ISSN 0286−0503

Research Reports of Tokyo National College of Technology

東京工業高等専門学校

研　究　報　告　書

第 38(1) 号

2006.11

Torsion Points on Elliptic Curves without Complex Multiplication II

(with values in $GL_2(\mathbb{Z}_p)$-extensions)

Hajime NAKAZATO*

We consider the torsion part $E(L)_{tors}$ of the Mordell-Weil group of an elliptic curve E/F without complex multiplication, with values in a $GL_2(\mathbb{Z}_p)$-extension L/F. One of our results is that the non-p primary subgroup $E(L)\{\text{non-}p\}$ is finite.

(Keywords elliptic curve, torsion point, $GL_2(\mathbb{Z}_p)$, Galois extension)

1. Introduction

Let E/F be an elliptic curve over a finite number field F. We assume that E does not have complex multiplication over any finite extensions of F. Let p be a prime. Let L/F be a Galois extension such that its Galois group $\mathrm{Gal}(L/F)$ is isomorphic to an open subgroup of $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}_p)$. Hence there exists an injective group homomorphism $\rho : \mathrm{Gal}(L/F) \to \mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}_p)$. We call this Galois extension L/F $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}_p)$-*extension.*

In this paper we investigate the torsion part $E(L)_{tors}$ of the Mordell-Weil group with values in a $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}_p)$-extension L/F. In [2] we studied the torsion part $E(M)_{tors}$ of the Mordell-Weil group with values in a solvable extension $M/\mathbb{Q}$. We proved that $E(M)_{tors}$ is finite. Note that if $p \geq 5$ then the profinite group $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}_p)$ is not solvable.

For a prime ℓ, let E_ℓ be the group of all ℓ-torsion points of E and $E(L)_\ell$ its subgroup of all points defined over L. We define a set of prime numbers by

$$S(E/F) = \{\ell |\ \mathrm{Gal}(F(E_\ell)/F) \ncong \mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_\ell)\ \}.$$

Then it is known that $S(E/F)$ is finite [3, Théorème 2].

From now on we assume that E/F is an elliptic curve without complex multiplication and that L/F is a $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}_p)$-extension. We denote prime numbers by p and ℓ. The first of our results is the following theorem:

Theorem 1. *If* $\ell \notin S(E/F) \cup \{2, 3, 5, p\}$, *then* $E(L)_\ell = \{0\}$.

---

*General Subjects (Mathematics)

Let $E(L)\{p\}$ be the p-primary part of $E(L)_{tors}$ and $E(L)\{\text{non-}p\}$ the non-p-primary part. Then we have $E(L)_{tors} = E(L)\{p\} \oplus E(L)\{\text{non-}p\}$. Using Theorem 1 and Lemma 2.5 [1, Proposition 6.12.(ii)], we easily obtain the following theorem:

Theorem 2. *The non-p-primary part* $E(L)\{\text{non-}p\}$ *is finite.*

As for as the p-primary part $E(L)\{p\}$, the following theorem is known [5,Proposition 4.1]:

Theorem 3. *The p-primary part* $E(L)\{p\}$ *is infinite if and only if* $E(L)\{p\} = E_{p^\infty}$, *where* E_{p^∞} *is the group of all p-power points of* E.

Remark. By using non-isogeny elliptic curves, we can prove that there exist infinitely many $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}_p)$-extensions L/F such that $E(L)\{p\}$ are finite.

In the next paper we will report on the structure of $E(L)_{tors}$ with values in a more general p-adic Lie group extension L/F.

Notation Let p be a prime. Let $\mathbb{Z}_p$ be the p-adic integer ring and $\mathbb{F}_p$ the finite field of p elements. For a group G, we denote the center of G by $Z(G)$. For a finite group G, let $|G|$ be the order of G.

2. Preliminary

Let p is a prime such that $p \geq 5$. We will use the following lemmas to prove our theorems:

Lemma 2.1.[5, Theorem 9.9] *If* $G \lhd \mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_p)$, *then* $G \supset \mathrm{SL}_2(\mathbb{F}_p)$ *or* $G \subset Z(GL_2(\mathbb{F}_p))$.

Lemma 2.2. *If* $\psi : G \twoheadrightarrow G'$ *is a surjective group homomorphism, then* $\psi(Z(G)) \subset Z(G')$.

We omit the proof of Lemma 2.2.

Lemma 2.3.[3, Proposition 15,16] *Let* G *be a subgroup of* $\mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_p)$ *and* $\overline{G}$ *its image in* $\mathrm{PGL}_2(\mathbb{F}_p)$.

a) If p does not divide $|G|$, *then* $\overline{G}$ *is*

i) *a cyclic group,* ii) *a dihedral group,* iii) A_4, S_4 *or* A_5.

b) If p divides $|G|$, *then*

i) G *is a subgroup of a Borel subgroup, or* ii) $G \supset \mathrm{SL}_2(\mathbb{F}_p)$.

Note that p divides $|G|$ if and only if p divides $|\overline{G}|$.

Lemma 2.4. *If p is a prime such that $p \geq 5$, then $\mathrm{PSL}_2(\mathbb{F}_p)$ is a non-abelian simple group.*

Lemma(Mazur) 2.5. Let p, ℓ be two primes and L/F a Galois extension such that $\mathrm{Gal}(L/F)$ is isomorphic to a p-adic Lie group. Let E/F be an elliptic curve without complex multiplication. If $p \neq \ell$, then the ℓ-primary part $E(L)_\ell$ is finite. [1, Proposition 6.12.(ii)]

3. Proof of Theorems

We will prove our Theorem 1 and 2 in this section. Let E/F be an elliptic curve and L/F a $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}_p)$-extension as in Introduction. Let $S = S(E/F) \cup \{2, 3, 5, p\}$. Assume that ℓ is a prime not contained in S and that $E(L)_\ell \neq \{0\}$. Under our assumptions we will induce some contradictions in all cases. Then we will obtain Theorem 1.

Let z be a non-zero point of $E(L)_\ell$. Then the order of z is ℓ. For a positive integer n, let ρ_n be the composition homomorphism: $\mathrm{Gal}(\overline{F}/F) \twoheadrightarrow \mathrm{Gal}(L/F) \xrightarrow{\rho} \mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}_p) \twoheadrightarrow \mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}/p^n\mathbb{Z})$. Let L_n be the fixed field of the Galois group $\mathrm{Ker}(\rho_n)$. Then we have $\mathrm{Gal}(L_n/F) \cong \mathrm{Im}(\rho_n) \subset \mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}/p^n\mathbb{Z})$ and $L = \bigcup_{n \geq 1} L_n$. Hence there exists n such that $z \in E(L_n)_\ell$. Let V be the $\mathbb{F}_\ell$-vector subspace $\mathbb{F}_\ell[\mathrm{Gal}(\overline{F}/F)]z$ of $E(L_n)_\ell$, where $\overline{F}$ is an algebraic closure of F. Since $z \neq 0$, we have two cases: $\dim(V) = 1$ or 2.

i) Assume that $\dim(V) = 1$. As V is a $\mathrm{Gal}(\overline{F}/F)$-stable subspace of E_ℓ, there exists a Borel subgroup H of $GL_2(\mathbb{F}_\ell)$ such that $\mathrm{Gal}(F(E_\ell)/F) \subset H$. Using $\ell \notin S(E/F)$, we have $\mathrm{Gal}(F(E_\ell)/F) \cong \mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_\ell)$. Then we have $GL_2(\mathbb{F}_\ell) \subset H$. This is a contradiction to the fact that H is a Borel subgroup.

ii) Assume that $\dim(V) = 2$. Then we have $V = E_\ell$. As L_n/F is a Galois extension and $z \in E(L_n)$, we have $E_\ell = V = \mathbb{F}_\ell[\mathrm{Gal}(\overline{F}/F)]z \subset E(L_n)$. Therefore we have $F(E_\ell) \subset L_n$. By the Galois theory, there exists a surjective homomorphism $\psi_n : \mathrm{Gal}(L_n/F) \twoheadrightarrow \mathrm{Gal}(F(E_\ell)/F)$.

The fact $\ell \notin S$ implies that $\ell \geq 7$ and that $\mathrm{Gal}(F(E_\ell)/F) \cong \mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_\ell)$. Let G_n be $\mathrm{Gal}(L_n/F)$, which is isomorphic to a subgroup of $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}/p^n\mathbb{Z})$. We consider that G_n is a subgroup of $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}/p^n\mathbb{Z})$ and that $\psi_n : G_n \twoheadrightarrow \mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_\ell)$. Let X_n be the kernel of the natural homomorphism : $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}/p^n\mathbb{Z}) \twoheadrightarrow \mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_p)$. Then we have $|X_n| = p^{4(n-1)}$.

Claim. $\psi_n(X_n \cap G_n) = \{1\}$.

Proof of Claim. Since $X_n \lhd \mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}/p^n\mathbb{Z})$ and $X_n \cap G_n \lhd G_n$, we have $\psi_n(X_n \cap G_n) \lhd \psi_n(G_n) = \mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_\ell)$. Define an integer $e \geq 0$ by $|\psi(X_n \cap G_n)| = p^e$.

I) Assume that $e \geq 1$. We note that $|\mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_\ell)| = \ell(\ell-1)^2(\ell+1)$ and that $|\mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}/p^n\mathbb{Z})| = p^{4n-3}(p-1)^2(p+1)$. As $\psi_n(X_n \cap G_n) \lhd \mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_\ell)$ and $\mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}/p^n\mathbb{Z}) \supset G_n \twoheadrightarrow \mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_\ell)$, we have

$$p^e \mid \ell(\ell-1)^2(\ell+1) \mid p^{4n-3}(p-1)^2(p+1). \tag{1}$$

From (1), if $p = 2$ or 3, then $\ell = 2$ or 3. If $p = 5$, then $\ell = 2, 3$ or 5. These are contradictions to the fact that $\ell \notin S$. Thus we have $p \geq 7$.

Since $\ell \notin S$, we have $p \neq \ell$. Considering (1), we have two cases: $p|(\ell-1)$ or $p|(\ell+1)$.

i) Assume that $p|(\ell-1)$. Then $p \leq (\ell-1)/2$. From (1), we have $\ell|(p-1)$ or $\ell|(p+1)$. Hence $\ell \leq (p \pm 1)/2 \leq (\ell+1)/4$. This is a contradiction to the fact that $\ell \geq 7$.

ii) Assume that $p|(\ell+1)$. By the similar argument of i), we get a contradiction.

Summing up, the proof of Claim is completed.

Let G be $G_n/(X_n \cap G_n)$. Then G is a subgroup of $\mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_p) \cong \mathrm{GL}_2(\mathbb{Z}/p^n\mathbb{Z})/X_n$. Because of Claim, there exists a surjective group homomorphism $\psi : G \twoheadrightarrow \mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_\ell)$. Let $Z_p = Z(\mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_p))$ and $Z_\ell = Z(\mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_\ell))$. Then $Z_p \cap G \subset Z(G)$. By Lemma 2, we have $\psi(Z_p \cap G) \subset \psi(Z(G)) \subset Z_\ell$. Let $\overline{G} = G/(Z_p \cap G)$. Then $\overline{G}$ is a subgroup of $\mathrm{GL}_2(\mathbb{F}_p)/Z_p = \mathrm{PGL}_2(\mathbb{F}_p)$. Hence there exists a surjective homomorphism $\overline{\psi} : \overline{G} \twoheadrightarrow \mathrm{PGL}_2(\mathbb{F}_\ell)$. Since $\ell \geq 7$ and Lemma 2.4, $\mathrm{Im}(\overline{\psi})$ contains a non-abelian simple subgroup $\mathrm{PSL}_2(\mathbb{F}_\ell)$ of index 2. By Lemma 2.3, we have the following cases;

a) If p does not divide $|G|$, then $\overline{G}$ is

i) a cyclic group, ii) a dihedral group, iii) A_4, S_4 or A_5.

As $A_5 \cong \mathrm{PSL}_2(\mathbb{F}_5)$, all these cases are impossible.

b) If p divides $|G|$, then

i) G is a subgroup of some Borel subgroup of $\mathrm{GL}_2(F_p)$ or

ii) $G \supset \mathrm{SL}_2(\mathbb{F}_p)$.

In the case i), G is solvable, hence its image contains no non-abelian simple subgroup. This is a contradiction.

In the case ii), $\overline{G}$ contains simple subgroup $\mathrm{PSL}_2(\mathbb{F}_p)$ of index at most 2. Hence we have

$\mathrm{PSL}_2(\mathbb{F}_p) \cong \mathrm{PSL}_2(\mathbb{F}_\ell)$. Thus $p = \ell$. This is a contradiction to the fact that $\ell \notin S$.

Therefore the proof of Theorem 1 is completed. □

Proof of Theorem 2.

By Lemma 2.5, $E(L)_\ell$ is finite for all $\ell \neq p$. For almost all ℓ, we have $E(L)_\ell = \{0\}$, hence $E(L)_{\ell^\infty} = \{0\}$. Therefore the proof of Theorem 2 is completed. □

References

[1] B. Mazur: Rational Points of Abelian Varieties with Values in Towers of Number Fields. Invent. Math., **18**, 183–266 (1972)

[2] H. Nakazato: Torsion Points on Elliptic Curves without Complex Multiplication. Research Reports of Tokyo National College of Technology, No.33(1), 23–27 (2001)

[3] J. P. Serre: Propriétés galoisiennes des points d'ordre fini des courbes elliptiquies. Invent. Math., **15**, 259–331 (1972)

[4] M. Suzuki: Theory of Groups I (群論　上). Iwanami-Shoten, Tokyo, 1977 (岩波書店)

[5] S. L. Zerbes: Selmer groups over p-adic Lie Extensions I. preprints April 27, 2004

(Received Aug. 31, 2006)

環境教育としての使用済み飲料容器の減容性について

木村　南*, 成瀬太一**

Reduction of used beverage container as environmental education

Minami KIMURA, Taichi NARUSE

It was understood that the capacity of a for drinking can and the PET bottle decreased by 70% if it crushed from two directions by the foot. The accommodation number to the garbage box has increased by this method by 40% or less. It was paneling exhibited to reduce the CO_2 exhaust by throwing it away to the garbage box crushing a for drinking container reducing the collection cost by an increase of the number of collecting the for drinking container in a garbage collection once and this method. As a result, when environmental education "Let's crushed and threw away the can" was executed to the student, 30% or less and 20% or more of the for drinking container thrown away to the garbage box were crushed in two directions.

(Keywords: recycle, can, PET bottle, environmental education)

1. はじめに

廃棄物処理・リサイクル問題は身近な社会問題として注目され,リサイクル法制度の整備などにより,循環型社会の構築をめざす取り組みが急ピッチで進められている.循環型社会では,単にリサイクルを進めるだけでなく,製品や素材の性質を考慮したゴミ減量化(リデュース)および再利用(リユース)を組み合わせた「3R」の構築が求められている.[1)]

ビン,缶,ペットボトルなどの飲料容器においては,容器包装リサイクル法の施行により,容器包装の軽量化やリサイクル率の上昇,さらには国民意識の向上等が図られた.この結果,一般廃棄物の最終処分量が減少し,最終処分場の残余年数が拡大するなど,容器包装リサイクル法は循環型社会の構築に大きく貢献している.

一方で,容器包装リサイクル制度に係る費用が容器包装廃棄物の収集量の拡大とともに年々増大し,地方自治体からは,分別収集費用の負担軽減要望が出されている.また,事業者にとっても,再商品化費用に加え,軽量化・薄肉化のための多額の技術開発コスト等の負担が経営を圧迫している.

本校では飲用容器は専用ゴミ箱に捨てられているが,回収頻度が週2回のため本数が多いとゴミ箱からあふれ出すことや回収業者の運搬回数が増加し,結果的に輸送に伴う CO_2 の発生量も増加するという問題があった.

そこで,本研究では,「3R」の他に減容化に着目した.飲用容器の減容により期待させる効果として,空容器輸送コストの低減,自販機回りの美化,回収率向上,リサイクル効率向上などが挙げられる.以上の面において減容化は必要不可欠である.本研究では,飲用容器のリサイクルに関して,飲用容器の減容性について調べ, さらに ISO14001 取得のための環境教育について検討した.

2. 飲用容器リサイクルの現状

2-1　本校の使用済み飲用容器回収の現状

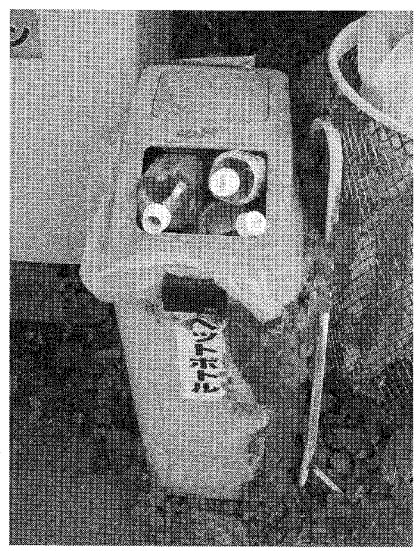


図1　校内のペットボトル回収箱

図1に本校構内にある自動販売機脇のペットボト

＊機械工学科　＊＊専攻科機械情報システム工学専攻

ル回収箱を示す.本校ではゴミの回収は一日 2 回行われているが,飲料の消費量が増える時期には回収箱からあふれている.また,周辺の京王線駅構内ではテロ対策のため分別回収箱がなくなり,暫定的に図 2 のような穴が 3 箇所あり中に回収用ゴミ袋が一枚しかないものが使われていたが,夏場には飲用容器があふれている状況が見られた.

一方,減容された飲用容器はほとんどないというのが現状であり,環境教育として減容を取り扱う必要があると考えられる.

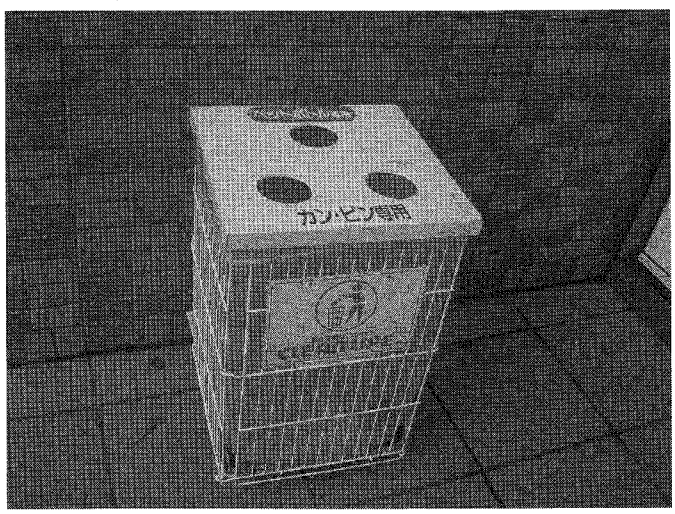


図 2　京王線ホーム上の飲用容器用ゴミ箱

2-2　日本における飲用容器リサイクルの現状

2-2-1　容器包装リサイクル法[2)]

1995 年に「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進に関する法律」（容器包装リサイクル法）が定められ,1997 年 4 月から段階的に実施されている.この法律は,「一般廃棄物」に占める「容器包装廃棄物」のうち,家庭から出るもののリサイクルを義務づける法律で,スチール缶・アルミ缶・紙パック・ガラス瓶・ペットボトルの 5 品目が対象となっている. 又,その他のプラスチック製容器・紙製容器についても 2000 年から法律が適用されている.

2-2-2　ペットボトルのリサイクル[3)]

図 3 はペットボトルの生産量と回収率の推移を示したものである.ペット容器は 1982 年「食品衛生法」により飲料用容器として認可され,1996 年に 500ml の小型ペットボトルが登場すると,ペットボトルの消費量は著しく増加した.ペットボトルは透明,軽い,割れない,安全,何度もキャップができる等,飲料容器として大変優れている.1995 年で 1.8%であった回収率が 2004 年には 62.3%となり,世界でも最高水準となった.

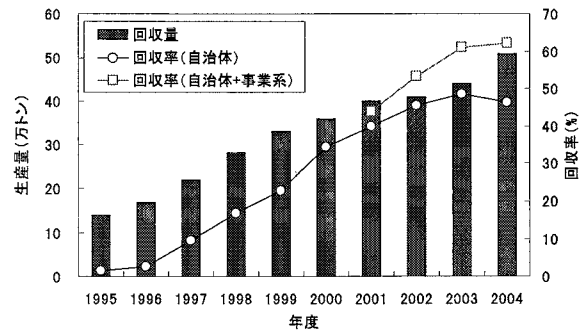


図 3　ペットボトルの生産量と回収率の推移[3)]

2-2-3　アルミ缶のリサイクル[4)]

図 4 にアルミ缶の生産量と回収率の推移を示した.アルミ缶は使用後のリサイクル性に優れおり,リサイクルルートが確立されているため回収率は年々増加し,2004 年度で回収率は 86.1%となった.アルミ缶のリサイクル費用は他の容器と比べ最も低く,収集・処理費用を上回る売却収入得た自治体もあり,リサイクル費用の軽減に寄与している.一度金属となったアルミニウムは,新地金の製造に比べ 3～5%程度で再生地金へリサイクルができるため,省エネルギーに大きく貢献するといわれている.

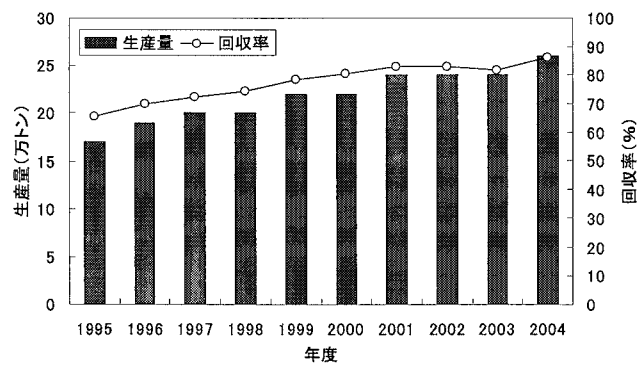


図 4　アルミ缶の生産量と回収率の推移[4)]

2-2-4　スチール缶のリサイクル[5)]

図 5 はスチール缶の生産量と回収率の推移を示したものである. スチール缶の回収率は年々増加し,2004 年度で回収率は 87.1%となった.

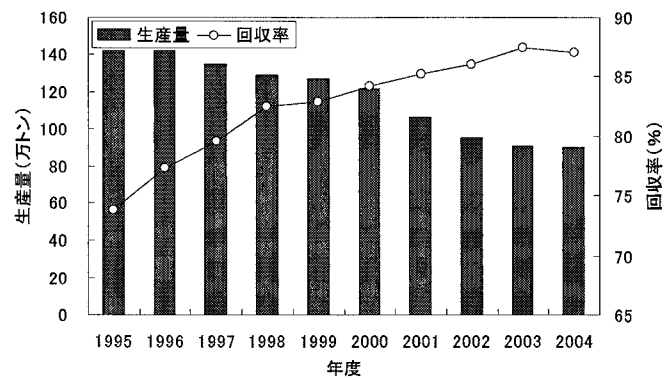


図 5　スチール缶の生産量と回収率の推移[5)]

スチール缶のリサイクルが進んでいる原因として,第一に磁石につく性質を利用した磁力選別機で自動的に大量にスチール缶を選び分けることが可能であること,第二にリサイクルルートが確立されていることが挙げられる.スチール缶スクラップを製鉄の原料に使うと,鉄鉱石から鉄を作る場合よりもエネルギー消費量を 75%減らすことができるため,省エネルギーに大きく貢献している.回収されたスチール缶は,鉄に戻されスチール缶になるほか,建築資材,自動車や電気製品の材料になる.

3.ISO14001 について

3-1　ISO14001 の概要

1992 年,ブラジルのリオデジャネイロで開催された地球サミットでは,『持続可能な発展』という基本理念が確認された.それを受けて,それを支持しようとする組織のために,環境管理・監査,エコラベル,ライフサイクルアセスメントなどの外枠を与えるISO14000 シリーズが準備された.

ISO14001 とは,ISO14000 シリーズの中の一つで,環境マネジメントシステム(EMS：Environmental Management System)に関する規格の国際標準のことである.これは,あらゆる組織が自発的に,環境関連法規の遵守の下,自ら汚染の予防を含めた環境目的,目標を定め,それを組織的に実現し,さらに継続的な改善を行う仕組み（環境マネジメントシステム）を構築し運営することを求めている.

ISO14001 導入のメリットとして,地球環境問題の解決（意識向上,環境リスクの回避,省エネ,省資源）,環境配慮の経営体制の確立（業務の効率化）,コストの削減（省エネ,省資源,システム合理化）,外部への信頼性の付与（国際的潮流への対応,企業のイメージアップ）などが考えられ,ISO14001 認証を取得する企業,団体が増えている.

3-2　他大学の環境への取り組み

3-2-1　ISO14001 取得大学

ISO14001 を取得する大学が増えている.高専では松江高専が既に取得している.表 1 に主な ISO14001 認証取得大学を示す.これらの大学はごみ対策として,分別回収,有価物回収（燃えるごみ,燃えないごみ,瓶,スチール缶,アルミ缶,ペットボトル,吸殻,生ごみ）を推進し,生ごみを堆肥化するためコンポスターを設置しているところもある.

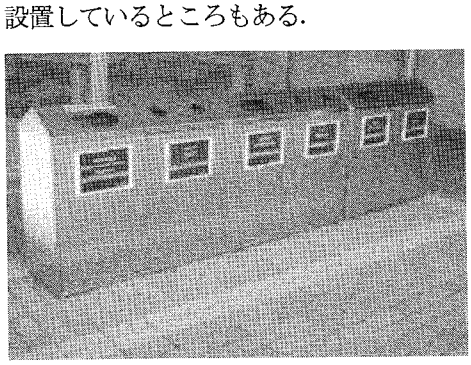


図 6　武蔵工業大学環境情報学部「資源回収 BOX」

武蔵工業大学環境情報学部ではゴミ箱は「資源回収 BOX」と名づけ,ビン,ペットボトル,アルミ,スチール,石油化学製品,可燃物,ビン,吸い殻の 8 分別を行っている.(図 6)

3-2-2　東京大学の取り組み[6)]

東京大学では,環境安全研究センターが中心となって,大学における環境安全対策の実務的な部分を担当している.発生源での 6 種類の徹底分別を行う発生者責任と,それを個別に収集するシステムを導入するセンターでの集中処理（学内焼却処理など）の組み合わせが,この大学のシステムの特徴である.廃棄物の回収処理業務は,民間会社からの派遣職員により遂行されている.

東京大学では,IC タグを用いたゴミ管理システムを構築しゴミの減量に成功した.学内で発生する廃棄物は年々増加しつづけており,年間 3500ton を超す量となっていた.その中で,再資源化されたものは,紙のリサイクル回収の 500ton のみであった.このことから,H11 年 4 月より,生活系ゴミの分別収集を実施し,ゴミの資源化を進めたところ,ゴミとして処分する量を大幅に減量することができた(図 7).

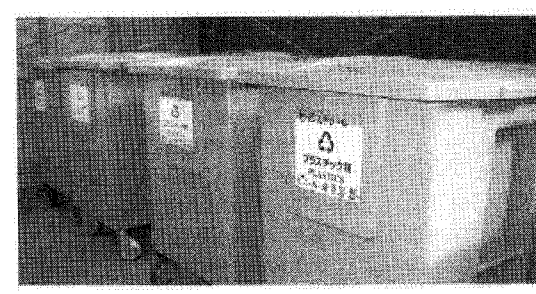


図 7　ごみ収集箱（東京大学）

3-2-3　東京高専の取り組み[7)]

本校では,平成 18 年 1 月に環境専門委員会が発足し,平成 20 年以降の ISO14001 認証取得を目指している.

ISO14001 認証取得大学ではゴミの分別収集を促進している大学はあるが,飲用容器の減容を促進している大学はない.そこで,本研究により減容化の有用性を確かめる.

とくに飲用容器を圧壊することにより輸送効率を

向上させて,石油燃料の削減,CO2 の削減, 輸送車両台数の削減,人件費の削減により結果的にゴミ輸送コストを削減することを検討することにした.

表 1　主な ISO14001 取得大学

キャンパス名	取得時期	備考
武蔵工業大学環境情報学部	1998.10.28	国内大学初
法政大学市ヶ谷キャンパス	1999.9.29	
京都精華大学	2000.3.25	
早稲田大学西早稲田キャンパス	2000.6.2	
玉川学園	2000.12	総合学園世界初
国連大学	2001.2.13	
信州大学工学部	2001.5.30	国公立大学初
熊本大学薬学部キャンパス	2001.9.6	
浜松大学(常葉学園)	2001.10.4	
東京農業大学	2002.2.28	
沖縄大学(全キャンパス)	2002.5.17	
名城大学(全キャンパス)	2002.6.13	
鳥取環境大学	2003.2.26	
福井大学	2003.3	
九州東海大学	2003.3.27	

4.飲用容器の圧壊減容性について

4-1　目的

飲用容器は嵩比重が小さく,輸送時に非常に多くのコストのかかる廃棄物である.輸送コストを低減するには,減容化が必須である.そこで,本実験では,飲用容器のリサイクルと減容化をテーマに,飲用容器の圧壊減容性を調べる実験を実施した.[8]

4-2　実験条件

4-2-1　圧壊方法

地方自治体の資源ごみ収集の形態はいくつかのタイプがあり,主にポリ袋に入れて回収する自治体と回収ボックスに入れて回収する自治体の 2 種類に分けられる.

圧壊方法として,ポリ袋に入れて回収する場合を想定し,容器数個をまとめて圧壊する方法を試みた.しかし,ポリ袋が変形するだけで容器を圧壊することはできなかった.したがって,ポリ袋に入れた状態での圧壊は困難であることが分かった（図 8）.そこで, 容器を一つ一つ足で圧壊していく方法を採用した.

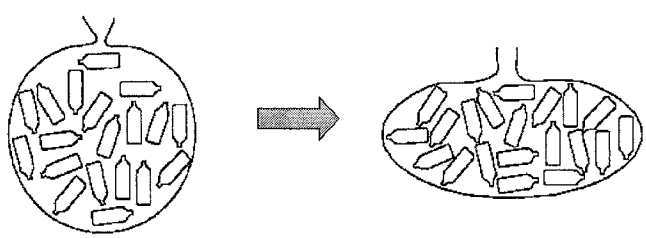
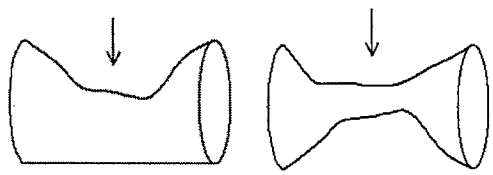


図 8　ポリ袋に入れた状態での圧壊

全国の自治体では側方圧縮による減容を指導している. 理由として,軸方向圧縮による減容は小さくなりすぎるため,リサイクルセンターでの分別時に素材誤認の原因となり,再利用の妨げなるためである.本研究では,圧壊方法を 1 方向圧壊と 2 方向圧壊に分けて考えた（図 9）.2 方向圧壊は 1 方向圧壊後に逆方向からもう一度圧壊するものとした.圧壊の様子を図 10 に示す.



(a) 1 方向圧壊　　(b) 2 方向圧壊

図 9　1 方向圧壊と 2 方向圧壊

4-2-2　容器の種類

実験で用いた容器を図 11 に示す.前報[9]で 280ml ～2000ml の飲用ペットボトルの圧壊を調査し 280ml 加温飲用容器が圧壊困難であることを報告した.そこで今回の実験対象は今後も生産量,回収量が共に増加すると見られるアルミ缶とペットボトルとし,500ml の容器に限った

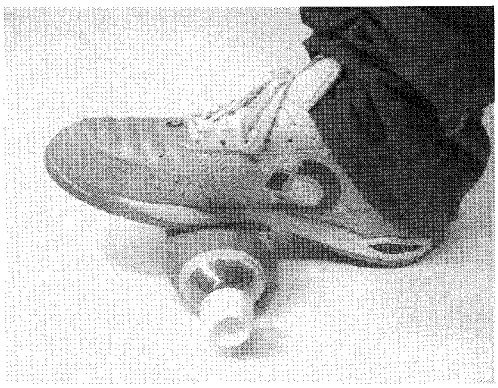


図 10　圧壊の様子

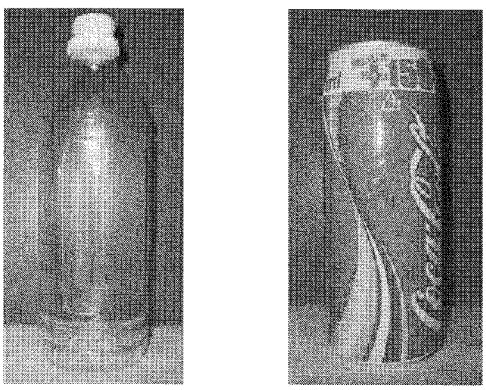
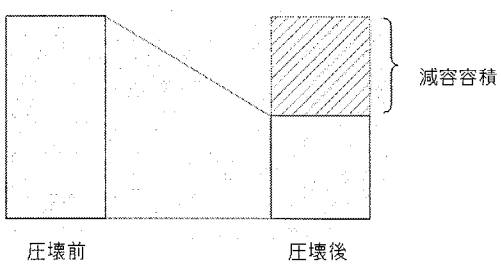


図 11　実験で用いた容器



(a) 500ml ペットボトル(b) 500ml アルミ缶
図 12　減容率

4-2-3　減容率

減容率は以下の式で表される.（図 12）

減容率 ＝ 100 － (圧壊後の容積／圧壊前の容積) (%)

4-3　500ml アルミ缶の圧壊

4-3-1　実験方法

500ml アルミ缶を圧壊し,減容性を調べた.測定本数は 20 本とした.

4-3-2　結果及び考察

図 13 に 1 方向圧壊後の容積分布,図 14 に 2 方向圧壊後の容積分布を示す. 1 方向圧壊では圧壊後の容積にばらつきは見られたが,2 方向圧壊では 120～150ml に集中している.1 方向圧壊では 220～239ml が最も多いという結果となり,2 方向圧壊では 130～149ml が最も多いという結果となった.平均値は表 2 に示すようになった. 以上の結果から 2 方向の方が 1 方向より 20%多く減容化されていることがわかった.

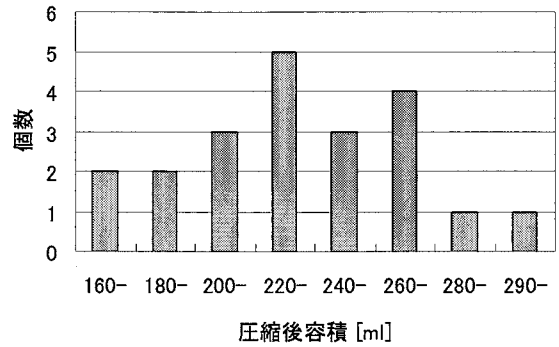


図 13　500ml アルミ缶 1 方向圧壊後の容積分布

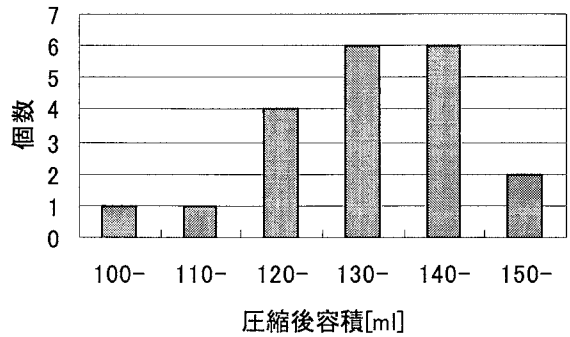


図 14　500ml アルミ缶 2 方向圧壊後の容積分布

表 2　圧壊後の容積平均と減容率平均
(n=20)

	容積平均 [ml]	減容率平均 [%]
1 方向圧壊	230.7	53.9
2 方向圧壊	134.9	73.0

4-4　ゴミ箱への投入可能本数

4-4-1　実験方法

圧壊方法とゴミ箱への投入量の関係について調査した.実験には 45L 丸型のゴミ箱（図 15）を用い,500ml アルミ缶が満杯になる本数を未圧壊,1 方向圧壊,2 方向圧壊で比較した.実験はそれぞれ 6 回行い平均をとった.

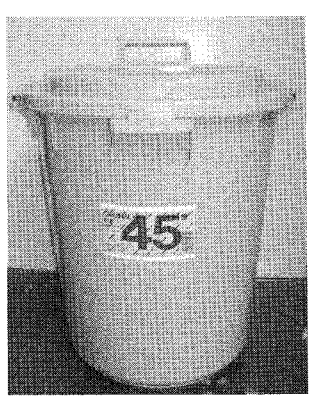


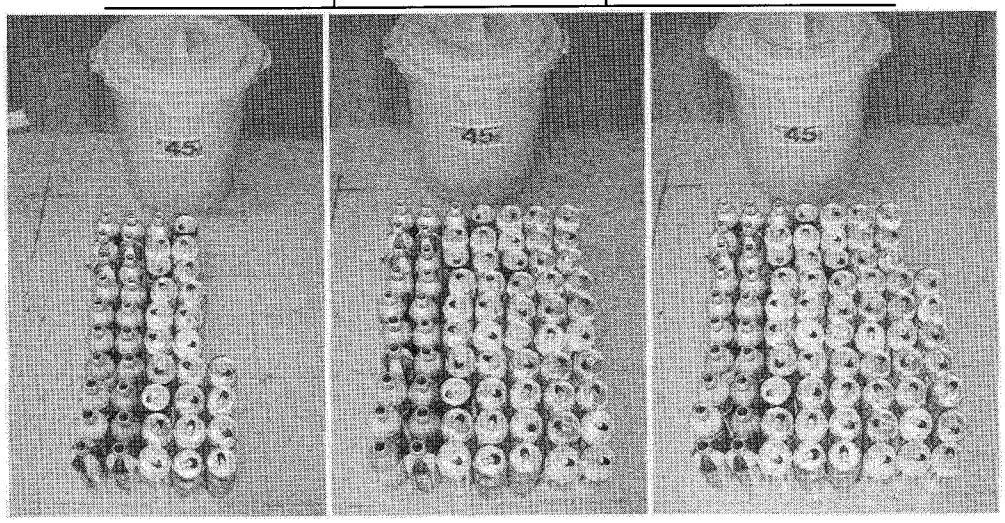
図 15　45L ゴミ箱

4-4-2　結果及び考察

図 16 (a)は未圧壊,(b)は 1 方向圧壊,(c)2 方向圧壊である. 表 3 に実験結果を示す.未圧壊で平均 44 本,1 方向圧壊で平均70 本,2 方向圧懐で平均77 本であり, ゴミ箱への回収量が 1 方向圧懐では 59.1%増量し,2 方向圧懐は 75.0%増量した.したがって,容器の減容は回収の効率化に大きな効果があると言える.

表 3　圧壊方法の違いによる回収増加量の比較（n=6）

	平均投入本数	回収増加量 [%]
未圧壊	44	−
1 方向圧懐	70	59.1
2 方向圧懐	77	75.0



a) 未圧壊　　b)一方向圧壊　　c) 二方向圧壊

図 16　ゴミ箱への投入可能本数の比較

4-5　ペットボトル容器の形状と減容率

4-5-1　実験方法

容器の形状と減容率の関係を調べる実験をした. 実験に使用したペットボトルの形状を図 17 に示す. 実験では 4 角,6 角,8 角,丸形の 4 種類について行った.4 角,6 角,8 角は主にお茶やスポーツドリンクといった非炭酸飲料であり,丸形は炭酸飲料であった表 4 に容器の形状と種類を示す.

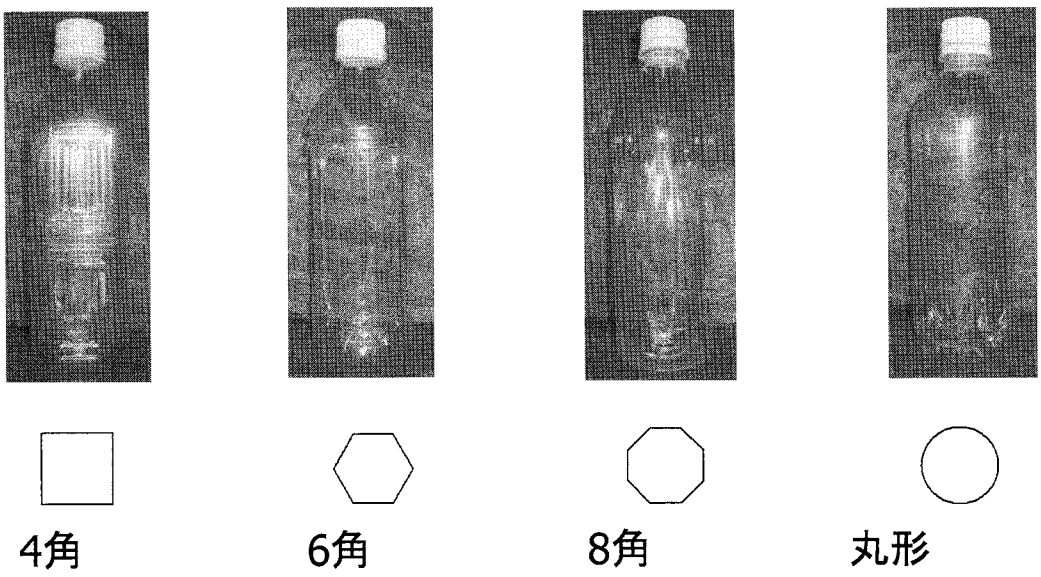


図 17　実験に使用したペットボトル容器形状

表4　容器の形状と種類

容器の形状	容器の種類
PET500ml-4角	午後の紅茶,カルピス,上海冷茶
PET500ml-6角	アクエリアス,おーいお茶,はじめ一
PET500ml-8角	生茶,爽健美茶
PET500ml-丸型	ペプシコーラ,マッチ

4-5-2　結果及び考察

図18に容器形状と減容率の関係を示す.実験の結果,4角,6角,8角の減容率はほぼ変わらない値であったが,丸型は他に比べ15%ほど低く,潰れにくいということが分かった.ペットボトルの特徴としては軽度の凹みであれば自ら元に戻る性質を持っている.実験の結果,丸型は一旦が潰れるが自ら元に戻ってしまったが,4角,6角,8角は元に戻る量が少なかった.つまり,ペットボトルの圧壊には表面の形状が関係していると言える.

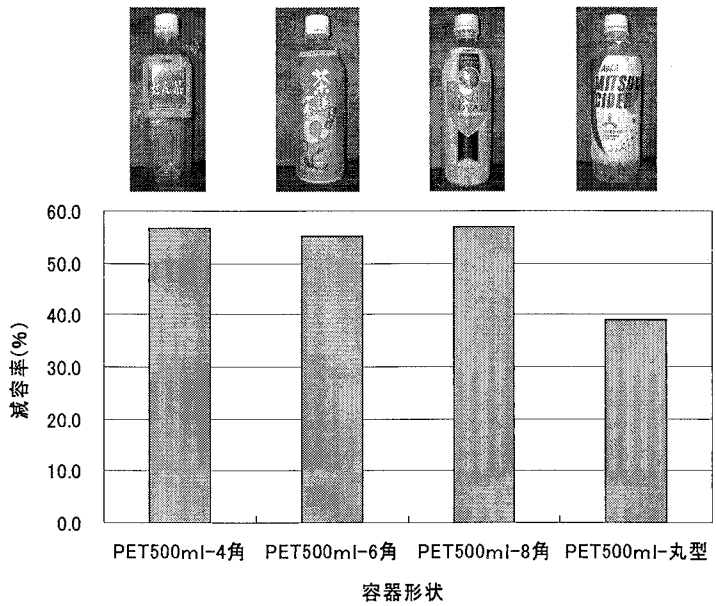


図18　減容率と容器形状の関係

4-6　容器の形状と圧縮荷重

4-6-1　実験方法

ペットボトル用いて圧縮荷重と容器形状の関係について調査した.実験には圧縮試験機（島津オートグラフAG−5kND（島津製作所））を用いた.図19に示すように,圧縮試験機のチャック部分に運動靴を取り付け,実験4-5で使用した4角,6角,8角,丸形の4種類の容器について圧縮試験を行った. 圧壊後のペットボトルの様子を.図20に示すように運動靴が完全にペットボトルを圧壊するまで圧縮するものとした.

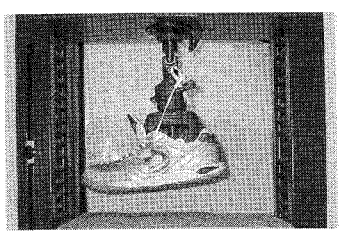


図19　チャックと運動靴の取り付け

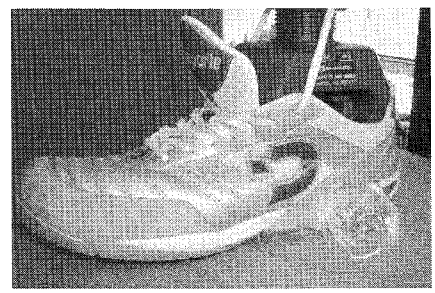


図20　ペットボトル圧壊の様子

4-6-2　結果及び考察

圧縮荷重と変位の関係を図21に示す.変位の増加に伴い圧縮荷重は増加する傾向になった. 圧壊は荷重が極端に下がっているところで起きており,角が増えるほど圧壊の起きる荷重は低くなり,潰れやすくなるという結果になった.

丸形は約200Nまでは荷重と位相がほぼ比例関係を示し,200N付近で小さな圧壊が起こった.

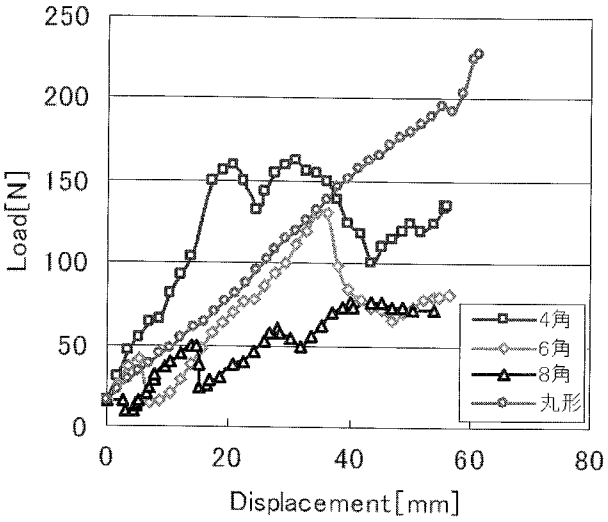
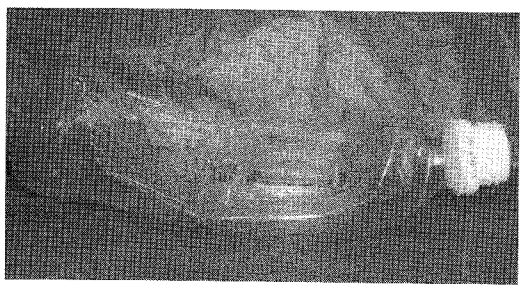
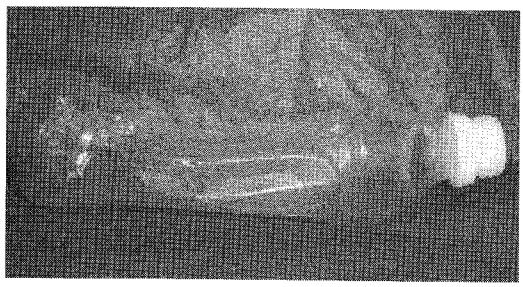


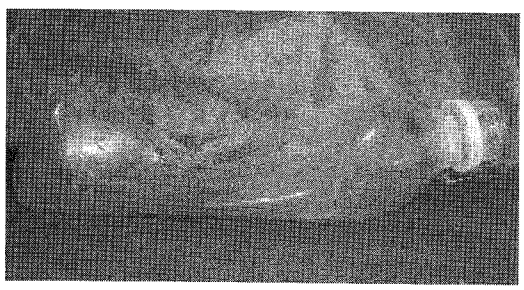
図 21　圧縮荷重と変位の関係



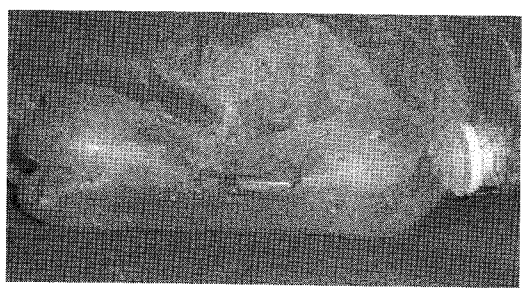
(a)　4 角



(b)　6 角



(c) 8 角



(d) 丸型　図 22　除荷後のペットボトルの様子

ペットボトルは圧縮しても,圧力を取り除くとかなり反発し,形状回復をする.

実験は図 20 に示すように,運動靴がペットボトルを完全に押しつぶすまで行った.しかし,図 22 に示すように,除荷後のペットボトルの様子は圧縮時よりも形状回復をしていることがわかる. 特に丸形は回復量が大きく,実験 4-5 で示したように他の容器に比べ 15%程減容率が少なくなっている.

形状回復の原因として,第一に容器形状の違いが考えられる.圧壊後のペットボトルを観察した結果,角の部分が潰れることで除荷後の形状回復を避けていることがわかった.

第二に容器の肉厚の違いが考えられる.容器の肉厚は容器形状によって異なり,最適な肉厚に設定されている.これは材料節約のために事業者が容器包装の薄肉化や軽量化・リサイクル容易化等を進めてきたためである.表 5 に示すように,肉厚を比較すると丸形が最も厚いということが分かった.

表 5　容器形状と肉厚 (n=3)

容器形状	肉厚 [mm]
4 角	0.310
6 角	0.305
8 角	0.280
丸形	0.385

4-7　ゴミ箱内での入り方観察

4-7-1　実験方法

ゴミ箱内での容器の入り方の観察を行う実験をした.実験は未圧壊ペットボトル,2 方向圧壊ペットボトルの二種類について行った.45L ゴミ箱にペットボトルを入れ,上から接着剤を流して固めることで,ペットボトルのブロックを作成し観察を行った（図 23）.実験には,水溶性接着剤（成分：酢酸ビニール系ポリマー）を用い,実験に用いたペットボトルのリサイクル性を考慮した（図 24）.

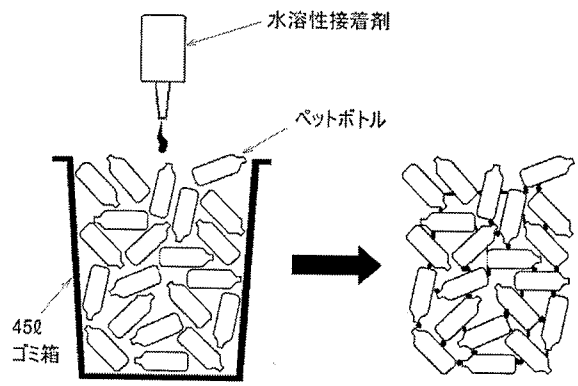


図 23　ペットボトルブロック製作手順

図24　水溶性接着剤（洗濯のり）

4-7-2　結果及び考察

未圧壊ペットボトルのブロックを図25に,2方向圧壊ペットボトルのブロックを図26に示す.このとき,投入本数は未圧壊で41本（充填率：約45%）,2方向圧壊で62本（充填率：約69%）であった.したがって充填率は24%増加し減容の効果が確かめられた.

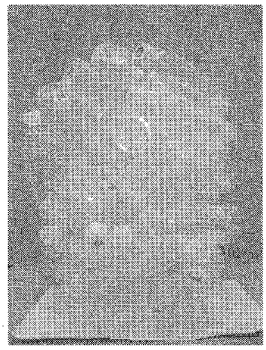


図25　未圧壊ペットボトル

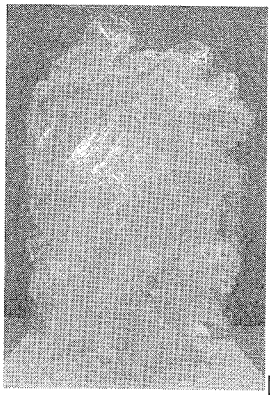


図26　2方向圧壊ペットボトル

5. 圧壊減容化の効果

5-1　目的

リサイクル率の上昇により,使用済み飲用容器の回収量が増加し,地方自治体の分別収集コストが財政の負担となっている.環境省によれば自治体は総計で年3,000億円の分別収集費用を負担しており,財政難の自治体から不満も出始めている.また,運搬回数が増加したことで,結果的に輸送に伴うCO_2の発生量も増加するという問題がある.

そこで,飲用容器減容化の環境保全上の意義・効果を明確にするために,全国に減容化が普及した場合の収集コスト削減効果及び二酸化炭素（CO_2）の削減効果について試算を行った.

5-2　実験方法

国内で消費されるペットボトル及びアルミ缶が全て減容化された場合について,以下の状況を想定し,CO_2の削減量とコスト削減量を試算する.回収容器の条件を表6に示す. 年間回収重量の条件設定には2004年度のデータを用いた.また,45L袋に入る容器の本数は実験4-4及び実験4-7の結果を用いた.

(a) 収集トラック

荷台寸法：2.5m×1.8m×1m

燃費：8km／L

一回の収集での走行距離：20km

CO2排気量：170g-CO2／km

燃料価格：140円

(b) 飲用容器回収費用

地方自治体の年間分別収集費用：3,000億円（平成15年,環境省調べ）

(c) 回収容器

表6　容器条件

	単体重量 [g]	年間収集重量 [万トン]	45L袋に入る本数[本]	
			未圧壊	2方向圧壊
ペットボトル	30	31.99	41	62
アルミ缶	20	30.3	44	77

5-3　結果表 7 に減容化による燃料使用量・燃料費・CO_2 排出量の削減効果を示す.

表 7　減容化の効果

削減内容	削減量
燃料使用量	約 540 万リットル
燃料費	約 7 億 5000 万円
CO_2 排出量	約 7300 トン

5-4　考察

試算の結果,ペットボトル及びアルミ缶の減容化によって燃料使用量 540 万リットル,燃料費 7 億 5000 万円,CO_2 排出量 7700 トンの効果があることが分かった.これは回収回数減少による燃料費削減効果のみの試算である.そこでゴミ収集車の台数削減 30 億円～700 億円,さらに人件費削減 50 億円～1100 億円を加味すると減容化による経費削減は全国で最小 80 億円～最大 1800 億円ほどが見込める.

6. 環境教育の効果

6-1　目的

リサイクルを効果的・効率的に実現するためには,消費者に対し,減容化の徹底に理解を求める活動を積極的に実施しなくてはならない.そこで,本校の校内において,飲用容器減容化の教育を行い,環境教育の効果を調査する.

6-2　実験方法

飲用容器の減容化を呼びかけるパネル及び掲示物を作成し,校内のゴミ箱スペースに掲示し,環境教育の効果を調査した.

本実験では,掲示前に事前調査を行い,掲示後の飲用容器圧壊率と比較した.また調査は 2005 年 9 月,2005 年 11 月,2006 年 1 月の 3 回行い圧壊率の変化を調べた.図 27 に校内に掲示したパネル,図 28 に環境教育用掲示物を示す.

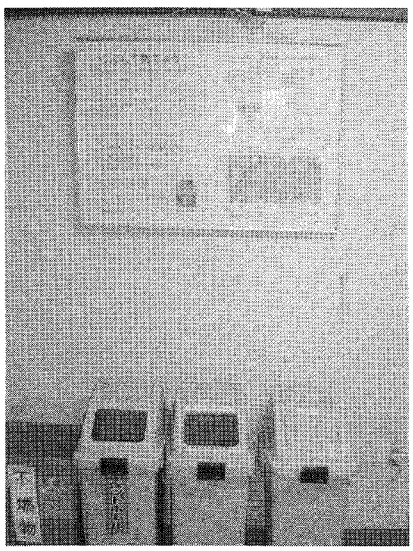


図 27　校内に掲示したパネル

飲用容器は
つぶして捨ててください

図 28　環境教育用掲示物

6-3　実験結果

図 29 に調査結果を示す.ゴミ箱の中は図 30 のようになっていた.実験の結果,事前調査で 5%であった圧壊率が環境教育後 35%まで上昇した.したがって,環境教育が一定の効果があったといえる.しかし,環境教育の 2 ヶ月後には 6%下がり 29%となった.さらに冬休み後の 1 月にはさらに 10%下がり 19%となった.

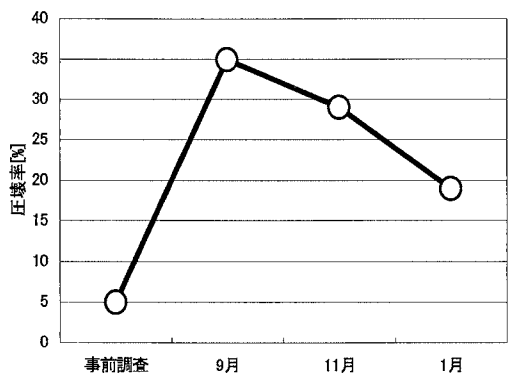


図 29　校内の飲用容器圧壊率の推移

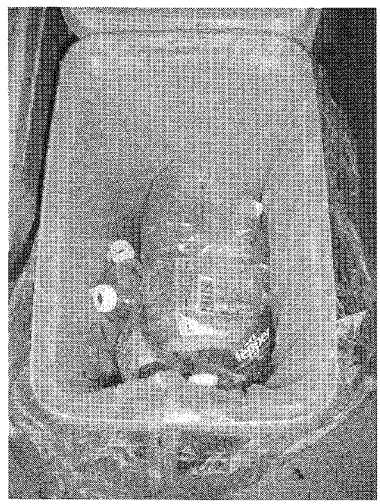


図 30　ゴミ箱の中

6-4　考察

環境教育によって,9 月は減容率が増加したことが確認できた.したがって環境教育には一定の効果があったといえる.しかし,その後の調査により減容率は連続して減少した.原因として,第一に検査本数が減少したことが理由であると考えられる.9 月の調査では,飲料の消費量が多く検査対象となる飲用容器が 11 月,1 月に比べ多かった.第二に,9 月の調査開始から 1 月まで環境教育用掲示物の更新は行わなかったことが理由であると考えられる.更新しなかったことで教育が単調になり,学生の関心を得られなかったのだと思われる.したがって,減容化への理解を徹底するには掲示物の定期的な更新など,積極的に呼びかけを行っていく必要がある.

以上の結果から,掲示物を更新し再び減容化への理解を求めた.図 30 に更新した環境教育用掲示物を示す.

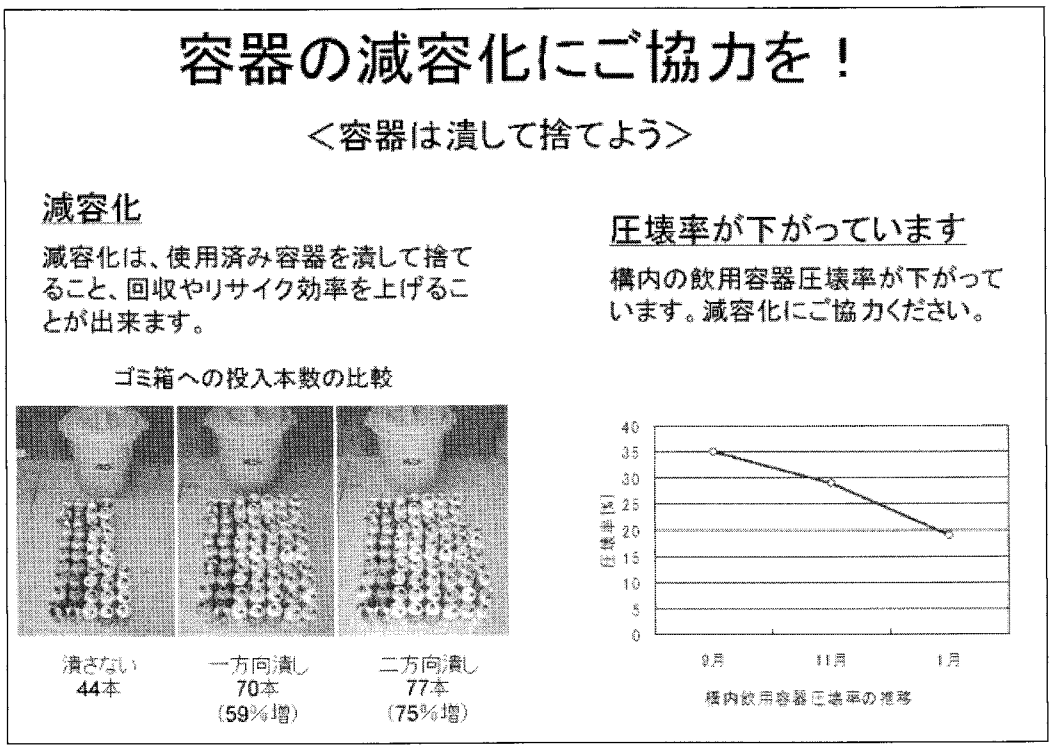


図 30　環境教育用掲示物（更新後）

7. 結論

飲用容器の減容性について調べた.また,本校学生に減容化の呼びかけを行い,環境教育の有用性について検討した.

1) 人力によるアルミ缶の側面 1 方向の圧壊では内容積が 53.9%減少し,2 方向圧壊では 73.0%減少した.また,前者はゴミ箱への回収量が 59.1%増量し,後者は 75.0%増量した.
2) ペットボトルの減容しやすさは非炭酸系飲料が優れており,炭酸飲料容器は潰しても形状回復しやすく減容性が低い.
3) 最大で約 1800 億円の経費削減が見込める.
4) 減容化の教育は一定の効果があると思われる.
5) 減容化への理解を徹底するには,継続的な積極的呼びかけを行う必要がある.
6) ISO14001 の取得にあたり,減容のシステム作りが必要である.

参考文献

1) 実効ある容器包装リサイクル制度の構築に向けて
2) 容器包装リサイクル協会
http://www.jcpra.or.jp/
3) PET ボトルリサイクル推進協議会
http://www.petbottle-rec.gr.jp/data/da_tou_you_f.html
4) アルミ缶リサイクル協会
http://www.alumi-can.or.jp/html/data_0101.html
5) スチール缶リサイクル協会
http://www.steelcan.jp/recycle/index.html
6) ヤフーBB マガジン 2005 年 5 月号,122.
7) 東京高専の環境への取り組み
http://tokyo-ct.ac.jp
8) 木村　南・成瀬　太一:56 回塑加連講論(2005),595-596
9) 木村　南:55 回塑加連講論(2004),299-300

（平成18年 8 月31日　受理）

PICNIC を使用した太陽追尾システム

山内峯生*，茂木正徳**，大貫繁雄*

Sun Tracking System using PICNIC

Mineo YAMAUCHI, Masanori MOGI, Shigeo OHNUKI

PICNIC is a PIC microcontroller with a network interface card. It has been used for an antenna controller for sun and satellites. We have newly developed a general target tracking system using the PICNIC. The software of this system is composed of two parts, a target calculation part and an antenna controller part. The former sets a target position and the latter controls the antenna to the target via antenna rotator using PICNIC. The two parts are connected by UDP communication defined by open interfaces. The open interfaces enable a user to make up a user original target tracking system by replacing the target calculation part. Based on the above system, we have newly developed a sun tracking system using PICNIC and verified the function of this sun tracking system.

(Keywords: PICNIC, antenna, antenna rotator, UDP communication, interface)

1. はじめに

トライステート(株)からPICマイコンを使用したイーサネットに接続できる IO ボードのキット(PICNIC[1])が発売されている。この PICNIC は PIC マイコンに NIC (Network Interface Card) が付加されたものであり、パソコンからこの NIC で LAN 接続し、PIC マイコンの I/O ポートを ON、OFF したり、PIC マイコンのアナログポートに接続されているアナログ点データを収集したりすることができる。

今回、この PICNIC を使用して任意物体追尾システムとこれをベースにした新たな太陽追尾システムを作成した。本論文ではこのシステムの内容とその結果について述べる。

2．従来の太陽追尾システム

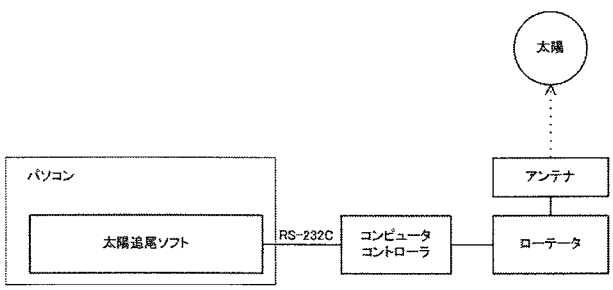


図1　従来の太陽追尾システム

これまで、東京高専電気工学科では太陽電波を測定するため図１に示すような太陽追尾システムを作成し使用してきた。アンテナは BS 放送受信用のパラボラアンテナである。ローテータはケンプロ工業社製の KR-5600B であり、方位角と仰角の制御ができる。コンピュータコントローラは同社製の Model CS-232 で、KR-5600B をリモート制御するためのものである。これはパソコンと RS-232C 接続され、パソコンからコマンドを受信してローテータへ制御信号に変換して送信する。

太陽追尾ソフトは自作した。このソフトは、準備として観測位置での時刻に対する太陽への方位角と仰角を太陽表(理科年表)から求めてファイル化しておき、運転時にはこのファイルを参照してコンピュータコントローラにコマンドを送ってアンテナを制御するものであった。このシステムでは、RS-232C のケーブル長制限のため遠方から制御できない、コンピュータコントローラの価格が高い、また太陽追尾ソフトは太陽への方位角と仰角をリアルタイムに計算していない等の問題点があった。

3．PICNIC を使用した太陽追尾システム

最近、スタンダード社製ローテータ G-5500 と

＊電気工学科　　＊＊独立行政法人統計センター

PICNIC を使用した太陽追尾システム（CALSAT32 [2]）が発表された。これは太陽、月、人工衛星を追尾してその現在方向をグラフ表示するものである。図2にその構成図を示す。CALSAT32 を用いた追尾システムでは、従来のコンピュータコントローラに替わって価格が安い PICNIC が使用されている。PICNIC はパソコンと LAN 接続されているため遠方からでも制御可能である。CALSAT32 はリアルタイムに太陽への方位角と仰角を算出して PICNIC に制御信号を送ってアンテナを制御している。このシステムを使用することによって従来の問題点は解消できた。

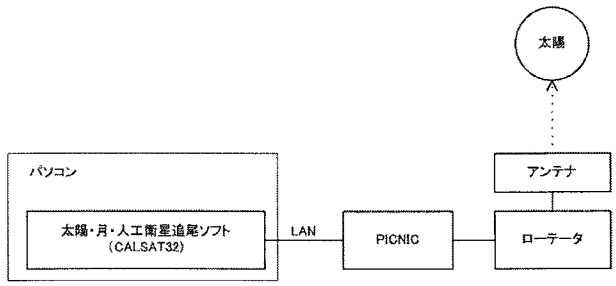


図２　PICNIC を使用した太陽追尾システム（CALSAT32）

しかしCALSAT32で定義されている対象物以外を追尾しようとしたときインターフェースが公開されていないため独自での機能追加が難しい、CALSAT32 とPICNIC との通信に同期 UDP 通信が使用されているためタイムアウトエラーが発生する場合がある、等の問題点が見つかり新たな追尾システムを作成することにした。

4.　PICNIC を使用した任意物体追尾システム

本研究では、ユーザが独自に物体を追尾する機能を追加できること、タイムアウトエラーを発生しないで安定動作すること、を目標として任意物体追尾システムを作成した。図3にその構成図を示す。

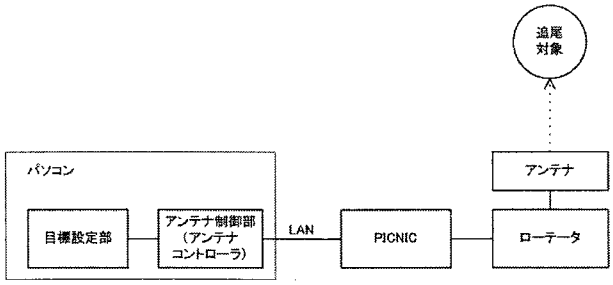


図３　PICNIC を使用した任意物体追尾システム

従来の太陽追尾ソフトウエアを、目標設定部ソフトとアンテナ制御部ソフト（名称：アンテナコントローラ）という2つの独立したソフトウエアに分割し、この間を公開インターフェースを使って UDP 通信で結合するようにした。目標設定部ソフトはクライアントソフトウエアであり追尾対象ごとに作成される。これは追尾対象によって取替え可能となっている。アンテナコントローラはサーバソフトウエアであり全ての追尾対象で共通である。このソフトは PICNIC に対して非同期 UDP 通信するようにした。

これにより以下の効果が得られた。(1)目標設定ソフトは取替え可能であり、インターフェースが公開されていることにより、ユーザは独自に物体に対する目標設定ソフトを作成しその物体を追尾できるようになる。(2)PICNIC とは非同期 UDP 通信していることにより、タイムアウトエラーは発生しない。(3)2つのソフトウエアは UDP 通信で結合していることにより、それぞれを異なったパソコンで動作させることもできる。

図4にサーバソフトウエアであるアンテナコントローラを中心とした制御ブロック図を示す。

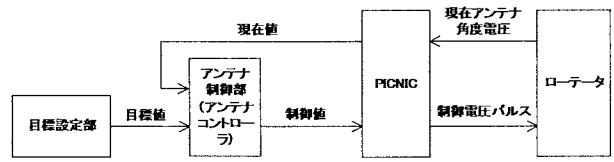


図４　アンテナコントローラの制御ブロック図

アンテナコントローラは、アンテナ目標値を目標設定部ソフトから、アンテナ現在値をローテータから PICNIC 経由で受信する。この偏差を計算し偏差がゼロになるように制御信号を生成し PICNIC に送信する。この制御信号は周期的なパルス信号でそのパルス幅が偏差に比例している。すなわちアンテナコントローラはアンテナに対してフィードバック比例制御を行っている。なおローテータは方位角と仰角を0～5Vの電圧値で返してくるので、アンテナコントローラは制御ソフト内でこれを角度に変換する操作を行っている。

目標設定部とアンテナコントローラとの間は公開インターフェースで結合されている。このインターフェースにはバイナリーとアスキーの2種類が準備されている。

表1にバイナリーインターフェースのデータフォーマットを示す。コードは将来拡張用のためのもので現在は0である。角度の単位は1000分の1度(m度)である。現在方位角電圧と現在仰角電圧はローテータG-5500からの出力電圧そのものでデバッグ用であり、その単位は1000分の1V(mV)である。各データはネットワークバイトオーダの並びである。

表2にアスキーインターフェースの例を示す。アスキーインターフェースではデータがコンマ区切りのアスキー文字列となっている。ただし角度と電圧の単位は[m度]と[mV]ではなく1000倍された値である[度]と[V]である。

表1　バイナリーインターフェース

受信ＵＤＰパケットのデータフォーマット

コード	設定 方位角	設定 仰角
２Ｗ 整数	２Ｗ 整数	２Ｗ 整数

返信ＵＤＰパケットのデータフォーマット

コード	現在 方位角	現在 仰角	現在 方位角 電圧	現在 仰角 電圧
２Ｗ 整数	２Ｗ 整数	２Ｗ 整数	２Ｗ 整数	２Ｗ 整数

表2　アスキーインターフェース

受信ＵＤＰパケットデータの例

0,199.55,46.71,

返信ＵＤＰパケットデータの例

0,190.50,46.72,1.34,0.54,

図５にアンテナコントローラ運転時の主画面を示す。アンテナコントローラをインストールしローテータと接続した後、ローテータから出力される角度電圧とアンテナ角度の対応をとるため２点で校正をおこなう。校正が終了すると制御運転が可能となる。制御運転ではアンテナコントローラを目標設定部ソフトより先に起動する。

アンテナコントローラはアンテナ角度をローカルに設定して制御することもできる。しかし通常はアンテナ角度を目標値設定ソフトから受信してアンテナを制御する。この場合には設定値の選択でリモート設定値を選択する。バイナリーまたはアスキーで送られてくる設定値を受信するUDPポート番号、制御信号の送信宛先であるPICNICのIPアドレスとUDPポート番号を設定して「開始」ボタンをクリックすると制御運転が開始される。制御運転時での主画面では設定値情報、PICNIC に送信された制御値情報、PICNIC から受信された現在値情報などが表示される。

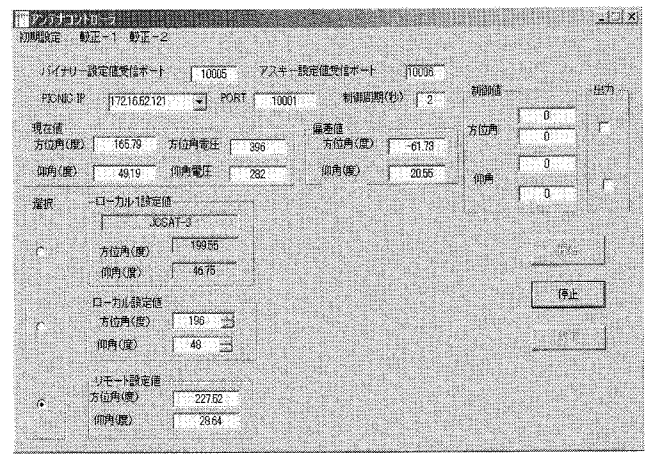


図５　アンテナコントローラ主画面

5.　PICNICを使用した新しい太陽追尾システム

上記のアンテナコントローラを使用して新しい太陽追尾システムを作成した。図6にシステム構成図を示す。目標設定部ソフトとして太陽を追尾する太陽軌道計算目標設定ソフを作成してアンテナコントローラと結合させた。これは、観測点の緯度と経度と時間に対応した観測点から見た太陽の方位角と仰角を計算してこの値をアンテナ目標値としてアンテナコントローラにUDP通信で送信する。この目標設定部ソフトの作成では九州大学の村上拓彦氏から発表されている太陽位置軌道計算ソフトウエア[3]を利用した。

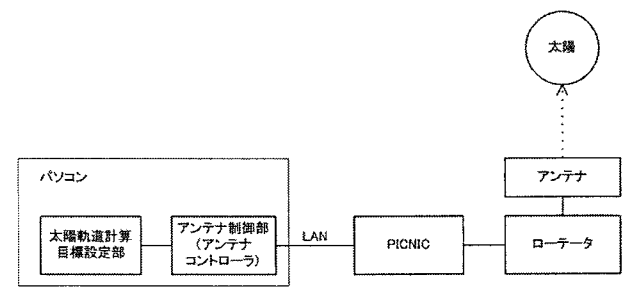


図6　PICNICを使用した新太陽追尾システム

図7にこの目標設定部ソフトの主画面を示す。アンテナコントローラソフトを先に起動しておいてこの目標設定部ソフトを起動する。アンテナ目標値の送信先であるアンテナコントローラの IP アドレスと UDP ポート番号、観測点の緯度と経度を指定し、「計算開始」ボタンをクリックすると運転が開始される。アンテナコントローラの IP アドレス指定ではアンテナコントローラが同じパソコンで動作している場合にはループバックアドレス(127.0.0.1)を指定してもよい。

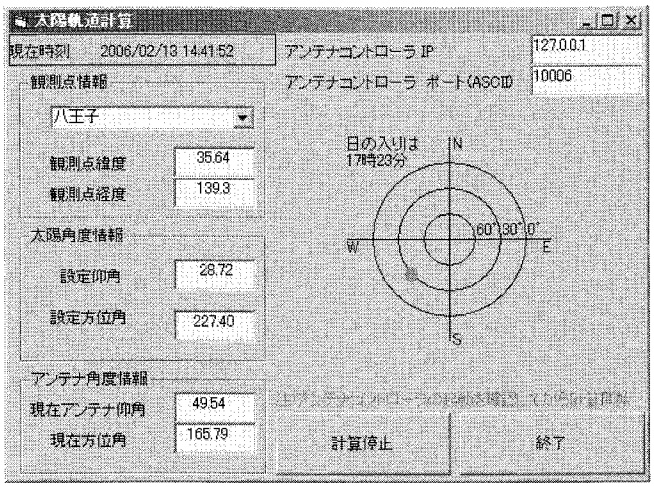


図7 目標設定部・太陽軌道計算ソフト主画面

運転が開始されるとボタン表示は「計算停止」に変わる。インターネットから時刻を取得し同期化されたパソコンの時刻で1秒ごとに太陽への方位角と仰角が計算されアンテナコントローラに UDP 送信されアンテナ角度が制御される。

主画面では太陽の仰角と方位角を円グラフ表示し視覚的に分かりやすいようにした。太陽方位角は円周方向への角度で表示される。真北のときは0度、右回りにプラス回転し、真南のとき180度である。太陽仰角は円の半径方向の距離で表示される。円の外側が0度(地平線)で、円の中心が90度(天頂)である。

このソフトウエアは日の出時刻と日の入り時刻を、太陽の高度を現す出没方程式[4]を解いて算出し、太陽の出ている間だけアンテナを太陽に追尾するようにしている。太陽が沈んだときアンテナを翌日の日の出時刻の太陽位置にアンテナを移動させる。翌日の日の出の時間までアンテナをこの角度で待機させる。

図8にアンテナ制御のテスト結果を示す。2006年1月27日午前中から翌日28日正午ごろまでのアンテナの向きを測定し図示した。横軸はアンテナの向いている方位角、縦軸は仰角である。アンテナは、日の入り後、次の日の出の位置に向きを移動して日の出とともに太陽追尾を再開していることが分かる。

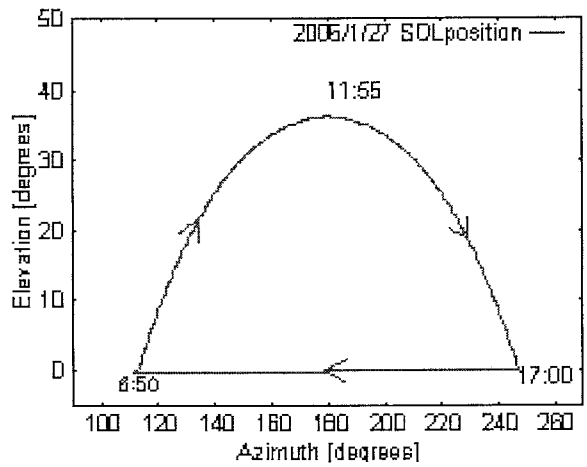


図8 1月27日から翌日28日のアンテナ方向

6. まとめ

本研究では、PICNIC を使用した新たな追尾システムを作成した。この追尾システムのソフトウエアは目標設定部ソフトとアンテナ制御部ソフト(名称:アンテナコントローラ)の2つの独立したソフトウエアで構成されている。この間は公開されたインターフェースを使用して UDP 通信で結合されている。またアンテナコントローラと PICNIC とは非同期 UDP 通信を行っている。この結果、タイムアウトエラーが発生しない、ユーザが独自に物体追尾ソフトを作成可能なシステムとなっている。この追尾システムを基礎として新たな太陽追尾システムを作成し、動作確認を行った。

参考文献

[1] PICNIC のひろば, http://www.tristate.ne.jp/picnic/menu.html

[2] CALSAT32 のページ, http://www.geocities.co.jp/Technopolis-Mars/8632/

[3] 村上拓彦, 太陽天頂角・太陽方位角の算出方法, http://ffpsc.agr.kyushu-u.ac.jp/forman/muratac/solar/solpos1.html

[4] 長沢工著, 日の出・日の入りの計算, 地人書館, 1999.

(平成18年8月29日 受理)

無線 LAN 指向性アンテナを使用した広域データ収集システム

久地樂裕介*，山内峯生**，大貫繁雄**

Wide Area Data Gathering System using Wireless LAN Directional Antenna

Yusuke KUJIRA, Mineo YAMAUCHI, Shigeo OHNUKI

Non-directional antennas are widely used for 802.11b wireless LAN. However, directional antennas have high capability for communication length. By using the directional antenna we have made up a wide area data gathering system. The directional antenna was implemented in a wireless LAN access point and was set to rotate to remotely located data points. The remote data were gathered by infrastructure mode of wireless LAN by controlling the directional antenna of the access point. The system was found to work well. It was also verified availability of the directional antenna for wide area data gathering.

(Keywords : PICNIC, 802.11b, wireless LAN, directional antenna, data gathering)

1.　はじめに

無線 LAN が広く使用されるようになりその機器も安く購入できるようになってきている。無線 LAN で多く使用されている 802.11b 規格 2.4GHz 無線は ISM(Industrial, Scientific, Medical)バンド無線と呼ばれ免許無しで 10mW の出力を出すことができる。通常使用の無線 LAN の通信距離は 50m 程度である。しかし指向性アンテナを使用することによりその距離を拡大することができる。通信距離を拡大することにより無線 LAN の新たな応用が考えられる。

無線 LAN の使用法にはアドホックモードとインフラストラクチャモードの2種類がある。アドホックモードでは全てのノードは平等であるというモードであり特別なノードは存在しなくてノード同志が直接通信する。このモードでノードが指向性アンテナを持つことは全てのノードが平等であるという前提に反する。一方インフラストラクチャモードではアクセスポイント(AP)と呼ばれる特別なノードと、これ以外のノード(端末)とに分かれる。端末同志は直接通信しないでこの AP を経由して通信する。このモードで端末あるいは AP が指向性アンテナを持つとき、表1に示す3つのケースがある。

ケース1では、広域配置された無線端末に向けて AP 指向性アンテナを制御することにより広域データ収集をすることができて農業・気象観測などへの応用が考えられる。ケース2では、車に指向性アンテナを実装した無線端末を搭載し、車の位置と方向を GPS などで取得して、指向性アンテナを AP に向けて制御することにより AP の少ない地方でも無線通信が可能となる等の応用が考えられる。ケース3は拠点間通信などですでに実用化されている。

表1　無線 LAN での指向性アンテナ使用

ケース	AP	端末
1	指向性アンテナ	無指向性アンテナ
2	無指向性アンテナ	指向性アンテナ
3	指向性アンテナ	指向性アンテナ

本研究では、今回、ケース1の応用として、AP に指向性アンテナを使用して広域データ収集するシステムの作成をおこなった。

2.　無線 LAN での指向性アンテナの応用

2.1　システムの構成

アンテナの制御とデータ収集の２つの目的のために PICNIC (PIC Network Interface) [1]を使用した。また本データ収集システムでは、先に開発したアンテナコントローラ[2]を使用した。図１にシステムの構成図を示す。

指向性アンテナとしてマキ電機社製の HGL-2400LP を使用した。これは 2.4GHz、９エレメントの八木・宇田ループアレイアンテナで利得は 12dBi である。これをバッファロー社製のエアステーションに組み込み指向性アンテナを持つ

＊三菱重工業㈱横浜製作所　　＊＊電気工学科

AP とした。ローテータはスタンダード社製の G800DXA であり方位角の制御ができる。無線端末は PICNIC とバッファロー社製のイーサネットコンバータ（EC）WLI-TX4-G54 あるいは WLI-TX4-G54HP のペアで構成した。PICNIC で温度データを測定し上記のイーサネットコンバータ経由で AP と通信する。今回の実験では、交流 100V 電源供給の都合もあり、AP と無線端末を別々の棟の部屋内に設置し互いに２重のガラス窓越しに通信する配置とした。AP と無線端末とは比較的近距離（約 70m）ではあるが AP にエアステーション付属の無指向性アンテナを実装したときは全く通信不可の状態であった。AP に指向性ループアンテナを実装しアンテナのループから無線端末が見えるようアンテナの方向を調整したときにだけ通信可能であった。アンテナの方向をループから無線端末が見えないように少し移動しただけで通信不可となった。これにより AP の指向性アンテナとしての有効性を確認した。

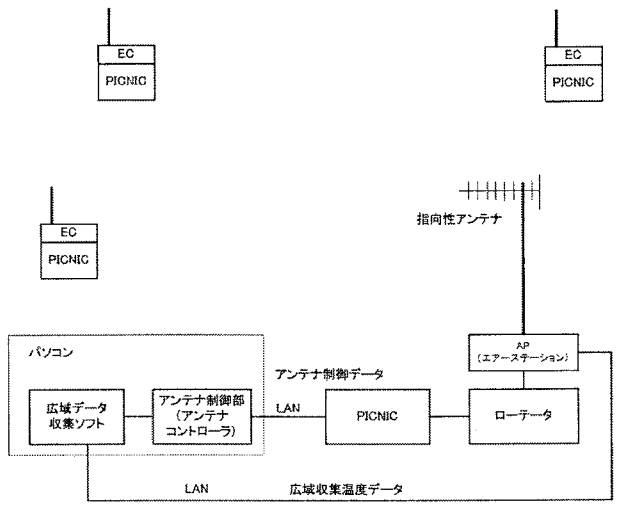


図１　システム構成図

２．２　広域データ収集の動作

広域データ収集ソフトを作成し、アンテナコントローラ[2]と結合した。図２に広域データ収集ソフト稼動時の主画面を示す。測定点は無線端末 PICNIC の IP アドレス、ポート番号、AP から見た無線端末への方位角で指定する。アンテナコントローラへの IP アドレスとポート番号を指定し「開始」ボタンをクリックするとアンテナ制御と並行してデータ収集が開始される。

このソフトウエアは、AP の指向性アンテナの方向を回転制御しアンテナの方向が無線端末の方向に一致したとき無線端末と通信してデータを集める。収集したデータを保存しグラフ化することもできる。以下がデータ収集動作の流れである。

(1)アンテナコントローラに時間的に変化する方位角の目標値を送り AP の指向性アンテナを回転させる。

(2)アンテナ方位角が無線端末の方向角に近づいたとき（５度以下に入ったとき）、データ収集を開始する。即ち AP からデータ要求の信号を送る。無線端末からは PICNIC で測定された温度データが返信される。

(3)受信したデータを表示する。

(4)アンテナが回転終了角に到達すると 1 回目の測定を終了しアンテナを回転開始角に戻す。

(5)一定時間経過の後、(1)～(4)の動作を繰り返す。

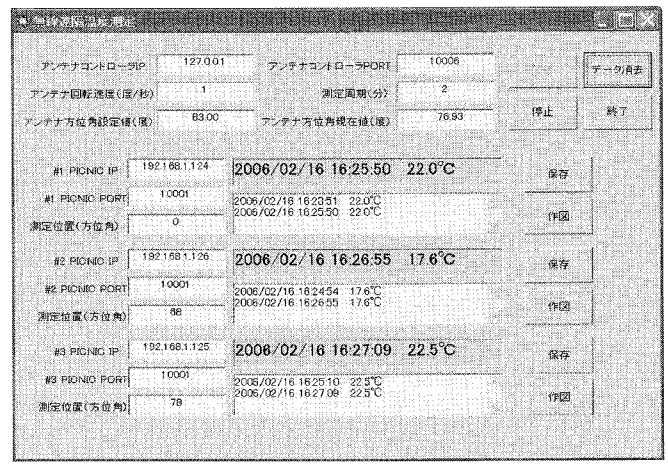


図2　広域データ収集ソフトの主画面

３．　まとめ

無線 LAN 指向性アンテナをアクセスポイントに実装し、PICNIC でこのアンテナを無線端末に向けて制御する広域データ収集システムを作成し実験した。無線 LAN 指向性アンテナを使用することにより広域なデータ収集ができることを確認した。

参考文献

[1] PICNIC のひろば，http://www.tristate.ne.jp/picnic/menu.html

[2] 山内峯生，茂木正徳，大貫繁雄，PICNIC を使用した太陽追尾システム，東京高専研究報告，第 38 号(1)，2006.

（平成18年８月29日　受理）

電気力線を視覚的に理解するための簡単な作図法

柚賀正光*

The method of easy drawing which learns to understand electric lines of force visually.

Masamitsu YUGA

The electric lines of force is necessary to understand the foundation of electromagnetism. However the concrete way of calculating it doesn't come out to the textbook. Though it is introduced to the book which handled computer graphics, a difficult ceremony are being used. Therefore only the person who has considerable knowledge can understand it.

In this paper, very easy definition was used to draw electric lines of force. Because this definition is easy, even a student can understand the method which draws it, as much as mathematics of the foundation is only known. A student had interest very much when this theory explained in the class of the lower grades.

In this case, the drawing electric lines of force windows program by the easy method which could be understood soon was made. There is the following an excellent point of this program except that it is made with the easy knowledge. First, it is all right with the same equation even when the sign of two electric charges are different or not. The other side, the size coulomb of the electric charge change freely. For this effect, the figure which is not on the textbook can be drawn by this strong point.

The way of making an actual program and an attention point showed it in the body. Because an output result was published together, it will know what is understood visually. But, when an output result was observed, it notices the next thing. There is a place where the lines are scarce on the screen in it. The lines of the output result isn't uniform because the interval of the angle θ during the calculation was regulated. The improvement point of this program that try to draw a line in the equal interval. Therefore, we must consider how much the value of the step of the angle θ by the various condition.

(Keywords ; electric lines of force, electric charge, windows program)

1. はじめに

電磁気学を初めて学ぶ場合、電気力線の概念の理解が必要である。教科書には、模式化された図が載っているが、実際に描くとどうなるかの記述はない。コンピュータによるグラフィックにおいて、電気力線を描く方法が書かれている本もある[1]が、乱数を利用している場合や、難しい概念が用いられているなど、いろいろな理論を学んだ上でないと、簡単には書くことができない。

*電子工学科

また、そのような場合でも、2 つの電荷が同じ量であり、対称形の場合が描かれている[2)]。

通常、ガウスの定理などを説明する際には、プラスまたはマイナスの電荷が空間に 1 つ存在していて、その回りを取り囲む球形の領域を示すことが多い。しかし、電荷が単独に存在する場合でも、その回りに電界が存在することを確認するには、もう 1 つの別な電荷が必要になる。

したがって、電気力線を描く場合は、2 つの電荷を置いて描く必要があり、しかも、電荷の大きさを順次変えながら描かないと理解しづらい。特に、片方の電荷が、もう片方の電荷と比較して、充分小さくしたとき、電荷が 1 つ存在する場合に近づくことを理解させる必要がある。

ここで示す電気力線の作図法は、非常に簡単な理論しか用いないので、基礎の数学さえ知っていれば、簡単に描くことが可能である。特に、2 つの電荷の大きさが自由に変えられ、電荷が同符号と異符号の両方の状態において、区別することなく自然に導入できるという特徴を持っている。

さらに、電気力線と磁力線は本質的に同じように描けるので、磁力線も同様に説明できる。低学年の電磁気学の授業で説明したところ、教科書では出ていない電荷の大きさが異なる場合など、かなり理解された。また、理論が非常に簡単なので、コンピュータに興味のある学生は、自分でプログラムを組んで楽しんでいた。

今回、この方法を用いて、ウィンドウズプログラムを作成してみたが、本報告では、電気力線を描く際の簡単な説明と、プログラムを作成する場合の注意点を述べることにする。

2. 電気力線を簡単に描く基礎知識

Fig.1 に示すように、半径 r の球の中心に電荷 q[C]を置く。その上で、球の表面に、図中斜線で表示した面積 S の球面を考える。また、この球面を臨む立体角を ω[st]とし、角度を θ[rad]とする。

電荷から空間に広がる電気力線の本数は、この空間が真空とすれば、

$$q / \varepsilon_0 \qquad (1)$$

となる。

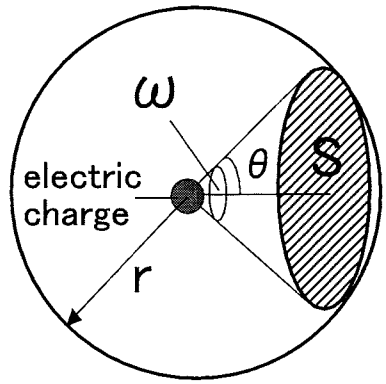


Fig.1 Relations between electric lines of force which passes spherical surface, and solid angle.

ここで、ε_0[F/m]は、真空の誘電率を表す。したがって、面積 S の球面を通る電気力線の本数[3)]は、

$$(q / \varepsilon_0) \times (S / 4\pi r^2) \qquad (2)$$

ここで、立体角 ω は S/r^2 と定義されるので、式(2)は、次のようになる。

$$q\omega / 4\pi\varepsilon_0 \qquad (3)$$

一方、θ と ω の関係[4)]は、

$$\omega = 2\pi(1-\cos\theta) \qquad (4)$$

であるから、式(3)は、さらに θ を用いて、次のように書き換えることができる。

$$(1/2\varepsilon_0)\, q\,(1-\cos\theta) \qquad (5)$$

つまり、S を通る電気力線は、q と θ に関係することがわかる。

ここで、Fig.2 のように、S と q を結ぶ直線上に、新たに別のいくつかの電荷を置いてみる。電気力線の本数は、各電荷の影響を別々に計算して足し合わせることができるので、図の斜線部分を通る電気力線の本数は、

$$(1/2\varepsilon_0)\,\Sigma\, q_k(1-\cos\theta_k) \qquad (5)$$

となる。Fig.2 では、k=1～4 である。ただし、所定の面の右側と左側における角度θの位置関係は、Fig.2 のようになるので、注意が必要である。

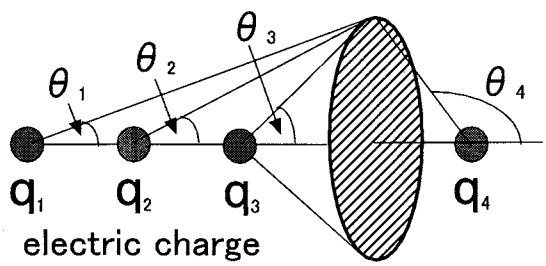


Fig.2　The condition of electric lines of force by angle when there was many electric charges.

ここで、もし別の面において、式(5)で示す数値が一定であれば、その面にも電気力線は同じように通っている。つまり、式(5)の数値が一定になる点を求めて線で結べば、1 本の電気力線が描けることになる。もし電荷が q_1 と q_2 の 2 つだけであれば、式(5)は、

$$(1/2\varepsilon_0)\{q_1+q_2-(q_1\cos\theta_1+q_2\cos\theta_2)\} \quad (6)$$

であり、これが一定値になる。その一定値の中に q_1, q_2 や ε_0 を算入させれば、簡単に

$$q_1\cos\theta_1+q_2\cos\theta_2=\text{一定} \quad (7)$$

となり、これが、電気力線の作図に必要な条件になる。条件はただこれだけであるので、概念図を描くだけなら、充分であることがわかる。

3.　電気力線の具体的な描き方

Fig.3 に示すように、電荷 mq と－nq が、距離 L 離れて置かれている場合を考える。ここで、m と n を正の数値とすれば、プラスとマイナスの電荷になる。

式(7)における一定値を決めておき、式(7)を満たす点(x,y)を計算して、その点を結んでいけば、1 本の電気力線になる。つまり、

$$mq\cos\theta_1-nq\cos\theta_2=\text{一定} \quad (8)$$

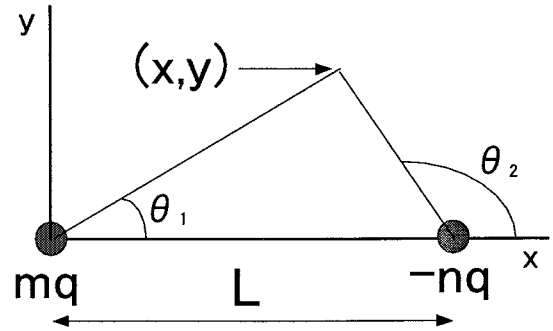


Fig.3　The position (x,y) to draw electric lines of force by two electric charges.

となるが、ここで q も一定値に算入すれば、

$$m\cos\theta_1-n\cos\theta_2=K(\text{一定値}) \quad (9)$$

となり、条件はさらに簡略化される。式(9)の一定値の範囲は、次のようにして求めることができる。

Fig.4 は、2 つの電荷間における電気力線で極端な場合を示したものである。

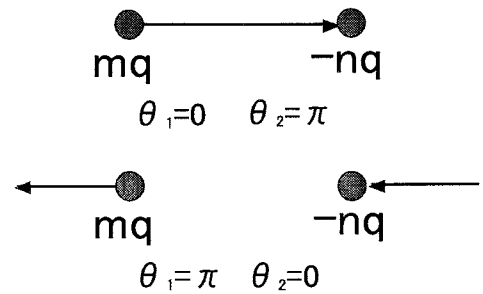


Fig.4　The example of extreme electric lines of force.

Fig.4 の上の図は、+の電荷から－の電荷に直接入る場合であり、$\theta_1=0$, $\theta_2=\pi$ となるため、一定値は、式(9)から、(m+n)となる。

また、Fig.4 の下の図は一旦、+の電荷から－の電荷とは反対方向に行き、無限のかなたから戻ってくる場合である。このときは、$\theta_1=\pi$, $\theta_2=0$ となるため、一定値は、－(m+n)となる。通常の電気力線はこの間にあるため、一定値 K の範囲は、

$$-(m+n)<K<(m+n) \qquad (10)$$

となる。ただし、$K \neq 0$ である。

ここで、式(9)を変形して、

$$\cos\theta_2=(m\cos\theta_1-K)/n \qquad (11)$$

とする。$-1 \leqq \cos\theta_2 \leqq 1$ であるから、右辺の値の範囲も -1 から 1 の間になる。

したがって、電気力線を描く手順は、次のような順番に行うことになる。

① 式(10)で示す一定値 K を決める。
② $0<\theta_1<\pi$ の範囲で θ_1 を変化させ、そのつど式(11)から θ_2 を計算する。
③ θ_1 と θ_2 が求められたら、Fig.3 で示した点 (x, y)を算出する。
④ そのつど求めた点の集まりを線で結ぶ。
⑤ 以上で、1 本の電気力線が描けるが、さらに K の値を変えて、同じ事を実行すれば、別の電気力線が描ける。

③の計算で、θ_1 と θ_2 から x と y を計算する式は、次のようになる。

$$x=L\{\tan(\pi-\theta_2)/\tan\theta_1+\tan(\pi-\theta_2)\} \qquad (12)$$

$$y=x\tan\theta_1 \qquad (13)$$

付け加えると、2 つの電荷が同じ符号の場合は、$m>0, n>0$ として、式(9)は、

$$m\cos\theta_1+n\cos\theta_2=K(\text{一定値}) \qquad (14)$$

となり、したがって、式(11)も、次のようになる。

$$\cos\theta_2=(K-m\cos\theta_1)/n \qquad (15)$$

3. プログラムの実行結果

3.1 メニュー画面

Fig.5 に、作成したプログラムのメニュー部分を示した。

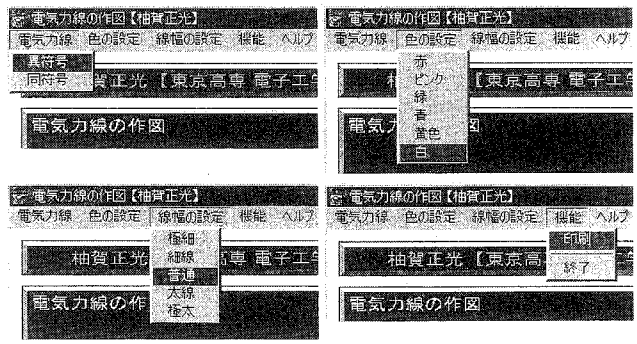


Fig.5 The menu window of the drawing program.

メニューとしては、次のようなものがある。

① 同符号と異符号の選択
② 線の色(赤,ピンク,緑,青,黄色,白)の選択
③ 線の幅(極細,細線,普通,太線,極太)の選択
④ 機能としての印刷

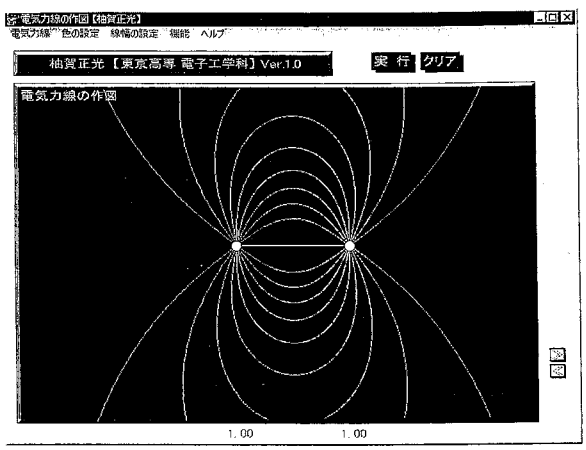
この他に、画面上で、2 つの電荷の距離を変化させることができ、さらに、電荷部分をクリックすることで、大きさを可変できるようにした。

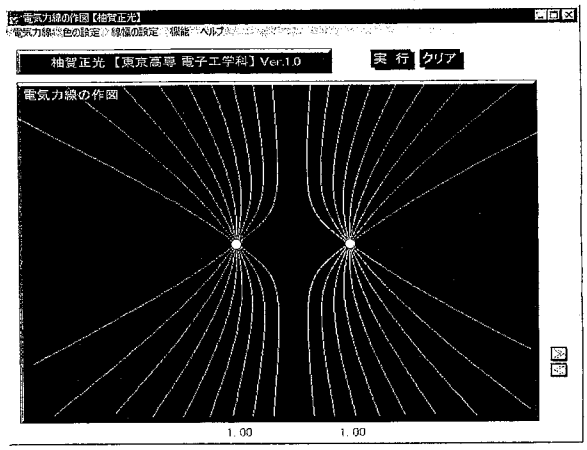
3.2 実際の出力結果

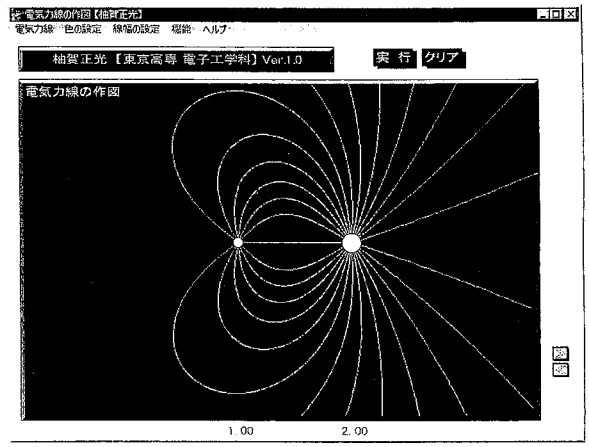
Fig.6 と Fig.7 に、2 つの電荷が異符合と同符号の場合として、上から順に、1:1, 1:2, 1:6, 1:10 の例を示した。

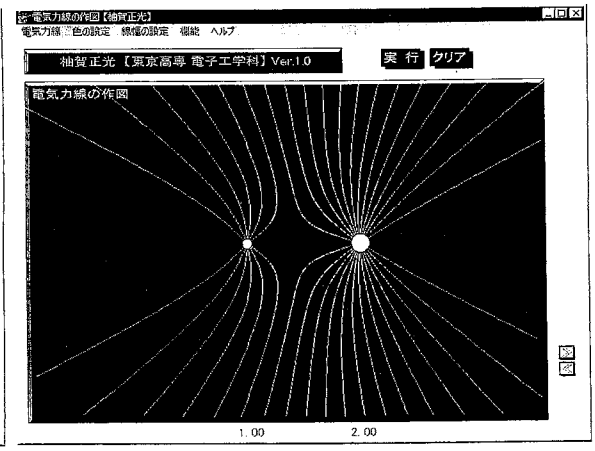
Fig.6 の一番上は、良く載っている図であるが、順じ右側の電荷を大きくしていくと、電気力線が偏り始め、一番下の図のように、10 倍になると、電荷が単独で存在する場合に近づいていくのがわかる。

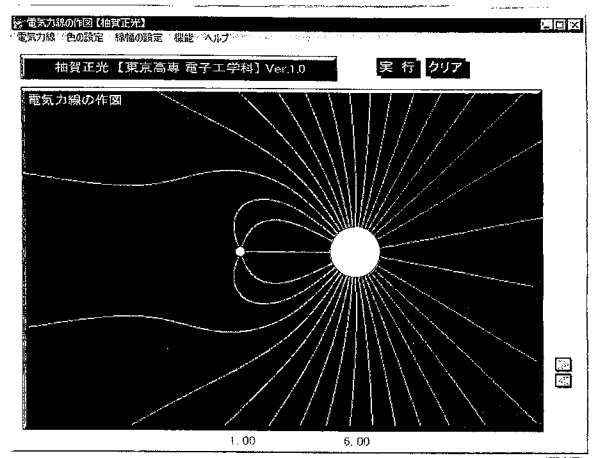
Fig.7 は、電荷が同符号なので、電気力線は、反発している。それ以外は、こちらも同様な傾向になり、10 倍で電荷が単独に存在する場合に近い。電荷は、大きな電気量ほど大きく、描いてあるが、視覚的に理解するためであり、大きさは関係ない。つまり、2 つの電荷は点電荷と見なしてよく、計算としては、電荷の中心部分まで行っている。

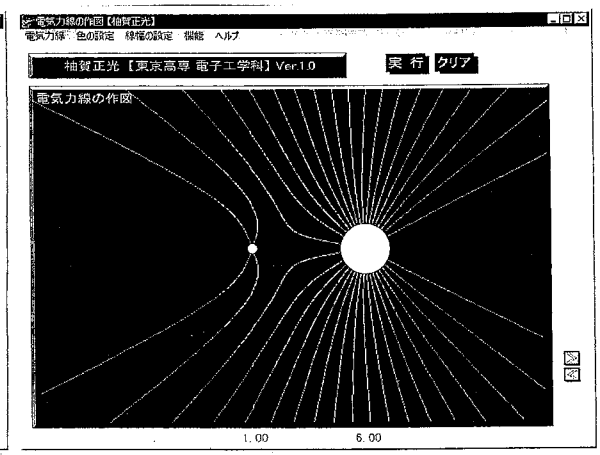


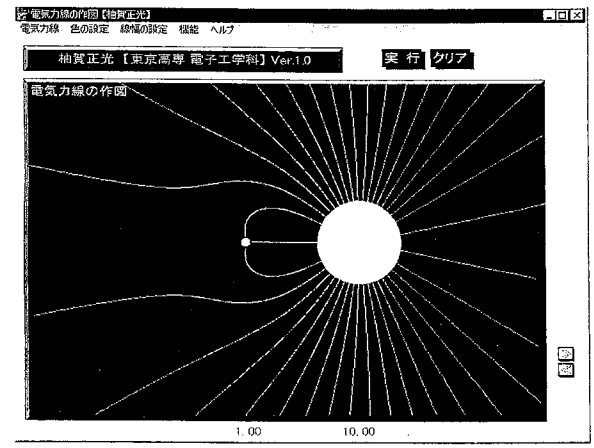












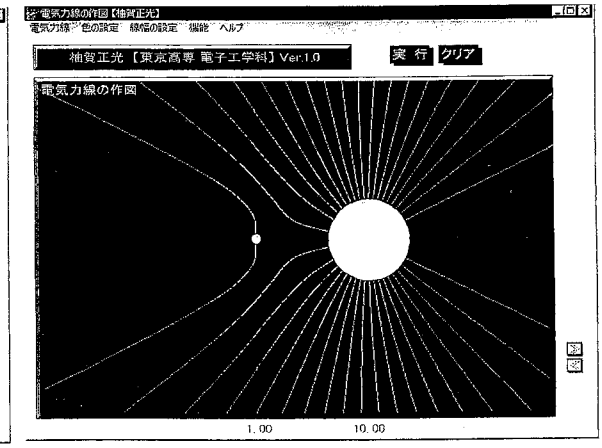


Fig.6 The different type of electric charge 1:1, 1:2, 1:6, 1:10

Fig.7 The same type of electric charge 1:1, 1:2, 1:6, 1:10

ただし、式(10)の不等号に＝がないことや、一定値 K の値が 0 をとらないこと、さらに式(11)や式(15)の右辺が、−1 から 1 の範囲になることにプログラムの作成上注意を要する。不適格な条件を入れると、数値を 0 で割ることになり、エラーになる。

4. 結論

電気力線を、非常に簡単な定義にして、概念を理解するプログラムを作成することができた。出力結果を見て、電気力線が足りない領域が存在する。これは、$0<\theta_1<\pi$ の範囲で θ_1 を変化させるとき、このプログラムでは、等間隔で計算しているからである。これでも特に問題はないが、場合によって、θ_1 の変化を等間隔でなく、少しずつ変えると、画面に電気力線が一様に描ける。

この問題に関しては、学生に課題として提供したが、なかなか良いアルゴリズムを得ることはできなかった。今後の検討課題となる。

また、この簡略化した定義では、誘電率の大きさに関しては、特に問題にしていない。しかし、電気力線は、真空でなく、誘電率 ε を持つ領域に侵入した場合、密度が異なってくる。このことを計算に入れるには、一定値 K の値を考慮すればよく、比較的簡単に導入できるであろう。この点、電束であれば連続なので、併せて示せれば、より理解が深まる。

さらに、電荷が 3 つ以上の場合は、角度が θ_1 $\theta_2\theta_3$ と 3 通りになるので、2 つの角度を動かしながら、3 つめの角度を計算することになる。この計算はかなり複雑であるが、もしできれば、かなり面白い結果が得られると期待される。

参考文献

(1) パソコン電磁気学，朝倉書店 p93 (1991)
(2) 電磁気学，コロナ社 p13 (2002)
(3) 電磁気学，裳華房 p23 (1976)
(4) 電磁気学演習，共立出版 p3 (1977)

（平成18年 7 月25日　受理）

Kosen English Education Based on the Students' Needs

John GATES*

This paper presents two simple criteria for evaluating the effectiveness of the English education classes at a national college of technology. The criteria were derived from the predicted English needs of the students in the workplace, taking into account the demands of learning the technical courses at a young age and accelerated pace. The criteria were tested on the author's English classes at Tokyo National College of Technology.

(Keywords : English Education, Evaluation Criteria)

1. Introduction

English education in Japan is a very complex problem that has been studied for many years. There have been many teaching methods proposed, such as the Grammar Translation Method and the Communicative Approach, and each method has its own strengths and weaknesses. However, most Japanese students are not fluent in English after graduation. This situation exists in most high schools and colleges of technology (Kosen) throughout Japan. Therefore the purpose of this paper is not to present a new teaching method or to criticize other methods. The purpose of the paper is first to present some evaluation criteria for Kosen English education based on the needs of the students and then to test the criteria on the author's classes at Tokyo National College of Technology.

The paper is organized as follows; in the next section, a detailed analysis of Kosen students is presented. Based on the characteristics of the students a prediction is made of the possible English needs of the students after graduation. Based on these needs, two simple evaluation criteria for English education are presented. The first criterion is that the English education should advance the students' ability to read, write or present technical English. The second criterion is that the grading system used in the English classes should be fair to the students, taking into consideration the accelerated pace and difficulty of the technical courses of the students. In the third section, the evaluation criteria are applied to the author's classes. In regard to the first criterion, there are parts of the author's classes that should be changed. However, in regard to the second criterion the author's classes seem to be in good agreement.

* Department of Electronic Engineering

2. The Students

In order to examine the English education at the Kosen it is necessary to determine the criteria for evaluation. The most practical criteria for evaluation are the anticipated level and type of English that will be required of most Kosen graduates in their workplaces. Therefore the evaluation criteria should be based on the needs of the students. In order to understand the needs of the students and provide qualitative evaluation criterion, this section will first describe the common characteristics of the Kosen students. Then the anticipated English level required for the various workplaces of the graduates will be described. Finally, based on the students' English needs, a simple set of evaluation criteria will be provided.

2.1 The Kosen Student, Intelligent and Young

"Intelligent" and "Young" are the two key words for describing most Kosen students. In general, most Kosen students are intelligent but there are some exceptions. In almost every class at the Kosen there are some exceptionally intelligent and very hard working students. These students are usually classified as "all 'A' students." On the other hand there are usually some "all 'D' students" or "all 'C' students" in each class. These students are also intelligent but, for some reason, have lost the desire to study hard or have missed some fundamental concept and thus cannot advance. Once a student has reached this situation they stop trying and usually leave the Kosen. For this reason, these students are sometimes called, "give-up students."

The majority of the students fall in between the "all 'A' students," and the "all 'D' students." However, these "normal" Kosen students are much more intelligent than "normal" high school students. This fact can be proven by comparing the curriculum of the Kosen with that of a normal high school. For example, students at the Kosen learn integration and differentiation in the second year, at an age of 16. However, in Canada, most students learn these subjects in the first year of university, at an age of 18. Also, Kosen students learn about partial differential equations in the third year (age 17), whereas in Canada most students learn partial differential equations in the third year of university (age 20). The fact that most Kosen students can learn these advanced mathematical and engineering concepts at a young age and an accelerated pace shows that even "normal" Kosen students are very intelligent.

The intelligence of the Kosen students is also reflected in the employment ratios of Kosen graduates. For each Kosen student seeking a job, there are approximately forty job opportunities available. This fact is very impressive in this

age of cutbacks and layoffs. Even graduates of national universities with Master's degrees in Engineering do not have this level of employment ratios. Once Kosen students enter the company they usually perform well, and are highly evaluated by their employers, in spite of their young age, which is also reflected in the high employment ratios of the graduates.

The other key word for Kosen students is "young." This youth makes the Kosen students attractive to employers. However, the stress of learning advances concepts at a young age, coupled with the environmental and emotional pressures associated with adolescence can be too great for some students.

One of the most obvious characteristics of the Kosen students, due mainly to their youth, is that they are easily distracted and have short attention spans. This problem has become more prevalent in recent years due to emerging technology. Video games and the Internet have become major obstacles in the education of Kosen students. These video games are highly addictive, especially to adolescent males, who comprise the majority of the Kosen students. Many students play video games late in the night and then cannot get up for classes, or sleep during class. Also, students can play interesting video games and surf the Internet using their mobile phones during class time. This factor alone is a leading cause of many students failing or leaving the Kosen. There are many other "traditional" distractions such as comic books, television, part-time jobs, and club activities. However, in contrast to video games, the students can learn valuable life skills through part-time jobs and by participating in club activities.

One final characteristic of the Kosen students that needs to be discussed at this point is the English ability of the first year Kosen students. Due to the high intelligence of the students, most have learned a solid foundation of English in junior high school. Also, most students at the Kosen believe that English is important for their careers and thus have a positive attitude towards learning English. Unfortunately, due to the accelerated pace of the mathematics and engineering courses, and the various other distractions present in their lives, the students have little time and energy to focus on the study of English. Therefore, it is necessary to focus the English education on the needs of the students.

2.2 Anticipated English Needs of the Students After Graduation

Now that a comprehensive description of the typical Kosen student, as a young, intelligent person, has been given, it is necessary to predict the type and level of English

that will be required of that individual in the workplace. This is a rather difficult problem as there are two main routes for the graduates of the Kosen. Approximately half of the graduates will get a job directly after graduation, and the other half will go to university.

Most of the graduates who get a job directly after graduation probably will not use English much in the workplace. This is unfortunate as it is difficult to motivate students to study something they will not use in the future. However, there are some possible situations where these students may need English. Most of the latest technology is first published in English, and most of the engineering information on the Internet is written in English. Therefore, it will probably be necessary for the working graduates to be able to read technical reports or manuals written in English. Also, the working graduates may have to write product manuals, web pages, or research reports in English. In some rare cases, the graduates will have to make an English presentation, or work for an extended time in a foreign country. Therefore, the most common English needs for working graduates are reading technical English, and writing technical English.

For graduates who go on to university, the English needs are similar. First the graduates need to pass the English section on the entrance exam to the university. In most situations this presents little problem to the students who wish to enter a university. Therefore the present English education seems sufficient for students who wish to go to university.

Once the student has entered the university, they will have to do research. Those who enter the third year of the undergraduate course will have to do some graduation research that may include reading English research papers. For the graduates who go on to the Master's course they will be required to read some research reports written in English, and may be required to present an English paper at an international conference.

Those who go on to the Doctor's course will be required to read several English research reports. They will also probably have to write some papers in English or present an English paper at an international conference. However the percentage of Kosen graduates who get a Doctor's degree is not very high. Therefore, the most common English needs for Kosen graduates who go to university are reading technical English, writing technical English, and presenting technical English.

The needs of Kosen graduates who go to university are very similar to those of working Kosen graduates with the addition of English presentations. Even the

students who plan to work after graduation can learn important presentation skills, even if they do not need to make English presentations, thus the English needs of most Kosen graduates are the same. Therefore, to summarize, the English needs of the students are reading, writing and presenting technical English. From these needs a simple list of evaluation criteria can be deduced.

2.3 Simple English Education Evaluation Criteria Based on the Students' Needs

Based on the characteristics of the Kosen students and the predicted English needs for the Kosen graduates, two general evaluation criteria can be proposed. The first criterion is that the focus of the English class should be based on the main English needs of the Kosen graduates. As presented above the main English needs of the graduates are reading, writing and presenting technical material in English. However, to go from the English level of the graduates from junior high school, to an English level where the students can read, write, and present technical material in English will require many steps, and much time in the classroom and in private study. There are many different skills, such as reading, writing, speaking and listening skills, that need to be developed to meet these needs. Also, there are many different teaching methods that can be used to promote these skills. Therefore, the first evaluation criterion can be stated as, "the class should increase the students' ability to read, write or present technical English."

The second criterion is that the English education should be fair to the students. In general, English is not the most important skill for the Kosen students. Most of the Kosen students are busy studying the advanced mathematical and engineering concepts at a young age and an extremely fast pace. Also, these technical courses are more important and more interesting to the students than English. In addition to this, some students are able to easily understand their engineering courses, but find it difficult to learn foreign languages. Therefore, the English course should be designed to allow the students to get a good grade based on reasonable work. This can be accomplished by providing an evaluation scheme weighted more heavily on classwork, homework and short tests rather than on difficult midterm and final exams.

With these two evaluation criteria in mind it should be possible to design an English education philosophy that tries to meet the needs of the students in a way that is fair. In the following section these evaluation criteria will be applied to the Oral Communication and Listening classes taught by the author at Tokyo National College of Technology.

3. Evaluation of the Author's Classes at Tokyo National College of Technology

In this section, the two evaluation criteria will be applied to the author's classes at Tokyo National College of Technology. The purpose of the evaluation is to present some of the teaching methods and materials used by the author and to test the evaluation criteria. This section will examine the method of student evaluation, and the materials used in the classes.

3.1 Student Evaluation

During the 2005 academic year the author taught approximately 500 first and second year students. Out of all these students, approximately 75% received an "A" grade at the end of the term, while less than 2% received a "D" grade. Among the "D" grade students, most had already left the Kosen or had already failed other courses. In no case did any student fail only the author's course. These results are in direct agreement with the second evaluation criterion. However, the high percentage of "A" grades may suggest that the courses were too easy. Therefore the rest of this section will describe the four basic components of the students' grades: homework (25%), short tests (25%), the midterm exam (20%) and the final exam (30%).

It can be seen that the homework and short tests compose half of the total grade, thus many students can build up their grade by working hard during the term. Homework is given to the students every week for the first twelve weeks. The homework consists of writing key English sentences, vocabulary and speeches several times. The homework was designed to take less than one hour. The reason for making students copy the same material many times was to help them prepare for the short test and to be fair to all the students. In the previous year, the homework required the students to find the correct answer to different types of questions, such as multiple choice questions or short answer questions. However, many of the students, approximately half of the class, only copied the answers of the other students. This copying was not fair to the students who worked hard to find the correct answers and the students who copied the homework did not learn the material. Therefore, the homework was changed to writing the required English material. As a result almost all the students received the full 25% for the homework.

In the Listening classes, real English material taken from movies was used for all the short tests. For many students this type of English is difficult to understand and thus the average score was low. To help the students improve their grade a bonus

section was added to each week's homework. This bonus section was a free writing section based on a theme presented in the movie. More than half of the students worked hard on the bonus questions, and many spent more than two extra hours each week on the free writing. Almost all of the answers were understandable and honestly expressed the feelings of the students.

Every week, for twelve weeks, the students had a short test. The short test consisted of dictation and memorization questions, based on the homework. The short tests were corrected in class by a classmate. Unfortunately, some cheating was observed and severely punished. The punishment usually included setting several short test scores to zero and requiring the cheating students to complete a lenghty homework assignment. Probably more cheating occurred than was observed.

In order to standardize the correction, any spelling errors were marked as incorrect. The average score for the short tests for all 500 students was approximately 75% and this corresponds to approximately 19% of the final grade. By combining the homework score with the short test score, most students had approximately 44% before calculating the grades of the midterm and final exams.

The midterm exam and the final exam were both one-hour exams, and the structure of the exams was the same. The content of the exams consisted mainly of the material covered in the homework and short tests. However the exams were designed so that correct spelling was not important. To prepare the students for the exams, a detailed summary of the material on the exam was provided to the students. Also, with the exception of the Listening classes, a practice exam was also given to the students. As a result of the extensive preparation through the homework, short tests and review materials, the average score of the midterm and final exams were 83% and 89%, respectively. Although the student evaluation is fair and thus satisfies the second evaluation criterion, it is necessary to examine the course material to determine if it satisfies the first evaluation criterion.

3.2 Class Materials

This section evaluates the materials used in class on the basis of the first evaluation criterion. The first evaluation criterion is that the class should increase the students' ability to read, write or present technical English. The main teaching materials used in the classroom are English taken from real world sources and the textbook.

The purpose of the Listening class is to improve the students' listening ability,

which has little to do with the first evaluation criterion. However, native speakers of English learn the language mostly through listening. Therefore, improving the listening ability of the students will indirectly help them meet their needs.

For the Listening classes, real world English taken from popular movies, such as "The Matrix," and "I, Robot," was used. These movies contain many scientific and technical terms, and are appealing to the students. Also, as stated above, the bonus section of the homework consists of writing questions to improve the students' writing abilities.

The textbook for the Listening classes deals with daily life topics, such as shopping and booking hotels. Although this material has its uses, most of the students will not use this English in the future. Therefore, the textbook fails the evaluation criterion and should be replaced.

There are two purposes for the Oral Communication classes. The first purpose is to teach the students good speech writing techniques and is in direct conformity with the first evaluation criterion. To teach good speech writing techniques and proper English pronunciation, famous speeches taken from real world sources were used. These sources include the speech, "I Have a Dream" by Dr. Martin Luther King, Jr. and the "Sermon on the Mount" from the Bible. Although the topics of the speeches are not related directly to technical English, the structure and devices used in these famous speeches make them ideal material for teaching presentation skills.

The textbooks used in the Oral Communication classes are also based on daily life topics. As was the case with the Listening class, most students do not need this type of English. Therefore the textbooks for the Oral Communication classes also fail the first evaluation criterion and should be replaced.

4. Conclusion

This paper has looked at Kosen English education on the basis of the needs of the Kosen students after graduation. From the needs of the students, two evaluation criteria were presented. When the evaluation criteria were used to examine the author's classes at Tokyo National College of Technology, it was shown that there are parts of the classes in which changes should be made to improve the quality of the classes and make the classes more in accordance with the needs of the students.

(Received Aug. 7, 2006)

集積システム設計教育教材としてのビットシリアル乗算回路

大　塚　友　彦*

Bit Serial Multiplier for Integrated System Design Exercises

Tomohiko OHTSUKA

Exercising about the integrated system design from the system design to physical design is important for the students who aim to become an integrated system designer. This paper presents a fundamental education approach using a bit serial multiplier as an example for the integrated system design education. In laboratories, each student designs the specification aiming to realize the target functionalities. According to each specification, a register transfer level system is assembled using the hardware description language (HDL), and its functionalities are checked using the HDL simulator on PC. After that the logic synthesis against the bit serial multiplier designed by each student, synthesized gates are placed and routed on the field programmable gate array (FPGA). Also students can study the actual system implementation and its evaluation methodology.

(Keywords : Hardware Description Language, Bit Serial Multiplier, FPGA Design)

1．はじめに

LSI 設計教育に代表される集積システム設計教育を効果的に行うには、講義を中心とした設計理論に関する理論教育と実際に CAD（設計支援ツール）を用いた設計・実装実習による実務教育の両者が必要である。現在、日本の大学・高専の LSI 教育においても講義や実験実習の両面による様々な実践的教育の試みが行われている[1][2][3]。

集積システム設計手順は概ね、

① 設計仕様作成
② システム設計
③ 機能設計
④ 論理設計
⑤ トランジスタ回路設計
⑥ レイアウト設計

の６つのステップから成り立っている。受講者は、単にそれぞれの概要を理解するだけではなく、受講者自身が学習した知識をもとに CAD を駆使して①から⑥の工程を実体験することを通じて一層深い理解を得る事が可能となる。

授業時間数制約下で受講生の予備知識に配慮した集積システム設計教育のあり方を検討し、これに基き、平成 16 年度より本校専攻科電気電子工学専攻「電気電子工学特別実験」の中で、

(a)実践的集積システム設計教育の実現
(b)LSI 設計の立場からシステムの実現

のため、講義と実験実習を融合した演示実験形式による集積システム設計教育を実施している。

設計工程①から⑥までの流れを効果的に体験学習するには、少なくても中小規模程度の有限状態マシン規模の設計を課題に選択する必要がある。ここでは、設計工程①から⑥を一通り受講者に体験学習してもらうため、題材として、小規模の有限状態マシンであるビットシリアル乗算回路を例示し、これを手順に従って実現する工程で受講者に設計の流れを理解させようと考えた。本報告は、こうした講義と実験を併用した集積システム設計教育の試みについての報告である。

2．シリアル乗算回路設計実験の概要

2．1．受講対象

本実験では、専攻科電気電子工学専攻１年生を対象とした。受講時までに以下に示すような予備知識を修得していると想定している。

①マイコンの使い方やプログラムは経験済み。
②論理回路の基礎は修得済み。
③C 言語などの高級言語は修得済み。
④HDL(ハードウエア記述言語)は経験済み。

*電子工学科

２．２．教育目標

以下のような教育目標を実現するため、HDL や FPGA を用いたシステム設計を初めて学ぶ受講生対象に実験を実施している。

①システム設計の基本的な流れを理解する。
②HDL や FPGA による設計手法を理解する。
③有限状態マシンのハードウエア設計を体験学習し、理解を深める。

２．３．実習課題

本実験では、ビットシリアル乗算回路設計・実装実習の中で、以下の①～⑤の実習課題を設定した。

① ビットシリアル乗算のアルゴリズム設計

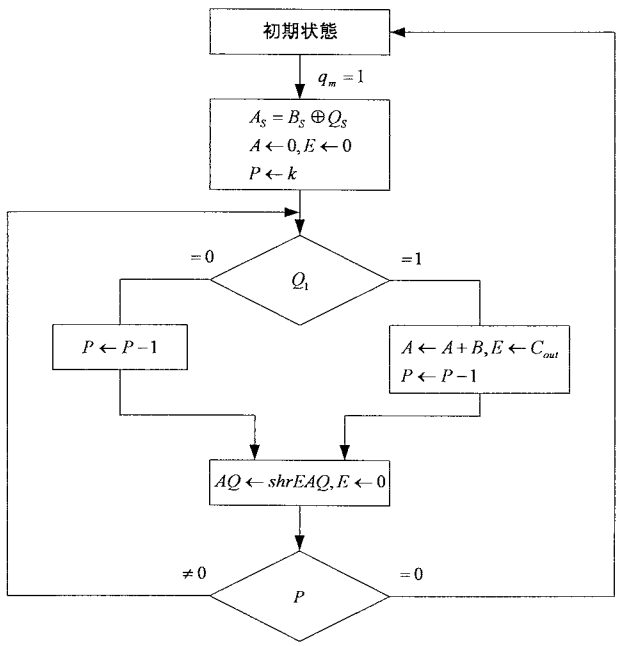


図１．ビットシリアル乗算アルゴリズムの一例

ビットシリアル型の乗算アルゴリズムを検討する。授業では、まず、受講生は、乗算演算の処理手順を調査し、課題である乗算アルゴリズムを設計する。

図１に比較的計算量の少ないシリアル乗算アルゴリズムの一例を示す。初期状態で乗数 Q、乗数符号ビット Q_S と被乗数 B、被乗数符号ビット B_S、レジスタ P にデータのビット幅 k を初期値として与えている。次に、処理開始の信号 q_m が 1 になったら Q_S と B_S の排他的論理和を計算し、結果を A_S に保存する。また、計算結果を一時保存するレジスタ A と計算途中のオーバーフローを保存する E レジスタに 0 をセットする。レジスタ P は乗数のビット幅をセットする。次に乗数 Q の下位１ビット Q_1 を検査する。Q_1 が 0 ならば P の内容を -1 し、1 ならば A に $A+B$ を代入して、オーバーフローを E にセットし、P を -1 する。続いて A レジスタの値を右に１ビットずつシフトし上位１ビットに E の値を入れる。また、Q レジスタの値を右に１ビットずつシフトし上位１ビットに A レジスタの下位１ビットの値を入れ、E をクリアする。P の値が 0 でなければまた Q_1 の処理から始める。P が 0 ならば計算終了となる。最終的な演算結果は、符合ビットを A_s として A_sAQ となる。

受講生は各自、図１のような乗算の処理アルゴリズムを考えて、手順をフローチャートで表現する。

② 乗算回路のアーキテクチャ設計

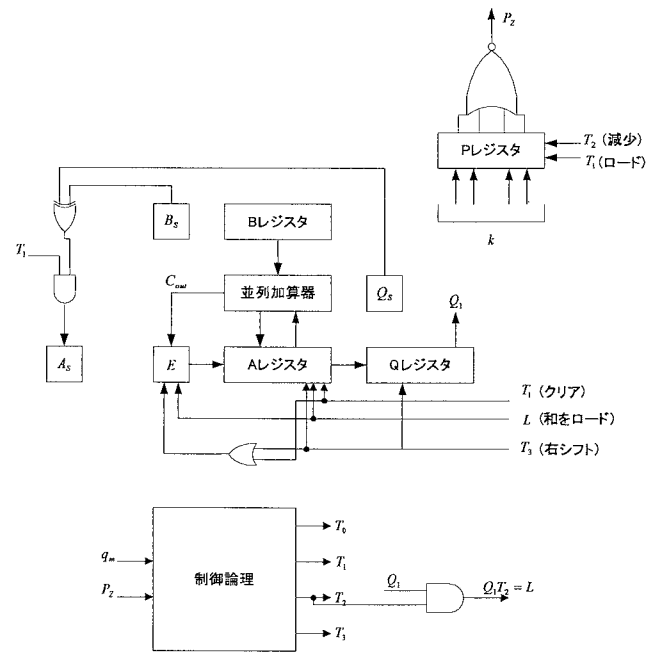
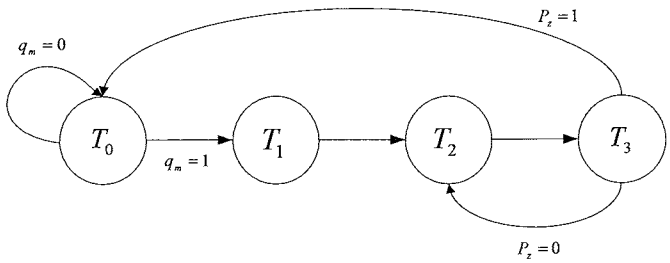


図２．ビットシリアル乗算回路の一例

続いて、各受講者が考えた演算アルゴリズムを実現する回路をレジスタ転送レベルで設計する。ゲートレベルの回路を考える前にブロックレベルでシステム全体が正しく動作するかを把握するのがこの工程の目標である。この作業を通じて、受講者にブロックレベルのアーキテクチャ設計（機能設計）を体験学習させている。図２は図１を実現する回路のアーキテクチャの

一例を示したものである。

③ 乗算回路制御部の状態遷移図作成



T_0：初期状態
T_1：$A_S \leftarrow B_S \oplus Q_S$, $A \leftarrow 0$, $E \leftarrow 0$, $P \leftarrow k$
Q_1T_2：$A \leftarrow A+B$, $E \leftarrow C_{out}$
T_2：$P \leftarrow P-1$
T_3：$AQ \leftarrow shrEAQ, E \leftarrow 0$

図 3. ビットシリアル乗算回路(図 2)の状態遷移図

次に受講者は乗算回路の制御部(制御論理)の状態遷移図を設計する。乗算回路の制御部は、内部の各レジスタ、演算回路、入出力回路などの各部に制御信号を送信し、各部の動作を管理する。乗算アルゴリズム通りに処理を進めるためには各部は適切に動作する必要がある。図３は図２の乗算回路を適切に動作させるための状態遷移図を示したものである。

以上のように受講者はレジスタ転送レベルのアーキテクチャ内の各ブロックを適切に動作させるよう状態遷移図を設計する。

④ CADによるビットシリアル乗算回路設計

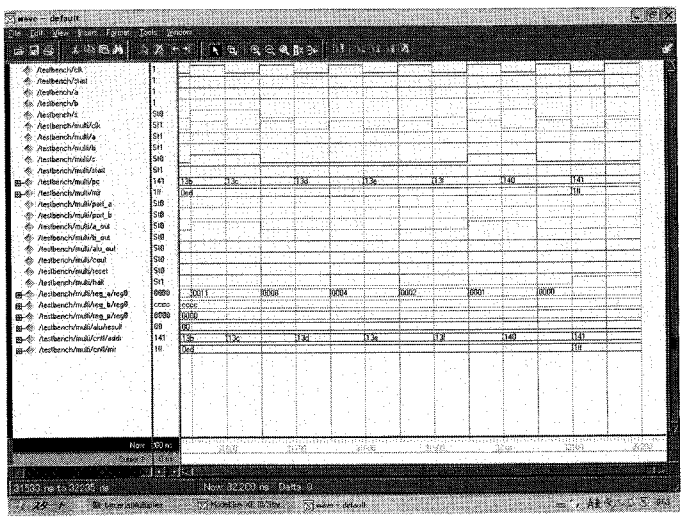


図４．HDL シミュレーション結果

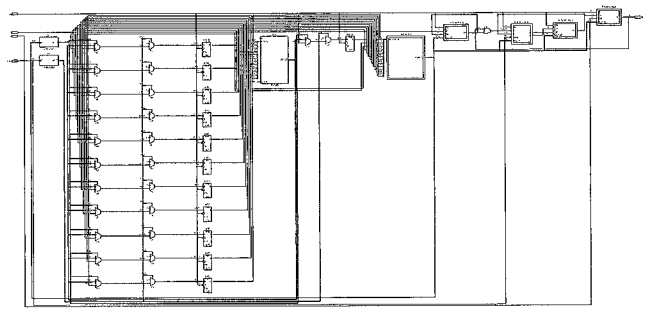


図５．論理合成されたビットシリアル乗算回路

①から③の工程を踏まえ、受講者は CAD(設計支援ツール)を用いて乗算回路を設計する。まず、受講者は HDL(ハードウエア記述言語)を用いて乗算回路を記述し、HDL シミュレータを用いてその動作確認を行う。図４は HDL シミュレータで計算した HDL 記述の乗算回路のタイミング解析の結果である。

本授業では、HDL シミュレータとして *Xilinx* 社から無償提供されている *ModelSim Xilinx Edition* を受講者に使用させた。なお、設計ツールは無償で配布されているものなので、時間内に設計を終えられなかった者も、研究室や自宅のＰＣ上で実習を行うことが可能となっている。

動作確認が完了したら、論理合成ツールを用いて HDL から論理回路を自動生成する。図５は図２、図３に基づいて設計した乗算回路の HDL 記述を論理合成した結果を示している。本授業では、論理合成ツールとして *Altera* 社の *Quatus II* を用いた。

以上のように受講者全員が CAD を使用しながら集積システム設計の工程を１つ１つ体験することにより、設計全体の流れを理解することが可能となっている。

⑤ FPGA によるビットシリアル乗算回路の実現

論理合成された乗算回路を FPGA にマッピングして実装する。ここでは、実験時間数の制約に配慮し、実装は *Altera* 社の FPGA(Field Programmable Gate Array)を用いることとした。FPGA レイアウト設計ツールには *Altera* 社の *Quatus II* を用いた。パソコン上で設計した回路情報を実際に FPGA にマッピングすることにより、迅速に試作品を製作して実試験に入れる

ようにした。

このように受講生は集積システムのラピッドプロトタイピングや実試験についても体験学習を通じて理解を深めることが可能となっている。

3．まとめ

本論文では、本校専攻科電気電子工学専攻 1 年生を対象とした HDL を用いた集積システム設計を実施の様子を報告した。実装には、比較的安価で、かつ LSI 設計の流れに近い形で実習可能な FPGA を活用した。

本実験により、集積システム設計の流れについて学生の理解が一層深まり、設計する能力も高まることが確認された。また、これまでビットシリアル乗算回路を初めとする有限状態マシンの内部動作のしくみや設計方法を知らなかった学生にも複雑な回路の動作・しくみについて理解が深まることが確認できた。

今後も実験の進め方、説明方法、新しい設計題材の試作など改善のための検討を行う予定である。

謝辞

本実験は、日本アルテラ株式会社ユニバーシティ・プログラムの支援のもと実施している。協力頂いた日本アルテラ株式会社に感謝の意を表する。

参考文献

[1] **大塚友彦**，“ハードウエア記述言語と FPGA を用いたマイクロプロセッサ設計教育”，東京高専研究報告，第 36(2)号，pp.29-32, January, 2005

[2] 末吉、田中、柴村：再構成可能な論理 LSI を用いた教育用マイクロプロセッサ:KITE、信学技法, CPSY92-47, ICD92-87, 1992 年 10 月

[3] 庄野：大学における LSI 設計教育－2 ビットマイクロコンピューター、電子情報通信学会誌, vol. 75, no5, pp. 530-533, 1992 年 5 月

（平成18年 8 月31日　受理）

発光微生物の金属イオンによる異常発光増大の抑制に関する研究

庄司　良*，　田汲方哉*

Control of the Luminescence Abnormally Enhanced by metal ions in *Vibrio fischeri* Y1 and *Salmanella typhimurium*

Ryo SHOJI, Masaya TAKUMI

Today, miscellaneous chemical substances existed in environment, and waste incinerated ash were hazardous to living human, animals and plants. The objective of this study was to examine that hazardous effect of waste incinerated ash of municipal solid waste be using *Vibrio fischeri* (ROTAS®), *Salmonera* TL210 and TL210ctl (luminescence Umu test in *Salmanella typhimurium*). Vibrio fischeri, TL210 and TL210ctl in order to investigate the dose response curves of waste incinerated ash eluate prepared by the sample leaching test. Although, luminescence is strongly enhanced by some minerals such as potassium in waste incinerated ash of municipal solid waste so that the results of toxicity test was not reasonable in this study, a certain amount of potassium was spiked to the incinerated ash sample to examining exactly hazardous effect of incinerated ash of municipal solid waste.

(Keywords : Vibrio fischeri, luminescence Umu test, luminescence intensity, potassium chloride)

1. 緒言

今日、環境中には1万種を凌駕する多種多様な化学物質が存在し、有害物質による環境汚染はヒトを含む生物や動植物、つまり生態系に対し重篤な被害を与える場合がある[1]。その、化学物質や環境物質の評価法としては、化学分析のみが主として行われているが、一万種を凌駕する化学物質のうち、数百種程度の化学物質のみが定量分析されている従来の環境分析では不十分であり、環境中の特に生態系に対するハザードを評価することが困難とされているのが現状である。

一般廃棄物焼却灰などの有害固体試料による環境汚染の評価法として、有望な環境分析・計測手法として溶出試験と組み合わせて使用する各種迅速簡便なバイオアッセイが注目されている。バイオアッセイとは生物を用い、その応答性から化学物質や環境物質の有害性を評価する方法である。しかし、現在のバイオアッセイはOECD ガイドラインに則った様な、ミジンコ遊泳阻害試験や藻類生長阻害試験といった試験が主であり、それぞれの試験は最低 2,3 日要し、廃棄物焼却灰等の様々な化学物質がランダムに含まれる様な試料が次々と搬入される廃棄物最終処分場等における搬入検査に用いる場合、2日という時間はあまりにも時間がかかりすぎている[2][3]。

一方、近年短時間で土壌の毒性評価を目的に海洋発光性細菌である *Vibrio fischeri* を用いた ROTAS(Rapid On-site Toxicity Audit System 開発元:Sybersense,UK) が開発され、また、*Vibrio fischeri* 由来の発光遺伝子群を導入した *Salmanella typhimurium* の遺伝子組み換え菌を用いた発光 Umu 試験が開発された[4]。従来のミジンコ遊泳阻害試験及び藻類生長阻害試験より 90%時間を短縮することが可能であり、専門知識や特別な装置を有しなくても使用できるよう設計されていることより、迅速簡便かつ細胞毒性と遺伝毒性を同時に評価することが可能となりつつある。

しかし、上記の迅速簡便性から有望であると考えられる ROTAS 試験及び発光 Umu 試験は、一般廃棄物焼却灰試料によっては、含有するカリウムイオンなどのミネラル成分に代表される発光反応を活性化させる物質の作用によって異常に発光強度が増大してしまい、正しく有害性を評価することが難しい。

そこで、本研究の目的として、ROTAS 及び発光 Umu 試験に供することで毒性試験を行う試料に発光強度を増大させる作用を有すると考えられる塩化カリウムを添加することで、試料ごとに異なる異常な発光強度の増大を抑制し、適切に有害性を評価することを検討した。不特定多数の物質が混在する環境試料の代表として一般廃棄

＊物質工学科

物焼却灰の有害性の評価が可能であるか検討した。

2. 実験方法

2-1.試料溶出法

一般廃棄物焼却灰からの化学物質の溶出には、ROTAS キットに梱包されているシリンジを使用した。シリンジに試料を 1g 取り、溶出溶媒(純水)を 10ml 加え、200rpm で 2 分間振とう溶出した。溶出液は ϕ=0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過し、pH=5.0~6.0 に調整した。

2-2.ROTAS における有害性評価

有害性評価の指標は海洋性発光細菌である *Vibrio fisheri* の発光強度の減少である。まず、生理食塩水を主成分とする再活性化液により、凍結乾燥させた海洋性発光細菌に添加し、再活性化させる。再活性化させた菌溶液を 50 分放置させた後、菌溶液 1ml に対し試料を 1ml 曝露し、発光の阻害を観察する。つまり、試料の最大曝露濃度は 50%である。

2-3.発光 Umu 試験における有害性試験

発光 Umu 試験では TL210 株と TL210ctl 株の二種を用いる。前者は、レポーター遺伝子として海洋性発光細菌(*Vibrio fischeri*)由来の発光遺伝子群(*luxC,D,A,B,E*)を、SOS 遺伝子の一部である *umuDC* 遺伝子の下流に連結した組換え遺伝子を、サルモネラ菌 TA1535 株に導入した菌株であり遺伝子に損傷を与える物質に応答し、発光タンパクであるルシフェラーゼを発現し、発光する。

後者は、発光遺伝子群(*luxC,D,A,B,E*)をプラスミドベクターpBR322 のテトラサイクリン ORF に挿入した組換え遺伝子をサルモネラ菌 TA1535 株に導入した菌株であり、常にルシフェラーゼを発現し発光する。つまり、TL210 株は遺伝毒性の評価を観察し、TL210ctl 株は細胞毒性の評価及び菌自体のキリングの観察に用いる。

TL210 株及び TL210ctl 株の培養は TGA 培地を用い、前培養として 12 時間程度、本培養として 3 時間程度培養し対数増殖期を経た菌液に 1:1 の割合で試料を 3 時間曝露し、TL210 株は発光強度の増大を遺伝毒性の指標とし、TL210ctl 株は発光強度の減少を細胞毒性の指標とした[5]。また、発光強度増大の測定には Fluoroskan Ascent FL(Labsystems)を用いた。

2-4.発光率の計算

毒性を評価する指標として発光率を(1)式で定義した。

$$発光率[-]=\frac{Ls-Cp}{Cn-Cp}\cdots(1)$$

Ls:試料の発光強度[ev]

Cp:ポジティブコントロールの発光強度[ev]

Cn:ネガティブコントロールの発光強度[ev]

3. 結果及び考察

3-1. *Vibrio fischeri*、TL210 株、TL210ctrl に KCl を添加した場合

Vibrio fischeri、並びに 2 種のサルモネラ菌である TL210 株、TL210ctl 株において KCl を添加し発光強度の変化を観察した。ただし、TL210 株に関しては、通常の発光 Umu 試験を行う際にポジティブコントロールとして用いられる 10ppm 4-nitroquinoline 1-oxide(4NQO)を添加した[4,5]。

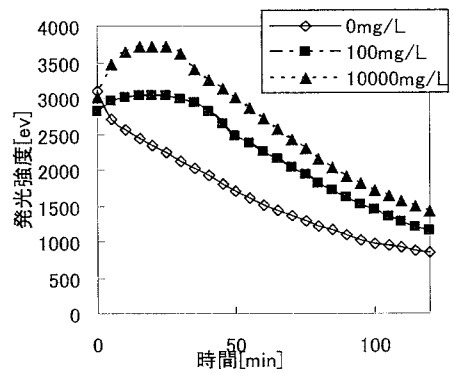


Fig. 1 *Vibrio fischeri* において KCl 濃度を変化させた場合の発光強度の時間変化

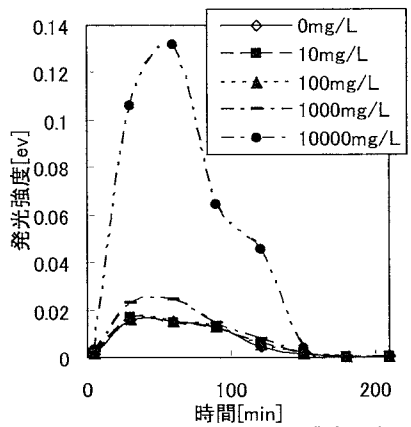


Fig. 2 TL210ctl 株において KCl 濃度を変化させた場合の発光強度の時間変化

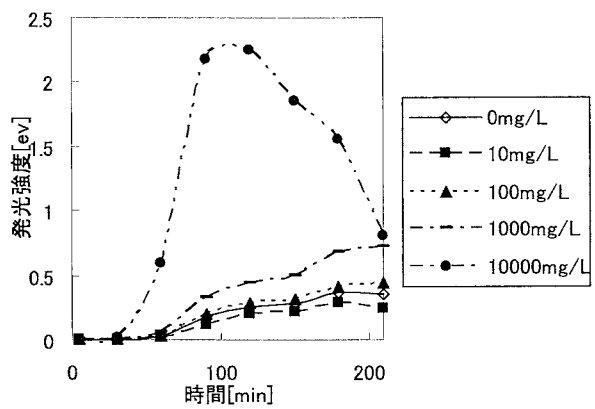


Fig. 3 TL210 株において KCl 濃度を変化させた場合の発光強度の時間変化

Fig.1、Fig.2、Fig.3 より各菌種で発光強度が増大し始める濃度及び時間は違うが、発光強度が最大となるKCl 濃度で比較すると、最大 10 倍程度発光強度が増大している。

発光が増大する時間及び濃度が異なる原因として、*Vibrio fischeri* は海洋性細菌であるのに対し、TL210ctl 株及び TL210 株はいわゆるサルモネラ菌であり、腸内細菌の一種である。つまり、3 種の菌種は常在環境中のカリウム濃度が異なるので、カリウムが代謝の系に対し与える影響の大きさが元々異なってくる。そのため、最も活性化する濃度が異なってくると考えられる。ただし、*Vibrio fischeri* は海洋性細菌であるにも関わらず、サルモネラ菌より低濃度のカリウム濃度で発光強度が増大したのは興味深い。この原因に関しては、細胞内 ATP 活性の測定によって、そのメカニズムが明らかになると期待される。また、*Vibrio fischeri* 及び TL210ctl 株は ATP を産生する際にルシフェラーゼを活性化させ発光しているのに対し、TL210 株は DNA がダメージを受けた際にルシフェラーゼを活性化させるという点で異なる。つまり発光させるメカニズムが根本的に異なるため、発光するタイミングが異なると考えられる。

3-2.一般廃棄物焼却灰溶出に KCl を用いた場合

次に一般廃棄物焼却灰を溶出する際に KCl 水溶液を用いることを検討したが、濃度は各菌で最も活性化した濃度以上のものを使用した。すなわち、*Vibrio fischri* の場合は 400mg/L、TL210 株及び TL210ctl 株は 20,000mg/L を用いた。加えて、カリウムによる発光強度の増大のメカニズムとしては、細胞数の増加によるものではなく、単位細胞あたりの発光強度が増大していることに起因していることは、今回検討した菌体全てについて言えることである。

各菌体に対して以上のカリウム濃度の溶液で溶出し得られた一般廃棄物溶出試料を曝露し得られた用量作用曲線を Fig.4、Fig.5、Fig.6 に示す。

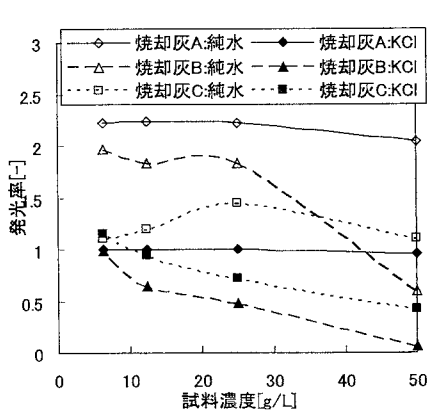


Fig. 4　*Vibrio fischeri* において溶出の系を純水と 400mg/L KCl 水溶液と変えた場合の焼却灰の用量作用曲線

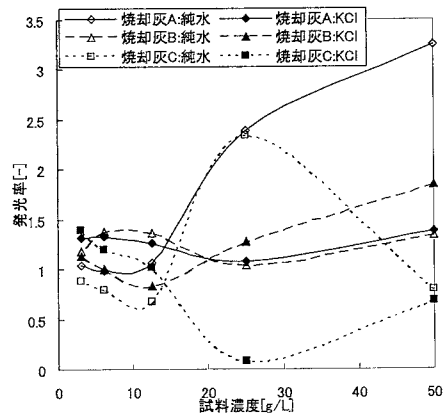


Fig. 5　TL210ctl 株において溶出の系を純水と 20,000mg/L KCl 水溶液と変えた場合の焼却灰の用量作用曲線

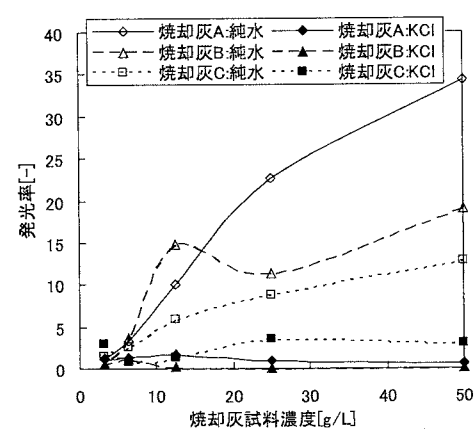


Fig. 6　TL210 株において溶出の系を純水と 20,000mg/L KCl 水溶液と変えた場合の焼却灰の用量作用曲線

Fig.4 より *Vibrio fischeri* に対し、純水を用い溶出を行った系では発光率が異常上昇し、有害性の評価を行うのが難しい。しかし、400mg/L KCl 水溶液で溶出を行った系においては、異常な発光率の増大を抑制し、有害性を的確に評価することが可能となると観察された。つまり、高いカリウム濃度に起因する発光強度の増大が曝露した全ての濃度区で認められ、曝露時間の経過とともに一般廃棄物焼却灰の有害性に起因する発光強度の低減が認められた。カリウムを添加せず純水で溶出させた場合は、元々の発光強度の絶対値が小さいため、有害性を示す重金属類が含有されようとも、焼却灰中の発光強度増大を誘引する物質の影響を受け、焼却灰溶出濃度の増加とともに、発光強度が増大してしまい、有害性の濃度依存的観点からの解釈が困難である。以上のことより、Vibrio

fischeri の発光強度をエンドポイントとする一般廃棄物焼却灰の有害性試験において、カリウムを添加し溶出試験を行い得られた試料を有害性試験の試料として使用する有効性が示された。

同様に Fig.5 の焼却灰 A の場合においても、純水で溶出した系に比べ、20,000mg/L KCl 水溶液で溶出した系は、異常な発光率上昇を抑制し手いることより、TL210ctl 株においてもカリウムを添加することは発光率異常増大を抑制する手段として有効であると考えられる。しかし、焼却灰 B においては、Fig.4 の Vibrio fischeri と異なり毒性が現れていない。原因として考えられることは、Vibrio fischeri の方がサルモネラ菌より、カリウムや重金属等の金属塩類に対しセンシティブに影響を受けるのではないかと考えられる。また、焼却灰 C の試料濃度が 50g/L の場合において、純水溶出の系と KCl 水溶液溶出の系との毒性が同程度という結果が得られている。その点に関しては、純水溶出の系において相対的にカリウム濃度が高くなってしまい、KCl 水溶液溶出の系と同程度になってしまったと考えられる。だが、依然として TL210ctl 株の発光をエンドポイントとする一般廃棄物の有害性試験において、カリウムを添加し溶出試験を行い得られた試料を有害性試験の試料として使用することの有効性が示された。

Fig.6 は遺伝毒性を評価する TL210 株の一般廃棄物焼却灰の用量作用曲線であり、一般廃棄物焼却灰溶出試料に 10ppm 4NQO 入れる事により、発光強度のボトムアップを行った。焼却灰 A において、純水で溶出した系においては発光強度が 30 以上と増大しているのに対し、20,000mg/L KCl 水溶液で溶出した焼却灰 A は発光率が 1 程度で横這いとなっている。Fig.4 および Fig.5 の結果では焼却灰 A には発光率を低下させるほどの有害性は無いことより、遺伝毒性を評価する TL210 株の結果で横這いになることは妥当であると考えられる。つまり、焼却灰 A において、KCl を用いて溶出を行うことにより異常な発光強度の増大を抑制したと考えられる。同様に、焼却灰 B において、純水で溶出した系では発光率が異常に増大しているが、KCl 溶出の系ではむしろ低下傾向にある。このことより、菌体数自体が低下し発光率が低下してしまったと考えられる。つまり、遺伝毒性の影響以上に細胞毒性の影響を受けてしまったのではないかと考えられる。焼却灰 C においても、純水で溶出した系では発光率が異常に増大してしまった。KCl 溶出の系において発光強度が 3 程度になっている。原因として考えられるのは、菌体の減少より、菌体の発光が活発となったためと考えられる。つまり、細胞毒性の影響以上に遺伝毒性の影響が考えられる。だが、依然として TL210 株において KCl 水溶液を用い一般廃棄物焼却灰を溶出することで、異常な発光率の上昇を抑制することが可能であることが示された。

4. 結論

Vibrio fischeri、TL210 株、TL210ctl 株において、ある程度の KCl を添加することにより発光強度が明らかに増大し、異常な発光強度の増大に KCl が増大に関与している可能性が高いことが示唆された。

また、*Vibrio fischeri*、TL210ctl 株および TL210 株において KCl 水溶液を溶出に用いることにより、相対的な発光率の増大を阻害することが可能であり、このことより従来の純水を用いた溶出系より、有害物質に対し圧倒的な感度の増加が見込まれる。

参考文献

(1) Chemical Abstract, http://www.cas.org/
(2) OECD, OECD Guidelines for Testing of Chemicals, No.211 *Daphina magna* Reproduction Test. (1998)
(3) OECD, OECD Guidelines for Testing of Chemicals, No.201 "Algae, Growth Inhibition Test"(1984)
(4) Masato Kawakami; Ryo Shoji; Yoshiharu Tanaka; Kazuyuki Taguchi; Masana Hirai; Takao Imaeda; Masato Yamada; Shino Mohri, The umu-sensor using for genotoxicity test by using luminescence umu strain EICA 10(3) (2006)
(5)Taguchi Kazuyuki; Tanaka Yoshiharu; Imaeda Takao; Hirai Masana; Mohri Shino; Yamada Masato; Inoue Yuzo,Development of a genotoxicity detection system using a biosensor. Environmental Sciences 11(5), 293-302 (2004)

謝辞

富士電機システムズ株式会社 環境システム本部開発室装置応用グループおよび機器技術研究所計測技術グループならびに日立化成工業株式会社 研究開発本部 ライフサイエンスセンターよりご支援より遂行した。

（平成18年8月31日受理）

平成17年度全教員教育研究業績

１．研究論文・著作物（著書・翻訳書など）

一般教科（人社系・英語系）

環境リスク管理論とその価値前提――技術者倫理教育を展望して――
（「東京工業高等専門学校研究報告書」第37(1)号, 2005, pp. 21-30）……川北晃司
高専における実践的国語表現授業の試み――2004年度３年文章表現法授業報告――
（「東京工業高等専門学校研究報告書」第37(2)号, 2006, pp. 29-41）……舩戸美智子，川北晃司，津田潔
戦争初期における文部省の戦時科学政策―有光次郎日記をめぐって―
（「サジアトーレ」No. 34, 2005,5, pp. 121-132）……河村　豊
Laying the Foundation for Wartime Research: A Comparative Overview of Science Mobilization in National Socialist Germany, Japan, and the Soviet Union（*Osiris*, 2005, pp. 79-106）
……Walter E. Grunden, Yutaka Kawamura, Eduard Kolchinsky, Helmut Maier, and Masakatsu Yamazaki
戦時中の日本における科学者動員
（広島大学総合科学部編「戦争と科学の諸相」丸善, 2006,2, pp127-131）……河村　豊
第二次大戦再転換期における米国の中小企業政策―中小戦時工場公社の余剰資産処分施策―
（「西洋史学」220号, 2006,3, pp1-21）……浅野敬一
第11章日本経済の現状と課題第３節産業構造の変化
（香川勝俊編「教養の政治学・経済学」学術図書出版社，2005年４月，pp203-213を分担執筆）……浅野敬一
A Controlled Translation Activity in English Class―Caption Writing According to the Length of Time―
（「東京工業高等専門学校研究報告書」第37(2)号, 2006,1, pp19-28）……村井三千男
「理工系学生のための英単語3300」（亀山太一編　成美堂出版　2006,3分担執筆）……村井三千男
Difficult areas that Japanese learners of English have in shadowing
（「*Proceedings of the Tenth Commemorative Conference of the English Phonetic Society of Japan*」 2005,11, pp104-113）……堀　智子
日本人英語のインテリジビリティに関する試み―短期大学生の場合―
（田中実、神崎高明編「英語語法研究の新展開」英宝社, 2005,10, pp. 218-224）……堀　智子
高専１年生を対象とした英文多読指導の実践
（Teaching Extensive Reading to the First Year Students at College of Technology）
（「平成17年度日本工学教育協会第53回年次大会講演論文集」2005,8, pp. 296-297）……竹田恒美、堀　智子
英文多読を取り入れた１年英文読解授業の実践報告
（「東京工業高等専門学校研究報告書」第37(2)号, 2006,1）……竹田恒美、堀　智子
リーディング処理効率化技術としてのシャドーイングの実践とその効果ー予備調査
（中部地区英語教育学会「紀要」35号, 2006,2, pp. 271-278）……相澤俊行
臨床英語教育人間学序説(1)―問題の所在あるいは本質論および目的論を中心に―
（「東京工業高等専門学校報告書」第37(1)号, 2005,9, pp. 13-20）……相澤俊行
臨床英語教育人間学序説(2)―英語教師論：分散知のデザイナー／トレーナーへ―
（「東京工業高等専門学校報告書」第37(2)号, 2006,1, pp. 43-48）……相澤俊行
「新撰万葉集」注釈稿（上巻　秋部　六八～六九）
（「東京工業高等専門学校研究報告書」第37(2)号, 2006,1, pp1-10）……津田　潔、半澤幹一
「新撰万葉集」注釈稿（上巻　秋部　七〇～七二）
（「共立女子大学文芸学部紀要」第52集, 2006,1, pp1-23）……半澤幹一、津田　潔

一般教科（数学系・物理系）

多くの穴を持つ領域上の半線形楕円型方程式の解の存在と非存在
（「東京工業高等専門学校研究報告書」第37(2)号, 2006,1, pp 67-70）……拜田　稔

「図解入門　よくわかる電磁気学の基本と仕組み」（秀和システム, 2006,3）……潮　秀樹
「高専の応用物理第２版」（森北出版, 2005,12）……監修：小暮　編集：潮, 中岡　執筆：潮, 中岡, 宮本, 大野, 竹内
「図解入門　よくわかる物理化学の基本と仕組み」（秀和システム, 2005,12）……潮　秀樹
「図解入門　よくわかる光学とレーザーの基本と仕組み」（秀和システム, 2005,10）……潮　秀樹
「Theory of Copper Oxide Superconductors」（Springer, 2005,5）…H. Kamimura, H. Ushio, S. Matsuno and T. Hamada
「実験で分かる　エネルギーと環境」（秀和システム, 2005,5）……潮　秀樹，大野秀樹
スチュアートの定理のいくつかの拡張および数学・工学上の意義について
（論文集高専教育28号, pp. 237−242, 2005 共著）……佐藤義隆
The Uniqueness and the Existence of the Generalized Moore-Penrose Inverse
（Bull.Polytechnic University No. 34−A, 2005, pp 167−180）……佐藤義隆
チェバの定理の３次元ユークリッド空間への拡張について
（日本数学教育学会高専・大学部会論文誌第12号, 2006. pp 87−92 共著）……佐藤義隆
A Note on Reflexive Generalized Inverse（Bull.Polytechnic University No. 35−A, 2005, pp 169−174）……佐藤義隆
「確率統計」（大日本図書, 2006 共著）……佐藤義隆
「応用数学」（大日本図書, 2006 共著）……佐藤義隆
「応用数学問題集」（大日本図書, 2006 共著）……佐藤義隆
On the Density Function of an Invariant Measure under One-Dimensional Bernoulli Transformations
（「Tokyo Journal of Mathematics」vol. 28, No.1, 2005, pp. 155−171）……Yuko Ichikawa
On the Convergence rate of2-dimensional low discrepancy sequences
（数理解析研究所講究録1462確率数値解析における諸問題，Ⅶ，2006,1, pp63−78）……市川裕子，森真
線型代数学の授業における “ parametrized graphics ” の効果的導入
（「高専教育」第29巻, 2006,3, pp. 79−84）……清藤　晃

機械工学科

ワイブル分布による風況および発電量予測に関する一考察
（「日本機械学会論文集（Ｂ編）」71巻707号, 2005,7, pp 1847−1853）……斉藤純夫，佐藤健一，関塚　智
Mine Remote Sensing Technology Using a Working Robot
（「Journal of Robotics and Mechatronics, Motion Control and Applications in Robot Technology (RT)」
Vol 17. No 1, 2005,1, pp 101−105）……下井信浩，滝田好宏
ファインセラミックスの生材加工
（「日本時計学会論文誌，メカトロニクス」Vol. 49 No. 193 2005,12, pp 45−54）……下井信浩
Detection of Crack Initiation by Observations of Free Surface Condition
（「Journal of ASTM International」Vol. 3 No. 6, 2006.2）
……Kensuke Ichinose, Sanichiro Yoshida, Kenji Gomi, Kiyoshi Taniuchi, Katsumi Fukuda, and Hideyuki Ishii
環境に対応した解体分離技術（「機械の研究」vol. 58−1, 2006, p. 132−142）……木村　南

電気工学科

V-I Characteristics of Short Gap Arc in Air at C, Ag, Cu, Pd, and W Electrodes
— Measurement and Formulation for Practical Use—
（IEICE Transactions on Electronics, Special Section on Recent Development of Electro-Mechanical
Devices−Selected Papers from International Session on Electro-Mechanical Devices2004 (IS-EMD2004),
Vol. E88−C, No. 8, August, 2005, pp. 1603−1615）……Keiichi SUHARA
都市部における地球温暖化対策モデルの評価
（「電気学会論文誌 D」125巻11号, 2005,11, pp. 1066−1067）……土井　淳，竹内佐和子
信号処理のための数学的一手法―電気回路の過渡応答を例にして―
（「日本数学教育学会高専・大学部会論文誌」Vol. 12, No. 1, August2005, pp. 93−96）……伊藤　彰，佐藤義隆
10BASE-T＆100BASE-TX 機器の評価
（「東京工業高等専門学校研究報告書」第37⑵号, 2006,1, pp. 57−60）……山内峯生，張心苑，大貫繁雄

Growth, Optical and Structural Characterization of Layered GaS Films Prepared by Reactive RF Sputtering Method
（「Japanese Journal of Applied Physics」Vol44-No7A, p. 4780, 2005）……Masanori Ohyama and Hiroshi Ito

電子工学科

Siを用いて試作した温度センサーの熱処理による影響（「東京高専研究報告書」第37(1)号, 2005,9）……柚賀正光

Surface Texturing ofSilicon by Hydrogen Radicals
（Proceedings of the 31st IEEE Phtovoltaic Specialists Conference, 2005, pp1261-1264）
…… H. Nagayoshi, K. Knno S. Nishimura, K. Terashima

New Material System for Ultrahigh efficiency solar cells
（Proceedings of the 31st IEEE Phtovoltaic Specialists Conference, 2005, pp 725-727）
……S. Nishimura, H. NagayoshiK. Terashima

Partial Shading Effect Emulation Using MultiSmall Scale Module Simulator Units
（Proceedings of the 31st IEEEPhtovoltaic Specialists Conference, 2005, pp 1710-1713）
…… H. Nagayoshi, M. Atesh

Surface texture on Si by hydrogen radicals
（Jpn. J. Appl. Phys., 44 (2005) pp. 7839-7842）……H. Nagayoshi, S. Nishimura, K. Treashima, K. Konno

Optical Properties of CaF2Crystal Doped with Eu as Solar Cell Window
（Proceedings of the 20th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 2005, pp 380-383）
…… K. Terashima,S. Nishimura, H. Nagayoshi

Surface Texturing by Hydrogen Radicals
（Proceedings of the 20th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 2005, pp 1317-1320）
……H. Nagayoshi, K. Konno, S. Nishimura, K. Terashima

New Material System for Ultra High Efficiency Solar Cells
（Proceedings of the 20th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 2005, pp 442-445）
…… S. Nishimura, K. Terashima, H. Nagayoshi

Effect of Source Temperature Distribution on TEG System Output
（Proceedings of 3rd Conference of European Conference on Thermoelectrics, 2005, pp 76-79）
……H. Nagayoshi, T. Kajikawa

Silicon Surface Texturization Mechanism by Hydrogen Radicals Using Tungsten Hot Filament
（Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 891,, PA, 2006, pp 21）……H. Nagayoshi, S. Nishimura, and K. Terashima

Hydrogen Radical Etching Effect on Carbon Nanotube Growth
（Mater. Res. Soc. Symp. Proc. 890, PA, 2006, pp 12）……H. Nagayoshi, H. Sato, S. Nishimura,and K. Terashima

texturing Mechanism Using Hydrogen Radicals Generated by Tungsten Hot Filament
（Technical digest of the 15th International Photovoltaic Science and Engineering Conference, 2005,
pp 295-296）……H. Nagayoshi, K. Konno, S. Nishimura, K. Terashima

New Material Syatem for Ultra High Efficiency Solar Cells
（Technical digest of the 15th International Photovoltaic Science and Engineering Conference, 2005,
pp 371-372）……S. Nishimura, K. Terashima and H. Nagayoshi

Eu Doped CaF2Crystals for Photovoltaic Application
（Technical digest of the 15th International Photovoltaic Science and Engineering Conference, 2005,
pp 484-485）……K. Terashima, S.Nishimura, and H. Nagayoshi

A New Core and Delta Detection for Fingerprints using the Extended Relation Graph
（IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences,
vol. E88-A, no. 10, October, 2005, pp. 2587-2592）……T. Ohtsuka, A. Kondo

A New Detection Approach for the Fingerprint Core Location using Extended Relation Graph
（IEICE Transactions on Information and Systems, vol. E88-D, no. 10, October, 2005, pp. 2308-2312）
……T. Ohtsuka, T. Takahashi

A New Approach to Detect Core and Delta of the Fingerprint using Extended Relational Graph
（Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing 2005,

held in Genova, vol. 3 September, 2005, pp. 249–252） ……T. Ohtsuka, A. Kondo

Improvement of the fingerprint core detection using extended relation graph

（Proceedings of IEEE-EURASIP International Workshop on Nonlinear Signal and Image Processing 2005, held in Sapporo, May, 2005, pp. 227–231） ……T. Ohtsuka, A. Kondo

「実験で学ぶ楽しい電子工学」（秀和システム, 2005） ……潮秀樹監修，大塚友彦，永吉浩

情報工学科

ダブルトーク問題を考慮した Volterra 適応フィルタで用いるエコーキャンセラアルゴリズム

（電気学会論文誌C（電子・情報・システム部門誌），vol. 125–C no. 7, pp. 1084–1092, July 2005.）
……竹市嘉一郎，古川利博，三村昌義，吉本定伸

内部サイバーテロまたは致命的バグからシステムを保全するクリティカルリアルタイムシステム

（「東京工業高等専門学校研究報告書」37⑴号, 2005,9, pp 41–48） ……青野正宏，小嶋徹也

独立成分分析を用いた時空間信号分離アルゴリズムとその教育的応用に関する考察

（「東京工業高等専門学校研究報告書」37⑵号, 2006,1, pp 71–78） ……小嶋徹也，青野正宏

マルチメディア記録の改ざん防止方式

（「東京工業高等専門学校研究報告書」37⑵号, 2006,1, pp 87–92） ……青野正宏，上野健太，小嶋徹也

組み込み型 CPU 向け共有メモリ管理方式の提案

（「東京工業高等専門学校研究報書」第37⑵号, 2006,1, pp. 79–85） ……横山繁盛，鈴木　孝，市村　洋

Reduction of Micro-Pressure Wave by Active Control of Propagating Compression Wave in High Speed Train Tunnel

（J of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, Vol. 23, Num. 4, 2005, pp 259–270）
……Katsushi Matsubayashi, Toshifumi Kosaka, Toshiya Kitamura, Shinji Yamada Alan Vardy Jim Brown

物質工学科

Seasonal and Bleaching-Induced Changes in Coral Reef Metabolism and CO_2 Flux

（*Global Biogeochem. Cyc.*, 19, GB3015, 1–11, 2005.） …H. Kayanne, H. Hata, S. Kudo, H. Yamano, A. Watanabe, Y. Ikeda, K. Nozaki, K. Kato, A. Negishi, and H. Saito,

沼津高専・東京高専物質工学科合同夏期ゼミナールの成果と問題点

（「平成17年度高専教育講演論文集」2005, pp 297–300）
……小林美学，三本勲夫，加藤美知代，中川　修，阿久沢昇，藁科知之，庄司　良，望月明彦，竹口昌之

Hydrogen-sorption capacity and transport properties of potassium-graphite intercalation compounds

（*TANSO*, 2006, No. 222, 2006,3, pp 107–110） ……N. Akuzawa, T. Kamoshita, K. Tsuchiya and R. Matsumoto

「無機ナノシートの科学と応用」

（黒田一幸，佐々木高義監修，シーエムシー出版，2005,4, pp 28–38（分担執筆） ……阿久沢昇

QCM を用いた高純度鉄薄膜の特性評価

（Material Technology, Vol. 23, No. 6, 2005, pp389–393）……北折典之，関戸広太，田沼大輔，高橋三男，中村幹彦

次亜塩素酸の ESR スペクトル強度と殺菌力

（Electrochemistry, Vol. 73, No. 11, 2005, pp 962–964）……北折典之

QCM 法によるアルミニウム薄膜の耐食性の測定

（Material Technology, Vol. 24, No. 2, 2006, pp 84–88） ……北折典之，関戸広太，田沼大輔，高橋三男，中村幹彦

New CO tolerant electro-catalysts exceeding Pt-Ru for the anode of fuel cells

（*Chem. Commun.*, 1212–1214 (2005)）……Hiroshi Yano, Chisato Ono, Hidenobu Shiroishi and Tatsuhiro Okada.

Potential-Dependence of Water Molecule in the Presence of Methanol on Polycrystalline Platinum by Surface-Enhanced Infrared Absorption Spectroscopy（*J. Electroanal. Chem.*, 581 (2005) pp 132–138）
……Hidenobu Shiroishi, Yusuke Ayato, Keiji Kunimatsu and Tatsuhiro Okada.

Effect of Cobalt bis（dicarbollides）on Electrochemical Oxygen Reduction in Methanol - Acid Solution

（*Electrochim. Acta*, 51 (2006) pp 1225–1234）
……Hidenobu Shiroishi, Yusuke Ayato, Jiří Rais, Keiji Kunimatsu, and Tatsuhiro Okada

Rapid activated sludge respiration inhibition test performed by CO 2 producing rate using a carbon dioxide sensor
（「Journal of Environmental Science and Health」A40・11, 2005, pp 1987−1996）
……Noboru NARITA, Mitsuo TAKAHASHI, Ryo SHOJI
身近な自然環境に根ざした化学物質の生体影響試験（「化学と教育」53, 6, 2005, pp 333−334）……庄司良
発光 UMU センサを用いた迅速簡便な遺伝子毒性試験（「学会誌 EICA」10, 3, 2005, pp 63−69）
……河上聖人，庄司　良，田中良春，田口和之，平井正名，今枝孝夫，山田正人，毛利紫乃
カラム実験を用いた硫酸第一鉄混合・加熱処理火山灰土壌による水中のリン除去
（「水環境学会誌」第28巻５号, 2005,5, pp 327−332）……江耀宗，柳田友隆，三谷知世
リン酸イオンを吸着した硫酸第一鉄混合・加熱処理火山灰土壌のリン再生及び使用済みリン吸着剤の再利用
（「水環境学会誌」第28巻９号, 2005,9, pp 575−580）……江耀宗，柳田友隆，三谷知世，野々山弥
高分子材料の表面物性に関する研究Ⅰ
（「日本材料強度学会誌」第39巻第３号, 2005,9, pp 51−54）……佐藤　彰，菊地　章
抹茶の気泡特性（「東京高専研究報告書」第37⑵号, 2006,1, pp 93−96）……青木　裕美，菊地　章
Synthesis and properties of gold nano particle -polyimide hybrid materials
（Material Technology, 24 (1), 2006, pp 35−42.）
……Yamashita, Takashi; Miyamoto, Takao; Kato, Jun; Yoneyama, Miki; Machida, Shigeru; Maekawa Yasnari
Theoretical study of nuclear reactions induced by Bose-Einstein condensation in Pd
（Condensed matter nuclear science, 2005.10, pp 694−702）……K.Tsuchiya and H.Okumura
Quantum states of deuterons in Palladium（Condensed matter nuclear science, 2005.9, pp 801−807）……K.Tsuchiya
Bose-Einstein condensation and nuclear reaction in Solids
（Proceedings of the 6th meeting of Japan CF Research Society, 2005.8, pp 78−81）
……H.Okumura and K.Tsuchiya
Immobilization and enzymatic activity of glucose oxidase on polystylene surface modified with ozone aeration and UV irradiation in distilled water and/or aqueous ammonia solution
（COLLOID AND SURFACES B:BIOINTERNATIONAL, Vol. 48, 2006, pp. 67−71）
……Ken Yanagisawa, Takurou N. Murakami, Yoshikazu Tokuoka, Akira Ochiai, Mitsuo Takahashi, Norimichi Kawashima.

２．学会における口頭発表

一般教科（人社系・英語系）

有光次郎日記に見る科学振興調査会―戦時科学史の一断面―（日本科学史学会，52回年会 2005,6）……河村　豊
工学系および人文・社会科学系教員による科目設計の試み―高専技術者倫理教育の確立に向けて―
（第４回21世紀連合シンポジウム―科学技術と人間―, 2005,11）
……河村豊，連名：木村　南，鹿毛哲郎，中川　修，三谷知世，川北晃司，浅野敬一
Japanese Wartime Science Policy,1931―1945'
（Symposium 10, "War and Science" XXII International Congress of History of Science, Beijing, 28 July, 2005）
……Yutaka Kawamura
シャドーイングにみる日本人英語学習者の困難点
（外国語教育メディア学会関西支部　第５次基礎理論研究部会　第16回研究例会 2005,11）……堀　智子
シャドーイングにおける日本人英語学習者の発話の変化（JACET 関西支部　学習英文法研究会, 2005,12）…堀　智子
Difficult areas that Japanese learners of English have in shadowing
（日本英語音声学会第10回記念大会, 2005,11）……堀　智子
高専１年生を対象とした英文多読指導の実践
（Teaching Extensive Reading to the First Year Students at College of Technology）
（平成17年度日本工学教育協会第53回年次大会, 2005,8）……竹田恒美，堀　智子
高専１年生を対象とした英文多読指導の実践（第４回多読教育学会ワークショップ, 2005,9）……竹田恒美，堀　智子
リーディング処理効率化技術としてのシャドーイングの実践とその効果―予備調査
（全国英語教育学会，2005,8, 北海道教育大学札幌校）……相澤俊行

一般教科（数学系・物理系）

円周角の球への拡張と一つの不等式（日本数学教育学会全国大会，2005.8）……佐藤義隆
チェバの定理の３次元ユークリッド空間への拡張について（第24回数理科学講演会, 2005.8）……佐藤義隆
三角形におけるエルデスの不等式及びそれの四面体への拡張について（第24回数理科学講演会, 2005.8）……佐藤義隆
On the Convergence rate of２－dimensional low discrepancy sequences.
（確率数値解析における諸問題，Ⅶ（数理解析研究所研究集会）, 2005,6）……市川裕子，森　真
線型代数学の授業における“parametrized graphics”の効果的導入
（独立行政法人国立高等専門学校機構主催平成17年度教育教員研究集会, 2005,8）……清藤　晃
Diamond growth onto substrate treated by carbon ion beam
（Diamond2005,Toulouse, France,2005）……S. Ito, T. Matsumoto, K. Sato, H. Ohno and K. Hirakuri
有限密度におけるクォークのスピン偏極とカイラル対称性の破れ
（日本物理学会第61回年次大会（愛媛大学）2006,3）……前段眞治

機械工学科

Heat Transfer between Two Horizontal Rotating Cylinders（Influence of Natural Convection）
（ISTP-16 (The 16th International Symposium on Transport Phenomena),
August 30-September, 2005 Prague Czech Republic）……筒井健太郎
IC タグの応用開発と情報管理－高専技術者倫理教育の確立に向けて－
（「第４回21世紀連合シンポジウム－科学技術と人間－論文（抄録）集」, 2005年11月）
……木村　南，河村　豊，川北晃司，浅野敬一
高分子圧電フィルムを用いたひずみ測定法（導電性ペースト電極を利用した方法）
（日本非破壊検査協会・平成17年度第１回応力ひずみ測定分科会講演論文集, 2005,6）……黒崎　茂，高田和典
片面電極付き高分子圧電フィルムを用いた一定繰返し負荷によるひずみ分布測定法
（日本機械学会2005年度年次大会講演論文集, 2005,9）……高田和典，黒崎　茂
高分子圧電フィルムを用いた機械式ひずみ測定機の試作
（日本非破壊検査協会・平成17年度・秋季大会講演論文集, 2005,11）……黒崎　茂，鈴木優太郎
高分子圧電フィルムを用いたひずみ測定（自由形状の蒸着電極を付与する方法）
（日本非破壊検査協会・平成17年度・秋季大会講演論文集, 2005,11）……増田龍一，黒崎　茂，菊池　章
ピエゾケーブルを用いたボルト軸力検出
（日本機械学会 M&M2005材料力学部門講演論文集, 2005,11）……黒崎　茂，佐々木祐樹
高分子圧電フィルムを用いたひずみ測定法（蒸着電極フィルムによる簡便法）
（日本非破壊検査協会・第37回応力・ひずみ測定と強度評価シンポジウム講演論文集, 2006,1）
……増田龍一，黒崎　茂
損傷検出のための圧電性塗料の試作
（日本非破壊検査協会・第37回応力・ひずみ測定と強度評価シンポジウム講演論文集, 2006,1）
……須永直樹，黒崎　茂
高分子圧電フィルムを用いたねじりによるせん断ひずみ測定
（日本非破壊検査協会・第37回応力・ひずみ測定と強度評価シンポジウム講演論文集, 2006,1）
……小針　遼，黒崎　茂
ピエゾケーブルを用いたボルトの引張・せん断荷重下の軸力測定
（日本機械学会関東支部・第45回学生員卒業研究発表講演会講演論文集, 2006,3）……田村信一，黒崎　茂
ピエゾケーブルを用いたひずみ検出
（日本実験力学会2006年度・年次講演会講演論文集, 2006,3）……齋藤久嘉，黒崎　茂
タッピンねじの締付けトルクに及ぼすねじ山表面層の影響（日本機械学会関西支部第81期総会講演会, 2006.3）
……福田勝己，舟山義弘，小林光男，伊藤拓嗣，山崎　実，鈴木岳美
小ねじの締付け特性（日本機械学会関西支部第81期総会講演会, 2006.3）……小林光男，福田勝己，山本晴生
チタン合金製ボルトの締付け特性に及ぼす潤滑効果（日本機械学会北陸信越支部第43期総会・講演会, 2006.3）
……田中　稔，田中道彦，小林光男，福田勝己，舟山義弘

マイクロオーダにおける摩擦特性評価（第２報）
（日本機械学会北海道支部講演会, 2005.10）……福田勝己，小林光男，鈴木健司，井田龍太，新堀真広
プラズマ浸炭処理によるチタン合金製ボルトの特性
（第49回日本学術会議材料研究連合講演会, 2005.9）……小林光男，辻　宣佳，福田勝己
ナノインデンテーション法によるタッピンねじの強度評価（日本機械学会　関東支部ブロック合同講演会, 2005.9）
……福田勝己，小林光男，伊藤拓嗣，舟山義弘，山崎　実，鈴木岳美
ねじ締結体におけるナットの荷重分布解析（日本機械学会　関東支部ブロック合同講演会, 2005.9）
……久保田義弘，小林光男，海野仁史，福田勝己，田中道彦，田中　稔，中村　保
高圧設備におけるねじ構造の検討（KHK 設計指針の拡大Ⅰ）
（日本設計工学会北海道支部40周年記念講演会, 2005.5）……小林光男，田中道彦，斉藤英樹，福田勝己
ハイブリッドマトリックス VFRP の開発その２（平成17年度塑性加工春季講演会, 2005,5）……木村　南，永井　慶
複合材料の再利用技術開発（平成17年度塑性加工春季講演会, 2005,5）……木村　南，松本亮介
CFRP および Al または Mg の接合同時成形（平成17年度塑性加工春季講演会, 2005,5）……木村　南
炭素繊維複合材料を利用したウェアラブルコンピュータの開発
(2005年マイクロメカトロニクス学術講演会, 2005,9）……木村　南
低圧射出成形用 CFRP 型の開発（第56回塑性加工連合講演会, 2005,11）……木村　南，光石哲友
AZ31の温間板金成形技術の開発（第56回塑性加工連合講演会, 2005,11）……木村　南，小菅直也
炭素繊維強化複合材料の機会要素接合（第56回塑性加工連合講演会, 2005,11）……木村　南，那須史彬
CFRP 製継手の簡易成形（第56回塑性加工連合講演会, 2005,11）……木村　南，山内友貴
Al と CFRP の簡易成形接合その２（第56回塑性加工連合講演会, 2005,11）……木村　南，永井　慶
環境教育としての使用済み飲用容器の圧壊減容性についての一考察
（第56回塑性加工連合講演会, 2005,11）……木村　南，成瀬太一
飛散防止を考慮した炭素繊維強化構造部材の試作（第56回塑性加工連合講演会, 2005,11）……木村　南，塩野健太
CFRP 製カート用排気管の試作（CFRP 製エンジン部品の試作その３）
（第56回塑性加工連合講演会, 2005,11）……木村　南，鈴木聖天
CFRP 製高放熱性回路基板の開発（第56回塑性加工連合講演会, 2005,11）……木村　南，松本亮介
CFRP/Al 合金複合材料製携帯電子機器筐体の成形技術（第56回塑性加工連合講演会, 2005,11）…木村　南，杉林秀之
CFRTP の張出し成形部品の試作（第56回塑性加工連合講演会, 2005,11）……木村　南，鈴木耕太朗
RFID を利用した生産管理・材料開発システム（第56回塑性加工連合講演会, 2005,11）……木村　南
Web 援用データベースの構築と接合・複合技術および環境教育への応用
（日本塑性加工学会接合・複合分科会　第62回研究会, 2005,12）……木村　南
RFID+QR コードを利用した炭素繊維複合材料の開発と電子機器への応用
（第35回 FRP シンポジウム, 2006,3）……木村　南
接合・複合・分離・解体・環境教育――超塑性から複合材料，そして環境・ユニバーサルデザインへ――
（日本塑性加工学会接合・複合分科会　第63回研究会, 2006,3）……木村　南
深い円周方向溝を有する管路内の振動流による炭酸ガス軸方向拡散
（日本機械学会第18回バイオエンジニアリング講演会, 2006,1）……清水昭博，清水優史，菅原路子
地球温暖化防止のための建築物等における中空パウダー含有断熱塗料の特性
（日本機械学会2005年度年次大会学術講演会, 2005,9）……清水昭博，窪内雅人

電気工学科

A Trial to Explain Arc Duration at a Break Contact
（電子情報通信学会機構デバイス研究会（国際セッション）2005,11）……Keiichi SUHARA
開離接点におけるアーク継続時間の測定値―回路インダクタンスと電極材料の影響―
（2006年電子情報通信学会総合大会，2006,3）……須原啓一
熟練ノウハウ継承型技術者教育システムの検討―開発構想―
（電気学会教育フロンティア研究会，2006,3, FIE-06-12）……京本寿美恵，土井　淳
平面波入射による開口球殻内部の電磁界分布
（平成17年度電気学会基礎・材料・共通部門大会，I-5, August 22, 2005）……伊藤　彰，日向　隆，細野敏夫

III－VI族化合物半導体 GaTe の作製と膜構造評価（表面技術協会講演大会，第113回，2006）……伊藤　浩，大山昌憲
電子ビーム蒸着法による GaSe 薄膜成長と光物性（表面技術協会講演大会，第112回，2005）…大山昌憲，伊藤　浩
シリコン単結晶基板上における GaS 薄膜成長と構造評価
（表面技術協会講演大会，第112回，2005）……伊藤　浩，大山昌憲
電子ビーム蒸着法により作製した GaSe 薄膜の膜構造評価
（応用物理学会学術講演会，第66回，2005）……大山昌憲，伊藤　浩
電子ビーム蒸着法による結晶性 GaTe 薄膜成長と構造評価
（応用物理学会学術講演会，第66回，2005）……伊藤　浩，大山昌憲
PID 制御器による３慣性系の速度制御（平成17年電気学会産業応用部門大会，2005,8）……松井義弘
最小次元オブザーバを用いた３慣性系のための速度制御器の設計（平成18年電気学会全国大会，2006,3）…松井義弘
PI 制御器と全域通過フィルタによる２慣性系の速度制御
（第11回電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会，2006,3）……古儀史也・松井義弘

電子工学科

OPE インストーラの実装（情報処理教育研究発表会論文集，25, 2005,8, pp. 87−90）
……白石啓一，山本喜一，桐山和彦，本間啓道，白濱成希，原元司，岡田正
OPE インストール CD-ROM の作成（情報処理学会第68回全国大会講演論文集⑷，2006,3, pp. 411−412）
……白石啓一，桐山和彦，原　元司，山本喜一，本間啓道，白濱成希，岡田正
東京高専電子工学科における情報教育の試み
（平成17年度工学・工学教育研究講演会講演論文集，September, 2005, pp. 504−505）
……大塚友彦，加藤　格，青木宏之，村田賢俊，福井繁雄，正木　進
拡張隣接グラフによる指紋画像のコア／デルタ点検出手法の改善
（2006年電子情報通信学会総合大会講演論文集，情報システム⑵分冊，March, 2006, pp. 124,）
……渡辺大輔，大塚友彦，三宅悠也，青木宏之
局所２値化による輪郭情報を用いたカラー画像からの顔領域検出
（2006年電子情報通信学会総合大会講演論文集，情報システム⑵分冊 March, 2006, pp. 132,）
……徳冨兼太郎，大塚友彦，青木宏之
学齢に応じた産業財産権教育
（特許庁／経済産業省主催2005特許流通フェア in 東京，November,2005）……大塚友彦
カラー系列画像中からの動き情報を付加した顔領域検出手法
（情報処理学会・電子情報通信学会共同開催 FIT2005　第４回情報科学技術フォーラム講演論文集，
第３分冊，September, 2005, pp. 109−110）……徳冨兼太郎，大塚友彦，青木宏之
東京高専電子工学科におけるディジタル系基礎教育の新たな試み
（社団法人日本工学教育協会平成17年度工学・工業教育研究講演会，2005.9）
……小池清之，青木宏之，鹿毛哲郎，福井繁雄，村田賢敏
Evaluation of Gas Sensor of TiO2Thin Films by CM-GFS Source
（MRS (Materials Research Society) 2005 Fall Meeting, Nov. 28−Dec. 2, Boston, MA）
……K. Oguri, M. Iwase, H. Nishino, M. Yamazaki, and S. Masaki
Palladium oxide composite films containing palladium metal phase fabricated by reactive ion beam sputter-deposition
（American Vacuum Society52nd International Symposium, TF−MoP31, Boston, MA Oct. 2005）
……T. Ichinohe, S. Masaki and K. Kawasaki
Al/Zn 金属複合ターゲットを用いたアルミニウム添加酸化亜鉛薄膜の形成
（ '05 SAS インテリジェントシンポジウム予稿集，F−1, 2005,11, p. 69）……増田祐一，一戸隆久，正木　進
円筒型マグネトロンガスフロースパッタリング（CM-GFS）源を用いた Pt 添加 TiO2薄膜のガスセンサーへの応用
（ '05SAS インテリジェントシンポジウム予稿集，F−2, 2005,11, pp.7 0）
……杉山雄一，岩瀬満雄，西野寛之，本間裕一，西義武，一戸隆久，正木　進
円筒型マグネトロンガスフロースパッタリング（CM-GFS）源を用いた Si 薄膜の成膜と評価
（ '05SAS インテリジェントシンポジウム予稿集，F−3, 2005, 11, p. 71）
……山崎雅博，岩瀬満雄，西野寛之，西義武，一戸隆久，正木　進

円筒型マグネトロンガスフロースパッタリング（CM-GFS）源を用いた Pt 添加 TiO２薄膜のぬれ性評価
（ '05SAS インテリジェントシンポジウム予稿集，2005,11, F-5 p. 73,）
……本間裕一，岩瀬満雄，西野寛之，杉山雄一，小栗和也，西義武，一戸隆久，正木　進
CM-GFS 源を用いた Pt 添加 TiO２薄膜の成膜と評価（第３回ナノ学会講演会予稿集　PS3-30, 2005,5 ）
……西野寛之，山崎雅博，中村広平，岩瀬満雄，小栗和也，西義武，一戸隆久，正木　進
水素ラジカルによる結晶 Si 表面のテクスチャー化II
（第66回応用物理学学術講演会，2005年）……永吉　浩，西村鈴香，寺島一高
CaF２結晶の成長及び光学的効果
（第66回応用物理学学術講演会，2005年）……寺島一高，丹治裕道，西村鈴香，永吉　浩
水素ラジカルによる結晶 Si 表面のテクスチャー化III
（第52回応用物理学関係連合講演会，2006年）……高橋裕太，西村鈴香，寺嶋一高，永吉　浩
有機太陽電池における TiO2バリア層形成条件の効果
（第52回応用物理学関係連合講演会，2006年）……偵国健司，鈴木大輔，永吉　浩
活性炭による低濃度 NOx の吸着除去
（分離技術会年会2005, 2005,6） ……加藤格，横山和弘，吉澤祐樹，加藤覚，長浜邦雄
東京高専電子工学科におけるマイコン技術教育の成果と課題
（社団法人日本工学教育協会平成17年度工学・工業教育研究講演会，2005.9）
……青木宏之，小池清之，福井繁雄，村田賢敏，羽鳥広範

情報工学科

東京工業高等専門学校情報工学科における信号処理教育とその展望
（第７回 DSPS 教育者会議予稿集，Sept. 2005. pp. 37-40）……小嶋徹也，吉本定伸，小坂敏文
制御工学導入のための直感的モータ制御実験装置
（東京工業高等専門学校研究報告書第37(1)号，Sept. 2005. pp. 37-40）
……小坂敏文，吉本定伸，西村　亮，松林勝志
２次経路モデルを必要としない ANC アルゴリズムに関する考察
（第５回研究成果発表講演会要旨集（八王子産学公連携機構），Dec. 2005, pp. 58-59,）……芹澤光範，吉本定伸
DSP を用いたアクティブノイズコントローラに関する検討
（第３回東京４高専卒業研究発表交流会予稿集，302, March 2006） ……相良朋太，吉本定伸
職業意識を育むための体系的教育の取り組み　―保護者の参加と企業の連携による体験的学習―
（㈳日本工学教育協会　工学・工業教育研究講演会講演論文集，6-107, July 2005.）
……鈴木　孝，横山繁盛，吉本定伸，青野正宏，小坂敏文，市村　洋
文構造における検索キーワード間の修飾―被修飾関係に基づく WWW 検索精度の向上
（電子情報通信学会技術研究報告〔言語理解とコミュニケーション〕，NLC2005―114～125,
2006.2 pp. 7-12,）……松本章代，小西達裕，高木　朗，小山照夫，三宅芳雄，伊東幸宏
見出しの階層関係を利用した WWW 検索精度の改善
（電子情報通信学会技術研究報告〔言語理解とコミュニケーション〕，NLC2005―114～125 2006.2 pp. 1-6）
……西口直樹，松本章代，小西達裕，高木　朗，小山照夫，三宅芳雄，伊東幸宏
かな文字の構造的分類に基づくかな書道文字列お手本自動生成に関する検討
（電子情報通信学会2006年総合大会，2006.3）…山岡　貴，堀田順平，山下静雨，松本章代，鈴木雅人，市村　洋
代数幾何符号復号における生成点での留数情報を活用した未知シンドローム推定の一考察
（第28回情報理論とその応用シンポジウム　2005.11 pp.5 51-554）……市村　洋，松本章代，鈴木雅人
乱数放送を利用した撮影時刻の証明方式の提案
（「情報処理学会研究報告」2006-BCCgr-13, 2006,1, pp 218-224） ……青野正宏，小嶋徹也
マルコフモデルを用いたマルチメディア通信帯域予測に関する研究
（電子情報通信学会2006年総合大会，2006,3）……藤原亜希子，小嶋徹也，青野正宏
Comparison of the Two Signal Design Methods in the CDMA Systems
Using Complete Complementary Codes under Various Modulation Schemes
（The Second International Workshop on Sequence Design and

Its Applications in Communications, 2005-10, pp. 152-155)……Tetsuya Kojima and Masahiro Aono.

On the Bit-Error Rate Performances of the Signal Design Methods for the CDMA Systems Using Complete Complementary Codes

（第28回情報理論とその応用シンポジウム予稿集，2005-11, pp. 523-526）

……Tetsuya Kojima and Masahiro Aono.

圧電素子を用いたホロノミックなマイクロロボットに関する研究（第３報）

（精密工学会，秋季大会講演論文集，pp175-176）

……城山直樹，川村裕介，内田雄大，松林勝志，小坂敏文，青山尚之

圧縮進行波アクティブ制御によるトンネル微気圧波消音

（日本機械学会流体工学部門講演会講演論文集，OS12-1,1201）

……松林勝志，小坂敏文，北村敏也，Alan VARDY, Jim BROWN

物質工学科

A Modified Preparation Method for（Acetylacetonato）(phthalocyaninato）gadolinium（III）and its Properties

（*11th Asian Chemical Congress (11th ACC2005)*, Seoul, August 24-26, 2005.）……T. Ishisaka and S. Kudo,

Evaluation of Carbon Nanotube Particles as an Electrode Material for Electrochemical Measurements

（*11th Asian Chemical Congress (11th ACC2005)*, Seoul, August 24-26, 2005.）

……S. Kudo, K. Ogura, H. Matsukura, D. Shindo, T. Kamaya, and H. Kaneko,

Formation of the Trinuclear Complex by the Reaction of Lanthanide (III) of Oxide with Diethylenetriaminepentaacetic Acid in Aqueous Solution

（*The 2005 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies (PACIFICHEM2005)*, Honolulu, Hawaii, December15-20,2005）……T. Matsui, S. Kudo, Y. Minemoto, H. Kuroda, Y. Kaneko, and Y. Fukuda,

アルミナ溶融塩電解に伴う黒鉛カソードの電気抵抗変化

（第32回炭素材料学会年会，2005,12,1 A14)……阿久沢昇，エスターカン，伊藤かおり，岡本龍也，黒田孝二

硫酸中での電気分解に伴う黒鉛の電気抵抗変化（第32回炭素材料学会年会，2005,12, p45）……阿久沢昇，竹村洋

黒鉛粉末の化学修飾と成型体の物性

（第32回炭素材料学会年会，2005,12, p94）……阿久沢昇，野村洋輔，土屋賢一，玉田耕治，岩佐山大

PGS グラファイトシートをホストとする黒鉛層間化合物のキャラクタリゼーション

（第32回炭素材料学会年会, 2005,12,p71）……松本里香，阿久沢昇，高橋洋一

電解水による綿布漂白時の挙動（2005年電気化学会秋季大会, 2005,9）……木川定之，北折典之

バイモルフ型圧電体を用いた女性用むだ毛処理器の開発（2005年電気化学会秋季大会, 2005,9）…後藤ユキ，北折典之

脱気水の洗濯への応用（2005年電気化学会秋季大会, 2005,9）……有田千尋，北折典之，柴山浩司，中村幹彦

水晶発振子マイクロバランス測定法におけるイオンの影響

（2005年電気化学会秋季大会, 2005,9）……田沼大輔，高橋三男，北折典之，中村幹彦

水晶発振子マイクロバランス測定法を用いた金属薄膜の特性評価

（2005年電気化学会秋季大会, 2005,9）……関戸広太，北折典之，高橋三男，中村幹彦

脱気水を用いた泥汚染布の洗浄

（2005年度材料技術研究協会討論会, 2005,12）……田沼大輔，有田千尋，北折典之，中村幹彦，柴山浩司

QCM 法を用いた無機化学的現象解析

（2005年度材料技術研究協会討論会, 2005,12）……関戸広太，田沼大輔，北折典之，高橋三男，中村幹彦

Investigation of the vertical toxicity distribution of aolid waste landfill sites by boring core samples

（SETAC North America26th Annual Meeting,2005,11）

……R. Shoji, H. Nakayama, H. Asakura, T. Mitani, H. Ishii, M. Abe, M. Yamada

Validation of a new-developed biosensor to evaluate genotoxicity and cytotoxicity of various environmental water samples（SETAC North America26th Annual Meeting,2005,11）

…M. Kawakami, R. Shoji, S. Mohri, M. Yamada, Y. Inoue, Y. Tanaka, K. Taguchi, H. Ishii, M. Hirai, T. Imaeda

埋立地ボーリングコアのバイオアッセイを用いた有害性評価（第16回廃棄物学会研究発表会, 2005,11）

……中山秀謹，庄司　良，三谷知世，石井宏幸，山田正人，朝倉　宏，安部　誠

廃棄物焼却灰溶出試料が陸生植物に及ぼす影響評価
（第16回廃棄物学会研究発表会, 2005,11）……浦田真嗣，庄司　良，飯田裕，石井宏幸，小野芳朗，毛利紫乃
廃棄物処分場層内の毒性物質の溶出性と移動性（第８回化学工学学生研究発表会, 2006,3）
……上田剛将，中山秀謹，庄司　良，石井宏幸，山田正人，朝倉　宏，安部　誠
焼却灰並びに土壌の迅速簡便な有害性試験（第８回化学工学学生研究発表会, 2006, ３）
……田汲方哉，河上聖人，庄司　良
Removal of Phosphate from Secondary Effluent by Baked Volcanic Ash Soil on a Full-scale
（The7th International Conference on Separation Science and Technology — Between Korea and Japan, 2005,8, AD131）……Yohei Suzuki, Tomoyo Mitani, Tomotaka Yanagita, and Yaozong Jiang
Generation of Superheated Water Vapor by a Tube-type Heat Exchanger
（The7th International Conference on Separation Science and Technology — Between Koreaand Japan, 2005,8, AD131）……Chikayoshi Yamada, Shuzo Nomura, Akitaka Kamei, and Tomoyo Mitani
使用済み焼成火山灰土壌の農地還元に関する研究
（八王子産学公連携機構第５回研究成果発表講演会, 2005,12, pp 26−27）……福本由美，三谷知世
ミジンコを用いた生体毒性評価に関する基礎研究
（八王子産学公連携機構第５回研究成果発表講演会, 2005,12, pp 70−71）……水村佳奈枝，三谷知世
架橋膨潤キトサンビーズにおける金の吸着特性
（八王子産学公連携機構第５回研究成果発表講演会, 2005,12, pp 142−143）……安藤恵理，三谷知世
キトサンによる水道水中有害物質の除去（第11回高専シンポジウム（長岡），2006,1,C −4）……安藤恵理，三谷知世
パッシブサンプラーを用いた大気中二酸化窒素濃度の長期的測定
（第11回高専シンポジウム（長岡），2006,1, C−10）……吉沢英里子，三谷知世
大気及び室内環境の二酸化窒素汚染に関する比較研究
（第８回化学工学会学生発表会一関大会，2006,3, C03）……吉沢英里子，三谷知世
高分子材料の表面物性（Ⅰ）
（日本素材物性学会平成17年度（第15回）年会　講演要旨集，2005,6）……石渡夏駒，佐藤　彰，菊地　章
新素材の粗面化による表面物性の変化Ⅱ
（日本素材物性学会平成17年度（第15回）年会　講演要旨集，2005,6）……坂本克矢，濱田直樹，菊地　章
表面強化と破壊機構についての研究Ⅱ（日本材料強度学会講演論文集，2005,6）……鈴木和人，菊地　章
高分子材料の表面物性に関する研究（日本材料強度学会講演論文集，2005,6)……佐藤　彰，菊地　章
新素材の粗面化に関する表面物性の研究
（第８回化学工学会学生発表会（一関大会）研究発表講演要旨集，2006,3）……坂本克矢，菊地　章
Teaching tools for science education using handmade oxygen sensor
（The 2005 International chemical Congress of Pacific Basin Societies, No. 82, p. 32, Honolulu, Hawaii, U.S.A, December 16, 2005.）……M. Takahashi, N. Kitaori, H. Tsutsumi and N. Kawashima.
Cell adhesion to polystyrene and polyethylene terephthalate surface modified with ozone/UV
（The 2005 International chemical Congress of Pacific Basin Societies, No. 1382, p. 98, Honolulu, Hawaii, U.S.A, December18, 2005.）…Ken Yanagisawa, Takurou Murakami, Yoshikazu Tokuoka, Akira Ochiai, Mitsuo Takahashi, Norimichi Kawashima.
エンドウ主根切除による異型側根の形成（第22回根研究集会，2005,7）……仁木輝緒，高橋三男
ポリエチレングリコールで改質した金基板表面へのタンパク質の吸着挙動
（2005年度材料技術研究協会討論会，2005,12, pp 173−174）
……櫻井嘉人，徳岡由一，落合　晃，高橋三男，北折典之，中村幹彦，川島徳道
陽極酸化法によって作製されるナノポーラスチタンの細孔径に及ぼす印加電圧および昇圧速度の影響
（2005年度材料技術研究協会討論会，2005,12, pp. 111−112）
……新倉嘉浩，小室　潤，村上拓郎，落合　晃，徳岡由一，高橋三男，川島徳道
手作り酸素センサによるカイコの呼吸と体重に関する研究（第８回化学工学会学生発表会（一関大会），2006,3, pp. 96）
……武本由理，棚崎美穂，斉藤　亘，代田大祐，高橋三男
手作り酸素センサの理科教育への活用(4)―中学校での活用例―
（日本理科教育学会　第55回全国大会，日本理科教育学会全国大会発表論文集第３号,

鳴門教育大学，2005,8, p. 188）……薗部幸枝，佐藤道幸，高橋三男

手作り酸素センサの理科教育への活用⑶―ウミホタルの生物発光と酸素の関わり―

（日本理科教育学会，第55回全国大会，日本理科教育学会全国大会発表論文集，第３号，
鳴門教育大学, 2005,8, p. 187）……高橋三男，佐藤道幸，薗部幸枝

根と活性酸素の関わり―アラスカエンドウ主根切除による側根の異型形成―

（2005年度　材料技術研究協会討論会，講演要旨集，pp.27–29, 依頼講演，2005,12）……高橋三男

活性酸素の特性・発生法と有効利用（技術情報センターセミナー，依頼講演，2006,1）……高橋三男

特定領域研究で得られる研究成果活用の方策を考える

（特定領域研究理数系教育研究（A02班，平成17年度全体中間報告会，依頼講演，2006,2）……高橋三男

ポリエチレングリコールで改質した金基板表面へのタンパク質の吸着挙動(Ⅳ)

（コロイドおよび界面化学討論会，2005,9）
……櫻井嘉人，徳岡由一，落合　晃，高橋三男，北折典之，中村幹彦，川島徳道

ポリエチレングリコールで改質した金基板表面へのタンパク質の吸着挙動(Ⅱ)

（日本化学会第86春季年会，p. 596, 2006,3）
……櫻井嘉人，徳岡由一，落合　晃，高橋三男，北折典之，中村幹彦，川島徳道

末端にチオール基を有するオリゴチオフェン誘導体の合成

（日本化学会第86春季年会，2006,3）……小林信彦，森　敦紀，秋田康宏，佐藤　匡，町田　茂

ライスワックスの食品添加物用途の開発２（日本化学会第86春季年会，2006,3）……橋尾昌義，中村太厚，町田　茂

Thermal conduction from the centers of the nuclear reactions in solids

（the 12th international conference on cold fusion, 2005.12）……K.Tsuchiya

Bose-Einstein condensation and nuclear reaction in solids

（the 6th meeting of Japan CF society, 2005.4）……H.Okumuira and K.Tsuchiya

振動流動層の流動化特性とその制御（第11回流動化・粒子プロセシングシンポジウム，富山国際会議場，2005,12）
……石井宏幸，天本修平，幡野博之

循環流動層ボイラー焼却灰からのゼオライト合成における反応機構

（第16回廃棄物学会研究発表会，仙台国際センター，2005,10）……川上春菜，石井宏幸

天然ゴム工場の排水処理設備の解析

（第８回化学工学学生発表会一関大会，一関文化センター，2006,03）……KALAI MADHI，石井宏幸

循環流動層ボイラーごみ焼却灰から合成したゼオライトの実用化

（第８回化学工学会学生発表会一関大会，一関文化センター，2006,03）……佐々木祥太，石井宏幸

３．その他

⑴学位取得・学会賞・論文賞

材料技術研究協会のゴールドポスター賞（2005, 12，桐蔭横浜大，東京高専，㈱アルバック）
……櫻井嘉人，徳岡由一，落合　晃，高橋三男，北折典之，中村幹彦，川島徳道

機構理事長奨励賞（平成17年度国立高等専門学校教員顕彰，2006.3）……古屋正俊

新進賞（日本非破壊検査協会・平成17年度・秋季大会講演）……増田龍一，黒崎　茂，菊地　章

Si(100)表面低温相の STM（博士論文，2005,9）……木村知彦

⑵科学研究費補助金（研究実績報告書，研究成果報告書）など

工科系国費留学生に対する数学の教授法・指導法の研究

基盤研究Ⓒ⑵　課題番号16500567　平成16年度～17年度……佐藤義隆，伊藤　彰，小中沢聖二，五十嵐貫

自律歩行ロボットによる地雷探知・処理技術の研究（その２）

文部省・科研費報告書　基盤研究 B14350123　2006, 3 ……下井信浩，高橋三男，和崎克巳，滝田好宏，他

株式会社　レグラス　奨学寄附金（東京工業高等専門学校奨学寄附金，平成17年度，2005）……大塚友彦

国際会議名2005年 IEEE 画像処理国際会議（ICIP–05）

（独日本学術振興会国際学会派遣事業，平成17年度第Ⅱ期，平成17年度，2005）……大塚友彦

圧縮の疎密による余剰帯域を利用したマルチメディア総合放送方式に関する研究
研究成果報告書　科学研究補助金　基盤研究(C)　課題番号　15500080
……青野正宏（代表），市村　洋，小嶋徹也
自己組織化単分子膜の微細パターニングを用いたナノ光学素子研究成果報告書
基盤研究(C)(2)　課題番号14550229（2005.6）……福田勝己
新世紀型理数系教育の展開研究（特定領域研究）
平成17年度中間報告書　A02班，課題番号17011070手作り酸素センサによる探求型理科教育の教材開発
2006,2 ……高橋三男，柚賀正光，筒井健太郎，堤博　貴，川島徳道
手作り酸素センサによる自然探求型教材の開発（財団法人理工学振興会）
平成16年度教育研究助成金成果報告書　2005,4 ……高橋三男
手作り酸素センサによる理科教育の教材開発（第31回日産学術研究・教育助成金）
理科・環境教育助成成果報告書　2005,10 ……高橋三男
超臨界状態を利用した新規酵素含有リポソームの開発とセンサへの応用
研究実績報告書萌芽研究　課題番号16651080（2006,3）……町田　茂（研究代表者），阿部正彦
検査機器に関する懇談会報告書（財務省関税局監視課，一村信吾（座長），他５名）……下井信浩
高速鉄道トンネル周辺での音環境改善を目指したアクティブ消音装置の開発
（基盤研究(c)(2)，課題番号16510070, 2004―2005）……松林勝志
数式ワープロを用いた設計ライブラリの開発に関する学術奨励
（奨学寄付金，ナレッジオートメーション㈱，2005）……松林勝志

(3)特許など

特許：押圧力検知型センサ及びそれを使用した警報装置　特許第3689260（2005.6.17）……下井信浩
特許：電動機の速度制御装置　特許第3667547（2005.4.15）……松井義弘，西田英幸，宮下　勉

(4)解説・研究ノート・エッセイなど

J・ファインバーグ無害な道徳違反と不快な生活妨害
（「生命科学における倫理的法的社会的諸問題　III」平成16年度科学研究費基盤研究(B)(1)
課題番号16320002, 2006, pp. 1-30）……川北晃司
「日本童謡事典」（東京堂出版，数項目執筆，2005.9刊）……舩戸美智子
ミジンコビジネス（「朝日新聞」2005,6,14）……北折典之
「東京工業高等専門学校・学生相談室だより」（No.29～32　2005.4.～2006.2.）……古屋正俊
「東京工業高等専門学校・学生相談室報」（第５号，2006.3）……古屋正俊，大澤　昇，小杉暁子，白崎由香里
「東京工業高等専門学校・学生相談室のご案内―学生支援のためのメンタルヘルス・ガイド―」
（2005.4）……古屋正俊，大澤　昇，小杉暁子，白崎由香里
デジタル技術による音楽文化の変容（「音楽文化創造」第39号，2006,1 pp. 28-31）……鈴木　孝
薄膜のトライボロジー―評価法とマイクロ摩擦を中心に―
（「月刊トライボロジー」（2006.2）……福田勝己，小林光男，鈴木健司
ナノインデンテーション法によるねじ締結体（ボルト）の強度評価
（「材料試験技術」Vol.51 No.1 pp. 3-7）……福田勝己，小林光男
「日用品でラジオを作ろう!!　傘ラジオ」
（国立科学博物館2006夏休みサイエンススクエア用テキスト，2005, 8）……小池清之
活性酸素種による表面処理：ポリマーの表面改質および色素増感太陽電池の低温作製への応用
（Material Technology Vol. 23, No 1, 2005, pp. 16-25）…村上拓郎，徳岡由一，高橋三男，宮坂　力，川島徳道
アクティブ消音器―ダクト系でのアクティブノイズコントロール―
（「㈳日本騒音制御工学会技術講習会テキスト“騒音対策の基礎と考え方”」pp. 47-54, 2005.11）……森下達哉

『新撰万葉集』注釈稿（上巻　秋部　七三～七四）

一般科目　津田　潔　・　共立女子大学　半澤幹一

The Annotation of the Shinsen-man'yōshū (13)

Kiyoshi TSUDA, Kan'ichi HANZAWA

This paper is the annotation of the Shinsen-man'yōshū edited in 893 ?

(Keyword : the Shinsen-man'yōshū)

73　秋風之　吹立沼礼者　蚕　己歟綴砥　木之葉緒曽刺
　秋風の　吹き立てぬれば　きりぎりす　おのが綴りと　木の葉をぞ刺す

【校異】
本文では、久曽神本は結句の「之」を欠き、道明寺本は結句の「刺」を「頼」とする。

訓みでは、元禄九年版本・元禄十二年版本・文化版本・下沢文庫本・天理本・林羅山本は第二句の「たて」を「たち」とする。

同歌は、歌合や他の歌集に見られない。

【通釈】
秋風が吹いて（木の葉を）舞い上げてしまうと、コオロギは自分の着物だと（言って）まさにその木の葉を縫い刺すことだ。

【語釈】
秋風の　「秋風」については四三番歌【語釈】「秋風に」の項参照。
吹き立てぬれば　【校異】に示したように、「吹き立て」を「吹き立ち」と訓む諸本があり、新撰万葉集研究会編『新撰万葉集注釈　巻上二』（平成一八年二月、和泉書院）もその訓みをとっている。ただし同

73　秋風触処蚕鳴寒、　秋風触るる処蚕鳴寒く、
　木葉零堆衣一単。　木葉零ち堆もれども衣一単。
　夜夜愁音侵客耳、　夜夜の愁音客耳を侵し、
　朝朝余響満庭壇。　朝朝の余響庭壇に満つ。

【校異】
京大本は本詩を欠落する。

「蚕鳴寒」を、大阪市大本・天理本「蚕鳴空」に作る。「零堆衣一単」を、底本等「零惟衣一単」に作るも、類従本・林羅山本・無窮会本・永青文庫本・久曽神本に従う。ただし、林羅山本・無窮会本は「堆」に「コレ」の訓がある。その一方で、「惟」に「堆」への校改符を持つ本もあり。日本詩紀本「零衣唯一単」、藤波家本・和学講談所本・道明寺本・大阪市大本・天理本「零惟夜一単」に作る。「侵客耳」を、大阪市大本「侵容耳」に作る。

【通釈】
秋風が当たるところでは、コオロギの鳴き声までも寒々しく感じられて、「木葉は落ち積もっているけれども、（自分の）着物は一重の夏衣のままだ。（だから木葉をたくさん綴り止めよう）」と聞こえる。夜ごとに

書と本稿の底本は同じく寛文七年版本であり、それには「フキタテ」と振り仮名が付してある。「天」を字母とする「テ」と「千」を字母とする「チ」は字形が似通う場合があるが、底本は両者の字形を明確に区別して表記してあり、本歌も「吹き立て」とする。「吹き立ち」の場合、自動詞四段活用で、（風が）吹きはじめるの意を表すが、万葉集にその例はなく八代集でも「藤ばかまはやほころびてにほはなむ秋の初風吹きたたずとも」（金葉集異本歌六七五）のみである。一方「吹き立て」の場合、他動詞下二段活用で、（風が）吹いて（何かを）高く上げるの意を表す。万葉集に「…かまどには　火気吹き立てず…」（万葉集五―八九二）の一例があるが、湯気を吹き立てるの意であって本歌とは異なる用法であり、八代集には用例が見当たらない。ただし十三代集になると、「吹きたつる木のはのしたもこの葉にて風だにわけぬ谷の通路」（新後撰集一七―一三二七）や「まどふかき秋の木のはをふきたてて又しぐれゆく山おろしのかぜ」（風雅集七―七〇七）など、本歌の参考となる例が見られる。すなわち「吹き立つ」の主体は「秋風」、その対象は直接結び付く表現にはなっていないが「木の葉」であり、秋風が吹いて木の葉を高く舞い上げるということである。　**きりぎりす**　この語および「蚕」という表記については四三番歌【語釈】「きりぎりす鳴く」の項を参照。なお「きりぎりす」という語は古今集以降、秋の虫として出てくるが、その中の時期を特定できるものとしては、「もろともになきてとどめよ蚕秋のわかれはをしくやはあらぬ」（古今集八―三八五）「なけやなけよもぎがそまのきりぎりすぎゆく秋はげにぞかなしき」（後拾遺集四―二七三）「秋ふかくなりにけらしなきりぎりすゆかのあたりにこゑきこゆなり」（千載集五―三三二）などのように、秋の終わり頃の方が目に付く。　**おのが綴りと**　「おの」は反射指示代名詞で、それ自身・それ自体の意を表し、「おのが」の形で連体詞的に用いられることが多い。万葉集では「妻・身・名」をはじめ「世・辺り・顔・尾」などの名詞が下接し、八代集では「物・ありか・歳・頃・心・影・妻・青葉・羽風・すみか・垣根・波」や「世々・様々・品々・衣々・浦々」のその悲しげな鳴き声は旅人の耳に入り、毎朝その名残の響きが庭に満ちている。

【語釈】

秋風　秋に吹く風。本集四四・六五番詩【語釈】該項参照。　**触処**　（秋風が）あたるところ。本集二・二三・四二番詩【語釈】該項参照。なお謝恵連「雪賦」に「風触楹而転響、月承幌而通暉」（『文選』巻一三）、無名氏「和漁父詞其八」に「洞庭湖上暁風生、風触湖心一葉横」とある。

蚕鳴寒　「蚕」は、コオロギのこと。四三番詩【語釈】該項を参照のこと。『初学記』夏の叙事では、『礼記』月令・季夏の節録文「律中林鍾。温風至、蟋蟀居壁」を収め、「按爾雅曰、蟋蟀、蚕。劉劭注云、謂蜤蜻也。孫炎云、梁国謂之蚕。郭璞云、今促織也。蚕音義。或作蛩。方言、蜻蜤、楚謂之蟋蟀。似蝗而小。正黒、有光沢如漆。有角翅。一名蚕、一名蜻蜤。幽州人謂之促織」の注文を載せる。「蚕鳴」の用例は知らないが、例えば、阮籍「詠懐詩八二首其一四」詩に「開秋兆涼気、蟋蟀鳴牀帷」とあるのを見れば、措辞としての不自然さは無いはずである。ただし、それを「寒」と続けるときには、李嘉祐「自常州還江陰途中作」詩に「無人花色慘、多雨鳥声寒」、白居易「五弦弾」詩に「鉄声殺、冰声寒」、白居易「九日寄微之」詩に「蟋蟀声寒初過雨、茱萸色浅未経霜」とあるように、「声寒」というのが一般。「鳴」も「声」も平声であり、「声」を使うのに問題はなかったはずだが。ただし、紀長谷雄「鐘声応夜霜」詩に「寒鳴自応三危結、暗落先知五夜清」（『新撰朗詠集』霜）とあるなど、日本漢詩には数例を見る。　**木葉**　樹木の葉。『楚辞』九歌・湘夫人に「嫋嫋兮秋風、洞庭波兮木葉下」（『文選』巻三二）、周弘譲「立秋詩」に「雲天改夏色、木葉動秋声」（『初学記』秋）とある。　**零堆**　異文「零惟」と共に、その語例を知らない。「零」は、「零落」の語もあるように、落の意。欧陽詹「春日途中寄故園所親」詩に「始歎秋葉零、又看春草晩」とある。「堆」は、うずたかく積もること。白居易「初冬即事憶皇甫十」詩に「冷竹風成韻、荒街葉作堆」とある。また「惟」は、助字。「則」とほぼ同義。「これ」と訓読するのが一般。「堆」も「惟」

ような複数を表す語などに多様化する。「綴（つづ）り」は綴った物つまり端切れを継ぎ合わせて作った粗末な着物を表し、万葉集にはないが古今集に「たむけにはつづりの袖もきるべきにもみぢにあける神やかへさむ」（古今集九―四二一）の一例があり、この場合は僧衣をいう。本歌では第三句とのつながりから「きりぎりす」自身の着物という意味。なお動詞の「つづる」については四三番歌【語釈】「綴り刺せとて」の項を参照。**木の葉をぞ刺す**　「木の葉」については五五番歌【語釈】「木の葉のきぬを」の項を、「刺（さ）す」については四三番歌【語釈】「綴り刺せとて」の項をそれぞれ参照。本歌の「刺す」は主体が「きりぎりす」であり、「木の葉」を縫い刺すの意を表す。

【補注】

本歌は、本集秋部の冒頭歌「秋風に綻びぬらし藤袴綴り刺せとてきりぎりす鳴く」（四三番）と基本的に同じ発想に基づく。それはコオロギの声の聞きなしとしての「つづり」を表現の契機とする点であるが、趣向としては二つの点で異なる。

一つは、四三番歌では「綴り刺せ」をそのままコオロギの鳴き声として表しているのに対して、本歌ではコオロギによるその文字どおりの行為の見立てとして表現している点である。

もう一つは、四三番歌は季節が秋の初めであるのに対して、本歌は秋の終わり頃と想定される点である。【語釈】で説明したように、第二句を「吹き立ち」と訓めば秋初頭となるが、「吹き立て」ならその含意はなく、木の葉を舞い上がらせる、つまり木の葉を飛び散らすのであり、本集秋部の本歌の位置も考え合わせれば、秋終盤ととるのが妥当であろう。またそうであるからこそ、下句のコオロギが散り落ちた木の葉を寄せ集めて着物を作るという設定とも自然につながると考えられる。

以上の二点から、四三番歌が初秋のコオロギに対する「促織」というとらえ方と声の聞きなしに則って詠まれたのに対して、本歌はそれをふまえたうえで、コオロギ自身を中心としてさらに応用・展開したものと言える。もっとも、その分だけ虚構性・観念性が強くなったきらいはある。

も平声であり、優劣を決しがたいが、わずかに意味上「堆」が優るか。

衣一単　『世説新語』倹嗇に「王戎倹吝、其従子婚、与一単衣、後更責之」とあるように、本来「一単衣」というべきところを、押韻のために倒置させた。一枚の夏衣の意。「単衣」は、七一番詩【語釈】該項参照のこと。簡文帝「傷別離」詩に「夜長無与悟、衣単誰為裁」（『玉臺新詠』巻七）、許渾「早行」詩に「轡湿知行露、衣単覚暁風」、菅原道真「寒早十首其六」詩に「衣単風発病、業廃暗添貧」（『菅家文草』巻三）とある。異文「夜一単」は、「衣」と「夜」の草体の類似から来る誤り。

夜夜　毎晩、夜ごとに。二四番詩【語釈】該項参照。**愁音**　悲しげな声。高適「贈別沈四逸人」詩に「耿耿尊酒前、聯雁飛愁音」とあるが、用例は極めて稀で、「愁声」の方が一般的。**侵客耳**　（声音が）旅人の耳に聞こえる。恐らく「侵入」の語があるので、「入耳」と同義に用いたと思われるが、「侵耳」の語例を知らない。韓愈「送劉師服」詩に「蝉声入客耳、驚起不可留」、白居易「五弦弾」詩に「殺声入耳膚血慘、寒気中人肌骨酸」、杜牧「雨」詩に「一夜不眠孤客耳、主人窓外有芭蕉」とある。異文「容耳」は、「客」の草体からの誤り。**朝朝**　朝ごと。毎朝。宋玉「高唐賦序」に「旦為朝雲、暮為行雨。朝朝暮暮、陽臺之下」（『文選』巻十九・『初学記』美婦人）とあり、梁元帝「閨怨詩」に「塵鏡朝朝掩、寒牀夜夜空」（『藝文類聚』閨情）、駱賓王「従軍中行路難二首其一」詩に「夜夜朝朝斑鬢新、年年歳歳戎衣故」、仲科善雄「詠禁苑鷹生雛」詩に「日日雄姿美、朝朝猛気驚」（『経国集』巻一一）、菅原道真「風雨」詩に「朝朝風気勁、夜夜雨声寒」（『菅家後集』）とある。また、本集にも「雪後朝朝興万端」（九十番）とある。**余響**　後まで残っている音。余韻。蕭子範「後堂聴蝉詩」に「流音繞叢藿、余響切高軒」（『初学記』蝉）、嵇康「琴賦」に「含顕媚以送終、飄余響乎泰素」（『文選』巻一八）、常建「第三峰」詩に「山暝学棲鳥、月来随暗蛩。尋空静余響、嫋嫋雲渓鐘」とある。**満庭壇**　「庭壇」の用例を知らない。それを倒置した「壇庭」も、唯一、晋・郭璞「南郊賦」に「爾乃造曠場、戻壇庭」（『藝文類聚』・『初学記』郊丘）とあるのを知るのみだが、恐ら※

※く祭壇のある庭の意であろう。「壇」とは、日月や帝王などを祭る、土でできた高台を意味するが、東方朔「七諫」に「乱曰、鸞皇孔鳳日以遠兮、畜鳧駕鵝。鶏鶩満堂壇兮、鼈黿游乎華池」（『楚辞』巻一三）とあり、王逸が「平場広坦為壇」と注し、『淮南子』説林訓に「腐鼠在壇、焼薫於宮」とある、その高誘注に「楚人謂中庭為壇」とあるように、「庭」に類似する意味もあるので、ここは押韻のために「庭壇」の語が創られたと考える（ただし、その場合は韻は同じだが、去声となるので厳密には押韻しない）。ともかく、「満庭」の語とほぼ同義と解釈しておく。これであれば、張衡「南都賦」に「脩袖繚繞而満庭、羅襪躡蹀而容与」（『文選』巻四）とあるのを初めとして、島田忠臣「暮春宴…各一字」詩に「一座無言春寂寞、満庭空対落花閑」（『田氏家集』巻下）、菅原道真「沙庭」詩に「分合家中三逕斜、自慙明後満庭沙」（『菅家文草』巻二）、菅原道真「七月七日憶野州安別駕」詩に「依乞平安帰洛日、満庭香粉幾紛紛」（『菅家文草』巻二）、菅原道真「詩客見過…各分一字」詩に「和市詩情不道貧、満庭紅白意殷懃」（『菅家文草』巻五）とあるなど、菅原道真の作品には五例を数える。

【補注】

韻字は「寒・単・壇」で、上平声二十五寒韻。「壇」字の押韻以外は、平仄にも基本的な誤りはない。

本詩の季節を何時と見るかは、意見の分かれるところだろう。既に四三番詩でも言及したように、中国文学の基本的季節感を規制した『礼記』月令に「季夏之月、温風始至、蟋蟀居壁」とある以上、夏の終わりから初秋のものだという考え方を否定することはできない。事実、『藝文類聚』や『初学記』は、歳時部の夏に『礼記』月令の当該文を掲載している。しかし、同じ唐代類書でも『北堂書鈔』は、歳時部の夏に当該文を掲載する一方、秋の部にも、

趣織鳴　春秋元命苞、孟秋趣織鳴註云、趣織、蟋蟀也。趣與促同。

熠燿燦於階闥、蟋蟀鳴於軒屏　潘岳秋興賦、熠燿燦于階闥、蟋蟀鳴于軒屏。聽離鴻之晨吟望流火之餘景。

蟋蟀宵征　楚辭云、獨申旦而不寐兮、哀蟋蟀之宵征。

という、蟋蟀関係の文を収載して、夏の部のそれを量的には完全に凌駕する。また、四五番詩で触れた、『毛詩』蟋蟀と七月の一節は、類書に収載されることはないけれども、蟋蟀は夏というより秋のものだということを積極的に言うように思われる。

更に、実作では、晋・石崇「思帰歎」に「秋風厲兮鴻雁征、蟋蟀嘈嘈兮晨夜鳴。落葉飄兮枯枝竦、百草零兮覆畦？」、「贈蘇武詩」に「寒涼應節至、蟋蟀夜悲鳴。晨風動喬木、枝葉日夜零」、晋・王渾「妻鍾遐思賦」に「惟仲秋之慘悽、百草萎悴而変衰。鷰翔逝而帰海、蟋蟀鳴而相追」、晋・処士劉参「妻王氏夫誄」に「清商激宇、蟋蟀吟櫺」とあるなど、景物として落葉などと共に詠われるときには、初秋というよりも晩秋というほうがより相応しいと言いうるだろう。

【比較・対照】

対応関係として、詩はその前半で歌の内容を不十分なままに済ませ、後半は例によって独自な展開をし、対句仕立てによって秋虫の鳴き声を描写している。そのため、歌が秋虫の見立てとしての行為を中心にまとめているのに対して、詩は全体的にその鳴き声を対象としたものになっている。

このようなズレが生じた要因として、歌における鳴き声の聞きなしを詩では写しえなかったことがあると考えられる。すなわち、日本語の「つづり」という聞きなしに対応する表現が中国語にはなかったということである。秋虫の鳴き声を「促織」ととらえることはあっても、それは鳴き声自体の聞きなしにはならない。当歌では「つづり」という聞きなしをふまえてさらに着物の意として裁縫という行為を想定するのであるが、詩にはそもそも聞きなしという前提がないのであるから、その行為に対応させるのは無理であり、わずかに承句によって裁縫行為を遠く暗示するにとどまらざるをえな

かった。それも、詩【通釈】で示したように、承句を秋虫の発話内容とみなせばということであるが。

本集のこれまでの歌詩にも見られたように、歌が日本語に即した機知的な趣向を旨とする場合、詩はそれをそのまま写しえないため、別の内容に中心を移して展開せざるをえない。当詩では、聞きなしを写すかわりに、鳴き声の描写を中心にすることを選んだのであろう。歌の表現の流れに対応させるならば、起句は「蚕鳴寒」よりも「木葉零」の方が（形式的にはともかく）自然であるが、詩全体を鳴き声中心とするなら「蚕鳴寒」を最初に持ってくる必要があり、加えてそれを維持するため後半でも普通は行わないはずの対句を用いることになったと推測される。

74　希丹来手　不飽別留　織女者　可立還　波路無唐南

まれに来て　飽かず別るる　たなばたは　立ち還るべき　波路無からなむ

【校異】

本文では、結句の「波路」を、類従本・和学講談所本・道明寺本・大阪市大本・天理本・林羅山本・無窮会本・永青文庫本・久曽神本など多くは「岐路」とし、「岐」を第四句末に続けて「べき」の「き」の音表記とし、「路」を「みち」と訓む。藤波家本・下沢文庫本は本文は「波路」のまま、合わせて「みち」と訓む。

同歌は、歌合や他の歌集には見られない。

【通釈】

（一年に一度という）たまにやって来て満足することなく別れる七夕には、引き返さなければならない、船の通り道が無くなってほしい。

【語釈】

まれに来て　「まれに」は「まれなり」という形容動詞の連用形。頻度がきわめて少ない、たまにの意。万葉集には例がないが、八代集には「まれらなり」の形の一例も含め、二〇例以上見られる。その半分近くは「あふ」ことに関して用いられ、「来（く）」を修飾する表現としては「もみぢばも時雨もつらしまれにきてかへらん人をふりやとどめぬ」（後撰集八―四五五）の一例があり、七夕に関する例としては「ひこぼしのまれにあふよのとこ夏は打ちはらへどもつゆけかりけり」（後撰集五―二三〇）「まれにあふわれたなばたの身なりせばけふのわかれをいきてせましや」（金葉集三奏本三―一六二）などが見られる。**飽かず**

74　七夕佳期易別時。　七夕の佳期は別れ易き時。

一年再会此猶悲。　一年に再会するとも此れ猶ほ悲し。

千般怨殺鵲橋畔。　千般怨殺す鵲橋の畔（かたはら）。

誰識二星涙未晞。　誰か識らむ二星の涙の未だ晞（かわ）かざるを。

【校異】

京大本は本詩を欠落する。

「期」を、久曽神本欠落す。「時」を、永青文庫本・久曽神本「期」に作る。「悲」を、類従本・林羅山本・無窮会本「非」に作り、「悲」の異本注記をする。「誰識」を、大阪市大本・天理本「誰議」に作る。

【通釈】

牽牛・織女の二星が一年に一度出会えるという七月七日の佳い時節は、またすぐに別れなければならない時でもある。たとえ一年に二度出会えるとしても、それでも別れる時は悲しいだろう（たった一度であれば尚更のことだ）。そこで何度も何度も、鵲が架けてくれた橋のたもとでひどくその境遇を怨むことになるのだ。一体誰が知っているだろうか、二星の涙がいまだに乾かずにいることを。

【語釈】

七夕　旧暦七月七日の夜、天の河を渡って織女星と牽牛星が年に一度出会うという中国起源の民間伝説。その中国における展開については、小南一郎『西王母と七夕伝承』（平凡社、一九九一年六月）などを、またその日本における展開については、吉川栄治「平安朝七夕考説―詩と歌のあいだ―」（『中古文学と漢文学Ⅰ　和漢比較文学叢書第三巻』汲古書院　昭和六一年一〇月）などを参照のこと。**佳期**　牽牛と織女の逢

別るる　「飽かず」は「別るる」を連用修飾し、満足することなく別れるという意味。「飽かず」と同義の表現としては「飽かずして」「飽かでも」「飽かなくに」があり、「別る」を下接する例は万葉集にはないが八代集には「相坂の関しまさしき物ならばあかずわかるる君をとどめよ」（古今集八―三七四）「てる月をまさ木のつなによりかけてあかずわかるる人をつながん」（後撰集一五―一〇八一）「あかずしてわかるるそでのしらたまを君がかたみとつつみてぞ行く」（古今集八―四〇〇）「むすぶてのしづくににごる山の井のあかでも人にわかれぬるかな」（古今集八―四〇四）など見られる。なお「飽かず」については一六番歌【語釈】「飽かず散るとや」の項も参照。　**たなばたは**　「織女」は「たなばた」とも「たなばたつめ」とも訓みうるが、音数律により「たなばた」をとる。万葉集において「たなばたつめ」はすべて「織女」、「たなばた」も六例のうち四例が「織女」、残り二例が「棚機」（一〇―二〇三四）「多奈波多」（一七―三九〇〇）と表記される。「たなばたつめ」の方は織女の意に特定され、「彦星は　織女と　天地の　別れし時ゆ…」（万葉集八―一五二〇）「天の川梶の音聞こゆ彦星と織女と今夜逢ふらしも」（万葉集一〇―二〇二九）「彦星と織女と今夜逢ふ天の川門に波立つなゆめ」（万葉集一〇―二〇四〇）のように「彦星」と対になる例も見られる。一方「たなばた」の場合、「織女の袖つぐ夕の暁は川瀬の鶴は鳴かずともよし」（万葉集八―一五四五）や「天の川霧立ち上る織女の雲の衣の反る袖かも」（万葉集一〇―二〇六三）などは機織りとの関係から織女として問題ないが、「天の川棚橋渡せ織女のい渡らさむに棚橋渡せ」（万葉集一〇―二〇八一）や「織女し舟乗りすらしまそ鏡清き月夜に雲立ち渡る」（万葉集一七―三九〇〇）は、中国の伝説をそのまふまえたという条件付きで織女の意となる。また「たなばたの今夜逢ひなば常のごと明日を隔てて年は長けむ」（万葉集一〇―二〇八〇）の「たなばた」も織女と一般に解釈されているが、表現からは七夕という出来事あるいは二星というとらえ方もできなくはない。八代集における「たなばた」も織女ととれる例が圧倒的に多いものの、それ以外の意味う、良い時節。本来は、美人と日時を約束して逢うこと。『楚辞』九歌・湘夫人に「白蘋兮騁望、与佳期兮夕張」（『文選』巻三二）とあるに基づく語。王逸は「佳、謂湘夫人也。不敢指斥尊者、故言佳也」と注する。従って、謝希逸「月賦」に「佳期可以還、微霜霑人衣」（『文選』巻一三）、謝玄暉「在郡臥病呈沈尚書」詩に「良辰竟何許、夙昔夢佳期」（『文選』巻二六）とある例などでは、「佳期」で、美人や年長者そのものを指す。劉言史「七夕歌」詩に「星寥寥兮月細輪、佳期可想兮不可親」とある「佳期」は、織女の意味だろうが、杜甫「牽牛織女」詩に「小大有佳期、戒之在至公」、権徳輿「七夕」詩に「佳期人不見、天上喜新秋」などは、二星が逢う良い時期の意。また、菅原道真「同紀発韶…秋穂詩之作」詩に「佳期恰似時難過、巧思祇同月易盈」（『菅家文草』巻五）、一条天皇「七夕佳会風為使」詩に「霊匹佳期素在斯、涼風為使去来儀」（『本朝麗藻』巻上）というのも同じ。　**易別時**　たやすく別れる時。別れはすぐにやってくるということ。勿論その裏には、逢うことは難しいという心を含む。王筠「代牽牛答織女」詩に「歓娯未繾綣、倏忽成離異」、梁・武帝「七夕」詩に「昔悲漢難越、今傷河易旋」、戴叔倫「織女詞」に「難得相逢容易別、銀河争似妾愁深」とあり、百済和麻呂「七夕」詩に「昔惜河難越、今傷漢易旋」（『懐風藻』）とある。「時」の異文「期」は、本詩が楽府ならばともかく七言絶句の形式をとるので、同じ韻（上平声七之韻）ではあるけれども、非。　**一年再会**　一年間に二度逢う、の意。「再会」は、白居易「池上送考功崔郎中兼別房窶二妓」詩に「鵾鷺上天花逐水、無因再会白家池」、朱慶余「送人下第帰」詩に「高秋期再会、此去莫忘機」、藤原基俊「暮春長秋監亜相山庄尚歯詩」に「流年無返花前涙、再会争期夢裏身」（『本朝無題詩』巻一）とある。七夕詩では普通、王筠「七夕観織女」詩に「一稔期一宵、此期良可嘉」、陸敬「七夕賦詠成篇」詩に「片時歓娯自有極、已復長望隔年人」、李商隠「七夕」詩に「争将世上無期別、換得年年一度来」、趙璜（一作李郢）「七夕」詩に「鳥鵲橋頭双扇開、年年一度過河来」、趙璜「題七夕図」詩に「明年七月重相見、依旧高懸織女機」、藤原茂明「思牛女」詩に「雖歓七夕逢佳

すなわち彦星と織女星、彦星、七夕の出来事自体を表すとみなされる例も認められる。たとえば「契りけむ心ぞつらきたなばたの年にひとたびあふはあふかは」（古今集四―一七八）「ひととせにひとよとおもへどたなばたのあひ見む秋の限なきかな」（拾遺集三―一五〇）「くもゐにてちぎりしなかはたなばたをうらやむばかりなりにけるかな」（後拾遺集一一―六二八）「たなばたはいまやわかるるあまの川かは霧たちて千鳥鳴くなり」（新古今集四―三二七）などは彦星と織女星の二星を表していようし、「たなばたの帰る朝の天河舟もかよはぬ浪もたたなん」（後撰集五―二四八）「たなばたのとわたる船のかぢのはにいく秋かきつ露の玉づさ」（新古今集四―三二〇）などの「たなばた」は彦星の意ととることができ、「あまの河河辺すずしきたなばたに扇の風を猶やかさまし」（拾遺集一七―一〇八八）や「かぎりありてわかるるときも七夕のなみだのいろはかはらざりけり」（金葉集三―一六四）などは星（人）ではなく七夕という出来事という解釈が可能である。「たなばた」の原義は織機のこととされるが、それが機を織る人（女性）、裁縫神としての織女星、さらに天の川伝説へと、換喩的に意味が拡大し、それぞれの文脈に応じて用いられたと考えられる。本歌の場合、初句の「まれに来て」と第四句の「立ち還る」により、往復する主体として、かつ日本の当時の風習に従って変容したとすれば、「たなばた」は彦星とするのが妥当であろう。しかし、後の【補注】に述べるように、本歌全体の歌意から、本歌の「たなばた」を七夕という出来事の意としてとりたい。**立ち還るべき**　「立（た）ち還（かへ）る」にはいくつかの意味があるが、万葉集に一例ある「立ち反り泣けども我は験なみ思ひわぶれて寝る夜しそ多き」（万葉集一五―三七五九）の「立ち反り」は副詞的に繰り返しての意を表し、八代集でも「立帰りあはれとぞ思ふよそにても人に心をおきつ白浪」（古今集一一―四七四）「立帰りぬれてはひぬるしほなればいくたの浦のさがとこそ見れ」（後撰集九―五三三）などをはじめとして、同形・同義の用法が多い。また、右二例も含め、「逢ふ事のなざきにしよる浪なれば怨みてのみぞ立帰りける」（古今集一三―六二六「いしま節、還恨一年不再秋」（『本朝無題詩』巻三）などと表現して、一年に一度出会うとするのが一般。**此猶悲**　「此」は、強調の助字。「猶」は、「Aスラ猶ホB、況ヤCヲヤ」の基本句法の一部で、Aという比較的軽い事態を取り上げて、後でCという、より重大な事態を強調する。七夕は一年に一回だけ出会うという常識を踏まえて、一年に二度逢えるとしてもそれでも悲しいのだ、まして一回だけであったならば、その悲しみはどれ程であろうか、というのである。後半の「況ヤCヲヤ」は、言わずもがなであるので、省略された。**千般**　何度も、数え切れないくらい。三五・四六番詩【語釈】該項参照。**怨殺**　ひどく怨む。深く怨む。「殺」は、その前の語を強める俗語の助字。それについては、二二・七一番詩【語釈】該項を参照のこと。ただし、本集に「千般怨殺厭吾人」（一〇三番）とある以外、その語例を知らない。**鵲橋畔**　「橋畔」とは、橋のたもと。橋のほとり。「橋頭」「橋辺」等ともいう。薛能「折柳十首其九」詩に「衆木猶寒独早青、御溝橋畔曲江亭」、羅鄴「洛水」詩に「橋畔月来清見底、柳辺風緊緑波生」とある。「折楊柳」を持ち出すまでもなく、橋は別れの場面の重要な背景であった。「鵲橋」は、七夕伝説に付随する話で、その夜二人のために鵲（または烏）が自分の羽で天の河に橋を架けるというもので、既にその話も後漢末頃には成立していただろうと推定されている。ただし、これが七夕詩に表現されるようになるのは比較的遅く、庾肩吾「七夕」詩に「倩語彫陵鵲、填河未可飛」とあるのがその始めで、初唐になって一般化する。宋之問「明河篇」詩に「鴛鴦綺上疏螢度、鳥鵲橋辺一鴈飛。…更将織女支機石、還訪成都売卜人」（『初学記』天、『千載佳句』早秋）、沈叔安「七夕賦詠成篇」詩に「彩鳳斉駕初成輦、雕鵲填河已作梁」、任希古「和長孫秘監七夕」詩に「鵲橋波裏出、龍車霄外飛」とあり、藤原史「七夕」詩に「鳳蓋随風転、鵲影逐波浮」（『懐風藻』）、島田忠臣「七言七月七日…探賜人字」詩に「銀河夜鵲填毛晩、禁樹晨鶏拍翅新」（『田氏家集』巻下）とある。**誰識**　一体誰が知っていようか（誰も知らない）。本集にも「誰識中心恋緒纆」（一一二番）とある。この語を詩の末尾に置く句法は、「星」詩に

行く水の白浪立帰りかくこそは見めあかずもあるかな」（古今集一四―六八二）「いくたびかいくたの浦に立帰り浪にわが身を打ちぬらすらん」（後撰集九―五三二）などのように、波が打ち寄せてはかえるの意をふまえたり掛けたりするのが目立つ。本歌でも結句の「波路」の「波」との縁で用いられ、帰る・引き返すの意を表すとみなされる。なお九番歌【語釈】「立ちかへり」の項も参照。**波路無からなむ**　「波路（なみぢ）」は船の通る波の上の道筋のこと。万葉集には例がないが八代集には「かの方にいつからさきにわたりけむ浪ぢはあとものこらざりけり」（古今集一〇―四五八）「ゆく人もあまのとわたる心ちして雲のなみぢに月をみるかな」（詞花集九―二九七）「おもひあまりうちぬるよひのまぼろしも浪ぢをわけてゆきかよひけり」（千載集一五―九三六）など見られる。本歌では天の川を渡る船の道筋をいう。「無からなむ」は形容詞「無し」の未然形＋願望の終助詞「なむ」で、無くなってほしいの意。「なむ」は「文末にあって動詞・助動詞の未然形を受け」（日本国語大辞典第二版）るとされるが、八代集には「かずならぬ身は心だになからなん思ひしらずは怨みざるべく」（拾遺集一五―九八四）「さか木をばてにとりもちていのりつる神のよよりもひさしからなん」（詞花集五―一六五）「袖の浦の浪ふきかへす秋風に雲のうへまですずしからなん」（新古今集一六―一四九七）などのように、本歌同様、形容詞の未然形に接続する例も見られる。

【補注】

本歌には大きな問題点が二つある。一つは【校異】に示したように、下句が「立ち還るべき路無からなむ」とも訓まれることであり、もう一つは第三句の「たなばた」が織女以外の意にもとれることである。

前者に関して、新撰万葉集研究会編『新撰万葉集注釈　巻上二』（平成一八年二月、和泉書院）は、底本の本文・訓をとらず「立ち還るべき路無からなむ」をとる理由として、①「岐」と「波」の字形が似通うこと、②結句が字余りになること、③「波路」は「天の川」に関する例がなく、④「波路」は織女が車駕で渡るとするのにふさわしくないことな※↘「今宵頴川曲、誰識聚賢人」、「江」詩に「英霊已傑出、誰識卿雲才」とあるなど、『李崎百詠』に四例見える。異文「誰議」は、草体の類似から来る誤り。**二星**　織女星と牽牛星のこと。崔寔『四民月令』に「七月七日、曝経書、設酒脯時果、散香粉於筵上、祈請於河鼓織女。言此二星神当会」（『藝文類聚』七月七日所引）、周処『風土記』に「七月七日、其夜灑掃於庭。露施几筵、設酒脯時果、散香粉祀河鼓織女。言此二星神当会」（『初学記』七月七日所引）とある。**涙未晞**　四四・六一番詩【語釈】該項を参照のこと。

【補注】

韻字は「時」（上平声七之韻）、「悲」（上平声六脂韻）、「晞」（上平声八微韻）で、前二者は同用なるも、八微韻は独用なので、押韻に傷がある。平仄には基本的誤りはない。

承句を、新撰万葉集研究会編『新撰万葉集注釈　巻上（二）』（和泉書院、二〇〇六年二月）は、「たとえ一年たって再会するとしても、そのことがやはり悲しい。」と訳すが、【語釈】でも触れたように、「一年再会」という語からはその意味はどう考えても出てこない。七夕は一年に一度の出会いだから、ここもそのように解釈しなければならないというのは、本末転倒である。

なお、同書は「再会」の語に関して、「「再遇」「再逢」は多く見られるが、「再会」の例は極めて少ない」として、用例を示さないが、『全唐詩』の中でも「再会」の語例は六、七例あって、「再遇」の語例よりむしろ多く、特別な語ではない。

※どを挙げる。このうち①は別訓の可能性もあることを示したにすぎない。③はそのとおりであるが、「路」もまた同様であるから、「波路」を排除する理由にはならず、むしろ第四句の「立ち還る」との関係からは「波路」の方がふさわしいと言える。④は「たなばた」を織女とする前提が成り立てばということである。②はたしかにそのとおりで、「波路無からなむ」では八音となり、許容される字余りとしての、母音を含む例外

ともみなされない。

後者については、【語釈】にも述べたように、「たまに来て」や「立ち還る」の主体は誰かと考えれば、織女あるいは彦星ということになる。織女か彦星かは、移動するのをどちらとみなすかにより、中国的ならば織女、日本的ならば彦星となる。少なくとも万葉集・八代集における用法を見る限り、織女にのみ限定されるとは言いがたい。そのどちらでもなく、七夕という出来事・行事そのものとみなすのは、本歌歌末に用いられた「なむ」という願望の終助詞による。

この「なむ」は本歌の表現主体の直接的な、願望という意図を示す。本歌における願望の対象となるのは「立ち還るべき波路」であり、その内容は「無し」であってほしいということである。表現主体のそのような願望の理由は「まれに来て飽かず別るる」ことにあるが、それはその当事者つまり織女と彦星のどちらか一方の立場からの願望ではなく、あくまでも第三者的な立場から七夕という逢瀬に対する願望として表現していると見られる。「たなばたは」という「は」による取り立ては彦星と織女のどちらか一方だけとするのになじまないし、「なむ」の「願望の対象に対して積極的に働きかけるのではなく、自分の手の届かない事柄の実現を、いわば、他力本願的に願うのが本義である」（日本国語大辞典第二版「語誌」）という性格も、この第三者的な立場に合致すると考えられる。

なお、本歌の結句が許容されない字余りであるという事実は否定できない。「波路」という本文は変えず二字を「みち」とする訓みがあるのもそれを避ける苦肉の策であったのだろう。本歌が後の歌集に収録されなかったのは、内容的なこともさることながら、この形式的な傷に原因があったのかもしれない。

【比較・対照】

和歌と漢詩は、七夕を主題にするということ以外に、ほとんど共通性を持たない。和歌の眼目は、結句「波路無からなむ」にあるだろうが、漢詩には全く表現されない。七夕のような簡潔な話柄では、内容の上では和歌のどれもが類似せざるを得ないとすれば、その個性を際だたせるのは表現面であったはずなのだが、漢詩はそれに対してほとんど考慮せずに、独自の展開で和歌の世界に対峙している。

ただし、八代集における七夕歌は、牽牛と織女のなかなか逢えない苦しみや、逢うまでの辛さを詠ずるのが中心で、二星の別れの辛さを詠うようになるのは、周知のように『金葉集』あたりからである。本歌と類想の歌を挙げるとすれば、「たなばたの帰る朝の天河舟もかよはぬ浪もたたなむ」（後撰集五―二四八）、「あまのがはわかれにむねのこがるればかへさのふねはかぢもとられず」（金葉集三―一六六）、「あまのがはかへさのふねになみかけよのりわづらはばほどもふばかり」（金葉集三―一六八）などであろうか。

ともあれ和歌と漢詩の共通点は、強いて言えば、「まれに来て　飽かず別るる」を「別れ易き時」「一年に再会するとも此れ猶ほ悲し」と表現したところが、漢詩作者の工夫と機知であったのだろう。一年に二回の出会いと一度の出会いに、どれ程の違いがあるかは別として。

また、和歌の【補注】に、「たなばた」が織女とも彦星ともとれ、限定するのが難しく、「なむ」という願望の終助詞の基本的語性からも、それを七夕という出来事・行事と見なして、あくまでも第三者的な立場からそれを表現していると解すべきだとの指摘があるが、漢詩の表現からもそれを傍証できるだろう。

というのは、漢詩においては七夕は織女を中心に描写されるというのが常識だけれども、この作品では織女の動作や感情と限定できる要素がなく、むしろ結句の「誰か識らむ二星の涙の未だ晞かざるを」という表現より、明らかに第三者的な立場から書かれているととる方が自然だからである。

この和漢の組合せは、主題以外はほとんど共通性を持たないけれども、従来しばしば和歌の主観に対して、漢詩の客観とされてきた、その基本的描写立場の相違が、ここでは和歌の例外的な詠みぶりによって、図らずも共通性を獲得したと言いうるかもしれない。ただし、漢詩では「織女に代わりて牽牛に贈る」などの詩題を持つもの以外の作品においても、織女の立場で詠まれることが多いことを考えれば、案外漢詩作者は和歌のそれを意識して制作したと言えるのかもしれない。

（平成一八年八月三一日受理）

〔注〕本稿は、『共立女子大学文芸学部紀要』第四〇集～第五二集（平成六年二月～平成一八年一月）および『東京工業高等専門学校研究報告書』第二六号～第三七号（二）の続稿である。

東京工業高等専門学校研究報告書

第 38（1）号

平成18年度

平成18年11月10日発行

編　集　者　東京工業高等専門学校図書委員会

発　行　者　東京工業高等専門学校

東京都八王子市椚田町1220の２

TEL　八王子（042）668－5111

〒193－0997

印　刷　所　電算印刷株式会社

長野県松本市筑摩１－11－30

TEL　松本（0263）25－4329

〒390－0821

The name of the journal has been changed from *"Research Reports of Tokyo National Technical College"* into *"Research Reports of Tokyo National College of Technology"* since the 1984 issue.

古紙配合率100%再生紙を使用しています