

長岡工業高等専門学校

研 究 報 告

第 61 卷
令和 8 年 2 月

目 次

論 文

- Identification Analysis of Non-Uniform Corrosion Shape in Cross-Sectional and Axial Directions Based on Thermal Inspection … 1
Shodai ABE · Keita KAMBAYASH · IYen-Ling KUO · Yuki MURAKAMI
· Hideki Oshita · Takahiko KURAHASHI
- Comparison of Memory Usage and Accuracy in Fluid Analysis between the Finite Element and Lattice Boltzmann Methods … 7
Kazuma KIMURA · Keita KAMBAYASHI · Tetsuro IYAMA
· Takahiko KURAHASHI

報 告

- テキストマイニングによる業界分析の一考察（2） …14
星井 進介
- 高専における清掃活動の教育的価値の検討ー 教室の美化を課題としてとらえるー …22
桐生 拓・鯉江 秀行
- 「何が英語学習の動機づけとなり得るか」 …27
ー 学生の関心分野を探る授業実践の試みー
治田 英樹

- 卒業研究題目一覧 令和 6 年度 … 31
専攻科特別研究題目及び要旨一覧 令和 6 年度 … 41
-

Paper

Identification analysis of non-uniform corrosion shape in cross-sectional and axial directions based on thermal inspection

Shodai ABE¹, Keita KAMBAYASHI², Yen-Ling KUO²,
Yuki MURAKAMI³, Hideki OSHITA⁴ and Takahiko KURAHASHI²

¹Mechanical Engineering, Master's Program, Graduate School of Engineering, Nagaoka University of Technology

²Department of Mechanical Engineering, Institute of GIGAKU, Nagaoka University of Technology

³Department of Civil Engineering, National Institute of Technology, Nagaoka College

⁴Department of Civil Engineering, Chuo University

In this study, we propose an identification analysis of non-uniform corrosion shapes in the cross-sectional and axial directions based on thermal inspection. The corrosion shape in three dimensions is identified using the adjoint variable method, and finite element analysis is employed to simulate the heat transfer phenomena during thermal inspection. The performance function is defined as the square error integral between the simulated and observed data at the observed points, and the corrosion shape is identified to minimize the performance function. Minimization of the performance function is performed based on the gradient method. In this study, we focus on the cross-sectional non-uniform corrosion shapes, and the numerical results are presented.

Key Words: *Corrosion shape identification, non-uniform corrosion shape in the cross-sectional and axial directions, Adjoint variable method, Finite element method, Thermal inspection*

1. Introduction

When reinforcing bars corrode, cracks occur owing to the corrosion and expansion of the bars, reducing the load-bearing capacity of the structure. The effect of non-uniformity in reinforcing bar corrosion on the load-bearing performance of reinforced concrete has also been studied¹⁾. Considering these studies, it is necessary to understand the spatial distribution of corrosion around reinforcing bars. Conventionally, the natural potential method is used to detect corrosion around a reinforcement bar²⁾. In the natural potential method, it is necessary to maintain wet condition on the concrete surface to detect the corroded parts around the reinforcement bar. However, if thermal inspection is used to detect defects, it is not necessary to wet the surface of the concrete³⁾. Therefore,

thermal inspection method can be used to detect corrosion without depending on the surface condition. In this study, we identify cross-sectional non-uniform corrosion shapes using measurement data, that is, the time history of temperature on the concrete surface, based on thermal inspection.

When unknown parameters are identified based on observational data, direct differentiation and adjoint variable methods are often employed. In the direct differentiation method⁴⁾, it is necessary to solve the sensitivity equation, that is, the equation of the gradient of the state variables with respect to the unknown parameters. However, in the case of the adjoint variable method⁴⁾, it is necessary to solve an equation related to the adjoint variable. If the number of unknown parameters is small, the direct differentiation method is excellent from

perspective of the view of temporary storage of state variables. However, if there are a lot of unknown parameters, the adjoint variable method is suitable. This is because the adjoint variable method requires solving only one adjoint equation, whereas the direct differentiation method requires solving as many sensitivity equations as the number of unknown parameters. In this study, because we introduce a three-dimensional model in the corrosion shape identification problem, the number of unknowns is three times the number of surface coordinate points of the corroded area; therefore, the adjoint variable method is applied to the corrosion shape identification analysis.

In previous studies, an identification analysis of the cross-sectional uniform corrosion shape based on thermal inspection has been carried out⁵; however, this procedure cannot be directly applied to the identification analysis of non-uniform corrosion shapes in the cross-sectional and axial directions. Therefore, in this study, we extend these contents to the identification analysis of non-uniform corrosion shapes in the cross-sectional and axial directions.

2. Formulation based on the finite element and the adjoint variable methods

The computational model and definitions of the boundaries are shown in **Figs. 1** and **2**, respectively. The heat transfer equation is introduced to simulate the thermal inspection (See Eq.(1)). The dot and comma indicate the differentiation with respect to time and space, respectively and Eq.(1) can be expressed using the Einstein summation convention.

$$\rho c \dot{\phi} + \kappa \phi_{,ii} = 0 \quad \text{in } \Omega \times [t_0, t_f] \quad (1)$$

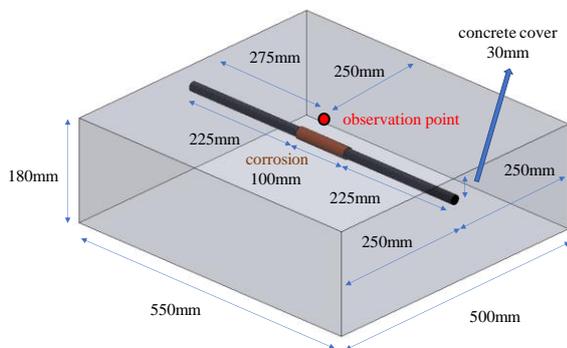


Fig. 1 Size of computational domain and definition of boundaries and observation point.

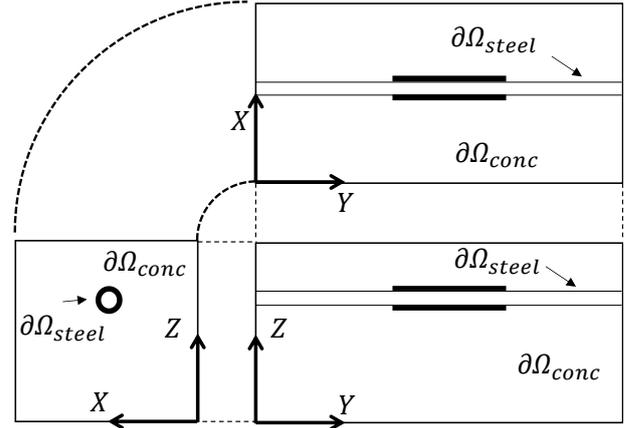


Fig. 2 Definition of boundaries.

Here, ρ , c , κ , ϕ , Ω , t_0 and t_f indicate the density, specific heat, thermal conductivity, temperature, whole domain, initial time and terminal time, respectively. The initial and boundary conditions are expressed using Eq. (2).

$$\begin{aligned} \phi(t_0) &= \hat{\phi} \quad \text{in } \Omega \\ \phi &= at + \phi(t_0) \quad \text{on } \partial\Omega_{steel} \times [t_0, t_f] \\ \kappa \phi_{,i} n_i &= 0 \quad \text{on } \partial\Omega_{steel} \times [t_0, t_f] \\ \kappa \phi_{,i} n_i &= h(\phi - \phi_\infty) \quad \text{on } \partial\Omega_{conc} \times [t_0, t_f] \end{aligned} \quad (2)$$

Here, \mathbf{n}_i indicates the outward unit normal vector. The definitions of the computational domain and boundaries are shown in **Fig. (1)**. The finite-element method⁶ is employed to discretize the heat transfer equation. By applying a first-order tetrahedral element for the discretization of the heat transfer equation, the finite element equation for each element is obtained, as shown in Eq. (3). Subscript e indicates the number of elements. Assembling Eq. (3) for in all the elements, the superposed finite element equation can be expressed written as Eq. (4).

$$\rho_e c_e [M] \{\dot{\phi}_e\} + \kappa [H_e] \{\phi_e\} = \{T_e\} \quad \text{in } \Omega_e \times [t_0, t_f] \quad (3)$$

$$[A(x_i)] \{\dot{\phi}\} + [B(x_i)] \{\phi\} - \{C(x_i)\} = \{0\} \quad (4)$$

To solve the corrosion shape identification problem based on thermal inspection, a performance function is defined as expressed in Eq. (5). Matrix $[R]$ indicates the weighting coefficient diagonal matrix, and values 1 and 0 are given

at the observation points of the temperature and the other points, respectively. ϕ_{obs} means observed temperature.

$$J = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_f} \{\phi - \phi_{obs}\}^T [R] \{\phi - \phi_{obs}\} dt \quad (5)$$

The purpose of this study is to determine the corrosion shape that minimizes the performance function. This minimization problem is solved based on the constraint conditions, that is, Eqs. (2) and (4). Therefore, the performance function is extended by the adjoint variable λ and the constraint conditions. Based on the adjoint variable method, the Lagrange function is obtained as shown in Eq. (6).

$$J^* = J + \int_{t_0}^{t_f} \{\lambda\}^T ([A]\{\phi\} + [B]\{\phi\} - \{C\}) dt \quad (6)$$

To derive the stationary condition for the Lagrange function, the first variation of Lagrange function is calculated (See Eq.(7)).

$$\begin{aligned} \delta J^* = & \int_{t_0}^{t_f} \left(\{\delta\lambda\}^T \left\{ \frac{\partial J^*}{\partial \lambda} \right\} + \left\{ \frac{\partial J^*}{\partial \phi} \right\}^T \{\delta\phi\} + \left\{ \frac{\partial J^*}{\partial \dot{\phi}} \right\}^T \{\delta\dot{\phi}\} \right. \\ & \left. + \{\lambda\}^T \{\delta C(x_i)\} \right) dt + \{\delta x_i\}^T \left\{ \int_{t_0}^{t_f} \frac{\partial J^*}{\partial x_i} dt \right\} = 0 \quad (7) \end{aligned}$$

Consequently, we can obtain the governing and adjoint equations as shown in Eqs. (8) and (9), respectively:

$$\left\{ \frac{\partial J^*}{\partial \lambda} \right\} = -([A]\{\phi\} + [B]\{\phi\} - \{C\}) = \{0\} \quad (8)$$

$$\left\{ \frac{\partial J^*}{\partial \phi} \right\} = [A]^T \{\lambda\} + [B]^T \{\lambda\} + [R]^T \{\phi - \phi_{obs}\} = \{S\} \quad (9)$$

Additionally, the terminal and boundary conditions for the adjoint variables are derived, as shown in Eq. (10).

$$\begin{aligned} \lambda(t_f) &= 0 \text{ in } \Omega \\ \lambda &= 0 \text{ on } \partial\Omega_{steel} \times [t_0, t_f] \\ \kappa\lambda_{,i} n_i &= 0 \text{ on } \partial\Omega_{steel} \times [t_l, t_f] \\ \kappa\lambda_{,i} n_i &= 0 \text{ on } \partial\Omega_{conc} [t_0, t_l] \end{aligned} \quad (10)$$

The nodal points on surface of corrosion are updated by the gradient of Lagrange function with respect to the coordinates on corrosion surface $\partial J^* / \partial x_i$ (See Eqs. (11) and (12)). This method is called the weighted gradient method⁷⁾. Here, $[W^{(l)}]$ indicates the diagonal matrix of the weighting coefficient.

$$\left\{ \frac{\partial J^*}{\partial x_i} \right\} = \int_{t_0}^{t_f} \{\lambda\}^T \left(\left[\frac{\partial A}{\partial x_i} \right] \{\phi\} + \left[\frac{\partial B}{\partial x_i} \right] \{\phi\} - \left\{ \frac{\partial C}{\partial x_i} \right\} \right) dt \quad (11)$$

$$\{x_i^{(l+1)}\} = \{x_i^{(l)}\} - [W^{(l)}]^{-1} \left\{ \frac{\partial J^*}{\partial x_i} \right\} \quad (12)$$

The computational flow of the corrosion shape identification is shown below.

- 1) Input of the computational conditions for the corrosion shape identification.
- 2) Calculation of the heat transfer equation (Eq. (4)).
- 3) Calculation of the performance function $J^{(l=0)}$ for the numerical results of Step 2 (Eq. (5)).
- 4) Calculation of the adjoint equation (Eq. (9)).
- 5) Calculation of the gradient of the Lagrange function with respect to the coordinates on the corrosion surface and update of the corrosion shape (Eq. (11)).
- 6) Evaluation of convergence: $|J^{(l+1)} - J^{(l)}| / J^{(0)} < \mathbf{eps}$ then stop; else, proceed to the next step. (If the iteration is $l = 0$, skip this step).
- 7) Calculation of the heat transfer equation using the updated corrosion shape (Eq. (4)).
- 8) Calculation of the performance function $J^{(l)}$ for the numerical results of Step 7 (Eq. (5)).
- 9) Update the weighting coefficient diagonal matrix $[W^{(l)}]$: In the case of $J^{(l+1)} < J^{(l)}$, $[W^{(l)}] = [W^{(l)}] \times \mathbf{0.9}$, $l = l + 1$ and return to Step 4. In case of $J^{(l+1)} \geq J^{(l)}$, $[W^{(l)}] = [W^{(l)}] \times \mathbf{2.0}$, $l = l$ and return to step 5.

3. Numerical experiments

The initial and exact corrosion shapes are presented in **Figs.3** and **4**, respectively. The numerical conditions are listed in **Table 1**. First of all, the artificial observation data ϕ_{obs} is observed by the heat transfer analysis using the exact corrosion shape. After that, the corrosion shape is changed to the initial corrosion shape, and the corrosion shape is identified by using the artificial observation data ϕ_{obs} . In this study, we investigate the possibility of identifying the cross-sectional non-uniform corrosion shape in three dimensions using the proposed identification procedure. The practical time duration, that is, 415 s, required in the corrosion shape identification analysis is determined by the results of reference⁸⁾.

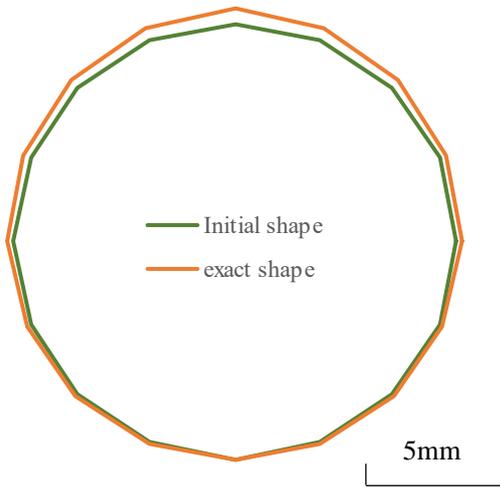
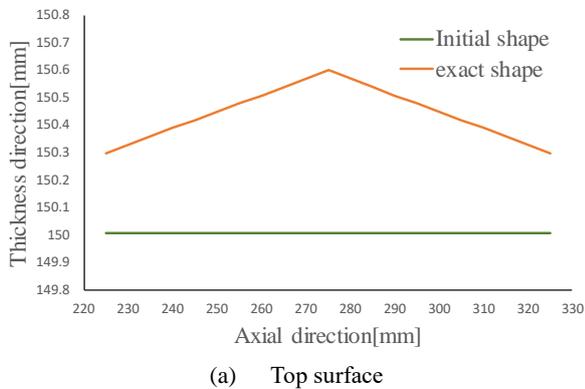
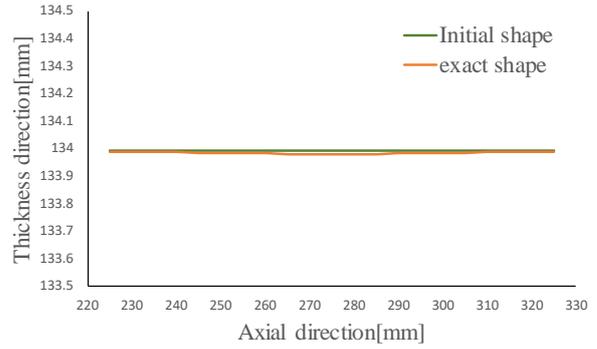


Fig. 3 Comparison of initial and exact corrosion shapes on X-Z plane.



(a) Top surface



(b) Bottom surface

Fig. 4 Comparison of initial and exact corrosion shapes on X-Y plane.

Table 1 Numerical conditions.

Total time(sec.)	415
Heat transfer coefficient(W/m ² °C)	10
Atmosphere temperature (°C)	21.3
Rebar heating temperature (sec.)	240
Rate of temperature rise of rebar (°C/sec.)	0.081
Initial temperature of specimen (°C)	19.5
Total number of nodes	242,000
Total number of elements	1,140,480
Time increment(sec.)	5
Time steps	83
Convergence criterion	10 ⁻⁶

The numerical results are shown in **Figs. 5-8**. **Fig. 5** shows the variations in the performance function. It can be observed that the performance function gradually decreases and finally converges. **Fig. 6** shows the time history of the observed temperature at each observation point. It is found that the temperature history of the identified corrosion shape is in good agreement with that of the exact corrosion shape. In addition, **Figs. 7** and **8** compare the identified and exact corrosion shapes. The identified corrosion shape does not completely match the exact corrosion shape, but the results of the trends of the corrosion width distribution are found to be similar. In addition, as shown in **Fig. 8** (a), the thickness near the edge of the reinforcement bar is relatively thig in comparison with the results at the other nodes. This result is attributed to the influence of heat flowing from near the corroded end surface to outside the corroded area. Furthermore, regarding the lower part, the estimated shape tends to be slightly thicker than the exact shape. This result was obtained because the lower part compensated for the insufficient thickness of the upper part.

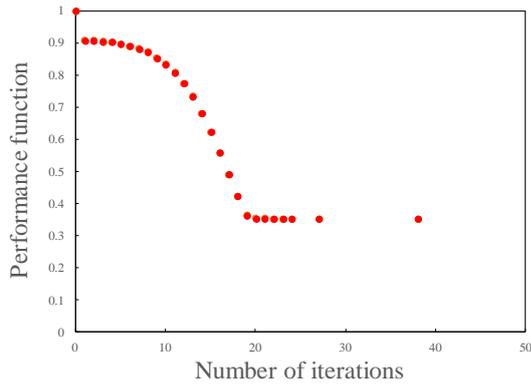
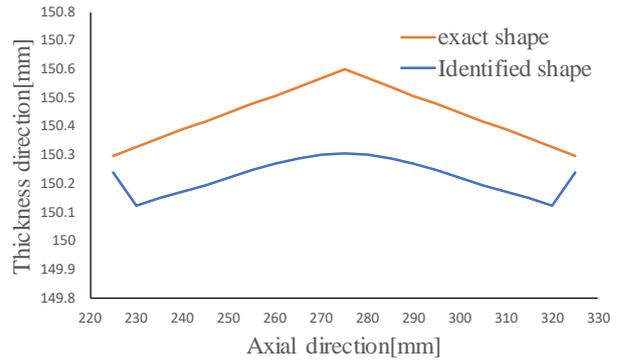


Fig. 5 Variation of performance function.



(a) Top surface

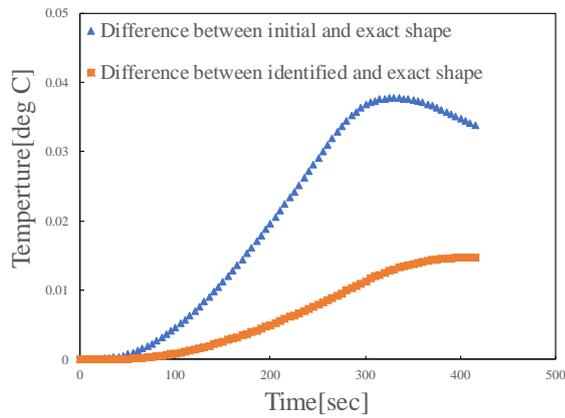
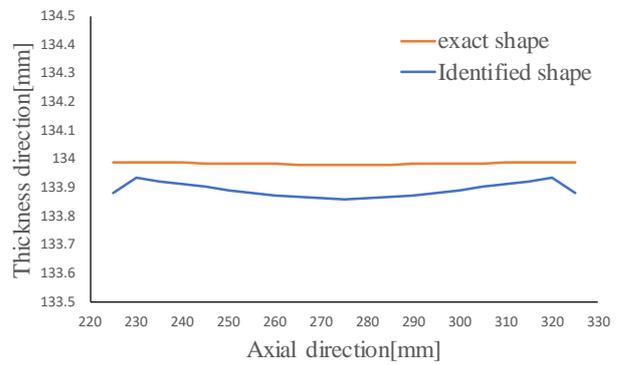


Fig. 6 Time history of observed temperature at observation point.



(b) Bottom surface

Fig. 8 Comparison of identified and exact corrosion shapes on X-Y plane.

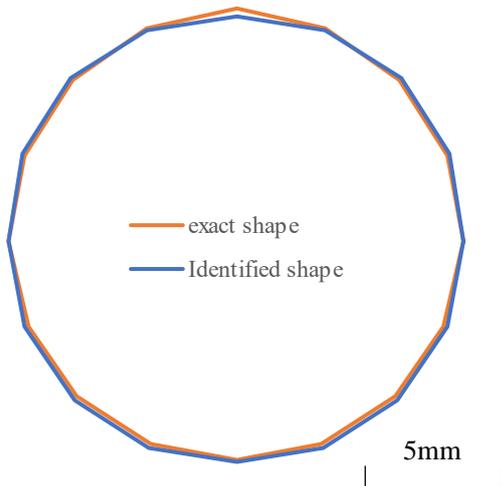


Fig. 7 Comparison of identified and exact corrosion shapes on X-Z plane.

4. Conclusions

In this study, to improve the assessment of structural integrity, an identification analysis of non-uniform corrosion shapes in the cross-sectional and axial directions using the temperature observed by thermal inspection was conducted. A heat transfer equation was introduced to simulate the thermal inspection, and the performance function was defined by the square error integral between the computed and observed temperatures on the concrete surface. Corrosion shape identification was performed based on the adjoint variable method, and the corrosion shape was updated using the gradient of Lagrange function with respect to the coordinates on the corrosion surface. In this study, it was found that the identified shape is not in complete agreement with the exact shape, but it is possible to identify the cross-sectional non-uniform corrosion shape in three dimensions.

(Received September 27, 2025)

Acknowledgments: Part of this work related to inverse analysis was supported by a Grant-in-Aid for Scientific Research (B), Grant No. 25K01169. We would like to thank Editage (www.editage.com) for the English language editing. In this study, corrosion shape identification analysis was performed using supercomputer system at the Institute for Information Technology, Kyushu University. We thank all those who assisted us with this study.

References

- 1) Murakami, Y., Wei, D., Suzuki, S. and Oshita, H.: Effect of non-uniform rebar corrosion on the residual bending capacity of RC beams, *Proceedings of the Japan Concrete Institute*, Vol.31, No.2, pp.709-714, 2009. (In Japanese)
- 2) Nakamura, E., Watanabe, E., Koga, H., Nakamura, M., Ikawa, K.: Half-cell potential measurement of concrete structures under severe environmental conditions of chloride attack, *Journal of the Japan Society of Civil Engineers E*, Vol.64, No.1, pp.263-275, 2008. (In Japanese)
- 3) Sakanoue, E. and Hattori, S.: A study on non-contact and non-destructive detection of surface cracks in castings using a thermal imaging device, *Kyoto Prefectural Small and Medium Enterprise Technology Center Technical Report*, No. 39, pp.709-714, 2011.
- 4) Azegami, H.: Shape optimization Problems, *Springer*, 2020.
- 5) Kurahashi, T. and Oshita, H.: Shape estimation problem of partial reinforcement corrosion in concrete using observed temperature on surface, *Journal of the Japan Society for Industrial and Applied Mathematics*, Vol.21, No.3, pp.221-240, 2011. (In Japanese)
- 6) Kawahara, M.: Finite element methods in incompressible, adiabatic, and compressible flows (from fundamental concepts to applications), *Springer*, 2016.
- 7) Uchiyama, I., and Kawahara, M.: Shape optimisation of wall structures located in solitary wave flows, *International Journal of Computational Fluid Dynamics*, Vol.32, pp.59–67, 2018.
- 8) Abe, S., Kambayashi, K., Kuo, Yen-Ling, Murakami, Y., Oshita, H., and Kurahashi, T.: Study on identification analysis of cross-sectional non-uniform corrosion shape based on measurement data by thermal testing method, *The 38th Computational Mechanics Division Conference of the Japan Society of Mechanical Engineers*, pp.1–4, 2025. (In Japanese)

Paper

Comparison of memory usage and accuracy in fluid analysis between the finite element and lattice Boltzmann methods

Kazuma KIMURA¹, Keita KAMBAYASHI²,
Tetsuro IYAMA³ and Takahiko KURAHASHI²

¹Department of Science of Technology Innovation, Graduate School of Engineering,
Nagaoka University of Technology

²Department of Mechanical Engineering, Institute of GIGAKU, Nagaoka University of Technology

³Department of Mechanical Engineering, National Institute of Technology, Nagaoka College

In fluid flow analysis, selecting an appropriate numerical method and computational conditions is important. In this study, we investigate differences in memory usage, accuracy, and computational time in fluid analysis using the finite element method (FEM) and the lattice Boltzmann method (LBM), without parallelization, on the Kyushu University supercomputer system “Genkai.” A two-dimensional lid-driven cavity flow is employed as the benchmark problem. Memory usage is evaluated using the resident set size, and computational time is measured using the wall-clock time. The results demonstrate that the FEM has advantages in terms of memory usage and accuracy, whereas the LBM has an advantage in terms of computational time. These findings provide practical insights into the performance of the FEM and LBM.

Key Words: *Memory usage, Computational time, Numerical accuracy, Fluid analysis, Finite element method, Lattice Boltzmann method*

1. Introduction

The finite element method^{1),2)} (FEM) is widely used in various fluid flow analyses including microchannel flows³⁾ and turbulent pipe flows⁴⁾. The FEM can compute flow fields with high accuracy in complex domains owing to its high mesh flexibility. Moreover, even in implicit schemes, the computational speed can be improved by using methods such as the preconditioned conjugate gradient method⁵⁾.

The lattice Boltzmann method^{6),7),8),9)} (LBM) has garnered increasing attention as a new approach to fluid flow analysis. LBM approximates a fluid as a collection of virtual particles moving within a lattice. Macroscopic

flow fields can be obtained by computing the collision and propagation of these particles through their velocity distribution functions. In contrast to conventional computational fluid dynamics (CFD) methods, such as FEM, the LBM does not directly solve the Navie–Stokes (NS) equations. It can compute flow fields at high speeds with good parallelization efficiency. However, the LBM requires more memory because it stores the velocity distribution functions at each node. Several studies have been conducted to reduce and optimize its memory usage^{10),11)}.

Furthermore, flow fields involving moving bodies have been analyzed using the Fictitious Domain FEM¹²⁾ or Immersed Boundary LBM¹³⁾. These methods are based on

the FEM and LBM; thus, comparing their performance is important for selecting an appropriate numerical method. However, to the best of our knowledge, no previous studies have compared the FEM and LBM using the same number of nodes.

In this study, we compared the FEM and LBM in terms of memory usage, computational time, and accuracy without parallelization. The comparison was performed by varying the number of nodes and the Reynolds number. A two-dimensional lid-driven cavity flow was employed as a benchmark problem. This problem is widely used to evaluate the performance of numerical methods because several reference solutions are available across a wide range of Reynolds numbers^{(14),(15),(16)}. For FEM analysis, we used our in-house program, whereas for the LBM analysis, we used the program introduced in Reference⁽⁶⁾.

Memory usage is quantified using the Resident Set Size (RSS), which reflects the actual physical memory occupied by the process during computation. Therefore, RSS provides a direct measure of the memory usage experienced by end users. The computational time was evaluated using the wall-clock time, which directly measures the total computational time of the algorithms. Therefore, the wall-clock time provides a direct measure of the time spent by end users. The computational accuracy was evaluated by comparing the velocity profiles along the vertical and horizontal centerlines with the results reported by Ghia et al⁽¹³⁾. By systematically varying the number of nodes in both methods, we revealed the relationship between the computational cost and accuracy of the FEM and LBM. These findings provide practical insights into their performance.

2. Discretized equation in the FEM and the LBM

In the FEM, the NS and continuity equations for an incompressible viscous fluid, shown in Equations (1) and (2), respectively, are introduced for the analysis of the flow field.

$$\dot{u}_i + u_j u_{i,j} + p_{,i} - \frac{1}{Re} (u_{i,j} + u_{j,i})_{,j} = 0 \quad (1)$$

$$u_{i,i} = 0 \quad (2)$$

The variables u_i denotes the velocity components in the x and y directions, and p and Re represent the

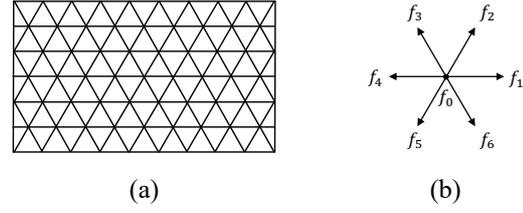


Fig. 1 Lattice structure in LBM.

pressure and Reynolds number, respectively. In the finite element formulation, the fractional step method was applied to separate the calculations of the velocity and pressure fields, as shown in Equations (3) and (4).

$$u_i^{n+1} = u_i^n - \Delta t \left(u_j^n u_{i,j}^n + p_{,i}^n - \frac{1}{Re} (u_{i,j}^n + u_{j,i}^n)_{,j} \right) \quad (3)$$

$$p_{,ii}^{n+1} = \frac{u_{i,i}^n}{\Delta t} - (u_j^n u_{i,j}^n)_{,i} \quad (4)$$

Here, n and Δt indicate the time step and the time increment, respectively. The FEM (i.e., the Galerkin method) was employed for the spatial discretization of the equations for the velocity and pressure fields. A bubble function element was used to interpolate the velocity, whereas a linear triangular element was used to interpolate the pressure. For further details, please refer to Reference^{(17),(18)}. The discretized equations were solved using preconditioned conjugate gradient and biconjugate gradient methods^{(19),(20)}.

By contrast, in the LBM, the velocity and pressure fields are calculated using distribution functions. In this study, we employed the lattice Boltzmann model proposed by McNamara⁽²¹⁾, whose lattice structure is shown in **Fig. 1**. In the LBM, the computation is divided into collision and streaming processes. During the collision process, the post-collision distribution function f_i' is calculated using the pre-collision distribution function f_i , as expressed in shown in Equations (5) – (11).

$$\begin{aligned} f_0' &= f_0 \\ &+ \sigma_{prod} (f_1 f_3 + f_2 f_4 + f_3 f_5 + f_4 f_6 + f_5 f_1 + f_6 f_2) \\ &- \sigma_{cons} f_0 (f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} f_1' &= f_1 + \sigma_{cons} f_0 (f_2 + f_6 - f_1) \\ &- \sigma_{prod} \{ f_1 (f_3 + f_5) - f_2 f_6 \} \\ &+ \sigma_3 (f_2 f_4 f_6 - f_1 f_3 f_5) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} f_2' &= f_2 + \sigma_{cons} f_0 (f_1 + f_3 - f_2) \\ &- \sigma_{prod} \{ f_2 (f_4 + f_6) - f_1 f_3 \} \\ &+ \sigma_3 (f_1 f_3 f_5 - f_2 f_4 f_6) \end{aligned} \quad (7)$$

$$f_3' = f_3 + \sigma_{cons} f_0 (f_2 + f_4 - f_3) - \sigma_{prod} \{f_3 (f_1 + f_5) - f_2 f_6\} + \sigma_3 (f_2 f_4 f_6 - f_1 f_3 f_5) \quad (8)$$

$$f_4' = f_4 + \sigma_{cons} f_0 (f_3 + f_5 - f_4) - \sigma_{prod} \{f_4 (f_2 + f_6) - f_3 f_5\} + \sigma_3 (f_1 f_3 f_5 - f_2 f_4 f_6) \quad (9)$$

$$f_5' = f_5 + \sigma_{cons} f_0 (f_4 + f_6 - f_5) - \sigma_{prod} \{f_5 (f_1 + f_3) - f_4 f_6\} + \sigma_3 (f_2 f_4 f_6 - f_1 f_3 f_5) \quad (10)$$

$$f_6' = f_6 + \sigma_{cons} f_0 (f_5 + f_1 - f_6) - \sigma_{prod} \{f_6 (f_2 + f_4) - f_1 f_5\} + \sigma_3 (f_1 f_3 f_5 - f_2 f_4 f_6) \quad (11)$$

Here, σ_{prod} and σ_{cons} are parameters representing the production and consumption of stationary particles during binary collisions, respectively, and σ denotes the collision cross-section. Parameters σ_{prod} , σ_{cons} , and σ_3 are calculated as shown in Equations (15) – (17), based on ρ , ν , and η defined in Equations (12) – (14), respectively. F_0 is defined as the ratio of σ_{prod} to σ_{cons} , and it is given as a calculation condition. ρ denotes the fluid density at each particle site, d denotes the average density of moving particles. L and U denote the characteristic length and velocity, respectively, which are taken as the cavity width and lid velocity, respectively. Re denotes the Reynolds number, ν denotes the kinematic viscosity, τ denotes the time step, c denotes the particle speed, and η denotes a parameter defined for the computation of Equations (15) – (17).

$$\rho = (F_0 + 6)d \quad (12)$$

$$\nu = \frac{LU}{Re} \quad (13)$$

$$\eta = \frac{1}{\frac{8\nu}{\tau c^2} + 1} \quad (14)$$

$$\sigma_{prod} = \frac{\eta}{2d} \quad (15)$$

$$\sigma_{cons} = \frac{\sigma_{prod}}{F_0} \quad (16)$$

$$\sigma_3 = \frac{(1-4.5\eta)(F_0+6)\left(\frac{F_0+1}{6}\right)}{\rho^2} \quad (17)$$

In Equations (5) – (11), when the variation in the i -direction is denoted by Δ_i , the distribution function at time t and position \mathbf{r} is given as shown in Equation (18).

$$f_i^*(t, \mathbf{r}) = f_i(t, \mathbf{r}) + \Delta_i(t, \mathbf{r}) \quad (18)$$

In the streaming process, the post-collision particles move to adjacent lattice nodes, as shown in Equation (19).

$$f_i(t + \tau, \mathbf{r} + \mathbf{c}_i \tau) = f_i^*(t, \mathbf{r}) \quad (19)$$

Here, \mathbf{c}_i represents the particle velocity. Equation (19) describes that a particle located at lattice node \mathbf{r} at time t will arrive at $\mathbf{r} + \mathbf{c}_i \tau$ at time $t + \tau$. The local equilibrium distribution function used to compute the initial condition and boundary conditions is defined in Equation (20).

$$f_i^{(0)} = F_i \frac{\rho}{6F + F_0} \left[1 + \frac{6F + F_0}{3Fc^2} c_{i\alpha} u_\alpha + \frac{6F + F_0}{6Fc^2} \left(\frac{6F + F_0}{3Fc^2} c_{i\alpha} c_{i\beta} - \delta_{\alpha\beta} \right) u_\alpha u_\beta \right] \quad (20)$$

Notably, the summation is taken over α and β , but not over i . The fluid density ρ and the momentum per unit volume at each particle site are defined by the following Equations (21) and (22).

$$\rho = \sum_{i=0}^6 f_i \quad (21)$$

$$\rho \mathbf{u} = \sum_{i=0}^6 f_i \mathbf{c}_i \quad (22)$$

Based on the computed distribution functions f_i and Equations (21) and (22), the velocity components u and v , and pressure p at each lattice node are calculated as shown in Equations (23) – (25).

$$u = \left(f_1 - f_4 + \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) (f_2 + f_6 - f_3 - f_5) \right) c / \rho \quad (23)$$

$$v = \left(\sin\left(\frac{\pi}{3}\right) (f_2 + f_3 - f_5 - f_6) \right) c / \rho \quad (24)$$

$$p = \frac{3\rho c^2}{6 + F_0} \left[1 + \frac{6 + F_0}{6} \left(\frac{6 + F_0}{12} - 1 \right) \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{c^2} \right] \quad (25)$$

For further details, please refer to Reference⁶⁾.

3. Numerical experiments

In this study, cavity flow analysis was performed using the Kyushu University supercomputer system ‘‘Genkai’’ to compare memory usage and computational accuracy between the FEM and LBM without parallelization. The computer used in this study was equipped with two Intel

Xeon Platinum 8490H processors (60 cores each, 1.90–3.50 GHz). The numerical model is shown in **Fig. 2**, and the numerical conditions for the finite element analysis (FEA) and the lattice Boltzmann analysis (LBA) are summarized in **Tables 1** and **2**, respectively. Owing to the computational constraints of the LBM, the wall velocity cannot be directly set to 1.0. Therefore, the LBM results were obtained by scaling the computed values based on their ratios to the reference wall velocity.

Fig. 3 shows the computed centerline profiles at $Re = 1000$ obtained by the FEM for different numbers of nodes. The corresponding results obtained using the LBM are shown in **Fig. 4**. Similarly, the results for $Re = 10000$ are shown in **Figs. 5** and **6**.

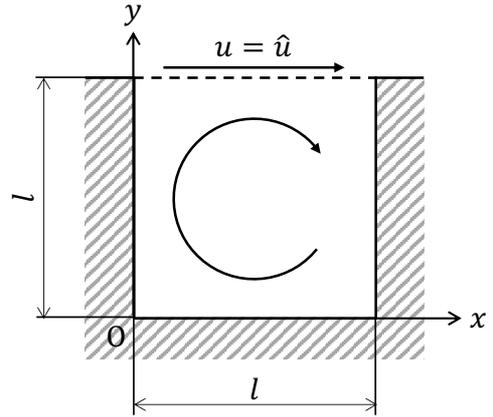


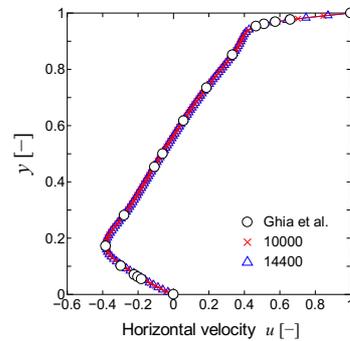
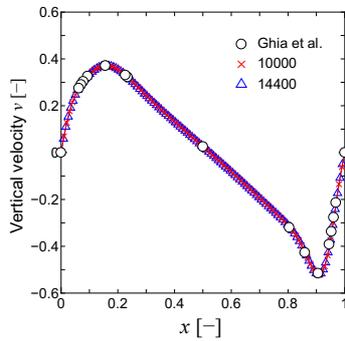
Fig. 2 Schematic of cavity flow.

Table 1 Numerical conditions in the FEA.

Number of nodes	10000 , 14400
Number of elements	19602 , 28322
Time increment	0.01
Time step	100000
Reynolds numbers	100 , 1000 , 10000
Lid velocity	1.0
Cavity width	1.0

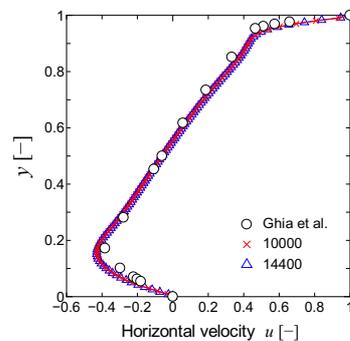
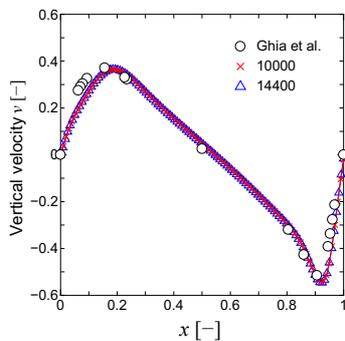
Table 2 Numerical conditions in the LBA.

Number of nodes	10000 , 14400
Time increment	1.0
Time step	2000000
Reynolds numbers	100 , 1000 , 10000
Lid velocity	0.05
Cavity width	1.0
particle velocity	1.0
initial average density	1.0



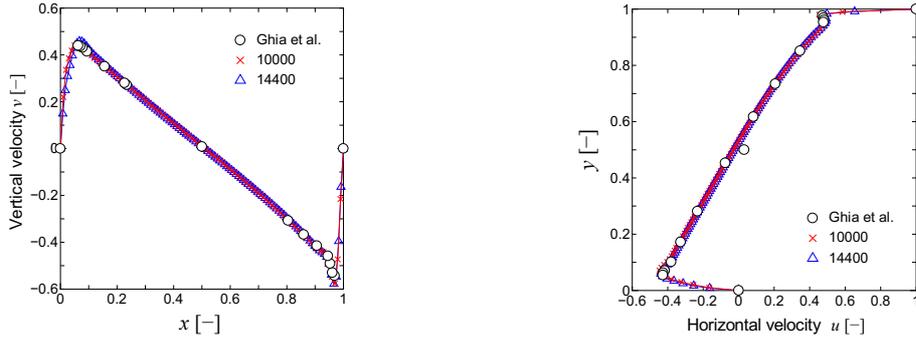
(a) Vertical velocity v along the horizontal centerline. (b) Horizontal velocity u along the vertical centerline.

Fig. 3 Velocity profiles at $Re=1000$ obtained by the FEM.

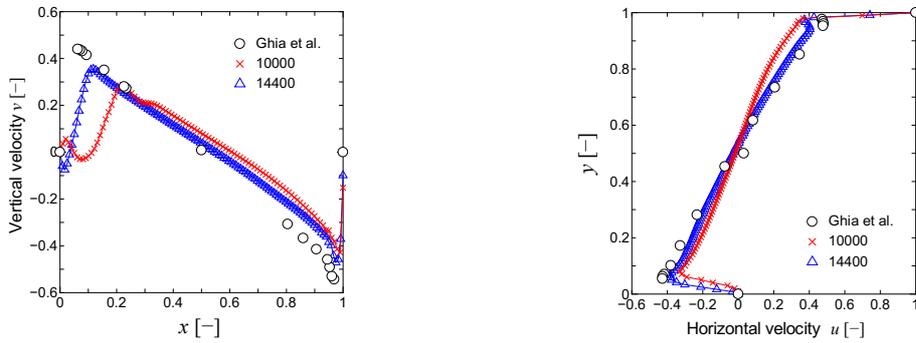


(a) Vertical velocity v along the horizontal centerline. (b) Horizontal velocity u along the vertical centerline.

Fig. 4 Velocity profiles at $Re=1000$ obtained by the LBM.



(a) Vertical velocity v along the horizontal centerline. (b) Horizontal velocity u along the vertical centerline.
Fig. 5 Velocity profiles at $Re=10000$ obtained by the FEM.



(a) Vertical velocity v along the horizontal centerline. (b) Horizontal velocity u along the vertical centerline.
Fig. 6 Velocity profiles at $Re=10000$ obtained by the LBM.

From these results, both methods exhibited good agreement with the reference data of Ghia et al. at $Re = 1000$. In particular, the FEM provides higher accuracy than the LBM. At $Re = 10000$, the FEM exhibited good agreement with the reference data, whereas the LBM exhibited significant deviations. These findings indicate that the FEM is more accurate than the LBM for the same number of nodes, particularly at high Reynolds numbers. This suggests that the FEM requires fewer nodes to achieve the accuracy of the reference solution, that is, the FEM can achieve more accurate solutions than the LBM with the same or fewer nodes.

Fig. 7 shows the relationship between memory usage and the Reynolds number for each number of nodes. **Fig. 8** shows the relationship between the wall-clock time and the Reynolds number for each number of nodes.

From these results, the FEM has a lower memory usage, whereas the LBM requires more memory, and its memory usage is dependent on the number of nodes. By contrast, the LBM performs better in terms of the wall-clock time.

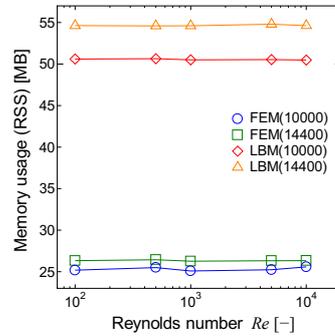


Fig. 7 Relationship between memory usage and Re .

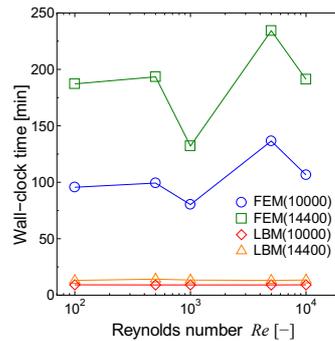


Fig. 8 Relationship between computational time and Re .

4. Conclusions

In this study, we investigated differences in accuracy and memory usage in fluid analysis using the FEM and the LBM on the Kyushu University supercomputer system "Genkai." Consequently, under the present simulation conditions, we found that the FEM has an advantage in terms of memory usage, whereas the LBM exhibits a dependence on the number of nodes. In terms of accuracy, the FEM achieved more accurate solutions than the LBM with the same or fewer nodes. In particular, at high Reynolds numbers, the LBM exhibited a significant deviation. In contrast, the LBM had a clear advantage in terms of computational time.

One limitation of this study is that owing to the computational constraints of the LBM, computational conditions, such as the lid velocity and time step, could not be set to match those used in the FEM.

In the future, comparing memory usage, accuracy, and computational time using different methods will be necessary to overcome the disadvantages of each method.

Acknowledgments: The numerical computations in this study were performed using the supercomputer system "Genkai" at the Kyushu University Information Infrastructure Research and Development Center. We express our gratitude to the staff for their support in using the supercomputer system. This study was also supported by the Union Tool Scholarship Society. We would like to express our gratitude for their generous support. We would like to thank Editage (www.editage.jp) for English language editing.

References

- 1) Kawahara, M.: *Finite Element Methods in Incompressible, Adiabatic, and Compressible Flows from Fundamental Concepts to Applications*, Springer, 2016.
- 2) Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L. and Nithiarasu, P.: *The Finite Element Method for Fluid Dynamics*, 7th edition, Butterworth-Heinemann, 2014.
- 3) Ionescu, V. and Neagu, A.-A.: Finite Element Method Analysis of a MEMS-Based Heat Exchanger with Different Channel Geometries, *Energy Procedia*, Vol. 112, pp. 158-165, 2017.
- 4) Benyamine, M., Fezzioui, N., Tehirichi, Z., Alkhafaji, M.A., Chambashi, G., Kaid, N. and Menni, Y.: Three-dimensional finite element analysis of turbulent crude oil flow and solid particle deposition patterns in circular curved pipelines, *AIP Advances*, Vol. 14, No. 10, pp. 105013, 2024.
- 5) Lopes, P.C.F., Pereira, A.M.B., Clua, E.W.G. and Leiderman, R.: A GPU implementation of the PCG method for large-scale image-based finite element analysis in heterogeneous periodic media, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 399, pp. 115276, 2022.
- 6) Tsutahara, M., Takada, N. and Kataoka, T.: *Lattice Gas Method / Lattice Boltzmann Method - A New Method for Computational Fluid Dynamics -*, CORONA Publishing Co. Ltd., 1999 (in Japanese).
- 7) Seta, T.: *Lattice Boltzmann Method*, Morikita Publishing Co. Ltd., 2021 (in Japanese).
- 8) Inamuro, T., Yoshino, M. and Suzuki, K.: *Introduction to the Lattice Boltzmann Method – Numerical Methods for Flows with Complex and Moving Boundaries*, Maruzenn, Publishing Co. Ltd., 2020 (in Japanese).
- 9) Krüger, T., Kusumaatmaja, H., Kuzmin, A., Shardt, O., Silva, G. and Viggen, E.M.: *The Lattice Boltzmann Method: Principles and Practice*, Springer, 2017.
- 10) Sheida, M., Taeibi-Rahni, M. and Esfahanian, V.: A New Approach to Reduce Memory Consumption in Lattice Boltzmann Method on GPU, *Journal of Applied Fluid Mechanics*, Vol. 10, No. 1, pp. 55-67, 2017.
- 11) Wittmann, M., Zeiser, T., Hager, G. and Wellein, G.: Comparison of different propagation steps for lattice Boltzmann methods, *Computers and Mathematics with Applications*, Vol. 65, pp. 924-935, 2013.
- 12) Glowinski, R., Pan, T.-W., Hesla, T.I. and Joseph, D.D.: A distributed Lagrange multiplier/fictitious domain method for particulate flows, *International Journal of Multiphase Flow*, Vol. 25, pp. 755-794, 1999.
- 13) Feng, Z.-G. and Michaelides, E.E.: The immersed boundary-lattice Boltzmann method for solving fluid-particles interaction problems, *Journal of Computational Physics*, Vol. 195, pp. 602-628, 2004.
- 14) AbdelMigid, T.A., Saqr, K.M., Kotb, M.A. and Aboelfarag, A.A.: Revisiting the lid-driven cavity flow problem: Review and new steady state benchmarking results using GPU accelerated code, *Alexandria Engineering Journal*, Vol. 56, pp. 123-135, 2017.
- 15) Ghia, U., Ghia, K.N. and Shin, C.T.: High-Re Solutions for Incompressible Flow Using the Navier-Stokes Equations and a Multigrid Method, *Journal of Computational Physics*,

- Vol. 48, pp. 387-411, 1982.
- 16) Cruchaga, M.A. and Oñate, E.: A finite element formulation for incompressible flow problems using a generalized streamline operator, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol. 143, No. 1-2, pp. 49-67, 1997.
 - 17) Nakayama, T.: *Introduction to the Finite Element Method for Fluid Analysis*, Tokyo University Publishing Co. Ltd., 2008 (in Japanese).
 - 18) Kawahara, M.: *Finite Element Method for Fluid Analysis*, Nikkagiren Publishing Co. Ltd., 1985 (in Japanese).
 - 19) Togawa, H.: *Conjugate Gradient Method*, Series: New Applied Mathematics 17, Shinyousha Co. Ltd., 1977 (in Japanese).
 - 20) Ferziger, J.H., Perić, M. and Street, R.L.: *Computational Methods for Fluid Dynamics*, Fourth Edition, Springer, 2020.
 - 21) McNamara, G.R. and Zanetti, G.: Use of the Boltzmann equation to simulate lattice-gas automata, *Physical Review Letters*, Vol. 61, pp. 2332-2335, 1988.

(Received September 6, 2025)

報 告

テキストマイニングによる 業界分析の一考察（２）

星井 進介¹

¹ 教育研究技術支援センター (Technical Support Center for Education and Research, National Institute of Technology, Nagaoka College)

A study of industry analysis using text mining (2)

Shinsuke HOSHII¹

要旨

インフレに伴う物価高が進行し、人口減少による労働者不足が起こるなど、社会経済状況は大きく変化しており、企業活動も影響を受けている。この社会環境の変化に伴って就業環境への影響も指摘され、企業側の求める人材像にも影響を与えていると思われる。一般的に企業・業界分析では、企業の決算書に含まれる財務諸表データなどの様々な企業情報をもとにすることが多いが、最近では非財務情報を対象としたテキストマイニング技術を用いたアプローチが活用されている。本報では、就活生向けの資料である就職四季報誌に掲載されている企業が掲げる「求める人材」の内容に着目してテキストマイニングによる分析を試みた。分析対象としたのは、就職四季報 2026-2027年版の総合版と優良・中堅企業版である。テキスト分析の結果から、総合版ならびに優良・中堅企業版に掲載されている企業の求める人材像が明らかになった。過去の分析結果との比較からは、現在、企業がどのような人材を求めているのかに関する特徴を読み取ることができ、企業が求める人材像の経時変化を捉えることができた。

Key Words : *Leading companies, Excellent and medium-sized companies, Desired talent profile, Industry analysis, Text mining*

1. はじめに

近年、社会状況や企業を取り巻く環境は大きく変化している。物価高や人手不足を背景として新卒初任給は上昇し、従業員の賃上げが続いている。また働く人の価値観も変化し、個々人の考え方の多様化も進んでいることから、働き方改革やワークライフバランスといった観点が重視されている。社会全体や個別の企業においても、一人ひとりの個人のあり方に重点を置いた施策が求められており、企業活動では、人的資源や無形資産といった概念への着目が

高まり、議論の対象となっている¹⁾。これらはいわば非認知的な能力であり、数値データでは表しにくい側面を持つことから、これらの考え方や概念を活用するにあたっては、新たな取り組みが必要となる。このような観点から、企業研究や業界分析のアプローチとして言葉や文章などのテキストデータを対象としたテキストマイニング手法が活用されている²⁾。筆者は前報においてテキストマイニングの手法を用いて企業の求める人材像の分析を行った³⁾。本報では、最新版の就職四季報誌に掲載されている求める人材のテキスト内容をもとにした分析の結果を報

告する。就職四季報誌は、就活生向けの企業研究のための定番資料であり、総合版では各業界の有力企業について、各企業の待遇や働き方に関するデータ、選考、採用情報といった様々な内容が掲載されている。優良・中堅企業版は、大手の有名企業以外も就職活動の視野に含める学生を対象として、総合版に掲載されなかった地方有力企業や最新ベンチャー企業などの情報が掲載されている。以下では、この就職四季報誌の総合版と優良・中堅企業版に掲載されている求める人材像のテキスト内容を分析対象として、どのような特性を持つ人材が企業に求められているのか、といった視点からテキストマイニングの手法を用いた分析と検討を行った。

2. 分析方法

本報における分析検討は、前報と同様の方法で実施した。分析対象とするデータは、就職四季報誌に記載されている企業の求める人材のテキスト内容である。本報では、「就職四季報総合版 2026-2027 年版」⁴⁾と「就職四季報優良・中堅企業版 2026-2027 年版」⁵⁾の 2 冊を対象とした。分析するデータについては、求める人材のテキスト内容と併せ、業種や業界、会社名といった情報を入力したデータシートを作成し、これらを分析対象データとした。

はじめに「就職四季報総合版 2026-2027 年版」に掲載されているデータを対象としたテキストマイニングを実施した（3.1 節）。次いで「就職四季報優良・中堅企業版 2026-2027 年版」の内容をもとにした分析を行った（3.2 節）。そして、今回の分析結果と前報の結果をふまえた求める人材像の年による違いについて検討した（3.3 節）。

テキストマイニングは計量テキスト分析ソフトの KH Coder (ver.2.00f) を用いた⁶⁾。KH Coder による分析に際しては、入力したデータの表記ゆれの確認、自動的に抽出されない語の登録といった前処理を事前に実施し、分析が適切な状態でできるような設定にした後で各種分析処理を行った。

今回の分析で各企業が提示した求める人材像において、同じことを意味する言葉でありながら表現の異なる語が複数見られた。そのうち下記の 3 つの語については表現の統一を行った。

・ものづくり、モノ創り、もの作り、モノづくり、物作り、もの創り、物造り、物づくり、モノヅクリ、モノ作り → 「ものづくり」に統一

・バイタリティ、バイタリティー → 「バイタリティ」に統一
 ・お客様、お客さま → 「お客様」に統一

そして、分析の際に語句が正しく抽出されるように以下の言葉を強制抽出するように指定した。

ものづくり、お客様、好奇心、チャレンジ精神、主体的、コミュニケーション能力、考動、人財、基礎力、協働、共創

3. 結果と考察

3. 1 就職四季報総合版 2026-2027 年版における企業の求める人材像

ここでは就職四季報総合版 2026-2027 年版に掲載されている様々な業界に属する企業の求める人材のテキスト内容について分析した結果を示す。このテキスト内容は、2025 年度に卒業する学生に向けて、企業側がどのような人材を求めているのかということを示したものであり、今回の分析によって企業側の求める人材像に関する様々な側面が明らかになるものと思われる。

この就職四季報総合版 2026-2027 年版で求める人材像を挙げている企業は 1291 件であった。これら 1291 件の企業が求める人材のテキスト内容、業種、業界、会社名などのデータを KH Coder に読み込み、テキストマイニングによる分析処理を実施した。求める人材のテキスト内容を分析した結果、頻出語として、行動 (359 件)、自ら (309 件)、挑戦 (261 件)、考える (168 件)、チャレンジ (153 件) などの言葉が抽出された。頻出語の出現回数の多い上位 20 個を表-1 に示す。ここで、挑戦 (261 件) とチャレンジ (153 件) とチャレンジ精神 (102 件) を合わせると 516 件となり、挑戦を意味する概念が多く使用されていることがわかった。同様に、自ら (309 件) と主体的 (82 件) と主体性 (35 件) を合わせると 426 件となり、自律的な意味合いを期待する文言が多いことが認められた。

次に共起ネットワーク分析の結果を図-1 に示す。共起ネットワークは、テキスト内容の中によく一緒に出現する語同士のつながりを線で結んで各語句間の関連性を可視化したもので、出現頻度の高い語を把握することや分析対象テキスト全体の概要を理解するのに役立つ分析方法である。この分析からは、「自ら－行動－挑戦－人材－主体的－考える」とい

表-1 就職四季報総合版 2026-2027年版における求める人材の頻出語リスト (上位 20 個)

抽出語	出現回数
人	1356
行動	359
自ら	309
人材	282
挑戦	261
考える	168
チャレンジ	153
人財	149
価値	117
変化	111
意欲	110
成長	108
考え	104
チャレンジ精神	102
創造	99
高い	97
共感	90
自分	83
主体的	82
積極	82

った言葉が多く出現してつながりを形成していることが見て取れた。さらに、「自ら」という語には「変化-対応」と「成長-意欲」という言葉が、「挑戦」には「価値-創造」といった言葉の関連性が認められた。

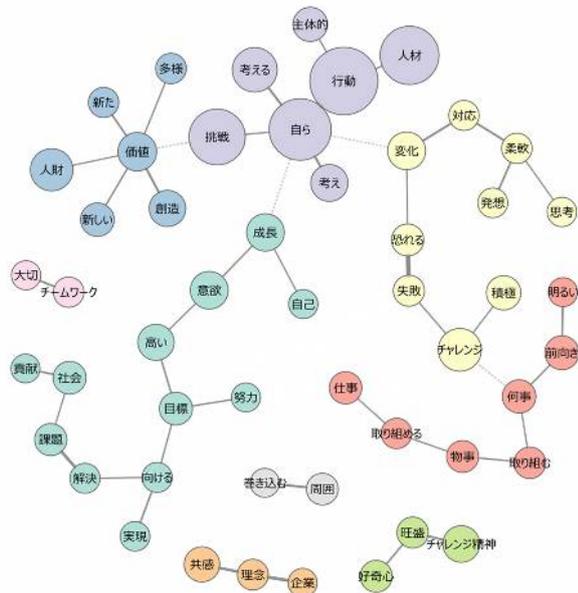


図-1 就職四季報総合版 2026-2027年版における求める人材の共起ネットワーク

ここまでの頻出語の抽出と共起ネットワークの分析から、就職四季報総合版 2026-2027年版に掲載さ

れている各業界の有力企業において、どのような人材が求められているかを推測してみると、「自ら主体的に考え、行動し、価値創造に挑戦する、成長意欲が高く、変化への対応力を持つ人材」ということができた。

これまでは掲載されている全ての業種の企業をまとめて分析と検討を行ってきたが、ここからは業種別の視点からの分析・検討を試みた結果を述べる。就職四季報誌では業種をエネルギー、コンサルティング・シンクタンク・リサーチ、サービス、マスコミ・メディア、メーカー（素材・身の回り品）、メーカー（電機・自動車・機械）、金融、建設・不動産、商社・卸売業、小売、情報・通信・同関連ソフトの 11 個に分類しており、今回の報告においても、これらの業種分類に則して分析・検討を実施した。KH Coder による分析から、各業種の特徴語リストを表-2 に示す。これは、分析対象データ全体に比して、それぞれの業種において特に高い確率で出現している語を、どの程度特徴的であるかを示す指標である Jaccard 係数の値をもとにして、高い順に 10 語ずつ抽出したものである。

この結果から、多くの高専生にとって就職の対象となる理系分野の 5 つの業種（エネルギー、メーカー（素材・身の回り品）、メーカー（電機・自動車・機械）、建設・不動産、情報・通信・同関連ソフト）について見てみると、各業種における求める人材像の特徴が示される。二つのメーカー業種では、チャレンジや挑戦といった言葉が特徴的に浮かび上がり、自身の成長を目指し、価値創造に対して挑戦的に行動することへの期待が示されている。エネルギー業種では、使命、供給、安定といった言葉が挙がっており、社会や生活に欠かせないインフラ事業としての性格を裏付けている。建設・不動産業種では、新たな社会を構築するという側面から、ものづくりという言葉が出現し、意欲的かつ積極的でバイタリティを持った人物が所望されていることがわかった。情報・通信・同関連ソフト業種では、IT や技術といった言葉が抽出されており、情報分野に興味を持ち、高い技術志向と成長意欲を持った人材が求められているといえる。

3. 2 就職四季報優良・中堅企業版 2026-2027 年版における企業の求める人材像

ここでは就職四季報優良・中堅企業版 2026-2027 年版における求める人材のテキスト内容に関する分析結果を報告する。前述のとおり、この優良・中堅

表-2 就職四季報総合版 2026-2027年版の各業種における求める人材の特徴語

エネルギー		コンサルティング・シンクタンク・リサーチ		サービス		マスコミ・メディア	
使命	.091	知的	.111	人材	.099	テレビ	.119
精神	.091	兼ね備える	.061	主体的	.067	好き	.091
供給	.077	現地	.059	考える	.066	好奇心	.081
勝ち抜く	.077	クール	.059	意欲	.065	人	.056
徹底	.074	繁栄	.059	誠実	.063	心	.054
安定	.071	先駆	.059	課題	.059	チーム	.050
能力	.064	ハート	.059	チャレンジ精神	.057	旺盛	.046
挑む	.056	ヘッド	.059	変化	.052	意欲	.044
困難	.054	現物	.059	情熱	.052	新しい	.039
富む	.054	臆する	.059	共感	.052	柔軟	.039
メーカー（素材・身の回り品）		メーカー（電機・自動車・機械）		金融		建設・不動産	
自ら	.130	人	.180	挑戦	.111	社会	.081
挑戦	.110	行動	.131	人財	.108	自ら	.069
チャレンジ	.093	自ら	.120	人材	.103	人物	.067
考える	.090	チャレンジ	.118	行動	.098	意欲	.065
人財	.083	挑戦	.117	変革	.091	積極	.062
チャレンジ精神	.076	人材	.109	地域	.079	目標	.061
成長	.073	価値	.073	高い	.078	考える	.059
変化	.065	創造	.067	価値	.077	バイタリティ	.057
自律	.061	チャレンジ精神	.063	常に	.076	ものづくり	.054
仕事	.061	積極	.060	新しい	.075	高い	.053
商社・卸売業		小売		情報・通信・同関連ソフト			
人	.087	考え	.085	IT	.104		
意欲	.085	理念	.084	人	.079		
コミュニケーション	.083	人	.084	行動	.075		
挑戦	.082	前向き	.083	高い	.062		
新たな	.082	共感	.079	自ら	.062		
考える	.078	お客様	.078	技術	.061		
人材	.072	自ら	.076	興味	.060		
価値	.067	好き	.068	成長	.059		
高い	.051	明るい	.067	目指す	.057		
力	.051	企業	.059	楽しむ	.056		

企業版は総合版に載せきれなかったベンチャー企業や地方の有力企業などに関する情報が掲載されているもので、求める人材像については大手の有名企業を対象とする総合版とは異なる傾向があると思われる。

就職四季報優良・中堅企業版 2026-2027年版で求める人材像を挙げている企業は 2585 件であり、これらのデータを対象として KH Coder によるテキスト分析を行った。この優良・中堅企業版における頻出語を表-3 に示す。テキスト内容の分析結果から、よく出てくる語として行動（640 件）、自ら（354 件）、挑戦（276 件）、考える（243 件）、積極（228 件）、チャレンジ及びチャレンジ精神（両者合わせて 410 件）などが抽出された。これらは総合版にも出現していた語句であるが、一方で総合版の上位には無くて、この優良・中堅企業版で上位に出現した語句としては、自分（191 件）、前向き（177 件）、コミュニケーション及びコミュニケー

ション能力（175 件+142 件）、何事（168 件）、仕事（162 件）、明るい（149 件）があった。これらの言葉が優良・中堅企業版における求める人材像を特徴づける概念として挙げられる。ここまでの分析・検討結果から、就職四季報優良・中堅企業版 2026-2027 年版に掲載されている各企業で、どのような人材が求められているかを推測してみると、「何事に対しても明るく前向きで積極的にチャレンジする意欲があり、コミュニケーション能力と行動力のある人」ということができた。

続いて、優良・中堅企業版における業種別の分析結果について検討した。図-2 に優良・中堅企業版の対応分析の結果を示す。対応分析は、抽出語と外部変数との関係性を散布図上に配置して、原点からの距離によって変数間関係を視覚的に捉えられるもので、関連性や類似性の高い語や外部変数は近くにプロットされ、関係性の低いものは離れてプロットされる。今回の結果からは、抽出された語と 11 個

行動する人」と言えるのではないかと思われる。

それぞれを特徴づける語を見てみると、総合版においては、情熱、創造、共感、価値といった言葉であった。そして、優良・中堅企業版における特徴的な語は、コミュニケーション、コミュニケーション能力、旺盛、明るい、協調、向上心などの言葉であった。今回の分析結果から導出された優良・中堅企業版の特徴的な語句に関連した求める人材像を具体的にしてみると、信組情報サービスの「向上心、チャレンジ精神にあふれて、金融・ITに興味があり、明るくコミュニケーションに長けている人」、日本ハルコンの「協調性があり周囲とコミュニケーションが取れる人、明るく素直な人」、(株)日立建機ティエラの「コミュニケーション力があり、自発的に行動できる人、明るく向上心・主体性がある人」、坂田建設の「元気でコミュニケーション能力があり、協調性・向上心がある人」、日本ファシリオの「コミュニケーション力に長け、向上心と情熱を持ってものづくりに取り組んでいける人」などが挙げられる。2026-2027年版の優良・中堅企業版に掲載されている企業においては、コミュニケーション能力や明るい性格、協調性、向上心といった特性を新規採用者に求めているということが示された。

3. 3 求める人材像の経時変化

ここでは前報³⁾の結果をふまえ、企業の求める人材像の経時変化について検討した結果を述べる。まず、社会人基礎力、考動、人財という3つの言葉に着目した分析の結果を示す。社会人基礎力とは、業種を超えて仕事全般に必要な基礎的な能力を示す概念であり、2000年代半ばに広く提唱された。社会人基礎力は企業の労働者のみならず、就活生をはじめとする新規採用者に対しても、その能力の有効性が問われたが、テキスト分析の結果からは2009年版は0件、2016年版は3件、2024年版は1件であり、今回調査した2026-2027年版においても総合版で1件、優良・中堅企業版では0件という結果であった。各企業の求める人材像については、広く社会的かつ一般的に重要とされる能力ではなく、各企業における様々な風土や組織文化を背景とした企業独自の特性に則した人材が求められていると言える。次に考動と人財という言葉である。この2つの言葉は企業経営や組織マネジメントの世界で用いられている造語であり、考動は、考えながら動くという意味、人財は、業務遂行能力が高く企業業績に貢献する有能な人という意味で用いられている。求

める人材のテキスト内容において、考動は、2009年版には3件、2016年版には8件、2024年版には11件の使用例があった。2026-2027年版においては、総合版で9件、優良・中堅企業版で22件使用されていた。ここで掲載企業のうち、どのくらいの割合で考動という言葉を使用しているかを見てみると、2024年版では0.86%（11件／掲載企業1278件）、2026-2027年版の総合版では0.70%（9件／掲載企業1291件）、優良・中堅企業版では0.85%（22件／掲載企業2585件）という結果であった。このことから、この考動という語は総合版と優良・中堅企業版を問わず、一定の割合の企業が好んで使用していることが認められた。そして人財という語は、2009年版では11件、2016年版では48件、2024年版では105件の企業が使用していた。2026-2027年版においては、総合版で116件、優良・中堅企業版では2件の使用例があった。企業の成果創出に大きく貢献をする「企業の財産ともいえる人」という人財という言葉は、特に総合版に掲載されている有名な大手企業において使用例が増加していることが認められ、新規採用者に求める特性として重要な概念であると捉えられていることが分かった。

前報における求める人材像として、情報・通信関連の業種がメーカーや建設、エネルギーといった他の理工系分野の業種と比べて異なる傾向を示していたことが特徴的であった。2024年版での情報・通信関連の業種は、他の業種と比較してコミュニケーション能力に重きを置いた結果を示しており、対応分析の結果からは商社・卸売業やサービス、小売といった業種と同じ文系・顧客志向に位置付けられていることが認められた。一方で、今回分析した2026-2027年版を見てみると、情報・通信関連の業種の特徴語にコミュニケーションという言葉は現れず、総合版および優良・中堅企業版ともにIT、人、技術、興味、成長といった語句が共通の特徴語として挙げられた。その他にも、新しい、学ぶ、好奇心、高いといった言葉も特徴語として浮かび上がっており、コミュニケーションを重視する顧客志向からIT情報分野の技術を重視する志向へと変化していることが読み取れた。近年のDXの導入や生成AIの著しい発展といった新しい技術の進展に伴い、この業種において新たな学びや成長を求める強い技術志向が重要な観点とされているものと推測される。

次に2026-2027年版の求める人材像の違いや変化を見るために、特徴語の分析を試みた。表-4に2026-2027年版の特徴語リストを示す。

表-4 就職四季報2026-2027年版の総合版および優良・中堅企業版における求める人材の特徴語

総合版		優良・中堅企業版	
行動	.183	人	.708
人材	.179	積極	.086
挑戦	.165	自分	.069
自ら	.164	前向き	.066
考える	.108	コミュニケーション	.066
チャレンジ	.102	何事	.063
人財	.090	仕事	.059
価値	.083	明るい	.056
変化	.075	コミュニケーション能力	.054

総合版では、行動、挑戦、自ら、考える、チャレンジなどが特徴的な語として挙げられた。優良・中堅企業版では、積極、自分、前向き、コミュニケーションなどの言葉が特徴語として示された。これらの結果をもとに、前報に示された過去の特徴語リストとの比較を行った。総合版の2009年版では、意欲的なチャレンジ精神を持って創造性や積極性を発揮できる特性が求められていた。2016年版では、前向きで挑戦心を持った行動力が求められるとともに、コミュニケーション能力についても問われることが示された。2024年版では、自分自身で考えて行動し、挑戦する姿勢が期待され、企業の財産となるような人財としての特性が求められるようになった。2026-2027年版においては、2016年版および2024年版と大きな違いはなく、挑戦心を持って自ら考えて行動する姿勢が求められていることが認められた。2026-2027年版において、過去の特徴語リストに挙がっていない語として、価値という言葉がある。この言葉は複数の意味で用いられており、一つは、互いの個性を認め合い、他者の価値観も大事にしていこうとする社会の流れに沿った多様性重視の考え方に基づくもの、もう一つは、新たな価値の創出といった自分自身と企業の価値向上に向かって進んでいこうという二つの意味で使用されていた。一方の優良・中堅企業版において過去の特徴語リストに載っていない語としては、前向き、何事、仕事、向上心が挙げられる。このことから、優良・中堅企業版では、何事にも前向きに向上心を持って仕事に取り組む姿勢が求められていることが分かった。

4. おわりに

本報では、就職四季報誌に掲載されている各業界の様々な企業が掲げる求める人材像のテキスト内容

に着目してテキストマイニングによる分析と検討を行った。ここでは従来の総合版とあわせて、地方の有力企業やベンチャー企業なども掲載されている優良・中堅企業版も分析対象とすることより、2026-2027年版に掲載されている企業が求める人材像について広い視点で捉えることが可能となった。さらに、既往の分析結果との比較を行うことで、現在の企業がどのような特性を持った人材を求めているのかという点についての知見を得ることができた。

2020年代に入って社会経済状況は変化を見せている。社会のあり方と企業活動は不可分な関係にあり、年功序列や長期継続雇用といった仕組みを伴う日本型雇用体制の見直しが進められている⁷⁾。それに伴い、企業と働く人との関係性を見つめ直す必要があり、これから社会に出て働く人も、働き方を含めて企業との関わりを改めて考えることが望まれる。高等専門学校においても就業環境の変化が起こっており⁸⁾⁻¹²⁾、幅広い視点で社会や企業を捉え直すことが求められている。筆者は、学生とともに社会や企業、業界を捉えることを目的とした取り組みを進めているが、本報に示した結果をもとにして、更なる取り組みの進展を図りたいと考えている。

参考文献

- 1) 小寺倫明：中小企業における人的資本経営へのアプローチ, 商工金融, 2024年11月号, pp.24-42, 2024.
- 2) 喜田昌樹：新テキストマイニング入門 - 経営研究での「非構造化データ」の扱い方-, 白桃書房, 2018.
- 3) 星井進介：テキストマイニングによる業界分析の一考察, 長岡工業高等専門学校研究報告, 第60巻, 2025, pp.18-24.
- 4) 東洋経済新報社編：就職四季報総合版 2026-2027年版, 東洋経済新報社, 2024.
- 5) 東洋経済新報社編：就職四季報優良・中堅企業版 2026-2027年版, 東洋経済新報社, 2024.
- 6) 樋口耕一：社会調査のための計量テキスト分析【第2版】, ナカニシヤ出版, 2020.
- 7) リクルートワークス研究所：「失われた30年」を検証する 社会×働く 何が変わり何が変わらなかったのか, Works 191号, 第31巻第31号通巻191号, 2025.
- 8) 日本経済新聞：SMBC日興証券が高専機構と提携, 2024年1月26日.
- 9) “SMBC日興証券、高専機構と国際的な視野を持ち変革を生み出す人材育成及びグローバルイノベーションエコシステム構築に関する連携協定を締結”, SMBC日興証券 NEWS RELEASE, 2024年1月26日.
- 10) 日本経済新聞電子版：ビズリーチ、高専発スタ

ートアップへ人材支援, 2025年7月29日 (<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUC2922K0Z20C25A7000000/>) .

- 11) 株式会社ビズリーチ ウェブサイト：ビズリーチ×高専機構 全国51校の国立高専を起点とした地方創生を目指し、高専発スタートアップ育成で連携協定締結, 2025年7月29日 (<https://www.bizreach.co.jp/pressroom/pressrelease/2025/0729.html>) .
- 12) 国立高等専門学校機構ウェブサイト：ビズリーチ×高専機構 全国51校の国立高専を起点とした地方創生を目指し、高専発スタートアップ育成で連携協定締結, 2025年8月1日 (<https://www.kosen-k.go.jp/news/20678>) .

(2025. 10. 2 受付)

報 告

高専における清掃活動の教育的価値の検討 — 教室の美化を課題としてとらえる —

桐生 拓¹・鯉江 秀行²

¹ 一般教育科—保健体育 (Liberal Arts- Physical Education, National Institute of Technology, Nagaoka College)

² 一般教育科—数学 (Liberal Arts- Mathematics, National Institute of Technology, Nagaoka College)

Examining the Educational Value of Cleaning Activities at KOSEN

— Approaching Classroom Beautification as a Task —

Taku KIRYU¹, and Hideyuki KOIE²

要旨

本研究は清掃を単なる目的ではなく「教室の美化」という課題を解決する教育活動ととらえ、グループワークを通して実施した内容とそれに関わる今後の課題を報告することで、高専における清掃の教育的意義について検討することを目的に実施した。清掃班ごとに清掃の計画を立てる際には最小限の指示にとどめ、教室を綺麗にするだけでなく、効率よくできるように工夫することも強調して伝えた。基本的には計画の策定から清掃の実施までを各班に委ねるという方法でこの教育活動を設計している。結果担任としては、グループワークでの取り組みや清掃状況の改善を観察することで教育活動としての一定の効果を感じることができた。一方で、学生に対する教育的効果や清掃活動の効率化について客観的に評価するには至っていないことから、今後教育効果の検証等を妥当性をもって行うことが期待される。

Key Words : *sweeping, group work, Class management, KOSEN*

1. 背景

1. 1 長岡工業高等専門学校における清掃活動

日本の小中高等学校等の学校現場では、児童、生徒が清掃を行う活動が一般に広く行われている。国立の高等専門学校（以下、高専）である長岡高専では、学校施設内の多くの箇所業者委託による清掃が行われている一方、各ホームルームの教室内の日常的な清掃は各クラスの学生により実施されている。

清掃については、学生便覧では学生寮についての「寮生は、常に寮内外の清掃を行い、衛生管理の保

持に努めなければならない」¹⁾と発言があるが、教室の清掃については各ホームルームに清掃用具(図-1)が設置されているのみで、その清掃の方法、担当者の輪番や実施の回数、時間等は統一した定めがなく、学生およびクラスの担任の裁量に実施が委ねられている。そのため、清掃の方法や頻度等はクラスによってさまざまに実施されているのが現状である。

1. 2 学校における清掃の根拠

学校における清掃活動は一般的に広く行われている活動である一方で、学習指導要領において明確な

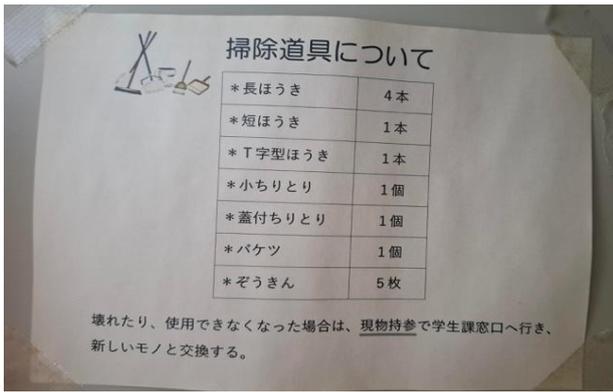


図-1 清掃道具用ロッカーの張り紙

義務付けがされた活動とは言い難いことが現状である。小学校学習指導要領²⁾では「一人一人のキャリア形成と自己実現」において「社会参画意識の醸成や働くことの意義の理解」として「清掃などの当番活動や係活動等の自己の役割を自覚して協働することの意義を理解し、社会の一員として役割を果たすために必要となることについて主体的に考えて行動すること」と学級活動のひとつとして言及されている。一方、中学校学習指導要領³⁾では「教育課程には位置付けられていないが教育的意義が大きく、特別活動と関連が深い」活動の一例として清掃について記載があるのみとなっており、高等学校学習指導要領⁴⁾では清掃について言及している記述は見当たらない。

一方、国立高専ではすべての学生に到達させることを目標とする最低限の能力水準・修得内容である「コア」と、高専教育のより一層の高度化を図るための指針となる「モデル」とを提示したモデルコアカリキュラム（以下、MCC）が策定されている。MCC⁵⁾では技術者が備えるべき基盤的資質・能力として「コミュニケーションスキル」、「チームワークとリーダーシップ」などの汎用的技能や自己理解、主体性、「自己管理と責任ある行動」や「キャリアデザイン」などの基盤的資質・能力について記載があるが、特別活動は国立高専教育の特長として紹介されているにとどまっている。また、清掃については言及がない。このことから高専という学校においては清掃という活動の教育的な位置づけは現状存在していない。

1. 3 学校での清掃に関する先行研究

学校での日常の清掃活動に関する先行研究は数多存在する。清掃を「荒れた学校」を鎮静化させる教育実践の手法として着目し観察を行った小幡⁶⁾は、

「物事に取り組む姿勢を育てること」や「分担個所の清掃を通じて生徒に責任感を育てること」を清掃の意義として調査対象の教員が比較的共通して感じていたことを述べている。小学校・中学校で行われている無言清掃に着目した表⁷⁾は、中学校で実施されている清掃について「清掃」が目的ではなく教育の手段という立場で実施されていると紹介した。また、無言清掃について、「無言を強制して働かせる管理教育」という批判が多い一方で、児童生徒の自主性を重んじて実施している様子を明らかにしている。また、栃木県の学校を対象にした湯本⁸⁾は「無言清掃」について自律と効率を重視した「新たな清掃活動」の在り方を目指したいと述べている。

これらの先行研究では小学校・中学校では「清掃」を単なる教室の美化活動ではなく、教育活動として取り組み、生徒の主体的な活動や成長を期待して活動している様子をとらえており、学校での清掃は、多くの現場で教育活動として期待されていると言えるだろう。また、高専のMCCにおける、「技術者が備えるべき基盤的資質・能力」の「自己管理と責任ある行動」と先行研究で教員が期待している「責任感」、「自主性」等の教育効果は近い概念であると考えられる。そのため、高専における清掃活動を教育活動として検討することはMCCに準拠した高専のカリキュラム設計に資するものであると考えられる。

2. 目的

そこで本研究では、長岡高専の各クラス、特に担任の裁量に任されて実施している清掃を「教室の美化」という学生への課題ととらえ、「責任感」、「自主性」の涵養をねらいとして授業実践を行った。グループワークを通して実施したこの授業設計の内容とその今後の課題を報告することで、高専における清掃の教育的意義について検討することを目的としている。

3. 実施方法

2025年度に1年生（以下、A組）と2年生（以下、B組）の2クラスを対象として、本研究の掃除指導方法を実施した。本研究の掃除指導では、各清掃班に掃除の方法から分担、清掃時のチェック項目までも考えてもらい、それを実行するというものである。従来の具体的な掃除方法を指示するやり方ではなく、学生自身が必要だと思う掃除を効率よく行ってもら

うことに重点をおいている。

3. 1 事前準備

新年度が始まる以前, 3月末に事前準備として, 掃除の班わけと掃除の日程および担当班を名簿番号から機械的に割り振った。掃除の班わけについては1班が5, 6名になるようにした。これは班員一人一人に仕事が行き渡り, また, グループワークとして清掃班の議論が活発にそして円滑にできるようにこの人数を設定している。

3. 2 掃除計画づくり (1回目)

4月当初の特別活動の時間 (50分間) を用いて, 各班ごとの掃除の計画づくりを行った。授業のはじめに掃除の目的や方法を学生と共有し, 実際に掃除のやり方について班ごとに計画を決めてもらった。その際, 以下の資料を学生には配布した。

- ① 教室掃除のやり方について (図-2)
- ② 教室掃除チェックシート (図-3, 4)
- ③ 掃除割り振り表

この節では, 実際に実施した掃除計画づくりの流れを記述する。

3. 2. 1 導入10分

掃除計画づくりの導入として, プリント①を用いながら掃除の目標と, 条件を確認した。床, 教壇を帚ではなくことと, ホワイトボードを水拭きすることだけは約束事として指示を行ったが, それ以外は各班の判断に任せることを伝えた。また, 教室を綺麗にするだけでなく, 効率よくできるように工夫することも強調して伝えている。掃除実施については毎週月, 木曜日に実施することとし, 事前に教員側が作成したプリント③を元に前期で各班が4回程度掃除する計画になっている。

3. 2. 2 展開 (グループワーク) 25分

プリント②のチェックシートを元に各班に別れて掃除計画を作成する。まずは教室にある掃除道具を確認し, 教室の汚れやすそうなところを確かめながらKJ法を用いて, 付箋に掃除箇所や掃除方法をメモしていく。その後, 班員全員で貼ってある付箋を確認し, 近いものや似た内容の付箋を集めて分類分けを行う。その後, チェックシート (プリント②) の作成に移る。チェックシートの表面にはメンバーと分担, 掃除の順序などの計画を記入し, 裏面には実際に掃除をする際に確認するチェック項目を記入す

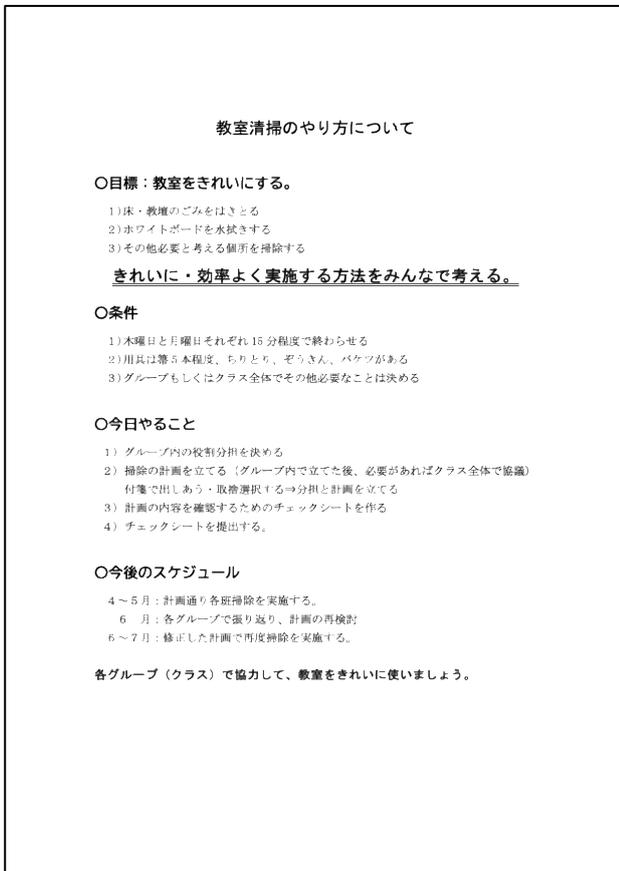


図-2 プリント①

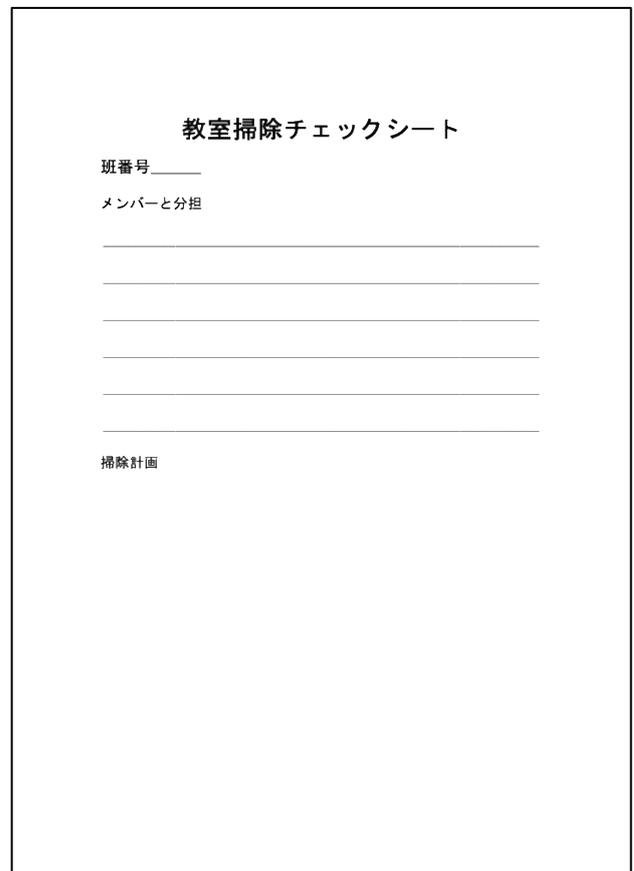


図-3 プリント②表面

る。実際の掃除の際には、この作成したチェックシートのコピーを各班に配布し、自分たちでチェックしながら清掃を実施、最後に反省点を書いて担任に提出することで掃除終了となる。

3. 2. 3 まとめ15分

各班の掃除計画が完成したところで、クラス全体に確認しておきたいことを学生から募った。その結果、掃除の最初に机を送るのか、それとも椅子を上げるだけで良いのかが議論となった。この時点では、掃除を実際におこなう班の意向に合わせて、担当班の指示に従いながら、机や椅子の処理をするように話がまとまった。

3. 3 掃除の実施（前期中間試験まで）

4月、5月と掃除割り振り表に従いながら、実際に掃除を実施してもらった。担任は教室にチェックシートのコピーを用意しておく。担当班は自分たちの掃除チェックシートに従いながら掃除を実施し、全て記入したら担任に提出して掃除終了となる。班によっては箒による掃き残しがあったりもしたが、そこはあえて教員からの声かけはしないようにした。掃除の実施自体は概ね滞りなく行われた。

3. 4 掃除計画づくり（2回目）

前期中間試験が終わったタイミングで、全ての清掃班が2回ほどの清掃を終えていた。中間試験後の初めての特別活動において、もう一度掃除計画の見直しをKJ法を用い班ごとに行い、懸念点や改善点について班ごとに発表を行った。（図-5）

A組ではこの際に椅子の上げ方や机の送り方について議論となり、クラス全体で椅子の上げ方を統一することと、机は送らなくて良いことを共通のルールとして定めた。また、担当の掃除班がわかりにくいという反省点も上がった。これまではteams上に割り振り表をアップロードしているだけだった。そこで、学生たちの提案により、掃除が終わったら、次の担当班を教室正面のホワイトボードに書く仕組みに変更した。これらの反省点を踏まえながら、班ごとに新たなチェックシートを作成し、前期後半の掃除計画を作成した。

B組では机の送る向きについても椅子の上げ方と机の送り方について議論となった。特に机の送り方については慣例的に教室後方に運んでいたが、前方に送ったほうが効率的なのではないかといった意見があり議論があった。

4. 清掃の状況

前期開始時点と、中間試験終了時点の2回において、特別活動の時間を利用して、グループワークを混ぜながら各班でチェックシートの作成を行ってもらった必要があるが、それ以外の時間で掃除について指示を出す必要は何もなくなった。担任の印象としては、掃除時間での指示出しがほとんどなくなったため、日常の業務としては楽になったような印象がある。また、前期中間試験以前は掃除が行き届



図-4 プリント②裏面

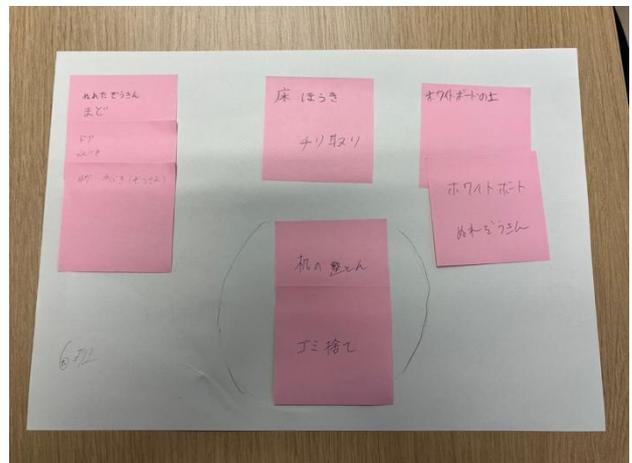


図-5 ある班が作ったKJ法でのワークシート

いていない箇所など、気になる点があったが、それを担任が指摘するのではなく、2回目の計画作りの際に本人たちに気づかせることで、一定の改善がはかれたと考えている。

これまでの掃除の指導においては、全体に対して掃除方法を指示することはあっても、明確な役割分担や効率よく行う工夫をする余地が学生にはなかった。掃除の指示出しは担任がクラス全体に行うものであり、完全に担任によってコントロールさせることが多かったと考えている。その中で学生たち同士はなんとなく暗黙の了解で協力しあってはいるものの、明確な役割分担や、綺麗に効率よく掃除をするための連携などは意識できていなかったと考える。しかし、チェックシート作成の過程を経ることで、掃除班に自然と連携や効率を良くするための役割分担、掃除順序の決定が行われるようになった。また、作成自体がいわゆる「顔合わせ」のような役割を果たしたのかもしれない。今回この指導法を実践し、役割分担や計画を立てる時間が有意義であることが非常によく実感できた。チェックシートのような大掛かりなワークシートの作成ではなく、掃除班での相談の時間を半期に数回実施するだけでも学生たちの掃除への向き合い方は変わるように感じる。また、チェックシートを掃除の度にチェックさせ反省点を書いて提出させることで、掃除実施の有無も確認することができる。担任が掃除の際に常に教室に居られるわけではないので、この形式を取ることで、掃除の定期的な実施に関して担任としても一定の安心感がある。

5. 今後の展望

本研究では、長岡高専の各クラス、特に担任の裁量に任されて実施している清掃を「教室の美化」という学生への課題ととらえ授業実践を行った。担任は、この取り組みの中で様々な活動を学生が行うことで清掃に教育的な価値を付与できる可能性を感じることが出来た。一方で、今回の研究では学生を対象にした検証や、客観的なデータの収集には至っていない。今後は、教員の介入の程度など、より良い実施方法の再検討と併せて、その教育効果を調査・検討することで、よりよい清掃活動の在り方を考察していきたい。

参考文献

1) 長岡工業高等専門学校:「学生便覧 令和 7 年度版」, p293, 2025.

2) 文部科学省:「小学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説特別活動編」, p47, 2017
 3) 文部科学省:「中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説特別活動編」, p116, 2017
 4) 文部科学省:「高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示)」, 2018
 5) 独立行政法人 国立高等専門学校機構:「モデルコアカリキュラム」, pp130-134, 2023
 6) 小幡 啓靖:「豊かな人間性を育てる学校経営―「荒れた」学校再建の実践」『東京大学大学院教育学研究科教育行政学研究室紀要』 15: 3-20, 1996
 7) 表 真美:「学校清掃の現状と課題:黙って掃除を行う指導に注目して」, 『京都女子大学教職支援センター研究紀要』, 4, pp9-16, 2022
 8) 湯本 さや, 長谷川 万由美:「学校における清掃活動の実態と教育効果の再考―「無言清掃」に対する教職員と生徒の意識調査から―」, 『宇都宮大学共同教育学部研究紀要』, 1, pp245-263, 2023

報 告

「何が英語学習の動機づけとなり得るか」 — 学生の関心分野を探る授業実践の試み —

治田 英樹¹

¹一般教育科—英語 (Liberal Arts-English, National Institute of Technology, Nagaoka College)

A Classroom Practice Exploring KOSEN Students' Interests in Learning English

Hideki HATTA¹

Abstract

This classroom-based report examines KOSEN students' responses to the prompt, "What would be possible if one could use English?" In a lesson with 101 third-year students, 301 responses were collected and grouped as enjoyment-related (60.5%), career-related (28.5%), and other (10.9%). Interpreted through SDT and the L2 Motivational Self System, enjoyment responses portray English as instrumental in everyday life and align with the Ideal L2 Self, whereas many career responses refer to benefits tied to external expectations and evaluations (Ought-to L2 Self). Translating these patterns into classroom practice, the following considerations are offered: for enjoyment-oriented responses, provide topic choice, low-anxiety opportunities for small successes, and safe peer work; for career-oriented responses, present concrete role models, use discipline-specific tasks with appropriate scaffolds, and keep self-referenced records of progress rather than relying on external rewards.

Key Words: *English learning motivation, KOSEN students, Self-Determination Theory, L2 Motivational Self System, Classroom practice*

1. 背景

日本の英語教育は近年、大きな方向転換を遂げている。2018年告示の学習指導要領（2022年度から実施）では、英語科の目標を「実際のコミュニケーションにおいて、目的や場面、状況などに応じて適切に活用できる技能の育成」と明記している。「英語コミュニケーション」においては5領域（「聞くこと」「読むこと」「話すこと [やり取り・発表]」「書くこと」）を統合的に扱うことが求めら

れ、さらに、新設された「論理・表現」ではディベートやスピーチ、エッセイライティングといった社会的・学術的文脈での発信活動が重視されている¹⁾。これは、従来の「聞く・読む」中心の学習から、発信を含む実践的な英語力育成への移行であり、端的にいえば「受験のための英語」から「実際に使える英語」への転換を目指すものである。

高専は学習指導要領の直接の適用対象ではないが、「実際に使える英語」を志向する点は同様である。2017年版モデルコアカリキュラム（MCC）で

は、英語教育領域の到達目標を「英語運用の基礎となる知識や技能を習得し、実際の場面での英語の使用に役立てることができる」とし²⁾、さらに2023年版MCCは、到達目標の一つに「自分の専門分野に関する基本的な情報や考えについて、適切かつ正確に理解、表現し、簡単な意見交換ができる」を加えている³⁾。ここには、高専ならではの専門教育と英語教育を結びつける視点が示されている。

学校教育が「実際に使える英語」を指向する背景には、産業界の強い要望がある。経団連は2011年の政策提言（「グローバル人材の育成に向けた提言」）の中で、「多様な文化・社会的背景を持つ従業員や同僚、顧客、取引先等と、意思疎通をはかり、自分の意見を論理的にわかりやすく伝える外国語によるコミュニケーション能力」育成に向けた取り組みを政府や教育機関に求めている⁴⁾。

さらに実践的技術者の養成機関である高専には、国際共同研究や海外工場・現地法人で即戦力となる技術者の育成が強く求められる。高専の英語教育には、語学力の修得にとどまらず、専門分野の知識を背景に自らの考えを英語で説明し、議論・協働できる能力の育成が、産業界からの特別な期待として寄せられていると考えられる。

このように、英語の実践的な技能に対する社会的需要や産業界からの期待は一層高まっており、とりわけ高専には、専門知識と英語を結びつけて発信できる人材の育成が強く求められている。しかしながら、将来の活躍の場たる企業や研究機関からの期待の高まりは、高専生自身の英語学習への動機づけを高めているのだろうか。海外研修や国際的な研究活動に積極的な一部の学生を別として、大半の高専学生にとって「専門科目の方が大事」であって、英語は「ソコソコできればよい」という位置づけではないだろうか。そうだとすれば、どうすれば高専生が、産業界から期待されている役割、あるいは彼らに開かれている機会に見合った動機づけを、英語学習に対して持つようになるのであろうか。

2. 先行研究と本報告の位置づけ

高専生の英語学習動機に関しては、近年いくつかの調査研究が報告されている。倉増は質問紙調査を用いて、高専生の学習動機の特徴を分析し、就職や進学といった外発的要因が比較的強いことを指摘している⁵⁾。また Hill は、高専生と大学生を対象にした比較研究を行い、高専生は大学生に比べて、将来の自己像に基づく内発的な動機づけが弱く、外発

的要因に依存する傾向があることを報告している⁶⁾。

しかし、これらの研究が依拠する質問紙調査は「すでに学習意欲を持っている学習者」がどの要因に動機づけられているかを分析するのに有効である反面、学習意欲の低い層の実態を十分に反映できない。また、回答は社会的に望ましい方向に偏りやすく、学習者が本音で抱いているイメージや関心を十分に捉えられない可能性がある。

そこで本調査では、自由記述で「英語が使えたらできること」を書かせる活動を実施し、彼らが英語学習に関して持つ関心やイメージを可視化することを試みた。この方法により、英語学習への潜在的な動機づけとなり得る学生の関心分野を探り、授業づくりの手がかりを得ようとしたものである。

3. 調査方法

本調査は、令和6年度に授業中の活動として実施したもので、対象は本校3学年の3クラス、合計101名であった。学生には「英語が使えたらできること」をテーマに、付箋に1項目ずつ、枚数の制限を設けず自由に記入させた（図1）。

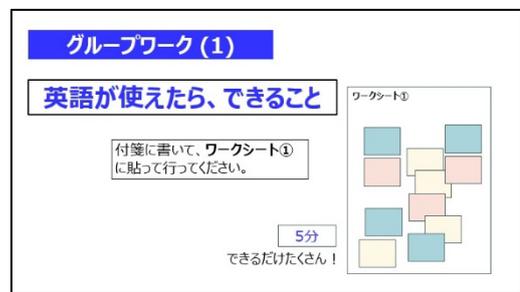


図-1 グループワークを指示するスライド

この活動の特徴は、アンケート調査ではなく、グループワークとして行ったことである。教師からは「夢を広げて」「奇抜なものでもよい」と指示して心理的な制約を和らげ、発想の幅が広がるよう配慮した。学生はテーブルを囲んで話し合いながら、アイデアを付箋に書き出し、グループごとのワークシートに貼りだしていった。その後、貼りだされた「できること」の中からグループで一つを選び、それを実現するためにどんな授業が必要かを考えさせた。すべての活動終了後、ワークシートごと付箋を回収した。3クラス合計で301枚の付箋について記述内容を整理した上で、類似するものをまとめてカテゴリー化した。

4. 結果

付箋に書かれた内容を整理したところ、娯楽・交友関係・旅行など「楽しみ」に関連するもの（以下、「エンジョイ系」と）、成績・進学・就職・研究など将来の「キャリア」に関連するもの（以下、「キャリア系」）に大別できた（表 1）。多数を占めたのが「エンジョイ系」で60.5%、「キャリア系」は28.5%、いずれにも分類できない「その他」は10.9%であった。

表-1 学生の記述内容（分類と例）

区分(割合)	記述例
エンジョイ系 (60.5%)	
娯楽コンテンツ (23.3%)	字幕なしで洋画が観られる／洋楽の歌詞が分かる
交友関係 (20.9%)	海外の人と友達になれる／外国人の彼女ができる
海外旅行・生活 (16.3%)	世界一周が楽になる／海外で生活できる
キャリア系 (28.5%)	
成績・授業免除 (9.3%)	英語の授業が免除される／TOEIC 満点がとれる
進学・留学 (2.3%)	進学に有利になる／留学できる
就職・海外勤務 (10.3%)	就職に有利になる／通訳になれる
専門分野・研究 (6.6%)	英語で論文が読める／国際会議に出席できる
その他 (10.9%)	自慢できる／モテル／有名人と話せる

なお、本報告は「英語が使えたらできること」という仮定に基づく探索的調査であり、複数回答形式のため割合は傾向把握を目的とした参考値である。また、「エンジョイ系」「キャリア系」の用語は報告者が便宜的に設定した区分を指すものである。

5. 考察

上記の回答結果を、英語学習に対する「潜在的な動機づけ」と捉えたとき、どのような示唆を得られるであろうか。ここでは、Self-Determination Theory（自己決定理論：SDT）と L2 Motivational Self System (L2MSS) の枠組みを使って検討してみたい。

SDT は、人が「自律性」「有能感」「関係性」と

いう三つの基本的な心理的欲求を満たすときに内発的動機づけが高まると説明する。また外発的動機づけは、外的な圧力に基づく external regulation から、学習者が価値を見出して受容する identified/integrated regulation へと内在化していく段階を想定する⁷⁾。

L2MSS は、外国語学習の動機を未来の自己像と結びつけて説明するモデルである。「第2言語使用者としての理想の自己像」を描く Ideal L2 Self は強い推進力となり、「周囲の期待や責務に応えるべき自己像」としての Ought-to L2 Self も一定の動機を与える。授業や活動の良質な体験は L2 Learning Experience として動機を支える⁸⁾。

なお、本活動は、「英語が使えたら何ができる／どうなるか」をたずねたものであり、現在の動機づけの強さや義務感を測ったものではない。

5. 1 「エンジョイ系」

エンジョイ系が指向するのは、自分自身の楽しみである（洋画が観られる・歌詞が分かる・友達になれる・海外旅行が楽になる）。ここでは、英語は、娯楽体験を充実させたり、経験の範囲を広げたりするうえでの有用なもの（instrumentality：目的達成に役立つ実利的・手段的な有用性）として捉えられている。英語を自在にを使って娯楽コンテンツを楽しんだり、おしゃべりしたり、知らない国を旅したりする「理想の」自分が、思い描かれている。これらの回答が示すイメージは、Ideal L2 Self として学習の動機づけとなる可能性を内包していると考えることができる。自身の興味に根差すものであるため、ここには Ought-to L2 Self の要素は介在していない。

5. 2 「キャリア系」

キャリア系が指向するのは、英語がもたらす便益・利得である（授業が免除される・進学に有利になる・就職に有利になる・国際会議に出席できる）。理想の進路に進むための「有用性」が認識されている点はエンジョイ系と同様である。ただし、エンジョイ系が自分自身の楽しみを価値の対象とするのに対して、キャリア系に投影されているのは、保護者や学校、社会からの期待や要求に由来する Ought-to L2 Self である。エンジョイ系が、自ら感じることのできる即時的な価値をもたらすのに対して、キャリア系の便益は、他者や制度上の評価に依存し、不確実なものである。持続的な学習の動機づ

けとするためには、本人がその便益を自分にとって価値あるものとして認識できるか（価値の受容に基づく調整（identified/integrated regulation）に移行できるか）が鍵となる。

5. 3 「その他」

「その他」の区分には、「英語ができることを自慢できる」の回答が相当数含まれている。「自慢できる」も他者から評価されることで得られる便益ではあるが、そこに「有用性」は含まれない。「英語ができる」ことを特殊な技能として捉え、自分には手が届かないものとする認識が感じられる。

6. 授業づくりの視点

5章の考察を受け、本章では、エンジョイ系、キャリア系それぞれについて、SDTの三要素（自律性・有能感・関係性）を土台とした授業づくりの視点を示す。

6. 1 エンジョイ系に対応する視点

- ・自律性を尊重する：押し付けではなく、自然に興味を持てる題材から選べるようにする。「やらないこと」に対する懲罰的な扱いは避ける。
- ・有能感を育てる：小さな成功体験を積ませる設計とし、不安を強める場面や難しすぎる課題で自信を損なわせない。
- ・関係性を支える：ペアやグループでの活動、安心感と交友の広がりを実感できる場をつくる。適切で具体的なフィードバックを行い、雰囲気づくりを重視する。
- ・回答で描かれた「英語を使うと得られる価値」を、授業内の短い理解・やり取り・説明に結び付け、日常場面の有用性を教室で予行できるようにする。

6. 2 キャリア系に対応する視点

- ・事例とロールモデルを示す：先輩・教員・実務家の具体例を通して、英語が専門や進路にどのように生きているかを見せる。
- ・評価に依存し過ぎない価値づけを支える：他者の評価や肩書だけでなく、自分の尺度で「できた」を感じられる場面を用意する。

- ・専門分野に接続する支援を整える：分野固有の語彙や表現、図表の扱い方など、実際に役立つ情報を用意する。

7. おわりに

本報告では、「英語が使えたらできること」を学生に自由記述で求め、回答を整理した。結果は、娯楽・交友関係・旅行など「楽しみ」に関する「エンジョイ系」と、成績・進学・就職・研究など将来のキャリアに関連する「キャリア系」、その他に区分できた。考察では、SDTとL2MSSの枠組みを用いて、エンジョイ系は理想自己（Ideal L2 Self）に近い将来像として、キャリア系は周囲の期待や制度的評価に結びつく自己像（Ought-to L2 Self）として、英語学習への潜在的な動機づけとなり得ることを述べた。そのうえで、それぞれの区分に応じ、SDTの三要素（自律性・有能感・関係性）を土台とした授業づくりの視点を示した。

本活動を通じて得られた知見を学生の積極的な学びへとつなげていけるよう、今後も授業の改善を行っていききたい。

参考文献

- 1) 文部科学省: 高等学校学習指導要領, 2018.
- 2) 国立高等専門学校機構: モデルコアカリキュラム (MCC) 2017年度版, 2017.
- 3) 国立高等専門学校機構: モデルコアカリキュラム (MCC) 2023年度版, 2023.
- 4) 経団連: グローバル人材の育成に向けた提言, 2011.
- 5) 倉増 泰弘: 高等専門学校生の英語学習に対する動機づけを測定する尺度開発, 中国地区英語教育学会誌, No. 50, pp. 3-8, 2020.
- 6) Hill, G.: A comparison of motivation for learning English between KOSEN and university students, Research Bulletin of Obihiro Univ., Vol. 40, pp. 105-109, 2019.
- 7) Ryan, R. M. and Deci, E. L.: Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being, American Psychologist, Vol. 55, No. 1, pp. 68-78, 2000.
- 8) Dörnyei, Z.: The L2 Motivational Self System, In Dörnyei, Z. and Ushioda, E. (eds.), Motivation, Language Identity and the L2 Self, Multilingual Matters, pp. 9-42, 2009.

卒業研究題目一覧

令和6年度

機 械 工 学 科

青柳 成俊 研究室

純チタン及びTi6Al4V合金の低温破壊特性の評価	木村 奎太
酸化処理したELI純チタンへのZrO ₂ 焼結結合とその界面組織の評価	本間 健心
Ti6Al4V-ELI合金基ZrO ₂ 焼結結合とその界面組織の評価	関 主水

大石 耕一郎 研究室

Cu ₂ ZnSnS ₄ 結晶の作製と結晶学的評価VIII	瀧淵 優達
Cu ₂ ZnSnS ₄ バルク結晶の物性評価III：組成比による比較	河辺 幸咲
Cu ₂ ZnSnS ₄ バルク結晶太陽電池の作製と評価V	高橋 陸

池田 富士雄 研究室

レタスの全自動生産に向けた包装機構の開発	東 尚輝
左官職人の表面均しの再現を目指した自動化装置の開発	佐藤 嘉斗
不意な滑りを再現する全方位移動可能なトレッドミルの開発	諏佐 大和
素早い人命救助のための陸空両用ドローンの開発および バッテリー自動交換システムの基礎開発	星野 幸輝
素早い人命救助を目的とした陸空両用探索ドローンの開発と LiDERによる安全航行技術の検討	足立 一真

山岸 真幸 研究室

鉛直流れにおける多関節平板の振動特性の解明	西巻 達也
-----------------------	-------

佐々木 徹 研究室

FEM解析を用いた曲げ強度向上のためのGFRP接着継手の補強繊維配置の最適化	中島 響
引張-ねじり荷重下における補強繊維角度を傾斜させたGFRP接着継手の強度特性	細木 優介
補強繊維角度を面内方向に傾斜させたCFRP接着継手の引張せん断強度特性	多田 裕次郎
補強繊維配列を整列させ傾斜させたGFRP接着継手の引張せん断強度特性	野嶋 太智
圧電材料を用いたFRPプレートの破壊制御に関する基礎実験	塚田 さゆり
平面内に分極された円孔付き圧電材料の強度評価のための異方性試験片の 力学解析と実験検証	永井 晴翔

井山 徹郎 研究室

3Dプリンタにより作製したビトリファイド砥石の焼成変形の調査	高橋 七宝
品質工学を用いたネジゲージのラッピング加工条件の最適化	佐藤 慧一
ペレット供給式3Dプリンタにおける吐出量の安定化	土田 康平
弾性を有するメタルボンド砥石の切断能力の評価	中林 蒼汰
ガラス-樹脂一体成型品への精密穴あけ加工に関する研究	松岡 慶太郎

金子 健正 研究室

放電加工されたMAX相セラミックスの摩擦摩耗特性	小川 七星
MAX相セラミックスの細穴放電加工特性	永島 拓歩
MAX相セラミックスの微細放電加工特性	松永 大輝
MAX相セラミックスの陽極酸化-逆電処理が発色に及ぼす影響-	星野 渚
陽極酸化されたMAX相セラミックスの光触媒特性評価	加勢 大雅

工藤 慈 研究室

歩行動作解析による転倒の予測に関する研究	菅井 大
0.3ml投与用針なし注射器の噴射特性評価	阿部 泰輝
薬液粘度が噴射圧力および皮下拡散形状に与える影響の調査	Batbayar Munkhjin
微小ノズル出口での噴射圧力測定器具の開発	森 謙一郎
NIRSを用いた注射動作に対する恐怖心の評価方法の検討	佐藤 湊

早川 佳孝 研究室

デジタルツインシミュレーションによる移動体のエネルギー生成・利用の可視化	海老名 航大
気象ビッグデータに基づく都市内エネルギー収支予測	
デジタルツインシミュレーションの実現可能性評価	加藤 寛章
エマルジョン燃料の燃焼特性の把握	山口 響生

電気電子システム工学科

樺澤 辰也 研究室

被災時におけるBluetoothを用いた障害物情報共有システムの有効性の評価	井上 遥介 亀山 晋太郎
Bluetoothを用いた災害救助信号の伝搬特性の効率改善	大川 未来 渡辺 裕貴
アドホック・セルラ方式における端末密度を考慮した 通信トラヒックの過渡特性の解析	神田 純平

矢野 昌平 研究室

耳音響認証イヤホンにおける頭外音像定位に関する一検討	阿部 光統
AIを用いた水量計測手法の検討	五十嵐 幸多
AIを用いた積雪検知センサの開発	池田 悠希
LLMにおけるRAGを用いた法令FAQシステムの提案	小林 凌也
陸上養殖に向けたチョウザメの行動の定量化	雙田 あすか
理論体系による異常検知手法の検討	中和 優太

竹内 麻希子 研究室

Cu ₂ ZnSnS ₄ バルク結晶太陽電池の電気的特性の改善	小口 輝 佐藤 琢磨
組成制御したCu ₂ ZnSnS ₄ バルク結晶の構造評価	児玉 忠大
組成制御したCu ₂ ZnSnS ₄ バルク結晶の発光に起因した欠陥準位の調査	SUTHINEE WACHARALERTVANICH
ホール効果測定によるCu ₂ ZnSnS ₄ バルク結晶の欠陥準位の調査	二戸 泰紀

島宗 洋介 研究室

ZnO系バッファ層の物性制御プロセス開発とCZTS太陽電池への応用	石川 颯汰
ドライバッファ系CZTS太陽電池の膜厚/硫化プロセス最適化	市川 尋翔
CZTS太陽電池の性能改善を目指したMo物性制御プロセス開発	小口 貴士
CZTS太陽電池の低サーマルバジェット製造を目指したレーザ硫化プロセス開発	栗原 壮大朗
ポストレーザアニールによるドライバッファ系CZTS太陽電池の性能改善	小林 達也

平井 誠 研究室

Research on dye-sensitized solar cells with economical Pt-free counter electrodes	東 あきえ
Application of photocatalytic materials for sustainable-productive agriculture	金子 千桜
Effect of cation substitution in YBa ₂ Cu ₃ -xMxO _{7-δ} for superconducting properties	高梨 登識
Development of composite magnetic materials for medical applications	山崎 知颯

和久井 直樹 研究室

磁気駆動ドローンの提案に向けた磁気浮上の基礎的研究	岩本 凌汰
ML-Agentsを用いた人間らしいノンプレイヤーキャラクターの開発	小熊 友弥
3D都市モデルと気象ビッグデータを用いた太陽光発電量の推定	川上 煌虎
画像認識を活用した身体動作からのイージング関数取得システムの提案	小林 由佳
ニッパ刃付け作業における高度熟練技能者が有する品質評価基準の定量化	坂口 幸太朗
主成分分析とクラスタ分析を用いた子育て環境に関する地域類型調査	曾山 小都子
構造物目視点検VRトレーニングシステムにおける視線描画モジュールの改良	角山 稜太

内田 雄大 研究室

パルス熱負荷を模擬したレーザ照射による核融合炉壁材料内部の熱拡散解析	浅井 亮輝
2個の検出器による同時計数法を用いたミュオン検出器の作成	江口 佳琉良
核融合炉壁へのHeイオン照射に対する影響調査のための再結晶タンゲステンの作製	遠藤 慎吾

薦 将哉 研究室

リアプロジェクションマッピングを用いた 初等教育用インタラクティブシステムの開発に関する研究	稲井 万将
Eu ²⁺ リン酸塩蛍光体における特異な還元現象に関する研究	大野 恭平

電子制御工学科

梅田 幹雄 研究室

パラメトリックスピーカーを用いたパソコン用音声出力装置の検討	加藤 凧
手指末端部の振動感覚感受性に与える振動方向の影響	TANYAPOOM TAECHASOMSUKDEE
積層圧電アクチュエータと鋼球を用いた手指末端部の衝撃検査用デバイスの検討	毛利 翔太
円錐形状超音波音源とロボットアームを用いた非接触書字覚検査用デバイスの検討	MOHAMAD IRFAN RAHIMI BIN MOHD MARZUKI
圧電マイクロプロアによる空気圧を用いた非接触皮膚感覚検査用デバイスの検討	我伊野 司

高橋 章 研究室

カメラで読み取り可能な二次元コードのデジタル画像への埋め込みについて	近藤 嵩
横断歩道見落とし防止システム構築のための動画像処理による 横断歩道情報の認識について	中野 恵伸
深層学習を用いた車載カメラ映像からの信号機検出と認識	武田 稯
深層学習による全身運動の3次元骨格推定の比較評価	野口 凜人
深層学習による3D動作推定のスポーツ向けデータ拡張	南口 誠之助
バレーボールのスパイクレシーブのVRトレーニングソフトウェア開発	山内 竣琿

外山 茂浩 研究室

生体信号を用いた怒り状態の推定	稲田 絢斗
fNIRSによる冷熱刺激に対する痛みの推定	江部 良真
柔軟性の可視化と故障率との関係の解明	佐藤 涼亮
バレーボールにおけるレセプション動作とスポーツビジョンの関係分析	山村 健也
バレーボール競技の映像分析における最適なカメラ配置の検討	大湊 健裕

皆川 正寛 研究室

オールウェットプロセスによる低分子型有機トランジスタの開発	酒井 朝陽
真空加熱法を用いた有機トランジスタ用塗布型電極の作製と評価	KORNCHANOK WATYAM
強塩基性分子を用いたnチャンネル型有機トランジスタの開発	下辺 礼心
水添スチレン系熱可塑性エラストマーを用いたストレインセンサの開発	遠藤 楓也

永井 睦 研究室

熔融樹脂流動特性の圧力依存性評価	出川 歩汰郎
スピーカキャビネット形式の音響特性およびMFB制御におよぼす影響	庄司 大隼
超音波付加熱ナノインプリントによる微細形状転写性改善	吉原 世風

竹部 啓輔 研究室

和声法を基本とする自動伴奏作成システムの提案	岩村 天清
プログラミング初級者向け学習支援アプリケーションの開発	大関 啓太
教育現場向け英語学習支援アプリケーションの開発	布川 康太

佐藤 拓史 研究室

一次元ダクトのアクティブノイズコントロール	安藤 有己
モデル化で考慮していない要因を有するシステムに対する制御系の検討	小室 万里子
タッチディスプレイを導入したPLC実習課題	高野 拓斗
A*アルゴリズムとROS2を用いた自立走行ロボットの経路計画法の改良	山内 達矢

上村 健二 研究室

潜在拡散モデルを用いた画像圧縮におけるアーティファクト改善の検討	小林 大城
日本手話における非手指動作に注目した格助詞決定法の検討	柴野 爽
SPIHT圧縮法へのBPCSステガノグラフィの検討	關 愛仁
CNNによるエッジデバイス指向の軽量の圧縮動画超解像モデル	湯嶋 皓騎

酒井 一樹 研究室

物体検出AIを用いた金属製品における自動外観検査システムの開発	諏佐 啓太
生体信号解析によるストレスの質や量の推定手法の検討	梅沢 暁平
フォルマントに着目した音源分離精度の新しい評価尺度の検討	小林 智哉
ニューラルネットワークを用いたリングダウン重力波のパラメータ推定	若井 悠馬
重力波の到来方向推定におけるニューラルネットワークモデルの比較検討	吉田 真慶

物質工学科

菅原 正義 研究室

米ぬかの湿熱処理条件がパンの物性に与える影響	小林 笑里
玄米の湿熱処理条件の検討	酒井 直生
湿熱処理米糠の糠床用米糠としての有用性	竹中 彰良

小出 学 研究室

TiB ₂ -SiC系セラミックスの機械的特性に関する研究	鬼山 一護
TiB ₂ -B ₄ C系セラミックスの機械的特性に関する研究	和田 光
セラミックスの熱伝導特性の簡易評価に関する研究	市川 遥斗
AlN-TiN系セラミックスの熱伝導性に関する研究	富岡 真生
高硬度材料の摩耗特性の簡易評価についての研究	桑原 憧

村上 能規 研究室

色素増感反応で生成した一重項酸素によるルミノール化学発光の 時間分解測定と各種添加効果	阿部 千尋
紫外線吸収分光法によるオゾンマイクロバブルの寿命測定と界面活性剤添加効果	大森 直人
シクロデキストリン-酸化チタン複合体作製とその色素増感型光触媒作用	奥村 洸太郎
フォトフェントン反応におけるOHラジカルの生成とラクトフェリン添加効果	小林 希安
銅フタロシアニン可視光励起による一重項酸素生成と ナノセルロースへの吸着の影響に関する研究	高橋 叶夢

田崎 裕二 研究室

マツタケにおけるヒドロペルオキシドリアーゼ遺伝子の配列と発現の解析	岩月 るり
簡易生醗系酒母からの乳酸菌の分離と同定	永嶋 麗
FAS2遺伝子変異酵母における中鎖脂肪酸の生産性	多田 伊吹

荒木 秀明 研究室

スピコート法を用いたCu ₂ SnS ₃ 薄膜及び太陽電池の作製	浅井 遥音
同時蒸着法を用いた高Ge組成Cu ₂ (Ge, Sn)S ₃ 薄膜の作製と太陽電池応用	阿部 琉星
Cu-Sn-Sスパッタターゲットを用いたCu ₂ SnS ₃ 薄膜及び太陽電池の作製	大塚 涼真
Cu ₂ SnS ₃ 系光電極を用いた水分解の検討	坂上 依吹
Ag含有新規化合物光電変換素子の開発	本間 彩

赤澤 真一 研究室

ミミズ細胞を用いた新規重金属毒性試験法の開発を目指した ミミズ体腔細胞増殖条件の検討	田村 脩
ミミズ細胞を用いた新規重金属毒性試験法の開発を目指した ミミズ臓器・幼体細胞培養増殖条件の検討	山上 羽月

河本 絵美 研究室

チオレドキシシン相互作用タンパク質 TXNIPの発現機構の解析	齋藤 和可奈
骨格筋における微量栄養素クロムの定量と機能検証	高橋 沙那
カラキ葉抽出物が有するα-グルコシダーゼ阻害活性の評価	丸山 颯大

奥村 寿子 研究室

湿熱処理玄米と玄米粉のかおり分析	大野 まりも
塩化パラジウムを用いたテアシネンシンの異性化反応	高橋 奏
メチレンブルーの光退色に与えるエピガロカテキンガレートの影響	山田 蘭

熱海 良輔 研究室

ケモインフォマティクスによるTiO ₂ 光触媒反応速度論モデル開発	春日 駿介
低環境負荷燃焼を目的とした灯油・バイオエタノール燃焼反応特性の解析	加藤 晃
プロセスインフォマティクスによる太陽熱・雪氷熱を活用した Kalinaサイクルの最適化	小山 大和
低環境負荷を目的とした灯油／バイオエタノール系エマルジョン燃料 製造技術の開発	鈴木 そら
地球外鉱物を活用した焼結体特性の評価	諏方 公祐

小野塚 洸太 研究室

量子化学計算による新規チオフェンオリゴマー伝導体の設計とその測定環境の構築	石井 奎介
---------------------------------------	-------

環境都市工学科

陽田 修 研究室

運転技能の早期習得を目的とした熟練オペレータの知識習熟過程の可視化	猪又 翠
左官工の動作情報と作業プロセスに基づくコンクリート床仕上げ技能の可視化	伊平 圭汰
路面性状データと管理記録を用いた舗装補修サイクル評価手法の開発	桑原 悠治
反射輝度法によるコンクリート表層品質の評価手法確立	鈴木 紗世
内部欠陥同定精度の平準化を目的とした打音点検技能の可視化	METHAPATD SIRIVAL
コンクリート締固めの標準化を目的とした施工プロセスの可視化	MBULU ESOMBULU MOISE

井林 康 研究室

全国道路施設点検データベース (xROAD) の活用	石丸 琉
迂回路計算プログラムを用いたトンネル管理優先度の検討	今井 理夫
機械学習を用いた損傷検知システムの高度化に向けた検討	齋藤 快
機械学習を用いた損傷検知システムの高度化に向けた検討	反町 紗也
タブレット端末を利用した地質調査結果入力システムの開発	増田 美羽

村上 祐貴 研究室

VR空間を用いたコンクリート構造物の目視評価スキルの形式知化	渡邊 創太
生体情報を活用したVR目視点検技能向上トレーニングシステムの開発	枅内 湧汰
衝撃弾性波法を用いた橋梁小遊間部の浮き・剥離部検知手法の開発	石黒 佑真
内在塩分を有するコンクリートに接合した塩分吸着パネルと コンクリート間のイオン移動性状	高橋 響
VR空間を用いた打音点検の欠陥発見技能向上トレーニングシステムの開発	今井 想
VR空間を用いた打音点検の欠陥領域同定技能向上トレーニングシステムの開発	安藤 真輝人

田中 一浩 研究室

i-tree eco を用いた糸魚川市における森林の評価	相澤 遥
新潟県における有機塩素化合物による地下水汚染の動向	片山 郁杜
気候変動による新潟県への影響と回避策の提言	加藤 未路
信濃川流域における岡市周辺の水害発生リスクとその将来予測	佐藤 雅生
災害発生時のトイレ環境の課題	谷江 優葵

衛藤 俊彦 研究室

左俣谷で発生した煙型雪崩の流動解析	青柳 凜
泥水流の□距離流動に伴う流動過程と平衡状態の流動特性	平井 翔梧
砂粒子による泥水流の発達過程及び平衡状態の流動解析	田中 健奨
横断方向への広がりを考慮した泥水流の流動解析	佐藤 明由
泥水流の流動に伴う地形変化を考慮した解析モデルの妥当性の検討	岩波 優希
解析領域上部の大きさの違いが長距離流動泥水流の三次元流動解析に及ぼす影響	明間 朋希

山本 隆広 研究室

水文水質DBを用いた洪水比流量曲線の適正化	山田 晃
信濃川下流域を対象とした分布型水文モデルにおける 蒲原大堰、中ノロ川水門操作の考慮	小玉 城
新潟県の3つの一級水系を対象とした分布型水文モデルの構築	西川 天馬
d4pdfを用いた信濃川流域における降水量の再現性評価	荒木 蒼志
太田川洪水浸水想定区域図における想定最大雨量を使った浸水区域の検証	笠原 光太郎

川上 周司 研究室

好気性脱窒活性を測定するためのNap-mRNAの定量	末武 沙穂
好気性脱窒菌のnap酵素を阻害するaptamerの開発	小熊 ころ
Aptamerを用いた活性汚泥中の未培養微生物群の検出	小林 息吹
深層学習による浄化槽から取得可能なデータを用いたBOD予測技術の開発	久住 葉瑠
深層学習に用いるための細菌の走査電子顕微鏡による撮影方法の検討	斎藤 那生
蛍光波□域が重ならない多重染色FISH法を用いたComammox細菌の検出	木村 天哉

専攻科特別研究題目
及び要旨一覧

令和6年度

○研究要旨

電子機械システム工学専攻

3D プリンタを用いたビトリファイド系砥石の作製とその評価

Manufacturing of Vitrified Grinding Wheel using 3D Printer and its Evaluation

阿部 尊：電子機械システム工学専攻（井山 徹郎 准教授）

Determining process of grinding wheel for mass-production products require long time because multiple prototype grinding wheel are manufactured and tested. On the other hand, current 3D printers are possible to produce complex shapes in a short time using a variety of materials. The purpose of this study is to manufacture vitrified grinding wheels using 3D printer and evaluate machining performance of the grinding wheels. Grinding wheels were manufactured with mixtures of binder, water, and abrasive grains, and formed using deposition modeling 3D printer. The green body was dried and sintered at 1100°C and fired at 1300°C in an electric furnace. Manufactured grinding wheels were able to machine workpieces. However, the surface roughness was poor due to stacking marks. Therefore, the layer height was increased and the printing angle was considered. As a result, the surface roughness was improved by changing the printing angle over a certain amount and the production efficiency of the tool was improved.

弾性を有するメタルボンド切断砥石の加工特性の評価

Evaluation of Machining Characteristics of Elastic Metal-Bonded Cutting Wheel

伊藤 恵太：電子機械システム工学専攻（井山 徹郎 准教授）

Currently, there are several materials that are called difficult-to-process materials. One of them is composite materials. The mechanical properties of composite materials, which are irregular mixtures of various materials, are extremely complex, therefore machining of composite materials is expected to be difficult. Most commercially available cutting wheels are designed for cutting of single materials and are not suitable for composite materials. In addition to the time-consuming and costly work process problems that arise when cutting with inappropriate tools, there is also the problem of a heavy workload on the operator, and it is required to develop tools suitable for cutting composite materials. The purpose of this study is to propose an elastic metal-bonded cutting wheel as a tool suitable for cutting difficult-to-process materials such as composite materials, and to investigate its processing characteristics. Specifically, cutting force, workpiece vibration, and cutting sound were measured when cutting with the proposed cutting wheel, and the machining characteristics of the tool were clarified. The experimental results showed that the elastic metal-bonded cutting wheel was able to cut glass-steel laminated materials with less cutting force and less cutting sound level than a commercially available cutting wheel.

高演色白色 LED 用リン酸塩 Sr-Ca 系赤色蛍光体の原子濃度制御に関する研究

Study on atomic concentration control of Sr-Ca system red phosphate phosphor for high color rendering White-LEDs

入倉 愛梨：電子機械システム工学専攻（加藤 有行 教授， 蔦 将哉 助教）

近い将来，現在稼働している全ての照明用蛍光灯は照明用白色 LED へと代わることが必然となった．現在，照明用白色 LED にはより演色性の高い白色光が求められており，これを実現するためにはデバイスの光性能の根幹となる蛍光体の性能向上が欠かせない．本研究では，高演色白色 LED に応用するための赤色蛍光体として Sr 原子と Ca 原子を混在させた Sr-Ca 系赤色リン酸塩蛍光体に着目し，その合成手法を確立させることを目的とした．

初めに，化学量論比に従って Sr-Ca 系蛍光体の母体となる $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$ と $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$ の合成を行なった．しかしながら，合成した蛍光体の X 線回折スペクトルは，国際回折データセンター（ICDD）のカードデータと一致しなかった．これを改善するために， $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$ 結晶，および $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 結晶の相図と比較して焼成温度と $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ の秤量を増加させたところ，合成した蛍光体の X 線回折スペクトルは，ICDD カードデータと良く一致していた．

次に，改善した条件を基に Sr 原子と Ca 原子を混在させた $\text{Sr}_2\text{Ca}(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$ と $\text{SrCa}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$ の合成を行なった．合成した蛍光体の X 線回折スペクトルは， $\text{SrCa}_2(\text{PO}_4)_2$ の ICDD カードデータと良く一致していた．この結果は，本研究で合成した Sr-Ca 系蛍光体では Ca 原子が支配的であることを示している．

最後に， $\text{Sr}_2\text{Ca}(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$ と $\text{SrCa}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$ の発光（PL）測定を行なった．測定した PL スペクトルは， $\text{SrCa}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$ は赤色領域を含む長波長側に広いスペクトルを有することを示していた．この結果は， $\text{SrCa}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$ が高演色照明用白色 LED の赤色蛍光体として応用できる可能性を示唆している．

以上より，本研究では蛍光体を合成するための焼成温度と原料の化学量論比を調整することで高演色照明用白色 LED 用赤色蛍光体としての応用が期待できる $\text{SrCa}_2(\text{PO}_4)_2:\text{Eu}^{2+}$ を合成できることを明らかにした．

セルラシステムにおける通信トラフィックの過渡特性の解析

Analysis of Transient Characteristics of Communication Traffic in Cellular System

笠井 勇希：電子機械システム工学専攻（樺澤 辰也 教授）

This paper aims analyzing of transient characteristics of communication traffic in cellular system. We considered a model which non-mobile terminals are uniformly distributed in a cell centered at the base station for analyzing. It assumed that infrastructure failure and communication concentration occur due to a disaster or the like. We analyzed transient characteristics by assuming that this will cause a sudden increase in traffic intensity. In this analysis, we performed theoretical analysis using Runge-Kutta-Gill method and computer simulation. We also performed analysis under conditions in which the distance over which direct communication is possible was shortened, and under conditions in which the channel allocation was changed. As a result, we found that increasing the total number of channels and the channels for indirect communication is effective in reducing call losses.

針なし注射における高粘度薬液の皮内拡散評価

Evaluation of intradermal diffusion of high viscosity drug solutions in needle free injections

金井 京平：電子機械システム工学専攻（池田 富士雄 教授，工藤 慈 准教授）

針なし注射器は従来の針式注射器と比較して、痛みや針刺し事故のリスクが低いという利点を有するが、高粘度の薬液を使用した際の注入特性については、未だ十分な解明がなされていない。本研究では、ばね式針なし注射器を使用し、薬液の粘度が噴射特性に及ぼす影響を調査した。実験にあたり、水飴を増粘剤として使用し、粘度が1から500 mPa·sの範囲となる模擬注射液を作製した。また、皮内拡散を評価するために、ラップフィルム、ウレタン樹脂、メラミンスポンジ層で構成される4層構造の人工皮膚モデルを作製した。様々な粘度条件下で、注射器のシリンジにおけるひずみの測定と、皮膚モデルにおける薬液拡散の解析を実施した。その結果、粘度の上昇に伴い、最大ひずみ値は低下し、注入時間は増加傾向にあることが明らかとなった。拡散幅にはほとんど変化が見られなかったものの、拡散深さは高粘度溶液において減少した。つまり、高粘度溶液では、噴射圧力が低下し、注入圧が増加する傾向にあると考察できる、これらの結果は、薬液の粘度が注入性能に大きく影響することを示しており、様々な医薬品応用に向けた針なし注射器の使用に対し、薬液粘度が重要な指針であることを示している。

生体医療用Ti/ZrO₂焼結接合材の界面組織を制御する熱酸化処理とその効果

Effects of Thermal Oxidation Treatment for Controlling Interfacial Microstructure of Ti/ZrO₂ Sintered Bonding for Biomaterials

北村 清史：電子機械システム工学専攻（青柳 成俊 教授）

近年、高齢化社会に伴う老年人口の増加が顕著であり、2030年には高齢化率が30%を超えると予測されている。高齢者の生体機能の低下には、骨特性の減衰劣化や損傷などがあり、その外科的処置のための生体医療用材料の開発が進められている。このような背景を受け、チタンとジルコニアを用いた生体医療用材料の研究を行った。これらの材料は、これまで生体材料として確かな実績がある^{1,2)}。しかし、生体医療用チタンを摺動部で使う場合には耐摩耗性を付与する必要があった。そこで、これらの材料を接合し、純チタン表面に硬質性と耐摩耗性を付与した生体医療用材料を開発することを着想した³⁾。

本研究では、焼結前のチタン表面を予め酸化処理することで接合後の界面組織の改善と結合強度の向上を試みた。ここではチタン表面に酸素を供給することでTiO₂酸化層を成長させて、その層にZrO₂を焼結させる。しかし、安定した界面組織を保つには、界面での相互の元素拡散を抑制する必要がある⁴⁾。そのため、本研究では、チタン表面の酸化層が、純チタン/ジルコニア接合材の界面組織と元素拡散挙動に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

参考文献

(1) 東ソー株式会社「ジルコニア粉末TZシリーズ」

https://www.tosoh.co.jp/product/functionality/zirconia_powder_tz.html

(参照 2025-1-23)

(2) Pasquale Cavaliere. Spark Plasma Sintering of Materials : Advances in Processing and Applications. Springer

(3) 日刊工業新聞社，“チタンの加工技術”，9項，2006

(4) R. Ruh : J. Am. Ceram. Soc., 46, (1963), 301-306.

チタン合金多孔質材とそのバイオポリマー複合材料の力学的評価と圧縮強度の予測

Prediction of compressive strength and mechanical evaluation of porous titanium alloys and their biopolymer composites

木村 耕也：電子機械システム工学専攻（青柳 成俊 教授）

人工関節などの生体材料として使用される金属には、高い生体親和性、生体組織との良好な密着性、骨に近い弾性率が要求される。生体内へ包埋する整形外科処置において、骨よりも弾性率の高い金属材料を使用すると、骨への荷重伝達を阻害する応力遮蔽効果と呼ばれる現象が生じるためである。生体医療用 Ti6Al4V 合金は、機械的特性と生体親和性に優れるものの、生体材料として使用するには強度・弾性率が高く、生体組織との早期密着性に欠ける。一方でバイオポリマーは密着性、生体親和性、柔軟性に優れるが、構造的足場が必要で単一では強度材として使用できない。これらの課題を解決するために、多孔質 Ti6Al4V の空隙部表面にバイオポリマー(PLA, キトサン, キトサン誘導体)を充填複合化することを着想した。チタンを空隙率 20~26%のチタン多孔質材とすることで機械的特性を制御できる。結果的に骨組織の成長を促進することが期待される。本研究ではチタン多孔質体の圧縮強度、曲げ強度、引張強度の各特性を明らかにする。またこの多孔質体にバイオポリマーを含浸させた複合材料も同様に評価する。特に圧縮強度については、Gibson-Ashby の相対密度と相対応力の関係式から予測式を提案する。

ガラス-樹脂一体成型部材への穴加工における工具特性の影響

Effect of Tool Characteristics on Drilling in Glass-Plastic Integral Molded Parts

小出 彪威：電子機械システム工学専攻（井山 徹郎 准教授）

The radio wave attenuation of 5G communication, the next-generation standard, is greater than that of conventional communication standards. To solve this problem, integrally molded glass and resin components are increasingly being used as materials for the bodies of IoT devices. However, the appropriate processing method has not been clarified. The purpose of this study is to propose a composite grinding wheel for drilling holes in a glass-plastic integral molded part. The effect of the orientation of this component on cutting force when machining a glass-plastic integral molded part was investigated. Experimental results show that drilling from the glass side lowers cutting force when machining the plastic side due to glass chips. When machining from the plastic side, the sharp increase in cutting force at the start of machining with an end mill-type tool is thought to be due to the flat tip. We proposed two types of composite tools with both chisel part as blade type tool and resin bonded grinding wheel part. It was confirmed the cutting force was decreased when the machining was started form the plastic side.

監視業務補助を目的とした異常事態検出システムの検討

Study of an anomaly detection system for assisting surveillance operations.

小林 陸駿：電子機械システム工学専攻（上村 健二 准教授，高橋 章 教授）

近年，異常事態の自動検出においてもディープニューラルネットワーク（DNN）を用いた手法が主流となっている。しかし，DNNによる出力は，その動作内容の複雑さから監視業務などで判断の根拠の説明が求められた際に根拠の提示が困難となる問題がある。

本研究ではその問題を解決するために，説明容易な特徴量と機械学習を利用する手法で異常事態候補の動画を作成し，その動画に可視化処理を施すことで，監視業務の補助を行うシステムを作成，評価する。

機械学習を利用した異常事態の検出では，大きさ情報を特徴量として使用した場合と説明困難な深層的情報を特徴量として使用した場合と比較した。結果として，Recall の値が 4%程度の検出性能の低下で，説明容易な特徴量においてほぼ同等の性能を実現できた。

また，異常事態原因の可視化では可視化処理前後で正答率は若干の悪化を示したが，回答にかかる時間の短縮が見られた。

生体信号を用いた冷熱刺激による痛みの推定

Estimation of pain caused by thermal stimulation using biological signals

田上 雄也：電子機械システム工学専攻（外山 茂浩 教授）

本研究は，冷熱刺激を被験者に与えた際に現れる生体信号を測定し，現れる反応の特徴を数値化して主観評価との相関関係を調査した。最終的には，冷熱刺激を与えた際の生体信号の反応より，痛みの定量的評価を目標としている。

本研究では，長岡高専に所属する学生 12 名に実験を行った結果，冷熱刺激により，皮膚コンダクタンス水準（SCL）は急増し，指尖容積脈波（PTG）は低周波成分が表れる傾向が見られ，主観評価との間に弱い正の相関関係が得られた。痛みの推定では，非線形回帰分析の結果最大で約 20%の正解率が得られた。

白金を使わない色素増感型太陽電池の高性能化

Research on improvement of dye-sensitized solar cell performance using economical Pt-free CE

マンクラキリー ナッタワット：電子機械システム工学専攻（平井 誠 教授）

本研究では、色素増感太陽電池（DSSC）の対向電極（CE）に経済的な触媒を用いることで、より安価な材料を使用して太陽電池のコストを削減することに焦点を当てた。対極材料として白金（Pt）、炭素（C）、 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{C}$ を使用し、二酸化チタン（ TiO_2 ）の膜厚を 10~22 [μm] の範囲で制御して、N719 色素を含む DSSC を作製した。

DSSC の光電変換性能は、Pt 層を C 層に置き換えた場合に低下することが明らかとなった。C 対極を用いた DSSC では、C 対極とヨウ素電解液の界面に電気二重層が形成されることが示唆された。この電気二重層の形成は、電子と正孔の拡散係数を低下させるだけでなく、太陽電池から取り出される光電流も減少させる要因となった。一方、 Fe_2O_3 はそのエネルギー準位が TiO_2 と適切に整列しているため、電荷再結合を抑制し、正孔輸送を改善する効果があることが分かった。これにより、色素増感太陽電池のエネルギー変換効率と全体的な性能の向上が期待できる。だから、 Fe_2O_3 と C からなる複合材料は、DSSC の対向電極として有望であることが示された。優れた触媒能と導電性を有する $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{C}$ 対極を作製するため、FTO 基板上にコーティングしたカーボン薄膜に $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 粉末を添加し、大気中でアニール処理を行った。

したがって、 $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-C}$ 対向電極を用いることで、短絡電流密度（ J_{sc} ）が Pt を用いた場合と比較して約 2.5 [mA/cm^2] 向上した。これは、 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ の導入によって DSSC 内の接触抵抗が減少し、正孔の抽出が促進されたためと考えられる。このため、高価な白金ベースの対向電極に代わる経済的に実行可能な電極となり、競争力のある性能レベルを維持しながら製造コストを削減できる可能性があるといえるだろう。

SOSCast を用いた災害救助信号の収集数向上に関する研究

Research on improving the number of disaster relief signals collected using SOSCast

橋詰 雪弥：電子機械システム工学専攻（樺澤 辰也 教授）

日本では毎年、自然災害によって多くの命が失われている。一人でも多くの命を救うためには、迅速な救助活動が必要である。そのためには、被災者の状態や位置情報を把握することが重要である。そこで現在、Bluetooth 通信など、携帯端末間の直接通信による情報収集の方法が期待されている。これまでの研究では、被災者の携帯端末間で直接通信を用いたネットワークを構築する SOSCast を想定した通信方式による被災者の救助信号収集について、C++を用いたシミュレーションを行い、その結果を解析していた。本研究では、条件に応じたシミュレーションが行えるようにプログラムの改良を行い、より多くの救助信号を収集する方法について検討することを目的とした。

先行研究で使用していたプログラムには大きな問題点が 2 つあり、最初にその改善を行った。1 つ目は、複数の端末を持つネットワークを構築する際に、想定と異なる処理が行われていたこと。2 つ目に、プロパゲータが設定されていない経路を移動していた。これらの問題点を改善し、収集数の結果にどのような影響を及ぼしたかについて検討した。

次に、今まで避難所に到着した時点で終了していたシミュレーションの終了条件について変更を行い、より長い時間救助信号の収集ができるように変更をした。変更後の収集数についても解析を行い、どのように変化したかについて検討を行った。

生体適合を促すチタン基マグネシウム積層材の製造と擬似体液中のアパタイト形成挙動
Production of Titanium-based Magnesium Laminates that Promote Biocompatibility and Apatite Formation Behavior in Pseudo-body Fluid

水村 亜美：電子機械システム工学専攻（青柳 成俊 教授）

チタンは、優れた機械的特性、耐食性、生体親和性のためインプラント等の生体医療材として多数の実績がある。チタンは極めて活性な元素であり、大気中に晒されると瞬間的に不動態皮膜である酸化チタンを表面に形成する。この酸化層は非常に高い耐食性を持つ一方で生分解性が低い。それがインプラント材料と生体組織との間に空隙が発生させ、両者の早期の密着が難しいことが指摘されている。一方でマグネシウムは、生体必須元素であり生体親和性および生分解性が高く、医療用材料への応用が注目されている。例えば、ステント用生体吸収性材料としての利用やアパタイト形成等が研究されている。以上の背景から、チタン表面にマグネシウムを積層すれば、早期密着性と生体適合性を同時に確保できると着想した。本研究では、チタン表面に生分解性機能を付与するために、焼結接合 (SPS) 法およびマグネシウム蒸着法により、純チタン表面に高純度マグネシウムを積層させた。最初に、積層材の界面組織と機械的特性を明らかにした。その後、マグネシウムの生分解性挙動を擬似体液中の腐食試験から明らかにした。マグネシウムの純度が腐食特性に及ぼす影響も調べた。マグネシウムの腐食挙動からマグネシウムの腐食により形成される HAp の形成特性について評価した。本研究では、生体医療用チタン基マグネシウム積層材の界面の状態、機械的特性および生体環境下でのマグネシウムの腐食挙動、そして、アパタイト形成特性を明らかにすることを目的とした。

物質工学専攻

世界の炊飯調理法に応用可能な湿熱処理玄米の開発

Development of heat moisture treated brown rice adaptable to cooking methods around the world

小柳 百桃：物質工学専攻（菅原 正義 教授）

日本において米は年々、消費量が低下している。過去に消費量のピークを迎えた昭和 37 年度は 1 人あたり年間 118 kg 消費していたが、令和 5 年度は 51 kg と半分以下にまで減少し、主食用米の需要量は一貫して減少傾向にある。国の政策として新規需要拡大案の公募などが毎年行われているが効果はまだ小さく、輸出拡大による需要増が期待されている。しかし世界の米消費のシェアはインディカ米等の長粒種が 80%を占めており、ジャポニカ米やジャヴァニカ米等の短中粒種は 20%と少数である。加えてジャポニカ白米は、強い粘りの食感が海外では受け入れられにくい。そのためジャポニカ米を輸出するのは今のところ困難である。一方で健康意識の高まりから世界的に全粒穀物食品の需要が高まっており、全粒穀物食品を食べることによる疾病予防の代表的な例として 2 型糖尿病、心臓血管疾患、ガンについて報告されている。全粒穀物食品且つグルテンフリーである玄米は栄養価が高いだけでなく、粘り気の少ない食感も輸出に有利であると考えられる。そこで玄米が抱える課題点①雑菌汚染が多い ②保存性が悪い ③害虫の発生 ④吸水速度が遅い ⑤玄米臭の発生などを、加水をせずに蒸気圧をかける湿熱処理によって解決し、海外の炊飯調理法に応用させ、食感や香りを受け入れてもらうことが出来れば、輸血量増加に繋がると考えた。

気象ビッグデータと三次元都市データを利用した水素キャリア製造プロセスシミュレーション

Hydrogen Carrier Synthesis Process Simulation Applying Meteorological Bigdata and Three-Dimensional Urban Area Model

金内 大洋：物質工学専攻（熱海 良輔 准教授）

Methylcyclohexane (MCH) has gained significant attention for one of large-scale and long-term green hydrogen storage technologies. To design MCH synthesis process using PV generation, it is important to evaluate the effects of weather condition changes and shades on PV panels by the surrounding buildings on the process. In this study, to evaluate these effects on MCH synthesis process accurately, novel simulation techniques were developed to apply meteorological bigdata and three-dimensional model (Project PLATEAU) of Tokyo urban areas in Unreal Engine 5. Using the simulator, annual hydrogen production from water electrolysis and MCH synthesis dynamics were evaluated under fluctuating PV generation. Simulation results of Tokyo in 2020 revealed that shading effects on PV generation at Adachi, Nakano, and Taito were significant, decreasing annual MCH production by 7.7%, 7.0%, and 2.9%, respectively. The decrease in annual MCH production occurred because shading decreased the hydrogen supply to the MCH synthesis reactor, thereby lowering the enthalpy carried away by the gas.

逆型構造ペロブスカイト太陽電池の作製

Fabrication of inverted-structure perovskite solar cells

小林 俊太：物質工学専攻（荒木 秀明 教授）

本研究では、気相反応法を用いて $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ (MAPbI_3) ペロブスカイト層を形成し、逆型構造ペロブスカイト太陽電池を作製した。まず、正孔輸送層となる PEDOT:PSS の成膜条件を最適化した。この際、透過率の評価結果に基づき、アニール温度とスピコート速度の最適化を実施した。その結果、1000 RPM で 3 秒の後に 5000 RPM で 30 秒のスピコート後、150 °C で 20 分アニールするのが最適な条件であると判断した。次に、 MAPbI_3 層の作製条件の検討を行うため、 PbI_2 を 0.1 nm/s の速度で熱蒸着し、150 nm, 200 nm, 250 nm の PbI_2 前駆体を形成した。 PbI_2 前駆体はヨウ化メチルアンモニウム粉末と共にアニールすることで、固相-気相反応を起こし MAPbI_3 を作製した。なお、アニール温度は 150 °C から 180 °C まで変化させた。得られた薄膜は X 線回折分析と走査型電子顕微鏡で評価した。その結果、厚さ 200 nm の PbI_2 前駆体層を約 160~170 °C でアニールすることで、最も良好な結晶粒が得られることがわかった。この条件を用いて、Glass/ITO/PEDOT:PSS/ MAPbI_3 /C₆₀/Ag の逆型構造ペロブスカイト太陽電池を作製し、このデバイスの光起電力特性を評価した。

有機色素の耐光性に与えるクロロゲン酸の効果

Effect of chlorogenic acid on lightfastness of organic dyes

坂上 響：物質工学専攻（奥村 寿子 准教授）

ポリフェノールのひとつであるクロロゲン酸(5-caffeoylquinic acid, 5-CQA)は、生活の様々な分野で利用されている光増感色素の退色を溶液中において抑制する効果を示すことが報告されている。そこで本研究では、色素としてメチレンブルー(MB)とローズベンガル(RB)を用いて、様々な固体表面上における 5-CQA による光増感色素への退色抑制効果について調査した。5-CQA と色素を含有させたろ紙、カルボキシメチルセルロース(CMC)膜、スプレードライ粉末、混練粉末のサンプルを作成し、キセノンランプ及び LED ライトを照射し、紫外可視分光法と $L^*a^*b^*$ 表色系にて色の変化を評価した。その結果、色素の吸収波長の反射率に大きな低下が確認され、色素残存率は、いずれのサンプルも 5-CQA の添加により向上し色差の低下も確認できた。5-CQA は MB と RB に対して異なる退色抑制効果を示し、その要因については、静電ポテンシャルやフロンティア軌道の分布から MB の方が 5-CQA と接近しやすいことが考えられた。また、MB 定着ろ紙に LED ライトを照射したところ、630 nm の光照射時に最大の効果が観測された。この結果は溶液の場合と非常に近かった。以上の結果から、様々な固体表面上において 5-CQA による退色抑制効果が得られることが明らかとなった。

非エピ型カテキンを用いたテアシネンシン合成と機能評価

Chemical Synthesis of Theasinensin from Non-Epicatechin

櫻井 凜：物質工学専攻（奥村 寿子 准教授）

テアシネンシンは紅茶に含まれるポリフェノールのひとつで、緑茶に多く含まれるカテキンが酸化重合した二量体である。カテキンやテアシネンシンは、抗酸化作用や血圧上昇抑制作用、心血管疾患予防などの高い生理活性が着目されている。カテキンには立体異性の異なるエピ型カテキンと非エピ型カテキンの 2 種が存在するが、特に非エピ型カテキンはエピ型カテキンに比べて高いコレステロール吸収抑制効果を持つことが報告され、カテキンの立体異性により生理活性に違いが生まれることが分かってきた。カテキンの重合体であるテアシネンシンについても、立体異性による物性値や生理活性に対する影響が予想されるが、それについて明らかにするためには非エピ型カテキンからなる高純度な TS を合成して取得することが必要である。

そこで本研究では、非エピ型カテキンの(-)-Gallocatechin gallate GCg を用いたテアシネンシンの合成を行い、生成した各種テアシネンシンの帰属および生成率に影響を与える条件について検討した。また、エピ型カテキンの(-)-Epigallocatechin gallate EGCg を用いた場合との比較を行うとともに、予想されるすべての立体異性体の立体構造を量子化学計算により予測し、それらの差異について考察した。

結果、(-)-GCg を用いた合成においては 2 種の TS 異性体の生成を確認した。(-)-EGCg と (-)-GCg では、生成 TS 種、最適な触媒条件および溶媒比率条件が異なっていた。量子計算結果における TS の安定立体構造は各異性体で異なっており、体積値および面積値に違いが生じた。

結論として、非エピ型カテキンを用いた合成において TS を取得し、その生成種および合成条件を明らかにした。また、カテキンの立体異性が TS の生成種、合成条件、体積値および親水性に影響を与えることが示された。

光触媒反応を利用した水処理プロセス設計

Modeling of Photocatalytic Water Treatment Process

中野 悠：物質工学専攻（熱海 良輔 准教授）

Photocatalytic wastewater treatment process has been gained much attention for a sustainable chemical process technology. Applying renewable energy sources, such as solar and wind energies, into UV light sources, it is considered that the light intensity or operation condition can fluctuate with weather changes. To design or analyze the photocatalytic process, the kinetics of the photocatalytic reaction has been assumed to be a first-order reaction and the Langmuir-Hinshelwood model. In the traditional way, it is hard to estimate the effects of the weather changes on the kinetics because these models include no explanatory variables for weather changes. In the present study, a novel kinetic model was developed to estimate the effects of the UV light intensity, catalyst loading amount and temperature applying machine learning models. In the novel kinetic model, random forest (RF), support vector machine (SVM) or artificial neural network (ANN) were attached into the power-law kinetic model. Applying the kinetic model, photocatalytic decomposition reaction of various azo-compounds over anatase TiO₂ was analyzed, and it is found that the RF model showed higher accuracy in predicting reaction rates under diverse conditions than the SVM and the ANN.

ダイナミックシミュレータを利用したグリーンアンモニア製造プロセスの設計

Design of Green Ammonia Synthesis Process via Dynamic Simulator

羽田 泰幸：物質工学専攻（熱海 良輔 准教授）

Power to gas (P2G) process is a key technology to store renewable energies e.g., wind and solar energy within chemicals. To design a P2G process, it is important to develop dynamic process simulation techniques applying meteorological bigdata to estimate effects of the weather changes on the performance of power generation systems, water electrolysis and hydrogen carrier synthesis process (e.g., green ammonia and liquid organic hydrogen carriers). It is also important to evaluate the P2G potential in Japan applying this dynamic simulation technique. In this study, process dynamics along with wind conditions and solar radiation changes were estimated via dynamic simulator and meteorological bigdata. In addition, process specification and production potential of green ammonia synthesis process were evaluated. From the simulation results, it was found that annual green ammonia production potential increased linearly with increase of wind velocity and solar radiation. Whereas, the required reactor size was hard to be estimated from mean annual wind velocity or solar radiation; the reactor size can be estimated with multivariate analysis applying Weibull parameters and mean wind velocity or solar radiation as explanatory variables.

魚の熟成過程に応じた味覚関連代謝産物の解析

Analysis of Taste-Related Metabolites in Fish of the Aging Process

渡辺 駿翔圭：物質工学専攻（河本 絵美 准教授）

魚は熟成を施すと、筋の分解作用によって遊離アミノ酸やイノシン酸など、風味や旨味を特徴づける内因性代謝物が増加する。しかし、魚の熟成は品質管理が難しいため、代謝産物の経時的変化に関するデータが乏しく、日数や温度等の熟成条件、操作の違いがどのように味覚に影響を及ぼすかについては不明である。本研究は、魚の熟成過程に応じた味覚関連代謝産物の経時的変化を明らかにすることを目的として、メタボローム解析やグリコーゲン量の分析を行った。その結果、熟成初期には旨味を示すイノシン酸が増加し、熟成中期になると甘味や旨味を示すアミノ酸が増加することが示された。また、グリコーゲンは熟成初期から減少し始め、一旦枯渇した後に増加に転じる可能性が示唆された。このことは、解糖系代謝およびその代謝産物である乳酸とピルビン酸の変化と一致していたが、味覚との関連性についてはさらなる検討を必要とした。本研究成果は、外食産業に応用可能な新たな調理・保存法の開発、未利用魚やフードロス等の課題解決に繋がる。

環境都市工学専攻

表面吸水試験装置による各種コンクリート構造物の表層品質評価

Quality evaluation of cover concrete of several types structures using surface water absorption test

阿部 美里：環境都市工学専攻（井林 康 教授）

本研究では、非破壊で調査できる表面吸水試験装置(SWAT)を用いて、各種コンクリート構造物を対象に表層品質を調査した。それぞれのコンクリート構造物の傾向を把握し、将来的にコンクリート構造物の維持管理や新設に役立てることを目的とした。季節ごとに測定した結果、測定時の環境要因が大きく影響を及ぼしており、表面温度が最も表面吸水速度に影響を及ぼしている可能性がある。また、ボックスの内面と外面では、内面のほうが表面吸水速度が大きくなり、表面品質は低い傾向がある。

浄化槽から排出される GHGs の発生を予測する技術の開発

Development of technology to predict the generation of GHGs emitted from septic tanks

内山 草太郎：環境都市工学専攻（川上 周司 准教授）

浄化槽から排出される温室効果ガス（GHG）の測定は困難であり、現場で使用できる簡易な測定技術も少ない。本研究では、深層学習を用いて浄化槽の内部の画像から温室効果ガスの排出量の有無を予測する技術の開発を試みた。データ数がまだ少ないため、今後結果が変化する可能性はあるが、現段階では最大 77.8%の正答率を示している。また、AI が画像の外側を見てしまっていたことから、画像から不要な背景をトリミングすること、水質データを追加すること、深層学習の層の数を調整することが重要であることがわかった。

左官工の動作情報に基づくコンクリート床版仕上げ技能の可視化

Visualization of Concrete Floor Finishing Skills Based on Plasterers Operational Data

込山 拓実：環境都市工学専攻（陽田 修 教授）

現在、左官業界は労働者の高齢化という重大な問題に直面しており、若手入職者の確保、定着が喫緊の課題となっている。しかし、左官技能は「見て覚える」ことを主体とした徒弟的技術継承法に依存しており、技能習得期間の長期化を招き、若手入職者が定着しない要因の一つとなっている。このような背景から、左官技能を対象に若手入職者が早期に技能獲得可能な教育手法の確立とロボット技術への展開を最終目標とし、コテ動作を可視化することを目的とする。

床仕上げ動作を計測するために使用した金ゴテはコテにかかる鉛直力、水平力、モーメントの計測が可能である。また、9 軸モーションセンサを持ち手付近に取り付けることで、コテの角度を測定した。表層透気試験を用いて表層部の密実性を評価することで、職人のコテ動作がどのように品質を向上させるかを確認する。

得られた結果として、鉛直力だけでなく水平力とモーメントの累積も密実性に大きく寄与していること、均し動作の力学的特性が試験体の中央部で集中しており、鉛直力とモーメントは最大を示すこと、左官作業における均し動作の最適化には、単なる力の強弱だけでなく、接触角度の制御や力の抜き方の調整が不可欠であり、熟練職人の動作にはそれらの要素が組み込まれていることが示唆された。

打音点検の平準化を目的とした熟達技能の可視化

Visualization of Proficient Skills Aimed at Standardizing Inspection Accuracy in Impact Sound Testing

佐々木 大貴：環境都市工学専攻（陽田 修 教授）

中央自動車道笹子トンネル天井板崩落事故を契機に，平成 25 年 6 月に道路法が改正され，平成 26 年 3 月に定期点検に関する省令・告示が公布され，全ての橋梁（約 72 万橋）とトンネル（約 1 万本）などの道路構造物について 5 年に 1 回，打音点検を併用した近接目視による点検が道路管理者に義務付けられた．打撃音の違いからコンクリート内部の浮きや空洞といった欠陥を発見する打音点検は，官能検査であり，点検者の間隔や技能レベルに依存するため，点検結果が点検者によって左右されてしまう現状である．これまでの打音点検の指導は，先輩技術者が実務を通じて行う，いわゆる OJT (On the Job Training) が一般的である．そのため指導方法が属人化しやすく，指導者によって成長度に差が出るといった課題がある．これらのことから，打音点検精度の平準化が必要であり，それには暗黙知となっている点検技能を可視化し，OJT に代わる新たな指導方法を確立しなければならないと考えられた．本研究では，欠陥部の位置に関係なく欠陥を検知することのできる被験者の技能特性，欠陥部の領域の判定に長けた被験者の技能特性を評価することを目的とした．

本研究では，実務経験のある点検者の技能を可視化するため以下の実験を行った．試験体は，長さ 2000mm×高さ 1800mm×厚さ 280mm のコンクリート壁型パネルである．パネル内部には，内部空洞を模擬した発泡スチロール製の人工欠陥を複数個埋設してある．パネルの鉛直方向で 900mm より上を上部，900mm より下を下部とした際，上部および下部の双方において，同様のパラメータを有する欠陥を埋設した．被験者は打音点検の実務経験を有する 9 名である．被験者には，試験体を 4 分割し，1 つのエリア（1000mm×900mm）を制限時間 2 分で点検を行ってもらった．欠陥だと判断した領域にチョークでマーキングしてもらう．試験終了後，マーキングの状況をデジタルカメラで撮影し，その画面からマーキング面積等を算出し欠陥検知精度の評価を行った．また，各種センサを用い，打撃時刻，打撃時のハンマの加速度，打撃時のハンマの角度，打撃点の座標を測定した．

結果として，欠陥の発見個数において被験者ごとにばらつきがあり，欠陥を探索する技術には大きく差があることが考えられた．また，上部と下部で発見個数の違う被験者の比較をおこなった．打撃時のハンマの角度の分布は上部と下部で違う傾向がみられた．打撃時のハンマの最大加速度，打撃位置の距離間隔は上部と下部で差は見られなかった．欠陥の領域を同定する技能について検討を行った．欠陥深さ 30mm において，欠陥検知率が高く，誤判定面積が小さい被験者は同定時の打撃の間隔が 46mm，57.9mm と細かく叩いている．また，共通して十字のように叩き欠陥領域を同定していた．細かい距離間隔で十字のように打撃することで，効率的に欠陥領域の同定を行えるのではないかと考える．

R を用いたコンクリート構造物の定期点検トレーニングシステムの開発

Development of a VR-Based Training System for Visual Inspection Skills of RC Structures

高橋 一平：環境都市工学専攻（村上 祐貴 教授）

現在、道路橋やトンネル等の道路構造物に対し、5年に1度の定期点検が義務付けられている。この定期点検は近接目視を基本とし、損傷の探索、記録、判定というプロセスを経て、構造物の状態を把握する。定期点検要領では、これら一連の判断を「点検の知識と技能を有する者」が行うとされているが、その定義および要件は明確化されていない。これらの観点から、点検者の点検精度の向上及び平準化を図るために、先行研究ではVRを用いたトレーニングシステムの構築が試みた。橋梁点検業務に従事する者を対象とした効果検証では、点検技能の向上および損傷の記録・判定における学習効果が示唆された。しかし、これまでの検証は点検領域を限定した条件下で実施されたものであった。

本研究では、先行研究で作成したトレーニングシステムの更なる評価を行うため、橋梁点検業務従事者を対象に、VR空間上で異なる点検領域を設定した2つの目視点検技能測定試験を実施した。点検従事者の目視点検精度におよぼす検査領域の影響評価を行った。

aptamer を用いた DNA 抽出不要の微生物検出技術の開発

Development of DNA Extraction-Free Microorganism Detection Technology Using Aptamer

柳澤 茉依：環境都市工学専攻（川上 周司 准教授）

In this study, we developed a technique to detect microorganisms without the need for DNA extraction. Bacterial samples with different numbers of bacteria present were prepared by stepwise dilution, and the number of aptamers bound to them was measured by real-time PCR. The experimental results showed that there was a correlation between the initial number of bacteria and the amount of aptamer, indicating the possibility of quantifying the number of bacteria. In addition, all samples showed a faster amplification curve than that of the conventional gene targeting method, indicating the possibility of detection with higher sensitivity than the conventional gene quantification method. It was found that the binding of aptamers may be inhibited when multiple bacteria are mixed. In addition, when detecting bacteria in activated sludge, it was found that the detection performance was apparently improved because there were bacteria other than E. coli that bind strongly. It was also suggested that if the aptamer concentration is too high for the initial bacteria amount, the excess aptamer may affect the quantification results, and it was also shown that the quantification performance may be stabilized by identifying the appropriate aptamer concentration for the initial bacteria amount.

異なる炭素源を用いた DM 培地での好気性脱窒細菌の分離培養

Isolation and incubation of aerobic denitrifying bacteria on DM medium with different carbon sources

山本 和佳奈：環境都市工学専攻（川上 周司 准教授）

窒素除去では主に生物処理反応が用いられ、好気条件下での独立栄養性細菌による硝化反応と嫌気条件下における従属栄養性細菌による脱窒反応がその処理を担ってきた。一方で、好気条件下で進行する好気性脱窒反応と呼ばれる現象が確認され、その反応を担う好気性脱窒細菌を用いた排水処理技術の進展がめざましい。

我々の研究グループは、都市下水を処理する回分式の好気嫌気法を用いた処理場の汚泥から複数種の好気性脱窒細菌の存在を分子生物学的手法を用いた解析から確認している。それら細菌群は既法により好気性脱窒細菌と判明している菌株と近縁ではあったものの、複合微生物系であることから個々の細菌の生態学的特徴まではわからなかった。そこで本研究では、DO が 5mg/L と高い環境下で好気性脱窒反応を確認した汚泥から好気性脱窒細菌の分離培養を試み、DM 培地の炭素源が好気性脱窒細菌の分離培養に及ぼす影響を明らかにする。

【お知らせ】

・『長岡工業高等専門学校研究紀要 第56巻』から、研究業績目録の掲載を中止いたしました。

本校教員の研究業績は researchmap (<https://researchmap.jp/>) をご覧ください。

・『長岡工業高等専門学校研究報告 第60巻』から、名称をそれまでの『研究紀要』から『研究報告』に変更しました。

なお、巻数はそのまま引き継ぎます。

・本巻をもちまして『長岡工業高等専門学校研究報告』は刊行を終了いたします。

長年に渡りご愛読いただき、誠にありがとうございました。

編 集 委 員

鈴木 覚（一般教育科）

井山 徹郎（機械工学科）

田村 文裕（電気電子システム工学科）

佐藤 拓史（電子制御工学科）

菅原 正義（物質工学科）

朴 敬勲（環境都市工学科）

長岡工業高等専門学校研究報告 第 61 巻

© 2026

令和 8 年 2 月 27 日 発行

編集兼
発行者

独立行政法人国立高等専門学校機構

長岡工業高等専門学校

〒940 - 8532 長岡市西片貝町 888 番地

TEL 0258(32)6435

**RESEARCH REPORTS OF
NATIONAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY(KOSEN),
NAGAOKA COLLEGE VOL.61
FEBRUARY 2026**

CONTENTS

Paper

- Identification Analysis of Non-Uniform Corrosion Shape in Cross-Sectional and Axial Directions Based on Thermal Inspection ... 1
**Shodai ABE, Keita KAMBAYASHI, IYen-Ling KUO, Yuki MURAKAMI,
Hideki Oshita and Takahiko KURAHASHI**
- Comparison of Memory Usage and Accuracy in Fluid Analysis between the Finite Element and Lattice Boltzmann Methods ... 7
Kazuma KIMURA, Keita KAMBAYASHI, Tetsuro IYAMA and Takahiko KURAHASHI

Note

- A Study of Industry Analysis Using Text Mining (2) ... 14
Shinsuke HOSHII
- Examining the Educational Value of Cleaning Activities at KOSEN ... 22
— Approaching Classroom Beautification as a Task —
Taku KIRYU and Hideyuki KOIE
- A Classroom Practice Exploring KOSEN Students' Interests in Learning English ... 27
Hideki HATTA

- Themes of Graduation Study 2024** 31
- Thesis of Special Study at Advanced Engineering Courses 2024** 41
-