

ISSN 0287 - 7066

津山工業高等専門学校紀要

第 50 号

BULLETIN
OF
TSUYAMA NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY
NO. 50

2 0 0 8

津山工業高等専門学校紀要 第 50 号 2008

目 次

論文

二成分混合燃料予混合火炎の伸張応答特性	橋本 淳	1
高温超伝導バルクの磁気浮上特性	松本洋明・定兼純平・家原和也・アキラ・原田寛治	7
定常性能を考慮した C M A C - P I D 制御系の設計	八木秀幸・竹内将雄・下西二郎・山本 透・雛元孝夫	11
情報の本質に基づく事例研究と情報倫理教育	松本祐佳・岡田 正	19
H ₂ O ₂ 酸化黒鉛の N ₂ 吸着等温線に及ぼす繰り返し 1000°C 処理の影響	三浦和久・柳沢 寛	27
備前土の焼結の研究 (第 1 報)	三浦和久・柳沢 寛・岡田 輝	31
高専 2 年英語学習者の総合的英語力を語彙サイズテストにより推定する試み	古樋直己	37
ランダム行列理論を用いた有限密度格子 Q C D の研究	佐々井祐二・中村 純・高石哲弥・Gernot Akemann	43

研究調査報告

電気二重層キャパシタに用いる活性炭電極に関する研究	下西二郎・鶴見征則・由城和弘・岩崎由規子	49
ネットワークサービスを用いた創造教育システムの構築	曾利 仁・井上浩行・大西輝尚	57
2006 年軍隊法 (イギリス) 全訳 その 1	大田 肇	61
T-Engine を使ったパソコン-マイコン実験実習システムの構築	中尾三徳	91

校外における研究発表等

校外における研究発表等		95
-------------------	--	----

論文

二成分混合燃料予混合火炎の伸張応答特性

橋本 淳*

Effect of Flame Stretch on Combustion Mechanisms of Two-Component Fuel Mixtures

Jun HASHIMOTO

In this study, combustion mechanisms and effects of flame stretch on the burning velocity of two-component fuel mixtures of hydrogen and hydrocarbon are investigated by chemical kinetics computations. Lean and rich Mixtures having nearly the same laminar burning velocity S_{L0} are prepared by adding nitrogen to two-component fuel mixtures where the hydrogen additional rate δ and S_{L0} are varied from 0 to 1 and 15 to 35 cm/s, respectively. As a result, it is elucidated that Markstein numbers of lean flames are changed monotonically from the value of the hydrocarbon flame to that of the hydrogen flame with increasing δ , however, those of rich flames show a complicated trend. These phenomena are explained qualitatively in light of the production rate of OH and HO_2 .

Key Words : Two-Component Fuel Mixture, Premixed Combustion, Flame Stretch, Markstein Number, Chemical Kinetics

1. まえがき

近年、燃料の多様化が進み、改質ガスやバイオ燃料等、多成分混合気体燃料の有効利用が望まれている。このような混合燃料を燃焼機関に適用する場合、機関性能を支配する重要な因子である乱流燃焼速度特性について、十分な知見を得ておく必要がある。

著者らは既報で、燃料-酸素の窒素希釈により層流燃焼速度を揃えた水素・メタン・プロパンの二成分混合燃料予混合火炎に対する乱流燃焼速度計測実験を行った。その結果、燃料混合割合に伴う乱流燃焼特性の変化には、希薄および過濃条件で差異があり、特に過濃側では複雑な傾向を示すこと、また、局所燃焼速度変化が重要な役割を担っていることを明らかにした¹⁾。さらに中原らは、これらの火炎における局所燃焼速度を定量化、火炎伸張に対する応答特性を実験的に検討し、乱流燃焼速度特性の説明を試みた²⁾。その結果、火炎伸張に対する応答感度係数を用い、定性的には乱流燃焼特性が整理できることを示している。一方で、その応答感度係数自身が混合気特性に対して持つ傾向については、実験的手法の範囲では、そのメカニズムを明らかにするには至っていない。

本研究では、このような層流燃焼速度を揃え、幅広い混合割合を有する水素・炭化水素二成分混合燃料火炎に対して反応動力学計算を行い、流体力学的

伸張が乱れ場での燃焼特性に及ぼす影響について、反応動力学的な観点から考察する。

2. 計算および解析方法

2. 1 計算方法

伸張を受けない火炎の計算には、一次元平面伝ば火炎を対象としたPREMIX³⁾を、伸張火炎の計算には対向流火炎を対象としたOPPDIF³⁾を用いた。図1に、伸張火炎の模式図を示す。上下のノズルから同じ組成の予混合気を同一流速で噴出させることにより、淀み面両側に伸張を受けた双子火炎を形成させる。本研究ではこの一方に対して後述する解析を行った。

反応機構には、メタン・水素混合燃料火炎の場合にはGRI-Mech 3.0⁴⁾(53化学種、325段の素反応、Rと略記)を、プロパン・水素およびプロパン・メタン混合燃料火炎の場合にはLAWらによる機構⁵⁾(92化学種、621段の素反応、RPと略記)を用いた。いずれの機構においても、水素火炎の層流燃焼速度特性を概ね再現できることは確認してある。すべての計算は大気圧下、初期温度 $T_0=298\text{K}$ にて行い、輻射は考慮していない。

表1に、本研究で用いた混合気の一部を示す。表中、 ϕ は総合当量比、 δ は燃料1に対する燃料2の混合割合、 S_{L0} は層流燃焼速度、 T_b はEQUIL³⁾により求めた断熱火炎温度である。それぞれ、燃料-酸素を窒素で希釈することによって層流燃焼速度を15~35cm/sに揃えた混合気であり、PREMIXにより組成を決定した。ここで、 Le は混合気のルイス数を表す。本研究で対

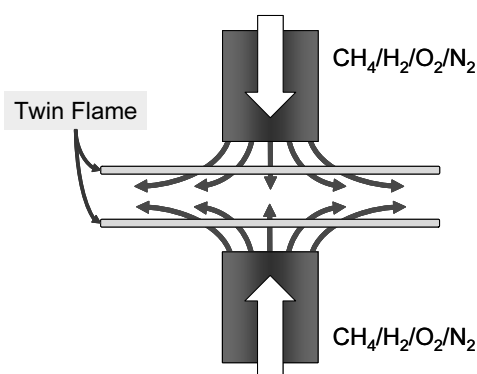


Fig. 1 Schematic of Counter Flow Burner Configuration

Table 1 Properties of Mixtures

Fuel 1	Fuel 2	ϕ	$S_{L,0}$	δ	T_b	Le	Fuel 1	Fuel 2	ϕ	$S_{L,0}$	δ	T_b	Le
			[cm/s]	[-]	[K]	[-]				[cm/s]	[-]	[K]	[-]
CH ₄	H ₂	0.8	15.02	0.0	1803.3	0.860	C ₂ H ₆	H ₂	0.8	24.98	0.0	1989.1	1.597
			15.02	0.5	1705.8	0.646				24.98	0.5	1937.0	1.007
			15.03	1.0	1440.0	0.381				25.00	1.0	1525.4	0.387
			24.99	0.0	1968.9	0.857				24.98	0.0	2000.1	0.902
		1.2	25.00	0.5	1851.3	0.653		CH ₄	1.2	25.01	0.5	1928.8	0.992
			24.99	1.0	1534.9	0.388				24.98	1.0	1293.2	1.302
			35.00	0.0	2097.2	0.855				24.98	0.0	1989.1	1.597
			35.01	0.5	1965.5	0.659				25.03	0.5	1992.2	1.235
	1.2	0.8	34.98	1.0	1611.9	0.394		0.8	0.8	25.00	1.0	2002.9	0.857
			15.02	0.0	1886.8	0.963				24.98	0.0	2000.1	0.902
			15.02	0.5	1759.4	1.107				24.99	0.5	2005.7	0.920
			15.03	1.0	1253.2	1.286				25.01	1.0	2030.8	0.968
		1.2	25.03	0.0	2030.9	0.968		1.2	1.2				
			24.99	0.5	1873.0	1.124							
			25.02	1.0	1335.8	1.318							
			35.00	0.0	2156.1	0.973							
			35.02	0.5	1975.3	1.140							
			34.98	1.0	1404.6	1.345							

象とした混合気は4成分系であるが、その概略値として過濃側では酸素の多成分系拡散係数に基づいて求め、希薄側では水素、炭化水素それぞれの多成分系拡散係数から求めたルイス数に燃料成分のモル比で重み付け平均を取った値を用いている。

2. 2 解析方法

予混合乱流燃焼場においては、火炎は流れによって伸張作用を受けるとともに、曲率を持ちながら伝播する。そのような火炎では、予混合気のルイス数に基づいたルイス数効果、また、反応物間のルイス数差に基づいた選択拡散効果などによって、局所的な火炎強度が層流燃焼時から変化する。さらには、そのような局所火炎強度の変化が乱流燃焼速度や消炎限界に影響を及ぼし、局所燃焼速度変化を考慮することによって、それらを概ね説明可能なことが示されている^{1,6,7)}。

火炎に作用する伸張と燃焼強度の関係については、層流火炎に対してではあるものの、漸近解析によってCLAVINらが次の線形性を示している⁸⁾。

$$S = S^0 - Lk \quad (1)$$

ここで、 S 、 S^0 はそれぞれ伸張を受けたときと受けないうきの燃焼速度であり、 k は火炎伸張、 L はマークシュタイン長さを表す。 L および k はそれぞれ伸張を受けた火炎の火炎厚さ η および燃焼速度 S で無次元化することができ、 Ka をカーロビッツ数とすると、(1)式は次のように変形される。

$$\frac{S^0}{S} = 1 + MaKa \quad (2)$$

無次元伸張であるカーロビッツ数 Ka に対する燃焼速度の応答感度係数 Ma は、マークシュタイン数と呼ばれる。また、 η は計算された温度分布に基づき算出した。なお、本研究では、火炎伸張 k は火炎前面の最大の速度勾配から⁹⁾ 評価し、伸張火炎の燃焼速度

は酸素分子の消費速度 ω_{O_2} の積分値から次式により算出した¹⁰⁾。

$$S = -\frac{1}{\rho_1(Y_{O_{2,1}} - Y_{O_{2,2}})} \int \omega_{O_2} dx \quad (3)$$

ここで、 ρ は密度、 Y は質量分率、添え字1はノズル出口を、添え字2は淀み面を表す。ノズル出口速度を制御することにより、火炎伸張 k を概ね200程度まで、伸張と燃焼速度に線形性が見られる範囲で変化させて計算、解析を行った。

流れ場に存在する速度勾配に伴う伸張や曲率については、それらを火炎面積変化率の観点から整理することによって、火炎伸張率としてひとつにまとめて取り扱われることが多い⁸⁾。ただし、流体の歪みに伴う成分を K_S および Ma_S 、曲率を持ち伝播することによる成分を K_C および Ma_C として、それらを分離して表記される場合もある¹¹⁾。本論文で評価するマークシュタイン数 Ma は、これらの伸張成分について述べれば、流体力学的な歪みに伴う成分である。後述するように、窒素希釈火炎においては、両者に定性的な差異は観られなかった。伸張成分の種類とマークシュタイン数の関係については、また別報で検討、報告する。

3. 結果および考察

3. 1 乱流燃焼速度特性

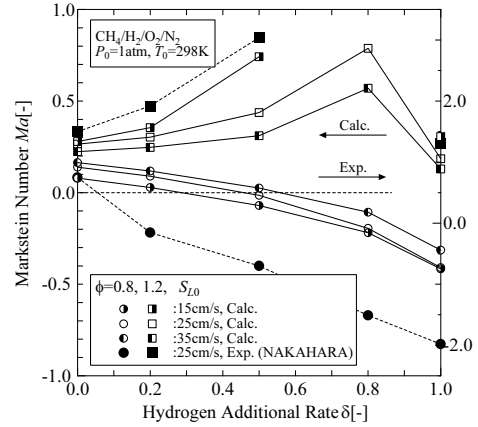
まず、1章で述べた水素・メタン・プロパン二成分混合燃料火炎の乱流燃焼速度 S_T について、炭化水素燃料を基準(燃料1)としてその定性的傾向を整理しておく¹⁾。これらの火炎は窒素希釈によって層流燃焼速度を揃えたにも関わらず、ある乱れ強さにおいて異なる乱流燃焼速度を示していた。まず、希薄側では炭化水素の種類によらず、乱流燃焼速度は水素もしくはメタンの混合割合 δ の増加に伴いほぼ単調に増大した。一方、過濃メタン火炎では、乱流燃焼

速度は水素の混合割合が小さい間はメタン火炎の値から減少し、 $\delta=0.8$ の条件においては燃焼することができなかった。しかしながら、純水素火炎においてはメタン火炎よりもやや大きな値を示していた。過濃プロパン火炎では、水素混合割合が小さい領域では δ の増加に伴い乱流燃焼速度はほぼ横ばいか、高乱れ領域においてはやや増加、その後、 δ の増加にしたがってほぼ単調に減少する傾向を示した。また、過濃プロパンへのメタン混合時にも定性的、かつ定量的にほぼ同様の傾向を示した。前章までに述べたように、乱れ場において火炎は伸張効果を受け、その強度は変化することが知られている^{6,7)}。そのような局所的な火炎強度が、火炎全体の燃焼速度に対する支配因子となっている可能性がある。以下ではOPPDIFを用いた伸張火炎の解析により、これらの火炎の伸張に対する応答特性、また燃焼機構変化について検討する。

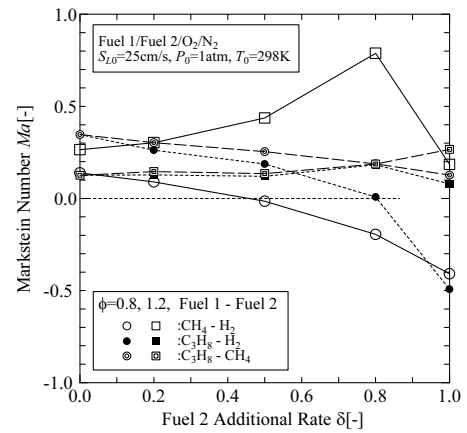
3.2 マークシュタイン数

図2に、2章で述べた手法により算出した表1に示す火炎の伸張応答感度、マークシュタイン数 Ma を示す。図2 (a) はメタン・水素、(b) はプロパン・水素およびプロパン・メタン混合燃料火炎に対する解析結果を示している。また、図2 (a) には、中原らにより実験的に求められた値²⁾ も示してある。ここで、前者は流体力学的伸張に、後者は曲率を持ち伝ばする火炎に生じる伸張に基づいて評価されている。図から、本論文で用いた手法による評価値は、火炎表面積増加率である火炎伸張を用いて整理すれば、定性的には実験値と同様の傾向を示すことがわかる。

図から、マークシュタイン数は総合当量比、燃料混合割合、層流燃焼速度および混合される燃料の種類によって異なる値を示すことがわかる。すなわち、メタン・水素混合火炎の希薄側では、 δ の増大に伴いマークシュタイン数はメタン火炎の値から水素火炎の値へ単調に変化する。純水素火炎ではマークシュタイン数は負の値を示しており、火炎伸張により局所的な燃焼速度が増大することがわかる。一方、過濃側ではこのような単調な傾向は見られない。 δ の増加に伴ってマークシュタイン数は一旦メタン火炎の値よりも増大し、純水素火炎においてはメタン火炎と同程度か、やや小さな値を示している。また、層流燃焼速度の低下に伴い、希薄側ではマークシュタイン数が減少、過濃側では増大する傾向が見られる。次に、希薄プロパン・水素混合火炎については、純プロパン火炎ではメタン火炎より大きなマークシュタイン数を示した後、 δ の増大に伴い水素火炎の値へ単調に変化する。一方過濃側では、 δ の増大に伴い $\delta=0.5$ 程度まではほぼ一定の値を示した後、 $\delta=0.8$ でやや増加、その後、純水素火炎の値まで減少してい



(a) CH₄/H₂/O₂/N₂



(b) C₃H₈/CH₄/H₂/O₂/N₂

Fig. 2 Variation of Ma with δ

る。プロパン・メタン混合火炎においては、水素混合時と概ね同様の傾向を示すものの、過濃側、メタン混合割合の大きな領域では水素混合時と異なり、単調増加の傾向を示している。

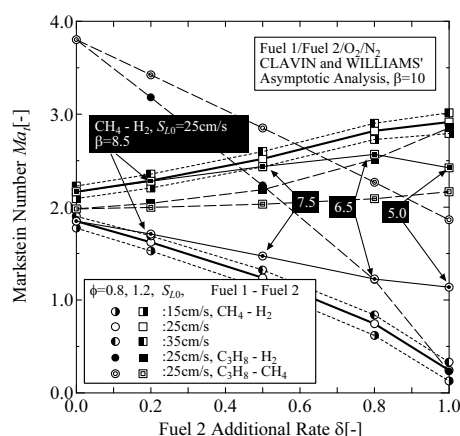
図3に、CLAVINらによる漸近解析から導出された次式⁸⁾により概算したマークシュタイン数 Ma_i を示す。

$$Ma_i = \frac{\sigma}{\sigma-1} \ln \sigma + \frac{\beta(Le-1)^{\sigma-1}}{2(\sigma-1)} \int_0^{\sigma-1} \frac{\ln(x+1)}{x} dx \quad (4)$$

ここで、 $\sigma = \rho_u / \rho_b = T_b / T_u$ (定圧火炎の場合) は膨張比、 β は無次元活性化エネルギーであるゼルドヴィッチ数で、次式で表される。

$$\beta = \frac{E}{R} \frac{T_2 - T_1}{T_2^2} \quad (5)$$

E は総括反応を仮定した場合の活性化エネルギー、 R は一般ガス定数、(4) 式中の x はダミー変数である。なお、 β は10として計算を行った。図から、 δ の増加に伴って、 Ma_i は概ね Ma と同様の定性的傾向を示していることがわかる。しかしながら、過濃側、 δ の大き

Fig. 3 Variation of Ma_t with δ

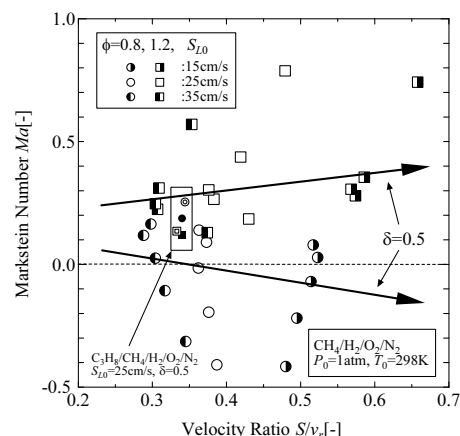
な領域において Ma と異なる傾向を示す。また、本研究ではメタン・水素混合火炎のみにおける評価ではあるが、層流燃焼速度の差異に対して、過濃側では Ma と異なる傾向を示している。以下では特に過濃側について、このようなマークシュタイン数 Ma 解析結果の傾向、および CLAVIN らの式による予測値との定性的な差異について考察する。

3.3 層流燃焼速度が伸張応答特性へ及ぼす影響

まず、層流燃焼速度が及ぼす影響について考察する。本研究で解析対象とした対向流場に形成される伸張火炎においては、火炎面において接線方向の流速成分が存在する。図4に、火炎前面における接線方向流速 v_r に対してマークシュタイン数を示す。なお、 v_r は伸張を受けた燃焼速度 S で無次元化した。図から、同じ混合割合で比較した場合、 S/v_r が大きいほどマークシュタイン数の絶対値が増加する傾向が見られる。過濃側では層流燃焼速度が大きな条件ほどルイス数 Le が大きい。そのため、 Ma_t は特にルイス数の影響を受け、層流燃焼速度の増加に伴って増大する傾向を示している。しかし図4から、層流燃焼速度が大きな条件においては、反応の特性時間に対して接線方向流れの特性時間が減少し、火炎面に作用するルイス数および選択拡散効果の影響が小さくなるものと考えられる。そのため、本研究で評価したマークシュタイン数は、層流燃焼速度の増大に伴い減少したものと推察される。

3.4 混合割合が伸張応答特性へ及ぼす影響

次に、燃料混合割合 δ に対するマークシュタイン数の傾向について考察する。伸張を受けた火炎においては、不足成分の拡散特性が火炎強度に影響を与える。メタン、水素共に酸素より大きな拡散特性を持ち、ルイス数および選択拡散効果により局所火炎面における濃度は増大する。そのため、燃料希薄条件においては火炎が活性化し、 δ の増加に伴い単純にマ

Fig. 4 Relationship between Ma and S/v_r

ークシュタイン数が減少しているものと考えられる。一方、過濃混合気においては、水素とメタンの共存が伸張火炎の強度に対して純メタン火炎以上に悪影響を与えている。以下では過濃混合気における性質について、主要な活性化学種である OH の生成挙動に基づき考察する。

図5に、メタン・水素混合火炎に対して、火炎の維持に関わる重要な中間生成物である OH の生成と消費に関与する主要素反応を抽出し、その挙動を整理した結果を示す。実線は $Ka=0$ 、破線は 0.3 の条件を表し、温度 400K を基準とした火炎座標で表記した。図から、火炎温度の高いメタン混合気では R38 ($H+O_2=O+OH$, RP01) の寄与率が最も大きいことがわかる。一方、 δ の増加に伴って R46 ($H+HO_2=2OH$, RP20) の相対的な寄与率が増大しており、25cm/s 程度に層流燃焼速度を揃えた火炎の場合には、低温領域での反応により火炎が維持される燃焼機構へ移行していることがわかる。本稿では図は省略するものの、設定層流燃焼速度の範囲を拡大し、さらにはプロパン混合火炎についても検討を加えた結果、水素・炭化水素混合火炎ではほぼ同様の反応群に支配されていることがわかった。このことから、本研究の範囲においては、 δ の増加に伴いこの R46 の挙動が伸張火炎全体の燃焼特性に影響を及ぼしている可能性がある。R46 は、H と HO_2 から OH を生成する反応である。過濃側では H 原子は十分存在すると考えられるため、ここでは HO_2 の生成挙動に着目した。これらの火炎において、 HO_2 は主として R168 ($HCO+O_2=HO_2+CO$, RP51)、および R33 ~ 37 ($H+O_2+M=HO_2+M$, M は第三体, RP12 ~ 16) の反応により生成される。後者は活性化エネルギーがゼロで、水素火炎では R46 と共に低温領域での反応を構成する反応群であり、火炎の維持に対して重要な役割を担っている。一方、プロパン・メタン混合火炎（すなわち、炭化水素同士の混合）においては、メタン混合割合の増加に伴ってこれらの反応に関する

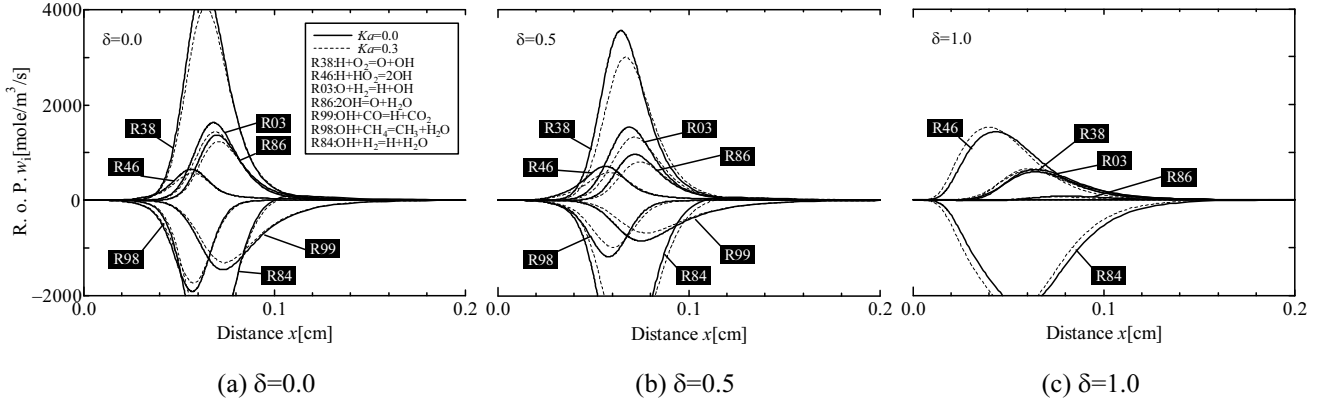
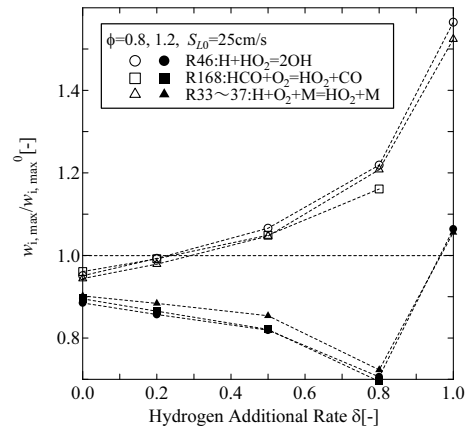
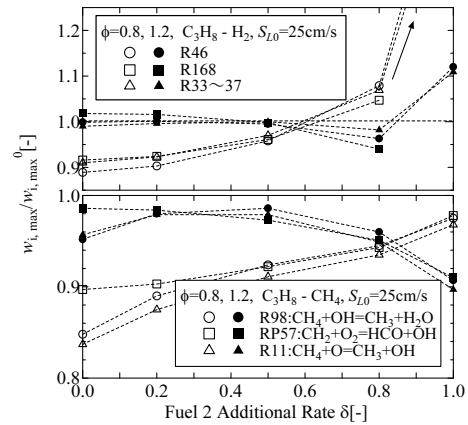


Fig. 5 Profiles of OH Production Rate

支配性の変化は見られず、メタンのOHによる消費反応R98 ($\text{CH}_4 + \text{OH} = \text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$, RP120) およびRP57 ($\text{CH}_2 + \text{O}_2 = \text{HCO} + \text{OH}$), R11 ($\text{CH}_4 + \text{O} = \text{CH}_3 + \text{OH}$, RP119) の影響が増加する傾向が見られた。

図6に、無次元伸張率 $Ka=0.3$ における、各素反応の反応速度最大値の伸張に対する変化率を示す。(a) はメタン・水素、(b) はプロパン・水素およびプロパン・メタン混合火炎に対する結果である。図から、メタン・水素混合過濃火炎においては、R168, R33~37いずれも δ の増大に伴い非活性化することがわかる。これは、不足成分である酸素が燃料成分の選択拡散により減少するためと考えられる。また、R168はR33~37に比べてより非活性化しており、その傾向は概ねR46の傾向と一致していることがわかる。一方、 $\delta=1$ に近い領域においては、不足な成分である酸素がR33~37のみで消費されるようになり、その変化率は大きく改善されている。以上の考察から、水素混合割合の増加に伴い、低温でも進行可能な反応群が支配的になっており、総括的な無次元活性化エネルギー β が低下しているものと推察される。図3中には Ma_i について、 β を δ の増大に伴って小さく変化させて計算した結果を示している。図から、 β の変化に伴い、 Ma_i は Ma と同様の傾向を示すことがわかる。したがって、マークシュタイン数 Ma の適切な評価には、従来重要視されてきた燃焼混合気におけるレイ数 Le に加え、反応機構に伴うゼルドヴィッチ数 β も考慮する必要があると考えられる。混合燃料予混合気におけるレイ数の評価手法も含めて、その整理は今後の検討課題である。

次に、プロパン・水素混合過濃火炎においては、 δ の小さな領域において、メタン・水素混合火炎と異なる傾向を示していた。 δ の増大に伴いR168は非活性化するものの、R33~37はやや活性化する。そのために、R46の変化率は概ね横ばいになるものと考えられる。これは、過濃側でのレイ数効果、およびR33~37の活性化エネルギーが相互に関連しているものと推察される。最後に、プロパン・メタン混合

(a) $\text{CH}_4/\text{H}_2/\text{O}_2/\text{N}_2$ (b) $\text{C}_3\text{H}_8/\text{CH}_4/\text{H}_2/\text{O}_2/\text{N}_2$ Fig. 6 Variation of $w_{i,\max}/w_{i,\max}^0$ with δ

火炎においては、R98, RP51, R11が δ の中～高領域でマークシュタイン数の定性的傾向と良く一致した傾向を示しており、概ねレイ数効果に支配されているものと推測される。ただし、 δ の小さな領域においては、R98およびR11とRP57が異なる傾向を示しており、これら二つの傾向が相互に加味された結果、マークシュタイン数はほぼ横ばいの傾向を示すものと推察される。

本研究において評価したマークシュタイン数の傾

向は、基本的には正の伸張成分に基づいたものであるが、本章冒頭で述べた乱流燃焼速度特性とほぼ定性的に一致する。したがって、上述した諸因子を考慮することにより、混合燃料を用いた場合の燃焼特性を概ね把握できると考えられる。しかしながら、過濃プロパン・水素混合燃料火炎においては、高乱れ領域、また水素混合割合の大きな領域において、本研究で求めたマークシュタイン数と乱流燃焼特性がやや異なった傾向を示す。このような条件においては、火炎に作用する伸張成分の差異、さらには非定常性等の因子が影響している可能性があり、今後検討を必要とする。

4. まとめ

以上、本研究では水素・炭化水素二成分混合燃料火炎に対して反応動力学計算を行い、その燃焼機構、また、火炎伸張が燃焼特性に及ぼす影響について検討を行った。その結果、以下の結論を得た。

- (1) 炭化水素に対する水素混合割合の増加に伴い、火炎維持に対する低温領域反応群の寄与率が高まる。一方、炭化水素同士の混合時には、このような反応群の支配性に差異は見られない。
- (2) マークシュタイン数 Ma により乱れ場での燃焼特性が概ね説明できる。

- (3) マークシュタイン数の適切な評価・予測には、ルイス数に加え、接線方向流速成分に伴う拡散の特性時間およびゼルドヴィッチ数の差異を加味する必要がある。

謝辞

終わりに、本研究の一部は第15回地球環境財団研究助成により実施した。ここに記し、謝意を表す。

参考文献

- 1) KIDO, H. et al., JSME Int. J., Ser. B, 45(2):355-362, 2002.
- 2) 城戸他, 第42回燃焼シンポ:343-344, 2004.
- 3) KEE, R. J. et al., Reaction Design, Inc., San Diego, CA, 2003.
- 4) BOWMAN, C. T. et al., Gas Research Institute, 2000.
- 5) LAW, C. K. et al. <http://www.princeton.edu/~cklaw/>
- 6) KIDO, H. et al., Proc. of the 4th Int. Symp. COMODIA:249-254, 1998.
- 7) WILLIAMS, F. A., Combustion Theory, Benjamin/Cummings, 1985.
- 8) CLAVIN, P., Prog., Energy Combust. Sci., 11:1-59, 1985.
- 9) SUN, C. J. et al., Combust. Flame, 118:108-128, 1999.
- 10) POINSOT, T. et al., Theoretical and Numerical Combustion, Edwards, 2001.
- 11) BRADLEY, D., et. al, Combustion and Flame(122):195-209, 2000.

高温超伝導バルクの磁気浮上特性

松本洋明* 定兼純平** 家原和也** アキラ** 原田 寛治***

Magnetic Levitation Effect of High-Tc Superconducting Bulk

Hiroaki MATSUMOTO* Junpei SADAKANE** Kazuya IEHARA** AKIRA** Kanji HARADA***

Since the discovery of high-temperature superconductivity, it has been studied for the applications and the developments in various fields. The superconducting fault-current limiter (FCL) is one of the superconducting applications, which reduces the current to the level that the circuit breaker can easily work. The temperature becomes high caused by a Joule heat when fault electric current is restrained. We need high cooling efficiency to restore the accidental status to the normal one immediately.

We took note of cavities in the bulk and measured magnetic levitation effect as the basics. I fabricated the bulks that have many cavities by varying the sintering temperature and the pressure. As the result, I understood that cooling effect was increased and levitation time improved by lowering the cavity density.

Key words: Y123 superconductors, Magnetic Levitation Effect

1. はじめに

高温超伝導体が発見されて以来、より高い臨界温度 (T_c)、より高い臨界電流密度 (J_c) を求めて、多くの研究がなされてきた¹⁾。また、ジョセフソン接合を用いた SQUID と呼ばれる超高感度の磁気センサーの研究も盛んになされている²⁾。

超伝導の応用の一つに限流器がある。限流器とは電力系統における落雷等による事故短絡電流を瞬時に抑制して、遮断を容易にする電力機器のことである。過電流が流れたときに超伝導状態から常電導状態に転移することを利用して用いられる。そのとき超伝導体は事故電流抑制時にジュール熱により高温となる³⁾。事故後の復旧を速やかにするために冷却効率を高める必要がある。

そこで本研究では Y123 バルクの密度に着目し、マイスナー効果による磁石浮上時間を測定し、密度と冷却効果の関係を調べた。密度は焼成温度とバルク作成時のプレス圧によって変化させた。その結果、低密度化することにより液体窒素による冷却効果が高まり浮上時間が向上することがわかった。

2. 実験方法

2.1 試料作製方法

試料の作製には酸化イットリウム(Y_2O_3)、炭酸バリウム($BaCO_3$)、酸化銅(CuO)を用いる。これらの材料を組成比が $Y:Ba:Cu=1:2:3$ となるように混合する。はじめ色が異なる酸化イットリウムと酸化銅を乳鉢に入れ色が均一になるまで良く混ぜた後、炭酸バリウムを加えさらに混ぜる。これを焼結させることにより超伝導物質である $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ を得ることができる。

次に不純物を取り除き目的の組成物を得るために仮焼成を行なう。仮焼成には電気炉を用い $10[^\circ C/min]$ で $900^\circ C$ まで昇温、5 時間保持した後 $10[^\circ C/min]$ で室温まで降温する。均一性を高めるために仮焼成を 5 回行った。

そして焼成温度と密度比の関係を調べるために小型の金型(直径 1.3cm)を用いてバルク状に成型する。プレス圧は 8kN とし、 $850^\circ C$ 、 $900^\circ C$ 、 $950^\circ C$ で本焼成を行った。本焼成では目的温度までは $10[^\circ C/min]$ で昇温し、20 時間保持、そして室温まで $1[^\circ C/min]$ で降温した。

またプレス圧と密度比の関係を求めるため大型の金型(直径 6.0cm)を用いて成型した。プレス圧を 25kN、40kN、60kN とし $900^\circ C$ で上記と同じプロセスで本焼成を行った。

原稿受付 平成 20 年 9 月 1 日

* 専攻科電子・情報システム工学専攻

** 電気電子工学科 5 年

*** 電気電子工学科

2.2 試料の評価方法

本研究では超伝導バルク内にある空孔に着目する。そのためバルクにどのくらいの割合で空孔が存在するかを表すために密度比を用いる。作製した試料の密度比を次式により求めた。

$$\text{密度比} = \frac{\text{バルク質量}}{\text{理論質量}} \times 100 \quad [\%]$$

ここでバルク質量とは実際のバルクの重量であり、理論質量とは Y123 の格子定数とバルクの体積から計算して求めた値である。つまり密度比が 100[%] のとき、空孔がなく完全に密に詰まっていることを意味し、50[%] のときはバルクの半分は空孔であることを意味する。体積はノギスを用いてバルクの直径と厚さを測定し、算出した。

マイスナー効果による磁石の浮上特性を Fig.1 に示す。まずバルクを液体窒素中で冷却し、ネオマックス磁石の上に乗せ、浮上時間および浮上高さを計測した。大型バルクの場合は、バルクの上に磁石を乗せ測定した。一つの試料に対し 5 回測定し、その平均を求めた。

液体窒素による保冷効果を確認するためにバルクに保持される液体窒素の量を測定した。まず冷却前にバルクの重量を測る。次にバルクを液体窒素中に入れ気泡が出なくなるまで十分に冷却した後、再びバルクの重量を測定し、その重量の差を求めた。

また走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いて試料表面の観察を行った。SEM を用いてバルクの空孔などを調べた。

3. 実験結果と考察

3.1 焼成温度と浮上特性

本焼成温度と密度比の関係を Fig.2 に示す。この図より焼成温度が高いほど密度比も高くなっていることが分かる。これは高温で焼結すると、結晶粒がより収縮するためだと思われる。

密度比と浮上時間の関係を Fig.3 に示す。密度比の低下に伴い、浮上時間が向上する傾向にあることがわかる。密度比が低いということはバルクに多数の空孔があると考えられる。この空孔内に液体窒素が入り込み保冷効果が高まったためではないかと考えられる。

密度比と浮上高さの関係を Fig.4 に示す。低密度化することにより浮上時間が向上した一方、浮上高さは低くなる結果となった。

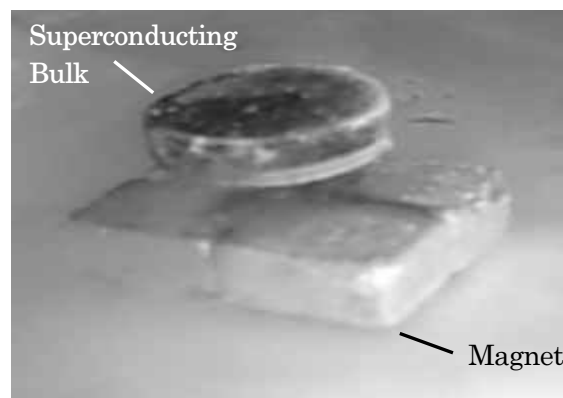


Fig.1 Magnetic levitation by Meissner effect

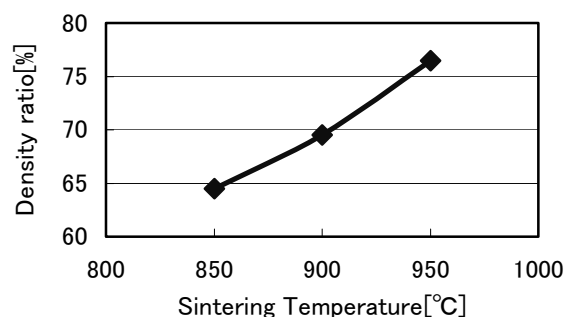


Fig.2 The relation of sintering temperature and density ratio

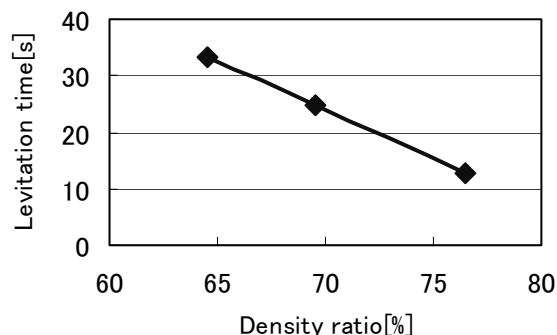


Fig.3 The relation of density ratio and levitation time

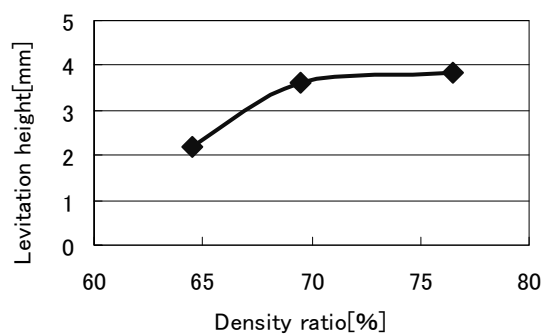


Fig.4 The relation of density ratio and levitation height

3.2 プレス圧と浮上特性

大型バルクを用いて測定したプレス圧と密度比の関係を Fig.5 に示す。この図からプレス圧を低くすることによって密度比が下がることがわかった。これによりプレスでの成型時の密度が本焼成後にも影響することが分かった。

大型バルクを用いて測定した密度比と浮上時間の関係を Fig.6 に示す。プレス圧による密度比の変化でも焼成温度変化時と同様に低密度化することにより浮上時間が向上することが分かった。

密度比とバルク内に保持される液体窒素量の関係を Fig.7 に示す。Fig.7 よりバルク内に液体窒素が入り込んでいることが確認できた。これは密度比の低下に伴い、単位体積あたりの液体窒素保持量が増加していることを示している。

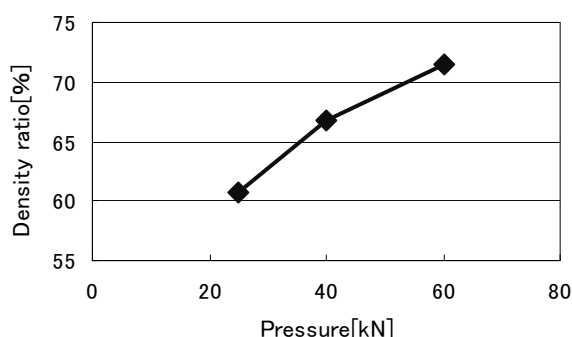


Fig.5 The relation of pressure and density ratio

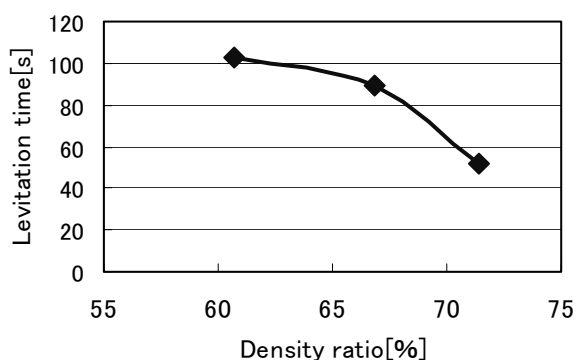


Fig.6 The relation of density ratio and levitation time

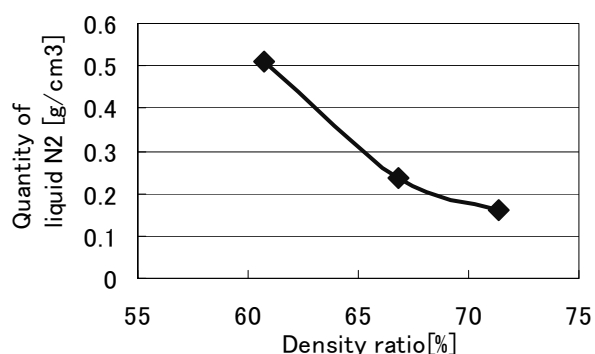
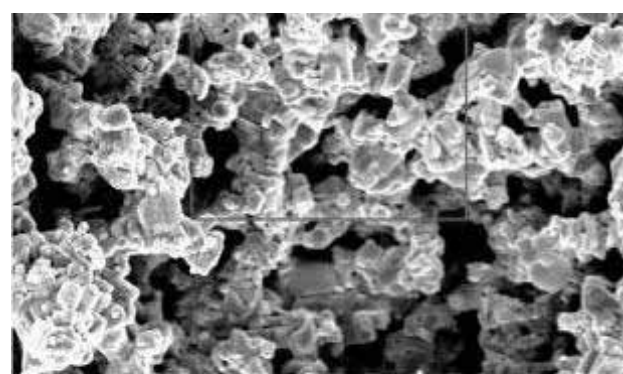


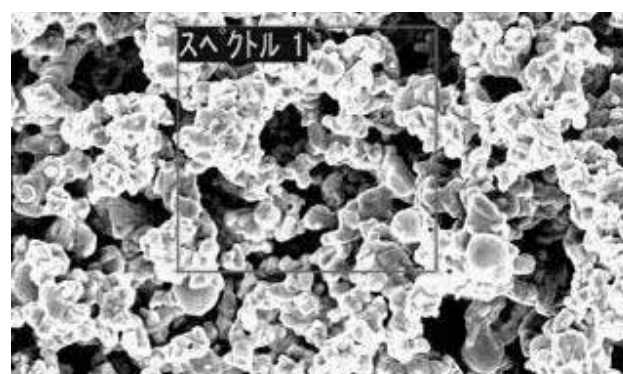
Fig.7 The relation of density ratio and quantity of liquid N₂

3.3 SEMによる表面観察

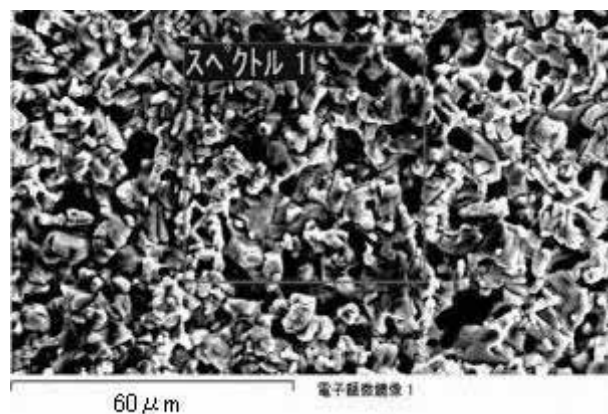
大型バルクの試料 SEM 写真を Fig.8 に示す。SEM 写真から実際にバルク内の空孔の様子を見ることができる。約 5 μm の超伝導の粒子が焼結することにより結合してバルクを形成している。その粒子と粒子の間に空孔が存在している。これらの空孔はプレス圧が低いときには大きく多数存在している。これはプレス圧が低いとき密度比も低くなった結果を裏付けている。



(a) Pressure 25[kN]



(b) Pressure 40[kN]



(c) Pressure 60[kN]

Fig.8 SEM images of bulks

バルク作製時の本焼成温度あるいはプレス圧を変化させることにより、密度を変化させることができる。そして密度を低くすることによりバルク内に空孔ができそこに液体窒素が保持され浮上時間が向上した。これは空孔内に液体窒素が入ることにより保冷効果が高まったためだと思われる。

液体窒素中で 77[K] に冷却されたバルクは臨界温度である約 90[K] になるまで浮上し続けると考えられる。Y123 の主成分である銅と液体窒素の単位体積あたりの比熱をくらべると銅 : $3.392 \text{ [J/cm}^3 \cdot \text{K]}$ 、液体窒素 : $0.839 \text{ [J/cm}^3 \cdot \text{K]}$ である。超伝導から常伝導に転移するまでに 13[K] の温度上昇を必要とするので、それぞれ必要な熱量は銅 : $44.1 \text{ [J/cm}^3]$ 、液体窒素 : $10.9 \text{ [J/cm}^3]$ と銅のほうが大きい。しかし液体窒素には気化熱があり単位体積あたり $160.6 \text{ [J/cm}^3]$ である。そのため合計すると銅 : $44.1 \text{ [J/cm}^3]$ に対し液体窒素 : $171.5 \text{ [J/cm}^3]$ となり液体窒素をバルク内に保有することにより保冷効果が高まる。

密度比の低下に伴い浮上高さが低下した。そもそもマイスナー効果とは超伝導体内部への外部磁場の侵入を完全に排除して内部磁場を 0 にすることである。そのため磁石の上に超伝導バルクを乗せると磁石の磁束を排除し、その反発力で浮上する。ここでバルクを低密度化すると常伝導である空孔の割合が増加する。常伝導は磁束を通すため一部で磁束が貫通し反発力が弱まり、浮上高さが低くなったと考えられる。

5. 結 論

焼成温度を低くするかプレス圧を低くすることにより、バルクの密度を低くすることができる。低密度化で多数の空孔があるバルクは、空孔に液体窒素を保持することができ保冷効果が高まる。そのためバルクの浮上時間が向上した。

また液体窒素中において多孔質のバルクは空孔内に液体窒素が入り込むため冷却効率が上がると思われる。ただし低密度化することによりバルクの強度の低下や浮上高さの低下を伴うことが分かった。

参 考 文 献

- 1) 下山淳一, 岸尾光二 : 酸化物超伝導体研究における物質化学の歩み, 応用物理, vol. 73, No. 1 (2004) 14-21
- 2) 円福敬二 : 磁性ナノ粒子をマーカーにした SQUID 免疫検査システム, 応用物理, vol. 73, No. 1 (2004) 28-31
- 3) D Cardwell, D Ginley, R F Giese : Handbook of Superconducting Materials, vol I I, (2003) 1625-1632

定常性能を考慮した CMAC-PID 制御系の設計

八木 秀幸* 竹内 将雄** 下西 二郎* 山本 透*** 雛元 孝夫****

Design of CMAC-PID Control System Compensating Control Performance in Steady-State

Hideyuki YAGI, Masao TAKEUCHI, Jiro SHIMONISHI,
Toru YAMAMOTO and Takao HINAMOTO

In industrial processes, initiatives of production quality and cost reduction have created a demand. In such the situation, a concern with control performances in steady-state operation has been growing in recent years. On the other hand, Cerebellar Model Articulation Controller(CMAC) that is a kind of artificial neural networks has been proposed to control nonlinear systems. The CMAC has features of simple structure, a few design parameters and high-speed learning. A scheme for tuning PID parameters by using the CMACs has been also proposed. However, this scheme is focused on improvement of transient control performances. In this research, a new design of CMAC-PID control system compensating performance in steady-state is proposed. After weight tables included into the CMACs are learned, the weights that is employed in steady-state are re-tuned. Consequently, desirable control performances are obtained in both transient-state and steady-state.

Key Words : CMAC, PID control, nonlinear system, control performance in steady-state

1. ま え が き

化学プロセスなどに代表されるプロセス産業界では、今なおPID制御法が主に用いられている¹⁾。その理由としては、制御構造が簡単であることや、PIDパラメータの持つ物理的意味が明確であることなどが考えられる。また、PID制御系の性能はPIDパラメータによって大きく左右されるため、その調整法についてはさまざまな手法が提案されている。しかし、プロセス制御ではシステムの持つ非線形性や、その時間的な特性変動の影響のために、適切なPIDパラメータへ調整することは困難である。

この問題への対応として、脳内の神経伝達構造をモデル化したニューラルネットワーク (Neural Network:NN) を用いた制御法が数多く提案されている。NNは非線形システムを精度よく制御できる

有効な手法であるが、十分な学習を行うために多くのデータと時間を必要とする。また、NNの一種として、小脳演算モデル (Cerebellar Model Articulation Controller:CMAC) がAlbusによって提案されている²⁾。CMACは、ある入力点に対応する荷重値をその近傍のいくつかの入力点で共有する構造により非線形関数を学習する。この構造により、学習の際に入力点 (学習点) 近傍の入力に対しても学習効果を波及することができ、効率的な学習を行うことでNNと比べ学習回数を大幅に低減することができる。また構造が簡単で設計パラメータが少ないといった利点も有している。これらの特長を活かし、ロボット制御やプロセス制御、PIDパラメータを調整する手法³⁾ (以降CMAC-PID制御法と呼ぶ) などへ適用されている。

一方、近年プロセス産業界では運転コストの低減や製品品質の向上が望まれており、これを実現するためには時々刻々と変化するプラントシステムを常に最適な状態に制御することが重要であり、特にその定常性能が注目されている。このような状況において、定常状態での稼働データからシステムの制御性能を評価・監視する研究が近年盛んに

原稿受付 平成 20 年 8 月 29 日

* 電気電子工学科

** 専攻科 電子・情報システム工学専攻

*** 広島大学大学院 教育学研究科

**** 広島大学大学院 工学研究科

行われている^{4,5,6)}。しかしながら、NNやCMACなど知的情報処理を用いた制御系に関する研究の多くは過渡状態における制御性能（立ち上がり時間、行過ぎ量、整定時間など）の改善に着目しており、定常状態での制御性能を含めた考察はあまりされていない。

そこで本論文では、定常状態における制御性能を考慮したCMAC-PID制御系の設計について提案する。具体的には、まず最適な過渡応答波形が得られるようCMACをオフラインで学習させる。このとき同時にシステム同定を行い、その結果に基づき一般化予測制御（以降GPCと呼ぶ）により所望の定常特性が得られるPIDパラメータを求める。その値を用いてCMACの該当するデータを書き換える。これにより、過渡状態と定常状態の両面で所望の制御性能が得られるコントローラを構築することができる。本論文の構成を以下に示す。まずCMAC-PID制御系について説明し、定常状態での制御性能評価について詳述する。次にGPC則により定常状態に適したPIDパラメータの導出法について示し、CMAC-PID制御系へ適用する方法について提案する。最後に本手法を非線形システムに適用した数値例を示し、その有用性を検証する。

2. CMAC-PID 制御系

2.1 CMAC の概要

CMACは人の小脳皮質内における情報処理メカニズムを数学的にモデル化したものである。CMACは入力空間における量子化された入力値をラベル集合に変換し、そのラベルに対応した荷重表を参照し、その参照した荷重の総和を出力値とする。

具体的な例として、1入力1出力、荷重表数3の場合をFig.1に示す。実際の入力値に対し量子化を行うことで $s = 7$ が得られたとする。それに対応したラベル集合 $m^* = \{C, H, K\}$ へ変換され、このラベル集合の各要素で表わされるそれぞれの荷重表から荷重 $a^* = \{6, 4, 8\}$ を参照し、これらの総和 $\sum a^* = 18$ を出力値とする。このとき、教師信号20と出力値との差2を荷重表の数3で割った値、すなわち $2/3$ を参照した荷重表の各要素それぞれに加え、荷重表を修正する。

入力空間内の2つの入力値の距離が近い場合（例えば、Fig.2の $s = 7$ における $s = 6$ または $s = 8$ ）、一部重複したラベル集合が得られる。距離が遠くなるにつれて重複度は減少し、一定距離以上離れると全て異なったアドレスを参照する。これによ

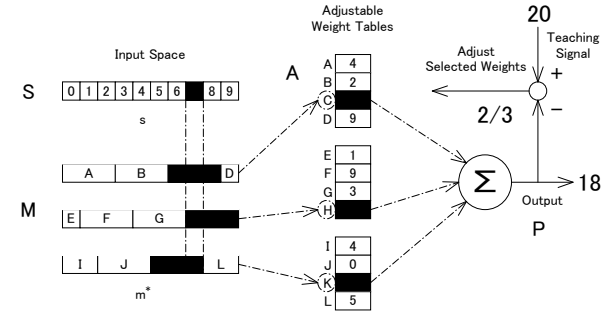


Fig. 1: CMAC model with one input, one output and three weight tables.

り、CMACは非線形性の強いモデルを少ない学習回数で近似することができる。また、CMACでは出力計算および荷重の修正において荷重表の一部のみを参照するため、比較的少ない時間で学習が可能である。

2.2 PID 制御への適用

本節では、CMACをPID制御に適用する方法³⁾について説明する。Fig.2にCMAC-PID制御系の概略図を示す。次式で与えられるPID制御則を考える。

$$\Delta u(t) = K_I e(t) - K_P \Delta y(t) - K_D \Delta^2 y(t) \quad (1)$$

ここで、 $u(t)$ は制御入力、 $y(t)$ はシステム出力である。 Δ は差分演算子を表し、 $\Delta = 1 - z^{-1}$ で定義される。 z^{-1} は時間遅延演算子を表し、 $z^{-1}u(t) = u(t-1)$ を意味する。式(1)はいわゆる速度型PID制御則(I-PD制御則)である。CMACの出力となるのは、このPIDパラメータ K_P, K_I, K_D であり、各パラメータを出力する3つのCMACを用意する。また、CMACへの入力信号は、ステップ状で与えられる目標値 $w(t)$ 、制御誤差 $e(t), e(t-1)$ の3変量とする。ここで、 $e(t)$ は次式で表される。

$$e(t) = w(t) - y(t) \quad (2)$$

参照モデルの出力 $y_m(t)$ と制御対象の出力の差が小さくなるようなPIDパラメータを出力するよう荷重を修正し学習を行う。そこで次の評価規範を考える。

$$J = \frac{1}{2} \varepsilon^2(t) = \frac{1}{2} \{y_m(t) - y(t)\}^2 \quad (3)$$

式(3)で表わされる評価規範を減少させるように、

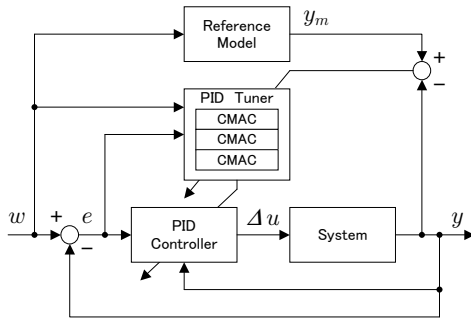


Fig. 2: Block diagram of CMAC-PID controller.

次式に示す勾配に基づいて学習を行う。

$$\frac{\partial J}{\partial K_P} = \varepsilon(t) \Delta y(t) \frac{\partial y(t)}{\partial u(t-1)} \quad (4)$$

$$\frac{\partial J}{\partial K_I} = -\varepsilon(t) e(t) \frac{\partial y(t)}{\partial u(t-1)} \quad (5)$$

$$\frac{\partial J}{\partial K_D} = \varepsilon(t) \Delta^2 y(t) \frac{\partial y(t)}{\partial u(t-1)} \quad (6)$$

ここで、 $\partial y(t)/\partial u(t-1)$ はシステムヤコビアンである。

CMAC は入力をラベルに変換し、ラベルに基づき参照した荷重の合計を出力とする。このとき、参照した荷重を次式により更新することで学習を行う。

$$W_{P,h}^{\text{new}}(t) = W_{P,h}^{\text{old}}(t) - g_P \frac{\partial J}{\partial K_P} \frac{1}{N_w} \quad (7)$$

$$W_{I,h}^{\text{new}}(t) = W_{I,h}^{\text{old}}(t) - g_I \frac{\partial J}{\partial K_I} \frac{1}{N_w} \quad (8)$$

$$W_{D,h}^{\text{new}}(t) = W_{D,h}^{\text{old}}(t) - g_D \frac{\partial J}{\partial K_D} \frac{1}{N_w} \quad (9)$$

ここで、 W^{old} は参照した荷重であり、 W^{new} はそれを更新した荷重である。また、 $h = 1, 2, \dots, N_w$ で、 N_w は参照する荷重の総数、つまり荷重表の数を表す。さらに、 g_P, g_I, g_D は荷重修正の割合を決定する学習係数を表わしている。

CMAC-PID 制御では、学習を行う前に適切な初期荷重表を作成する必要があり、オーバーシュートがない過制動な応答波形が得られる比較的低感度の PID パラメータを初期値として選べばよいことが分かっている。しかし、式 (4)~(6) からわかるように、定常状態では各勾配量は小さく、荷重表の修正量はほぼ 0 である。また、学習回数を増やすと過渡状態において不安定な挙動を示し、過学習という結果を生じる。つまり、少ない学習回数で得られた荷重表では、所望の定常特性が得られないことを意味する。そこで、過渡特性と定常

特性を同時に満足する CMAC-PID 制御則について次節にて考察する。

3. 定常性能を考慮した CMAC-PID 制御系の設計

3.1 概要

石油精製プロセスなどのプロセス産業界では、その運用状況からわかるように常に安定した稼働状態が必要不可欠である。また、コスト削減や省エネルギー化についても考慮する必要がある。そのため、システムの稼働データである制御誤差と制御差分入力の両方を用いて、PID 制御系の能力が十分に発揮されているかどうか評価・監視することは非常に有用である。過渡状態での応答波形による制御性能を改善する手法については数多く研究されているが、それらの手法を用いて得られる PID パラメータを使用しても、定常状態において満足する制御性能が得られるとは限らない。そこで、定常状態で所望の制御性能を得るために、次のステップで求めていく。

- 1° 定常状態のシミュレーションデータを用いてシステム同定を行い、システムのパラメータを推定する。
- 2° 所望の定常特性が得られるような PID パラメータを GPC 制御則を用いて調整する。

以上の機能を有する新しい CMAC-PID 制御系について、次節にて考察していく。

3.2 定常状態における制御性能

まず、式 (24) の詳細モデルに対応した次の離散時間モデルを考える。

$$\alpha(z^{-1})y(t) = z^{-(d+1)}\beta(z^{-1})u(t) + \xi(t)/\Delta \quad (10)$$

$$\left. \begin{aligned} \alpha(z^{-1}) &= 1 + \alpha_1 z^{-1} \\ \beta(z^{-1}) &= \beta_0 + \beta_1 z^{-1} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

ここで d は離散時間におけるむだ時間を表し、 $\xi(t)$ は平均 0、分散 σ_ξ^2 のガウス性白色雑音とする。

このとき、システムが定常状態であるときの制御誤差 $e(t)$ と制御入力 $\Delta u(t)$ の分散は、 H_2 ノルムを用いて次式で計算できる⁷⁾。

$$\hat{\sigma}_e^2 = E[\{e(t)\}^2] = \left\| -\frac{1}{T(z^{-1})} \right\|_2^2 \cdot \sigma_\xi^2 \quad (12)$$

$$\hat{\sigma}_u^2 = E[\{\Delta u(t)\}^2] = \left\| -\frac{L(z^{-1})}{T(z^{-1})} \right\|_2^2 \cdot \sigma_\xi^2 \quad (13)$$

ただし, $T(z^{-1})$ は次式で定義している.

$$T(z^{-1}) = \Delta\alpha(z^{-1}) + z^{-(d+1)}\beta(z^{-1})L(z^{-1}) \quad (14)$$

また, 実際の稼働データから得られる制御誤差の分散 $\sigma_e^2(t)$, 制御差分入力の分散 $\sigma_u^2(t)$ は, それぞれデータ長 M_e, M_u の二乗平均で求められ, それぞれ $\hat{\sigma}_e^2, \hat{\sigma}_u^2$ の周りに分布する.

そこで, 以下の制御性能評価指数を定義する⁸⁾.

$$\eta_e(t) = \hat{\sigma}_e^2 / \sigma_e^2(t), \quad \eta_u(t) = \hat{\sigma}_u^2 / \sigma_u^2(t) \quad (15)$$

ここで, $\eta_e(t), \eta_u(t)$ は 1 に近いほど制御性能がよく, 0 または無限大へ近づくにつれ制御性能が悪いといえる.

3.3 システム同定

式 (11) の係数 $\alpha_1, \beta_0, \beta_1$ の推定値 $\hat{\alpha}_1(t), \hat{\beta}_0(t), \hat{\beta}_1(t)$ は, 次の逐次最小二乗法により求めることができる.

$$\begin{aligned} \hat{\theta}(t) &= \hat{\theta}(t-1) \\ &+ \frac{\mathbf{F}(t-1)\boldsymbol{\psi}(t-1)}{\rho + \boldsymbol{\psi}^T(t-1)\mathbf{F}(t-1)\boldsymbol{\psi}(t-1)} \cdot \varepsilon_p(t) \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \mathbf{F}(t) &= \frac{1}{\rho} \mathbf{F}(t-1) \\ &- \frac{\mathbf{F}(t-1)\boldsymbol{\psi}(t-1)\boldsymbol{\psi}^T(t-1)\mathbf{F}(t-1)}{1 + \boldsymbol{\psi}^T(t-1)\mathbf{F}(t-1)\boldsymbol{\psi}(t-1)} \end{aligned} \quad (17)$$

$$\varepsilon_p(t) = \Delta y(t) - \hat{\theta}^T(t-1)\boldsymbol{\psi}(t-1) \quad (18)$$

$$\hat{\theta}(t) = [\hat{\alpha}_1(t), \hat{\beta}_0(t), \hat{\beta}_1(t)]^T \quad (19)$$

$$\begin{aligned} \boldsymbol{\psi}(t-1) &= [-\Delta y(t-1), \\ &\Delta u(t-d-1), \Delta u(t-d-2)]^T \end{aligned} \quad (20)$$

ここで, ρ は忘却係数 (forgetting factor: $0 < \rho \leq 1$) を表し, $\varepsilon_p(t)$ は予測誤差を表している. このとき, システムパラメータの推定値 $\hat{K}, \hat{T}, \hat{L}$ は, 次式により計算できる.

$$\hat{T}(t) = -\frac{T_s}{\log_e(-\hat{\alpha}_1(t))} \quad (21)$$

$$\hat{K}(t) = \frac{\hat{\beta}_0(t) + \hat{\beta}_1(t)}{1 + \hat{\alpha}_1(t)} \quad (22)$$

$$\hat{L}(t) = \left\{ \frac{\hat{\beta}_1(t)}{\hat{\beta}_0(t) + \hat{\beta}_1(t)} + d \right\} \cdot T_s \quad (23)$$

3.4 モデル予測型 PID 制御

対象とする制御システムの記述モデル (詳細モデル) を「一次遅れ+むだ時間」系として与える.

$$G(s) = \frac{K}{1 + Ts} e^{-Ls} \quad (24)$$

ここで, システムパラメータ K, T, L はそれぞれシステムゲイン, 時定数, むだ時間を表している. さらに, むだ時間を一次遅れ系で近似し, 次式で表わされる離散時間伝達関数モデルを用いる.

$$A(z^{-1})y(t) = B(z^{-1})u(t-1) \quad (25)$$

$$\left. \begin{aligned} A(z^{-1}) &= 1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} \\ B(z^{-1}) &= b_0 + b_1 z^{-1} \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

次に, 式 (1) で与えられる PID 制御則を考える. 以下の考察を簡単にするため, 式 (1) を次式として書き換える.

$$L(z^{-1})y(t) - L(1)w(t) + \Delta u(t) = 0 \quad (27)$$

$$\begin{aligned} L(z^{-1}) &= K_P + K_I + K_D \\ &- (K_P + 2K_D)z^{-1} + K_D z^{-2} \end{aligned} \quad (28)$$

である. ここでは, GPC 則に基づいて PID パラメータ (K_P, K_I, K_D) を調整する⁹⁾. GPC 則では次の評価関数を最小化することを考える.

$$\begin{aligned} J(t) &= \mathbf{E} \left[\sum_{j=1}^N \{y(t+j) - w(t)\}^2 \right. \\ &\quad \left. + \lambda \sum_{j=1}^N \{\Delta u(t+j-1)\}^2 \right] \end{aligned} \quad (29)$$

ここで, N は予測区間, λ はシステム入力の増分に対する重み係数, $\mathbf{E}[\cdot]$ は期待値を表している. 式 (29) を最小にする制御則は次式のように得られる.

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^N \{p_j F_j(z^{-1})\} y(t) - \sum_{j=1}^N p_j w(t) \\ + \left\{ 1 + z^{-1} \sum_{j=1}^N p_j s_j \right\} \Delta u(t) = 0 \end{aligned} \quad (30)$$

ここで, $F_j(z^{-1})$ と s_j は, 次の Diophantine 方程式を解くことで得られる.

$$1 = \Delta A(z^{-1})E_j(z^{-1}) + z^{-j}F_j(z^{-1}) \quad (31)$$

$$E_j(z^{-1})B(z^{-1}) = R_j(z^{-1}) + z^{-j}s_j \quad (32)$$

ここで,

$$E_j(z^{-1}) = 1 + e_1 z^{-1} + \cdots + e_{j-1} z^{-(j-1)} \quad (33)$$

$$F_j(z^{-1}) = f_{j,0} + f_{j,1} z^{-1} + f_{j,2} z^{-2} \quad (34)$$

$$R_j(z^{-1}) = r_0 + r_1 z^{-1} + \cdots + r_{j-1} z^{-(j-1)} \quad (35)$$

であり, p_j は次式で与えられる.

$$\begin{aligned} [p_1, p_2, \dots, p_N] \\ = [1, 0, \dots, 0] (\mathbf{R}^T \mathbf{R} + \lambda \mathbf{I})^{-1} \mathbf{R}^T \end{aligned} \quad (36)$$

ここで、行列 $\mathbf{R}$ は式 (35) の係数からなる行列で、次式で表される。

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_0 & & & & \\ r_1 & r_0 & & & \\ \vdots & & \ddots & & \\ r_{N-1} & r_{N-2} & \cdots & r_0 & \end{bmatrix} \mathbf{0} \quad (37)$$

いま、式 (30) 左辺第 3 項を定常ゲインに置き換え、次式を得る。

$$\tilde{F}(z^{-1})y(t) - \tilde{F}(1)w(t) + \Delta u(t) = 0 \quad (38)$$

$$\begin{aligned} \tilde{F}(z^{-1}) &= \frac{\sum_{j=1}^N p_j F_j(z^{-1})}{1 + \sum_{j=1}^N p_j s_j} \\ &= \tilde{f}_0 + \tilde{f}_1 z^{-1} + \tilde{f}_2 z^{-2} \end{aligned} \quad (39)$$

である。式 (27) と式 (38) を比較することにより、近似的に GPC 則と PID 制御則が等価となる。

$$K_P = -(\tilde{f}_1 + 2\tilde{f}_2) \quad (40)$$

$$K_I = \tilde{f}_0 + \tilde{f}_1 + \tilde{f}_2 \quad (41)$$

$$K_D = \tilde{f}_2 \quad (42)$$

以上により、GPC 則に基づいて PID パラメータを調整することができる。GPC 則の設計パラメータである予測区間 N は、実用的には時定数 T とむだ時間 L の和に相当するステップ数あたりに設定するのが良いとされている⁹⁾。重み係数 λ は定常状態における制御性能の観点から、閉ループ系におけるシステムのステップ応答出力波形の最大行過ぎ量 $M_0[\%]$ に基づいて調整する¹⁰⁾。

3.5 荷重表の更新方法

定常状態で望ましい性能が得られる PID パラメータ ($\hat{K}_P, \hat{K}_I, \hat{K}_D$) が求められたとき、CMAC-PID 制御器の荷重表において現在の目標値 $w(t)$ および $e(t) = 0, e(t-1) = 0$ に相当する荷重値を次式により変更する。

$$W_{P,h} = \hat{K}_P / N_w, \quad (h = 1, 2, \dots, N_w) \quad (43)$$

$$W_{I,h} = \hat{K}_I / N_w, \quad (h = 1, 2, \dots, N_w) \quad (44)$$

$$W_{D,h} = \hat{K}_D / N_w, \quad (h = 1, 2, \dots, N_w) \quad (45)$$

ここで、 $W_{P,h}, W_{I,h}, W_{D,h}$ はオフラインで学習させた後に得られる荷重表を表している。前述したとおり、CMAC は入力値に応じて参照する荷重値が異なる。つまり、式 (43)–(45) で定常状態での荷重値を書き換えることにより、過渡特性に影響を及ぼすことはなく目標値に近づくにつれ定常特性が改善されることを意味する。これにより、過渡状態と定常状態の両面において所望の制御特性となるコントローラが得られる。

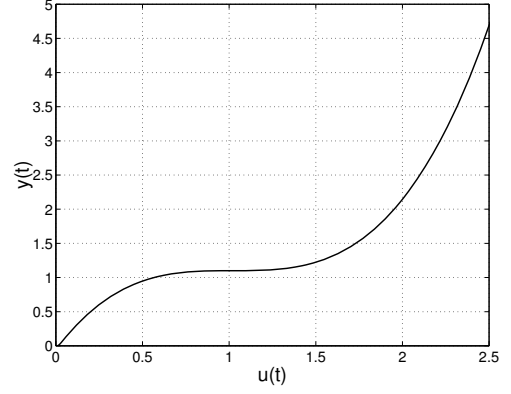


Fig. 3: Static property of hammerstein system.

Table 1: User-specified parameters

CMAC	Width of quantization	0.25
	Number of weight tables	$N_w = 4$
	Learning coefficient	$g_P = 3 \times 10^{-3}$ $g_I = 10^{-4}$ $g_D = 10^{-1}$
GPC	Prediction horizon	$N = (T + L)/T_s$
System	Forgetting factor	$\rho = 1.00$
Identification	Data length	300

3.6 定常性能を考慮した CMAC-PID コントローラ

これまでに考察した手続きをまとめ、以下のようアルゴリズムを構築する。

[アルゴリズム]

- 1° 荷重表を初期化する。
- 2° オフラインにて CMAC-PID コントローラの荷重表を学習させる。
- 3° シミュレーションデータから式 (16)–(20) を用いてシステム同定を行う。
- 4° 制御性能評価に基づいて λ を求め、GPC-PID 制御則に基づいて PID パラメータを求める (式 (40)–(42))。
- 5° CMAC-PID コントローラの荷重表を再調整する (式 (43)–(45))。
- 6° オンラインで稼働させる。

4. 数値例

本論文で提案したアルゴリズムの有効性をシミュレーションにより検証する。

制御対象として、以下の式で表わされる Hammerstein モデルを考える。

$$\left. \begin{aligned} y(t) &= 0.6y(t-1) - 0.1y(t-2) \\ &\quad + 1.2x(t-d-1) - 0.1x(t-d-2) + \frac{\xi(t)}{\Delta} \\ x(t) &= 1.5u(t) - 1.5u^2(t) + 0.5u^3(t) \end{aligned} \right\} \quad (46)$$

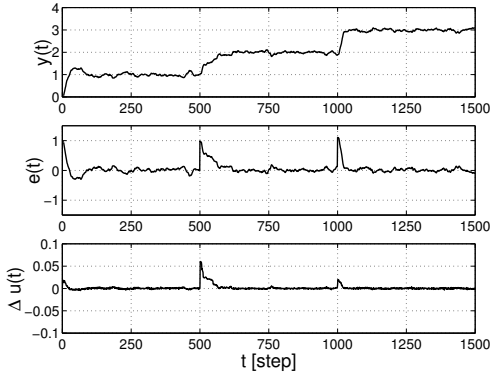


Fig. 4: Learning result using the conventional CMAC-PID controller.

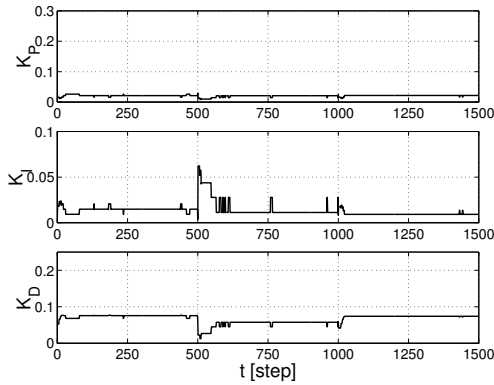


Fig. 5: Trajectories of PID parameters corresponding to Fig.4.

ここで、 ξ は平均0、分散 0.01^2 のガウス性白色雑音を用いた。このモデルの静特性を Fig.3 に示す。また、目標値 $w(t)$ は以下のように設定した。

$$w(t) = \begin{cases} 1.0 & (0 \leq t < 800) \\ 2.0 & (800 \leq t < 1600) \\ 3.0 & (1600 \leq t \leq 2400) \end{cases} \quad (47)$$

さらに、参照モデルとして次式を用いた。

$$y_m(t) = 0.8y_m(t-1) + 0.2w(t-d-1) \quad (48)$$

また、サンプリング時間を $T_s = 1.0[\text{sec}]$ とし、むだ時間は既知であると仮定し $d = 4$ とした。さらに、各種パラメータを Table 1 に示すよう設定した。CMAC の初期 PID パラメータは、Fig.3 の $u = 3$ におけるシステムパラメータをシステム同定により導出し、CHR 法により求められた値として設定した。GPC 制御則の λ は $M_0 = 5[\%]$ となるように設定した。制御性能評価指数に関して、 $M_e = M_u = 300$ とし、 $50[\text{step}]$ ごとに求めた。

上記のパラメータによりシミュレーションを行った。まず従来法である CMAC-PID 制御を用いてオ

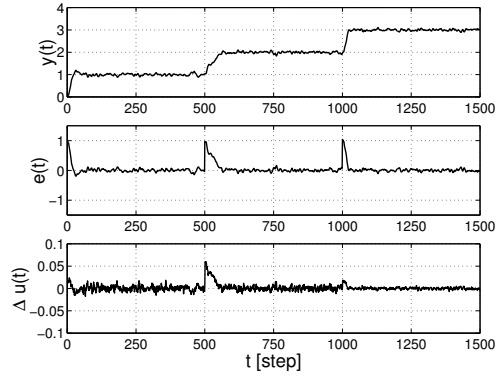


Fig. 6: Control result using the proposed control scheme.

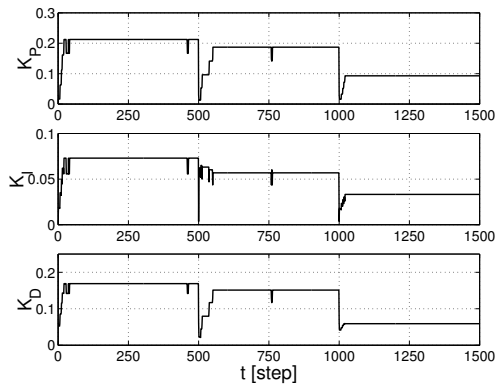


Fig. 7: Trajectories of PID parameters corresponding to Fig.6.

フラインにて荷重表の学習を行った。20回の学習を行ったときの制御結果を Fig.4 に、そのときの PID ゲインの時間推移を Fig.5 にそれぞれ示す。次にオフラインにて作成された荷重表を用いて提案した手法を適用した。その結果を Fig.6 に、そのときの PID ゲインの時間推移を Fig.7 に、制御性能評価指数の時間推移を Fig.8 にそれぞれ示す。Fig.8 より、制御性能指数が 1 付近で落ち着いていることがわかる。このことからシステムパラメータが適切に推定され、所望の制御性能が得られるように PID パラメータが調整されていることがわかる。また、誤差信号と差分入力信号との間にはトレードオフの関係があるためこれら 2 つの値を同時に小さくすることは難しいが、Fig.4 と Fig.6 より本手法により定常状態における誤差信号の分散を低く抑えられていることがわかる。この結果から、本手法を用いることにより従来法による過渡特性を維持したまま、定常特性を改善させることができることが確かめられた。

さらに比較のため、セルフチューニング GPC-PID 制御系により同様のシミュレーションを行っ

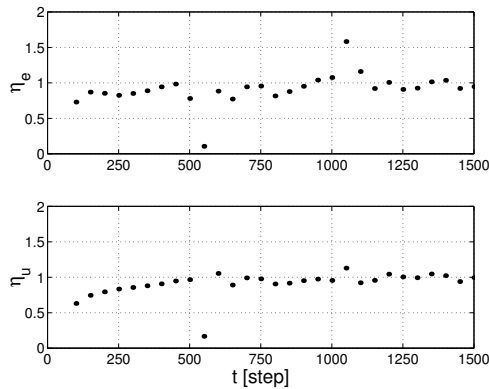


Fig. 8: Trajectories of CPA indices using the proposed scheme.

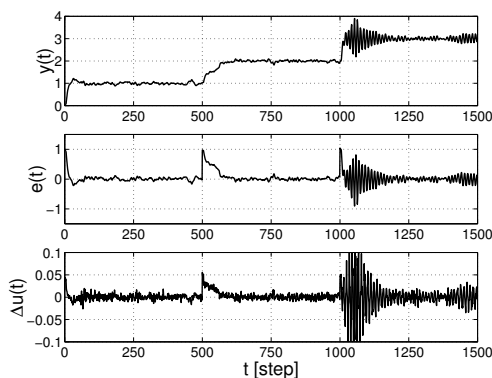


Fig. 9: Transition response result using self-tuning GPC-PID controller.

た. ここで, GPC 則で用いられる設定パラメータを $N = 20$, $\lambda = 300$ と固定した. この結果を Fig.9 に示す. 過渡状態における速応性, 定常状態における追従性の両面において本手法の方が優れていることがわかる. これより, 本手法の有効性が確かめられた.

5. まとめ

本論文では, CMAC の学習後に得られる荷重表を再調整し, 定常状態において所望の制御性能が得られる CMAC-PID 制御法について提案した. 本手法の特徴は, オフラインにおいて非線形システムを学習させることで, 比較的少ない学習回数で所望の過渡特性が得られる. さらに, 定常状態に対応する荷重表を修正することにより所望の定常特性が得られる. これにより, 従来の CMAC-PID コントローラの問題点であった定常状態における制御性能を改善することができ, 特に定常特性を重視するプロセス制御に適した制御系を構築することができる. コンピュータシミュレーションにより, 非線形システムにおいて過渡状態および定

常状態の両面から所望の制御特性が得られることを確認した. しかし, CMAC の特徴から過渡特性が特別に優れているとは言えず, 考察を重ねていく必要がある. また, 実際のプラントではそのシステムの特徴が時々刻々と変化するため, これに対応させていくことも今後の課題である.

参考文献

- 1) 須田信英: PID 制御, 朝倉出版 (1992).
- 2) J.S.Albus: A New Approach to Manipulator Control: The Cerebellar Model Articulation Controller (CMAC), Trans. ASME, J. of Dynamic Systems, Measurement, and Control, Vol. 97, No. 9, pp. 220–227 (1975).
- 3) 黒住亮太, 山本透: 小脳演算モデルを用いたインテリジェント PID 制御系の一設計, 電気学会論文誌, Vol. 125C, No. 4, pp. 607–615 (2005).
- 4) T.J.Harris: Assessment of Control Loop Performance, Canadian Journal of Chemical Engineering, Vol. 67, No. 5, pp. 856–861 (1989).
- 5) B.Huang and S.L.Shah: Performance Assessment of Control Loops: Theory and Applications, Springer-Verlag, London (1999).
- 6) B.Huang: A pragmatic approach towards assessment of control loop performance, Int. J. Adapt. Control Signal Process., Vol. 17, pp. 589–608 (2003).
- 7) 山本透: モデリング性能評価に基づくパフォーマンス・アダプティブ PID 制御系の一設計, 電気学会論文誌, Vol. 127C, No. 12, pp. 2101–2108 (2007).
- 8) L. Desborough and T. Harris: Performance Assessment Measures for Univariate Feedback Control, Canadian Journal of Chemical Engineering, Vol. 70, No. 6, pp. 1186–1197 (1992).
- 9) 増田士朗, 山本透, 大嶋正裕: モデル予測制御 III 一般化予測制御 (GPC) とその周辺, システム/制御/情報, Vol. 46, No. 9, pp. 578–584 (2002).
- 10) 八木秀幸, 下西二郎, 山本透, 雛元孝夫: モデル予測機能を有するパフォーマンス駆動型 PID 制御系の一設計, 計測自動制御学会論文集, Vol. 44, No. 10, pp. 809–818 (2008).

情報の本質に基づく事例研究と情報倫理教育

松本祐佳* 岡田 正**

A Case Study and Information Ethic Education based on Essence of Information

Yuka MATSUMOTO and Tadashi OKADA

We handle in this paper a case study and an education method of the information ethic based on an argument about an essence of information. We clarify the characteristics to have of the information ethic from a property of information oneself after having discussed by an engineer and a relations of the information ethic. Finally we suggest it about a learning method and a support system to support effective information ethic education.

Keywords. Information ethic education, Case study, Learning method, Education support system

1. はじめに

社会の基盤を支えなければならない食品・建築・金融といった分野で、偽装・改竄・詐称といった安全・安心を脅かす事件が頻発している。短期で安易に目先の利益を得ようとするために、本来の目的を忘れ先にくる危機を見逃した愚かな行為であると指摘するのはたやすい。しかし、現代社会の抱える倫理問題を解決しようとするとき、万人の認める規範を単純に適応しただけでは十分でない。高度化し複雑化する社会では、利害の反する問題を個別領域ごとに詳細に検討しなければならない¹⁾。

本論文で扱う「情報倫理」においても、新たな技術やサービスの急速な進展の前で、態度決定に困難さを覚えたり、意味を理解できない場面さえある。ネットワーク上での倫理は、一般的に情報倫理と呼ばれ、市販の教本やインターネット上の講座などで扱われることも増えてきた。その動きは年々広がり、文部科学省も小学六年生を対象としたリーフレットを作成するなどの対策をとっている²⁾。しかしそれらは「～してはいけない」という表面的な与えられたルールの提示に過ぎないことが多く、その本質的な部分には触れられていない。これらの問題の本質は情報の持つ特質性に起因すると考える。そこで、「何をすべきではないのか？」ではなく、「なぜしてはいけないのか？」といった点に着目し、情報社

会が現在抱えている問題点を、根源から解消する方法を考えなければならない。

本論文では、情報の本質と性質について、情報倫理教育に資することを目的に検討し考察する。特に、通信面での特徴や多義性を中心に取り上げ、ネットワーク上の問題と関連して議論する。また、ネットワーク社会では、それらの性質がどのように影響しあっているのかについて、事例研究によって考察する。これらをもとに、情報の多義性における問題点を一部減少させるなど、情報倫理を学ぶための学習の方向性とシステムを提案する。

2. 技術者と情報倫理

2. 1 技術者と技術者倫理

長い歴史のなかで一般に倫理というと、規範や道徳といった哲学的な要素を含む思想であり、一昔前までの倫理は、深い思索を必要とする哲学的な倫理のことであったともいえる³⁾。しかし、以前の哲学的な倫理に対して 20 世紀になってからは、現実に起こっているさまざまな問題に対処するための「応用倫理学」¹⁾が注目されるようになってきた。「生命倫理」「環境倫理」「経済倫理」などと名前もより具体的になり、目的別に細分化されてきていることがわかる。「情報倫理」もその一つである。

分野別の応用倫理に対して、技術者が技術者になる上で学ぶべきものとして、対象者の名を冠した「技術者倫理」もある。ここで技術者とは、医師や弁護士などと同様のいわゆる専門職の人を指す。このような技術者倫理は、素人ない知識を持っている専門家であるがゆえに、現在の社会において「一般の

原稿受付 平成20年8月31日

*専攻科電子・情報システム工学専攻科修了生(平成19年度)

**情報工学科

倫理」に加えて必要とされるようになった。

技術者は、専門家でない人の立場にたって考えることを必要とされている。しかし、工学を対象とする専門家と、医者・弁護士などは少しその意味が異なってくる。技術者は、「もの」すなわち人工物を媒介として、非専門家と関わりをもっている。我々人類は工学によって人工物を作ってきた。その人工物が、我々の生活社会のなかで人工的な環境や社会を形成し、生活をより豊かにしてきたといえる。

しかしそこには、人類に危害を与えるようなことがあってはならないという規範がある。そこで、この人工物を設計し製造する技術者側には、社会に対して人々の安全と健康を守るという責任が生まれる。すなわち、人工物の設計や製造におけるミスは、直接売買取引をする相手だけでなく、その人工物を使用する不特定多数の一般市民に対し、危害を与える可能性があるからである。

これらの背景を受けて、技術者は技術者倫理を学習すべきだといった要請が近年高まってきた。現在、技術者倫理は、JABEE の認定条件⁴⁾であるだけでなく、実際に起こった事故・障害などにより、社会的注目度が極めて高い分野であるといえる。技術者は人工物を利用する人々の立場に立って、安全性についてよく考え、倫理観を持って対処しなければならないのである。

2. 2 情報倫理

技術者が技術者倫理を学ばなければならないことの上に、情報を扱う技術者は何を学ぶべきなのかを考える。これまでの技術者倫理では、人体に直接危害を加えるような物理的な危険性をはらんだものを扱うことが多かった。しかし、情報はそうとはいえない性質を持つ。そのため倫理意識の低い技術者の存在を許すことにつながっていた。

現在の社会においては、情報技術者が社会に大きな影響を与えた事件が発生している⁵⁾。例えば、デジタル化された情報は簡単に複製が可能であり、容易に広めることができる。そのため、不正な方法で手に入れた情報を、ネットワーク上で大量に配信することができる。こうしてネットワーク上に配信された不正情報を多くの人が入手し、次々と配信されていくということが起こっている。

このような社会背景を受けて、情報倫理の重要性が増してきている。一般的に情報倫理は、「情報社会において、ネットワークを利用して、他人との衝突をさけ、快適に生活を送るためのルール⁶⁾」といった解釈がなされる。例えば、「個人情報配信してはいけない」「引用は明示しておこなわなければならない」「パスワードは人に教えてはいけない」などがそれである。

このようなルールは、インターネット上や書籍などにおいて、さまざまな情報倫理教育教材としてまとめられ、一種の体系化がなされている。学校教育でもこのような授業が取り入れられており、何に注意すべきなのかとか、何をしてはいけないのかといった点に重点をおいて、学習すべきとされているところが多い。もちろん、情報を専門として扱う情報技術者は、このような情報倫理の学習が必要不可欠であるといえる。

しかしながら、なぜしてはいけないのかといった過程を省いた状態での倫理教育は、問題の本質的な解決にはならず、少し条件が違うだけで同じような事件が起こってしまう原因となってしまう。そこで、そうならないためには情報倫理を学習する際に、情報社会で快適に生活するルールに加えて、なぜネットワーク上の特有のルールが存在するのか、現実社会とネットワーク社会はどう違うのか、情報を送信するとはどういうことなのかなどについて、本質に基づきしっかりと理解する必要がある。そのために、情報はどのような性質を持つのかについて理解を深め、ネットワーク特有の性質とともに、深い理解が必要となると考える。

2. 3 情報倫理と事例研究

現在、情報倫理を学習しようとするとき、よく用いられる方法が「事例研究」⁷⁾である。事例研究とは、過去に起こった事故事例を倫理的に検討し、原因や解決策を考察することで、我々がどう行動すべきかを考える学習方法である。情報倫理では、この「事例の分析」が重視されることが多い。事例研究において、グループを作って議論する形式がとられることがある。これは自分とは違う人の意見を聞くことによって、多方面からの考え方を共有する目的がある。この方法は、答えは必ずしも一つではない問題において、柔軟な分析ができるところに利点があるといえる。

2. 1で述べたとおり、工学により作り出された「もの」は、それを使用する人々の生命や身体を、時として脅かすことがあり得る。事故を起こさないようにすることが最善であるものの、残念ながら事故は後を絶たない。このような事故の原因は、何らかの「失敗」によるものである。そこで、その失敗を反省し、成功へと結びつけることが重要なのである。その失敗を反省するという点において、事例研究はもっとも重要な学習方法のひとつであるといえるだろう。それは情報倫理においても同様である。情報技術者が扱う情報という「もの」は、デジタル化された2進数のデータである。そのため、肉体的に誰かを危機に陥らせるということは、極めて少ない。しかし、情報がうまく伝わらなかったことで

起こった事故、情報が伝わりすぎてしまったことで失った利益など、事故事例は必ず存在する。

我々は事故事例を学ぶことにより、「どうすればその事故は防ぐことができたのか」を考え、同じ事故を繰り返さないようにすることが大切である。それと同時に、次からは何をしてはいけないということだけでなく、どのような性質によって起こった事例であるのかを分析することが重要である。

2. 4 倫理教育

近年、工学倫理からの視点が重視されていくなかで、倫理教育にも力が入れられてきた。授業にも工学倫理が取り入れられ⁸⁾、工学倫理に関して学ぶ機会が増えてきている。しかし、その教育はまだ十分ではなく、教育方法の標準化はできておらず、試行錯誤されている段階である。

事例研究に関しても、実際の事例や具体的な事件に関して深く知り、考える機会はまだ整っていない。過去の事例をすべて授業で取り上げていたらきりがないので、それを補うためには、学習者が、自分で書籍を探す、インターネットで検索するなどの、自主学習が必要不可欠となる。しかし、それは数多くの書籍のなかからどの書籍が良いかを、選ぶところから始まる。それは、まだ何も知らない学習者にとっては、非常に困難な作業である。

現段階では、どのような事例をとりあげたら良いのか、何に注意して議論していけばよいのかなど、情報倫理学習を適切に支援してくれるシステムに、多くの課題が残されているといえる。また、学校でも授業や講座で技術者倫理が取り上げられているとはいえ、その時間数は現実には起こっている問題に対して不十分であると思われる。倫理教育が重要視されていくなかで、情報の本質に基づく情報倫理教育を確立する必要があるのである。

3. 情報倫理の特質性

3. 1 情報の性質

情報倫理を考える上で、まず情報自身が持つ性質について、本節で検討する。

情報の持つ重要な特徴の一つとして、無形物であることが挙げられる。一般に情報とは、事物・出来事などの内容・様子のことであるといわれている。現在コンピュータ上で扱われている情報とは、デジタル化された2進数のデータで、形のある有体物とは異なり、それ自体では形のない無形物である。

さらに、量という観点から見ても、情報にはその概念が生まれにくい。ビットという特有の量の概念が存在するものの、その概念は一般のひとにとって

理解しにくい。このことから、情報に対して、残量といった感覚が生まれにくいのである。有体物であれば、相手に譲れば自分のもとはなくなり、限りがあるといった考えが生まれやすい。しかし、情報はその姿が見えにくいために、無くなった、盗まれたといった意識が薄くなっている。

次に、情報独特な性質の一つに、受け取る側によりその価値が異なるという点がある。北海道地方の天気予報は、その地方に住んでいる人によっては非常に有用な情報であっても、沖縄地方に住んでいる人にとっては、まったく価値のない情報かもしれない。あるいは、北海道地方に旅行する予定があれば、有用な情報になり得るかもしれない。このように情報は、受け取る側が価値を決めるといった面がある。このことについて、西垣による「基礎情報学」⁹⁾に基づく議論が参考になる。西垣は、情報とは実態ではなく、世界を認知する主体である生物が対象ととりむすぶ関係として、そもそも情報は伝わるものではないと指摘している。

現在、掲示板・チャット・メールといった情報伝達では、文字という表現手段をとることが多い。文字は、自分の思いを言葉にして伝える手段である。しかし、ここに大きな問題がある。そもそも、言葉には多義性が存在する。地方によって発音のニュアンスや言葉が異なるように、一つの言葉をとってみても、それが共通認識の上で同じ意味だと完全に理解しあうことはできない。

それならば画像や動画であれば、完全に共通理解が得られるのであろうか。百聞は一見にしかずということわざがあるように、文字を読むよりも実際に映像として目で見ると、理解度は高そうである。しかし、画像は伝わりやすいといった反面、騙されやすいといった問題を秘めている。デジタルデータであれば、加工することは容易であり、偽者と本物の区別を目で見て確認することは、困難である。従って、受け取り側の意味の取り方が非常に重要となってくる。

以上のことから、「本当に情報は伝わるのだろうか？」という疑問が生じる。上記のどの例をとってみても、「完全に伝えることはできない」「共通認識を得られない」というのが結論である。このことから、「情報は伝わるものだ」という認識自体がそもそも間違っており、「情報は伝わらない」のではないだろうかと推測される。この、情報が伝わるのかどうかについて議論するためにも、情報とはそもそも何なのかについて、その本質から考えていくことが重要となる。

3. 2 3種類の情報

現代の情報の概念がはじめて出現したのは、量子

力学の発達に影響しているといわれている⁹⁾。それまでの古典力学で考えられていた「ただそこに物が存在する」という考え方ではなく、「そこに物があって、それを見ている観測者がいる」という考えが元になっている。例えば、天文学では星の動きを我々が観測しても、星の動きに影響がないのに対して、電子の運動を観測しよう光を当てると状態が乱れて、正しく観測できない。後者の、観測が対象に影響を与えるということが、情報という考え方につながったといわれている。つまり、観測者（世界を主観的に認知する存在）が対象をどのようなものとして認識するかをあらわすものとして、はじめて「情報」が生まれるというのである。そしてその「情報」は、かならず観測者との組み合わせで考えなければならない。情報とは、同じ対象を前にした場合でも、認知の仕方が異なるといえる。

これらのことから、そもそも情報とは、ただそこに定まった形としてあるものではなく、世界を認知できる存在が、その周りの世界と関わることで生まれる不定形なものであると考えられる。このような、生物が世界と関わることで生まれる情報を、西垣は生命情報と呼んでいる⁹⁾。

それでは、その生命情報を認識するということはどういうことなのだろうか。「送信者」と「世界」と「受信者」があり、送信者と世界の関わりが一つの情報であり、また世界と受信者の関係が一つの情報である。つまり、送信者から受信者へ情報を伝達したつもりでも、それぞれ各自の世界との関わり方によって、その意味合いは大きく異なる。送信者が送りたい情報と、受信者が受け取ったと感じた情報は、同一ではないのである。

このような考察から、情報はそもそも伝わらないのだと考えられる。それにもかかわらず、「情報は変化することなく、伝わるものだ」といった概念が存在し、そのことが勘違いや誤解を生む一つの原因ともなっている。この誤解を減らすためには、「情報は必ずしも不変ではない」ことを認識する必要がある。ここで、「必ずしも」と付けたのは、変化しない情報もあるからである。この変化しない情報は、機械情報とよばれる⁹⁾。これは、例えばデジタル信号のような、時間がたっても変わることはないものである。ここで注意したいのは、機械情報のなかには意味が潜在化しているものであり、この機械情報が生物となんらかの関わりをもって認識されたときには、それは生命情報になるということである。

生命情報が生命体による認知や観察に結びついた基本の情報であるにもかかわらず、この生命情報のすべてを我々は認識することができない。例えば、DNA 遺伝子情報や代謝情報などは、実際に意識することはごく一部である。このように世界のなかに

は、見たり感じたりすることの難しい生命情報があふれているといえる。このような見ることでできない生命情報は、観測者／記述者を経ることによって我々が認識することのできる情報になる。このような広義の情報を社会情報と呼び、我々が普段認識し共有している情報は、これに含まれると考えられる。

この社会情報は、情報伝達を理解するためや、情報倫理を学ぶために、非常に重要な概念である。すなわち、生命情報を社会で共有するためには社会情報への転化が必要であり、共有の前提として意味解釈を同じにするための社会的仕組みが不可欠である。また、著作権のような情報を守る仕組みも、社会情報から生じる。

3. 3 情報通信の特徴

機械情報は、情報通信によって効率よく伝達される。従って、情報倫理を検討する上で、通信を除いて考えることは難しい。通信といえば、何らかの手段により他の誰かに意思・情報を伝達することであるが、本論文では、コンピュータを用いたネットワーク通信に限って検討する。

形のある有体物であれば、その方法により違いはあるにしても、多少なりと時間がかかる。しかし、インターネットや電子メールを用いれば、その速度は格段に上がる。また、通信を用いれば、一度に大量の情報を、大勢の人に向かって発信することができる。例えば、多くの人が見る掲示板に文章を書き込んだとする。この機械情報は、自分の意図しない範囲へ公開されることがあり、このときに、自分が伝達したいと思った内容とは異なってしまい、受け取り側それぞれに解釈された生命情報として認識されることになる。それが大勢であれば大勢であるほど、その意味はさまざまとなる。また、同じ内容のメールはアドレスを追加するだけで、簡単に同時送信することができる。

さらに、情報通信は不可逆性を含んでいる。一度送信した情報を完全に取り戻すことは困難であり、それが機密情報であっても、一度漏れてしまえば回収することが難しくなる。また、これらの通信は匿名性を含んでいる。一般的な通信にも匿名性がないわけではない。手紙は送り主を書かなくても相手に届くし、非通知で電話をかけることもできる。このような匿名性は、ネットワーク通信にも影響を与えている。インターネット上で、誰がどのような行動をしているか、専門知識を持っていなければ、個人が個人を特定することは難しい。そのため、ばれないのであれば、多少悪いことをしても良いのではないかと、といった軽率な考えが生まれやすい。このような考えは、匿名性が強ければ強いほど、生まれやすい。

3. 4 処理の秘匿性

現在のネットワーク上で扱われている情報は、デジタル化されたデータである。そしてそれは、パソコン上で扱われることが多い。市販されているパソコンの多くは、OSとしてMS-Windows¹⁰⁾が搭載されており、初めてパソコンを触る人にも比較的受け入れられやすい。技術の方向性として、わかりやすく、誰にでも使いやすくという方向へ向かう傾向が見られる。

しかし、使いやすいのは良いことであるとばかりいえない。使いやすさのために開発された巨大で複雑に絡んだソースコードは、パソコン内部でどのように動作しているのかが見えづらくなり、セキュリティホールを産むという深刻な問題を引き起こしている。パソコン以外の情報機器においても、機能のすべてを知ることが困難な状況に陥っている。情報を処理する機器の動作が秘匿され、内部で何をしているのかが分かりにくくなっている。

通信面に関しても、こちら側が送信してから、相手が受け取るまでの間に、どのような経路を経て伝わっているのかは、分かりにくい状況にある。途中で何が起こっていたとしても、専門的な知識がなければ、それを知ることが一般的には困難である。このことがコンピュータウイルスの蔓延を生み、情報漏洩やサイバー犯罪を生んでいる。

画像や音声に関しても、電子透かしや電子あぶりだしの技術に代表されるように、人間の目や耳では、データをわずかに改変しても、知覚することができないのである。従って、人間の目や耳だけでは、内に秘められた意味に気づくことができない。このことから、気づかないうちに犯罪を犯してしまうといった、陰に潜んだに問題も着目しなければならない。

3. 5 情報の多義性

これまでに、大まかな情報倫理の特質性について述べた。近年に起こった事例、例えばWinny⁷⁾やWeb上における名誉毀損⁵⁾は、これらの性質が複雑に絡み合って生じたものである。ネットワーク上での名誉毀損に関していえば、加害者側が意図していない場合もある。これは、いわゆる勘違いから生じることが多く、情報を送信する側が伝えたかった内容と、受け取る側の内容が異なるために生じる。このことは情報の性質における多義性に起因する。ここでは、情報の多義性を取り上げ、社会への影響と問題解決の方法を、「(1)情報の同一性」と「(2)日本語のあいまいな表現」の二つから検討する。

(1)情報の同一性

Web上における名誉毀損問題は、故意に相手を傷つけている場合だけでなく、意図していない状況で相手を傷つけてしまっている場合がある。これと

同じことは、現実世界にもいえる。「私はそんなつもりじゃなかったのに」ということは、誰しも経験があるのではないだろうか。しかし、現実世界に比べてネットワーク上で問題になるのは、相手に送ることのできる情報量の少なさや質にある。

例えば、誰かがもう一人の誰かに頼みごとをしたときに、「いいよ」と答えたとする。これが現実世界であれば、相手の雰囲気や表情などから「本当は嫌なのかな」「実は自分がやりたかったのかな」といった“予測”をすることができる。しかし、ネットワーク上では、基本的に文字のみで伝達することになる。そのため、「いいよ」という文字情報から、それ以外の感情を“予測”することは困難であり、このために勘違いが生じやすい。

勘違いを生じにくくするためには、文字情報以外に相手に送ることのできる機械情報が必要となる。現在用いられている解決策の一つは、携帯電話で多く使用されている「絵文字」と呼ばれるものである。これは、文字の他に自分の感情を表す表情や、動作をイラストとして表現することができる。しかしながら、絵文字は固定されたものが多く、柔軟な感情に対応することが困難で質的に劣る。

また、3. 2で述べたように、そもそも生命情報は伝達できないと考えられるため、伝えたいと思う情報と、相手が受け止める情報が同一となるような工夫が必要となる。つまり、共通認識を得やすくなるような表現方法が重要となる。画像というデジタル情報は、情報量が多くそのまま相手に送ることができる。しかし、それを見たときに感じる気持ちは、共有することができない。つまり、画像というデータとしての情報は伝わっても、相手が本当に伝えたかった気持ちの面での情報は、伝わっていないといえる。自分の気持ちと相手の気持ちを完全に通い合わせることができないように、情報の送受信による完全な共有認識はむずかしい。共有認識をより深める努力が、ネットワーク上での問題を解決する重要な方法になる。

(2)日本語のあいまいな表現

日本語は、真実を隠したりぼやけさせることで、丁寧な表現とする風潮がある。しかし、時としてそれは誤解につながる。「多分」に対応した英語には、“perhaps”, “probably”, “possibly”, “maybe”といったさまざまな言い方がある。日本人がそれを「多分」という言葉一つにまとめてしまっていることで、ある意味で非常なあいまい性を持たせている。英語が直接的な言い回しをする傾向があるのに対し、日本語はあいまいな領域を広くとっている感じを受ける。

日常会話においても、「好きかも」「嫌いじゃないかも」といった「～かも」という表現や、「～じゃないか」といった断定しない言い回しがある。ま

た、「しかたがない」「くやしい」など、多義な言葉も多い¹¹⁾。

このこと自体を問題にしているわけではない。世界的な視野で見れば、どの言語にもあいまいさは含まれており、日本語に限ったことではない。また、ぼかすことで“すべて言わず察する”という日本の感覚は、相手への配慮の表れであり、大切にすべきところでもある。

本論文で問題としたいのは、日本語に内在するこれらのあいまいさが、ネットワーク上のコミュニケーションにおいて、勘違いにつながる要因の一つとなっている点である。“すべて言わず察する”というのは、言葉以外の動作や雰囲気が存在するために可能となる。文字ベースの情報伝達の際には、“察する”ことが難しい。従って、ひとつの言葉をとってみても、多くの意味のなかから、文字情報だけで正しい意味を認識しなければならず、言葉そのものに対する深い知識が必要となるのである。

4. 事例研究

情報倫理の学習では事例研究が重要視される。事例研究は、今までの事例をもとに問題点を追求し、その本質を解明するという点で、非常に重要な手法であるといえる。そこで、情報の多義性と伝達という観点から、「ニコニコ動画¹²⁾」を取り上げて、問題点や可能性を検討する。

4. 1 ニコニコ動画

ニコニコ動画とは、携帯電話向けネット情報を展開する会社「ニワンゴ¹³⁾」が運営する動画共有サイトのことである。投稿された動画に対して、コメントを書き込んだり、人が書き込んだコメントを見ながら動画を見ることができる。現在は正式なサービスではなく、テストとして行っており、ID 番号によってアクセスできる時間帯が制限されている。サービスは登録制で、基本的には無料で利用することができる。また、プレミアム版として、機能を拡張した有料版も存在する¹³⁾。一方、同じ動画共有サイトとして YouTube¹⁴⁾ も良く知られており、見るだけの場合には一切の登録を必要としない。

YouTube とニコニコ動画を比較してみると、ネットレイティングスの調査によれば、ニコニコ動画の利用者ひとりあたりの平均訪問回数は月あたり 8.8 回、平均利用時間は 3 時間 14 分で、動画共有サービスの YouTube を大きく上回っているという¹⁵⁾。

ニコニコ動画の大きな特徴の一つは、他の動画投稿サイトに公開された動画を、ニコニコ動画にリンクして閲覧することができるということである。現

在では「SMILEVIDEO」や「フォト蔵」などで公開された動画の URL をニコニコ動画に投稿することで、ニコニコ動画内でその動画を見ることができる。つまり、動画を直接自ら公開する必要なく、手軽に動画を収集することができるともいえる。

さらに、ニコニコ動画最大の特徴ともいえるのが、リアルタイムコメント機能である。実際に動画を閲覧しながら、動画内の好きな位置にコメントを投稿できる。また、投稿されたコメントは、リアルタイムで表示されるため、同じ動画を見ている人がどのタイミングで書き込んだか、わかるようになっている。このため、時間的・空間的に離れたユーザが、一緒に動画を楽しんでいるような感覚を得ることができるといわれている。

登録制ならではの機能として、自分のお気に入り動画に登録しておくマイリスト機能がある。この機能によって、一度登録した動画は、再度検索しなくてもマイリストから簡単に閲覧することができるようになっている。その他、ランキング機能や動画検索機能などさまざまな機能が提供されており、これらの機能による全体的な使いやすさが、人気を呼ぶ要因になっていると考えられる。

4. 2 感情の共有

ニコニコ動画の最大の特徴は、前述のとおり「リアルタイムコメント機能」である。この機能によって、情報の同一性における問題の一部を減少させているといえる。コンピュータ内で扱う情報は、ただの2進数のデータでしかない。このような機械情報は、3. で述べたように、通信機能の向上によって、同じものを大量に一齐に正確に送信することができる。しかしそこには、「機械情報は伝達する。しかし生命情報を伝達することはできない」という問題があった。YouTube では、不特定多数の人と動画を共有でき、ランキングなどの機能も充実しており、ニコニコ動画に引けはとらないように見える。

ではなぜ、ニコニコ動画の訪問回数が YouTube を大幅に上回る結果となったのかを検討する。その原因の一つが「一種の感情の共有」であると考えられる。共有できるものが YouTube では“動画というデータ”であった。それが、リアルタイムコメント機能によって、その時感じた“想いという情報”を社会情報として共有することが可能になったのと考えられる。もちろん、想いという情報を伝える媒体自身は文字であり、それ自体は機械情報である。そのため、多義性による勘違いの発生は否めない。しかし、動画+リアルタイムでのコメントを併用し、生命情報を言葉としてあらわすことによって、ただの動画データだけではない一種の感情の共有が可能になった。その結果、誰かと一緒に見ているような安心感

が生まれ、友達と一緒に映画を見ているような錯覚を生んでいるのではないだろうか。

4. 3 問題点と考察

ニコニコ動画は人気を博している一方で、現在さまざまな問題を抱えている。その一つが、著作権問題である。ニコニコ動画は前述の通り SMILEVIDEO と提携している。この SMILEVIDEO 動画に関して、そのほとんどが無断で公開されているとの指摘がある。ニコニコ動画側も、もちろんそれを放置しているわけではなく、著作権侵害の対象になるファイルの公開を禁止している。しかし、テレビや DVD から入手したデータを、無断で投稿する人があとを立たないのが実情である。各種アニメ・動画・CM・ドラマなどが無断で投稿されており、無法地帯と化しているといっても過言ではない状況である。

これに対しニコニコ動画サイドは、権利者から権利を侵害されているとの申し立てがあれば、審査し削除するとしており、以前に比べると違法動画に関して厳しく取締りを行っている。しかし、その膨大な情報量のなかから一つ一つ対応していくことは、実際には非常に困難な作業であり、事実上放置されている動画も多い。アダルトコンテンツに関しては、見ている人が即時に対応可能で、他の動画に比べて迅速な対応ができるようになっている。しかしながら著作権に関しては、現状では権利者からの申し立てを待つという態勢のため、対策としては不十分とも考えられる。

著作権違反に関する意識の高まりから、ニコニコ動画サイドも、規制強化の方針を示しはじめている。しかしながら、サイトが登録制であるためサイト内が一種の閉ざされた世界となっているという認識と、現在は会員数が増えて一概に閉ざされた世界とはいいい切れなくなってきたという現実とのずれがある。さらに、投稿するのはあくまで利用者であり、映像データ自体が無形物であるため、「なくなる、限りがある」といった概念が生まれにくく、違法にコピーをしても犯罪であるといった感覚が薄いと考えられる。この点に関しては、利用者が気をつけなければならないところである。

ニコニコ動画は動画を個人だけで楽しむだけではなく、多くの人に発信することを目的としている。そのため、大量発信性が非常に高いといえる。利便性に関しても、マイリスト登録やランキング機能など、利用者が使いやすいように設計されており、比較的誰でも簡単に使うことができ、無料で見えるといった点から利用する人も多いと考えられる。

次に、ニコニコ動画の違法性について、共有といった視点から検討してみる。ニコニコ動画では、自分の所有する映像を公開することができ、一度転送

した画像に対しては、外部からのアクセスが可能となる。また、外部に公開された動画にリンクをはることで、閲覧可能になる。これは一種のファイル共有であり、公衆送信権を侵害しているといえる¹⁶⁾。

ここで問題になるのは、共有自体が違法なのではなく、自分に権利のない著作物を共有することができるといった点にある。このような事例の場合、もちろんサイト側が何らかの対策をとる必要がある。しかしながらそれだけでは解決しない場合も多く、利用者側とサイト側の双方からの解決策が必要である。ニコニコ動画に関しても、利用する側が違法な動画を勝手に公開しないようにするという点とともに、違法な動画が公開された場合にサイト側が即座に対応できるということが必要である。そのためには、違法な動画をすぐ分かるように表示できる仕組みを備えることや、固有 ID を付与するなどコンテンツ自体を見直していくことなど、社会情報を守るための根本的な対策について、社会的な合意を得ていく必要がある。

5. 情報倫理教育の方向性

効果的な情報倫理教育を行うためには、これまで述べた情報の本質と伝達に関する問題点を考慮しつつ、情報の多義性における問題を減らすような工夫が必要となる。本章では、別に発表した教育現場において補助的な役割を果たすシステムのアイデア¹⁷⁾を含めて、情報倫理教育の方向性を議論する。

まず、学習の場面だけではなく、情報を扱うすべての活動において、「(生命)情報は伝わらない」ことを意識すべきである。このため、社会情報を通して意味を共有する努力や、機械情報から生成される感情を伝えあうメディアの利用など、情報理解の多面的な取り組みが、学校教育だけでなく社会全体で必要である。この前提として、「構成的閉鎖系」から「生命単位体」に至る基礎情報学で提起されている階層化システム⁹⁾の理解が、少なくとも教授者側に不可欠である。すなわち、情報を最終的に扱う「生命単位体」は創発を繰り返しながら自らを造り続ける特異な存在であり、これを自己回帰的に構成素を産出し続ける自律システムとしての「構成的閉鎖系」と捉える。このことから、情報という刺激により都合よく解釈し自己を変容していくのが人間であり、多義性が生じたり、情報を送信したり共有したからといって情報が伝わったとはいえない。

さらに、これから技術者になろうとする人のために、学習場面で情報の多義性を減らすような仕組みを備えた情報倫理学習を支援するシステムが必要となる。このために本論文では、

①情報倫理に関する学習が可能（基本的な知識が備わっていること）

②情報の多義性に関する問題に気づくことが可能

③システム自身に問題を減少する技術を含むこと
という三つの方向性が重要と考え、これらの要素に絞って提案し議論する。

①に関しては、要約を通して学習を行うことを提案する。具体的には、情報倫理に関する書籍をもとに、学習内容を最初に学習者に読んでもらい、それを要約した内容を規定の文字数以内でまとめて書き出してもらう。本を読むことで内容を把握し、文章にまとめることで、その知識を自分のものにしようことが目的である。

何かを学習するということは、書物や人物からの文字または、音声・言葉といった機械情報を、自分のなかで認識し、生命情報にかえることともいえる。つまり、要約するということは、ただの文字データであった情報倫理の機械情報を、自分の解釈によって生命情報にかえるということで、より深い理解につながると考えられる。

しかし、ただ文章を要約するだけでは、今までの学習と変わらない。そこで、自分が要約した文章をネットワーク上から誰でも閲覧することができ、かつ他の人が要約した文章を見ることができるようになる。こうして他の人の要約文を見ることで、同じ文章からでも、さまざまな解釈があるという、情報の多義性に気づいてもらう。これによって、②への対応が可能となる。自分の意識のなかにできた生命情報を、言葉にし発信することで、それは社会情報となる。そうすることで、同じ機械情報から生まれたさまざまな社会情報を見比べることができるようになり、情報が決して不変ではないことを実感できるようにする。

最後に③に関して触れる。言葉の多義性によって勘違いが起こるので、言葉の意味を選択することができるようになりたい。例えば日本語には、同じ言葉でも違った意味を持つ言葉が多く存在する。そのどの意味であるかの判断は、判断者に依存しており、そのため判断者の知識が非常に重要となる。判断者の言葉に対する知識を補助する役割として、辞書的な役割をする「言葉データベース」を設置する。あいまいな言葉や多義性の大きい言葉に対しては、その意味が表示されるようにする。これによって、判断者が想像していなかった意味を知ることができ、解釈の幅を広げることができる。この中身は、誰でも変更・追加することができ、それによって、共通認識を持ちやすくすることを目的としている。

こうした①要約による情報倫理の学習、②情報の多義性への気づき、③議論しさらに認識を深めるといった3ステップの学習方法によって、より理解を

深めるとともに、情報の本質を学ぶことができると考えている。

6. あとがき

情報の本来的に持つ性質から、利用者側にモラルを求めるだけでは、著作権侵害などの問題を解決することは難しいと考えられる。情報技術者としては、技術を提供する以上、どのように使われるのか、それが社会にどのような影響をもたらすのかを、検討し公開する責任がある。技術者は、完成した技術を利用者の使い方にすべて任せてしまうのではなく、その技術の本質を検討し、社会に伝えていく努力をしていかなければならない。そしてそのためには、情報の持つ特性をしっかりと理解し、社会に対する影響を明らかにしていかなければならない。

本論文では、情報の本質の議論と事例研究をもとに、学習方法や学習システムの方向性を提案した。しかし提案内容はまだまだ検討不十分であり、システム実装段階までいたっていない。今後、実装へつなげていくためにはより議論を重ねた上で、情報倫理の性質に起因する問題点を減少させる努力が必要と考えている。

参 考 文 献

- 1) 例えば、岩波書店「応用倫理学講義」では総論を除き“生命”“環境”“情報”“経済”“性／愛”“教育”の6分野に分けて議論している。
- 2) 文部科学省：「ちょっと待って、ケータイ」リーフレット、http://www.mext.go.jp/a_menu/sports/ikusei/taisaku/07011204.htm#top.
- 3) 齊藤・坂下(編)：はじめての工学倫理、昭和堂(2001)。
- 4) JABEE ホームページ：<http://www.jabee.org/>.
- 5) インターネット弁護士協議会(ILC)(編)：インターネット事件と犯罪をめぐる法律、オーム社(平成12年)。
- 6) 梅本(編著)：情報化社会と情報倫理、丸善(2002)5。
- 7) 豊福・稲田・岡田：津山工業高等専門学校紀要 47 (2005) 45-49。
- 8) 岡田・吉永：工学教育 54-1 (2006-1) 137-141。
- 9) 西垣：基礎情報学、NTT出版(2004)。
- 10) マイクロソフト：<http://www.microsoft.com/>。
- 11) 楊・曹：「曖昧」な日本語を再確認—日本語教育の立場から—、<http://www.flb.fukui-u.ac.jp/kiyo/2005/kiyo-1-1.files/yo.pdf>。
- 12) ニコニコ動画：<http://www.nicovideo.jp/>。
- 13) ニワンゴ：<http://niwango.jp/>。
- 14) YouTube：<http://www.youtube.com/>。
- 15) ネットレイティングス：http://csp.netratings.co.jp/nnr/PDF/Newsrelease09212007_J.pdf。
- 16) プロジェクトタイムマシン：著作権&法律ガイド、毎日コミュニケーションズ(2002)58-60。
- 17) 松本・岡田：電子情報通信学会教育工学研究会 E T 200 7-28 (2007-9) 23-28。

H₂O₂酸化黒鉛のN₂吸着等温線に及ぼす繰り返し1000°C処理の影響

三浦和久*・柳沢寛**

Influence of repetitive 1000°C-treatment on N₂ adsorption onto H₂O₂-oxidized graphite.

Kazuhisa MIURA* and Hiroshi YANAZAWA**

Powdery sample of Sri-Lankan graphite pre-oxidized in H₂O₂ aq.soln. was heated at 1000°C under flow of 1 atm N₂ repeatedly, and measured volumetrically for its adsorption-desorption isotherms of N₂ at -196°C after each heat treatment. It was found that, with increasing frequency of such treatment, the adsorption isotherm shifted downward, and the hysteresis between adsorption and desorption appeared smaller. Besides, the cycle of heating at 1000°C did not eradicate a subtle step over the relative pressures from 0.3 to 0.4. These facts are discussed briefly in terms of porosity present on the graphite.

Key words: natural graphite, treatment in H₂O₂ solution, collapse of mesopore, N₂ adsorption

1. 諸 言

結晶性の良い天然黒鉛粉末への窒素やアルゴンの吸着等温線は基本的には Brunauer 分類¹⁾のⅡ型に属するが、相対圧(X)0.4 付近に小さいが明確なステップが現れる事²⁾、そして脱離等温線は高相対圧域から吸着等温線に一致せず、X=0.4 近傍に至るまでの広い圧力範囲でヒステリシスを示す事²⁾などが認められている。特に、ヒステリシスのこの種の形状は、Doによれば、スリット型細孔に起因する³⁾。

著者らは天然黒鉛を酸化し、それを吸着媒とした窒素吸着を長年行って来ている。気相酸化した天然黒鉛については既に報告した⁴⁾。液相酸化黒鉛についても既に報告を行って来ているが⁵⁾、ここ2, 3年は、それまでに触れていなかった1000°Cという高温での繰り返し熱処理が標準的なガス吸着にどのような効果を及ぼすのかに重点を置いて、研究を行って

いる。前報⁶⁾では、吸着質にアルゴンを選び、その効果を調べた。今回、アルゴンに替わって、窒素を用いて吸着・脱離等温線を測定した。その結果、興味ある知見を得た⁷⁾ので、ここに報告する。

2. 実 験

原試料の天然黒鉛(スリランカ原産、日本黒鉛商事販売の黒鉛 ACP、純度 99.5%、灰分 0.5%、粒度 1~30 μm)を今までの一連の研究におけるのと同様に、ここでも G25⁸⁾と略記する。この G25 を乾燥 N₂ 中、2800°C で 1 時間熱処理後、1atm の H₂ に 1000°C で 1 時間曝し(HYG25⁹⁾)、さらに 31% H₂O₂ 水を用いて 99°C で 1 時間処理した。これを濾過し、室温乾燥して HPG25^{5,7)}と名付けた。その後、N₂ を 50 ml/min の条件下で流しながら 1000°C で 5 時間の熱処理を施し試料 HPG1000-1 を調製した(以後、試料名 HPG1000-N は N 回の N₂ 気流中での 1000°C、5 時間処理を経た試料を表す)。

HPG25 の第 1 回目の熱処理では、表面官能基が

原稿受付 平成 20 年 8 月 26 日

*一般科目

**MEMS-CORE

熱分解し種々の気体となり脱離して来る。発生気体量は極めて少量であり、細かい議論を避けるため、このデータは本報には記載していない。

試料への -196°C における N_2 の吸着とそれに続く脱離の測定には日本ベル社製のBEL-SORP吸着装置を用いた。吸着操作の詳細は前報に記述の通りである⁴⁾。吸着等温線測定において相対圧(X)が約0.95近傍に到達したら、脱離操作に入り、 $X=0.05$ 付近まで脱離等温線を測定した。

吸着等温線の相対圧 $X=0.05\sim 0.20$ のデータにBET理論¹⁰⁾を適用して N_2 による比表面積値を求めた。その際の N_2 分子断面積は 0.162nm^2 を用いた¹¹⁾。

3. 結果と考察

Fig.1 は窒素の低圧域の吸着等温線である。横軸は相対圧 X であり、縦軸は吸着量 V を、単位質量当たりの試料に吸着した窒素の標準状態での体積で表している。同一の試料を繰り返し 1000°C 熱処理し、その都度、吸着等温線を $X=0.95$ 付近まで測定したが、ここに示すものは、その一部分である。低圧域の吸着等温線からは、第1吸着層に関する種々の知見が得られる。その意味で極めて重要である。図から明らかな様に、吸着等温線の形状はBrunauer分類¹⁾のII型に属する。しかし、よく見ると、いずれの等温線でも $X=0.2$ の付近で吸着量がそれまでの増加割合より大きくなっている事が分かる。この辺りで吸着のメカニズムが変化していると考えられる。

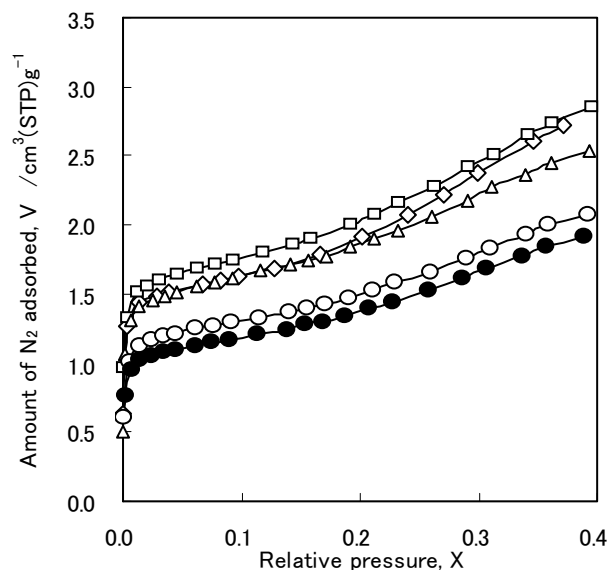


Fig.1 Adsorption isotherms of N_2 at -196°C on H_2O_2 -preoxidized graphite ignited at 1000°C repetitively. $\diamond$:HPG25, $\square$:HPG1000-1, $\triangle$:HPG1000-2, $\circ$:HPG1000-4, $\bullet$:HPG1000-5

黒鉛は異方性表面を持つ吸着媒である。この一種の不連続点は二つの表面すなわちプリズム面とベール面の存在と密接に関係している様に思える。

HPG25を 1000°C 処理すると、 N_2 吸着量が増加している。表面への N_2 分子の衝突頻度が同じであるにも拘わらず、 1000°C 処理後は表面に捕獲される分子数が多いという事である。黒鉛には、無定型炭素程ではないが、表面官能基が存在する。液相酸化後といえども少量存在する。それが、 1000°C 強熱によって熱分解し、その跡が細孔になるか、あるいは細孔を開くような事になり、その新たに開けた表面に吸着が起きると解釈できる。しかし、大変興味ある事には、この温度での強熱を繰り返すと、徐々に、 N_2 吸着量が減少して行く。

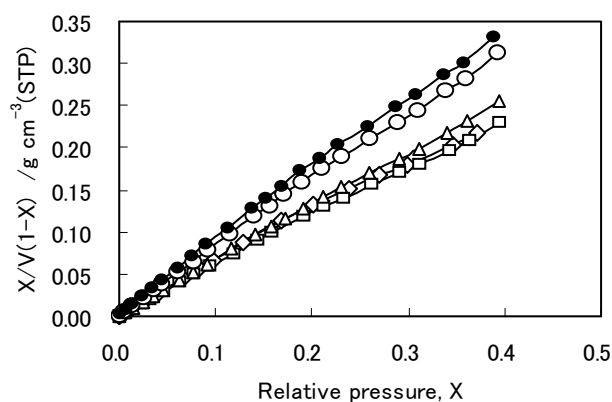


Fig.2 BET plot for N_2 adsorption isotherm at -196°C on the H_2O_2 -preoxidized graphite ignited at 1000°C repetitively. $\diamond$:HPG25, $\square$:HPG1000-1, $\triangle$:HPG1000-2, $\circ$:HPG1000-4, $\bullet$:HPG1000-5

Fig.2 は N_2 吸着等温線から得たBETプロットである。 $X=0.2$ でプロットは下に折れ曲がっている。BET法では、多くの吸着媒について、相対圧が $0.05\sim 0.35$ の範囲で直線性が成り立つと言われている。実際、著者らが今までに取り扱ってきた、他の試料、すなわち、酸化銅や酸化亜鉛などの金属酸化物、ガラス粉末、備前土、カーボンブラック、黒鉛化カーボンブラック、活性炭などにおいては、その通りであった。しかし、この天然黒鉛およびこれをモディファイした試料については非常に面白い事に、どのBETプロットも $X=0.2$ 付近で下に折れ曲がり、結局二本の直線が上記の相対圧範囲から得られるという事が分かった。

著者らは、前報²⁾で述べた理由によって、低圧域の直線が比表面積を与えていると考えているので、今回もその様に計算した。その結果は**Table 1**に示す。なお、プロットの折れ曲がり点は上に述べた吸着等温線の不連続点に相当する。吸着分子の配向などが関係すると考えられるが、現有の装置では追求できない。

Fig.3 にはこの 1000℃強熱がヒステリシスに及ぼす影響を示す. HPG25 では比較的大きなヒステリ

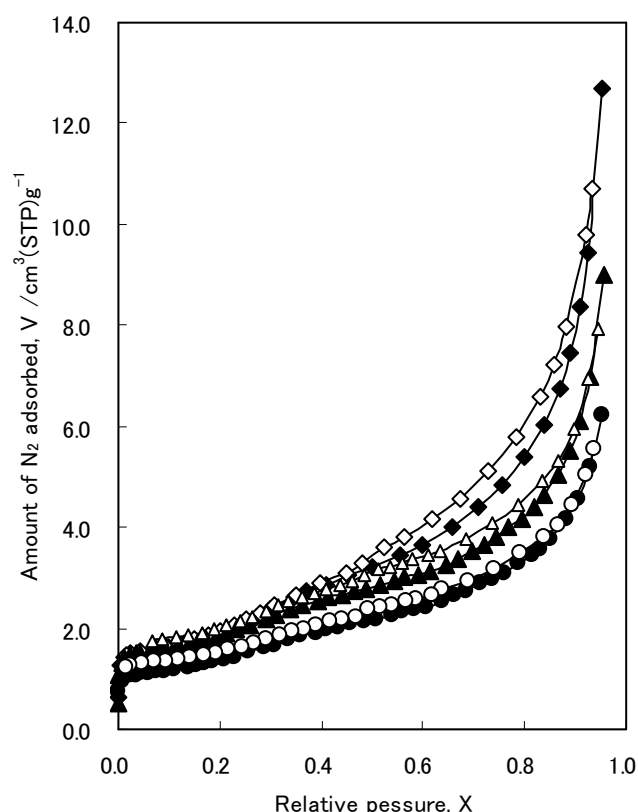


Fig.3 Adsorption isotherm of N₂ at -196°C on H₂O₂-preoxidized graphite ignited at 1000°C repetitively. Closed mark:adsorption, open one:desorption. ◆, ◇ :HPG25, ▲, △ :HPG1000-2, ●, ○:HPG1000-5

シスを示していたが, 1000℃強熱を繰り返すに従い, ヒステリシスは小さくなっていった. 細孔が強熱によって破壊され, 徐々に浅くなっていく過程が表されている. ここで, 前報⁶⁾と比較すると奇妙な事に気づく. それは, アルゴン吸着の場合, 強熱回数に拘わらずヒステリシスにそれほど大きな変化は認められなかったという事実である. 一般に, ヒステリシスの原因は細孔に在ると考えられている. 同一の吸着質を一貫して用い, 吸着媒の細孔分布を変えたときには, そのヒステリシスの大小で細孔に関する情報をそれなりに得る事ができよう. しかし, 吸着質を変えると, 吸着質自身の物性たとえば誘電率などによって同一吸着媒が示すヒステリシスの形は大きく変わると考えられる. この意味で, 著者らは, この結果を前報のアルゴンのデータと直ちに比較する事はできないと考えている.

Table 1 は吸着等温線から評価したパラメータの一覧である. Σ は BET プロットから求めた試料の比表面積, C とは BET 理論式中の吸着エネルギー

Table 1 Values for specific surface area, C of BET, and ratio of V_{step}/V_m .

sample	$\Sigma / \text{m}^2 \text{g}^{-1}$	C	V_{step}/V_m
HPG25	6.48	871	1.87
HPG1000-1	7.06	518	1.78
HPG1000-2	6.47	781	1.77
HPG1000-4	5.20	689	1.69
HPG1000-5	4.75	543	1.85

に関する値で, 黒鉛の裸の表面と吸着 N₂ 分子との相互作用の強さを表す. 表面が, 強熱されることによって窒素に対する親和性を徐々に失って来ていると言えそうである. また, V_{step}/V_m とは, **Fig.3** から明らかなように, $X=0.4$ 付近に現れたステップの完了点の吸着量 V_{step} と, BET 法で得られた単分子吸着量 V_m の比である. 著者らは, これが第 2 層吸着量と第 1 層吸着量との比であると考えている^{2,4,7)}. いくらかばらついてはいるものの, この比は 1.8 であると見積もれる. 第 2 層目は第 1 層目ほど密には N₂ 分子が詰まっていない事, 換言すれば, 単分子層を形成中の N₂ 分子が侵入できる位の直径を持つ細孔が黒鉛上に在るが, その細孔には第 2 層目の N₂ 分子が完全に入れない事, そして, その状況は繰り返し強熱によっても殆ど影響されない事を示唆する.

繰り返し強熱が黒鉛の細孔分布にどのような影響を与えたのかを **Fig.4** に示す. これは Cranston-Inkley 法¹²⁾によってメソ型細孔(以下, メソポアと記す)の分布を求めたものである. 基になるデータは吸着

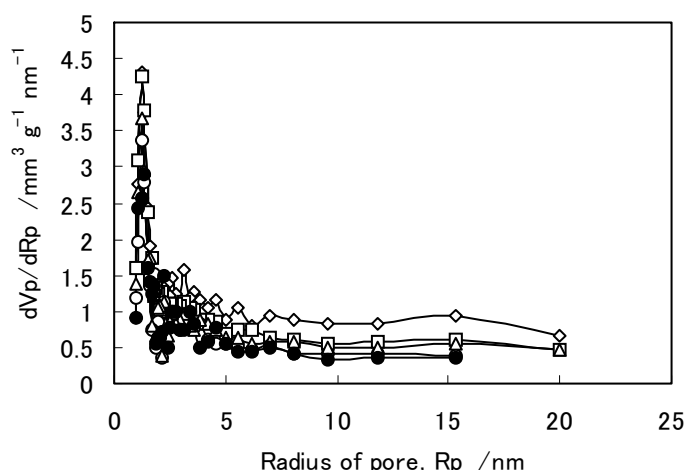


Fig.4 Pore size distributions of H₂O₂-preoxidized graphite ignited at 1000°C repetitively. ◇:HPG25, □:HPG1000-1, △:HPG1000-2, ○:HPG1000-4, ●:HPG1000-5

等温線である. 横軸には細孔半径 R_p をとっている. $R_p > 1.0 \text{ nm}$ の細孔がメソポアである. $R_p < 1.0 \text{ nm}$ のものはマイクロポアと呼ばれる. Cranston-Inkley 法はメソポアの評価をする手法である. 縦軸には細

孔容積の半径による変化率をとっている。この値が小さくなれば、その半径のメソポアが数を減らしたという事である。

この黒鉛試料上では半径 1.21nm と 2.38nm を持つ細孔が優勢である事がまず分かる。第 1 回目の 1000℃強熱で、上にも述べた様に、細孔の深さは増し、その容積は増加するものの、その後の繰り返し強熱で、細孔容積は徐々に減少している。細孔の半径は殆ど影響を受けていないが、細孔容積の方は 5 回目の強熱後は顕著に減少し、黒鉛表面の平滑化が進んでいる事が分かる。

4. 結 論

1000℃における反復強熱によって過酸化水素水で液相酸化した天然黒鉛への窒素の吸着量は漸減した。窒素の吸着サイトであるメソポアが崩壊したためと考えられる。メソポアの内壁は窒素に対して活性な吸着サイトである。従って、繰り返し 1000℃強熱はこの黒鉛が提供する吸着場の均一性を上げたと言える。

参 考 文 献

- 1) S.J.Gregg, K.S.W.Sing: Adsorption, surface area and porosity, 2nd Ed., London, New York, Paris, San Diego, San Francisco, Sao Paulo, Sydney, Tokyo, Toronto, (1982), 3-12.
- 2) K.Miura, H.Yanazawa: Anomalies in standard gas adsorption of N₂ and Ar on graphite at 77K., Carbon, 41, (2003), 151-156.
- 3) D.D.Do: Adsorption analysis: equilibria and kinetics, Imperial College Press, London, (1998), 142-154.
- 4) K.Miura, H.Yanazawa, K.Nakai: The effect of burn-off on the adsorption of N₂ and Ar on a natural graphite., Adsorption, 13, (2007), 139-147.
- 5) 三浦和久, 柳沢寛: 過酸化水素処理黒鉛への水、窒素およびアルゴンの吸着, 津山工業高等専門学校紀要, 48,(2006), 85-90.
- 6) 三浦和久, 柳沢寛: H₂O₂ 処理黒鉛の繰り返し高温処理による Ar 吸着への影響, 津山工業高等専門学校紀要, 49,(2007), 73-77.
- 7) 三浦和久, 柳沢寛: 過酸化水素処理済み黒鉛の N₂ 吸着に及ぼす繰り返し高温処理の効果, 日本化学会第 88 春期年会 (2008)講演予稿集,(2008), 3K3-45.
- 8) T.Morimoto, K.Miura: Adsorption sites for water on graphite.1. Effect of high temperature treatment of sample, Langmuir, 1, (1985), 658-662.
- 9) K.Miura, T.Morimoto: Adsorption sites for water on graphite.5. Effect of hydrogen treatment of graphite., Langmuir, 7, (1991), 374-379.
- 10) S.Brunauer, P.H.Emmett, E.Teller: Adsorption of gases in multimolecular layers., J.Am.Chem.Soc., 60, (1938), 309-319.
- 11) I.M.K.Ismail: Cross-sectional areas of adsorbed N₂, Ar, Kr and O₂ on carbons and fumed silicas at liquid nitrogen temperature., Langmuir, 8,(1992), 360-365.
- 12) W.Cranston, F.A.Inkley: The determination of pore structures from nitrogen adsorption isotherms., Adv. in Catalysis, 9, (1957), 143-154.

備前土の焼結の研究（第1報）

三浦和久* 柳沢寛** 岡田輝***

Investigation on the Sintering of the Bizen Soil.1.

Kazuhisa MIURA* and Hiroshi YANAZAWA** and Teru OKADA***

Much about the sintering of the Bizen soils has yet to be understood. The Bizen-yaki, one of Japanese traditional potteries, famous for both its characteristic color of Hidasuki and its simple and sturdy texture, have attracted an audience from around the world. Recently, a rumor has had it that the taste of beer is better in the Bizen mug-cup than in others. We think that this fact is probably connected with the surface texture of the Bizen cup. Our motivation to this study lies around here. In the experiment, the Bizen soil pretreated at various temperatures up to 1000°C was measured for its adsorption isotherm of N₂ at -196°C. The gas evolution through heating the soil was also examined mass-spectrometrically. And moreover the SEM observation and EPMA were carried out. As a result, the sintering is found to develop through depleting surface porosity.

Key words: Bizen-yaki, clay, sintering, N₂ adsorption, porosity

1. 諸 言

備前の土は風化した火山岩の一種である流紋岩が雨水によって流され伊部平野に約1万年前の旧石器時代の頃までに堆積し、粘土になったものであると言われている。日本列島に住んでいた我々の祖先が初めて土器を作り出したのも、この頃である。その様な流紋岩由来の粘土が、現在多くの作家によって独自の比率でブレンドされ、揉まれ、成形されて、1200～1300°Cで数日間焼かれた後、所謂、備前焼として世に出されている。

一般に、陶芸に重要な土の特性は、粒子の粗密、鉄分濃度、可塑性¹⁾などである。著者らは、備前焼に用いられている幾つかの土を入手し、その粒子の粗密、そして、その粗密の状態が熱を加えるとどう変わるのか、換言すれば、備前土の焼結を調べる事

原稿受付 平成20年8月28日

*一般科目

**MEMS-CORE

***倉敷芸科大学

を第1の目的としてこの研究を始めた²⁾。なお、この種の研究は数例^{3,4)}があるだけである。

備前焼のジョッキで飲むビールの味は、他のガラス製のジョッキを使ったときとは異なり、まろやかさが増し、味を引き立てると評判である。その様な微妙な事実も、焼き物の表面の凹凸など texture が、引いては元の粘土粒子の粗密と焼結に密接に関連していると考えられる。

2. 実 験

本研究で用いた試料は、大物用の土(これをCと名付ける)と、水簸および黒土である。Cとは田土のことで、田圃の上土を取り除き、2～4m掘って取り出した土である。水簸とは、Cを選出した原土の石や砂の最も多い、荒い部分を粉砕し、文字通りスイヒして得たものである(これをDと名付ける)。黒土とは、岡山県瀬戸内市長船町で産する土であり、鉄分がやや多いと言われている。本実験では、これらの

原料土の他に、予備実験(その結果はここには発表していない)を踏まえ、Cをベースにして、水簾を約25vol%、黒土を約15vol%混ぜ、よく練り上げて空気などを追い出した後の、混合土(これをEと名付ける)を用いた。この土Eは所謂、窯詰め直前のものである。また完成品を粉碎して用いた。

次に実験方法について述べる。まず、これらの土試料は、いずれも乾燥した状態にあり、大きな塊になっている。そこで、これから少量を切り出して瑪瑙乳鉢で粉碎し、実験に用いた。

−196[°C]におけるN₂吸着等温線の測定には日本ベル社製のBEL-SORP吸着装置を用いた。測定は試料を7[Pa]以下の真空度に排気後行った。吸着等温線の相対圧0.5~0.35のデータにBET理論⁵⁾を適用して比表面積値を計算した。計算に用いたN₂分子断面積は0.162[nm²]である⁶⁾。また、吸着等温線からCranston-Inkley法⁷⁾によって、混合土Eのメソ細孔分布を調べた。

昇温脱離分析にはESCO電子科学製のEMD-WA1000Sを用いた。約2[mg]の試料を一定の昇温速度(1[°C/sec])で加熱し、脱離してくる気体種の分子量をマススペクトルで調べた。質量18, 28ならびに44に注目して分析を行った。これらの数値以外には有意なピークは認められなかった。混合土Eの焼結は、予め決めた加熱温度に5時間N₂流速50[cm³/min]下で保持することで行った。その後、吸着測定に供した。加熱前後に試料のSEM観察ならびに元素分析(EPMA)も行った。

3. 結果と考察

Fig.1に各土試料のN₂吸着・脱離等温線を示す。縦軸は土1[g]あたりに吸着しているN₂の標準状態における体積をcm³単位で、横軸には平衡圧を吸着温度でのN₂の飽和蒸気圧で除した値である相対圧Xをとっている。X=0.95まで吸着を進めた後、圧力を少しずつ減じて行き、脱離等温線を測定した。その結果、黒土が最も吸着量が多く、水簾が最も少ない事、土Cと混合土Eは殆ど同じ吸着・脱離等温線を与える事が分かった。さらに、どの試料においても比較的高い相対圧域では吸着側と脱離側が一致していない。いわゆるヒステリシスが現れている。X=0.45の辺りで、どの試料のヒステリシスも閉じている。このことから、どの試料にも同じ直径のインクボトル型の細孔⁸⁾がある事がわかる。また、同じ平衡圧で吸着量が多いという事は、それだけ粘土の粒子サイズが小さい事を意味する。

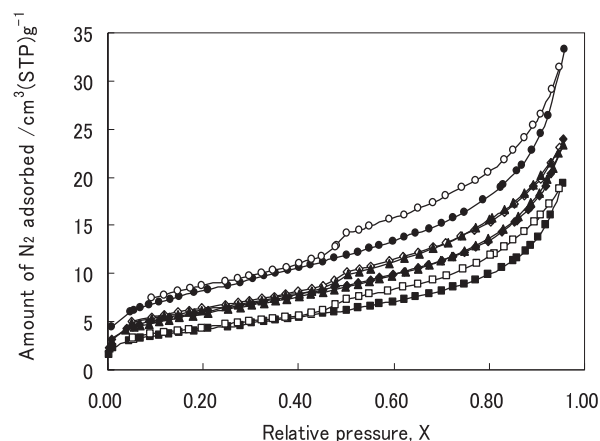


Fig.1 Adsorption-desorption isotherms of N₂ on the various Bizen soils at −196°C. Closed mark: adsorption, open one: desorption.

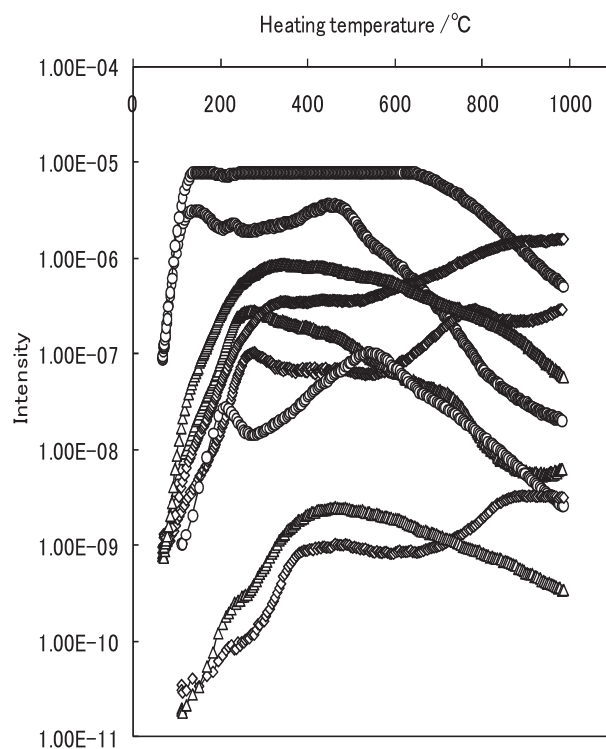


Fig.2 TDS patterns of gases with mass number of 18, 28, and 44 evolved in heating the Bizen soils. ○:D-18; ◇:D-28; △:D-44, ○:Kurotsuchi-18; ◇:Kurotsuchi-28; △:Kurotsuchi-44, ○:C-18; ◇:C-28; △:C-44

Fig.2は各原料土の昇温脱離スペクトルである。所定量の土試料を、横軸に示す様に1000°Cまで昇温したときに、土から放出される気体の質量数1~200の検出強度を調べた。実際には質量数100~200には有意なものは検出されなかった。縦軸の強度は放出量に正比例する。試料Dの水簾から放出される気体量が圧倒的に多く、中でも質量数18が目立っており、測定不能なほどに放出されて

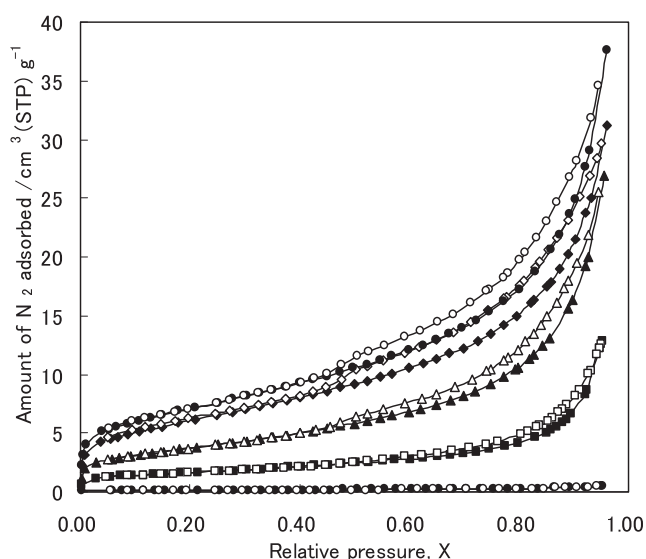


Fig.3 Change in shape of adsorption-desorption isotherms of N_2 on Bizen soil E at -196°C through heat treatment. Closed mark: adsorption, open mark: desorption. $\bullet$ $\circ$: 400°C ; $\blacklozenge$ $\diamond$: 200°C ; $\blacktriangle$ $\triangle$: 800°C , $\blacksquare$ $\square$: 900°C ; $\bullet$ $\circ$: 1000°C .

いる。これは、この土の処理履歴から水と思われる。28と44も相当量が放出されているが、これらは、それぞれ CO と CO_2 であろう。炭酸塩が分解したものと考えられる。黒土からの水と思われるものも比較的多い。このスペクトルはダブルピークになっているが、水簸のそれも同様にダブルピークになっていると言えるであろう。黒土からの質量数28と44も少し検出されている。試料Cからのこれらの気体の放出は他の二者に比べ極めて少量である。この様な土試料を上述述べた割合で混合し、加熱して行くと土粒子間に焼結が始まる訳である。

Fig.3 は熱処理後の混合土Eの窒素の吸着・脱離等温線である。200°Cまでの熱処理では N_2 吸着力は変わらないが、400°C処理によって吸着量が増大する。Fig.2 で明らかな様に 400°Cまでに顕著な気体発生が認められる。気体が抜けた跡が表面の roughness に寄与すると考えられる。しかし、

より高温で熱処理して行くと、徐々に吸着量は減少し始め、800°C処理後は 400°Cのときの約半分に、さらに 900°C処理では 800°C処理後の半分となり、1000°C処理後は極端に減少する。BET 比表面積も、最大値は 400°C処理後の $25.29[\text{m}^2/\text{g}]$ から、1000°C処理後の $0.52[\text{m}^2/\text{g}]$ にまで激減する。まさに、高温熱処理中に焼結が生じ、粒度が極端に下がったためと推測される。

これらの等温線には顕著なヒステリシスが生じている。この幅の大きさの減少も焼結の進行を強く示唆する。ヒステリシスの原因を細孔の存在に求めると、焼結によって粒子間の間隙が埋まり、細孔が消えて行く様子がこの図から分かる。

なお、ここには BET プロットを示していないが、各熱処理試料のプロットの直線性は非常に良く、それらから計算した比表面積値は、200, 400, 800, 900 および 1000°C処理後、それぞれ 21.94, 25.29, 13.38, 5.77 および $0.52[\text{m}^2/\text{g}]$ と変化した。

この熱処理によって土の外観も相当に変貌する。Fig.4 はその色合いをみたものである。左のものは、著者らの一人、岡田の工房でロクロ上に在ったれていた土の一部を室温で1年以上置き、乾燥させた後、削って瑪瑙乳鉢で粉碎したものである。灰色の粉末である。これを 1000°Cまで加熱すると、粉末は焼結して固まるが、それをハンマーで砕いたものが中央のものである。鮮やかな色の変化が認められる。右は、岡田の窯で焼かれて一応完成した備前焼を、ハンマーでできるだけ細かく砕いたものである。これは 1260°Cという高温で何日も焼かれた後のものであり、色合いが前二者とは少し違っている。

Fig.5 にはこれら3種類の土の SEM イメージを、Table 1 には数十ミクロンの厚さの表面層の元素分析の結果を示す。

Fig.5 に示す SEM イメージの3試料は、土の外観を示した Fig.4 の試料の並び順と同じである。左側のイメージが混合土Eである。赤い矢印で指す粒子は $2\mu\text{m}$ 以下のサイズである。通常、 $2\mu\text{m}$



Fig.4 Appearance of the Bizen Soil E. Left: before HT (raw soil); Center: after HT at 1000°C ; Right: after HT at 1260°C (faragmented Bizen Yaki). HT means "Heat Treatment".

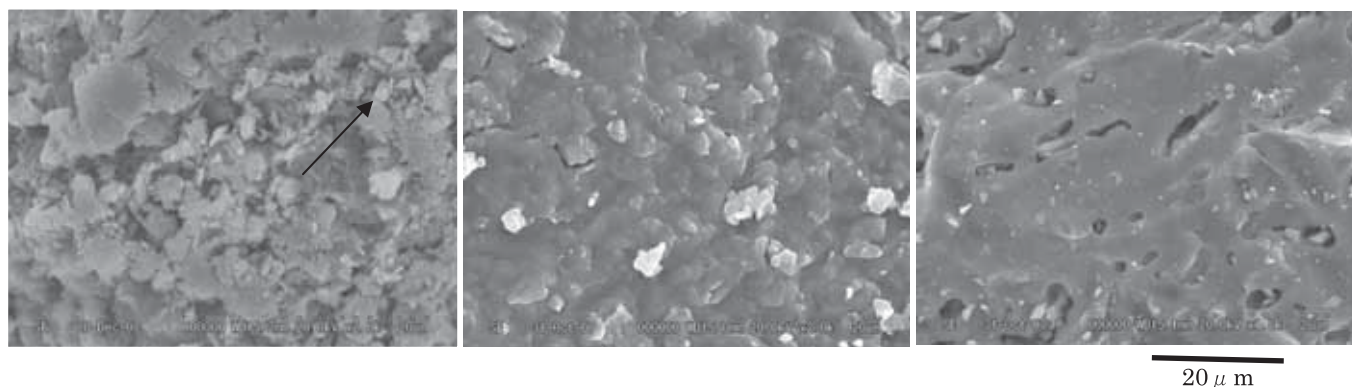


Fig.5 SEM images of the Bizen Soil E. Left: before HT ; Center: after HT at 1000°C ; Right: fragmented Bizen Yaki (pretreated at 1260°C) HT means “Heat Treatment”. Red arrow indicates a typical clay particle with a radius of about 2 μ m.

m以下の微細な鉱物粒子を粘土と呼んでいる。まさに土Eは粘土である。それを1000°C処理すると中央に示すイメージのように変貌する。粒子と粒子が接触している場所、すなわちネックと言われる場所の付近でのイオンの拡散⁹⁾によって、この様に焼結が進んだと思われる。さらに、1260°Cという非常な高温で焼かれると、空洞収縮が生じ、右側のイメージが示すように、表面は極めて平坦になっている。

Eの比表面積は、Fig.3には示していないが、600、700°C処理後でそれぞれ25.15、23.14[m²/g]と変化しており、この段階では焼結は余り進行していないと言える。一方、Fig.2に示すように、土からの脱ガスは700°Cで殆ど終わる。これらの事を考慮すれば、焼結進行のモデルとして次のように考えて良いであろう。すなわち、脱ガスによって凹凸が進んだ、荒れた表面ではネックが密度高く生じており、それらが相互に接触して高温でのイオンの拡散を促進し、焼結に導く。

Table 1に示す元素分析は、SEMイメージを見ながら適当なスポットを3～5箇所選び出し、それぞれの分析結果を平均したものである。サンプル数がスポット数を表す。分析結果では、いずれの試料中にも粘土鉱物中に典型的に見られるO、Al、Si、Feが認められる。流紋岩では、通常、SiO₂の含有量は70%を超えていると言われるが、この土E中にはアルミニウムも相当量含まれており、熱処理前には、E中で水酸化アルミニウムと

して粘土構造の一部分を担っていたと考えられる。興味ある事には、どの元素の組成も熱処理では殆ど変化していない。

Fig.6はN₂分子をプローブに用いて調べた、土Eの細孔分布曲線である。熱処理によってメソ型細孔がどのように破壊されて行くのか、換言すれば、焼結の進行の様子がこれから分かる。これはFig.3のN₂脱離等温線にCranston-Inkley法を

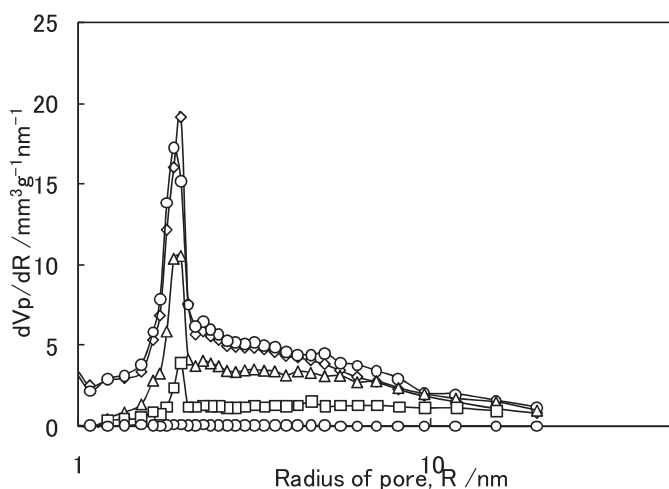


Fig.6 Pore size distribution of E samples treated at various temperatures. ◇:200°C, ○:400°C, △:800°C, □:900°C, ○:1000°C.

適用して得たものである。半径が1～20[nm]の細孔がいわゆるメソポアである。ゼロ圧吸着量の存在がE上にマイクロポアが存在する可能性を示し

Table 1 Results of elementary analysis on the soils lined up as Fig.5.

Kind of Soil	Number of Samples	Elementary analysis /atomic %							
		O	Na	Al	Si	K	Ti	Fe	Ca
Soil E (raw)	5	58.42	1.95	11.2	24.74	1.86	0.15	2.22	0.46
E treated at 1000°C	3	56.04	0.78	13.48	25.88	1.76	0.26	1.59	0.21
Fragmented Bizen-Yaki	3	56.68	0.76	8.93	30.73	1.78	nil	0.83	0.27

ているが、これについては今回は触れない。ヒステリシスが生じかつ閉じる圧力領域はメソポアの領域であるので、この変化に注目したい。横軸の細孔半径 R に対し、縦軸は細孔容積 V_p の半径に対する微係数である。Fig.3 で認められたヒステリシスが閉じる圧力に相当する半径の値で、どの試料の分布もピークを示す。ヒステリシスの形状から、この土試料にはインクボトル型細孔が在ることは先に述べた。分布のピークが 400℃処理試料で 1.87[nm]に、他の試料では 1.96 [nm]に認められる。このことからインクボトル型細孔の半径は約 1.9[nm]であると言える。

種々の半径を持つメソ型細孔の変化を全体として捉えれば、処理温度を徐々に上げて行くと、脱ガスが進行し、細孔は段々と浅くなり 1000℃処理後にはその存在は認められない。Fig.6 から細孔がつぶれていく様子が見て取れる。これが空洞収縮であると考えられる。

ここで注目すべきは、インクボトル型細孔の半径は、他の半径の大きな細孔と異なり脱ガスによってその値が殆ど影響を受けていないことである。しかし、ボトル内部は壁がネック同士の接触を通して焼結して行き空洞容積が減少して行くにも拘わらず、その入り口の大きさは殆ど変化しないという奇妙なことが生じている。興味ある点ではあるが、今のところこれ以上の詳細な考察はできない。今後の課題の一つにしたい。さらに、備前土の特徴を際立たせるためには、他の焼き物の土をここで用いた同じ手法で測定し、比較検討をすれば良いと思われる。これも今後の検討課題である。

4. 結 論

備前土の加熱温度を高くするに従い、土からは水と思われる気体が脱離し、個々の粘土粒子が結合してメソ型細孔が破壊される現象すなわち備前

土の焼結が起こる。今回の研究からは、強固な焼き物を作り上げる焼結の過程が表面化学的に一応追跡できた。

謝 辞

電子顕微鏡観察および元素分析において、本校の教育研究支援センターの西彰矩氏に多大のご助力を賜った。ここに謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 季刊 つくる陶磁郎, 30,(2005),10.
- 2) 三浦和久, 柳沢寛, 岡田輝: 備前土の表面化学的研究, 第13回高専シンポジウム in 久留米, (2008)60.
- 3) 土井章, 坂本尚史, 堤貞夫, 大塚良平, 加藤忠蔵: 備前焼粘土の熱特性、日本化学会誌、(1979)71-75.
- 4) K.Numoto, H.Yoshimatsu, T.Yabuki, K.Fujiwara, E.Fujii, M.Yamaguchi, T.Chiba: Study of cracks generated in drying and sintering processes of Bizen-yaki pottery., 岡山県工業技術センター報告(2002), 28, (Volume Date 2001), 76-78.
- 5) S.Brunauer, P.H.Emmett, E.Teller: Adsorption of Gases in multimolecular layers., J.Am.Chem.Soc., 60,(1938), 309-319.
- 6) I.M.K.Ismail: Cross-sectional areas of adsorbed N_2 , Ar, Kr and O_2 on carbons and fumed silicas at liquid nitrogen temperature., Langmuir, 8,(1992), 360-365.
- 7) W.Cranston, F.A.Inkley: The determination of pore structures from nitrogen adsorption isotherms., Adv. in Catalysis, 9,(1957), 143-154.
- 8) S.J.Gregg, K.S.W.Sing: Adsorption, surface area and porosity, Academic press, London・New York・Paris・San Diego・San Francisco・Sao Paulo・Sydney・Tokyo・Toronto, (1982), 128.
- 9) 久保輝一郎, 水渡英二, 中川有三, 早川宗八郎: 粉体(理論と応用), 丸善, (1968)278

高専 2 年英語学習者の総合的英語力を 語彙サイズテストにより推定する試み

古樋直己*

An attempt to infer English-language Proficiency from Vocabulary Test Scores for Second Graders of College of Technology

Naoki FURUHI

This paper aims at clarifying whether it is possible to estimate students' performance of English by conducting receptive vocabulary tests. Measuring word knowledge is almost equivalent to deciding participants' English skills, though English proficiency has a variety of aspects such as the abilities of reading, writing, speaking, and listening. Participants were Japanese students of college of technology. One overall English proficiency test and a series of vocabulary tests were administered over a one-week period. Analyses of the data revealed that the consequence of the 3000 word-level receptive vocabulary test named Mochizuki's vst31 had the most significant relation to that of the English performance examination, the third grade of the STEP test or Eiken of all the indicators. This study also offers a suggestion to shorten the time used to measure one's general English performance.

Key words: vocabulary, word, receptive, test, examination

1. はじめに

本研究では、語彙サイズテストを実施することにより、総合的な英語力を推定することがどの程度可能なのかを検証する。

語彙力は英語力全体のなかでも重要な位置を占めている。したがって、被験者の語彙力を測定すれば、総合的な英語力が推定可能であると考えられる。

そこで本研究では下記の手順で語彙力と総合的英語力の関係を検証する。

- (1) 語彙サイズテストで語彙力を測定する。
- (2) 総合的な英語力を測定する。
- (3) これらの基礎資料に基づいて2つのデータの相関性について多角的に検証する。

2. 先行研究

総合的な英語力という概念のなかで、英語がどれほど読めるのか、読んで理解できるのかという読解力が、少なくとも主要な要素のひとつであることに

異議を唱える者は少ないと考えられる。つまり、総合的な英語力は読解力に大きく依存していると言える。

また、その読解力と密接な関係を持つのが語彙力である。門田¹⁾には、読解力は、単語認識力、単語認識速度、語彙力、統語処理力、文意味処理力、ワーキングメモリ能力からなり、さらに、語彙力が読解力を構成する諸要因の中でも重要な位置を占めると述べられている。また、Nation²⁾も、語彙力の重要性がとくに高いと主張している。

つまり、総合的な英語力は読解力と深く関係しており、読解力は語彙力と密接な関係がある。その結果、総合的な英語力は語彙力からある程度推定できるのではないかと考えてもおかしくはない。

石川³⁾では、語彙サイズテストの結果と総合的な英語力の指標として TOEIC スコアの関係が検討されている。石川は、大学英語教育学会基本語改訂委員会のいわゆる JACET8000⁴⁾に挙げられている 3000 語レベルから 8000 語レベルを素材に各レベルとも 30 問の語彙テストを作成し、その結果と TOEIC スコアとの関連を調べている。

さて、語彙力を測定する語彙テストにはどのような種類のものがあるのか確認しておく。語彙の知識には様々な側面があり、語彙力と言うだけでは曖昧

原稿受付 平成 20 年 8 月 31 日

* 一般科目

である。

よく用いられる分類には、受容語彙と発表語彙がある。受容語彙とは読んだり聴いたりして理解できる語彙であり、発表語彙とは書いたり話したりするのに使える語彙のことである。

また、語彙力には大きさと深さという側面もある。大きさは、語彙サイズとも言い、たとえば 5000 語知っているとは表現されるのは語彙力の大きさのことである。それに対して深さとは、ある語彙について、何通りもの意味や用例を熟知しているような場合、語彙知識が深いと表現できるような側面を意味する。

つまり、語彙知識の大きさが 1 万語もある場合でも各語の語彙知識の深さが非常に浅い場合もある。その反対に、語彙知識の大きさは 1000 語程度でも各語について非常によく知っており、語彙知識が深い場合もある。

なお、このような語彙知識の様々な側面について整理したものとして、たとえば、Nation⁵⁾が挙げられる。Nation は語彙知識をまず Form, Meaning, Use の 3 つに大別し、さらにこれらの各項目を 3 つに分けている。ここまでで 9 つに分けたものについて、それぞれ R(受容語彙としての知識), P(発信語彙としての知識)に分類し、語彙知識を合計で 18 種類に分けている。

語彙知識にはこのように様々な分類法があるが、語彙サイズテストについて整理したのが下表である。下表およびその説明は石川⁶⁾が整理した語彙テストの主要形態の表をもとにしている。

表 1 語彙サイズテストの主要形態

タイプ	概要
英和型	英語の意味を日本語語群から選択
和英型	日本語の意味を英語語群から選択
英英型	英語の意味を英文定義群から選択

英和型は研究での使用は少なく、和英型にはいわゆる望月テスト⁷⁾⁸⁾が、英英型には、Nation 語彙レベルテスト⁹⁾がある。

今回使用したのは、和英型の望月テストである。高専 2 年生には、英英型はテスト対象とする語彙以外が解答の支障となる可能性があり、また、英和型は適切な例が見あたらないことから敬遠した。

3. 研究目的

本研究では、受容語彙力と総合的英語力の関係を数量的に調査する。本研究において明らかにしようとすることは、主として下記の通りである。

(1) 受容語彙力の実態

(2) 総合的英語力の実態

(3) 受容語彙力と総合的英語力に相関性の程度

4. 研究方法

4.1 被験者

調査対象は、本校(国立工業高等専門学校)の 2 年生 4 クラスのうち機械工学科および電気電子工学科の 2 クラスである。在籍者はそれぞれ 43 名、41 名であるが、すべての実験に参加した者は 56 名であった。この有効な被験者を分析対象としている。

中学校卒業後、高専に入学し、調査時(2007 年 12 月)において入学後約 20 か月経過した学生である。英語の授業は 1 年次、2 年次ともに 5 単位分で、帰国子女など別途何らかの配慮が必要な被験者はいない。

4.2 実験素材

受容語彙力の測定には望月テストの 1000 語レベル vst11, 2000 語レベル vst21, 3000 語レベル vst31, 4000 語レベル vst41, 5000 語レベル vst51, 6000 語レベル vst61 を用いた。また、総合的英語力の測定には実用英語技能検定(英検)3 級の筆記試験部分のみを実施している。

望月テストの vst41 以降については、高専 2 年生には難しすぎるかもしれない。たしかに、現行の学習指導要領では、中学校で 900 語程度¹⁰⁾、高等学校では、教育課程にもよるが、英語 I で 400 語程度、英語 II でさらに 500 語程度¹¹⁾の範囲内と定められている。ここまで合計しても 1800 語にしかならない。

しかし、望月¹²⁾には望月テストを高校生に課した結果、2 年生で平均 3247 語から 3750 語の語彙数があったと報告されている。つまり、vst41 以降も課していたことになる。

本研究でも vst41 以降も実施した。なお、実施の実務的な都合上 vst71 は除外した。

望月テストでは、各レベル 30 問で、6000 語レベルまで測定すれば、180 問のテストを実施するということになる。今回使用した問題の一部をつぎに示す。

(問題例)

日本語の意味を表す英語を(1)~(6)の中から選び、その番号を答えなさい。

vst11

- | | |
|--------------|---------------------------|
| 1. 小麦粉で焼いた菓子 | 2. 集まり、会 |
| (1) birthday | (2) cookie (3) fork |
| (4) party | (5) star (6) sweater |

vst31

- | | |
|--------|---------|
| 1. 巻き毛 | 2. 肉、肉体 |
|--------|---------|

vst51	(1) beach	(2) curl	(3) economy
	(4) flesh	(5) glory	(6) worker
1. 大工	2. 姪(めい)		
(1) brow	(2) carpenter	(3) closet	
(4) eyelid	(5) niece	(6) tailor	

なお、望月テストには実施時間はとくに定められておらず、単語認識速度までは考慮されていない。

また、総合的英語力の測定には2007年10月実施実用英語技能検定(英検)3級¹³⁾(筆記部分のみ採用、聴解力部分は除外)を用いた。

4.3 実験手順

英検3級筆記問題、望月テスト vst11 から vst31、望月テスト vst41 から vst61 をそれぞれ通常の授業時間中に実施した。

とくに予告はせず、授業時間の初めに実施した。実験前に成績には算入しない旨、および、今後の授業に役立てる旨を説明している。英検3級は筆記試験部分の規定時間である40分で、望月テストは3レベルを30分で実施した。望月テストには定められた時間はとくにはないが、経験上、被験者が落ち着いて解き終えるのに必要な時間と考えた。

5. 結 果

5.1 語彙力

望月テストの各レベル別の得点状況は表2および図1のとおりである。

表2 レベルごとの得点状況

レベ ル	vst 11	vst 21	vst 31	vst 41	vst 51	vst 61
平均	28.4	18.5	15.0	13.4	9.3	9.7
SD	1.4	3.0	3.1	3.0	3.4	3.2

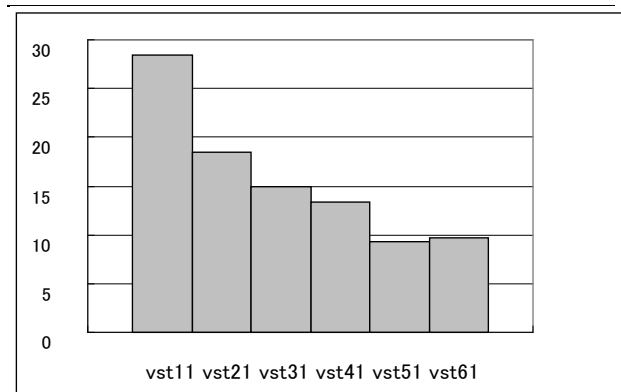


図1 レベルごとの得点状況

なお、1問1点として、満点は30点である。

また、隣接する各レベルの得点に有意な差があるのかを石川³⁾では対応あり t 検定で検証している。しかし、統計学的には分散分析および多重比較検定によって検証するのが妥当と考え、隣接レベルの得点について、一元分散分析と多重比較検定を実施した。その結果が表3および表4である。

表3 隣接レベル間の差

変 動 要 因	偏差平 方	自 由 度	平均 平方	F 値	p 値	F (0.99)
全 変 動	16985	335				
群 間 変 動	14132	5	2826	327	0	3.07
誤 差 変 動	2853	330	8.65			

表4 各レベル間の得点の比較(Tukey-Kramer)

	平均値 の差	危険率 5 %	危険率 1 %	
vst11, vst21	9.93	1.59	1.89	**
, vst31	13.41	1.59	1.89	**
, vst41	14.98	1.59	1.89	**
, vst51	19.13	1.59	1.89	**
, vst61	18.73	1.59	1.89	**
vst21, vst31	3.48	1.59	1.89	**
, vst41	5.05	1.59	1.89	**
, vst51	9.20	1.59	1.89	**
, vst61	8.80	1.59	1.89	**
vst31, vst41	1.57	1.59	1.89	n. s.
, vst51	5.71	1.59	1.89	**
, vst61	5.32	1.59	1.89	**
vst41, vst51	4.14	1.59	1.89	**
, vst61	3.75	1.59	1.89	**
vst51, vst61	-0.39	1.59	1.89	n. s.

注:** $p < .01$

表3から、 $F(335,5)=327$, $p=.00$, $F(0.99)=3.07$ となった。つまり、危険率1パーセントで、いずれかのレベル間に差があることを示している。

さらに、表4により、vst31/vst41間およびvst51/vst61間の平均値の差がそれぞれ1.57および.39であり、5パーセント水準でも、この両群間には平均値に有意な差がないと言える。なお、他のレベル間には1パーセント水準で有意差が認められた。

なお、表4はTukey-Kramer法による計算結果であるが、Bonfelsoni/DunnおよびScheff's F testでも有意差については同じ結果を得ている。

5.2 総合的英語力

総合的英語力の指標に採用した英検3級筆記試験部分(満点35点)の結果は表5のとおりである。

表5 英検3級筆記部分
(満点35点)

平均	25.4
SD	4.97

6. 考 察

表2および図1から、vst51とvst61の逆転現象を除き、語彙レベルが上がるにしたがって、正答数は減少していることがわかる。

また、表2より、vst11は平均点が満点近く、さらに標準偏差が他のレベルの約半分である。したがって、vst11の点数と総合的英語力の相関を考えるのはあまり意味がない。

他のレベルについては、標準偏差が3.0から3.4とvst11の倍以上の値となっているので、点数がばらつき、被験者の語彙力の違いをより表していると考えられる。

vst31とvst41およびvst51とvst61については、平均点が非常に近く、グラフで見てもほぼ横並びであり、多重比較検定の結果からもこの2つの隣接レベル間には、平均点に有意差がないことが確認できた。

表6 語彙力(vst11からvst61)と総合的英語力の相関係数一覧

vst11	vst21	vst31	vst41	vst51	vst61
.21	.34	.47	.38	.27	.22

表7 語彙力(vst21から上位レベルまでの合計)と総合的英語力の相関係数一覧

vst21-31	vst21-41	vst21-51	vst21-61
.34	.44	.44	.42

つまり、望月テストと総合的英語力の相関を考える際、vst11は有益とは言えず、また、vst31とvst41およびvst51とvst61はそれぞれどちらか一方でじゅうぶんであることがわかった。

つぎに、語彙テストの結果と総合的英語力の相関について考える。さきほど見たような問題もあるが、ここではvst11からvst61のすべてのレベルと英検の点数との相関を調べる。また、他にも、vst21からvst31、vst41、vst51、vst61までの合計との相関も調査する。まとめたのが表6と表7である。

この2つの表から、総合的英語力と最も相関係数が高いのは、vst31であることがわかる。相関係数0.47であるから「相関がある」と言える値である。

また、 $t(0.95)=2.0$ であり、vst31と総合との間の場合、 $t=3.9$ であった。さらに p 値(両側)=.00となった。

したがって、 $t(0.95)<t$ で棄却域に入る。また、 p 値による判定でも危険率0.1パーセントでも相関は有意と言えることになる。

vst31の得点と総合的英語力の指標としている英検3級の得点の散布図と回帰直線は図2のようになる。

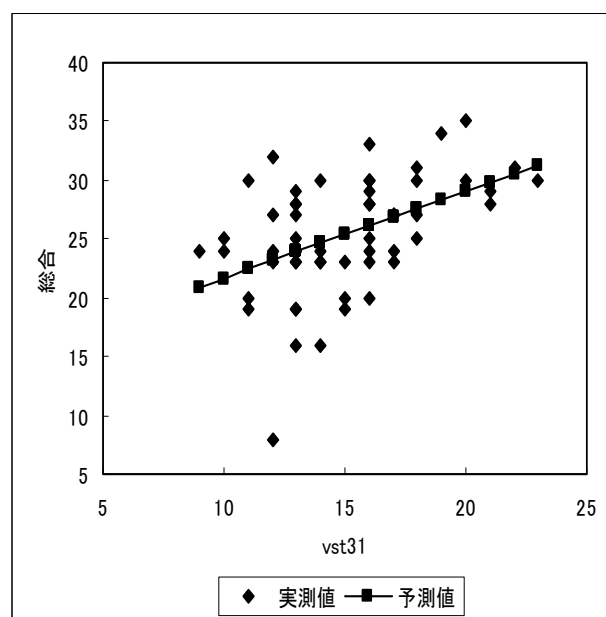


図2 散布図と回帰直線

また、表8に分散分析表を、表9に回帰係数の有意性を確認するためのデータをそれぞれ示す。

表8より、 $F(0.95)=4.0$ 、 $F=15.2$ であるから、 $F(0.95)<F$ となっており、この回帰直線は予測に役立つと言える。

また、 $p=.00$ であるから危険率0.1パーセントでも有意である。表9から、定数項、vst31ともに、 $p=.00$ であることがわかり、5パーセント以下であるから、目的変数である英検3級の得点の予測に必要な回帰

係数である。さらに、信頼区間にゼロが含まれていないことから有意性は確認できる。

表 8 分散分析表

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	p 値	F(0.95)
回帰	298.5	1	298.5	15.2	.00	4.02
残差	1058	54	19.6			
計	1357	55				

表 9 回帰係数の有意性の検定と信頼区間

	回帰係数	標準誤差	標準回帰係数	偏相関係数	t 値	F 値
定数項	14.3	2.9	14.3		4.9	24.2
vst31	.74	.20	.47	.47	3.9	15.2

	p 値	95% 下限	95% 上限
定数項	.00	8.5	20.1
vst31	.00	.40	1.12

したがって、説明変数である vst31 の得点は、目的変数である英検 3 級の得点の予測に必要である。なお、回帰式は下記のとおりである。

$$(\text{英検 3 級の得点}) = 0.74 \times (\text{vst31 の得点}) + 14.3$$

つまり、たとえば、vst31 が 30 点満点中の 25 点の場合、英検 3 級の筆記試験部分の得点は 32.8 点と予測できる。

7. ま と め

語彙サイズテストの得点と総合的な英語力の間にどの程度相関があるのか、また、語彙サイズテストの得点から総合的な英語力が推定できるのかを調べた。

その結果、被験者である高専 2 年生の場合、300 語レベルの語彙サイズテストである vst31 の点数が、総合的英語力の指標として採用した英検 3 級筆記

試験部分と最も高い相関があることがわかった。

本研究の結果からすれば、英検 3 級でどの程度の点数が取れるのかを実際に測るには 40 分を要するところ、望月テストの vst31 のみで代用できれば 10 分程度で終わられる。

ただし、今後は、望月テストあるいは英検 3 級以外の指標で実験した場合に同様の結果が得られるのか検証する必要がある。また、語彙サイズではなく、語彙知識の深さを基準に考えるとどのような結果が得られるのかなども興味深いテーマである。

参 考 文 献

- 1) 門田修平編著：英語のメンタルレキシコン，松柏社，(2003)134
- 2) I. S. P. Nation: Learning Vocabulary in Another Language, Cambridge University Press, (2001)144
- 3) 石川慎一郎：語彙サイズテストは英語総合力をどの程度推定しうるか，大学英語教育学会英語語彙研究会第 3 回大会口頭発表，(2006)
- 4) 大学英語教育学会基本語改訂委員会編：大学英語教育学会基本語リスト：JACET List of 8000 Basic Words. 大学英語教育学会(2003)
- 5) I. S. P. Nation: Learning Vocabulary in Another Language, Cambridge University Press, (2001)27
- 6) 石川慎一郎：大学生英語学習者の受容語彙力と発表語彙力の関係，中部地区英語教育学会紀要，34，(2005)337-344
- 7) 望月正道：日本人英語学習者のための語彙サイズテスト，語学教育研究所紀要，12，(1998)27-53
- 8) 望月正道・相澤一美・投野由起夫：英語語彙の指導マニュアル，大修館書店，(2003)211-226
- 9) I. S. P. Nation: Learning Vocabulary in Another Language, Cambridge University Press, (2001)416-424
- 10) 文部科学省：中学校学習指導要領第 9 節外国語，http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301/03122602/010.htm
- 11) 文部科学省：高等学校学習指導要領第 8 節外国語，http://www.mext.go.jp/b_menu/shuppan/sonota/990301/03122603/009.htm
- 12) 望月正道・相澤一美・投野由起夫：英語語彙の指導マニュアル，大修館書店，(2003)186-188
- 13) 日本英語検定協会：英検 3 級 2007 年 10 月 21 日実施問題，http://www.eiken.or.jp/listening/grade_3/200702/pdf/2007-2-1ji-3kyu.pdf

ランダム行列理論を用いた有限密度格子QCDの研究

佐々井祐二*

中村 純†

高石哲弥‡

Gernot Akemann§

Study of Finite Density Lattice QCD using Random Matrix Theory

Yuji SASAI, Atsushi NAKAMURA, Tetsuya TAKAISHI and Gernot AKEMANN

The comparison between unquenched SU(3) Lattice QCD and random matrix theory can provide information on the pion decay constant F_π . We calculated eigenvalue distributions of Dirac operator on $8^3 \times 4$ lattice using $N_f = 2$ Kogut-Susskind fermions. We performed fits between these lattice data and the spectral density of random matrix theory at coupling $\beta = 5.30$ and iso-vector chemical potential $\mu a = 0.0, 0.004773, 0.1$ and 0.2 , and then find good agreement. Especially our data indicates that F_π decreases as the iso-vector chemical potential increases. For more precise fit of α parameter, we also compare the first eigenvalue distribution of random matrix theory to unquenched lattice data.

Key words: Lattice gauge theory, Random matrix theory, Dirac spectra

1. Introduction

非摂動領域の情報を得るための正則化の方法として、格子間隔 a と 4 次元体積 V を持つ格子量子色力学 (QCD : Quantum ChromoDynamics) がある。宇宙初期や中性子星内部、重イオン衝突などの有限密度においては、バリオン数化学ポテンシャルが導入される。このとき SU(3) 格子 QCD では、ディラック行列式が複素数となってしまう、符号問題が発生し、ゲージ配位をボルツマンの重みで生成する通常のモンテカルロ法が使用できなくなる。しかし、ディラック行列式を無視するクエンチの手法の他に、位相を無視しディラック行列式の絶対値を測度に加える位相クエンチの手法がある¹⁻³⁾。この場合、アイソスピン化学ポテンシャル μa を導入していることになる。格子 QCD ではこのディラック演算子の固有値分布を調べることができる。

ϵ -領域における QCD はカイラルランダム行列理論 (RMT : Random Matrix Theory)^{4,5)} で記述することができる。RMT は多くの厳密で解析的な結果を導出することができる。その一番重要な測定量はスペクトル密度相関関数である。最小固有値のスペクトル密度相関関数と格子 QCD の結果とを比較することにより、低エネルギー物理定数として、カイラル凝縮 Σ とパイオン崩壊定数 F_π を引き出すことが期待されている。 $\mu a = 0$ では、ディラック演算子は反エルミートであり、そのスペクトルは虚軸上に分布する。しかし、 $\mu a \neq 0$ では、 μa の増大と共に、スペクトルは実軸方向に広がっていく。このとき、ディラック演算子

は非エルミートとなる。

$\mu a \neq 0$ におけるディラック演算子の (クエンチと非クエンチの) スペクトル密度相関関数は Osborn⁶⁾, Akemann 他⁷⁾, Splittoroff 他⁸⁾ のカイラル RMT で計算された。また、Kogut-Susskind (KS) フェルミオン^{9,10)} あるいは overlap フェルミオン¹¹⁾ を用いたクエンチの格子 QCD データとスペクトル密度相関関数との比較についても行われている。格子 QCD において、overlap フェルミオンは Ginsparg-Wilson 関係式を満足し、厳密なカイラル対称性と厳密な 0 モードを持ち、インデックス定理を満足するが、膨大な計算機リソースを必要とし、ゲージ配位を溜めるのが難しい。

$\mu a \approx 0$ では、スペクトルは原点近傍の虚軸方向で振動している。このとき、格子 QCD のデータとカイラル RMT の結果のチューニングをかなり厳密に行うことができる。しかし、 μa の増大と共にこの振動はなくなる。そこで、個別の固有値分布を比較することが必要となる。 $\mu a = 0$ では、全ての個別の固有値分布関数が解析的に求められる^{12,13)}。Akemann 他は、 $\mu a \neq 0$ における QCD ディラック演算子の個別の (クエンチと非クエンチの) 固有値密度分布関数を RMT から導出した^{14,15)}。

本稿で、我々はアイソスピン化学ポテンシャルにおける SU(3) 格子 QCD の非クエンチの固有値データとカイラル RMT のスペクトル密度関数との比較を行い、パイオン崩壊定数 F_π の μa 依存性を調べる。この比較の際に重要なのが、 $\mu a \neq 0$ の格子 QCD におけるディラック演算子の固有値の平均準位間隔 (mean level spacing) d の定義である。 $\mu a = 0$ の場合は、固有値は虚軸上に 1 次元的に分布するので、その並び順で固有値間隔を考えればよい。 $\mu a \neq 0$ では固有値

* 津山工業高等専門学校 専門学科共通科目

† 広島大学

‡ 広島経済大学

§ Brunell University

は2次元的に分布するが、Banks-Casher 関係式を考慮に入れて、虚軸上に射影された固有値の値 (虚数成分) の並び順で、固有値間隔を考えた。また、原点近傍の最小固有値について、格子 QCD データの固有値密度と RMT の固有値分布関数との比較を試みる。

2. Lattice Gauge Theory (LGT)

熱力学系は分配関数

$$Z = \int DU D\bar{\psi} D\psi \exp\left[-\int_0^{1/kT} d\tau \int d^3x (L + \mu\bar{\psi}\gamma_4\psi)\right] \\ = \int DU (\det \Delta(\mu))^{N_f/4} e^{-\beta S_g} \quad (1)$$

で記述される。ここで、 k はボルツマン定数、 T は温度、 N_f はフレーバー数、 μ は化学ポテンシャル、 $\beta = 6/g^2$ は結合定数、 S_g はゲージ作用である。また、ゲージ場 (クォーク) に対応する格子上のリンク (サイト) 変数 $U(\psi)$ に対しては周期的 (非周期的) 境界条件を課している。

我々は、格子上でゲージ場の配位の統計数を増やすため KS フェルミオンを採用している。 $\mu = 0$ であれば、フェルミオン行列式 $\det \Delta(\mu)$ は正実数となり数値計算は実行可能であるが、 $\mu \neq 0$ であれば、 $\det \Delta(\mu)$ は複素数 $|\det \Delta(\mu)| e^{i\theta}$ となり、モンテカルロ計算におけるゲージ場の配位のアップデートの積分測度に位相 $e^{i\theta}$ が入るため、計算は困難となる。

そこで、モンテカルロシミュレーションにおいて、 $N_f = 2$ におけるオペレーター O の期待値として、クエンチ測度では

$$\langle O \rangle_0 = \frac{1}{Z} \int DU O e^{-\beta S_g} \quad (2)$$

を取り扱う。また、アイソスピン化学ポテンシャルでは位相は入らないから、非クエンチ測度として

$$\langle O \rangle = \frac{1}{Z} \int DU |\det \Delta|^{1/2} O e^{-\beta S_g} \quad (3)$$

を取り扱う。

3. Random Matrix Theory (RMT)

ゲージ場中でのクォークが満足するディラック方程式の固有関数の基底をカイラル基底にとりこれをランダム行列で取り扱うものがカイラルランダム行列理論である。 $\mu \neq 0$ における RMT の分配関数は

$$Z = \int dA dB \exp\{-N \text{Tr} (AA^\dagger + BB^\dagger)\} \\ \times \prod_{f=1}^{N_f} \det \begin{pmatrix} m_f & iA + \hat{\mu}B \\ iA^\dagger + \hat{\mu}B^\dagger & m_f \end{pmatrix}, \quad (4)$$

ここで、 A と B は $N \times N$ の複素行列 (ただし、トポロジカルチャージ $\nu = 0$)、 $\hat{\mu}$ は RMT における化学ポ

テンシャルである。また、分配関数 Z はディラック演算子の N 個の固有値 z_j で書けるが、対称性 $z \leftrightarrow -z$ により、積分領域として複素上半平面 $\mathbb{C}_+$ のみを考えている。ディラック演算子に Schur 分解を行い、複素対角成分 $\text{diag}(z_1, \dots, z_N)$ 以外の自由度を積分することにより次の式を得る

$$Z = \prod_{j=1}^N \int_{\mathbb{C}_+} d^2 z_j \mathcal{P}(\{z\}). \quad (5)$$

ここで $\mathcal{P}(\{z\})$ は同時確率分布関数であり、以下で与えられる

$$\mathcal{P}(\{z\}) = \prod_{j=1}^N w^{(N_f)}(z_j) |\Delta_N(z^2)|^2, \quad (6)$$

ここで、Vandermonde 行列式 $\Delta_N(z^2) = \prod_{i>j=1}^N (z_i^2 - z_j^2)$ が出てくる。また、重み w はクォークのフレーバー N_f と質量 m_f ($f = 1, \dots, N_f$) に依存する、

$$w^{(N_f)}(z_j) = \prod_{f=1}^{N_f} (m_f^2 - z_j^2) |z_j|^2 \\ \times K_0 \left(\frac{N(1 + \hat{\mu}^2)}{2\hat{\mu}^2} |z_j|^2 \right) e^{\frac{N(\hat{\mu}^2 - 1)}{4\hat{\mu}^2} (z_j^2 + z_j^{*2})}, \quad (7)$$

ここで、 K_0 は第2種変形 Bessel 関数である。

次に、複素固有値密度相関関数は次のように定義される

$$R_k(z_1, \dots, z_k) \equiv \frac{1}{Z} \frac{N!}{(N-k)!} \prod_{j=k+1}^N \int_{\mathbb{C}_+} d^2 z_j \mathcal{P}(\{z\}). \quad (8)$$

このとき、 $R_1(z)$ はスペクトル密度関数である。式 (7) の w を重みとする直交多項式の方法により^{6,7)}、複素固有値密度相関関数は次のように書かれる、

$$R_k(z_1, \dots, z_k) = \prod_{l=1}^k w^{(N_f)}(z_l) \det_{1 \leq i, j \leq k} K_N(z_i, z_j^*) \\ \equiv \det_{1 \leq i, j \leq k} \mathcal{K}_N(z_i, z_j^*), \quad (9)$$

ここで、核 $K_N(z_i, z_j^*)$, $\mathcal{K}_N(z_i, z_j^*)$ は双直交多項式 (Laguerre 多項式) で書くことができる。

体積 V 無限大の極限では、RMT は ϵ -領域における QCD と等価である¹⁶⁾。この領域において、我々はディラック固有値、クォーク質量、化学ポテンシャルをリスケールさせる： $\xi_i \equiv N z_i (= V \Sigma z_i)$, $\eta_f \equiv N m_f (= V \Sigma m_f)$, $\alpha^2 \equiv 2N \hat{\mu}^2 (= V F_\pi^2 \mu^2)$ (ここで、体積 V (ディラック演算子の階数 N) 無限大の極限において、この積の値は保持される)。具体的には、固有値、質量のリスケール関係式は次のようになる

$$\xi_i = \frac{\pi}{d} \cdot z_i, \quad \eta_f = \frac{\pi}{d} \cdot m_f. \quad (10)$$

ここで、 d は Banks-Casher 関係式を拠り所とする平均準位間隔である。クエンチの場合の微視的スペクトル核は次のように与えられる^{6,7)},

$$\begin{aligned} \mathcal{X}_s(\xi_1, \xi_2^*) &= \frac{1}{2\pi\alpha^2} |\xi_1 \xi_2| K_0\left(\frac{|\xi_1|^2}{4\alpha^2}\right)^{\frac{1}{2}} K_0\left(\frac{|\xi_2|^2}{4\alpha^2}\right)^{\frac{1}{2}} \\ &\times \exp\left[-\frac{\text{Re}(\xi_1^2 + \xi_2^2)}{8\alpha^2}\right] \int_0^1 dt e^{-2\alpha^2 t} I_0(\xi_1 t) I_0(\xi_2^* t), \end{aligned} \quad (11)$$

ここで、 I_0 は第 1 種変形 Bessel 関数であり、微視的スペクトル密度は $\hat{\rho}_1(\xi) = \mathcal{X}_s(\xi, \xi^*)$ で与えられる。我々が比較を試みる格子データはフレーバー数 $N_f = 2$, $\eta \equiv \eta_1 = \eta_2$ であり、対応する非クエンチ RMT の微視的スペクトル密度は次のように与えられる

$$\hat{\rho}^{(N_f=2)}(\xi) = \hat{\rho}_1(\xi) \left(1 - \frac{|\mathcal{X}_s(\xi, \eta^*)|^2}{\mathcal{X}_s(\eta, \eta^*) \mathcal{X}_s(\xi, \xi^*)}\right). \quad (12)$$

4. Comparison of lattice data and RMT

我々は、RMT において格子データを再現できるようなパラメータを調べ、対応する物理を見つけたい。そのために LGT の固有値密度関数 $\rho(z)$ と RMT の微視的スペクトル密度 $\hat{\rho}^{(N_f=2)}(\xi)$ とを比較し、対応関係を調べることが必要となる。

LGT 計算について、ゲージ配位生成は、R-アルゴリズムを用いて、 $8^3 \times 4$ 格子、 $N_f = 2$, $\beta = 5.30$, $ma = 0.05$ において行った。次に、これらのゲージ配位に対して固有値を計算することが問題となる。LAPACK を用いて全固有値を計算するには非常に時間が掛かる。我々は RMT では微視的極限として弱非エルミート極限を取ることで、固有値分布の中心近傍の固有値が必要である。従って、ディラック演算子の固有値については、絶対値の昇順に 100 個ずつ計算できればよい。そのため、LU 分解と ARPACK を用いた。この場合、ゲージ配位 1 個当たり短時間で計算できるので、5,000 ~ 15,000 配位分の固有値を計算した。次に、これらの固有値データの統計平均により、固有値密度を計算した。しかし、RMT の記法に合わせるため、固有値密度関数を $\int dx dy \rho(x, y) = N = N_c \times 8^3 \times 4 = 6144$ と正規化している。これは、後述する RMT の個別の固有値密度分布関数 $p_k(\xi)$ を 1 に正規化しているためである。

格子データと RMT の比較のために、平均準位間隔 d が非常に重要である。 $\mu a = 0$ の場合、固有値は虚軸上に分布する。Banks-Casher 関係式、

$$\Sigma = \langle \bar{\psi} \psi \rangle = -\frac{\pi \rho(0)}{V} = -\frac{\pi}{Vd} \quad (13)$$

には中心近傍の固有値密度が含まれるので、虚軸上に並んだ固有値の平均間隔 d を計算すればよい。しかし、 $\mu a \neq 0$ の場合、複素固有値は 2 次的に広が

Table 1. Summary of simulation parameters ($\beta = 5.30$, $V = 8^3 \times 4$)

μa	level spacing d	no. of config.
0.0	$2.57(4) \times 10^{-3}$	5,000
0.004773	$2.64(4) \times 10^{-3}$	15,000
0.10	$2.73(4) \times 10^{-3}$	15,000
0.20	$4.3(2) \times 10^{-3}$	10,000

り、その並び順をどう定義するかが問題となる。ここでは弱非エルミート極限のため、複素固有値を虚軸上に射影させ、中心付近の数個の固有値の平均間隔を測定し、これを d とする。 $\mu a = 0, 0.004776, 0.1$ では、 d の最小固有値数による変化は小さいが、大きな μa ではその変化は大きくなる。また、クエンチにおけるチェックのため、 $V = 6^4$, $\beta = 5.0$, $\mu a = 0.006$ ($\alpha = 0.20$) の条件で格子データと RMT との比較を行い、Akemann と Wettig の結果¹⁷⁾ との一致を確認した。

以下、化学ポテンシャル $\mu a = 0.1$ の場合について、LGT と RMT の対応関係を調べる。

1. 平均準位間隔 d を計算し、格子データをリスケールする。今の場合、 $d = 2.73(4) \times 10^{-3}$ であるので、ゲージ配位 15,000 個分の固有値の統計平均により得られた固有値密度関数 $\rho(za)$ の固有値 za を、式 (10) により $\pi/d = 1.15(2) \times 10^3$ 倍リスケールさせた値を ξ とする。
2. 質量 ma を同様にリスケールさせて $\eta = 57.6$ とする。ここまでは一意的に決まる。
3. 計算した質量 η と適当な α の値を入力し RMT で計算する。実軸（虚軸）方向で分布幅やピーク、プラトーが合うように $\alpha = 1.68$ を決め、このとき虚軸（実軸）方向もグラフが重なるように調節する (図 1, 図 2)。

統計の関係でヒストグラムの幅が大きいですが、図 2 より、LGT (非クエンチ) の結果と RMT の結果は正規化未調節、 α のみフリーパラメータとしてよく一

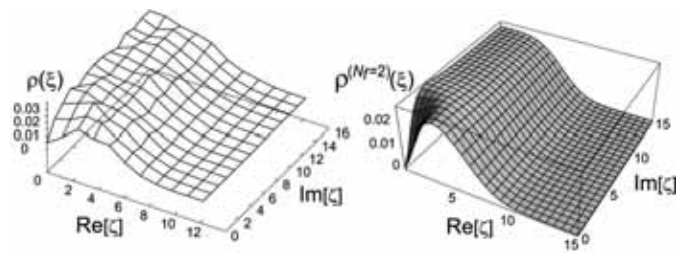


Figure 1. Density of small Dirac eigenvalue: $\mu a = 0.1$, $\beta = 5.30$ and $ma = 0.05$ (left), $\alpha = 1.68$ and $\eta = 57.6$ (right). $\alpha = 1.68$ and $\eta = 57.6$.

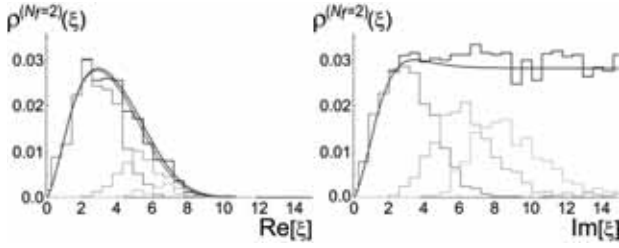


Figure 2. The eigenvalue density distribution at $\mu a = 0.10$ along the real axis (left) and the imaginary axis (right). The histogram in black is the lattice data (unquench). Red, green and light-blue histograms stand for the first, the second and the third eigenvalue density distribution (lattice). A blue (black) curve corresponds to RMT unquench (quench) result. $\alpha = 1.68$ and $\eta = 57.6$.

致している. $\mu a = 0.10$ はディラック行列式の絶対値の効果の小さい低密度領域であり, LGT(非クエンチ)の結果が RMT のクエンチでなく非クエンチに対応しているか判断できない. また, RMT の結果からも, ディラック行列式の絶対値の効果は固有値空間の虚軸ではなく, 実軸方向に現れることが分かる. 格子データの第 1 固有値, 第 2 固有値, 第 3 固有値のヒストグラムについても掲載した. 図 3 に, α パラメータのチューニングの様子を示す.

次に, 化学ポテンシャル $\mu a = 0.0$ の場合について, 格子データと RMT の対応関係を調べる. 化学ポテンシャルがないので, 格子データの固有値は虚軸上に分布する. この場合, 非クエンチ QCD は full QCD に対応し, 式 (11) は $\alpha \rightarrow 0$ において, 次の簡単な形式となる,

$$\hat{\rho}_1(\xi) = \text{Re}(\xi) \int_0^1 dt e^{-2\alpha^2 t} I_0(\xi t) I_0(\xi^* t), \quad (14)$$

ここで, full 格子 QCD データと RMT の比較の結果を, 図 4 に示す. 正規化未調節, フリーパラメータなし, ゲージ配位の統計が少ないにも関わらず, 最初のピーク 3 個は良く一致している.

化学ポテンシャル $\mu a = 2.0$ の場合について, 格子 QCD データと RMT の比較の結果を, 図 5 に示す.

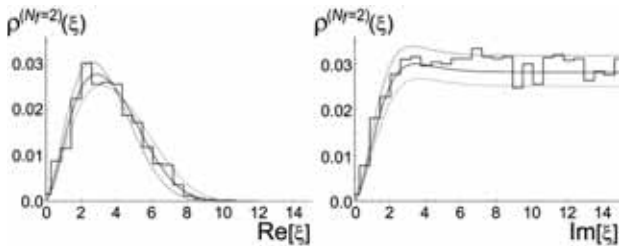


Figure 3. This is for tuning of the parameter α . Green, blue and light-blue curves correspond $\alpha = 1.58, 1.68$ and 1.78 , respectively.

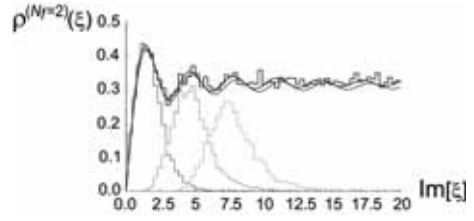


Figure 4. Eigen value density distribution along the imaginary axis. The histogram in black is lattice data (full QCD) at $\mu a = 0.0$. There is no free parameter. The other is same as Fig.2.

RMT の結果から, この密度領域ではディラック行列式の効果を実軸方向のピークの外側に現れることが分かる. また, $\beta = 5.30 \approx \beta_c = 5.29(9)$ であるので¹⁸⁾, ほとんど臨界点直上であるが, α パラメータのチューニングにより, 格子 QCD データと RMT をフィットできている.

幾つか α のフィット値が得られた. $\alpha/\mu a = F_\pi/\sqrt{V}$ であるので, $\alpha/\mu a$ を計算することにより, パイオン崩壊定数 F_π の密度変化を推定することができる. その結果を表 2 に示す. $\mu a = 0.0, 0.004773, 0.10$ では, 結合定数 $\beta = 5.30$ はそれぞれの β_c より小さく, これらの密度領域は閉じ込め相である. また, カイラル凝縮 Σ の値も余り変化はなく, $\alpha_{fit}/\mu a$ も余り変化はない. しかし, 臨界点直上である $\mu a = 0.20$ では, Σ の値が下がり, $\alpha_{fit}/\mu a$ も下がっている. 従って, $\mu_c a$ に近づくにつれ, F_π の値が減少する傾向を示していることが分かる.

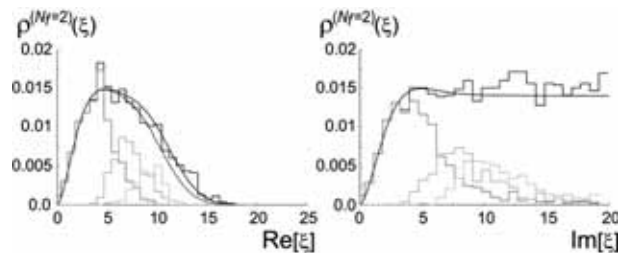


Figure 5. Same as Fig.2, but for $\mu a = 0.20$, $\alpha = 2.38$ and $\eta = 36.2$.

Table 2. Estimation of F_π as μa increases.

μa	α_{fit}	$\alpha_{fit}/\mu a$
0.0	none	none
0.004773	0.08	16.8
0.10	1.68	16.8
0.20	2.38	11.9

5. First eigenvalue distribution for complex eigenvalues

上述のように、 $\mu a \approx 0$ の低密度領域では、LGT の固有値密度関数 $\rho(\xi)$ と RMT の微視的スペクトル密度 $\hat{\rho}^{(N_f=2)}(\xi)$ に振動が現れ、そのフィットを厳密に行うことができる。しかし、 μa の増大につれ、振動は見られなくなる。そこで、個別の固有値分布を比較することが重要となる。

ギャップ確率と k 番目の固有値分布関数 $p_k(\xi)$ の定義の関係から、RMT における第 1 固有値分布関数 $p_1(\xi)$ は次のように得られる^{14,15)}

$$p_1(\xi) = R_1(\xi) - \int_J d\xi' R_2(\xi, \xi') + \frac{1}{2} \int_J d\xi' d\xi'' R_3(\xi, \xi', \xi'') + \dots, \quad (15)$$

ここで、1 個の固有値が領域 J にあり、 $N-1$ 個の固有値が補領域 $\bar{J} \equiv \mathbb{C}_+ / J$ にあるとしている。式 (9) より、 R_k ($k = 1, 2$) は次の式で与えられる

$$\begin{aligned} R_1(\xi) &= \mathcal{X}_s(\xi, \xi^*) \\ R_2(\xi, \xi') &= \mathcal{X}_s(\xi, \xi^*) \mathcal{X}_s(\xi', \xi'^*) - \mathcal{X}_s(\xi, \xi'^*) \mathcal{X}_s(\xi', \xi^*). \end{aligned} \quad (16)$$

ここでは $\mu a = 0.10$ の場合について、格子データの第 1 固有値密度関数とクエンチ RMT の第 1 固有値分布関数 $p_1(\xi)$ を図 6 に掲載する。ただし、計算の収束時間の関係で、式 (15) の右辺第 2 項までで近似をしているが、実軸、虚軸方向とも第 3 固有値の相関が強くなる 5.0 付近まで、これらヒストグラムと曲線とは良く一致している。

6. Summary

我々は $8^3 \times 4$ 格子上で $N_f = 2$, $ma = 0.05$, 非クエンチ (アイソスピン化学ポテンシャル) ゲージ配位を計算している。ディラック演算子の固有値空間の様相の解析のため、その固有値分布と RMT との比較を試みた。 $\mu a = 0.0$ の場合、我々は full QCD ゲー

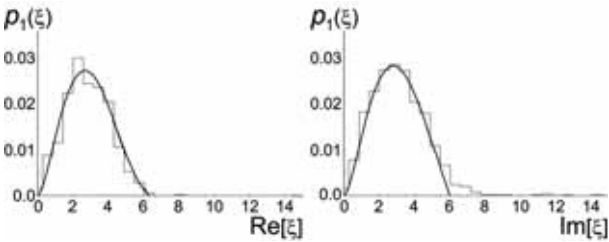


Figure 6. In the case of $\mu a = 0.10$, the red histogram stands for the first eigenvalue density distribution in LGT (unquench). The black line is the first eigenvalue distribution $p_1(\xi)$ by RMT (quench).

ジ配位を持っていて、そこではフリーパラメータはない。格子データの最初の 3 つのピークは非クエンチ RMT の計算と良く一致している。 $\mu a = 0.004773$, 0.10, 0.20 では、 α パラメータの調節のみで RMT グラフを格子データにフィットさせることができる。また、これらの密度領域で、パイオン崩壊定数 F_π の変化を調べ、 $\mu a = 0.004773$, 0.1 (非閉じ込め相) における F_π は、 $\mu a = 0.20$ (殆ど臨界点直上) における F_π よりも大きい、つまり、 μ_c に近づくにつれ、 F_π は小さくなるようである。密度領域ではスペクトル密度関数に振動がないため、 α パラメータの厳密なチューニングが行いにくい。そこで、準備計算として、 $\mu a = 0.10$ の場合に、格子データの第 1 固有値密度関数と RMT の第 1 固有値分布関数 $p_1(\xi)$ の比較を行い、良い一致を得た。

Acknowledgments

本数値計算は大阪大学核物理研究センター (RCNP) のベクトル型計算機 NEC SX-8 と広島大学のスカラー型計算機 日立 SR-11000 によりなされました。また、YS は 2007 年度 津山工業高等専門学校傾斜配分枠研究経費を受けました。ここに深謝いたします。

References

- 1) S. Muroya, A. Nakamura, C. Nonaka and T. Takaishi, Prog.Theor.Phys.**110** (2003) 615 [hep-lat/030631].
- 2) A. Nakamura, Y. Sasai and T. Takaishi, Nucl. Phys. (Proc. Suppl.) **129-130C** (2004) 539 [hep-lat/0310046].
- 3) A. Nakamura, Y. Sasai and T. Takaishi, AIP Conf. Proc. **756** (2005) 416.
- 4) E. V. Shuryak and J. J. M. Verbaarschot, Nucl. Phys. **A560** (1993) 306 [hep-th/9212088].
- 5) J. J. M. Verbaarschot, Phys. Rev. Lett. **72** (1994) 2531 [hep-th/9401059].
- 6) J. C. Osborn, Phys. Rev. Lett. **93** (2004) 222001.
- 7) G. Akemann, J. C. Osborn, K. Splittorff, and J. J. M. Verbaarschot, Nucl. Phys. **B712** (2005) 287.
- 8) K. Splittorff and J. J. M. Verbaarschot, Nucl. Phys. **B683** (2004) 467.
- 9) G. Akemann and T. Wettig, Phys. Rev. Lett. **92** (2004) 102002 [Erratum-ibid. **96** (2006) 029902] [hep-lat/0308003].
- 10) J. C. Osborn and T. Wettig, PoS **LAT2005** (2006) 200 [hep-lat/0510115].
- 11) J. Bloch and T. Wettig, Phys. Rev. Lett. **97** (2006) 012003 [hep-lat/0604020].
- 12) S. M. Nishigaki, P. H. Damgaard and T. Wettig, Phys. Rev. **D58** (1998) 087704 [hep-th/9803007].
- 13) P.H. Damgaard and S.M. Nishigaki, Phys. Rev. **D63** (2001) 045012 [arXiv:hep-th/0006111v2].
- 14) G. Akemann, J. Bloch, L. Shifrin, T. Wettig, Phys. Rev. Lett. **100** (2008) 032002; [arXiv:0710.2865v2 [hep-lat]].
- 15) G. Akemann, J. Bloch, L. Shifrin, T. Wettig, PoS **LAT2007** (2007) 224; [arXiv:0711.0629 [hep-lat]].
- 16) F. Basile and G. Akemann, JHEP **12** (2007) 043.
- 17) G. Akemann and T. Wettig, Phys. Rev. Lett. **92** (2004) 102002; [hep-lat/0308003].
- 18) J.B. Kogut, D.K. Sinclair, Phys. Rev. **D70** (2004) 094501; [hep-lat/0407027].

研 究 調 査 報 告

電気二重層キャパシタに用いる活性炭電極に関する研究

下西二郎* 鶴見征則** 由城和弘*** 岩崎由規子***

Investigation on the activated carbon constructing electrodes for EDLC

Jiro SHIMONISHI* Masanori TSURUMI** Kazuhiro YUUKI*** and Noriko IWASAKI***

It is well known that the performance of Electric Double Layer Capacitor(EDLC) strongly depend on the activated carbon which constructs its electrodes. In this paper, we'll investigate the relations between specific surface area and pore diameter of the activated carbon and how to affect the performance on EDLC when these activated carbons were used for its electrodes. The activated carbons used for electrodes here are made under various conditions such as times, temperature for carbonization and temperature, water vapor for activation. Results we got are summarized as follows ① specific surface area of activated carbon are strongly effected by temperature and time for activation. ② The relation between specific surface area and pore diameter of the activated carbon couldn't be clarified and analyzed yet. ③ the specific surface area does not correlate with the capacity of EDLC just like the normal capacitor, $C = \epsilon S/d$.

Key words : EDLC, Activated Carbon, Battery cell, Capacitor

1. はじめに

私たちの日常生活で繰り返し電気を蓄え、放電する手段といえば、鉛蓄電池やニッケル水素、リチウムイオン電池などの二次電池がある。蓄えにくい電気エネルギーを化学エネルギーに変換して蓄え、元に戻して放電するという方式で、高いエネルギー密度を得ているが、二次電池は寿命、充電時間、効率や環境問題などの課題を抱えている¹⁾。

そこで、電気を効率よく蓄え、二次電池の欠点を改善できる蓄電デバイスとしてキャパシタが注目されている。ここでいうキャパシタは非常に大きな表面積を持つ活性炭を電極として、電解液との界面に自然に発生する電気的な絶縁膜、電気二重層に電荷を蓄える電気二重層キャパシタ (Electric Double Layer Capacitor : EDLC) である。EDLC は F(ファラド)オーダーの容量を持っているが、耐電圧が低くエネルギー密度が小さいという蓄電デバイスにとって致命的ともいえる欠点がある。その欠点を改善するために EDLC と電子回路を組み合わせた蓄電システム ECS²⁾(Energy Capacitor Systems)が(株)岡村研究所の岡村迪夫氏により、提唱され、将来の蓄電システムとして実用化され始めている。

しかし、蓄電デバイスとなる EDLC の活性炭電極

と静電容量の明らかな相関は得られておらず、その性質の多くが理論的に解明されていない。

ここでは、EDLC の性能を大きく左右する活性炭電極に着目し、活性炭の細孔径分布制御を試みるとともに、活性炭の細孔径と静電容量密度の関係を調べることを目的としている。

本稿では、第 2 章で電気二重層キャパシタの構造と特徴について述べ、第 3 章では、活性炭とそれを用いた電極の作製法についてのべる。さらに第 4、5 章で今回作製した電極の特性測定実験とその結果および結果に対する検討をしている。第 6 章は本論文のまとめであり、本論文で得られたいくつかの知見を述べている。

2. 電気二重層キャパシタとその特性測定

2.1 電気二重層キャパシタ (EDLC)

電気二重層(Electric Double Layer)とは 1879 年に Helmholtz³⁾が発見した現象で、電解液に電極(導体)を浸すと、電解液と電極が接する部分に 1 分子が並んだ薄い層を生じ、その外側の電解液に拡散層が広がる。この内層(1 分子が並んだ薄い層)と外層(拡散層)をまとめて電気二重層といい、電解液と電極の間にいくら電圧を加えても電流が流れない電極を理想分極性電極という。この電流が流れない状態で内層は絶縁状態となり、電極と電解液の界面は平行平板コンデンサとみなせる。これが電気二重層キャパシタである。現実には理想分極性電極は存在しないので、加える電圧を電解液が電気分解を起こす電圧

原稿受付 平成 20 年 8 月 31 日

* 電気電子工学科

**平成 16 年 3 月 電子情報システム工学専攻修了

***(株)アイテック・ツリタニ技術開発課

より低い電圧にして、内層が絶縁物として扱える電圧範囲で EDLC セルを作る. Fig.1 に EDLC セルの原理を示す^{注)}.

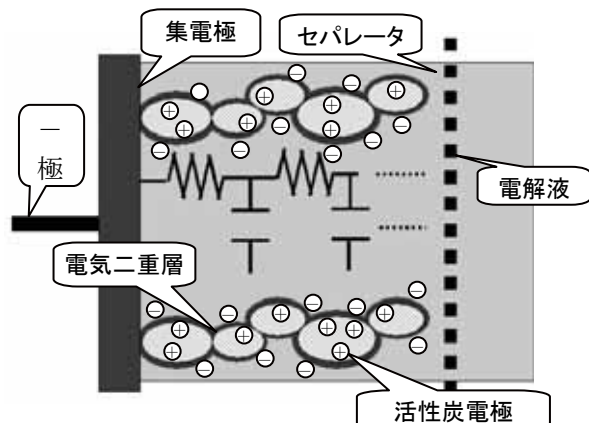


Fig. 1 EDLC の構造と等価回路

図において、EDLC セルでは多くの電気二重層を得るために、電極に表面積の広い活性炭が用いられる. そして、蓄えた電気を効率よく取り出すための集電極と、正負の電極が接触して短絡するのを防ぐためのセパレータが設けられる. さらに、EDLC の等価回路は活性炭電極の抵抗と、電気二重層による静電容量が多段になって配列しているとみなせる⁴⁾.

EDLC セルには次のような特徴がある.

- ① 化学反応を利用せず、電気を電気のまま蓄えるので急速な充放電が可能.
- ② 電解液中のイオンがなくならない限り使用できる. つまり長寿命である.
- ③ 重金属を使用しないので、地球環境にやさしく、低公害である.
- ④ 電圧から電気量の残量が正確に分かる.
- ⑤ 電解液の耐電圧が低く、エネルギー密度が小さい.
- ⑥ 放電していくと電圧が指数関数的に低下していく.

⑤、⑥の欠点を改善するために、EDLC と電子回路を組み合わせた蓄電システム ECS が提唱されている.

3. 活性炭電極

3.1 活性炭について

電気二重層は電極と電解液の界面に生じるので、EDLC セルの電極には表面積の広い活性炭が用いられる. 活性炭は、ヤシ殻や石炭あるいはフェノー

ル樹脂など炭素含有量の多い原料を炭化し、次にガスや薬品を用いて賦活して作られる微細孔(直径 10～200[Å])を持つ炭素である. この微細孔は炭素内部に網目状に構成されており、500～2500[m²/g]の表面積を作り出す.

賦活とは炭素材料に水蒸気や薬品を加えて、加熱することにより化学反応を起こさせて、炭素材料の表面や内部に多数の微細な孔をあけ表面積を大きくする処理である. 代表的な活性炭の作製工程を Fig.2 に示す. この工程で炭化を省いて、いきなり賦活するとガスや灰になる割合が増え歩留まりが悪くなる. また、最初の炭化を念入りにすると硬く微細な黒鉛構造が発達して頑丈になり、その後いくら賦活しても平気で炭素のかたまりのままということになってしまうことが知られており、活性炭の作製はこのあたりの兼ね合いになる.



Fig. 2 活性炭作製工程

EDLC に使用される活性炭は、細孔径と電解液のイオン径の関係が重要である. その関係を Fig.3 に示す. Fig.3(a)のように、イオン径が細孔径より大きければ電気二重層が生じないために容量が発生しない. (b), (c), (d)のようにイオン径が細孔径より小さければ電気二重層が生じ、容量が発生する. しかし、(d)に関しては中央に余分なスペースがあるので、実際には(b), (c)のような関係が EDLC には適していると考えられる⁵⁾. よって、水系の EDLC セルには水分子の大きさ(3[Å])から考えると、細孔のサイズは 10～20[Å]くらいのものが好ましいと考えられる.

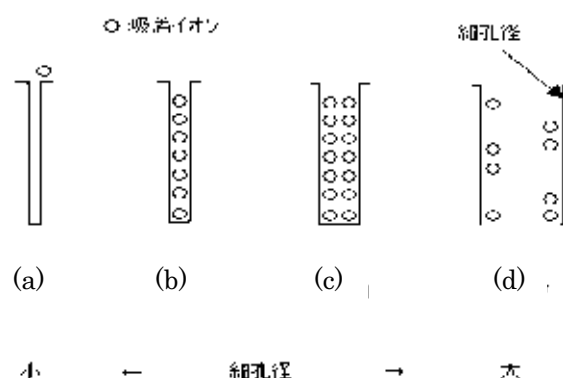


Fig. 3 細孔径とイオン径の関係

3.2 活性炭電極作製

本研究ではいくつかある電極作製法のうち、代表的な粉末混練法⁶⁾を使用する.

粉末混練法は活性炭に導電材(カーボンブラック

^{注)} EDLC によって得られる絶縁膜は電解コンデンサに用いられる人工的なフィルムなどとは異なり、自然に発生するものであり、膜厚は極限である 1 分子まで薄く、ピン・ホールなど皆無で巨大な面積を使った大容量キャパシタの絶縁膜の信頼性はきわめて高い¹²⁾.

など)とバインダー(PTFE: Poly Tetra Fluoro Ethylene ポリテトラフルオロエチレンなど)を混ぜ合わせ、圧延や圧粉成形して電極を作製する方法である。導電材は活性炭同士の電氣的接触を良くするために用いられ、バインダーは活性炭同士を接着するために用いられる。材料を練り合わせた構造は電氣的な不安定さを想像させるが、良い特性のキャパシタが得られ、現状では最も用いられている作製法である。ただ使用するにつれて電極が崩れてくるという問題がある。実際に市販の活性炭に導電材とバインダーを混ぜ、圧延法によって試作した活性炭電極の SEM 写真を Fig.4 に示す。大きな塊が活性炭、糸を引いているのが PTFE で、細かな粒子がカーボンブラックである。

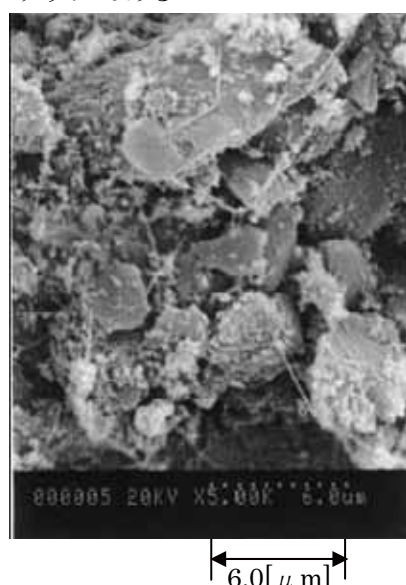


Fig.4 活性炭電極(圧延法)のSEM写真:5000倍

4. 活性炭電極最適化実験

ここでは、フェノール樹脂を原料として、水蒸気賦活により活性炭を作製し、EDLC電極としての性能を調べるための実験を行った。

実験”EDLCの性能が活性炭の細孔径に大きく左右される。”という点に着目して、活性炭を作製する際の炉の温度上昇速度、炭化温度と炭化時間、賦活温度と賦活時間、露点(賦活時の水蒸気量)をパラメータとして変化させることにより、活性炭の比表面積や細孔径分布が、これらのパラメータによってどのように変化するのか検討した。さらに、作製した活性炭を電極とするEDLCセルを試作し、活性炭の比表面積、細孔径分布と静電容量密度の関係について検討、考察した。実験には最適値パラメータを得るためにデザイン・ナビゲーション・メソッド(以後DN法と記す。付録I参照)を用いた。

本研究で行った実験の流れを以下に示す。

- ① 活性炭作製する際の炉の温度上昇速度、炭化温度と炭化時間、賦活温度と賦活時間、露点を設計パラメータとして、直交表に基づき割り振る。その直交表を Table 1 に示す。
 - ② 直交表のパラメータに従い、窒素雰囲気中で炭化、賦活し、活性炭を作製する。
 - ③ 粉末混練法圧粉成形⁷⁾により活性炭電極を作製する。作製した活性炭 0.8[g]にバインダー 0.1[g]、カーボンブラック 0.1[g]の割合で、マグネット式の自動乳鉢により混合し、0.25[g]ずつ取り出しハンドプレスによって圧粉成形した。電極直径は 15[mm]である。
 - ④ 作製した電極を濃度 57[wt%]の H_2SO_4 で約一晩、含浸させる。
 - ⑤ 次に、Fig.5 のように組み立て EDLC セルを作製し、充放電試験を行う。充放電条件は充電電圧 0.8[V]、充放電電流 5[mA]とした。
 - ⑥ 充放電試験より EDLC セルの静電容量密度、内部抵抗、充放電効率を求める。充放電試験の詳細については付録IIを参照されたい。
 - ⑦ 評価項目を静電容量密度として DN 法により最適値を算出した。また DN 法を用いて設計パラメータと細孔径分布の関係、比表面積、細孔径分布と静電容量密度の関係を調べる。
 - ⑧ 得られた結果に基づき、評価、検討する。
- なお、活性炭の比表面積、細孔径分布は大阪府立産業技術総合研究所に依頼し、BET 法⁸⁾により測定した。

Table 1 活性炭最適化における直交表 L18

サンプルNo.	温度上昇速度 [℃/min]	炭化処理		賦活処理		
		炭化温度 [℃]	炭化時間 [min]	露点 [t/min]	賦活温度 [℃]	賦活時間 [min]
L18-1	7	400	20	1	700	60
L18-2	7	400	40	2	800	180
L18-3	7	400	60	3	900	300
L18-4	7	625	20	1	800	180
L18-5	7	625	40	2	900	300
L18-6	7	625	60	3	700	60
L18-7	7	900	20	2	700	300
L18-8	7	900	40	3	800	60
L18-9	7	900	60	1	900	180
L18-10	15	400	20	3	900	180
L18-11	15	400	40	1	700	300
L18-12	15	400	60	2	800	60
L18-13	15	625	20	2	900	60
L18-14	15	625	40	3	700	180
L18-15	15	625	60	1	800	300
L18-16	15	900	20	3	800	300
L18-17	15	900	40	1	900	60
L18-18	15	900	60	2	700	180

ここで、EDLCセルの測定装置には以下の条件が必要となる。

- ① 充電装置は定電流充電が行え、ある設定電圧になったら定電圧充電に切換わること。
- ② 放電装置には EDLC セルの電圧がゼロになるまで定電流放電が行えること。
- ③ 測定がリアルタイムで行えるデータ測定、収集装

置を備えていること。

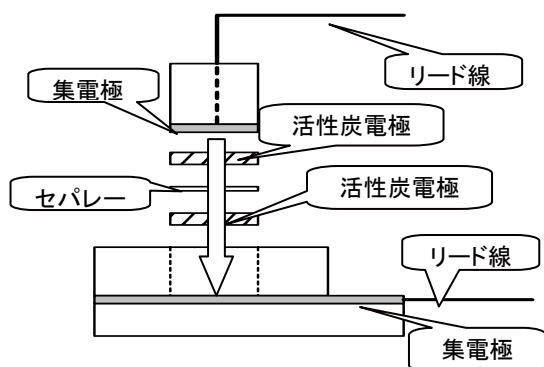


Fig. 5 EDLCセルの組み立て

そこでここでは充電装置に高砂製作所の「KX-100H」、放電装置にKENWOODの電子負荷「PEL151-201」、データ測定、収集装置にKEYENCEの「NR-2000」を用いた。NR-2000は付属ソフトにより測定データの平均値や最大値、積分値などの算出も行える。しかし、電流値の測定が行えないので、今回は電流センサを用いて電流値を電圧値へと変換して測定した。そして、これらの測定装置をKEYENCEのプログラマブルコントローラ「KZ-300」に制御させ自動的に充放電試験が行えるようにした。Fig.6に電気特性測定回路の系統図を示す。

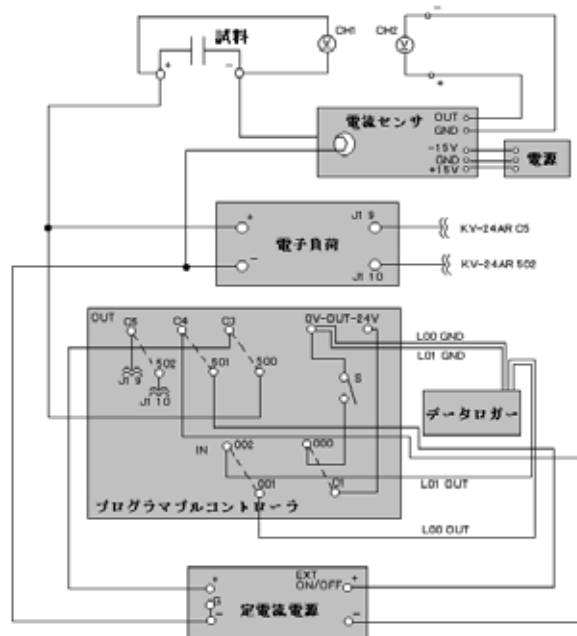


Fig. 6 測定回路系統図

5. 実験結果と考察および検討

作成した賦活性炭の比表面積^{注)}とそれを用いたEDLC素子セルの電気特性、すなわち静電容量密度、内部抵抗、充放電効率をTable 2にまとめた。

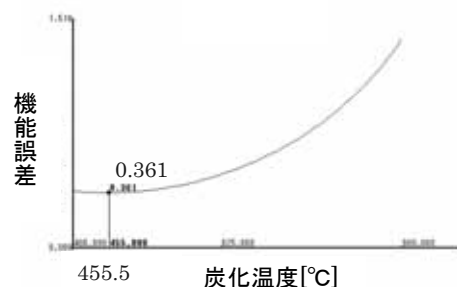
まず、これらのデータを評価項目を静電容量密度にして、その目標値を平均値以上と定め、DN法で解析した。そのときの機能誤差曲線がFig.7である。

Table 2 特性測定結果

サンプル No.	静電容量密度 [F/g]	内部抵抗 [Ω]	充放電効率 [%]	比表面積 [m^2/g]
L18-1	28.97	3.84	84.60	443.13
L18-2	31.81	3.35	44.09	565.38
L18-3	41.70	2.34	67.18	776.74
L18-4	32.64	7.02	47.23	577.36
L18-5	41.46	2.80	62.44	1016.52
L18-6	28.93	7.14	38.38	436.73
L18-7	12.64	6.28	47.47	448.83
L18-8	8.12	1.72	33.56	441.61
L18-9	24.19	1.64	47.03	516.77
L18-10	31.06	1.37	47.06	517.79
L18-11	23.13	2.75	25.30	467.38
L18-12	15.75	3.05	38.13	456.33
L18-13	15.80	2.28	32.91	457.94
L18-14	23.68	4.60	45.00	437.00
L18-15	19.96	7.49	9.05	567.00
L18-16	33.81	2.04	54.43	535.89
L18-17	9.59	1.61	18.92	481.70
L18-18	4.80	2.62	11.38	434.55
平均値	23.78	3.55	41.90	532.15



(i) 温度上昇速度

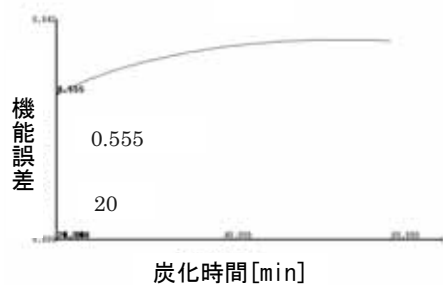


(ii) 炭化温度

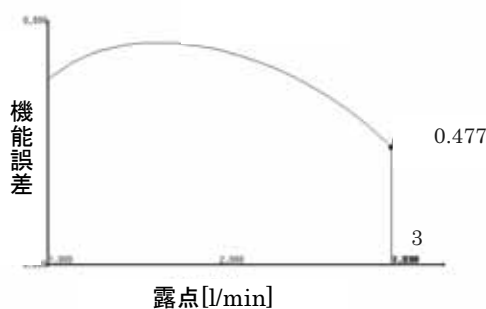
注) 1g当たりの表面積

DN 法による機能誤差曲線の結果より、このパラメータ範囲内での最適値は下記ようになった。

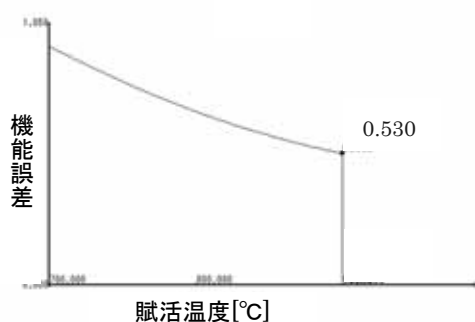
温度上昇速度	7 [°C/min]
炭化温度	455 [°C]
炭化時間	20 [min]
露点	3 [l/min]
賦活温度	900 [°C]
賦活時間	300 [min]



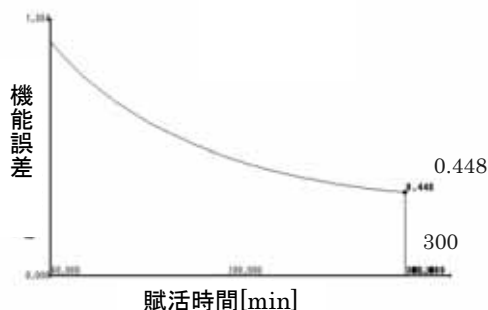
(iii) 炭化時間



(iv) 露点



(v) 賦活温度



(vi) 賦活時間

Fig. 7 静電容量密度に関する機能誤差曲線

算出された最適値で活性炭を作製し、充放電試験を行えば、最も高い静電容量密度が得られることを示している。

次に、作製した活性炭の細孔径分布をグラフ化したものを Fig.8 に示す。

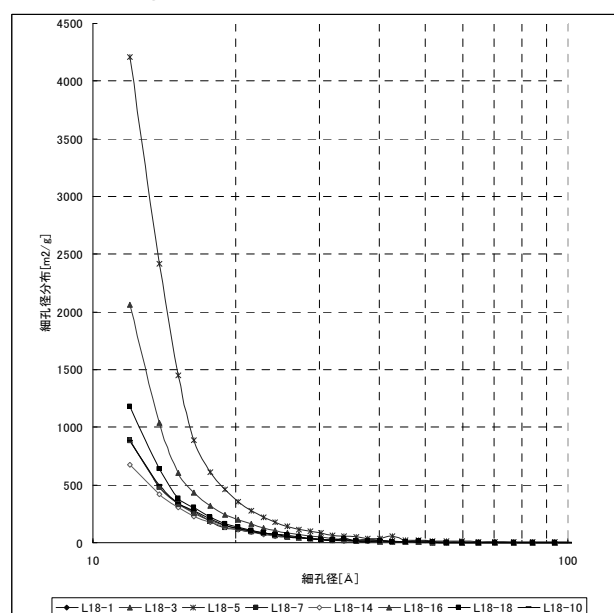
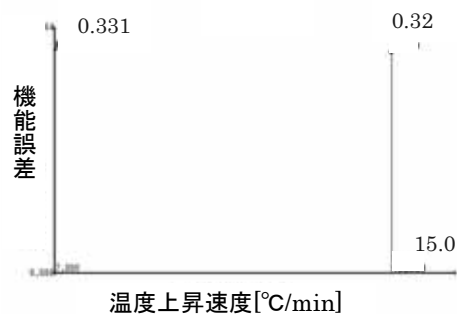
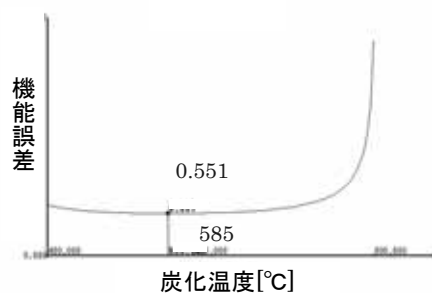


Fig. 8 細孔径分布測定結果

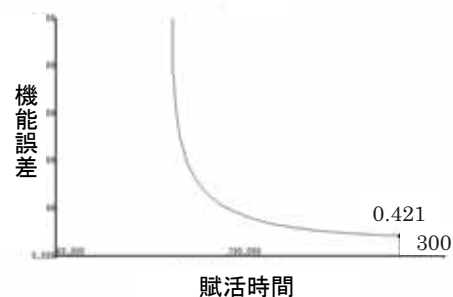
さらに、活性炭試料の評価項目を比表面積として、その目標値を平均値以上に定め、DN 法で解析した。その時の機能誤差曲線を Fig. 9 に示す。



(i) 温度上昇速度



(ii) 炭化温度

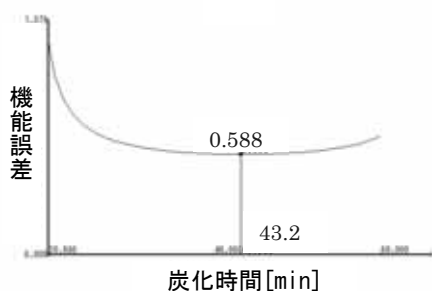


(vi) 賦活時間

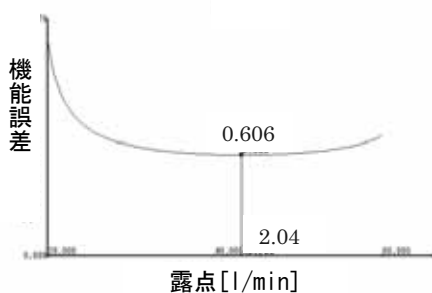
Fig. 9 比表面積に関する機能誤差曲線

機能誤差曲線の結果より、最適条件は次のようになった。この最適値で活性炭を作製すれば最も比表面積の広い活性炭が得られることを示している。

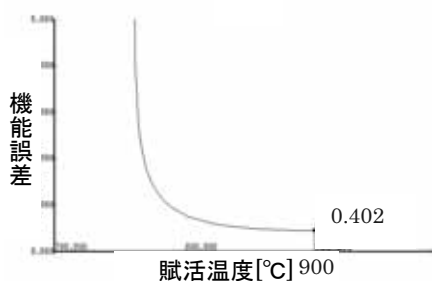
温度上昇速度	15	[°C/min]
炭化温	585	[°C]
炭化時間	43.2	[min]
露点	2.04	[l/min]
賦活温度	900	[°C]
賦活時間	300	[min]



(iii) 炭化時間



(iv) 露点



(v) 賦活温度

また、静電容量密度と比表面積の関係を Fig.10 に、

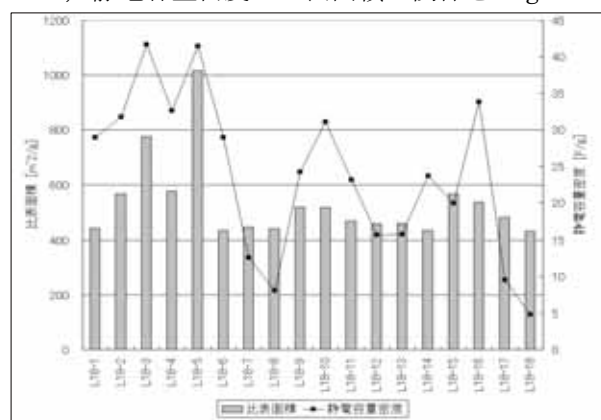


Fig. 10 静電容量密度と比表面積の関係

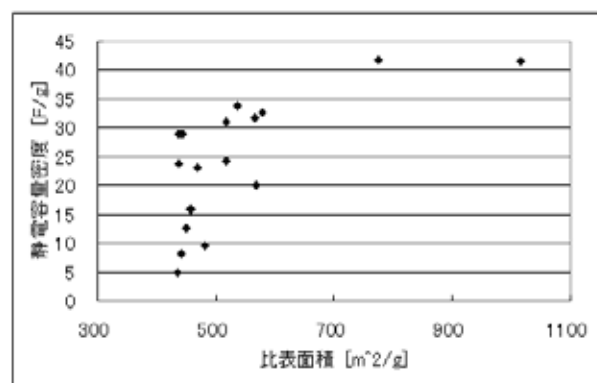


Fig11 静電容量密度と比表面積の相関関係

その相関関係を Fig.11 に示す.

さらに、ここでの EDLC にもっとも関係するとと思われる細孔径 10~20[Å]の分布合計と比表面積との相関関係を Fig.12 に示す.

さて、ここではこれらの結果を活性炭の細孔径分布を制御すること、および、活性炭の比表面積、細孔径分布と静電容量密度の関係からの見地から検討を加える.

まず、Fig. 9 の機能誤差曲線 v_i 、 v_i より、機能誤差をさらに小さくする、つまり活性炭の表面積を広げるためには賦活温度を高くして、長い時間賦活してやれば良いということが読み取れる. このこ

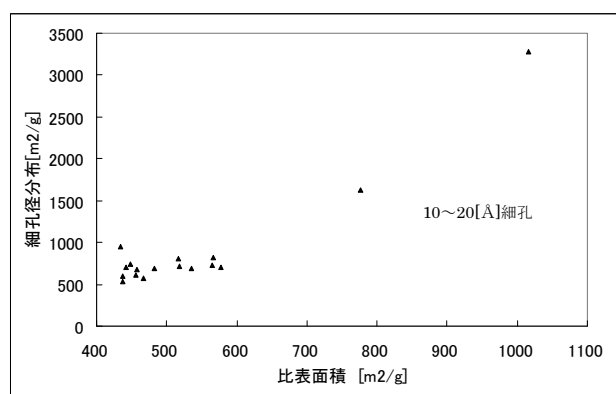


Fig. 12 細孔径分布と比表面積の相関関係

とは賦活温度、賦活時間を変化させることで活性炭の比表面積が制御できる可能性を示唆している.

また、Fig. 12 の相関図は、比表面積が大きいと、10~20[Å]細孔径分布も一般的に大きくなっていることを示している. しかし、Fig. 8 の細孔径分布からわかるように、すべての活性炭においてグラフが同じ形をしており、特定の細孔径が突出しているものはない. すなわち、ここでの設計パラメータを選ぶことによって特定の細孔径を持つ活性炭を作製することはできていない. このことは、比表面積が制御できることと、細孔径分布が制御できることは別問題であることを意味している. 比表面積と細孔径分布の関係を明らかにすることは今後の課題である.

次に、比表面積、細孔径分布と静電容量密度の関係について考察する. 上述のように、10~20[Å]細孔径分布と比表面積の間には相関関係があるものの、Fig.10 を見る限りでは、サンプル L18-3、L18-5 のように比表面積が大きければ (10~20[Å]細孔径分布が大きい) 静電容量密度が大きいというものもあれば、サンプル L18-18 のように比表面積は他とそれほど変わらないが、静電容量密度が小さいというものもある. この関係を比表面積と静電容量密度の相関図にしてみると Fig.11 のようになり、活性炭の比表面積と静電容量密度との明らかな相関は得られず、平行平板コンデンサで成り立つような関係 $C=$

$\epsilon \cdot S/d$ は成立しないことを確認した. この両者の関係は更なる探求が必要である.

6 あとがき

本稿では活性炭を作製して EDLC 電極としての性能を調べた.

活性炭、そして活性炭を作製する過程での条件をパラメータとし、これらの条件が活性炭の細孔径分布や比表面積にどのような変化をもたらすかについて検討した. さらに、作製した活性炭で EDLC セルを試作し、比表面積、細孔径分布とセルの静電容量密度の関係について検討した. 得られた結果は以下の通りである.

- ① 比表面積を制御するには賦活温度、賦活時間が大きく関係している.
- ② 比表面積と細孔径分布との関係は明確にならず、この関係を分析するには至らなかった.
- ③ 活性炭の比表面積と静電容量密度との明らかな相関は得られず、平行平板コンデンサで成り立つような関係 ($C=\epsilon \cdot S/d$) が成立しないことを確認した.

EDLC セルの性能はもちろん耐電圧にも大きく影響される. 水系 EDLC セルの耐電圧は水が電気分解を起こすとされている電圧値 1.23[V]から、不純物による影響などを考慮して約 1.0[V]とされているが、電解液が電気分解を起こす電圧値は使用する電極との関係で変化が生じる^{9),10)}ことがわかっている. これは用いる活性炭電極と電解液の組み合わせで EDLC セルの耐電圧が異なることを意味し、あるセルは 1.0[V]以上充電できるが、あるセルは 0.8[V]までしか充電できないという現象が生じる可能性があることを示す. 現在のところ、この耐電圧測定法は確立されておらず、従来のボルタンメトリーによる測定では、広大な表面積を持つ活性炭には対応できない. そこで、EDLC セルの耐電圧測定法を確立し、電極と電解液の組み合わせを研究し、耐電圧を最大限に利用できるようにすることも EDLC の性能向上に向けて、今後の重要な課題として挙げられる.

以上より、今後の課題をまとめると以下の3点である.

- ① 比表面積と細孔径分布の関係を明らかにすること.
- ② 引き続き、比表面積、細孔径分布と静電容量密度の関係を調べること.
- ③ セルの耐電圧測定法を確立すること.

参考文献

- 1) 岡村勉夫: “電気二重層キャパシタと蓄電システム”, P. 1

～2 日刊工業新聞社(2001 年 2 月)

- 2) 岡村研究所 URL : <http://www.okamura-lab.com/jpn/index.htm>
- 3) H. L. F von Helmholtz, Ann. Physik, 89, 299, ditoo, 6, 377 (1879)
- 4) 岡村勉夫: “電気二重層キャパシタに充電する”, トランジスタ技術, 2 月号, P. 319～320(2001 年 2 月)
- 5) 西野敦: “大容量キャパシタ技術と材料Ⅱ”, P. 73～75, CMC 出版(2003 年 1 月)
- 6) 岡村勉夫: “電気二重層キャパシタと蓄電システム”, P. 39～40 日刊工業新聞社(2001 年 2 月)
- 7) 鶴見征則: “電気二重層キャパシタに用いる活性炭電極に関する研究”, P. 14～15, (2003 年 2 月)
- 8) 島津製作所 URL : <http://www.shimadzu.co.jp/powder/lecture/middle/m02.html>
- 9) 藤嶋, 相澤, 井上: “電気化学測定法(上)”, P. 76～77, 技報堂出版(2001 年 9 月)
- 10) 電気化学会編: “電気化学便覧(基礎編)”, P. 714～716, 丸善出版(2000 年 6 月)
- 11) 中沢弘: “開発設計工学—独創的な商品開発のための工学的手法—”, P. 109～112, 工業調査会(2001 年 3 月)
- 12) 岡村勉夫: “電気二重層キャパシタと蓄電システム”, P. 99～100, 日刊工業新聞社(2001 年 2 月)

〈付録Ⅰ〉 デザイン・ナビゲーション・メソッド¹¹⁾

デザイン・ナビゲーション・メソッド(DN 法)は短期間で, 少ない実験回数で得られた情報を基に, 誰でも良い設計・開発ができる方法として知られている. DN 法はいくつかの設計変数(本稿では温度上昇速度, 炭化温度と炭化時間, 賦活温度と賦活時間, 露点)で試作した製品の評価項目(機能的要求, 本稿では静電容量密度 Fig.7 と比表面積 Fig.9)となる測定データ値と目標(開発の初期段階での機能的要求値)との誤差(機能誤差)を計算, 基準化してそれぞれの設計変数に対してプロットして曲線を描き, 誤差が最も小さくなる設計変数の組合せ(最適値)を探す手法である.

評価項目が複数あっても試作品別に誤差の和を求め, 誤差が最小になるように最適値を探すので評価項目が複数あっても問題はない.

DN 法の特徴を以下に記す.

- ① パラメータの最適値が, どのあたりに最適値が存在するかを判定できる. つまり, 繰り返し実験すれば最適値を見つけられる.
- ② 基本構想や概念設計が不適切であれば, そのことを教えてくれる.
- ③ 複数の評価項目を総合的に考慮して最適値を求めることができる.

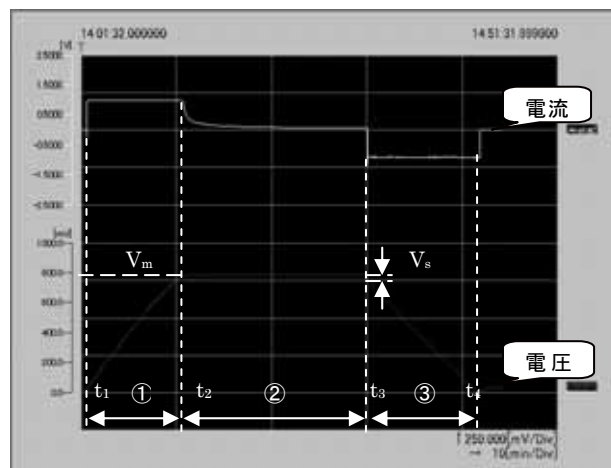
などである.

〈付録Ⅱ〉 EDLC セル充放電試験

ここでは App.Fig.1 充放電特性曲線より EDLC セルの電気特性を以下のように求めた.

A-1) 内部抵抗の測定

内部抵抗は, App.Fig.1 より放電開始直後のステップ状の電圧降下 V_s を放電電流で割ることにより得られる.



App.Fig.1 充放電特性

A-2) 静電容量の算出

静電容量は満充電 V_m [V] から 0[V] までの電圧放電カーブを積分し, その積分値と電流値の積により, 全放電エネルギー U_d [J] を求めて算出する.

$$U_d = I \cdot \int_{t_3}^{t_4} v(t) dt \quad (a-1)$$

内部抵抗による最初の電圧降下 V_s を考慮すると実電圧 V_c は $V_m - V_s$ であり, EDLC セルの静電容量 C は次式より

$$U_d = \frac{1}{2} \cdot C V_c^2 \quad (a-2)$$

$C = 2U_d / V_c^2$ で得られる. このような静電容量の算出方法を「エネルギー換算法」¹²⁾ という.

A-2) 充放電効率の算出

充放電効率 η_U は充電エネルギーに対する放電エネルギーの比より求める. 充電エネルギーは定電流充電エネルギー U_c と, 緩和充電エネルギー U_v の和であり App.Fig.1 より, 定電流充電エネルギー U_c は電圧 0[V] から V_m [V] までの電圧充電カーブを積分し, 電流値との積により求め, 緩和充電エネルギー U_v は $t_2 \sim t_3$ までの電流の積分値と定電圧値 V_m の積により求める. また, 放電エネルギー U_d は (a-1) であり, EDLC セルの充放電効率は以下で計算される.

$$\eta_U = \frac{U_d}{U_c + U_v} \times 100 \quad [\%]$$

ネットワークサービスを用いた 創造教育システムの構築

曾利 仁* 井上 浩行** 大西 輝尚†

Construction of Creative Education System using Network Service

Hitoshi SORI, Hiroyuki INOUE and Teruhisa ONISHI

This paper describes a construction of creative education system using network service. We need to educate and cooperate with company using 3D-contents to exert the creativeness. Therefore, we set up the network service that can utilize web page, e-mail, blog, and the applications software that are 3D-CAD and so on. And, we can support the internship, the continuing education, and the creative education for students, using the network service.

Keywords : Network Service, Creative Education, Cooperation Satellite

1 まえがき

現在の企業形態は、自動化による大量生産品を安く作る技術の競争となっているため、ロボットなどの自動機械が代替する労働分だけ労働者や技術者の雇用を減少させることになっている。そのため、技術者は大量生産に繋がる製品をいかに作るかという創造性を育成しなければならない。このような技術のステージでは、二次元図面を基準とした従来のものづくりから3D-CADを基準とした創造的なものづくりへ移行・改善する必要がある。したがって、創造性を発揮するためには対象をイメージし易くかつデータが積層されて構成される三次元化されたコンテンツを介して企業との連携や教育を行う必要がある。

このような理由から、ホームページ、電子メール、ブログ、および3D-CADなどのアプリケーションを利用できるネットワークサービスを開設し、本校とネットワークを結び(これを、連携サテライトと呼ぶ)、インターシップ、社会人教育、学生の創造教育を支援することを目的とし、そのため、ネットワークサービスを用いた創造教育システムの構築を行っている。

2 連携サテライト

2008年3月1日、独立行政法人国立高等専門学校津山工業高等専門学校連携サテライトホームページを公開した¹⁾。Fig.1に示すように、この連携サテライトはELM(Engineering Lifecycle Management):教育・研究技術および生産技術などの規格や技術項目の管理、

Agent:システムの運営代行, Branding:目標の印象化, E-Learning:自己学習の機能を持っている。



Fig.1 Function of cooperation satellite

2.1 目的

技術の進化については、「基礎技術の深化」と「デザイン能力の育成」が重要である。そこで、教育・研究技術と生産技術を連携させて各技術の効率的な向上を推進することを目的とする。そのために、3D-CAD、およびPDFファイルなどを使用した目標設定型の連携をSNS(Social Networking Service)等を用いたネットワークサービスにより構築する。

例えば、「ロボット技術」を考えた場合、我々が置かれている社会的な状況、技術的な状況、および我々の福祉状況などを考えたとする。これに対する問題点として、生産環境のグローバル化、少子化による技術者の減少、生産自動化による単純な技能労働に対するロボットの導

原稿受付 平成 20 年 8 月 31 日

*情報工学科

**機械工学科

†情報工学科 平成 19 年 3 月定年退職

入, および医療高度化による高齢者の増大と高齢者雇用などがある。これらの問題を解決するためには, 優秀な技術者と高度な生産技術が必要である。そのためには問題点を自己の目標として解決できる技術者を育成しなければならない。しかも環境問題や企業倫理に関して, 人類の進化を前提とするなど, 長いスパンの目標を立てて, 生産技術を考える技術者を養成する必要がある。

そこで, このような目標設定型の技術者養成と生産技術の向上を目的とする連携を行う。連携はメンバーによって設定される技術目標を整理して実施する。連携は主に SNS, メール, およびその中で取り交わされる PDF ファイルなどを介して行う。インターネット上でのやりとりにより, 密なネットワーク作りを目指している。

2.2 特徴

連携サテライトでは, 次のような取り組みを支援している。

- 自社開発のための技術を求める企業への技術支援 (特許など)
- 開発者, 研究者などの人的支援 (共同開発など)
- 新製品開発のための産学連携ネットワーク作り
- 企業へのインターンシップなど, 社会とのフィードバックに基づいた教育支援
- 学習における繰り返し学習および再学習のための教育支援
- 進学を控えた学生への基礎知識作りへの教育支援

3 環境

Fig.2 に, 連携サテライトの環境を示している。この環境は, 株式会社アイ・エス・ティ²⁾に依頼し構築を行っている。また, 構築にあたり, 次に示す仕様概要を依頼した。

(1) ホスティングサーバ

- インターネット用環境を構築 (メールサーバ, Web サーバ)
- 岡山情報ハイウェイまたは NIT 光ファイバによる高速回線接続
- 万全の監視体制とセキュリティ対策
- 電話, FAX, 電子メールによるサポート体制

(2) Web ページ

- リッチコンテンツを組み込んだ Web ページ
- Web アクセシビリティに配慮

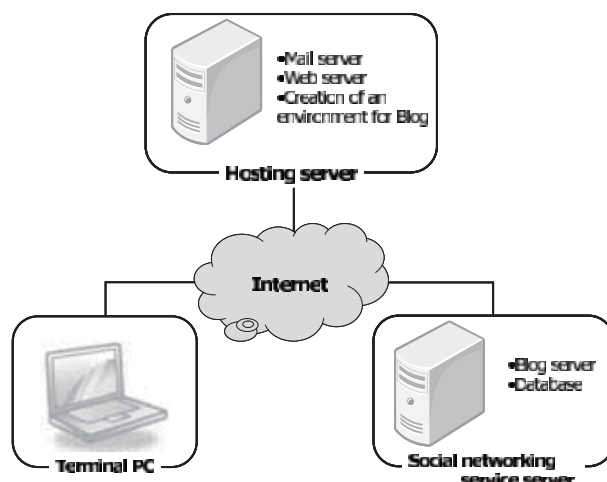


Fig.2 Environment of cooperation satellite

- 商用ブログとのセットで, 全体に統一感を持たせたデザイン

(3) SNS サーバ

- 商用に利用可能なブログを選定
- カテゴリ登録も自由自在
- 情報の更新権限など, ホームページ上から登録可能
- インターネットに接続できる環境があれば, ブログ上の情報はどこからでも自由に情報の更新, 削除が可能

3.1 Web ページ・ブログ

Fig.3 に, Web ページ「ロボット技術で国立高専と連携 津山工業高等専門学校連携サテライト」¹⁾を示す。

Web ページ制作においては, ペルソナ手法²⁾が導入されている。ペルソナとは, 架空の人物を想定して顧客志向のマーケット調査, 製品開発, デザインを行うことをいう。Web ページにおけるペルソナ手法の重要なことは, 詳細なペルソナの人物像を作り上げることであり, ターゲットを明確にしペルソナに望まれるサイトを作り上げていくことである。Web ページ制作には, 次のようなペルソナ (架空人物) を想定している。名前は高専太郎, 40 歳, 男性。社員 10 名, 年商 10 億円のロボット製作会社に勤務しており, 技術部長, ロボット設計の責任者である。自社ブランドのロボット製作の話が会社内で持ち上がり, アイディアを考えたところ, 傾斜地ロボット, 介助ロボット, 窓拭きロボットなどが思い浮かんだ。自社ブランドとして製作するために足りない問題として, 実際の市場がどれくらいあるのか, 技術的な問題点は何か, 相談先はあるかなどを明確にすることが必要である。そこで, 具体的な相談先を探したが見つか

らなかったため、「傾斜地、介助、自助、窓拭き、連携、市場、補助、ロボット」のキーワードでインターネットで検索した結果、岡山県の津山高専の連携サテライトのホームページを見つけた。そこで、ロボットの専門家が相談に乗ってくれることがわかったので、電子メールで問い合わせることとした。

このようなペルソナ手法に基づいて Web ページは制作されているが、本校の学生に対する教育支援も考慮されている。また、要求仕様 (2) を満たすことで、わかりやすく、見やすい Web ページを公開することができた。



Fig.3 Web page of cooperation satellite

次に、Fig.4に、ブログページを示す。要求仕様 (3) を満たすために、SNS エンジン「OpenPNE」³⁾が使用されている。OpenPNEは、オープンソース方式で開発を行ってきた SNS エンジンである。PC とモバイルのハイブリッドなプラットフォームに、豊富な SNS 機能を搭載し、多様なサーバー環境で無償で利用することができる。



Fig.4 Blog of cooperation satellite

3.2 3D-CAD アプリケーション

連携システムでは、創造性を発揮するために、対象をイメージし易くかつデータが積層されて構成される三次元化されたコンテンツを企業との連携や教育に利用することを考えている。そのため、3D-CAD アプリケーションとして「Alibre Design V10」⁴⁾を導入した。Alibre Design V10 は、他 3D-CAD に比べ非常に安価であり、ほぼ同様な機能が利用できる。また、Alibre Design V10 を PC にインストールすることで、互いに三次元の図面を見ながら意見交換や指導を行うことができる。Fig.5 に、Alibre Design V10 による 3D の作図例を示す。

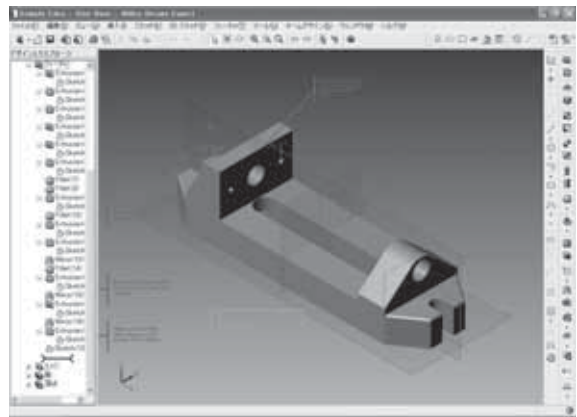


Fig.5 Alibre Design V10

4 創造教育システムの運用

現在は、平成 20 年度中の運用を目指してコンテンツの準備を進めているところであり、その一例を次に紹介する。Fig.6に、「ロボット技術」に関する具体的な支援内容を示している。基礎技術の深化とデザイン能力の育成を支援する項目としては、ロボットならびに制御工学に関するシラバス、講義ノートならびに演習問題、自発的学習科目や実験実習に関するテキストや資料などが考えられる。学生はインターネットを用いて演習問題をダウンロードして自学自習することで学力の向上を図ることができる。研究を支援する項目としては、インターンシップ、社会人教育、教員と企業との共同研究や各種研究会など研究テーマ毎に SNS を用いて情報交換を行うことで、緊密な連携を図る。また、教員・学生・企業間でお互いに 3D-CAD を用いて情報を共有することで、その場にいながらにして連携研究や創造教育を活性化させることができるため、連携の効率化を実現することができる。

5 まとめ

本稿では、インターンシップ、社会人教育、および学生の創造教育を活性化するために、ホームページ、電子メール、ブログおよび 3D-CAD などのアプリケーション

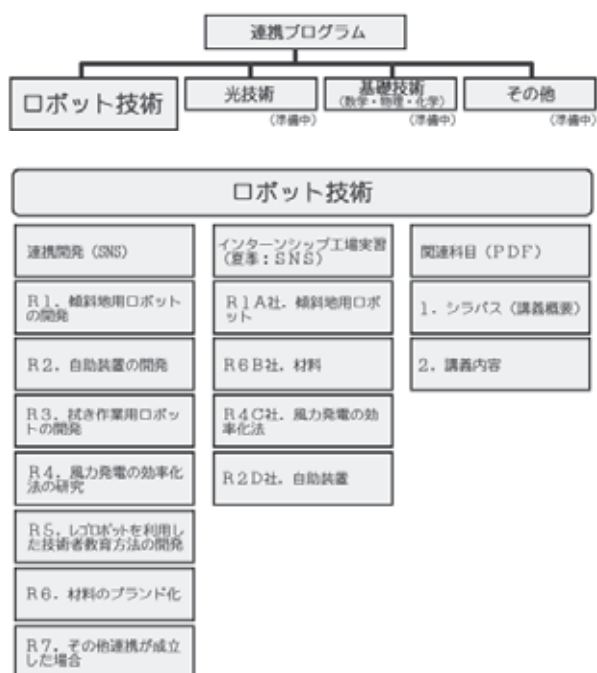


Fig.6 Cooperation program

今後、連携サテライトを利用することで次のことが期待される。

- サテライトを結ぶことにより、双方向で専門的な連携を深めることができる
- 三次元化されたコンテンツを介して、社会人と高専との連携が増す
- 三次元化されたコンテンツにより、学生の創造教育を指導しやすくなる

参考文献

- 1) ロボット技術で国立高専と連携 津山工業高等専門学校 連携サテライト: <http://www.cooperation-satellite.jp/>
- 2) 株式会社 アイ・エス・ティ: <http://www.ist-japan.co.jp/>
- 3) OpenPNE: <http://www.openpne.jp/>
- 4) AlibreDesign: <http://www.alibre.jp/index.htm>

ンを利用できるネットワークサービスを用いた創造教育システムの構築を行った。その結果、本校と周辺都市を連携サテライトにより結ぶことが可能なシステムを構築することができた。

2006年軍隊法（イギリス）全訳 その1

大田肇*

Armed Forces Act 2006 Complete Translation No. 1

Hajime OOTA

The main purpose of Armed Forces Act 2006 is to replace the three separate systems of service law - the Naval Discipline Act 1957, the Army Act 1955, the Air Force Act 1955 - with a single, harmonised system governing all members of the armed forces. The translation of the Act is very useful for a research of Military Law of Britain.

2006年 軍隊法

第1編

規律

第1章

犯罪

敵幫助，作戦行動中の違法行為など

第1条 敵幫助

- (1) 軍務法に服する者は，もし彼が，適法な理由なく，故意に次のことをおこなえば，犯罪を犯すことになる－
- (a) 敵と連絡をとる；
 - (b) 敵に有益であろう，若しくはかもしれない情報を，敵に流す；
 - (c) 敵から彼が入手した情報を，適切な責任者に知らせることを怠る；
 - (d) 敵に何らかの必需品を提供する；又は
 - (e) 戦争捕虜以外の敵をかくまう若しくは保護する。
- (2) 軍務法に服する者で，敵に捕らえられた者は，もし彼が，適法な理由なく，故意に次の場合に敵に奉仕又は援助すれば，犯罪を犯すことになる－
- (a) 敵対行為の遂行若しくは士気に影響を及ぼすであろう手段の遂行において；又は
 - (b) 国際法によって承認されていない他の方法において。

原稿受付 平成20年8月31日

*一般科目

- (3) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられ、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は終身にすることができる。

第2条 作戦行動中の違法行為

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、合理的な理由なく、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－
- (a) 敵に場所若しくは物資を明け渡す；又は
 - (b) 敵から守る若しくは敵の手に落ちることを防ぐことが彼の義務であった場所若しくは物を、放棄する。
- (2) (3)項から(5)項は、次の軍務法に服する者に適用される－
- (a) 敵に直面している、若しくは付近にいる；
 - (b) 敵に対する行動若しくは作戦に従事している；又は
 - (c) 敵による若しくは敵に対する行動若しくは作戦を準備するよう命令されている。
- (3) この項が適用される者は、もし彼がその上官の適法な命令を遂行するため彼の最大能力を発揮しないならば、犯罪を犯すことになる。
- (4) この項が適用される者は、もし彼が歩哨番に当てられている、パトロールを命令されている、又は当直であるとき、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－
- (a) 合理的な理由なく、眠る；又は
 - (b) (定期的な交替ではなく)彼の責任場所を離れる。
- (5) この項が適用される者は、もし彼が合理的な理由なく、故意に次の人物と連絡し、その連絡がその人物を落胆又は恐怖をもたせるようなものならば犯罪を犯すことになる－
- (a) 帝国軍隊の、若しくはそれと共同している軍隊のメンバー、又は
 - (b) 関係する文民
- (6) (5)項の“関係する文民”は、次のような人物を意味する－
- (a) 軍務規律に服する文民である；及び
 - (b) 軍務法に服する、次のような人物に同行している－
 - (i) 敵に直面している、若しくは付近にいる；又は
 - (ii) 敵に対する行動若しくは作戦に従事している。
- (7) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられ、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は終身にすることができる。

第3条 作戦の妨害

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－
- (a) 彼が、帝国軍隊の行動若しくは作戦の成功を危険に陥れるであろう行為をする；及び
 - (b) 彼が、その行動若しくは作戦の成功を妨害しようとする、又は彼が妨害するか否かに関して、無頓着である。
- (2) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－
- (a) 適法な理由なく、帝国軍隊の行動若しくは作戦を遅れさせる若しくはやめさせる行為をする；及び
 - (b) 彼が、その行動若しくは作戦を遅れさせる若しくはやめさせようとする。

- (3) 本条文の中では、“行為”は不作為を含み、ある行為をおこなうことに関する言及は、これに応じて解釈される。
- (4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられ、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は—
 - (a) もしその犯罪が敵に対する行動若しくは作戦に関連するならば、終身にすることができる；
 - (b) そうでなければ、10年を超えてはならない。

第4条 略奪

- (1) (4)項の者は、もし適法な理由なく、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) 彼が、帝国軍隊の、若しくはそれと共同している軍隊の行動若しくは作戦において、殺害、負傷、捕虜とされ、若しくは抑留された者から、財物を取る。
 - (b) 彼が、その人から財物を取る意図を持ってそのような者を探す。
- (2) (4)項の者は、もし適法な理由なく、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) 彼が、次の結果として、風雨にさらされ又は放置された財物を取る—
 - (i) 帝国軍隊の、若しくはそれと共同している軍隊の行動若しくは作戦；又は
 - (ii) このような行動若しくは作戦が遂行されたことに関連した、出来事、若しくは状況；又は
 - (b) 彼が、(a)号で述べられた、財物を取るという意図を持って、場所や物を探す。
- (3) (4)項の者は、もし公務以外で、敵の捨てた車両、装置又は備品を取るならば、犯罪を犯すことになる。
- (4) もし彼が、次の者ならば、この項に属する—
 - (a) 軍務法に服する者；又は
 - (b) 軍務規律に服する文民。
- (5) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられ、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は—
 - (a) (1)項若しくは(2)項における犯罪の場合は、終身にすることができる；
 - (b) (3)項における犯罪の場合は、7年を超えてはならない。

第5条 逃走の失敗その他

- (1) (2)項及び(3)項は、敵に捕らえられた、軍務法に服する者に適用される。
- (2) この項が適用される者は、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) 彼が帝国軍隊に再び合流するための手段を知っている；
 - (b) 彼はこれらの手段を実行すると合理的に期待することができた；及び
 - (c) 適法な理由なく、彼がこれらに失敗する。
- (3) この項が適用される者は、もし、適法な理由なく、彼が、敵に捕らえられた軍務法に服する他の者が帝国軍隊に再び合流するための合理的な手段をとることを、故意に妨げる又はやめさせれば、犯罪を犯すことになる。
- (4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は10年を超えてはならない。

反乱

第6条 反乱

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、反乱に参加すれば、犯罪を犯すことになる。
- (2) 本条文の目的のため、軍務法に服する者は、次のことをおこなえば、反乱に参加することになる—
 - (a) 少なくとも他の1人の軍務法に服する者と協力して、彼が—
 - (i) 当局を転覆させる若しくはそれに抵抗する意図をもって行為する；又は
 - (ii) このような状況下で、規律を崩壊させるため、当局に背く；
 - (b) 彼が、少なくとも他の1人の軍務法に服する者と、当局を転覆させる若しくはそれに抵抗することに合意する；又は
 - (c) 彼が、少なくとも他の1人の軍務法に服する者と、当局に背くことに合意し、その合意された不従順は規律を崩壊させるようなものである。
- (3) (2) 項の目的のため—
 - (a) “当局”は、帝国軍隊の、若しくはそれと共同している軍隊の、ある部分における適法な権限を意味する；
 - (b) 行為に関する言及は、不作為を含む。
- (4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられ、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は終身にすることができる。

第7条 反乱鎮圧の失敗

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) 彼が、反乱が起こっている若しくは意図されていることを知っている；及び
 - (b) 彼が、それを防ぐ若しくは鎮圧するために、合理的に取ることが予測されうる手段を取らない。
- (2) 本条文の目的のため、次の場合に反乱が発生する。軍務法に服する者が、軍務法に服する他の者少なくとも1人と共同して、—
 - (a) 当局を転覆させる若しくはそれに抵抗する意図をもって行為する；又は
 - (b) このような状況下で、規律を崩壊させるため、当局に背く。
- (3) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられ、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は終身にすることができる。

脱走及び無許可欠勤

第8条 脱走

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、脱走すれば、犯罪を犯すことになる。
- (2) 本条文の目的のため、次の場合に脱走が発生する。もし、無許可欠勤し—
 - (a) 無許可欠勤をいつまでも続けようと意図する；又は
 - (b) 実戦活動期間を回避しようと意図する。

- (3) 本条文の中では、“実戦活動”は、以下の中での活動を意味する－
 - (a) 敵に対する行動若しくは作戦；
 - (b) 生命若しくは財産保護のための、イギリス諸島の外での作戦；又は
 - (c) 外国若しくはその領土の軍事占領。
- (4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられ、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は－
 - (a) もし犯罪者が実戦活動期間を回避しようと意図したなら、終身にすることができる；
 - (b) そうでなければ、2年を超えてはならない。

第9条 無許可欠勤

- (1) 軍務法に服する者は、もし(2)項又は(3)項が彼に適用されれば、犯罪を犯すことになる。
- (2) この項は、もし彼が故意に又は過失から無許可欠勤すれば、適用される。
- (3) この項は、もし以下のようなことが生じれば、適用される－
 - (a) 彼がその行為が無許可欠勤を生じさせるか否かについて無頓着なまま、行動する；及び
 - (b) それは無許可欠勤を生じさせる。
- (4) (3)項では、“行為”は不作為を含み、ある行為をおこなうことに関する言及は、これに応じて解釈される。
- (5) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第10条 脱走者又は欠勤者の逮捕の失敗

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－
 - (a) 彼が、次のことを知っていれば－
 - (i) 他の人が第8条の犯罪（脱走）を犯した、犯している、試みている；又は
 - (ii) 他の人が第9条の犯罪（無許可欠勤）を犯した、犯している、試みている；及び
 - (b) 彼が、他の人を逮捕するために、合理的に取ることが予測されうる手段を取らない。
- (2) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

不服従

第11条 上官に対する違反行為

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－
 - (a) 彼が、上官（“B”）に対して暴力をふるう；及び
 - (b) 彼が、Bが上官であることを知っている、若しくはそう信じる合理的な理由を有する。
- (2) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－

- (a) 彼の上官(“B”)に対する態度が脅迫するもの若しくは無礼なものである；及び
 - (b) 彼が、Bが上官であることを知っている、若しくはそう信じる合理的な理由を有する。
- (3) 本条文の目的のため、
- (a) 彼(“A”)の上官(“B”)に対する態度は、Bに対しAによってなされる何らかのコミュニケーション(Bの面前であろうとなかろうと)を含む；
 - (b) “脅迫”する態度は、暴力で脅すものに限定されない。
- (4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、
- (a) (1)項の犯罪、若しくは脅迫する行為の(2)項の犯罪の場合、10年を超えてはならない；
 - (b) その他の場合、2年を超えてはならない。

第12条 抗命

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
- (a) 彼が、適法な命令に従わない；及び
 - (b) 彼が、その命令に従わないよう意図する、若しくは従わないか否かに関して、無頓着である。
- (2) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は10年を超えてはならない。

第13条 命令違反

- (1) 軍務法に服する者又は軍務規律に服する文民は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
- (a) 彼が、本条文が適用される適法な命令に違反する；及び
 - (b) 彼が、その命令を知っている、若しくはそれを知っていると合理的に予測されうる。
- (2) 本条文は、次のためにつくられた、帝国軍隊の内部命令及び継続する他の定型的な命令に、適用される。
- (a) 帝国軍隊の一部；
 - (b) 地域若しくは場所：又は
 - (c) 汽船、列車若しくは航空機；
- しかしこの項の(a)号は、軍務規律に服する文民との関連においては、適用されない。
- (3) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第14条 歩哨その他への暴力

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
- (a) 彼が、帝国軍隊の、若しくはそれと共同している軍隊のメンバーであり、次の状態にある者に対し、暴力をふるう—
 - (i) 歩哨当番につかされている若しくはパトロールを命じられている；
 - (ii) 見張り番；又は
 - (iii) 陸、海、若しくは空の輸送を規制するという命令を受けている；又は
 - (b) 彼が、暴力の脅迫で、当該の者に、彼若しくは他の者を通すよう、強制する。

- (2) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

義務の不履行及び違反行為

第15条 義務への参加又はその遂行の不成就その他

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、合理的な理由なく、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－
- (a) 義務へ参加しそこなう；又は
 - (b) 許可される前にその義務から離れる；
 - (c) 義務を遂行しそこなう。
- (2) 軍務法に服する者は、もし彼がその義務をおろそかに遂行すれば、犯罪を犯すことになる。
- (3) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第16条 仮病による懈怠

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、軍務を回避するため、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－
- (a) 負傷したふりをする；
 - (b) 何らかの行為によって、自分自身を負傷させる；
 - (c) 何らかの行為若しくは怠慢によって、自分の負傷を悪化させる若しくは長引かせる；又は
 - (d) 他の者に彼を負傷させる。
- (2) 軍務法に服する者は、もし彼が、軍務法に服する他の者（B）の要求に応じ、Bに軍務を回避させようとの意図をもって、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－
- (a) 何らかの行為によってBを負傷させる；又は
 - (b) 何らかの行為若しくは怠慢によって、Bの負傷を悪化させる若しくは長引かせる。
- (3) 本条文の中では－
- “負傷”は、病気及び人の肉体的又は精神的な状況の損傷を含み、負傷することに関する言及びは、これに応じて解釈される。
- “軍務”は、特殊な義務又は特殊な性質の義務を含む。
- (4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第17条 敵に有益な情報の開示

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－
- (a) 適法な権限なく、彼が敵に有益であろう若しくはあるかもしれない情報を開示する；及び
 - (b) その情報が敵に有益であろう若しくはあるかもしれないことを知っている、又はそう信じる合理的な理由をもっている。
- (2) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪

に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第18条 間違った記録をつける他

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) 公式記録がその重大な点において虚偽であることを知りながらそれを作成する；及び
 - (b) その記録が公式であることを知っている若しくはそう信じる合理的な理由をもっている。
- (2) 他の者が作成した記録を自分自身のものとして採用する者は、第1項の目的のため、その他の者と同様に、その記録を作成していると取り扱われなければならない。
- (3) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) だます意図をもって、公式文書を改ざんする若しくは隠蔽する；及び
 - (b) その文書が公式であることを知っている若しくはそう信じる合理的な理由をもっている。
- (4) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) だます意図をもって、作成する義務を負っている記録を作成しそこなう；及び
 - (b) その記録は、もし作成されれば公式であることを知っている若しくはそう信じる合理的な理由をもっている。
- (5) 本条文の目的のため、
 - (a) “記録” は文書若しくは文書の中の記載事項を意味する；
 - (b) “文書” はその中に情報が記録されているものを意味する；
 - (c) 記録若しくは文書は、もしそれが、例えば国王の下の官職を有している若しくは国王の職務についている者によって、その職務の遂行との関連で利用される若しくは利用されるであろう、ならば、公式なものである。
- (6) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第19条 命令及び秩序を害する行為

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、命令及び軍務秩序を害する行為をおこなえば、犯罪を犯すことになる。
- (2) 本条文の中で、“行為” は不作為を含み、ある行為をおこなうことに関する言及は、これに応じて解釈される。
- (3) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第20条 アルコール又は薬物による不適格又は非行

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、アルコール又は薬物の影響のため、次のようであるならば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) 彼の義務、若しくは彼がそれを遂行するために召集されていると合理的に期待される義務を、彼に委ねるには不適格である；又は
 - (b) その行動が乱暴であり、若しくは帝国軍隊の名を汚すかもしれない。
- (2) 第1項は、もし次のようであるならば、薬物の彼(“A”)への影響について適用されない—

- (a) その薬物は医療の助言にもとづいて投与若しくは管理されており、Aはその助言の一部として与えられた指示を遵守した；
 - (b) その薬物は医療目的のために投与若しくは管理されており、Aは、その薬物が第1項 a 号に示された義務を遂行する能力を損なう、若しくは（場合によっては）第1項 b 号に示されたような行動が生じるかもしれないことを信じる理由を何ら有していなかった；
 - (c) その薬物は、Aの上官の命令にもとづいて投与された；又は
 - (d) その薬物は、それを管理している者の上官の命令にもとづいてAに与えられた。
- (3) 本条文の中で、
- (a) “薬物”はアルコールの他に酔わせるものを含む；
 - (b) 人の“行動”は彼によって言われたことを含む。
- (4) 本条文にもとづく犯罪に関する事件において、第2項の各号は、それらがなされたか否かが問題になるとき、十分な証拠が示されない限り、被告人との関係において適用されないものと扱われるべきである。
- (5) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第21条 喧嘩又は脅迫行為その他

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、合理的な理由なく、他人と喧嘩すれば、犯罪を犯すことになる。
- (2) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
- (a) 合理的な理由なく、彼の行為が—
 - (i) 脅迫、虐待、侮辱若しくは挑発的な；及び
 - (ii) 騒動を引き起こすであろう；及び
 - (b) 彼が、脅迫、虐待、侮辱若しくは挑発的であることを意図している、又は彼の行為がそうであるかもしれないことを知っている。
- (3) 本条文の目的のため、人の“行為”は彼が言ったことを含む。
- (4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第22条 部下の虐待

- (1) 軍務法に服する者で、将校、准士官又は下士官である者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
- (a) 彼が部下(“B”)を虐待する；
 - (b) 彼がBを虐待することを意図している、若しくは彼がBを虐待しているか否かに関して、無頓着である；及び
 - (c) 彼がBが部下であることを知っている、若しくはそう信じる合理的な理由を有している。
- (2) 本条文の目的のため、もし次のようならば、人(“B”)は他の人(“A”)の部下である—
- (a) Bは軍務法に服している；及び
 - (b) AはBの上級将校である。
- (3) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪

に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第23条 残酷な又は品の悪い、不名誉行為

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) 彼が残酷な若しくは品の悪い行為をする；及び
 - (b) 彼のその行為は、不名誉である。
- (2) 本条文の中で、“行為”は不作為を含み、ある行為をおこなうことに関する言及は、これに応じて解釈される。
- (3) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

財産犯

第24条 公共財産、軍務財産の損害又は紛失

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) 彼が公共、軍務財産若しくは軍務法に服する者の財産に損害を与える若しくはその紛失を生じさせる行為をする；及び
 - (b) 又は—
 - (i) 彼が、その財産に損害を与える若しくはその紛失を生じさせようと意図し、彼の行為に適法な理由がない；又は
 - (ii) 彼が、その財産に損害を与える若しくはその紛失を生じさせるか否かに関して、無頓着である。
- (2) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) 彼が、過失から、公共、軍務財産に損害を与える若しくはその紛失を生じさせる行為をする；又は
 - (b) 彼が、おそらく、公共、軍務財産に損害を与える若しくはその紛失を生じさせるであろう行為をし、及び—
 - (i) 彼が、その財産に損害を与える若しくはその紛失を生じさせるか否かに関して、無頓着である；又は
 - (ii) 彼に過失がある。
- (3) 本条文の目的のため—
 - (a) “行為”は不作為を含み、ある行為をおこなうことに関する言及は、これに応じて解釈される；
 - (b) 生じさせることに関する言及は、そうさせておくことを含む；
 - (c) “紛失”は一時的なそれを含む；
 - (d) “財産”は有体財産を意味し、公共、軍務財産に関する言及は、これに応じて解釈される。
- (4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は次を超えてはならない—
 - (a) 第1項の犯罪の場合は、10年；
 - (b) 第2項の犯罪の場合は、2年。

第25条 公共財産、軍務財産の不正使用又は毀損

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、公共財産、軍務財産を不正使用又は毀損すれば、犯罪を犯すことになる。
- (2) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表の2から12の列で示されている刑罰を科せられる。

第26条 第24条及び25条：“公共財産”と“軍務財産”

- (1) 本条文は、第24条及び25条の目的のために適用される。
- (2) “公共財産”は、次のために、所有又は保有されている財産を意味する。
 - (a) イギリス政府の省；
 - (b) スコットランド行政府の部署；
 - (c) 北アイルランド省；又は
 - (d) ウェールズ議会。
- (3) “軍務財産”は次の財産を意味する－
 - (a) 帝国軍隊の目的のため所有若しくは使用されるもの；
 - (b) 海軍、陸軍、空軍の所有するもの；又は
 - (c) 確立された、若しくは1996年予備軍法(c.14)第110条（予備団体）にもとづいて確立されたような効果のある団体の所有するもの。

軍務司法に対する犯罪

第27条 憲兵への妨害又は支援の懈怠

- (1) 第2項の者は、もし、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－
 - (a) 彼が、次の者を、故意に妨害する、若しくは故意に助けることを怠る－
 - (i) その勤務中である憲兵；又は
 - (ii) 軍務法に服し、憲兵将校に代わって権限を適法に行使している者。
 - (b) 彼が、その者が憲兵である若しくは憲兵将校に代わって権限を適法に行使している者であると知っている、又はそう信じる合理的な理由を有している。
- (2) もし彼が、次の者ならば、この項に該当する－
 - (a) 軍務法に服する者；又は
 - (b) 軍務規律に服する文民。

- (3) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第28条 逮捕の妨害など

- (1) 軍務法に服する者（“A”）は、もし他の者（“B”）が、この法律によって与えられた、又はそれにもとづく権限の行使に際し、Aに身柄拘束を命令したならば、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－
 - (a) Aがその命令に従わない；

- (b) AがBに対し暴力をふるう；又は
- (c) AのBへの態度が脅迫である。

(2) 軍務法に服する者又は軍務規律に服する文民は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－

- (a) 彼が、彼を逮捕する義務を負う者に暴力をふるう、若しくはそのような者への彼の態度が脅迫である；及び
- (b) 彼が、その者が彼を逮捕する義務を負っていることを知っている若しくはそう信じる合理的な理由を有している。

(3) 本条文の目的のため－

- (a) その者の“行為”は彼の発言を含む；
- (b) “脅迫”態度は暴力で脅す態度に限定されない；
- (c) その者を逮捕する“義務”は軍務法にもとづいて生じるような義務を意味する。

(4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第29条 軍務拘束に関する犯罪

(1) 軍務法に服する者又は軍務規律に服する文民は、もし彼が、適法な拘束から脱出すれば、犯罪を犯すことになる。

(2) 軍務法に服する者又は軍務規律に服する文民は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－

- (a) 彼が、彼を適法に拘束している者に対し暴力をふるう、若しくはその者への態度が脅迫である；及び
- (b) 彼が、その拘束が適法であることを知っている若しくはそう信じる合理的な理由を有している。

(3) 本条文の目的のため－

- (a) 拘束に関する言及は軍務拘束に関してである；
- (b) その者の態度は彼の発言を含む；
- (c) “脅迫”態度は暴力で脅す態度に限定されない。

(4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第30条 被収容者の脱走、不法な釈放の放置その他

(1) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－

- (a) 彼が、その者が彼の監督下に置かれていること、若しくはその者を見張るのは彼の義務であることを知っている；
- (b) 彼が、その者を脱走させる行為をなす；
- (c) 彼が、その者を脱走させようと意図する、若しくはその行為が脱走させるか否かに関し、無頓着である、又は彼に過失がある。

(2) 軍務法に服する者は、もし彼が、次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－

- (a) 彼が、その者が彼の監督下に置かれていることを知っている；
- (b) 彼が、その者を権限なしで釈放する；及び

- (c) 彼が、自分がそのような権限をもっていないことを知っている若しくはそう信じる合理的な理由を有している。
- (3) 本条文中で、“行為”は不作為を含み、ある行為をおこなうことに関する言及は、これに応じて解釈される。
- (4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は次を超えてはならない—
 - (a) 犯罪者がその者を脱走させようと意図した場合の第1項にもとづく犯罪、若しくは犯罪者がその者を釈放する権限をもっていないことを知っていた場合の第2項にもとづく犯罪については、10年；
 - (b) その他については、2年。

艦船・航空機

第31条 艦船を危険にさらす

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、帝国艦船を危険にさらす行為をなし、及び次のようならば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) 彼が、その艦船に損害を与えようと、若しくはその座礁・喪失を意図し、彼の行為に適法な理由がない；又は
 - (b) 彼が、その艦船に損害を与え、若しくはその座礁・喪失を生じさせるか否かに関し、無頓着である。
- (2) 軍務法に服する者は、もし、過失によって、彼が帝国艦船を危険にさらす行為をなすならば、犯罪を犯すことになる
- (3) 本条文の目的のため—
 - (a) “行為”は不作為を含み、ある行為をおこなうことに関する言及は、これに応じて解釈される；
 - (b) 生じさせることに関する言及は、そうさせておくことを含む；
 - (c) “帝国艦船”は、帝国軍隊に属する若しくはその目的のために使用されるすべての艦船を意味する。
- (4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は次を超えてはならない—
 - (a) 第1項にもとづく犯罪については、終身にすることができる；
 - (b) 第2項にもとづく犯罪については、2年を超えてはならない。

第32条 誤った航空信号を送るその他

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、適法な理由なく、意図的に次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) 誤った航空信号を送る；又は
 - (b) 航空信号若しくは航空信号を送る機器を変更する、又は妨害する。
- (2) 本条文中で、“航空信号”は、航空機若しくは特殊航空機の誘導のために与えられる（どのような手段であれ）伝言、信号、指示を意味する。

- (3) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は終身にすることができる。

第33条 危険飛行他

- (1) 軍務法に服する者は、もし次のようならば、犯罪を犯すことになる—
- (a) 彼が次の行為をなす—
 - (i) 飛行している若しくは航空機を使用しているとき、又は
 - (ii) 航空機に若しくは航空機用品に関連して、ある者の死亡・負傷を生じさせる若しくは生じさせるであろう行為；及び
 - (b) 又は—
 - (i) 彼が、ある者の死亡・負傷を生じさせようと意図し、彼の行為に適法な理由がない；又は
 - (ii) 彼が、ある者の死亡・負傷を生じさせるか否かに関し、無頓着である。
- (2) 軍務法に服する者は、もし、過失によって、次の行為をなせば、犯罪を犯すことになる—
- (a) 飛行している若しくは航空機を使用しているとき、又は
 - (b) 航空機に若しくは航空機用品に関連して、ある者の死亡・負傷を生じさせる若しくは生じさせるであろう行為。
- (3) 本条文の中で—
- “行為”は不作為を含み、ある行為をおこなうことに関する言及は、これに応じて解釈される；
- “航空機用品”は次のものを含む—
- (a) 航空機の部品・付属品（さしあたり航空機内にあろうとなかろうと）
 - (b) 航空機内の、若しくはその中で使用するための兵器；
 - (c) 航空機内の、若しくはその中で使用するための、他の器具・設備；
 - (d) 航空機の離陸・着陸に関連して使用される、若しくは航空機の動きを探知するための器具；
 - (e) 航空機の飛行用の燃料；
 - (f) 航空機の、若しくは(a)から(d)までのための潤滑油。
- (4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は—
- (a) 第1項にもとづく犯罪については、終身にすることができる；
 - (b) 第2項にもとづく犯罪については、2年を超えてはならない。

第34条 低空飛行

- (1) 軍務法に服する者は、もし次のようならば、犯罪を犯すことになる—
- (a) 彼が次の場合以外で、最低限の高度以下の高さで、航空機を飛行させる—
 - (i) 離陸・着陸しているとき；又は
 - (ii) 国防会議の規則に明記された他の環境の場合；及び
 - (b) 彼が、最低限の高度以下の高さで、航空機を飛行させようと意図し、若しくはそうであるか否かに関して、無頓着であり、又は彼に過失がある。
- (2) もしある者が、航空機の指揮官である他の者の命令にもとづいて、第1項に違反して航空機を飛行させるならば、その他の者が、本条文の目的のため、航空機を飛行させているとして、扱われなければならない。

- (3) 本条文の中で、“最低限の高度”は国防会議の規則に明記された高さを意味する。
- (4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第35条 迷惑飛行

- (1) 軍務法に服する者は、もし次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) 彼が他の者に迷惑を及ぼすように若しくは及ぼすであろうように、航空機を飛行させる；
 - (b) 彼が、合理的に、(a)のような航空機の飛行を回避することができる；及び
 - (c) 彼が、他の者に迷惑を及ぼすよう航空機を飛行させようと意図し、若しくはそうであるか否かに関し、無頓着であり、又は彼に過失がある。
- (2) もしある者が、航空機の指揮官である他の者の命令にもとづいて、第1項に違反して航空機を飛行させるならば、その他の者が、本条文の目的のため、航空機を飛行させているとして、扱われなければならない。
- (3) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表の3から12の列で示されている刑罰を科せられる。

第36条 不正確な証明

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、関連の証明をその正確さを確認することなく、作成又は署名すれば、犯罪を犯すことになる。
- (2) 本条文の中で、“関連の証明”は次に関する証明（電子証明を含む）を意味する—
 - (a) 帝国艦船の遠洋航海若しくは戦闘能力に影響を及ぼすもの；
 - (b) 帝国航空機；
 - (c) 航空機用品；
 - (d) 国防会議の規則で指示されている類の器具。
- (3) 第2項の中で—
 - “帝国艦船”は第31条による解釈による；
 - “帝国航空機”は、帝国軍隊に属する若しくはその目的のために使用されるすべての航空機を意味する；
 - “航空機用品”は第33条による解釈による。
- (4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第37条 艦船・航空機を指揮する将校による捕獲物犯罪

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、帝国艦船・航空機を指揮している間に、捕獲物として艦船又は航空機を収用し、そこで発見されたすべての艦船又は航空機書類を、権限を有する捕獲審検裁判所に移送することを違法に怠るならば、犯罪を犯すことになる。
- (2) 軍務法に服する者は、もし彼が、帝国艦船・航空機を指揮している間に、捕獲物として艦船又は航空機を収用し、次のことを違法に怠るならば、犯罪を犯すことになる—
 - (a) その艦船を裁決に好都合な港へ移送する；
 - (b) その航空機を裁決に好都合な飛行場へ移送する；

(c) その物品を裁決に好都合な港・飛行場へ移送する。

(3) 本条文の中で－

“帝国艦船”と“帝国航空機”は第31条と第36条による(それぞれの)解釈による；

“捕獲審検裁判所”は、1864年海軍捕獲物法(c.25)の範囲内での捕獲審検裁判所を意味する；

“艦船書類”“航空機書類”は、同法律の第2条による解釈による。

(4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

第38条 他の捕獲物犯罪

(1) 軍務法に服する者は、もし次のことをおこなえば、犯罪を犯すことになる－

(a) 彼が、艦船・航空機を捕獲物として収用したとき、それに搭乗していた者を虐待する；

(b) 彼が違法にそのような者が所有しているものを収用する。

(2) 軍務法に服する者は、もし彼が、捕獲物として収用された艦船・航空機にある物品を降ろす、中身を出す又はその他のやり方で引っかかり回し、次の場合にあてはまらないならば、犯罪を犯すことになる－

(a) その物品は適法な捕獲物であると、獲審検裁判所によって裁決されている(1864年海軍捕獲物法(c.25)の範囲内)；又は

(b) その物品は安全な保管のため、若しくは帝国軍隊の、若しくはそれと共同している軍隊の必要な使用のため、移される。

(3) 軍務法に服する者は、もし彼が、適法な理由なく、交戦権の行使に際し、又は制定法にもとづいて収用されていた艦船・航空機にある物品を降ろす、中身を出す若しくはその他のやり方で引っかかり回すならば、犯罪を犯すことになる。

(4) 本条文の犯罪を犯した者は、第164条の別表に示されている刑罰を科せられるが、当該犯罪に照らせば、自由刑の宣告は2年を超えてはならない。

未遂、扇動、及び教唆・幫助

第39条 未遂

(1) 軍務法に服する者は、もし彼が、この項が適用される犯罪の未遂を生じさせれば、犯罪を犯すことになる。

(2) 第1項は、次の場合を除き、軍務犯罪に適用される－

(a) 第41条(教唆・幫助)により生じる犯罪；

(b) 本条文若しくは第42条の犯罪。

(3) 軍務規律に服する文民は、もし彼が、この項が適用される犯罪の未遂を生じさせれば犯罪を犯すことになる。

(4) 第3項は、次の場合に適用される－

(a) この法律の第4条、13条、27条、28条2項、29条、107条若しくは306条の、

又は1991年軍隊法(c.62)18条、20条の犯罪；及び

(b) 第40条の、a号の犯罪を犯すよう他の者を教唆する犯罪。

- (5) 本条文の目的のため、彼が、もし、犯罪を犯す意図を持って、その犯罪の実行の単なる予備以上の行為をなすならば、彼は犯罪の未遂を生じさせる。
- (6) これらの目的のため、人は、事実は犯罪の実行は不可能であるとしても、その犯罪の未遂を生じさせることができる。
- (7) 次のような場合、本条文の目的のため、彼は、その犯罪を犯す意図を持っていたと見なされなければならない。
 - (a) この項を除いて、人の意図は、犯罪を犯す意図にまで達していたとは見なされないであろう、しかし
 - (b) もしその事件の事実が彼がそうであろうと信じたものであったならば、彼の意図は犯罪を犯す意図にまで達していたと見なされるだろう。
- (8) 本条文の犯罪の訴訟手続きにおいて、被告人が第5項に含まれる行為をしたという事実認定を支えるに十分な法的証拠がある場合、彼の行為が第5項に該当するか否かの問いは、事実の問題である。
- (9) 本条文の犯罪を犯した者は、未遂とされるその犯罪が有罪ならば科せられるであろうと同じ刑罰を科せられる。

第40条 扇動

- (1) 軍務法に服する者は、もし彼が、この項が適用される犯罪を犯すよう他の者を扇動すれば、犯罪を犯すことになる。
- (2) 第1項は、第42条の犯罪を除いて、軍務犯罪に適用される。
- (3) 軍務規律に服する文民は、もし彼が、第39条4項の犯罪を犯すよう他の者を扇動すれば、犯罪を犯すことになる。
- (4) 本条文の犯罪を犯した者は、扇動したとされるその犯罪が有罪ならば科せられるであろうと同じ刑罰を科せられる。

第41条 教唆・幫助・相談又は斡旋

- (1) 軍務法に服する者が、この項が適用される犯罪を、他の者が犯すことを教唆、幫助、相談、又は斡旋する場合、彼はその犯罪を犯すことになる。
- (2) 第1項は、第42条の犯罪を除いて、軍務犯罪に適用される。
- (3) 第1項により犯罪を犯す者は、正犯として、起訴され、裁判にかけられ（略式命令による処分を含む）、刑罰を科せられる。
- (4) 軍務規律に服する文民が、第39条4項の犯罪を、他の者が犯すことを教唆、幫助、相談、又は斡旋する場合、彼は犯罪を犯すことになり、正犯として、起訴され、裁判にかけられ、刑罰を科せられる。

刑事行為

第42条 刑事行為

- (1) 軍務法に服する者又は軍務規律に服する文民は、もし彼が、次の行為をおこなえば、本条文の犯罪を犯すことになる－
 - (a) イングランド・ウェールズ法によって処罰される；又は
 - (b) もしイングランド・ウェールズにおいてなされれば、そのように処罰されるであろう。
- (2) 人は、もし彼が同じ事実にもとづいて別の軍務犯罪で起訴されたとしても、本条文の犯罪で起訴されうる。
- (3) 本条文の犯罪で有罪の者は、次の刑を科せられる－
 - (a) もしイングランド・ウェールズ法において相当する犯罪が、その法にもとづく自由刑を科せられる犯罪ならば、第164条の別表に示されている刑罰を科せられる；
 - (b) その他の場合、別表の5から12の列で示されている刑罰を科せられる。
- (4) 本条文の犯罪に関して科せられる自由刑の言い渡し又は罰金は、次を超えてはならない－
 - (a) もしイングランド・ウェールズ法において相当する犯罪が、略式起訴犯罪ならば、陪審によらない有罪判決について治安判事裁判所が科することができる最高拘禁期間又は最高罰金額；
 - (b) もし相当する犯罪が、正式起訴犯罪ならば、正式起訴による有罪判決について刑事法院が科することができる最高拘禁期間又は最高罰金額。
- (5) 第4項の中で、“略式起訴犯罪”と“正式起訴犯罪”は、それぞれ、イングランド・ウェールズ法の略式起訴犯罪と同法の正式起訴犯罪を意味する。
- (6) 本条文及び第45条から49条の中で、“行為”は不作為を含み、ある行為をおこなうことに関する言及は、これに応じて解釈される。
- (7) 第1項・第8項及び第45条から49条の中で、“処罰される”は刑事罰による処罰を意味する。
- (8) この法律の中で、“イングランド・ウェールズ法において相当する犯罪”は、本条文の犯罪との関連において、次のものを意味する－
 - (a) 本条文の犯罪を構成する行為；又は
 - (b) もしその行為がイングランド・ウェールズ法によって処罰されないならば、イングランド・ウェールズにおいてなされた同様の行為。

第43条 刑事行為の未遂

- (1) 第2項は、未遂が第42条の犯罪か否かを決定するために、適用される。
- (2) その目的のため、1981年犯罪未遂法(c.47)（未遂が犯罪となる諸犯罪）の第1条第4項は、まるで、“offence which”から“other than”までの言葉を、“イングランド・ウェールズ法により正式起訴犯罪として処罰される行為、又はもしイングランド・ウェールズにおいてなされればその法によって同様に処罰されるであろう行為（しかしここでは“正式起訴犯罪”は含まれない）を構成する、2006年軍隊法第42条の犯罪”と入れ替えるかのような効果を生じさせる。

- (3) 第42条第6項は、本条文によって変更されて、1981年犯罪未遂法(c.47)の第1条第4項の目的に沿って適用される。

第44条 第42条犯罪未遂の審理

- (1) 第42条犯罪未遂の訴訟手続きにおいて、被告人が1981年犯罪未遂法第1条第1項に含まれる行為をしたという事実認定を支えるに十分な法的証拠がある場合、彼の行為がその項に該当するか否かの問いは、事実の問題である。
- (2) 本条文の中で、“第42条犯罪未遂”は、1981年犯罪未遂法(c.47)第1条第1項の犯罪である、又はもしイングランド・ウェールズにおいてなされればそうであろう行為から構成される第42条犯罪を意味する。
- (3) 1項・2項における1981年犯罪未遂法第1条第1項への言及は、上記の第43条によって効果を生じる条項へ適用される。

第45条 刑事犯罪実行の共謀

- (1) 一連の行為を続けようという合意が第42条の犯罪に該当するか否かを判断するために－
- (a) 1977年刑事法(c.45)(共謀罪)第1条第1項・第2条は、ある犯罪に関する言及がもしイングランド・ウェールズにおいてなされればその法によって処罰されるであろう行為に関する言及を含むかのような効果を生じる。
- (b) 1977年刑事法第1条第2項は、次のような効果を生じる－
- “第2項 ある犯罪の責任が、それを犯している者にとってその犯罪の実行に必要な特定の事実・状況に関する知識なしに負わされうる場合、その者は、にもかかわらず、次の犯罪を犯す共謀については、第1項により無罪である－
- (a) その犯罪、又は
- (b) もしイングランド・ウェールズにおいてなされればその犯罪に該当するであろう行為、
- 彼及び少なくとも合意の他の被告人1人が、その事実・状況が、犯罪を構成する行動若しくは行為がなされようとしているときに生じているはず、又は生じているだろうと意図していた、又は知っていたのでない限り。”
- (2) 第42条第6項は、1977年刑事法第1条第2項の目的に沿って、本条文によって代位されたとき、適用される。

第46条 刑事行為の扇動

- (1) 第2項は、もし軍務法に服する者又は軍務規律に服する文民が、もしイングランド・ウェールズにおいてなされれば、その法によって処罰されるであろう行為をなすよう、他の者を扇動するなら、適用される。
- (2) その扇動者がその行為がなされることを意図していたか否かに関わらず、その扇動は、イングランド・ウェールズ法によって処罰される行為として、第42条第1項の目的に沿って、扱われなければならない。

第47条 刑事行為の教唆・幫助・相談又は斡旋

- (1) 第2項は、もし次のようならば適用される－
- (a) ある者(A)が、イングランド・ウェールズ法によって処罰される、若しくはもしイングラ

ンド・ウェールズにおいてなされれば、そのように処罰されるであろう行為をなす；及び
(b) 軍務法に服する者若しくは軍務規律に服する文民が、Aのその行為の実行を、教唆・幫助・相談若しくは斡旋する。

(2) その、教唆・幫助・相談若しくは斡旋された行為がなされた場所に関係なく、それらの教唆・幫助・相談若しくは斡旋行為は、イングランド・ウェールズ法によって処罰される行為として、第42条第1項の目的に沿って、扱われなければならない。

(3) 未遂が第1項a号に含まれる行為であるか否かを決定するために、1981年犯罪未遂法(c.47)第1条第4項が、第43条による修正を伴いながら効果を生じる。

第48条 第43条から第47条の補助規程

(1) 本条文は、次の場合に適用される－

(a) 未遂、合意若しくは扇動、又はある者の教唆・幫助・相談若しくは斡旋は、第43条、第45条、第46条又は第47条にもとづき、第42条の犯罪である；及び

(b) 未遂、合意若しくは扇動、又はある者の教唆・幫助・相談若しくは斡旋が関連する行為(“意図された行為”)は、イングランド・ウェールズ法によって処罰される(又は実行されれば処罰されるであろう)行為ではない。

(2) 次の目的のため、その意図された行為が、イングランド・ウェールズにおいて同様の行為であったならばそれが達するであろうところの、イングランド・ウェールズ法の犯罪に達すると、推定されなければならない。

(3) それらの目的は、次のものである－

(a) いかなる刑罰が第42条の犯罪に科せられるべきか決定するという目的；

(b) この法律の以下の条文の目的に沿って、第42条の犯罪を構成する行為又はイングランド・ウェールズにおける同様の行為が、次のものであるか又は であろうかを決定するという目的－

(i) イングランド・ウェールズ法の犯罪；

(ii) ある特別の同様の犯罪；

(iii) 特別の種類 of 犯罪

第49条 航空命令犯罪

(1) もし軍務法に服する者又は軍務規律に服する文民が、軍航空機の中で若しくはそれに関連して、もしも民間航空機の中で若しくはそれに関連しておこなわれれば規定の航空命令犯罪に達するであろう行為をおこなえば、その行為はイングランド・ウェールズ法によって処罰されるものとして、第42条第1項の目的に沿って、扱われなければならない。

(2) ある行為が前項により第42条の犯罪である場合、次のようになる－

(a) 第42条第8項(b)は適用されない；及び

(b) 次の目的のため、その行為が、もし、それが民間航空機の中で若しくはそれに関連しておこなわれれば、達するであろうところのイングランド・ウェールズ法の犯罪に達すると、推定されなければならない。

(3) それらの目的は、次のものである－

(a) いかなる刑罰が第42条の犯罪に科せられるべきか決定するという目的；

(b) この法律の以下の条文の目的に沿って、第42条の犯罪を構成する行為若しくはイングランド・ウェールズにおける同様の行為が、次のものであるか、を決定するという目的－

(i) イングランド・ウェールズ法の犯罪；

- (ii) ある特別の同様の犯罪；
- (iii) 特別の種類 of 犯罪

(4) 本条文の中で－

“軍航空機”は、1982年民間航空機法（c.16）第92条による意味である；

“民間航空機”は、連合王国内で登録され、軍航空機でない航空機を意味する；

“航空命令犯罪”は、1982年民間航空機法第60条にもとづく枢密院令の犯罪を意味する（いつ制定されたものであろうと、他の法律にもとづいて制定されたものであろうとなかろうと）；

“規定されている”は、本条文の目的のため、国務大臣の命令によって規定されていることを意味する。

第2章

管轄権と時効

第1節

管轄権

軍法会議

第50条 軍法会議の管轄権

- (1) 軍法会議は、軍務犯罪を裁く管轄権を有する。
- (2) この法律において、“軍務犯罪”は次のものを意味する－
 - (a) 第1章の犯罪；
 - (b) 第107条の犯罪（拘禁からの釈放に際して科せられる条件違反）；
 - (c) 第229条の犯罪（軍務停止命令違反）；
 - (d) 第266条の犯罪（財務申告命令への不対応）；
 - (e) 第13章の第1節の犯罪（アルコール・薬物検査）；
 - (f) 諸規則が定める、第328条の犯罪（正規軍への兵籍編入に際しての虚偽の答え）若しくは第343条の犯罪（軍務調査）は、軍務犯罪である；
 - (g) 1991年軍隊法（c.62）の第18条若しくは第20条の犯罪（子ども保護の命令）；
 - (h) 1996年予備役法（c.14）の第95条から第97条の犯罪（予備役犯罪）；若しくは
 - (i) 1996年予備役法（c.14）の別表1の第5条第3項の者によってなされた同別表の第5条第1項の犯罪（予備役への兵籍編入に際しての虚偽の答え）。

軍務文民裁判所

第51条 軍務文民裁判所の管轄権

- (1) 軍務文民裁判所は、第3項の犯罪又は第6項が適用される関連の犯罪を除いて、イギリス諸島外で文民によってなされた軍務犯罪を裁く管轄権を有する。
- (2) 第1項の目的のため、犯罪は、それがなされるときに軍務規律に服する文民である者によってなされるならば、文民によってなされるものとなる。
- (3) この項に含まれる犯罪は、次のものである—
 - (a) 第42条の正式起訴のみの犯罪；
 - (b) 軍務文民裁判所以外の裁判所によってなされた財務申告命令に関してなされた第266条の犯罪；
 - (c) 第328条若しくは343条の規則にもとづく軍務犯罪；
 - (d) 第50条第2項h号若しくはi号の中の犯罪（予備役法犯罪）。
- (4) 第3項a号の目的のため、第42条の犯罪は、もしイングランド・ウェールズ法において相当する犯罪が、もし成人によってなされれば、正式起訴状によってのみ裁かれるものであるならば、“正式起訴のみ”のものとなる；しかし、このことは第5号次第である。
- (5) 第279条にもとづく決定がなされるときに、被告人が18歳未満の場合は、第42条の犯罪は、もし次のようならば（及びその場合だけ）、第3項a号の目的のため、“正式起訴のみ”のものとなる—
 - (a) イングランド・ウェールズ法において相当する犯罪が、謀殺、故殺若しくは2004年家庭内暴力・犯罪及び被害者法（c.28）（児童その他の死を生じさせる若しくは許す）第5条の犯罪；又は
 - (b) もし被疑者が第42条の犯罪で軍法会議による有罪判決を受けるならば、第227条（銃砲類犯罪）が適用されるであろう。
- (6) この項は、もし被告人がしばらくの間、次のようであるならば、犯罪に関連して適用される—
 - (a) 正規軍の若しくは予備役のメンバー；又は
 - (b) 召集がかかる。
- (7) 第6項の目的のため、もし次のようならば、人に“召集がかかる”—
 - (a) 1996年予備役法（c.14）第65条第1項にもとづいて、彼に軍務の召集がかかる；又は
 - (b) 1980年予備役法（c.9）第35条第1項にあるように、彼に召集がかかる。

部隊長

第52条 略式で審問することができる起訴事件

- (1) 犯罪に関しある者（“被疑者”）に対する起訴は、もし（及びその場合だけ）条件AからCに合うならば、略式で審問することができる。
- (2) 条件Aは、その犯罪が略式審問で処置できるものであること（第53条参照）。
- (3) 条件Bは、被疑者が次のような者である—
 - (a) 陸軍司令官、海軍少佐若しくは空軍中佐の、若しくはそれより下の階級の将校；又は
 - (b) 准尉の、又はそれより下の階級若しくは位の者。

- (4) 条件Cは、(第5項と第6項に従って)被疑者が次のような者である－
 - (a) 軍務法に服する者、
 - (b) 志願予備役のメンバー、又は
 - (c) 追加の義務遂行に服している、前正規軍の予備役のメンバー、
その犯罪がおこなわれた時間から、起訴の略式審問の終わりまで。
- (5) もし犯罪が1996年予備役法(c.14)第96条第2項によってなされた、同法同条第1項にもとづくものならば、条件Cは、被疑者が次のような者である－
 - (a) 召集がかかる、又は
 - (b) 正規軍のメンバー、
その犯罪がおこなわれた時間から、起訴の略式審問の終わりまで。
- (6) もし犯罪が他の予備役法犯罪ならば、条件Cは、被疑者が、その犯罪がおこなわれた時間から、起訴の略式審問の終わりまで、予備役のメンバーであることである。
- (7) 本条文の目的のため－
 - (a) 人はもし次のようならば、“召集がかかる”
 - (i) 1996年予備役法(c.14)第65条第1項にもとづいて、彼が軍務に召集される；又は
 - (ii) 1980年予備役法(c.9)第35条第1項の中で言及されているように、彼が召集される；
 - (b) “予備役法犯罪”は、第53条第1項k号の犯罪を意味する。
- (8) この法律の条項の目的のため、起訴が略式審問でおこなわれる、又はおこなうことができるか否かを決めるのは、いつもその人にかかっているという場合、第4項から第6項の略式審問の終わりについての言及は、この場合についての言及として、読まれるべきである。

第53条 略式審問で処置することができる犯罪

- (1) 次の軍務犯罪は略式審問で処置することができる－
 - (a) 第4条第3項の犯罪；
 - (b) 第9条から第15条のどれかの犯罪；
 - (c) 第16条第1項a号の犯罪、若しくは不作為によってなされた第16条第1項c号の犯罪；
 - (d) 第17条から第29条のどれかの犯罪；
 - (e) ある者の逃亡につながる、ある行為を過失を犯しながらおこなうという第30条第1項の犯罪、若しくは第30条第2項の犯罪；
 - (f) 第34条から第36条のどれかの犯罪；
 - (g) 第42条（刑事行為）第3項の中の犯罪；
 - (h) 第107条の犯罪；
 - (i) 第13章第1節の犯罪；
 - (j) 第328条から第343条の諸規則の軍務犯罪；
 - (k) 1996年予備役法第96条若しくは第97条の無許可欠勤の犯罪。
- (2) g号を除いて、第1項における犯罪に関する言及は、その犯罪をおこなおうと意図する第39条の犯罪を含む。
- (3) 第42条の犯罪は、もしイングランド・ウェールズ法において相当する犯罪が次のようなものならば、この項に含まれる－
 - (a) 別表1のどこかの章（略式審問で処置することができる刑事行為犯罪）に挙げられている；

- (b) そのように挙げられている(正式起訴状)犯罪をおこなおうと意図する, 1981年犯罪未遂法(c.47)第1条の犯罪.

- (4) 国務大臣は, 命令によって別表1を修正することができる.

第54条 上級将校の許可がある場合のみ略式で審問することができる起訴事件

- (1) 将校は, 次の場合でない限り, 第2項の犯罪に関して, 起訴を略式で処置することができない
—
 - (a) 彼が上級当局の許可を得ている; 又は
 - (b) 彼が, 海軍少将, 陸軍少将若しくは空軍少将の, 又はそれより上の階級である.
- (2) もし, イングランド・ウェールズ法において相当する犯罪が, 次のどちらかであるという点から, ある犯罪が第42条の犯罪であるならば, それはこの項に含まれる—
 - (a) 別表1の第2章に挙げられている犯罪;
 - (b) そのように挙げられている(正式起訴状)犯罪をおこなおうと意図する, 1981年犯罪未遂法(c.47)第1条の犯罪.

第2節

訴訟開始の時効

予備役法犯罪以外の犯罪の時効

第55条 正規軍又は予備役の前メンバーを起訴する時効

- (1) 本条文は, 人が正規軍又は予備役のメンバーであることを辞める場合に適用される.
- (2) その者は, 軍のメンバーであることを辞めた日から数えて6ヶ月がたった後には, 彼が在籍していた間になされた軍務犯罪で起訴されない.
- (3) 第2項は, その者がその6ヶ月以内に軍隊に再入隊したとしても, 適用される.

第56条 前正規軍の予備役の一定のメンバー又は前メンバーを起訴する時効

- (1) 本条文は, 次の場合に適用される—
 - (a) 人が, 前正規軍の予備役のメンバーの間に, 追加の義務遂行に服していた; 及び
 - (b) その者がその遂行に服することを辞める.
- (2) その者は, 軍のメンバーであることを辞めた日から数えて6ヶ月がたった後には, 彼がそのように服していた間になされた軍務犯罪で起訴されない.

第57条 従前に軍務法に服していた者を起訴する時効

- (1) 本条文は, 人が軍務法に服すことを辞める場合に適用される.
- (2) その者は, 軍務法に服すことを辞めた日から数えて6ヶ月がたった後には, 彼がそのように服していた間になされた軍務犯罪で起訴されない.

- (3) 第2項は、その者が（再び）その6ヶ月以内に軍務法に服するようになったとしても、適用される。
- (4) 第2項は、次のような者によってなされた犯罪に関しては適用されない－
 - (a) 志願予備役のメンバー；又は
 - (b) 追加の義務遂行に服していた前正規軍の予備役のメンバー。

第58条 従前に軍務法に服していた文民を起訴する時効

- (1) 第2項は、人が軍務規律に服す文民であることを辞める場合に、適用される、但しすぐに、彼が軍務法に服するようになる場合は除く。
- (2) この項が適用される場合－
 - (a) その者は、軍務規律に服す文民であることを辞めた日から数えて6ヶ月がたった後には、彼がそのような市民であった間になされた軍務犯罪で起訴されない。
 - (b) このことは、彼が（再び）その6ヶ月以内にそのような市民になったとしても、適用される。
- (3) 人が軍務規律に服す文民であることを辞め、すぐに、軍務法に服するようになる場合、第57条は、次のような効力を発する－
 - (a) その者が軍務法に服した間になされた軍務犯罪に関する第2項の言及は、関連期間中になされた軍務犯罪を含む；及び
 - (b) 軍務法に服することになることに関する第3項の言及は、軍務規律に服す文民になることを含む。
- (4) 上記の第3項a号の中で、“関連期間”とは、その者が軍務法に服するようになることによって終了した、彼が軍務規律に服す文民であった期間を意味する。
- (5) 第6項は、次の者に適用される－
 - (a) 次のような理由だけによって、軍務規律に服す文民であることを辞める者－
 - (i) 別表15の目的のため指定された地域を離れる；
 - (ii) イギリス諸島に入る；又は
 - (iii) 別表15の第7条の指定が、彼への指定として、彼にそこにいなければならないと特定した地域を、離れる；及び
 - (b) すでに、制限されている場所に、居住している若しくは滞在している者。
- (6) その場面で、及びその場面のあと、彼が次のようである間－
 - (a) 制限されている場所に、居住している若しくは滞在し続ける、及び
 - (b) 軍務規律に服す文民ではないが、もしも制限されている場所にいたならば、そのような文民であり続ける、
彼は、本条文の目的に沿って（第5項を除いて）そのような文民として、扱われなければならない。
- (7) 第5項と第6項の中の、“制限されている場所”は次を意味する－
 - (a) 別表15の目的のため指定された地域を離れるために、第5項a号に含まれる者に関しては、そのような地域内；
 - (b) イギリス諸島に入るために、第5項a号に含まれる者に関しては、イギリス諸島の外；
 - (c) 第5項a号iiiの地域を離れるために、第5項a号に含まれる者に関しては、その地域内。

第59条 第107条による起訴の時効

- (1) 人は、次のどちらの期間にしても遅い方が終わった後は、第107条（拘束からの釈放に科せられた条件違反）の犯罪によって、起訴されない—
 - (a) その犯罪の実行の日から数えて6ヶ月；
 - (b) その者が逮捕された日から数えて2ヶ月。
- (2) 第1項がある犯罪で人を起訴することを禁止する場合、第123条第2項c号又は第125条第2項c号にもとづく権限は、その犯罪によってその人を起訴するためには行使されない。

第60条 第266条による起訴の時効

- 人は、次のどちらの期間にしても早い方が終わった後は、第266条（財務申告命令への不服従）の犯罪によって、起訴されない—
- (a) その犯罪の実行の日から数えて2年；
 - (b) その犯罪が軍務起訴当局のメンバーの知るところとなった日から数えて6ヶ月。

第61条 第55条から第60条：除外事項と解釈

- (1) 第55条から第60条までの、及び本条文の起訴（第59条第2項での2番目の言及を除いて）に関する言及は、第120条又は第122条の起訴に関するものである。
- (2) 第55条から第58条のどれかが、ある犯罪で人を起訴することを禁止する場合、その者は、もし法務総裁が同意すればその犯罪で起訴されうる。
- (3) 第55条から第60条の各々の条文は、その他の条文に不利益を与えることはない。
- (4) これらの条文の内容は、予備役法犯罪との関連では、全く採用されない（第62条で明らかにされるように）。

予備役法犯罪の時効

第62条 予備役法犯罪を起訴する時効

- (1) 人は、次のどちらの期間にしても一番遅いそれが終わった後は、予備役法犯罪によって、起訴されない—
 - (a) その犯罪の実行の日から数えて6ヶ月；
 - (b) その犯罪がその者の部隊長の知るところとなった日から数えて2ヶ月；
 - (c) その者が逮捕された日から数えて2ヶ月；
 - (d) もしその者が関連の予備役であったときにその犯罪がなされたならば、彼が関連の予備役であることを辞めた日から数えて6ヶ月。
- (2) もし、
 - (a) その者が関連の予備役であったときにその犯罪がなされ、及び
 - (b) 彼がそれを犯した後に関連の予備役であることを辞めるならば、
第1項b号の期間は、彼が辞めた日から数えて6ヶ月以内に、彼が（再び）関連の予備役になることによって、延長されない。
- (3) 本条文の中で—

- (a) 起訴に関する第1項の言及は、第120条若しくは第122条のもとづく起訴に関するものである；
 - (b) “予備役法犯罪”は、第50条第2項(h)若しくは(i)を意味する；
 - (c) “関連の予備役”は次のものを意味する－
 - (i) 志願予備役のメンバー；又は
 - (ii) 常勤勤務の、若しくは追加の義務遂行に服している、前正規軍予備役のメンバー；
 - (d) “常勤勤務”は、1996年予備役法(c.14)の第24条にもとづいて始められる任務の遂行を意味する。
- (4) 第1項が起訴（第3項a号で明らかにされるような）を禁止する場合、第123条第2項c号又は第125条第2項c号にもとづく権限は、その者をその犯罪で起訴するためには行使されない。

第3節

二重の危険

第63条 その後に続く軍務手続きを無効にする軍務手続き

- (1) 本条文は次の場合に適用される－
 - (a) 人が、軍務犯罪で有罪判決若しくは無罪判決を受けている；又は
 - (b) 人が、刑を言い渡される際に考慮されるべき軍務犯罪を犯していた；及び本条文では、“犯罪A”はa号又はb号に出ている犯罪を意味する。
- (2) 軍法会議は、次のようならば、ある犯罪（“犯罪B”）のためにその者を裁判にかけない－
 - (a) もし犯罪Bが犯罪Aと法律上同じ犯罪である、若しくは第3項が適用されるならば；及び
 - (b) もし犯罪Bに関する起訴がもとづいているところの訴えられた事実が、犯罪Aに関する起訴がもとづいているところの事実と同じである、若しくは実質的に同じであるならば。
- (3) この項は、次のようならば、適用される－
 - (a) もしその者が犯罪Aで有罪判決を受けた、若しくは犯罪Aが考慮された、そして犯罪Bの構成要件すべてが、犯罪Aのそれであるならば；
 - (b) もしその者が犯罪Aで無罪判決を受けた、及び犯罪Bの構成要件が犯罪Aの構成要件すべてを含むならば；又は
 - (c) もしその者が犯罪Aで、軍法会議若しくは軍務文民裁判所による有罪若しくは無罪判決を受けた、及び犯罪Bが、彼が第161条（代替犯罪）にもとづいて犯罪Aの無罪放免において有罪判決を下され得た犯罪であるならば。
- (4) 犯罪Aが起訴されなかったが考慮されるべき犯罪である場合、犯罪Aに関する起訴がもとづいたところの事実に関する第2項b号の言及は、犯罪Aに関する起訴がもとづいたであろう事実に関する言及として読まれなければならない。
- (5) 本条文のため、人をある犯罪について軍法会議によって裁くことができない場合－
 - (a) 軍務文民裁判所は、彼をその犯罪について裁かない；及び
 - (b) その犯罪に関する彼に対する起訴は、上官による略式審問によってはなされない。

第64条 その後に続く普通手続きを無効にする軍務手続き

- (1) 本条文は次の場合に適用される－
 - (a) 人が、第42条(犯罪行為)の犯罪で有罪判決を若しくは無罪判決を受けている；又は
 - (b) 人が、刑を言い渡される際に考慮されるべき軍務犯罪を犯していた。
- (2) 関連の管轄区域の普通裁判所は、もしその者が、ある犯罪でイングランド・ウェールズの裁判所によって有罪判決を受けた又は(場合によっては)無罪判決を受けたならば、その区域の法にもとづき、普通裁判所は、彼を裁くことを禁止されるであろう犯罪によっては、その者を裁かない。
- (3) “関連の犯罪”とは、第42条にもとづく犯罪を構成している行為(又は主張された行為)が達した、イングランド・ウェールズ法の犯罪を意味する。
- (4) その行為(又は主張された行為)が、もしそれがイングランド・ウェールズにおいてなされたならば、イングランド・ウェールズ法のもとで犯罪に達するであろう場合、それは、第3項の目的に沿って、その犯罪に達するものと推定されなければならない。
- (5) 本条文の中で、“関連の管轄区域”とは、次を意味する－
 - (a) イングランド・ウェールズ；
 - (b) スコットランド；
 - (c) 北アイルランド；又は
 - (d) マン島
- (6) 本条文の中で、“行為”は不作為を含み、ある行為をおこなうことへの言及はそれにしたがって読まれなければならない。

第65条 第63条及び第64条：補足

- (1) もし第127条第1項又は第2項にもとづく指示が、ある犯罪に関連してなされたならば、その指示に関連する者は、次のように扱われなければならない－
 - (a) 第63条の目的に沿って、及び
 - (b) 第127条第2項による命令の場合は、第64条の目的に沿って、まるで、彼がその犯罪で無罪判決を受けていたかのように。
- (2) 上記の第1項a号の第63条への言及は、同条の第3項c号を含まない。
- (3) 第63条及び第64条の目的のため、人は、もし刑の言い渡し破棄されたなら、言い渡しの際に犯罪を考慮対象に入れなかったかのように、対応されなければならない。

第66条 その後に続く軍務手続きを無効にする普通手続き

- (1) 軍法会議は、もし、イングランド・ウェールズの普通裁判所が一事不再理の原則にもとづき、人を裁くことを禁止されているような、イングランド・ウェールズ法の犯罪に、犯罪を構成する行為が達するならば、第42条(刑事行為)の犯罪によって、その者を裁くことはできない。
- (2) 軍法会議は、もし次のようならば、刑事ではない軍務犯罪(それは、第42条にもとづかない軍務犯罪である)によって、人を裁判にかけることはできない－
 - (a) その犯罪の要件を構成するある行為が、イングランド・ウェールズ法の犯罪(“犯罪X”)に達するならば；及び
 - (b) イングランド・ウェールズの普通裁判所が、一事不再理の原則の下にその者を犯罪Xによって裁くことを禁止されているならば。

- (3) 次の犯罪を構成する行為が—
 - (a) 第42条の犯罪；又は
 - (b) 刑事ではない軍務犯罪の要件,
もしそれがイングランド・ウェールズでなされたならば、イングランド・ウェールズ法のもとで犯罪に達するであろう場合、それは、第1項若しくは第2項の目的に沿って、その犯罪に達するものと推定されなければならない。
- (4) 普通裁判所（どこかの）が人に刑を宣告する際に犯罪を考慮し、その刑の宣告が破棄されなかった場合、その者は第1項の目的に沿って、その裁判所によってその犯罪で有罪判決を受けたと扱われなければならない。
- (5) 本条文の理由により、軍法会議が人をある犯罪によって裁くことができない場合—
 - (a) 軍務文民裁判所は、彼をその犯罪について裁かない；及び
 - (b) その犯罪に関し彼を起訴することは、上官による略式審問によってはなされない。
- (6) 本条文は、人がある犯罪で裁判にかけられるか否か（又は略式で処理されるか否か）の問題が、第63条によって決定される事件には、適用されない。
- (7) 本条文の中で、“行為”は不作為を含み、ある行為をおこなうことへの言及はそれにしたがって読まれなければならない。

＊ 本稿は日本学術振興会平成19年度科学研究費補助金（基盤研究（C）（一般）「イギリス軍事法における1990年代後半以降の『司法化』の進展と今後の課題」）による研究成果の一部である。

＊ 「津山工業高等専門学校研究紀要投稿要項」の7では、規格は2段組に限定されているが、本稿の目的がイギリス法の訳であり、A4版で印刷されているイギリス法を2段組に組み直すことから生じるであろう、読み間違い・不体裁などを考慮していただき、特別に1段組を認めていただいた。ご配慮に感謝申し上げます。

T-Engineを使ったパソコンマイコン実験実習システムの構築

中 尾 三 徳*

Construction of the PC/microcomputer experiment and practice system using 'T-Engine'

Mitsunori NAKAO*

The computer and electrical student experiment training program is one of important subjects and it is required to actively advance a variety of reforms to respond to the changing times. In this paper, the computer experiment training system using 'T-Engine' platform focused on the embedded software education for student experiment program in a technical college was investigated and discussed. It is found from this research: (1) the computer literacy with the BTRON3 operating system can apply as the personal computer experiment practical training. (2) Windows or Linux operating systems are suitable for software development trainings rather than BTRON3. (3) The PIC microcomputer device is suitable for an experiment training of I/O controls. (4) The 'T-Engine' platform of the ITRON is suitable for the experiment training of the small liquid crystal display control. Here, it is necessary to combine the 'T-Engine' platform and Windows or Linux operating system in the case of (4).

Key word : TRON, T-Engine, Student Experiment

1. はじめに

現在、高等教育機関である大学・高専において組み込みリアルタイム系の OS の教育や人材育成はあまりなされてなく、市場では組み込みシステム技術者の養成が急務とされている。そこで現在、津山高専で担当しているパソコン、マイコンの実験実習を TRON 仕様の基本ソフトウェアや TRON 仕様電子機器のプラットフォームを使ってどこまで置き換えられるか調べる。この研究によって、パソコンやマイコンや組み込み電子機器で異なっている基本ソフトウェアを TRON 仕様の T-Engine¹⁻⁷⁾ プラットホームで統一して、実験実習することを目指す。

筆者は、工業高専で情報処理実験実習を担当している。近年パソコンの OS としては Windows (Microsoft Windows) を主軸とする海外の OS が導入されているが、これ以外にも GNU に見られるような自由に利用可能なソフトウェアも台頭してきている。このような中で国産の TRON (BTRON や T-Engine プラットホーム等) を使った実験実習教育を広めるべく、TRON の教育現場への導入⁸⁾ について現状を調査したので報告する。

2. パソコン実験実習

パソコンの OS としては Windows, UNIX 系 FreeBSD や Linux 等がありコンピュータリテラシーの教育としては、Windows が他の OS より一歩先を進んでいる。近年 Linux の利用も Windows のような GUI (Graphical User Interface) になり、Windows に追従してきている。このような中で TRON (BTRON) のパソコン OS である超漢字 V も多言語フォント処理において利用され始めている。

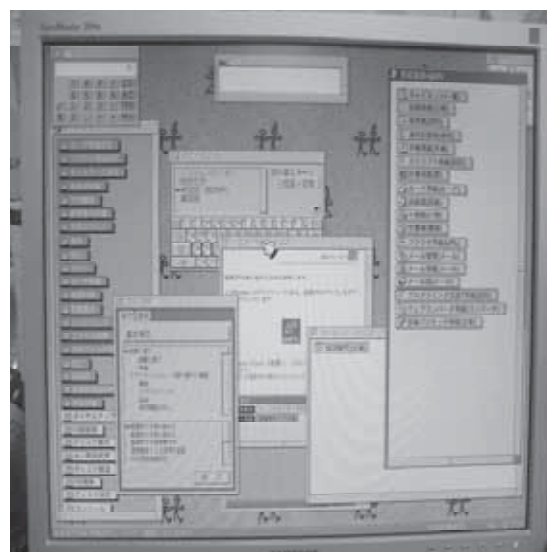


Fig.1 CHOKANJI V

Fig.1 の超漢字 V は TRON のパソコン利用を定義したもので初期バージョンは単独のブート処理、ディスクフォーマットを持つ OS として構築されている。

原稿受付 平成20年8月29日

*教育研究支援センター

た。しかし、最近の超漢字Vからは Windows の 1 アプリケーションとして共存するようになった。このことで超漢字Vから Windows のアプリケーションに処理結果を送ることが出来るようになった。

超漢字Vのファイルは、Windows とは違い、実身・仮身という概念でファイルを管理している。一般的な現在の OS はディレクトリを用いたツリー構造でファイル等を管理しているのに対して、実身・仮身では、ユーザが触れる範囲はすべてハイパーリンクで繋がったネットワーク構造のファイル管理をしている。ファイルシステム自体がハイパーテキスト構造になっていることから超漢字Vにおけるすべてのファイルが「開いた仮身」と呼ばれるプレビューモードになっており、超漢字V内のファイルは、動的に編集される Web ページのような状態となっている。GUI のデザインは WIN3.1 に似た外観をとっている。

現在の工業系学科のパソコン実験実習に導入しようとするれば、プログラミングをするという点では、超漢字Vは適していないが、事務処理（業務処理）等をおこなうための多言語フォント等を有しているので、その分野では適していると思われる。以下に、津山高専のパソコン実験実習と比較して報告する。

2.1 パソコン実験実習システムの現状

津山高専におけるパソコン実験実習は、C++によるソフトウェアの開発、10 進 BASIC、アセンブラ言語等で種々の機械、電子素子等の制御を行っている。たとえば、情報リテラシー教育では Windows XP で Windows の操作、キーボードのタイピング練習、日本語変換、インターネット、電子メール、CUI（Character User Interface）の MSDOS プロンプト等を行っている。このなかでキーボードタイピング、電子メール、インターネットについては、超漢字Vを使ったシステムでも可能である。

2.2 超漢字Vを使った実験実習システム

超漢字Vを使った実験実習システムは工業高専に導入するとすれば、基礎の情報リテラシー実験実習には可能であるが、現在、超漢字Vが VMware Player を使うことで Windows の 1 アプリケーションになったため、Windows のリテラシーと超漢字Vのリテラシーを両方とも習得していかなければならない面がある。しかしこのことは、Windows で不足している多言語 FONT 処理の部分を超漢字Vで補って、より以上のコンピュータリテラシーを学習出来るという利点はある。

2.3 超漢字Vを使った実験実習の問題点

先に述べたように Windows に付随したように超漢字Vが 1 アプリケーションとして動作するので、初心者のリテラシー教育では良いかもしれないが、GUI や概念が異なるので多数のユーザを持つ Windows のリテラシーを実験実習の方が教育としては妥当だと考えられる。超漢字Vの良い点は、漢字コードを FONT 文字コードとして 17 万文字を持っているのでほとんどすべての漢字を使用することが出来る。その他、HTML に類似したファイル構造を実身・仮身が持っているため、画像や映像等のオブジェクトも同時に編集することが出来る。Windows には登録されていない FONT も使用することが出来るという有利な点がある。それゆえ、日本国内でも学校事務・行政事務等の旧漢字等を使用するシステムで利用され始めている⁹⁾。

3. マイコン実験実習

津山高専におけるマイコン実験実習は、旧来の 8bit Z80CPU システム等を使ったものが Micro Chip Technology の PIC コントローラ等のコントロールマイコンを使ったものに移行しつつある。また、本校でも ALTERA を使って、パソコン上で論理回路等を設計し、通信線を使ってプログラマブルロジックデバイス (PLD) に送り、実際に回路を動作させるゲートアレイ構造の PLD (FPGA) を使った実験実習システムも行われている。このように装置を制御するといったような単純な制御を行うことが多

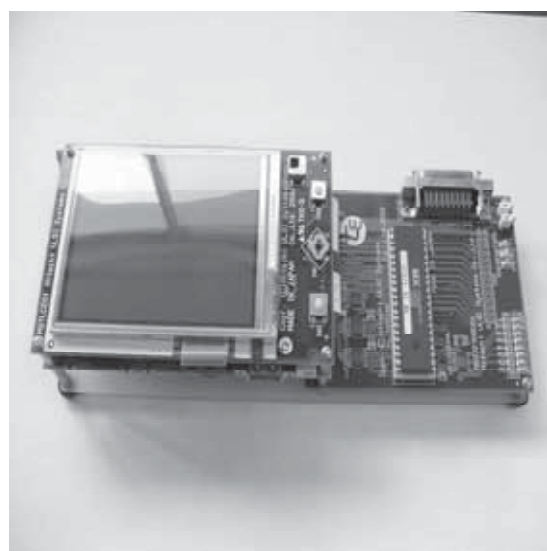


Fig.2 T-Engine

い。Fig.2 の ITRON 標準 T-Engine プラットホームは小型タッチパネル液晶ディスプレイを持つハードウェアで、携帯電話等に代表される小型の携帯端末

(スモールパソコン)と同様の高度な処理能力を有するシステムとなっている。Ubiquitous (いつでもどこでも)を提唱する TRON ではマイコンのハード環境にあたるプラットフォームの規模を標準 T-Engine (PDA 程度の大きさ), μ T-Engine (標準サイズを小さくした), nT-Engine (500 円玉サイズ), pT-Engine (1cm 角サイズ)と定義し,すべてのマイコン系処理を行えるようにしている。組み込みリアルタイム処理系としては TRON のほかに RT-Linux や WindowsCE がある。標準 T-Engine のハードは高価なため (1 セット 30 万円程度)実験実習に用いるには今しばらく時間がかかると思われる。

3.1 マイコン実験実習システムの現状

津山高専ではマイコン実験実習としては Z80 を使ったもの, ALTERA を使ったプログラムロジックを作成し複雑なハードウェアの装置を制御するもの, PIC を使ったアセンブラ等で単純な動作を制御するものがある。たとえば,情報工学科では,ALTERA を使用した半加算器,全加算器,7セグメントドライバ回路作成等の実験,電子制御工学科では AND, NOT, OR 論理素子 IC を使った実習や半加算,全加算論理 IC を使った実験や PIC コントロールマイコンを使った LED, DC モータ,スピーカ等の周辺素子制御用の実験がある。

3.2 T-Engineを使った実験実習システム

TRON では,マイコン系の実験としては ITRON (T-Engine プラットホーム)が定義されているが,標準 T-Engine プラットホームは,携帯電話端末に代表されるように,小型タッチパネル液晶ディスプレイとフラッシュメモリを持つ極小パソコンといった意味合いのものになる。この他 T-Engine では,環境規模によって, μ T-Engine これは標準の T-Engine からいくつかのインターフェイスを取り除き,サイズを小さくしたものであり,nT-Engine ではセンサやコントローラの役割を果たすだけの最低限度のインターフェイスを備えたものになっている。pT-Engine ではセンサを接続するために必要なインターフェイス以外は極力取り除いており,大きさは 1cm 角になっている。

T-Engine のプログラム開発は,パソコン Linux 環境で行い,GCC を使いクロス環境下でプログラムをバイナリ (HEX)変換後に通信線を使って T-Engine ボードにプログラムを送って実行させることになる。プログラム開発は,シンプルな操作というよりは GCC を使う開発環境になる。この時プログラム開発用の環境として,Windows, Linux 等の OS の

インストールされたパソコンが必要であり,T-Engine 単体のみでは,プログラム開発が出来ない。

3.3 T-Engineを使った実験実習における問題点

T-Engine を使った実験実習では,T-Engine 単体では開発ができないので,開発用のパソコンが必要になる。現状では T-Engine 用のソフトウェアの開発は Linux 環境で GNU 開発プラットフォームを使用し開発する必要がある。Windows 環境での開発では Cygwin プラットホームを使ってその環境で開発する必要がある。

4. 考 察

TRON プロジェクトの ITRON ハードウェアプラットフォームである T-Engine を使って,パソコン-マイコン実験実習を構築しようとしたが,パソコンの現状は超漢字 V を使用するよりは Windows や Linux を使用する方がオープンソースの利便性から使いやすさでも有意義である。しかし,マイコンとして高度な携帯端末等を開発する場合は,T-Engine プラットホームによる組み込みシステムを利用するほうが有効である。このことから,それぞれの OS, 開発プラットフォームの有利な点を組み合わせた複合協調システムも構築され始めている^{10),11)}。

今後,超漢字 V や T-Engine プラットホームを使った実験実習を具体的に報告する予定である。

5. 結 言

1. 現状のコンピュータ系の実験実習は,TRON と置き換え可能だが,Windows や Linux と組み合わせて実験実習する必要がある。

2. パソコン系実験実習は BTRON3 仕様の OS (超漢字 V) でコンピュータリテラシーについては置き換えることが可能である。パソコン系ソフトウェア開発については,Windows や Linux の方が適している。

3. マイコン系の実験実習については LED の点灯やモータの回転等の単純な入出力をコントロールをする実験実習では,コントロールマイコン (PIC 等) が適しているが,高度な入出力 (タッチパネル, 音声入力, 小型液晶ディスプレイ等) を制御する実験実習では ITRON 仕様の T-Engine プラットホームが適している。

謝 辞

本研究は、平成 19 年度科学研究費補助金（奨励研究）課題番号 19918030 の援助を受けた。本システムの構築にあたり、いろいろと便宜をはかってくださった電子制御工学科の教員の皆様に感謝します。

参 考 文 献

- 1) 坂村 健：第 1 章 ITRON から T-Engine へ T-Engine の思想（特集組み込み標準プラットフォームをめざして，普及をはかる新世代 TRON アーキテクチャ T-Engine 誕生），CQ 出版㈱，インターフェース 30(8)，(2004) 105-109
- 2) 桜井 厚：Appendix2 各社の T-Engine ボードの実際(2) ARM9 を 2 個搭載したマルチ CPU T-Engine(特集 組み込み標準プラットフォームをめざして，普及をはかる新世代 TRON アーキテクチャ T-Engine 誕生)，CQ 出版㈱，インターフェース 30(8)，(2004) 110-113
- 3) 山田浩之：Appendix1 各社の T-Engine ボードの実際(1)ルネサスマイコン搭載 T-Engine のラインナップ(特集 組み込み標準プラットフォームをめざして，普及をはかる新世代 TRON アーキテクチャ T-Engine 誕生)，CQ 出版㈱，インターフェース 30(8)，(2004) 105-109
- 4) 松為 彰：第 5 章カーネルとアプリケーションをつなぐインフラ T-Engine のミドルウェア(特集 組み込み標準プラットフォームをめざして，普及をはかる新世代 TRON アーキテクチャ T-Engine 誕生)，CQ 出版㈱，インターフェース 30(8)，(2004) 84-92
- 5) 豊山祐一：第 3 章 ITRON から発展し，大規模アプリケーションの開発も可能となったリアルタイム OS T-Kernel の詳細（特集 組み込み標準プラットフォームをめざして，普及をはかる新世代 TRON アーキテクチャ T-Engine 誕生），CQ 出版㈱，インターフェース 30(8)，(2004) 61-75
- 6) 早川 幹,小林真輔,加藤 淳：第 2 章新たな組み込みシステム用の開発プラットフォーム T-Engine ハードウェアの概要(特集 組み込み標準プラットフォームをめざして，普及をはかる新世代 TRON アーキテクチャ T-Engine 誕生)，CQ 出版㈱，インターフェース 30(8)，(2004) 44-60
- 7) 猪飼國夫：プロローグなぜ，T-Engine が必要とされるのか？リアルタイム OS の現状(特集 組み込み標準プラットフォームをめざして，普及をはかる新世代 TRON アーキテクチャ T-Engine 誕生)，CQ 出版㈱，インターフェース 30(8)，(2004) 36-39
- 8) 松為 彰：第 4 章 TRONSHOW2004 で注目を集めた T-Engine 開発キットと Teacube(特集 組み込み標準プラットフォームをめざして，普及をはかる新世代 TRON アーキテクチャ T-Engine 誕生)，CQ 出版㈱，インターフェース 30(8)，(2004) 76-83
- 9) 村井 礼,尾崎圭司,細川康輝,戸川 聡：四国大学付属経営情報研究所における TRON プロジェクト：ユビキタスキャンパスの構築を目指して（10 周年記念号），四国大学経営情報研究所年報, 10，(2004) 233-240
- 10) 木内志朗：第 7 章既存の OS を T-Kernel でも操作させる T-Kernel と Linux のハイブリッド環境による T-Linux の実装（特集 組み込み標準プラットフォームをめざして，普及をはかる新世代 TRON アーキテクチャ T-Engine 誕生），CQ 出版㈱，インターフェース 30(8)，(2004) 101-104
- 11) 芝本利博,岸 恵一,小田桐康弘：第 6 章豊富な資産を継承するための WindowsCE と T-Kernel の協調動作の原理(特集 組み込み標準プラットフォームをめざして，普及をはかる新世代 TRON アーキテクチャ T-Engine 誕生)，CQ 出版㈱，インターフェース 30(8)，(2004) 93-100

校 外 に お け る 研 究 発 表 等

(2 0 0 7 年 9 月 1 日 ~ 2 0 0 8 年 8 月 3 1 日)

機械工学科

【吉富秀樹】

(講演発表)

題目 学生の独創性あるデザインを実現可能とするマイスター制を取り入れた高度機械加工技術教育の推進

講演者名 ○吉富秀樹, 大谷賢二, 仲井正明, 神田尚弘, 河原みほ, 川村純司

学会名等 平成 20 年度高専教育講演論文集 pp.265-268

発表年月日 2008 年 8 月 18 日

概要

本校実習工場では、機械加工技術教育の一環として、平成 18 年度より、課外活動等で実習工場を利用する学生を対象に、安全を十分意識して機械加工技術を習得するための講習を行い、受講した学生に対して実習工場の機械を扱える資格を与えるという取り組み(略称:「マイスター制」)を取り入れ、学生が自発的に高度な機械加工技術を習得することを奨励している。本報では、「マイスター制」の取り組み内容とその成果について報告した。

題目 流体自身の流れで吸引力を制御する渦室付排水管の研究 (第 5 報)実規模試験装置による特性試験

講演者名 吉富秀樹

学会名等 平成 20 年度空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 pp.1551-1554

発表年月日 2008 年 8 月 29 日

概要

遊泳用プールなどで、排水口に身体を吸着される事故が起こっている。本研究は、このような事故を未然に防止するため、流体自身の流れで吸引力を制御できる安全性の高い渦室付排水管を研究開発するものである。本報では、渦室直径が 705mm の実規模渦室付排水管および試験装置を新たに製作し、実規模での特性試験を行った。その結果、吸着された時の吸引力を、従来の排水管に比べて 1/20 から 1/100 に低減できることが確認できた。また、渦の構造や流れ特性は、これまで行ってきた小形モデル(渦室直径 120mm)と整合性があることが確認でき、小形モデルで検討してきた設計コード化が実規模サイズにも適用できる見通しが得られた。

(その他)

題目 レゴマインドストームとブレッドボードを組み合わせたメカトロニクス教材の開発と創造性教育

著者名 吉富秀樹

学会誌名等 設計工学 Vol.43 No.5 pp. 243-248

発表年月日 2008 年 5 月 5 日

概要

メカトロニクスは機械工学や電気工学、情報工学など多岐の分野にまたがる複合的技術であり、従来からメカトロニクスを初心者にとどのように教えるべきかという検討が行われてきた。著者は、レゴマインドストームのコントローラの部分をブレッドボード(試作回路基板)で置き換え、これに学生がセンサやトランジスタ回路を組み込むことで作動するライントレースロボット教材を開発した。本報では、この教材の概要と、これを使っている創造演習授業について解説した。

【佐藤紳二】

(講演発表)

題目 Improvement of Gas/Liquid Two-Phase Flow Performance by Rotational Speed Increasing of Centrifugal Pump Impeller

講演者名 Sinzi SATO, Daiki TAKATA, ○Naoki MATSUSITA, Akinori FURUKAWA

学会名等 The 9th Asian International Conference on Fluid Machinery

発表年月日 2007 年 10 月 18 日

概要

In the present study, effects of rotational speed on the performance are experimentally examined for two kinds of centrifugal impellers with different blade outlet angles, at first. Then, if the shaft power would be also decreased with deterioration of pump head, the margin to increase rotational speed might be obtained for the driving motor. As the result, the performance might be improved by rotational speed increasing. This idea is secondly confirmed and the quantitative amounts of improvement are evaluated in wide range of water and air flow rates. Effects of rotational speed of impeller on two-phase flow performance are discussed with observation of air behavior in the impeller.

題目 ポータブル風洞実験装置を用いた出前授業教材の開発

講演者名 ○吉田明史, 山本大地, 加藤学, 佐藤紳二

学会名等 計測自動制御学会中国支部津山地区計測制

御研究会 pp.1-2

発表年月日 2008年2月2日

概要

本報では、実験的な要素を含む中学生向け出前授業の開発を目的に、持ち運び可能な風洞実験装置を用いて、流れの可視化による教材を開発したので、その概要と実際に実施した模擬授業のアンケート結果について紹介した。

【小西大二郎】

(講演発表)

題目 Frictional Characteristics of Machine Tool's Slide Guides with Micro-grooves and Cavities

著者名 Kazutake UEHARA, Fumio OBATA, ○Daijiro KONISHI, Masato YAMASAKI

学会誌名等 2007 Proceedings of the 4th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century (LEM21), No.07-205 pp.791-794

発表年月日 2007年11月7-9日

概要

Linear slide guides are useful for difficult-to-cut metals' cutting. To realize a high-performance linear slide guide with lower friction coefficient and higher damping performance, the effects of micro-grooves and cavities formed on the contact surfaces were examined on the frictional characteristics. The experiments were done using some slide guide models at sliding velocities not more than 50 m/min. The model consisting of a slider with cavities and hardened slide guide with a mirror-like sliding surface demonstrated the friction coefficient being about 0.02 at sliding velocities from 1 to 6 m/min under the slideway lubricant of VG32.

題目 すべり案内の表面形状が摩擦係数に与える影響について

著者名 ○山崎正人, 小西大二郎

学会誌名等 計測自動制御学会中国支部津山地区計測制御研究会, 平成19年度学術講演会 pp.3-4

発表年月日 2008年2月2日

概要

工作機械への高精度・高能率化への要求に対して、すべり案内の低しゅう動摩擦係数化を目標に、しゅう動摩擦面の加工方法、中高形状や微細形状がしゅう動摩擦係数に及ぼす影響を実験的に調査した。

結果、案内面とテーブルの加工法によって生じる油溜り量が摩擦係数に大きな影響を与えることが確認できた。テーブルの中高形状は油膜の形成を促進し、境界・混合潤滑領域での摩擦係数の低下に有効である反面、流体潤滑領域では摩擦係数が増加することが確認できた。微細加工は混合潤滑領域での油溜りとして機能し、摩擦係数の低下が見られた。

【井上浩行】

(講演発表)

題目 歩行支援を目的としたパワーアシスト装具の開発と評価

著者名 ○池田健悟, 井上浩行

学会誌名等 第16回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集 pp.120-121

発表年月日 2007年11月10日

概要

本研究では、高齢者や障害者の歩行動作を支援するため、リンク機構を用いることで一つのアクチュエータで下肢関節の筋力補助を行う装着型のパワーアシスト装具を開発した。本装具は、装着者の安全な歩行を支援するため、筋力の衰えによるつまづきを防止するために、腸腰筋の筋力補助と遊脚期につま先が下がるのを制限する。最後に、歩行周期を通常歩行時の約3倍として歩行実験を行い、膝と足首の軌道、筋電位、つま先の位置ならびに聞き取り調査から検討を行った結果、本装具が歩行支援において有効であることを確認した。

題目 視線を用いた環境制御装置の開発と評価

著者名 ○樋口雅之, 井上浩行, 藪木 登

学会誌名等 第16回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集 pp.134-135

発表年月日 2007年11月10日

概要

本研究では、視線でテレビやビデオなどの家電製品を操作する環境制御装置を開発した。視線インタフェースとしては、家電製品の操作や階層的に構成された操作画面の切換えを確実にを行うため、コマンド型の視線インタフェースを採用した。はじめに、視線による選択作業に費やす負担や誤選択を少なくするために操作画面のデザインについて検討した。具体的には、視野を円で近似して扇状の領域に分割したものを操作画面とする視線インタフェースを提案し、領域の配置ならびに色が使用者に及ぼす影響を調べた。最後に、家電製品の操作に応用して操作実験を行った結果、構築

した環境制御装置の有効性を確認した。

題目 リンク機構を用いた歩行補助機の開発

著者名 ○井上浩行, 則次俊郎

学会誌名等 ロボティクス・メカトロニクス'08 講演論
文集 2P1-E16

発表年月日 2008 年 6 月 7 日

概要

本研究では、高齢者の歩行時における転倒を防止するために、下肢の関節を動かす筋力を補助することで安定した歩行を実現する歩行補助機の試作機を開発した。この歩行補助機は、リンク機構を用いることで、一つのアクチュエータで股関節、膝関節、足関節の筋力補助を行うことが可能である。被験者が歩行補助機を装着して歩行実験を行った結果、通常歩行時と補助機装着時の膝と足首の軌道がほぼ一致し、すり足歩行になっていないことを確認した。また、腸腰筋の筋電位を測定した結果、股関節の筋力補助がなされていることを確認した。

【塩田祐久】

(講演発表)

題目 安定化ジルコニアにおける導電率の応力依存性に及ぼす高次弾性定数の影響

講演者名 ○塩田祐久, 近藤淳哉

学会名 日本金属学会秋期大会 p.268

発表年月 2007 年 9 月 20 日

概要

格子歪みの大きさとその異方性の大きさの関係を定量的に明らかにするために、5 種類の方位の安定化ジルコニア単結晶に対して一軸圧縮応力付加の下で導電率の測定を行い、測定結果に対して高次の弾性定数を考慮した解析を行うことにより、導電率の応力依存性、さらには歪み依存性について検討を加えた。一定応力下での導電率の温度依存性、及び一定温度下での導電率の応力依存性の両方のデータから、活性化エネルギーを算出した。その結果、導電率の活性化エネルギーの応力依存性は、2 つの測定方法によって顕著な違いを見せた。この違いを、ヤング率の温度依存性及び導電率の歪み依存性ととも、高次の弾性定数の影響に着目して考察した。

題目 安定化ジルコニア単結晶の内部摩擦

講演者名 ○稲尾浩之, 塩田祐久

学会名 計測自動制御学会中国支部津山地区計測制御

研究会

発表年月 2008 年 2 月 2 日

概要

一軸引張り圧縮負荷の下で安定化ジルコニア単結晶に対する内部摩擦を測定できる手法を確立した。これを用いて周波数分散および温度依存性を測定するとともに、内部摩擦の活性化エネルギーを求めた。その結果、本研究で開発した装置により、一軸引張り圧縮荷重下で内部摩擦を測定できることがわかった。また、周波数依存性のピークは温度の上昇とともに高周波数側へ移動した。さらに、ピークシフト法により求めた内部摩擦の活性化エネルギーはイオン伝導の活性化エネルギーとほぼ同程度の値となった。

【橋本 淳】

(講演発表)

題目 二成分混合燃料予混合火炎の高圧下における伸張応答特性

講演者名 橋本淳

学会名 日本機械学会 2007 年度年次大会

発表年月 2007 年 9 月

概要

本研究では、水素・メタン二成分混合燃料火炎の高圧下における火炎構造および伸張応答特性について、反応動力学計算により検討を行った。その結果、水素混合割合 δ によらず圧力の増大に対してマークシュタイン数 Ma は減少すること、また希薄かつ δ が大きいほど減少率は大きいこと、一方過濃側においては複雑な傾向を示し、 δ の大きな領域で圧力の増加に対し、 Ma は増大か概ね横ばいの傾向を示すことが明らかになった。なお、各火炎は各圧力において窒素希釈により層流燃焼速度が揃えられており、レイス数は概ね初期圧に対して増加した。

題目 水素・炭化水素混合燃料火炎の高圧下における伸張応答特性

講演者名 橋本淳

学会名 第 45 回燃焼シンポジウム

発表年月 2007 年 12 月

概要

本研究では、水素・炭化水素二成分混合燃料火炎の高圧下における火炎構造および伸張応答特性について、反応動力学計算により検討を行った。その結果、マークシュタイン数 Ma は雰囲気圧力の変化に対してレイス数の変化と全体的には異なった傾向を示し、水素混合割合 δ によらず圧力の増大に対して Ma は概ね減少す

ることを示した。また、メタン混合火炎では希薄かつ δ が大きいほど減少率は大きく、過濃かつ δ の大きな領域ではやや複雑な傾向を示すこと、プロパン混合火炎では Ma 変化量は全体的に小さいことを示した。

題目 blog を活用した機械工学科広報に関する試み

講演者名 ○橋本淳, 塩田裕久, 加藤学

学会名 計測自動制御学会 中国支部津山地区研究会

発表年月 2008 年 2 月

概要

機械工学科では 2007 年 4 月にブログを設置し、数名の有志で運用を行ってきた。本稿では、本ブログの運用状況を紹介しつつ、教育機関においてブログを設置する意義について再確認した。それは、“瞬発力のある双方向性”である。すなわち、各事柄に関する考察は十分でなくとも、それに関わった教員それぞれができるだけ迅速に情報を公開すること、また、それらに対してできるだけ校外者(保護者、地域・企業・大学、卒業生等)からの意見をいただく努力をすることである。得られた成果は、関連部署や教職員で共有し、その後の改善につなげてゆくことができるものと考えられる。

題目 二成分混合燃料火炎の高圧下における伸張応答特性

講演者名 橋本淳

学会名 日本機械学会中国四国支部 第 46 期総会・講演会

発表年月 2008 年 3 月

概要

水素・炭化水素混合燃料火炎の高圧下における火炎構造および伸張応答特性について、反応動力学計算により検討を行った。その結果、水素混合割合 δ によらず圧力の増大に対してマークシュタイン数 Ma は減少すること、また希薄かつ δ が大きいほど減少率は大きいこと、一方過濃側では複雑で、 δ の大きな領域で圧力の増加に対し、 Ma は増大か概ね横ばいの傾向を示すこと、プロパン混合火炎では変化量が小さいことが明らかになった。なお、各火炎は各圧力下で窒素希釈により層流燃焼速度が揃えられ、ルイス数は概ね初気圧に対して増加した。

題目 希釈ガスの種類が水素・メタン混合燃料火炎の伸張応答特性に及ぼす影響

講演者名 橋本淳

学会名 日本機械学会 2008 年度年次大会

発表年月 2008 年 8 月

概要

本研究では水素・メタン混合燃料火炎に対して反応動力学計算を行い、燃料-酸素に対する希釈ガスの種類が燃焼機構、また伸張応答特性に及ぼす影響について検討を行った。その結果、伸張応答感度係数であるマークシュタイン数は CO_2 希釈条件で小さな値を示すこと、過濃側では希釈ガスによって定性的にも異なる傾向を示すことを明らかにした。さらに、ルイス数および反応機構の観点から検討を行い、低温領域での反応種の支配性を考慮する必要があること、また、 CO_2 希釈時にはその反応性を加味する必要性について明らかにした。

題目 ブログを活用した校外者との連携に関する試み

講演者名 ○橋本淳, 塩田裕久, 加藤学

学会名 平成 20 年度 独立行政法人国立高等専門学校機構主催 教育教員研究集会

発表年月 2008 年 8 月

概要

Partnerships with extramural supporters play an important role in a betterment of education for future generations. Transmission of information is necessary in the school management as is conventionally done. Furthermore, it has been required to receive opinions of local communities, especially, in the light of advice and assistance for students.

In this paper, an attempt to form partnerships with extramural supporters by utilizing a blog is introduced. Campus life of students and faculty is described in our blog, funny, interesting, sometimes strictly, to foster a sense of unity. Opinions of extramural supporters received via comment and voting systems built-in blog are utilized in student guidance. Effect of partnerships on school education is investigated by questionnaire survey to our students. As a result, it is confirmed that forming partnerships with extramural supporters by utilizing a blog is beneficial for school education.

【加藤 学】

(講演発表)

題目 高伸張速度により誘起される高分子融液の構造変化

講演者名 加藤学

学会名 第 3 回複雑流体研究セミナー

発表年月日 2008 年 6 月 14 日

概要

本研究は、高伸張速度によって誘起される高分子融液の構造変化を調べるために、フローフォーカシング

によって高分子を伸張変形させる手法の開発を行った。この方法はキャリヤー流体によってポリマーを伸張変形させる縮小流路を形成させる方法である。本手法を用いてポリプロピレンを伸張変形させ、その際のフィラメント厚さ及び偏光観察、キャリヤー流体押出圧力及びポリマー押出圧力とそれぞれの流量の関係を求めた。キャリヤー流体流量が増加するとフィラメント厚さは減少し、偏光観察からポリマーは伸張変形によって分子配向していることが確認された。伸張速度は概ねキャリヤー流体流量に比例し、本システムでは伸張速度の最大値はおよそ 30 s^{-1} であった。

題目 ポータブル風洞実験装置を用いた出前授業教材の開発

講演者名 ○吉田明史, 佐藤紳二, 加藤学

学会名 平成 20 年度高専一長岡技科大(機械系)教員交流研究集会【研究情報交換会】 pp.41-42

発表年月日 2008 年 7 月 27 日

概要

本取り組みでは、流れの可視化実験を通じて中学生に科学技術の魅力を伝えるための教材の開発を行った。教材の内容は変化球、自動車の抗力、翼の揚力についてそれぞれ15分ずつ程度のものを作成した。本校機械工学科1年生、岡山県下の中学校2校において合計3回の出前授業を行いそれぞれについてアンケートを実施し、アンケート結果に基づいて教材の改善を行った。いくつかの改善によってアンケート結果に有意な変化が見られた。

題目 Mechanical and optical measurement of planar elongational viscosity in two-dimensional opposing flow

講演者名 ○Manabu KATO, Shinji NOBUHARA, Yasuhiro TABUCHI, Tsutomu TAKAHASHI

学会名 XVth International Congress on Rheology (ICR2008) p.263

発表年月日 2008 年 8 月 5 日

概要

In this study, a new technique for measuring planar elongational viscosity of low viscosity fluids is considered. Two dimensional opposing flow is used to generate planar elongational deformation. Two types of apparatus, namely, two dimensional opposing flow cell and two dimensional opposing jet nozzle device are designed. Elongational stress was estimated from flow birefringence and reaction force acting on the nozzle. The planar elongation viscosity for CTAB/NaSal aqueous solution, which is known as a Maxwell fluid, is measured by each apparatus. Planar elongational viscosity measured by optical technique show

good agreement with the Maxwell model. Planar elongation viscosity measured by mechanical technique shows qualitatively agreement to the result of optical technique, but quantitatively is 10 times larger than the result measured by the optical technique.

【北條智彦】

(論文)

題目 Effects of aluminum on delayed fracture properties of ultra high strength low alloy TRIP-aided steels

著者名 Tomohiko HOJO, Koh-ichi SUGIMOTO, Youichi MUKAI, Shushi IKEDA

学会誌名等 ISIJ International pp.824-829

発表年月 2008 年 6 月

概要

To improve the delayed fracture strength of ultra high-strength low alloy TRIP-aided steels with bainitic ferrite matrix (TBF steels), the effects of aluminum content on hydrogen absorption behavior and delayed fracture properties of 0.2%C-0.2-1.5%Si-1.5%Mn TBF steel were investigated. When aluminum was added to the TBF steel, the diffusible hydrogen increased. It was expected that the hydrogen was charged not only in retained austenite films but also on lath boundary. Delayed fracture strength of TBF steels containing aluminum were significantly increased, compared with conventional TBF steel. This was mainly caused by (1) suppression of the stress-assisted martensite transformation resulting from the stabilized or carbon-enriched retained austenite, (2) hydrogen trapping to refined interlath retained austenite films and lath boundary, and (3) relaxation of localized stress concentration by TRIP effect of the retained austenite.

(講演発表)

題目 超高強度低合金 TRIP 鋼板の水素吸蔵特性と遅れ破壊特性

講演者名 ○北條 智彦, 杉本公一, 向井陽一, 池田周之

学会名等 (社)日本鉄鋼協会 第 154 回秋季講演大会
材料の組織と特性部会シンポジウム
「水素状態分析標準化の基盤研究」
pp.69-72

発表年月日 2007 年 9 月 19 日

概要

超高強度低合金 TRIP 鋼の遅れ破壊特性を向上するため、TRIP 型ベイニティックフェライト鋼(TBF 鋼)の

水素吸蔵特性および遅れ破壊特性に及ぼす AI 添加の影響を調査した. TBF 鋼の拡散性水素量は, AI 添加によって増加した. これは, AI 添加によってベイニティックフェライトラス間隔が狭くなったことにより, 増加したラス境界に多くの水素がトラップしたためと考えられた. AI 添加 TBF 鋼は, 従来の TBF 鋼と比較して高い遅れ破壊強度を有した. これは, 微細均一かつ安定に存在する残留オーステナイトおよびラス境界が多くの水素を吸蔵したこと, および残留オーステナイトのひずみ誘起変態によって局所的応力集中が緩和されたことに起因したと考えられた.

題目 TRIP 型ベイニティックフェライト鋼板の伸びフランジ性に及ぼす YAG レーザ切断の影響

講演者名 ○窪田優一, 長坂明彦, 三尾 敦, 杉本公一, 北條智彦, 植井浩一

学会名等 (社)日本金属学会北陸信越支部(社)日本鉄鋼協会北陸信越支部 平成 19 年度連合講演会 p.24

発表年月日 2007 年 12 月 1 日

概要

母相組織をベイニティックフェライトとした M_s 点の異なる TRIP 鋼(TBF 鋼)の伸びフランジ性に及ぼす YAG レーザ切断の影響を調査した. 両 TBF 鋼においてパンチ打抜きと比べ, レーザ切断の λ は高 TS にも関わらず, 高い値を示した. また, TBF375 の λ が $E=4J/P$ の場合, λ は最も高い値を示した. このとき, 強度-伸びフランジ性バランス $TS \times \lambda$ は 100GPa% 以上と良好なバランスを示した. これは組織の微細化が一因と考えられる. 一方, TDP 鋼において C 量の増加に伴い, レーザ切断およびパンチ打抜きの λ はそれぞれ低下した. なお, C 量が 0.3%以上になると, 良好であったレーザ切断の λ が, パンチ打抜きの λ と同程度にまで低下した. なお, MDP 鋼のレーザ切断の λ はパンチ打抜きと同程度であった.

電気電子工学科

【伊藤國雄】

(著書)

題目 これからスタート! 光エレクトロニクス

著者名 ○伊藤國雄, 植月唯夫, 中村重之

発行所 株式会社 電気書院 pp.79-148 pp.171-198

発行年月日 2008 年 4 月 10 日

概要

光エレクトロニクスに関する分かりやすい入門書を目指して, 電気電子工学科の 3 教員で担当分野を分担して本書を作成した. 特に高専生やこれから光エレクトロニクスの勉強を始めようとする学生のため, 基本から応用までを網羅し, 独習でも理解しやすいように配慮した.

(講演発表)

題目 白色 LED の高演色性化へのケーススタディ

講演者名 ○福井洸太郎, 岩野祐太, 桑名勇次, 伊藤國雄

学会名 第 68 回応用物理学会学術講演会

講演番号 7a-C-8 予稿集 p.1158

発表年月日 2007 年 9 月 7 日

概要

白色 LED は省エネ, 長寿命, 小型, 堅牢などの特徴を有しているが現在の市販品では平均演色評価数が 70 程度と低いため照明として用いるにはその演色性を改善する必要がある. 本研究では二つの LED と市販の蛍光体を用いて演色性の改善を図った. その結果 $R_a=96.4$ が得られ大幅に改善された.

題目 $CuGaAlS_2$ を用いた青色発光素子への結晶成長に関する研究

講演者名 ○岩野祐太, 松岡弘憲, 清原浩之, 井上晃登, 大森靖之, 中村重之, 伊藤國雄

学会名 第 68 回応用物理学会学術講演会

講演番号 7a-C-9 予稿集 p.1159

発表年月日 2007 年 9 月 7 日

概要

現在青色 LED はサファイア基板上に GaN 系の半導体を成長して製品化されている. しかしサファイアは高価であるとともに絶縁体であり放熱特性などに問題を残す. そこで Si または GaAs を基板として成長が出来る材料がないかを検討した. その結果, 格子定数のマッチングがよくかつ青色発光が可能な材料として $CuGa_{1-x}Al_xS_2$ が適していることが判明した. この発表では, $CuGa_{1-x}Al_xS_2$ の x の値の最適なダブルヘテロ構造の設計をおこない, その予備実験をおこなったので報告する.

題目 窒化炭素薄膜を用いた白色発光素子としての応用

講演者名 ○岩野祐太, 橋高稔明, 田淵秀和, 國次真輔, 財部健一, 伊藤國雄

学会名 第 68 回応用物理学会学術講演会

講演番号 7a-C-10 予稿集 p.1159

発表年月日 2007 年 9 月 7 日

概要

白色発光素子を目指しアモルファス窒化炭素薄膜の成長を試みた。成長はマイクロ波 ECR プラズマ CVD 装置と RF スパッタ装置の両方で行った。RF スパッタ装置により合成した試料のフォトルミの測定結果より 650nm 付近における発光が観測され、白色発光の可能性があることが確かめられた。

題目 RF スパッタ法による水素を含む CN_x 薄膜の作製に関する研究

講演者名 ○岸本道正, 三宅悠貴, 西村一真, 岩野祐太, 橘高稔明, 寒河国哉, 田渕秀和, 國次真輔, 財部健一, 伊藤國雄

学会名 電気情報関連学会中国支部第 58 回連合大会
講演番号 12-6

発表年月日 2007 年 10 月 20 日

概要

研究はアモルファス CN_x を用いた白色発光素子の開発を目的とする。成長は RF スパッタ装置でおこない、合成条件の検討、光学測定結果について調べた。反応ガスとしては水素を含む CH_4 (メタン)および窒素、アルゴンを用いた。その結果、メタン量を増加するに従って膜中の C/N 比も増加し、カーボンターゲットだけでなくメタン中の炭素も CN_x の成長に貢献していることが分かった。また C/N の増加にしたがって光学的バンドギャップが増加することが観測された。これは結晶内における C-N sp^3 結合が増加するためと考えられる。

題目 イオンビームスパッタ法を用いた CuGaS_2 薄膜の作製に関する研究

講演者名 ○立花和也, アザー, 大森靖之, 福井洸太郎, 中村重之, 伊藤國雄

学会名 電気情報関連学会中国支部第 58 回連合大会
講演番号 12-7

発表年月日 2007 年 10 月 20 日

概要

青色 LED の基板としては低価格半導体である Si, 又は GaAs を使用するのが望ましい。しかし, Si 又は GaAs と現在の発光層に使用されている GaN との間には格子定数のミスマッチがある。そこで I-III-VI 族化合物半導体を発光層に使用することでこの問題を解決することを目指した。ここでは、第一段階として、Si 基板上に CuGaS_2 の薄膜成長が可能な条件を見いだす検討を行った。

題目 CuGaAlS_2 を用いた新青色発光素子の結晶成長に関する研究

講演者名 ○松岡弘憲, 清原浩之, 中村重之, 伊藤國雄

学会名 電気情報関連学会中国支部第 58 回連合大会
講演番号 12-8

発表年月日 2007 年 10 月 20 日

概要

将来性を考え青色 LED の基板として低価格で放熱特性の良好な GaAs を用い、その上に格子定数のマッチングがよい CuGaAlS_2 を成長することを目指した。成長は自作の熱 CVD 装置を用いて行った。 CuGaS_2 を成長したところ所望の成分比の膜が得られ、カソードルミネッセンスの測定の結果、505nm の緑色の発光が得られた。

題目 CuGaAlS_2 を用いた青色発光素子への結晶成長に関する研究

講演者名 ○清原浩之, 松岡弘憲, 伊藤國雄

学会名 The 9th IEEE Hiroshima Student Symposium
講演番号 A-9

発表年月日 2007 年 11 月 24 日

概要

GaAs 基板上に I-III-VI 族化合物半導体である $\text{CuGa}_{1-x}\text{Al}_x\text{S}_2$ のダブルヘテロ構造を形成して青色発光素子を作製することを目指す。まず第一段階として、GaAs 基板上に CuGaS_2 の薄膜成長が可能な条件を見いだす検討を行った。独自の熱 CVD 法を採用し、ガスとしては $\text{GaCl}_3, \text{CuCl}, \text{H}_2\text{S}$ を用いてその最適温度分布、各ガス流量を系統だてて検討した。その結果所望の組成比の結晶が得られ、そのカソードルミネッセンスを測定した結果、 CuGaS_2 のバンドギャップに近い 505nm の緑色の発光が得られた。(第 9 回 IEEE HISS 最優秀プレゼンテーション賞受賞)

題目 イオンビームスパッタリング法を用いた青色発光素子の作製に関する基礎検討

講演者名 ○大森靖之, 立花和也, アザー, 伊藤國雄

学会名 The 9th IEEE Hiroshima Student Symposium
講演番号 A-14

発表年月日 2007 年 11 月 24 日

概要

イオンビームスパッタ法を用いて Si 基板上に CuGaS_2 の薄膜成長が可能な条件を見いだす検討を行った。成長には CuS と GaS の 2 段階成長法を採用して成長時の熱処理および取り出し後のアニール処理により、合金化することを試みた。その結果 700°C のアニールにより CuGaS_2 が形成できていることが確認され

た。ただ表面の酸化が激しくこの酸化を防ぐことが今後の課題である。(第9回 IEEE HISS 優秀プレゼンテーション賞受賞)

題目 Study of Amorphous Carbon Nitride Films Aiming at White LED

講演者名 ○Yuki Miyake and Kunio Itoh

学会名 2007 Kosen Convention Record I.EE.Japan
pp.19-20

発表年月日 2008年3月8日

概要

Recently optical characteristics such as PL, CL and EL of the a-CN_x have been reported. Especially the letter written by R.Reyes et.al showed the electroluminescence using a-CN_x at the conditions of the room-temperature and low voltage. This result suggests that a-CN_x is expected to become new light emitting devices.

Under these backgrounds, we began to study the possibility for white EL of a-CN_x in collaboration with Okayama University of Science.

For the crystal growth of a-CN_x, I used RF-sputtering equipment and ECR-plasma-CVD equipment. In this presentation, I describe the crystal growth method and physical characteristics in detail.

(特許)

題目 複数種の蛍光体を2種類以上の半導体発光素子上に塗布した多波長発光装置

出願者名 伊藤國雄

公開日 2008年3月27日

公開番号 特開 2008-071805

概要

本発明は白色照明として最適な高演色性を有する白色発光素子を提供するものである。1つの基板材料上に少なくとも2種類以上の半導体発光素子を形成し、各々の素子上に、それぞれの素子の発光波長に反応する蛍光体を複数種類塗布し、同時に発光させることにより、高範囲な発光波長を有する可視光発光を実現する。

題目 化合物混晶半導体発光装置

出願者名 伊藤國雄

公開日 2008年3月27日

公開番号 特開 2008-071803

概要

Si または GaP 基板上に成長された I-III-VI 族混晶半導体発光層を用いて、発光層上のクラッド層に I-III-

VI 族混晶半導体電流制限層を成長することで、高効率青色発光ダイオードを提供する。

【田辺 茂】

(講演発表)

題目 VBO フリー光サイリスタを適用したサイリスタバルブの損失の検討

著者名 ○藤原誠二, 田辺 茂

学会誌名等 平成 19 年計測自動制御学会中国支部
津山地区計測制御研究公演論文集

発表年月日 2008年2月2日

概要

順方向過電圧に対して自己保護機能を有する VBO フリー光サイリスタの電力用変換器への適用が始まりつつある。このサイリスタが連続 VBO ターンオンしたときのスナバ回路損失を、直流送電用サイリスタバルブを例にとり解析した。その結果、通常運転時に対する増加割合は、制御遅れ角が小さいほど、また交流入力電圧が小さいほど大きくなることが明らかになった。

題目 熱電素子によるエネルギーの有効利用—熱電素子水電解システムの最適化検討—

著者名 ○鎌田好裕, 田辺 茂

学会誌名等 平成 19 年計測自動制御学会中国支部
津山地区計測制御研究公演論文集

発表年月日 2008年2月2日

概要

熱エネルギーを電気エネルギーに変換する半導体である熱電素子を使用し、水の電気分解を行うシステムを研究している。今回は基礎検討として熱電素子の電圧—電流特性(V—I 特性)と電力—電圧特性(P—V 特性)を測定した。これにより、熱電素子の最大出力電力が得られる最適な出力電圧が存在することを明らかにした。この特性と水電解装置の V—I 特性を組み合わせることで、最適なシステムが構築できる可能性を示した。

【植月唯夫】

(著書)

題目 これからスタート 光エレクトロニクス

著者名 伊藤國雄, 植月唯夫, 中村重之

出版社 電気書院

発行年月日 2008年4月10日

pp.3-78 執筆

概要

光エレクトロニクスに関する入門書として、2 編からなる。第 1 編は「気体原子の軌道に関する基礎から光放射、および気体レーザに関する理論と応用」までであり、第 2 編は「半導体理論から半導体レーザに関する理論と応用」について整理している。

(論文)

題目 冷陰極ランプの陰極降下電圧と電極材料に関する研究

著者名 ○武田雄士, 北本良太, 植月唯夫, 福政修

雑誌名 照学誌 第 91 巻, 第 11 号 pp.700-704, 2007

発行年月日 2007 年 11 月 1 日

概要

For improvement the efficiency of the cold cathode lamp (CCL), it is important to select the optimum electrode material for reducing the cathode fall voltage (CFV). And it is necessary to grasp the relation between the electrode material and the CFV. So we attempt to measure the CCL's CFV with the indirect CFV measurement method using on the hot cathode fluorescent lamp. And by observing the negative glow on the electrode, the relation between the CFV and the negative glow condition is investigated. As a result of the examination, it is confirmed that the relation between the CCL's CFV and the γ coefficient of the electrode. Moreover it is cleared that the relation between the CFV and the negative glow condition of each electrode material. It is considered that the CFV measurement method is useful for estimating the performance of the CCL's electrode.

題目 高周波専用蛍光ランプの電極スポットの推定法

著者名 ○植月唯夫, 三宅秀明, 神田隆司

雑誌名 照学誌 第 92 巻, 第 5 号 pp.250-256, 2008

発表年月日 2008 年 5 月 1 日

概要

蛍光ランプの信頼性, 特に寿命評価(予測)に関する信頼性を高めることを目的として, 1950~1960 年代にかけて多くの研究がなされた。これらの研究対象はグロースタータを利用した商用周波数点灯のランプに対するものであった。現在主流となっているのはインバータを利用した高周波点灯システムであり, 高周波専用ランプは多くの点で商用周波数用のランプと異なっている。そして高周波専用ランプにおいて電極からのエミッション状況がどう変化するか, 渡辺や御園, 植月らによって研究されてきたが, それは物性的な現象の解明が主流であった。本研究では, 現在主流となっ

ているインバータ点灯システムでのランプ寿命の評価を行うことを最終目的として, 現行の点灯システムでエミッションポイントをフィラメントコイルを抵抗とコイルの回路とみなすことにより, 定量的に把握できる方法を検討したので報告する。

題目 磁気結合型無電極ランプのプラズマ特性に及ぼす駆動周波数の影響

著者名 ○植月唯夫, 上田雅弘, 二又里志, 齋見元洋, 掛橋英典

雑誌名 照学誌 第 92 巻 第 8A 号 pp.464-471, 2008

雑誌名 2008 年 8 月 1 日

概要

磁気結合型無電極ランプの高出力化を目的として駆動周波数の低周波化が行われている。その理由は, 高周波で使用可能な高 W タイプの半導体が少ないこと, 低周波化することでスイッチングロスを低下出来ること, が大きな理由である。本研究は, 50W タイプの無電極ランプの駆動周波数を変えることで, そのプラズマの性質がどのように変化するか, その発光効率がどのように変化するかを, 調べた。研究に用いた駆動周波数は, 13.56MHz と 135 kHz である。プラズマ特性を評価するための手段として, ラングミュアープローブを用いて, 電子温度と電子密度を測定した。測定した結果, 発光効率(プラズマからの紫外線放出効率)は低周波化することで約 6%低下することがわかった。またプラズマの電子密度分布, 電子温度分布にも違いがあることが確認できた。

(講演発表)

題目 照明用光源としての磁気結合型プラズマのプラズマ特性

講演著者名 ○植月唯夫, 上田雅弘, 齋見元洋, 掛橋英典

講演会名等 第25回プラズマプロセッシング研究会

発表年月日 2008 年 1 月 22 日

概要

In this paper the relationship between the electrode-less lamp's characteristics and the operating frequency was studied. 13.56 MHz and 135 kHz were used as the operating frequencies. The electrode-less lamp's characteristics mean the starting characteristic, the plasma characteristics like the electron temperature or density, and the efficiency regarding UV radiation. It was founded that the efficiency regarding UV radiation at 135 kHz was 6% lower than at 13.56 MHz, and that the plasma characteristics at 135 kHz were different from those at 13.56 MHz

題目 誘導型低圧無電極放電ランプの電子密度解析

講演著者名 ○掛橋英典, 佐藤歩, 福永博俊, 植月唯夫

講演会名等 第25回プラズマプロセス研究会

発表年月日 2008年1月23日

概要

We report the analysis of the plasma in a low pressure discharge in induction lamp by Finite Element Method. We tried numerical analysis of electron density in the plasma by FEM, and verified the plasma simulation by using the measured data which was already reported in the past [1]. As a result, the calculated electron density distribution showed the similar tendency with the measured data.

題目 冷陰極ランプの陰極降下電圧と電極材料に関する研究

講演著者名 ○武田雄士, 植月唯夫, 大平琢磨, 福政修

講演会名等 第25回プラズマプロセス研究会

発表年月日 2008年1月23日

概要

To improve the efficiency of the cold cathode lamp (CCL), it is important to select the optimum electrode material to reducing the cathode fall voltage (CFV). Furthermore, it is necessary to understand the relationship between the electrode material and the CFV. By investigating the CFL of the CCL, it is realized that the relation between the CFV of CCL and the γ coefficient of the electrode material. And by observing the negative glow on the electrode, it is realized that the variation of the negative glow with the lamp current depends on the electrode material.

題目 A STUDY ON THE PLASMA CHARACTERISTICS OF INDUCTIVELY COUPLED ELECTRODE-LESS LAMP

講演著者名 ○Tadao Uetsuki, Masahiro Ueda, Motohiro Saimi and Hidenori Kakehashi

学会誌名等 ICOPS 2008, Karlsruhe, Germany
Proceedings of the 35th IEEE International Conference on Plasma Science p.287

発表年月日 2008年6月17日

概要

The researches to reduce the operating frequency of the inductively coupled electrode-less lamp have been being done in order to increase the efficiency and the lumen output. This is because, if the operating frequency was decreased, the many semiconductor devices for higher lumen output could be used and the switching loss could be reduced for higher efficiency. Typically there are two types of the

electrode-less lamps, which are the toroidal shape lamp like “Endura” and the ball shape lamp like “Everlight” or “QL”. The electric characteristics of the plasma of the toroidal shape lamp operated at 450kHz and the analysis of the discharge of the ball shape lamp operated at RF had been reported by R.Piejak et al^{1,2}. Authors studied the relationship between the electrode-less lamp’s characteristics and the operating frequency for the ball shape electrode-less lamp like “QL”. 13.56 MHz and 135 kHz were used as the operating frequencies. The electrode-less lamp’s characteristics mean the starting characteristic, the plasma characteristics like the electron temperature or density, and the efficiency regarding UV radiation.

The air-core coil used for operating the lamp at 13.56MHz, composed of the annealed copper wire plated by silver, was wound two turns on the surface of the lamp. While the power coupler used for operating the lamp at 135 kHz, composed of the 40 turns litz wire, ferrite core and copper pipe, was inserted into the cavity. Its value of the inductance was 160 (micro-henries).

The following things were found from this study.

- (1) The lamp driven at 13.56 MHz is ignited by H-discharge, while one driven at 135 kHz is ignited by E-discharge, and then changes into H-discharge.
- (2) The efficiency regarding UV radiation at 13.56 MHz was 7% higher than at 135 kHz
- (3) The point of the peak of the electron density shifts from near the cavity to near the outer bulb when the operating frequency changes from 135 kHz to 13.56 MHz.
- (4) The electron temperature increases with coming closer to the cavity at 135 kHz operation, while it decreases at 13.56 MHz operation.

題目 水銀が CCFL 電極の損耗状況に及ぼす影響

講演著者名 ○植月唯夫, 大平琢磨, 武田雄士, 福政修

学会誌名等 平成20年度 照明学会全国大会
講演論文集 p.12

発表年月日 2008年8月28日

概要

CCFL は液晶用のバックライト光源として使用されており、さらなる高性能化、特に高出力化が求められている。このような状況の中でランプの信頼性を高めることは非常に重要である。ランプが長時間点灯されると中に封入されている水銀は徐々に減少していく。そして最後には希ガスのみの放電に移行すると予想される。水銀が存在しているときと無くなったときとで、電極の損耗状態がどのように異なるかを把握することは非常に重要である、と考えられる。本発表では、板電極形状の電極を用いたランプの水銀の有無が電極の

損耗状態に及ぼす影響を調べ、水銀が無くなると電極の損耗割合が増加すること、Ni と Mo では電極の損耗の仕方が異なることを掴んだので報告する。

(その他)

題目 プラズマ応用(1)ー放電ランプとディスプレイデバイス

著者名 植月唯夫

雑誌名 照明学会誌 VOL.91, No.9, pp.579-589, 2007

発表年月日 2007 年 9 月 1 日

概要

プラズマを応用した製品・デバイスには、照明用や液晶テレビバックライト用の光源、およびプラズマディスプレイパネル(PDP)などがある。そうした製品・デバイスのプラズマ理解に向けて、プラズマの性質が主に光源の性能に及ぼす影響を整理し、実際に光源がどのように設計されているかをまとめる。

放電ランプの設計には、点灯開始時(始動時)と安定点灯時の特性の両方を満足し、かつ短寿命にならない配慮が求められる。そのために必要な基礎知識を第 2 章で説明し、とくに、放電ランプの性能を左右するプラズマの性質、および放電(プラズマ)を発生させるための始動条件について述べる。第 3 章ではより具体的に、プラズマの種類(低温プラズマ、高温プラズマ)によって形成される放電がどう異なるかを示し、各放電ランプの特徴を中心にまとめる。

【原田寛治】

(論文)

題目 OHP シートを用いたフォトマスクの作製

著者名 ○原田寛治, 秋山正弘, 百瀬成空

学会誌名等 論文集「高専教育」 第 31 号 pp.85-88

発行年月日 2008 年 3 月 24 日

概要

一般に、フォトリソグラフィ工程では、フォトマスクが用いられる。このフォトマスクに使う基板は通常、石英ガラスが使用され、その上にクロムでパターンが作られる。また、フォトマスクの製造には電子ビーム露光装置などが用いられるため、非常に高価な装置と高度な技術が必要である。そのため、学習を目的とした学術機関では、安価な装置と簡易的な方法でのフォトマスクの作製が求められている。本報告では学生が自由にパターンを作図でき、パターンをフォトレジストに転写できる、簡易 OHP フォトマスクが作製できることを報告した。

(講演発表)

題目 Ag を添加した $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ バルクの部分溶融反応

著者名 ○平田真之, 原田寛治

学会誌名等 平成 19 年度電気・情報関連学会中国支部連合大会 p.445

発表年月日 2007 年 10 月 20 日

概要

近年、超伝導体内に不純物を添加し、超伝導体にどのような影響をおよぼすかの研究が盛んに行われている。

そこで、 $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ (Y123)超伝導バルクに Ag を添加することで、Y123 バルクの磁石浮上特性(マイスナー効果)が大幅に向上した。この報告を平田が口頭発表した。

【中村重之】

(論文)

題目 Effect of H_2S annealing for CuInS_2 thin films prepared by a vacuum evaporation method

著者名 ○Y Akaki, K Nomoto, S Nakamura, T Yoshitake and K Yoshino

学会誌名等 Journal of Physics: Conference Series
Volume 100, 2008, 082022

発表年月 2008 年 3 月 27 日

概要

CuInS_2 thin films were prepared by the vacuum evaporation method. The source materials were CuInS_2 powder grown by a hot-press method. After the vacuum evaporation, the samples were subsequently annealed under air or H_2S atmospheres from 100 to 500 °C. The XRD spectra indicate that the CuInS_2 polycrystalline films were successfully obtained by annealing above 200 °C. We found that the films became close to stoichiometry with increasing annealing temperature under H_2S atmosphere. Furthermore, it is found that maximum grain size of the samples was about 1 μm from the SEM photographs. The carrier concentrations and the resistivities of the films were changed in the range of 10^{18} - 10^{23} cm^{-3} and 10^{-3} - $10^0 \Omega\text{cm}$, respectively, at room temperature and all the samples annealed in H_2S indicated p-type conduction by the Hall measurement. It is deduced that the almost sulfur vacancy in the films annihilated by the H_2S annealing.

(講演発表)

題目 Effect of H_2S annealing for CuInS_2 thin films grown by a vacuum evaporation method

著者名 ○Akaki, Yoji; Nomoto, Keita; Nakamura, Shigeyuki; Yoshino, Kenji
学会名 17th International Vacuum Congress and 13th International Conference on Solid Surface, TFSEP1-213, 2nd July 2007, Stockholm, Sweden.
発表年月日 2007年7月2日
概要

CuInS₂ thin films were prepared by the vacuum evaporation method. The source materials were CuInS₂ powder grown by a hot-press method. After the vacuum evaporation, the samples were subsequently annealed under air or H₂S atmospheres from 100 to 500 °C. The XRD spectra indicate that the CuInS₂ polycrystalline films were successfully obtained by annealing above 200 °C. We found that the films became close to stoichiometry with increasing annealing temperature under H₂S atmosphere. Furthermore, it is found that maximum grain size of the samples was about 1 μm from the SEM photographs. The carrier concentrations and the resistivities of the films were changed in the range of 10¹⁸-10²³ cm⁻³ and 10⁻³~10⁰ Ωcm, respectively, at room temperature and all the samples annealed in H₂S indicated p-type conduction by the Hall measurement. It is deduced that the almost sulfur vacancy in the films annihilated by the H₂S annealing.

題目 TRANSPARENT ZNO THIN FILM
 PRIPARATION BY ANODIZATION

著者名 ○Shigeyuki Nakamura and Yuto Okamoto,
学会名 17th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-17), 5P-P3-41, 5th Dec. 2007, Fukuoka, Japan.

発表年月日 2007年12月5日
概要

ZnO is one of attractive semiconductor materials for transperance electrodes, blue LEDs, gas sensors and TFTs. Anodization is one of low cost thin oxide film preparation methods. Up to now, transparent ZnO films have been obtained at around 0 °C by anodization with cooling. In this study, we have successfully obtained the transparent ZnO films by reconsidering preparation processes. The key issue is surface cleanness of substrates. The transparent ZnO films have grown on the very clean surface of the Zn plate substrates. We confirmed ZnO growth by an XRD and reflectance spectrum. Some peaks attributed to ZnO were detected and reflectance begins to rise at about 370 nm, which almost correspond to ZnO bandgap. When the surface of the Zn plates was not clean sufficiently, only white or black films were obtained, depending on deposition conditions. The transparent ZnO films were obtained in a NaOH solution of 0.1 mol/l at 20 V.

題目 CHARACTERIZATION OF EVAPORATED
 CUINS₂ FILMS ANNEALED IN HYDROGEN
 SULFIDE ATMOSPHERE

著者名 ○Y. Akaki, K. Nomoto, S. Nakamura, T. Yoshitake and K. Yoshino,
学会名 17th International Photovoltaic Science and Engineering Conference(PVSEC-17), 45P-P3-03, 5th Dec. 2007, Fukuoka, Japan.

発表年月日 2007年12月5日
概要

CuInS₂ may be the most promising material for photovoltaic applications due to the band-gap energy of 1.5 eV which perfectly matches the solar spectrum for energy conversion..

In our previous works, characterization of the non-doped and Sb- and Bi-doped CuInS₂ films annealed in air prepared by a vacuum evaporation method were reported. All the films showed n-type conduction due to sulfur deficiencies. However, we need p-type CuInS₂ films for solar cell absorber.

In this work, characterization of the evaporated CuInS₂ films annealed in H₂S atmosphere is presented. The XRD spectra indicated that CuInS₂ single phase were successfully obtained by annealing above 350 °C. The carrier concentration, the resistivity and mobility of the CuInS₂ film was approximately 10¹⁸ cm⁻³, 10 Ωcm and 1 cm²/Vs, respectively, and all samples annealed indicated p-type conduction by Hall measurement. It is deduced that the number of sulfur vacancy in the films decreased by H₂S annealing.

題目 真空蒸着法により作製した Cu-rich CuInS₂ 薄膜
 の熱処理の影響

著者名 ○赤木洋二, 中村重之, 野元恵太, 吉武剛, 吉野賢二

学会名 第55回 応用物理関係連合講演会
 講演予稿集 29a-ZC-4

発表年月日 2008年3月29日
概要

直接遷移型であるカルコパイライト型CuInS₂(CIS)化合物半導体は、光吸収係数が大きく、1.5eVのバンドギャップを有することなどから薄膜太陽電池の吸収層として期待された材料である。我々はこれまで、真空蒸着法で作製後、大気中で熱処理した CIS 薄膜の構造的・電氣的・光学的特性についての報告をしてきた。その結果、CIS 薄膜を作製するには高温(約 400°C)で熱処理する必要があることが分かり、その時の薄膜の組成は In-rich であった。そこで今回は、Cu-rich CIS 薄膜の作製を目指し、Cu の量を過剰とした粉末を原料とし

て CIS 薄膜を作製したので、その成果を報告した。
ホットプレス法により育成した CIS 粉末を原料とし、
真空蒸着法により室温にてガラス基板上に薄膜を作製
した。ここで、原料の Cu/In 比を 1.5 とした。作製した
薄膜に対して大気もしくは H₂S 雰囲気中にて 200°C から
500°C で熱処理を行った。XRD の結果より、これま
でと同様に、As-depo.の膜はアモルファスであったが、
200°C 以上で熱処理すると、CIS 結晶に起因するピーク
が観測された。350°C 以上で熱処理した場合、化学量
論組成比の原料を用いると In-rich であったのが、
Cu/In=1.5 の原料を用いることで Cu-rich の CIS 薄膜が
得られた。この結果より、原料の組成比を変化すること
で、作製する CIS 薄膜の組成比を制御することが可
能であると考えられる。

題目 非化学量論的多元化鉄シリサイド膜の光学吸収
特性

著者名 ○橋高稔明, 財部健一, 岩見基弘, 中村重之,
茶谷原昭義, 國次真輔

学会名 第 55 回 応用物理関係連合講演会
講演予稿集 30a-C-2

発表年月日 2008 年 3 月 30 日

概要

環境半導体 $\beta\text{-FeSi}_2$ は、ヤーンテラー歪み由来の大
きな吸収係数を持つ。太陽電池等への応用が期待され
るが、直接バンドギャップは約 0.85eV であり、最適値
とはいえない。

対向ターゲット式 DC スパッタリング装置を用いて酸
素を含む非化学量論的鉄シリサイド薄膜(約 100nm)を
作製し、その光学吸収特性を調べた。組成比の定量は
RBS(ラザフォード後方散乱)法により決定した。吸収端
評価は式 $\alpha = A(h\nu - E_g)^\beta$ を用いて行った。なお反射率
補正を含めた。薄膜の抵抗率はいずれも約 $10^{-3}\Omega\text{cm}$ (室
温)であり、半導体としては強くドーピングしていると考え
られる。

エピタキシャル薄膜 $\beta\text{-FeSi}_2$ を含む全ての光学吸収ス
ペクトルから吸収端は少なくとも 0.77eV~1.84eV ま
で変化することがわかった。吸収端変化は、Fe/Si 比、
酸素量により複雑に変化するが、大まかには次の傾向
が見てとれる。1)いずれの膜においても酸素量の増加
とともに吸収端は大きくなる。2)酸素量が 20%を越え
30%以上となると吸収スペクトルの様子は一変する。
吸収係数は 1 桁小さくなり、直接吸収端から間接吸収
端に変化したことを推測させる。以上、光学吸収端が
変化したことは興味深い、それらの制御性、物理的
原因等、多くの課題が残されている。

【長井 聡】

(講演発表)

題目 The Most Suitable Application of SiC Diode

講演者名 ○Tomoaki Makino, Atsushi Hirota,
and Satoshi Nagai

学会誌名等 Proceedings of The Seventh International
Conference on Power Electronics and
Drive Systems

発表年月日 2007 年 11 月 29 日

概要

In recent years, next generation silicon carbide(SiC)
diodes were put to practical use. This SiC diodes have many
advantages compared with fast recovery diode(Si-FRD)
from the aspect of small recovery charge.

To make use of this advantage, the most suitable operating
conditions is to use at current lead mode of high frequency
inverter circuit. In this paper, the authors evaluated SiC
diode + IGBT inverter at current lead mode and Power
MOSFET inverter at current lag mode. From the
experimental results, switching loss of SiC + IGBT inverter
over 100kHz frequency operation range is sufficiently small.
As a result, high efficiency inverter using IGBTs over
100kHz frequency range can be realized for practical use.

【西尾公裕】

(論文)

題目 Analog Integrated Circuit for Motion Detection with
Simple-Shape Recognition Based on Frog Vision
System

著者名 ○Kimihiro Nishio, Hiroo Yonezu and Yuzo
Furukawa

雑誌名 Optical Review, vol. 14, pp. 271-281

発行年月日 2007 年 10 月 1 日

概要

A novel two-dimensional network was proposed based on
the small-field cell in a frog brain, which generates signals of
the motion and simple shape of an object. The proposed
network is constructed with simple analog complementary
metal oxide semiconductor (CMOS) circuits. The
measured results of the test chip showed that the proposed
network can generate signals of the moving direction,
velocity and simple shape, as well as perform signal
processing of the small-field cell. Applications of the
proposed network are expected to realize advanced vision
chips with functions such as object discrimination.

題目 Simple Analog Complementary Metal Oxide Semiconductor Circuit for Generating Motion Signal

著者名 ○Kimihiro Nishio, Kenji Matsuzaka and Hiroo Yonezu

雑誌名 Optical Review, vol. 14, pp. 282-289

発行年月日 2007年10月1日

概要

An analog complementary metal oxide semiconductor (CMOS) circuit for generating a motion signal was proposed based on the vertebrate retina. The unit circuit is constructed with six MOS transistors and one capacitor. Results obtained by the simulation program with integrated circuit emphasis (SPICE) and the measured results of a test circuit showed that the proposed circuit can output pulsed current (motion signal). The aperture ratio is expected to be about 21%, which is twice as large as that of the previously proposed circuit. An integrated circuit for real time image processing can be realized by applying the two-dimensional network constructed with the proposed simple circuits.

(講演発表)

題目 アナログ-デジタル混在型速度検出電子回路の構築

講演者名 ○井上翔太, 中原弘, Dumindu Karunathillake, 西尾公裕

学会名 電気・情報関連学会中国支部 第58回連合大会

発表年月日 2007年10月20日

概要

網膜に学んで、アナログ-デジタル混在型の動き検出電子回路を考案した。また、考案した単位回路を一次元配列した速度検出ネットワークも提案した。考案した回路およびネットワークは電子回路シミュレータ(SPICE)を用いたシミュレーション結果から、良好に動作することが確認できた。以上より、考案した電子回路およびネットワークを集積回路化することで、シンプルな実時間動画処理用ビジョンチップを実現することが期待できる。

題目 網膜の動き検出機構に学んだアナログ-デジタル混在型電子回路の構築

講演者名 ○井上翔太, 西尾公裕

学会名 The 9th IEEE Hiroshima Student Symposium

講演番号 A-12

発表年月日 2007年11月24日

概要

網膜の動き検出機構に学んで、アナログ-デジタル

混在型電子回路を考案した。考案した動き検出回路は、XOR 回路および AND 回路のみで構成された。考案した回路は電子回路シミュレータ(SPICE)を用いたシミュレーション結果から、動き信号となるパルス電圧を生成することが確認できた。本研究で考案した単位回路のネットワークは、物体の速度検出が可能になると期待される。(第9回 IEEE HISS 優秀プレゼンテーション賞受賞)

題目 シンプルなエッジ検出アナログ nMOS 電子回路の構築

講演者名 ○中原弘, 西尾公裕

学会名 The 9th IEEE Hiroshima Student Symposium

講演番号 A-13

発表年月日 2007年11月24日

概要

網膜の情報処理に学んで、シンプルなエッジ検出回路を考案した。高開口率を実現するために、考案した回路は nMOS トランジスタのみで構成された。電子回路シミュレータ(SPICE)を用いたシミュレーション結果より、考案した回路はエッジの位置を検出することがわかった。また、考案した回路の開口率は 51.7% であることが見積もられ、高開口率の特長を有することも確認できた。以上より、本研究で考案した電子回路を集積回路化することで、非常にシンプルなエッジ検出ビジョンチップを実現することが期待できる。

題目 Simple Analog Metal Oxide Semiconductor Circuit for Edge Detection

講演者名 ○Kimihiro Nishio and Hiromu Nakahara

学会名 The International Conference on Electrical Engineering 2008

発表年月日 2008年7月7日

概要

Novel analog edge detection circuits were proposed based on the vertebrate retina. The unit circuit is constructed with 8 n-channel metal oxide semiconductor (MOS) transistors. The results with the simulation program with integrated circuit emphasis (SPICE) showed that the proposed circuits can detect edge positions with dynamic range of 5 decades. The measured results of the test circuit constructed with discrete MOS transistors on the breadboard showed that the circuits can detect edge positions. The fill factor of the novel circuit is expected to be about 52.1%. The advanced vision chip for edge detection which is characterized by high fill factor and wide dynamic range can be realized by applying the proposed circuit.

題目 Target Tracking System Using Analog Circuit for Motion Detection

講演者名 ○Kimihiro Nishio and Kenji Matsuzaka

学会名 2008 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation

発表年月日 2008 年 8 月 7 日

概要

Simple analog circuits and system for tracking an object (target) were proposed and fabricated by applying the previous proposed motion detection circuits to the first stage. The circuit for tracking the target was fabricated by using discrete metal oxide semiconductor (MOS) transistors. The circuit could output the voltage for controlling the motor. The developed system could track the target and capture the target on the center of the input part. The realization of the compact visual sensor can be expected by applying the proposed circuits and system.

【八木秀幸】

(講演発表)

題目 モデル予測機能を有するパフォーマンス駆動型 PID 制御系の設計

講演者名 ○八木秀幸, 下西二郎, 山本透, 雛元孝夫
学会名等 平成 19 年電気学会 電子・情報・システム部門大会, OS9-6

発表年月日 2007 年 9 月 4 日

概要

本報告では, 制御性能評価に基づいたセルフチューニング GPC-PID 制御系の設計について提案する. まず, モデル予測型 PID 制御系による PID パラメータ設定法について説明する. 次に定常状態における制御性能に関する GPC 制御則と代表的な制御則との関係を示し, GPC 制御則の優位性について説明し, GPC 制御パラメータの重み係数の設定目安について考察する. 次に, 制御性能評価指数について提案し, 所望の制御性能が得られない場合にプラントシステムパラメータ同定を含め PID パラメータを調整する方法について述べる. 最後にシミュレーションを行い, 本手法の有効性について検証する.

題目 Design of a Performance-Driven Model Predictive PID Controller.

講演者名 ○Hideyuki Yagi, Jiro Shimonishi, Toru Yamamoto and Takao Hinamoto.

学会名等 IEEE International Symposium on Industrial Electronics 2008 (Cambridge, UK)

発表年月日 2008 年 7 月 1 日

概要

In this presentation, a design of performance-driven model predictive PID controller is proposed, which automatically adjusts the user-specified parameter within the GPC-PID controller based on the control performance assessment. According to the proposed algorithm, the PID controller is re-tuned in order to obtain desirable system performance only if the practically performance index to assess control loop exceeds a user-defined threshold. The effectiveness of the proposed control scheme is numerically evaluated by a computer simulation example.

題目 CMAC を用いたパフォーマンス駆動型 PID 制御系の設計

講演者名 ○八木秀幸, 下西二郎, 山本透, 雛元孝夫
学会名等 平成 20 年電気学会 電子・情報・システム部門大会, OS6-5

発表年月日 2008 年 8 月 21 日

概要

本報告では, 制御性能評価に基づいた CMAC-PID 制御系の設計について提案する. 具体的には, まず最適な過渡応答波形が得られるよう CMAC をオフラインで学習させる. その結果を用いてオンラインで稼働させ, 所望の定常性能が得られていない場合, システム同定の結果に基づき一般化予測制御により PID パラメータを求め, CMAC の該当するデータを書き換える. これにより, 過渡状態と定常状態の両面で所望の制御性能が得られるコントローラを構築することができる.

電子制御工学科

【鳥家秀昭】

(論文)

題目 卒業研究での CAE ソフトによる設計教育
—風力発電機用ディフューザの流体解析と性能改善—

著者名 ○鳥家秀昭, 中尾三徳

学会誌名 論文集「高専教育」第 31 号 pp.385-390

発表年月 2008 年 3 月

概要

本論文では卒研において行った, CAE(Computer Aided Engineering)による風力発電機用ディフューザの設計・性能改善と卒研を担当した学生にアンケートを行って設計教育の効果をまとめた. CAE とは, コンピ

ユー技術を活用して製品の設計・製造や工程設計の事前検討の支援を行うこと、またはそれを行うツールであり、計算機支援工学ともいわれる。電子制御工学科は総合学科であり設計・製作に関する授業があるがCAEの講義や演習は少ない。平成13年度に設置された地域共同テクノセンターに有限要素法のCAEソフトが導入され、学生の教育にも使用できるようになった。そこで、平成16～18年度の卒業研究において、風力発電機用ディフューザの流体解析を行い、これに基づいてディフューザ構造の最適化、新型構造の考案、及び試作機の設計・製作・性能確認試験を実施した。CAEソフトを用いて流体解析を行った卒研生に対する設計教育の効果をアンケートにより考察した。

題目 高等専門学校1年生における中学校技術科教育への意識調査研究

著者名 ○湯地敏史 房野俊夫 春山修寛 鳥家秀昭, 安東茂樹

学会誌名 技術科教育の研究 Vol.13, pp.7-13

発表年月 2008年3月

概要

中学校での技術科教育は、工業系分野の技術者養成につながる学習として大きな必要性があり重要な因子ともなっている。そこで本論文では、高等専門学校の1年生に対して、中学校での技術科教育についてアンケートを実施し、技術科教育と工業系人材の育成について意識調査を行うとともに、集計したデータから、その影響や必要性について検討した結果について考察を行った。

(講演発表)

題目 Fluid Flow Analysis and Design of a Shroud for Wind Turbine Using ANSYS

著者名 ○H. Toya, T. Kusakabe and T. Yuji

発行所 Int. Conf. on Electrical Machines and Systems, PRP-01 (Seoul, Korea)

発表年月 2007年10月

概要

An effect of shroud on a small-scale wind power generator was experimentally studied and is shown that its output power increased by a factor 2.5 to 5. Flow velocity-profile and pressure distribution inside the shroud were analyzed with an electronic computer. Simulated result proves quantitatively to agree with the experimental result. Then, analysis was performed for other kinds of shroud structure. It leads new shroud in which cost of the shroud will be reduced with similar velocity profile. However, the shroud needs inlet and some examples were designed for test. Experimental

results are discussed in comparison with the simulated velocity profile.

題目 船上における50W級小型風車の基礎特性

講演者名 ○湯地敏史, 房野俊夫, 鳥家秀昭, 茶園敏文, 世登順三, 水井真治, 濱田次男, 稲葉次紀

学会名 第21回電気設備学会全国大会,C-15, pp.145-146

発表年月 2007年9月

概要

現在、国内における内航船(国内航路)は少ない燃料で大量の貨物を運ぶことができ、環境にやさしい輸送手段として注目されている。1998年に環境庁が「地球温暖化対策の推進に関する法律」を制定し、国際海事機関(IMO)なども船舶に関するCO₂排出削減に調査研究を実施して、酸性雨の主な要因であるNO_xやSO_xの国内の排出量の3割が船舶からであることが試算され、船舶におけるCO₂排出削減が積極的に実施されるようになってきた。本研究では、一般家庭用に開発された小型風車(松村機械製作所, MWG-50W)を実際に運行している船舶に取り付けて海上で発電実験を行い、小型風車の基礎的な特性を検討したので、その結果を報告する。

題目 マイクロ風力発電機の大出力化に関する研究

著者名 ○築澤祐史, 鳥家秀昭

学会名 計測自動制御学会中国支部津山地区計測制御研究会講演論文集, pp.9-10

発表年月 2008年2月

概要

発電出力が2～3kWの風車をマイクロ風車と言い、概略仕様としては、風車ブレードの直径が1.5mの発電機では風速が10m/sの条件の下でも発電出力は高々1kW程度である。本研究では、ディフューザ(シュラウドという)の構造を最適化することにより発電出力を3～5倍程度、増大することを目的として実験機の製作、トラックに積載して発電実験を行いディフューザ効果の検証・改良の研究を行った。円筒型のシュラウドによる発電出力の増大効果の確認と、コストを低減した、内部テーパ型シュラウドとの発電出力比較を行ない、実用的な発電出力が得られることを確認した。

題目 ステンレス鋼の真空アーク溶接に関する基礎研究

著者名 ○斉藤友也, 鳥家秀昭

学会名 計測自動制御学会中国支部津山地区計測制

御研究会講演論文集 pp.11-12

発表年月 2008 年 2 月

概要

宇宙ステーションなどの宇宙構造物の溶接技術は、まだ確立されていない。不活性ガスを使うアーク溶接法が研究されているが、実際の宇宙空間では困難ではないかと思われる。本研究では、不活性ガスを使わずに、アークを発生する方法について、アーク電流や溶接試験片の形状などの条件を実験的に調査する。これまでの研究で、アーク電流のパルス幅と溶接試験片の溶け込み深さの関係を伝熱解析により検討し、現在の実験装置ではアーク電流のパルス幅が短く、十分な溶け込み深さが得られないことが分かった。そこで、電源回路のコイルを更新して放電実験を行い、溶接特性の改善を図った。実験結果から、設計通りのアーク電流のパルス幅が得られ、1000A 以上のアーク電流を流すことにより試験片が溶融することを確認した。

【奥山圭一】

(論文)

題目 Application Of Carbon Fiber To Mortar

著者名 Keiichi OKUYAMA

学会誌名 Journal of Environmental Science for Sustainable Society Vol. 2, pp.13-20

発行年月 2008 年 3 月

概要

実用材料中最大の比強度と比弾性を有する炭素繊維強化プラスチック CFRP はリサイクル困難な物質と考えられている。この CFRP から炭素繊維だけを抽出するリサイクル手法、ならびにその炭素繊維と高炉スラグとを複合させたモルタル材の試作手法、さらにこの材料が耐震建材に使用できることを実験的、解析的手法で示した。

(講演発表)

題目 小型惑星探査ローバ実験機のシステム設計およびその性能確認試験

講演者名 ○奥田浩詞, 奥山圭一

学会名等 日本航空宇宙学会 関西・中部支部合同秋季大会

発表年月日 2007 年 11 月 30 日

概要

火星表面を探査できる実験機のシステム設計と、米国ネバダ州における小型ロケットを用いた性能実証試験の結果を示す。

題目 小型惑星探査ローバ実験機の電気系設計およびその性能確認試験

講演者名 ○新幸隆弘, 奥山圭一

学会名等 日本航空宇宙学会 関西・中部支部合同秋季大会

発表年月日 2007 年 11 月 30 日

概要

火星表面を探査できる実験機の電気系設計(自律制御系, 電源系および通信系)と、米国ネバダ州における小型ロケットを用いた性能実証試験の結果を示す。

題目 津山高専・電子制御工学科における宇宙工学教育

講演者名 ○奥山圭一, 津山高専電子制御工学科 3 年生

学会名等 日本航空宇宙学会 関西・中部支部合同秋季大会

発表年月日 2007 年 11 月 30 日

概要

津山高専の教育理念の実践の資とするため、宇宙工学を教材に採用し、各種活動の成果を示す。具体的に、電子制御工学科の課題研究、卒業研究ならびに専攻科の特別研究を通じて、国際感覚、専門知識やものづくり技術の高度化を図った教育の方法と結果などを示す。

題目 高炉スラグと廃プラスチックを用いた炭素／コンクリート複合材開発

講演者名 奥山圭一

学会名等 リサイクル技術シーズ&ニーズ発信会

発表年月日 2008 年 3 月 14 日

概要

リサイクル炭素繊維と高炉スラグを用いたモルタル材の試作方法と、耐震特性を示す。

題目 粘土膜で強化した CFRP の水素貯蔵材料への応用

講演者名 奥山圭一

学会名等 第 3 回産・学・官研究マッチング

発表年月日 2008 年 8 月 29 日

概要

粘土鉱物シートと CFRP を組み合わせた材料の試作方法と、その材料の基本的な水素貯蔵特性を示す。

題目 Experimental and Numerical Study of Thermal Response of Ablator in an Arc-Jet Facility

講演者名 ○Suzuki, T., Fujita, K., Sakai, T., Okuyama, K., and Kato

学会名等 45th Aerospace Sciences Meeting

発表年月日 2007年1月7-10日

概要

高エンタルピ流内で電離、乖離した気流の中に置かれた CFRP の表面、内部の熱化学的損耗特性、温度変化特性を実験的および解析的手法で示す。

題目 High Hydrogen Gas Barrier Performance Of Carbon Fiber Reinforced Plastic With Non-Metallic Crystal Layer

講演者名 ○Koichi YONEMOTO, Yuta YAMAMOTO, Takeo EBINA and Keiichi OKUYAMA

学会名等 SAMPE (The Society for the Advancement of Material and Process Engineering)

発表年月日 2008年5月18-22日

概要

粘土鉱物シートと CFRP を複合させて製作した材料の優れた水素貯蔵特性、極低温熱サイクル試験、極低温せん断引張試験、極低温強度試験(極低温環境における引張試験、引張せん断試験)などの結果を報告した。

題目 Application of CFRP with High Hydrogen Gas Barrier Characteristics to Fuel Tanks of Space Transportation

講演者名 Koichi YONEMOTO, Yuta YAMAMOTO, Keiichi OKUYAMA and Takeo EBINA

学会名等 International Symposium on Space Technology and Science

発表年月日 2008年7月1-8日

概要

水素を貯蔵できる軽量タンク開発の資とするため、粘土鉱物シートと CFRP を組み合わせた材料の製作方法と、その材料の基本的な水素貯蔵特性、熱機械物性などを示す。また、オートクレーブを用いた粘土鉱物シート強化 CFRP の具体的な試作方法と、その極低温環境下における機械特性についても報告した。

(特許・出願)

題目 高速飛翔体フェアリングの外壁構造

発明者 奥山圭一

特許番号 特許 4112203

発効日 2006年10月2日

概要

空力加熱を受けても熱化学的損耗が発生しない熱防衛構造体の材料の積層方式ならびに製作方法。

題目 ガスバリア性の炭素繊維強化プリプレグ及び炭素繊維強化プラスチック並びにそれらの製造方法又は成形方法。

発明者 ○米本浩一、蛭名武雄、水上富士夫、奥山圭一、神谷禅二

特許番号 特願 2007-292659

登録日 2007年11月

概要

粘土鉱物シートと CFRP を複合させ、従来の材料と比較して水素貯蔵特性を少なくとも 100 倍以上改善できる材料の製造方法。

題目 熱防衛複合材の製造方法

発明者 ○奥山圭一、加藤純郎

特許番号 特願 2008-183922

登録日 2008年7月15日

概要

従来の宇宙往還機用耐熱材料と比較して、質量を約 20%程度まで軽減できる超軽量 CFRP の製造方法。

【谷口浩成】

(講演発表)

題目 金属薄膜振動型アクティブマイクロミキサーの開発

著者名 ○谷口浩成、中谷信太郎、鈴森康一

学会名 第8回日本機械学会機素潤滑設計部門講演会 pp.113-116

発表年月日 2008年4月20日

概要

本研究では、磁気アクチュエータを用いたアクティブマイクロミキサーを開発した。これは、厚み 0.1mm の強磁性体金属薄膜を混合室内に設置し、外部磁場により振動させることで攪拌を行う。流体に空気と水を用いて実施した追従動作確認試験では、印加電圧 50Vp-p 時に、空気が 213Hz、水が 38Hz まで追従可能であることがわかった。また、マーブリング水溶液を用いた混合実験において、0.163 秒後に混合の効果が現れ、1 秒後には混合が収束したことを確認した。

題目 温度制御機能搭載多段階マイクロリアクターシステムの開発

著者名 谷口浩成、○中谷信太郎、鈴森康一

学会名 平成 20 年日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会(Proceedings of the 2008 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, Nagano, Japan, June 5-7, 2008)

発表年月日 2008 年 6 月 5-7 日

概要

本研究では、マイクロポンプ 6 基、マイクロミキサ 3 基、流体制御装置 1 基を集積したマイクロリアクタシステムの開発を行った。本報では各流体制御デバイスの構造および駆動原理、制御方法、基礎特性等について報告する。

題目 An Active Micro Reactor System with Integrated Fluid Control Devices for Chemical Synthetic Process

著者名 Hironari Taniguchi, Koichi Suzumori, and
○Shintaro Nakatani

学会名 Proceedings of the 2008 IEEE/ASME
International Conference on Advanced Intelligent
Mechatronics July 2 - 5, 2008, Xi'an, China

発行年月日 2008 年 7 月 2-5 日

概要

The aim of this research is to develop a laptop micro reactor system which can apply to many chemical synthetic processes. If we can reach the reactive conditions quickly and effectively using this micro reactor system, the speed of research and development will improve spectacularly. Here we design and fabricate a prototype of micro reactor with integrated fluid control devices. Developed fluid control devices are micro pumps, micro mixers, and a temperature regulator. Especially, the micro mixer is a novel one which has an active mechanism with a magnetic actuator. The results indicated the availability of these devices. We represent a first possible step towards a laptop micro reactor system for chemical synthetic process.

(その他)

題目 化学合成反応プロセスのための小型アクティブ
マイクロリアクタシステムの開発

著者名 ○谷口浩成, 鈴木康一

雑誌名 実用産業情報第 46 号 pp.36-41

発行年月日 2008 年 5 月 30 日

概要

本研究では、種々の合成プロセスに適応できるマイクロリアクタシステムの構築を目的とし、複数台の流体制御デバイスを搭載したマイクロリアクタシステムの開発を目指している。そこで我々は、はじめにマイクロミキサを開発した。これは、アクチュエータを用いて外部エネルギーを利用した能動的なマイクロミキサである。そして、次にマイクロポンプ、温度制御装置の開発を試み、これら流体制御デバイスを集積化させたマイクロリアクタシステムを製作した。我々は合

成させる部分に能動的な機構を用いていることから、アクティブマイクロリアクタシステムと名付けている。

情報工学科

【岡田 正】

(論文)

題目 「自律・創造・自由」の教育理念に基づく学生教育の総合的実践

著者名 ○岡田正, 福田昌准, 田辺茂

学会誌名等 論文集「高専教育」 No.31 pp.677-682

発表年月 2008年3月

概要

津山高専の共通運営理念である「自律・創造・自由」が、学習・学生支援・寮生活の学生教育全場面でどのように展開されているかを総合的に検証し、具体的な成果を述べるとともに、課題についての議論を行った。

題目 SmartDocを中心とした文書フォーマット変換

著者名 ○白石啓一, 桐山和彦, 原元司, 山本喜一, 本間啓道, 白濱成希, 岡田正

学会誌名等 誌間電波工業高等専門学校紀要
No.36 pp.61-68

発表年月 2008年6月

概要

コンテンツの再利用を進めるためには、コンテンツの文書フォーマット統一が必要である。このために、文書フォーマットとツールの仕様が公開されているSmartDocを中心とし、MediaWikiフォーマットからのフォーマット変換を、学習管理システムと関連させながら議論している。

(講演発表)

題目 情報倫理の特質性の考察と学習システムへの展開

講演者名 ○松本祐佳, 岡田正

学会名等 電子情報通信学会教育工学研究会
ET2007-28 pp.23-28

発表年月日 2007年9月1日

概要

情報技術の進歩にともない新たに発生した問題を、情報の持つ特質性の議論をもとに検証している。さらにこの考察に基づき、ネットワークを利用し議論形式で情報倫理を学習するシステムを提案し、学習を支援する仕組みを述べた。

題目 教育用オープンコンテンツの作成とその管理システムについて

講演者名 ○桐山和彦, 白石啓一, 原元司, 本間啓道, 白濱成希, 岡田正, 山本喜一

学会名等 第6回情報科学技術フォーラム一般講演論文集 Vol.3 pp.421-422

発表年月日 2007年9月5日

概要

我々のグループでは、教育・研究に関する教育用コンテンツを再利用可能でかつオープンな形で収集・管理するシステムを開発している。この教育用オープンコンテンツおよび管理システムを解説するとともに、実例として筆者らの作成した情報処理授業コンテンツを紹介している。

題目 高専における情報基礎教育の進展Ⅱ

講演者名 ○新開純子, 高橋章, 長岡健一, 岡田正

学会名等 平成19年度情報教育研究集会講演論文集 pp.34-37

発表年月日 2007年11月10日

概要

高専における新しい情報基礎教育について、利用の拡大や実践事例について報告した。改訂版教科書および学習ノートが高専に限らず短大・大学や高等学校でも利用されており、こうした利用拡大を受けた今後の取組について紹介している。

題目 完全にコピー自由な教育用コンテンツ配信システムの構築に向けて

講演者名 ○桐山和彦, 白石啓一, 原元司, 本間啓道, 白濱成希, 岡田正, 山本喜一

学会名等 情報処理学会第70回全国大会デモセッション

発表年月日 2007年3月13-15日

概要

我々のグループでは、教育活動で利用するすべてのドキュメントをコピーフリーな形で作成・蓄積するシステム構築中である。このプロジェクトで現在までに実現しているシステム状況を展示し、実際に蓄積されたコンテンツによりデモンストレーションを行った。

題目 完全にコピー自由な教育用コンテンツ配信システムの構築に向けて

講演者名 ○桐山和彦, 白石啓一, 原元司, 本間啓道, 白濱成希, 岡田正, 山本喜一

学会名等 情報処理学会第70回全国大会講演論文集(4) pp.473-474

発表年月日 2008年3月14日

概要

オープンソース化された教育用コンテンツを、効果的に作成・蓄積するシステムを構築している。同時性・協調性・協同性を意味するc-Learningと名付けた概念を説明し、具体的にどのように構築するかを、現状とともに報告した。

題目 学内情報ネットワークの独自運用と波及効果

講演者名 ○平田克己, 岡田正

学会名等 平成20年度高専教育講演論文集 pp.245-246

発表年月日 2008年8月18日

概要

津山高専が以前から行ってきた学内LANの独自運用に関して、ネットワーク構成と運用方法の特徴をまとめた上で、独自運用の波及効果を議論した。学生への教育効果、地域貢献の効果、学内LAN利用者への教育効果の観点を中心に、他高専の状況と比較しながら報告している。

題目 c-Learning プロジェクトの現状と経過報告

講演者名 ○桐山和彦, 本間啓道, 白石啓一, 原元司, 白濱成希, 岡田正, 小川伸夫, 永野重隆

学会名等 第28回(平成20年度)高等専門学校情報処理教育研究委員会研究発表会(情報処理教育研究発表会論文集28 pp.70-73)

発表年月日 2008年8月28日

概要

教育用コンテンツの自由化を目指すc-Learningプロジェクトに関して、教育用メディアの在り方の議論をもとに、プロジェクトの思想・目的から具体的なフォーマット変換等の実装まで、現状と経過を報告した。

題目 WikiMediaからSmartDocへの文書フォーマット変換

講演者名 ○白石啓一, 桐山和彦, 山本喜一, 原元司, 本間啓道, 白濱成希, 岡田正

学会名等 第28回(平成20年度)高等専門学校情報処理教育研究委員会研究発表会(情報処理教育研究発表会論文集28 pp.74-77)

発表年月日 2008年8月28日

概要

教育向け文書を収集・処理するc-Learningシステムについて、MediaWikiフォーマットからSmartDocフォーマットへの変換フィルタを実装することにより、WikiPediaからの文書を収集できるようになり、ユーザインタフェースが改良されたことを報告した。

題目 高専における次世代情報通信基盤のあり方への一考察

講演者名 ○原元司, 今井一雅, 長谷賢治, 小幡常啓, 脇山俊一郎, 岡田正

学会名等 第28回(平成20年度)高等専門学校情報処理教育研究委員会研究発表会(情報処理教育研究発表会論文集28) pp.329-332

発表年月日 2008年8月28日

概要

高専情報処理教育研究委員会に設置された「次世代情報通信基盤ワーキンググループ」の目的と検討内容について報告した。このワーキンググループが提案する次世代情報通信基盤から具体的な将来構想案まで、高専機構の情報通信基盤委員会に向けて、各高専の意思統一を呼びかけた。

(その他)

題目 学部段階における情報専門教育カリキュラムの策定に関する調査研究

著者名 岡田正

学会名等 平成19年度文部科学省「先導的大学改革推進受託事業」報告書 pp.719-720

発表年月 2008年3月

概要

文部科学省の先導的大学改革推進受託事業において、情報処理学会一般情報処理教育委員として「一般情報処理教育の知識体系(GEBOK)」策定に関わり、「GE-INW 情報ネットワーク」部分を担当した。

題目 津山高専の取組

著者名 高橋章, ○岡田正

学会名等 独立行政法人国立高等専門学校機構平成19・20年度教育方法改善プロジェクト「高専の特色ある技術者教育“学外の教育力を活用した高専の特色ある技術者”」中間報告書 pp.110-113

発表年月 2008年3月

概要

関東信越地区高専が行っている教育方法改善プロジェクトにおいて、外部教育力活用事例の訪問調査に協力し、この結果としてインターンシップ受入先の企業等の取り組みを報告した。

題目 情報モラルについて

著者名 岡田正

学会名等 津山市立勝北中学校啓発講座

発表年月日 2008年6月16日

概要

中学生とその保護者を対象に、ケータイやインターネットの有効利用に向けて、なぜ便利で危険か、何が起きているかなどについて、情報の本質に基づいて説明した。

題目 インターネット・携帯電話の落とし穴

著者名 岡田正

学会名等 津山市・津山高専相互協力協定事業講演会

発表年月日 2008年8月31日

概要

一般市民を対象に、インターネットやケータイにまつわる問題点をいかに回避するかについて、情報の本質に基づき、実際に起こっている事例と基本の仕組みを交えながら解説した。

【大平栄二】

(講演発表)

題目 ユビキタス観光支援システムの検討

講演者名 ○下山祐介, 大平栄二

学会誌名等 2008 電子情報通信学会総合大会講演論文集 A-16-25

発表年月日 2008年3月20日

概要

2つの異なる通信手段を用いた新しい形の観光支援システムを提案した。また、利用した通信手段(Bluetoothと赤外線)の受信特性(指向性と通信距離)の実験結果を示した。

題目 ユビキタスコンピューティングに関する卒業研究の一試み

講演者名 大平栄二

学会誌名等 平成20年度高専教育講演論文集 pp.243-244

発表年月日 2008年8月18日

概要

情報システムに関するテーマは、一般に希望が一部の学生に止まり、達成感が少ない問題があった。報告では、学生の関心が比較的高い屋外型ゲームを卒業研究のテーマに取り上げ、その内容と実施結果について報告した。

【薮木登】

(論文)

題目 Novel current-mode biquadratic circuit using only plus type DO-DVCCs and grounded passive components

講演者名 ○Takao Tsukutani, Yasuaki Sumi, Noboru Yabuki

学会誌名等 International Journal of Electronics
Vol.94 No.12 pp.1137-1146

発表年月 2007年12月

概要

本論文は、プラス型 DVCC による電流モードバイカッド回路について検討している。本回路は、2 個のプラス型 DVCC と 4 個の接地受動素子により構成され、入出力電流の選択により低域通過特性、帯域通過特性、高域通過特性、帯域除去特性、および全域通過特性が実現できる。また、回路パラメータ ω_0 、 Q の値も受動素子により直交的に設定することができる。PSPICE シミュレーションによる実現例を示し、本回路の有効性を明らかにしている。

題目 Versatile current-mode biquadratic circuit using only plus type CCCIs and grounded capacitors

講演者名 ○Takao Tsukutani, Yasuaki Sumi, Noboru Yabuki

学会誌名等 International Journal of Electronics
Vol.94 No.12 pp.1147-1156

発表年月 2007年12月

概要

本論文は、プラス型 CCCII と接地キャパシタによる電流モードバイカッド回路について検討している。本回路は、バイカッド特性を実現するために、回路の構成要素のマッチング条件を必要とせず、入出力電流の選択により低域通過、帯域通過、高域通過、帯域除去、全域通過特性を実現することができる。また、回路パラメータ ω_0 、 Q の値も接地キャパシタとバイアス電流により直交的に設定できる。PSPICE シミュレーションによる実現例を示し、本回路の有効性を明らかにしている。

(講演発表)

題目 自己組織化マップを用いた輪郭抽出手法 DCDAM と道路標識抽出への応用

講演者名 ○鷺見育亮 難波福弥 植田拓也 薮木登 築谷隆雄

学会誌名等 2007年電子情報通信学会総合大会
講演論文集 A-2-17 p.39

発表年月 2007年9月

概要

本稿では、自己組織化マップを用いた輪郭抽出手法(DCDAM)を提案しており DCDAM に採用する重み関数にシグモイド関数を使用して2次関数との比較を行った。実験の結果、両者ともに円形・ひし形の道路標識の認識において正しく輪郭線が抽出できているが、シグモイド関数ではさらに輪郭線が標識全体を覆っており、良好な結果を得ることができた。

題目 Active Net & SOM による道路標識形状認識の実走行環境への応用に向けて

講演者名 ○難波福弥 鷺見育亮 森田佳成 薮木登 築谷隆雄

学会誌名等 2007年電子情報通信学会総合大会
講演論文集 A-4-11 p.72

発表年月 2007年9月

概要

近年、高度道路交通システムの実現に向けて、車載カメラによる道路標識の認識に関する研究では数多くの提案があり、その重要性が述べられている。Active Net を用いることで道路標識が一部隠れている場合でも標識形状を正しく認識することのできる手法を提案している。このような背景のもと、本報告では Active Net による道路標識形状認識手法を使用した実走行環境への応用について述べている。

題目 自己組織化マップ(SOM)を用いた風況予測の一検討

講演者名 ○小林飛鳥 鷺見育亮 植田拓也 難波福弥 築谷隆雄 薮木登

学会誌名等 2007年電子情報通信学会総合大会
講演論文集 A-2-18 p.40

発表年月 2007年9月

概要

現在、小型風力発電機ではパワーアシストを用いた風力発電機が開発されている。パワーアシストを起動させる有無を判断し、バッテリーの消費電力を抑えることを目標とし、風況予測システムの開発を重点にして研究を行っている。風況予測には基本 SOM と双方向 SOM を用いた。1 時~12 時までの既知データを使って 13 時を予測し、スライドする形で 24 時まで予測するシステムを検討し、予測誤差率にあまり差が無いことが分かった。

題目 ミニチュアカーでのカメラ画像による道路認識方式の一検討

講演者名 ○森田佳成 鷺見育亮 難波福弥 築谷隆雄 薮木登

学会誌名等 2007 年電子情報通信学会総合大会
講演論文集 A-4-12 p.73

発表年月 2007 年 9 月

概要

本報告は現在盛んに研究が行われている高度道路交通システムのひとつである安全運転支援システム構築を目的とした、車載カメラによる道路情報の認識に用いる画像処理技術に関するものである。既にマイコンカーと呼ばれるミニチュアのライントレースロボットに高性能カメラを搭載しての道路認識制御の研究が行われている。本報告では普及に向けてのコスト問題を解決すべくより安価なカメラを使用して開発した自動道路認識制御走行方式について述べている。

題目 2 つの自己組織化マップ(SOM)による風況予測の比較検討

講演者名 ○小林飛鳥, 鷺見育亮, 植田拓也, 藤松誠一郎, 難波福弥, 築谷隆雄, 薮木 登

学会誌名等 平成 19 年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集 p.149

発表年月 2007 年 10 月

概要

現在, パワーアシスト型風力発電機が開発されている。その中でも我々は設置が比較的容易であり低風速でも発電が可能である小型風力発電機に着目した。そしてパワーアシストを起動させる有無を判断し, バッテリーの消費電力を抑えることが出来ないかと考え, 風況予測システムの開発を重点にして研究を行っている。基本 SOM と双方向 SOM で風況予測を行い, その結果を比較評価した。予測結果の評価から, 2 つの SOM 間には予測誤差率にあまり差が無いことがわかった。

題目 Elman型フィードバックSOM による風況予測の一検討

講演者名 ○三木雄太, 鷺見育亮, 小林飛鳥, 難波福弥, 築谷隆雄, 薮木登, 藤松誠一郎, 植田拓也

学会誌名等 平成19年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集 pp.150-151

発表年月 2007 年 10 月

概要

狭域での風況予測を行い, パワーアシスト型風力発電機で効率の良い発電を行うことが, この研究の目的である。時系列情報を扱える Elman 型フィードバック SOM を使用して風況を予測し, 双方向 SOM で予測した場合と比較した。双方向 SOM の方が優れているという結果が得られた。そのため過去の履歴情報を参照する程度を表す定数と, 過去の情報を保持する程度を表す定数を変更していろいろ検討を行っている。

題目 動的ネットモデルを用いた画像特徴の抽出方法に関する検討

講演者名 ○薮木登, 古林佑介, 鷺見育亮, 福本善洋
学会誌名等 平成19年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集 p.207

発表年月 2007 年 10 月

概要

一般的なパターン認識処理では, 画像特徴を抽出しその特徴量が用いられている。従来の方法では, 対象の輪郭や内部の形状情報等のテクスチャ情報を同時に得ることができないため, 複雑な対象の特徴量を抽出しにくい。そこで本稿では, 従来の手法で得られる特徴量とは異なる特徴を抽出する方法として, 動的ネットモデルの捕捉結果を利用する方法を提案する。

題目 ミニチュア空間における道路認識方式の一検討

講演者名 ○森田佳成, 鷺見育亮, 難波福弥, 薮木登, 築谷隆雄

学会誌名等 平成19年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集 pp.208-209

発表年月 2007 年 10 月

概要

本研究は工場, 物流などにおける運搬行程の無人・自動化の一環として画像処理により道路を認識し, 実際の車両走行制御に反映させることで自動走行を目指すものである。超小型カメラを搭載したライントレースロボット(マイコンカー)とその専用コースを用いたミニチュア空間における自律走行を実現させるためのマイコンカーの製作, 道路認識方式の検討, データ転送実験を行い, 正しい実験結果が得られた。

題目 ヒストグラムを用いたActive Netの初期位置決定手法による複数物体の領域抽出

講演者名 ○難波福弥, 鷺見育亮, 植田拓也, 薮木登
学会誌名等 平成19年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集 pp.217-218

発表年月 2007 年 10 月

概要

Active Net は画面全体から目標物の領域抽出を試みることができるが, 画像端にある目標物の捕捉が難しいことが挙げられていた。本研究では Active Net の適切な初期位置を求める一手法としてヒストグラムを用いた手法を提案し, 隣接した複数物体の抽出を正しく行えた結果を示す。

題目 初等教育におけるプログラミング教育の実践—実施2年目の取り組み—

講演者名 ○坪内康恵, 鷺見育亮, 難波福弥, 森田佳

成, 熊谷勝, 前川智紀, 築谷隆雄, 藪木登
学会誌名等 平成19年度電気・情報関連学会中国支部
 連合大会講演論文集 p.470

発表年月 2007年10月

概要

現在小中学生の理科離れは深刻化しており, 将来の技術者不足が憂慮される. 本研究では小中学生を対象としたものづくりによるIT教育で理科離れを防ぐための有効的な教育方法について検討・実施した結果を報告する.

題目 DCDAM を用いたActive Net 初期位置に関する研究

講演者名 ○難波福弥 鷺見育亮 植田拓也, 藪木登, 築谷隆雄

学会誌名等 電子情報通信学会技術研究報告
 PRMU 2007-155 pp.113-118

発表年月 2007年12月

概要

本研究ではActive Net の捕捉能力向上のため, 輪郭抽出手法として提案した DCDAM を用いて対象物体候補の位置推定を行い, その推定位置にActive Net を配置して, 対象物体の抽出を試みた. 実画像を用いたシミュレーション実験により画像端に目標物がある場合でも従来手法と比較して安定的に目標物体の抽出を行うことができた.

題目 演算トランスコンダクタンス増幅器によるマルチモード回路の合成

講演者名 ○川上裕己, 築谷隆雄, 鷺見育亮, 藪木登
学会誌名等 電子情報通信学会技術研究報告

CAS 2007-141 pp.85-90

発表年月 2008年3月

概要

本報告は, OTA と接地キャパシタによるマルチモードのバイカッド回路の合成について検討している. 損失積分器と無損失積分器による基本ループ構造をプロトタイプとし, 伝達アドミタンスモード, 電流モード, 電圧モード, および伝達インピーダンスモードにおけるバイカッド回路の合成を行っている. 本回路は, 出力端子の選択により低域通過特性, 帯域通過特性, 高域通過特性, 帯域除去特性, 全域通過特性が実現でき, 回路パラメータ ω_0 , Q , H の値もOTAのバイアス電流により直交的に設定することができる. PSPICEシミュレーションによる実現例を示し, 本バイカッド回路が良好に動作することを確認している.

題目 電流制御型ユニティゲインセルによる電流モードバイカッド回路の一構成法

講演者名 ○荻田歩, 築谷隆雄, 鷺見育亮, 藪木登
学会誌名等 電子情報通信学会技術研究報告

vol.107 no.527 CAS2007-138 pp.69-74

発表年月 2008年3月

概要

本報告は, ユニティゲインセルによる電流モードバイカッド回路の合成について検討している. 提案回路は, 1個の電流制御型カレントフォロア(CCCF), 2個のバッファ付電流制御型カレントフォロア(CCCFB)と2個の接地キャパシタにより構成されている. 本回路は, 回路要素のマッチング条件を必要とせず, 出力電流の選択により低域通過特性, 帯域通過特性, 高域通過特性, 帯域除去特性, 全域通過特性が実現でき, 回路パラメータ ω_0 , Q の値もバイアス電流により直交的に設定することができる. PSPICEシミュレーションによる実現例を示し, 本回路が良好に動作することを確認している.

題目 電流制御型CDBAによる電流モードバイカッド回路の一構成法

講演者名 ○末石勝也, 築谷隆雄, 鷺見育亮, 藪木登
学会誌名等 電子情報通信学会技術研究報告

vol. 107 no.527 CAS2007-134 pp.53-58

発表年月 2008年3月

概要

本報告は, 電流制御型CDBA(CCCDBA)による電流モードバイカッド回路の合成について検討している. 提案回路は, 損失積分器と無損失積分器による基本ループ構造をプロトタイプとし, 2個の電流制御型CDBA, 2個の電流制御型CDA(CCCDA)と2個のキャパシタにより構成されている. 本回路は, 回路要素のマッチング条件を必要とせず, 出力電流の選択により低域通過特性, 帯域通過特性, 高域通過特性, 帯域除去特性, 全域通過特性が実現でき, 回路パラメータ ω_0 , Q の値もバイアス電流により直交的に設定することができる. PSPICEシミュレーションによる実現例を示し, 本回路が良好に動作することを確認している.

題目 プラス型DVCCCによる電流モードバイカッド回路一構成法

講演者名 ○柳楽和志, 築谷隆雄, 鷺見育亮, 藪木登
学会誌名等 電子情報通信学会技術研究報告

vol. 107 no.527 CAS2007-133 pp.47-52

発表年月 2008年3月

概要

本報告は, 電流制御型DVCC(DVCCC)による電流モードバイカッド回路について検討している. 本バイカ

ッド回路は無損失積分器による閉ループ構造をプロトタイプとし、2 個のプラス型 DVCCC と 2 個の接地キャパシタにより構成されている。本回路は、入出力電流の選択により低域通過特性、帯域通過特性、高域通過特性、帯域除去特性、および全域通過特性を実現することができる。また、回路パラメータ ω_0 、 Q の値もバイアス電流とキャパシタにより直交的に設定できる。PSPICE シミュレーションによる実現例を示し、本回路が良好に動作することを確認している。

題目 低サンプリングレートカメラを用いた道路認識の検討

講演者名 ○森田佳成 鷺見育亮 難波福弥 藪木登、築谷隆雄

学会誌名等 電子情報通信学会技術研究報告
vol. 107 no.528 SIP2007-195 pp.69-74

発表年月 2008 年 3 月

概要

我々は、カメラを搭載したマイコンカーを自律制御するための手法について検討を行っている。本研究では、すでに提案されている 1kHz のサンプリング性能を持つ高性能カメラによる道路認識制御とは異なり、低サンプリングレートカメラを用いた場合でも安定した制御走行が可能な道路認識手法について検討を行っている。また、提案手法を用いて実際にカメラを搭載したマイコンカーの自動道路認識走行制御実験を行い、道路認識による車両の制御走行が可能なことを示している。

題目 自己組織化マップを用いた輪郭抽出手法
DCDAM へのバッチ学習の導入

講演者名 ○難波福弥 植田拓也 鷺見育亮 藪木登、築谷隆雄

学会誌名等 電子情報通信学会技術研究報告
vol. 107 no.528 SIP2007-196 pp.75-80

発表年月 2008 年 3 月

概要

DCDAM は自己組織化マップ(Self-Organizing Map: SOM)を用いて濃淡画像から輪郭を抽出することができる手法である。DCDAM は逐次学習型 SOM アルゴリズムによって学習を行っているため、学習過程における入力ベクトルの提示順序に依存して、多角形ではある程度輪郭を抽出できるが、我々が望むほどの結果ではなかった。この問題を解決するために、入力ベクトルの提示順序に依存しないような手法として、バッチ学習型 SOM アルゴリズムの導入を検討した。一例として道路標識を抽出対象として実験を行い、逐次学習型と比較して多角形の目標物体(道路標識)について特に良好な結果が得られたことを示す。

題目 自己組織化マップ(SOM)を用いた風況予測における予測精度の検討

講演者名 ○小林飛鳥 鷺見育亮 植田拓也 藤松誠一郎 難波福弥 築谷隆雄 藪木登

学会誌名等 第21回 回路とシステム軽井沢ワークショップ pp.63-68

発表年月 2008 年 4 月

概要

現在、小型風力発電機ではパワーアシスト型風力発電機を用いた風力発電機が開発されている。パワーアシストを起動させる有無を判断し、バッテリーの消費電力を抑えることが出来ないかと考え、風況予測システムの開発を重点に研究を行っている。風況予測には複数の風速データを用いるため、位相保持が出来る自己組織化マップ(SOM)を用いた。今回の風況予測は基本 SOM を用いた 24 時間風況予測を行った。また SOM に学習させる学習データ量についても比較検討を行った。2 つの予測結果の評価から、春季と冬季・夏季と秋季の予測精度に関連性があることが分かった。

題目 自己組織化マップを用いた輪郭抽出手法
BL-DCDAM の提案

講演者名 ○植田拓也 鷺見育亮 難波福弥 藪木登、築谷隆雄

学会誌名等 第 21 回 回路とシステム軽井沢ワークショップ pp.469-474

発表年月 2008 年 4 月

概要

本研究では、自己組織化マップを用いた輪郭抽出手法 DCDAM の改良として、自己組織化マップにおける学習アルゴリズムに入力ベクトルの提示順序に依存しないバッチ学習型 SOM アルゴリズムを導入し、物体の輪郭抽出を行った。実験の結果、これまでに提案している逐次学習型 SOM アルゴリズムと比較して良好な結果を得ることができた。さらに、従来手法の 1 つである Active Net との比較実験を行い、提案手法の有効性を確認することができた。

題目 DCDAM による Active Net の初期設定制御の検討

講演者名 ○難波福弥 鷺見育亮 植田拓也 藪木登、築谷隆雄

学会誌名等 第 21 回 回路とシステム軽井沢ワークショップ pp.475-480

発表年月 2008 年 4 月

概要

画像中から領域を抽出するための手法として Active Net がある。しかし、画像中の端に対象物体が存在していた場合、さらに複数物体の抽出において対象物体の位置・数を定義することが難しい場合にその性能につ

いて問題があった。そこで、本研究では Active Net で従来問題となるような適当な位置・大きさの物体に対して、輪郭抽出手法 DCDAM を Active Net の制御へ適用することでその性能改善を試みた。実画像を用いたシミュレーション実験を行い、従来手法では抽出が困難な場合においても提案手法では正しく抽出を行うことができることを示した。

題目 視覚情報のみを用いたマイコンカーによる白線追従型走行システムの検討

講演者名 ○森田佳成, 鷲見育亮, 難波福弥, 藪木登, 築谷 隆雄

学会誌名等 第20回 回路とシステム軽井沢ワークショップ pp.527-532

発表年月 2008年4月

概要

本論文では、カメラを搭載した車両を、そのカメラからの画像による道路認識によって自律制御するための手法について提案する。すでに提案されている 1kHz のサンプリング性能を持つ高性能カメラによる道路認識制御とは異なり、低サンプリングレートのカメラを用いた場合でも安定して制御走行が可能な道路認識手法について検討を行っている。また、提案手法を用いて実際にカメラを搭載したミニチュアカーの自動道路認識走行制御実験を行っている。最後にその実験結果から、低サンプリングレートのカメラを用いた場合でも、道路認識による車両の制御走行を行うことができることを示す。

題目 A Study on Improvement Extraction Stability of Active Net Using All-Image BL-DCDAM Introduced BL-DCDAM

講演者名 ○Fukuya Namba, Yasuaki Sumi, Takuya Ueta, Noboru Yabuki, Takao Tsukutani

学会誌名等 Proceedings of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computer and Communications (ITC-CSCC2008) pp. 477-480

発表年月 2008年7月

概要

In this paper, we have described the new All-Image DCDAM that introduces BL-DCDAM into conventional All-Image DCDAM that we have proposed before. BL-DCDAM adopts the algorithm independent on the order of presenting the input vectors. To our research, BL-DCDAM is effective because we used all pixels of the input image as the input vectors. New All-Image BL-DCDAM has obtained a correct result even in the case that conventional one has failed from the experiment.

題目 Electronically tunable current-mode biquadratic circuit using current controlled unity gain cells

講演者名 ○Ayumu Karita, Takao Tsukutani, Noboru Yabuki, Yasuaki Sumi

学会誌名等 Proceedings of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computer and Communications (ITC-CSCC2008) pp. 1017-1020

発表年月 2008年7月

概要

This paper introduces an electronically tunable current-mode biquadratic circuit employing current controlled unity gain cells. The circuit is constructed with two current controlled current followers (CCCFs), two CCCFs with voltage buffers (CCCFBs) and two grounded capacitors. The circuit can realize low-pass, band-pass, high-pass, band-stop and all-pass transfer functions by choosing appropriate current input and output terminals without any component matching conditions. Additionally, the circuit parameters ω_0 and Q can be tuned orthogonally through adjusting the bias currents. The biquadratic circuit enjoys very low sensitivities with respect to the circuit components. An example is given together with simulated results by PSPICE.

題目 Electronically Tunable Multiple-Mode Biquadratic Circuit Employing OTAs and Grounded Capacitors

講演者名 ○Hiroki Kawakami, Takao Tsukutani, Noboru Yabuki, Yasuaki Sumi

学会誌名等 Proceedings of International Technical Conference on Circuits/Systems, Computer and Communications (ITC-CSCC2008) pp. 1429-1432

発表年月 2008年7月

概要

This paper introduces an electronically tunable multiple-mode biquadratic circuit employing operational transconductance amplifiers (OTAs) and grounded capacitors. The basic circuit configuration is obtained from a second-order integrator loop structure consisting of loss-less and lossy integrators. The multiple-mode biquadratic circuit can realize low-pass, band-pass, high-pass, band-stop and all-pass transfer functions by suitably choosing the current output terminals. Additionally, the circuit parameters ω_0 , Q and H can be set orthogonally through adjusting the bias currents of the OTAs. The biquadratic circuits enjoy very low sensitivities with respect to the circuit components. Some examples are given together with simulated results by PSPICE.

【坂井良広】

(講演発表)

題目 An Algorithmic Study on Blind Source Separation
for Preprocessing of an Echo Canceled

講演者名 ○Sakai Yoshihiro, Takahashi Kota,
Mitsuhashi Wataru

学会名等 SICE Annual Conference 2007
pp.1400 - 1405

発表年月日 2007年9月19日

概要

The authors have previously reported a novel method for effectively subtracting the echo replica in double-talk condition by preprocessing blind source separation in advance of echo cancellation. We discuss in this paper an alternative algorithm in which an auxiliary term is added for improving the convergence rate. The convergence speed became about 8 times further than the system for not using the addition term for the proposal algorithm, when the coefficient value was set based on these investigations optimum.

題目 ブラインド信号分離を用いるエコーキャンセラ
アルゴリズムの検討

講演者名 ○坂井良広, 高橋弘太, 三橋渉

学会名等 第22回信号処理シンポジウム
pp.357-362

発表年月日 2007年11月9日

概要

ブラインド信号分離回路の応用として, エコーキャンセラにおけるダブルトーク障害の軽減を目的とする構成について検討している. 本稿では, エコーキャンセラにおけるダブルトーク問題, ブラインド信号分離回路によってそれを軽減する構成法, このシステムにおけるブラインド信号分離回路の特性向上に関する検討について述べている.

題目 A Study on the Property of Blind Source Separation
for Preprocessing of an Acoustic Echo Canceller

講演者名 ○Yoshihiro Sakai, Wataru Mitsuhashi

学会名等 SICE Annual Conference 2008
pp.13-18

発表年月日 2008年8月20日

概要

In this paper, an application of the blind signal separation circuit for the purpose of the reduction in double-talk failure in the echo canceller is explained. An examination of the double-talk problem in the echo canceller, and the constitution method which reduces it by blind signal

separation circuit, and the characteristic improvement of blind signal separation circuit is described. We discuss in this paper an alternative algorithm in which an auxiliary term is added for improving the convergence rate.

【宮下卓也】

(講演発表)

題目 検疫機能を有したIPv6ネットワークの構築

著者 ○小林裕士, 宮下卓也

学会名 計測自動制御学会津山地区研究会 pp.17-18

発表年月日 2008年2月2日

概要

現在のインターネットはコンピュータウイルスやクッシングなどの様々な脅威にさらされており, 次世代インターネットIPv6においても, その安全性を十分に確保する必要があると考える. そこで, 最近普及してきているネットワークの検疫機能をIPv6ネットワークに適応できるのかを実験的に検討した.

本研究では, 従来の検疫方法を調査することに始まり, それを応用してIPv6用の独自方式を提案した. また, 動作確認の為に試験環境の構築も行った. ただし, 試験環境は未完成であるため, 早急に完成させることが今後の課題である.

題目 初心者向けネットワークのための認証システムの構築

著者 ○岡崎伍弘, 宮下卓也

学会名 計測自動制御学会津山地区研究会 pp.19-20

発表年月日 2008年2月2日

概要

インターネットを安全に利用するために, 暗号化やユーザ認証などの技術が用意されているが, パソコン初心者には簡易なものではない. そこで本研究では, WWWブラウザに代表されるようなマウス操作ならば何とか習得している利用者を想定して, 簡易な操作ながらも安全性を保つことができるような認証システムの開発を試みた.

ワンタイムパスワードやワンタイムURLを活用した試作システムを作成し, 根幹となる部分を構築した. しかしながらメールサーバやデータベースとの連携部分が未完成であり, 今後の発展が望まれる状態である. その後, 動作確認を行い, 実用性の検討が必要である.

【大西 淳】

(論文)

題目 宇部高専における e ラーニングへの取り組み**著者名** 内田保雄, 大西淳, 内堀晃彦, 江原史朗, 春山和男**学会誌名等** 宇部工業高等専門学校研究報告 54 号**発行年月** 2008 年 3 月**概要**

宇部高専では、教育の質の向上および改善に資することを目的として、教育の IT 化ならびに教育活動への IT 支援の強化に取り組んでいる。その取り組みの一環として、宇部高専 e ラーニング実験サイトが運用され、いくつかのコースが展開されている。本稿では、宇部高専におけるこれまでの e ラーニングの取り組みに関する経緯と現状について報告している。そして、現在抱えている問題点や課題を明らかにするとともに、今後の取り組みの方向性について検討した結果を報告している。

(講演発表)

題目 高専間教員交流制度を利用して**発表者名** ○大西淳**学会誌名等** 日本高専学会第 13 回年会講演会講演論文集 pp.2-33-2-34**発行年月** 2007 年 9 月**概要**

平成 18 年度より高専間教員交流制度が稼働を始めたものの、この制度を利用した教員からの報告数はまだ少なく、制度の実際の状況はあまり知られていない。また、交流ケースごとの状況の差異も大きいようである。そこで、この制度に興味を持つ教員の参考にするため、著者の経験をもとに報告を行った。報告の主な内容は、派遣先が決定するまでの経緯、異動するまでの手続き等の流れ、および、実際に異動してからの様子についてである。また、交流制度をより有用なものにするための著者の考えについても述べた。

題目 津山高専における学修単位科目と教育改善について**発表者名** ○大西淳**学会誌名等** 平成 19 年度宇部工業高等専門学校教育研究発表会講演要旨集 pp.5-6**発行年月** 2007 年 9 月**概要**

高専間教員交流制度の派遣先であった宇部高専では、津山高専と同様に学修単位科目を開設している。しかし、その実施状況は津山高専とは異なっている。本講

演では、今後の参考に供するため、津山高専における学修単位科目の実施状況を報告した。また、教育改善についても、津山高専と同様に、宇部高専において熱心に取り組まれている。その参考に供するため、本講演では、教育改善に関する津山高専の取り組みについてもいくつか取り上げて報告した。

題目 データ操作過程を可視化する C インタプリター機能と試用結果ー**発表者名** ○大西淳, 野田昌弘, 玉城龍洋, 内田保雄**学会名等** 平成 19 年度情報教育研究集会**発行年月** 2007 年 11 月**概要**

プログラミングを苦手とする学生は数多く存在する。彼らが苦手意識を持つようになった要因の一つに、プログラムが実行される過程において、コンピュータ内でどのようなことが起こっているかをうまくイメージできないことがあげられる。本発表では、この問題を解決するために作成した C インタプリタについて報告した。この C インタプリタは、C 言語で記述されたソース・プログラムを 1 行ずつ実行しながら、その処理内容を、アニメーションなどを使って表現する。このツールを学生に試用してもらったところ、プログラムの流れを把握しやすくなったなど、概ね肯定的な感想を得ることができた。

【寺元貴幸】

(講演発表)

題目 ネットワーク分散型教育用 PSE システムにおけるネットワーク透過性に関する考察**著者名** ○寺元貴幸, 青山亮太, 井上恭輔, 岡田正, 川田重夫**学会名等** 第 10 回 PSE Workshop 講演論文集 pp.178-181**発表年月日** 2007 年 9 月 28 日**概要**

ネットワークを細かく分割し相互の接続を制限することは、分散システムにとっては非常にやっかいな問題であり、ドメインを跨ってサービスを維持することやキャッシュシステムを回避することは容易ではなくなっている。そのため分散システムを実用化するためには、このように複数のドメインを透過的に接続できる技術が不可欠になってきた。先ほど述べた Skype が広く普及した最大の要因は、ほとんどネットワーク環境に依存せずに接続できるネットワーク透過性の高さにあると考えられる。

今回我々は分割されたネットワークを特別な設定を行う事なしに透過的に接続するための基本技術に関して検討を行った。特に現在インターネットと LAN の間にあり、もっとも広く使われている Proxy サーバを超えて相互に通信可能な技術について検討した。また、相互通信の遅延を最小限に抑えることが可能な comet 技術に関して簡単に検討してみたので、報告したい。

題目 Database design in a distributed educational PSE system

著者名 ○Takayuki Teramoto, Tadashi Okada, Shigeo Kawata

学会名等 APCOM' 07 EPMESC XI p.148

発表年月日 2007 年 12 月 6 日

概要

In this paper we present the structure of the TSUNA-TASTE system and detail structure of the new database employed in the TSUNA-TASTE. The TSUNA-TASTE supports teachers and students in computer-based education. The TSUNA-TASTE PSE gathers the students' real time data for their computer operations, and analyzes the data obtained. From the database the TSUNA-TASTE PSE extracts important characteristics for individual students and for a class. The TSUNA-TASTE may open a new helpful e-learning direction.

題目 A distributed education-support PSE system

著者名 ○Takayuki Teramoto, Tadashi Okada, Shigeo Kawata

学会名等 Third IEEE International Conference on e-Science and Grid Computing pp.516-520

発表年月日 2007 年 12 月 10 日

概要

Network-based learning or e-Learning has been taking an important role in education as helpful education tools. However, it is difficult for teachers to retrieve education data from students or to obtain data from the student activities. Therefore, we have developed a problem solving environment (PSE) for the education and learning support: TSUNA-TASTE. [1] The TSUNA-TASTE system collects the system-usage situation, the information for the windows used and the operation situation of the mouse and key board of all students. The data, which the system TSUNA-TASTE collects, are stored in a database on the TSUNA-TASTE system server.

In this paper we present the structure of the TSUNA-TASTE system and detail structure of the network in the TSUNA-TASTE. The TSUNA-TASTE supports teachers

and students in computer-based education. The TSUNA-TASTE may open a new helpful e-Learning world.

題目 プログラミング教育における習熟別アドバイスメッセージの自動生成に関する考察

著者名 ○寺元貴幸, 青山亮太, 岡田正, 川田重夫
学会名等 第 13 回日本計算工学会計算工学講演会論文集 Vol.13 No.2 pp.965-968

発表年月日 2008 年 5 月 20 日

概要

今回我々も、比較的シンプルな演習環境におけるプログラミング学習を想定している。

その状況で、学習者の操作状況や学習状況をリアルタイムで収集し、その状況に応じて適切な指示や指導を行い、指導者および学習者双方を支援するシステムとしての教育用の問題解決環境 PSE(Problem Solving Environment)が要望されてきた。そこで我々は授業支援システム TSUNA-TASTE を開発してきた。今回はこのシステムが集めた情報の有効活用に向け、学習者の学習(コンパイル)履歴をできる多機能に分析できるようにシステムの変更を行った。前半はそのためのデータベース構造の変更と、学習者への提示システムについて説明する。後半はこれらのシステムから得られた情報をもとに、どのような学習者の熟達度を自動的に検出する方法について検討する。

題目 特定環境下における動画像の高圧縮に関する研究

著者名 ○坂本雅人, 寺元貴幸, 岡田正

学会名等 平成 19 年度電気・情報関連学会中国支部
第 58 回連合大会 pp.232-233

発表年月日 2007 年 10 月 20 日

概要

DVD や HDD に長時間の動画が記録できるのは、画像圧縮技術の進歩によるところが大きい。現在、様々な動画圧縮のためのコーデックが開発されている。しかし、これらのコーデックは汎用性を高めるために、特定の環境下で超高圧縮を行う事は目的としていない。そこで我々は、防犯カメラのようにほとんど映像の内容に変化がない非常に特定な環境における動画像圧縮に関する検討し、従来の方式に比べ数倍から 10 倍程度圧縮可能な変換方式を提案している。

題目 多面的な評価指数を導入した多次元 Web ブラウザシステムの構築

著者名 ○田中強, 寺元貴幸, 岡田正

学会名等 平成 19 年度電気・情報関連学会中国支部

第58回連合大会 pp.363-364

発表年月日 2007年10月20日

概要

現在のブラウザを使ってインターネットから情報を探し出す場合、多くの人々が検索サイトを用いて目的の情報に関するキーワードで検索する手段である。しかしその検索結果の上位に本当に探したい情報が載っているとは限らない。そのような情報を見つけるためには、さらに数ステップの手順を踏まなければならない場合もあり、利用者にとっては不満が残ることもある。また、この検索結果にはユーザの履歴情報をうまく活用しきれていないという問題もある。これは履歴が膨大な数のウェブページの情報から成るため、ユーザに効率的に表示することが困難であるという原因が考えられる。

そこで我々は、ウェブページ自体の評価を独自に行う機能を追加し、さらに表示方法を工夫することにより、目的の情報にできるだけ素早く到達できるような新しい仕組みを提案している。そのためのWebページの多面的な評価と、指標ごとに多次元の軸を用意し、軸上に各評価結果を並べて表示する仕組みについて報告する。

題目 プロコン競技部門「石垣工務店」のシステム開発と運用

著者名 ○寺元貴幸, 宮下卓也, 岡田正, 最上勲

学会名等 第28回(平成20年度)高等専門学校情報処理教育研究委員会研究発表会 pp.195-198

発表年月日 2008年8月28日

概要

平成19年10月6, 7日, 津山文化センターで第18回プログラミングコンテスト[1]が開催された。津山高専は主管校として大会の準備から本番の運営を担当すると同時に、自由・課題・競技の3部門のうち競技部門においては競技システムの開発を行う事となった。そこで専攻科生や地元企業の協力のもと競技部門「石垣工務店」のシステム開発を行った。今回は、競技用システムの開発の概要と大会本番での運用について報告したい。

題目 津山高専におけるネットワーク型防犯カメラシステムの構築とライブカメラへの応用

著者名 ○寺元貴幸, 宮下卓也, 日下孝二, 岡田正, 田辺茂

学会名等 第28回(平成20年度)高等専門学校情報処理教育研究委員会研究発表会 pp.316-319

発表年月日 2008年8月28日

概要

現在ネットワークカメラや大容量のハードディスクが安価になってきたため、ビデオカメラで撮影した映像をネットワーク経由でサーバに送り、サーバでこれらの映像を一元管理するシステムが開発されている。今回津山高専ではこのようなネットワーク型カメラシステムを防犯カメラとして設置し、またライブカメラへ応用するシステムの構築を行ったので、その概要と運用状況について報告したい。

【曾利 仁】

(講演発表)

題目 階層型ニューラルネットワークを用いた1時間先風速予測

講演者名 ○曾利 仁, 安野 卓

学会名等 平成19年度電気関係学会四国支部連合大会講演論文集, N0.8-8, p.69

発表年月日 2007年9月29日

概要

現在, 導入されている風力発電のほとんどが電力系統と連系されており, また, 風力発電出力は風によって大きく変動するため, 周波数変動問題による電力系統への影響が懸念されている。しかし, 一定期間先の風速を予測し未来の風力発電量を把握することができれば, 電力系統の安定性確保や, 発電電力の計画的な運用が可能と考えられる。これまでに, 対象とする地点における10分先の平均風速を, 予測地点の局地的気象データを入力としたニューラルネットワークを用いて予測する手法を提案してきた。本研究では, 10分先平均風速予測システムを拡張した1時間先平均風速予測システムを提案している。

題目 ニューラルネットワークを用いた短時間風速予測における入力データの検討

講演者名 ○曾利 仁, 安野 卓

学会名等 平成19年電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集, No.17/18-3, pp.289-290

発表年月日 2007年10月20日

概要

風力発電出力は風によって大きく変動するため, 周波数変動問題による電力系統への影響が懸念されている。しかし, 一定期間先の風速を予測し未来の風力発電量を把握することができれば, 電力系統の安定性確保や, 発電電力の計画的な運用が可能と考えられる。これまでに, 対象とする地点における一定時間先の平均風速を, 予測地点の局地的気象データを入力としたニューラルネットワークを用いて予測する手法を提案

してきた。本研究では、NN の入力として用いられる気象データ(風速、風速変化量、風向)の適切な組み合わせについて、予測誤差をもとに検討している。

題目 階層型ニューラルネットワークを用いた簡易風速予測法による1時間先風速予測

講演者名 ○曾利 仁, 安野 卓

学会名等 第29回風力エネルギー利用シンポジウム
予稿集, pp.263-266

発表年月日 2007年11月29日

概要

筆者らはこれまで、対象地点における一定時間先の風速を、対象地点の局地的気象データを用いて階層型ニューラルネットワークにより予測する手法を提案した。この予測手法は、対象地点で観測される気象データのみを用いて10分先の平均風速を予測する手法である。しかし、10分先という短期の平均風速の予測を対象としているため、電力会社が実施している経済負荷配分制御への組み込みは困難であった。そこで本研究では、10分先の平均風速予測システムをモジュール化し、このモジュールを複数個カスケード接続することにより、任意の予測期間に対応可能な平均風速予測システムを提案している。

題目 Correction Method for Wind Speed Prediction After a Short Time Using Hierarchical Neural Network

講演者名 ○Hitoshi Sori, Takashi Yasuno

学会名等 2008 RISP International Workshop on
Nonlinear Circuits and Signal Processing
pp.259-262

発表年月日 2008年3月7日

概要

This paper describes a correction method for wind speed prediction after a short time using hierarchical neural network. Our proposed wind speed prediction system consists of two parts, one is the prediction block, and the other is the correction block. A mean wind speed and a correction value are calculated by the hierarchical neural network which inputs weather data. Simulation results demonstrate the effectiveness of the proposed wind speed prediction system and correction method.

【藤田一寿】

(論文)

題目 Spatiotemporal burst coding for extracting features of spatiotemporally varying stimuli

発表者名 ○Kazuhisa Fujita, Yoshiaki Kashimori, Takeshi Kambara

学会誌名等 Biological Cybernetics vol. 97, pp.293-305

発行年月 2007年9月

概要

Encoding features of spatiotemporally varying stimuli is quite important for understanding the neural mechanisms of various sensory coding. Little is known about how spatiotemporal feature of stimulus is encoded by spatiotemporal property of neural activity. To address this issue, we propose here a population coding with burst spikes, called here spatiotemporal burst (STB) coding. To show concretely the role of STB coding, we study electrosensory system of a weakly electric fish. We show that the control of burst activity, caused by the synaptic plasticity, leads to extracting the stimulus features depending on the stimulus context. Our results suggest that sensory systems use burst spikes as a unit of sensory coding in order to extract spatiotemporal features of stimuli from spatially distributed stimuli.

(講演発表)

題目 Neural mechanism of extracting behaviorally-relevant features of stimulus by short-term synaptic plasticity in electrosensory perception

発表者名 ○Kazuhisa Fujita, Yoshiaki Kashimori

学会誌名等 Neuro2007 p.181

発行年月 2007年9月

概要

To investigate the neural mechanism of extracting behaviorally-relevant features of stimulus by short-term synaptic plasticity, we studied the functional roles of short-term synaptic plasticity in electrosensory perception under competing signals of electrolocation and electrocommunication. Weakly electric fish can detect an object nearby the fish, so called electrolocation, and communication signals from a neighboring electric fish, so called electrocommunication, using amplitude modulations of their self-generated electric organ discharge (EOD). We developed a model of fish body by which we calculate numerically the spatiotemporal patterns of electric field around the fish body, and made the model of electrosensory system which consists of receptors, hindbrain, and midbrain. In this paper, we show that the short-term synapses of hindbrain neurons are used in order to efficiently extract the spatiotemporal features required for electrolocation and communication from the competing signals.

題目 Phase Transition of cooperative behavior on Social Networks

発表者名 Kazuhisa Fujita

学会誌名等 The Second China-Japan Colloquium of Mathematical Biology p.74

発行年月 2008 年 8 月

概要

A social network has complex structure. Examples include the network of film actors, coauthors of scientific paper, email messages, and many others. It seems that structures of networks might affect individual behavior. We investigate how structures of networks affect individual behavior. To study effect of a network on individual behavior, we made an evolutionary game based on a repeated prisoner's dilemma game with graphs. We examine relation between cooperativeness and connectivity. In this study, we find that cooperativeness increase with connectivity. Furthermore phase transition of cooperativeness appear at specific value of connectivity. This result suggests development of cooperativeness would require more than particular connectivity of a network. In the other hand, this result also suggests that coexistence with individuals who have various strategies may require lower connectivity.

専門共通

【佐々井祐二】

(講演発表)

題目 有限密度格子 QCD とランダム行列模型

著者名 ○佐々井祐二, 中村 純, 高石哲弥, Gernot Akemann

学会誌名等 日本物理学会第 63 回年次大会講演概要集第 1 号第 1 分冊 p.7

発表年月日 2008 年 3 月 24 日

概要

有限密度 QCD において, 位相クエンチシミュレーションによって生成したグルーオン場上でのフェルミオン行列の固有値分布密度とランダム行列との比較を試みている. 今回は $8^3 \times 4$ 格子上, 2 フレーバー, 結合定数 $\beta=5.30$, 質量 $ma=0.05$ において, 化学ポテンシャル $\mu a=0.0, 0.2$ について計算し, ディラック演算子の固有値密度関数と対応するランダム行列模型との比較を行った. また, mean level spacing の意味を再考した.

題目 有限密度における位相クエンチディラック演算子とランダム行列モデル

著者名 ○佐々井祐二, 中村純, 高石哲弥, Gernot Akemann

学会誌名 素粒子論研究 116 巻 2 号 pp. B134-B136

発表年月 2008 年 6 月

概要

有限密度 QCD において, フェルミオン行列式の絶対値を測度とした位相クエンチシミュレーションによって生成したグルーオン場上でのフェルミオン行列の固有値分布密度とランダム行列との比較を試みている. 確認として行った 6^4 格子, クエンチでの $\mu a=0.006$ の場合の固有値分布密度とランダム行列モデルの結果は, Akemann と Wettig の結果と一致している. $8^3 \times 4$ 格子上, $N_f=2$, SU(3), 位相クエンチグルーオン配位を $\mu a=0.10, 0.20$ の場合それぞれ 5000 個計算した. 得られたグルーオン場上で, 絶対値の小さい領域で数百個の固有値を計算し, その密度分布の結果とランダム行列モデルの計算結果について比較する.

題目 Eigenvalue Distributions of Quark Matrix at Finite Isospin Chemical Potential

発表者名 ○Yuji Sasai, Gernot Akemann, Atsushi Nakamura and Tetsuya Takaishi

国際会議名 Lattice 2008, The XXVI International Symposium on Lattice Field Theory, Williamsburg, Virginia, USA

発表年月日 2008 年 7 月 15 日

概要

We compare eigenvalue distributions of phase quenched Lattice QCD and Random Matrix Theory (RMT). We calculated eigenvalue distributions of quark matrix on $8^3 \times 4$ lattice by $N_f=2$ KS fermions. We performed fittings between these lattice data and RMT at coupling $\beta=5.30$ and iso-vector chemical potential $\mu a=0.0, 0.004773, 0.1$ and 0.2 (weak non-hermiticity) and then find good agreement. Our data indicates that F_π decreases as the iso-vector chemical potential increases.

一般科目

【三浦 和久】

(論文)

題目 The effect of burn-off on the adsorption of N_2 and Ar on a natural graphite.

著者 ○Kazuhisa Miura, Hiroshi Yanazawa, Kazuyuki Nakai

学会誌名 Adsorption Vol.13, No.2, 2007, pp139-147

発表年月 2007 年 10 月

概要

Adsorption-desorption isotherms of N₂ and Ar were measured at 77K using samples of graphite that were partially burned off at 600°C in O₂ gas saturated with water vapor at 25°C. The amounts of adsorbed N₂ and Ar dropped drastically as the degree of burn-off increased. The isotherms all showed a steep rise, or step, in the amount of adsorbed N₂ and Ar at a relative pressure of around 0.4. Moreover, the hysteresis was much narrower after burn-off than before. These anomalies can be explained by the presence of functional groups on the graphite that produces H₂O and CO₂ upon decomposition and in terms of pores on the surface of graphite.

(講演発表)

題目 備前土の表面化学的研究

講演者名 ○三浦和久, 柳沢 寛, 岡田 輝

学会名等 第13回高専シンポジウム講演要旨 p.60

発表年月日 2008 年 1 月 26 日

概要

備前土の加熱で生じる気体混合物を質量分析し、窒素吸着・脱離等温線の測定、表面層の元素分析を行い、焼結現象を調べた。

本講演では、①吸着等温線はⅡ型であるが、脱離等温線にヒステリシスが現れた。②ヒステリシスは $X=0.5$ 辺りで急激に閉じる。③加熱温度が高くなるとヒステリシス幅は狭くなり、1000°C処理後無くなった。④このとき粉末であった土は固化して塊になり、N₂比表面積値は激減した。⑤加熱温度を上げるに従い吸着量は徐々に全圧力域で減少し、特に 600°Cより高温では著しかった。この諸事実を踏まえ、800°C以下の処理では元々存在した細孔が残っているが、より高温の加熱で細孔が徐々に潰れ、土微粒子が融解して焼結が進むモデルを提案した。

題目 過酸化水素処理済み黒鉛のN₂吸着に及ぼす繰り返し高温処理の効果

講演者名 三浦和久, 柳沢 寛

学会名等 日本化学会 88 春季年会講演予稿集
CD-ROM, 3K3-45

発表年月日 2008 年 3 月 28 日

概要

黒鉛上の種々の官能基は、吸着サイトであると共に、嵩張ったものは細孔の形成に関与する。本講演では、H₂O₂水で液相酸化した黒鉛に数回の1000°C熱処理を

施し、その都度N₂ 吸着を行った場合の等温線の形状変化を中心に発表した。1000°C処理の繰り返しによって吸着量は著しく減少すると同時に、相対圧 $X=0.3\sim 0.4$ にステップが顕現化する。一方、黒鉛表面の凹凸に関係する値は1000°C処理を繰り返しても変わらない。これらの事実から、1000°C処理を繰り返しても黒鉛表面の凹凸は変わらないが、表面のN₂ に対する均一性は進んで行く事を発表した。

【俣野好治】

(その他)

題目 書評と紹介古尾谷知浩著・『律令国家と天皇家産機構』

著者名 俣野好治

学会誌名等 『古文書研究』第64号 pp.87-89

発行年月 2007年10月

概要

標記著書は、名古屋大学の古尾谷知浩氏が1997年に東京大学大学院に提出された学位論文「律令制下における天皇の家産制的機構の研究」を中心に、その後執筆された論文を加えて上梓されたものである。この拙文では前半部分で、序章と終章を除いて四部から構成される本書の内容を、章ごとに簡単に紹介して若干のコメントを述べ、後半で本書のテーマである天皇家産機構と一般の国家機構・律令国家との関係のとらえ方についての問題点を指摘した。

題目 事典項目

著者名 俣野好治

発行所名等 雄山閣『日本古代史地名事典』
pp.631-639

発表年月 2007年10月

概要

本事典は、地名を手懸かりにして古代史を読み直す〈読める事典〉として編集され、地域別・県別でも五十音でもなく、平安時代の『和名類聚抄』の国郡別による地名配列で叙述されている点に特徴がある。著者が担当したのは、以下の項目である。「美作国(みまさかのくに)」「英多郡(あいたのこおり)」「勝田郡(かつまたのこおり)」「苦田郡(とまたのこおり)」「久米郡(くめのこおり)」「大庭郡(おおむはのこおり)」「真嶋郡(ましまのこおり)」。

【大田 肇】

(講演発表)

題目 「"The Government of Britain" 以降の戦争開始権限をめぐる議論の停滞(?)」

講演者名 大田肇

学会名等 イギリス憲法研究会

発表年月日 2008年8月24日

概要

「ウェストミンスターモデルの再検証と立憲主義憲法論の可能性についての総合的研究」をテーマとした共同科研(2006～08年)の最終年度の研究会. 大田は上記の題目のもと, 国王大権にもとづき実質的には首相が行使してきた戦争開始権限につき, ブラウン政権が提案したWhite Paperに至るまでの流れを報告した. 研究会では, 他の国王大権の位置づけなどと比較しながら, 議論がかわされた.

(その他)

題目 「戦争と軍隊に思いをはせる場」

講演者名 大田肇

学会名等 「人権21・調査と研究」192号 pp.28-31

発表年月 2008年2月

概要

靖国神社を主な舞台として, 戦争において戦死した者たちを後生の者たちはどのように「弔う」べきか, をイギリスにおける「弔い」と比較しながら, 論じた.

【杉山 明】

(著書)

題目 お「食」辞海

著者名 杉山明

発行所 牧歌舎

発行年月日 2007年9月1日

概要

中国の「食」に関するエッセイ. 1999年から日中通信社の中国語学習雑誌「中国語世界」に連載されたものから112本を選んで単行本化した.

(その他)

題目 お「食」辞海

著者名 杉山明

学会誌名等 中国語世界

発行年月日 2004年5月27日～

概要

「中国語世界」は中国語学習誌である(発行当初週刊, 隔週刊をへて現在は月刊). 筆者は中国の食文化紹介のコーナーとして, 2004年5月27日号から「お食辞海」という連載を行っている. 2004年5月から始まった連載は, 2008年8月で, すでに155回に達している. 2008年9月以降も連載継続の予定である.

【佐藤 誠】

(講演発表)

題目 CD-R 片を回折格子に用いた簡易分光器

講演者名 佐藤誠

学会名等 2008年春季応用物理関係連合講演会予稿集 28a-pp.6-24

発表年月日 2008年3月28日

概要

身近に入手できる CD-R を回折格子とする紙工作で作製できる簡易分光器の設計と公開講座での利用について報告した.

題目 CD-R 片を簡易分光器の授業への活用

講演者名 佐藤誠

学会名等 高専機構教育教員研究集会 平成20年 高専教育講演論文集 pp.261-264

発表年月日 2008年8月18日

概要

身近に入手できる CD-R が回折格子として優れた特性を持つことを実験的に示し, これを用いた透過型の簡易分光器の設計を報告した. 本簡易分光器は 10nm 程度の波長分解能を有し, 高専での物理授業に十分活用できる.

【稲田知己】

(論文)

題目 書評『存在と共同—ハイデガー哲学の構造と展開—』(轟孝夫著)

著者名 ○稲田知己

学会誌名等 実存思想協会編『アジアから問う実存』実存思想論集 XXIII(理想社) pp.187-190

発表年月日 2008年6月30日

概要

轟孝夫氏は日本を代表する若手ハイデガー研

究者の一人である。彼の近著『存在と共同—ハイデガー哲学の構造と展開—』(法政大学出版局2007年)について、その論評をこころみたのが、本稿である。轟氏は労働概念を基軸にすることによって、ハイデガー哲学のうちに共同体論の可能性を認めているのだが、とくにこの点を積極的に評価した。

【松田 修】

(著書)

題目 11からはじまる数学 — k -パスカル三角形、 k -フィボナッチ数列、超黄金数

著者名 ○松田修+津山工業高等専門学校数学クラブ

発行所名等 東京図書

発行年月 2008年1月

概要

津山高専の一人の学生がパスカル三角形に類似した新しいタイプの数三角形の発見から、それを研究するための数学クラブの発足と、JSEC2006という科学技術コンクールにおいて優秀賞を獲得した彼らの3年間に渡る数学研究を、わかりやすく解説し、さらに現代数学を学ぶことができるように構成したものである。そしてティーンズから始められるアマチュア数学研究の具体的なスタイルを提示したものである。

題目 これからスタート！ 理工学の基礎数学

著者名 松田修

発行所名等 電気書院

発行年月 2008年2月

概要

本書は理工学に必要な基礎数学を高専の学生及び高校2年生から大学2年生くらいまでの学生を想定し書かれたもので、各要点を見開きに2頁から4頁にまとめ、学習者が使いやすいものとした。

第1章 三角関数、第2章 指数・対数関数、第3章 2次曲線、第4章 行列と行列式、第5章 複素数とベクトル、第6章 1次変換、第7章 微分法、第8章 積分法、第9章 多変数の微分法、第10章 重積分、第11章 微分方程式、第12章 ラプラス変換、第13章 フーリエ級数とフーリエ変換 となっている。

(講演発表)

題目 高専生の研究について

著者名 松田修

学会名等 数学教育の秋の会

発表年月 2007年9月

概要

本発表は、昨年度から行っている津山高専数学クラブの研究の概要の発表と日本科学教育学会主催のU-18科学研究コンクールの報告を行った。津山高専数学クラブは6月の1次審査(論文審査)を3チームが通過し、北海道大学で行われたU-18科学研究コンクールのプレゼンテーション審査に進んだ。そして、日本科学教育学会特別賞、優秀賞、奨励賞を受賞した。発表題目は、順に、「自然数 a の n 乗の研究」、「擬カプレカー数の研究」、「 n 次元 lattice points の研究」であった。

題目 自然数 a の n 乗の研究、一般カプレカー数とレプユニット数の研究

著者名 松田修、新免泰陽、竹久和宏、中村和樹

学会名等 数学教育の年会 報告集「論理力と数学力を向上させるための数学教育の研究」pp.183-189

発表年月 2008年2月

概要

本発表は、高専3年生が行った数学研究の紹介である。発表は松田、新免、竹久、中村の順に行った。自然数 a の n 乗の研究の研究は、5の n 乗の各桁の数に周期性があることの発見から、どんな自然数の n 乗にも同様な周期性があることを証明したものである。さらにそれは群論との関係もある。一般カプレカー数はカプレカー数の一般化である。主定理は、Douglas E. Iannucci, The Kaprekar Numbers を一般化させ証明した。さらに、レプユニット数への新しい研究へと発展させ、中村が発見したある種の周期性に関する未解決問題についての考察を述べた。

題目 津山高専の数学クラブの研究

著者名 松田修

学会名等 日本科学教育学会第32回年会 論文集 pp.397-398

発表年月 2008年8月

概要

本発表は、科学教育学会「自主企画課題研究」の中の「数学教育におけるテクノロジーの利用と創造性の育成」というテーマに関するものである。これまでの津山数学クラブのテクノロジーを使った研究方法の紹介とその成果(楢円ビリヤードの研究、 k -パスカル三角形、 k -フィボナッチ数列の研究、二項定理のある種の一般化に関する研究、自然数 a の n 乗の研究、一般カプレカー数の研究等)を発表した。

題目 Classification of Algebraic Curves on Irrational Ruled Surfaces

著者名 松田修

学会名等 津山代数幾何シンポジウム「代数幾何の研究と高専生による数学研究との出会い」

発表年月 2008年8月

概要

本発表は、不正則数が1線織面上の曲線の分類を行ったものである。分類は曲面 S とその上の既約代数曲線 C の対 (S, C) の極小モデルで行った。特に分類が難しいとされる対の小平次元が2である一般タイプの対の分類を行った。具体的には双有理不変量である2種数と曲線の種数によって、存在領域を表す不等式を提示した。さらに、その境界上に位置する曲線のいくつかをワイエルシュトラスのペー関数を使い示した。極小モデルとして現れる超楕円曲線に関する存在性の証明も行った。

題目 k -ピタゴラス数の幾何学

著者名 松田修

学会名等 日本高専学会第14回年会

発表年月 2008年8月

概要

本研究は k -ピタゴラス数の幾何学的考察を通じた総合的な数学教材の研究である。 K -ピタゴラス数とはピタゴラス数の一般化である。中学時代ピタゴラスの定理を学習するが、歴史的には、古代ギリシアのピタゴラス数の研究があり、その後フェルマーやオイラー、ラグランジュ等が、たとえば $4n+1$ 型のあらゆる素数は a^2+b^2 という形に、 $8n+1$ 型、 $8n+3$ 型素数は a^2+2b^2 という形に表示されることを発見し、平方剰余の相互法則などを使って証明するという数論的研究を行った。このように、 k -ピタゴラス数は、素数の研究において歴史的に重要な位置を占めてきた。しかし、数学教育の基本部分に位置するピタゴラス数には、まだ幾何学的にも重要な性質が隠されているのではないかと考えられる。そしてそれは、 k -ピタゴラス数に一般化されると考えた。本研究では、 k -ピタゴラス数を幾何学的立場からとらえ直し、工学系という高専における新しい数学教材となる可能性について論じた。

【古樋直己】

(講演発表)

題目 邦画を利用した英作文指導——一言語化の発想の違いについて考えさせる試み

著者名 古樋直己

学会誌名等 映画英語教育学会関西支部第5回大会

発表年月日 2007年10月20日

概要

映画「かもめ食堂」と「スイングガールズ」の英語字幕を活用した英作文指導について発表した。

題目 高専2年生英語学習者の偶発的語彙習得と英語力、語の頻度、コンテキストの関係

著者名 古樋直己

学会誌名等 大学英語教育学会英語辞書研究会
英語語彙研究会第2回合同研究会

発表年月日 2008年3月20日

概要

語彙習得を意識せずに英文を読んだ場合の語彙習得が、被験者の総合的な英語力、その語彙の登場頻度、その語彙の前後のコンテキストとどのように関係するのかについて発表した。

題目 テキスト読解を通じた語の提示法の違いによる語彙習得への影響——高専2年英語学習者を対象に

著者名 古樋直己

学会誌名等 2008年度大学英語教育学会関西支部春季大会

発表年月日 2008年6月7日

概要

何らの装飾も施されていない英文テキストを読むことによって起こる偶発的な語彙習得だけでは、習得できる語彙数はごく少数である。そこで、習得対象の語彙に下線などの何らかの装飾を施した場合に、習得に変化が起こるのかを調べ、発表した。

題目 高専英語学習者の偶発的語彙習得と英語力、語の頻度、コンテキストの関係——英語字幕付き邦画の場合

著者名 古樋直己

学会誌名等 映画英語教育学会第14回全国大会

発表年月日 2008年6月21日

概要

映画「海猿」の英語字幕を素材として、偶発的語彙習得と、被験者の英語力、その語彙の登場頻度、その語彙の前後のコンテキストの関係について発表した。

題目 Learning Vocabulary through Reading in Relation to Learners' Proficiency Level, Word Frequency and Contextual Richness (Poster)

著者名 ○Naoki FURUHI

学会誌名等 WorldCALL 2008 テクノロジーを利用した外国語教育 第3回世界大会

発表年月日 2008年8月8日

概要

This study examines the relationship between students' incidental vocabulary learning and their proficiency level, between acquisition and word frequency in a text and between word-gain and contextual support. Participants are Japanese learners of English, the second-graders of a national college of Technology called kosen. They are at the same ages of high school sophomores. The examinees are divided into three proficiency levels. One reading text and four vocabulary tests are conducted.

(その他)

題目 電験第三種突破研究会 理論

著者名 古樋直己

学会誌名等 株式会社オーム社主催第43回電験第三種突破研究会

発表年月日 2008年7月6日

概要

2008年9月に実施される第三種電気主任技術者国家試験の直前対策講座である。4科目分実施されるうちの「理論」科目を担当した。毎年6月から7月に実施され、講師を務めるのは今回で9年目である。

【角谷英則】

(論文)

題目 高専卒業生調査からみる就労と高専教育

著者名 内田由理子, ○かどやひでのり, 山本孝子, 太田智加子

学会誌名等 『高専教育』第31号 pp.723-728

発表年月 2008年3月

概要

高専卒業生にたいする調査にもとづき、高専卒業生が労働市場でおかれている状況を分析し、高専におけるキャリア教育の指針を仮説的に提示した。

題目 教養教育の再構築-「学習意欲」と「動機づけ」の視点からかんがえる-

著者 かどやひでのり

学会誌名等 『日本高専学会誌』第13巻第2号 pp.99-104

発表年月 2008年5月

概要

学習意欲の継続的低下とそれにもなう「まなびからの逃避」、教育を市場経済の文脈・概念で把握する「実学」志向が顕著になってきている現状下、教養教育は、職業教育と比して学習忌避の対象となりやすい傾向がある。本稿は現在の教養教育が直面している問題に対し、教養教育に従事する教員がいかに対応するべきかを論じている。教養教育における学習忌避は学習開始段階における動機づけの失敗と寡少な学習意欲を原因としているとの観点から、学習の動機づけを十全におこなうための教育実践内容の再考が必要なことを具体的に指摘した。また、現在の教養教育の問題には教育実践の場の市場化問題という性格もみられることをのべた。

(講演発表)

題目 教養教育の再構築

講演者名 かどやひでのり

学会名等 日本高専学会第13回年会

発表年月日 2007年9月1日

概要

本報告の内容は、同学会誌13巻第2号に論文として掲載した。

題目 『世界史教育の根拠』という問題 学習意欲と動機づけの視点から

講演者名 かどやひでのり

学会名等 日本社会科教育学会第57回大会

発表年月日 2007年10月7日

概要

世界史教育が動機づけ・学習意欲という側面から見たときに、現在機能しなくなっているとの現状分析をまずしめし、そうした状況下で理論上必要とかがえられる教育実践のわくぐみを提示した。

題目 学校スポーツにおけるジェンダーと人格概念-課外活動の教育社会学的分析-

講演者名 ○かどやひでのり

学会名等 日本スポーツとジェンダー学会第7回大会

発表年月日 2008年7月6日

概要

学校教育の一環としておこなわれているスポーツとそのための組織が、ジェンダー秩序を再生産するための方・装置として機能していること、ジェンダー化というかくれたカリキュラムが存在することを研究史から示し、なぜそうしたジェンダーの再生産がおおやけ

につづいてきているのか、その背景を学校スポーツにくみこまれた人格言説にもとめうることを、そこから学校スポーツを解体していく教育実践上の必要性を論じた。

題目 人権教育における「自己とのきりはなし」という問題

講演者名 かどやひでのり

学会名等 日本人権教育研究学会第9回大会

発表年月日 2008年8月5日

概要

人権教育実践において、実践者がぶつかる困難のひとつに、学習者が人権教育上の学習課題と自分自身のあいだに線をひいてしまい、「自分自身の問題」として学習・思考することを忌避しようとするという現象がある。学習者が人権教育上の学習課題を自己から切断して、教育実践を単純な知識習得の機会にしてしまうときにおこる弊害についての教育方法学的な検討は、管見のかぎりこれまでおこなわれてきていない。本報告では、障害学の知見などを参照しながらそうした検討をおこない、そこから人権教育のあるべき基本枠組の抽出をこころみた。

題目 世界史教育を根拠づける枠組みについての試案

講演者名 かどやひでのり

学会名等 日本高専学会第14回年会

発表年月日 2008年8月30日

概要

現行の世界史教育が2006年の「履修忌避問題」によって露見したように、破綻しているという前提から、世界史教育の再構成に必要な要素について、具体的な教育実践の方法論という観点から論じた。

(その他)

題目 「社会言語学」『社会言語学 VII』

著者名 かどやひでのり

学会誌名等 刊行会 p.166

発行年月 2007年10月

概要

社会言語学の先端的論文5本、資料紹介1本、書評4本を編集・掲載した。

題目 「ある言語学者のエスペラント観について」La Junuloj, 81, 2008, mar. pp.2-4(日本青年エスペラント連絡会)

著者名 かどやひでのり

学会誌名等 日本青年エスペラント連絡会

発表年月 2008年3月

概要

『にぎやかな外国語の世界』(白水社, 2007年)におけるエスペラント語への言及を題材として、言語学研究(者)一般にみられるエスペラント観のゆがみと構造について論じた。その多くは、個人的な嗜癖上の理由によって、エスペラントに否定的評価をくだす行為をとってしまうのであり、その結果、エスペラントの社会的意義、エスペラントが言語権保障に貢献できることの意味が理解できなくなっている。異言語を習得できるだけの能力・学習資源をもたないひとびとがコミュニケーションから疎外されるということになんら痛痒をかんじない心性、そうしたひとびとがひろく存在することにおもいいたる想像力の欠如、すなわち人権(言語権・コミュニケーション権)への無関心がそこにはあることを指摘した。

編 集 ワーキング・グループ

座長 中 岡 尚 美

(五十音順)

伊 藤 國 雄 大 平 栄 二

佐 藤 紳 二 杉 山 明

樋 口 敏 三 三 浦 和 久

津 山 工 業 高 等 専 門 学 校 紀 要

第 5 0 号

平成21年 2月28日 発行

発行者 津山工業高等専門学校
津山市沼 6 2 4 - 1

印刷所 株式会社 廣 陽 本 社
津 山 市 田 町 2 2

BULLETIN OF TSUYAMA NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY NO. 50 CONTENTS

〈Research Reports〉

Effect of Flame Stretch on Combustion Mechanisms of Two-Component Fuel Mixtures Jun HASHIMOTO	1
Magnetic Levitation Effect of High-Tc Superconducting Bulk Hiroaki MATUMOTO, Junpei SADAKANE, Kazuya IEHARA, AKIRA and Kanji HARADA	7
Design of CMAC-PID Control System Compensating Control Performance in Steady-State Hideyuki YAGI, Masao TAKEUCHI, Jiro SHIMONISHI, Toru YAMAMOTO and Takao HINAMOTO	11
A Case Study and Information Ethic Education based on Essence of Information Yuka MATSUMOTO and Tadashi OKADA	19
Influence of repetitive 1000°C-treatment on N ₂ adsorption onto H ₂ O ₂ -oxidized graphite Kazuhisa MIURA and Hiroshi YANAZAWA	27
Investigation on the Sintering of the Bizen Soil.1 Kazuhisa MIURA, Hiroshi YANAZAWA and Teru OKADA	31
An attempt to infer English-language Proficiency form Vocabulary Test Scores for Second Graders of College of Technology Naoki FURUHI	37
Study of Finite Density Lattice QCD using Random Matrix Theory Yuji SASAI, Atsushi NAKAMURA, Tetsuya TAKAISHI and Gernot AKEMANN	43
Investigation on the activated carbon constructing electrodes for EDLC Jiro SHIMONISHI, Masanori TSURUMI, Kazuhiro YUUKI and Noriko IWASAKI	49
Construction of Creative Education System using Network Service Hitoshi SORI, Hiroyuki INOUE and Teruhisa ONISHI	57
Armed Forces Act 2006 Complete Translation No.1 Hajime OOTA	61
Construction of the PC/microcomputer experiment and practice system using 'T-Engine' Mitsunori NAKAO	91

〈Abstracts of Other Research Reports〉