

# MEMOIRS OF HOKKAIDO POLYTECHNIC COLLEGE

No. 39

February, 2024

## CONTENTS

### Original Articles

1. The Influence of Parameter "Limit" on Artificial Bee Colony Algorithm  
..... Michio INNAMI 1
2. External Dimension Measurements and Reception Room Wall Survey of  
the Old Nippon Yusen K.K. Brunch Manager Company House in Otaru  
..... Yoshihiro MOROSAWA, Riku MATSUMURA, Jiyuuya YAMAMOTO,  
Reon ISHIZAWA, Hiroki OTSUKA, Hirohito MASUTANI and Sadamasa KOMAKI 11
3. Bustle Survey Sentered Around Canals in Otaru City  
—Analysis of the Flow of People to the Northern End of the Noth Canal Through Encounter Surveys—  
..... Yoshihiro MOROSAWA, Hiroki OTSUKA, Reon ISHIZAWA,  
Hirohito MASUTANI, Riku MATSUMURA and Jiyuuya YAMAMOTO 17

### Practical Reports & Technical Material Development

1. Development of a Compact Fully Automatic Beverage Filling Machine  
—Compact Fully Automatic Beverage Filling Machine with Filling and Capping Functions,  
and Its Parallel Operation Management System—  
..... Makoto EMORI, Masahiro TANIOKA and Hiroshi CHAWANYA 23
2. Development and Effect Confirmation of a Teaching Method for Management Skills  
Using Web Tests in Task Training of Reinforced Concrete Structure  
..... Toru SHODA 29

Published by  
HOKKAIDO POLYTECHNIC COLLEGE  
Zenibako 3-190, Otaru, 047-0292 Japan

# 北海道職業能力開発大学校 紀 要

第 39 号

令和 6 年 2 月

## 目 次

### 研究論文

1. 人工蜂コロニーアルゴリズムにおける断念反復回数の影響  
..... 印南 信男 1
2. 小樽市に建つ旧日本郵船(株)支店長社宅の外部寸法実測および応接室内壁面調査  
..... 諸澤 良浩・松村 里玖・山本 慈憂耶・石澤 礼恩・大塚 弘貴・  
増谷 洗人・駒木 定正 11
3. 小樽市の運河周辺を中心とした賑わい調査  
—エンカウンター調査による北運河北端部への人流分析—  
..... 諸澤 良浩・大塚 弘貴・石澤 礼恩・増谷 洗人・松村 里玖・  
山本 慈憂耶 17

### 実践報告・教材開発

1. 小型全自動飲料充填機の開発  
—充填・打栓機能を備えた小型全自動飲料充填機とその並列運転管理システム—  
..... 江守 真・谷岡 政宏・茶碗谷 広志 23
2. 鉄筋コンクリート構造・課題実習におけるWEBテスト等を活用したマネジメント力の  
指導法の開発と効果確認  
..... 正田 亨 29

# 人工蜂コロニーアルゴリズムにおける断念反復回数の影響

印南 信男\*<sup>1</sup>

(令和5年11月1日受理)

## The Influence of the Parameter “Limit” on Artificial Bee Colony Algorithm

Michio INNAMI\*<sup>1</sup>

(Received November 1, 2023; Accepted for Publication February 1, 2024)

To solve optimization problems, exact solutions can be obtained by mathematical programming methods. However, a certain problem classes are not applicable, or require huge computational costs which make them impractical. Metaheuristics are also used for solving the problems. They are not specialized for particular ones. Furthermore, they bring practical quasi-solutions with much less computational costs. Many metaheuristic methods have been proposed so far. Artificial Bee Colony (ABC) algorithm is one of them, proposed by Karaboga in 2005. It is a kind of swarm intelligence, which manipulates modeled bees to explore the better solutions. The algorithm has just a small number of parameters, one of which is called “limit”. In case the number of updates reaches the value of “limit” without improving in succession the fitness value of a food source, i.e., a candidate solution, it is abandoned and replaced by another one. The “limit” is defined by default as the product of the number of food sources and that of dimensions, however, no rationale is provided. In this study, four values including the default one were applied as the parameter “limit” to compare the results of each exploration. Consequently, although the better solutions were obtained with non-default values in a few explorations, in most cases the default ones gave the solutions belonging to the superior categories of all the trials, yielded stable outcomes.

### 1. 緒言

最適化問題の解法として線形計画法<sup>1)</sup>や動的計画法<sup>2)</sup>などの数理計画法<sup>3)</sup>を用いると、理論的な厳密

解を得ることができる。その反面、当手法を適用できない問題クラスが存在し、また規模が大きくなると計算量が爆発的に増大するような問題に対しても、

---

\*1 生産電子情報システム技術科 (Department of Production Electronics and Information System Technology)

適用は実用的ではない。

一方、自然界にある現象にインスパイアされたメタヒューリスティクス<sup>4)</sup>は発見的手法によって最適化問題の解の探索を行うアルゴリズムである。厳密解を得ることは難しいが、特定の問題に依存せずさまざまな問題クラスに対して汎用的にかつ多大な計算コストを必要とせずに実用的な近似解を比較的容易に求めることができるため、幅広い分野で用いられている。

メタヒューリスティクスには、山登り法、焼きなまし法<sup>5)</sup>、タブーサーチ<sup>6)</sup>など単純なアルゴリズムが存在する。さらに進化的計算に属するものは、進化的アルゴリズムと群知能に分類される。進化的アルゴリズムは生物の進化のメカニズムをモデルとして最適解を探索する。その中で遺伝的アルゴリズム<sup>7)</sup>は最も有名なものの一つであり、生物の遺伝子の進化を模倣して候補解の改善を図る。他にも進化的プログラミング<sup>8)</sup>、遺伝的プログラミング<sup>9)</sup>などの手法が存在する。

群知能は、シンプルルールに基づいて行動する生物の個体が集団として振舞うことによって餌場などを探す営みを模倣して、最適化問題の解の探索に適用する手法である。粒子群最適化<sup>10)</sup>は鳥や魚の群れの行動にヒントを得た群知能の代表的なアルゴリズムであり広く用いられている。この他にも人工免疫システム<sup>11)</sup>、蟻コロニー最適化<sup>12)</sup>など多くのアルゴリズムが提案されている。人工蜂コロニー (Artificial Bee Colony: ABC) アルゴリズム<sup>13, 14)</sup>もその一つであり、2005年にKarabogaによって提案された。

ABCアルゴリズムでは解空間に存在する一定数の食料源を候補解として扱い、蜂とみなされる個体によってその改善を試みる。ABCアルゴリズムはパラメータが少ないことが特徴であるが、その一つに断念反復回数 (“limit”)がある。ある食料源が断念反復回数に達するまで位置の更新を繰返しても連続してその適応度が改善しないとき、食料源は放棄され代わりとなる新たなものをランダムに設定する。この断念反復回数の値の選定が探索性能に影響を及ぼすことが予想される。一般に探索アルゴリズムでは exploration(探索) と exploitation(活用) のバランスの取り方によって、その性能が左右される。断念反復回数の値が小さいほど exploration が重視され、大

きいほど exploitation が重視されるとみなすことができる。この値はKarabogaによって既定値が設定されているが、その根拠は示されていない。扱う問題ごとにこの値を適切に設定することによってABCアルゴリズムの探索性能を向上させる可能性が考えられる。

本研究では、単峰性と多峰性、変数依存性の有無のそれぞれの性質を有するテスト関数を目的関数とし、それらに対して断念反復回数をさまざまな値に設定することにより、探索性能にどのような影響を及ぼすかを検証する。

## 2. ABC アルゴリズム

ABCアルゴリズムでは、蜂の群れの採餌行動を模している。いま目的関数  $f(x)$  を最小化する最適化問題を考える。ABCアルゴリズムには以下の3種類の蜂が存在する。

**雇用蜂** 食料源と同数存在し、それぞれが決められた一つの食料源を担当する。より条件の良い場所を見つけるために、その近傍を探索する。

**見学蜂** 雇用蜂すなわち食料源と同数存在する。食料源の優秀さに応じてその内の一つを選択する。食料源を改善させるため雇用蜂と同様にその近傍を探索する。

**偵察蜂** 雇用蜂が担当する食料源が一定回数の更新を繰返しても改善しない場合は、雇用蜂は偵察蜂となる。担当していた食料源を放棄して、ランダムに決定した場所を新たな食料源とする。

探索の手順は以下のとおりである。

1.  $n$ 次元の解空間に候補解となる  $N$  個の食料源  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) をランダムに配置し、それらの座標を  $\mathbf{x}_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$  とする。またカウンタ  $c_i$  の値を 0 に設定する。
2.  $N$  匹の雇用蜂はそれぞれ一つずつ食料源を担当する。食料源  $i$  を担当する雇用蜂は  $x_{ij}$  を以下の式によって  $v_{ij}$  に更新する。

$$v_{ij} = x_{ij} + \phi(x_{ij} - x_{kj}) \quad (1)$$

ここで、 $j, k (\neq i)$  はランダムに選ばれ、 $\phi$  は  $-1$  以上  $1$  以下の一様乱数である。

この更新によって  $f(\mathbf{x}_i)$  の値 (適応度) が改善しない場合は更新を取り消し, カウンタ  $c_i$  の値を 1 だけ増加する.  $f(\mathbf{x}_i)$  の値が改善した場合,  $c_i$  の値を 0 に設定するとともに, それまでの探索履歴における全ての食料源の最良適応度  $f_{\text{best}}$  よりも優れていれば,  $f(\mathbf{x}_i)$  を  $f_{\text{best}}$  とし,  $\mathbf{x}_i$  を最良解  $\mathbf{x}_{\text{best}}$  とする.

3.  $N$  匹の見学蜂は, それぞれ  $N$  個の食料源のいずれか一つを選択する. 食料源  $i$  を選択する確率は式 (2) で与えられる.

$$p_i = \frac{fit_i}{\sum_{k=1}^N fit_k} \quad (2)$$

ここで,  $fit_i$  は以下のとおり定義されている.

$$fit_i = \begin{cases} \frac{1}{1 + f(\mathbf{x}_i)} & (f(\mathbf{x}_i) \geq 0) \\ 1 - f(\mathbf{x}_i) & (f(\mathbf{x}_i) < 0) \end{cases} \quad (3)$$

見学蜂は選択した食料源  $i$  に対して雇用蜂と同様に式 (1) によって  $x_{ij}$  を  $v_{ij}$  に更新する. この置き換えによって  $f(\mathbf{x}_i)$  の値が改善しなければ更新を取り消し, カウンタ  $c_i$  の値を 1 増加する. 改善した場合は  $c_i$  を 0 とする. この更新により  $f(\mathbf{x}_i)$  が  $f_{\text{best}}$  よりも優れていれば新たにこの値を  $f_{\text{best}}$  にするとともに,  $\mathbf{x}_i$  を  $\mathbf{x}_{\text{best}}$  にする.

4. カウンタ  $c_i$  が反復断念回数  $c_{\text{limit}}$  に達したとき, 食料源  $i$  を担当する雇用蜂は偵察蜂となる. 食料源  $i$  は放棄され, 新たにその代わりを解空間内にランダムに設置し,  $c_i = 0$  とおく.
5. 既定の更新回数に達していれば, 探索を終了し  $\mathbf{x}_{\text{best}}$ ,  $f_{\text{best}}$  をそれぞれ最適解, そのときの適応度とみなす. さもなくば 2. に戻る.

Karaboga によれば,  $c_{\text{limit}}$  は式 (4) に示すように食料源数 (雇用蜂数) と次元数の積として設定されている.

$$c_{\text{limit}} = c_0 = N \cdot n \quad (4)$$

### 3. 問題の設定

#### 3.1 目的関数の選定

関数はその性質によってさまざまに分類することができる. 例えば, 極値を一つだけ有する単峰性関数と複数を有する多峰性関数が存在する. 一般に多峰性関数の方が最適値を求めることが難しい. また変数間の依存性の有無によって関数を分類することができる. 変数間依存性を有する方が解の探索はより困難となる.

本研究ではこの単峰性と多峰性, 変数間依存性の有無に関してすべての組合せが存在するように表 1 に示す 4 種類のテスト関数を目的関数として選定した. Sphere 関数と Rosenbrock 関数 (chain 型) は単峰性関数, Rastrigin 関数と Griewank 関数は多峰性関数である. 一方, Sphere 関数, Rastrigin 関数には変数間依存性が存在せず, Rosenbrock 関数, Griewank 関数には変数間依存性が存在する. それぞれの関数について, 次元数  $n$  が 2 のときの概形を図 1 に示す.

#### 3.2 パラメータの設定

一般に最適化アルゴリズムには, いくつかのパラメータが存在する. これらの値によって探索性能が影響を受けることになるため, その設定は重要である. しかしながら多くの場合パラメータの最適値についての明確な基準は存在せず, 実際の運用では試行錯誤などによって決定されていると思われる.

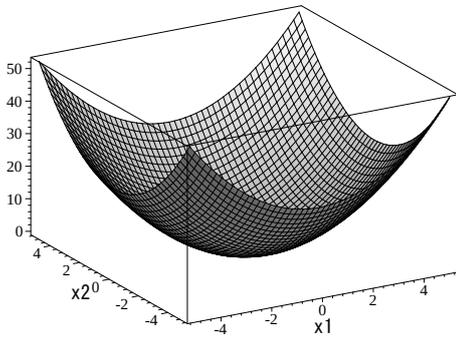
ABC アルゴリズムは, パラメータが少ないことが特徴である. その一つは, 食料源, 雇用蜂, 見学蜂の数で, これらはいずれも同数  $N$  とするよう定められている. さらに, 更新の繰返し回数もパラメータとして設定される. なお, 断念反復回数  $c_{\text{limit}}$  は, 式 (4) によって定められているため, 本来  $c_{\text{limit}}$  の値は食料源数と目的関数の次元数が決まれば自動的に決定する. ただし Karaboga の文献に式 (4) の根拠は示されていない.

本研究では  $c_{\text{limit}}$  の値によって探索結果にどのような影響を及ぼすのかを検証する. ここでは既定値とされている式 (4) で与えられる  $c_0$  の他に  $0.5c_0$ ,  $2c_0$ ,  $\infty$  (食料源の放棄なし) の計四つの場合を適用してその違いを観察する. なお試行では食料源数 (雇用蜂数, 見学蜂数)  $N$  を 10, 30, 100, 更新の繰返し回数を 50 000 とする. ただし収束が比較的遅い Rosenbrock 関数については繰返し回数を 500 000 とする. 各関

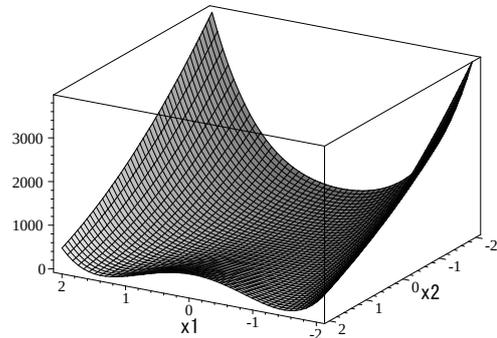
表 1 テスト関数

| 関数名        | 性質  | 定義式   | 定義域<br>( $i = 1, \dots, n$ ) | 最適解 (最小値)              |
|------------|-----|---|------------------------------|------------------------|
| Sphere     | U S | $f_1(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n x_i^2$  | $ x_i  \leq 5.12$            | $f_1(0, \dots, 0) = 0$ |
| Rosenbrock | U N | $f_2(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^{n-1} \{100(x_i^2 - x_{i+1})^2 + (1 - x_i)^2\}$                                   | $ x_i  \leq 2.048$           | $f_2(1, \dots, 1) = 0$ |
| Rastrigin  | M S | $f_3(\mathbf{x}) = 10n + \sum_{i=1}^n \{x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i)\}$  | $ x_i  \leq 5.12$            | $f_3(0, \dots, 0) = 0$ |
| Griewank   | M N | $f_4(\mathbf{x}) = 1 + \frac{1}{4000} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \prod_{i=1}^n \cos\left(\frac{x_i}{\sqrt{i}}\right)$ | $ x_i  \leq 600$             | $f_4(0, \dots, 0) = 0$ |

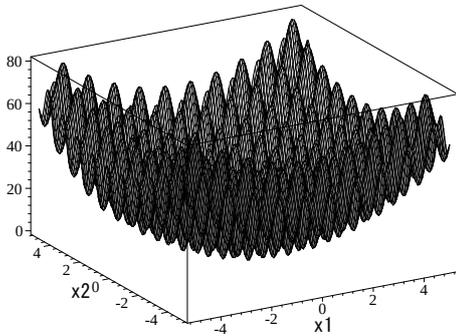
U: 単峰性 M: 多峰性 S: 変数分離可能 N: 変数分離不可能



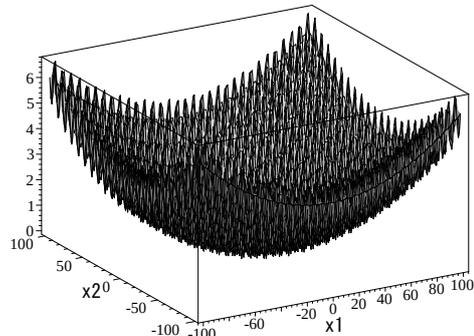
(a) Sphere 関数



(b) Rosenbrock 関数



(c) Rastrigin 関数



(d) Griewank 関数 ( $-100 \leq x_i \leq 100$ )

図 1 テスト関数の形状 ( $n = 2$ )

数の次元数  $n$  を 5, 30, 100 とし, それぞれの場合について 30 回ずつ試行を繰り返す.

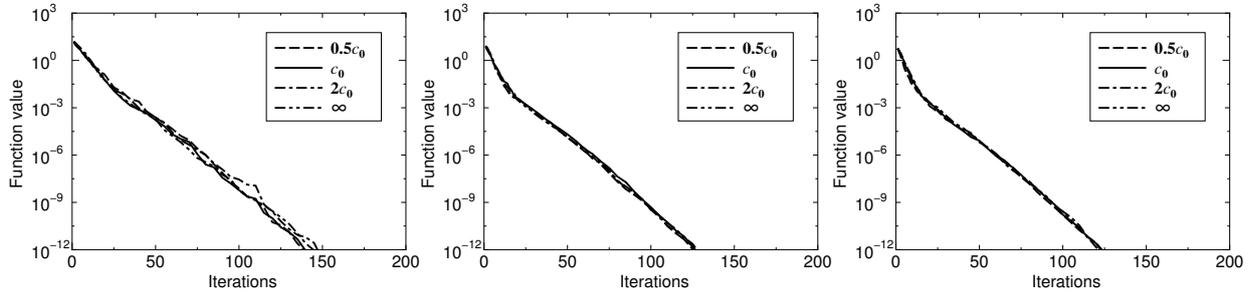
#### 4. 計算結果と考察

$c_{\text{limit}}$  を  $0.5c_0, c_0, 2c_0, \infty$  としたときのそれぞれの探索計算について, 文献 (14) に従い得られた目的

関数の値が  $10^{-12}$  以下となったとき問題が解けたという扱いをする.

各関数においてそれぞれの試行で得られた最良解の平均値の更新回数に対する推移を図 2~5 に示す.

Sphere 関数については, 図 2 の結果により, 断念反復回数  $c_{\text{limit}}$  がどの値であってもほとんど違いを

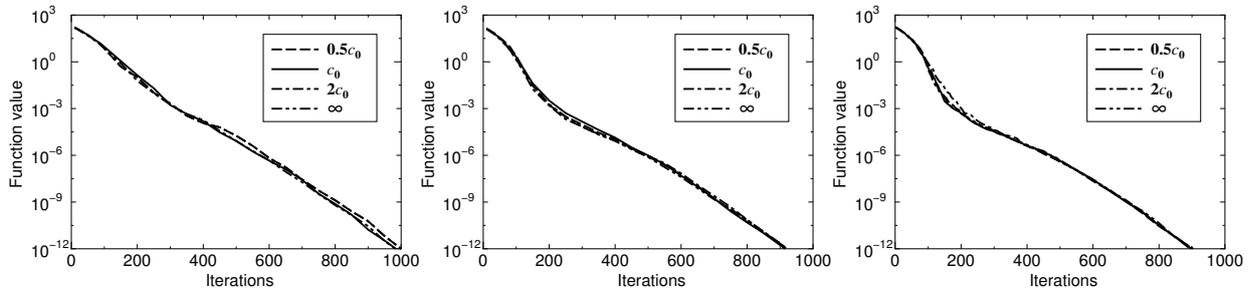


i.  $N = 10$

ii.  $N = 30$

iii.  $N = 50$

(a)  $n = 5$

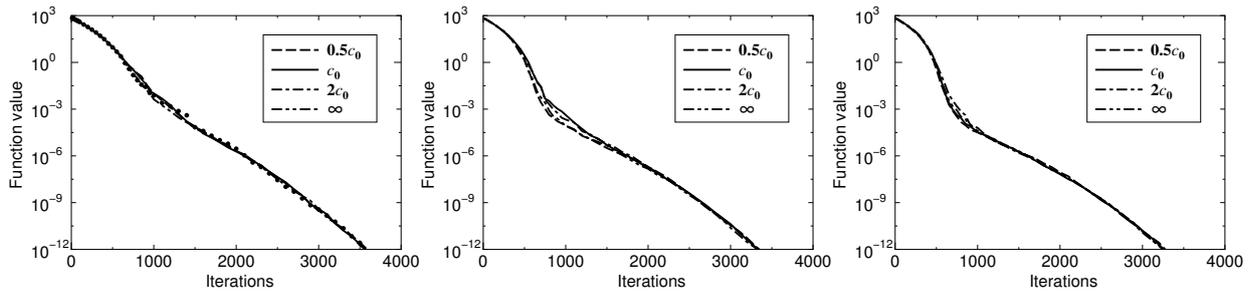


i.  $N = 10$

ii.  $N = 30$

iii.  $N = 50$

(b)  $n = 30$



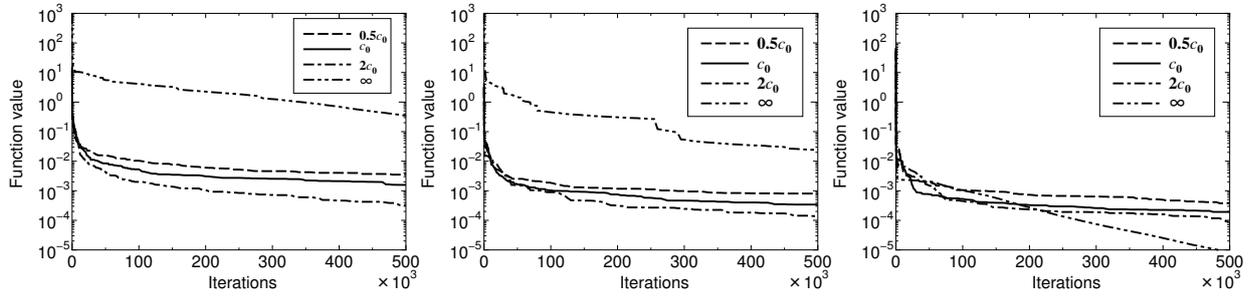
i.  $N = 10$

ii.  $N = 30$

iii.  $N = 50$

(c)  $n = 100$

図 2 Sphere 関数の最良値の推移

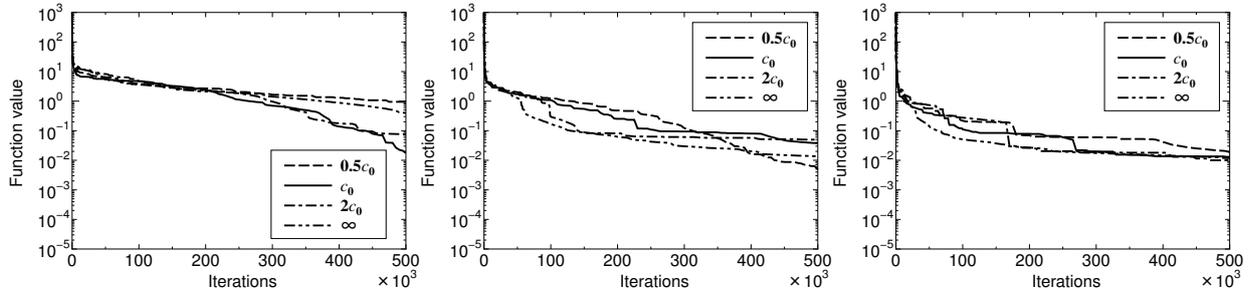


i.  $N = 10$

ii.  $N = 30$

iii.  $N = 50$

(a)  $n = 5$

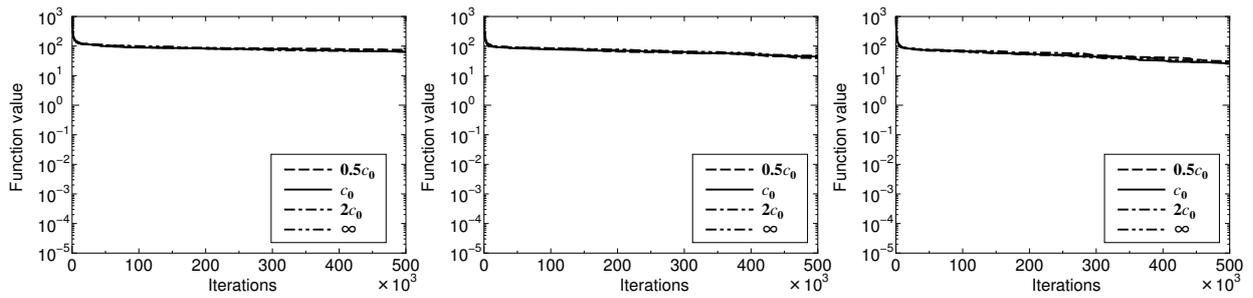


i.  $N = 10$

ii.  $N = 30$

iii.  $N = 50$

(b)  $n = 30$



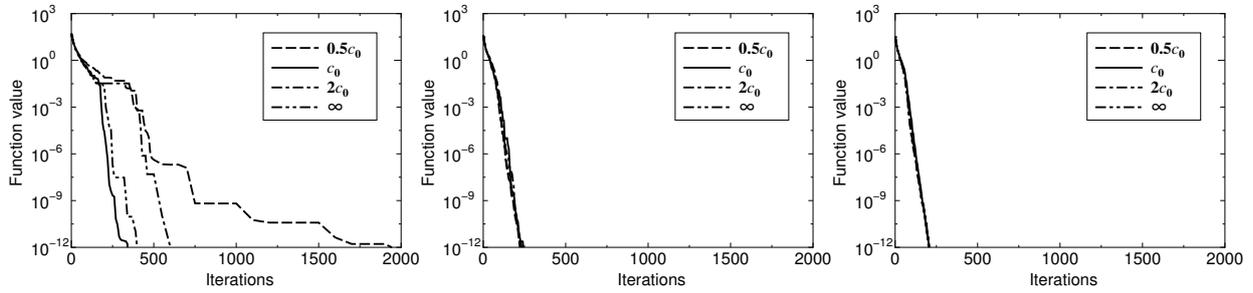
i.  $N = 10$

ii.  $N = 30$

iii.  $N = 50$

(c)  $n = 100$

図 3 Rosenbrock 関数の最良値の推移

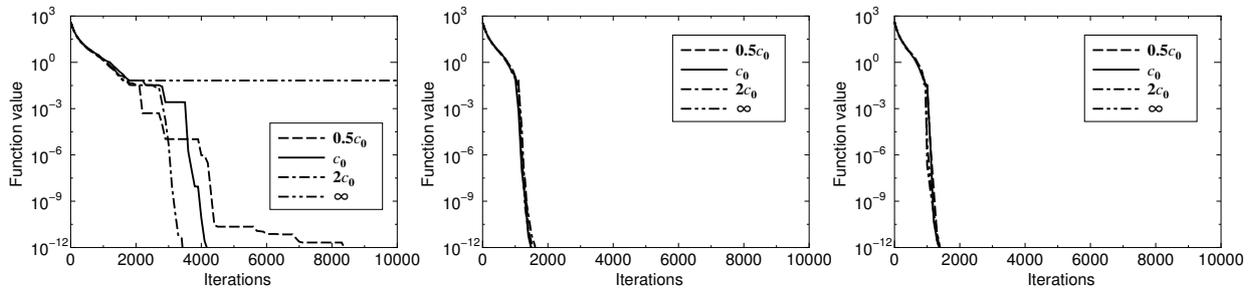


i.  $N = 10$

ii.  $N = 30$

iii.  $N = 50$

(a)  $n = 5$

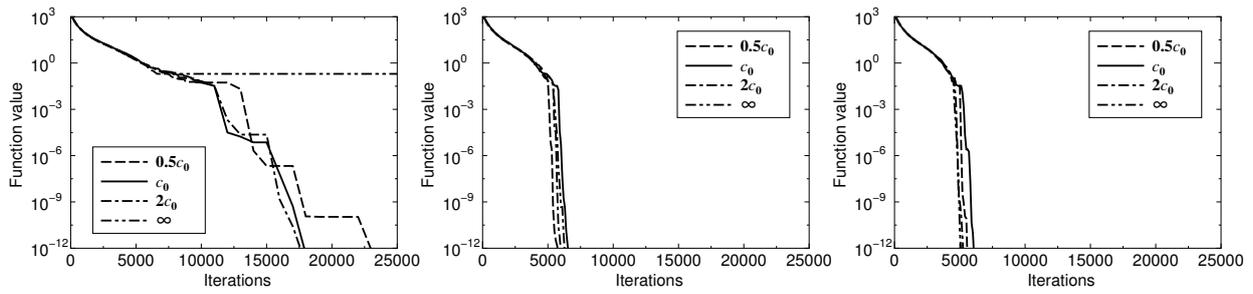


i.  $N = 10$

ii.  $N = 30$

iii.  $N = 50$

(b)  $n = 30$



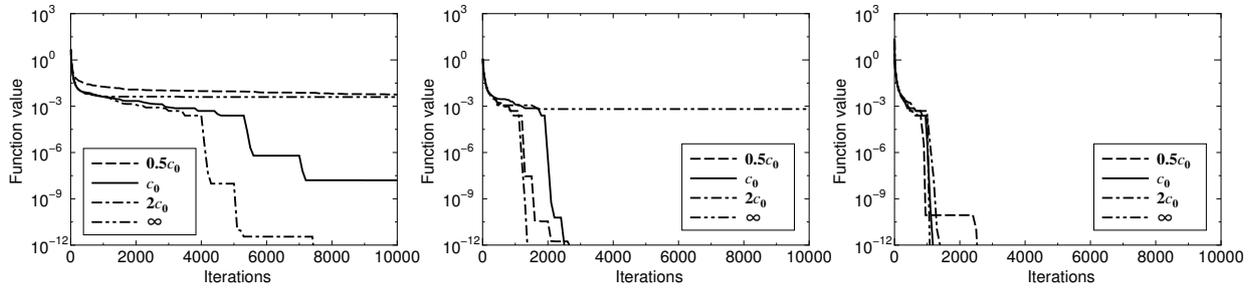
i.  $N = 10$

ii.  $N = 30$

iii.  $N = 50$

(c)  $n = 100$

図 4 Rastrigin 関数の最良値の推移

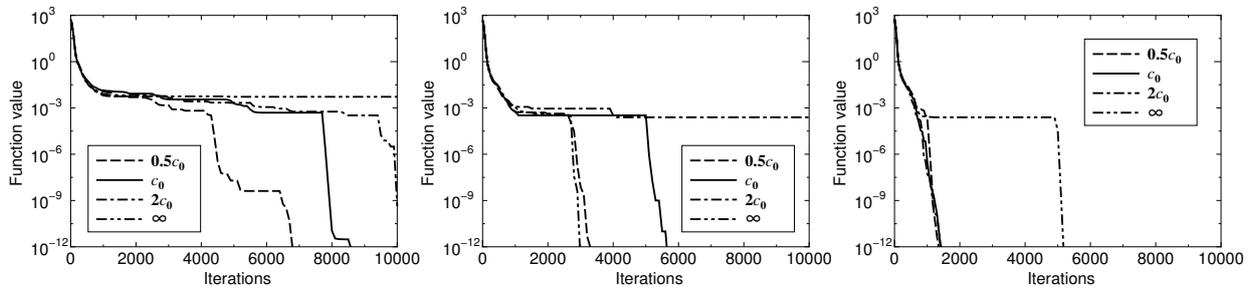


i.  $N=10$

ii.  $N=30$

iii.  $N=50$

(a)  $n=5$

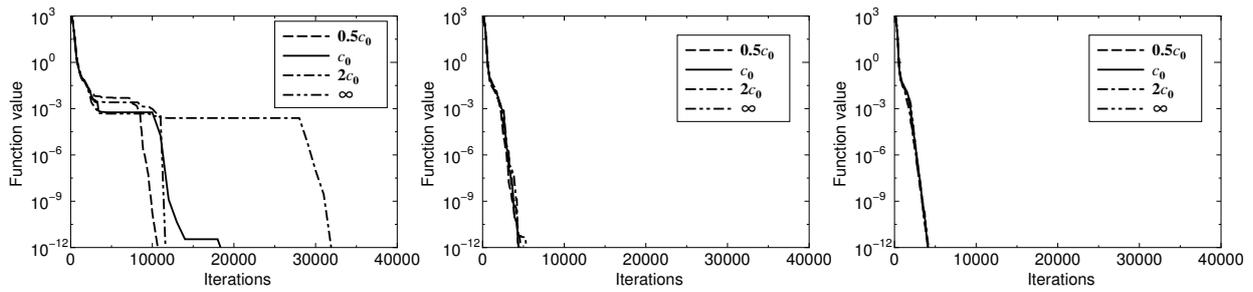


i.  $N=10$

ii.  $N=30$

iii.  $N=50$

(b)  $n=30$



i.  $N=10$

ii.  $N=30$

iii.  $N=50$

(c)  $n=100$

図 5 Griewank 関数の最良値の推移

生じないことが明らかとなった。Sphere 関数は単峰性であり変数依存性もないため、今回取り上げた関数の中では比較的解の収束が早い。したがって  $c_{\text{limit}}$  がどの値であっても、更新回数がその値に到達する前に解が改善されるため候補解が放棄されることはなく、結果として  $c_{\text{limit}}$  の値による違いが認められなかったと思われる。

また探索結果より食料源(雇用蜂, 見学蜂)の数も探索性能にほとんど影響を及ぼしていないことが明らかとなった。そのため計算コストの観点からは、食料源数が 10 の場合が優れていると言える。これは解の収束が比較的早く、いずれの食料源も同じように解の改善がなされたため候補解を多くすることによる多様性が活かされなかったと考えられる。

Rosenbrock 関数における最良解の推移は図 3 のとおりである。次元数  $n$  が 5 かつ食料源数  $N$  が 10, 30 のとき、 $c_{\text{limit}} = \infty$  における成績が著しく悪い。これは、Rosenbrock 関数には強い変数間依存性が存在するため、解の改善は容易ではなく、 $N$  が小さいと改善する確率そのものが小となるためと考えられる。 $c_{\text{limit}}$  の値が  $\infty$  以外の場合は、解が改善することなくカウンタ  $c_i$  が  $c_{\text{limit}}$  に達して、食料源が放棄され新たに生成されることにより、解が改善される可能性が生じたと思われる。 $N = 50$  については、候補解が多いため  $c_{\text{limit}} = \infty$  であっても更新によって改善した食料源がわずかながら存在したためではないかと考えられる。

Rosenbrock 関数はバナナ関数とも言われ、最適解が放射線状の狭い谷に位置しているため谷に到達してからの候補解の改善はさらに困難となる。そのためその位置から更新を行っても改善することなく回数が  $c_{\text{limit}}$  に達し食料源が放棄される可能性が大きくなる。その場合新たな食料源をランダムに設定することになり、谷に到達した履歴が失われ探索の効率が悪くなる。 $n = 5, N = 50$  で  $c_{\text{limit}} = \infty$  のときの成績が比較的良いのは、解の多様性が保たれつつ、谷近傍に限定した探索を続けたためであると考えられる。

Rosenbrock 関数は次元数  $n$  が大きくなるほど関数の形状が複雑となり、 $n = 100$  についてはいずれの場合でも更新による改善の確率が非常に小さくなるため、 $c_{\text{limit}}$  の値による差がほぼ生じないと考えら

れる。

Rastrigin 関数の最良解の推移を図 4 に示す。 $n = 5, N = 10$  では  $c_{\text{limit}} = 0.5c_0$  の場合の収束性が悪い。Rastrigin 関数は多くの局所解を有する多峰性関数であるが、大域的には一つの大きな谷状をなしており、単峰性関数のような性質をも有している。そのため局所解に陥りしばらく改善がなされないと、 $c_{\text{limit}} = 0.5c_0$  では早めに食料源が放棄され、それまでの履歴が失われるためではないかと考えられる。

一方  $n = 30, 100$  かつ  $N = 10$  のとき、 $c_{\text{limit}} = \infty$  における収束性が非常に悪くなっている。 $n = 30, 100$  では関数の形状がより複雑になるため、食料源が少ないと局所解に陥った場合にそこから抜け出すことができる候補解が存在する確率も小さくなる。そのため解の改善が一定回数行われない場合に、それまでの食料源を放棄して新たに設定できる  $c_{\text{limit}} = 0.5c_0, c_0, 2c_0$  の方が改善される確率が大きいと考えられる。

$N = 30, 50$  の場合は、候補解が多くその多様性が機能しているためか  $c_{\text{limit}}$  の値による違いはほぼ生じていない。また  $N$  が 30 と 50 の場合の解の収束状態を比較すると、両者に大きな違いはない。

Griewank 関数における最良解の推移は図 5 のとおりである。 $c_{\text{limit}} = \infty$  のとき、 $n = 5$  かつ  $N = 10, 30$  などの場合において解の収束が遅い。Rastrigin 関数における  $n = 30, 100$  かつ  $N = 10$  のときと同様に、多峰性関数のため局所解から抜けられないためと考えられる。なお  $n = 100$  の場合、 $N$  が 30 以上では  $c_{\text{limit}}$  がどの値であっても安定して解が収束の方向へ向かっている。これは Griewank 関数が Rastrigin 関数と同様に大域的には大きな一つの谷状をなしているとともに、 $n$  が大きくなると多峰性の性質が弱くなるという特徴を有するためであると考えられる。

ここで取り上げた 4 関数について  $c_{\text{limit}} = c_0$  としたときの解の収束は、Griewank 関数以外では他の場合と比べると比較的早いことが確かめられた。Griewank 関数では、 $c_{\text{limit}} = 0.5c_0, 2c_0$  に劣る場合があったが、いずれも候補解は収束の方向に向かっており、全体的に探索性能は安定していた。一方  $c_{\text{limit}} = 0.5c_0, 2c_0, \infty$  では収束性が著しく悪い場合が存在した。

## 5. 結言

本研究では ABC アルゴリズムにおけるパラメータの断念反復回数  $c_{\text{limit}}$  に注目し、その値が探索性能に及ぼす影響を検証した。  $c_{\text{limit}}$  の値は  $c_0 = N \cdot n$  が既定値であるが、比較のため  $0.5c_0$ ,  $2c_0$ ,  $\infty$  の場合も取り上げて計算を行った。目的関数として、単峰性と多峰性、変数間依存性の有無についてすべての組合せが出現するように 4 種類のテスト関数を選定した。この中で多峰性かつ変数間依存性を有する Griewank 関数において次元数  $n$  が 5, 30, 食料源 (候補解) の数  $N$  が 10, 30 の場合については、  $c_{\text{limit}} = c_0$  のとき、他の値を用いた計算結果に劣ることがあったが、同関数ではすべての試行で 50 000 サイクル目までに最良解が  $10^{-12}$  以下に収束した。それ以外の関数では  $c_{\text{limit}} = c_0$  における探索の成績は他の場合にほぼ劣ることなく、全体的に安定した性能を示した。

一方  $c_{\text{limit}} = 0.5c_0, 2c_0, \infty$  のときは、いくつかの試行で他よりも優れた性能を示す場合が存在した反面、収束性が著しく悪くなる結果を生じることがあった。

以上から本研究で取り扱ったどのテスト関数を用いた試行においても、  $c_{\text{limit}}$  の値として  $c_0$  を選択することが性能の面で安定しており適切であるとの知見を得た。今後は他のテスト関数による検証も行っていきたい。

### <参考文献>

- 1) Dantzig, G. : “Linear Programming and Extensions”, Princeton University Press, 1963
- 2) Bellman, R. E. : “An Introduction to the Theory of Dynamic Programming”, Rand Corporation, 1953
- 3) Williams, H. P. : “Model Building in Mathematical Programming”, John Wiley & Sons, 2013.
- 4) Abdel-Basset, M., Abdel-Fatah, L. and Sangiah, A. K. : “Metaheuristic Algorithms: A Comprehensive Review”, in Computational Intelligence for Multimedia Big Data on the Cloud with Engineering Applications, Elsevier, pp. 185–231, 2018

- 5) Kirkpatrick, S., Gelatt, JR, C. D. and Vecchi, M. P. : “Optimization by Simulated Annealing”, Science, Vol. 220, No. 4598, pp.671–680, 1983
- 6) Glover, F. : “Future Paths for Integer Programming and Links to Artificial Intelligence”, Computers & Operations Research, Vol. 13, Issue 5, pp.533–549, 1986
- 7) Holland, J. H. : “Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence”, Bradford Books, 1992
- 8) Fogel, L. J., Owens, A. J. and Walsh, M. J. : “Artificial Intelligence through Simulated Evolution”, John Wiley & Sons, 1966
- 9) Koza J. R. : “Genetic Programming as a Means for Programming Computers by Natural Selection”, Statistics and Computing, Vol. 4 No. 2, pp. 87–112, 1994
- 10) Kennedy, J. and Eberhart, R. C. : “A New Optimizer Using Particle Swarm Theory”, Proceedings of the Sixth International Symposium on MHS '95, Nagoya, Japan, Piscataway, NJ, pp.39–43, 1995
- 11) Farmer, J. D., Packard N. and Perelson, A. : “The Immune System, Adaptation and Machine Learning”, Physica D, vol. 2, pp. 187–204, 1986
- 12) Dorigo, M. : “Optimization, Learning and Natural Algorithms”, Ph.D. Thesis, Politecnico di Milano, Italy, 1992
- 13) Karaboga, D. : “An Idea Based on Honey Bee Swarm for Numerical Optimization”, Technical Report TR06, Erciyes University, Engineering Faculty, Computer Engineering Department, 2005
- 14) Karaboga, D. and Akay, B. : “A Comparative Study of Artificial Bee Colony Algorithm”, Applied Mathematics and Computation, Vol. 214, pp. 108–132, 2009

# 小樽市に建つ旧日本郵船（株）支店長社宅の外部寸法実測 および応接室内壁面調査

諸澤 良浩<sup>\*1</sup>・松村 里玖<sup>\*2</sup>・山本慈憂耶<sup>\*2</sup>・石澤 礼恩<sup>\*2</sup>・大塚 弘貴<sup>\*2</sup>・

増谷 洸人<sup>\*2</sup>・駒木 定正<sup>\*3</sup>

(令和5年11月1日受理)

## External Dimension Measurements and Reception Room Wall Survey of the Old Nippon Yusen K.K. Brunch Manager Company House in Otaru

Yoshihiro MOROSAWA<sup>\*1</sup>, Riku MATSUMURA<sup>\*2</sup>, Jiyuuya YAMAMOTO<sup>\*2</sup>,

Reon ISHIZAWA<sup>\*2</sup>, Hiroki OTSUKA<sup>\*2</sup>,

Hirohito MASUTANI<sup>\*2</sup> and Sadamasa KOMAKI<sup>\*3</sup>

(Received November 1, 2023; Accepted for Publication February 1, 2024)

The authors have investigated an historical house in Otaru from 2021, as the work in a school seminar of the Morosawa-class. It is the old house of a brunch manager of Nippon Yusen k.k. built in Meiji period. The paper presents overall structure of the outside of the house as a part of the data recorded in CAD form. The paper also presents the decoration pattern of “Kinkarakawakami” in the reception room, which was compared with the ones in the branch business building in Otaru.

### 1. はじめに

小樽市に建つ旧日本郵船(株)支店長社宅<sup>\*1</sup>は、明治大正期の著名な建築家佐立七次郎<sup>\*2</sup>の設計監理による建築である可能性が謳われてきたが、これまで本格的な調査は行われてこなかった。令和3年(2021年)北海道職業能力開発大学校建築科諸澤ゼミで調査を始め、初年度は内部寸法の実測調査、CADによる平面図、展開図の作図を行った<sup>1)</sup>。し

かし外部の詳細な調査は行われず、応接室内壁面の金唐革紙の調査が途中となった。そこで令和4年(2022年)に同建物の外部寸法実測調査を実施しCADによる作図とデジタルデータ化<sup>\*3</sup>を行った。合わせて応接室内壁面の金唐革紙の模様を再現し、現在修理工事が進んでいる佐立七次郎設計監理である旧日本郵船(株)小樽支店<sup>\*4</sup>、貴賓室、会議室内壁の金唐革紙との柄の比較を行い、結果を紹介する。

---

\* 1 建築科 (Department of Architecture)

\* 2 建築施工システム技術科1年 (Department of Advanced Architectural Technology)

\* 3 特別顧問 (Fellow Hokkaido Polytechnic College)

## 2. 調査方法

### 2.1 外壁実測調査

所有者の許可を得て令和4年（2022年）7月から8月にかけて外部の実測調査を行うこととした。寸法の計測並びに写真撮影を行い、CADソフトの一つであるJw\_cadを用いた作図とデジタルデータ化を行った。図面の種類は東西南北面の立面図とする。また旧日本郵船(株)の社章付き鬼瓦（写真1）の詳細図を作図し、デジタルデータ化を行う。増築部分は調査対象外とする。

### 2.2 応接室内壁金唐革紙の柄の再現と比較

令和3年（2021年）の調査において応接室内壁金唐革紙の柄を写し取ったことから、それに基づく清書を行う。旧日本郵船(株)小樽支店貴賓室、会議室内壁の金唐革紙の写真を用い柄の比較を行う。

## 3. 立面図の作図と建物外部の特徴

社宅外観を写真2に示す。小樽市建設部より入手した「指定歴史的建造物調査図」<sup>※5</sup>（図1）を参考とし、実測による確認を加えて立面図を作図した。図2は前回調査時に作成した平面図である。

以下に作成した北、南、西、東面の立面図（図3～6）を載せる。各面の特徴は以下の通りである。

#### ・北面（図3）

壁面はモルタル塗りである。竣工時に存在した和館を解体撤去しており<sup>2)</sup>、接続部であった北面の壁をモルタル補修したものと考えられる。屋根瓦は平成11年（1999年）に葺き替えられており<sup>※6</sup>竣工時のものではないが、社章付き鬼瓦（図7）は竣工時のものと考えられる。「一文字鬼」「跨ぎ鬼」の2種類が存在する。台所、浴室の屋根は一部金属板葺きである。

#### ・南面（図4）

応接室外壁は、「指定歴史的建造物調査図」に記載されているドイツ下見板張りではなかった<sup>※7</sup>。応接室の窓は上げ下げ式縦長擬洋風窓の外部に両開きの窓が設けられている。縁側は雨戸および二重のガラス障子となっている。便所の外壁は三面に窓が設けられている。増築部分との接続箇所がある。

#### ・西面（図5）

応接室外壁は南面同様にドイツ下見板張りではなく、上げ下げ式縦長擬洋風窓の外部に両開きの窓が

設けられている。玄関庇の屋根は金属板葺きである。

#### ・東面（図6）

壁面はモルタル塗りである。和室窓、浴室窓は金属製建具に替えられている。

全体として、玄関横に下見板張り外壁と、上げ下げ式の擬洋風縦長窓を持つ応接室を配置し、屋根に社章付き鬼瓦を用いていることから、当該住宅建築の重要性は大きいと考えられ、佐立七次郎が設計監理に携わっていたことが推察できる。



写真1 社章付き鬼瓦



写真2 社宅外観

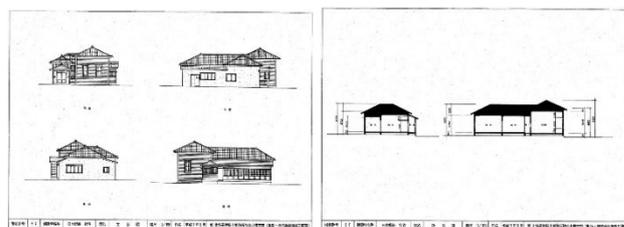


図1 指定歴史的建造物調査図の立・断面図

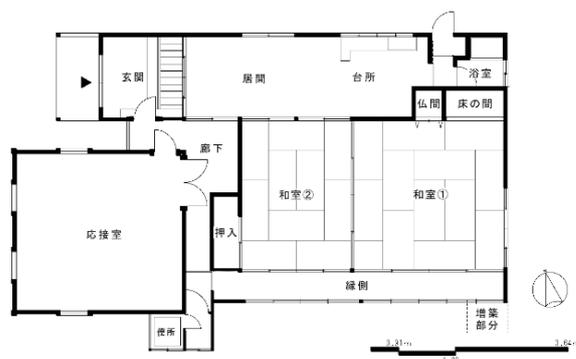


図2 平面図

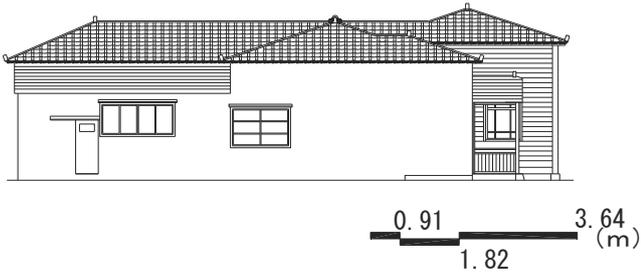


図3 北立面図

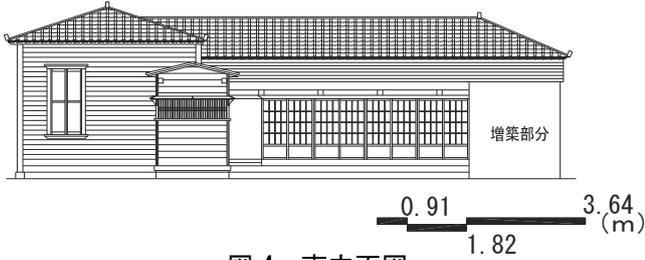


図4 南立面図



図5 西立面図

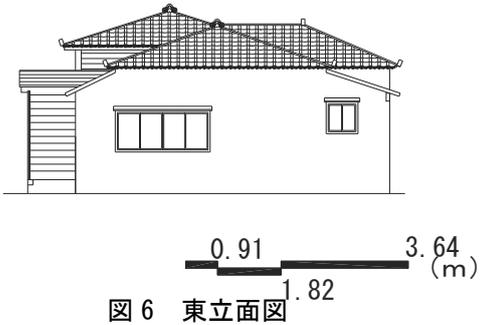


図6 東立面図

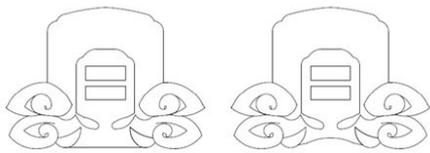


図7 社章付き鬼瓦

#### 4. 応接室壁面の金唐革紙

##### 4.1 金唐革紙の柄の清書

第1回調査時に応接室壁面の金唐革紙の柄の写

し取り作業を行った(写真3)。本研究では柄の輪郭と輪郭内の凹凸を清書し、柄を際立たせるため、着色を行った<sup>\*8</sup>。以下に作業写真(写真4~6)を載せる。

柄は牡丹系の植物に見えるが、現状では退色が進み、種類までは判断ができない。現時点では花唐草模様とする<sup>\*9</sup>。



写真3 応接室壁面金唐革紙の写し取り状況



写真4 柄の清書・着色作業

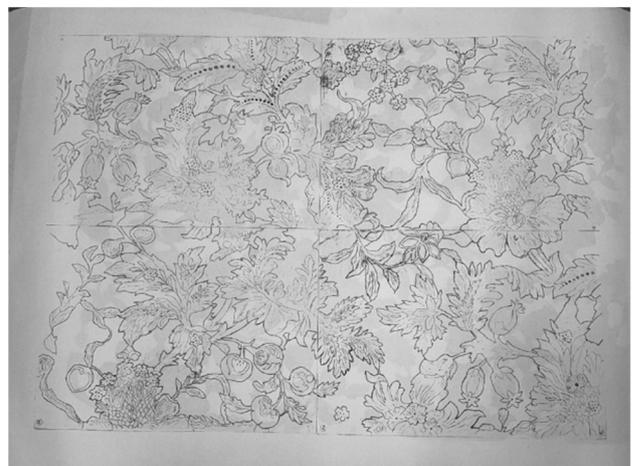


写真5 柄の清書作業完了

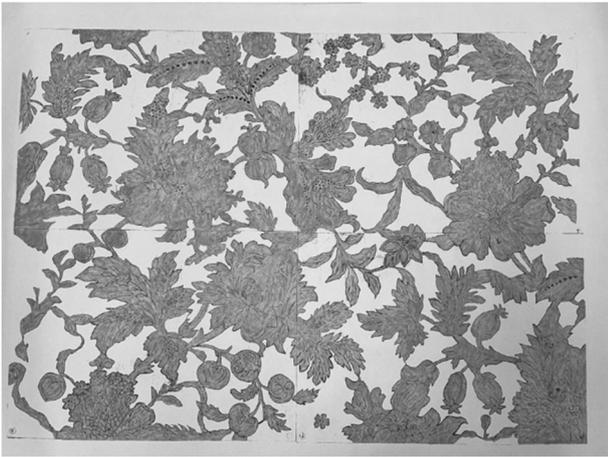


写真6 柄の着色作業完了

#### 4.2 金唐革紙の柄の比較

佐立七次郎が設計監理を行った旧日本郵船(株)小樽支店貴賓室、会議室に貼られている金唐革紙との柄の比較を、写真(写真7~10)及び文献<sup>3)</sup>を用いて行った。貴賓室の柄は菊を基本とし、蝶と蜻蛉をあしらった図柄である(写真7)。ボーダー部分は菊の柄である(写真8)。会議室の主たる部分はアカサス柄である(写真9)。ボーダー部分はブドウ唐草である(写真10)。双方とも前述の支店長社宅応接室と同じ柄ではなかった。貴賓室と会議室も同じ柄ではなく、それぞれの室毎に違う柄が用いられていた。



写真7 貴賓室の柄



写真8 貴賓室の柄(ボーダー部分)

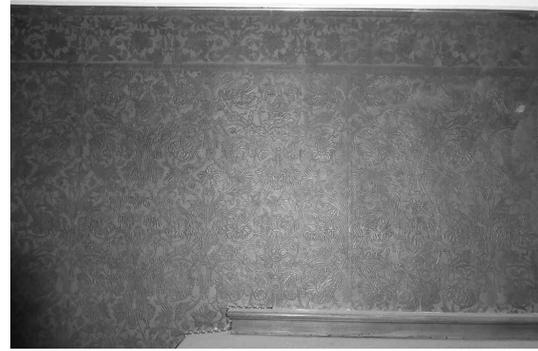


写真9 会議室の柄



写真10 会議室の柄(ボーダー部分)

#### 5. まとめ

本研究では第1回の調査時に行われなかった外部の実測とCADデータ化、特徴の抽出を行った。応接室壁面の金唐革紙の柄の清書、日本郵船(株)小樽支店貴賓室、会議室の金唐革紙との比較を行った。これまでの2回の調査で支店長社宅が佐立七次郎の設計監理であると断言はできないが、応接室内壁の金唐革紙や社章付き鬼瓦の存在、縦長擬洋風窓等内外建具のディテールから、その可能性は増したと言えるであろう。また同建築のように老朽化が進んでいる歴史的建築物の、調査およびデータのデジタル化は今後も重要性が高まると考えられる。

#### 謝辞

本建物の所有者である下村様ならびに小樽市建設部新幹線・まちづくり推進室の皆様に、多大な御協力を頂いたことに謝意を表す。

#### <注>

※1 明治末期、旧日本郵船(株)の支店長社宅として小樽市末広町に建てられた。小樽市指定歴史的建造物第57号。

※2 工部大学校造家学科第1期生(1856-1922)。師はイギリス人ジョサイア・コンドル。同期生は辰野金吾、曾禰達蔵、片山東熊。

- ※3 作成した CAD によるデジタルデータは、北海道職業能力開発大学校建築科において、保存管理を行う。
- ※4 旧日本郵船(株)小樽支店として佐立七次郎の設計により明治 39 年（1906 年）小樽市色内に建てられた。国指定重要文化財。
- ※5 「指定歴史的建造物調査図」は令和 4 年（2023 年）9 月現在、小樽市指定歴史的建造物第 67 号の建造物まで作成されている。当該建物の調査図は平成 7 年（1995 年）2 月に作成された。
- ※6 所有者により平成 6 年、7 年、11 年、12 年の 4 回、補修工事が行われた。瓦の葺き替えは平成 11 年（1999 年）に行われた。
- ※7 指定歴史的建造物調査図表紙には「外壁 ドイツ下見板 O.P.仕上一部下見板一部ラスモル塗り」とあるが、現況はドイツ下見板形状ではなく、鎧張り形状であった。
- ※8 現地で柄を写し取った和紙の上に新たな和紙を重ね、鉛筆を用いて地と柄の境、柄内部の凹凸をなぞる。清書した和紙をコピーし、柄を際立たせるために着色を行う。
- ※9 花を模しているが、種類を特定できない場合に用いる単語。

#### <参考文献>

- 1) 諸澤良浩他：小樽市の旧日本郵船(株)支店長社宅について その1 -内部寸法実測調査と特徴-、日本建築学会北海道支部研究布告集, No29, pp.307-310, 2022. 6
- 2) 日本建築学会北海道支部歴史意匠専門委員会：小樽市の歴史的建造物 歴史的建造物の実態調査報告（1992）から, p.122, 小樽市教育委員会, 1994年3月
- 3) 小樽市：重要文化財 旧日本郵船株式会社小樽支店保存修理工事報告書, p.137, 1987年9月

# 小樽市の運河周辺を中心とした賑わい調査

—エンカウンター調査による北運河北端部への人流分析—

諸澤 良浩<sup>\*1</sup>・大塚 弘貴<sup>\*2</sup>・石澤 礼恩<sup>\*2</sup>・増谷 洸人<sup>\*2</sup>・

松村 里玖<sup>\*2</sup>・山本慈憂耶<sup>\*2</sup>

(令和5年11月1日受理)

## Bustle Survey Sentered Around Canals in Otaru City

—Analysis of the Flow of People to the Northern End of the North Canal Through Encounter Surveys—

Yoshihiro MOROSAWA<sup>\*1</sup>, Hiroki OTSUKA<sup>\*2</sup>, Reon ISHIZAWA<sup>\*2</sup>, Hirohito MASUTANI<sup>\*2</sup>,

Riku MATSUMURA<sup>\*2</sup>and Jiyuuya YAMAMOTO<sup>\*2</sup>

(Received November 1, 2023 ; Accepted for Publication February 1, 2024)

In recent years, among the areas surrounding the canals in Otaru City, the North Canal area, which is less developed, has been attracting increasing attention. To date, Otaru City has not conducted a survey of the flow of people heading toward the North Canal. This paper aims to help revitalize the North Canal area by conducting a survey and analysis of the flow of people from the center of the canal towards the northern end of the North Canal.

### 1. はじめに

近年小樽市の運河周辺地域の中でも、再開発が進んでいない北運河地区への注目度が高まっている。これまで小樽市では、「北運河および周辺地域観光戦略プラン」<sup>1)</sup>の立案は行われてきたが、北運河北端部へ向かう人流調査は行われていない。本研究は北運河地区の活性化の一助となることを目的とし、運河中心部から北運河北端部への人流調査を行い、分析を試みるものである。

### 2. 小樽市北運河地区について

小樽市の運河は大正12年(1923年)に竣工し、様々な論争を経て昭和61年(1986年)に南側の一部を埋立て現在の形となった。南側は幅40mを20

mに埋立てられたが、北運河(図1)は竣工時の幅のまま現存している。また同地区には北海製罐工場、同倉庫、旧渋澤倉庫、旧日本郵船(株)小樽支店、旧増田倉庫、旧広海倉庫、旧右近倉庫などの歴史的建築物が現存する。

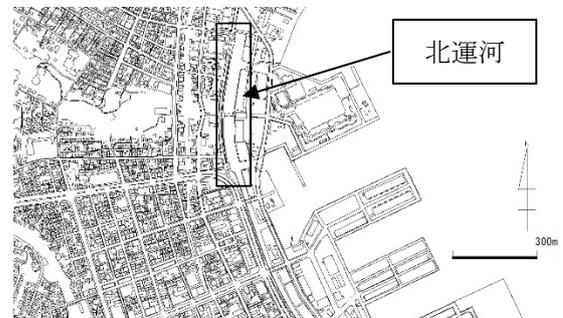


図1 小樽市北運河

\* 1 建築科 (Department of Architecture)

\* 2 建築施工システム技術科1年 (Department of Advanced Architectural Technology)

### 3. 調査方法

本研究では、令和2年（2020年）に鎌田敏之らが報告した「エンカウンター調査<sup>\*1</sup>に基づく賑わい空間分布に関する研究 - 愛知県岡崎市 QURUWA 戦略地区を対象として -」<sup>2)</sup>、前掲「北運河および周辺地域観光戦略プラン」, 「小樽市まちなか観光にぎわいづくり調査業務報告書」<sup>3)</sup>を参考とし、調査方法を立案した。

#### 3.1. エンカウンター調査

エンカウンター調査概要を表1に示す。調査は2022年10月14日（金）と10月21日（金）の2日間10時から16時の間で行い、13時以外の1時間ごと、計5回行った。調査場所は小樽運河沿いの①浅草橋、②中央橋、③船乗り場前<sup>\*2</sup>、④倉庫群前<sup>\*3</sup>の4ヵ所とした（図2）。各調査場所にて、運河の南方向から北運河北端部へ向かう歩行者数（以下歩行者数とする）を、年齢別および外国人に分けて計測した。歩行者数記録用紙は表2の通りである。集計結果を計測場所ごとに1日の総人数、時間帯別・年齢別・外国人に分けた集計値で表示する。人数は可視人数とし、年齢の分類は外見の要素から判断した。日本人、外国人の別は話している言語から判断した。通行人数の多い調査場所①及び②は、道路両側の歩道にて計測した。

#### 3.2. 俵夫への聞き取り調査

俵夫<sup>\*4</sup>は小樽市街地における観光客の目的を理解していると考え、彼らへの聞き取り調査を行う。表3に聞き取り項目を示す。

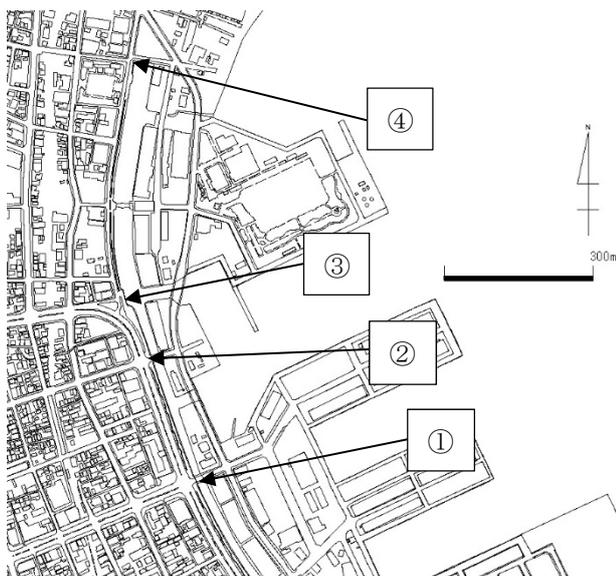


図2 調査場所

表1 エンカウンター調査概要

|      |                             |
|------|-----------------------------|
| 調査方法 | 小樽運河沿い4ヵ所にて北運河方向へ向かう歩行者数を計測 |
| 調査場所 | ①浅草橋、②中央橋、③船乗り場前、④倉庫群前の4ヵ所  |
| 調査日時 | 10月14日（金）、10月21日（金）の2日間     |
| 天気   | 10月14日（金）晴れ、10月21日（金）晴れ時々曇り |

表2 歩行者数記録用紙

| 回数  | 時間      | 人数（人）   |          |         |       |
|-----|---------|---------|----------|---------|-------|
|     |         | ① 0～22歳 | ② 23～60歳 | ③ 61歳以上 | ④ 外国人 |
| 1回目 | 10時～11時 | ①       |          |         |       |
|     |         | ②       |          |         |       |
|     |         | ③       |          |         |       |
|     |         | ④       |          |         |       |
| 2回目 | 11時～12時 | ①       |          |         |       |
|     |         | ②       |          |         |       |
|     |         | ③       |          |         |       |
|     |         | ④       |          |         |       |
| 3回目 | 12時～13時 | ①       |          |         |       |
|     |         | ②       |          |         |       |
|     |         | ③       |          |         |       |
|     |         | ④       |          |         |       |
| 4回目 | 14時～15時 | ①       |          |         |       |
|     |         | ②       |          |         |       |
|     |         | ③       |          |         |       |
|     |         | ④       |          |         |       |
| 5回目 | 15時～16時 | ①       |          |         |       |
|     |         | ②       |          |         |       |
|     |         | ③       |          |         |       |
|     |         | ④       |          |         |       |

表3 俵夫への聞き取り項目

|                                 |
|---------------------------------|
| ①北運河周辺を目的とした観光客は、北運河の何を見に来ているか。 |
| ②1日の中で、何割の客が北運河観光ルートを選ぶか。       |
| ③北運河のどのポイントを紹介しているか。            |

### 4. 調査結果

#### 4.1. エンカウンター調査による歩行者数の推移

##### 4.1.1. 計測場所別一日の総数

計測場所別の一日の総数を表4に示す。両日も北方向へ移動する人は、北運河へさしかかると大きく減少し、③船乗り場前で国道方向へ曲がるか、Uターンすることが分かった。①浅草橋において14日より21日は430名多くなっているが、調査を実施した2022年10月はコロナ禍が収束しつつあり、修学旅行の学生の有無が原因の一つと考えられる。④倉庫群前では逆に21日に66名減少して

表4 計測場所別一日の総数

|        | (人)  |      |        |       |
|--------|------|------|--------|-------|
|        | ①浅草橋 | ②中央橋 | ③船乗り場前 | ④倉庫群前 |
| 10月14日 | 606  | 359  | 311    | 215   |
| 10月21日 | 1036 | 343  | 452    | 149   |

いるが、天候や気温の降下で目的地の店舗<sup>※5</sup>へ向かう人数が減少したと考えられる。

#### 4.1.2. 時間・場所・年齢別の推移

10月14日（金）、10月21日（金）両日の時間・場所・年齢別及び外国人歩行者数の集計を、表5、表6に示す。また考察には推移を棒グラフで表した図3～図12を用いる。

10月14日（金）の歩行者数推移は、どの時間帯でも23～60歳の人数が多かったが、12～13時は①浅草橋において0～22歳の人数が多い結果となった（図5）。これは前述の通りコロナ禍が収束しつつあり、修学旅行の学生が増えだしたことが原因の一つと考えられる。0～22歳は概ね①浅草橋で最多人数とり、②中央橋より北側の歩行者は大きく減少した。23～60歳の人数は①浅草橋、②中央橋では時間帯を問わず30人以上確認できたが、③船乗り場前から④倉庫群前に進むにつれ減少傾向となった。61歳以上の歩行者は午前中に多く、午後も一定の人数を確認できた。外国人は2022年10月11日に入国制限が緩和されたが、緩和直後でありそれほど多い人数ではなかった（図3～図7）。

10月21日（金）の歩行者数推移は、14日同様の時間帯でも23～60歳の人数が多かったが、10時～11時の間は①浅草橋、③船乗り場前で0～22歳の歩行者が最多（図8）となった。14日同様修学旅行生の影響が考えられる。23～60歳の人数は、10時～11時以外は①浅草橋から④倉庫群前へ向かうにしたがって減少した。61歳以上の人数は14時以降①浅草橋以外で大きく減少した。外国人の人数は14日同様多くなかった（図8～図12）。

上記の結果より全体の傾向としては、両日も北運河北端部へ進むにつれ、減少する結果となった。どの年齢層でも③船乗り場前から④倉庫群前へ向かわず国道5号線側へ向かう、もしくはUターンする傾向が大きいことが分かった。例外として14日の12～13時（図5）が挙げられる。これは昼食時に、運河沿いではなく色内大通りから飲食店街<sup>※6</sup>方向に向かい、食事を終え運河公園や北端部へ向かった歩行者の影響と考えられる。同様に14日の11～12時（図4）は61歳以上の歩行者数が多くなっている。原因として14日は好天及び例年より高気温であったため、北運河北端部を散歩する<sup>※7</sup>者が

多かったことが挙げられる。

表5 時間・場所・年齢別の集計表（10月14日）

|        |        | (人)  |      |        |       |
|--------|--------|------|------|--------|-------|
| 時間     |        | ①浅草橋 | ②中央橋 | ③船乗り場前 | ④倉庫群前 |
| 10～11時 | 0～22歳  | 38   | 10   | 10     | 0     |
|        | 23～60歳 | 51   | 31   | 50     | 14    |
|        | 61歳以上  | 31   | 24   | 26     | 9     |
|        | 外国人    | 3    | 1    | 4      | 0     |
|        |        |      |      |        |       |
| 11～12時 | 0～22歳  | 45   | 6    | 6      | 5     |
|        | 23～60歳 | 62   | 38   | 38     | 26    |
|        | 61歳以上  | 24   | 14   | 35     | 19    |
|        | 外国人    | 5    | 0    | 3      | 5     |
|        |        |      |      |        |       |
| 12～13時 | 0～22歳  | 65   | 1    | 0      | 20    |
|        | 23～60歳 | 36   | 61   | 29     | 34    |
|        | 61歳以上  | 26   | 12   | 0      | 12    |
|        | 外国人    | 2    | 0    | 1      | 3     |
|        |        |      |      |        |       |
| 14～15時 | 0～22歳  | 25   | 0    | 2      | 4     |
|        | 23～60歳 | 55   | 71   | 33     | 21    |
|        | 61歳以上  | 17   | 13   | 18     | 12    |
|        | 外国人    | 0    | 2    | 0      | 0     |
|        |        |      |      |        |       |
| 15～16時 | 0～22歳  | 40   | 1    | 10     | 4     |
|        | 23～60歳 | 64   | 61   | 25     | 21    |
|        | 61歳以上  | 15   | 13   | 20     | 6     |
|        | 外国人    | 2    | 0    | 1      | 0     |
|        |        |      |      |        |       |

表6 時間・場所・年齢別の集計表（10月21日）

|        |        | (人)  |      |        |       |
|--------|--------|------|------|--------|-------|
| 時間     |        | ①浅草橋 | ②中央橋 | ③船乗り場前 | ④倉庫群前 |
| 10～11時 | 0～22歳  | 118  | 17   | 103    | 1     |
|        | 23～60歳 | 53   | 40   | 70     | 13    |
|        | 61歳以上  | 40   | 24   | 24     | 8     |
|        | 外国人    | 0    | 0    | 1      | 0     |
|        |        |      |      |        |       |
| 11～12時 | 0～22歳  | 34   | 2    | 14     | 1     |
|        | 23～60歳 | 126  | 77   | 42     | 28    |
|        | 61歳以上  | 23   | 14   | 13     | 8     |
|        | 外国人    | 0    | 0    | 1      | 0     |
|        |        |      |      |        |       |
| 12～13時 | 0～22歳  | 29   | 4    | 9      | 1     |
|        | 23～60歳 | 93   | 52   | 48     | 40    |
|        | 61歳以上  | 26   | 3    | 22     | 8     |
|        | 外国人    | 0    | 10   | 5      | 5     |
|        |        |      |      |        |       |
| 14～15時 | 0～22歳  | 41   | 10   | 9      | 0     |
|        | 23～60歳 | 154  | 35   | 47     | 10    |
|        | 60歳以上  | 66   | 9    | 3      | 2     |
|        | 外国人    | 0    | 0    | 1      | 0     |
|        |        |      |      |        |       |
| 15～16時 | 0～22歳  | 38   | 12   | 6      | 4     |
|        | 23～60歳 | 148  | 33   | 30     | 18    |
|        | 61歳以上  | 45   | 1    | 4      | 2     |
|        | 外国人    | 2    | 0    | 0      | 0     |
|        |        |      |      |        |       |

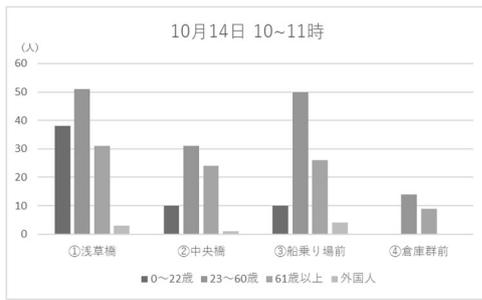


図3 10月14日 10~11時の推移

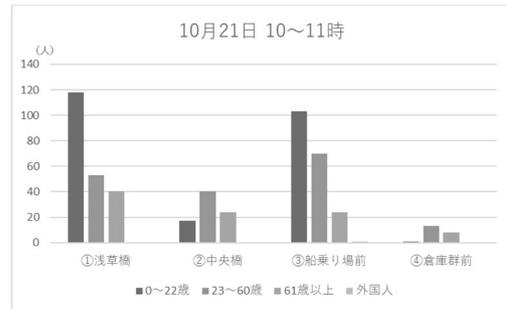


図8 10月21日 10~11時の推移

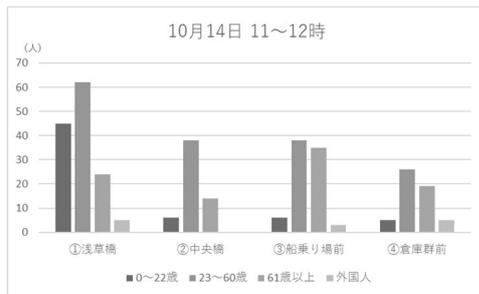


図4 10月14日 11~12時の推移

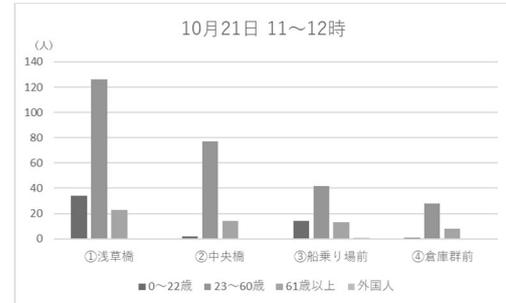


図9 10月21日 11~12時の推移

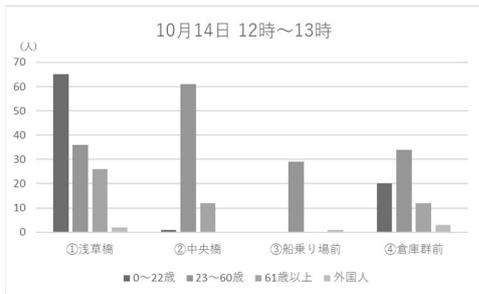


図5 10月14日 12~13時の推移

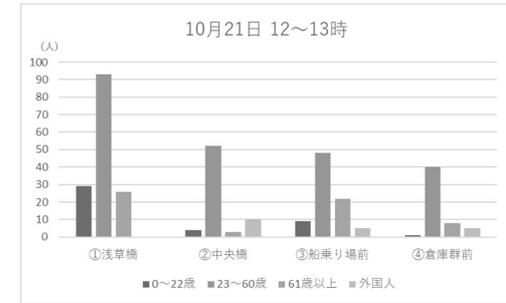


図10 10月21日 12~13時の推移

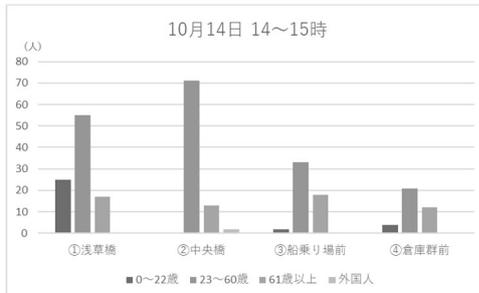


図6 10月14日 14~15時の推移

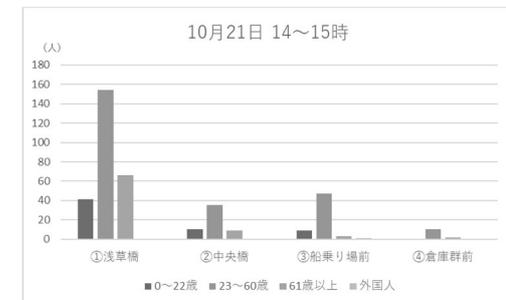


図11 10月21日 14~15時の推移

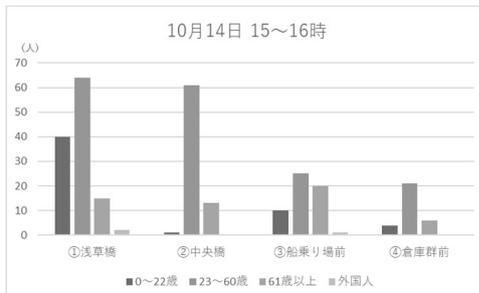


図7 10月14日 15~16時の推移

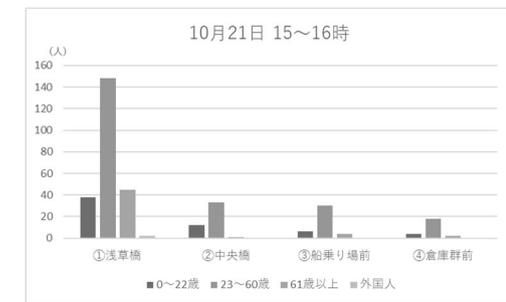


図12 10月21日 15~16時の推移

## 4.2 俵夫への聞き取り調査結果

②中央橋付近で客待ちをしている俵夫3名に聞き取りを行った。以下に結果を示す。

質問①：北運河周辺を目的とした観光客は北運河の何を見にきているか。

答 え：北運河を名指しする観光客は、ほぼおらず俵夫の方から提案する。

質問②：1日の中で何割の客が北運河観光ルートを選ぶか。

答 え：ほぼ全員に勧めており、断る観光客もほぼいない。

質問③：北運河のどのポイントを紹介しているか。

答 え：一度も改修されていない運河と、倉庫群などの歴史的建築物を絡め、歴史や運河の美しさについて説明している。

## 5. まとめ

本研究では小樽市の運河中心部から北運河北端部への人流調査を行い、その傾向を考察した。その結果、飲食店などの店舗の有無、修学旅行の学生の存在、天候など、歩行者数の増減の要因となる項目をいくつか挙げる事ができた。現在コロナ禍が落ち着き、インバウンドの旅行者が増加している。また2024年6月には旧日本郵船株小樽支店の修理工事が完了予定であり、北運河への注目度が高まっている。今後はこの結果を基に、北運河周辺の活性化に繋がる案の検討が求められる。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、小樽市建設部新幹線・まちづくり推進室の皆様、多大な御協力を頂いたことに謝意を表す。

## <注>

- ※1 英語「encounter」の「偶然に出くわすこと（遭遇）」という意味から生まれた単語。街頭にて、カウンターを用いて歩行者数を計測する。
- ※2 観光クルーズ船や釣り船等、複数の観光船の乗船場所南端の歩道。
- ※3 旧増田倉庫、旧広海倉庫、旧右近倉庫の前面道路。運河公園を越え進んできた歩行者をカウントする。

※4 二人乗りの人力車を引きながら要所で乗客に観光案内を行う車引き。小樽運河沿いの中央橋付近で客待ちをしている。

※5 小樽市色内3丁目10-21旧増田倉庫横にある店舗「ソフトクリームじゃんけん」

※6 小樽市色内3丁目3-21旧洪澤倉庫内及び近隣に飲食店が並ぶ。出入口は運河沿いではなく色内大通りとなる。

※7 北運河北端部を海側へ曲がり散歩する者が多い。

## <参考文献>

- 1) NPO法人OBM：北運河および周辺地域観光戦略プラン,2014.3.
- 2) 鎌田敏之：エンカウンター調査に基づく賑わい空間分布に関する研究 - 愛知県岡崎市 QURUWA戦略地区を対象として -, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東),2020.9.
- 3) 小樽市産業港湾部観光振興室：小樽市まちなか観光にぎわいづくり調査業務報告書,2017.3.

# 小型全自動飲料充填機の開発

ー充填・打栓機能を備えた小型全自動飲料充填機とその並列運転管理システムー

江守 真<sup>\*1</sup>・谷岡 政宏<sup>\*2</sup>・茶碗谷 広志<sup>\*3</sup>

(令和5年11月1日受理)

## Development of a Compact Fully Automatic Beverage Filling Machine - Compact Fully Automatic Beverage Filling Machine with Filling and Capping Functions, and Its Parallel Operation Management System -

Makoto EMORI<sup>\*1</sup>, Masahiro TANIOKA<sup>\*2</sup> and Hiroshi CHAWANYA<sup>\*3</sup>  
(Received November 1, 2023 ; Accepted for Publication February 1, 2024)

A compact, entirely automated beverage filling machine has been developed for small to medium-sized beverage companies. The installation of multiple units may be done in parallel to attain an output capacity equivalent to larger machines and to prevent production interruptions caused by breakdowns. Small and medium-sized beverage producers who specialize in locally crafted beverages can now acquire affordable filling machines that cater to their production volumes and installation space requirements.

### 1. はじめに

飲料業界では、これまで長らく大手メーカーによる同一種類の飲料を大量につくるのが主流であったが、最近では、地域の特産品を使用した手作りのクラフト飲料が人気を集めだしている。また、燃料費の高騰による輸送費の問題やドライバー不足の問題、大量生産による工場周辺の渇水の問題<sup>1)</sup>が懸念されている。このため、地域の小規模工場で少量生産し、供給する方式が検討されている。

一方で飲料生産に不可欠な飲料充填機は、主に大型で大量生産が行える全自動型のものと小型で少量生産

を行う半自動型がほとんどで、中小規模生産に適した低価格の小型全自動飲料充填機は現在入手が困難である。

小型で全自動型の充填機が開発ができたなら、初期投資を抑えられることで、飲料業界へ新たに参入する際の負担を軽減でき、地域の小規模工場で地産地消の手作り飲料を生産するのにも適しており、飲料業界の活性化を促すことに繋がると考えられる。

また、生産規模に合わせた台数の小型全自動充填機を並列で運転することができれば、大型全自動充填機の生産能力を確保できる。加えて、故障発生時には

\* 1 生産機械システム技術科 (Department of Production Mechanic System Technology)

\* 2 東北職業能力開発大学校 生産電子情報システム技術科

(Tohoku Polytechnic College Department of Production Electronic and Information System Technology)

\* 3 東北職業能力開発大学校 生産電気システム技術科

(Tohoku Polytechnic College Department of Production Electric System Technology)

その充填機だけが停止するだけで、ほかの充填機は継続して生産できるので、全面停止という事態を回避できるという大きなメリットが考えられる。

このように有用性と拡張性を持った充填機の開発は、道内の主要産業である農業における食品加工分野に大きく貢献すると同時に、充填機のほとんどが道外から購入されている現状で、道内での生産・販売が可能となれば、道内機械製造業の活性化を促すと考えられる。

今回は、2022 年度に有限会社ユウアイ様から相談を受け、連携して取り組んだ「小型全自動飲料充填機の開発」の成果を報告する。

## 2. 開発コンセプト

一般に飲料充填機は、飲料充填工程のうち、ボトルリンス（洗浄）、ボトルフィラ（充填）、ボトルキャップ（キャップ供給・打栓）の3工程を1台で行うことができる機械のことである。飲料充填機の3工程を図1に示す。今回は、充填及び打栓機能を備えた小型全自動飲料充填機の開発を目標とした。

今回開発する飲料充填機は、一般的な作業台（幅×奥行×高さ：1800×900×900）上に設置が可能な大きさと、人が持ち運びできる重量を目標とした。その生産能力は、現在販売されている小型半自動充填機<sup>2)</sup>（生産能力：500～600本/時）を目安に毎時400本を目標とした。また、並列運転管理システムの開発を同時に行うことによって、生産能力を柔軟に拡大することが可能となり、最大16台の充填機を並列運転した場合、毎時6400本の生産能力となり、大型の全自

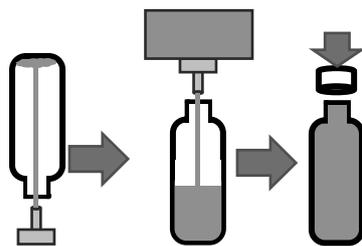


図1 飲料充填機の充填工程

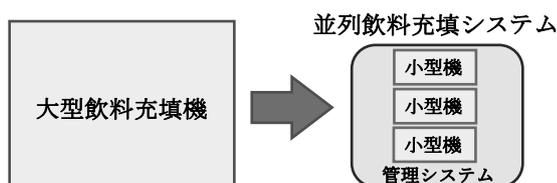


図2 並列運転システムのイメージ

表1 LBFの仕様

|               |                           |
|---------------|---------------------------|
| 充填飲料          | 水又は粘度の低い液体                |
| 対象ペットボトル      | 丸形 500ml (φ70×185)        |
| 対象キャップ        | NCフラップ(φ28mm)             |
| 生産速度          | 8～10 秒/本                  |
| 内部タンク容量       | 10L                       |
| 充填量制御方式       | 画像認識 (未完成)・タイマ方式          |
| ペットボトル搬入・搬出方式 | ベルトコンベヤ方式                 |
| 充填・打栓工程間の搬送方式 | ロータリテーブル方式                |
| 制御コントローラ      | PLC・マイコン                  |
| 本体サイズ・質量      | W1020×D604×H950 [mm]・71kg |
| 制御ボックスサイズ・質量  | W600×D400×H130[mm]・11kg   |
| 使用電源          | AC100V                    |
| 消費電力          | 最大 150W                   |

動充填機<sup>2)</sup>の生産能力にも匹敵する。並列運転システムのイメージを図2に示す。

## 3. 充填・打栓機能を備えた小型全自動飲料充填機の概要

本開発品の愛称は、小型ボトル充填機械より、Little Bottle Filler (以下 LBF)とした。

### 3.1 LBFの主な仕様

LBFの仕様を表1に、システム構成図を図3に示す。機械サイズは、一般的な作業台に設置可能なサイズとなった。連続生産時の生産能力は、供給、排出、充填、キャップ供給、打栓を同時に行うことにより、1本当たり8～10秒（360～450本/時）で生産することができた。また、最大16台まで並列稼働させることができる管理システムも開発した。

### 3.2 LBFの構成概要

LBFの構成は、LBF本体・制御ボックスから成り、

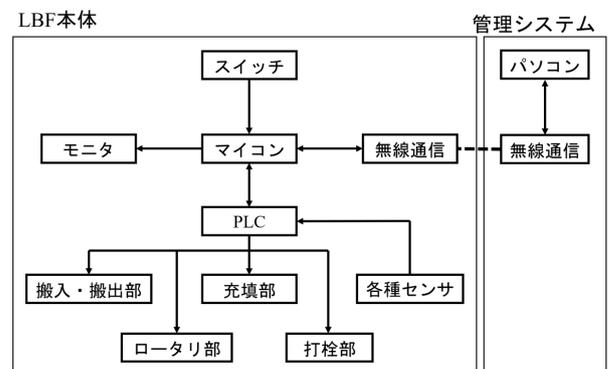


図3 LBFのシステム構成図<sup>3)</sup>

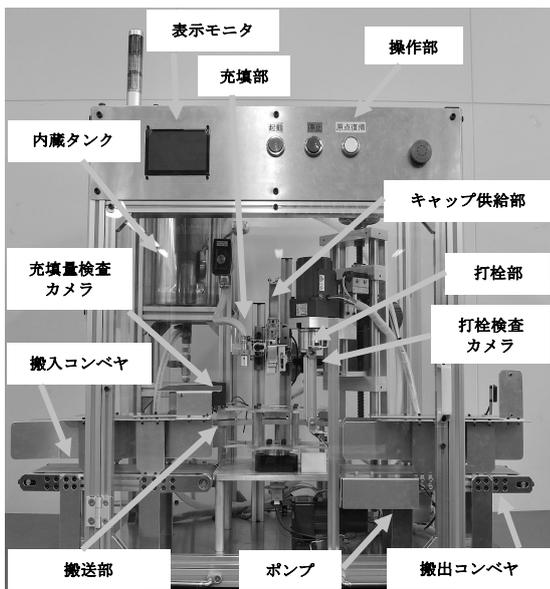


図4 LBF 本体構成図

外部の管理システムから複数台の管理ができる。

LBF 本体には、ペットボトルを搬入・搬出するベルトコンベヤが搭載されており、前工程や後工程の接続を可能にしている。充填工程とキャップ供給・打栓工程間のペットボトルの搬送は、ロータリテーブル方式とし、位置決めと搬送のタイミングの同期を取っている。LBF 本体の構成図を図4に示す。

### 3.3 LBF の動作概要

LBF の動作は、5工程から成る。LBF の動作概要を表2に示す。それぞれの工程の位置決めはロータリテーブルで行われる。

## 4. 各部の機構

### 4.1 搬送部の機構

搬送部のポイントは、搬入されたペットボトルを飲

表2 LBF の動作概要

|         |   |
|---------|---|
| ①搬入     | ・ベルトコンベヤでペットボトルを搬入する                            |
| ②飲料充填   | ・ノズルより飲料が注がれる<br>・充填量は画像（未完成）及びタイマで計測する         |
| ③キャップ供給 | ・ストックからキャップを供給する<br>・供給されたキャップを取付ける             |
| ④打栓     | ・取り付けられたキャップを巻締める<br>・キャップ取り付け・巻締めを画像（未完成）で検査する |
| ⑤搬出     | ・ベルトコンベヤでペットボトルを搬出する                            |

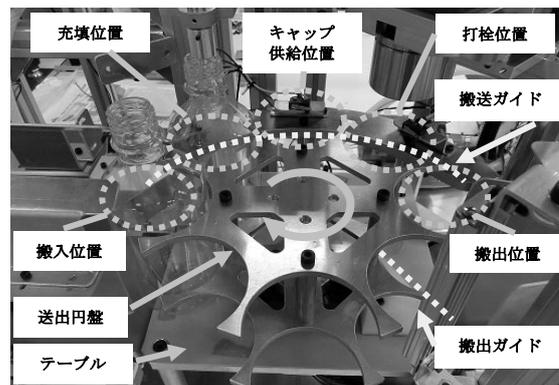


図5 搬送部の機構

料充填・キャップ供給・打栓の工程に切り分けることである。今回採用したロータリ型の搬送機構では、連続的に送られたペットボトルは、回転・停止を繰り返す送出円盤で同期を取って、分離・位置決め・各工程（①～⑤）実施後に後工程に送られる。同時に5工程を行うことで、本機に備える充填ノズルは1つであるが、1本の生産にかかる時間を短くすることができる。搬送部の機構を図5に示す。

### 4.2 充填部の機構

充填部は、タンクに貯められている飲料をポンプで送り出し、充填ノズルを通してペットボトルに注ぐ。供給停止は、電磁弁を利用する。充填部のポイントは、常に一定量飲料を充填することである。充填量の目安として重視されるのは、容量の誤差よりも、充填高さが一定であることである。これは消費者が、同じ飲料ボトルを見比べた際に、充填高さのばらつきをより気にすることが理由である。そのため、直接的に検査できる画像処理と間接的な充填時間を計測する方法で充填量を計量することにした。充填部の機構を図6に示す。

充填量検査は、画像処理、画像認識を用いる。仕組みは、液面が光を反射し周りよりも輝度が高くなるの



図6 充填部の機構

を利用することで、充填高さの位置の判断を行い、目標の液面高さに達すると電磁バルブを閉じて充填を停止する。

この方法を使用した場合、室内の照明などの外乱が結果に影響を与えるおそれがあるため、逆光方向から照明を当てて外乱による影響を最大限抑えることにした。

また、画像データをトリミング、輝度・彩度などのフィルタ処理を最適化することで処理の高速化と誤認識防止を行う。

今回は、画像での検査の実現は未完成となり、充填時間の計測で充填量を計量した。実験<sup>4)</sup>では、サンプル数 251 本に対して、充填量の事前目標値 (487.5g～512.5g) に対して良品率が約 98%となった。

### 4.3 キャップ供給部の機構

半自動充填システム<sup>2)</sup>では、キャップの供給と取付けは作業者によって行われ、巻締めには機械を使用している。本機では、これらを全自動化する。ポイントは、キャップを供給し、ペットボトルの飲み口に載せることであるが、ただ載せただけでは次工程に送る途中で落下してしまう可能性がある。それを防ぐためには、キャップを載せた後に、軽く押し付けることが必要であり、人間の手で行う際は、微妙な力加減と力がかかる位置のバランスを取りながら行っている。このことを参考に開発したキャップ取付けイメージ図を図 7 に示す。キャップ供給部では、図のとおり、支持板とローラによってキャップを保持し、ペットボトルがその真下を通過することにより、キャップの取り付けが行われる。ただし、この状態ではキャップの締め付けまでは行われていない。

### 4.4 打栓部の機構

打栓部では、キャップ供給部で取り付けられたキャ

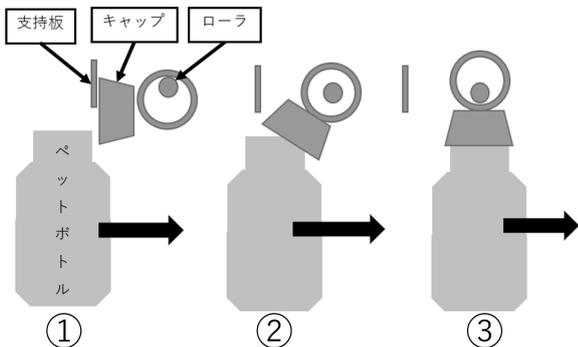


図 7 キャップ取付けイメージ図<sup>5)</sup>

ップを最後まで締め付ける。今回は、半自動充填システム<sup>2)</sup>を参考に、キャップを掴むグリップ部を回転させながら上下させる機構とした。グリップ部は、テーパ形状をしたシリコン素材とし、締め付けに必要な程良いグリップ力と締め付け完了後の空回りを可能にした。これにより、締め付け完了確認をセンサ無しとし、打栓前後に画像での確認 (未完成) とした。打栓部機構を図 8 に示す。

打栓前キャップ検査では、口部のグレースケール画像の色の濃淡や明るさを取得し、色検出しきい値範囲外であればキャップが正しく供給されておらず、打栓が行えない状態、すなわち打栓前不良であると判別される。打栓前キャップ検査動作イメージを図 9 に示す。

打栓後キャップ検査では、キャップが斜めに打栓されていないか、またはキャップが口部の底から浮いていないかを判別する。打栓終了後、口部の画像を撮影



図 8 打栓部機構

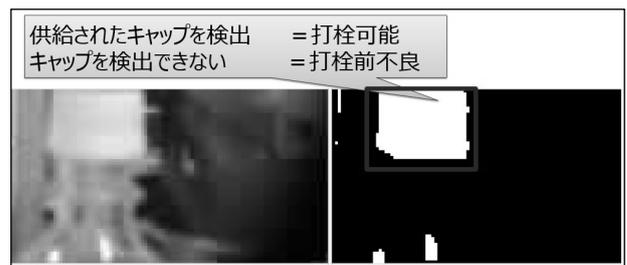


図 9 打栓前キャップ検査動作イメージ

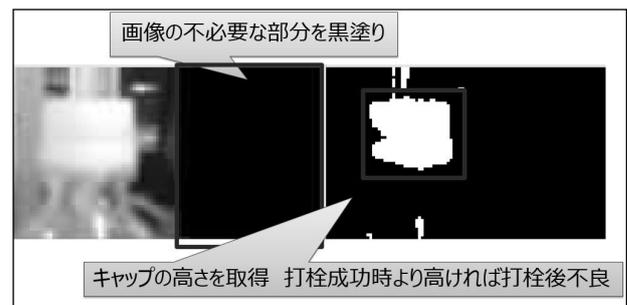


図 10 打栓後キャップ検査動作イメージ

し、不必要な情報を取り除くため、トリミングや黒塗り加工を行ってからキャップの高さを取得し、あらかじめ設定した打栓成功時のキャップの高さより高ければ打栓後不良と判別される。打栓後キャップ検査動作イメージを図 10 に示す。

### 5. 並列運転管理システム

LBF は 1 台の運転も可能であるが、複数台並列で使用することで生産量に合わせた使い方もできる。複数台使用したときに稼働状況や機械の状態を一括管理できるのが並列運転管理システムである。導入は、一般向けのパソコンに、開発したソフトウェアをインストールすることで LBF 本体とは離れた場所で無線通信により、接続できる。

機能は、動作管理、生産終了ログ確認、エラー情報確認、アカウント管理、LBF 追加の 5 つを備える。

動作管理機能は、動作管理画面から最大 16 台の稼働状態が確認できる。各 LBF の状態は緑・黄・赤・灰の 4 色で、それぞれ生産中、停止中、エラー or 緊急停止、オフラインを表している。各 LBF は動作管理詳細画面から詳細情報の確認と生産・停止・緊急停止の操作ができる。動作管理画面を図 11 に示す。



図 11 動作管理画面

| 生産終了情報              |                     |      |       |     |      |
|---------------------|---------------------|------|-------|-----|------|
| 生産開始日時              | 生産終了日時              | 生産個数 | 増設LBF | 生産者 | 不足個数 |
| 2023-01-30 11:23:24 | 2023-01-30 11:29:09 | 196  | LBF1  | LBF | なし   |
| 2023-01-30 14:50:27 | 2023-01-30 15:04:23 | 3    | LBF1  | LBF | なし   |
| 2023-01-30 15:06:01 | 2023-01-30 15:08:43 | 3    | LBF1  | LBF | なし   |
| 2023-01-30 15:09:19 | 2023-01-30 15:25:59 | 3    | LBF1  | LBF | なし   |
| 2023-01-30 15:26:36 | 2023-01-30 15:38:25 | 3    | LBF1  | LBF | なし   |
| 2023-01-30 15:39:55 | 2023-01-30 15:58:21 | 3    | LBF1  | LBF | なし   |
| 2023-01-30 15:59:32 | 2023-01-30 16:00:38 | 3    | LBF1  | LBF | なし   |
| 2023-01-30 16:05:35 | 2023-01-30 16:10:15 | 3    | LBF1  | LBF | なし   |
| 2023-01-30 16:10:45 | 2023-01-30 17:01:05 | 3    | LBF1  | LBF | なし   |
| 2023-01-30 17:03:12 | 2023-01-30 17:05:31 | 3    | LBF1  | LBF | なし   |

図 12 生産終了画面(一部分)

| エラーログ  |                     |               |                       |
|--------|---------------------|---------------|-----------------------|
| LBF1   |                     |               |                       |
| エラーコード | エラー発生時刻             | エラー発生場所       | 対応表                   |
| 12     | 2023-02-09 15:05:26 | 充填・打栓・キャップ供給部 | 緊急性が低いです。異常に連絡してください。 |
| 12     | 2023-02-09 15:06:22 | 充填・打栓・キャップ供給部 | 緊急性が低いです。異常に連絡してください。 |
| 12     | 2023-02-09 15:05:17 | 充填・打栓・キャップ供給部 | 緊急性が低いです。異常に連絡してください。 |
| 12     | 2023-02-09 15:03:21 | 充填・打栓・キャップ供給部 | 緊急性が低いです。異常に連絡してください。 |
| 12     | 2023-02-09 15:03:04 | 充填・打栓・キャップ供給部 | 緊急性が低いです。異常に連絡してください。 |
| 12     | 2023-02-09 15:02:10 | 充填・打栓・キャップ供給部 | 緊急性が低いです。異常に連絡してください。 |
| 12     | 2023-02-09 14:58:57 | 充填・打栓・キャップ供給部 | 緊急性が低いです。異常に連絡してください。 |
| 12     | 2023-02-09 14:58:39 | 充填・打栓・キャップ供給部 | 緊急性が低いです。異常に連絡してください。 |
| 12     | 2023-02-09 14:58:17 | 充填・打栓・キャップ供給部 | 緊急性が低いです。異常に連絡してください。 |

図 13 エラー詳細確認画面(一部分)

生産終了ログ確認機能は、生産終了時に選択した LBF の過去 100 件の生産状況をログとして確認をすることができる。生産終了画面を図 12 に示す。

エラー情報確認機能は、エラー詳細確認画面で LBF 毎の過去に発生した直近のエラー 100 件を一目で確認することができる。発生したエラーは本システムのデータベース上に保存されている。エラー詳細確認画面を図 13 に示す。

アカウント管理機能は、管理者ユーザーであればアカウントの作成・削除・更新ができ、一般ユーザーであれば自分のアカウントの更新のみ行うことができる。

LBF 追加機能は LBF を管理システムに最大 16 台登録することができ、登録後は登録済 LBF が動作管理画面に表示される。

管理システムは Python 3 で記述し、PLC との通信はライブラリ fx5.py<sup>6)</sup>を使用して SLMP で行った。

今回は LBF が時間と予算の関係から 1 台だけの開発であったため、複数台使用の確認はできていない。

### 6. LBF の制御部

制御用マイコンに BeagleBoard.org Foundation の BeagleBone Black を使用し、LBF の動作状態の確認及び管理システムとの通信を行っている。三菱製 PLC FX5U-32MR/DS と入力増設ユニット FX5-8EX/ES を使用して、LBF の制御、エラー発生時の処理を行っ

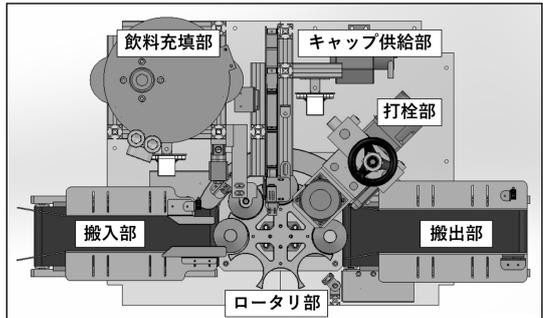


図 14 動作部配置図

ている。

搬入部、飲料充填部、キャップ供給部、打栓部、搬出部、ロータリ部の6つの動作部をPLCで制御している。動作部配置図を図14に示す。

また、LBFの動作モードを変更するための操作部もPLCで制御している。LBFの操作パネルを図15に示す。

LBF本体には、動作状態を確認するためのモニタを備えている。モニタ画面を図16に、モニタに表示する項目を表3に示す。管理システムと同様にPLCとの通信を行うPythonプログラムを制御ボックスの中に設置したミニPC(CHUWI LarkBox Pro)で動作させている。



図15 LBFの操作パネル

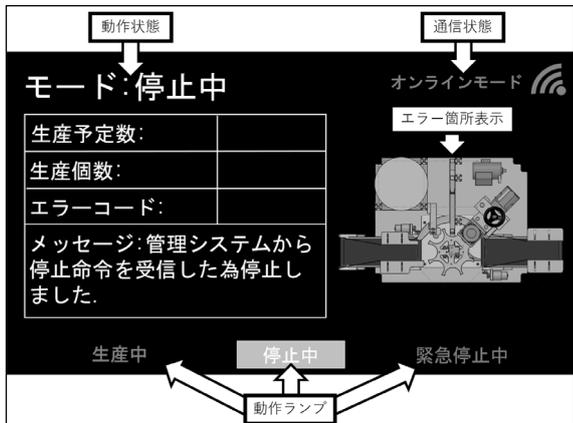


図16 モニタ画面

表3 モニタ表示項目

| 項目      | 内容                            |
|---------|-------------------------------|
| 動作状態    | LBFの現在の動作状態を表示                |
| 通信状態    | 現在の通信状態を表示                    |
| 生産予定数   | 個数指定生産時に指定された個数を表示            |
| 生産個数    | 生産開始から生産された個数を表示              |
| エラーコード  | エラー発生時にエラーに対応したエラーコードを表示      |
| メッセージ   | 状況に応じたメッセージを表示                |
| エラー箇所表示 | エラー発生時にLBFの平面図の該当箇所を赤色の四角でマーク |
| 動作ランプ   | 現在の動作状態に応じて該当箇所の文字と背景の色が変化    |

## 7. おわりに

2022年度は、小型全自動飲料充填機として、ペットボトルの搬入から充填・キャップ供給・打栓、そして排出まで1台で行える全自動機を開発できた。

目標としていた充填量を画像で検査することはできなかったが、生産時間、機械サイズ、全自動化など、ほとんどが目標通りできた。特に、キャップ取付けをするキャップ載置機構と小型充填機を複数台並列で使用できる一連のシステムは、特許を出願するほど相談企業の評価は高かった。また、第18回北海道ポリテクビジョンにおいても最優秀賞であるものづくり大賞を受賞できた。

しかし、制御部の配線が複雑化したことや防水対策、メンテナンス性が十分でない、様々なペットボトルや飲料に十分対応できていないなど、まだまだ課題点は多く今後の改善が望まれる。今後の発展として、未完成であった充填量の画像による検査とボトルリンス機能を開発することを考えている。

最後に様々なアドバイスをいただいた有限会社ユウアイの米堂社長様をはじめ、社員の皆様、今回のテーマに1年間、チーム一丸でひたむきに取り組んだ開発課題Bチームの学生の皆様に感謝の意を表す。

### <参考文献>

- 1) 東洋経済 ONLINE : ボルヴィックだけじゃない！日本の水源枯渇危機, 2021.5, <https://toyokeizai.net/articles/-/431125>
- 2) 有限会社ユウアイ : 充填機, 2023.10, <https://yuaiinc.co.jp/fillingline/>
- 3)~5) 田岡他 : 小型全自動飲料充填機の開発, 応用課程 開発課題実習梗概集, No.22, p.42, p.49, P.46, 2023.3
- 6) GitHub - freedomikeppp/mitsubishi-fx5: 三菱FX5シーケンサを操作するPythonのサンプル, <https://github.com/freedomikeppp/mitsubishi-fx5>

# 鉄筋コンクリート構造・課題実習における WEBテスト等を活用したマネジメント力の指導法の開発と効果確認

正田 亨<sup>\*1</sup>

(平成5年11月1日受理)

## Development and Effect Confirmation of a Teaching Method for Management Skills Using Web Tests in Task Training of Reinforced Concrete Structure

Toru SHODA<sup>\*1</sup>

(Received November 1, 2023 ; Accepted for Publication February 1, 2024)

In this study, with the aim of effectively improving management skills, the target students undertook an initiative in which they explained the main points of their work to all students during the morning assembly of their practical training. Afterwards, they conducted some Web Tests to confirm whether they were able to communicate appropriately. The author conducted a questionnaire survey to measure the effectiveness of the teaching method.

### 1. はじめに

応用課程の習得目標として、「応用課程の考え方」<sup>1)</sup>では、養成する能力として「ヒューマンスキル」と「コンセプチュアルスキル」をあげている。

表1に3つの特性区分「課題発見・分析能力」「計画推進力」「組織力」そしてそれぞれの特性区分を形成する9つの能力項目を示す。これら9つの能力は、「コンセプチュアルスキル」である課題発見力、調査・分析力、課題解決提案力、マネジメント力、実践力と、「ヒューマンスキル」であるリーダーシップ力、チームワーク力、コミュニケーション力、プレゼンテーション力に分類されている。

応用課程修了者は、テクニカルスキル（TS）だけではなく、ヒューマンスキルやコンセプチュアルスキルを身に付けて修了することとなっている。建築系であれば、建築の専門的な授業や実習の中でテク

ニカルスキルはもちろんのこと、ヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルも習得する必要がある。

しかしながら、学生を観察していると彼らはどうしてもテクニカルスキルの習得に意識がいきってしまう、ヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルの習得については重要視していないという現状の課題がある。

応用課程では、“ものづくり現場を担う将来のリーダー”として企業の発展に貢献できる職業人を育成

表1 特性区分と能力項目

| 特性区分            | 課題発見・分析能力 | 計画推進力        | 組織力         |
|-----------------|-----------|--------------|-------------|
| 能力項目            | ①課題発見力    | ④マネジメント力     | ⑦チームワーク力    |
|                 | ②調査・分析力   | ⑤実践力         | ⑧コミュニケーション力 |
|                 | ③課題解決提案力  | ⑥リーダーシップ力    | ⑨プレゼンテーション力 |
| ①～⑤ コンセプチュアルスキル |           | ⑥～⑨ ヒューマンスキル |             |

\* 1 建築施工システム技術科 (Department of Advanced Architectural Technology)

することを目標に挙げている。筆者が担当する応用課程に在籍する学生の就職先の多くは、建設業での施工管理職種であり、その主な業務は、建設現場の進捗管理、工事調整などのマネジメントである。そこで、本研究では、企業が求める人材を育成するために就職後、直ちに必要となるマネジメント能力の養成を図るための指導法の開発を目的とした。

「応用課程の考え方」<sup>1)</sup>によると「マネジメント力」は「課題解決の手順や方法を確実に進めるため、工程・日程・人材・他部門との関係・予算・リスク等の観点からプロジェクトを実行する計画を立て、進捗を調整する能力」と定義されている。

表2にマネジメント力養成の判断基準として使用する具体的な能力項目を示す。この表は、ヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルのアンケート調査に使用した能力別質問シート<sup>2)</sup>の一部である。本研究では、「マネジメント力」をこの5番から10番の6つの能力と定義付けた。

この「マネジメント力」の取り組みを行うことで、学生が社会に出て現場監督としてすぐに役立つ能力を身に付けて卒業することができると思う。

本研究では、ヒューマンスキル・コンセプチュアルスキル全般に対する意識付けのための授業を行い、アンケート調査によりヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルの習得状況を把握し、更なる養成が必要と思われる「マネジメント力」の指導法を開発し、効果確認することを目的とする。

表2 マネジメント力養成の判断基準として使用する具体的な能力項目（質問項目）

| 大区分   | 番号 | 評価する能力要件            | 能力項目                    |
|-------|----|---------------------|-------------------------|
| 計画推進力 | 5  | マネジメント力<br>(計画・調整力) | 他者にプロジェクトの目的（意図）を説明できる。 |
|       | 6  |                     | プロジェクトの目標（仕上がり）を説明できる。  |
|       | 7  |                     | プロジェクトの全体計画を立てられる。      |
|       | 8  |                     | プロジェクトの進行状況を説明できる。      |
|       | 9  |                     | プロジェクトの各工程に必要な事前準備ができる。 |
|       | 10 |                     | プロジェクトの進捗を調整できる。        |

## 2. 研究の方法

鉄筋コンクリート構造（RC造）の課題実習は、6月から11月まで実施している3年生の14単位の専攻実技である。本課題実習の令和4年度の施工管理班編成は、表3に示すように、管理班、解体・仮設工事班、施工図班、型枠工事A班、型枠工事B班、鉄筋工事A班、鉄筋工事B班と7つの役割班で構成されている。

図1に、鉄筋コンクリート構造（RC造）・課題実習と具体的な取り組みのスケジュールを示す。本研究の取り組みは、令和4年度の北海道職業能力開発大学校建築施工システム技術科応用課程（Ⅱ・Ⅲ期）で行った。

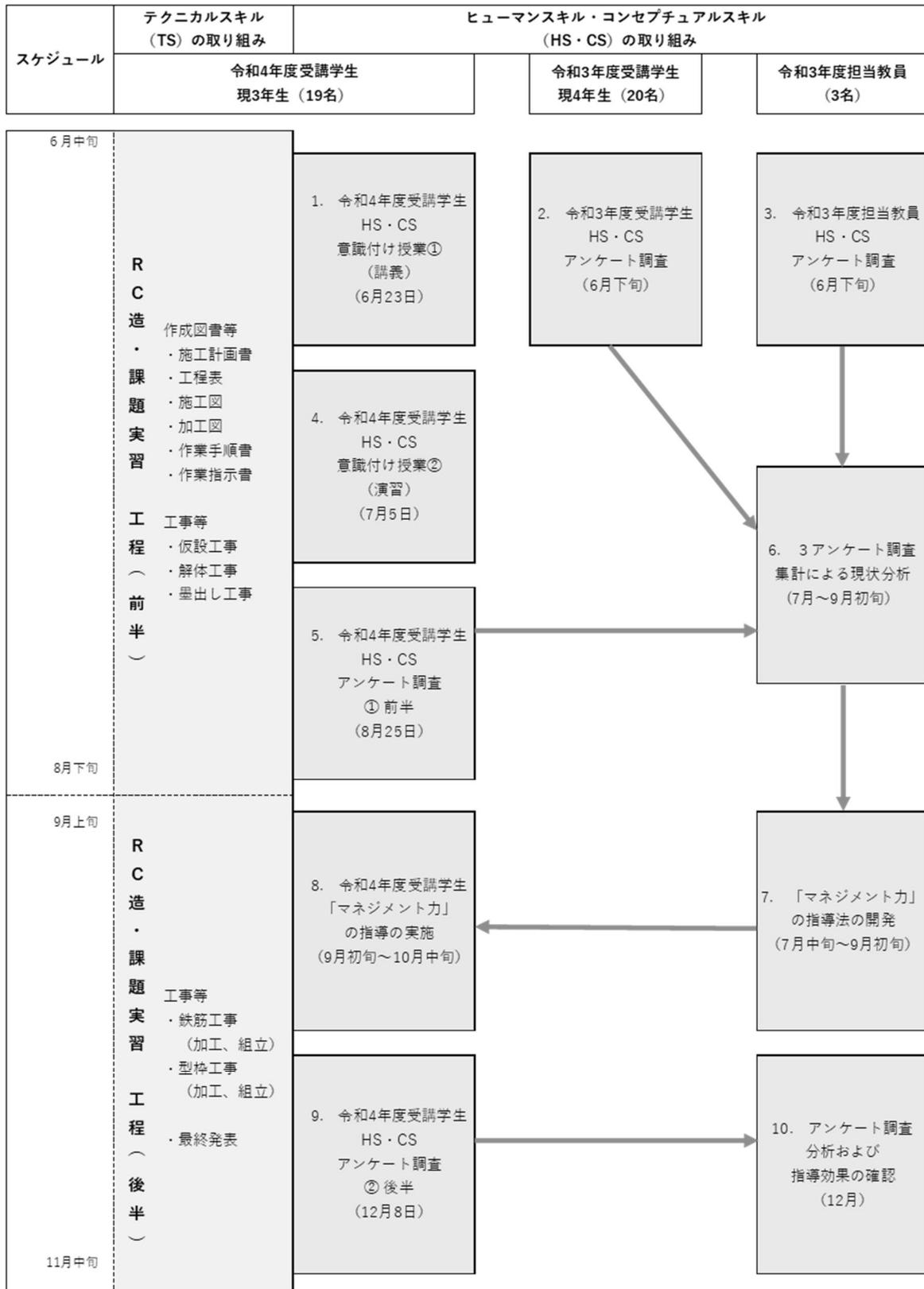
ヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルを効率的に習得するには、この課題実習の中でヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルを学ぼうとしていることを意識しながら行動する必要があると考える。

そこで、初めに令和4年度、この課題実習を受講する学生（19名）に対してヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルの概要に対する意識付けのために授業を行った。教員の講義と演習を通してヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルの必要な場面を学生に考えさせ、発表させることで養成能力に対して意識させた。

次に学生や教員に対してヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルがどの程度習得できたと感じているのか、アンケート調査を実施した。このアンケート調査は、令和3年度この課題実習を受講し

表3 令和4年度の施工管理班編成

| 役割名      | 人数  |
|----------|-----|
| 管理班      | 2名  |
| 解体・仮設工事班 | 2名  |
| 施工図班     | 3名  |
| 鉄筋工事A・B班 | 6名  |
| 型枠工事A・B班 | 6名  |
| 合計       | 19名 |



注釈：北海道職業能力開発大学校建築施工システム技術科 応用課程の鉄筋コンクリート構造・課題実習で行った。

図中のHSは、ヒューマンスキルをCSは、コンセプチュアルスキルを示す。

図1 課題実習と具体的な取り組みのスケジュール

た学生（20名）と担当した教員（3名）に対して、令和4年6月下旬に実施した。令和4年度この課題実習を受講している学生に対しても同様のアンケート調査を令和4年8月25日（前半終了時点）に実施した。その後これら3つのアンケート調査を分析し、現状把握を行った。その結果等から、マネジメント力の向上に足りない要素をあらいだし、不足する項目を向上させるためのマネジメント力の指導法を開発した。そして課題実習の後半で令和4年度受講学生に対し、指導を実施した。課題実習終了後、再度アンケート調査を実施し、指導効果を確認した。

本報告中で使用する課題実習の「前半」とは、施工計画書、工程表、施工図、加工図、作業手順書、作業指示書などの書類作成までの作業を示し、「後半」とは、鉄筋工事の加工と組み立て、型枠工事の加工と組み立てなどを示す。（以下、「前半」「後半」と称す。）

### 3. 令和3年度受講学生に対するアンケート調査および分析

この実習の取り組みの中でヒューマンスキル・コンセンチュアルスキルがどの程度習得できたかを確認するために令和4年6月下旬、令和3年度受講学生（20名）に対しアンケート調査を実施した。これらの学生は前年度ヒューマンスキル・コンセンチュアルスキルの意識付けの講義を受けていない。表4に応用課程で養成する能力とアンケート項目を示す。このアンケート調査の内容の一つは、実習を前後半に分け①～⑨の各能力についてどの程度養成されたと感じるかを5段階で自己評価する質問である。二つ目は、実習を通して「重要だと感じた能力」、「あまり重要だと感じなかった能力」各3つ選択する質問である。アンケートの調査用紙は、能力別質問シート<sup>[2]</sup>を参考に作成した。また、学生の自己評価のみでは公正に評価できていない場合もあるため、令和3年度受講学生を指導した教員3人にも同様のアンケート調査を実施し客観性を担保した。本報告では紙面の都合上、調査結果については割愛する。

令和3年度受講学生に対するヒューマンスキル・コンセンチュアルスキルのアンケート調査結果を図2に示す。このグラフは、横軸が養成する各能力と

なっており、折れ線グラフが養成能力の自己評価の5点満点の平均点数となっている。

実習終了時の養成能力の自己評価は、実践力（3.78）が最も高く、続いてリーダーシップ力（3.50）、チームワーク力（3.45）、コミュニケーション力（3.42）の順となった。また、コミュニケーション力が重要だと感じた学生は、70%で、最も高く、続いてリーダーシップ力（55%）、実践力（55%）、マネジメント力（50%）の順であった。あまり重要だと感じていない能力は、プレゼンテーション力（70%）、課題発見力（55%）、調査分析力（55%）の順であった。養成能力の自己評価点については概ね前半から後半にかけて全てのスキルで1ポイント程度上昇している。

表4 養成する能力とアンケート項目

|         | 課題発見・分析能力   | 計画推進力     | 組織力         |
|---------|---|-----------|-------------|
| 養成する能力  | ①課題発見力  | ④マネジメント力  | ⑦チームワーク力    |
|         | ②調査・分析力   | ⑤実践力      | ⑧コミュニケーション力 |
|         | ③課題解決提案力  | ⑥リーダーシップ力 | ⑨プレゼンテーション力 |
| アンケート項目 | 1. ①～⑨の養成能力をRC造・課題実習の前半終了時と後半終了時、5段階で自己評価する。質問数は全29問。 |           |             |
|         | 2. ①～⑨の養成能力の中で、重要だと感じた能力、あまり重要だと感じなかった能力をそれぞれ3つ選択する。  |           |             |

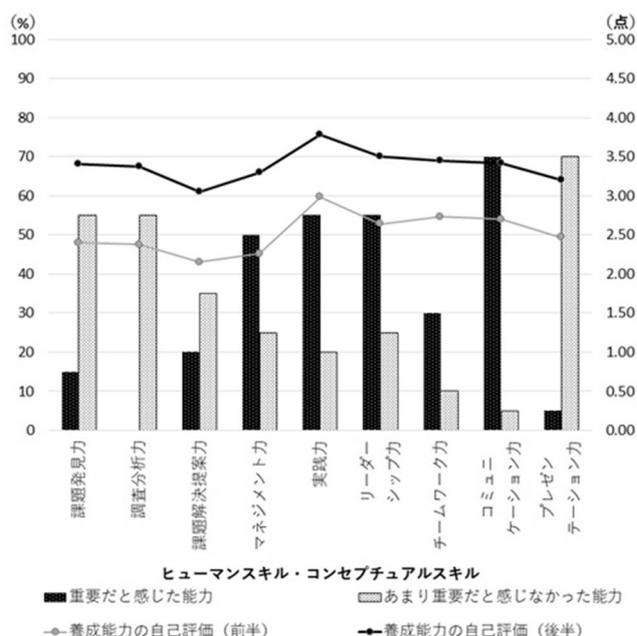


図2 令和3年度受講学生に対するアンケート調査結果

#### 4. マネジメント力の指導法の開発

既述の通り、「マネジメント力」は「課題解決の手順や方法を確実に進めるため、工程・日程・人材・他部門との関係・予算・リスク等の観点からプロジェクトを実行する計画を立て、進捗を調整する能力」と定義されている。つまり、あるプロジェクトを組織的に実行していくには、成果を上げることが前提であり、その時の「マネジメント力」には、上記の様な能力が必要とされるのである。このことを踏まえ、「マネジメント力」の一端を担うような能力養成ができる指導法が開発できればと考える。

実際の建設現場では納期を厳守することが絶対であり、そのためには手待ちを防ぐため他の工事の進捗状況の把握と工事をやり直す手戻りをさせないことが重要である。そのために、施工管理業務に携わる現場監督は、施工計画を行い、その施工計画を基に各職人に作業を指示し、そしてその指示が職人に伝わったかを確認するといった流れを行う。この職務内容はまさに「マネジメント力」である。課題実習の中でこの流れを的確に実施させることにより「マネジメント力」に必要な能力養成が可能であると考え、本研究で実施することとした。表3の令和4年度施工管理班編成に示した班員は全員が作業の一部分の作業主任者（リーダー、サブリーダーを含む）となることとした。例えば、ある鉄筋工事A班の学生は、「図面X1通り2本の柱の鉄筋で加工・組立て」の作業主任者になっている。そこで、その学

生は、作業主任者として担当している作業について、「作業要点説明」と「WEBテスト」を行うこととする。

この課題実習では実際の現場と同様の施工管理体制をとり、専門工事ごとに作業を実施している。令和3年度以前の取り組みでは担当した工事の専門性を高めることはできる。しかしながら、担当外の内容については理解が不十分になるという可能性が生じる。マネジメント力の向上には他の工種の理解が必要であるために、担当者が作業要点や進捗状況を説明することと同時に、他者が他の作業要点や進捗状況を聴く機会を設けた。このことにより、作業要点を説明する学生もそれを聴く学生もマネジメント力が向上すると考えた。この令和4年度の取り組みは、自らの作業内容の明確化、進捗状況の把握、他の工種との調整を行わなければならない、発表することでプレゼンテーション力、コミュニケーション力も向上すると考えた。

図3に、表2で示した能力別質問シートのマネジメント力に係る質問項目6題（番号5～10）と養成能力向上のための取り組みの関係を示す。課題実習の前半で学生達は、役割班ごとに施工計画書、工程表を作成し、自分らが担当する範囲で施工図、加工図、作業手順書、作業指示書を作成する。この取り組みでは、7番と9番の質問項目が向上すると考えた。令和3年度以前の課題実習では、前半でこの作業を行い、後半で作成した書類を基に共同で作業す

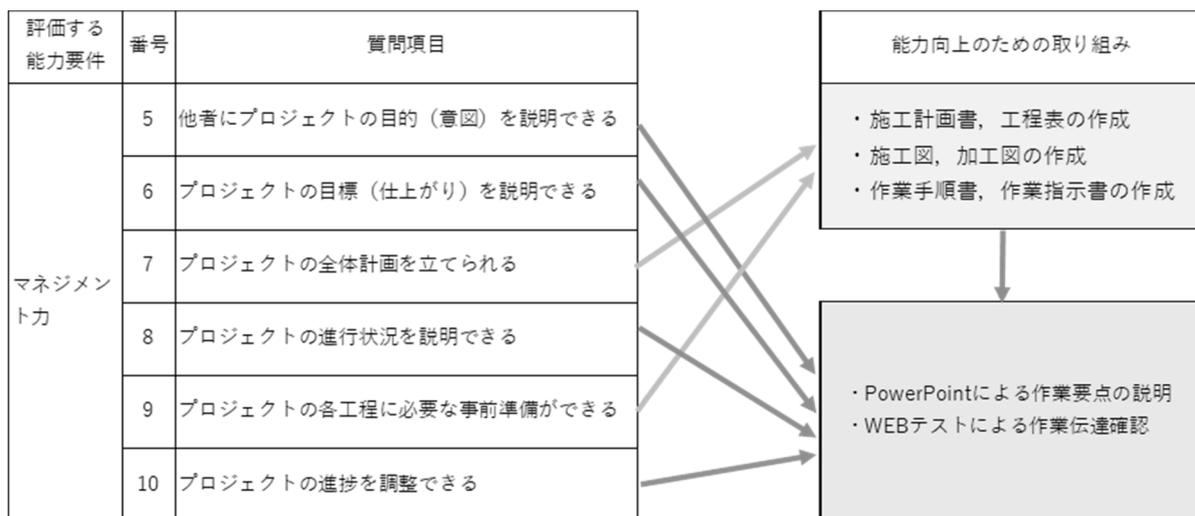


図3 マネジメント力の質問項目と能力向上のための取り組みの関係

る人だけに個別に伝えていた。令和4年度の指導法では、後半で個別に伝える形式から作業要点説明としてPowerPointを活用し全員に対して説明して伝える形式へ変更することとした。これは、他の作業要点や進捗状況を聴くことによって、課題実習の全体を把握することができ、自らの作業にも影響すると思ったからである。また説明終了後、その日の作業内容ならびに要点を共有するため、全員を対象とした確認のためのWEBテストを実施した。これはWEBを活用し、「Forms (Microsoft 社)」を使用して実施した。この取り組みでは、5番、6番、8番、10番の質問項目が向上すると考えた。

また、この「PowerPointによる作業要点説明」と「WEBテストによる作業伝達確認」の取り組みは、令和4年度の課題実習では、鉄筋工事班と型枠工事班が実施することとしたが、他の工種の説明を聴いたり、WEBテストを回答したりする他の学生たちにとっても、担当外の内容を理解することはマネジメント力の向上に繋がると考えた。

## 5. マネジメント力の指導法の実施

図4に作業要点説明の様子を示す。この説明は実習場で行った。

対象者は鉄筋工事班5名、型枠工事班5名、合計10名である。

作業要点説明では、作業指示書などをプロジェクターで投影し行った。作業指示書のフォーマットは、令和3年度に使用のものを引き続き使用している。同表には管理項目(QCDSE)毎に指示項目とその作業の先行作業と後続作業の2作業を記入することができる。説明者は作業指示書を用いて説明する。また、必要に応じて、図や文章を作成し、説明を行った。一人の説明時間は5分程度で、時間の都合から説明内容を加工または組立のどちらか一方の要点に絞ることとした。説明後に質問を受け付けることとした。学生の質問は毎回、数人からあり、場合によっては質問も含めて10分以上かかることもあった。

実習場での作業要点説明に引き続き、WEBテストを実施した。このWEBテストは、図3に示すように質問項目5、6、8、10番の能力向上を目的としている。その作業を行わない学生も作業を理解する



図4 作業要点説明の様子

\* このフォームでは名前の記録を行います、名前を入力してください。

1. 型枠を加工するとき、手戻りを減らすために注意すべきことは何でしょう

- 墨付けをして、切断やセバ穴あけが終わってからスケールで寸法を確認する。
- 墨付け終了後すぐにスケールで寸法を確認する。
- 図面通りに墨付けをした自信があるので目視で確認する。

2. セバレーターの穴あけは合板のどの面から開けるでしょう

- コンクリート打設面から
- 桧木取り付け面から
- どちらでもよい

図5 WEBテスト 問題画面の例 (型枠B班)



図6 WEBテスト 回答画面の例 (型枠B班)

ことを考えた。WEBテストの問題作成に当たっては、説明者が説明の前日までに教員と相談し、作業要点に重要なポイントを問題として「Forms (Microsoft 社)」を利用し作成した。そして「Teams (Microsoft 社)」上にあるこの課題実習の「チーム」に投稿することとした。学生たちは当日、実習場に自分のスマートフォンを持参し、作業要点説明後に各自 Teams 経由で Forms アクセスし、WEBテストに取り組んだ。図5にWEBテストの問題画面の例を示す。ある型枠工事B班の学生が実施した問題である。また、図6にそのWEBテスト回答画面を示す。このように回答を瞬時に集計し、グラフまで見ることができる。この取り組みでは、説明者が正解を発表し終了とした。今後は、その場で集計画面をプロジェクターで写したり、正答率などを発表したりすることも可能であると考えられる。また、インターネット接続の不具合により Teams にログインできない学生が時々いるのでWEBテストの問題をプロジェクターに写すことも必要になった。

## 6. 指導法の効果確認

### 6.1 年度別の取り組み

図7に本課題実習の年度別の取り組みを示す。

令和4年度受講学生に対する取り組みとして、同年6月23日と7月5日にヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルの意識付けのための講義と演習を全員に対して実施した。9月初旬から10月中旬にかけて「マネジメント力」向上のため、作業要点説明とWEBテストを実施した。この取り組みは、鉄筋工事班と型枠工事班で行った。

令和3年度受講学生に対しては、令和4年に前後半のアンケート調査を行った。

令和2年度受講学生に対しては、特に行っていない。

実習回数は、令和2年度は、65回、令和3年度は、77回、令和4年度は、64回でした。令和3年度の実習は、型枠工事班にミスがあったため、手戻りが発生し、大幅に実習が延長された。

これらの取り組みの効果確認として、アンケート調査による分析と令和2年度から4年度までの実績工程表による比較分析を行った。

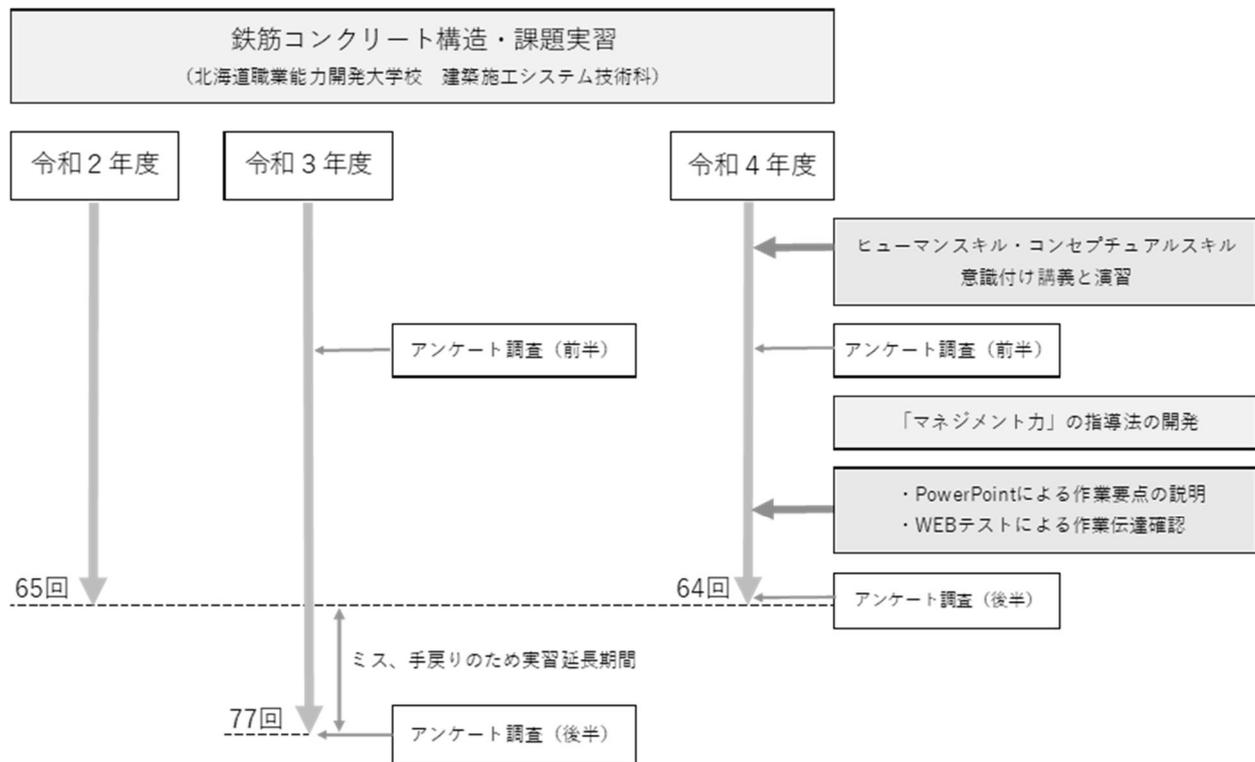


図7 課題実習における年度別の取り組み

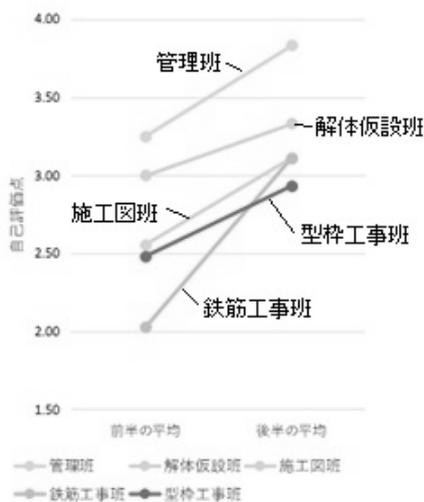


図8 役割班別・マネジメント力の自己評価点・前後半の比較 (令和4年度)

表5 役割班別・マネジメント力の各質問における自己評価点・前後半の平均およびその差 (令和4年度)

| 役割名   | 評価する能力要件 |  | マネジメント力 |      |      |      |      |       |
|-------|----------|--|---------|------|------|------|------|-------|
|       | 質問番号     |  | 5       | 6    | 7    | 8    | 9    | 10    |
| 管理班   | 前半・回答の平均 |  | 3.00    | 2.50 | 4.00 | 3.00 | 3.00 | 3.00  |
|       | 後半・回答の平均 |  | 3.50    | 3.00 | 4.00 | 4.00 | 4.50 | 4.00  |
|       | 前後半の差    |  | 0.50    | 0.50 | 0.00 | 1.00 | 1.50 | 1.00  |
| 解体仮設班 | 前半・回答の平均 |  | 3.00    | 3.50 | 2.00 | 3.50 | 3.00 | 4.00  |
|       | 後半・回答の平均 |  | 3.00    | 3.50 | 2.50 | 4.00 | 3.50 | 3.50  |
|       | 前後半の差    |  | 0.00    | 0.00 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | -0.50 |
| 施工図班  | 前半・回答の平均 |  | 2.67    | 2.33 | 2.67 | 2.33 | 3.00 | 2.33  |
|       | 後半・回答の平均 |  | 3.00    | 3.33 | 2.67 | 3.33 | 3.33 | 3.00  |
|       | 前後半の差    |  | 0.33    | 1.00 | 0.00 | 1.00 | 0.33 | 0.67  |
| 鉄筋工事班 | 前半・回答の平均 |  | 1.83    | 2.33 | 1.83 | 2.17 | 2.33 | 1.67  |
|       | 後半・回答の平均 |  | 3.17    | 2.67 | 3.33 | 3.33 | 3.00 | 3.17  |
|       | 前後半の差    |  | 1.33    | 0.33 | 1.50 | 1.17 | 0.67 | 1.50  |
| 型枠工事班 | 前半・回答の平均 |  | 2.40    | 2.40 | 2.40 | 2.80 | 2.40 | 2.40  |
|       | 後半・回答の平均 |  | 3.00    | 3.20 | 2.80 | 2.80 | 2.80 | 3.00  |
|       | 前後半の差    |  | 0.60    | 0.80 | 0.40 | 0.00 | 0.40 | 0.60  |

質問項目：5.他者にプロジェクトの目的(意図)を説明できる。6.プロジェクトの目標(仕上がり)を説明できる。7.プロジェクトの全体計画を立てられる。8.プロジェクトの進行状況を説明できる。9.プロジェクトの各工程に必要な事前準備ができる。10.プロジェクトの進捗を調整できる。  
備考：緑の網掛けは上昇値を示す。

## 6.2 令和4年度受講学生に対するアンケート調査及び分析

令和4年度受講生に対する効果確認のため、アンケート調査を12月(後半)に実施し、6月(前半)のデータと比較を行った。

図8にマネジメント力について、役割班ごとの自己評価平均点の比較を示す。管理班は、前半3.25、後半3.83、解体仮設班は、前半3.00、後半3.33、施工図班は、前半2.56、後半3.11、鉄筋工事班は、前半2.03、後半3.11、型枠工事班は、前半2.48、後半2.93となり、全ての役割班で前半と比較し後半でマネジメント力の自己評価点は上昇した。特に鉄筋工事班(+1.08)は他の役割班と比べて自己評価点が最も上昇した。

表5に、能力別質問シート<sup>2)</sup>の「マネジメント力」に関する質問(質問番号5~10番)で役割班ごとに前後半の回答の平均およびその差を示す。9番「プロジェクトの各工程に必要な事前準備ができる」では、前後半の差が、管理班1.5、解体仮設班0.5、施工図班0.33、鉄筋工事班0.67、型枠工事班0.4となり、全ての役割班で上昇した。「作業要点説明」と「WEBテスト」を実施した鉄筋工事班では全ての質問で上昇し、型枠工事班では8番以外の質問で上昇した。

また、本報告で図は掲載していないが、アンケート調査による分析では、課題実習の令和3年度受講学生と令和4年度受講学生に対して実施した前半と後半のアンケート調査により、ヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルの習得についての自己評価点の比較を行った。

令和3年度・前半と令和4年度・前半の比較では、ヒューマンスキル・コンセプチュアルスキル意識付け授業の効果に期待したものの、自己評価点の平均による比較では、大きな違いは確認できなかった。

令和3年度・後半と令和4年度・後半の比較では、「作業要点説明」や「WEBテスト」の取り組みの効果に期待したものの実習時間の延長があった令和3年度との比較となり、自己評価点の平均では、令和3年度に優位性が確認された。

令和4年度・前後半の比較では、自己評価点で養成能力の上昇が確認できた。

## 6.3 課題実習の実績工程表による分析

令和2年度から令和4年度までの3年度分の実績工程表を作成した。学生が作成する「施工日報」を基に、作業内容を「書類作成」「加工図作成」「加工作業」「組立作業」「その他」の5種類に分類し、鉄

筋工事班と型枠工事班の実績をバーチャート工程表にしたものである。また、実績工程表による分析では、令和2年度から4年度までの工程を比較した。マネジメント力の成果を確認するために、この実績工程表をもとに組み立て作業だけを抽出し、令和2年度と令和4年度の授業回数と作業累積時間の関係性を比較した。令和3年度は、型枠工事にミスが発生し、授業回数が延長されたため、この比較からは除外した。

図9に鉄筋工事班の「組立作業」の比較を示す。令和4年度の作業開始が7回遅くなり、作業時間は24時間短縮し、授業回数は39回から31回に短縮された。

図10に型枠工事班の組立作業の比較を示す。令和4年度の作業開始が8回遅くなり、作業時間は15時間短縮し、授業回数は26回から20回に短縮された。

鉄筋工事、型枠工事の両方の工事で組立作業の作業時間を短くすることができ、効率的な作業をすることができたといえる。よって、マネジメント力向上の効果があつたと考えられる。

## 7. まとめ

本研究ではマネジメント力を効果的に向上させる目的で、対象学生が、実習当日の朝礼で、受講生全員に対してその日の作業内容・要点を説明させる取り組みを行った。さらに説明した作業要点等が実習を行う全ての学生に対して適切に伝達できたかを確認するために学生自身が作成したWEBテストを実施した。指導法の効果を測定するため、6カ月間の実習期間の前半終了時と後半終了時の2回、マネジメント力を含むヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルのアンケート調査を行った。アンケート調査は、自己評価であり主観的になる可能性がある。マネジメント能力を定量的に評価するため、課題実習で提出された日報から実績工程表を作成した。実績工程表を用いた評価では、各工程の作業日数、作業が滞っていた手待ち日数を、既往年度のデータと比較することで総合的なマネジメント力を測った。

その結果、本指導法の対象受講生は、アンケート調査より養成する6つの能力のうち、「プロジェクトの進行状況を説明できる」を除く5つの能力でマ

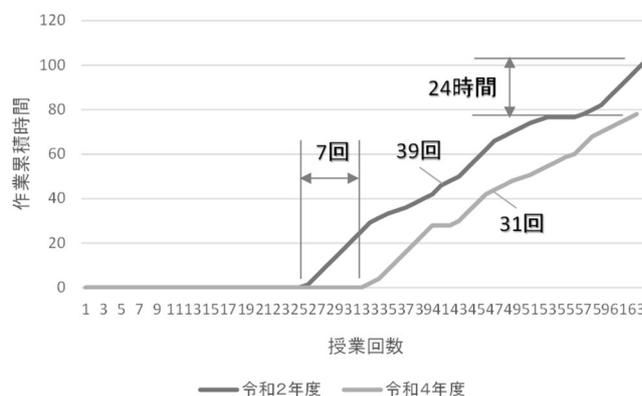


図9 鉄筋工事の組立作業累積時間  
(令和2年度・令和4年度)

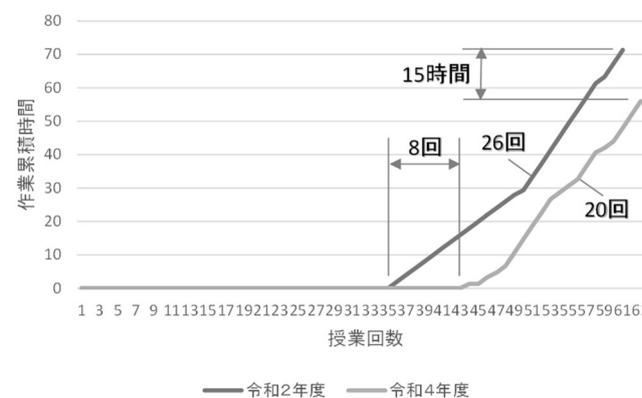


図10 型枠工事の組立作業累積時間  
(令和2年度・4年度)

ネジメント力の向上が見られた。実績工程表に基づく調査では、過年度と比較して実習日数、対象工種の作業時間などの短縮がみられた。

以上のことから本研究で用いた指導法は、マネジメント力の向上に寄与し、一定の訓練効果があることが明らかになった。以下に今後の課題を示す。

(1) 本論文でのマネジメント力の取り組みは、2つの役割班（鉄筋工事班と型枠工事班）での実施になった。解体・仮設班などの他の役割班では、能力別質問シート内の質問によっては、自己評価点が向上していない質問が存在する。同様の取り組みを他の班にも実施していくことや新たな教材を開発することによって、効果が確認できなかった質問を向上させる必要がある。

(2) 本研究を通してヒューマンスキル・コンセプチュアルスキルの向上が一つの課題実習で飛躍的に

向上するのではなく、応用課程での2年間をかけてじっくりと向上していく能力であると感じた。建築施工システム技術科では、鉄筋コンクリート構造・課題実習の次に木質構造そして鉄骨造と2つの課題実習が続き、さらに開発課題実習がある。これらの課題実習においてもヒューマンスキル・コンセプトスキルの意識する取り組みが必要であると考えた。例えば、応用課程入校から修了までといった長い期間をかけて学生の養成能力の向上を調査することも必要ではないかと感じた。

今後、これらの課題を解決するための方法を検討することとする。

### <謝辞>

本研究は、職業能力開発総合大学校 基盤ものづくり系（建築施工・構造評価（鉄筋コンクリート構造）ユニット）准教授 船木 裕之先生にご指導いただき進めたものであります。また、同大学校能力開発基礎系准教授 藤田 紀勝先生、基礎ものづくり系准教授 財津 拓三先生、北海道職業能力開発大学校 建築施工システム技術科の先生方にはたくさんのご支援、ご助言をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

### <参考文献>

- 1) 独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構 公共職業訓練部大学校課：「応用課程の考え方」，（2005，2018 改訂）
- 2) 職業能力開発総合大学校 能力開発研究センター：「調査研究報告書 No. 130 問題発見及び課題解決能力を養成する課題学習方式等による訓練効果の科学的分析 ―職業能力開発大学校における課題学習方式等の訓練効果の科学的分析―」，（2006）