著作権が帰属した論文等の全部又は一部を学術情報として著者自身で利用する場合には、原則として伺い出ることとする。

3 投稿手続及び原稿の採否決定

(1) 投稿手続：投稿責任者は、紀要投稿申込書、紀要投稿原稿目録・原稿を著者所属学科の紀要編集委員会（以下「委員会」と略す。）委員に提出し、委員会がこれらを受理する。

(2) 原稿の採否決定：投稿責任者は、委員会において原稿内容を説明する。この説明及び原稿に基づき、委員会は原稿採否の決定を行う。

4 印刷校正

(1) 校正は、3校までとする。

(2) 校正は、必ず赤字書きで行う。

(3) 校正は、活字の誤植、誤字及び欠字の修正のみで、表現内容及び行数の変更はできない。

5 原稿受理年月日と著者の所属機関

- (1) 原稿受理年月日：紀要投稿原稿目録記載の受理年月日を脚注に掲載する。
- (2) 著者の所属機関：本校教職員以外の共著者についてのみ、その所属機関を脚注に掲載する。

6 原稿作成要領

下記要領や委員会の指示に従って原稿を作成する。

- (1) 原稿の作成は、既存の紀要を参考に、なるべくワードプロセッサで作成する。図、表等でワープロ表現が困難な場合は、なるべく希望する刷り上がりと同じようなレイアウトを示しておく。

- (2) 原稿の本文は、原則として横書きとする。

和文の場合、手書きによる作成は所定の原稿用紙に黒、青インキ書きとする。

ワードプロセッサによる作成は、白紙を用い書式は所定の原稿用紙のものと同じとする。

欧文の場合は、ワードプロセッサにより作成する。この場合刷り上がりの1頁は100字×44行を基準とする。

- (3) 論文は、原則として題名、概要、緒言、本論（実験）、結果、考察等の順に書く。このうち不必要な項目は、省いても差しつかえない。

概要を記載する場合は、英文とし、目的、特徴、結果等を200語以内に要約する。なお、英文題名、ローマ字の著者名（Full name）を添える。ただし、ドイツ語及びドイツ文学に関する論文に限り、題名及び概要は独文で書くことができる。

- (4) 文章は、原則として当用漢字、現代かなづかいにより簡潔、明確に書き、ローマ字、ギリシャ文字、特殊文字はすべて活字体で正確に記入する。

数式等で、独立したものは、 $\frac{a}{b}$, $\frac{a+b}{c+d}$ のように、文中に出てくるものは a/b , $(a+b)/(c+d)$ のように書く。

量記号等については、大文字、小文字の区別をして、正確に書くこと。

例) O (オー) と 0 (ゼロ), r (アール) と γ (ガンマー), k (ケイ) と κ (カッパー) 等

- (5) 原稿における本文の区分は、原則としてポイントシステムによる記号を用いて大見出し、中見出し、小見出し等を明確にする。

例 1) 1 1.1 1.1.1 例 2) 1 1.1 (1) (a)

大見出しは二行分に、小見出しは一行に書く。

- (6) 機器、材料、薬品等の名称は、現在慣用されているものを原則として日本文字（仮名も含む）で書く。なお、これらに用いる用語は、各専門分野の使用基準（便覧、学術用語集等での例）を参考にする。

諸記号や符号等は、国際的・専門的に慣用されているものを用いる。

- (7) 注及び参考文献は、原則として、それぞれ通し番号を付し本文の末尾に一括して記載する。

表示は、投稿者の所属する学会の規定を準用する。

- (8) 句読点、カッコ、ハイフン等は、原稿用紙の一コマに書き、新しい行の始めは一コマあける。

- (9) 図、表、写真の番号は、図 1, 図 2…… 表 1, 表 2…… 写真 1, 写真 2…… のように記入し、説明を要する場合は、表は表の上に、図・写真は図・写真の下に書く。

- (10) 図、表、写真の原稿右欄外に、投稿責任者名、刷り上がりの大きさ及び挿入希望箇所を記入する。

- (11) 5で規定する原稿受理年月日と著者の所属機関の脚注は、1頁目に書く。

- (12) 原則として刷り上がりが6頁以内になるよう、原稿（図、表、写真を含む）の総調整をする。ただし、論文の特殊性により委員会の議を経て、5頁まで超過を認めることができる。

- (13) 年間発表の論文・著書等及び講演題目の作成に関しては、別に定める。

附 則

この内規は、平成13年4月1日から施行する。

附 則

この内規は、平成14年7月25日から施行し、平成14年4月1日から適用する。

平成14年度 編 集 委 員

委員長 柳 謙 一 校 長
副委員長 坂 翁 介 教 授
田 中 大 助 手
委 員 今 井 良 一 教 授 (機 械)
池 田 隆 助 教 授 (電 氣)
前 田 道 治 講 師 (制 御 情 報)
鎌 田 吉 之 助 教 授 (応 化)
松 原 安 宏 教 授 (材 料)
川 越 茂 敏 教 授 (数 学)
山 崎 有 司 講 師 (物 理 · 化 学)
坂 元 宏 志 教 授 (外 国 語)
松 尾 一 助 教 授 (国 語 · 人 文)
木 寺 英 史 助 教 授 (体 育)

平成14年10月25日 印刷

平成14年10月31日 発行

紀 要 第18卷 第1号

〒830-8555 久留米市小森野一丁目1番1号

編 集 兼
発 行 者

久留米工業高等専門学校

TEL 0942-35-9300

〒815-0035 福岡市南区向野2丁目13-29

印 刷 所

秀巧社印刷株式会社

MEMOIRS
OF
KURUME NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

Vol. 18 No. 1
(OCTOBER 2002)

CONTENTS

Synthesis of polyimides bearing pendant furan groups <i>via</i> polymer reactions	<table style="border: none; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Yusuke TSUDA</td> <td rowspan="4" style="border: none; padding-left: 10px;">... 1</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Kenichi KANEGAE</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Yusuke TAJIMA</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Kazuo TAKEUCHI</td> </tr> </table>	Yusuke TSUDA	... 1	Kenichi KANEGAE	Yusuke TAJIMA	Kazuo TAKEUCHI
Yusuke TSUDA	... 1					
Kenichi KANEGAE						
Yusuke TAJIMA						
Kazuo TAKEUCHI						
Study on Uptake of Arsenic Ions in Solutions by Several Species of Aquatic Plants	<table style="border: none; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Koki SHIGEMATSU</td> <td rowspan="3" style="border: none; padding-left: 10px;">... 9</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Jinichirou KUBO</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Mikio UMAKOSHI</td> </tr> </table>	Koki SHIGEMATSU	... 9	Jinichirou KUBO	Mikio UMAKOSHI	
Koki SHIGEMATSU	... 9					
Jinichirou KUBO						
Mikio UMAKOSHI						
Applications of Harmonic Functions to Analyses of Three-Dimensional Problems of Elasticity	Ryoichi IMAI ... 15					
The 12th forum of Regional Collaboration Center in Kurume National College of Technology — Foresight of high-speed Internet Connections —	<table style="border: none; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Yutaka OBUCHI</td> <td rowspan="3" style="border: none; padding-left: 10px;">... 21</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Masatoshi TAKAMATSU</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Katsuyuki NAKASHIMA</td> </tr> </table>	Yutaka OBUCHI	... 21	Masatoshi TAKAMATSU	Katsuyuki NAKASHIMA	
Yutaka OBUCHI	... 21					
Masatoshi TAKAMATSU						
Katsuyuki NAKASHIMA						
The 13th forum of Regional Collaboration Center in Kurume National College of Technology — Present and Future of Industries of Semi-Conductor —	Koki SHIGEMATSU ... 23					
The 14th forum of Regional Collaboration Center in Kurume National College of Technology — Foresight of Venture Enterprises and ISO —	<table style="border: none; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Yutaka OBUCHI</td> <td rowspan="3" style="border: none; padding-left: 10px;">... 25</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Masatoshi TAKAMATSU</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Katsuyuki NAKASHIMA</td> </tr> </table>	Yutaka OBUCHI	... 25	Masatoshi TAKAMATSU	Katsuyuki NAKASHIMA	
Yutaka OBUCHI	... 25					
Masatoshi TAKAMATSU						
Katsuyuki NAKASHIMA						
The 15th forum of Regional Collaboration Center in Kurume National College of Technology — Collaboration on the Digitization of the Local Information Sources with Seniors —	Yoshimitsu KUROKI ... 27					
The 16th forum of Regional Collaboration Center in Kurume National College of Technology — Porous Ceramics —	Michiharu TOH ... 29					
The 17th forum of Regional Collaboration Center in Kurume National College of Technology — Cultural Engineering for Regional Development —	Hajime MATSUO ... 33					
The 10th Seminar of Science and Technology The Construction of the Environmental Management and the Effects by them	<table style="border: none; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Hirokazu OIKI</td> <td rowspan="4" style="border: none; padding-left: 10px;">... 35</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Tetsuo MORI</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Yutaka TSUJI</td> </tr> <tr> <td style="border-left: 1px solid black; padding-left: 5px;">Kichinosuke KAMATA</td> </tr> </table>	Hirokazu OIKI	... 35	Tetsuo MORI	Yutaka TSUJI	Kichinosuke KAMATA
Hirokazu OIKI	... 35					
Tetsuo MORI						
Yutaka TSUJI						
Kichinosuke KAMATA						