

2015年4月

新潟国際情報大学 情報文化学部 紀要

【Vol.1】

目 次

A system of pair sentential calculus that has a representation of the Liar sentence

Tadao Ishii



赤外線式ソーブディスペンサーの液垂れ低減に関する研究

上西園 武良・相賀 成美



PBL による情報システム開発教育の実践

小 林 満 男



長野県における地上デジタル放送の普及調査

近 藤 進・上 村 喜 一



A dynamic span model and associated control strategy for roll transport systems for sheet-type materials (Part I)

Kenji Shirai and Yoshinori Amano



卒業論文作成指導における目標規定文の有効性に関する考察

高 木 義 和



A Class of Feature Spaces and Violation of the Triangle Inequality

Eisuke Chikayama



新潟市およびポゴール市における廃食油再生化事業の問題と解決に関する一考察

藤 田 晴 啓



文系研究室における低予算の産学連携

山 下 功



中小企業・ベンチャー企業のコーポレート・ガバナンス構築の考え方 ―株式公開を意識した企業への示唆―

山 本 靖・逆瀬川 明 宏・内 田 亨



テキストマイニング手法による水産養殖事業の重要 이슈探索 ―ポジ／ネガ要因の構造分析―

佐々木 宏・内 田 亨



新潟県における養殖事業の可能性 ―妙高ゆきエビおよび村上鮭の事例を通して―

高 山 誠・平 松 庸 一・内 田 亨



大学の情報共有基盤に関する一考察

西 山 茂

情報文化学部 紀要編集委員会

Journal of Niigata University of International and Information Studies [Vol.1]

Contents

<i>A system of pair sentential calculus that has a representation of the Liar sentence</i>	1
ISHII, Tadao	
<i>A Study on the Dripping Reduction of Soap Dispenser by Infrared Sensor</i>	11
KAMINISHIZONO, Takeyoshi and SOGA, Narumi	
<i>Practice of Information System Development Education through Project Based Learning</i>	18
KOBAYASHI, Mitsuo	
<i>Spread of Digital Terrestrial Television Broadcasting in Nagano Prefecture</i>	27
KONDO, Susumu and KAMIMURA, Kiichi	
<i>A dynamic span model and associated control strategy for roll transport systems for sheet-type materials (Part I)</i>	41
SHIRAI, Kenji and AMANO, Yoshinori	
<i>A study on the Effectiveness of Goal Prescribed Sentence in Writing Graduation Thesis</i>	56
TAKAGI, Yoshikazu	
<i>A Class of Feature Spaces and Violation of the Triangle Inequality</i>	69
CHIKAYAMA, Eisuke	
<i>An analytical study of problems and solutions of waste cooking oil recycling projects of Niigata and Bogor cities</i> ...	83
FUJITA, Haruhiro	
<i>Low-Cost Industry-Academic Cooperation in Laboratories of the Humanities or Social Sciences</i>	92
YAMASHITA, Isao	
<i>The Concept of Corporate Governance Construction for Small and Medium-sized Enterprises and Venture Businesses : Suggestion to Enterprises being Conscious of IPO</i>	98
YAMAMOTO, Yasushi and SAKASEGAWA, Akihiro and UCHIDA, Toru	
<i>Exploring Issues for Aqua Culture Business by Text Mining Method: Structural Analysis of the Positive Factors and Negative Factors</i>	109
SASAKI, Hiroshi and UCHIDA, Toru	
<i>Potential of Aquaculture Business in Niigata Prefecture: Case Studies of Myoko Snow Shrimp and Salmon of Murakami</i>	121
TAKAYAMA, Makoto and HIRAMATSU, Yoichi and UCHIDA, Toru	
<i>On an Information Sharing Platform for Universities</i>	129
NISHIYAMA, Shigeru	

A system of pair sentential calculus that has a representation of the Liar sentence

Tadao Ishii*

Abstract

In this paper we will introduce a referential relation between pair-sentences similar to the identity connective $\equiv$ in **SCI**. Here pair-sentence statements of the form (A, B) read as “ A is referential to B ”. Then by interpreting the pair-sentence (A, B) as a sequence of referential relation such that the referential recursive pattern $A B_0 B_1 B_2 \dots B_0 B_1 B_2 \dots$ holds, we will formalize a pair sentential calculus and represent the behavior of Liar sentence. To formalize the pair sentential calculus, we firstly introduce the stage numbers i, j in which each of pair-sentence holds, i.e., (A^i, B^j) and which means a *situation* of A at a stage i is *referential* to the *situation* of B at a stage j . We also introduce a *referential cycle number* of (A^i, B^j) and by using of this cycle number, we may classify pair-sentences into two categories, that is, *categorical* and *paradoxical*. Then each Liar sentence has a referential cycle number of n such that $n \geq 2$ and is paradoxical.

Keywords: **SCI**, pair-sentence, Liar paradox, four-valued logic, paraconsistent logic.

1 Introduction

By the inspiration of L. Wittgenstein’s *Tractatus* in which facts are constructed by *states of affairs* (or *situations*), R. Suszko attempted to formalize an ontology of facts in *Tractatus* on the basis of Fregean scheme, and called it *non-Fregean logic* [12]. The sentential calculus with identity, **SCI** in short, is the most simplified version of his *non-Fregean logic* and obtained by adding the sentential identity connective $\equiv$ to the classical logic. Statements of the form $A \equiv B$ read as “ A is identical with B ” which means that the referent of two sentences are identical in the basis of Fregean scheme. In **SCI**, it is not assumed that all true (and similarly, all false) sentences have a common referent, called the *Fregean axiom*. Thus, we may think that **SCI** is addressing the area of many-valued logic, since sentences are allowed to have more than two values. But we must also be noticed that this is the referential many-valuedness, quite distinct from logical many-valuedness. If applying the theory of inference relation (finitary consequence operation) on the set of all formulas, then for any logic considered as an inference relation $\vdash$, we can find sets V of $0 - 1$ valued functions defined for all formulas, called *logical valuations* [13], that is, every logic may be regarded as logically two-valued. On the other hand, for the given formalized language $\mathcal{L}$, we may consider any algebraic structure $\mathcal{A}$ similar to $\mathcal{L}$ and maps of $\mathcal{L}$ to $\mathcal{A}$ satisfying some morphism conditions, called *algebraic valuations*. Then the formulas may have many algebraic values (admissible referents).

In this paper we will introduce a referential relation between pair-sentences similar to the identity connective $\equiv$ in **SCI**. Here pair-sentence statements of the form (A, B) read as “ A is referential to B ” which means that the referent of a sentence A is referential to the referent of a sentence B . When doing logical reasoning, it is usually assumed that several fundamental postulates implicitly hold by a priori. For example, the *principle of identity* says that “ A is always A and not being $\neg A$ ”, the *principle of contradiction* says that “ A is not both A and

*Tadao Ishii Department of Information Systems, School of Information and Culture, [情報システム学科][情報文化学科]
Niigata University of Information and International Studies

$\neg A$ ", and the *principle of excluded middle* says that "either A is B or A is $\neg B$ ". Here if we do not admit these fundamental postulates, then several paradoxes appear in public and we could not proceed correctly to the formal reasoning. In order to overcome the matter, there exist several approaches to the problem from different point of views, that is, paraconsistent logic [2, 11], a theory of truth [10], naive semantics [5, 6] and self-reference/recursive forms [8, 9]. Here we will interpret pair-sentence (A, B) as a sequence of referential relation such that the referential recursive pattern $A B_0 B_1 B_2 \dots B_0 B_1 B_2 \dots$ holds by following the ideas of H. G. Herzberger and L. H. Kauffman. Then for the principle of identity sentence " A is A ", we will get the pair-sentence (A, A) which satisfies a sequential form $A A A A A A \dots$. Similarly, for a simple Liar sentence "this sentence is not true", we will get the pair-sentence $(A, \neg A)$ which satisfies a sequential form $A \neg A A \neg A A \neg A \dots$. We have typically four referential relations, that is, $(\top, \top)$, $(\perp, \top)$, $(\top, \perp)$ and $(\perp, \perp)$. If we will axiomatize for a pair-sentence calculus similar to **SCI** manners, this system can be seen one of four-valued logic [1, 3], and could not deduce the principle of contradiction and excluded middle.

The logical axioms for **SCI** consist of two sets of schemata **TFA** (truth functional axioms) and **IDA** (identity axioms). Here **IDA** is the following:

- (E1) $A \equiv A$
- (E2) $(A \equiv B) \rightarrow (B \equiv A)$
- (E3) $(A \equiv B) \wedge (B \equiv C) \rightarrow (A \equiv C)$
- (C1) $(A \equiv B) \rightarrow (\neg A \equiv \neg B)$
- (C2) $(A \equiv B) \wedge (C \equiv D) \rightarrow (A \wedge C) \equiv (B \wedge D)$
- (C3) $(A \equiv B) \wedge (C \equiv D) \rightarrow (A \vee C) \equiv (B \vee D)$
- (C4) $(A \equiv B) \wedge (C \equiv D) \rightarrow (A \rightarrow C) \equiv (B \rightarrow D)$
- (C5) $(A \equiv B) \wedge (C \equiv D) \rightarrow (A \equiv C) \equiv (B \equiv D)$
- (SI) $(A \equiv B) \rightarrow (A \rightarrow B)$

(E1)–(E3) and (C1)–(C5) show that the identity connective $\equiv$ is an equivalence and congruence relation respectively. From (SI) we get $A \leftrightarrow B \not\Rightarrow A \equiv B$ in general, which means **SCI** is non-Fregean logic. Every equation in the logical theorems of **SCI** is only a trivial (i.e., $A \equiv A$).

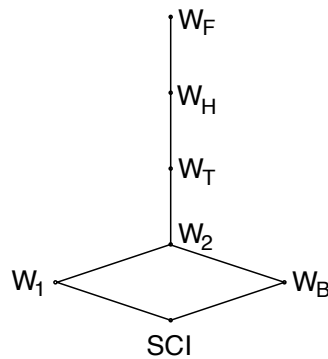


Figure 1: Relations between extensions of **SCI**

Moreover, many logics can be reconstructed as Suszko's theories of situation. For example, we define $\alpha \equiv \beta \iff \Box(\alpha \leftrightarrow \beta)$ in modal logic, then we have $\mathbf{W}_T \text{ --- } \mathbf{S4}$ and $\mathbf{W}_H \text{ --- } \mathbf{S5}$. Also

we define $\alpha \equiv \beta \iff (\alpha \Leftrightarrow \beta)$ in 3-valued Łukasiewicz logic where $\Leftrightarrow$ is a $\mathbf{L}_3$ equivalence, then we have **SCI** — $\mathbf{L}_3$.

Here we consider a simple Liar sentence : “This sentence is not true”. Of course, **SCI** could not deal with the Liar sentence. Let’s define $A =$ “This sentence is true”, then $A \equiv \neg A$ because the referent of two sentences A and $\neg A$ are identical, but it’s impossible logically by (SI). So, we will introduce a *referential relation* of pair-sentence similar to identity $\equiv$, i.e., $(A^i, \neg A^j)$: a *situation* of A at a stage i is *referential* to the *situation* of $\neg A$ at a stage j . In this paper, we will formalize a pair sentential calculus and represent the behavior of Liar sentence.

2 PSC Logic

In this paper we will propose a pair sentential calculus, **PSC** in short, which was obtained from the classical sentential calculus by adding a new pair-sentence constructor $(-, -)$ and its axioms of the form (A^i, B^j) which means “ A at a stage i is referential to B at stage j ” where i and j are referential stage numbers that A and B hold respectively.

2.1 Definitions

The formulas **FOR_P** of a language $\mathcal{L}_P$ of the sentential calculus with pair-sentence constructor are generated in the usual way from an infinite set V_P of sentential variables and constants $\top$ (true), $\perp$ (false) by the standard truth functional connectives $\neg$ (negation), $\wedge$ (conjunction), $\vee$ (disjunction) and $\rightarrow$ (material implication) as well as the pair-sentence constructor $(-, -)$, i.e., $\mathcal{L}_P = \langle \mathbf{FOR}_P, \neg, \wedge, \vee, \rightarrow, (-, -), \top, \perp \rangle$. Also we may use the same parentheses as auxiliary symbols even assume that the priority of each connective and constructor are weak as $\neg, \wedge, \vee, \rightarrow, (-, -)$ in order. Throughout this paper the letters $p, q, r, p_1, \dots$ will be used to denote any variables; the letters $A, B, C, \dots$ will denote formulas of a **PSC** language $\mathcal{L}_P$; the letters X, Y will denote sets of formulas. We will also use the following abbreviation: (i) $\top = (\top, \top)$, (ii) $\perp = (\perp, \perp)$, (iii) $\nabla = (\perp, \top)$, (iv) $\triangle = (\top, \perp)$ and (v) $A = (A, A)$. We will introduce several terminology with pair-sentence as the following.

Definition 2.1 (Pair-sentence)

- (1) If A is a subformula of B , then we say that pair-sentence (A^i, B^j) is a circular referential relation, where i and j are referential stage numbers that A and B hold respectively. Moreover, if A is not a subformula of B , then pair-sentence (A^i, B^j) is a non-circular referential relation.
- (2) For a circular referential relation (A^i, B^j) such that the referential recursive pattern $A^i B_0^j B_1^{j+1} B_2^{j+2} \dots B_0^{j+n} \dots$ holds, the total referential stage numbers of B_0^j being recursively returned to itself is called a referential cycle number of (A^i, B^j) and the cycle number is n , $\mu(A^i, B^j) = n$ in symbol. On the other hand, for a non-circular referential relation (A^i, B^j) such that the referential recursive pattern $A^i B^j B^{j+1} B^{j+2} \dots$ holds, the referential cycle number is always 1, i.e., $\mu(A^i, B^j) = 1$.
- (3) If $\mu(A^i, B^j) = 1$ then we say that (A^i, B^j) is categorical and we will omit each referential stage number like (A, B) . On the other hand, if $\mu(A^i, B^j) \geq 2$ then we say that (A^i, B^j) is paradoxical.
- (4) The referential stage numbering of composed formulas is the following.
 - (i) $(\neg A)^i \iff \neg A^i$
 - (ii) $(A \wedge B)^i \iff A^i \wedge B^i$
 - (iii) $(A \vee B)^i \iff A^i \vee B^i$
 - (iv) $(A \rightarrow B)^i \iff A^i \rightarrow B^i$

$$(\vee) (A, B)^i \iff (A^i, B^i)$$

The axiomatic system **PSC** for the language $\mathcal{L}_P$ is defined by the following way.

Definition 2.2 (PSC system) *The axiomatic system **PSC** consists of the two sets of schema **TFA** (truth functional axioms) and **PSA** (pair-sentence axioms) below. Furthermore **PSA** splits to the three sets of schema **EA** (equivalence axioms), **CA** (congruence axioms) and **PA** (pair-sentence axioms). The rule of inference is only modus ponens.*

$$(A1) A \rightarrow (B \rightarrow A)$$

$$(A2) (A \rightarrow (B \rightarrow C)) \rightarrow ((A \rightarrow B) \rightarrow (A \rightarrow C))$$

$$(A3) A \wedge B \rightarrow A$$

$$(A4) A \wedge B \rightarrow B$$

$$(A5) A \rightarrow (B \rightarrow (A \wedge B))$$

$$(A6) A \rightarrow A \vee B$$

$$(A7) B \rightarrow A \vee B$$

$$(A8) (A \rightarrow C) \rightarrow ((B \rightarrow C) \rightarrow (A \vee B \rightarrow C))$$

$$(A9) \neg A \rightarrow (A \rightarrow B)$$

$$(A10) A \vee \neg A$$

$$(E1) (A, A)$$

$$(E2) (A^i, B^j) \rightarrow (B^j, A^i)$$

$$(E3) (A^i, B^j) \wedge (B^k, C^l) \rightarrow (A^i, C^{l+(j-k)})$$

$$(C1) (A^i, B^j) \rightarrow ((\neg A)^{i+1}, (\neg B)^{j+1})$$

$$(C2) (A^i, B^j) \wedge (C^i, D^j) \rightarrow ((A \wedge C)^i, (B \wedge D)^j)$$

$$(C3) (A^i, B^j) \wedge (C^i, D^j) \rightarrow ((A \vee C)^i, (B \vee D)^j)$$

$$(C4) (A^i, B^j) \wedge (C^i, D^j) \rightarrow ((A \rightarrow C)^i, (B \rightarrow D)^j)$$

$$(C5) (A^i, B^j) \wedge (C^k, D^l) \rightarrow ((A^i, C^k)^m, (B^j, D^l)^n)$$

$$(P1) (A^i, B^j) \rightarrow (A^k \leftrightarrow B^{j+(k-i)})$$

$$(P2) (A^i, B^k) \wedge (A^i, B^j) \rightarrow (A^{i+(k-j)}, B^k)$$

$$(P3) A^i \rightarrow A^{i \pm n} \text{ where } n \geq 0$$

$$(P4) A^i \rightarrow A^j \text{ where } A \text{ is related to other formulas only as the non-circular referential relation.}$$

$$(Mp) \frac{A \rightarrow B}{B}$$

The axioms in **TFA** with modus ponens as the single rule will give an axiomatic system **CL** for the classical sentential logic, and if we will restrict the pair-sentence formula (A^i, B^j) to a non-circular referential relation, then **PSC** is collapsed into pure **SCI** system because of regarding (A, B) as $A \equiv B$.

Definition 2.3 (Derivability) *Let X be a set of formulas in a language $\mathcal{L}_P$, A a formula and **PSC** a system in $\mathcal{L}_P$. Then we say that A is derivable from X in **PSC**, we write $\mathbf{PSC}, X \vdash A$ iff there is a sequence of formulas $B_1, \dots, B_n (n \geq 0)$ such that every formula in the sequence $B_1, \dots, B_n, A$ is either a theorem of **PSC**, or belongs to X , or is obtained by (Mp) rule from formulas occurring before it in the sequence, where if $X = \emptyset$, we write $\mathbf{PSC} \vdash A$, and we say that A is a theorem of **PSC**.*

2.2 Elementary Results

Theorem 2.4 *If we will restrict every pair-sentence formula (A^i, B^j) to the non-circular referential relation (A, B) , then **PSC** is collapsed into pure **SCI** system.*

Proof. Assume that all pair-sentences (A^i, B^j) are only the non-circular referential relation. Then we can omit each stage number because of its referential cycle number is 1 by Definition 2.1(2). In this case we can be identical (A, B) with $A \equiv B$ in **SCI** owing to the meaning of pair-sentence. Then axioms **EA** and **CA** show that the pair-sentence (A, B) satisfies an equivalence and congruence relation respectively. Moreover axiom (P1) show that $(A, B) \rightarrow (A \leftrightarrow B)$ holds. So all axioms need for **SCI** are satisfied by **PSC**. $\square$

Theorem 2.5 *While **PSC** is inconsistent as the ordinary logic, it is consistent as the pathological logic.*

Proof. If we will consider any circular referential relation (A^i, B^j) in **SCI**, then it is inconsistent, but consistent in **PSC** because each stage of pair-sentence is closed under classical in itself. $\square$

Theorem 2.6 *For any circular referential relation (A^i, B^j) where $(i < j)$ there exists a natural number $n \geq 2$ such that $\mu(A^i, B^j) = n$ [6].*

Theorem 2.7 *For any referential stage number i, j, k such that $i < j < k$, the following are logical theorems of **PSC**.*

- (1) $(A^i, B^k) \wedge (A^i, B^j) \rightarrow (B^j, B^k)$
- (2) $(A^i, B^k) \wedge (A^j, B^k) \rightarrow (A^i, A^j)$
- (3) $(A^i, B^k) \wedge (A^j, B^k) \rightarrow (A^i, B^{i+(k-j)})$
- (4) $(A^i, B^j) \wedge (B \rightarrow C)^j \rightarrow (A^i, C^j)$
- (5) $(A^i, B^j) \wedge (A \rightarrow C)^i \rightarrow (C^i, B^j)$

Proof. (1) Suppose $(A^i, B^k) \wedge (A^i, B^j)$. Then we have $(A^i, B^k) \wedge (B^j, A^i)$ by (E2). So we get (B^j, B^k) by (E3). (2) is similar to (1). (3) Suppose $(A^i, B^k) \wedge (A^j, B^k)$. Then we have $(B^k, A^i) \wedge (B^k, A^j)$ by (E2) twice. So we get $(B^{i+(k-j)}, A^i)$ by (P2). Hence we get $(A^i, B^{i+(k-j)})$ by (E2). (4) Suppose $(A^i, B^j) \wedge (B \rightarrow C)^j$. Then we can deduce C at stage number j by (Mp). So we get (A^i, C^j) . (5) is similar to (4). $\square$

Theorem 2.8 *For any pair-sentence form of $(A^i, \neg A^j)$, the referential cycle number of $(A^i, \neg A^j)$ is $2(j - i)$.*

Proof. Suppose $(A^i, \neg A^j)$. Then we have $(\neg A^{i+1}, \neg \neg A^{j+1})$, i.e., $(\neg A^{i+1}, A^{j+1})$ by (C1). So we get $(A^i, \neg A^j) \wedge (\neg A^{i+1}, A^{j+1}) \rightarrow (A^i, A^{2j-i})$ by (E3). Hence the referential cycle number is $\mu(A^i, \neg A^j) = (2j - i) - i = 2(j - i)$. $\square$

Theorem 2.9 *For axiom (E2) $(A^i, B^j) \rightarrow (B^j, A^i)$, whether both of (A^i, B^j) and (B^j, A^i) are circular referential relations or not is identical.*

Theorem 2.10 *Suppose that the pair-sentence form of $(A^0, \neg A^1)$ holds. Then $\perp$ is a logical theorem of **PSC** under the axiom (P3) $A^i \rightarrow A^{i \pm n}$ where $n = 3$ [4].*

Proof. Suppose $(A^0, \neg A^1)$.

- (1) $[A^0]$ by Hypothesis
- (2) $\neg A^1$ by (P1): $A^0 \wedge (A^0, \neg A^1) \rightarrow \neg A^1$
- (3) $[\neg A^2]$ by Hypothesis
- (4) A^1 by (3) and (P1): $\neg A^2 \wedge (A^0, \neg A^1) \rightarrow A^1$
- (5) $(\perp)^1$ by (2) and (4)
- (6) $(\perp)^2$ by (P4)
- (7) A^2 by (3) and (6)
- (8) $\neg A^3$ by (7) and (P1): $A^2 \wedge (A^0, \neg A^1) \rightarrow \neg A^3$
- (9) $\neg A^0$ by (P3): $\neg A^3 \rightarrow \neg A^0$
- (10) $\neg A^0$ by (1) and (9)
- (11) A^1 by (C1), (10) and (P1): $\neg A^0 \wedge (\neg A^1, A^2) \rightarrow A^1$
- (12) $\neg A^2$ by (11) and (P1): $A^1 \wedge (A^0, \neg A^1) \rightarrow A^2$
- (13) $\neg A^3$ by (10) and (P3): $\neg A^0 \rightarrow \neg A^3$
- (14) A^2 by (13) and (P1): $\neg A^3 \wedge (A^0, \neg A^1) \rightarrow A^2$
- (15) $(\perp)^2$ by (12) and (14)
- (16) $(\perp)^0$ by (15) and (P4)

□

3 Examples

We will investigate several circular referential relations.

Example 3.1 (A simple liar sentence)

“This sentence is not true”.

Remark. Now we define $A = \text{“This sentence is true”}$. Then a simple liar sentence is expressed by the pair-sentence formula $(A, \neg A)$. Suppose $(A^0, \neg A^1)$. Then we get the referential cycle number of $(A^0, \neg A^1)$ is 2 by Theorem 2.7.

Moreover, because of $\mu(A^0, \neg A^1) \geq 2$ this sentence is paradoxical by Definition 2.1(3).

□

Example 3.2 (Dialogue for Socrates and Plato 1)

Socrates : “My remarks are not true”.

Plato : “Socrates’s remarks are true”.

Remark. Now we define $S = \text{“Socrates’s remarks are true”}$ and $P = \text{“Plato’s remarks are true”}$. Then we get the two pair-sentence formulas $(S, \neg S)$ and (P, S) . Suppose $(S^0, \neg S^1)$ and (P^0, S^1) . Then we get the referential cycle number of $(S^0, \neg S^1)$ is 2 by Theorem 2.7.

Moreover, the referential cycle number of P is also 2 as follows.

- (1) $(P^0, \neg S^2)$ by (E3): $(P^0, S^1) \wedge (S^0, \neg S^1) \rightarrow (P^0, \neg S^2)$
- (2) (P^0, S^3) by (1), (C1) and (E3): $(P^0, \neg S^2) \wedge (\neg S^1, S^2) \rightarrow (P^0, S^3)$
- (3) (P^2, S^3) by (2) and (P2): $(P^0, S^3) \wedge (P^0, S^1) \rightarrow (P^2, S^3)$
- (4) (P^0, P^2) by (3) and Theorem 2.5(2): $(P^0, S^3) \wedge (P^2, S^3) \rightarrow (P^0, P^2)$

So two sentences are both paradoxical by Definition 2.1(3).

□

Example 3.3 (Dialogue for Socrates and Plato 2)

Socrates : “Plato’s remarks are not true”.

Plato : “Socrates’s remarks are true”.

Remark. Now we define S = "Socrates's remarks are true" and P = "Plato's remarks are true". Then we get the two pair-sentence formulas $(S, \neg P)$ and (P, S) . Suppose $(S^0, \neg P^1)$ and (P^0, S^1) . Then we get the referential cycle number of S and P as follows.

- (1) $(\neg P^1, \neg S^2)$ by Hypothesis and (C1): $(P^0, S^1) \rightarrow (\neg P^1, \neg S^2)$
- (2) $(S^0, \neg S^2)$ by (1) and (E3): $(S^0, \neg P^1) \wedge (\neg P^1, \neg S^2) \rightarrow (S^0, \neg S^2)$

So we get the referential cycle number of S is $\mu(S^0, \neg S^2) = 2(2 - 0) = 4$ by Theorem 2.7.

Similarly, the referential cycle number of P is 4 as follows.

- (3) $(P^0, \neg P^2)$ by (E3): $(P^0, S^1) \wedge (S^0, \neg P^1) \rightarrow (P^0, \neg P^2)$

So two sentences are both paradoxical by Definition 2.1(3).

Next we will consider the sentence $S \wedge P$ means that "Both remarks of Socrates and Plato are true". Then we have the following calculation.

- (4) $((S \wedge P)^0, (\neg P \wedge S)^1)$ by (C2)
- (5) $(\neg P^1, \neg S^2)$ by (C1)
- (6) $((\neg P \wedge S)^0, (\neg P \wedge \neg S)^1)$ by (5) and (C2)
- (7) $((S \wedge P)^0, (\neg P \wedge \neg S)^2)$ by (4), (6) and (E3)
- (8) $(\neg S^1, P^2)$ by (C1)
- (9) $((\neg P \wedge \neg S)^0, (\neg S \wedge P)^1)$ by (8) and (C2)
- (10) $((S \wedge P)^0, (\neg S \wedge P)^3)$ by (7), (9) and (E3)
- (11) $((\neg S \wedge P)^0, (P \wedge S)^1)$ by (C2)
- (12) $((S \wedge P)^0, (P \wedge S)^4)$ by (10), (11) and (E3)

So the referential cycle number of $S \wedge P$ is 4 and in this case it is also paradoxical. □

Example 3.4 (Dialogue for Socrates and Plato 3)

Socrates : "Plato's remarks are not true".

Plato : "Socrates's remarks are not true".

Remark. Now we define S = "Socrates's remarks are true" and P = "Plato's remarks are true". Then we get the two pair-sentence formulas $(S, \neg P)$ and $(P, \neg S)$. Suppose $(S^0, \neg P^1)$ and $(P^0, \neg S^1)$. Then we get the referential cycle number of S is 2 as follows.

- (1) $(\neg P^1, S^2)$ by Hypothesis and (C1)
- (2) (S^0, S^2) by (1) and (E3): $(S^0, \neg P^1) \wedge (\neg P^1, S^2) \rightarrow (S^0, S^2)$

Also the referential cycle number of P is same as S . So two sentences are both paradoxical by Definition 2.1(3).

But if we consider the sentences of $S \wedge \neg P$ or $\neg S \wedge P$, then both cases are categorical. For example,

- (3) $((S \wedge \neg P)^0, (\neg P \wedge S)^1)$ by (1) and (C2)

Hence we get $\mu(S \wedge \neg P) = 1$ by Theorem 2.7 and categorical. □

Example 3.5 (Dialogue for Socrates, Plato and Aristoteles 1)

Socrates : "Plato's remarks are not true".

Plato : "Aristoteles's remarks are not true".

Aristoteles : "Socrates' remarks are true".

Remark. Now we define S = "Socrates's remarks are true", P = "Plato's remarks are true" and A = "Aristoteles's remarks are true". Then we get the three pair-sentence formulas $(S, \neg P)$, $(P, \neg A)$ and (A, S) . Suppose $(S^0, \neg P^1)$, $(P^0, \neg A^1)$ and (A^0, S^1) . Then all of the sentences $S \wedge P \wedge A$, $S \wedge P \wedge \neg A$, $S \wedge \neg P \wedge \neg A$, $\neg S \wedge P \wedge A$, $\neg S \wedge \neg P \wedge A$ and $\neg S \wedge \neg P \wedge \neg A$ have 3 as the referential cycle number and paradoxical. For example,

- (1) $((S \wedge P \wedge A)^0, (\neg P \wedge \neg A \wedge S)^1)$ by Hypothesis and (C2)

- (2) $((\neg P \wedge \neg A \wedge S)^0, (A \wedge \neg S \wedge \neg P)^1)$ by Hypothesis, (C1) and (C2)
- (3) $((S \wedge P \wedge A)^0, (A \wedge \neg S \wedge \neg P)^2)$ by (1), (2) and (E3)
- (4) $((A \wedge \neg S \wedge \neg P)^0, (S \wedge P \wedge A)^1)$ by Hypothesis, (C1) and (C2)
- (5) $((S \wedge P \wedge A)^0, (S \wedge P \wedge A)^3)$ by (3), (4) and (E3)

On the other hand, each of the sentences $S \wedge \neg P \wedge A$ and $\neg S \wedge P \wedge \neg A$ is categorical. For example,

- (6) $((S \wedge \neg P \wedge A)^0, (\neg P \wedge A \wedge S)^1)$ by Hypothesis and (C2)

□

Example 3.6 (Dialogue for Socrates, Plato and Aristoteles 2)

Socrates : “Plato’s remarks are not true”.

Plato : “Aristoteles’s remarks are not true”.

Aristoteles : “Socrates’ remarks are not true”.

Remark. Now we define S = “Socrates’s remarks are true”, P = “Plato’s remarks are true” and A = “Aristoteles’s remarks are true”. Then we get the three pair-sentence formulas $(S, \neg P)$, $(P, \neg A)$ and $(A, \neg S)$. Suppose $(S^0, \neg P^1)$, $(P^0, \neg A^1)$ and $(A^0, \neg S^1)$. Then all of the sentences $S \wedge P \wedge \neg A$, $S \wedge \neg P \wedge A$, $S \wedge \neg P \wedge \neg A$, $\neg S \wedge P \wedge A$, $\neg S \wedge P \wedge \neg A$ and $\neg S \wedge \neg P \wedge A$ have 6 as the referential cycle number and paradoxical. For example,

- (1) $((S \wedge P \wedge \neg A)^0, (\neg P \wedge \neg A \wedge S)^1)$ by Hypothesis and (C2)
- (2) $((\neg P \wedge \neg A \wedge S)^0, (A \wedge S \wedge \neg P)^1)$ by Hypothesis, (C1) and (C2)
- (3) $((S \wedge P \wedge \neg A)^0, (A \wedge S \wedge \neg P)^2)$ by (1), (2) and (E3)
- (4) $((A \wedge S \wedge \neg P)^0, (\neg S \wedge \neg P \wedge A)^1)$ by Hypothesis, (C1) and (C2)
- (5) $((S \wedge P \wedge \neg A)^0, (\neg S \wedge \neg P \wedge A)^3)$ by (3), (4) and (E3)
- (6) $((\neg S \wedge \neg P \wedge A)^0, (P \wedge A \wedge \neg S)^1)$ by Hypothesis, (C1) and (C2)
- (7) $((S \wedge P \wedge \neg A)^0, (P \wedge A \wedge \neg S)^4)$ by (5), (6) and (E3)
- (8) $((P \wedge A \wedge \neg S)^0, (\neg A \wedge \neg S \wedge P)^1)$ by Hypothesis, (C1) and (C2)
- (9) $((S \wedge P \wedge \neg A)^0, (\neg A \wedge \neg S \wedge P)^5)$ by (7), (8) and (E3)
- (10) $((\neg A \wedge \neg S \wedge P)^0, (S \wedge P \wedge \neg A)^1)$ by Hypothesis, (C1) and (C2)
- (11) $((S \wedge P \wedge \neg A)^0, (S \wedge P \wedge \neg A)^6)$ by (9), (10) and (E3)

On the other hand, each of the sentences $S \wedge P \wedge A$ and $\neg S \wedge \neg P \wedge \neg A$ has 2 as the referential cycle number and also paradoxical. For example,

- (12) $((S \wedge P \wedge A)^0, (\neg P \wedge \neg A \wedge \neg S)^1)$ by Hypothesis and (C2)
- (13) $((\neg P \wedge \neg A \wedge \neg S)^0, (S \wedge P \wedge A)^1)$ by Hypothesis and (C2)
- (14) $((S \wedge P \wedge A)^0, (S \wedge P \wedge A)^2)$ by (12), (13) and (E3)

□

Example 3.7 $(G, (F \vee (H \wedge \neg G)))$ [4]

Remark.

- (1) $(G^0, (F \vee (H \wedge \neg G))^1)$ Hypothesis
- (2) (F^0, F^1) Hypothesis
- (3) (H^0, H^1) Hypothesis
- (4) $(\neg G^1, \neg(F \vee (H \wedge \neg G))^2)$ by (1) and (C1)
where $\neg(F \vee (H \wedge \neg G)) = (\neg F \wedge (\neg H \vee G))$.
- (5) $((H \wedge \neg G)^0, (H \wedge \neg F \wedge (\neg H \vee G))^1)$ by (3), (4) and (C2)
where (C2): $(H^0, H^1) \wedge (\neg G^0, \neg(F \vee (H \wedge \neg G))^1) \rightarrow$
 $((H \wedge \neg G)^0, (H \wedge \neg F \wedge (\neg H \vee G))^1)$
- (6) $((F \vee (H \wedge \neg G))^0, (F \vee (H \wedge G))^1)$ by (2), (5) and (C3)
- (7) $(G^0, (F \vee (H \wedge G))^2)$ by (1), (6) and (E3)
- (8) $((F \vee (H \wedge G))^0, (F \vee (H \wedge \neg G))^1)$ by similar to (4) – (6)

(9) $(G^0, (F \vee (H \wedge \neg G))^3)$ by (7), (8) and (E3)
Hence we get $\mu(G^0, (F \vee (H \wedge \neg G))^1) = 2$ and paradoxical.

Moreover $F \rightarrow G$ is provable as follows.

- (10) $[F^0]$ by Hypothesis
- (11) F^1 by (2), (10) and (P1): $F^0 \wedge (F^0, F^1) \rightarrow F^1$
- (12) $(F \vee (H \wedge \neg G))^1$ by (11) and ($\vee$ -introduction) in a stage 1
- (13) G^0 by (12) and
(P1): $(F \vee (H \wedge \neg G))^1 \wedge (G^0, (F \vee (H \wedge \neg G))^1) \rightarrow G^0$
- (14) $F^0 \rightarrow G^0$ by (10), (13) and ($\rightarrow$ -introduction) in a stage 0
- (15) $(F \rightarrow G)^0$

□

Example 3.8 $(G, (F \wedge H) \vee (F \wedge \neg H \wedge G) \vee (\neg F \wedge H \wedge \neg G))$ [4]

Remark.

- (1) $(G^0, ((F \wedge H) \vee (F \wedge \neg H \wedge G) \vee (\neg F \wedge H \wedge \neg G))^1)$ Hypothesis
- (2) (F^0, F^1) Hypothesis
- (3) (H^0, H^1) Hypothesis
- (4) Suppose $(F \wedge \neg H, \top)^1$, then we get $(F \wedge H, \perp)^1$, $(F \wedge \neg H \wedge G, G)^1$ and $(\neg F \wedge H \wedge \neg G, \perp)^1$.
So, (G^0, G^1) and categorical.
- (5) Suppose $(\neg F \wedge H, \top)^1$, then we get $(F \wedge H, \perp)^1$, $(F \wedge \neg H \wedge G, \perp)^1$ and $(\neg F \wedge H \wedge \neg G, \neg G)^1$.
So, $(G^0, \neg G^1)$ and paradoxical.
- (6) Suppose $(F \wedge H, \top)^1$, then we get $(F \wedge H, \top)^1$, $(F \wedge \neg H \wedge G, \perp)^1$ and $(\neg F \wedge H \wedge \neg G, \perp)^1$.
So, $(G^0, \top^1)$ and categorical with truth.
- (7) Suppose $(\neg F \wedge \neg H, \top)^1$, then we get $(F \wedge H, \perp)^1$, $(F \wedge \neg H \wedge G, \perp)^1$ and $(\neg F \wedge H \wedge \neg G, \perp)^1$.
So, $(G^0, \perp^1)$ and categorical with false.

□

4 Conclusion

We proposed a pair sentential calculus **PSC** by extending **SCI** to deal with (A^i, B^j) , which means “ A at a stage i is referential to B at stage j ” where i and j are referential stage numbers that A and B hold respectively. Here **PSC** is a conservative extension of **SCI** and can deal with the paradoxical sentences. While **PSC** is inconsistent as the ordinary logic, it is consistent as the pathological logic, so it is one of paraconsistent logic.

- further works

- some elementary extensions of **PSC**
- relations with other paraconsistent logics
- adequate algebraic semantics

References

- [1] N. D. Belnap, Jr, A useful four-valued logic, In J. M. Dunn and G. Epstein (eds), *Modern Uses of Multiple-Valued Logic*, D. Reidel, 1977.
- [2] N. da Costa, On the Theory of Inconsistent Formal Systems, *Notre Dame Journal of Formal Logic*, vol.15(4) (1974), pp.497–510.
- [3] M. C. Fitting, Kleene’s logic, generalized, *Journal of Logic and Computation* 1, 1992, pp.797–810.

- [4] A. Gupta and N. Belnap, *The Revision Theory of Truth*, MIT Press, Cambridge, 1993.
- [5] H. G. Herzberger, Notes on naive semantics, *Journal of Philosophical Logic* 11, 1982, pp.61–102.
- [6] H. G. Herzberger, Naive semantics and the Liar paradox, *Journal of Philosophy* 79, 1982, pp.479–497.
- [7] T. Ishii, SCI for Pair-Sentence, *Short papers of the 13th Studia Logica International Conference on Trends in Logic XIII*, University of Łódź, 2014.
- [8] L. H. Kauffman, De Morgan algebras — completeness and recursion, *Proceedings of the Eighth International Symposium on Multiple-Valued Logic*, (1978), pp.82–86.
- [9] L. H. Kauffman, Complex number and algebraic logic, *Proceedings of the 10th International Symposium on Multiple-Valued Logic*, (1980), pp.82–86.
- [10] S. Kripke, Outline of a theory of truth *Journal of Philosophy* 72, 1975, pp.690–716.
- [11] G. Priest, Paraconsistent logic, In D. M. Gabbay and F. Guenther (eds), *Handbook of philosophical logic*, Kluwer academic, 2002.
- [12] R. Suszko, Identity connective and modality, *Studia Logica*, vol.27(1971), pp.9–39.
- [13] R. Suszko, The Fregean axiom and Polish mathematical logic in the 1920s, *Studia Logica*, vol.36(1977), pp.377–380.
- [14] R. Wójcicki, R. Suszko’s situational semantics, *Studia Logica*, vol.4(1984), pp.323–340.

赤外線式ソープディスペンサーの液垂れ低減に関する研究

A Study on the Dripping Reduction of Soap Dispenser by Infrared Sensor

上西園武良^{1*}・相賀成美^{2*}

要旨：

手をかざすだけで洗剤液が供給される手洗い用のソープディスペンサーが広く普及している。しかし、手を引いた直後に洗剤液の液垂れが起こる場合があり、洗面台を汚す要因となっている。本報ではこの問題を取り上げ、液垂れの要因究明と対策案の提案について述べる。被験者実験の結果、液垂れの要因としては、ソープディスペンサー内部の電氣的・機械的な反応速度だけでなく、吐出終了後の洗剤液の落下時間が大きく関与していることが判明した。これらに基づき、具体的な改良案として、センサ設置位置の変更および吐出停止スイッチの追加を提案する。

キーワード：手洗い、ソープディスペンサー、液垂れ、センサ反応速度、人間工学

1. はじめに

赤外線式ソープディスペンサーとは、手をかざせば赤外線が手を検知して洗剤液が吐出し、手を引けば吐出が停止するという便利なものである。これは現在広く普及しており家庭で使用している人も多い。しかし、実際に使用した際、手を引いた直後に洗剤液が垂れてしまうという問題がある。そこで、本研究ではこの液垂れについて取り上げ、液垂れ要因の解明と改善案の提案を行うこととする。

手を引いた直後の液垂れについて過去の研究事例の調査を行った。インターネットサイトには、誤って赤外線の検知範囲に手が入ってしまい不要な時に吐出する¹⁾、本体を持つと吐出する²⁾、などといった問題が指摘されている。また、液垂れ防止に関する研究事例としては、製造現場で用いる工業用ディスペンサーについての研究事例^{3),4),5)}がある。しかし、家庭用ソープディスペンサーの液垂れについての研究事例は見つからなかった。

本論文の目的は、赤外線式ソープディスペンサーの液垂れ要因を解明し、これに基づいた改良提案を行うことである。

2. 赤外線式ソープディスペンサー

本研究で使用する赤外線式ソープディスペンサー（ドリテック製、SD-903）を図1に示す。この機種は比較的安価であり一般に普及している可能性が高いため選定した。本体下部に赤外線発光部、本体上部の吐出口近くに受光部が設置されており、この間に手をかざせば発光部からの赤外線が遮断され、洗剤液が吐出される。さらに、赤外線の検知範囲外まで手を引けば受光が再開し、吐出が停止する。なお、下部の発光部と上部の吐出口の高さの違いは120mmである。赤外線としては近赤外線が使用されている。また、手をかざし続けても内蔵のタイマーによって3秒で吐出が停止するようになっている。

¹⁾KAMINISHIZONO, Takeyoshi [情報システム学科]

²⁾SOGA, Narumi [情報システム学科学生]

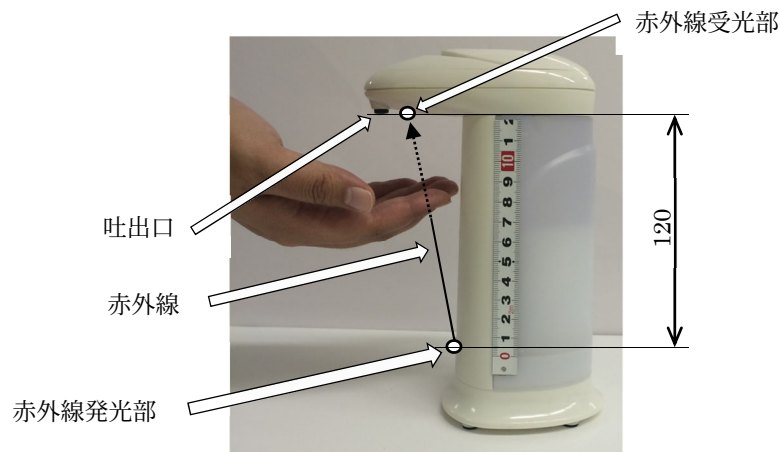


図1 使用したソーブディスペンサー

3. 液垂れ実態調査実験

3.1 実験目的

手を引いた直後の液垂れがどのような場合に発生するかを見出すために実態調査実験を行った。被験者によるソーブディスペンサー使用状況を詳細に観察し、液垂れ発生時の特徴から液垂れの要因を見出すこととした。

3.2 実験装置

実験は新潟国際情報大学のトイレの洗面台で行った。この洗面台を選んだ理由は図2に示すように洗面台と同じ高さにソーブディスペンサーを置くことができ、日常的な使用を再現できるためである。ビデオ撮影した画像上で赤外線経路を視覚化するため、ソーブディスペンサーの後方に赤外線経路を示す線を描いた板を配置した。また、被験者がかざした手の高さを測定するために、ソーブディスペンサーの側面にテープメジャーを貼り付けた。撮影に使用したビデオカメラは、スローモーション撮影が可能な Panasonic 製デジタルムービーカメラ HX-WA30 である。



図2 実験装置

3.3 被験者

被験者は新潟国際情報大学の学生31名（男性10名、女性21名、年齢19～22歳）である。いずれ

も日常的に手洗いをを行うことの多い学生である。参加した被験者には、あらかじめ実験内容を説明し、取得したデータは実験目的以外に使用しない旨を伝えた上で、実験参加の同意を得ている。

3.4 実験手順

まず被験者に赤外線式ソープディスペンサーの使用方法を説明した後に、水で手を濡らしてもらい、その後ソープディスペンサーを使用して手を洗ってもらった。この動作を各被験者に3回行ってもらった。同時に、使用状況をビデオカメラで撮影した。なお、被験者には普段通りに手を洗うこと、自分の好きな位置で手をかざして、自分の好きなタイミングで手を引いてもよい、と指示した。

3.5 ビデオ画像の解析

①手の高さの測定方法

撮影したビデオ画像中のテープメジャーを用いて被験者の手の高さを測定した。高さの起点は図1に示す赤外線発光部の高さである。例えば、図1の場合、被験者の手の高さは90mmである。

②「手を引く時間」の計測方法

図3に示すように、「手を引く時間： Δt 」とは、手を引く時に「 t_1 ：手の端が赤外線検知範囲を離れた瞬間」から「 t_2 ：手の端が吐出口の真下にくる瞬間」までの時間と定義する。つまり、この時間以内に、吐出が停止しかつ吐出された洗剤液が全て手の上に落下していない場合は液垂れが起ることとなる。

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

この時間 Δt は、ビデオ撮影の「 t_1 の画像」と「 t_2 の画像」の間のコマ数をカウントすることによって測定した。ビデオ撮影は240fps（毎秒240コマ、スローモーションモード）で実施したので、隣接画像間の間隔、すなわち測定の分解能は $1/240$ 秒=4.2msである。

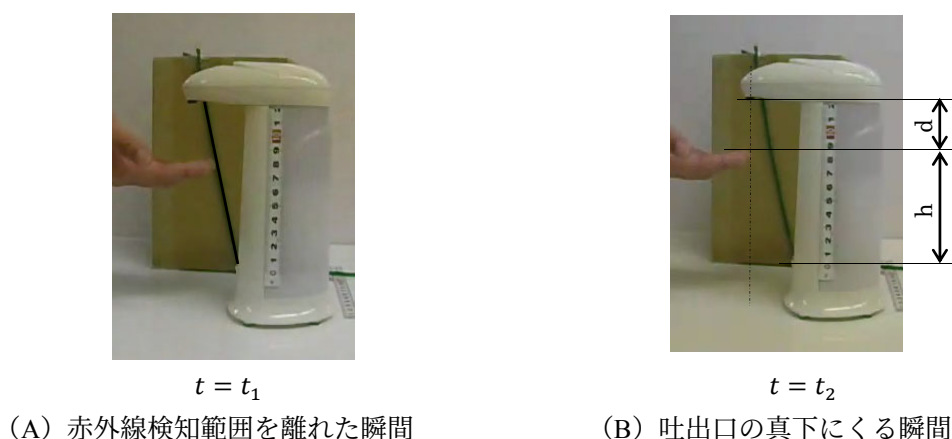


図3 手を引く時間の測定

4. 実験結果

図4は被験者のかざした「手の高さ： h 」（図3（B）、基準は赤外線発光部の高さ）と「手を引く時間： Δt 」を散布図にした実験結果である。黒丸は手を引いた直後に液垂れし、白丸は液垂れし

なかったことを表す。

被験者31人が各3回（31×3=93回）手洗いを行い、液垂れが確認されたのは79回、確認されなかったのは14回である。手の高さに関しては、最大119mm、最小50mm、平均86.4mm、標準偏差12.5mmであった。傾向としては、赤外線発光部から吐出口までの半分の高さ（約60mm）よりも高い位置の70mm~100mm付近で手をかざす被験者が多かった。また、手を引く時間に関しては、最長0.871秒、最短0.029秒、平均0.142秒、標準偏差0.116秒であった。

実験結果より、液垂れの傾向としては、手を引く時間（ Δt ）が 0.2 秒より短い人は液垂れしている。また、手をかざす高さによって垂れるかどうかには違いはほぼ見られなかった。現状では、垂れない場合 15%(14 回)、垂れる場合 85%(79 回)と圧倒的に垂れる場合が多いので、改善が必要である。

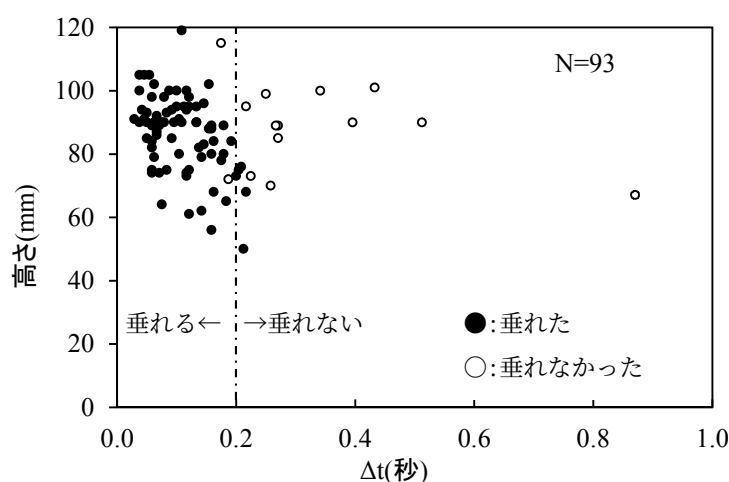


図4 高さと手を引く時間の散布図

5. 考察

5.1 液垂れ要因の考察

液垂れに関しては、前述の「手を引く時間： Δt 」、「センサ反応時間： t_s 」および「洗剤液落下時間： $t_g(d)$ 」が関係する。ここで言うセンサ反応時間とは、手の端が赤外線検知範囲を離れた瞬間から実際に吐出が停止するまでの時間である。この時間には、電子回路の反応時間および洗剤液ポンプの停止所要時間などが含まれ、被験者の手の高さにかかわらず一定である。一方、洗剤液落下時間とは、吐出が停止した瞬間から全ての洗剤液が被験者の手の高さに達する時間である。これを $t_g(d)$ と記載したのは、吐出口と被験者の手までの距離 d （図3(B)）によって異なるためである。

液垂れが起こらない条件は、以下のように表すことができる。

$$\Delta t > t_s + t_g(d)$$

右辺は、吐出が停止（ t_s ）し、かつ吐出された洗剤液が全て手の上に落下する（ $t_g(d)$ ）までの時間であり、左辺の手を引く時間（ Δt ）がこれより長ければ液垂れが起こらないことを示している。

5.2 洗剤液落下時間の解析

洗剤液落下時間は、吐出停止時の洗剤液の最上部が手の高さに達する時間である。洗剤液の供給ポンプは単に電流遮断によって停止するので、この最上部の吐出時の初速は小さいと考えられる。従って、自由落下するため、洗剤液落下時間は以下のように表すことができる。

$$t_g(d) = \sqrt{\frac{2d}{g}}$$

ただし、 g は重力加速度である。横軸を落下時間（秒）、縦軸を手の高さ h （mm）とすれば、図5のように表される。ただし、 $h = 120 - d$ である。

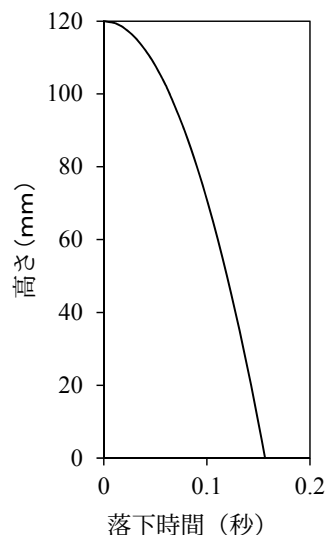


図5 洗剤液落下時間

5.3 センサ反応時間の推定

図4上に洗剤液落下時間の曲線（図5）を描きさらに右へ0.12秒平行移動した曲線を描いたものが図6である。この曲線が、ちょうど液垂れが起こるか起こらないかの限界線となっている。これからセンサ反応時間として、0.12秒と推定することができる。

また、図6から分かることは、洗剤液落下時間は無視できるものではなく、センサ反応時間と同程度の長さの時間であることが判明した。

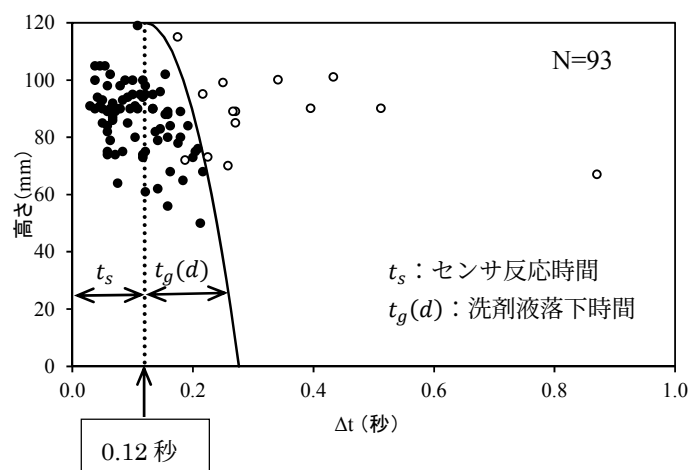


図6 センサ反応時間の推定

6. 改善案の提案

6.1 改善案の前提:センサ反応時間

本研究では上述のようにセンサ反応時間を0.12秒と推定した。この時間の短縮によって液垂れの改善は可能であるが、現状ではどこまで短縮できるかは不明である。従って、改善案の検討に当たっては、センサ反応時間として0.12秒を前提とし、この短縮は考慮外とする。

6.2 簡易案:赤外線受光部の位置変更

比較的容易に行える改善は、赤外線受光部を本体側に移動させ、実質的に Δt （手を引く時間）を増加させることである。現状では本体側面から受光部まで34mm（図7）である。これを短縮することによって、受光部から吐出口までの距離が長くなり、 Δt が増加する。より短くすれば Δt もより増加させることができるが、あまりに本体に近づけると使用しにくくなるため、1/2程度が限界と考えられる。そこで、34mmから1/2の17mmとした場合の推定結果を図8に示す。すなわち、 Δt が増加し限界線の右側に移動した被験者は液垂れしないとした。ただし、推定に当たっては、受光部の位置が変わっても各被験者が手を引く速さは変わらず、距離の増加分に比例して手を引く時間も長くなる、と仮定した。また、センサ反応時間及び洗剤液落下時間は変わらないとした。この図より、液垂れしない割合は現状の15%から44%に向上すると推定される。

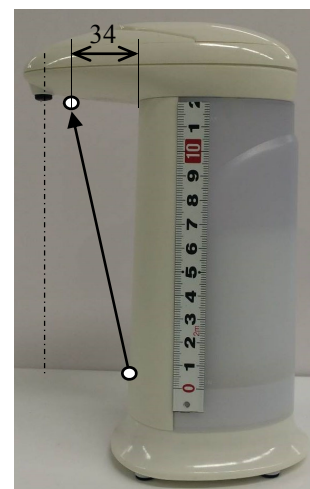


図7 受光部の位置

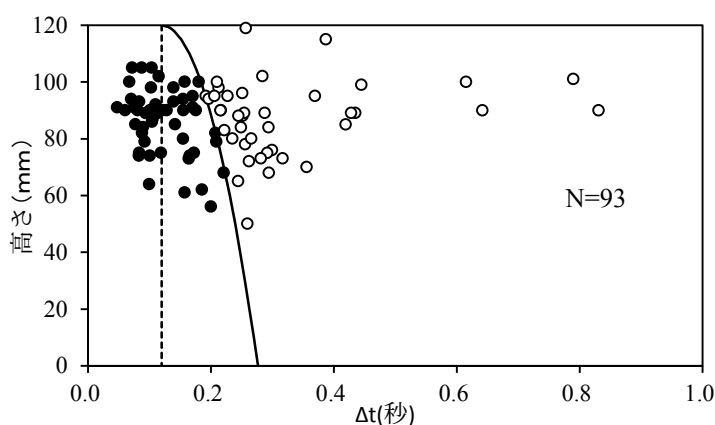


図8 簡易案の推定結果

6.3 最良候補案:吐出停止スイッチの追加

上記の簡易案だけでは十分な改善とは言えないため、原理的に液垂れを100%防止できる最良候補案を提案する。この案では、図9に示すようにソーブディスペンサー本体の下部に吐出停止スイッチを取り付ける。吐出は現状のまま赤外線遮断によって開始させるが、手の甲でスイッチを押すことにより吐出を停止させる。これにより止めたい時に自由に止められ、吐出完了後に手を引くことになり、液垂れが起こらないと予測される。また、吐出停止スイッチ下部を洗剤液のタンクの一部として使用できるのでタンク容量が増加し、同時に本体の重量バランスを良好に保つことができる。

7. まとめ

本研究では赤外線式ソーブディスペンサーの使用直後の液垂れに着目し、その要因を解明し、

改善案の提案までを行った。さらに、改善案の効果を予想した結果、簡易案では44%、最良候補案ではほぼ100%まで液垂れを防ぐことができると推定した。しかし、最終的にそれぞれの改善案を実際に作成し液垂れ低減の効果を検証する必要がある。

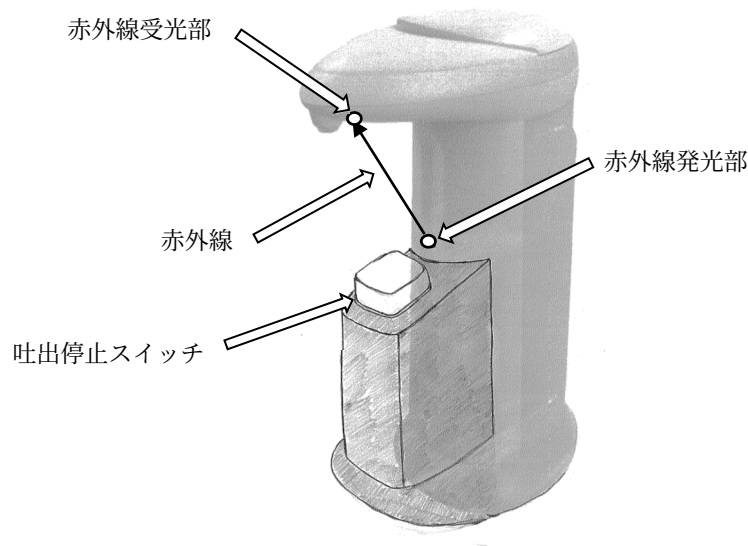


図9 最良候補案

【参考文献】

- 1) 寿司陽子: ハンドソープ自動ディスペンサー, Retrieved October 15, 2014, available from <http://sushiswiss.exblog.jp/tags/>
- 2) くまおのチル日記: ミューズ ノータッチ泡ハンドソープ自動ディスペンサー, Retrieved October 15, 2014, available from <http://kumao.blog.shinobi.jp/health/>
- 3) 富山和輝. ディスペンサーにみる最新技術動向; エレクトロニクス実装 学会誌, 2004, vol.7 No.6, p.501-505.
- 4) 殿谷保雄, 山本克美ほか. プロット型自動植毛装置の開発; 東京都立産業技術研究所研究報告 第7号, 2004, p.17-20.
- 5) 島野一郎. 高密度実装に求められるディスペンス技術; 電子部品・実装技術基礎講座「続・導電性接着剤」第6回, 2008, p.451-455.
- 6) 鳥越実, 山内康嗣. リバースロール塗布における液垂れの解析; 化学工学会 研究発表講演要旨集, 2009, p.803.
- 7) 新井浩一, 鈴木敏光, 久光久. ダブルカートリッジ型シリコンゴム印象材用オートミキサーの開発; 一般社団法人日本歯科理工学会 歯科材料・器械, 1999, vol. 18, No.2, p.89-94.
- 8) 武蔵エンジニアリング株式会社: エアパルス方式ディスペンサー, Retrieved November 5, 2014, available from http://www.musashi-engineering.co.jp/products/category_099.html

PBL による情報システム開発教育の実践

Practice of Information System Development Education through Project Based Learning

小林満男*

要旨：

本学の情報システム学科では、開学以来、情報システム学に準拠した教育カリキュラム体系に則り、学生は A（情報とシステム）、B（人間と社会）、C（経営と組織）、D（コンピュータと通信）及び E（論理と数理）分野の科目をバランスよく学べるようになっている（*1）。また、2013 年度入学生からはこれら 5 つの分野を基礎としつつ、2 年次から学生は情報コースまたは経営コースのいずれかのコースを選択することとした。さらに本学科では、学生は希望により情報システム技術プログラム（以下、JABEE プログラム）を履修することができる。

情報システム開発は JABEE 必修科目として、情報システムに関連する講義と演習の履修を前提に 3 年次後期に配置されている。一方、日本における JABEE プログラムに対しては、エンジニアリング・デザイン教育の強化とチームによる課題解決型の実践教育が要請されていた（*2）。

本稿では上記の要請に応えるため、報告者が着任した 2011 年度から 3 年間にわたって実践した PBL による情報システム開発教育の実践と今後の課題について報告する。

キーワード：情報システム開発教育、PBL、TK メソッド、RFP

1. はじめに

本学の情報システム学科の教育カリキュラムは、情報システム学の学問体系を背景として情報処理学会情報システム教育委員会の J07-IS カリキュラム等に基づいて体系化されている（*3）。

そこでは、情報システムの専門家として、また高度な職業人として情報システムの作成または活用についての専門知識と能力を持ち、広い視野でシステムをまとめあげられる人が期待されており、その人間像は、(a) 情報システムの専門家としてのプロフェッショナリズムと職業倫理を備え、(b) プロフェッショナリズムを支えるだけの情報システムについての広く深い専門知識、技術、洞察力を持ち、(c) 広く深い知識をまとめあげ、創造的に問題の発見と解決ができ、(d) 立場や国を超えた人たちとのコミュニケーションとプレゼンテーションができる、というものである。

また、情報システム学科の JABEE プログラムは、「情報及び情報関連分野の一般または特化された 4 つの領域（CS:computer science, CE:computer engineering, SE:software engineering, IS:information systems またはその他類似の領域）」の IS 領域の技術者教育プログラムに対応している。そこで修得すべき知識・能力は、理論から問題分析・設計までの基礎的な知識およびその応用能力やプログラミング能力など多岐にわたっている。そのようななかで、ワシントン協定への加盟審査に際し、「日本はエンジニアリング・デザイン教育が弱いのではないか」との指摘を受け、対応を求められた経緯がある。

情報処理推進機構が毎年発行する IT 人材白書でも、「産学連携による高度 IT 人材の育成には、実践的な教育が必要との認識が高まっている」、「企業、および産学連携の教育を受けた情報系分野の卒業生は共に、教育課程においてチームでソフトウェア開発を行うことが重要」と指摘して

* KOBAYASHI, Mitsuo [情報システム学科]

いる(*4)。このように情報システム教育や情報システム開発教育においては、産業界のみならず大学の卒業生たちからも、チームによる課題解決型の実践的な教育が要請されている。近年、こういった要請に応えるため、PBL (Project Based Learning) (*5) による実践的な教育事例が多数報告されている(*6)。

このような状況を鑑み社会人基礎力の養成にも資するという観点から、本稿では報告者が担当する「情報システム開発」の科目において、着任した 2011 年度から 3 年間にわたって実践した PBL による情報システム開発教育の実践と今後の課題について報告する。

2. 授業のデザイン

2.1 授業の目的

「情報システム開発」は、3 年次後期開講の情報システム学科の専門科目であり、JABEE プログラムでは必修科目となっている。その目的は、

「現代の企業経営にとって情報システムは不可欠な存在となっており、単に現場業務を効率的にこなすだけでなく、管理レベルにおける意思決定や経営レベルの戦略的意思決定などにおいても重要な役割を担っている。近年、益々その比重は高くなってきており、意識しようとしまいと、情報システムは経営システムの中にどんどん統合化されつつあるといえる。

そこで本科目では、企業がコンピュータを活用して情報システム化を進めるための方法論と手順について学ぶ。情報システムの導入計画から、分析、設計、製造、テスト、運用・保守にいたるライフサイクルの中で、どのような仕事が行われるのか、どのような組織でどのような管理が行われるのかを理解する。」(*7)

としている。本科目の授業では“情報システムを開発する“こと自体にとどまらず、「企業がコンピュータを活用して情報システム化を進めるための方法論と手順を学ぶ」ことに焦点をあてている。すなわちこの科目で学ぶのは、ユーザ企業（発注者）と IT ベンダ（受注者）を含めた広い意味での情報システム開発の方法論と手順であり、ユーザ企業の立場でみれば情報システムの調達に関する方法論と手順を習得することである。

2.2 授業の内容

授業は、1 コマ（90 分）15 回の授業と期末試験で構成されている。前半は、標準テキストを用いて情報システム開発における基礎知識を講義形式で学ぶ。また講義と PBL の間には外部講師による特別講義を実施している。2011 年度はコガソフトウェア（株）代表取締役の古賀詳二氏から「夢こそがイノベーション」というテーマで情報システム開発業務の実際について、2012 年度は公認会計士であり HBS 代表の広川敬祐氏から「RFP でシステム構築を成功に導く方法」について、また 2013 年度は上田技術士事務所代表の上田健之氏から「情報システム開発の実際」というテーマで情報システム開発における勘所を自らの経験をふまえて講義して頂いた。

後半の PBL では、ユーザ企業の提案依頼書（RFP）(*8)に対して、学生たちは仮想の IT ベンダ（チーム）となり情報システム化提案を行うプロジェクトを立上げ、役割分担、プロジェクトスケジュールを立案し、業務の仕組みの調査・分析、コンピュータを活用した情報システムの全体像をデザインする際に必要なモデル化等にチームとして取り組む。必要に応じて、ユーザ企業と要求仕様等の確認のために打合せを行いながら、情報システム化提案書を作成（レビューを含む）する。最後は、ユーザ企業に対して提案説明を行う。提案説明の翌週に、教員はユーザ企業の立場にたって RFP と情報システム化提案書のすりあわせた評価と、教員の立場からプロジェクト管

理資料や気づきシートの記述内容を参考にして各チーム運営に対する講評を行う。

2.3 PBL

(1) PBL を採用するにあたっての基本的なスタンス

チームによる課題解決を行う PBL は、実践的な教育方法として多くの特徴を有するが、それをどのような方法で、どのように構成するかによって学習効果は大きく異なるものと想定される。本学の教育カリキュラムの体系との整合性を図りつつ、確実に実施するため、情報システム開発の授業で採用実績のある鶴保・駒谷が開発した TK メソッド[1][2]を採用することとした。TK メソッドは、「もともと学生にはやる気があると仮定し、チーム演習によりそのやる気を引き出しながら学生が主体的に学習を行う教育手法」であり、多くの特徴を有する(*9)。

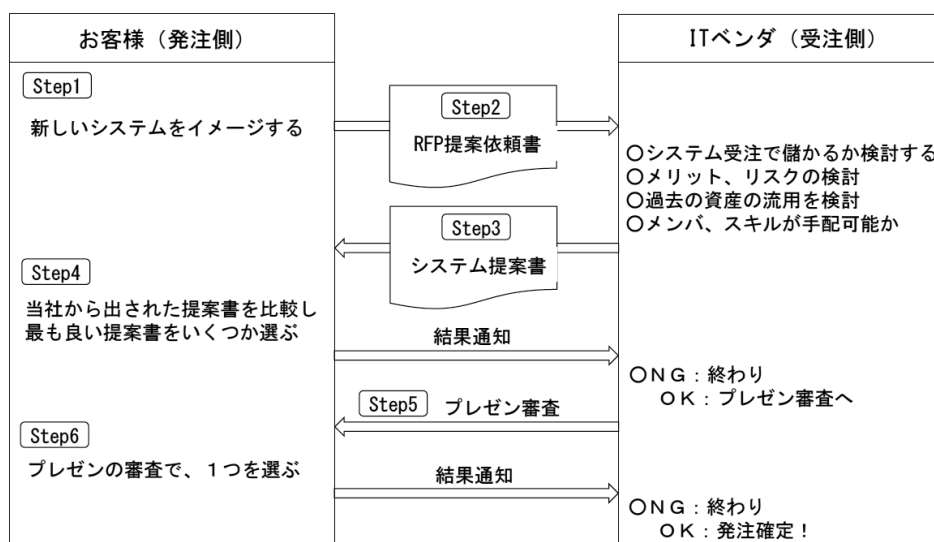
従って、この方法による PBL の成否は、学生たちがいかに主体的に学習にとりくむかどうかにかかっており、後に述べるようにそのための仕組み（仕掛け）がポイントとなると考えられた。

(2) PBL の演習内容

本学情報システム学科の卒業生の多くはユーザ企業に就職しているが、ユーザ企業が行う情報システム調達の全体の流れがどうなっているかは、職業経験のほとんどない学生が理解することは容易ではない。一方において、情報システム設計や情報システム演習、情報システム専門演習などの授業においては、要求分析、要件定義など上流工程に対応する部分が手薄となっている。

そこで PBL では、図表 2.1 に示す提案段階を中心にした演習内容とすることとした。ただし、IT ベンダより情報システム化の情報提供を求める RFI (情報提供依頼) から実施することは期間、スキル等からも現実的でないので PBL の対象範囲外とした。また、RFP の作成は情報システム開発経験を有する経験がないと正確に記述することは難しいことから、本演習では RFP はユーザ企業(教員)側で予め作成し、IT ベンダ(学生)に提示するところから PBL を開始することとした。

図表 2.1 提案段階の流れ



出所：鶴保征城・駒谷昇一著、ずっと受けたかったソフトウェアエンジニアリングの授業2、図6.20

(3) PBL の対象業務の選定

永井昭弘氏により、RFP 及び提案書の書き方についてのマニュアルが発行されている[3]。その

中で、RFP と提案書のサンプルとして、ガソリンスタンドをカービジネスの拠点とするための顧客情報の活用についての情報システム化提案をとりあげている。本講義では、RFP 及び提案書の書き方を学ぶためにはその記述様式の雛形が準備され、また書き方について説明をしてあるテキストを採用することとした。RFP としてほぼこの事例を用いることとした理由は、学生の多くが通学に車を使っていてガソリンスタンドをよく利用していることから業務イメージがつかみやすいこと、またガソリンスタンドに業界における情報化に関連した取組みがここ数年、活発に行われている(*10)ことからタイムリーなテーマであり、学生がリアル感を持って PBL を行うのに好都合と考えたからである。

また、このような情報システム化を実現するにあたって鍵となるタブレットやウェアラブル機器の進歩は目覚ましくまた急速に普及しつつあることから、これらの技術調査の意味合いからも本テーマを取り上げることとした。

2.4 成績評価方法

情報システム開発の学習到達目標として、(a)情報システムを開発する手順を理解し、開発過程で発生する問題点に対する問題解決の方法等を考えることができる。(b)システムエンジニアやプロジェクトリーダーとして、チームで目標を持って計画的に仕事を進める上での基本的な知識を理解し、説明と実施ができる。(c)コンピュータを使って業務の効率化を行うシステムのモデリングとデザインの基本的な能力が身につく、の3点あげている(*7)。(a)は主に講義で、また(b)と(c)はPBLの中で実践しながら体得するものと位置づけている。

そのため成績評価は、講義とPBLを通して習得する知識の理解度を確認する期末試験とチーム演習に対する評価により行われる。チーム演習に対する評価は、情報システム化提案書の作成、ユーザ企業へのプレゼンテーションやプロジェクト管理といったチームメンバ全員が同じ評価点となるチーム点と、授業への貢献や気づきレポートの提出状況などによる個人点の総和で行っている。

3. PBL 実施結果

3.1 PBL 実施状況

チーム演習は、文献[1]から[3]を参考して作成したPBL実施要領に沿って、TKメソッドにより進めた。図表3.1に2011年度のPBLの全体スケジュールを示す。

具体的には、PBL実施要領とRFPは演習を開始する前に学生に配布しておき、演習の第1日目(PJ0)は、提案書の作成方法についての講義の後、チーム演習の進め方の説明とユーザ企業(教員)からITベンダ(学生)に対してRFPの説明が行われた。第2回目(PJ1)は、5人~7人のチームに分かれ、夫々仮想のITベンダになり情報システム提案プロジェクトを発足させ、プロジェクトの方針、役割分担を決定し、提案書作成のスケジュールを立てる。これらはチームシートと提案スケジュールとしてまとめられる。チームのメンバ構成については、初年度は講義開始時に情報システムの基礎知識に関する理解度確認テストを行い、その成績を参考にしてチーム分けを行った。第3回目(PJ2)以降も同様に、講義の最初に演習に関連の深いテーマについて20分程度説明を行った後、チーム演習にとりかかることとした。以降、検討を重ね、作成した提案書は、ITベンダ内でのデザインレビュー、提案承認(*11)を行った後、第8回目にITベンダからユーザ企業へ提案を実施した。2011年度はPBLの試行実施ということであり、2名の教員が提案説明会に参加し、発表内容に関するコメント、感想を述べて頂いた。発表後、各チームはチーム演習で

作成した一連の提案資料とプロジェクト管理に関わる資料を提出した。最終回である第9回(PJ+)は、各チームからの提案書及び提案説明会における質疑応答が RFP で示される要求条件に適合しているかどうかについてユーザ企業の立場から、またプロジェクト管理が円滑に実施されているかどうかについては教員の立場から講評を行い一連のチーム演習は終了する。

図表 3.1 PBL の全体スケジュール (2011 年度)

PJ-No	コマ数	講義	チーム演習 (実施作業)	提出資料等
PJ0	1	提案書の作成方法①	PJ演習の説明、RFP説明会実施	①チームシート ②振り返りシート ⑤提案スケジュール
PJ1	1	提案書の作成方法②	PJ発足 (PJ方針、役割分担等を決定)	②振り返りシート
PJ2	1	要求分析・要件定義	課題・現状分析	②振り返りシート
PJ3	1	処理方式、HWSW/DBの選定	提案システムの検討	②振り返りシート
PJ4	1	情報収集、各種見積り方法	提案システムの見積もり	②振り返りシート
PJ5	1	費用対効果の検討	費用対効果等の検討、レビュー資料準備	②振り返りシート
PJ6	1	品質管理とレビュー	レビュー実施 (提案承認)・提案書まとめ	②振り返りシート ③レビュー議事録
PJ7	1	提案実施	プレゼンテーション、チーム相互評価	②振り返りシート ④-1・④-2評価シート ⑤提案スケジュール
PJ+	1	提案書、プレゼンの講評		⑦気づきシート(～PJ7)

(注) PJ演習の説明、RFP説明から提案書、プレゼンの講評までの演習コマ数は9コマ (2011年度実績)

3.2 実施にあたっての工夫

3 年間にわたるチーム演習では、試行的に実施した 2011 年度から、順次その反省をふまえて改善を重ねていった。特にチーム演習では、チーム演習の当事者である受講者からのフィードバックが重要と考え、次年度以降は、主として学生の授業評価アンケート等を参考にして実施方法を見直していった。チーム演習において工夫した点を以下に述べる。

(1) 臨場感を持たせる

チーム演習を効果的に進めるため、チームメンバに臨場感を持ってもらうことが大事と考え、以下のようなことを実施した。

まずチーム発足時の取組みとして、所属企業、部署名を入れた名札を作成し、チーム演習中は常に名札を着用することとした。またチームとしての一体感を醸成させるためキックオフとして写真撮影を行い、自己紹介からチーム作業を開始した。

次にユーザ企業のイメージについてである。情報システム提案を行う場合、事業内容、売上、組織や店舗などの具体的なイメージがないと、リアル感のない現場から浮いた提案資料の作成作業になりかねない。そこで本演習では、ユーザ企業 (RFP では GSS 社) として筆者が利用している N 市 W 商会のサービススタンドをイメージして、企業情報等の質問に答えることとした。また RFP では、今回の情報システム導入の戦略として顧客情報管理を中心とした車検リピー率アップ等による利益の向上においているが、本音の戦略としては顧客情報管理システム導入を機会に営業活動全般を抜本的に改革するというストーリーを設定した。

RFP によれば、ユーザ企業では既に 3 つの情報システムが稼働中である。これらのシステムがどのような仕様になっているかがある程度分からないと、充実した提案を行うことは困難と考えられる。そこで、Web で取得できる公開情報であることを条件として、暫定的に稼働中の

車検システムについてはU社、給油管理システムについてはT社及びPOSシステムについてはN社のシステムを想定した。

(2) チームによる仕事のやり方を徹底させる

プロジェクトリーダーをはじめ、メンバは各々役割を持って演習に参加する。ミニ講義からチーム演習への切り替え時のメリハリをつけるため、チーム演習の最初に必ずミーティング（朝会）、演習終了時には反省会を実施し、作業の予定と実績、役割分担の確認を毎行った。

演習の終了前に、教員が毎回各チームを訪問し、振り返りシートにもとづきプロジェクトの進捗状況やチームの課題などをヒアリングし、滞っていることがあれば適宜、アドバイスを行った。

(3) チーム演習を支援する

(a) PBL 教材の充実（Q&A の整備）

チーム演習を確実に実施するためには、PBL 実施要領や RFP が整備されていることはもちろんであるが、加えて RFP に対する質問にタイムリーに答えていく必要がある。RFP に対する質疑応答は、質問表で受付し、IT ベンダ（チーム）との打合せの場で回答した。他のチームにも共有すべき内容については、随時、情報提供された。質疑応答の内容は、毎年、蓄積されていった。

(b) 演習時間の拡張

2011 年度の試行実施の後の学生アンケートでは、学生からチーム演習時間が足りないとの声が多数寄せられた。そこで図表 3.2 に示すように 2012 年度からは毎回 1 コマから、毎回 2 コマに拡張することとした。ただし、授業は 1 コマで設定されていることから、授業としては隔週開催とし授業のない日を自主演習日とし、学生は任意参加の形態（自主演習日の出欠は成績評価の対象外）として設定した。

図表 3.2 PBL の全体スケジュール（2012 年度）

PJ-No	コマ数	講義	チーム演習（実施作業）	提出資料等
PJ1	2	提案書の作成方法 要求分析・要件定義	PJ演習&RFP説明、PJ発足（PJ方針、役割分担等を決定）、課題・現状分析	①チームシート ②振り返りシート ③提案スケジュール
サポート	2	なし	（課題・現状分析）	②振り返りシート
PJ2	2	処理方式等の検討、各種 見積もり方法	提案システムの検討、見積もり	②振り返りシート
サポート	2	なし	（提案システムの検討、見積もり）	②振り返りシート
PJ3	2	IT投資目的、評価 品質管理とレビュー	費用対効果等の検討、レビュー資料準備、 提案書の作成	②振り返りシート
サポート	2	なし	（提案書作成、レビュー実施等）	②振り返りシート
PJ4	1	プレゼン方法、 提案書の評価	プレゼンテーション、チーム相互評価、 チーム学習の講評	②振り返りシート ④-1・④-2評価シート ⑤提案スケジュール（実績） ⑦気づきシート

（注）PJ演習の説明、RFP説明から提案書、プレゼンの講評まで含めた演習コマ数は13コマ（2012年度実績）

(c) TA の配置

各チームの進捗状況の把握を確実にを行うため、さらにユーザ企業（教員はGSS社の経営企画室長であり顧客情報システム導入事務局を担当）のスタッフとして、2012年度からTAを1名配置した。TAは事務局のスタッフとして、RFPに対する質問の窓口や質疑応答の管理等を行うほか、演習の円滑な実施のため授業と演習の前後に、当日の講義・演習内容の予定及び当日の演習結果について、教員と打合せを行なった。またチーム演習後には、講義及びチーム演習の反省と改善提案をまとめたTAレポートを提出してもらった。

図表 3.3 に、各年度における施策（取組事項）と演習後における学生からの授業評価アンケートに対する教員からのコメントと次年度へのフィードバックを示す。

図表 3.3 施策と次年度へのフィードバック

	2011年度	2012年度	2013年度
施策 (取組事項)	<TKメソッドによる試行実施> ①チームづくり ②PBL教材の充実 (Q&Aの整備)	①2コマ連続によるチーム演習 (授業日とサポート日の隔週実施) ②TAの配置 (毎回TA打合せ実施、TAレポート) ③PBL感想文提出	2012年度の①②③に加え、 ④振り返りシート、気づきシート等によるプロジェクト進行状況の把握 ⑤演習記録 (提案説明会の本格実施)
演習	<チーム演習実施>	<チーム演習実施>	<チーム演習実施>
次年度へのフィードバック (授業評価アンケートの <教員コメント> より抜粋)	(略) 結果的には、成果物である提案書は各チームとも最後のねばりでかなり良くまとめてくれたように思います。ただし、プロジェクト期間が短くまた演習時間が1コマのため、メンバーでの検討や組み合わせの時間が少なく、かなりストレスがたまっていたのではないかと思います。講義の内容が詰め込み過ぎの感じが否めず、予習、復習を十分にたらないと理解しにくかったと思います。 次年度は、これらの反省をふまえ、①2コマ(隔週)連続授業により演習と課題のための時間を確保する。②今回受講した学生にTAになってもらい、各チームの提案業務の進め方について、適宜、アドバイスする。③講義を行うテーマを絞るとともに理解度確認テストの回数を増やす、ことを検討します。	(略) 昨年度の反省からチーム演習を2コマ(隔週)連続授業とし、授業のない日は自主的な活動にあてるように構成し、教員・TA等が質問等に対応できるようにしました。顧客から提案依頼をうけ、情報システム化提案を行うという演習ですが、3つのチームとも十分に検討を行い、独自性を盛り込んだ提案書を作成し、プレゼンを行ってくれました。授業の他に自主的に集まって検討することでも自分たちが自ら考え工夫するといういい経験をしたことと思います。一方で授業時間以外にかなりの準備を行うことでストレスもたまっていたと思います。 次年度は、引き続きTAを配置し、リーダーに過大な負担がかからないよう、また時間を有効活用しながら検討を進められるよう準備します。	(略) 後半のチーム演習では、実質、毎週2コマ(以上)取り組んだチームもあったようです。一方で、2単位の授業なのに実質、週2コマは割に合わないという声も聞かれましたが、大学における講義。演習は、講義時間と同じ時間だけ予習・復習することを前提として単位を付与しているのではほぼ妥当な状況かと思えます。 授業時間以外に、また夫々の役割をもってチームで問題解決にあたるという経験は得難いものです。企業もこういった経験を望んでいるようです。リーダーなど、特定の人に負担がかかりすぎないように工夫するなど、貴重な経験を今後活かしてください。 次年度も、TAを配置し、円滑に演習が進められるように配慮します。チーム演習、お疲れ様でした。

3.3 評価

(1) 授業評価

2011 年度から 2013 年度における情報システム開発に対する学生による授業評価アンケート結果を図表 3.4 に示す。アンケートは、10 項目について 5 択（非常にそう思う、そう思う、どちらとも言えない、そう思わない、全くそう思わない）で回答するものですが、そのうち「非常にそう思う」と「そう思う」について集計した。

2011 年度から 2013 年度における総合評価（10 項目の「非常にそう思う」と「そう思う」の平均値）は、夫々72.1%、85%、88%と次第に増加している。2 コマ連続によるチーム演習や TA の配置が寄与しているように思われる。個別の評価をみると、①講義内容と授業の内容はあっていましたか、②授業のテーマや目的は明確でしたか、の評価は比較的高いにも関わらず、⑩この授業は総合的にみて良かったですか、の項目に対する「非常にそう思う」が 20%代にとどまっているのは、まだかなりの改善あるいは見直しが必要だということを示唆しているように思われる。また、⑨教員の取組みは熱心だったと思いますか、の評価がかなり高いが、チーム演習を効果的に実施するためには、TA を含めた教員の熱心な取組みが必須であると考えられる。

図表 3.4 授業評価アンケート結果

番号	評 価 項 目	2011			2012			2013		
		非常に	そう思う	小計	非常に	そう思う	小計	非常に	そう思う	小計
①	講義概要と授業の内容は合っていましたか	21.43	64.29	85.72	44.44	55.56	100	50	44.44	94.44
②	授業のテーマや目的は明確でしたか	21.43	57.14	78.57	55.56	33.33	88.89	50	33.33	83.33
③	授業の内容や説明はよく整理されていましたか	21.43	28.57	50	16.67	61.11	77.78	22.22	55.56	77.78
④	教員の話し方(声の大きさ、明瞭さなど)は適切でしたか	21.43	42.86	64.29	16.67	66.67	83.34	22.22	61.11	83.33
⑤	PPT・DVDなどの視聴覚教材、白板の板書は活用されていますか	35.71	21.43	57.14	27.78	50	77.78	33.33	55.56	88.89
⑥	ストや教材、配布資料などは理解しやすく適切に使用されていましたか	35.71	42.86	78.57	27.78	44.44	72.22	33.33	61.11	94.44
⑦	質問やレポートなどに対して教員は適切に対応しましたか	64.29	21.43	85.72	27.78	50	77.78	44.44	44.44	88.88
⑧	私語や遅刻、早退に対する教員の対処は適切でしたか	35.71	28.57	64.28	44.44	44.44	88.88	27.78	72.22	100
⑨	教員の取組みは熱心だったと思いますか	71.43	21.43	92.86	66.67	33.33	100	61.11	38.89	100
⑩	この授業は総合的にみて良かったですか	21.43	42.86	64.29	22.22	61.11	83.33	22.22	50	72.22
10 項目平均		35.001	37.144	72.145	35.001	49.999	85	36.665	51.666	88.331

(注) 2011年度、2012年度、2013年度の回答数(回答率)は、夫々14名(60%)、18名(81%)、18名(85%)であった

(2) 情報システム提案書の評価

提案書の提案説明会の後、図表 2.1 の Step6（プレゼンの審査）を行う。具体的には、提示した RFP で要求する各項目が提案書に網羅されているかどうかや最新の技術を取り入れているかどうか、また確実に情報システム開発を実施できるかどうかについて評価する必要がある。

仮想的に実施するチーム演習で作成された提案書の評価は、困難が伴うため、本チーム演習では、永井昭弘氏が提示している点数をつけた比較検討表のサンプル(*12)を参考にして行った。一部の要求条件に対応する記述が漏れている提案書が見受けられたものの、各チーム独自に検討されたアイデアや内容が含まれており、概ね満足のいく提案書であった。

(3) プロジェクト管理（チーム運営）に対する評価

各チームの進捗状況の把握は、演習会場の巡回とチームの振り返りシートと個人の気づきシートを見ながらのヒアリングにより行った。ジャンケンで決めたプロジェクトリーダーが休みがちであったり、メンバと円滑に連絡がとれなかったり、各チームとも作業を進めていく上での課題は山積していたものの、提案スケジュールとミニ講義による全体の流れを道標として検討を進めていったようである。現実的には、各チームのプロジェクト管理に対する評価はかなり難しいことから、レビュー記録表やユーザ企業との打合せ議事録を含む一連の提出資料の網羅状況から判断することとした。

提出資料は各チームともほぼ網羅しており、チーム演習としての最低限のプロジェクト管理はできていたと判断される。

4. まとめ

本報告は、新任の教員が 1 コマ 15 回と期末試験で構成された情報システム開発[講義科目]を、エンジニアリング・デザイン教育の強化とチームによる課題解決型の実践教育の要請に少しでも応えるべく、授業の後半部に PBL を採用して行った実践をとりまとめたものである。現在、4 度目の PBL を本報告と同様のやり方で取り組んでいる。これまでは受講生は 20 人程度であり、ほとんどの学生が JABEE プログラムの受講生であったことからモチベーションも高く、それゆえチーム演習が順調に進んだという面もあったのではないかと考えられる。

2015 年度からは情報コースの必修科目となり受講生が 90 名程度になることから、講義内容等、シラバスを抜本的に見直す予定である。

【謝辞】

情報システム開発の授業に PBL を導入することを熱心に進めてくれた岸野清孝先生、試行実施にあたり提案書の評価方法を一緒に検討して頂いた石川洋先生、及び提案説明会にて貴重な意見、コメントを頂いた上西園武良先生、佐々木桐子先生、河原和好先生に感謝いたします。

また、2012 年度 TA の大岩昇司君、2013 年度 TA の藤井勇次君には、毎回の打合せ、演習中のタイムリーな“ささやき”や TA レポートを通して忌憚のない意見を頂いたことに感謝します。

【注釈】

*1：本学学生便覧(2011 年版では p50～p69)に、情報システム学の体系、分野の設定、学修・教育の目標、カリキュラムの構成や卒業要件等が記載されている。

*2：「JABEE におけるエンジニアリング・デザイン教育への対応 基本方針」（2009 年 2 月公表）

http://www.jabee.org/news_archive/news2009/20090318-2/2356/

- *3：情報処理学会情報システム教育委員会（J07-IS カリキュラムの概要, 2008 年 3 月）
- *4：IT 人材白書 2010 年版参照。「②IT 人材育成施策の現状と今後の期待（2）成果が求められる産学連携教育」より
- *5：[2]p186（PBL 教育効果）参照。チームによる課題解決を行う PBL は、実践的な教育方法として座学中心の授業と比較し、「知識の統合、チーム活動からの学び、プロセスからの学び、マネジメントからの学び、学生の主体的な学び」が得られるとされている。
- *6：例えば、情報システム教育コンテスト 2008 では、駒谷昇一「実践的 PBL によるエンタープライズ系システム企画設計開発の授業実践」等が報告されている。
- *7：新潟国際情報大学情報システム学科シラバス「情報システム開発」参照。
- *8：RFP；Request for Proposal の略。提案依頼、または提案依頼書のこと。購入を予定している買い手が、売り手候補に対して「このような買い物を考えているのだけれど、どの品物が最もこちらの要望に合うか提案してほしい」と求めること（[3]p8 参照）。
- *9：[1]p8～（TK メソッドについて）参照。TK メソッドは、①学生が主体的、自主的に行うチーム演習である、②チームの目標を学生自らが設定し、それを宣言する、③チームのモチベーションや進捗状況を定期的に自己評価し、共通認識をもつ、④振り返りを行い、反省し、改善を行うプロセスを大切にする、⑤期日や納期、成果物を指定し、やり方は学生に任せる、⑥授業では Why、What を主に教え、How については聞かれたときに答える、という特徴を有する。
- *10：例えば、日本経済新聞朝刊(2012 年 8 月 19 日)では、「給油所の決済素早く（顧客情報管理も強化）の事例として昭和シェル石油の新情報システムを紹介している。
- *11：提案チームによるデザインレビューを行った後、会社として提案承認会議等により提案にあたっての最終的な意思決定を行う場合が多いようであるが、本演習ではデザインレビューに意思決定者が加わっていることとして、提案承認の段階はスキップした。
- *12：[3]表 1-4●点数を付けた比較検討表のサンプルを一部修正して使用した。

【参考文献】

- [1] 鶴保征城・駒谷昇一, ずっと受けたかったソフトウェアエンジニアリングの授業 1, 増補改訂版, 翔泳社, (2011)
- [2] 鶴保征城・駒谷昇一, ずっと受けたかったソフトウェアエンジニアリングの授業 2, 増補改訂版, 翔泳社, (2011)
- [3] 永井昭弘, RFP&提案書完全マニュアル, 日経 BP, (2005)

長野県における地上デジタル放送の普及調査

Spread of Digital Terrestrial Television Broadcasting in Nagano Prefecture

近藤進^{1*} 上村喜一^{2*}

要旨

地上波テレビ放送がデジタル化された。この機会に、長野県でのデジタル機器の買い換えを含む普及状況について 2006 年から 2011 年にかけて調査した。長野県は山岳地域であり、放送電波の到達範囲が狭いため、ケーブルテレビが発達している。電波受信による地上デジタル放送については、開始当初、認知度も低く、デジタルへの移行は鈍かったが、アナログ停波が近づくしたがって急速に普及した。一方、ケーブルテレビでは、デジタルアナログ変換が行われ、アナログ機器でも視聴可能であったが、2015 年 3 月に完全デジタル化される。ここでは、地上アナログ放送停波（2011 年）までの地上デジタル放送の浸透状況について報告する。

1. はじめに

1953 年 2 月 1 日にテレビ放送が開始され^[1] 60 年が経過した。その間テレビは一家に 1 台の家電となり、カラー化、^[2] ^[3] そしてデジタル化が行われた。地上デジタル放送は 2003 年 12 月に三大都市圏からはじまり、長野県でも 2006 年 4 月から実施された。1960 年のカラー化では、輝度信号をそのままにして、色信号を追加することにより実施された。このためカラー放送を白黒放送として見ることにすれば、従来使われていた白黒受像器をそのまま使用できた。一方地上デジタル放送は、信号システムがアナログ放送とは全く異なり、これまでの受像器をそのまま移行させることは困難であった。白黒からカラーテレビへの変更は、白黒テレビでも不自由を感じなければ、テレビが壊れるまで使うことができた。しかし、デジタル化では、アナログ放送が停波すれば、観ることができない。地上デジタル放送移行後は、受像器を買い換える必要がある。視聴者がコストを負担しなければならない点がこれまでにない特徴である。したがって、情報インフラ初めての大きな変化であり、長野県における地上デジタル放送がどのように普及していったか調査した。長野県は山岳地域のため、放送電波の到達範囲が狭く、ケーブルテレビが発達しているという特徴を持つ。ケーブルテレビではアナログデジタル変換により、停波後も 2015 年 3 月まで使用可能である。

2. 調査方法

郵送によるアンケートで調査した。調査対象の抽出は電話帳を利用した。すなわち、NTT 東日本ハローページの長野県版を用いた。総ページ数は約 1400 ページであり、アンケートの回収率を 20% とすると、100 件以上の回答を得るためには 500 人以上の対象者が必要となる。また調査対象者を均一に選ぶ必要があることから、ハローページの約 3 ページに 1 名無作為に抽出した。

長野県の地上デジタル放送（NHK 総合・教育）開始直後の 2006 年 7 月から 2011 年 1 月にかけて、5 回の調査を行った。電話帳には世帯主が記載されることが多いため、回答者は家族の誰でもよいこととしたが、高齢者に偏った。回答者の年齢構成は、調査の回により異なるが、50 歳代から 70 歳代ではほぼ 3 分の 2 を占めた。回答者は必ずしもすべての設問に答えていない等があり、それぞれの設問のデータ数と回答者数は一致していない。表 1 に、各回におけるアンケート数と回答率を示す。アンケートの回収率は当初 20% であったが、アナログ停波が近づくにしたが

^{1*}KONDO Susumu [情報システム学科]

^{2*}KAMIMURA Kiichi [信州大学工学部]

って、回答率が上昇し、2010 年 2011 年では 35%となった。この調査は、情報インフラおよび防災アンケートと同時に行った。^[4]

表1 アンケートの回答率

調査年月	アンケート数	回答者数	回答率
2006年9月	548	114	20.8%
2007年1月	548	113	20.6%
2009年1月	511	146	28.6%
2010年1月	535	190	35.5%
2011年1月	535	180	33.6%

3. アンケートの内容

アンケートの主な内容は、地上デジタル放送の認知度（開始・停波）、地上デジタル放送機器の購入、地上デジタル放送機器をはじめとする AV 機器の保有状況、および視聴映像の状況についてである。設問はそれぞれの項目のはじめにゴシック体で示す。設問の文章は、アンケートの時期により、多少変化しているが、おもに 2007 年 1 月調査のものを示した。

4. 地上デジタル放送の認知度

まず地上デジタル放送の認知度について調査した。NHK の地上デジタル放送開始直後であった 2006 年 7 月調査のみ、地上デジタル放送の開始時期についてたずねた。

Q. 長野県での地上デジタル放送開始予定日をご存じでしたら記入してください

信越放送（SBC）平成____年__月， 長野放送（NBS）平成____年__月，
TV 信州（TSB）平成____年__月， 長野朝日（ABN）平成____年__月，
NHK 総合 平成____年__月， NHK 教育 平成____年__月，

Q 現在の地上アナログテレビ放送がこのさき終了する(見られなくなる)ことをご存じですか

☐知っている ☐知らない

終了時期を知っている方は、その年月を記入してください

終了時期 平成__年__月

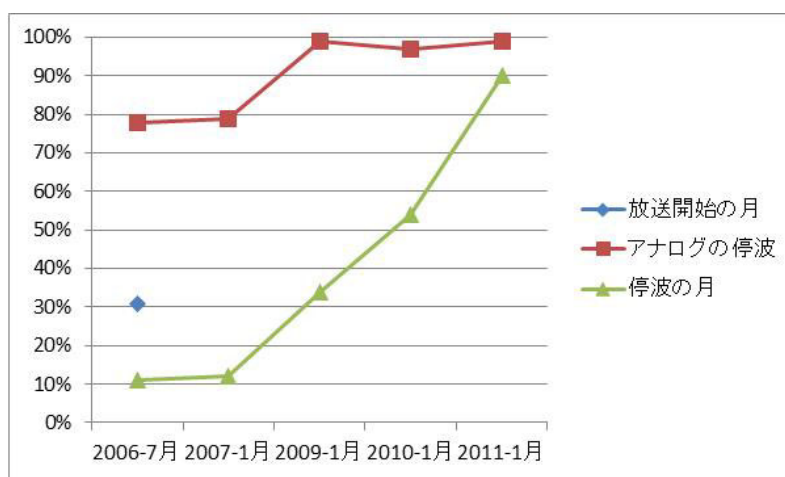


図1 デジタル放送開始とアナログ停波についての認知

地上デジタル放送開始以前はきわめて関心が薄かった。開始時期と終了時期は月まであっていて正解とした。図1は認知度の変化を示すものである。アンケートが配布された時期が2006年6月7月で、すでにNHKのデジタル放送が開始され、10月から民放のデジタル放送が開始される予定であった。しかし、正答率は30%であり、開始時期は充分浸透していないことがわかる。アナログ放送の停波については放送局やDpa（社団法人デジタル放送推進協会）などにより多くの宣伝がなされ、80%程度の認知度があった。一方、具体的な停波の時期（2011年7月）は、当初なかなか普及せず10%台であり、2009年1月の調査で30%を越え、2011年1月の調査で90%となった。

地上デジタル放送の情報をどの媒体で得ているかをたずねた。

Q 地上デジタル放送をどのように知りましたか（いくつでも）

- ☐新聞
 ☐折り込み広告
 ☐雑誌
 ☐テレビ
 ☐ラジオ
☐インターネット
 ☐イベント
 ☐自治体広報誌
 ☐販売店（電気店など）
☐その他（ ）

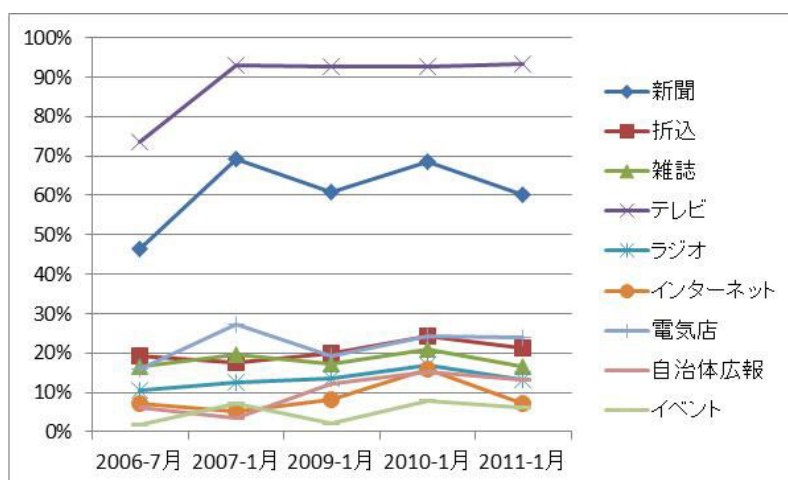


図2 放送デジタル化の情報媒体

複数選択を可としている。図2にこの結果を示す。当然のことではあるが「テレビ」からの情報が多くほぼ90%である。また「新聞」によるも60%を越えている。「折り込み雑誌」も20%前後で推移している。関東地域で地上デジタル放送が実施されていた2005年に、信越地区の電気店で地上デジタル放送について質問したが情報はほとんど得られなかった。しかし、停波に近づくに従って「テレビ」「新聞」に次ぐ情報源となっている。この調査では、「インターネット」が10%と少ないが、調査対象に若者が少ないことによると考えられる。

次に地上デジタル放送の宣伝量についてたずねた。

Q 放送局や推進団体などでの地上デジタルテレビ放送の宣伝の回数はどうに感じますか

☐非常に多い ☐多い ☐普通 ☐少ない ☐非常に少ない ☐わからない

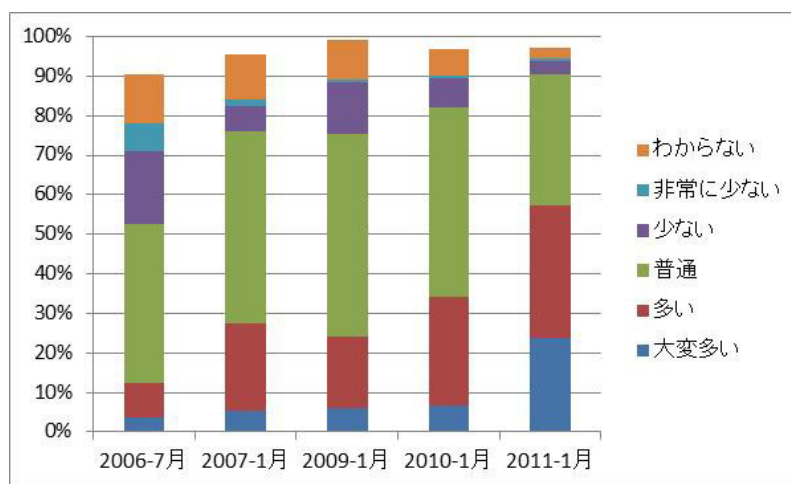


図3 宣伝をどのように感じるか

この結果を図3に示す。放送や新聞によって伝えられる地上デジタル放送の情報量についてどのように感じるか回答を得た。長野県での地上デジタル放送開始（2006年4月）前後は情報が少なく、「普通」「少ない」「わからない」が80%を占めている。アナログ放送の停波に近づくにしたがって、放送をはじめとする宣伝により、「大変多い」「多い」が増え、停波の半年前では50%を越えている。アナログ放送終了近くなると宣伝も多くなり、それまではデジタル放送の機能を強調していたが、それに加え周波数帯域の防災無線や移動体通信への変更についても触れられるようになった。

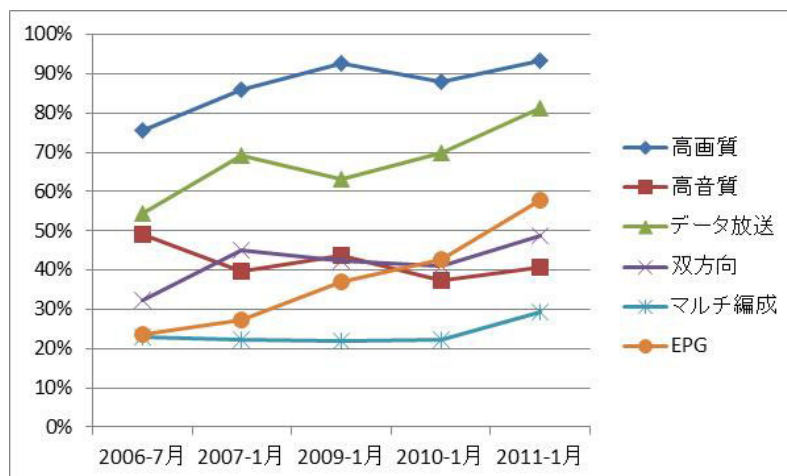


図4 デジタル放送で期待する機能

次に、地上デジタル放送のどの機能に関心があるかを問うた。

Q 地上デジタル放送のサービスのうちご存じのものをチェックして下さい (いくつでも)

- ☐ 高画質放送…ハイビジョン放送により高画質の映像が視聴できる
- ☐ 高音質放送…5.1チャンネルサラウンドによる臨場感ある音声視聴できる
- ☐ データ放送…いつでもニュース、気象情報、交通情報、生活情報などのデータを調べられる
- ☐ 双方向サービス…視聴者が番組に参加したり、テレビでショッピングなどができる
- ☐ マルチ編成…画面を分割して視点を変更して見たり複数番組の同時に視聴したりできる
- ☐ 電子番組表(EPG)…テレビ欄を表示し番組内容確認し、番組選択、録画予約ができる

この結果を図4に示す。開始当初、地上デジタル放送はこれらの機能が宣伝されていた。放送が開始され、実際に使われるかどうかで、期待する機能も変化してきた。

高画質はアナログと比べ大きな違いであり、最も宣伝され期待された機能である。データ放送も地域に密着した天気予報やNewsをバックグラウンドで随時観ることができる。EPGは、番組予約や録画で多く使われる。双方向についてはインターネットや電話回線に接続する必要があるが、クイズ番組やアンケートで多く使われている。一方、マルチ編成は実例として少ない。スポーツ番組の延長や、NHK教育テレビでの複数放送に限られる。アンケートではこれとは別に、番組増と高精細画面のどちらを期待するかたずねたが、番組増を期待する声が多かった。

5. 購入動機・購入予定

地上デジタル放送対応機器の購入についてたずねた。最初に機器をどのようなタイミングで買うかを問うた。

Q 地上デジタル放送に移行する(あるいは機器を買い替える)動機としてあてはまるものをチェックしてください (いくつでも)

- ☐ すでに持っている
- ☐ 価格が安くなった
- ☐ テレビの買い替えに合わせて
- ☐ テレビの故障に合わせて
- ☐ デジタル放送を見たくなったら
- ☐ アナログ放送が見られなくなったら
- ☐ 周囲の状況を見て
- ☐ わからない

□その他（ ）

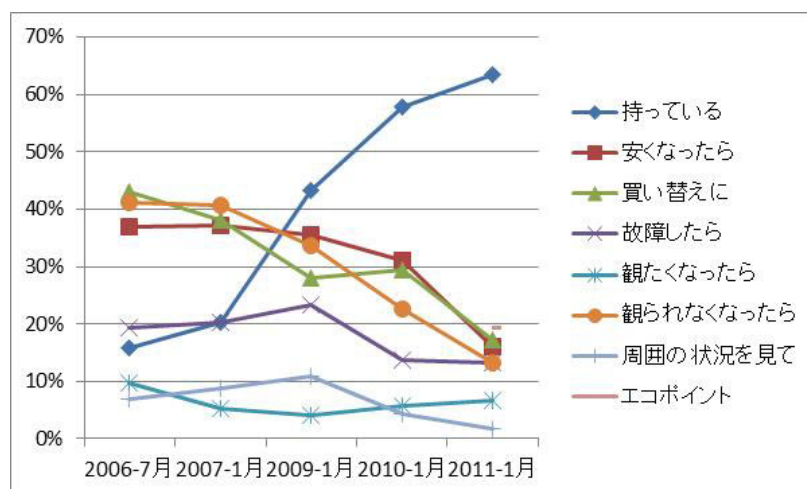


図5 デジタル放送機器購入のタイミング

複数選択可能とした。その結果を図5に示す。機器を持っている人が増えるにしたがいどの理由も減少するが、「安くなったら」「機器の買い替え」「視聴できなくなったら」の3つがほぼ同じ傾向を示している。消極的な理由が多く、「観たくなったら」は、地上デジタル放送開始の時から漸減する。2011年1月だけの回答であるが、「エコポイントの使えるうちに」が、20%であった。

エコポイントは、2009年5月より環境に優しい家電について、条件は多少変化しながらも購入のための補助が出る仕組みで、いわゆる薄型テレビについては継続的に実施された。2011年1月の調査では、これを利用して地上デジタル放送機器を購入した人が回答者の20%を占め、効果の大きいことがわかる。

次に、テレビを購入するときに、何に着目するかについてたずねた。

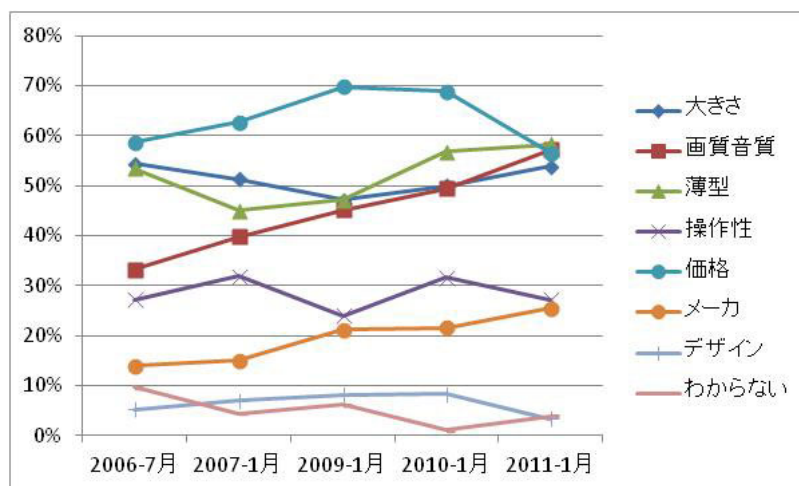


図6 テレビ購入時の着眼点

Q 地上デジタル放送対応テレビを購入するポイントは何ですか（いくつでも）

- | | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ☐ 薄型 | ☐ 画面の大きさ | ☐ 画質・音質 | ☐ 操作性 |
| ☐ 価格 | ☐ メーカー | ☐ デザイン | ☐ わからない |

この結果を図6に示す。複数選択可としたが、基本的には価格であり60%以上の人々が重要視している。2011-1月で少し下がっているのはエコポイントの効果と薄型テレビの価格下落によると考えられる。停波に近づくにしたがって大画面テレビが安価になってきたため、画面の大きさは、注目するポイントとなっている。画質についても2005年頃は1300ドット程度の解像度であったものが、アナログ停波時にはフルハイビジョンが標準になっており、選択のための要素となっている。

地上デジタル放送機器の購入予定価格についてたずねた。

Q 地上デジタル放送対応機器の購入価格はどれくらいと考えますか (1つだけ)

- ☐ 50万円以上 ☐ 50万～30万円 ☐ 30万～20万円 ☐ 20万～10万円
☐ 10万～5万円 ☐ 5万～3万円 ☐ 3万円以下 ☐ わからない

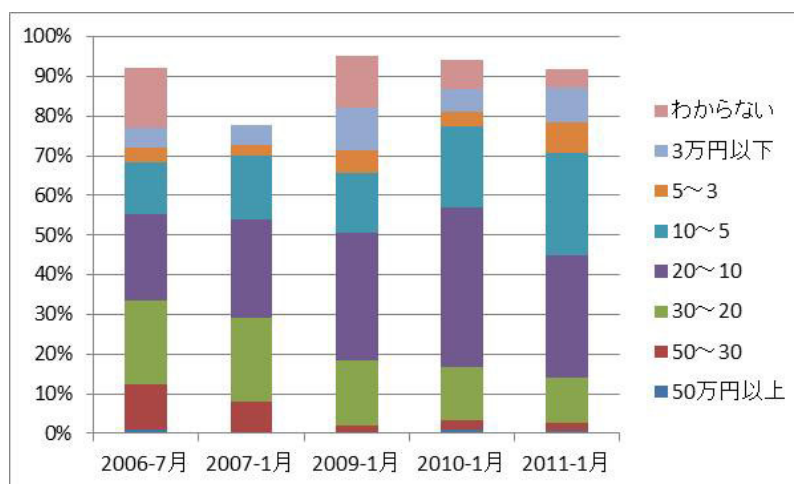


図7 テレビ購入予定価格

放送開始以前に地上デジタル放送用テレビが3万円以下になることは、想像もできなかった。しかし、量産化とともに価格が急速に下落し、アナログ停波時には20インチ程度であれば、購入できるようになった。2005年頃では、1インチ1万円といわれていた。2014年では、10万円台で50インチ以上のものを購入することができる。

次に地上デジタル放送対応機器をどのタイミングで購入するかたずねた。

Q 地上デジタル放送対応機器の購入時期(地上デジタル放送移行時期)について伺います

- ☐ すでに持っている ☐ 3月までに ☐ 6月までに ☐ 1年以内に ☐ 2年以内に
☐ 2年以上状況を見て ☐ 地上アナログ放送が終了するまでに ☐ 今は考えていない
☐ わからない ☐ その他 ()

図8は地上デジタル放送の機器を時間的にどのタイミングで購入するかを示す。回答は1つだけ選ぶものである。「持っている」は、回答者の揺らぎがあり図6と必ずしも一致はしない。

選択肢は、放送終了時期が近づくにつれて変化する。「考えていない」「わからない」は停波に近くなるにしたがって漸減する。「放送終了までに」が多く、30%程度の視聴者は、停波が近づいて買い替えたと考えられる。

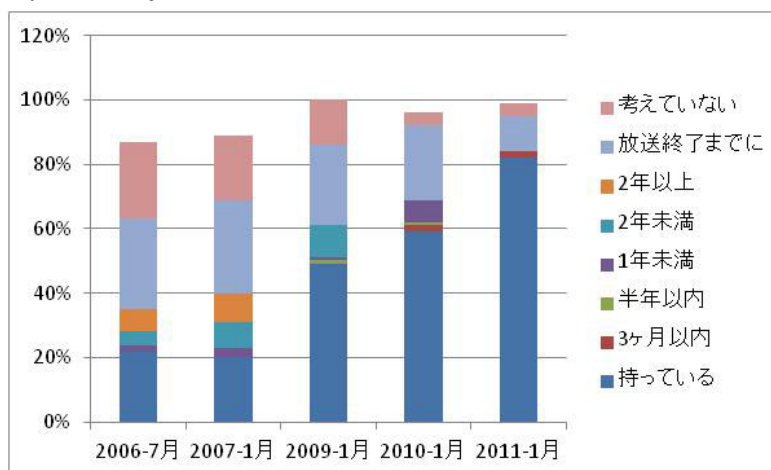


図8 デジタル機器の購入予定時期

6. 機器の保有状況

各家庭がどのようなAV機器を保有しているかについて回答を得た。

Q1 今お持ちのAV機器について、あてはまるものをチェックしてください (いくつでも)

☐テレビ ☐ビデオ (VTR) ☐DVD プレイヤー ☐DVD・HD レコーダー
☐ビデオカメラ ☐デジタルカメラ ☐わからない ☐その他 ()

テレビはアナログ放送が停波する前のタイミングであるが、多少の差はあるがほぼ100%の家庭で所有している。

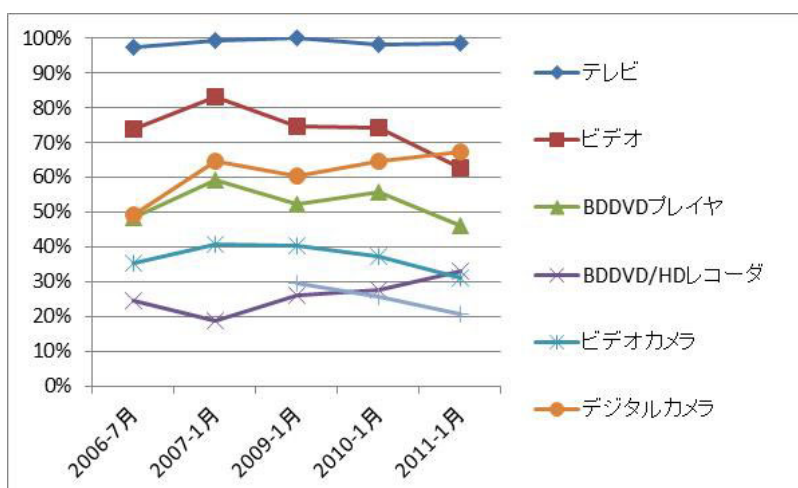


図9 AV機器の保有状況

しかし2011年の調査では減少に転じている。これは、テレビ機能を持ったPCの普及だけでなく、インターネットの普及によりテレビ離れが進んでいることによると考えられる。インターネットの普及により、動画情報がテレビだけの時代から変化し、とくに若者のテレビ離れが顕著

である。またテレビの記憶媒体としてのビデオはDVD・BD、ハードディスクレコーダに取って代わられつつある。これらの記憶媒体も、永久に続くわけではなく、記憶容量の変化（たとえばスーパーハイビジョン）やエレクトロニクスの発達による新たな記憶媒体の出現によって、陳腐化する可能性を持つ。

さらに、薄型テレビの浸透度について回答を得た。

Q ご自宅でもっともよくご覧になるテレビの種類について、あてはまるものを一つチェックしてください

- ☐ブラウン管テレビ ☐液晶テレビ ☐プラズマテレビ
☐リアプロジェクションテレビ ☐プロジェクター ☐わからない
☐その他（ ）

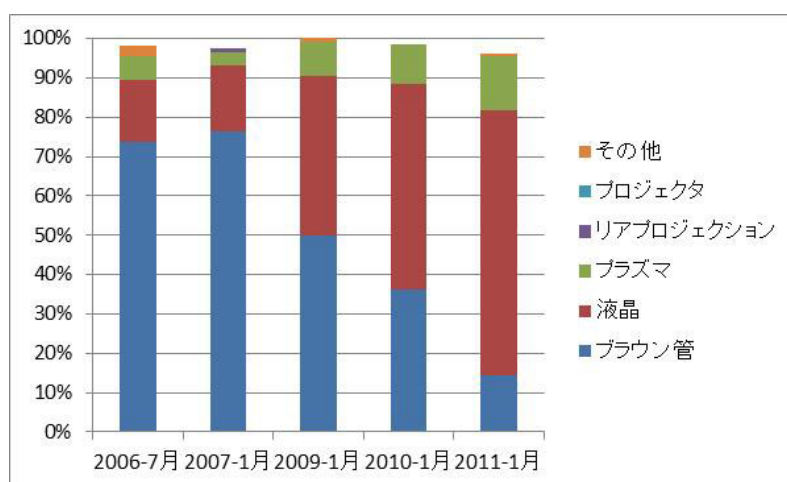


図10 保有しているテレビの種類

Q 答えたテレビの画面の大きさは何インチ（型）ですか
 大きさ _____ インチ（型）

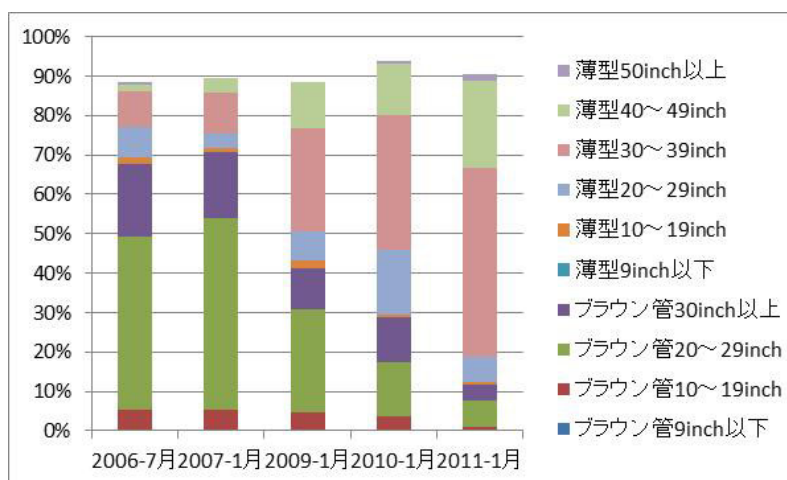


図11 テレビ画面のサイズ

図10は、テレビの種類について示したものである。アナログ放送開始以前は75%をブラウン管が占めていたが、アナログ放送の停波とともに薄型テレビが85%を占めるようになった。薄型についても、リアプロジェクション型がなくなり、速度で優位であったプラズマも10%程度で、液晶が70%をしめている。ただし、プラズマテレビを液晶テレビと混同している可能性もある。

図11はテレビ画面の大きさの変化を示す。ブラウン管と薄型テレビに分けて示している。ここではブラウン管以外すべてを薄型テレビとしている。ブラウン管テレビは4:3、薄型テレビは16:9であり、インチで画面の大きさを正確に評価できないが、高精細画面を意識して明らかに大画面化が浸透している。

図12は視聴しているテレビ放送の受信状況についてたずねたものである。

Q ご覧になっている放送の方式
 をチェックしてください（いくつでも）
☐地上アナログ放送（従来のテレビ放送） ☐地上デジタル放送 ☐BS アナログ放送
☐BS デジタル放送 ☐CS 放送 ☐ケーブルテレビ放送
☐その他（ ）

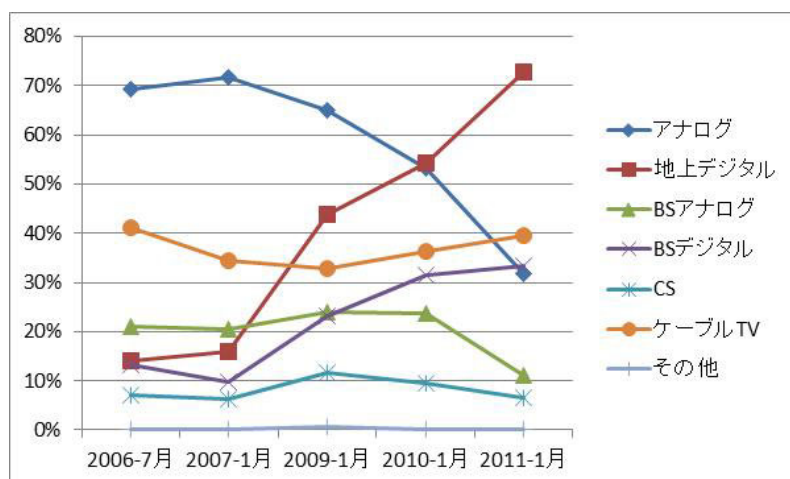


図12 テレビ放送の受信状況

複数選択可能であるため合計は100%を越える。アナログ放送は地上デジタル放送開始前90%の人が視聴している。BSのアナログ放送も30%を越えて視聴されている。両方とも停波に近づくにしたがって減少している。しかし、この当時の薄型テレビは、アナログチューナも有しており、完全な停波まで使用されたと考えられる。ケーブルテレビは長野県の地域性が出ている。平野部が少なく、地上波では難視聴地域が多かったため、アナログ時代から発達している。2011年1月時点では大きな変化は見られない。光ファイバーケーブルによる通信網の整備がすすめば、さらに伸びる可能性がある。地上デジタル放送の視聴は急速に伸び2011年1月で70%を越えている。

また、地上デジタル放送と併せてBSの視聴者が増えている。これは地上デジタル放送用テレビにBSデジタルとCSチューナが付随していることによると考えられる。地上デジタル放送視聴者の多くがBSを視聴している。視聴者の地域分布の変化については後で述べる。

7. 画質品質と浸透度

地上デジタル放送の画像品質の向上は、大きな目的の一つである。解像度はアナログ放送での 640x480 (4:3) から 1920x1080(16:9)に変化し、受像器さえ選べば高精細な画像を見ることが出来る。しかし、放送のため、電波伝搬の影響を受ける。一つは減衰によるもの、もう一つは反射等による雑音に起因するものである。アナログ放送では、電界強度が距離の 2 乗～4 乗で減衰し、映像信号はそれに比例して弱くなる。したがって、アナログ放送では画質は連続的に劣化する。一方デジタル放送の場合、同様に電界強度は減衰するが、信号は 1, 0 のデジタル信号である。この信号が判別できるかどうかが鍵となる。判別できなくなったとたんブロックノイズとなり、さらに画像は消えてしまう特徴を持つ。そこで、アナログ放送と、デジタル放送の画質についてたずねた。アナログでは、電界強度が弱くなるにつれ、画像が乱れ、画素が抜けてくる霜降り状態になる。そこで、正常に映像が得られる場合を 5、霜降り状態を 3、映像が全く得られない状態を 1 とした。アナログ放送の場合、使用電波は 1～3 チャンネル (90～108MHz 帯)、4～12 チャンネルの (170～222MHz 帯) の VHF 帯と、13～62 チャンネル (470～770MHz) の UHF 帯に分けられる。電波は周波数が低いほど回り込む傾向がある。一方、デジタル放送はすべて UHF 帯に属する。このように、周波数による影響があるため、放送局別にアンケートをとった。下は例として 2010、2011 年のアンケートを示す。

Q 現在視聴している地上波のテレビ放送について、放送局ごとの映像(映り)について5段階で評価してください

映像がきれいな場合は **5**、画面が多少乱れる場合は **4**、雪が降ったような状態の場合は **3**、

映像がぼんやりと見える場合は **2**、映像が全く映らない場合は **1**、をそれぞれに記入してください

信越放送 (SBC) _____, 長野放送 (NBS) _____, TV 信州 (TSB) _____,
長野朝日 (ABN) _____, NHK 総合 _____, NHK 教育 _____,

この放送はアナログ放送ですか、デジタル放送ですか ☐ デジタル放送 ☐ アナログ放送

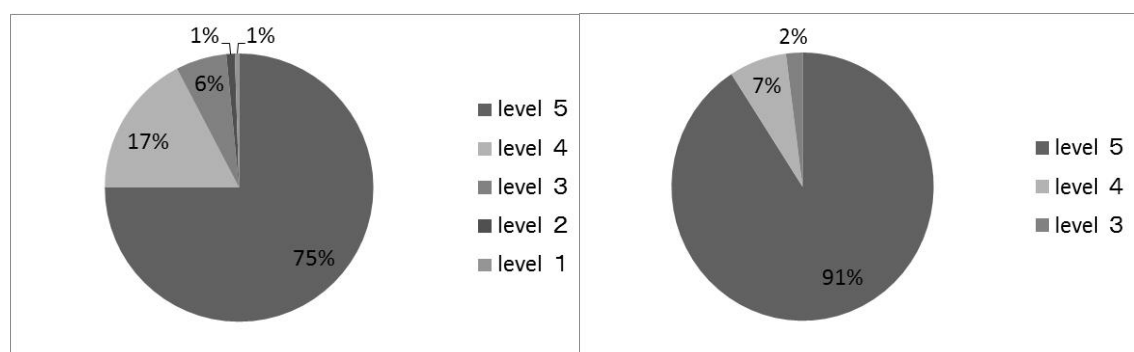


図 1 3 アナログ放送時の映像評価 (NHK 総合) 図 1 4 デジタル放送での映像評価 (NHK 総合)

長野県では後述するようにケーブルテレビの占める割合が大きい。ケーブルテレビの場合、デジタル信号で受信している場合と、デジタル信号をアナログに変換した後受信している場合が考えられる。ここでは、地上波アナログ放送と地上波デジタル放送についてのみ比較した。この調査結果には装置の不良および主観が入るため、その部分も含まれていることを考慮する必要がある。

放送局により多少の変化はあるが、ここではNHK 総合をとりあげる。

図1 3はアナログ放送でのNHK 総合の受信状況を示す。大部分の家庭はVHF 帯で受信していたと考えられる。75%がlevel 5としており、多少乱れるlevel 4が17%、雪が降った状態level 3が6%、映像がぼんやり見えるlevel 2が1%である。

一方、図1 4は、地上デジタル放送についての評価である。91%が正常な画像を得ている。デジタル放送の場合、1，0の判別が不安定になると、ドット抜けやブロックノイズとなる。アンケートによればこのレベル以下の状態は2%のみである。

次に、長野県での受信画質レベルをマップ化した。図1 5はNHK 総合アナログ放送について、正常に映っている場合を○、level 4以下の映像の場合を●とした。●は長野市上田市佐久市に至る千曲川沿い、大田市から松本市、諏訪地区、飯田市が多いように見えるが、人口密集地であり、目立っているものと考えられる。長野県の旧アナログ放送の4分の一がlevel 4以下であることを考えると●はこのような分布となる。一方、過疎地と考えられる、軽井沢、佐久市南部、飛騨山脈に近い地域、木曽谷は、それに比べ密度が高い。アナログ放送の地上波が届きにくかったことが推測される。図1 6は、デジタル化後のNHK 総合の受信状況を示す。

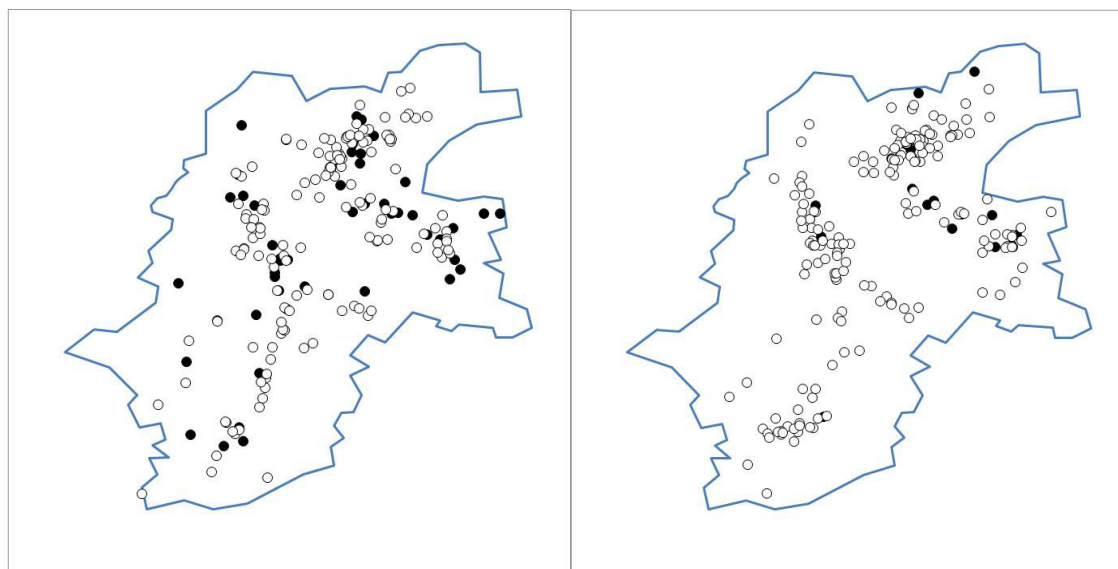


図1 5 アナログ放送の受信状況 (NHK 総合) 図1 6 デジタル放送の受信状況 (NHK 総合)

図1 5と同様に正常に見られるlevel 5を○、何らかの異常があったlevel 4以下を●で示した。●の点は図4に比べ3分の1以下に減少し、県内全体にわたり少ないことがわかる。人口密集地区に●もあるが、過疎地ではほとんどなくなっている。都市部でも高い建物に起因するフェージングがなくなったことによると考えられる。すなわち、デジタル放送の場合は、建物等による電波の反射信号を、1，0のデジタル信号として認識しないために、改善されたものと推測される。

デジタルの場合、空白域では映像信号が完全に途切れるため、明らかになりやすい。デジタル化では、中継局を細かく配置し、その空白域をなくしている。他の放送局についてもNHK とほぼ同様の結果が得られた。

つぎに、視聴しているテレビ放送の受信状況についてマップ化した。ここでは、地上放送とケーブルテレビについて比較した。地上波のアナログ放送を持っている家を●、地上波デジタル放

送を灰色の○、ケーブルテレビを○とした。図17は2006年9月と2007年1月の調査をまとめたものである。地上デジタル放送開始初期の分布を示す。長野県は盆地が多いため、通常の放送局ではカバーしきれないため、アナログ放送の時代からケーブルテレビが浸透している。これが新潟県のような平野部のある県と大きく異なる点である。^{[5][6]} ケーブルテレビで視聴している家庭が4割近くある。ケーブルテレビも含めてデジタル化は10%台である。ケーブルテレビの視聴者を除くと、長野、佐久、松本、飯田といった都市部からデジタル化は浸透し始めている。図18は2010年1月、2011年1月の調査をまとめたものである。40%を占めるケーブルテレビでほぼ全県がカバーされている。特に木曽谷と青木村周辺での浸透が顕著である。ケーブルテレビを除くと、アナログ放送の視聴者分布は、長野市松本市といった都市部にも多く、地域による差は見られない。このように、停波が近づくにしたがって、地域格差（デジタルディバイド）は改善されていると推定される。

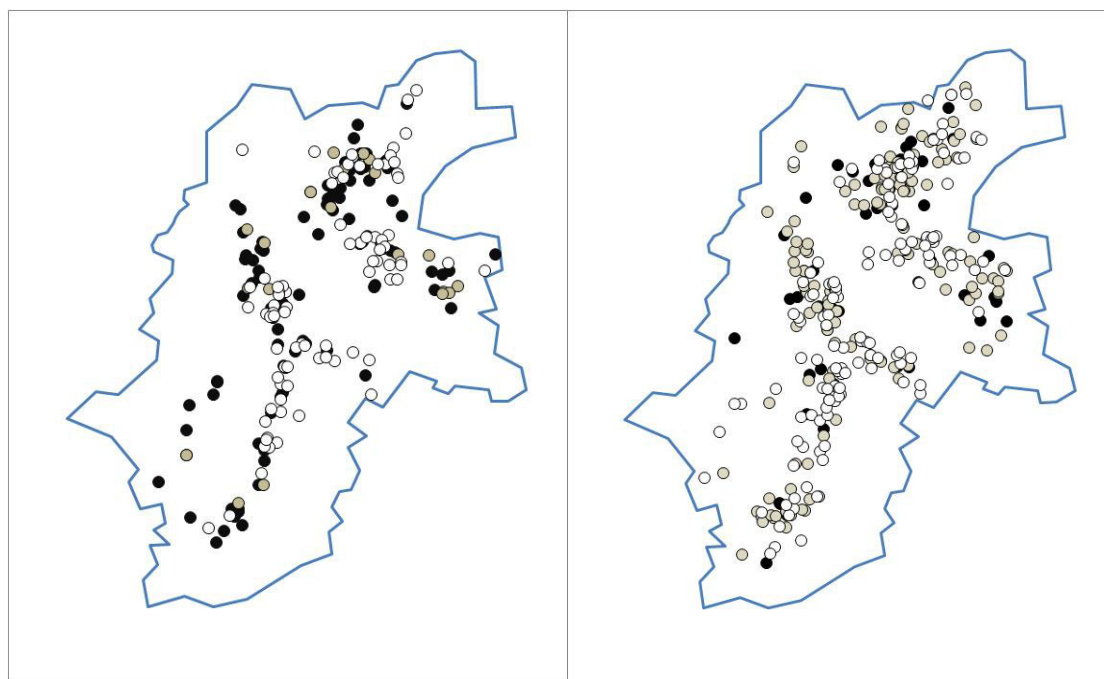


図17 テレビ放送の受信状況 2006-2007年 図18 テレビ放送の受信状況 2010-2011年

8. まとめ

アナログ放送は2011年7月に停波し大震災を受けた岩手・宮城・福島県についても、2012年3月に停波した。また、日本ケーブルテレビ連盟でも、ケーブルテレビによるデジタルアナログ変換放送を2015年3月に停止するとしている。デジタル化は世界の趨勢であるが、通信インフラにとっては大きな変化であった。デジタルアナログ変換チューナで視聴している場合も、ケーブルテレビによるデジタルアナログ変換で視聴している部分も残っているが、大部分はデジタル化された。デジタル化されたことにより多くの機能が実現できた。一般家庭では当初認知度が低く、高額の出費を伴うことから、なかなか普及しなかった。しかし、アナログの停波が近づくにつれて、機器の価格も下がり、エコポイントなどの補助もあり徐々に普及した。また、難視聴地域への対策等も実施された。これらの結果、数年という短い間に、テレビはブラウン管から液晶へ、そして大画面大きく様変わりした。放送と通信の融合も予想されるが、エレクトロニクスは

きわめて変化の激しい分野である。すでに、ケーブルテレビでは4 Kコンテンツの共有化が始まっており、NHKでは、2020年の東京オリンピックに8 Kでの放送を企画している。パソコンや移動体通信は、エレクトロニクスの進展に伴い次々と新しいシステムに変わる。一方、視聴者を含めたインフラシステムであるテレビ放送システムは簡単には変えられない。息の長いシステムとなることを期待する。

参考文献

- [1] 長谷慎一"テレビジョン放送の現在と将来の問題" 電気通信学会誌 Vol.37 No.4 pp201-205, Apr.1954
- [2] 高柳健次郎"カラー・テレビジョン" 電気通信学会誌 Vol.37 No.4 pp216-220, Apr.1954
- [3] 山下彰"通信技術展望—色彩テレビジョン"電気通信学会誌 Vol.37 No.4 pp192-195, Apr.1954
- [4] 近藤進 若月宜行「新潟県の情報インフラと災害に対する情報通信への課題」情報処理学会研究会 2006-IS-98 情報システムと社会環境（新潟国際情報大学中央キャンパス, 2006.11.6）
- [5] 近藤進 「新潟県における地上デジタル放送の普及調査」新潟国際情報大学情報文化部紀要 Vol.16 pp105-115, (2013)
- [6] 近藤進 「新潟県における地上デジタル放送とBS放送の浸透」新潟国際情報大学情報文化部紀要 Vol.17 pp123-130, (2014)

Keyword 地上デジタル放送 地デジ テレビ 普及 長野県

近藤進：新潟国際情報大学 情報文化部教授

上村喜一：信州大学 工学部教授

A dynamic span model and associated control strategy for roll transport systems for sheet-type materials (Part I)

Kenji Shirai^{*1} Yoshinori Amano^{*2}

Abstract

In this study, we propose a mathematical model of the tension occurring at stands between rolls in a roll transport system, and then we propose an optimal control system. The model is a distributed parameter model described by a partial differential equation (PDE). The PDE is derived from particular equilibrium conditions, which balance spatial forward deviation at a stand between rolls and temporal variation of tension. To build a realistic system, we utilized an optimal regulator theory derived by converting a PDE to an ordinary differential equation in a functional space. As a result, the proposed system is highly feasible.

Keyword: partial diffusion equation, tension, optimal control, distributed parameter system, sheet materials.

1 Introduction

We previously reported on the use of a mathematical state model to design a control system configuration for a drying oven. The model is described using a transfer function with a quadratic time delay[1, 2]. The state of the drying oven in the control system is defined by a one-dimensional advection-diffusion equation (ODE) in which the object model has a constant velocity of v . However, developing a quantifiable state estimate is difficult with such a model. Therefore, we propose to use optimal filter theory based on functional analysis to estimate the state of such a model when subjected to state-dependent noise. For state-independent noise, we can use the Kalman filter for conventional state estimation.

In our previous Bulletin[1, 2], we reported that when materials on a sheet in a drying oven moved, we applied a vapor pressure propagation model to the solvent contained in substrates in an effort to solve the state estimation problem. By applying this model, it is possible to design an optimal control system

Our findings related to transportation of sheet substrates were recently applied under a manufacturing context, to a roll transport system for textile processing machinery[3]. The model has also been used recently for a sheet transport/thin film transport system and with various chemically processed substrates such as a nonmoving fabric transport system.

Roll transport systems are important mechanical elements of drive systems in transport drive systems for sheet substrates[8]. The underlying principal of these systems for transporting substrates is to apply a vertical load of a cylindrical roll and a frictional force between substrates and rolls, as illustrated in Fig. 1. It is then possible to change the angle of sheet substrate transport by connecting a motor and using that motor to forcibly rotate a drive roll in a given direction (see Fig. 2).

Generally, manufacturing equipment lines are long, and the drive rolls are utilized with multiple pieces of equipment. In many cases, a drive roll is used with well over twenty pieces of equipment. The equipment that supplies substrates to these systems, known as an unwinding device, is usually installed at the inlet side. Then, sheet-type base substrates are fed using a driving

^{*1}SHRAI, Kenji[情報システム学科] Information and Culture Faculty

^{*2}AMANO, Yoshinori[桐京南エレクトロニクス] Kyohnan Elecs co.,LTD

roll product wound into a roll. Then, the device, which is called a winder for winding the processed product, is in some cases installed at an outlet. Obviously, other devices are in some cases installed in certain locations.

The first system control problem in roll transport systems is process control in various processing devices and the second is control of the tension generated in the transport middle base of the sheet substrate; the latter is a major issue. In this study, we considered a dynamic model to control tension in materials during transportation. Our study is based on metal rolling process theory[4, 5]. We then applied appropriate parameters in a tandem mill control system [Remark 4] to resolve the material tension problem that occurs when dealing with substrate films[9, 10, 11, 12, 13]. Moreover, using the model, we were able to study another control problem; we applied a boundary control function to study optimal speed tracking[16, 17].

2 Tension development model

2.1 Factors of tension development

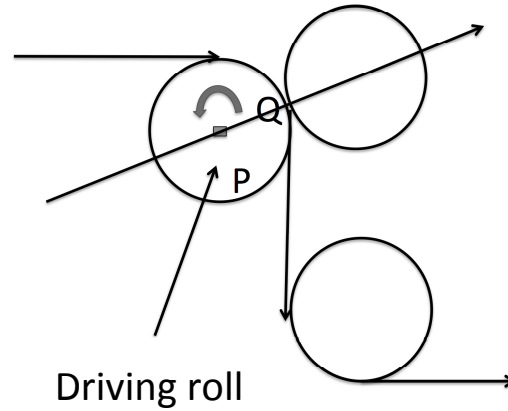
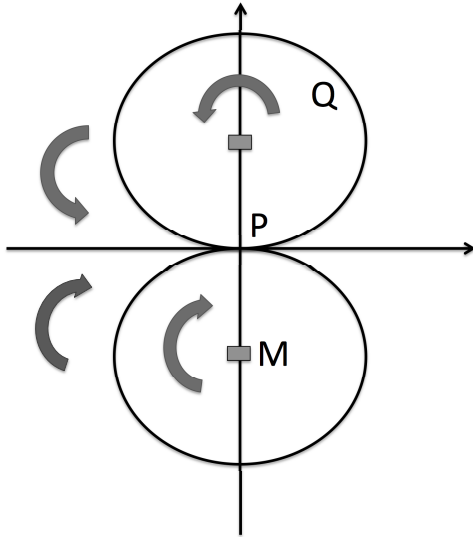


Fig. 1: Unit model (1) of a roll transport system Fig. 2: Unit model (2) of a roll transport system

Table. 1: Physical meaning of each symbol

κ	Friction coefficient
Q	Back tension
P	Vertical load
V	The average speed of the drive roll and the substrate [m/min]
v_s	Speed difference between the drive roll and the substrate [m/min]
v_1	Circumferential speed of the drive roll [m/min]
v_2	Conveying speed of the substrate [m/min]

We obtain[14]:

$$\frac{v_s}{V} = \frac{v_1 - v_2}{\frac{1}{2}(v_1 + v_2)} \approx f\left(\frac{Q}{\kappa P}\right) \quad (2.1)$$

where, Eqn.(2.1) is called as a slip characteristics of macro.

Now, we describe more detail as follows: From $v_s = v_1 - v_2$,

$$v_s = \delta v_1 - \delta v_2 + V \left(\frac{\partial u_1}{\partial x} - \frac{\partial u_2}{\partial x} \right) \quad (2.2)$$

From Eqn.(2.2),

$$\frac{v_s}{V} = \left(\frac{\delta v_1 - \delta v_2}{V} \right) + h(x) \quad (2.3)$$

where, $h(x)$ is a tension on the surface and a function of pressure distribution between rolls.

“Slipping” is the difference between the circumferential speed of the drive roll and the transportation speed of the materials. It is dependent on dynamic characteristics including pull force and pressure distribution that exist on the surface between the rolls and between the materials. When slipping occurs on the surface of a roll, materials between rolls change their transportation direction, which creates tension. As can be seen in Fig. 5, the tension on a stand between rolls originates in a length between the rolls because of the dynamic characteristics of materials and the speed difference between the rolls. We can use Young’s modulus to quantify these factors[6].

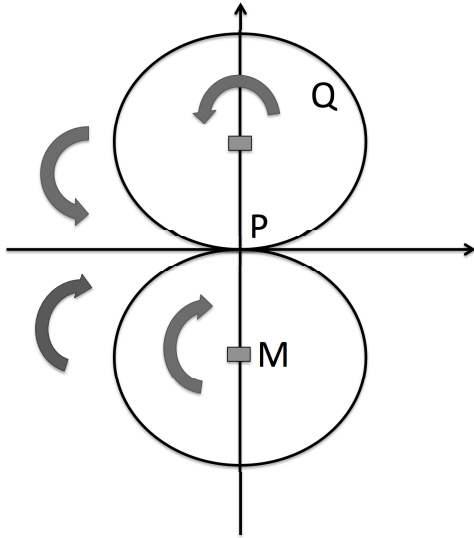


Fig. 3: General idea of slip phenomenon

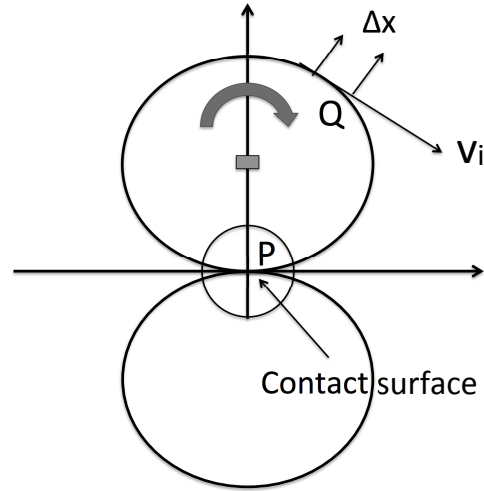


Fig. 4: Detail figure of slip phenomenon

Then, with respect to a drive roll same as Eqn.(2.1),

$$\frac{v_s}{V} = \left(\frac{\delta v_1 - \delta v_2}{\frac{1}{2}(v_{b1} + v_{b2})} \right) \approx f\left[\frac{Q_1}{\kappa_1 P_1}\right] \quad (2.4)$$

$$C(s) \approx \frac{E}{I} \left[v_i(s) - v_{i+1}(s) \right] \quad (2.5)$$

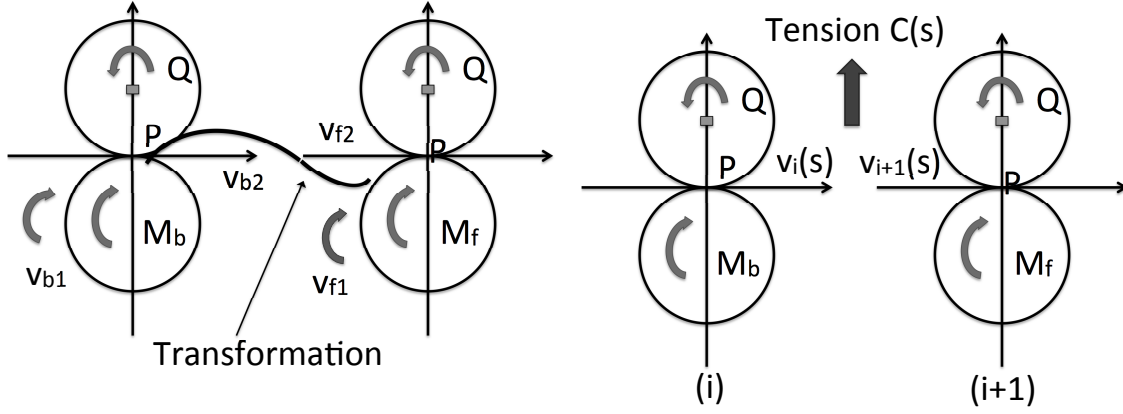


Fig. 5: Materials transformation model in the Fig. 6: Tension outbreak model for stand between rolls

where E is a Young's modulus, represent hereafter.

As described above, the tension between the rolls and between the materials on a stand originates in the difference between the speeds of the rolls. Furthermore, slipping on the contact surface between materials and rolls creates tension as material volume shifts between forward rolls and receiving rolls. Now, slipping occurs on an independent roll, and is determined by a friction force and drive rolls among vertical loads of rolls and materials. Then, we consider the dynamic parameters of tension that originates in the materials using Young's modulus. In considering tension on a stand between rolls and across a length between stands, we consider whether the transformation that occurs is a slackening or a heightening of tension[7]. We can then construct a distributed parameter system of tension and consider a lumped parameter system, which we will report next year in a manuscript.

Young's modulus is a proportional constant data between a distortion of coaxial direction and a stress in an elastic range established by Hooke's law. In Fig. 7 the value of Young's modulus is given by about $\sigma(stress)/\epsilon(Strain)$ [18].

2.2 Distributed parameters system

Fig. 8 shows a whole conceptual model and Fig. 9 shows a local model describing slackening and tension at $(x, x + \Delta x)$.

Now, From Fig.9,

$$[J(x, t) - J(x + \Delta x, t)] \approx [C(x, t + \Delta t) - C(x, t)] \quad (2.6)$$

That is, Eqn.(2.6) represents a slipping between materials and rolls, and speed fluctuation of drive rolls[15].

$$[a \text{ sheet forward change}] \approx [a \text{ tension deviation on stand between rolls}] \quad (2.7)$$

From Eqs.(2.6) and (2.7),

$$[J(x, t) - J(x + \Delta x, t)]E \cdot \Delta t \approx [C(x, t + \Delta t) - C(x, t)]L \cdot \Delta x \quad (2.8)$$

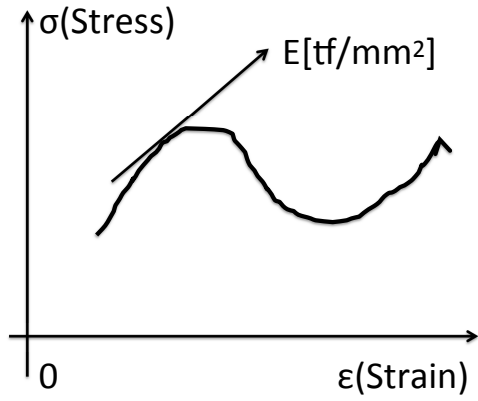


Fig. 7: Concept of Young's modulus

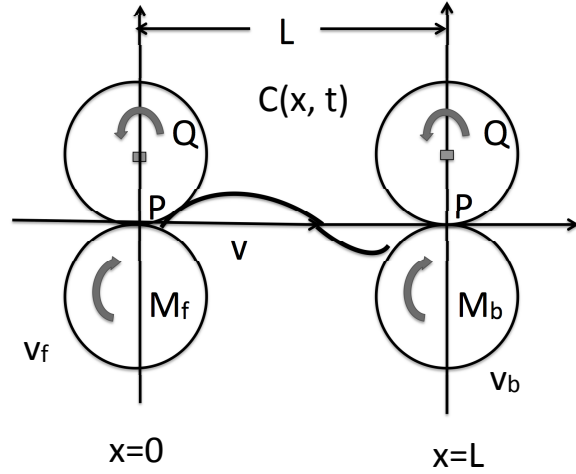


Fig. 8: Tension model on stands between rolls

Table. 2: Physical meaning of each symbol

M_f	Front driving motor
v_f	Front driving motor rotation speed [m/min]
M_b	Rear driving motor
v_b	Rear driving motor rotation speed [m/min]
v	Sheet transportation speed [m/min]
L	Length between rolls [m]
E	Young's modulus [tf/mm ²] or [GPa]
$C(x, t)$	Distributed tension function
x	Space variable
t	Time variable

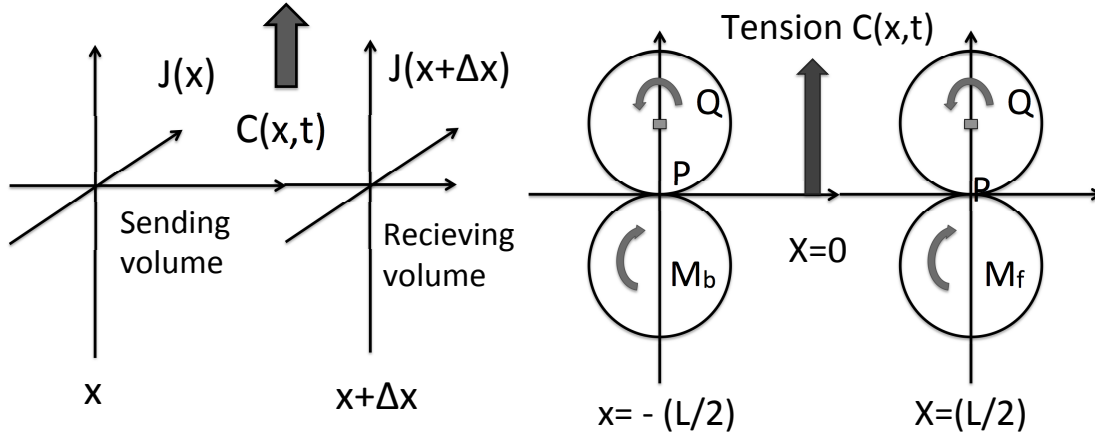


Fig. 9: Local tension model on a stand between rolls

Eqn.(2.8) represents deviation of sending volumes and receiving volumes, that is, tension that originates in a slackening or heightening of tension.

From Eqn.(2.8),

$$-\frac{\Delta J}{\Delta x} \cdot E = \frac{\Delta C}{\Delta t} \cdot L \quad (2.9)$$

Here, if $\Delta x \rightarrow 0$, $\Delta t \rightarrow 0$, Eqn.(2.9):

$$-\frac{\partial J}{\partial x} \left(\frac{E}{L} \right) = \frac{\partial C}{\partial t} \quad (2.10)$$

Then, we consider that materials flow causes tension deviation against forward transportation.

$$J = -\frac{\partial C}{\partial x} \quad (2.11)$$

From Eqs.(2.10) and (2.11),

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \left(\frac{E}{L} \right) \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (2.12)$$

Thus, Eqn.(2.12) is a one-dimensional diffusion equation that represents diffusional transportation in both directions from an origin point that is the coordinate axes, and in a case of no external force. A particular solution of PDE for diffusional transportation is obtained:

$$C(x,t) = \frac{1}{\sqrt{4\pi Dt}} \exp\left\{-\frac{x^2}{4Dt}\right\} \quad (2.13)$$

where, $D = E/L$.

To solve the equation, an appropriate initial condition and boundary condition are needed. For example, the boundary condition is at the roll transportation point[20, 21].

$$\left. \frac{\partial C}{\partial x} \right|_{x=\partial\Omega_1} = 0, \quad \left. \frac{\partial C}{\partial x} \right|_{x=\partial\Omega_2} = 0 \quad (2.14)$$

Eqn. (2.14) shows that tension fluctuation can be ignored at a contact point between materials and rolls. For the case of transportation of materials with speed v , a tension function $C(x,t)$ is described:

$$\frac{\partial C(x,t)}{\partial t} + v \frac{\partial C(x,t)}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (2.15)$$

, where $D = (E/L)$, $x \in [0, L]$, $t \in [0, T]$, L is a stand length between rolls and E is Young's modulus.

Eqn. (2.15) can be modeled as Fig. 10. Fig. 11 shows a local model at an origin point of tension.

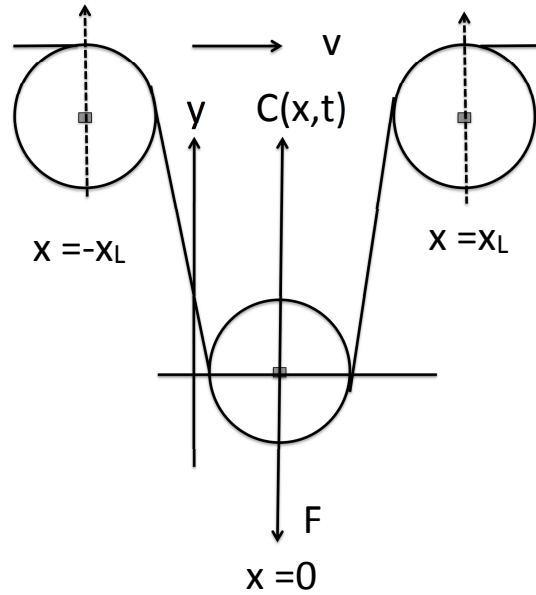


Fig. 11: The local model of Fig.10

Now, a local model is obtained from Fig.11:

$$\frac{\partial C(x,t)}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}, \quad (2.16)$$

$$\text{Initial condition: } C_0(x,0) = C_0(x) \quad (2.17)$$

$$\text{Boundary condition: } \left. \frac{\partial C(x,t)}{\partial x} \right|_{x=-x_L} = \left. \frac{\partial C(x,t)}{\partial x} \right|_{x=+x_L} = 0 \quad (2.18)$$

where $D = (E/L)$, $x \in [-x_L, +x_L]$, $t \in [0, T]$.

The rolls used between drive rolls are called “dancer rolls” (see Fig. 11). Tension at the dancer roll can be obtained as a fixed tension in despite position fluctuation, by adding force with a fixed direction from a spring. This location is used to “pick-up” excess tension. In other words,

the dancer roll is a piece of tension equipment that can be moved toward the y-axes and installed at an appropriate place on the stand to absorb material slack.

The solution of Eqn. (2.13) shows that if materials have a constant Young' modulus E , then their diffusion coefficient D is in inverse proportion to length L . Accordingly, as $L \rightarrow \text{small}$, let $D \rightarrow \text{large}$, a tension appears, with break-up around a certain central point. Conversely, as $L \rightarrow \text{large}$, let $D \rightarrow \text{small}$, a tension appears, with centralization around a certain central point, and gets small skirts.

With Eqn. (2.15), the tension distribution, which changes the transport direction widely, can be obtained. We can obtain Figs. 12 to 15 using Eqn. (2.15) with appropriate parameters.

$$C(x, t) = \frac{1}{\sqrt{4\pi Dt}} \exp\left\{-\frac{(x - vt)^2}{4Dt}\right\} \quad (2.19)$$

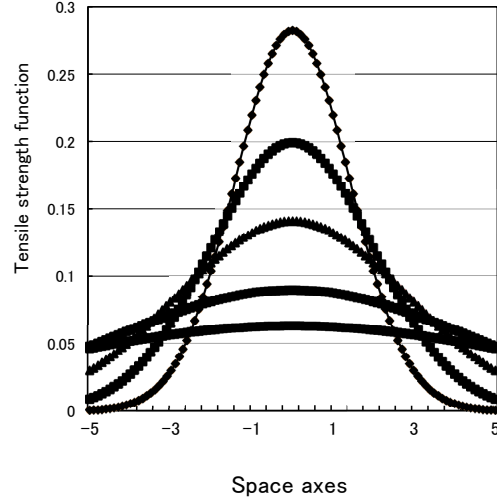
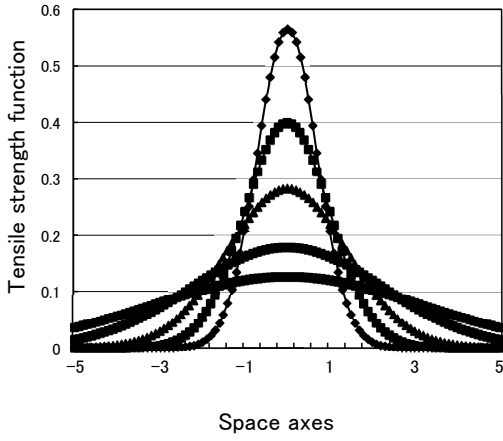


Fig. 12: Distributed tension values(Diffusion co-efficient = 0.5)

Fig. 13: Distributed tension values(Diffusion co-efficient = 2)

Figs. 12 and 13 show distributed tension values with diffusion coefficients of 0.5 and 1.0, respectively. Figs. 14 and 15 show a diffusion convex type equation and distributed tension function with moving speeds of 0.5 and 1.0, respectively.

3 Tension control system design

We modeled a tension control system design for a realistic environment, as shown in Fig. 16.

Table. 3: Physical meaning of each symbol

$v_f(t)$	materials forward speed 0.5zw [m/min]
$v_b(t)$	a tensile speed of a standard material [m/min]

Here, L , E , $C(x, t)$, x and t are same thing in the previous section.

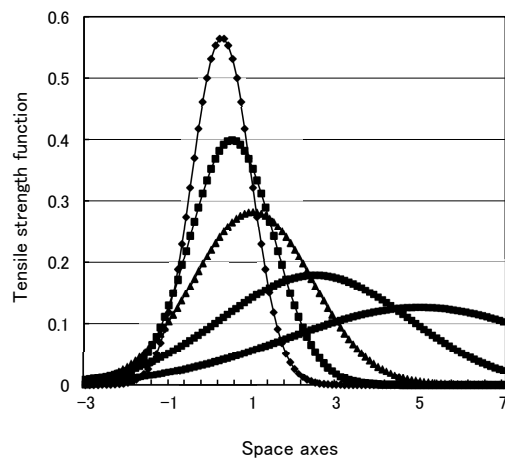


Fig. 14: Distributed tension values(Moving speed = 0.5)

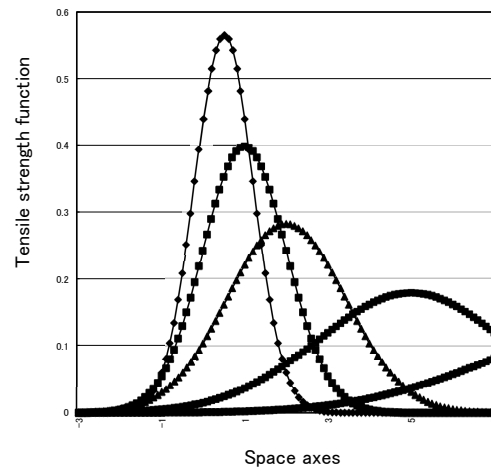


Fig. 15: Distributed tension values(Moving speed = 1)

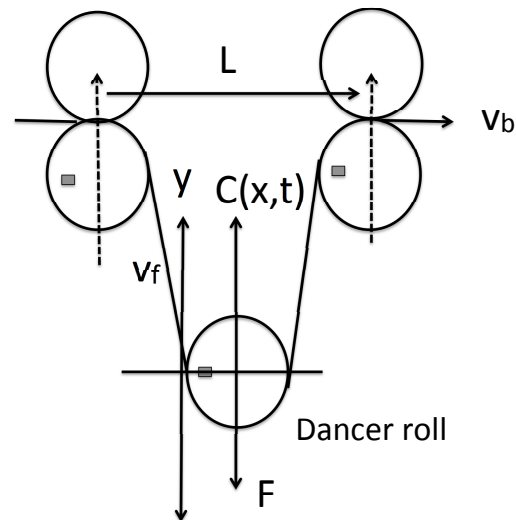


Fig. 16: The local model of control system

Definition 1 *Control system specification* A transportation speed makes tracking to a standard tensile speed $v_f(t)$ during transportation between rolls. Then, $v_f(t)$ is controlled by tension $C(x, t)$, which maintains a zero equilibrium. Here, $v_f(t)$ is a control parameter at the boundary condition.

From above description, the target system model is described:

$$\begin{aligned}\frac{\partial C(x, t)}{\partial t} &= D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + b \delta(x - x') v_f(t) + b \delta(x - x') v_0 \\ &= D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + b(x) f(x, t)\end{aligned}\quad (3.1)$$

$$f(x, t) = \delta(x - x') v_f(t) + \delta(x - x') v_b(t) \quad (3.2)$$

where, $b > 0$ is a constant and $\delta(x)$ is a delta function.

Accordingly,

Definition 2 *Evaluation functional*

$$J = \int_{x \in \Omega, t \in R} [PC^2(x, t) + q(x)g^2(x, t)] dx dt \quad (3.3)$$

where, P and $q(x)$ are a weight parameter and function, $P > 0$ and $q(x) > 0$.

A function $g(x, t)$ is:

$$g(x, t) = b(x)f(x, t) \quad (3.4)$$

While optimal control is determined by a strict partial differential equation (PDE):

$$g^*(x, t) = -K(x, t)C(x, t) \quad (3.5)$$

$$K(x, t) = q^{-1}(x)b(x)P(x, t) \quad (3.6)$$

where $K(x, t)$ is an optimal feedback function, and $P(x, t)$ satisfies the following Riccati-type PDE[22]:

$$\frac{\partial P(x, t)}{\partial t} = 2\mathcal{L}[P(x, t)] - q(x)b(x)P^2(x, t) + P^2 \quad (3.7)$$

where,

$$\mathcal{L}(\bullet) = D \frac{\partial}{\partial x^2} \quad (3.8)$$

$$P(x, T) = 0 \quad (3.9)$$

From the above description, a strict solution is obtained. However, as we are considering an actual engineering problem, it is important to propose a realistic model.

Thus, we consider a next model:

Definition 3 *Actual model*

$$\frac{\partial C(x, t)}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C(x, t)}{\partial x^2} \quad (3.10)$$

$$\left. \frac{\partial C(x, t)}{\partial x} \right|_{x=0} = r_1 v_f(t) \quad (3.11)$$

$$\left. \frac{\partial C(x, t)}{\partial x} \right|_{x=L_1} = r_2 v_b(t) \quad (3.12)$$

$$C(x, 0) = C_0(x) \quad (3.13)$$

where $D = (D/L)$, $x \in [0, L]$, $t \in [0, T]$, $r_1 > 0$ and $r_2 > 0$.

Eqs.(3.10) to (3.13) are the actual model, which has a boundary control function.

Generally, when let the x 's range to $x \in \Omega$, let its boundary to $x \in \partial\Omega$.

Here, Green's theorem is used to Eqs.(3.10) to (3.13) and we obtain:

$$\int_{\Omega} \varphi \frac{\partial C}{\partial t} - \int_{\Omega} C \left(D \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} \right) dx = \int_{\partial\Omega} \left\{ \left[\varphi \frac{\partial C}{\partial t} - C \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right] \right\} dx \quad (3.14)$$

We apply an eigenvalue problem to the terms in the left of Eqn.(3.14):

$$\int_{\Omega} \left\{ \left(\varphi \frac{\partial C}{\partial t} - \int_{\Omega} \left(D \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} \right) \cdot C \right) \right\} dx \quad (3.15)$$

We rewrite Eqn.(3.15):

$$\mathcal{L}(\varphi_i) = \lambda_i \varphi_i \quad (3.16)$$

where, $i = 1, 2, \dots$, φ_i is a eigen-function, λ_i is a eigenvalue.

From Eqn.(3.16), we obtain:

$$\int_{\Omega} \left[\frac{\partial C}{\partial t} - \lambda C \right] \varphi dx = \int_{\partial\Omega} \left(\varphi \frac{\partial C}{\partial x} - C \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) dx \quad (3.17)$$

where, let the boundary condition of Eqn.(3.17) to $(\partial \varphi / \partial x) \Big|_{x \in \Omega} = 0$.

From Eqn.(3.17) with boundary condition, we obtain[15]:

$$\frac{dC_i(t)}{dt} = \lambda_i C_i(t) + r_1 \varphi_i(0) v_f(t) - r_2 \varphi_i(L_1) v_b \quad (3.18)$$

where,

$$C(x, t) = \sum_{i=1} C_i(t) \varphi_i(x) \quad (3.19)$$

$$C_i(t) = \int_{\Omega} C(x, t) \varphi_i(x) dx \quad (3.20)$$

where $i = 1, 2, \dots$

Accordingly, Eqn.(3.18) represents a system model, which considers a control function $v_f(t)$ at the boundary $x = 0$ in a functional space $H^2(\Omega)$.

Here, the subscript i is omitted hereafter, then we obtain:

$$\frac{dC(t)}{dt} = \lambda C(t) + b f(t) \quad (3.21)$$

where,

$$b f(t) = r_1 \varphi(0) v_f(t) - r_2 \varphi(L_1) v_b \quad (3.22)$$

According to Eqn.(3.20), and from $C(t) \in H^2(\Omega)$:

$$C(t) = \int_{\Omega} C(x, t) \varphi(x) dx \quad (3.23)$$

According to Eqn.(3.3), A evaluation functionals is:

Assumption 1 *Evaluation functionals*

$$J = \int_0^T [PC^2(t) + qf^2(t)]dt \quad (3.24)$$

Then, according to Eqs.(3.5) and (3.6),

$$f(t) = -K(t)C(t) \quad (3.25)$$

where, $K(t) = q^{-1}bP(t)$ is a optimal feedback function.

Moreover, according to Eqn.(3.8), $P(t)$ is:

$$\frac{dP(x)}{dt} = 2\lambda P(t) - qb^2P^2(t) + p^2 \quad (3.26)$$

$$P(T) = 0 \quad (3.27)$$

where, Eqn.(3.27) satisfies a Riccati type differential equation.

Therefore, from Eqs.(3.22) and (3.25), $v_f(t)$ is:

$$v_f(t) = \frac{-bK(t)C(t) + r_2\varphi(L_1)v_b}{r_1\varphi(0)} \quad (3.28)$$

As a results, Eqn.(3.28) represents a optimal forward speed of drive roll.

From the above description, a control function is derived as a standard speed function and linear combination, which is a function multiplied by a feedback gain to a tension value obtained from tension pick-up signals. Therefore, it is a high-feasibility system, and an actual control system is designed as per our proposed system.

4 Numerical example

Here, we present numerical examples of system dynamics and responses representing an optimal feedback gain. We again describe a system model, an evaluation function, and a Riccati-type differential equation.

- System dynamics

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= ax + bu \\ J &= \int (px^2 + qu^2)dt \end{aligned}$$

where $u = -Ku$ and $K = q^{-1}bP$.

- Solution of Riccati type differential equation

$$\begin{aligned} \frac{dp}{dt} &= 2aP - qb^2P^2 + p^2 \\ \alpha_{1,2} &= aB^2 \pm B \sqrt{a^2B^2 + p^2} \\ B &= \sqrt{(ab^2)^{-1}} \\ P(t) &= \frac{(\alpha_1 + K\alpha_2 e^{(\alpha_2 - \alpha_1)t} / B^2)}{(1 + K e^{(\alpha_1 - \alpha_2)t} / B^2)} \\ K &= -\left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right) \end{aligned}$$

An optimal feedback function is calculated by Fig. 17, which shows a steady value of 0.0027. Fig. 18 shows the response of the optimal feedback system. The evaluation function value is approximately 7.189.

Table. 4: System parameters

a	b	P	q
1.5	0.1	0.3	1.0

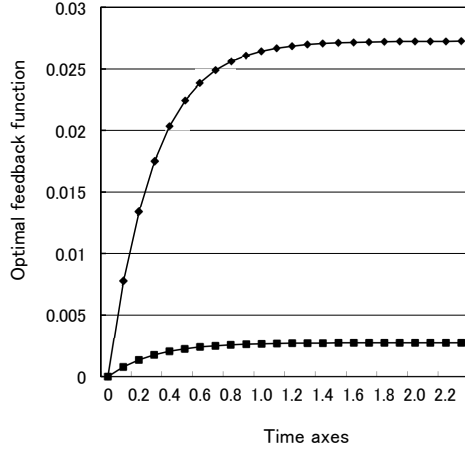


Fig. 17: Optima feedback function value

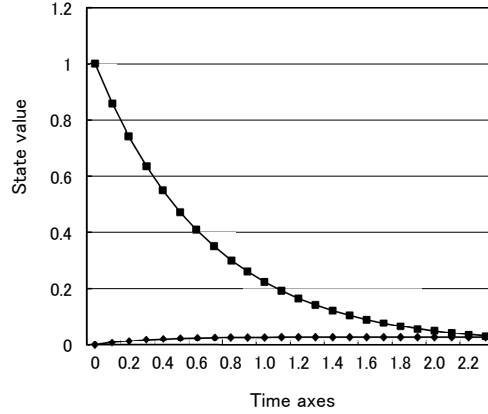


Fig. 18: Optimal feedback response value

5 Results

By treating the roll transport system as a distributed parameter system, we were able to clarify the tension point origin (or drive roll point). We proposed a mathematical model of the system and a highly feasible tension control system design. The mathematical model considered tension occurring at stands between rolls, and the tension control system is a distributed parameter model described by a PDE. The PDE is derived from certain equilibrium conditions that balance spatial forward deviation at stands between rolls and temporal variation of tension.

The main problem occurs with slipping in the driving roll that is attached to the sheet transport system, creating slackening (back tension) or heightening of tension (tension). Tension was quantified based on Young's modulus acting as a macro parameter and on the speed deviation between separate rolls.

In designing an optimal control system, we also considered a zero equilibrium regulator problem that takes into account the boundary control function. We utilized an optimal regulator theory derived by converting a PDE to an ordinary differential equation in a functional space. Consequently, it was possible to design a highly realistic system. However, a tension model for the peripheral speed difference of rolls between the drive roll and the variable is required. We are scheduled to report on this model in the next Bulletin.

References

- [1] Kenji Shirai and Yoshinori Amano: Mathematical Analysis of Vapor Diffusion Process for Impregnated Solvent on Sheet-Type Films

-Diffusion Status Model for Designing a Control System Configuration-; Niigata University of International and Information Studies Bulletin, 2013, No.16, p.117-133

- [2] Kenji Shirai and Yoshinori Amano: State Estimation of Impregnated Sheet Substrates in a Drying Oven Niigata University of International and Information Studies Bulletin, 2014, No.16, p.117-133
- [3] Osamu Takehira: Transport simulation of sheets; Ricoh Technical Report, 1999, No.25
- [4] Jun Yanagimoto: Rolling theory(Elementary level) ; Institute of Industrial Science, University of Tokyo, p.3-77
- [5] Yanagimoto: Rolling theory(Intermediate level) ; Institute of Industrial Science, University of Tokyo, p.78-104
- [6] Ken Nishida, etc: Film transport and control of speed and tension in the winding; Technical Information Institute, 2013, p.47-56
- [7] Shoiichirou Koide: Physics; Shokabo,co, LTD, 2003
- [8] Cheng Hui,etc: Development of A Simulation System for Sheet Transport Path, The Japan Society of Mechanical Engineers, 2006, vol.72, no.722, p.3162-3169,
- [9] Hitoshi Kushida, etc: Sizing Mill Rolling Technology for Close-tolerance Wire Rod; Kobe Steel Ltd. R and D Kobe Steel Technical Report, 2000, vol.50, no.1, p.25-28
- [10] Ichirou Hasegawa, etc: A model for estimation of forward slip rate and investigation of model accuracy; Development of forward slip rate control II(Shaping and Fabrication • Instrumentation and Control, The 111th ISIJ Meeting), 1986, p.376
- [11] Katuya Takada, etc: Tension Control Technology for Wire Rod Rolling; Kobe Steel Ltd. RD Engineering Report, 2006, vol. 56, no. 3
- [12] kazuya Asano, etc: Stabilization of Tension Control in Reverse Rolling by Using State Feedback; JFE Technical report, 2007, no.15, p.12-17
- [13] Jun Yanagimoto: The thickness of the tandem mill and Tension control; University of Tokyo Press, 1999
- [14] Takayuki KOizumi, etc: Analysis of A Slip-Phenomenon of Paper Feeding System, The Japan Society of Mechanical Engineers, Dynamics and Design Conference, 2000, no.00-6
- [15] K.Shirai and Y.Amano: Production density diffusion equation propagation and production; *IEEE Transactions on Electronics, Information and Systems*, 2012, vol.132-C, no.6, p.983-990
- [16] Kenji Shirai and Yoshinori Amano, etc: Mathematical Model of Thermal Reaction Process for External Heating Equipment in the Manufacture of Semiconductors(Part1); International Journal of Innovative Computing, Information and Control, 2013, vol.9, no.4, p.1557-1571
- [17] Kenji Shirai and Yoshinori Amano, etc: Mathematical Model of Thermal Reaction Process for External Heating Equipment in the Manufacture of Semiconductors(Part2); International Journal of Innovative Computing, Information and Control, 2013, vol.9, no.5, p.1889-1898

- [18] Japan Society of Mechanical Engineers: Mechanical Engineering Encyclopedia; Maruzen co.Ltd, 2007
- [19] T.Koizumi, N.Tsujiuchi, etc: Analysis of A Slip-Phenomenon of Paper Feeding System; Japan Society of Mechanical Engineers, Dynamics and Design Conference, 2000, no.00-6
- [20] Akira Kaneko: Introduction of Partial differential equations; University of Tokyo Press, 1998
- [21] H.Tasaki: Thermodynamics; Maruzen co., LTD, 1998
- [22] J.G.Truxal: Automatic feedback control system synthesis; McGraw-Hill Book Company, NY, 1955

卒業論文作成指導における目標規定文の有効性に関する考察

A study on the Effectiveness of Goal Prescribed Sentence in Writing Graduation Thesis

高木 義和*

要旨

卒業論文の作成に目標規定文を取り入れた指導を 2002 年以降実施してきた。2013 年と 2014 年度に作成した目標規定文を事例にしてその有効性を考察した。卒業論文のテーマを決めた後、異なる著者の図書 3 冊以上に相当する情報収集を行い、基礎知識を得た後に、目標規定文の作成を指示している。目標規定文は 1 度作成しても新たな情報が加わると修正の必要が生じる。現実には論文が完成するまで何度も修正を繰り返すことになる。初期の段階で作成した目標規定文と、修正した最終段階の目標規定文を比較し、修正が必要であった要因を分析することにより目標規定文の有効性を考察した。その結果、論理的な思考力の向上、新しい概念を創造する力の向上が期待できた。さらに、わかりやすい章立を構築する指標として、あるいは情報の絞込み基準あるいは廃棄基準としても活用できると考えられた。

はじめに

新潟国際情報大学情報文化学部情報システム学科において卒業論文の作成は全学生必須で 4 年間の学修の集大成と位置づけられている。情報システム学科の対象分野は、情報システム、人間と社会、組織と経営、コンピュータと通信といった広い範囲となるが、どの分野でも最終的に論文を提出する¹⁾。システムを作る、あるいは実験を行うなど実際に本人が実施した内容や作成したデータに基づいて構成される論文だけではなく、公開されたデータや情報に基づき著者独自の主張を論理的に組み立てる論文も多い。公開された情報源としては、図書、雑誌、新聞、学術文献、政府統計などが考えられるが、最近では Web 情報の占める割合が高くなっている。小学校から授業や家庭でインターネットを使用し、日頃携帯端末に慣れ親しんだ学生の視点にたてば、公開情報は Web 情報などのインターネット情報であり、日常使う必要がない紙媒体の情報はその他の情報である。

卒業論文で公開情報を使用して著者独自の主張を論理的に組み立てることは、学生の基礎知識不足もありかなりハードルが高い。一般に情報を有効活用するには目的・目標を決めて情報収集にとりかかる必要がある。卒業論文では収集した情報を整理・分析した結果から自己の新規な視点を考え出す場合も多いが、情報収集の効率が悪くなるだけでなく、収集した情報をマクロな視点で再構成する機会を失うことになる。収集した情報が Web 情報主体であれば収集した情報の妥当性、情報の質、時系列的な把握など、現状分析の段階で問題が生じる²⁾。

情報システムや組織と経営に関する分野を対象にした卒業論文作成においても、システム構築だけではなく公開情報に基づいて作成する論文が多い。アンケート調査を実施する場

*TAKAGI, Yoshikazu [情報システム学科]

合も存在する。目的や目標があいまいなまま情報収集に着手すると、膨大な情報を収集しても必要な情報と不要な情報の区別がつかず行き詰ることも多い。そこで卒業論文の指導において、基礎知識の習得後あるいは事前調査の終了時といった比較的早い段階で、論文の最終的な到達点を示す目標規定文の作成を指示してきた。論文作成の前に目標規定文を作成し、仮説で良いので主張点を明確にすることにより論文のゴールが明確になる。ゴールが明確になることにより、的確な情報収集、無関係な情報の排除、主張点に関する現状分析と問題点の指摘、アンケート項目の作成、論理的な章立て、主張点を説明する論拠の組み立てなどを効率的かつ論理的に実行できる。また新しい価値や概念を創造する力の向上も期待できる。

1. 卒業論文作成指導における留意点

学生が作成する卒業論文で問題になるのは、現状の把握不足（基礎知識の不足、先行文献調査の不足）、レポート・プレゼンテーションに類似したまとめ方（自己の主張点の欠如）、引用部分と独自研究部分の整理不足、主張点に無関係な情報の混在、章立てのわかりにくさ、主張点や結論のあいまい性などがあげられる。特に、後半の3項目は論文全体の構成と関わっているため、どのように論文を書き進めれば良いかわからなくなる学生の論文に共通する。そのため主張点を明示する目標規定文を早い段階で作成する意義は大きい。情報収集や現状分析が十分でない状況で不完全な仮説を作ることの問題も存在するが、不完全であることから生じる不都合は論文作成の進行に合わせて修正していくことでほとんど解消できる。ゴールが明確になり、学生自身が論文構成を考えることができるようになるメリットのほうが大きいと考えられた。目標規定文の意義を説明する際には、従来のレポート作成とは異なることを学生自身が認識できるように説明することが重要であった。

2. 情報システム関連する卒業論文における新規性³⁾

通常の情報システムに関する学術論文では、新規性、信頼性、有用性が要求される。卒業論文でも基本的な構成は同じである。学術論文の新規性と卒業論文の新規性に質的な差はあるが、卒業論文にも自分で考えた新しい知見や視点が必要である。4年間の集大成としての卒業論文に新規性を要求するには限界があるが、卒業論文でもある程度の新規性を含む必要がある。学生が独自に考え出した視点というほうが実態に近いが、新規性という概念を提示することにより、卒業論文は情報をまとめれば良かった従来のレポートとは明らかに異なることを学生が認識できる。以下に発明・発見型論文、問題解決型論文、事例研究論文と卒業論文の関連について示す。情報システム論文作成のためのガイドブック³⁾に記述した内容を加筆修正したものである。

最も新規性を訴求できる発見・発明型の論文は、これまでに知られていなかった新規な現象や法則を発見する、新規な法則を見出す、新規な技法を発明するといった論文である。新規な発見や発明が事実であれば結果は一般性を持ち、研究の意義についても説明可能で

ある。しかし卒業論文ではハードルが高い。

問題解決型論文は、対象において有るべき姿は何かを想定し、現状を客観的に認識し、有るべき姿と認識された現実との間に存在する問題点を見出し、問題解決のための方法を提示する論文である。現状や問題点の把握、さらに問題解決方法の検討には先行文献の調査を行う。調査結果を踏まえて現状と問題点を把握し、問題点を解決するための仮説を考える。この仮説が目標規定文の主張点となる。仮説は調査結果を反映していることが条件となる。主張点が正しいことを証明するには、言葉を用いて証明あるいは説明していく言語論理法、証明を容易にするための記号論理法、現象の解析や証明に数式を用いる数式論理法、実験やデータによって証明を行う実証解析などの方法が考えられる⁴⁾。問題を解決できることを論理的に説明できれば論文として成立する。情報システム分野の卒業論文では、問題解決型の論文が学生に理解されやすいが工学系でないと実証解析は困難である。

事例研究論文は、現実の事例が持つ、新規性（新しい技術の提案、新しい考え方の提案）と有用性を示す論文である。主張が正しいことを証明するためには、従来の方法と比較して、新規性を持つ事例のほうが有用あるいは有効な成果を示すことを明らかにする。そして、新規性がとりあげた個別の1事例だけでなく一般的に成立することを論理的に主張する。発見・発明型論文や問題解決型論文と比較すると、事例研究論文は既に使用されている技術を組み合わせている場合が多く、個々の技術に新規性が存在する割合は少ない。

1事例から得られる新しい効果等をまとめるだけでは事例報告となる。論文にするには1事例から得られた新規と思われる知見が、一定の条件で、一般的に成立することを論理的に説明する必要がある。学生には「一般的に成立する」という概念の理解に困難が伴う。新規な知見であることを裏付ける論拠として卒業論文ではアンケート調査や簡単な補足実験が役に立つことも多い。目標規定文はアンケート調査によって得られる成果を想定した質問項目を設定するためにも役立つ。

卒業論文の新規性は、著者の独自の考え方が提示でき、提示した主張点を公開データあるいは自身の作成したデータを論拠として論理的に説明できるよう指導している。情報システムの事例研究論文は原則自分で作成したシステムの新規性を主張する論文であるが、卒業論文で評価に耐えるレベルのシステムを作成し稼働させるにはハードルが高いことからシステムの構築を必須条件としていない。ケーススタディは言葉としては事例研究と同等であるが、卒業論文では企業の活動実績などを比較・分析し、主張点を見出す場合が多い。

3. 目標規定文の作成

3-1 目標規定文の形式³⁾

目標規定文に定型の様式はないが、卒業論文の場合基礎知識が十分でない状況で作成するため、以下の基本形が有効と考えられる。前半部分では、公開情報などから基礎知識を得るとともに、課題に関する現状把握や現状分析を行い、独自の主張点の前提となる問題

点などを明らかにする。後半部分では明らかになった現状や問題点などの知見をベースに、独自の解決方法や新しい考え方などを提示する。前半部分で問題点を明らかにし、後半部分で問題の解決策を提示する形式が最も典型的な形である。後半部分の独自の方法や考え方などが主張点となる。仮説でも良く、必要なら情報収集を進める中で修正を加える。

「-----」を明らかにし、「-----」を主張する。

明らかになった現状や問題点が、主張点と結びついていることが必須であるが、結果として関連性が認められない目標規定文を作ってしまう場合も少なくない。前後の関係が結び付くか確認しながら目標規定文を作成する必要がある。

3-2 不完全な目標規定文

良い目標規定文を作成するためには、不完全な目標規定文の事例が参考になると思われるので、新潟国際情報大学情報システム学科高木研究室で 2013 年度と 2014 年度の卒業論文作成過程で提出された、不完全な目標規定文と修正例を表 1 に示す。

表 1 不完全な目標規定文と修正例

	修正前の目標規定文	修正後の目標規定文	修正のポイント
文 例 1	広告業界におけるネット広告の台頭によるテレビ CM の現状を明らかにし、テレビ CM の将来性を主張する。	広告業界において今後クロスメディア広告が主流になることを明らかにし、特に家電製品に対してネットとテレビのクロスメディア広告が力を発揮することを主張する。	修正前の現状や将来性という一般的な表現を、具体的な表現に置き換えた。基礎知識の不足、調査不足が原因と考えられる。
文 例 2	90 年代以降音楽業界のビジネスモデルがパッケージソフト販売からデータ配信販売に変化した両者とも売上が低下し続けていることを明らかにし、売上低迷原因が違法 DL が主な原因であることを主張する。	90 年代以降音楽業界のビジネスモデルがパッケージソフト販売からデータ配信販売に変化した両者とも売上が低下し続けていることを明らかにし、売上低迷原因は動画投稿サイト等の出現に伴う若年購買層の楽曲購入に対する意識の変化であることを主張する。	収集した情報を論理的に整理した結果最初の主張点では矛盾が生じることが判明し、整合性が取れる内容に修正した。収集した情報の論理的分析不足、思い付きの主張点作成が原因と考えられる。
文 例 3	インターネット上の過剰な広告出稿が招く SNS 離れをとおして SNS が抱える問題点を明らかにし、SNS のこれからの在り方を提案する。	マーケティング利用を目的とするしつこいまでの広告出稿が原因で SNS の利用を控えたりやめたりするユーザーが存在することを明らかにし、企業が SNS マーケティングを実行するためには常に正確な情報の発信を徹底すること、個人ユーザーの利用に影響を与えないことが要求されることを主張する。	修正前は論文作成に必要な情報を特定できず、問題点も対応策も想定できなかったもので、具体的な内容に修正した。基礎知識の習得と現状調査は終了していたが収集した情報の分析不足が原因と考えられる。
文 例 4	Amazon がどのようなビジネス戦略でオンラインショッピングの最大手に登り詰めたのかを明らかにし、今後も成長を続けていくためには電子商取引においてクラウドサービスの強化	アマゾンはいくらも人気がなく利益になりにくい商品をインターネットを利用し商品管理にかかるコスト極限まで減らしたロングテールモデルで成長してきたことを明らかにし、アマゾンが更なる成長	修正前の文章ではビジネス戦略の具体的な内容が表現できず、主張点も調査が不十分なまま作成されていた。事前調査をしっかりと行い、具体的な表現で前後関係を考慮し

	が重要であることを主張する。	をするためには、ロングテールモデルの延長上にある生鮮食品関連の事業の強化が有効であることを主張する。	た内容に修正した。事前の調査不足が原因と考えられる。
文 例 5	電子書籍端末が日本市場で伸び悩んでいる要因を明らかにし、電子書籍が普及しているアメリカ市場との比較を通して日本市場における電子書籍の展開案を考える。	再販制度がある日本では電子書籍の普及が伸び悩んでいることを明らかにし、日本では読書ツールとしての電子書籍の普及は難しいが、ドキュメントを整理する機能に優れていることから、教育の場面では普及が期待できることを主張する。	再販制度をどのように目標規定文に取り込むことができるか整理がついていなかったため、再販制度を前半の明らかにする項目に位置づけ、主張点を絞り込む修正を行った。収集した情報を論理的に整理できず主張点をイメージできなかったのが原因と考えられる。
文 例 6	現代の日本のアイドルの特性は物語性を売りにしていることであり、日本型の物語性の強いアイドルの流行の理由は経済不安であることを明らかにし、今後日本の経済が好転していくにつれて実力派アイドルが流行する可能性があることを主張する。	現在の日本のアイドルの特性は物語性を売りにしている事であり、その流行の一因として経済的な背景があることを明らかにし、今後はファン相互のコミュニケーションを意識し、さらにファンの要望を直接吸い上げるようなグループがアイドルビジネスの中心になっていくことを主張する。	物語性の強いアイドルの流行は経済不安と関係するという見かけ上の変化を捉えた内容を、その根底にある社会構造の変化に基づく内容に修正した。収集した情報の論理的分析不足、主張点の考察不足が原因と考えられる。
文 例 7	1人でゲームやPCをすることで家に引きこもったりメディアとの接触時間が増えたことで、大学生の読書離れが進み自ら文字を読まない若者が増えたことを明らかにし、図書館が漫画を置いたりイベントを行うことは若者が読書習慣をつけるために有効で、地域活性化にもつながることを主張する。	情報量の増加によってメディアとの接触時間が増えたことで、子どもの読書離れが進み、インターネットの情報に頼る若者が増えたこと明らかにして、図書館が子どもに的を絞ったレファレンス活動を積極的に行うことで読書の楽しさに気づく子どもが増え、読書習慣を身につけることに貢献できることを主張する。	図書館に関する複数の課題を取り込みすぎて主張点を絞り込めず内容が曖昧になっていたため、子どもに的を絞ったレファレンス活動と読書習慣の習得の関係に主張点を絞り込むように修正した。図書館に関する話題を取り込みすぎて主張点を絞り込めなかったのが原因と考えられる。

文例1のテレビCMの現状を明らかにし、テレビCMの将来性を主張するという表現は間違っているが、目標規定文の内容に具体性がない。情報収集や論拠を考える際の指標としての役割を果たさないため内容に具体性を持たせた。文例3も問題点を明らかにし、あり方を提案するといった具体性のない表現となっており目標規定文の作成目的を果たせないため、対応策を具体的な内容に修正した。文例5の要因をあきらかにし、展開案を考えるという表現も同様であるため、具体的な内容に修正した。

文例2では、前半部分で明らかにした内容と、後半部分の内容との間に論理的な関連性が検討されていない。意識の変化という前後の関連性が認められるように主張点を修正した。文例4では、前半部分は文例2と同様目標規定文の内容に具体性がない。また前半部分と後半部分の関係に脈絡が認められない。関連性の認められるビジネス内容に修正した。文例6では前半部分で物語性の強いアイドルの流行は経済不安であるという表面的な現象と、経済の好転が実力派アイドルの流行に繋がるという内容に論理的関連性が認められなかったため、収集した情報を再構成し論拠に基づいた主張ができるよう修正した。文例7では図書館に関する複数の話題を取り込みすぎて、問題点と主張点を絞り込めなかった。文例6同様に収集した情報を論理的に再構成し内容を絞り込んだうえで主張点を修正した。

3-3 期待される目標規定文と修正例

卒業論文指導において期待される目標規定文とその修正例を表2に示す。期待される目標規定文とは目標規定文に沿った情報収集や、主張点を論拠に基づいて論理的に説明する指導ができる水準を意味する。不完全な目標規定文と異なるのは修正前の構成が推敲後も基本的に変化しない点である。内容が一般的な表現ではなく具体的に表示されている点も相違点である。

表2 期待される目標規定文と修正例

	修正前の目標規定文	修正後の目標規定文	修正のポイント
文 例 8	電子マネーは、コンビニや自販機、飲食店などの少額の買い物をする上で便利であることを明らかにし、今後電子マネーがクレジットカードに代わって300円～2000円の少額決済の中心になっていくことを主張する。	電子マネーは、コンビニや自販機、飲食店などの少額の買い物をする上で便利であることを明らかにし、今後電子マネーが少額決済市場の中心になっていくことを主張する。	当初から内容を具体的に表現できていたが、新たに収集した情報を取り込んで主張点を修正した。
文 例 9	SNSの利用者は危険性の認識が低いことや公私を分ける能力が欠如していることを明らかにし、それを防ぐためにSNSの利用が多い18～28歳程度の若い人を対象としたガイドラインを作成することが有効であることを主張する。	SNSの利用者は危険性の認識が低いこと、公私を分ける能力が欠如していることによって、SNSのトラブルが生じていることを明らかにし、それを防ぐためにSNSの利用が多い13～22歳程度の若い人を対象としたガイドラインの作成が有効であることを主張する。	当初から内容を具体的に表現できていたが、新たに収集した情報を取り込んで主張点を修正した。
文 例 10	新潟県には自然と一体化したレジャースポットやこぢんまりとした施設が多いことを明らかにし、最新の複合型大型施設をつくることで新潟県がより活性化することを主張する。	新潟県には自然と一体化したレジャースポット、また現地で長時間遊ぶことの出来ないこぢんまりとした施設が多いことを明らかにし、新潟県の特徴をふまえた全天候型テーマパーク&アウトレットモールの複合型施設をつくることで、多くのリピーターを獲得できるということを主張する。	当初から内容を具体的に表現できていたが、新たに収集した情報を取り込んで主張点を修正した。

文例8,9,10は、不完全な目標規定文と異なり当初から具体的な内容を含んでいた。調査を進めるうちに、当初の想定と異なる新たな情報などが加わり修正が必要となったが、当初に作成した目標規定文の枠組みを保持したままで、新しく得られた内容を反映した主張点に修正できた。

3-4 学会誌論文における目標規定文の例

情報システム学会の論文集に採録された論文の要約部分を、目標規定文の完成形の例として示す。卒業論文の目標規定文作成に役立つと思われる事例研究論文の2例である³⁾。情報システム論文作成のためのガイドブック³⁾に記述した内容を加筆修正したものである。

要旨部分が目標規定文を反映していると考えられる。「要旨」の前半部分が、明らかにする内容に相当する。自分の知識や経験から問題点を明らかにするのではなく、文献調査等で得られた客観的な事実に基づいて現状を分析し問題点や解決すべき課題を指摘する。そ

して要旨の後半部分で、自分で実施した事例を通して得られた新しい知見が、一般的に有効・有用であるという主張を行っている。卒業論文と異なるのは主張点の論拠の中に自分で実施した事例から得られた知見やデータが含まれる点である。卒業論文でも実験やアンケートなど自分で作成したデータを論拠に用いることが望まれるが、公開された情報や文献を論拠に使用する場合が多い。

事例1：オープンシステムにおけるミドルウェアがもつべきセキュリティ機能の分析⁵⁾

「オープンシステム開発では、ソフトウェア間の緩衝層としてミドルウェアを配置し、その上で機能要件に合致するソフトウェアを選択することが一般的である。しかし、セキュリティ要件に注目した場合、機能要件を満たすようなソフトウェアの組み合わせは必ずしもセキュリティ要件を満たしているとは言えず保守性が低下する問題がある」ことを明らかにし、「ミドルウェアがもつべきセキュリティ機能を明確にすることでセキュリティ要件が減り、プロダクト間の依存度が下げられる」ことを主張する。

前半部分は基本的に公開された情報を調査した結果明らかになった内容で、ミドルウェアの配置は保守性が低下する問題を指摘している。後半は解決策としてミドルウェアが保持すべきセキュリティ機能を明確にすることを提案し、実装事例を通して保守性低下の問題が生じないことを主張している。

事例2：ネットワークサービスの可視化を主眼に置いたシステム運用者支援方法の提案⁶⁾

「多くの企業および学校、官公庁でインターネットを利用したミッションクリティカルなシステムが増加し、システムの大規模化、複雑化が進み、限られたシステム運用者リソースで全てのイベントに対応することが困難になってきている」ことを明らかにし、「ネットワークサービスの可視化という概念を取り入れ、システム運用者の監視業務を支援するシステム改善方法」を主張（提案）する。

前半部分は基本的に公開された情報を調査した結果明らかになった内容で、後半はその解決策としてネットワークサービスの可視化という概念を取り入れ、システム運用者の監視業務を支援するシステム改善方法を提案している。論文では改善事例を通して支援が有効なことを主張している。

学術文献であるので両論文とも自ら構築した事例を論拠にした論文となっている。自分で作成した情報であっても目標規定文を作成することにより論文のゴールが明らかとなり、自ら作成した情報の中から必要な情報を効果的に取捨選択することができる。特に自分で作成したデータは一部分であっても削除には抵抗感を持つ場合が多いが、目標規定文の主張点が取捨選択の判断基準となる。

4 目標規定文作成の重要なポイント

不完全な目標規定文と期待される目標規定文の例を通して複数の事例に共通する、良い目標規定文を作成するための重要なポイントを示す。

4-1 文献調査の実施と基礎知識の取得（目標規定文の前半部分）

文献調査が不十分な場合、目標規定文の前半部分において、「問題点」、「要因」、「どのようにして」、「なぜ」など、どの課題でも使用可能な一般的状況を表す用語が使用される。具体的内容を示さない用語なので目標規定文にふさわしくない用語である。目標規定文の中では、文例 1 の「現状を明らかにし」、文例 3 の「問題点を明らかにし」、文例 4 の「どのようなビジネス戦略」、文例 5 の「要因を明らかにし」のように使用される。

論文でとりあげようとする話題を具体的に説明する用語が含まれていない、または含むことができない原因として、論文作成のために必要な文献調査や現状把握が不十分であることが考えられる。Web 情報を主体にして目標規定文を作成した場合にこのようなケースが生じる場合が多い。基礎知識が不足し適切な用語を思いつかないため一般的な用語を使うことになる。文献調査を行って基礎知識を取得することにより、現状分析結果に基づいた問題点を、具体的あるいは専門的な用語を含んだ文章として提示できる。日本の情報だけでなく海外を含めた文献調査が必要なことが理解できると、さらに良い現状分析や問題点の提示が可能となる。

4-2 具体性のある主張点の作成（目標規定文の後半部分）

後半部分に関しても不完全な主張点では文中に「将来性」、「解決策」、「今後の展開」などの一般的状況を表す用語が使用され、著者独自の主張点が具体的に表現できていない場合が多い。目標規定文の中では、文例 1 の「テレビ CM の将来性」、文例 3 の「在り方を提案」、文例 5 の「電子書籍の展開案」のように使用される。前半部分と同様に、これらはどのような話題にも使用できる用語で、個別の論文で主張しようとする具体的な内容を表現していない。具体的な用語を使用していない、あるいは使用できない原因として、主張点を考え出すために必要な知識が不足している、論拠となる情報が不足している、前半部分の整理が不十分である、思い付きで主張点を作成している、収集した文献情報の分析が不完全であることが考えられる。

4-3 現状分析結果と主張点の関連性の保持

目標規定文の前半部分で明らかにした現状分析結果や現状分析に基づいた問題点の提示と、後半部分の主張点の間に論理的な関連性が検討されていない場合が存在する。両者の関係を論理的に説明できることが論文を構成するために不可欠である。関連性を保持するため修正を行ったのは以下の 4 例である。

文例 2 では、音楽ソフト販売が市場全体として減少していることから（前半部分）、そ

の原因は違法ダウンロードである（後半部分）との仮説を主張するが、前者から後者を推定するには収集したデータの間に矛盾が生じた。情報間の整合性がとれるよう主張点を購買意識の変化に修正した。文例４も現状のビジネスモデルが明らかに示せないにも関わらず（前半部分）、将来はクラウドサービスが有望だ（後半部分）との主張を展開した。前半部分と後半部分の関係が説明できなかった。前半部分にロングテールモデルを示しその延長上にある新ビジネスの提案に修正した。文例６でも前半部分で物語性の強いアイドルの流行は経済不安であるという現状認識と、後半部分の経済の好転が実力派アイドルの流行に繋がるという主張点に論理的関連性が認められなかった。経済状況という表面的変化でなくそのベースにある社会構造の変化に注目して主張点を修正した。文例７では図書館に関する複数の話題を取り込みすぎて、問題点と主張点の関連が整理できなかった。図書館の子供向けレファレンスサービスに絞り込んで目標規定文を修正した。

現状分析結果と主張点の関連性を保持した目標規定文を構成するためには、収集した情報を論理的に整理する訓練が必要である。また、繰り返し関連性を考え直し多くの可能性を検討する努力も必要である。関連性を保った目標規定文を構成できない学生が多くなっていると感じられる社会的な背景として、インターネット情報を日常的に利用している学生が多くなったため、収集した個別の情報を利用する能力が向上し、複数の情報を論理的に整理する必要が無くなってきたことが一因と考えられる。

4-4 目標規定文の修正と具体的な概念を示す用語の使用

通常、研究や調査が進むと新たに得られた情報やデータと、想定した主張点との間に矛盾が生じるが、これは研究が進んだことを示している場合が多い。矛盾が生じた場合は、新たなキーワードを追加し主張点をより適切な内容に修正する。実際の目標規定文では、文例９に「SNSのトラブル」、文例１０に「長時間遊ぶ」、「新潟県の特徴」、「リピーター」といった具体的な内容を示すキーワードを追加し修正を行った。

主張点を具体的に表現しないと内容があいまいとなり、論文の構成がなかなか確定できない。主張点の表現をできるだけ具体化させることが、効率の良い論文作成や、より論理的で信頼性の高い論文の作成につながる。

5. 卒業論文作成過程における目標規定文の有用性

5-1 論理的な思考力の向上

集めた情報やデータを自分の視点で論理的に分析し再構成することで目標規定文を考え出すことができる。目標規定文の前半部分は収集した複数の情報をマクロな視点で整理し、現状分析を行い、問題点を洗い出す。一連の作業を通して論理的な思考力の向上が期待できる。後半部分における主張点の作成は論文の骨子を形作ることにもなるので、短い文章であるが時間をかけて何度も情報の相互関係の解釈を考え直す必要がある。相互関係の解釈を何度も繰り返すことを通して論理的な思考を身に付けることが可能となる。

5-2 新しい価値や概念を創造する力の向上

主張点の設定は限られた情報を元に新しい仮説を設定する行為である。限られた情報で論理的に説明できる目標規定文を創り出すには、情報量だけでなく学生自身の知識と、課題に取り組む意欲が必要になる。レポートのように収集した情報をまとめるだけではなく、収集した情報に基づいて主張点を考え出すことにより、新しい価値や概念を創造する力の向上が期待される。思いつきのアイデアは自己の知識や経験の範囲内で作られることが多く限界がある。収集した文献情報などをもとに時間をかけて主張点を考え出す努力により新しい価値や概念を創造することが可能となる。

5-3 わかりやすい章立と目次の作成

主張点は論文のゴールを示すことになることから、主張点を説明するためにすべての情報を、前後の関連に配慮しながら配置すると、わかりやすい章立てが可能となる。論文の構成を、章 - 節 - 項とすると、まず章を、例えば、序論 - 本論（現状分析 - 問題点の指摘 - 論拠の説明 - 主張点の妥当性の説明） - 結論のように配置する。各章の情報量も考慮して各章の節を構成する。全ての項目が主張点に集約するように、かつ章と節の前後関係が保たれるように組み立てるとわかりやすい構成となる。全ての章と節が主張点を説明するように配置できれば、わかりやすい目次の作成が実現する。

5-4 情報の絞込み基準あるいは廃棄基準としての活用

目標規定文を設定することにより、論文を完成させるために必要な情報の種類、分野、専門性の度合、時系列的範囲などが明らかになる。従って適切な目標規定文を作成できれば必要な情報を絞り込む基準として活用できる。また不足している論拠や実験データなども早い時点で明らかになるため、計画的に情報収集を行うことができる。逆に主張点に関係ない内容が含まれる場合は、収集に努力を要した情報であっても基本的に削除する。一般に主張点との関係が不明確な情報は削除した方がわかり易い論文になり論文の質が高くなる。

まとめと考察

・まとめ

卒業論文の作成に目標規定文を取り入れた指導を 2002 年以降実施してきた。2013 年と 2014 年度に作成した目標規定文を事例にその有効性を考察した。卒業論文のテーマを決めた後、基礎知識を得ることを目的に予備調査を指示している。異なる著者の図書 3 冊以上を基本にしている。情報技術などに関するテーマでは適切な図書が存在しない場合もあるが、図書、雑誌記事、新聞記事など紙媒体の情報を主体に調査することを意識的に指示し

ている。目標規定文は予備調査が終了した時点で作成している。十分でない情報を使って論文のゴールを記述するためには、学生自身が考えることが必須となる。必要な時に携帯端末から情報を収集し役立つ情報を選択し利用することが日常になっている学生には、複数の情報を使って自分で主張点を創造することはかなりハードルが高い作業になる。調査していないのにゴールを記述することの意義が理解できないという意見も出る。目標規定文は1度作成しても新たな情報が加わると修正の必要が生じる。現実には論文が完成するまで何度も修正を繰り返すことになるので、修正の過程が確認できるよう個人別に Web ページを作成し、修正した全ての目標規定文を確認できるようにしている。過去に作成した目標規定文には取り消し線を付けて区別している。

初期の段階で作成した目標規定文と、修正した最終段階の目標規定文を比較し、修正が必要であった要因を分析することにより目標規定文の有効性を考察した。その結果、目標規定文を何度も自分で修正するという継続した作業を通して、論理的な思考力の向上(5-1)、および新しい価値や概念を創造する力の向上(5-2)が期待できた。さらに、目標規定文は主張点として卒業論文のゴールを示すことから、わかりやすい章立と目次を作成する指標(5-3)として、さらに情報の絞込み基準あるいは廃棄基準(5-4)として活用できると考えられた。学生に目標規定文の作成意義を確認すると、論文の道筋となる、無駄な情報を収集することが減る、論拠と主張点の関係を把握できる、書いてある文章がテーマに沿っているか確認できるなどの回答が得られた。目標規定文を作成する意図がほぼ理解されていた。

早い段階から目標規定文の作成を卒業論文の指導に取り入れた指導が効果的であることがある程度確認できたので、今後もテーマに関する基礎知識を習得した直後からの指導を継続する予定である。但し、個人により適性が異なる点は考慮する必要があると考えられる。特に、不十分な情報で目標規定文を作成することに納得できない学生に対しては、仮説であっても論文作成に有用であることを丁寧に説明する必要がある。また、これまでに得られた目標規定文の事例をいくつか提示することも有効であると考えられた。

・考察

目標規定文を使った2002年以降の卒業論文指導を時系列的に振り返ると、新潟でもインターネットが各家庭に浸透した時期と合致する。現在の学生の視点から見ると、情報はインターネット情報であり、新聞、雑誌、図書など従来の情報は通常使用しない紙媒体の情報となる。そのため図書や新聞、雑誌などからの情報収集を意識的に指導する必要性が高くなっている。携帯端末、特にスマートフォンの普及により紙媒体の情報利用が激減しただけでなく、情報は必要な時に調べるものという情報行動が日常的になっている。必要な情報を選択する能力は格段に向上したが、目標規定文の主張点の作成など複数の情報にもとづいて自分で新しい価値や概念を創りだす力はむしろ減少している可能性がある。紙媒体の情報を使わなくなり情報が断片化してきたことに加え、必要な情報は選択すれば事足りるため自分で考え出す必要がなくなっている可能性が考えられる。取得単位数の多い

まじめな学生の中にも目標規定文を考え出すことが苦手な学生が存在する。修正を継続する必要がある目標規定文を使った指導は情報を使って自ら考える行動様式を身につけるために有効といえる。

情報システム分野の論文には、要素技術などの発明発見型の論文や、問題解決型の論文とともに、事例をベースとした事例研究論文が存在する。新規性に重点を置く論文の評価方法は各学問分野で確立されている場合が多いが、既知の技術を利用して新規な機能を作り上げるといった事例研究論文に関しては、新規性の評価方法が充分確立されていない。これまで情報システム学会の研究会活動の一環として事例研究論文を主体とした情報システム論文作成に関する研究会に参加し、論文作成に関する相談活動を行ってきた。事例報告論文の相談者は社会人の大学院生が多く、実務経験豊富で専門知識を身に付け、論文作成に対する熱意のある相談者がほとんどであった。論文原稿の中に多くの話題を詰め込みすぎて、作成しようとする論文の新規性を示すべき主張点が不明確になっているケースが多かった。事例報告論文の著者と卒業論文を作成する学生では、専門知識のレベルは質的・量的に大きく異なるが、論文作成という観点から見れば、収集した情報を論理的に整理し、目標規定文、特に新規性を示す主張点をうまく創れないという点では共通であった。従って、卒業論文作成指導における目標規定文の有効性に関する知見は、情報システムの事例研究論文を作成する際にも役立つと推定された⁷⁾。

参考文献

- 1) 高木 義和：新潟国際情報大学卒論データベースの概容と論文表題の形態素解析による卒業論文の構成要素に関する考察，新潟国際情報大学情報文化学部紀要，Vol.16，135-150，2013.4
- 2) 早稲田大学出版部編：卒論・ゼミ論の書き方 [第2版]，早稲田大学出版部，2002.5
- 3) 情報システム論文の作成および査読のありかた研究会：情報システム論文作成のためのガイドブック，情報システム学会，pp.11-16，2010-11
- 4) 小山田耕二：論文を執筆する，京都大学高等教育研究開発推進センター，情報研究科公開講座資料，2007.10.11
ocw.kyoto-u.ac.jp/ja/general-education-jp/introduction-to-researcha/pdf/rwa04.pdf
(2014.12.28)
- 5) 広沢元：オープンシステムにおけるミドルウェアがもつべきセキュリティ機能の分析，情報システム学会誌，Vol.3，No.1，2008.3
- 6) 川崎敏行：ネットワークサービスの可視化を主眼に置いたシステム運用者支援方法の提案，情報システム学会誌，Vol.4，No.1，2008.6
- 7) 小久保幹紀：良い情報システム論文作成性のためのワークショップ・ガイドブックの

提案，第10回情報システム学会全国大会予稿集，情報システム学会，2014.11.29

A Class of Feature Spaces and Violation of the Triangle Inequality

Eisuke Chikayama^{1*}

¹Department of Information Systems, Niigata University of International and Information Studies, 3-1-1 Mizukino, Nishi-ku, Niigata 950-2292, Japan (chikaya@nuis.ac.jp)

*To whom correspondence should be addressed.

Abstract

A class of feature spaces that can violate the triangle inequality is proposed. The theory states that arbitrary N samples, in which all the distances between any pair of samples are given but their coordinates are unknown, can always assign the coordinates in the defined feature space after eigenvalue decomposition.

Keywords

Feature space, Metric space, Inner product, Triangle inequality

1. Introduction

The feature space is one of the basic concepts in information science including pattern recognition [1], multivariate analysis [2], optimization problems [3], and artificial neural networks [4]. Pattern recognition classifies input vectors in a feature space and a metric is critical that defines a norm between two vectors in the feature space. Multivariate analysis handles multidimensional vectors, which are supposed to be coordinates in a feature space. Optimization problems frequently require minimizing or maximizing vectors in a feature space. Artificial neural networks, one of the most successful mathematical models in information science, encode information of features in input and output vectors based on machine learning. An important characteristic of the feature space is quantitative calculation of an abstract human concept by using a real value metric. Another character is the utilization of linear algebra, which has many well-known mathematical techniques. It makes the feature space a popular tool in the science and engineering fields.

The concept of metric in vector spaces may be formally generalized in several manners. A pseudometric space is a space in which the distance between a pair of different vectors can be zero but the triangle inequality holds. Oppositely, a semimetric space is a space in which the distance between a pair of vectors is zero if and only if the vectors are identical but the triangle inequality can be violated among three elements. Similar metrics are utilized for formalizing various abstract concepts in mathematics such as topology or geometry.

The triangle inequality always holds on a usual feature space that has a metric because a metric acquires a defined distance. A normal metric feature space thus cannot process data violating the triangle inequality among three of vectors inside a feature space. This violation is sometimes appeared if a distance matrix among all the pairs of vectors in a feature space is given in which explicit coordinates of the vectors are unknown. Such situations occur in many cases in real problems, e.g., when one would like to classify relationships among many samples in a multi-dimensional feature space in which a sample is supposed to be characterized by multi-dimensional variables and only representative distances between any pair of samples are

^{1*} CHIKAYAMA Eisuke[情報システム学科]

experimentally determined. If those data have violations of the triangle inequality, one would meet difficulty to resolve allocations of the data within a Euclidean space. One might thus conclude that the semimetric space is adequate because semimetric may violate triangle inequality. Although there are some applications of semimetric in engineering fields, mathematical theories should be expected to extend.

Here we describe the theory for a class of N -dimensional complex feature spaces and show the violation of triangle inequality can be logically existed without any conflict in that spaces. This theory is simple and expected to be applicable to methods such as pattern recognition or neural networks.

2. Definition of the proposed three feature spaces

A series of metric spaces in this study is defined by using N -dimensional complex vector spaces, C^N , that have new inner products, norms, and distances introduced this section.

DEFINITION 1 The three inner products are defined as,

$$(1) \quad \langle v, w \rangle = \frac{{}^t v w + \overline{{}^t v w}}{2} = \sum_{k=1}^N \frac{v_k w_k + \overline{v_k w_k}}{2},$$

$$(2) \quad \{v, w\} = \frac{{}^t v w - \overline{{}^t v w}}{2i} = \sum_{k=1}^N \frac{v_k w_k - \overline{v_k w_k}}{2i},$$

$$(3) \quad [v, w] = \langle v, w \rangle + i\{v, w\} = {}^t v w = \sum_{k=1}^N v_k w_k,$$

where $v = (v_1, v_2, \dots, v_N) \in C^N$, $w = (w_1, w_2, \dots, w_N) \in C^N$, C^N is a N -dimensional complex vector

space, ${}^t v$ is a transposed vector of v , and $\overline{w}$ is a complex conjugate of w .

Each inner product satisfies the following conditions, which are common to other ordinary inner products.

PROPOSITION 1 The inner product $\langle v, w \rangle$ satisfies

$$(4) \quad \langle v, w \rangle = \langle w, v \rangle,$$

$$(5) \quad \langle \alpha u + \beta v, w \rangle = \alpha \langle u, w \rangle + \beta \langle v, w \rangle,$$

$$(6) \quad \langle v, v \rangle \in R,$$

where $u, v, w \in C^N$, and $\alpha, \beta \in R$.

PROOF.

$$(4) \quad \langle v, w \rangle = \sum_{k=1}^N \frac{v_k w_k + \overline{v_k w_k}}{2} = \sum_{k=1}^N \frac{w_k v_k + \overline{w_k v_k}}{2} = \langle w, v \rangle.$$

$$(5) \quad \langle \alpha u + \beta v, w \rangle = \sum_{k=1}^N \frac{(\alpha u_k + \beta v_k) w_k + \overline{(\alpha u_k + \beta v_k) w_k}}{2}$$

$$= \alpha \sum_{k=1}^N \frac{u_k w_k + \overline{u_k w_k}}{2} + \beta \sum_{k=1}^N \frac{v_k w_k + \overline{v_k w_k}}{2} = \alpha \langle u, w \rangle + \beta \langle v, w \rangle$$

$$(6) \quad \langle v, v \rangle = \sum_{k=1}^N \frac{v_k^2 + \overline{v_k^2}}{2} = \sum_{k=1}^N \operatorname{Re}(v_k^2) \in R.$$

PROPOSITION 2 The inner product $\{v, w\}$ satisfies

$$(7) \quad \{v, w\} = \{w, v\},$$

$$(8) \quad \{\alpha u + \beta v, w\} = \alpha \{u, w\} + \beta \{v, w\},$$

$$(9) \quad \{v, v\} \in R,$$

where $u, v, w \in C^N$, and $\alpha, \beta \in R$.

PROOF.

$$(7) \quad \{v, w\} = \sum_{k=1}^N \frac{v_k w_k - \overline{v_k w_k}}{2} = \sum_{k=1}^N \frac{w_k v_k - \overline{w_k v_k}}{2} = \{w, v\}.$$

$$(8) \quad \{\alpha u + \beta v, w\} = \sum_{k=1}^N \frac{(\alpha u_k + \beta v_k) w_k - \overline{(\alpha u_k + \beta v_k) w_k}}{2i}$$

$$= \alpha \sum_{k=1}^N \frac{u_k w_k - \overline{u_k w_k}}{2i} + \beta \sum_{k=1}^N \frac{v_k w_k - \overline{v_k w_k}}{2i} = \alpha \{u, w\} + \beta \{v, w\}$$

$$(9) \quad \{v, v\} = \sum_{k=1}^N \frac{v_k^2 - \overline{v_k^2}}{2i} = \sum_{k=1}^N \operatorname{Im}(v_k^2) \in R.$$

PROPOSITION 3 The inner product $[v, w]$ satisfies

$$(10) \quad [v, w] = [w, v],$$

$$(11) \quad [\alpha u + \beta v, w] = \alpha[u, w] + \beta[v, w],$$

$$(12) \quad [v, v] \in C,$$

where $u, v, w \in C^N$, and $\alpha, \beta \in C$.

PROOF.

$$(10) \quad [v, w] = \sum_{k=1}^N v_k w_k = \sum_{k=1}^N w_k v_k = [w, v].$$

$$(11) \quad [\alpha u + \beta v, w] = \sum_{k=1}^N (\alpha u_k + \beta v_k) w_k = \alpha \sum_{k=1}^N u_k w_k + \beta \sum_{k=1}^N v_k w_k = \alpha[u, w] + \beta[v, w].$$

$$(12) \quad [v, v] = \sum_{k=1}^N v_k^2 \in C.$$

The inner product $[v, w]$ is the sum of products of two complex numbers. It is an extremely simple number and but it extends to a complex domain. Further, $[v, w] = {}^t v w = \sum_{k=1}^N v_k w_k$ is regarded as a

complement to the ordinary inner product $(v, w) = {}^t v \bar{w} = \sum_{k=1}^N v_k \bar{w}_k$ in a complex vector space.

Following the definitions of these inner products, we define the norms and distances in these new spaces using these inner products. In general, the definitions of ordinary norms and distances are limited by several well-known conditions. We, however, call a norm, distance, or metric hereafter in a more extended way, because the concept of an ordinary norm or distance corrupt when one think a vector space that can violate the triangle inequality.

DEFINITION 2

$$(13) \quad \text{The norm } |v| \text{ of a vector } v \in C^N \text{ with } \langle v, v \rangle \text{ is } \sqrt{\langle v, v \rangle}.$$

$$(14) \quad \text{The norm } |v| \text{ of a vector } v \in C^N \text{ with } \{v, v\} \text{ is } \sqrt{\{v, v\}}.$$

$$(15) \quad \text{The norm } |v| \text{ of a vector } v \in C^N \text{ with } [v, v] \text{ is } \sqrt{[v, v]}.$$

DEFINITION 3

(16) The distance $d\langle v, w \rangle$ is $|v - w| = \sqrt{\langle v - w, v - w \rangle}$, where $v, w \in C^N$.

(17) The distance $d\{v, w\}$ is $|v - w| = \sqrt{\{v - w, v - w\}}$, where $v, w \in C^N$.

(18) The distance $d[v, w]$ is $|v - w| = \sqrt{[v - w, v - w]}$, where $v, w \in C^N$.

Each distance is symmetric for v and w .

PROPOSITION 4 The distances $d\langle v, w \rangle$, $d\{v, w\}$, and $d[v, w]$ satisfy

$$(13) \quad d\langle v, w \rangle = d\langle w, v \rangle$$

$$(14) \quad d\{v, w\} = d\{w, v\}$$

$$(15) \quad d[v, w] = d[w, v]$$

PROOF.

$$(13) \quad d\langle v, w \rangle = \sqrt{\langle v - w, v - w \rangle} = \sqrt{\langle -(w - v), -(w - v) \rangle} = \sqrt{\langle w - v, w - v \rangle} = d\langle w, v \rangle.$$

$$(14) \quad d\{v, w\} = \sqrt{\{v - w, v - w\}} = \sqrt{\{-(w - v), -(w - v)\}} = \sqrt{\{w - v, w - v\}} = d\{w, v\}.$$

$$(15) \quad d[v, w] = \sqrt{[v - w, v - w]} = \sqrt{[-(w - v), -(w - v)]} = \sqrt{[w - v, w - v]} = d[w, v].$$

Each distance is pseudo-metric in which multiple pairs of two vectors having the distance of zero can exist.

PROPOSITION 5 The distances $d\langle v, w \rangle$, $d\{v, w\}$, and $d[v, w]$ satisfy

(16) v and w that satisfy $v \neq w$ and $d\langle v, w \rangle = 0$ exist.

(17) v and w that satisfy $v \neq w$ and $d\{v, w\} = 0$ exist.

(18) v and w that satisfy $v \neq w$ and $d[v, w] = 0$ exist.

PROOF.

(16) Let $v = (a_1 + ib_1, \dots, a_N + ib_N)$ and $w = (c_1 + id_1, \dots, c_N + id_N)$ that satisfy $v \neq w$ and

$$\sum_{k=1}^N \{(a_k - c_k)^2 - (b_k - d_k)^2\} = 0 \text{ then}$$

$$\begin{aligned} d\langle v, w \rangle &= \sqrt{\langle v - w, v - w \rangle} = \sqrt{\sum_{k=1}^N \left\{ \frac{(v_k - w_k)^2 + \overline{(v_k - w_k)}^2}{2} \right\}} = \sqrt{\sum_{k=1}^N \operatorname{Re}\{(v_k - w_k)^2\}} \\ &= \sqrt{\sum_{k=1}^N \operatorname{Re}(v_k^2 - 2v_k w_k + w_k^2)} = \sqrt{\sum_{k=1}^N \{(a_k^2 - b_k^2) - 2(a_k c_k - b_k d_k) + (c_k^2 - d_k^2)\}} \\ &= \sqrt{\sum_{k=1}^N \{(a_k - c_k)^2 - (b_k - d_k)^2\}} = 0. \end{aligned}$$

(17) Let $v = (a_1 + ib_1, \dots, a_N + ib_N)$ and $w = (c_1 + id_1, \dots, c_N + id_N)$ that satisfy $v \neq w$ and

$$\sum_{k=1}^N (a_k - c_k)(b_k - d_k) = 0 \text{ then}$$

$$\begin{aligned} d\{v, w\} &= \sqrt{\{v - w, v - w\}} = \sqrt{\sum_{k=1}^N \left\{ \frac{(v_k - w_k)^2 - \overline{(v_k - w_k)}^2}{2i} \right\}} = \sqrt{\sum_{k=1}^N \operatorname{Im}\{(v_k - w_k)^2\}} \\ &= \sqrt{\sum_{k=1}^N \operatorname{Im}\{v_k^2 - 2v_k w_k + w_k^2\}} = \sqrt{\sum_{k=1}^N \{2a_k b_k - 2(a_k d_k - b_k c_k) + 2c_k d_k\}} \\ &= \sqrt{2 \sum_{k=1}^N (a_k - c_k)(b_k - d_k)} = 0. \end{aligned}$$

(18) Let $v = (a_1 + ib_1, \dots, a_N + ib_N)$ and $w = (c_1 + id_1, \dots, c_N + id_N)$ that satisfy $v \neq w$ and

$$\sum_{k=1}^N \{(a_k - c_k)^2 - (b_k - d_k)^2 + 2i(a_k - c_k)(b_k - d_k)\} = 0 \text{ then}$$

$$\begin{aligned} d[v, w] &= \sqrt{[v - w, v - w]} = \sqrt{\langle v - w, v - w \rangle + i\{v - w, v - w\}} \\ &= \sqrt{\sum_{k=1}^N \{(a_k - c_k)^2 - (b_k - d_k)^2 + 2i(a_k - c_k)(b_k - d_k)\}} = 0. \end{aligned}$$

Moreover, each distance can be not only a real number, but also an imaginary number for $d\langle v, w \rangle$ and

$d\{v, w\}$, a complex number for $d[v, w]$.

PROPOSITION 6 The distances $d\langle v, w \rangle$, $d\{v, w\}$, and $d[v, w]$ satisfy

(19) If $\langle v - w, v - w \rangle \geq 0$, then $\operatorname{Re}(d\langle v, w \rangle) \neq 0$ and $\operatorname{Im}(d\langle v, w \rangle) = 0$. If $\langle v - w, v - w \rangle < 0$, then $\operatorname{Re}(d\langle v, w \rangle) = 0$ and $\operatorname{Im}(d\langle v, w \rangle) \neq 0$.

(20) If $\{v - w, v - w\} \geq 0$, then $\operatorname{Re}(d\{v, w\}) \neq 0$ and $\operatorname{Im}(d\{v, w\}) = 0$. If $\{v - w, v - w\} < 0$, then $\operatorname{Re}(d\{v, w\}) = 0$ and $\operatorname{Im}(d\{v, w\}) \neq 0$.

(21) $d[v, w] \in \mathbb{C}$.

PROOF.

(19) From (6) and $d\langle v, w \rangle = \sqrt{\langle v - w, v - w \rangle}$, if $\langle v - w, v - w \rangle \geq 0$, then $\operatorname{Re}(d\langle v, w \rangle) \neq 0$ and $\operatorname{Im}(d\langle v, w \rangle) = 0$. If $\langle v - w, v - w \rangle < 0$, then $\operatorname{Re}(d\langle v, w \rangle) = 0$ and $\operatorname{Im}(d\langle v, w \rangle) \neq 0$.

(20) From (9) and $d\{v, w\} = \sqrt{\{v - w, v - w\}}$, if $\{v - w, v - w\} \geq 0$, then $\operatorname{Re}(d\{v, w\}) \neq 0$ and $\operatorname{Im}(d\{v, w\}) = 0$. If $\{v - w, v - w\} < 0$, then $\operatorname{Re}(d\{v, w\}) = 0$ and $\operatorname{Im}(d\{v, w\}) \neq 0$.

(21) From (12), $d[v, w] = \sqrt{[v - w, v - w]} \in \mathbb{C}$.

Normally, distances should be zero or positive real numbers. These distances, however, are extended to negative real and imaginary domains.

Here, we show several propositions related these metric spaces.

PROPOSITION 7 If $v, w \in \mathbb{R}^N$, the metric space with $\langle v, w \rangle$ or $[v, w]$ is equal to an N -dimensional Euclidean space.

PROOF.

If $v, w \in \mathbb{R}^N$, $\langle v, w \rangle = \frac{{}^t v w + \overline{{}^t v w}}{2} = \frac{{}^t v w + {}^t v w}{2} = {}^t v w$ and $[v, w] = {}^t v w$. Each of the metric spaces is

equivalent to a Euclidean space, which has a metric $(v, w) = {}^t v w$.

PROPOSITION 8 If $v, w \in R^N$, the metric space with $\{v, w\}$ is identically the space that has a metric of 0.

PROOF.

$$\text{If } v, w \in R^N, \{v, w\} = \frac{{}^t v w - \overline{{}^t v w}}{2i} = \frac{{}^t v w - {}^t v w}{2i} = 0.$$

3. Isometric transformations

In metric spaces, the existence of their isometric transformations is critical. An orthogonal matrix T , a matrix that satisfies ${}^t T T = T {}^t T = E$, is only the isometric transformation for $\langle v, w \rangle$, $\{v, w\}$, and $[v, w]$ (as proved below). This is also true in Euclidean spaces, while unitary transformations are needed in complex vector spaces. Thus, the class of metrics in this study is regarded as a simple extension of the Euclidean metric from the point of view of isometric transformations, rather than the complex vector metric in which the unitary transformation is needed.

PROPOSITION 9 For arbitrary v and w ,

$$(22) \quad {}^t T T = E \Leftrightarrow \langle T v, T w \rangle = \langle v, w \rangle$$

$$(23) \quad {}^t T T = E \Leftrightarrow \{T v, T w\} = \{v, w\}$$

$$(24) \quad {}^t T T = E \Leftrightarrow [T v, T w] = [v, w]$$

PROOF.

$$(22) \quad {}^t T T = E \Rightarrow \langle T v, T w \rangle = \langle v, w \rangle \text{ for arbitrary } v \text{ and } w:$$

Let T to be an orthogonal transformation, then

$$\langle T v, T w \rangle = \frac{{}^t (T v) T w + \overline{{}^t (T v) T w}}{2} = \frac{{}^t v {}^t T T w + \overline{{}^t v {}^t T T w}}{2} = \frac{{}^t v w + \overline{{}^t v w}}{2} = \langle v, w \rangle.$$

For arbitrary v and w , $\langle T v, T w \rangle = \langle v, w \rangle \Rightarrow {}^t T T = E$:

Suppose ${}^t T T \neq E$ and $\langle T v, T w \rangle = \langle v, w \rangle$ for arbitrary v and w . From

$$\begin{aligned}
\langle Tv, Tw \rangle - \langle v, w \rangle &= \langle Tv, Tw \rangle - \langle Ev, Ew \rangle = \langle (T + E)v, (T - E)w \rangle \\
&= \frac{{}^t v {}^t (T + E)(T - E)w + \overline{{}^t v {}^t (T + E)(T - E)w}}{2} = \frac{{}^t v Cw + \overline{{}^t v Cw}}{2} \\
&= \sum_{j,k=1}^N \frac{c_{jk} v_j w_k + \overline{c_{jk} v_j w_k}}{2}, \text{ where } {}^t (T + E)(T - E) \text{ is replaced by } C, \text{ and then } \langle Tv, Tw \rangle = \langle v, w \rangle
\end{aligned}$$

becomes

$$(25) \quad \sum_{j,k=1}^N \frac{c_{jk} v_j w_k + \overline{c_{jk} v_j w_k}}{2} = 0,$$

where c_{jk} ($\overline{c_{jk}}$) is an element of C ($\overline{C}$), and constant by choosing a T . But (25) states that the sum of two quadratic forms of vectors $v, w, \bar{v}$ and $\bar{w}$ is identically 0, meaning that v and w are not arbitrary, and contradicts the premise that states v and w are arbitrary. Therefore $\langle Tv, Tw \rangle = \langle v, w \rangle \wedge {}^t TT \neq E$ is false, which leads $\langle Tv, Tw \rangle = \langle v, w \rangle \Rightarrow {}^t TT = E$ is true.

$$(23) \quad {}^t TT = E \Rightarrow \{Tv, Tw\} = \{v, w\} \text{ for arbitrary } v \text{ and } w:$$

Let T to be an orthogonal transformation, then

$$\{Tv, Tw\} = \frac{{}^t (Tv)Tw - \overline{{}^t (Tv)Tw}}{2i} = \frac{{}^t v {}^t TT w - \overline{{}^t v {}^t TT w}}{2i} = \frac{{}^t v w - \overline{{}^t v w}}{2i} = \{v, w\}.$$

For arbitrary v and w , $\{Tv, Tw\} = \{v, w\} \Rightarrow {}^t TT = E$:

Suppose ${}^t TT \neq E$ and $\{Tv, Tw\} = \{v, w\}$ for arbitrary v and w . From

$$\begin{aligned}
\{Tv, Tw\} - \{v, w\} &= \{Tv, Tw\} - \{Ev, Ew\} = \{(T + E)v, (T - E)w\} \\
&= \frac{{}^t v {}^t (T + E)(T - E)w - \overline{{}^t v {}^t (T + E)(T - E)w}}{2i} = \frac{{}^t v Cw - \overline{{}^t v Cw}}{2i} \\
&= \sum_{j,k=1}^N \frac{c_{jk} v_j w_k - \overline{c_{jk} v_j w_k}}{2i}, \text{ where } {}^t (T + E)(T - E) \text{ is replaced by } C, \text{ and then } \{Tv, Tw\} = \{v, w\}
\end{aligned}$$

becomes

$$(26) \quad \sum_{j,k=1}^N \frac{c_{jk} v_j w_k - \overline{c_{jk} v_j w_k}}{2i} = 0,$$

where c_{jk} ($\overline{c_{jk}}$) is an element of C ($\overline{C}$), and constant by choosing a T . But (26) states that the sum of two quadratic forms of vectors $v, w, \bar{v}$ and $\bar{w}$ is identically 0, meaning that v and w are not arbitrary, and contradicts the premise that states v and w are arbitrary. Therefore $\{Tv, Tw\} = \{v, w\} \wedge {}^tTT \neq E$ is false, which leads $\{Tv, Tw\} = \{v, w\} \Rightarrow {}^tTT = E$ is true.

$$(24) \quad {}^tTT = E \Rightarrow [Tv, Tw] = [v, w] \text{ for arbitrary } v \text{ and } w:$$

Let T to be an orthogonal transformation, then $[Tv, Tw] = {}^t(Tv)Tw = {}^t v {}^tTTw = {}^t v w = [v, w]$.

For arbitrary v and w , $[Tv, Tw] = [v, w] \Rightarrow {}^tTT = E$:

Suppose ${}^tTT \neq E$ and $[Tv, Tw] = [v, w]$ for arbitrary v and w . From

$$\begin{aligned} [Tv, Tw] - [v, w] &= [Tv, Tw] - [Ev, Ew] = [(T + E)v, (T - E)w] \\ &= {}^t v {}^t(T + E)(T - E)w = {}^t v Cw \\ &= \sum_{j,k=1}^N c_{jk} v_j w_k, \text{ where } {}^t(T + E)(T - E) \text{ is replaced by } C, \text{ and then } [Tv, Tw] = [v, w] \text{ becomes} \end{aligned}$$

$$(27) \quad \sum_{j,k=1}^N c_{jk} v_j w_k = 0,$$

where c_{jk} is an element of C , and constant by choosing a T . But (27) states that the quadratic form of vectors v and w is identically 0, meaning that v and w are not arbitrary, and contradicts the premise that states v and w are arbitrary. Therefore $[Tv, Tw] = [v, w] \wedge {}^tTT \neq E$ is false, which leads $[Tv, Tw] = [v, w] \Rightarrow {}^tTT = E$ is true.

4. Violation of the triangle inequality

We finally conclude that the class of our metric spaces accepts both of the not-violated and violated triangle inequality. This property makes these metrics afford real applications. We start with the following lemma.

LEMMA 1.

$$(28) \quad \langle a, b \rangle = \frac{1}{2} (\langle a, a \rangle + \langle b, b \rangle - \langle c, c \rangle),$$

$$(29) \quad \{a, b\} = \frac{1}{2}(\{a, a\} + \{b, b\} - \{c, c\}),$$

$$(30) \quad [a, b] = \frac{1}{2}([a, a] + [b, b] - [c, c]),$$

where $c = b - a$ and $a, b, c \in C^N$.

PROOF.

$$(28) \quad \langle c, c \rangle = \langle b - a, b - a \rangle = \langle b, b \rangle + \langle -a, b \rangle + \langle b, -a \rangle + \langle -a, -a \rangle = \langle b, b \rangle - 2\langle a, b \rangle + \langle a, a \rangle$$

$$\text{Thus } \langle a, b \rangle = \frac{1}{2}(\langle a, a \rangle + \langle b, b \rangle - \langle c, c \rangle).$$

$$(29) \quad \{c, c\} = \{b - a, b - a\} = \{b, b\} + \{-a, b\} + \{b, -a\} + \{-a, -a\} = \{b, b\} - 2\{a, b\} + \{a, a\}$$

$$\text{Thus. } \{a, b\} = \frac{1}{2}(\{a, a\} + \{b, b\} - \{c, c\})$$

$$(30) \quad [c, c] = [b - a, b - a] = [\langle b, b \rangle] + [-a, b] + [b, -a] + [-a, -a] = [b, b] - 2[a, b] + [a, a]$$

$$\text{Thus } [a, b] = \frac{1}{2}([a, a] + [b, b] - [c, c]).$$

Using this lemma, we proof propositions in the following. The proofs are similar to those of a multi-dimensional scaling algorithm, which is often used in several scientific fields.

PROPOSITION 10.

A set of different N points $\{a_i : i = 1, \dots, N\}$, where the distance $d[a_i, a_j]$ between different two points a_i, a_j are arbitrarily specified as complex numbers, can be generally positioned in a $(N-1)$ -dimensional complex vector space C^{N-1} with the metric $[a_i, a_j]$.

PROOF.

Suppose $a_1 = (0, \dots, 0)$ (we can arbitrarily set the relative location of the only one point of all) and Z is a $(N-1)$ -dimensional matrix that has an element $z_{ij} = [a_i, a_j] : (i, j = 2, \dots, N)$ thus symmetric. From (30), the elements of Z can be transformed as $z_{ij} = [a_i, a_j] = \frac{1}{2}([a_i, a_i] + [a_j, a_j] - [a_j - a_i, a_j - a_i]) = \frac{1}{2}(d_{1i}^2 + d_{1j}^2 - d_{ij}^2)$, where $d_{ij} = d[a_i, a_j]$.

In general, any matrix can be decomposed into an eigenvalue diagonal matrix and eigenvector matrices. After

the decomposition of Z , we obtain $Z = YL^t Y$, where L is a diagonal matrix that has eigenvalues, Y is an eigenvector matrix, and ${}^t Y$ is its transposed matrix. Taking $\sqrt{L} = L^{\frac{1}{2}}$, we can get two matrix ${}^t X = YL^{\frac{1}{2}}$ and

$$(31) \quad X = L^{\frac{1}{2}} {}^t Y$$

from $Z = YL^t Y = YL^{\frac{1}{2}} L^{\frac{1}{2}} {}^t Y = {}^t X X$. This $(N-1)$ dimensional matrix X consists of the $(N-1)$ column vectors, which represents the coordinates of the $(N-1)$ points $a_i \in C^{N-1} : \{i = 2, \dots, N\}$ with the origin $a_1 = (0, \dots, 0) \in C^{N-1}$.

PROPOSITION 11.

A set of different N points $\{a_i : i = 1, \dots, N\}$, where the distance $d\langle a_i, a_j \rangle$ between different two points a_i, a_j are arbitrarily specified as real numbers in which the triangle inequality can either hold or not hold, can be generally positioned in a $(N-1)$ -dimensional complex vector space C^{N-1} with the metric $\langle a_i, a_j \rangle$.

PROOF.

Similar with the proof of PROPOSITION 10, suppose $a_1 = (0, \dots, 0)$ and Z is a $(N-1)$ -dimensional matrix that has an element $z_{ij} = [a_i, a_j] : (i, j = 2, \dots, N)$ thus symmetric. From (3),

$$Z = \begin{pmatrix} [a_2, a_2] & \cdots & [a_2, a_N] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [a_N, a_2] & \cdots & [a_N, a_N] \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \langle a_2, a_2 \rangle & \cdots & \langle a_2, a_N \rangle \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \langle a_N, a_2 \rangle & \cdots & \langle a_N, a_N \rangle \end{pmatrix} + i \begin{pmatrix} \{a_2, a_2\} & \cdots & \{a_2, a_N\} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \{a_N, a_2\} & \cdots & \{a_N, a_N\} \end{pmatrix}.$$

Therefore, if all the elements $z_{ij} = [a_i, a_j]$ are specified as real numbers, the resulted coordinate matrix X , which is the same as (31), is of the metric $\langle a_i, a_j \rangle$. Apparently, if one can specify arbitrary real numbers as the elements $z_{ij} = \frac{1}{2}(d_{1i}^2 + d_{1j}^2 - d_{ij}^2)$, points can either satisfy the triangle inequality or not.

PROPOSITION 12.

A set of different N points $\{a_i : i = 1, \dots, N\}$, where the distance $d\{a_i, a_j\}$ between different two points

a_i, a_j are arbitrarily specified as real numbers in which the triangle inequality can either hold or not hold, can be generally positioned in a $(N-1)$ -dimensional complex vector space C^{N-1} with the metric $\{a_i, a_j\}$.

PROOF.

Similar with the proof of PROPOSITION 10, suppose $a_1 = (0, \dots, 0)$ and Z is a $(N-1)$ -dimensional matrix that has an element $z_{jk} = [a_j, a_k] : (j, k = 2, \dots, N)$ thus symmetric. From (3),

$$Z = \begin{pmatrix} [a_2, a_2] & \cdots & [a_2, a_N] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [a_N, a_2] & \cdots & [a_N, a_N] \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \langle a_2, a_2 \rangle & \cdots & \langle a_2, a_N \rangle \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \langle a_N, a_2 \rangle & \cdots & \langle a_N, a_N \rangle \end{pmatrix} + i \begin{pmatrix} \{a_2, a_2\} & \cdots & \{a_2, a_N\} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \{a_N, a_2\} & \cdots & \{a_N, a_N\} \end{pmatrix}.$$

Therefore, if all the elements $z_{jk} = [a_j, a_k]$ are specified as imaginary numbers ($z_{jk} = i\{a_j, a_k\}$), the

resulted coordinate matrix X , which is the same as (31), is of the metric $\{a_i, a_j\}$. Apparently, if one can

specify arbitrary $i \times \text{real numbers}$ as the elements $z_{jk} = \frac{1}{2}(d_{1j}^2 + d_{1k}^2 - d_{jk}^2)$, points can either satisfy the

triangle inequality or not, in the sense of $\text{Im}\left\{z_{jk} = \frac{1}{2}(d_{1j}^2 + d_{1k}^2 - d_{jk}^2)\right\}$.

5. Conclusion

We proposed a class of multi-dimensional feature spaces that can violate the triangle inequality by defining a class of metrics, norms, and distances. The class of our metric is pseudo-semimetric and it simultaneously affords vectors of both the mixed not-violated and violated triangle inequality. The violation or not are mathematically symmetric caused of the symmetry in real and imaginary numbers. Our space is exactly identical to Euclidean space if the imaginary parts of all the vectors are zero. We have demonstrated only orthogonal matrices are the class of isometric transformations in our metric spaces. We have further proved the propositions that vectors of which the distances between any pair are given can be always allocated to explicit positions with the corresponding coordinates in a multi-dimensional complex vector space by eigenvalue decomposition without any logical conflict. By only replacing real vectors to complex vectors, this theory is easily adopted to known algorithms in information science such as pattern recognition and neural networks.

References

1. A. K. Jain, R. P. W. Duin, and J. Mao, Statistical pattern recognition: A review, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2000, **22**, 4-37
2. T. Rajalahti, and O. M. Kvalheim, Multivariate data analysis in pharmaceutics: A tutorial review,

International Journal of Pharmaceutics, 2011, **417**, 280-290

3. C. A. Floudas, and C. E. Gounaris, A review of recent advances in global optimization, *Journal of Global Optimization*, 2009, **45**, 3-38
4. M. R. G. Meireles, P. E. M. Almeida, and M. G. Simoes, A comprehensive review for industrial applicability of artificial neural networks, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2003, **50**, 585-601

新潟市およびボゴール市における廃食油再生化事業の問題と解決に関する一考察

An analytical study of problems and solutions of waste cooking oil recycling projects of Niigata and Bogor cities

藤田 晴啓*

要約

インドネシア・ボゴール市における最近の調査では、家庭からの廃食油は生活排水あるいは土壌に投棄され、水系・土壌汚染等の環境被害を引き起すばかりでなく、温室効果ガス排出の増加をもたらしている。日本の家庭からの廃食油は年間 10 万トンでるといわれ、その大半は燃焼ゴミとして廃棄され、再利用されるのは 1 割にも満たない。新潟市およびボゴール市において実施されている廃食油再生化事業の比較検討を行った。回収される廃食油量や再生エネルギーの 60%しか公用車両稼働に利用されていないこと等、両者には共通点が多いことが明らかとなった。食用油の温室効果ガス排出量としてのライフサイクルインパクトを、実際の製造所データや報告されているデータを使用して推定した。廃食油の排水・土壌の投棄、あるいは完全消費と比較した再生化の場合の環境的有利性は、経済的あるいは技術的な制約により、必ずしも再生活動を助長するものではないことが明らかとなった。日本における高い人件費による制約よりも、ボゴール市での技術的な制約は比較的安易に解決できるであろう。

1 廃食油廃棄に関わる社会・環境問題および法整備

表 1 に日本およびインドネシアにおける廃食油廃棄に関する社会問題、環境問題および法整備に関してまとめた。

表 1 日本およびインドネシアにおける廃食油に関わる社会・環境問題および法整備

Country	Indonesia	Japan
social issues	• most households dispose WCO into drainage or soil • most industrial WCO be used by street food shops, snack vendors, completely concern on health risks	• in urban areas, most WCO solidified and disposed as incinerating waste • in local areas WCO disposal into drainage commonly practiced • industrial WCO waste under control
environmental issues	• severe drainage/edaphic pollution • duplicated GHG emission at production and wasting life cycles of cooking oil	• waste of recyclable energy in urban areas • sewage system deterioration by WCO disposals in local areas
legislation	• 2014 Bogor City, all industrial WCO to be recycled	• Water Pollution Prevention Act, no clear penalties • industrial WCO be disposed under responsibility of business operators • Waste Management Act, less than 5yr imprisonment or 10 million JPY fine

インドネシアでは、家庭からの廃食油は生活排水あるいは土壌のいずれかに投棄され（第 3 章にて後述）、同国では下水システムがほぼ皆無に等しく整備されていないので、

*FUJITA, Haruhiro [情報システム学科]

深刻な水系および土壌汚染を引き起こすばかりでなく、廃食油が分解される過程で発生するメタンガス等により温室効果ガス排出は高くなる。後者は食用油の最後のライフサイクルにおける最後のステージでの環境的負荷であり、一方同国は世界で3番目に温室効果ガスの排出が多いとされる国であり、多くの温室効果ガス排出はアブラヤシ生産の農業活動に密接に関わる、森林伐採、土地利用変化から起こっている¹⁾。インドネシアでは、ホテル、レストラン、食品工場からの産業廃食油の殆どは、路上飲食店やスナック販売業者に売られ、完全消費されて、健康リスクも懸念されている。

一方日本では、家庭から排出される廃食油は年間10万トンといわれ、再利用されるのはその1割にも満たない。多くの家庭では廃食油を固めるか新聞紙等に吸い込ませて、燃焼ゴミとして廃棄し、貴重な植物由来の再生可能エネルギー源を無駄にしている。地方では、廃食油の生活排水への投棄が日常的に行われ、下水システムの劣化を引き起こしている。

一般に廃食油のリサイクルは環境に対しグッドプラクティスと理解されているが、日本での廃食油回収、運搬、リサイクル過程で要する高い人件費により、経済的には適合しない。

日本では廃棄物処理および水質汚染防止に関し、ふたつの法律およびそれらに関わる条例が存在する。

「水質汚濁防止法」は以下のとおり廃食油の適正な処理を国民に義務づけている。

(国民の責務)

第十四条の六 何人も、公共用水域の水質の保全を図るため、調理くず、廃食用油等の処理、洗剤の使用等を適正に行うよう心がけるとともに、国又は地方公共団体による生活排水対策の実施に協力しなければならない。

(生活排水を排出する者の努力)

第十四条の七 生活排水を排出する者は、下水道法 その他の法律の規定に基づき生活排水の処理に係る措置を採るべきこととされている場合を除き、公共用水域の水質に対する生活排水による汚濁の負荷の低減に資する設備の整備に努めなければならない。

この水質汚濁防止法に対応する「新潟県生活環境の保全に関する条例」では、
第50条 市町村は、炊事、洗濯、入浴等人の生活に伴い排出される水(以下「生活排水」という。)の排出による公共用水域の水質の汚濁の防止を図るための必要な対策(以下「生活排水対策」という。)として、公共下水道その他の公共用水域の水質に対する生活排水による汚濁の負荷を低減するために必要な施設(次項において「生活排水処理施設」という。)の整備、生活排水対策の啓発その他の生活排水対策に係る施策の実施に努めなければならない。

・・・・・・・・略・・・・・・・・

4 県民は、公共用水域の水質の保全を図るため、調理くず、廃食用油等の適正な処理、洗剤の適正な使用等に自ら努めるとともに、県又は市町村による生活排水対策の実施に協力しなければならない。

5 生活排水を排出する者は、下水道法その他の法律の規定に基づき生活排水の処理に係る措置を講ずべきこととされている場合を除き、合併処理浄化槽の設置(既設の合併処理浄化槽への接続を含む。)その他の公共用水域の水質に対する生活排水による汚濁の負荷の低減に資する設備の整備に努めなければならない。

とある。

水質汚濁防止法については、第十四条の六・七など禁止（努める）規定はあるものの同法、第三十条以下において、第十四条の六・七違反に対する科料等の罰則規定の該当がない。

一方、廃食油を含む廃棄物の取り扱いについて定める「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」では、

第十六条 何人も、みだりに廃棄物を捨ててはならない。

この罰則規定として、同法の

第二十五条 次の各号のいずれかに該当する者は、五年以下の懲役若しくは千万円以下の罰金に処し、又はこれを併科する。

・・・・・・略・・・・・・

十四 第十六条の規定に違反して、廃棄物を捨てた者

この「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」は、特に産業廃棄物の不法投棄を抑止し、産業廃棄物を排出するあらゆる企業は何らかのコストを負担して、それらの処理を代行する廃棄物処理業者に委託するのが通常である。

さて、廃食油を適切な処理をせずに生活排水に投棄した場合は、「水質汚濁防止法」のもと、各県の条例で定められた「廃食油の適正な処理」を実施していないことに抵触し、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」では「廃棄物をみだりに捨てる」という事案に該当することになる。

2 新潟市およびボゴール市における廃食油リサイクル公共事業

表2は新潟市およびボゴール市の最新の廃食油回収および再生事業を表している。

表2 新潟市およびボゴール市における廃食油回収および再生事業概略

City	Bogor, Indonesia	Niigata, Japan
WCO collected in 2013	total 70000L	school meals: 43000L (not for BDF)
Number of deposit stations	23 school association: 500~800L/m big supermarket chain: 800L/m food companies: 500L/m church communities: 500L/m 2 or 3 deposit stations	households: 28000L (city owned) 122 deposit stations including municipal offices belonged to Niigata City
purchasing price WCO	3500 IRP/L paid to all parties	20 JPY/L only to collecting communities no payment for individual contributions
selling price WCO	No selling, city owned WCO as material for BDF process	10 JPY/L for BDF company 25 JPY/L for non-BDF company
purchasing BDF	31,582L, Bogor City pays 4500 IRP/L City bus cooperate pays 3500 IRP/L	17000L of collected 28000L from households 126 JPY/L
public BDF use	30 city buses (20% BDF in fuel) 60% BDF consumed by city vehicles remain sold to market, detail unknown	36 city utilities (100% BDF in fuel) 60% BDF consumed by city vehicles remain sold as heavy eq. boiler fuel

2005 年新潟市は「菜の花プラン」というナタネを栽培し、ナタネが二酸化炭素を

吸収・固定するという趣旨のもと、収穫したナタネ種子からナタネ油を搾油し、調理使用後の廃食油を再生する一連の活動を開始した。同年に新潟市は学校給食センターからの廃食油の再生も開始した。2013年には学校給食の調理使用後 43000L の廃食油を回収し、地元企業に販売した。現在新潟市の学校給食センターで使用される食用油はコメ油であり、再生燃料は低温化での粘度が高いことから、燃料としての再利用ができない理由により、絵の具材料、肥料等に再利用されている。2013年には、市の廃天ぷら油回収事業として 28000L の廃食油がコミュニティ協議会等の住民組織を介して収集された。廃食油の売却益より、廃食油回収の費用が大きいことから、2013年には約 500 万円の損益となっており、この損益は新潟市指定ゴミ袋販売収益によって賄われている。

表 2 は新潟市とボゴール市における、廃食油年間回収量、買い取り価格、再生燃料を消費する車両台数にて共通性があることを示している。再生エネルギーの 60%を公用車稼働に使用している点も、これらの 2 都市の共通点である。

表 3 は公共および民間セクターにおける廃食油再生ビジネスと問題点を要約したものである。これらの問題点はふたつの市における（両国）経済的および技術的な問題をよく反映しており、日本では高い人件費が、インドネシアでは品質管理が主要な問題点となっている。逆に言えば、両市ともこれらの制限や課題を取り除いたり、解決することにより、問題は解決できる可能性を示唆している。

ボゴール市では人件費が事業運営の妨げにならないので技術的な問題点を解決する方がはるかに簡単にみえる。新潟市では逆に経済的な障壁に取り組むのはかなり困難と考えられる。前述の廃食油回収や運搬に多額の費用がかかり、年間 500 万円の赤字はゴミ焼却袋売却益によって補填されている。しかしながら、このような補填は民間ビジネスでは適用できない。

新潟市北区にある非営利活動法人では、廃食油の回収および BDF 処理場までの運搬を自社の再生化燃料を動力源とする運搬車で行っているが、この社によると相当な損益を含んでいるので、これ以上ビジネスを拡大することには消極的である。すなわち、日本においては、廃食油の回収および運搬に関わる労力が完全に無報酬ベースで提供されない限り、廃食油リサイクルビジネスは民間セクターでは成り立たないことが自明となる。

表 3 公共および民間セクターでの廃食油リサイクルビジネスと課題

City	Bogor, Indonesia	Niigata, Japan
issues as public business	popular demand to reduce GHG emission and health risks, but fluctuating BDF quality reduces BDF consumption by city buses	- utilization and buyers of recycled BDF is limited, few marketability - too many WCO deposit stations increased transport costs
existing recycling private businesses	a contracted company conducts recycling processes but no privatizing of the whole operations	- transportation of collected WCO conducted by contracted companies paid by city - one NPO conducts self collection/ transportation for its own BDF use
constraints for private businesses development	a whole privatized business by the city bus cooperate is expected, but can not afford to construct a BDF plant with quality control	labor costs for collection, transportation, recycling refrains privatizing of WCO recycling business

3 ボゴール市における食用油使用と廃棄に関する調査

2014 年 2 月に、ボゴール市内の 3 高等学校において、質問用紙およびウェブアプリケーションプログラム（両者とも質問項目は同じ）による、生徒家庭での食用油使用状況と廃棄に関する質問調査を行い、合計 188 の有効回答が得られた。ひと月あたりの食用油消費量は、分散が大きかったが、67%の家庭は 2L から 5L までの幅で消費し、平均消費量は 3.6L であった（図 1）。廃食油の廃棄方法では、51%の家庭が生活排水に投棄、17%の家庭が庭等の地面に投棄、15%の家庭が住込み家政婦にわたし、11%がボゴール市の廃食油リサイクルプログラムに提供した（図 2）。ひと月あたりの廃食油廃棄量は 29%の家庭が 500ml 未満、10%の家庭が 500-999ml、12%が 1000-1499ml であり、平均値はひと月あたり 796ml であった（図 3）。しかしながら、188 家庭中 73 家庭、すなわち 39%の家庭は廃棄量を把握していなかった。

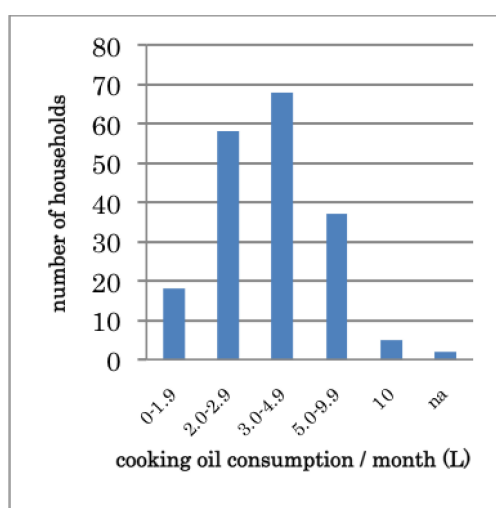


図 1 食用油のひと月あたり消費量

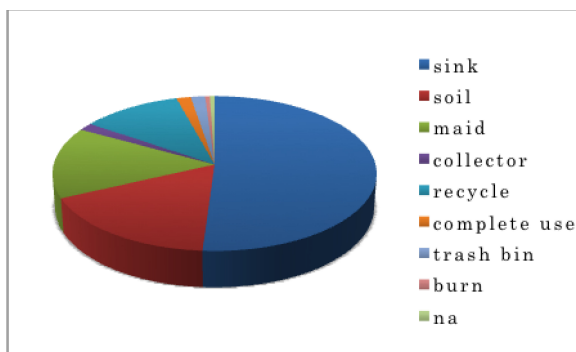


図2 廃食油の廃棄方法

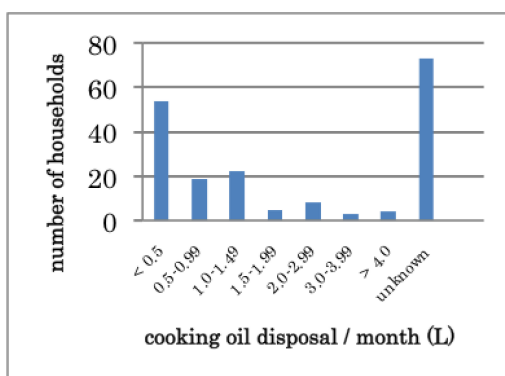


図3 廃食油のひと月あたり廃棄量

4 ボゴール市における食用油のライフサイクルインパクト

インドネシア国においては家庭で使用される食用油の殆どはパーム油を原料とした食用油であり、それゆえ食用油の製造に関わるライフサイクルインパクト計算は、多くの種類の食用油を消費する日本における計算より簡単である。中野ら(2013)の前研究、ボゴール市の BDF 製造データおよびインドネシア国あるいは他の国々で実施された一連の LCA(Life Cycle Assessment)研究等のデータを使用して、廃食油の廃棄および再生化の温室効果ガス (GHG) 排出量によるライフサイクルインパクトを推測した。

表 4 は廃食油の生活排水への投棄、土壌への投棄、廃食油完全消費、BDF 再生化の 4 つのケースにおける環境負荷を、前章のボゴール市での調査で得られた家庭での平均消費量 3.6L、平均投棄量 0.796L に当てはめたものである。表の列は、左から食用油製造過程、廃食油運搬、再生燃料製造、再生燃料運搬、代替燃料製造、水系からのメタン発生、メタノール由来、代替グリセリン製造・処理に関わる GHG 排出量であり、それらの合計と、廃食油リサイクルとの差異（正の数値だと GHG 削減量）である。2 つの廃棄ケースおよび完全消費ケースの場合、合計 GHG 排出量はリサイクルより二酸化炭素換算で 1.67～1.72kg 多くなることが明確となった。

図 4 はこれらの 4 つのケースの GHG 排出量をグラフ化比較したものである。およそ 3kg の二酸化炭素換算 GHG が 3.6L の食用油を製造するのに排出される。一方、廃食油再生化に関わる GHG 排出量および製造工場から排出された排水中の残存物由来のメタン発生量は、食用油製造から排出される GHG 排出量と比較すると少ない。この結果から、（廃食油再生燃料の代替として計算した）化石由来燃料（ディーゼル燃料）の製造およびグリセリン製造・廃棄に関わる GHG 排出量が多いことが明らかとなった。ライフサイクルインパクト解析により、廃食油の再生燃料化は、生活排水への投棄、土壌への投棄、さらには完全消費（同国では路上飲食店等でごく一般的である）と比較すると相当量の GHG 排出量削減効果があることが判明した。

表5 食用油製造および廃食油廃棄に関わるライフサイクルインパクト

GHG emission kg-CO₂e/FU

	cooking oil production	WCO transport	BDF production	BDF transport	RDF production	methane (drainage)	GHG of carbon in methanol	glycerin production & disposal	Total	GHG reduction
Drainage disposal	2.981E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.441E+00	1.136E-02	0.000E+00	9.574E-01	5.391E+00	1.677E+00
Edaphic disposal	2.981E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	1.441E+00	5.681E-02	0.000E+00	9.574E-01	5.437E+00	1.722E+00
Complete use	2.981E+00	4.824E-03	0.000E+00	0.000E+00	1.441E+00	0.000E+00	0.000E+00	9.574E-01	5.385E+00	1.670E+00
WCO recycling	2.981E+00	4.824E-03	4.908E-01	4.014E-03	0.000E+00	1.942E-01	3.947E-02	0.000E+00	3.714E+00	

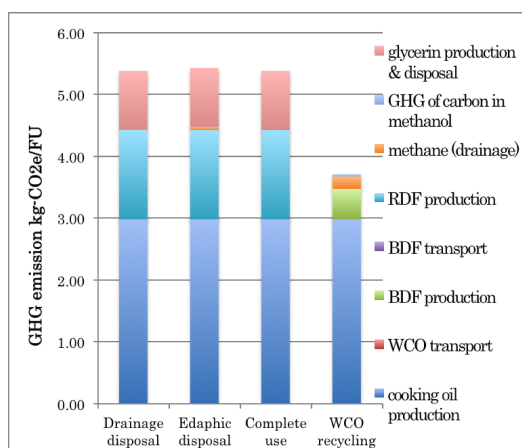


図4 廃食油投棄およびリサイクルによる GHG 排出量

5 ライフサイクルインパクトに関する考察

食用油製造および廃食油廃棄に関するライフサイクルインパクト比較は、再生化される燃料と同熱量の化石由来燃料製造に関わる GHG 排出量は、排水中のメタン発生 GHG 排出量を廃食油再生に関わる GHG 排出量に加えても、相当量多いことから、廃食油の再生化が環境的に有利であることを明らかとなった。表5で示されたように、廃食油および再生燃料運搬に関わる GHG 排出量は他の環境負荷より非常に少ないことがわかる。廃食油の、生活排水への投棄、土壌への投棄、完全消費間の差異は、1.67～1.72kg と殆ど差がなく、ほぼ同量で GHG 排出が削減できることが明らかとなった。今回の研究では、これまでの研究[2][3][4]で用いられた食用油減衰モデルは、使用しなかった。その理由は、ボゴール市 188 家庭の半数は食用油を揚げ物用に 1 回しか繰り返し使用せず、残り半数は繰り返し使用を行わない（使用した油は必ず廃棄する）という結果からである。

6 廃食油回収再生公共事業に関する課題

環境的に有利な廃食油リサイクルは必ずしも、新潟市およびボゴール市に共通の公共事業を推進するわけではない。図5はボゴール市の廃食油処理を請け負っている企業が稼働する処理装置である。廃食油をメタノールおよび水酸化カリウムの触媒によりエステル化を行う装置は、ドラム缶等を利用した簡易装置であり、品質管理が難しい。当該企業では、人件費の安さで事業全般にわたり有利であるにもかかわらず、製造される再生燃料品質の変動により、市バス公社は 100%再生燃料でのバス運行ができない状況である。さらに、現在の廃食油処理工程では、排水処理に大きな問題があり、水質汚濁を引き起している。これらの理由により、ボゴール市の廃食油回収再生事業の担当部局である、環境管理局は積極的に廃食油の回収を現状から増加することができないのが現実である。

一方、新潟市は122箇所の回収ステーションからの廃食油回収運搬費用が事業コストを圧迫しており、事業を民間に委託できない状況にある。さらに、新潟市では処理した再生燃料の使用に関しては公用車台数の上限があり、廃食油回収量を増加させ、再生燃料の増産を想定していない。従って、公共事業としての廃食油リサイクル事業は現状維持の状態を保っている。新潟市北区非営利活動法人の経験からも、廃食油のリサイクルを民間セクターでビジネス化することはコスト面で非常に不利であり、現実的ではないと考えられる。



図5 ボゴール市廃食油再生企業の処理装置 図6 廃食油再生燃料で走行する市バス

7 新潟市の経験をボゴール市に生かす国際協力事業

新潟市の廃食油再生事業はコスト面で大きな持ち出しになってはいるものの、住民参加の回収ステーション、高純度の再生燃料を生産できる技術力、さらには副産物となるグリセリンの同化等の他にはない先進技術を持っており、これらの経験、知識、技術力は国際協力の一環として、新潟市の産官学民が連携して、ボゴール市事業へ技術協力が可能となる。新潟国際大学が長年GP等で培ってきた国際交流インストラクターによる学校現場での環境ワークショップを介し、現地ボゴール市の大学あるいは高校生に、ワークショップのノウハウを伝授することができる。トレーニングを受けた生徒学生は、現地の小学校に本学国際交流インストラクターとともに赴き、小学生に向けた環境教育、特に廃食油投棄がもたらす水質汚濁等の環境汚染について説明を行い、小学生は各家庭にかえってこの話を家族に話す。さらに、小学生に家庭および近所からの少量廃食油回収を依頼し、学校に持ち寄る。このように、世代を超えた環境教育を多層的に実施することにより、廃食油の投棄を地域レベルで防止する取組が進むことになる。

さらに、ボゴール市で地域住民と学校が中心となってボランティアで廃食油を回収するシステムは、市民運動として新潟市に還元できるものと考えられる。

図7は現在想定している、ボゴール市における廃食油管理能力向上のODAプロジェクトの組織図である。

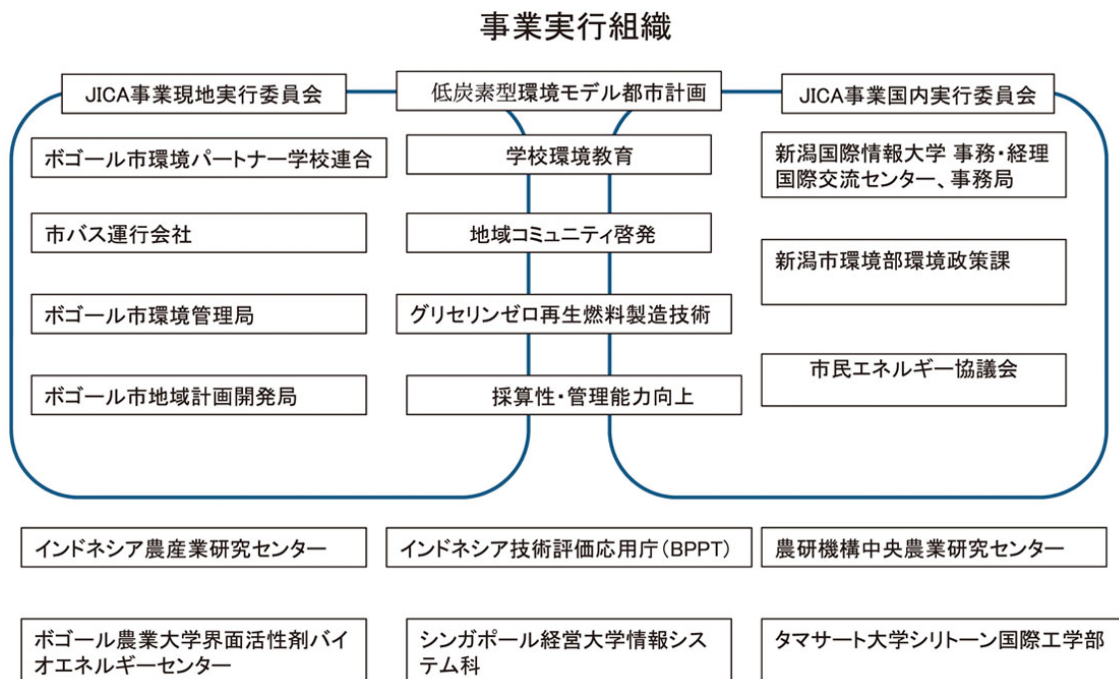


図7 ボゴール市における液体廃棄物（廃食油）処理管理能力向上 ODA 事業構想

謝辞

この研究は情報・システム研究機構のデータ中心科学リサーチコモンズ、課題名「産業環境情報のアジアでの収集と還元プラットフォームの実効化」にてインドネシア国技術評価応用庁環境技術センターとの共同研究として実施したこと。さらに、同研究機構の科学研究費補助金 No. 22240030、「科学的政策決定のための統計数理基盤整備とその有効性実証」の助成を受けたことに対し、関係者へ謝意を表したい。

参考文献

- [1]Haruhiro Fujita, Koji Okuhara, Katsuyuki Nakano and Hiroe Tsubaki, Environmental Analyses of Waste Cooking Oil Recycling and Complete Use Practices in Bogor, Indonesia, Proceedings of International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering and Environment, June 23-26, 2013, Bandung, Indonesia, pp. 28-31.
- [2]ENVIRONMENTAL PARTNERSHIP PROGRAM, BPLH Kota Bogor, 2011
- [3]Katsuyuki Nakamo, Haruhiro Fujita, Joko Prayitno Susanto, Dadang Supriatna, Koji Okuhara, and Hiroe Tsubaki, Life Cycle Impact Assessment on Climate Change of Recycling to Bio Diesel Fuen and Reuse of Used Cooking Oil: Case Study in Bogor, Indonesia. Journal of Life Cycle Assessment, Japan, Vol.9, No.4, 315-323, 2013.
- [4]Haruhiro Fujita, Atsushi Yoshimoto, Katsuyuki Nakamo, Koji Okuhara, Noriaki Koide, Dadang Supriatna, GHG emission production by waste cooking oil recycling in environmental partnership program of Bogor City, Proceedings of 2nd International Conference on Adaptive and Intelligent Agroindustry (ICAIA), 2013, 10-16.

文系研究室における低予算の産学連携

*Low-Cost Industry-Academic Cooperation
in Laboratories of the Humanities or Social Sciences*

山下 功*

要旨

文部科学省が主眼を置いている産学連携は大学に収入をもたらすものであるため、理系が主な対象である。そこで、文系研究室の一教員のレベルで即時開始可能である低予算かつ小規模の産学連携プロジェクトをグループワークによる授業として実施した。

その結果、即時かつ低予算で実行できたことや、題材に対する学生の関心などの点では目的を達成できたが、成果物の水準や今後の展開については改善すべき点があることが明らかになった。これらの反省を踏まえ、産学連携をより大きなものに育てることが今後の課題である。

キーワード

産学連携、低予算、文系、授業、グループワーク

1. はじめに

文部科学省(2014, p.2)の産学連携等実施状況に関する調査によると、産学連携の項目として挙げられているものは「民間企業等との共同研究、受託研究、治験の実績、知的財産の創造・管理・活用、寄附金等」である。また、その文頭の「結果概要」では研究費受入額や特許実施料収入額に関する言及が大部分を占めることから、文部科学省が主眼を置いている産学連携は大学に収入をもたらすもの、すなわち資金獲得の一手段であるといえる。それゆえ、企業、大学、官公庁だけではなく、金融機関も含めて「産学官金連携」と呼ばれることもある。

また、文部科学省が列举した項目に該当する産学連携の対象となる学問領域は、主として理、工、農、医学系などの自然科学(理系)である。それに対して、人文科学及び社会科学が属する文系の領域では特許等の知的財産との関連性が希薄であるため、文部科学省の産学連携の事業で採択されたのは同志社大学の事例のみである(文部科学省, 2011; 同志社大学リエゾンオフィス, 2011)。この取り組みに対して、文部科学省(2011, p.18)は「調査・コンサル比重の高い文系分野の特色を活かし、地域課題に対応できるシンクタンク型の産学協働のスタイルを検討することなどにより、文系の産学官連携活動が活性化されることを期待する」と事後評価をしており、やはり受託研究での資金獲得を促していることが窺える。

ところが、資金の授受を伴う産学連携の場合、支出を伴う企業側における予算獲得や、全社・全校レベルでの組織間の協定締結のための諸手続を経る必要があるため、実施までに時間を要する。そこで本論文では、文系研究室の一教員のレベルで即時開始可能である低予算かつ小規模の産学連携の実践を通して、その問題点と将来の発展の可能性を検討する。

*YAMASHITA, Isao[情報システム学科]

2. 産学連携プロジェクトの概要

2.1 従来の授業の産学連携化

新潟国際情報大学情報文化学部情報システム学科 1 年次前期の必修科目であり、初年次教育に該当する「基礎演習」では、学科を約 15~20 名からなる複数のクラスに分割し、専任教員が 90 分の授業を 15 回実施している。

筆者担当のクラスではその一部の時間を使って「国・地域の紹介」という授業を実施してきた。この授業では、1 つのクラスを 3 つまたは 4 つのグループに分け、各グループは教員が選定した国・地域の資料を収集し、プレゼンテーション形式で発表を行った。2013 年度までは「本学の留学先」「国旗が似ている国」「親日国家」などのテーマで国や地域を選定していたが、2014 年度は「地元から気軽に行ける国・地域」というテーマで、地元空港から直行便が就航しているか、1 回の乗り継ぎで行くことができる地域 X、地域 Y、地域 Z(いずれも仮名)の 3 つを選定した。

また、従来の授業では「各国・地域の観光担当大臣になったつもりで日本人の現地観光を促進する」という課題での発表内容であったが、学生の視点に立てばいわゆる「ごっこ遊び」的な要素があることは否めないため、学生の学習意欲の低下を及ぼしていた。そこで、2014 年度の授業を実施するにあたり、3 地域に関連する企業と連携して現実味を帯びた内容にすることにより、「ごっこ遊び」からの脱却を目指すこととなった。

2.2 産学連携先の選定及び事前打ち合わせ

地域 X、地域 Y、地域 Z に関連する企業として、地元空港から 3 地域に就航している航空会社 A 社(仮名)と、A 社のパッケージ・ツアーを広く取り扱っている旅行会社 B 社(仮名)を選定した。なお、パッケージ・ツアーとは、往復の航空便と目的地での宿泊を一体化した旅行商品のことであり、目的地での交通や観光が付加される場合もある。

授業開始に先立ち、2014 年 5 月に A 社及び B 社の地元支店を訪問し、この授業の趣旨を説明して協力を求めた。その際、学生に対する効果について以下のように説明した。

- プレゼン能力の向上
- 他国・他地域の異文化理解
- 観光産業への関心
- 地元空港就航路線の認知度向上と、将来の需要喚起

また、当初は従来と同様の紹介を行う予定であったが、産学連携を行うという観点から、大学側にも企業側にも有益である互惠的(win-win)なプロジェクトを実施すべきであると考えた。そこで、A 社及び B 社の要望を採り入れて「学生自身が行きたくなるような 3 泊 4 日または 4 泊 5 日の旅行プランの作成」という発表課題を設定することになった。企業側は、学生の視点での情報が欲しいとのことであり、また、「学習旅行」「修学旅行」「学生向け」のように対象を限定しないほうが良いとのことであった。

なお、企業からの協力の内容は、企業側で追加支出が発生しない方法として、3 地域に関する資料の提供をしてもらうこととした。

したがって、本プロジェクトの形態は産学連携授業であり、以下の体制で進めることとなった。

- 企業: 航空会社 A 社、旅行会社 B 社
- 大学: 新潟国際情報大学山下研究室

- 官公庁：なし
- 金融機関：なし
- 課題：地域 X、地域 Y、地域 Z を目的地とした旅行プランの作成

3. 産学連携プロジェクトの実施

3.1 産学連携プロジェクトの実施内容

本学の授業科目「基礎演習」の一部の時間を使って産学連携プロジェクトを実施した。この授業は複数のクラスが編成されるが、本プロジェクトを実施したのは筆者担当のクラスのみである。図表 1 はその概要であり、以下で詳細を述べる。

図表 1 2014 年度前期 基礎演習 産学連携プロジェクト

No.	授業実施日	授業内容
1	2014-05-22	(1)グループ分け、(2)チームビルディング
2	2014-05-29	(1)作文、(2)各地域のイメージ、(3)キーワードの抽出
3	2014-06-05	調査
4	2014-06-19	発表資料の作成
5	2014-06-26	成果発表会の練習
6	2014-07-03	発表資料の修正
7	2014-07-10	成果発表会(公開授業)

第 1 回 (1) グループ分け

地域 X、地域 Y、地域 Z を担当するグループを各々 X 班、Y 班、Z 班としてグループ分けを行い、15 名の学生を各班 5 名ずつに分けた。その方法は籤による抽選とし、地域名の英字の頭文字を記載後に折り畳んだ紙を学生自身が選んだ。なお、第 2 回の授業内容との関係上、この時点では各班が担当する具体的な地域名や課題を学生に伝えていない。

第 1 回 (2) チームビルディング

班内の結束を高めることを目的に、コンセンサスゲーム(柳原編著, 1982; 山本等, 2010, pp.20-23, 135-136)を実施した。なお、目的に適合していれば、他の題材を使用してチームビルディングを実施してもよい。

第 2 回 (1) 作文

以下の問いについて 15 分で論述する課題を実施した。なお、筆者担当の「基礎演習」の授業では作文を積極的に採り入れており、その事例については山下(2013)で詳述している。

問 1. 外国に行ったことがありますか？

「はいいいえ」で回答し、「はい」の場合はその場所も回答

問 2. 外国に行ってみたいと思いますか？

「はいいいえ」で回答し、「はい」の場合はその場所と理由を、「いいえ」の場合はその理由を述べる

問 3. 外国に旅行することに、どのような意義があると思いますか。

問 2 と問 3 を合わせて 200 字以内で論述

この授業の出席者は 13 名であり、問 1 は「はい」4 名と「いいえ」9 名であった。「はい」のうち 3 名は高校の修学旅行であり、1 名は幼少時に親の仕事に帯同したものであった。また、X 班の中に地域 X へ行ったことがある学生が 1 名いた。問 2 は「はい」8 名と「いいえ」5 名であり、「はい」の理由と問 3 の意義として、言語や文化の違い、日本とは異なる町並みや食事、見聞きした情報と実際の違いを認識することなどが挙げられた。また、「いいえ」の理由として、治安、衛生、言語への不安や、旅行資金が無いことなどが挙げられた。

第 2 回 (2) 各地域のイメージ

各班が担当する具体的な地域名を伝え、事前の知識が無い状態で、班内の各学生が当該地域に対して持っているイメージを出してもらった。その手順は以下の通りである。

- 各学生に付箋紙を 5 枚配付する。
- 各学生は当該地域に対して持っているイメージを単語あるいは短文で付箋紙に記述する。
- 各班に A3 判の紙を 1 枚配付する。
- 記述済の付箋紙を A3 判の紙に貼り付ける。その際、共通しているものや関連が深いものを隣り合わせるようにしてグルーピングする。
- グルーピングしたものに対して各々タイトルを付ける。

この作業により、当該地域に対して持っているイメージが各班内で集約されるが、事前の知識が無い状態で作業を行うため、必ずしも正しいとは限らない。

第 2 回 (3) キーワードの抽出

A 社と B 社から提供して頂いた資料(A 社の機内誌、A 社が発行する各地域の案内パンフレット、各地域の観光協会のパンフレット、B 社の各地域へのパッケージ・ツアーのパンフレット等)を各班に配付し、本プロジェクトの成果物として地域 X、地域 Y、地域 Z を目的地とした旅行プランを作成し発表する旨を学生に伝えた。

ここで学生は、資料を得ることにより、直前の作業によるイメージと事実に差異があることを認識できた。その上で、各地域への旅行プランを作成する際に重要となるキーワードの抽出を行った。

第 3 回: 調査

前回の授業で配付した資料、図書館の資料、Web サイト等を利用して、当該地域に関する調査を行った。今回の成果物として、表計算ソフトで日付、時間、内容を記した旅行プランの旅程表の作成を行った。

第 4 回: 発表資料の作成

前回の調査結果をもとに、プレゼンテーションソフトで発表資料の作成を行った。また、次回の準備として、班内での発表分担の決定を行った。

第 5 回：成果発表会の練習

成果発表会で使用する 150 人教室で練習を実施した。その後、教員が講評し、事実と異なる点や改善すべき点を中心に指導を行った。また、学生には自分の班の発表での改善点と、他の班の発表での良い点と改善点を記述するレポートを課し、次回への材料とした。

第 6 回：発表資料の修正

前回の教員の講評及び学生自身のレポートを参考にして、次回の成果発表会に向けて発表資料の修正を行った。

第 7 回：成果発表会

成果発表会は公開授業とし、事前に学内で広報して当該授業の履修者以外の学生や教職員等も聴講できるようにした。その結果、筆者以外が担当する「基礎演習」のうち 3 クラスの教員と学生が聴講し、発表者も含めて約 60 人が参加する盛況なものとなった。また、A 社と B 社の担当者も招待したが、当日に都合がつかなかったために不参加となった。

3.2 産学連携プロジェクトの反省

本プロジェクトの事後的な反省点は以下のとおりである。来年度以降の授業の改善の材料としたい。

- (1) 本プロジェクトでは「低予算かつ小規模の産学連携を即時開始する」ことを方針としたが、その点では成功であった。低予算であることは、思い立った時点で即時開始する上で極めて重要であり、本プロジェクトで発生した追加支出は A 社及び B 社の地元支店を訪問した際の交通費の約千円であった。また、このような産学連携を通して大学と企業が関係を持つことも重要な意義であり、小規模な形で開始したプロジェクトを、時間をかけて大きく育てていければ理想的である。例えば、A 社及び B 社との連携を深化させることや、連携対象を 3 地域の観光協会や地元空港にも拡大することが考えられる。
- (2) 学生にとって、実在する航空会社や旅行会社との連携することはこの授業に現実味を与え、「ごっこ遊び」から脱却できた。
- (3) 学生に対する効果として 1 番目に挙げた「プレゼン能力の向上」については、「企業へ企画提案をする」というレベルに耐えうる成果物にするためには更なる改善が必要である。これは、発表者が 1 年次生であることも原因として考えられるが、成果発表会の準備段階である第 3~6 回での指導方法を改善することも必要である。例えば、教員のファシリテーション能力を向上させることにより、より充実したグループワークにすることが挙げられる。
- (4) 同じく 2 番目に挙げた「他国・他地域の異文化理解」については、3 地域のことを詳しく学習することにより日本との相違点を認識でき、当該地域への理解が高まったといえる。なお、A 社との打ち合わせの際に「実際に地域 X、地域 Y、地域 Z へ行った後でこのような授業を実施して頂くとより良い成果が得られる」という要望を頂いたが、現地に行った後で授業に臨んだのは X 班の 1 名のみであった。また、「研究室やゼミナールで現地への旅行を実施したらどうか」という提案もあったため、3 年次あるいは 4 年次を対象に本プロジェクトを実施することも今後検討すべきである。
- (5) 同じく 3 番目に挙げた「観光産業への関心」については、観光プランを作成することを通じて関心が高まったといえる。
- (6) 同じく 4 番目に挙げた「地元空港就航路線の認知度向上と、将来の需要喚起」については、地元空港

から3地域へ直行または1回の乗り継ぎで行くことができることを事前に知っていた学生はわずかであったため、本プロジェクトを通して認知度が向上できたといえる。また、3地域への旅行プランを作成することにより将来の潜在的需要を喚起したといえるが、その顕在化、すなわち学生が実際に旅行をするか否かは未知数である。

4. おわりに

「基礎演習」の講義概要には、「他社との協業(グループワーク)を通じて問題解決能力を獲得すること」が目的として明記されている。当該授業科目の筆者担当クラスでは、その目的の達成の一助を担うべく、グループワークによる産学連携授業を独自に実施した。その結果、前項で挙げたとおり、目的を達成できた部分と更なる改善が必要な部分が明らかになった。これらの反省を踏まえ、次年度の授業においてより良い成果を得ることと、産学連携をより大きなものに育てることを目指したい。

また、この授業で海外への関心を深めた成果を、本学科2年次にカナダで実施する海外夏期セミナーや3年次に東南アジアで実施する海外学外実習(インターンシップ)への参加者の増大につなげていくことにより、学科全体の成果に拡大していくことも今後の課題である。

最後に、このような小規模な産学連携プロジェクトの実践が広く公開・共有され、その知見が蓄積されることを期待している。

参考文献

1. 同志社大学リエゾンオフィス(2011)『人文社会系産官学連携の推進で新たな価値を創出 文部科学省「産学官連携戦略展開事業(戦略展開プログラム)」「大学等産学官連携自立化促進プログラム(機能強化支援型)」【知的財産活動基盤の強化】報告書』
<<http://liaison.doshisha.ac.jp/attach/news/LIAISON-NEWS-JA-12/12895/file/562.pdf>>, (2015-01-12 閲覧).
2. 文部科学省(2011)『大学等産学官連携自立化促進プログラム【機能強化支援型】「知的財産活動基盤の強化」事後評価報告書』
<http://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/___icsFiles/afieldfile/2011/12/05/1313678_01.pdf>, (2015-01-12 閲覧).
3. 文部科学省(2014)『平成25年度大学等における産学連携等実施状況について』
<http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/sangaku/___icsFiles/afieldfile/2014/12/15/1353580_01_1.pdf>, (2015-01-12 閲覧).
4. 柳原光編著(1982)『CREATIVE O.D. 人間のための組織開発シリーズ 第三巻』プレスタイム.
5. 山下功(2013)「大学初年次教育における作文の試行事例」『新潟国際情報大学情報文化学部紀要』第16号, pp.97-103.
6. 山本幸子, 石塚勝美, 須田和也, 長崎等, 齊藤武比斗, 平井宏典(2010)『はじめてのキャンパス・ライフ』創成社.

中小企業・ベンチャー企業のコーポレート・ガバナンス構築の考え方

－株式公開を意識した企業への示唆－

The Concept of Corporate Governance Construction for Small and Medium-sized Enterprises
and Venture Businesses :

Suggestion to Enterprises being Conscious of IPO

山本靖* 逆瀬川明宏† 内田亨‡

要旨

中小企業・ベンチャー企業の良さを保持しつつ、中小企業・ベンチャー企業らしいコーポレート・ガバナンスを構築するにはどのようにしたらよいのだろうか。こうした問題意識から本稿では、まず、中小企業・ベンチャー企業の特徴をあげる。次に、中小企業・ベンチャー企業の経営者からのインタビューも交えながら、中小企業・ベンチャー企業のコーポレート・ガバナンス構築の考え方を述べる。

コーポレート・ガバナンス構築の中核概念は、1. 社会の公器、2. 情報開示、3. 組織的経営、4. 監視システム、5. 従業員の関与、6. ソフト・ルール、である。

中小企業・ベンチャー企業の経営資源は大企業に比べて乏しいが、本稿で紹介した6点を意識し、自社の現状に照らし合わせ、取り組みやすいところから段階的にでもコーポレート・ガバナンスの構築に取り組むことが大切である。

キーワード：コーポレート・ガバナンス、監視システム、情報開示、中小企業、ベンチャー企業

1. はじめに

企業不祥事、隠ぺい工作など、企業経営のあり方が問われ、経営をチェックし、望ましいコーポレート・ガバナンスを構築していくことが求められて久しい。コーポレート・ガバナンスの構築が広く企業社会に浸透するためには、企業価値の向上を促進する必要がある。従来、コーポレート・ガバナンスは、大企業のための議論が中心となっていた。しかも、経営者の規律付けや不祥事防止など、どちらかというと性悪説に基づいたものが多かった。従前より日本の企業では対立よりも調和が基本である。一方、欧米では調和と対立のバランスを重視するという傾向があると一般的に言われている。日本のように農耕社会を原点に、島国という環境で発展してきた社会と、何事も契約主義という欧米社会では、組織文化にも違いがある。したがって、日本の社会や文化を基盤とした日本独自のコーポレート・ガバナンスがあっても良いと思われる。

こうした中、近年、中小企業・ベンチャー企業もコーポレート・ガバナンスの構築が求められてきている。中小企業・ベンチャー企業は、監視システムを持たず、いわば性善説に立った経営を行い、また、多くの中小企業・ベンチャー企業でそれが功を奏していると思われる。こうした中小企業・ベンチャー企業の良さを保持しつつ、中小企業・ベンチャー企業らしいコーポレート・ガバナンスを構築するにはどのようにしたらよいのだろうか。

こうした問題意識から本稿では、まず、中小企業・ベンチャー企業の特徴をあげる。次に、中小企業・ベンチャー企業の経営者からのインタビューも交えながら、中小企業・ベンチャー企業のコーポレート・ガバナンス構築の考え方を述べる。

* Yasushi Yamamoto 山本靖&アソシエーツ 代表

† Akihiro Sakasegawa 株式会社システムフロンティア 常務取締役

‡ Toru Uchida 新潟国際情報大学情報文化学部情報システム学科 教授

2. 中小企業・ベンチャー企業の特徴

2.1 中小企業・ベンチャー企業のコーポレート・ガバナンスの現状

中小企業・ベンチャー企業の多くは、出資者が経営者を兼ねるいわゆるオーナー会社である。その意味で、資本の提供者と経営者の利害の対立は存在しない¹⁾。しかし、逆に、資本と経営が一体となっているため、ガバナンスの構築を困難にさせていることが指摘されている。林芳利は、「中小企業のほとんどが資本と経営が一体となっている経営形態であるため、コーポレート・ガバナンスの必要性が要求されていないと考えられること、企業数があまりにも多く且つ企業規模や業種が多様で実証的研究ができてにくいこと」²⁾などを指摘している。しかし、もはや中小企業・ベンチャー企業であっても、不祥事の防止ならびに企業価値の向上を実践していかなければならない。

日本型コーポレート・ガバナンスを私案として提言した伊丹敬之は、「ドイツのように 2000 名という限界設定が望ましいといっているのではない。これでは、やや大きすぎるように思える。500 名、あるいは 300 名くらいで切るのがいいように思われる」³⁾と述べ、300 名以下の企業をガバナンスの適用範囲から外すことを主張している。300 人以下の企業に代表される中小企業・ベンチャー企業の多くは、会社の従業員の規模、ならびに資本と経営が分離されていない経営形態であることを理由として、中小企業・ベンチャー企業のコーポレート・ガバナンスの議論は必ずしも充分にされてきたとは言えないのである。

一方、『1999 年版中小企業白書』は、それぞれの会社にあった企業統治の体制を整備していくことを指摘している。そのうえで、小規模のオーナー企業の課題は、「株主からの第三者的規律が働かないために、逆に非効率な経営が温存される可能性」⁴⁾と記述されている。こうした現状を踏まえ、以下に中小企業・ベンチャー企業の特徴を明らかにしていく。

2.2 オーナー経営者・ファミリー企業の特徴

中小企業・ベンチャー企業において所有と経営が一致していることが多い理由は、オーナー経営という言葉で説明できる。すなわち、株式を所有するオーナーが自ら社長として企業経営に携わっているので、絶対的な権限を保持することになる。このことは、機動的経営を実践する上においては、長所となる。しかし、ワンマン経営の弊害に陥る危険性は少なくない。

中小企業・ベンチャー企業に多いオーナー経営者の経営感覚の中で特筆すべきは、無限責任である。オーナー経営者は株主としては法的に有限責任なので、出資の範囲で責任を取ればよいが、そんなことを考えている経営者は極めてまれであろう。

一方、オーナー一族によって経営される企業をファミリー企業と言う。Shleifer & Vishny(1997)はコーポレート・ガバナンスのメカニズムの経済効率を理解するために、ファミリー企業の特徴を調査することが重要であると主張している⁵⁾。したがって、本稿でも中小企業・ベンチャー企業のコーポレート・ガバナンスについて述べるうえで、少々ファミリー企業に触れておく。

ファミリー企業が不祥事を引き起こすと、その原因が同族支配による閉鎖的体質や独善的経営として扱われることが少なくない。確かに、悪い方向に経営が流される場合にファミリーの長を中心に一族の中での正常化作用が効きにくくなる場合がある。しかし、ファミリー企業だからといって非ファミリー企業より、頻繁に不祥事を起こしているという現象は、筆者が知る範囲において見当たらない。ここで、Navarro & Anson(2009)によるスペインにおけるファミリー企業の特徴を下記の通り挙げてみる⁶⁾。

- ①ファミリーが取締役を占めている傾向にある
- ②会長（Chairman）の任期は長い
- ③三つの委員会⁷を設置しているファミリー企業は非ファミリー企業に比べて少ない

また、Navarro & Anson(2009)は、ファミリー企業が、自分たちのコーポレート・ガバナンスが他社と違いがあることについて誇りを持っていることを明らかにした⁸。彼らは、「法や規則はファミリー企業の相違性を尊重すべきである」と述べている。さらに、「一般的に規則やベストプラクティスや決議（soft-laws）は、主に非ファミリー企業のコーポレート・ガバナンスに基づいている。しかし、それはファミリー企業には適していないかもしれない」と述べている。

上記は、スペインの事例ではあるが、企業が自分たち独自のコーポレート・ガバナンスに誇りを持っているということは、日本の中小企業にとっても示唆に富むものである。ファミリー企業が自分たちのコーポレート・ガバナンスに誇りを持っているということは、企業も人間同様個性を持ち、独自性が必要であることを考えさせられる。こうした独自性が、今後の日本の中小企業・ベンチャー企業のコーポレート・ガバナンス構築には必要であるかもしれない。

2.3 中小企業・ベンチャー企業における内部監査の困難さ

コーポレート・ガバナンスの一つの機能として内部監査があげられる。内部統制の有効性評価及び改善を行うに当たり、特に大企業においては、会社法に定められた監査役の設置をはじめ、内部監査を執り行う専門の監査部門の設置が進んでいる。しかし、問題は中小企業における内部監査のコスト・人材配置であろう。そのため、頼廣圭祐（2008）によれば、『簡易版 COSO 内部統制ガイダンス』⁹は、中小企業の助けになり、効果的な内部統制ができるような、よりコストが低い形でできるようなガイドラインとして、出版されたとのことである¹⁰。

一方、CIA フォーラム研究会報告における Q&A 集には、内部監査にかかる人員確保の重要性に言及しつつもその具体的な人数は明記されていない¹¹。

こうした国内外の状況を鑑み、中小企業・ベンチャー企業の場合、人的資源が大企業ほど潤沢でないため、ガバナンスを担保とするような内部監査専門部署を作ることは難しい。したがって、中小企業・ベンチャー企業においては、そのリソースや内部監査の存在価値の問題も含め、内部監査部門の設置まで行っている企業は、ほとんど無いのが現状であろう。多くの中小企業・ベンチャー企業経営者は、直近の業績向上を優先し、内部監査については、どちらかという二の次になっている。また、その進め方で悩んでいる経営者も多いのではないだろうか。筆者らが現在まで調査してきた中小企業・ベンチャー企業経営者へのインタビューでも、その多くは、人材不足のため会計士・税理士や外部機関に一任しているところが多々見受けられた。ただし、一部の中小企業・ベンチャー企業経営者は、内部監査の重要性を認識しており、内部告発制度等を取り入れているところもある。

元来、中小企業・ベンチャー企業のマネジメントは、経営者の理念が基盤として濃く出る傾向にある。こうした理念に賛同する従業員でないと務まらないかもしれない。しかも、中小企業・ベンチャー企業では、経営者と一人ひとりの従業員との距離が近い。従業員には、経営者とともに深く共有できる企業理念・価値観が染み透っているにちがいない。こうしたことから経営者も従業員を信頼して、内部監査に依らず、従業員の誠実性を尊重する経営手法が行われているのであろう。

3. 株式公開を意識した中小企業・ベンチャー企業のガバナンス構築の考え方

株式公開を意識した中小企業・ベンチャー企業は法律上のコーポレート・ガバナンスの要件を満た

さなければならない。しかし、中小企業・ベンチャー企業は、大企業と比べて、ガバナンスといった管理体制を完全に実践できるほどのヒト、モノ、金、情報といった経営資源を十分持っていない。また、出資と経営が分離しているとは言えない中小企業・ベンチャー企業の経営者の暴走あるいは独善的な考えによって、経営が腐敗するリスクは高くなる可能性がある。その結果、不祥事が起こるのである。株式公開を意識した中小企業・ベンチャー企業は、こうした不祥事を起こさないためにも、チェック機能を革新していかなければならない。

コーポレート・ガバナンスとは、「企業の経営者をいかに規律させるか」と言われるが、中小企業・ベンチャー企業の場合、経営者が自らを律した上で、従業員に対しても性善説に基づき、何をするかがガバナンスの中核となる。本節では、株式公開を意識した中小企業・ベンチャー企業の経営者にとってのコーポレート・ガバナンス構築の考え方を提示したい。

3.1 社会の公器

株式公開を意識した中小企業・ベンチャー企業の中心的マインド¹²は、自分の会社が社会の公器であるという意識を持つことからであろう。鶴田満彦は「現代株式会社が単なる私企業ではなく、公共性をもつ存在であるという認識はまったく正しい」とし、「株式会社の運営や株式の流通に関しては、商法や証券取引法をはじめとする公的なルールが存在し、証券取引所などの公的な組織が制度化されているわけである。このような公的ルール・制度なしには有効に機能しえないという意味で、株式会社企業はまさに『社会の公器』である」としている¹²。

たとえば、電子部品を製造する中小企業のある会長は、社会の公器としての意識によって労働組合を認めたケースもある。これは、性善説に基づいて従業員を信頼し、労使協調路線によって仕事をしたいこうという表れかもしれない。そして、労働組合から従業員持株会制度へとつなげていったのである¹³。同社は、現在のところ未上場企業であるが、未上場企業と上場企業という観点からコーポレート・ガバナンスの違いを尋ねてみると同社会長は、下記の通り回答をした¹⁴。

未上場から上場企業になると当然コーポレート・ガバナンスは変わってくるでしょう。上場すれば不特定多数からお金を集めるわけですから、それだけ責任の度合いは大きくなってきます。だから企業の規模によってコーポレート・ガバナンスは変わると私は思います。その違いとは、公共性の範囲がずいぶん変わってくると思います。小規模であれば、自分の友達であるとか身近な人の間の商売であり、取引先はある程度お互いに気心の知れた人とやっているわけです。つまり、お互いに情報交換が可能な範囲内でやっているということです。ところが大規模になってくると身近な人の間のみの商売は、不可能になってきます。

大企業に比べて経営資源が乏しい中小企業・ベンチャー企業のマネジメントは、企業内部に向けたもので手いっぱいであろう。しかし、企業規模が徐々に大きくなり、上場によって株主の多様化が進むと、身近な人の間のみで企業活動をしていくわけにはいかない。また、企業を取り巻くステークホルダーの数も増え、質も多様になり、一企業としてステークホルダーに及ぼす影響も増大する。逆に、企業の側も、ステークホルダーから影響を受ける量も多くなる。そのため、企業は多様なステークホルダーとの関係性から意思決定をしていくことが必要とされるのである。このように、経営者自らが社会の公器であるという意識を持つことが重要なのである。

3.2 情報開示

会社を社会の公器として考えると「情報開示」が必要になってくる。この情報開示は主なステークホルダーに利いてくる。

第一に、金融機関である。中小企業は借入金依存体質のため、コーポレート・ガバナンスは、銀行をはじめとする金融機関の監視のもとオーナー経営者が支配・統治しているといえるだろう¹⁵。したがって、中小企業・ベンチャー企業は、積極的に金融機関に情報開示をしていく必要がある。また、一定の「情報開示」ポリシーを持ち、金融機関からの質問に対し、真摯にこたえていく必要がある。株式公開を目指す企業においては、こうしたメインバンクを皮切りに、債権者や取引先など企業外の利害関係者はもちろん、一般投資家なども含めた広範な利害関係者を意識した企業統治の体制づくりが必要である¹⁶。

第二に、従業員に対しての情報開示である。これは、会社と従業員の情報の共有につながる。先に上げた電子部品製造会社では、従業員持株制度を導入し、その代表へも情報開示を積極的に行っているため、持株会の代表が、「配当を多くしてばかりいないで従業員のボーナスを上げろ」などという意見は出ない。これに関して同会長は下記の通りこたえている¹⁷。

会社の利益は、従業員の賞与が優先なものなので、そうした意見はできません。経営状況を公開しているとこれだけ稼いだら皆にこれだけ配分するというコンセンサスができてきます。個人評価でなく、総合評価ですから従業員は、色々それぞれの立場で不満を言うわけですが、私はそれぞれの立場が一体となって力を結集しないといい成果に結びつかないからと言い続けています。それを従業員全員が理解しているわけです。従業員が賞与をもらえないと配当もないわけです。こうした形になっていますから配当は一番後で、決して多くはないです。

こうしたことが、情報開示のメリットであろう。積極的な情報開示のため、従業員も業績によって自分たちの取り分をわきまえている。したがって、従業員は、企業業績を熟知しているため、賞与だけでなく、従業員持株会でも、自分たちの妥当な配当額を理解しているのである。

また、情報開示によって従業員が自律性を形成することが可能となる。ここで言う自律性とは、組織に所属し、仕事を成し遂げていくうえで、自分の意思で判断し、行動できるという意味である。自律性が尊重されることによって、従業員は共通目的に向かって協働意思を強く持ち、コミュニケーションを通して、組織と調和していく存在となりうるのである。

3.3 組織的経営

中小企業・ベンチャー企業は、社長の強いリーダーシップによる経営である。しかし、株式公開を意識した中小企業・ベンチャー企業のコーポレート・ガバナンスの構築とは、ある意味、組織的経営への転換を形成させることともいえる。株式公開を意識したコンサルティング会社のベンチャー企業である社長は次の通り述べている。「コーポレート・ガバナンスは、会社が組織的に経営できる状態を求めている」¹⁸。すなわち、組織的経営は取締役会の正常化を包含し、監視システムを構築したうえで、経営者リーダーシップを発揮させることである。これについて、同コンサルティング会社の社長は次の通り述べている¹⁹。

あるひとりの人の専横によって経営されるものではありません。一中略― 社外取締役を入れると、社外取締役は、事業のことがよくわからないので、大所高所の建前論を言います。それ

を聴く耳をもっていれば、「良い指摘だな」と、受け入れられます。こうしたことは、社外取締役制度が機能していると言えると思います。

株式公開を意識した中小企業・ベンチャー企業の経営者は、社外取締役の意見をよく聴き、それらを取り入れながら経営することによって組織的経営が担保されるのである。もちろん、組織的経営の最高責任者は経営者である。これについて、電子部品製造会社の会長は次の通り述べている²⁰。

株式公開まできたら会社は、当然公器になります。しかし、経営者はその代表であると思います。私はやはりステークホルダーの代表者が経営者だと認識しています。

上記のとおり、コーポレート・ガバナンスの主権論の観点から、中小企業・ベンチャー企業の主権者は、あくまでも経営者である。しかし、今後は、組織的経営をしていくことが不可欠であり、その組織的経営の責任者は経営者であることを忘れてはならない。

3.4 監視システム

中小企業・ベンチャー企業では、経営者のトップダウン型が多い。そのため、大企業以上に強力な監視システムの浸透が期待できる。企業が主体的に監視システムを持っていることが、ステークホルダーへのアピールにもなる。株式公開は、いかに機能する監視の仕組みを持っているかということがポイントなのである。

具体例として先の電子部品製造会社会長が次の通り述べている²¹。

我々の会社は現在従業員 70 名程なのですが、だんだん規模が大きくなってくると、中小企業といえども自分一人では限界があります。そのため、専門の人を置かないと難しいと思います。また、第三者が監視しないと、社長自身が正しいと思っても、間違いを犯す恐れがあります。したがって、社内の役員に経営の監視を任命したところで、社長と同じレベルの経営者の仲間ですから同様に間違いを犯す恐れがあります。

上記の通り、社長だけでは、限界もあるし、間違いを犯す可能性も否めない。また、社内から登用した役員も社長と長年一緒に仕事をしてきた場合が多く、社長に右に倣えということにもなりかねない。そこで、社外取締役のような第三者による監視システムが必要となるのである。

また、監視システムによって、企業不祥事を未然に防ぐことも可能であろう。企業不祥事は、企業価値を落とす。伊藤邦雄・加賀谷哲之によれば、「15%企業価値が落ちるということは時価総額 1 兆円企業なら 1500 億円を失っている」²²と指摘している。中小企業・ベンチャー企業の場合でも、不祥事は、大企業同様に甚大な被害を与える。なぜなら、不祥事による信頼の失墜は、取引停止を招き、それが即、他社にとってかわられることになる。代替品のないような製品・サービスを提供している企業ならともかく、現代社会で代替品のないものなど、それほど多くはない。大企業より経営資源が乏しい中小企業・ベンチャー企業は、容易に破たんしかねない。したがって、中小企業・ベンチャー企業こそ、不祥事防止のための監視システムが必要なのである。

一方、IT ベンチャー企業の社長も、「経営層の監視」に重点を置くことについて次の通り主張している²³。

一般に言われる企業統治というのが、経営層を主体にされているもので、実際に事件が起きたものは、大手企業なのに中小企業的なオーナー企業、オーナーからの絶対命令によって起こっています。したがって、コーポレート・ガバナンスのターゲットが経営層に向いているという部分は、正しいのかなと感じます。そこで、当社では、経営層の横暴を否定することができる従業員の教育が必要だと考えて、ISOを導入し、段取りのプロセスを強化し、プロセス実行中に社長命令が来たとしても、従業員が極力「それは関係ない!」と言えるようにしています。こうした意味で業務の適正化の中に、権限・責任を明確化し、社長から指示があっても、プロセスを変えることができないという仕組みづくりをしています。

上記のことから、同社長は、自らが監視されるような仕組みづくりを構築し、オーナーとしての暴走を食い止めようとしているのである。その証左として、さらに、同社では、内部告発制度を構築している。当制度では、年1回、匿名版と記名版の2種類のアンケートを実施している。

また、従業員が極力「それは関係ない!」と言えるような仕組みづくりとして、管理職クラスのレベルアップを模索している。多くの企業の場合、社長命令がある一定の割合で正しい判断をしたとしても、時に、間違った判断を行う可能性がある。その間違いを指摘でき、社長に向かって「それは間違っている」と言える力量と堂々と言えるカルチャーも必要なのである。このことに気がついた同社長は、管理職クラスに対して人間性や労務管理に関する管理職教育をしている。中でも、行動力、説明責任、具現化に力を入れている。もし、こうした能力が無ければ、社長命令を管理職層がどのようにしたらいいのか具体的なプロセスを考えるとすることができず、管理職層は経営者の言いなりになってしまうからである。

さらに、同社長は、同社の監視制度に重きをおいたガバナンスを強化しても、モラルが抜けたら、上からの命令が防止できないことを強調する。そのため、「上からの命令に対して拒否できる従業員」が必要だと考えている。その手段の一つとして、内部告発保護制度という形で、告発した人を保護するルールを整備し、かつ、おかしいことはおかしいと認識でき、主張すべきだという最低限の教育が必要であると考えている。同社長は、この「おかしいことはおかしいと認識でき、主張すべきだ」という考え方を創業当時から持っていた。なぜなら、地元の地方でのベンチャー企業の社長の集まりで、ある社長が、学生時代から仲の良かった後輩を自分の会社に入れて、拾ってあげたのに横領・着服行為をして、実刑判決を受けたという話を聞いたことがあったからである。そして、その会社は、脱税行為まで発覚し、社長の不正まで表に出てしまった。その結果、従業員は実刑、社長は追徴課税をされたという事件を目の当たりにした。

また、同社長は、他社のカラ出張だけで1億円の経費を浮かしたことを、お酒の場でポロポロとしゃべってしまう他社の社長も目の当たりにした。

こうした数々の事件を身近に感じることで、同社長は、従業員には「罪をつくらせない!」という仕組みを考えたそうである。たとえば、同社では、数百万円になる振込の手続きをする場合、従業員を2人以上で行かせるようにし、魔がさすようなことをさせない環境作りをしている。これは、トップレベルであっても、2人以上で行くようにさせている。

結局、同社長に言わせれば、中小企業の場合、その人のモラルや素行が重要なのであり、そのためにも、「公明正大にまじめに社業に専念します」と言わせることから始めるのが重要であると考えている。

3.5 従業員の関与

長期的なコミットメントをもつステークホルダーとしてもっとも注目されてよいのは、従業員である。従業員は企業内部の事情にも精通しており、健全で活力のある企業経営を維持することに対して高いコミットメントを持っている²⁴。

日本企業においては、終身雇用制、年功序列制、企業内組合という日本の経営²⁵によって従業員を家族として考え、従業員から長期的かつ極めて高い協働意思を引き出す経営が本流であった。なぜなら、経営者は、経営家族主義の考え方を浸透させることで、家族である従業員を長期で教育し、育てていたのである。また、家族的な社員旅行や社内運動会も盛んに行われていた。しかし、21世紀に入り、わが国においてグローバル化の流れの中で、年功序列制は崩れ、組合も弱体化したが、終身雇用に関しては、長期安定雇用という言葉に置き換えられたものの、本来的な意味を失ってはいない。それは、日本の経営の3つの特徴の大元にある経営家族主義の精神が脈々と日本社会において存続しているからであろう。従業員を大事にする経営家族主義をベースに実践される中小企業・ベンチャー企業は、大企業以上に、従業員の生活に影響を与え、運命共同体的存在であった。

一方、法制度はともかく、「日本型ガバナンスは決して時代遅れではない」、「グローバル資本主義の不安定性の危機の時代になってきたからこそ、かえって従業員主権の意味が高まっていると思われる」と、慣行としての従業員主権を主張する伊丹敬之の意見もある²⁶。伊丹のコーポレート・ガバナンス論は、本質的に権力の問題であることを指摘し、「働く人々の権利」がしかるべく評価されるべきであるという観点から、コーポレート・ガバナンスの基本理念に従業員主権を置こうとする議論である。従業員主権を基本理念とするこの考え方は、決して権利の独占をねらうものではない。筆者らは、こうした考えに賛同し、経営者にガバナンスを任せきりにするのではなく、従業員も積極的に関与していくことが望ましいと主張したい。

他方、従業員は、顧客満足度の極大化に最も貢献する経営資源である。なぜなら、従業員は、リピーター顧客獲得に貢献し、顧客満足を継続的に提供する役割を担うからである。したがって、企業の主権者でもある従業員は、企業の利益に直結する顧客獲得に重要な役割を担っているのである。こうした、キーパーソンでもある従業員に対して、経営者は、情報開示は無論のこと、コーポレート・ガバナンス構築に積極的に関与してもらえる仕組みづくりも考えたほうがよいであろう。つまり、企業内における重要なステークホルダーである「従業員」の意見をより反映させる仕組みをつくるのが、企業統治の面で透明性と客観性を増す方法と考えられる。その切り口は、中小企業・ベンチャー企業が醸成してきた人間性善説的な立場を保持しつつ、もう一度コーポレート・ガバナンスの実践適用に接近すべきことであろう。

3.6 ソフト・ルール

コーポレート・ガバナンスを法的規制だけで、構築するのには限界がある。たとえば、ITベンチャー企業の社長は、株主総会において財務的な報告だけでなく、もっと経営者や従業員のやる気などの報告があっても良いと考えているのである。なぜなら、株主総会では、みんなが法に規定されていることで、数字しか見ていない傾向にある点を同社長は、指摘している。これについて、同社長は次のとおり述べている²⁷。

会社の雰囲気はどうか、笑顔で業務をしているか、サービス残業はないか、という部分で、社長でも把握するのは難しい情報なのですが、そういった情報が株主総会で発表されません。商法で規定されている管理財務面しか発表されないの、株主に対して説明責任を果たし

ているとはいえません。上場すると監査法人が入り、財務面だけに偏重しています。そういった意味で株主総会では経営陣がきちんと責任を果たすよう強いることができていないと思います。

同社社長の持論は、中小企業・ベンチャー企業が、株主に対して、株主総会での報告事項に違いがあっても良いと思っているのである。その違いとは、中小企業・ベンチャー企業の場合、企業の将来性ならびに従業員のやる気・情熱がより重要となっている点であると同社長は、主張する。それらは決して法でチェックすることができない。こうした法的規制によらない自主的ルール、すなわち「ソフト・ルール」が必要と考えられる。これについて同社社長は次のとおり述べている²⁸。

従業員が豊かな生活を送っているか、そのような会社のほうが「将来性がある」と感じます。大手企業と中小企業・ベンチャー企業の株主総会を比べたら、中小企業・ベンチャー企業は、戦略面をもっと見せるという形で、ボトムのことを伝えなければいけないというのが私の主張です。もしくは、従業員教育を充実させて、行動できる環境づくりをしなければいけません。

これは、現在の日本のガバナンスの概念が枠組みや数字ばかりに偏重され、プロセスや定性的な視点が重要視されない現状に対するガバナンスの限界であろう。これについて、同社社長は次のとおり付言している²⁹。

法律の限界です。会社、雇用を守るためには、もっと違うことをしなければいけないということで、そもそもガバナンスの目的は何かということが間違っています。労働者を守るために、適正な会社運営ができていくというのが、単純に不正をしているか否かで、結果論をみるようになっていきます。ガバナンスの本質として、不正の予防処置をしなければなりません。法律は結果論で会社に、死刑宣告をするか否かを決めています。それでは、変わりません。犯人を逮捕する仕組みと犯人をつくらないという仕組み、未然防止という違いがあります。

こうしたガバナンス論は異色かもしれない。しかし、法的規制によらない、ソフト・ルールが必要であることを示唆している。

4. おわりに

近代の経営は、ガバナンスの観点から出資と経営の分離の方向性が進む傾向にあり、株式市場を中心として経済発展に貢献してきた。出資と経営の分離による企業の利点は、株式市場を利用した広範な資金調達が可能になる点と、経営者による独断・暴走・不祥事の防止など経営の健全性を構造的に担保する効果が少なくとも考えられる。一方、出資と経営の分離による企業の懸念は、経営者のインセンティブが株主のそれと乖離してしまうことであり、経営者の迅速な意思決定ならびに強い事業継続意欲が削がれてしまう可能性がある。こうした出資と経営の分離の方向性が進む傾向にある近代の経営であっても、出資と経営が統合されている中小企業・ベンチャー企業は少なくない。しかし、こうした中小企業・ベンチャー企業にもコーポレート・ガバナンス構築が、今求められている。

本稿では、株式公開を意識した中小企業・ベンチャー企業に対するガバナンス構築の考え方について述べた。そのモデルの中核は、1. 社会の公器、2. 情報開示、3. 組織的経営、4. 監視システム、5. 従業員の関与、6. ソフト・ルール、である。

本稿で取り上げた事例では、監視システムを構築していたが、中小企業・ベンチャー企業は、通常、監視システムを持たず、いわば性善説に立った経営を行っている。また、多くの中小企業・ベンチャー企業でそれが功を奏していると思われる。しかしながら、コーポレート・ガバナンスを構築するという観点からは、それだけでは不十分である。中小企業・ベンチャー企業はその特徴や良さを保持しつつ、以上の6点を意識してみたらどうであろうか。こうした考え方は、誰もが共感できる重要な日本の中小企業・ベンチャー企業の性善説的価値観をベースにした経営に新規に取り入れられ、あるいは強化されてもよい事柄である。中小企業・ベンチャー企業の経営資源は大企業に比べて乏しいが、ここで紹介した6点を意識し、自社の現状に照らし合わせ、取り組みやすいところから段階的にでもコーポレート・ガバナンスの構築に取り組むことが大切である。なぜなら、それは、自社の企業価値の向上を試みることでもあるからである。本稿の示唆することが、現実の経営において追求されることを大いに期待したい。

【参考文献】

- ・ Navarro, M. S. & Anson, S.G. "Do families shape corporate governance structures?", *Journal of Management & Organization*, 2009, 15:327-345.
- ・ Shleifer Andrei and Vishny Robert W. (1997). "A Survey of Corporate Governance" *The Journal of Finance* Vol. 52, No. 2 (Jun., 1997), pp. 737-783.
- ・ アベグレン, J. 『日本の経営』 占部 都美 翻訳、ダイヤモンド社、1958 年。
- ・ 伊丹敬之 『日本型コーポレートガバナンス』 日本経済新聞社、2000 年。
- ・ 伊藤邦雄・加賀谷哲之 『ブランドリスクマネジメントと企業価値』 東洋経済新報社、2006 年。
- ・ 内田亨・山本靖・逆瀬川明宏 「日米コーポレート・ガバナンスの課題と日本の経営で共感される価値観—人間の経営を包含した経営哲学を目指して—」 『西武文理大学研究紀要』 第 18 号 2011 年。
- ・ 加護野忠男 「企業統治制度の改革のために：機関投資家と株主責任」 『国民経済雑誌』 第 182 巻 6 号 2000 年。
- ・ 住田俊二 「企業統治を考える」 『企業診断ニュース』、2007 年 7 月号。
- ・ 中小企業庁 『1999 年版中小企業白書』。
- ・ 日本経団連提言 『よりよいコーポレート・ガバナンスをめざして（主要論点の中間整理）』 2009 年 4 月 14 日。
- ・ 日本内部監査協会・八田進二監訳 『簡易版 COSO 内部統制ガイダンス』、同文館出版、2008 年。
- ・ 林芳利 「日本型経営システムとコーポレート・ガバナンス—中小企業のガバナンス」 『マネジメント・レビュー』、7, 179-213, 関西学院大学、2002 年 6 月。
- ・ 藤川信夫 『国際経営法学』 信山社、2007 年。
- ・ 三井秀範 「内部統制報告制度の円滑な実施に向けて」 『月間監査研究』、2008.6 (No.409)。
- ・ 吉森賢・斎藤正章 『コーポレート・ガバナンス』 放送大学教育振興会、2009 年。

脚注

-
- ¹ 吉森賢・斎藤正章 『コーポレート・ガバナンス』 放送大学教育振興会、2009 年。
 - ² 林芳利 「日本型経営システムとコーポレート・ガバナンス—中小企業のガバナンス」 『マネジメント・レビュー』、7, 関西学院大学、2002 年 6 月。
 - ³ 伊丹敬之 『日本型コーポレートガバナンス』 日本経済新聞社、2000 年。

-
- ⁴ 経済産業省『1999年版中小企業白書』経済産業省。
- ⁵ Shleifer Andrei and Vishny Robert W., “A Survey of Corporate Governance” The Journal of Finance Vol. 52, No. 2, Jun. 1997.
- ⁶ Navarro, M. S.&Anson, S.G. "Do families shape corporate governance structures?", Journal of Management & Organization, 2009, 15:327-345.
- ⁷ 指名委員会、報酬委員会、監視委員会。
- ⁸ Navarro, M. S.&Anson, S.G. "Do families shape corporate governance structures?", Journal of Management & Organization, 2009, 15:327-345.
- ⁹ 日本内部監査協会・八田進二監訳『簡易版 COSO 内部統制ガイダンス』同文館出版、2008 年。
- ¹⁰ 頼廣圭祐「継続的監査と継続的モニタリングの時代」『月間監査研究』、2008.6 (No.409)。
- ¹¹ CIA フォーラム研究会報告「内部監査人による J-SOX 対応 Q&A 集」『月間監査研究』、2008.7 (No.410)。
- ¹² 鶴田満彦「企業改革の経済学―森岡孝二『日本経済の選択』を読む」『経済科学通信』基礎経済科学研究所、2002 年 8 月号。
- ¹³ 電子部品製造会社会長インタビュー（2009 年 3 月 24 日）。
- ¹⁴ 同上。
- ¹⁵ 前掲 吉森ら(2009)。
- ¹⁶ 住田俊二「企業統治を考える」『企業診断ニュース』、2007 年 7 月号。
- ¹⁷ 前掲 電子部品製造会社会長。
- ¹⁸ コンサルティング会社社長インタビュー（2009 年 2 月 27 日）。
- ¹⁹ 同上。
- ²⁰ 前掲 電子部品製造会社会長。
- ²¹ 同上。
- ²² 伊藤邦雄・加賀谷哲之『ブランドリスクマネジメントと企業価値』東洋経済新報社、2006 年。
- ²³ IT ベンチャー企業社長インタビュー（2009 年 2 月 6 日）。
- ²⁴ 加護野忠男「企業統治制度の改革のために―機関投資家と株主責任―」『国民経済雑誌』、第 182 巻第 6 号 2000 年。
- ²⁵ アベグレン, J. 『日本の経営』占部 都美 翻訳、ダイヤモンド社、1958 年。
- ²⁶ 前掲 伊丹 (2000)。
- ²⁷ 前掲 IT ベンチャー企業社長。
- ²⁸ 同上。
- ²⁹ 同上。

テキストマイニング手法による水産養殖事業の重要 이슈 探索

－ポジ／ネガ要因の構造分析－

Exploring Issues for Aqua Culture Business by Text Mining Method:
Structural Analysis of the Positive Factors and Negative Factors

佐々木宏[†] 内田亨[‡]

要旨

本稿の目的は、水産養殖事業に関する重要な 이슈を特定し、その 이슈がどのように肯定的なことば（ポジ）または、否定的なことば（ネガ）に影響しているか明らかにすることである。方法としてテキストマイニング手法を活用して、2000年から2014年10月までの養殖関連の新聞記事を分析した。その結果、記事全体をクラスタ分類することで、企業、ジオグラフィック（グローバル／ローカル）、震災という 이슈を特定することができた。次に、各 이슈からポジ／ネガに至るパス（ポジ／ネガの決定要因）を分析したところ、わが国の大手水産会社3社からジオグラフィック変数に至るパスは、震災前では個別に有意な係数があるものの、震災後に失われていること、それとは対照的に、震災前後で大きな相違が見られるのは、ジオグラフィック変数からポジ／ネガに至るパスであることがわかった。この結果から、各企業の個別事象を超えて、グローバル／ローカル・ 이슈の問題とポジ／ネガが結び付いていることなど、いくつかの知見が得られた。

キーワード：水産養殖事業、テキストマイニング、グローバル、ローカル、東日本大震災

1. はじめに

「魚」は天然資源のひとつであり、健康志向などを反映した世界的な魚食ブームに伴い、価格の高騰や乱獲による資源の枯渇が懸念されている。しかし、これが化石燃料などの資源と決定的に異なるところは、養殖技術によって再生が可能だという点である。しかも、同じ再生可能資源でも森林のように長い期間がかかるわけではない。これまでのわが国の取り組みは最先端にあり、養殖技術の進歩により生産量を適切にコントロールできれば、高い品質保証とともに成魚の市場価格が安定すると期待されている。

ところが、そうした期待のなかで起きたのが2011年3月の東日本大震災で、東北の養殖事業は壊滅的な被害を受けた。その後、アベノミクスの登場によって国内経済は回復の兆しもみせたものの、円安の影響で養殖魚の餌に使う魚粉が値上がりし、事業収益を圧迫するようになっている。

このように、水産養殖をめぐる経営環境はグローバルな規模で変化しており、当該事業に対する評価もめまぐるしく移り変わっている。本稿で問題にするのは、水産養殖事業に対する評判が、震災前後でどのように変化したかについてである。そのため、新聞記事を用いて水産養殖事業に関する重要な 이슈を特定し、それらがどのように肯定的なことば（ポジ）あるいは否定的なことば（ネガ）に結びついているのかについて、その構造を明らかにする。

[†] Hiroshi Sasaki 立教大学経営学部 教授

[‡] Toru Uchida 新潟国際情報大学情報文化学部情報システム学科 教授

2. 水産養殖事業の概要

わが国の養殖事業は、1950年代のブリ養殖に始まる。「1950年代半ば頃に香川、和歌山両県で始まった戦後のブリ養殖業は、4～5年で1千トン水準を超えるように成長」¹していった。次に、養殖事業の転機になるのは、1977年の排他的経済水域の協定であろう。いわゆる「200カイリ問題」である。これによってわが国の漁船は今までの海域で自由に操業できなくなり、ここに「獲る漁業から育てる漁業」への転換が起こったのである²。200カイリ問題で大きな影響を受けたのは、サケ・マス漁であろう。そのため、200カイリ問題の直前に、国内におけるギンザケ海面養殖が、1976年に宮城県志津川湾で開始されている。その生産は「ピーク時の1991年には全国で27,000トンが生産された」³。また、ニチロは、「1976年に2.4トン、1977年に5.3トンの成魚を水揚げ、出荷し、海面養殖の企業化に成功した。そして同年から、志津川漁業協同組合をはじめとする宮城、岩手両県の漁協と提携したギンザケの養殖事業が本格化した」⁴。一方、日本水産は、「1980年代後半から、宮城県女川でギンザケの養殖事業をはじめていた。女川では稚魚の選別、飼料供給、成魚販売を日本水産がおこない、養殖そのものは現地の漁業組合などに委託していた。日本では海面使用权の問題があって、企業が養殖そのものを手がけることはできなかったからである」⁵。2001年時点において、「ギンザケ養殖が行われているのは、全国でも宮城県内の女川、志津川、雄勝、牡鹿町だけ」⁶である。このように、2011年の東日本大震災の被災地である宮城県は、重要な養殖事業の拠点であったといえる。

上記のとおり、日本の取り組みはこれまで最先端にあり、資源供給元としての国際的な地位向上にも十分貢献しうると考えられる。ところが、そのようななかで起きたのが2011年3月の東日本大震災である。東北の養殖事業は壊滅的な被害を受け、原子力発電所事故により近海の魚から放射性物質が検出されるなど、日本の魚に対する信頼も失われてしまった。たとえば、サケに関しては、「南三陸町では全3カ所のふ化場が津波でポンプなど設備の大半を流され、稚魚を育てるいけすにヘドロが流れ込んだ。一部は復旧したが生産能力は約400万匹と以前の半分に満たない」⁷。

また、大手企業の日本水産は、宮城県の女川町と南三陸町に保有する銀ザケ養殖場が、東日本大震災で大きな被害を受けた。代替地として同年末から境港市で試験的に銀ザケの養殖を始め、2013年は500トン弱を出荷し、2014年から本格的な生産に切り替えている⁸。このように、東日本大震災の影響は、サケの生産能力の減少や、他地域への養殖場の転換を余儀なくさせている。

3. 分析方法

本稿の分析では、新聞記事の中に含まれる肯定的なことば(ポジティブ)と否定的なことば(ネガティブ)に注目し、次の3点を検証する。

- ①養殖関連の重要なイシューを特定し、それぞれのイシューがどのようにポジ／ネガ(評判、評価)に影響しているか
- ②各企業とポジ／ネガの関係はどのようになっているか
- ③震災を経てポジ／ネガはどう変化したか

3.1 分析の流れ

水産養殖事業を行っているわが国を代表する企業として、日本水産、マルハニチロ、極洋の大手3社に着目し、下記の流れで分析する。

(1)記事の分類

クラスタ分析を使って全記事を分類し、経営環境の変化を表す 이슈 とタームを特定する。

(2)記事の定量化と分析

抽出したタームの出現件数をもとに定量化を行い、いくつかの統計手法を組み合わせて分析を行う。

(3)震災前後の相違

2000 年～2011 年 3 月(震災前)と 2011 年 4 月～2014 年 10 月(震災後)で、どのような違いがあるかを分析する。

3.2 データ抽出

日本経済新聞(朝刊)記事の 2000 年 1 月 1 日～2014 年 10 月 31 日を対象に、「養殖」をキーワードにして検索したところ 2,604 件がヒットした。ここから、会社人事(組織変更や役員人事関連記事)及び主要相場(定期的に開示される卸売市場の状況)に関連するデータを除外すると、2,399 件が残った。これを分析対象に定める。

4. テキストマイニング分析

4.1 記事分類

記事を 1 単位とし、頻度の高い 100 語を用いて K-means 法で 5 つのクラスタに分類したところ、図表 1 となった。記事の内容は、企業(販売)、グローバル(国際)、ローカル(国内)、養殖、震災にほぼ分類できることがわかった。そこで、これらの 이슈 がどのように語られているか(ポジ／ネガ)を分析することにする。なお、抽出データはすべて養殖に関連するデータであることから(「養殖」そのものが新聞記事の抽出条件)、このタームを除外し、企業(先述の 3 社)、ジオグラフィック(グローバル／ローカル)とポジ／ネガの関係を分析する。また、震災の影響については、震災前後でデータを分離してその違いを把握することにする。

図表 1 クラスタ分析と記事の分類

クラスタ	代表語	記事数
企業	販売 日本 同社 国内 養殖	539
グローバル	日本 養殖 稚魚 世界 魚	517
ローカル	東京 上昇 価格 需要 卸値	477
養殖	養殖 魚 東京 人 海	461
震災	宮城県 津波 東日本大震災 被害 復興	398
未分類		7

合計 2,399

出典 筆者作成

4.2 記事の定量化と時系列分析

記事内に出現した名詞の上位 500 語及び形容詞の上位 500 語から、企業(日本水産、マルハニチロ、極洋)、ジオグラフィック(グローバル／ローカル)、ポジ／ネガの関連ターム(下記①～⑤)を抽出し、時系列(各月ごと)に出現件数を集計した。

①企業関連：日本水産,マルハニチロ,極洋。

②ポジ関連：上昇,拡大,成長,期待,成功,人気,回復,協力,再開,増加,安全,効果,安定,実現,盛ん,好調,改善,安全性,再生,豊富,資源,保護,強い,美味しい,良い,美しい,しっかり,嬉しい,楽しい,明るい,面白い,温かい,きちんと,有り難い,優しい,力強い,効率よい,素晴らしい,底堅い,悪い+ない,興味深い,結構,幸い,感慨深い,やさしい,心づよい,親しい,望ましい,目新しい,眩しい,真新しい,程よい,良く,しつこい+ない,華々しい,可愛い,賢い。

③ネガ関連：減少,被害,問題,懸念,下落,規制,不漁,乱獲,恐れ,低迷,深刻,悪化,削減,不安,激減,縮小,困難,低下,心配,絶滅,難しい,厳しい,憂い,激しい,悪い,弱い,遅い,乏しい,鈍い,苦しい,狭い,恐い,暗い,ひどい,良い+ない,陰しい,淋しい,きつい,哀しい,悔しい,危ない,貧しい,不味い,甘い+ない,恐ろしい,惜しい,痛い,物足りない,危うい,強い+ない,しつこい,怪しい。

④グローバル関連：日本,中国,世界,輸入,国,米国,海外,輸出,タイ,世界的,チリ,台湾,輸入量,欧州,韓国,国際的,欧米,輸入品,太平洋,インドネシア,アジア,チリ産,中国産。

⑤ローカル関連：東京,国内,宮城県,全国,産地,地元,地域,国産,岩手県,現地,県,漁協,首都圏,北海道,長崎県,住民,自治体,自宅,食卓,大阪,宮城,福島県,鹿児島県,東京都,九州,都内,石巻市,岩手,茨城県,三陸。

なお、ここでは、下記を同一語として集計している。また、中国については国としての中国(グローバル)と中国地方(ローカル)が混在しているので、記事内容を見ていずれかを判断した。各キーワードの出現件数は、図表2のとおりであった。

- ・企業：日本水産と日水、ニッスイ；マルハニチロとマルハニチロホールディングス、マルハ、ニチロ、マルハニチロ水産。
- ・形容詞：表記の違い(たとえば「良い」と「よい」「佳い」「好い」「善い」「いい」など)。
- ・魚関連：マグロとまぐろ、鮪、ツナ；ブリとぶり、鰯；サケとさけ、鮭、サーモン。

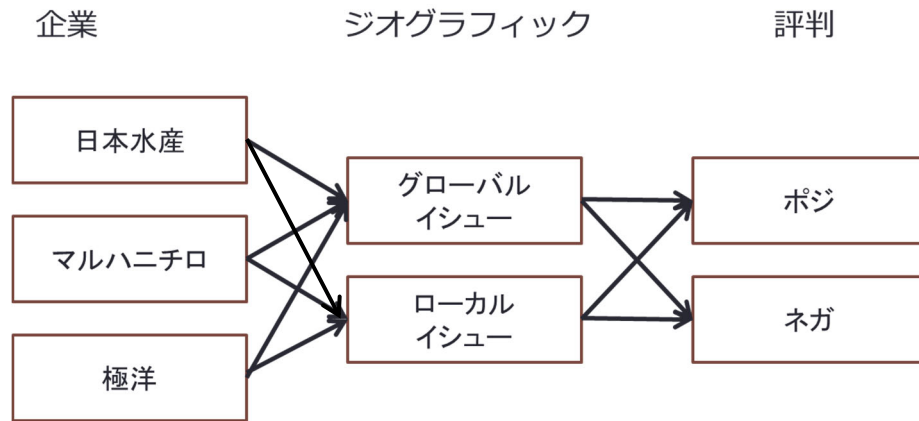
図表2 関連タームの出現件数

日本水産	マルハニチロ	極洋	ポジ	ネガ	グローバル	ローカル
135	130	32	1,697	1,464	1,384	1,744

出典 筆者作成

特定された 이슈を元に図表3のとおり分析モデルを構築し、上記の方法で定量化したデータセットを当てはめて検証する。分析にあたっては、各構成要素が月別に集計された時系列データであるため、多重共線性や自己相関性の問題に対して慎重に検討を行う必要がある。

図表3 分析モデル

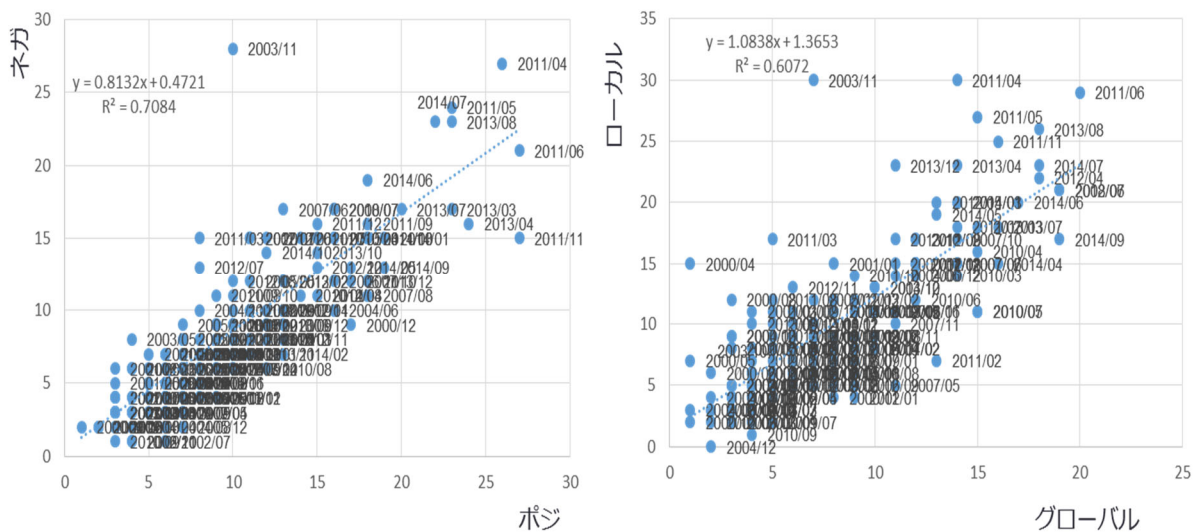


出典 筆者作成

(1) 従属変数間の相関

詳細な分析に先立ち、従属変数であるポジ／ネガの関係、仲介変数であるジオグラフィック変数間の関係を見てみると、いくつかの外れ値はあるもののいずれも相関が高いことが把握できた(図表4)。

図表4 ポジ／ネガ及びジオグラフィック変数間の関係(単位: 件)



出典 筆者作成

(2) 多重共線性

ポジ／ネガを従属変数、他の変数を独立変数として線形回帰を実施してみると、下記の結果が得られた。

① 従属変数をポジにしたとき(図表5)

グローバルとローカルについて $VIF > 2$ となっているものの、条件指数 < 10 なので共線性の疑いは弱く、許容範囲に収まっている。

図表 5 従属変数をポジにしたときの重回帰分析結果

		係数 ^a					共線性の統計量	
モデル		標準化されていない係数		標準化係数	t	有意確率		
		B	標準誤差	ベータ			許容度	VIF
1	(定数)	.980	.372		2.636	.009		
	ローカル	.401	.047	.458	8.466	.000	.385	2.594
	グローバル	.588	.070	.483	8.365	.000	.338	2.955
	日本水産	-.001	.224	.000	-.005	.996	.595	1.681
	マルハニチロ	-.108	.198	-.024	-.547	.585	.603	1.657
	極洋	.774	.509	.062	1.522	.130	.681	1.469

a. 従属変数 ポジ

		共線性の診断 ^a							
モデル		固有値	条件指数	分散プロパティ					
				(定数)	ローカル	グローバル	日本水産	マルハニチロ	極洋
1	1	4.159	1.000	.01	.00	.00	.02	.02	.01
	2	.923	2.123	.04	.02	.01	.03	.08	.23
	3	.406	3.201	.00	.01	.00	.17	.28	.74
	4	.296	3.747	.00	.00	.00	.75	.62	.00
	5	.165	5.016	.91	.16	.05	.00	.00	.01
	6	.052	8.979	.03	.81	.94	.03	.01	.00

a. 従属変数 ポジ

出典 筆者作成

②従属変数をネガにしたとき（図表 6）

①と同様に、許容範囲に収まっていることがわかった。

図表 6 従属変数をネガにしたときの重回帰分析結果

		係数 ^a					共線性の統計量	
モデル		標準化されていない係数		標準化係数	t	有意確率		
		B	標準誤差	ベータ			許容度	VIF
	(定数)	.262	.360		.727	.468		
	ローカル	.560	.046	.662	12.213	.000	.385	2.594
	グローバル	.306	.068	.260	4.494	.000	.338	2.955
	日本水産	-.260	.217	-.052	-1.198	.233	.595	1.681
	マルハニチロ	.146	.191	.033	.764	.446	.603	1.657
	極洋	1.057	.493	.088	2.146	.033	.681	1.469

a. 従属変数 ネガ

		共線性の診断 ^a							
モデル		固有値	条件指数	分散プロパティ					
				(定数)	ローカル	グローバル	日本水産	マルハニチロ	極洋
	1	4.159	1.000	.01	.00	.00	.02	.02	.01
	2	.923	2.123	.04	.02	.01	.03	.08	.23
	3	.406	3.201	.00	.01	.00	.17	.28	.74
	4	.296	3.747	.00	.00	.00	.75	.62	.00
	5	.165	5.016	.91	.16	.05	.00	.00	.01
	6	.052	8.979	.03	.81	.94	.03	.01	.00

a. 従属変数 ネガ

出典 筆者作成

(3)ARIMA 分析

ポジ／ネガ変数を従属変数、ジオグラフィック変数(グローバル／ローカル)と 3 社(日本水産、マル

ハニチロ、極洋)を独立変数として、ARIMA(p,d,q)モデル(ただし p：自己回帰；d：差分；q：移動平均)を適用する。なお、ここでは養殖関連の話題に季節性の変動はないと考える。次の組み合わせを用いて ARIMA(0,0,0)を当てはめた。

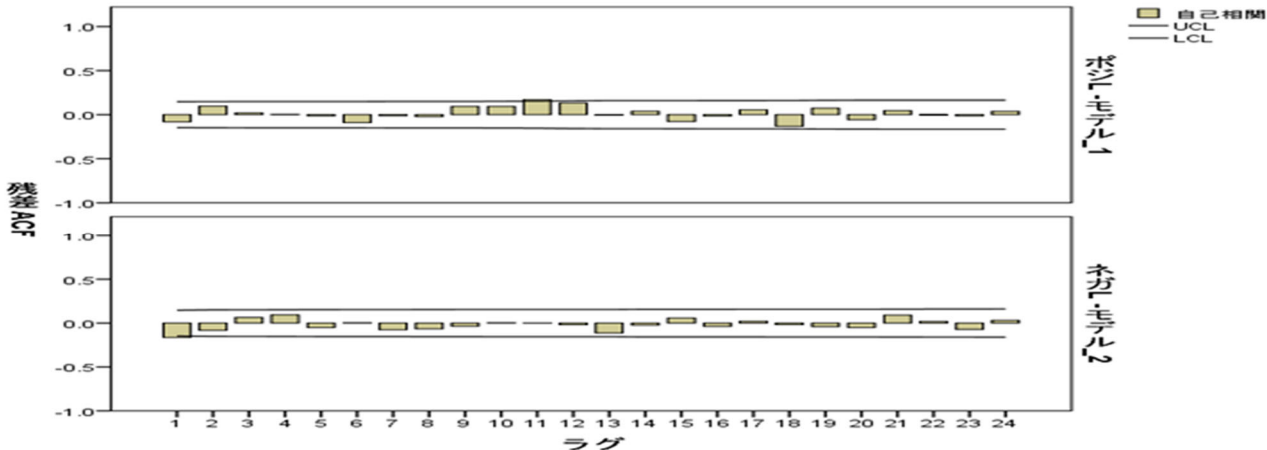
- ①ポジ／ネガ変数：原データ(未変換)、自然対数変換
- ②ジオグラフィック変数：原データ(未変換)、移動平均(3 期)

すると、ポジ／ネガ変数を自然対数、ジオグラフィック変数を移動平均(3 期)で変換を施した時に、最も当てはまりのよい結果が得られた(図表 7)。モデルの適合度(R2 乗)、Ljung-box の有意確率、コレログラム(自己相関プロット)の状況から、許容範囲と判断する。

図表 7 ARIMA(0,0,0)モデルの適用結果

モデル統計量							
		モデル適合統計量	Ljung-Box Q(18)				
モデル	予測変数の数	定常 R2 乗	統計	DF	有意確率	外れ値の数	
ポジL-モデル_1	5	.575	22.513	18	.210	0	
ネガL-モデル_2	5	.555	14.731	18	.680	0	

ARIMA モデル パラメータ							
				推定値	SE	t	有意確率
ポジL-モデル_1	ポジL	変換なし	定数	1.143	.070	16.216	.000
	ローカル移動平均	変換なし	分子	.042	.011	3.809	.000
	グローバル移動平均	変換なし	分子	.062	.016	3.889	.000
	日本水産	変換なし	分子	.054	.036	1.515	.132
	マルハニチロ	変換なし	分子	.032	.033	.959	.339
ネガL-モデル_2	極洋	変換なし	分子	-.032	.083	-.380	.705
	ネガL	変換なし	定数	.860	.082	10.516	.000
	ローカル移動平均	変換なし	分子	.062	.013	4.803	.000
	グローバル移動平均	変換なし	分子	.049	.019	2.644	.009
	日本水産	変換なし	分子	.038	.041	.919	.359
	マルハニチロ	変換なし	分子	.049	.038	1.289	.199
	極洋	変換なし	分子	-.011	.097	-.112	.911



出典 筆者作成

4.3 ポジ／ネガ構造分析

4.2 の検討結果から、今回のデータでは次の変数変換を行うことで、多重共線性や自己相関性の問題を回避できると考えた。この操作を行ったデータを用いて、図表 3 のモデルを検証する。

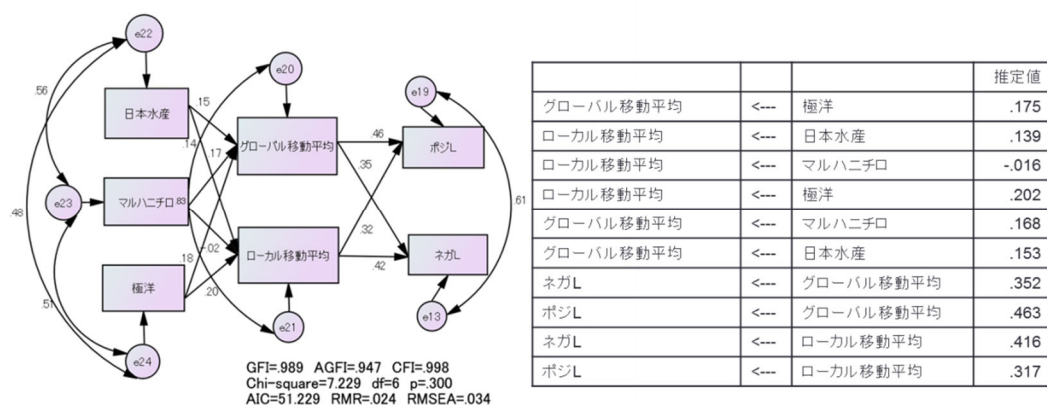
- ①ポジ／ネガ変数を自然対数に変換する

- ②グローバル変数とローカル変数を移動平均値(3 期)に置き換える
- ③その他の変数は、集計値そのものを使う

(1)全体モデル

図表 8 は、全データを用いてポジ／ネガに至る構造を分析した結果を示している。GFI、AGFI、CFI、RMSEA などの指標から、このモデルの適合性に問題はないと判断できる。

図表 8 全体モデル



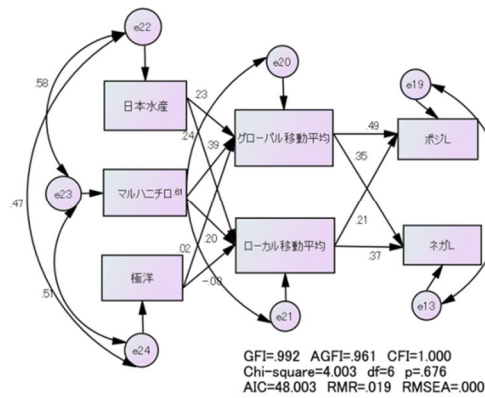
			推定値	標準誤差	検定統計量	確率
グローバル移動平均	<---	極洋	1.479	.699	2.115	.034
ローカル移動平均	<---	日本水産	.668	.434	1.538	.124
ローカル移動平均	<---	マルハニチロ	-.069	.392	-.176	.860
ローカル移動平均	<---	極洋	2.354	1.013	2.325	.020
グローバル移動平均	<---	マルハニチロ	.519	.271	1.915	.056
グローバル移動平均	<---	日本水産	.533	.300	1.777	.076
ネガL	<---	グローバル移動平均	.065	.017	3.781	***
ポジL	<---	グローバル移動平均	.075	.015	5.083	***
ネガL	<---	ローカル移動平均	.056	.012	4.475	***
ポジL	<---	ローカル移動平均	.037	.011	3.481	***

出典 筆者作成

(2)震災前後の相違

図表 9 は震災前データ、図表 10 は震災後データをそれぞれ当てはめて分析した結果を示している。GFI、AGFI、CFI、RMSEA などの指標から、この 2 つのモデルの適合性にも問題はないと判断できる。

図表 9 震災前モデル

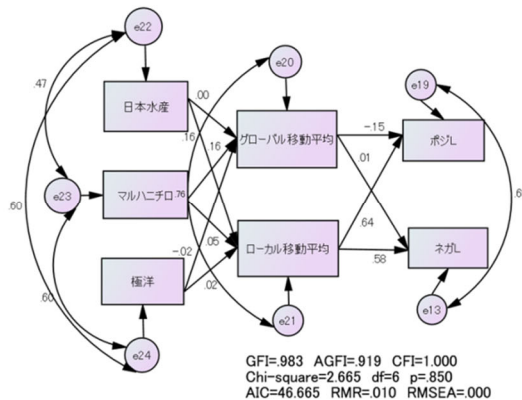


			推定値
グローバル移動平均	<---	極洋	.023
ローカル移動平均	<---	日本水産	.238
ローカル移動平均	<---	マルハニチロ	.202
ローカル移動平均	<---	極洋	-.076
グローバル移動平均	<---	マルハニチロ	.392
グローバル移動平均	<---	日本水産	.235
ネガL	<---	グローバル移動平均	.347
ポジL	<---	グローバル移動平均	.490
ネガL	<---	ローカル移動平均	.365
ポジL	<---	ローカル移動平均	.210

			推定値	標準誤差	検定統計量	確率
グローバル移動平均	<---	極洋	.164	.617	.265	.791
ローカル移動平均	<---	日本水産	.661	.283	2.334	.020
ローカル移動平均	<---	マルハニチロ	.503	.262	1.923	.054
ローカル移動平均	<---	極洋	-.612	.785	-.780	.435
グローバル移動平均	<---	マルハニチロ	.876	.206	4.259	***
グローバル移動平均	<---	日本水産	.585	.223	2.628	.009
ネガL	<---	グローバル移動平均	.078	.020	3.952	***
ポジL	<---	グローバル移動平均	.093	.017	5.585	***
ネガL	<---	ローカル移動平均	.073	.018	4.164	***
ポジL	<---	ローカル移動平均	.036	.015	2.397	.017

出典 筆者作成

図表 10 震災後モデル



			推定値
グローバル移動平均	<---	極洋	-.017
ローカル移動平均	<---	日本水産	.158
ローカル移動平均	<---	マルハニチロ	.051
ローカル移動平均	<---	極洋	.024
グローバル移動平均	<---	マルハニチロ	.161
グローバル移動平均	<---	日本水産	-.003
ネガL	<---	グローバル移動平均	.008
ポジL	<---	グローバル移動平均	-.153
ネガL	<---	ローカル移動平均	.578
ポジL	<---	ローカル移動平均	.636

			推定値	標準誤差	検定統計量	確率
グローバル移動平均	<---	極洋	-.085	1.040	-.082	.935
ローカル移動平均	<---	日本水産	.715	.868	.823	.410
ローカル移動平均	<---	マルハニチロ	.197	.738	.267	.790
ローカル移動平均	<---	極洋	.173	1.509	.114	.909
グローバル移動平均	<---	マルハニチロ	.423	.509	.830	.407
グローバル移動平均	<---	日本水産	-.008	.599	-.014	.989
ネガL	<---	グローバル移動平均	.001	.031	.045	.964
ポジL	<---	グローバル移動平均	-.021	.027	-.770	.441
ネガL	<---	ローカル移動平均	.064	.021	3.035	.002
ポジL	<---	ローカル移動平均	.060	.019	3.201	.001

出典 筆者作成

5. 考察と本研究の限界

5.1 考察

本稿の目的は、新聞記事データを元にして養殖関連の重要 이슈を特定し、それがどのようにポジ／ネガに影響しているか、各企業とポジ／ネガの関係はどうか、震災を経てポジ／ネガはどう変化したかを検証することにあった。まず、記事全体をクラスタ分類することで、企業、ジオグラフィック(グローバル／ローカル)、震災という 이슈を特定することができた。

次にポジ／ネガの関係をみたところ、両者の相関は強い(図表4)。新聞記事では話題性の高い(件数が多い)とき、ポジティブな評価とネガティブな評価が同時に(片方だけではなく)増加する傾向があることを意味している。また、グローバルな話題とローカルな話題についても同様である。とくにポジ／ネガとも多く語られている時期に注目すると、震災直後が多く、大きなインパクトをもたらしたことがわかる(図表4)。さらに、目視から2003年11月のみ著しくネガティブな記事件数が多く(ポジ：10、ネガ：28)、回帰直線から大きく乖離している。記事内容から、養殖コイの大量死が大きな話題になっていることがわかった。

さらに、ポジ／ネガ構造の分析から3社からジオグラフィック変数(グローバル／ローカル)へのパスとして、下記のことが把握できた(図表8～10)。

- ①全期間を通じた、各社からジオグラフィック変数へのパスは、極洋からグローバル0.175(5%有意)、極洋からローカル0.202(5%有意)のみである(図表8)。
- ②震災前の各社からジオグラフィック変数への係数は日本水産からローカル0.238(5%有意)、日本水産からグローバル0.235(1%有意)、マルハニチロからグローバル0.392(1%有意)のみである(図表9)。
- ③震災後の各社からジオグラフィック変数への係数では、5%有意のものはない(図表10)。

一方、ジオグラフィック変数からポジ／ネガへの係数からは、下記のことがわかった。

- ①全期間では、グローバルからポジ、ローカルからネガへのパスが強く(0.463と0.416：いずれも1%有意)、グローバルからネガとローカルからポジ(0.352と0.317：いずれも1%有意)を上回っている(図表8)。
- ②震災前では、グローバルからポジが0.490(1%有意)と最も高く、次いでローカルからネガ0.365(1%有意)、グローバルからネガ0.347(1%有意)、最後のローカルからポジは0.210(5%有意)と低い(図表9)。
- ③震災後では、ローカルからポジ／ネガのパスが強くなり、ローカルからポジ0.636(1%有意)、ローカルからネガ0.578(1%有意)となっている。グローバルからのパスは有意性が失われている(図表10)。

以上を整理すると、まず、3社からジオグラフィック変数に至るパスは、震災前では個別に有意な係数があるものの、震災後に失われている。このことは、震災後に各企業の個別事象を超えて(その話題の大きさに関わらず)、グローバル／ローカル・イシューの問題とポジ／ネガが結び付いていることを示唆している。次に、ジオグラフィック変数からポジ／ネガに至るパスについて、震災前後で大き

な相違が見られることが把握できた。具体的には、震災前はグローバル・ 이슈が多いほどポジティブな話題が多く、ローカル・ 이슈が多いとネガティブな話題が多くなる傾向が見られた。それに対し、震災後はローカル・ 이슈が出現するほどポジ／ネガのいずれも記事として出現する頻度が高くなっている。

5.2 本研究の限界

本稿では新聞記事を元に、重要なタームの出現数をもとに時系列データを構成し、統計的手法を適用した。分析プロセスで明らかになったテキストマイニングの問題を2点指摘したい。

一つ目は、記事データを定量化する際の問題である。新聞記事は、Web の WOM(クチコミ)などと比べるなら、日本語としての完成度は高い。しかし、本稿のテーマである養殖関連の話題だけに限っても、類似語は多く、それらをすべて同一語とカウントしなければ分析の信頼度は高まらない。特に、今回は「中国」に関する話題がグローバル（国としての中国）とローカル（中国地方）の両方に混在していることがわかり、カウントの際は記事データに遡っていずれかを判断しなければならなかった。

カウントの対象とした重要タームは、出現頻度の高い名詞(500 件)と形容詞(500 件)から定めた。ところが、たとえば名詞の上位 10,000 件まで拡大すると「サロマ湖」という単語の存在が確認できる。すると、厳密にはこれをローカルな事象を示す単語として識別しなければならないことになる。これを突き詰めて考えるなら、2,399 件の記事に現れるあらゆる単語に対し、単語の属性としてグローバルに該当／非該当、ローカルに該当／非該当など、ひとつひとつ決めていかなければならないであろう。一方、今回のテキストマイニングの目的は、ビジネス界で起きた水産養殖事業に関する全体傾向の把握であり、そのためには名詞(500 件)と形容詞(500 件)の条件で十分であったと考えられる。テキストマイニングは、こうした学術的厳密性と実務的整合性のバランスの上に成り立っていることがしばしばで、本稿もその例外ではない。

二つ目は、定量化した時系列テキストデータに対する統計的厳密性の確保である。時系列データは季節変動に配慮しつつ、対数変換、差分、移動平均、ラグなどを組み合わせて定常時系列に転換するのが常である。ところが、養殖に関する話題には基本的に季節変動がなく（季節ごとに話題が繰り返されることは多くない）、3 企業、グローバル／ローカル関連、それらに関する極めて豊富な話題が移り変わっていることに特徴が見られた。事前検証の結果から、比較的単純な変数変換(自然対数変換と移動平均)により多重線形性や自己相関性の問題を回避できると解釈し、処理を進めた。ただし、図表 7 のコレログラムを見るとわかるように、ごく一部限界に達している部分も存在しており、これを許容してよいのかという議論はあるかもしれない。また、図表 3 の分析モデルへの展開についても、同様である。とはいえ、できる限り操作化を容易にし、既存手法を適用してポジ／ネガの構造を可視化するという目的に対しては、重要な示唆を得ることができたと考えられる。

【謝辞】 本研究は日本学術振興会平成 25 年度科学研究費助成事業基盤研究 (B) (研究課題名：水産養殖事業のビジネスモデルに関する国際比較研究、課題番号：25285125) の助成を受けて研究された。この場を借りて感謝の意を表する。

参考文献

- ・内田亨「わが国におけるサケ養殖事業の課題と今後の可能性サケ」『西武文理大学研究紀要』第 17 号、2010 年。
- ・熊谷明「ギンザケの冷水病」『日本水産学会誌』71(4), 2005 年。
- ・崔正 鈞、市川英雄「魚類養殖業の経営と漁協の役割ーブリ養殖業を中心としてー」『鹿児島大学水産学部紀要』第 45 巻、1996 年。
- ・細野明雄『南米チリをサケ輸出大国に変えた日本人たち』ダイヤモンド・ビッグ社、2010 年。

脚注

-
- ¹ 崔正 鈞、市川英雄「魚類養殖業の経営と漁協の役割ーブリ養殖業を中心としてー」『鹿児島大学水産学部紀要』第 45 巻、1996 年、45 頁。
 - ² 内田亨「わが国におけるサケ養殖事業の課題と今後の可能性サケ」『西武文理大学研究紀要』第 17 号、2010 年。
 - ³ 熊谷明「ギンザケの冷水病」『日本水産学会誌』71(4), 2005 年。
 - ⁴ 細野明雄『南米チリをサケ輸出大国に変えた日本人たち』ダイヤモンド・ビッグ社、2010 年。
 - ⁵ 同上。
 - ⁶ 「三陸特産ギンザケ、今年も値崩れ 養殖業者『これじゃ全滅』＝宮城」『読売新聞』2001 年 7 月 2 日朝刊。
 - ⁷ 「気仙沼から南三陸へ稚魚 135 万匹、サケ養殖、つなぐ絆『同じ被災地』復興願う」『日本経済新聞』2012 年 3 月 24 日、朝刊 42 ページ。
 - ⁸ 「日水、鳥取沖で養殖本格化、『境港サーモン』生食用に、宮城産より出荷時期早く」『日経 MJ（流通新聞）』2014 年 3 月 17 日、14 ページ。

新潟県における養殖事業の可能性
—妙高ゆきエビおよび村上鮭の事例を通して—
Potential of Aquaculture Business in Niigata Prefecture:
Case Studies of Myoko Snow Shrimp and Salmon of Murakami

高山 誠* 平松 庸一† 内田 亨‡

要旨

本稿では、新潟県における妙高ゆきエビと村上鮭の養殖事業の事例を報告する。前者は、陸上養殖という特徴的な事例で、十分な技術によって良質な「製品」を作ることができた。しかし、販売面で、同種の他社製品や天然物と質の差別化ができず、また価格相応の価値を訴求することができないギャップ（chasm）によって、失敗した事例である。後者は、歴史と街づくりに裏打ちされた観光産業はじめ鮭の商品化を現在も進行しており、地方色豊かな事例である。地方発の養殖事業は、今後「漁業の6次産業化」の推進が課題であろう。つまり、養殖による水産物の生産だけでなく、2次産業的な水産物加工や3次産業的な情報やサービス、観光をも視野に入れることである。

キーワード：養殖、エビ、サケ、漁業の6次産業化

1. はじめに

昨今、世界規模での生態系の破壊を抑止する活動が加速されており、生態系維持の視点からも水産養殖事業は重要である。漁獲技術の向上や先進国における健康志向もあいまって、世界の漁業生産量は過去30年間に約2倍に急増している。グローバル規模で水産物へのニーズは間違いなく増加傾向を示すだろう。各国の海洋技術開発や産業振興の優先は海洋の生態系を崩し、海の天然資源の多様性が失われつつある。こうした状況下において、魚をはじめ水産物は、日本人の食卓において重要な食材である。近年、こうした水産物は、健康食ブームによって世界的に需要が増加している¹。中でも、国連食糧農業機関（FAO）によれば、エビは、金額ベースで最大の単一商品であり、国際的に取引水産物（2008年）の合計値の15%に達している²。特に、養殖エビは、市場で重要な役割を果たしており、養殖による生産量の割合をみると、1992年の30%から2012年には、生産量の過半数を超えて56%になっている³。また、わが国は、米国につぎ、世界で2番目のエビの輸入国である⁴。

一方、鮭の需要もここ10年でかなり増加しており、取引水産物に占める世界シェアは、12%に達している⁵。

わが国に目を向けると、家計による1人1年当たりの購入数量に関して、1965年を「1.0」としたとき、2008年では、鮭は「2.0」となっている。これは、カツオ「1.6」、サンマ「1.5」、マグロ「1.2」をおさえて、主要な魚の中で最も増加している⁶。

他方、2008年時点のわが国の水産物輸入金額ベースでは、1兆5,644億円になるが、品目別にみると、輸入金額が多い順にマグロ・カジキ類(14%)、エビ(13%)、サケ・マス類(8%)となっている⁷。

本稿では、こうした国内外のデータから、エビおよび鮭が重要な水産物であると考え、新潟県でのエビと鮭の養殖事業の事例を報告する。

* Makoto Takayama 新潟大学大学院技術経営研究科 教授

† Yoichi Hiramatsu 新潟大学大学院技術経営研究科 准教授

‡ Toru Uchida 新潟国際情報大学情報文化学部情報システム学科 教授

2. エビ養殖事業の事例

2.1 妙高ゆきエビの誕生

株式会社アイ・エム・ティー（International Mariculture Technology Co.：以下 IMT）は、「陸上養殖」の研究開発、技術の向上、改良を行うために 1997 年に創設された。同社は、屋内養殖を目的とした屋内型エビ生産システム（Indoor Shrimp Production System：ISPS）を開発した。同システムを実際に導入したのは、新潟県の企業であった。まず、「妙高市から 2005 年にプランと誘致の打診を受けた」⁸。このシステムの実用性を実証するために、2006 年 10 月 2 日に新潟県妙高市の建設業である岡田土建工業株式会社が筆頭株主となって、IMT 他 2 社との共同出資により 6,000 万円の資本金で設立されたのが、妙高雪国水産株式会社（以下妙高雪国水産）であった。妙高雪国水産は、世界で初めての「閉鎖循環方式による屋内型エビ生産システム」によって、2007 年 9 月から養殖を開始し、2007 年 12 月には、「妙高ゆきエビ」（登録商標）の試験販売を開始した。

日本初の「閉鎖循環方式による室内型エビ生産システム」のプラントであるから、当然ながら実用化できるかどうか十分に実証されていなかったが、下記の通り、幾つかの条件が重なったことにより実現できた。

- 1) 新潟県が全県の建設業に新たなビジネス展開を推進した。
- 2) 不況であった妙高市の建設業が多角化の方向を模索していた。
- 3) 妙高市が造成した用地の使用者がほとんど決まらなかったで、残っている井頭部工業団地から用地を安価で借りられた。
- 4) 筆頭株主となった建設会社が設備を建設したため、ゼネコンに委託すると 10 億円必要であった建設費を 3 億円に抑えることができた。
- 5) 筆頭株主となった建設会社が余剰人員を提供する同時に、経理などの事務作業を無料で引き受けたため、管理費を安価ですませることができた。
- 6) 出資した建設会社に対して、他の建設会社が地元の余剰人員を経理などの事務作業のために無料で引き受けたため、管理費が安価ですませることができた。
- 7) 妙高の雪解け水である良質の地下水を使用できた。
- 8) 出費は運営に直接関わる費用のみであった。

2.2 通常海面養殖に対する閉鎖循環方式陸上養殖

閉鎖循環方式陸上養殖は主に、海水に生息する魚介類の養殖を陸上で行う養殖方法である。「基本的な考え方は、魚の生態に合った静的な環境を人工的に実現するということである」⁹。使用される海水は循環濾過され再利用を行い、蒸発分などの追加補充を行う。また、海水とは異なり好適環境水を代用し、海から遠い地域山間部などでの養殖も可能となっている。

利点は、閉鎖した設備の中で環境を管理するため、赤潮、ウィルス、魚病、荒天等の外的要因を受けにくく、歩留が高い。高い濾過力と周辺設備により、大量の養殖が可能である（対海水重量比最大 8%の魚介類が飼育できる）。たとえば、「通常の養殖密度の 10 倍以上の密度で養殖可能」¹⁰ともいわれている。年間を通じて水温を調整できるので、養殖期間が短くなり生産性が高い。また出荷時期についても調整が可能である。陸上養殖のため飼育作業の負担が少ない。管理体制が確立し履歴を確実

に残す事ができるので、トレーサビリティ（追跡調査）が可能である。水流、照度、水中音、水温の制御により、養殖魚のストレスを軽減できる。

一方、問題点は、施設の初期投資コストや海面養殖ではほとんどかからない電気代や設備維持費など多くのコストがかかる。ある水産養殖事業関係者によれば、人件費まで計算すると、「稚魚 1 匹当たり 2000 円のコストがかかる場合もある」¹¹とのことである。

同方式により、クエ、マダイ、ヒラメ、オニオコゼ、トラフグ、シマアジなどの高級魚が養殖されて出荷されている。また、アワビの陸上養殖では、施設建設や維持管理のコスト、人件費等の問題があり、陸上養殖でコストを削減するためには、揚水量を少なくし、収容数を高める必要があるとされている¹²。

しかし、陸上養殖は、自然環境への負荷が低いとして今後期待できる技術である。なぜなら、エビの海面養殖の環境問題に関しては、問題が多かった。たとえば、インドネシア、タイの地域では、「マングローブを破壊して養殖池を作ったり、抗生物質を大量投与するため、自然破壊が指摘されている（大手商社）。日本の胃袋は養殖エビと同時に次々と産地を食いつぶしていく」¹³。また、「環境庁が意見を聞いたのはNGO約二十団体。その主張で、有害物質の国際取引を制限するバーゼル条約の批准作業を進めることや、日本向けのエビ養殖場として伐採される熱帯林の問題が追加された」¹⁴などあげられる。つまり、エビ養殖をするためにマングローブを伐採して、池を作る。そして、エビの大量生産および早期出荷のために、その池で、密集して飼い、大量の給餌をすることによって、病気が発症しやすくなる。その病気を抑えるために抗生物質を使用することになるのである。そのため、汚染状況がひどくなると、次の池に移動するのである。こうして、新たな養殖池を切り開いていくことにより、現地の環境を破壊していくことになるのである。

閉鎖式陸上養殖の利点は、環境対策だけではない。「欧米では、『オーガニックフィッシュ』として価値を認められている」¹⁵。「例えば、養殖の際、病害防除剤や栄養剤を使用せず、天然の餌のみを使用したり、病害や環境汚染の発生を防止するため、過密養殖をしない、排泄物の堆積を避ける」¹⁶などあげられる。しかし、現在までのところ、日本では、こうした価値が認められているとはいえない。

2.3 妙高ゆきエビの養殖技術の改良とメリット

妙高ゆきエビは 21 世紀になって主流となったバナメイと同じ品種であるが、天然物での呼び名であるバナナエビを呼称している。車えびは、エビ類では最も早く養殖技術が確立された。他種のエビよりも蛋白質とビタミンの要求量が高く、配合飼料も高価である。他方で、生産技術が高レベルで海外へ技術輸出できない。高価な飼料を要する上、飼育が困難（死に易い）な為、海外養殖での大量生産に向かない。また、国内に根強く継続操業する養殖業者が多く、「生き」流通が崩れていない為、冷凍輸入の市場が拡大しない。既存業者は、国内外からの競争圧力が少ないが、新規参入するには、室内養殖が難しいうえに、販路が確保されていないので冷凍して販売しなければならない。したがって、売れる保証も無いために、断念した。

一方、バナメイの特徴は次のとおりである。「バナメイの利点は高い生産効率とされてきた。他品種よりも少ないたんぱく質で早く成長し、高密度で飼っても病気が発生しにくい」¹⁷。以上のとおり、バナメイを選定した理由は育て易い、成長が速いことであった。半年以上飼育すると LL サイズとなり高価で販売可能なサイズとなるが、飼育に要するコストと利益を考え、M サイズまで養殖して出荷す

ることとした。

室内養殖開始当初、細菌やウィルスによる病気が発生し、大量死するなど問題が発生した。これを解決するため、1. 養殖密度、2. 攪拌速度、3. 水流速度、4. 水垂直循環による酸素濃度を均一化、5. 給餌方法、6. フィルターによる濾過方法、などを改良し、衛生・水質を保ちながら、抗生物質などの薬剤等使用せず、安心安全な食材であることを目指した。水流を起こしているため身が引き締まった食感がある。なぜなら、「水流のあるプールではじっとしてられない。流されないように泳ぎ続けることが適度な運動になり身が締まって歯応えのある食感が生まれる」¹⁸のである。飼育時、梱包時に、ストレスが多いと身の鮮度が落ちることから、ストレスを少なくして甘みを出すように凍結方法にも工夫を行った。これらの養殖法に関し、2007年に特許を取得した。

こうした改良により、安心、安全、環境に良く、バナメイよりも旨い、甘みが強く、脂肪分が少ない（運動するため）エビを養殖できるようになった。通常のパナメイは回転寿司で供されるが、妙高ゆきエビははるかに高級食材で一般的にはあまり出回らず、主に天婦羅専門店がこだわって使用するようになった。地元の高速道路のサービスエリアに一般道路の道の駅を併設した「道の駅あらい」では、ゆきエビ天ぷらそばが販売されており、お土産用冷凍ゆきエビも販売されている。

泳いで育つゆきエビは旨く、脂肪も少なく、飼育中の餌の食べ残し、糞の除去をすれば味も良くなる。これを実現するために、「プールの底に敷いたコンベヤーが、エサの残りかすやフン、脱皮した殻などを自動的に除去する」¹⁹構造になっている。酸素供給と水の循環を良くすれば、味が良くなるとともに養殖密度と成長速度をあげることができる。食味を増すための工夫は、エビを泳がせながら栄養価の高い餌を与えることで、豊富な旨味成分を形成すると同時に食感を良質にする。また、育成環境をより自然に近い形にすることで、エビに与えるストレスを軽減させ、旨味の損失を防いでいる。その目的で、育成水槽内を毎日清掃し、常に良質な環境を保つことにより、水産物特有の「臭み」や雑味が無く、エビ本来の味を出すように改善した。

2.4 妙高ゆきエビが乗り越えられなかったキャズム

建設会社には販売先があるわけではなく、営業活動を開始した際には、下記の通り、予想外の反応があった。

- 1) 「食味のどこが違うのか？客に分かるのか？」と聞かれ、返す言葉が無かった。
- 2) 回転寿司などで仕入れる養殖エビであるバナメイの仕入価に比べ3－5倍高い。
- 3) サイズM程度では、日本人が好む大きなサイズで無く、値段も高い。
- 4) 安価な天然物とどこが違うのか？

このような状況を打開するために、飛び込み営業で広範囲に行き、売込み先と販売チャネルを開発するためにコンサルタントに依頼するなど、努力をした。しかし、順調に期待通りの売上があるわけではなく、支援をしていた筆頭株主の岡田土建工業株式会社は手を引くこととなった。2013年に事業撤退したが、残った社員が仕事を得るために是非続けたいと申し出た。そのため、妙高雪国水産株式会社として2013年12月に再建し、営業担当を工場長として残し、人員を最小限に抑えて事業再開した。当面は、地元の料亭、レストラン、旅館／ホテルなどへの販売を中心とする予定だが、希望としては、将来は、首都圏への販売も行おうとしている。

倒産するまでは、技術開発は相当一生懸命に行って成果を出していた。独自の技術である ISPS 技術の向上を図り、IMT の他に、独立行政法人国際農林水産業研究センター、独立行政法人水産総合研究センター増養殖研究所と共同で、2009 年、第 7 回産学官連携功労者表彰、農林水産大臣賞受賞を受賞している。また、新潟県の地域資源（「妙高のエビ」）に認定されている。その成果は、「中東の砂漠で野菜を育てることを可能にする、海のない内陸国で海産物を獲る日本の技術」というタイトル、「あり得ない場所で・・・"絶品の味"を作る！」というサブタイトルで、テレビ東京のガイアの夜明けで放映された。さらに、2014 年 8 月 28 日の BS ジャパン と 8 月 30 日の日経 CNBC でも再放送されるほど成功した。また、2014 年 5 月 26 日の日本経済新聞の 1 面でも、モンゴルの首都ウランバートルでの、屋内型エビ生産システムの着工の記事が紹介されている²⁰。内陸国であるモンゴルでのエビの養殖事業は初となる事例である。

このような技術開発へのたゆまない努力に対し多大な費用が発生する。一方で、収入は無く、研究開発と維持管理に費用がかかり、維持ができなくなったために、倒産した。岡田土建工業によると、「2008 年のリーマンショック以降の景気低迷や海外の低価格品との競争などから売り上げが減少していた」²¹と述べられている。

こうした事例は、「技術とものづくりでは成功するが、後が続かない日本の企業」と同様にみえる。とくに、新事業をスタートする際には、技術よりも如何に販売するか、無駄なコストをおさえるかが最も大事であることを、ゆきエビ養殖の誕生、中止、再建は物語っている。

譲渡されたのは IMT エンジニアリング株式会社で、同社は、「コストの見直しを図り、県内や隣県、首都圏での販路拡大や養殖システムの普及に努めたい」²²と述べている。

3. 鮭養殖事業の事例

3.1 村上の鮭養殖事業の進展

新潟県村上地方では、鮭のことをイヨまたはヨオと称しており、これはイヲ（魚）から転じたものである²³。名類聚抄によると我が国において鮭という漢字が使用され始めたのは平安時代中期以降であるらしい。古文書から村上の鮭は、江戸幕府への贈答用であったことは疑うべくもない²⁴。徳川実記によると天保二年（1645 年）三月十二日の本多能登守忠義（越後村上藩主）が新鮭を将軍家へ献上したと記されている。同実記によると徒歩にて村上から江戸まで十一日かかっていた時代に六日で届いたとの記録から鮭を江戸へ届けるためにわざわざ馬を飛ばしたことが推察される。つまり、村上にとって鮭は幕府への重要な税であったことがうかがえる。そのため、村上の人達は一尾の鮭を大切に扱い、数百を超える鮭料理を開発し、鮭に関して古来、知恵と工夫が伝えられてきたのである。このことは、村上市の一人当たり鮭消費量が日本一であると言われていることから伺える。

前述の通り、鮭は村上藩を代表する産品であったが、1700 年以降その漁獲が年々減少し、不漁ゆえの入札中止の年も出現するにいたった。村上藩は、有力な財源であった鮭の漁獲増大を模索していたときに、漁獲ではなく養殖事業のひとつとして積極的保護策からの増殖を提言したのが青砥武平治（1713～88）であった。彼の考案した方法は、三面川に分流を設けてこれに鮭を導いて産卵させて育て、春に本流に返すというものであった。「世界でもいち早く三面川に分流を設けて鮭を導き、産卵させる孵化システムを作った」²⁵のである。村上藩は、青砥の方法を採用し、30 年以上にわたる鮭の保護増殖施策を継続し種川を完成することに成功した。この村上藩の採用した種川の制は、鮭の産卵時期に柵を設けて鮭を囲い込み、春に鮭の子が日本海に帰る時期に禁漁にするというものであり、日本

初の鮭天然繁殖法となった。長期にわたる自然保護的増殖施策によって鮭の豊漁を導き、運用金が寛政8年（1796年）には千両を越したと言われており、青砥の発明は村上藩の財政を改善し、さらに明治期には種川の制が北海道に伝わり多くの河川で採用され日本の鮭養殖に大きな貢献をなしたのであった²⁶。

日本における鮭の養殖事業の進歩概要は、江戸時代の青砥の天然繁殖法に始まり、明治期の伊藤一隆と札幌農学校の人口孵化から千歳中場への展開、そして昭和期の鮭・ます孵化事業（1970年頃）成功へと展開されてきた²⁷。

以下に現在の村上・三面川の鮭の誕生から放流までを横川（2005）からまとめる。

図表1 鮭の誕生から放流まで

ステップ	養殖内容
1. 採卵・ 受精	メスの鮭の腹を切り開いて採卵（約3千粒／1尾）したものに、オス3尾の精子を絞り出しすばやく混ぜあわせる。 ＊人口孵化では受精卵の約97%が孵化するが、天然孵化では20%程度である。
2. 洗浄・ 移植	受精卵が完全に吸水し、卵膜が硬化する間は抵抗力も強いが、その後は振動に対して弱くなるので四十分以内に静かに孵化槽に収容（移植）し、その後、発眼するまで直射日光が当たらないように室内を暗くして飼育する。
3. 孵化器	水温8度で約30日で受精から発眼したものを検卵する。受精後二か月で孵化する。 ＊生まれたばかりの稚魚は紫外線に弱く、明るいと騒いで動きまわり、死んでしまうことが多い。そのため飼育に際しては、遮光して真っ暗にすることが重要である。
4. 飼育	浮上してから一週間ぐらいから餌付けが行われる。体重が0.5グラム程度になるまでは地下水だけで管理し放流まで約二か月かかる。
5. 放流	鮭の稚魚の放流時期は、三面川では四月上旬を最終として、開始時期に関しては二月上旬ころから始まる。体長5～6センチ、体重1～1.5グラムに成長したところで、川の水温が7～10度、沿岸海水温で10～13度の時期を選んで放流することとなる。

出典 横川（2005）pp.6-14より筆者作成

3.2 考察

村上における鮭から発生したビジネスは、単なる鮭の漁獲に終わらずまちづくりに及んでいる。村上市庄内町を中心に12月に開催される越後村上鮭塩引き街道は新潟を代表する冬の風物詩になっている。村上にとって鮭はまちそのものであると言っても過言ではなく、ここから多くのビジネスが展開・発展してきた。観光産業をはじめ鮭の商品化は、多品種に及んでいる。「加工品の種類は100以上にのぼる」²⁸。また、イヨボヤ会館²⁹の館長も「村上にはサケを使った料理が約100種類もある」³⁰と述べている。例えば、三面川を遡上する鮭に塩をして干した塩引き鮭³¹、新鮮な秋鮭の卵を一粒一粒丁寧にほぐしてオリジナル醤油ダレに漬け込んだいくら、鮭弁当やおにぎり、茶漬けの具材として定番の焼鮭粗ほぐしなどは誰もが知る商品である。

新潟市を中心とした今後のまちづくりの方向性を実証的に調査するため筆者は2014年3月に行った新潟と関東の2地点において各100人からなる約200サンプルの質問紙調査を実施した（清水・平松，2014）。それによると、新潟は食に対する信頼性と高いイメージが定着しており、食・まちづくり・ク

リーンエネルギーなどの多視点から観光事業の促進を通じて、戦略的なまちづくりの重要性が導出された。本稿による村上の鮭の自然養殖を軸としたまちづくりへの展開はまさに実証調査の結果とも適合するものであった。

村上の鮭は、商品ブランド→事業ブランド→組織ブランド→地域ブランドの展開の成功事例といえるだろう。養殖は、水質やえさの栄養管理、化学物質や水銀等の危険因子を除外した安全な鮭の産出も可能であり、村上の鮭ビジネスが提起してきたように安全性だけでなく味の追求も可能なのである。

4. おわりに

本稿では、新潟県におけるエビと鮭の養殖事業の事例を報告した。前者は、陸上養殖という特徴的な事例で、十分な技術によって良質な「製品」を作ることができた。しかし、販売面で、同種の他社製品や天然物と質の差別化ができず、また価格相応の価値を訴求することができないキャズムによって、失敗した事例である。後者は、鮭の養殖としては、量的には、目を見張るほどのものではないが、歴史と街づくりに裏打ちされた観光産業はじめ鮭の商品化が現在も進行しており、道半ばの事例である。いずれにせよ、地方発の養殖事業は今後、脚光を浴びていくであろう。そして、養殖としての生産だけでなく、地方から世界への進展も期待できる。近年、「農業の6次産業化」が提唱されている^{3,2}が、「漁業の6次産業化」も農業同様に推進すべき課題であろう。つまり、養殖による水産物の生産だけでなく、2次産業的な水産物加工や3次産業的な情報やサービス、観光をも視野に入れることである。こうした漁業の6次産業化の概念もあれば、妙高ゆきエビの事例は、失敗を回避できたかもしれない。その意味で、村上の鮭の事例は、今後とも期待したいところである。

【謝辞】本研究は日本学術振興会平成25年度科学研究費助成事業基盤研究(B)(研究課題名:水産養殖事業のビジネスモデルに関する国際比較研究、課題番号:25285125)の助成を受けて研究された。この場を借りて感謝の意を表する。

参考文献

- ・Food and Agriculture Organization of the United Nations *THE STATE OF WORLD FISHERIES AND AQUACULTURE* 2010, Rome.
- ・今村奈良「農業の6次産業化の理論と実践の課題」『ARDEC』No.47, 2012年。
- ・内田亨「わが国におけるサケ養殖事業の課題と今後の可能性」『西武文理大学研究紀要』第17号、2010年。
- ・清水義晴・平松庸一『研究レポート:新潟市の新産業創造構想』えにし屋、2014年。
- ・水産庁『平成20年度水産白書』農林統計協会、2008年。
- ・水産庁『平成25年度水産白書』農林統計協会、2013年。
- ・鈴木鉦三『三面川の鮭の歴史』財団法人イヨボヤの里開発公社、1982年。
- ・千川裕、山内繁樹、中塚卓朗、金田友紀「多段式流水水槽を用いた陸上養殖におけるエゾアワビの成長に及ぼす飼育密度と水槽位置の影響」『水産工学』48(3), 2012年。
- ・村上光由『図説水産概要』、成山堂書店、2000年。
- ・横川健『三面川の鮭—越後村上写真』、朝日新聞出版、2005年。

脚注

¹ 内田亨「わが国におけるサケ養殖事業の課題と今後の可能性」『西武文理大学研究紀要』第17号、2010年。

² Food and Agriculture Organization of the United Nations *THE STATE OF WORLD FISHERIES AND AQUACULTURE* 2010, Rome.

-
- ³ 水産庁『平成 25 年度水産白書』農林統計協会、2013 年。
- ⁴ 前掲 Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010)。
- ⁵ 同上。
- ⁶ 前掲水産庁 (2008)。
- ⁷ 同上。
- ⁸ 「開発物語—アイ・エム・ティー『妙高ゆきエビ』(食材最前鮮)」『日経 MJ(流通新聞)』2011 年 5 月 2 日、14 ページ。
- ⁹ 村上光由『図説水産概要』、成山堂書店、2000 年。
- ¹⁰ 同上。
- ¹¹ A 社研究所 B 氏インタビュー (2013 年 11 月 4 日)。
- ¹² 干川裕、山内繁樹、中塚卓朗、金田友紀「多段式流水水槽を用いた陸上養殖におけるエゾアワビの成長に及ぼす飼育密度と水槽位置の影響」『水産工学』48(3), 2012 年。
- ¹³ 「アジアに拡大『日本の畑』(下) 養殖えびの教訓—使い捨てで産地枯れる」『日本経済新聞』1995 年 8 月 4 日、朝刊 1 ページ。
- ¹⁴ 「地球環境問題、NGO 表舞台へ—発言力強化へ連帯 (日曜版)」『日本経済新聞』1992 年 5 月 31 日、朝刊 9 ページ。
- ¹⁵ 「陸上養殖勉強会 初会合に 100 人超参加」『水産経済新聞』2013 年 4 月 2 日。
- ¹⁶ 前掲村上 (2000)。
- ¹⁷ 「開発物語—妙高雪国水産『妙高ゆきエビ』(食材最前鮮)」『日経 MJ(流通新聞)』2012 年 9 月 9 日、14 ページ。
- ¹⁸ 同上。
- ¹⁹ 「@news.越後—『妙高雪エビ』本格出荷へ」『日本経済新聞』2007 年 10 月 27 日、朝刊 22 ページ。
- ²⁰ 「生鮮品プラント、海外へ」『日本経済新聞』2014 年 5 月 26 日、夕刊 1 ページ。
- ²¹ 「妙高雪国水産経営を譲渡」『新潟日報』2014 年 1 月 24 日。
- ²² 同上。
- ²³ 鈴木鉦三『三面川の鮭の歴史』、財団法人イヨボヤの里開発公社、1982 年、3 ページ。
- ²⁴ 同上、8 ページ。
- ²⁵ 「鮭文化息づく新潟・村上、風土が生んだ多彩な料理 (おとなの楽校)」『日経プラスワン』2003 年 1 月 18 日、11 ページ。
- ²⁶ マルハニチロ株式会社サーモンミュージアムホームページ <http://www.maruha-nichiro.co.jp> (2014 年 9 月 10 日)。
- ²⁷ 同上。
- ²⁸ 「新潟・村上城下町が育むサケ文化—自然の増殖装置、藩潤す (食ナビ)」『日本経済新聞』、2014 年 11 月 18 日、夕刊 7 ページ。
- ²⁹ イヨは地元方言でサケ、ボヤは魚の意味「新潟・村上市、イヨボヤ会館開館—サケの生態など紹介」『日本経済新聞』地方経済面、22 ページ。
- ³⁰ 「イヨボヤ会館 (村上市) —サケの産卵・生育を観察 (信越スポット)」『日本経済新聞』、2011 年 8 月 6 日、地方経済面 22 ページ。
- ³¹ 新潟県の三面川を遡上してきた、脂がのって肉質もしまっているオスの鮭を、内臓やエラを「止め腹」という独特な切り方で取った後、あら塩をすり込んで 1 週間ほど塩漬けにする。それを水洗いして日本海特有の浜風で寒風干しにして仕上げる (「地域ブランド A to Z 塩引き鮭」『日経 MJ (流通新聞)』、2013 年 11 月 18 日、5 ページ)。
- ³² 今村奈良「農業の 6 次産業化の理論と実践の課題」『ARDEC』No.47, 2012 年。

大学の情報共有基盤に関する一考察
On an Information Sharing Platform for Universities
西山茂*
Shigeru Nishiyama

要旨

行政や民間企業と同様に大学においても情報共有、知識の伝達は重要課題である。しかし、企業等は構成員の利害はかなり共通的であるが、大学はその構成員である学生、教員、事務職員の利害や特性はかなり異なる。このため、これまでに企業や行政に対して多数検討されてきた情報共有の機能や仕組みが必ずしも適しているとは言えない。

本稿では、実際の情報共有基盤の実現するための基礎的な情報とするために、情報共有の意味や現状を概観したうえで、大学における情報共有基盤に対する要求条件を明らかにする。

キーワード：情報共有、Web、メール、掲示板、知識共有

1. はじめに

行政や民間企業においては、組織内の情報共有、知識の伝達は重要事項であり、様々な試みがなされている。

一方、大学においても同様に情報共有、知識の伝達は重要課題であるが、大学は、学生、教員、事務職員という利害がかなり異なる集団から構成されるため、行政や企業と同じ機能や仕組みが必ずしも最適であるとは言えない。

このため、本稿では、大学における情報共有基盤に対する要求条件を明らかにして、今後情報共有基盤の構築するための基礎的な情報を与える。

2. 情報共有の現状

ICT の発達により、今日多様な情報共有が行われている。本章では情報共有の様々な側面を概観する。

2. 1 情報発信と情報共有

所有している情報を第三者に開示する目的には、情報発信と情報共有がある。以下にその定義を示す。

(1) 情報発信：自分の主張や第三者に認知して欲しい情報の開示。例えば、広告や SNS による情報開示

(2) 情報共有：他者にとっても有益であるまたは有益であると考えた情報の開示。インターネット上では Wikipedia、オンライン辞書等がこれに含まれる。企業（組織）内では、顧客情報、ノウハウに関する情報、会議・会合の情報等がある。

情報共有は、情報発信の一部であると考えられるが、本稿では上述の定義によって情報開示を分類し、このうちの情報共有について考察を進める。

2. 2 情報共有

今日のように、技術や社会システムが複雑化してきている状況では、少数の人間で課題に取り組むことは不可能であり、多数の人間が課題を分担して取り組む必要がある。この課題に取り組む人間の数は、数十人から、場合によっては、数百人、数千人にもなること

*NISHIYAMA, Shigeru [情報システム学科]

がある。プロジェクトがその典型である。

このように多数の人間で 1 つの課題に取り組む場合に必須なものが情報共有である。どのような情報を共有すべきかは、取り組む課題、取り組む組織、取り組む人間によって異なる。しかし、どのような場合であっても、①容易に、②誤りなく、③機に即して情報を共有出来ることが重要である。

情報の共有は太古の昔から行われてきた。洞窟に狩りの絵を描く、口伝する、印刷物を頒布する、等であるが、これらは、上記の 3 条件を満たす情報共有法ではない。

以下で情報共有という用語の定義を試みる。

「情報」という用語は、あまり定義のはっきりしない（明確に定義されていない）用語であり、使用者ごとに少しずつ異なる。しかし、情報共有をテーマとする本稿ではなにがしかの定義が必要である。ここでは、「こと・ものに関する知識」と緩く定義しておく。

一方、「共有」とは法的には、「所有権などある一定の権利が複数の主体によって支配・利用されている状態のこと（Wikipedia）」とされているようであるが、本稿で扱う組織内の情報共有の分野では、所有権はあまり意識されない。情報分野での共有に関して、次のような定義がある。

「ネットワークにつながっているコンピューター上のファイル、プリンター、ハードディスクなどの周辺機器を、ほかのコンピューターから利用する機能やサービス」。この定義はかなり物理（ハード）寄りである。ハードの共有は、本稿で扱う「情報共有の基盤」として重要であるが、本稿では、インフラとしてこれが存在することを仮定する。

そこで、本稿では、情報共有とは、次のように定義する。すなわち、情報共有とは、「こと・ものに関する知識」を一定の制約の下で、情報の所有者が 1 人以上の他の「誰か」にアクセスすることを許すことである。電子的な情報の場合、ネットワークとコンピューターを使ったシステムによってこれを実現する。ここでのアクセスは、参照のみに限らず、追加、修正、削除を含むものとする。また、情報の所有者とは、当該情報を創造または利用可能にした（する）人を指す。さらに本稿では、情報の所有者と「他の誰か」は、同一組織に属するものとする。インターネットによる公衆情報共有は対象としない。

情報共有で大学が企業や行政と決定的に違うのは、組織内に「外部」があることである。すなわち、大学は学生が存在して初めて大学であり、これとの情報共有を抜きにした情報共有は意味をなさない。企業や行政の構成員は統制の効く「部内者」と考えてよいが、学生は組織に属する「部外者」であり、大学の情報共有はこの点を理解する必要がある。この意味では基礎的自治体（市町村等）の「行政機関」と「市民」の関係に近い点もあるが、連結性（結びつきの強弱）あるいは依存性の観点からは大きく異なる。

2. 3 知識管理

組織における情報共有の必要性、方法を明らかにしたのは、野中らが提唱したナレッジマネジメントであろう¹⁾。野中等は、この中で人の持つ知識を「暗黙知」と「形式知」に分類した。「暗黙の知識」とは「経験や勘に基づく知識であり、言葉などで表現が難しい知識」と定義し、一方「形式知」は、文書化された（つまり形式化された）知識とした。ナレッジマネジメントでは、「暗黙知を形式知にして組織で共有し、これにより、より高次の知識を生み出す」としている。この共有化、高次化を 4 段階の SECI*プロセスで実現する。SECI プロセスを以下に示す。

※このプロセスの名称は、各段階の英語名称の頭文字をとったものである。

- イ) 共同化 (**S**ocialization)：組織内の個人、または小グループの暗黙知を共有し、それを基にした新たな暗黙知を創造すること。
- ロ) 表出化 (**E**xternalization)：各個人、小グループが有する暗黙知を形式知として洗い出すこと。
- ハ) 連結化 (**C**ombination)：洗い出された形式知を組み合わせ、それを基に新たな形式知を創造すること。
- ニ) 内面化 (**I**nternalization)：連結化によって創造された形式知を組織に広め、新たな暗黙知として習得すること。

SECI プロセスでは、イ→ロ→ハ→ニと進み、再びイに戻る。

企業や行政などでは、組織の存続上この「暗黙知」を「形式知」に変化して組織内での情報共有化を考えるこの SECI モデルは重要であると考ええる。

大学という組織を考えると、そこにも経営上の「暗黙知」はあるとしても、企業ほど多くはなく、大部分は形式的情報／知識であり、この共有が問題になるように思える。しかし、大学には大学運営を円滑に進める（大学行政管理と呼ぶ）に、教員を主体とした各種委員会があり、教員は組織運営に不慣れなこともあり「暗黙知」が多く存在するようである。この意味で野中等の提案は大学にも適用できる。ただし、本稿は情報共有への要求条件を明らかにすることが目的であり SECI についてはこれ以上立ち入らない。

2. 4 情報共有の相

情報共有には次の 2 つの相がある。

- (1) 伝達の相
- (2) 議論の相

情報には、単純に伝達（連絡）すればその役割が終わるものと、提案された情報が確定されたものではなく、利用者間の議論によって情報が変化し、最終的には合意という形で確定されるものがある。前者の状態にある情報の相を伝達の相、後者の状態にある情報の相を議論の相と呼ぶことにする。

2. 5 共有情報のアクセス法

共有する情報へのアクセスには次の 2 つがある。

- (1) Pull 型 (Web 型)
- (2) Push 型 (メール型)

情報共有を望む利用者が、自ずから進んで情報を取りに行く形態が Pull 型の情報共有であり、利用者の意志には関わらず、情報提供者から強制的に情報を与えられる形態が Push 型である。前者は Web、後者はメールに代表される。

Pull 型の情報共有では、取り忘れなどにより情報の欠落が生じることがある一方、Push 型では、欠落の不安はないが、不必要な情報までもが提供され、それによりかえって情報の混乱が生じるというデメリットがある。

2. 6 情報共有機能（技術）

情報共有機能（技術）には次のようなものがある。

- (1) Web 機能
- (2) 掲示板機能
- (3) メール機能
- (4) ファイル共有機能

以下、個々の項目を説明する。

2. 6. 1 Web 機能

HTML と HTTP による情報共有であり、いわゆるホームページ (HP) を使った情報共有である。この方式では、基本的には情報を提供し編集できるのは、HP の所有者または情報の所有者であり、その他の HP 利用者は、情報を参照するだけである。

この方式による情報共有は、ネットワーク技術の発展と HTML 技術の発展により今日多様なサービスが提供されている。

Web 機能による情報共有は pull 型の情報共有であり、また、Web 上にある情報の多くは、伝達の相にある。

2. 6. 2 掲示板機能

Web 機能の応用であり、参加者全員が閲覧するとともに書き込むことのできる点が通常の Web 機能とは異なる。大勢で情報共有や議論ができるところが次に述べるメールと類似しているが、利用者が積極的に閲覧しないと情報が得られない点が大きく異なる。また、議論の履歴を比較的容易にたどれる点が優れている。

掲示板機能による情報共有は pull 型の情報共有であり、掲示板にある情報の多くは、議論の相にある。

2. 6. 3 メール機能

今日極めて多用されている情報共有形態である。

メールの基本的な情報共有は、1 対 1 の情報共有であるが、CC や BCC を利用することにより、また、ML (メーリングリスト) を利用することにより多数の利用者との情報共有が可能である。

また、メールは提供された情報に対して「返信」、「転送」等の機能を使って、直ちに反応ができるといった大きなメリットがある。

メール機能による情報共有は push 型の情報共有であり、メールによってやり取りされる情報は、伝達の相にあるものと議論の相にあるものがある。

2. 6. 4 ファイル共有機能

文字通り「ファイル」を共有する方式である。ファイルのプロファイル設定にもよるが、この方式の情報共有では、掲示された情報の修正、追加、削除 (以下、変更という) が可能である。このような場合、誰がどのように変更を行ったかを管理することが重要であるが、これを適切に行うための様々なアイディアが提案されている。

Web、掲示板、メールが比較的少ない情報共有のために用いられるのに対して、ファイル共有では大量の情報共有に用いられることが多い。例えば、マニュアル、周知文書等がその例である。

2. 6. 5 情報共有機能のまとめ

以上を整理したものを表 2-1 に示す。

表 2-1 情報共有機能のまとめ

機能	共有される情報の量	アクセス法	相
Web	多い	Pull	伝達
掲示板	多い	Pull	議論
メール	少ない	Push	伝達及び議論
ファイル共有	多い	Pull	多くは伝達

2. 7 企業、大学以外の組織における情報共有状況

今日多様な情報共有が行われている。その理由は以下のとおりである。

- (1) インターネットによる情報（発信）共有技術の発達
- (2) ビジネス／社会活動のグローバル化²⁾
- (3) ビジネスの高速化

上記の(2)、(3)は(1)の帰結と考えることができる。つまり、(1)によって、(2)、(3)が実現された（あるいは可能になった）と考えることもできる。しかし、(2)、(3)がさらにインターネット技術、インターネット情報共有技術を高度化しており、これらは正のフィードバックの関係があると考ええる。

組織や企業の中では、様々な手段によって情報共有が行われているが、主流は、①メール機能と②Web 機能（社内ポータル、グループウェアなどと呼ばれることがある）である。また、ファイル交換手段として③ファイル共有機能（狭い情報共有）が利用されている。

なお、米国では音声メール（Voice Mail）という機能が CTI※により利用されてきた。2008 年の Blog に「もう Voice Mail はもうやめよう」という趣旨の記事が掲載されており³⁾、未だに利用されているのではないかと考える。日本では、図 1 のような変遷をたどり、Voice Mail はほとんど普及・定着していない（外資系企業では利用しているかもしれないが、調査していない）。

※Computer Telephone Integration の頭字語。電話とコンピューターとの結合により高度のサービスを提供する。日本国内ではコールセンターでの利用が多い。

掲示板機能は、個人的なレベルでは、SNS や各種掲示板（2ちゃんねる等）で多く利用されているが、企業や組織ではあまり利用されていない。これは企業や組織内で公に議論をするという文化が日本ではあまりなじまないためではないかと考える。実際、筆者が某自治体の勤務していたおりに組織内掲示板を復活普及させようと試みたが、利用者が少なく、断念したことがある。

2. 8 新潟国際情報大学の情報共有状況

新潟国際情報大学（以下、本学と記す）における情報提供は以下のものがある。

- (1) 紙類

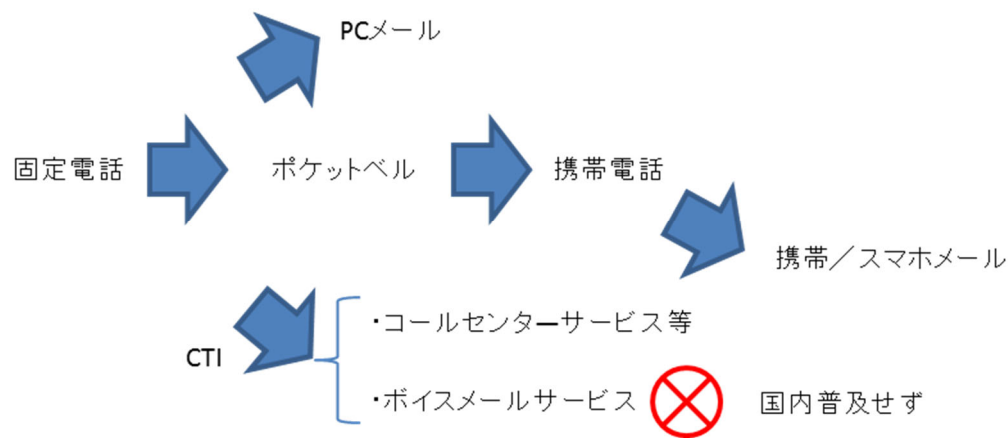


図 2-1 国内の電話とメールの変遷

(2) メール

(3) ポータルと呼んでいる Web サイト。主に以下の機能がある

①掲示板、②メール（伝言）、③データ収集、④ファイル配布・回収（収納）、⑤他学内サイトへのリンク

(4) ファイル共有システム

(5) CAI（Computer Aided Instruction、コンピューター支援教育）機能

(6) 大学 HP、SNS（Twitter、facebook、LINE 等）

現在でも紙ベースで共有される情報はかなり多く、主流であると言える。紙ベースで共有される資料は、学則や寄付行為、全学教授会の資料、事務局等からの依頼、指示、周知事項に関する資料等がある。学則や寄付行為は余り頻繁に参照する情報・資料ではないため、依然として紙ベースとしているようである。その他の資料が紙ベースである理由は、教員の中には PC 等の電子機器に十分慣れていないものがあるということもあるが、耐否認性（見ていない、配布されていないと言にくい）や情報の紛失に強いということもある。

教職員の間の電子的な情報共有は、前節で述べた企業等の傾向をさらに強めたものであり、ほとんどがメールで行われる。メールは学生に対する指示のツールとして利用されることはあるが、情報共有のツールとして使われることは少ない。

なお、筆者が属する情報文化学部教授会は筆者の提案で上記の（3）を利用した共有文書の電子化を図っている。

ポータルは、教職員と学生間の情報共有システムとして位置づけられる。成績登録機能と伝言機能を除けば、教職員間の情報共有システムとして利用されることはない。ただし、学生情報は、アクセス権を取得すれば学務課、教職員間で情報共有が可能である。

学内ファイル共有システムは、Web ベースのファイル共有システムであり、GUI ベースで利用できる。利用は教職員の半数程度と考えられる。

CAI 機能は、専用ツールであり、出席や資料の配布・レポート提出管理ができる。ただし、出席管理を除くこれらの機能は（4）で実現されているため、次第に（4）に移行している。近々（4）に出席管理機能が追加される予定であり、実装されれば、（5）は廃止されると考えられる。

大学 HP、SNS は、情報共有よりは情報発信のツールとして用いられている。本ツール

には、在学生向けメッセージ部分がある。このうち情報発信的な部分（外部者にも認知して欲しい情報。広報的要素）は今後残るであろうが、それ以外については次第にポータルに置き換わっていくものとする。

以上を整理して表 2-2 に示す。

表 2-2 新潟国際情報大学の情報共有の状況

番号	種類	目的・用途	備考
1	紙類	学則、通知、依頼、周知文書	多数の文書
2	メール	連絡、情報共有、情報取得	主たる共有ツール
3	ポータル	学生、教職員への情報提供	学生向けの側面が強い
4	ファイル共有システム	各種のドキュメント共有	普及途中
5	CAI 支援機能	学生の課題管理、出席管理	ポータルに置換予定
6	大学 HP、SNS	主として情報発信	一部情報共有に利用

3. 情報共有に関する他の研究

国立情報学研究所（NII）の論文検索システムの CiNii Articles を使って「大学&情報共有」で検索した。総件数で 1622 件ヒットしたが最新 100 件のなかには大学における情報共有を扱う論文は参考文献 3）で示した 1 件だけであった。この論文は、大学研究室での研究支援における情報共有に関するものであり、本稿が目指す教職員、学生を含む大学の情報共有基盤を述べたものではない。検索の範囲では、近年、大学の情報共有基盤を扱う論文はあまりないと考えられる。

ただし、各種のドメイン（福祉、交通、災害等）毎の情報共有に関する論文は多数執筆されており、ドメイン対応の情報共有は現在でも注目されている研究・検討課題であることがわかる。

4. 大学の情報基盤の要求条件

本章では、大学の情報共有基盤に要求される条件を検討する。

4. 1 情報の属性

情報は様々な属性をもつが、ここでは情報共有の観点から整理する。

- (1) 媒体 紙か電子か
- (2) 情報の特性 暗黙知か形式知か
- (3) 共有範囲 誰が情報を見るか（見ることができるか）

情報共有は、必要な人に対して適切・適時に開示（共有）されなければその意味がない。

4. 2 情報媒体

先にも述べたが新潟国際情報大学で共有される（すべき）多くの情報が紙媒体で提供されている。これらは、①空間専有性、②編集容易性、③閲覧性、④検索性、等の観点から、順次電子化していくべきであるとする。

しかし、a)難伝播性（ネットでは拡散しない）、b)耐破壊性（燃焼や水濡れ以外では物理的に強固）、c)伝統的な閲覧性（紙の閲覧に慣れている）、d)閲覧端末が不要、などのメリットもあり、電子情報との棲み分けを検討しながら電子化を進める必要がある。

4. 3 情報の特性

野中等が明らかにしたように、知識（情報）には、暗黙知（表出されていない知識）と形式知（表出されている知識）がある。情報共有の観点から、表出されていない知識（情報）は、共有の手段がないため、形式知のみが取扱いの対象となる。暗黙知を形式知にするのは知識管理（Knowledge Management：KM）の役割であり、本稿では取り扱わない。

4. 4 共有範囲

4. 4. 1 構成員

新潟国際情報大学は表 4-1 のような人々によって支えられている。

表 4-1 大学の構成員

大分類	小分類	大分類	小分類
学生		職員	常勤の職員
学生の保護者			非常勤の職員
教員	常勤の教員	経営管理者	
	非常勤の教員	清掃などを担当する外部委託業者の職員	
	学生アルバイト(TA)		

これらの人々にとって情報は、必要（必須）な情報と不要な情報の 2 種類ある。必要な情報は必ず提供（共有）されなければならない。不要な情報は、混乱や過誤を防ぐために可能な限り共有を避けなければならない。

4. 4. 2 セキュリティレベル

情報のセキュリティレベルとは、情報を公開できる範囲を定めたものである。例えば、学生、教職員の病歴などがもしあれば、その情報は存在の有無も明示できない情報である。また、学生、教職員の個人情報に限定的な共有しかできない情報である。逆に、授業歴（授業実施日を示すカレンダー）等はすべての人々が共有しなければならない情報である。

セキュリティレベルの考え方は、情報の意図しない流出を防ぐためのセキュリティマネージメントでは極めて当たり前の概念である。情報共有とは見方を変えれば情報の流出であり、情報共有に当たってはセキュリティレベルを詳細に定めることが重要である。

注意すべきは、大学の情報共有システムは企業内の情報共有と異なり、完全に閉鎖的ではない点である。すなわち、学生と情報を共有するということは、一般公開するということと意味的にほぼ同じであるという点である。

4. 4. 3 情報共有システムの構成手順

情報共有システムのスキームは以下のような手順で決めていく必要がある。なお、ここと言うシステムとは、コンピュータシステムを含んだ組織としての方法という意味である。

(1) 情報の分類

組織内に存在する情報をできる限り詳細に洗い出す。

(2) 共有媒体の選定

洗い出した情報をどの媒体（紙又は電子）で共有するかを決定する。

(3) セキュリティレベルの決定

洗い出した情報のセキュリティレベルを決定する。決定に当たっては、最低限教職員及び経営者の意見を聴取する必要がある。また、必要に応じて学生、保護者のインタビューも実施する。

(4) 人のアクセス権限決定

セキュリティマネジメントで言うアクセスコントロールである。

教職員間だけで考えると、企業内情報共有と同様に「人」は個々人を指すのではなく、役職レベルで考える。学生は多くの場合、個人として取り扱われる。

非常勤の教職員は常勤の教職員とは別の枠として考える必要がある。また、外部委託業者は、ほぼ外部者と考える必要もある。

大学は学生と教員が授業、研究室（あるいはゼミ）で密接な関係をもっている。これは、企業の部門とそれに所属する部門員という関係で捉えることもできるが、学生は情報共有の観点からは大学の非構成員と変わらないという点に注意を要する。

4. 4. 4 組織文化、利用性

更改を含め、システムを新たに導入する場合、その手順などが組織文化となじまない場合は、利用者の大きな抵抗に逢い、導入に失敗することがある。

コンピューターを利用したシステムは、上記に加えて使い勝手が問題にされる。まずは、端末と人との関連性（誰がどのような端末を持っているのかあるいは持っていないのか）を調べ上げて、それを使ったプロトタイピングを十分に行う必要がある。

また、情報を提供する側とそれを使う側（共有者）は固定しない場合も多い。例えば、教員が学生に提供した情報は、教員が学生として見ることはできず、十分な指導を行えない場合がある。情報共有の状況を十分に洗い出して、システム作りをする必要がある。

5. おわりに

本稿では情報共有の現状及び大学における情報共有システムに対する要求条件をのべた。実際に情報共有基盤を構築する場合、4. 4. 3で述べた各項目はさらに詳細化する必要がある。また、現在あるシステムに関する利用者要望などから、どのようなシステムが良いのかも秋あらし化する必要がある。今後は、それらを検討したうえで、有効な（使い勝手がよく、効率的な）新潟国際情報大学情報共有基盤を構築する予定である。

参考文献

1) Nonaka, Takeuchi, The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation, Oxford University Press, 1995

本書には、梅本勝博訳、知識創造企業、東洋経済新報社、1996がある。

2) いろいろあるが、ビジネスのグローバル化については次がまとまっていて参考になる。

T. L. Friedman, THE WORLD IS FLAT, Penguin Books, 2005

3) Michael Arrington (@arrington)、Think Before You Voicemail、2008 : <http://techcrunch.com/2008/07/05/think-before-you-voicemail/>

4) 村上千明他、属性グラフ文法に基づく研究情報の蓄積・共有支援手法、情報処理学会研究報告．MPS，数理モデル化と問題解決研究報告 2014-MPS-101(7)、PP1-6、2014-12-02