

放送大学茨城学習センター学生論集

茨城 S C フォーラム

第12号

2022年3月

巻頭言

2022 年は 1 月 2 日が新月で、1 月 4 日の初出勤の日、仕事を終えて学習センターの入っている建物を出ると三日月が低く西の空に架かっていました。それが 14 日経過し、1 月 18 日になると皓皓と光り輝く満月が我が家にたどり着く直前の短い坂の上で出迎えてくれました。定時出勤、定時退勤の現在の仕事に就いて月の満ち欠けと時の動きを初めて実感しました。私たちの、今回お目にかける学生論集「茨城 SC フォーラム」も月の動きに似て初めはヴァーチャル空間に小さく募集の案内が出ます。寄稿者が名乗りを上げ、ページ数の割り当てを決め、投稿された原稿をチェックし、そして内容の詰まった論文集が冊子となって完成します。この作業が営々と続いて今号で 12 号となりました。時計ならちょうど一周したところです。10 号をもって一つの周期とする考えもありますが、循環を考えるなら 12 がふさわしいとも言えます。今回は折しもテーマが環境問題です。循環してこそ私たちの未来があります。

環境問題について近頃目にし、耳にすることが多いキーワードは“SDGs”です。これが環境問題と関わっていることは多くの人には漠然とではあってもわかっているはずです。SDGs は広くそして深い私たち自身の目標です。その意味することの一端を特集論文は語ってくれています。一方では地球温暖化や海流を大局的に論じ、他方では日頃の実践から環境を守ろうとする報告があります。

さらに修士修了者と学部卒業生にもそれぞれを代表して 1 編ずつ寄稿していただきました。また日頃の関心事をまとめた論文や仕事上の取り組みの報告もあります。この論集の愛読者にはおなじみの寄稿者たちも私たちに有用な情報を提供してくれています。どうかそれぞれの関心に応じてどこからでもお読みください。

最後になりますが、今号においても放送大学学長裁量経費プロジェクト「学生の教育研究と発表能力の質を高める学術論文集の刊行」として支援いただきました。記して感謝申し上げます。

放送大学茨城学習センター
所長 佐藤和夫

目 次

巻頭言

特集『環境問題』

環境問題を考えるー地球温暖化を中心にー	朝野洋一	1
海流のしくみについて	石田紀久	6
環境問題に関する未来環境クラブの活動 ～発足から環境カルタの作成まで～	川村優一	12

修士論文・卒業論文

子育て支援施設における父親育て ～子どもと遊ぼう～	鯉淵悦子	18
河川の水質汚濁改善に向けた生活排水改善への行動を促す仕組みの構築	市毛修	20

研究論文

インド・ヨーロッパ語族の源郷を求めて	田辺裕美	22
キャリア開発を目指した県立高校のコロナ禍における教育実践 ー地域との関わりを深める体験的地域学「つくばね学」の取り組みについてー	茂呂輝夫	29

解説・報告

ビッグデータの時代 統計学に変化 ベイズ統計学の復活	竹内孝 山口文夫 金子紀夫	37
リモートワークによる学生活動	金子紀夫 山口文夫 竹内孝 山下功	39
数学共楽会「初歩からの数学」の学習風景	山下功	41

知の小窓

アフガニスタンの農業研究者への統計講習会	塩見正衛	43
----------------------	------	----

編集後記

特集『環境問題』

環境問題を考えるー地球温暖化を中心にー

朝野洋一(元茨城学習センター所長・茨城大学名誉教授)

はじめに

2021年夏、我が国ではCOVID-19と東京オリンピック・パラリンピックのニュースで持ちきりだった。他方、ヨーロッパでは7月中旬に発達した低気圧が長時間停滞したため、広い範囲で豪雨による洪水に見舞われた。特にベネルクス三国とドイツ北西部では被害が大きかった。小河川だが沿岸にブドウ畑とワインの観光地が並ぶアール川では、蛇行しつつ峡谷をなす中・下流部で鉄砲水のような濁流が河岸沿いの市街地を襲い、200名近い犠牲者を出す大災害となった。400年に一度の大水害だと言われている。北西ヨーロッパに中心を置く低気圧に向かって、周辺の大西洋・地中海・バルト海・北海などからの湿った大気が大きな渦となって流れ込んだ結果であった。この地方での洪水は、通常、雪解けなどで起ることが多い。真夏に大洪水が発生したのは、偏西風の蛇行が原因の異常気象によるものと考えられている。この他、2021年の夏は、ギリシアやカリフォルニア・オーストラリアなどで大規模な山火事が発生した。地中海性気候の地域は夏に乾燥するが、今年は山火事の発生が特に多かった。乾燥・旱魃と豪雨が隣りあって見られるのは、偏西風帯の蛇行や海洋の温暖化などが大きく関係していると見られている。

本稿の執筆準備中、アメリカ内陸部で竜巻による被害のニュースが届いた。アメリカ大平原ではもともと竜巻が多発し、開拓時代の初期から、住民は避難用の地下室を備えていたという。この地では、竜巻は春から夏にかけて発生することが多いが、このたびは12月中旬という季節外れに、異常に巨大な積乱雲が多数発生した。南のメキシコ湾からの風と北からの風にロッキー山脈を越えて吹く西風(チヌーク Chinook:通常春先に吹く)が加わって強い渦が形成されたと考えられている。

大気に係わる環境問題は、過去にはスモッグ・光化学スモッグ、酸性雨、PM(Particulate Matter 粒子状物質)2.5、オゾンホールなど様々なものがあつたが、異常気象の頻発は、地球温暖化による全地球的な気候変動によるものであり、その影響範囲は多岐にわたる。

地球温暖化という環境問題

2021年のノーベル物理学賞がアメリカ在住の眞鍋淑郎博士に授与された。博士は、早い時期からコンピュータシミュレーションにより複雑な大気圏の気候変動メカニズムを研究し、大気循環と海洋循環を組み合わせた「大気海洋結合モデル(眞鍋モデル)」を確立し、地球温暖化など気候変動の予測に貢献した。特に二酸化炭素の濃度が上昇すると全体的に気温が上昇することを予測したことで知られる。後述のIPCC第1回報告書執筆にも参加している。近年、ヨーロッパアルプスの氷河の後退など各地で温暖化の兆候が顕著であり、異常気象による災害も多発し、地球温暖化の抑制が世界の喫緊の課題となってきた折から、博士の業績が高く評価されたものである。

異常気象を引き起こしたのは、産業革命以来徐々に上昇してきた地球大気の平均気温の上昇すなわち「地球温暖化」によるところが大きいとされる。温暖化は、大気のみならず海洋の水温上昇にも及び、人類を含む地球上の全生物にとって生存環境に重大な変化をもたらす。地球温暖化は、大気上層に溜まる二酸化炭素やメタンなどが地球から宇宙空間への熱放射を遮り、地表から成層圏までの間に熱を閉じ込めることにより起る。これらのガスは、地球を覆って熱放射を遮る役割を果たすため「温室効果ガス」と呼ばれる。

長い地球の歴史を遡ると、かつて地球の大気はほとんどが二酸化炭素で占められていた。27 億年前ころから、太陽エネルギーの下で二酸化炭素を吸って酸素を出すシアノバクテリア(藍藻類)が海中で生まれた。酸素濃度が高くなるにつれて、酸素を使う生物が現れたが、その生存域は宇宙からの強い紫外線を避けることのできる海中に限られた。その後 18 億年前頃に、大気中の酸素濃度が高まり、地表より 15 km ほどを中心にオゾン(O₃)の濃度が高い部分、オゾン層が形成された。オゾン層は紫外線を遮る働きをするため、海中で生存していた生物のうち先ず植物が陸上に進出し、やがて陸上動物も姿を現した。海水中に吸収された二酸化炭素は、海に流れ込んだカルシウムと結合して炭酸カルシウムとなり、サンゴや有孔虫などの働きにより海底に沈殿し石灰岩となった。また、大気中の二酸化炭素は巨大な植物群を繁茂させ、その一部は地下に埋積されて石炭となった。浅い水面で繁殖したプランクトンなどは堆積物に含まれ、地下の深部で熱と圧力を受けて石油・天然ガスとなった。かくして、かつて二酸化炭素として大量に存在した炭素は、石炭・石油・石灰岩として固定され、海底堆積物、海水、植生、腐植質などに貯蔵されてきた。なお、地球上への炭素の供給は、今も火山活動や中央海嶺での上部マントルの噴出によって行われている。

地球大気の組成は、窒素約 78%、酸素 21%であり、二酸化炭素は 0.035%と極僅かである。炭素はあらゆる有機物の主要な構成元素であり、地球上では動植物の呼吸による二酸化炭素と酸素の収支、大気を通じての移動、海洋による吸収など様々な経路での炭素循環システムが出来上がっており、この状態は、少なくとも過去 100 万年は目立った変化はなかった。ところが 18 世紀に人類が蒸気機関や内燃機関を発明し、化学工業を発達させた結果、地中に埋蔵されていた石炭・石油・石灰石を掘りだし、再び二酸化炭素として大気中に大量に放出するようになった。同時に二酸化炭素を同化する森林は減少し、海水は温度上昇により吸収力を低下させている。かくして永年続いてきた安定的な炭素循環システムは僅か数百年で変動し始めた。

地球温暖化抑制のための国際的な取り組み

1988 年、国連環境計画(UNEP)に基づき世界気象機関(WMO)により、地球温暖化に関する全世界の研究論文、観測・予測データなどを科学的・技術的・社会経済的見地から分析・評価することを目的とした「国連気候変動に関する政府間パネル(Intergovernmental Panel on Climatic Change)」(略称 IPCC)という組織が設立された。世界各国から選ばれた専門家が気候変動・生態系への影響・温室効果ガス・各国の取り組みなどのグループで多面的に検討し、評価報告書を公表している。

2021 年 8 月 9 日付国連広報センターの IPCC プレスリリースは、「気候変動は拡大し、加速し、深刻化している」としている。報告書は、「今後数十年のうちに 1.5℃の地球温暖化を超える可能性について新たな推計を提供しており、温室効果ガスを直ちに、急速かつ大規模に削減しない限り、温暖化を 1.5℃近くに抑えるどころか、2℃に抑えることさえ現実的でなくなる」としている。また、気候変動は地球上すべての地域で増大すると予測し、気温だけでなく水循環や海洋にも影響するとしている。豪雨による水害の多発と並んで旱魃の激化、南極やグリーンランドの氷床の融解、北極海の海水の減少、海洋の水面上昇による沿岸での浸水・洪水や海岸浸食の深刻化、海洋の酸性化や酸素不足による水産資源の減少など様々な影響が指摘されている。

IPCC が気候変動に関する国際的な科学的検討機関であるのに対し、気候変動を抑制する施策を検討する国家間の協議機関として組織されたのが、1994 年に発効した国連の「気候変動に関する国際連合枠

組条約」に基づく締約国会議(Conference of the Parties、略称 COP)である。1997 年に京都で開催された COP3 では、先進国に温室効果ガスの削減を義務付けた「京都議定書」が採択された(議定書は 2005 年に発効したが、合衆国は 2001 年に離脱宣言)。その後 2015 年の COP21 で京都議定書に代わる「パリ協定」を採択した。これは、産業革命前に比べて気温の上昇幅が 2℃を十分に下回り、1.5℃にとどまるよう目指す」という内容になった。

2021 年 11 月、イギリス(スコットランド)のグラスゴーで COP26 が開催された。ここでは、2030 年までの各国の温室効果ガス削減目標が議題となった。主要な温室効果化ガスである二酸化炭素の排出量削減が議論されたが、特に石炭火力発電の停止をめぐるのは、各国の政治的・経済的利害の隔たりが大きく、紛糾した。結局、今後の温度上昇を 1.5℃に抑える努力を追求すること及びそのために温室効果ガス排出削減対策が講じられていない石炭火力発電は抑制することが決まった。会議の中では、温暖化による海面上昇の結果、南太平洋のサンゴ礁の島嶼などが深刻な水没の危機にある実情を当該国などが強くアピールした。

国連 SDGsと『沈黙の春』

2015 年、国連は世界全体が 2030 年までに達成すべき「持続可能な開発目標(The Sustainable Development Goals, 略称 SDGs)」を承認し、17 の目標(ゴール)と 169 の具体的項目(ターゲット)を挙げている。その多くは開発途上国向けとみられるものだが、世界から貧困や飢餓を無くし、総ての人々が衛生的で文化的かつ男女の平等な生活を送り、持続可能な農林水産業と経済成長の下で平和に過ごせることなど社会経済的仕組みに関するものと、そのための大気・海洋を含む・陸上資源などの持続可能な利用促進などからなる。環境問題の観点からすると、日常的な身近な問題から地球全体に関係するものまでである。特に地球温暖化とその影響に関係するものは、気候変動(目標 13)や海洋資源(目標 14)、陸上資源(目標 15)などの項目に見られる。

ところで、環境問題を考えるときに引き合いに出される古典的文献ともいえるものにレイチェル・カーソン著『沈黙の春(Silent Spring)』(1962 年)がある。現在、官民挙げて推進している「持続可能な開発目標 SDGs」(2015 年)との間には半世紀あまりの隔たりがあり、社会の状況はかなり変容している。しかし、持続可能な目標に掲げられた項目中には『沈黙の春』の基本的視点が幾つも取り入れられているように思われる。因みに私は放送大学茨城学習センターで、同好の仲間と拾数年来本書の輪読会を行ってきた。2020 年に読了し、参加者の感想文や本書の評判などをまとめた簡単な冊子を刊行することができた。この冊子については、輪読会のメンバーが同窓会報『ときわ』で紹介する予定である。

『沈黙の春』は、先ず、第二次世界大戦中から広くかつ大量に使われるようになった DDT などの殺虫剤、除草剤、消毒薬などの化学合成品の危険性について多くの事例を挙げて述べている。化学製剤の人体への影響は、接触が直接間接を問わず、生命の危険のみならず発癌性や遺伝子への影響など極めて深刻である。昆虫などに生じる薬剤の耐性は、ますます強力な製品開発を促し厄介な問題だ。カーソンの基本的視点は生態学にあり、土壌・昆虫・植物・人間を含む動物などが相互に密接な依存関係にある生態系に注目する。特定の対象に散布された化学製剤は、食物連鎖(現在はより複雑さを示す食物網という)を通じて次第に濃縮され目的外の生物に被害を及ぼす。生物の神経系・細胞・遺伝子に影響し、突然変異や不妊を起こす。樹木の害虫駆除に散布した薬剤は、対象とする害虫以外には「安全な濃度」であっても、地表

面の落葉や分解物などを食べるミミズの体内で濃縮・蓄積され、ミミズを餌にする鳥類が中毒死するという因果の連鎖が生まれる。薬剤散布を受けた田園風景は見た目に何の変化もないが、春になっても鳥たちのさえずりは聞こえないし、川で跳ねる魚はいない。類似の現象が、世界中の森や家庭の庭、河川・湖、海中でも起っていることを豊富な事例で示している。

さて、SDGs に戻り、以下に環境問題と関係すると考えられる目標と項目を列挙してみた。ここで強調されているのは、生態系の維持、化学物質の取り扱い、持続可能性とレジリエント(強靱さ)であり、自然環境や資源の保護・保全を重視することである。なお、多くの場合、各項目には文頭に「2030 年までに」が付くがここでは省略した。〔以下は、内閣府地方創生推進事務局文書の抜粋に依拠。一部は著者改変〕

- 目標 2. 飢餓をゼロに(飢餓を終わらせ、食料安全保障及び栄養改善を実現し、持続可能な農業を促進する)
- 2-4 生産性の向上と生産量の増加。生態系を維持し、気候変動や極端な気象現象、干ばつ、洪水及びその他の災害に対する適応能力を向上させ、漸進的に土地と土壌の質を改善させるような持続可能な食料生産システムを確保し、強靱(レジリエント)な農業を实践。
- 目標 3. すべての人に健康と福祉を(あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を促進する)
- 3-9 有害化学物質ならびに大気・水質・土壌の汚染による死亡及び疾病の件数の大幅減少。
- 目標 6. 安全なトイレを世界中に(すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する)
- 6-6 山地、森林、湿地、河川、帯水層、湖沼などの水に関連する生態系の保護・回復。
- 目標 7. エネルギーをみんなに、そしてクリーンに(すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する)
- 7-2 世界のエネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの割合を大幅に拡大。
- 目標 12. つくる責任つかう責任(持続可能な生産消費形態を確保する)
- 12-4 環境上適正な化学物質やすべての廃棄物の管理を実現し、人の健康や環境への悪影響を最小化するため、化学物質の大気、水、土壌への放出の大幅削減。
- 目標 13. 気候変動に具体的な対策を(気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる)
- 13-1 気候関連災害や自然災害に対する強靱性(レジリエンス)及び適応力を強化する。
- 目標 14. 海の豊さを守ろう(持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する)
- 14-1 海洋堆積物や富栄養化を含む、特に陸上活動による汚染などあらゆる種類の海洋汚染の防止と大幅削減。
- 14-2 健全で生産的な海洋の実現のため持続的な管理と保護を行い、海洋及び沿岸の生態系の回復に取り組む。
- 14-3 海洋酸性化の影響を最小限化し、対処する。
- 目標 15. 陸の豊さを守ろう(陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の促進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処並びに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する)
- 15-2 森林の持続可能な経営の実施を促進し、森林減少を阻止し、新規植林及び再植林を増加。
- 15-8 外来種の侵入防止、外来種による陸域・海域生態系への大幅減少。

上記では、持続可能性を大前提として、陸域・海域を問わず生態系の保護・維持、気候変動・災害などに対する強靱性(レジリエンス)が強調されている。また、化学薬品・プラスチックなど化学物質による環境汚染も取り上げられている。なお、地球温暖化問題とは切り離しているが、再生可能エネルギーの割合増大に触れている。ただし、環境への負荷が低ければ化石燃料の消費も認める姿勢であり、発展途上国への配慮が濃い目標である。

『沈黙の春』に従えば、生態系の維持と強靱化のためには、何よりも生物種の多様性が重要であると言える。農業を例にとれば、多種類の作物を栽培する農業は単一栽培より強靱性に勝る。どれか一つの作物が病虫害に遭っても別の作物の収穫が見込めるのだ。森林についても、多様な樹種からなる森林は単一樹種林よりも病虫害や災害に強いと言える。また、非意図的に侵入した外来生物は、天敵のいない環境で大繁殖する傾向が強く、在来の生態系を破壊するばかりか防除に多額な費用を要することになる。ペットとして輸入された生物が野生化し害獣となっている例も少なくない。

結びにかえて—SDGs とは相容れない事例—

カーソンの視点から身近な現状をみると、懸念すべき点が多々ある。

茨城県は農業生産額で上位の県であり、“儲かる農業”を目指している。このため産地化とブランド化を進めてきた。産地化では単一作物の生産になりがちであり、市場価格の変動や病虫害の被害を受けた場合の収穫に問題がある。また、収益性を優先するため、露地栽培が可能であってもビニルハウスや温室で生産する傾向にあるが、大量に投入されるビニルなどの化学工業製資材、保温・加熱用などは“脱炭素”とは相いれない。さらに、ブランド化して大量流通システムに乗せるための生産物選別規格が厳しく、規格外品の廃棄処分も少なくない。農畜産物・水産物における規格外品廃棄量の多さは、加工食品・調理品の賞味期限切れや食べ残しなどとともに膨大な量のエネルギーロスを生んでいる。

また、養鶏・養豚は、近年、飼育規模が巨大化し少数の農場で集中的に生産される傾向が顕著である。生産から流通までのスケールメリットのみを追求した結果であろう。しかし、一旦鳥インフルエンザや豚コレラ・豚熱などの感染症が発生すると、たとえ一部分が感染しただけでも農場全体の家畜が処分されなければならない。規模の大きい農場では、家畜・家禽の処分にかかなりの日数と費用が必要になる。それまでの飼料や電力などの投入エネルギーは膨大であるが、すべて無駄になってしまう。持続可能な経営を目指すならば、省エネルギーに加え世界的傾向にあるアニマルウェルフェア（動物福祉）を考慮して、飼養する家畜・家禽の数を再検討すべきではないだろうか。

再生可能エネルギーの推進のため、本県でも各地にたくさんの太陽光発電パネルが設置されている。しかし、設置に関し問題もある。数年前、筑波山の山麓斜面の山林を伐採して設置する案件が景観上問題になった。また、設置に際し土地造成が必要な山地・丘陵地では、土砂崩れなども起っているという。さらに、農地の転用や平地林の伐採による設置も多い。農地や林地は、それぞれの生態系を形成しており、降水の一時貯留の場であり二酸化炭素を吸収する場である。豊かな田園風景が観光資源ともなる。太陽光発電が政策として推進されていることと、農業従事者の高齢化・後継者不足による耕作放棄地・同予定地の増加が相まって、無計画な発電所設置となっているらしい。生態系を維持しつつ持続可能な再生エネルギー生産と農業生産を両立させるためには、自治体などによる綿密かつ強制力ある土地利用計画が不可欠と考えるが、寡聞にしてそのような例があることを知らない。

海流のしくみについて

石田紀久(自然と環境コース)

1. はじめに

環境問題が地球の喫緊の課題となっている。世界の国々は温暖化ガス排出削減などの対策に取り組んでいるが、全地球規模での気候変動の原因やそのダイナミクスも理解する必要がある。この中には海流が大きく影響していると言われる。これらの理解にはまず何より「**海洋及び海流を知る**」ことが重要である。

本稿は、海流に関する力学を説明してから、世界の海流のしくみを概説する。さらに、実際に海洋・海流と気候とが関係している具体例について述べる。

2. 海流に関する力学の予備知識: 回転座標系

全ての現象を統一的に説明できる力学上の理論・法則はない。日常生活に関する現象はニュートン力学が適用できる。ところで、ニュートン力学といっても、対象とする座標系が異なるとその座標系に固有の力学法則がある。我々は**自転している地球上**にあり、力学上では**回転座標系**にいることになる。日常生活での小規模、短時間の現象は、地球表面上ではよい近似で**慣性(座標)系**とみなせる。慣性系では、例えば一定速度の電車の中で、ボールを上にあげても真下に落ちるといような運動になる。ところが、海流などの地球規模での大規模な現象に対しては、地球の**自転による回転座標系**を考えなければならない。このとき、固有の力学が現れ、海流には特有の流体現象が現れる。

2.1 フーコーの振り子(地球の自転を証明)

最初に、地球は自転しているが、これを実際に証明するのは難しい。フーコー(仏)が1851年にパリで振り子の公開実験を行って、直接的に地球の自転現象を初めて実験で示した。実験は長い弦(67m)をもつ周期の長い振り子を長時間振動させると、次第に振動面が変化(回転)するというものである。これは、回転座標系において、**コリオリの力**(次節で述べる)が働いているためである。振動面の回転速度は、非常にゆっくりで、また測定する場所によって異なる。地球自転の角速度を ω とすると緯度が θ の地点では、振り子の振動面は角速度 $-\omega \sin \theta$ で、地球の自転方向と反対方向に回転する。したがって、北極点上では時計回りに1日1回転する。しかし赤道上では回転しない(図1参照)。南半球では反時計まわりに回転し、南極点上でも1日1回転する。

各地での振り子

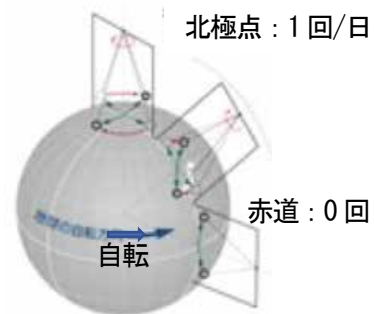


図1 名古屋市科学館

www.ncsm.city.nagoya.jp に加筆

2.2 コリオリの力(地球自転によって発生する力の一つ)

自転する地球上ではコリオリの力が働くと述べた。この力は慣性座標系では現れない、回転座標系固有の力(慣性座標系にとって見かけの力)である。ベクトル解析によると、回転座標系上では速度 $\mathbf{V}$ で移動する物体に、次のコリオリ力 $\mathbf{F}_c$ が作用してその進路を変更させる。(この力を**偏向力**という)

$$\mathbf{F}_c = 2m\mathbf{V} \times \boldsymbol{\omega} \quad (1) \quad (\text{注: } \mathbf{F}_c \text{ は、} \mathbf{V} \text{ と } \boldsymbol{\omega} \text{ のベクトル積で、大きさと方向のあるベクトルである})$$

ここに、 m : 質量、 $\mathbf{V}$: 速度、 $\boldsymbol{\omega}$: 自転角速度である。偏向力の大きさは、 $2mV\omega \sin \theta$ で表される。

(θ は $\mathbf{V}$ と $\boldsymbol{\omega}$ のなす角度、また $\mathbf{V}$ と $\boldsymbol{\omega}$ (注: 太字でない) はスカラー量を表す)

2.3 遠心力(地球の自転によって発生するもう一つの力)

遠心力 $\mathbf{F}_r$ は回転体の上に物体がある時、回転円周の法線方向に働く力であり次式で表される。

$$\mathbf{F}_r = m\mathbf{r}\omega^2 \quad (2)$$

ここに、 r : 回転半径である。地球上では $r = R \cos \bar{\theta}$ (R : 地球半径 = 6400km、 $\bar{\theta}$: 緯度) で表される。なお、回転体上では物体が動かなくても遠心力を受ける。遠心力は、赤道では最大であり、極地ではゼロになる。しかし遠心加速度は重力加速度に比べ、約 $1/240$ と小さくその影響は無視できる。

3. 世界の海流

以上で海流を説明するに必要な力学を述べた。次に世界の海流のメカニズムについて述べる。世界の海の深さは1万mを超すところから数千mまでであるが、平均の深さは約4千mといわれている。地球規模の定常的な海洋の流れは、**表層流**(海面から深さ数百mまでの流れ、但し潮汐による潮流は除く)と、**深層流**(海底を流れる)に大別されている。(両者の間の中層流はよく分かっていないので、ここでは除く)

3.1 表層流

世界の海は、北太平洋、南太平洋、北大西洋、南大西洋、インド洋、北極海、南大洋からなり、これらの海には一定の向きに流れる表層の海流がある。図2に主要な世界の表層流を示す。なお海流の上空の空気に熱を与える海流を「暖流」(オレンジ色)、上空の空気から熱を奪う海流を「寒流」(青色)と呼んでいる。

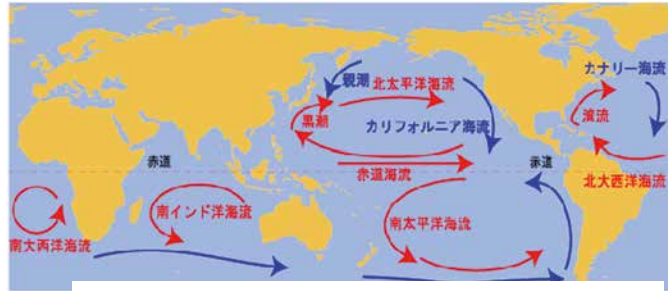


図2 世界の海流(www1.kaiho.mlit.go.jp より)
(参考: 海洋のしくみ(日本実用出版社))

(a) 表層流の駆動力 流れの駆動力は①風力、②コリオリの力、③摩擦力(抵抗力、負の力)からなる。

①風力 風は表層流の源である。主に風に引きずられ、定常的な流れを**吹送流**という。北太平洋の北部では偏西風(西から東へ)、赤道近くでは貿易風(東から西へ)が吹いている。(なお、風の向きと海流の向きとは呼び方が反対であることに注意: 例えば、偏西風によって海流は**東流**になる)。

②コリオリの力 海流があると、2.2 で述べた**転向力**が働き、その力の向きは北半球では海流の進路方向に対し**右方向**に働き、南半球では**左方向**に働くという性質がある。

③摩擦力 流体力学で扱う流動に対する抵抗力であり、一般に速度が速い場合の乱流状態(レイノルズ数: Re が大きい場合)か、速度が遅い場合(Re が小さい)の層流状態かによって適用式が異なる。

(b) 流れのメカニズム 「圧力傾度力」(後述)を上記(a) **表層流の駆動力**に加えると、定常的な表層流のバランス式が導かれる。この定常流の解明は歴史的には下記の海洋研究者によってなされた。

・**エクマン**(スウェーデン人) 1905 年に**エクマン輸送論**を発表

: コリオリ力により、海流は風下の**右 90 度**方向に力を受ける(**北半球**の場合)。

・**スベルドラップ**(ノルウェー人) 1948 年に地衡流、大洋循環流について論文発表

: 北太平洋の海水を南向きに大きく循環する流れのメカニズムを解明
(これをスベルドラップ輸送又は**スベルドラップの大洋循環**という) -

・**ストンメル**(アメリカ人) 1984 年に**西岸境界流の理論**を発表

: 西岸の沿海を流れる海流がスベルドラップ輸送の破綻を生じ、強い流れになる。
(黒潮、ガルフ流の西岸強化の理論的な解明。この流れを**西岸境界流**という)

これらを以下に少し詳しく述べる。

「**エクマン輸送**」とは図3に示す様に、風に引きずられた海面の上部の層がコリオリ力のため、まず風下方向から45度右へ流される。それにつれてその下の層の海水が引きずられて動くが、コリオリ力のためさらに45度右へ流される。このようにして次々と下の層が右にずれていき、らせん状を描く(エクマン螺

旋という)。全体としての流れは、深さ方向に積分すると海水の移動は風下に対して 90 度右方向になる。

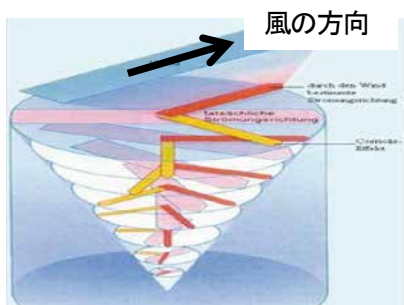


図3 エクマン輸送
(wikipediayajawikipedia.org より)

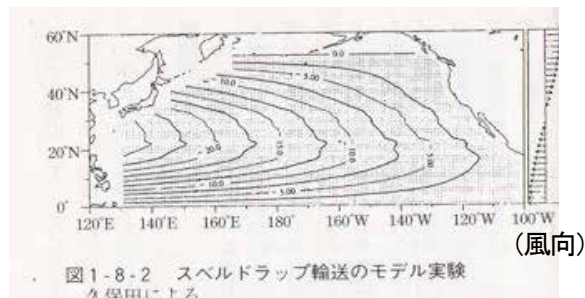


図4 スペルドラップ輸送のモデル実験
(海のなんでも小辞典、久保田 より)

「スペルドラップの大洋循環」とは次の様に説明されている。北太平洋をモデル化した図4の右端に示す様な風が吹いた場合（偏西風と貿易風）、海流はエクマン輸送により風の向きから右に90度ずれるので、図4のような右周りの循環流が形成され（北半球の場合）、全体として赤道方向に向かって海水が輸送される（流れの方向は大部分が南向き）。

この時の流れの力のバランスは海面の盛り上がり（これにより生じる力、すなわち圧力勾配による力を**圧力傾度力**という）とコリオリ力が釣り合った流れとなり、この流れがいわゆる**地衡流**である。言い換えると、エクマン循環流があるとその循環流の中央に海水が集められ、海面が盛り上がり、水圧が高くなって**圧力傾度力**を生じる。そして流れに対するコリオリの力がこの**圧力傾度力**とちょうど釣り合う（図5）。



図5 地衡流のしくみ、(ニュートン別冊「海のすべて」より)

実際、黒潮の右側の海面が平坦でなく約1mも盛り上がり高くなっている（ガルフ湾流の右側の海面も同様に同程度盛り上がっていることが知られている）。これは地衡流の固有の姿である。

残りの「西岸境界流」は次の様に説明されている。「何故、黒潮は流れが極端に早く（最大 2.5m/秒:この速さは100m自由形の競泳選手より早い）、また、深さは最大約1000m近く（平均数百m）、幅は約 100km と**細い流れなのか？**（細い流れの意味＝北上する黒潮の幅は、広い北太平洋幅の数%しかないので相対的に細い流れ）」ということについて、当時は合理的な説明に苦心していた。

図6に日本沿岸を流れる黒潮を示す。なお黒潮のほかガルフ湾流など大洋の西岸側でより強い海流になることを総称して、**西岸境界流**という。上述のスペルドラップの大洋循環流モデルではこれを説明出来なかった。しかし、ストーンメルはこれを海洋の流れの大胆なモデル化等により解析的に証明した。解析モデルの詳細は文献(三好寿著「波・津波 海洋学への招待」)に譲るが、端的にいうと、**コリオリ力**が緯度によって変化すること等を考慮することにより、循環流の西岸側には強い流れが生じるということを解析的に明らかにしたものである。なお、これは海洋学の革新的な論文と言われている。

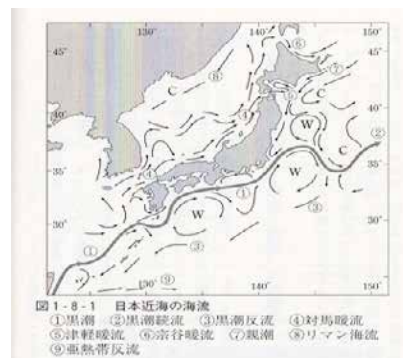


図6 黒潮(日本近海の海流)
(道田豊、等「海のなんでも小辞典」
BLUE BACKS より)

実際、西岸側の近くを流れる黒潮やガルフ湾流は、東岸側を流れるカリフォルニア海流やカナリア海流よりも流れが強い。このように大洋の西岸側でより強い海流が生じる傾向を「**西岸強化**」という。

以上より、表層流はいくつかの力学的に固有な現象から成り立っていることがわかる。

(誤解されやすいコリオリの力)

コリオリの力を(1)式に示したが、何故、転向力が北半球では進行方向の**右側**に、南半球では**左側**に働くかという理屈は分かりにくい(球体の接平面のベクトルを考えれば分かるが・・・)。しかし、この転向力のために、北半球では台風やハリケーンは**反時計回り**の渦を巻き、また南半球でのサイクロンは**時計回り**の渦を巻くことが事実としても知られている。この渦のアナロジーとして、水の渦も同様に、北半球では反時計回りに、南半球では時計回りに渦が巻くと考えがちであるが・・・。

例えば、瀬戸内海・鳴門の渦は、北半球にあるので、**反時計回り**と思いがちである。しかし、鳴門には多くの渦が巻いており、ここでの独特の地形のため半々の渦(むしろ**時計回りの渦が多い**)と言われている。また、これとは別にコリオリの力に関して、以前にあったトリッキーな商売が有名である。「赤道付近の地域で、容器に入れた水をその下の細い管から流すと生じる渦についての実験」である。実験場所を赤道より北と南に移して実験し、渦の回転方向が北半球と南半球では逆になることを示したものである。

実は、**地球自転**によるコリオリ力の効果が現われるには、台風、ハリケーン等の大規模な風の流れや、黒潮などの海流といったスケールの大きい動きが必要である。上述の例は、いずれもこれに該当しないのでコリオリの力によるものでないと言える。(ただし、実験のこの装置を作った技術に感心するが・・・)

3.2 深層流

深層流は流れが遅く、時間スケールが極端に長く、広大かつ深い海底での測定が困難なため流れの挙動等は未知な点が多く、表層流ほど良く分っていない。深層水の流れについてはこれまで多くの解説書があるが、記載内容は必ずしも同じでない。深層流調査の歴史については文献「日本の深海」¹⁾が分かりやすい。以下にその文献を参考にして概略を紹介する。

【深層水の流れについては 18 世紀の中頃から一部の科学者が関心を持ち始めた。大西洋の赤道付近で、航海中の船から長いロープにバケツをつけて深海の水をくみ上げると、冷たい水であったという。これを知った英国のランフォード伯爵は、北極で沈み込んだ海水が赤道まで流れているのではないかと大胆な仮説をたてた。

その後、1870 年頃、英国海軍による世界初の海洋観測船チャレンジャー号は、深海の水温を細かく測定した。その結果、世界中どの海域でも深海の水温は一樣に冷たいことが明らかにされた。しかし、深海の流れそのものは捉えられなかった。

1950 年代から 60 年代にかけての核実験の副産物としてトリチウム(放射性元素)が大気中にばらまかれた。この物質は海中に取り込まれ海洋中に広がって行く。そこで世界の海を測定すると、太平洋やインド洋では水深数百メートルにしかトリチウムがないのに、北大西洋の北部では深海に広がっていたのが確認された。このことから、北大西洋の北部で海水の沈み込みが生じていることが明らかになった。

1980 年代ウオーレス・ブロッカー達は、世界の海で炭素同位体 C^{14} の調査を行った。これは C^{14} の量を調べると、海水が大気との接触を断ってからどのくらいの時間が経過しているかを調べることが出来ることによる(炭素同位体による年代測定法)。この結果から、地球規模で深層流の流れる方向がおおまかにわ

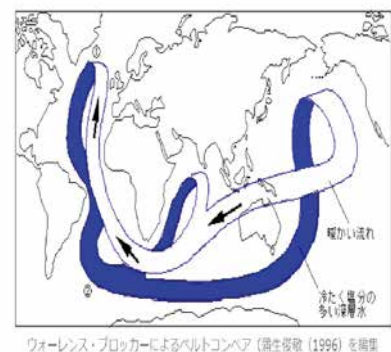


図 7 世界の深層海流の概念図
(地層科学研究所)

かった。そして彼は一枚の絵を描いた。これが、ブロッカーの「ベルトコンベヤー」(図 7)と後に呼ばれるようになる深層循環の図である。】(以上、文献より)

(なお、ブロッカー自身は、この図を深層循環の理解に役立てるためにデザインした cartoon(絵)であると述べている)

その後の調査・研究により、20 世紀後半になって深海流のルートは表層流のそれとは全く別であり、深層循環はローカルな流れでなく世界を一周する流れであるということが、一般的に認められるようになった。すなわち、深層流は、一部の表層の海水が海底に沈み込み、海底に沿って流れ、世界中の海を巡っているというものである。こうした重い海水は海底へ沈み込み、海底を北部大西洋からの深層水と南極周辺からのそれと合体し、インド洋や太平洋へ北上する。北上とともに上層の海水と混合しながら表層へ上昇する。表層に達した海水は、深層水の反流として太平洋からインド洋へ通り、アフリカ大陸の南端を巡って大西洋を北上する。この様にして世界の海を一巡する。これを**深層循環**或は**熱塩循環**という。

深層流のメカニズムとして、まず海底に海水が沈み込む現象は、世界の海洋のいたる所で起きているのではなく、北部大西洋(グリーンランド周辺)と南極周辺の海の 2 か所のみである。この海水の沈み込みは、海水の密度が大きく、重いことによる(海水温度が低い、又は塩分濃度が高いため)。

流れの平均的な速度は遅く(数cm/秒)、世界を一巡する循環は約 2000 年と言われている。日常生活の時間に対する感覚とはかけ離れたスケールである。この遅い流れにも例外があり、観測データによると、表層流のガルフ湾流の下の方を深海を逆向きに南下する深層流の強い流れは、1/3 ノット(約 0.2m/秒)であり比較的早く、西岸に沿って流れている。また南極付近の海から太平洋の西岸に向かって北向きの比較的強い流れがみられる。これから深層流にもコリオリ力が働き**西岸境界流**があることを示している。

深層水は遅い流れであるが、流体力学上の**乱流**状態にあり、また多くの**渦**が巻いている。風力は深層流の駆動力としては働かない(しかし、風力も影響しているという説²⁾もある)。観測では、潮汐力による水平運動が確認されているという。この動きが海底地形(海嶺、海盆)にぶつかり乱流・混合を引き起こす。この混合が内部重力波によって伝播するという説²⁾があるが、深層循環に必要な運動エネルギーには不足であるといわれ、深層流の沈み込んだ後の流れの詳細はまだ解明されていない。

4. 海流(海洋)と気象との関係

以上、海流の挙動は、地球自転の影響等を受けていると述べたが、実は気象の影響をも大きく受け、さらに気象に大きな影響を与えている。すなわち、海は大気を暖めたり冷やしたり、大気に水蒸気を供給したりすることで日々の天候の変化に重要な役割を果たしている。同時に、地球環境の気候変動にも影響している。この関係について、いくつかの代表例(太平洋を対象として)を取り上げる。

4.1 表層流と気象との関係

大気と海洋が相互に影響を及ぼし合う代表例はエル・ニーニョ現象(又はラ・ニーニョ現象)である。

(a) **現象**: 太平洋赤道付近の南米側海域で海面水温が例年より高くなり、その状態が 1 年程度続く現象である(数年に一度発生する)。その結果、ペルー沖で冷たい栄養豊富な冷水が深い所から海面近くに湧き上がるのが抑えられ、不漁になることに加え、日本を含め世界中の天候異常の原因になる。

(b) **原因**: 太平洋の熱帯域では貿易風(東風)が常に吹き、海面付近の暖かい海水が西側に吹き寄せられている。

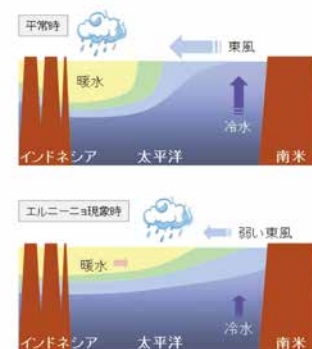


図. 8 エル・ニーニョ現象: 大気・海洋変化

(<https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/da>)

東部では平常時はこの東風による吹送流と地球自転によるエクマン輸送(流れに対する転向力)によって冷水が湧き上がっている(これを**赤道湧昇**という)。しかし、何かの原因で東風が弱まると、西部に溜まっていた暖かい海水が東方へ広がると共に東部での赤道湧昇が弱まる。そのため東部の海水温度が高くなる。これがエル・ニーニョ現象である。(図8に気象庁ホームページにある概念図を示す:平常時とエル・ニーニョ現象時の大気と海洋の変化)

(c) **影響:** エル・ニーニョ現象が発生すると、積乱雲が盛んに発生する海域が東に移る。その結果、日本及び世界各国の気象に影響を及ぼす。

・日本: 夏期; 冷夏、日照時間減少、
冬期; 暖冬

・世界: 夏期; インドネシア等の西太平洋では降水量減少、南米北部多雨、
冬期; 同域の海面水温低下

(d) **監視・予測:** 日・米を含む各国でエル・ニーニョ現象の予測や、初期条件を得るための観測が継続的になされている。しかし、発生する現象規模の大きさ等の正確な予測はまだ難しいという。

(e) (参考) **ラ・ニーニャ現象:** エル・ニーニョ現象とは反対に、東風が例年より強くなる現象である。日本付近では夏期は気温がより高くまた降水量が多くなり、冬期は気温がより低くなる傾向にある。

4.2 深層流と気象との関係

深層流は一見、気象とは無関係にあるように思われる。しかし深層流はブロッカーのベルトコンベヤー図にあるように世界の海を一巡しており、低緯度地方から高緯度地方へ、また地球全体の重要な熱輸送を担っている。以下、文献(鎌田浩毅著「地球の歴史(下)中公新書 2016」)を参考にした。

[約1 万年前の一時期、深層流の流れが止まったため、北半球で急激な温度低下が起きた。何故、この深層流が止まったかの原因についてはいくつかの説があるが、その一つは地球温暖化説であるという。]

(このような気温低下が起きた時の状態は、米映画“Day After Tomorrow”でイメージできる:筆者) また現在、地球温暖化により北極の氷の融解(また南極の氷床融解も同様)が指摘されているが、温暖化の影響の一つに深層水循環を弱める可能性があるといわれ、多くの海洋研究者が警告している。

これから、深層流が長期的な気候変動に大きく影響しているといえる。将来、地球温暖化により、地球規模の大きな気候変動がおこる可能性は否定できない。深層流の調査・測定は今後ますます重要になってくる。

5. おわりに

以上、海流のしくみの概要について述べた。海流には地球自転の影響で固有な流体現象がある。世界の海洋・海流と気候変動にはまだ解明されていない現象があるが、密接に関係していることがわかる。

日本は海洋国家である。2007 年に策定された国の海洋基本法の基本理念には、

「**海洋の開発及び利用と海洋環境の保全との調和**」、「**海洋に関する科学的知見の充実**」…とある。

これを推進するには予算に加え、人材育成が欠かせない。そのためには海洋教育にも力を入れ、未知なことに挑戦する若い研究者を育てる必要がある。今後、海洋の気候変動に与える現象の調査・研究において、日本の海洋研究者はさらにリーダー的な役割を発揮することを期待し、応援したい。

[参考文献]

- (1) 瀧澤美奈子,「日本の深海— 資源と生物のフロンティア」 講談社発行
- (2) 深海と地球の事典編集委員会編「深海と地球の事典」 丸善書店

環境問題に関する未来環境クラブの活動

～ 発足から環境カルタの作成まで ～

川村 優一（自然と環境コース）

1. 未来環境クラブの設立

昨今の異常気象による集中豪雨被害や動植物に先ず現れる生態系への影響等、私たちの身近な生活や自然環境の様々なダメージを与える深刻な問題が頻発しています。このままでは問題が一層深刻化するだけであり、何らかの対策・改善策を打ち出さなければ、私たちの未来はありません。これらの問題の自己認識を深め、実践活動をするために私は2015年4月より放送大学で「自然と環境コース」を履修することになりました。また、このような大きな問題に取り組むには「三本の矢」の喻えにもありますように仲間がいた方がより強力に、そして持続するものになります。そのため私は同志を募って茨城学習センターに「未来環境クラブ」を設立し、研究と実践活動を始めました。

2. 学びと活動の開始

IPCC「国連気候変動に関する政府間パネル」第5次報告書には「人間の影響が20世紀半ば以降に観測された温暖化の支配的な（dominant）要因であった可能性が極めて高い（95%以上）。気候変動は人間の社会的活動がもとで激変して温暖化が進行しているのではないか。」²と述べられております。

IPCCは人為起源による気候変化、影響、適応及び緩和方策に関し、科学的、技術的、社会経済的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、1988年に国連環境計画（UNEP）と世界気象機関（WMO）により設立された組織です。

私は2016年2月1日に環境省の「地球温暖化防止コミュニケーター養成セミナー」を受講し、修了後の2016年2月1日に「IPCCリポートコミュニケーター」の資格を取得しました。この資格は温暖化防止のための宣教師として環境省から認定されており、気候変動の最新動向を学び、未来の地球と自らの暮らしについて総合的な観点から多面的に探究する活動を通して、地球温暖化防止への当事者意識を高め、持続可能な社会作りへ向けて他者とかかわり合う力や実践力を持ち行動する人を養成しています。

2015年のクラブ設立当初は座学でのクールチョイス等「環境学習会」研修を行いました。その中で、茨城県次世代エネルギーパーク推進協会で推奨する各企業が再生可能エネルギーの施設等を一般に公開していることを知り、見学会も始めました。それぞれの分野で特徴のある事業所見学会を表1のように実施しました。ただ、土・日・祝日は参加できない事業所も多く、事業所の見学会を断念したこともあります。

¹ “Intergovernmental Panel on Climate Change”の略。以下“IPCC”と略す。

² 国連気候変動に関する政府間パネル第5次報告書（2014年11月2日）評価特設ページから引用

表―1 茨城県次世代エネルギーパーク推進協議会の推奨による主な見学先（32 団体中）

訪問先	訪問日	参加数	ガイドブック NO と訪問目的
競輪場外車券売り場サテライト水戸（水戸市）	2016 年 3 月 20 日 （日曜日）	10 名	NO28：県内最大規模 500KW の太陽光発電システムの実態を見学。JR 水戸駅北口ステーションギャラリーにリアルタイムで発電した電力量が見られる。
ゼロエミッションハウス（古河市）	2016 年 6 月 4 日 （土曜日）	9 名	NO10：近未来型ゼロエミッションハウスや積水ハウス資源循環システムを見学。
日立エンジニアリング&サービス 大沼工場	2016 年 6 月 18 日 （土曜日）	10 名	NO18：地球環境エネルギーの日立製作所特製ビデオ、風力発電の実機と設備、太陽光発電の現状を見学。（日立市）
・食と農の科学館 ・つくばエキスポセンター ・キリンビール取手工場	2016 年 10 月 9 日 （日曜日）	9 名	NO1：食品の機能、食の安全性、バイジーゼル燃料の研究（つくば市） NO6：原子力の仕組み、太陽光・風力・水力発電の仕組み（つくば市） NO8：太陽光発電システム、バイオガスエンジン、NAS 電池仕組み（取手市）
木質バイオマス発電所（ひたちなか市）	2016 年 12 月 2 日 （金曜日）	11 名	NO14：産業廃棄物総合処理施設木質バイオマス発電と木質チップ製造を見学。
東海テラパーク（東海村）	2017 年 6 月 4 日 （日曜日）	11 名	NO27：地球環境を考えながら原子力の仕組みや安全性を映像にて紹介している。
筑波宇宙センター	2017 年 11 月 11 日 （日曜日）	10 名	ガイドブック対象外：宇宙船の歴史や宇宙船モデルで船内見学等。

3. SDGs(持続可能な開発目標)と放送大学学長裁量経費による取り組み

2019 年 4 月度例会で未来環境クラブ員の力でできる環境関連活動はないのかを議論しました。その結果、以下の 3 点を立案し、実行に移しました。

- ①気候変動の最新動向を学び、未来の地球と自らの暮らしについて総合的な観点から多面的に探究する。
- ②地球温暖化防止への当事者意識を高め、持続可能な社会作りへ向けて他者とのかかわり合う力や実践力をつける。
- ③探求だけでなく地域に密着した活動を行う。

これに基づいて 2019 年度の活動目標は「SDGs で未来環境クラブを変えよう！」³をスローガンに下記の活動を実施しました。

³ 2019 年 7 月 25 日午後から茨城大学 3 階講義室にて茨城大学、茨城キリスト大学、常磐大学の三学長連携 SDGs アクションに出席した。三大学の SDGs に対する対応を知り、SDGs 学びの必要性を痛感しスローガンを作成する。

3.1 茨城県立図書館一階フロアでの太陽と環境に係る展示

2019年度初め放送大学学長裁量経費プロジェクトに「地域リーダー育成支援と地域貢献」をテーマとして補助金を申請し、認められました。その支援に基づいて、未来環境クラブ独自の視点での県立図書館ギャラリー展示室で、2019年9月21日～28日まで「パートナーシップでよりよい未来環境を！！」の展示やクラブ員が制作した下記のパネル展示・説明・工作を行いました。各パネルのテーマと担当者は表―2の通りです。

表―2 展示パネルの担当者とテーマ

担当者	パネル展示テーマ
川村 優一	未来環境クラブ SDGs 活動の推進について
玉置 晋	宇宙天気防災と SDGs
葛貫 壮四郎	2019 太陽光発電の実際と今後
山岡 かおり	SDGs で食と農を！
湯本 鐸三	再生可能エネルギー
吉村 政一	自動車新時代（自動運転、EV、FCV 車）
クラブ員全員	「環境カルタ」読み札

以上に加えて、再生可能エネルギーを利用する下記の機材等を川村優一が展示しました。

・SDGs 活動の推進について、・各種ソーラーパネル・手作りソーラークッカーの制作
特に「環境カルタ読み札」の展示は茨城学習センター教職員及び未来環境クラブ会員で選別しました。

この展示の特色はクラブと地域のコラボレーションにあり、以下の機関や施設からのご協力をいただきました。ここに記して感謝申し上げます。

- ・茨城県地域気候変動適応センターについて（パネル展示と講演、茨城大学地球変動適応科学研究機関（ICAS）伊藤哲司機関長）⁴
- ・環境写真の展示（筑西市養蚕公民館）
- ・各種環境機材（いばらき自然エネルギーネットワーク、エコカレッジ23、いばらき自然体験教室等）

3.2 環境カルタの制作

地球温暖化は喫緊の課題です。その課題をわかりやすく SDGs ともからめて伝えることを目的に「環境カルタ」の制作を企画しました。カルタは「読み札」と「絵札」の二つのから構成されますが、まず2019年度は読み札から着手することにしました。札のための読み句は茨城学習センターの学生・教職員から公募することとし、2019年5月～同年6月までの期限を定め、学習センターに投句箱を設置するとともにメールでも受け付けることしました。環境破壊や地球温暖化を阻止し、SDGsを推進することを趣旨に、小学生にも理解できるような文言による読み句を募ったところ、約150件の応募をいただきました。

⁴ 同機関は2020年3月31日をもって活動を終了し、4月1日より地球・地域環境共創機構(GLEC)へその活動を継承した。

締切までに寄せられた句をすべてアイウエオ順に Excel ファイルにまとめ、それを基に年 8 月 18 日の役員会で一日がかりで絞り込み、「あ」から「ん」までの読み句を決定しました。なお、カルタの作成は学園経費の執行でもあることから、佐藤学習センター所長にも随時役員会に出席を求め、助言をいただくことにしました。

他方絵札の作成は多少紆余曲折がありました。当初はパソコンや写真集等から抜粋してつくろうと考えていたのですが、独自性がないとの意見が多数あり、暗礁に乗り上げてしまったのです。そこに手を差し伸べてくださったのが茨城県立水戸第二高等学校の高木昌宏先生（専門：地学）でした。先生が上記の展示の見学に茨城県立図書館を訪れた際に、私から未来環境クラブの展示内容の説明だけでなく、環境カルタの絵札作成に困難を来していることもお話しさせていただきました。私はそれまで環境問題に関する水戸第二高等学校での展示や講演で何度も訪問したことがあり、初対面ではなかったことから絵札作成に同校の生徒さんたちの力を借りられないかどうかを率直にお願いしたのです。その場で即答は得られなかったのですが、先生からは翌年 2 月になって生徒さんたちによる絵札の下絵案約 120 枚分を提供いただいたのです。それまで期日等のご回答はなく不安いっぱいでしたので、うれしい驚きでした。

ただ、いただいた絵を役員会で検討したところ、年度末に短い時間で描いたせいか、大半がまだ中途段階で、完成までには至っていませんでした。その上年度末には高木先生が同校から異動されたため、これ以上の進展は望めませんでした。そこで 2020 年度に佐藤所長とともに水戸第二高等学校を訪問し、石井純一校長先生、教育デザイン部長の冨澤英士先生にお会いして改めて「絵札」の作成をお願いしました。コロナ禍の仲でただでさえカリキュラムの運営が窮屈になっている時期でしたので、大変心苦しくはあったのですが、年度末に時間のやりくりをして、美術の時間に制作をいただけることになりました。そして予定通り 2021 年 3 月末には茨城学習センターまで届けてくださったのです。総数 150 枚にも及ぶ力作ぞろいでした。

早速、2021 年 6 月の例会でクラブ員全員によりこの 150 枚の作品から一枚ずつ絵札を選定しました。対面での作業をはばかる時期でしたので Google Meet を活用してオンラインで会議を開き、45 枚に絞りました。10 月度例会にて絵札の実質的な作業を終了し、印刷所へ原稿を送りました。またカルタ本体と進めてきた「解説書」の編集作業も完了して、これも印刷所に預けることができました。新型コロナウイルス感染症の流行で絵札と解説書の完成は丸一年ほど遅れたものの、本年度はweb会議システムを利用したことによりほぼ予定通り進行し、全体の計画を完了することができました。



図－１：環境カルタジャケット

4. 新しい活動として SDGs と環境教育との関係(SDGs と ESD)

～持続可能な社会をめざすために～

多くの視点で人間と地球の幸せを考える SDGs を挿入して環境カルタを作りました。ではどのように活用して行くのか、そのための「ESD 教育」は持続可能な開発を実現するための重要な鍵です。

例) SDGs の 17 の目標のうち、目標 4「すべての人々に包摂的かつ公平で質の高い教育を提供し、生涯学習の機会を促進する」という教育に関するゴールが設定されています。

「ESD 教育」とは、「Education for Sustainable Development(=持続可能な開発のための教育)」を略した言葉です。国連が掲げる「SDGs」の考え方を子どもたちにも知ってもらい、持続可能な社会づくりの担い手を育てようと、世界の教育の場で取り入れられています。さらに、目標 4 の中には、ESD の重要性が以下のように言及されています。

2030 年までに持続可能な開発と持続可能なライフスタイル、人権、ジェンダー平等、平和と非暴力の文化、グローバル市民、および文化的多様性と文化が持続可能な開発にもたらす貢献の理解などの教育を通じて、すべての学習者が持続可能な開発を推進するための知識とスキルを獲得するようにする。17 の目標は、環境や人権、文化などのカテゴリーに分けられますが、「教育」はそのすべてに影響があります。



図ー2：SDGs、17の目標と関連（出典：教育出版社）

2019年度未来環境クラブ活動目標は「SDGs で未来環境クラブを変えよう！」でこれから継続していききたいことは「地域における ESD 教育に環境カルタの導入」です。

SDGs は単に学ぶものではなく、社会変革のツールです。「グローバルに考え、ローカルで動く (Think Globally, Act locally.)」ことが何よりも求められています。そのためには成功のための指標を持ち、計画性を持って実行に移す必要があります。SDGs の前文には、「私たちが地球を救う最後の

世代になるかもしれない」とあります。私達はまさに当事者なのです。私も含めて一緒に頑張っていきましょう。そして何よりも大切なのは、「自分でも SDGs の目標に挑戦することができる」ことを一人でも多くの人々が学び、行動し「地球に住む全ての人が幸せに暮らせる世界」を実現することが大切です。

【参考文献】

- ・茨城大学地球変動適応科学研究機関（編著）：茨城大学発 持続可能な世界へ、茨城新聞社、2010 年
- ・田村誠 伊藤哲司 木村競 加藤禎久 坂上伸生（編著）：ポスト震災社会のサステナビリティ学（地域社会の新たな協働をめざして）、国際文献社、2014 年
- ・水戸市消費者生活センター（編著）：みんなで考えよう！SDGs（持続可能な開発目標）2020 年
- ・朝日新聞環境教育プログラム地球教室教材開発委員会（編著）：地球教室 2021（基礎編 / 応用・研究編）、朝日新聞、2021 年

修士論文・卒業論文

子育て支援施設における父親育て ～子どもと遊ぼう～

鯉渕悦子（心理と教育コース）

1. 研究目的

平成27年に子ども子育て支援制度がスタートし、各地に子育て支援施設が開設された。子育て支援施設とは、近年増加している核家族の子育てを支えようという取り組みの社会福祉施設である。平日は母子の利用が多いが、土日祝日には両親と子ども、父親と子どもなどの利用がある。しかし、子どもとの遊びを、一緒に楽しむ父親の姿は少ない。

子育てに奮闘する母親が、父親に望むことの一つに、「子どもと遊んでほしい」という思いがある。子どもにとって、母親の余裕ある子育てと、両親の睦まじさは、健全な成長・発達のために大切なことである。子どもに対する虐待の問題も、父親の育児参加が日常であり、母親に余裕ある子育てができれば予防できるものも少なくない。

そこで、子育て支援施設で「親子のリズム遊び」イベントを通じ、施設を利用する父親に、子どもとの遊び方と母親が父親に望むことを、遊びながらメッセージとして伝えたいと考えた。子育て支援施設での催しは母子中心のプログラムなので、先行論文等を参考にしながらオリジナルのプログラムを作成した。そのプログラムを用いたイベントを実施し、その効果を探ることを目的とする。

2. 研究方法

2.1 調査期間

令和元年8月～9月にイベントを行い、9月～10月にアンケート調査を行った。

2.2 調査対象

A県B市の子育て支援施設を利用する1～2歳児を持つ親を対象とした。施設内に掲示したイベント募集のポスターと配布チラシに応募してきた親に、イベントの前後にアンケート調査を行った。

2.3 調査方法

(1) アンケートの作成

イベントの効果を見るためにアンケートを作成した。父親と母親のアンケートは、本保・八樫(2003)「母親の子育て不安と父親の家事・子育て参加との関連性に関する研究」を引用した。

(2) イベントプログラムの作成

メッセージが入りやすい①父親がリラックスした状態でイベントに参加できること、②父と子どもがともに楽しめる内容であること、③父親の役に立ち、取り組みやすいものであること、④メッセージが簡潔であること、⑤メッセージが反復できることを柱とした。表1参照。

表1

プログラム	メッセージ	参考資料	内 容
1.導入 (イベントの説明)	子どもと安全に遊ぶ 生後6か月までは横抱きであやし、 1歳で立て抱きであやし、肩車は 2歳になってから。	描きぶられっこ症候群 朝日新聞(2020)12)	父親が子どものあやし方を知らないための事故がある。
2.ハートでタッチ 	父親同士の距離を縮める 皆さんで手と手をタッチして、 仲良しになしましょう。	宮木(2014)13)	父親同士は、イベントやテーマがあると交流しやすい。
3.おとなこうえん 	父親の体そのものが遊具 パパの体がお子さんのブランコや 滑り台ですよ。	河野1998)14) Lamb(1987)15)	父親としての関わりには、子どもの近くに並行的にいること。
4.パプリカ 	子どもは繰り返しを面白がる 子どもは繰り返しが好きですよ。 違う動きをしても一緒に楽しんで 下さいね。	ピアジェ16) ミュージックケア 17)	感覚的運動知能6段階から、繰り返しながら子どもの遊びが発展していく。

プログラム	メッセージ+D30:G40	参考資料	内 容
5.トトロ (バルーン)	子どもと感動を分かち合う 雨が降ってきましたよ。風が吹いてきましたよ。大きな波ですよ。 お子さんが見ているものを、パパも一緒に見て下さいね。	ピアジェ(18) レイチェル・カーソン(19)	感覚的運動知能6段階から、象徴遊び。 子どもと感動を分かち合える大人の必要性。
6.水分補給	子どもは体に水分を溜めておけない 水筒を持参し、こまめに水分補給をして下さい。	不感蒸泄(20)	汗をかいていないようでも、体から水分は蒸発している。
7.父の読み聞かせ	父親の読み聞かせは子どもに良い パパらしい読み聞かせ方でいいんですよ。 父親が子どもに読み聞かせてほしい99問の本(21)	平野 (2015) (21) Elisabeth Duursma (22)	「パパが絵本を読むと子どもの言語能力が上がる」 「父親がしてくれることがどこか特別な期待感を与えてくれる」
8.ママを元気にする秘訣	母親と沢山話そう ママはパパと沢山話したがっていいですよ。	住田正樹(23)	父親が母親の話を聞き、日々の子育ての労をねぎらい、共感的な態度をとることが育児不安をやわらげる。

(3) アンケートの実施

イベントの申込書に、住所、氏名等の記入を依頼し、イベントが研究のために行われることとアンケート調査協力の依頼文を事前アンケートとともに郵送または直接手渡した。記入後の事前アンケートは当日会場で回収し、事後アンケートは4週間後参加者自宅に返信用封筒を同封し送付した。

(4) イベントの実施

会場、曜日、時間、スタッフの人数を同一にし、期日を変えて表1の内容を50分で2回行った。8月に3組の父子と、9月に1組の父子の合計4家族の参加で重複はない。表2参照。

表2

表2 アンケート結果		注) アンケート項目は父母とも13項目である。						
家族	A		B		C		D	
	父	母	父	母	父	母	父	母
プラス変化項目数	1	2	0	2	6	5	0	2
マイナス変化項目数	0	0	2	0	1	1	2	0
主な変化項目内容	・子育てについての話し合いの頻度が増えた	・話合ったテーマが具体的に became になった ・自由記入欄に周囲への感謝の言葉があった	・子育ての話し合いの頻度が減ったが、母と頻度の認識は一致した	・子育ての話し合いの頻度が増えた ・内容が身近なものになった	・子供との関わりが増えた ・触れ合って遊ぶ内容に変化した ・子育ての話し合いが増えた	・子育ての話し合いの頻度が増えた ・自由記入欄が子供の社会性に関する内容になった ・人と付き合いが減ったが父との話し合いが増えた	・子供の遊びが玩具と体を使っていたのが体のみになった ・家事参加が減ったことは母には認識されていない	・子育てについての話し合いの頻度が増えた ・話し合いのテーマが休日の育児負担など具体的なものになった

4. まとめ

事後アンケートからイベント効果として、それぞれの父親と母親の回答に変化が見られた。子育てに関する頻度や内容がプラスに変化した記入が、マイナスに変化した記入に比べ多数であった。特に夫婦間の認識のずれの大きい父母に、プラスの変化が顕著にみられた。大川(2008)は、柏木(1993)の言葉を引用し「父親が育児や子どもに関わることによって、父親側にも発達的変化がある(中略)父親になった男性は、子どもとのかかわりを通して、自分自身も成長していく過程にあるのだろう」と述べている。しかし、今回のイベントに、父親からの困り感としての「子どもが泣き止まないとき」への対応メッセージが欠けていた。(泣き止まない子への)「揺さぶられ症」予防として今後の課題となった。

主な参考・引用文献等: 柏木恵子、(1993)「父親の発達心理学」、放送大学教科書「家庭教育論」住田正樹、母親の育児不安と夫婦関係

河川の水質汚濁改善に向けた生活排水改善への行動を促す仕組みの構築

市毛 修（自然環境科学プログラム修了）

1.序論

我が国の多くの河川は、昭和 40 年頃まで水質の汚濁があった。それらの河川は色々な取組みにより水質汚濁は改善されてきている。しかし、現在でも家庭の生活排水が多量に流れ込み水質汚濁が問題となっている河川がある。このような河川の水質の汚濁改善には、家庭の生活排水の改善が必要である。

家庭の生活排水改善に向けては、行政機関でも色々な働きかけが行われている。しかし、改善意識と行動は一致せず隔たりが生じることがあると報じられている。

本研究は、河川の水質汚濁改善向け、家庭の生活排水改善への行動を促す仕組みの構築を目的として、河川の現状調査から行動を促す仕組みの構築までを第 1 ステップ(水質汚濁の現状と家庭の生活排水)、第 2 ステップ(家庭の生活排水改善の課題)、第 3 ステップ(行動を促す仕組み)の 3 つのステップで研究した。

2.水質汚濁の現状と家庭の生活排水

水質汚濁の現状調査は、茨城県ひたちなか市内を流れる河川で水質汚濁が問題となっている、おさえん川を対象に水質汚濁の現状と流域の家庭の生活排水の状況を調査して、改善への課題を発掘し家庭の生活排水量等の算定方法を作成した。

おさえん川の BOD 調査結果(図 1)では、環境省の水質環境基準値の 1.5 倍と高く家庭の生活排水の改善が必要であることから、家庭の排水量と排水処理設備数は、ひたちなか市の関係資料を調査して算定方法を作成した。

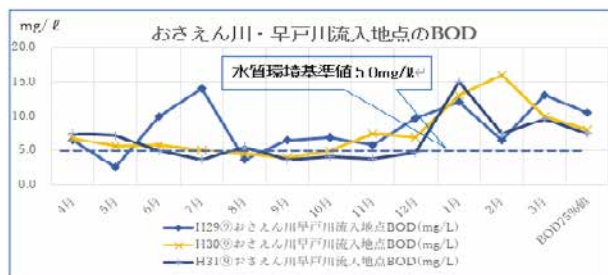


図 1 おさえん川測定地点の BOD

3.家庭の生活排水改善の課題

家庭の生活排水改善の課題を明確にするために、行政機関の取組みや研究事例を調査した。

行政機関の調査では、環境省の生活排水読本(図 2)など、改善への取組み方は示されているが、改善取組み効果を定量的に示されていない。意識と行動の隔たりについては、環境省の環境白書で隔たりがあることを報じている。この調査から、実際の改善行動を図るには、市民の改善への行動を促す仕組みが必要であることが判った。



図 2 生活排水読本

家庭の生活排水の取組みに関する研究の調査では、環境関連研究(図 3)の調査から意識と行動の隔たりは環境の対象により隔たりの要因が変わるため、環境対象に沿った取り組みが必要であることが判った。

本研究では、意識と行動の隔たりの要因と解決方法を検討して、行動を促す仕組みは、簡単に取組める、努力に応じた効果をわかりやすくフィードバックする、まわりの人々からの期待や規範を明示する、の 3 つの方法を展開させることにした。

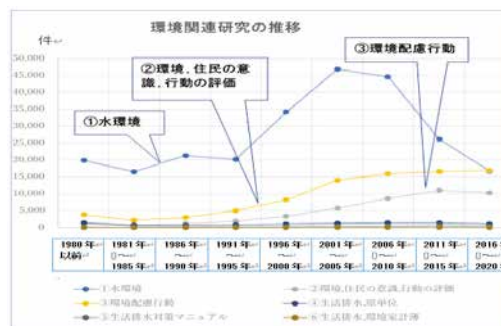


図 3 環境関連研究の推移

4. 行動を促す仕組み

行動を促す仕組みは、行動を促す仕組みの検討と取組効果効果を定量的に表すツール(生活排水モニター)の課題と解決方法について検討した。

生活排水モニターは、インターネット環境の Web システム(図 4)を用い、入力スマートホン等で取り扱いが簡単な仕組み(図 5)とし、改善取組効果(図 6)は、どの位の人が取り組んでいるか視覚的に判るようなシステムとした。

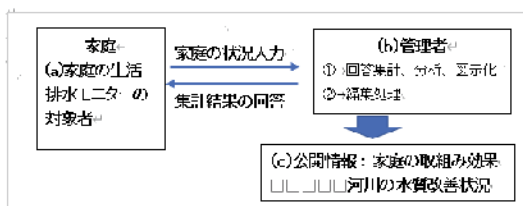


図 4 Web システムの構成

5. 結論

本研究は、家庭の生活排水改善への行動を促す仕組みの構築を目的として、河川の現状調査から行動を促す仕組みの構築までを 3 つのステップで研究した。

第 1 ステップの水質汚濁の現状調査は、水質汚濁が問題となっているひたちなか市内を流れる、おさえん川を事例に水質汚濁の現状と家庭の生活排水の状況を調査して、課題を発掘し家庭の生活排水量等の算定方法を作成した。

第 2 ステップの家庭の生活排水改善の課題は、行政機関の取組みや研究事例を調査し、改善意識と行動の隔たりの要因と解決方法を検討して、簡単に取組め、取組効果が判るようにした。

第 3 ステップの行動を促す仕組みは、本研究で作成した取組効果効果を定量的に表すツールとして、インターネット環境を用いた生活排水モニターを構築した。

図 5 入力画面



図 6 出力画面

研究論文

インド・ヨーロッパ語族の原郷を求めて

田辺 裕美（人間と文化コース）

1. インド・ヨーロッパ語族

人類の諸言語を比較言語学に基づいて系統樹を作っていくとき、その中の最大のグループがインド・ヨーロッパ語族(以下、印欧語族と記す)である。図1に示すように 12 の語派に分類され、英語、スペイン語、ロシア語、ギリシア語、ヒンディー語を初め数多くの言語が属しており、話者人口も公用語の地域も世界の半分近くを占めている。ここまで広がった理由は、ひとつには大航海時代以降の植民地化の進展やロシアの東進によりアジア、南北アメリカ、アフリカ等にその言語域が広がったことがあるが、紀元前 500 年頃(まだローマ王政の時代)でも既に東はインド亜大陸から西はアイルランド島まで広がっていたのである。

そこで、印欧語の原郷はどこにあり、どのようにしてその使用域を拡大したのかをテーマとして、これまでに明らかになった知見を整理するとともに最近発表された文献を紹介する。

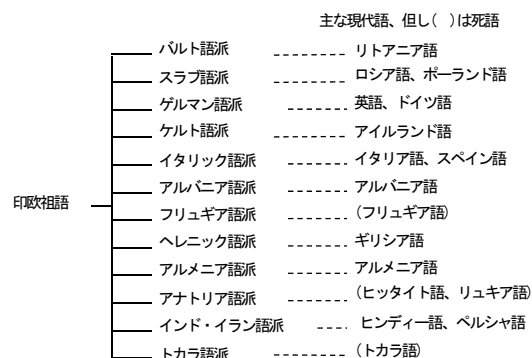


図1 印欧語族の 12 語派

2. 原郷探し¹⁾

印欧語「発見」のきっかけは、植民地インドに赴任して来た英国人判事ウィリアム・ジョーンズがヒンドゥー法を調べるため古代サンスクリット語を学び始めたことにある。彼はサンスクリット語がギリシア語やラテン語などの欧州の古典語と同じ起源をもつことを確信し 1786 年に発表した。これが一大センセーションを巻き起こし、言語学、特に比較言語学の大きな発展を促した。言語学者たちはいろいろな言語同士を比較して系統樹を作り上げるとともに、根気強く分岐前の祖語の再構築を行い、それらを積み上げて最終的におおもとの印欧祖語(約 BC4000 年以前)を再建した。今日では、ブナ、鱒、馬、羊、雁、蜜蜂、機織り、車輪等 1500 以上の語が再構築されており、印欧祖語のみで書かれた寓話まで創作されている。

さて印欧祖語なるものがもし過去に存在したとすると、それを話していた人々は、当初はある程度限られた狭い範囲に住んでいたはずである。それが何らかの理由によって居住地を拡大した結果、横のコミュニケーションが困難となって次第に方言化し、さらに今日見られるような各国語に分岐していったと考えられる。肝心の印欧祖語の原郷はどこかということについては、上述の再構築された共通語彙の動植物の生息域や、道具の使用域等を踏まえて絞り込んでいった結果、次の2つの学説、①**クルガン仮説**(黒海、カスピ海北部のステップ地帯)と②**アナトリア仮説**(現トルコのアジア側)、が有力となっている。

【クルガン仮説(またはステップ仮説)】

マリヤ・ギンブタスは 1956 年に発表した学説²⁾で、黒海とカスピ海の北側に当たるステップ地帯で起こった墳丘墓(クルガン)文化が BC4200~BC2800 年頃にヨーロッパに波及したことに注目した。ここは最初に馬を家畜化し乗馬の習慣が発生したところとされる。住民は主に遊牧を生業とし、更に車輪の発明と組み合わせられて移動手段となる馬車や馬の機動力を活かした戦車等の武器を生み出すことになり、それが周囲に対する経済的・軍事的優位性を支えたと考えられる。印欧語族の遊牧民は、BC4000~ BC2500 年頃にその機動性を生かして

四方に広がって行ったとされる。

【アナトリア仮説】

1987年にレンフルーが発表した学説³⁾で、アナトリアに住んでいた印欧語族の住民は新石器時代の始まりとともにBC6500年頃から初期の農耕技術を伴って周辺に進出し始めたと考える。農業は狩猟・採集と比べると単位面積当たりの生産性が高いことから、人口の増加とともに生活範囲も言語使用域も広がっていったとする。この仮説の特徴は、農業技術の拡散と結び付けて、印欧語族の拡大が比較的平和裏になされたとするものである。

表1に示すとおり、両仮説は原郷の位置ばかりでなく軍事的制圧か平和的拡散かという伝播のメカニズム、更には年代が3000年ほどずれてくる(クルガン仮説の方が遅れる)など真っ向から対立するだけに、両仮説の成否には専門家ならずとも大いに興味を感じるものがある。

表1 印欧語族の原郷に関する2つの仮説の主な比較

名称	クルガン仮説(又はステップ仮説)	アナトリア仮説
原郷地	黒海・カスピ海北側のステップ地帯	アナトリア半島(現トルコ)
時期	BC4000～2500年	BC7500～6000年
生産主体	牧畜業	農業
推進力	戦車・騎兵による軍事的優位	農業技術による高生産性

3. 考古学や文献記録から推定される印欧語族の足跡^{4, 5)}

両仮説の検証に当たり、印欧語族がヨーロッパやアジア各地にどのように進出していったかを考古学上の知見や文献記録から見てみる。印欧語族に関する文献記録は今のところBC2000年を遡ることはない。実際に印欧語族の拡散が進行していた時期は、どちらの仮説を取るにしても文字記録など存在しなかった時代の出来事になるが、各地の民族に口述伝承され神話などの形で残っている可能性がある。また考古学調査により、大規模移動や騒乱等の時期を推定することができる。

【アナトリア語派(ヒッタイト等)】

印欧語族であることが確認されている部族による最初の国家は、BC1600年頃にアナトリアで建てられたヒッタイトとされる。彼らはBC2000年以前にアナトリアに到来し、先住民のハッティらを従属させた。ヒッタイトは鉄器を最初に使用した強国としても知られ、BC13世紀前半にはエジプト王国と覇を争った後、平和条約を結んだことが両国の記録から確認されている。

BC1920年頃に非印欧語族であるアッシリア人が記したカッパドキア文書にヒッタイト語の単語や人名が多数登場する。また印欧語による最古の文字記録とされるのはアニッタ文書で、BC1650年以降、ヒッタイトの歴代王の事績をヒッタイト楔形文字で粘土板に記したものである。写真1はその約1200年後に同じアナトリア語派に属するリュキア語で刻まれた碑文である。



写真1 クサントスのリュキア語碑文
(BC5世紀)(筆者撮影)

【インド・イラン語派(インド・アーリア人、イラン・アーリア人)】

インド・アーリア人は先住民のドラヴィタ人を打ち破って北インドの支配権を確立し、バラモン教の経典リグ・ヴェーダに、自らの北インド進出の記録をサンスクリット語で残した。リグ・ヴェーダが最終的に編纂されたのは BC12 世紀とされるが、口述伝承記録としては彼らが北インドに侵入した BC18 世紀頃まで遡る。またリグ・ヴェーダの言語は中東のミタンニ(現シリア北部)でも BC1500 年頃に銘文として記録されている。

イラン・アーリア人の記録はゾロアスター教の経典アヴェスタに残る。イランへ進出した年代は不明だが、インド・アーリア人との分岐は BC17 世紀以前と考えられる。

【ヘレニック語派(ギリシア語諸派)】

ギリシア語諸派は BC3000～BC1100 年頃に数波に分かれてバルカン半島を南下し、BC1600 年頃にはミケーネ文明を築いた。最古の記録は BC1450 年頃粘土板に記された線文字 B で、ギリシア語であることが確認されている。古代ギリシアの歴史を基礎にしたギリシア神話は BC15 世紀頃から口述伝承されてきたが、文字として記録されたのは BC8 世紀である。叙事詩「イーリアス」に詠まれたミケーネ文明によるトロイア(写真 2 参照)の破壊は BC1200 年中頃と推定されている。



写真 2 トロイア遺跡(第 6～7 層)城内の井戸
(BC1800～1200 頃)(筆者撮影)

【イタリック語派】

ラテン人がローマを拠点に活動したと考えられる BC1000 年頃の遺跡が確認されているが、ラテン語文字記録としては BC600 年頃に刻まれたとされる石碑が最古とされる。

【ケルト語派】

ハルシュタットを中心として西欧や中欧に進出し、巨石文化の広がりからその活動はある程度推定されているが、文字記録としては BC600～BC300 年頃のエトルリア文字によるケルト語碑文の記録が最古とされている。ケルト人の最盛期は BC4～BC3 世紀でバルカン地方やアナトリアに傭兵などとして進出したが、その後は勢力を増してきたローマとゲルマン語派に挟撃されるかたちで居住地を狭めてきた。

【その他の語派】

ゲルマンやバルト・スラブ等その他の語派については、紀元前の文献記録はほとんど見つかっておらず、彼らの北西欧への進出の時期などの足跡は文献記録からははっきりしない。

以上のような文献記録や比較言語学に基づく分析をとおして、印欧祖語の成立とその後の印欧語族諸派への分岐の時期は BC4500～BC2500 年代とするのが大方の考えであり、その観点からはクルガン仮説との一致点が多く、アナトリア仮説の BC7500～BC6000 年頃とはズレが大きい。

4. 大規模な住民移動か少数者支配の下での言語交替か

4.1 一般論

本章では、言語の交替がどのようにして起こるかについて世界史的な視点で考察を試みる。

歴史上ある土地で使われていた言語が時間を経て別の言語に置き換わることがある。このような言語域の変動は、住民が言語とともに移動することによって起こる場合が多い。しかしながら過去の歴史では、住民の大規模な移動がない場合でも集団が使用言語を別言語に切り替えること(言語交替)が起こるケースが少なくない。

たとえば、

- ・古代ガリア人はケルト系の言語を話していたが、カエサル等によってガリアが征服された結果、ローマ人の言葉であるラテン語のガリア方言から今日のフランス語が生まれた。
- ・古代エジプト文明を築いたエジプト人の言語は、7 世紀以降イスラム教徒アラビア人の支配を受けた結果、それまでのエジプト語からアラビア語に変わった。
- ・ハンガリーでは 9 世紀にウラル山脈方面を起源とするマジャル人が移住して来て、マジャル語が現在の公用語となっているが、住民の DNA 分析結果からは近隣の印欧語族の諸国と大きな違いはないとされる。

注目すべきは、部族の移動や征服の過程で多くの兵士の戦死や住民の虐殺が起こりえたとしても、近代における「民族浄化」や強制移動というようなものではなく、たとえ被支配者側の人口割合が優勢の場合であっても支配者の言語を習得する方が社会的地位が上がり経済的にも有利となる等の動機により長い時間をかけて言語交替が生じたと考えられることである。

このようにある言語の話される領域が変動する場合には、あとからやって来た部族が先住民の土地を奪って自らの居住地を広げる場合もあれば、両者が共存し先住民が長い時間をかけて新たな支配者の言語を採用することもある。実際に支配者側の言語への交替が行われるかどうかは、支配期間の長さ、両者の人口比、両者の文化レベルの違い等種々の要素が関わるため一概には断定できない。イングランドでは 11 世紀後半のノルマン朝以降、支配者の言語(公用語)がフランス語という時代が 3 世紀ほど続いた結果、膨大な数のフランス語語彙が流入したものの、英仏百年戦争を経て最終的に英語が復権した。更にあと 1、2 世紀ほどフランス語による統治が継続していたら、今頃英国の公用語はフランス語になっていたかも知れない。

4.2 印欧語族の場合

先史時代における印欧語族拡大のメカニズムの主体は大規模な住民移動であったのか、それとも少数支配者の下での言語交替であったのか。いずれにせよアフリカを出た現生人類は遅くとも 4 万年前にはヨーロッパ全域に広がっていたと考えられるので、印欧語族の進出した先には既に非印欧語族の先住民がいたはずである。現在のヨーロッパを見渡すと非印欧語族の言語はバスク語くらい(ハンガリーやフィンランドなどの東方系語族は印欧語が広がった後の時代に進出してきたものである。)であるから、印欧語族の進出の結果、ヨーロッパの言葉はほぼ印欧語一色に塗り替えられたことになる。先住民の言葉をこのように完璧なまでに変えていったメカニズムはいったい何であろうか。

アナトリア仮説の場合には、農業技術の伝播とともに農業人口の増大が狩猟・採集民との境界線を北上させていったと考えると、大規模な住民移動が主なメカニズムと言って差し支えない。一方クルガン仮説の場合には、印欧語族の進出年代は農業の拡散開始時期より数千年遅れることから、印欧語族の進出先に既に農業が伝播していた可能性もあり、その場合には必ずしも侵入者の人口が優勢とは言えず、少数支配者による言語交替が起こった可能性を考える必要がある。

5. 両仮説の成否についての考察

5.1 クルガン仮説の優位点

全体としてみると、年代論的には第 3 章で述べたとおりクルガン仮説の方に説得力があると思われる。比較言語学や発掘等の考古学的知見から判断すると印欧祖語の成立は BC4000 年以前で、その後 BC2500 年頃にかけて各語派への分岐が始まったと考えるのが妥当である。これに対し、BC7000 年頃に印欧祖語が成立して農業技術とともに拡散して行ったとすると、農業の伝播と言語の実質的な分岐までに約 4500～3000 年ほど空

白期間が生じてしまう。実際のところ言語学者には、一般に言語は分離して千年も経てば基礎語彙のうち約 10～20%が置換され、文法構造も相当に変化して同一言語とは意識されなくなるという認識があり、現実の印欧諸語間の語彙や文法上の差異は、アナトリア仮説が示唆する年代ほど大きいものではないと考えられている⁵⁾。

また印欧語族は、「百」を表す単語の発音によって、セントウム(*centum*)とサテム(*satem*)の二つのグループに分けられ、主に西側に位置するギリシア、イタリック、ケルト、ゲルマン等の語族はセントウム派に、他方インド・イラン語派とバルト・スラブ語派はサテム派に区分される。クルガン仮説の場合には、セントウム派が去った後のステップでインド・イラン語派やバルト・スラブ語派にサテムへの音韻シフトが発生したとする。しかしながら音韻シフトの時期よりも民族移動時期の方が早いアナトリア仮説では、アナトリアから既に東に向かったインド・イラン語派(アーリア人)と北方のバルト・スラブ語派との接点が考えにくいとされる⁵⁾。

アンソニーは 2007 年に著した「馬・車輪・言語」⁵⁾の中で、車輪付き乗り物がステップ地帯を含む世界の各地で BC3400 年以降使われ始めること、またアナトリア諸派(ヒッタイト語等)以外の印欧諸語では「車輪」を意味する同根語彙が確認されることから、アナトリア諸派が最初に分離した後、BC3500 年頃までに印欧祖語が成立し、BC2500 年頃までに各語派に分かれて東西に拡散したと推定し、クルガン仮説を裏付ける根拠のひとつとした。

5.2 アナトリア仮説の優位点

アナトリア仮説によれば、肥沃な三日月地帯で始まった農耕が BC8300 年頃にアナトリアに伝わり、そこで農業技術を身に付けた印欧語族は、次第にその生活圏を周囲に広げて行った(写真 3 は 1958 年に現トルコで発見された BC6500 年頃の農耕集落遺跡)。BC7000 年以前のヨーロッパは狩猟採集文化であった。ある評価によれば、狩猟採集に比べ農業は約 50 倍の生産力、即ち人口保持力があるとされる。従って農業圏がヨーロッパへ北上していく過程で、農民たちの話す印欧語が広がって行ったと考えるのは全く無理のない想定である。世界の他の地域でも、農業の拡大が著しい場合に人口移動や言語分布の変動が起こることが観察されている。



写真 3 トルコ、チャタル・ヒュュクの農耕集落遺跡(BC6500 頃) (筆者撮影)

これに対し、クルガン仮説の言語域拡大のメカニズムにはやや説得力を欠くくらいがある。牧畜業の生産性は狩猟採集よりは高いものの農業ほど高くない。農業技術は BC7000 年頃からアナトリアを起点としてヨーロッパに広まったと考えられるので、クルガン文化の担い手たちが進出を開始した BC4000～3000 年頃には場所によっては既に狩猟採集から農業段階に進んでいた可能性がある。その場合遊牧民族が農業民族に対して自分たちの言語を受け入れさせるのは必ずしも容易ではないと考えられる。軍事力に勝る遊牧民が農民たちを一時的に支配することができたとしても、住民に支配者の言語を受け入れさせるためには長期間にわたり安定的に支配する必要がある。これが必ずしも容易でないことは、東アジアの北方遊牧民(トルコ系やモンゴル系)や農耕・狩猟民(女真族)と漢民族の相克の歴史を見れば明らかである。すなわち軍事的に卓越していた元や清の支配層も漢民族の言語を自分たちの言語に変えることはできなかった。

6. 近年の研究成果

近年この両仮説の評価に関わる研究がいくつか報告されており、それらの要点を述べる。

6.1 グレイとアトキンソンの語彙統計学的分析⁶⁾

グレイ等は、2003 年に生物系統学に用いられる遺伝子変異に関する統計分析手法を語族系統分析に用いた。分子生物学では DNA に生じる突然変異の発生率を一定と仮定し種の分岐年代を推定する。グレイ等は語彙の変化速度を一定と仮定して、87 の言語に対し約 2500 の語彙を対象に各言語間でどの程度語彙が変化したかを統計的に評価して言語の分岐時期を推定した。この評価では、既に系統の親子関係が確認されているかどうかにかかわらず、とにかく統計的に分岐年代を求め、現れた数値に基づいて系統図を作成するというものであった。その結果、印欧祖語からの最初の分岐は、約 BC7000 年頃にヒッタイト語の分岐から始まったとするもので、全体としてはレンフルーのアナトリア仮説を補強するものであると考えられる。

6.2 チャン等の祖先拘束による系統解析⁷⁾

チャン等はグレイ等の研究を批判的に検証し、親子関係が明確でないものは排除するという祖先拘束の下に、現代の 39 の言語と、その祖先に当たることにほぼ異論がない 8 つの古代語(ラテン語等)ないし中世語に限定して分岐時期の評価を行った(図 2 参照)。その結果印欧祖語の年代はグレイ等の評価値より 2500 年ほど若返る結果となり、クルガン仮説を支持する結果となった。チャンらの結果は、親子関係が不明なものまで含めて系統図を作成する手法に疑問を提起したと言える。

6.3 ハーク等による欧州遺跡人の DNA 分析⁸⁾

前の二つは語彙統計学評価であるが、これとは全く異なるアプローチとして注目されるのがハーク等の研究である。これはヨーロッパの新石器時代等の遺跡の人の骨から得られた遺伝子を分析して、古代人の出自を明

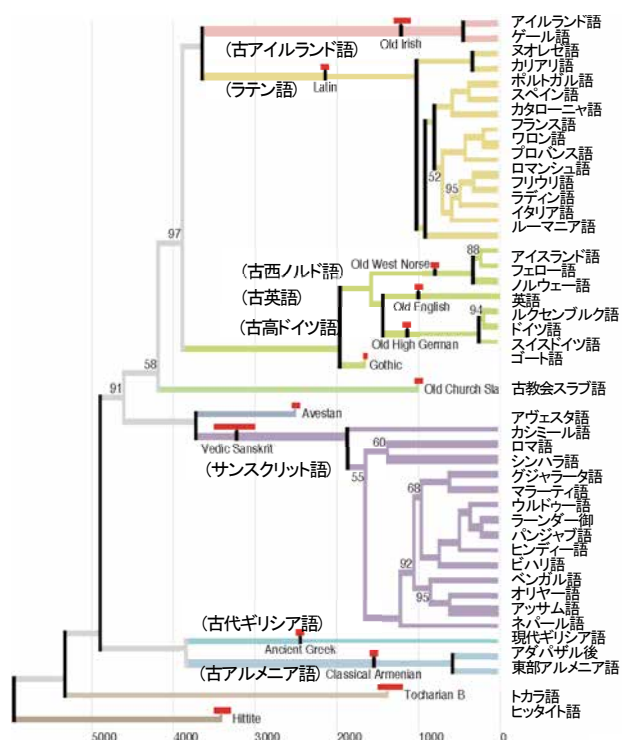


図2 チャン等の祖先拘束による系統解析に基づく印欧語族分岐に関する年代記

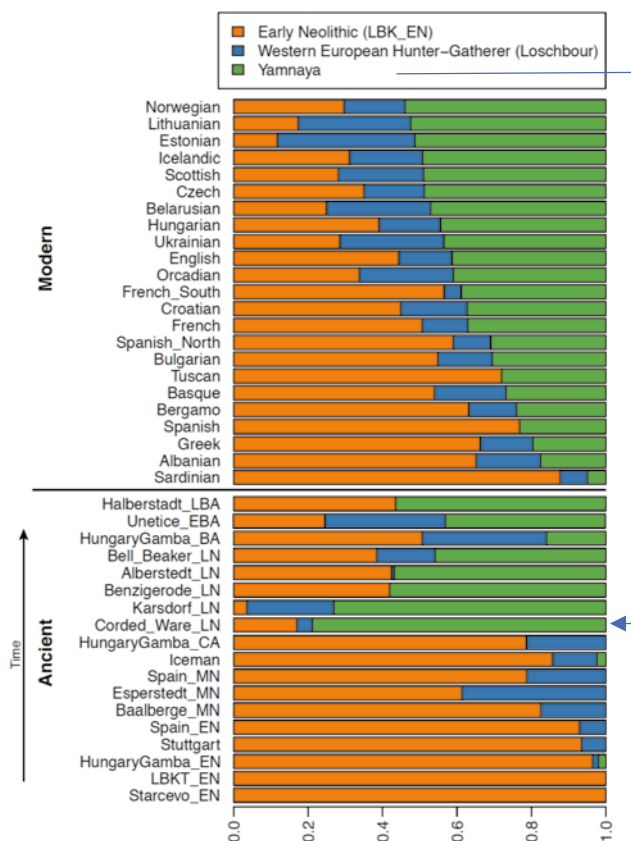


図3 Y染色体のゲノム解析(網目状土器文化人に多く見られるステップ起源因子(Yamnaya))

らかにしようというものである。言語の移動と人種の移動は必ずしも同じである必要はないが、多くの場合両者に密接な関連が見られることも事実である。

ハーク等 DNA 分析の専門家は、中央ヨーロッパの遺跡(ドイツ等)から発掘された 8000~3000 年前の網目状土器文化人(Corded Ware)の 69 人について、父系のみに遺伝する Y 染色体パプロタイプ(G)のゲノム解析を実施して、その約 75%がステップ地域(黒海、カスピ海北部)のヤムナ文化人由来のものと考えられるという結果(図 3 の Corded Ware の項を見ると緑色表示のものが卓越している。)を 2015 年に発表した。

これは新石器時代末期から青銅器時代(BC2900~2400 年)の時期に中欧に進出したゲルマン語派等の出自にステップ起源のものが深く関わっていることを示したもので、アジアや南欧の印欧語族について述べている訳ではないが、言語学とは全く異なる DNA 分析手法によりクルガン仮説を支持する材料が提供されたことになる。

7. まとめ

近年の研究成果も踏まえると、全体としてクルガン仮説の方が有力であることは疑い得ない。言語拡散のメカニズムとしてアナトリア仮説には「農業」という有力な論拠があるが、アンソニーは BC4200 年頃から続いた気候の寒冷化がヨーロッパの農耕経済を衰退させ牧畜民の進出を招いた可能性を指摘している。ハークは中欧では先住民人口を凌ぐ規模の牧畜民の流入がステップからあったことを示しているが、クルガン仮説がより確実なものとなるには更に南欧やインド・イランにクルガン文化が浸透できた理由についての説明が必要と考えられる。

本件のような原郷探しにおいては、言語学のみならず、考古学、遺伝学、統計学等の連携が不可欠となる。今後学際的な分析評価技術の進歩により、第 3 の仮説の出現も含め新たな成果が得られることを期待している。

筆者は 2015 年にアナトリアの諸遺跡を訪ねる機会を得(写真 1~3)、印欧祖語族の足跡を感じることができた。次に機会があればクルガン仮説に関わる遺跡も訪ねてみたい。

なお、拙文は 2019 年度上期の原聖先生の面接授業「ヨーロッパの民族の起源と文化」の自由課題論文として提出したものに、その後の新たな知見を加筆したものである。この場を借りて、原先生の御指導に謝意を表す。

参考資料

- 1) 風間喜代三「印欧語の故郷を探る」(岩波新書、1993 年)
- 2) Gimbutas, Marija. "Indo-Europeans: Archeological Problems." *American Anthropologist* 65 (1963): 815--36.
- 3) Renfrew, Colin. "The Origins of the Indo-European Languages." *Scientific American* 261 (1989): 106--14.
- 4) 原聖、2019 年度第 1 学期面接授業「ヨーロッパの民族の起源と文化」配布資料、2019.7.12.
- 5) デイヴィッド・W・アンソニー、東郷えりか訳「馬・車輪・言語」(筑摩書房、2018 年)。
- 6) Gray, R.D.; Atkinson, Q.D. (2003), "Language-tree divergence times support the Anatolian theory of Indo-European origin", *Nature* 426: 435–9
- 7) W. Chang, et.al, "Ancestry-Constrained Phylogenetic Analysis Supports the Indo-European Steppe Hypothesis," *Language*, Vol.91 No.1 (2015).
- 8) W. Haak et.al, "Massive Migration from the Steppe Was a Source for Indo-European Languages in Europe," *Nature* Vol.000, 00 Month 2015.

キャリア開発を目指した県立高校のコロナ禍における教育実践

―地域との関わりを深める体験的地域学「つくばね学」の取り組みについて―

茂呂輝夫(大学院修士選科履修生)

1. はじめに

中国の湖北省武漢市において、2019 年 12 月以降に新型コロナウイルス関連肺炎の発生が報告された。日本では、2020 年1月中旬に国立感染症研究所より新型コロナウイルスに関連した肺炎患者の発生が国内で初めて確認されている。1月末日には、新型コロナウイルス感染症患者の発生は、国内で 13 例目となった。一方、同日の中国では、感染者 9,692 名、死亡者 212 名となり、世界的な流行の兆しが見え始めていた。そこで、同日において世界保健機関(WHO)の緊急委員会は、中華人民共和国湖北省武漢市における新型コロナウイルス関連肺炎の発生状況が「国際的に懸念される公衆衛生上の緊急事態(PHEIC: Public Health Emergency of International Concern)」に該当すると発表した。これらから、厚生労働省では WHO からの発表内容を精査した上で、必要な対応を講じることになった。その後、あっという間に世界各国からも新型コロナウイルスが多数発生し、未曾有の出来事が生じていった。そして、またたく間に世界的大流行(パンデミック)となった。

この出来事は日本の教育にも大きな影響を与え、その後の学校臨時休業、オンライン授業、分散登校など今までに誰も予想をしたこともない展開となっていた。その中で、修学旅行や学校行事、部活動の大会などが中止となったり、縮小した形での卒業式や入学式が行われたりした。また、学校再開後は臨時休業などで授業時数が減少したため、補習的な教科指導に追われた学校が多くなり、学校行事や体験的な学習を行うことが厳しい状況に陥ったとも考えられる。

現在、教室と家庭を ZOOM でつないだオンライン授業の実践、情報機器の不足と送受信環境の未整備などの遠隔授業に関する報告、養護教諭の保健教育、環境衛生対策に関する実践、スクールカウンセラーとの連携、学校再開までの経過などを述べている報告や論文が徐々に発表されている。ところが、コロナ禍における体験学習や地域と連携した活動に関する実践報告は見当たらない。

そこで、本稿ではコロナ禍での学校行事を事例報告し、新型コロナウイルス感染拡大防止に努めながら地域と連携した体験学習の有効性について検討することを目的とした。

2. 問題の背景

本章では、新型コロナウイルス感染拡大防止の観点を踏まえて地域と連携した体験活動を実施している茨城県立筑波高等学校(以下、筑波高校)を取り上げる。特に、2020 年2月下旬の学校臨時休業要請の前後から、学校再開の 2020 年6月までの文部科学省の通知や事務連絡をととして学校へ求められた事項を概観し、筑波高校の学校再開までの様子を報告する。その上で、次章においてコロナ禍の中で進められた地域と連携した体験学習の内容とその教育効果を検討する。

2.1 突然の学校臨時休業

「新型コロナウイルス感染症対策のための小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校等における一斉臨時休業について」(文部科学省 2020.2.28)では、2020 年2月 27 日に開催された新型コロナウイルス感染症対策本部会議において、今がまさに感染の流行を早期に終息させるためには極めて重要な時期であることが報告された。そこで、何よりも子供たちの健康・安全を第一に考え、多くの子供たちや教職員が日常的に長時間集まることによる感染リスクに予め備える観点から、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校における全国一斉の臨時休業を要請する方針が内閣総理大臣より示された。これを受け、2020

年3月2日(月)より春季休業の開始日までの間、学校保健安全法第 20 条に基づく臨時休業を行うようとの通知があった。これにより茨城県内の学校は実質上、新年度の始業式まで長い休業となった。さらに、臨時休業の期間や形態については、地域や学校の実情を踏まえ、各学校の設置者において判断し、卒業式などを実施する場合には、感染防止のための措置を講じたり、必要最小限の人数に限り開催したりする等の対応をとることが示された。また、今後予定されている高等学校等の入学者選抜については、都道府県保健衛生部局等と相談しつつ、試験会場の清掃やアルコール消毒、こまめな換気の実施、試験会場へのアルコール消毒液の設置、咳エチケットや手洗いの徹底など、感染防止の措置を講じた上で実施することが明示された。さらに、新型コロナウイルス感染症に感染し又は感染が疑われる者への受検機会を十分に確保する観点から、追試験の実施等の対応を検討することも示された。これらの通知から、筑波高校では卒業式は在校生と来賓の出席なしで、卒業生と保護者、教職員のみで時間短縮をした上で行った。通常ならば 90～100 分程度かかる卒業式をたった 30 分で終了させた。高校入試の方は、新型コロナウイルス感染拡大防止を徹底し、日程どおり実施した。特に、ソーシャルディスタンスを確保し、教室に受検者を多く入れないよう努めた。そのため、受検クラスが多くなり、教職員の人的配置が足りなくなる恐れも出てきたが、試験監督の回数などのやりくりをして対応した。

その後の通知「新型コロナウイルス感染症対策のための小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校等における一斉臨時休業中の児童生徒の外出について(3月4日時点)」(文部科学省 2020.3.4)では、外出を控えること、人と至近距離で会話する場所へ行かないことが示された。感染防止対策としては当たり前のことであるが、子供たちは家庭内だけでずっと生活することを余儀なくされてしまった。

新年度の直前には「令和2年度における小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校等における教育活動の再開等について」(文部科学省 2020.3.24)が通知され、新型コロナウイルスに対応した学校再開ガイドラインが提示された。その中でも、検温及び風邪症状の確認、手洗いや咳エチケットなどの基本的な感染症対策を進めつつ、密閉空間・人の密集・近距離での会話を徹底的に避ける取組をすることが求められた。さらに、学校医や学校薬剤師等と連携した保健管理体制の整備など、万全の感染症対策を講じた上で新学期の準備を行うように通知された。そこで、そのような感染症対策を踏まえた上で、筑波高校では新年度での授業再開の準備、対面授業での資料作成、新入学のオリエンテーション準備などを例年どおりに進めていった。

2.2 再び学校臨時休業

しかしながら、4月に入り、感染拡大要注意市町村が都道府県ごとに指定され、その数が増加傾向となった。そのため、4月の新年度になってから、始業式・入学式のほんの数日だけ授業日となり、引き続き次々に臨時休業へ再び入ってしまった自治体が多く見受けられた。筑波高校では、始業式と入学式の2日間だけ行い、その翌日から5月の大型連休の最終日まで再び長い臨時休業となった。

「新型コロナウイルス感染症対策のための臨時休業等に伴い学校に登校できない児童生徒の学習指導について」(文部科学省 2020.4.10)では、児童生徒等が自宅等にいる状況であっても規則正しい生活習慣を身に付け学習を継続できるよう、可能な限りの措置を取ることが示された。そのため、学校作成のプリント、NHK テレビの視聴、ICT 教材や動画を活用した学習、テレビ会議システム等を活用した教師による同時双方向型のオンライン指導などが提唱された。そこで、筑波高校では試行錯誤を重ねながら、動画教材を作成したり、課題プリント作成などをしたりし、郵送や学校ホームページをとおして生徒へ配布していった。

2.3 分散登校開始

「新型コロナウイルス感染症対策としての学校の臨時休業に係る学校運営上の工夫について」(文部科学省 2020.5.1)では、学校における感染拡大のリスクを可能な限り低減しつつ、段階的に教育活動の再開

に向けての取り組みを進めていくとした。具体的には、ソーシャルディスタンスの確保、分散登校の工夫が例示された。それらの内容を踏まえた上で、筑波高校では家庭での課題プリントや NHK テレビ視聴の案内、オンライン授業などを提示し、創意工夫をこらして生徒の学習機会の確保に努めた。そのようにしながら、クラスや学年ごとに登下校時間をずらした分散登校が5月の大型連休明けから開始された。特に3年生は進路に対応するため、登校日を1・2年生よりも多く設定した。

学校の完全再開を直前に控えた5月下旬には「新型コロナウイルス感染症に対応した小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校等における教育活動の再開後の児童生徒に対する生徒指導上の留意事項について」(文部科学省 2020.5.27)が通知された。その中で、きめ細やかな健康観察や健康診断の実施、児童生徒の状況を的確に把握すること、児童生徒が新型コロナウイルス感染症を理由としたいじめや偏見等のないように対応することが示された。

以上のような通知をもとにして、生徒への対応を筑波高校では行ってきた。5月の連休明けからの分散登校を経て、6月に入り自治体ごとに学校の通常再開準備が進んでいった。

2.4 学校本格再開

学校本格再開の直前の「新型コロナウイルス感染症に対応した持続的な学校運営のためのガイドライン及び新型コロナウイルス感染症対策に伴う児童生徒の学びの補償総合対策パッケージについて」(文部科学省 2020.6.5)では、あらゆる手段で、子供たち誰一人取り残すことなく、最大限に学びを保障するために学校でしかできない学習活動に重点化し、限られた授業時数の中で効果的に指導することなどが示された。さらに、人的・物的体制の緊急配備、ICT 活用によるオンライン学習の確立として第二波に備えた体制も求められた。併せて、夏季休業期間の短縮、2学期からの追加的な補充授業、土曜授業などの例も示された。

そのような通知を受けて、6月8日(月)より、新型コロナウイルス感染拡大防止を踏まえた学校再開が筑波高校で始まった。特に、新1年生は入学式の1日しか登校しておらず、分散登校も短時間であったので、実質的な完全登校は、この日が初めてであった。1年生の真新しい制服は折り目が付いたままの状態で、緊張が張り詰めている表情で、生徒は各クラスにて静かに着席していた。

3. 目的

現在、前出の文部科学省の通知などから、各学校では新型コロナウイルス感染防止対策を入念に行い、感染者が発生した場合でもマニュアルに基づいた対応をしている。そのようにしながら、年間学習指導計画にしたがって適切な学校運営を進めている。

2020 年度の取り組みについては新型コロナウイルス感染拡大防止という制限がかかっており、各学校では学校行事が中止となったり、縮小されたりしてきた。しかしながら、そのようなコロナ禍においても、地域と連携した取り組みを感染拡大防止に努めながら継続して行ってきた学校がある。

そこで、本研究ではコロナ禍において地域連携を進めてきた筑波高校での体験学習を報告し、アンケートなどから、その教育事業の有効性を検討することを目的とした。

4. 方法

4.1 対象

筑波高校において、地域と連携した体験学習「つくばね学」に参加した 2020 年度の3年生 71 名と2年生 67 名を対象とした。

4.2 期間

3年生は、2020 年4月から 2020 年 12 月までの活動を報告する。2年生は、2020 年4月から 2021 年2月までの活動を報告する。

4.3 手続き

3年生は「つくばね学」発表会終了後に実施したアンケートから、2年生は「つくばね学」のスタート時の自由記述及び中間発表会終了後に実施した自由記述から地域と連携した事業についての教育的な有効性を検討する。

5. 事例の概要

5.1 地域と連携した体験学習「つくばね学」の内容

筑波山のふもとにある筑波高校の北条地区は2012年5月6日、突然の竜巻により被災した。自動車は宙を舞い、信号や電線が倒壊し、あたりは瓦礫が散乱した状態となったのである。特に、神社や一般家屋は倒壊し、5階建て雇用促進住宅の窓から家財道具が飛び出す有様であった。学校も体育館の窓ガラスが割れるなど、多少の被害を受けた。復旧工事後に学校は再開したが、その時に学校近隣の被災家屋、公園、道路などの片づけを生徒が自主的にボランティアとして手伝った経緯がある。この災害を契機として、生徒と地域との関わりが始まっている。筑波高校では、学校活性化を目指し、地域の人たちとの連携を体験的地域学「つくばね学」と位置づけ、2016年度より6年間実践を進めてきた。県下で初めて実施された地域連携事業は、現在も受入れ団体と新型コロナウイルス感染拡大防止に努めながら運営を進めている。

主な実習先として、地元の小学校、幼稚園、保育所、大学、福祉センター、地域交流センター、個人農園、農業法人、製麺所、古民家や歴史的建造物、地元伝統芸能団体などでの活動があげられる。毎年、2年生の1学期は学校での座学(事前研修)を受講し、2年生の2学期から3年生の1学期までの1年間の実習を行っている。毎週金曜日、午後2時間の総合的学習の時間(2022年度より総合的探究の時間)をあてて実施している。

実習内容に関しては、地域に貢献する高校生の育成という「つくばね学」の趣旨に基づき、各事業所がすべて企画立案を含めて任されている。具体的には、製造や収穫、イベント準備や片付け、子供たちへの支援、伝統芸能の練習や工芸品の創作、歴史的建造物の清掃作業など多様な活動を行っている。

5.2 事例1〈3年生〉

学校再開が6月8日(月)であったため、その日までの実習と学校行事は、すべて中止となった。その日以降も、新型コロナウイルス感染拡大防止のため、1学期間の実習は最後のあいさつを除いて、すべて中止となった。この3年生の生徒たちは、前年度の9月から2月までの実習は実施することができた。実質的に例年の半分程度しか活動することができなかった。毎年、12月の発表会は地元の大きいホールで実施するのだが、本年度は視聴覚室で来賓と指導者、希望保護者のみ参加し、生徒とその担任は各クラスでのオンライン視聴となった。

5.3 事例2〈2年生〉

3年生同様、2年生も学校再開が6月8日(月)であったため、その日までの座学と学校行事は、すべて中止となった。しかし、2年生の2学期からの実習は実施することができた。実習の時は、新型コロナウイルス感染拡大防止に努めてマスク着用、手洗いやうがい、手指消毒、密接な場面の回避、十分な換気など引率教員が率先して行った。年度末2月の中間発表会は、新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、視聴覚室で3年生と同様に実施し、生徒は各教室でオンライン視聴となった。

6. 結果と考察

「つくばね学」の実施にあたって、担当学年が簡単なアンケートを実施した。その結果を学年ごとに集計し、考察を加える。

6.1 事例1〈3年生〉

3年生のアンケートは4問から構成され、問1では「つくばね学」を体験する前の気持ち、問2は実習を終えてみての気持ちを3択で求め、問3は実習からどんなことを学んだか8項目から3項目を選択、問4は感想

を自由に書くという形式である。これをつくばね学発表会終了後にアンケートを実施した。

Table1 つくばね学を体験する前の気持ちについて Table2 つくばね学を終えてみての気持ちについて

質問項目	人	%	質問項目	人	%
やってみたいと思った	20	33.9	満足している	39	65.0
やりたくなかった	13	22.0	満足していない	3	5.0
どちらとも思わなかった	26	44.1	どちらともいえない	18	30.0
合計	59	100.0	合計	60	100.0

アンケートの結果、3分の1の生徒が事前に「つくばね学」をやりたいと回答した。このことから、「つくばね学」を開始する時には全体的に見て全員が高いモチベーションがあったわけではないと考えられる。一方、2割以上の生徒がやりたくなかったを選択し、どちらとも思わなかったが約半数弱であることから、むしろ「つくばね学」に関する興味関心は全体的にかなり低かったとも予想できる。この3年生は、2019年4月から7月まで予定どおりの座学(事前研修)をすべて受講している。それなのに全体的にさほど高くないモチベーションであったのは、生徒自身の受け止め方に問題があるのか、事前研修のあり方に検討の余地があったのか疑問が残る。座学は1回ごとに講師が変わり、その都度話の記録や感想をレポート提出している。今後の座学のあり方として、生徒主体で事前研修を企画し、生徒自身が主体的に活動できる座学も必要かもしれない。あるいは、新学習指導要領を踏まえて、主体的・対話的な深い学びができるように座学をとおして、何が地域で問題となっているのか、産業や地域おこしはどうなっているのか、具体的な課題を発見することも期待されるかもしれない。このように、実習前の座学では生徒に問題意識を喚起させ、その後の実習につながっていく方向性を持たせることも重要と考えられる。しかしながら、保育園や小学校では子供への支援、大学では各講師による内容の違う講義を毎回受けている。また、農場などでは季節ごとの決められた収穫補助の仕事をしている。それゆえ、この実習を通して地域での課題をどのように見つけるのか、実質的に難しいとも考えられる。そこで、例えば各事業所のコロナ禍における最善の対応策を検討するとか、事業所側が現在抱えている課題を提示してもらうなどの方策も検討されるべきであろう。あるいは、他の高校での主体的・対話的な深い学びに関する研究発表などに目を向ける必要もあると考えられる。

「つくばね学」を終えてみての気持ちについては、約3分の2の生徒が満足していると回答した。満足していないのは、5%だけの生徒であった。このことから、実習を通して生徒は活動の充実感や満足感を感じながら取り組んでいた様子が伺われる。実習先の指導者からの報告書にも、生徒の前向きな取組について記載されることが多くあった。しかしながら、どちらとも言えないという生徒が約3分の1であったことから、地域と連携した活動が効果的であったかどうか疑問視されることが考えられる。約3分の1の生徒がこの事業に対して満足でもなく、不満足でもないという事実に対して、目をそらすことなく改善点を発見しなければならないだろう。今後は、アンケートの回答を3段階ではなく、5段階尺度で回答するとか、その段階を選択した理由を具体的に書いてもらうなどの質問項目の修正も必要であろう。どちらとも言えないという生徒の真意を汲み取る必要がある。

問3は、どんなことを学んだか8項目から3つを選択する設問である。上位として、「あいさつや言葉使いなどのマナーの大切さ」「人間性やチームワークの大切さ」を選択している生徒が多く、このことからコミュニケーションやマナーの重要性を感じた生徒が多いと考えられる。ふだんの学校生活や座学においても、繰り返し生徒には人間関係の重要性を指導してきている。今後も、指導者と一緒に参加する生徒どうし円満な人間関係を構築しながら、実習を進めていくことが必要であろう。

生徒の自由記述からは、「コミュニケーション能力が身に付いた」「学校とは違うマナーやあいさつ、言葉遣いを学ぶことができて、貴重な経験ができた」「仕事の大変さ、マナーの大切さを学べたと思う」などのように、コミュニケーション、あいさつや言葉使いなどの大切さを学んだという声が多く聞かれた。

Table3 の「どんなことを主に学びましたか」で、一番多い 37 人があいさつや言葉使いの項目を回答していることから、この自由記述の回答は妥当性があると考えられる。また、「学んだことを生かして将来に役

Table3 どんなことを主に学びましたか

質問項目	人
働くことの楽しさ	26
働くことのきびしさ	19
専門性の必要性・大切さ	14
あいさつや言葉使いなどのマナーの大切さ	37
時間を守ることの大切さ	14
人間性やチームワークの大切さ	29
学校と社会の違い	9
地域とのつながりの大切さ	22

立てたい」「苦手なことに挑戦することの大切さを知った」のように、将来のキャリアに向けた意欲も見られた。しかし、「コロナで半分しかできなかったけど、とても楽しくたくさんのを学ぶことができた」「コロナの影響で時間がだいぶ減ってしまっ

て残念だった」のようにコロナ禍での実践が有意義であったとか、新型コロナウイルスの影響を悔やむ意見もあった。また、「子供との接し方が難しいと感じた」「1グラムで計算して袋詰めをするのが難しかった」というような実習上の困難な場面に遭遇した事例の報告も見られた。生徒の事後報告書は指導者が毎回目を通して

6.2 事例2 〈2学年〉

2年生の9月、実習が始まる前に自由記述の簡単な調査を行った。それは、これからの1年間の実習を通して各自のどのような部分の成長を期待するかという内容であった。その回答を概観すると、約7割の生徒がコミュニケーション能力の伸張を期待するというものであった。その他、協働性、マナー、集中力などという回答が多少見られた。

中間発表会終了後の自由記述アンケートにおいても、「今後、回りの人たちとのコミュニケーションを積極的に行いたい」という意見が多く見受けられた。

このことから、対人関係を円滑に保っていくスキルが重要視され、実習をとおして身に付けていきたいと生徒は考えていると理解できる。しかしながら、その目標を到達するためには、どのようなスモールステップがあり、いつまでにコミュニケーション能力のどの部分を獲得したらよいか曖昧な状態であった。今後は実習にあたって、その実務的な説明や導入をするだけでなく、社会人として必要なスキルを構造化し、少しずつ段階を踏んで身に付けていくことができるように具体的に検討する必要がある。特に、実習の中で、分からないことを聞くスキル、地域の課題を見つけるスキル、課題解決に向けて行動していくスキルなどをどの段階でいつまでに身に付けるのか具体的に例示する必要もあるだろう。また、アサーショントレーニングのようなワークを事前に実施し、個別のスキルアップにつなげていくことも有効であろう。

しかし、そのような生徒への細かい関わりを実施していくには教員の人的問題もある。筑波高校は 2020 年度に生徒の入学者減に伴い、3クラスから2クラスへの学級減が行われた。それに伴って、教員も大幅な減となった。そのため、実習の引率も1人の教員が複数を掛け持ちすることになり、十分な対応ができるか

どうか懸念される部分も出てきている。それゆえ、今後の県立高校統廃合を見据えて適正規模の高校へ改編されると共に、普通科の学科改編による地域探究学科への移行も視野に入れて、これからの学校運営を進めていくべきであるとも考えられる。

また、この2年生は1学期の始まりに長い臨時休業があった。そのために、「つくばね学」実習を9月から開講するにあたって十分な座学が開講できなかった。そこで、4月の臨時休業や5月の分散登校の時に、「つくばね学」の座学に代わるものを提供すべきであったかもしれない。井上(2020)²⁾は、オンライン授業と対面授業のハイブリッドの必要性を提唱している。筑波高校においては、分散登校時に登校して座学を受ける生徒とそれを家庭でオンライン視聴する授業形態の設定が想定されたであろう。このことは、今後の検討課題となるが、未だにICT機器の整備が完全に追いついていないという学校側の課題もある。

この遠隔授業は、その授業時間に出席するライブ配信と一定期間同じ授業がいつでも受けられるオンデマンドに分けることができる。姜(2021)⁵⁾は、それぞれの形式での授業についてメリットとデメリットを指摘し、最終的に生徒に適した内容を選択することを提唱している。今後、変異ウイルスなどの感染拡大が危惧されるが、再び臨時休業となった場合は各学校での適切な対応が求められるであろう。GIGAスクール構想(ICTを基盤とし先端技術の効果的活用)が推進される中で、授業形態がさまざまな形式に変容していくことも予想される。教師は、その都度、生徒に対して最適な授業形態を模索していく姿勢も必要となってくる。

7. 総合考察

2020年度の2・3年生のアンケートは、その学年などが独自に実施したものもあり、統計的分析を想定して作成されたものではない。次年度以降は、キャリア発達に関する尺度、あるいは予備調査をもとにした尺度開発などが期待されるであろう。さらに、生徒や指導者を対象としたインタビュー調査、高校卒業後の追跡調査なども必要であろう。これらの調査は、生徒のどのようなスキルを伸張させていきたいのか、将来的にどのような学校作りや運営方針を掲げていくかにも関わってくる。10年後、20年後を視野に入れた長期ビジョンの調査も必要となる可能性もある。地域との連携を深めていき、そのことが学校の進むべき道筋とどのようにリンクしていくかが今後の課題と言えるであろう。

一方、木須ら(2021)⁴⁾は、コロナ禍において休校のため部活動や学習などがこれまで通りできなくなり、目標を失ったと指摘した。そのことは内的対象喪失であり、学級での心理的居場所から離れ、孤独感を味わったと報告した。確かに、臨時休業では家庭内にとどまることを求められ、友だちと会えず寂しい気持ちになったことも多いかもしれない。今後は、変異ウイルスなどの危機的状況の再来や再び臨時休業の可能性もあり、心のケアの日常化に重点を置いて取り組む必要性も考えられる。本稿では、生徒の学級生活の満足感や意欲に関すること、子供たちの相対的位置について検討することができなかった。今後は、コロナ禍での生徒の心理的状況をQU調査(学級診断尺度の調査)などで把握し、学級経営に生かした報告も期待されるであろう。変異ウイルスが世界的に猛威を振るい、コロナワクチンの接種が進みつつあるが、この状態が長期化する恐れも否定できない。それゆえ、これからも新型コロナウイルス感染拡大防止に努めながら、生徒の心のケアに努めていくことも重要となってくる。

8. 今後の展望

「小学校、中学校及び高等学校等にかかる感染事例等を踏まえて今後求められる対策等について」(文部科学省 2020.8.6)では、学校内で感染者が出た場合、臨時休業は濃厚接触者の特定及び検査に必要な日数で行うとされ、濃厚接触者がいない場合は臨時休業の必要なしと示された。そこで、感染者が発生した後、1～3日の臨時休業を実施してから学校を再開する例が一般的とした。それゆえ、大規模なクラスターが発生しない限りは学校全体の長期休業はないと考えられる。このように、今後は新型コロナウイルス感染拡大防止に努めながら、例年通りの教育課程や学校行事を推進していく方向性が示されている。

通常授業が推進される中で、鶴田(2021)⁹⁾はコロナ禍においては教科指導が最優先されており、感染を恐れ学校行事や特別活動が委縮していると指摘している。河本ら(2021)³⁾も、「地域フィールドワーク」などの行事については延期または中止を検討している学校が多く、授業遅れの回復のために時間が割かれていると報告した。そのような中で、新高等学校学習指導要領を踏まえて、生徒の主体的・対話的な深い学びについて各学校の適切な対応が求められている。登坂(2021)⁸⁾は、コロナ禍での活動に子供たちがどのように自覚的・主体的に参画しているのかが課題であると報告した。それゆえ、生徒の内面の変容を確認することも必要になってくるであろう。今後は、適切な尺度を使用して、生徒の主体的な取組を評価していくことが妥当であると考えられる。

コロナ禍における取組について、佐藤(2020)¹⁾はパンデミックの状況において、教育委員会の教育長や校長のリーダーシップが一層重要になるとしている。特に、主体的に生徒が活動に取り組めるよう、臨機応変に新型コロナウイルス感染拡大の状況を鑑みながら、教育委員会や管理職は学校運営とその改善を進めていく必要がある。筑波高校でも、地域と連携した事業がさらに充実するために、普通科の学科改編によって地域探求学科となり、併せて適正規模の高校に生まれ変わることで、学校改革を進めていくことが期待されるであろう。

最後に、筑波高校はコロナ禍の安全管理に努めながら、生徒が総合的な探究の時間をとおして、地域の課題を発見し、地域の人たちと協力しながら主体的に課題解決をしていくことが今後の地域連携の鍵となるであろう。併せて、高校生の活動は、地域の歴史的遺跡の環境保全にも役立っており、今後の地域連携の更なる深まりが期待できると考えられる。

【参考文献】

- 1) Hiroshi Sato (2020) .Educational Responses to the Pandemic in Japan.: Primary and Secondary Education Policy Issues. International Studies in Educational Administration,48(2),64-69
- 2) 井上兼生(2020)「主体的・対話的で深い学び」を目指すオンライン授業の考察—コロナ禍での「総合的な学習の時間の指導法」等の授業実践を踏まえて— 聖学院大学論叢,33,1-2,123-137
- 3) 河本大地・吉田寛・中谷佳子・河原和之(2021) COVID-19(新型コロナウイルス感染症) 禍を踏まえた地域学習の在り方を考える—オンラインシンポジウムの開催経験から— 次世代教員養成センター研究紀要,7,177-188
- 4) 木須千明・安川禎亮(2021) コロナ禍における子供の心理的影響の一考察 北海道教育大学大学院高度教職実践専攻研究紀要:教職大学院研究紀要, 11,13-20
- 5) 姜雅人(2021) コロナ禍における教育の取り組みや遠隔授業に関する研究報告—対面授業の経験と創造力— 日本工業大学研究報告,50-3,37-39
- 6) 茂呂輝夫(2021) 県立高校における地域との連携に関わる実践—体験的地域学「つくばね学」をととしたキャリア開発に向けて— 放送大学茨城学習センター学生論集 茨城 SC フォーラム,11,35-44.
- 7) 茂呂輝夫・金久保紀子(2021) 地域連携を重視した教育実践報告—県立高校における体験的地域学「つくばね学」を通して— 筑波学院大学紀要,16,147-159.
- 8) 登坂学(2021) 新学習指導要領の特別活動はコロナ禍において「生きる力」をどのように育むか—家庭や社会との連携を通して— 九州保健福祉大学研究紀要,22,35-46
- 9) 鶴田麻也美(2021) コロナ禍における特別活動指導の意識変化についての考察—公立小学校教員インタビュー調査から— 学苑・人間社会学部紀要,964,63-76

ビッグデータの時代 統計学に変化 ベイズ統計学の復活

竹内 孝¹、山口文夫、金子紀夫(塩見正衛先生統計学ゼミ)

1. 日本の統計

太平洋戦争後、日本では食糧難で困窮し、これでは多数の国民が死亡してしまうということで、占領軍から食糧援助を受けた時期があった。連合軍のマッカーサー司令長官から、「多数の日本人が死亡する様子は見られない。日本の統計はいい加減なのではないのか？」と言われた当時の吉田首相は、「統計がしっかりしていたなら、あなた方と戦争はしていませんよ。」と答えたという。これは吉田首相一流の冗談であり、日本では、昭和 15 年 9 月に政府直轄の「総力戦研究所」を設立、選りすぐりの人材が集められ、食糧・工業原料・衣料・石炭・石油・ゴムなど 21 品目の自給能力を世界の主要国別に分析し、これを比較して、国力差を算出している。これによると、米国は銅を除いていずれも日本の 7 倍以上(石油 32 倍)であることがわかった。これらをもとに検討した結果、昭和 16 年 8 月には米国との戦争では日本は敗戦という結論を得ていた。当時の政府はこれを無視して日米開戦に突入した。現実の戦況は、真珠湾攻撃と原爆投下を除いて総力戦研究所の結論と酷似していた。(猪瀬直樹著「昭和 16 年夏の敗戦」、中公文庫、2020)

戦後は、日本の統計整備・活用が進み、例えば、「経済財務白書」では、数多くの統計データで説明が行われ、推計に関わる部分については、「付注」で推計に用いられた数式が丁寧に説明されている。最近では、国土交通省による建設業の基幹統計の書き換え、二重計上が問題となり、国会で取り上げられた。日本経済新聞のアンケート調査(2021 年 12 月 24～26 日、全国の 18 歳以上の男女を対象に乱数番号 RDD 方式による、回答 947、回答率 42.6%)では「政府統計は信用出来ない」との回答が 73%に達した。

一方、大学では文科系学生に対する情報サイエンス教育を始めたところもあり、一般企業でも全従業員を対象に IT 教育を始めた企業もある。時代の流れを反映してか、朝日新聞では、「統計や数学を学ぶ＝データ分析 文系だって」を掲載した。(2021 年 12 月 22 日)

2. 伝統的統計学の功績

私たちが学んできた統計学は、「伝統的統計学」といわれるもので、19 世紀後半～20 世紀初頭にフィッシャー(1890-1962)・ネイマン(1894-1981)・ピアソン(1857-1936)らによって、「相関係数」、「回帰直線」、「統計的仮説検定」、「パラメータ推定」、「実験計画」など、統計の基本的考え方の枠組みが作られ、きちんと数えられたデータがあるときのみそれに基づく推計が、許される統計学である。その後のコンピュータの発達により、方法さえ正しく理解していれば、だれでも統計的分析をすることができるようになった。伝統的統計学は、工学、心理学、医学、経済学など広い分野において応用され、その功績は賞賛に値するものである。

3. ベイズ統計学の特徴、問題点

3.1 ベイズの定理

近年ビッグデータの時代に入り、分析対象の個数が数十万～数百万に及ぶ事態になると、伝統的統計学による「仮説検定」では、常に「有意性あり」という結論を出すのみで、時代の要請に対応出来なくなってきた。(これは、統計的仮説検定では、分析対象が大きくなるほど p 値² が小さく出ることになり、「統計的に有意」という判定が出やすいという性質による。)この間、米国では、2016 年 3 月 8 日に統計学会から異例の声明が出された。科学者の間で統計的仮説検定に使用される p 値の誤用が蔓延しており、多くの研

¹ 教養学部情報コース

² p 値:有意確率(統計的仮説検定で、通常、有意水準 0.05 より小さい時、有意と判定される。)

究成果を再現出来ないことの原因の 1 つになっているという警告である。この中で、同学会は、改善策として「ベイズ統計学」などを考慮に入れてはどうかと提案もしている。

ベイズ統計学は、フィッシャー・ネイマン・ピアソンに先立つこと約 200 年前にトーマス・ベイズ(1702-1761)が提唱し(「出来事が与えられた時の原因の確率についての論文」、ピエール・シモン・ラプラス(1740-1827)によって下記のとおり定式化され、確率に関するベイズの定理として知られている。

$$f(\theta|x) = \frac{f(x|\theta)f(\theta)}{f(x)} \quad \text{ここで、} f(\theta|x): \text{事後分布、} f(x|\theta): \text{尤度、} f(\theta): \text{事前分布、} f(x): \text{正規化定数}^3$$

3.2 ベイズ統計学の問題点(1)

ベイズ統計学では、事前確率に分析者の主観に基づいた「主観確率」が用いられる。これが確率を数値で表現するときには出来事の客観的頻度によらなければならないというフィッシャーやネイマンらの主張に反していたため、排斥され、20 世紀になるまで日の目をみることはなかった。

今日、論文や報告書などを通じて分析結果を社会に還元するための公的分析では、事前に客観性・公平性を重視して、特定の分野に偏せず、広い信念を表明する「一様分布」を利用して、分析結果に影響が出ないようにするなどの工夫がなされており、ベイズ統計学が批判されることはなくなっている。

3.3 ベイズ統計学の問題点(2)

事後分布の算出に高次元の積分計算が必要であったため、事後分布の表現が難しかった。

近年では、高次積分を近似する数値的方法(マルコフ連鎖モンテカルロ法等)が利用出来るようになり、複雑な統計モデルをシミュレートすることが可能になっている。

4. ベイズ統計学の復活

21 世紀に入ると、ベイズ統計学が有効に活用される事例が出てきて、注目されるようになってきた。

(1) 自然言語処理

2005 年、グーグルベイズ機械翻訳システムが世界機械翻訳コンテストで優勝。現在グーグルは、25 言語でベイズ翻訳システムを実用化しているほか、検索エンジンにベイズ統計学を活用している。

(2) 脚光を浴びる AI (人工頭脳)、IT (情報技術) の基礎づくりにベイズ統計学が貢献

AI 技術者たちは、ベイズ統計学を活用して、研究開発に力を入れた。

(3) 情報技術社会(メール、検索、画像認識など)への貢献

ベイズ統計学はビジネスの世界でも大きな注目を浴びている。そのきっかけを作った一人がマイクロソフト社のビル・ゲイツである。同氏は、同社が優位に立てたのはベイズ統計学のおかげだと云う。

(4) 統計学の学術論文の過半数がベイズ統計学を利用

21 世紀に入ると、統計学における著名な学術誌バイオメトリカ(*Biometrika*)の論文の過半数がベイズ統計学を利用するようになっている。(2014 年) 多くの著名な学術雑誌も同様の傾向になっている。

(5) 朝日新聞は 2007 年 1 月 24 日「300 年後に脚光 ベイズの定理 蘇る 18 世紀の確率論」と報じた。

5. 放送大学とベイズ統計学

(1) 放送大学では、1989 年に「統計的決定」の講義でベイズ統計学を解説(これが好評だったため、改訂版「入門ベイズ統計」が出版されている。) 2017 年にはベイズ統計学による「心理統計法」を講じている。

(2) 茨城学習センターの実用統計学ゼミでは、2021 年ベイズ統計学の学習を始めた。

³尤度(ゆうど): 客観的なデータを用いて構成し、未知の母数について尤もらしい値を得る。正規化定数: 全確率で算出する。

リモートワークによる学生活動

(数学共楽会) 金子紀夫、山口文夫、竹内 孝、山下 功

1. はじめに

コロナ禍におけるサークルやゼミの活動では、特に開催場所の制約が深刻である。学習センターのみならず民間の会場も使用することは容易ではない。しかし、活動の停滞が学習意欲の低下につながりかねず、何としても避けなければならない。そこで、数学共楽会および塩見ゼミで実施しているリモートワークによる活動の一端を紹介し参考に供したい。

2. リモートワークと ZOOM の選択

リモートワークにおけるビデオ通話アプリには ZOOM、LINE、MEET、TEAMS など数種類が Web 上で紹介されている。そのなかで ZOOM を選択した理由は、①利用時間が無制限で無料、②録画が可能、③参加者の制約がなく自由に発言できる、④周囲に利用者が多いなどである。このうち、重要視したのは①である。通常の無料版では 40 分の使用制限があるところ、放送大学の学生アカウントで登録すると時間が制限されない。コロナ禍における特別運用であり、永続的な保証はないものの利用しない手はない。また、放送大学では本部や多くの学習センターで ZOOM を活用していて、参考情報が多い。

3. ZOOM の運用練習

運用開始に先立ち、全員で練習を何回も行うことは、ZOOM の効果を上げるために大切である。特に、①ログイン、ログ・アウトの方法、②マイクとカメラのミュートと復活の方法、③画面共有の切替えと動画音声の取込み方法、④参加者の発言(チャット)への対応、⑤録画承認の方法などは失敗を繰り返さないと覚えきれない。とりわけ②は大切で、講師のトークに対して視聴者が一斉に発言すると、発言者の認識がおろそかになり混乱を生ずることがある。マナーのひとつとして、視聴者はマイクを原則ミュートにすべきである。管理者権限として強制的にミュートできる機能もあり不慮の事態を避けることができる。

4. 予行演習とその効果

- (1) 多くのリモートワークは、担当講師の資料とトークがベースとなる。トークの時間は限られるので、このなかで参加者にわかりやすく、正確に表現しなければならない。
- (2) 資料は不可欠であり、復習用の記録のためにも、内容の不備は極力減らす必要がある。
- (3) 参加者の感想や意見を聴くことは大切なことで、このため予行演習は有力な手段といって良い。
- (4) 実際にやってみると講師自身の理解不足も浮き彫りになる。
- (5) 資料の不十分さを補完する必要性が出てくる。このため、ひとつの話題を理解するために、用意した以外の情報を取り入れることも少なくない。また箇条書き、図、表が理解を深める上で大切である。フォントサイズやレイアウトは見た目だけでなく、高齢者視聴者にとって大切な要素である。
- (6) なかなか難しい問題のひとつに、説明画面のスクロールがある。講師はトークに熱が入って、ついつい前の説明個所に戻ろうとして画面をスクロールしてしまう。講師は資料の内容が全部頭に入っていて、スクロールには違和感がない。しかし視聴している側にとって目の前の画面が目まぐるしく変わることは、かなりのストレスである。事前の配布資料が印刷されて手元にある場合は、ページ数を指示すれば解決しそうである。しかし殆どのケースでは、視線が画面に集中している。従って、スクロールは出来るだけゆっくりと行うか、または現在の画面に引用すべき内容を再度記述すべきである。これは予行演習で初めて実感ができる。資料の形式、つまりワープロおよびスライドに対して同様である。
- (7) 予行演習の効果をあげるために少人数で 3 回程度実施し、徹底的に手直しを行うことが望ましい。一度は先生に参加していただくと完成度は一層高まる。一見煩わしいようであるが効果はてきめんである。

5. 実施状況

我々のリモートワークは「初歩からの数学」、「初歩の統計学」及び「実用統計学」で2021年度当初から実施している。講師はそれぞれ山下、竹内そして山口、ZOOM 管理は金子が担当している。各講座は月 1 回で予行演習と本番を入れると月 12 回、毎回 2 時間とすると、月 24 時間 ZOOM を活用していることになる。予行演習の人数は 3-5 名で参加は自由である。質の高い講座で参加者の評判も良いと自負している。

全員が集まった段階で**管理者**は画面共有を全員に許可して録画開始、そして視聴者全員に音声ミュートを促した上で本番を開始する。そして、チャットと音声ミュート状態をチェックしながら進め、講座内容が終了し次回の日程などの確認が済んだ時点で ZOOM を終了する。注意すべき点は「待機室」にチェックを入れないことである。これは開始途中からの参加者が自由に入室できる配慮である。**講師**として注意すべき点は動画を流す場合、その音声が出るように「画面の共有」から進み「共有するウィンドウまたはアプリケーションの選択」の画面の左下「音声を共有」にチェックマークを入れることである。また時々、休憩を入れて Q&A を促すのがよい。**視聴者**は常時チャットを活用し、休憩時間には積極的な発言をすることに努める。

6. 録画の編集

録画ファイルは mp4 の形式で、その容量は 2 時間で、概ね 500MB 程度である。編集の内容は ①始まり部分のカット、②終わり部分のカット、③途中部分のカット、④テロップ(先頭の題目)の挿入と最終ファイルの圧縮である。①～③は動画と音声を記録・変換・再生するフリーソフト「**ffmpeg**」(<https://www.ffmpeg.org>)を使っている。このソフトは GUI(グラフィカル・ユーザー・インターフェース)を持たず端末からコマンド命令で制御する。一見しきいが高そうだが、慣れ次第であって、高速で動作し、多くのオプション設定ができる。①と②の部分は雑談が多いため必要な情報だけを残してカットするケースが多い。前カットの時間を[duration](秒)、後ろカット開始の時刻を[hh:mm:ss]とすれば、命令は次のようになる。

```
ffmpeg -ss [duration] -to [hh:mm:ss] -i input.mp4 -c copy output.mp4
```

前だけ、または後ろだけのカット命令もある。③のケースは思わぬトラブルや周囲の雑音が入った場合に有効である。直接的なコマンド命令はないが、前半と後半を別々に切り出し、それらを結合することで達成できる。なお、ファイルの名前は日本語に対応している。以上で基本的な編集は終了である。

しかし、ファイルの体裁と後々の整理のため、④のステップによりテロップを追加して容量の圧縮をすることが望ましい。無料ソフトで日本語に対応している「**Shotcut**」(<https://shotcut.org>)が便利である。内蔵のエディターでタイトルをつくり、それを動画の先頭に加える。それをフェーズアウト(画面が段々消えていく)することなどは簡単にできる。また動画のサイズは出来るだけ小さくし、ファイルの配信時や整理の負荷を軽くしたい。動画ファイルのサイズはビットレート、フレームレート、画面の大きさなどに依存する。前述の「ffmpeg」を使うことにより、ファイルサイズを 500MB から 300MB 程度へ圧縮することができる。

7. 録画の配信

数 100MB のファイルの配信には「**おくりん坊**」(<https://okurin.bitpark.co.jp>)が便利である。ログイン登録をすれば無料で合計容量 2GB のファイルを 1 週間、30 回ダウンロードすることができ、実用上充分である。視聴者が質問のため、自ら ZOOM でプログラミング操作内容を録画し、このサイトから講師に送った例もある。

8. おわりに

今回のリモートワークは我々の学生生活のあり方に大きな影響を与えた。これは、将来のポストコロナ時期にも及ぶだろうと考える。視聴者同士の対話や演習の実施など、まだまだ実験検討の途上である。本報告がほかのゼミ、サークル、そして面接授業に参考になれば幸いである。

－「数学共楽会「初歩からの数学」の学習風景－

山下 功（生活と福祉コース）

黒板に真剣な若々しい目つきで、髪が白くなり始めたおじさんやおばさん数人が集って、頭を抱えながら数式に、時には器具を貼り付けた黒板に向かって、考えこみながら講師の内容を聞き、考え、その説明理解できないと、講師に聞き手からの反論がでる。講師も考える。説明を補足する。でも……、また、他の人からも発言がある。また、講師も思案し、受講者が納得するまで説明と議論を繰り返しながら、何とか皆が理解出来ると、次の内容に進み、また、同じように繰り返して進むのである。これが我々の日常の「サークルの学習風景」であり、最近ではコロナ騒ぎで Zoom（ビデオ通話アプリの Zoom）に切り変えても、この雰囲気は同じである。

次に「サークルの風景」の最近の直近の内容に関する一コマを紹介する。以下の図1は最近、講義に使用の逆三角形を説明した図で、また、図2は講義に最初に示された図が講義で議論された後に変更された図で図1に織り込まれた内容である。

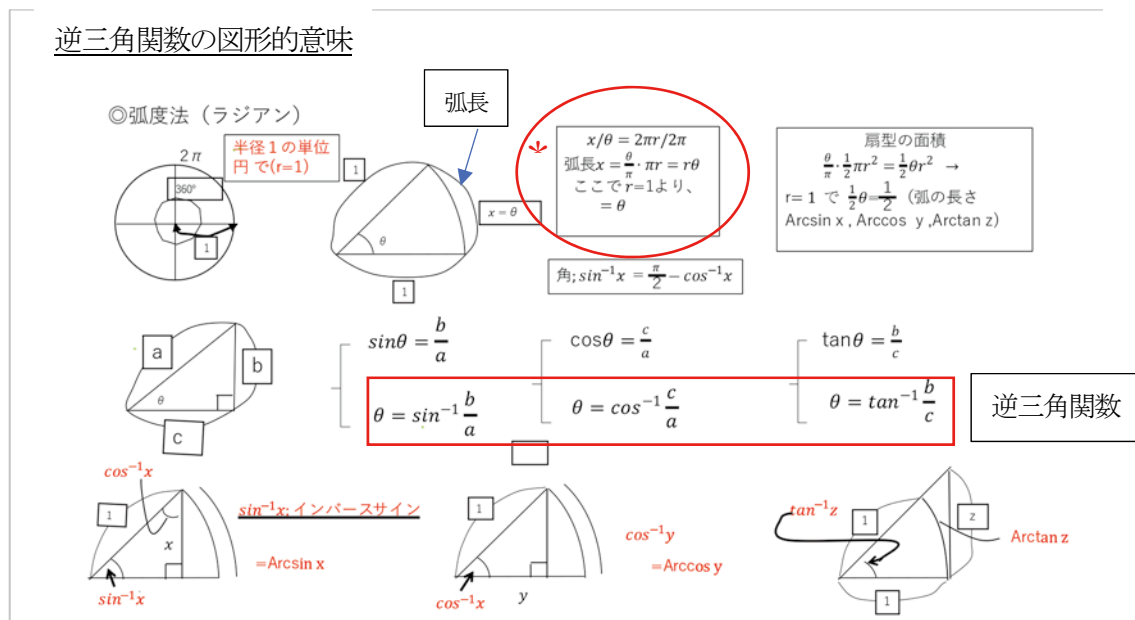
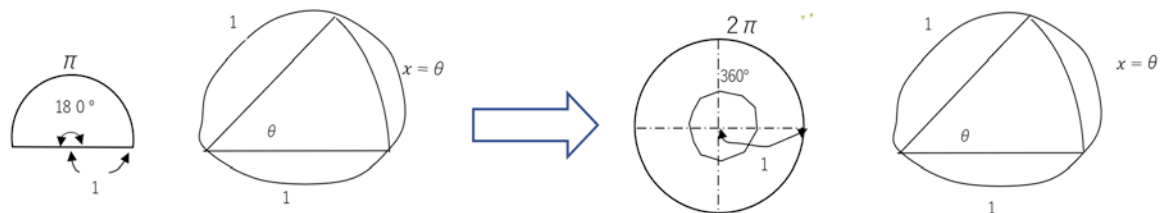


図1. ラジアンと逆三角関数（最終表示）



a) 最初の講義での表示

b) 講義討論後の表示

図2. ラジアンの説明図

図1 でラジアンという言葉が出てきますが何処かで聞いたことは・・？と思う方がいらっしゃると思いますが、これは角度の単位で 角度 $180^\circ = \pi$ （パイ）で表す角度の値です。この内容が瞬時に図的に

関きますか？ ラジアンを説明する図2 a)およびb)になります。角度は $^{\circ}$ (=〇度)で表示し、また π の値で表し、数値でも表します。

最初に、図2の a)で示しました。ところが、講義中で議論になった所である。理由は 図1の(*□)の以下の数式から

$$\text{弧長}x/\text{角度 } \theta (\text{ラジアン}) = 2\pi \times \text{半径 } r / 2\pi (\text{単位円の全角度}) \quad ; (\text{円周} = 2\pi \times \text{半径 } r)$$

$$\text{弧長}x = \frac{\theta}{\pi} \cdot \pi r = r\theta \quad \text{ここから } r=1 \text{ とすると弧長}x = \theta$$

上記の式から弧長に単位円(半径 $r=1$ の円)が出てくる。この説明に単位円が表示されるのだから、図2 の a)の半円でなく、図2のb)の円を表示した方が良いとの意見があり、図 2b)の円に切り替えたところ、皆が解り易くなり、これが図1に示す最終表示となった。これが講義中の議論のなかで簡単な内容ではあるが得られた一例である。これが「サークルの風景」の一コマであるが他にも沢山有ります。

ここで、私達は放送大学茨城学習センターセンターに所属し、数学に関心を持つものの集まりで、数学共楽会というサークルに所属します。数学共楽会は4つの SIG(分科会)を持ち、統計(初歩、実用統計)、解析、初歩からの数学 の4コースから成り、その一つのSIGが「初歩からの数学」のグループです。

「初歩からの数学」は高校数学と大学数学の橋渡しを目的として、数学に関心のある初歩の人に参加してもらうのが目的で、2016 年にスタートしました。5 年が経過しました。教材は元放送大学教授の長岡亮介先生の著書を使いました。

(教材;「数学の森」長岡亮介、岡本和夫著:東京書籍)

この教材の「はじめに」の中で長岡亮介先生が書かれている一部分を抜粋すると「高校数学の知識からは、公式の知識や問題解決法のテクニックを除くと、基礎理解があやぶまれる場面があり、基本的な知識の理解が達成されていない。」 また、この教材は「本当に必要な数学の核心的知識の理論的な理解を自然に誘発する」と書かれおり、このことから、私たち初学の放送大学生でも的確に理解し、理論的にも解り易く、自然に誘導されるように書かれている。

また、長岡亮介先生は本教材の中で、数学が中学や高校のように、単に公式を覚え単純に解くということだけでなく、公式の成り立の基本をきちんと理解すれば、次々に展開していく内容の公式を無理に覚えなくとも良いとの考えで教材を作られており、この教材を学ぶ者にとって心の負担がなく学べる。

この趣旨に賛同し、教科書とし採用し、現在まで学び続けています。さらに、時には別に、適時に興味ある関連の数学の歴史等(例として、三角関数の生まれ等…)も加えて学んでいます。

では今までの学習した内容は ①三角関数 ②複素数 ③ベクトル ④微分の基礎 ⑤三角・逆三角関数で教材の約 1/3 まで進みました。まだまだ先が長い道のりであるが、皆で頑張ろうと目を輝かせて取り組んでいます。

ここで、数学に興味があり、高校数学の躊躇を感じていた人もこの際、本内容に賛同し、 えい！ や！ でどんどん追加入会することをお待ちしています。本当に数学が楽しくなりますよ。!! また、大学数学を十分に味わえ、快感が得られますよ。

知の小窓

アフガニスタン農業研究者への統計講習会

塩見正衛(元茨城学習センター所長・茨城大学名誉教授)

はじめに

昨年(2021 年)、主にアメリカの後押しで維持して来たアフガニスタン政権が、反政府組織だったタリバーンによって軍事的に倒された。わたしには知識も資料もないので、前政権とタリバーンの善悪・良否について語ることはできない。しかし、言われているように、もしアフガニスタンの人々に対するこれからのタリバーンによる政治が非人道的なものであるなら、アフガニスタンに住む人々は、またもや苦難の生活を強いられることになり、わたしはとても悲しい。このところは、ベトナムがアメリカの支配から自らを解放したのとは異なる事情だと、わたしには思える。

わたしは、今から 6 年前(2016 年)に、JICA(国際協力機構)で仕事をしておられた知人・Y さんの依頼を受けて、来日したアフガニスタンの農業研究者 20 人に 1 週間弱、農業研究における統計的手法の講義を行った。このような統計の講義は、もちろん農業技術を開発し、発展させる問題にかかわっている。わたしがアフガニスタンと関係するのはこれが初めてであった。今は、ほとんどの研究者の方々が、熱心に講義を聴いてくれたことを思い出す。また、実際に彼らが試験圃場で直面した困難な問題に対して、統計的な考え方にもとづいて解決の方向を探そうとしていた。

今回のアフガニスタン国内の大混乱が、試験研究やそれに従事している人々、ひいては、試験結果を利用する地方行政に携わる人たちの人権、研究成果を利用するはずの農民の生活にどのような影響を及ぼすのか、今は全く分からない。願わくば、農業の試験研究の再建と、これまでに得られている研究成果が人々の食糧生産や人命維持に多少なりとも役立つことを強く希望している(補遺 1)。以下では、アフガニスタンの現在の政情不安に鑑みて、農業研究者への統計研修プログラムでの当時(2016 年)の思い出を語りたい。

アフガニスタン農業研究者への統計的手法の講義

2016 年 3 月ごろだったか、以前、JICA 筑波農業研修所におられた Y さんから email をいただいた。それには、「塩見さんがお元気だとお聞きしたので、アフガニスタンの農業研究者に実験計画法(実験と試験は同義語;試験計画と言わずに、実験計画と言うことが多い)の講義をしていただけませんか」と言うような内容であった。わたしは、過去、筑波にある JICA 筑波農業研修所で、20 年以上にわたって、毎年 1 週間くらい統計的手法の講義を行ってきた。研修を担当していただいていた Y さんとは、それ以来年賀状の交換をつづけていた。彼は 2016 年のわたしの年賀状を見て、このことを思いついたそうである。現在は JICA の外郭団体 JICAF で仕事をしておられるということだ。

わたしは一見元気そうだけれども、しつこい腰痛があるし、視力と聴力も衰えてきていて、毎日 4 種類の薬を服用しながら生活している。そういう状態だから、何日間も教壇に立つ体力があるかどうか考えてちゅうちょした。「ちょっと考えさせてください」と email を返信したが、いずれ返事をしなければならなかった。そういうわけで、とうとう引き受けることになった。Y さんとの長い付き合いのこともあるけれども、それ以上に、1979 年以来ソ連に占領され、その後タリバーンの政治、アメリカとタリバーンの戦争で国民の生活も農業も疲弊しているアフガニスタンで、「農業技術の復興に少しでも役立つならば」という綺麗ごとみたいな気持ちがだんだん強くなってきたからだ。

5 月に Y さんに水戸まで来ていただいて、打ち合わせをした。彼は「実験計画法の講義をしてほしい」と言

われる。しかし、わたしはこれまでの経験から、「実験計画法だけではなく、回帰分析やクロス表の解析が農業の研究者には役立つと思う」というような話をした。またわたしは、農業の試験は数年間にわたって同じ場所、同じ設計で繰り返し実施されることが多いので、その解析方法を考える必要もあると言った。農作物は毎年の違った気象条件に対して、異なった反応を示すからである。結局、次のような内容で講義することにした：① データとは何か；② 平均と分散；③ 実験計画とくに乱塊法；④ 連年実験と解析；⑤ 回帰と相関；⑥ クロス表の解析。テキストは、9 月中に英語と日本語で書いて Y さんに送ることになった。講義では、できるだけアフガニスタンの農業研究者自身が記録したデータを使おうと思い、Y さんお持ちのアフガニスタンの農業試験場からのレポート集と現場での写真を拝借した。

わたしは英語で講義することを希望したけれども、アフガニスタンの農業研究者は英語が得意ではないそうだ。そのため、日本語で通訳付きの講義をすることになった。通訳付きで講義すると時間がかかるし、経験もないから不安に思ったけれども、やむをえず Y さんの方針にしたがうことにした。8 月に日本語と英語でテキストの原稿を完成し、Y さんの事務所に送った。この原稿をカブールに送ってダリ語に翻訳してもらうのだそうだ。Y さんの話によると、ダリ語はペルシャ語系の言葉だそうだ。言うまでもなく、ペルシャ語は古くから、文化の香り高い西アジアの中心的言語のひとつである。文字はアラビア文字に似ているように見えるけれども違うそうだ。たて書きの日本語と同様、右から読み書きをする。わたしにはもちろん理解できない。

10 月 18 日、JICAF のスタッフとわたしは、来日した 11 人の研究者自身がカブールや、地方の農業試験場で行っている実験の説明を聴いた。長い間の政情不安の中で、今の農業再建の気概はわたしに伝わり、また、研究に必要な最低限の器具や計算施設が欠乏しているということもよく分かった。教育機関も長い間混乱の中にあったから、農業研究者なら持ち合わせていなければならない基礎知識も不十分であろう。

10 月 19 日から 21 日までの 3 日間、合計 18 時間の講義と演習をアフガニスタン国籍の G さんの通訳で行った。G さんはカブール生まれだが、現在は結城市に住んでいて、娘さんは水戸第一高校に通っているという。G さんの日本語は日本人と同じよう上手だし、英語もできる。心配していた専門用語はダリ語ではなく英語を使う。たとえば、平均や分散は、英語で *mean*、*variance* と言うし、分散分析は ANOVA と呼ぶ。わたしがプロジェクターや黒板を使って説明すると、それを G さんは黒板のところまで来て説明するという具合である。彼はわたしの講義を通訳しながら、統計学も理解していくようである。わたしはその通訳に信頼の気持ちがだんだん強くなっていった。講義には、アフガニスタンから日本に留学している農学系大学院生 9 人も参加して、受講者は合計 20 人であった。

わたしの講義はわたしが書いた英語のテキストとコンピュータを使いながら、プロジェクターに映して説明する。最初はコンピュータの使い方に慣れない人がいて、統計学よりもその説明と訓練に時間をとられ、わたしは 3 日間で予定がこなせるかどうか不安を感じ、焦った。しかし、2 日目からは、彼らはコンピュータにも慣れ授業は順調に進んだ。3 日目の午後 3 時頃には予定していた講義はすべて終わり、10 分間の休憩後、4 時まで筆記試験を行った。これで全部終わりである。

試験終了後、みんなで JICA 農業研修所の入り口にある石造りの門標の前に並んで、記念写真をとった（補遺 2）。そして互いに何度も何度も握手をして解散。一仕事終わったという満足感があった。

あとがき

統計学や統計的手法は、バラツキを持っているデータを集約して、そのデータ群から生活や生産に欠かせない情報を整理し、その情報をもとに生活や生産方法を設計し、実験や調査で試すための一手段である。したがって、きわめて実用的で応用的な学問分野である。長い間、わたしがかわかって来た統計的手法の基礎知識と利用方法の研究や普及活動は、それを利用することに基礎をおいている。アフガニスタンでも、

政情が安定し、食糧生産への農業研究者の努力が報いられるような日が一日も早く到来せんことを願いつつ筆をおく。最後に、スペルの美しいダリ語に翻訳されたテキストの一部をここにコピーしておく(補遺 3)。

補遺 1 アフガニスタンの政情の変化と現在

長い間、先進国の帝国主義や領土拡張主義の犠牲になって来たアフガニスタンの政情について簡単に触れておく。(インターネットから要約)

1919 年: 英国保護領から独立し、立憲君主制をひく。

1973 年 7 月: 共和制に移行。

1978 年 4 月: 軍部クーデターにより人民民主党政権成立。

1979 年 12 月: ソ連の軍事介入のもと、カルマル政権成立。

1989 年 2 月: ジュネーブ合意に基づき、駐留ソ連軍の撤退完了。

1992 年 4 月: ムジャール・ヒディーン・ゲリラ勢力の軍事攻勢によりナジブラ政権崩壊。ムジャール・ヒディーン政権が成立。

1994 年頃から: イスラム原理主義への回帰を唱えるタリバーンが勢力を伸張、1996 年 9 月に首都カブールを制圧、1999 年までには国土の 9 割を支配し、恐怖政治を行う。

2001 年 10 月より: 米国同時多発テロ事件を機とする米・英等によるアル・カーイダ及びタリバーンに対する軍事行動。

2011 年 12 月: 北部同盟等がタリバーン支配地域を奪還。

2012 年 6 月: カルザイ暫定政権議長を大統領とする移行政権成(以後 2014 年まで)。

現在(2016 年)は再びタリバーン勢力が各地で伸張、国内治安は全体として不安定な模様である。農業や食糧事情のおかれている実態はわたしにはよくわからないが、来日した研究者の話では、国民の栄養摂取量は全般的に不十分、1945 年の終戦前後の日本を思わせる。農業研究の機能や機関は長い戦争と政情混乱で破壊され、現在再建中と察せられた(2016 年当時)。ただし、来日した農業研究者は、みな体格はよく、学歴があり、比較的上級クラスの人たちだと見うけられた。

アフガニスタンは、面積が日本の約 1.5 倍。全土が乾燥地帯で年間降水量は 300 mm 台、気温は温暖で低湿。国土の多くは、ヒンズークシ山脈につながる山岳と草原だそうだが、北部には高地の氷河を源流とする河川の両岸に耕地が広がっていて、コムギや野菜の栽培を行い、米作もある。南部は乾燥した荒地や砂漠が広い面積を占めている。研究テーマには乾燥や灌漑に関するものが多い。

補遺 2 記念撮影

アフガニスタンから来た 11 人の農業研究者と 9 人の大学院留学生(図 1)。わたしは後列左から 8 人目(ネクタイ)、通訳の G さんは後列左から 2 人目の背広姿、Y さんは前列左から 7 人目(帽子)、右から 4 人の女性の 2 人はアフガニスタン農業研究者、2 人は JICAF 職員(右から 2 人目と 4 人目)。

補遺 3 ダリ語のテキスト

図 2 の 1 行目は、「農業技術者のための数字で学ぶ統計学」と書いてある。2 行目は、「I はじめに」で始まり、本文に入る。表(茶色)の題は、「コムギ品種 A の 20 株の稈長のデータ(標本)(cm)」で、表の下は母集団と標本の関係を示している。題名は、「母集団から抽出した標本を用いて母集団の性質を推定する」。文章や表は右から書かれている。図 3 では、データのバラツキの説明を数字とグラフで示している(放送大学茨城学習センターのセミナー用に作った日本語テキストのダリ語訳)。



図 1 記念撮影
本文参照。

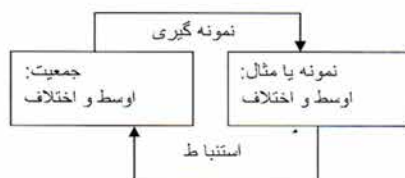
احصایه عملی برای انجمنیان زراعت

1. مقدمه

در مرحله اول، در مورد اینکه دیتا یا ارقام چیست؟ در جدول 1 ارتفاع یا قد ساقه 20 نبات گندم بصورت تصادفی از یک ساحه بزرگ تعیین گردیده است. به همین ترتیب ما نمی توانیم تمام ساحه را به صورت جدا اندازه گیری نمایم، ما معمولاً یک ساحه کوچک از نباتات را به صورت تصادفی تعیین مینمایم. درین مورد، اشاره ما به مجموع ارتفاع ساقه مانند جمعیت یا جهان است. اشاره ما در مجموع به 20 نبات گندمی است که بصورت تصادفی ب شکل نمونه از مجموع گندم تعیین گردیده است. ما یک مجموع کوچک را بطور نمونه سروی دیتا را گرفته، دیتا را تجزیه و بعداً اوسط نمونه و اختلاف نمونه را تخمین نمودیم (درین مثال 20 دیتا یا ارقام). رابطه بین جمعیت و نمونه در شکل 1 نشان داده شده است.

جدول 1. ارتفاع ساقه 20 نمونه گندم

شماره	ارتفاع	(ارتفاع- اوسط) ²	شماره	ارتفاع	(ارتفاع- اوسط) ²
1	84	8.41	13	80	1.21
2	81	0.01	14	75	37.21
3	77	16.81	15	86	24.21
4	84	8.41	16	81	0.01
5	84	8.41	17	86	24.01
6	79	8.41	18	85	15.21
7	84	8.41	19	76	26.01
8	83	3.61	20	83	3.61
9	77	16.81	مجموع	1622	305.8
10	80	1.21	اوسط	811	
11	85	15.21	اختلاف		16.09
12	72	82.81			



شکل 1. اوسط جمعیت و اختلاف، و اوسط نمونه و اختلاف

ما نمی فهمیم اوسط تعداد خوشه ها و اختلاف آنرا بخاطریکه تعداد دیتای خوشه ها در پلات بی نهایت زیاد است و ما بصورت جداگانه همه آنرا محاسبه کرده نمی توانیم. ما به شکل نمونه بصورت تصادفی و فردی به عوض تمام مزرعه محاسبه مینمایم، و بعداً اوسط نمونه و اختلاف آنرا تخمین مینمایم.

図 2 テキストの 1 ページ目

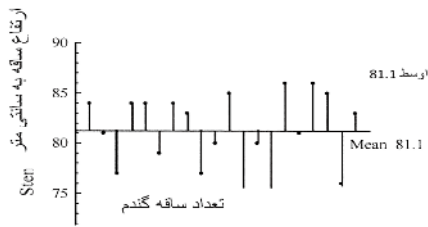
1 行目は、「数字で学ぶ統計学」と書いてある。表の下の図の題名は、「母集団から抽出した標本を用いて母集団の性質を推定する」であろう。

در جدول 1 دیتای ارتفاع ساقه و رایتی گندم (به شکل نمونه) ارائه شده است. اوسط ارتفاع ساقه را میتوان به صورت ساده توسط تابع $\bar{x}$ (اوسط) در اکسل محاسبه نمود(به یادداشت زیر توجه نماید). اوسط (81.1) محاسبه شده از مجموع (1622) ارتفاع ساقه 20 نبات + تقسیم بر شماره دیتا (20). درینجا بین 20 دیتا اختلاف موجود است که کمترین ارتفاع آن 72 سانتیمتر و بیشترین آن 86 سانتیمتر است. علاوه بر حد اعظمی – کمترین (بعنوان محدوده) اختلاف و انحراف استاندارد مورد استفاده قرار میگیرد تا تغییرات دیتا اظهار شود. برای محاسبه تغییرات بر اول انحراف مجموع مربعات را از اوسط (SS) قسمیکه محاسبه شده است توسط واحد مجموع مربعات منفی اوسط مربعات (دیتا اوسط)²، مثال آن در جدول 1

$$SS = (84 - 81.1)^2 + (81 - 81.1)^2 + \dots + (83 - 81.1)^2 = 8.41 + 0.01 + \dots + 3.61 = 305.8.$$

درجه استقلالیت (df) عبارت است از (شماره های دیتا) - 1 = 20 - 1 = 19. درین متن، df تشریح آن قرار ذیل است. اوسط میانگین 20 دیتا (81.1)، مجموع تصادفی 19 و مستقلانه تعیین گردید. آخرین دیتا به شکل دیگر آن محاسبه میشود. آخرین شماره دیتای آن به شکل آزاد و تصادفی نیست. درین مثال شماره دیتا بصورت تصادفی 19 بود، که نمایندگی از 19 df را مینماید. اگر شماره دیتا 2 باشد، df آن 1-2 است. اگر شماره دیتا 3 باشد، df آن عبارت است از 3-2=1. در مجموع، اگر تعداد دیتا n باشد، df عبارت است از $n-1$.

SS تقسیم بر df بعنوان اختلاف یا اوسط مربعات (MS) است. مجموع دیتا بیانگر دو شاخص است که عبارتند از اوسط و اختلاف. شکل 2 بیانگر 20 دیتا است. درینجا اوسط و 20 انحراف از اوسط است. SS نشان دهنده انحراف دیتا، و تغییرات SS تقسیم بر df واحد SS زیاد شده میروود با زیاد شدن شماره های دیتا بعدا مجموع مربعات بر دیتا SS/n بیانگر معنی دار انحراف میباشد. همچنان، شماره های مستقلانه دیتا عبارتند از $1 - n$ قبلا تشریح گردید. ما بخاطر محاسبه اختلافات بجای SS/n از $SS/(n-1)$ استفاده مینمایم. اختلاف در شاخص ها عبارت از انحراف دیتا در این مثال میباشد. اختلافات را هم چنان با استفاده از تابع $\bar{x}$ میتوان به آسانی محاسبه نمود.



شکل 2. اوسط و انحراف از اوسط

نقطه ها (.) نشان دهنده نقطه های داده شده میباشد. میله افقی بین نقطه های دیتا و اوسط (81.1 سانتیمتر) انحراف را نشان میدهد

درینجا چندین روش های انحراف دیتا موجود است (تابع $\bar{x}$ اکسل) که عبارتند از:

$$\text{Variance (V, MS): } SS / df; \text{ VAR} = 305.8 / (20 - 1) = 16.09 \quad (\text{unit: cm}^2)$$

تكمیل 4 JICAF の Y さんからの email による手紙

塩見先生

お認めの手記をお送りくださり、ありがとうございます。T さん、N さんに限らず、S さん、N さんとも共有させていただきます。

カブールからの情報では、11 月 2 日に研修員の大半が集まり、今後の進め方等について相談しています。ARM2016 は 12 月 17 日から開催される予定で、それに向けて改善された Research Report を作成する手順も検討されています。

2005 年から 6 年間協力した国立農業試験場再建計画では多くの人材が育ち、日本で修士課程、博士課程を修了し、現在アフガン農業省で農業研究の発展のために献身している人材となりました。

当方(Y)は 2002 年からアフガンに携わっていますが、アフガンの治安は悪くなる一方で、忸怩たる思いがあります。それでも、いつかはよくなると思いつつ、アフガンから離れることができません。

塩見先生、研修では懇切丁寧にご指導賜り、誠にありがとうございました。先生のご指導の結果が、アフガンの農業試験研究の発展につながります。

今後ともよろしくお願いいたします。

JICAF Y

図 3 テキスト 2 ページ目

データのバラツキの説明を数字とグラフで示している。29 ページまでであるが、以下は省略。

学生論集『茨城 SC フォーラム』第12号 編集委員 名簿

放送大学茨城学習センター

茨城学習センター学生・卒業生

佐藤 和夫センター所長

石田 紀久 金子 紀夫 葛貫 壮四郎

大森 宏之事務長

高柳 美伊子 竹内 孝 山口 文夫

山下 功 吉村 政一

矢野 正義(編集委員長)

編集後記

「学生論集『茨城 SC フォーラム』」は、放送大学茨城学習センターが有する学識や思いを広く学内外に発信するものとして、本年度第12号を発行する運びとなりました。以下に本号の掲載内容について編集委員会の意図をご紹介します。

2020年2月頃から全世界を巻き込んだ新型コロナウイルスによるパンデミックは、われわれの学生生活にも大きな影響を及ぼしました。その影響は広範で長期にわたり、発生以来約2年が経過した現在も続いているのでありますが、本学生論集に関しては、創刊以来毎号ベーシックな論文源となっている「教員・学生講演会」での講演の論文化『論説』原稿が、同講演会が本2021年度も中止となったため得られないということで、今号は折からイギリスで開催された COP26に因み特集「環境問題」を組んで論じることとしました。

特集「環境問題」では茨城学習センター元所長朝野洋一先生に本特集の冒頭を飾るご寄稿をいただくとともに、学生からは石田紀久氏、川村優一氏に登場いただき、それぞれの立場からの知見や活動を執筆頂き、読者の多くの人々に興味深く有益な情報を提供できるものになりました。

次に修士・卒業論文の関連では2021年12月に発表会を行うことができ、卒業研究論文：鯉淵悦子氏、修士論文：市毛修氏に超コンパクトにまとめて頂きました。論文は筆者の興味や問題意識を放送大学での学びや研究で解明しより深く理解をしようとする事例であると考えています。本論文は大学に正式に受理されたものですので、全編を参照される場合は大学または著者にアプローチして頂くとして、本論集では今後続く方々の入口として参考にしていただけるものと考えています。

研究論文は田辺裕美氏、茂呂輝夫氏より日頃の研究活動の成果を寄稿頂き、解説・報告として竹内孝氏他、金子紀夫氏他、山下功氏より3編の寄稿を頂きました。これらの5編は皆公募に応じて頂いたものですが、文系・理系多岐に涉った内容で、生涯学習の府としての放送大学での学びとその展開の有り様や到達レベルを示すものと考えています。

次に知の小窓として、茨城学習センター元所長塩見正衛先生にご寄稿頂きました。先生にはこれまで毎号ご寄稿を頂いておりますことと共に、本学生論集に執筆を志す学生・卒業生を叱咤激励、ご指導を賜っておりますことをご報告させていただきます。

今号の編集・刊行に関してご寄稿いただいた方々、各方面でご協力・ご尽力くださった皆様に厚くお礼申し上げます。

(矢野正義)

放送大学茨城学習センター学生論集
『茨城 SC フォーラム』第12号

発行日 令和4年3月
編集・発行 放送大学 茨城学習センター
〒310-0056
水戸市文京2-1-1 茨城大学構内
電話 029-228-0683
印刷・製本 ヨシザワ印刷社
〒311-0105
那珂市菅谷2468-84
電話 029-295-7710

