

有明工業高等専門学校紀要

第 55 号

令和 2 年 2 月

Research Reports
of the
National Institute of Technology, Ariake College
No. 55
February 2020

Published by National Institute of Technology, Ariake College

Omuta, Japan

目 次

「自然」の声を聴け —英米文学作品における“Nature”をめぐって— (1)序	村 田 和 穂	1
2次元混合スピン系における比熱の低温展開	村 岡 良 紀	16
地域資源と人財を生かした課題研究の取り組み ～竹あかり制作を通じて～	竹 内 伯 夫 島 村 隆 大 鮫 島 朋 子 森 田 恵 一 中 島 正 寛 西 村 佳代子	22
一次近似を用いたテイラー展開の定式化	青 影 一 哉 荒 木 眞	26
有明高専生の体力的特徴 -2019-	野 口 欣 照 井 上 仁 志 塚 本 邦 重 藤 吉 洋 子	32
褒めを取り入れた Genre-Based Approach を用いたスピーキング指導 に関する実践報告	村 端 啓 介	37
ヨーロッパ精密工学会 (EUSPEN) 参加および Marposs 社, Ducati 社見学	柳 原 聖	43
校内 LAN システムのためのサーバ用新仮想基盤の構築	松 野 良 信 堀 田 孝 之 池 上 勝 也 森 山 英 明	48
PLC を活用した分野横断型教育教材の拡充	青 柳 洋 平 池ノ上 正人 原 槇 真 也 石 川 洋 平 野 口 卓 朗 吉 富 貴 司 中 島 正 寛	52
菅原道真研究 —『菅家後集』全注釈(二十九)— ～「482 九月十日」～	焼 山 廣 志 須 藤 修 一	55

「自然」の声を聴け ——英米文学作品における“Nature”をめぐって—— (1)序

村田和穂

<令和2年1月15日受理>

Listen to the Voice of “Nature” — With Special Reference to “Nature” in English Language Literary Works — Paper One MURATA Kazuho

“Nature” is possibly one of the most significant words in English Literature as well as one of the most difficult ones in English vocabulary to precisely define, owing to the numerous “connotative” meanings and diverse applications of it. The aim of this work is to illustrate the significance and diversity of the word “Nature” within eighteenth-century English Literature in particular investigating how it is employed in works of Daniel Defoe, Jonathan Swift and other writers of the period.

The applications investigated and further discussed here, include; the preface, introduction to application of and the challenges associated with “Nature,” in section 1; “Nature” and its comparison with *Shizen* in Japanese, in section 2; the relationship between “Nature” and “God,” in section 3; “Nature” versus “Human Nature,” in section 4; the relationship between the “Supernatural” and “Nature,” in section 5; the concluding remarks and the future direction of research, in section 6.

Since the present research is intended to be a long-term project, it is hoped that this first paper will sow the seeds, which with further nurture, will produce a good harvest.

If then we are to listen to the Voice of **Nature**,¹ . . . (by Daniel Defoe)
(もしその時、我々が**自然**の声を聴くことができるのなら . . .)

Express yourself, don't repress yourself . . .
And I'm not sorry, it's human **nature** . . . (by Madonna)²
(本当の自分をさらけ出すのよ、自分を押しさえつけてはダメ . . .
後悔なんかしないわ、それが人間の**性**なんだから . . .)

1. はじめに

2011年制作のアメリカ映画『ツリー・オブ・ライフ (The Tree of Life)』(テレンス・マリック監督)は、筆者にとって非常に興味深いナレーションで始まる。字幕では「修道女は教えてくれた、生き方に

は二通りある。世俗に生きるか、神の恩寵に生きるか。どちらか選ばなければ(後略)」となっているが、原文は以下の通りである：

“The nuns taught us there are two ways through life,

¹ 引用箇所における太字および下線はすべて筆者による(ただしイタリック体は原文のまま)。また引用英文につけた日本語訳もすべて筆者によるものである。

² アメリカのポップシンガー、マドンナが1994年に発表したアルバム *Bedtime Stories* の収録曲 *Human Nature* より。1行目の “Express yourself, don't repress yourself”

というフレーズは、あたかもマントラ(真言・念仏)のように、曲中で計15回囁かれる。筆者はこの囁きにインスピレーションを受け、このエッセイを書き始めた。

the way of nature and the way of grace. You have to choose which one you'll follow. (...)”

字幕にある「世俗に生きる」の「世俗」は、原文では“nature”に該当し、「神の恩寵」を表す“grace”と対照的に用いられている。映画の冒頭の極めて重要なメッセージを日本人の観客に瞬時に理解させるために、“nature”を「聖なるもの」とは正反対の意味の「世俗」に置き換えた翻訳者の意図は十分理解できる。というのも“nature”は、私見では、英語の語彙の中でも正確な意味を掴むのが最も難しい語の一つ、と言っても過言ではないからだ。例えば、『リーダーズ英和辞典（第2版）』（研究社：2008）では、“nature”の語義を以下のように記してある：

- 1 (大) 自然、万有、自然（現象）；自然界；自然力、自然の理法：[N-] 造化、創造主 *しばしば擬人化して女性扱い
- 2 a (文明にゆがめられない) 人間の自然な姿；
(神の恵みに浴していない) 未開の〔野蛮な〕
状態
 - b 本来の姿；現実、本物
- 3 a (人・ものの) 本性、本質、天性、性質
 - b (人間の) 性質、気性
 - c . . . な性質の人
- 4 種類 (sort, kind)
- 5 a 体力、活力
 - b 本然の力、衝動、肉体的欲求〔機能〕、生理的欲求
- 6 [N-] 『ネイチャー』（英国の科学専門誌）

映画『ツリー・オブ・ライフ』で言及された“nature”の意味を、上記の語義と照らし合わせると、第2義aの「(神の恵み〔注：“grace”〕に浴していない) 未開の〔野蛮な〕状態」が最も適切だと思われる。すなわち「修道女」の教えとは「野生の動物のように、本能のおもむくまま好き勝手な生き方をするのか、(キリスト教の) 神を畏れ敬い、欲望を抑え、自らを律した生き方をするのか、どち

らが良いのかよく考えなさい」ということなのだ（「修道女」がどちらの生き方を奨励しているのかは言うまでもない）。

上記の辞書の“nature”の語義に話を戻すと、第6義は著名な学術誌としての「固有名詞」なので、ひとまずこれは除外する。そうすれば、この辞書の編者は大きく5つの意味に分けているのだが、第2、3、5義はさらに下位区分されている。また、第1義は下位区分はなされていないが、記載されている語義はそれぞれニュアンスが大きく異なる。それでいて大局的には、便宜上5つに大別された語義はそれぞれ異なりながらも重なり合う部分もある。このように見ていくと、私たちが実際に文献を読んでいる語義はそれぞれニュアンスが大きく異なる。それでいて大局的には、便宜上5つに大別された語義はそれぞれ異なりながらも重なり合う部分もある。このように見ていくと、私たちが実際に文献を読んでいる語義はそれぞれニュアンスが大きく異なる。それでいて大局的には、便宜上5つに大別された語義はそれぞれ異なりながらも重なり合う部分もある。このように見ていくと、私たちが実際に文献を読んでいる語義はそれぞれニュアンスが大きく異なる。それでいて大局的には、便宜上5つに大別された語義はそれぞれ異なりながらも重なり合う部分もある。

この背景には、筆者が学生時代に修士論文でスウィフト (Jonathan Swift: 1667-1745) の『ガリヴァー旅行記 (Gulliver's Travels) 』(1726) を取り上げた経験が大きく影響している。³ この作品の第4篇「フイヌム国渡航記 (A Voyage to the Country of the Houyhnhnms)」には非常に興味深い“nature”の用例がある。主人公ガリヴァーが期せずして訪れるこの架空の国は「フイヌム (Houyhnhnm)」という理想的な動物(実際は馬)によって統治されているのだが、一方で「ヤフー (Yahoo)」と呼ばれる醜い獣(実際は人間)も生息していて、「フイヌム」から最低の動物として忌み嫌われている。この両者が、興味深いことに、“nature”という語を通して対照的に描き分けられているのだ。最初に「ヤフー」についての描写を見てみたい(2箇所から引用する)：

(1) the Yahoos were the most filthy, noisome, and deformed Animals which **Nature**⁴ ever produced.

³ 1992年に提出した修士論文 *The Language of Satire in Jonathan Swift's Gulliver's Travels* (「ジョナサン・スウィフトの『ガリヴァー旅行記』における風刺の言語」：熊本大学大学院文学研究科)において、筆者はこの作品における作者の風刺的意図を反映する「鍵語 (key words)」として“Nature”(とそれに関連する語)を扱った。

⁴ スウィフトからの用例に限らず、18世紀(特に前半)の表記法では、代名詞以外の名詞は基本的に大文字で始められる。これはこのエッセイのエピグラフ(題辞)に挙げた同じく18世紀前半の作家デフォーからの引用における“the Voice of Nature”の表記にも反映されている。したがって、“nature”が大文字で表記されていることに特に文体的・意味的強調が

(Ch. 9: p.271)

（「ヤフー」は“Nature”がこれまでに産み出した最も汚らしく不快で奇形の動物であった）

(2) I . . . could not account for their [=Yahoos'] degenerate and brutal Nature. (Ch. 3: p.238)

（私には奴「ヤフー」らの墮落した野蛮な“Nature”を説明することができなかった）

引用（１）と（２）の拙訳にはあえて“Nature”を訳出なかったが、日本語に置き換えるならば、

（１）の場合は、語義１の「造化（創造主）」が、（２）の場合は、語義３aの「本性」あるいは３bの「性質」がこのコンテキストにおいて書き手（スウィフト）が意図した意味に最も近い日本語と言えるかもしれない。

この２つの例を踏まえて、次に「フイヌム」の描写を見てみよう：

(3) The Word *Houyhnhnm*, in their Tongue, signifies a Horse, and in its Etymology, the Perfection of Nature. (Ch. 3: p. 235)

（「フイヌム」という語は、彼らの言葉では、「馬」を意味し、その語源においては「“Nature”の完成」を表す）

ここでの“the Perfection of Nature”は日本語に置き換えるのが非常に難しいフレーズ（名詞句）である。なぜなら、ここでの“Nature”には明らかに第１義の「造化（創造主）」と第３義の「本性・性質」の両方の意味が込められているからである。すなわち、“Nature”（造化）によって産み出された醜悪な外見の「ヤフー」が内面も醜悪な“Nature”

（本性・性質）の持ち主であるのと同様に、「フイヌム」も「造化による完成品」（完璧な外見）であれば、即「完成された性質」（完璧な内面）を有することをこのフレーズは含意しているのだ。⁵ このように、『リーダーズ英和辞典』において大別された５つの語義はそれぞれ関連し合いながらも、特

に第１義「（大）自然、造化、他」と第３義「本性、本質、他」は表裏一体とでも言うべき関係で、スウィフトからの（３）の用例に限らず多くの場合で含意されているように思われる。

ここで筆者は仏教思想家の鈴木大拙 (D. T. Suzuki: 1870-1966) を思い出す。彼が英語で書いた「禅における自然の役割 (The Role of Nature in Zen Buddhism)」(2015) という論文に、次のような言葉がある：

(4) I am in Nature and Nature is in me. (p. 123)
（自然の中に私がいて、私の中に自然がある）

これは、鈴木が理解する東洋思想を英語で表現したものであるが、彼の頭にはまず日本語での「自然」という観念があり、それを“Nature”に置き換えたものと思われる（彼は英語の「達人」⁶だが、それでも日本人なので、日本人としてのマインド、すなわち母語での思考を経ているはずである）。当然ながら、英語の“Nature”と日本語の「自然」は完全に一致するものではないが、両者に通底する部分は決して少なくない。これら２つの言葉が内包する概念は、東洋と西洋という枠組みや範疇を超越した、人類に共通する普遍的な意義を持つ。分かりやすい例で言えば、環境問題というコンテキストにおける「自然保護」の「自然」と“conservation (or preservation) of nature”（注：これも「自然保護」の意）の“nature”はほぼ同義と考えてよいだろう。このことを踏まえ、今後は便宜的に“Nature”を「自然」として話を進めていくことにしたい。

それにしても、引用（４）の意味内容は一見矛盾した謎掛けのように感じられるかもしれない。しかし、スウィフトからの用例（１）～（３）で見たように、第１義の「外なる自然」と第３義「内なる自然」は絶えず共鳴していることを理解できれば、決して難しい内容ではない。また、ここでの「自然」は「宇宙 (cosmos)」と置き換えることも可能かもしれない。だとすれば、最初の「自然」は「大

意図されていると解釈する必要はない。あくまでも時代の「慣習」なのである。

⁵ しかしながら、「外見が美しく内面も美しい」且つ「外見が醜く内面も醜い」よりも「外見が美しく内面は醜い」且つ「外見は醜く内面は美しい」という図式の方が（娯楽性と教訓性が求められる）フィクションにおいては効果的のようだ。「外見は醜く内面は美しい」のパターンはしばしば主人公の造型に適用される（例、『ノートルダム・ド・パリ』（ヴィク

トル・ユーゴー作）のカジモド（樞僂）や映画『エレファント・マン』（デイヴィッド・リンチ監督）のジョン・メリック等）。「外見が美しく内面は醜い」のパターンは主人公を陥れようとする脇キャラとして無数に存在する。

⁶ 鈴木大拙の卓越した英語力に関しては、斎藤兆史著『英語達人列伝』（中公新書：pp 77-101）が簡潔にまとまっており、参考になる。

宇宙 (macrocosm)」、次の「自然」は「小宇宙 (microcosm)」と解釈することもできるだろう。⁷

鈴木大拙のこの言葉は多くの欧米人の心に響いたようだ。特にアメリカの神話学者、キャンベル (Joseph Campbell) はこの言葉に強い感銘を受け、*Myths to Live By* (『生きるよすがとしての神話』) (1972) において「禅」という章を設け、この言葉を引用している。キャンベルに限らず、過去においても、西欧人は文明化の圧力に疲弊すると「自然」の価値を思い出し、それに回帰しようとする試みが度々あった (例えば、ルソー (Jean-Jacques Rousseau: 1712-1778) の「自然に帰れ (retour à la nature!)」⁸)。今ここで「文明 (civilization)」を持ち出したが、この言葉は少々間接的すぎるかもしれない。「自然」が蔑ろにされ、「人間」から遠ざけられることになった背景には、キリスト教の「神 (God)」との関係がある。「自然」と「神」の不和については、後ほどセクションを改めて考察するが、「自然」が否定的な意味合いで用いられることがあるのは、冒頭に挙げた「修道女」の言葉を今一度じっくりと読み返せば明白であろう。

英米文学作品を読むとき、筆者にとって常に「躓きの石」になっていたのが“Nature”である。そのため、いつかこの言葉の持つ重層的な意味を自分なりに解きほぐして、文章に纏めたいと思っていた。その思いがだんだん強くなり、(修士論文以来) 約30年ぶりにこの難しいテーマに再び取り組むことにした。このエッセイの副題に「英米文学作品における“Nature”をめぐる」と記してはいるが、浅学非才の筆者が英米文学作品を縦横無尽に論じることなど到底不可能である。やはり、長年にわたって取り組んできた18世紀前半の主要な英文学作品、すでに引用したスウィフトや、リチャードソン (Samuel Richardson: 1689-1761) の『パメラ (Pamela)』(1740)、フィールドینگ (Henry Fielding: 1707-1754) の『トム・ジョウンズ (Tom Jones)』(1749) などに加え、とりわけダニエル・デフォー (Daniel Defoe: 1661-1730) の著作を中心に考察を進めなければ、薄っぺらな議論に終始する恐れがある (構想としては、最終的に19世紀のワーズワース

(William Wordsworth: 1770-1850) の『序曲 (The Prelude)』(1805) における「自然」にゆっくりと着実に移動できればと願っている)。ただし、18世紀の「自然」を正しく理解するためには、18世紀以外の作品にも目配りしなくては時代の傾向および特徴は掴めない。さらには筆者が接するすべての英語媒体 (英米文学作品に限らず、勤務校の授業で使用する英語教材、すなわち教科書、(英語) 新聞・雑誌、宣伝広告等や趣味として接する映画の台詞やロックやポップスの歌詞等) も自分の研究に引き寄せ、活用していく予定である。正統的なアプローチに囚われると、「自然 (の女神)」は本当の姿を筆者に見せてはくれないだろう。

また、日本人の筆者が“Nature”という言葉について日本語で「書く」ということは、即、日本語の「自然」も同時に論じることになるだろうと感じている。日本人の中にも“Nature”について、さらにこの語と「自然」との関係について深く考察した先達たちがいる。彼らの英智と努力に敬意を抱く者として、そのような先行研究も首肯できる部分はできる限り紹介していきたい。

以下のセクションとそこで触れる内容は、筆者が現在考えている問題点を備忘録のつもりで記したスケッチである。

2. “Nature”と「自然」：夏目漱石の場合(1)

「自然」も、英語の“Nature”と同様に、多様な使用が認められることを日本人である筆者は痛感している。例えば、私たちは「阿蘇の雄大な自然を満喫した」と言うこともできれば、球技などで「来た球に体が自然に反応した」とも言える。また、「自然」は〈シゼン〉だけでなく〈ジネン〉と読ませることがあり (例：自然薯、自然法爾など)、当然ながら、両者のニュアンスは微妙に異なる。筆者が日本語の「自然」にも強い関心を持つのは、この語が英語からの影響を強く受けているからである。『精選版 日本国語大辞典』(小学館：2006) によれば、「自然 (しぜん)」は「近代に入って、nature の訳語として用いられたが、当初は、「本性」と言

⁷ 引用 (4) で鈴木大拙が言わんとすることを一部の作家や詩人たちは正しく理解しているようである。例えば、ジェームス三木作詞 (三木たかし作曲) の『君の青春は輝いているか』(1987~88年にテレビ放映された『超人機メタルダー』の主題歌) の中に、「宇宙全体よりも広くて深いもの、それは一人の人間の心」という言葉がある。これも鈴木大の言説に対する一つの解釈である。

⁸ 『ブリタニカ国際百科事典』(2010) によれば、この標語は「さまざまな意味に理解された」とのことで、「ボルテールは

4つ足の世界に帰ることを皮肉り、多くの人は田園生活へ復帰すること、と考えた」とある。このことから、当時のフランス人にとっても“nature”(綴りは英語と同じ) の意味を正確に捉えるのは難しかったことが窺える。しかし「ルソーのいう自然は文明批判のための規範原理であり、彼が意図したことは、人間の感情を伝統や因習から解放して自由に躍動させること、また古い科学に毒されない社会状態を作ることであった。」(前掲事典「自然に帰れ」の項参照)

う意味であったと言われており、後には、文芸思潮である「自然主義」にも使われるようになる⁹とある。現に、近代文学の代表的作家、夏目漱石(1867-1916)は元々英文学者であったので、“nature”の「含意的意味」を絶えず意識しながら作品を書き続けた人だったように思われる。

最初の長編小説『吾輩は猫である』(1905-06)から「自然」は頻出する。一例を挙げると、主要な登場人物の一人、独仙は親しい仲間たちとの談話で「今の人は親切をしても**自然**をかいている」(p. 510 注：漱石からの引用は断りがない限り「新潮文庫」に基づく)と意見すれば、別の人物、迷亭は「ベーコンの言葉に**自然**の力に従って始めて**自然**に勝つとあるが、今の喧嘩はまさにベーコンの格言通りに出来上がってるから不思議だ」(p. 512)と、イギリスの哲学者の言説に基づく蘊蓄を披瀝する。このように『猫』の登場人物の多くが英国かぶれの知識人なので、イギリス(人)に関する言及が多くなるのも当然で、この迷亭氏の発言は漱石が英語の“nature”の訳語として「自然」を用いた証左に他ならない。その後、作家としての漱石は自らの小説の重要な局面でしばしば「自然」を重層的な意味で使用するようになる。職業作家になって発表した最初の作品『虞美人草』(1907)では、気位の高いヒロイン、藤尾の悲劇的な死について語り手は「手と目より偉大なる**自然**の制裁」(p. 452)と断じ、『それから』(1909)では、主人公の代助は友人の妻の三千代との関係で、「**自然**の児になろうか、又意思の人になろうかと」(p. 211)苦悩するも、「今日始めて**自然**の昔に帰るんだ」(p. 229)と家と財産を捨て、二人一緒になることを決意する。さらに、その(精神的)続編とも言える『門』(1910)では、いわくありげな夫婦、宗助と御米は世間から隠れるように静かな生活を送ろうとするものの、流産を繰り返し、「**自然**が彼等の前にもたらした怖るべき復讐」(p. 187)に怯える。ここに挙げたそれぞれの「自然」を別の言葉(例えば「本性」、「因業」、「運命」等)への言い換え、あるいは簡単な注釈を試みようとするならば、大きな困難に直面するだろう。ここには、日本の伝統的な「自然」観だけでは捉えられない、英文学の素養に裏打ちされた漱石独自の思想と意図が間違いなく反映されている。

そもそも、漱石は小説を執筆する前に英文学に関係した学術論文を数篇発表しているが、その中の一篇に東京帝国大学在学中の1893年(明治26年)に4回に分けて『哲学雑誌』に掲載した「英国詩人の天地山川に対する観念」という論文がある。この中

で、漱石は18世紀末から19世紀初めにかけてイギリス文学界において生じた「自然主義(naturalism)」運動に言及し、それに関与したクーパー(William Cowper: 1731-1800)、ゴールドスミス(Oliver Goldsmith: 1730?-1774)、バーンズ(Robert Burns: 1759-1796)、ワーズワースといった詩人の特徴を論じているが、「自然」に関する箇所のみ抜粋し、引用する：

(前略)「ナチュラリズム」即ち自然主義。と許りには一向説明にならざれば、本論に入るに先^{きま}つて少しく其意義を確かめん。此熟字は申す迄もなく、「ネーチュアー」より来る。「ネーチュアー」之を翻訳して自然と云ひ、天然と云ひ、時に或は天地山川と訓ず。人工を籍^からず有^ある儘に世界に存在する物か、さもくば其物の情況を指すの語なり。(中略)

文学上に出来する事件を極広く見積もれば、人間界の事か、非人間界の事に外ならず。(中略)諸非人間界にあつて、尤も吾々の注意を惹くものは、日月なり星辰なり山河草木なり。去らば文学上に尤も重要な材料を給するものは、人間と山川界なり。そこでかの**自然**と云ふ文字は、前に述べたる如く、一切万物に適^あ用すべき語^{ことば}ながら、特に文学に於ては、其意義を縮めて人間の**自然**と山川の**自然**と限^{かぎ}制するも差し支へなからん。

斯く自然といふ字の範囲^{あらまし}が粗^{あら}定まる以上は、是より脱化し来る、自然主義なる語もその限界を定むる事容易にして、矢張り人間の天性に従ふものと、山川の自然に帰する者との二つと区別するを得べし。虚礼虚飾を棄て天賦の本性に従ふ、是自然主義なり。功利功名の念^{なげう}を擲^{きゆうがく}つて丘壑の間に一生を送る、是亦自然主義なり。固より此両者の間には密接な関係ありて、互いに相待って存在するの傾向なきにあらざれど、兎に角自然主義に両様の意義あるは、当時の作家を読むものゝ疑を容れざるところなるべし。然し余が今日述べんと欲するは、此自然主義の両面にあらず。単に其一側より此詩人等の景物界に対する観念如何を窺ひ、少しく杜撰^{ずせん}の管見を陳じて高評を乞はんと欲す。(後略)(岩波書店『漱石全集』第十三巻 英文学研究：pp. 22-23)

この論考で漱石は「自然」の意味の多様性に拘泥せず、思い切って「人間の自然」と「山川の自然」の二つに分け、考察の対象を後者に限定し、タイトルも曖昧さの残る「自然」を避け、「天地山川」という具体的イメージを喚起するフレーズを採用するあ

⁹ 『精選版 日本国語大辞典』、「自然(しぜん)」より語誌

(2) 参照。

たり、流石に慧眼である。この学者が後に作家になり、「自然」という言葉を自らの創作の急所で使用していくことを考えれば、実に感慨深いものがある（今後も折に触れて、漱石の「自然」は言及されることになるだろう）。

3. 「自然」と「神」の関係：“God”の同義語という視点から

キリスト教における「創造主」としての「神」を表す英語は、言うまでもなく大文字での“God”であるが、その同義語は多岐にわたる。思いつくままに例を挙げると、*the Deity*, *the Divinity*, *the Maker*, *the Almighty* (絶対者), *the Infinite* (無限者), *the Omnipotent* (全能者), *the Omniscient* (全知者), *the First Cause* (第一原因 = 創造主) など枚挙にいとまがない。¹⁰ 18世紀の状況に即して言えば、アディソン (Joseph Addison: 1672-1719) とスティール (Richard Steele: 1672-1729) が刊行した日刊紙『スペクテイター』(1711-12, 1714) は非常に興味深い資料を提供してくれる。伊藤弘之 (Hiroyuki Ito) は著書 *The Language of The Spectator* (『スペクテイターの言語』) (1980) において、この日刊紙が扱う重要なトピックとして「道徳 (morality)」と「批評 (criticism)」と並び、「宗教 (religion)」の側面に着目し、第2章を「宗教の言語」として纏め、「神」の同義語が非常に豊富であることを例証した。上記の典型例以外にも、伊藤博士は“The Giver of life” (No. 356) 「命を与えるもの」、「a great Searcher of Hearts」(Nos. 257, 399) 「心を探る偉大なるもの」のような比較的短いものから “a Being who is neither circumscribed by Time nor Space” (No. 489) 「時間にも空間にも縛られることのない存在」、「that Being who whispers better things within his Soul」(No. 571) 「魂の内にてより良きことを囁く例の存在」のように非常に婉曲的でそれゆえに文体的にユニークなものまで数多くの同義表現があることを指摘してい

る。そのような表現の中で、筆者にとって最も興味深いものが、“the (great) Author of Nature” (Nos. 133, 244, 381, 393, 531, 571, 590, 635, etc.) 「(偉大なる) 自然の創造主」である。ただし、このフレーズはアディソンら『スペクテイター』の執筆者たちが考案したものではなく、『オックスフォード英語大辞典 (第2版)』(Oxford English Dictionary (second edition)) (以後 OEDとする) によれば14世紀が初例とあるので、¹¹ この時代には既に一種の慣用句になっていたと考えられる。この表現には明らかに「自然」を造ったのは「神」であるということが含意されているので、「自然」、すなわち「造化の女神」、は(キリスト教の)「神」の支配下に置かれていることを英文学作品を読む際には念頭におく必要がある。¹²

この慣用句はデフォーにも見られる。1703年の11月に実際にイングランドを襲った未曾有の暴風による被害に関するルポルタージュ風作品、『嵐 (The Storm)』(1704) は彼の最初の長編であり、その第1章の冒頭でデフォーは「嵐」を引き起こす風の性質、すなわち「自然」現象について非常に科学的アプローチを試みている。ある意味、デフォーは「科学」に憑かれた作家なのだが、それ以上に「宗教」的人間でもある彼は嵐の根本原因を「神」の御技とも考えていて相反する気持ちが文面に見え隠れする：

Nature plainly refers us beyond her Self, to the Mighty Hand of Infinite Power, the Author of Nature, and Original of all Causes.

Among these Arcana of the Sovereign Oeconomy, the Winds are laid as far back as any. Those Ancient Men of Genius who rifled **Nature** by the Torch-Light of Reason even to her very Nudities, have been run a-ground in this unknown Channel; the Wind has blown out the Candle of

¹⁰ このような同義語表現が数多くある背景には、旧約聖書のモーゼの十戒の一つ「むやみに神の名を唱えてはならない (“Thou shalt not take the name of the LORD thy God in vain”)」という「戒め」と大いに関係があるように思われる(『出エジプト記』20章7節)。現在でも、“(Oh) my God!” (嗚呼なんてこと!) のような「間投詞 (interjection)」一つ取ってみても、信仰心の厚い人たちにはタブーなので、“God”を類音の別の語に変えたり(例：“(Oh) my goodness”)、あるいは省略する(例：“Oh my!”)などの代用表現が一種の慣用句になっていることからその一端が伺える。なお、このエッセイで「聖書」からの引用に付けられる英語は全て『欽定訳聖書 (The

Authorized King James Version)』(1611) からである。

¹¹ この辞書における初例は1374年頃のチョーサー(の『トロイルスとクリセイデ』)からの引用になっている(OED s.v. author, 1b)。

¹² 『ランダムハウス英和大辞典 (第2版)』(1994 小学館)の“nature”の項には、“God is the author of nature.”の用例があり、「神は万物の創造主だ」という訳がつけられている。全くその通りで、非常にわかりやすい日本語(の説明)になっているが、“nature”が持つ「含意的意味」は全く感じられない。

Reason, and left them all in the Dark. (pp. 11-12)

(自然は明らかに彼女自身を超えて、無限の力の強力な手、自然の創造主、全ての原因の根本、に私たちを委ねる。

至高の秩序という(自然界の)数々の神秘の中でも、風はいずれ(の神秘)に劣らぬ遙か後方に鎮座されている。理性という松明(たいまつ)で彼女(自然)を丸裸にする程くまなく探求した古代の天才たちは未知の海峡で座礁させられてしまった。すなわち、風が理性のロウソクを吹き消してしまい、彼らを皆闇に残したのである)

この科学との関係で「自然」に言及しながらも、やはり科学では自然の脅威を完全に解明するには至らないという確信がデフォーにはあり、¹³ 神について、同格表現で「無限の力の強力な手」、「あらゆる原因の根源」と並んで「自然の創造主」と表している。

次に、「自然」と「神」の不和について考えてみたい。前セクションでも触れた神話学者のキャンベルは、著書 *The Power of Myth* (『神話の力』) (1988) において、「聖書において、(中略) 自然は頹廢した状態にあり、自然は墮落してしまっている (“in the Bible, . . . **nature** is corrupt, **nature** has fallen.”) (p. 30)、または「神は自然と切り離されている (“God is separate from **nature**.”) (p.40) と述べているが、その原因は旧約聖書「創世記」におけるアダムとイヴの原罪、すなわち二人が蛇の誘惑によって禁断の木の実を食したこと、にあると指摘する：

“our story of the Fall in the Garden sees **nature** as corrupt; . . . Because **nature** is thought of as corrupt, every spontaneous act is sinful and must not be yielded to.” (p. 121)

(エデンの園での墮落という聖書の物語は自然を

頹廢したものと見なしている。(中略) 自然が頹廢したものと考えられているからこそ、あらゆる自発的行為は罪深いもので、それに屈することは禁じられているのだ)

このように、キャンベルは「神」と「自然」の対立とその原因を断片的にはあるが(注：この本はジャーナリストのモイヤーズとの対話集なので致し方ないところがある)、分かりやすく解説している。確かに、聖書は「自然」を露骨に批判することはないが、その存在を完全に無視しているのは確かだ。¹⁴

このように「自然」が墮落したものと見なされても、多くの文学者はこの言葉に惹かれ、作品の中で大切に使用してきた。18世紀に限定してみても、すでに見たスウィフトがそうであったし、デフォーもまたそうである。彼の最初の小説『ロビンソン・クルーソー (*The Life and Strange Surprising Adventures of Robinson Crusoe*) 』(1719) でも、作品の重要な箇所では「自然」が「神」との関係でしばしば言及される。

例えば、主人公ロビンソンは父の忠告に背き、航海に出て難破し、無人島に一人漂着するのだが、孤独の中で内省的な生活を送るうちに、以下のような述懐をする：

I was meerly¹⁵ thoughtless of a God, or a Providence; acted like a meer Brute from the Principles of Nature, and by the Dictates of common Sense¹⁶ only, . . . (p. 88)

(私は神とか摂理とかいうものに全く無頓着で、自然の原理から、そして内なる感覚のみの命令により、全くの獣のように振舞っていた)

ここでの「自然」は、冒頭に挙げた映画『ツリー・オブ・ライフ』の修道女の言葉を思い出させ、否定的なニュアンスが感じられるかもしれない。この時

¹³ 当該引用の少し後に次のような言説がある：“The Christian begins just where the Philosopher ends;” (p. 14) (キリスト教徒は科学者(注：ここでの“Philosopher”は哲学者ではなく、“natural philosopher”すなわち「自然科学者」のこと)が終わるまさにその地点から始まる。)ここでのコンテキストは「自然(現象)の探求・究明」なので、「科学的解明が限界に達したら、そこから神への帰依と信仰が始まる」と解釈できよう。

¹⁴ エリクソン (Robert A. Erickson) は著書 *The Language of the Heart* (『心(臓)の言語』) (1997) の中で、「「自然」という語は欽定訳旧約聖書には出てこない (“The word “nature” does not appear in the Authorized Version of the Old Testament.”) (p.30) と

指摘している。

¹⁵ この引用文中の“meerly”および“meer”はそれぞれ“merely / mere”の異綴りで、現在では「廃れた (obsolete)」「Absolutely, entirely」(*OED* s.v. merely, 2) および“absolute, entire, sheer, perfect, downright”(*OED* s.v. mere, 4)の意味で使用されている。

¹⁶ ここでの“common Sense”は通常の「常識」という意味ではなく、“An ‘internal’ sense which was regarded as the common bond or centre of the five senses”(OED s.v. common sense, 1. Obs.), すなわち「五感の共通の絆または中心と見なされた内なる感覚」のこと。

のロビンソンの精神世界では「神」と「自然」が、キャンベルの言葉にあるように、「切り離されて (separate)」いたことは確かだ。しかし、「自然」は与えるもの、すなわち「恵みの源」でもあることをロビンソンは認識する：

And as **Nature**, who gives Supplies of Food to every Creature, dictates even **naturally** how to make use of it; so I that had never milk'd a Cow, much less a Goat, or seen Butter or Cheese made, very readily and handily, tho' after a great many Essays and Miscarriages, made me both Butter and Cheese at last, and never wanted it afterwards. (pp. 147-148)

(**自然**は、全ての生き物に食料の供給をしてくれるのだが、その活用法についても実に**自然**に教えてくれる。そういうわけで私はこれまで一度だって雌牛の、ましてや山羊の、乳搾りなどしたことがなかったし、バターやチーズの作り方も見たことがなかったのだが、実に手際よく、といっても数知れぬ試行錯誤を繰り返した後だが、自分のためについにバターとチーズを作ることができ、以後この食べ物に不足することは決してなかった)

無人島での孤独な生活の中、たまたま手元にあった聖書を読むことで、ロビンソンは「神」の存在を信じるようになり、信仰心の篤い人間へと変わっていく：

my Thoughts being directed, by a constant reading the Scripture, and praying to God, to things of a higher Nature: I had a great deal of Comfort within, (p. 97)

(私の思考は、絶えず聖書を読み、神に祈ること、より高次の自然の事象へ向けられていき、私は心中に多大なる慰安を得た)

下線部の“things of a higher Nature”というフレーズは幾分「曖昧な」表現である。無難には「より高尚

な性質の事柄」と解釈することもできるが、筆者はこのコンテキストに何か「スピリチュアル」なものを感じずにはいられない。なぜならキリスト教を信仰するということは、目に見えない存在、すなわち神のみならず精霊や天使（反対に悪魔）の存在、を心から信じることに他ならないからだ。その意味で、ここでの“a higher Nature”（より高次の自然）は“the supernatural”（超自然）のことを指しているとも考えられる。¹⁷（「超自然」についてはセクションを改め最後に触れたい）。

ロビンソンは「神」を信じるようになって、**「自然」**を捨てることなく、むしろ内に共存させているように思われる（それは即、作者デフォーのクレド（信条）と考えてもよいだろう）。その根拠となるのが“and”を用いた等位構造である。2例あるが、最初は「(神の) 摂理、神意 (Providence)」が「自然」と結びつく事例である：

all these Miscarriages were procured by my apparent obstinate adhering to my foolish inclination of wandring abroad and pursuing that Inclination, in contradiction to the clearest Views of doing my self good in a fair and plain pursuit of those Prospects and those measures of Life, which Nature and Providence¹⁸ concurred to present me with, and to make my Duty. (p. 38)

(これら全ての失敗は、愚かにも私が自分の放浪癖に固執し、その性癖を追求したためにもたらされたのだが、それは**自然**と**摂理**が共に計って私の務めにするように提示してくれた人生への期待とその手段を、まっとうに追求することで自らに善を施すという極めて明確な目標とは裏腹なものであった)

もう一つは、「神 (God)」と「自然」が“and”で結ばれる例である：

I have been in all my Circumstances a Memento to

¹⁷ 興味深いことに、ワーズワースの *The Prelude* (『序曲』) (1805) にも全く同じフレーズが使用されて、デフォーがこのフレーズを用いた意図を考える際に大いに参考になる：

“enflamed / With thirst of a secure intelligence / And sick of other passion, I pursued / A higher nature, wish'd that Man should start / Out of the worm-like state in which he is, / And spread abroad the wings of Liberty, / Lord of himself, in undisturb'd delight” (Book X: 833-839) (揺るぎない知性への渴望で心に火が付き、他の情

熱にうんざりした私はより高次の**自然**を追求し、人が現在の地表を這う虫のような状態から脱却し、自由の翼を大きく広げ、一人ひとりが自らの王となり、他人に邪魔されることのない喜びに浸ることを願った)

¹⁸ “Providence”には「摂理 (神意)」の意が転じて“the Deity” (創造主、神) を意味することがある (cf. *OED* s.v. providence, 4)。したがって、この引用における“Providence”を「神」と解釈しても決して誤りではないだろう。

those who are touch'd with the general Plague of Mankind, whence, for ought I know, one half of their Miseries flow; I mean, that of not being satisfy'd with the Station wherein God and Nature has plac'd them; for not to look back upon my primitive Condition, and the excellent Advice of my Father, the Opposition to which, was, as I may call it, my ORIGINAL SIN; (p. 194)

(私はこれまでのあらゆる状況の中で、人間全般に共通する病に冒されている人々に対し警告を与える存在であり、多分、人間の不幸の半分はその病に起因するのだが、つまり、それは神と自然が私たちを置いた場所(環境、境遇)に私たちが満足しないという病なのだ。というのも、私の生まれ持った環境や父の立派な忠告を顧みることなく、それに対して反撥したことが、謂わば、私の「原罪」だったのである)

この2例を見る限り、デフォーは「自然」を「神」と同等の地位に引き上げているように思われる。この点に関し、ノヴァック (Maximillian E. Novak) は著書『デフォーと人間の自然 (Defoe and the Nature of Man) 』(1963) で、「デフォーの(神の) 摂理は完全に自然を仲介役として機能しており、しばしば自然と区別がつかない (“Defoe’s Providence works entirely through nature and is often indistinguishable from nature.”) (p. 6) という非常に重要な指摘をしている。確かにその通りではあるが、その一方で、慣習として「神」は“he”で受け、「自然」は“she”で受けるように、「神」には「父性」の、「自然」には「母性」の属性が付与されているのも紛れも無い事実である。ここから少々大胆な仮説を導くならば、“God and Nature”という結合表現を用いる際に、デフォーは読者に「神」と「自然」が婚姻関係にあるかのような連想を抱かせる意図があったのではないだろうか(だとしたらなんという至高の「夫婦」! しかし例の「修道女」は何と言うだろうか?)。

4. 「自然 (Nature)」と「人間の自然 (Human Nature)」

現代英語に関する英米の英語辞典および我が国の英和辞典の多くが、“human nature”というフレーズ(名詞句)を「見出し語 (headword)」として扱い、例えば『リーダーズ英和辞典(第2版)』では、この句に「人性、人間性; [社] 人間性《人間

が社会的に習得する行動の型・態度・考えなど》」という定義を与えている。しかしながら、歴史的原理に基づく世界最大の英語辞典であるOEDは“human nature”を見出し語にせず、あくまでも“nature”という語の使用の中から派生した「慣用語」の扱いにしている事実はもっと重視してもよいかもしれない (cf. OED s.v. nature, 2b)。

同じ“nature”であっても、形容詞“human”が伴うと、時には正反対の意味にもなることを筆者はフォースター (E.M. Forster: 1879-1970) の小説から学んだ。彼の『ハワーズ・エンド (Howards End)』(1910) には、浮世離れしたウィルコックス (Wilcox) 夫人という「自然(の女神)」の化身とでもいべき人物が登場する。彼女は自分の息子ポールと(自分たちの家に一時滞在している)ヘレン嬢との関係について、「二人は恋に落ちても一緒に暮らすことはできない」ことを看破し、その理由を次のように語る:

“I’m afraid that in nine case out of ten **Nature** pulls one way and human nature another.” (p. 58)

(残念ながら十中八九、自然が一方向に引っばれば、人間の自然(人間性)は反対方向に引っばるものよ)

ウィルコックス夫人によれば、若い男女が恋に落ちるのは「自然」なことであるが、一緒に生活する、すなわち社会生活を営む、ことは「人間の自然」に関係し、両者は全くの別物と考えているようだ。“human”(人間の)という色がつくことで、「自然」は様々な制約を受けることになる。わかりやすい例としては、自然の欲求、すなわち排泄行為がそれに当たる。人が便意を催した時、トイレに行かずに人目を気にせずその場で用を足せば変人と見なされるだろう。よくよく考えれば、「自然な」行為なのに、世間の常識や社会通念が人の自発的行動を抑制しているのだ。20世紀前半における「自然」と「人間の自然」の衝突をフォースターは痛切に感じていたようである。彼の別の作品、『モーリス (Maurice)』(1971) では同性愛の問題を正面きって扱っているが、登場人物の一人に次の発言をさせる:

England has always been disinclined to accept human nature. (p. 188)

(イングランドは人間の自然を受け入れるのに常

に不承不承なのだ)

この作品が作者の遺言により死後出版されたことを考えれば(フォースター自身同性愛者であった)、この言葉の持つ意味は重い。

ここで、エピグラフ(題辞)に挙げたマドンナの *Human Nature* の歌詞について一言触れておきたい。筆者にはこの歌詞は常に抑圧されてきた「人間の自然」を本来の「自然」に戻そうとする反骨精神に溢れるマドンナならではの主張に聞こえる。その意味で、歌中15回も繰り返し囁かれる“Express yourself”は「みんな違ってみんないいのだから同性愛でもなんでも思い切ってカミングアウトして堂々と生きるのよ」という応援メッセージと受け取ることができよう。

閑話休題、かく言う“human nature”が18世紀前半においてはどうだったのか、デフォーの『ロビンソン・クルーソー』から見てみたい。主人公が一人暮らす島に、近くの島の原住民らが上陸し、そこで彼らが「カニバリズム(人肉喰い)」を行った跡をロビンソンは目撃するのだが、その衝撃を以下のよう

I was so astonish'd with the Sight of these Things, that I entertain'd no Notions of any Danger to my self from it for a long while; All my Apprehensions were bury'd in the Thoughts of such a Pitch of inhuman, hellish Brutality, and the Horror of the Degeneracy of Humane¹⁹ Nature; (p. 165)

(私はこのような光景に茫然自失し、しばらくの間、自分自身に危険が及ぶことには全く考えが及ばなかった。私の不安や心配といったものは全て、これ以上ない程の非人間的で身の毛もよだつような残忍行為について考えることで、そして人間の自然(人間性)の墮落に恐れおののくことで、埋もれて(忘れて)しまった)

この引用からもわかるように、ロビンソンは(キリスト教徒ではない)野蛮人の恐ろしい習慣を心底嫌悪するも、それでも彼らをライオンなどの獣ではなく、自分(イングランド人)と同じ「人間」と見て

いることがわかる。このように、広く人間一般の「自然」(すなわち「性質」)について総称的に述べる場合には、デフォーはこのフレーズを用いる。

それに対して、一人一人の個の「自然」について触れる場合には、人称代名詞の所有格が用いられ(語り手のそれと)区別される:

I found Friday had still a hankering Stomach after some of the Flesh, and was still a Cannibal in his Nature; (p. 208)

(私はフライデー(注:ロビンソンの忠実なしもべ)が今だに人肉を食いたいという強い欲望を抱いており、彼の自然においては今なお人喰いであることがわかった)

同様の使い分けは、デフォーの別の小説、例えば『ジャック大佐(Colonel Jack)』(1722)、でも観察できる:

Necessity is not only the Temptation,²⁰ but is such a Temptation as human Nature is not empower'd to resist: (p. 161)

(必要は悪魔の誘惑というだけでなく、人間の自然が逆らう力を授けられていない類の誘惑でもあるのだ)

および:

Cruelty is the Aversion of my Nature; (p. 133)
(残忍性は私の自然が嫌悪するものである)

上記の引用において、「必要」²¹と「人間の自然」との関係はデフォーにとって重要な主題の一つであり、「ロビンソン・クルーソー」シリーズの第3部『真面目な省察(Serious Reflections During the Life & Surprising Adventures of Robinson Crusoe, With His Vision of the Angelic World)』(1720)でも「真面目に」論じられている:

Necessity is above the Power of human Nature; (p. 80)

¹⁹ この引用では、“humane”という綴りになっているが、“human”の18世紀の「異綴り」で、現在の「思いやりのある」という意味の別の形容詞“humane”ではない。

²⁰ 一般に、定冠詞がついた“the Temptation”は新約聖書「マタイによる福音書」の4章における「(キリストが悪魔から受

けた)荒野の試み」を指す(OED s.v. temptation, 1)。

²¹ “Necessity”には「必要」に加えて「貧困、窮乏」という意味もあり、このコンテキストにおいては両方の意味が反映されている。

(必要は人間の自然の力を超えたものである)

これは、生活に困窮している人が生き延びるために食べ物を盗んだら「罪」になるのかという問題に直結する。デフォーはこの難しい問いに対し、「聖書」の中にヒントを得て(「マタイによる福音書」12章13～14節参照)、同作品で次のように答えている。

David knew, that God, who commanded the Shew-Bread should not be eaten, had however commanded him by the Law of Nature, not to be starv'd; (p. 83)

(ダビデは、神が「供えのパン」を(注：祭司以外は)食べてはいけないと命じてはいるが、自然の法により餓死してはいけないという命をすでに彼に下していたことを知っていた)

ここでも「神」と「自然」の連携に目を引かれるが、問題は下線部の「自然の法」である。このフレーズも「自然」と同様に多義的な使用が認められる慣用句で、「重力の法則 (law of gravity)」のような「外なる自然」、すなわち「物理的事象」について言及することもあるが、このコンテキストにおける「自然」は「内なる自然」、すなわち「心的事象」の方に向けられているのは言うまでもない(「自然の法」については次回取り上げたい)。

5. 「超自然 (the Supernatural)」と「自然 (Nature)」の関係：デフォーの場合 (1)

前セクションの最後に引用したデフォーの『真面目な省察』(1720)は「ロビンソン・クルーソー3部作」の最後を飾る作品で、先行する2作は「冒険」物であるのに対し、この作品は波乱万丈の冒険からロビンソンが帰国した後、半生を振り返るといふ体裁のエッセイになっており、デフォーの「人生論」とも言える力作である(筆者は一昨年から昨年にかけて初めて読み、その内容の深さに驚嘆した)²²。作品の構成と章立ては以下のようになっている：

第1章：「孤独について (Of Solitude)」

第2章：「誠実さに関する小論 (An Essay upon Honesty)」

第3章：「会話の不品行と行動の無教養による過ちについて (Of the Immorality of Conversation, and the Vulgar Errors of Behaviour)」

第4章：「世界の宗教の現状に関する小論 (An Essay on the Present State of Religion in the World)」

第5章：「神の摂理の声を聴くことについて (Of Listening to the Voice of Providence)」

第6章：「キリスト教世界と異教世界の均衡について (Of the Proportion between the Christian and Pagan World)」

上記のトピックを概観しただけでも、「真面目な (serious)」調子は十分伝わってくるが、筆者がここで特に注目したいのは第5章の「神の摂理の声を聴くこと」である。この章では“invisible”(目に見えない)という形容詞が頻繁に使用されている。例えば：

I must . . . place Providence at the Head of the invisible World, as well as at the Helm of this world; (p. 185)

(私は(中略)現世の舵とりにも、同様に目に見えない世界の頂点にも神の摂理を置かなければならない)

あるいは：

. . . , which [= the Notices, Omens, Dreams, Voices, Hints, Forebodings, Impulses, &c.] seem to be a kind of Communication with the invisible World, and a Converse between the Spirits embodied and those unembodied, (P. 187)

(それら[気づき、前兆、夢、お告げ、ほのめかし、虫の知らせ、衝撃など]は目に見えない世界とのある種の交信であり、肉体を持った霊と肉体

²² セクション3と4において何度も引用したのは有名な第1作である。第2作は『ロビンソン・クルーソーのさらなる冒険 (The Farther Adventures of Robinson Crusoe)』(1719)で、主人公は再び航海に出て、インド、中国、ロシアなどを訪れる。一方、『真面目な省察』はエッセイということもあり一般にはほとんど読まれない。山本和平は「第一部の読者の数が

一万人だとすると、第二部は千人、第三部はおそらく十人以下であろう」(p. 602)と述べているが、筆者も同感で、あまりにもマニアックだと感じる。ただし、平井正徳の言葉を借りると、この『真面目な省察』は「ロビンソン・クルーソーという人間像、さらにはデフォーの考える人間像、の解明のためには不可欠なもの」(p. 161)、ということになる。

を持たない霊との交流であるように思われる)

この作品を読むまで、筆者はデフォーがこれ程まで「スピリチュアル」な世界に強い関心を持っていたことを知らなかった。そこで、ベイン (R. M. Baine) 著『デフォーと超自然 (*Daniel Defoe and the Supernatural*)』(1968) を入手し、その「序文 (Preface)」を読み、デフォーが1706年5月30日付の『レビュー (*Review of the Affairs of France*)』誌 (注: 彼が単独で出版していた日刊紙) で「超自然を否定 (拒否) することはある種の無神論であるという烙印を押した (“[Defoe] branded the rejection of the supernatural as a sort of atheism”)(p. v) ことを知った。

実は、『真面目な省察』には、第6章に続いて「エピローグ」にしてはかなり長めの『天使の世界の幻視 (*A Vision of the Angelick World*)』というエッセイが追加されている (注: 使用しているテキストで約50ページ分)。筆者は第5章「神の摂理の声を聴くこと」で語り尽くせなかったことを補足している印象を持った。ここでもロビンソンが書いている体裁になってはいるが、内容的にはデフォーの意見と主張と見て間違いないだろう。タイトルに「天使の」とあるが、本文では以下のように「霊の」(of Spirits) と言い換えてある:

it is not so easy to enquire into the World of Spirits, as it is evident that there are such Spirits, and such a World; we find the Locality of it is **natural**, but who the Inhabitants are, is a Search of still a sublimer Nature, liable to more Exception, encumber'd with more Difficulties, and exposed to much more Uncertainty. (pp. 221-22)

(霊が存在し、そのような世界が存在するのは明白だが、霊の世界を探索することはそれ程容易ではない。私たちに分かっているのは、その場所は**自然 (界)**にあるということだが、その住人が誰であるかというのはより一層崇高な**自然**の探索になり、それには多くの異議が出てきそうで、またより多くの困難に妨げられ、はるかに多くの不確実さに晒される探索になるのだ)

「霊の世界」が「自然にある (natural)」、すなわち

森羅万象、物質世界、もっと分かりやすく言えば「身の周り」に存在する、という指摘は非常に興味深い (まるで新井満訳詞の「千の風になって」の世界ではないか!) それと同時に、“natural”(= “existing in Nature”) なのだから「内なる自然」、すなわち一人一人の「中」にも存在するという含意があることも忘れてはならない。また「より崇高な自然 (a sublimer Nature)」はセクション3で触れた「より高次の自然 (a higher Nature)」と同じ内容を指すと思われる。この種の「自然」の探求には「多くの異議が出てきそう」とロビンソンは懸念しているものの、上述したベインはデフォーの時代には「超自然、すなわち目に見えない世界、が絶え間なく自然、すなわち目に見える世界に浸透していた (The supernatural, or unseen world, ceaselessly permeated the natural, or seen world.)」(p. vi) と指摘する。次の引用は、同じく『天使の世界の幻視』からで、旧約聖書の「サミュエル記 (上)」(28章) でイスラエルの王サウルが死んだ預言者サミュエルの霊を霊媒師に呼び出させ、その霊が一人の老人に取り憑くエピソードに関するロビンソンの意見である:

such Apparitions²³ are not inconsistent with **Nature**, or with Religion; (p. 223)

(このような幽霊 (超自然的出現)は**自然**に、あるいは宗教に相反 (矛盾) するものではない)

この例もまた「超自然」現象が「自然」の一部であるというデフォーの考えを裏付けるものである。

最後に、このエッセイのタイトル「自然の声を聴け」について解題しておきたい。これは冒頭のエピグラフに挙げた通りデフォーの言葉に基づく。出典は、『真面目な省察』の第5章「神の摂理の声を聴くことについて」からで、少し長めに引用する:

If then we are to listen to the Voice of Nature, and to the Voices of Creatures, viz. to the Voice of the invisible Agents of the World of Spirits as above, much more are we to listen to the Voice of God. (p. 187)

(もしその時我々が自然の声、そして生きとし生けるものの声を聴くことができるのなら、すなわ

²³ OED は “apparition” を “The supernatural appearance of invisible beings, etc.” (目に見えない存在等の超自然的出現)

(OED s.v. apparition, n. 1a)と定義している。

ち（上述した）霊の世界の目に見えない代理者の声を聴くことができるのなら、我々はもっと深く神の声を聴くことができるようになるのだ）

実に含蓄のある言葉だ。しかし、それ故に解説するのは難しい。直截に言えば、「自然 (Nature) の声に耳をすませば、神 (God) の声が聞き取れる」ということなのだが、デフォーは意図を明確にするために、絶妙な言い換えをしている（それだけに、「Nature」はこの時代の読者にとっても誤解を招く「曖昧」な言葉と彼は認識していたのかもしれない）。「Creatures」をとりあえず「生きとし生けるもの」と訳したが、おそらく正確ではない。このコンテキストでの真の意味は「（生物・無生物に関係ない）被造物 “Anything created; a created being, animate or inanimate” (OED s.v. creature, 1.a)」のことだと思う。それならば、「Nature」と「Creatures」は相即不離の、または相互補完的な関係になるはずで、前者は *Natura Naturans* (= ‘Nature Creating’)、すなわち「創造する自然」で、後者は *Natura Naturata* (= ‘Nature Created’), すなわち「創造された自然」を指すのではないだろうか。ここで、「創造された自然」の声を聴くことは容易にイメージできる。すなわち、自然界に溢れる音——風のそよぎ、川のせせらぎ、雨音、また鳥の囀りなどの「生けるもの」の声、逆に岩や大樹などの沈黙の声、それと自分以外の「人」の声——に耳をすませることではないだろうか。それならば、「創造する自然」の声とは一体何なのか。「創造する自然」は自分自身の「中」にあるもの、つまり「心」（英語の “heart” であり同時に “mind”）²⁴ のことだと筆者は考える。²⁵ したがって、「創造する自然の声」とは

「内なる声」、そう「心の奥底から湧き上がる声にならない声」のことではないだろうか。この相即関係にある二つの「自然の声」が「霊の世界の目に見えない代理者の声」に繋がり、最終的に「神の声」を受信することが可能だというのは、聖書の「神の国はあなたの中にある (the Kingdom of God is within you.)」(「ルカによる福音書」(17章21節)) という言葉の意味をじっくり考えれば、十分納得できるのではないだろうか。

6. おわりに

「内なる声」、すなわち「自然の声」に導かれ、「自然」について書き始めた。既に触れたように、筆者は修士論文で『ガリヴァー旅行記』における「自然」に取り組んだが、なんとも言い難い「敗北感」を味わうことになり、その後は全くかけ離れた研究テーマに鞍替えし「自然」を敬遠していた。しかし「自然」に興味を失ったのではなく、むしろ興味は増していくばかりであった。当時の筆者には、この言葉の持つ歴史的重層性に目配りするにはあまりにも「読み」の経験が足りなすぎたのである。その後、多くの作品を読みながら “nature” や “natural” という言葉に出会うたびに、アンダーラインを引きながら、自分なりに考え、理解を深めてきたつもりではあった。しかし、作者の真の意図を原文から読み取ろうといくら努力しても解らない。「自然」は近づけば遠のく「逃げ水」のように感じた。

このエッセイを書き始めるに当たり、マドンナの言葉に刺激を受けたと書いたが、もう一つ、後押ししてくれた言葉がある。それは昨年読んだ司馬遼太郎の『翔ぶが如く』からの一節である：

²⁴ 「心 = “heart” + “mind”」の等式について、加島祥造 (2003) が実に味わい深い説明をしている: 「英語にはハート heart と、マインド mind がある。いずれも人間のなかの働きを指す。日本語ではこの両語とも「心」と訳されることが多い。英語のマインド mind は頭の働き、考え、思い、という意味あいに使われる。(中略) ハート heart のほうは胸とか中心とかをイメージする語であり、頭よりも感情、精神につながるものを指す。(中略) 私たちの日本語はハートとマインドを合わせて「心」の1語にしている。これは英語国民には考えられないほど単純化した言い方かもしれない。(中略) しかし考え直すと、案外この「心」の1語は深くて総合的なものかもしれない。人間の内側では精神と頭脳も、意志と感情も欲望も微妙複雑につながりあっていて、それらの相互の働きはなまじハートとマインドに分けるよりも、「心」の1語のほうが適切な表現かもしれない。」(pp. 191-92)

²⁵ この考察の背景には、イギリスの哲学者、コリングウッ

ド (R. G. Collingwood: 1889-1943) 著『自然の観念 (The Idea of Nature)』(1945) における「**思考する心が自然を作り出す (“mind makes nature;”)**」(p.7) という言説がある。この言葉の持つ深遠な意味を正しく解説する力と時間の余裕を筆者は今持たないが、ここでの「自然」とは「創造された自然」、すなわちデフォーの引用文における “Creatures” (被造物)、を指すのではないだろうか。ちなみに、この説はコリングウッドが単独で作上げたものではなく、古代ギリシャ哲学の伝統を踏まえた上で、本人も認めているようにパークリー (George Berkeley: 1685-1753)、ヒューム (David Hume: 1771-76)、カント (Immanuel Kant: 1724-1804)、ヘーゲル (Georg W. F. Hegel: 1770-1831) といった哲学者たちの考えを集約したものである。

思想家としての西郷という存在は、その輪郭がどこまでひろがっていて、どういう形態をしているのか、極めて理解しがたい。作者はこの作品を書くことによって少しずつそれを知ってゆきたいと念願している。(第一巻：P. 309)

この一文を読み、「調べ魔の司馬氏でも西郷隆盛のことが解ったから書くのではなく、解るために書くのか!」と大いに共感し、筆者も「書くことによって少しずつそれを知ってゆきたい」と思えるようになった。

今回の「序」で引用した作品は、予期していたこととはいえ、圧倒的にデフォエのものが多くなった。次回はもう少しバランスを考え、他の作家たちにももう少し目配りできるようにしたい。セクション5の最後に引用した「自然の声」云々のくだりは内容の真実さに深い感銘を受けるが、それでもデフォエの「自然」観には時折違和感を覚えることもある。例えば、『真面目な省察』の第4章「世界における宗教の現状についての小論」で、ロビンソンは中国と日本の宗教についても触れるのだが、仏像崇拜に対する彼のあからさまな嫌悪には正直驚かされる。例えば、「ギリシアやローマの時代の崇拜の対象物は中国と日本の偶像よりもはるかに望ましく、神聖な儀式の対象としてはるかに理にかなっている (The Objects of Worship in the Grecian and Roman Times, were far more eligible, and more rational Objects of divine Rites, than the Idols of China and Japan;)」(p. 139) とし、さらに中国人や日本人は「まったくの小鬼 (お化け、妖怪) に平伏して感謝している (bowing down to a meer Hob-goblin)」(p. 139) ことを指摘した後、次のように述べる：

Images so far from being lovely and amiable . . . are the most detestable and nauseous, even to Nature. How is it possible these People can have any Claim to the Character of wise, ingenious, polite, that could suffer themselves to be overwhelm'd in an Idolatry repugnant to common Sense, even to Nature. (p. 139)

(麗しいとか愛らしいということからあまりにもかけ離れた像 (注：仏像のこと) は (中略) 自然にすら 非常に忌まわしく吐き気を催すものがある。内なる感覚に、自然にすら 極めて不快な偶像崇拜に自らを没入させることのできるこのような

人々 (注：中国人や日本人) が賢明で、利口で、礼儀正しいという性格を有しうるなど、どうしてありえようか)

ここで、二度「自然にすら (“even to Nature”)」というフレーズが用いられているが、ここでの「自然」にはロビンソンの、つまりはデフォエの価値観だけでなく、当時のイギリス人が非白人異教徒に対して抱いていた彼らの一般的な印象が色濃く反映されているように思われる。しかしながら、ここでの「自然にすら」はあまりにも偏見に満ちたもので、客観性を著しく欠いている。この箇所はせめて「私 (あるいは私たち) の 自然には (to my (or our) Nature)」にすべきだったと異議申し立てをしたくなる。何れにせよ、この表現の裏には当時の多様性を認めようとしないイギリス人の他民族に対する圧倒的優越感が見え隠れし、複雑な気持ちにさせられる。それと同時に、何が「自然」で何が「自然」でないかという判断は畢竟、主観なのだということも改めて痛感する。(つづく)

引用文献

- Baine, R. M. (1968) *Daniel Defoe and the Supernatural*. Athens: University of Georgia Press.
- Campbell, J. (1972 [2010]) *Myths to Live By*. London: Souvenir Press.
- Campbell, J. and B. Moyers (1988 [1991]) *The Power of Myth*. New York: Anchor Books.
- Collingwood, R. G. (1945) *The Idea of Nature*. Oxford: Clarendon Press.
- Defoe, D. (1704 [2005]) *The Storm*. (edited by R. Hamblyn) London: Penguin Books.
- Defoe, D. (1719 [1983]) *The Life and Strange Surprising Adventures of Robinson Crusoe*. (edited by J. D. Crowley) Oxford: Oxford University Press
- Defoe, D. (1720 [2008]) *Serious Reflections during the Life and Surprising Adventures of Robinson Crusoe* (edited by G. A. Starr). London: Pickering & Chatto.
- Defoe, D. (1722 [1965]) *Colonel Jack*. (edited by S. H. Monk) Oxford: Oxford University Press.
- Erickson, R. E. (1996) *The Language of Heart 1600-1750*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Forster, E. M. (1910 [2000]) *Howards End*. London: Penguin Books.
- Forster, E. M. (1971 [2005]) *Maurice*. London: Penguin Books.
- Ito, H. (1993) *The Language of the Spectator: A Lexical and Stylistic Approach*. Tokyo: Shinozaki Shorin (篠崎書林).
- Novak, M. (1963) *Daniel Defoe and the Nature of Man*. Oxford: Oxford University Press.
- Simpson, J. A. and E. S. C. Weiner, prepared (1989) *The Oxford English Dictionary*, Second Edition on CD-ROM Version 4.0 (2009). Oxford: Oxford University Press. [OED]
- Suzuki, D. T. (2015) “The Role of Nature in Zen Buddhism,” in R. M. Jaffe (ed.) *Selected Works of D. T. Suzuki, Volume I: Zen*. California: University of California Press. 113-135.
- Swift, J. (1726 [1965]) *Gulliver's Travels* (edited by H. Davis). Oxford: Basil Blackwell.

- 加島祥造『ハートで読む英語の名言（下）』（2003：初版2刷）．
平凡社ライブラリー．
- 司馬遼太郎『翔ぶが如く』（一）（2017：19刷）．文春文庫．
- 夏目漱石『吾輩は猫である』（2010：112刷）．新潮文庫．
- 夏目漱石『虞美人草』（2016：120刷）．新潮文庫．
- 夏目漱石『それから』（1995：101刷）．新潮文庫．
- 夏目漱石『門』（2016：139刷）．新潮文庫．
- 夏目漱石『漱石全集 第十三巻 英文学研究』（2003）．岩波書店．
- 平井正徳『イギリス文学ノート』（1982）．八潮出版社．
- 山本和平『世界文学全集 13 デフォー』（1978）．講談社．

2次元混合スピン系における比熱の低温展開

村岡 良紀

<令和元年12月9日受理>

Low temperature expansions of specific heat for the two-dimensional mixed spin system

MURAOKA Yoshinori

In this paper, low temperature expansions of specific heat of four type of mixed spin models are calculated on the two-dimensional square lattice. In low temperatures, the obtained temperature dependence of specific heat can be explained by the energy gap between the ground state and the first excited state.

I はじめに

近年の物質合成・物質設計の発展により、マルチフェロイックと呼ばれる物質群が合成され、精力的に研究されている。このマルチフェロイックの特徴は磁性および強誘電性が共存することである。磁性および強誘電性がどのように共存・結合しているかを理解すること自体が物理的に非常に興味深い問題であるばかりでなく、磁氣的記憶媒体・センサー・マイクロウェーブ等への応用に関連することから応用物理学的観点からも広く研究されている[1-3]。マルチフェロイックにおける磁性および強誘電性の共存の出現機構として、磁性誘起の強誘電性がある。すなわち、電気分極を持たない磁性体が磁気秩序に伴い電気分極を誘起する機構である。この機構においては磁気秩序におけるスピンの向きが重要であると考えられており、磁気秩序および臨界現象の解析が重要である。

$\text{Lu}_2\text{MnCoO}_6$ に代表される磁気遷移金属酸化物は高い磁気転移温度を示し、かつ大きな電気分極を形成する傾向にあることから注目されている[4]。図1に $\text{Lu}_2\text{MnCoO}_6$ の磁気イオン配置および基底状態における磁気構造を示す。磁気構造に着目するとCo-Mn鎖(c軸)に沿ってスピンの向きが $\uparrow\uparrow\downarrow\downarrow$ を繰り返す磁気構造(逆位相構造)を持っており、Co-Mn鎖間が強磁性相互作用により結合し各c面内は同一方向を向いている。

このように、 $\text{Lu}_2\text{MnCoO}_6$ に代表される磁気遷移金属酸化物は基底状態において特異な磁気構造を持つことから、磁気秩序および臨界現象の解明は重要な問題である。

$\text{Lu}_2\text{MnCoO}_6$ においては、 Co^{2+} および Mn^{4+} イオンは共に $S=3/2$ であるが、それらの軌道占有に基

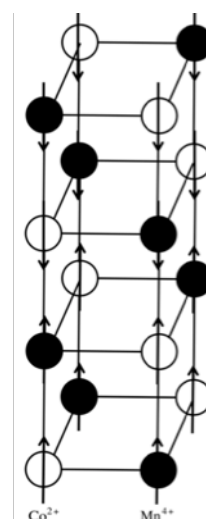


図1 $\text{Lu}_2\text{MnCoO}_6$ の磁気イオン配置および基底状態。○および●はそれぞれ Co^{2+} イオンおよび Mn^{4+} イオンを表している。

づき、 Co^{2+} イオンは $S_z = \pm 3/2$ の状態だけを取るイジング的スピンであり、 Mn^{4+} イオンはより等方的な、すなわちハイゼンベルグ型スピンであると考えられている[5]。したがって、 $\text{Lu}_2\text{MnCoO}_6$ はスピンの大きさは同じであるが、2種類の異なる対称性を持つスピンから構成されるスピン系と考えられる。これまでもイジング型またはハイゼンベルグ型スピン等のスピン対称性は同じであるが異なるスピン自由度(スピンの大きさ)を持つスピンから構成される混合スピン系の研究は、フェリ磁性・補償温度等の観点から多数なされてきている[6]。その一方で、2種類の異なる対称性を持つスピンから構成されるスピン系の研究は少ない。

本研究では、大きさは等しいが異なる対称性を持つスピンから構成されるスピン系に対して低温展開を適用することにより、スピン対称性の混在がスピン系の低温領域における磁気比熱の温度依存性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。本稿の構成は、IIにおいて本研究で扱うモデルを紹介する。IIIにおいて、低温展開とその適用方法を述べ、各モデルに対する比熱の低温展開を示す。IVにおいて、比熱の温度依存性を示し、考察を加える。最後にVにおいて、まとめおよび今後の展望について述べる。

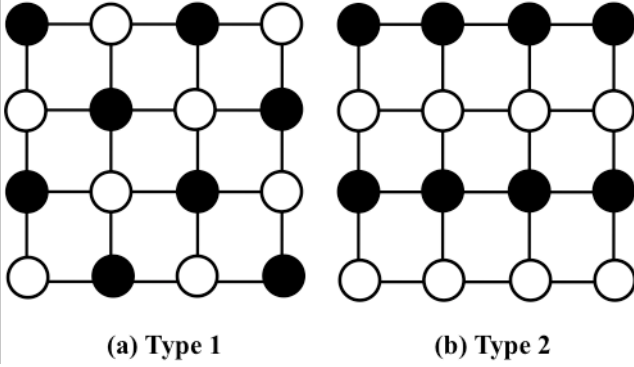


図2 本研究で扱う2次元正方格子上的2種類の副格子構造。以下では○および●をそれぞれA副格子（イジングスピン）およびB副格子（クロックスピン）と呼ぶことにする。

II モデル

本研究では、イジングスピンに対して対称性の異なる3状態または4状態クロックスピンを採用し、2次元正方格子上に図2に示す2種類の副格子構造により混合スピン系を構成する。A副格子にはイジングスピンを、B副格子には3状態または4状態クロックスピンを配置する。最隣接スピン間相互作用のみを考慮するとき、Type 1格子ではイジングスピン・クロックスピン間の相互作用のみ存在する。一方、Type 2格子ではイジングスピン・クロックスピン間の相互作用に加えて、イジングスピン間およびクロックスピン間の相互作用も存在する。

従来、イジングスピンは $\sigma = \pm 1$ と表現されるが、クロックスピンとの相互作用を表現するために、容易軸とのなす角で表すことにする。したがって、A副格子にイジングスピンは $\theta_A = 0$ or π と表すことにする。同様にB副格子に3状態クロックスピンは

$\theta_B = 0$ or $\pm 2\pi/3$ と、また4状態クロックスピンは

$\theta_B = 0$ or ± 2 or π と表す。このとき、系のハミルト

ニアンは

$$H = -J \sum_{(i,j)} \cos(\theta_i - \theta_j), \quad (1)$$

と書くことができる。ここで、 (i, j) は最隣接スピン間の和を表し、相互作用は全て強磁性相互作用($J > 0$)とする。

III 低温展開

低温展開[7]はクラスター展開と呼ばれる数理解物理学の重要な手法の一つであり、イジングモデルの場合であれば温度が十分低温であるためほとんどのスピンが同じ方向にそろった状況で有効な手法である。ここでは、周期的境界条件を課した2次元正方格子上のイジングモデルの場合で低温展開の手法を確認する。次に、イジングスピンおよびクロックスピンから構成される混合スピン系への適用方法を説明し、最後に得られた4種類のモデルに対する低温展開を示す。

一辺に L 個のイジングスピンが並ぶ周期的境界条件を課した2次元正方格子上のイジングモデルのハミルトニアンは

$$H = -J \sum_{(i,j)} \sigma_i \cdot \sigma_j, \quad (2)$$

と書くことができる。ここで、 $\sigma_i = \pm 1$ であり、相互作用は強磁性相互作用($J > 0$)とし、最隣接スピン間にのみ相互作用する。分配関数は

$$Z = \sum_{\{\sigma\}} \exp[-\beta H] = \sum_{\{\sigma\}} \exp \left[\beta J \sum_{(i,j)} \sigma_i \cdot \sigma_j \right], \quad (3)$$

と書くことができる。ここで、 $\{\sigma\}$ は全てのスピン配位についての和、 $\beta = 1/k_B T$ 、 k_B はボルツマン定数である。周期的境界条件の下、最隣接スピン間のボンドの数を $B(=2L^2)$ とおくと、分配関数は

$$\begin{aligned} Z &= \sum_{\{\sigma\}} \prod_{(i,j)} \exp[\beta J \sigma_i \cdot \sigma_j], \\ &= e^{\beta J B} \sum_{\{\sigma\}} \prod_{(i,j)} \exp[\beta J (\sigma_i \cdot \sigma_j - 1)], \\ &= e^{\beta J B} \sum_{\{\sigma\}} \exp[-2\beta J \cdot I(\sigma)], \end{aligned} \quad (4)$$

と書き直すことができる．ここで、 $I(\sigma)$ は同じ向きを向いていない最隣接スピン対，すなわち $\sigma_i \cdot \sigma_j = -1$ である最隣接スピン間のボンドの数を表す． $e^{-2\beta J}$ が十分小さい低温では、 $I(\sigma)$ の小さい項が分配関数により寄与することがわかる．ここで、

$$X = \exp(-2\beta J), \quad (5)$$

とおく．全てのスピンが $\sigma_i = +1$ であるスピン配位を基準にすると

i) $I(\sigma) = 1, 2, 3$ となるスピン配位は存在しない、

ii) $I(\sigma) = 4$ となるスピン配位は、1つのスピン

が $\sigma_i = -1$ であるスピン配位で

$$\exp[-2\beta J \cdot I(\sigma)] = X^4,$$

その配位の数 $a_4 = L^2$,

iii) $I(\sigma) = 5$ となるスピン配位は存在しない、

iv) $I(\sigma) = 6$ となるスピン配位は、最隣接スピン対が共に $\sigma_i = -1$ であるスピン配位で

$$\exp[-2\beta J \cdot I(\sigma)] = X^6,$$

その配位の数 $a_6 = 2L^2$,

のように順次分配関数に寄与する項を求めることができ、低温での分配関数を

$$Z \approx 2e^{\beta JB} \left\{ 1 + \sum_{n=1} a_n X^n \right\}, \quad (6)$$

と評価できる．このとき1スピン当たりの自由エネルギーは

$$\begin{aligned} f &= -\frac{1}{L^2 \beta} \log Z, \\ &\approx -\frac{1}{L^2 \beta} \log 2e^{\beta JB} - \frac{1}{L^2 \beta} \log \left\{ 1 + \sum_{n=1} a_n X^n \right\}, \end{aligned} \quad (7)$$

となる．

$$Y = \sum_{n=1} a_n X^n, \quad (8)$$

とおくと、低温では $Y \ll 1$ であるので、

$$\log(1+Y) = \sum_{k=1} \frac{(-1)^{k+1}}{k} Y^k, \quad (9)$$

と展開でき、自由エネルギーの第2項を X の級数として書き表すことができる．比熱は

$$C = -\beta^2 \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} \{\beta f\}, \quad (10)$$

により求められるので、自由エネルギーの第1項は偏微分により0となり、第2項の X の級数の偏微分から X の級数の形で求めることができる．2次元正方格子上的イジングモデルの比熱の低温展開の第4項までを以下に示す．

$$C \approx 16\beta^2 J^2 (4X^4 + 18X^6 + 80X^8 + 50X^{10}). \quad (11)$$

上記で説明したイジングモデルに対する低温展開を、混合スピン系に拡張する．本研究ではB副格子上に3状態クロックスピンを配置したモデルおよび4状態クロックスピンを配置した2種類のモデルを、図2に示した2種類の格子上で考えるため、4つの異なるモデルを扱うことになる．ハミルトニアン(1)式に対する分配関数は

$$\begin{aligned} Z &= \sum_{\{\theta\}} \exp \left[\beta J \sum_{(i,j)} \cos(\theta_i - \theta_j) \right], \\ &= e^{\beta JB} \sum_{\{\theta\}} \prod_{(i,j)} \exp \left[\beta J \{ \cos(\theta_i - \theta_j) - 1 \} \right], \\ &= e^{\beta JB} \sum_{\{\theta\}} \exp \left[-\beta J \cdot I(\theta) \right], \end{aligned} \quad (12)$$

と書くことができる．ここで、 $\{\theta\}$ は全てのスピン配位についての和を表している． $I(\theta)$ は各モデルごとに決まるスピン配位 $\{\theta\}$ の関数である．

1) イジング・3状態クロックスピンモデル

$a: |\theta_i - \theta_j| = \pi$ である最隣接スピン間のボンドの数,

$b: |\theta_i - \theta_j| = \frac{2}{3}\pi, \frac{4}{3}\pi$ である最隣接スピン間のボンドの数,

$c: |\theta_i - \theta_j| = \frac{\pi}{3}, \frac{5}{3}\pi$ である最隣接スピン間のボンドの数,

とおくとき

$$I(\theta) = \frac{1}{2}(4a + 3b + c). \quad (13)$$

Type 1 格子での比熱は $X = \exp(-\beta J)$ とおくと,

$$C \approx 4\beta^2 J^2 \left(9X^6 + 8X^8 + 121X^{11} - 36X^{12} + 392X^{14} + 624X^{16} \right). \quad (14)$$

Type 2 格子での比熱は $Y = \exp(-\beta J / 2)$ とおくと,

$$C \approx \beta^2 J^2 \left(36Y^{12} + 32Y^{16} + 81Y^{18} + \frac{441}{2}Y^{21} + 242Y^{22} - 216Y^{24} + \frac{729}{2}Y^{27} + 1176Y^{28} + 961Y^{31} + 192Y^{32} \right). \quad (15)$$

2) イジング・4状態クロックスピンモデル

$a: |\theta_i - \theta_j| = \pi$ である最隣接スピン間のボンドの数,

$b: |\theta_i - \theta_j| = \frac{\pi}{2}, \frac{3}{2}\pi$ である最隣接スピン間のボンドの数,
とおくとき

$$I(\theta) = 2a + b. \quad (16)$$

$X = \exp(-\beta J)$ とおくと, Type 1 格子での比熱は,

$$C \approx 16\beta^2 J^2 \left(X^4 + 25X^{10} + 93X^{12} - 245X^{14} + 268X^{16} \right). \quad (17)$$

Type 2 格子での比熱は,

$$C \approx 4\beta^2 J^2 \left(4X^4 + 9X^6 - 50X^{10} + 21X^{12} + 343X^{14} \right). \quad (18)$$

IV 結果

図3にイジング・3状態クロックスピンモデルの比熱の温度依存性を展開の最高次数を変えて示す. 凡例の () 内の数字 n は $\exp(-n\beta J)$ の形で表したときの比熱の低温展開の最高次数を表している. 図3よりType 1 格子では, $k_B T/J < 1.3$ の温度領域において展開の次数に依存性が見られず, この領域では $\exp(-16\beta J)$ までの級数で比熱の温度依存性を正しく計算できていると考えられる. 同様にType 2 格子では, 図に示している温度領域全体で差がほとん

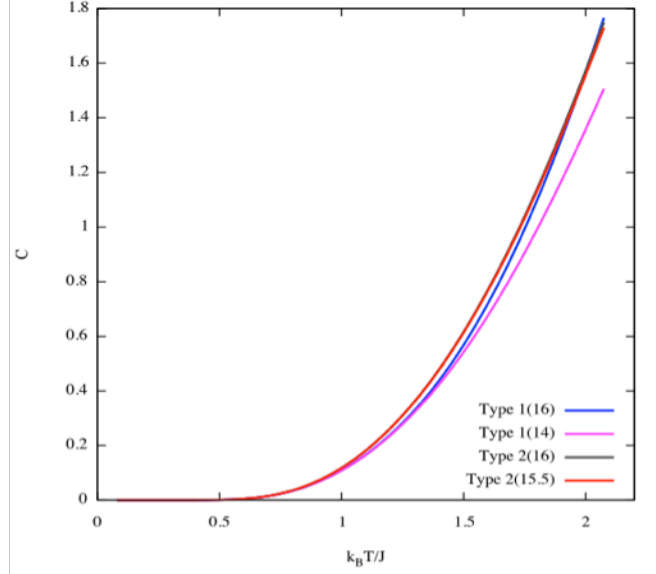


図3 イジング・3状態クロックスピンモデルの比熱の展開次数依存性.

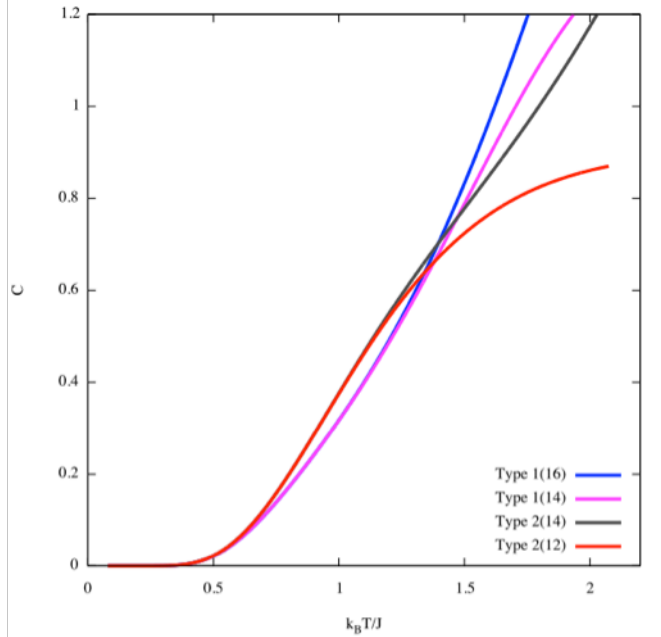


図4 イジング・4状態クロックスピンモデルの比熱の展開次数依存性.

ど無く, $\exp(-16\beta J)$ までの級数で比熱の温度依存性を正しく計算できていると考えられる.

図4にイジング・4状態クロックスピンモデルの比熱の温度依存性を展開の最高次数を変えて示す. Type 1 格子では, $k_B T/J < 1.3$ の温度領域において展開の次数に依存性が見られず, この温度領域では $\exp(-16\beta J)$ までの級数で比熱の温度依存性を正しく計算できていると考えられる. 同様にType 2 格子においても, $k_B T/J < 1.1$ の温度領域において展開の次数に依存性が見られず, $\exp(-14\beta J)$ までの級

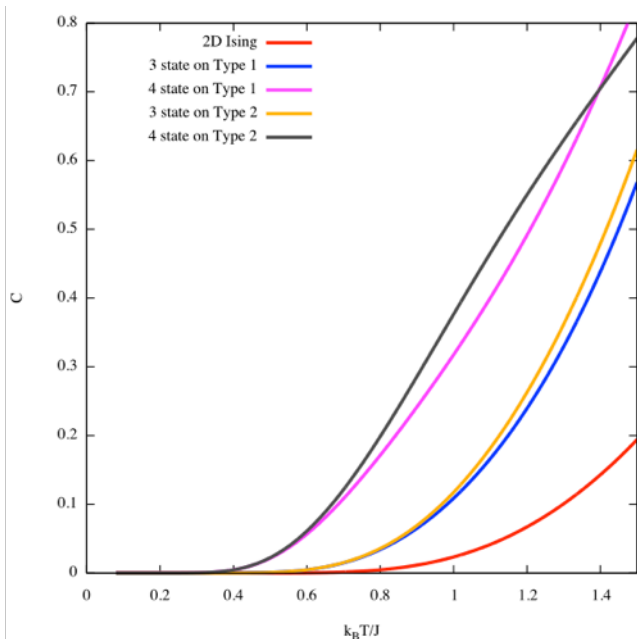


図5 イジングモデル, イジング・3状態クロックスピンモデルおよびイジング・4状態クロックスピンモデルの比熱の温度依存性.

数で比熱の温度依存性を正しく計算できていると考えられる.

図5にイジングモデル, イジング・3状態クロックスピンモデルおよびイジング・4状態クロックスピンモデルの比熱の温度依存性を示す.

同じ格子構造におけるクロックスピンの状態数の違いによる比熱の温度依存性を比較すると, Type 1 格子および Type 2 格子のどちらの場合においても, イジング・4状態クロックスピンモデルの比熱がより低温領域から値を持ち始めている. これは, 図6に示した各モデルの基底状態および第1励起状態の

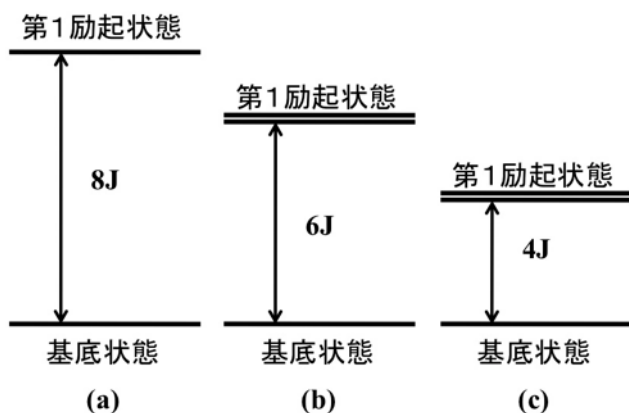


図6 (a) イジングモデル, (b) イジング・3状態クロックスピンモデルおよび (c) イジング・4状態クロックスピンモデルの基底状態および第1励起状態間のエネルギーギャップ. 2重線は1スピンあたり2重縮退していることを示す.

エネルギーギャップから分かるように, 状態数が大きいほどエネルギーギャップが小さくなるため, より低温においても系を励起することが可能となり比熱もより低温から値を取る.

同じ状態数のクロックスピンにおいて格子構造の違いで比熱の温度依存性を比較すると, どちらの格子構造であっても比熱の立ち上がりには差は見られない. これは, 図6に示されているエネルギーギャップが格子構造に依存しないことから説明できる. 高温側で温度依存性が異なるのは, 第1励起状態よりも上の励起状態についてはエネルギーギャップおよび縮退度が2つの格子で異なるためと考えられる.

V まとめおよび今後の展望

2次元正方格子上的2種類の副格子構造に対して, イジングスピンと対称性の異なるスピンとの混合スピン系であるイジング・3状態クロックスピンモデルおよびイジング・4状態クロックスピンモデルを提案し, 低温領域における磁気比熱の温度依存性を低温展開を用いて計算した.

得られた磁気比熱の温度依存性は, 基底状態および第1励起状態間のエネルギーギャップにより説明でき, 低温領域においては副格子構造の違いよりもクロックスピンの状態数がエネルギーギャップおよび縮退度に大きく関係するため, 状態数の違いが磁気比熱の温度依存性に大きな違いをもたらしている. したがって, 低温領域においてはスピン対称性の混在の効果は顕著に現れないと考えられる.

本研究で扱った混合スピン系の低温展開においては自由度の異なるスピンから構成されているため, イジングモデルの低温展開で用いられる裏格子上での閉曲線の数え上げによる展開の係数の決定という幾何学的手法を利用できない. したがって, イジングモデルの場合と比較して, 高次まで展開を行うことは困難であるが, 展開の最高次数への依存性確認により $k_B T/J < 1.1$ の低温領域の磁気比熱の振る舞いは定量的に記述できると考えている.

格子次元の影響については今後の課題であり, 3次元立方格子上にType 1 格子およびType 2 格子と同様の副格子構造を考え, 低温展開を用いて磁気比熱の温度依存性を求める計算を現在進めている. また, 混合スピン系の相転移および臨界現象に対しては有効場近似およびモンテカルロ・シミュレーション等の手法による研究を進める必要があると考えている.

マルチフェロイック $\text{Lu}_2\text{MnCoO}_6$ の磁気的性質については, 基底状態が Co-Mn 鎖 (c 軸) に沿ってス

ピンの向きが $\uparrow\uparrow\downarrow\downarrow$ を繰り返す磁気構造（逆位相構造）を持っており，同じ基底状態が現れるANNNI(Axial next nearest neighbor Ising) モデル[8]と同様に相互作用の競合により逆位相構造が出現していると考えられる．したがって，Co-Mn 鎖 (c 軸) に沿った第2隣接スピン間に反強磁性相互作用を導入したモデルの研究が必要になると考えている．また，実際のMnスピンはハイゼンベルグスピンであり，古典スピンとしても球対称性を持つことから，モデルのさらなる拡張が必要と考えられる．

付録

一辺に L 個のスピンが並ぶ周期的境界条件を課した2次元正方格子 (Type 1 およびType 2) 上の各モデルの分配関数を以下に示す．

1) イジング・3状態クロックスピンモデル

Type 1 格子

$$Z \approx e^{2\beta JL^2} \left(1 + \sum_{n=6}^{16} a_n e^{-n\beta J} \right), \quad (19)$$

$$\begin{aligned} a_6 &= L^2, \quad a_8 = \frac{1}{2}L^2, \\ a_{11} &= 4L^2, \\ a_{12} &= \frac{1}{2}L^2(L^2 - 2), \\ a_{14} &= \frac{1}{2}L^2(L^2 + 16), \\ a_{16} &= \frac{1}{8}L^2(L^2 + 78), \\ a_n &= 0 \quad (n = 7, 9, 10, 13, 15). \end{aligned} \quad (20)$$

Type 2 格子

$$Z \approx e^{2\beta JL^2} \left(1 + \sum_{n=12}^{32} b_n e^{-n\beta J/2} \right), \quad (21)$$

$$\begin{aligned} b_{12} &= b_{18} = b_{21} = L^2, \\ b_{16} &= \frac{1}{2}L^2, \\ b_{22} &= b_{27} = 2L^2, \\ b_{24} &= \frac{1}{2}L^2(L^2 - 3), \\ b_{28} &= \frac{1}{2}L^2(L^2 + 12), \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} b_{30} &= L^4, \quad b_{31} = 4L^2, \\ b_{32} &= \frac{1}{8}L^2(L^2 + 6), \\ b_n &= 0 \quad (n = 11, 13, 14, 15). \end{aligned}$$

2) イジング・4状態クロックスピンモデル

$$Z \approx 2e^{2\beta JL^2} \left(1 + \sum_{n=4}^{16} a_n e^{-n\beta J} \right), \quad (23)$$

Type 1 格子

$$\begin{aligned} a_4 &= L^2, \quad a_8 = \frac{1}{2}L^4, \\ a_{10} &= 4L^2, \\ a_{12} &= \frac{1}{6}L^2(L^4 + 62), \\ a_{14} &= 4L^2(L^2 - 5), \\ a_{16} &= \frac{1}{24}L^2(L^6 + 248L^2 - 804), \\ a_n &= 0 \quad (n = 5, 6, 7, 9, 11, 13, 15). \end{aligned} \quad (24)$$

Type 2 格子

$$\begin{aligned} a_4 &= a_6 = L^2, \quad a_8 = \frac{1}{2}L^4, \\ a_{10} &= L^4 - 2L^2, \\ a_{12} &= \frac{1}{6}L^2(L^4 + 3L^2 + 14), \\ a_{14} &= \frac{1}{2}L^2(L^4 - 4L^2 + 14), \\ a_n &= 0 \quad (n = 5, 7, 9, 11, 13). \end{aligned} \quad (25)$$

参考文献

- [1] S.Cheong and M.Mostovoy, *Nature Materials* **6**, 13 (2007).
- [2] J.F.Scott, *Nature Materials* **6**, 256 (2007).
- [3] Y.H.Chu, et.al., *Nature Materials* **7**, 478 (2008).
- [4] S.Yanez-Viltar, et.al., *Physical Review* **B84**, 134427 (2011).
- [5] J.Kim et.al., *Physical Review* **B93**, 134431 (2016).
- [6] M.Godoy, et.al., *Physical Review* **B69**, 0544 (2004).
- [7] J.M.Yeomans, *Statistical Mechanics of Phase Transitions*. Oxford University Press, (1992).
- [8] W.Zelke., *Physics Report* **170**, 213 (1988).

地域資源と人財を生かした課題研究の取り組み ～竹あかり制作を通じて～

竹内 伯夫・島村 隆大^{*1}・鮫島 朋子・森田 恵一・中島 正寛・西村 佳代子^{*2}

〈令和 2 年 1 月 14 日受理〉

Report on an independent research project utilizing local and human resources

TAKEUCHI Norio, SHIMAMURA Takahiro, SAMEISHIMA Tomoko, MORITA Keiichi,
NAKASHIMA Masahiro and NISHIMURA Kayoko

“Takeakari,” a lantern made of bamboo, was produced by students, their parents, local people, and teachers as part of an independent research project. In this project, local and human resources around our school were used to facilitate extensive collaboration and working beyond class boundaries. The lanterns were finally exhibited at a school festival and a local festival with many people’s support. The efforts have satisfied all the members.

1. 背景と目的

有明工業高等専門学校（有明高専）において、平成 29 年度から本科 2 年生全員を対象に前期必修科目（1 単位）の授業「課題研究 I」を実施している。授業形態は 90 分の授業が前期中に週に 1 コマあり、一般教育科所属 7 名と専門コース所属 10 名の計 17 名の教員で授業を担当し、1 講座あたり学生 13 名前後の少人数授業を展開している。授業の単位数は 1 単位である。研究テーマは各講座で自由に設定しており、著者らの講座では平成 30 年度の 2 年生の授業「課題研究 1」において、「竹あかり制作」をテーマとして実施した。

学校として竹あかり制作の実施実績も道具も無い状態で本講座を実施した背景として、（1）竹害が社会問題になっている中、本校の敷地内にも竹林（通称「高専の森」）があり、毎年地域の方が整備してくださっている。（2）竹あかり制作に詳しい人が地域にいる。（3）本校が位置している福岡県大牟田市では平成 30 年度で 10 回目を迎える地域の一大イベント「三池光竹」が開催されている。（4）有明高専では後援会と学生・教職員と一緒に参画できるイベントが非常に少ない、と

いう事情があった。そこで、本講座では地域の資源と人財を活かし、竹に関する知識と理解を深めながら、本校後援会（学生保護者）とも協働して課題研究を実施し、授業終了後も有志で学校の文化祭や地域のイベントに出展することを目的として、授業を実施することにした。

2. 実施報告

前期（4 月～8 月）の授業と後期（9 月～11 月）のイベント出展までの流れを時系列で以下に報告する。

【4 月】

- ・課題研究テーマ説明会で受講学生を募集し、希望順および抽選により配属学生 12 名が決定した。
- ・地元の地域団体「有明・里山を守る会」が毎年春に実施している本校敷地内の竹林整備に 2 回参加し、竹の植物としての特徴や竹の伐採や処理方法について学習した（図 1・図 2）。
- ・竹あかりに詳しい「おおむた環境ネットワーク」に所属する地域在住の方に協力を依頼し、道具もお借りして本講座担当教員を対象として竹あかり制作講習会を行った（図 3）。

【5 月】

- ・竹あかりを通じたまちづくりに関する特別講演会お

*1 おおむた環境ネットワーク理事

*2 有明高専後援会会長

よび竹あかりを制作・販売されている方の展示会を開催し、竹あかりの第一人者から竹あかりのコンセプト作りや見せ方等¹⁴について学んだ(図4)。

- ・3度目の竹林整備に参加した。
- ・学生は4人ずつ3つの班に分かれて竹あかりのコンセプトとデザインを検討した。その際にワークシートを用意し、ブレインストーミングや「KJ法」などのアイデアの出し方について説明した(図5)。

【6月～8月】

- ・学校敷地内の竹林から制作に必要な竹を切り出し、作業場である学校の車庫に運搬した。
- ・各班でコンセプトが決まり、竹あかり制作として穴開けや組み立てを開始した(図6)。
- ・講座内で制作物に関する発表会を行い、授業としての活動に区切りをつけた(図7)。

【9月～11月(有志による継続活動)】

- ・有明高専オープンキャンパスにおいて、サイエンス支援ネットの合同企画として「ものづくり教室」を実施した。課題研究の本講座所属の有志学生で竹あかり制作のワークショップを開催し、来場者から好評を得た。事前に一節毎に切り分けて用意した竹50本が1日ですべて使用された(図8・図9)。
- ・本校の文化祭にあたる「高専祭」に合わせて、後援会の主催企画「高専あるある川柳」の一部作品を竹あかりで表現して制作し(図10)、学生の制作物と合わせて学内の教室に2日間(時間は9:00～15:30)展示した(図11)。日中であるため明かりは灯さなかったが、和の雰囲気が好評であった。
- ・地域のイベント「三池光竹」に出展し、課題研究の制作物および後援会との共同制作物一式を地元の「三池公園」に開催期間中(2日間終日)展示した(図12・図13)。定期試験中のため学生は当日不在であったが、一般来場者への学校の広報としての効果も確認できた。



図1 竹林整備の事前説明



図2 竹林整備の様子



図3 制作講習会の様子



図4 特別講演会の様子



図5 デザイン検討の様子



図6 竹あかり制作の様子



図10 保護者との協働作業の様子



図7 制作物に関する発表会の様子



図11 高専祭における展示の様子



図8 ワークショップの様子



図12 三池光竹における高専あるある川柳



図9 ワークショップ出展者による集合写真



図13 三池光竹における展示

3. 受講学生による授業評価・自己評価・感想

授業およびイベント出展後に受講した学生に対して実施したアンケートの結果を表1に記す。学生は12名中11名が回答した。また、毎回の授業後に記入する自己評価の結果を表2に示す。自己評価では各回の授業の実施内容および感想を添えて、自身の取り組み5点満点で評価してもらっている。授業時間内に作品が完成しなかった班は最終回の点数が低くなっているが、自己評価の全平均点は4.1点と、授業評価アンケートの結果と合わせておおむね好評であった。最後に本活動に参加した学生およびスタッフの感想を記す。

表1 授業評価アンケートの主な結果

設問 / 回答	全くそう 思わない	そう思わ ない	どちらと も言えな い	そう思う	とてもそ う思う。
積極的に参加できる授業だったか	0名 (0%)	0名 (0%)	0名 (0%)	6名 (55%)	5名 (45%)
興味が持てるようになったか	0名 (0%)	0名 (0%)	0名 (0%)	6名 (55%)	5名 (45%)

表2 自己評価の平均点（各回5点満点）

第1回	第2回	第3回	第4回	第5回
4.2	4.1	4.3	3.8	4.7
第6回	第7回	第8回	第9回	第10回
3.7	4.3	4.8	4.5	3.6
第11回	第12回	第13回	第14回	第15回
—	4.3	4.1	4.1	3.5

【学生の感想・コメント】

- ・1人1人、積極的に参加できた
- ・実際に自分で体験することで授業内容をより身近なものに感じることができた。
- ・違うクラスの人と協力して行えたことが良かった。
- ・高専内の設備を実際に使用して作業できて良かった。
- ・初回の説明を受けた時は本当に出展までできるのか信じられなかったけれど、実際に三池光竹に出展できるところまで進められてうれしい。
- ・夏場に日陰とはいえ屋外で作業するのは大変だった。
- ・1回の説明だけではなく、実際に見学や体験を通して課題研究のテーマを選択したかった。

【スタッフの感想・コメント】

- ・来年度からは十分なスペースのある屋内の研究室などで作業が行えるようになると良いと思う。
- ・初めての取り組みだったとは言え、竹林でのヘルメ

ット着用や蜂刺され対策等安全面で課題があった。

4. まとめと今後の課題

2年生の授業「課題研究1」において、学生12名で竹あかりを制作した。材料の竹は地域の環境活動団体「おおむた環境ネットワーク」や「有明・里山を守る会」、有明高専後援会の皆さんの協力を得て、有明高専の敷地内から切り出した。竹あかり制作は上記団体の講師1名の指導を仰ぎながら、道具も一部お借りしながら行った。制作物は学内の文化祭「高専祭」や学外の地域イベント「三池光竹」に出展して好評を得た。その際、後援会の主催企画「高専あるある川柳」の作品を竹あかりに反映させた。また、有明高専のオープンキャンパスと同時開催されたイベント「高専サイエンス支援ネット・ものづくり体験教室」において、学生主導で竹あかり制作のワークショップも行い、多くの来場者から喜ばれた。

課題研究の1つのテーマ「竹あかり制作」で、学生・保護者・地域資源・地域人財・教職員間で幅広い連携ができ、授業の枠を越えて活動ができた。制作物の保管場所の確保と展示後の竹の活用方法などが今後の課題である。低学年の時から地域の大人と協働で活動することは貴重な経験であり、地域の世代間交流にもつながることから^{[2]・[3]}、ぜひ今後も継続して学生が学外でも活躍できる機会を作ることができれば幸いである。

謝辞

竹あかりの制作にあたり、有明高専技術部の松原征男氏に多大な助言をいただいた。ここに感謝申し上げる。また、本活動に惜しみない協力をくださった有明・里山を守る会、三池光竹実行委員会、本校後援会役員の皆さまにも感謝申し上げる。

参考文献

- [1] 村田重之、内丸恵一、渋谷秀昭、「地域と大学の連携によるまちづくり～本妙寺桜灯籠～」土木学会第60回年次学術講演会概要集 p.127-128 (2005)。
- [2] 竹内伯夫、「地域資源と人財を生かした課題研究の取り組み～竹あかり制作を通じて～」、令和元年度高専フォーラム、PS-113 (2019)。
- [3] 衣笠巧、「持続可能な開発の教育 (ESD) における PBL」、令和元年度高専フォーラム、OS-31 (2019)。

一次近似を用いたテイラー展開の定式化

青影 一哉, 荒木 眞

<令和元年 11 月 29 日受理>

A formulation of the Taylor expansion by using the first order approximation

AOKAGE Kazuya · ARAKI Makoto

Taylor expansion is often used for applications. There are many formulations and proofs which are well known ([1]etc). Here, we suggest a simple method to introduce the Taylor expansion which derived by means of the first order approximation repeatedly.

Keywords: Taylor expansion; first order approximation; mathematical education

1 序論

我々は, 本論文において, 工学系学生を対象としたテイラー展開の導出を紹介する. テイラー展開とは何かというと, スムースな関数は, ある収束半径内で冪級数展開可能であるという定理である. 微分の応用として学習される初等的な定理であるが, その導出の多くが, 関数が冪級数展開出来たとして... から始まる. なぜ, 冪級数展開が可能であると仮定したのかという部分が抜ける. もちろん積分を導入した後であれば, 無理なく説明できるが, 微分導入の直後にテイラー展開を導出するならば, 下記 (1) のような方法になってしまうであろう. 計算で数学を捉えてきた学生にとって, 馴染みない議論となり理解の障害になるのではないかと考えた. テイラー展開は既によく知られており, いくつもの導出方法がある [1]:

- $$\left\{ \begin{array}{l} (1) \text{ コーシーの平均値の定理を用いる方法} \\ (2) \text{ 一次近次式に部分積分を繰り返し適応する方法} \\ (3) \text{ 等式 } f(x) = \int_a^x f'(w)dw \text{ を繰り返し用いる方法.} \end{array} \right.$$

我々は, 微分の導入直後のテイラー展開の導出方法として (1) と異なる導出を提示する. 我々の定式化は (3) の方法に近い. 積分を用いず, 一次近似式を繰り返し用いる. 式は泥臭くなるが, 2 項係数で整理出来る. 微分計算だけで定式化する試みである. さいごに, 理論的に正しいと言うこと, すなわち剰余項の収束についても触れる.

2 導出

定理 2.1 (テイラーの定理). 関数 $f(x)$ が区間 $[a, b]$ で連続であり, 区間 (a, b) において, m 回微分可能のとき,

$$f(b) = \sum_{k=0}^{m-1} \frac{f^{(k)}(a)}{k!} (b-a)^k + R_m, \quad R_m = \frac{f^{(m)}(c)}{m!} (b-a)^m \quad (a < c < b)$$

となる c が存在する.

ここで, 剰余項 R_m が $\lim_{m \rightarrow \infty} R_m = 0$ をみたすとき, $f(b)$ は

$$f(b) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{f^{(k)}(a)}{k!} (b-a)^k$$

とテイラー展開される．一次近似式を改めて記述して於こう．

補題 2.2 (一次近似)．関数 $f(x)$ が区間 $[a, b]$ で連続であり， $x = a$ において，微分可能のとき，

$$f(b) \doteq f(a) + f'(a)(b - a)$$

が成立する．

関数 $f(x)$ を閉区間 $[a, b]$ で十分滑らかとする．また，閉区間 $[a, b]$ を n 等分し，各点を $a = a_0, a_1, \dots, a_{n-1}, b = a_n$ とおく．ここで， $b - a = h$ とおくと， $a_{i+1} - a_i = \frac{h}{n}$ となり，ただちに 1 次近似式を得る．

$$\begin{aligned} f(a_1) &\doteq f(a) + f'(a)\frac{h}{n} \\ f(a_2) &\doteq f(a_1) + f'(a_1)\frac{h}{n} \\ &\vdots \\ f(a_n) &\doteq f(a_{n-1}) + f'(a_{n-1})\frac{h}{n}. \end{aligned}$$

これらの式を両辺全て加えると

$$f(a_n) \doteq f(a) + \sum_{i=0}^{n-1} f'(a_i)\frac{h}{n}.$$

また， r 階微分した関数 $f^{(r)}(a_j)$ ($j \geq 1$) に対しても次が成り立つ

$$f^{(r)}(a_j) \doteq f^{(r)}(a) + \sum_{i=0}^{j-1} f^{(r+1)}(a_i)\frac{h}{n}. \quad (*)$$

我々は式 (*) を元に， $f(a_n)$ を $b = a$ の周りで展開する手順を紹介する．準備として，次の命題を用意する．都合上，2 項係数 $\binom{r}{s}$ に関して， $0 \leq r < s$ のとき， $\binom{r}{s} := 0$ と定義する．

命題 2.3. $k \geq 2$ に対して

$$\sum_{i_1=1}^{n-1} \sum_{i_2=1}^{i_1-1} \cdots \sum_{i_k=0}^{i_{k-1}-1} 1 = \binom{n}{k}$$

証明．明らかに，等式

$$\sum_{i_1=1}^{n-1} \sum_{i_2=1}^{i_1-1} \cdots \sum_{i_k=0}^{i_{k-1}-1} 1 = \sum_{i_1=0}^{n-1} \sum_{i_2=0}^{i_1-1} \cdots \sum_{i_k=0}^{i_{k-1}-1} 1$$

が成り立つ．左辺の式が二項係数で記述できることを積の個数に関する帰納法を使って証明する． $k = 2$ のとき，

$$\text{左辺} = \sum_{i_1=1}^{n-1} \sum_{i_2=0}^{i_1-1} 1 = \sum_{i_1=1}^{n-1} i_1 = \frac{n(n-1)}{2} = \binom{n}{2}$$

となり，右辺と一致する． $k = s$ のとき，命題が成立すると仮定する． $k = s + 1$ のとき，

$$\begin{aligned} \sum_{i_1=0}^{n-1} \sum_{i_2=0}^{i_1-1} \cdots \sum_{i_{s+1}=0}^{i_s-1} 1 &= \sum_{i_1=0}^{n-1} \binom{i_1}{s} \\ &= \binom{0}{s} + \binom{1}{s} + \binom{2}{s} + \binom{3}{s} + \cdots + \binom{n-1}{s} \\ &= \binom{0}{s+1} + \binom{0}{s} + \binom{1}{s} + \binom{2}{s} + \binom{3}{s} + \cdots + \binom{n-1}{s}. \end{aligned}$$

ここで, 等式

$$\binom{n-1}{r-1} + \binom{n-1}{r} = \binom{n}{r}$$

($0 \leq n < r$ に対しても成立する事に注意する) を用いると,

$$\begin{aligned} \binom{0}{s+1} + \binom{0}{s} + \binom{1}{s} + \binom{2}{s} + \binom{3}{s} + \cdots + \binom{n-1}{s} &= \binom{1}{s+1} + \binom{1}{s} + \binom{2}{s} + \binom{3}{s} + \cdots + \binom{n-1}{s} \\ &= \binom{2}{s+1} + \binom{2}{s} + \binom{3}{s} + \cdots + \binom{n-1}{s} \\ &= \binom{n-1}{s+1} + \binom{n-1}{s} \\ &= \binom{n}{s+1} \end{aligned}$$

を得る. □

例題 2.4. (i). $k = 2$ のとき

$$\sum_{i_1=1}^{n-1} \sum_{i_2=0}^{i_1-1} 1 = \binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2},$$

(ii). $k = 3$ のとき

$$\sum_{i_1=1}^{n-1} \sum_{i_2=1}^{i_1-1} \sum_{i_3=0}^{i_2-1} 1 = \binom{n}{3} = \frac{n(n-1)(n-2)}{6}.$$

2.1 手順

単純にするために 4 次の項までに限定する.

$$\begin{aligned} f(b) &\doteq f(a) + \sum_{i=0}^{n-1} f'(a_i) \frac{h}{n} \\ &= f(a) + f'(a) \frac{h}{n} + \sum_{i=1}^{n-1} f'(a_i) \frac{h}{n} \\ &\doteq f(a) + f'(a) \frac{h}{n} + \sum_{i=1}^{n-1} \left(f'(a) + \sum_{j=0}^{i-1} f''(a_j) \frac{h}{n} \right) \frac{h}{n} \\ &= f(a) + f'(a) \frac{h}{n} + \sum_{i=1}^{n-1} f'(a) \frac{h}{n} + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=0}^{i-1} f''(a_j) \left(\frac{h}{n} \right)^2 \\ &= f(a) + n f'(a) \frac{h}{n} + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=0}^{i-1} f''(a_j) \left(\frac{h}{n} \right)^2. \quad (**) \end{aligned}$$

ここで止めると, 命題 2.3 より 2 次までの近似式が得られる:

$$\begin{aligned} f(b) &\doteq f(a) + n f'(a) \frac{h}{n} + \binom{n}{2} f''(a_j) \left(\frac{h}{n} \right)^2 \\ &= f(a) + n f'(a) \frac{h}{n} + \frac{n(n-1)}{2} f''(a_j) \left(\frac{h}{n} \right)^2. \end{aligned}$$

4 次まで展開するには (**) に戻り, 同様の事を繰り返せばよい.

$$\begin{aligned}
f(b) &\doteq f(a) + nf'(a)\frac{h}{n} + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=0}^{i-1} f''(a_j) \left(\frac{h}{n}\right)^2 \\
&= f(a) + nf'(a)\frac{h}{n} + \sum_{i=1}^{n-1} \left(f''(a) \left(\frac{h}{n}\right)^2 + \sum_{j=1}^{i-1} f''(a_j) \left(\frac{h}{n}\right)^2\right) \\
&\doteq f(a) + nf'(a)\frac{h}{n} + \sum_{i=1}^{n-1} \left(f''(a) \left(\frac{h}{n}\right)^2 + \sum_{j=1}^{i-1} \left(f''(a) + \sum_{k=0}^{j-1} f^{(3)}(a_k) \frac{h}{n}\right) \left(\frac{h}{n}\right)^2\right) \\
&= f(a) + nf'(a)\frac{h}{n} + \sum_{i=1}^{n-1} f''(a) \left(\frac{h}{n}\right)^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} f''(a) \left(\frac{h}{n}\right)^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} \sum_{k=0}^{j-1} f^{(3)}(a_k) \left(\frac{h}{n}\right)^3 \\
&= f(a) + nf'(a)\frac{h}{n} + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=0}^{i-1} f''(a) \left(\frac{h}{n}\right)^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} \sum_{k=0}^{j-1} f^{(3)}(a_k) \left(\frac{h}{n}\right)^3.
\end{aligned}$$

命題 2.3 より

$$\begin{aligned}
f(b) &\doteq f(a) + \binom{n}{1} f'(a) \frac{h}{n} + \binom{n}{2} f''(a_j) \left(\frac{h}{n}\right)^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} \sum_{k=0}^{j-1} f^{(3)}(a_k) \left(\frac{h}{n}\right)^3 \\
&= f(a) + \binom{n}{1} f'(a) \frac{h}{n} + \binom{n}{2} f''(a_j) \left(\frac{h}{n}\right)^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} \left(f^{(3)}(a) \left(\frac{h}{n}\right)^3 + \sum_{k=1}^{j-1} f^{(3)}(a_k) \left(\frac{h}{n}\right)^3\right) \\
&= f(a) + \binom{n}{1} f'(a) \frac{h}{n} + \binom{n}{2} f''(a_j) \left(\frac{h}{n}\right)^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} f^{(3)}(a) \left(\frac{h}{n}\right)^3 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} \sum_{k=1}^{j-1} f^{(3)}(a_k) \left(\frac{h}{n}\right)^3 \\
&\doteq f(a) + \binom{n}{1} f'(a) \frac{h}{n} + \binom{n}{2} f''(a_j) \left(\frac{h}{n}\right)^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} f^{(3)}(a) \left(\frac{h}{n}\right)^3 \\
&\quad + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} \sum_{k=1}^{j-1} \left(f^{(3)}(a_k) + \sum_{l=0}^{k-1} f^{(4)}(a_l) \frac{h}{n}\right) \left(\frac{h}{n}\right)^3 \\
&= f(a) + \binom{n}{1} f'(a) \frac{h}{n} + \binom{n}{2} f''(a_j) \left(\frac{h}{n}\right)^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} f^{(3)}(a) \left(\frac{h}{n}\right)^3 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} \sum_{k=1}^{j-1} f^{(3)}(a_k) \left(\frac{h}{n}\right)^3 \\
&\quad + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} \sum_{k=1}^{j-1} \sum_{l=0}^{k-1} f^{(4)}(a_l) \left(\frac{h}{n}\right)^4 \\
&= f(a) + \binom{n}{1} f'(a) \frac{h}{n} + \binom{n}{2} f''(a_j) \left(\frac{h}{n}\right)^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} \sum_{k=0}^{j-1} f^{(3)}(a_k) \left(\frac{h}{n}\right)^3 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} \sum_{k=1}^{j-1} \sum_{l=0}^{k-1} f^{(4)}(a_l) \left(\frac{h}{n}\right)^4 \\
&= f(a) + \binom{n}{1} f'(a) \frac{h}{n} + \binom{n}{2} f''(a_j) \left(\frac{h}{n}\right)^2 + \binom{n}{3} f^{(3)}(a) \left(\frac{h}{n}\right)^3 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} \sum_{k=1}^{j-1} \sum_{l=0}^{k-1} f^{(4)}(a_l) \left(\frac{h}{n}\right)^4 \\
&= f(a) + f'(a)h + \frac{n(n-1)}{2n^2} f''(a)h^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{6n^3} f^{(3)}(a)h^3 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{i-1} \sum_{k=1}^{j-1} \sum_{l=0}^{k-1} f^{(4)}(a_l) \left(\frac{h}{n}\right)^4.
\end{aligned}$$

以上の事より, 3 次までの展開の誤差を R'_4 とすると

$$f(b) = f(a) + f'(a)h + \frac{n(n-1)}{2n^2} f''(a)h^2 + \frac{n(n-1)(n-2)}{6n^3} f^{(3)}(a)h^3 + R'_4$$

が成立し, $n \rightarrow \infty$ にすると

$$f(b) = f(a) + f'(a)h + \frac{1}{2!}f''(a)h^2 + \frac{1}{3!}f^{(3)}(a)h^3 + \lim_{n \rightarrow \infty} R'_4$$

を得る. ここで, $R_4 = \lim_{n \rightarrow \infty} R'_4$ とおくと

$$f(b) = f(a) + f'(a)h + \frac{1}{2!}f''(a)h^2 + \frac{1}{3!}f^{(3)}(a)h^3 + R_4.$$

このとき, 誤差 R_4 に対して,

$$|R_4| \leq \frac{\text{Max}_{a \leq x \leq b} |f^{(4)}(x)|}{4!} h^4$$

となる. この手順で, 関数が幕級数展開される様子がみてとれる. 既に剰余項についてはよく知られているので, 他の教科書に任せたいが, 少しだけ R_4 を議論しよう. まず

$$f(b) - f(a) - f'(a)(b-a) - \frac{f''(a)}{2!}(b-a)^2 - \frac{f^{(3)}(a)}{3!}(b-a)^3 = \frac{K}{4!}(b-a)^4$$

となる定数 K をとる.

$$F(x) = f(b) - f(x) - f'(x)(b-x) - \frac{f''(x)}{2!}(b-x)^2 - \frac{f^{(3)}(x)}{3!}(b-x)^3 - \frac{K}{4!}(b-x)^4$$

とおくと, $F(x)$ に対して, $F(a) = F(b) = 0$ が成り立つ. よって, ロルの定理 [1] より, $F'(c) = 0$ ($a < c < b$) をみたす c が存在する.

$$F'(x) = -\frac{f^{(4)}(x)}{3!}(b-x)^3 + \frac{K}{3!}(b-x)^3$$

より

$$F'(c) = -\frac{f^{(4)}(c)}{3!}(b-c)^3 + \frac{K}{3!}(b-c)^3 = 0.$$

よって, $K = f^{(4)}(c)$. すなわち,

$$R_4 = \frac{f^{(4)}(c)}{4!} h^4 \quad (a < c < b)$$

をみたす c が存在する. 以上のことより, 4 次までのテイラーの定理が証明される. 一般性も失われない. 各係数が 2 項係数で書けることは, 4 次までの式変形で十分にみてとれる. k 番目の係数は,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^k} \binom{n}{k} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n(n-1)(n-2) \cdots (n-k+1)}{n^k \cdot k!} = \frac{1}{k!}$$

で与えられる. 関数 $f(x)$ が C^m 級ならば, この方法で

$$f(b) = f(a) + f'(a)h + \frac{1}{2!}f''(a)h^2 + \cdots + \frac{1}{(m-1)!}f^{(m-1)}(a)h^{m-1} + R_m,$$

$$R_m = \frac{f^{(m)}(c)}{m!} h^m \quad (a < c < b)$$

をみたす c が存在する. また, $\lim_{m \rightarrow \infty} R_m = 0$ ならば, 関数は, テイラー展開される.

煩雑になるので, ここでは記述しないが, 多変数関数のテイラー展開も同様の方法で導出できる.

3 おわりに

高専に携わる上で、教育に関する事も職務の一つとして考えるようになった。数学科の取り組みとして、既に教科書の作成や、放課後の補習など、数学教育に関する事に取り組んでいる。新しい教育方法の実施というよりも、別の方法で数学教育に寄与できないか考え、この論文の執筆に至った。数学教育を専門とする方からは、数学教育論文としては適さないと判断されるかも知れないが、教員を対象とした数学教育の方向性で捉えていただきたい。我々教員が学生に提示できる一つの答えとして扱って頂けると、この論文も生きてくるのではないかと考えている。

参考文献

- [1] S. Lang, *A First Course in Calculus*, Springer, 1998.

有明高専生の体力的特徴-2019-

野口 欣照・井上 仁志・塚本 邦重・藤吉 洋子

<令和2年1月16日受理>

Physical fitness level of students in National Institute of Technology ,Ariake college

NOGUCHI Yoshiaki・INOUE Hitoshi・TUKAMOTO Kunishige・FUJIYOSHI Youko

The objective of this research is to clarify the physical fitness level of students in the National Institute of Technology ,Ariake college. And I compared my college's result with national average and so on. As a result, the physical fitness level of my school students was same level for national average. This result is very positive, because it was less than national average in the past research. However, it will continue and will have to research it.

I はじめに

日本では1964年（昭和39年）より「体力・運動能力調査」を実施しており、国民の体力・運動能力の現状を明らかにし、体育・スポーツ活動の指導と行政上の基礎資料として広く活用されている⁽¹⁾。スポーツ科学などの進歩から、1999年（平成11年）に「新体力テスト」と改良され、その結果などが有意義に活用されることによって、21世紀の社会を生きる人々が心身ともに健康で活力ある社会を営んでいくことを期待されている。

有明高専生の体力的特徴は、1992年（平成4年）にまとめられたものが最後であったが、昨年度より体力的特徴を把握しようと、集計結果を全国平均や他高専と比較し、特徴を明らかにしようとした⁽²⁾。

その結果、新体力テストにおける有明工業高等専門学校と平成29年度全国平均との比較から、有明高専は全国平均と比べ、新体力テストの多くの項目において低い値を示さなかった為、体力・運動能力が劣っているとは言えない結果となった。これらの結果は先行研究の結果⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾とは異なるものであり、興味深い結果となった。

また、九州にある他高専と比較した結果、新体力テストの結果では他高専よりも有明高専の方が高い値を示す結果であったが、運動部への所属状況はおおよそ同等の数値を示している事や、運動に対する興味、実施状況・実施時間に大きな違いがあり、これらの違いが何から来るものなのかを明らかにすることによって、高専での体育授業をより良いものにする事や、健康に関する学生への意識付けがより有意義に出来る可能性がある事などを踏まえると、今回の体力テストの数値結果よりも、今後も継続的に調査をしていかなければならないと感じられた。

そこで本研究の目的は、有明高専生の体力的特徴の推移と各学年によってそのような差異があるのかを明らかにし、その特徴がどのようなものなのかを

明らかにすることである。

II 方法

1. 対象者

有明工業高等専門学校 1 学年 215 名（男子 150 名、女子 66 名）、2 学年 208 名（男子学生 158 名、女子 50 名）、3 学年 228 名（男子 171 名、女子 57 名）とした。学年は 2019 年 4 月 2 日時点の学年とした。また比較対象として大修館体力科学研究会（以下、大修館）が行なっている集計結果と平成 30 年度全国平均値⁽⁹⁾のそれぞれの学年（年齢）の値を用いた。

2. 期間

新体力テストについては、2019 年度 4 月から 5 月までの 2 ヶ月間で測定し、質問項目については、2019 年度 4 月から 6 月までの 3 ヶ月を内省させて記入した。

3. 測定項目

測定項目は新体力テスト種目である握力・上体起こし・長座体前屈・反復横飛び・持久走・50m 走・立ち幅跳び・ハンドボール投げとした。また、この8項目は、実施要項⁽⁹⁾に基づき各種目の測定数値を点数化し得点も算出した。

そして質問項目として、運動部や地域スポーツクラブへの所属状況「1. 所属している、2. 所属していない」、運動の実施状況（学校の体育の授業を除く）「1. ほとんど毎日（週に3日以上）～4. しない」、1日の運動実施時間（学校の体育の授業を除く）「1. 30分未満～4. 2時間以上」、運動について「1. 好き～4. あまり好きではない」等についてそれぞれ該当する項目を記入させた。

4. 測定方法

新体力テスト実施要項⁽⁹⁾に基づき説明をしたのち、対象者が測定を行った。

III 結果・考察

表1 有明高専生と全国平均の比較(1年生男女)

種目	1年男子		1年女子	
	高専平均	全国平均	高専平均	全国平均
身長(cm)	168.5±5.9	167.8±5.8	156.8±4.7	156.6±5.3
体重(kg)	57.1±9.2	57.3±8.5	49.9±6.0	50.8±6.8
握力(kg)	36.2±6.2	37.1±6.9	25.2±4.6	25.4±4.6
上体起こし(回)	28.0±5.0	29.2±6.1	22.1±6.1	23.0±6.1
長座体前屈(cm)	49.3±9.3	46.1±10.7	52.0±9.4	45.9±9.9
反復横とび(回)	56.2±4.9	55.3±6.7	49.2±6.1	46.8±6.1
持久走(秒)	388.0±48.7	378±49.8	308.9±42.5	300.0±41.7
50m走(秒)	7.6±0.4	7.4±0.5	9.1±0.8	8.9±0.7
立ち幅とび(cm)	224.5±22.1	215.7±22.5	175.8±25.1	167.4±23.2
ボール投げ(m)	23.3±5.0	24.1±6.0	13.1±4.3	13.6±4.3
得点合計(点)	49.2±7.7	50.4±9.7	50.2±11.2	49.7±10.9

表1は有明高専生の1年男女別の新体力テストの数値・得点と2019年度全国平均値⁽⁷⁾を示したものである。その結果、1年男子が長座体前屈と立ち幅跳び、1年女子が長座体前屈、反復横跳び、立ち幅跳びにおいて、全国平均に比べ高い値を示した。一方、男子は上体起こし、持久走、50m走において、女子は50m走において全国平均値より低い値を示した。

表2 有明高専生と全国平均の比較(2年生男女)

種目	2年男子		2年女子	
	高専平均	全国平均	高専平均	全国平均
身長(cm)	169.9±6.0	169.7±5.6	157.0±4.2	157.0±5.3
体重(kg)	59.6±10.6	59.7±8.3	53.3±8.6	51.7±6.6
握力(kg)	38.6±6.0	40.1±7.4	25.8±4.3	26.3±4.8
上体起こし(回)	30.4±6.0	31.2±6.2	23.5±6.1	24.0±6.3
長座体前屈(cm)	50.0±10.3	48.6±10.9	53.2±8.2	47.5±9.8
反復横とび(回)	58.5±4.9	57.0±6.8	49.3±6.6	47.5±6.2
持久走(秒)	382.2±51.4	363.0±50.3	309.7±57.2	292.6±45.7
50m走(秒)	7.2±0.4	7.2±0.5	8.9±0.8	8.8±0.8
立ち幅とび(cm)	228.2±18.7	223.8±22.6	173.2±22.3	169.6±24.0
ボール投げ(m)	24.7±5.3	25.5±6.2	14.0±3.3	14.3±4.4
得点合計(点)	53.8±8.3	54.9±10.2	52.4±11.3	51.8±11.6

表2は2年男女別の新体力テストの結果を同様に示したものである。2年男子は反復横跳びと立ち幅跳び、2年女子は長座体前屈と反復横跳びにおいて全国平均より高い値を示しているが、2年の男子は握力、持久走において、女子は持久走において全国平均より低い値を示した。

表3 有明高専生と全国平均の比較(3年生男女)

種目	3年男子		3年女子	
	高専平均	全国平均	高専平均	全国平均
身長(cm)	170.7±5.7	170.0±5.8	158.5±4.9	157.5±5.2
体重(kg)	61.7±10.6	61.8±8.5	53.2±7.0	52.2±6.5
握力(kg)	40.0±7.0	42.0±7.3	26.7±4.6	26.8±4.8
上体起こし(回)	29.0±5.4	32.4±6.3	24.6±6.3	24.4±6.6
長座体前屈(cm)	49.7±10.0	50.7±11.4	50.2±9.7	48.8±10.0
反復横とび(回)	59.6±5.7	57.9±7.1	52.3±7.0	47.8±6.8
持久走(秒)	413.4±76.6	358.6±49.0	316.3±60.8	296.4±45.3
50m走(秒)	7.5±0.7	7.1±0.5	8.9±0.7	8.8±0.8
立ち幅とび(cm)	224.0±22.8	227.0±22.8	171.2±21.6	171.3±24.9
ボール投げ(m)	24.9±5.9	27.0±6.4	14.7±4.3	14.7±4.5
得点合計(点)	51.5±9.6	57.8±9.9	52.4±11.8	53.0±12.2

表3は3年男女別の新体力テストの結果を同様に示したものである。3年男子においては反復横跳びが全国平均より高い値を示すが、握力、上体起こし、持久走、50m走ハンドボール投げと8種目中5種目が全国平均値を下回った。3年女子は男子同様に反復横跳びが全国平均より高いが、全国平均を下回るものは持久走のみとなった。

表4 全国平均との有意差検定結果

性別	学年	握力	上体	長座	反復	持久走	50m走	立ち幅	ハンド
男子	1年	-	▲	◎◎	-	▲	▲▲	◎◎	-
	2年	▲	-	-	◎◎	▲▲	-	◎	-
	3年	▲▲	▲▲	-	◎◎	▲▲	▲▲	-	▲▲
女子	1年	-	-	◎◎	◎◎	-	▲	◎◎	-
	2年	-	-	◎◎	◎	▲	-	-	-
	3年	-	-	-	◎◎	▲▲	-	-	-

◎◎、▲▲…1%水準で優れている(◎◎)、劣っている(▲▲)といえるもの

◎、▲…5%水準で優れている(◎)、劣っている(▲)といえるもの

表1～表3までの説明では全国平均との高低を述べたが、表4はそれの有意差検定結果である。男子3年生が特に体力の低下が進んでいるように見られるが、同学年の女子はそれが見られない。男女とも長座体前屈と反復横跳びにおいて有意に優れているが、持久走や50m走においては有意に劣っていると述べる事ができる。

これらの結果より、有明高専の男子においては身体的成長に伴い瞬発力に関する筋力(反復横跳びや立ち幅跳びなど瞬間的な力の発揮が必要なものは発達する傾向にあるが、筋持久力に関する筋力(上体起こしや持久走など一定時間において力の発揮が必要なもの)の成長はあまりしていない傾向にある。女子に関してもおおよそ同様であるが、男子のように多くの種目で有意に劣っているというわけではなく、筋持久力、とりわけ持久走での筋持久力が有意に劣っているようになる。これらの結果は、有明高専の学生は全国平均と比べ、ある程度ではあるが同等の体力・運動能力を有していると述べる事ができる。

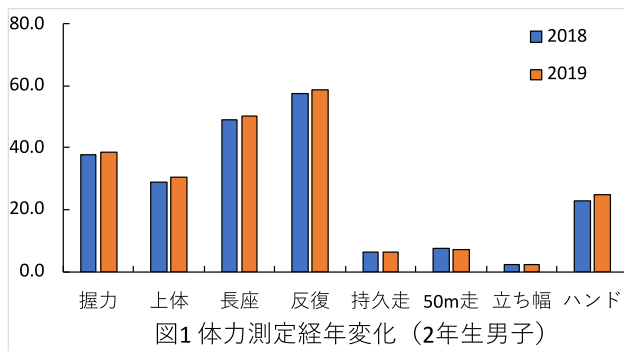


図1 体力測定経年変化（2年生男子）

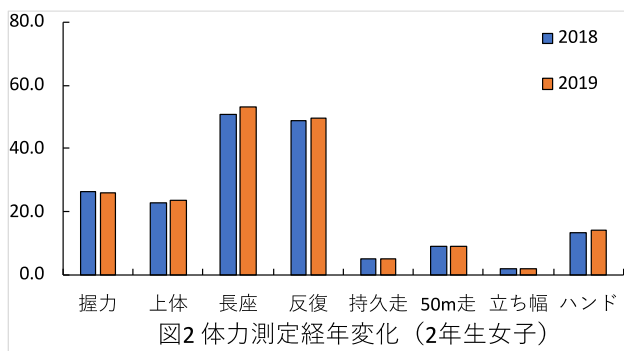


図2 体力測定経年変化（2年生女子）

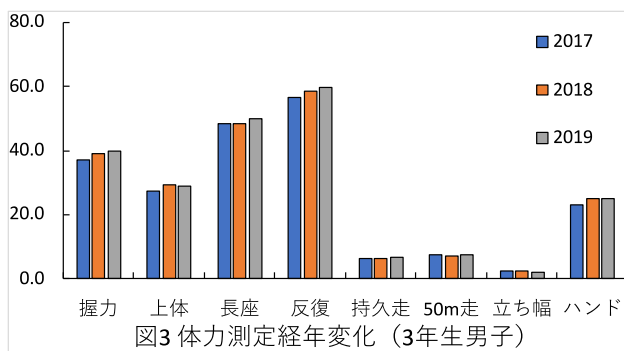


図3 体力測定経年変化（3年生男子）

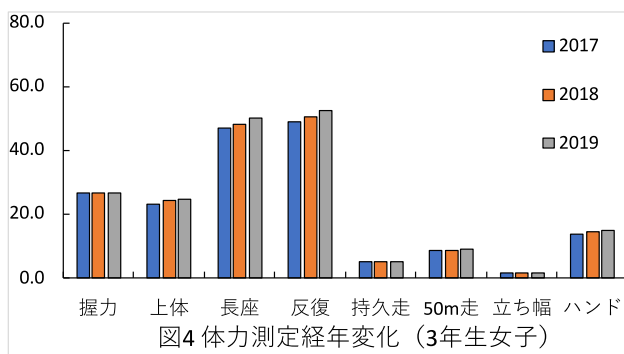


図4 体力測定経年変化（3年生女子）

図1～図4は各学年における体力的な変化を縦断的に見たものである。つまり当該学年の1年生時からの変化を表したものである。上記の表1などで示したものと違い、持久走は分で（表では秒で表示）、立ち幅跳びはメートルで表示（表ではセンチメートル）している。

基本的には年齢が上がるにつれて身体的な成長

が見られる為、2018年度と2019年度を比較すると、若干ではあるが成長している事が分かる。それは図2での2年生女子でも同様であるが、2年生女子は握力が1年時よりも低下している。図3、4は3年生の男女の図であるが、おおよそ同様な結果である。

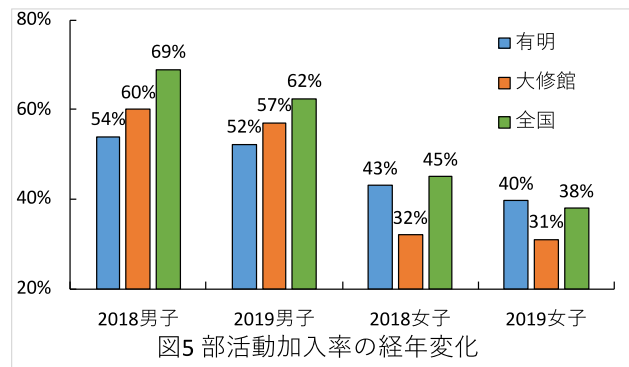


図5 部活動加入率の経年変化

図5は2018年度と2019年度の有明高専、大修館、全国平均（スポーツ庁調査）それぞれの部活動加入率比較である。有明高専も大修館も全国平均も男女とも部活動加入率は低下している事が分かる。大修館調査の女子は2018年度から2019年度にかけて1%しか低下していないが、全国平均では7%の低下を示している。男子においても全国平均では7%の低下を示している。有明高専においても男子は2%、女子は3%低下しているが、全国平均の低下と比べると緩やかである。さらに女子においては低下はしているものの、全国平均よりも加入率は高くなっている。女子の母数自体が他の学校に比べて少ないため、単純に比較することはためられるが、女子の部活動が活発である可能性は否定できない。

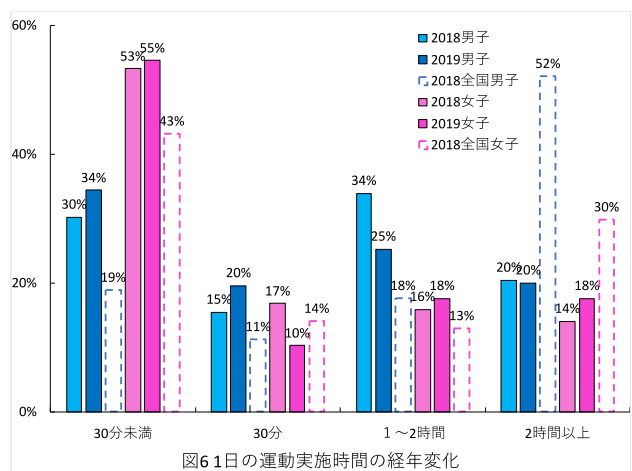


図6 1日の運動実施時間の経年変化

図6は1日の運動実施時間の経年変化を見たものである。運動部への入部率が低下していることと比例するかのように1日の実施時間が30分未満と答えた学生が男子で3%、女子で2%であるが

増加した。しかし、全国平均と比較すると男子は19%，女子で43%と本校の学生とは大きな開きがある。その逆である1日2時間以上の運動を実施する学生にも大きな差が男女ともに見られる。1日30分程度には大きな差は見られないが、1時間から2時間の実施時間は全国より高い値を示している。授業終了後から部活動の活動時間が最大で夏季で2時間半，冬季で1時間半となる為、それが色濃く出ていると推察される。

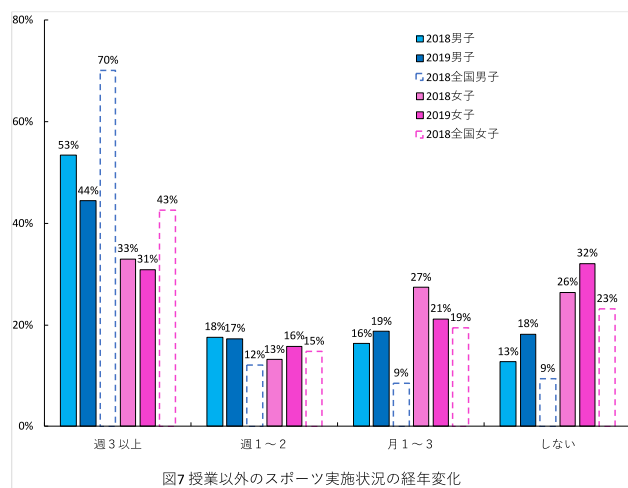


図7は授業以外のスポーツ実施状況の経年変化である。図6は授業を含めての実施時間であるが、図7は授業を抜いたもの、つまり、部活動や空き時間にスポーツに興じる学生の割合である。これによると、まず本校の学生は男女とも1週間の半分程度、授業以外で運動をする・スポーツをする学生が減少し、1ヶ月間で体育授業以外の運動・スポーツをしない学生が増加している。それに比べ、全国平均を見ると1週間の半分程度、運動・スポーツをする学生が男子で70%，女子においても43%と非常に高い。1ヶ月間体育授業以外で運動をしない学生は男子で9%，女子で23%となっており、どちらも本校の学生割合より低くなっている。これらの事は、一番は部活動の活動率が大きく関わっていると推察される。「高専の体育系の部活動は」と大きく一括りには出来ないが、本校の体育系の部活動の活動率は、他の高専やもちろん他の高校と比較しても高いとは言えない。それがこのような結果になったのではないかと考えられる。

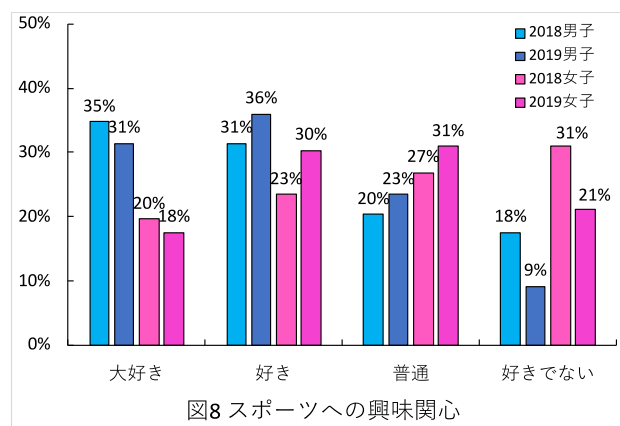


図8はスポーツへの興味関心を示したものである。男子においては18年，19年において60%以上がスポーツに対して「好き」な感情を持っている。さらには好きでないという学生が半減した結果となった。女子においては43%（18年），48%（19年）と過半数にはいかないが、約半数の学生が「好印象」を持っている事がわかるが、20%以上の学生が「好きでない」もしくは「嫌い」な印象を持っている事もわかる。

V まとめ

本研究は、現在の有明高専生の体力的特徴を明らかにし、今後の体育授業などに活かすことを目的とし、検討したものである。

有明工業高等専門学校1学年215名（男子150名，女子66名），2学年208名（男子学生158名，女子50名），3学年228名（男子171名，女子57名）とした。新体力テストである8種目（握力，上体起こし，長座体前屈，反復横飛び，持久走，50m走，立ち幅跳び，ハンドボール投げ）を測定項目とし，実施要項⁽⁹⁾に基づき各種目の測定数値を点数化し得点を算出した。そして質問項目として，運動部への所属状況「1.所属している，2.所属していない」，スポーツの実施状況（学校の体育の授業を除く）「1.ほとんど毎日（週3日以上）～4.しない」，1日の運動実施時間（学校の体育の授業を除く）「1.30分未満～4.2時間以上」，運動について「1.好き～4.あまり好きではない」についてそれぞれ該当する項目を記入させた。

その結果，新体力テストにおける有明工業高等専門学校と平成30年度全国平均との比較から，有明高専は全国平均と比べ，新体力テストの多くの項目において低い値を示さなかった為，体力・運動能力が劣っているとは言えない結果となった。さらには1年生から2年生に上がるにつれて値も増加するが，3年生時になるとそれが伸び悩む事がわかった。

今後は「運動嫌い」の動機づけや，運動機会の増加

について検討し、工業高等専門学校生の体力・運動技能向上に役立てたいと思う。また、「運動が好き」「どちらかというと好き」という学生が男子で 60%、女子で 50% 近くいるが、1 日の運動・スポーツ実施時間が 30 分未満の学生が男子で 34%、女子で 55% もいるという事は、運動を実際にするのは好きではない、実際にして恥ずかしいところを見られる、と感じている学生が存在することも考えられる。社会人となった際に余暇時間を運動に有効利用でき、より健康に対して気を付けられるように運動実施頻度を上昇させることも必要ではないかと考える。

参考文献

- (1) 吉川麻衣、山谷幸司、笹生心太：「運動嫌い」「体育嫌い」の実態と発生要因に関する研究—小学生・中学生・高校生における「運動嫌い」と体育嫌いの関連性に着目して—、仙台大学大学院スポーツ科学研究科修士論文集、13、pp107-115、2012
- (2) 有明高専生の体力的特徴—全国平均・他高専との比較—、有明工業高等専門学校紀要第 54 号、2018 年 12 月
- (3) 渡部馨、片山晋次：本校学生の体力に関する調査研究(3)、苫小牧工業高等専門学校紀要、pp. 88-100、1968
- (4) 内山了治、塚田雄三、加藤俊也：長野工業高等専門学校生の体力・運動能力に関する現状と課題について、長野工業高等専門学校紀要、29、pp. 109-116、1995
- (5) 船越一彦、細野信幸、宮崎雄三：本校学生の学年進行における体力変化について—新体力測定による高校生との比較—、鈴鹿工業高等専門学校・紀要、36、pp. 19-23、2003
- (6) 佐賀野健、谷岡憲三、渡邊英幸、高津浩平：体格・体力及び生活習慣からみた本校男子学生の特色—本校 5 年生と大学生の比較—、呉工業高等専門学校研究報告、69、pp. 19-23、2007
- (7) 松崎拓也：工業高等専門学校生の体力について—スポーツクラブへの所属状況、運動・スポーツの実施状況、1 日の運動・スポーツ実施時間からの検討—、北九州工業高等専門学校研究報告、49、pp. 89-93、2016
- (8) 平成 29 年度体力・運動能力調査報告書、スポーツ庁、2018
- (9) 新体力テスト実施要項(12 歳から 19 歳対象)、スポーツ庁、2018

褒めを取り入れた Genre-Based Approach を用いた スピーキング指導に関する実践報告

村端 啓介

<令和 2 年 1 月 8 日受理>

Teaching Speaking: a Genre-Based Approach Using Introduced Compliments

MURAHATA Keisuke

This study examines the applicability of a Genre-Based Approach, especially designed for teaching complimenting in English, and to report the results. Using GBA gives students a more practical learning environment because the approach specifies situations where a specific communication style is needed. The principal investigator conducted a lesson using materials designed for practicing a specific language function, complimenting. The participants were 19 Japanese sophomore University students majoring in management. Based on observation and a questionnaire, the participants expressed difficulty when complimenting in English, probably due to the different perceptions about politeness. However, some students perceived complimenting behaviors as a positive conversation strategy. Thus, it might take time till students acquire complimenting behaviors in English, but it is worth teaching because it could possibly foster students' conversation skills, such as building good relationships with others. In addition to this, the students showed that they enjoyed the lesson conducted with GBA. The reason was, one of the participants claimed, the approach introduced interactive activities using well scaffolded teaching materials, so the lesson did not leave anyone behind. Further research should be conducted exploring how teaching with GBA affects students' frequency of complimenting in the target language.

Keywords: Second Language Acquisition, Pragmatic, Speech Act, Politeness

1. はじめに

2020 年に東京オリンピックを控えた今日、より一層日本の英語教育では英語力強化に向けて様々な取り組みに力を入れている。その中でも特に日本人英語学習者が習得に苦勞するスピーキング能力育成に関わるカリキュラム作成において、何が効果的な指導法でどのように導入するか、いつまでも英語を話すことが苦手な現状への打開策に関して多くの英語教育者は頭を抱えている。本論では、昨今の英語教育界で注目されている実践的英語を習得するために、褒め行為を導入した Genre-Based Approach (GBA) を用いたスピーキング指導が妥当かどうかを検討するために実践報告を行う。英語母語話者の言語使用を日本人英語学習者が習得できるような効果的なアプローチとして GBA が有効であるか、また受講者が GBA を通して褒め行為を習得できる可能性があるのか、指導者である筆者の授業観察記録と指導

後に行ったアンケートの結果をもとに考察を行う。

2. 日本人英語学習者のスピーキング能力について

日本の英語教育において、コミュニケーション能力育成を重視した指導が始まってからもう何年も経過した。現場の英語教員は学生の英会話力を伸ばすために日々の授業作りに試行錯誤を重ねてはいるが、昨今のメディアでの報道や自身の教育経験を振り返っても、まだそのコミュニケーション能力育成カリキュラムの成果はあまり芳しくないように思える。世界の英語話者と比較しても、自他共に持つ「英語をしゃべれない日本人」というイメージの払拭には時間がかかるだろう。

文部科学省による 2004 年から 1 年間の TOEFL のスコアを比較した調査によると、アジア地域の中で最下位である北朝鮮に次いで日本は下から二番目であり、スピーキング能力だけでなく英語力自体の低さが問題とな

っている。特にスピーキング能力に関して、日本人英語学習者がここまで習得に手こずる理由として、以下のいくつかが考えられる。まず、学校を卒業後または在籍中においても、日本では英語が日常生活に必要な言語ではないという文化的・地理的要因が考えられる（金谷，2002）。学習過程における言語のアウトプットの機会が限られている以上、日本のような English as a Foreign Language (EFL) の環境ではスピーキングに関するスキルは伸びづらい。加えて、八島（2003）によると、日本人英語学習者が対話者である英語母語話者と文化接触する際にそのコミュニケーションに向かう態度を形成しにくくなる原因としても、英語が非日常的な言語であることを挙げている。その結果、日本人英語学習者は適切にコミュニケーションを図る方法が分からない状況に面してしまい、最終的に思ったように会話が進まないといった状況を生み出してしまふ。

この現状を打破すべく「実践的な英語学習」のもとに展開されてきた日本英語教育だが、近年本当に実践的なのか疑問が投げかけられるようになってきた。村端（2018）でも、例えば歌やゲームをを主とした外国語活動では実際に英語を用いて会話をするような状況下で使用する言語の再現性が低いと述べた。それらの歌やゲーム中心とした言語使用者の語用論的要素をあまり重要視しないカリキュラムでは、実際に他の国の英語話者とコミュニケーションを図る際に意思疎通に弊害が起こるとも危惧されている（Thomas, 1983）。その「人々は実際に言語をどう使うか」を視野に入れた指導が、本当の意味で実際に英語を使うことを目標とした英語学習を実現させるためには重要であると考え。そして、どのような状況で何を発言したら良いか分からない生徒にとって、英語母語話者との会話の文化的ルールに慣れることができれば自ずと発言率も増え、結果的にスピーキング力が向上することが予想できる。これから更に英語学習者の英会話力が求められるようになる日本で、今一度本当に有意義な英語学習促進を目標に、本論ではその一例として GBA に沿った指導法についての実践報告を行う。

3. Genre-Based Approach とは

日本人英語学習者のスピーキング能力を向上させるために、上記でも述べた語用論的言語使用を学習する方法として、本研究では Genre-Based Approach をもとにしたスピーキング指導を実施し、そしてその学習に対する学生のリアクションについて調査を行った。GBA とは、元は異なるジャンルに属するテキストを用い、それらを生徒自らが作成することを最終目標とするライティング教授法である。ジャンル別のテキストを使用す

ることで、異なる目的の言語使用を学習できるという点が GBA の特徴であり、その高い学習効果から 1980 年代より注目され始めた（Yan, 2005）。そもそも genre とは、Swales（1990）の定義によると、その参加者が共通の目的を持って行うコミュニケーションの種類を指すことばである。文化が異なればそのジャンル内で目的遂行のために各参加者が従うべき文化的ルールも異なることになると考えられるので、異文化理解のためにはその会話が行われる社会のルール、いわばその文化の語用論的言語使用を習得することも必須条件であると考えられる。よって、様々な状況（ジャンル）に応じた言語使用に関する学習を行う上で GBA は効果的であると言える。

本来の GBA はライティングスキル向上のための指導法であるが、そのジャンルの解釈の仕方によってはスピーキングの指導にも活用できる。Nunan（1999）によると、社会的なコミュニケーションを区切るジャンルとして、written だけではなく oral もその定義の一つとして考えられている。例えば口頭での casual conversation もジャンルの一つとして捉えることができ、何かしらの「目的を持った会話」を教材として使用することで GBA をによるスピーキング指導は可能であると言える。

4. 褒めを取り入れた GBA

4.1 日英の褒めの差異

GBA に沿ったスピーキング指導として、本研究ではそのジャンルを「褒めるという社会言語使用をもとにした話者同士の親密度を上げるための社会的会話」に設定した指導を行った。褒めを取り扱うこととした理由は、一つ目に、日本語と英語での褒めの差異について理解する必要があることである。日本人と英語母語話者の褒め行為には大きな差異があり、未習得のままだと英語母語話者との会話で語用論的誤りを原因とする異文化衝突が起こる恐れがある。

まず、特に顕著な差異としては褒めの受け取り方が異なる点が挙げられる。受けた褒めに対して直接的・肯定的に受け取る英語母語話者に対して、日本人母語話者は回避といった間接的に褒めを受ける傾向がある（柏木，2017，鈴木，2002）。受けた褒めに対して、そのような褒めに値するのは恐れ多いといった感情を表現するように、謙虚であるべきだという期待を褒めの発信・受信者双方が所持している。特にこの社会的な技術は相手の年齢や精神的距離といった要素に影響される（大野，2007）。褒めの受け取り方が異なる日本語母語話者と英ご母語話者にとって、それぞれが期待していない返答を受ける可能性がとても高い。

その褒めの受け取り方に対する期待に加えて、日本語

母語話者は英語母語話者に比べて褒めの頻度がそもそも低い (Barnlund & Araki, 1985)。その理由として考えられるのは、まず英語母語話者は会話の導入に褒めを用いる場合があることである (Wlofson, 1983)。英語母語話者と比較して、全くの他人に対してや新しく会話を始める際に褒めを活用する度合いが低い日本人は、必然的に褒める頻度が低くなる。そして頻度の低さはその行為の難易度にも影響することも報告されていて、日本人はアメリカ人よりも褒めを行うことが難しい行為であると捉える傾向にある (Matsuura, 2004)。これら日本語・英語の褒め行為に関する差異を理解せずに英語母語話者と対峙した場合、どちらかまたは双方にとってネガティブなイメージを相手に抱いてしまう文化摩擦が起こる可能性があることを考え、褒めを題材として選定した。

4.2 褒めがもたらす良い学習効果

二つ目の褒めを題材として使用することにした理由は、褒め行為自体が学習に良い効果を与えることである。まず、そもそも教師またはクラスメイトに褒められることで学習者の学習意欲が向上する効果がある (青木, 2005; 古市, 柴田, 2013; 吉田, 戸田, 2004)。クラス内での活動やその成果に対して肯定的な評価を受けることが内的・外的動機付けとして機能する見込みがある。

さらに英語での褒めを経験・使用することで話者のコミュニケーション能力自体をも高める可能性がある (Murahata, 2016; Nakajima, 1997)。留学等による長期的な英語使用を通して対象言語の語用論的言語使用を習得したとされる日本人英語ユーザーは、それらの長期的英語使用経験が無いものと比べてコミュニケーション能力が高くなるという。褒め行為に関しても、留学経験が無い日本人と比べて海外生活経験者は褒めに質問を付加することでより多くの情報を引き出す目的として対話者を褒めるようになった。

英語での褒め行為を英語学習へ導入することは、ただ単に対話者の文化理解を深めるだけではなく、それに加えてコミュニケーション能力を高めるという効果をもたらす。これらの可能性を英語教育の一環として導入するために、本研究では褒め行為を含む会話を一つのジャンルとして設定し、GBA による指導を試みた。

5. GBA の手順と指導内容

本研究では以下の手順により、英語での褒め行為を教授する目的の GBA に沿った指導を行った。まずはじめに、building knowledge of the field (褒め行為に関する基礎知識を学習) を行った。ここではスライドを使用し

て、日本語と英語の褒めの違いや、英語で褒めることがもたらす有用な学習効果についてのレクチャーを行った。基本的に学生は聴講によって褒めに関する基礎知識をここで培うことができるように指導した。スライドで扱った項目は、「英語と日本語の褒めの違い」、「英語での褒めの利点」、そして「英語での褒め方 (文法構造)」である。「英語と日本語の褒めの違い」では、日本語母語話者よりも英語母語話者の方が頻度が高いことを始め、褒めに対する返事が日本人は間接的であり、アメリカ人は直接的であるとの説明を行った。「英語での褒めの利点」では、褒めはより良い人間関係を作る可能性があることや、コミュニケーション能力を上げること説明した。最後に「英語での褒め方 (文法構造)」では、Manes & Wolfson (1981) が提唱した、英語母語話者の褒めことばの 80% が当てはまるという 3 つの文法構造を紹介した。

次に、modeling of the text (その会話をモデルにした発話練習) を通してモデルの会話に慣れるようグループ内で口頭にて発話練習を行った。モデルテキストとしては Murahata (2016) で紹介されたダイアログを使用した。このダイアログはもともとは Hello, there! English Conversation (2013) で実際に高校生を対象とした英語の授業で使用されていたもので、それに褒め行為とその返答を加筆したものである。コンテキストとして Potluck Party が使用されており、これは多くの日本人学生には馴染みのないアメリカ等で行われるイベントではあるが、コンセプトはそれほど複雑なものではないため、褒め行為習得という目的遂行の妨げにはならないと考えられる。以下の図 1 が実際に使用したダイアログである。

<i>Context: Summer vacation. Bob invited his friends Yuki and Kazuo to have a potluck party at his host family's house</i>	
B=Bob, K=Kazuo, Y=Yuki	
K= Bob, where can we put our dishes?	
B= Here on this table.	
Y= I brought cheesecake. It has a lot of calories, but it's very good.	
B= Wow! It looks nice! How long did it take to make it?	
Y= Thanks! It took just one hour. What did you bring, Kazuo?	
K= Mine is tofu salad. Easy to make and tastes good.	
Y= You are good at cooking! I just wanted healthy dishes!	
B= Look! I've made California rolls.	
K= Oh, they look like makizushi. They look delicious! Were they hard to make?	
B= Oh thank you, Kazuo! These weren't hard because I have made them many times!	
K= Guys, isn't this a great international potluck diner?	
Y= It sure is. We're all set. Let's eat!	
<i>Hello, there! English Conversation (2013)</i>	

図 1: モデルテキスト

モデルテキストの発声練習を終えた後は、joint construction of the text (テキスト空欄部分のみの自主構成)として、同グループ内でテキストの一部を生徒が自ら構築する作業を行った。完成したテキストを用いて発声練習を行った。ここで使用したハンドアウトは以下の図2である。

Context: *Having a potluck party*

Student1=S1 _____, Student2=S2 _____, Student3=S3 _____

S2= Hey, where can we put our dishes?

S1= Here on this table.

S3= I brought these hamburgers.

S1= _____ (compliment)

S3= _____ (response)

S2= Mine is special pizza!

S3= _____ (compliment)

S2= _____ (response)

S1= Look! I've made pancakes with some fruits.

S2= _____ (compliment)

S1= _____ (response)

S2= Guys, isn't this a great international potluck diner?

S3= It sure is. We're all set. Let's eat!

図2: joint construction of the text で使用したテキスト

そして最後に independent construction of the conversation (モデルの会話を模した即興でのスピーキング実践)を行った。このステップでは、生徒自らが紙に描いた食べ物の絵をもとにして即興で Potluck Party を題材としたロールプレイにて褒め行為を含む会話を行うように指導した。グループを変えて複数回異なるクラスメイトと会話を行った。

6. GBA の実践に関する結果と考察

6.1 授業観察の結果

本研究にて英語での褒め行為習得を目的として GBA に沿った指導を行うにあたり、以下の点について明らかにする必要がある。まずは、スピーキング指導法として GBA が妥当かどうか、そしてこの指導法で学習者は褒めを習得する可能性があるか、である。これらの項目について明らかにするために、指導者である筆者が自ら授業観察を行い、指導中の学生の動向について観察した。それに加えて、参加学生に対して指導後に授業アンケートを行い、GBA に沿った英語での褒めに関する指導を受けた感想を書くように指示した。これらの結果をまずはここでまとめる。

まず最初に、授業観察の結果として、今回の GBA は参加した受講者がそれぞれの手順の進行に遅れることなくアクティビティに取り組むことができるような難易度であったことが観察によってわかった。手順1と2

を経て手順3の joint construction of the text にてモデルテキストをもとに定められたトピックについて英語で文章を組み立てる作業に移行した際にも意欲的に取り組むことができ、その後の independent construction of the conversation でも、モデルテキストを確認しながら少なくとも英語で会話をしようという前向きな態度が見受けられた。

次に観察中の学生の動向として目立った点は、褒めを自ら発信する際に褒め方がわからないという状況に陥る学生が多く感じられた。GBA の手順の三つ目である joint construction of the text の際には、「どのように褒めたらいいかわからない」との声が実際に上がった。モデルテキストの褒めを模倣しても良いと許可してはいたが、それでもやはり母語である日本語でも褒めを行う頻度が低いとされる日本人英語学習者にとって、英語での褒め行為習得は容易ではないと考えられる。GBA 最後の手順である independent construction of the conversation でも、似たような褒めのみを多用する学生も少なくなく、自らが自由に多様な褒め行為を行うためには異なる状況下や異なる相手と実践も多く必要であると感じた。

これに加えて、褒めを受けた時の返答に困る学生も見受けられた。褒められた際のリアクションとして、本来謙遜を期待する日本人にとって、モデルテキストで扱ったような肯定的な返答を瞬時に行うことが難しいようであった。実際の褒めに対する学生の反応としては、回避や無言が見受けられた。

これら課題が多く浮上したが、同時に良い結果も観察によって明らかになった。それは学生がアクティビティに楽しそうに参加していたことである。最後の手順である independent construction of the conversation では、自らが描いた絵を使用したこともあり、多くのグループでの活動中に笑顔が見られた。そして、全くの無言が長く続いているグループもなかった。今回の GBA に沿った指導が学習環境に与える影響は良いものであったと考えられる。

6.2 指導後のアンケートの結果

次に GBA をもとにした褒め行為に関する指導後に行ったアンケートについて、その結果をまとめる。生徒に聞いた質問は、「本時の授業で行ったアクティビティ (Potluck Party) について、その感想を書いてください。」であり、紙媒体のアンケート用紙を用いて記述での回答を指示した。アンケートに回答した生徒の数は19人(男=8名、女=11名)である。

まず、上記の授業観察でも述べたように、特に多かった回答として、褒めることが難しかったと述べた学生が

6名いた。考えられる理由は、もともと日本人の褒める頻度の低さに起因するものや、褒めに使用する言語が英語という第二言語であることが理由となって難しいと感じるようである。やはり言語的差異による不慣れた言語行為を習得するには時間が必要であるとわかった。しかし反対に、英語であるからこそ褒め行為が容易であったと回答した受講者も2名いた。これは日本人として日本語で褒めるのではなく、ある種のロールプレイを行っているような状況で第二言語を介して褒めることによって心理的負担が減ったケースであると考えられる。

これらに加えて、今回の GBA に沿った指導について肯定的な意見を述べた回答もあった。まずは、使用したモデルテキストが役に立ったという意見が挙げられた。

GBA の手順 3 である joint construction of the text で使用したテキストについて、「例文もあったからやりやすかった。少し考えるだけだから丁度いいやりやすさ。楽しかった。」との回答を得た。加えて、「いつもと違う人としやべれて楽しかった。コミュニケーション力も上がったと思う。」との回答や、「文化の違いが見えて面白かった」というコメントもあり、一つの英語学習アクティビティとしても GBA は生徒の学習意欲に良い影響を与える可能性があることがわかった。

6.3 指導後のアンケートと授業観察の結果に関する考察

ここでは、上記の指導実践に対するアンケートと授業観察の結果をもとに、今回行った GBA についてスピーキング指導法として GBA が妥当かどうか、そしてこの指導法で学習者は褒めを習得する可能性があるか、これらの項目に関する考察を行う。

まず、スピーキング指導として GBA は実用的であると考えられる。上記でも述べたが、全体を通して滞りなくアクティビティが進行できたことから、事前知識について学習し、それをもとに自分たちで英文を組み立てて喋るという一貫した流れに沿った指導は効果的である。例文を補助として会話練習ができる点を GBA の利点として回答した学生もいたように、GBA は英語を即興で組み立てて喋ることが不得手な学生も参加できるスピーキング指導法であると言える。加えて、指導後の感想としてクラスメイトと喋ることの楽しさについて回答した学生が複数名いたことから、楽しみながら学べる指導法としても有用である。ただし、今回は褒め方や返答が難しいと回答した生徒がおり、馴染みのないトピックを扱う際にはしっかりと事前学習と会話練習が無いとアクティビティに参加できない生徒が出てきてしまう恐れがある。

次に、GBA を用いた指導によって実際に褒めを習得できるかどうかであるが、その可能性は十分にあると言える。なぜなら、そもそも頻度が低い日本人英語学習者であり今まで英語での褒めを習う経験がなかったであろう受講者たちだったが、実際に英語での褒め行為を体験し、最終的に数名の学生が英語での褒めに対して「褒められて嬉しかった」といった肯定的な感情を抱いたからである。中には英語での褒めに対して難しいという認識のままでアクティビティを終えてしまった生徒もいたが、普段しないことに慣れるまで時間がかかることは必然的であり、そのため長期的な指導も視野に入れた指導を展開することも大事であるとわかった。

7. 今後の課題

今回の GBA を用いた褒めの指導は明示的な導入に位置付けられており、今回の GBA の目的は英語での褒め行為についての基礎知識を培い、今まで経験の少なかった英語での褒めを体験することだった。よって今後の課題としては、このような明示的な指導に加えて褒め行為を無意識的に使用できるようになるための暗示的な活動が必要になる。例えば、教員が学生を積極的に褒めることに加えて、普段の授業で扱うダイアログにも工夫をし学生同士でも褒め合うような機会を作っていくことで、結果的に英語母語話者と似たような褒めを用いた会話を自然に行うことが可能になるだろう。それに加えて、GBA をもとに褒め行為指導を継続的に行ったとして、それが実際にどのように学生の褒め行為使用に影響を与えるかの研究が不可欠である。そして褒め行為の頻度が高い学生とそうでない学生を比較し、褒め行為の使用が実際に彼らのスピーキング能力、特に Fluency に与える影響を調べることで、最終的により効果的なスピーキング指導としての褒めの英語教育導入が実現できると考えられる。

8. 終わりに

本論では褒め行為習得を目的とするスピーキング指導として GBA に沿った指導を行い、それに対する実践報告を行った。日本人英語学習者にとって英語での褒め行為を学習することはほとんど経験がなかったと予想されるため、慣れるまでは少し時間を要するトピックであることが明らかとなった。しかし実際の言語使用を一つのジャンルとして設定し、より再現性の高い言語学習を行う GBA での指導自体に肯定的な感情を抱いた学生も見受けられたので、その他のトピックを指導する際にも GBA は有用である。今回題材として取り上げた褒めに関しても、頻度が高い英語母語話者の褒め行為の習得が

もたらす効果もまた英語学習者にとって有意義である。よって、今後いかんとしてコミュニケーションの一環として英語母語話者のように褒めを自由に使用できるようになるのか、より多角的な調査をもとに研究していく必要が有る。

参考文献

- Barnlund, D., & Araki, S. (1985). Intercultural encounters: The management of compliments by Japanese and Americans. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 1, 9-26.
- Manes, J., & Wolfson, N. (1981). The compliment formula. In F. Coulmas (Ed.), *Conversational routine*. 115-132. The Hague: Mouton.
- Matsuura, H. (2004). Compliment-giving Behavior in American English and Japanese. *JALT Journal*, 26(2), 147-170.
- Murahata, K. (2016). *The effects of learning and experiencing English on Japanese English users' L1 pragmatic competence in terms of giving compliments*. Retrieved from ProQuest. (10251646)
- Nakajima, Y. (1997). Politeness strategies in the workplace: Which experiences help Japanese businessmen acquire American English native-like strategies? *Working Papers in Educational Linguistics*, 13.1, 49-69.
- Nunan, D. (1999). *Second Language Teaching & Learning*. Boston: Heinle & Heinle publishers. ISBN 0-8384-0838-9. 330 pp.
- Sakai, S., Ito, Y., Shimazaki, M., Tsui, Y., Duchon, B., & Usukura, M. (2013). *Hello, there! English conversation*. Tokyo: Tokyo Shoseki.
- Swales, J. M. (1990). *Genre Analysis: English in Academic and Research Settings*. Cambridge [England] ; New York: Cambridge University Press.
- Thomas, J. (1983). Cross-cultural pragmatic failure. *Applied Linguistics*, 4, 20-39.
- Wolfson, N. (1983). An empirically based analysis of complimenting in American English. *Sociolinguistics and language acquisition*, 82-95.
- Yan, G. (2005). A process genre models for teaching writing. *English Teaching Forum*, 43, No. 3.
- 青木直子 (2005). 「ほめることに関する心理学的研究の概観」『名古屋大学大学院教育発達科学研究科紀要』52, 123-133.
- 大野敬 (2007). 「ほめ意図表現」の枠組みと機能. 早稲田日本語研究, (16), pp.109-120. Retrieved from <http://ci.nii.ac.jp/naid/120002402412/en/>
- 柏木厚子 (2017). 「インタビュー番組におけるほめの返答の日米比較—非言語データも含めた発話分析—」学苑, 919, 1-14.
- 金谷憲 (2002). 『英語授業改善のための処方箋—マクロに考えミクロに対処する 英語教育21世紀叢書』, 大修館.
- 鈴木理恵 (2002). 「褒めの返答に対する褒め提示側の印象度分析」国際基督教大学学報 3-A, アジア文化研究, 28, 83-108.
- 古市裕一・柴田雄介 (2013). 「教師の賞賛が小学生の自尊感情と学校適応に及ぼす影響」『岡山大学大学院教育学研究科研究集録』154, 25-31.
- 村端啓介 (2018). 「語用論的言語使用「褒め」の小学校英語への導入とその教育的意義についての考察」『神戸英語教育学会紀要』33, 17-31.
- 文部科学省 初等中等教育分科会 第 39 回教育課程部会 議事録・配布資料 [資料 2-2] 基礎データ(5)
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/siryo/06040519/002-2/005.htm 2018 年 8 月 22 日検索
- 八島智子 (2003). 「第二言語コミュニケーションと情意要因: 「言語使用不安」と「積極的 にコミュニケーションを図ろうとする態度」についての考察」『外国語教育研究』5, 81-93.
- 吉田典史・戸田弘二 (2004). 「小学生の学習方略と原因帰属及び学習意欲との関連」『北海道教育大学紀要(教育科学編)』54(2), 15-31.

ヨーロッパ精密工学会(EUSPEN)参加 およびMarposs社, Ducati社見学報告

柳原 聖

<令和元年1月17日受理>

The report of the European Society for Precision Engineering and Nanotechnology (euspen)
and company visit of Marposs SpA, Ducati SpA

Kiyoshi YANAGIHARA

The European Society for Precision Engineering and Nanotechnology (euspen) is an influential community about Advance the arts, sciences and technology of precision engineering, micro-engineering and nanotechnology in Europe since 1999. The 18th annual international conference and exhibition was held in Venezia Italy in 2018. This paper reports the trend of research and development about precision engineering obtained from the author's view and factory visit of Marposs SPA and Ducati SPA in Veneto state, Italy.

Key words Euspen Europe Precision engineering Mechanical engineering Marposs Ducati

I はじめに

(公財)三豊科学振興会からの助成によってヨーロッパ精密工学会主催国際会議(euspen)2018年度年次大会にて研究発表をし、渡航先企業の見学をする機会を得た。この一連の渡航において得た知見等について本誌を拝借し報告する。

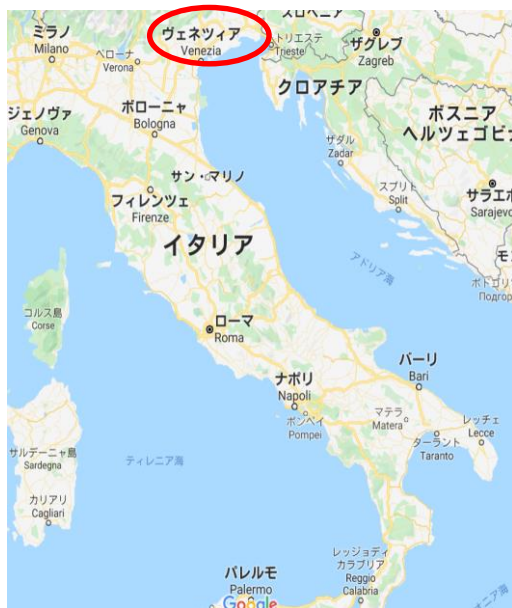


図1 イタリア共和国地理 (google Mapより)

II euspen について

1. 学会と第18回年次大会概要

euspen とは The European Society for Precision Engineering and Nanotechnology の略で、欧州地域の精密工学を研究する大学、研究機関および産業界の研究者、技術者が集う学会で、1999年に発足した学会である。本部はイギリスのクランフィールド大学内にある。クランフィールド大学は長岡技術科学大学の設立時にモデルとなった大学であり産学連携を重視している¹⁾ことで有名である。そのことを考慮すると、学会の本部があるのも想像に難くない。

euspenはScientific Interest Group (SIG)と呼ばれる特定分野の研究者、技術者によるグループによる定期的な意見交換会やワークショップ等のイベントと、年1回の年次大会を実施している。

第18回の年次大会は2018年の6月4日から8日まで5日間の日程で、図1のイタリア共和国のベネツィア(ベニス)にあるVTPと呼ばれるクルーズ船等の旅客ターミナルビルの一部を利用して開催された。大会のホストはパドゥア大学で、同大のP. Martin教授(図2)が中心となり実行委員会が組織されていた。この年次大会においては、22か国、167機関から235件の講演発表が206名の参加者からあった。また同時に34機関の企業展示も実施された。



図2 実行委員長P.Martin教授の挨拶

図3 水路中心の街並み
ベネツィア中心部では自動車は使えない。

開催地ベネツィアはアドリア海に接する水の都として干潟の上に形成された人工都市であり、都市がすべて世界遺産となっている。古くからの水運を使う街並みで、図3のような gondola の運河を使った風情ある観光はだれしも映像等で見かけたことがあるだろう。

2. 基調講演

精密加工と計測技術について内外の研究者の話を伺う際に、必ずと言っていいほど欧州と日本企業の製品が話題となる。特に品質と信頼性においてドイツ、そして日本製品の評価が高い。これらの技術をけん引する一因には、ビッグサイエンスと呼ばれる天文学や物理学の一大プロジェクトが挙げられよう。プロジェクトが Science と Engineering の橋渡し役を担い、革新的技術や装置を生み出している。

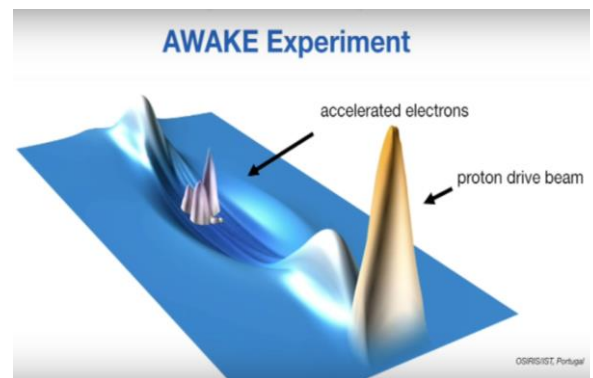
今回の euspen の基調講演では CERN (欧州原子核機構) の気鋭の女性物理学者の Dr. Edda Gschwendtne が次の題目にて講演した(図4)。

Plasma Wakefield Acceleration: A New Technology to Push the Particle Energy Frontier

この講演では AWAKE プロジェクトという新しい粒子加速器開発のコンセプトが紹介された。一般に粒子加速器は我が国の Spring-8 などに代表されるように数 km にもおよぶ巨大な直径の円周軌道を構築し粒子を磁力で加速して衝突させている。しかし AWAKE ではプラズマを形成しそこに陽子のビームを走査させる。例えば波のない湖(プラズマ場)にモーターボート(陽子ビーム)を高速で走らせるイメージだ。するとボートが走った後の湖面には波が生じる(場の乱れ)。この波にウェイクボードを乗せるとウェイクボードがボートにつられて引っ張られ波乗り遊びができるのであるが、このウェイクボードのように粒子をプラズマの場の乱れを利用して加速させようというのが技術コンセプトである。これを利用すれば現在の巨大な円軌道加速器がコンパクトにできるというのが博士たちの計画である。(図5)



図4 CERNを説明するDr. E. Gschwendtne

図5 AWAKEによる粒子加速イメージ²⁾

このようなサイエンスプロジェクトを具現化するためにエンジニアリング側のヒントとなる講演として、次の大学、団体から3つの基調講演があった。

– Prof. Piero Martin, University of Padova, Dept. of Physics and Consorzio RFX, Padua, IT: “Magnetic confinement nuclear fusion: status, challenges and perspectives”

– Eng. Francesco Ziprani, R&D Manager, MARPOSS S.p.A., IT: “In-process Metrology for Precision Manufacturing”

– Prof. Dr. Maarten Steinbuch, TU Eindhoven, NL: “Mechatronics disrupted”

3. 一般公演

開会式や基調講演のあと、一般公演が実施される。euspenは基本的にポスター講演であるが、8つのSIGグループの中で注目すべき研究成果がSIGグループから4件選ばれて合計28件が口頭講演として選出されていた。小生は、

New fabrication method of metal tiny-structure using capacitor electro-discharge-deposition-device

という題目にてポスター発表した。積層造形といわれる3Dプリンティング技術の中でも金属積層造形技術は大変期待され様々な手法が提案されている。その中でも東京農工大の笹原教授らの「アーク放電を用いた熔融金属積層による3次元造形」が注目を集めているが、この手法はアーク溶接機を利用したものであり、数100mmレベルの構造物を作成することをねらいとしている。このため構造物の積層に投入される電力機器が大きく、微細な構造物形成への利用には適さないと考えている。そこで小生はマイクロデポという静電容量式放電装置を利用した放電堆積加工装置に着目し、これを利用したプリンティング法の検討をした。

査読では完結性という点で厳しいコメントを頂戴したが、将来性という観点から発表が認められた。図6はポスター設置後のものである。

発表では数名の欧州地域の研究者から声をかけていただき意見交換ができた。微細な表面構造を作り込むトライであるという適用ということで、切削加工工具などの除去加工工具を研究している研究者からの声掛けが多かったように思う。加工速度の高速化による高能率除去加工と工具の寿命のバランスは生産加工技術の永遠のテーマでもある。このようなことから、コーティングやテクスチャリングによって切れ刃のトライ



図6 発表前のポスター前
発表件数が多くスペースは狭い

ボロジー特性を向上させられればという観点から質問をいただくことが多かった。意見交換後はお互いの研究の進展を祈りながら連絡先の交換をした。正直なところ欧州の地域へ渡航費用や学会参加費は決して安くはない。しかしこのようなface to faceの出会いを積み重ねることで、相互の信頼が生まれ新たな研究の展開をもたらしてくれるものと思う。

III 企業見学

1. マーポス社

会議最終日は見学会が開催された。参加者は有償にて研究機関あるいは企業の見学ツアーに参加できた。小生はベネツィアから南西のボローニャに

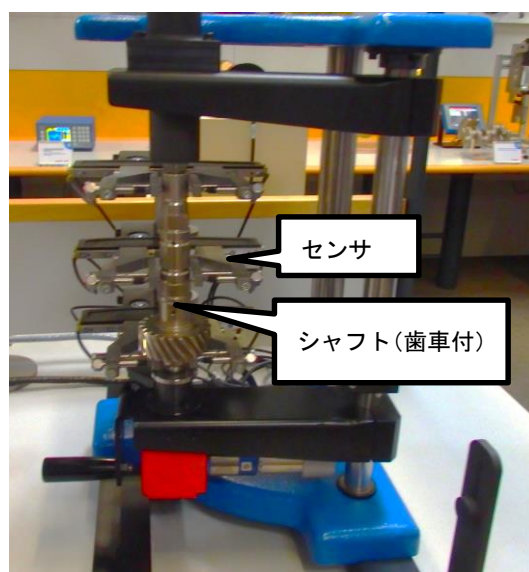


図7 マーポス社のシャフトインプロセスセンシング用センサ

あるマーポス SpA（SpA は会社の意味）の見学ツアーに参加した。

マーポス社はシャフトの研削加工において軸にレバー式の触針子を接触させておき、触針間の距離を工作機械にフィードバックさせて所望の寸法になったら次の工程に移行させるためのセンサ（インプロセスセンサ（図7））を製造してきた。工場内にはLeica, Tayler Hobson 社をはじめとするセンサの精度を保証するための各種測定器だけでなく、製造したセンサをテストするための牧野フライスなど我が国の主要工作機械メーカーの機械が整備されている。これら工作機械については基本的には日本のメーカーから無償貸与される。現在の日本の企業の技術でマーポス社のセンサと同等のものは十分製造可能と思われる。けれども日本の各種メーカーは永年のビジネスの信頼関係もありマーポス社のものを利用しているようである。こういう点は学会も何度も足を運ぶことでまわりの研究者との信頼関係が醸成されるのと同じであろう。

2. ドゥカティ社

小生は予てより二輪車製造の技術に興味を抱いており、また我が校から比較的近い場所に本田技研熊本製作所も立地していることから、これまでヤマハ発動機の工場やタイホンダマニュファクチャリングなどの内外の二輪生産を見学してきた。そのようなこともあり、マーポス社見学後に離団し、マーポス社と同じボローニャにあるオートバイメーカーのドゥカティ社（図8, 9）を訪れた。ドゥカティ社は家電メーカーから始まった異色の二輪製造企業であるが、長年のオートバイレース活動から確固たるブランドを確立し、大型バイクにおいては世界的に熱狂的なファンを抱えるメーカーである。

工場見学は有償で誰でもがweb 予約していれば見学できる。日本のオートバイメーカーは排気量 100cc 前後の機種を中心にあらゆるカテゴリのオートバイで世界 5700 万台³⁾の市場を争っているが、それに対して同社は高性能高価格大型バイクの市場をターゲットにして年間 5 万台製造販売している。二輪車製造会社とは言え、高付加価値市場のみを相手にビジネスをしている企業とも言える。従業員数はたかだか 800 人と数万人規模を雇用する日本メーカーと比較すると少ない。この 800 人うち 100 人がレース部門専属として働き、世界に数台のレース専用車両の開発に従事し同社のブランドイメージをけん引している。

市販車両の製造は、ローシーズンで日産 150 台程



図8ドゥカティ社
世界中から熱狂的ファンが来社。



図9 ドゥカティ社エントランス
ミュージアムと併設されており歴代の名車が展示されている。

度、ハイシーズンで 300 台程度であり、ホンダのように 1 台数十秒のタクトタイム（1 工程あたりの時間）で大量生産されるわけではない。比較的ゆるやかなラインスピードで製造を行っているといえよう。しかし、高付加価値商品を販売するためにはブランディングは不可欠で、部品は 70% をイタリア製のものとしている。レース活動から車両デザインに至るまで高付加価値市場を相手に訴求力のある商品づくりをするために、いかに Made in Italy に注意が払われているかが理解できる。

為替による相対的人件費高騰のため、ものづくりにおいては製造拠点としての役割をもはや失いつつある我が国においては、日本製のよきブランドイメージを維持し続け、今後の商品開発に活かすブランディングは今後の商品開発に必須となるであろう。少子高齢化による労働力不足の中で我が国のものづくりには何が求められるのか？見学を通しそのようなことを考え続けていた。

IV. その他

ベネツィアは国際観光都市でもあるため渡航前に予想はしていたが、渡航費用はアジアで開催される国際会議と比較して大変高額で通貨安政策の影響もあり費用の捻出は“綱渡り”だった。アジア近隣で国際会議が開催される場合にはだいたい会議参加費は5万円以下だと思われるが、本会議においてはおよそ14万円の費用が求められた。加えて国際観光都市での開催であったため、宿泊施設は3つ星レベルでさえも旅費規程を上回る宿泊費という状況で、予約困難なものがあつた。このようなことからちょっとした移動でも支給される日当額を上回る費用になってしまい必然的に節約を迫られることになった。そこで今回は民泊のB&Bに宿泊し食事も自炊に近いものにするなど、図らずも学生バックパッカーのような渡航となった。一方でこのような旅で新たな気づきもあった。図10はベネツィアで訪れたスーパーの中のものである。古い劇場をリノベーションして中に作られたスーパーらしいのであるが、内部の天井や壁一面に建造時当時から引き継がれた見事なフレスコ画が残されており感銘をうけた。また街中ではギターだけでなくバイオリンなどの弦楽器など多彩な路上コンサートを目にすることも多く、普段の生活で芸術的センスを涵養され、創造性を刺激するような文化、余裕に触れる機会を多く感じた(図11)。

我が校が5学科から創造工学科に再編されたこともあり、“創造性を育む教育環境とは？”と自問することが増えた小生においては、学内の環境整備についても参考となりそうな知見を得られたと思う。

V. おわりに

紀要申込期限を昨年度失してしまったため2年前の報告となつてしまい、いささか古い情報となっている可能性があるが、助成機関からの助成をいただいたこともあり今回報告のため頁を割かせていただくことにした。

私自身の理解不足や誤解などがあればご指摘いただき忌憚のないご批判を賜れば有難い。なお本年euspenはCERNがホストとなりジュネーブで開催予定である。AWAKEプロジェクトの進展を聴講できる可能性もあるので参加したいと考えている。参加が許された暁にはまた報告させていただければと考えている。



(a) スーパー天井のフレスコ画



(b) スーパー外観

図10 古い劇場をリノベーションしたスーパー



図11 路上ではじまるコンサート
弦楽器や管楽器などの楽器も様々

謝辞

小生の渡航にあたり（公財）三豊科学振興会より国際交流「渡航」助成を受けました。記して御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 寺澤 武, 英国における産学官連携の現状 ロンドン研究連絡センター,
http://www.jsps.org/information/documents/2009_report_Terasawa.pdf
- 2) 例えば<https://home.cern/science/accelerators/awake>
- 3) 例えば<https://response.jp/article/2019/02/11/318978.html>

校内 LAN システムのためのサーバ用新仮想基盤の構築

松野 良信・堀田 孝之・池上 勝也・森山 英明

〈令和 2 年 1 月 14 日受理〉

Construction of New Virtual Server Platform for Campus LAN System

MATSUNO Yoshinobu, HORITA Takayuki, IKEGAMI Katsuya and MORIYAMA Hideaki

From FY2018 to FY2019, We built a new virtual server platform for Campus LAN System at National Institute of Technology, Ariake College. In order to update the old virtual server platform, we considered operatable system for the next several years. Also, to save budget, the system was almost entirely handmade. In this paper, we report on the construction of a new virtual server platform.

1. はじめに

現在の ICT(Information and Communication Technology) の利活用は多岐におよんでおり、有明工業高等専門学校(以下、有明高専)でも例外ではなく、教育研究および学校運営にも必要不可欠のものとなっている。ICT の利活用にはサービスを提供するサーバシステムが必要な場合が多い。有明高専のマルチメディアセンタ情報基盤部(以下、情報基盤部)でも、校内 LAN システムの運用が始まった当初より、提供するサービスに応じてサーバシステムを運用している。近年では仮想化技術も導入し、物理サーバを集約・統合することにより、管理運用コストの低減と、安定運用を目指している[1],[2],[3]。一方で、仮想化技術をささえる仮想基盤システムは、経年による陳腐化や能力不足も生じるため、増強や更新が必要となる。本稿では、有明高専のサーバ用仮想基盤の更新について、その経緯と現状について報告する。

2. 旧仮想基盤の概要と更新の経緯

有明高専情報基盤部で、2019 年 12 月時点でメインで運用しているサーバ用仮想基盤(以下、旧仮想基盤)は、1 世代前の校内 LAN システム[1],[3]の導入時に構築されたもので、表 1 および写真 1 のような構成である。

ネットワークは、校内 LAN システムの更新にともない、スイッチは 2018 年度に Cisco 社製に更新されているが、物理機器間の接続は、1000BASE-T の GbE(Gigabit Ethernet)を 2 本束ねた LAG(Link Aggregation)からアッ

プデートされていない。なお、物理サーバについては、2013 年の導入当初はそれぞれ 16GB のメモリ容量だったが、2014 年にそれぞれ 32GB に増設している。また、ストレージについても、導入当初の 4TB の iSCSI 製品(NETGEAR ReadyNAS3100 4TB×2 台、1 台はバックアップ用)のみだったが、2015 年に 18TB の NAS(ASUSTOR AS-609RS+2TB HDD×9 台)を追加している。

表 1 旧仮想基盤の物品構成

ネットワーク
Cisco Catalyst 2960X-24TS 1 台
物理サーバ
HP DL360pGen8(E5-2640×2, 32GB) 3 台
ストレージ
NETGEAR ReadyNAS3100 4HDD(1TB×4, RAID5) 2 台
ASUSTOR AS-609RS(2TB×9, RAID6) 1 台
仮想化ソフトウェア
VMware vSphere Essential Plus 5.1 1 式



写真 1 旧仮想基盤の物理機器

2017 年度中に更新された校内 LAN システムである

高専統一ネットワークシステムでは、全国の国立高等専門学校共通で必要最小限のサーバ用仮想基盤しか整備されず、有明高専独自のサービスを提供するための仮想基盤の更新は含まれなかった。そのため、リース契約だった旧仮想基盤についてリース終了後に買取し、運用をつづけざるを得ない状況となった。しかし、現存する物理サーバの仮想化にともなう仮想サーバの増加や、仮想サーバのオペレーティングシステム(以下、OS)のバージョンアップに伴う要求スペックの増大などに伴い、旧仮想基盤では容量不足が予見される状況となった。実際に 2019 年 12 月の時点では、既にメモリ容量及びストレージ容量としては、一部オーバーコミットの状況で運用していた。また、ハードウェアの老朽化により、ストレージをはじめとして障害の増加も懸念されるが、古いハードウェアのためメーカーによる保守も契約できない状況であった。したがって、旧仮想基盤が正常に稼働している間に、サーバ用仮想基盤の更新などを実施する必要があると考え、今後数年間の運用を見越した検討を行うことにした。まず、そもそも今後数年間にわたり、オンプレミスのサーバ用仮想基盤の運用をつづけるかである。オンプレミスでサーバ用仮想基盤を運用しない場合の選択肢としては、サービスごとの物理サーバ運用に戻すか、全サービスを全面的にクラウドサービスなどの校外のシステムに移行することが考えられる。前者のサービスごとに物理サーバを運用することは、初期投資や日常的な運用管理のコストも増大し、障害対応も煩雑になることから現実的ではない。一方、後者のクラウドサービスなどへの全面移行は、比較的初期投資は抑えられる可能性はあるが、インターネットへの対外接続が必須であり、インターネットへの接続回線の障害が、校内 LAN 全体の運用に影響を及ぼす可能性がある。将来的には周辺環境の状況からも、クラウドサービスへの移行は自然な流れではあるが、全面的な移行には時期尚早であると考えている。

我々は将来的なクラウドサービスなどへの移行を視野に入れつつ、サーバ用仮想基盤の更新を行うことにした。新たに構築するサーバ用仮想基盤(以下、新仮想基盤)には、検討の結果、次のような要件を設定した。

- ・新仮想基盤の物理機器間の接続および校内 LAN スイッチへの接続は、10GbE(10Gigabit Ethernet)を用いる。

- ・物理サーバは 3 台構成とし、メモリはそれぞれ 64GB とする。
 - ・ストレージは iSCSI 対応とし、合計 24TB の HDD を搭載する。
 - ・仮想基盤用ソフトウェアは、VMware vSphere を用い、HA(High Availability)構成を可能とする。
- これらに基づき、調達と構築を行うことにした。

3. 新仮想基盤の調達と構築

新仮想基盤の導入にあたり、特別な経費の確保は困難だったため、SIer による構築は早い段階で断念した。そこで、情報基盤部の日常的な経費を節約し、また高専機構 CSIRT(Computer Security Incident Response Team)との連携のための仮想サーバも新仮想基盤で収容することを前提として高専機構 CSIRT の経費の一部を使うことで、ハードウェアおよびソフトウェアの物品を個別に調達する経費を捻出した。それでも、単年度での工面は難しかったため、2018 年度と 2019 年度にかけて調達した。それらの物品を表 2 に示す。

表 2 新仮想基盤の物品構成

ネットワーク Buffalo BS-MP2012 1 台 StarTech.com SFP10GBTCST 1 個
物理サーバ HPE ProLiant DL20 Gen10(E-2136, 64GB[増設含]) 3 台 HPE Ethernet 10Gb 530T 3 個
ストレージ Buffalo TS51210RH2412(2TB×12, RAID6) 1 台
仮想化ソフトウェア VMware vSphere Essentials Plus Kit 6.7 1 式
無停電電源装置 APC Smart-UPS 3000RM2U 1 台 APC Network Management Card 1 個 APC PowerChute Network Shutdown 1 式

物品のみの調達だったため、これらをサーバ用仮想基盤として構築する作業が必要となる。当初は情報基盤部のスタッフ自身で構築作業を行うことも想定していたが、スタッフの負荷も考慮し、業者への環境構築支援依頼を行うことになった。幸いにも地元の ICT 企

業の株式会社有明ねっとこむに依頼し、2019年7月に第1段階の新仮想基盤の構築を行うことができた。

構築された新仮想基盤の構成を図1に示し、その物理的な設置状況を写真2に示す。

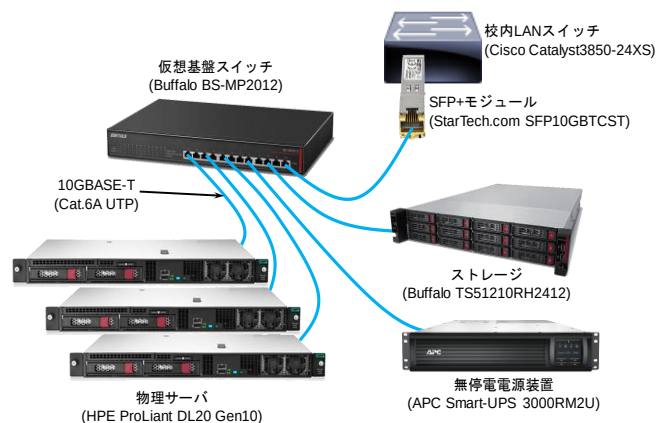


図1 新仮想基盤の構成

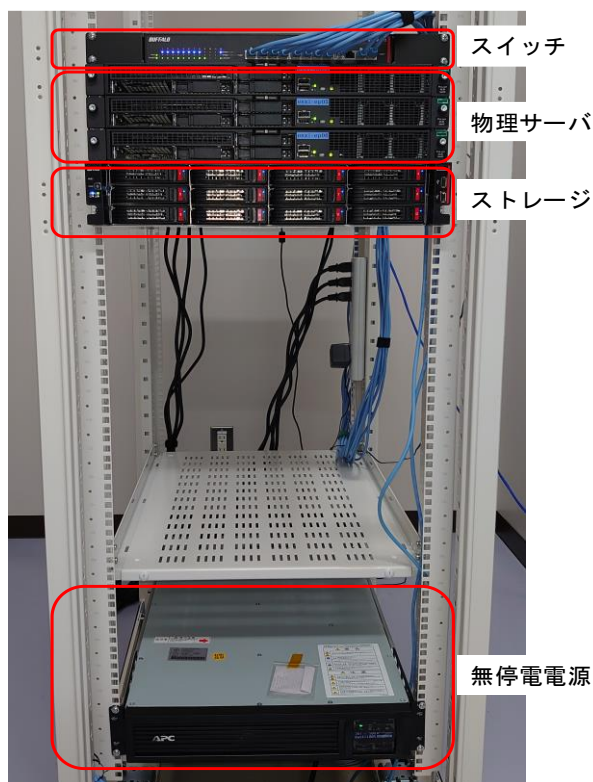


写真2 新仮想基盤の設置状況

ネットワークに関しては、全て 10GBASE-T による 10GbE 接続とした。なお、校内 LAN スイッチ (Cisco 社製 Catalyst 3850-24XS) の 10GbE のポート (SFP+) には、Cisco 純正品のインタフェースモジュールが販売されていなかったため、サードパーティ製のインタフェースモジュール (StarTech.com 社製 SFP10GBTCST) を用いている。

物理サーバは 6 コア (12 スレッド) の CPU で、旧仮想基盤よりも総コア数は少ないが、高クロックで動作し、アーキテクチャも新しいため、旧仮想基盤と同等以上の性能が期待できる。メモリはそれぞれ旧仮想基盤の 2 倍の 64GB (標準 32GB + 増設 32GB) を実装することとあわせて、性能的・容量的には当面の需要に耐えられると考える。

ストレージは、12 台の 2TB の HDD を搭載するモデルで、これを RAID6 で構成することにより、ストレージレベルでの冗長性を持たせている。

4. 新仮想基盤の運用状況

新仮想基盤の第1段階の構築ののち、管理アカウントの調整や仮想サーバの構築テストなどを行った。しかし、2019年12月の自家用電気工作物の年次点検に伴う停電時に、無停電電源装置との連携による物理サーバのシャットダウンが正常に機能しないことが確認された。また、停電復旧後に行った旧仮想基盤から新仮想基盤への仮想サーバの移設テストの際のトラブルにより、新仮想基盤上の管理システムが正常に動作しない状況となった。そのため、2020年1月に第2段階の新仮想基盤を構築した。第2段階の新仮想基盤では、無停電電源装置と連携したシャットダウンも正常に動作することも確認できた。

5. まとめと今後の課題

今回のサーバ用仮想基盤の構築は、ほぼ手作りにより安価に実施した。概ね正常に稼働するところまで到達したと考えている。これにより、ハードウェアの増強とともに仮想化ソフトウェアの最新化により、仮想サーバの OS などの最新化にも対応可能になった。特に、ネットワークの 10GbE 化によりパフォーマンスの向上も期待できる。

今後については、旧仮想基盤からの仮想サーバの本格的な移設を実施する。また、第2段階までの新仮想基盤では、ネットワークやストレージの物理的な冗長性、さらに仮想基盤上で稼働する仮想サーバのバックアップなどの機能が十分とはいえない。コストパフォーマンスを含めた、新仮想基盤の安定運用のための物理構成や機能追加が必要である。さらに、将来的なクラウドサービスへの移行や、オンプレミスとクラウド

サービスのハイブリッド化なども検討する必要があるだろう。

謝辞

新仮想基盤の構築にあたり、株式会社有明ねっとこむの方々にご支援いただきました。ここに感謝いたします。

参考文献

- [1] 松野, 堀田, 池上, 石川, 巖島, “九州 5 高専共同調達による有明高専校内 LAN システムの更新,” 平成 25 年度全国高専教育フォーラム教育研究活動発表概要集, CK1_1_3, pp. 247-248, 2013.
- [2] 堀田, 松野, 池上, 石川, 巖島, “有明高専における統合認証システムの構築と運用,” 平成 25 年度全国高専教育フォーラム教育研究活動発表概要集, CK3_3_1, pp. 283-284, 2013.
- [3] 松野, 堀田, 池上, 石川, 巖島, “九州 5 高専共同調達による校内 LAN システムの更新,” 有明工業高等専門学校紀要 49 号, pp. 79-82, 2013-10-31.

PLC を活用した分野横断型教育教材の拡充

青柳洋平・池ノ上正人・原模真也・石川洋平・野口卓朗・吉富貴司・中島正寛

＜令和2年1月8日受理＞

The expansion of Field crossed Teaching materials used PLC

AOYAGI Yohei, IKENOUE Masato, HARAMAKI Shinya, ISHIKAWA Yohei,
NOGUUCHI Takuro, YOSHITOMI Takashi, NAKASHIMA Masahiro

Production facilities are operating at the manufacturing site, and automation is being promoted. To perform these controls, knowledge and experience of electricity, machine and information are required. Therefore, a device and materials that embody them were produced. In fact, the PLC education at our school has already helped their interests and motivations, such as the creation of students who are working towards participating in the contest. With the aim of expanding the teaching materials this time, students aim to foster creativity across field boundaries

1. はじめに

有明工業高等専門学校（以下、本校とする）エネルギーコースでは、3年生前半にシーケンス制御の基礎の実験を行っている。内容は2週に分け実施しており、1週目に有接点、2週目に無接点である。4年生前半には、本校製作のエレベータ・踏切・信号機の模擬装置を用い、CX-Programmer上で記述したラダープログラムとPLCでそれらを制御する。

現行では3年時の学習において（株）OMRONより寄贈されたキットを用いて指導しているが、エネルギーコースのみで実施しているため、メカニクスコース・情報コースで実施可能な学習プログラムとして確立していない。本報告は、共通で実施可能な学習プログラムの確立・教材の共通化、具体的にはc接点・リレーの概念の定着を視野に入れた、本校独自の実験装置・テキストの製作に関する報告である。

2. 教材の製作

教材の製作は以下の手順で行った。

1. 共通教材の設計
2. 使用する装置・機器の選定
3. 教材の組立て
4. 動作の確認
5. テキストの作成

今回製作した教材には三菱製のPLCを採用しているが、それには以下のメリットがある。1つ目はシェアが大きいため、学生が就職した際在学中に修得した技術が最大限に活かせる。2つ目はiQ-Worksなどのソフトウェア

が安価で提供されている。3つ目はST(ストラクチャテキスト)言語やFB(ファンクションブロック)を用いることで、国際標準に沿った内容を学習でき、ラダーのみで構成すると複雑になるプログラムを比較的簡単に作成することができる。また、今回製作した教材は各コースに振り分けており、テキストの共通化、もしくはコース独自のものを作成することで、最大限の学習効果が期待できる。

3. 共通教材の特徴

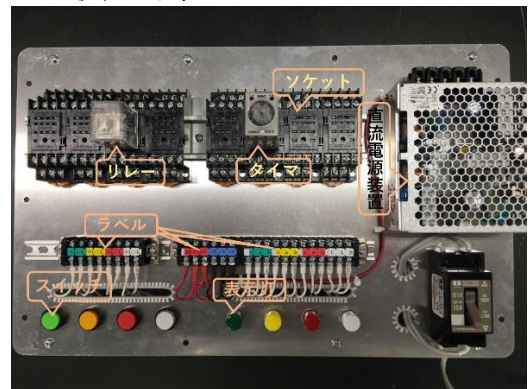


図3.1オリジナルキット

本実験装置では、OMRON寄贈の装置がa接点入力3つb接点入力1つに対し、C接点スイッチを4つ用いている。このスイッチはc (common) ・NO(a接点) ・NC(b接点) の3点で構成されており、通常(入力が無い時)cとNCが繋がっており、入力が生じればcとNOが繋がる、つまり切り替えスイッチである。なお、NOはNormally Open、NCはNormally Closeを意味する。その構造を図3.2・図3.3・

図3.4に示す。上述したa接点とは、入力(手動・通電・光の透過・金属が接するなど)が無ければ接続しないが、入力が生じれば接続するものであり、b接点とはa接点とは逆に、入力が無い時に接続しており、入力が生じれば遮断されるものである。

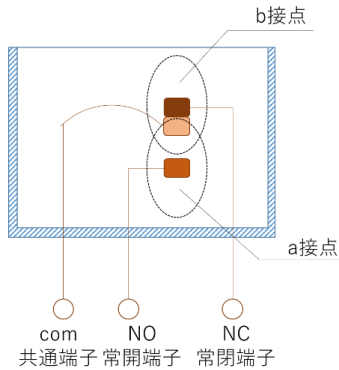


図3.2 c接点の構成

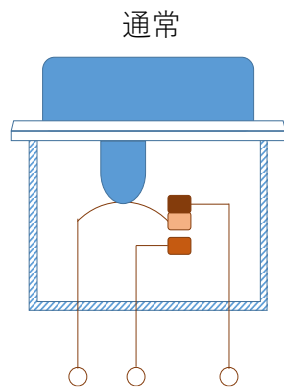


図3.3 入力がない状態

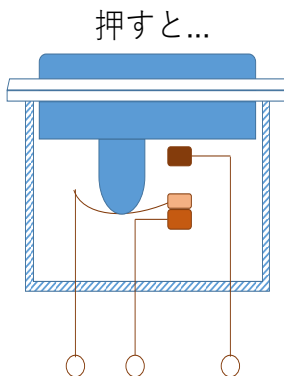


図3.4 入力がある状態

ラベルの内3つが小文字で1つが大文字としたのは、入力が継続されている間のみ接点が繋がっているモーメンタリと、一度入力すればその状態が保持され、もう一度入力すると解除されるオルタネイトを区別する為である。また、コイルに通電することでaとbが切り替わるC接点4つ搭載のリレーを準備した。その構成を図3.5に示す。このリレーは単なる切替だけでなく、自己保持・オフディレイなど複雑な回路を作るのに必要

な物である。そのリレーもしくはタイマを装着するソケットをオリジナルキットの上部に8口設けた。

電源は交流100Vからスイッチング電源(直流電源装置)を用い、制御において一般的に用いられる直流24Vに変換して使用する。

OMRONキットでは内蔵のコンペア・センサが組み込まれているが、オリジナルキットでは基本的な構成要素のみ取り出すことで、別に周辺の制御対象を準備する必要がある。制御対象を分けることで、DCモータ・ステッピングモータの逆回転を可能にするなど、制御対象の選択肢を増やすことを想定している。

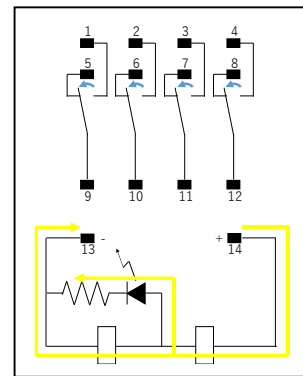


図3.5 リレーの構成

4. 1 テキスト(有接点)

これまで述べてきたように、使用する教材の変更するため、テキストの再編・作成を行い、それに添い実験を進めていく。

実験を予定している項目を以下に示す。

- ・c接点 ・a接点 ・b接点 ・AND回路 ・OR回路
- ・NAND回路 ・NOR回路 ・自己保持回路
- ・オンディレイ ・オフディレイ

最初にc接点・リレーを持ってくることで学生に印象付ける狙いがある。a接点・b接点のみの簡易の回路では、リレーを使用せずに作成可であるが、リレーには3章で述べた役目以外にも分岐・電圧変換など使用法は多岐にわたるため、必要性を感じさせるために全ての実験項目に含ませた。以下、図4.1.3に示すタイムチャートの作成、図4.1.4に示すシーケンス図への接点番号の割り振り(誤配線の減少のため)、そして配線による回路の作成・動作の検証といった内容である。

図4.1.5はオフディレイタイマの機能をする一例である。SW1を押す、はなすとタイマが作動し設定時間後にランプが消える。身近な例では、扉を開くと点灯し、扉を閉じ暫くすると消灯する車内灯がある。

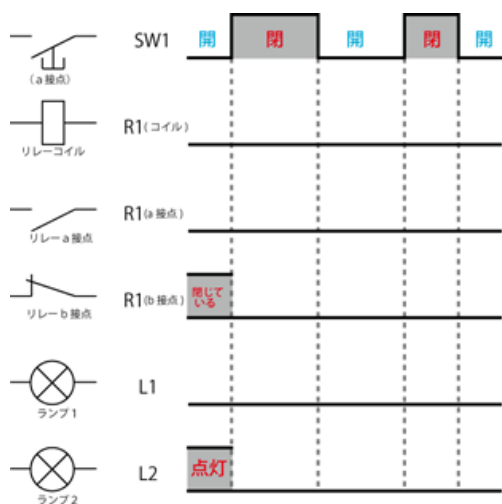


図4.1.3 タイムチャート



図4.1.4 シーケンス図(c接点)

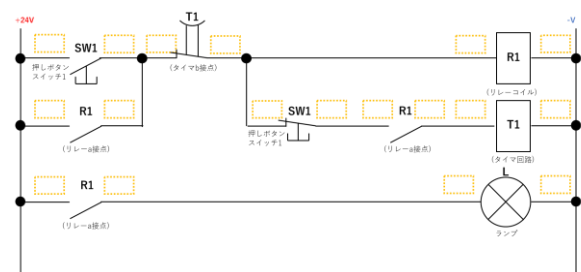


図4.1.5 シーケンス図(オフディレイ)

4. 2テキスト(無接点)

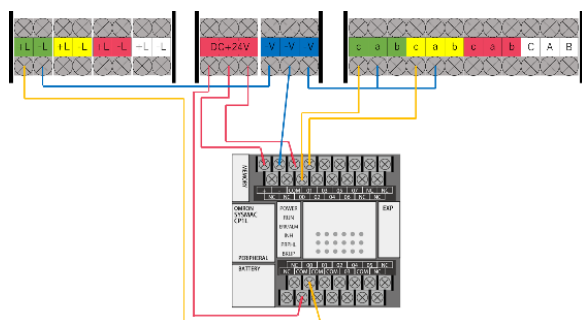


図4.2.1 無接点時の配線(OMRON版)

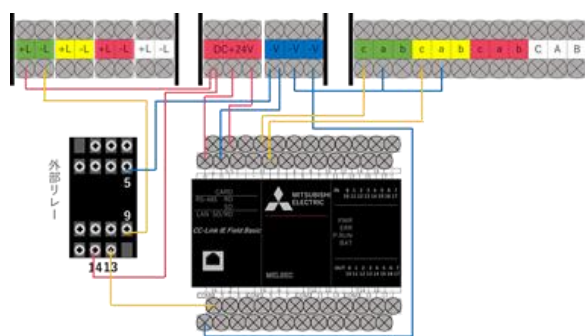


図4.2.2 無接点時の配線(三菱版)

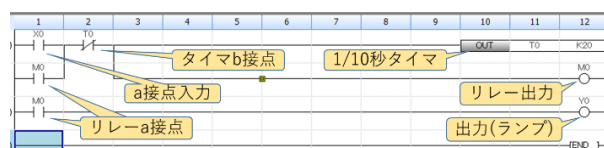


図4.2.3 ラダー図

有接点が今回製作した装置で種々の回路の配線作業を行うのに対し、無接点での配線は図4.2.1と図4.2.2に示すように配線はそれぞれ1通りである。その後、GX Work3を立ち上げ、PC上で自己保持・オフディレイ・フリッカ・ワンショットなどの種々のラダープログラムを作成し、PLCへ転送し、装置上で動作を検証する。図4.2.3はワンショット回路の例である。この回路は汎用性が高いため、1章で述べた3つ全ての模擬装置で用いられる。図4.2.3の例では、ボタンを押すと2秒間ランプが点灯し、消灯するプログラムである。

5. まとめ

本報告では、分野横断を目指したPLC教材の製作・テキストの作成について述べた。これまでの教材ではc接点・リレーが分からぬまま実験を終える学生がいたが、この教材を用いることで、意識することなく学習することができる。この取り組みにより期待される成果として、PLCシーケンス制御学習プログラムの確立、基本的技術の習得、電気・機械・情報において教材の共通化が挙げられる。

現在、PLCコンテストへの出場へ向けて活動している学生が現れているので、今後の展開として、この状態が継続するよう学生が興味・意欲を持てるような指導を心掛けたい。実装後は学生の反応を見ながら、不備、改善点などを見つけていきたい。

謝辞

最後に、本報告に関する取組みは、平成31年度有明工業高等専門学校校長裁量経費により実施されたものである。記して御礼申し上げます。

【注】

（1）拙稿「菅原道真研究——『菅家後集』全注釈（二十七）」、『489白微霞』
（「有明工業高等学校紀要」第五十四号）

（2）拙稿「菅原道真研究——『菅家後集』全注釈（一）——」

（「国語国文学研究」第三十六号）熊本大学国語国文学会

参考

「後世における「482 九月十日」の詩の評価」

川口久雄氏は、この「482 「九月十日」」について、「道真の代表的な詩として人口に膾炙する」と述べ、

① 十訓抄

② 三浦梅園の天明年間刊『詩轍』

を挙げている。以下、引用する。

① 【十訓抄】

「いかばかり世もうらめしく、御鬱も深かりけめど、なほ君臣の礼は忘れがたく、魚水の契りもしのびえずやおぼえさせ給ひけむ、都の形見とて、かの御(おん)衣(ぎ)を御見にそへられたりけり。さて、次の年、同日、かくぞ詠せさせ給ひける。」とし、「九月十日」の詩を引いている。

② 【三浦梅園の『詩轍』巻一】

「此詩ニ由テ菅公ノ心事明ニシテ、他説弁ズルヲ待ズ。詩ハ志ナラバ、内ノ思外ニ発スルナリ、風雅ニ負クハ詩人ニ非ズ、雅ハ正ナリ。」といっている。

(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』補注に拠る)

(第三・四句)「冷たい秋風が吹く所で、きりぎりすの声は寒そうに震えている。秋の雨に打たれる時に、青桐はわびしく葉を落とす」。(中略)。
 (第五・六句)「主君である帝はまだお若いのに、お仕えしている臣下のわたしは、だんだんと老いてしまいました。帝のご恩は果て知れず大きいのに、それにお応えしようとしても、老いの身には、やはりもう遅いのです」。(中略)。
 (第七・八句)「この苦しみや悲しみをどうすれば慰めることができるのか、わたしにはわかりません。わたしはただ、酒を飲んだり、琴を聞いたり、詩を作ったりしてすごそうと思うばかりです」。
 (日本漢詩文選集)『菅原道真』小島憲之・山本登朗共著 百三十六〜百三十七頁)

悲哉秋之爲氣也 蕭瑟兮
草木搖落 而變衰兮

『楚辭』九辨

〔訓〕

悲しいかな。秋の氣たるや 蕭瑟たり 草木搖落して 變衰す
かなしいことよ。秋の氣というものは。風はさわさわとさびしく
鳴っている。それで草木は吹き散り、色も変わっておとろえる。

（星川清孝著 新釈漢文大系 34 『楚辭』）

考察

②

「第二句「秋思詩篇獨斷腸」の「秋思詩篇」について」

今回取り上げている「⁴⁸² 九月十日」は太宰府の謫居で読まれた作品だが、その丁度一年前、昌泰三年（九〇〇）九月十日に『日本紀略』に記す公宴の詩題が「秋思」であった。その詩作品が以下の通りである。

473 九日後朝、同賦秋思、應制

丞相度年幾樂思
今宵觸物自然悲
聲寒絡緯風吹處
葉落梧桐雨打時
君富春秋臣漸老
恩無涯岸報猶遲
不知此意何安慰
飲酒聽琴又詠詩

【訓】

丞相年を度り 幾たびか樂しび思える
今宵物に觸れ 自然に悲しむ
聲は寒し 絡緯 風の吹く處
葉は落つ 梧桐 雨の打つ時
君は春秋に富み 臣は漸くに老いたり
恩は崖岸なく 報いんこと猶し遅し
知らず 此の意何にして安慰せん
酒を飲み琴を聴き 又詩を詠ぜん

（原文・訓ともに日本漢詩文選集）『菅原道真』小島憲之・山本登朗共著に拠る）

小島・山本両氏はこの詩について次のような解説文の後、解釈の一文を載せる。

この詩が詠まれたのは昌泰三年（九〇〇年）九月十日（中略）。本詩は、道真が突然流罪に処せられるわずか四箇月前に、宮中の宴で醍醐天皇の命を受けて詠まれた作。翌年の九月十日、道真は太宰府の謫居でこの日のできごとを回想し、名高い「⁴⁸² 九月十日」の作を詠むことになる。

（第一・二句）「わたしが大臣となって一年以上が過ぎましたが、その間、いったい何度楽しい思いをすることができたでしょうか。身に余る職務の重みにいつも苦しい毎日ですが、特に今宵は晩秋の風物にふれ、私の心はおのずから悲哀を感じます」。（中略）。

〔訓〕 餘香の分つべきは、諸夫人に與へよ。
 〔訳〕 使い残した香は分けて、夫人たちに与えよ。

▼用例 「丘爲、左掖梨花詩」 冷艶全欺雪、餘香乍入衣。
 （竹田晃著 新釈漢文大系 93 『文選（文章篇）』下）

〔訓〕 冷艶全く雪を欺き、餘香乍ち衣に入る。
 〔訳〕 梨の花の冷やかなあでやかさ、それはまったく雪かと疑うばかり。そのただようかおりは、たちまちに人の衣につく。

（目加田誠著 新釈漢文大系 19 『唐詩選』）

▼用例 「李商隱。正月崇讓宅」 背燈獨共餘香語 不覺猶歌起夜來。
 燈を背けて獨り餘香と語り 覺えず猶お歌う起夜來
 〔訓〕 灯火を暗くして一人、あの人の残り香に語りかけてみたり。 気がつけば今も口
 〔訳〕 をついて出てくる「起夜來」（恋人が夜起きてやってくる）の調べ。

（川合康三選訳 『李商隱詩選』）

『菅家文草』

▼ 「71 九日侍宴、同賦吹華酒、應製」 脣頭泛色金猶點、口上餘香麝半含
 脣頭 色を泛べて金猶し點ず 口上 香を餘して麝半ば含む。
 〔訓〕 唇のあたりに黄金を点じたようにぼっと酔色を表す。（酒の芳わしい香をのこ
 〔訳〕 すさまは、）麝香を口になかば含みかけたようだ。

（川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文草・菅家後集』頭注）
 （なお訳文中の（ ）は須藤補訳）

▼ 「238 殘菊下自詠」 應看晩色知閑物、欲引餘香襲客衣
 晩色を見て閑ある物と知るべし 餘香を引きて客の衣に襲ねまく欲りす。
 〔訓〕 殘菊の花の色を夕暮れにつくづくと見て、私もまたよいいなひま人だと知るべき
 〔訳〕 である。 殘菊の余香にひかれて、香をたきしめた衣を引き出して、旅の衣に重ねようと思う。

▼ 「352 金吾相公、不棄愚拙、秋日遺懷、適賜相視。聊依本韻、具以奉謝、兼亦言志」
 餘香不被他人染 唯恐秋風狂敗蘭
 〔訓〕 餘香は他人に染がれず ただ恐るらくは秋風の狂げて蘭を敗らむことを
 〔訳〕 秋の風が吹くと香の芳しい蘭も朽ち敗れてしまうのが残念だ。その餘香は他人に薰染せられない。

（川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文草・菅家後集』頭注）

『文華秀麗集』

▼ 「140 神泉苑九日落葉篇 應製 一首 巨勢識人」 衰影遙知楚山桂 餘香猶想吳江楓。
 衰影遙かに知る楚山の桂 餘香に猶想う吳江の楓。
 〔訓〕 散って衰えた木の葉の影をみて遙かに楚山の桂の木（モクセイ）の有様を知る。
 〔訳〕 木の葉の消えかかった残り香によって、やはり吳江のかえでの木をおもいやる。

（小島憲之著 日本古典文学大系 69 『懷風藻・文華秀麗集・本朝文粹』に依る）

考察① 「詩語「秋思」の典故」

この詩語には「楚辭」の次の一文の内容が含まれている。

3. 【御衣】

つてすすむが、紅衣をまとった美人たちは、みなたおやかな蛾眉にも似た眉ずみを描いている。

（川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文草・菅家後集』頭注）

『大漢和辞典』

天子のおめしもの。衣の敬称。おめし。みころも。みぞ。おんぞ。

▼用例「李嶠、春日遊苑喜雨應詔詩」 密雨迎仙歩、低雲拂御衣。

密雨 仙歩を迎ひ、低雲 御衣を拂ふ。

こまやかな雨が天子をお迎えし、足元には雲が低くたれこめお召し物をかすめる。

（訓・詠ともに須藤試読）

『漢語大詞典』

帝王所着的衣服 （詠） 帝王の着る衣服）

『紀長谷雄集』

▼「88 昌泰元年歳次戊午 十月廿日 競狩記」

更着獵御衣 其綵摺之妙 眩於白日

更に獵の御衣を着す 其の綵摺の妙 白日よりも眩し

さらには天子が獵のための衣を召された。その綾衣の摺りもののおでやかさと言ったら 白日より眩しいほどであった。

（本文・訓は三木雅博編『紀長谷雄漢詩文集並びに漢字索引』に依る。詠は須藤試読）

▼「88 昌泰元年歳次戊午 十月廿日 競狩記」

令勤本職之事 左近衛將監俊蔭 同在歸中 別賜御衣 再拜舞蹈

本職の事勤めしむ 左近衛將監俊蔭 同じく歸中に在りて 別に御衣を賜はる

再拜して舞蹈す

専門職として勤めさせていた左近衛將監俊蔭は 同じく歸る途中に 別に御衣

を賜った。俊蔭は再拜して舞を舞った。

（本文・訓は三木雅博編『紀長谷雄漢詩文集並びに漢字索引』に依る。詠は須藤試読）

4 【捧持】

『大漢和辞典』

ささげ持つ。恭しく両手でさしあげもつ。

▼用例「杜牧、贈杜秋娘詩」 畫堂授傳姆、天人親捧持。

畫堂に傳姆を授かり、天人に親しく捧持す。

眩いお部屋で乳母の大役を仰せつかり、尊いお方を手ずから抱きかかえた。

（本文・訓・詠は川合康三編『新編中国名詩選』下による）

『漢語大詞典』

恭敬地托着、拿着。環抱形地握持。

（詠） うやうやしく掌で受けとり握り持つこと。 また抱きかかえるような形で握り

持つこと）。

4 【餘香】

『大漢和辞典』

のこっている匂い。また、遠くからただよって来るかすかな匂い。余薫。余芳。また、恩恵のなごり。

▼用例「陸機、弔魏武帝文」 餘香可分、與諸夫人。

朝)迎える。昔の栄華を思い今の貧しさを思い《涙が巾をぬらす。》
 (本文は三木雅博編『紀長谷雄漢詩文集並びに漢字索引』に、また【訓・訳】は小島憲之校注 日本古典文学大系『懷風藻・文華秀麗集・本朝文粹』に依る。なお訳文中の《 》内は須藤追記。)

『凌雲集』

- ▼【61】雜言奉和聖製春女怨」君若欲知腸斷處 高樓明月曉孤懸
 君もし腸斷の處を知らむとせば 高樓の明月曉に孤り懸かることを
 君もしわが腸を斷つところを知らむと思はば、 高殿の明るき月 あかつきにひ
 とつかかるさまをみませ。

(小島憲之著 『国風暗黒時代の文学 中(中)——弘仁期の文学を中心として——』に依る)。

▼

- 【62】奉和江亭曉興詩應製」曉猿莫作斷腸叫 四海爲家帝者心
 曉猿作すことなけれ断腸の叫びを 四海を家と爲すは帝者の心ぞ
 曉の猿 腸を断つ音をおらぶことなけれ 四海を家と爲すは帝者の心なるゆえ。
 (小島憲之著 『国風暗黒時代の文学 中(中)——弘仁期の文学を中心として——』に依る)。

『文華秀麗集』

▼

- 【139】神泉苑九日落葉篇 一首 御製」觀落葉 斷人腸
 落葉を觀れば 人の腸を斷つ
 落葉をみると、 人のほらわたを断ち切る思いがする。

(小島憲之著 日本古典文学大系 69 『懷風藻・文華秀麗集・本朝文粹』に依る)。

3

【恩賜】

『大漢和辞典』

めぐみたまはる。君主などから賜わること。また、その物。

▼

- 【用例】『後漢書』安成孝侯賜伝」 恩賜特異、賜輒賑與故舊、無有遺積。
 恩賜すること特に異なれり、賜 輒ち故舊に賑與し、遺積 有ること無し。
 (光武帝は) 恩賜を特別に与えた。劉賜はそれを古くからの知人に分かち与え、
 手元に財産が残ることはなかった。

(渡辺義浩・堀内淳一編『全譯後漢書』第十一冊に依る)

▼

- 【用例】『孔子家語』曲禮公西赤問」 其恩賜之施、不有竿也。
 其の恩賜の施は、竿有らずと。
 恩賜の品々については、何をいくつなどと決まった数はございません、と。

(宇野精一著 新釈漢文大系 53 『孔子家語』)

▼

- 【用例】『唐書』李晟伝」晟與馬燧皆在朝、每宴樂、恩賜使者、相銜於道。
 晟 馬燧と皆朝に在り、宴樂する毎に、恩賜の使者、道に相銜す。
 晟は馬燧と二人で政治を行った。宴会を行うたびに、天子からの賜りものの使者
 が道にあい連なったものである。

(【訓・訳】
 もに須藤試読)

『菅家文章』

▼

- 【99】九日侍宴、各分一字、應製」恩賜黄花纔虎口 勅催紅袖惣蛾眉
 恩賜の黄花 纔かに虎口 勅催の紅袖 惣べて蛾眉
 重陽の佳節に、書司が御殿の東孫廂に菊花を供するが、その恩賜の菊花の大きさは虎口(親指と食指の間)くらいである。 内教坊の別当が勅旨をうけて、舞妓ならびに樂人の参入を催促すると、やがて妓女たちが右近衛の陣より舞台に向か

たまう君王のお楽しみに比べれば、昔、巫山の雲雨を眺めて神女に恋いこがれ、腸を断つ思いをしたという楚の襄王など、おだなことをしたものだ。

（目加田誠著 新釈漢文大系19『唐詩選』）

▼用例 「杜牧、池州春送前進士蒯希逸詩」 芳草復芳草 断腸還断腸

芳草復た芳草 断腸還た断腸

ああ、芳しい春の草、果てしなく広がる春の草よ。

ああ、腸がちぎれゆく、またも腸がちぎれゆくよ。

（松浦友久・植木久行編訳『杜牧詩選』）

『漢語大詞典』

②形容極度思念或悲痛

〔訳〕

極度の思いや悲痛の心情を形容する語。

『白氏文集』

▼〔1301代謝好答崔員外〕 別後曹家碑背上 思量好字断君腸

別後 曹家碑背の上 好字を思量して君が腸を断たん

ところであなたは、あたしと別れて後、あの曹娥の碑の背面を見、あたしの名前と同じ「好」という字に深い思いを回らせながら、腸もちぎれんばかりに悲しんでいることだろう。

系『白氏文集』（岡村繁著 新釈漢文大

『菅家文章』

▼〔438賦新煙催柳色、應製〕花無舞妓欲含怨 枝有行人折断腸

花無くして舞妓 怨みを含まむことを欲す 枝有りて行人折りて 腸を断つ

柳の緑だけで花の紅がないので、舞姫はそれをうらみに思うかもしれない。

柳の枝が道に垂れ、路行く人がそれを折って、遠くにいる恋人をしのんで断腸の思いをする。

（川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章』・『菅家後集』頭注）

『菅家後集』

▼〔474感吏部王弾琴、應製〕酒酣莫奏蕭蕭曲 峽水松風惣断腸

酒酣にして奏すること蕭蕭の曲、峽水松風 惣べて腸を断つ

（酒宴が真つ盛りであるのに、）ものさびしい琴の曲をもうやめて下さい。 峽

水のおせぶような声、松風のそよぐようなひびきにも似た琴のひびきは肝にしみ腸を断つようだ。

〔訓訳〕は川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』頭注に拠る。

また訳（ ）の箇所は須藤補足。

『紀長谷雄集』

▼〔4山家秋歌〕溪水咽 嶺松驚 断腸媒介是秋聲

溪水咽び 嶺松驚く 断腸の媒介は是れ秋聲

谷間の流れは咽び泣くような音を出し、峰の松は風に立ち騒ぐ。はらわたを断ち切るような悲しい思いをさせる仲立ちは即ちこれ秋の物音である。

（本文・訓訳は三木雅博編『紀長谷雄漢詩文集並びに漢字索引』に依る。

〔訳〕は小島憲之校注 日本古典文学大系『懷風藻・文華秀麗集・本朝文粹』に依る。）

▼〔27貧女吟〕秋風暮雨断腸晨 憶古懷今淚濕布

秋風の暮雨断腸の晨 古を憶ひ今を懷ひ涙布を濕らす

〔訳訓〕わびしい秋風の吹く夕方の雨（の夜）を経て、はらわたも絶えむばかりの朝（早

『紀長谷雄集』

(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文草・菅家後集』頭注)

▼「69 九日後朝侍宴朱雀院 同賦秋思入寒松 應太上皇製」(詩序)

凜凜然 秋思之難禁也 宋生有言 悲哉秋爲氣也蕭瑟矣

【訓】凜凜然として 秋の思ひの禁じ難きものなり。 宋生言有り 悲しき哉秋の氣

爲るや蕭瑟たりと

【訳】松の木に吹く風の音が寒々としているのを耳にするにつけ、秋のものさびしい

思いを感じること禁じえない。『楚辞』のなか、宗玉の「悲哉秋爲氣也蕭瑟

矣」の一文の様である。

(本文・訓)は三木雅博編『紀長谷雄漢詩文集並びに漢字索引』に依る。【訳】は須藤

試読。

なお、宋生(二宋玉)の詩については【考察】①を参照。

▼「72 對殘菊待寒月」九月十日 於朱雀院後朝之宴 各獻秋思入寒松之詩

【訓】九月十日 朱雀院に於ける後朝の宴 各「秋思寒松に入る」の詩を獻ず

【訳】九月十日に後朝の宴が朱雀院で催された。各々が「秋思寒松に入る」という詩

を獻じた。

(本文・訓)は三木雅博編『紀長谷雄漢詩文集並びに漢字索引』に依る。【訳】は須藤

試読。

2 【秋思詩篇】 ↓ 【考察】②参照。

2 【斷腸】

『大漢和辞典』

はなはだしく心をいためる。また、甚だしい悲しみ。はらわたのちぎれる程の悲しみ。

▼用例『世説新語』黜免 桓公入蜀、至三峡中、部伍中有得猿子者。其母緣岸哀號、行

【訓】百餘里不去、遂跳上船、至便絕、破視其腹中、腸皆寸寸斷、公聞之怒、命黜其人。

【訳】桓公蜀に入り、三峡の中に至るに、部伍の中に猿子を得る者有り。其の母岸に

緣りて哀號し、行くこと百餘里にして去らず。遂に跳りて船に上り、至れば便

ち絶ゆ、其の腹中を破りて視れば、腸皆寸寸に斷えたり。公之を聞き怒り、命

じて其の人を黜けしむ。

【訳】桓公(桓温)が蜀に攻め入り、三峡までやってくると、部隊の中に、子猿をつか

まえた者がいた。その母親が岸を伝いながら悲しげに叫び、百里あまり行っても、

まだ立ち去ろうとしない。どうとう船に跳びこんでくると、そのまま息がたえた。

その腹を裂いてみると、腸がずたずたにちぎれていた。公はその話を聞いて怒り、

その男を罷免させた。

(目加田誠著 新釈漢文大系78『世説新語』下に拠る。)

▼用例【蔡琰、胡笳歌】空斷腸兮思悵悵

【訓】空しく斷腸して思ひ悵悵

【訳】空しく斷腸の思いをして、黙ってしまう。

試読)

(訓・訳)ともに須藤

▼用例【李白、清平調】一枝濃艷露凝香、雲雨巫山枉斷腸

【訓】一枝濃艷 露香を凝らす 雲雨 巫山 枉しく斷腸

【訳】一枝の濃艷な花に、露が香を凝結させたその風情。 かほど美しいひとを侍らせ

〔訳〕 秋の思い 雲なすまげも なげやりに おん腰には からくも晴れ着

〔注〕 吉川幸次郎氏は、この詩についてつぎのように言及されている。

（この「秋思抛雲髻、腰肢勝寶衣」という）二句一聯、政略による結婚、しかも忽ちにしての寡婦と、二重の不幸をなめて帰還した公主のやつれを憐れむ。帰還のときが八月であるから「秋の思い」というのであるが、初唐の沈佺期の「古歌」に、「夜寒くしての秋思洞房開く」というのをかえりみれば、これも秋の夜の女性の思いであろう。（吉川幸次郎著『杜甫詩注』第7冊。岩波書店一〇六頁）

〔須藤補説〕 安史の乱に際し、唐肅宗はその第二女寧国公主を、ウイグルの酋長に与えた。しかしその後その酋長が亡くなり、寡婦となった公主は長安に帰国する故事に拠る。）

▼用例 「孟郊、寄張籍詩」 黯然秋思來、走入志士膺

〔訳・訓〕 黯然として秋思來り、走入す志士の膺
暗く重苦しい思いが沸き起こり、志士の胸中に走り込んできた。

（〔訓・訳〕ともに須藤試読）

『漢語大詞典』

秋日寂寞淒涼的思緒

〔訳〕 秋の日の寂寞としてうらさびしい気分）

『白氏文集』

▼〔0510 早蟬〕西風殊未起 秋思先秋生

〔訳・訓〕 西風殊ほ未だ起きざるに 秋思 秋に先んじて生ず
まだ西風も吹き起っていないのに、秋めいた感傷が秋の到来よりも先に生じてきたのである。

（岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』）

▼〔0636 縣西郊秋、寄贈馬造〕我厭宦遊君失意 可憐秋思兩心同

〔訳・訓〕 我は宦遊を厭ひ君は失意す 憐む可し秋思 兩心同じ
私は官界が嫌になり、君は失意をかこう。 悲しくも、このうらぶれた秋の悲愁は今の二人の胸に共通している。
（岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』）

▼〔0752 秋思〕病眠夜少夢 閒立秋多思

〔訳・訓〕 病眠 夜 夢みること少なく 閒立 秋思ふこと多し
病みがちの私は夜に夢見ることも少なく 静かに立ちつくして秋の愁いにどらわれることが多い。
（岡村繁著 新釈漢文大系『白氏文集』）

『菅家文草』

▼〔473 九日後朝、同賦秋思、應制〕↓考察②参照。

『菅家文草』

▼〔449 九日後朝、侍宴朱雀院、同賦秋思入寒松、應太上皇製〕

〔訳・訓〕 秋思如絲亂不從、低迷暗入殿前松
秋思 絲の如く亂れて従はず 低迷 暗に入る 殿前の松
秋のものさびしい心持は、どうにもとどめることができず、糸のように乱れて、低くさまようて、いつかしら殿の前庭の松に入って、松風の音を立てている。

1 【清涼】 【清涼】

『漢語大詞典』

亦作“清涼”。①寒涼。涼快。(訓) 亦“清涼”に作る。①寒涼、涼快。

(訳) また“清涼”とも書く。①寒涼、涼快、の意。

▼用例 『楚辭』遠游「風伯爲余先驅兮、霧埃辟而清涼」

風伯余が爲に先驅し、霧埃辟きて清涼なり

(訳) 風伯余が爲に先驅し、霧埃辟きて清涼なり、塵埃のもやは除かれてすがすがしい。

(星川清孝著 新釈漢文大系34 『楚辭』)

1 【清涼殿】

平安京内裏の殿舎の一つ。朝賀・節会などの公事を行う。内裏の正殿紫宸殿の西北にあり、十世紀頃から天皇の日常の御殿となった。「せいろうでん」ともいう。また、内裏の中央あるいは中心の殿舎として、「中殿」ともよばれた。四方拝、小朝拝、叙位、除目などの公事もこの清涼殿で行われた。

(秋山 虔編 『王朝語辞典』東京大学出版 二三四頁)

『菅家文章』

▼「376 翫梅花、應製」香風豈啻花吹出、半是清涼殿裏煙

(訓) 香風 あにただに花の吹き出すのみならむや 半ば是れ清涼殿裏の煙

(訳) 梅の花からかおりだす風だけではない。清涼殿の奥からかおり来るけだかいにおいも半ばまじりあっているのだ。

(川口久雄校注 日本古典文学大系『菅家文章・菅家後集』頭注)

『紀長谷雄集』

▼「70 早春内宴侍清涼殿 同賦草樹暗迎春 應製」

(訓) 早春の内宴清涼殿に侍し 同じく草樹暗かに春を迎ふということを賦す。製に應

ふ

(訳) 早春のころ清涼殿にて催された内宴に侍り、「同じく草樹暗かに春を迎ふを賦す」ということに応じて詩文を詠んだ。

(本文・訓)は三木雅博編『紀長谷雄漢詩文集並びに漢字索引』に依る。

(訳)は須藤試読。

2 【秋思】

↓ 考察 ①参照

『大漢和辞典』

秋のころのものおもい。秋のものさびしい気持ち。秋懷。

▼用例 「沈佺期、古歌詩」落葉流風向玉臺、夜寒秋思洞房開

(訓) 落葉は風に流れて玉臺に向ひ、夜寒の秋思に洞房開く。

(訳) 落葉が風に流されて帝の部屋まで訪れて行くというのに、ひとり住まいの女性の

ところ

ろには(訪れる人としてなく)、秋の夜寒の物寂しさに部屋の扉が開かれたままになっている。

(試読。)

(訓・訳)ともに須藤

▼用例 「杜甫、即事詩」秋思抛雲髻、腰肢勝寶衣。

(訓) 秋思 雲髻を抛ち、腰肢は寶衣に勝う。

○「去年今夜侍清涼」分注

▼ナシ…（静嘉）（尊一）（尊三）

▼「無分注三十二字」頭注（金大島）

○「秋思詩篇獨斷腸」分注

▼ナシ…（静嘉）（尊一）（尊三）

○「捧持毎日拝餘香」分注

▼ナシ…（静嘉）（尊一）（尊三）

▼「故云」ナシ…（尊二）

○持…将^イ（尊二）

【訓読文】

● 去年の今夜 清涼^{せいりよう}に侍^じす
御在所の殿の名なり

● 秋思の詩篇 獨り斷腸^{だんちよう}
勅して秋の思ひといふことを賜りて賦す、臣が詩のみ多く憤る所を述ぶ

● 恩賜^{おんし}の御衣^{ぎょい}は今此^{こゝ}に在り

● 捧持^{ほうじ}して 毎日 餘香^{よこう}を拝^{はい}す
宴終りて晩頭に御衣を賜へり、今身に随ひて笥の中に在り、故に云ふ

【口語訳】

● 去年の今夜九月十日に清涼殿で重陽の後宴が開かれ、わたしはその席に臨席した。

（御座所の殿の名前である）

● その公宴で与えられた詩題は「秋思」であったが、その列席者の詠作のなかで私のものだけに、はらわたがちぎれるほどの深い悲しみが込められていた。

（「秋思」という勅を受けて詠じた私の詩のみ憂憤の情が多く込められていた）

● その日天皇自ら賜った御衣が今太宰府の謫居にある。

● 私はこの御衣を捧げ持って、そこに残っている香りを帝の恩情と思い、毎日、拝んでいる。

（宴が終り、晩頭に御衣を賜った。いま私の謫去に伴い太宰府の官舎の笥のなかにある。それ故にこう詠むのである）

【語釈】

題【九月十日】 『日本紀略・醍醐・昌泰三年』につぎのようにある。

○九月九日甲午、重陽宴、題云。寒露凝

○十日乙未、公宴、題云。秋思詩。

菅原道真研究 ― 『菅家後集』全注釈（二十九）―
（「482 九月十日」）

焼山 廣志・*須藤 修一
〔*元有明高専教授〕
〈令和元年十一月二十六日受理〉

A Study of Sugawara Michizane

YAKIYAMA Hiroshi ・*SUDOU Syuichi

Explanatory notes on all the poems of “Kanke Koshu” (Private edition of Sugawara Michizane’s poetry in Chinese written in the Dazafu period)・・・Section 29

1

前回〔注（1）〕に引き続いて、本稿では以下の『菅家後集』の作品の全注釈を須藤修一氏との共著で試みたい。今回は『菅家後集』⁴⁸² 九月十日の一首を取り挙げてみる。注釈を進める上での「凡例」は前稿〔注（2）〕のそれに倣う。

二

【原文】

- 去年今夜侍清涼
御在所殿名
●●○○●●○○◎
- 秋思詩篇獨斷腸
勅賜秋思賦之、臣詩多述所憤
○○●○○●●◎
- 恩賜御衣今在此
○○●○○○●●
- 捧持毎日拌餘香
●●●●●○○◎
宴終晩頭賜御衣、今隨身在笥中、故云

【詩形】 七言絶句

【押韻・韻字】 上平声「陽」。「涼」・「腸」・「香」韻字。

【校異】

- 題字 「九月十日」頭注
- ▼「扶桑集九月後朝」（尊一）
- ▼「扶八」（尊三）

研 究 活 動 概 要

本校教員・技術職員の発表した論文・著書及び講演題目等（2018 年 4 月～2019 年 3 月）については、researchmap の上で公開していますので、下記 URL にアクセスの上、閲覧願います。

（URL）https://researchmap.jp/researchers?institution_code=6696*

令和元年度 図書・紀要委員

- 委員長 村 田 和 穂（図書情報管理部長／図書館長）
- 委 員 広 瀬 裕美子（図書情報管理部員）
- 委 員 近 藤 満（環境・エネルギー工学系）
- 委 員 下 田 誠 也（人間・福祉工学系）
- 委 員 藤 崎 祐 二（一般教育科）

有明工業高等専門学校紀要

第 55 号（2019）

令和 2 年 2 月 7 日発行

編 集 有明工業高等専門学校図書・紀要委員会

発 行 有明工業高等専門学校

〒836-8585 大牟田市東萩尾町 150

電話（0944）53-8316

CONTENTS

Listen to the Voice of “Nature”	MURATA Kazuho	.....	1
— With Special Reference to “Nature” in English Language Literary Works — Paper One			
Low tempwrate expansions of specific heat for the two-dimensional mixed spin system	MURAOKA Yoshinori	.....	16
	TAKEUCHI Norio		
	SHIMAMURA Takahiro		
Report on an independent research project utilizing local and human resources	SAMESHIMA Tomoko	.....	22
	MORITA Keiichi		
	NAKASHIMA Masahiro		
	NISHIMURA Kayoko		
A formulation of the Taylor expansion by using the first order approximation	AOKAGE Kazuya	.....	26
	ARAKI Makoto		
	NOGUCHI Yoshiaki		
Physical fitness level of students in National Institute of Technology ,	INOUE Hitoshi	.....	32
Ariake college	TUKAMOTO Kunishige		
	FUJIYOSHI Youko		
Teaching Speaking: a Genre-Based Approach Using Introduced Compliments	MURAHATA Keisuke	.....	37
The report of the European Society for Precision Engineering and Nanotechnology	Kiyoshi YANAGIHARA	.....	43
(euspen) and company visit of Maposs SpA, Ducati SpA			
	MATSUNO Yoshinobu		
Construction of New Virtual Server Platform for Campus LAN System	HORITA Takayuki	.....	48
	KEGAMI Katsuya		
	MORIYAMA Hideaki		
	AOYAGI Yohei		
	IKENOUE Masato		
	HARAMAKI Shinya		
The expansion of Field crossed Teaching materials used PLC.....	ISHIKAWA Yohei	.....	52
	NOGUCHI Takuro		
	YOSHITOMI Takashi		
	NAKASHIMA Masahiro		
A Study of Sugawara Michizane	YAKIYAMA Hiroshi	.....	55
	SUDOU Syuichi		