

2016年4月

新潟国際情報大学 情報文化学部 紀要

【Vol.2】

目 次

【情報系】

A syntactical comparison between pair sentential calculus PSC and Gupta's definitional calculus C_n

Tadao Ishii



福祉・介護・健康に関する画像処理の研究 — 視覚のシミュレーション—

河原 和好



情報感度の学習成果に及ぼす影響

小宮山 智志・小林 満男



BABOKの大学学生自治会業務への適用

神林 昭広・西山 茂

【経営系】

企業の海外進出先候補選定における定量的評価方法に関する研究

岸野 清孝・宮島 稜太



新潟県における「ブライト企業」の研究 —シマト工業株式会社の事例より—

内田 亨・山本 靖



ノルウェーの水産業とそれを支援する機関 —ノルウェー水産物審議会（NSC）及びノルウェー産業科学技術研究所（SINTEF）を中心に—

寺本 義也・内田 亨



Comparative Study of the Bread and Bakery business in Japan and Thailand: A Guideline in Flour and Controlled Temperature for Thai Bakeries

THANPITCHA TRAKOLSAP and YOSHIKAZU TAKAGI



会計ソフトウェアにおける管理会計情報に関する考察

山下 功

【工学系】

缶入りコーンポタージュの粒コーン飲み干しに関する研究

上西園 武良・小柳 孝治



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

Kenji Shirai Yoshinori Amano

Journal of Niigata University of International and Information Studies [Vol.2]

 Contents

[Information Systems]

- A syntactical comparison between pair sentential calculus
PSC and Gupta's definitional calculus C_n* 1
ISHII, Tadao

Research of Image Processing for Welfare, Care and Health:

- Simulation of Human Vision* 14
KAWAHARA, Kazuyoshi

- The effect of "Info-Sensitivity" on the degree of 1st grade student's learning results* 23
KOMIYAMA, Satoshi and KOBAYASHI, Mituo

- An Application of BABOK to A Student Union* 31
KANBAYASHI, Akihiro and NISHIYAMA, Shigeru

[Business Administration]

- Quantitative Assessment Method in Advance Destination Candidate of Land Selection* 46
KISHINO, Kiyotaka and MIYAJIMA, Ryouta

- "Bright Company" in Niigata : A Case Study of Shimato Kogyo Co.,Ltd* 61
UCHIDA, Toru and YAMAMOTO, Yasushi

Norway's Fishing Industry and its Supporting Institutions:

- Norwegian Seafood Council (NSC) and Stiftelsen for Industriell og Teknisk Forskning (SINTEF)* 71
TERAMOTO, Yoshiya and UCHIDA, Toru

Comparative Study of the Bread and Bakery business in Japan and Thailand:

- A Guideline in Flour and Controlled Temperature for Thai Bakeries* 80
TRAKOLSAP, Thanpitcha and TAKAGI, Yoshikazu

- A Study on Management Accounting Information processed by Accounting Software* 90
YAMASHITA, Isao

[Engineering]

- Study on Drinking All Corn Granules in Canned Corn Pottage* 96
KAMINISHIZONO, Takeyoshi and OYANAGI, Koji

- A dynamic span model and associated control strategy for roll-transport
systems used for sheet materials (Part II)* 103
SHIRAI, Kenji and AMANO, Yoshinori
-

A syntactical comparison between pair sentential calculus **PSC** and Gupta's definitional calculus \mathbf{C}_n

Tadao Ishii*

Abstract

In this paper we will compare two logical systems **PSC** and \mathbf{C}_n with a syntactical point of view. Because both notions of the pair-sentence with stage number in **PSC** and Gupta's sentence-definition with revision stage number in \mathbf{C}_n are very similar, and both can deal with paradoxical sentences like a simple Liar sentence. His system was defined as a predicate calculus, but here we will introduce the propositional version of \mathbf{C}_n for the comparison, and we had the following results: (1) \mathbf{C}_0 is a sublogic of **PSC**, or **PSC** is an extension of \mathbf{C}_0 under the two translations t_C and t_P . Similarly, \mathbf{PSC}_n is an extension of \mathbf{C}_n . (2) If we extend the systems \mathbf{C}_0 and \mathbf{C}_n by adding three properties: exchangeability, transitivity and relativity of revision indices, then two logics \mathbf{C}_0 and **PSC** (also \mathbf{C}_n and \mathbf{PSC}_n) are syntactically equivalent. (3) We can calculate a cycle number of each pair sentence in **PSC**, but not in \mathbf{C}_0 . (4) **PSC** can deal with multiple pair sentences, but difficult to deal with such multiple definitions in \mathbf{C}_n .

Keywords: **SCI**, pair-sentence, Liar paradox, Tarski's biconditional, revision theory.

1 Introduction

In the 1970's, R. Suszko attempted to formalize an ontology of facts in L. Wittgenstein's *Tractatus* on the basis of Fregean scheme, and called it *non-Fregean logic* [5, 6]. 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. **SCI** has the following identity axioms:

- (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) $(A \equiv B) \rightarrow (A \rightarrow B)$

Here (E1)–(E3) and (C1)–(C5) show that the identity connective \equiv is an equivalence and congruence relation, respectively. From (SI) we get $A \leftrightarrow B \not\equiv A \equiv B$ in general, which means **SCI** is non-Fregean logic because we can consider more than two situations (true and false) in **SCI**. Every equation in the logical theorems of **SCI** is only a trivial (i.e., $A \equiv A$). So, **SCI** is a very weak logical system. But many logical systems can be simulated on Suszko's theories of situation. For example, we define $\alpha \equiv \beta \iff \Box(\alpha \leftrightarrow \beta)$ in modal logic, then we have the

*Department of Information Systems, School of Information and Culture,
Niigata University of Information and International Studies, and visiting (2015.9 – 2016.8):
Department of Cognitive Science, Institute of Psychology, University of Łódź, Poland

correspondences $\mathbf{W}_T - \mathbf{S4}$ and $\mathbf{W}_H - \mathbf{S5}$, where \mathbf{W}_T and \mathbf{W}_H are some elementary extensions of \mathbf{SCL} . Also we define $\alpha \equiv \beta \iff (\alpha \leftrightarrow \beta)$ in 3-valued Łukasiewicz logic where \leftrightarrow is a L_3 equivalence, then we have the correspondence $\mathbf{SCI} - L_3$.

Here we consider to deal with a simple Liar sentence : “This sentence is not true” in \mathbf{SCI} . 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 can not deal with a Liar sentence in the normal \mathbf{SCL} . In order to overcome the matter, we introduced a *referential relation* of pair-sentence similar to identity \equiv , i.e., $(A^0, \neg A^1)$: a *situation* of A at a stage 0 is *referential* to the *situation* of $\neg A$ at a stage 1 [2, 3]. And we proposed a pair sentential calculus, \mathbf{PSC} in short, which was obtained from the classical sentential calculus by adding a new pair-sentence constructor $((_)^i, (_)^j)$, where i, j are some stage numbers.

As another approach to overcome the matter, A. Gupta and his colleagues studied the truth concept and paradox in the 1980’s, and published a book, the title of which is “The Revision Theory of Truth” as the results so far obtained. In the book, Gupta proposed the theory of definitions which is the proper framework for the construction of a theory of truth [1]. At first as an analytical tool for the truth concept, Gupta based on *Tarski’s biconditionals* for L in L' such that X is true in $L \iff p$ in L' , where X is replaced by the standard name of a sentence of L and p is replaced by the translation in L' of the sentence. The language L for which the definition is constructed is called the *object language*, and the language L' in which the definition is given is called the *metalanguage*. For example, let’s consider a simple Liar sentence:

(This sentence) “This sentence is not true”.

Then at first we have the following identity.

(1) This sentence = “This sentence is not true”,

and by the Tarski’s biconditionals for this sentence, we get

(2) “This sentence is not true” is true \iff This sentence is not true.

By substitutivity of (1) to (2), we get

(3) This sentence is true \iff This sentence is not true,

which immediately yields a contradiction. So, the Liar paradox appears to show that the fundamental intuition is incoherent. In general, a central problem in the theory of truth is to resolve the paradox without damaging the fundamental intuition in any essential way.

Gupta viewed Tarski’s biconditionals such that “A” is true $\iff A$ as procedures for determining whether a sentence A is true or not, and divided into two derivations:

$$\frac{A}{\text{”A” is true}} \text{ (T - Intro)} \quad \frac{\text{”A” is true}}{A} \text{ (T - Elim)}$$

where T-Intro and T-Elim mean T-Introduction and T-Elimination, respectively.

Similarly, the definition of a sentence A such that $A =_{df} D_A$, which may include a self-referential form, can be viewed as procedures for determining whether a sentence is A , and divided into two derivations:

$$\frac{D_A}{A} \text{ (Df - Intro)} \quad \frac{A}{D_A} \text{ (Df - Elim)}$$

Moreover, the sequence generated by each derivation was called a revision sequence for a sentence A and a revision stage number i was introduced to show the process of revision. The modified versions of (Df-Intro) and (Df-Elim) are as follows: for any integer number i ,

$$\frac{D_A^i}{A^{i+1}} \text{ (Df - Intro)} \quad \frac{A^i}{D_A^{i-1}} \text{ (Df - Elim)}$$

where A is the definiendum and D_A is the definienda of A . Gupta proposed the definitional calculus based on the natural deduction system and called \mathbf{C}_n . The definitional calculus \mathbf{C}_n consists of classical inference rules, two definition rules (Df-Intro) and (Df-Elim), and moreover the following two kinds of index shift rules: for any integer number i, j ,

$$\frac{A^i}{A^j} \text{ (IS)} \quad \frac{A^i}{A^{i \pm n}} \text{ (IS}_n) \quad (\exists n \in \mathbf{N})$$

where an occurrence of A^i in a derivation indicates the relative position of the step in a revision

process. A must not contain any defined symbols in (IS), but may contain these in (IS_n).

In this paper we will compare two logical systems **PSC** and **C_n** with a syntactical point of view. Because both notions of the pair-sentence with stage number in **PSC** and Gupta's sentence-definition with revision stage number in **C_n** are very similar, and both can deal with paradoxical sentences like a simple Liar sentence.

2 PSC Logic

Let $\mathcal{L}_P = \langle \mathbf{FOR}_P, \neg, \wedge, \vee, \rightarrow, ((-)^i, (-)^j), \top, \perp \rangle$ be a language of the sentential calculus with pair-sentence constructor to construct a pair sentence formula (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. Then the formulas \mathbf{FOR}_P of a language \mathcal{L}_P are generated in the usual way from an infinite set \mathbf{VAR}_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 $((-)^i, (-)^j)$, where i, j are some stage numbers. So, we have:

- (1) $\mathbf{VAR}_P = \bigcup_{i \in \mathbf{N}} \mathbf{VAR}^i$, where $\mathbf{VAR}^i = \{p^i, q^i, r^i, \dots\}$
- (2) $\mathbf{VAR}_P \subseteq \mathbf{FOR}_P$
- (3) $\forall A^i, B^i, C^j \in \mathbf{FOR}_P \implies \neg A^i, A^i \wedge B^i, A^i \vee B^i, A^i \rightarrow B^i, (A^i, C^j) \in \mathbf{FOR}_P$

Also we may use the same parentheses as auxiliary symbols even assume that the priority of each connective and constructor are weak as $\neg, \wedge, \vee, \rightarrow, ((-)^i, (-)^j)$ in order. Throughout this paper the letters p, q, r, p^0, p^1, \dots are used to denote any variables; the letters A, B, C, \dots denote formulas of a **PSC** language \mathcal{L}_P ; the letters X, Y denote sets of formulas.

We will introduce several terminologies with the pair-sentence as follows:

- (1) If A is a subformula of B , then we say that the pair-sentence (A^i, B^j) is a *circular referential relation*. Otherwise, is a *non-circular referential relation*.
- (2) For a circular referential relation (A^i, B^j) such that the referential recursive pattern $A^i B_0^j B_1^{j+1} B_2^{j+2} \dots B_0^{j+(n-1)} \dots$ holds, the total referential stage number n of B_0^j being recursively returned to itself $B_0^{j+(n-1)}$ is called a *referential cycle number* of B relative to a circular referential relation (A^i, B^j) , and $\tau(B) = n$ in symbol. Otherwise, for a non-circular referential relation (A^i, B^j) , the referential stage numbers i, j are ineffective, so we will eliminate each referential stage number like (A, B) , and $\tau(B) = 0$.
- (3) For any circular referential relation (A^i, B^j) , if $\tau(B) = 1$ then we say that B is *categorical*. Otherwise, if $\tau(B) \geq 2$ then we say that B is *paradoxical*.

We define the referential stage numbering of composed formulas as the following: $\forall i, j \in \mathbf{N}$,

- (1) $(\neg A)^i \iff \neg A^i$
- (2) $(A \wedge B)^i \iff A^i \wedge B^i$
- (3) $(A \vee B)^i \iff A^i \vee B^i$
- (4) $(A \rightarrow B)^i \iff A^i \rightarrow B^i$
- (5) $(A, B)^i \iff (A^i, B^i)$
- (6) $(A^i)^j \iff A^i$

The axiomatic system **PSC** for the language \mathcal{L}_P is defined by the following way: $\forall i, j, k \in \mathbf{N}$,

- (A1) $A^i \rightarrow (B^i \rightarrow A^i)$
- (A2) $(A^i \rightarrow (B^i \rightarrow C^i)) \rightarrow ((A^i \rightarrow B^i) \rightarrow (A^i \rightarrow C^i))$
- (A3) $A^i \wedge B^i \rightarrow A^i$
- (A4) $A^i \wedge B^i \rightarrow B^i$
- (A5) $A^i \rightarrow (B^i \rightarrow (A^i \wedge B^i))$
- (A6) $A^i \rightarrow A^i \vee B^i$
- (A7) $B^i \rightarrow A^i \vee B^i$
- (A8) $(A^i \rightarrow C^i) \rightarrow ((B^i \rightarrow C^i) \rightarrow (A^i \vee B^i \rightarrow C^i))$
- (A9) $\neg A^i \rightarrow (A^i \rightarrow B^i)$
- (A10) $A^i \vee \neg A^i$

(E1) (A^i, A^j) where $i = j$ if A is related to others as a circular referential relation.

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

(E3) $(A^i, B^j) \wedge (B^j, C^k) \rightarrow (A^i, C^k)$

(C1) $(A^i, B^j) \rightarrow ((\neg A)^i, (\neg B)^j)$

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

(P1) $(A^i, B^j) \rightarrow (A^i \rightarrow B^j)$

(P2) $(A^i, B^j) \wedge (B \leftrightarrow C)^j \rightarrow (A^i, C^j)$

(P3) $(A^i, B^j) \wedge (A \leftrightarrow C)^i \rightarrow (C^i, B^j)$

(P4) $(A^i, B^j) \rightarrow (A^{i \pm n}, B^{j \pm n})$ where $\exists n \geq 0$

(Mp) $\frac{A^i \quad A^i \rightarrow B^j}{B^j}$

Here the axioms of (A1)–(A10) with modus ponens(Mp) as a single rule (and of course not exist any pair sentence, so we can eliminate any upper index) 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, i.e, (A, B) , then **PSC** is collapsed into an extension **W_B** of **SCI** system because if we regard (A, B) as $A \equiv B$, then any axioms of **SCI** can be derived from **PSC** and also we must demand to have two additional axioms $(A \equiv B) \wedge (B \leftrightarrow C) \rightarrow (A \equiv C)$ and $(A \equiv B) \wedge (A \leftrightarrow C) \rightarrow (C \equiv B)$ in **SCI**. Also we call a system which is obtained from **PSC** by adding an axiom (P5) $(A^i, A^{i \pm n})$ where $\exists n \geq 0$, **PSC_n**.

Definition 2.1 (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:

(1) (A_1^i, A_2^j) is derivable from X in **PSC**, we write $X \vdash_{\text{PSC}} (A_1^i, A_2^j)$ iff there is a sequence of formulas $B_1, B_2, \dots, B_n (n \geq 0)$ such that every formula in the sequence $B_1, B_2, \dots, B_n, (A_1^i, A_2^j)$ 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 $\vdash_{\text{PSC}} (A_1^i, A_2^j)$, and we say that (A_1^i, A_2^j) is a theorem of **PSC**.

(2) A is derivable from X in **PSC**, we write $X \vdash_{\text{PSC}} A$ iff there is a sequence of formulas B_1, B_2, \dots, B_n such that $B_1^0, B_2^0, \dots, B_n^0 \vdash_{\text{PSC}} A^0$. If $X = \emptyset$, we write $\vdash_{\text{PSC}} A$, and we say that A is a theorem of **PSC**.

For example, let's consider a simple Liar sentence: "This sentence is not true". If we define $A =$ "This sentence is true". Then a simple Liar sentence is expressed by a pair sentence formula $(A^0, \neg A^1)$, and we can prove that $(A^0, \neg A^1) \vdash_{\text{PSC}} (A^0, A^2)$ as follows:

1	$[(A^0, \neg A^1)]$	[Hypothesis]
2	$(A^0, \neg A^1) \rightarrow (\neg A^0, \neg \neg A^1)$	[(C1)]
3	$(\neg A^0, \neg \neg A^1)$	[1, 2 and (Mp)]
4	$(\neg \neg A \leftrightarrow A)^1$	[Tautology of CL]
5	$(\neg A^0, \neg \neg A^1) \wedge (\neg \neg A \leftrightarrow A)^1 \rightarrow (\neg A^0, A^1)$	[(P2)]
6	$(\neg A^0, A^1)$	[3, 4, 5 and (Mp)]
7	$(\neg A^0, A^1) \rightarrow (\neg A^1, A^2)$	[(P4)]
8	$(\neg A^1, A^2)$	[6, 7 and (Mp)]
9	$(A^0, \neg A^1) \wedge (\neg A^1, A^2) \rightarrow (A^0, A^2)$	[(E3)]
10	(A^1, A^2)	[1, 8, 9 and (Mp)]

So, we know that $\tau(A) = 2$ relative to a circular referential relation $(A^0, \neg A^1)$ and A is paradoxical. Also we can prove that $(A^0, \neg A^1) \vdash_{\text{PSC}_3} \perp$ as follows:

1	$[(A^0, \neg A^1)]$	[Hypothesis]
2	$[A^0]$	[Hypothesis]
3	$\neg A^1$	[(P1): $A^0 \wedge (A^0, \neg A^1) \rightarrow \neg A^1$]
4	$[\neg A^2]$	[Hypothesis]
5	A^1	[4 and (P1): $\neg A^2 \wedge (A^0, \neg A^1) \rightarrow A^1$]

6	$(\perp)^1$	[3 and 5]
7	$(\perp)^2$	[(E1): (\perp^1, \perp^2) and (P1)]
8	A^2	[4 and 7]
9	$\neg A^3$	[8, (P4) and (P1): $A^2 \wedge (A^0, \neg A^1) \rightarrow \neg A^3$]
10	$\neg A^0$	[(P5): $\neg A^3 \rightarrow \neg A^0$]
11	$\neg A^0$	[2 and 10]
12	A^1	[11, (C1) and (P1): $\neg A^0 \wedge (\neg A^1, A^2) \rightarrow A^1$]
13	$\neg A^2$	[12 and (P1): $A^1 \wedge (A^0, \neg A^1) \rightarrow A^2$]
14	$\neg A^3$	[11 and (P5): $\neg A^0 \rightarrow \neg A^3$]
15	A^2	[14, (P4) and (P1): $\neg A^3 \wedge (A^0, \neg A^1) \rightarrow A^2$]
16	$(\perp)^2$	[13 and 15]
17	$(\perp)^0$	[15, (E1): (\perp^2, \perp^0) and (P1)]

Similarly, we have the following results:

- (1) $\{(S^0, \neg S^1), (P^0, S^1)\} \vdash_{\text{PSC}} (S^0, S^2)$ and (P^0, P^2) . So, both of S and P are paradoxical and $\tau(S) = \tau(P) = 2$.
- (2) $\{(S^0, \neg P^1), (P^0, S^1)\} \vdash_{\text{PSC}} (S^0, S^4)$, (P^0, P^4) and $((S \wedge P)^0, (S \wedge P)^4)$. So, all of S , P and $S \wedge P$ are paradoxical and $\tau(S) = \tau(P) = 4$.
- (3) $\{(S^0, \neg P^1), (P^0, \neg S^1)\} \vdash_{\text{PSC}} (S^0, S^2)$, (P^0, P^2) and $((S \wedge \neg P)^0, (S \wedge \neg P)^1)$. So, both of S and P are paradoxical and $S \wedge \neg P$ is categorial.
- (4) $\{(S^0, \neg P^1), (P^0, \neg A^1), (A^0, S^1)\} \vdash_{\text{PSC}} ((S \wedge P \wedge A)^0, (S \wedge P \wedge A)^3)$,
 $((S \wedge P \wedge \neg A)^0, (S \wedge P \wedge \neg A)^3)$, $((S \wedge \neg P \wedge \neg A)^0, (S \wedge \neg P \wedge \neg A)^3)$,
 $((\neg S \wedge P \wedge A)^0, (\neg S \wedge P \wedge A)^3)$, $((\neg S \wedge \neg P \wedge A)^0, (\neg S \wedge \neg P \wedge A)^3)$,
 $((\neg S \wedge \neg P \wedge \neg A)^0, (\neg S \wedge \neg P \wedge \neg A)^3)$, $((S \wedge \neg P \wedge A)^0, (S \wedge \neg P \wedge A)^1)$ and
 $((\neg S \wedge P \wedge \neg A)^0, (\neg S \wedge P \wedge \neg A)^1)$.
- (5) $\{(S^0, \neg P^1), (P^0, \neg A^1), (A^0, \neg S^1)\} \vdash_{\text{PSC}} ((S \wedge P \wedge \neg A)^0, (S \wedge P \wedge \neg A)^6)$,
 $((S \wedge \neg P \wedge A)^0, (S \wedge \neg P \wedge A)^6)$, $((S \wedge \neg P \wedge \neg A)^0, (S \wedge \neg P \wedge \neg A)^6)$,
 $((\neg S \wedge P \wedge A)^0, (\neg S \wedge P \wedge A)^6)$, $((\neg S \wedge P \wedge \neg A)^0, (\neg S \wedge P \wedge \neg A)^6)$,
 $((\neg S \wedge \neg P \wedge A)^0, (\neg S \wedge \neg P \wedge A)^6)$, $((\neg S \wedge \neg P \wedge \neg A)^0, (\neg S \wedge \neg P \wedge \neg A)^2)$ and
 $((\neg S \wedge \neg P \wedge \neg A)^0, (\neg S \wedge \neg P \wedge \neg A)^2)$.

Next, we consider a set of circular referential relations: $\{(A^0, (B \vee (C \wedge \neg A))^1), (B^0, B^1), (C^0, C^1)\}$. Then we can prove that

- (1) $\{(A^0, (B \vee (C \wedge \neg A))^1), (B^0, B^1), (C^0, C^1)\} \vdash_{\text{PSC}} ((B \vee (C \wedge \neg A))^0, (B \vee (C \wedge \neg A))^2)$ and
- (2) $\{(A^0, (B \vee (C \wedge \neg A))^1), (B^0, B^1)\} \vdash_{\text{PSC}} B \rightarrow A$ as follows:

- (1):
- 1 $[(A^0, (B \vee (C \wedge \neg A))^1)]$ [Hypothesis]
- 2 $[(B^0, B^1)]$ [Hypothesis]
- 3 $[(C^0, C^1)]$ [Hypothesis]
- 4 $(\neg A^0, \neg(B \vee (C \wedge \neg A))^1)$ [1 and (C1)]
where $\neg(B \vee (C \wedge \neg A))^1 \leftrightarrow (\neg B \wedge (\neg C \vee A))^1$
- 5 $(C^0, C^1) \wedge (\neg A^0, (\neg B \wedge (\neg C \vee A))^1) \rightarrow ((C \wedge \neg A)^0, (C \wedge \neg B \wedge (\neg C \vee A))^1)$ [(C2)]
- 6 $((C \wedge \neg A)^0, (C \wedge \neg B \wedge (\neg C \vee A))^1)$ [3,4,5 and (Mp)]
- 7 $(B^0, B^1) \wedge ((C \wedge \neg A)^0, (C \wedge \neg B \wedge (\neg C \vee A))^1) \rightarrow ((B \vee (C \wedge \neg A))^0, (B \vee (C \wedge \neg B \wedge (\neg C \vee A))^1)$ [(C3)]
where $B \vee (C \wedge \neg B \wedge (\neg C \vee A)) \leftrightarrow B \vee (C \wedge A)$
- 8 $((B \vee (C \wedge \neg A))^0, (B \vee (C \wedge A))^1)$ [2, 6, 7 and (Mp)]
- 9 $((B \vee (C \wedge A))^0, (B \vee (C \wedge \neg A))^1)$ [similar to above]
- 10 $((B \vee (C \wedge A))^1, (B \vee (C \wedge \neg A))^2)$ [(P4)]
- 11 $((B \vee (C \wedge \neg A))^0, (B \vee (C \wedge A))^1) \wedge ((B \vee (C \wedge A))^1, (B \vee (C \wedge \neg A))^2) \rightarrow ((B \vee (C \wedge \neg A))^0, (B \vee (C \wedge \neg A))^2)$ [(E3)]
- 12 $((B \vee (C \wedge \neg A))^0, (B \vee (C \wedge \neg A))^2)$ [8,10,11 and (Mp)]

So, $B \vee (C \wedge \neg A)$ is paradoxical and $\tau(B \vee (C \wedge \neg A)) = 2$ relative to circular referential relations $\{(A^0, (B \vee (C \wedge \neg A))^1), (B^0, B^1), (C^0, C^1)\}$.

(2):		
1 $[(A^0, (B \vee (C \wedge \neg A))^1)]$		[Hypothesis]
2 $[(B^0, B^1)]$		[Hypothesis]
3 $[B^0]$		[Hypothesis]
4 $(B^0, B^1) \rightarrow (B^0 \rightarrow B^1)$		[(P1)]
5 $B^0 \rightarrow B^1$		[2,4 and (Mp)]
6 B^1		[3,5 and (Mp)]
7 $B^1 \rightarrow (B \vee (C \wedge \neg A))^1$		[(A6)]
8 $(B \vee (C \wedge \neg A))^1$		[6,7 and (Mp)]
9 $(A^0, (B \vee (C \wedge \neg A))^1) \rightarrow ((B \vee (C \wedge \neg A))^1, A^0)$		[(E2)]
10 $((B \vee (C \wedge \neg A))^1, A^0)$		[1,9 and (Mp)]
11 $((B \vee (C \wedge \neg A))^1, A^0) \rightarrow ((B \vee (C \wedge \neg A))^1 \rightarrow A^0)$		[(P1)]
12 $(B \vee (C \wedge \neg A))^1 \rightarrow A^0$		[10,11 and (Mp)]
13 A^0		[8, 12 and (Mp)]
14 $(B \rightarrow A)^0$		[3, 13 and DT]

3 Cn Logic

At first we consider the following definition: (1) $A =_{df} B \vee (C \wedge \neg A)$. Here A is the definiendum and $D_A(A) = B \vee (C \wedge \neg A)$ is the definienda of A . And in this case, $D_A(A)$ has the definiendum A itself as a subformula. So, we say that the definienda $D_A(A)$ is a self-referential form. Assume that (2) $\neg B \wedge C$ and (3) A hold. By (1), (3) and (Df-Elim), we get $B \vee (C \wedge \neg A)$. And the conjunction of the result and (2) yields $(\neg B \wedge C) \wedge (B \vee (C \wedge \neg A)) \leftrightarrow \neg A$. So, we have $A \rightarrow \neg A$. Similarly, if we assume $\neg B \wedge C$ and $\neg A$, then we have $\neg A \rightarrow A$. Hence we have $A \leftrightarrow \neg A$ under the assumption of (2). To deal with such a circular definition, Gupat proposed the definitional calculus based on the natural deduction system and called \mathbf{C}_n . His system was defined as a predicate calculus, but here we will introduce the propositional version of \mathbf{C}_n , because of doing the comparison between \mathbf{PSC} and \mathbf{C}_n in the later section.

Let $\mathcal{L}_C = \langle \mathbf{FOR}_C, \neg, \wedge, \vee, \rightarrow, =_{df}, =, \top, \perp \rangle$ be a language of the definitional calculus, where $=_{df}$ is a definition constructor like $A =_{df} D_A$ such that A is the definiendum and D_A is the definienda of A , and $=$ is an identity connective and we need this connective when replacing the identity formulas in the definienda. Then the formulas \mathbf{FOR}_C of a language \mathcal{L}_C are generated in the usual way from an infinite set \mathbf{VAR}_C of sentential variables and constants \top, \perp by the standard truth functional connectives \neg (negation), \wedge (conjunction), \vee (disjunction) and \rightarrow (material implication) as well as $=$ (identity) and $=_{df}$ (definitional constructor).

(1) $\mathbf{VAR}_C = \bigcup_{i \in \mathbb{N}} \mathbf{VAR}^i$, where $\mathbf{VAR}^i = \{p^i, q^i, r^i, \dots\}$

(2) $\mathbf{VAR}_C \subseteq \mathbf{FOR}_C$

(3) $\forall A^i, B^i, D_A^{i-1} \in \mathbf{FOR}_C \implies \neg A^i, A^i \wedge B^i, A^i \vee B^i, A^i \rightarrow B^i, A^i = B^i, A^i =_{df} D_A^{i-1} \in \mathbf{FOR}_C$

We will introduce several terminologies with the definition as follows:

(1) For any definition $A =_{df} D_A(A)$, if the definienda of A includes the definiendum A itself, then we say that the definition is a *circular definition*. Otherwise, is a *non-circular definition*. So, any definition that has a self-referential form is a circular definition.

(2) For a set D of several circular definitions of A , the sequence of A generated by applying two derivation rules (Df-Intro) and (Df-Elim) to D was called a *revision sequence* for A . A revision stage number i of A^i shows the current position for the process of revision.

(3) For any circular definition $A =_{df} D_A(A)$, if the truth value of A converges in some constants (true or false), then we say that A is *categorical*. Otherwise, is *paradoxical*, and whose truth value oscillates in the revision sequence.

A natural deduction system \mathbf{C}_n for the language \mathcal{L}_C is defined in the following way: $\forall i, j \in \mathbf{Z}$,

$$\begin{array}{c}
\frac{A^i \quad (A \rightarrow B)^i}{B^i} \quad (\rightarrow \text{Elim}) \qquad \frac{\begin{array}{c} (k) \\ [A^i] \\ \vdots \\ B^i \end{array}}{(A \rightarrow B)^i} \quad (\rightarrow \text{Intro})(k) \\
\\
\frac{(A \wedge B)^i}{A^i} \quad (\wedge \text{Elim1}) \qquad \frac{(A \wedge B)^i}{B^i} \quad (\wedge \text{Elim2}) \qquad \frac{A^i \quad B^i}{(A \wedge B)^i} \quad (\wedge \text{Intro}) \\
\\
\frac{(A \vee B)^i \quad \begin{array}{c} (k) \quad (k) \\ [A^i] \quad [B^i] \\ \vdots \quad \vdots \\ C^i \quad C^i \end{array}}{C^i} \quad (\vee \text{Elim})(k) \qquad \frac{A^i}{(A \vee B)^i} \quad (\vee \text{Intro1}) \qquad \frac{B^i}{(A \vee B)^i} \quad (\vee \text{Intro2}) \\
\\
\frac{\neg \neg A^i}{A^i} \quad (\neg \text{Elim}) \qquad \frac{\begin{array}{c} (k) \\ [A^i] \\ \vdots \\ \perp^i \end{array}}{(\neg A)^i} \quad (\neg \text{Intro})(k) \\
\\
\frac{\perp^i}{A^i} \quad (\perp \text{Elim}) \qquad \frac{A^i \quad \neg A^i}{\perp^i} \quad (\perp \text{Intro}) \\
\\
\frac{(A = B)^i \quad D_A(A)^i}{D_B(B)^i} \quad (= \text{Elim}) \qquad \frac{}{(A = A)^i} \quad (= \text{Intro}) \\
\\
\frac{A^i =_{df} D_A^{i-1} \quad A^i}{D_A^{i-1}} \quad (\text{Df} - \text{Elim}) \qquad \frac{A^{i+1} =_{df} D_A^i \quad D_A^i}{A^{i+1}} \quad (\text{Df} - \text{Intro}) \\
\\
\frac{A^i}{A^j} \quad (\text{IS}) \qquad \frac{A^i}{A^{i \pm n}} \quad (\text{IS}_n) \quad (\exists n \in \mathbf{N})
\end{array}$$

and also the identity connective $=$ is an equivalence relation, so we assume the following rules:

$$\frac{(A = B)^i}{(B = A)^i} \quad (= \text{Sym}) \qquad \frac{(A = B)^i \quad (B = C)^i}{(A = C)^i} \quad (= \text{Tran})$$

An occurrence of A^i in a derivation indicates the relative position of the step in a revision process. A must not contain any defined symbols in (IS), but may contain these in (IS_n). So, if D_A has not any defined symbols, i.e., A has a non-circular definition, then the indices are dispensable in all contexts by (IS) rule. For example,

$$\begin{array}{ll}
(1) [A^i] & [\text{Hypothesis}] \\
(2) D_A^{i-1} & [(1) \text{ and } (\text{Df-Elim})] \\
(3) D_A^{j-1} & [(2) \text{ and } (\text{IS})] \\
(4) A^j & [(3) \text{ and } (\text{Df-Intro})]
\end{array}$$

Thus, because the indices do not work with non-circular definitions, they can be eliminated.

Here the inference rules of $\rightarrow, \wedge, \vee, \neg, \perp$ will give the classical natural deduction system \mathbf{NK} , and if we will restrict an only non-circular definition, then each definition $A =_{df} D_A$ is collapsed into the logical equivalence $A \leftrightarrow D_A$ in \mathbf{C}_n . Also we call a system \mathbf{C}_n except for (IS_n) rule \mathbf{C}_0 . Thus we have $\mathbf{C}_0 = \mathbf{NK} + (\text{Df} - \text{Elim}) + (\text{Df} - \text{Intro}) + (= \text{Elim}) + (= \text{Intro}) + (\text{IS})$ and $\mathbf{C}_n = \mathbf{C}_0 + (\text{IS}_n)$.

Definition 3.1 (Derivability) Let D be a set of definition in a language \mathcal{L}_C , A a formula and \mathbf{C}_n (or \mathbf{C}_0) a system in \mathcal{L}_C . Then we say that:

- (1) A is derivable from D in \mathbf{C}_0 , we write $D \vdash_{\mathbf{C}_0} A$ iff a derivation of A^0 can be constructed in \mathbf{C}_0 from D . If $D = \emptyset$, we write $\vdash_{\mathbf{C}_0} A$, and we say that A is a theorem of \mathbf{C}_0 relative to D .
- (2) A^j is derivable in \mathbf{C}_n on the basis of D from a set X of indexed formulas, we write $X \vdash_{\mathbf{C}_n} A^j$ iff there is a derivation of A^j in \mathbf{C}_n on the basis of D from some indexed formulas $B_1^{i_1}, B_2^{i_2}, \dots, B_m^{i_m}$ that belong to X .
- (3) A is derivable in \mathbf{C}_n on the basis of D from a set X of indexed formulas, we write $X \vdash_{\mathbf{C}_n} A$ iff there are formulas $B_1, B_2, \dots, B_m \in X$ such that $B_1^0, B_2^0, \dots, B_m^0 \vdash_{\mathbf{C}_n} A^0$. If $X = \emptyset$, we write $\vdash_{\mathbf{C}_n} A$, and we say that A is a theorem of \mathbf{C}_n relative to D .

Proposition 3.2 Let $D = \{A =_{df} D_A, B =_{df} D_B\}$ be circular definitions of A and B , then we can prove the following as derived rules:

- (1) $\neg A^{i+1} \vdash_{\mathbf{C}_0} \neg D_A^i$ (\neg Df-Elim)
- (2) $\neg D_A^i \vdash_{\mathbf{C}_0} \neg A^{i+1}$ (\neg Df-Intro)
- (3) $(A \% B)^{i+1} \vdash_{\mathbf{C}_0} (D_A \% D_B)^i$ where $\% \in \{\wedge, \vee, \rightarrow, =\}$
- (4) $(D_A \% D_B)^i \vdash_{\mathbf{C}_0} (A \% B)^{i+1}$ where $\% \in \{\wedge, \vee, \rightarrow, =\}$
- (5) $(D_A \leftrightarrow E_A)^i \implies A^{i+1} \vdash_{\mathbf{C}_0} E_A^i$
- (6) $(A \leftrightarrow C)^{i+1} \implies C^{i+1} \vdash_{\mathbf{C}_0} D_A^i$

Proof. (1) and (2):

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c}
 \text{(Hypothesis)} \quad \frac{\frac{\frac{[D_A^i]}{A^{i+1}} \text{ (Df - Intro)}}{[\neg A^{i+1}]} \text{ (}\perp\text{Intro)}}{\frac{\perp^{i+1}}{\perp^i} \text{ (IS)}} \text{ (}\neg\text{Intro)}(k) \\
 \neg D_A^i
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{c}
 \text{(Hypothesis)} \quad \frac{\frac{\frac{[A^{i+1}]}{D_A^i} \text{ (Df - Elim)}}{[\neg D_A^i]} \text{ (}\perp\text{Intro)}}{\frac{\perp^i}{\perp^{i+1}} \text{ (IS)}} \text{ (}\neg\text{Intro)}(k) \\
 \neg A^{i+1}
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \text{(3):(i)} \quad (A \wedge B)^{i+1} \vdash_{\mathbf{C}_0} (D_A \wedge D_B)^i \\
 \begin{array}{c}
 \text{(Hypothesis)} \quad \frac{[(A \wedge B)^{i+1}]}{A^{i+1}} \wedge \text{(Elim1)} \quad \frac{[(A \wedge B)^{i+1}]}{B^{i+1}} \wedge \text{(Elim2)} \\
 \frac{D_A^i}{D_A} \text{ (Df - Elim)} \quad \frac{D_B^i}{D_B} \text{ (Df - Elim)} \\
 \frac{D_A^i \quad D_B^i}{(D_A \wedge D_B)^i} \text{ (}\wedge\text{Intro)}
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \text{(ii)} \quad (A \vee B)^{i+1} \vdash_{\mathbf{C}_0} (D_A \vee D_B)^i \\
 \begin{array}{c}
 \text{(Hypothesis)} \quad \frac{\frac{[A^{i+1}]}{D_A^i} \text{ (Df - Elim)}}{[(A \vee B)^{i+1}]} \vee \text{(Intro1)} \quad \frac{\frac{[B^{i+1}]}{D_B^i} \text{ (Df - Elim)}}{[(A \vee B)^{i+1}]} \vee \text{(Intro2)} \\
 \frac{D_A^i \quad D_B^i}{(D_A \vee D_B)^i} \text{ (}\vee\text{Elim)}(k)
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \text{(iii)} \quad (A \rightarrow B)^{i+1} \vdash_{\mathbf{C}_0} (D_A \rightarrow D_B)^i \text{ and (iv)} \quad (A = B)^{i+1} \vdash_{\mathbf{C}_0} (D_A = D_B)^i \\
 \begin{array}{c}
 \text{(k)} \\
 \frac{\frac{[D_A^i]}{A^{i+1}} \text{ (Df - Intro)} \quad \frac{[(A \rightarrow B)^{i+1}]}{B^{i+1}} \text{ (Hypothesis)}}{\frac{D_B^{i+1}}{D_B^i} \text{ (Df - Elim)}} \text{ (}\rightarrow\text{Elim)} \\
 \frac{D_B^i}{(D_A \rightarrow D_B)^i} \text{ (}\rightarrow\text{Intro)}(k)
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{c}
 \text{(Hypothesis)} \quad \frac{[(A = B)^{i+1}]}{(D_B = D_B)^i} \text{ (= Intro)} \\
 \frac{D_B^i}{(D_A = D_B)^i} \text{ (= Elim)}
 \end{array}
 \end{array}$$

(4): we can prove the similar way to (3).
(5) and (6):

$$\begin{array}{c}
\frac{\frac{(Hypothesis) \quad [A^{i+1}]}{D_A^i} \text{ (Df - Elim)} \quad \frac{(Hypothesis) \quad [(D_A \leftrightarrow E_A)^i]}{(D_A \rightarrow E_A)^i} \text{ (\wedge Elim1)}}{E_A^i} \text{ (\rightarrow Elim)} \quad \frac{\frac{(Hypothesis) \quad [(C \leftrightarrow A)^{i+1}]}{[C^{i+1}]} \text{ (\wedge Elim2)} \quad \frac{(Hypothesis) \quad [(C \leftrightarrow A)^{i+1}]}{(C \rightarrow A)^{i+1}} \text{ (\rightarrow Elim)}}{A^{i+1}} \text{ (Df - Elim)}}{D_A^i} \text{ (Df - Elim)}
\end{array}$$

□

For example, let $D_1 = \{A =_{df} B \vee (C \wedge \neg A)\}$ be a circular definition of A . Then we can prove that $D_1 \vdash_{C_0} B \rightarrow A$ as follows:

$$\begin{array}{ll}
1 [B^0] & \text{[Hypothesis]} \\
2 B^{-1} & \text{[1 and (IS)]} \\
3 B^{-1} \vee (C \wedge \neg A)^{-1} & \text{[2 and (\vee Intro1)]} \\
4 (B \vee (C \wedge \neg A))^{-1} & \text{[syntactical equivalence]} \\
5 A^0 & \text{[4 and (Df-Intro)]} \\
6 B^0 \rightarrow A^0 & \text{[1,5 and (\rightarrow Intro)]} \\
7 (B \rightarrow A)^0 & \text{[syntactical equivalence]}
\end{array}$$

Next let $D_2 = \{A =_{df} \neg A\}$ be a circular definition of A . Then we can prove that $D_2 \vdash_{C_3} \perp$ as follows:

$$\begin{array}{c}
\frac{\frac{(l) \quad [\neg A^0]}{A^1} \text{ (Df - Intro)} \quad \frac{(k) \quad [A^2]}{\neg A^1} \text{ (Df - Elim)}}{\neg A^1} \text{ (\perp Intro)} \\
\frac{\frac{\frac{\perp^1}{\perp^2} \text{ (IS)}}{\neg A^2} \text{ (\neg Intro)(k)}}{\frac{\perp^1}{A^3} \text{ (IS}_3\text{)}} \text{ (Df - Intro)} \\
\frac{(l) \quad [\neg A^0]}{\frac{\perp^0}{\neg \neg A^0} \text{ (\neg Intro)(l)}} \text{ (\perp Intro)} \quad \text{(drived : see leftside)} \\
\frac{\frac{\frac{\perp^0}{\neg \neg A^0} \text{ (\neg Intro)(l)}}{\neg A^1} \text{ (Df - Intro)}}{\frac{\perp^0}{A^2} \text{ (Df - Intro)}} \quad \frac{\frac{\neg \neg A^0}{\neg \neg A^3} \text{ (IS}_3\text{)}}{\frac{A^3}{\neg A^2} \text{ (Df - Elim)}} \text{ (\perp Intro)} \\
\frac{\perp^2}{\perp^0} \text{ (IS)}
\end{array}$$

Moreover, we can prove $D_2 \vdash_{C_{2m+1}} \perp$, but $D_2 \not\vdash_{C_{2m}} \perp$ for $\forall m \in \mathbb{N}$ such that $m \geq 1$.

4 Some syntactic comparisons between PSC and Cn

At first we will introduce a general method of showing syntactical equivalence between various logics owing to mainly K. Segerberg's book [4]. For two logics which are formulated in very different object languages, we can intuitively say that these logics are the same or at least equivalent if they are equally strong, or they come to the same thing. We can also say this fact if the languages in which they are formulated are intertranslatable, namely if what can be also expressed in one language can be expressed in other one. And moreover, whenever a formula in one logic is valid, then its counterpart in the other is also valid. We will define the above notion of equivalent of logics more precisely in the following.

Suppose that \mathbf{L}_1 and \mathbf{L}_2 are two logics in the language \mathcal{L}_1 and \mathcal{L}_2 such that $\mathbf{L}_1 = (\mathcal{L}_1, C_1)$ and $\mathbf{L}_2 = (\mathcal{L}_2, C_2)$ where C_1 and C_2 are structural consequence operators, i.e., $C_i(X) = \{A | X \vdash_{L_i} A\}$ ($i = 1, 2$) on \mathcal{L}_1 and \mathcal{L}_2 , and the sets of formulas of which are L_1 and L_2 , respectively. Furthermore assume that the languages \mathcal{L}_1 and \mathcal{L}_2 have equivalence connectives \leftrightarrow_1 and \leftrightarrow_2 ,

respectively. Then we define syntactically equivalent of two logics \mathbf{L}_1 and \mathbf{L}_2 as follows.

Definition 4.1 (i) \mathbf{L}_1 and \mathbf{L}_2 are syntactically equivalent with respect to t_1 and t_2 if and only if $t_1 : \mathbf{L}_1 \rightarrow \mathbf{L}_2$ and $t_2 : \mathbf{L}_2 \rightarrow \mathbf{L}_1$ are functions such that the following conditions are satisfied:

- (1) for all $\alpha \in \mathbf{L}_1$, $(t_2(t_1(\alpha))) \leftrightarrow_1 \alpha \in \mathbf{L}_1$,
- (2) for all $A \in \mathbf{L}_2$, $(t_1(t_2(A))) \leftrightarrow_2 A \in \mathbf{L}_2$,
- (3) for all $\alpha \in \mathbf{L}_1$, $\alpha \in \mathbf{L}_1$ iff $t_1(\alpha) \in \mathbf{L}_2$,
- (4) for all $A \in \mathbf{L}_2$, $A \in \mathbf{L}_2$ iff $t_2(A) \in \mathbf{L}_1$.

(ii) \mathbf{L}_1 and \mathbf{L}_2 are called syntactically equivalent if there exist functions t_1 and t_2 with respect to which they are syntactically equivalent.

The definition of the above syntactic equivalence can be understood intuitively as follows. Two functions t_1 and t_2 are to be understood as translations of one language into the other. Conditions (1) and (2) are to denote a way of checking that two translations do their jobs that at least they are inverse operations of one another. Conditions (3) and (4) are meant to guarantee that both translations preserve logical relationships.

We can use the word 'extension' as refer to either languages or logics. Suppose that $\mathcal{L}_1 = \langle \text{VAR}_1, \text{BOP}_1, \text{AdOP}_1, \text{RNK}_1 \rangle$ and $\mathcal{L}_2 = \langle \text{VAR}_2, \text{BOP}_2, \text{AdOP}_2, \text{RNK}_2 \rangle$ are languages, where VAR_1 and VAR_2 are denumerably infinite variables, BOP_1 and BOP_2 Boolean operators, AdOP_1 and AdOP_2 additional non-Boolean operators, and RNK_1 and RNK_2 ranks, respectively. Then we have the following definitions.

Definition 4.2 (i) \mathcal{L}_1 is a sublanguage of \mathcal{L}_2 or \mathcal{L}_2 is an extension of \mathcal{L}_1 if the following conditions are satisfied:

- (1) $\text{VAR}_1 \subseteq \text{VAR}_2$,
- (2) $\text{BOP}_1 \subseteq \text{BOP}_2$,
- (3) $\text{AdOP}_1 \subseteq \text{AdOP}_2$,
- (4) RNK_1 and RNK_2 agree on $\text{BOP}_1 \cup \text{AdOP}_1$.

(ii) If $\mathbf{L}_1 = (\mathcal{L}_1, C_1)$ and $\mathbf{L}_2 = (\mathcal{L}_2, C_2)$ are logics on \mathcal{L}_1 and \mathcal{L}_2 respectively, and in addition to (1)-(4), also

- (5) $C_1 \subseteq C_2$,

then we say that \mathbf{L}_1 is a sublogic of \mathbf{L}_2 or that \mathbf{L}_2 is an extension of \mathbf{L}_1 .

(iii) Furthermore, an extension \mathbf{L}_2 of \mathbf{L}_1 is conservative over \mathbf{L}_1 if

- (6) $\mathbf{L}_1 = \mathbf{L}_2 \cap (\wp(\mathbf{L}_1) \times \wp(\mathbf{L}_1))$.

(iv) An extension \mathbf{L}_2 of \mathbf{L}_1 is definitional over \mathbf{L}_1 if it is satisfied in addition to (1)-(6), also

- (7) $\text{VAR}_1 = \text{VAR}_2$.

Theorem 4.3 If \mathbf{L}_1 and \mathbf{L}_2 are logics such that \mathbf{L}_2 is a conservative definitional extension of \mathbf{L}_1 , then \mathbf{L}_1 and \mathbf{L}_2 are syntactically equivalent.

Next, we will consider translations between \mathbf{PSC} and \mathbf{C}_0 . We already introduced a language of Gupta's definitional calculus and its natural deduction system \mathbf{C}_0 in Section 3, so at first we will define two translations t_C and t_P between \mathbf{C}_0 -language \mathcal{L}_C and \mathbf{PSC} -language \mathcal{L}_P in order to investigate whether two logics \mathbf{C}_0 and \mathbf{PSC} are syntactically equivalent or not with respect to these maps in the sense of Definition 4.1.

Definition 4.4 The mapping $t_C : \mathbf{FOR}_C \rightarrow \mathbf{FOR}_P$, called a C-translation, is defined inductively as follows:

- (1) $t_C(p) := p$, $p \in \mathbf{VAR}_C$,
- (2) $t_C((\neg\alpha)^i) := \neg t_C(\alpha^i)$,
- (3) $t_C((\alpha \wedge \beta)^i) := t_C(\alpha^i) \wedge t_C(\beta^i)$,
- (4) $t_C((\alpha \vee \beta)^i) := t_C(\alpha^i) \vee t_C(\beta^i)$,
- (5) $t_C((\alpha \rightarrow \beta)^i) := t_C(\alpha^i) \rightarrow t_C(\beta^i)$,
- (6) $t_C((\alpha = \beta)^i) := (t_C(\alpha^i), t_C(\beta^i))$,
- (7) $t_C(\alpha^i =_{df} \beta^j) := (t_C(\alpha^i), t_C(\beta^j))$.

Definition 4.5 The mapping $t_P : \mathbf{FOR}_P \rightarrow \mathbf{FOR}_C$, called a PSC-translation, is defined inductively as follows:

- (1) $t_P(p) := p$, $p \in \mathbf{VAR}_P$,
- (2) $t_P((\neg A)^i) := \neg t_P(A^i)$,
- (3) $t_P((A \wedge B)^i) := t_P(A^i) \wedge t_P(B^i)$,
- (4) $t_P((A \vee B)^i) := t_P(A^i) \vee t_P(B^i)$,
- (5) $t_P((A \rightarrow B)^i) := t_P(A^i) \rightarrow t_P(B^i)$,
- (6) $t_P(A^i \rightarrow B^j) := t_P(A^i) \rightarrow t_P(B^j)$,
- (7) $t_P((A, B)^i) := t_P(A^i) = t_P(B^i)$,
- (8) $t_P((A^i, B^j)) := t_P(A^i) =_{df} t_P(B^j)$.

For two maps t_C and t_P we can prove the following two propositions.

Proposition 4.6 For any formula φ in \mathbf{FOR}_C , $\varphi \in \mathbf{C}_0$ implies $t_C(\varphi) \in \mathbf{PSC}$.

Proof. By induction on the length of derivation in \mathbf{C}_0 .

(i) Base step: We have to check the provability of an axiom $\varphi := (\alpha^i = \alpha^i)$ and a definition $\varphi := (\alpha^{i+1} =_{df} \beta^i)$ of \mathbf{C}_0 in \mathbf{PSC} after a t_C -translation. In the first case, we have $t_C(\varphi) := t_C(\alpha^i = \alpha^i) = (t_C(\alpha^i), t_C(\alpha^i)) = (A^i, A^i) \in \mathbf{PSC}$ by (E1). In the second case, $t_C(\varphi) := t_C(\alpha^{i+1} =_{df} \beta^i) = (t_C(\alpha^{i+1}), t_C(\beta^i)) = (A^{i+1}, B^i) \in \mathbf{PSC}$ by a pair sentence hypothesis.

(ii) Induction step: We have to check the admissibility of every inference rules for $\{\rightarrow, \wedge, \vee, \neg, \perp, =, Df, IS\}$ in \mathbf{PSC} after a t_C -translation. But the inference rules for Boolean connectives are a routine work and so we omitted. Here we only show the cases of $\{=, Df, IS\}$.

(1) (= Elim): Assume that $(\alpha = \beta)^i$ and $\varphi_\alpha^i(\alpha)$. Then we have $t_C((\alpha = \beta)^i) = (t_C(\alpha^i), t_C(\beta^i)) = (A^i, B^i)$ and $t_C(\varphi_\alpha^i(\alpha)) = t_C(\varphi_\alpha^i)(t_C(\alpha^i)) = D_A^i(A^i)$. By (C1)–(C5), $(A^i, B^i) = (A, B)^i = (A \equiv B)^i$ is a congruence relation, so we get $t_C(\varphi_\alpha^i(\beta)) = t_C(\varphi_\alpha^i)(t_C(\beta^i)) = D_A^i(B^i)$ from $D_A^i(A^i)$. (2) (Df – Elim): Assume that $\alpha^i =_{df} \varphi_\alpha^{i-1}$ and α^i . Then we have $t_C(\alpha^i =_{df} \varphi_\alpha^{i-1}) = (t_C(\alpha^i), t_C(\varphi_\alpha^{i-1})) = (A^i, D_A^{i-1})$ and $t_C(\alpha^i) = A^i$. Here we have the following derivation:

$$\frac{\text{Hypo} \quad \frac{[(A^i, D_A^{i-1})] \quad (A^i, D_A^{i-1}) \rightarrow (A^i \rightarrow D_A^{i-1})}{[A^i] \quad A^i \rightarrow D_A^{i-1}} \text{ (Mp)}}{D_A^{i-1}} \text{ (Mp)}$$

(3) (Df – Intro): Assume that $\alpha^{i+1} =_{df} \varphi_\alpha^i$ and φ_α^i . Then we have $t_C(\alpha^{i+1} =_{df} \varphi_\alpha^i) = (t_C(\alpha^{i+1}), t_C(\varphi_\alpha^i)) = (A^{i+1}, D_A^i)$ and $t_C(\varphi_\alpha^i) = D_A^i$. Here we have the following derivation:

$$\frac{\text{Hypo} \quad \frac{[(A^{i+1}, D_A^i)] \quad (A^{i+1}, D_A^i) \rightarrow (D_A^i, A^{i+1})}{(D_A^i, A^{i+1})} \text{ (Mp)} \quad \frac{(D_A^i, A^{i+1}) \rightarrow (D_A^i \rightarrow A^{i+1})}{D_A^i \rightarrow A^{i+1}} \text{ (P1)}}{[D_A^i] \quad D_A^i \rightarrow A^{i+1}} \text{ (Mp)} \quad \frac{A^{i+1}}{A^{i+1}} \text{ (Mp)}$$

(4) (IS): Assume that α^i . Then we have $t_C(\alpha^i) = A^i$. Here we have the following derivation:

$$\frac{\text{Hypo} \quad \frac{[(A^i, A^j)] \quad (A^i, A^j) \rightarrow (A^i \rightarrow A^j)}{[A^i] \quad A^i \rightarrow A^j} \text{ (Mp)}}{A^j} \text{ (Mp)}$$

□

Corollary 4.7 For any formula φ in \mathbf{FOR}_C , $\varphi \in \mathbf{C}_n$ implies $t_C(\varphi) \in \mathbf{PSC}_n$.

Proof. (5) (IS_n): Assume that α^i . Then we have $t_C(\alpha^i) = A^i$. Here we have the following derivation:

$$\text{Hypo} \frac{\frac{(P5) \quad (P1)}{(A^i, A^{i\pm n}) \quad (A^i, A^{i\pm n}) \rightarrow (A^i \rightarrow A^{i\pm n})} [A^i]}{A^{i\pm n}} \text{(Mp)} \quad \text{(Mp)}$$

□

Proposition 4.8 For any formula A in $\mathbf{FOR}_{\mathbf{P}}$, $A \in \mathbf{PSC}$ generally does not imply $t_{\mathbf{P}}(A) \in \mathbf{C}_0$.

Proof. We will investigate what is the matter to hold that $A \in \mathbf{PSC}$ implies $t_{\mathbf{P}}(A) \in \mathbf{C}_0$ by induction on the length of derivation in \mathbf{PSC} .

(i) Base step: We have to check the provability of every axioms of \mathbf{PSC} in \mathbf{C}_0 after a $t_{\mathbf{P}}$ -translation. But the classical axioms (A1)–(A10) are a trivial, so we omitted. Here we only check the cases of (E1)–(E3), (C1)–(C5) and (P1)–(P4).

(E1): $t_{\mathbf{P}}((A^i, A^i)) = (t_{\mathbf{P}}(A^i) = t_{\mathbf{P}}(A^i)) = (\alpha^i = \alpha^i) \in \mathbf{C}_0$ by (= Intro). Next, $t_{\mathbf{P}}((A^i, A^j)) = (t_{\mathbf{P}}(A^i) =_{df} t_{\mathbf{P}}(A^j)) = (\alpha^i =_{df} \alpha^j) \in \mathbf{C}_0$ for $i \neq j$ by (= IS). (E2): $t_{\mathbf{P}}((A^i, B^j) \rightarrow (B^j, A^i)) = t_{\mathbf{P}}((A^i, B^j)) \rightarrow t_{\mathbf{P}}((B^j, A^i)) = (t_{\mathbf{P}}(A^i) =_{df} t_{\mathbf{P}}(B^j)) \rightarrow (t_{\mathbf{P}}(B^j) =_{df} t_{\mathbf{P}}(A^i)) = (\alpha^i =_{df} \beta^j) \rightarrow (\beta^j =_{df} \alpha^i) \notin \mathbf{C}_0$. (E3): $t_{\mathbf{P}}((A^i, B^j) \wedge (B^j, C^k) \rightarrow (A^i, C^k)) = t_{\mathbf{P}}((A^i, B^j)) \wedge t_{\mathbf{P}}((B^j, C^k)) \rightarrow t_{\mathbf{P}}((A^i, C^k)) = (\alpha^i =_{df} \beta^j) \wedge (\beta^j =_{df} \gamma^k) \rightarrow (\alpha^i =_{df} \gamma^k) \notin \mathbf{C}_0$. (C1): $t_{\mathbf{P}}((A^i, B^j) \rightarrow (\neg A^i, \neg B^j)) = (t_{\mathbf{P}}(A^i) =_{df} t_{\mathbf{P}}(B^j)) \rightarrow (t_{\mathbf{P}}(\neg A^i) =_{df} t_{\mathbf{P}}(\neg B^j)) = (\alpha^i =_{df} \beta^j) \rightarrow (\neg \alpha^i =_{df} \neg \beta^j) \in \mathbf{C}_0$ by Proposition 3.2 (1) and (2). (C2)–(C5): let % be a logical connective of $\{\wedge, \vee, \rightarrow\}$ or identity =. Then we have $t_{\mathbf{P}}((A^i, B^j) \wedge (C^i, D^j) \rightarrow ((A\%C)^i, (B\%D)^j)) = (\alpha^i =_{df} \beta^j) \wedge (\gamma^i =_{df} \delta^j) \rightarrow (\alpha\%\gamma)^i =_{df} (\beta\%\delta)^j \in \mathbf{C}_0$ by Proposition 3.2 (3) and (4). (P1): $t_{\mathbf{P}}((A^i, B^j) \rightarrow (A^i \rightarrow B^j)) = (\alpha^i =_{df} \beta^j) \rightarrow (\alpha^i \rightarrow \beta^j) \in \mathbf{C}_0$ by (Df – Elim). (P2): $t_{\mathbf{P}}((A^i, B^j) \wedge (B \leftrightarrow C)^j \rightarrow (A^i, C^j)) = (\alpha^i =_{df} \beta^j) \wedge (\beta \leftrightarrow \gamma)^j \rightarrow (\alpha^i =_{df} \gamma^j) \in \mathbf{C}_0$ by Proposition 3.2 (5). (P3): $t_{\mathbf{P}}((A^i, B^j) \wedge (A \leftrightarrow C)^i \rightarrow (C^i, B^j)) = (\alpha^i =_{df} \beta^j) \wedge (\alpha \leftrightarrow \gamma)^i \rightarrow (\gamma^i =_{df} \beta^j) \in \mathbf{C}_0$ by Proposition 3.2 (6).

(P4): $t_{\mathbf{P}}((A^i, B^j) \rightarrow (A^{i\pm n}, B^{j\pm n})) = (\alpha^i =_{df} \beta^j) \rightarrow (\alpha^{i\pm n} =_{df} \beta^{j\pm n}) \notin \mathbf{C}_0$.

(ii) Induction step: We have to check the admissibility of (Mp) in \mathbf{C}_0 after a $t_{\mathbf{P}}$ -translation. (Mp): Assume that $A^i, (A \rightarrow B)^i$ are provable in \mathbf{PSC} . Then by I.H. $t_{\mathbf{P}}(A^i), t_{\mathbf{P}}((A \rightarrow B)^i)$, i.e., $\alpha^i, \alpha^i \rightarrow \beta^i$ hold in \mathbf{C}_0 . So, we have the derivation of $t_{\mathbf{P}}(B^i) = \beta^i$ in \mathbf{C}_0 by (\rightarrow Elim). □

So, from the above results, the following conditions must be satisfied in \mathbf{C}_0 in order to hold that $A \in \mathbf{PSC}$ implies $t_{\mathbf{P}}(A) \in \mathbf{C}_0$:

- (1) $(\alpha^i =_{df} \beta^j) \rightarrow (\beta^j =_{df} \alpha^i)$
- (2) $(\alpha^i =_{df} \beta^j) \wedge (\beta^j =_{df} \gamma^k) \rightarrow (\alpha^i =_{df} \gamma^k)$
- (3) $(\alpha^i =_{df} \beta^j) \rightarrow (\alpha^{i\pm n} =_{df} \beta^{j\pm n}) \quad (\exists n \geq 0)$

Here (1) means the exchangeability of indices between A^{i+1} and D_A^i . (2) means the transitivity of indices both A^{i+1} and D_A^i . (3) means the relativity of indices both A^{i+1} and D_A^i .

If we extend the systems \mathbf{C}_0 and \mathbf{C}_n by adding the above conditions (1)–(3) for a definition constructor $=_{df}$ and call the result systems \mathbf{C}'_0 and \mathbf{C}'_n , then we have the following corollary.

Corollary 4.9 For any formula A in $\mathbf{FOR}_{\mathbf{P}}$,

- (1) $A \in \mathbf{PSC}$ implies $t_{\mathbf{P}}(A) \in \mathbf{C}'_0$.
- (2) $A \in \mathbf{PSC}_n$ implies $t_{\mathbf{P}}(A) \in \mathbf{C}'_n$.

Proof. Trivial from the above discussion.

Therefore we can prove the following two theorems.

Theorem 4.10 (1) For any formula φ in $\mathbf{FOR}_{\mathbf{C}}$, $t_{\mathbf{P}}(t_{\mathbf{C}}(\varphi)) \leftrightarrow \varphi \in \mathbf{C}'_0$.
(2) For any formula A in $\mathbf{FOR}_{\mathbf{P}}$, $t_{\mathbf{C}}(t_{\mathbf{P}}(A)) \leftrightarrow A \in \mathbf{PSC}$.

Proof. Both cases are almost trivial and will be omitted. □

Theorem 4.11 (1) For any formula φ in $\mathbf{FOR}_{\mathbf{C}}$, $\varphi \in \mathbf{C}'_0$ if and only if $t_{\mathbf{C}}(\varphi) \in \mathbf{PSC}$.
(2) For any formula A in $\mathbf{FOR}_{\mathbf{P}}$, $A \in \mathbf{PSC}$ if and only if $t_{\mathbf{P}}(A) \in \mathbf{C}'_0$.

Proof. By using Proposition 4.6, 4.7 and Theorem 4.10. □

Corollary 4.12 (1) For any formula φ in \mathbf{FOR}_C , $\varphi \in \mathbf{C}'_n$ if and only if $t_C(\varphi) \in \mathbf{PSC}_n$.
(2) For any formula A in \mathbf{FOR}_P , $A \in \mathbf{PSC}_n$ if and only if $t_P(A) \in \mathbf{C}'_n$.

Hence we may conclude that two logics \mathbf{C}'_0 and \mathbf{PSC} (, and also similiary \mathbf{C}'_n and \mathbf{PSC}_n) are syntactically equivalent by Definition 4.1, Theorem 4.10 and Theorem 4.11.

5 Conclusion

In this paper we have compared two logical systems \mathbf{PSC} and \mathbf{C}_n with a syntactical point of view, and we had the following results:

(1) For any formula φ in \mathbf{FOR}_C , $\varphi \in \mathbf{C}_0$ implies $t_C(\varphi) \in \mathbf{PSC}$, but the converse direction, i.e., for any formula A in \mathbf{FOR}_P , $A \in \mathbf{PSC}$ implies $t_P(A) \in \mathbf{C}_0$, generally does not hold under the two translations $t_C : \mathbf{FOR}_C \rightarrow \mathbf{FOR}_P$ and $t_P : \mathbf{FOR}_P \rightarrow \mathbf{FOR}_C$. So, we say that \mathbf{C}_0 is a sublogic of \mathbf{PSC} , or \mathbf{PSC} is an extension of \mathbf{C}_0 by Definition 4.2. Similiary, \mathbf{PSC}_n is an extension of \mathbf{C}_n .

(2) If we extend the systems \mathbf{C}_0 and \mathbf{C}_n by adding the following conditions (i)–(iii) for a definition constructor $=_{df}$ and call the result systems \mathbf{C}'_0 and \mathbf{C}'_n :

- (i) $(\alpha^i =_{df} \beta^j) \rightarrow (\beta^j =_{df} \alpha^i)$ (exchangeability of indices)
- (ii) $(\alpha^i =_{df} \beta^j) \wedge (\beta^j =_{df} \gamma^k) \rightarrow (\alpha^i =_{df} \gamma^k)$ (transitivity of indices)
- (iii) $(\alpha^i =_{df} \beta^j) \rightarrow (\alpha^{i \pm n} =_{df} \beta^{j \pm n}) \quad (\exists n \geq 0)$ (relativity of indices)

Then, the converse direction also holds, i.e., for any formula A in \mathbf{FOR}_P , $A \in \mathbf{PSC}$ implies $t_P(A) \in \mathbf{C}'_0$, and also $A \in \mathbf{PSC}_n$ implies $t_P(A) \in \mathbf{C}'_n$. As the result, two logics \mathbf{C}'_0 and \mathbf{PSC} (, and also similiary \mathbf{C}'_n and \mathbf{PSC}_n) are syntactically equivalent by Definition 4.1, Theorem 4.10 and Theorem 4.11.

Next, we will consider the differences between \mathbf{PSC} and \mathbf{C}_0 . At first, the pair-sentence constructor $((-)^i, (-)^j)$, where i, j are some stage numbers, has an equivalence relation:(E1)–(E3) and a relativity of indices:(P4), so we can calculate a referential cycle number of each pair sentence in \mathbf{PSC} , but not in \mathbf{C}_0 . Secondly, \mathbf{PSC} can deal with multiple pair sentences, i.e., $\{(S^0, \neg P^1), (P^0, \neg A^1), (A^0, S^1)\}$, but it is difficult to deal with such multiple definitions $\{S =_{df} \neg P, P =_{df} \neg A, A =_{df} S\}$ in \mathbf{C}_0 or \mathbf{C}_n .

References

- [1] A. Gupta and N. Belnap, *The Revision Theory of Truth*, MIT Press, Cambridge, 1993.
- [2] T. Ishii, SCI for Pair-Sentence, *Short papers of the 13th Studia Logica International Conference on Trends in Logic XIII*, University of Łódź, 2014.
- [3] T. Ishii, A system of pair sentential calculus that has a representation of the Liar sentence, *Bulletin of NUIS*, Niigata University of International and Information Studies, 2015.
- [4] K. Segerberg, *Classical Propositional Operators*, Clarendon Press, Oxford, 1982.
- [5] R. Suszko, Identity connective and modality, *Studia Logica*, vol.27(1971), pp.9–39.
- [6] R. Suszko, The Fregean axiom and Polish mathematical logic in the 1920s, *Studia Logica*, vol.36(1977), pp.377–380.

福祉・介護・健康に関する画像処理の研究

- 視覚のシミュレーション -

Research of Image Processing for Welfare, Care and Health:

Simulation of Human Vision

河原和好¹

要旨

新潟日報社が中心となり「福祉・介護・健康フェア」が毎年開催されている。私の研究室では、2014年からテーマに沿った研究内容の展示を行ない参加している。2014年は見守りロボット、視覚シミュレーション、手話学習ソフトに関する内容を展示し、2015年は色覚障がいシミュレーションに関する内容を展示した。また、展示以外にステージにて講演も行った。

人間はいわゆる五感のうち視覚から情報を得ることがほとんどである。視覚には視力と色覚があり、人によって見え方が異なるが、それを体験することは難しい。

そこで、視力および色覚の見え方をコンピュータを用いてシミュレートすることによって、それぞれの見え方を体験することができるようなソフトウェアを開発した。視力の強弱と色覚障がいのタイプをそれぞれ体験できるものである。

本稿では、2年連続で展示発表を行なった視覚のシミュレーションに関する報告を行なう。

キーワード：福祉・介護・健康フェア、視覚、視力、色覚、シミュレーション

1. はじめに

人間は大きく分けると味覚・聴覚・触覚・嗅覚・視覚の5つ(いわゆる五感)から情報を得ている。その中でも視覚が占める割合は大きく、全体の約8割と言われている。

人間の目の視力は正常の場合1.0から1.2の値である。しかし、先天的または後天的に視力が悪い人が存在する。また、色覚についても、先天的または後天的な要因により、障がいを持つ人が存在する。

これらについて、視力が良い人、色覚に障がいがない人は、そうでない人がどのように見えているかを想像することはできても、体験することはできない。

そこで、視力が悪い人、色覚に障がいがある人の視覚を体験できるシミュレーションソフトを作成した。当初は画像に対し視力や色覚のシミュレーションをフィルタとして施すようなソフトを開発していたが、USBカメラを接続することによりリアルタイムで撮影した映像にフィルタ処理を行なうものとした。また、2015年の展示においては、ヘッドマウントディスプレイにUSBカメラを搭載して、体験者が見ている方向の映像をリアルタイムでフィルタ処理を行なうことによって、仮想的に視覚シミュレーションを体験できるようなものとした。

2. 人間の視覚

ここでは人間の視覚について、目の構造による視力および色覚について説明する。

¹ KAWAHARA, Kazuyoshi 情報システム学科

2.1 人間の目の構造

人間の目は図 1 のような構造をしている[5]。人間がものを見る時、目から入った光が角膜と水晶体を通り、硝子体の中を通過して網膜に像を結ぶ。

カメラの構造と似ており、カメラのレンズにあたるのが角膜と水晶体で、両方とも凸レンズである。水晶体は対象物の距離に応じて厚さを調節することにより、屈折率を変えてピントを合わせることができる。

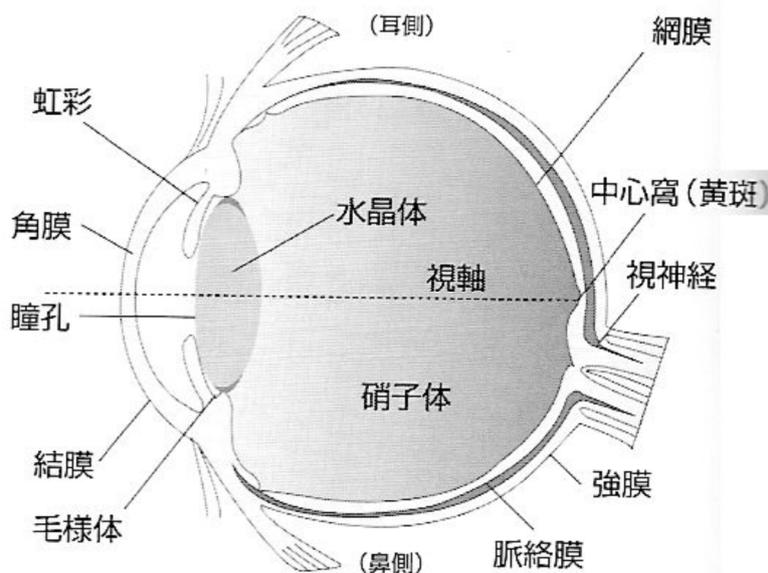


図 1：目の構造[5]

虹彩は目に入る光の量を調整しており、カメラにおける絞りの役割を果たす。硝子体は無色透明のゼリー状であり、これが眼球の中を満たしているため、球形を維持できている。

網膜はカメラにおけるフィルムに当たる部分である。視細胞が存在し、光からの刺激を受けてそれを電気信号へと変換し、視神経を通じて脳へと伝達する。網膜上で結ばれる像は、対象物の像がちょうど上下左右逆転したもので、その像の情報を脳が本来の向きへと補正し、はじめて人間は像を認識する事が出来る。

網膜の視細胞には、明暗を判断する桿体（かんたい）細胞と、色を判断する錐体（すいたい）細胞の 2 種類がある。桿体細胞は光に敏感なため、暗いところでも働くことができる細胞であるが、細かいものを見分けたり、色を感じたりする機能は無い。一方、錐体細胞は細かいものを見るために適している。さらに、この細胞は赤錐体、緑錐体、青錐体の 3 種類に分けられ、それぞれ特定の波長、すなわち色に反応するようになっている。

2.2 視力

一般的に視力とは、2 つの離れた点を認識できるかで判別され、確認できる最小視野角の逆数で表される。1 分の視角を確認できる能力が「視力 1.0」となる。1 分は角度を表す単位で、1 度の 60 分の 1 の角度のことである。つまり、確認できる最小視角が 2 分であれば視力は $1 \div 2 = 0.5$ となり、10 分であれば $1 \div 10 = 0.1$ となる。

視力測定には通常、ランドルト環が用いられる[4]。これは直径が 7.5cm、隙間が直径の 5 分の 1、つまり 1.5cm の環を 5m 離れたところから正しく認識できれば視力は 1.0 と定めたものである(図 2)。計測する距離を変える場合はランドルト環の大きさを距離の比率で変える。例えば、測定する距離を 1m とする場合、ランドルト環の直径は 1.5cm で、隙間は 0.3cm となり、これが判別できれば視力は 1.0 となる。

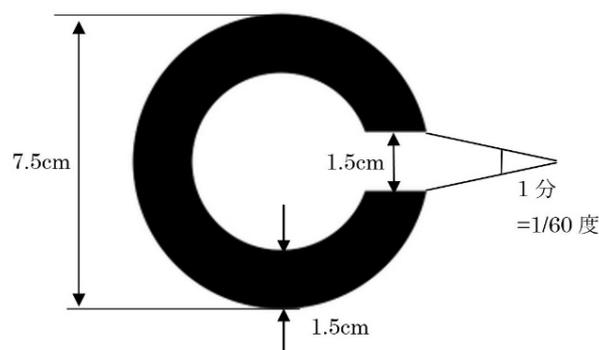


図 2：ランドルト環[4]

5m の距離から 0.1 の指標が見えなかった場合は、その指標が見えるようになった距離で視力を判定する。例えば、2m の距離で 0.1 の指標が見えた場合の視力は以下の式で求められ、視力は 0.04 となる。

$$\begin{aligned}
 \text{視力} &= 0.1 \times \text{見えるようになった距離} / 5 \\
 &= 0.1 \times 2 / 5 \\
 &= 0.04
 \end{aligned}$$

この検査で計ることができるのは中心視力である。これは網膜上の中心窩で像を捉えた時の視力であり、中心窩以外での視力は中心外視力(周辺視力)という。中心視力は正視の場合には視力 1.0 以上が得られるが、黄班周辺部では 0.3 から 0.4 程度になり、視神経乳頭周辺では 0.1 前後になる。

2.3 色覚

人間が見ることの出来る光を可視光といい、この波長は 780 から 380nm(単位：ナノメートル)である。

2.1 節で述べたように、人間の錐体には赤錐体、青錐体、緑錐体の 3 種があり、これらが感じる光の比率で色が作られている。これを光の 3 原色といい、赤青緑の全てが合わさると白色になり、全てが無い場合には黒色となる。そこで、錐体が色を作り出すモデルとして、図 3 の色覚モデルが考案された。これは輝度と色情報とが別々に伝達されることを表している。

図 3 において、V は輝度を表し、R,G,B はそれぞれ赤緑青それぞれの錐体からの信号を表し、r,g,b は赤緑青の色、y は黄色で、脳に伝えられる信号は、L(明るさ)、 $C_{yb} = y - b$ (黄色と青の差)、 $C_{rg} = r - g$ (緑と赤の差)となることを表している。

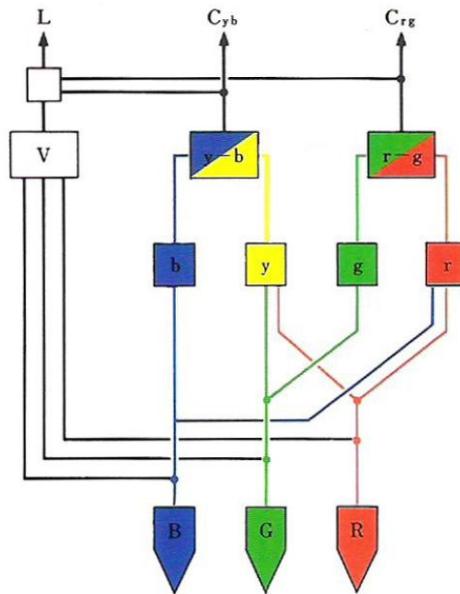


図 3 : 3 つの錐体による色の混合[6]

2.4 色覚障がい

色覚障がいとは、錐体の機能に不具合があるため正常に色を認識できなくなることであり、後天性と先天性のものがある。これまでは、いわゆる「色盲」「色弱」という言葉が使われていたが、「色が全く見えない」というような誤解が生じ、いろいろな場面で不利益を被る場合があったため、現在は使わなくなっている。本論文でも、「色覚障がい」という言葉を用いている。

先天性の色覚障がいの多くは遺伝により生じる。一般に知られているように、人間の染色体のうち性に関する染色体の型の組み合わせが XX (X 染色体を 2 つ有する) の場合は女性として、XY (X 染色体と Y 染色体を 1 つずつ有する) の場合は男性として発育する。色覚障がいは X 染色体に関する遺伝であり、男性は X 染色体が 1 つなため、これが色覚障がいに関する遺伝子であれば色覚障がいとなるが、女性は X 染色体が 2 つあるため、片方が色覚障がいに関する遺伝子であったとしてももう片方が正常であれば通常の視覚となるため、男性に色覚障がいが多くなる。いわゆる伴性劣性遺伝という遺伝によるものである。日本人の成人男性においてはおよそ 5% が先天性の色覚障がいを持つとされている (成人女性は 0.2%)。

後天性のものは、眼球や脳の疾患の症状として現れる。疾患の病状に伴い症状が変動する。また、先天性のものとは異なり遺伝子に起因しないため、眼の左右で症状が異なったり、見えない色の分類が困難であったりする。

先天性の色覚以上については、表 1 のような分類が可能である。

1 色覚は色を感じる錐体が機能せずに明るさを感じる桿体のみが機能している状態であり、10 万から 20 万人に 1 人である。3 つの錐体のうち 2 つが機能しない状態はほとんど少なく、3 つのうちどれか 1 つが機能しなくなる例が多い。さらに、1 型 2 色覚と 2 型 2 色覚が多くなっている。これは、赤錐体と緑錐体の構造が似ており、遺伝子が誤って組み立てることに起因する。3 型 2 色覚については、後天色覚異常の場合に見られる場合がある。これは青錐体が赤や緑錐体よりも損害を受けやすい構造をしているためである。

名称	状態
3色覚 (C型)	通常の色覚
1色覚 (A型)	色の識別が困難
1型2色覚 (P型)	赤の識別が困難
2型2色覚 (D型)	緑の識別が困難
3型2色覚 (T型)	青の識別が困難

表 1：色覚障がい分類[9]

色覚障がいの種類におけるカースペクトルの見え方が図 4 である。1 型 2 色覚 (P 型) と 2 型 2 色覚 (D 型) については、障がいが強い場合と弱い場合との例も示されている。「色覚障がい」という言葉にも差別感を感じる場合があり、「1 型 2 色覚」「P 型色覚」のような「色覚」という言葉で表現することも多くなっている。

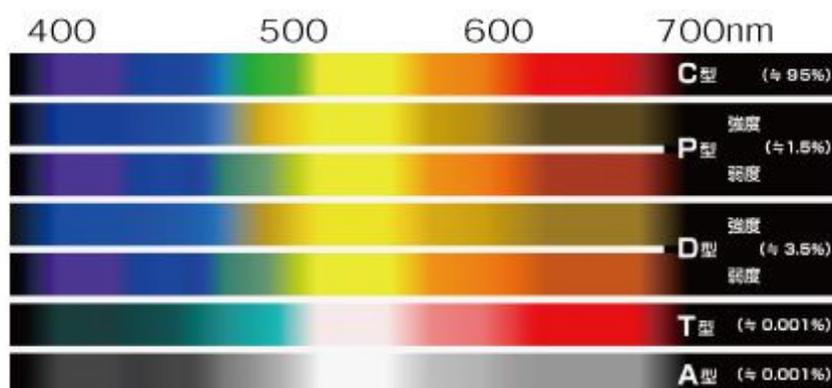


図 4：色覚障がいにおけるカースペクトルの見え方[9]

色覚障がいの検査については、以前は義務教育の段階で色覚検査が行なわれていたが、前述した言葉の理由もあり、現在は廃止されている。そのため、自分も周囲も色覚障がいであることに気付かないままの人が増えている。そのため、色覚の違いを問わず、より多くの人にとって利用しやすい製品やサービス、情報を提供するという考えが重要になっている。この考え方を「カラーユニバーサルデザイン」という[8,9]。

3. 視覚のシミュレーション

「カラーユニバーサルデザイン」の観点からも、色覚障がいのある人がどのように見えているかをシミュレートすることは重要であり、本研究ではそのためのシミュレーションソフトを作成した。

まずは一般的な PC とそれに接続された USB カメラを用い、プログラミングはプロトタイプを容易に形にしやすいため、Processing を用いた。

3.1 視力のシミュレーション

視力については、USBカメラから入力された画像に対して、ガウシアンフィルタを適用することで画像を平滑化することによって実現した。ガウシアンフィルタはガウス分布の関数を用いて画像を平滑化するもので、Processing にあらかじめ用意されているフィルタ機能を用いて実現した。

シミュレートに使用した原画像（福祉・介護・健康フェアのパフレットを USB カメラから取り込んだもの）が図5であり、視力が悪い場合のシミュレートを行なった画像が図6である。



図5：原画像



図6：視力が悪い場合

3.2 色覚のシミュレーション

色覚については入力画像の RGB の値を取り出し、各タイプによって RGB 値の置き換えを行なうことによって実現できる。

1色覚（A型、色の識別が困難）については、RGB の値をグレースケールに変更することによって実現した（図7）。変換は、桿体のメド反応値をもとに考案された、以下の変換式を使用した。

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

1型2色覚（P型、赤の識別が困難）、2型2色覚（D型、緑の識別が困難）、3型2色覚（T型、青の識別が困難）については、RGB 値の変換を行なうことによって実現した（図8～図10）。変換には図3で示した色覚モデルを参考に行っている。変換前の RGB 値を r, g, b 、変換後の RGB 値を R, G, B 、1型2色覚の強度（最大が1）を p 、2型2色覚の強度を q 、3型2色覚の強度を s とすると、変換式は以下ようになる[6,9]。

$$1 \text{ 型 } 2 \text{ 色覚} : R = (1 - p) \times r, \quad G = g, \quad B = b$$

$$2 \text{ 型 } 2 \text{ 色覚} : R = r, \quad G = (1 - q) \times g, \quad B = b$$

$$3 \text{ 型 } 2 \text{ 色覚} : R = r, \quad G = g, \quad B = (1 - s) \times b$$



図 7：1 色覚



図 8：1 型 2 色覚



図 9：2 型 2 色覚



図 10：3 型 2 色覚

3.3 その他の機能

視力および色覚障がいについては、強弱が指定できるようにした。また、視力と色覚障がいの両方を同時にシミュレートできるようにした。また、それらを簡単に操作できるようにするため、マウスのボタンおよびキー入力でおこなえるようにした。

さらに、今後の実験も踏まえて、以下のようなシステムも構築した(図 11)。USB カメラをヘッドマウントディスプレイに装備し、体験する人にヘッドマウントディスプレイを装着してもらおう。これにより、リアルタイムで見ている風景に対してリアルタイムで視力や色覚障がいのシミュレートができるようになった。



図 11：ヘッドマウントディスプレイを使用したシステム

3.4 シミュレーションの評価

2014年および2015年に行なわれた「福祉・介護・健康フェア」において、このシミュレーションソフトの展示を行ない、多くの方に体験していただいた[10]。2014年は視覚シミュレーションのソフトのみで、2015年はヘッドマウントディスプレイを用いたシステムの展示も行なった。

体験していただいた方からは「興味深い」「今後役立ちそう」といった感想が得られた。フェアに参加することにより、一般の方や実際に福祉や介護に携わっている方々の感想やアドバイスが得られ、有意義な時間となった。

4. まとめ

本研究では、福祉・介護・研究フェアで展示発表を行なった、色覚障がいシミュレーションソフトを作成した。これにより、実際に体験することが難しい視力および色覚のシミュレーションが可能となり、実際の展示においても一定の評価を得ることができた。

視力については眼鏡やコンタクトレンズまた手術によって修正することは可能であるが、色覚障がいについては修正用のメガネなども一部存在するが、一般的に修正することは難しい。

そのため、色覚障がいについて、以前は検査が行なわれ、様々な場面で不利益を被ることがあるような状況であったが、このシミュレーションによる結果からも分かるように、完全に色が見えないというものではなく、一部の色の区別が難しくなるだけである。そこで、カラーユニバーサルデザインのように、色が区別できないような色の組み合わせを無くすようにしていくことにより、色覚障がいによる問題は解決することができる。本研究で作成したシミュレーションソフトは、そのような目的に適したものである。

参考文献

1. 本田仁視, 視覚の謎 : 症例が明かす「見るしくみ」, 福村出版, 1998
2. 乾敏郎, 視覚情報処理の基礎, サイエンス社, 1990
3. 大頭仁, 行田尚義, 視覚と画像, 森北出版, 1994
4. 矢作徹, 近視をレーザーで治す, 旭書房, 2000
5. 矢作徹, イントラレーザーでよみがえる視力, ウィズダムブック, 2004
6. 池田光男, 芦澤昌子, どうして色は見えるのか : 色彩の科学と色覚, 平凡社, 2005
7. 日本色彩研究所, 色のユニバーサルデザイン: 誰もが見分けやすく美しい色の選び方, グラフィック社, 2012
8. 伊賀公一, 色弱が世界を変える カラーユニバーサルデザイン最前線, 太田出版, 2011
9. NPO 法人カラーユニバーサルデザイン機構, 事例・資料・FAQ, <http://www.cudo.jp/resource/>, 2015
10. 新潟日報社, 新潟県社会福祉協議会, 新潟市社会福祉協議会, 福祉・介護・健康フェア, <http://www.niigata-sn.co.jp/nippo-hukushi/>, 2015

情報感度の学習成果に及ぼす影響

The effect of “Info-Sensitivity” on the degree of 1st grade student’s learning results

小宮山智志¹・小林 満男²

要旨

初年次の学生に対し、学習内容に興味をもってもらうために、言語をつかった簡単なゲームを導入した。このゲームの回答数を情報感度と操作的に定義した。この情報感度と、試験結果の関連を分析した結果、情報感度高群は低群と比較し、単位を修得できない割合が少ないことが明らかになり、情報感度は入学時において学習支援が必要な学生を識別する“一つの指標”として有効であると結論づけた。

キーワード：情報感度，初年次生，学習成果

1. 目的

我々の目的は「大学入学時において“簡便”に学習支援の必要な学生を識別する」ことである。新入生に、言語を使った簡単なゲームを行った。このゲームの点数と学習の成果との関連を明らかにする。そのゲームの概要は表1のとおりである [4]。

表 1 ゲーム概要

項目	説明
データ収集期間	2011年～2014年の4年間
収集方法	初年次前期必修科目「情報システム」1年次に出席者全員に実施
分析対象	分析に用いるのは情報システム学科新入生のみ (再履修者・他学科は条件を統一するために分析対象外とした)
ゲーム内容	制限時間5分以内に「情報〇〇」という漢字4文字の単語 ³ をできるだけ列挙する（「〇〇情報」は不可）

大学初年次における学習、特に実学においては、教室での学びの内容と、現実の社会との関連を結びつけることが、興味・関心の維持・高揚に必要であろう。たとえば初年次教育の先進的事例として取り上げられる高知大学農学部では、大学一年の前期、大学基礎論において「社会の求める力と高知大学の役割」についてグループワーク、プレゼンテーションを繰り返し、学習内容と社会との関連を

¹KOMIYAMA, Satoshi, 情報システム学科

²KOBAYASHI, Mitsuo, 情報システム学科

³情報に関する英単語を制限時間内に列挙するゲームも行ったが、この本稿では言及しない。

学生自らが考える仕掛けを取り入れている [1]。情報社会の中で生活する我々は、常に様々な情報に接している。情報システム学のような実学においては、これらの情報と授業内容は関連していることが少なくない。しかし日々接する社会の情報と学習した内容と関連付けて考えるには、多くの情報の中から授業と関連する情報を識別する“感度”が重要であると考えた。そこで情報感度を暫定的に「学習した概念と社会の事象とを関連付ける語彙力」と定義したい。

本稿においては、調査対象者が情報システム学科の学生であること、そして入学直後の授業に出席している初年次生であることから“情報〇〇（例えば情報格差・情報技術など）”という漢字4文字の単語の列挙数をもって情報感度の操作的定義とする。“情報”という用語を選択したのは情報システム学の中核的な概念だからである。“〇〇情報（例えば遺伝情報・極秘情報）”を除外したのは情報の種類ではなく学習内容と社会との関連を想起することを意図したためである。図1は2011年度から2014年度までの705名の受講者の情報感度の得点分布である。平均値は10.53、標準偏差は4.31である。平均値付近の10点と、さらに7点付近に峰があることが伺える。

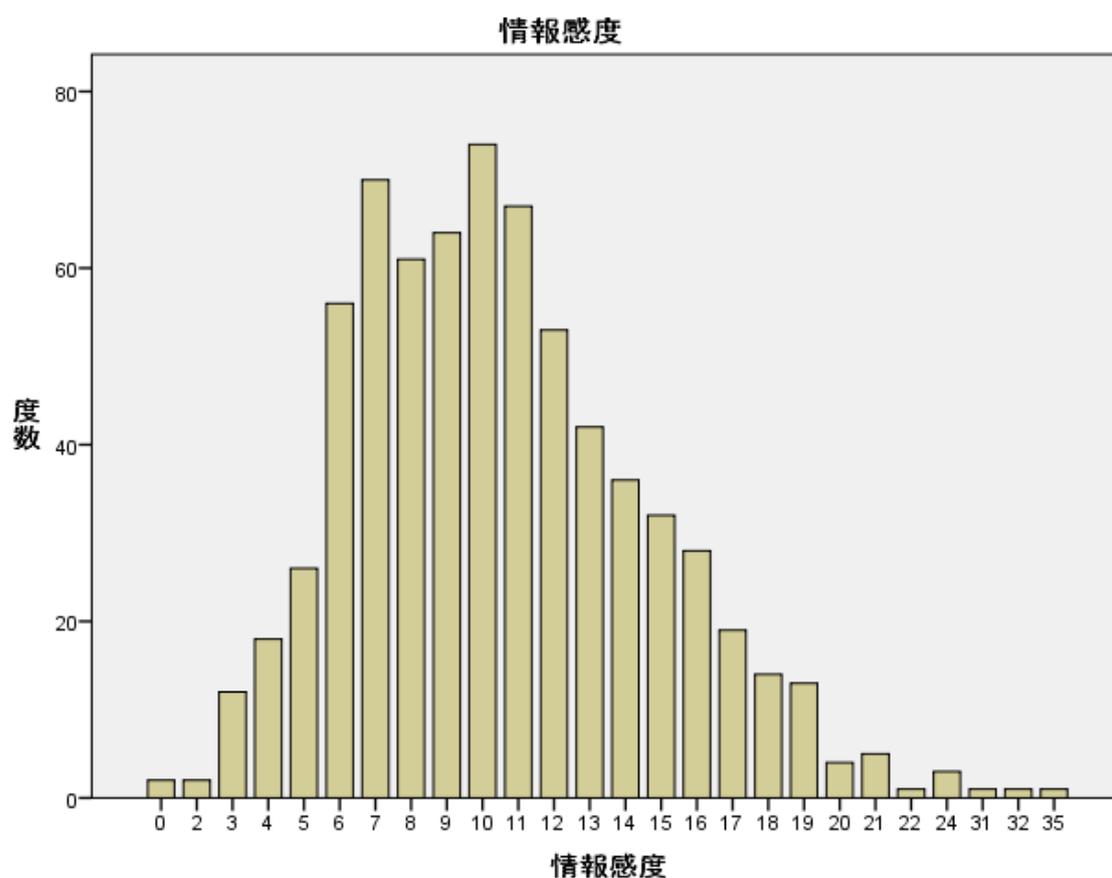


図1 “情報感度” のヒストグラム (2011～2014年度)

2. 先行研究

入学後いかに早く、学生が適応しやすい環境を大学が提供できるか、この問題については多くの研究がなされている（[2]， [5]， [6]， [8]， [11] など）。表2にこれらの研究の結果・対象者・対象者数（N）・被説明変数とその項目数・説明変数とその項目数・分析方法・不適応への対策案をまとめた。

不適応の原因は友人関係要因（[2]， [6]， [8]， [11]）、学習要因（[5]， [8]， [11]）、立地・キャンパスの雰囲気などの大学環境要因（[6]）、そして今回の論文では一時的な影響を与えているという程度の結果しか得られていないが、進学理由要因（[5]）が挙げられる。広沢（2007）では学習面での不適応と友人関係での不適応の関連について明らかにしている [11]。

特に多くの論文で指摘されているのが学習要因と友人関係要因である。表2の項目数を見てもわかるように、これらの説明変数、ならびに被説明変数である不適応の計測には多くの項目（36～84項目）の調査が行われている。広沢（2007）では事前の研究結果（広沢2003）を受けて項目数を減らし、さらに分析方法も、因子分析を必要としないものとなっている [11] [12]。また大学生用簡易版尺度が作成されており、ここでは学習技術、および学習特性合計で42項目の尺度の信頼性・妥当性の検討が行われている。

毎年、大学規模で行うには、より簡便である方が望ましい。すでに各大学、学部、学科で新生生に対し多くの調査が行われていると思われる。数十項目を新たに加えることは難しく、新たにアンケートを増やすにしても、大学・学生共に負担が小さくない。実用を考慮し、簡便かつアンケート以外の方法で、早期に不適応の学生を発見することを本稿の目的とする。

表 2 近年における大学不適應の研究例

論文	結果	対象者	N	被説明変数	項目数	説明変数	分析方法	対策
千島・水野 2015 [8]	「時間的ゆとりが予想以上」だと、また「友人関係が思っていたよりも良好でない」と「アパシー感」が高まる。	文系学部	316	適応感・アパシー感	29	55	階層的重回帰分析	学業、スポーツ、ボランティア活動、文化活動など多様な活動に積極的に参加
内田他 2015 [2]	グループの人間関係と学びの質に相関関係	教育学部	269	協同学習の教育的・心理的効果尺度	50	3	探索的因子分析	入学後すぐに協同的作業を伴う探究型の課題に取り組むことで、新たな仲間と出会い、クラス・学年としてのコーホートを形成
清水・三保 2011 [5]	学習観の変化に与えているのは進学理由でなく授業経験。学びに対する自律性低下	総合大学	237	大学での学習観	24	48	潜在差得点モデル	教育プログラムの改善
庄司 2011 [6]	適応感や満足感に関連する重要な要因は授業内容・大学環境・友人関係	心理学系大学	327	適応感・満足感	17	28	因子分析・階層的重回帰分析	
高下 2011 [7]	倦怠感増加・授業意欲の低下他	都内私立大学	330	「心身機能・身体構造」, 「活動参加」, 「環境因子」, 「個人因子」	58	3	平均の差の検定	仲間関係づくり・学習のモチベーションアップなどをサポート
広沢 2007 [11]	学習面で適応している学生は対人関係にも好影響	3大 学	537	学習・対人適応	10	26	平均の差の検定	初年次教育において学習技術・学習特性が重要

3. 仮説・分析方法

「情報感度が良好であれば、日常生活で触れる様々な情報と、学習内容を関連付けることができ、関心をもって学習に取り組めるため、学習成果があがる」という仮説を構築する。学習成果は必修科目「情報システム」の授業の成績で計測する。前期科目の成績の平均値（GPA）などを用いることも考えられるが、複数科目で計測することで信頼性は高まるが、英語や数学系の科目に関しては、高校までの学習の蓄積の影響をコントロールする必要がある。いずれも一長一短であり、今回は必修科目

「情報システム」一教科の成績を用いることとする。成績には学力・生活状況・友人関係などの変数の影響が大きいと思われるが、本稿では研究の第一段階として情報感度と成績の関係のみを分析する。なお情報感度の点数は成績評価には用いられていない。

4. 分析結果

成績（A・B・C・D・F）別に情報感度の平均値・標準偏差を算出した。情報感度が良好なほど、成績が向上するならば、成績評価が良いほど情報感度の平均値が高いことが予想される。なお期末試験ならびに授業期間中の2回の小レポートの合計点が80点以上はA、80点未満70点以上はB、70点未満60点以上はC、60点未満はD

表3 成績評価別情報感度平均値

評価	平均値	度数	標準偏差
A	11.91	207	4.730
B	10.25	251	3.745
C	9.92	194	4.351
D	8.83	41	3.563
F	7.92	12	2.968
合計	10.53	705	4.307

評価である。欠席が3分の1以上の場合は“評価なし”となりFと記されている。成績のもととなった合計点（縦軸）と、情報感度（横軸）の散布図を図2に示す。

まず表3を見てほしい。成績評価が高いほど情報感度の平均値が高い。図2の散布図においても、緩やかながら情報感度と合計点は正の相関関係にあることが見てとれる（相関係数：0.226 1%水準で有意）。図3は成績評価別の情報感度の平均値の95%信頼区間を表したものである。縦軸は信頼区間、横軸が成績を表している。評価Aの学生の情報感度の95%信頼区間と他の評価（B・C・D・F）の学生の95%信頼区間は重ならない。

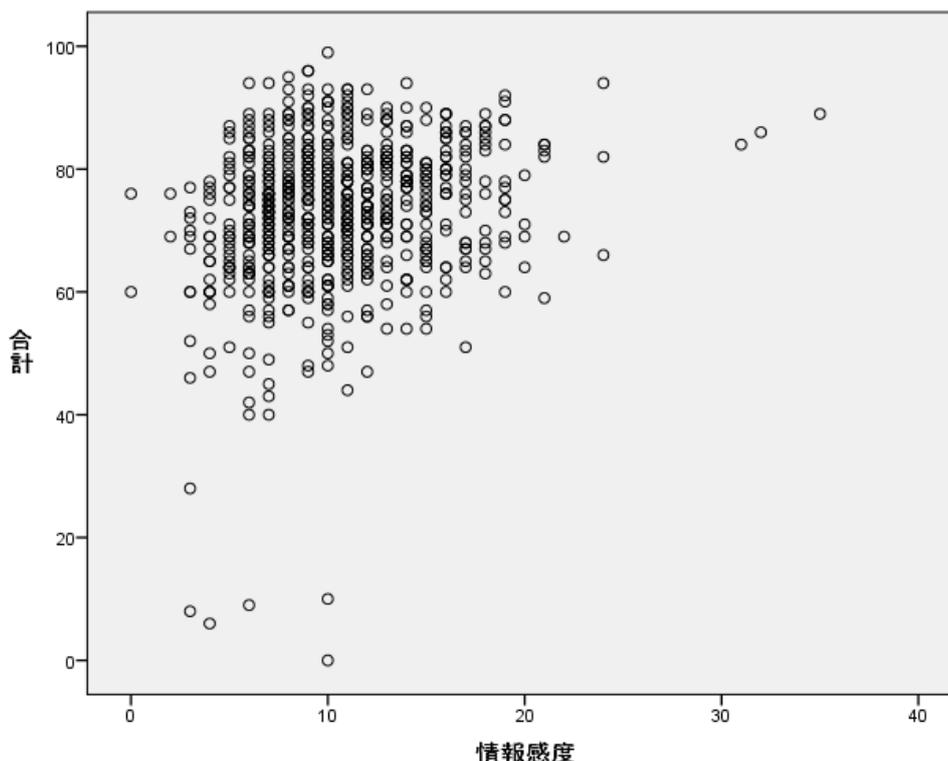


図2 情報感度と合計点の散布図

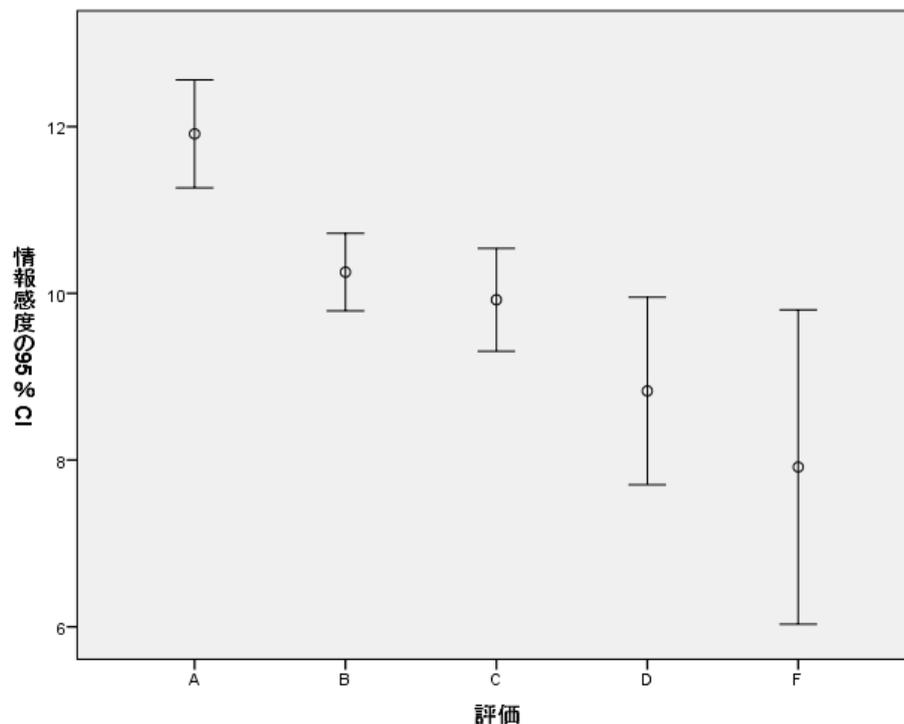


図 3 成績評価別情報感度平均値の 95%信頼区間

一元配置の分散分析のその後の検定 (Games-Howell 検定) においても、A評価とそれ以外の評価の平均値において1%水準で有意な差が見られた。紙面の都合上、数値は、Aと他の評価に関する部分のみを掲載する (表 4)。

最後に具体的に情報感度の低得点の学生と、高得点の学生において、成績評価の割合がどの程度、異なるのかをクロス集計表で示したい。図1の情報感度のヒストグラムで確認したように10点と7点に峰がある。7点以下を情報感度低得点、8点以上を情報感度高得点として成績の分布を見てゆこう。

表 5 のクロス集計表を見てほしい。情報感度が7点以下の学生は成績評価D・Fの学生の割合の合計が12.4%であるが、8点以上の学生においては、5.7%と半分以下の割合である。それに対し、A評価の割合は情報感度が8点以下の学生は、7点以下の学生に比べ2倍以上の割合である。さらにC評価の割合も7点以下の学生は10%、高い。このように情報感度高得点群の学生は、低得点群の学生に比べ、成績評価が大きな差がある (独立性のカイ二乗検定の結果、1%水準で有意)。

表 4 多重比較

従属変数：情報感度

Games-Howell

(I) 評価数値	(J) 評価数値	平均値の差 (I-J)	標準誤差	有意確率	95% 信頼区間	
					下限	上限
A	F	3.996	.918	.005	1.15	6.84
	D	3.084	.646	.000	1.27	4.89
	C	1.990	.453	.000	.75	3.23
	B	1.658	.405	.000	.55	2.77

表 5 情報感度別成績評価人数・割合のクロス集計表

		評価					合計	
		A	B	C	D	F		
情報感度	7点以下	度数	31	67	65	18	5	186
		情報感度の %	16.7%	36.0%	34.9%	9.7%	2.7%	100.0%
	8点以上	度数	176	184	129	23	7	519
		情報感度の %	33.9%	35.5%	24.9%	4.4%	1.3%	100.0%
合計	度数	207	251	194	41	12	705	
	情報感度 %	29.4%	35.6%	27.5%	5.8%	1.7%	100.0%	

表注：独立性の検定におけるカイ二乗値：26.87 有意確率0.00%（1セルが期待値5未満）

5. 結論

情報感度高群は低群と比較し、単位を修得できない割合が少ないことが明らかになった。本稿の分析の範囲では「情報感度が良好であれば、日常生活で触れる様々な情報と、学習内容を関連付けることができ、関心をもって学習に取り組めるため、学習成果があがる」という仮説に適合的な結果が得られた。

表5を見てもわかるように情報感度の高得点者でも5%程度、単位未習得者が出ており、情報感度のみで「大学入学時において“簡便”に学習支援の必要な学生を識別する」ことが達成できたわけではない。しかし情報感度は計測者にとって簡便であるため、他の指標とも併用しやすい。

またコンテスト形式をとることができるため、既存のアンケート形式の併用が容易である。入学時期はアンケートなどの調査が多数行われる。さらに回数を増すことや、一回のアンケートの項目数を増加させることは、学生の倦怠感が増す恐れがある。しかし情報感度の計測はコンテスト形式をとることができるために、学生にとってもある程度、倦怠感の軽減が図れると思われる。

他の指標と併用が容易な情報感度の特性を生かし、各大学の状況に応じて既存の指標と組み合わせ判断することで、識別制度を高めることができる。情報感度は簡便で、学生への負担が少ない、有効な識別方法の一つであると、現段階では結論付けたい。

今後の課題としては、他の指標と同時に計測し、相互の関連を解明することで、情報感度による不適応学生識別力の信頼性・妥当性を確認し、さらにより精度が高く、かつ調査者・対象者に負担をかけない最小限の他の指標との組み合わせを見極めることである。

謝辞

本研究は平成24年度・25年度新潟国際情報大学共同研究事業「情報感度測定による学習支援に関する研究」(代表者：小林満男)による助成を受けた研究の一部である。本稿は経営情報学会2014年秋季全国研究発表大会において発表された研究を加筆・修正を行ったものである。ここに関係各位に感謝の意を表します。

参考文献一覧

- [1] 岩崎貢三, 複数の初年次ゼミを有機的に結合：高知大学(農学部), 初年次教育でなぜ学生が成長するのか, 河合塾編, 2010, 85-98.
- [2] 内田 千春, 小泉晋一, 須田和也, 和井田節子, 教育学部初年次演習科目の実践と評価の試み- 探究型学習の効果に着目して-, 共栄大学研究論集(13), 2015, 175-199.
- [3] 小林満男, 新潟国際情報大学における情報システム教育改善の取り組み, 情報処理, 2014, Vol. 55, No. 9, 1008-1011.
- [4] 小林満男, 小宮山智志, 上西園武良, 緩やかなインタラクションを重視した情報システム教育の実践, 新潟国際情報大学情報文化学部紀要, 2014, 111-120.
- [5] 清水和秋, 三保紀裕, 潜在差得点モデルからみた変化-大学新入生の半年間の適応過程を対象として, 関西大学社会学部紀要, 2011, 42(3), 1-28.
- [6] 庄司正実, 心理学系大学新入生における大学生活への適応感と満足感に関連する要因, 目白大学心理学研究, 2011, (7), 15-27.
- [7] 高下 梓, 大学新入生の適応感の変化：4月から7月にかけての初期適応過程, 明星大学心理学年報, 2011(29), 9-19.
- [8] 千島 雄太, 水野 雅之, 入学前の大学生活への期待と入学後の現実が大学適応に及ぼす影響：-文系学部の新入生を対象として-, 教育心理学研究, 2015, 63(3), 228-241.
- [9] 半澤礼之, 大学進学動機と学業取り組み態度 学業・授業意欲低下との関連, 武蔵野大学人間関係学部紀要, 2006, 3, pp.123-131.
- [10] 広沢俊宗, 学習技術、および学習特性に関する尺度化の研究(1)-大学生用簡易版尺度の作成-, 教育総合研究叢書, 2009, (2), 71-82.
- [11] 広沢俊宗, 大学新入生の適応に関する研究(1)：学習面での適応・不適応に関わる諸変数の検討, 関西国際大学研究紀要, 2007, 8, 121-138.
- [12] 広沢俊宗, 学習技術、および学習特性の構造, 高等教育研究叢書, 2003, (4), 25-48.

BABOK の大学学生自治会業務への適用 An Application of BABOK to A Student Union

神林昭広¹、西山茂²

Akihiro Kanbayashi, Shigeru Nishiyama

概要

BABOK は、Business Analysis Body Of Knowledge の略称であり、ビジネス分析に必要な知識を体系的にまとめたものである。BABOK はカナダを本拠地とする国際非営利団体 International Institute of Business Analysis (略称 IIBA) が公開している。一方、新潟国際情報大学学友会は学生自治会であり、学園祭とスポーツ大会の企画運営を主導する。BABOK を使って、学園祭とスポーツ大会の開始に至るまでの業務を分析し、より効率的な業務実施方法の提案を試みた。試行の結果、BABOK を用いることで、業務分析などの知識が余りない学生でも、分析、代替案提案に一定の成果を得られることを明らかにした。

キーワード

BABOK、業務分析、ASIS、TOBE、業務フロー

1. はじめに

新潟国際情報大学（以下、本学）は、開学してから 20 年強の若い大学であり、筆者等の一人が教員を務め、もう一人はその卒業生である。本学には「自立の精神の下に個性的で多様な大学生活を送ることを目指す学生の活動を促進することを目的」に、新潟国際情報大学学友会（以下、学友会）が設置されている。学友会自体は学生と教職員を含む団体であるが、学友会を日常的に運営している組織は、学生の選挙により選出された学生の役員から構成される学友会執行部である。学友会執行部は、スポーツ大会、大学祭（紅翔祭）等の年次行事の企画、指揮、運営や所属するサークルの管理等を行っている。筆者等の一人は学友会執行部に 3 年間所属し、学友会活動を行った。この活動で、学友会執行部の運営などには曖昧な点が多くあり、そのため非効率になっていると感じた。

一方、BABOK^[1]は、Business Analysis Body Of Knowledge(ビジネス分析知識体系)の略称であり、カナダを本拠地とするビジネス分析専門家のための国際非営利団体 International Institute of Business Analysis^{[2][3]}(略称 IIBA)が公開している、ビジネス分析家（アナリスト）に必要な知識を体系的にまとめたガイドブックである。筆者らは、この BABOK を使って学友会執行部の運営の効率化を図ることが可能ではないかと考えた。

本論文では BABOK を用いて学友会執行部の分析、改善案の提案を試みる。これを通して、学友会という極小規模の非営利の団体に対する BABOK の有用性を検証する。

本論文で使用する BABOK は第 2 版（Version 2。最新版は Version 3.0）である。

¹ 株式会社 NS・コンピュータサービス（2012 年度新潟国際情報大学卒業生）

² 新潟国際情報大学情報文化学部情報システム学科

本論文の構成は次のようになっている。2章で分析対象とする学友会執行部の定義し、3章で業務分析についての説明をする。5章で実際に分析を行い、改善案を提案する。

なお、本論文は、筆者等の一人神林が2012年度の卒業論文^[4]としてまとめたものを指導教官であったもう一方の本論文筆者西山が加除修正するとともに新しい知見を加えて作成したものである。

2. 学友会執行部

学友会の日常活動（業務）は、学友会の役員によって構成される学友会執行部（以下、執行部）によりを行っている。学友会の活動は、新潟国際情報大学学友会規則（以下、学友会規則）によって規定されているが、その規定は非常に大括りであり、日常的な活動の詳細は規定されていない。さらに執行部にも詳細な運用規則はなく、日常活動は執行部世代間で受け継がれた明文化されていない暗黙のルールによって行っている。このため、活動は必ずしも効率的であるとは言えない。本論文では、執行部の業務を分析対象とし、組織の体制には注目しない。また、上記の理由から、著者らの一人が実際に執行部業務に携わった2012年度の執行部を分析の対象とする。本論文での執行部の定義を以下に示す。

- ◆ 構成員：新潟国際情報大学情報文化学部の1年生～3年生の中から選ばれた会長1名、副会長2名（紅翔祭担当、公認団体担当）、会計1名、および学友会活動に興味をもつ補助員。
- ◆ 執行部の業務は、スポーツ大会、紅翔祭に関連業務だけとする。
- ◆ スポーツ大会を運営する場合は学友会ではなく「スポーツ大会実行委員会」と呼ぶ。
- ◆ 紅翔祭を運営する場合は「紅翔祭実行委員会」と呼ぶ。

3. BABOKの概要

本章ではBABOKの概要を説明する。

組織は、組織の目的、目標達成のための的確な解決策を導き出すため、ビジネスアナリシス、すなわち業務分析を行う。ビジネスアナリシスの実践者をビジネスアナリストと呼ぶ。BABOKは、ビジネスアナリストに必要な知識を体系化（BOK）した文書であり、ビジネスアナリストが業務遂行の参考書として使用することを想定している。

BABOKでは、ビジネスアナリストが理解しておくべきこと、実行すべきタスク（作業）を「知識エリア」として分類整理してある。BABOKの知識エリアは7つある。各知識エリアは、タスクとタスク横断的に利用されるテクニックから構成される。

7つの知識エリアは、以下のとおりである。

- ビジネスアナリシスの計画とモニタリング
- 引き出し
- 要求のマネジメントとコミュニケーション
- エンタープライズアナリシス

- 要求アナリシス
- ソリューションのアセスメントと妥当性確認
- 基礎コンピテンシー

以下にそれぞれの知識エリアとその概要を以下に記す。

(1) ビジネスアナリシスの計画とモニタリング

ビジネスアナリシスに必要な作業を決める方法の記述。

(2) 引き出し

ビジネスアナリシスに関係する全ての関係者、すなわちステークホルダーの懸案事項の識別およびステークホルダーの置かれた環境を理解するための方法の記述。

(3) 要求のマネジメントとコミュニケーション

ステークホルダーとソリューションを実現するプロジェクトチームの対立、課題、変更の管理方法の記述。

(4) エンタープライズアナリシス

ビジネスニーズの識別とその詳細化および明確化を行い、実際に使えるソリューションスコープ(解決する範囲)を定義するための方法の記述。

(5) 要求アナリシス

ステークホルダーのニーズに合致するソリューションを実現するため、ステークホルダー要求、ソリューション要求に優先順位をつけて段階的に詳細化する方法の記述。

(6) ソリューションのアセスメントと妥当性確認

提案されたソリューションの評価方法の記述

(7) 基礎コンピテンシー

ビジネスアナリシスを効果的に実行するための基礎的な知識、スキルの記述。他の知識エリアがビジネスアナリシスの動的な内容を記述しているのに対してここでは静的な内容が記述されている。

BABOKの知識エリアには特定の実行順序はない。

タスクは知識エリアの目的を達成するためにビジネスアナリストが実行する作業のことである。タスクの規模は様々であり、数分で終了する場合も数ヶ月かかる場合もある。

タスクにはインプットとアウトプットがあるが、あるタスクのアウトプットが他のタスクのインプットになっているという順序関係が生じる場合以外、タスクの順序関係は規定されていない。

テクニックは、インタビュー、ブレインストーミング、データフロー図、文書分析、データモデリング等の各タスクを実行するために必要な技術のことである。

図3-1に知識エリア、タスク、テクニックの関係(階層構造)を示す。

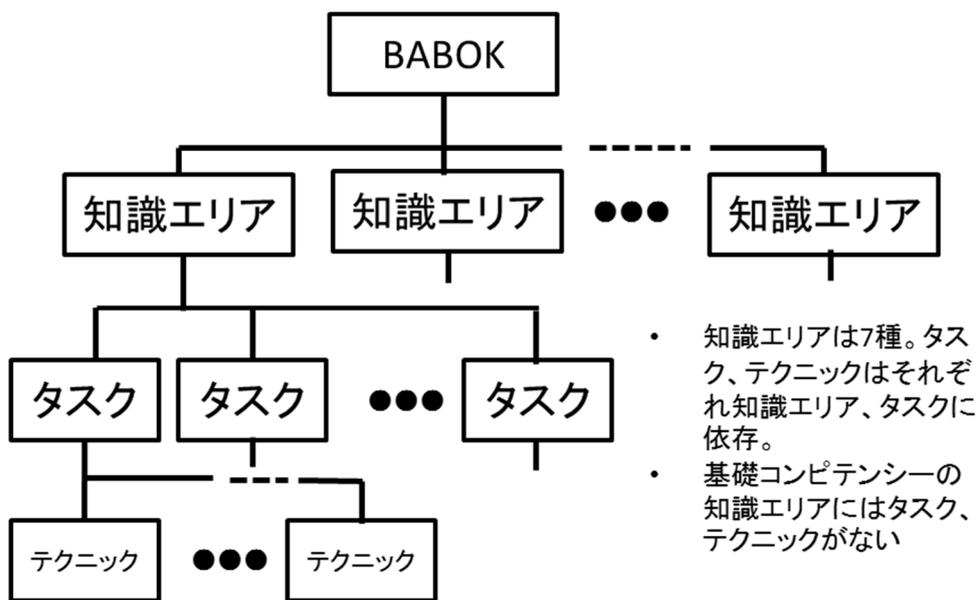


図3 - 1 BABOKの階層構造

4 . 学友会執行部の業務分析及び改善案

本論文での「ASIS」と「TOBE」という用語を用いる。「ASIS」は学友会執行部の業務の現在の状態（業務フロー、業務一覧等）を、「TOBE」は「ASIS」から要求、問題を引き出し、それを解決することによって実現するより良い状態を指す。

本章では、スポーツ大会と紅翔祭の ASIS 分析と TOBE 案を検討する。

4 . 1 スポーツ大会

4 . 1 . 1 ASIS 分析

分析対象としたスポーツ大会（2012年度）の実行委員長は筆者の一人が勤めたため、まずその経験から業務の流れを作成し、当時のスポーツ大会実行委員に確認をもらった。

作成したスポーツ大会の業務一覧及び業務フローは、紙幅の関係から省略する。

次に、スポーツ大会の問題点を明らかにするために BABOK のエンタープライズアナリシスの「ビジネスニーズを定義する」というタスクを実行する。

このタスクのインプットは、「ビジネスの目的と目標」と「表明された要求」である。「表明された要求」とは、「引き出し」知識エリアの実行により明らかにされた要求である。これらをスポーツ大会に適用すると次のようになる。

- 目的と目標
 - スポーツ大会を学生に楽しんでもらい、大学生生活の充実につなげる
- 表明された要求
 - 種目に関する学生の意見を反映させたい。
 - 1年生が参加を必須とされている種目を1年生の意見を聞き、別の種目に変更したい。

- ◆ スポーツ部（クラブ、同好会）だけでなく、文化部からも参加して欲しい。

上記のインプットからアウトプットとして期待される結果等を含んだビジネスニーズを明らかにする。期待される結果とはスポーツ大会の目的、目標が達成された時に得られる便益のことである。分析の結果、スポーツ大会の目的と目標や要求、期待される結果等の観点から得られたアウトプット（ビジネスニーズ）を下記に示す。

- ◆ 学生の満足度の向上
- ◆ 種目の変更
- ◆ 誰でも参加できる種目の開催

4.1.2 TOBE 案

前節で明らかにしたビジネスニーズと筆者等が作成したスポーツ大会業務一覧表とスポーツ大会業務フロー図を用いてスポーツ大会の TOBE 案を提案する。

前節で述べたタスク「ビジネスニーズを定義する」で明確にしたビジネスニーズよりスポーツ大会に求められているものは学生の満足度の向上だということがわかった。この目標を達成するには学生にとって魅力のある種目を用意する必要があると考えた。また、種目リストの中に不得意な種目があってもスポーツ大会全体としては参加しやすい種目構成

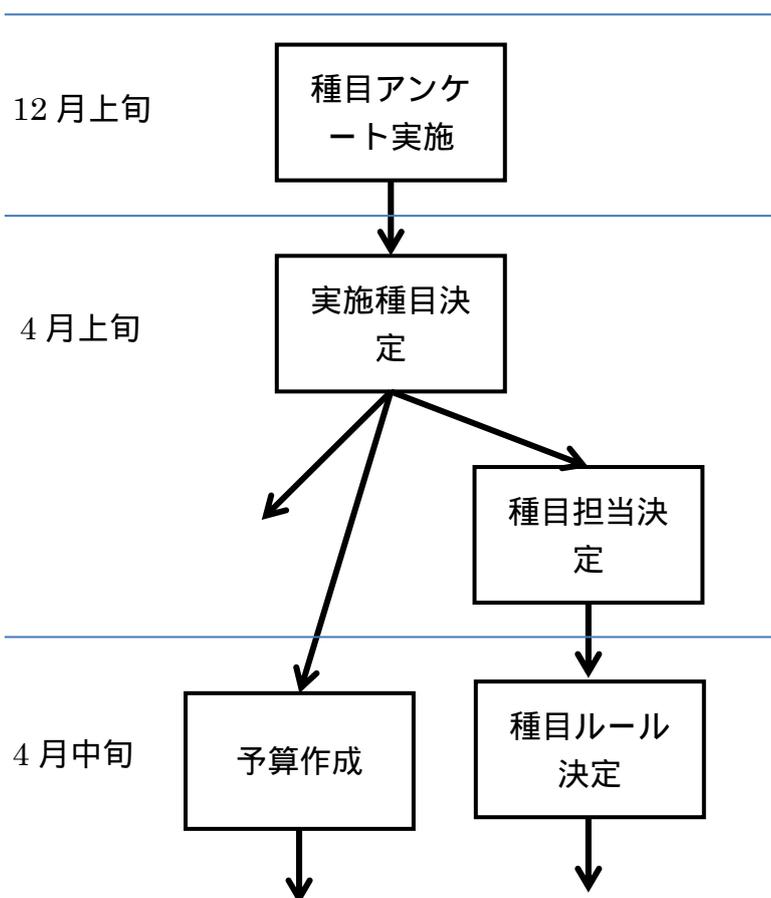


図4-1 スポーツ大会の種目、予算作成に関する ASIS 業務フロー（部分）

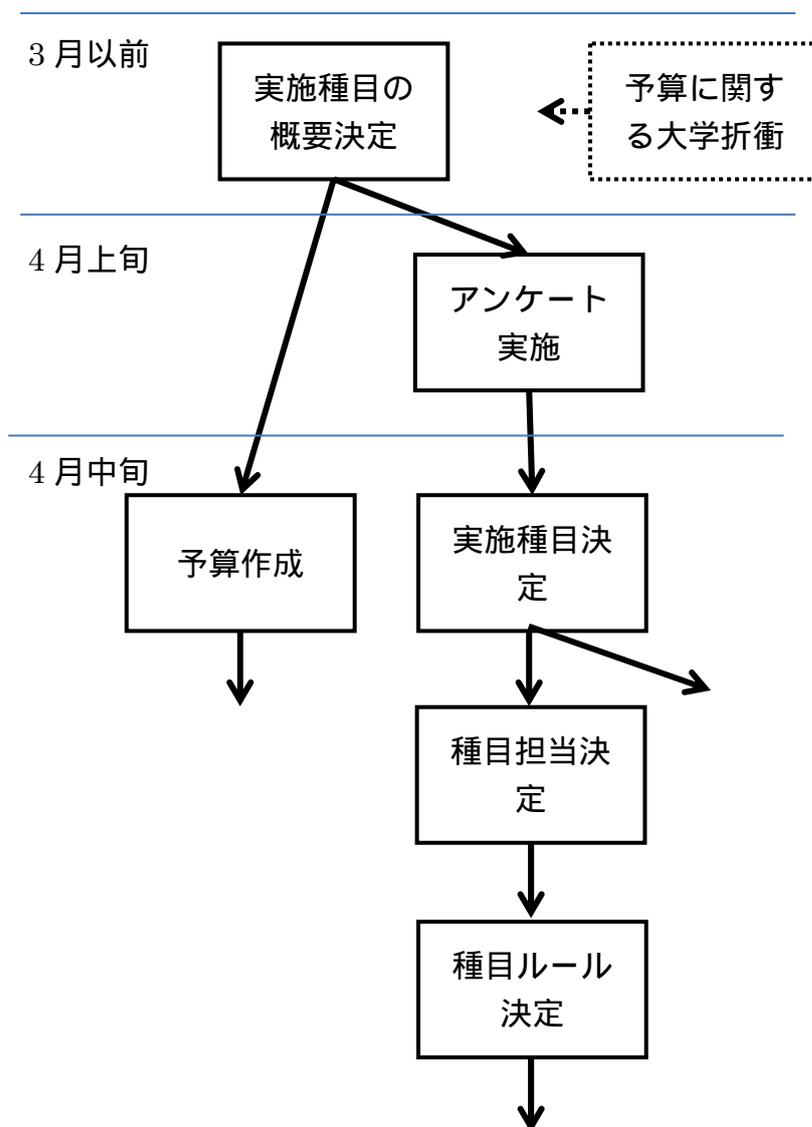


図4 - 2 スポーツ大会の種目、予算作成に関する TOBE 業務フロー（部分）

とする必要がある。

このために、スポーツ大会直近の学生意識を調査するアンケートは重要である。

そこで、筆者等はスポーツ大会の TOBE 案として毎年種目の変更（1年生が参加を必須とされている種目も含めて）ができるような業務の流れを提案することにした。

2012年度のスポーツ大会の種目に関する業務フロー図の一部を図4 - 1に示す。スポーツ大会は、5月の下旬前半頃に実施される。図4 - 1に示すように種目が決定するのは12月から3ないし4月の間である。12月にアンケートを取っても、次年度のスポーツ大会まで期日があり、当該年度のスポーツ大会からはかなり時間が経過している。このような状況では学生の意見を正確に反映することができない。また、新入生は自分たちが参加する

種目に関して意見を反映させる機会がない。4月に入ってからアンケートを取ればこの欠点を克服できるが、現行の業務フローでは、種目が決定してから予算を作成する。またアンケートを取ってから種目を決定するまでに約1ヶ月かかる。さらに、スポーツ大会の1ヶ月前(4月下旬前半)までにスポーツ大会の企画書(各種目の概要等)を大学に提出する必要があり、アンケートを4月に取るのではこの期限に間に合わない。2、3月に学生に対しアンケートを取ることができれば問題を軽減できるが、この期間は春休み中であり多くの学生は大学に来ない。電子メールによるアンケートでは高い回収率は期待できない。

この問題を解決するために、「現在の業務フローでは、種目が決定しないと予算を作成できない」という点に着目した。今までのスポーツ大会の予算作成方法では種目ごとに予算を計上する。さらに順位ごとに賞金金額が異なれば、それにしたがって計上する。この予算作成方法はかなりの工数を要し、予算作成までに時間がかかる。このため、予算を個別の種目、順位順に作成するのではなく、「スポーツ大会賞品代」の様な大括りな項目で計上することを提案する。すなわち、スポーツ大会の賞品代として全体で使う金額を計上するようにする(用途の詳細については実行委員会に一任する)。このようにすれば前期の学生対象ガイダンス時(4月初頭)にアンケートを取ることが可能である。当然のことながらガイダンスに新入生も参加する。例年の予算、決算を参考にし、ある程度種目数を決めておけば上記の方法でも予算の作成は可能である。このような業務フローにすることで、ビジネスニーズを満足する業務フローとすることができたと考える。ただし、この業務フローを実現するためには、予算の許諾権を持つ大学側との事前の交渉が必要である。

スポーツ大会の TOBE 業務フロー図を図4 - 2に示す。

4.2 紅翔祭

4.2.1 ASISの分析

スポーツ大会に比べ予算や参加人員、来場者数が大きいため、紅翔祭実行委員会を以下の4つの担当に分けて業務を行う。

- ◆ イベント担当：アーティスト、タレント等呼んでアリーナ(体育館)で行うライブ準備・実施
- ◆ 会場担当：イベント団体、模擬店のレンタル品の管理
- ◆ 広報担当：パンフレット、ポスターの作成
- ◆ 食品衛生担当：食中毒対策、調理場の管理

紅翔祭の ASIS 分析は、インタビューとビジネスニーズの定義を用いて実施した。以下、詳細を示す。

(1) インタビュー

筆者等は紅翔祭の実務経験がなく業務の知識や業務手順が不明な部分があったため、前年度(2011年度)の各担当のリーダーにインタビューを行い、情報を収集した。これは

BABOKの「引き出し」知識エリアの業務である。

BABOKには、「引き出し」が用いるテクニックとしてインタビューが記載されている。そこで、BABOKの記載に従ってインタビューを実施した。上記に沿って行ったインタビューの結果に基づいて、会場、イベント、広報、食品衛生の各業務の業務フローを作成するとともに、各担当の要求条件を明らかにした。業務フローは紙幅の関係から省略するが、各担当の反省点、その裏返しとしての要求条件を表4-1に示す。

参考のため、付録の付表1にBABOKのインタビューの特性を整理して示す。また、インタビューは、手順が重要であるが、付表2にBABOKに示されているインタビュー手順と各項目の留意事項を示す。

表4-1 インタビュー結果の整理

担当	反省事項	要求条件
会場	会場の仕事を一人で抱え込まず、もっと他のメンバーに分担した方が1人の負担が減り、効率が良くなると思った。	業務を担当内で分担する
イベント	イベント会社を決定する際に選定基準を間違えてしまった。打ち合わせのしやすさ、対応で決めるべきだった。(提示された芸人で決めてしまった。イベント会社で呼ぶことのできるタレントは限られていないことに後で気づいた)。	業務内容を事前に把握する。 この担当では、イベント会社の選定は、打ち合わせのしやすさ、対応で決めるべきと事前に把握しておくべきであった。
広報	1人で作業をしないこと。これにより他の広報担当者が関わらなくなるので、ミスに気付けなくなってしまう、分担しないと業務を覚えられないので、引継ぎに支障が出てしまう等の問題が出てくる。	業務を担当内で分担する
食品衛生	・焦っていてうまく指示が出せなかった。 ・効率よくできなかった。 ・役割分担がうまくできなかった。	・業務を担当内で分担する ・スケジュールを決めて実行する

(2) ビジネスニーズの定義

「ビジネスニーズを定義する」のインプットは、「ビジネスの目的と目標」及び「表明された要求」である。

目的と目標はスポーツ大会と同様に、次のように定めた。

“学園祭(紅翔祭)を学生に楽しんでもらい、大学生生活の充実につなげる”

一方、「表明された要求」は、表4-1の最右列に示されている以下のものである。

- ◆ 業務内容を事前に把握する
- ◆ 担当内の作業を分担する（業務内容を事前に把握したうえで）
- ◆ スケジュールを決め、進捗を把握しながら実行する

このインプットに対するビジネスニーズのアウトプットを以下のように定めた。

- ◆ 業務に携わる前に業務に関する知識の取得・理解の機会を設けること
- ◆ 業務の分担をすること
- ◆ スケジュール管理をすること

（３）ソリューションアプローチの決定

上記（１）（２）の作業でビジネスニーズを明らかにできたので、次は BABOK の 5 章（エンタープライズアナリシス）の 5.3 節の「ソリューションアプローチを決定する」タスクを実行する。このタスクのインプットの 1 つはビジネスニーズである。

このタスクでは、いくつかの代替案を作成し、それらをインプットであるビジネスニーズと照らし合わせて評価する。

代替案を作成する方法としてブレインストーミング（以下、BS）を用いた。通常ブレインストーミングは、複数人で行う。筆者の一人は、個人が新しいアイデアを得るために BS（的）手法が有効であると考え、これを「一人 BS」と呼んでいる。今回は「一人 BS」で代替案を検討した。なお、BABOK に記載されている BS 手法を整理したものを付表 3 に示す。

1 人 BS の結果を整理したものを以下示す。

- ◆ 業務を分担する リーダーが行う業務の数を減らす リーダーが担当内の状況を的確に把握できる（「 」の左側が原因を右側が結果を表す。以下同じ）
- ◆ 業務に対する事前学習（会）を行う 経験がない、あるいは経験が浅くとも業務全体が見渡せる
- ◆ ガントチャート等を用いて業務スケジュールを作成し、それに基づいて進捗管理する 客観的に業務を進めることができる

上記の 3 つが紅翔祭実行委員会で新しく実行されるべき業務（ソリューション）の候補である。これを実行すべき価値があるかどうかを評価する必要がある。BABOK では、「エンタープライズアナリシス」知識エリアにソリューションが評価する「ビジネスケースを定義する」タスクが定義されている。上記の結果（代替案）を「ビジネスケースを定義する」タスクを参考にして評価した結果を以下に示す。

<業務を分担する>

インタビューの際に要求を聞いた 4 人の担当の内、3 人が業務の分担について反省点を述べていた。このことから作業の分担が重要であることは明らかである。

<業務に対する事前学習（会）>

筆者の一人は、3 年生のときに紅翔祭の運営に携わっていたが、そのときにも不明な点

がいくつか存在した。紅翔祭実行委員には1年生の委員もあり、彼らが多くの不明な点に遭遇することはまったく当然と言える。

また、イベントリーダーのインタビューでは、「見積もりの打ち合わせの際に提示された芸人でイベント会社を決定してしまった。タレントの誰を呼ぶかはイベント会社ごとに決まっているわけではないことに後で気づいた。」というコメントがあった。

上記の2つの事例の他、事前学習を行うことにより作業効率を改善できることは明らかである。また、それに要するコスト（主として時間）もそれほど大きいものではないと考えられる。このため、事前学習（会）は必要な業務であると判断する。

<スケジュール管理>

食品衛生のリーダーからは、「焦っていてうまく指示が出せなかった。」「効率よくできなかった。」とのコメントがあった。これらのコメントは、作業全体が見通せず、誰がどの作業を行っているのか、現在どの作業が動いているのか/いないのか、作業が遅れているのか/いないのか、どの作業を優先して行うべきかなどわからず、ひたすら時間だけが過ぎていくといったことを反映している。

これを解決するには、作業分担を決めた後、作業の依存関係などを決定してスケジュールを決め、そのスケジュールに沿って業務管理をすればよい。

作業分担を決めるということは、上位のWBS（Work Breakdown Structure）を決めることであり、これを各担当でさらに細分化し、ガントチャートなどでスケジュールを決めて行けばよい。このようにすることで、各担当の業務に対する意識も向上する。

以上の観点から、この業務は必要であると判断する。

以上の評価からアウトプット（ソリューションアプローチ）として、前述した3つの業務を追加するべきであると考えられる。

- ◆ 業務分担
- ◆ 業務に対する事前学習（会）
- ◆ スケジュール管理

4.2.2 TOBE案

前節でソリューションとして、ASIS に対して 業務分担、事前学習（会）、スケジュール管理の業務を追加することを提案した。ここではそれぞれの詳細について述べる。

（1）業務分担

資料作成、打ち合わせ等の各担当のリーダーが行う業務を他の担当者に実行させるようにする。このようにしておいて、定期的（業務終了時、1日の活動終了時等、リーダーが決める）に進捗報告し、問題点がなかったかどうかリーダーが確認するようにする。紅翔祭実行委員会は年度によって人数が変動し、年度によっては委員数がかなり少ない場合がある。そのときはリーダーも業務を分担するが、その場合でも可能な限りリーダーの業務

量を少なくする。これにより、リーダーの負担を ASIS に比べ減らすことができ、担当全体を見て分担業務が円滑に進むように配慮すること（いわゆる管理業務の実施）ができ、また、次の実行委員会への引き継ぎも円滑に行うことができる。

（２）事前学習

インタビューで、「事前に紅翔祭の知識が乏しかったことが理由で業務に支障がでた」というコメントがあった。このことから、紅翔祭実行委員全体、又はその担当内で業務知識の共有、確認をする機会を設ける必要があると判断される。これを実現するために、紅翔祭実行委員会各担当の業務を開始する前に新しい担当全員と前年度の担当で引き継ぎを兼ねた紅翔祭の業務を学習、確認する事前学習会（必要に応じて複数回行う場合も考えられる）を設けることが有効であると考えられる。

この事前学習会は（１）の「業務の分担」にも関係している。ASIS の業務フローではリーダーが行っていた日常的業務を、TOBE ではリーダー以外の担当者に任せる、リーダーは可能な限り管理に力を割く。このためにはリーダーを含め、担当の全員がある程度の業務知識が必要である。事前学習会で引き継ぎにより業務知識の獲得し、各担当の内の円滑な業務推進とメンバー間の支援、あるいは担当間の業務支援が可能になると考える。

（３）スケジュール管理

事前学習会が終了し、担当内の分担が決まったら、メンバー毎に自分の分担のスケジュールを作成させる。メンバー毎のスケジュール作成は、スケジュールを作成する前に、各自の業務の詳細化（WBS の作成）をする必要がある。業務の初期段階で全ての業務が見通せない場合が多いと思われるが、可能な限り詳細化しておく必要がある。

また、担当内のスケジュールが作成できたら、リーダーは担当間のスケジュールのすり合わせ、特に、スケジュールの依存関係（あるスケジュールの開始にはどのスケジュールが終了している必要があるか等）をチェックし、その結果を自担当のスケジュールに反映する必要がある。

スケジュール管理のツールはどのようなものでも構わないが、比較的シンプルで扱いやすいガントチャートが良いのではないかと考える。

５．大学学生自治会業務 BABOK の適用にしてみた結論

今回は、数多くある BABOK のタスクとテクニックの中から、タスクは、「ビジネスニーズを定義する」、「ソリューションアプローチを決定する」、「ビジネスケースを定義する」の３種類を利用して分析を進めた。また、テクニックは、「インタビュー」と「ブレインストーミング」の２つを利用した。

利用したタスク、テクニックが少ないのは、大学学生自治会業務の分析にはこれだけで十分であるということではなく、以下の理由によりすべてを検証できなかったためである。（１）「はじめに」のところで述べたように、本論文のベースは卒業研究の成果として作成された論文である。卒業研究は、開始から終了まで１年弱という短期間で実施され、BABOK

全体への十分な理解が不足した。また、大学学生自治会業務フローは定義できたもののそのフローの分析に十分な時間を割けなかった。

(2) 同様な理由により、筆者等に業務分析の経験が不足していた。また、テクニックにはかなりの知識・熟練を要するものもあるが、筆者等にはそれがなかった。

しかし、これを逆にみると経験もスキルもない大学生 4 年生が、小さいとはいえ大学学生自治会業の ASIS を導きだし、TOBE を提案できたのは、BABOK という指針があったからであり、BABOK の役割は大きいと言える。すなわち、BABOK を用いれば、業務分析に余り知識がないものでも、一定の成果を得ることができるということである。ただし、詳細で正確な分析を行うためには、分析手法の学習、実践を通じた経験が必要である。

6. おわりに

以上、BABOK を利用した大学学生自治会業務の一部、スポーツ大会と学園祭の業務に関する ASIS 分析と TOBE 提案について述べた。BABOK は通常のビジネス組織だけではなく、このような組織に対する分析・ソリューション提案にも有効であることが示すことができたと考える。また、それほどスキルがない者でも BABOK に基づけば、業務分析、業務改善に対してある程度の成果を得ることができることも示すことができたと考える。

本論文で提案した TOBE は、時間的な制約のため、実際に実装して検証することができなかった。今後(特に、これを引き継ぐ卒業論文等で)検証を行い、有効性をさらに確認したいと考える。

引用文献

- [1] IIBA, ビジネスアプリケーション知識体系ガイド (BABOK ガイド) Version2.0, IIBAJ, 2010.
- [2] IIBA, “ International Institute of Business Analysis, ”
<http://www.iiba.org/>.
- [3] IIB-J, “ IIBA 日本支部, ”
<http://iiba-japan.org/>.
- [4] 神林昭広, “ BABOK を用いた学友会業務分析, ” 2013.

付録

付録では、BABOK で述べられている、インタビュー（付表 1、付表 2）とブレインストーミング（付表 3）に関する説明及び留意事項を整理して記載する。

付表 1 インタビューの特性

項目		説明
インタビューの目的		質問により必要な情報を聞き出すこと
インタビューの種類		質問を決めたインタビュー：事前に用意した質問に答え てもらう
		質問を決めないインタビュー：事前に質問用意せず、自 由に談話・議論する
インタビューを成功させ る要因		<ul style="list-style-type: none"> ・そのドメインに対する質問者の理解度 ・質問者のインタビュー経験 ・結果を文書化するスキル ・被質問者の積極的な姿勢 ・質問者と被質問者の信頼度、親密さ
インタビュー	長所	<ul style="list-style-type: none"> ・様々な状況で使える単純で直接的なテクニックである こと ・質問者、被質問者が納得のいくまで議論できる ・追加や補足の質問により互いの理解度を確認できる ・被質問者が公には発言しにくい意見も、一対一なら言 いやすい
	短所	<ul style="list-style-type: none"> ・被質問者の積極性に左右される ・質問者のインタビュースキルに左右される (質問を決めない場合は特別なスキルが必要) ・回答の質が質問者のドメインの知識の程度に依存する ・インタビュー結果の整理は質問者の解釈に左右される ・被質問者を誘導するおそれがある

付表2 インタビュー手順

番号	項目	説明
1	インタビューの準備	インタビューの主題と目標を定義する
2	インタビュー対象候補者選出	<ul style="list-style-type: none"> ・ドメインに対して、最も新しく、最も信頼できる情報を持っている人 ・インタビュー分野に対する利害 ・保持する情報の相対的重要性（他候補者との）
3	インタビューの組み立て	質問の種類 <ul style="list-style-type: none"> ・限定質問：「YES / NO」、数値等の1つの回答を引き出す質問 ・拡大質問：限定質問以外の質問。処理の流れ等
		質問順序 <ul style="list-style-type: none"> ・質問の順序：重要度、一般的質問から具体的質問、細かい質問から要約的な質問、時間的順序（始まりから終わり）等 ・回答者の知識のレベル、インタビューの主題に基づいて調整する
		考慮事項 <ul style="list-style-type: none"> ・場所、時間、手段（対話、電話、web会議等）
4	インタビュー実施	<ul style="list-style-type: none"> ・開始時、被インタビュー者にインタビューの趣旨を説明し、被質問者の心配事を話し合う ・インタビュー中はメモを取り、終了時にお互いがメモの確認をする ・質問者は予め定めた目標と質問内容から逸脱しないようにする ・質問者は能動的に被質問者の話を聞き、インタビュー中に出てきた情報から何を理解できたかを確認する ・終了後は見落とししがないか尋ねる ・レビューの日程を確認する
5	インタビュー結果の整理	<ul style="list-style-type: none"> ・インタビューの結果をまとめて被質問者にレビューをしてもらい、書き漏らし、不正確な記述、被質問者の言及漏れ等を確認する ・レビューはインタビューが適切にまとめられているかを確認するだけにする ・要求が有効かどうか、成果物に取り入れるかどうかはレビューでは問わない

付表3 ブレインストーミング

項目		説明
目的		大量に新しいアイデアを生み出し、さらに深く分析すること
概説		<p>多彩な意見や選択肢を大量に生み出すために、次のような質問をすると回答が得やすい</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 目前の課題を解決するためにはどのような選択肢が利用できるか？ ・ あるアプローチや選択肢をとった場合に、グループの前進を阻む要因は何か？ ・ あるアクティビティに遅延をもたらしている原因として何があるか？ ・ ある問題を解決するためにグループでは何ができるか？
事前準備		<ul style="list-style-type: none"> ・ 対象とする領域を明確、簡潔に定義する ・ アイデアを出し合う時間に制限を設ける ・ ファシリテータと参加者を決める（6～8人）
実行方法		<ul style="list-style-type: none"> ・ アイデアの個数を制限しない。時間内にできるだけ多くのアイデアを出すようにする ・ アイデアについて議論、批判、評論をしない ・ 全てのアイデアを視覚的に記録する ・ 大げさなアイデア、他のアイデアに意見を付け足したのもでも受け入れる ・ ブレインストーミング中は出されたアイデアについて討議しないことを徹底する
まとめ		<p>アイデアを要約したリストを作成する。同じ様なアイデアは組み合わせ、重複しているものは削除する</p> <p>著者注) KJ法がまとめツールとして優れている</p>
長所と短所	長所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 短時間で多くのアイデアを引き出せる ・ 創造的に発想できる ・ 参加者同士の緊張を和らげることができる
	短所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 参加者の創造性と意欲によって結果が左右される

企業の海外進出先候補選定における定量的評価方法に関する研究

Quantitative Assessment Method in Advance Destination Candidate of Land Selection

岸野清孝^{1*} 宮島稜太^{2*}

要旨：

日本の製造業では、大企業が進めていた海外進出を中小企業が進めるケースが増加している。中小企業が進出先候補を選定するには、インフラ、労働事情など多数ある要素を定量的に分析し評価する必要があるが、ノウハウと人材の不足が課題となっている。

本論文の目的は、企業（特に中小企業）の海外進出先候補選定における定量的評価方法を提案し、アジア圏の国を対象として実際の評価を行い、課題を考察することである。

80点満点の定量的評価結果では、対象としたアジア圏の12か国の順位は上位から中国(65点)、シンガポール(64点)、ベトナム(63点)の僅差となった。これは賃金上昇、突然として起きる対日デモなどのリスクの面からであり、今後は順位が逆転する可能性があると考えられる。以下、タイ、ラオス・インドネシア（同順位）、ミャンマー、カンボジア、フィリピン、インド、パキスタン、バングラデシュとなった。

海外進出先候補の選定時における課題は、各国の評価が刻一刻と変動する点に注意しなければならない点である。また、想定と実態に相違が発生する可能性もあるので、現地調査に入り、予備調査と実態の差を埋めていくことが重要である。

1. はじめに

日本国内の賃金が1990年代に大きく上昇したことによって、国内の企業は海外の安価な労働コストを求め海外へ展開する動きが広まった。かつては、大企業が行っていた海外進出を中小企業が行うケースも珍しくなく、2012年度での海外生産比率は前年度比で2.3%上昇の20.3%となり、海外生産は拡大傾向にある。

本論文の目的は、インフラ、労働事情など多数ある要素を定量的に分析し、中小企業に対する進出先候補選定の定量的評価方法を提案することである。さらに、現在活発に進出が行われるアジア圏の国を対象として実際の評価を行い、日本の最大の進出先である中国とそれ以外の国を比較することにより、中国以外の国の課題を考察することである。

本論文では、まず企業が行う海外進出がどのような目的で行われ、どのような内容や流れを経て進出に至るかについて述べる。次に海外進出先候補を選定する際に有効な要素を調査し、定量的評価方法として用いる評価項目、評価基準、評価点数について提案する。その後、実際に定量的に評価した各国の評価結果と考察について述べる。

2. 企業の海外進出について

2.1 国内企業が海外進出を行う経緯、目的、問題点

(1) 海外進出の経緯

海外進出が本格化したのは1985年のプラザ合意後の円高以降のことである。1990年代では東アジアから安価な製品が流入し始め、これらに対抗するためコストダウンの一環として海外進出が選択されさらに加速していった。2008年においてもリーマンショックと円高の影響で国内での生産調整が図られ生産量回復が見込めないため、こののちに海外生産へと向かっていった。

1*KISHINO, Kiyotaka [情報システム学科]

2*MIYAJIMA, Ryouta [情報システム学科学生]

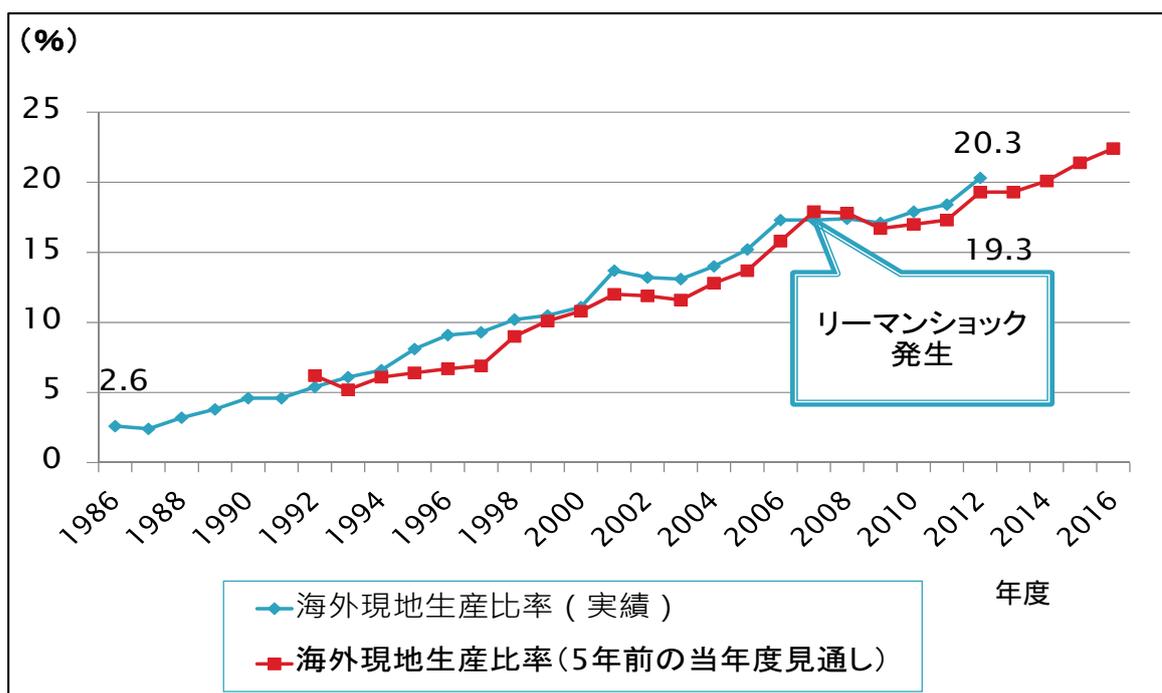


図 2.1 海外生産比率の推移

図 2.1 は海外生産比率の推移を表したグラフである。青線は海外現地生産比率で、赤線は海外現地生産比率の 5 年前の当年度見通である。グラフを見ると 1986 年から 2012 年にかけて約 7.8 倍まで増加していることがわかる。2012 年度においては、海外生産比率は昨年度比 2.3% 上昇の 20.3% と過去最高水準であり、このことから拡大傾向にあることは明らかといえる。

(2) 海外進出の目的

企業の行う海外進出の目的は、市場の開拓、生産コストの削減、部品製造拠点の設置、新規事業の立ち上げなど企業によって様々な目的によって行われている。昨今では大企業のみならず、中小規模の企業までもが海外進出を行うケースが増加し、現在拡大傾向にある。

(3) 海外進出の問題点

海外進出の問題点は、1 つ目は経営環境の変化であり、進出先国の経済発展に伴うインフラ整備など好ましい変化も起きるが、賃金の上昇など好ましくない変化も起きる点である。2 つ目は進出国によっては固有のリスクが存在し、中国の日系企業攻撃のリスクや、タイなど熱帯気候に分類される国の洪水のリスクなどが存在する点である。

2.2 海外進出の流れ¹⁾

企業の海外進出の流れは

検討段階

海外展開事業分野の検討、**進出先候補の選定**、進出形態、出資規模の決定、事業計画の策定、海外事業展開の決定

準備段階

事業環境の把握、パートナー企業との交渉、会社設立（登記）、政府機関への手続き、人材の確保・研修、工場建設、販路開拓、生産立上げ

操業段階

原材料・部品の調達、生産、販売、マネジメント、環境変化と3段階に分けることができる。本論文では1つ目の検討段階の進出先候補の選定という段階を対象としている。

3. 海外進出先候補の選定について

(1) 海外進出先候補の選定要素

進出先候補の選定については、各国の労働賃金やインフラなど、選定にかかわる要素はさまざまである。これらの要素は、労働コスト削減、取引先企業の要請等の自社の目的を明確化した上で検討する必要がある。

企業が海外進出を行うケースは、自社コストを低減することを目的としたケースだけでなく、進出先での現地の需要を獲得することを目的としたケースも存在する。そのため、現地従業員の賃金や工場建設費といったコストの安価な国を目指すのではなく、進出した先での市場の将来性や規模なども検討する必要がある場合もでてくる。さらに、目的を実現するためには進出先のインフラ、法制度などの要素も当然考慮しなければならず、コスト削減を目的として人件費の安い国へ進出したとしても単純に達成できる可能性は低い。

また、継続して現地法人を運営していくためには治安や環境問題などの安全面も考慮しなければならない。2012年に中国での反日活動によって複数の日系企業が攻撃の目標とされ、工場や販売店が破壊されるなどして大きな被害を受ける問題も起き、中国に拠点を置く多くの日系企業にも大きな意識の変化を与えるなど影響を与えた。環境問題の例としては、2011年にタイでの大規模な洪水によりホンダ、ソニー、クボタなどの製造工場を構えていた日系企業が被害を受けた。タイは日系企業が3,100社近くと比較的多く進出しているが、熱帯性気候に分類されるタイでは雨期の間スコールが発生し易いため、多数の日系企業が洪水の被害を受けた。この他にも、進出先各国で考慮しなければならないリスクや事象が存在するため、様々な視点からの分析が必要となる。

(2) 問題提起

海外進出のサポートを行うコンサルティング企業が存在しているが、中小企業にとって進出時における情報提供などの支援を受けるには相応の費用が必要であり、容易に情報を入手することができない。また、各国の基礎情報を掲載している企業やホームページなどはあっても、決められた基準によって評価されたデータは無いため、多数の国を一度に比較することは困難である。比較するためには、多数存在する国の中の各要素を決められた基準により定量化し、比較し易いデータへと変換する必要がある。

そこで本論文では各要素を点数で定量化することにより、得られた点数によって各要素を可視化し、各国について比較・検討することで改めて各国の選定評価を行う評価方法を提案する。

4. 中小企業に対する海外進出先候補選定の定量的評価方法の提案

4.1 評価目的と評価方法の提案²⁾

(1) 評価目的

海外進出を行おうとする場合、多数存在する候補のなかから事前調査し比較することで候補を絞って、次の段階である現地調査に進む。本論文ではその事前調査での各国比較を想定した評価を行う。各国の比較を行う目的は、それぞれの国が持つ経済環境や労働環境などを定量化し総合

的に評価することにより、現段階での位置づけを明らかにするためである。また評価結果から、各国の強みと弱み、課題について考察する。

(2) 評価方法の提案

日本企業が実際に進出している、あるいは候補として挙がる国について、「経済・社会情勢・税制」、「生産・流通・販売」、「労働関係・人材」、「インフラ」の4つの大評価項目から総合評価を行う方法を提案する。これら大評価項目にはそれぞれ更に4つの小評価項目を設定し、全16項目について評価基準を設け、その基準によって評価点数で定量化を行う方法を提案する。

4.2 評価項目と評価基準・評価点数の提案^{3), 4), 5), 6), 7), 8)}

(1) 経済・社会情勢・税制の評価基準・評価点数^{4), 5)}

表4.1に経済・社会情勢・税制の評価項目として、経済成長率、治安、自然災害、法人税の4つを提案し、以下に評価内容を説明する。

経済成長率

経済成長率の数値については2013年度発表の実質GDP成長率のデータを用いる。

治安

治安については、各国の治安を直接比較するのは困難であるため、イギリスのエコノミスト・インテリジェンス・ユニットにより調査された世界平和度指数の数値を用いる。

世界平和度指数とは、イギリスのエコノミスト紙が24項目にわたって144か国を対象に分析し、各国や地域がどの程度平和化を相対的に数値化したものである。評価項目にはテロ活動の潜在的可能性、暴動の可能性、殺人事件数、暴力犯罪数などが含まれている。

自然災害

自然災害については、World Resources Instituteによる発表のWRI (World Risk Index)⁵⁾の2013年度の数値を用いる。WRIとは、自然災害への経済的リスク、自然災害による被害の受けやすさ、自然災害への対応能力、今後の自然災害に対する適応能力により算出される指標である。この指標の数値が高いほど、自然災害へのリスクは高いということになる。

法人税

法人税は2013年度発表の基本税率の数値を用いる。法人税とは法人の所得金額などを課税標準として課される税金である。高い法人税率では企業による立地の選択時に障害要因となる可能性がある。その逆で法人税率が低い場合は、負担が少なく海外の企業が直接投資を行いやすい環境であるため、海外進出に適しているという見方ができる。

表4.1 経済・社会情勢・税制の評価項目

評価項目	評価内容	評価基準	評価点数
経済成長率	実質GDP成長率の値を比較 (単位：%)	4.0未満	1
		4.0以上～5.0未満	2
		5.0以上～6.0未満	3
		6.0以上～7.0未満	4
		7.0以上	5
治安	世界平和度指数を比較 (単位：数値)	3.0以上	1
		2.5以上～3.0未満	2

		2.0 以上～2.5 未満	3
		1.5 以上～2.0 未満	4
		1.5 未満	5
自然災害	自然災害による被害の受け易さや災害への対策力等を総合的に評価した指標である WorldRiskIndex の値を比較 (単位：%)	21 以上	1
		15 以上～21 未満	2
		10 以上～15 未満	3
		5 以上～10 未満	4
		5 未満	5
法人税率	法人税率を比較 (単位：%)	35 以上	1
		29 以上～35 未満	2
		24 以上～29 未満	3
		19 以上～24 未満	4
		19 未満	5

(2) 販売・生産・流通の評価基準・評価点数^{4), 6)}

表 4.2 に生産・流通・販売の評価項目として、土地購入費用、流通能力、現地市場規模、進出実績数の 4 つを提案し、以下に評価内容を説明する。

土地購入費用

1 m²の土地を購入或いは長期リースする場合に要するコストを用いる。数値は基本的に購入費用としているが、土地の購入が認められていない国についてはリース費用とする。リース期間の 1 単位は、34 年から 75 年と国により大きな差はあるが、1 単位の期間の費用を比較数値とした。

各国の特定の都市あるいは工業団地の一例としての数値であるため、地域ごと工業団地ごとの差異については考慮外とした。

流通能力

流通能力については、世界銀行により統計⁶⁾された「物流の効率性指数」を用いる。物流の効率性指数は、各国の物流専門業者に対し、貿易・物流のインフラ、輸送サービスの能力、納期内到着度、通関手続きの効率性、適切な輸送便確保の容易性、荷物の追跡能力の 6 項目について調査した指数である。

現地市場規模

現地市場規模については、経済活動の取引規模を表す指標である一人当たり GDP の値を用いる。

進出実績数

進出実績数については、各国への企業進出数を用いる。

表 4.2 生産・流通・販売の評価項目

評価項目	評価内容	評価基準	評価点数
土地購入費用	各国の工業団地等の土地の 1 m ² 当たりの購入費用あるいは長期リース料を比較 (単位：ドル)	500 以上	1
		300 以上～500 未満	2
		100 以上～300 未満	3
		50 以上～100 未満	4
		50 未満	5
流通能力	物流効率性を表した指標の数値	2.0 未満	1

	を比較（単位：数値）	2.0 以上～3.0 未満	2
		3.0 以上～4.0 未満	3
		4.0 以上～4.5 未満	4
		4.5 以上	5
現地市場規模	一人当り GDP を比較 （単位：ドル）	1000 未満	1
		1000 以上～3000 未満	2
		3000 以上～5000 未満	3
		5000 以上～6000 未満	4
		6000 以上	5
進出実績数	日本企業の進出状況を比較 （単位：企業数）	300 未満	1
		300 以上～500 未満	2
		500 以上～800 未満	3
		800 以上～1,100 未満	4
		1,100 以上	5

(3) 労働関係・人材の評価基準・評価点数^{4), 7)}

表 4.3 に労働関係・人材の評価項目として、労働賃金、賃金上昇率、人材量、教育水準の4つを提案し、以下に評価内容を説明する。

労働賃金

労働賃金については2013年度の製造業における一般ワーカーの平均給与を用いる。

(2)の工場建設地コストと同様に、各国の特定の都市あるいは工業団地の一例としての数値であるため、地域ごと工業団地ごとの差異については考慮外とした。

賃金上昇率

賃金上昇率については、2013年度あるいは2012年度のいずれかの最新年度の名目賃金上昇率を用いる。

人材量

人材量については、労働者として雇用できる人口数を評価対象とするため、15歳から64歳までの経済活動人口を用いる。

教育水準

教育水準については、各国の成人男女の識字率を用いる。識字率は国際連合の発表する教育指標を算出するための1つであり、その国の教育水準を表す指標として用いる。

表 4.3 労働関係・人材の評価項目

評価項目	評価内容	評価基準	評価点数
労働賃金	製造業の一般ワーカーの1か月の給与水準を比較 （単位：ドル）	400 以上	1
		300 以上～400 未満	2
		200 以上～300 未満	3
		100 以上～200 未満	4
		100 未満	5
賃金上昇率	名目賃金上率を比較 （単位：%）	20 以上	1
		15 以上～20 未満	2

		10 以上～15 未満	3
		5 以上～10 未満	4
		5 未満	5
人材量	15歳から64歳までの経済活動人口比率を評価 (単位：%)	56 未満	1
		56 以上～61 未満	2
		61 以上～66 未満	3
		66 以上～71 未満	4
		71 以上	5
教育水準	男女の成人識字率を比較 (単位：%)	60 未満	1
		60 以上～70 未満	2
		70 以上～80 未満	3
		80 以上～90 未満	4
		90 以上	5

(4) インフラの評価基準・評価点数^{4), 8)}

表 4.4 にインフラの評価項目として、道路網、電力、用水、通信の 4 つを提案し、以下に評価内容を説明する。道路網、電力、用水、通信などの産業に不可欠なインフラの整備が行われているか評価することは、その国に進出した場合に企業活動が円滑に行えるかどうか計るだけでなく、その国の経済活動が活発であるか判断する材料にもなるといえる。

道路網

道路網については、道路舗装率を用いる。道路舗装率とは道路総延長に対する舗装道路延長の比率である。

電力

電力については、インフラの 1 つである業務用電力の利用料金を比較用いる。利用料金は、1kw あたりの料金と基本使用料の合計値を評価対象とした。

用水

用水については、インフラの 1 つである業務用水道の利用料金を用いる。電力と同様に利用料金は、1 m³あたりの料金と基本使用料の合計値を評価対象とした。

通信

通信については、各国のインターネット普及率を用いる。現代において道路や鉄道などのインフラと同様に電話回線や通信回線などの通信網も欠かすことのできない社会的な設備であるため、インターネットの普及率を評価項目に取り入れた。

表 4.4 インフラの評価項目

評価項目	評価内容	評価基準	評価点数
道路網	道路舗装率を比較 (道路舗装率：道路総延長に対する舗装道路延長の比率) (単位：%)	10 未満	1
		10 以上～20 未満	2
		20 以上～40 未満	3
		40 以上～50 未満	4
		50 以上	5
電力	業務用電力料金を比較	10 以上	1

	(基本使用料+1kwあたり料金) (単位:ドル)	8以上~10未満	2
		5以上~8未満	3
		2以上~5未満	4
		2未満	5
用水	業務用水道料金を比較 (基本使用料+1m ³ あたり料金) (単位:ドル)	10以上	1
		8以上~10未満	2
		5以上~8未満	3
		2以上~5未満	4
通信	インターネット普及率を比較 (単位:%)	2未満	5
		40未満	1
		40以上~50未満	2
		50以上~60未満	3
		60以上~70未満	4
		70以上	5

5. 海外進出先候補選定の評価結果と考察

5.1 海外進出先候補選定の評価結果^{3), 4), 5), 6), 7), 8)}

(1) 進出先候補選定の評価対象国

1983年から2012年までの地域別新規進出先国では、中国とASEAN、他アジアを含めたアジア全体の新規進出合計は、欧米・北米を大きく上回っており、アジアへの進出が活発に行われている。海外進出先としてアジアに存在する利点は、労働賃金などの各種コストが安価であり、経済発展に伴う消費増加により現地での収益獲得が可能であり、世界人口の半数以上が集中している大きな市場が存在することである。そこで評価対象地域は活発に進出が行われるアジアの国々を対象とした。

調査対象の国はインド(チェンナイ)、ベトナム(ホーチミン)、タイ、中国(上海)、インドネシア(ジャカルタ)、ミャンマー、フィリピン(マニラ)、バングラデシュ、パキスタン、カンボジア、ラオス、シンガポールの12か国とした。

(2) アジア圏12か国の進出先候補の評価結果

表5.1にアジア圏12か国の進出先候補の評価結果を示す。結果は中国が65点、シンガポールが64点、ベトナムが63点、タイが55点、ラオスとインドネシアが53点、ミャンマーが52点、カンボジアが49点、フィリピンが46点、インドが45点、パキスタンが40点、バングラデシュが35点となった。

(3) 項目別の順位結果

総合評価と項目別の順位結果を示す。表5.2は総合評価と4つの大項目別の順位、表5.3は「経済・社会情勢・税制」に関連する「治安」・「法人税」・「自然災害」・「経済成長率」の4つの小項目別の順位、表5.4は「販売・生産・流通」に関連する「進出実績数」・「現地市場規模」・「流通能力」・「土地購入費用」の4つの小項目別の順位、表5.5は「労働事情・人材」に関連する「労働賃金」・「賃金上昇率」・「人材量」・「教育水準」の4つの小項目別の順位、表5.6は「インフラ」に関連する「道路網」・「電力」・「用水」・「通信」の4つの小項目別の順位である。

表 5.1 アジア圏 12 か国の評価結果

国	大評価項目	経済・社会情勢・税制				生産・流通・販売				労働関係・人材				インフラ				総合評価
	小評価項目	経済成長率	治安	自然災害	法人税	土地購入費用	流通能力	現地市場規模	進出実績数	労働賃金	賃金上昇率	人材量	教育水準	道路網	電力	用水	通信	
中国	評価点	5	3	4	3	3	3	5	5	1	4	5	5	5	5	5	4	65
	小計	15				16				15				19				
シンガポール	評価点	2	5	5	5	1	4	5	4	1	5	5	5	5	3	4	5	64
	小計	17				14				16				17				
ベトナム	評価点	3	4	3	4	4	3	2	5	4	3	5	5	4	5	5	4	63
	小計	14				14				17				18				
タイ	評価点	1	3	4	4	3	3	4	5	2	3	5	5	5	2	4	2	55
	小計	12				15				15				13				
ラオス	評価点	5	4	4	3	5	2	2	1	4	4	3	3	2	5	5	1	53
	小計	16				10				14				13				
インドネシア	評価点	3	4	3	3	3	3	3	4	3	1	4	5	5	5	3	1	53
	小計	13				13				13				14				
ミャンマー	評価点	5	2	4	3	4	2	1	1	5	3	4	5	2	5	5	1	52
	小計	14				8				17				13				
カンボジア	評価点	5	3	2	4	4	2	2	1	4	4	3	3	1	5	5	1	49
	小計	14				9				14				12				
フィリピン	評価点	5	3	1	2	3	3	2	5	3	5	3	5	1	1	1	3	46
	小計	11				13				16				6				
インド	評価点	2	2	4	2	5	3	2	4	4	3	2	2	4	4	1	1	45
	小計	10				14				11				10				
パキスタン	評価点	1	1	4	2	5	2	2	1	4	1	1	1	5	4	5	1	40
	小計	8				10				7				15				
バングラディシュ	評価点	4	2	2	1	1	2	1	1	5	3	2	1	1	3	5	1	35
	小計	9				5				11				10				

表 5.2 より総合評価の順位は中国が 1 位、2 位がシンガポール、3 位がベトナム、4 位がタイとなった。総合評価では中国が 1 位であるが、大項目別に見ると中国は「生産・流通・販売」と「インフラ」の 2 項目で 1 位であり、他の 2 つの大項目では 1 位ではなかった。この結果から中国はインフラが良く、生産して販売するまでのルートが確立している一方で、労働コストの増加が起きているためコスト競争という点では他のアジア諸国に比べ劣り始めていることが分かる。

大項目別の順位でみると、総合評価の順位は中国が 1 位で 12 か国中最も進出国として優れているという結果になったが、小項目別に見るとシンガポールが最も 1 位の個数が多かった。中国の 1 位の個数は 2 個だが、シンガポールは 8 個で中国の 4 倍となった。これは、順位の付け方が 5 点満点の評価点を採用したのが「総合順位」と「経済・社会情勢・税制」、「販売・生産・流通」、「労働関係・人材」、「インフラ」の大項目であり、5 点満点の評価点をつける前の実際の値を採用したのが小項目であるためである。つまり、小項目別の順位で見ると 1 位個数の多いシンガポールが中国よりも優れているように見ることが出来るが、全項目で高評価点圏内に位置し続けていた中国が総合的には最高評価点国に立つことができているといえる。

表 5.3 の「経済・社会情勢・税制」の小項目別の順位を見ると、「経済成長率」はラオス、「治安」、「自然災害」、「法人税」はシンガポールが首位であった。シンガポールは 4 項目中 3 項目において首位だが、経済成長は鈍化しているため「経済成長率」の項目においては 10 位と低順位

表 5.2 総合評価と 4 つの大項目別の順位

	総合評価	経済・社会情勢・ 税制	生産・流通・販売	労働環境・人材	インフラ
1位	中国	シンガポール	中国	ベトナム・ ミャンマー	中国
2位	シンガポール	ラオス	タイ		ベトナム
3位	ベトナム	中国	インド・ベトナム・ シンガポール	シンガポール・ フィリピン	シンガポール
4位	タイ	カンボジア・ベトナム・ ミャンマー			パキスタン
5位	インドネシア・ ラオス			タイ・中国	インドネシア
6位			インドネシア・ フィリピン		タイ・ラオス・ ミャンマー
7位	ミャンマー	インドネシア		カンボジア・ ラオス	
8位	カンボジア	タイ	パキスタン・ ラオス		
9位	フィリピン	フィリピン		インドネシア	カンボジア
10位	インド	インド	カンボジア	インド・ バングラデシュ	インド・ バングラデシュ
11位	パキスタン	バングラデシュ	ミャンマー		
12位	バングラデシュ	パキスタン	バングラデシュ	パキスタン	フィリピン

表 5.3 小項目別の順位 (1) 経済・社会情勢・税制

	経済成長率	治安	自然災害	法人税
1位	ラオス	シンガポール	シンガポール	シンガポール
2位	中国	ラオス	ラオス	カンボジア・タイ
3位	ミャンマー	ベトナム	タイ	
4位	カンボジア	インドネシア	中国	ベトナム
5位	フィリピン	中国	インド	ラオス
6位	バングラデシュ	バングラデシュ	パキスタン	インドネシア・中国・ ミャンマー
7位	インドネシア	カンボジア	ミャンマー	
8位	ベトナム	フィリピン	インドネシア	
9位	インド	タイ	ベトナム	インド・フィリピン
10位	シンガポール	ミャンマー	カンボジア	
11位	パキスタン	インド	バングラデシュ	パキスタン
12位	タイ	パキスタン	フィリピン	バングラデシュ

である。一方、「経済成長率」が首位だったラオスは、他の3項目においても最低でも5位以上である。これらのことから、経済成長は鈍化してしまっているが安全面や税制の優れるシンガポール、高い経済成長を遂げているが安全面や税制ではシンガポールに劣るラオスと位置づけることが出来る。

他の総合評価での上位国を見ると、中国を除いたインドネシア・ベトナム・タイは6位以上の上位に入ることはあっても、4項目中の最低順位と最高順位の差が大きい一長一短な性質を持っていると考えられる。

表 5.4 小項目別の順位 (2) 生産・流通・販売

	土地購入費用	流通能力	現地市場規模	進出実績数
1位	パキスタン	シンガポール	シンガポール	中国
2位	ラオス	中国	中国	タイ
3位	インド	タイ	タイ	ベトナム
4位	カンボジア	ベトナム	インドネシア	フィリピン
5位	ミャンマー	インド・インドネシア	フィリピン	インド
6位	ベトナム		カンボジア	インドネシア
7位	フィリピン	フィリピン	ベトナム	シンガポール
8位	タイ	パキスタン	インド	バングラデシュ
9位	中国	カンボジア	ラオス	カンボジア
10位	インドネシア	バングラデシュ	パキスタン	ラオス
11位	シンガポール	ラオス	バングラデシュ	パキスタン
12位	バングラデシュ	ミャンマー	ミャンマー	ミャンマー

表 5.4 の「生産・流通・販売」の小項目別の順位を見ると、「土地購入費用」はパキスタン、「流通能力」・「現地市場規模」はシンガポール、「進出実績数」は中国が首位であった。「土地購入費用」において首位となったパキスタンの具体的な土地購入費用の一例を挙げると 11.75 ドルであり、2位のラオスの 30.24 ドルと比べるとおよそ 3 分の 1 である。しかし、パキスタンはこの項目以外では首位になる項目はなく、大部分の項目において順位は低く、総合順位も 11 位と低水準である。他の総合順位の上位 5 か国を見ると、ラオス以外の上位国は軒並み低順位である。この「土地購入費用」の項目においては「進出実績数」の順位の低い国が「土地購入費用」では高い順位となる傾向がある。土地が安価であっても、そのほかの要素が良くなければ進出国として選ばれにくく、安価な土地とその他の項目の両立は難しいという問題があると考えられる。

表 5.5 の「労働関係・人材」の小項目別の順位を見ると、「労働賃金」はミャンマー、「賃金上昇率」・「教育水準」はフィリピン、「人材量」は中国が首位であった。労働賃金が最も安価なミャンマーは現時点では 71 ドルであり、賃金上昇率は 12.8% であるため、緩やかに上昇を続けている。「賃金上昇率」と「教育水準」で首位となったフィリピンであるが、賃金の上昇率が 2.19% と最も低いが、労働賃金は 221 ドルであり、順位は 8 位と中間的である。労働賃金が 241 ドルと同じようなインドネシアは賃金上昇率が 2013 年度においては 43.9% と飛び抜けている。フィリピンは 200 ドル台の低い労働賃金でありながら、シンガポールといった労働賃金の高い国と賃金

上昇率が同じような低い値である。アジア内の国はいずれも賃金は平均 10%台で上昇する傾向にあるためフィリピンは労働コストという点では上昇率が低く、安定した国だと言える。

次に「人材量」が首位の中国について見ると、労働賃金の高さがアジア内では高水準であるが、13億人の巨大な人口と、そこに存在する経済活動人口の約9億人を持つ点はアジアだけでなく世界で見ても首位である。

表 5.5 小項目別の順位 (3) 労働関係・人材

	労働賃金	賃金上昇率	人材量	教育水準
1位	ミャンマー	フィリピン	中国	フィリピン
2位	バングラデシュ	シンガポール	シンガポール	シンガポール
3位	カンボジア	ラオス	タイ	中国
4位	ラオス	中国	ベトナム	タイ
5位	パキスタン	カンボジア	ミャンマー	ベトナム
6位	ベトナム	タイ	インドネシア	インドネシア
7位	インド	バングラデシュ	カンボジア	ミャンマー
8位	フィリピン	ミャンマー	フィリピン	カンボジア
9位	インドネシア	インド	ラオス	ラオス
10位	タイ	ベトナム	インド	インド
11位	中国	パキスタン	バングラデシュ	バングラデシュ
12位	シンガポール	インドネシア	パキスタン	パキスタン

表 5.6 小項目別の順位 (4) インフラ

	道路網	電力	用水	通信
1位	シンガポール	インドネシア	カンボジア	シンガポール
2位	タイ	ラオス	バングラデシュ	中国
3位	パキスタン	ベトナム	ラオス	ベトナム
4位	インドネシア	ミャンマー	パキスタン	フィリピン
5位	中国	中国	ベトナム	タイ
6位	インド	カンボジア	中国	インドネシア
7位	ベトナム	パキスタン	ミャンマー	インド
8位	ラオス	インド	タイ	ラオス
9位	ミャンマー	シンガポール	シンガポール	パキスタン
10位	フィリピン	バングラデシュ	インドネシア	バングラデシュ
11位	バングラデシュ	タイ	インド	カンボジア
12位	カンボジア	フィリピン	フィリピン	ミャンマー

表 5.6 の「インフラ」の小項目別の順位を見ると、「道路網」・「通信」はシンガポール、「電力」はインドネシア、「用水」はカンボジアが首位であった。今までの小項目別の順位表でも首位を獲

得することの多かったシンガポールだが、高いインフラ力を持っていることが順位に現れた。この項目では、今までの小項目別の順位で上位6か国に並ぶことの多かったラオスが「道路網」と「通信」で低順位になり、インフラが整備されていないという問題が浮き彫りになっている。また、中国の順位はいずれの項目でも6位以上に位置し中間的である。

(4) 調査対象 12 か国の散布図による考察

調査項目の 4 つの大項目のうち、「インフラ」と「生産・流通・販売」の 2 つと、残りの「経済・社会情勢・税制」と「労働関係・人材」にわけ、それぞれ 2 つの項目の合計点を足し散布図を作成した。図 5.1 は調査対象 12 か国の評価点の結果より求めた散布図であり、A~D の 4 つにグループ分けを行い、考察を行った。

A グループは中国、ベトナム、シンガポールの 3 か国となった。特徴は、横軸と縦軸と共に高い数値であり、本論文内では進出先候補として最も適しているグループであると言える。3 か国の特徴は、中国は縦軸の項目が、シンガポールは横軸の項目がそれぞれ優秀である。ベトナムは中国とシンガポールの中間に位置し、突出したものは無いがバランスのとれた位置にある。

B グループはタイとインドネシアの 2 か国となった。B グループは上位グループではあるが A グループとの差は開いており、中国、ベトナム、シンガポールの下位互換的な位置にあるといえる。

C グループはカンボジア、ラオス、ミャンマーの 3 か国となった。C グループは中間順位国の集合であり、横軸の項目は優秀であるが縦軸の項目が不十分である。具体的には「生産・流通・販売」が低い評価点であり、今後の改善が期待される。この 3 国は 7%以上の高い経済成長率と安価な労働コストという点で共通しており、また進出実績数の低さも共通している。海外企業が集中すると賃金は高くなるため、進出実績数の少なさはアジアに残された新開拓地としての見方

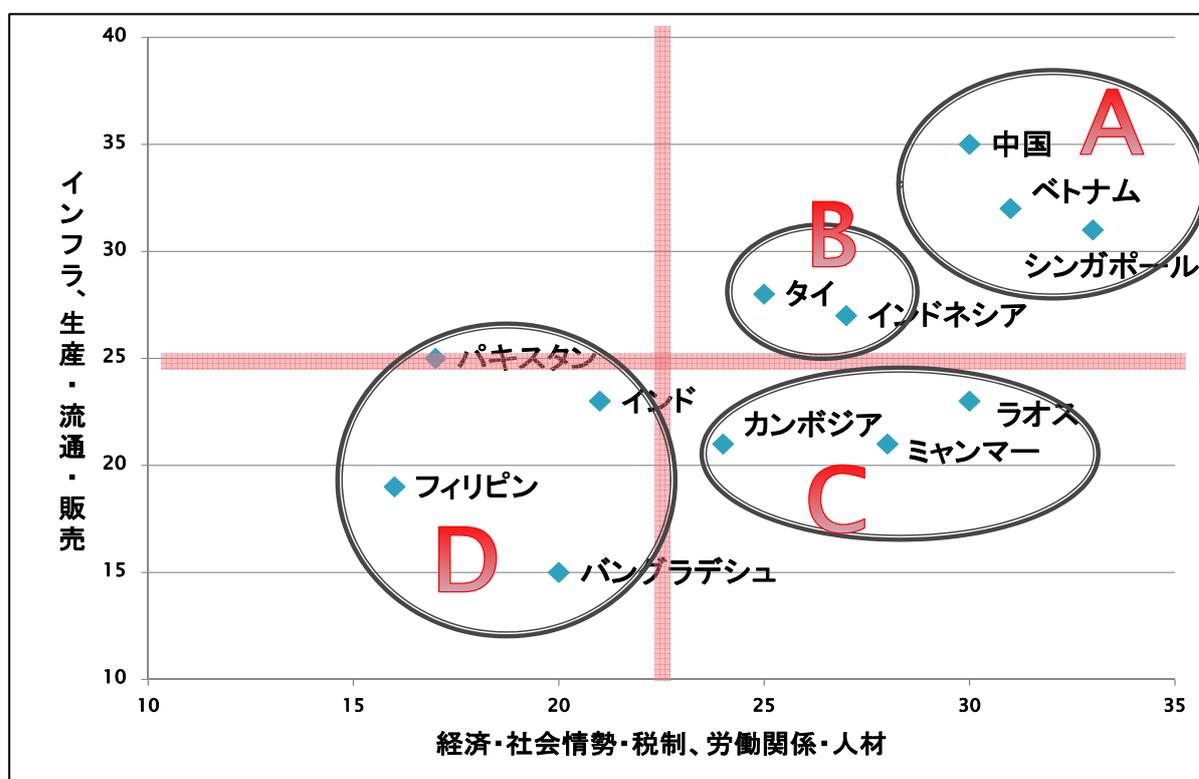


図 5.1 調査対象 12 か国の評価点の結果より求めた散布図

もできる。

Dグループはパキスタン、インド、フィリピン、バングラデシュの4か国となった。Dグループは下位順位国の集合で、縦、横のいずれも低い値である。A・Bグループには程遠く、自社の目的と合致するか十分に検討する余地があるグループであると言える。

(5) 上位4か国についての(強み)(弱み)のまとめ

図5.2は4つの大項目の評価点数を用いた上位4か国のレーダーチャートである。このグラフから4か国の(強み)と(弱み)について見ていくと 中国の(強み)は「インフラ」と、「生産・流通・販売」で、(弱み)は「労働関係・人材」である。シンガポールの(強み)は「経済・社会情勢・税制」と、「生産・流通・販売」である。ベトナムの(強み)は「労働関係・人材」で、(弱み)は「生産・流通・販売」である。タイの(強み)は「生産・流通・販売」で、(弱み)は「経済・社会情勢・税制」と「労働関係・人材」である。このような結果となったが、企業がどこに重点をおいているのかにより決められるため、これ以降の判断は企業の目標に照らし合わせた上での決定が必要である。

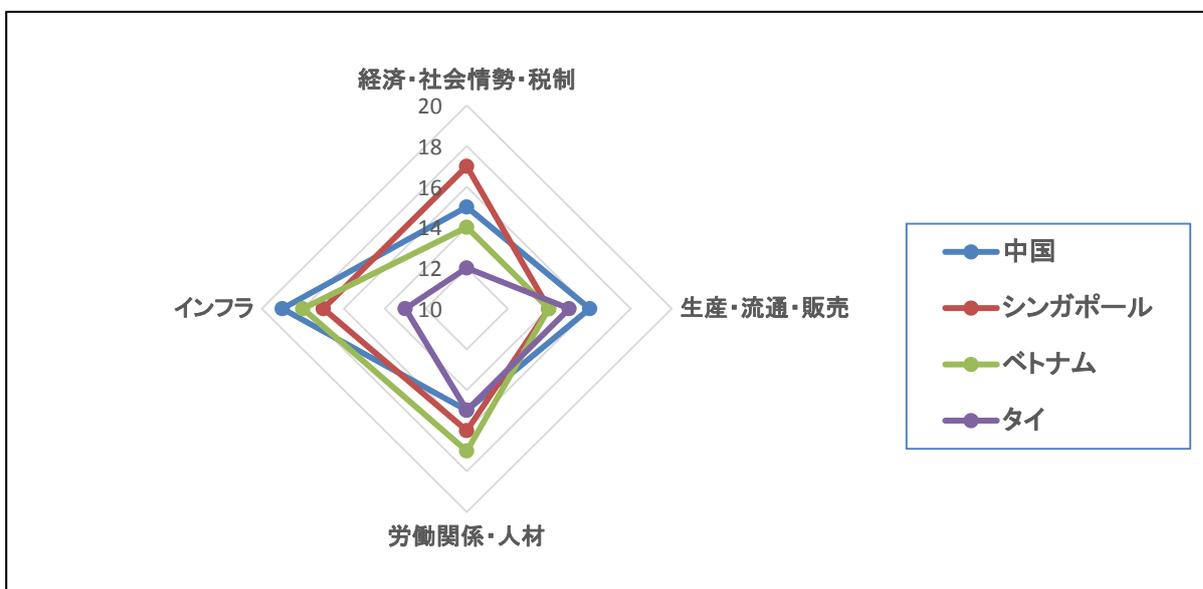


図 5.2 4つの大項目の評価点数を用いた4か国のレーダーチャート

6. まとめ

海外進出が行われ始めた初期の頃は、海外からの安価な輸入品に対抗するためのコストダウンが目的であったが、現在では、それ以外にも進出先国の市場の取り込みなどの目的で進出が行われていることがわかった。

海外進出時における具体的な選定要素について検討することにより、コストダウンが主な目的であっても、労働賃金だけに注目するのではなく、総合的・将来的な検討の必要性があることがわかった。そのため、定量化がし易い各国の経済状況やインフラなどの評価項目と、定量化がし辛い各国の抱える諸問題や利点についての評価項目を設定し、総合的に評価する方法を提案した。具体的には、アジア圏の12か国を対象として、評価項目として4つの大項目を設定し、更にそれぞれ4つの小項目を設定することにより、80点満点の定量的評価方法を提案した。

評価項目を基にアジア圏の12か国に対して総合的な評価を行い、その評価結果から強み、弱み、課題について考察を行った。

今後の海外進出の選定時における課題は、どの国についても言えることであるが、各国の評価は刻一刻と変動する点に注意しなければならない点である。本論文では中国が総合評価 1 位という結果になったが、忘れてはならないのが 2012 年の暴動事件などを主としたチャイナリスクである。進出先として見た中国は非常にスコアが高く、今までの進出実績の多さも納得のできる環境であると言える。しかし、賃金上昇率や、突然として起きる対日デモなどのリスクの面は常に潜在しており、進出に伴いリスクがついて回ることにしても注意しなければならない。

逆に、最下位の結果となったバングラデシュに進出先として見た場合、候補にすら入らない国という訳ではない。バングラデシュは本論文での評価項目は軒並み低い評価点であったが、アジア内で見ても労働賃金の安さと高い経済成長率は目を見張るものがある。また、知名度の低さからあまり知られていないが、GDP はベトナムと同じような経済規模であり、成長率はベトナムを上回っている。このことから、現段階では発展途上であっても、将来的には良い環境を持った国へと変化していく可能性がある。そのため、一概には低い評価点だからといって進出国としての適性が無いように見るのは間違っていると看做す。重要なのは変動するメリット・デメリットの部分をどのように評価・検討し、自社の進出目的に沿った国を選択するのかということである。実際にバングラデシュには、ウォルマートや欧米のアパレル大手が中国の賃金高騰やカントリーリスクを避ける目的で生産拠点を構えるケースも出てきている。

今回行った海外進出先候補選定の評価は、ある時点での予備調査としての評価であり、メリットやデメリットの部分は常に変動する。今後の動向によっては、本論文で高い順位の国として位置付けられた中国やベトナムなどに並ぶ国が新たに現れる可能性は十分にある。また、評価項目の数値が急激に変動したり、予備調査で想定していた内容と実態に相違が発生したために、目標を達成できず撤退という選択を選ばざるを得ない場合も出てくる。このような事を防ぐには、検討段階での予備調査である程度候補を絞ったら現地調査に入り、予備調査での内容が実態とが一致するかを調べ、予備調査と実態の差を埋めていくことが重要である。

[参考文献]

- 1) 中小企業基盤整備機構：「海外事業展開における経営課題への取組み」
http://www.smri.go.jp/keiei/dbps_data/material/_common/chushou/b_keiei/keieikokusai/pdf/cy_h15jittain2.pdf
- 2) 岸野清孝，山田尚史，佐々木桐子：「卒業論文の作り方」，静岡学術出版，2008
- 3) 外務省：「各国・地域情勢」
<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/index.html>
- 4) 日本貿易振興機構：「投資コスト比較」
<http://www.jetro.go.jp/world/search/cost/>
- 5) World Resources Institute：「WorldRiskReport」(WRI 指標)
http://worldriskreport.entwicklung-hilft.de/uploads/media/WorldRiskReport_2013_online_01.pdf
- 6) 世界銀行：「流通能力指標・生産年齢人口」
<http://www.worldbank.org/>
- 7) グローバルインターフェイスジャパン：「賃金上昇率」
<http://hri.hidajapan.or.jp/u/news/g4dz1ifrt9y92j>
- 8) 日本貿易振興機構：「新興国市場の魅力とリスク」(インフラ整備状況)
http://www.jetro.go.jp/world/gtir/2013/pdf/2013-3_rev.pdf

新潟県における「ブライト企業」の研究

- シマト工業株式会社の事例より -

"Bright Company" in Niigata: A Case Study of Shimato Kogyo Co., Ltd

内田亨* 山本靖†

要約

本稿では、まず、新潟県内企業であるシマト工業株式会社の概要を述べる。同社の最大のアドバンテージは、多品種・少量・短納期・高品質である。これは自社で完結する一貫生産システムが基盤となり、実践できるものである。

次に、熊本県における「ブライト企業」の枠組みから同社の分析を試みる。研究方法としては、インタビュー調査を中心に事例研究する。その結果、シマト工業は、ブライト企業の4つの要件である、(1)社員とその家族の満足、(2)地域の雇用、(3)地域社会・地域経済への貢献、(4)安定した経営、をいずれも満たしていることが明らかになった。

キーワード：ブライト企業、社員満足、地域貢献、地域の雇用

はじめに

企業の第一の目的は利益追求である。しかし、昨今、利益追求に傾倒するあまり、社員が疲弊する状況に置かれてはいないだろうか。社員が疲弊しては、良い仕事はできないし、結局は継続的な利益追求を実現するのが難しくなるであろう。

一方、地域活性化が叫ばれて久しい。地域活性化を担うには企業の役割も重要な位置を占める。たとえば、利益を上げ納税する、地域住民を雇用する、企業の社会的貢献を推進する、等あげられる。「地域の中小企業は地域社会の形成者としての役割を担っている」¹⁾のである。したがって、現在の企業は、地域活性化のために様々な責任を負っているといってもよいだろう。

本稿では、企業におけるこうした主要な課題を念頭に、熊本県が提唱している「ブライト企業」の枠組みから分析を試みる。さらに、社員を軸として事業及び地域を絡めて分析してみる。研究対象として、新潟県内の企業を取り上げる。研究方法としては、インタビュー調査を中心に事例研究する。

1. 熊本県が提唱しているブライト企業

熊本県が提唱している「ブライト企業」とは、「地元を大切にしたい雇用や取引を率先し、働く人がいきいきと輝き安心して働き続けられる企業のことを表すために県が考案した造語である」²⁾。

2015年2月、熊本県では、地元を大切にしたい雇用や取引を率先し、働く人がいきいきと輝き、安心して働き続けられる企業を「ブライト企業」として認定することになった³⁾。この「ブライト企業」は、「ブラック企業」⁴⁾の対極の企業を意味する。そして、熊本県は「ブライト企業」を認定・表彰する制度を策定したのである⁵⁾。「ブライト企業」は、次の5つの条件を満たす企業と定義されている⁶⁾。社員とその家族の満足度が高い、地元を大切にしたい雇用や取引を実施している、地域社会、地域経済への貢献度が高い、

優れた環境保全活動を実施している、黒字経営である。この背景には県内の就労人口の減少や若者の県外流出という深刻な問題がある。熊本県内の高校卒業者の県外就職率は、2015年度39.1%であり、全国平均の18.7%を大幅に上回っている⁷⁾。一方、同じローカルといっても、熊本県と比較して新潟県内高校卒業者の県外就職率は少ない。しかし、文部科学省「新規高等学校卒業者の就職状況に関する調査について」の過去4年のデータを見ると、2012年度6.8%、2013年度6.8%、2014年度6.9%、2010年度10.2%、と上

* UCHIDA, Toru 新潟国際情報大学情報文化学部情報システム学科教授

† YAMAMOTO, Yasushi 山本靖 & アソシエーツ 代表

昇の兆しがみられる。こうした新潟県における若者の都会への流出は、いずれ地域活性化の原動力を減少させることになりかねない。

ここで「ブライ企業」の審査項目を見てみよう。審査項目は、(1)社員とその家族の満足度に関すること、(2)地域の雇用に関すること、(3)地域社会・地域経済への貢献度に関すること、(4)安定した経営に関すること、の4つで全20項目20点満点である。本研究では、熊本県が提唱している20項目の中から次の項目について事例企業にインタビュー調査を行った。それは、過去3年間における正社員の平均年間離職率、正社員の平均勤続年数、育児に係る休暇、県内求職者の正社員雇用者数、社会貢献活動の有無、創業して10年以上、営業利益・売上、である。その他にも筆者が必要と思われる視点からもインタビューを行った。

なお、対象企業は、創業40年以上⁹の歴史があり、過去5年間概ね増収増益を重ねている優良中堅企業のシマト工業株式会社である。

2. 事例研究(シマト工業株式会社)

2.1 シマト工業の概要

2.1.1 沿革

シマト工業株式会社(以下、シマト工業)は、新潟県中越地方の三条市にある。三条市は隣の燕市とともに、古くから作業工具、刃物関連等の中小企業が立ち並ぶ世界に誇る金物産業集積地である。

シマト工業の歴史は、まず1952年、同社の創業者である斎藤町次氏が、三条市内に金属プレス加工業を始めたことに由来する。1955年には、「有限会社斎藤^{ていじ}町次工作所」として法人化する。その後、1967年には、溶接、スポット溶接、組立部門の拡充のため工場を移転した。そして、1974年に現在の本社がある三条市柳川新田に移転し、「シマト工業株式会社」と社名も変更した。企業名の変更は、「個人の会社名のままでは企業の成長に限界がある」と後に2代目社長となる斎藤弘文氏(町次の長女昌子の婿)が考えたものである。シマト工業の「シマト」とは斎藤町次社長の3人娘の、昌(しょう)子、槇(まき)子敏(とし)子、の最初の文字をつなげたものである。ただし、取引金融機関から「シマトだけでは何の会社かわからない」と言われたため「工業」を付け足したとのことである⁹。

1970年代後半、同社は、金型から、板金加工、溶接、塗装、組立までの全工程を一貫して製造できるシステムを構築し、現在に至っている。

2.1.2 プロファイル

シマト工業の事業内容ははん用機械器具製造業であり、2015年3月期の売上高は60億円前後で、営業利益は5億円前後である。社員数は、201人で平均年齢40.5歳(平均勤続年数15.5年)である。

図表1 シマト工業株式会社プロフィール

会社名	シマト工業株式会社	設立年月日	1974年12月28日
資本金	6,350万円	事業内容	はん用機械器具製造業
売上高	60億円前後	営業利益	5億円前後
社員数	201人	平均年齢	40.5歳(平均勤続年数15.5年)

出典 日経会社プロフィール(2016年1月19日)をもとに筆者作成

現在、100社を超える顧客があり、売上は、県内企業3割、県外企業7割となっている。売上構成は、2013年度において、物流搬送機器部品が28.1%、農業機械部品が15.9%、その他が56.0%である¹⁰。主要取引先の仕入先は、藤田金属株式会社、株式会社佐藤商店、株式会社野崎忠五郎商店であり、一方、販売先は、

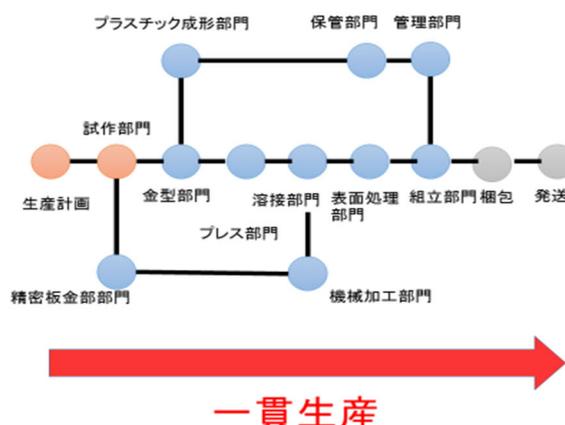
株式会社ダイフク、株式会社井関新潟製造所、株式会社アイチコーポレーションである¹¹。取引額1位は株式会社ダイフクで売上高の約3割を占める。

2.1.3 一貫製造システム

シマト工業は、長年にわたり培った技術・ノウハウを生かし、顧客の開発企画・試作計画の段階から加工の立場で提案し、モノづくりのサポートをしている¹²。その基盤となるのが自社で完結する一貫製造システムである。

このシステムは、昭和50年代前半に当時の顧客のうち、暖房機器メーカーと物流搬送機器メーカーのいずれを重視するかを経営判断する必要性に迫られ、結果として物流搬送機器メーカーを選択し、多品種製品の製造を委託されることとなったことに起因する。国内操業にこだわった同社は、多品種少量と短納期という顧客の要求にこたえるサービスと製品生産によって活路を見出したのである。これは、金型から、塗装、組立までの全工程を一貫製造するシステムである。しかも、株式会社アマダのような、高品質の大手工作機械メーカーの設備機器を導入している。これによって、多品種・少量生産に対応するFMS(フレキシブル生産システム)の充実を図っているのである。また、金属加工に加えプラスチック成形部門にも積極的に展開している。同社の一貫製造システムを図表2に記す。

図表2 シマト工業の一貫製造システム



出典 『シマト工業株式会社 会社案内』より筆者作成

2.1.4 多品種・少量・短納期・高品質

シマト工業の最大のアドバンテージは、多品種・少量・短納期・高品質である。これは前述した一貫生産システムが基盤となっている。その一連の生産システムをサポートする保管部門では、製品・部品や金型管理において、情報システム機能を備えた自動倉庫により、狭い作業場の有効活用や多品種・少量生産の効率的運用を図っている。そして、数万点にわたる製品・部品及び多品類の金型を管理し、加工部門等に対してタイムリーに受け払いを行うことで、生産能率向上の支援を行っている¹³。また、通常の生産ラインとは別に、試作・小ロット加工専門ラインを設け、多様化する各種要望に即応可能な体制を整備している。

同社の斎藤社長へのインタビューによれば、次のように述べている。「当社では、大量生産向けの商品は少ないです。実際、多品種・少量・短納期・高品質という顧客要求にそったプレス、溶接、穴あけ、削り、塗装、組立といった一連の生産ラインを敷いています。ある工程に特化した金属加工機械を大量に導入して配置しているわけではありません¹⁴。したがって、多品種・少量・短納期・高品質という付加価値サービスを顧客に提供することで競合他社との差別化をしているのである。

2.2 「ブライツ企業」の実践

熊本県の「ブライツ企業」の枠組みは、(1)社員とその家族の満足度に関すること、(2)地域の雇用に関すること、(3)地域社会・地域経済への貢献度に関すること、(4)安定した経営に関すること、の4つである。以下シマト工業に関してこれらの項目に沿って記述していく。

2.2.1 社員とその家族の満足度

社員とその家族の満足度を向上させると思われる実施事項をインタビュー調査から図表3に記す。

図表3 シマト工業における実施事項

対象	実施事項
社員	地域平均以上の報酬額
	社員のクラブ（野球、サッカー、スキー）活動に補助金拠出
	ボーリング大会や忘年会の費用の多くは会社負担
	成人を迎えた社員には全体集会時に記念品（ネームペン）を進呈。社員からコメントを発表
	40年前から誕生日の社員に誕生ケーキを進呈。月初の全体朝礼で当月の該当者が前列に並んで社長が一人ひとり握手し、参加者全員が拍手
社員およびその家族	育児休暇は1年まで取得可能、育児による短時間勤務は6年まで取得可能
	社員の子供が小学生になる際、ネーム入り鉛筆進呈。全体集会時に社員からコメントを発表
	家族も参加可のバーベキュー大会実施

出典 斎藤社長および虎谷総務部長のインタビュー¹⁵から筆者作成

上記について実際、社員にヒアリングしたわけではないが、一般的にみて社員の満足度向上に努力していることがうかがえる。また、「社員は会社のどういった点に満足していると思いますか」という問いに、総務部長からは、次の回答が得られた。「燕三条地域の中では比較的規模が大きく、安定している会社で働いているという安心感。昨今は会長が三条商工会議所会頭に就任していることから地元マスコミへの露出も多いことへの誇り。家族的経営への居心地の良さがある」¹⁶。ひとりの社員の意見ではあるが、こうしたことから社員満足度の高さを思わせるコメントである。

一方、「ブライツ企業」とは、「地元を大切にしたい雇用や取引を率先し、働く人がイキイキと輝き安心して働き続けられる企業」と定義されている。そこで、「どんな時に社員は『いきいき』として働いていますか」という質問をしてみた。すると、「新たな製品の試作に取り組んでいる時や、連携して仕事に取り組んでいる時に『いきいき』しているように感じます」¹⁷と回答が返ってきた。こうしたことから同社の仕事のやりがい、同僚との仲間意識がうかがえる。また、昨今では車いす搭載車用のリフトやナチュラルライフスタイルプロダクツ製造販売の株式会社スノーピーク¹⁸向けのキャンプ用品等を製造している。こうした「製品用途がすぐにわかる製造工程に携る場合、社員の意識が高くなる」¹⁹ことも社員満足につながるかもしれない。

社員満足度の高いことを表すひとつの結果として、過去3年間（2013年1月から2015年12月）の離職者は6名で、率にして3.0%と非常に低い値である²⁰。さらに、過去15年間に遡っても、91%の社員が在職しているとのことである²¹。

一方、社員満足度調査は実施していないとのことである²²。

2.2.2 地域の雇用

同社は、地域の雇用を大切にしていると思われる。事実、「新潟県内学校からの新卒採用比率は高卒で100%、大卒で90%程度」²³とかなり高い。また、「新潟県人の新卒採用比率（県外の大学卒業でも出身地

が新潟県)も100%」²⁴である。まさに地域の雇用を推進しているのである。

一方、同社社員の年齢構成は、20歳から60歳まで万遍なくいる²⁵。これは、継続的に雇用していることを意味するであろう。しかも、「身内の社員」(社員の家族・親戚関係者等)は、48名(23.8%)にのぼる。

他方、同社は、リーマンショック時に、社員の解雇は一切せず乗り切った²⁶。こうしたことから雇用を守ることを大切にしていると思われる。

2.2.3 地域社会・地域経済への貢献度

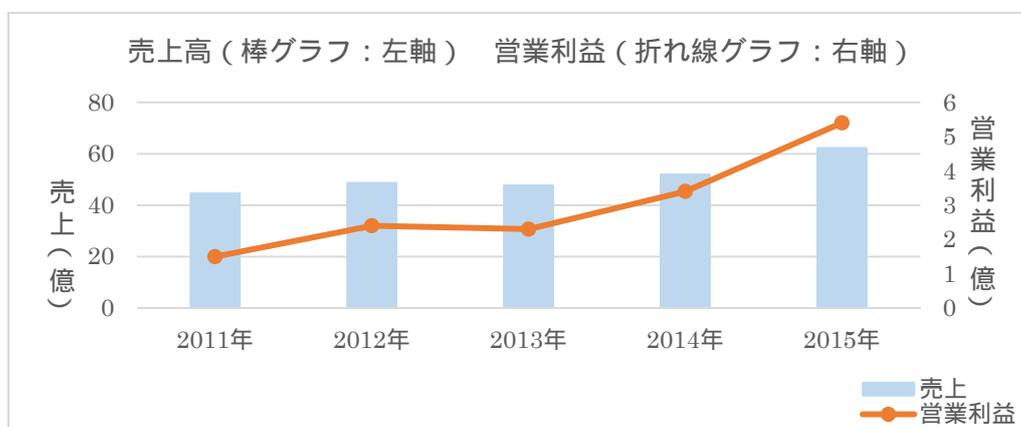
企業による地域社会・地域経済への大きな貢献の一つは、利益を上げ、納税することである。同社は、図表1のとおり直近の2015年度には、5億円前後の利益を上げており、地域経済への貢献をしていると言えるだろう。

また、その他にも同社の地域貢献についてインタビューしたところ、同社虎谷総務部長は、「社員が地元消防団に入隊している場合、勤務期間中の招集についても勤務として扱っています。地元催事については広告協賛も含めて積極的に寄付等行っています」²⁷と回答している。消防団のような極めて地域密接的なことに社員の参加を認めたり、地元催事への協賛金による支援をしたりすることは、ひとつの地域社会への貢献と言えるだろう。また、年間社会貢献予算について尋ねたところ、「特に予算化はしていませんが、数十万円から100万円程度と思われます」²⁸との回答を得た。この金額だけでは、多いのか少ないのか判断できないので、今後は、当地域における他社の調査も必要となるであろう。

2.2.4 安定した経営

シマト工業の売上高および営業利益は、図表4のとおり、着実に増収増益を続けている。熊本県では「安定した経営」の審査項目を「直近2期の決算の営業利益が黒字、又は、直近の決算の売上が前期より増加」²⁹としている。この基準からすると同社は完全にクリアしている。

図表4 シマト工業株式会社過去5年売上高および営業利益



出典 シマト工業総務部長インタビュー(2016年1月12日)をもとに筆者作成

また、虎谷総務部長は、次の通り述べている。「為替変動自体は当社の経営自体に問題はないが、円安の方が顧客側の仕事が増えるため結果として当社の売上に寄与する」³⁰。こうした、為替変動に対して、直接の影響が少ないことが安定した経営を維持することになるかもしれない。

2.3 事例分析

前節まででは、企業概要と熊本の「ブライ企業」の枠組で見たシマト工業について述べてきた。本節では、まず、「ブライ企業」の審査項目からの分析を行う。そして、「ブライ企業」の枠組みと、社員

を軸として事業および地域を絡めて分析してみる。

2.3.1 「ブライツ企業」の審査項目からの分析

シマト工業の過去3年間における正社員の平均年間離職率は、3.0%と極めて低い。平均年齢40.5歳に対して平均勤続年数は15.5年と比較的長期勤続を実現している。育児に係る休暇は、1年まで取得可能であり、育児による短時間勤務は6年まで取得可能である。県内求職者の正社員雇用者数は、新卒採用だけ見れば100%である。社会貢献活動の有無としては、まず、利益を上げ、納税しており、年間地域貢献予算については、特に予算化していないが、毎年、数十万円から100万円程度支出していることが明らかになった。1975年設立の同社は、操業（創業）して10年を優に超えている。また、営業利益・売上では、過去5年間、東日本大震災の時を除き、増収増益を確保していることが明らかになった。

2.3.2 事業と社員

本項では、シマト工業の一貫製造システムと社員の関係性を論じ、どのように同社の安定経営につながるのか分析していきたい。

同社のポリシーは、「注文を断らない」ことである。この「注文を断らない」というこだわりについて、総務部長虎谷氏は次のように述べている。「うちは注文されたら何としてもつくります。たったひとつの試作品でもです。他社で断られたからうちに来たとお客さんはいってくれます。その期待に沿うためにも注文は断りません」³¹。また、同社は顧客に感動を与えている。たとえば、「台車の製造において不具合の現物を借りて、試作をすぐに作成したことが顧客に感動を与えた」³²とのことである。たったひとつの発注でも、顧客企業から現物まで取り寄せ、試作品を仕上げるという執念は、どんなものでも高品質に仕上げる同社社員の技術力があってのことでもあろう。もちろん、こうした仕事には困難も伴う。それでも同社は、競合会社が断った仕事を引き受ける。こうした社員のチャレンジ精神が同社の名声を高めることになるであろう。したがって、発注業者にとって「どこの会社にも断られたがシマト工業だけは引き受けてくれた」という最後の砦となるのである。この背後にあるものは、次の斎藤社長のコメントからうかがえる。「売り上げ計画は少なくとも確実に上げていくことを追求しています。たとえ利益が少ない注文も納品した製品の良さは顧客が満足すれば改めて次の注文につながるのです。そこで利益を出していけば良いと思っています」³³。こうした目先にとらわれない中長期視点に立っているところに、同社の継続的な安定経営があるのであろう。

以上のような顧客からの注文に対応ができるのは、社員も含まれた安定・確実な同社の一貫製造システムを有しているからであろう。同社の「注文を断らない」および多品種・少量・短納期・高品質という方針は、一見すると、非効率的と思われる。さらに、請負企業にとって、条件の悪い過酷な状況といえる。しかし、この方針がシマト工業の技術力・柔軟性を高めてきたのであろう。同社の「一貫製造システム」と「顧客の注文を断らない」とは、対になっていると言えるだろう。

一方、同社の会社案内DVDには、「営業がない」というセンセーショナルなフレーズがある。実はこれは、「新規顧客開拓する営業担当者がいない」ということである³⁴。斎藤社長の話によれば、「新規顧客は地域受注窓口（燕三条地場産業振興センターおよび三条工業会）からの紹介および既存顧客からの紹介であり、自社で新規開拓は行うことはありません。紹介してもらえるほどの支持を得ていると思っています。我々は、自信をもって働いているのです」³⁵とのことである。

他方、多品種・少量・短納期・高品質に対応するための人材教育では、スペシャリストの育成を目指している。同社は、高品質な製品を作り出す為に、高度に熟練した技術者の力が不可欠であると考え、人材教育に惜しみない力を注いでいる。つまり、「社員の能力開発・向上を図るため長期的視点にたった教育計画に基づいて、体系的・計画的に社員研修を実施している」³⁶のである。その主なものとしては、「中小企業大学校等公的教育機関や民間教育機関への派遣研修・社内講師による内部研修・通信教育・小集団活動

などを多岐にわたっており充実した内容になっている」³⁷。

2.3.3 地域と社員

同社では、新潟県民を限りなく100%近く雇用し、「身内の社員」(社員の家族・親戚関係者等)も全社員の2割を超えている。こうした点に地域を大切にしていることがうかがえる。さらに、「自主的に自ら退職した社員を再雇用したことがあり、こうした再雇用者が現在3名在籍しています」³⁸と斎藤社長は語っている。斎藤社長によれば、「一度退職した社員が他の企業と見比べた結果、やはりシマトが良かったと評価してくれたと前社長が、判断していました」³⁹とのことである。

一方、同社の会社案内パンフレットの「企業概要・沿革」のページには、「シマト工業はこのまちで生まれ、育ちました」と大きく明記されている⁴⁰。これは、地域に根差し、地域とともに育ったという自負の表れであろう。

また、同社は、年間休日を当地域の他社と一体とする制度を取り入れており⁴¹、地域企業が連携しながら「ものづくりのサプライチェーン」を構成するという意識の醸成が徹底されている。つまり、地域での協働・協調・共存が図られているのである。

以上のような企業姿勢は、この地域で生活したい、働きたい、住みたい、と思う人々にとって魅力的な企業と映ることであろう。

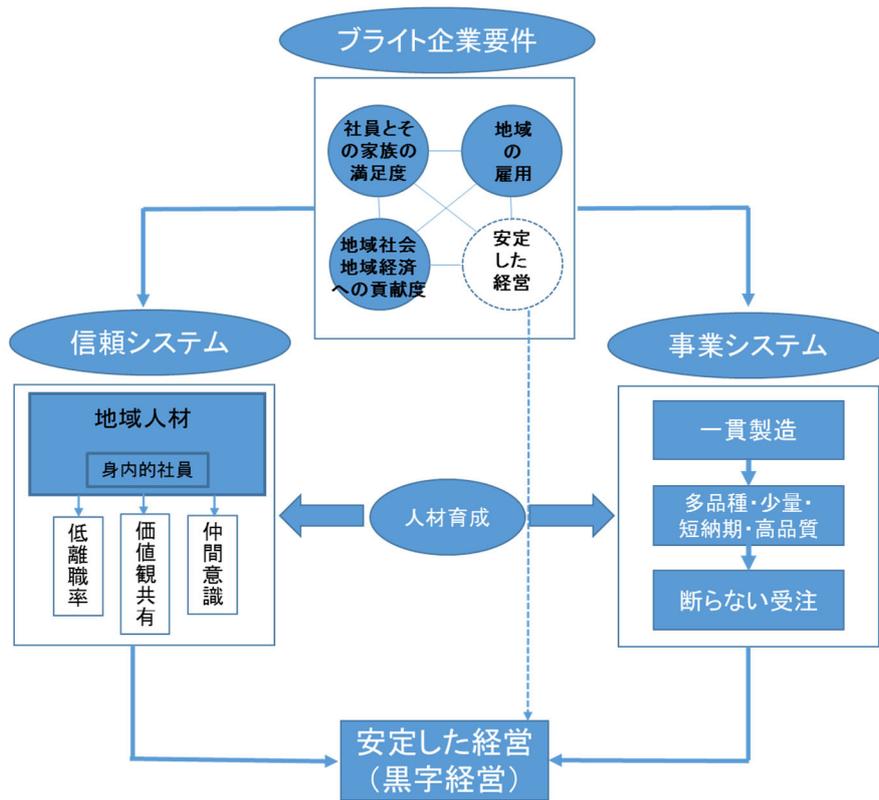
3. おわりに

本稿では、熊本県の提唱した「ブライ企業」の枠組みから新潟県の中小企業の事例としてシマト工業の分析を試みた。同社は、ブライ企業の要件である、(1)社員とその家族の満足、(2)地域の雇用、(3)地域社会・地域経済への貢献、(4)安定した経営、を満たしていることが示唆された。

また、顧客からの注文を断らず多品種・少量・短納期・高品質に対応するのは、社員も包含した一貫製造システムに依ることが明らかになった。同社は、こうしたことを実現するために高度に熟練した技術者の人材教育をしている。さらに、地域人材である新潟県民を雇用し、「身内の社員」も全社員の2割を超えている。つまり、家族的経営による働きやすい職場づくりの土壌があると言える。こうした家族的信頼関係による社員構成と同質的な価値観の共有は、経営者および社員同士で共鳴し、仲間意識で働きつづけることになるのであろう。それが、離職率の低さにも表れている。

以上、ブライ企業の枠組みと社員を軸として事業および地域を絡めて分析したことを、図表5のとおり概観図として記す。

図表5 シマト工業におけるブライト企業の枠組みと社員を軸とした事業および地域の概観図



出典 筆者作成

最後に本研究における課題を提示する。本研究は単一事例研究を用いて新潟における「ブライト企業」の枠組みと同社の事業及び地域を絡めて分析を試みた。もちろん、単一事例を一般化して議論することはできない。したがって、今後は多様な業界での事例研究を積み重ねることで、最終的には数量的な分析に落とし込んでいくことが求められる。また、「ブライト企業」の要件がどのように絡み合って、継続的な安定経営（黒字経営）を実現しているのか、深い定性的研究も必要となる。本研究は、こうした今後の研究としてのファーストステップとして位置づけられるものである。

謝辞

本稿執筆にあたり、シマト工業株式会社齊藤直人社長、虎谷栄一郎総務部長、およびNECネクサソリューションズ株式会社邨上慎一氏より貴重な御助言を頂戴致しました。ここに深甚なる謝意を表します。なお、本研究は日本学術振興会平成26年度科学研究費助成事業挑戦的萌芽研究（研究課題名：組織における成員の幸福と業績を両立させるモデル構築とそのメカニズムの研究、課題番号：26590066）の助成を受けて研究しました。この場を借りて感謝の意を表します。

参考文献

- [1] Tikkanen Henrikki, Lamber Juha-Antti, Parvinen Petri et al.(2005) Managerial cognition, action and the business model of the firm” *Management Decision*, 43, No.6.
- [2] 清成忠男（1993）『スモールサイジングの時代』日本経済評論社。
- [3] 『くまもと経済』平成27年3月号。
- [4] 『くまもと経済』平成27年4月号。
- [5] 『シマト工業株式会社 会社案内』。
- [6] 鈴木玲(2015)「『ブラック企業』の普遍性と多面性:社会科学的分析の試み」『大原社会問題研究所雑誌』No.682, 2015年8月。

- [7] 高井透(2015)「産業集積とコア事業転換」『地域デザイン』, No.5.
 [8] 文部科学省「平成27年3月新規高等学校卒業者の就職状況に関する調査について」

脚注

- ¹ 清成忠男(1993)『スモールサイジングの時代』日本経済評論社。
² 「従業員から見て魅力ある『ブライ企業』化を推進」『くまもと経済』平成27年3月号。
³ 熊本県中小企業団体中央会 <http://kumachu.or.jp/1016/> (2015年9月15日)。
⁴ 厚生労働省は、「ブラックバイト」について、次の通りネットで述べている。「厚生労働省においては、『ブラック企業』について定義していませんが、一般的な特徴として、労働者に対し極端な長時間労働やノルマを課す、賃金不払残業やパワーハラスメントが横行するなど企業全体のコンプライアンス意識が低い、このような状況下で労働者に対し過度の選別を行う、などと言われています」
<http://www.check-roudou.mhlw.go.jp/qa/roudousya/zenpan/q4.html> (2016年2月1日)。
 また、鈴木玲(2015)は、次の通り記述している。「『ブラック企業』は、主に若年労働者を苛酷な労働条件で働かせて短期間で『使い潰す』労務管理を行う企業を指し、とくにNPO法人POSSEの相談活動やPOSSE代表の今野晴貴著『ブラック企業 日本を食いつぶす妖怪』の刊行(今野2012)により広く社会問題として認識されるようになった」。その上で、鈴木は、「商品やサービスを低価格で消費者に提供するために徹底したコスト削減を経営の柱としている企業で、これらの企業は、店舗などの現場で中心的役割を果たす社員(主に正社員)に対して長時間労働を伴う過大な業務・責任を負わせ、また一定期間に成果を出さない労働者をコスト要因と捉え退職圧力をかける」と定義している
 『「ブラック企業」の普遍性と多面性：社会科学的分析の試み』。
⁵ 『熊本県ブライ企業応援フォーラム』で企業力アップの道を探る」『くまもと経済』平成27年4月号。
⁶ 日経Bizアカデミー http://bizacademy.nikkei.co.jp/marketing/trend_watch/article.aspx?id=MMAC0y000009032015 (2015年9月15日)。なお、当初は、5つの条件であったが、後に、「優れた環境保全活動を実施している」が割愛されている。
⁷ 文部科学省「平成27年3月新規高等学校卒業者の就職状況(平成27年3月末現在)に関する調査について」。
⁸ 1955年に法人化された「有限会社斎藤町(てい)次(じ)工作所」時代を入れると60年。
⁹ 斎藤直人3代目現社長インタビュー(2015年3月27日)。
¹⁰ 日経会社プロフィール(2016年1月19日)。
¹¹ 日経会社プロフィール(2016年1月19日)。
¹² 『シマト工業株式会社 会社案内』。
¹³ 『シマト工業株式会社 会社案内』。
¹⁴ 斎藤直人3代目現社長インタビュー(2015年3月27日)。
¹⁵ 斎藤直人3代目現社長インタビュー(2015年3月27日)、虎谷総務部長インタビュー(2016年1月12日)。
¹⁶ 虎谷総務部長インタビュー(2016年1月12日)。
¹⁷ 虎谷総務部長インタビュー(2016年1月12日)。
¹⁸ 新潟県の会社でベンチャー企業として成功した上場企業(東京証券取引場第一部)。
¹⁹ 虎谷総務部長インタビュー(2016年1月12日)。
²⁰ 虎谷総務部長インタビュー(2016年1月12日)。なお、中途退社6名のうち、1名は、結婚し、遠方の夫と同居するための退職。
²¹ 斎藤直人3代目現社長インタビュー(2015年3月27日)。
²² 斎藤直人3代目現社長インタビュー(2015年3月27日)。
²³ 虎谷総務部長インタビュー(2016年1月12日)。
²⁴ 虎谷総務部長インタビュー(2016年1月12日)。
²⁵ 斎藤直人3代目現社長インタビュー(2015年3月27日)。
²⁶ 斎藤直人3代目現社長インタビュー(2015年3月27日)。
²⁷ 虎谷総務部長インタビュー(2014年3月7日)。
²⁸ 虎谷総務部長インタビュー(2014年3月7日)。
²⁹ 熊本県ブライ企業推進事業「ブライ企業審査項目(全20項目20点満点)」『ブライ企業応募書類』
<http://bright-kumamoto.com/certification.html> (2016年1月5日)。
³⁰ 斎藤直人3代目現社長インタビュー(2015年3月27日)。
³¹ 虎谷総務部長インタビュー(2016年1月12日)。
³² 虎谷総務部長インタビュー(2014年3月7日)。
³³ 斎藤直人3代目現社長インタビュー(2015年3月27日)。
³⁴ 虎谷総務部長インタビュー(2016年1月12日)。
³⁵ 斎藤直人3代目現社長インタビュー(2015年3月27日)。
³⁶ 『シマト工業株式会社 会社案内』。
³⁷ 『シマト工業株式会社 会社案内』。
³⁸ 斎藤直人3代目現社長インタビュー(2015年3月27日)。
³⁹ 斎藤直人3代目現社長インタビュー(2015年3月27日)。

⁴⁰ 『シマト工業株式会社 会社案内』。

⁴¹ 斎藤直人3代目現社長インタビュー(2015年3月27日)。

ノルウェーの水産業とそれを支援する機関

ノルウェー水産物審議会 (NSC) 及びノルウェー産業科学技術研究所 (SINTEF) を中心に

Norway's Fishing Industry and its Supporting Institutions :

Norwegian Seafood Council (NSC) and Stiftelsen for Industriell og Teknisk Forskning (SINTEF)

寺本 義也* 内田 亨†

要旨

本稿では、まず、水産大国であるノルウェー王国の経済と水産業を概観した。ノルウェー王国の水産業は、GDP 構成比 0.8%、就業人口 0.6%と少ないものの、輸出品としては、水産物が 2 番目に来ている。

次に、ノルウェーの水産業とそれを支援する機関がどのような役割を果たしているのか明らかにした。第一に、ノルウェー水産物審議会 (NSC) の主な活動は、マーケティング、市場への情報提供、コミュニケーション、の 3 つである。そして、NSC は、ノルウェーにおける水産業のマネジメントとしてサステナビリティの 3 つの柱 (社会、経済、環境) を打ち立てている。第二に、ノルウェー産業科学技術研究所 (SINTEF) は、先端的 R&D 支援を行う研究機関であり、水産業及び養殖業のマネジメント、沿岸域の管理、漁業と養殖管理について、それらの重要性を明らかにしている。また、技術革新と高品質の科学による「ノルウェーモデル」を掲げている。

キーワード：ノルウェー、水産業、サステナビリティ、ノルウェー水産物審議会 (NSC)、ノルウェー産業科学技術研究所 (SINTEF)

はじめに

世界人口の継続的な増加によって食糧消費は着実に増加している。それも単に量的な増加だけでなく、新興国・地域の経済成長による質的な変化を伴うものになっている。こうした状況変化に対応して食糧の生産・流通は各国にとって重要な政策課題になっている。

食糧生産の多くはコメ・麦・大豆などの主食となる農業生産物であるが、それと並んで、牛・豚・鳥肉や野菜・果実などの副食品の生産も必要不可欠なものである。さらに、魚貝類・海藻などの水産資源も重要な栄養源である。後者の水産物は、消費者の健康志向の高まりもあり、世界的に需要が伸びている。

水産業は、農業や山林業と同じように、伝統的に自然条件に依存する採取型産業であり、それぞれの地域に根ざしたローカルな産業である。しかし、世界的な規模での人口増加、新興国の経済成長、消費者の健康志向の高まりなどによる需要の急速な拡大がみられる。同時に、地球温暖化などの自然環境の変化、乱獲によるサステナビリティの低下等の供給を取り巻く要因の変化によって天然水産物から養殖事業への市場が移行してきている。

本稿では、まず、水産大国であるノルウェー王国の経済と水産業を概観する。次に、水産業とそれを支援する機関がどのような役割を果たしているかを明らかにする。この機関の対象としては、ノル

* TERAMOTO, Yoshiya ハリウッド大学院大学 ビューティービジネス研究科 教授 ビューティービジネス経営研究所 所長。

† UCHIDA, Toru 新潟国際情報大学 情報文化学部 情報システム学科 教授。

ウェー水産物審議会（NSC）及びノルウェー産業科学技術研究所（SINTEF）をとりあげる。

1. ノルウェー王国の経済概況

ノルウェー王国の国土面積は 38.6 万 km² で、日本とほぼ等しい。しかし、人口は 512 万人と日本の 20 分の 1 以下である。ノルウェー王国の 2014 年時点の名目 GDP は、31,515 億 NOK（53.9 億円）¹ であり、一人当たりの GDP は、10 万 5 千ドルと極めて高く、日本の 3 倍近くある。ノルウェー王国の経済状況を図表 1 に記す。

図表 1 ノルウェー王国の経済状況（2015 年度）

項目	数値
GDP(名目)	31,515 億 NOK (538,906 億円)
一人当たり GDP	10 万 5 千ドル (世界第 3 位)
経済成長率	3.3%
消費者物価上昇率	2.0%
失業率	2.6%
中央銀行政策金利	1.25%
10 年物国債利回り (直近値)	1.33% (2015 年 1 月 30 日)

出典：在日ノルウェー王国大使館「ノルウェー経済概況」²

一方、図表 2 のノルウェーの輸出品を見ると、原油・ガスの 10 分の 1 とはいえ、水産物が 2 番目に来ている。ノルウェー政府は、国際政治・経済状況に市場価格が左右されやすい石油・ガスだけに頼らず、それらより相対的に価格が安定している水産物を経済成長の第 2 の柱にしたいと考えている。

図表 2 ノルウェー王国と日本の貿易統計（2014 年度）

ノルウェー（2013 年度）		日本（2014 年度）	
輸出	輸入	輸出	輸入
1,533 億ドル（18.4 兆円） ³	901 億ドル（10.8 兆円） ⁴	74.7 兆円	83.8 兆円
原油・ガス（66.7%）	電子・電気機器（12.0%）	自動車（15.0%）	原粗油（14.1%）
水産物（6.7%）	一般機械（11.5%）	鋼鉄（5.4%）	液化天然ガス（9.3%）
化学製品（4.6%）	自動車（10.4%）	半導体等電子部品（5.1%）	衣類・同付属品（4.0%）
英国、ドイツ、オランダ	スウェーデン、ドイツ、中国	米国、中国、韓国	中国、米国、オーストラリア

出典：外務省「ノルウェー王国基礎データ」⁵及び財務省貿易統計「最近の輸出入動向」⁶

他方、ノルウェー王国における産業別 GDP 構成比の第一次産業および水産業の全体に占める割合は、日本同様少ない。

図表3 ノルウェー王国の産業別 GDP 比および就業人口

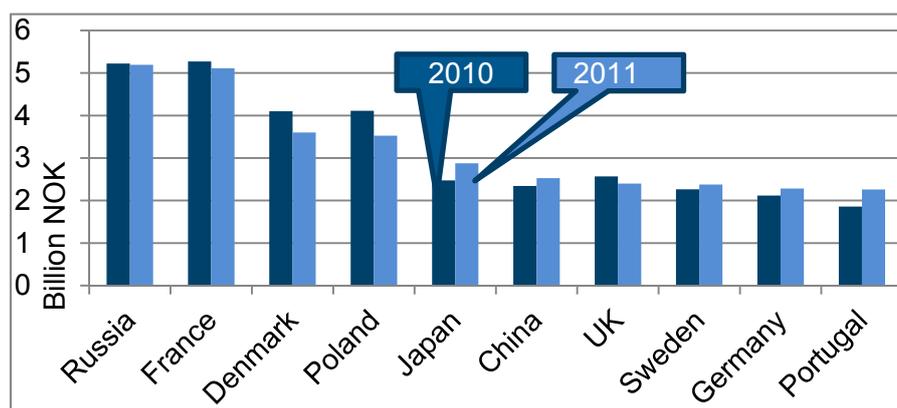
ノルウェー(2014年)			日本(2010年度)		
産業	GDP 構成比	就業人口	産業	GDP 構成比*	就業人口**
第一次産業 (水産業)	1.3% (0.8%)	2.7% (0.6%)	第一次産業 (水産業)	1.2%	5.1% (0.3%)
第二次産業 (石油・ガス生産)	39.1% (21.5%)	20.1%	第二次産業 (含鉱業、製造業、建設業)	25.2%	25.9%
第三次産業	59.6%	76.2%	第三次産業	73.6%	67.3%

出典:在日ノルウェー王国大使館⁷、*内閣府「平成22年度国民経済計算確報」⁸及び
**総務省統計局「平成22年国勢調査」⁹

2. ノルウェーの水産業

ノルウェーの水産物輸出先は、2010年および2011年時点では図表4の通りである。上位4か国はロシア・欧州であるが、5位に日本が入っている。

図表4 ノルウェー水産物輸出先



出典: ノルウェー水産物審議会 (NSC) 資料¹⁰

ノルウェーの漁業は、小型漁船による沿岸漁業が盛んである。水産総局 (Fiskeridirktoratet)¹¹のデータによれば、2011年における水産業就業者数は、専業が10,230人であり、兼業が2,552人である。漁船数は、6,256隻であり、1隻当たり約2人と、小型漁船が中心である。

また、2011年時点での漁業と養殖業の輸出額を見ると、漁業が3,762億円(41.5%)で、養殖業が、5,301億円(58.5%)となっており、輸出に関しては、養殖業によるものが多くなっている¹²。

一方、ノルウェーと日本の水産業の経営比較をすると図表5の通りである。就業者一人当たりの生産額は、日本501万円に対して、ノルウェー1,900万円である。つまり、4倍近くノルウェーの生産性は高いと言える。また、生産コストもノルウェーが日本の3分の1以下となっており、低コストを実現している。さらに、漁業協同組合数もノルウェーは圧倒的に少なく、集約化されており、それだけ効率が良いと言えるだろう。

図表5 ノルウェーと日本の水産業経営比較

	ノルウェー	日本
生産数量(千トン)	3,409	5,890
生産金額(億円)	2,660	17,189
就業人口(万人)	1.4	34.3
漁港数	500	2,931
漁業協同組合数	6	1,480
生産コスト(万円/トン)	7.8	25
1人当たり生産額(万円)	1,900	501

出典:岡本義行「日本の漁業は高収益化できるか：東日本大震災後の漁業とクラスター化」、『日経ビジネス ONLINE』、2011年8月30日

他方、ノルウェーにおける主要魚種の生産額と輸出構成比は、サケ・マス類が全体の6割近くを占め、輸出高1位に位置している(図表6)。

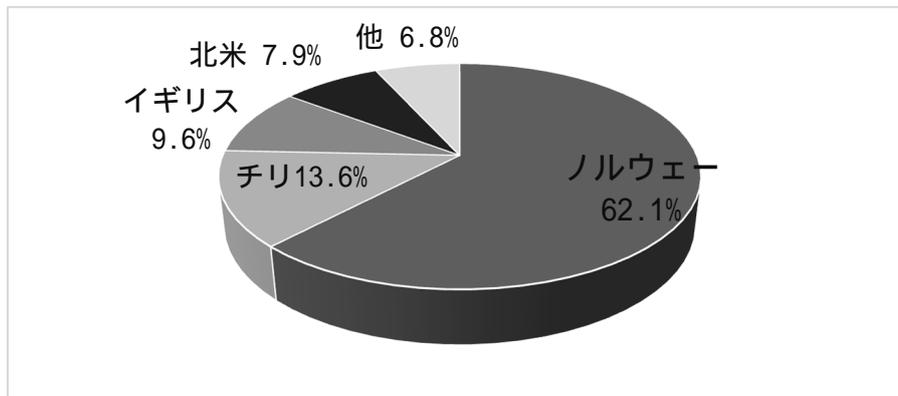
図表6 ノルウェーの主要魚種別生産額と輸出構成比(2014年度)

魚種	生産額	輸出構成比(%)
サケ・マス類	306億NOK(5,233億円)	57.0%
タラ類	98億NOK(1,676億円)	18.0%
ニシン・サバ・シシャモ	81億NOK(1,385億円)	15.0%
切り身・塩引き・干物	55億NOK(941億円)	10.0%
エビ・貝類	9億NOK(154億円)	1.7%

出典:ノルウェー水産物審議会(NSC)資料¹³

水産物の中でも、世界市場におけるノルウェーのサケ生産量は、100万トンにのぼり、世界シェアの62%と圧倒的な強さである(図表7)。

図表7 世界市場におけるノルウェーのサケ生産比率



出典: Kontali Analyse¹⁴

水産総局(Fiskeridirektoratet)¹⁵によれば、2011年時点での、ノルウェーには、252の養殖企業

があり、孵化および加工企業は 167 あり。また、養殖企業就業者数は、5,528 人である。

ノルウェーの養殖業で特徴的なのは、専門家（大学・行政）と企業の協業によるクラスター形成によるマーケティング力を高めていることと、人材育成により国際市場での競争力をつけていることにある¹⁶。また、次の 5 つの優先的な課題をあげ、戦略的に取り組んでいることにある¹⁷。それは、(1) 市場での高い評価、(2) 生産、魚の環境、自然環境、技術の重視、(3) 雇用増と人材育成、(4) 外部環境への対応、(5) ネットワークの強化と企業間の情報共有を通じたイノベーションの促進、である。

3. ノルウェー水産物審議会(NSC)及びノルウェー産業科学技術研究所(SINTEF)の役割

3.1 ノルウェー水産物審議会 (NSC) の役割

ノルウェーの水産業の発展は、ノルウェー水産物審議会 (Norwegian Seafood Council : NSC 以下 NSC と記す) によるところが大きい。NSC は、1991 年に設立されたノルウェー水産・沿岸省管轄の機関である。ボードは水産業界の代表により形成されている。2012 年時点の予算は 70.4 億円であり、56 人が従事している。

NSC の目的はノルウェーの水産物の価値を高めることにある。また、NSC のビジョンは、世界中でノルウェーの水産物の支持者を得ることである。NSC の主な活動は、マーケティング、市場への情報提供、コミュニケーション、の 3 つである。

図表 8 NSC の 3 つの活動

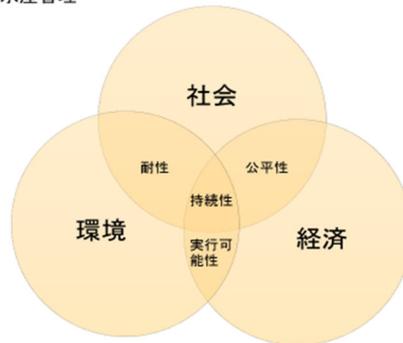
	活動	目的
1	マーケティング	ノルウェーの水産物の需要と認知度向上をマーケティング活動の目的とする
2	市場への情報提供	ノルウェーの水産物の貿易制限と市場へのアクセスについての統計、分析そして業界情報を提供する
3	コミュニケーション	積極的な情報戦略とメディアを対象とした戦略でノルウェーの水産物の評判をよりよいものにすることに貢献する

出典 ノルウェー水産物審議会 (NSC) 資料¹⁸

また、ノルウェーの水産管理は世界一と言われている。水産資源利用の伝統もあるが、これは厳しい規制による責任と長期的な展望によるものである。水産資源の継続的な利用は、予防の原理に基づいたものである。したがって、NSC は、ノルウェーにおける水産業のマネジメントとしてサステナビリティの 3 つの柱を打ち立てている (図表 9)。それは、社会、経済、環境である。この 3 つが調和することによって持続可能性につながるのである。実際、在日本 NSC の A 氏によれば、「経済重視は馬鹿げている、魚を守ることが優先される」¹⁹と述べている。

図表9 ノルウェーにおける水産業の3つの柱

ノルウェーの水産管理



出典 ノルウェー水産物審議会（NSC）資料

NSCは、環境の評価をしながら漁業者をチェックしている。これについて、NSCのA氏は次の通り述べている。「サステナビリティの観念によるものである。なぜなら、『海の利便』になることが重要なのである」²⁰。こうしてNSCは、漁獲（fishing）をモニターし、漁業者を厳しくコントロールしているのである。

3.2 ノルウェー産業科学技術研究所（SINTEF）の役割

ノルウェー産業科学技術研究所（SINTEF：Stiftelsen for Industriell og Teknisk Forskning 以下SINTEFと記す）は、先端的R&D支援を行う研究機関である。同機関は、スカンジナビアでは最大の独立研究組織であり、いくつかの系列機関とともに非営利な研究財団である。また、自然科学、技術、環境、社会科学などを先導しており68カ国から2100人も研究員によって構成されている。年間売上高は、5億ドルで61カ国に顧客がいる²¹。同機関は、学際的な研究組織であり、その中の一部として、漁業および養殖事業に関する部門がある。MTS Japanのニュースリリースには、SINTEFについて次のとおり記述されている²²。

SINTEFは1950年に設立され、ノルウェーおよび国際企業を支援する高度な多くの専門分野にわたる科学研究で知られています。SINTEFは、ノルウェーに拠点を持つスカンジナビア最大の独立系研究機関です。知識の創出、研究および革新を通じて価値を創造し、実用化に組み込まれる技術的ソリューションを開発しています。SINTEFは非営利団体で、受託研究プロジェクトの利益は新しい研究や科学機器、能力開発に投資されています。

SINTEFは、水産業及び養殖業のマネジメントについて次の5つの重要性を掲げている²³。

- (1) 効率的な水産業及び養殖業のマネジメントは、成功のファクターである。
- (2) 効率的な法施行、規則を施行させる力が必要である。
- (3) 水産資源使用の長い伝統を持っている。
- (4) 高度な科学機関から助言を受けることに基づく。
- (5) ノルウェーは、漁業商品蓄積のマネジメントにおいて1番である。

また、SINTEF は、沿岸域の管理として次の 3 点をあげている²⁴。

(1)沿岸域の異なる利用者のバランスを見極めることの重要性

養殖 漁場 観光 自然 保全（国立公園、野生生物保護区）

(2)養殖場：

「ノルウェー標準化 9410」²⁵に従った最善の生産能力を持つ養殖場探索

魚病を最小限食い止めるための養殖場探索

相互の影響を減少させるために養殖場間の距離を離れた養殖場の探索

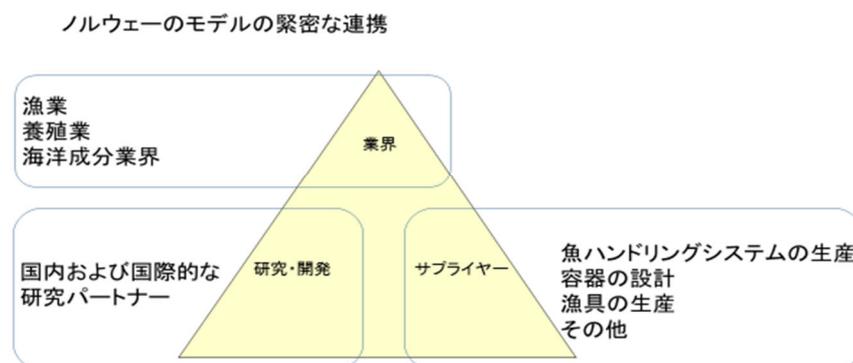
(3)最適な養殖場の分布を確立するために、数学的モデリングを使用

さらに、SINTEF は漁業と養殖管理について次の通り記述している²⁶。

- ・効率的な漁業と養殖業の管理が成功要因である。
- ・規制を実行する効率的な法の執行力が必要である。
- ・海洋資源を利用する長い伝統を持っている。
- ・強力な科学機関からの助言に基づいている。
- ・ノルウェーは、その商業的漁業資源の管理に 1 番と評価された。

以上を踏まえ、SINTEF は、綿密な連携によるノルウェーモデルを掲げている（図表 10）。これは、技術革新と高品質の科学によるものである。同モデルは、漁業・養殖業等の業界と国内・外の研究パートナーによる研究・開発と漁業・養殖業のサプライヤーによる綿密な連携によって成立する。

図表 10 綿密な連携によるノルウェーモデル



出典 SINTEF 資料

まとめ

本稿では、まず、水産大国であるノルウェー王国の経済と水産業を概観した。同国の水産業は、GDP 構成比 0.8%、就業人口 0.6%と少ないものの、輸出品としては、水産物が 2 番目であり、経済成長の第 2 の柱となっている。また、漁業と養殖業の輸出額を見ると、漁業：養殖業が 4:6 となっている。

一方、ノルウェーにおける主要魚種の輸出構成比は、サケ・マス類が全体の 6 割近くを占め、輸出

高1位に位置している。

次に、水産業に影響を与える機関がどのような役割をしているのか明らかにした。第一に、ノルウェー水産物審議会(NSC)の主な活動は、マーケティング、市場への情報提供、コミュニケーション、の3つである。そして、NSCは、ノルウェーにおける水産業のマネジメントとしてサステナビリティの3つの柱(社会、経済、環境)を打ち立てている。この3つが調和することによって持続可能性につながるのである。第二に、ノルウェー産業科学技術研究所(SINTEF)は、先端的R&D支援を行う研究機関である。SINTEFは、水産業及び養殖業のマネジメント、沿岸域の管理、漁業と養殖管理について、それらの重要性を明らかにしている。また、技術革新と高品質の科学による「ノルウェーモデル」を掲げている。同モデルは、漁業・養殖業等の業界と国内・外の研究パートナーによる研究・開発と漁業・養殖業のサプライヤーによる綿密な連携によって成立する。

NSCとSINTEFの支援機関によるサポートによって、ノルウェーの水産業は、持続的および経済的な発展を遂げていると思われる。

【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しました。この場を借りて感謝の意を表します。

参考文献

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations *THE STATE OF WORLD FISHERIES AND AQUACULTURE, 2010*, Rome.
- [2] Nofima(ノルウェー食品・水産・養殖研究)資料 <http://www.nofima.no/en/about-us/media>(2014年8月14日)。
- [3] SINTEF(Stiftelsen for Industriell og Teknisk Forskning ved Norges tekniske hoegskole)資料 <http://www.sintef.no/en/>(2014年9月2日)。
- [4] Svein Ludvigsen, "sustainable aquaculture -Fundamentally international", *ISO Focus*, December 2008.
- [5] 在ノルウェー日本国大使館(2015年2月1日)『ノルウェー経済概況2015年1月』
<http://www.no.emb-japan.go.jp/files/000068971.pdf>(2016年1月5日)。
- [6] 財務省貿易統計「最近の輸出入動向」
http://www.customs.go.jp/toukei/suii/html/time_latest.htm(2015年12月21日)。
- [7] 水産庁『平成20年度水産白書』農林統計協会、2008年。
- [8] 総務省統計局(2012年4月24日)「平成22年国勢調査」
<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/kihon2/pdf/gaiyou.pdf>(2015年12月24日)。
- [9] 内閣府(2011年12月26日)「平成22年度国民経済計算確報(17年基準改定値)」
http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kakuhou/gaiyou/pdf/point20111226.pdf#page=12
(2015年12月24日)。
- [10] 「ノルウェー漁業のトリプルヘリックスとNofima(ノルウェー食品・漁業・水産養殖研究所)~研究機関を核とした産官学連携の推進~」農林水産政策研究所ホームページ、
<http://www.maff.go.jp/primaff/koho/seika/review/pdf/primaffreview2013-55-7.pdf>(2014年9月2日)。

脚注

- ¹ 本稿では、1NOK(ノルウェー・クローネ)=17.1円(2014年5月27日現在)で全て換算する。
- ² 在日ノルウェー王国大使館「ノルウェー経済概況2015年1月」
<http://www.no.emb-japan.go.jp/files/000068971.pdf>(2016年1月5日)。
- ³ 1ドル=120円で換算。
- ⁴ 1ドル=120円で換算。
- ⁵ 外務省「ノルウェー王国基礎データ」<http://www.mofa.go.jp/mofaj/area/norway/data.html>(2016年1月5日)。

-
- ⁶ 財務省貿易統計「最近の輸出入動向」
http://www.customs.go.jp/toukei/suii/html/time_latest.htm(2015年12月21日)。
- ⁷ 在ノルウェー日本国大使館(2015年2月1日)『ノルウェー経済概況2015年1月』
<http://www.no.emb-japan.go.jp/files/000068971.pdf>(2016年1月5日)。
- ⁸ 内閣府「平成22年度国民経済計算確報(17年基準改定値)」
http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/data/data_list/kakuhou/gaiyou/pdf/point20111226.pdf#page=12(2015年12月24日)。
- ⁹ 総務省統計局『平成22年国勢調査』
<http://www.stat.go.jp/data/kokusei/2010/kihon2/pdf/gaiyou.pdf>(2015年12月24日)。
- ¹⁰ ノルウェー水産物審議会(NSC)“General presentation of NSC and Norwegian seafood”。
- ¹¹ 水産総局(Fiskeridirektoratet)
<http://www.fiskeridir.no/English/Fisheries/Statistics/Fishermen-fishing-vessels-and-licenses>(2014年9月5日)。
- ¹² ノルウェー水産物審議会(NSC)“General presentation of NSC and Norwegian seafood”。
- ¹³ ノルウェー水産物審議会(NSC)“General presentation of NSC and Norwegian seafood”。
- ¹⁴ Kontali Analyse 調査会社 http://www.kontali.no/?div_id=22&pag_id=24(2014年9月3日)。
- ¹⁵ 水産総局(Fiskeridirektoratet)
<http://www.fiskeridir.no/English/Fisheries/Statistics/Fishermen-fishing-vessels-and-licenses>(2014年9月5日)。
- ¹⁶ 農林水産政策研究所ホームページ「ノルウェー漁業のトリプルヘリックスとNofima(ノルウェー食品・漁業・水産養殖研究所)～研究機関を核とした産官学連携の推進～」
<http://www.maff.go.jp/primaff/koho/seika/review/pdf/primaffreview2013-55-7.pdf>(2014年9月2日)。
- ¹⁷ Nofima(ノルウェー食品・水産・養殖研究)ホームページ <http://www.nofima.no/en/about-us/media>(2014年9月5日)。
- ¹⁸ ノルウェー水産物審議会(NSC)“General presentation of NSC and Norwegian seafood”。
- ¹⁹ ノルウェー水産物審議会(NSC)A氏インタビュー(2014年5月20日)。
- ²⁰ ノルウェー水産物審議会(NSC)A氏インタビュー(2014年5月20日)。
- ²¹ SINTEF(Stiftelsen for Industriell og Teknisk Forskning ved norges tekniske hoegskole),
<http://www.sintef.no/en/>(2014年9月2日)。
- ²² エムティエスジャパン株式会社 MTS Japan のニュースリリース。
- ²³ SINTEF(Stiftelsen for Industriell og Teknisk Forskning ved norges tekniske hoegskole),
<http://www.sintef.no/en/>(2014年9月2日)。
- ²⁴ SINTEF(Stiftelsen for Industriell og Teknisk Forskning ved norges tekniske hoegskole),
<http://www.sintef.no/en/>(2014年9月2日)。
- ²⁵ ノルウェー水産・沿岸省に定められた海面養殖に関する環境監視規格(出典 Svein Ludvigsen, “Sustainable aquaculture -Fundamentally international”, *ISO Focus*, December 2008, pp.37-39.)
- ²⁶ SINTEF(Stiftelsen for Industriell og Teknisk Forskning ved norges tekniske hoegskole),
<http://www.sintef.no/en/>(2014年9月2日)。

Comparative Study of the Bread and Bakery business in Japan and Thailand: A Guideline in Flour and Controlled Temperature for Thai Bakeries

THANPITCHA TRAKOLSAP and YOSHIKAZU TAKAGI

Department of Information System,
Niigata University of International and Information Studies,
Niigata, 950-2292, JAPAN
+81 25-239-3111, Email: takagi@nuis.ac.jp

Abstract

This research shows that Thai bakeries seem to have lesser product quality than Japanese bakeries and that Flour and Controlled Temperature might be critical factors influencing the quality difference between the two countries. Our objective was to identify the critical elements that make Japanese bakeries more successful, considering that Flour and Controlled Temperature are the “Basic Kitchen Principles” used by professional bakers. We conducted a questionnaire and interviewed 20 Japanese bakeries in Niigata city. We recorded the type of flour and monitored the temperatures (i.e.: temperature loggers in 5 professional premises) that are used by professional bakers, and identified significant positive correlations between flour and techniques. Consequently, the results validated that the influence of temperature in the premises and in particular the choice of a quality flour can significantly affect the quality of bakery products. As an outcome of this research, we have provided a flour and temperature guideline that can be used as inspiration for producing quality bakeries.

Introduction

In Thailand these days, there is increased consumption of bakery products due to changes in people’s lifestyles. A number of new bakeries have been opened [1], and many tasteful Thai style bakeries have created new products for instance coconut custard filled buns, and flossed pork buns. These bakeries are not operated solely by Thai people but are joint ventures between Thai and foreign companies either from Europe or other Asian countries like Japan and Hong Kong [1].

Thai people tend to buy baked products from those franchises as a result of local bakeries producing lower quality products in terms of texture and suppleness and as a further result have a lower market share to that of franchised bakeries [1]

On the other hand in Japan, bakeries are run solely by local bakers, which are well known in terms of quality, and creativity. Plenty of popular new products were first created from local bakers for example Melonpan, Currypan, and Anpan. Moreover in Japan, a good deal of European style bakeries can also be found without much effort and operated by local Japanese.

We were interested in Thai and Japanese bakeries due to the perception that Thai bakeries product quality is viewed as lower than that of Japanese bakeries. We wanted to know the connection between production quality and the overall look and taste that can lead to a successful bakery business. In order to understand the reason, we created questionnaire and conducted interviews, in-store observations, and collected real-time temperature readings by using temperature loggers.

Previous studies that we have examined featured the relationship between production and quality, such as the protein content in flour and the temperature control in bakeries, which can lead to a successful business. According to Aamodt [3] Flours of strong protein quality produced hearth loaves with larger loaf volume, larger bread slice area, and higher form ratio (height/width) than flours of weak protein quality. In Dowell [4] For loaf volume models, grain or flour protein content was the most important parameter included. In his book, *"The Taste of Bread"*[4], Prof. Raymond Calvel points out that average mixing temperatures vary between 24 degrees Celsius and 25 degrees Celsius.

This study is the first to conduct field research from top bakeries in Niigata city by observing their working processes in the kitchen, the atmosphere, equipment and followed up with a questionnaire for revealing their tips on running a successful bakery business.

Added to this by using the 4 P’s of marketing companies can improve their chance of success and realize their goals for example profitability, raising sales volume, market share, return on investment etc. (Table 1)[2].

Table 1 The 4 P's of marketing

Product	Price	Promotion	Place
Design	Retail	Strategies	Special offers
Technology	Wholesale	Skimming	Endorsements
Usefulness	Internet	Penetration	Advertising
Value	Direct sales	Psychological	User trials
Convenience	Peer to peer	Cost-plus	Direct mailing
Quality	Multi channel	Loss leader	Leaflets/posters
Packaging			Free gifts
Branding			Competitions
Warranties			Joint ventures

The general objectives of this paper are;

1. To find the key factors that result in local Japanese bakeries having a better quality products than that of local Thai bakeries
2. To guideline how a successful local Japanese bakeries are run in order for local Thai bakers to follow.

Previous observations of the Thai-kitchen environment are that it is poorly managed. In particular, there is no regard given for an optimum kitchen temperature. As a result the overall quality of the baking process is unsatisfactory, turning away current and potential customers from Thai bakeries to Japanese style bakeries and franchises.

Based on earlier observations and reports, we have formulated the following hypothesis:

If bakery products are of good quality it may lead to a successful business. And to achieve this “flour and controlled temperature” are the science. If correct it should provide the incentive for Thai bakers to follow.

Central to the context of this research has been our keen interest in the relationship of quality and the overall look and taste that can lead to a successful business. And on what factors make these delightful to customers. Therefore the question we put forward was, do Japanese bakers pay particular attention on ingredient selection, production and a controlled temperature in and around the kitchen to maintain and improve products quality?

Methods of study

(i) Questionnaire and interviews

We handed out twenty questionnaires to twenty top quality bakeries in Niigata city, which scored over 3.4 out of 5.0 on the popular food rating website Tabelog.com. We sent the questionnaires enclosed with a pre-paid return-address envelope. The questions asked covered quality control, production technology and ingredients. We then asked for a sixty-minute interview in order to research deeper into their questionnaire answers. The questions were written both in English and Japanese. From the twenty bakeries we received ten replies and of them, five out of the ten accepted our sixty-minute interview request.

The questionnaire was designed to enable us to understand how Japanese bakeries have become successful and what they think are the factors that make for quality bakeries. Also how do they create new products, maintain a high quality standard and their production technology. The participant bakeries were asked to answer several questions including;

How is flour selected?

How do you create new products?

What makes quality products?

The five bakeries included two specializing in bread-based products, two cake shops, and one traditional local Niigata city confectionary maker. The interviews were conducted in Japanese and took about sixty minutes.

(ii) In store Observation

We observed four top quality bakeries in Niigata city, spending on average seven days per bakery for a total of thirty days. The four were a Japanese and European style bakery, a European style patisserie, and a French style café-restaurant. And in Uonuma city, one day at a small local family owned sweet potato confectionary maker. Finally we spent one further day in Ojiya city at a local rice flour confectioner. The purpose of our observation was to see bakers working in real-time. In particular how they streamline their working processes in the kitchen, use their equipment to produce bakery products, and their ingredients' inventory management system in comparison to a Thai bakery.

(iii) Temperature Logger

We had temperature loggers put in five bakeries, four in Japanese bakeries in Japan and one in a Thai bakery in Thailand, for twenty-four hours over six days. This was in order to record and collect the real-time kitchen temperature data, and then compare the temperature results from both countries.

Responses from the questionnaire and interviews

The questionnaire was sent to twenty top quality bakeries nationwide in Japan. We received ten questionnaires in response from the bakeries and of those five agreed to interviews, which we conducted. From the ten questionnaires, we summarized the data into a percentage and placed the data into graphs as shown below.

From the questionnaire Question 6: Asked how new products are developed? Eighty percentages said they create new products based on seasonal ingredients. Another said they use as much fruit and as many vegetables as possible. And another said, they produce special products for people with allergies (Figure 1).

Question 7: How is flour selected? Eighty percentages said they buy according to the sales-representative's advice and experimenting with product samples. Ten percentages said they buy only "Made in Japan" products and the remaining look at protein and ash content (Figure 2).

Question 8: What makes quality products? Out of all responses, eighty percentages said techniques, play a more important role compared to good technology (Figure 3).

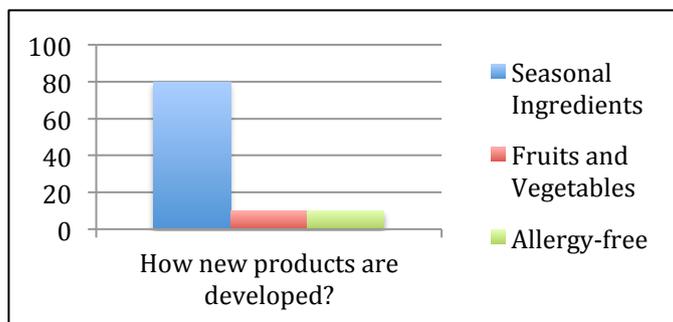


Figure 1 How new products are developed?

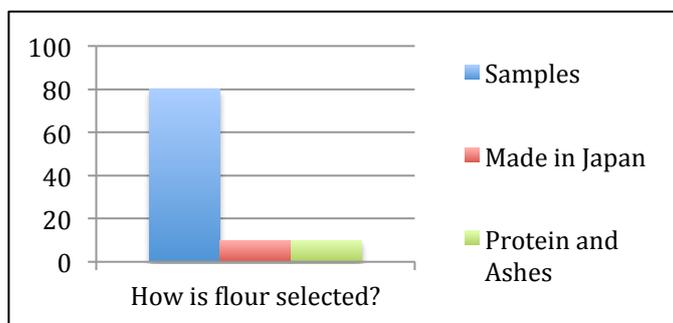


Figure 2 How is flour selected?

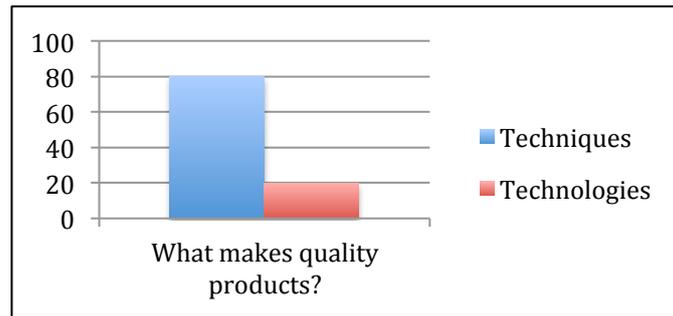


Figure 3 What makes quality products?

In the interviews we asked the same questions. Four out of the five interviewees said they are constantly learning new ideas by making study trips to overseas bakeries. Further two out of five interviewees said good flour is really important; therefore you need good advice from a sales-representative. This is due to a good sale-representative being able to recommend the right protein and ash content in flour, as required. One particular interesting answer was that Japanese style bread does not require as high a quality oven as for baking European style bread. The most important point is to focus on the overall temperature of the kitchen when baking because this affects the quality of the products. (See Appendix)

In store Observation results

The field research was an on-sight observation of how professional kitchens works. The period of observation covered thirty days and two methods of study. In that time we observed different styles of kitchen organization (Table 2).

Table 2 The differences in kitchens of Japanese Bakeries and a Thai Bakery

Countries	Japan				Thailand
	A Japanese Bakery	B European Bakery	C European Cake shop	D French café and Restaurant	F Bakery
Air-conditioned kitchen	✓	✓	✓	✓	Open air
Working island with fridges underneath	✓	✓	✓	✓	Kitchen tables
Automatic electric oven	✓	✓	✓	✓	Gas oven
Dough kneading machine	✓	✓	✓	✓	✓
Dough proofer	✓	✓	✓	✓	Room temperature rise
Dough sheet maker	✓	✓	✓	n/a	n/a
Dough roller machine	✓	✓	n/a	n/a	n/a
Semi-automatic dough divider	n/a	✓	n/a	n/a	n/a
Freezer room	✓	✓	✓	✓	n/a
Refrigerated room	✓	✓	✓	✓	Refrigerator

From our observation, every kitchen had air-conditioning, which could keep the kitchens' temperature to around 25 degrees Celsius. Moreover one of the reasons of maintaining the bakeries quality is that they use a dough proofer, which has around 28 degrees Celsius with the humidity between seventy-five percentages and eighty percentages to control the dough's rising [6]. Furthermore and significantly we saw that every kitchen had a good quality refrigerated system to keep their ingredients fresh.

However a controlled-temperature and quality flour selection seemed to be disregarded at the local producers in Unuma and Ojiya city. Since there was no use of the available air-conditioning, and little concern regarding ingredients like flour, we could clearly see are resulting lack of kitchen organization and production consistency.

Temperature logger results

The temperature loggers recorded kitchen temperatures at 1440 points through each day for one minute per point (Figure 4.). The graph Japan (Jpn) Bakery 1 and Jpn Bakery 2 show rather constant temperatures at around 20 degrees Celsius to 25 degrees Celsius. Jpn Bakery 3 shows a temperature lower than 25 degrees Celsius from around midnight until before 6 A.M. because there is no activity in the kitchen. Between 6 A.M. and 6 P.M. the temperature plateaus at around 29 degrees Celsius. On the other hand the temperature in Jpn Bakery 4 peaks, fluctuates and peaks again at around 27 degrees Celsius and 30 degree Celsius between 6 A.M. and 6 P.M. Lastly, temperature in Thai kitchen seems to be the highest 28 degrees Celsius to 31degrees Celcius.

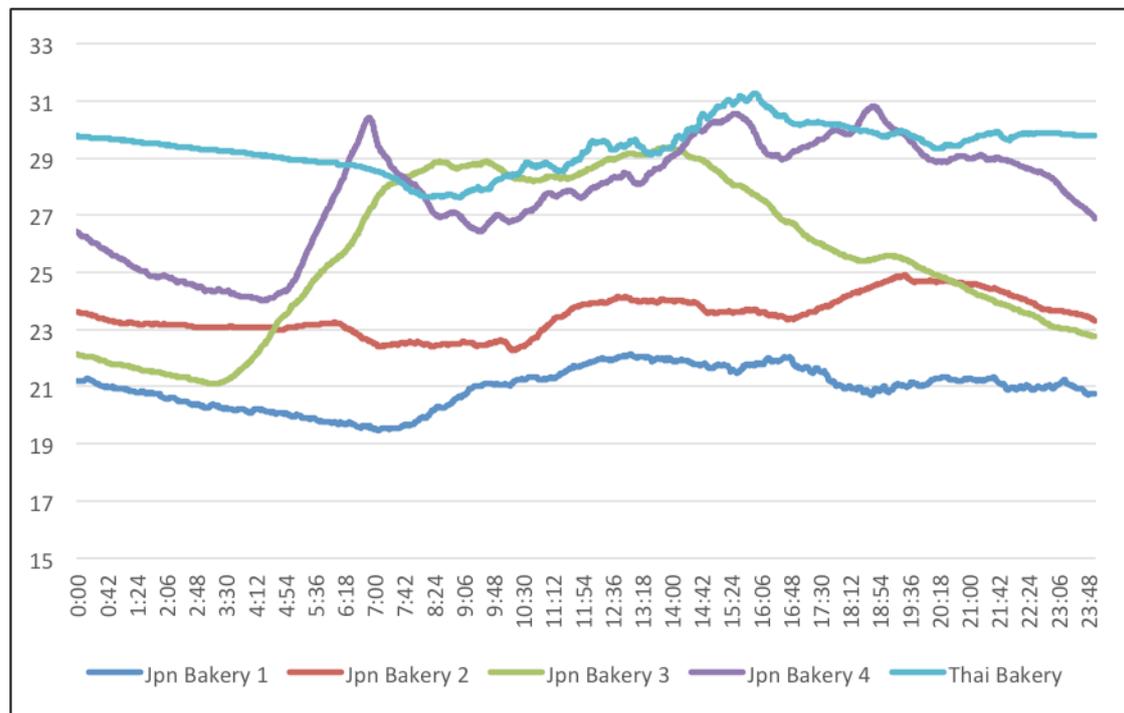


Figure 4 Collected temperature in 4 Japanese bakeries and 1 Thai bakery

Flour market in Thailand and Japan

Flour is a key ingredient for making quality products. The flour type and protein content is a key specification for wheat and flour purchasers since it is related to many processing properties, such as water absorption and gluten strength. Protein content can also be related to finished product attributes, such as texture and appearance. Ash is a mineral content that remains in the flour after milling can affect color, imparting a darker color to finished products [7].

Flour that is being sold and used by Thai bakeries does not give any detailed information about protein and ash content. It states only purposes for use, such as bread flour, cake flour, and all-purpose flour (Figure 5). Moreover, since wheat production in Thailand is insignificant due to climate

conditions, and other reasons, Thailand has to import wheat from the U.S. and Australia. The wheat and then milled and re-packaged by Thai companies [8].

However though flour that is being sold in Japan is like Thailand imported as wheat from the U.S., Australia, and also Canada [9], details on protein and ash content are given (Figure 6).



Figure 5 Flours that are being sold in Thailand



Figure 6 Flour catalogue from a Japanese sale-representative

Conclusions and Discussion

The primary conclusion of this paper is that “flour quality and the controlled temperature” are crucial to operating a successful bakery business. And in order to produce superior quality products that evoke great feelings and provide an exceptional experience for customers, professional bakers should use “Basic Kitchen Principles”.

From the questionnaire and interview results, we have learned that Japanese bakeries select good quality flour according to advice received from the sales-representative, which is an unfamiliar practice in Thailand. Japanese bakeries also consider ash and protein content before purchasing flour. Moreover Japanese bakeries consider techniques over technology, know-how on baking temperature and the right flour to use, which leads to a quality product. Finally new products are introduced every season based on seasonal fruits (Table 3) to boost sales.

Table 3 Samples of Seasonal Fruits in Japan

Months	Fruits
January	Strawberries, Citrus fruits, Apples, Mikan
February	Strawberries, Citrus fruits, Apples, Mikan
March	Strawberries, Citrus fruits, Apples
April	Strawberries, Citrus fruits, Apples, Loquat
May	Loquat, Cherries, Melons, Watermelons
June	Loquat, Cherries, Melons, Watermelons, Apricots, Plums
July	Cherries, Melons, Watermelons, Apricots, Plums, Peaches, Grapes
August	Melons, Watermelons, Plums, Peaches, Grapes, Figs, Japanese Pears
September	Melons, Plums, Peaches, Grapes, Figs, Japanese Pears, Chestnuts, Persimmons, Pears, Apples
October	Grapes, Figs, Japanese Pears, Chestnuts, Persimmons, Pears, Apples, Mikan
November	Chestnuts, Persimmons, Pears, Apples, Mikan
December	Persimmons, Pears, Apples, Mikan

*Source: Production, Marketing and Consumption Statistics Division, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries[10]

The semantic list that forms the bakery kitchen's framework for superior baked products has been created from this research (Table 4) (Table 5). For example, data collected from professional kitchens by observation and questionnaire. From this data collected, in the context of professional kitchens, bakers produce higher quality products and are far more productive if they use the "Basic Kitchen Principles" in their kitchens. Therefore, the following findings and suggestions will be of interest to bakers, and researchers.

Guidelines and Recommendations for Thai Bakeries

The following guidelines are based on the findings of this study. The results strongly suggest that:

The ideal temperature for a professional bakery kitchen should be around 20 degrees Celsius to 25 degrees Celsius, which affect dough quality and other ingredients like butter. A dough proofer should be used to raise dough in a controlled temperature and humidity environment (Table 4).

Moreover the flour protein content guide makes a significant impact on the final quality of products, as protein is an indicator of a products' suppleness. It's necessary for bread to look for flour with a high protein content, around 13%-14%. For cake making and other products that do not require as much suppleness, protein content should be around 8 %. Lastly for pastries, which have more fat need a little higher protein than cakes in order to be able to hold the fat (Table 5).

Table 4 Ideal temperatures in kitchens

Conditions	Temperature (°C)
Kitchen	Around 20°C to 25°C
Dough rising temperature	Around 26°C to 29°C
	Humidity around 60% to 80%

Table 5 Flour guide for making quality bakeries

Flour Guide		
Protein content (%)	Ash content (%)	Purposes
8.5 ± 0.05	0.48 ± 0.02	Pastries
8.0 ± 0.05	0.38 ± 0.02	Cakes
13%-14% ± 0.02	0.53 ± 0.02	Breads

- Bakers should find inspiration from the work and methods used by successful professional bakers in order to embed the Basic Kitchen Principles established in this paper in their baking techniques.
- Using the Basic Kitchen Principles should significantly improve the bakeries quality and working conditions.

According to our research, we believe that Japanese bakeries quality compared to those of Thailand is primarily a matter of kitchen organization, a focus on quality, and a good work atmosphere.

Perspectives

Although Thailand imports various amount of its wheat from the same sources as Japan, the difference in flour quality is accounted for due to Thailand's lack of flour research and study.

Acknowledgements

We wish to thank Japanese bakeries in Niigata, which cooperated in our research.

We thank to Dr. Ryoju Hamada (School of Management Technology, Sirindhorn International Institute of Technology, Thammasat University) and Dr. Haruhiro Fujita (Department of Information Systems, Niigata University of International and Information Studies) who provided the opportunity for this research.

References

1. Larive Co., Ltd, Business Opportunities Study in Thai Bakery Sector, Kingdom of the Netherland, Embassy of the Kingdom of the Netherland in Bangkok, June 2013
2. Meera Singh, Marketing Mix of 4P'S for Competitive Advantage, Journal of Business and Management (IOSRJBM), 2012
3. Aamodt, (Hearth Bread Characteristics: Effect of Protein Quality, Protein Content,
4. Dowell, Relationship of Bread Quality to Kernel, Flour, and Dough Properties, American Association of Cereal Chemists, 2008
5. Raymond Calvel, The Taste of Bread, An Aspen Publication, 2001
6. The Artisan Baker, Temperature Control, Bread Lines, (Volume 10, Issue 1 and 2), 2001
7. Kansas State University, *Wheat and Flour Testing Methods: A Guide to Understanding Wheat and Flour Quality*, Wheat Marketing Center, Version 2, September 2008
8. United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service, Thailand Grain and Feed Annual 2014, United States Department of Agriculture, 2014
9. Nippon Flour Mills, Overview of the flour market in Japan, The Australian Grains Industry Conference, July 28, 2010
10. Production, Marketing and Consumption Statistics Division, 青果物卸売市場調査(旬別結果), Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, <http://www.maff.go.jp/j/tokei/syohi/sikyoku/seikazyunpo.html> (2016/02/21)

Appendix

Questionnaire and Interview Questions

2015/8/3

1. お店に込められた思いを教えてください。
お店を開店しようと思ったきっかけ（理由）は何でしたか？
Please tell a suggestion you have made that was implemented in your shop?
(The reasons that you've decided to open this shop.)
2. 何年お店を経営されていますか？
How long you've been in this business?
3. どのような新しい商品に取り組んでいますか？
What is your challenge? The challenge to bake new style of breads/ if customers are going to like your products/ they're so many bread shops have been opened, how do you think you can compete with them?)
 - 3-1. 新しいスタイルのパンを焼き上げるための試みにはどのようなものがありますか？
Is it challenging to the shop to bake new style of breads?
 - 3-2. お客様があなたの商品を好きになるためにどのような努力をしていますか？
How do you deal with customers' comments on your products?
 - 3-3. 沢山のパン屋さんが開店していますが、あなたのお店はどのように競争していけると考えていますか？
How do you think you can compete with the newly opened shops?
4. あなたのお店の強みはなんですか？
What is your strength?
 - 4-1. なぜ、あなたのお店の評価が高いと思いますか？
Why do you think your breads are good?
 - 4-2. なぜ、リピーターのお客様が多いと思いますか？
Why customers come back to your shop?
 - 4-3. 最も自信のある商品は何ですか？
What are your best products?
5. あなたのお店の弱点はなんですか？
What is your weakness?
 - 5-1 もっとお店を良くするためにできることは何だと思いますか？
What do you think you can do better?
 - 5-2 もっと高品質の商品をつくるため習得中の（習得しようとしている）技術はありますか？
Is there any technique that you're mastering to make better quality?
 - 5-3 弱みや問題点はどのように克服できると思いますか？
How do you deal with those weakness or problems?
 - 5-4 お店の経営や商品についてパン屋の友達と相談していますか？
Do you consult among your baker friends?

6.どのように新商品のアイデアを考え出していますか？
How do you come up with new products?

6-1. どのようにして新商品を実際に作り出していますか？
How do you create your new products?

6-2. 新商品がお客様に評価されない場合どのように対処しますか？ 販売を停止しますかそれとも味や食感を修正しますか？
What if customers don't like the new products, what will you do? Stop selling or adapt the tastes?

7. 小麦粉をどのように選択していますか？
How do you select good flour?

7-1. その他の原料をどのように選択していますか？
How do you select good ingredients?

8. 良い製品を作るため、どのような種類の食品生産技術を使用していますか？
What kind of technology in food producing are you using? (to make good products)

9. 本アンケートの回答内容を正確に理解するため1時間以内のインタビュー調査に協力頂けますか？

- 1.協力できる 2.協力できない 3.わからない

会計ソフトウェアにおける管理会計情報に関する考察

A Study on Management Accounting Information processed by Accounting Software

山下 功¹

要旨

コンピュータをとりまく技術の進展により、会計情報システムも飛躍的な発展を遂げた。しかし、中小企業では比較的安価な会計ソフトウェアが導入され、財務会計を重視した運用がなされており、管理会計への対応が不十分である。

本稿では、中小企業向けの会計ソフトウェアにおける管理会計情報の処理方法を概観した。その結果、会計ソフトウェアが提供可能な会計情報は入力されるデータに依存するが、入力可能なデータに対する制約が厳しいため、管理会計情報の提供に乏しいことが明確になった。今後の課題として、中小企業における会計ソフトウェアの利用実態を調査するとともに、管理会計情報の利用方法について分析を進めていくことが挙げられる。

キーワード

管理会計、会計情報、会計ソフト、コンピュータ会計、中小企業

1. はじめに

1946年に世界初のコンピュータ(電子計算機)である ENIAC が登場したが、当初のコンピュータの利用目的は専ら、方程式の解の探求などの数値計算であった。

1957年に UNIVAC ファイルコンピュータが発表され、日本では1959年に小野田セメント(現・太平洋セメント)が導入して生産管理や会計処理を始めたことにより、事務処理用として本格的な利用が始まった¹⁾。さらに和田は1960年の情報処理学会創立総会において、文字認識、翻訳、要約、検索といったコンピュータの数値計算以外への利用可能性を提起していたが²⁾、現在ではこれらにコンピュータを利用することが当たり前となり、事務処理にとってコンピュータは必要不可欠なものとなった。

コンピュータをとりまくハードウェアとソフトウェアの双方の技術の進展により、会計情報システムも飛躍的な発展を遂げた。特にERP(enterprise resource planning: 企業資源計画、統合基幹業務システム)の登場により、財務会計だけではなく管理会計の領域においても会計情報システムの積極的な利用が行われるようになり、現在では管理会計の様々な手法に対応したソフトウェアが販売されている。

ところが、中小企業を念頭に置いた場合、財務的資源の制約により、ERPのような極めて高価な会計情報システムを導入することは困難である。その結果、中小企業では比較的安価な会計ソフトウェアが導入され、財務会計を重視した運用がなされており、管理会計への対応が不十分であるのが現状である。

そこで本稿では、会計学の分類を通して管理会計の立ち位置を確認した上で、中小企業向けの会計ソフトウェアにおける管理会計情報の処理方法を概観しながら、その問題点を明らかにする。

¹ YAMASHITA, Isao 情報システム学科

2. 会計学の分類

2.1 財務会計と管理会計

会計学の分類として最も主流であるものが財務会計と管理会計であり、本学の授業科目もこの2つに分類されている。

その分類基準は利用目的、すなわち「誰が利用するか」である。財務会計は外部利害関係者への報告を目的とするもの(以下、「外部報告目的」と略記する)であり、管理会計は内部利害関係者への報告を目的とするもの(以下、「内部報告目的」と略記する)である。なお、ここでの内外の分類は、会計実体である当該組織に所属しているか否か、すなわち物理的に社内に居るか否かによるため、社外株主は企業の所有者であるものの、外部利害関係者に該当する。

2.2 制度会計と情報会計

会計学のもう一つの分類は制度会計と情報会計であり、その分類基準は法律や規制の有無である。制度会計は法律や規制に基づいて実施されるが、情報会計は法律や規制の影響を一切受けない。

2.3 2種の分類の関連性

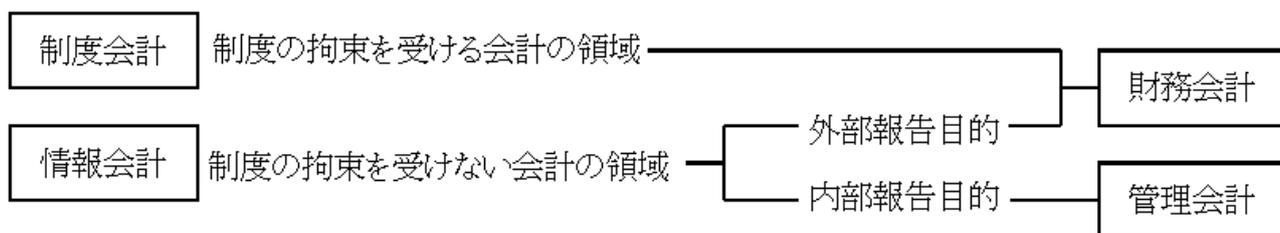
「財務会計と管理会計」及び「制度会計と情報会計」の2種の分類は似ているため、「財務会計=制度会計」「管理会計=情報会計」と誤解されることがよくある。例えば、「財務会計は外部報告目的であり、法律や規制に基づいて実施される」と説明されることがあるが、後半部分で制度会計の説明にすりかわっている。「管理会計は内部報告目的であり、法律や規制の影響を受けない」も同様である。

様々な利害関係者が会計情報を利用する際に誤読や混乱をすることが無いようにするために、比較可能性や正確性を担保する必要がある。そのためには会計が法律や規制に基づいて実施され、全ての企業の会計情報が同一の基準で作成されることが必要である。したがって、制度会計は全て外部利害関係者が利用するために実施されるといってよい。そのため、「財務会計 制度会計」という包含関係が成り立つ。

それに対して、管理会計は内部利害関係者のためのものであるため、法律や規制に基づいて実施される必要は無い。したがって、「管理会計 情報会計」という包含関係が成り立つ。

この2つの包含関係から、「財務会計かつ制度会計」及び「管理会計かつ情報会計」に属する会計は明らかに存在する。また、「制度会計ではない財務会計」と「管理会計ではない情報会計」、すなわち「財務会計かつ情報会計」は存在するが、「管理会計かつ制度会計」は存在しない(図表 1)。

図表 1 企業会計の体系



出典: 河合ほか, 2010, p.5.

「財務会計かつ情報会計」に属する会計は、外部報告目的を有しながら法律や規制の外にあるものである。具体的な例として、環境や社会的責任に関する報告書(環境報告書、CSR 報告書、サステナビリティ報告書など)や外部公表用の長期経営計画が挙げられる。但し、この領域に属する会計は稀であるため、これを無視して「財務会計=制度会計」「管理会計=情報会計」と便宜的に呼称される場合もあることに留意すべきである。

3. 会計ソフトウェアにおける会計情報の利用

3.1 会計ソフトウェアにおける会計情報の利用範囲

中小企業向けの会計ソフトウェアを念頭において考えると、会計情報の主な利用範囲は図表 2 の通りである。全ての会計ソフトウェアが具備しているものは財務会計の過去情報のうち「取引データの入力及び照会」「総勘定元帳の照会」「財務諸表の作成」の部分のみであり、他の部分への対応については個々の会計ソフトウェアによって異なる。なお、ERP であれば、より広範囲な会計情報を利用可能である。

また、図表 2 における財務会計情報と管理会計情報は、情報の利用目的によって区分される。したがって、ある情報を外部報告目的に利用すれば財務会計情報といえるし、内部報告目的に利用すれば管理会計情報といえる。例えば、原価計算の目的として財務諸表作成目的と経営管理目的が挙げられることから³⁾、工業簿記の手続によって産出される原価情報は目的に応じて財務会計情報と管理会計情報の双方になり得る。

図表 2 会計ソフトウェアにおける会計情報の利用範囲

時制	財務会計情報(外部報告目的)	管理会計情報(内部報告目的)
過去	取引データの入力及び照会 総勘定元帳の照会 財務諸表の作成 税法への対応	予算と実績の比較 勘定科目法による CVP 分析(過去~未来) 財務諸表分析 詳細な実績記録の照会
近未来	決算対策 上場企業の業績予想	年度内の予算修正 短期予算の編成
未来	有価証券報告書の設備投資計画	個別計画意思決定 設備投資意思決定 長期経営計画の策定 長期予算の編成

3.2 会計ソフトウェアの基本的な機能

日商簿記検定などで学習する手記簿記では、取引を認識した時点で仕訳を行うことによって帳簿組織へのデータの入力が行われる。同様に、会計ソフトウェアにおいても仕訳を入力するか、他の業務管理システムが CSV 形式などで作成したデータをインポートすることにより、取引データが入力される。その基本的な項目は、日付、借方勘定科目、借方金額、貸方勘定科目、貸方金額であり、当該取引データに対し

て並べ替え、抽出、集計などの処理を施すことによって総勘定元帳、試算表、財務諸表(貸借対照表や損益計算書など)が作成される。

コンピュータによる会計処理では、データを入力した後の財務諸表作成を自動化する点が特徴である⁴⁾。したがって、手記簿記とは異なり、試算表や財務諸表を随時作成することができる。また、総勘定元帳への転記が不要である(転記という概念が無くなる)。

また、手記簿記の仕訳帳に記載される小書きについても、会計ソフトウェア上では文字列データとして扱われるため、検索・抽出や、総勘定元帳への小書きの表示が容易に実現可能である。

これらの基本的な項目に加えて、多くの会計ソフトウェアが部門コードや製品コードなどの細目の設定が可能である。これにより、取引データに部門コードや製品コードを適切に付与すれば、部門別や製品別の損益計算書などを容易に作成することができる。

3.3 会計ソフトウェアにおける財務会計情報の取り扱い

本節では、図表2で挙げた財務会計情報のうち前節の基本的機能を除いたものについて、項目別に詳細を述べる。

(1) 税法への対応

国産の会計ソフトウェアの場合、日本の税法への対応がなされているものが多く見られる。例えば、消費税に関して、税率の設定、会計処理(税抜方式または税込方式)の選択、勘定科目別の消費税の自動仕訳の要否、自動仕訳をする場合に税抜金額と税込金額のどちらで入力するかなどが設定可能である。

(2) 決算対策

期末を迎えるにあたり、財務諸表を合法的により良く見せることや、税金の支出の節約や延期を目的として決算対策が行われる。これに関して会計ソフトウェアが提供可能な会計情報は、過去の実績として記録されたデータに基づく総勘定元帳や試算表である。

(3) 上場企業の業績予想

上場企業に課せられている業績予想の開示に関しては、会計ソフトウェアは有用な会計情報をほとんど提供することができないが、前項で挙げた過去情報を部分的に利用することができる。

(4) 有価証券報告書の設備投資計画

有価証券報告書に記載すべき設備投資計画のような未来情報に関しては、会計ソフトウェアは有用な会計情報をほとんど提供することができないが、前項で挙げた過去情報を部分的に利用することができる。

3.4 会計ソフトウェアにおける管理会計情報の取り扱い

本節では、図表2で挙げた管理会計情報について、項目別に詳細を述べる。

(1) 予算と実績の比較(予実比較)

勘定科目別の実績値に関しては、3.2で述べた基本的機能によって提供される。また、入力データに日付が必ず含まれることにより、月次財務諸表の作成機能を容易に実装できるため、多くの会計ソフトウェアがこの機能を有する。また、部門コードを設定し運用していれば、部門別の実績値も取得できる。

しかし、会計ソフトウェア上で予実比較を行うためには、予算値を格納するためのデータ領域を設けるとともに、予算値を予め入力する必要がある。その際、勘定科目別や部門別などの比較レベルを予め考慮しなければならない。このような予算機能を実装していない会計ソフトウェアの場合、実績情報をエクスポートして表計算ソフト等を用いて比較を行うが、エクスポート時点でのバッチ処理になるためリアルタイムな会

計情報による比較は不可能である。

(2) 勘定科目法による CVP 分析

3.2 の基本的機能によって取得可能な会計情報を利用すれば簡易な CVP 分析が可能であるため、CVP 分析機能を実装している会計ソフトウェアもある。

(3) 財務諸表分析

3.2 の基本的機能によって取得可能な会計情報を利用すれば簡易な財務諸表分析が可能であるため、財務諸表分析機能を実装している会計ソフトウェアもある。

(4) 詳細な実績記録の照会

財務会計で要求される会計情報は集約(aggregate)あるいは要約(summarize)されたものである。それに対して管理会計で要求される会計情報は目的に応じて集約・要約されたもの、あるいは詳細(detail)の両方が存在する。会計ソフトウェアで部門コードや製品コードを設定し運用する目的は、詳細な情報を蓄積することによって内部報告目的に適合する会計情報を取得することにある。

(5) 年度内の予算修正

(1)で述べた予算機能を実装している会計ソフトウェアであれば、月次(あるいはより高頻度な)予実比較を行うことによって、期中に修正行動をとるための指針を示すことができる。

(6) 短期予算の編成

予算編成の際に参考にする会計情報のうち、主要な過去情報は 3.2 の基本的機能によって取得可能である。また、(1)の予算機能を実装していれば、当年度以前の予算値も取得可能である。しかし、将来の予測に関わる情報は蓄積されていない。

(7) 個別計画意思決定、設備投資意思決定、長期経営計画の策定、長期予算の編成

これらの未来情報に関しては、会計ソフトウェアは有用な会計情報をほとんど提供することができないが、3.2 で挙げた基本的機能によって提供される過去情報を部分的に利用することがある。

4. おわりに

会計ソフトウェアをはじめとした会計情報システムは、入力されたデータに対してプログラムによる処理を実行することによって出力を得る。したがって、会計ソフトウェアが提供可能な会計情報は、入力されるデータに依存することは明らかである。その点において、中小企業向けの比較的安価な会計ソフトウェアは入力可能なデータに対する制約が厳しいため、自身の機能強化もしくは表計算ソフト等との連携強化が望まれる。

冒頭で述べた小野田セメントの会計情報システムを主導した南澤は、コンピュータ会計について、「生のありのままの素の情報のファイルの刻々の蓄積と更新が最重要」であり、「単なる日常業務のコンピュータ化に過ぎない」などと軽視するなど論外である⁵⁾、と述べている。ところが、株式会社 ICS パートナーズが開催する会計ソフトウェアの一般企業向けイベント「未来を創る予算管理」における同社の講演内容においても 3.4 の(1)(2)(4)(5)(6)が中心であり⁶⁾、演題から想起される遠い未来についての言及はなく、「近未来を創る」内容であった。それに続いて行われた有限責任監査法人トーマツの森竹美江の講演内容は 3.4 の(3)が中心であり⁷⁾、伝統的な財務諸表分析をベースに組み立てられていた。このことから、一般的な企業の管理会計において、コンピュータの利活用の範囲は限定的であることが推測され、南澤が述べる「論外」の表現も過大ではないと判断した。

今後の課題として、中小企業における会計ソフトウェアの利用実態を調査するとともに、中小企業向け

の比較的安価な会計ソフトウェアを用いた管理会計情報の利用方法について分析を進めていくことが挙げられる。

最後に、日本に数多く存在する中小企業においても管理会計の重要性が更に認識され、手軽にその情報が利用されることを期待している。

付記

本稿の執筆にあたり、株式会社 ICS パートナーズの協力を頂いた。

注記

1. 遠藤, 2005, p.314.
2. 和田, 1960.
3. 大蔵省企業会計審議会, 1962.
4. 根本監修, 2002, p.24.
5. 南澤, 1995, p.19.
6. 株式会社 ICS パートナーズ, 2015.
7. 森竹, 2015.

参考文献

1. 遠藤諭(2005)「オンラインシステム: コンピュータシステムの普及に奔走した民間人 南澤宣郎」『新装版 計算機屋かく戦えり』アスキー, pp.307-330.
2. 大蔵省(現・財務省)企業会計審議会(1962)『原価計算基準』.
3. 河合久, 櫻井康弘, 成田博, 堀内恵(2010)『コンピュータ会計システム入門』創成社.
4. 根本光明監修, 河合久, 成田博, 櫻井康弘, 堀内恵(2002)『会計情報システム 改訂版』創成社.
5. 南澤宣郎(1995)『これからのコンピュータ・ネットワーク会計 リエンジニアリング会計の理論と具体的手法・事例』税務研究会出版局.
6. 和田弘(1960)「計算をしない計算機」『情報処理』Vol.1, No.1, pp.11-15.
7. 株式会社 ICS パートナーズ(2015)『システム実践セミナー “ICS 会計 ERP OPEN21 de3” 未来を創る予算管理』ICS 会計システムセミナー2015年夏 講演資料.
8. 森竹美江(2015)『今こそ実践! ケーススタディで学ぶ『スピード経営』第2弾「パワーアップ! 計数管理 ~迅速な行動へのつなげ方~』ICS 会計システムセミナー2015年夏 講演資料.
9. 『株式会社 ICS パートナーズ』<<http://www.ics-p.net/>>, (2016-01-31 閲覧).

缶入りコーンポタージュの粒コーン飲み干しに関する研究

Study on Drinking All Corn Granules in Canned Corn Pottage

上西園武良^{1*}・小柳孝治^{2*}

要旨：

缶入りコーンポタージュスープは、冬場の缶入りスープとして定着しており、幅広い年代の人に飲用されている。しかし、飲用後に缶内に粒コーンが残留し、粒コーンを全て飲み干すことができない、というユーザビリティ上の問題がある。この問題に対して、缶形状の改良やスープ粘度の調整などが提案されている。しかし、これら従来の研究では、本来注目すべき飲用時におけるユーザ動作に関して十分な解析がなされていない。そこで本研究では、飲用時におけるユーザ動作の人間工学的な解析を行い、飲用後の粒コーンの残留要因を明らかにした。

まず、飲用時のユーザ動作の特徴と残留コーン数の関係を 29 名の被験者実験によって明らかにした。この結果、残留コーン数は、種々のユーザ動作の特徴の中で、ユーザが何回に分けてスープを飲用するかの回数（以下では「飲む回数」と強い相関（相関係数 $R=0.82$ ）があることを見出した。さらに、この「飲む回数」とそのときの「缶の傾斜角度」を用いて模擬的な動作パターンを作成し、これを用いることで、被験者実験を行うことなく、残留コーン数に対するユーザ挙動を再現できることを示した。次に、缶内の粒コーンの挙動を観察するため、可視化を行った。金属缶は透明樹脂により透明化し、スープに関しては、ほぼ同一の粘性・密度を持つ透明液で置き換えた。これによって、飲用時における粒コーンの動きを観察可能にした。最後に、上記の模擬的な動作パターンを可視化した缶・スープで実行することにより、飲用時に粒コーンが残留する主要因は、飲み口の段差に粒コーンが引っかかってしまうことであることを実験的に明らかにした。

キーワード：製品設計、ユ - ザビリティ、飲料缶、人間工学

1. はじめに

缶入りコーンポタージュスープは、冬場の缶入りスープとして定着しており、幅広い年代の人に飲用されている。しかし、缶入りコーンポタージュは、飲んだ後に缶内に粒コーンが残ってしまい、粒コーンを全て飲み干すことができないという不満の声がある。

この問題に対して、増田ら、坂根の研究^{(1),(2),(3)}がある。増田らの研究は、コーンポタージュの粘度や、粒コーンの大きさ、個数などを調整し、液体と同時に粒コーンを缶口まで同時に移動させ、缶内の残留を低減するものである。この研究は内容物の改良によって、粒コーンの残留を低減させるというものである。一方で、坂根の研究は、缶の内側に突起部を設けることによって、粒コーンが飲み口の段差を乗り越えて、引っかからないようにするというものであり、缶の形状の改良によって、粒コーンの残留を低減させるというものである。

上述のように、従来の研究は「モノ」の改良が主体であり、「モノ」と「ヒト」の相互作用に着目した人間工学的な視点からの研究が十分になされていない。また、被験者実験に基づく粒コー

1*KAMINISHIZONO, Takeyoshi

2*OYANAGI, Koji

ン残留に対する要因の特定がなされていない。

そこで本論文ではまず、被験者試験を実施し、「残留する粒コーン数」と被験者の「飲む動作の特徴」との関連を探る。さらに、被験者の飲み方を再現できる簡易的な方法及び、缶と液体の可視化によって、粒コーンが缶内に残留する要因を解明し、それに対する対策案の方向付けを行う。

2. 被験者試験（実態把握）

2.1 実験目的

「残留する粒コーン数」と「飲む動作の特徴」との関連を調べることを目的とした。

2.2 被験者

被験者は新潟国際情報大学の学生29名（男性17名、女性12名、年齢18～22歳）である。いずれも日常的に缶入りコーンポタージュを飲む機会が多い学生である。

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ことを伝えた上で、実験参加の同意を得ている。

2.3 実験方法

実験は新潟国際情報大学の実験室で行った。被験者には、国内シェア一位の缶入りコーンポタージュ（じゅくりコトコト、ポッカサッポロフード&ビバレッジ(株)）^{5),6),7),8)}を自由に飲み干してもらい、「残留した粒コーン数」を数えた。さらに、飲んでいる様子をビデオカメラで映像記録し、定量的に把握できるデータを取得した。

2.4 実験結果

2.4.1 観察結果

残留した粒コーン数を数えたところ、被験者29人の平均個数は、3.6個となった。

映像記録から、定量的に把握できたデータは、「飲む回数」と「保持時間」である。飲む回数とは、コーンポタージュ全容量を何口に分けて飲んでいるかのことである。保持時間とは、コーンポタージュを一口飲むごとに缶を口につけている時間のことである。なお、被験者29人の平均の飲む回数は7.7回、平均保持時間は2.6秒であった。

この観察結果を用いて、残留した粒コーン数と飲む回数、残留した粒コーン数と保持時間のそれぞれの相関を調べた。

2.4.2 解析結果

残留した粒コーン数と飲む回数の相関係数は $R=0.82$ となり、強い相関が認められた（図1）。つまり、飲む回数が多くなるにつれて、残留した粒コーン数も多くなるということである。

一方で、残留した粒コーン数と保持時間との相関係数は $R=-0.08$ となり、相関は見られなかった（図2）。

3. 簡易方法による再現実験

3.1 実験目的

同一被験者に実験ニーズに応じて、何度もコーンポタージュを飲んでもらうのは被験者負担が大きすぎる。さらに、実際のコーンポタージュ缶では、缶内での粒コーンの動きを見ることができない。

そこで、粒コーンが残留する要因を特定することを目的とし、被験者の飲み方を再現できる「簡易的な方法」の確立及び、缶と液体の可視化による粒コーンの動きの明確化を行った。

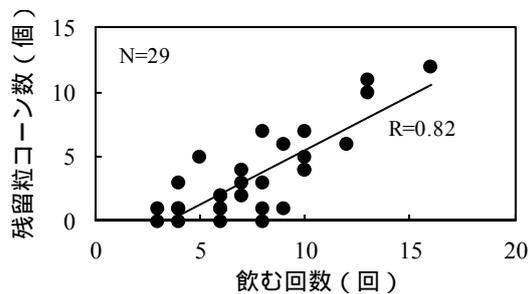


図1 残留した粒コーン数と飲む回数の相関

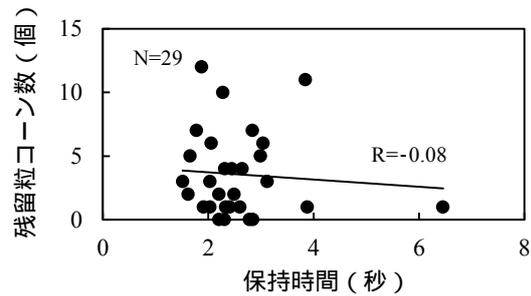


図2 残留した粒コーン数と保持時間の相関

3.2 簡易的な方法の確立

3.2.1 被験者のパターン化方法

上記「2. 被験者試験」の被験者を対象として、残留した粒コーン数が多い被験者と少ない被験者のそれぞれの集団の中から、それぞれ1名抽出し、これらの飲み方をパターン化する。抽出した被験者は、被験者A（残留粒コーン数：0個、飲む回数：4回）、被験者B（残留粒コーン数：11個、飲む回数：13回）の2人である。

また、粒コーンの流出個数は飲むときの缶の角度に依存すると考えられるので、被験者A、Bの飲む回数分の缶の角度（図3）を測定し、これを用いてパターンを設定した（表1）。

3.2.2 缶の角度の測定

映像記録を用いて、被験者A、Bの飲む回数分の缶の角度の測定を行った（図3）。角度の平均は、被験者Aでは110度、被験者Bでは93度であった。表1より、いずれのパターンでも飲み進むにつれて、缶の角度もしいだいに大きくなり、残留した粒コーン数が少ないほど、缶の角度が大きくなるということがわかった。

被験者A、Bの飲む回数と一口ごとの缶の角度を、それぞれ「被験者Aパターン」「被験者Bパターン」とし、再現実験を実施した。

3.3 可視化方法

3.3.1 缶の可視化

缶内で粒コーンの動きを見えるようにするために、「透明缶」と「透明液」を作成した。

缶については側面の8割程度を切り抜いて、ビニールフィルムを貼りつけ、透明缶を作成した（図4）。

3.3.2 液体の可視化

透明液としては、水200gにキサンタンガム0.85gを加え、飲用時の温度（50～55℃）のコーンポタージュと、ほぼ同一の粘性係数・密度の液体を作成した⁹⁾。これによって、透明液においても粒コーンの挙動がコーンポタージュの場合とほぼ同様であると見做すことができる。粘性係数は、簡易的にメスシリンダーに液体を入れて、ビー玉を落下させた時間を計測した。飲用時のコーンポタージュと透明液の粘性係数（落下時間）の比率は0.99、密度の比率は0.96となった（表2）。

実験時には、透明缶の中に透明液と粒コーン65粒（市販のコーンポタージュ10缶を開封して数えた平均個数が65.3個）を入れた（図4）。

表1 飲み方のパターン

【被験者Aパターン】 【被験者Bパターン】

	缶の角度(度)		缶の角度(度)
1口目	80	1口目	60
2口目	100	2口目	71
3口目	115	3口目	77
4口目	145	4口目	81
平均	110	5口目	83
		6口目	85
		7口目	89
		8口目	96
		9口目	100
		10口目	105
		11口目	115
		12口目	123
		13口目	125
		平均	93

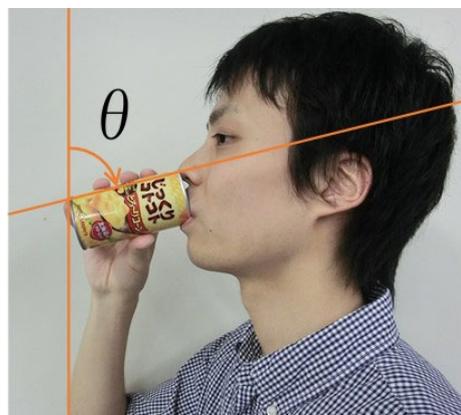


図3 缶の角度

表2 コーンポタージュと透明液の比較

液の種類	粘性係数 (落下時間)	密度
コーンポタージュ	144秒	1.05g/cm ³
透明液	142秒 (比率0.99)	1.00g/cm ³ (比率0.96)



図4 可視化後の缶

3.4 実験手順

- ・表1のパターンに従い、缶が水平面に対して垂直の状態から、動作パターンに応じた角度に達するまで缶を傾ける
 - ・所定の角度に達したら、缶を垂直状態に戻す(被験者Aパターンでは4回傾け、被験者Bパターンでは13回傾けて内容物を全て放出させる)
 - ・残留した粒コーンの数を数える
- なお、缶の角度は、透明缶にスマートフォンを取り付けて、分度器アプリによって計測した(図5、6)。また、一回傾けるあたりの内容物の放出量はほぼ同じになるようにした。
- 以上の実験を各動作パターンに対して10回繰り返した。

3.5 実験結果

3.5.1 可視化の結果

可視化による観察の結果、缶の壁面や底で残留している粒コーンはほとんどなく、主に飲み口の段差で残留しているということがわかった。



図5 分度器アプリ



図6 装着後

3.5.2 解析結果

残留した粒コーンの数は、被験者Aパターンが平均8.4個（2の被験者試験時:0個）、被験者Bパターンが平均12.6個（2の被験者試験時:11個）となった（図8）。粒コーンの数は被験者試験時と同一の個数にならなかったが、個数の大小関係は再現でき、平均値の差は統計的に有意であった（ $p < 0.01$ 、t検定）。したがって、被験者試験を行わなくても、被験者の動作を簡易的に再現できると判断した。

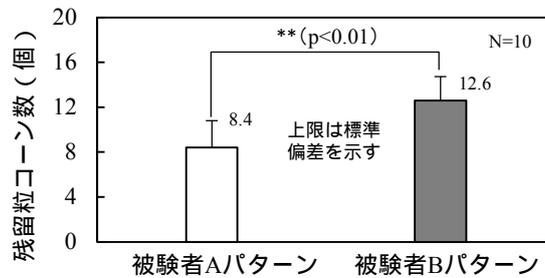


図7 簡易的な再現実験の解析結果

3.5.3 実験結果からの考察

被験者Aパターンでは、被験者試験時は粒コーン数が0個で、再現実験時は8.4個となり、大きな差があった。この理由としては、被験者Aは飲むときに内容物を吸って、流速（コーンポタージュが流れ出ていく速さ）を上げているため、粒コーンが飲み口の段差を越えやすいと考えられる。一方、被験者Bパターンにおいて、残留粒コーン数が増える理由としては、缶を傾ける角度が小さいため、流速が小さくなってしまい、粒コーンが飲み口の段差で引っかかりやすいと考えられる。

4 . 要因検証実験

4.1 実験目的

上記「3.簡易方法による再現実験」によって、粒コーンが残留する要因としては主に飲み口の段差で引っかかっているためと推定される。これ検証することを目的として、段差を削った缶（図8、9）を使用し、要因検証実験を行った。実験方法は「3.4実験手順」と同様である。



図 8 元の缶



図 9 段差を削った缶

4.2 実験結果

残留した粒コーンの数は、被験者Aパターンは平均1.3個、被験者Bパターンは平均1.4個となり、AとBで有意な差はなかった（t検定）。さらに、元の缶に比べて大幅に残留した粒コーン数を減らすことができた（表3）。また、残留した粒コーンは缶の飲み口の段差で残留したものではなく、缶の底や壁面に付着したものだった。したがって、残留の主要因は缶の飲み口の段差であることが検証できた。

表 3 要因検証実験の結果

	被験者 Aパターン	被験者 Bパターン
元の缶	平均8.4個	平均12.6個
飲み口の段差を 削った缶	平均1.3個	平均1.4個

5 . 考察およびまとめ

被験者試験から、飲む回数と残留した粒コーンの数に強い相関が認められた。この結果を用いて、被験者の動作を簡易的に再現する方法を開発することができた。さらに、この方法を用いて飲み口の段差を無くした対策案を検証したところ、粒コーンが残留する主要因は、段差によるものであることが判明した。

6 . 今後の課題

今後は実質的に飲み口の段差がない実用的な形状の缶を考案することなどが課題として挙げられる。飲み口の段差は缶の上と側面の接合部となっているため、完全に無くすことは難しい。現状においてもコーンポタージュの缶は通常の缶に比べて、飲み口の段差が低くなっており（図 10、11）メーカー側の努力がうかがえるが^{10）、11）}、粒コーンが残ってしまうので十分とは言えない。

上記のように段差を完全に無くすことはできないので、缶の側面の加工によって、実質的に段差がない状態が実現できるような缶の形状を考案する必要がある。



図 10 通常の缶



図 11 コーンポタージュの缶

参考文献

- 1) 増田優,高橋光政: 缶入りコーンポタージュスープ, 日本国特許庁 (JP), 特開2007-68420, 2007.
- 2) 坂根範昭: 飲みやすい固形物入り飲料水缶, 日本国特許庁 (JP), 特開2007-153441, 2007.
- 3) 板本良一: 具が飲みやすい缶ジュースの缶, 日本国特許庁 (JP), 特開2009-137645, 2009.
- 4) (株) 富士経済2014年 食品マーケティング便覧 缶入りスープ, 2014.
- 5) コーンスープ缶のコーン粒数ランキング - Excite Bit コネタ(1_2), Retrieved October 8, 2013, available from <http://www.excite.co.jp/News/bit/E1263777226817.html>
- 6) 缶缶辞典: 詳細>ダイドードリンコ(株)>うまみとろとろ・コーンポタージュ (No.9313), Retrieved October 8, 2013, available from <http://www.cancanziten.com/?can=9313>
- 7) 缶缶辞典: 詳細>ポッカサッポロフード&ビバレッジ(株)>じっくりコトコト・とろ〜りコーン 2013 (No.15037), Retrieved October 8, 2013, available from <http://www.cancanziten.com/?can=15037>
- 8) もうコーンの粒は詰まらない!!アサヒ飲料が缶入りコーンスープに「粒ジャンプ缶」を導入 - IRORIO (イロリオ), Retrieved October 11, 2013, available from <http://irorio.jp/canal/20131011/81370/>
- 9) 動画で学ぶ「半固形栄養材短時間摂取法」の基礎知識、chapter1 粘度の測定法と市販食品の分類, Retrieved August 19, 2014, available from http://www.peg.or.jp/lecture/enteral_nutrition/product/otsuka_hine/contents/ch201.swf
- 10) 山崎光悦,丹後秀一,伊藤隆一,正韓晶,濱野智史: アルミボトルの開けやすさ・握りやすさ評価法に関する検討、日本機械学会, 2008 (18), 31-233, 2008.
- 11) 茅原崇徳,山崎光悦,伊藤隆一: アルミボトル口径の飲みやすさ評価法に関する基礎的検討、日本機械学会論文集 (C編), 74 (134-141), 2008.

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

Kenji Shirai¹ Yoshinori Amano²

Abstract

In this study, we propose a mathematical model that simulates the tension occurring at stands between rolls in a roll-transport system, and then we propose a method to estimate tension. The model is a lumped parameter system described by an ordinary differential equation (ODE). The ODE is derived on the basis of the tension of the stages between drive rolls on the stands. To build a realistic system, we utilized an estimation theory, which is the Kalman filter theory in a control theory. As a result, the proposed system is highly feasible.

Keyword: lumped parameter system, ordinary differential equation, tension, kalman filter, 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, 3]. 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 speed 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, 3], 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[4]. 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[9]. 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 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.

¹Information and Culture Faculty

²Kyohnan Elecs co.,LTD

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[5, 6]. We then applied appropriate parameters in a tandem mill control system to resolve the material tension problem that occurs when dealing with substrate films[10, 11, 12, 13, 14]. 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].

In this study, applying the tension model of rolling processes, we propose a mathematical model of the tension generated during each stage. The model is a lumped parameter system described by an ordinary differential equation (ODE). The ODE is derived on the basis of the tension of the stages between drive rolls on stands 1 and 2.

Moreover, we utilized the Kalman filter theory in a control theory to estimate the tension between drive rolls[18]. Finally, we developed a numerical simulation to verify our mathematical model and estimation method.

2 Lumped kinetic model on drive rolls between stage

The kinetic model of stage between stands shows in Fig.3. Here, $(i - 1)$, i and $(i + 1)$ represent a stand each. A drive roll is installed on these stands and are driven by an electric motor M_1 , M_2 and M_3 each. It is called as “ Stage 1 ” between $(i - 1)$ and (i) and is called as “ Stage 2 ” between (i) and $(i + 1)$. The it's distance of stages between stand are L_1 and L_2 respectively. A tension C_1 and C_2 occur on the stage 1 and stage 2 respectively. Moreover, A processing unit 1 is installed between $(i - 1)$ and (i) . Similarly, a processing unit 2 is installed between (i) and $(i + 1)$ [1, 2, 3].

Assumption 2.1 *Assumption Tension is caused by alterations of the substrate due to chemical or physical changes as the substrate passes through processing unit 1, a component of the transport equipment. For example, tension is caused by applying a coating to the substrate with a solvent or by drying the coating.*

Assumption 2.2 *Assumption Tension is caused by a slip or a change in the Young ' s modulus after passing through the drive roll, considering the above assumption 2.1.*

Assumption 2.3 *Assumption Tension is caused by differences in the speeds of the rolls, considering the above assumptions 2.2.*

Assumption 2.4 *Assumption The tension at each stage can be controlled during a separate stage.*

These assumptions 2.1-2.4 can be applied because this is similar to the differences between the forward and backward speeds of the substrates installed in each stand of the rolling process[4, 5, 6, 10].

When you apply the tension model of rolling process, the tension generated model of stage 1 is

$$L_1 \frac{dC_1(t)}{dt} = E_1(v_{b_i} - v_{f_{i-1}}) \quad (2.1)$$

where C_1 is a generated tension, the unit is $[kg \cdot f/mm^2]$.

Stage 2 is the same as stage 1. The model equation is

$$L_1 \frac{dC_1(t)}{dt} = E_2(v_{b_{i-1}} - v_{f_i}) \quad (2.2)$$

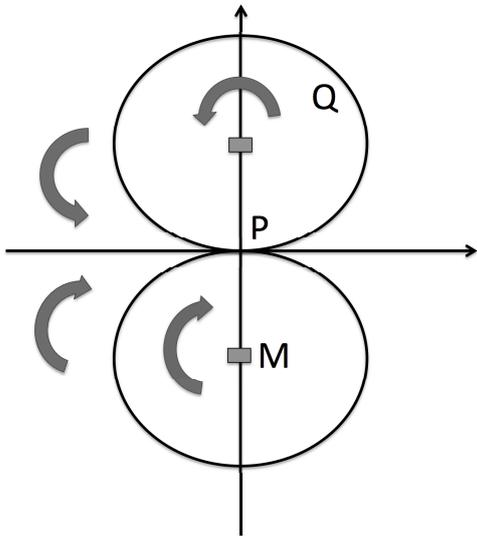


Fig. 1: Processing unit 1 of a drive roll

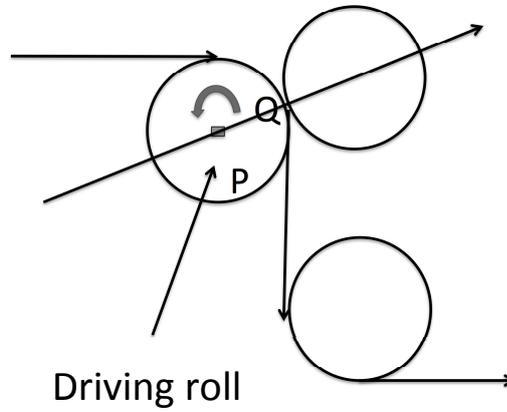


Fig. 2: Processing unit 2 of a drive roll

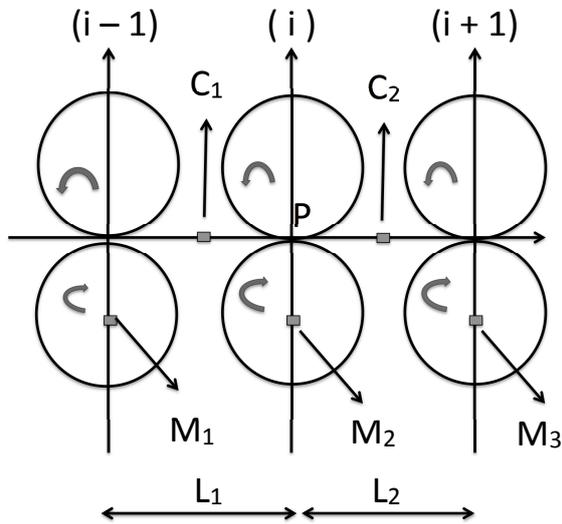


Fig. 3: Conceptual model diagram between the stand

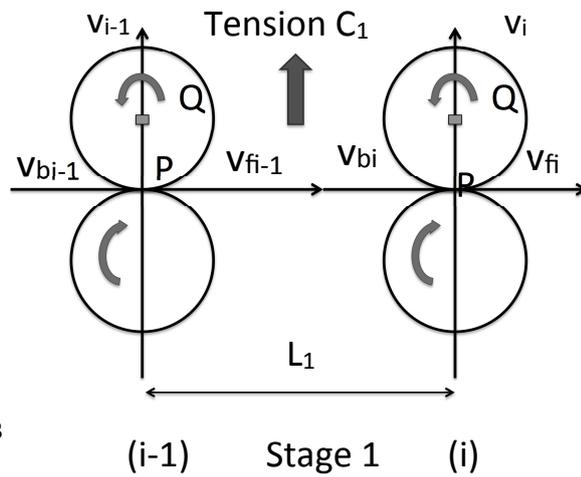


Fig. 4: Tension outbreak model for stage between rolls

Table. 1: Physical meaning of each symbol

E_1	Young's modulus of stage 1
$v_{b_{i-1}}$	Inlet side substrate speed of $(i-1)$ stand
$v_{f_{i-1}}$	Outlet side substrate speed of $(i-1)$ stand
v_{b_i}	Inlet side substrate speed of (i) stand
v_{f_i}	Outlet side substrate speed of (i) stand
v_{i-1}	Drive roll speed of $(i-1)$ stand
v_i	Drive roll speed of (i) stand

where C_2 is a generated tension, the unit is $[kg \cdot f / mm^2]$ [5, 6].

At this time, a degree of influence that $(i-1)$ stand gives to an outlet stand, puts $F_{i-1}(t)$.

$$F_{i-1}(t) = \frac{v_{f_{i-1}}}{U_{i-1}(t)} \quad (2.3)$$

where U_{i-1} is a circumferential speed of roll at the $(i-1)$ stand.

In the same manner, an impact received from the Inlet stand (i) is

$$B_i(t) = \frac{v_{b_i}}{U_i(t)} \quad (2.4)$$

where $U_i(t)$ is a circumferential speed of roll at the (i) stand.

Therefore, in the same manner, $F_i(t)$ and $B_{i+1}(t)$ are

$$F_i(t) = \frac{v_{f_i}}{U_i(t)} \quad (2.5)$$

$$B_{i+1}(t) = \frac{v_{b_{i+1}}}{U_{i+1}(t)} \quad (2.6)$$

where, using Eqs.(2.3) – (2.6), these items are able to be deformed as

$$v_{f_{i-1}}(t) = F_{i-1} \cdot U_i(t) \quad (2.7)$$

$$v_{b_i}(t) = B_i \cdot U_i(t) \quad (2.8)$$

$$v_{f_i}(t) = F_i \cdot U_i(t) \quad (2.9)$$

$$v_{b_{i+1}}(t) = B_{i+1} \cdot U_{i+1}(t) \quad (2.10)$$

Next, with respect to $F_i(t)$, we put the value of no tension at the time as F_i^0 . Then, by applying a rolling process model described as above at the time of tension,

$$F_i(t) = F_i^0(1 + K_b^1 \cdot C_1 + K_f^2 \cdot C_2) \quad (2.11)$$

where K_b^1 and K_f^2 are parameters called as a backward rate and a forward rate respectively[10, 12, 11].

Specifically, the forward rate and the backward rate at the (i) stand respectively are

Definition 2.1 *Definition*

$$K_f^i \equiv \frac{v_{f_i}}{v_i}, \quad K_b^i \equiv \frac{K_{b_i}}{v_i} \quad (2.12)$$

Eqn.(2.12) represents the material speed ratio from the forward and backward against the target drive roll speed[14].

In the same manner, $B_i(t)$ is

$$B_{i+1}(t) = B_{i+1}^0(1 + K_b^2 \cdot C_2 + K_f^3 \cdot C_3) \quad (2.13)$$

where $K_f^3 \cdot C_3$ the forward rate and a tension at backward stage ($i + 1$), which we are not assumed in this model.

Definition 2.2 Definition F_i^0 and B_{i+1}^0

$$F_i^0 = \frac{v_{fi}^0}{U_i^0}, \quad B_{i+1}^0 = \frac{v_{b_{i+1}}^0}{U_{i+1}^0} \quad (2.14)$$

Then, if a no tension occurs,

$$v_{fi}^0 = v_{b_{i+1}}^0 \quad (2.15)$$

From Eqn.(2.14), an equilibrium condition is

$$F_i^0 \cdot U_i^0 = B_{i+1}^0 \cdot U_{i+1}^0 \quad (2.16)$$

Eqn.(2.16) is called as a no tension equilibrium conditions[13].

With respect to a circumferential speed of drive roll at stand (i),

$$U_i(t) = U_i^0 \left(1 + \frac{\Delta U_i}{U_i^0} \right) \quad (2.17)$$

where, $\Delta U_i/U_i^0$ is a speed variation rate of the drive roll itself.

Therefore, from the above described equations, Eqn.(2.1) is

$$\frac{dC_1(t)}{dt} = \frac{E_1}{L_1}(v_{b_i} - v_{f_{i-1}}) = \frac{E_1}{L_1} \left\{ B_i(t) \cdot U_i(t) - F_{i-1}(t) \cdot U_{i-1}(t) \right\} \quad (2.18)$$

$$= \frac{E_1}{L_1} \left\{ B_i(t) \cdot U_i^0 \left(1 + \frac{\Delta U_i}{U_i^0} \right) - F_{i-1}(t) \cdot U_{i-1}^0 \left(1 + \frac{\Delta U_{i-1}}{U_{i-1}^0} \right) \right\} \quad (2.19)$$

Then, Substitute Eqn.(2.19) to Eqs.(2.11) and (2.13).

$$\begin{aligned} \frac{dC_1(t)}{dt} = \frac{E_1}{L_1} \left\{ B_i^0(t) \cdot U_i^0 (1 + K_b^1 \cdot C_1 + K_f^2 \cdot C_2) \left(1 + \frac{\Delta U_i}{U_i^0} \right) \right. \\ \left. - F_{i-1}^0 \cdot U_{i-1} (1 + K_b^0 \cdot C_0 + K_f^1 \cdot C_1) \left(1 + \frac{\Delta U_{i-1}}{U_{i-1}^0} \right) \right\} \end{aligned} \quad (2.20)$$

where, in accordance with $F_i(t)$, $F_{i-1}(t)$ is

$$F_{i-1}(t) = F_{i-1}^0 (1 + K_b^0 \cdot C_0 + K_f^1 \cdot C_1) \quad (2.21)$$

where, the variable $K_b^0 \cdot C_0$ is not assumed in this model described above.

Using Eqn.(2.16), Eqn.(2.20) is deformed as

$$\begin{aligned}
\frac{dC_1(t)}{dt} &= \frac{E_1}{L_1} F_{i-1}^0(t) \cdot U_{i-1}^0 \left\{ (1 + K_b^1 \cdot C_1 + K_f^2 \cdot C_2) \left(1 + \frac{\Delta U_i}{U_i^0} \right) \right. \\
&\quad \left. - (1 + K_b^0 \cdot C_0 + K_f^1 \cdot C_1) \left(1 + \frac{\Delta U_{i-1}}{U_{i-1}^0} \right) \right\} \\
&= \frac{E_1}{L_1} F_{i-1}^0(t) \cdot U_{i-1}^0 \left\{ K_b^1 \cdot C_1 + K_f^2 \cdot C_2 - K_b^0 \cdot C_0 - K_f^1 \cdot C_1 + \left(\frac{\Delta U_i}{U_i^0} - \frac{\Delta U_{i-1}}{U_{i-1}^0} \right) \right. \\
&\quad \left. + (K_b^1 \cdot C_1 + K_f^2 \cdot C_2) \frac{\Delta U_i}{U_i^0} - (K_b^0 \cdot C_0 + K_f^1 \cdot C_1) \frac{\Delta U_{i-1}}{U_{i-1}^0} \right. \\
&\quad \left. \simeq \frac{E_1}{L_1} F_{i-1}^0(t) \cdot U_{i-1}^0 \left\{ -K_b^0 \cdot C_0 + (K_b^1 - K_f^1) \cdot C_1 + K_f^2 \cdot C_2 \right\} \right. \tag{2.22}
\end{aligned}$$

where, we ignore the each speed variation rate of the drive roll itself in Eqn(2.22). The main causes of the tension generated are assumed to be the effect of K_b and K_f . A speed variation rate of the drive roll itself is assumed to be an extremely small value. Therefore, in a similar manner, the tension generated model of stage 2 is

$$\frac{dC_2(t)}{dt} \simeq \frac{E_2}{L_2} F_i^0(t) \cdot U_i^0 \left\{ -K_b^1 \cdot C_1 + (K_b^2 - K_f^2) \cdot C_2 + K_f^3 \cdot C_3 \right\} \tag{2.23}$$

Then, with respect to Eqs.(2.22) and (2.23),

$$a_1 = \frac{E_1}{L_1} F_{i-1}^0(t) \cdot U_{i-1}^0, \quad a_2 = \frac{E_2}{L_2} F_i^0(t) \cdot U_i^0 \tag{2.24}$$

Eqs.(2.22) and (2.23) are respectively

$$\frac{dC_1(t)}{dt} \simeq a_1 (-K_b^0 \cdot C_0 + (K_b^1 - K_f^1) \cdot C_1 + K_f^2 \cdot C_2) \tag{2.25}$$

$$\frac{dC_2(t)}{dt} \simeq a_2 (-K_b^1 \cdot C_1 + (K_b^2 - K_f^2) \cdot C_2 + K_f^3 \cdot C_3) \tag{2.26}$$

Moreover, we ignore an effects of C_0 and C_3 .

$$\frac{dC_1(t)}{dt} \simeq a_1 \left\{ (K_b^1 - K_f^1) \cdot C_1 + K_f^2 \cdot C_2 \right\} \tag{2.27}$$

$$\frac{dC_2(t)}{dt} \simeq a_2 \left\{ -K_b^1 \cdot C_1 + (K_b^2 - K_f^2) \cdot C_2 \right\} \tag{2.28}$$

3 The relationship between the electric motor in the peripheral drive roll and a generated tension

With respect to describe about the relationship between the electric motor in the peripheral drive roll and a generated tension, we assume the following[8, 14, 19].

Assumption 3.1 *Assumption Load torque with tension C*

$$q_d = WhRC \tag{3.1}$$

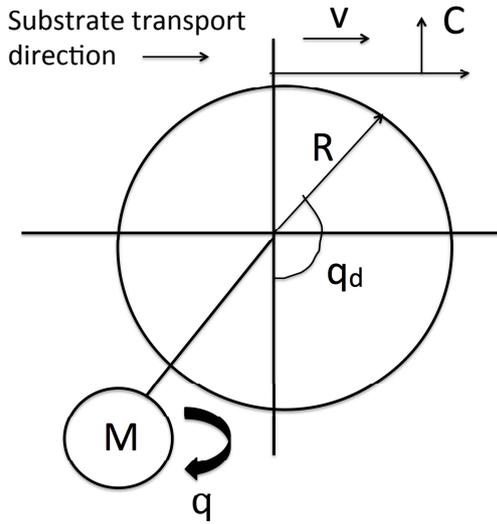


Fig. 5: Load torque with tension C

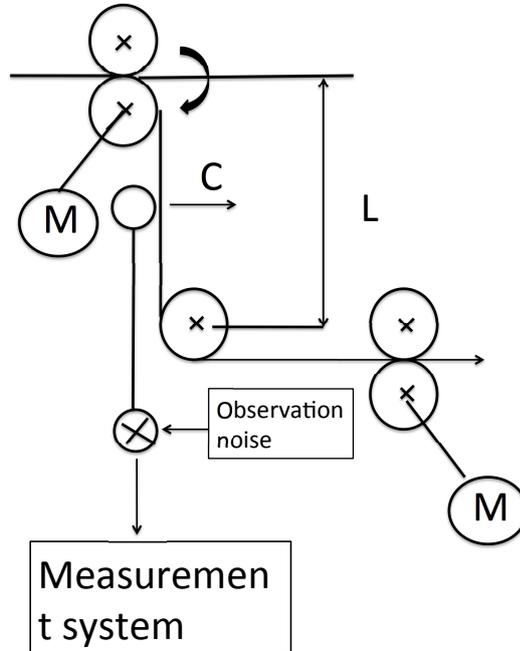


Fig. 6: Stochastic measurement system

Table. 2: Physical meaning of each symbol

W	Substrate width
h	Thickness of substrate
R	Radius of drive roll
v	Circumferential speed
C	Tension
q	Electric motor

With respect to Fig.5, the variables are described as Table.3. The circumferential speed v is

$$v = \frac{2\pi R}{J} \int (q - WhRC) dt \quad (3.2)$$

where, J indicates a hard to rotate larger[14, 19].

Then, the circumferential speed v , the substrate speed w_0 and let the forward slip as f [3, 15].

$$v_0 = (1 + f)v \quad (3.3)$$

where, the forward slip f changes due to the tension. Though the circumferential speed v is constant, a variation of f occurs the substrate speed v changing[11, 15].

Then, let a degree of influence as K_{v_c} ,

$$K_{v_c} = v_0 \frac{\partial f}{\partial C} \quad (3.4)$$

where,

$$C = \frac{E}{L} \int (v - K_{v_c}c) dt \quad (3.5)$$

From Eqn.(3.5),

$$\frac{dC(t)}{dt} = \frac{E}{L} \int (v - K_{v_c}c) \quad (3.6)$$

A tension at stage is depend on the circumferential speed v of drive roll[3, 7, 11].

Therefore, the mathematical model of tension at stage are reasonable as Eqs.(2.27) and (2.28). Here, we simplify Eqn.(2.27).

$$\frac{\partial C(t)}{\partial t} = a_c \cdot C(t) \quad (3.7)$$

where, a_c is a comprehensive parameter.

Then, we proposed the approximation model of distributed parameter system[3]. We describe the model as

$$\frac{dC_i(t)}{dt} = \lambda_i C_i(t) + r_1 \varphi_i(0) v_f(t) - r_2 \varphi_i(L_1) v_b \quad (3.8)$$

Compare with Eqn.(3.8), when we add a external force $f_{ex}(t)$ to Eqn.(3.7), we obtain

$$\frac{\partial C(t)}{\partial t} = a_c \cdot C(t) + b f_{ex}(t) \quad (3.9)$$

Eqn.(3.9) is similar to Eqn.(3.8). Please refer to our paper about physical meaning of each variable in Eqn.(3.8)[3].

4 Stochastic measurement problem of tension

Fig.6 shows the concept of stochastic measurement system. Applying Assumption 2.4, we represent a stochastic model of tension generating mechanism as following. Please see Eqs.(3.8) and (3.9) for reference.

$$dC(t) = a_c \cdot C(t) + b_\sigma dW_\sigma(t) \quad (4.1)$$

Moreover, we represent a measurement system as

$$d\xi(t) = g \cdot C(t)dt + b_m dW_m(t) \quad (4.2)$$

where, $g \equiv a(K_b - K_f)$.

We apply Kalman Filter Theory to estimate a tension by using Eqs.(4.1) and (4.2). With respect to a tension, It's average and volatility are

$$\mu(t) = E[C_t | \mathcal{F}_t^W] \quad (4.3)$$

$$v = V[C_t | \mathcal{F}_t^W] \quad (4.4)$$

A detailed definition for this system is omitted[18].

Then, A Riccati equation for $v(t)$ is

$$\frac{dv}{dt} = 2a_c v(t) - \frac{g^2}{b_m^2} v^2(t) + b_\sigma^2 \quad (4.5)$$

where,

$$v(0) = E[(\sigma_0 - E[\sigma_0])^2] = c^2 \quad (4.6)$$

The explicit solution of Eqs.(4.5) and (4.6) is

$$v(t) = \frac{\alpha_1 - K \cdot \exp\left\{\frac{(\alpha_2 - \alpha_1)}{b_m^2} t\right\}}{1 - K \cdot \exp\left\{\frac{(\alpha_2 - \alpha_1)}{b_m^2} t\right\}} \quad (4.7)$$

where,

$$\alpha_{1,2} = g^{-2} \cdot \left(ab_\sigma^2 \mp b_m \sqrt{a^2 b_m^2 + g^2 b_\sigma^2} \right) \quad (4.8)$$

$$K = \frac{c^2 - \alpha_1}{c^2 - \alpha_2} \quad (4.9)$$

Then, let $h(t)$ to the following.

$$h(t) = a - \frac{g^2}{b_m^2} v(t) \quad (4.10)$$

With respect to $\mu(t)$, $\mu(t)$ satisfy

$$d\mu(t) = h(t)\mu(t)dt + \frac{g^2}{b_m^2} v(t)d\xi(t) \quad (4.11)$$

where, $\mu(0) = E[\sigma_0]$

Applying Ito's Theorem to Semi martingale $\{\mu(t), t\}$ and the function $f(t, x) = x \cdot \exp\left\{-\int_0^t h(u)du\right\}$,

$$\begin{aligned} \mu(t) \cdot \exp\left\{-\int_0^t h(u)du\right\} - \mu_0 &= \int_0^t (-h(s) \exp\left\{-\int_0^s h(u)du\right\}) \cdot \mu(s) ds \\ &\quad + \int_0^t \exp\left\{-\int_0^s h(u)du\right\} d\mu(s) \\ &= \int_0^t \exp\left\{-\int_0^s h(u)du\right\} \cdot \frac{g^2}{b_m^2} v(s) d\xi(s) \end{aligned} \quad (4.12)$$

Therefore, $\mu(t)$ is

$$\mu(t) = \mu_0 \cdot \exp\left\{\int_0^t h(u)du\right\} + \frac{g}{b_m^2} \int_0^t \exp\left\{\int_0^t h(u)du\right\} \cdot v(s)d\xi(s) \quad (4.13)$$

From the definition of stochastic integration, as $t \rightarrow \infty$,

$$v(t) \simeq v \quad (4.14)$$

Substitute Eqn.(4.14) to Eqn.(4.13).

$$\mu(t) = \mu_0 \cdot \exp\left\{\left(a_c - \frac{g^2 \cdot v}{b_m^2}\right)t\right\} + \frac{g^2 \cdot v}{b_m^2} \cdot \int_0^t \exp\left\{\left(a_c - \frac{g^2 \cdot v}{b_m^2}\right)(t-s)\right\} d\xi(s) \quad (4.15)$$

Then, let $-\beta = a_c - \frac{g^2 \cdot v}{b_m^2}$, Eqn.(4.15) is deformed.

$$\mu(t) = e^{-\beta t} \left(\mu_0 + \frac{g^2 \cdot v}{b_m^2} \cdot \int_0^t e^{\beta s} d\xi(s) \right) \quad (4.16)$$

The estimation variable $\mu(t)$ of a tension $C(t)$ is represented by Eqn.(4.16).

Therefore, the estimation variable $\mu(t)$ of a tension $C(t)$ is a parameter.

$$\begin{aligned} a_c &\equiv a(\hat{K}_b - \hat{K}_f) \times \frac{E}{L} \\ \hat{K}_b &= a_b(1 + \xi_b) \\ \hat{K}_f &= a_f(1 + \xi_f) \end{aligned}$$

where, a is a parameter of substrate, \hat{K}_b is a parameter of backward drive roll and \hat{K}_f is a parameter of forward drive roll.

5 Numerical simulation

Fig.7 shows a solution process of tension C described by Eqn.(4.1). Fig.8 shows a solution process of Brownian motion $W_\sigma(t)$ in Eqn.(4.1). Fig.9 shows a measurement process $\xi(t)$ obtained by Kalman Filter in Eqn.(4.2). Fig.10 shows an estimation process $\mu(t)$ obtained by Kalman Filter in Eqn.(4.15). Table.3 represents each parameter of Fig.7-10 used in the numerical simulation.

Table. 3: Description of Figure 7– 10

Fig.No.	Fig.7	Fig.8	Fig.9	Fig.10
Average	$a_c = 0.14$	-	$a_c = 0.14$	$a_c = 0.14$
Volatility	$b_\sigma = 0.02$	-	$b_\sigma = 0.02, b_m = 0.2$	$b_\sigma = 0.2, g = 0.1596$

6 Results

By treating the roll-transport system as a lumped kinetic model on drive rolls between stages, 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

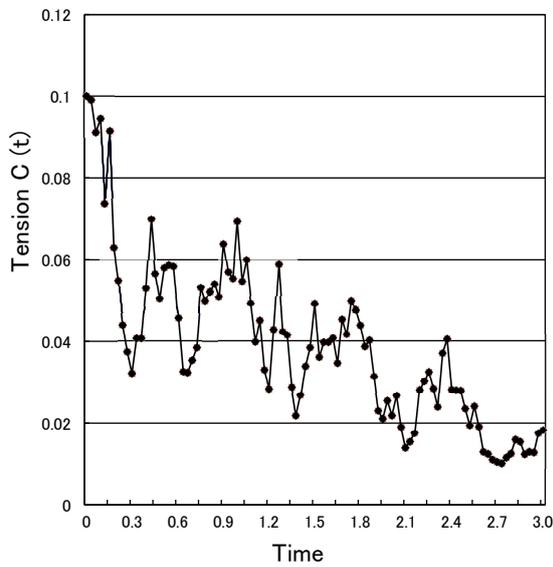


Fig. 7: Solution process tension C of stochastic differential equation

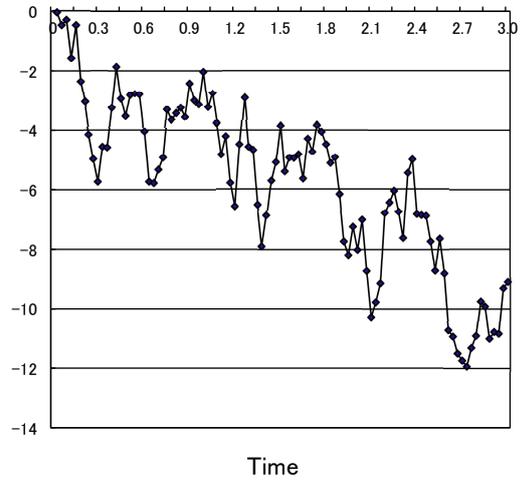


Fig. 8: Solution process $W_\sigma(t)$ of Brownian motion

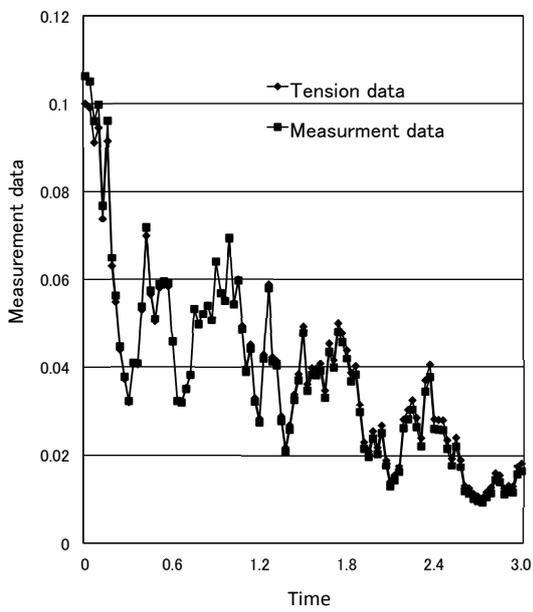


Fig. 9: Measurement process $\xi(t)$ by Kalman Filter

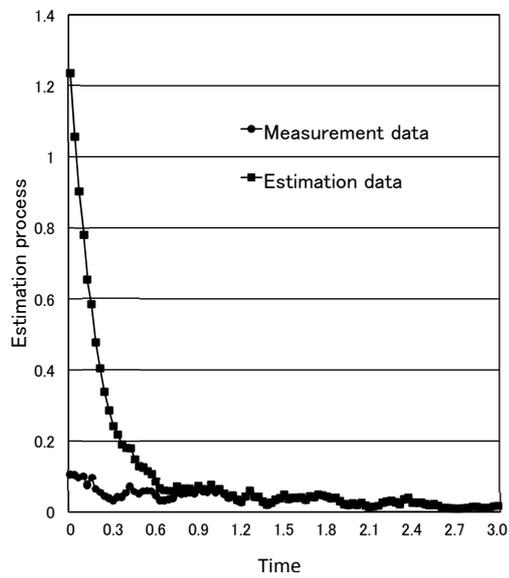


Fig. 10: Estimation process $\mu(t)$ by Kalman Filter

considered the tension that occurred at the stands between rolls, and the tension control system was a lumped parameter model described by the ODE. The ODE was derived from certain equilibrium conditions that balance the spatial forward deviation at the stands between rolls with the temporal variation of the tension.

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

In designing an optimal estimation system, a tension model was required for the peripheral speed difference of rolls between the drive roll and the variable. We proposed a tension estimation method using the Kalman filter theory in optimal control theory. We verified that our theory was reasonable by demonstrating numerical simulation.

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] Kenji Shirai and Yoshinori Amano: A dynamic span model and associated control strategy for roll transport systems for sheet-type materials (Part I) ; Niigata University of International and Information Studies Bulletin, 2014, No.16, p.117-133
- [4] Osamu Takehira: Transport simulation of sheets; Ricoh Technical Report, 1999, No.25
- [5] Jun Yanagimoto: Rolling theory(Elementary level) ; Institute of Industrial Science, University of Tokyo, p.3-77
- [6] Yanagimoto: Rolling theory(Intermediate level) ; Institute of Industrial Science, University of Tokyo, p.78-104
- [7] Ken Nishida, etc: Film transport and control of speed and tension in the winding; Technical Information Institute, 2013, p.47-56
- [8] Shoichirou Koide: Physics; Shokabo,co, LTD, 2003
- [9] 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,
- [10] 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
- [11] 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
- [12] Katuya Takada, etc: Tension Control Technology for Wire Rod Rolling; Kobe Steel Ltd. RD Engineering Report, 2006, vol. 56, no. 3

- [13] kazuya Asano, etc: Stabilization of Tension Control in Reverse Rolling by Using State Feedback; JFE Technical report, 2007, no.15, p.12-17
- [14] Jun Yanagimoto: The thickness of the tandem mill and Tension control; University of Tokyo Press, 1999
- [15] 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
- [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] Kenji Shirai, Yoshinori Amano and Sigeru Omatu: Throughput Analysis for Manufacturing Process by Using a Kalman Filter Theory under Uncertainty based on Physical Approach; International Journal of Innovative Computing, Information and Control, Volume 9, Number 11, pp.4431-4445, November, 2013
- [19] Japan Society of Mechanical Engineers: Mechanical Engineering Encyclopedia; Maruzen co.Ltd, 2007