

研 究 紀 要

第 59 号

令和 3 年 3 月

RESEARCH REPORTS
OF
KOBE CITY COLLEGE OF TECHNOLOGY
NO. 59
MARCH, 2021

神戸市立工業高等専門学校

目 次

論 文

- 郡役所廃止以降の地方中間機関について
深見 貴成 1
- 演習主体授業における立体的環境音楽を用いた BGM 導入の教育効果
中川 卓也, 大向 雅人, 津吉 彰 8
- CuAlO₂ への Na 添加による抵抗率低減
今井 拓也, 西 敬生 16
- 福田川と親水公園内ビオトープの水環境に関わる比較研究
齋藤 輝, 宇野 宏司 20

資 料

- Raspberry Pi を用いたラリー競技車両用ナビゲーションシステムの開発
石原 実, 新美 和正, 伊藤 晴太郎, 北条 直樹,
三川 侑良, 黒木 優汰, 石間伏 慧太, 安田 綜一郎,
鈴木 遼平, 中嶋 健二, 藤原 真由美, 山口 こころ, 笠井 正三郎 26
- 第二言語における語彙学習・指導のための 2 つの枠組み: Involvement Load Hypothesis と Technique Feature Analysis
南 侑樹 32

CONTENTS

PAPERS

- About the Theory of Establishing an Intermediate Institution after the Abolition of County Government
Takashige FUKAMI 1
- Educational Effect of 3D Back Ground Music in a Workshop Class
Takuya NAKAGAWA, Masato OHMUKAI, Akira TSUYOSHI 8
- Reducing Resistivity by Na Doping in CuAlO₂
Takuya IMAI, Takao NISHI 16
- Comparative Study on the Water Environment of the Fukuda River and the Biotope in the Water Park
Hikaru SAITO, Kohji UNO 20

RESEARCHES AND FINDINGS

- Development of Navigation System for Rally Competition Vehicles using Raspberry Pi
Minoru ISHIHARA, Kazumasa NIIMI, Seitaro ITO, Naoki HOJYO,
Yura MIKAWA, Yuta KUROKI, Keita ISHIMABUSHI, Soichiro YASUDA,
Ryohei SUZUKI, Kenji NAKAJIMA, Mayumi FUJIWARA, Cocoro YAMAGUCHI, Shozaburo KASAI 26
- Two Frameworks for Vocabulary Learning and Teaching in Second Language: Involvement Load Hypothesis and
Technique Feature Analysis
Yuki MINAMI 32

郡役所廃止以降の地方中間機関について

一 はじめに

明治期に基本制度が制定された戦前期地方制度は、一九二三年（大正一二）の郡制廃止と一九二六年（大正一五）の郡役所廃止によって再編成されることとなった。すなわち、自治体としての郡制と行政機構としての郡役所、双方の廃止である。しかしその後、一九四二年（昭和一七）七月一日に戦時体制強化を目的として、全国五一四郡のうち四二七か所の地方事務所が設置された。本稿で述べるように、地方事務所設置はその一六年前の郡役所廃止を強く意識して内務省が実施に踏み切ったものであり、一九三〇年代を通じて府県と町村の間の「中間機関」を設置することは検討され続けていた。

地方事務所については、森邊成一氏の他、筆者も以前にその特徴について述べた^①。本稿では、この戦時期の地方事務所に結実する府県と町村との間の「中間機関」設置をめぐる議論の基礎的事実を明らかにし、内容を検討したい。特に地方行政を管轄する内務省がなぜ「中間機関」を必要としたか、という論理と意味を展望する。

二 一九三〇年代前半の議論

一九二六年七月に全国一斉に廃止された郡役所であるが、実際に廃止した後どのような議論があったのか。廃止の翌年にはメリット・デメリットがそれぞれ語られている。『東京朝日新聞』では「町村の負担は多少減じたことになつてゐるが、府県および町村の事務は著るしく停滞し下意上達下達の途が非常に困難になつた」^②とし、その理由として出張や書面往復によって時間がかかるよ

うになつたことを指摘している。一方で、兵庫県では県地方課が「大体において好成绩で、（中略）町村も全く進んだことがわかり同時に郡役所がなくても殆んど差支へない、換言すると郡役所廃止は失敗ではなかつたといふことが明になつた」と述べている。ただ、統計作成などの際に町村の回答集計に時間がかかる場合があることも同記事では指摘しており「こんな時に郡役所があつたら」^③と思う場面もあつたようである。

ところが、昭和恐慌が本格化すると、状況は一変する。政府は不景気対策として、一九三二年（昭和七）から救農土木事業と農山漁村経済更生運動を開始するが、その中で府県と町村の間の中間機関を求める声が出てきたのである。同年、政府内で「最近の社会情勢から見ると各府県と町村との間に郡役所のごとき中間行政機関を置くことが連絡統制上必要である、また救農土木事業の実施並に国民更生運動の徹底を期するために府県と町村の連絡をより密接にする必要がある」という理由で、中間機関設置の検討が始まると報じられている。しかしそこでも、不景気の時期に必要なのはむしろ行政整理であり、地方行政を管轄する内務省内でも「賛否両論があり従つて何れに決定するかは未だ判明しない」^④と、早急な設置は困難な状況であつた。

それでも、内務省では「内心は挙つてこれに賛意」とも報じられており、必要性はあるものの、町村側の反応や不況下の状況を考へてためらつていゝのが、内務省側の現状であつたと考えられる。内務省内では、中間機関案として、①三郡ないし五郡に一か所設置、②町村を監督、③独立の官庁とする、

*一般科准教授

深見 貴成*

④長は内務部長級の地方官を任用、と構想しており⁹⁾、後の地方事務所につながる内容を持っていた。なお、別の新聞記事では、「全国約百五十乃至二百程度として旧郡長級の人物をこれに任命するはずであるが、これにより行詰まれる内務省の事務官級の人事も相当に捌け口を見出すべく¹⁰⁾と、あからさまな官僚のポスト確保という報道もなされていた。翌年の記事であるが、『東京朝日新聞』の社説では「文官身分保障で部長級の行詰まつてゐる内務省の人事行政に息抜きの新地位を作るのは、地方官救済策として持つてこいの名案かも知れないが、余りに役所の身勝手過ぎて、地方行政として得る所はこの上一層増大する官僚化であるのを恐れる¹¹⁾と批判している。ただこの時点では、閣議で三土忠造鉄相が強硬に反対し、また他の政党出身閣僚も反対と見られ¹²⁾、設置論は深まらなかった。

翌一九三三年(昭和八)になると、中間機関設置希望の動きは地方長官(道府県知事)から公然と表明されるようになる。四月に開催された地方長官会議では、地方長官の「少壮組」から「郡役所廃止後の地方行政事務は複雑多岐を極め、殊に最近の非常時局に際し市町村の行財政事務の監督上、不便不利は枚挙に遑なくひいては財政の紊乱、吏員の流職、税務監督の不徹底などの不祥事続出の状態を増大する現状にありこの機に地方行政の根本的改革をはかるには府県と町村との間に旧郡役所よりも強力な中間行政機関を設置すべきである」という方針を決め、香坂昌康東京府知事と清水良策和歌山県知事が代表となって署名を集め、山本達雄内相に意見書を提出した¹³⁾。

香坂は戦後の談話でも郡役所廃止後は「かえって一々陳情の場合でも県庁にまで出て来なければならぬ、そういう不便がありましたね。(中略)官庁の簡素化、経費節減のために郡役所が廃止されたのだが、われわれとしては、強いてそれをやめなくてもいいじゃないかと思っていましたね¹⁴⁾と述べている。

翌一九三四年(昭和九)においても内務省地方局は「各府県に大体二個所の中間機関を設ける¹⁵⁾という「腹案」を検討しており、府県と町村の間に何らかの機関を設置することは継続して検討していた。また別の記事では「少くも三郡乃至四郡を一つに纏めて部長級の人物を以て其長に充てんとする案が有力である」と述べつつ、「ただその数については内務省と雖も未だ一致せる意見なく」と漠然とした案であったことがうかがえる。しかし「もしこの案が実現する時は行詰れる内務省系人事に大きな捌け口を作ることになるので内務省としては咽喉から手が出る程新機関の実現を熱望してゐる¹⁶⁾と、後述する人事問題の解

決を内務省内で念頭に置いていたことは間違いない。

以上のように、昭和恐慌およびその対策が進行する中で、地方行政を預かる地方長官から郡役所復活¹⁷⁾中間機関設置の意見表明がなされたことが重要である。ただし、恐慌下で行政機構を拡大させることには内務省にも躊躇があった。『東京朝日新聞』のような内務官僚のポスト確保への批判が念頭にあったのである。

三 一九三〇年代後半の議論

一九三六年(昭和一一)、二・二六事件後に廣田弘毅内閣が成立し、内相には潮恵之輔が就任した。古川隆久氏は、潮は「革新」的人物ではないから起用¹⁸⁾され、二・二六事件を契機に内務官僚は「革新」派ないし陸軍とは大きく距離を取るに至った¹⁹⁾としている。

このような状況の中で、六月に池田清北海道庁長官が「地方長官総代」として再び以下の意見書を内相に提出した。

中間機関ニ関スル意見書

中間機関ノ設置ハ多年地方長官ノ希望ニ有之未タ実現ノ運ニ至ラサルハ遺憾ニ不堪ル所ナリ

現下庶政一新以テ下意上達ト上意下達ノ普及徹底ヲ期シ国民思想ノ統一国民生活ノ安定ヲ図リ真ニ挙国一致ノ実ヲ挙クルノ要緊切ナルノ時ニ当リ政府ハ深ク時運ノ趣向ニ鑑ミ此種機関ヲ設置シ以テ地方民情ニ即シテ各種政策ノ実現ヲ図ルヲ最モ必要ナル方途ナリト信ス右地方長官全部ノ意見ニ基キ為ニ開陳致候 (No.96)²⁰⁾

つまり、中間機関を設置することは、この時点ですでに「多年地方長官ノ希望」であつて、実現しないことが「遺憾ニ不堪ル所」であつた。しかし、この時は「内務首脳は反対意見」であつた²¹⁾。日中戦争開戦まで、内務省は行政機構の拡大に躊躇していたと考えられる。

その後、一九三九年(昭和一四)になり、内務省は中間機関である「府県連絡部」を設置する案を具体化し始めた。この時期から一九四二年七月の地方事務所設置までの経緯は、「内務省文書(地方行政関係)」²²⁾に数多く史料が残されており、以下の検討はその分析が主となる。

まず、一九三九年七月の「府県連絡部設置案」によれば、「昭和五年以来ノ未

曾有ノ農村不況ニ際会シ農村救済更生ノ諸施設遂行セラルルニ至ルヤ現地行政機関ヲ欠クノ不便ヲ痛感セラレ地方長官会議等ニ於テ屢々之ニ関スル論議アリタルノミナラズ昭和十一年ニ於テハ地方長官一致ノ意見ヲ以テ所謂中間機関ノ設置ヲ要望セラルルニ至リ、爾後地方庁ニ於テハ殆ド其ノ定論トシテ之ガ必要ヲ論ジ来レリ」(No.67)とこれまでの経緯を振り返っている。

これらの地方長官側の要求に対し、内務省は「終始本問題ニ対シ消極的態度ヲ持シテ今日ニ至」(No.68)るが、「今次事変ニ入り国家ノ情勢及需要ニ著シキ変化ヲ来シ府県庁及市町村ハ今や繁忙日モ足ラザルノ状況トナレリ而モ其ノ事務ハ従来ト趣ヲ異ニシ国家全体ノ見地ニ於テ企画立案セラレ之ガ遂行上全国民ノ協力ヲ要シ全国民ニ徹底ヲ要スルモノ頗ル多キニ上リ、府県庁及市町村ハ従来未経験ノ各種行政事務ニ付適切敏活ナル処理ヲ求メラルルコトナレリ」(No.68)という状況が、内務省の姿勢を変えさせたとする。

また、この「府県連絡部設置案」の骨子として、四点が挙げられている。①中間機関は独立の官庁とせず、府県の出先機関とすること、②地方の実状に応じて管轄区域を設定すること、③長は書記官を充てること、④府県職員の一部を中間機関に移すこと(以上No.10-12)、である。この四点は、地方事務所が実際に設置されるまで常に意識された問題であった。

本稿で最も注目するのが③である。まず、書記官とは何か述べたい。戦前期日本の文官は、高等官と判任官で成り立っており、高等官はさらに親任官・勅任官・奏任官と分かれていた。道府県においては、官吏とともに、府県職員である吏員Ⅱ公吏が勤務していた。さらに、官吏でも公吏でもない雇員や傭人という職員も存在しており、戦前期の官僚制(現在の公務員)は、重層的で非常に複雑な構造となっていた。

その中で、川手撰氏によれば、中央省庁では「実態としては、局長には勅任官、課長には原則として奏任官である書記官、そして戦後という課長補佐的な業務に事務官が充てられていた」⁽¹⁷⁾。さらに、地方官制においては、「第一条府県ニハ通シテ左ノ職員ヲ置ク」としており、ここでは奏任官として書記官が置かれ、「書記官ハ東京府ニ在リテハ専任二人、其ノ他ノ府県ニ在リテハ各専任三人ヲ以テ定員トス」⁽¹⁸⁾としていた。

ここで、兵庫県庁の例を見てみる。一九三〇年から四〇年まで兵庫県庁には二七人の書記官が総務部長や警察部長などの部長として確認できるが、彼らは高等文官試験を合格して省庁(多くは内務省)に入省し、後に道府県知事など

の重職を務めたエリート内務官僚である⁽¹⁹⁾。このような高等文官試験を合格してキャリアを積んだ官僚を、長として想定していることが重要である。

この背景には、前述したように内務官僚の高等官ポストが足りていないという認識があったと考えられる。一九三七年に内務省人事課長となった新居善太郎の戦後の回想によれば、当時内務省内では「八年かからなければ高等官にならないのだという噂がとぶ」⁽²⁰⁾ほどで、ある書記官が「香川県沖で船が沈んで死んだときに、ひそかに岳んだ(笑)」というように、非常に人情に反したように行きまっただような現象が⁽²⁰⁾あったという。前述の川手氏は「一般的な昇進順序としては、事務官の古参が書記官に任官して課長に、課長の古参が官房各課や各局筆頭課の課長になり、そこで局長となる機会を待つというコースになっていた」⁽²¹⁾としている。兵庫県では、前述した一九三〇年から四〇年までの一〇年間で、総務部長は七人、警察部長は八人が就任している。つまり、地方庁の部長Ⅱ書記官は平均して二年以上同じ職を続けることなく異動(もしくは退職)していることになる。また、多くは高等文官試験合格後から一五年〜二〇年経た者が多い。

よって、一九三五年に地方官制が改正され、府県庁に内務部・警察部・学務部以外に経済部を設置して(内務部は総務部へ変更)、部長を書記官としたが、それも内務官僚の狭間茂の回想によれば「書記官をつくるために部をふやしたということが主じゃないのです」と言いつつ、「事務官と書記官というのは格式がちがう。書記官でなければ部長になれないという制度ですから(中略)たしかに今お話しのように、人事の充実ということは大いにありました」⁽²²⁾と、ポスト確保の意味合いがあったことを認めている。当時の報道でも府県に経済部が新設されることについて、「これは地方官救済と見られる疑問も多分に含まれてゐる」⁽²³⁾と指摘されている。

中間機関の設置案に話を戻すと、「府県連絡部設置案」では、六〇町村以上の「第一種」では書記官一名・地方事務官三名、四〇町村未満の「第三種」では書記官一名・地方事務官一名というような構想(No.13)をしており、区域内の町村数によって配置職員数を考えていた。また同案では、全国で設置事務所数一九一、書記官一七〇人、地方事務官四三二人、視学二八一人、属及び技手四四七〇人、雇員二二二〇人と計算しており(No.14)、所要経費は二〇一万六二〇円と見積もられている(No.15)。

ではなぜ長は書記官でなければならないのであろうか。案によれば「本案二

依ル機関ノ長ハ原則トシテ書記官ヲ以テ之ニ充テントス蓋シ從來府県庁ニ於テ部長専決事項ニ属スルガ如キ事項ハ今後本機関ニ依リ之ヲ処理セシメントスルト共ニ行政上相当経験深キ者ヲ其ノ地位ニ配セントスルガ為ナリ」(No.11)としており、「現地」での決定権を持たすためであると理解できる。

兵庫県の場合、二五郡(三九二町村)のうち、連絡部設置は六か所と想定されていた(No.17)。また同史料内の「府県連絡部配置試案」によれば、兵庫県のそれぞれ七郡(美嚢・明石・加東・加西・加古・印南・多可)、六郡(神崎・宍粟・佐用・飾磨・揖保・赤穂)、五郡(城崎・出石・美方・養父・朝来)、三郡(有馬・川辺・武庫)、二郡(津名・三原)、二郡(氷上・多紀)、に一か所ずつの「府県連絡部」を設置する方針(No.26・58)であり、(1)では郡単位という想定はされていない。

以上、一九三〇年代後半は、不景気よりも一九三七年の日中戦争の勃発によって行政機構拡大のための正当な論理を内務省が得たと考え、より中間機関設置を具体化させていったと考えられる。

四 地方事務所設置までの議論

一九四〇年(昭和一五)、前年の検討を踏まえ、「府県現地実行機関」設立がさらに具体化しはじめた⁽²⁴⁾。その要点をまとめると、①郡の区域の統廃合を施行するため調査をおこなう、②郡の統廃合は法律もしくは勅令の制定で実行する、③機関の名称は「郡事務所」で所長は奏任官とする、④事務所長設置のために官制の特別任用令の制定する、という四点になる。

まず、①②について。これは、あくまでも機関を郡単位で設定し、そのために郡の統廃合を強行するという案である。そのため、全国道府県に調査を求めた。内務省の留岡幸男地方局長から各道府県に対して「適宜郡ノ区域ヲ廃合シタル上該機関ヲ設置スルノ要アリト存ゼラルルニ付テハ左記標準ニ基キ貴管下ニ於ケル郡ノ廃合案及実行機関設置個所案作製ノ上九月三十日迄ニ御回答相煩度」という指示が「本件ハ各方面ニ影響ヲ及ボス所多キヲ慮リ特ニ極秘ノ御取扱」で九月一四日付に出され、その方針としては「原則トシテ町村数十町村未満又ハ人口四万未満ノ郡ハ之ヲ整理スルコト」(No.4)としていた。

ここでも兵庫県の事例を見てみる。「府県現地実行機関設置関係資料」によれば、兵庫県では一九四〇年の時点で二五郡を二二郡に統廃合しようと考えていた。具体的には、揖保郡と佐用郡、城崎郡と出石郡、養父郡と朝来郡を合併し

ようという案である(No.92)。一方、加古郡と印南郡、多可郡と加東郡も合併の可否が慎重に検討されている。両者とも、過去に合併の意見があったものの、郡内に反対意見があったため、これまで合併が実現しておらず、「相当紛議ヲ惹起スルノ虞」があることを懸念していたのである(No.57・58)。

また、郡の統廃合は法律もしくは勅令を準備していた。一九四〇年九月二七日には「郡ノ廃置分合又ハ境界変更ニ関スル法律案勅令案(未定稿)(一)」として、「郡ノ廃置分合又ハ境界変更ヲ為サントスルトキハ関係アル町村余及府県参事会」(町村余並ニ都府政審査会及地方行政審査会)ノ意見ヲ徴シテ内務大臣ヲ定ム⁽²⁵⁾と想定していた。

次に③と④について。中間機関の長は、複数の要綱案で仮称として「地方参事官」や「地方輔導官」、「郡長」として想定されている。前年の書記官設置構想と比較すると、「地方局未定稿」では「府県書記官ト地方事務官トノ中間ニ相当スル地位トス」(No.42)としている。

【表】1942年の地方事務所設置までの動き

2/23	地方庁総務部長会議で設置準備を説明
3/4	地方長官会議で大臣訓示・次官説明
3/18	地方行政連絡会議で各省庁に連絡、4/15までに意見を求める
4/1	法制局に地方官官制改正案提出、新たに特別任用令を制定することに
同日?	郡の名称区域変更の勅令案を法制局に提出
4/30	衆議院総選挙(翼賛選挙)
5/14	次官会議で説明
6/4	首相・内相・内務次官などで人員増加をしないことを決定
同日	内相が天皇に報告
6/5	閣議
同日?	特別任用令と郡の名称区域変更の勅令案制定を断念
6/5	地方事務所長の人選方針を地方に通達、6/15までに内申を求める
6/9	閣議で地方官官制改正案決定、地方事務所の権限委任規定を削除増員に関する方針変更を地方に連絡
6/20	名称の最終決定
6/21	内定した位置・名称・管轄区域を地方に内報
7/1	地方事務所設置

※ 「地方事務所ニ関スル資料、陳情書」(『国立公文書館所蔵『内務省文書(地方行政関係)』昭48自治00115100)内の「地方事務所設置手続ノ経過概要」(132-135)より作成

一九四〇年一月には、新聞報道で中間機関の設置が報じられており、ここでは「郡標準で約四百五十」であるとされている⁽²⁶⁾。これは、同

月調製された「府県現地実行機関配置試案」(No.61)の全国五三八郡から五八郡を減少させ、中間機関を四五六か所設置するという案に対応している。ただ、この時点では中間機関が設置されるには至らなかった。

第二次近衛文麿内閣は、一九四〇年一〇月に大政翼賛会結成まではこぎ着けたものの、第七六帝国議会で違憲性について追及を受け、また日米交渉の行き詰まりから総辞職し、一九四一年(昭和一六)一〇月に東条英機内閣が成立する。以上の政治過程の中で、いったん止まった中間機関設置の動きが再燃し、最終的に地方事務所設置となるのは一九四二年(昭和一七)に入ってからである。同年一月、「郡庁の如き独立機関でなく知事の補助機関たる府県出張所」⁽²⁷⁾を設置するための予算案が報じられており、ここからの内務省の動きは【表】にまとめたが、注目すべき点を以下に二点挙げる。

第一に、内務省は当初、前年までの議論の延長から、郡単位で中間機関を設置することを目標にし、そのために郡の統廃合を進めようとしたことである。しかし、六月四日という、地方事務所設置まで一か月を切ったという土壇場の段階で断念することとなる。

第二に、地方事務所長の人選である。当初は一九二〇年(大正九)に制定され、一九四一年に改正された委任文官特別任用令の適用範囲拡大を考えていたが、法制局に困難であると指摘され、別途特別任用令制定を企図し、最終的にそれも断念し地方官官制の改正のみで対応することとなった。

どのような官制を適用するかが問題になったのは、そもそもどのような人物を事務所長に据えようとしていたかと密接な関連がある。最終的に一九四二年六月一三日に地方官官制が改正された際の『公文類聚』には、予定されていた「府県連絡部長ニ補セラルベキ地方事務官ノ銓衡基準」という文書がある。それによると、一定期間以上委任文官や委任官待遇の職員、学校長などを務めていた者の他、三年以上市町村長又ハ市助役ノ職ニ在リタル者⁽²⁸⁾が想定されていた。実際に地方事務所が設置された際に兵庫県でどのような人物が事務所長となつたかは以前述べたので⁽²⁹⁾、ここでは全国の傾向を見てみると、全国四二七人の地方事務所長のうち、地方事務官からの転出は二二八人(二〇.三%)、属からの昇格は一〇二人(二三.九%)であり、町村長や市助役等は三五人(八.二%)に過ぎなかった⁽³⁰⁾。

また、東条内閣は「高等官判任官雇員備人ヲ通シ人員増加ハ絶対ニ之ヲ行ハス」、ただし、「必要ナル人員ヲ最小限度高等官ニ昇格スルトハ止ムヲ得サル

モノト認ム」⁽³¹⁾という方針を六月四日に確認したため、地方官官制の変更で対応することとなった。具体的には、第一条で地方事務官を三四一人、属を四五六人、合計七九七人の定員増とする一方、第二条で属及び技手の定員を七九七人定員減とし、すなわち差し引きの定員増減なしとしたのである。

この地方官官制の変更の意味は、一九二六年の郡役所廃止時までさかのぼって官制を検討しなければならぬ。一九二六年七月一日、郡役所は全国で一律廃止されたが、その際多くの郡役所職員は府県庁へ引き上げることとなった⁽³²⁾。その際、基本的に郡長以外の職員は府県費で俸給が支払われていたため、同年六月三日、郡役所廃止のために勅令一四七号で地方官官制が改正された同日、勅令一五一号として「地方官官制第二条ノ規定ニ依リ増置スル視学、属及技手ノ俸給、諸給及庁費ハ当分ノ内府県ノ負担トス」⁽³³⁾という規定が定められた。これは、「地方官官制第二条ノ規定ニ依リ増置スル視学、属及技手ハ郡役所ノ廃止ニ伴フモノニ付之ニ関スル俸給、諸給及庁費ハ従来郡役所費支弁ノ例ニ準シ当分ノ内府県ノ負担ト為スヲ適當ト認ム」⁽³⁴⁾ためであった。その後、地方官官制はめまぐるしく定員の増加が図られていくが、それは第一条(国費)のみで第二条は一切変更がなかった。しかし、それが地方事務所設置に際して一六年ぶりに改正されたのである。

書記官については、その後、一九四四年九月という段階で、新たに一部の地方事務所長を書記官にするという計画が内務省によって立てられた。「地方事務所長(支庁長ヲ含ム)ノ一部書記官昇格ニ関スル件」(一九四四年九月一八日)という文書によると、「決戦下地方第一線行政ノ重要性頓ニ増加」しており、そのため「地方事務所長ニ広ク人材ヲ挙用シ(中略)第一線行政ノ性質上練熟堪能有為ノ官吏ヲシテ長ク其ノ職務ニ精励セシムル為且ハ一般官吏ノ士気昂揚ニ資スル為特ニ優遇ノ途ヲ拓クノ要アル」⁽³⁵⁾ためであった。員数としては「特ニ重要ナル地方事務所ニ(中略)概ネ現在定員ノ二割程度」(No.46)配置し、「民間有為ノ士ヲ書記官タル所長ニ任用セントセバ任用令ノ改正ヲ行ヒ地方事務所長タル書記官ニ特別任用ノ途ヲ拓クト共ニ初叙官等ノ制限ヲ緩和スルノ要」(No.46)まで考えられていた。

一九四五年(昭和二〇)六月、政府は地方官官制を改正し、全国の書記官の定員を新たに四七名増とした。その理由は、「戦局ノ推移ニ伴ヒ地方第一線機関タル地方事務所及支庁ノ機能益々重要ナルニ鑑ミ新ニ北海道及府県ニ書記官ヲ設ケ特ニ重要ナル地方事務所又ハ支庁及僻遠ノ地ノ地方事務所又ハ支庁ノ長ハ

之ニ充ツルノ途ヲ拓ク等ノ要アルニ依ル」⁽³⁶⁾というものであった。そして、この体制のまま、敗戦を迎えることとなった。

五 おわりに

以上、一九二六年に郡役所が廃止されて以降、どのような中間機関を設置するかをめぐる議論、そしてそれが一九四二年の地方事務所設置へとつながったのかを見てきた。

地方行政を管轄する内務省としては、恐慌対策や戦時体制構築など、行政町村の役割が高まれば高まるほど、中間機関を置く必要性も強く認識するようになった。特に、地方行政を預かる地方長官(知事)は、昭和恐慌以後、強く内務省本省に中間機関設置を求めていった。

また中間機関を置くことは、人員を配置するということであり、特に意識されたのが長として「書記官」を配置することであった。ただ、一九四二年になって最終的に地方事務所として設置された際は、地方官官制の改正によって人員を確保するに留まった。

以上のことをどのように考えればよいのであろうか。官僚制独特のセクシヨナリズムを表したものと言えるだろうが、換言すれば、内務省にとつては「書記官を配置すること」＝「組織を強化すること」と認識していたとも言える。すなわち、戦後でいうところの部長級の官僚を配置すれば、行政が円滑に無駄なく執行できるという考えである。そしてそれは、一九三〇年代から戦時期を通じて一貫していたものであった。本論で述べたように、長の名称を「地方参事官」・「地方輔導官」・「郡長」と悩み続けていたことがそれを表していると言える。

書記官をはじめとした戦前期の官僚制構造の特徴については後考を期したい。

(1) 森邊成一「地方事務所の設置と再編」『広島法学』第二三巻四号、二〇〇〇年)、拙稿「戦時期の地方事務所に関する一考察」『神戸大学史学年報』第二三号、二〇〇八年)、同「郡役所廃止の歴史的意義」『ヒストリア』第二二三号、二〇一〇年)。本稿では引用論文等の副題は省略して表記する。

(2) 『東京朝日新聞』(以下『朝日』一九二七年六月二八日(地方行政四―一九五))。神戸大学経済経営研究所新聞記事文庫を利用した場合は、巻号―記事番号を記載した。

号を記載した。

(3) 以上『大阪朝日新聞(神戸版)』一九二七年六月三〇日(地方行政四―一九六)。

(4) 以上『神戸新聞』一九三二年一〇月二日(地方行政五―〇八九)。

(5) 以上『大阪毎日新聞』一九三二年一〇月三〇日(地方行政五―〇九〇)。

(6) 『朝日』一九三二年一〇月三〇日朝刊。

(7) 『朝日』一九三四年四月二五日朝刊。

(8) 『朝日』一九三二年一月二日朝刊。

(9) 『神戸新聞』一九三三年四月二三日(行政四―〇〇二)。

(10) 内政史研究会編『香坂昌康氏談話速記録』(内政史研究資料第三集)二六頁。

(11) 『朝日』一九三四年四月二四日朝刊。

(12) 以上『朝日』一九三四年七月二五日朝刊。

(13) 古川隆久『昭和戦中期の議会と行政』(吉川弘文館、二〇〇五年)二五四―二五五頁。

(14) 「昭和十四年 中間機関設置二関スル資料(府県連絡部設置案)」(内務省文書(地方行政関係)、昭48自治00109100)。本資料のように国立公文書館デジタルアーカイブを利用した場合は、請求番号を記載した。また括弧内の数字は頁(コマ番号)を表す。

(15) 『朝日』一九三六年六月二四日。

(16) この史料群の概要については、永桶由雄「自治省より移管された内務省関係公文書について」『北の丸』第一三三号、一九八〇年)、「国立公文書館所蔵『自治省から移管された旧内務省文書』目録」(山中永之佑他編『近代日本地方自治立法資料集成五(昭和戦前期編)』弘文堂、一九九八年)を参照。

(17) 川手撰『戦後日本の公務員制度史』(岩波書店、二〇〇五年)一三三頁。

(18) 以上は、一九二六年六月三日に改正された地方官官制『官報』第四一三三号、一九二六年六月四日)。郡役所廃止に対応する改正であり、後述するように、同日に勅令第一五一号「地方官官制第二条ノ規定ニ依リ増置スル職員ノ諸費負担ニ関スル件」が制定されている。また、一九三五年一月には、府県庁内に経済部が設置されることにもない、東京府以外の書記官の定員が三人から四人に増員されている。

(19) 秦郁彦『日本官僚制総合事典』(東京大学出版会、二〇〇一年)および各

年度の『職員録』を参照した。なお二七人のうち、一三人は後に知事となったことが確認できる。

- (20) 以上「次官・人事課長座談会速記録」(国立国会図書館憲政資料室所蔵『大霞会旧蔵内政関係者談話録音速記録』一二三〜一二五頁。
- (21) 注(17)と同じ。
- (22) 同前、六五七〜六五八頁。
- (23) 『朝日』一九三五年一月一三日朝刊。
- (24) 以下、断りがない限り「府県現地実行機関設置関係資料」(国立公文書館所蔵『内務省文書(地方行政関係)』、昭48自治00110100)。
- (25) 「中間機関ニ関スル件」(No.357)、『内務省文書(地方行政関係)』昭48自治00112100)。取り消し線は原文ママ。
- (26) 『朝日』一九四〇年一月八日朝刊。
- (27) 『朝日』一九四二年一月一三日朝刊。
- (28) 「地方官官制中ヲ改正ス」(No.30)、『公文類聚』第六六編第五五卷、類02613100-001)。
- (29) 前掲拙稿「戦時期の地方事務所に関する一考察」三〜五頁。
- (30) 「地方事務所ニ関スル資料、陳情書」、『内務省文書(地方行政関係)』昭48自治00115100)内の「地方事務所設置手続ノ経過概要」(No.127)。
- (31) 注(28)と同(No.25)。
- (32) 前掲拙稿「郡役所廃止の歴史的意義」一二三頁。
- (33) 『官報』第四一三三三号(一九二六年六月四日)。
- (34) 「地方官官制第二条ノ規定ニ依リ増置スル職員ノ諸費負担ニ関スル件ヲ定ム」、『公文類聚』第五〇編第三卷、類01559100-005) (No.5)。なお、明治期に設置された郡役所費の問題については、谷口裕信「郡をめぐる地方制度改革構想」、『史学雑誌』第一一〇編第六号、二〇〇一年)を参照。
- (35) 「地方事務所関係」(No.44)、『内務省文書(地方行政関係)』昭48自治00129100)。
- (36) 「東京都官制外三勅令ヲ改正ス」(No.7)、『公文類聚』第六九編第三四卷、類02918100)。

*1>About the Theory of Establishing an Intermediate Institution after the Abolition of County Government" Takashige FUKAMI

演習主体授業における立体的環境音楽を用いた BGM 導入の教育効果

中川 卓也* 大向 雅人** 津吉 彰***

Educational Effect of 3D Back Ground Music in a Workshop Class

Takuya NAKAGAWA* Masato OHMUKAI** Akira TSUYOSHI***

ABSTRACT

It is accepted that an open terrace environment promotes working or studying mentally. In this article, 3D environmental music was introduced in a class including a self-working session. The questionnaire revealed that conventional classic music is better than environmental music, and that music should be given at the self-working session, not during a mini quiz session. It is considered that environmental music is not so effective because other element such as the scenery or smell other than sound have a big influence.

Keywords : self-working session, educational effect, back ground music, 3D environmental music

1. はじめに

高専教育は、5年間という限られた教育課程において、1年次より徐々に専門教育が増えていくといった特徴がある。しかし、専門科目になればなるほど、学生の理解度には個人差が生じ、単に講義を行うだけでは学生全員の習熟度レベルを引き上げることは難しいため低学年から継続して学習を行う環境を作ることが重要であると考えられる。また、講義内容が徐々に難しくなっていくと学生の緊張も増すと考えられ、学生の緊張を和らげる効果も必要であると考えられる。そこで、継続して学習を行う教育効果の工夫の一つとして BGM 導入を行い、

- ・演習を行うとき等、緊張状態にある場合はリラックス効果がある
 - ・学習の導入効果、もしくは学習の持続効果がある
- といった効果から、BGM の導入に関しては大きな教育効果をもたらしている⁽¹⁾。

次に、導入する BGM は、クラシック音楽のみならず、現代音楽でさえも十分効果を発揮している⁽²⁾。導

入のタイミングは演習のときが良い⁽²⁾。

さらに、Bluetooth スピーカーを導入し (図 1 参照)、

- ・スピーカーの (空間的な位置関係の) 配置は教室前後が良い
- ・スピーカーとの距離ではなく、スピーカーの空間的な位置関係における心地よさが影響している
- ・状況に応じて遠隔操作で細かな音量調整が可能な Bluetooth スピーカーを導入するメリットは大きい⁽³⁾。

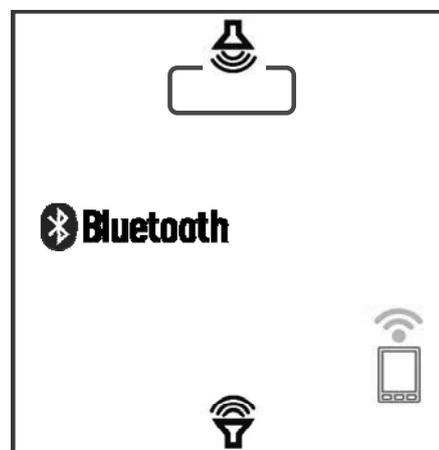


図 1 Bluetooth スピーカー導入イメージ

* 明石工業高等専門学校 技術教育支援センター
技術専門員

** 明石工業高等専門学校 電気情報工学科 教授

*** 神戸市立工業高等専門学校 電気工学科 教授

また、都市環境において空間をオープンにした場合、都市騒音の占める割合が高くなるが、これらの騒音は必ずしも不快ではないとの研究報告⁽⁴⁾から、BGMに環境音楽を導入しても効果があると考え導入を試みた。環境音とは、街の喧騒や自然の音など、音声や音楽以外の日常的な環境が発している音のことをいう。

過去の研究を踏まえ、とうえで環境音を導入するという観点から、今回はBGMを導入するにあたり、立体的環境音の導入について検討を行う。立体的環境音とは、音を録音再生する際に3次元的な音の方向や距離、拡がりなどを再生した音楽である。つまり、録音現場と違う環境で音楽を聴いている人に、実際に録音現場にいるかのような錯覚を感じさせる音楽ということである。そのような立体的環境音の方が日常に近い環境であるため、導入効果が顕著に出ると考えられる。

立体的環境音を導入することにより、それらが及ぼす影響や、どのような教育効果が得られるのか検証を試みた。また、BGM導入による教育効果に関して、学生にアンケート調査を実施し、その報告を行う。

2. BGMの導入方法について

2.1 BGMの種類について まず、導入するBGMの種類について考える。

今回は立体的環境音を導入した場合の比較を行うため、できるだけ日常に近い環境を再現したいと考えている。そうすることで、立体的環境音を導入する効果が顕著に表れるのではないかと考える。そこで日常でもよく目にする光景を思い浮かべると、ハンバーガーショップや大手チェーンのコーヒーショップ、フードコート等で勉強する学生がいることに気付く。

ハンバーガーショップや大手チェーンのコーヒーショップ、フードコートの立体的環境音は、店員のオーダーの復唱や隣のテーブルの日常会話、コーヒーに砂糖やミルクを入れ混ぜる音等、あたかも“その場”に居るか錯覚するような音楽である。導入に用いた立体的環境音は参照HP「勉強の効率UP」癒しの立体音響動画【自然】⁽⁵⁾より、日常に近い“ハンバーガーショップ”と“フードコート”とした。それに加え、一般的にヒーリング効果や集中力UP効果があるといわれている“さざ波と小鳥のさえずり”も選択肢として導入した。

また、中川らの過去の研究⁽¹⁾⁽²⁾においてBGMの種類はクラシックが良かったこと、立体的環境音の効果を検証するとともに、上記の立体的環境音とクラシックとの比較を行う。

以上から、BGM導入の種類は

【BGMの種類】

- ・立体的環境音(ハンバーガーショップ)
- ・立体的環境音(フードコート)
- ・立体的環境音(さざ波と小鳥のさえずり)

・クラシック

(バッハ:ブランデンブルグ協奏曲(K30Y 12))

とする。

2.2 BGM導入のタイミングについて 次に、導入するBGMのタイミングについて考える。

日常に近い環境で行うという観点から導入のタイミングに関しては、

- ・導入のタイミング : 演習時
小テスト時

の条件で導入を試みることにした。

なお、使用する音響システムは中川らの過去の研究⁽³⁾に用いた

- ・音響本体 : iPad Pro
- ・スピーカー : Bluetoothスピーカー 2台
(ONKYO SAS2000)

とし、Bluetoothスピーカーは教室の前後に配置した。

2.3 導入BGMの組み合わせについて 次に、導入するBGMの組み合わせについて考える。

- 1) パターンⅠ (導入時間 : 90分)
立体的環境音(ハンバーガーショップ)
クラシック
BGMなし
- 2) パターンⅡ (導入時間 : 70分)
立体的環境音(ハンバーガーショップ)
立体的環境音(フードコート)
立体的環境音(さざ波と小鳥のさえずり)
クラシック
BGMなし

の2パターンについて導入検討を行った。

パターンⅠは、日常よく目にするハンバーガーショップの立体的環境音と慣れ親しんだクラシックが及ぼす効果について、パターンⅡは、パターンⅠ+日常よく目にするフードコートの立体的環境音とヒーリング効果があるといわれるさざ波と小鳥のさえずりの立体的環境音が及ぼす効果について、BGMの効果や種類が明確にできると考えられる。

以上を踏まえ、パターンⅠ・パターンⅡの導入を試みた。

3. 授業アンケートの実施

BGM導入について明石高専電気情報工学科1年41名“電気回路Ⅰ”において試みた。なお、この講義を選択したのは、

- ・基本的な講義方法・講義内容が基礎的な内容であり、毎年同じ内容の講義が提供できている。
- ・学生の基礎知識の差にばらつきがない。電気回路Ⅰは1年生(入学直後)において行う講義であるため、学生の基礎知識にはほとんど差がみられない。そのため立体的環境音導入の効果が素直に反映されると考えられる。

という二つの理由が挙げられ、それらが客観的な検討が可能であると考えられるためである。

さらに、明石高専電気情報工学科3年41名“電磁気学Ⅰ”においても導入を試みた。この講義を選択したのは、

- ・中川らの過去の研究⁽¹⁾において、BGM導入に関するアンケートを行った当時1年生であったこと。
- ・専門科目であるが“電磁気学Ⅰ”が演習主体授業を行っている。
- ・3年生になり、環境的・心理的变化から傾向がうかがえる。

という理由が挙げられ、第1学年で行ったアンケート結果の傾向や信頼性の裏付けになると考えられる。

アンケートの対象は平成28年度の学生とし、アンケート内容について、

第1学年は

- ・参考資料Ⅰ（パターンⅠ）、
- ・参考資料Ⅱ（パターンⅡ）

の2通り。

第3学年は、

- ・参考資料Ⅲ（パターンⅠ）

とした。参考資料Ⅰ～Ⅲについてはアンケートを行った日が異なる。さらに、立体的環境音導入効果の関連について明確な回答を得るため、参考資料Ⅰ～Ⅲのアンケートは質問に対して記述式ではなく、A群の質問に対して回答を選択する形式とB群の複数回答可の選択式とした。なお、A群・B群の設問内容は同じとしている。それは、同じ質問を行うことにより、A群とB群の回答結果において同じ傾向が出ればデータとしての信頼性が高いと考えられるためである。

4. アンケート結果と考察

4.1 BGMの種類について 導入したBGMの種類について、どのような効果・影響を及ぼしているかについての検討を行う。

まず、A群の設問で“Q5. BGMのジャンルについて良いと思うものを選んでください”の問いについて、『参考資料Ⅱ』に関する図を図2に示す。

図2より、BGMのジャンルについて立体的環境音-さざ波と小鳥のさえずりが良いは38人中4人(10.5%)、立体的環境音-ハンバーガーショップが良いは38人中3人(7.9%)、環境音-フードコートが良いは38人中3人(7.9%)、クラシックが良いは38人中15人(39.5%)、BGMなしは38人中11人(28.9%)、クラシック・立体的環境音-ハンバーガーショップが良いは38人中1人(2.6%)、クラシック・BGMなしは38人中1人(2.6%)という結果となった。

立体的環境音が良いというのは3割弱、クラシックが良い4割という結果となった。この結果から、立体的環境音よりもクラシックの方が好まれる傾向がある

ことが読み取れる。

次に、A群の設問で“BGMのジャンルについて良いと思うものを選んでください”の問いについて、『参考資料Ⅰ』に関する図を図3に、『参考資料Ⅲ』に関する図を図4に示す。

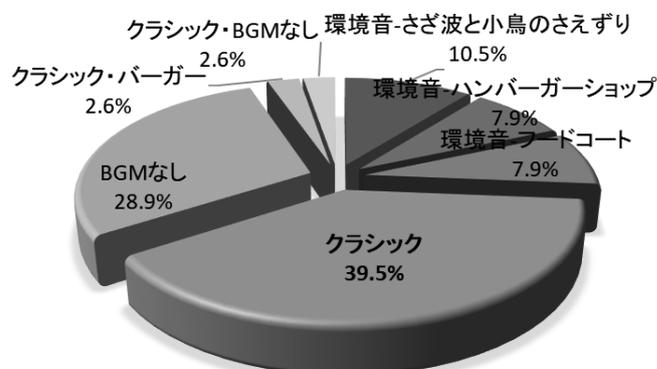


図2 「[参考資料Ⅱ] A群-BGMのジャンルについて良いと思うものを選んでください」に関する回答結果

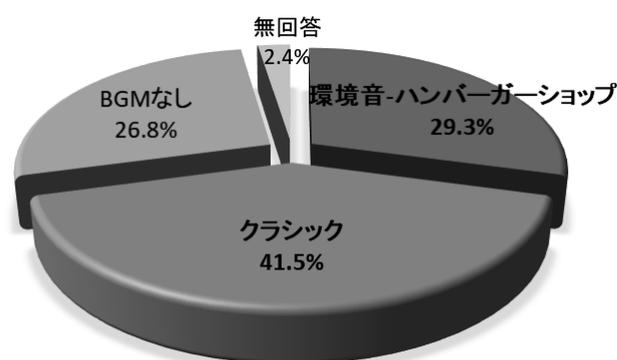


図3 「[参考資料Ⅰ] A群-BGMのジャンルについて良いと思うものを選んでください」に関する回答結果

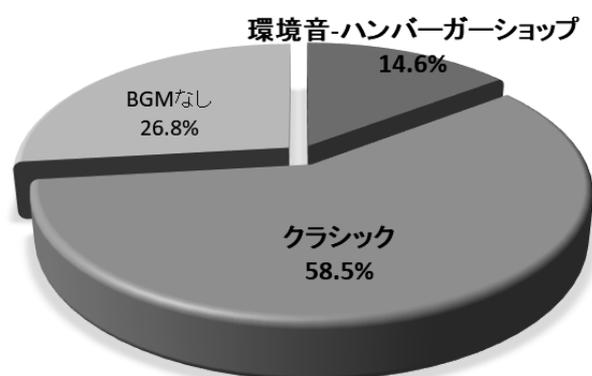


図4 「[参考資料Ⅲ] A群-BGMのジャンルについて良いと思うものを選んでください」に関する回答結果

図3より、BGMのジャンルについて立体的環境音-ハンバーガーショップが良いは41人中12人(29.3%)、クラシックが良いは41人中17人(41.5%)、BGMなしは41人中11人(26.8%)、無回答は41人中1人(2.4%)という結果となった。

図4より、BGMのジャンルについて立体的環境音-ハンバーガーショップが良いは41人中6人(14.6%)、クラシックが良いは41人中24人(58.5%)、BGMなしは41人中11人(26.8%)という結果となった。アンケートを行ったのは第3学年であること、『電磁気学Ⅰ』という専門科目であることを考慮しても、図3・図4から立体的環境音よりもクラシックの方が好まれる傾向があることが読み取れる。

以上、図2～図4を比較すると、同様に立体的環境音よりもクラシックの方が好まれることが読み取れる。

また、自由記述において

- ・BGMになれると集中できる
- ・BGMのON/OFFを繰り返した場合、集中力は落ちると思う。音の大きさの変化が少ないBGMだと集中できた(ハンバーガーショップ)

といった意見があった。

一方、

- ・人の声が入っているBGMだと個人的に集中できない
 - ・BGMでピヨピヨ・チュンチュン(鳥の鳴き声?)が流れたとき、考えていたことが全てすっ飛んだので鳥はダメだと思いました
 - ・さわがしいよりもクラシックなど落ち着いた方が好きなので、クラシックの方が良いと思います
- といった意見もみられた。個人的な好みもあるが、日常に近い“ハンバーガーショップ”や“フードコート”のBGMには人の声が入っている。それらが集中を阻害するのではないかと考えられる。同様に、一般的にヒーリング効果や集中力を高められるといわれているような“さざ波と小鳥のさえずり”のBGMについても、鳥の鳴き声(甲高い音)が集中を阻害するのではないかと考えられる。また、クラシックについては否定的な意見はなく、肯定的な意見が出ている。これは、小中学校の音楽授業で聞いたことがあり、好き嫌いといった好みにかかわらず誰もが慣れ親しんだ音楽であることが大きく影響していると考えられる。

以上のことをまとめると、日常に近い立体的環境音楽“ハンバーガーショップ”や一般的にヒーリング効果や集中力を高められるといわれている“さざ波と小鳥のさえずり”よりも、好き嫌いといった好みにかかわらず誰もが慣れ親しんだクラシックが良いと考えられる。

4.2 BGM導入のタイミングについて 中川らの過去の研究⁽¹⁾⁽²⁾において、BGMの導入は“演習時が良い”との結果が得られているため、今回は“小テスト”時へ

の導入についてのみ検討を行うこととする。

A群の設問で“Q3. 小テストを行うときにBGMが流れていた方が良いと思う”の問いについて、『参考資料Ⅰ』に関する図を図5に、『参考資料Ⅱ』に関する図を図6に示す。

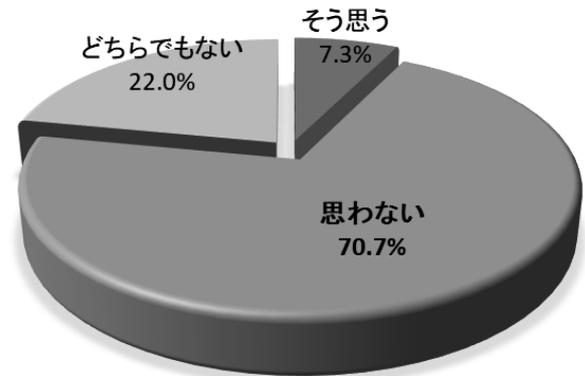


図5 「[参考資料Ⅰ] A群-小テストを行うときにBGMが流れていた方が良いと思う」に関する回答結果

図5より、そう思うは41人中3人(7.3%)、思わないは41人中29人(70.7%)、どちらでもないは41人中9人(22.0%)という結果となった。

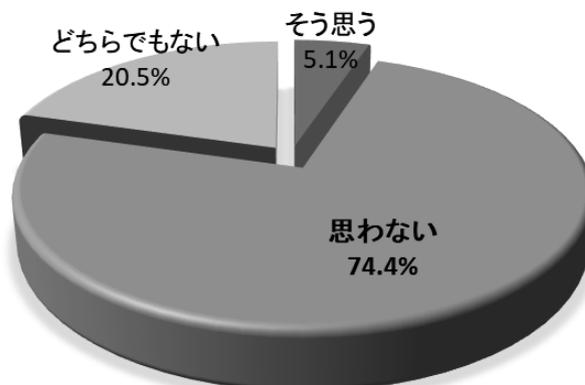


図6 「[参考資料Ⅱ] A群-小テストを行うときにBGMが流れていた方が良いと思う」に関する回答結果

図6より、そう思うは38人中2人(5.1%)、思わないは38人中29人(74.4%)、どちらでもないは38人中8人(20.5%)という結果となった。

図5, 6より、アンケートに答えた学生の揺らぎ(誤差)はみられるが小テストを行うときにBGMを導入しないほうが良いということが読み取れる。

ここで、同問いについて『参考資料Ⅲ』に関する図を図7に示す。

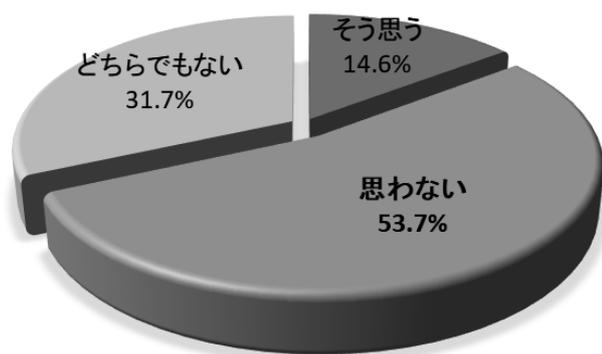


図7 「[参考資料Ⅲ] A 群—小テストを行うときにBGMが流れていた方が良いと思う」に関する回答結果

図7より、そう思うは41人中2人(5.1%)、思わないは41人中29人(74.4%)、どちらでもないは41人中8人(20.5%)という結果となった。

図5, 6の結果と比較すると、学年が異なるため数値的に若干の違いはみられるが、小テストを行うときにBGMを導入しないほうが良いという傾向は同じであることが読み取れる。

また、自由記述において

・小テストの時のBGMは少し集中しづらい。演習の時はBGMがあった方が集中しやすい
といった意見がみられた。

立体的環境音を導入することによって日常に近い状況を再現し、小テストを行うときにも導入効果を発揮するのではないかと期待していたが想定していたような効果は得られなかった。

以上より、図5～図7の結果および過去の研究を踏まえ、BGM導入のタイミングは演習時が良いと考えられる。

4.3 まとめ 以上、これまでの考察をまとめると、
I) BGMの種類は慣れ親しんだクラシックが良い
II) BGM導入のタイミングは演習時が良い
と考えられる。

本研究では、立体的環境音(ハンバーガーショップやフードコート、さざ波と小鳥のさえずり)とクラシックにおける導入するBGMの種類に関する検討、およびBGM導入のタイミングに関する検討を行った。

アンケートの結果から、BGM導入のタイミングは『演習時が良い』という結果が得られた。それは周囲の雑音に対して『遮蔽効果』と学生自身への『リラックス効果』の現れだと考えられる。また、教室におけるBGM導入は『慣れ親しんだクラシックが一番良い』という結果が得られたが、想定していたような立体的環境音楽の効果が教室では得られなかった。効果が得られなかった原因としては、景色や雰囲気といった他の要素の影響が多分にあると考えられる。例えば、食

事をするとき、お店で食事するのとピクニックに出かけ、自然の中で食事するのとどちらがおいしく感じるだろうか?大抵の人は自然の中で食事の方がおいしく感じるのではないだろうか?それは、日常とは異なる景色や空間の違いによるものと考えられる。教室において、立体的環境音楽の効果が得られなかったのは、それと同じで音だけでなく視覚、嗅覚などの効果が重要な役割を果たしていると思われる。

5. おわりに

本論文では、演習主体授業において教育効果を上げる工夫の一つとしてBGMを導入し、BGMの種類と導入のタイミングについて論じた。本研究ではこれまでの研究⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾に加え、BGMとして、ハンバーガーショップやフードコートでの環境音や、さざ波と小鳥のさえずりといった立体的環境音を追加し、評価した。アンケート結果からはBGMの種類は“クラシックが良い”、導入のタイミングは“演習時が良い”という結果が得られた。残念ながら、今回追加した立体的な環境音は期待した効果が得られなかった。これまでの研究を通じ、BGM導入に全ての学生が肯定的な意見を持っているわけではないが、導入することによって効果が得られる学生がいることも事実である。総合的に評価すると、大局的には良い効果が得られることが分かった。今後も引き続き、BGMの選択肢や提供方法を改善し、少しでも効果のより高いBGMが得られることを目指したい。

参考文献

- (1) 中川卓也, 大向雅人, 津吉 彰:「演習主体とする授業におけるBGM導入による教育効果」, 神戸高専紀要, 第55号, pp. 1-6, 2017.
- (2) 中川卓也, 大向雅人, 津吉 彰:「演習主体とする授業におけるBGM導入による教育効果 2」, 神戸高専紀要, 第56号, pp. 41-48, 2018.
- (3) 中川卓也, 大向雅人, 津吉 彰:「演習主体授業におけるBluetoothスピーカーシステムを用いたBGM導入効果」, 神戸高専紀要, 第57号, pp. 13-20, 2019.
- (4) 大井尚行, 川井敬二:「オープン・カフェの環境心理学評価—環境情報としての視環境と音環境—」, 日本建築学会九州支部研究報告第41号, 2002.3.
- (5)<http://matome.naver.jp/odai/2138819690913535901>, 「"勉強の効率 UP"癒しの立体音響動画【自然】」参照

《参考資料 I》

電気回路 I 授業アンケート (2016.10.28)

A.下記問いについて、最も近いものを選んでください

Q1.演習を行うときにBGMが流れていたほうが良いと思う

そう思う	思わない	どちらでもない
------	------	---------

Q2.演習を行うときにBGMが流れていても流れていなくても、変わらないと思う

そう思う	思わない	どちらでもない
------	------	---------

Q3.小テストを行うときにBGMが流れていたほうが良いと思う

そう思う	思わない	どちらでもない
------	------	---------

Q4.小テストを行うときにBGMが流れていても流れていなくても、変わらないと思う

そう思う	思わない	どちらでもない
------	------	---------

Q5.BGMのジャンルについて良いと思うものを選んでください

立体的BGM (環境音ハンバーガーショップ)	クラシック	BGMなし
---------------------------	-------	-------

B.下記項目に当てはまると思うものにチェック☑をしてください(複数回答可)

- 演習を行うとき、BGMが流れていたほうが良いと思う
- 演習を行うとき、BGMが流れていても流れていなくてもかわらないと思う
- 小テストを行うとき、BGMが流れていたほうが良いと思う
- 小テストを行うとき、BGMが流れていても流れていなくてもかわらないと思う
- BGMを流すなら、立体的BGM(環境音ハンバーガーショップ)が良いと思う
- BGMを流すなら、クラシックが良いと思う
- BGMを流さない方が良いと思う

C.その他、気付いたことなどを自由に記述してください

《参考資料Ⅱ》

電気回路Ⅰ 授業アンケート_{編集編} (2017.02.10)

A.下記問いについて、最も近いものを選んでください

Q1.演習を行うときにBGMが流れていたほうが良いと思う

そう思う 思わない どちらでもない

Q2.演習を行うときにBGMが流れていても流れていなくても、変わらないと思う

そう思う 思わない どちらでもない

Q3.小テストを行うときにBGMが流れていたほうが良いと思う

そう思う 思わない どちらでもない

Q4.小テストを行うときにBGMが流れていても流れていなくても、変わらないと思う

そう思う 思わない どちらでもない

Q5.BGMのジャンルについて良いと思うものを選んでください

立体的BGM (環境音-浜辺の波音)	立体的BGM (環境音-マクドナルド)	立体的BGM (環境音-フードコート)	クラシック	BGMなし
-----------------------	------------------------	------------------------	-------	-------

Q6.演習を行うときにBGMが流れていると、周囲に相談しやすいと思う

そう思う 思わない どちらでもない

B.下記項目に当てはまると思うものにチェック☑をしてください(複数回答可)

- 演習を行うとき、BGMが流れていたほうが良いと思う
- 演習を行うとき、BGMが流れていても流れていなくてもかわらないと思う
- 小テストを行うとき、BGMが流れていたほうが良いと思う
- 小テストを行うとき、BGMが流れていても流れていなくてもかわらないと思う
- BGMを流すなら、立体的BGM(環境音-浜辺の波音)が良いと思う
- BGMを流すなら、立体的BGM(環境音-マクドナルド)が良いと思う
- BGMを流すなら、立体的BGM(環境音-フードコート)が良いと思う
- BGMを流すなら、クラシックが良いと思う
- BGMを流さない方が良いと思う
- 演習を行うとき、BGMが流れていたほうが周りに相談しやすいと思う

C.その他、気付いたことなどを自由に記述してください

《参考資料Ⅲ》

電気磁気学Ⅰ 授業アンケート (2016.10.25)

A.下記問いについて、最も近いものを選んでください

Q1.演習を行うときにBGMが流れていたほうが良いと思う

そう思う

思わない

どちらでもない

Q2.演習を行うときにBGMが流れていても流れていなくても、変わらないと思う

そう思う

思わない

どちらでもない

Q3.小テストを行うときにBGMが流れていたほうが良いと思う

そう思う

思わない

どちらでもない

Q4.小テストを行うときにBGMが流れていても流れていなくても、変わらないと思う

そう思う

思わない

どちらでもない

Q5.BGMのジャンルについて良いと思うものを選んでください

立体的BGM
(環境音ハンバーガーショップ)

クラシック

BGMなし

B.下記項目に当てはまると思うものにチェック☑をしてください(複数回答可)

- 演習を行うとき、BGMが流れていたほうが良いと思う
- 演習を行うとき、BGMが流れていても流れていなくてもかわらないと思う
- 小テストを行うとき、BGMが流れていたほうが良いと思う
- 小テストを行うとき、BGMが流れていても流れていなくてもかわらないと思う
- BGMを流すなら、立体的BGM(環境音ハンバーガーショップ)が良いと思う
- BGMを流すなら、クラシックが良いと思う
- BGMを流さない方が良いと思う

C.その他、気付いたことなどを自由に記述してください

CuAlO₂ への Na 添加による抵抗率低減

今井 拓也* 西 敬生**

Reducing Resistivity by Na Doping in CuAlO₂

Takuya IMAI* Takao NISHI**

ABSTRACT

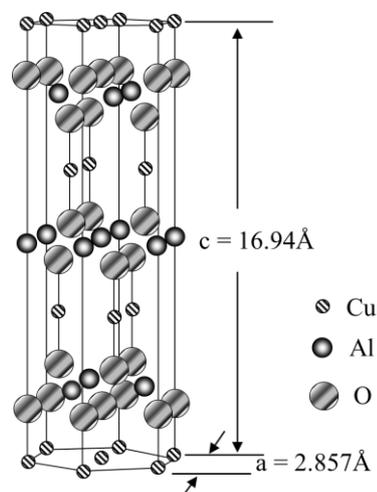
Na-doped CuAlO₂ thin film was prepared using the MOD method, and the relationship between the calcination temperature and crystallinity was evaluated. It was found that 525°C was the optimum temperature for calcination. It was clarified from the intensity and full width at half maximum of XRD peak that the crystallinity of the CuAlO₂ thin film improved as the Na concentration of Na-doped CuAlO₂ increased. In-Plane XRD measurements also suggested that Na was doped more inside the membrane than on the surface. By measuring the electrical resistivity of the Na-doped CuAlO₂ thin film, it was found that when Na was increased to 1%, the resistivity decreased, but when it was increased to 10%, the resistivity became higher than non-doped CuAlO₂ thin film.

Keywords : Na-doped CuAlO₂, metal organic decomposition, XRD characterization, electrical resistivity

1. はじめに

現在、実用化されている透明電極材料は n 形伝導性のものがほとんどである。自由電子よりも移動度が低い正孔による電気伝導を利用した p 形伝導性材料の電極は多数キャリアである正孔の移動度が低くなりやすいため、実用化に至っていない。pn 接合を用いた太陽電池に p 形伝導性の透明電極を用いることができれば、p 形半導体側からの光の入射が実現できる。p 形側からの光入射により、空乏層の外側の p 形中性領域で生じた電子正孔対のうち、正孔よりも拡散長の長い電子が少数キャリアであるため、n 形側からの光入射よりも、発電に寄与するキャリアの割合が増加し、発電効率の向上が期待できる。

代表的な透明 p 形半導体として CuAlO₂ がよく知られている⁽¹⁾。この半導体は無添加で比較的抵抗率の p 形を示し、バンドギャップが 3.5 eV で、デラフォサイト構造 (Fig. 1) を有する酸化物である。Cu と O は、Cu を中心にしたダンベルのような形を取り、Al は 6 個の O で作る八面体に囲まれている。Cu と O の結合は Al と O のそれより弱いため、結晶成長過程で Cu 空孔 (V_{Cu}) の形成割合が多くなる。Cu から電子が供給されない O イオンは電子不足となり、V_{Cu}

Fig.1 CuAlO₂ の結晶構造。

はアクセプタとなるため、不純物を添加しなくても p 形の伝導性を示す。透明電極材料として用いる場合、この V_{Cu} を増やして、正孔を増加させる必要があるが、Cu 空孔が増加しすぎると結晶性の低下につながり、抵抗率を上昇させる可能性もある。結晶性を保ちながら、V_{Cu} を効果的に増加させる方法として、太陽電池材料である Cu カルコゲナイド化合物の結晶成長時においてよく知られている Na 効果⁽²⁾を CuAlO₂ に応用することを考えた。

Na 効果とは結晶成長時に Na を不純物として添加すると高温状態で結晶格子中の Cu サイトに、Cu の替わりに入り

* 2020 年本科卒業

** 電子工学科 教授

込み、結晶格子形成後には Na のイオン半径の小ささにより膜中でマイグレーションし、 Na_2O 等の酸化物として蒸発すると考えられており、結晶構造を安定化させながら V_{Cu} を増やすことができる方法として知られている。 CuAlO_2 においては固相反応で Cu サイトに 5% 程度添加した粉末試料による評価が行われたことがある⁽³⁾が、 CuAlO_2 薄膜としてはまだ Na 効果の有用性がほとんど確認されていない。

当研究室ではこれまで、 CuAlO_2 薄膜を有機金属塗布分解法 (MOD 法) で作製し、遷移金属などの不純物を添加してきた^{(4), (5)}。この MOD 法を用いて CuAlO_2 に Na を添加し、その効果が認められるかを確認するため、Na 濃度と電気抵抗率の依存性などについて評価を行った。

2. 実験方法

製膜に用いた MOD 法は金属有機化合物混合溶液を基板上に塗布し、溶媒を乾燥させ、溶質を仮焼成で分解し金属アモルファス膜にし、高温の本焼成で結晶化させる製膜方法である。以下の 2.1 で仮焼成温度の最適化を検討し、2.2 で 2.1 の結果を踏まえた仮焼成条件下で Na 添加薄膜を作製し、2.3 で得られた薄膜を評価した。

2.1 仮焼成温度の最適化 MOD 法では仮焼成の温度によって、本焼成時にできる薄膜の結晶性が変わる。そこで最適な仮焼成温度を探索するために、仮焼成温度を変化させて結晶性の評価を行った。(株)高純度化学研究所製 MOD 溶液 Cu-03 と Al-03-P を 1:1 の割合で混ぜた混合溶液を Cu と Al の原料とした。基板は 13 mm×18 mm の石英ガラスを用いた。原料溶液の塗布にはディップコート法を採用した。乾燥は 130°C、5 分間、仮焼成は窒素雰囲気中で 5 分間加熱した。仮焼成温度は 500, 525, 550, 575, 600°C の 5 通り行った。仮焼成を 5 回繰り返した後、窒素雰囲気にした電気マuffle 炉の中で 900°C、3 時間、本焼成を行った。

2.2 Na 添加した CuAlO_2 薄膜の作製 (株)高純度化学研究所製の MOD 溶液 Cu-03 と Al-03-p が 1:1 の混合溶液にシメトリックス製の SYM-NA03 を 0.01%, 0.1%, 1%, 1.78%, 3.16%, 5.62%, 10% の 7 通りの濃度で混合した原料溶液を作製した。Na 添加 CuAlO_2 薄膜の作製条件は、乾燥が 130°C で 15 分、仮焼成が窒素雰囲気中の 525°C で 15 分、本焼成は窒素雰囲気中の 900°C で 4 時間、電気マuffle 炉の中に入れて行った。塗布から仮焼成までの工程を 5 回行った後、本焼成を行った。本焼成工程までは 3 回行い、15 層の薄膜を作製した。

2.3 薄膜の評価 得られた薄膜の結晶性の評価と物質の同定を行うために X 線回折の測定を行った。薄膜の面に対して X 線源と X 線検出器の回転軸が水平な場合の測定を RIGAKU 製 MultiFlex で、回転軸が垂直になる In-Plane の測定を RIGAKU 製試料水平型 H-XRD で測定し、評価した。In-Plane での X 線の入射角は膜面から 0.5° の角度とした。また薄膜の電気抵抗率の測定には三菱ケミカルアナリティック製ロレスタ GX を用いた。

3. 実験結果と考察

3.1 仮焼成温度の最適化 仮焼成を 500, 525, 550, 575, 600°C で作製したときの XRD パターンを Fig. 2 に示す。Fig. 2 より、仮焼成温度 600°C 以外の試料から CuAlO_2 の (003), (006), (009) 面など (001) 面に関連した回折ピークが支配的な XRD パターンが得られた。以前の研究⁽⁴⁾では、(株)高純度化学研究所で混合されたものを使っており、500°C が最適としたが、今回用いたものは原料となる有機材料も異なり、原料の混合も本校で行ったため、異なる結果になったことに矛盾はない。(001) 面に関連した回折ピークのみであることが示す c 軸配向膜であるのは以前の研究⁽⁴⁾と同じであるため MOD 法という液相からの成長では c 軸配向しやすいと考えられる。

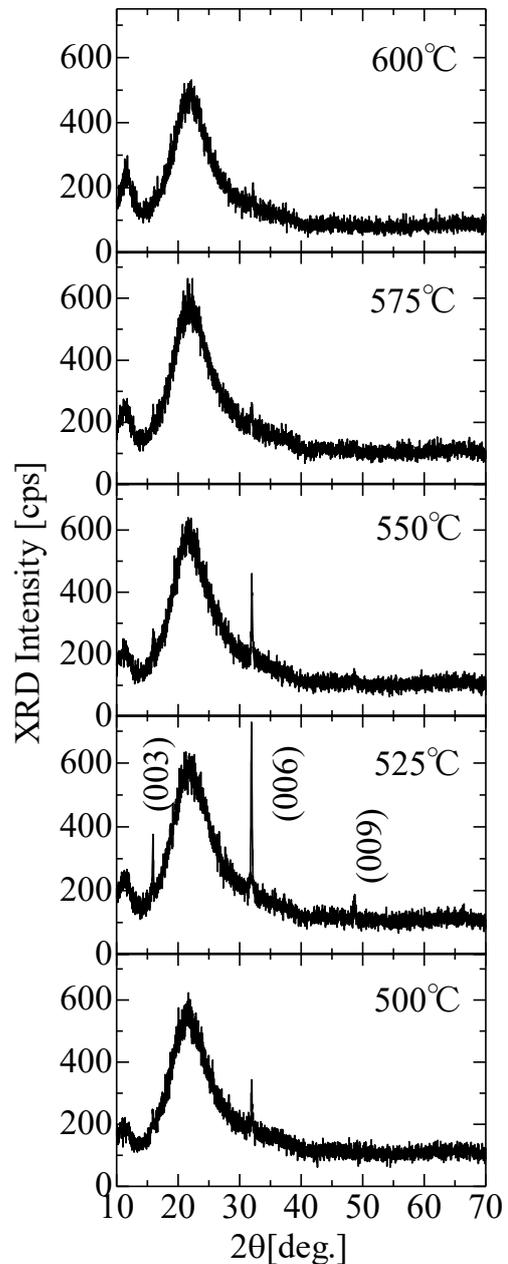


Fig. 2 MOD 法で作製した CuAlO_2 の薄膜の XRD パターンの仮焼温度依存性。

Fig. 2 で示した XRD パターンの回折ピーク強度と仮焼成温度をグラフにまとめたものを Fig. 3 に示す。525°Cのときに最大強度を示すことから、この温度付近が最適と考えられる。

3.2 Na 添加 CuAlO₂ 薄膜の作製と XRD による評価

Fig. 4 に Na 添加 CuAlO₂ 薄膜の XRD パターンを示す。Fig. 4 より全ての試料から、無添加と同様の CuAlO₂ の c 軸配向を示す(001)面に関連した回折線が得られた。

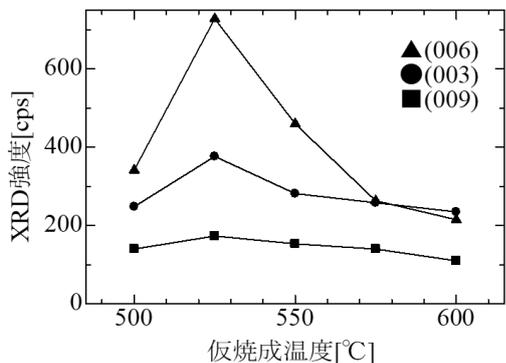


Fig. 3 XRD 強度-仮焼成温度特性.

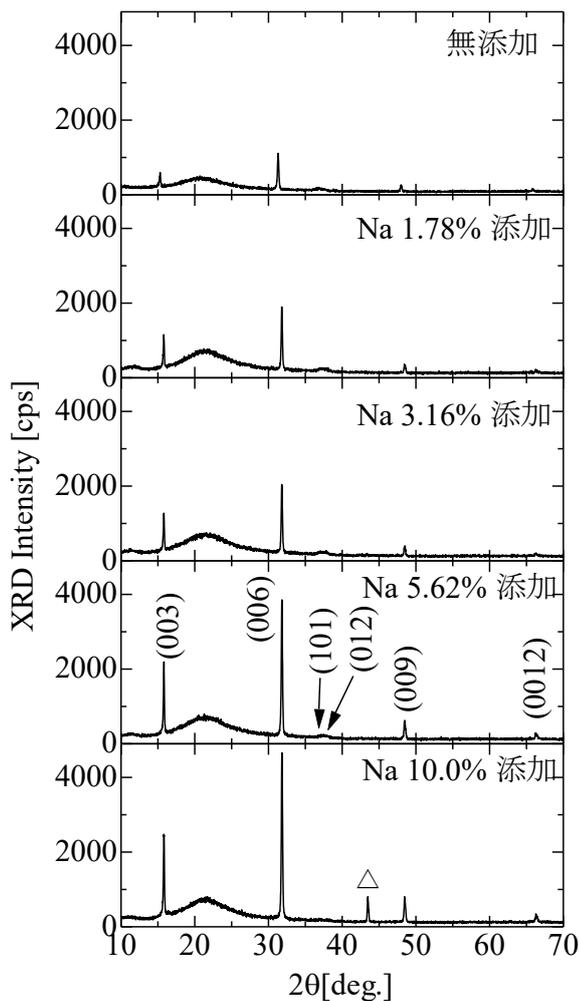


Fig. 4 Na 添加 CuAlO₂ の XRD パターンの Na 濃度依存性.

Na 濃度が 0.01%から 1%までの試料においては無添加とほぼ同じ回折強度の回折パターンであったため、省略した。1.78%以上の Na 濃度を添加した場合、同じ膜厚であるにもかかわらず、Na 濃度が増加するにつれて CuAlO₂ の回折ピーク強度が増加した。(001)面に関連したほぼ全ての回折ピーク強度が増加していることから、Na 濃度の増加によって CuAlO₂ 結晶粒子の量が増加したと考えられる。このことにより Na に CuAlO₂ の結晶成長を支援する効果があると考えられる。Na 効果には Cu カルコゲナイドの結晶成長中の V_{Cu} を埋める働きがあると考えられているので、CuAlO₂ においても格子欠陥の発生を一時的に抑え、結晶成長を促進させたと思われる。Na 効果には他にも、例えば CuInSe₂ においては、空気中の酸素を Na が触媒となって原子状酸素を生成し、CuInSe₂ 中の Se 空孔(V_{Se})を酸素で埋める効果もあるといわれている⁽²⁾。CuAlO₂ は酸化物であり、Na による触媒の効果は、酸化反応の促進として現れることが予想される。今回の作製条件では結晶化工程である本焼成工程では窒素雰囲気中で行われており、酸化は原料中に含まれる酸素で行われている。したがって今回の Na の効果は表面での反応ではなく、膜中での反応ではないかと考えられる。

また Fig. 4 の 35°から 40°の回折角度の間に見られる CuAlO₂ の(101)と(012)面からの回折ピーク強度をみると、Na 濃度とは関連がないことがわかる。この(101)や(012)面は粉末試料であれば最も大きな回折強度を示すピークであり、膜厚を厚くしてから見られるため、膜を重ねるごとに表面モルフォロジーが低下し、無配向の結晶粒子が増加したために得られたものであるため、Na の増加とは関連が見られなかったと思われる。

Fig. 5 に最も大きな回折強度が得られた CuAlO₂ の(006)回折線の半値全幅(FWHM)の Na 濃度依存性を示す。バラツキはあるものの、濃度の増加に対して FWHM が減少傾向を示すことがわかった。XRD の回折線の FWHM は結晶粒子中の格子定数のずれの幅が反映されており、FWHM の値が小さいほど、結晶性が

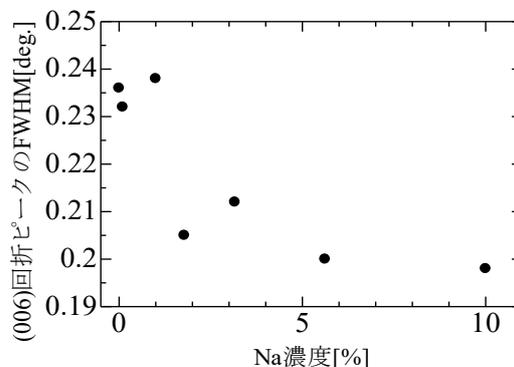


Fig. 5 CuAlO₂ の(006)回折線の FWHM の Na 濃度依存性.

高いとされる。CuAlO₂へのNaの添加によって、結晶性を向上させるNa効果が見られたと考えられる。

Fig. 4の10%添加した薄膜からのXRDパターンにおいて、CuAlO₂結晶からは回折されない異相のピーク(△)が得られた。これはNaの濃度が高くなったことにより、NaAlO₂が生成された可能性がある。ただこのピークのFWHMが他と変わらず、強度も比較的に強いので、Naが高濃度に添加されて生じた格子歪でX線の反射条件が変化したことによる新たなピークの可能性もある。

このNaの効果が表面近傍か、結晶内部で起きているか調べるため、薄膜の表面近傍の結晶だけの情報を得ることができるIn-PlaneでのXRD測定を行った。その結果をFig. 6に示す。表面近傍のみのため強度は非常に小さいが、得られた回折ピークはいずれもCuAlO₂の結晶面のもと合致した。ほぼ全てのピークが得られたことは表面近傍ではc軸配向せず、多結晶粉末と同様に結晶粒があらゆる方向に向いているといえる。これはFig. 4の35°~40°の角度間の(101)と(012)面からの回折ピークが見られたことの考察を後押しする結果である。またこれらのXRD

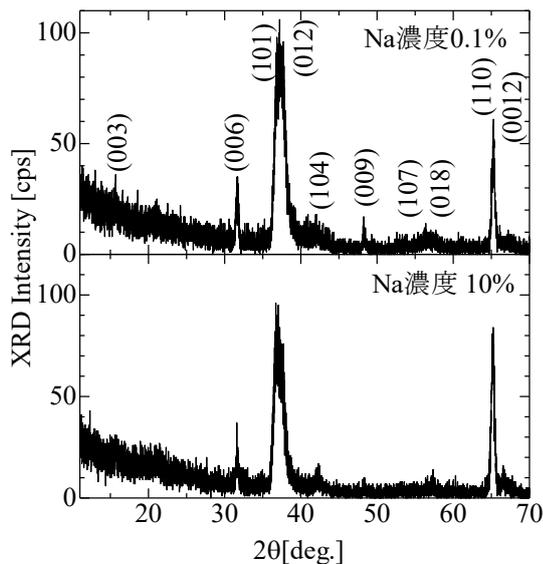


Fig. 6 In-PlaneでのXRD測定におけるNa添加CuAlO₂のXRDパターン。

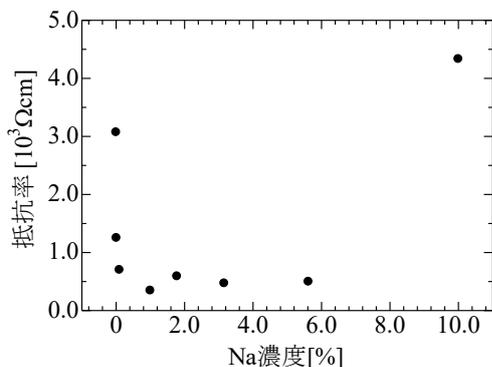


Fig. 7 Na添加CuAlO₂薄膜の抵抗率のNa濃度依存性。

パターンはNa濃度とのほとんど関連性がないこともわかった。Fig. 4のNa濃度が10%の試料で見られた43.5°の△のピークはFig. 6では見られなかった。このピークはNaが高濃度に添加された場合に出現すると予想されるため、表面近傍ではNa濃度は高くないと考えられる。またNaの触媒反応も表面ではなく膜の内部で起こっているという上述の予想とも矛盾の無い結果である。

3.3 Na添加CuAlO₂薄膜の抵抗率測定 Fig. 7に作製した薄膜の抵抗率とNa濃度依存性を示す。今回作製した試料の中で、最も小さい抵抗率となったのはNa濃度が1.0%の薄膜の $3.46 \times 10^2 \Omega\text{m}$ で、無添加の $3.07 \times 10^3 \Omega\text{m}$ と比較すると約1/10となった。しかし、Na濃度を1.0%より多くすると抵抗率は0.1%の時より低いものの、1.0%の時より下回ることはなく、10%に至っては無添加よりも高い値を示した。10%ではXRDで異相の存在が示唆された。NaAlO₂は広いバンドギャップを持つ絶縁体であることが予想され、それが混在することにより抵抗率が増加したと考えられる。

4. まとめ

MOD法を用いてNa添加CuAlO₂薄膜の作製を行い、仮焼成温度と結晶性との関係性を評価し、仮焼成は525°C付近が最適であることがわかった。またNa添加CuAlO₂はNa濃度の増加に伴い、CuAlO₂薄膜の結晶性が向上したことがXRDのピーク強度や半値幅から明らかになった。またIn-PlaneでのXRD測定によりNaは表面よりも膜の内部により多く添加されることが示唆された。Na添加CuAlO₂薄膜の抵抗率測定によりNaを1%まで増加すると抵抗率は低下するがそれ以上ではほとんど変化せず、10%まで増やすと無添加より高抵抗率になることがわかった。

謝辞

In-PlaneでのXRD測定は長岡技術科学大学分析計測センターで行われた。ご支援いただいた長岡技術科学大学の石橋教授および西川准教授に感謝する。

参考文献

- (1) H. Kawazoe, et al.: NATURE, p. 389, 939, (1997).
- (2) M. Malitckaya, et al.: "Effect of Alkali Metal Atom Doping on the CuInSe₂-Based Solar Cell Absorber", J. Phys. Chem. C, 121, 15516 (2017).
- (3) N. Wongcharoen, et al.: "Influence of Na Doping on the Thermoelectric Properties of CuAlO₂ Delafossite", Adv. Mater. Res., 931-932, 127, (2014).
- (4) 裕香織, 西敬生, 林昭博: "MOD法による遷移金属添加CuAlO₂の作製と評価", 神戸高専研究紀要, 43, 79 (2004).
- (5) 金田岳斗, 西敬生: "P形伝導透明導電体CuAlO₂薄膜の不純物添加効果に関する研究", 第8回高専-TUT太陽電池合同シンポジウム, PSO-25 (2018).

福田川と親水公園内ビオトープの水環境に関わる比較研究

齋藤輝* 宇野宏司**

Comparative Study on the Water Environment of the Fukuda River and the Biotope in the Water Park

Hikaru SAITO* Kohji UNO**

ABSTRACT

We mainly compared the temperature, water quality, particle size, flow, etc. with the Fukudagawa main river and the biotope, and examined what kind of environment is suitable for aquatic organisms to inhabit the biotope. We focused on the surrounding environment such as water depth, particle size and constituent organisms. In addition, we conducted a field survey of air temperature and water temperature, water quality, particle size, ecosystem, etc., and investigated water depth and rainfall. Based on the results, we searched for ways to improve the biotope and found findings that could be used for new biotope development and environmental conservation.

Keywords : biotope, urban river, electric conductivity, aquatic organisms, water temperature

1. はじめに

近年、安全・防災面から河川や湖沼がコンクリートや柵で覆われ、自然の中での活動場所自体が減り、子供たちの自然離れに拍車をかけている。そうした状況の中で、環境学習のために都市地域の小・中学校や河川周辺、公園内において、その地域の水辺の自然生態系を模したビオトープが施工・整備されているが、実際にそれが全て活用されているとは言い難い⁽¹⁾。また、ビオトープはあくまで人工物であり、実際の河川等の生息空間を完全に再現することは難しい。その結果、移入された生物は大きなダメージを受けていると考えられる⁽²⁾。そのような人工的な環境下では、本来のビオトープの利用目的のひとつである環境学習の展開は難しい。本研究で調査対象とする二級河川・福田川は、

神戸市垂水区・須磨区を流域とし、流域面積は 16.88km²、本川長は 7410m である。この都市河川では通常自然河川とは逆の傾向がみられ、上流ほど水質が悪く、下流になるにつれて水質が良くなっていく。特に源流付近にある落合池では、水質悪化が顕著である。また、上流において、一部では図 1 のように 1m 程度の落差工もあり、水生生物の移動のための連続性は確保されていない箇所がある。昭和 40 年代には流域の開発にともない水質が非常に悪化し、水質汚濁に関わる環境基準の類型指定 (AA~E 類型) では最低の E 類型に区分されている。その後、水質汚濁防止法に基づいた排出規制等の取り組みによって、平成 13 年度には、河口から 2km 地点の福田橋地点で BOD75%値が 1.7mg/l と、A 類型に相当する水質まで改善されている。しかし、水質が改善したにも関わらず水質汚濁の進んだ環境を好む生物種や流域内では、今もなお E 類型に相当する水質の箇所も確認されている⁽³⁾。

* 専攻科 都市工学専攻

** 都市工学科 教授



図1 落差工 (ST.2 付近)



図3 調査地点 (ST.2: ビオトープ)



図2 調査地点 (ST.1: 福田川本川)

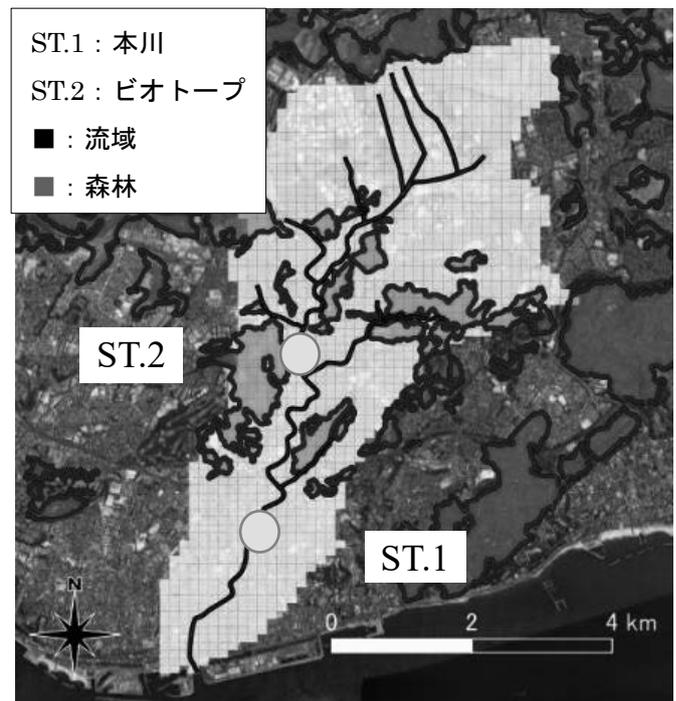


図4 福田川流域図

本研究では主に河川の水温、水質、水位と底質の粒径等の時間変化を福田川本川と福田川中流域に位置する中山親水公園内のビオトープで比較して、水生生物がビオトープに生息するためにどのような環境が適しているのかを検討した⁽⁴⁾。神戸市が実施してきた従来の水質調査⁽⁵⁾だけではなく、水生生物、周辺環境、電気伝導率等の水質指標に着目してアプローチしていく。なお、ビオトープには、河川から直接水を引き込んだ流水ビオトープ、河川から完全に独立した池タイプの止水ビオトープ、ビオトープ内に小島を設けた中島ビオトープ等があるが、本研究で調査対象とした中山親水公園内のビオトープは福田川本川から直接、水を引き込んだ流水ビオトープである。よって、中山親水公園内のビオトープ内に生息している水生生物は、止水ビオトープに生息する水生生物と比較して、河川環境に影響を受けやすいと考えられる。このような社会背景のもと本研究では、河川環境にも焦点を置き、整備以降放置されたビオトープの環境の現状を調べること

とした。

2. 調査手法

2.1 連続モニタリング調査 福田川本川(図2:ST.1)と中山親水公園内にあるビオトープ(図3:ST.2)で電気伝導度(EC)、水位を両調査地点において2分おきに連続でモニタリングした。小型メモリー水温塩分計(ACT-HR, JFE アドバンテック社)、水位・水温計(HOBO-U20, onset社)によって水温・水位を測定した。なお、水位については計測した圧力より換算した。この際、兵庫県のモニタリング調査結果を用いて絶対水位の補正を行った。この他に、気象庁のアメダス10

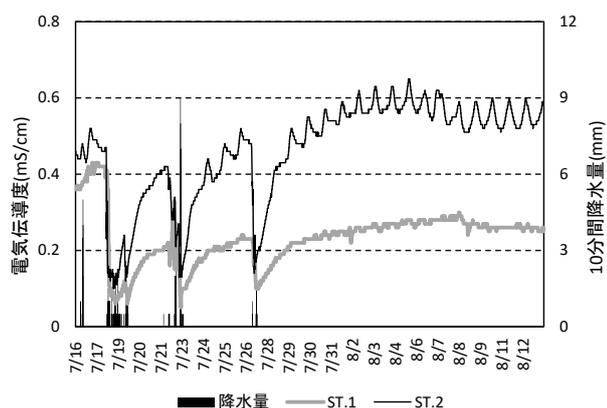


図 5 電気伝導度・降水量 (7-8月)

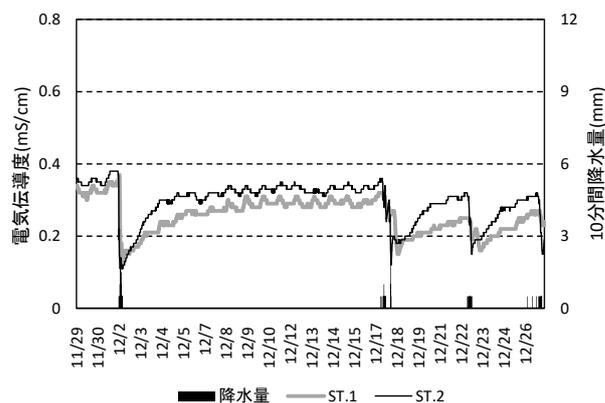


図 7 電気伝導度・降水量 (11-12月)

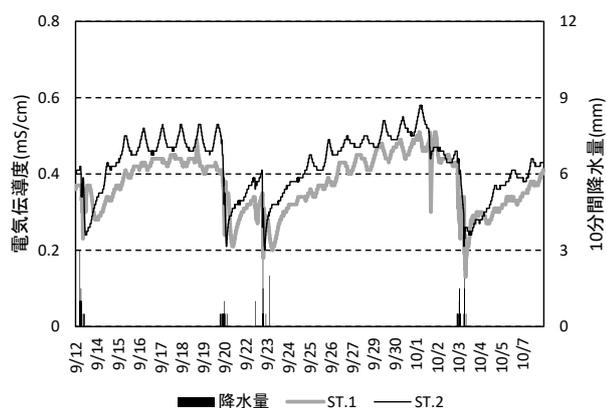


図 6 電気伝導度・降水量 (9-10月)

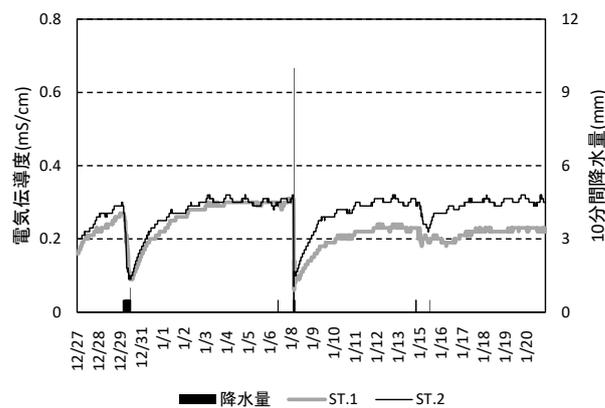


図 8 電気伝導度・降水量 (12-1月)

分間降水量(観測点:神戸), 気温のデータを取得した。

2. 2 堆積土砂の粒径 毎月1回の連続モニタリング回収時に調査対象の2地点において底質の土粒子を採取し, 土の粒度試験 (JIS A 1204) を実施した。

2. 3 生物調査 対象河川及びビオトープにおいて, たも網等を用いて生物調査を実施した。得られた生物の種数より, 次式を用いて, シンプソンの多様度指数を算出した。

$$D = \frac{\sum_{i=1}^s n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \quad (1)$$

また, 次式より, シヤノン・ウィナー指数を算出した。

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i = -\sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N}\right) \log_2 \left(\frac{n_i}{N}\right) \quad (2)$$

3. 結果と考察

3. 1 連続モニタリング調査 2019年7月~2020年1月における降水量と電気伝導度 (EC) の時系列

変化を図5~図8に示す。

ECについてみると, 福田川本川と中山親水公園内のビオトープにおいて, 1年を通して降雨時にECが急激に減少した後, 降雨後数日間に上昇する傾向がみられた。そのため, 降雨が水質に何らかの影響を及ぼしていると考えられる。なお, ECの変化が直接水質に悪影響を与えているとは一概に言えない。通常, 雨水のECは0.005~0.05mS/cm程度とされている。

そのため, 降雨時に直接河川に流れ込む雨水の作用より, 降雨時に急激にECが減少していると考えられる。また, 降雨後にECが上昇する理由として, ECは総イオン濃度と関係していることが考えられる。通常降雨後数日間で, 雨水が河川から海へ流出し, 河川の水質が降雨前の状態に徐々に戻るため, それに応じてECも数日で降雨前の値に上昇していると考えられる。なお, 少雨の場合は, 近傍の地域における気中の浮遊物質の影響を受けて, 雨水のECが高い数値になる場合もあるため⁶⁾, 全ての降雨が河川水のEC減少に起因

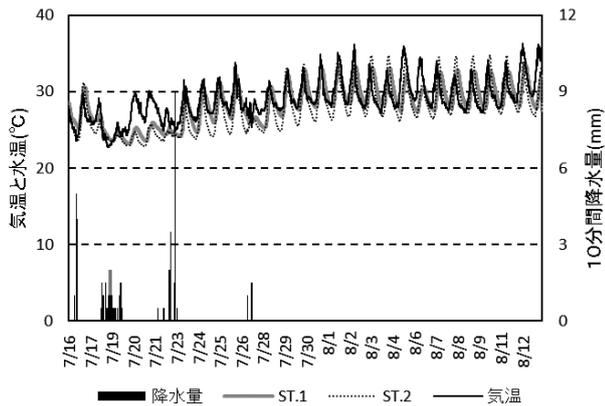


図9 水温・降水量(7-8月)

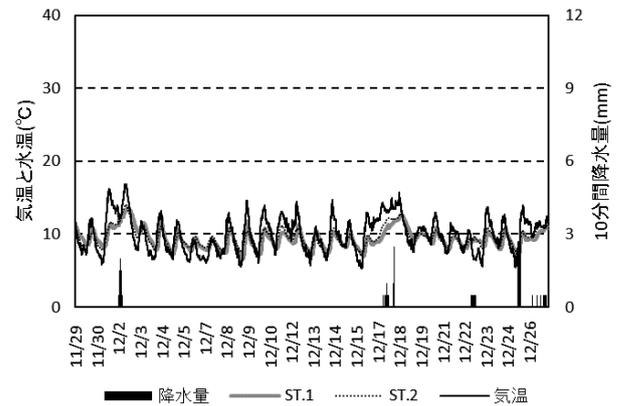


図11 水温・降水量(11-12月)

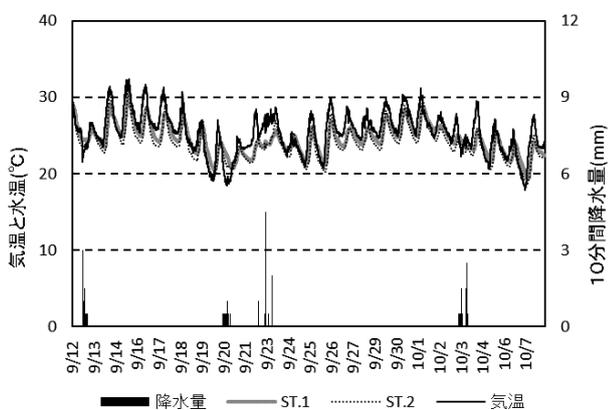


図10 水温・降水量(9-10月)

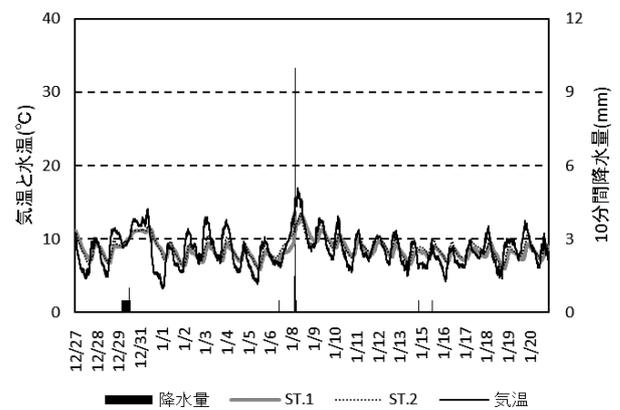


図12 水温・降水量(12-1月)

しているとは一概には言えない。

そして、ECの数値、上昇量ともにビオトープ(ST.2)の方が本川(ST.1)と比較しやや高くなっていた。そして、ST.2はST.1と比較し、降雨後にECが上昇し始めるのが数時間遅くなる場合がある。その要因として、図4よりST.2はST.1と比較し、調査地点付近に森林が多いことが考えられる。なお、森林の影響によりST.2の方がST.1より、水質は浄化されると考えられる。しかし、滞留性の強さから源流の落合池の水質が悪化した可能性があり、降雨時にその水が流出したことでECが変化したとも考えられる。また、ECは水温が上昇すると高くなる。そのため、1年を通して夏季のECは相対的に高くなる傾向にある。日本の河川水のECの平均値は0.11mS/cmであり⁷⁾、福田川は一般的な河川と比較しECの値が高いと言える。夏季にST.2でECが0.2mS/cm以上高い数値を示していることから、水質が悪化している可能性があり、水生生物の生息環境に影響

を与えていると考えられる。なお、図5に示すように、7月～8月の期間にECの差が大きくなった理由としては他の期間と比較して、降水量並びに降雨の継続時間が長かった。そして、ST.1は直線的な構造であるため、やや湾曲し、本川よりも高い位置に造られているST.2と比較し水位・流速が降雨時に上昇しやすい環境であった。そのため、7月19日以降ST.1ではECの値が大きく減少したものと考えられる。

次に2019年7月～2020年1月間における水温の時系列変化を図9～図12に示す。水温は1年を通して気温に連動して変化する。また、通常河川は上流から下流にかけて水温が上昇する傾向にある⁸⁾。しかし、ST.2はST.1より日中の水温が高くなる傾向にあった。ST.2は人為的に作り出した環境のため、水位、河幅及び流入・流出量が極端に小さく、そのために熱が蓄積しやすく、水温に影響を与えているものと考えられる。

次に2019年6月～7月における水位の時系列変化を

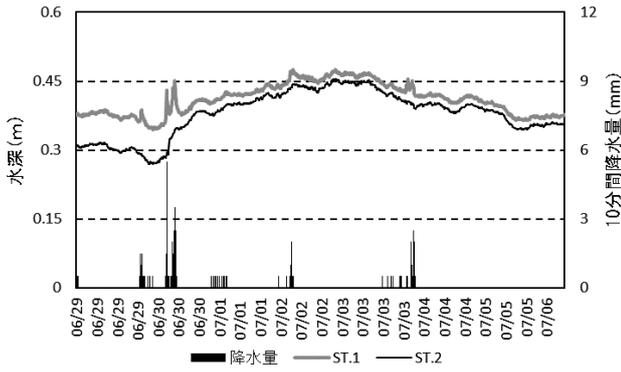


図 13 水位・降水量 (6/29~7/6)

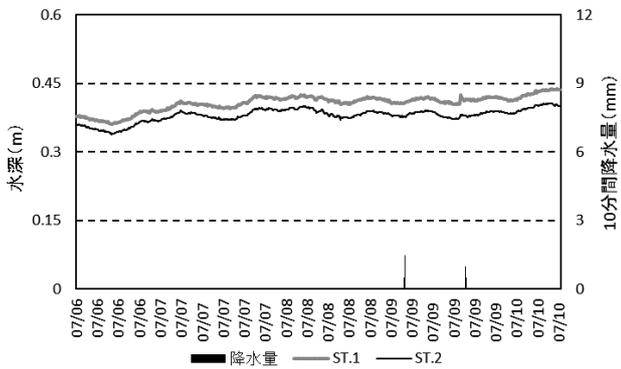


図 14 水位・降水量 (7/6~7/10)

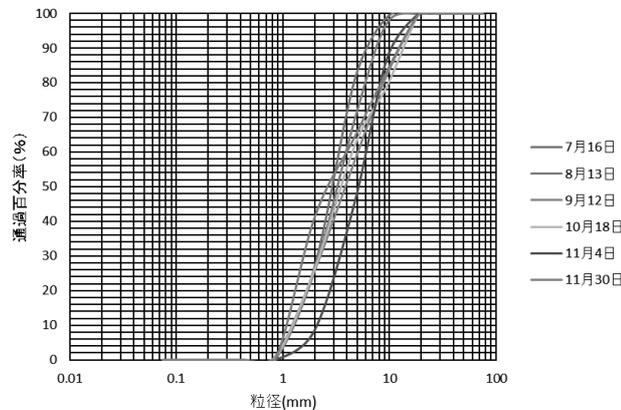


図 15 粒径加積曲線 (ST.1)

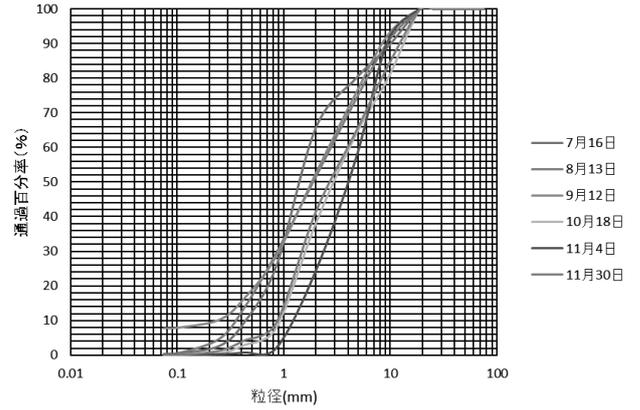


図 16 粒径加積曲線 (ST.2)

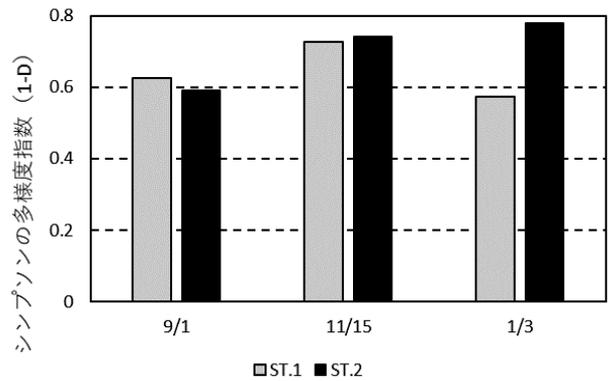


図 17 シンプソンの多様度指数

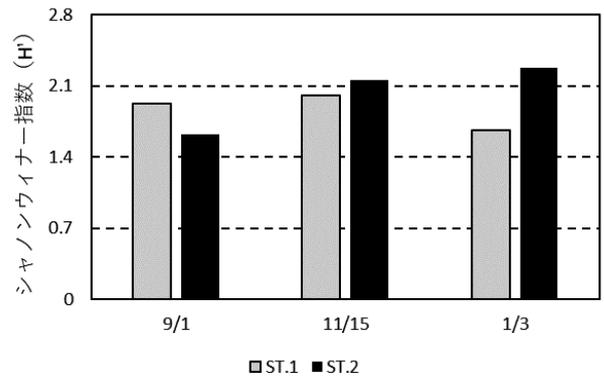


図 18 シャノン・ウィナー指数

図 13 と図 14 に示す。これらの図より、ST.1 では降雨時に水位が上昇する傾向がみられる。10 分間降水量が 2mm~4mm で水位が 10cm~15cm 程度上昇しており、このタイミングで底質や水質環境が更新される。

3. 2 堆積土砂の粒径 土の粒度試験の結果を図 15 と図 16 に示す。ふるい分析では粒径 75mm 以下を対象としたが、実際には、ST.1 では図 2 のように巨礫や石、岩が多く堆積している。

1 年を通して、ST.1 では ST.2 と比較し粒径 1mm 以下の土粒子の割合が小さかった。特に一年の中で水量の多い 7 月~9 月は 2 地点における粒径の大きさの差が顕著に表れている。ST.1 はコンクリート張りの直線的な河道であり、流量が大きいため粒径 1mm 以下の土粒子は下流へ運搬されていると考えられる。調査前日に 32.0mm/24h、当日に 17.5mm/24h の降雨があった 10 月 25 日においても、ST.2 では底質に粒径 1mm 以下の土粒子が堆積していた。

3. 3 生物調査 生物調査の結果からシンプソンの多様性指数、シャノン・ウィナー指数を算出した結果を図 17 と図 18 に示す。9 月 1 日は ST.1 の方が ST.2 と比較して両指数が大きくなり、本川のほうがビオトープよりも各個体数の多様性・均等性について優れているという結果になった。一方、11 月 15 日、1 月 3 日は気温・水温が下がり、ST.2 の方が両指数とも大きくなっていった。よって、多様性・均等性が 9 月 1 日と比較し逆転した。この結果より、1 年のうち夏季は ST.1 で、秋季、冬季で ST.2 が多様性・均等性が高くなっていた。

両調査地点において、一年を通して特定外来生物であるカダヤシ (*Gambusia affinis*) の生息を確認し、1 月 3 日の調査時にはミシシippアカミミガメ (*Trachemys scripta elegans*) の生息も確認できた。また、ST.1 では個体数の少なかったカダヤシが捕獲され、クロメダカの個体数が少なかったことから、汚濁負荷に耐性のある生物が水質汚濁の進行時に環境の変化に対抗できると考えられる。また、ST.1 を含め通常の河川では出水時に水位、流量が増加し底質、水質環境が大きく更新されていた。しかし、ST.2 のように環境の変化が少ない場では、ある一定の動植物が定着し、多様性の面で自然環境の河川よりも劣っている傾向にあった。

4. まとめ

本調査で利用した中山親水公園のビオトープ (ST.2) は、止水タイプのビオトープより、本川 (ST.1) に近い環境であったと考えられる。水温の上昇、水質悪化によって、過去に観察された生物の姿が見られず、電気伝導度 (EC) は日本の河川における平均的な数値と比較し高い数値を示した。特に、降雨時に両地点において EC が急激に減少した。なお、両調査地点において、河川水の一般的な EC の値である 0.11mS/cm を超える結果になり、特に ST.2 ではその傾向が顕著であった。そのため、水生生物は水質の面でも影響を受けたと考えられる。水温に関しては 8 月～9 月にかけて日中の最高水温が 30 度を超える傾向にあった。特に 8 月 2 日～8 月 11 日にかけては ST.2 にて、日中の最高水温が連続して 34 度を超えていた。この環境では水温選好性のある水生生物に大きなダメージを与えてしまう。また、

図 1 に示すように、1m ほどの落差工により魚類が上流に昇れない等、河川全体の環境にいくつか問題点が見受けられた。また、ST.1 には少ないカダヤシの生息が ST.2 で顕著であったことから、今後 ST.2 では、水の流入・流出量を調整し、水の滞留性を改善することやビオトープの縁にも植生を設けるなどして、水温や EC の上昇を抑制することや水生生物が日光から退避する空間を設けるなどの工夫が必要になる。なお、今後はビオトープ内の EC が上昇する要因を把握するため、水中・底質内の窒素やリン、硫化物等の他の水質指標についても調査する必要がある。そして、ビオトープを本川の自然生態系に近い環境にもっていく方法を考案する必要がある。

参考文献

- (1) 手塚和恵, 島田正文, 柳井重人, 勝野武彦, 丸太頼一, 「市街地の小学校敷地内におけるビオトープの整備に関する基礎的研究」, 日本都市計画学会学術研究論文集, 33 号, pp.703-708, 1998.
- (2) 米村惣太郎, 林豊, 中村健二, 「都市型ビオトープ「再生の杜」における竣工後 10 年目の生物生息状況」, 清水建設研究報告, 94 号, 2013.
- (3) 兵庫県, 「福田川水系河川整備計画」
<http://web.pref.hyogo.lg.jp/press/documents/000001683.pdf>.
- (4) D. CAISSIE, 「The thermal regime of rivers」, a review First published, 10 July 2006.
- (5) 神戸市, 水質年報「環境水質」
<https://www.city.kobe.lg.jp/a66324/kurashi/recycle/kankyohozen/earth/kankyosuisitu.html>
- (6) 木村和義, 田中九重美, 則武知夫, 「降雨経過に伴う雨水の pH と電気伝導度の変化」, 農学研究 61, pp.47-55, 1986.
- (7) 国土交通省関東地方整備局, 「水質用語集」
<https://www.ktr.mlit.go.jp/kasumi/kasumi00012.html>
- (8) 木内豪, 辛卓航, 「多摩川の水温変化の実態と形成要因に関する研究」, 東急環境財団, 研究助成・学術研究, vol. 42, No. 305, 2013.

Raspberry Pi を用いたラリー競技車両用 ナビゲーションシステムの開発

石原実* 新美和正* 伊藤晴太郎* 北条直樹* 三川侑良*
黒木優汰* 石間伏慧太* 安田綜一郎* 鈴木遼平* 中嶋健二*
藤原真由美** 山口こころ*** 笠井正三郎****

Development of Navigation System for Rally Competition Vehicles using Raspberry Pi

Minoru ISHIHARA* Kazumasa NIIMI* Seitaro ITO* Naoki HOJYO* Yura MIKAWA*
Yuta KUROKI* Keita ISHIMABUSHI* Soichiro YASUDA* Ryohei SUZUKI* Kenji NAKAJIMA*
Mayumi FUJIWARA** Cocoro YAMAGUCHI*** Shozaburo KASAI****

Keywords: Raspberry Pi, Navigation System, Rally, CAN network, GPS

1. はじめに

モータースポーツのカテゴリーの中にラリーという競技がある。ラリーとは複数区間の走行時間を計測し、その合計で勝敗を競う競技である。移動区間はリエゾンと呼ばれ閉鎖された一般の公道を使用する。またラリー最大の特徴としてドライバーとコドライバーと呼ばれるナビゲーターが競技車両に乗車する。コドライバーにはリエゾン区間の案内や車両の状態をドライバーに伝える役目があるが、その手段は現状アナログであり、車両情報・位置情報などを総合的に得るシステムは存在していない。

今回、コドライバーを助ける第3のドライバーとして本システムを開発する運びとなり電子工学科の学生10名で2018年7月プロジェクトチームが発足した。本システムは、ドライバー・コドライバーから要望を聞き、以下の4つの機能を実現するものを検討し、製作できたので、報告する。

- ・競技中の車両の状態をドライバーに伝える
- ・リエゾン区間で現在地をドライバーに伝える
- ・競技区間の天気情報をドライバーに伝える
- ・競技中の車載動画を録画する

2. システム概要

本システムは、競技車両に搭載し、邪魔にならず必要な情報がドライバーに確認しやすかつ操作が容易である必要がある。今回は、競技車両のカーナビと置き換えて装着

し、ディスプレイ上に必要な情報を表示させ、操作もディスプレイをタッチすることにより実現させるものとした。システム開発のベースにはRaspberry Piを用いた。

2.1 ハードウェア

図2-1にハードウェア構成を示し、図2-2に実際の車両搭載写真、図2-3に背面からの写真を示す。

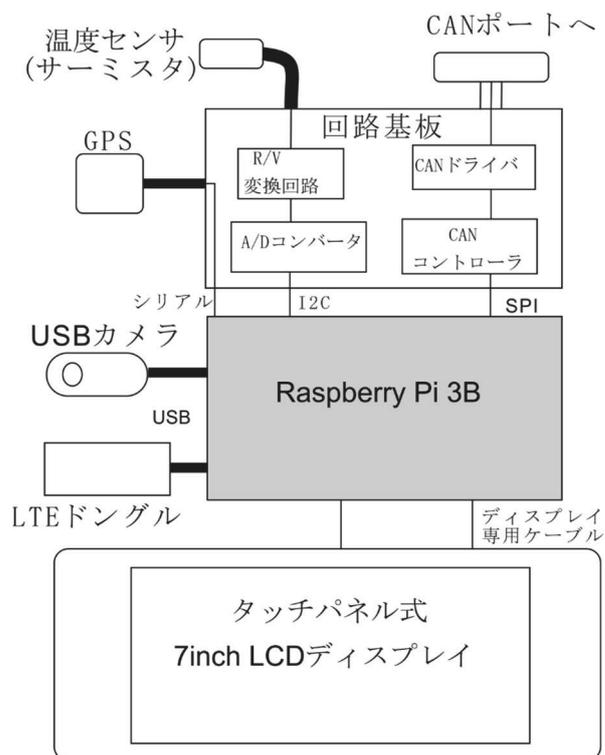


図2-1 ハードウェア構成

* 電子工学科 学生 ** 電子工学科技術職員
電子工学科 非常勤講師 *電子工学科 教授



図 2-2 車両搭載時の写真

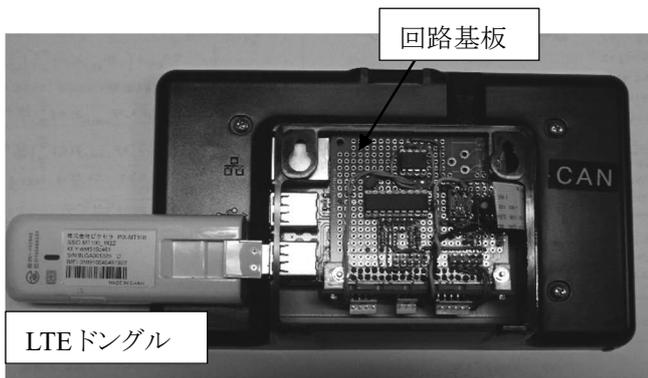


図 2-3 背面からの写真

自動車本体の多くの情報は CAN バス上に流れているため、CAN バスに接続して情報を得ることができる。この通信には、MICROCHIP 社の CAN コントローラ(MCP2515)と CAN ドライバー(MCP2551)を用いて実現している。Raspberry Pi と MCP2515 は SPI により通信している。CAN から得られない情報として、エンジンオイルの温度が必要であり、これは専用のサーミスタ温度センサをオイルパンに取り付けている。サーミスタは温度により抵抗値が変化するため、抵抗値を電圧に変換し、その電圧を A/D 変換して取り込んでいる。A/D 変換器は、MICROCHIP 社の MCP3425 を用いている。この IC は 16 ビットの分解能を持ち、Raspberry Pi とは I²C で通信を行うことができる。これらの回路は Raspberry Pi の GPIO コネクタに回路基板を取り付けて実現している。その他、インターネットと接続するために LTE ドングル(PIXELAPIX-MT100)を、走行中の映像を記録するためにカメラ(Logicool C270)を USB ポートに接続している。

位置情報を取得するための GPS は YIC の GT-902PGG を用いており、GPS/QZSS の L1 C/A 信号を受信し、1PPS で位置情報がシリアルデータとして出力される。この信号を Raspberry Pi のシリアルポートと接続し、取り込んでいる。

なお、本システムの電源は、モバイルバッテリー(imuto Taurus X6L)とし、競技車両とは分けている。

2.2 ユーザーインターフェース

競技中のドライバーの負担にならないようユーザーインターフェースは全てワンタッチで操作できるように作成した。図 2-4 は Raspberry Pi 起動時の画面である。各機能をアイコン化しアイコンをタッチすることでプログラムを実行させている(画面中央部の4つのアイコン)。

カメラ機能についてはユーザーの操作は不要とし Raspberry Pi を起動した時点で自動的に撮影を開始することとした。

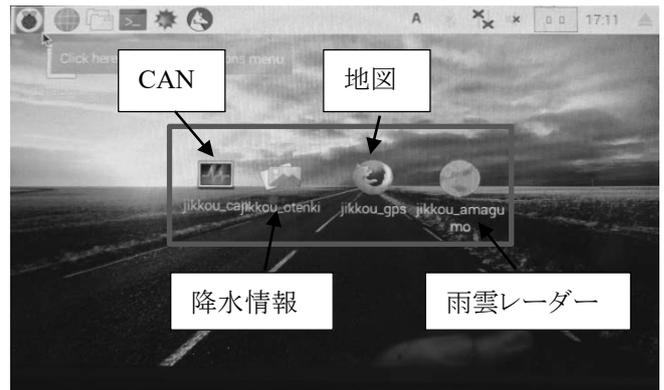


図 2-4 Raspberry Pi 起動画面

3. 機能

3.1 車両状態の把握

3.1.1 概要 ラリー競技において競技車両は日に数 100km 走行するため、車両の消耗や状態を把握することは競技を進めていく上で重要である。車両の状態は CAN 通信を用い車両の各コンピュータでやり取りを行っている。通常であればユーザーはその情報を得ることはできないが CAN バスに接続することにより車両の状態を知ることができる。本システムでは CAN 通信により車両情報を読み出すとともにエンジンオイル温度を温度センサで計測して、ディスプレイに表示する。

3.1.2 CAN 通信 CAN 通信とは、自動車内部の情報を自動車の各部分でやり取りするための通信規格である。やり取りされる情報には、エンジン回転数、エンジン水温、トルク、故障情報などが含まれており、情報の種類ごとに ID 番号により管理され切り分けて読み取ることが可能となる。

データは"フレーム"という構造によって伝送される。このフレームには 8byte の自動車データ、フレームに入っているデータの種類を表す ID、その他フレームの伝送に必要な情報が含まれる。図 3-1 に CAN フレーム内自動車データの一例を示す。

ID:0x040

エンジン 回転数	各種 フラグ	仮想吸気管 圧力	燃料噴射量	チェック サム
0byte	1byte	2byte	3byte	4byte
	5byte	6byte	7byte	8byte

図 3-1 CAN データの一例

自動車から取得する CAN データは 0, 1 の並びからなるビット列で構成されているが, CAN 読み取りライブラリである "canTools" を使用することによって情報の種類ごとに切り分けて読み取ることが可能となる。

今回これらの情報を取り込んで表示するために, 自動車の CAN ネットワークと接続するための回路, および情報をユーザーに分かりやすく整理して表示するプログラム, ユーザーインターフェースを開発した。

3.1.3 開発内容 CAN の情報を読み取り次第, 辞書型変数を使用し, データ値をデータ名と紐付けの上, コンピュータ内に保存する。これらの情報を UI に表示していく。この際, 負荷軽減の為に画面の更新は1秒毎に設定した。また, 視認性を上げるために背景は黒, 文字は白とした。図 3-2 に表示例を示す。エンジン水温など情報が数値で伝送されているものは数値で表示し, 画面下部には故障情報を表示した。故障情報はフラグでデータが送られてくるため, 車両の状態が正常な場合を青文字, 故障情報はオレンジ文字で表示した。

開発は, python3.7 をベースに, CAN 通信には canTools を用い, GUI 構築には tkinter を用いた。

なお, エンジンオイル温度(油温)は, CAN データにはないため, 2.1 で説明した通り, 別途情報取得を行い, 合わせて表示している。

終了		
ABS(VSC)車速	エンジン水温	エンジントルク
0.0	44.6	7.7
メーター車速	エンジン回転数	仮想吸気管圧力
0.0	1480.5	59.0
燃料噴射量	スロットル開度	VSC要求トルク
15.3	0.0	0.0
ユーザー要求トルク	油温	
100.0	25.4	

トルクダウン要求 スロットルセンササーボバルブ エンジン水温異常
エンジン回転数センササーボバルブ スロットルセンササーボバルブ異常
高水温

図 3-2 車両データ表示: 実行画面

3.2 GPS による位置情報の取得と地図表示

3.2.1 概要 ラリーではコドライバーによるナビゲーションを元にリエゾン区間を移動し競技を行う。コドライバーはコマ図と呼ばれる競技独自の案内図を見てナビゲーションを行うため実際に走行している位置を取得し, 現在地に関連する情報を知ることは競技を優位に進めていく上で必要となる。位置情報に関しては, GPS を用いることにより取得することが可能である。取得した位置情報より, 周辺地図および現在位置を表示させたい。走行場所によってはインターネットへの接続が難しい場合があるため, インターネットからの地図情報をそのまま利用することは不安定である。そこで, オフライン環境で現在地の情報を表示することができる地図システムを構築した。このことにより, 安定した地

図データを利用することができるばかりでなく, 通信負荷の軽減を図ることができる。

3.2.2 GPS 通信 今回使用する GPS モジュールは, 受信した GPS データをシリアル通信により GPIO ピンを使い Raspberry Pi に取り込んでいる。受信したシリアルデータを Python で使用するため, pySerial⁽¹⁾ という Python のモジュールを使用した。これを使用すると Raspberry Pi の Python でシリアル通信が可能になる。

GPS モジュールから送られてくるデータは NMEA-0183 というフォーマットの文字列である。GPS モジュールは「みちびき」等の衛星から発信されている信号を受信し, 時刻, 緯度, 経度, 海拔, 高度, 測位に利用した衛星の数や ID, それぞれの衛星の位置(方位角と仰角)などの情報を NMEA-0183 フォーマットの文字列として送出している。この文字列をプログラムで扱いやすいものに変換するため, Python ライブラリである micropyGPS⁽²⁾ を利用した。micropyGPS に GPS データを入力すると, それを解析して GPS オブジェクトにデータを追加, 更新していく。GPS オブジェクトのデータとして時刻, 緯度, 経度, 測位に利用した衛星の数や ID などの情報が得られる。

3.2.3 オフラインマップ 今回, オフラインマップを作成するために, Web 地図サービスで広く使われているオープンソースの JavaScript のライブラリである Leaflet を用いて, マップを HTML で出力した。これにより, タイルベースの Web 地図の作成を容易に行うことができた。また, オープンソース GIS である QGIS3.4 を用いて, 国土地理院の地図サービスの地理院地図の地図タイル⁽³⁾ を保存した。こうすることで, オフラインでの地図情報の利用を可能にしている。

3.2.4 地図システム 図 3-3 に地図システムの構成図を示す。前項で述べたように, 現在地の GPS 情報は Raspberry Pi に取り付けられた GPS モジュールで受信しているが, このデータは HTML 上で扱うことができない。そこで,

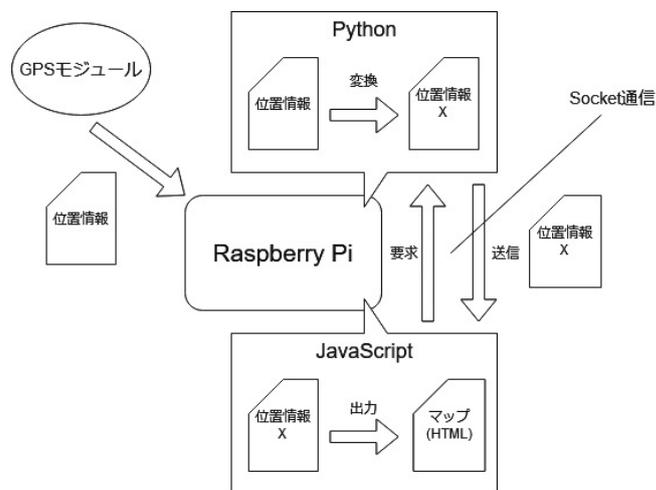


図 3-3 地図システムの構成

この位置データを Python で変換し, Socket 通信によって JavaScript に送信している. ここでは, Python でサーバー側のコードを, JavaScript でクライアント側のコードを記述した. また, WebSocket のモジュールとして, Python では websockets を, JavaScript では socket.io を用いた. 図 3-4 は本校の中庭でオフラインマップを使用した際に表示された画面である. 現在地を中央(地図上赤丸部分)とし, 周辺のマップ情報が表示されていることがわかる. 実際に使用する際は, マウス等は用いずタッチパネルでの操作を行うため, 左下のズームボタンや右上の終了ボタンは大きめに配置している.



国土地理院地図より

図 3-4 オフラインマップの使用中的画面

3.3 天気情報

3.3.1 概要 ラリーではコースが広範囲に渡るため各地点での天気情報, 主に降水量を把握することが勝敗の鍵を握る. そのため登録した各地点と現在地の降水強度を表示するシステムを作成した. 瞬間的な雨の強さを 1 時間あたりに換算した雨量を降水強度と言い, 単位は"mm/h"で表す. システムの流れを図 3-5 に示す. また, 降水強度だけでは, 特定の地点での雨の強さを予測しやすいが, コースの途中での雨の状況等は予測しにくい. そのため, Yahoo! JavaScript マップ API⁽⁴⁾を用いて雨雲レーダーも作成した.

3.3.2 内容 まず, Yahoo! が提供している気象情報 API⁽⁵⁾に各地点, システムの GPS モジュールから取得した

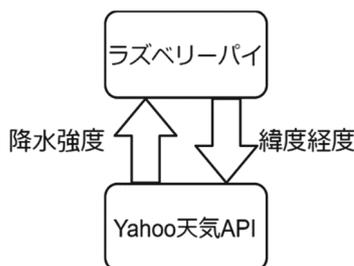


図 3-5 降水強度システムの概要

現在地点のデータを渡す. そうすると, API はその地点の情報を xml または json 形式で出力するので, それをシステム上でユーザーが必要なデータのみ取り出し, GUI に表示する. 本システムでは json 形式を用いた. システム開発には Python3.5.3 と Python 用の GUI ライブラリである Tkinter を使用した. Yahoo! の気象情報 API へのリクエスト部分を示す.

```
url_d="https://map.yahooapis.jp/weather/V1/place?coordinates={longitude},{latitude}&appid={key}&output=json"
```

この部分で気象情報 API に欲しい座標地点の情報のリクエストを行っている. このリクエストのパラメータを以下に示す.

- longitude:少数点 3 桁以上で表した経度
- latitude:少数点 3 桁以上で表した緯度
- key: Yahoo! JAPAN から提供されたアプリケーション ID 情報を取得する際はこの url_d に各パラメータを入力して, リクエストを送信する.

実際に使用している際の画面を図 3-6 に示す. 表示は上から,

- あらかじめ設定した 3 地点の名前, 現在の降水強度
- 現在地点の座標, 現在の降水強度, 5 分後の降水強度となっている.

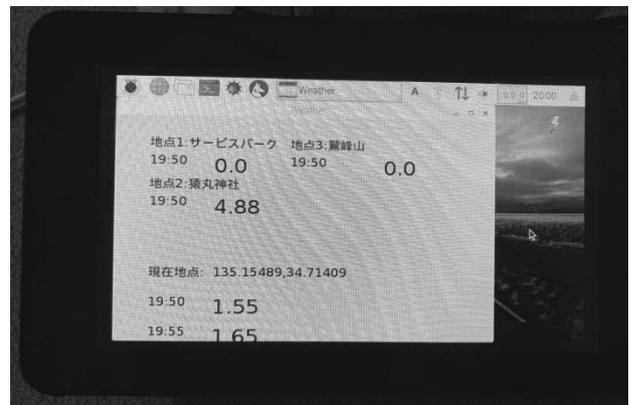


図 3-6 降水強度システム使用中的画面

次に, 図 3-7 に雨雲レーダーの構成図を示す. 雨雲レーダーは, Yahoo! JavaScript マップ API を用いて, 現在地周辺の雨雲情報を 1 分ごとに取得している. 前項で述べた地図システムと同様に, 現在地の GPS 情報を HTML 上で扱えるように Python で変換し, Socket 通信で読み込み JavaScript で扱えるようにしている.

このようにして取得した位置情報を中心とした地図に, Yahoo! JavaScript マップ API で取得した雨雲情報のレイヤを重ねることで, 地図上に雨雲を表示している.

実際に, 本校の中庭で雨雲レーダーを使用した際の実行画面を図 3-8 に示す. 現在地を中心に雨雲情報が表示されていることが分かる. 左上にズームバー, 右上に終了ボタンを配置している.

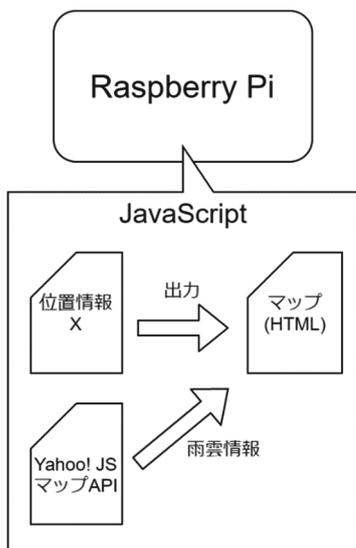


図 3-7 雨雲レーダーの構成

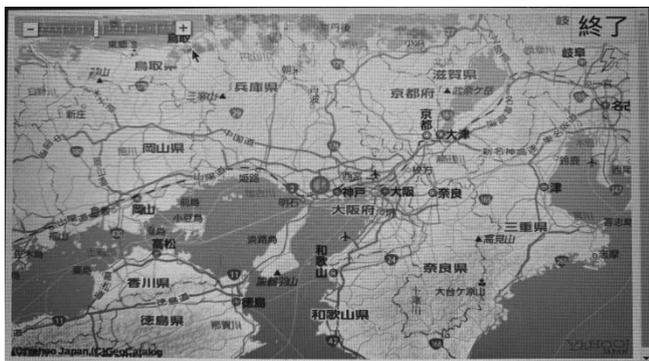


図 3-8 雨雲レーダー使用中の画面

3.3.3 今後の予定 今回作成したプログラムでは、あらかじめ入力した地点と現在地点の降水強度しか出力できないため、将来的にはプログラム実行中に GUI 内で座標や住所を入力できるようにする機能や UI を改良することでユーザーがさらに利用しやすいアプリケーションにしていきたいと考えている。また、上記で述べたように降水強度は 60 分後まで予測できるので今後更に表示できるようにしていきたいと考えている。

3.4 カメラ

3.4.1 概要 競技車両の乗車員以外からは、実際に走っているときのドライバーの様子やシステム上の他の機能を直接見る事ができない。そこで、車内にカメラを搭載することにより、計器の動作状況や走行状況を撮影することで、競技終了後に改善点を見つけやすくする。

3.4.2 内容 RaspberryPi の電源を ON にして OS が起動したときに、後述のコマンドが自動で実行されるように設定し、接続した Web カメラ(Logicool C270)で動画を撮影する。撮影した動画は RaspberryPi に接続した USB メモリ内の指

定のフォルダに保存する。走行終了後、USB メモリから動画ファイルを取り出す。撮影時に使用するコマンドを以下に示す。

```
sleep 30s
sudo ffmpeg ¥
-f v4l2 -input_format mjpeg -video_size 640*480
-framerate 30 -i /dev/video0 ¥
-c:v copy ¥
-f segment_time 900 -segment_wrap 30
¥/media/pi/USB メモリ内のディレクトリ名
/output%02d.mkv
```

以下に ffmpeg コマンドの詳細を示す。

- 3-4 行目 映像の取得関係(mjpeg から入力, 映像サイズ 640*480, フレームレート 30/s)
- 5 行目 映像のコーデック(copy:エンコード無しで生データを保存する)
- 6 行目 ファイルの分割関係(1 つの動画ファイルの時間 900s, 最大ファイル数 30 個)
- 7-8 行目 保存する場所のパス/保存するファイル名
ファイル名は output の後に撮影順に数字がつけられたものになる。(始めに保存されるファイル名は output00.mkv)

このコマンドを/etc/rc.local の最終行 exit 0 以前に書き込むことで、RaspberryPi 起動時にコマンドが実行される。ffmpeg の前に sleep を入れているのは RaspberryPi 起動時に USB メモリを認識するまで ffmpeg を実行するのを止めるためである。また、コマンドを実行するディレクトリとファイルを保存するディレクトリが異なるため、パスの指定には注意が必要である。問題点として、一度電源を切った際には、撮影したものは別のフォルダに移す必要がある点がある。これは、起動時に録画が開始され、保存する動画ファイル名が前回と同様となる仕様上、上書き保存されてしまうためである。

図 3-9 は実際の走行中に撮影された動画から切り取ったものである。今回は保存容量を考慮して画質を落としているため、細かな文字を読み取ることは難しいが、走行中の車内の様子を確認することができた。



図 3-9 走行中の車内映像

4. 結果

本システムを搭載し 2020 年 11 月 14 日 15 日に京都府綴喜郡宇治田原町で開催された 2020 年 JMRC 近畿 SS ラリーシリーズ第 4 戦「やましろのくにラリー in 宇治田原」に出場した。図 4-1 に出場時の様子を示し、実戦で本システムを使用した感想及び今後の要望を下記にまとめる。



図 4-1 やましろのくにラリー in 宇治田原出場の様子

4.1 CAN について

4.1.1 感想

- ・競技中の車両の情報を細かく知ることができ有効
- ・フェールセーフフラグのオンオフが色分けされており視覚的に判断しやすい
- ・競技当日以外にも車両作りから使用できるので便利

4.1.2 今後の要望

- ・ラベルと数値のフォントサイズを変更しメリハリをつけると表示が見やすい
- ・現在、数値は白で表記されているが設定値を設け設定した値を超えると色が変わるなどすればより有効

4.2 GPS について

4.2.1 感想

- ・リエゾン区間で現在地を把握することができナビゲーションに有効
- ・以前はコドライバーだけが現在地を確認しながら進んでいたが地図が常時表示されているのでドライバーも現在地を把握することができる
- ・以前は道に迷った際 Google map を開いていたが常時表示されているので手間がかからない

4.2.2 今後の要望

- ・リエゾン区間は同じ道を走ることが多いので軌跡が残ると便利
- ・事前に任意の個所を地図上にマーキングできると便利

4.3 天気情報について

4.3.1 感想

- ・競技中に設けられた整備の時間に次の走行場所の降水量を知ることができるので天候に合わせたタイヤの選択ができ有効
- ・設定した地点の情報を一度に見ることができ便利

4.3.2 今後の要望

- ・風速や気温等の情報もわかるとなお良い

4.4 カメラについて

4.4.1 感想

- ・Raspberry Pi の電源を入れるだけで競技終了時点まで撮影でき他の操作の必要が無く手軽
- ・フレームレートも車両の速度とあっており後日、車両の状況を見直す際に使用できる

4.4.2 今後の要望

- ・カメラ本体を見直し解像度を上げる
- ・出力形式が mkv になっていたため任意のファイル形式を選択できると便利
- ・映像の臨場感が増すため音声があると良い

5. まとめ

本システムにより今までは全く不明であった競技中の車両の情報がドライバーに伝わるようになった。また、撮影動画を見直すことにより車両に乗車していないユーザーも車両情報を共有することができた。

また競技中において現在位置や天気情報をリアルタイムに確認することができ競技の助けとなった。

本システムを実現したことはラリー競技を進める上で有効的な手段だと言える。

今後は、ドライバーからの意見をフィードバックし、より有効な情報をより使いやすく提供できるように改善に努めたい。

参考文献

- (1) Welcome to pySerial's documentation - pySerial 3.0 documentation
<https://pythonhosted.org/pyserial/>
- (2) GitHub - inmcm/micropyGPS: A Full Featured GPS NMEA-0183 sentence parser for use with Micropython and the PyBoard embedded platform
<https://github.com/inmcm/micropyGPS>
- (3) 地理院地図 / GSI Maps | 国土地理院
<https://maps.gsi.go.jp/>
- (4) YOLP(地図):Yahoo! JavaScript マップ API - Yahoo!デベロッパーネットワーク
<https://developer.yahoo.co.jp/webapi/map/openlocalplatform/v1/js/>
- (5) 気象情報 API - Yahoo!デベロッパーネットワーク
<https://developer.yahoo.co.jp/webapi/map/openlocalplatform/v1/weather.html>

第二言語における語彙学習・指導のための2つの枠組み: Involvement Load Hypothesis と Technique Feature Analysis

南 侑樹*

Two Frameworks for Vocabulary Learning and Teaching in Second Language: Involvement Load Hypothesis and Technique Feature Analysis

Yuki MINAMI*

ABSTRACT

In the field of vocabulary learning and teaching, depth of processing is important for vocabulary acquisition in second language. It is said that the deeper the process is, the more vocabulary you can learn. Now, there are two frameworks which indicate the depth of processing. One is Involvement Load Hypothesis and another one is Technique Feature Analysis. These two are similar frameworks, so the author has reviewed the studies on Involvement Load Hypothesis and Technique Feature Analysis focusing on reading and writing tasks. The author found that there is likelihood that Technique Feature Analysis might be better than Involvement Load Hypothesis. In this article, the author introduces the studies on these two frameworks, listing the problems of these two frameworks(e.g. Time on Task, the number of the studies), and illustrating the future direction of the studies using Involvement Load Hypothesis and Technique Feature Analysis.

Keywords: vocabulary learning and teaching, Involvement Load Hypothesis, Technique Feature Analysis

1. はじめに

これまで第二言語語彙習得研究において、どのような学習・指導が効果的か、その要因が検討されてきた。Nation⁽¹⁾は、語彙習得を促進する可能性のある要因として、気づき(Noticing)・想起(Retrieval)・語彙の創造的使用(Generative use)を挙げている。また、教育的応用の観点から、Schmitt⁽²⁾はどのような指導が効果的かをレビューしている。しかし語彙学習・指導に影響を与える要因は複雑であり、いまだに不確定な要因も多い。

またこれまでに、個々の語彙指導の効果に関する研究が数多くなされてきた。例えば、インプット型の指導が良いのか、アウトプット型の指導が良いのか、といった研究である。しかしそれはどちらが良いかを検討するのみであり、学習・タスクのどのような要因があれば語彙習得に効果的であるかを検討するものではない。また第二言語語彙習得研究においては、認知心理学の知見が援用されてきたが、その知見には2つの問題点があると考えられていた。1つは、処理の深さを規定する規準がなかった点であり、もう1つは処理

の深さを数値化する基準がなかった点である。例えば、覚えさせたい語彙(目標語)を英作文で学習させたい時に、そのタスクにどういった処理がかかり、どの程度処理の深さがあるのかについては、2000年代に入るまで考慮されてこなかった。

この2つの問題を克服するために、2つの枠組み「関与負荷仮説」(Involvement Load Hypothesis, 以下 ILH)が Laufer and Hulstijn⁽³⁾により、「手法特徴分析」(Technique Feature Analysis, 以下 TFA)が Nation and Webb⁽⁴⁾により提唱された。これらの枠組みでは、それぞれの数値が大きければ大きいほど、記憶に定着すると仮定されている。その2つの枠組みを比較し、どちらが妥当であるかがわかれば、その枠組みは教育的により良いタスクを考える上での指標となり得る。しかしながら、この2つの枠組みについて、日本でTFAは殆ど紹介されておらず、ILHおよびTFAを紹介する日本語のレビュー論文もない。そこで、本稿では、リーディングタスク・ライティングタスクに焦点を当て、ILHおよびTFAの先行研究をレビューし、今後の方向性を述べていくことを目的とし、記述していく。

* 一般科 講師

2. 語彙学習・指導を支える枠組み

2.1 Involvement Load Hypothesis ILH は語彙指導におけるタスクを認知的な観点から分析する枠組みである。ILH は認知心理学における処理水準説⁽⁵⁾を基にしている。この説によれば、記憶の処理の深さは物理的処理(目で覚える)、音響的処理(音で覚える)、意味的処理(意味を考えて覚える)の順に深くなり、その処理が深ければ深いほど記憶に定着しやすい。

Laufer and Hulstijn はこの処理水準説を援用し、処理の深さを数値化し、数値が大きければ大きいほど記憶に定着しやすいとした。Laufer and Hulstijn はタスクが持つ働きとして、動機づけ要因 (Motivational factor) と認知的要因(Cognitive factor)があるとした。前者には必要性(Need)があり、後者には検索(Search)、評価(Evaluation)がある。また、Laufer and Hulstijn はこの Need, Search, Evaluation の結びつきを関与(Involvement)とし、3つの要因を数値化したものを関与負荷(Involvement Load)と表している。それぞれの要因の Involvement は、-, +, ++で表現され、-は Involvement がなく、+は中(moderate)の Involvement があり、++は強(strong)の Involvement があると分析される。

さて、それぞれの要因がどういうものかを見ていくと、まず Need はタスクを達成するための導かれる要因である。例えば、リーディングをする際、注釈に目標語があり、それがなくとタスクを達成できないだろう。こうしたタスクは Need が+と判断される。また、ライティングの場合でも、タスク達成のために、目標語リストを与えられ英文を書く場合、+であると判断される。それが、リストや注釈として与えられたものではなく、自らがタスク達成のために、自発的に用い英文として書く場合、++であると判断される。

次に Search は、知らない語(目標語)に出合った時に、辞書を用いることや教師に尋ねる要因である。例として、英作文で何かを表現する際に英語表現がわからなければ、学習者は辞書に頼る可能性が高くなる。この際、Search が+と考えられる。なお、Search については Laufer and Hulstijn では++がどういう状態なのかが定義されていない。

最後に Evaluation に関しては、学習したい目標語が文脈でどう使われ、どう使うか検討することを指す。英語のドリル問題で見られる穴埋め問題は文脈に即して、意味を考えながら適切な単語を選びとるタスクであり、そのタスクは Evaluation が+と考えられる。さらに、自らどのような文脈で使うかを考え、記述するライティングタスクの場合、++となる。

以上を踏まえ、Laufer and Hulstijn は、Involvement Load の大きさを具体的なリーディングタスク・ライティングタスクを用いて提示している(表 1)。

表 1 タスクを構成する要因と Involvement (Laufer & Hulstijn の例を基に作成)。

タスク	Need	Search	Evaluation
注釈付きリーディング+確認問題	+	-	-
注釈付きリーディング+穴埋め問題	+	-	+
英文作成(一文)	+	-	++
自由英作文(二文以上)	+	+(辞書なしなら-)	++

注釈付きリーディングは目標語が注釈となっており、それをを用いながら読解を行うタスクである。前述の通り、注釈がなければ読解が困難になるため、Need は+と考えられる。一方で、Search する必要や他の語句との比較をする必要はないため、Evaluation は-と考えられる。注釈付きリーディングと穴埋め問題は、Need があり、Evaluation は他の語句、文脈を検討しながら穴埋め問題を解くこととなるため、+であると考えられる。

次に、英文作成では、目標語を使って文を一文作成するタスクであり、目標語のリストが与えられ、英文を書く。よって、リストがないともタスクが達成できないため Need は+となる。また、英文作成では一から文の構成を考える必要がある(つまり主語や目的語などを考える必要がある)ため、Evaluation が++となる。自由英作文については、文脈を考える必要があり、かつテーマが与えられている場合、どのような表現が必要か、目標語だけでなく、その他の表現も考える余地があるため、辞書を使用しながらタスクに取り組むことが予想される。よって、Search に関しても+となる。ただし、指導によっては、辞書をあえて使用させず指導することも想定される。その場合 Search は-となる。

2.1.1 ILH に関する研究 本セクションでは、ILH に関する研究結果をリーディングとライティングタスクの研究に絞り、結果をレビューする。Laufer and Hulstijn が提唱して以来、ILH に関する研究は数多くなされており、その研究結果をメタ分析した研究も存在している。表 2 では、表 1 で紹介されているリーディング・ライティングタスクを踏まえ、これまでに行われてきた ILH に関する研究結果を提示する。

ILH を初めて検証したのは、Hulstijn and Laufer⁽⁶⁾である。この研究は、イスラエルとオランダの外国語としての英語(EFL: English as a Foreign Language)環境下の学習者(大学生)を対象とし、参加者は 3 つの群に分けられ、それぞれ異なるタスクに取り組んだ。タスク(a)で参加者は、記事を読んだ。この時、目標語は太字で強調され、余白の注釈に目標語の訳が母語で提示されていた。参加者は記事を読了後、内容理解に関する 10

問からなる多肢選択式の問題に取り組んだ。タスク(b)では、タスク(a)と同じ記事が使用されたが、タスク(a)とは違い目標語は削除され、空欄になっていた。参加者は別紙の目標語リストを用いながら空欄にどの語が入るかを答え、さらに確認問題を解いた。別紙の目標語リストでは、目標語のリストと文例及び訳語が明示されていた。タスク(c)では、タスク(a)、(b)とは違う記事を題材に、テーマと目標語が与えられ、目標語10個をすべて使って、手紙を書くタスクが参加者に与えられた。目標語リストはタスク(b)と同様に、目標語のリストと文例及び訳語が明示されていた。それぞれのタスクはタスク(a)が40~45分、タスク(b)が50~55分、タスク(c)が70~80分であった。タスク終了後、目標語の訳語(第一言語)を書く直後テスト、1週間後あるいは2週間後の遅延テストがなされた。テストでは、結果はいずれもタスク(c)のテストの点数が一番高く、Involvement Loadの最も高かったタスクが効果的であったことが報告されている。

Hulstijn and Laufer をきっかけとして、ILHを検証した研究が多くなされてきた。例えば、Rott⁽⁷⁾は、Hulstijn and Lauferの実験デザインを追試しており、その結果、Hulstijn and Lauferと同様、ILHを支持している。さらに、研究結果を統合したメタ分析においても、ILHの妥当性が示されている。Huang, Eslami, and Willson⁽⁸⁾は、12の研究を統合し、その研究で得られた効果量からメタ分析を行った。この研究では、ILHが援用されていない研究も含まれていたが、Huang et al.は、それらの研究をILHに当てはめ、分析を行った。その結果、Involvement Loadが大きいアウトプット型のタスクは、Involvement Loadの小さいインプット型のタスクよりも語彙習得を促すこと、また学習者が学習に費やす時間が長ければ長いタスクほど、目標語の記憶保持につながることを示し、ILHは有効であるとまとめている。

表2 ILHに関する研究例.

研究	参加者	使用されたタスク [実験結果]	仮説実証
Hulstijn & Laufer (2001)	上級 学 習者(大 学生)	(a) 注釈つきリーディング+確認問題 (b) 注釈付きリーディング+穴埋め問題 (c) 自由英作文 [(a) < (b) < (c)]	○
Folse (2006)	ESL 学 習者(大 学生)	(a) 穴埋め(1回) (b) 穴埋め(3回) (c) 英文作成 [(a) < (c) < (b)]	×
Keating (2008)	下級 学 習者(大 学生)	(a) 注釈つきリーディング+確認問題	△

	学生)	(b) 注釈付きリーディング+穴埋め問題 (c) 自由英作文 [(a) < (b) < (c)]	
Kim (2008, 実験 1)	ESL 学 習者(大 学生)	(a) 注釈つきリーディング+確認問題 (b) 注釈付きリーディング+穴埋め問題 (c) 自由英作文 [(a) < (b) < (c)]	○
Rott (2012)	上級 EFL 学 習者 (大学生)	(a) 注釈つきリーディング+確認問題 (b) 注釈付きリーディング+穴埋め問題 (c) 自由英作文 [(a) < (b) < (c)]	○
南 (2015)	EFL 学 習者(大 学生)	(a) 穴埋め問題 (3回) (b) 英文作成 [(a) = (b)]	×
Zou (2017)	中級 大 学生	(a) 穴埋め問題 (b) 英文作成 (c) 自由英作文 [(a) < (b) < (c)]	△

注) ○はILHを支持, △は部分的に支持, ×は支持しなかったことを表す。

2.1.2 ILHの問題 ILHが有効な枠組みである一方で、いくつかの問題点があると考えられる。大きく①タスクの時間統制、②反復学習、③Involvement Loadの設定の限界に分けて記述する。

まず、タスクの時間統制の問題がある。上記の通りHulstijn and Lauferにおいては、時間の統制がなされておらず、一番時間のかかるタスクが一番語彙知識を保持することができていた。これに関しては、タスクの時間統制により仮説を支持するものと支持しないものが存在している。Kim⁽⁹⁾はHulstijn and Lauferのデザインを援用しつつ、タスクの時間を3つとも統一し、第二言語としての英語(ESL: English as a Second Language)環境下の学生を対象に実験を行った。その結果、Hulstijn and Lauferを支持した。しかし一方で、Folse⁽¹⁰⁾の実験では、仮説を支持しなかった。Folseは、文が提示され、目標語が空欄になった穴埋めを1回行う群、穴埋めを3回行う群、オリジナルの英文作成を行う群に分けて実験を行った。この際、穴埋めを3回行う群は英文作成を行う群よりも学習時間が同等に設定されていた。目標語の提示については、いずれのタスクにおいても別紙でリストが配付され、リストは辞書のようにアルファベット順に目標語が示され、目標

語の英英語義、文例が提示されていた。結果は、Involvement Load の小さい穴埋めを 3 回行う方が、Involvement Load の大きい英文作成より深い語彙発達を見せていた。Folse は実験結果から、タスク時間の長さが語彙発達に影響したと結論づけている。また、Keating⁽¹¹⁾は Hulstijn and Laufer の実験デザインを援用しつつ、時間対効果の観点から分析を行った。その結果、Hulstijn and Laufer と同様の分析手法では ILH を支持したが、1 分間に学ばれる平均語数(つまり、点数が 10 点でタスクにかかった時間が 50 分であれば、その語数は $10 \div 50 = 0.2$ となる)でタスク間を比較したところ、それぞれ等しく学ばれ、有意差がないことが示されていた。よって、Involvement Load の大きさではなく、時間の長さが語彙習得に関係している可能性がある。さらに、南⁽¹²⁾は日本人大学生を対象とした実験において、Folse と似たデザインで実験を行った。この時、タスクの時間は統制し、全く同じ時間で覚えるよう指示を与えながら参加者にタスクを行わせた。その結果、Involvement Load の小さい 3 回書く穴埋め問題と、Involvement Load の大きい 1 回書く英文作成との比較で、直後テストおよび 2 週間後の遅延テストにおいても有意差のないほぼ同等の結果となった。よって時間の要因が記憶に影響を与えることが結論として述べられている。

次に反復学習については、Folse や南の実験結果から、反復学習の影響が更に精査される必要があるといえる。実際に Folse は Involvement Load の小さい 3 回反復を行ったタスクの方が、より深い語彙知識につながったことを示しており、南においては Involvement Load の小さい反復を行ったタスクと Involvement Load の大きいタスクとの比較で、同じくらいのテスト結果であったことが示されている。このことから、反復を必要とするタスクとそうでないタスクとでどのような差異が出るかを再実験していく必要があると考えられる。

また、Involvement Load の設定について限界がある。Zou⁽¹³⁾は、3 つの群に分けて実験を行った。タスク(a)では、文章を読みながら、注釈にある目標語を穴埋めするものであった。タスク(b)では、文章を与えられず、目標語を用いて一文を書くものであり、タスク(c)では、目標語を自由英作文の形で文章として書くものであった。この時、タスク(b)とタスク(c)の Involvement Load は同じに設定されていた。結果、タスク(b)と(c)は(a)よりもテストの結果の結果が良く ILH を支持したが、(b)の一文の英文を作成するよりも(c)の二文以上の自由英作文の方が、Involvement Load は同じに設定されていたにもかかわらず、テストの結果が良かった。Zou は英文作成よりも自由英作文の方が、Evaluation の観点からタスクにより大きい Involvement Load があり、タスク(c)に関しては、Laufer and Hulstijn で述べられている Involvement Load(++)とは異なると結論づけた。この

ことから、Involvement Load の設定については、+や++について基準を見直す必要があるかもしれない。

2.2 Technique Feature Analysis 次に、TFA について概観する。TFA は、語彙タスクを分析する枠組みであり、分析には 18 の項目がある。大きな分類として、動機づけ(Motivation)、気づき(Noticing)、想起(Retrieval)、生成(Generation)、保持(Retention)の 5 つの要因があり、表 3 のある質問条件(例: Is there a clear vocabulary learning goal?)を満たしている場合 1 とし、満たしていない場合は 0 と分析する。そして、その合計の数値が大きければ大きいほど、記憶定着を促すとされる。

Motivation は、学習の動機を引き起こすかを表す要因であり、Noticing は目標語に対する意識を向けるかを表す要因である。また Retrieval は、想起を促すか、またどのように促すかを表す要因であり、Generation は、目標語を用いて何かを表現するかを表す要因である。最後に Retention は、記憶保持を促すか、逆に阻害しないかを表す要因である。それぞれの枠組みに具体的なタスクの例(単語カード・英作文)を(1)~(18)の基準に当てはめ分析したものを表 3 に示す。なお、TFA に関しては、ILH とは異なり、リーディングやライティングなどのタスクだけでなく、それ以外のタスクも例示されている。

表 3 では、ILH の枠組みでは、いずれのタスクも Involvement Load の数値は 3 となっており、比較した際に同程度の学習効果が期待できるが、TFA の枠組みでは、単語カードの数値 11 で英文作成が 8 であるため、単語カードの方がより学習効果が高いと予想される。

表 3 ILH, TFA による分析
(Nation & Webb, p. 318 に基づく分析).

	単語 カード	英文作 成
Motivation		
(1) Is there a clear vocabulary learning goal?	1	1
(2) Does the activity motivate learning?	1	0
(3) Do the learners select the words?	1	0
Noticing		
(4) Does the activity focus attention on the target words?	1	1
(5) Does the activity raise awareness of new vocabulary learning?	1	1
(6) Does the activity involve negotiation?	0	0

Retrieval		
(7) Does the activity involve retrieval of the word?	1	0
(8) Is it productive retrieval?	0	0
(9) Is it recall?	1	0
(10) Are there multiple retrievals of each word?	1	0
(11) Is there spacing between retrievals?	1	0
Generation		
(12) Does the activity involve generative use?	0	1
(13) Is it productive?	0	1
(14) Is there a marked change that involves the use of other words?	0	1
Retention		
(15) Does the activity ensure successful linking of form and meaning?	1	1
(16) Does the activity involve instantiation?	0	0
(17) Does the activity involve imaging?	0	0
(18) Does the activity avoid interference?	1	1
合計	11	8
Involvement Load (Need + Search + Evaluation)	2 + 1 + 0 = 3	1 + 0 + 2 = 3

より具体的に、(1)~(18)の基準は以下の通りとなる。

- (1)：目標が明確なタスクであれば1となる。
- (2)：楽しみや気づきを促すタスクであれば1となる。
- (3)：学習者が学びたい語彙を選択できるタスクであれば1となる。
- (4)：学習者の注意を目標語に向けるタスクであれば1となる。
- (5)：目標語の使い方への意識を高めるタスクであれば1となる。
- (6)：意味交渉の中で目標語を学習するタスクであれば1となる。
- (7)：目標語の情報を想起させるタスクであれば1となる。
- (8)：目標語を訳語ではなく、第二言語で想起させるタスクであれば1となる。
- (9)：目標語に関して、訳語や目標語のスペルを想起させるタスクであれば1となる。
- (10)：目標語を複数回想起させるタスクであれば1となる。

なる。

- (11)：目標語を想起させる際に、1回目と2回目とで時間の間隔があるタスクであれば1となる。
- (12)：創造的な使用(目標語を使って、異なった場面で使うことができるタスク)があれば1となる。
- (13)：目標語を文で書いたり話したりするタスクであれば1となる(文を書くのではなく、途中を考えて穴埋めするタスクであっても1となる)。
- (14)：目標語を習った形以外で使うタスク(例えば、動詞で語形を変化させたり、その動詞を含むコロケーションの形で使わせるようなタスク)であれば1となる。
- (15)：形式と意味を一致させるタスク(例えばキーワード法や単語カード)であれば1となる。
- (16)：コミュニケーションなど意味のある場面での目標語の具体化を伴っているタスク(例えば、何かを作る際に、目標語が表現として現れるタスク)であれば1となる。
- (17)：目標語から連想させたり、形などをイメージさせるタスクであれば1となる。
- (18)：[同じカテゴリーの単語が並んだリスト(例えば、果物におけるリンゴやバナナなど)はそうでないリストよりも記憶することが困難である可能性がある実験結果から]記憶の干渉を引き起こさせないタスクであれば1となる。

2.2.1 TFA に関する研究 TFA を用いた研究については、TFA と ILH、2つの枠組みを比較した研究がなされている。

Hu and Nassaji⁽¹⁴⁾がその代表例である。この研究では、台湾の EFL 学習者(大学生)を対象としており、タスクは4つに分けられていた。タスク(a)はリーディング+確認問題、タスク(b)はリーディング+目標語の語義を選ぶ問題、タスク(c)はリーディング+穴埋め問題、タスク(d)はリーディング+言い換え問題(re-wording)であった。ここでTFAにより、タスク(a), (b), (d)は数値が6と判定され、タスク(c)は7と判定された。それぞれの内訳は、タスク(a)が Motivation 1, Noticing 1, Retrieval 2, Generation 1, Retention 1、タスク(b)が Motivation 2, Noticing 2, Retrieval 1, Generation 0, Retention 1、タスク(c)が Motivation 2, Noticing 2, Retrieval 0, Generation 1, Retention 2、タスク(d)が Motivation 1, Noticing 2, Retrieval 0, Generation 2, Retention 1であった。一方でILHでは、タスク(a), (b), (d)が数値3であるのに対し、タスク(c)は2であった。

つまり、TFA を支持する場合、タスク(c)が他の3つのタスクより語彙の学習が促進され、ILH を支持する場合、タスク(a), (b), (d)がタスク(c)よりも学習が促進されることが想定される。実験結果は、タスク(b)、タスク(c)、タスク(a)、タスク(d)の順に点数が高かったが、

タスク(c)とタスク(d), タスク(c)とタスク(a)の結果を比較したところ, (c)の方がそれぞれ有意に点数が高かった。Hu and Nassaji の分析では, このことから, TFA の方が ILH より良い枠組みである可能性があるとしている。なお, この研究では, ILH の問題点でも触れたタスクの時間が統一されていないことが限界として言及されている。

また同様の研究として Gohar, Rahmanian, and Soleimani⁽¹⁵⁾がある。この研究ではイランの 15 歳から 25 歳の EFL 学習者を対象として行われている。タスクは 3 つに割り当てられ, タスク(a)は英文を作成するタスク, タスク(b)は自由英作文を行うタスク, タスク(c)ではリーディング+確認問題を行うタスクであった。この時, ILH による枠組みでは, タスク(a)が 3, タスク(b)が 3, タスク(c)が 1 であり, TFA ではタスク(a)が 7, タスク(b)が 9, タスク(c)が 6 と判定された。それぞれの内訳は, タスク(a)が Motivation 2, Noticing 2, Retrieval 0, Generation 2, Retention 1, タスク(b)が Motivation 2, Noticing 2, Retrieval 0, Generation 3, Retention 2, タスク(c)が Motivation 1, Noticing 1, Retrieval 2, Generation 1, Retention 1 であった。なお, タスクの時間は明確には表記されていない。実験結果は, 事前テストから直後テストではタスク(b) < タスク(a) < タスク(c)の成績となった。またタスク(a)とタスク(b)は ILH に従えば, 同等の学習効果が得られるはずであるが, タスク(b)はタスク(a)よりも点数が高かった。タスク(b)の方がタスク(a)よりも TFA の観点で見れば数値が大きいため, Gohar et al.は TFA の方が枠組みとして有効である可能性がある結論づけた。

2.2.2 TFA の問題 TFA に関しては, ILH よりも優れた枠組みである可能性が先行研究からいえるが, 研究数が少なく妥当性が高いとはいえないこと, ILH の分析結果と同様に, タスクの時間については, 時間が統一されて実験がなされていないことが挙げられる。また, Gohar et al.では 5 つの要因を全て足し合わせたものを見るのではなく, 要因毎に見て, 比較することが提案されている。

3.まとめと今後の展望

以上のことから ILH は, 一部の研究においては, 仮説が有効であることがわかってきた。しかしながら, タスクの時間, 反復学習, Involvement Load の表記(+や++)について問題があることを述べた。また, TFA については, ILH との枠組みの比較によって, 限定的な結果ではあるが, TFA の方が, ILH よりも枠組みとしてはより良い可能性を持っていることがわかったが, TFA を援用した研究はいまだ初期段階であり, 研究例が極めて限定的である。更にタスクの時間統制といった ILH と同様の問題を抱えていることがわかった。

よって, 今後の展望として, まずは ILH と TFA を比

較した実験を増やすことにより, どちらが枠組みとして妥当性が高いのかを実験し, 事例を増やすことが望まれる。その際, タスク時間を統一することを前提とすることが, 実験の妥当性を高めることにつながると考えられる。そして, どちらの枠組みが妥当かを分析した上で, 更に細部の部分, タスクの他の要因(反復学習の有無や ILH や TFA の要因)について検討し, 実験を重ねることにより, より精緻な枠組みを構築することができるのではないだろうか。

参考文献

- (1) Paul Nation: “Learning vocabulary in another language (2nd ed.)”, Cambridge University Press, 2013.
- (2) Norbert Schmitt: “Review article: Instructed second language vocabulary learning”, *Language teaching research*, Vol. 12, pp. 329–363, 2008.
- (3) Batia Laufer and Jan H. Hulstijn: “Incidental vocabulary acquisition in a second language: The construct of task-induced involvement”, *Applied Linguistics*, Vol.22, pp. 1–26, 2001.
- (4) Paul Nation and Stuart Webb: “Researching and analyzing vocabulary”, Heinle, 2011.
- (5) Fergus I.M. Craik and Robert S. Lockhart: “Levels of processing: A framework for memory research”, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, Vol. 11, pp. 671–684, 1972.
- (6) Jan H. Hulstijn and Batia Laufer “Some empirical evidence for the Involvement Load Hypothesis in vocabulary acquisition”, *Language Learning*, Vol. 51, pp. 539–558, 2001.
- (7) Susanne Rott: “The effect of task-induced involvement on L2 vocabulary acquisition: An approximate replication of Hulstijn and Laufer (2001)”, In G. Porte (Ed.), *Replication research in applied linguistics* (pp. 228–267), Cambridge University Press, 2012.
- (8) Shufen Huang, Zohreh Eslami, and Victor Willson: “The effects of task involvement load on L2 incidental vocabulary learning: A meta-analytic study”, *The Modern Language Journal*, Vol. 96, pp. 544–557, 2012.
- (9) YouJin Kim: “The role of task-induced involvement and learner proficiency in L2 vocabulary”, *Language Learning*, Vol. 58, pp. 285–325, 2008.
- (10) Keith S. Folse: “The effect of type of written exercise on L2 vocabulary retention”, *TESOL Quarterly*, Vol. 40, pp. 273–293, 2006.
- (11) Gregory D. Keating: “Task effectiveness and word learning in a second language: The Involvement Load Hypothesis on trial”, *Language Teaching Research*, Vol. 12, pp. 365–386, 2008.
- (12) 南侑樹: 「コロケーションの学習可能性: 関与負荷

仮説による検討」, 関西英語教育学会紀要, Vol. 38, pp. 15–34, 2015.

- (13) Di Zou: “Vocabulary acquisition through cloze exercises, sentence-writing and composition-writing: Extending the evaluation component of the Involvement Load Hypothesis”, *Language Teaching Research*, Vol. 21, pp. 54–75, 2017.
- (14) Hsueh-chao Marcella Hu and Hossein Nassaji: “Effective vocabulary learning tasks: Involvement Load Hypothesis versus Technique Feature Analysis”, *System*, Vol. 56, pp. 28–39, 2016.
- (15) Manoochehr Jafari Gohar, Mahboubeh Rahmanian, and Hassan Soleimani: “Technique Feature Analysis or Involvement Load Hypothesis: Estimating their predictive power in vocabulary learning”, *Journal of Psycholinguistic Research*, Vol. 47, pp. 859–869, 2018.

神戸高専研究紀要第 59 号 編集委員

横山 卓司 (総合情報センター長)	児玉 宏児 (副センター長)	増田 興司 (副センター長)
小林 洋二 (機械工学科)	河合 孝太郎 (電気工学科)	小矢 美晴 (電子工学科)
伊原 茂 (都市工学科)	内藤 哲男 (学生係)	長船 和夫 (総合情報センター)
稲田 真一 (図書館)	中西 厚子 (図書館)	

研 究 紀 要 第 59 号 (非売品)

発 行 日 令和 3 年 3 月 1 日

発 行 者 神戸市立工業高等専門学校
神戸市西区学園東町 8 丁目 3 番地

TEL (078) 795-3311 (代)

FAX (078) 795-3314

神戸市広報印刷物登録

令和 2 年度 第 301 号 (広報印刷物規格 A-5 類)