

# 研 究 紀 要

第 47 号

平成 23 年度

奈良工業高等専門学校

# 目 次

Fe-G 粉末焼結鋼の作成時におけるボールミリング処理の効果について -第2報 ミリング条件, 焼結温度が焼結体強度に及ぼす影響-	1
機械構造用炭素鋼の焼入れ硬さに及ぼす焼入れ条件の影響	7
平板に沿う乱流境界層流れと管路の乱流境界層流れ	13
学生による超小型人工衛星プロジェクトのための衛星地上局ソフトウェアの開発Ⅱ	19
新入生校内オリエンテーションの試行 ~低学年からの交通ルール遵守に向けた意識付けの取組~	23
双対半ドモルガン代数のシーケントによる形式化	31
最小交差数4の二次元リボン結び目 IV	37
野外活動センターにおける児童のオリエンテーリング活動中の運動強度に関する研究	41
鶴見俊輔の現代社会への視点について	47
夏目漱石と志賀直哉 -「自己本位」と「則天去私」の両立への試み-	53
独創的な公開講座の開発と広報活動への貢献	65
Cutting Performance of Turning Insert with Three-arcs-shaped Finishing Edge	69
表面処理されたハイスタッフの工具損傷	71
焼結鋼切削における (Al,Cr) N コーテッド超硬合金の工具摩耗	73
高専において期待される女性教員像	75
企業技術者との連携による創造的人材の育成	77
小学生のパソコン利用に関するアンケート調査 -奈良高専情報工学科入学生との比較-	85
教員研究活動一覧	91

# Fe-G 粉末焼結鋼の作成時におけるボールミリング処理の効果について

## - 第2報 ミリング条件, 焼結温度が焼結体強度に及ぼす影響 -

谷口 幸典・福田 龍一\*・市瀬 辰己・尾崎 充紀・児玉 謙司

The Effect of Planetary Ball Milling Processing on Fabrication of Fe-G Sintering Carbon Steel  
- Strength Variations on the Sintering Temperature and Ball Milling Conditions -

Yukinori TANIGUCHI, Fukuda RYUICHI\*, Tatsumi ICHISE, Mitsunori OZAKI and Kenji KODAMA

Effects of ball-milling processing on the mechanical property of sintering carbon steel were discussed. Atomized iron powder and graphite powder were blended and ball-milled by Planetary Ball Milling device which had been designed in our laboratory. Vickers hardness and tensile strength were determined by micro Vickers test and upsetting test in sintered specimens. Fe-0.4wt.%G and Fe-0.8wt.%G sintering carbon steel were produced in the condition of two different rotational speed in ball-milling which were 760rpm and 1333rpm. Sintering temperature was selected as 1000°C and 1150°C and relations between rotation speed in ball-milling and strength of sintered specimens has been investigated. Results showed that  $HV_{0.2}$  value increases with increasing of rotational speed due to the amount of pearlite in crystalline of ball-milled specimens increase. Grain size became small by 3hrs. ball-milling processing in 760rpm rotational speed and  $HV_{0.2}$  value gains 25 in all tested specimens. It is considered that ball-milling processing promotes diffusion of G into Fe in sintering.

### 1. 緒 言

粉末冶金法 (Powder Metallurgy, 以下 PM 法) とは, 各種金属粉末を原料としてそれを加圧成形-焼結することで金属製品を得る手法であり, 各種焼結合金の作成や, 複雑形状部品の効率的な生産を行うための手段として利用される. 合金創製法と部品生産加工手法という異なる二面を合わせ持つことが特長であり, 前者においては, 近年, メカニカルアロイング法 (Mechanical Alloying, 以下 MA 法) と呼ばれる合金粉末作成方法, およびそれを焼結することによる新材料の開発が活発に行われている. MA 法は, 異種金属粉末同士を機械的エネルギーの付与によって激しく混練することで, 常温にて固相のまま合金粉末を生成する手法であり, それを焼結することで通常の溶製材では得られない超微細結晶粒や非平衡相などの特性を有する焼結体を作成できる特徴がある<sup>1)-3)</sup>. PM 法における MA 法の適用は, 長時間の混練処理が必要であることや, MA 粉末が有する過飽和固溶

体, 金属間化合物, および非晶質相などの特性を残したまま焼結するためにプラズマ焼結法などの特殊な配慮を必要とすることなどの理由のため, 機能性材料の創製手法としての側面において多大な応用効果をもたらすものの, 部品生産手法としての側面においてはその効果を最大限に活用できない. しかしながら, あらかじめ原料粉末に対して MA に準じた数時間程度のボールミリング (Ball Milling, 以下 BM) 処理を施しておくことで, 合金成分を粉末粒子単位で微細に分散した状態とするとともに高転位密度状態とし得ることから, 通常の生産用電気炉による焼結の際においても, 低温化や焼結時間の短縮, および焼結体の機械的性質の向上が図れるものと期待される<sup>4)</sup>. そこで筆者らは, 典型的な部品生産手段としての PM 法の適用例である焼結炭素鋼部品において, 原料粉末にあらかじめある程度の BM 処理を適用した場合に得られる効果について検証した. その結果, 遊星ボールミル装置を用いた BM 処理によって Fe 粉と黒鉛粉をある程度混練することが可能であり, それによって低温・短時間での焼結条件下において焼結体の引張強度

\* 元機械制御工学専攻学生, 現 (株) ローム

およびビッカース硬さが未処理材よりも増加することを確認した<sup>5)</sup>。そこで本研究では、BM 処理時のミリング条件と焼結温度が焼結体のビッカース硬さおよび引張強さに及ぼす影響を調査した。

## 2. 実験方法および実験条件

### 2.1 原料粉末

一般的な焼結炭素鋼機械部品は、Fe 粉と黒鉛粉の混合-金型成形-潤滑剤の脱脂-焼結といった工程を経て製造されている。実験では、混合時に BM 処理を施すことで Fe 粉に強ひずみを付与するとともに Fe と黒鉛の混練を試み、通常の電気炉による焼結後の機械的性質にどのような変化が見られるのかを調査した。Fe 粉は JFE スチール製アトマイズ鉄粉 JIP300A を使用した。その SEM 写真を図 1 に示す。平均粒径は約 100  $\mu\text{m}$  で、形状は不規則球状である。黒鉛粉は粒径 1  $\mu\text{m}$  以下の微粉のものをを用いた。合金組成が 0.4wt%G および 0.8wt%G の場合について、それぞれ BM 処理材と未処理材の焼結後の強度を調査した。

### 2.2 BM 処理条件

BM 処理には筆者らが前報<sup>5)</sup>において自作した遊星ボールミル装置を使用した。図 2 に装置の外観写真を示す。ポットおよびボールの材質は SUS304 とし、ポットは内径  $\phi$  104mm、内容量 930ml のものを、ボールは直径  $\phi$  9.8mm のものを使用した。ボールの個数はポット内に挿入した際の見かけ上の体積がポット容量の約 1/3 となるように決定した結果 460 個とした。一度にボールミリング処理を施す粉末量は 70g とし、ポット内部の雰囲気は BM 処理中の酸化抑制のために Ar ガスで置換した。

遊星ボールミル装置において、ポット内に挿入したボールに対して与えることのできる最大の遠心加速度  $a_{max}$  は次式で与えられる<sup>6)</sup>。

$$a_{max} = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{N_A \pi}{30} \right)^2 \cdot \left\{ D + d_2 \left( 1 + \frac{N_P}{N_A} \right)^2 \right\} \quad (1)$$

ただし、 $N_A$ :公転回転数 [rpm]、 $N_P$ :自転回転数 [rpm]、 $D$ :公転半径 [m]、 $d_2$ :ポット内径 [m] である。公転回転数、公転直径、ポット内径、自転公転比の値が高くなればより大きな機械的エネルギーを粉末に付与できる。装置仕様は公転直径  $\phi$  300mm、自転公転比 1:4 であり、本研究では、自転回転数  $N_B = 760\text{rpm}$  と  $1333\text{rpm}$  の二条件で、ミリング時間は 3hrs. 一定とし、ミリング助剤を使用せずに BM 処理を行った。

### 2.3 焼結体の作製

BM 処理を施した粉末と、比較材として処理を施していない同組成の原料粉末を成形して焼結に供した。キャビティ内径  $\phi$  20mm を有する金型を用いて粉末を加圧成形し、直径  $\phi$  20mm の円柱状圧粉体を作製した。焼結体の機械的性質がその密度と正比例の関係にあること、および、Fe-G 系焼結合金においては焼結時における体積収縮が無視できるほど小さいことを考慮し、圧粉体の密度比 (溶製材における密度との比) が約 0.90 の高密度となるように、加圧力を 300kN (成形圧力約 1000MPa) とし、その際に圧粉体の高さが約 20mm となるように粉末量を調整した。なお、成形時の潤滑はパラフィンワックス粉末を金型壁面に塗布して行った。加圧には島津製作所製油圧サーボ式万能試験機 UH-500kNI を、焼結には光洋サーモシステム製電気炉 MV-8X12 をそれぞれ使用した。焼結は図 3 に示すように炉内に設置したステンレス容器内部にて Ar ガス雰囲気で行った。昇温時間 0.5hr.、保持時間 1hr. で全ての試料で同一とし、焼結温度を 1000 $^{\circ}\text{C}$  および 1150 $^{\circ}\text{C}$  の二条件として焼結体を作成した。Ar ガスは流量 5l/min で供給し続け、焼結後の冷却の際に 10l/min へ増加させた。なお、焼結の前には圧粉体、ステンレス容器ともにアセトンによる洗浄を行った。

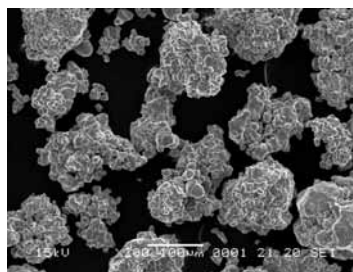


図 1 鉄粉の SEM 写真

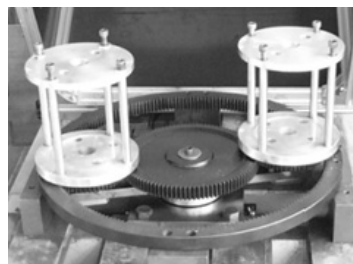


図 2 遊星ボールミル装置の外観写真

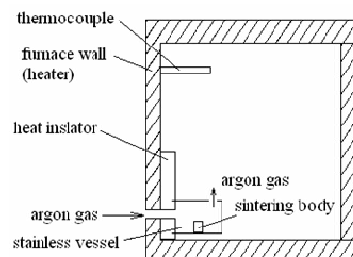


図 3 焼結炉内の構造

## 2.4 焼結体の強度評価方法

ビッカース硬さの評価においては、焼結体を軸方向に切断した切断面を研磨して切断による加工硬化を取り除いた上で、マイクロビッカース硬さ試験機により、断面の上部、下部、中心部とその左右の5か所についてそれぞれ3回ずつ、試験力1.96N(負荷重量200gf)で計15箇所の硬さ測定を行い、全ての測定値の平均値を算出してその焼結体のHV<sub>0.2</sub>値とした。

引張強さは、据え込み圧縮試験によってその概算値を求めた。円柱状焼結体を平面工具によって軸方向に逐次的に圧縮変形させ、負荷荷重と焼結体高さの変化を計測することで真応力-真ひずみの関係、すなわち変形抵抗曲線を描き、その挙動がn乗硬化型に沿うものと仮定することで、次式によって引張強さを算出した<sup>7)</sup>。

$$\sigma_B = F \left( \frac{n}{2.718} \right)^n \quad (2)$$

ここで、 $\sigma_B$ :引張強さ、 $F$ :塑性係数、 $n$ :加工硬化指数である。 $F$ 値および $n$ 値は変形抵抗曲線を最小二乗法で近似して同定した。平面工具と試料接触面との間の摩擦をなるべく緩和するため、1回の負荷ごとにグリースを塗布することで、なるべく均一変形が生じるようにした。ただし、Fe-0.8wt%G組成で作成した焼結体については試験時の試料の破壊が予想されるため試験は行わなかった。

作成した焼結体の組織観察も行った。軸方向切断面について0.1 $\mu$ mの粒度までのアルミナ研磨液によるラッピング加工を施し鏡面としたうえで、エタノールと濃度65%の硝酸を10:0.5の割合で混合した、いわゆるナイトール液に10~15s浸漬することで結晶粒を顕出した。

## 3. 実験結果および考察

図4および図5に、BM処理におけるポット自転回転数と焼結体のビッカース硬さ、引張強さの関係をそれぞれ示す。回転数が0における結果はBM処理を行っていない通常材を示している。両図より、BM処理により焼結体強度が増加し、その傾向はミリング回転数とほぼ直線関係にあることがわかる。HV値においては全ての試料において、自転回転数760rpmのBM処理を施すことで、数値で25程度増加している。

黒鉛添加量が0.4wt.%Gの場合、図5からわかるように、引張強さについては全ての試料において350~400MPaの範囲にあり、焼結温度の違いにおいて顕著な差は現れていない。しかしHV値に関しては図4の自転回転数760rpmの場合をみると、1000℃においてHV160に対して1150℃の場合はHV140と低く、焼結温

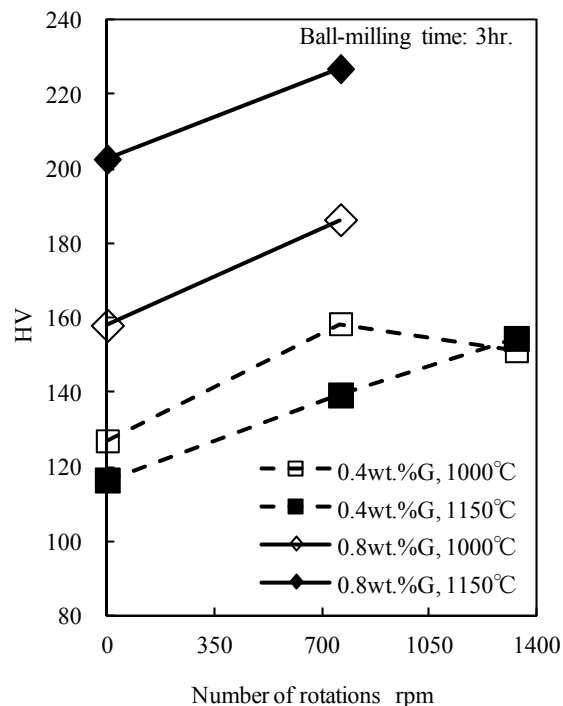


図4 自転回転数によるビッカース硬さの変化

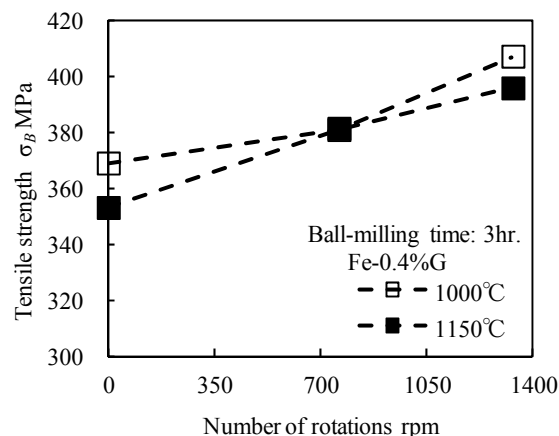


図5 自転回転数による引張強さの変化

度の増加によって硬度はやや低下しているものと考えられる。すなわち、焼結体のバルク体としての強度は同じであるが、微小領域における強度は1000℃の方がやや高い。

一方で、黒鉛添加量が0.8wt.%の場合のHV値は、焼結温度が1000℃の場合よりも1150℃の場合のほうが、BM処理の有無に関係なく数値で40ほどHV値が高くなっている。

これらの傾向を考察するために図6および図7に示す組織写真を参照すると、まず、添加した黒鉛の量に比べて析出しているパーライト相量は少なく、この傾向は0.4wt.%Gの場合に顕著であることがわかる。これは焼結中に黒鉛の昇華および脱炭が生じたためであると考えられる。また、1000℃の場合は拡散速度が低いことか

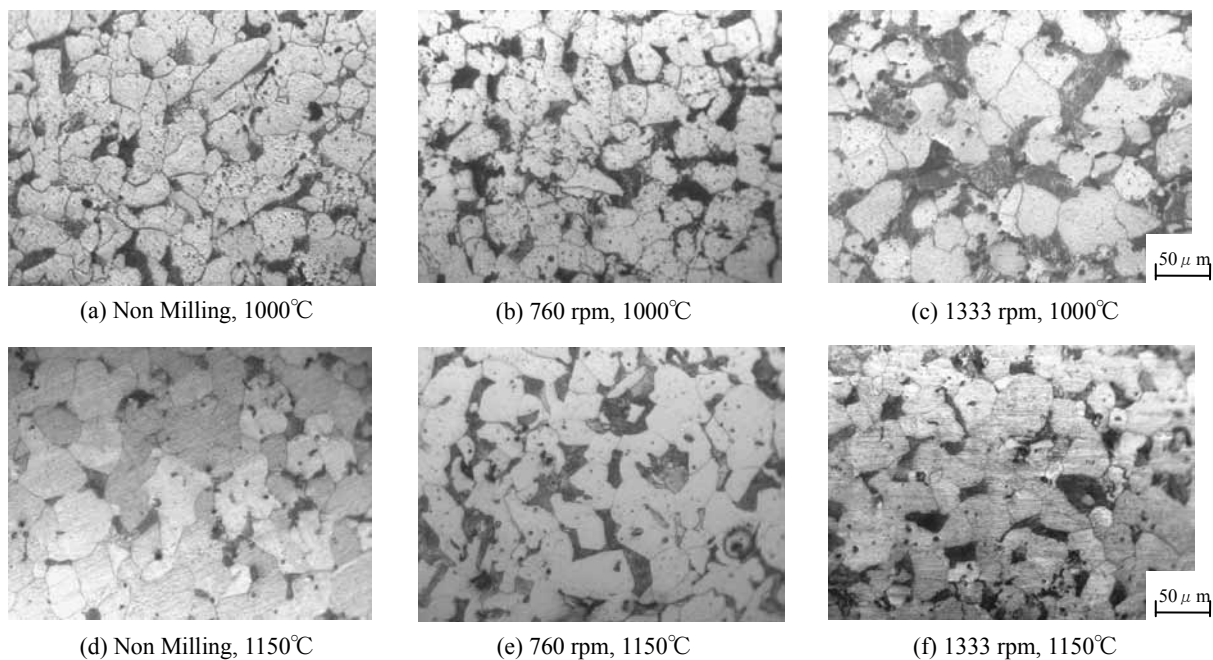


図6 Fe-0.4% G 粉末焼結体の BM 処理による組織変化

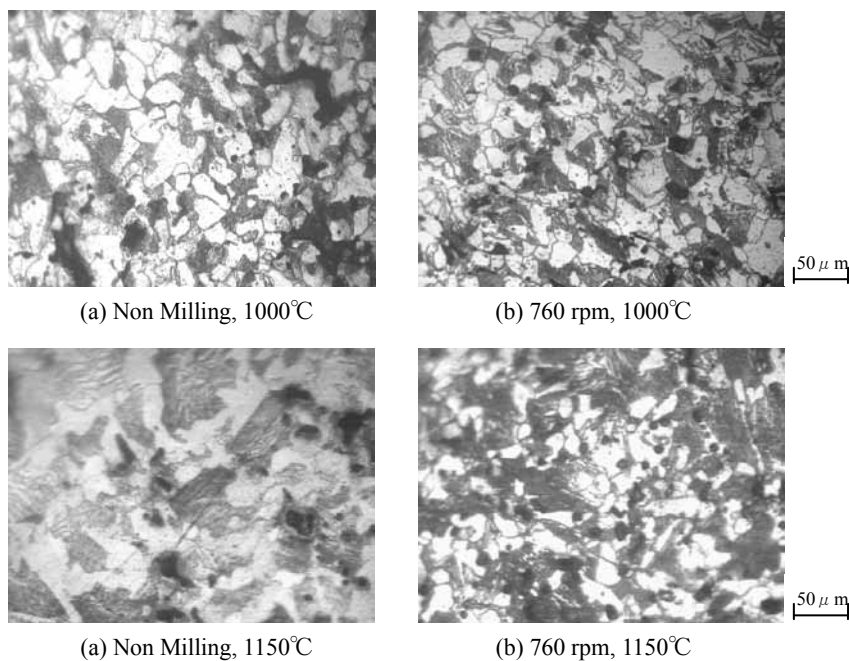


図7 Fe-0.8% G 粉末焼結体の BM 処理による組織変化

ら、全ての黒鉛が炭素原子としてオーステナイト相に取り込まれず、一部は黒鉛粒子のまま焼結体内部に残存していることも推測される。そのため、0.8wt.%G においては焼結温度が1000°Cの場合に十分な硬さ値を示さなかったものと考えられる。

次に BM 処理の影響をみると、760rpm の処理で、0.8wt.%G、焼結温度1150°Cの場合において明らかなようにパーライト相の微細化が図られており、全ての試料において未処理材よりも組織がやや微細となって析出している。このことは、BM 処理によって導入された転位

が焼結時において再結晶核の生成を促し、それによって炭素の Fe への拡散が容易になったことを示唆しており、焼結体の硬さの増加をもたらしたものと考察できる。このことは、0.4wt.%G において BM 処理したものが未処理材よりもパーライト相量が若干増加していることからわかる。この場合において焼結温度が1000°Cのものが1150°Cのものよりも高い HV 値を示したのは、焼結中の結晶粒径の増大が抑制されているとともに、BM 処理時に導入された転位も関与していると考えられる。ただし、BM 処理における機械的エネルギーの高い自転回

転数 1333rpm の場合において 760rpm の場合よりも HV 値が低い。これは、図 8 に示すように、BM 処理後の粉末粒子形状によるものと考えられる。すなわち、図 8(b) の自転回転数 1333rpm の場合においては形状が扁平化してしまっているために、成形後の粒子の配位が不均一となり、それが焼結中の粒子相互の原子拡散を妨げるように作用したものと考えられる<sup>8), 9)</sup>。今後、より質量の少ない小さなボールを用いて処理を行い、扁平化を抑制した BM 処理粉末について調査する必要がある。

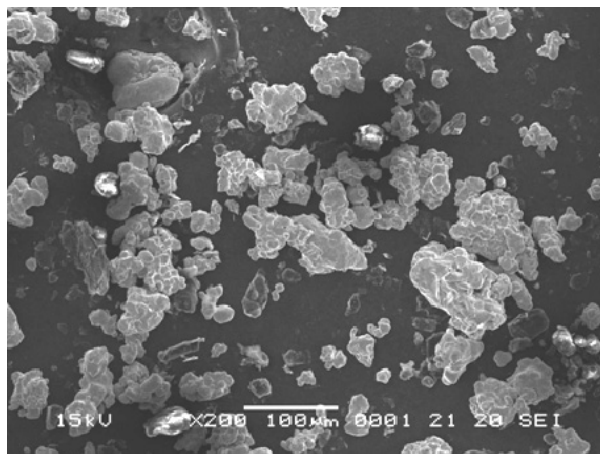
炭素鋼はその結晶粒が微細であればあるほどじん性を損なうことなく強度を向上することができるため、さらに結晶粒を微細化できるように BM 処理条件を最適化することができれば、低エネルギーでの効率的な粉末焼結炭素鋼の生産が可能となるものと期待される。

## 5. 結 言

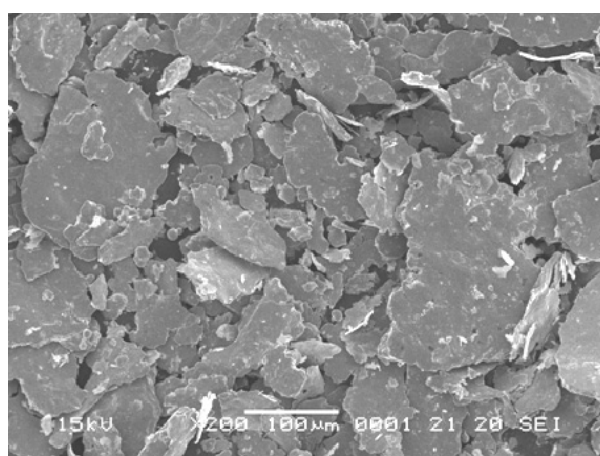
本研究では、PM 法を用いた焼結炭素鋼製の機械部品の生産を想定して、原料粉末である Fe 粉と黒鉛粉に対してあらかじめある程度の BM 処理を施した場合に得られる焼結体の機械的性質の向上効果を調査することを目的として、それぞれ二通りの自転回転数と焼結温度で作成した試料について、ビッカース硬さ試験による HV 値および据え込み圧縮試験による引張強さを調査比較した。その結果、BM 処理により焼結体強度が増加し、その傾向はミリング回転数とほぼ直線関係にあること、硬さの増加は BM 処理によって焼結後のパーライト相の生成が促進されるとともにその結晶粒径が微細化されたためであり、調査した全ての条件で、自転回転数 760rpm, 3hrs. の BM 処理で HV 値が数値で 25 程度増加できることがわかった。一方で、1000℃, 1hr. という条件で焼結した試料については BM 処理を施しても十分な硬さ値とはならず、生産時の低エネルギー化を図るためにはさらなる BM 処理条件の最適化を検討する必要がある。

## 参考文献

- (1) 新宮秀夫：メカニカルアロイングー状態図の制約なしに合金を作る技術，金属，vol.71, No.1(2001), 43-45.
- (2) 松野進，梅川聖，飴山恵：SUS316L 高ひずみ付加 PM プロセス材の熱処理による組織変化，粉体および粉末冶金，Vol.49(2002), 479-485.
- (3) 伊藤雅章，増井孝実：メカニカルアロイングによる Fe-Cr 合金の試作，三重県科学技術振興センター工



(a) 自転回転数 760rpm



(b) 自転回転数 1333rpm

図 8 BM 処理後の粉末形状

業研究部研究報告 No.26(2002), 6-10.

- (4) 石田恒雄：焼結材料工学，森北出版(1997), 97.
- (5) 谷口幸典，尾崎充紀，市瀬辰巳，木下和也，川原和真：Fe-G 粉末焼結鋼の作成時におけるボールミリング処理の効果について，奈良高専研究紀要 No.44(2009), 1-6.
- (6) 水野良幸，齋藤文良，三尾 浩：メカノケミカル分野における高速遊星ミルのスケールアップ手法について，栗本技報 No.51(2004), 2-6.
- (7) 例えば，益田森治，室田忠雄：改訂工業塑性力学，養賢堂(1980), 10-15.
- (8) 飯泉新吾：第三版 鉄鋼便覧 第 V 巻 鑄造・鍛造・粉末冶金，丸善(1982), 449-450.
- (9) 松山芳治，三谷裕康，鈴木寿：総説 粉末冶金学，日刊工業新聞社(1972), 113-115.



## 機械構造用炭素鋼の焼入れ硬さに及ぼす焼入れ条件の影響

島岡 三義・吉田 陽亮\*・大畑 直樹\*\*・米 聡\*\*\*・辻井ありさ\*\*\*\*

Effect of Quenching condition on Hardness of Quenched Structural Carbon Steel

Mitsuyoshi SHIMAOKA , Yosuke YOSHIDA\*, Naoki OHHATA\*\*, Satoshi YONE\*\*\* and Arisa TSUJII\*\*\*\*

The hardness of the carbon steel for structural use increases with increase of the content of carbon. It has been cleared that the hardness is also changed by a heat treatment such as quenching, annealing and normalizing. Especially the hardness of the carbon steel increases remarkably by quenching. In this study, on the carbon steels for structural use of S15C, S25C, S35C, S45C and S55C, the detailed relations between the hardness and the quenching conditions have been examined experimentally. The increasing of the hardness of the carbon steel was confirmed only in the case of quenching from the temperature above  $A_3$  transformation temperature. The hardness of carbon steel increased with decreasing the temperature of water coolant used in quenching.

### 1. はじめに

金属材料は機械的性質やその他の特性を合金化によって改善することができるが、合金組成をそのままにしておいて、熱処理によっても諸特性を変化させ、また、改善できる利点と特徴を有する。

鋼は加熱し、冷やすだけでも組織が変化し、鋼の強度、硬さなどの機械的性質が変化する。この性質を利用して、合金組成を変化させることなく、鋼の機械的性質を操作、制御しようとするのが熱処理の目的である。鋼の熱処理としては、焼入れ、焼戻し、焼なましおよび焼ならしの4種類に大別される。焼入れは、強度や耐食性を向上させ、焼戻しは強度や靱性の調整に用いられ、焼なましは内部ひずみの除去や加工性の改善に、そして焼きならしは不均一な結晶粒を均一な組織状態に改善するためなどを目的としている。

鋼に限らず、複数の相が混在する合金系であれば、熱処理によって、その合金の機械的性質を制御することができるので、所望の機械的性質を得るためには、熱処理に関する詳細な情報が必要である。

亜共折鋼（炭素含有量が0.767mass%）の焼入れは $A_3$ 変態点（炭素含有量によって異なり、炭素含有量の増大に伴い $911^{\circ}\text{C} \sim 727^{\circ}\text{C}$ に低下する）以上の温度に熱し、オーステナイト組織にした後に急冷すると硬さが著しく増加する。焼入れ硬さには、炭素鋼の炭素含有量、鋼材の形状、焼入れ温度、冷却液温度、冷却速度等が深く影響すると考えられている。焼入れ温度の影響については、一般的には $A_3$ 変態点（ $\gamma$ 鉄（オーステナイト）から冷却していく過程において、 $\alpha$ 鉄（フェライト）へ固相変態する温度）より $30 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 高い温度が最適であり、焼入れ試料が大きい場合は多少高めに設定するのが良いと言われているのみで<sup>1)</sup>、詳細に調べた文献は見当たらない。また、臨界区域（焼入れ温度からおよそ $550^{\circ}\text{C}$ の温度範囲）で高い冷却速度を得るために、水冷の場合の水温は $30^{\circ}\text{C}$ 以下に設定されることが多い<sup>2)</sup>。液体急冷時の冷却速度は冷却液体のサブクール度（液体の沸点と実際の液体温度の温度差で、液体温度が沸点からどの程度低いかを示す尺度）に大きく依存し、サブクール度が大きい方が急速冷却を達成できる<sup>3)</sup>ことによると思われるが、冷却時の冷却水温度が硬さに及ぼす影響を調べた研究報告も見当たらない。そのため、所定の硬さを得

\* 電子制御工学科学生（現在、専攻科機械制御工学専攻学生）

\*\* 電子制御工学科学生（現在、パナソニック AVC ネットワークス社勤務）

\*\*\* 電子制御工学科学生（現在、長岡技術科学大学機械創造工学課程学生）

\*\*\*\* 元専攻科機械制御工学専攻学生

るために必要な適切な焼入れ用冷却水の温度を推定することができない状況にある。

そこで本論文では、機械構造用炭素鋼である S15C 材, S25C 材, S35C 材, S45C 材および S55C 材を供試材料として、焼入れ温度と冷却水温度が焼入れ硬さに及ぼす影響について調べたので、その結果を報告する。

## 2. 実験方法

機械構造用炭素鋼である S15C, S25C, S35C, S45C および S55C の丸棒（市販品、直径約 22 mm と約 25 mm）を旋盤で黒皮（酸化被膜）を除去し、この盤で約 3 mm 厚さにスライスした。焼入れによって試料は硬くなり、研磨に時間を要すると考えられるので、焼入れ前に材料研磨機を用いてスライス面を湿式鏡面研磨した。一部の試料の寸法を Table 1 に示すが、厚さに極端な違いが出ないようにした。

Table 1 Thickness and diameter of samples.

	unit : mm			
Sample	S25C	S35C	S45C	S55C
No.1	3.0	3.7	3.7	3.6
No.2	3.2	4.0	3.4	3.8
No.3	3.4	3.6	3.4	3.5
No.4	3.5	3.3	4.0	3.4
No.5	3.5	4.0	4.1	3.6
No.6	3.7	4.2	3.9	3.5
Average	3.4	3.8	3.8	3.6
Diameter	25.0	25.0	25.0	22.0

試料をコイン状にしたのは、試料全体が均一に冷却されるようにするためである。コインのスライス面の円周方向と半径方向の温度分布は発生しないと考えられるし、コインの厚さが薄いほど厚さ方向の温度分布も無視できるようになる。概略ながら、後述の Fig. 5 に示した、水平白金細線浸漬時の、最も冷却が遅い、水温  $T_w = 60^\circ\text{C}$  の場合について、 $527^\circ\text{C}$  での S40C と白金の熱物性値を用い<sup>4)</sup>、 $927 \sim 127^\circ\text{C}$  まで冷却する間の平均熱伝達率  $h$  を求めてみると、 $h = 121 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  程度になる。試料の攪拌急冷時の熱伝達率もこの程度と仮定し、試料の熱伝達率を  $\lambda$ 、試料の厚さ  $t (= 4 \text{ mm})$  を代表寸法とする Biot 数（物体表面の熱伝達の相対的な大きさを表す無次元数）は  $Bi = h \cdot t / \lambda = 0.00132$  になり、厚さ方向の温度分布はほとんど考えなくても良い<sup>5)</sup> ことがわかる。

試料の加熱に Fig.1 に示す電気炉を用いた。電気炉内の温度は全面パネルにデジタル表示されるが、N 型（ナ

イクロシルーナイシル）熱電対でも測定した。この電気炉は非常に小型（炉内寸法は、幅 85 × 高さ 60 × 奥行き 120 mm）で On - Off で温度制御されているため、過熱保持温度に設定しても、ある程度の幅で炉内温度が変動した。N 型熱電対の出力をパソコンに取り込んで記録し、その温度変動を調べた結果、設定温度  $710 \sim 910^\circ\text{C}$  に対して、およそ 200sec の周期で変動しつつも  $\pm 5^\circ\text{C}$  程度以内に制御できており、試料の過熱保持に支障のない炉であることが確認できた。

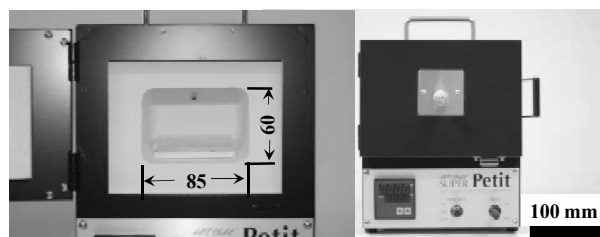


Fig. 1 Photograph of the electric furnace.

試料を焼入れ温度（ $A_3$  変態点からの温度差、 $\Delta T_Q = T_Q - T_3 = -30 \sim 150^\circ\text{C}$ 、 $T_Q$ ；加熱温度、 $T_{A_3} = A_3$  変態点温度）に大気雰囲気中で加熱した後、約 2 l の水（水温、 $T_w = 3 \sim 95^\circ\text{C}$ 、K 型熱電対で測定した）を入れたビーカーに浸漬攪拌急冷して焼入れを行った。

焼入れした試料の表面を湿式鏡面研磨し、試験荷重を 9.807N、荷重保持時間を 30sec とし、研磨面の数カ所においてマイクロビッカース硬さを測定した。

## 3. 実験結果及び考察

### 3.1 焼入れ前の硬さ

焼入れ前（購入時のまま）の各炭素鋼の硬さを Fig.2 に示す。炭素含有量の増大とともに硬さが増大することが知られているが<sup>6)</sup>、炭素含有量の増大とともに硬いセメントイト ( $\text{Fe}_3\text{C}$ ) が増大することに起因する。本実験においても炭素含有量が多い方が硬くなること、また、

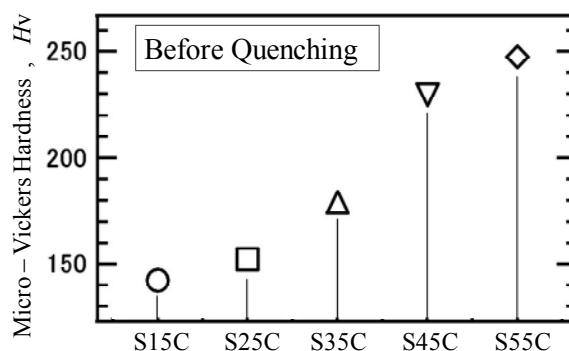


Fig. 2 Micro-Vickers hardness of the samples.

炭素含有量が0.6mass%以上では硬さの増大の割合が小さくなっていくことも確認できた。

### 3.2 加熱保持時間の決定

焼入れにあたっては、試料全体が均一な温度になり、組織が全てオーステナイトに変化する必要がある。炭素が完全に固溶するまでには、ある程度の時間その温度に保持する必要があるため、以下に示す実験を行って過熱保持時間を決定した。結果を Fig. 3 に示す。

試料寸法が小さくて最も焼入れ効果が現れる S55C (直径 22 mm, 厚さ 3.6 mm 程度) を試料とし、冷却水温度を約 10°C,  $T_Q = 800^\circ\text{C}$  に設定して、 $T_Q$  に到達後に試料を炉に挿入し、過熱保持時間を 60sec, 180sec, 300sec および 600sec に変更して焼入れを行った後、硬さ測定を行った。その結果を Fig. 3(a) に示す。過熱保持時間が 60sec から 300sec の間においては、過熱保持時間が長くなるにつれて焼入れ硬さは上昇した。しかし、保持時間が 300sec から 600sec に延長しても焼入れ硬さの上昇はほとんど認められなかった。したがって、S55C の場合、300sec 以上熱すれば炭素が全て固溶してオーステナイト組織に変態したものと考え、過熱保持時間は 300sec で十分であろうと考えた。

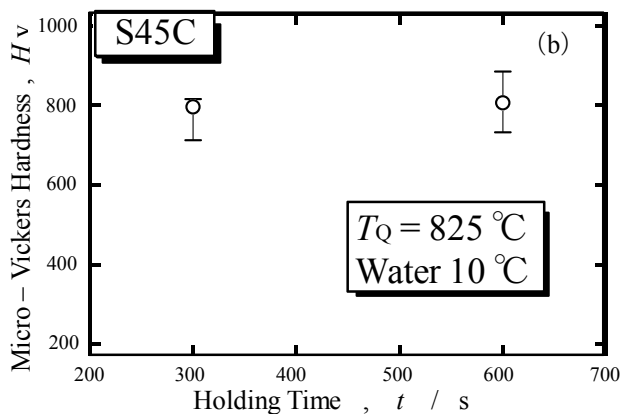
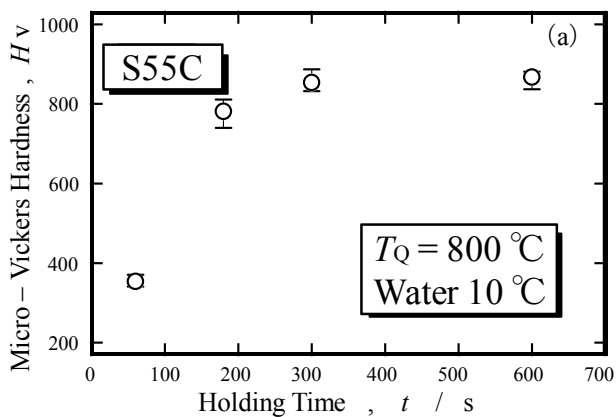


Fig. 3 The relation between the hardness and the holding time.

また、機械構造用炭素鋼は質量効果が大きく、質量が大きくなると焼きの入り方が大きく変わるので、直径や厚さの異なる S45C, S35C, S25C (直径 25 mm, 厚さ 3~4 mm) でも同様の結果が得られるかどうかを、S45C で確認の実験を行った。その結果を Fig. 3 (b) に示す。加熱温度を  $T_Q = 825^\circ\text{C}$ 、冷却水温度を 10°C に設定し、S45C は S55C より直径が大きいため、オーステナイト組織に変態するのに必要な過熱保持時間は S55C より短くなることはないと考えた。S45C で過熱保持時間を 300sec と 600sec で実験を行った結果、300sec 間保持した場合と 600sec 間保持した場合で硬さに著しい変化がなく、300sec で十分に焼きが入ると判断した。なお、焼きが入るといのはマルテンサイト組織になることであり、焼入れ硬化とは別であるが、本研究では同義とする。また、不当に長時間高温に保持するとオーステナイト粒の成長が心配される<sup>7)</sup>ので、以後の実験では過熱保持時間を 300sec に設定することとした。

### 3.3 焼入れ硬さに及ぼす冷却水温度の影響

焼入れにおいて、冷却剤とその温度はきわめて重要である。数百°C 以上の高温の鋼を数十°C 程度の冷却水に浸漬させると、初めは鋼の持つ莫大な熱量が水に伝達されて水蒸気が発生し、鋼は蒸気膜に覆われて冷却される。次第に蒸気発生が薄れ、蒸気膜の崩壊と共に蒸気泡の活発な発生による核沸騰により冷却され、その後は水との直接接触となり、対流によって冷却される。高温物体の液体急冷時の伝熱挙動を明らかにするために、Fig. 4 に示すような実験装置を構築し、高温に加熱した水平白金細線 (直径 150  $\mu\text{m}$ , 長さ約 50 mm) を静止水中に浸漬 (水中突入速度 0.5  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) した場合の白金細線の伝熱過程を調べた。浸漬急冷過程での白金細線の温度変化を Fig. 5 に示す<sup>3)</sup>。水温  $T_w$  が高くなると白金細線の冷却速度が著しく低下することがわかる。また、白金細線の冷却は指数関数的に温度が低下するニュートン冷却のような単純なものでもないことがわかる。

鋼の焼入れにおいては、オーステナイト領域から  $A_1$  変態点 ( $727^\circ\text{C}$ ) までは急冷されることが必要で、マルテンサイトへの変態付近では組織が均一に変態する必要があることから、逆に急冷は望ましくない。マルテンサイトへの変態温度は、冷却速度ではなく、炭素含有量に依存し、S15C でおおよそ  $495^\circ\text{C}$  (768 K), S55C でおおよそ  $351^\circ\text{C}$  (624 K) であり<sup>8)</sup>、Fig. 5 から水温が  $30^\circ\text{C}$  以下の場合には望ましくない冷却剤ということになる。

焼入れ後の硬さと冷却水温度の関係を調べた結果を Fig. 6 と Fig. 7 に示す。焼入れ温度を  $\Delta T_Q = 40 \sim 50^\circ\text{C}$  に設定し、300sec の過熱保持を行い、水中浸漬攪拌急

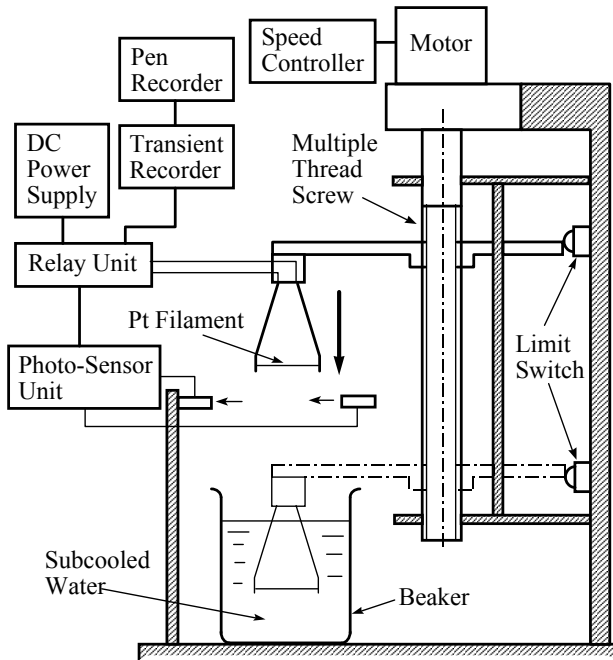


Fig. 4 Schematic diagram of experimental apparatus for dipping of high temperature horizontal platinum filament.

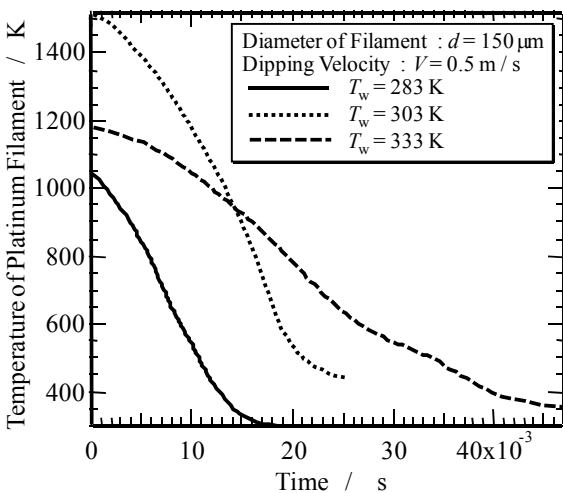


Fig. 5 Cooling curves of the platinum filament.

冷を行っている。数回測定したマイクロビッカース硬さの平均値をプロットしている。Fig. 6より、冷却水温度が低いほどに硬くなっていく傾向が認められ、その傾向はS25CとS35Cで顕著であり、いずれの鋼材においても、冷却水温度が60～70℃を超えると焼入れの効果が著しく低下することがわかった。また、20℃以下では焼入れ硬さの著しい増大は認められなかった。これらのことから、以後の焼入れ実験では冷却水温度を20℃より低い、10℃として攪拌急冷することとした。なお、S15Cの場合は、焼入れを行っても硬さの増大はほとんど認められ

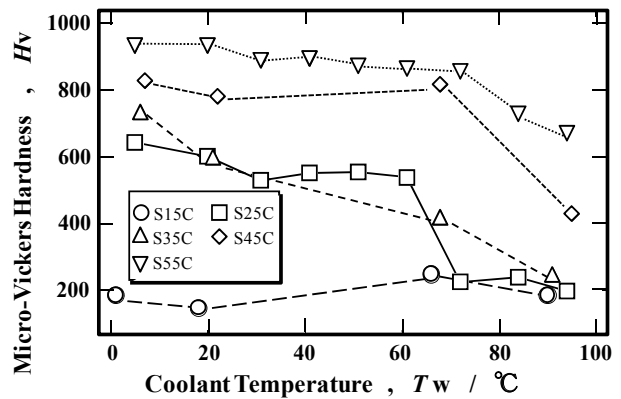


Fig. 6 Effect of the temperature of water coolant on the quench hardness for the structural carbon steels.

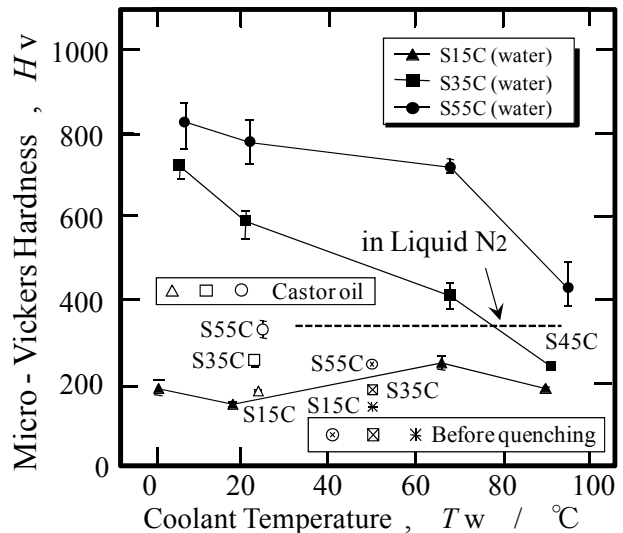


Fig. 7 Effect of the coolant on the quench hardness for the structural carbon steels.

なかった。これはFe<sub>3</sub>Cを形成する炭素量が少ないためと考えられ、S15Cは焼入れの効果がほとんど現れない材料であることが確認できた。

また、水以外でも焼入れを行ったが、ひまし油では硬さの増大が認められなかった。S45Cについては液体窒素中への浸漬を行ったが、冷却の遅さが目視でき、硬さは増大しなかった。大気圧下では液体窒素は沸騰しており、試料が窒素で覆われて冷却を妨害している。冷却剤の温度が-196℃の超低温であっても冷却速度には直接影響しないことが確認できた。

### 3.4 焼入れ硬さに及ぼす過熱温度の影響

鉄-炭素系平衡状態図の低炭素側の一部分を Fig. 8 に示す。G-SラインがA<sub>3</sub>変態点である。S15C～S55C

までの  $A_3$  変態温度  $T_Q$  は図中に示したように、855 ~ 760°C であり、すでに前述しているが、この温度より 50°C 程度上 ( $H' - H''$  ライン) に過熱保持した後に急冷するのがよいと言われている。

硬さと焼入れ温度の関係を調べた結果を Fig. 9 に示す。冷却水温度は  $T_w = 10^\circ\text{C}$  である。いずれの鋼種においても  $\Delta T_Q = -50^\circ\text{C}$ 、すなわち、 $A_1$  変態点より低い温度に過熱して急冷しても硬さが増大せず、焼入れはオーステナイト組織から急冷する必要があることが確認できた。

$\Delta T_Q = 0^\circ\text{C}$ 、すなわち、 $A_3$  変態点温度から急冷した場合には、S55C の高炭素鋼において若干の硬さの増大が認められた。 $\Delta T_Q$  が 30 ~ 50°C の範囲で硬さの著しい増大が認められた。しかし、 $\Delta T_Q > 50^\circ\text{C}$  では硬さ

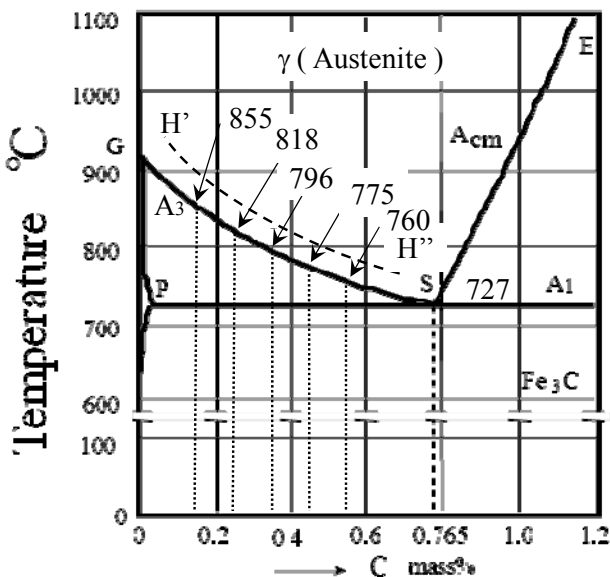


Fig. 8 A part of the equilibrium phase diagram of Fe - C binary alloy system.

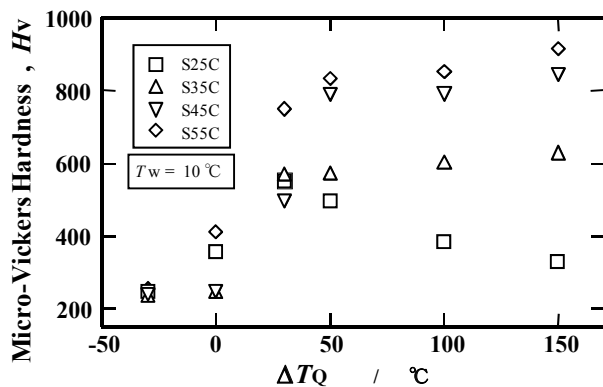


Fig. 9 Effect of the superheat above  $A_3$  transformation temperature on the quench hardness for structural carbon steels.

の増大の度合いが小さくなって、必要以上の過熱は焼入れ硬さの増大にほとんど期待できないことがわかった。

一方、S25C では  $\Delta T_Q > 30^\circ\text{C}$  で硬さが減少する傾向があり、他の鋼種とは異なった傾向を示した。試料は同じ棒材から切り出しているし、試料の加熱、浸漬攪拌急冷の仕方に極端な違いもなく、 $\Delta T_Q > 100^\circ\text{C}$  では別試料で焼入れを行って、同程度の硬さが得られているので、このような結果になった原因は不明である。今後の検討課題としたい。

以上の実験から、機械構造用炭素鋼は焼入れ硬さが著しく増大することがわかった。そこで、焼入れ前と焼入れ後で硬さがどの程度増大するかを Fig. 10 のように比較してみた。S25C ~ S55C においては、焼入れ硬さは市販材の硬さのおよそ 3.5 倍に増大することがわかった。3.5 倍への増大率が鋼種によらないということは非常に興味深い結果である。

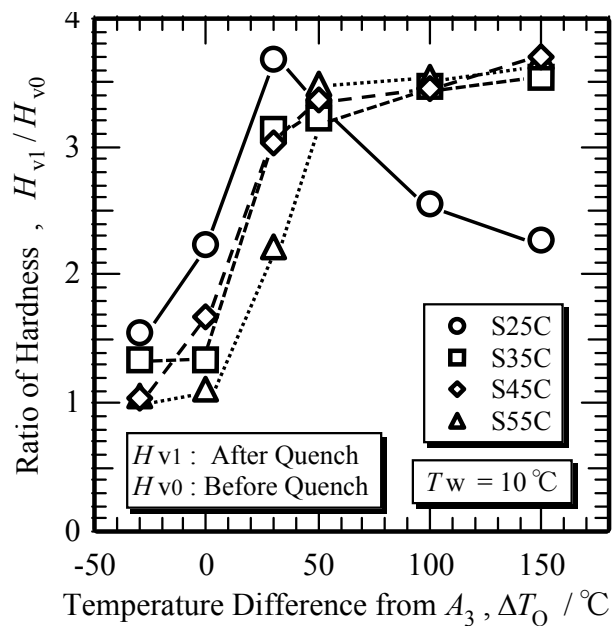


Fig. 10 The ratio of quench hardness after and before quenching.

#### 4. おわりに

S15C, S25C, S35C, S45C および S55C の機械構造用炭素鋼の、直径 22 ~ 25 mm、厚さ 3 ~ 4 mm 程度のコイン状試料について、水中攪拌急冷による焼入れ硬さ(マイクロビッカース硬さ)におよぼす冷却水温度と加熱温度の影響を調べた結果、以下のことが明らかとなった。

(1) 市販品においては、炭素含有量の多い、すなわち、硬い  $\text{Fe}_3\text{C}$  固溶量の多い鋼種ほど硬さが増大することがわかり、炭素含有量が 0.55mass% 以上になると硬さの

増大の度合いが低下し、ある値に漸近することがわかった。

(2) 本実験で使用した試料サイズでは、試料の組織をオーステナイトに変態させるのに必要な、 $A_3$  変態点より過熱して保持する時間は 300sec 程度で十分であることがわかった。

(3)  $A_3$  変態点より 50°C 過熱して水中攪拌急冷した場合、水温が高くなるほど焼入れ硬さが低下し、水温が 60°C 以上では、市販品の硬さより焼入れ硬さがほとんど増大しないことがわかった。ただし、炭素含有量が最も少ない S15C 材では、水温が低くても硬さはほとんど増大しなかった。また、比較のために、25°C のひまし油中へ攪拌急冷して硬さを調べた結果、水温が 80°C の時の硬さにしかならず、液体窒素中に浸漬しても同程度の硬さであり、冷却剤として水の良さが確認できた。

(4)  $A_3$  変態点よりの過熱度を変化させて水中浸漬攪拌して、 $A_3$  変態点からの過熱度と焼入れ硬さの関係を調べた結果、 $A_3$  変態点より過熱しないと硬さは増大しないこと、また、過熱度を 100°C 以上にしても硬さの増大はほとんど期待できないこと、すなわち、最適過熱度は  $A_3$  変態点より 30 ~ 50°C 程度であることが確認できた。また、最高焼入れ硬さは、硬さが増大しない S15C を除く鋼種において、市販品の 3.5 倍程度になることがわかった。なお、S25C については、 $A_3$  変態点からの過熱度が 50°C を超えると硬さが減少する傾向が認められ

た。

最後に、本実験では元本校専攻科機械制御工学専攻学生（現在、奈良先端科学技術大学院大学大学院情報科学研究科学生）の西田直貴君および野口卓磨君にご協力をいただいた。ここに記して謝意を表する。

#### 参考文献

- 1) たとえば、西川精一：新版金属工学入門，アグネ技術センター（2001），p. 256.
- 2) 日本鉄鋼協会編：鋼の熱処理 基礎と作業標準，丸善（1957），pp. 286 - 289.
- 3) 大中逸雄，島岡三義，氈受彰，大友邦久：日本機械学会論文集 B 編，54(1988)，pp. 704 - 708.
- 4) 日本機械学会編：伝熱工学資料改訂第 4 版，丸善（1986），pp. 315- 317.
- 5) 庄司正弘：伝熱工学，東京大学出版会（1995），p. 66.
- 6) たとえば，日本金属学会編：金属データブック（改訂 3 版），丸善（1993），p. 127.
- 7) 日本金属学会編：金属便覧（改訂 5 版），丸善（1993），p. 540.
- 8) 西川精一：新版金属工学入門，アグネ技術センター（2001），p. 254 - 255.

# 平板に沿う乱流境界層流れと管路の乱流境界層流れ

鬼頭みずき・E.-S. Zanoun\*<sup>1</sup>

Flow Transition and Development over a Flat Plate and in a Circular Pipe

Mizuki KITO and El Sayed ZANOUN

Fluid phenomenon can be seen in ordinary life everywhere and the most of the cases are turbulent flow. It would not be an exaggeration to say that this common phenomenon take the critical and expanding role of every engineering performance, continued existence of all creation and the global environment including earth atmosphere and ocean. It is however still challenging to elucidate the turbulent phenomenon. The importance of wall-bounded turbulence such as an external flow, a pipe flow and a channel flow that is obvious since most engineering turbulent field and natural science belong on the wall-bounded turbulence. Moreover, of particular interest to aerospace plane designers is a transition between laminar and turbulent flow because of the great effects of transition phenomenon in performance of aerospace planes. In this paper, a comparative study of the flat plate and pipe results is carried out. Also, a criteria for fully developed turbulent flow (the entrance length) from the aspect of moments of centerline was studied.

## 1. 緒 言

乱流境界層内の速度分布の定式化に関する議論は、古くから多くの研究者により活発に行われてきた。従来の対数法則分布に対して、べき乗則分布、また、それらのレイノルズ数依存性に関する様々な報告がなされている<sup>1)~4)</sup>。本研究では、平板に沿う乱流境界層流れと管路内の乱流境界層流れの速度分布および高次モーメント分布の比較を行う。また、管内流の発達と高次モーメントの関係についても検討する。

平板に沿う乱流境界層の発達を促進するため、本研究では、平板前縁近くにトリッピングデバイスを設置し、低レイノルズ数での平板上の乱流境界層内の速度分布をLDAによって測定した。また、管路内乱流境界層流れの場合は、トリッピングデバイスを用いず、定温型熱線流速計を用い、低レイノルズ数における管路断面平均速度分布および管中心での高次モーメントを測定した。

## 2. 実験装置と方法

### 2.1 平板に沿う流れ

Table 1に、供試ゲッチングン型（閉回路型）風洞の基本仕様を示す。コントラクション部の縮小比は6.53

で、主流の乱れ強さは0.5%以内である。テストセクション（長さ1500mm、幅600mm、高さ500mm）内にFig.1に示す供試平板（長さ1050mm、幅580mm、厚さ10mmの滑らかなアルミニウム製平板を4本の支柱で固定）を測定部底面から平板上面までの距離を200mmとして設置した。なお、平板前縁からの流れのはく離を防ぐため前縁から100mmまでの間を滑らかな曲線に加工した。座標系は平板前縁を原点とし流れ方向を $x$ 軸、平板から上方向を $y$ 軸とした。

平板に沿う乱流境界層の発達を促進するため、トリッピングデバイス：ダイモテープ（DYMO：M-1575, UK200, 文字X, 縦5mm, 横4mm, 高さ0.7mm, 文字間隔約1mm）を使用し、Fig.1に示すように3本設置した。速度分布の測定位置は、後縁の影響がなく、境界層が乱流となる十分な距離（ $x=850$ mm）に固定した。主流速度は $U_{\infty}=6\sim 50$  m/sの範囲で変化させ、その際、運動量厚さ $\theta$ に基づくレイノルズ数 $Re_{\theta} (=U_{\infty}\theta/\nu)$ は最大で4000まで得られた。

また、無次元化に必要な摩擦速度 $u_{\tau}$ はクラウザ線図により求めた。トラバース装置のステップサイズは0.02mm（壁面近傍）～5mm（壁面遠方）とした。

\*<sup>1</sup>Mechanical Engineering Department, British University in Egypt (BUE)

なお、実験中の温度変化は± 1℃以内におさえ、乱流境界層の条件を一定とした。

x 方向への平均速度分布  $u$  の測定には、一次元 LDA [Laser Doppler Anemometer, Flowlite-Dantec, 検査体積:  $0.24 \times 0.24 \times 5\text{mm}$  ( $dx \times dy \times dz$ )] によって測定した。seeding 粒子には、流れへの追従性・安定性を考慮して、DEHS (Si-Ethyl-Hexyl-Sebacat) を用い、Atomizer・Aerosol Generator (AMT230) により液滴としたものを用いた。主なサンプリング周波数は 100 ~ 3000Hz, サンプル数は 5000 ~ 20000 であり、解析に十分なサンプル数を得た。

平板に沿う層流境界層方程式は Blasius によって解析されているが、境界層内の速度分布は、平板前縁の形状や設置状態により影響を受ける。また、実際には推定するしかない  $u = 0$  となる原点  $y = 0$  の位置が正しく推定されていなければ、Blasius の解に一致しない。よって、平板の設置状態と原点の妥当性を確かめるために、トリッピングデバイスを設置しない場合の速度分布を測定し、平板上の流れ方向への速度分布 ( $x = 850\text{mm}$ ) を測定しブラジウスの解と比較した。

層流境界層内の無次元速度分布の一例を Fig.2 に示す。層流境界層内の無次元速度分布は Blasius の解によく一致しており、平板設置の妥当性が確かめられた。

次に、平均速度  $u$  を摩擦速度  $u_\tau$  で無次元化 [ $U^+ = u / (\rho / \tau_w)^{1/2} = u / u_\tau$ ] して Fig.3 に示す。横軸には無次元距離 [ $y^+ = (y / \nu) (\tau_w / \rho)^{1/2} = y u_\tau / \nu$ ] を示す。粘性底層内 ( $y^+ < 5$ ) の速度データが十分得られた場合、その速度勾配から壁面せん断応力  $\tau_w$  を得たが、 $Re_\theta \geq 1500$  では Clauser Chart より  $\tau_w$  を得た。図に示すように粘性底層は層流則  $U^+ = y^+$  (図中、点線) によく一致し、レイノルズ数  $Re_\theta$  の増加とともに、流れが層流境界層

( $Re_\theta = 400$ ) から乱流境界層 ( $Re_\theta \geq 1500$ ) へと移行する様子が分かる。トリッピングデバイスを設置した場合、 $Re_\theta = 1700$  から 3830 まで増加し、乱流境界層が良く発達していることが分かる。なお、図中には対数法則分布 ( $\kappa=0.4, B=5.1$ ), ベキ乗則分布 ( $C = 8.7, \gamma = 0.14$ ) を参考のため示す。

2.2 管路内の流れ

管路の乱流境界層流れに関する実験には室内回流式エッフェル型風洞を用いた。テストセクションに直径 32mm のパイプを接続するため、200mm から 32mm に滑らかに絞られた縮小ノズルを取り付けた。風洞の最大速度は 50m/s, 流入部中心の乱れ強さは 0.35% 以下であった。Fig.4 に、縮小ノズル出口の平均速度分布を示す。図にはノズル出口中心を原点とし、水平方向、垂直方向の平均速度分布を示す。ノズル出口速度分布形は軸対称、一様流とみなすことができる。これに直径  $D=32\text{mm}$  のアクリル製パイプを Fig.3 に示すように接続し、パイプ長さ  $L$  を、 $L/D=3.90, 7.81, 11.60, 15.60, 19.44, 23.34, 27.34, 31.16, 35.06, 38.97, 46.78, 54.59, 62.30, 70.20, 78.00, 93.66, 108, 125, 140, 156$  と変化させ計 20 ヲ所の測定位

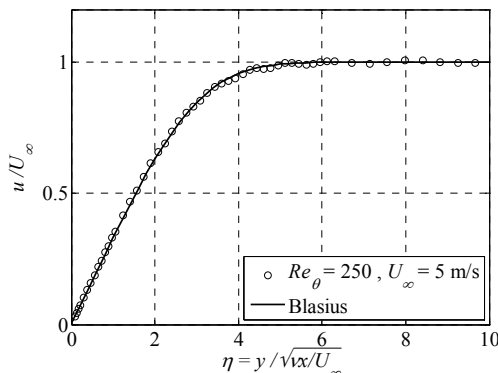


Fig.2 Boundary layer profile measurement comparison with Blasius solution

Table 1 Wind tunnel

Test section (w×h×l)	600mm×500mm×1500mm
Wind velocity	0.5~50m/s
Turbulence intensity	< 0.5%
Nozzle contraction ratio	6.53

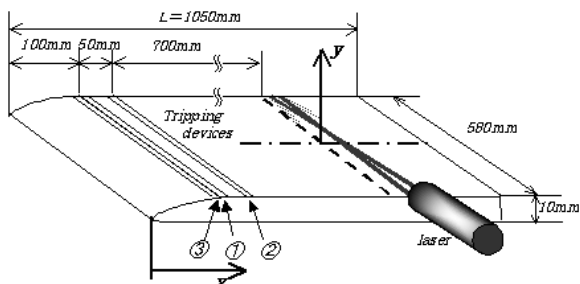


Fig.1 Flat plate

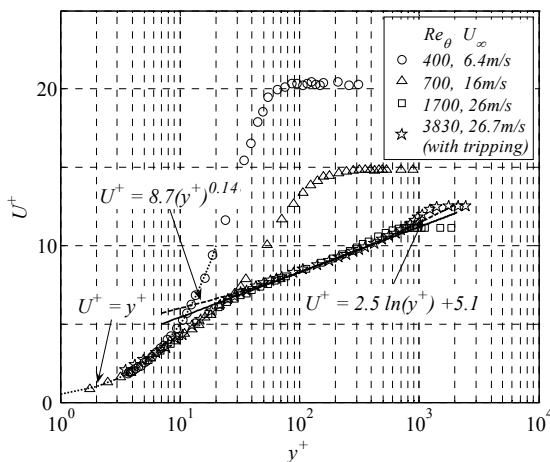


Fig.3 Normalized mean velocity profile

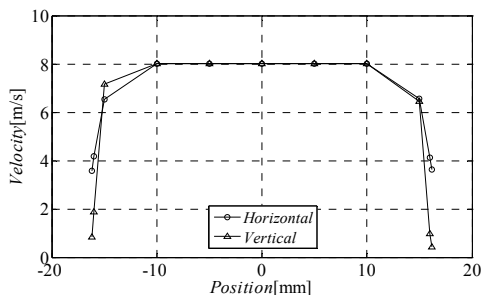


Fig.4 Inlet mean velocities

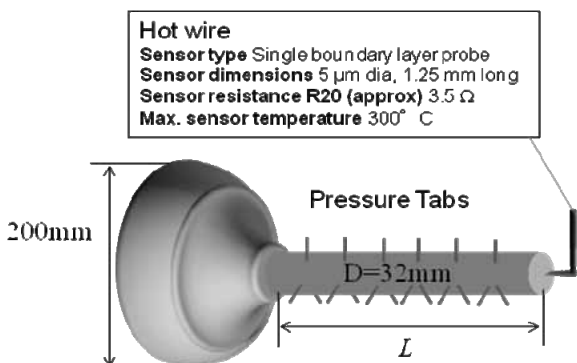


Fig.5 Circular pipe test section

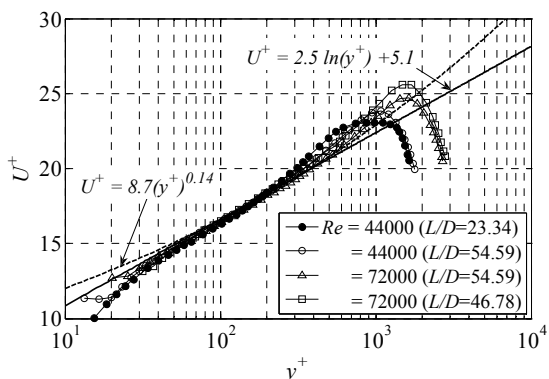


Fig.6 Inner scaling of mean velocities

置での管断面速度分布および管路中心での速度を測定した。各測定位置での管断面速度分の測定では、レイノルズ数  $Re$  は  $44 \times 10^3$ ,  $72 \times 10^3$ ,  $100 \times 10^3$  とし、管路中心での速度測定では  $Re = 500$  から  $100 \times 10^3$  に変化させた。

また、円管には無次元速度  $U^+$  および無次元距離  $y^+$  の算出に必要な壁面せん断応力および摩擦速度を得るため、圧力タップを流れ方向に約 5cm 間隔で円周方向に 3つ設けた (Fig.5 参照)。静圧孔は  $500 \mu\text{m}$  であり、各位置での静圧は円周方向に設けた 3 点の平均とした。圧力は、MKS Baratron 626A を用い測定した。圧力タップから流れ方向の圧力勾配を求め、次式によって壁面せん断応力を求めた。

$$\tau_w = -\frac{D}{4} \frac{dp}{dx} \quad (1)$$

式 (1) から求めた壁面線せん断応力を用い、摩擦速度を次式から得た。

$$u_\tau = \sqrt{\frac{\tau_w}{\rho}} \quad (2)$$

また、空気の密度  $\rho$  や動粘性係数は温度によって大きく変化するため、実験中温度測定を行い、その平均値から求めた。

速度分布の測定には定温型熱線流速計 (Multi-channel CTA System, DANTEC) を使用した。プローブには直径  $5 \mu\text{m}$ 、プローブ間距離  $1.25\text{mm}$  のアスペクト比 250 の I 型タングステンワイヤを用いた。加熱比は 75% とし、サンプリング周波数は  $1\text{kHz}$ 、60 秒間記録した。サンプル数は  $5 \times 10^4$  から  $10^5$  であり、解析に十分なサンプル数を得た。なお、熱線流速計の校正および風洞速度の測定には、前述した次元 LDA を用いた。

管断面速度分布の一例を Fig.6 に示す。縦軸と横軸にはそれぞれ圧力勾配より求めた摩擦速度を用い無次元化した速度と距離を示す。遷移レイノルズ数は助走距離に依存し、位置  $L/D=23.34$ ,  $Re = 44000$  での管路内の流れは十分に発達しておらず、助走区間が十分でないと考えられる。 $L/D=46.78$ ,  $Re = 44000$  の場合、管内乱流速度分布形を示し始めた。 $L/D=46.78$ ,  $Re = 72000$  では図に示すように管内乱流速度分布形となる。本実験では管断面速度分布から、 $L/D = 46.78$  の場合、遷移レイノルズ数は  $Re_{crit} = 4.4 \times 10^4$  であった。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 平均速度分布

一般に、乱流境界層は、渦スケールにより表される外層と粘性が支配的となる内層からなる。内層の壁面近傍  $0 < y^+ < 5$  は粘性底層と呼ばれ、その分布形は線形 ( $U^+ = y^+$ ) である。粘性底層からの  $5 < y^+ < 30$  はバッファ領域と呼ばれる。また、外層と内層の性質を併せ持ち、外層と内層が重なり合う層を、Overlap layer という。その領域は辻ら<sup>5)</sup>が指摘するように明確には定義されていないが、F.White<sup>6)</sup>によれば、 $y^+(\text{at } y/\delta = 2\%) < y^+ < y^+(\text{at } y/\delta = 20\%)$  である。またこの領域は対数領域とも呼ばれ、従来、以下に示す対数則で表される。

$$U^+ = (1/\kappa) \ln(y^+) + B \quad (3)$$

ここで、 $\kappa$  はカルマン定数である。

しかし、この領域は以下に示す、べき乗則に従うとの報告もある。

$$U^+ = C(y^+)^\gamma \quad (4)$$

さらに対数則、べき乗則の係数がレイノルズ数依存性をもつという報告もある。また、Barenblatt<sup>7)</sup>らは、外層と内層がそれぞれレイノルズ数依存性を持つべき乗則

に従うことを示し、高レイノルズ数では対数則に従うことを示した。このように諸説あるが、ここでは、平板に沿う流れの乱流境界層内速度分布、式(3)と(4)と低レイノルズ数における速度分布を比較検討する。式(3)と(4)をそれぞれ定数  $1/\kappa$  と  $\gamma$  について解くと、

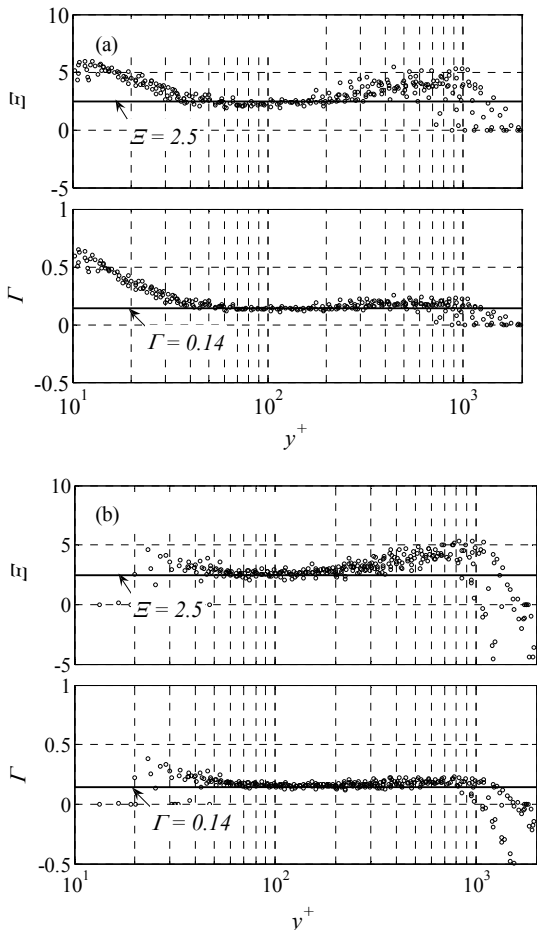


Fig.7 Slope of the mean velocity profile versus the normalized wall distance

局所的  $1/\kappa$  は

$$\theta = y^+ [ dU^+/dy^+ ] \tag{5}$$

局所的  $\gamma$  は

$$\Gamma = (y^+ / U^+) [ dU^+/dy^+ ] \tag{6}$$

で表すことができる。ここで、中心差分を用いて、

$$\frac{dU^+}{dy^+} = \frac{y_{i+1}^+ - y_i^+}{y_{i+1}^+ - y_{i-1}^+} \frac{U_{i+1}^+ - U_{i-1}^+}{y_i^+ - y_{i-1}^+} + \frac{y_i^+ - y_{i-1}^+}{y_{i+1}^+ - y_{i-1}^+} \frac{U_{i+1}^+ - U_i^+}{y_{i+1}^+ - y_i^+}$$

である<sup>8),9)</sup>。

Fig.7 (a), (b) に平板乱流境界層と管路内乱流境界層の  $\theta$  と  $\Gamma$  をそれぞれ示す。  $\theta$  や  $\Gamma$  が一定値を示すならば、速度分布はそれらの係数を用いて表現できることを意味している。

本実験結果の場合、  $\theta$  に比べ、  $\Gamma$  は広範囲渡って一定値を示しているため、速度分布はべき乗則に従うと考

えられる。また、Overlap layer では  $\theta \approx 2.5$ ,  $\Gamma \approx 0.14$  (図中、実線) である。なお、これら係数を用いた対数則とべき乗則は Fig.3, 6 にそれぞれ実線と鎖線によって示されている。 Fig.3, 6 からはどちらが実験結果をよく表すか明らかではないが、 Fig.7 より、本実験の場合、Overlap layer はべき乗則でよく表され、係数は  $C = 8.7$ ,  $\gamma = 0.14$  である。これは、Zagarola and Smits<sup>10)</sup> が提案した係数  $C = 8.7$ ,  $\gamma = 0.137$  に極めて近い。

### 3.2 高次モーメント

Fig.8~10 および Fig.11~13 に、それぞれ平板乱流境界層の場合と管路内乱流境界層の場合における速度変動、速度変動の歪度 Skewness  $[(u^3)/(u^3)]$  と偏平度 Flatness  $[(u^4)/(u^4)]$  分布を示す。歪度と偏平度は瞬時の速度変動の分布形の対称性を表し、偏平度は分布形の広がりを表す。Gad-el-Hak and Bandyopadhyay<sup>11)</sup> は壁面乱流のコヒーレント構造と歪度と偏平度との関係を指摘しており、歪度の符号は、高速流体の巻き込みや低速流体の放出と関係している。壁面近傍では偏平度は3より大きく、これは断続的な渦の存在を示しており、その渦が高速流体を外層から巻き込み、その結果、乱れと歪度が増加する<sup>12),13)</sup>。

バッファ領域  $[5 < y^+ < 30]$  では歪度と偏平度はともに壁面からの距離とともに減少する。歪度は  $y^+ \approx 17$  で符号が正から負に変わる。関連して、同位置で乱れは最大となり、偏平度は最小となる。歪度は  $y^+ \approx 30$  付近で極小値をとり、その後、歪度と偏平度はともにほぼ一定値となる。その値はガウス分布形 ( $Skew=0$ ,  $Flat=3$ ) に近い。外層では再びガウス分布形からはずれ、偏平度は3よりも大きくなる。この領域では歪度が負であることから、低速流体を巻き込む渦が存在すると考えられる。

管路内乱流境界層においては、壁面近傍で速度変動と偏平度はほぼ一定値を示すが、歪度においてはばらつきがみられる。いずれの場合も管路中心に向うにつれてレイノルズ数に依存し極大あるいは極小位置が異なる。

### 3.3 管中心での乱れ強度と高次モーメント

管内流の助走区間(遷移領域)を正確に予測することは学術的に興味深いだけでなく、様々な工業分野において重要である。特に管内流の層流から乱流への遷移領域の流れについて多くの研究があり、管路壁面の粗滑や流入部の乱れ強度等に依存する。Zagarola and Smits は完全発達乱流領域に達した流れは、速度や圧力などの平均量・乱流統計量が管長に依らないことを示した。しかし、

完全発達乱流領域に達する距離には様々な見解がある。Nikuradse<sup>14)</sup>は管直径の25～40倍, Perry and Abel<sup>15)</sup>は管直径の30倍, Patel and Head<sup>16)</sup>は管直径の50～80

倍の管長が必要であると報告している。

本節では, トリップングデバイスを用いず, 低レイノルズ数 ( $Re_{crit} \leq 1.2 \times 10^5$ ) における管路中心での高次モーメントを示し, 管内流の発達について検討する。

Fig.14に  $Re = 5 \times 10^3$  から  $6 \times 10^4$  に変化した場合の各測定位置での管路中心の乱れ強度  $Tu = [u'/U]$  の一例を示す。乱れ強度は  $Re = 3 \times 10^4$  では  $L/D=70$  以上で一定値を示しており,  $Re = 4 \times 10^4$  以上では  $L/D=45$  以上で既に一定値を示している。また,  $Re = 2 \times 10^4$  では  $L/D$  に依らず, 一定値を示さず, 大きく変動する。

Fig.15, 16にそれぞれ管路中心での歪度と偏平度を示す。歪度は  $Re > 2 \times 10^4$  では  $L/D \leq 23.44$  で  $Skew=0$

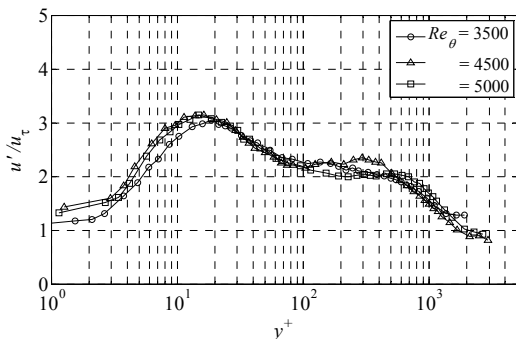


Fig.8 Turbulence intensity profiles in inner coordinates for selected Reynolds number (Flat plate)

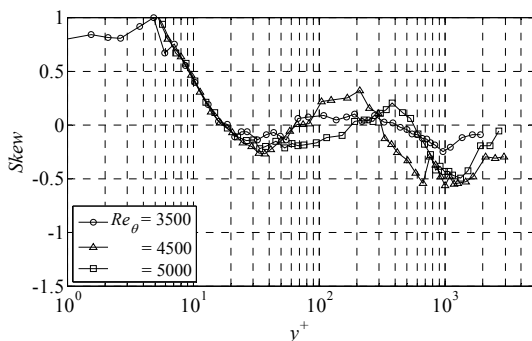


Fig.9 Skewness factor for selected Reynolds number (Flat plate)

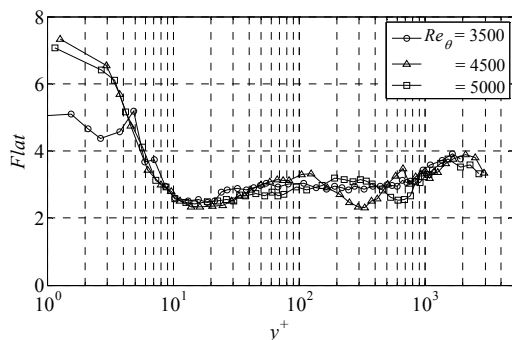


Fig.10 Flatness factor for selected Reynolds number (Flat plate)

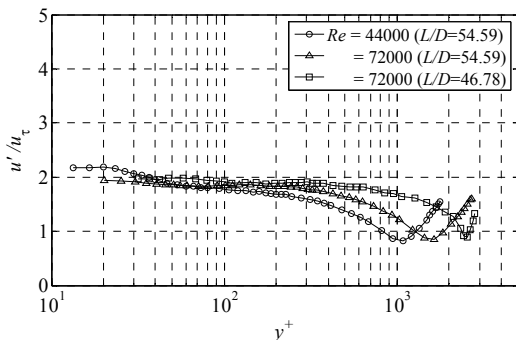


Fig.11 Turbulence intensity profiles in inner coordinates for selected Reynolds number (Circular pipe)

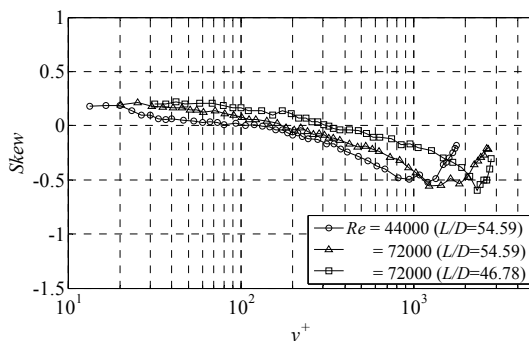


Fig.12 Skewness factor for selected Reynolds number (Circular pipe)

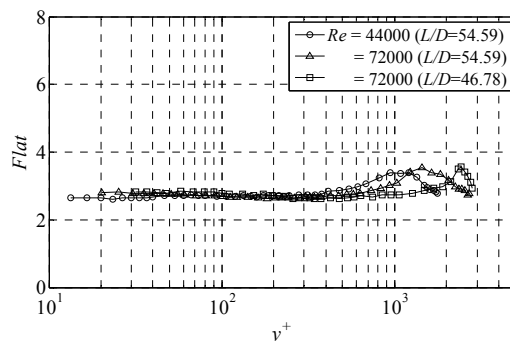


Fig.13 Flatness factor for selected Reynolds number (Circular pipe)

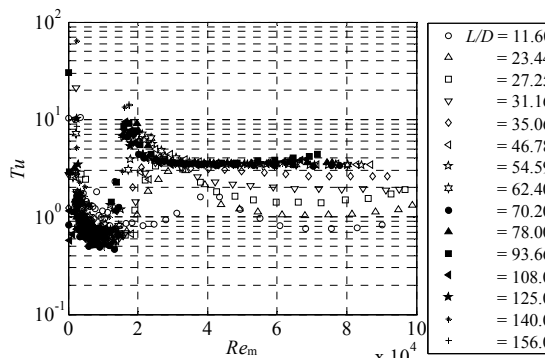
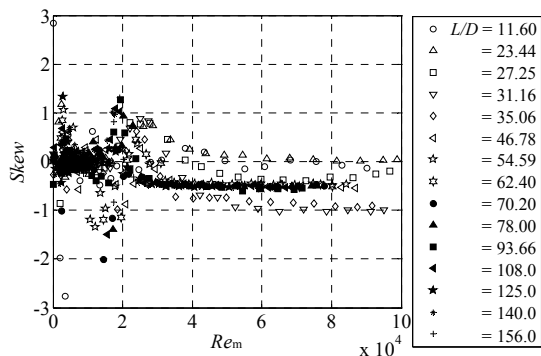
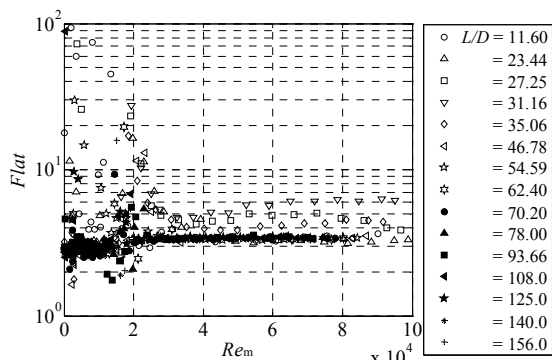


Fig. 14 Centerline velocity fluctuations for different  $L/D$

Fig. 15 Centerline skewness factor for different  $L/D$ Fig. 16 Centerline flatness factor for different  $L/D$ 

を示し、 $46.78 \leq L/D \leq 23.44$  では負の値を示す。 $L/D \geq 54.59$  では一定値  $Skew = -0.51$  を示す。また、偏平度は  $L/D$  が増加するにつれて増大し  $Flat \approx 6$  をピークに減少する。 $L/D \geq 54.59$  では一定値  $Flat = -3.5$  を示す。本実験では、 $Re \geq 4 \times 10^4$ 、 $L/D \geq 60$  で流れが完全発達乱流領域に達した。これは、Patel and Head の結果に一致する。

#### 4. 結 言

本研究では、LDA と熱線流速計により平板上の乱流境界層と管路内乱流境界層における速度分布測定した。また、管路中心での速度変動及び高次モーメントを測定した。

- (1) 壁面せん断応力を対数法則に基づいた Clauser chart により求めたが、本実験で得られた速度分布の Overlap layer は、べき乗則に従い、その係数は Zagarola and Smits が提案した値にほぼ一致した。
- (2) 管路中心の乱れ強度は  $Re \geq 4 \times 10^4$  で  $L/D$  が増加するにつれて減少し、 $L/D=45$  以上で一定値を示し、歪度と偏平度は  $L/D$  が増加するにつれて大きくなり、 $L/D \geq 54.59$  で一定値を示した。以上より、本実験では  $Re \geq 4 \times 10^4$ 、 $L/D \geq 60$  で流れが完全発達乱流領域に達した。

#### 謝 辞

本研究は、Lehrstuhl für Aerodynamik und Strömungslehre (LAS), Brandenburgische Technische Universität Cottbus, Germany で行われた。記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) Buschmann, M. H., Gad-el-Hak, M., Debate concerning the mean-velocity profile of a turbulent boundary layer, *AIAA Journal*, 41, No. 4 (2003), pp.565-572.
- 2) DeGraaff, D.B., Eaton, J.K., Reynolds number scaling of the flat plate turbulent boundary layer, *J. Fluid Mech.*, 422 (2000), pp.319-346.
- 3) Zanon, E.-S., Durst, F., Nagib, H., Evaluating the law of the wall in two-dimensional fully developed turbulent channel flows, *Physics of Fluids*, 15, No.10 (2003), pp.3079-3089.
- 4) Barenblatt, G.I., Scaling laws for fully developed turbulent shear flows, *J. Fluid Mech.*, 248 (1993), pp.513-520.
- 5) Tsuji, Y., Miyachi, K., Nakamura, I., Invariant Assumption of PDF Profile and Universal Velocity Law in Turbulent Boundary Layers, *Trans. of JSME*, 68-667B (2002-3), pp.785-792
- 6) White, F., Viscous Fluid Flow, *McGraw-Hill, Inc.*, pp.411-415
- 7) Barenblatt, G.I., Chorin, A.J., Prostokishin, V.M., Characteristic length scale of the intermediate structure in zero-pressure-gradient boundary layer flow, *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, 97 (2000), pp. 3799 3802
- 8) Wosnik, M., Castillo, L., and George, W., A Theory for Turbulent Pipe and Channel Flows, *J. Fluid Mech.*, 421 (2000), pp.115-145
- 9) Österlund, J.M., Experimental studies of zero pressure-gradient turbulent boundary layer flow, Ph.D thesis, Royal Inst. Of Technology Stockholm, 1999
- 10) Zagarola, M. V., Smits, A. J., Mean-flow scaling of turbulent pipe flow, *J. Fluid Mech.*, 373 (1997), pp.33-79
- 11) Gad-el-Hak, M., Bandyopadhyay, P.R., Reynolds number effects in wall-bounded turbulent flows, *Appl Mech Rev* 47, pp.307-365
- 12) Simpson, R.L., Chew, Y.T., Shivaprasad, B.G., The structure of a separating turbulent boundary layer. 2. Higher-order turbulence results, *J. Fluid Mech.*, 113(1981), pp.53-73
- 13) Osaka, H., Mochizuki, S., The coherent structure of a turbulent boundary layer over d-type rough surface at a low Reynolds number, *Trans. of JSME*, 52-481B (1986-9), pp.3244-325
- 14) Nikuradse, J., Gestzmassigkeiten der turbulenten strömung in glatten Röhren, *Forschg. Arb. Ing.-Wes.* 356 (1932)
- 15) Perry, A.E., and Abel, C. J., Scaling Laws for Pipe-flow Turbulence, *J. Fluid Mech.*, 67 (1975), pp.257-271
- 16) Patel, V.C., and Head, M.R., Some Observations on Skin Friction and Velocity Profiles in Fully Developed Pipe and Channel Flows, *J. Fluid Mech.*, 38 (1969), pp.181-201

# 学生による超小型人工衛星プロジェクトのための衛星地上局ソフトウェアの開発Ⅱ

浅井 文男

Development of Satellite Ground Station Softwares for Student CubeSat Project II

Fumio ASAI

学生による超小型人工衛星プロジェクトではプロジェクトサポーターによるデータの受信と提供が衛星の運用や実験に極めて重要な役割を果たしている。本研究では2006年度より科学研究費補助金の支援を得て、プロジェクトサポーターのために最適設計された衛星地上局ソフトウェアを開発・提供している。2010年度は2009年度までの研究で開発した KissTerm と NetworkDecoder の統合に向けた改良と機能強化を行い、実用性を向上させた。具体的には、KissTerm では受信データの受け渡し方法をファイルから UDP/IP 通信に変更することで、ネットワークに接続されたりリモート PC によるテレメトリデータの準リアルタイム解読を可能にした。NetworkDecoder ではサーバソフトを Kiss Mode TNC に対応させ、通信プロトコルを TCP/IP に加えて UDP/IP も選択できるようにした。これにより NetworkDecoder のサーバソフトと KissTerm のプラグインソフト(デコーダ)を組み合わせ使用することができるようになり、ユーザビリティが向上した。さらに TCP/IP 通信を選択した場合はクライアント接続制限機能も実装し、サーバソフトのセキュリティ改善を図った。今後の課題は実践的な評価である。

## 1. KissTerm の問題点

2009年度までに開発した KissTerm は2008年度までに開発した KissDecoder と NetworkDecoder の両方の利点を併せ持つソフトウェアである。すなわち、Kiss Mode TNC に対応させることで、衛星データの完全な自動受信・解読・保存を実現し、かつ、解読機能をプラグインソフト(以下、デコーダと表記)に記述することで複数の衛星への対応も実現した<sup>1)</sup>。しかし、以下のような課題が残された。

### (1) 衛星データを準リアルタイムに解読できない

KissTerm のメインソフトが受信した衛星データはメインソフトの終了時にファイルに書き出され、メインソフトによって起動されたデコーダが書き出しファイルを読み込んで解読するので、衛星データの解読結果を準リアルタイムで確認することができない。

### (2) デコーダの作成が容易でない

新たに開発された衛星が送信する衛星データを解読するためには、解読情報に基づいて作成したデコーダが必要になる。KissTerm で採用されたプラグインソフト方式は、NetworkDecoder に実装したプラグインファイル

方式よりも衛星データの解読情報が容易に記述できる利点がある。しかし、デコーダを作成するには開発環境(Visual Studio 2008 C#)とプロジェクトファイルが必要になり、テキストエディタのみで作成・対応できるプラグインファイル方式と比較すると迅速性や利便性に欠ける。

## 2. KissTerm の改良

### 2.1 準リアルタイム解読機能の実装

衛星データの準リアルタイム解読を実現する方法として NetworkDecoder で採用したクライアント・サーバ方式の利用が挙げられる。すなわち、メインソフトとデコーダにそれぞれネットワーク(TCP/IP)通信機能を実装し、メインソフトをクライアント、デコーダをサーバに対応させて、メインソフトが TNC から受信したシリアル(COMポート)データをソケットストリームに変換してデコーダに送れば、デコーダで準リアルタイムに解読結果を確認することができる。しかし、TCP/IP 通信ではクライアントとサーバの接続・切断処理が必要であり、また、メインソフトがクライアントでデコーダがサーバという役割分担は不適切である。

そこで本研究では TCP/IP 通信の代わりに UDP/IP 通信を使用する。UDP/IP 通信では TCP/IP 通信のように 100% の信頼性は保証されないが、衛星データは誤り訂正のための伝送制御を行わない AX.25 プロトコルの UI フレームを使用して送信されるので大きな問題とはならない。

.Net Framework を利用して UDP/IP 通信を実装するには UDP/IP 通信専用の UDPCClient クラスを使用することもできるが、本研究では NetworkDecoder との統合を考慮して、Socket 通信用の Socket クラスを使用する。改良後の KissTerm の動作を表すフローチャートを図 1 に示す。

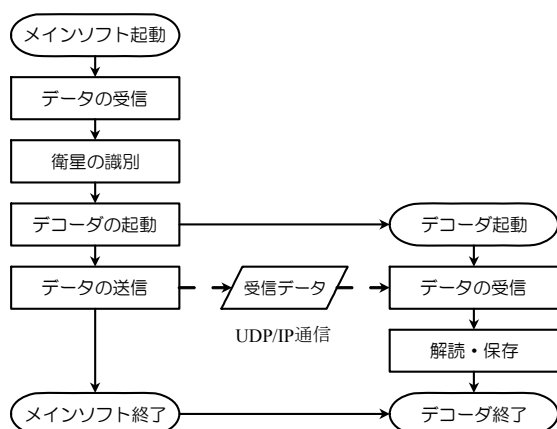


図 1 KissTerm の動作フローチャート

衛星が可視範囲に入るとメインソフトが起動し、衛星データを受信すると、受信データに含まれるアドレスデータから送信元衛星を識別し、対応するデコーダを起動する。受信データは UDP/IP 通信でメインソフトからデコーダに送信され、デコーダはテレメトリデータを解読・表示・保存する。衛星が可視範囲から出るとメインソフトはデコーダを終了させて、自らも終了する。これら一連の動作により、複数の衛星のテレメトリデータと解読結果を自動的にファイル保存・蓄積することができる。

## 2.2 オンラインアップデート機能の実装

本研究では Windows アプリケーションソフトウェアに実装されるようになったオンラインアップデート機能と同様の機能を KissTerm のメインソフトに実装する。すなわち、浅井研究室で運用する FTP サーバに新しいデコーダを登録すれば、自動的にそのデコーダ情報が KissTerm のユーザーに通知され、ダウンロードすればインストールも行われるという機能を実装する。これによりプラグインソフト方式の欠点が解消され、

KissTerm のユーザーは容易かつ迅速に新規開発衛星のテレメトリデータを解読できるようになる。

オンラインアップデート機能に使用されるプロトコルとして FTP と HTTP があるが、本研究ではアクセス制限を柔軟に設定できる FTP を採用する。.Net Framework を利用して FTP を実装するには WebClient クラスと WebRequest クラスがあるが、ファイル情報の取得もできる WebRequest クラスを採用する。KissTerm のメインソフトに実装したデコーダのオンラインアップデート機能の基本動作を図 2 に示す。

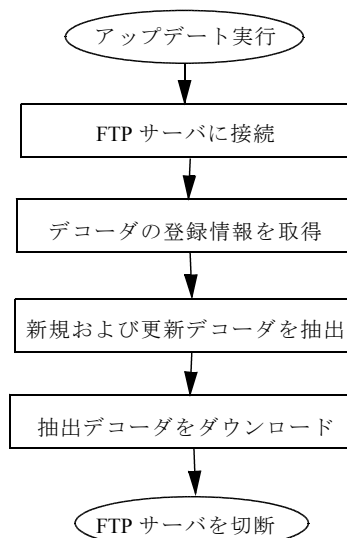


図 2 アップデートの動作フローチャート

オンラインアップデートを実行するとメインソフトは FTP サーバに接続し、サーバに登録されているデコーダ情報を取得し、ローカルディスクにファイル保存する。次に今回取得したデコーダ情報と、前回取得したデコーダ情報を比較し、サーバに新規登録されたデコーダと、タイムスタンプが更新されたデコーダをダウンロードする。ダウンロードが終了するとサーバから切断する。デコーダはレジストリ登録が不要な実行プログラムなのでインストール作業は不要である。

## 3. NetworkDecoder の問題点

2009 年度までに開発した NetworkDecoder はクライアント・サーバ型のソフトウェアなので、ネットワーク上の複数のコンピュータで同時に準リアルタイムに衛星データが解読でき、クライアントソフトに解読情報を記述したプラグインファイルを追加するだけで新規開発衛星のテレメトリデータも解読できるという特徴をもつ。しかし、以下のげるような課題が残された。

(1) サーバソフトが Kiss Mode に対応していない

KisstTermはTNCをKiss Modeに設定して使用するが、NetworkDecoderはTNCをConverse Mode(Terminal Mode)のままです使用するので互換性がない。バイナリデータの受信や自動的なデータ受信は衛星地上局用ソフトウェアには不可欠の機能なので、NetworkDecoderもKiss Modeに対応させる必要がある。そうすればNetworkDecoderのサーバソフトとKisstTermのデコーダを組み合わせて使用したり、NetworkDecoderとKisstTermを1つのソフトウェアに統合することも可能になる。

(2) サーバソフトにセキュリティ機能がない

NetworkDecoderはネットワークで接続された複数のクライアントPCで準リアルタイムに衛星データを受信することができるようにするため、サーバは任意のクライアントPCからTCP/IP接続できる仕様になっている。不正アクセスやリソースの浪費を防ぐためには許可したクライアントPCからの接続要求のみを受け入れる制限機能を実装する必要がある。しかし、NetworkDecoderのサーバソフトが使用している.Net FrameworkのTCPListenerクラスは接続制限機能をもたない。そこで、Socket通信のSocketクラスを利用する。これにより、SocketPermissionクラスが使用できるようになり、サー

バソフトにクライアント接続制限機能が実装できる。

(3) サーバソフトにUDP/IP通信機能がない

KisstTermとNetworkDecoderを併用したり、統合するためには通信プロトコルを統一しておくことが望ましい。しかし、TCP/IPとUDP/IPのどちらが適切かは衛星地上局ソフトウェアの使用目的や使用環境によって異なる。そこで、ユーザーが必要に応じて通信プロトコルを選択できるように、NetworkDecoderのサーバソフトにUDP/IP通信機能も実装する。Socketクラスを利用すればTCP/IP通信にクライアント接続制限機能を実装するとともに、UDP/IP通信機能も追加実装することは容易である。

4.NetworkDecoderの改良

4.1 Kiss Mode TNC への対応

NetworkDecoderのサーバソフトに実装されているシリアルデータ受信イベント処理関数はCOMポートから受信したシリアルデータをそのままクライアントソフトに送信している。TNCをKiss Modeにした場合、COMポートから受信したシリアルデータは図3に示すKiss変換処理によりKissフレームデータになるので、シリアルデータ受信イベント関数にKissフレームデータ解読処理(図4に示すKiss逆変換処理)を組み込めばよい。

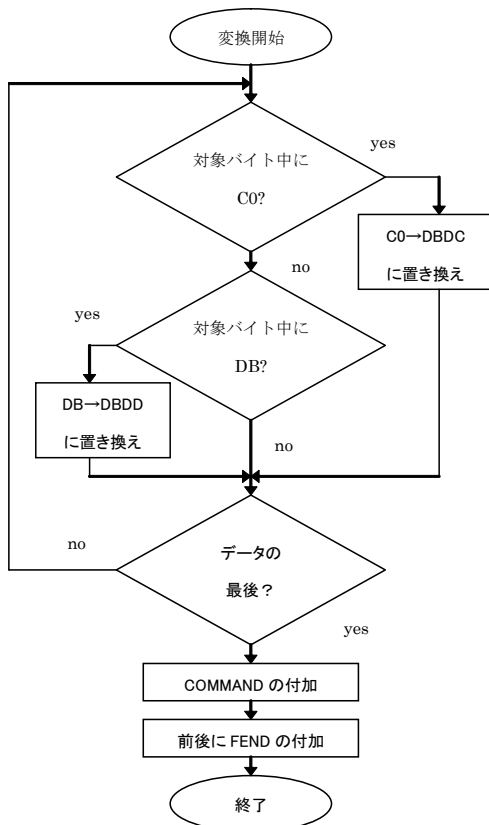


図3 Kiss変換処理

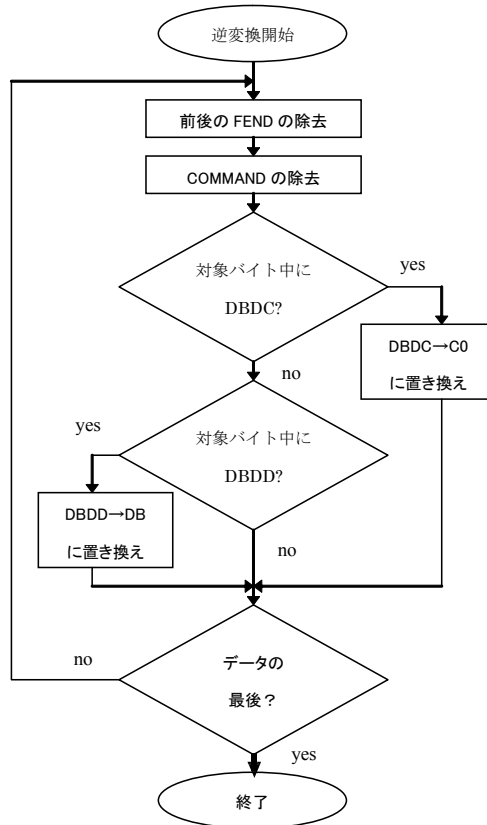


図4 Kiss逆変換処理

#### 4.2 セキュリティ機能の実装

まず最初に NetworkDecoder のサーバソフトに使用されている TCPListen クラスを Socket クラスに変更した。次に SocketPermission クラスを使用して、IP アドレスに基づくクライアント接続制限機能を実装した。具体的にはサーバに接続要求してくるクライアントの IP アドレスを調べ、図 5 に示す処理手順で以下の 3 種類のクライアント接続制限が選択できるようにした。

- (1) ローカルホスト (IP アドレス : 127.0.0.1) のみ接続可
- (2) ローカルホストとアクセスリスト (ホワイトリスト) に IP アドレスが記述されているホストのみ接続可
- (3) すべてのホストが接続可

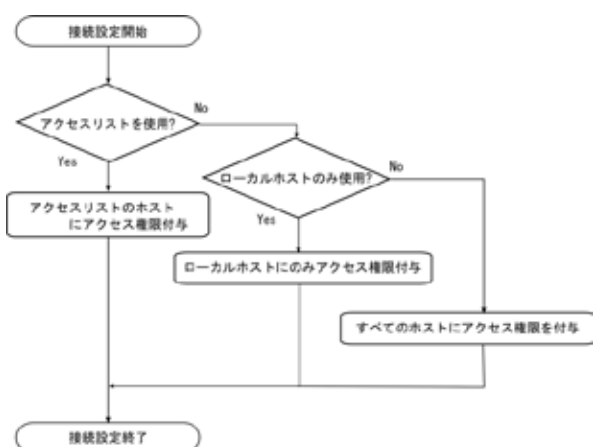


図 5 接続制限機能の動作フローチャート

#### 4.3 UDP/IP 通信機能の実装

NetworkDecoder のサーバソフトに使用されている TCPListen クラスを Socket クラスに変更したので、Socket のインスタンスを生成するとき、SocketType を Stream から Dgram へ、また、ProtocolType を Tcp から Udp に変更し、接続要求受け入れ処理と接続確立処理を削除することで、TCP/IP 通信から UDP/IP 通信に切り替えることができる。具体的にはサーバソフトの設定メニューに通信プロトコル選択タブを作成して、図 6 に示すように通信プロトコルの切り替えられるようにした。

### 5. 動作検証実験

実装した各機能の動作検証を図 7 に示す実験装置を構成して行った。衛星データには浅井研究室に設置した地上局設備で受信・録音し、Windows Media ファイルに保存しておいた東京大学 CubeSat/XI-V と日本大学 CubeSat/SEEDS II のパケットデータを使用した。実験の結果、KissTerm のメインソフトとデコーダの連係動作、NetworkDecoder のサーバソフトとデコーダの連係

動作、デコーダアップデート機能、クライアント接続制限機能のいずれについても設計通りに動作することを確認した。

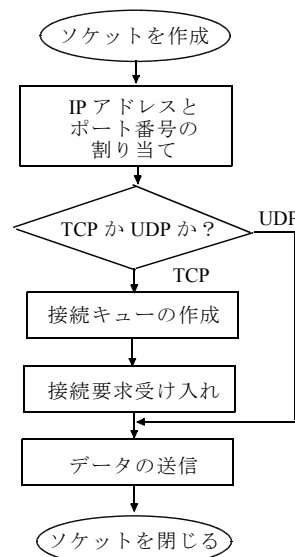


図 6 TCP/UDP 通信の動作フローチャート

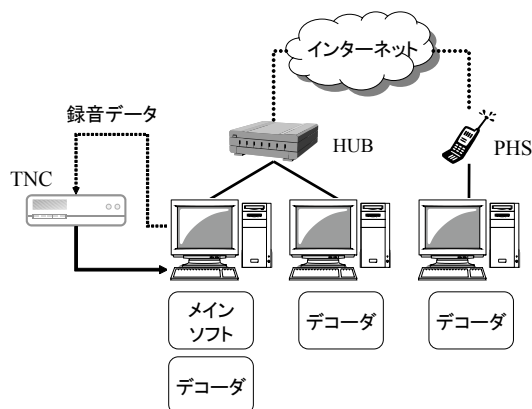


図 7 動作検証実験装置の構成

### 謝 辞

本研究は平成 18 年度科学研究費補助金 (課題番号 16500570)、平成 19-20 年度科学研究費補助金 (課題番号 19500772) および平成 21-22 年度科学研究費補助金 (課題番号 21500854) の支援を受けた。また、ソフトウェアの開発には上島佳佑, 大上一貴, 阪口紘生, 山本彩織の各氏の協力を得た。これらの支援と協力に感謝します。

### 参考文献

- 1) 浅井文男, 学生による超小型人工衛星プロジェクトのための衛星地上局ソフトウェアの開発, 奈良工業高等専門学校研究紀要, Vol.46, pp.19-24, (2011).

# 新入生校内オリエンテーションの試行

## ～低学年からの交通ルール遵守に向けた意識付けの取組～

松尾 賢一・西野 悟・酒井 史敏・大谷 真弘・小柴 孝

Trial of freshman Orientation on College of Technology

Ken'ichi Matsuo , Satoru Nishino , Fumitoshi Sakai , Masahiro Ohtani and Takashi Koshiha

近年の学生に見られる一般常識の欠如や交通マナー遵守などの規範意識の低下によって引き起こされる学生による様々な問題や事故が学内外で頻繁に発生している。この問題を解決する一つの方策として、平成 22 年度から交通マナーの向上や交通ルール遵守に向けた意識付けの取組を学生委員会主導で実施している。この取組内容をより一層推進するため、平成 23 年度から新入生オリエンテーションを校内で開催することによって、実施会場までの移動時間削減した分を学内におけるルールや交通マナーの意識を向上させる研修内容の充実にあてたオリエンテーション内容に改定した。

本論文では、この新入生校内オリエンテーションの試行実施までの経緯と具体的なオリエンテーション実施内容について述べるとともに、校内での新入生オリエンテーション実施の効果と今後の課題について言及する。

### 1. はじめに

近年の学生に見られる一般常識の欠如や交通マナー遵守などの規範意識の低下によって引き起こされる学生による様々な問題や事故が学内外で頻繁に発生している。

この問題を解決する一つの方策として、平成 22 年度から交通マナーの向上や交通ルール遵守に向けた意識付けの取組を学生委員会主導で実施している [1]。本校では、これまでに入学当初の 1 年生に対してより良い高専生活を過ごさせるために、新入生オリエンテーションを実施してきた。

この新入生オリエンテーションは、充実した学生生活を過ごすために必要な学内での予備知識を研修形式で理解させるとともに、クラス内での友人関係を育む機会を新入生に提供してきた。先に述べた学生の交通マナーの向上や交通ルール遵守に向けた意識付けは、入学当初の早期に実施することが望ましく、まさしくこの新入生オリエンテーションがその役目を担ってきた。

これまで新入生オリエンテーションは校外で実施してきたが、実施場所の予約確保の困難さや利用料金の高さ等について学生委員会内で度々検討がなされた。その後、低価格な場所での実施に変更するも場所が遠方となり、

オリエンテーション全体の移動時間が占める割合が多くなり、研修内容を削減せざるを得なくなる状況となった。そこで、校外から校内に新入生オリエンテーション実施場所を変更することで実施場所までに移動時間を削減し、削減した時間を低学年から学内におけるルールや交通マナーの意識を向上させる研修や健康診断の時間に充て、先で述べた問題解決を図るために平成 23 年度においては、校内での新入生オリエンテーションを試行することにした。

本論文では、この新入生校内オリエンテーションの試行実施までの経緯と具体的なオリエンテーション実施内容について述べるとともに、校内でのオリエンテーション実施の効果と今後の課題について言及する。

### 2. 新入生校外オリエンテーション

これまでの新入生オリエンテーションは、校外で宿泊を伴う形式での実施であった。平成 20 年度までは、本校からほど近い、「信貴山玉蔵院」で実施されており、教務・学生・情報メディア関連の研修とクラスメイトとの連帯感・親密感を育成するイベントを開催していた。

学生のアンケートからも「楽しかった」、「友達をつく

ることができた」との意見が多いが、研修内容については、「学校でできるのでは」、「授業のようだ」との意見も数件あった[2]。

これに対して、実施場所と本校との移動は短距離であったが、実施場所「信貴山玉蔵院」の利用料金の高さや予約日設定の困難さをクリアするために、平成21年度より実施場所を「国立曽爾青少年の家」に変更した。

平成22年度は、平成22年4月9日(金)、10日(土)の二日間で実施された。従来までのオリエンテーションは、前年度を引き継いだ内容やタイムスケジュールで実施されている。遠方での実施場所におけるオリエンテーションのタイムスケジュール例として、平成22年度のオリエンテーションのタイムスケジュールの概略を表1に示す。

表1 従来のオリエンテーションのタイムスケジュール

1日目	イベント内容
8:30	登校
9:00	学年共通試験
12:10～12:55	昼食・更衣
13:10	バス乗車
15:30	現地到着
16:00～17:00	周辺散策, 身支度, 現地イベント
17:00	夕食・入浴
19:30	HR
22:00	就寝・消灯
2日目	イベント内容
6:00～7:45	起床, 身支度, 現地イベント
7:45～9:00	朝食
9:00～10:00	校長, 主事挨拶, 研修(40分)
10:00～11:40	フォトテレーリング or ハイキング
11:40～12:55	昼食
13:00	退所
16:00	本校到着, 下校

従来の校外新入生オリエンテーションでは、宿泊場所と日程確保が非常に困難であった。特に、平成22年度においては、2日目が休日にもかかわらず実施となった。これは、年間スケジュールが確定しきれない時期の前年度10月頃に会場を予約することが大きな理由である。

それ以外の問題として、近隣にオリエンテーションを実施できる適所が本校周辺にないため、遠方の施設でオリエンテーションを実施することで、長時間の移動による学生の体調不良、施設や提供される食事に対するアレルギーや体質の変化等の問題に対して、事前の対応が必要であった。さらに、消灯後に深夜近くまで談笑する学生がおり、寝不足により翌日の研修で居眠りしている学生も見受けられる。これ以外に、上記で述べた研修時間

以外の指導においても、主事、主事補、委員各位が常に対応する必要があり、長時間の指導と労力が必要であった。

研修自体は、表1内の下線部に示すように、「学生生活のしおり」を片手に、口頭による学生生活関係の説明が行われるのみで、それ以降に仲間づくりのイベント(HR、フォトテレーリング)が約1時間半実施されオリエンテーション内のイベントが終了する。

### 3. 新入生オリエンテーション内容の改定

これまで校外で実施してきた新入生オリエンテーションを、平成23年度においては校内で試行した。本章では、試行にむけた立案、計画案、実施までの経緯について述べる。

#### 3.1 校内新入生オリエンテーション立案までの経緯

##### 3.1.1 第1回目打ち合わせ

平成23年度新入生オリエンテーションについては、夏季休業前の学生委員会の主事・主事補の打ち合わせの席で議題の一つとして、提案された。この段階では、従来までの新入生オリエンテーションに準じた形式で実施するか否かの議論となった。この中で、従来までの新入生オリエンテーションの実施内容や実施時期について議論が交わされ、校外での実施や宿泊の必要性、移動時間の問題、新入生へのレクチャーする内容に関する意見が交わされた。

この段階で、校内で新入生オリエンテーションを実施するメリットの方が大きいことも考えられることから、次の打ち合わせで校内実施案を検討することになった。

##### 3.1.2 第2回打ち合わせ

夏季休業終了前の打ち合わせで前回の議論を踏まえ、新入生オリエンテーションの形式変更の提案がなされた。特に、変更で得られるメリットとして、

- ① 実際の学生生活の場での研修の方が、効果的な学生指導効果が得られる。(服装、自転車置き場、交差点等の現場を見ながらの研修)
- ② 春期休業中に変更可能であれば、入学式までに本校学生としての自覚と誇りを早期に定着させることが可能と考えられる。
- ③ 宿泊場所の移動時間が短縮できる(信貴山玉蔵院や他の近隣施設での研修場所の変更も考慮)

が意見としてあげられた。

次に、校外新入生オリエンテーションの目的について再確認を行った。目的は、従来まで以下の3つの目的

- I 研修を通じて友達を作り，お互いの親睦をはかる
- II 奈良高専の学生としての自覚と誇りを持つ
- III 集団生活を通じて協力の精神をつちかう

を掲げていた。

この目的を見る限り，校外でかつ宿泊を伴う必要性はなく，校内でも十分目的を達成できるとの認識に至った。

しかしながら，IIIの目的については，宿泊がその目的を達成する上で必要であることも予測されることから，IIIの目的を重視するならば，卒業旅行，工場見学実施時期に，一泊二日形式での学外実習の実施もこれ以降で議論することになった。

また，新入生オリエンテーションの実施時期については，現段階で

- ① 春期休業中
- ② 従来の日程で1日目に共通テスト終了後，学内で研修。2日目に各学年共通のハイキング（1年は，本校周辺の校外学習）

の意見が出され，両時期での実施の実現性も含めて引き続き議論することになった。

### 3.1.3 平成22年度9月学生委員会

第2回の打ち合わせ内容を踏まえ，現実的に実現可能な範囲でこれまでの新入生オリエンテーション変更案を検討した。

その結果，「校外一泊二日形式」を「学内及び校外学習形式」に新入生オリエンテーションの変更する基本方針を学生委員会で提案した。

この提案内容に対して委員からの意見聴取を行うとともに，各学科においても提案に対する意見を取りまとめでいただき，その意見を反映した変更案を10月の委員会で再提案することになった。

### 3.1.4 平成22年度10月学生委員会

各学科からの意見聴取の結果，賛成意見が多数であった。よって，平成23年度の新入生オリエンテーションは，これまでの「校外一泊二日形式」を「学内及び校外学習形式」で実施する方向で計画を推進する方針を打ち出した。この方針案に対して，学科から意見で，指導内容の充実や的を絞った効果的な指導や仲間づくりの面から見た宿泊形式のメリット等の検討について要望が出された。

### 3.1.5 平成22年度1月学生委員会

10月の学生委員会の議論を参考にし，オリエンテーション内容の試案を提示した。試案において，タイムスケジュールについては，未定の状態ながら，1年生の春

季ハイキングの実施，校外学習として，高専周辺散策，交通指導の研修においてテスト実施後に許可書を発行，健康診断の一部実施等が検討された。

### 3.1.6 平成22年度2月学生委員会

1月の委員会の試案をベースにより実務的な案として具体化した。具体化するにあたって，1泊に代わる交流イベントの代替えとして校外学習を計画（民博），テスト，許可書の発行を通学許可シールに変更，情報メディア関係のリテラシー（70分）の中でネットワーク関係の説明を省く等，タイムスケジュールと連動させながら研修内容の見直しや再検討を実施した。

## 4. 実施内容

### 4.1 学級担任との事前打ち合わせ

平成23年3月24日（木）第一会議室にて新1年生学級担任との事前打ち合わせを実施した。出席者は，教務主事，学生主事，学生主事補，新1年生学級担任である。

この事前打ち合わせで，

- 学生生活にまつわる指導方針の検討
- 自転車通学届
- 学生への指導事項
- 新入生オリエンテーション案
- 定期健康診断

等について打ち合わせをした。

この時点で，オリエンテーションのタイムテーブル全般と健康診断の一部の実施を盛り込んだ新入生校内オリエンテーション最終スケジュール（付録1）が確認された。

### 4.2 学生生活全般の研修（1日目）

#### 4.2.1 学生生活全般の研修

最初に，研修概要のプリントを配布（以下の内容が記してある学生生活のしおりのページ数も明記している）し，それに基づき25分間で以下の内容についてスライド講義を実施した。

主な講義内容は，

- 学生とは
- 学生委員会，学生係の役割
- 学校生活に関すること
- 盗難予防
- 自転車通学
- 運転免許取得
- 日常生活
- 願い出・届出，証明書

- クラブ活動
- 学生表彰
- 懲戒処分

となっており、本校で学生として生活するうえでのルールや手続きについて説明した。

#### 4.2.2 一般常識に関する研修

次に、学生生活に必要な一般常識の研修を20分間スライド講義として実施した。講義内容として、

- なぜ学ぶのか？
- 遅刻、欠席、寝るという行為は？
- あいさつ
- 約束をまもろう！！
- ホウレンソウを知ろう！！
- 個性とは？
- ゴみの処理
- 貴重品について
- 携帯電話の使用

について説明し、学生としての本分と自覚を促し、自律した学生生活を過ごすための一般常識について説明した。

#### 4.2.3 交通安全・通学マナーの研修

この研修では、自転車、歩行者の違い、交通ルールの順守、安全運転、賠償責任、自転車保険等について、30分程度のスライド講義を実施した。

主な講義内容は、

- 交通ルールの厳守
- 自転車＝軽車両
- 歩道の通行→歩行者優先
- 安全ルール、安全確認
- 事故の責任（刑事・民事上の責任）
- 自転車に関する保険

である。

#### 4.2.4 施設見学

昼食前に、一つは学寮周辺、もう一つは生協食堂を各クラス単位で施設見学した。学寮では、日常立ち入ることができない寮内を見学し、これ以降自宅通学生は立入が禁止されていることを確認させる。また、生協については、生協の役割と購買部および食堂部の場所、食堂の利用方法について確認させる。施設見学は、1日目は、MEが生協見学、S I Cが学寮の見学で、翌日はクラスを入れ替えて実施する。（翌日は雨天のため中止とした）

#### 4.2.5 交通指導実地講習

平成23年度の新入生オリエンテーションで新たに企画した講習である。昼食終了後、13:00から各クラスルーム（電気工学科のみ電気工学科棟 電気基礎実験室）にて専門学科の主任による挨拶および学科紹介を行っていただき、その後、各クラスを2グループに分かれ、1グループは、主任と各専門学科の学生委員と共に、専門学科棟とその設備等の見学に向かう。残りのグループは、担任と一般教科の学生委員、主事、主事をと共に、ゴミ集積場を経由して、駐輪場を確認しながら、時間差を作り校門から校外に移動する。その後、大和中央道付近まで自転車通学経路の確認と自転車による通学時の走行方法と交通ルールを現場にて確認する。各注意ポイント（付録2）では、主事、主事補がグループごとに説明にあたる。

50分の見学時間でグループ同士が入れ替わり、同様の内容を繰り返す。その後、教室にクラス全員を集ませ、15:00からクラスルームにて、各自の研修内容の理解度をテスト形式で確認する。このテストを受験した後に、自転車通学許可シールを発行する。このシールの自転車への貼付についても講習内で説明を終えている。

#### 4.3 学生生活全般の研修（2日目）

##### 4.3.1 教務関係、学生相談室、保健室、情報リテラシ講演

二日目も初日同様に8:30に登校、9:00から各クラスルームにてホームルームを実施、そして、9:30から学生生活全般の研修として、教務委員会関係の説明、学生相談室および保健室からの説明、最後に、情報リテラシ講演を11:30まで2時間実施した。

教務委員会関係では、教務主事の挨拶で始まり、約1時間をかけて、教務関係の説明を学生主事補がスライドによって説明をいただいた。

学生相談室および保健室からは、学生相談室長が学生生活での悩みや相談およびハラスメントについて、看護師から保健室の案内、学生の健康管理について説明をいただき、最後の1時間で、情報メディア教育副センター長による情報リテラシ講演を実施した。

##### 4.1.2 健康診断

昼食後、閉会式までの間に新入生に対する健康診断項目の内、検尿検査、内科検診、心電図検査、胸部X線検査、聴力検査、視力検査を実施した。これにより、新入生についての診断項目は、眼科検診、歯科検診を後日実施するのみとなった。

### 4.3.3 春季ハイキングの実施

従来は、春季ハイキングの裏側で校外新入生オリエンテーションを実施していたが、宿泊を伴わない平成23年度の新入生オリエンテーションで欠落すると指摘されていた新入生同士の連帯感、親密度を育む代替えの役割として、他の学年同様に春季ハイキングを組み入れることにした。すでに新入生オリエンテーションが終了してから2週間が経っており、1年生の春季ハイキングに同行し視察した限りにおいては、すでに友人関係も構築されており、事前に指摘されていた新入生同士の連帯感、親密度の欠落は見られなかった。

## 5. 総評

特に大きなトラブルもなく無事新入生校内オリエンテーションを終了することができた。スケジュールについてもほぼ時間通りに進行することができた。

実施した内容については、今後来年度に向けて改善する必要があると考えられる。特に改善については、新入生オリエンテーション終了後に、学生委員会と担任の先生方との反省会で出された意見を基に実施していく予定である。

反省会で出された代表的な意見として、

- 新入生に対して学級経営に関する話ができなかったことや、HRの時間が短いため伝達事項のみしか話すことができなかった。
- 健康診断でどのように学生を引率すればよいかわからない
- スケジュールが担任にとってハードである
- 弁当による昼食は良好だった
- 入学して間もないので、新入生がリラックスできる雰囲気の内容にして欲しい。
- 転車経路の引率が二往復にならないに工夫して欲しい。

等があった。

校内オリエンテーション以降の登下校指導において昨年度と大きな変化が見られたのが、新入生の通学状況である。

まず、図1に示す平成23年度5月から7月までの登下校時の累積違反件数[1]を見ると、まだ本校に慣れていないこともあるが、1年生だけが全体的に違反件数が少ない。特に、雨天時には、雨具の装着やバス通学者の数が他の学年と比べて多いことが見て取れる。実際に、自転車で通勤している教職員からも1年生の交通マナーがよいとの意見も頂戴していることから、少なからず校内新入生オリエンテーションによる交通教育が少なからず効果があったといえる。

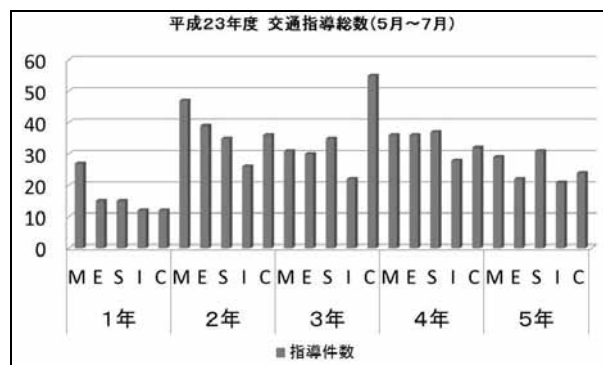


図1 登下校時の累積指導件数（平成23年5月～7月）

## 6. おわりに

本論文では、この新入生校内オリエンテーション試行実施までの経緯と具体的なオリエンテーションの実施内容、ならびに、校内オリエンテーション実施の効果と今後の課題について言及した。

「宿泊を伴わないと新入生間の親睦が深まらないのではないか」との事前の指摘がある中、平成23年度新入生校内オリエンテーションを試行した。

結果として、オリエンテーション自体はスケジュール通り無事終了することができたが、初めての試みであったため、関係各位には多大なるご負担やご迷惑をお掛けした点が多々見られた。しかしながら、校内での実施により充実した研修を実現することができ、緊張が解けない時期に新入生に、精神的、体力的に負担をかけずにオリエンテーションを実施できたことは非常に有用であったと筆者らは結論付けている。これに加えて、健康診断の大半をオリエンテーションで終了させることができ、授業に慣れていない新入生の授業割愛を少しでも減少させた点も利点であったといえる。また、オリエンテーション以降の1年生の交通マナーの意識や通学姿勢を見る限り、これまでの学生と比べて高いルール遵法意識を身に付けさせることができたと自負している。

今後は、反省会等で頂いた意見や次年度のオリエンテーションの形式について各学科からの意見を参考にしながら、オリエンテーション内容の改善と研修内容充実を図っていきたい。

## 参考資料・文献

- [1] 松尾賢一，大谷真弘，西野悟，小柴孝：“学生の交通意識向上にむけた取組とその効果～重点指導による「ながら運転」の撲滅を目指して～”，平成23年度 全国高専教育フォーラム 教育研究活動発表概要集，pp.23-24，(2011)

[2] 奈良工業高等専門学校：“自己点検・評価報告書”，  
(2009)

### 謝 辞

平成22年度校内オリエンテーション実施におきまして、各方面からのご協力をいただきました。

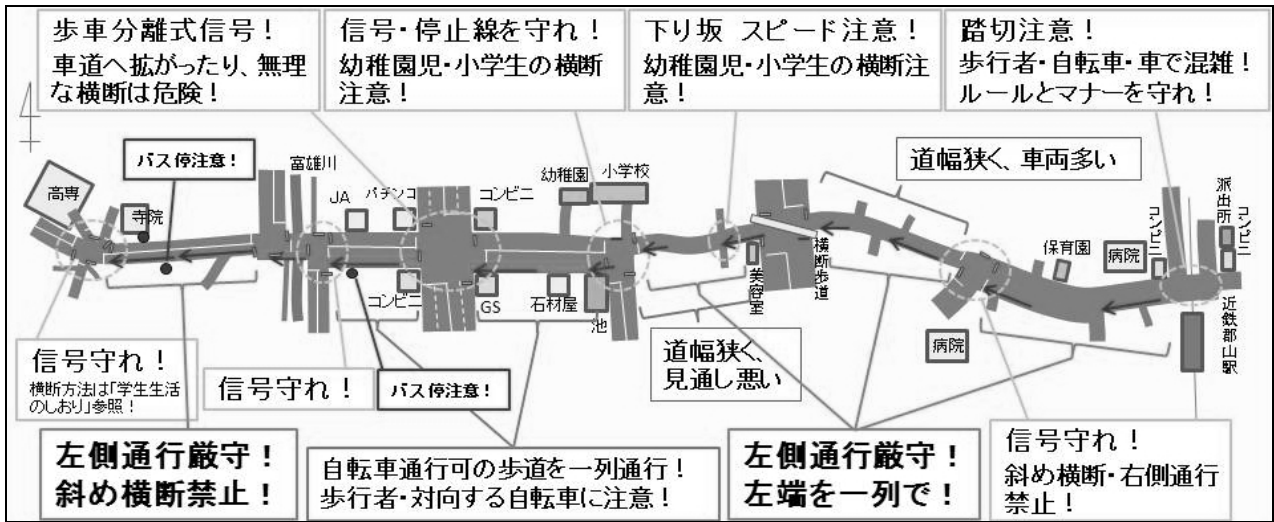
教務関係の説明では、ご挨拶いただきました教務主事の電気工学科 中村先生、研修を担当いただきました教務主事補の電子制御工学科 西田先生、学生相談室の説

明では、一般教科 桐川先生、保健室の説明では、学生係 看護師の篠畑氏、情報リテラシ講演では、情報メディア教育副センター長の情報工学科 山口賢一先生、各学科の紹介、誘導等でお世話になりました各専門学科主任の先生方、また、オリエンテーション全般をサポートしていただきました学生委員会の先生方、ならびに、学生係職員各位には、深く感謝いたします。最後に、日常での新生生の指導ならびにオリエンテーション全般を支えていただきました1年生担任であります、谷口、荒金、大矢、片山、亀井各先生に、深く感謝いたします。

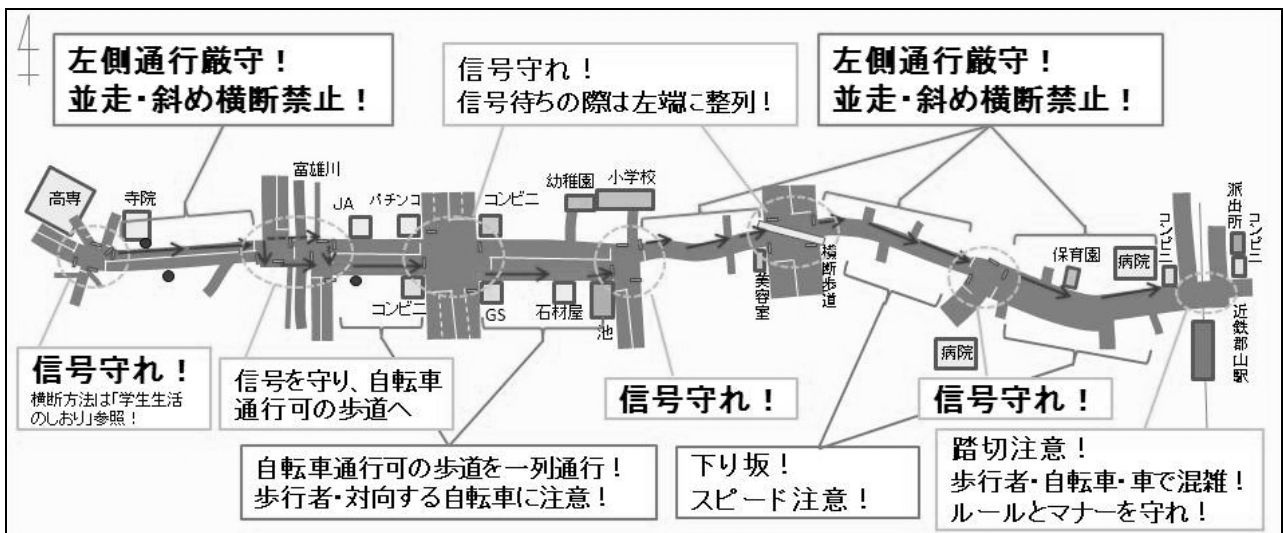
### 付録1 新入生校内オリエンテーションタイムスケジュール

1日目：4月7日（木）		
時間	内容	場所
8:30～8:50	登校、教室集合、出席確認	各クラスルーム
9:00～9:45	ホームルーム、コミュニケーションタイム	
9:50	新入生オリエンテーション開会式	大視聴覚室
10:00	学生委員会関係の説明	
10:30	入学後の学生生活に必要なレクチャー	
11:00	交通安全・通学マナーについて	
11:30	施設見学 ME：生協見学 SIC：学寮見学	生協、学寮
12:00～13:00	昼食・休憩	各クラスルーム
13:00～13:20	学科主任からの挨拶、学科紹介	
13:20～14:10	(各クラスを2グループに分ける。各50分)	①学校周辺の通学経路 ②クラスルーム、専門学科棟
14:10～15:00	①交通指導実地講習・自転車経路の確認 ②学科紹介・校内、学科棟見学等	
15:00	交通安全理解度チェック、自転車許可シール発行	各クラスルーム
15:30	ホームルーム終了後、下校	
2日目：4月8日（金）		
時間	内容	場所
8:30-8:50	登校、教室集合、出席確認、検尿提出	各クラスルーム
9:00	ホームルーム	
9:30	教務委員会関係の説明	大視聴覚室
10:30	学生相談室、保健室からの説明	
11:00	情報メディア教育センター関係の説明	
11:30	施設見学 ME：学寮見学 SIC：生協見学	生協、学寮
12:00～13:00	昼食・休憩	各クラスルーム
13:00～15:30	健康診断 内科・心電図・胸部X線・聴力検査・視力検査（1Cのみ）	合同教室、選択教室3 大会議室他
15:30	閉会式	大視聴覚室
	ホームルーム終了後、下校	各クラスルーム

付録2 自転車通学時における注意ポイント



(a) 登校時の注意ポイントマップ



(b) 下校時の注意ポイントマップ



## 双対半ドモルガン代数のシーケントによる形式化

荒金 憲一

Sequential formulations for dual semi-De Morgan algebras

Kenichi ARAGANE

最小元 0 と最大元 1 をもつ分配束 (bounded distributive lattice (BDL) :  $F1 \sim F7^\circ$  を満たす) で 3 重否定律 ( $F8, F8^\circ$  つまり  $\neg\neg\neg x = \neg x$ ) と半ド・モルガン律 ( $F9, F9^\circ$ ) と 0, 1 についての性質 ( $F10, F10^\circ$ ) を満たす代数系が [7] で定義されている双対半ド・モルガン代数 (dual semi-De Morgan algebra (DSDMA) : [2] の  $\tilde{\mathbf{MP}}^{\tilde{P}}$  と  $\tilde{\mathbf{MP}}$  の間にある) である。つまり半ド・モルガン代数 ([5]) と双対な代数系である。本論文では、双対半ド・モルガン代数で成り立つ性質を調べる。そして双対半ド・モルガン代数と演繹的に同値な、G.Gentzen の方法 ([6]) でのシーケント (式) による形式的体系 GSDMA を考える。

### §1 ワード

[3], [4], [5] と同様にワードを定義する。

[ 定義 1 ] (ワードの定義)

- (1) 定数 0, 1 はワードである。
- (2) 変数  $p_1, p_2, \dots, p_n, \dots$  はワードである。
- (3)  $x$  と  $y$  がワードのとき  $x \wedge y, x \vee y, \neg x$  はワードである。
- (4) 以上の (1), (2), (3) によって構成された記号列のみがワードである。

ワード全体の集合を  $A$  とし、2 項演算  $\vee, \wedge$  と 1 項演算  $\neg$  をもつ代数系  $\mathbf{A} = (A; 0, 1, \vee, \wedge, \neg)$  を考える。

### §2 双対半ド・モルガン代数 (DSDMA)

[ 定義 2 ] (DSDMA の定義)

$A$  の任意の元  $x, y, z$  に対して、次の  $F1 \sim F10^\circ$  が成り立つとき、代数系  $\mathbf{A}$  を双対半ド・モルガン代数 (DSDMA) とよぶ ([7])。

$F1 \quad x \wedge 0 = 0$	$F1^\circ \quad x \vee 1 = 1$
$F2 \quad x \wedge 1 = x$	$F2^\circ \quad x \vee 0 = x$
$F3 \quad x \wedge x = x$	$F3^\circ \quad x \vee x = x$
$F4 \quad x \wedge y = y \wedge x$	$F4^\circ \quad x \vee y = y \vee x$
$F5 \quad (x \wedge y) \wedge z = x \wedge (y \wedge z)$	$F5^\circ \quad (x \vee y) \vee z = x \vee (y \vee z)$
$F6 \quad x \wedge (x \vee y) = x$	$F6^\circ \quad x \vee (x \wedge y) = x$
$F7 \quad x \wedge (y \vee z) = (x \wedge y) \vee (x \wedge z)$	$F7^\circ \quad x \vee (y \wedge z) = (x \vee y) \wedge (x \vee z)$
$F8 \quad \neg x \wedge \neg\neg\neg x = \neg x$	$F8^\circ \quad \neg x \vee \neg\neg\neg x = \neg x$
$F9 \quad \neg(x \wedge y) = \neg x \vee \neg y$	$F9^\circ \quad \neg\neg(x \vee y) = \neg\neg x \vee \neg\neg y$
$F10 \quad \neg 0 = 1$	$F10^\circ \quad \neg 1 = 0$

## [ 定義 3 ] (不等式の定義)

$x, y$  を  $A$  の任意の元とする.  $x \wedge y = x$  が成り立つとき,  $x \leq y$  と書く.

[1], [3], [4], [5] と同様にして, 次の定理が成り立つ.

[ 定理 1 ] 代数系  $\mathbf{A}$  が 双対半ド・モルガン代数 (DSDMA) であり (つまり  $F1 \sim F10^\circ$  が成り立つ), かつ定義 3 により  $x \leq y$  が定義される  $\iff A$  の任意の元  $x, y, z$  に対して  $\mathbf{A}$  で次の  $T1 \sim T12^\circ$  が成り立つ.

$T1 \quad x \leq x$ $T2 \quad x \leq y, y \leq x \iff x = y$ $T3 \quad x \leq y, y \leq z \implies x \leq z$ $T4 \quad x \leq y \iff x \vee y = y$ $T5 \quad 0 \leq x$ $T6 \quad x \wedge y \leq x, x \wedge y \leq y$ $T7 \quad z \leq x, z \leq y \implies z \leq x \wedge y$ $T8 \quad x \wedge (y \vee z) \leq (x \wedge y) \vee (x \wedge z)$ $T9 \quad x \leq y \implies \neg y \leq \neg x$ $T10 \quad \neg x \leq \neg \neg \neg x$ $T11 \quad \neg(x \wedge y) \leq \neg x \vee \neg y$ $T12 \quad \neg 1 \leq x$	$T5^\circ \quad x \leq 1$ $T6^\circ \quad x \leq x \vee y, y \leq x \vee y$ $T7^\circ \quad x \leq z, y \leq z \implies x \vee y \leq z$ $T8^\circ \quad (x \vee y) \wedge (x \vee z) \leq x \vee (y \wedge z)$ $T10^\circ \quad \neg \neg \neg x \leq \neg x$ $T11^\circ \quad \neg \neg(x \vee y) \leq \neg \neg x \vee \neg \neg y$ $T12^\circ \quad x \leq \neg 0$
---	--

(証明)

$\implies$  :

$T1 \sim T8^\circ$  と  $T12$  は [3] の定理 1 の証明と同じである.  $T10$  と  $T10^\circ$  と  $T12^\circ$  は [5] の定理 1 の証明と同じである.

$T9$ :  $x \leq y$  とすると定義 3 より  $x \wedge y = x$ . この両辺に否定をとると  $F9$  から  $\neg x \vee \neg y = \neg x$  で  $F4^\circ$  と  $T4$  から  $\neg y \leq \neg x$  が成り立つ.

$T11$ :  $F9$  と  $T2$  から成り立つ.

$T11^\circ$ :  $F9^\circ$  と  $T2$  から成り立つ.

$\impliedby$  :

定義 3 により  $x \leq y$  が定義されることと  $F1 \sim F7^\circ$  と  $F10^\circ$  は [3] の定理 1 の証明と同じである.  $F8$  と  $F8^\circ$  と  $F10$  は [5] の定理 1 の証明と同じである.

$F9$ :  $T6$  で  $T9$  を使うと  $\neg x \leq \neg(x \wedge y)$ ,  $\neg y \leq \neg(x \wedge y)$ . これらに  $T7^\circ$  を使うと  $\neg x \vee \neg y \leq \neg(x \wedge y)$ . これと  $T11$  に  $T2$  を使って  $\neg(x \wedge y) = \neg x \vee \neg y$  が成り立つ.

$F9^\circ$ :  $T6^\circ$  で  $T9$  を 2 回使うと  $\neg \neg x \leq \neg \neg(x \vee y)$ ,  $\neg \neg y \leq \neg \neg(x \vee y)$ . これらに  $T7^\circ$  を使うと  $\neg \neg x \vee \neg \neg y \leq \neg \neg(x \vee y)$ . これと  $T11^\circ$  に  $T2$  を使って  $\neg \neg(x \vee y) = \neg \neg x \vee \neg \neg y$  が成り立つ.

(証明終)

次の (1), (2), (3) は [5] の注意 1 と同じであり, (1)°, (2)°, (3)° が双対的に成り立つ.

[ 注意 1 ] 束 ( $T1 \sim T4$  と  $T6 \sim T7^\circ$  が成り立つ) において, 次のことが成り立つ.

$$(1) [T10(\neg x \leq \neg \neg \neg x) \text{ かつ } (x \leq \neg y \implies \neg \neg y \leq \neg x)] \iff (x \leq \neg \neg y \implies \neg y \leq \neg x)$$

$$(2) \neg(x \vee y) \leq \neg x \wedge \neg y \iff T9(x \leq y \implies \neg y \leq \neg x)$$

$$(3) \neg \neg(x \wedge y) \leq \neg \neg x \wedge \neg \neg y \iff (x \leq y \implies \neg \neg x \leq \neg \neg y)$$

$$(1)^\circ [T10^\circ(\neg \neg \neg x \leq \neg x) \text{ かつ } (\neg x \leq y \implies \neg y \leq \neg \neg x)] \iff (\neg \neg x \leq y \implies \neg y \leq \neg x)$$

$$(2)^\circ \neg x \vee \neg y \leq \neg(x \wedge y) \iff T9(x \leq y \implies \neg y \leq \neg x)$$

$$(3)^\circ \neg \neg x \vee \neg \neg y \leq \neg \neg(x \vee y) \iff (x \leq y \implies \neg \neg x \leq \neg \neg y)$$

(証明)

(1)<sup>°</sup> :  $\implies$  :  $\neg\neg x \leq y$  とすると仮定から  $\neg y \leq \neg\neg\neg x$  であり,  $\neg\neg\neg x \leq \neg x$  より  $T3$  から  $\neg y \leq \neg x$  が成り立つ.  $\Leftarrow$  :  $T1$  より  $\neg\neg x \leq \neg\neg x$  で仮定から  $\neg\neg\neg x \leq \neg x$  が成り立つ. 次に  $\neg x \leq y$  とする.  $\neg\neg\neg x \leq \neg x \leq y$  より仮定から  $\neg y \leq \neg\neg x$  が成り立つ.

(2)<sup>°</sup> :  $\implies$  :  $x \leq y$  とすると定義3から  $x \wedge y = x$ . これを仮定の不等式の右辺に代入すると  $\neg x \vee \neg y \leq \neg x$ . また  $T6^\circ$  より  $\neg y \leq \neg x \vee \neg y$  で  $T3$  から  $\neg y \leq \neg x$  が成り立つ.  $\Leftarrow$  :  $T6$  の  $x \wedge y \leq x, x \wedge y \leq y$  で仮定を使うと  $\neg x \leq \neg(x \wedge y), \neg y \leq \neg(x \wedge y)$ .  $T7^\circ$  を使って  $\neg x \vee \neg y \leq \neg(x \wedge y)$  が成り立つ.

(3)<sup>°</sup> :  $\implies$  :  $x \leq y$  とすると  $T4$  から  $x \vee y = y$  で  $\neg\neg(x \vee y) = \neg\neg y$ . これを仮定の不等式に代入して  $\neg\neg x \vee \neg\neg y \leq \neg\neg y$ .  $T6^\circ$  より  $\neg\neg x \leq \neg\neg x \vee \neg\neg y$  で  $T3$  から  $\neg\neg x \leq \neg\neg y$  が成り立つ.  $\Leftarrow$  :  $T6^\circ$  より  $x \leq x \vee y, y \leq x \vee y$  で仮定を使うと  $\neg\neg x \leq \neg\neg(x \vee y), \neg\neg y \leq \neg\neg(x \vee y)$ . これらに  $T7^\circ$  を使って  $\neg\neg x \vee \neg\neg y \leq \neg\neg(x \vee y)$  が成り立つ. (証明終)

また, 次の (1), (2), (3) は [5] の注意2と同じであり, (3)<sup>°</sup> が双対的に成り立つ.

[注意2] 束において, 次のことが成り立つ.

(1)  $[T9(x \leq y \implies \neg y \leq \neg x) \text{ かつ } \neg\neg\neg x = \neg x] \implies [T9^\circ(\neg\neg x \leq \neg\neg y \iff \neg y \leq \neg x)]$

(2)  $[T9^\circ \text{ かつ } T10(\neg x \leq \neg\neg\neg x)] \implies \neg\neg\neg x = \neg x$

(3)  $\begin{cases} \neg\neg(x \wedge y) = \neg\neg x \wedge \neg\neg y \\ \neg(x \vee y) = \neg x \wedge \neg y \\ \neg\neg\neg x = \neg x \end{cases} \iff \begin{cases} \textcircled{1} \neg(x \wedge y) = \neg(\neg\neg x \wedge \neg\neg y) = \neg\neg(\neg x \vee \neg y) \\ \textcircled{2} \neg\neg\neg(x \vee y) = \neg x \wedge \neg y \\ \textcircled{3} \neg(\neg x \vee \neg y) = \neg\neg(x \wedge y) \end{cases}$

(3)<sup>°</sup>  $\begin{cases} (F9) \neg(x \wedge y) = \neg x \vee \neg y \\ (F9^\circ) \neg\neg(x \vee y) = \neg\neg x \vee \neg\neg y \\ \neg\neg\neg x = \neg x \end{cases} \iff \begin{cases} \textcircled{1}^\circ \neg(x \vee y) = \neg(\neg\neg x \vee \neg\neg y) = \neg\neg(\neg x \wedge \neg y) \\ \textcircled{2}^\circ \neg\neg\neg(x \wedge y) = \neg x \vee \neg y \\ \textcircled{3}^\circ \neg(\neg x \wedge \neg y) = \neg\neg(x \vee y) \end{cases}$

(証明)

(3)<sup>°</sup> :  $\implies$  :  $\neg(x \vee y) = \neg\neg\neg(x \vee y) = \neg(\neg\neg(x \vee y)) = \neg(\neg\neg x \vee \neg\neg y) = \neg\neg(\neg x \wedge \neg y)$  より  $\textcircled{1}^\circ$  が成り立つ. 次に  $\neg\neg\neg(x \wedge y) = \neg\neg(\neg x \vee \neg y) = \neg\neg\neg x \vee \neg\neg\neg y = \neg x \vee \neg y$  より  $\textcircled{2}^\circ$  が成り立つ. また  $\neg(\neg x \wedge \neg y) = \neg\neg x \vee \neg\neg y = \neg\neg(x \vee y)$  より  $\textcircled{3}^\circ$  が成り立つ.

$\Leftarrow$  : 仮定  $\textcircled{1}^\circ$  または  $\textcircled{2}^\circ$  で  $y$  を  $x$  にすると  $F3, F3^\circ$  から  $\neg\neg\neg x = \neg x$  が成り立つ. 次に  $\neg(x \wedge y) = \neg\neg\neg(x \wedge y) \stackrel{\textcircled{2}^\circ}{=} \neg x \vee \neg y$ . また  $\neg\neg(x \vee y) \stackrel{\textcircled{3}^\circ}{=} \neg(\neg x \wedge \neg y) = \neg\neg x \vee \neg\neg y$ . (証明終)

さらに, 次のことが成り立つ.

[注意3] 束において, 次のことが成り立つ.

(1)  $[\neg x \vee \neg y \leq \neg(x \wedge y) \text{ かつ } \neg x = \neg\neg\neg x] \implies [T9^\circ(\neg\neg x \leq \neg\neg y \iff \neg y \leq \neg x) \text{ かつ } (x \leq \neg\neg y \implies \neg y \leq \neg x)]$

(2)  $(\neg\neg x \leq \neg\neg y \implies \neg y \leq \neg x) \implies (\neg x \leq \neg\neg\neg x \iff \neg\neg\neg x \leq \neg x)$

(3)  $(x \leq \neg\neg y \implies \neg y \leq \neg x) \implies \neg x \leq \neg\neg\neg x$

(証明)

(1) :  $\neg\neg x \leq \neg\neg y$  とすると定義3から  $\neg\neg x \wedge \neg\neg y = \neg\neg x$  で  $\neg(\neg\neg x \wedge \neg\neg y) = \neg\neg\neg x$ . 仮定より  $\neg\neg\neg x \vee \neg\neg\neg y \leq \neg(\neg\neg x \wedge \neg\neg y) = \neg\neg\neg x = \neg x$ .  $T6^\circ$  より  $\neg y = \neg\neg\neg y \leq \neg\neg\neg x \vee \neg\neg\neg y$  から  $\neg y \leq \neg x$  が成り立つ. 注意1の(2)<sup>°</sup>より  $T9$  が成り立つので  $\neg y \leq \neg x \implies \neg\neg x \leq \neg\neg y$  が成り立つ. 次に,  $x \leq \neg\neg y$  とすると定義3から  $x \wedge \neg\neg y = x$  で  $\neg(x \wedge \neg\neg y) = \neg x$ . 仮定より  $\neg x \vee \neg\neg\neg y \leq \neg(x \wedge \neg\neg y) = \neg x$  で  $\neg y = \neg\neg\neg y \leq \neg x \vee \neg\neg\neg y$  から  $\neg y \leq \neg x$  が成り立つ.

(2) :  $\neg x \leq \neg\neg\neg x$  とする.  $x$  を  $\neg x$  にすると  $\neg\neg x \leq \neg\neg\neg\neg x$  で仮定から  $\neg\neg\neg x \leq \neg x$  が成り立つ. 逆の場合も同様である.

(3) :  $T1$  より  $\neg\neg x \leq \neg\neg x$  で仮定から  $\neg x \leq \neg\neg\neg x$  が成り立つ. (証明終)

### §3 DSDMA のシーケントによる形式的体系 GDSDMA

[3], [4], [5] と同様にシーケントの定義をする.

[定義4] (シーケント(式)の定義)

ワードの有限列をギリシア大文字  $\Gamma, \Delta$  などて表す. ワードの有限列  $a_1, \dots, a_m$  を  $\Gamma$  とし,  $b_1, \dots, b_n$  を  $\Delta$  とするとき, DSDMA での不等式  $a_1 \wedge \dots \wedge a_m \leq b_1 \vee \dots \vee b_n$  をシーケント(式)  $\Gamma \longrightarrow \Delta$  て表す. ただし,  $\Gamma$  が空のとき ( $\Gamma = \emptyset$  と書く),  $1 \leq b_1 \vee \dots \vee b_n$  とし,  $\Delta = \emptyset$  のときは  $a_1 \wedge \dots \wedge a_m \leq 0$  とする.  $\Gamma = \Delta = \emptyset$  の場合は考えない.

このとき, 双対半ド・モルガン代数 (DSDMA) のシーケントによる形式的体系 GDSDMA を [3], [4], [5] と同様に次のように定義する.

[定義5] (GDSDMA の定義)

[1] 始式

$$(B1) a \longrightarrow a \quad (B2) 0 \longrightarrow \Delta \quad (B3) \Gamma \longrightarrow 1 \quad (B4) \neg a \longrightarrow \neg\neg\neg a \quad (B5) \neg\neg\neg a \longrightarrow \neg a$$

[2] 推論規則

(1) 構造に関する推論規則 :

$$\begin{array}{c} \frac{\Gamma \longrightarrow \Delta}{a, \Gamma \longrightarrow \Delta} \quad (w \longrightarrow) \quad \frac{\Gamma \longrightarrow \Delta}{\Gamma \longrightarrow \Delta, a} \quad (\longrightarrow w) \\ \\ \frac{a, a, \Gamma \longrightarrow \Delta}{a, \Gamma \longrightarrow \Delta} \quad (c \longrightarrow) \quad \frac{\Gamma \longrightarrow \Delta, a, a}{\Gamma \longrightarrow \Delta, a} \quad (\longrightarrow c) \\ \\ \frac{\Gamma_1, a, b, \Gamma_2 \longrightarrow \Delta}{\Gamma_1, b, a, \Gamma_2 \longrightarrow \Delta} \quad (e \longrightarrow) \quad \frac{\Gamma \longrightarrow \Delta_1, a, b, \Delta_2}{\Gamma \longrightarrow \Delta_1, b, a, \Delta_2} \quad (\longrightarrow e) \\ \\ \frac{\Gamma_1 \longrightarrow \Delta_1, a \quad a, \Gamma_2 \longrightarrow \Delta_2}{\Gamma_1, \Gamma_2 \longrightarrow \Delta_1, \Delta_2} \quad (cut) \end{array}$$

(2) 論理記号に関する推論規則 :

$$\begin{array}{c} \frac{a, \Gamma \longrightarrow \Delta}{a \wedge b, \Gamma \longrightarrow \Delta} \quad (\wedge_1 \longrightarrow) \quad \frac{b, \Gamma \longrightarrow \Delta}{a \wedge b, \Gamma \longrightarrow \Delta} \quad (\wedge_2 \longrightarrow) \\ \\ \frac{\Gamma \longrightarrow \Delta, a}{\Gamma \longrightarrow \Delta, a \vee b} \quad (\longrightarrow \vee_1) \quad \frac{\Gamma \longrightarrow \Delta, b}{\Gamma \longrightarrow \Delta, a \vee b} \quad (\longrightarrow \vee_2) \\ \\ \frac{a, \Gamma \longrightarrow \Delta \quad b, \Gamma \longrightarrow \Delta}{a \vee b, \Gamma \longrightarrow \Delta} \quad (\vee \longrightarrow) \quad \frac{\Gamma \longrightarrow \Delta, a \quad \Gamma \longrightarrow \Delta, b}{\Gamma \longrightarrow \Delta, a \wedge b} \quad (\longrightarrow \wedge) \\ \\ \frac{a \longrightarrow b}{\neg b \longrightarrow \neg a} \quad (\neg \longrightarrow \neg) \\ \\ \frac{\neg a \longrightarrow \Gamma \quad \neg b \longrightarrow \Gamma}{\neg(a \wedge b) \longrightarrow \Gamma} \quad (\neg \longrightarrow) \quad \frac{\neg\neg a \longrightarrow \Gamma \quad \neg\neg b \longrightarrow \Gamma}{\neg\neg(a \vee b) \longrightarrow \Gamma} \quad (\neg\neg \longrightarrow) \end{array}$$

[5] と同様に次のことが成り立つ.

[ 注意 4 ] 次の 2 つの同値性が成り立つ.

$$(B4) \iff \frac{\Gamma \longrightarrow \Delta, \neg a}{\Gamma \longrightarrow \Delta, \neg\neg\neg a} \quad (B5) \iff \frac{\neg a, \Gamma \longrightarrow \Delta}{\neg\neg\neg a, \Gamma \longrightarrow \Delta}$$

#### §4 DSDMA と GDSDMA の演繹的同値性

[3], [4], [5] と同様に次の定義をする.

[ 定義 6 ] (  $\vdash$  の定義)

シーケント  $\Gamma \longrightarrow \Delta$  が GDSDMA で証明可能であるとき,  $\vdash \Gamma \longrightarrow \Delta$  と書く.

[ 定義 7 ] ( $\models$  の定義)

不等式  $a \leq b$  が DSDMA で成り立つとき  $\models a \leq b$  と書く.

[ 定義 8 ] (DSDMA での等号の定義)

$a, b$  をワードとする.  $\vdash a \longrightarrow b$  かつ  $\vdash b \longrightarrow a$  のとき  $a \equiv b$  とすれば,  $\equiv$  は同値関係である. そこで  $A/\equiv$  ( $A$  の  $\equiv$  による商集合) をあらためて  $A$  とし,  $\equiv$  を  $=$  とみなしたものを DSDMA での等号とする. (つまり, リンデンバウム代数 (Lindenbaum algebra) を考える.)

このとき, [3], [4], [5] と同様にして, 次の 2 つの定理が成り立つ.

[ 定理 2 ]  $a, b$  をワードとするとき, 次のことが成り立つ.

$$\models a \leq b \quad \text{ならば} \quad \vdash a \longrightarrow b$$

(証明)

DSDMA のすべての公理 ( $F1 \sim F10^\circ$ ) が GDSDMA で証明可能であることを示せばよいが, これらと同値な  $T1 \sim T12^\circ$  が GDSDMA で証明可能であることを示す.

$T1 \sim T9$  は [3] の定理 2 の証明と同じである.  $T10, T10^\circ, T12, T12^\circ$  は [5] の定理 2 の証明と同じである.

$T11$  :

$$\frac{\frac{\frac{\neg x \longrightarrow \neg x}{\neg x \longrightarrow \neg x, \neg y} \quad \frac{\neg y \longrightarrow \neg y}{\neg y \longrightarrow \neg x, \neg y}}{\neg(x \wedge y) \longrightarrow \neg x, \neg y}}{\neg(x \wedge y) \longrightarrow \neg x \vee \neg y}$$

$T11^\circ$  :

$$\frac{\frac{\frac{\neg\neg x \longrightarrow \neg\neg x}{\neg\neg x \longrightarrow \neg\neg x, \neg\neg y} \quad \frac{\neg\neg y \longrightarrow \neg\neg y}{\neg\neg y \longrightarrow \neg\neg x, \neg\neg y}}{\neg\neg(x \vee y) \longrightarrow \neg\neg x, \neg\neg y}}{\neg\neg(x \vee y) \longrightarrow \neg\neg x \vee \neg\neg y}$$

(証明終)

[ 定理 3 ]  $a_1, \dots, a_m, b_1, \dots, b_n$  をワードとするとき, 次のことが成り立つ.

$$\vdash a_1, \dots, a_m \longrightarrow b_1, \dots, b_n \quad \text{ならば} \quad \models a_1 \wedge \dots \wedge a_m \leq b_1 \vee \dots \vee b_n$$

(証明)

$\Gamma$  が  $a_1, \dots, a_m$  のとき  $a_1 \wedge \dots \wedge a_m$  を  $x$  で表す.  $\Delta$  が  $b_1, \dots, b_n$  のとき  $b_1 \vee \dots \vee b_n$  を  $y$  で表す. GSDMA の始式 (B1), (B2), (B3), (B4), (B5) はそれぞれ  $T1, T5, T5^\circ, T10, T10^\circ$  から DSDMA で成り立つ. 次に GSDMA の各推論規則の上式 (上のシーケント) に対応する不等式が DSDMA で成り立つと仮定するとき, 下式に対応する不等式が DSDMA で成り立つことを示せばよい.

$(w \rightarrow) \sim (\rightarrow \wedge)$  は [3] の定理 3 の証明と同じである.

$(\neg \rightarrow \neg)$ :  $\models a \leq b$  とすると  $T9$  から  $\models \neg b \leq \neg a$  が成り立つ.

$(\neg \rightarrow)$ :  $\models \neg a \leq x, \models \neg b \leq x$  とすると  $T7^\circ$  より  $\models \neg a \vee \neg b \leq x$ .  $T11$  より  $\models \neg(a \wedge b) \leq \neg a \vee \neg b$  で  $T3$  を使って  $\models \neg(a \wedge b) \leq x$  が成り立つ.

$(\neg \neg \rightarrow)$ :  $\models \neg \neg a \leq x, \models \neg \neg b \leq x$  とすると  $T7^\circ$  より  $\models \neg \neg a \vee \neg \neg b \leq x$ .  $T11^\circ$  より  $\models \neg \neg(a \vee b) \leq \neg \neg a \vee \neg \neg b$  で  $T3$  を使って  $\models \neg \neg(a \vee b) \leq x$  が成り立つ. (証明終)

以上により DSDMA と GSDMA が演繹的に同値であることがわかる.

#### 参考文献

- [1] 荒金憲一, MS-algebra に双対な代数系について, 奈良高専研究紀要 28(1993), 105-111.
- [2] 荒金憲一, ファジイ代数に関連する代数系について, 奈良高専研究紀要 31(1996), 81-89.
- [3] 荒金憲一, MS 代数とストーン代数のシーケントによる形式化, 奈良高専研究紀要 33(1998), 119-127.
- [4] 荒金憲一, 準ストーン代数のシーケントによる形式化, 奈良高専研究紀要 40(2005), 87-94.
- [5] 荒金憲一, 半ド・モルガン代数のシーケントによる形式化, 奈良高専研究紀要 41(2006), 109-114.
- [6] G.Gentzen, *Untersuchungen über das logische Schliessen*, Mathematische Zeitschrift 39(1935), 176-216, 405-431.
- [7] H.P. Sankappanavar, *Semi-De Morgan algebras*, The Journal of Symbolic Logic 52(1987), 712-724.

## 最小交差数4の二次元リボン結び目 IV

安田 智之

Ribbon 2-knots with ribbon crossing number four. IV.

Tomoyuki YASUDA

二次元リボン結び目は、 $m$ 個の二次元球面からなる自明な二次元絡み目に対して、 $m-1$ 個の二次元円環領域を繋げることによって得られる二次元球面のことで、ふつうは四次元ユークリッド空間内でこれを考える。二次元リボン結び目  $K^2$  のひとつの構成法を示すこの表示のことを  $K^2$  のリボン表示という。

また、リボン表示において二次元円環領域が自明な二次元絡み目と交差する回数のことを、そのリボン表示のリボン交差数というが、 $K^2$  のすべてのリボン表示を考えたときのリボン交差数の最小数は  $K^2$  の最小交差数とよばれる。これは二次元リボン結び目の複雑さをはかる重要な概念であり、[1]で初めて導入された。[1]においては最小交差数が3以下の二次元リボン結び目は17個しか存在しないことが示され、それぞれに対して最小交差数を実現するリボン表示が与えられた。更に、[2], [3]においては最小交差数が4の二次元リボン結び目のうちで、「2個の二次元球面と1個の二次元円環領域を繋げることによって得られるリボン表示が最小交差数4を実現するもの」が調べられ、更にはそれらを除き「3個の二次元球面と2個の二次元円環領域を繋げることによって得られるリボン表示が最小交差数4を実現するもの」が調べられている。結果、これらは合わせて高々56個しか存在しないことが判っている。また、[4]ではこれら56個を除いた上で、「4個の二次元球面と3個の二次元円環領域を繋げる事によって得られるリボン表示が最小交差数4を実現するもの」を調べられている。結果、これらは高々35個しか存在しないことが判っている。

今回は以上の先行研究で調べられた91個を除き、「5個の二次元球面と4個の二次元円環領域を繋げることによって得られるリボン表示が最小交差数4を実現するもの」を調べた。結果、これらは高々21個しか存在しない事が分かった。この事実から、最小交差数4を持つ二次元リボン結び目は高々112個しか存在しない事が結論される。

### 1. 緒 論

二次元リボン結び目とは四次元ユークリッド空間において  $m$ 個の二次元球面を  $m-1$ 個の二次元円環領域で繋ぐ事により構成される二次元球面である。自明でない二次元球面として二次元リボン結び目が発見されて以来、ひとつの二次元リボン結び目を構成するのにどんな方法があるか、また本質的に何種類の方法があるのか、という問題に関心がもたれてきた。

この問題の解決に迫る一つの方法として二次元リボン結び目の最小交差数を決定するという方法がある。ここで最小交差数とは以下のように決められる二次元リボン結び目の不変量である。 $K^2$ を構成するための、自明な二次元絡み目と二次元円環領域との対のことを  $K^2$  のリボン表示という。リボン表示  $\mathcal{R}$  において、これを構

成する円環領域が球面と交差する回数のことを  $\mathcal{R}$  のリボン交差数といい、 $cr(\mathcal{R})$  で表される。ここで  $K^2$  のすべてのリボン表示を考えたとき、そのリボン交差数の最小数が  $K^2$  の最小交差数である。これは  $cr(K^2)$  で表される。

二次元リボン結び目に関する最小交差数の概念は [1]において初めて導入された。そうして [5]では最小交差数を評価する方法のひとつが導入され、トラス結び目のスパン結び目として構成される二次元リボン結び目はすべて最小交差数が決定されることになった。また最小交差数を基準とした二次元リボン結び目の分類問題に関して言えば、[1]において、最小交差数が3以下の二次元リボン結び目がすべて決定され、総数は17個であることが示された。また、それらの最小交差数を実現するリボン表示も示されている。更に [2], [3], [4]では最小

交差数が4の二次元リボン結び目のうち、「2個の二次元球面を1個の二次元円環領域で繋ぐ事により構成されるリボン表示が最小交差数4を実現するもの」、「3個の二次元球面を2個の二次元円環領域で繋ぐ事により構成されるリボン表示が最小交差数4を実現するもの」、更に「4個の二次元球面を3個の二次元円環領域で繋ぐ事により構成されるリボン表示が交差数4を実現するもの」が調べられている。これらの総数は高々91個である。本論文では次のことを示す。

**補題** 最小交差数4の二次元リボン結び目のうち4ベースリボン表示が最小交差数を実現するものは [1], [2], [3], [4] に掲載されたものを除けば高々21個である。これにより、次のことが結論される。  
**定理** 最小交差数が4の二次元リボン結び目の個数は高々112個である。

2. 準備

2.1 定義 ([1])

$\{D_\mu^3 \mid \mu = 1, 2, \dots, m\}$  を互いに交わらない四次元ユークリッド空間  $R^4$  内の三次元球体の族とする。また、 $\partial D_\mu^3 = O_\mu^2$  とおく。

一方、 $f_{i,j_r}: D^2 \times I \rightarrow R^4$  ( $r=1, 2, \dots, m-1; i_r, j_r = 1, 2, \dots, m$ ) を、像が互いに交わらない埋め込みの族とし、かつ、次の性質 (1)、(2) を満たすものとする。但し  $D^2$  は二次元球体、 $I = [0,1]$  である。

$$(1) f_{i,j_r}(D^2 \times I) \cap O_\mu^2 = \begin{cases} f_{i,j_r}(D^2 \times \{0\}) & (i_r = \mu) \\ f_{i,j_r}(D^2 \times \{1\}) & (j_r = \mu) \\ \phi & (\text{その他}) \end{cases}$$

(2)  $(\cup_{r=1}^{m-1} f_{i,j_r}(D^2 \times I)) \cap (\cup_{\mu=1}^m O_\mu^2)$  は連結

ここで  $K^2$  を二次元球面

$$(\cup_{\mu=1}^m O_\mu^2) \cup (\cup_{r=1}^{m-1} f_{i,j_r}(D^2 \times I)) - \overset{\circ}{T}$$

とする。但し

$T = \cup_{r=1}^{m-1} f_{i,j_r}(D^2 \times I)$  であり  $\overset{\circ}{T}$  は  $T$  の内部を表す。この時、 $K^2$  のことを二次元リボン結び目と呼ぶ。

2.2 定義 ([1])

$\sigma = \cup_{\mu=1}^m D_\mu^2$ ,  $\mathcal{B} = \cup_{r=1}^{m-1} f_{i,j_r}(D^2 \times I)$  とおくと  $(\sigma, \mathcal{B})$  のことを二次元リボン結び目  $K^2$  に対する  $m$  ベースリボン表示 (或いは単にリボン表示) と呼ぶ。また  $\sigma$  をベース、 $\mathcal{B}$  をバンドと呼ぶ。更に、二次元リボン結び目  $K^2$  に対するすべてのリボン表示を考えた上でのベース数の最小数のことを  $K^2$  のベース指数と呼び  $b(K^2)$

で表す。このとき  $K^2$  は  $b(K^2)$  ベース二次元リボン結び目であるという。

2.3 定義 ([1])

$\varrho_r = f_{i,j_r}(\{0\} \times I)$  ( $r=1, 2, \dots, m-1$ ) とおく。但し、 $\{0\}$  は  $D^2$  の中心点である。ここで各  $\varrho_r$  が  $\sigma$  に有限個の点で垂直に交わるとしてよい。これらの点を各  $\varrho_r$  の方向に従って  $a_{r1}, a_{r2}, \dots, a_{rs_r}$  とし  $(\sigma, \mathcal{B})$  のリボン交差と呼ぶ。但し各  $\varrho_r$  の方向が  $O_i^2$  から  $O_j^2$  へ向かう方向とする。この時  $n = \sum_{r=1}^m s_r$  をリボン表示のリボン交差数と呼び、 $(\sigma, \mathcal{B})$  は  $n$  交差リボン表示であるという。そうして  $K^2$  に対する総てのリボン表示を考えた上でのリボン交差の最小数のことを  $K^2$  の最小交差数 (或いは単に交差数) と呼び  $cr(K^2)$  で表す。

2.4 定義

$a_{r1}, a_{r2}, \dots, a_{rs_r}$  に対応して、 $s_r$  個の文字からなる語  $w_r$  をつくる。つくり方は  $\varrho_r$  が  $D_\mu^3$  に点  $a_{rv}$  ( $v=1, 2, \dots, s_r$ ) で正の側から交わる時、 $w_r$  の  $v$  番目の文字を  $x_\mu$ 、負の側から交わる時は同様  $x_\mu^{-1}$  とするものとする。このようにしてつくられた語  $w_1, w_2, \dots, w_{m-1}$  を利用して  $K^2$  の結び目群  $\pi_1(R^4 - K^2)$  の群表示を次の様に構成できる。

$$(*1) [ x_\mu ; \mu=1, 2, \dots, m \mid x_i w_r x_j^{-1} w_r^{-1} ; r=1, 2, \dots, m-1 ]$$

但し各  $x_\mu$  は  $O_\mu^2$  のメリディアン生成元とする ([6])。以上の様な構成法でリボン表示  $(\sigma, \mathcal{B})$  から得られた群表示 (\*1) のことを  $(\sigma, \mathcal{B})$  に関連したリボン群表示と呼ぶ。また各  $w_r$  のことをこのリボン群表示の語と呼ぶ。一方、リボン群表示 (\*1) からは、逆の手順でリボン表示  $(\sigma, \mathcal{B})$  を定められるので  $(\sigma, \mathcal{B})$  のことをリボン群表示 (\*1) に関連したリボン表示と呼ぶ。

3. 補題の証明

最小交差数4のリボン結び目のうち、5ベースリボン表示が最小交差数4を実現するものを列挙する。但し、ベースの繋がり方により、以下のように (i),(ii) の2つのタイプに分けてそれを行う。

(i) 次のリボン群表示  $G_j$  に関連したリボン表示を  $\mathcal{R}_j$  とする。

$$G_j = [x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \mid x_1 w_{j1} x_1^{-1} w_{j1}^{-1}, x_1 w_{j2} x_1^{-1} w_{j2}^{-1}, x_1 w_{j3} x_1^{-1} w_{j3}^{-1}, x_2 w_{j4} x_2^{-1} w_{j4}^{-1}]$$

ここで  $w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, w_{j4}$  は10種の文字  $x_1, x_1^{-1}, x_2, x_2^{-1}$

,  $x_3, x_3^{-1}, x_4, x_4^{-1}, x_5, x_5^{-1}$  のいずれかでつくられる各々1文字の語である。ここで10個の文字の優先順位をこの順であるとする。 $w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, w_{j4}$  を繋げた4文字の語を辞書式順序ですべて並べ、[1], [2], [3], [4] において列挙されたりボン表示と同じ二次元リボン結び目を表すリボン表示を省くと、次の16個が残る。

$$\begin{aligned} W_{92} &= x_5, x_2, x_3, x_4 \\ W_{93} &= x_5, x_2, x_3, x_4^{-1} \\ W_{94} &= x_5, x_2, x_3^{-1}, x_4 \\ W_{95} &= x_5, x_2, x_3^{-1}, x_4^{-1} \\ W_{96} &= x_5, x_2^{-1}, x_3, x_4 \\ W_{97} &= x_5, x_2^{-1}, x_3, x_4^{-1} \\ W_{98} &= x_5, x_2^{-1}, x_3^{-1}, x_4 \\ W_{99} &= x_5, x_2^{-1}, x_3^{-1}, x_4^{-1} \\ W_{100} &= x_5^{-1}, x_2, x_3, x_4 \\ W_{101} &= x_5^{-1}, x_2, x_3, x_4^{-1} \\ W_{102} &= x_5^{-1}, x_2, x_3^{-1}, x_4 \\ W_{103} &= x_5^{-1}, x_2, x_3^{-1}, x_4^{-1} \\ W_{104} &= x_5^{-1}, x_2^{-1}, x_3, x_4 \\ W_{105} &= x_5^{-1}, x_2^{-1}, x_3, x_4^{-1} \\ W_{106} &= x_5^{-1}, x_2^{-1}, x_3^{-1}, x_4 \\ W_{107} &= x_5^{-1}, x_2^{-1}, x_3^{-1}, x_4^{-1} \end{aligned}$$

一方、各  $G_j$  に対して [7] における二次元リボン結び目のアレキサンダー多項式計算法を適用すると、容易にリボン表示  $\mathcal{R}_j$  の実現する二次元リボン結び目のアレキサンダー多項式  $\Delta_j \pmod{\pm t^a}$  が次のように求まる。

$$\begin{aligned} \Delta_{92} &= -1 + 4t - 5t^2 + 3t^3 \\ \Delta_{93} &= 1 - 4t + 6t^2 - 2t^3 \\ \Delta_{94} &= 1 - 3t + 5t^2 - 3t^3 + t^4 \\ \Delta_{95} &= 1 - 3t + 5t^2 - 3t^3 + t^4 \\ \Delta_{96} &= 1 - 3t + 5t^2 - 3t^3 + t^4 \\ \Delta_{97} &= -1 + 4t - 4t^2 + 3t^3 - t^4 \\ \Delta_{98} &= 3 - 5t + 4t^2 - t^3 \\ \Delta_{99} &= 1 - 2t + 5t^2 - 4t^3 + t^4 \\ \Delta_{100} &= 1 - 4t + 5t^2 + 2t^3 - t^4 \\ \Delta_{101} &= -1 + 4t - 5t^2 + 3t^3 \\ \Delta_{102} &= -1 + 3t - 4t^2 + 4t^3 - t^4 \\ \Delta_{103} &= 1 - 3t + 5t^2 - 3t^3 + t^4 \\ \Delta_{104} &= 1 - 3t + 5t^2 - 3t^3 + t^4 \\ \Delta_{105} &= 1 - 3t + 5t^2 - 3t^3 + t^4 \\ \Delta_{106} &= -2 + 6t - 4t^2 + t^3 \\ \Delta_{107} &= 3 - 5t + 4t^2 - t^3 \end{aligned}$$

従って (i) のタイプ に該当するリボン表示が最小交差数を実現する二次元リボン結び目は16個である。

但し、 $\mathcal{R}_{92}$  と  $\mathcal{R}_{107}$ ,  $\mathcal{R}_{93}$  と  $\mathcal{R}_{106}$ ,  $\mathcal{R}_{94}$  と  $\mathcal{R}_{105}$ ,

$\mathcal{R}_{95}$  と  $\mathcal{R}_{104}$ ,  $\mathcal{R}_{96}$  と  $\mathcal{R}_{103}$ ,  $\mathcal{R}_{97}$  と  $\mathcal{R}_{102}$ ,  $\mathcal{R}_{98}$  と  $\mathcal{R}_{101}$ ,  $\mathcal{R}_{99}$  と  $\mathcal{R}_{100}$ , はそれぞれ互いに鏡像の関係にある。

(ii) 次のリボン群表示  $G_j$  に関連したりボン表示を  $\mathcal{R}_j$  とする。

$$G_j = [x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 | x_1 w_{j1} x_2^{-1} w_{j1}^{-1}, x_1 w_{j2} x_3^{-1} w_{j2}^{-1}, x_1 w_{j3} x_4^{-1} w_{j3}^{-1}, x_1 w_{j4} x_5^{-1} w_{j4}^{-1}]$$

ここで  $w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, w_{j4}$  は10種の文字  $x_1, x_1^{-1}, x_2, x_2^{-1}, x_3, x_3^{-1}, x_4, x_4^{-1}, x_5, x_5^{-1}$  のいずれかでつくられる各々1文字の語である。ここで10個の文字の優先順位をこの順であるとする。 $w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, w_{j4}$  を繋げた4文字の語を辞書式順序ですべて並べ、[1], [2], [3], [4], および上述の (i) において列挙されたりボン表示と同じ二次元リボン結び目を表すリボン表示を省くと、次の5個が残る。

$$\begin{aligned} W_{108} &= x_3, x_4, x_5, x_2 \\ W_{109} &= x_3, x_4^{-1}, x_5^{-1}, x_2^{-1} \\ W_{110} &= x_3, x_4, x_5^{-1}, x_2^{-1} \\ W_{111} &= x_3^{-1}, x_4, x_5, x_2 \\ W_{112} &= x_5^{-1}, x_2^{-1}, x_3^{-1}, x_4^{-1} \end{aligned}$$

一方、各  $G_j$  に対して [6] における二次元リボン結び目のアレキサンダー多項式計算法を適用すると、容易にリボン表示  $\mathcal{R}_j$  の実現する二次元リボン結び目のアレキサンダー多項式  $\Delta_j \pmod{\pm t^a}$  が次のように求まる。

$$\begin{aligned} \Delta_{108} &= 1 - 4t + 6t^2 - 4t^3 \\ \Delta_{109} &= -1 + 3t - 6t^2 + 4t^3 - t^4 \\ \Delta_{110} &= 1 - 4t + 5t^2 - 4t^3 + t^4 \\ \Delta_{111} &= -1 + 4t - 6t^2 + 3t^3 - 1 \\ \Delta_{112} &= -4 + 6t - 4t^2 + t^3 \end{aligned}$$

従って (ii) のタイプに該当するリボン表示が最小交差数を実現する二次元リボン結び目は高々5個である。但し、 $\mathcal{R}_{108}$  と  $\mathcal{R}_{112}$ ,  $\mathcal{R}_{109}$  と  $\mathcal{R}_{111}$ , はそれぞれ互いに鏡像の関係にある。

(証了)

### 補遺

[3] の3. 証明中の (iii) におけるリボン表示の語のうち、 $w_{76}$  から  $w_{91}$  までの語について最後の文字の添え字がすべて2になっているが、すべて1の誤りであるので訂正が必要である。

$$\begin{aligned} \text{また、} \Delta_{90} &= 1 - 3t + 4t^2 - t^3 \\ \text{は} \quad \Delta_{90} &= 1 - 3t + 4t^2 - 3t^3 \end{aligned}$$

の誤りであるので訂正が必要である。

#### 参考文献

- [1] Yasuda, T., Crossing and base numbers of ribbon 2-knots, *J. Knot Theory Ramifications* 10 (2001), 999-1003.
- [2] 安田智之, 最小交差数4の二次元リボン結び目、奈良工業高等専門学校研究紀要第44号(2009年3月), 69 - 72.
- [3] 安田智之, 最小交差数4の二次元リボン結び目 II, 奈良工業高等専門学校研究紀要第45号(2010年3月), 59 - 61.
- [4] 安田智之, 最小交差数4の二次元リボン結び目 III, 奈良工業高等専門学校研究紀要第46号(2011年3月), 45 - 48.
- [5] Yasuda, T., An evaluation of the crossing number on ribbon 2-knots, *J. Knot Theory Ramifications* 15 (2006), 1- 9.
- [6] Yajima, T., On characterization of knot groups of some spheres in  $R^3$ , *Osaka J. Math.* 6 (1969), 435-446.
- [7] Yasuda, T., A presentation and genus for ribbon n-knots, *Kobe J. Math.* 6 (1989), 71-88.

# 野外活動センターにおける児童のオリエンテーリング活動中の運動強度に関する研究

森 弘暢・久保利和人\*<sup>1</sup>

A study of work intensity during orienteering of the children in outdoor activities center

Hironobu MORI and Kazuto KUBORI

The purpose of this investigation was to analyze about the work intensity during orienteering of the children in outdoor activities center. Heart Rate and step counts were measured as an index of work intensity.

The results were summarized as follows.

1. The averages of activity time were 44min. and 36sec.  $\pm$  6 min. and 23 sec., and the number of steps was  $4304.7 \pm 476.2$  steps.
2. Average heart rate was a range for a part for 106.8beats/min to 131.1beats/min.
3. Heart rate had most distribution of 101-120beats/min.

**Key words** : orienteering, work intensity, outdoor activities center, heart Rate, step counts

## I. 緒言

オリエンテーリングは、19世紀の終わり頃、森と荒野に覆われた北ヨーロッパで生まれたものであり、発祥の地はノルウェーとされている<sup>9)</sup>。1961年には国際オリエンテーリング連盟が組織され、2008年には正加盟国が49カ国、準加盟国が20カ国の合計69カ国となっている<sup>4)</sup>。国際的な競技会は1966年にフィンランドで第1回世界オリエンテーリング選手権大会が開催された<sup>5)</sup>。スウェーデン、ノルウェー、フィンランドはいずれも競技人口が多く、地域クラブによる活動も活発である。現在でも北ヨーロッパ諸国が国際大会のトップに君臨している。さらに、ノルウェーやスウェーデンでは、学校体育の正式種目となっている<sup>9)</sup>。

オリエンテーリングは、国際的な競技会が行われていると同時に、子どもから高齢者、さまざまな体力レベルを持つ人、さらには身体障害者もが楽しめるスポーツでもある<sup>9)</sup>。オリエンテーリングの競技会では、年齢や経験に応じたさまざまなクラスがあり、子どもから高齢者までが、それぞれに適した体力と技術を要求するコースでオリエンテーリングを楽しんでいる。日本には、1966年に体力づくりの一環として導入された。日本各地でトップ選手が参加する競技会が開催されている一方、野

外教育におけるプログラムとして多くの野外活動施設等でも取り入れられており、全国600ヶ所にもものぼる公共の野外活動施設にオリエンテーリングの常設コースが設置されている<sup>9)</sup>。

競技が中長距離のクロスカントリー走であるため、競技選手に求められる身体能力は、スピードと持久力である。オリエンテーリング競技中における運動強度については、先行研究においてエリート選手を対象としたものは報告されている<sup>7) 8)</sup>。しかし、野外教育の1つとして行われているオリエンテーリング活動中の運動強度については報告されている事例は見当たらない。野外教育におけるオリエンテーリングの目的は自然に親しみ、健やかな身体と豊かな人間性を養うことであると考えられる。子どもたちは自然の障害を乗り越え、山野を駆け回り、森林と一体となってオリエンテーリングを楽しむ。現在、子どもの体力低下は社会問題ともなっており、そうしたオリエンテーリング活動が子どもの身体にどのような運動効果を与えるのかは非常に興味深いものであると考える。

そこで本研究では、野外活動センターにおける児童のオリエンテーリング活動中の心拍数および歩数を測定することにより、子どもの身体に与える影響およびその運動効果について調査、検討を行うことを目的とする。

\*<sup>1</sup> 奈良県立野外活動センター

## II. 研究方法

本研究では、奈良県立野外活動センターの施設で調査を行った。標高580mに位置し、緑濃き山並みに囲まれた里に設置されており、その総面積は約22万㎡に及ぶ。

### 1. オリエンテーリングの方法

今回実施したオリエンテーリングは「追跡オリエンテーリング」と称し、グループを編成し、地図に表示された10ヶ所のコントロールポイントを探し、その場を用意された問題を解いていくクイズ形式で行った。タイムを競うのではなく、グループごとに協力して行動し、ルールを守るよう話をした。また、以後の活動プログラムに影響を与えないために、そして測定時期が8月であったため健康面を考慮し、スタートし45分から50程度の時間で途中終了し、ゴールに向かうよう指示した。写真1は設置したコントロールポイント(一例)である。



写真1. コントロールポイント (一例)

### 2. 被験者

本研究では、小学5年生の男子児童8名を対象とした。年齢は全員満11歳であった。測定は2011年8月に2回に分けて行った。

### 3. 分析項目

#### 3.1 心拍数の測定

心拍数の測定には、ハートレートモニター(POLAR社製;ハートレートモニターRS400)を用いた。心拍数の変動は5秒ごとに記録した。

#### 3.2 歩数の測定

歩数計(BIG社製;DIGI-WALKER)を用いて測定を行った。歩数計は被験者の腰部に装着した。

## III. 結果

表1に被験者ごとの運動時間、歩数、平均心拍数、最

高心拍数を示した。運動時間は「スタートし45分から50分程度の時間で途中終了し、ゴールに向かうよう指示した」ため、平均すると44分36秒±6分23秒であった。歩数については、2名が活動中の誤操作により測定できず、6名の結果となった。一番多かった者は4875歩で運動時間も一番長かった。最も少なかった者は3524歩で平均すると4304.7±476.2歩であった。平均心拍数については、106.8拍/分から131.1拍/分の範囲で8名の平均は118.7±8.1拍/分であった。最高心拍数は135拍/分から177拍/分の範囲であり、平均では160.9±14.0拍/分であった。最高心拍数が高い者は平均心拍数も高く、最高心拍数が低い者は平均心拍数も低いという結果が見られた。

表1. 被験者ごとの運動時間、歩数、平均心拍数、最高心拍数について

被験者	時間	歩数	平均HR	最高HR
A	46分16秒	miss	117.0(16.9)	162
B	42分45秒	miss	131.1(17.9)	177
C	41分25秒	3524歩	123.2(13.9)	168
D	42分15秒	4224歩	126.4(15.5)	174
E	49分0秒	4179歩	106.8(14.5)	135
F	50分25秒	4725歩	116.2(9.6)	147
G	32分20秒	4301歩	119.2(14.6)	165
H	52分20秒	4875歩	109.8(16.1)	159
平均	44分36秒	4304.7歩	118.7	160.9
標準偏差	6分23秒	476.2歩	8.1	14.0

HRは心拍数の略、HRの単位は拍/分  
平均HRの( )内は標準偏差を表す

続いて、被験者ごとの心拍数の変化について示す。図1、図2は平均心拍数が低かった被験者E(106.8拍/分)、被験者H(109.8拍/分)である。被験者Eは運動開始直後に一旦心拍数が低下しているが、5分以降は91拍/分から135拍/分の間を推移していた。被験者Hは、37分あたりで79拍/分まで低下しているが最高心拍数は159拍/分まで上昇していた。図3、図4は平均心拍数が高かった被験者B(131.1拍/分)および被験者D(126.4拍/分)である。被験者Bは、測定中、最も低かったのは94拍/分であったが、最高心拍数は177拍/分まで上昇していた。被験者Dは95拍/分から174拍/分の範囲であった。図5は標準偏差が一番小さかった被験者Fである。平均心拍数が一番低かった被験者Eとよく似た波形を示したが、心拍数が上昇しているところがいくつか見られた。これらより、平均心拍数の高低に

関わらず、オリエンテーリング活動中はコントロールポイントを探し求め移動していくため、高強度の運動と低強度の運動を繰り返す間欠的な運動を行っていたことが推察される。

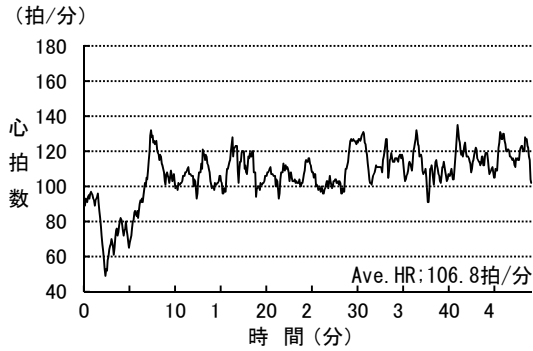


図1. 被験者 E の心拍数の変化

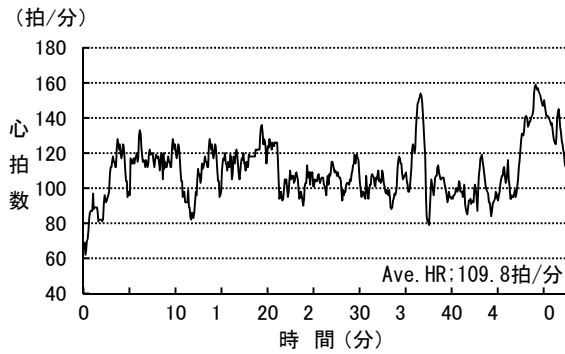


図2. 被験者 H の心拍数の変化

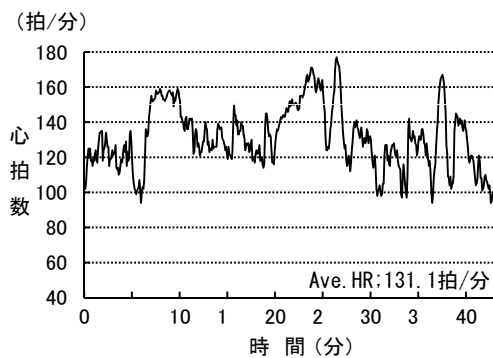


図3. 被験者 B の心拍数の変化

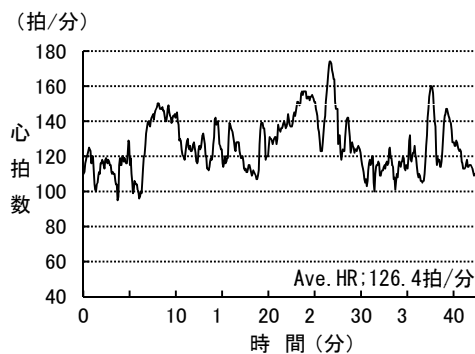


図4. 被験者 D の心拍数の変化

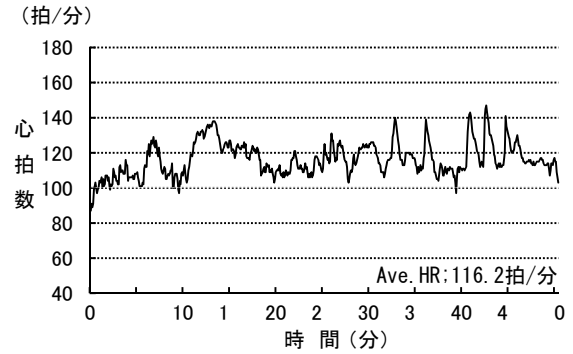


図5. 被験者 F の心拍数の変化

各被験者の心拍数の出現率を図6に示した。8名中7名については101拍/分～120拍/分の分布が一番多く見られ、最も多い者で66.5%を占めていた。次いで、121拍/分～140拍/分の分布が多く見受けられた。被験者Bのみが121拍/分～140拍/分の分布が最も多く、平均心拍数、最高心拍数ともに全被験者のなかで最も高い値を示していた。

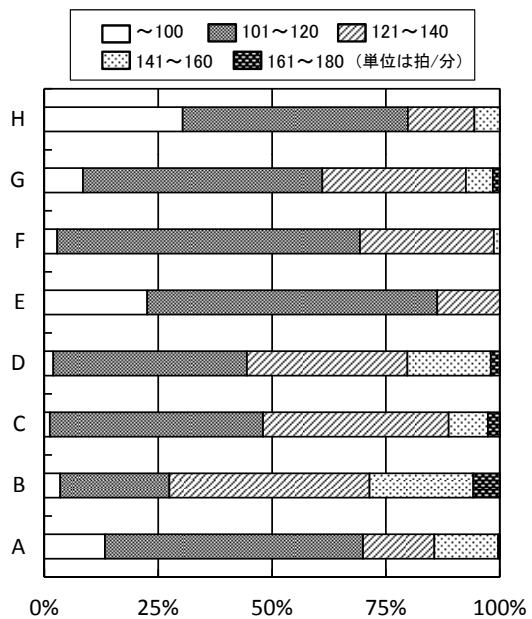


図6. 被験者ごとの心拍数出現率について

#### IV. 考察

歩数については、3524歩から4875歩の範囲で、平均すると4304.7 ± 476.2歩であった。今回の調査では、活動時間を45分から50分程度の時間で途中終了するように指示していたため、全員がオリエンテーリングコースの途中で終了した。

子どもの身体活動量については、これまでに数多く報告されている。5年生児童の学校生活における身体活動量を2期に分けて歩数から調査した八木ら<sup>13)</sup>は、11月

では  $10720 \pm 1421$  歩/日 (男子),  $8900 \pm 1485$  歩/日 (女子) であり, 2月では  $8367 \pm 1121$  歩/日 (男子),  $6860 \pm 1306$  歩/日 (女子) であったと報告している。また, 5年生児童の冬季 (1~3月) 在校時における歩数を測定した星川ら<sup>2)</sup> は, 男子で  $6000 \sim 10000$  歩で平均  $8136$  歩, 女子では  $4000 \sim 8000$  歩で平均  $6150$  歩であったと報告している。これらより, 本研究におけるオリエンテーリング活動は, わずか  $45$  分程度の活動であるが, 普通の学校生活の約半分の身体活動量を確保していたと考えられる。また, 小澤ら<sup>6)</sup> は, 体力テストにおいて高い結果を残している学校の児童と低い学校の児童との身体活動量の比較を歩数調査から行ったところ, 高い成績を示した学校の方が有意に歩数が多かったと報告しており, 高い学校の男子児童で  $18052$  歩/日, 低い学校の男子児童は  $16049$  歩/日であったと報告している。子どもの体力と身体活動量 (歩数) との間には密接な関係があり, 野外活動センターにおけるオリエンテーリング活動は子どもの体力向上のための身体活動量を確保できるものと考えられる。

本研究における心拍数の測定では, 平均心拍数は,  $106.8$  拍/分から  $131.1$  拍/分の範囲で, 平均すると  $118.7 \pm 8.1$  拍/分であった。また, 心拍数の出現率は  $101$  拍/分~ $120$  拍/分の分布が一番多く見られた。これまでに, オリエンテーリングエリート選手の競技中における心拍数の調査についてはいくつか報告されているが, 平均心拍数は  $150 \pm 12$  拍/分や  $168 \pm 10$  拍/分であった<sup>7) 8)</sup>。活動の目的, 被験者の対象が大きく異なるため, 予想された通り本研究の結果より非常に高いものであった。

本研究によって得られた心拍数のデータから運動強度について考察を行う。運動強度を表す指標として Borg<sup>1)</sup> は「主観的運動強度」を提唱した。運動中に主観的に感じる負担度を運動時の心拍数と相関するように尺度化したものである。それによると心拍数が  $130$  拍/分で「ややきつい」と感じ,  $110$  拍/分では「楽である」とされている。本研究では, 平均心拍数は約  $120$  拍/分であったため, 「ややきつい」と感じる強度より少し低いものであったと思われる。また, 最大酸素摂取量 (以下  $VO_{2max}$ ) も運動強度の指標として用いられる。酸素摂取量と心拍数の間には密接な関係があり,  $50\% VO_{2max}$  相当の心拍数は, 「 $138 - \text{年齢} / 2$ 」で求められる<sup>12)</sup>。本研究における被験者の年齢は  $10$  歳であり, 先述の式から  $50\% VO_{2max}$  に相当する心拍数は  $133$  拍/分となる。各被験者の平均心拍数は  $106.8$  拍/分から  $131.1$  拍/分の範囲であったため,  $50\% VO_{2max}$  より若干低い運動強度であったと推察される。さらに,  $50\% VO_{2max}$  の運

動強度は乳酸性作業閾値 (lactate threshold; 以下 LT) 強度に相当すると報告されている<sup>12)</sup>。日本では LT 強度での運動を「ニコニコペース」として表現され, 運動強度の指針として用いられているが<sup>12)</sup>, その「ニコニコペース」より若干低い強度であったと考えられる。

近年, 諸外国では, 子どもの身体活動ガイドラインが示されるようになってきた。その多くは「中等度から高強度の身体活動を 1日 60分以上, 毎日あるいはほとんど毎日行うこと」を推奨している。日本では, 子どもの身体活動に関するガイドラインはいまだ示されていないが, 日本体育協会スポーツ医・科学専門委員会ではガイドライン作成に向けた取り組みが行われている<sup>11)</sup>。そのなかでは, 中等度の強度 ( $4METS$  以上の強度) 以上の身体活動の量を増加させることが目的とされている<sup>10)</sup>。山中でのクロスカンントリーウォーキングが  $6METS$  に相当するため, 野外活動センターにおけるオリエンテーリング活動は子どもの体力向上のために効果的であると思われる。しかし, 運動強度をさらに高めることができれば, より運動効果は高くなると考えられる。

## 要 約

本研究の目的は, 野外活動センターにおける児童のオリエンテーリング活動中の心拍数および歩数を測定することにより, 子どもの身体に与える影響およびその運動効果について調査, 検討を行うことであった。

1. 運動時間の平均は  $44$  分  $36$  秒  $\pm$   $6$  分  $23$  秒であり, 歩数は  $4304.7 \pm 476.2$  歩であった。
2. 平均心拍数は  $106.8$  拍/分から  $131.1$  拍/分の範囲であった。
3. 心拍数の出現率は  $101$  拍/分~ $120$  拍/分の分布が一番多く見られた。

## 参考文献

- 1) Borg, G.A.V.: Perceived exertion: a note on "history" and methods., Med. Sci. Sports Exerc., 5, 90-93 (1973)
- 2) 星川保, 松井秀治, 出原鎌雄, 佐野智: ペドメーター歩数からみた小学校 5,6 年生の日常生活における身体活動量, 体育科学, 15, 56-66 (1987)
- 3) 井上望, 金森雅夫, 中野友博: 幼児・児童を対象とした組織キャンプの身体活動量と生活習慣の変化についての研究, びわこ成蹊スポーツ大学研究紀要, 8, 129-135 (2011)
- 4) 松澤俊行, 杉浦恭: ノルウェーにおける地域スポー

ツクラブと学校の連携 - クリスチャンサン・オリエンテーリングクラブの事例より -, 愛知教育大学保健体育講座研究紀要, 32, 13-21 (2007)

- 5) 松澤俊行, 杉浦恭: 北欧のオリエンテーリングはなぜ強いのか - スウェーデンとノルウェーの競技環境から探る -, 愛知教育大学研究報告, 57, 23-29 (2008)
- 6) 小澤治夫, 樽谷将志, 小林博隆: 子どもの歩行運動, 体育の科学 56 (10), 786-790 (2006)
- 7) 杉山康司, 中野偉夫, 村越真: 心拍数からみたオリエンテーリング時における競技者の運動強度 - 競技を想定したロングコース走歩の場合 -, 静岡大学教養部研究報告, 25, 73-80 (1989)
- 8) 杉山康司, 中野偉夫, 村越真: 日本人エリートオリエンテーリング選手の  $VO_{2max}$  およびレース中の運動強度, 静岡大学教養部研究報告, 27, 67-73 (1991)
- 9) 社団法人日本オリエンテーリング協会: オリエンテーリング - 地図を片手に大地を駆ける -, 大修館書店 (2006)
- 10) 竹中晃二, 相澤文: ジュニア期の身体活動と行動変容 - 具体的な行動目標の設定と実効性に富んだ施策開発の必要性 -, 体育の科学, 57 (10), 728-733 (2007)
- 11) 丹信介: 発育期に必要な運動の質と量, 体育の科学, 60 (7), 460-465 (2010)
- 12) 田中宏暁: トレーニング科学研究会編, トレーニング科学ハンドブック, 452-466, 朝倉書店 (1996)
- 13) 八木規夫, 杉田正明, 後藤洋子, 酒匂秀人: 児童の学校生活における身体活動量, 体育の科学, 53 (10), 739-744 (2003)



は、仏教も含めて、教義で展開していないのである。あくまで自分たちの生きる世界と不可分のものとして、信仰はつくられている」(内山。鶴見の引用では、か・二〇六)。

「そして自然への信仰と道教、仏教を融合させながら、自然と人間の世界を生と死の世界を自分の暮らす時空にみいだしてきた人たちの文化圏、この文化圏のなかに生まれたのが日本の共同体である」(同。鶴見の引用では、か・二〇七)。

ここに共鳴しつつ鶴見は、一方において現代社会批判の視点を定め、他方において自らの諦観に近い心情を語る。

「自然と仏教と神道がこんがらがっている。これが私の考えている、とりとめのない輪郭が全然はつきりしていない仏教なんです。でもこれが実行されている。生きられているんですよ。これが失われると、相当不安になってくるんですね。医療が発達してきて、長生きするんですが、長生きした人たちは会社中に閉じ込められている。幸福でしょうか。それは相当疑わしい。そうすると、その老人たちの活路は、ボケることだけです。ボケると感覚が鈍くなっていくから、ボケることには活路がある。それ以外に活路があるのかというのが現在ですね。これに対する答えは、(中略)内山節にはあるんです」(か・二〇七)。

この鶴見の結論をどう見るか。近代国民国家批判の視点を見据え、それをそれぞれの土地での伝統に基盤を置く生き方とする提言は、確かに耳を傾けるべき教訓を持っている。このことは鶴見の貢献として評価されるべきものであろう。しかしここから共同体の再構築を探り、自然との繋がりを探る道は、現在における共同体理論(例えばアংশエーションの理論)の検討を抜きに語ることはできない。それ故鶴見の提出した課題をより実り多きものにするためには、この方向での探求が求められているのである。

## 註

① 鶴見俊輔、ダグラス・スミス『グラウンド・ゼロからの出発』二〇〇二年、

光文社、五五ページ。

以下本書からの引用は、(ゲ・五五)等と表記する。

② 鶴見俊輔『未来におきたいものは』二〇〇二年、晶文社、二六九ページ。

以下本書からの引用は、(未・二六九)等と表記する。

③ 鶴見俊輔『たまたま、この世界に生まれて——半世紀後の「アメリカ哲学」講義』二〇〇七年、編集グループSURE、一九八ページ。

以下本書からの引用は、(た・一九八)等と表記する。

④ 鶴見俊輔『かくれ佛教』二〇一〇年、ダイヤモンド社。

以下本書からの引用は、(か・一〇六)等と表記する。

争いはいつまでも絶えないだろう。仇討したら連鎖の中に入るから離脱する道は『南無阿弥陀仏』を信じてことだという。法然の個人史としていえば、それが彼にとつては末法の始まりですね。末法というのは一万年も続くのだからこれからもずっと続くだろう、すぐにこれから抜け出す道はないという、この認識がすごい」(か・一〇二)。

そしてさらに、一九七二年のクリスマスに救助されたアンデス山中の飛行機墜落事故と救出までの間に起こった深刻な食糧不足と人肉食にいたる遭難者たちの議論を例を出し、末法の時代の出来事として語る。

「そういうことは、これからも人間の歴史に起こると思うんだ。アンデスなんていまから三八年ぐらい前に起こったことでしょう。そして、いまも起こっている。見る目がないから、いま起こっていると思わないだけです。私はいまの末法は日露戦争に勝利した一九〇五年に始まったと思っている。だから、もう一〇〇年以上続いているんだ」(か・一〇五)。

この鶴見の視点は、近代国家批判の根本に関わる。そこには近代国家の国民を組織しコンクリート化していく方向性を末法の時代と見据えて、これと決別していかねばならない認識が存在する。そしてそれは、法然の場合には末法の世に対して『南無阿弥陀仏』という称号を唱えるという方向をとるにいたった。「法然はそれに対して、叡山の中で読んだ万巻の書の中から、一つの方向に向かってくるんですね。それは『南無阿弥陀仏』という称号だけを唱えれば——これは呂律が回らなければ『南無』というだけでもいい——それで救われる。『南無』以外の何も言わなくてもかまわない。どんなに悪いことをしてもいい。悪いことをした人間が、そのまま『南無』と言えはそれで救われる」(か・一〇八)。

「自分の死んだ子供を食っているやつがいる。『南無』と言えは、それで救われる。ばーんと来るでしょう。すごい思想だと思うね。目の前にそういう地獄があり、自分の周りは地獄であり、自分も地獄を支える一人だった。それが『南無』と言えは救われる」(か・一〇九)。

ここに現代の末法の世から離脱するヒントがあるように思われる。もちろんそれは法然のように「南無」と唱えることではない。前述のアメリカの場合にその母胎、基盤に戻ることが有効な手段であったように、日本の場合も、その母胎、基盤に戻ることである。

## 六

前節の問題解決の一つの方向を、鶴見は、プラグマティズムの原形的なあり方に見るが、それは例えば次のように語られる。

「生物は、生きる知恵を身につける。／人間も、個体として生み落とされたあとから、自分として生きる知恵を身につける。その前から種として、また、それぞれの地域に生きるなかで、生きる知恵を育てる。それが土法です。それぞれの地域の土法は、プラグマティズムととらえることができる。／(前略)ラッブ人——彼らにとつてはサーメ人と呼ぶほうが偏見をさける意味でいいらしいけれども——は、雪の種類にくわしい。学者として分類するのではなく、雪中で暮らしているので、それぞれの雪の状態にあわせて自分の暮らしかたを変えてゆかなくてはならない。だから、雪の概念そのものが、自分の今の暮らしについての実験計画である必要がある」(た・二〇一)。

人間を含む動物はもちろんのこと、生物は、自分なりのやり方で生きてきたのであり、そこでの生き方、自然への働き方こそが基盤とならなければならぬということである。このような広がりを持つ視点は、さらに日本の社会的場面においては、仏教との関わりへと繋がっていく。そしてその例を鶴見は、内山節の理論(『共同体の基礎理論』、二〇一〇年)に見る。その要約によれば、「日本の中で山川草木悉皆成仏というふうには仏教を取り入れて、自然の中のさまざまなものに対する敬意の中に、仏教の教理を入れ込んでしまった。このことが日本の仏教の根本で、それが共同体を支えているという考え方だった」(か・一七五)。

ここに鶴見は、社会とかわりを持ちつつ、自然と繋がる可能性を有する局面を獲得する。内山の前者からの次の二つの引用文は、このことを示している。孫引きで恐縮ではあるが引用する。

「ある日私は村人の葬式に出席した。司会の方が、〇〇家は神道ですので葬儀は神道式で執りおこなわれます、と告げた。と、当然のように僧侶が入ってきたのである。そして当然のように読経をはじめた。そのうち『焼香』となった。それは確かに神道式で、柩を捧げ柏手を打つものだった。読経がつづくなかで。私はびつくりして周りをみたが、誰もこの葬儀の方法を不思議がる者はいなかった。それはあまりにも堂々とした神仏習合の形式だった。／村の信仰

「でも、その国民を沸き立たせた幻想は、一九〇五年からずっと今日まで一〇〇年を超えて続いている。日本国民はまだその幻想のうちにいるんです」(か・一〇七)。

しかも第二次世界大戦の敗戦によるショックを乗り越えて、である。

「第二次世界大戦でUSAに負けなければ、負けたことはほんの数年しかおぼえていないですよ。負けた途端には分かっていたと思うが、アジアの中でも日本は貧乏のほうです。(後略)／しかし、自分たちは世界の中の窮乏国になった、これからどうしたらいいかという現実の把握は、わずか数年しか続かないんです。なぜか。朝鮮戦争が起こったから。あそこで『漁夫の利』を得て、どんどん日本は伸びていくでしょう。そうすると、もとの長く続いた幻想へ戻ってしまった。日本は一流国だと思っちゃうわけ」(同)。

こう述べることで鶴見は、アメリカと日本双方の近代国民国家にある共通項をあぶりだす。すなわちともに、近代国家以前の土着の思想文化の基盤を忘れ、現在の状況のみをよしとする立場を固守していく姿勢が問題であるとする。

「日露戦争まではえらいんだよ。だけど、江戸時代の力が脚立になっているという現実を、明治の日本人は考えなかったんだ。外国人には『明治以前は野蛮なもんです』なんて言うんだよ。実は、そこに力があつたんだ。つまり寺子屋の教育が、明治の独特の力をつくったんだ。／USAもおなじなんだよ。フランクリンも、ジェイムズも、ホウムズも、そういう文化と地続きで上がってきたから、大変なオリジナリティーがそこに生じたんだ。(後略)」(た・一三六)。

「その意味では、明治初期の日本とUSAはイソモルフ(同型)なんだ。日米の交歓は、両方が力を出し合って、非常に実りがあつた。内村鑑三が来ても、新渡戸稲造が来ても、米国人は彼らが高く評価した。いまのブッシュ・ジュニアと小泉三代目が話をする、安倍三代目と話をする、というのと違うんだよ。教育の問題であり、人間の実質の問題なんだ」(同)。

このように指摘することで鶴見は、現在の日本社会のありかたに根本的な疑義を提出する。

## 五

さて鶴見は、前述のアメリカの場合には、この認識をミレニウムという言葉で表わしたが、日本については、末法という言葉を使用する。末法とは中国伝来の思想で、釈迦入滅後の正法、像法の時代を経て二〇〇〇年後の一万年は、釈迦の教えのみが残り、悟りを得る者がいないという世が続くとされる下降史観で、その第一年月は、歴史的には一〇五二年とされている。鶴見は、この末法の時代状況と現代の状況を重ね合わせることで、現代の病巣を説明しようとする。そしてその際に鎌倉仏教の指導者の一人である法然の思想に触れる。

現代の状況についてこれが末法であることを、こう述べる。

「実は日本は現在、経済統計だけで見ると、世界の二流国です。国民所得などからいっても、一八番から二〇番といったところです。問題は、これからアメリカにくっついていけばまた一流国になれると。惨憺たるものですね。東大出が中心となっている大臣、官僚集団が、国民の支持を受けている。目を開いてみれば、実はいまこそ末法なんです。でも、目を開いているやつがないんだよ」(か・一〇七〜一〇八)。

高等教育機関である大学についても、同様の状況であるとする。

「東大で一番になつてもしようがないじゃないか。いまは世界の番付があるから、世界の番付を見ると(後略)。東大はもつと下。京大はさらに下だ。そうすると、もう一回一番に向かつていくということを考えるのが東京大学であり、京都大学であり、またあらゆる大学がそれに並ぼうとする。これこそ、末法でしょう」(か・一〇八)。

この状況は、ちょうど法然が出てきた状況と同じである。

「目を開いているやつはいらぬのか。叡山を下りた法然のときと同じ状態じゃないか、と私は思うんですがね」(同)。

法然の思想についてここで詳述する余裕はないが、鶴見によればそれは次のようである。

「法然の思想は、五条の橋の下で親が子供を食っているという空腹と飢餓状態の京都を見ていたことを背景にしている。そのもとを言えば、彼の父親は、彼が子供のときに殺され、父親は『仇を討つな』と言ったんです。(後略)／自分はとても助からないが、決して敵を恨むな。もしお前が復讐を思うなら、

「形而上学クラブ」(プラグマティズムを最初に思想として確立した、パリスやジェームズらが参加したグループ——引用者)が始まったのが一八七二年とすると、アメリカ移住のときからずいぶん経っている。最初のプラグマティストから言えば、二〇〇年経ってるね。土法は、そこにある。さらに近いところにいるのが、フランクリン、ソローだ。ソローはむしろ追体験としてそこへ行っている。フランクリンの場合は、もともと金がないし、学校にもほとんど行っただけで、印刷屋の徒弟をしていた。それが原形なんだよ。そういう風にもみるのが妥当だろうね」(た・一九八―一九九)。

さらに次のようなエピソードも紹介する。

「連邦憲法をつくるとき、フランクリンは革命委員会の座長なんだよ。学生がやっているような、革命はいかにしてなされるべきか、なんていうのとぜんぜん違う。数人で革命法委員会というのをやっていて、その座長だったんだ。八〇歳を過ぎていて、よく居眠りをしていたらしい。アメリカの憲法の始まりはそういうところであって、そこにおもしろみがあるんだ」(た・一九九)。

以上のような原点が忘れ去られて、いまや全世界に「正義」を振り回し押し付けようとしているアメリカに対し、鶴見は根源的な批判を行う。

#### 四

そしてこのアメリカと同類であり、もっと極端に進んでしまったのが日本の近代国家であるとする。前述のように、アメリカの分岐点を一九四〇年代に見た鶴見は、日本の場合その分岐点を一九〇五年に置く。そのことを端的に示しているのが、次の言葉である。

「日本も、明治国家をつくるのは一八六八年で、一九〇五年が日露戦争の終わりです。十九世紀に明治国家が始まったときは、たくさんの新しい幸福をもたらしたし、よかったです。二十世紀に入ってからのはほかの国々と同様に、国民国家という単位そのものに綻びがあり、いろいろな被害をもたらした」(ダ・三〇―三二)。

「その型は、一九〇五年に決まったんです。日露戦争の終わり、あそこで型を決めて、マニユアルを作った。(中略)一九〇五年からほとんど百年の型が、いまも続いているわけです。だから、敗戦の一九四五年で解体作業が終わった

と誤認している人たちがいるけど、実はしてないんだ。まだ続いているんだ」(未・三五九―三六〇)。

このことを鶴見は繰り返し述べるが、このところをやや詳しく説明している部分で、近著『かくれ佛教』④にある。それは一九〇五年、日露戦争講和の場面である。そのときの様子は、こうである。

「参謀本部次長の児玉源太郎は始める前から分かっていたんです。山県有朋の洋館で会合を開きますが、『やりましょう。だけど、自分がここで「やめ」と言ったら、必ずどんな不利な条件でも講和条約をのんでください』と言ったんですね。／その頃、重臣には力があつた。伊藤博文もいるし、山県有朋もいる。長閥の首相の桂太郎もいる。そこで、みんなの合意をとった。ついにそのときが来たんです。奉天会戦のあと、児玉源太郎は隠密裏に抜け出して東京まで来て、政府に『いまがそのとき。どんな不利な条件でも講和をしてくれ』と」(か・一〇六)。

これに対して、敗戦続きのロシアは、日露開戦に反対だったウイッテ伯を代表として出してきた、ルーズベルトが仲介に立った。しかしロシアの条件はきわめて厳しいものであつた。外相であつた小村寿太郎の対応は周知のごとくである。

「ポーツマス条約でウイッテは難題を出した。本当にわずかな割譲を譲歩するだけの条件を出してきて、外務大臣の小村寿太郎はそれをのんだ。小村は前の謀議の結論を知っていますからね。『万歳、万歳』で送られたけれども、自分が帰ってくるときは国民は自分に背を向けていると知って会談に入った。／あそこまで考えると、幕末、維新のリーダーはまだ生きていたんです。だから、合議が成立した」(か・一〇六―一〇七)。

ところが国民は、この事情を知らされないままであつたから、そこに食い違いが起こる、と鶴見は指摘する。

「国民の世論は一九〇五年に日本が世界の主立った国の一つになったと思っっている。これは幻想なんです。講和の条件が気に入らなくて、日比谷焼き討ちなんてやっているけれど、もっと戦争をしろと言うんでしょうか。戦争を続けたら日本国はなくなってしまうんです。ロシアはゆっくりと軍隊や食料をシベリアを通して輸送してくるんですから」(か・一〇五―一〇六)。

しかしながら、この幻想がいまだに尾を引いて続いていることが問題である。

の後のブッシュの発言まで真つ直ぐ繋がっているとされます。テロ国家を全部やっつけてやるという十字軍みたいな発想まで。あれから六十年間の道をアメリカは真つ直ぐに歩んできた」(グ・五五～五六)。

ここでの鶴見の論理はこうである。アメリカは建国以来、ヨーロッパとは異なる独自の伝統を築き上げてきた。それはアメリカの風土に根を張った伝統であり、いわば土着の思想とでも名づけるべきものである。ところがこの伝統が今までは違う方向に向かって進んでしまっている。このことに気づかなければならない。しかし現在から考えれば、と鶴見は続ける。

「中間点が一つある。一九四六年にキーナンが立って『これは文明と文明でないものとの戦いだ』と言った。『文明』であるアメリカと『非文明』である日本という構図で、日本の戦争行為を検事として論告して断罪した。これが中間点だ。／それで今度のブッシュの十字軍発言。これを聞くと、この六十年アメリカは粛々と歩んできたなとつくづく感じる」(グ・五六)。

その後の現代アメリカを考えるにあたって、ミレニウムという単位を持ち出してきて考えると、次のようになる。

「三つのミレニアムのなかに、アメリカ人は自分たちの国を意識するようになったことね。ローマ帝国、神聖ローマ帝国に並ぶものとしてアメリカン・エンパイアが出てきた」(グ・五七)。

つまりアメリカは、自分たちの伝統を捨てて、国民国家の論理に方向転換をした、そしてその道を「粛々と歩んできた」ということである。その一つの結果が、九・一一である。しかしアメリカはこのことを自覚していない。

「六〇年前、アメリカは理想を持っていた。しかし今は、持っている物を失うまいとして、反動になっている。それに気づいていない。自分が民主主義を押し進めていると思っている」(グ・一六)。

このアメリカの変化に気づかせ、その本来の姿を再度自覚させていく必要がある、アメリカという地域に根づいた社会の復権を、鶴見は主張する。

### 三

そしてこのアメリカ本来の姿を検討する際に重要な役割を果たすのが、アメリカで発生した思想であるプラグマティズムが出てきた背景であり、この思

想初期の姿勢である。鶴見は、ここでの重要な事柄として「メイトリックス (matrix)」という概念を示唆する。これは初期のプラグマティズムを形成したメンバーたちが議論した中心的な概念である。この間の事情を鶴見はこう述べる。

「プラグマティズムっていうのは、妙なことだけど、言語から出発しないんですよ。自然とか家畜とか、そのやりとりである、自分自身のしぐさ、行動がはじめにあるんです。言語から、決して出発しないんです」②。

「メイトリックスというのは、母体という意味なんです。母体とか基盤。ですから、考え始める時に、そのもとに、なんだか未分類な unclassifiable matter (分類できないこと) があるでしょう。分類はカテゴリーなんですから、カテゴリーから出発しないんです。これは何かある。だから、デューイでいえば、メイトリックス、ジェームズだったら、ピュア・エクスペリエンス、意識とも未分の世界。(中略) だから、いまの、そのメイトリックスが重大なんです。母体というか、まだ分類もできないという元」(未・二六六)。

「メイトリックス」とは概念以前のものであるが、このような分類のできない状態があればこそ、それをバックボーンとして、アメリカ独特の風土にあった文化、習慣が生じるのである。これが核であり、これを保持することが重要なのであるが、しかし現在のアメリカは、これを忘れてしまい、自らを帝国として意識し、「民主主義」を世界に向かって押し進めている。

鶴見は、これを原プラグマティズム、「土法」としてのプラグマティズムと名づけ、ここに戻るべきアメリカの原点があるとする。それは例えば次のようなものである。

「さらにそのもとには、アメリカの土法がある。つまり、弾圧されて、ヨーロッパからクエーカーが逃げてくる。フランスからユグノーとか逃げてくる。その連中は、そんなに金があるわけじゃないし、あとからやってくる移民みたいに、酒をインディアンに飲ませて、酔っぱらわせて、土地を奪うっていう悪知恵のある人物たちとも違う。だから、自分で木を伐って家をつくる。一種の万人なんだ。そして、女が尊重される。女は少数だからね。家計を守る女をみて、自分の妻とするのは、大変なことなんだ。それは、土法の一部になる」③。

これがアメリカの原風景であり、プラグマティズムにはこの伝統が脈々と波打っている。

## 鶴見俊輔の現代社会への視点について

Shunsuke TSURUMI's Critical Approach to  
the Contemporary Society

Kimura TSUNEYUKI

木村倫幸

## 一

現代社会をどう考えるかという問題は、これと一体の関係にある近代国民国家をどう捉えるかという問題でもある。哲学者、鶴見俊輔は国民国家の問題について様々な機会に継続して論じ、それが近代以前の社会のそれぞれの地域における結びつきを破壊し、コンタリートのような特徴のない国民を形成してきたと指摘してきた。そしてここから離脱していく道は、国民として組織されていく前の、その土地その土地での自治、習慣の生活によって、自分自身と社会とを作っていく道であることを強調する。小論は、この方向性を最近の鶴見の主張に沿って検討し、その際に、特に鶴見に大きなショックを与えた二〇〇一年の九・一一テロに関連して、アメリカ社会においても、日本社会と同様の経過があったことを確認していく。

## 二

最初にアメリカ社会についての鶴見の論を見よう。鶴見は、二〇〇一・九・一一テロの後、現代アメリカ社会を考えるにあたって、ミレニアム（千年紀）という物差しで考えてみてはどうかということを提唱したが、その視点は、次の言葉に要約されている。

「(前略) 少し昔のことから話します。一九四〇年の夏、私はニューヨークのブロードウェイに立っていました。通りの向こうにTIMESの電光ニュースがあつて、それを見ていたのです。ちょうどナチスがヨーロッパで侵攻を始めたニュースをやっていました。その時、隣に立っていたアメリカ人が、『ナチスが何をやって、われわれは大丈夫だ。世界中の重要な発明・発見はすべてアメリカ人が成し遂げたものだから』と言った。私が何も言わずにいると、別のアメリカ人が『いや、二〇〇パーセントということはないだろう』と反論した。するとあの男が『いや、それでも九〇パーセントはあるだろう』と訂正しました」①。

「それを聞いて私は、アメリカもここまで来たんだなあ、と思いました。この会話はずっと忘れられない。『二〇〇パーセント』と思ひ込むくらいのことろまでアメリカは来てしまったあの一九四〇年の時間から今回の九・一一とそ

というだけではありませんでした。志賀直哉は、「自己本位」と「去私」の両立という漱石の課題を自分なりに引き継ぎ、じつはそうした「自己」を作り上げる政治や経済の有様、社会における権力の構造といった「条件」については、漱石もまた『それから』以降、それを正面から追究することはなかったのですが、それに自分なりの答え方をしたのだと思います。

本稿では、志賀直哉が「和解」において、自覚された方法としての〈共感〉を通じて「自己本位」と「去私」の両立をかなり表現できているということが、例示的には確認できたと思います。しかし、『暗夜行路』についてもそうなりましたが、作品の全体的な分析、読解としては不十分なものに留まりました。その点については、やはり追究しきれなかった「運命」や「偶然」の問題が、「自己本位」や「去私」とどのような関係にあるのか、という問題とともに今後の課題にしたいと思います。

## 注

- 1 志賀直哉『現代日本文学全集・志賀直哉集』序（改造社、一九二八年）（『志賀直哉全集第八巻』、岩波書店、一九七四年六月）。
- 2 以降、「去私」については、いわゆる「則天去私」ではなく、その「則天」部分を省略した一般的な意味として扱う。
- 3 西垣勤「志賀直哉」（『白樺派作家論』、有精堂、一九八一年四月）。
- 4 志賀直哉「続創作余談」（『改造』、一九三八年六月）（『志賀直哉全集 第八巻』）。
- 5 拙稿「志賀直哉と奈良―あるいは自己への態度―」（奈良高等工業専門学校紀要第四十六号、二〇一一年三月）。
- 6 夏目漱石『心』自序（一九二四年九月）（『夏目漱石全集 第十六巻』、岩波書店、一九九五年四月）。
- 7 本多秋五「生と死を分つ透明な膜」（『志賀直哉（上）』、第八章二三二頁、岩波書店一九九〇年一月）。
- 8 下岡友加「志賀直哉『佐々木の場合』―漱石への献辞の意味―」（『近代文学試論』第四十四号、広島大学近代文学研究会、二〇〇六年十二月）。
- 9 古川裕佳「女中は軍人と結婚すべきか―志賀直哉『佐々木の場合』」（『日本近代文学』第六十七集、二〇〇二年十月）（『志賀直哉の〈家庭〉 女中・不良・主婦』第二章、森

話社、二〇一一年二月）。

付記 小論は、平成二十三年度奈良工業高等専門学校公開講座「日本文学講座Ⅳ」第三回「夏目漱石と志賀直哉」（八月五日実施）における講演をもとに大幅に加筆・修正したものです。漱石の抱えていた「自己本位」と「去私」の両立という問題を志賀直哉がどう引き継ぎ、どう応えようとしたかについて、あらためて考える場を与えて下さった参加者の皆様に感謝いたします。

までも、その顔を見詰めていた。そして、直子は、「助かるにしろ、助からぬにしろ、兎に角、自分はこの人を離れず、何所までもこの人に随って行くのだ」というような事を切に思いつづけた。

『道草』の語り手は、健三の側と妻子の側に分けた、互いに通わない二つの世界を作り出しています。そして健三に妻を否定させると同時に、妻にも健三を否定させています。漱石は、やはり上からの目線でどちらも否定していると考えていいでしょう。しかし本当に自分は過去の自分を裁けるほど「上」にいるのか、と反省しながら、自分も他人も肯定できる道はないのかと求めて書いたのが『明暗』だと私は考えています。『明暗』には人格的に「上」の立場に立てるような登場人物はいません。誰もが自分勝手な人たちです。この小説は未完なので、どんな結末を想像し、どんな作品であるかを解釈するのは自由です。

私は「天罰」が下ってその仲を引き裂いたり、「大きな自然」が出てきて人物たちを調和させるような終わり方があったとは考えません。あくまでも希望的観測としてですが、お延が「小さな自然」である「自己」を貫きながら、しかもその「自己」を離れることができたからこそ、夫である津田由雄という他人と心と心を通い合わせる交流することができるようになる、そういう小説だと見ています。少なくとも漱石はそういう「自己」を簡単に手放さないお延（たち）を応援していると考えたいのです。人間のエゴを赤裸々にえぐり出して、「自己本位」を否定するような話だとは思っていません。それでは『虞美人草』と基本的に変わりがありませんから。

そしてこの、自分を小さくしたり曲げたりすることなしに、どのようにすれば他人とつながれるのか、という問いを、志賀直哉なりに解いて見せたのが『暗夜行路』ではないか、というのが私の考えていることなのです。〈作者〉はその結び近くで、直子を肯定するために視点を直子に移しています。語り手は、ほとんど直子に同一化しているといつていいでしょう。傍線をほどこした「然し、不思議に、それは直子をそれ程、悲しませなかつた」という箇所は、先に見た「城の崎にて」にある「それは寂しいが、それほど自分を恐怖させない考えだった」と共通する表現になっていて、ここからもそれが直子に寄り添った、彼女と一体化した語り手の語り口であることがわかります。

赤ちゃんについては「置いて参りました」とあって、志賀は謙作と直子を二人きりで向かい合わせています。子供を間に挟むことで、個人同士としての二人の問題を曖昧には終わらせないぞという、私には『道草』に対する批判の姿勢がみえるところです。謙作は病気の身で大山の大自然との一体化も経験し、その「自己」は限りなく小さくなっています。その意味では他者とも大変つながりやすくなっています。それを独り善がりな一方通行的なものにしてしまわないために、直子の側からも書いて、それを交流（共感）のかたちにしていくのです。「去私」、すなわち「自己」を離れ去ることを、ただの思い込みや自己満足に終わらせないように工夫しているともいえます。

そしてどこまでも「随って行」こうとする直子は、その「自己」をたんに他人に預けているではありません。一個人として自分の道を選択しているのです。このとき、謙作だけが直哉ではなく、直子もまたもう一人の志賀直哉です。未来の決断にあたって、自分で自分をしっかりとって、なおかつ他人とつながろうとしている、一夫婦は、互いに家族の一員ですが、血縁者ではありません。もう一人の直哉です。ここまで見てきたように、これは「自己」を貫きながら、同時に「自己」を去ることで、他者と結ばれようという姿勢なのです。

## 六 むすびに代えて

志賀直哉の〈自己への態度〉について、とくに志賀のそれに欠けているものについても少しふれておきましょう。

「自己を知る」こと、その行程を志賀直哉は、「自己」(を含めた世界)を描くことによって、つまりは小説を書くことによって、辿ろうとしていたはずで、それならば、志賀が父親と「和解」したためにその「不和の原因」がつかい書かれなかつたことについて、これはどうしても「社会」につながる問題ですから、生活者としてはそれを書くことによって生じる支障について当然恐れざるを得なかつたにしても、小説家としてはそのことを書かずにしようことをもつと恐れるべきだつたのではないのでしょうか。彼は自分の「自己」をどのように作り上げた条件としての「階級」については、たとえば有島武郎ほどには、それを「問題」にすることはありませんでした。

しかし志賀は、「社会」や「自然」と単に「和解」することになった小説家

ものがあります。志賀が『草枕』を反復しつつも、どの点に差異をつけようとしているのか。それを見てみます。『草枕』の結びです。

「あぶない。出ますよ」と云う声の下から、未練のない鉄車の音がごつとごつとりと調子を取って動き出す。窓は一つ一つ、余等の前を通る。久一さんの顔が小さくなって、最後の三等列車が、余の前を通るとき、窓の中から、また一つ顔が出た。

茶色のはげた中折帽の下から、髯だらけな野武士が名残り惜気に首を出した。そのとき、那美さんと野武士は思わず顔を見合せた。鉄車はごつとごつとと運転する。野武士の顔はすぐ消えた。那美さんは茫然として、行く汽車を見送る。その茫然のうちには不思議にも今までかつて見た事のない「憐れ」が一面に浮いている。

「それだ！ それだ！ それが出れば画になりますよ」と余は那美さんの肩を叩きながら小声に云った。余が胸中の画面はこの咄嗟の際に成就したのである。

ここで那美さんの「表情」は、あくまで画家の心の中の「画」を完成させるものとしてあります。それは現れるまではそれとはわからなかったものの、以前からその欠如を意識して追い求めていたものであって、画工がこのとき那美さんの心中などからは身を離して、余裕をもって眺めていたからこそ見えた「表情」ともいえるのです。ここにあるのは、つまりは「非人情」という「距離」であり、悪くいえば「傍観」です。那美さんの「自己」は、「野武士」にも「余」にも受け止められることなく漂ったままです。ここでは漱石は「自己」を離れようとするあまり、他者の「自己」を絵画の要素にしてしまっています。それが目的だったといえはそうかも知れませんが、他者のないところでは、じつは「自己本位」も成り立たないのです。

対して志賀の「和解」の父の「表情」は、「自分」と父との二人の距離をなくしてしまうものとしてあります。それは「自分」が意識せずに求めていたものであって、「自分」の「しかめ面」とも泣き面ともつかぬ顔」と対応しています。父との共感の証になっているのです。もちろん、それでいて「自己」は手放されているわけではありません。「自己」を否定せず、むしろ肯定しながら、

どのように他者とながらのかという問題に答えようとしている、ともいえるでしょう。こうして、「和解」には、『草枕』の単純な模倣、繰り返してはなく、「自己本位」と「去私」の両立を表現において実現するという問題意識からは、そこに一定の進展があることが認められるのです。

今度は『暗夜行路』が漱石の『道草』を批判し『明暗』を継ぐ作品であることとを、これも例示的に見ておきましょう。まずは『道草』の結びからです。

細君の顔には不審と反抗の色が見えた。

「じゃどうすれば本当に片付くんです」

「世の中に片付くなんてものは殆んどありやしない。一遍起った事は何時までも続くのさ。ただ色々な形に変わるから他にも自分にも解らなくなるだけの事さ」

健三の口調は吐き出すように苦々しかった。細君は黙って赤ん坊を抱き上げた。

「お好み、子だ、好い子だ。御父さまの仰る事は何だかちつとも分りやしないわね」

細君はこういいいい、幾度か赤い頬に接吻した。

次に『暗夜行路』の結びを並べてみます。

「赤ちゃんは連れて来なかったのか」

「置いて参りました」

(中略)

謙作は黙って、直子の顔を、眼で撫でまわすように只視ている。それは直子には、未だ嘗て何人にも見た事のない、柔らかな、愛情に満ちた眼差しに思われた。

(中略)

謙作は疲れたらしく、手を握らしたまま眼をつむって了った。穏やかな顔だった。直子は謙作のこういう顔を初めて見るように思った。そしてこの人はこの儘、助からないのではないかと思った。然し、不思議に、それは直子をそれ程、悲しませなかつた。直子は引込まれるように何時

です。したがってそれが同程度の反発力にもなりません。相手の立場になって感じ、考えることが、自分の立場からのそれと見分けがつかないくらいに切迫した力として行われているのです。父との和解の場面の表現を見ましょう。

自分は亢奮からそれらをまるで怒っているかのような調子で言っていた。最初からたびたび母に請け合った穏やかに、あるいは静かにという調子とは全く別だった。しかしそれはその場合に生まれた、最も自然な調子で、これより父との関係で適切な調子は他にないような気が今になればする。  
(中略)

「実は俺もだんだん年は取ってくるし、貴様とこれまでのような関係を続けていくことは実に苦しかったのだ。それは腹から貴様を憎いと思ったこともある。しかし先年貴様が家を出ると言い出して、再三言ってもきかない。俺も実に当惑した。仕方なく承知はしたものの、俺の方から貴様を出そうという考えは少しもなかったのだ。それから今日までのことも……」  
こんなことを言っているうちに父は泣き出した。自分も泣き出した。二人はもう何も言わなかった。自分の後ろで叔父が何か言い出したが、そのうち叔父も声を挙げて泣き出した。(一三三)

「今になればする」という記述は、分析者の冷静さを示しているだけでなく、実際にそういう行動をとった自分に対する信頼の再確認でもあります。そのときは必ずしも意識してそうしていたのではなかったことであるが、今それを振り返ってみて、それが「最も自然」で「適切」であったと思えるかたちで実際に行動できていた、「自己本位」を他者との関係の中で見失うことなく保持できていたと自身でもう一度確認しているのです。

次に後半に傍線を引いた部分の「二人」に注目しましょう。「父は」「自分も」ときて、「私たちは」ではなく、「見それよりも距離をとったかに見える」「二人」という書き方をしているところです。しかしそれは登場人物よりも語り手のほうが情報量があり、客観的に事態を眺めているといったことを意味するわけではありません。ここではむしろ、「自分」自身をもいっただんは世界の側に投げ出したうえで、相手の位置からも自分と同じ距離で捉えることが可能な、「二人」という三人称的呼称が選ばれているのであって、したがってそれはむしろ見守

りの視線であり温かい態度であって、それこそ「共感」と呼べるものが、この「二人」には通い合っている、そういう表現になっているのです。

同じ書き方は、たとえば息子直吉との関西・宇奈月・赤倉への旅を綴った『早春の旅』（昭和十六年）にも、「私は今までの旅も楽しかったが、直吉が喜ぶだらう、これからの旅も楽しい気がした。二人は何となく快活な気分になつてゐた」(三三)とあります。この「二人」も「共感」を表現する「二人」です。ここでも語り手は、「私」から捉えたままに「私たち」とするのではなく、「私」の立場をいったん手放し、「私」を直吉と同じ距離にある「二人」の一員とし、そうすることで自分と相手との「距離」がなくなっていることを表現しているのです。

こうした心の通い合いの独自の捉え方ができるのは、そこに実際に「共感」が成立しているからなのでしようが、しかしそれを表現として可能たらしめているのは、「本位」にすべき「自己」ではあっても、いったんはそれを離れ去るという「作者」の方法的意識、すなわち「去私」という態度への自覚であると思われるのです。

##### 五 「共感」という方法 あるいは 漱石への態度

最後に、志賀の作品にうかがえる漱石作品に対する批評を見ておきたいと思えます。次に引くのは、やはり「和解」で、その結びに近い場面です。

笛がなると、皆は「さよなら」と言った。自分は帽子に手を掛けて此方こちを見ている父の眼を見ながらお辞儀をした。父は、

「ああ」と言つて少し首を下げたが、それだけでは自分はまだか足りなかった。自分はしかめ面とも泣き面ともつかぬ妙な表情をしながらなお父の眼を見た。すると突然父の眼にはある表情が現われた。それが自分の求めているものだった。意識せずに求めているものだった。自分は心と心の触れ合う快感と亢奮とでますますしかめ面とも泣き面ともつかぬ顔をした。(一五)

すぐに思いつかれたかも知れませんが、ここには漱石『草枕』を彷彿させる

応じます。主人公の想像が現実とうまく調和して他者への〈共感〉につながったのです。

しかし、たとえば「児を盗む話」(大正三年)などのように、想像が現実と調和せずに、〈共感〉よりは他者という現実の存在に苦しめられ、「自己本位」がかえって「自己」を窮屈にする場合もあります。「私」は「他人の児を盗む」という「想像を繰り返すだけでは満足が出来なく」なり、最初に考えた女の児とは別の女の児を誘拐してしまいます。しかし、いよいよ警察に捕まろうとするとき、「やはり出来るだけの抵抗はやって見る」という自身の「自己本位」からの声を聞くのですが、「私」は持ち出した出刃包丁を振り回すことはなく、ただ「突立っていた」だけなのでした。

「全く孤独に暮らしている私にはそう云う空想が空想で止まってはいなかった」という記述があるところを見ますと、他者とながりをもちたない孤立した「自己」には「本位」を立てるにもその基礎がないということが示されている気がします。この小説が前期の最後にあたる行き詰まり直前の作品ということと考えると、この時点ですでに「范の犯罪」(大正二年)に見られたような、他者を否定し自己に屈服させてでも、あるいは他者の存在を消し去ってでも、「自己」を拡張・貫徹するという方向に可能性を探る道は断たれてしまっていたのかも知れません。

志賀直哉の〈共感〉という方法が、作品の中でどのように具体化されて表現されているかを、もう少し例示的に「和解」(大正六年)という小説に見ておきたいと思えます。「和解」に見える〈共感〉も、「城の崎にて」と同様に、まずは死者に対する、特には祖父に対するものから始まります。これはもう想像を超えて、幻視とか幻聴に近い水準といえるのですが、このあと「自分はやはり祖母に会いに行こうと思った」と現実の行動へとつながっていきます。

自分は祖父の墓の前をしばらく歩いてきた。そのうち祖父が自分の心に蘇ってきた。その祖父に対し自分には「今日祖母に会いに行きたいと思うが」という相談するような気が浮かんた。「会いに行ったらよろう」とすぐその祖父が答えた。自分の想像が祖父にそう答えさせたというにしてはあまりに明らかに、あまりに自然に、すぐそれが浮かんた。それは夢のなかで出会う人のように客観性をもっていて、自分にはいかに

も生きていた時の祖父らしかった。自分はその簡単な言葉のうちに年寄った祖母に対する祖父の愛撫をさえ感じたような気がした。そしてその時自分の心は不快から明らかに父を非難していたにもかかわらず同じ自分の心に蘇っている祖父には少しも父を非難する調子はなかった。(一)

「和解」は、志賀直哉が三十四歳のときの執筆であり、二十九歳のときに書いた「大津順吉」からは五年の年月を数えています。その間、家を出て、尾道の生活があり、山手線での事故があり、その後も帰郷と転居(松江、京都)をくり返しています。大正三年には、武者小路実篤の従妹勸解由小路康子と結婚もしていて、それが父親とのさらなる不和の原因にもなっていました。前年に我孫子に転居した志賀は、そこで最初の子(長女慧子)を亡くしています。大正六年になり、三年間の沈黙を破って「城の崎にて」「佐々木の場合」を発表した後、九月に「和解」は書かれました。志賀には厳しい自己省察の姿勢が以前からあって、それは変わらないのですが、八月末に実際に父親との和解がすんでいるせいもあってか、相手の立場に立った憶測や想像をする「自分」には、随分素直なところが見えます。

それから前にも書いたごとく、それを書くことで父に対する私怨を晴らすようなことはしたくないという考えが筆の進みをなかなか邪魔をした。ところが実際は私怨を含んでいる自分が自分の中にあつたのである。しかし、それが全体ではなかった。他方に心から父に同情している自分が一緒に住んでいた。のみならずちょうど十一年前父が「これからはどんなことがあっても決してあいつのためには涙はこぼれない」と人に言ったという。そして父がそう言い出した前に自分が父に対して現わしたある態度を憶うと自分はいつもぞつとした。父として子からこんな態度をとられた人間がこれまで何人あろう。自分が父として子にそんな態度をとられた場合を想像しても堪えられない気がした。父がそう言ったと聞いた時に父の言うことは無理でないと思った。そして自分も孤独を感じた。(三)

志賀直哉が「和解」で見せているのは、たんに過去を正確に再現できる力や自己を客観的に分析する力だけではありません。他者に対する感応力の大きさ

場合でも、それでいいのだと思った。それは仕方のない事だ。

生きようとしてじたばたと「努力」してしまふことも「本統」の自己であるし、「気分で希うところ」が影響して静かに死を迎え得ることになったとしても、それも自己の「本統」の姿であるというのですから、彼は自分の「あるがまま」の「自己」をむしろ肯定しようとしているわけです。その「自己」のあり方そのものが、これまでの「自己」とは異なったものになっている、ということはあると思います。そのきっかけが「ひとつ間違えば」死んでいた、またその後も三年間は致命傷になりかねない傷を抱えることになった事故という特別の体験であったのかも知れません。

次に引くのは、高校生向けの教科書などでは省略されることが多い箇所なのですが、蜂の死の静かさに親しみを感じたと記された直後のくだりです。

自分は「范の犯罪」という短篇小说をその少し前に書いた。范という支那人が過去の出来事だった結婚前の妻と自分の友達だった男との関係に対する嫉妬から、そして自身の生理的圧迫もそれを助長し、その妻を殺す事を書いた。それは范の気持を主にして書いたが、然し今は范の妻の気持を主にし、仕舞に殺されて墓の下にいる、その静かさを自分は書きたいと思った。

「殺されたる范の妻」を写さうと思った。それはとうとう書かなかつたが、自分にはそんな要求が起つていた。その前からかかつている長篇の主人公の考とは、それは大変異つて了つた気持だつたので弱つた。

これは「自己」を縮小させた人の告白のようにも考えられますが、こういう「自己」を包み隠さず、読者の関心とも無縁にいけしやあしやあと書いてしまつていくという点で、志賀の「自己本位」は健在であると解釈することもできるでしょう。ここにある「長篇」というのは、先にも触れた「大津順吉」の続編にあたるもので、志賀はとうとうそれを書ききれませんでした。西垣勤はその不首尾が文学的に示しているのは、《実生活上の自我の貫徹と、その時の緊張した主体の文学への表現という前期のあり方を貫けなかつたこと》だと指摘しています。その西垣が、志賀が「自己」というものに対する認識を変化させて

いる証拠として挙げているのが、大正三年執筆とされる未定稿で、「運命」に抗う「自己」ではなく、「運命」と共にあるものとしての「自己」という視点が重要と思われるので、次にそれを重引しておきます。

リズムで生活して行ければそれは理想的な生活である。(略) キリストの生活を見ても左うだ。(略) 虫でも鳥でも総て人間以外の動物は、『何とかの響に應ずるが如く』にして生活してある(一四〇)。運命の力を根本にして小説を書きたい。心理を根本にしたものは気持の悪い裕通が利きさうで不愉快だ、運命ならばどうにもならない、どうにもならない物の動いて行く所に筋の發展を置いてそれに心理をつけて行くやうなものではない。運命は普遍的な作物にはなれない。心理は——特に病的な心理で發展する筋は普遍性がない。(略) 運命で押しつめられたら「自分なら」とはいへない。「自分なら」の働くはん囲が非常に狭くなる。「自分なら」を讀者に自由に働かせないやうな物が書きたい。(一四一)

西垣はこの文章を引いて『暗夜行路』の、過失の子としての出生、あるいは妻の過失を運命として受容し、自然の中にとけこみ、安心立命に至ろうとする大山における認識とつながることは疑いがない」と述べています。これは私たちの文脈では、この志賀の〈運命と共にあるものとしての自己〉という認識がどのようにして生まれ、どう「去私」的態度や他者への〈共感〉とつながるか、という問いになります。この問題については、もう少し掘り下げて、しかし場を改めて問うことにしたいと思います。

#### 四 「和解」における〈共感〉

志賀直哉の他者への〈共感〉が想像から始まるというのは、たとえば処女作の「網走まで」(明治四十一年執筆、同四十三年発表)でもそうでした。この小説は、宇都宮まで友人を訪ねる青年が乗り合わせた若い母親とその子どもたちと同情することになる話ですが、「自分」が〈共感〉するきっかけになるのが、「この母に生まれたこの子から、その父を想像せずにいられなかつた」ことからなのです。「自分」はこの想像のあと、若い母親からの頼み事に「快く」

よりも〈徳義上の問題〉を重視する、つまりは「道義」によって「自己(本位)」を否定する読み方は、私にとっては後退に見えるからです。私は、漱石の問題を乗り越えようとした志賀直哉という視点から、「自己」のたんなる否定ではなく、どのようにして「自己」をより深く捉え、どう「自己」も他者も否定することなく、他者となることが可能かを追究した小説として、「佐々木の場合」を読んでみたいのです。そしてその一つの解という可能性が、「自分」という人物の設定であり、自己認識と他者理解への道を開く〈共感〉という方法なのです。

### 三 「城の崎にて」における〈共感〉

さて、ここまでは「佐々木の場合」においてすでに志賀直哉が方法としての〈共感〉に意識的であったことを見てきましたが、ここからは志賀がその〈共感〉という方法をどのような表現として文章化しているかをなるべく具体的に見ていきたいと思えます。

「佐々木の場合」と同時期に書かれた「城の崎にて」は、全編〈共感〉から成る作品といつていいでしょう。山手線にはねられて怪我をした「自分」が、その後養生に過ごした城の崎での三週間を、傷が脊椎カリエスにならずにすんだことを確認した三年後から振り返って書くかたちになっています。この小説には、主人公の想像や回想を除いて他者は出てきませんから、その〈共感〉は死者や小動物に向けられたものになります。そしてここで注意したいのは、その〈共感〉が「自分」の想像から始まっていることです。

自分はよくけがのことを考えた。ひとつ間違えば、今ごろは青山の土の下におお向けになって寝ているところだったと思う。青い冷たい堅い顔をして、顔の傷も背中もそのまま。祖父や母の死骸がわきにある。それももうお互いに何の交渉もなく、——こんなことが思い浮かぶ。それは寂しいが、それほどに自分を恐怖させない考えたった。

「〈共感〉とはいえ、相手が死者ですから、具体的に動きのある「交渉」があるわけではありません。しかし彼らは同じ青山の墓所の土の下で、同じ仰向け

の姿勢で、同じ青い冷たい堅い顔をして、寂しいけれども恐怖のない同じ静かさを味わっています。今度は動物に対する〈共感〉です。ここでは想像の代わりに観察が同じ働きをします。

もとより自分のしたことではあったがいかに偶然だった。蝶螞にとつては全く不意な死であった。自分はしばらくそこにしゃがんでいた。蝶螞と自分だけになったような心持ちがして蝶螞の身に自分がなつてその心持ちを感じた。かわいそうに思うと同時に、生き物の寂しさを一緒に感じた。自分は偶然に死ななかつた。蝶螞は偶然に死んだ。自分は寂しい気持ちになつて、ようやく足元の見える道を温泉宿のほうに帰ってきた。

何度読んでも気になるところです。ここにある「一緒に」というのは、「同時に」の言い換えではなく、つまり「かわいそう」と「生き物の寂しさ」の両方を「一緒に」感じた、というのではなく、前文にある「蝶螞の身に自分がなつて」を承けて、「生き物の寂しさを」蝶螞と「一緒に」なつて「感じた」という意味なのだろうと思えます。

「自分」はもちろん蜂を、鼠を、蝶螞を否定したりはしません。しかしたんに彼らの生と死を観察し記述するだけでもありません。蜂には「その静かさに親しみを感じ」ますし、鼠には「今自分にあの鼠のような事が起つたら自分はどうするだろう」と考えます。そして「城の崎にて」では、主人公の「自己」も否定されてはいないので、それがわかるのは、死の前の鼠の動騷を自分の身に置き換えて想像してみせる、次のようなくだりです。

フェータルなものだと若し聞いたら自分はどつたろう。その自分は一寸想像出来ない。自分は弱つたろう。然し普段考えている程、死の恐怖に自分は襲われなかつたろうという気がする。そしてそういわれても尚、自分は助かろうと思ひ、何かしら努力をしたろうという気がする。それは鼠の場合と、そう変わらないものだったに相違ない。で、又それが今来たらどうかと思つて見て、猶且、余り変わらない自分であろうと思つて「あるがまま」で、気分が希うところがそう実際に直ぐは影響しないものに相違ない、しかも両方が本統で、影響した場合は、それでよく、しない

《彼らはいったいどのような「紋切型」に富を閉じ込めようとしているのか》という視点から、小説時間当時の日本社会における生活や思想の多岐にわたる関連資料をも周到に読み込んでそれらを傍証にしつつ、男たちが囚われている《近代的な恋愛観》を鋭く洞察し、《富の悲恋への願望——過去の恋愛を完成させることへの欲望》を読み解いてみせる力業には、理論的な巧みさだけでなく相応の説得力があります。しかし後でくわしく見るように、私は《富に関する「自分」の解釈は佐々木の延長線上にある》とは考えません。たしかに女の「自己」に対する理解が不十分であるという点では、彼ら男たちは共通しているのかも知れませんが、富の「自己」の持ち方を積極的に評価しようとしている「自分」の考えは、明らかに佐々木とは別の見方を示していて、それは《作者》自身が「自己」を知るための小説表現」という視座からは、相対的なものとはいえ十分に価値があると思われるのです。

「自分」の佐々木に対する沈黙は、古川氏のいうように《物語の外の読者に向けられたもの》ですが、それは同時に《作者》が向き合っているものでもあります。それが《佐々木に対する無言の批判》ならば、《作者》自身に対する批評でもあるのです。たとえば「自分」は、佐々木が読み取りを期待している《お嬢さんの「呪い」の物語》にしたいという意図を捉え損なっているのかも知れませんが、あるいはそれは意図的な無視かも知れないのです。この佐々木の告白を『ころ』を再現したかのような三角関係の物語として読むべきではない、他者理解の放棄、他者を否定してしまいたい気持ち「呪い」という物語を要請しているのであり、それはまた他者を理解できない自己を否定しようとするものでもある、という意味での無言の批評的態度としてです。だとすれば、《作者》は登場人物たちに簡単に他者を否定したり、自己を否定したりしてほしくない、と考えている可能性があることとなります。

くり返しになりますが私は、佐々木だけでなく富にも寄り添おうとする「自分」の姿勢が描かれていることを、《作者》がより深く自己を知るための一つの手段として、他者への《共感》というかたちをとった「去私」的な方法として、ここでは重視したいと思います。私は佐々木も「自分」も、そして富さえも、執筆現在の志賀直哉だと考えますし、小説には、それを執筆する《作者》に現在する矛盾した多面的「自己」が反映すると考えるからです。

さて、私が《富に関する「自分」の解釈は佐々木の延長線上に》ない、と考

える点について見ておきましょう。「自分」は、富の生き方を決めたものについて、佐々木がそれを「紋切型な道義心と犠牲心」からのものだ「と思っっているらしい」と突き放しています。そしてその「余りに低く見ている」点を佐々木に「同情出来ない」点として批判しているのです。ここで「自分」が富の道義心や犠牲心について「自分もそれらをそう高く価値づけはしない」と限定している点は見逃せません。「自分」は、富の生き方が消極的ならば、つまりは「自己」否定的な生き方ならば、それを肯定したくはないのです。しかしさらに大切なのは、「仮令」佐々木が思っているような「消極的な動機からしる」、富が「信じた事を堅く握りしめているその強さ」を評価して「いい感じ」を持っていること、すなわち佐々木の見方からは一応独立した視点から彼女の「自己」を新たに認めて、それを肯定しているということ、またそれでいて現在にまで続いている佐々木の責任感や彼が抱えている「強い感情」を否定していないということ。そして、この他者に対する中途半端な、しかし確かに共感を示す部分をもった姿勢もまた、現在の《作者》の正直な一面であるということ。ついでにいえば、富もまた現在の《作者》の一面です。たとえば佐々木からの申し出を拒否する富は、佐々木の生き様を否定しているとも見ることもできますが、佐々木がこれまで「独身で」きたことを知って「満足」している富は、佐々木を必ずしも否定しているわけではないのです。「不幸」な富を思いやっているつもりでいる佐々木に対して、逆に「今少しも不幸でない」立場から、実際には「不幸」でいる佐々木が幸福になってくれることが自分の「慰め」だと同情（共感）してみせてもいるのです。

下岡友加は、佐々木を漱石との関係における志賀直哉になぞらえて指摘しています。結婚を約した富から「逃げた書生」である佐々木とは、尊敬する漱石に依頼されながら自分で納得のいく作品が書けないという《藝術上の立場》から約束を破ってしまった過去の志賀であり、《あくまで自分の感情や欲求に従った結果》今更ながら求婚する佐々木とは、やはり自分の都合で漱石の死後になってようやく作品を発表する現在の志賀である。《だからこそ、佐々木に作者の年齢が重ね合わされ、その上で彼は罰せられているのではないか》と。

本多秋五の読みに異をとらえ、佐々木が志賀の過去でも現在でもあるとする見解については、私は下岡氏に同意するのですが、佐々木の「自己」が否定されている点のみを強調する読み方については同意できません。《藝術上の立場》

た設定ですし、「自分」が一応は佐々木と、佐々木の意に従わない富とを同時に、また佐々木に肩入れすることなく、評価し得ている点なども、『こゝろ』の青年「私」とは異なっているところで、それらはそのまま志賀直哉の漱石作品に対する批評になっていると考えてよいと思います。この作品に「亡き夏目先生に捧ぐ」という献辞があるのも、『こゝろ』の批評的継承が少しはできたという自負が志賀にあったからではないでしょうか。

## 二 「佐々木の場合」における〈共感〉

「佐々木の場合」で志賀が試みているのは、「自己本位」を否定するのではなく、やはり肯定しようとする方向での模索です。これについては、過去の「自己」を否定しているものの、どちらかといえば現在の「自己」をむしろ肯定し実現しようとする佐々木という人物造形においてだけでもそうなのですが、そのときにしかし、他者をも否定することなく自己を肯定し、そのうえで他者とならうとする工夫をしていること、こちらについては、たんに「佐々木」に富に対する無理をさせないだけでなく、佐々木と富とを対等に評価しようとする「自分」という人物造形を加えることによって、そうしているのです。

「自分」の感想は、二段落ありますが、その前段部分を引きます。

佐々木は今その女の心をさえぎっているものは紋切り型な道義心と犠牲心とで、それをとり除く事が出来れば問題は解決すると思っているらしい。そしてその道義心と犠牲心に余りに価値を認めない点が、佐々木も可哀だが、自分には少し同情出来なかつた。自分もそれらをそう高く価値はしない。然し佐々木はそれを余りに低く見ていると思つた。そして仮令消極的な動機からしるその女が信じた事を堅く握りしめていてその強さに自分はいい感じを持った。佐々木には今の自身の位置を誇る気さえ多少ある。それは無理はない。然し佐々木の妻になる事が必ずしもその女の幸福を増す事になるとは自分は考えない。佐々木が或幸福を与えらるう事は佐々木自身が信じている如く確かかも知れない。然し同時にその女が今持っている或幸福を捨てねばならぬ事も確かだ。しかも佐々木には女の今持っている幸福が如何なものかは本統に解つていないと

云う気がする。

後段部分は「自分は何と云つていいか解らなかつた」と続き、小説の結びになるその末尾で「何と云つていいか分らなかつた」という言葉がくり返されます。「自分」は、佐々木が「イゴイスト」ではあるが「不愉快なイゴイスト」ではないことを確認し、彼が「責任を負おうとして」いることや「愛を注ぐ」としている「ことについては「悪い感じはしない」が、相手が承知しなければ「仕方がない」ことであり、それでも「佐々木がそう思えないのは無理なかつた」と、前段部分同様、考えを反転させ続けるのです。ここで確かなのは「自分」が批評的地位として絶対的な位置を約束されていないということです。

これまでの研究では、たとえば本多秋五のように《佐々木は三年間の沈黙以前に可能な志賀直哉である》とし、《「自分」は、執筆現在の志賀直哉である》として、「自分」（現在の志賀）を登場人物に加えて佐々木（過去の志賀）を相対化させている点を評価するという読み方がありました。これに対しては、たしかに下岡友加が指摘するように、佐々木と「自分」をきれいに過去の志賀と現在の志賀とに二分化できるかという疑問は、当然ありえます。そして《明治四十一、二年に執筆された「Impressions XV」[「手帳12」]にある記述を証左として《佐々木の場合》の「自分」の判断に通じるような価値観を、志賀は作品執筆から八、九年遡る時期に既に持ち合わせていた》、したがって《「自分」の登場を根拠に「作者の成熟」を導くことにはやや無理がある》<sup>8</sup>とする下岡氏の反論にも、肯ける点があります。しかし作家がある価値観をすでにもっているとしても、それを〈作者〉として具体的な作品の中でどのように表現し得るかという問題とは、また別のことのようにも思えます。私は「自分」という存在を漱石の『こゝろ』を意識した〈作者〉志賀直哉による方法的な自覚の上での設定だとして、他者を否定してでも「自己」を肯定しようとしていた〈作者〉志賀が、その姿勢を変化させたことの現れとして見たいと思っています。

古川裕佳は《「自分」による佐々木の相対化は、しかし、必ずしも「自分」の絶対化を意味しない》、また《佐々木からも「自分」からも読まれようとする存在である富が、二人を相対化することもあり得る》とし、《「自分」による解釈が挫折したところに、読者が介入する余地を見出し》、そこから富の欲望を読み解く独自の論を展開しています<sup>9</sup>。

極めてみたいという気持ちを捨てきれなかったということがあったのではないのでしょうか。そして、その他者の媒介による自己の相対化という方法の取り入れをためらわせた原因の一つが、先生が選んだ告白と自殺という（自己に対する究極の態度）ではなかったか、とも思われるのです。自死という自己否定を前提にして、それと引き換えに遺書の執筆という自己肯定を行おうとするその姿勢は、いわば一人二役の務めであって、自分を肯定したり否定したりする批評的な他者を必ずしも必要とはしない、自己完結的なものでもあるからです。

私は酔興に書くものではありません。私を生んだ私の過去は、人間の経験の一部分として、私より外に誰も語り得るものはないのですから、それを偽りなく書き残して置く私の努力は、人間を知る上において、あなたにとつても、外の人にとつても、徒勞ではなからうと思います。（下五十六）

もちろん、先生が自分をただ否定するのなら、死ぬだけでよいのですが、肯定もしようとするためには、—それがつまりは「自己」を書き残すためには、ということになるのですが—、「何千万とある日本人のうちで、たゞ貴方丈に」（下二）といえる告白に見合った他者がとりあえずは必要であり、さらに批評をまで期待するのであれば、「あなた限りに打ち明けられた私の秘密」（下五十六）を受け止めたうえで、なおその後を生きていく別の確固とした「自己」が必要になります。そしてその新しい「自己」が、いずれ「外の人」に向けてまた伝えられていくことにもなる、—引用に傍線を施した部分からはそのことさえ期待されているようにも見えるのですが—、それが成功したかどうかはともかく、「先生」は青年「私」へとその「自己」を、一方で消滅させ（否定し）ながら、他方でバトンタッチし（肯定し）ようとするのであって、こういう「自己」の投げ出し方は、相当にアクロバティックな振る舞いであり、また作家にとつても、こういう作品の投げ出し方は、一種の賭けのようなものだといえるでしょう。そして志賀はおそらく、こうしたことに無自覚に同じ結構をもった小説を書くことはできなかったと思われるのです。

さて、短編「佐々木の場合」は大きく二つの部分から成ります。軍人である「僕」（佐々木）による彼自身の過去と現在についての独白部分とそれを聞いた年下の友人らしい「自分」の感想部分がそれです。『こゝろ』の読者ならば、

すぐにこれが告白的に書かれた先生の遺書とそれを受け取って読む青年という組立と共通していることに気がつくと思います。

佐々木は、当時は「二十歳前」で、山田という家で書生をしており、家の「お嬢さん」の子守をしていた「三つ位年下」の富と男女の関係になります。佐々木は「何の事かよく解らないまでも僕と富との関係に或嫉妬を抱いて」「意識してよく邪魔を」する「お嬢さん」を「厭」に思っており、まだ「五つ位」の少女でありながら、自分たちの関係に「呪のようにつきまとして来そうな氣」がしています。つまり、彼らは富を奪い合う三角関係にあるともいえるのですが、その「お嬢さん」が富との逢い引きの最中に誤って焚き火に転落し、大火傷を負います。道義的責任感から「お嬢さん」の傷ついた肉体の一部を自分の肉体の一部で補う申し出をした富は、以後、一身を「お嬢さん」に捧げる生き方を選択します。他方、士官学校への入学を準備していた佐々木は、いったん自分が「申し出よう」と、しかし「強迫されて思う」のですが、結局は体格試験への影響を恐れるという「イゴイステイック」な考えから、「山田の家を逃げ出して」故郷に逃げ帰ってしまいます。

「露西亞に行つて多分七八年いて、つい近頃帰つて来た」佐々木は、十六年ぶりに「三十三」になった富と偶然に再会します。それで復縁を望むのですが、「もう如何な事があつても再び男との関係は作るまいと決心している」富は、山田の家から受けた恩義に報いるためにも佐々木からの申し出を断り、「自分の事は忘れて早くいい奥様を御貰いになつて楽しい家庭を作つて頂く、それが反つて自分の慰めである」と返事します。「総てが余りに紋切り型に尤も」なのが「歯がゆくてならない」佐々木は、「どうしたらいいか」と「自分」に相談することになります。

漱石の『こゝろ』に対応しているのは、三角関係にある主人公が自分の行為に「罪」の意識を感じて、告白に見合う相手に、—それはやはりここででも三角関係とは無関係の第三者なのですが—、報告をしているという点です。もちろん佐々木は、告白と引き換えに自殺をする訳ではありません。彼の罪悪感が、火傷をした「お嬢さん」に対してよりも、自分の意志で犠牲的な生き方をしようとする富に対してより大きく、しかもそれが復縁を迫る、つまりは未来の共有を図るものであること、またその動機が過去の経緯に対する道義心だけでなく「新しい感情」からのものでもあることなどは、「先生」とは明らかに違つ

三年七月になって、―『こゝろ』は同年の四月から八月までの連載でしたから―、本当にいいよの時期になって、漱石に辞退を申し出ます。

志賀直哉の処女作とされるのは、明治四十一年執筆の『或る朝』網走まで(発表はそれぞれ大正七年、明治四十三年)ですが、大正三年発表の『兎を盗む話』(四月)、『寓居』(十月)の後、大正六年発表の『城の崎にて』(五月)、『佐々木の場合』(六月)までに約三年間のブランクがあります。この作品発表のない空白期間を挟んで、それ以前を作家志賀直哉の前期、以後を後期とする見方が一般的です。そして、たしかにこの前後で志賀直哉の文学が大きく変わっています。

たとえば西垣勤は、志賀文学の特徴について、『前期は、自然・社会・他者と対立し、強烈に自己、自我を貫き通そうとする文学であり、後期は、自然・社会・血縁、とりわけ自然と調和し融合しようとする文学である』<sup>3)</sup>と書いています。私たちの問題意識からは、前期が「自己(本位)」の確立をめざした文学、後期が「去私」との両立をめざした文学ということになります。

この変化を生んだ空白の時期の始まりと漱石からいったんは受けた依頼を辞退せざるを得なかった時期とが、ほぼ重なっています。志賀本人の弁もありますが、『義理堅い夏目さんにそんな事で迷惑をかけたのは大変済まない事に感じ、何時かいい物を書いて』と考えていたこと、すなわち漱石に対する「不義理」を自分で納得のいく作品を書き上げることでもって穴埋めしようとする気持ちをもっていったことが、―この気持ちだが、かえって反対の方向に作用することとは十分に考えられます―、彼が書けなくなった「原因の一つであった」ことは間違いのないところでしょう<sup>4)</sup>。では、なぜ同時期に仕上がった『城の崎にて』と『佐々木の場合』の二作品のうち、後者にだけ「亡き夏目先生に捧ぐ」という献辞が付されたのでしょうか。

かつて私は「佐々木の場合」に注目し、志賀直哉が、漱石の『こゝろ』における短編による多層化の試みを、―それはおそらく、遺書を書く主体とそれを読む主体とを設定し、それぞれの視点から表された彼らの世界を関係させることだったと思われるのですが―、(作者)の自己認識を深めるための構造化であり、多元化であることを十分意識した上で、さらに自分なりに問題を一歩間い進めるつもりで「佐々木の場合」を書いたのだと指摘したことがあります<sup>5)</sup>。そこで私は、この小説は「自己本位」の実現の前提となる「自己」をよりよく

知るという目的のために(共感)という「去私」的な方法をもってした作品である、と言いたかったのですが、概略的にしか触れられませんでした。ここで改めてもう少し詳しく見たいと思いますが、まずは漱石の『こゝろ』から確認しておきます。

漱石は『こゝろ』を、前二作にあたる『彼岸過迄』や『行人』の三人称小説から、一人称小説に戻しました。しかし短編を数編重ねることによって一編の長編を構成するという先の二小説における試みは、この作品でも続けるつもりでいたようです。実際には、短編『先生の遺書』を構成する一章である「先生と遺書」が長くなりすぎたために、長短のバランスを欠いた三つの章を一長編としてまとめることになったので、(作者)の「自己」認識を深化させる方法としての短編の多層化という点では、中途半端に終わった作品といえます。

それでも『こゝろ』には二つ別々の、中心的視点人物である「私」が並んではいるので。ただし、自殺を前提に過去を回想し、自身の「自己」を遺書として書き残そうとする主体は、もう一つの遺書を読む主体とは比較にならないくらい大きな存在になっています。そしてこの主体の独白には、自己を消し去ろうとするほどの大きな罪悪感情と、「心」という自己の真実に少しでも迫り、それを認めようとする切実さがあるのに対して、もう一つの主体にはそれを一個の他者として相対化できるほどのその「自己」が独立しておらず、批評的存在としては影が薄いのです。この『こゝろ』の欠点は、志賀直哉にも見えていたことでしょうか。彼が似たような組み立ての話を書く場合には、当然意識せざるを得なかったことでしょう。

さて、『こゝろ』に登場する「私」の一人である先生は、「自己」の欲望に正直に動いた結果、自分を信頼している親友Kを裏切ってしまう、彼を自殺に追いやってしまったと自責の念に苦しみます。世間との交流を断ち、妻にも心を閉ざし、ひたすら「罪」と向かい合って悩み続ける自意識としての「自己」。それは観念的で抽象的な「自己」、純粹化された「自己」であって、いうならば「罪」を背負うことだからうじて支えている「自己」にすぎません。ですから自身の内部に向けて純粹化していく方法では、本当の「自己」は得られないのではないかと。そういう疑問は、当然漱石にあったと思います。

しかしその疑問を一方で抱えながら、別の短編を加えることを断念した背景の一つには、他方で、やはり自己省察のみによって、ぎりぎりまで「自己」を

夏目漱石と志賀直哉  
— 「自己本位」と「則天去私」の両立への試み—

NATSUME Soseki and SHIGA Naoya:  
'Jikohoni', 'Sokutenkyoshi' and How to Cope with Both

TAKEDA Mitsuhiro

武田 充啓

はじめに

「夢殿の救世観音を見てみると、その作者といふやうなものは全く浮かんで来ない。」そう志賀直哉は書いたことがあります。それは作品が作者から「完全に遊離した存在となつてゐるから」だと。そして「文芸の上で若し私にそんな仕事でも出来ることがあつたら、私は勿論それに自分の名など冠せようとは思はないだらう。」とも書きました<sup>1</sup>。一方で「自己」をむしろ貫き通そうとする主人公を、その作品に描き続けてきた「自己本位」の作者であるその人が、他方で「作者といふやうなものとは全く浮かんで来ない」作品を、「(則天) 去私」的な視点からの一つの理想だとするその姿勢に、夏目漱石の「自己への態度」と共通するものを見ることもできるでしょう。

「自己本位」を生きつつ、しかもなお自在に「去私」<sup>2</sup>すること。夏目漱石が追究した文芸上の理想を、ではどのように志賀直哉は引き受け、どう自らの文学的営為のうちに求めようとしたのでしょうか。志賀直哉の文学において、「自己本位」と「去私」という一見相反するものをつなぐものは、「共感」であり、それが漱石的課題に応える志賀文学独自の方法ではなかったか。そう私は考えています。

以下では、夏目漱石が『こゝろ』において、「自己本位」と「去私」の両立問題への彼なりの解答として、一つの極限に至ったことを確認し、そのうえで作家の「自己への態度」という観点から、漱石の問題を乗り越えるための志賀直哉の「共感」という方法について、「佐々木の場合」の他、幾つかの作品の読解を通じて、これがどのように具体的に機能しているのかを問いつつ、彼の漱石作品に対する批評的姿勢についても検討してみたいと思います。

一 志賀直哉の「自己への態度」

志賀直哉は大正二年十二月に武者小路実篤を介して夏目漱石から東京朝日新聞に小説を連載することを依頼され、承諾していました。それは「天津順吉(大正元年)の続編と目される小説で、予定では漱石の『こゝろ』の後に連載されるはずだったのですが、そして志賀は、それまでにかんがひの量の草稿を綴ってもいたのですが、どうしても作品に仕上げる目処を立てることができず、大正

## 独創的な公開講座の開発と広報活動への貢献

笹山 智仁・市瀬 辰己・尾崎 充紀・道下 貴広・大西 康幸

Development Process of Open Class with Originality and Contribution to Publicity Work

Tomohito SASAYAMA, Tatsumi ICHISE, Mitsunori OZAKI,  
Takahiro MICHISHITA and Yasuyuki OHNISHI

奈良高専技術支援室では、平成 22 年度の公開講座として中学生のための「ものづくりプロジェクト体験」を実施した。この講座は、技術支援室が単独で企画した初めての公開講座であり、構想・計画・準備に 3 年間を費やし、従来のものづくり講座とは一味違った独創的な内容で実施することができた。

### 1. はじめに

これまで技術支援室は、本校ならびに各学科（本科 5 学科と一般科）が企画・実施する出前授業や公開講座など（以下、各種イベントとする）に支援業務として参画・協力を行ってきたが、技術支援室ならびに技術職員の企画による各種イベントはおこなわれていなかった。そこで、平成 20 年度から技術職員が企画する各種イベントを模索してきた結果<sup>1,2)</sup>、図 1 に示すように平成 22 年度の公開講座として実施することができた<sup>3-5)</sup>。ここでは、独創的な公開講座の開発過程と成果、それに伴う活動が奈良高専の広報へ貢献したことについて報告をおこなう。

### 2. 独創的な公開講座の開発

#### 2.1 ものづくりプロジェクト体験の提案

平成 20 年度の活動では、学内で実施されている公開講座の受講生（小・中学生）とその保護者に対し「興味ある技術」と「希望する公開講座」についてアンケート調査をおこなった。また学外においては、科学技術に関する教育普及活動をおこなっている科学館や、それらに関連する施設での資料収集をおこなった。これらの結果から、展示物の見学や講演の聴講より、具体的な作業をおこなう「ものづくり」への期待が大きいことが分かった。また、小中学生を対象とした「ものづくり」においては興味を持たせること・考えさせること・作業そのものを楽しませることが大切であるにも関わらず、それを



図 1 平成 22 年度公開講座の案内

上手く伝えきれていないという現状（改善点）も確認された。そこで『ものづくり』『考える』『技術への好奇心』をキーワードに「組立て→完成」で完結する「ものづくり」ではなく「構想、発想したものを形にするまでの工程・過程（＝ものづくりプロジェクト）」を経験させることに着目した「ものづくりプロジェクト体験（図 2）」を提案することができた。

◎「ものづくりプロジェクト体験」の基本コンセプト

- ①技術支援室の組織としての特色を活かし「専門分野（技術）間の連携」に重点を置いた内容とする。
- ②異なる専門講習を受けた受講生による「ものづくり」のための「プロジェクトチーム」を編成する。
- ③チームメンバーが互いの受講内容を生かし同一テーマの製作に挑戦，創意工夫により他のチームよりも優れた製品を創ることを目指す。
- ④これら一連の過程から工業製品は，多くの専門分野の集合体であり，それぞれの技術が相互に関連していることを学ばせる。

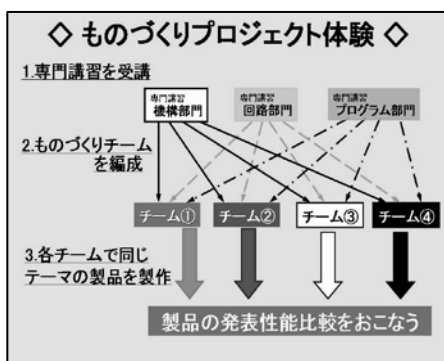


図2「ものづくりプロジェクト体験」イメージ

2.2 公開講座へ向けた準備活動

平成 21 年度は「ものづくりプロジェクト体験」の実施に向けた準備活動をおこないながら，内容の詳細や開催日程などを決定した。

2.2.1 企画提案プレゼンテーション

「製作する製品の選定」ならびに「専門講習等について吟味する」ことを目的とした，技術職員による「企画提案プレゼンテーション」をおこない 10 個のテーマが提出された。この活動より製作テーマを「尺取虫型ロボット（図 3）」とし，製作に必要な知識は 5 つの専門分野に分けて講習をおこなうこととした。

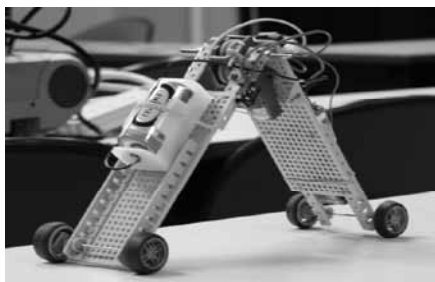


図 3 尺取虫型ロボット試作品

2.2.2 科学の祭典への出展

青少年のための科学の祭典 2009・奈良大会へ「エコロジー」をキーワードに 3 テーマを出展，企画から出展までのシミュレーションをおこなった。また，体験者へのアンケート調査や体験中の反応を観察するなど「ものづくりプロジェクト体験」を踏まえてリサーチも同時におこなった。本取組では体験者の 88% から「とても楽しかった」あるいは「楽しかった」という回答が得られたことから「ものづくりプロジェクト体験」へ向けて効果的な内容を提示できたものと考えられる。この活動より「ものづくりプロジェクト体験」の受講対象者は中学生とし，公開講座 2 日間の日程でおこなうこととした。

2.2.3 開催日程と講座内容

以上の活動で決定した内容を元に「専門講習用テキスト」や「ロボット製作用のオリジナル部品」の製作をおこなうと同時に，試作会ならびにプレ競技会を数回重ね「競技ルールや製品の評価方法（図 4）」等の詳細を決定，次のような日程と内容で実施することとした。

**尺取り虫ロボット競技ルール**

**基本ルール**

- ・ 本体前部をスタートラインを超えないように設置する。
- ・ フェンス（立て板）をゴールゾーンより近い地点にセッティングし，セッティングの位置はゴールゾーン以降であれば自由です。
- ・ ゴールゾーンはスタートラインから直線距離で 100cm～130cm の範囲となります。
- ・ 競技は 2 つのチームが同時にスタートします。
- ・ ゴールゾーンにロボット本体最後尾が入り，プログラムが停止した時点でゴールとします（この状態以外では，ゴールできていないとみなします）。
- ・ 下に示す評価基準（距離・スピード・燃費）でポイントを出し，合計します。
- ・ 使用する電池はアルカリ 1set かマンガン電池 2set のどちらかを選択します。アイネアシートに記入欄がありますので，どちらを使用するか記入してください。
- ・ 選択した電池は，2 日目際に配布します。
- ・ プログラムの最初に「スタート」と，最後に「ゴール」と発声させてください。

ポイント換算表		スピード（順位）		燃費（エコポイント）	
距離（停止位置）		1 位	10Pt	アルカリ電池	マンガン電池
100～105cm 以内	10Pt	2 位	7Pt	1set	2set
105～130cm 以内	5Pt	3 位	5Pt	選 択	
距離 0～100cm 未満		4 位	3Pt	追加 (燃費) 電池 1set につき 5Pt	
停止時間に按拠	0Pt	燃費を減らす可！			
コースアウト		マイナー電池一考使用につき，+2Pt!			

※但し，mm 単位は切り捨てて測定します。

**競技フィールド**

図 4 競技ルール詳細

①実施日時

- 1 日目
  - 平成 22 年 7 月 21 日（水）9:30～15:30
- 2 日目
  - 平成 22 年 7 月 22 日（木）9:30～15:30

②受講対象者

中学生（3年生を優先）とし募集定員は20名  
（1チーム5名で編成）

③受講内容

- ◎ 技術職員が作成する専門講習用テキストの内容は、機構、モータ、システム・センサー、プログラム、エネルギーの5分野とする。受講生は5分野の専門講習の内から1分野だけを受講する。（テキストには全ての分野が記載されているので受講していない分野の内容は自学自習することができる。）
- ◎ 受講後、講習分野の異なる5人で尺取虫型ロボット製作チームを編成し互いに習得した知識を持ち寄り与えられたルールに沿ってロボット製作のアイデアをまとめる。
- ◎ 製作チームは、アイデアが反映された尺取虫型ロボットを完成させる。
- ◎ 製作チーム毎に製作発表をおこない相互に比較、評価して広く知識を習得できるようにする。

2.3 公開講座の実施

平成22年度は、受講希望者の中から18名の中学生が参加した公開講座を実施した。受講生達は、各自が専門講習で得た知識を活発に交換しながら競技ルールを考慮した「尺取虫型ロボット」製作のためのアイデアをまとめ、製作をおこない、テスト走行を重ね「構想、発想したものを形にするまでの工程・過程」を体験しながら、全てのチームで製品を完成させることができた（図5）。

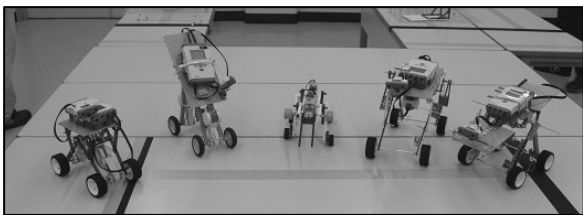


図5 本講座で製作した尺取虫型ロボット（中央を除く）

3. 広報活動への貢献

3.1 科学の祭典2009の報道

本校を会場として実施された「科学の祭典2009・奈良大会」は新聞記事<sup>注1)</sup>やテレビの情報番組<sup>注2)</sup>で紹介された。そのなかで技術支援室の出展した「自転車発電機

注1) 2009/11/8 産経新聞朝刊（奈良版）に掲載（図6）  
注2) 2009/11/10 KCN ケーブルTV「パラナビ」で放送

で家電を動かそう！」が大きく取り上げられて報道された。



図6 科学の祭典2009に関する報道記事

3.2 公開講座の報道

中学生のための「ものづくりプロジェクト体験」では、報道機関<sup>注3)注5)</sup>からの取材が多数あった。



図7 公開講座新聞記事

注3) 2010/7/23 産経新聞朝刊（奈良版）に掲載  
注4) 2010/7/24 奈良新聞朝刊に掲載  
注5) 2010/7/30 毎日新聞朝刊（奈良版）に掲載（図7）

そのなかでは、従来のものづくり講座との違いについて詳しく説明されているほか参加者の「考えながらつくるのは楽しい」などのコメントも紹介されており、その関心の高さを感ずることができた。

#### 4. おわりに

技術職員の提案に始まった、技術支援室が開発した「ものづくりプロジェクト体験」を実施した結果、概略以下の結論を得た。

- ①先に提案した「ものづくりプロジェクト体験」の基本コンセプトに即した内容の公開講座を実現することができ一応の成果を得ることができた。また、ものづくりプロジェクトの製作チームは講習分野の異なる5人で編成されており同じ条件にも関わらず、機構や制御方法など完成したロボットの仕様は様々であったことから、自由な発想によるロボット製作を体験させる効果について確認することができた。
- ②科学の祭典 2009 奈良大会や公開講座の様子は新聞やテレビの情報番組に取り上げられることが多く奈良高専の広報活動にも貢献できたものと考えられる。
- ③アンケート調査の結果、特に「高専に入学する場合どの学科を希望しますか」について受講前後の意識変化を調査したところ図8-1のようになり、受講前後で「入学を希望する学科が変わったか」については6割の受講生に変化があった(図8-2)。

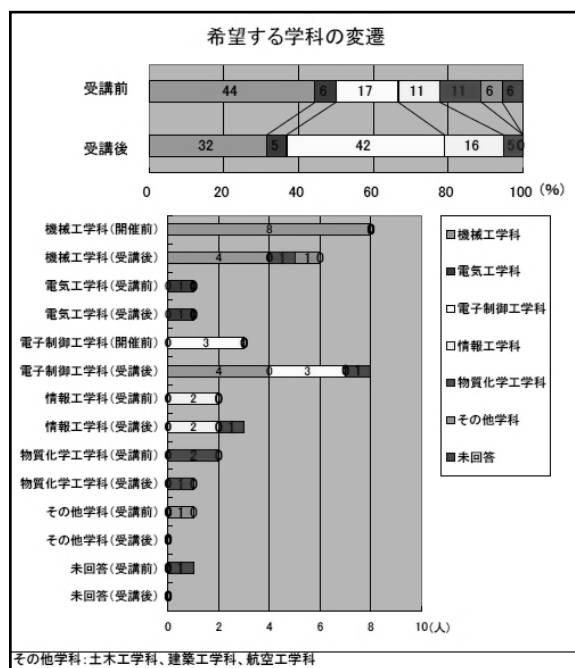


図8-1 公開講座アンケート結果

これは、今回の「ものづくりプロジェクト体験」を通じて受講生らに学科選択の新たな見方を提案することができ、本校を受験する際に大いに役立つ情報を提供できたものとする。

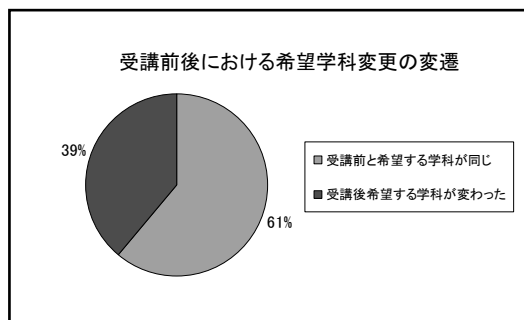


図8-2 公開講座アンケート結果

#### 謝辞

本取組の一部は、独立行政法人国立高専機構平成21～22年度特別教育研究経費(情報発信戦略)の助成を受け遂行された事を報告し、ここに深謝致します。

#### 参考文献

- 1) 笹山智仁, 道下貴広, 尾崎充紀, 大西康幸, 登一, 市瀬辰己: 奈良高専技術室の広報活動に向けたイベントを主体とした取り組み～専門分野の枠を超えて～, 平成20年度京都大学総合技術研究会報告集第Ⅱ分冊(2009),364-365.
- 2) 笹山智仁, 市瀬辰己, 大西康幸, 池内由卓, 西野貴之, 尾崎充紀, 道下貴広, 二宮由成, 登一, 島田大嗣, 中川哲男, 旗生 恵里子, 片倉泰子, 加藤綾子: 「ものづくりプロジェクト体験」開催へ向けて…, 平成21年度実験・実習技術研究会 in 琉球報告集(2010),454-455.
- 3) 道下貴広, 市瀬辰己, 大西康幸, 池内由卓, 西野貴之, 尾崎充紀, 笹山智仁, 二宮由成, 登一, 島田大嗣, 中川哲男, 旗生 恵里子, 片倉泰子, 加藤綾子: 「ものづくりプロジェクト体験」開催報告, 平成22年度熊本大学総合技術研究会報告集(2011),09-156.
- 4) 登一, 笹山智仁, 西野貴之, 尾崎充紀, 道下貴広, 加藤綾子, 池内由卓, 二宮由成, 島田大嗣, 中川哲男, 旗生 恵里子, 片倉泰子, 大西康幸, 市瀬辰己, 和田任弘: PBL要素を取り入れた公開講座の実施報告, 平成22年度熊本大学総合技術研究会報告集(2011),127.
- 5) 笹山智仁: 技術支援室が開催する公開講座について, 第2回高専技術研究会 in 木更津報告集(2011),52-53.

# Cutting Performance of Turning Insert with Three-arcs-shaped Finishing Edge

Wada Tadahiro , Hiro Kazuki and Nakanishi Jun\*

Applied Mechanics and Materials  
Vols. 110-116 (2012) pp 1630-1636

The machined surface is an important index of the quality and functional performance of a machined component [1]. In turning operations, ideal surface roughness is the best possible finish that may be obtained for a given tool shape and feed rate and can only be approached if built-up edge, chatter, inaccuracies in the machine-tool movement, etc., are eliminated [2]. Surface roughness is dependent on both the tool geometry and the feed rate "S." For example, in turning by an offset tool with the side cutting edge angle 0 degrees and the corner radius "r," the theory value of surface roughness (the maximum height roughness "Rz") is similar in  $S^2/(8r)$  in the case of the feed rate "S" being lower than "2r." Thus, using a larger corner radius or a lower feed rate is effective for obtaining a good machined surface. However, turning at lower feed rates decreases productivity and it has a negative influence on the turning operation because of continuous chipping. On the other hand, turning at a larger corner radius increases both the productivity and good machined surface because of the higher feed turning.

Incidentally, in the turning of a shaft with a step of specified corner "R," it is important whether the corner radius of the turning insert is the same as the specified corner "R" or lower than it. A turning tool with a large corner radius cannot adapt to cutting a shaft with a step of the specified corner "R." Therefore, a finishing blade is formed at the point of the intersection between the corner radius and the straight cutting edge. This finishing blade is called a wiper edge [3, 4].

In this study, the surface roughness, cutting force, and tool wear were experimentally investigated in

order to clarify the cutting performance of the turning insert with a three-arcs-shaped finishing edge. Work piece material ASTM D2 (JIS SKD11) was turned with two types of turning inserts that had different radii of the arc-shaped finishing edge.

The main results obtained are as follows.

- (1) The machined surface of the insert with a three-arcs-shaped finishing edge was better than that of the normal insert.
- (2) The wear progress of the insert with an arc-shaped finishing edge was slightly slower than that of the normal insert.
- (3) The cutting force of the insert with an arc-shaped finishing edge was almost the same as that of the normal insert.

## ACKNOWLEDGMENT

We are very grateful to Tungaloy Corporation for their cooperation in the molding of the turning inserts.

## REFERENCES

- [1] Jhy-Cherng Tsai, Ming-Yi Tsai, "Experimental Analysis of Surface Roughness for Turning Process," Proc. of the Int. Conf. on Precision Engineering (ICPE'97), Taipei, Nov. 1997, pp.287-290.
- [2] Geoffrey Boothroyd, Fundamentals of Metal Machining and Machine Tools, Scripta Book Company 1975, pp.134.
- [3] Catalogue of Tungaloy Corporation.
- [4] Catalogue of Mitsubishi Materials Corporation.

---

\* Faculty of Advanced Engineering



## 表面処理されたハイスタップの工具損傷

和田 任弘・岩本 晃二\*・尾崎 充紀・廣 和樹

Tool Failure of Surface-treated High Speed Steel Tap

Tadahiro Wada, Koji Iwamoto\*, Mitsunori Ozaki and Kazuki Hiro

粉体および粉末冶金 58巻、5号、(2011)、275-278

鋼材のめねじ成形には、切削タップ、あるいは盛上げタップ（フルートレストタップ）が一般に用いられる。盛上げタップは、塑性変形によりねじ山を成形するため、めねじの有効径精度が安定する、切りくずを出さないので加工後の洗浄が不要であるなどの利点がある。このため、展延性の良好な材料、たとえばアルミニウム合金を加工する場合に使用されている。盛上げタップでは、タッピングトルクが切削タップに比べ数倍大きくなるため、めねじの呼び寸法が大きい場合や、鋼材のように変形抵抗の大きい材料を加工する場合には適用しにくい。これに対し、切削用タップは、めねじの呼び寸法が大きい場合にも適用できるので鋼材のめねじ加工に多く用いられている。しかし、切削用タップでは、鋼材のタップ加工において、切りくずの排出性がタップの工具損傷に大きな影響を及ぼし、切りくずが被削材とタップねじ部に噛み込むとタップねじ部における欠損の原因となる。特に、直溝の管用テーパタップでは、加工が進むに連れ切りくずが厚くなり、また切りくず排出性も悪くなるため、タップねじ部に欠損が生じやすい。

さて、切削タップの工具材には、韌性に優れた高速度工具鋼（ハイス）が多く用いられている。タップ加工の作業能率向上には切削速度を高めることが有効であるが、切削速度の上昇につれ切削温度も上昇するのでハイスタップに軟化が生じ、工具摩耗が増大する。このため、タップ加工における切削速度は比較的low、複数のタップメーカーが推奨する切削速度は、一般に鋼、鋳鉄で0.05~0.12m/sであり、かなり低切削速度でタップ加工が行われる。切削速度を高めるためには、タップと被削材における摩擦係数の減少、タップと被削材の溶着防止、

耐摩耗性の向上が有効であり、これには硬質物質をタップに被覆する方法が有効である。そこで、ハイスタップの耐摩耗性を向上させるために、酸化処理を施したハイスタップ、TiN、TiCNをPVDコーティングしたハイスタップが市販されている。最近、Al-Cr系被膜が実用化されつつあるが、ハイスタップにAl-Cr系薄膜を被覆したAlCrNハイスタップの耐摩耗性を調べた研究は見あたらない。

そこで、本研究では、直溝の管用テーパハイスタップによる鋼材のタップ加工を能率的に行うことを目的として、タップに種々の表面処理を行ったハイスタップで鋼材のタップ加工を行い、表面処理がタップの工具損傷などに及ぼす影響を調べるとともに、Al-Cr系被膜の有効性を明らかにした。

得られた主な結果は、次の通りである。

- (1) 切削速度を高くすることによって、切りくずが薄くらせん状になり、タップのすくい面側およびヒール側に欠損が生じにくくなった。
- (2) ハイスを母材としAlCrNをPVDコーティングしたタップが、最も良好な耐摩耗性を示した。
- (3) AlCrN膜は、TiN、TiCN膜に比べ、低摩擦係数、高硬度であった。このため、低摩擦係数は、切削温度の上昇を抑制し、さらに切りくずの排出性を高める効果があると考えられた。また、高硬度被膜は耐摩耗性を向上させる効果があると考えられた。

### 謝 辞

被削材のご提供にご協力いただきました（株）大阪ジャッキ製作所に感謝の意を表します。

\* オーエスジー株式会社



## 焼結鋼切削における(AI,Cr)Nコーテッド超硬合金の工具摩耗

和田 任弘・岩本 晃二<sup>\*1</sup>・羽生 博之<sup>\*1</sup>・川瀬 欣也<sup>\*2</sup>

Tool Wear of (Al,Cr) N Coated Cemented Carbide in Cutting Sintered Steel

Tadahiro Wada , Koji Iwamoto<sup>\*1</sup> , Hiroyuki Hanyu<sup>\*1</sup> and Kinya Kawase<sup>\*2</sup>

粉体および粉末冶金 58巻、8号、(2011)、459-462

複雑形状の機械部品を高精度に大量生産するには粉末冶金が有効な製造技術である。焼結機械部品は、焼結後できるだけ切削などの機械加工をしなくてすむように設計するのが望ましく、焼結機械部品は near net shape で製造され、必要最小限に仕上げ加工、穴加工、リーマ加工などの切削による二次加工が施される。この場合、焼結機械部品は大量に生産されるので耐摩耗性に優れ、しかも作業能率を高めるために高速度切削が可能な工具材によって切削する必要がある。さらに、焼結鋼は、炭素鋼などの溶製材に比べ、熱伝導率が小さく、また気孔部分で断続切削が生じるため、工具摩耗が大きくなる。これには、耐熱・耐摩耗性に優れた c-BN 焼結体が有効な工具材と考えられる。しかし、上述のように、横穴など成型成形では形状出しが不可能な場合には穴加工が二次加工として施されるが、c-BN 焼結体工具では適用できない場合も多い。この場合には、耐欠損性に優れた超硬合金を母材とし耐摩耗性に優れたセラミックスをコーティングしたコーテッド超硬合金が有効な工具材と考えられる。セラミックス膜を母材へコーティングする方法として、PVD 法と CVD 法が一般的であり、それぞれ切削方法によって使い分けられている。PVD 法は、CVD 法に比べ低温処理のため密着性にやや劣るものの、被膜に圧縮応力を付加できるため強度低下が少ないなどの理由により、耐欠損性が要求される超硬ドリルや超硬エンドミルのコーティング処理に多く用いられている。

また、被膜としては、TiN, Ti(C,N), (Ti,Al)N 膜が一般に使用されており、このような PVD コーテッド超硬合金の耐摩耗性を調べた研究は多い。

さて、従来から、Ti,あるいはTiにAlなどを加えた合金をターゲットとした被膜が多く使用されている。しかし、最近、(Al,Cr)合金をターゲットに使用した(AI,Cr)N被膜が使用され始めた。しかし、焼結鋼切削における(AI,Cr)Nコーテッド超硬合金の工具摩耗について調べた研究は見当たらない。

そこで本研究では、焼結鋼の切削を(AI,Cr)Nコーテッド超硬合金工具および(Ti,Al)Nコーテッド超硬合金工具行い、工具摩耗を調べることによって、焼結鋼切削における(AI,Cr)Nコーテッド超硬合金の有効性を明らかにすることを目的とした。

得られた主な結果は、次の通りである。

- (1) (Al,Cr)Nコーテッド超硬合金工具の摩耗進行は、(Ti,Al)Nコーテッド超硬合金工具に比べ遅かった。
- (2) (Al,Cr)N被膜は、高硬度であり、さらに酸化開始温度が高かった。
- (3) (Al,Cr)Nコーテッド超硬合金工具による焼結鋼の切削では、(Al,Cr)N被膜の摩擦係数が低いため切削温度は低くなり、摩耗進行が遅くなると考えられた。

以上のことから、焼結鋼の切削には、(Al,Cr)Nコーテッド超硬合金が有効な工具材であることが明らかになった。

\*<sup>1</sup>オーエスジー株式会社

\*<sup>2</sup>株式会社ダイヤモンド



## 高専において期待される女性教員像

島岡 三義・上田 悦子・鬼頭みずき

A Desirable Female Teacher in College of Technology

Mitsuyoshi SHIMAOKA, Etsuko UEDA and Mizuki KITO

工学教育 59 卷, 3 号, (2011), pp. 61 ~ 66.

高等専門学校は高校生世代と大学生世代が同居する、世界にも類を見ない、特異で、なおかつ、技術者教育に成功している高等教育機関である。筆者らが所属する奈良高専（以後「本校」と記す）で女性教員が初めて専任教員として採用されたのが、平成3(1991)年4月であり、実に学校創立28年目のことである。女子学生は1976年に初めて入学してきたので、女子学生がいながら男性教員だけで15年間もの長きにわたって教育、指導を行ってきたことになる。高専の教員は学校運営・教育・研究・課外指導の4足のわらじを履く故に、大学教員兼高校教員の資質を持たねばならない。さらに、高専には「学生寮」があり、本校では100名強の学生が寝食を共にして生活している。宿直を伴う寮生の指導があり、当然のことながら、学校運営に関する校務もあるので、高専教員としての業務を遂行するには、「体力」も必要である。こうした高専の教員の過酷さも、女性進出を阻む要因となっていたかも知れない。また、実社会で女性技術者として問題なくやっていけるような指導も行ってきたとまでは言い切れない。卒業後、技術者としてどう生きていくかの助言が今後ますます重要になり、アドバイザとしての女性教員への期待がますます高まっていくことになろう。

本論文では、本校電子制御工学科に籍を置く2人の女性教員が工学教育の現状について思うことや技術者・研究者として感じ、経験し、問題を克服してきた事例などを紹介している。さらに、高専での教員生活も振り返り、

女性教員として果たす役割、望ましい資質等を男性の島岡だけでなく、上田・鬼頭の両女性教員も自ら述べて、より良い男女共同参画社会の形成へ向けた議論に資するものとしている。

我が国の発展には女性技術者の育成と支援が不可欠であり、女性技術者の育成の拠点とも言える高専の果たす役割は非常に大きい。高専に勤務する女性教員に対する期待度は従来にも増して高まっている。女性技術者の育成や支援と絡めて、男女それぞれの観点から、また、いろいろな視点から、高専において期待される女性教員像を議論した。マイノリティグループに属しても臆しない精神的なタフさがあり、女性であることを強く意識して、多少学生になめられようとも元気に行動できる資質を持ち、さらには、女性技術者・研究者の先駆けとして、特に女子学生の牽引役であるとの意識と実行力を求めたいとした。

本稿では、筆者らの経験、感想の本音を述べている。すでに知らされている事実の類例もあるが、今もって述べられていることから、それらは容易に解決しがたい問題であることを指摘している。

なお、「文系」とか「理系」とかの括りとも関連して、男性向きの学術分野とか女性向きの仕事と決めつけることや、そのような仕分けをする意識をぬぐい去ることも、男女共同参画社会の形成に重要なことではないかと述べている。



## 企業技術者との連携による創造的人材の育成

島岡 三義

Creative Human Resources Development by Co-operation with Engineers in Company

Mitsuyoshi SHIMAOKA

Relative lowering of economical superiority of Japan in the world has been a serious situation. Teachers in college of technology must have the ability to instruct the design and manufacturing of a machine system to students, but their ability seems to be declined. In this paper, problems in education for enhancing creative ability through manufacturing and engineering design in college of technology have been described and the some solutions offered a way out of this serious situation has been discussed. In order to keep and develop the total engineering design ability of students, the education in connection with the well experienced engineers is more effective.

### 1. はじめに

技術革新が進んで、我が国の技術力が世界のトップレベルに達してきたものの、中国やインドなどの新興工業国の追い上げが激しく、長年堅持してきたGDP（Gross Domestic Products 国民総生産）世界第2位の地位も中国に明け渡すことになった<sup>1)</sup>。また、図1にOECD経済協力開発機構（主要先進34カ国が加盟）が実施した、高校1年生（非加盟国・地域を含め65カ国・地域の約47万人が参加）の学習到達度試験結果<sup>2)</sup>を示すが、次代を担う我が国の若者の基礎学力も大きく低下している。2006年度の調査では、成人後の生活に必要とされる重要な知識・技能をどれだけ習得しているかを見てお

り、読解力や数学的リテラシーの大幅な順位の後退は、世界における日本の経済力や技術力の優位性を危うくするもので、大きな論議を呼んだものである。その後、2009年に実施された結果においては、3分野とも順位を盛り返し、特に、読解力が2000年レベルまで回復したのは朗報と言えよう。

一方、2008年秋の「リーマンショック」に端を発する世界経済の不況は長期化しており、2011就職年度の大学生の就職内定率は60%程度（2010年10月現在）である。就職が非常に厳しい状況の中で、高専は非常に恵まれており、奈良工業高等専門学校（以後「本校」と記す）の就職内定率はほぼ100%である。しかし、恵まれた状況の意味を考え、学業への自身の取り組みを真剣に見直す学生は本校には多くない。潤沢ではない教育予算の中で、教員側にも教育にかける予算や時間がきわめて少ない状況でもある。もはや、子供たちの理科離れを阻止するというような国内目線での教育改善では、日本の繁栄とその持続性は望めないと思うのは筆者ばかりではあるまい。

2011年3月11日、東日本は大震災に見舞われ、記憶に残る日となった。原子力発電所の安全神話が崩れ、確実に収束できるのか、日本の技術力が世界中から注目されている。人的資源しかない我が国の経済的優位性を維持していくには、世界に通用する独創性あふれる優秀な人材を学校で育成することである。さらに、企業でその能力を発揮して世界のリーディングカンパニーを作り上

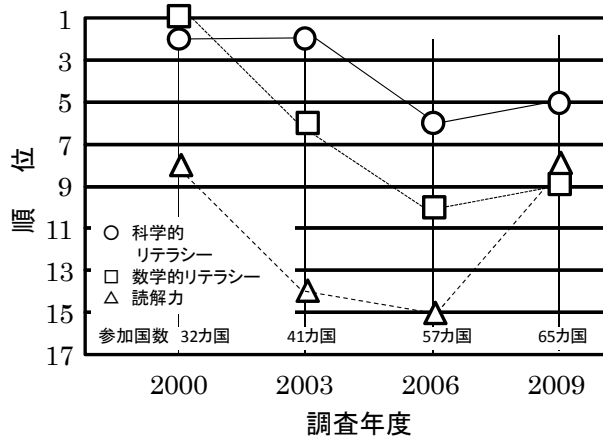


図1 OECDによる学習到達度試験における日本の順位

げていくことである。そのような技術者が再び高専で指導するという、我が国を発展させていくための良い循環を構築していくことである。高専はモノづくりを通じた、実践的技術者育成教育や創造性育成教育を得意とする教育・研究機関である。しかし、近年、モノづくり教育における看過しがたい問題が出てきている。本稿では、それら問題点をピックアップし、今後の教育改善策を述べたい。

## 2. 創造性育成教育の試みと問題点

### 2.1 機械工学科での創造性育成教育の試み

本校機械工学科では、モノづくりを通じた創造性育成教育（3年次生対象、3単位、通年科目で「総合実習」と称した）を昭和57（1982）年から取り組んできた<sup>3)</sup>。これは、旋盤やフライス盤などの汎用機械の操作にある程度熟練し、製作図の作成能力もある3年次生に対する、限られた予算、材料、製作手段の中で、学生の自主性を尊重して創造性を育もうとした、今で言うPBL（Project Based Learning）教育である。

筆者は、機構が単純（部品図はもとより、組立図の作成が容易であることと関係している）で理解できること、学生の手で実際に製作が可能（きわめて大事なこと）な装置を念頭に、カムならい装置、歯車減速装置やポンプを製作テーマに設定した。図2にカムならい装置の概要を、図3に製作品例を示す。被削材を旋盤に取り付け、カムならい装置を刃物台に取り付けている。NCで加工したマスタカムと被削材の回転を同期させるのがフレキシブルシャフトである。実のところ、新たな構造を検討する余地が余り見込めない装置なので、どのグループも図3に示すような構造になってしまった。

次いで、歯車減速装置やポンプを新テーマに設定したが、これらに関しても、完成度の高い既存製品が多く、独創的構造の創出は難しかった。しかしながら、新たな構造を考えようという積極的な姿勢や協力的精神が学生に見受けられたことから、当時の教育目標は十分達せられたと考えている。

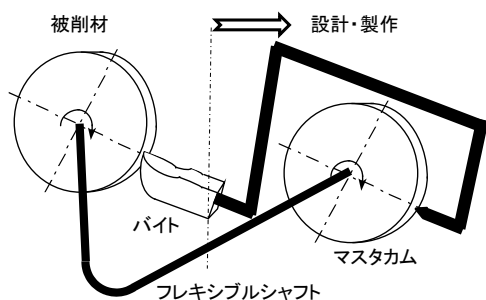


図2 カムならい装置の概要図



被削材 旋盤チャック

図3 カムならい装置の製作品例

### 2.2 機械工学科でのモノづくりの難しさ

このような授業では、製作品目を変えていかないと、学生が過去の作品を模倣し、若干の修正をして終わってしまうことが懸念された。教員側としては、どのようなテーマで取り組ませるかを常に考えていかなければならないところが悩みの種であった。また、同じ教員が長期にわたって担当すると、教員自身のマンネリ化を誘発するデメリットもあり、交代すれば、この教育プログラムのノウハウの継承の途絶を誘発するという問題もあった。

グループで製作する場合、他グループの様子を知りたいという欲求があるので、製作品の発表・評価の場面を設定し、プレゼンテーション能力の育成も教育目的の一つとした。しかし、3年生では十分な発表資料を作成できる能力が伴わず、物足りない発表会に終わってしまい、この点の改善が課題であった。

本校機械工学科のカリキュラム（主要部のみ）を表1に示す。表から、「実体のある物」を作ることに関する設計能力を有し、実際に製作できる能力を有する人材を養成することを主要な目的とする学科であることが伺える。ただし、機械工学科の3年次や4年次の学生が製作可能な物は、学習した内容の応用として考えた場合、たとえ「動く」としても、「メカニカル機構を主とする定置装置」に限られてしまう。創造的活動には「遊び心」の要素が必要と思うが、定置装置の設計・製作活動において遊び心の要素を付与することは難しい。筆者以外の教員らが取り組んだテーマの一つに「スターリングエンジン」がある。運動機構だけでなく熱力学の学習もできたが、これも定置装置であり、どちらかと言えば、子供よりは大人に、素人よりは玄人に受ける装置である。これを駆動源にして動く物を設計・製作することになると、学生は遊び心を持って創造力を発揮でき、子供達も楽しめる物ができて良いのであが、3年次生にそれを期待す

表1 奈良高専機械工学科カリキュラム（主要科目）

開設科目	単位数	開設年次
機械工学入門	2	1
情報リテラシ	2	1
機械設計製図Ⅰ	2	1
機械工作実習Ⅰ	3	1
材料学Ⅰ	1	2
機械工作法Ⅰ	2	2
情報処理Ⅰ	1	2
機構学	1	2
機械設計製図Ⅱ	2	2
機械工作実習Ⅱ	3	2
材料学Ⅱ	2	3
機械工作法Ⅱ	2	3
材料力学Ⅰ	2	3
エネルギー基礎力学	2	3
情報処理Ⅱ	1	3
電気工学	2	3
機械設計製図Ⅲ	2	3
創造設計製作	3	3
機械工学演習Ⅰ	1	4
材料力学Ⅱ	2	4
流体力学Ⅰ	2	4
熱工学Ⅰ	2	4
数値解析	1	4
電子工学	2	4
設計工学	2	4
設計工学演習Ⅰ	2	4
機械工学実験Ⅰ	3	4
機械工学演習Ⅱ	2	5
材料力学特論	2	5
流体力学Ⅱ	2	5
熱工学Ⅱ	2	5
計測工学	1	5
制御工学	2	5
応用制御工学	1	5
設計工学演習Ⅱ	2	5
振動工学	1	5
工業数学	2	5
エネルギー工学	2	5
生産システム工学	1	5
機械工学実験Ⅱ	2	5

るのは困難であり、以下に述べる理由から、4年生でも難しいであろう。

機械工学科の学生に期待される能力は、運動機構の設計能力、装置を構成する部材の強度設計能力、装置の図

面作成能力および部材加工技能である。この中で、部材加工技能に関しては、学生が卒業後に期待される度合は非常に低い（高専は技能者養成機関ではないので）ものである。基本的な加工技能のトレーニングを積むが、そのトレーニング量は機構・強度設計が机上の空論にならないように、また、設計にフィードバックできるように、という程度である。ところが、動く物を作るということになると、設計の妥当性以上に、動くか動かないかが大問題になる。動く物を作るには、ある程度以上の加工技能を有する必要があるが、設計能力が第一に求められるので、必要なレベルの加工技能を身につけるまでのトレーニング量を増やせないジレンマが高専には存在する。本校の場合、このトレーニングは3年で終了するので、総合実習的な授業を4年次以降に開設しても、装置の出来具合に大きな違いは生じないものと考えられる。

一方、学生の設計能力に問題がないかという点、実はそうではない。「動く物」には必ず「相対運動」する部分が存在し、関係する部材の表面粗さや寸法公差の設計はきわめて重要になる。各部材の設計が良くても、装置の組立過程において、寸法公差の累積で思わぬ不具合（動かなくなる）が発生することがある。不具合の発生の可能性は予見できても、不具合の具体的な内容までは推定が困難であるので、不具合の対処は発生したその時になる。表面粗さや寸法公差などと異なり、不具合の対処術を事前に教育することはほとんどしない（できない）ので、不具合を解消できないことがある。結果として、「動かない」ことになる。このようなことが原因で、「動く物を作れて当たり前だ」と思われる機械工学科の学生に、モノづくりで成功体験を積み重ねることは実のところ容易ではない。

### 2.3 電子制御工学科での創造性育成教育の試み

1980年代半ば以降、我が国では電子系、制御系、情報系の技術者の育成が急務となり、筆者は平成3年に新設された電子制御工学科に配置換えとなった。この学科は電気系学科の枠に組み込まれたが、当時は、電気系学科で「総合実習」のようなモノづくりをすることはほとんどなかった。しかし、所属教員全員がモノづくりの重要性を理解していたし、機械工学科での「総合実習」の教育効果が高いことも十分承知していたので、当学科でも「総合実習」に相当する科目を設定した。現在のカリキュラム（主要専門科目）を表2に示すが、座学で学習したことの集大成として位置付け、より高度な設計・製作を目指し、3年次生ではなく、4年次生を対象に「電子制御設計製図」（通年3単位）を開設した（後年、「システム設計Ⅱ」、通年2単位に変更し、さらに21年度の

表2 奈良高専電子制御工学科カリキュラム (主要科目)

開設科目	単位数	開設年次
情報数学	1	1
電気回路	1	1
基礎製図法	3	1
基礎工学実験	3	1
プログラミング	2	2
交流理論 I	2	2
材料・加工学	2	2
機械工学実習	2	2
電気工学実験	2	2
計算機アーキテクチャ	1	3
アルゴリズムとデータ構造	1	3
交流理論 II	2	3
電磁気学 I	2	3
電子工学	2	3
計測工学 I	2	3
基礎システム設計	2	3
電子制御工学実験 I	3	3
電磁気学 II	2	4
電子回路	1	4
計測工学 II	2	4
制御工学 I	1	4
材料力学	2	4
流体力学	2	4
熱力学	2	4
実践システム設計	2	4
電子制御工学実験 II	2	4
数値解析	1	5
画像工学	2	5
制御工学 II	2	5
現代制御理論	2	5
ロボティクス	2	5
応用システム設計	2	5
電子制御工学実験 III	2	5
光工学	1	5
情報理論	1	5
環境・エネルギー工学	1	5
生体工学	1	5
システム工学	1	5
電気電子材料	1	5
応用電気工学演習	1	5
応用機械工学演習	1	5

カリキュラム改訂で「実践システム設計」に名称変更した。当学科の主要キーワードが「制御」であることから、動く物であり、かつ自律的にコントロール可能なものをとということで、自律型ロボットを製作させることにした。

機械工学科での定置型装置とは異なり、移動型装置であり、「動かないと非常に困る」装置を製作テーマにすることになった。カリキュラムでは、そのような装置を製作できるように、必要最低限の理論、設計法、を習得できるようにしたつもりである。また、「NHK 高専ロボットコンテスト」の人气が高まってきたこともあって、最終的にはロボットコンテストを実施し、もちろん、まとめとしての成果発表会も実施した<sup>4)</sup>。

## 2.4 電子制御工学科でのモノづくりの難しさ

ロボットの製作においては、ロボット本体の製作の他に、センサやモーターなどの購入品の選定・組立、電子回路の構築、制御プログラムの作成等も重要なものである。表2からわかるように、図面作成は「基礎製図法」の3単位、機械加工技能の習得は「機械工学実習」の2単位だけなので、機械加工主体のモノづくりである総合実習とはモノづくりの内容が大きく異なっている。また、担当教員には機械工学だけでなく、電気・電子工学、制御工学等の幅広い知識が要求される。一人では対応が困難になって、専門分野が異なる複数の教員を配置する必要が生じた。単位数の割に人員と経費が必要な授業で、学科の負担は軽くない。

図4に、平成21年度に製作した自律型ロボットの一例を示す。ロボットを構成する部品数は、総合実習で製作してきた装置に比べて非常に多く、組み込まれる電子部品などを含めた複雑な全体組立図を作成しにくい状況にある。図4のロボットを見れば、そのことが理解できよう。そのために、モノづくりの基礎になり、グループ全員が情報共有できる媒体としての、きちっとした製作図面の作成が後回しにされ、「図面なきグループディスカッション」が横行している。これは、企業での設計、製作活動においては考えられないことであり、企業での設計、製作工程の疑似体験をさせられていないという重大な問題点でもある。

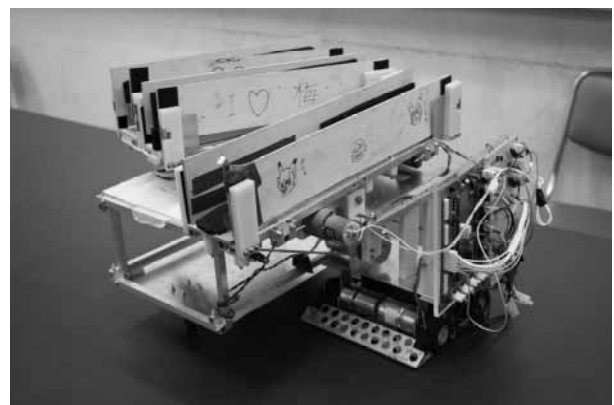


図4 自律型ロボット製作品例

### 3. 両学科における取り組みでの共通の問題点

#### 3.1 設計専門家の不在

近年は企業での実務経験のない教員を採用することが多くなっている。モノづくりの実務経験がない者がモノづくり教育を担当し、学生の設計の善し悪しを的確に判定できない事態に陥っている。また、教員の研究活動において、実験装置等を自作している場合があるが、設計や工作不良によるものと思われる装置の不具合によって、望みの結果が得られていない研究が垣間見られるので、教員の設計能力は低下している。したがって、定置型装置であっても、部品加工精度や組立精度不足で動かない、あるいは期待した性能を発揮しないで終わっている場合がある。構造がより複雑なロボットにおいては、最後に行うコンテストがコンテストにならないで終わってしまう場合も少なくなかった。つまり、教育過程において極めて重要な「成功体験」を学生に積み重ねてこられなかったのである。想定していた物を作り得なかったとしても、能動的に取り組める授業に学生は満足している場合が多いが、「成功体験」がないままでは自信をつけることができない。学生の自己満足を教育成果と偽り、教員が自身の指導力不足や成功体験させていないことの責任を回避しているところがあるので、この点はきわめて遺憾なことであると思っている。

つまり、学生のアイデアを重視することを錦の御旗に掲げ、教員は「モノづくりのプロセスを指導」するもの、技術職員は「図面化されたアイデアを具現化」するものであるとして、より良い設計とはどうあるべきかの指導を主眼とせず、また、そのような指導ができる教員が非常に少ないのが現状である。

#### 3.2 教員の実務経験の陳腐化

実務経験を積んだ者でも、時間が経てばその経験は陳腐化する。実際、筆者自身、本校着任前に企業での設計実務経験があるが、恥ずかしながら、その時の経験への上積みはほとんどない。

ネジ、歯車などの機械要素部品は30年前と今で形や規格にほとんど変化はない。しかし、ロボットに組み込まれるセンサや電子部品等では、数年前のカタログは使い物にならない。モノづくりの方法が大きく変わらなくても、製作に必要な物品の選定や調達ができなければ、モノづくりに関する教育能力がないのと同じである。製作に必要な物品に関する動向調査を怠れば、積年の実務能力も無に帰しかねない。電子部品等の開発動向や調達に関する動向を注視している、あるいは動向に注視することが大切だと認識している教員は実は少ない。

もちろん、機械関係でも、設計・解析ツールなどはコンピュータハードの進展とともに進化しているので、パーツやツールの開発動向に注目していくことはきわめて重要なことである。

高専の教員の人事は決して流動的ではない。4年前後の周期で、学科単位の教員の退職、新任の採用が繰り返されるが、毎回企業経験者を採用できる訳ではない。企業経験者の採用のチャンスを一度でも逃せば、およそ数年間は教員団の実務経験の陳腐化が進行するだけである。この構造的欠陥を是正する必要がある。

#### 3.3 教員の設計能力向上のための研修機会の不足

モノづくり教育では授業計画の立案の他に、加工・工作を指導する技術職員も含む指導スタッフ間の連絡・調整が加わり、座学以上の労力が必要になる。一方、教員定数削減や予算削減により、教育機関といえども外部資金獲得が至上命題になっている。筆者が高専に赴任した約30年前は、修士修了者の採用が多く、教育活動に力を入れつつも博士号を取得することを目標にしていた。しかし、今日の教員の中には、外部資金獲得には教育成果より研究成果を上げることが早道との考えがあり、教育にかける情熱が相対的に低下している。また、教員採用候補者は博士号取得者であるため、教育より研究指向が強い教員が多くなっているが、高専の教員が皆研究一辺倒に走れば問題である。

高専の教員は、モノを設計できて、自らの手を動かして作ることができて、そして学生に指導できる、モノづくりに関するプレーイングマネージャーでなければならないと考えている。それでこそ、実践的技術者の育成ができ、高専教育の良さを維持できることになるが、プレーイングマネージャーの減少は是が非でも食い止めなければならない。より質の高い教育を行うためのスキルアップを図る機会や、設計能力を高めるための研修にかかる時間と意欲が少なくなっている。このような危機的現状を、教員個人の意識の問題とせず、組織的に改善しなければ高専教育の良さが消滅する。

## 4. 企業、企業技術者と連携したモノづくり教育

#### 4.1 高専と企業との人事交流

長岡・豊橋両技術科学大学間並びに高専間交流人事制度があり、他機関での教育の実情を観察し、種々のアドバイスを受けられる可能性があり、教員のスキルアップに有効利用できる。ただし、実験装置があつてこそ研究ができる教員にとっては、必ずしも都合の良い制度ではない。また、モノづくりに関しては、世界規模で技術活

動を展開している企業を相手に人事交流を行った方がよい。教員のスキルアップはもとより、モチベーションも高まり、最新の生産スタイルを学ぶことができる。さらに、企業が求めている技術者像を明確に把握でき、帰校後に為すべき教育に確信を持って取り組めるであろうし、企業が抱える技術的課題を共同研究等で取り組むことで、外部資金の獲得も考えられる。

また、交換人事として企業から技術者が派遣されれば、派遣された技術者は学生の能力を把握でき、企業での新人教育方法の改善に役立てることができる。さらに、設計・生産の実務を学生に直接教授できるし、技術者自身の学術面のスキルアップも図れるメリットが期待できる。

一方、学生は企業におけるモノづくりや技術的課題等をリアルタイムに知ることができ、学習意欲の向上にもつながる。結果として、より質の高い実践的技術者の育成が可能になると考えられる。

#### 4.2 企業技術者の技術アドバイザ制度

モノづくり教育スタッフの一員として企業技術者が加われば、学生の質問に対してよりの確なアドバイスが行える。つまり、大切な成功体験を今以上に学生に積ませることができる。教員は企業技術者との交流を通じて、企業におけるモノづくりの最前線について知ることができる。企業で研修するのと同程度のスキルアップを図れるものと考えられる。

できれば、企業技術者も学生と同じ条件でモノづくりをすることが望ましい。企業でのやり方でモノづくりを行い、モノづくりプロセスを教えるのではなく、学生が学び取れる見本を示すことが重要である。これにより、学生のチャレンジ精神も涵養されるであろう。

当学科では、「システム設計Ⅱ」の授業において、従来は、6班中、1、2班しかロボットを完成できなかったことから、学生に成功体験を味わわせてやるために、平成21年度に、独立行政法人国立高等専門学校機構の「企業技術者等活用プログラム」の予算措置により、複数の企業技術者を上記授業に招聘して授業を展開した<sup>5)</sup>。学生の自主性を尊重し、学生から要求があった場合のみ企業技術者がアドバイスする形にしたが、5班がロボットを完成させることができ、従来にない、充実したコンテストを実施できるようになった。そこで22年度は、同プログラムの発展として、企業技術者集団に、図5に示すような、オムニホイールを用いた全方位移動可能で、物体を把持し、持ち上げ、移設可能なロボットを設計、製作していただいた。自律型ロボットとして必要最低限の動作を実現できるもので、4年次生にとってはロボッ

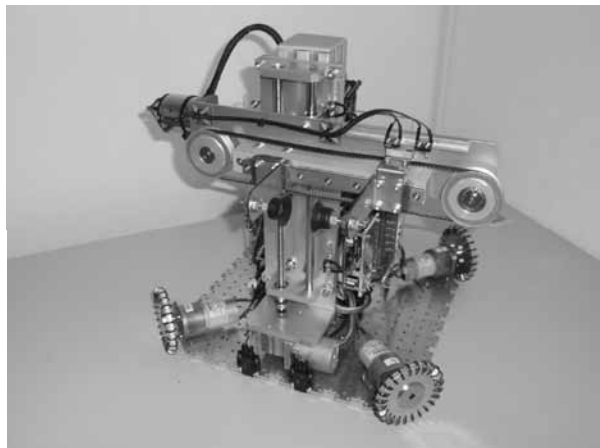


図5 企業技術者が製作した自律型ロボット

トの基本動作のプログラミング法、3年次生以下の学生にとってはロボットの機構や構成要素など、各学年レベルに応じた学習教材として利用していく予定である。しかし、企業技術者雇用費用の財源、派遣技術者の企業での就労条件、副業の問題など、簡単には解決できない問題が多いことも判明した。我が国の将来を考えれば、是非とも考えなければならない教育方法の一つであろう。

## 5. おわりに

人件費の安い国・地域に、我が国のメーカーの生産拠点が移動して久しい。さらに、設計業務すら外国に委嘱している企業が少なくなく、モノを作れる技術者が少なくなってきた。世界の中で、我が国の経済的優位性を保持していくには、モノづくりを通じた創造性育成教育の充実が今後益々重要になると考える。

大学1年相当の、さほどロボットに興味を持たない4年次生でも、必修の授業を通して、ロボットの設計から製作までをやり遂げている。モノを作れて設計できる技術者を育成するという、他の国にはおよそないであろう、「マルチエンジニア」の養成が我が国の強みになる。高専は、我が国でそのような技術者の養成が可能な教育機関の代表格である。

しかし、教員のモノづくり能力は低下しつつあるように思われるので、企業体ならびに企業技術者と連携した教育方法の開発を今後真剣に検討すべきであると考えられる。

モノづくりに関して、高専が抱える課題と一教育機関だけでの課題解決が困難な現状を述べ、企業体や企業技術者との連携が課題解決の一方策であることを提言した。本稿がモノづくり教育方法の改善の一助となり、提言の実現が図られれば幸いである。

## 参考文献

- 1) 外務省主要経済指標（日本及び海外）、主要経済指標（毎月更新）（2010年11月17日）、[http://www.mofaj/area/ecodata/pdfs/k\\_shihyo.pdf](http://www.mofaj/area/ecodata/pdfs/k_shihyo.pdf), 2010. 参照日：2010-11-27.
- 2) OECD 生徒の学習到達度調査－2009年調査国際結果の要約－、[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/detail/\\_icsFiles/afielddfile/2010/12/07/1284443\\_01.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afielddfile/2010/12/07/1284443_01.pdf), 2010. 参照日：2010-12-8.
- 3) 島岡三義, 他9名:奈良工業高等専門学校研究紀要, 22 (1987), pp. 87 - 92.
- 4) 道下貴広, 他5名:奈良工業高等専門学校研究紀要, 34 (1999), pp. 59 - 62.
- 5) 島岡三義, 樺 弘明, 道下貴広, 脇田良夫:日本高専学会誌, 16 (2011), pp. 31-36.



## 小学生のパソコン利用に関するアンケート調査

### - 奈良高専情報工学科入学生との比較 -

松村 寿枝・山口 賢一・二宮 由成

A Questionnaire Survey on Personal Computer Experiences to Elementary School Students  
- A Comparison with New Students of Department of Information Engineering -

Toshie MATSUMURA, Ken'ichi YAMAGUCHI and Yoshiaki NINOMIYA

本報告では、奈良高専のある大和郡山市内の小学校1校のご協力を得て、2008年度に実施した小学4、5年生(計190名)のパソコン利用に関するアンケート調査と2008年度に奈良高専情報工学科に入学した学生(計36名)のアンケート結果をまとめ、比較検討を行った。結果、パソコンの所有台数や使用時間、パソコンのスキルやキーボード入力やマウス操作に関する習熟度がわかった。

#### 1. まえがき

学生の入学時のパソコン利用状況やスキルを把握することは、その後の授業の構成を考える上でも重要である<sup>1)</sup>。奈良工業高等専門学校(以下、奈良高専)では入学時に全学科の入学生にアンケート調査を実施している。そこでは中学校でのパソコンを用いた授業や自宅でのパソコンの利用について尋ね、その結果をまとめている。その中で、昨今の学生はパソコンの利用が日常的になり自宅にも複数台のパソコンや自分専用のパソコンを持っていることも多い。また、小学校の授業カリキュラムでもパソコンを取り入れた授業が行われるようになってきている<sup>2)</sup>。そこで、本報告では奈良高専のある大和郡山市の小学校1校で2008年に行った小学生のパソコン利用についてのアンケート結果と2008年度の奈良高専情報工学科の入学生のアンケート結果をまとめて報告する。

#### 2. アンケート結果

##### 2.1 小学生のアンケート結果

2008年度に大和郡山市立片桐小学校のご協力を得て、小学4年生95名、小学5年生95名にアンケートを実施した。質問は、小学生がいつ頃からパソコンを使い始めているのか、自宅へのパソコンの普及率はどのくらいか、どのようなことにパソコンを使用しているのか、パソ

コンのスキル(この場合は、マウス操作とキーボード入力)はどの程度なのかを調査している。

以下に設問の1部を示す。

1. 家にパソコンはありますか?
2. いつ頃からパソコンを使用していますか?
3. どのようなことにパソコンを使用しますか?
4. マウス操作は得意ですか?
5. キーボード入力は得意ですか?

なお、このアンケートは別の卒業研究にご協力いただいた際に児童の承諾を得て収集を行ったものであり、今回の報告に関係しない設問は割愛している。

結果を図1～図4および表1に示す。図1より8割以上の家庭にパソコンがあることがわかる。大半の家庭にパソコンがあり、子どもたちにとってより身近なものになってきているといえる。

表1より小学4、5年ともに5、6歳あるいは小学1年生からパソコンの使用が始まったことがわかる。これは、アンケートを実施した小学校でパソコンを使用した授業が小学校1年生から始まっていることから上記の結果になったと考えられる。また、年齢についてはうろ覚えのところもあるかもしれないが、3、4歳と回答している子供も少数ながらいることから、小学校入学前の幼児の段階からパソコンに触ったことがあるとする子供もいる

ことがわかる。なお、回答が学年あるいは年齢とばらつきがあるのは、アンケートの際に開始年齢を選択式とせず自由記述で回答してもらったため、学年と年齢の記述が混在している。

次にどのようなことにパソコンを利用しているかという設問に対する回答を図2に示す(複数回答あり)。インターネット、ゲーム、絵を描くなどが多く、その他の少数意見としては、年賀状作成や動画を見る、iPodの曲入れなどもあった。回答の中でもネットワークを介して情報を収集するものも多く、今回は詳細を調査できていないが、かなりの数になるのではないかと考えられる。また、小学生でiPodなどの携帯音楽機器の使用も見られる。

次にパソコンのスキルを見るために、マウス操作とキーボード入力についての回答を図3, 4に示す。図3, 4を比較すると4, 5年生ともマウス操作については、「得意ではない」と「あまり得意ではない」が少ないが、キーボード入力については、「得意ではない」と「あまり得意ではない」が多くなっていることもわかる。キーボードの並びは、かな入力の場合でも通常の50音で並んではおらず、慣れないと目的とする文字を入力するのが難しかったのではないかと考えられる。一方、現状の学習指導要領では4年生でローマ字を習うことになっており、ローマ字を習った後の小学5年生に入力方法を尋ねたところ回答した子どものうち、かな入力39名に対し、ローマ字入力47名であった。若干の差はあったが、大きな差はなかった。今後ローマ字の学習は小学校3年生になることから<sup>3)</sup>、今までよりも更にこの差は少なくなるかもしれない。

## 2.2 情報工学科入学生のアンケート結果

小学生と比較するため、2008年のアンケートにおいて同様の設問のみを抜粋する。抜粋された設問は、以下の通りである。

1. 自宅にコンピュータがありますか?
2. 自宅のコンピュータを使う時間は何時間ですか?
3. 中学校でコンピュータを使った演習授業は週何時間ありましたか?
4. 中学校でコンピュータを使っていた人に聞きます。コンピュータ全般における習熟度の自己評価はどのくらいですか?
5. タイピング練習をやっていた人に聞きます。習熟度の自己評価はどのくらいですか?

図5から図9にアンケート結果を示す。

図5より所有台数については、持っていない学生は3%で、ほとんどの学生が1台以上のパソコンを所有している。「自分専用として所有している」学生も11名おり、これはパソコンを所有している学生の約31%である。また、「家族も使うが主として自分が使う」という学生13名をあわせるとパソコンを所有している学生の約69%の学生が「主として自分が使うパソコンがある」と回答している。なお、小学生に対して自分が専用に使っているパソコンがあるかどうかの質問は行っていないが、小学生では個人所有のパソコンは少ないのではないかと筆者らは考えている。

図6よりパソコンを使用する時間は週あたり3から4時間が最も多いが、10時間以上使用する学生も10名と約28%おり、4人に1人以上の学生が自宅でパソコンを長時間使用していることがわかる。これは小学5年生に1日あたりの使用時間を訪ねた際に、使わないが全体の約25%、30分が約46%に比べて増えているといえる。これは、一般的に小学生の段階では、使用時間は短いですが、奈良高専の情報工学科に入学する学生はパソコンを使用する時間が長い傾向がわかる。これはパソコンに興味を持った生徒あるいはパソコンを触ることが好きな生徒が奈良高専の情報工学科に入学してきているとも考えられる。

図7より中学校でのパソコンを利用した週あたりの授業時間数を示す。平均すると約0.6時間から0.8時間だが、学年があがるに従って増えていることがわかる。また科目については全回答で技術家庭科であった。

図8, 9にパソコンの習熟度とタイピングの習熟度の自己評価を示す。図8よりパソコンの習熟度は、「かなり低い」、「やや低い」がそれぞれ8%と6%で全体の14%と少ないといえるが、演習なしを入れると25%になり、4人に1人で授業時には演習や説明を加える必要があると考えられる。また、図9よりタイピングの演習を行っていない学校は約3分の1あり、タイピングの習熟度が「かなり低い」、「やや低い」は、6%である。単純比較はできないが、小学生のキーボード入力に関しての設問では、小学4年生で「あまり得意ではない」と「得意ではない」をあわせると約4割、小学5年生では3割と比べ、減っている。しかし、「演習がなかった」とする学生も33%あり、タイピングの習熟度は不明である。タイピングの習熟度は、直接授業には関係がないように感じられる。しかし、パソコンを使用した演習では、入力速度の差は、演習にかかる時間に関係しており、演習なしおよび習熟度が低い学生があわせて39%いることを考えると、その分、時間と説明を追加する必要があると考えられる。

### 3. おわりに

2008年度に実施した大和郡山市内1校の小学4、5年生のパソコン利用に関するアンケート結果と奈良高専情報工学科入学生のアンケート結果を比較検討した。この結果から、小学生および高専入学生のパソコン利用状況及びスキルをある程度知ることができ、今後の授業の構成を考えるうえでの参考にすることができた。引き続き同様のアンケートの実施及び、高専入学生と同年齢の高校生との比較なども今後実施できればと考えている。

#### 謝辞

本報告のアンケートは、2008年に実施したものです。ご協力いただいた大和郡山市立片桐小学校の教職員の皆様、アンケートにお答えいただいた同小学4、5年生の児童の皆様に感謝いたします。また、同様に本校の2008年度の情報工学科入学生の皆様にも感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 萱津理佳, 清水道夫: 長野県短期大学における2006年度新入生のパソコン利用状況に関する調査, 長野県短期大学紀要, 61号, pp. 57-64, (2006)
- 2) 文部科学省: 平成22年度学校における教育の情報化に関する調査結果, [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/1308365.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1308365.htm)
- 3) 文部科学省: 小学校学習指導要領(新旧対照表) [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/youryou/1304417.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/youryou/1304417.htm)

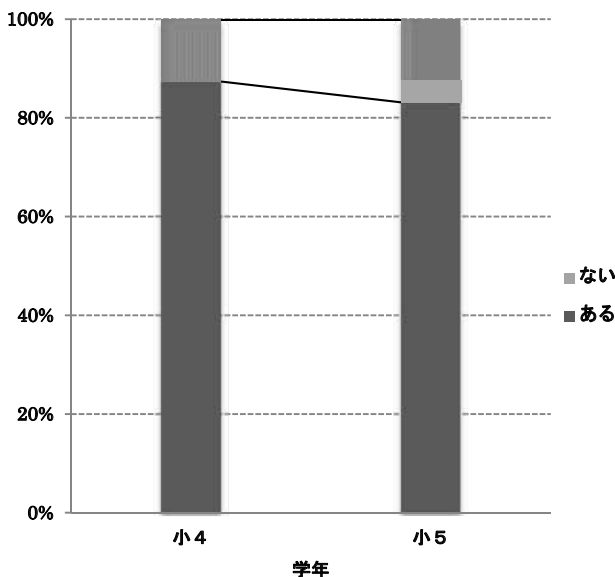


図1 パソコンを持っているか？

表1 パソコン利用開始年齢

	小4	小5
3歳	3	0
4歳	4	2
5歳	16	2
6歳	17	3
7歳	20	1
8歳	12	0
9歳	6	0
10歳	4	0
小1	0	20
小2	1	19
小3	0	9
小4	0	6
小5	—	1
未記入	12	0

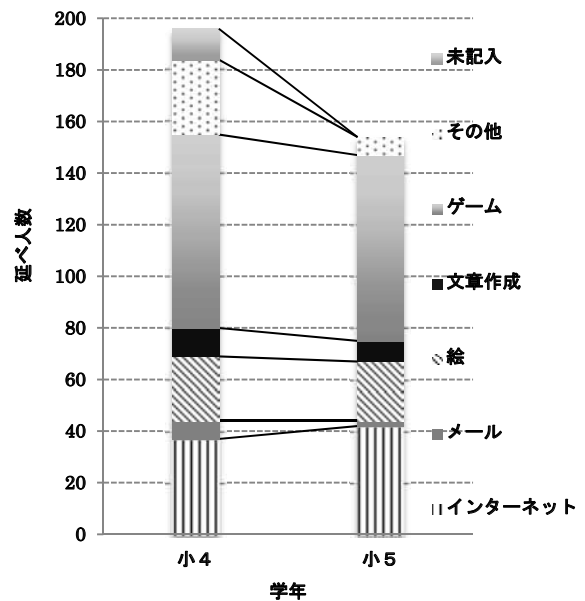


図2 パソコンの利用目的 (複数回答あり)

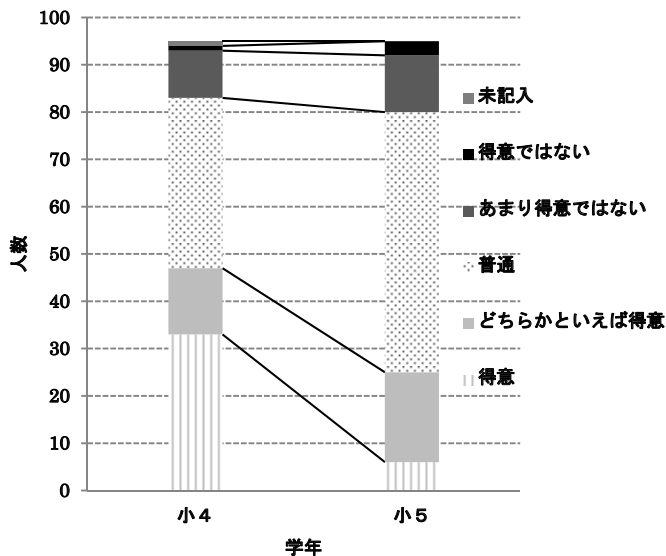


図3 マウス操作

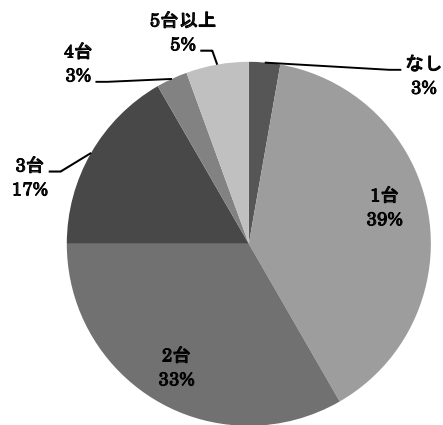


図5 パソコン所有台数

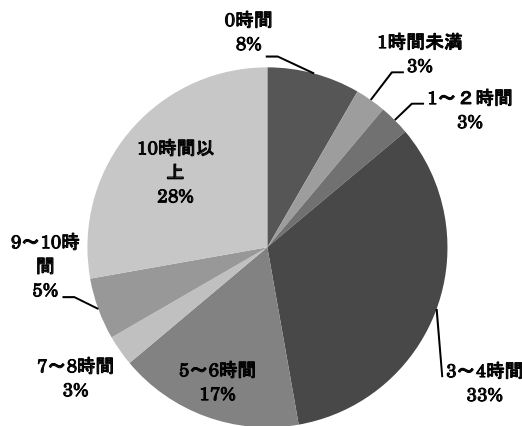


図6 自宅でのパソコン使用時間

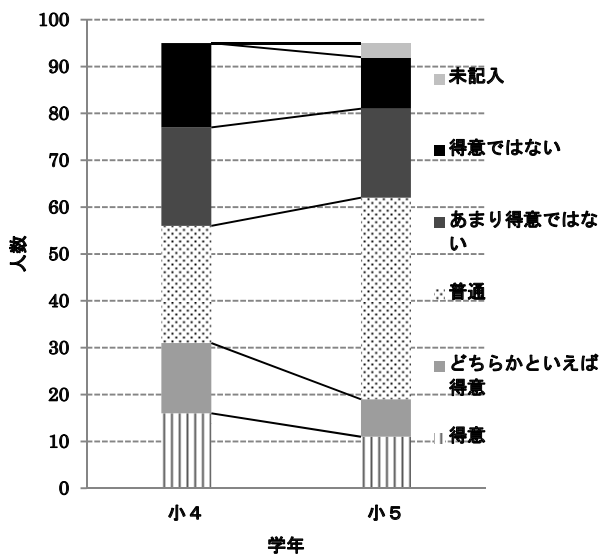


図4 キーボード入力

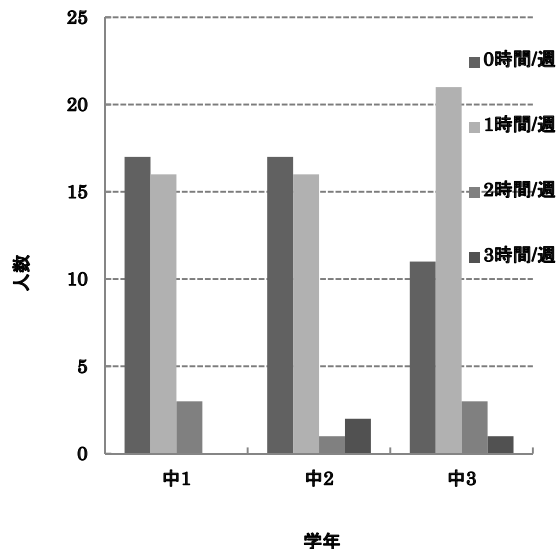


図7 パソコンの授業時間数

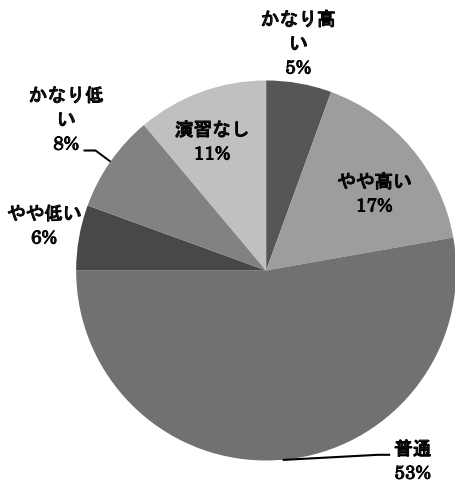


図8 パソコンの習熟度

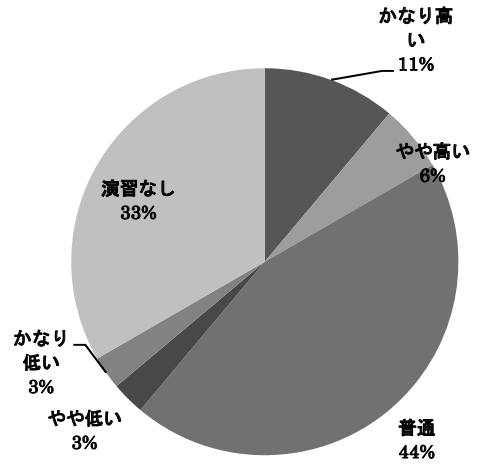


図9 タイピングの習熟度



## 教 員 研 究 活 動 一 覧

(2010年10月1日～2011年9月30日)

所属の記載のない者は本校教職員。本校学生については学科名、専攻科名を記載。

### (機械工学科)

#### 機械系教科書シリーズ3 機械工作法 (増補)

平井三友 (大阪府立高専), 和田任弘, 塚本晃久 (大阪府立高専)

コロナ社, 2010年12月5日発行 (増補)

#### Properties of TaN Coating Film Deposited on WC-Co-based Cemented Carbide using Magnetron Sputter Ion Plating

Tadahiro Wada, Koji Iwamoto (OSG Corporation), Keizo Tsukamoto (Ayabo Corporation) and Kazuki Hiro

Applied Mechanics and Materials, Vol.87, pp.186-190, 2011年8月16日

#### 焼結鋼切削における (Al, Cr) N コーテッド超硬合金の工具摩耗

和田任弘, 岩本晃二 (オーエスジー), 羽生博之 (オーエスジー), 川瀬欣也 (ダイヤモンド)

粉体および粉末冶金, 第58巻, 8号, pp.459-462, 2011年8月15日

#### 表面処理されたハイスタッフの工具損傷

和田任弘, 岩本晃二 (オーエスジー), 尾崎充紀, 廣和樹

粉体および粉末冶金, 第58巻, 5号, pp.275-278, 2011年5月15日

#### Cutting Performance of Turning Insert with Three-arcs-shaped Finishing Edge

Tadahiro Wada, Jun Nakanishi (Advanced Mechanical Engineering Course) and Kazuki Hiro  
Proceedings of 2nd International Conference on Mechanical, Industrial, and Manufacturing Technologies (MIMT 2011), V1-424-428, 2011年2月26日

Applied Mechanics and Materials, Vols.110-116 (2012) pp.1630-1636

#### 有機添加物を含むCTAB/NaSal系水溶液のせん断流動特性

小柴 孝, 山本剛宏 (阪大院工)

第58回レオロジー討論会講演要旨集, pp.330-331, 2010年10月6日講演

#### 微小油滴を含む界面活性剤水溶液のせん断流れにおける光散乱特性

小柴 孝, 山本剛宏 (阪大院工)

日本機械学会2011年度年次大会, 2011年9月12日講演

#### 機械系教科書シリーズ15 流体の力学

坂田光雄, 坂本雅彦

コロナ社, 2011年1月25日第7刷発行

#### 吐出し管吐出口を静水中に配置した遠心送風機配管系の圧力脈動 (吐出口断面積の影響)

坂本雅彦, 家村朗人 (奈良高専専攻科), 福岡宏紀 (奈良高専), 吉田玲央

日本機械学会関西支部第86期定時総会講演会, 2011年3月19日講演

### 吐出管端を水中に配置した送風機配管系の圧力脈動とその応用

坂本雅彦

日本機械学会 2011 年度年次大会講演会, 2011 年 9 月 13 日講演

### Phase Diagram of Thermotropic Liquid Crystal Including Negative Pressure Region Generated in Metal Berthelot Tube

Kazuki Hiro and Tadahiro Wada Book of Program and Abstracts for 2nd International Symposium on Liquid Crystals: Science and Technology (LCST 2011), p.35, 2011 年 7 月 18 日.

Solid State Phenomena, Vols.181-182 (2012), pp.22-25

### 回転型連理返りの工作

廣 和樹, 尾崎充紀, 和田任弘

物理教育, Vol.59, No.3, 2011, pp.200-201

### A Study of Calligraphic Skill by Virtual Brush-Writing with Haptic Device -Hidden Markov Modeling of Writing Strokes-

平 俊男, 飯田賢一

ICCAS 2010 International Conference on Control, Automation and Systems, Gyeonggi-do, Korea, pp.1751-1754, ICROS, 2010 年 10 月 29 日

### The Effects of Trabecular Bone Microstructure on Compression Property of Bovine Cancellous Bone

田中和人 (同志社大学), 谷元祐介 (同志社大学), 喜多悠介 (同志社大学), 榎 真一, 片山傳生 (同志社大学)

Advances in Fracture and Damage Mechanics IX, Key Engineering Materials, Vols.452-453, pp.297-300, 2010 年 11 月

### Compression property of waste polyurethane rubber / unsaturated polyester composite cubes

榎 真一, 辻谷孟勲 (機械工学科), 山下純平 (機械工学科)

Computational Methods and Experimental Measurements XV, WIT Transactions on Modelling and Simulation, Vol.51, WIT Press, pp.377-384, 2011 年 5 月

### Mechanical properties of a single cancellous bone trabeculae taken from bovine femur

榎 真一, 佐藤充洋 (同志社大学), 田中和人 (同志社大学), 片山傳生 (同志社大学)

Program and Abstract Book for 6th International Conference, Advanced Materials Development and Performance AMDP 2011, p.213, 2011 年 7 月 17 日講演

### 直接通電加熱を用いた CFRTP パイプ成形法の開発

原田龍樹 (同志社大学), 田中和人 (同志社大学), 片山傳生 (同志社大学), 榎 真一, 桑原秀行 (MPT)

第 2 回自動車用途コンポジットシンポジウム講演論文集, p.16, 2010 年 12 月 11 日講演

### 牛海綿骨の圧縮特性に及ぼす骨梁構造パラメータの影響

谷元祐介 (同志社大学), 榎 真一, 田中和人 (同志社大学), 片山傳生 (同志社大学)

日本機械学会 第 23 回バイオエンジニアリング講演会講演論文集, 2011 年 1 月 8 日講演

### An identification method for MIMO continuous-time systems via iterative learning control concepts

Fumitoshi Sakai, Toshiharu Sugie (京都大学)

Asian Journal of Control, Vol.13, Issue 1, pp.64-74, 2011 年 1 月 16 日

### 鉄粉成形における DLC 被覆金型および異種配合潤滑剤による壁面摩擦の低減

谷口幸典, 佐藤大樹 (元専攻科学生現 SII), 児玉謙司

粉体粉末冶金協会 平成 23 年度春季大会講演論文集, p.225, 2011 年 6 月 1 日講演

### 寒天をバインダとした銅粉末の成形と電子レンジを用いた焼結による粉末冶金法の体験教材化の試み

谷口幸典, 御田健太 (元専攻科学生現フジシール), 市瀬辰己, 尾崎充紀, 児玉謙司

粉体粉末冶金協会 平成 23 年度春季大会講演論文集, p.152, 2011 年 5 月 31 日講演

## 粉末成形 - 焼結法の教材化の試みとその教育効果

谷口幸典

日本設計工学会 関西支部 第164回研究会, 2011年  
9月10日講演

## Dynamics of Magnetostatically Coupled Vortices Observed by Time-Resolved Photoemission Electron Microscopy

Kuniaki Arai (東京大学), Taichi Okuda (広島大学),  
Keiki Fukumoto, Masato Kotsugi, Takuo Ohkouchi  
(JASRI/SPring-8), Kenji Kodama, Takashi Kimura (九  
州大学), Yuichi Haruyama (兵庫県立大学), Tetsuya  
Nakamura, Tomohiro Matsush

Jpn. J. Appl. Phys. 50 (2011), 053001 (6 pages), 2011  
年5月20日

## Observation of Conduction Electron Spin Polarization Induced in the Ru Layer of the Antiferromagnetically Coupled Co/Ru Multilayer by Resonant X-ray Magnetic Scattering at the Ru K Absorption Edge

Hosoi Nobuyoshi (NAIST), Kodama, Kenji, Koike,  
Takashi, Yamagishi Ryuichiro (NAIST)

Journal of the Physical Society of Japan, Vol.80, Issue  
4, pp. 044703-8, 2011年3月25日

## 25 Tesla pulsed-high-magnetic-field system for soft X-ray spectroscopy

M. Hayashi, Y. Narumi, H. Nojiri (東北大学), T. Nakamura,  
T. Hirono, T. Kinoshita (JASRI/SPring-8), K. Kodama  
and K. Kindo (東京大学)

Journal of Electron Spectroscopy and Related  
Phenomena Vol.184, Issues 3-6, pp.338-341, 2010年12月  
22日

## Soft X-ray Magnetic Circular Dichroism of a CoFe/MnIr Exchange Bias Film under Pulsed High Magnetic Field

Tetsuya Nakamura (JASRI/SPring-8), Yasuo Narumi  
(東北大学), Toko Hirono (JASRI/SPring-8), Misaki Hayashi  
(東北大学), Kenji Kodama, Masakiyo Tsunoda, Shinji  
Isogami, Hirokazu Takahashi (東北大学), Toyohiko Kinoshita  
(JASRI/SPring-8), K

Applied Physics Express, Vol 4, Issue 6, pp. 066602-3  
(2011), 2011年3月24日

## Magnetic state of Mn<sub>3</sub>CuN explored by soft x ray magnetic circular dichroism

K. Takenaka, T. Shibayama, A. Ozawa, T. Hamada  
(名古屋大学), T. Nakamura (JASRI/SPring-8), K. Kodama,  
and T. Kinoshita (JASRI/SPring-8)

Journal of Applied Physics 110, 023909 (2011), 2011年  
7月29日

## DEVELOPMENT OF THE INTERNAL SHAPE OF A PRESSURE VESSEL FOR MANUFACTURING THE RICE-POWDER USING UNDERWATER SHOCK WAVE

Y. Miyafuji, K. Shimojima, K. Naha, H. Fukuoka,  
S. Tanaka, A. Takemoto, H. Maehara and S. Itoh

Proceedings of Sixth Yellow Sea Rim Workshop  
on Explosion, Combustion and other Energetic  
Phenomena for Various Environmental Issues,  
September 8-10, 2011

## ガス中におけるレーザアブレーションへの圧縮性流体モデルの応用

福岡 寛, 屋我 実, 滝谷俊夫, 梅津郁朗

第72回応用物理学学会学術講演会講演予稿集 (2011秋,  
山形大学), 2011, P.18-013, 31a-S-13, 2011年8月31日  
講演

## ダブルレーザアブレーション法による複合ナノ結晶の作成

横山泰寛, 延澤功一郎, 福岡 寛, 杉村 陽, 梅津郁朗

第72回応用物理学学会学術講演会講演予稿集 (2011秋,  
山形大学), 2011, P.04-247, 1a-B-10, 2011年9月1日  
講演

## PBLを用いたエンジニアリングデザイン教育における評価方法に対する考察と実践

藤田直幸, 廣 和樹, 福岡 寛, 矢野順彦, 山口賢一,  
上野秀剛, 伊月亜有子

高専教育, 2011, 第34号, pp.185-190, 2011年3月  
別刷発行

The application of shock wave and supersonic flow to nanotechnology Masazumi

Masazumi Matsui, Hiroshi Fukuoka, Minoru Yaga, Toshio Takiya Fifth Yellow Sea Rim Workshop on Explosion, Combustion and other Energetic Phenomena for Various Environmental Issues, Okinawa 2011, pp.10-11, March 11, 2011

楕円体セル内における非定常超音速ジェットと衝撃波に関する実験的研究

喜屋武匡, 屋我実, 福岡寛, 滝谷俊夫  
日本機械学会流体工学部門講演会講演論文集 (CD-ROM), Vol.88th, PageROMBUNNO.1712 (2010), 2010年10月30日講演

(電気工学科)

Round-Robin Test on Repetitive PD Inception Voltage of Twisted-Pairs

木村 健, 匹田政幸 (九州工業大学), 早川直樹 (名古屋大学), 永田正義 (兵庫県立大学), 門脇一則 (愛媛大学), 村上義信 (豊橋技術科学大学)  
2010 Annual Report Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP), 2010年10月19日講演

繰返しインパルス下の部分放電開始電圧の IEC 規格

木村 健  
電気学会放電技術研究会資料 ED-10-127, 2010年12月2日講演

インバータサージ絶縁と IEC 活動

木村 健  
電気学会誘電・絶縁材料研究会資料 DEI-11-042, 2011年3月4日講演

The effect of threshold voltage of PD sensors on RPDIIV and RPDEV of twisted-pair samples

木村 健, 松村 崇 (電気工学科)  
Conference Proceedings of International Symposium for Electrical Insulating Materials (ISEIM2011), FA4, pp.128-131, 2011年9月9日講演

Electrostatic discharges from electrically floating electrodes under electron irradiation

H. Fujii, Y. Uchino (電気工学科)  
Proc. 11th Spacecraft Charging Technology Conf. (CD-ROM 版), p.12, 2010年10月19日

Electron beam induced charging and secondary electron emission of insulating materials

H. Fujii, Y. Ishihara (電気工学科)  
Proc. 11th Spacecraft Charging Technology Conf. (CD-ROM 版), p.10, 2010年10月19日

宇宙機内部浮遊導体の帯電・放電

藤井治久, 内野芳郁 (電気工学科)  
第7回宇宙環境シンポジウム, 2010年10月20日講演

衛星表面材料の電子ビーム照射による帯電と2次電子放出

藤井治久, 石原佑樹 (電気工学科)  
第7回宇宙環境シンポジウム, 2010年10月20日講演

テフロン熱制御材料の電子ビーム照射による帯電特性と2次電子放出

藤井治久  
第54回宇宙科学技術連合講演会講演集 (CD-ROM 版), JSASS-2010-4385, 2010年11月17日

ガラスクロステープの帯電評価

藤井治久, 木ノ田博 (三菱電機)  
第54回宇宙科学技術連合講演会講演集 (CD-ROM 版), JSASS-2010-4386, 2010年11月17日

テフロン熱制御材料の電子ビーム照射による帯電特性と2次電子放出

藤井治久  
第54回宇宙科学技術連合講演会, 2K12, 2010年11月18日講演

ガラスクロステープの帯電評価

藤井治久, 木ノ田博 (三菱電機)  
第54回宇宙科学技術連合講演会, 2K13, 2010年11月18日講演

## 宇宙機内部浮遊導体からの静電気放電

藤井治久, 内野芳郁 (電気工学科)  
電気学会放電研究会、ED-10-129, 2010年12月2日  
講演

## 宇宙機内部浮遊導体からの静電気放電

藤井治久, 内野芳郁 (電気工学科)  
電気学会研究会資料, 放電研究会 ED-10-129, pp.25-29, 2010年12月2日

## 宇宙機内部浮遊導体の帯電・放電

藤井治久, 内野芳郁 (電気工学科)  
第7回宇宙環境シンポジウム講演論文集, JAXA-SP-10-013, pp.191-195, 2010年2月28日

## 衛星表面材料の電子ビーム照射による帯電と2次電子放出

藤井治久, 石原佑樹 (電気工学科)  
第7回宇宙環境シンポジウム講演論文集, JAXA-SP-10-013, pp.185-190, 2010年2月28日

## 宇宙機表面材料の静電気放電に起因したワイヤ間の持続放電現象 (II)

高島大輔 (電気工学科), 藤井治久  
第30回宇宙エネルギーシンポジウム, no.11, 2011年2月25日講演

## 宇宙機内部浮遊導体の帯電放電特性

氏永健斗 (電気工学科), 藤井治久  
平成23年電気学会全国大会, no.1-049, 2011年3月16日講演

## 低エネルギー電子ビーム照射による高分子フィルムの帯電特性 (II)

藤井治久, 石原佑樹 (電気工学科)  
平成23年電気学会全国大会, no.2-014, 2011年3月16日講演

## 宇宙機表面材料の静電気放電に起因したワイヤ間の持続放電現象 (II)

高島大輔 (電気工学科), 藤井治久  
講演集録第30回宇宙エネルギーシンポジウム (CD-ROM版), no.11,p.5, 2011年5月26日

## Electron beam induced charging and secondary electron emission of satellite surface materials

H. Fujii, Y. Ishihara (電気工学科)  
10th International Space Conference, Protection of Materials and Structures from Space Environment (ICPMSE-10J), PC-7, 2011年6月14日講演

## 宇宙機で使用されるプリント基板材料の内部帯電評価

藤井治久  
電気学会論文誌 A, Vol.131, no.9, pp.778-784, 2011年9月

## Evaluation of electrostatic charging properties of insulating materials used for spacecrafts by means of electron beam irradiation

H. Fujii  
Trans. JSAA Aerospace Tech. Japan, Vol.8, pp.Pr\_2\_31-Pr\_2\_35, 2011年9月20日

## 電子ビーム照射による真空中浮遊導体からのESD

藤井治久, 氏永健斗 (電気工学科)  
平成23年電気学会基礎・材料・共通部門大会, no.XVI-11, 2011年9月22日講演

## 仕事量を用いたオンライン署名照合

橋本一教 (電子情報工学専攻), 中村善一  
電子情報通信学会関西支部学生会第15回学生会研究発表講演会, 2010年3月10日講演

## 女子中高生の理系進路選択支援事業による女子中高生向け広報活動

藤田直幸, 小嶋徹也 (東京高専), 山本智代 (鈴鹿高専), 平山けい (沖縄高専)  
日本高専学会誌, 第15巻 第4号, pp.29-34, 2010年10月31日

### 化学的手法による絶縁性高分子薄膜の作製

福井 斉 (電子情報工学専攻), 平井 誠, 藤田直幸, 宮地清巳 (電気工学科), 藤原 裕 (大阪市立工業研究所), 小林靖之 (大阪市立工業研究所), 品川 勉 (大阪市立工業研究所)

平成 22 年電気関係学会関西連合大会講演論文集, 2010 年 11 月 14 日講演

### 化学的手法による金属-高分子コンポジット薄膜の作製に対する検討

福井 斉 (電子情報工学専攻), 北川大輔 (電気工学科), 平井 誠, 藤田直幸, 藤原 裕 (大阪市立工業研究所), 小林靖之 (大阪市立工業研究所), 品川 勉 (大阪市立工業研究所)

第 12 回関西表面技術フォーラム講演論文集, 2010 年 12 月 2 日講演

### 金属-酸化物同時無電解析出による金属-酸化物コンポジット薄膜の作製

成瀬将徳 (電子情報工学専攻), 北川大輔 (電気工学科), 平井 誠, 藤田直幸

第 12 回関西表面技術フォーラム講演論文集, 2010 年 12 月 2 日講演

### 女子中高生の理系進路選択支援事業による女子中学生に対する広報活動

藤田直幸

近畿地区高専 GP 交流フォーラム, 2010 年 12 月 26 日講演

### 化学的手法による絶縁性高分子薄膜形成

福井 斉 (電子情報工学専攻), 平井 誠, 藤田直幸, 品川 勉 (大阪市立工業研究所), 千金正也 (大阪市立工業研究所), 小林靖之 (大阪市立工業研究所), 藤原裕 (大阪市立工業研究所)

平成 23 年電気学会全国大会講演論文集, 2011 年 3 月 16 日講演

### 化学的手法による金属-絶縁物コンポジット薄膜の作製

福井 斉 (電子情報工学専攻), 北川大輔 (電気工学科), 平井 誠, 藤田直幸, 藤原 裕 (大阪市立工業研究所), 小林靖之 (大阪市立工業研究所), 品川 勉 (大阪市立工業研究所)

表面技術協会第 123 回講演大会講演論文集, 2011 年 3 月 17 日講演

### PBL を用いたエンジニアリングデザイン教育における評価方法に対する考察と実践

藤田直幸, 廣 和樹, 福岡 寛, 矢野順彦, 山口賢一, 上野秀剛, 伊月 亜有子  
高専教育, 2011 年 3 月

### Preparation of Metal-Oxide Composite Films by The Metal-Oxide Co-electroless Deposition Method

N. Fujita, H. Fukui (Advanced Electronic and Information Engineering Course), M. Naruse (Advanced Electronic and Information Engineering Course), D. Kitagawa (Dept. of Electrical Engineering), M. Hirai, T. Shinagawa (Osaka Municipal Technical Research Institute)

IEEE International Magnetics Conference 2011, 2011 年 4 月 27 日講演

### 誌上セミナー

#### ウェットプロセスの新展開 その 1

～ナノ構造磁性薄膜のウェットプロセスによる作製～

藤田直幸

めっき技術, 24 巻 第 2 号, 2011 年

### 誌上セミナー

#### ウェットプロセスの新展開 その 2

～ナノ構造磁性薄膜のウェットプロセスによる作製～

藤田直幸

めっき技術, 24 巻 第 3 号, pp.41-51, 2011 年

### 誌上セミナー

#### ウェットプロセスの新展開 その 3

～ナノ構造磁性薄膜のウェットプロセスによる作製～

藤田直幸

めっき技術, 24 巻 第 4 号, pp.55-60, 2011 年

### 理系進路に対する女子中高生のイメージチェンジを図る取り組み

藤田直幸, 小林淳哉 (函館高専), 小松京嗣 (仙台高専), 佐々木伸子 (呉高専), 内田由理子 (香川高専), 氷室昭三 (有明高専)

工学教育, 59 巻 3 号, pp.55-60, 2011 年

### 化学的手法による金属－絶縁物コンポジット薄膜の作製

福井 斉 (電子情報工学専攻), 成瀬将徳 (電子情報工学専攻), 北川大輔 (電気工学科), 藤田直幸  
第 277 回電気材料技術懇談会「若手研究発表会」  
講演論文集, 2011 年 7 月 13 日講演

### 金属－絶縁物コンポジット薄膜の化学的手法による作製

福井 斉 (電子情報工学専攻), 成瀬将徳 (電子情報工学専攻), 北川大輔 (電気工学科), 平井 誠, 藤田直幸, 藤原 裕 (大阪市立工業研究所), 小林靖之 (大阪市立工業研究所), 千金正也 (大阪市立工業研究所)  
2011 年 関西表面技術シンポジウム 講演論文集, 2011 年 7 月 20 日講演

### 金属－酸化物同時無電解析出法による Co-Ce-O 薄膜の作製

福井 斉 (電子情報工学専攻), 平井 誠, 北川大輔 (電気工学科), 藤田直幸, 笹野順司 (豊橋技術科学大学), 伊崎昌伸 (豊橋技術科学大学), 井上光輝 (豊橋技術科学大学), 千金正也 (大阪市立工業研究所)  
電気学会 マグネティックス研究会 講演論文集, 2011 年 8 月 3 日講演

### 化学的手法による金属－酸化物コンポジット薄膜の作製

福井 斉 (電子情報工学専攻), 藤田直幸, 松田厚範 (豊橋技術科学大学)  
平成 22 年度分 高専連携教育研究プロジェクト  
学生成果報告会 講演論文集, 2011 年 8 月 10 日講演

### 6 高専が連携した女子中高生に対する理系進路選択支援活動

藤田直幸, 小林淳哉 (函館高専), 小松京嗣 (仙台高専), 佐々木伸子 (呉高専), 内田由理子 (香川高専), 氷室昭三 (有明高専)  
第 17 回日本高専学会年会, 2011 年 8 月 27 日講演

### 企業と高専で共同推進する制御技術に関する共同教育プログラム

藤田直幸, 桜庭 弘 (仙台高専), 小野伸幸 (長野高専), 兼重明宏 (豊田高専), 小坂洋明, 谷埜博基 (オムロン)  
第 17 回日本高専学会年会, 2011 年 8 月 28 日講演

### 国立高専機構における制御技術に関連する産学連携教育

藤田直幸, 桜庭 弘 (仙台高専), 小野伸幸 (長野高専), 兼重明宏 (豊田高専), 小坂洋明, 市坪 誠 (高専機構)  
日本工学教育協会 第 59 回工学教育研究講演会, 2011 年 9 月 8 日講演

### 高専における共同教育の実施状況と事例紹介

堀内 匡 (松江高専), 市坪 誠 (高専機構), 小林淳哉 (函館高専), 藤田直幸, 黒田大介 (鈴鹿高専), 角野晴彦 (岐阜高専)  
日本工学教育協会 第 59 回工学教育研究講演会, 2011 年 9 月 8 日講演

### 国立高専機構における技術者教育の質保証 その 1－高等教育としての質保証のあり方－

市坪 誠 (高専機構), 小林淳哉 (高専機構), 藤田直幸, 堀内 匡 (高専機構), 黒田大介 (高専機構), 角野晴彦 (高専機構)  
日本工学教育協会 第 59 回工学教育研究講演会, 2011 年 9 月 9 日講演

### 国立高専機構における技術者教育の質保証 その 2－高専教育課程の調査と分析－

黒田大介 (高専機構), 市坪 誠 (高専機構), 小林淳哉 (高専機構), 堀内 匡 (高専機構), 角野晴彦 (高専機構), 藤田直幸  
日本工学教育協会 第 59 回工学教育研究講演会, 2011 年 9 月 9 日講演

### 国立高専機構における技術者教育の質保証 その 3－モデルコアカリキュラムのあり方－

小林淳哉 (高専機構), 黒田大介 (高専機構), 市坪 誠 (高専機構), 角野晴彦 (高専機構), 藤田直幸, 堀内 匡 (高専機構)  
日本工学教育協会 第 59 回工学教育研究講演会, 2011 年 9 月 9 日講演

### 6 高専共同による女子中高生を対象とした理系進路選択支援活動－女子中高生に理系に対するイメージを変える全国規模の活動－

藤田直幸, 小林淳哉 (函館高専), 小松京嗣 (仙台高専), 佐々木伸子 (呉高専), 内田由理子 (香川高専), 氷室昭三 (有明高専)  
日本工学教育協会 第 59 回工学教育研究講演会, 2011 年 9 月 9 日講演

### 金属-酸化物同時無電解析出法による金属-酸化物コンポジット薄膜の作製

福井 齊 (電子情報工学専攻), 平井 誠, 北川大輔 (電気工学科), 藤田直幸, 小林靖之 (大阪市立工業研究所), 千金正也 (大阪市立工業研究所), 藤原 裕 (大阪市立工業研究所)

表面技術協会第 124 回講演大会講演論文集, 2011 年 9 月 22 日講演

### 化学的手法による Co-Ce-O コンポジット薄膜の作製

福井 齊 (電子情報工学専攻), 平井 誠, 藤田直幸 (豊橋技術科学大学), 笹野順司 (豊橋技術科学大学), 伊崎昌伸 (豊橋技術科学大学), 井上光輝 (豊橋技術科学大学), 千金正也 (大阪市立工業研究所)

第 35 回 日本磁気学会学術講演会講演論文集, 2011 年 9 月 27 日講演

### 無信号交差点非優先側通過時のドライバの加減速操作に影響を与える交差点環境要因: 交差点の見通しと道路幅

小坂洋明

ヒューマンファクターズ, Vol. 15, No. 2, pp. 103-111, 2011 年 2 月 28 日

### Evaluating Risk Levels of Driver Behaviors on Basis of Vehicle Speed and Driver Eye-movement and Pedal Operation

Tatsuya Kamon, Shigeki Umehara (NAIST), Hiroaki Kosaka, Masaru Noda, Hirokazu Nishitani (NAIST), Yoji Mizoguchi, Masumi Kobana, Kazuya Sasaki (TOYOTA)

Review of Automotive Engineering final, pp.144-149, 2010 年 10 月

### 描写における熟練者と非熟練者の視線移動比較に関する一検討

小坂洋明, 平田裕信

第 13 回日本感性工学会大会講演論文集, C53, 2011 年 9 月 5 日講演

### 無信号交差点非優先側通過時の自動車速度に影響を与える主要な交差点環境要因に関する一検討

小坂洋明

平成 22 年度 日本人間工学会 関西支部大会講演論文集, pp. 57-58, 2010 年 12 月 5 日講演

### 事故防止のための人間行動解析 - 自動車の車速計測を通じたドライバーの行動分析 -

小坂洋明

第一回くまもと福祉情報教育フォーラム 講演論文集, pp. 53-54, 2010 年 11 月 20 日講演

### 熱電子流に着目した X 線管の高速起動制御

村井雄太 (奈良高専), 西尾雄介 (奈良高専), 細田健一, 伊東 毅 (ミカサ株式会社), 石飛 学

パワーエレクトロニクス学会 12 月定例会, パワーエレクトロニクス学会誌 Vol.36, p.180, 2010 年 12 月 11 日

### IH 負荷のモデリングを目的とした磁気特性の解析

米田昇平 (奈良高専), 河村美希 (奈良高専), 石飛 学

パワーエレクトロニクス学会 12 月定例会, パワーエレクトロニクス学会誌 Vol.36, p.188, 2010 年 12 月 11 日

### 超小型人工衛星用スタンドアロン電源の提案

上小牧隆磨 (奈良高専), 宮田雅仁 (奈良高専), 石飛 学

パワーエレクトロニクス学会 12 月定例会, パワーエレクトロニクス学会誌 Vol.36, p.196, 2010 年 12 月 11 日

### 高効率加熱を目的とした IH 負荷の磁気特性解析とモデリング

米田昇平 (奈良高専), 石飛 学

パワーエレクトロニクス学会 6 月定例会, パワーエレクトロニクス学会誌 Vol.37, 2011 年 6 月 4 日

### FPGA を用いた観測ロケット搭載電波受信機の開発

田尾仁志 (電気工学科), 芦原佑樹

平成 22 年度高専卒業研究発表会, 2011 年 3 月 5 日

インターネットを利用した遠隔講演会による  
広報活動～女子中高生理系進路選択応援プロ  
ジェクト：理系ゴコロのススメ～

芦原佑樹, 藤田直幸, 小林淳哉 (函館高専)

日本高専学会誌, Vol.16, No.2, pp.43-46, 2011年4月

### (電子制御工学科)

パテントコンテスト応募を通じての創造性教育

福田和廣

平成23年度全国高専教育フォーラム教育研究活動発  
表概要集, pp.397-398, 2011年8月25日講演

Development of creativity in students  
through a patent contest in Japan

福田和廣

5th International Symposium on Advances in  
Technology Education (ISATE) 2011, pp.102, 2011年  
9月28日講演

Enhancement in mutual understanding  
through international exchange

平井誠 (電気工学科), 松村寿枝 (情報工学科), 金澤  
直志 (一般教科), 片倉勝己 (物質化学工学科), 福田  
和廣 (電子制御工学科)

5th International Symposium on Advances in  
Technology Education (ISATE) 2011, pp.78, 2011年  
9月28日講演

超短光パルスマイクロ接合法における接合部  
の形状と接合強度の関係探索

村上智亮 (機械制御工学専攻), 玉木隆幸, 渡辺 歴 (産  
総研), 小関泰之 (大阪大学), 押田至啓

第58回応用物理学関係連合講演会, 2011年3月26日  
講演

ピコ秒パルスレーザを用いた干渉計測

大崎達也 (機械制御工学専攻), 押田至啓

2011年度精密工学会春季大会卒業研究発表講演会,  
2011年3月14日講演

ヘテロダイン干渉計を用いた試料間隙計測シ  
ステムの構築

藤岡晃司 (機械制御工学専攻), 玉木隆幸, 押田至啓

2011年度精密工学会春季大会卒業研究発表講演会,  
2011年3月14日講演

ピコ秒パルスレーザを用いた厚みの干渉計測

中島往馬 (機械制御工学専攻), 押田至啓

日本実験力学会講演論文集, 2011年度年次講演会,  
pp.413-416, 2011年9月1日講演

企業技術者と連携した自律型ロボットの設  
計・製作

島岡三義, 櫛 弘明, 道下貴広, 脇田良夫 ((株) シー  
エス・ワキタ)

日本高専学会誌, 第16巻, 第1号, pp.31-36, 2011年  
1月

機械構造用炭素鋼の焼入れ硬さに及ぼす焼入  
れ温度と冷却水温度の影響

吉田陽亮 (電子制御工学科), 大畑直樹 (電子制御工  
学科), 米 聡 (電子制御工学科), 辻井ありさ (元専  
攻科機械制御工学専攻), 島岡三義

日本機械学会中国四国学生会第41回学生員卒業研究  
発表講演会講演前刷集, p.289, 2011年3月4日講演

Sn - Ag合金の回転液中紡糸性に及ぼすBi  
またはCu添加の影響

西田圭佑 (専攻科機械制御工学専攻学生), 今西裕樹  
((株) 吉野工業所, 元電子制御工学科学学生), 島岡三義  
日本機械学会中国四国学生会第41回学生員卒業研究  
発表講演会講演前刷集, p.242, 2011年3月4日講演

高専において期待される女性教員像

島岡三義, 上田悦子, 鬼頭みずき

工学教育, 第59巻, 第3号, pp.61-66, 2011年5月

メカトロ教育のためのオムニホイールを用い  
たロボット教材の開発

道下貴広, 櫛 弘明, 島岡三義, 脇田良夫 ((株) シー  
エス・ワキタ)

日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会,  
ROBOMEC in OKAYAMA, 2A2-G07 (ポスターセッ  
ション), 2011年5月28日講演

企業技術者と連携した実践的技術者育成教育

島岡三義, 櫛 弘明, 道下貴広, 脇田良夫 ((株) シー  
エス・ワキタ)

日本工学教育協会平成23年度第59回工学教育研究講  
演会講演論文集 (DVD版), pp.170-171, 2011年9月  
8日講演

## 企業技術者と連携した自律型ロボット学習教材の開発

島岡三義, 櫛 弘明, 道下貴広, 脇田良夫 ((株) シーエス・ワキタ), 鈴木謙三 ((有) たくみ精密鋳金製作所)  
日本工学教育協会平成 23 年度第 59 回工学教育研究講演会講演論文集 (DVD 版), pp. 598-599, 2011 年 9 月 10 日講演

## フルードパワーの福祉機器への応用 — マットと靴への応用例 —

早川恭弘  
日本工業出版, 油空圧技術, 614 号, Vol.49, No.10, pp.41-47, 2010

## IFPEX2011 ~フルードパワーの可能性~ 奈良工業高等専門学校 早川研究室

早川恭弘  
日本工業出版, 油空圧技術, 623 号, Vol.50, No.6, pp.42-44, 2011

## 柔軟性を持つ空気圧機器 — 福祉・医療分野での開発の現状 —

早川恭弘  
日刊工業新聞 2011 年 7 月 20 日付け全国新聞

## 福祉介護用高機能靴の開発

早川恭弘  
日本フルードパワーシステム学会誌 フルードパワーシステム, Vol.42, No.5, pp.31-33, 2011

## Development of High Performance Shoes to Measure Human Walking

Yasuhiro Hayakawa and Yuya Taguchi  
International Conference on Control, Automation and Systems 2010, Gyeonggi-do, Korea, pp.1167-1170, 2010 年 10 月 29 日講演

## 空気圧ソフトゴムアクチュエータを用いた高機能靴の開発

早川恭弘, 田口裕也 (機械制御工学専攻), 遠山雄紀 (機械制御工学専攻)  
日本フルードパワーシステム学会, 平成 22 年秋季フルードパワーシステム講演会, pp.64-66, 2010 年 12 月 3 日講演

## 人間親和性を有する高機能靴の開発

早川恭弘, 田口裕也 (機械制御工学専攻)  
日本機械学会, 第 23 回バイオエンジニアリング講演会講演論文集, pp.193-194, 2011 年 1 月 8 日講演

## 福祉介護用高機能靴の開発 — 空気圧を用いた福祉介護機器開発の事例紹介 —

早川恭弘  
(社) 日本フルードパワーシステム学会 オータムセミナー 2010 “福祉・医療現場における空気圧応用の現状と問題”, pp.3-16, 2011 年 2 月 10 日講演

## 組み込み技術を応用した高機能靴の開発

早川恭弘, 田口 裕也 (機械制御工学専攻)  
日本フルードパワーシステム学会, 平成 23 年春季フルードパワーシステム講演会, pp.19-21, 2011 年 5 月 27 日講演

## 歩行トレーニング用高機能靴の開発

早川恭弘, 檜谷義信 (機械制御工学専攻), 田口裕也 (奈良先端大)  
日本機械学会, ロボティクス・メカトロニクス講演会 '11, 2P1-E05 (1)-(4), 2011 年 5 月 28 日講演

## 人間親和性を有する高機能型鬱血防止マットの開発

早川恭弘, 江郷 透 (機械制御工学専攻), 里村祥太 (奈良先端大)  
日本機械学会, ロボティクス・メカトロニクス講演会 '11, 2P1-G05(1)-(4), 2011 年 5 月 28 日講演

## 高機能型空気圧鬱血防止マットの開発

早川恭弘, 江郷 透 (機械制御工学専攻)  
日本機械学会 第 12 回「運動と振動の制御」シンポジウム, pp.43-46, 2011 年 6 月 29 日講演

## 空気圧を用いた福祉介護機器の開発

早川恭弘  
IFPEX2011 カレッジ研究発表・展示コーナー, 第 23 回フルードパワーシステム 国際見本市論文集, (社) 日本フルードパワー工業会・フジサンケイビジネスアイ, 2011 年 7 月 20-22 日講演

## Study on a High Performance Insole with Human Compatibility

Yasuhiro Hayakawa

Proceedings of 5th European Conference of the International Federation for Medical and Biological, pp.810-813, Engineering, Budapest, Hungary, 2011年9月17日講演

## 動作プリミティブ抽出のための古典舞踊動作解析

山田與志雄 (機械制御工学専攻), 上田悦子

日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2011(ROBOMECH2011), 2P2-Q05, 2011年5月28日講演

## 拾い上げ動作における優美動作特徴の抽出

都築 匠 (機械制御工学専攻), 上田悦子

日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2011(ROBOMECH2011), 2P2-Q06, 2011年5月28日講演

## Generating Natural Hand Motion in Playing a Piano

Kazuki Yamamoto (NAIST), Etsuko Ueda, Tsuyoshi Suenaga (NAIST), Kentaro Takemura (NAIST), Jun Takamatsu (NAIST) and Tsukasa Ogasawara (NAIST)

Proceedings of 2010 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2010), pp.3513-3518, 2010年10月20日講演

## 高回折効率をもつ多重フレネルホログラム設計アルゴリズムの開発

木崎隆太 (電子制御工学科), 西田茂生

平成23年度精密工学会春季大会, 2011年3月14日講演

## 墨書文字の共通部抽出法に関する研究

溝留莉加 (電子制御工学科), 西田茂生

平成23年度精密工学会春季大会, 2011年3月14日講演

## Development of an Optical Ruler for Range Finding Using a Binary Fresnel Hologram

Shigeki Nishida and Yoshihiro Oshida

International Quantum Electronics Conference and Conference on Lasers and Electro-Optics, Pacific Rim 2011, pp.1336-1338, 2011年8月29日講演

## LRF を用いた 3 次元空間認識の一構成

川節拓実 (電子制御工学科), 飯田賢一

電子情報通信学会関西支部, 第16回学生会研究発表講演会, D6-2, p.82, 2011年3月1日講演

## ニューラルネットワークを用いた音声認識システムの検討

村田昌也 (電子制御工学科), 飯田賢一

電子情報通信学会関西支部, 第16回学生会研究発表講演会, D6-3, p.83, 2011年3月1日講演

## 画像処理を用いた視線抽出システムに関する研究

島田健史 (電子制御工学科), 飯田賢一

電子情報通信学会関西支部, 第16回学生会研究発表講演会, D6-4, p.84, 2011年3月1日講演

## 超音波センサを用いた空間認識の基礎研究

山崎翔太 (電子制御工学科), 飯田賢一

平成23年度高専-長岡技科大(機械系)教員交流研究集会研究情報交換会, K-21, 2011年8月30日講演

## 上腕部の姿勢を考慮した筋電肘継手に関する基礎研究

矢野順彦, 池内亮太 (奈良先端大)

第26回日本義肢装具学会学術大会講演集(日本義肢装具学会誌, Vol.26, 特別号), p.182, 2010年10月24日講演

## MR 流体を用いたクラッチ機構付き小型アクチュエータの研究—永久磁石の励磁によるクラッチ機構における磁場解析と制動トルクの数値シミュレーション—

矢野順彦, 平田勝弘 (大阪大学)

日本 AEM 学会第 19 回 MAGDA コンファレンス in 札幌講演論文集, pp.485-490, 2010年11月22日講演

MR 流体を用いたクラッチ機構付き小型アクチュエータの研究—クラッチ機構内の構成変更による制動トルクの向上—

矢野順彦, 平田勝弘 (大阪大学)  
第 23 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム,  
pp.505-510, 2011 年 5 月 19 日講演

MR 流体を用いたクラッチ機構付き小型アクチュエータの研究—永久磁石の励磁によるクラッチ機構における磁場解析と制動トルクの数値シミュレーション—

矢野順彦, 平田勝弘 (大阪大学)  
日本 AEM 学会誌, Vol.19, No.2, pp.401-406, 2011 年  
6 月 1 日

衝突噴流のリブ間隔による熱伝達特性への影響

竹崎雅弘 (機械制御工学専攻), 鬼頭みずき  
日本機械学会関西学生会学生卒業研究発表会, 2011 年  
3 月 18 日講演

傾斜二噴流による衝突噴流の熱伝達特性

松本達矢 (機械制御工学専攻), 鬼頭みずき  
日本機械学会関西学生会学生卒業研究発表会, 2011 年  
3 月 18 日講演

## (情報工学科)

専攻科工学実験に学外コンテストを利用する  
試み II

浅井文男  
第 16 回高専シンポジウム in 米子, 2011 年 1 月 22 日  
講演

CubeSat 地上局ソフトウェアの開発 I

上島佳佑 (情報工学科), 浅井文男  
電子情報通信学会 関西支部学生会 第 16 回学生会研究  
発表講演会, 2011 年 3 月 1 日講演

CubeSat 地上局ソフトウェアの開発 II

阪口紘生 (情報工学科), 浅井文男  
電子情報通信学会 関西支部学生会 第 16 回学生会研究  
発表講演会, 2011 年 3 月 1 日講演

産学連携による情報系学生のためのマイコン  
入門セミナー

浅井文男  
平成 23 年度全国高専教育フォーラム, 2011 年 8 月 24 日  
講演

QubeSat プロジェクトのための衛星データ受信・  
解読ソフトウェアの開発

浅井文男  
平成 23 年度豊橋技術科学大学高専連携プロジェクト  
(ネットワーク衛星工房) 研究発表会, 2011 年 8 月 29 日  
講演

奈良工業高等専門学校情報工学科の現状

浅井文男  
平成 23 年度高等専門学校・長岡技術科学大学経営情  
報系教員交流集会, 2011 年 9 月 17 日講演

How to recommend preferable solutions of a  
user in interactive reinforcement learning?

Yamaguchi, Tomohiro., Nishimura, Takuma (京都大  
学) and Sato Kazuhiro (ファナック)  
Advances in Reinforcement Learning (edited by  
Abdelhamid Mellouk), pp.137-156, InTech Open  
Access Publisher, 2011 年 1 月

ストローク交差箇所 directional に着目した採点  
記号の分離抽出

宮本弘志 (電子情報工学専攻), 松尾賢一  
平成 22 年電気関係学会関西連合大会予稿集, 4P303-  
13, 2010 年 11 月 14 日講演

毛筆文字の上手さ評価基準の検討

堀田庸平 (情報工学科), 松尾賢一  
電子情報通信学会関西支部学生会 第 16 回学生会研究  
発表講演会 講演論文集, D3-1, 2011 年 3 月 1 日講演

重畳採点記号に対する分離抽出の試み

宮本弘志 (電子情報工学専攻), 松尾賢一  
電子情報通信学会関西支部学生会 第 16 回学生会研究  
発表講演会 講演論文集, D3-2, 2011 年 3 月 1 日講演

### パンチルトズームカメラを用いた文字スポッティングシステムの開発

森下紀明 (情報工学科), 松尾賢一  
電子情報通信学会関西支部学生会 第 16 回学生会研究発表講演会 講演論文集, D3-3, 2011 年 3 月 1 日講演

### 情景動画中のガソリン価格看板の検出

結崎嵐稀 (情報工学科), 松尾賢一  
電子情報通信学会関西支部学生会 第 16 回学生会研究発表講演会 講演論文集, D3-5 (奨励賞受賞), 2011 年 3 月 1 日講演

### 筆跡情報が消失しやすい環境下でのハイブリッド文字認識の基礎的実験

植松裕介 (情報工学科), 松尾賢一  
電子情報通信学会関西支部学生会 第 16 回学生会研究発表講演会 講演論文集, D3-6, 2011 年 3 月 2 日講演

### 重畳採点記号の分離抽出と認識

宮本弘志 (電子情報工学専攻), 松尾賢一  
2011 年 電子情報通信学会 総合大会講演論文集 (DVD-ROM), 2011 年 3 月 16 日講演

### 文字の普遍的特徴を用いた情景画像中の文字スポッティング

寺脇温晃 (研究生), 松尾賢一  
2012 年 電子情報通信学会 総合大会講演論文集 (DVD-ROM), 2011 年 3 月 4 日講演

### パンチルトズームアップカメラを用いた文字スポッティング手法

岡田亜沙美 (電子情報工学専攻), 寺脇温晃 (研究生), 森下紀明 (情報工学科), 松尾賢一  
2011 年 電子情報通信学会 総合大会 学生ポスターセッション, 2011 年 3 月 5 日講演

### 学生の交通意識向上にむけた取組とその効果～重点指導による「ながら運転」の撲滅を目指して～

松尾賢一, 大谷真弘, 西野悟, 小柴孝  
平成 23 年度 全国高専フォーラム 教育研究活動発表概要集, pp.23-24, 2011 年 8 月 23 日講演

### 学生の積極的な資格取得・イベント参加を促す取組

松尾賢一, 山口賢一, 松村寿枝, 内田眞司, 本間啓道, 西野貴之  
第 31 回高専情報処理教育研究発表会論文集, pp.38-39, 2011 年 8 月 24 日講演

### iPad を用いたペーパーレス会議システムの構築

白濱成希 (北九州高専), 桐山和彦 (鳥羽商船高専), 本間啓道, 白石啓一 (香川高専), 原 元司 (松江高専), 岡田 正 (津山高専), 桐本賢太 (北九州高専), 脇山正博 (北九州高専)  
高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集第 31 号, pp.187-188, 2011 年 8 月 25 日講演

### 音声疲労推定システムを目指した疲労度の自己評価と他者評価の関係

松村寿枝, 河合誠 (西日本旅客鉄道株式会社), 吉村宏紀 (鳥取大学), 清水忠昭 (鳥取大学)  
電子情報通信学会 2011 年総合大会講演論文集, D-14-2, 2011 年 2 月 28 日発行

### 奈良高専における Android を用いたエンジニアリングデザイン能力育成の試み

上野秀剛, 土井滋貴, 松村寿枝, 山口賢一, 西野貴之, 藤井治久, 藤田直幸  
高等専門学校情報処理教育研究発表会論文集, 第 31 号, pp. 111-112, 2011 年 8 月 24 日講演

### 中学生の保護者を取り込む体験入学の実施—名作ゲーム開発疑似体験を通して—

山口賢一, 山口智浩, 岡村真吾, 上野秀剛, 西野貴之  
高専教育, 第 34 号, pp.679-684, 2011 年 3 月 14 日

### 部分スキャン BIST のためのテストプラン生成法の検討

山口賢一, 高井繁吉 (電子情報工学専攻), 内田行紀 (奈良先端科学技術大学院大学)  
平成 22 年度電気関係学会関西支部連合大会, P-8, 2010 年 11 月 7 日講演

### ボードゲームを用いた情報倫理教育の実践と改善

小川夏輝 (情報工学科), 山口賢一, 松尾賢一  
第 16 回電子情報通信学会関西支部学生会研究発表講演会講演論文集, D3-4, 2011 年 3 月 1 日講演

### ランダムパターンテストのための応答圧縮器の自動生成システムの作成

有坂昂之 (電子情報工学専攻), 山口賢一

第16回電子情報通信学会関西支部学生会研究発表講演会講演論文集, D9-1, 2011年3月1日講演

### 回路構造に着目した乗算器のテスト容易化設計に関する研究

宮本佳治 (電子情報工学専攻), 山口賢一

第16回電子情報通信学会関西支部学生会研究発表講演会講演論文集, D9-2, 支部長賞受賞, 2011年3月1日講演

### 構造テストのためのパイプラインプロセスのテスト容易化設計法

中島悟 (電子情報工学専攻), 山口賢一

第16回電子情報通信学会関西支部学生会研究発表講演会講演論文集, D9-3, 2011年3月1日講演

### スイッチング確率を用いた消費電力評価ツールの作成

西口絢人 (情報工学科), 山口賢一

第16回電子情報通信学会関西支部学生会研究発表講演会講演論文集, D9-4, 2011年3月1日講演

### 組み込み自己テストにおける演算パターン生成の有用性の検討

高木隆志 (情報工学科), 山口賢一

第16回電子情報通信学会関西支部学生会研究発表講演会講演論文集, D9-5, 2011年3月1日講演

### 乗算器に有効なランダムパターンの検討と実現

高井繁吉 (電子情報工学専攻), 山口賢一

第16回電子情報通信学会関西支部学生会研究発表講演会講演論文集, D9-6, 2011年3月1日講演

### 遅延故障に対応した同時故障シミュレーションの提案と実装

麻田優真 (情報工学科), 山口賢一

第16回電子情報通信学会関西支部学生会研究発表講演会講演論文集, D9-7, 2011年3月1日講演

### 単回帰分析の加重平均による fault-prone モジュール判別モデルの精度向上に関する研究

内垣聖史, 内田眞司, 門田暁人

情報処理学会第73回全国大会講演論文集, pp.I.433 - I.434, March, 2011., 2011年3月2日講演

### ランダムフォレスト法によるソフトウェア開発工数予測の試み

小西文章, 内田眞司, 戸田航史, 門田暁人

電子情報通信学会2011総合大会講演論文集, pp.17, February, 2011.,

### On Building a Better Program Size Measure

Akito Monden, Shinji Uchida, Ken-ichi Matsumoto

International Conference on Software Process and Product Measurement (MENSURA2010), pp.305-314, Stuttgart, Germany, November 2010., 2011年11月11日講演

### 実装者に依存しないプログラム規模の測定に向けて

門田暁人, 内田眞司, 松本健一

ソフトウェア工学の基礎 XVII FOSE 2010, pp.25-34, November, 2010, 2011年11月11日講演

### プログラミング実習者の操作履歴と自発性の関係分析

内田眞司, 松村寿枝, 上野秀剛, 西野貴之

第31回高等専門学校情報処理教育研究発表会講演論文集, pp.94-95, August, 2011, 2011年8月25日講演

### An Approach for Filtering Inaccurate Access Point Observation Report in WiFi Positioning System

Toyokazu Akiyama (Kyoto Sangyo University), Yuuichi Teranishi (Osaka University), Shingo Okamura, Shinji Shimojo (National Institute for Information and Communications Technology)

1st International Workshop on Streaming Media Delivery and Management Systems (SMDMS2010), 2010年11月5日講演

## IT Keys:IT リスク軽減のための情報セキュリティ技術者・管理者育成

猪俣敦夫 (奈良先端科学技術大学院大学), 松浦知史 (奈良先端科学技術大学院大学), 門林雄基 (奈良先端科学技術大学院大学), 藤川和利 (奈良先端科学技術大学院大学), 歌代和正 (奈良先端科学技術大学院大学), 山口英 (奈良先端科学技術大学院大学), 砂原秀樹 (奈良先端科学技術大学院大学), 東野輝夫 (大阪大学), 中野博隆 (大阪大学), 岡村真吾, 浜辺崇 (大阪大学), 岡部寿男 (京都大学), 上原哲太郎 (京都大学), 大平健司 (京都大学), 篠田陽一 (北陸先端科学技術大学院大学), 宮地充子 (北陸先端科学技術大学院大学), 面 和成 (コンピュータセキュリティシンポジウム 2010 (CSS2010), 2010 年 10 月 20 日講演

## 申請者と決裁者が代理決裁の可否を選択可能な電子決裁の提案

永原裕之 (電子情報工学専攻), 岡村真吾  
情報処理学会第 73 回全国大会, 2011 年 3 月 2 日講演

## 秘匿計算を用いた Web 会計システム

松村太一 (電子情報工学専攻), 岡村真吾  
情報処理学会第 73 回全国大会, 2011 年 3 月 2 日講演

## 仮想化オーバレイネットワーク機構の設計

寺西裕一 (大阪大学), 秋山豊和 (京都産業大学), 岡村真吾, 竹内亨 (情報通信研究機構), 武本充治 (日本電信電話株式会社未来ねっと研究所), 野本義弘 (日本電信電話株式会社サービスインテグレーション基盤研究所)  
情報処理学会マルチメディア通信と分散処理研究会第 146 回研究会, 2011 年 3 月 11 日講演

## 原価率とプロジェクトメトリクスに着目したソフトウェア開発プロジェクトの特徴分析

上野秀剛, 亀井靖高 (奈良先端科学技術大学院大学), 門田暁人 (奈良先端科学技術大学院大学), 松本健一 (奈良先端科学技術大学院大学)  
プロジェクトマネジメント学会誌, pp.25-30, 2010 年 10 月

## ユーザの意図分析を可能にするリモコン操作記録システムの開発

安藤昌也 (総合研究大学院大学), 中道 上 (南山大学), 上野秀剛  
ヒューマンインタフェース学会誌, Vol.12, No.4, pp.23-30, 2010 年 11 月

## Collaborative Visualization of Web Interactions for Usability Testing

Noboru Nakamichi (Nanzan University), Mikio Kiura (Canon Inc.), Toshiya Yamada (Graduate University for Advanced Studies), Hidetake Uwano  
9th Pan-Pacific Conference on Ergonomics (PPCOE2010), 2010 年 11 月

## ユーザの生態情報を用いたシステムの使いやすさ評価

上野秀剛  
奈良医学雑誌, Vol.61, No.5・6, pp.145-154, 2010 年 12 月

## Eye Movement: Theory, Interpretation, and Disorders

Hidetake Uwano  
Nova Science Publishers, 2011 年 1 月

## タブブラウザにおける新規ページの表示方法とユーザビリティ評価

尾上紗野 (情報工学科), 上野秀剛  
第 16 回電子情報通信学会関西支部学生会, pp.81, 2011 年 3 月

## 遠隔非同期 Web ユーザビリティ評価における評価者とユーザの差異

中道 上 (南山大学), 山田俊哉 (総合研究大学院大学), 木浦幹雄 (キヤノン株式会社), 栗山進 (株式会社ミツエーリンクス), 上野秀剛  
マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2011) シンポジウム予稿集, pp.1091 - 1096, 2011 年 7 月

## Usability Evaluation for Software Keyboard on High-Performance Mobile Devices

Takao Nakagawa (Department of Information Engineering), Hidetake Uwano  
14th International Conference on Human-Computer Interaction(HCI International 2011), Vol.173, pp.181-185, 2011 年 7 月

### A Quantitative Evaluation on the Software Use Experience with Electroencephalogram

Hitoshi Masaki (Nara Institute of Science and Technology), Masao Ohira (Nara Institute of Science and Technology), Hidetake Uwano, Ken-ichi Matsumoto (Nara Institute of Science and Technology)

14th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI International 2011), Vol.173, pp.469-477, 2011年7月

### Bipartite Full Scan Design - A DFT Method for Asynchronous Circuits

Hiroshi Iwata, Satoshi Ohtake (奈良先端科学技術大学院大学), Michiko Inoue (奈良先端科学技術大学院大学), Hideo Fujiwara (奈良先端科学技術大学院大学)  
Proceedings of the IEEE 19th Asian Test Symposium, pp.206-pp.211, 2010年12月4日

### (物質化学工学科)

### Mesostructured organosilica with a 9-mesityl-10-methylacridinium bridging unit: photoinduced charge separation in the organosilica framework

Norihito Mizoshita (豊田中央研究所), Ken-ichi Yamanaka (豊田中央研究所), Toyoshi Shimada, Takao Tani (豊田中央研究所), Shinji Inagaki (豊田中央研究所)  
Chemical Communications 46, 2010, pp.9235-9237, October (2010)

### Synthesis of a spirobifluorene-bridged allylsilane precursor for periodic mesoporous organosilica

Natsuko Tanaka (化学工学専攻), Norihito Mizoshita (豊田中央研究所), Yoshifumi Maegawa (豊田中央研究所), Takao Tani (豊田中央研究所), Shinji Inagaki (豊田中央研究所), Yogesh R. Jorapur, Toyoshi Shimada  
Chemical Communications 47, 2011, pp.5025-5027, Jun (2011)

### Enhanced sol-gel polymerization of organoallylsilanes by solvent effect

Yoshifumi Maegawa (豊田中央研究所), Norihito Mizoshita (豊田中央研究所), Takao Tani (豊田中央研究所), Toyoshi Shimada, Shinji Inagaki (豊田中央研究所)  
J. Mater. Chem., 21, 2011, pp.14020-14024, August (2011)

### BINAP のポリマー化およびその金属錯体の再利用

嶋田豊司  
月刊ファインケミカル, Vol.39, No.12, 2011, pp. 43-51, 2011年12月

### Low-Cost Syntheses of Allylsilane Sol-Gel Precursors Starting from 1,4-Dibromobenzene

Shingo Kitazato (化学工学専攻), Akinari Umemoto (化学工学専攻), Toshiyuki Kamei, Toyoshi Shimada  
The Sixth International Symposium on Integrated Synthesis (ISIS-6), Kobe, Japan, October 23-24 (2010)

### Regioselective Iodination of 2,2'-Dimethoxy-1,1'-binaphthyl with N,N'-Diiodo-5,5-dimethylhydantoin Catalyzed by Lewis acid

Makoto Sako (化学工学専攻), Hiroshi Shibaguci (化学工学専攻), Toshiyuki Kamei, Toyoshi Shimada  
The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM2010), Honolulu, USA, December 15-20 (2010)

### ゾルゲル前駆体として機能する多置換アリールアリルシラン誘導体の合成

北里慎悟 (化学工学専攻), 笹岡孝裕 (物質化学工学科), 亀井稔之, 嶋田豊司  
日本化学会第91春季年会, 1C4-45, 神奈川大学, 2011年3月26日

### 3,3',6,6'-四置換ビナフトールの新規合成法

佐古真 (化学工学専攻), 亀井稔之, 嶋田豊司  
日本化学会第91春季年会, 2C4-44, 神奈川大学, 2011年3月27日

REPARATION OF ALLYLSILYLATED-SUGARS  
ACTING AS SOL-GEL PRECURSOR AND  
SILANE COUPLING AGENT

Takahiro Masui (化学工学専攻), Toyoshi Shimada  
23rd INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CHIRAL  
DISCRIMINATION (ISCD 23), Liverpool, England,  
July. 10-13 (2011)

DIRECT TRIFLATION OF ARYL ALDEHYDES  
WITH 1,3-DIODE-5,5-DIMETHYLHYDANTOIN  
(DIH) IN THE PRESENCE OF TRIFLIC ACID

Kazuhiko Imamura (化学工学専攻), Yusuke Mizutani  
(化学工学専攻), Toshiyuki Kamei, Toyoshi Shimada  
16th IUPAC International Symposium on  
Organometallic Chemistry Directed Towards  
Organic Synthesis (OMCOS), Shanghai, China, July  
24-28 (2011)

FACILE PREPARATION OF 3,3',6,6'-  
TETRASUBSTITUTED BINAPHTHOLS

Makoto Sako (化学工学専攻), Atsuyoshi Kandai, (物  
質化学工学科), Toyoshi Shimada  
16th IUPAC International Symposium on  
Organometallic Chemistry Directed Towards  
Organic Synthesis (OMCOS), Shanghai, China, July  
24-28 (2011)

Triflation of Aryl Aldehydes with 1,3-Diodo-  
5,5-Dimethylhydantoin in the Presence of  
Triflic Acid and their Derivatizations

Kazuhiko Imamura (化学工学専攻), Yusuke Mizutani  
(化学工学専攻), Toshiyuki Kamei, Toyoshi Shimada  
The 2nd International Symposium on Process  
Chemistry (ISPC2011), Kyoto, Japan, August 10-12  
(2011)

Facile Preparation of 3,3',6,6'-Tetrasubstituted  
Binaphthols

Makoto Sako (化学工学専攻), Atsuyoshi Kandai, (物  
質化学工学科), Toyoshi Shimada  
The 2nd International Symposium on Process  
Chemistry (ISPC2011), Kyoto, Japan, August 10-12  
(2011)

Preparation of Allylsilylated-Sugars Acting as  
Sol-Gel Precursor and Silane Coupling Agent

Takahiro Masui (化学工学専攻), Toyoshi Shimada  
The 2nd International Symposium on Process  
Chemistry (ISPC2011), Kyoto, Japan, August 10-12  
(2011)

近畿地区七高専共同 PR サイト『高専辞典』  
プロジェクト報告

片倉勝己, 伊藤直人 (舞鶴高専), 石丸和宏 (明石高専)  
日本高専学会誌, 16 巻、2 号 (2011) pp.37-42, 2011 年

Lithium Insertion into Electrochemically  
Precipitated Manganese Hydroxide

K. Katakura, Y. Kajiki, H. Yamada, and Z. Ogumi  
218th ECS (The Electrochemical Society) Meeting,  
(Las Vegas, NV, USA), 2010 年 10 月

アルミニウム含有酸化マンガンの合成とその  
電気化学挙動

梶木良之, 小西隆喜, 中尾光彦, 山田裕久, 片倉勝己  
電気化学会第 78 回大会, (横浜), 2011 年 3 月 29 日

Progressive Approaches to the Fundamental  
Engineering Education through  
Physicochemical Experiments

Katsumi Katakura, Yukihito Matsuura, Hirohisa  
Yamada, Yasuyuki Ohnishi and Ikuichiro Izumi  
ISATE 2011 (International Symposium on Advances  
in Technology Education), Singapore, 2011 年 9 月 28 日

サイエンスボランティア活動を活用した技術  
者教育

三木功次郎, 北村 誠, 名倉 誠, 榊原和彦, 山口賢一,  
松尾賢一, 直江一光, 宇田亮子, 土井滋貴  
論文集「高専教育」, 第 34 号, pp.791-796, 2011 年  
3 月 1 日

Amperometric measurement of  $\alpha$ -glucosidase  
activity using hydroquinone- $\alpha$ -D-glucopyranoside  
as a substrate

K. Miki, M. Horii (化学工学専攻), T. Hayashi(化学  
工学専攻)  
2010 International Chemical Congress of Pacific  
Basin Societies, Honolulu, 2010 年 12 月 17 日講演

### 市販生パン酵母を使用したバイオ電池の開発とその応用

三木功次郎, 船曳 歩 (化学工学専攻), 直江一光  
第16回高専シンポジウム, 2011年1月22日講演

### パン酵母を用いたバイオ燃料電池の開発とその応用

三木功次郎, 船曳 歩 (化学工学専攻)  
日本化学会第91春季年会, 2011年3月11日 (講演  
予稿集発行日)

### ヒドロキノン- $\alpha$ -D-グルコピラノシドを基質として用いた米麹中 $\alpha$ -グルコシダーゼ活性の迅速測定

三木功次郎, 堀井真人 (化学工学専攻)  
日本化学会第91春季年会, 2011年3月11日 (講演  
予稿集発行日)

### Development of Biofuel Cell using Baker's Yeast as Biocatalyst and Ethanol as Fuel

Kojiro Miki, Ayumu Funabiki (化学工学専攻), Kenji Kano (京都大学)  
IUPAC International Congress for Analytical Sciences 2011, Kyoto, 2011年5月25日講演

### Amperometric Measurement of $\alpha$ -Glucosidase Activity in Rice Koji Using Hydroquinone- $\alpha$ -D-Glucopyranoside as Substrate

Kojiro Miki, Makoto Horii (化学工学専攻)  
IUPAC International Congress for Analytical Sciences 2011, Kyoto, 2011年5月25日講演

### サイエンスボランティア活動を通じた県立盲学校との交流

三木功次郎, 北村 誠, 土井滋貴, 直江一光  
平成23年度全国高専教育フォーラム教育研究活動発表会, 2011年8月24日講演

### Preparation of protein nanoparticles using nanoemulsion system

Naoe, K., Yoshimoto, S., Naito, N., Takeuchi, J., Kawagoe, M., and Imai, M. (Nihon Univ.)  
5th World Congress on Emulsions (Lyon, France), Paper No.4.2-227, 2010年10月12, 13日講演

### Interaction of water-soluble metal nanoparticles with proteins

Kawada, S (化学工学専攻), Kataoka, M (化学工学専攻), Nishino, S, Naoe, K, and Kawagoe, M.  
6th International Symposium on Biocatalysis and Biotechnology (Seoul National University, Korea), P3-3, 2010年11月17日講演

### Dispersibility and catalytic activity of palladium nanoparticles prepared by phase transfer method

Ando, T (化学工学専攻), Naoe, K., Kawagoe, M., Imai, M. (Nihon Univ.)  
6th International Symposium on Biocatalysis and Biotechnology (Seoul National University, Korea), P3-2, 2010年11月17日講演

### Preparation of metal nanoparticles using wet processes and their applications

Naoe, K. (Invited)  
6th International Symposium on Biocatalysis and Biotechnology (Seoul National University, Korea), D-2, 2010年11月17日講演

### 水溶性金ナノ粒子の調製とその溶液特性

山中幸一郎 (物質化学工学科), 竹内紗織 (物質化学工学科), 直江一光, 河越幹男  
第13回化学工学会学生発表会 (神戸大会) (神戸大学工学部), I18, 2011年3月5日講演

### 分子集合体による金属ナノ粒子の調製とその微生物細胞への影響

江住 直人 (物質化学工学科), 竹内 準二 (物質化学工学科), 直江一光, 河越 幹男, 澤井 淳 (神奈川工科大)  
第13回化学工学会学生発表会 (神戸大会) (神戸大学工学部), I19, 2011年3月5日講演

### 水溶性金属ナノ粒子存在下におけるタンパク質の立体構造

河田晋治 (化学工学専攻), 片岡万莉絵 (化学工学専攻), 西野 悟, 直江一光, 河越幹男  
化学工学会第76年会 (東京農工大学), L315, 2011年3月24日講演

### 分子集合体を用いたパラジウムナノ粒子の調製とその触媒活性

安藤達也 (化学工学専攻), 直江一光, 河越幹男, 今井正直 (日本大)  
化学工学会第 76 年会 (東京農工大学), L317, 2011 年 3 月 24 日講演

### Preparation of protein nanoparticles using AOT reverse micelles

Naoe, K., Yoshimoto, S., Naito, N., Kawagoe, M., and Imai, M. (Nihon Univ.)  
Biochem. Eng. J., 55, 140-143 (2011), 2011 年 5 月 17 日

### 逆ミセルへの金属ナノ粒子の可溶化とその可溶化状態

河田晋治 (化学工学専攻), 西野悟, 直江一光, 河越幹男  
化学工学会第 43 回秋季大会 (名古屋工業大学), P2D34, 2011 年 9 月 15 日講演

### パラジウムナノ粒子の調製とその触媒反応挙動

安藤達也 (化学工学専攻), 鹿田那津 (物質化学工学科), 直江一光, 河越幹男, 今井正直 (日本大)  
化学工学会第 43 回秋季大会 (名古屋工業大学), P2D33, 2011 年 9 月 15 日講演

### 水溶性 Au ナノ粒子の調製とその分散特性

山中幸一郎 (化学工学専攻), 竹内沙織 (物質化学工学科), 直江一光, 河越幹男, 今井正直 (日本大)  
化学工学会第 43 回秋季大会 (名古屋工業大学), P2D32, 2011 年 9 月 15 日講演

### Higher order structure of proteins in the presence of water-soluble metal nanoparticles

Kawada, S (化学工学専攻), Kataoka, M (化学工学専攻), Nishino, S., and Naoe, K.  
1st European Congress of Applied Biotechnology (ICC, Berlin, Germany), P39.09, 2011 年 9 月 26 日講演

### Control of dispersibility and catalytic activity of palladium nanoparticles with stabilizing agent

Ando, T (化学工学専攻), Naoe, K., and Imai, M. (Nihon Univ.)  
8th European Congress of Chemical Engineering (ICC, Berlin, Germany), P25.41, 2011 年 9 月 26 日講演

### Preparation of water-soluble gold nanoparticles and their solution properties

Yamanaka, K (化学工学専攻), Nakagawa, K., Takeuchi, S., Naoe, K., Kawagoe, M., and Imai, M. (Nihon Univ.)  
8th European Congress of Chemical Engineering (ICC, Berlin, Germany), P25.40, 2011 年 9 月 26 日講演

### "Effect of Core Size on Activity and Durability of Pt Core-Shell Catalysts for PEFCs"

M. Inaba (Doshisha Univ.), H. Ito (Doshisha Univ.), H. Tsuji (Doshisha Univ.), T. Wada (Doshisha Univ.), M. Banno (Doshisha Univ.), H. Yamada, M. Saito (Doshisha Univ.), and A. Tasaka (Doshisha Univ.)  
ECS Transactions, 33, 231-238 (2010), 2010 年 10 月

### "Determination of Surface Compositions of Pt-Ru Alloy Thin Films Using Cu Stripping Voltammetry"

Hirohisa YAMADA, Toru IKEDA (Doshisha Univ.), Daisuke SHIMODA (Doshisha Univ.), Akimasa TASAKA (Doshisha Univ.), and Minoru INABA (Doshisha Univ.)  
Electrochemistry, 5, 357, 2011., 2011 年 5 月

### "The Frequency Response on the Super-Meniscus EQCM for Dissolution Modeling of Platinum at PEFC Cathode"

Hirohisa YAMADA, Keiko SUMINO, Tomomi OHNISHI, Eichiro SHIBA, and Katsumi KATAKURA  
Electrochemistry, 7, 544, 2011., 2011 年 7 月

### "Electrochemical Stability of Pt modified Au/QC Electrode"

H. Yamada, K. Katakura, and M. Inaba (Doshisha Univ.)  
The 218th Meeting of The Electrochemical Society, October 10-15, 2010

"A Novel Technique for Preparation of Ptshell/Auore/C Core-Shell Catalysts and Their Activity for Oxygen Reduction Reaction"

H. Tsuji (Doshisha Univ.), A. Kaneko (Doshisha Univ.), M. Banno (Doshisha Univ.), H. Yamada, M. Saito (Doshisha Univ.), A. Tasaka (Doshisha Univ.), and M. Inaba (Doshisha Univ.)

The 219th Meeting of The Electrochemical Society, October 10-15, 2011

"Lithium Insertion into Electrochemically Precipitated Manganese Hydroxide"

K. Katakura, Y. Kajiki, H. Yamada, and Z. Ogumi (Kyoto Univ.)

The 220th Meeting of The Electrochemical Society, October 10-15, 2011

"Smoothing Single-Crystalline SiC Surface with Reactive Ion Etching Using Pure NF<sub>3</sub> and NF<sub>3</sub>/Ar Mixture Gas Plasmas"

Y. Kotaka (Doshisha Univ.), T. Nonoyama (Doshisha Univ.), H. Yamada, T. Kanatani (Doshisha Univ.), T. Tojo (Doshisha Univ.), M. Inaba (Doshisha Univ.), and A. Tasaka (Doshisha Univ.)

The 221th Meeting of The Electrochemical Society, October 10-15, 2011

"Effect of Core Size on Activity and Durability of Pt Core-Shell Catalysts for PEFCs"

M. Inaba (Doshisha Univ.), H. Ito (Doshisha Univ.), H. Tsuji (Doshisha Univ.), T. Wada (Doshisha Univ.), M. Banno (Doshisha Univ.), H. Yamada, M. Saito (Doshisha Univ.), and A. Tasaka (Doshisha Univ.)

The 222th Meeting of The Electrochemical Society, October 10-15, 2012

Ptshell/Auore/C コアシェル触媒の新規作製法の開発と酸素還元反応の解析

辻 裕明 (同志社大学), 伴野倫子 (同志社大学), 山田裕久, 斎藤守弘 (同志社大学), 田坂明政 (同志社大学), 稲葉 稔 (同志社大学)

The 223th Meeting of The Electrochemical Society, October 10-15, 2013

対流ボルタモグラム (1) 酸素還元 (RRDE)

衣本太郎 (大分大学), 山田裕久

Electrochemistry, 2, 116, 2011, 2011年2月

(一般教科)

学生を主体とした図書委員会活性化の試み  
——恒常的活動を目指して——

鍵本有理, 武田充啓, 安田智之, 名倉 誠

平成 23 年度全国高専教育フォーラム教育研究活動発表概要集, pp.301-302, 2011年8月24日講演

書評: 小澤卓也『コーヒーのグローバルヒストリー』(ミネルヴァ書房)、赤嶺淳『ナマコを歩く』(新泉社)

木村倫幸

季報・唯物論研究, 第 114 号, pp.128-133, 2010年12月

書評: リュック・フォリエ『ユートピアの崩壊 ナウル共和国』(新泉社)

木村倫幸

季報・唯物論研究, 第 116 号, pp.139-142, 2011年8月

新版基礎数学

安田智之 (共著)

実教出版, 2010年12月28日発行

新版基礎数学演習

安田智之 (共著)

実教出版, 2010年12月28日発行

新版微分積分 I

安田智之 (共著)

実教出版, 2010年12月28日発行

Dynkin クイバーに付随する正則概均質ベクトル空間の数え上げ

名倉 誠

研究集会「概均質ベクトル空間の分類とその応用」(於 つくば国際会議場), 2011年2月6日講演

ルート系の部分集合が生成する余次元1の部分空間について

神吉知博 (関東学院大), 名倉 誠, 大谷信一 (関東学院大)

第16回 代数学若手研究集会 (於 筑波大学), 2011年3月6日講演

有限型のクイバーに付随する概均質ベクトル空間について

名倉 誠

城西大学大学院理学研究科研究業績集 (数学専攻), 第13号, pp.54-68, 2011年3月10日

Counting One-codimensional Subspaces Generated by Subsets of a Root System

T. Kamiyoshi (筑波大学), M. Nagura, S. Otani (関東学院大)

International Journal of Algebra 5 (2011), pp.591-634, 2011年8月

Hom-orthogonal partial tilting modules for Dynkin quivers

長瀬 潤 (東京学芸大), 名倉 誠

第44回 環論および表現論シンポジウム (於 岡山大学), 2011年9月27日講演

ルート系の部分集合が生成する余次元1の部分空間の数え上げ

神吉知博 (松江高専), 名倉 誠, 大谷信一 (関東学院大)

日本数学会秋季総合分科会 (於 信州大学), 2011年9月28日講演

On the left perpendicular category of the modules of finite projective dimension

Tokuji Araya (徳山工業高専), Kei-ichiro Iima, Ryo Takahashi (信州大学)

arXiv: 1008.3680v2 [math.AC] (to appear Communications in Algebras), 2011年4月

Modules left orthogonal to modules of finite projective dimension

Tokuji Araya (奈良教育大学), Kei-ichiro Iima, Ryo Takahashi (信州大学)

Proceedings of the 43rd Symposium on Ring Theory and Representation Theory, pp.7-9, 2011年1月

On modules of finite projective dimension with respect to a semidualizing module

Kei-ichiro Iima

Proceedings of the 32nd Symposium the 6th Japan-Vietnam Joint Seminar on Commutative Algebra, pp.234-236, 2010年12月15日講演

射影次元有限な加群の直交圏について

飯間圭一郎

第16回代数学若手研究会, 2011年3月7日講演

若松傾加群入門

飯間圭一郎

第4回岡山大学環論セミナー, 2010年11月3日講演

Cohen-Macaulay 局所環上の加群の Linkage 理論の紹介

飯間圭一郎

第5回岡山大学環論セミナー, 2011年2月12日講演

可換環論からの準備

飯間圭一郎

第8回可換環論サマースクール, 2011年8月22日講演

Matrix factorization 入門

飯間圭一郎

第8回可換環論サマースクール, 2011年8月25日講演

Knörrer's periodicity について

飯間圭一郎

第8回可換環論サマースクール, 2011年8月25日講演

On the Frobenius-Perron eigenvalues of Cartan matrices for some finite groups

吉井 豊

Journal of Algebra and Its Applications 第10巻, 3号, pp.549-572, 2011年7月

Finite-temperature phase diagram of the three-dimensional hard-core bosonic t-J model

Yuki Nakano (近畿大), Takumi Ishima (名工大), Naohiro Kobayashi (名工大), Kazuhiko Sakakibara, Ikuro Ichinose (名工大), Tetsuo Matsui (近畿大)

Phys. Rev. B 83, 235116 (2011), 8 June, 2011

Antiferromagnetic, metal-insulator, and superconducting phase transitions in underdoped cuprates: Slave-fermion t-J model in the hopping expansion

Akihiro Shimizu (名工大), Koji Aoki (名工大), Kazuhiko Sakakibara, Ikuo Ichinose (名工大), Tetsuo Matsui (近畿大)

Phys. Rev. B 83, 064502 (2011), 9 February, 2011

初歩から学ぶ基礎物理学 電磁気・原子

柴田洋一 (小山高専), 勝山智男 (沼津高専), 鈴木三男 (福島高専), 長澤修一 (函館高専), 加藤清考 (福井高専), 青山歆生

大日本図書, 2010年10月1日発行

電磁気・原子問題集

柴田洋一 (小山高専), 勝山智男 (沼津高専), 加藤清考 (福井高専), 青山歆生

大日本図書, 2011年2月25日発行

Analyzing the Flux Anomalies of the Large-separation Lensed Quasar SDSS J1029+2623

Rachael M.Kratzer (ドレクセル大学), Gordon T. Richards (ドレクセル大学), David M. Goldberg (ドレクセル大学), 大栗真旨 (国立天文台), Christopher S. Kochanek (オハイオ州立大学), Jacqueline A. Hodge (カリフォルニア大学デービス校), Robert H. Becker (カリフォルニア大学デービス校), 稲田直久

The Astrophysical Journal Letters, 728 巻, 1 号, article id. L18, 2011年2月

SDSS J133401.39+331534.3: A New Subarcsecond Gravitationally Lensed Quasar

Cristian E. Rusu (東京大学), 大栗真旨 (東京大学), 稲田直久, 加用一者 (東邦大学), 家 正則 (国立天文台), 早野 裕 (国立天文台), 大屋 真 (国立天文台), 服部雅之 (国立天文台), 斉藤嘉彦 (国立天文台), 伊藤 周 (国立天文台), 美濃和陽典 (国立天文台), Tae-Soo Pyo (国立天文台), 寺田 宏 (国立天文台), 高見英樹 (国立天文台), 渡辺誠 (北海道大学)

The Astrophysical Journal, 738 巻, 1 号, article id. 30, 2011年9月

Evolution of Galaxy Light Distributions in Galaxy Clusters. II.

稲田直久, 川原田円 (宇宙科学研究所), 高橋 芳太 (理化学研究所), 小波さおり (東京理科大学), 牧島一夫 (東京大学)

日本天文学会 2011 年春季年会, 2011 年 3 月 16 日講演

ポリ (N-ヒドロキシアルキル-L-グルタミン) ハイドロゲルの熱応答性の評価

北村 誠

関西ペプチドセミナー, 2010年12月18日講演

スポーツと政治的なるもの

松井良明

叢文社, 2010年10月1日

スポーツ時評「クリケットと野球」

松井良明

毎日新聞 (大阪朝刊), p.17, 2010年10月1日

<スポーツする身体>とはなにか: バスクへの問い・PART 1.

松井良明 (共著)

叢文社 分担執筆: 「賭けをする身体: 日本の動物闘技と刑法を手がかりとして」, pp.148-166, 2010年10月25日

スポーツ学のすすめ

松井良明

岸和田健老大学, 2010年11月2日講演

スポーツ時評「『景観』と『遺産』」

松井良明

毎日新聞 (大阪朝刊), p.13, 2010年11月6日

ヨーロッパ球戯史に関する一考察: ウォールハンドボール史研究の現状と課題

松井良明

スポーツ史学会第24回大会「発表抄録集」, pp.24-25, 2010年11月28日講演

スポーツ時評「五輪とアジア大会の関係」

松井良明

毎日新聞 (大阪朝刊), p.12, 2010年12月30日

## スポーツ時評「スポーツか芸能か」

松井良明

毎日新聞（大阪朝刊），p.18，2011年2月5日

## スポーツ時評「遊びと聖なるもの」

松井良明

毎日新聞（大阪朝刊），p.16，2011年3月30日

## 改訂増補版 保健体育概論

松井良明（共著）

晃洋書房 分担執筆：「スポーツの文化史」pp.84-103,  
「保健体育年表」, pp.243-250, 2011年4月10日

## スポーツ時評「今こそスポーツを」

松井良明

毎日新聞（大阪朝刊），p.20，2011年5月24日

## スポーツ時評「女子サッカーへの期待」

松井良明

毎日新聞（大阪朝刊），p.13，2011年8月16日

## 錯覚のスポーツ身体学

木寺英史

大阪教育大学「現場に活かすスポーツ実践論」特別公  
開講演会，2012年7月14日講演

## 錯覚のスポーツ身体学

木寺英史

東京堂出版，2011年5月発行

視点の技法完成の行方 -*The Ambassadors* を  
読みとく

片山悦男

京大英文学会年次大会，2010年11月6日講演

## 奈良の演劇、劇団の状況

神澤和明

日本演劇学会秋季大会，2010年11月7日講演

## 欲を言えば、もう少し……

神澤和明

演劇誌「演劇会議」，第134号，pp.67-69，2010年11  
月15日

## 五期会「ゆめのまたゆめ」「座・狂言『栗焼』」

神澤和明

演劇誌「テアトロ」，第345号，pp.28-29，2011年3  
月1日

## 劇団独特のレパトリーを見せる

神澤和明

演劇誌「演劇会議」，第135号，pp.50-51，2011年3  
月12日

## 2台のチンチン電車が走る

神澤和明

児童・青少年演劇ジャーナル「げき」，第9号，pp.92-  
93，2011年3月15日

## 劇団創立40周年で見せる、大きな意欲

神澤和明

演劇誌「演劇会議」，第136号，pp.48-50，2011年7月  
9日

奈良工業高等専門学校 研究紀要第47号

平成 24 年 3 月 15 日

編集兼  
発行者

奈良工業高等専門学校  
大和郡山市矢田町22

印刷所

実業印刷株式会社  
奈良市東九条町6-4

# RESEARCH REPORTS

## OF NARA NATIONAL COLLEGE OF TECHNOLOGY

NO. 47, 2011  
CONTENTS

The Effect of Planetary Ball Milling Processing on Fabrication of Fe-G Sintering Carbon Steel – Strength Variations on the Sintering Temperature and Ball Milling Conditions – ..... Yukinori TANIGUCHI , Fukuda RYUICHI , Tatsumi ICHISE , Mitsunori OZAKI and Kenji KODAMA .....	1
Effect of Quenching condition on Hardness of Quenched Structural Carbon Steel ..... Mitsuyoshi SHIMAOKA , Yosuke YOSHIDA , Naoki OHHATA , Satoshi YONE and Arisa TSUJII .....	7
Flow Transition and Development over a Flat Plate and in a Circular Pipe ..... Mizuki KITO and El Sayed ZANOUN .....	13
Development of Satellite Ground Station Softwares for Student CubeSat Project II ..... Fumio ASAI .....	19
Trial of freshman Orientation on College of Technology ..... Ken'ichi Matsuo , Satoru Nishino , Fumitoshi Sakai , Masahiro Ohtani and Takashi Koshiba .....	23
Sequential formulations for dual semi-De Morgan algebras ..... Kenichi ARAGANE .....	31
Ribbon 2-knots with ribbon crossing number four. IV . ..... Tomoyuki YASUDA .....	37
A study of work intensity during orienteering of the children in outdoor activities center ..... Hironobu MORI and Kazuto KUBORI .....	41
Shunsuke TSURUMI's Critical Approach to the Contemporary Society .....	47
NATSUME Soseki and SHIGA Naoya: 'Jikohoni','Sokutenkyoshi'and How to Cope with Both .....	53
Development Process of Open Class with Originality and Contribution to Publicity Work ... Tomohito SASAYAMA , Tatsumi ICHISE , Mitsunori OZAKI , Takahiro MICHISHITA and Yasuyuki OHNISHI .....	65
Cutting Performance of Turning Insert with Three-arcs-shaped Finishing Edge ..... Wada Tadahiho , Hiro Kazuki and Nakanishi Jun .....	69
Tool Failure of Surface-treated High Speed Steel Tap ..... Tadahiho Wada , Kohji Iwamoto , Mitsunori Ozaki and Kazuki Hiro .....	71
Tool Wear of (Al,Cr) N Coated Cemented Carbide in Cutting Sintered Steel ..... Tadahiho Wada , Koji Iwamoto , Hiroyuki Hanyu and Kinya Kawase .....	73
A Desirable Female Teacher in College of Technology .....	75
Creative Human Resources Development by Co-operation with Engineers in Company .....	77
A Questionnaire Survey on Personal Computer Experiences to Elementary School Students - A Comparison with New Students of Department of Information Engineering - ..... Toshie MATSUMURA , Ken'ichi YAMAGUCHI and Yoshiaki NINOMIYA .....	85
Research Activities .....	91