

令和元年度第1専門技術群（工作・運転系）技術職員研修（第1回）報告

工学研究科 附属桂インテックセンター 西崎 修司

1. はじめに

京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所（博物館相当施設・教育関係共同利用拠点）を見学し、周辺の環境と生物に関する講義を受講し、教育研究船「緑洋丸」に乗船して海洋観測と生物採集を体験することにより、海域における教育研究活動への理解を深め、今後の職務遂行に役立つ知識と技術を学ぶことを目的として、本研修を実施した。

2. 研修概要

2019年10月24日（木）に、京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所の紹介と飼育棟の見学、および魚類標本庫の紹介と見学、舞鶴の環境と生物に関する講義の受講、「緑洋丸」による海洋観測と生物採集、観測データと採集サンプルの解説実習研修を実施した。

次節表1に示す通り、研修には、10名の技術職員が参加した（図1）。表2に示す通りのスケジュールで、研修を実施した。



図1 教育研究船「緑洋丸」前での研修参加者の集合写真

3. 参加者名簿

表1 参加者名簿

No.	所属	氏名	所属専門技術群	専門分野
1	ウイルス・再生医科学研究所 附属再生実験動物施設	渋谷 翔	第4専門技術群	実験動物
2	理学研究科	道下 人支	第1専門技術群	機械
3	理学研究科	早田 恵美	第1専門技術群	物理
4	フィールド科学教育研究センター (上賀茂試験地)	林 大輔	第4専門技術群	林学
5	フィールド科学教育研究センター (芦生研究林)	細見 純嗣	第4専門技術群	林学
6	エネルギー理工学研究所 附属エネルギー複合機構研究センター	大村 高正	第2専門技術群	真空技術、 機械工作、加速器
7	工学研究科 附属桂インテックセンター	多田 康平	第1専門技術群	低温、機械、分光
8	工学研究科 附属桂インテックセンター	西崎 修司	第1専門技術群	低温、機械
9	舞鶴工業高等専門学校 教育研究支援センター	北代 浩次		機械工作
10	舞鶴工業高等専門学校 教育研究支援センター	櫻井 一樹		機械工作

表2 研修プログラム（スケジュール）

8:00	京都大学 吉田キャンパス 正門前 集合
8:00 ~	貸切バスにて移動
10:30	京都大学 フィールド科学教育研究センター 舞鶴水産実験所 到着 研修開始
10:30 ~ 11:15	実験所の紹介と飼育棟の見学 益田 玲爾 実験所所長 (45分)
11:15 ~ 11:45	魚類標本庫の紹介と見学 邊見 由美 博士研究員 (30分)
11:45 ~ 12:30	舞鶴の環境と生物に関する講義 鈴木 啓太 助教 (45分)
12:30 ~ 13:30	昼食休憩
13:30 ~ 15:00	「緑洋丸」による海洋観測と生物採集
15:00 ~ 15:30	観測データと採集サンプルの解説
(13:30~15:30)	※天候不順により出航できなかった場合の代替実習 (栈橋から動物プランクトンを採集し、顕微鏡観察)
15:30	研修終了 京都大学 フィールド科学教育研究センター 舞鶴水産実験所 出発
15:30 ~	貸切バスにて移動
18:00頃	京都大学 吉田キャンパス 正門前 着

4. 研修内容

2019年5月27日（月）の10時30分から吉田キャンパス物理系校舎211会議室にて会合を開催し、第1専門技術群所属の7名の技術職員が出席し、今年度の第1専門技術群研修について話し合った。相談の結果、舞鶴水産実験所を含む舞鶴関連施設の見学実習研修案を第1候補、SOLIDWORKS CAMによるNCプログラム研修案を第2候補と決定した。そこで、研修を企画し実行するために、舞鶴水産実験所に見学実習研修が開催可能かどうか、問い合わせた所、研修の許可を頂いたので、舞鶴での研修を開催する運びとなった。

当初の企画案では、毎年舞鶴水産実験所で研修を半日開催し、残りをジャパンマリンユナイテッド舞鶴事業所などの造船所や舞鶴水産実験所から薦められた京都府海洋センター（水産試験場）、丹後魚っ知館（水族館）などの見学先も検討していた。しかし、舞鶴水産実験所を半日だけ研修するのは、勿体無く、丸一日掛ける研修が良いとの意見があったため、舞鶴水産実験所のみ施設見学実習を開催することと相成った。

研修当日に風が強いと研修で乗船する緑洋丸が出航できないため、天気予報を注視していたところ、折しもマーシャル諸島近海で発達した台風21号が日本に接近してきており、研修当日に直撃する予想もあったため、緑洋丸の出航のみならず、研修の開催も危ぶまれた。しかし、研修当日の台風21号は、関東地方付近で北東に逸れ、亜熱帯低気圧と台風の湿った空気の影響で、関東地方に大雨を齎し、大被害を及ぼしたが、舞鶴は、それほど強風は吹かず、高波もそんなになく、小雨混じりで研修開催に問題は発生しなかった。

舞鶴水産実験所に午前10時半までに到着するため、余裕を見越して所要時間を2時間30分として、2019年10月24日（木）の朝8時に京都大学正門前に参加者が集合し、時間通りに貸切バスが出発した。しかし、国道9号を通過して、沓掛I.C.から京都縦貫自動車道に入ったため、京都市内の渋滞が酷くなかなか進まない状況が続く、1時間経っても桂を抜けることができなかった。また、舞鶴市内でも渋滞に嵌り、余裕を持って出発したのにも関わらず、舞鶴水産実験所の到着予定時刻より、5分程遅れて到着した（図2）。



図2 舞鶴水産実験所への貸切バス移動の車内から撮影

舞鶴水産実験所に到着後、最初に益田玲爾実験所長による舞鶴水産実験所の紹介を標本館で拝聴した。

舞鶴水産実験所は、京都大学フィールド科学教育研究センターの里域生態系部門に所属し、若狭湾西部（丹後海）につながる舞鶴湾奥部に位置する。京都府の最大河川である由良川と丹後海をフィールドに京大フィールド研の教育研究活動の柱である「森里海連環学」を推進している。京都府舞鶴市長浜に位置し、面積2 haの敷地内に標本館、飼育棟、研究棟、宿泊棟、工作棟、教育研究船などの施設を備えている（図3～7）。宿泊棟には、舞鶴水産実験所に滞在する実習生や外来研究員のため、学生宿泊室（定員8名）5部屋と外来研究者宿泊室（定員2名）3部屋、食堂、浴室、洗濯場を備えている。舞鶴水産実験所には、教員5名、研究員2名、技術職員2名、事務職員1名をはじめとする10名以上の職員が所属し、研究教育活動を支えている。

研究活動において、海洋生物学、特に海産魚類の系統分類学、および水産重要種の初期生活史研究においては、日本を代表する研究拠点として位置づけられる。また、魚類標本の比較分析に基づく分類学的研究、天然魚と飼育魚の比較観察に基づく行動学的研究、環境観測と生物採集に基づく生態学的研究を展開している。

教育活動において、京都大学の学生ばかりでなく、他大学の学生や地元の高校生を対象に実習を中心とした教育プログラムを提供している。実習生は、由良川の調査や教育研究船による環境観測と生物採取、動物プランクトンの観察、シュノーケリングによる生物観察、魚類の標本作製などを体験し、魚類耳石の解析など得られたデータを解析することにより、海洋環境と海洋生物に対する理解を深める。なお、舞鶴水産実験所は、文部科学省により、2011年から教育関係共同利用拠点（事業名：日本海における水産学・水圏環境学フィールド教育拠点形成事業）に認定されている。

舞鶴水産実験所は、行政機関や地元住民の求めに応じ、環境保全や地域活性化のため、社会連携に取り組んでいる。最近、舞鶴市から委託され、マナマコとアサリの増養殖研究を行なった。実験所公開でのタッチプールを使用した周辺の園児と魚との触れ合い会や幼稚園・小中学校への出前講座、高校生対象の講義やドラム缶に顔付けしてシュノーケリング練習を行い、雲丹などの生物観察する実習、理科教員対象の研修、自然観察会等における講演、地域イベントへの参加、卒業生見学会など積極的に行っている。特に、2014年7月24日に京都府北部で開催中の海の祭典「海フェスタ京都」へのご臨場に合わせ、秋篠宮殿下、および同妃殿下の舞鶴水産実験所ご視察は、とても驚愕した。



図3～7 舞鶴水産実験所における銘板、および施設

舞鶴水産実験所の紹介後、益田玲爾実験所長の解説により、飼育棟見学を行った（図8～11）。

飼育棟は、大型水槽置き場と恒温室4部屋、実験室、資材室を備えている。1時間あたり15トン程度で舞鶴湾から汲み上げた海水を濾過槽に通して濾過海水を製造し、海洋生物の飼育に用いている。マアジ、マダイ、ヒラメ、トラフグ、スズキなどの仔稚魚、ナマコ類、アミ類、クラゲ類などを飼育し、食性や行動を調べる実験を行なっている。当初、水族館のような施設を想像していたが、樽くらいの大きさと屋外に置かれていて、自然環境に近い条件での飼育をされていた。色々な場所に設置された水槽に濾過した海水と空気を導入してイシダイやカタクチイワシ、アコウ、マダイなどを飼育していたのは、想定外だった。

イシダイについて成長期に遊びスポットがあると学習能力が上がる話やストレス環境下で学習に差がでる研究の話の聞き、人間の幼児期の発達におもちゃ遊びが重要であることと似ていると思った。研究用に様々な魚をどのような環境で飼育すれば、どのような影響が出るか、特に、マダイやイシダイなどの環境学習の効果により、遊び場があれば学習の影響が大きく、時期的な問題や、脳と体の大きさのトレードオフがある事など、とても驚いた。魚の心を探る視点での研究は、画期的であり、非常に興味深かった。

水を採取してそこからDNAを抽出して分析し、生息する魚の種類や個体数を推測する環境DNAの研究など、必要最低限の施設で、最大効率の研究成果を出そうとする意気込みを感じることができた。そもそもクロダイの生息領域が沖の魚であるか、環境DNAでの観測の結果、6月の産卵期のみ生息領域を変えることがわかり、環境DNA測定能力の高さを実感した。

飼育棟の見学後、標本館に戻った。魚類分類の専門家である甲斐嘉晃助教が、研修当日に出張のため、見学の対応ができなかった。その代わりに邊見由美博士研究員に魚類標本についての詳細な紹介や分かりやすく解説により、魚類標本室の見学を行った（図12～19）。標本館の2階半分及び3階半が全て魚類標本庫であり、30～40万点、3千種に達する標本数は、国立科学博物館に次ぐ所蔵数である。最初に標本庫を覗いた瞬間、魚類標本の素晴らしさに圧倒された。魚類標本を初めて見たが、研究の度に増え続けている膨大な量の魚類標本のデータベース化する大変な作業にも取り組んでおり、最新技術の導入にも積極的であることに感心した。魚類標本作成には、10%ホルマリンに魚を入れて防腐処理を行い、エチルアルコールやイソプロピルアルコールなどの保存液に浸す作業が必要であり、



図8～11 舞鶴水産実験所の飼育棟の設備見学

危険な薬品を使うので、安全対策の充実などが大切だと感じた。魚類標本には、アカメやサメ、滅多に捕獲できない4mのリュウグウノツカイが保存されていたり、新種の深海魚であるユウレイコンニャクウオが鍵付きの戸棚に保存されていたり、魚類分類の指標としてとても重要な施設であることを改めて認識した。ただし、魚類標本が棚や床にぎっくばらんに保存していたので、津波は2階以上なので、まだましたが、地震が発生した場合、影響が甚大であり、対策が必要でありそうな気がした。

魚類標本室の見学後、鈴木啓太助教による「舞鶴の環境と生物」に関する講義を受講した。最初に周囲を陸地で囲まれ、出入り口が狭くて浅いが、平均水深1350m、最大水深3796mの深海領域を有する内部が深い日本海固有水の水産生物鉛直分布の特殊環境について説明があり、それに伴う舞鶴の環境と生物について、様々な情報を知ることができたので、とても興味深かった。日本海側気候での北西季節風により冬に降雪し、春に融雪して栄養分が日本海に流れ込み植物プランクトンを繁殖させる森里海連環により舞鶴のスズキやナマコ、季節の影響などの多種多様な生態系について、データに基づいて分かりやすく説明してもらい、とても分かり易かった。日本海の深い水深により、沿岸は水深の浅いおか場であり、沖合は水深の深いたら場である丹後海では、スズキは沖合で産卵し、沿岸に流れ着いた稚魚が大きくなるに連れて沖合に出て行く生態系が、風の影響を大きく受けることがよくわかった。また、黒いダイヤと呼ばれるナマコは、標識放流再捕実験により、スズキ同様、成長と共に浅場から深場へ移動する生態系を有し、漁獲サイズ制限が将来の漁獲高増加に大きな影響があり、とても重要であることがわかった。舞鶴の雪と雨の影響は、温暖化の影響なのか、雪があまり降らなくなった環境の変化が、漁獲に影響があるか、調査が開始されたばかりであり、これからの継続的な調査が今後の日本海の水産業の発展に繋がることを期待している。

昼食後、実習時間を長くするため、開始時刻を15分早めて実習を開始した。生憎の小雨だったため出航が危ぶまれたが、多くの被害をもたらした台風21号が太平洋側で猛威を振るう中、日本海側は、風の影響もあまりなく波が高くなかったため、「緑洋丸」（図20～21）による海洋観測（図22～23）と生物採集を実施した（図24～27）。2015年に建造された緑陽丸は、繊維強化プラスチック（FRP）製、全長17.7m、総トン数14トン、定員26名、734馬力のエンジン1基を搭載している。後甲板の油圧ウインチを用い、小型底曳網や大型プランクトンネットにより生物採集を、また、舷側の電動ウインチを用い、水質計や採水器により環境観測を行うことができる。湾外の波が高くなかったため、生物採集予定だった舞鶴湾から出て、芦生研修林を発し、丹後海に注ぐ京都府最大に河川である由良川河口域まで行き、調査した。船長を務める小倉良仁技術職員の操縦する「緑洋丸」は、思っていた大きさよりかなり広く、船内で雨宿りも出来るので、時々大きく揺れて一時的に船酔い感に襲われたが、風も気持ち良く、非常に快適だった。波は静かだと思っていたが、湾の出口付近から急にうねりが出て、湾内との差を感じた。

環境観測装置の沈下、引き上げによる海洋観測および動物プランクトン採集、および2度の底曳網による生物採取は、普段あまり見ることが出来ない技術職員の仕事を直に見ることが出来たので、非常に為になり、本来の研究環境が垣間見えたので、非常に興味深かった。ウインチの操作などする時に、「あと何メートルです」など声かけをされていて、複数人で作業する時に安全のためにもやはり声かけは大事だと思った。1回目の底曳網には、クラゲが大量に含まれ、魚があまり入っていなかったが、2回目の底曳網には、クラゲはほとんど入らず、多種多様な生物が採取されたので、タイミングによる観測の難しさを実感した。

実験所に戻った後に、底曳網で採取した様々な生物の観測を行い、うなぎの仲間の幼生や、それなりにいろいろな種類の魚の子たちなども見ることができた（図28～31）。稚魚の選別で、稚魚は成魚と形がかなり違う種類があり、稚魚辞典などを参照しながら同定する必要がある、それら生物の解説を直接お聞きできたのは、とても分かり易く実習の理解に役に立った。深度毎の海洋データ解析は、溶存酸素や水温等を同時に自動計測する機器は、滴定で溶存酸素を測定した経験を踏まえると、個々の測定器を個別に測定するよりも便利であると思った（図32～33）。顕微鏡観察は、植物プランクトンが種類も数も多く含まれており、顕微鏡操作に少し手間取ったが動物プランクトンの動く様子なども見られておもしろかった（図34～35）。

実習後、時間通りに貸切バスで出発したが、休憩のタイミングが悪く、京都市内での渋滞にも嵌り、特に各個別の降りたい場所の要望を全て聞き入れてしまったため、無駄なルートを選択して、時間を無駄に費やしてしまい到着時間が、大幅に遅れてしまったのは、大失敗だった。何はともあれ、事故もなく研修を完了できたのは、本当に良かった。



図 12~19 魚類標本室の見学

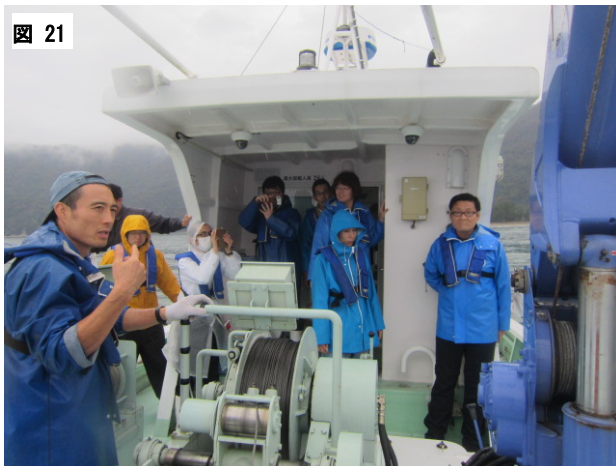


図 20～27 「緑洋丸」に乗船し海洋観測と生物採集実習

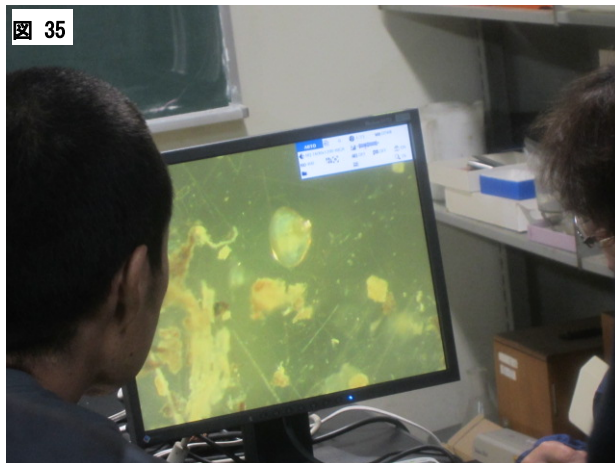
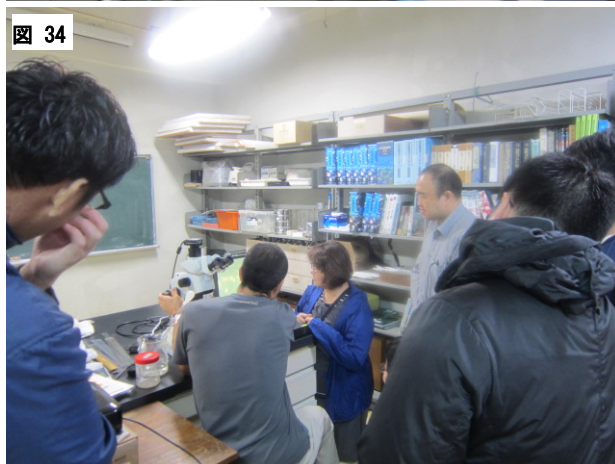
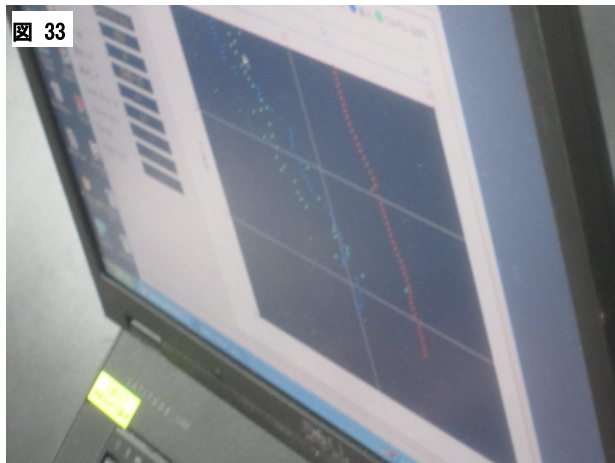
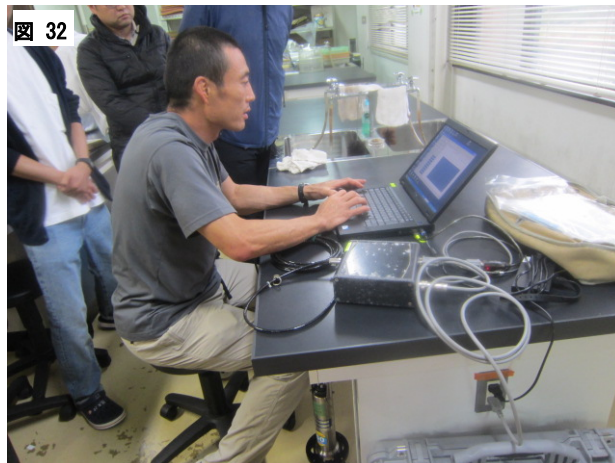
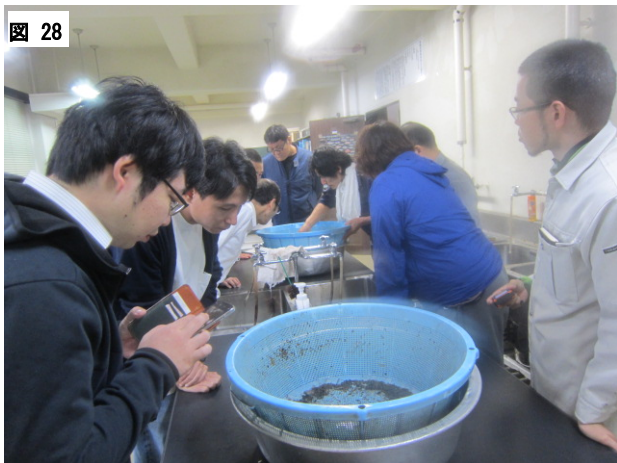


図 28～35 観測データと採集サンプルの解説

5. 事前質問

研修前に実施した事前アンケートの内容を以下に示す。

- ・ 実験所及び、飼育等の衛生管理はどの様にされているのか。
- ・ 緑洋丸が新造されたとのことですが、建造費及びライフサイクルコストを教えてください。また FRP 製にした理由や「緑洋丸」新旧の違いなどありましたらご教示お願いいたします。
- ・ 飼育棟など完備されていますが、海産生物の飼育・管理などはどのようにされているのでしょうか？職員だけで管理・飼育は出来るのでしょうか？
- ・ 海洋生物学実習ではシュノーケリングによる採取がありますが、今まで事故など危ない事案はなかったのでしょうか？
- ・ 舞鶴湾は牡蠣等で有名ですが、他の湾と比べて水質はよいのでしょうか
- ・ 何種、どれくらいの生物を飼育していますか？ 標本は、どれくらいありますか？
- ・ 標本の管理はどのように行っていますか。管理環境やデータベースなど。
- ・ 学生に対する安全管理・指導（外部利用者に対しても何か指導されますか）
- ・ 近年、海洋マイクロプラスチックが化学物質 PCB などの有害物質を吸着する汚染問題が話題となっています。また舞鶴近郊には原子力発電所があり、放射性物質がマイクロプラスチックに付着濃縮しているのでないかと懸念しています。つきまして今後の舞鶴近郊の海洋マイクロプラスチックの調査についてお聞かせ願います。
- ・ 舞鶴での森や海の生態系の特徴を教えてください。
- ・ 海洋汚染により、どのような影響が現れていますか？
- ・ 海の温暖化により、どのような影響が現れていますか？
- ・ 舞鶴水産実験所で働く技術職員の職務について教えてください。
- ・ 舞鶴水産実験所の存在価値を高める為の活動を教えてください。
- ・ 職務の効率化、働き方改革により、取り入れている技術などがあれば教えてください。

事前アンケートについて、見学研修前に回答を頂いた。

実験所、及び飼育等の衛生管理は、標本館や研究棟については、部屋を使用する人が各自掃除するようにしている。標本館のトイレは毎月1回、業者に掃除に来てもらっている。宿泊棟は、実習のある夏場は毎日、オフの時期には基本的に宿泊者の利用に応じて、パートさんに掃除してもらっている。飼育棟は、利用した学生が綺麗に片付ける、という原則にしていますが、どうしても全体に汚れてくるので、そんなときには院生たちに声をかけて一斉に掃除する。敷地内の屋外の草刈りは、技術職員がやってくれている。

緑洋丸の建造費及びライフサイクルコストについて、2015年12月に竣工した緑洋丸の建設費は約1億円で、1年間の必要経費は、船底清掃・塗装（約1週間）：約100万円、燃料（免税軽油約8000L）：約40万円、オイル交換等：約25万円である。廃棄処分費用は、再利用可能な部品がない場合、200万円程度である。

「緑洋丸」をFRP製にした理由は、小型船舶の船体材料として機能的かつ経済的だからであり、旧船と新船の主な違いは、総トン数：18トン→14トン、定員：30名→26名、推進機関：2機2軸→1機1軸、新船にはエアコン3台、バウスラスタ1基、油圧クレーン1基が装備されている点である。

海産生物の飼育・管理などについて、給水関係は主に技術職員2名が行い、飼育そのものは、それぞれの生物の担当者の責任のもとで行う。一応、全体を実験所長が見て回り、職員だけで管理・飼育は出来ている。

海洋生物学実習でのシュノーケリングによる採取などにおいて、今まで発生した事故など危ない事案について、2000年の4月に、卒論生が調査中に溺れて救急車で病院に運ばれる、という事故があった。その後、マスクとシュノーケルとフィンはもちろん、ウェットスーツやブーツなど機材を充実させるとともに、安全監視の体制を充実させてきている。2年に1回くらい、牡蠣の殻で手を切ったとか、オコゼに刺された、といった理由で病院に連れて行かれる院生もありますが、事故というほどのものはない。

舞鶴湾の水質について、舞鶴湾は二枚貝の食物源である植物プランクトンが適度に増殖するため、マガキ、

トリガイ、イワガキの養殖が盛んである。なお、植物プランクトンが過剰に増殖すれば、赤潮や貧酸素水塊を引き起こしますが、舞鶴湾ではそのようなことはほとんどない。

何種類の生物を飼育しているかについて、魚が10種類、無脊椎動物が5種類くらいで、それぞれの研究テーマに応じて生物を飼育しているため、それほど種類は多くなく、また興味に応じて種類は変わる。

標本は、約40万点3000種（ちなみに日本に分布する魚類が約4000種）であり、海外産の標本も含む。戦後から集められた標本で日本の魚類コレクションでは歴史が古く、排他的経済水域が設定される前に調査で採集された標本も多く、今ではなかなか採集できない標本も保管されている。

標本の管理は、基本的には分類学の教員が一人で維持管理している。標本の採集・作成・固定・配架といった基本的な業務に加えて、国内外からの貸し出し依頼の対応、訪問研究者の対応などがある。国・地方の研究機関や水族館などと協力して、標本の受け入れ体制も整えている。また、管理環境について、ホルマリンは時間とともに酸性化して標本を痛めるため、ホルマリン標本はできるだけアルコールに置換していくようにしている。ホルマリンはプラスチック製容器にもダメージを与え、真夏には気温の上昇とともに容器が割れてしまうことがある。その掃除にはかなりの労力がかかる。データベースは労務補佐員にお願いして手書きの台帳を電子化している。最終的なチェックは分類担当の教員が行っている。

学生、および外部利用者に対する安全管理・指導は、舞鶴水産実験所で作成した安全マニュアルに従ってもらう。他大学を含め、実習で来る学生には来所時に安全講習を行っている。また、マニュアルは実験所ウェブサイトでも公開しており、来所者は事前に確認することもできる。例えば警報では、本学とは異なり高潮や大雪に関しても注意が必要になり、地震の際には津波や原子力災害の可能性もある。実験所のマニュアルでは、このようなことに対しても言及している。

今後の舞鶴近郊の海洋マイクロプラスチックの調査について、調査は行っていないが、近隣の福井県立若狭高校（小浜市）は数年前から熱心に調査しており、沿岸域の海面と海底からマイクロプラスチックを多数採取したと聞いている。

舞鶴での森や海の生態系の特徴について、舞鶴は日本海側気候に属す。冬季、日本海上で水蒸気を蓄えた北西季節風が日本列島に吹きつけ、日本海側に大雪をもたらす。そのため、冬季は京都市内より天候が悪く、気温も低くなる。一方、その他の季節は京都市内とほぼ同様の気候である。なお、舞鶴では対馬暖流により運ばれた暖水系生物がしばしば採集される。

海洋汚染の影響について、現在は汚染物質の調査を行っていないため、詳しいことは分からない。なお、10年程前、電池リサイクル工場からの鉛汚染が明らかとなり、舞鶴湾の一部が禁漁区になった。

海の温暖化の影響について、気象庁によると、日本海南部の海面水温の上昇率は100年間に1.27℃とされている。海面水温の年変動（数℃）や季節変化（約20℃）の影響を排除し、温暖化の影響を検出するには少なくとも数十年単位の調査が必要になる。そのため、現時点では詳しいことは分からない。

舞鶴水産実験所で働く技術職員の職務について、舞鶴水産実験所の技術職員は2名である。1名は船舶関係の業務（操船、保守管理、観測補助）を担当し、もう1名はそれ以外の設備関係の業務（構内整備、保守管理、分析補助）を担当している。

舞鶴水産実験所の存在価値を高める為の活動について、文部科学省の全国共同利用教育拠点に採択されており、京都大学だけでなく他の大学の実習や卒論・大学院生の研究を受け入れている。また、地域への貢献を考え、地元の保育所・幼稚園・小学校・中学・高校の見学希望に対応している。市内の川や海辺で生き物の観察会なども開催している。

職務の効率化、働き方改革により、取り入れている技術などについて、テレビ会議システムには随分と助けられている。効率化の先取りだったと思う。

6. 研修結果

研修後に実施したアンケートの結果を以下に示す。

実験所の紹介と飼育棟の見学について

- ナマコが黒いダイヤと言われるほど高級なものとは知りませんでしたし、海の環境をよくするためにも大切な生き物であることもわかり勉強になりました。
- 施設がきれいでうらやましい
- 初めての訪問だったので、知らないことばかりだった。いろんな方が訪問されたり実習したりしていることや、魚の飼育状況など、大変興味深かった。
- 非常に多くの実習生を受け入れており、また、年齢層も幅広い事が分かりました。
- 当初、水族館のような水槽があると想像していましたが、樽くらいの大きさで屋外に置かれていて、自然環境に近い条件での飼育をされていると思いました。イシガイについて成長期に遊びスポットがあると学習能力が上がる話やストレス環境下で学習に差がでるのかの研究の話聞き、人間の幼児期の発達におもちゃ遊びが重要であることと似ていると思いました。
- 比較的少人数で実験所を運営されているのだろうと感じました。人数が多くない分、一人当たりの仕事のウエイトは大きいかもしれませんが、(もし受け入れている学生さんの人数も多くないのであれば)それだけ密度の濃い教育・研究ができていいるのかなあと想像しました。
- 益田玲爾実験所長により、実験所について、標本館や緑洋丸、飼育棟、宿泊施設など、詳しく紹介して頂き、とても有り難かった。また、それぞれの研究者の実験所での研究内容や近隣の方々に対する実習の内容説明は、非常に分かり易かった。
- 簡易プールを使用した周辺の園児と魚との触れ合い会や、ドラム缶に顔付けするシュノーケリング練習を行う、高校生の雲丹などの生物観察実習などは非常に興味深かった。特に、秋篠宮御夫妻の来所は、とても驚愕した。更に印象的だったのは、魚の心を探る視点での研究は、画期的であり、1年に1回バーベキューに参加するヌタウナギは多角的視点の可能性を実感した。
- 説明後に見学した飼育棟は、水族館のような施設を想像していたが、色々な場所に設置された水槽に濾過した海水と空気を導入してイシガイやカタクチイワシ、アコウ、マダイなどを飼育していたのは、想定外だった。研究用に様々な魚をどのような環境で飼育すれば、どのような影響が出るか、環境DNAの研究など、必要最低限の施設で、最大効率の研究成果を出そうとする意気込みを感じる事ができた。特に、マダイやイシガイなどの環境学習の効果により、遊び場があれば学習の影響が大きく、時期的な問題や、脳と体の大きさのトレードオフがある事など、とても興味深かった。
- 全国の学生を対象とした公開実習や他大学との共同研究にも力を入れられており、宿泊棟を利用した長期間の研究を可能な施設だと感じた。
- 多くの来所者を受入されている様子が、スライドや話し方の構成から感じ取れた。今、実験所で取り組んでいる研究として環境DNAや魚類心理学の話など、分かりやすく面白く紹介して頂けた。
- 初めて海洋生物の研究施設を見学させていただき、非常に興味深く拝見した。特に生体を飼育する上では並々ならぬご苦労があると思われる。にもかかわらず、職員の数が少ないように感じた。それだけ一人一人の技術の高さと仕事量の多さが窺われる。さらに学生等にも仕事を任せられるだろうが、そちらを監督、指導するのも一苦労であろう。これだけの規模の施設を維持、管理、運営する苦労が偲ばれる。

魚類標本庫の紹介と見学について

- 舞鶴に国内2位の規模を誇る魚類標本があることに驚きました。こんなにすばらしい魚類標本庫があるのであれば、もっと広く一般の人たちにもアピールされてもよいのではと思いました。標本を見ながらの説明はわかりやすかったです。
- 標本がデータベース化されているようすばらしい

- まず、その収蔵量に驚いた。よく見かけるようなガラス瓶だけでなく樽に入っている標本や、一つの瓶の中に何種類も入っているのにも驚いた。これだけの量の標本をきちんと管理するのは大変そうに思う。
- こちらについても非常に多くの標本があり、実際に出して見せて頂いたのが良かった。リュウグウノツカイ等の珍しい標本も確認でき、非常に有意義でありました。
- 沢山の標本が年々増え続けると聞き、図書館の本棚の整理のように標本を管理する必要がある、大変であると思いました。
- 棚ごとに種類の分類などがなされていて、膨大な標本をなるべく系統立てて整理しようという努力が見て取れました。（帳簿そのものを拝見できなかったので）帳簿がどのようにつけられているのかは分かりませんが、全データを1箇所にとめるのは大切だと改めて感じました。
- 魚類分類の専門家である甲斐嘉晃助教が、研修当日に出張のため、代わりに邊見由美博士研究員に魚類標本について詳しく紹介してもらい、見学でも分かりやすく解説してもらい、とても有難かった。
- 標本館の2階半分及び3階半分が全て魚類標本庫であり、30～40万点、3千種に達する標本数は、国立科学博物館に次ぐ所蔵数であり、最初に標本庫を覗いた瞬間、魚類標本の素晴らしさに圧倒された。
- 魚類標本を初めて見たが、研究の度に増え続けている膨大な量の魚類標本のデータベース化する大変な作業にも取り組んでおり、最新技術の導入にも積極的であることに感心した。
- 魚類標本作成には、10%ホルマリンに魚を入れて防腐処理を行い、エチルアルコールやイソプロピルアルコールなどの保存液に浸す作業が必要であり、危険な薬品を使うので、安全対策の充実などが大切だと感じた。
- 魚類標本には、アカメやサメ、滅多に捕獲できない4mのリュウグウノツカイが保存されていたり、新種の深海魚であるユウレイコンニャクウオが鍵付きの戸棚に保存されていたり、魚類分類の指標としてとても重要な施設であることを改めて認識した。ただし、魚類標本が棚や床にざっくばらんに保存していたので、津波は2階以上なので、まだまじだが、地震が発生した場合、影響が甚大であり、対策が必要でありそうな気がした。
- 魚類標本約3000種、30万点の標本を管理しい今でも増えつづけており、学外からの利用者における貴重な資料であることが分かった。またこれだけの標本を維持管理し、使用したいときにすぐに探し出せるようにする管理方法などを学ぶことができた。
- たくさんの標本が死蔵されずに学術的に活用されている様子に感銘を受けた。管理に手はかかると思うが、重要な業務としてスタッフの人員を割いて、未来に残してもらいたいと思う。
- 魚類標本庫にはワクワクさせられた。図鑑でしかみたことのない貴重で珍しい本物の標本が所せましと並んでいた。ちょっと目に入っただけでもラブカ種やリュウグウノツカイなどである。時間がなくてもっと奥の方までゆっくり見られなかったのが残念でならない。

舞鶴の環境と生物に関する講義について

- 舞鶴の魚屋さんでは、スズキがよくあり食べるのですが、生態についてはほとんど知りませんでしたので、今回の講義でわかり勉強になりました。
- 長期のモニタリングの重要性を再認識しました
- 舞鶴（日本海）の特徴や魚類の分布をわかりやすく教えていただいた。定期的に長期間サンプル調査をしているので、時系列変化や統計的な手法などが有効なこともよくわかった。
- 舞鶴の環境データと生物の生態系への繋がりを知ることが出来、良かったと思います。特に風という要素が影響を与えている事が意外に思いました。
- 舞鶴在住なのですが、スズキ類の京都府の漁獲量や丹後海のスズキの生態と北西季節風との関係を初めて知ることができました。また、ナマコが黒いダイヤと言われ、高値で取引されていることも

今回知りました。300gを超えるナマコを再捕獲したときにマイナス成長であったことが、意外な結果であると思いました。

- 「陸から川を伝って海へ栄養分などが流れる」というのは何となく知っていましたが、水質調査によって、降雨のあと数日後に顕著に塩分が減少したり栄養分が増加したりしているのをグラフで見ると、本当にそうなっているんだ、というのがよく分かり興味深いと思いました。
- 最初に周囲を陸地で囲まれ、出入り口が狭くて浅いが、平均水深 1350 m、最大水深 3796 m の深海領域を有する内部が深い日本海固有水の水産生物鉛直分布の特殊環境について、鈴木啓太助教から説明があり、それに伴う舞鶴の環境と生物について、様々な情報を知ることができたので、とても興味深かった。
- 日本海側気候での北西季節風により冬に降雪し、春に融雪して栄養分が日本海に流れ込み植物プランクトンを繁殖させる森里海連環により舞鶴のスズキやナマコ、季節の影響などの多種多様な生態系について、データに基づいて分かりやすく説明してもらい、とても分かり易かった。
- 日本海の深い水深により、沿岸は水深の浅いおか場であり、沖合は水深の深いたら場である丹後海では、スズキは沖合で産卵し、沿岸に流れ着いた稚魚が大きくなるに連れて沖合に出て行く生態系が、風の影響を大きく受けることがよくわかった。
- 黒いダイヤと呼ばれるナマコは、標識放流再捕実験により、スズキ同様、成長と共に浅場から深場へ移動する生態系を有し、漁獲サイズ制限が将来の漁獲高増加に大きな影響があり、とても重要であることがわかった。
- 舞鶴の雪と雨の影響は、温暖化の影響なのか、雪があまり降らなくなった環境の変化が、漁獲に影響があるか、調査が開始されたばかりであり、これからの継続的な調査が今後の日本海の水産業の発展に繋がることを期待している。
- 「黒いダイヤ」ナマコの生体の講義で、移動範囲や成長とともに水深が深いところで生活することなど初めて知らないようで、舞鶴湾の季節ごとの環境と生体がわかりやすく学べた。
- 研究の内容を紹介いただいたが、教科書的な話ではなく、自らの経験として話していただいているので、話の筋が分かりやすい物であったし、研究者としての体験談や今後の展望などが聞けてよかった。
- いくつかの研究テーマについて講義いただいたが、私が最も興味深かったのはスズキの取れ高のテーマであった。舞鶴では他の地域と比べてタイやヒラメよりもスズキの漁獲が多いそうだ。これは沖を流れる海流と産卵場所や風の影響に着眼して研究されているようだった。講義後にスズキの塩分濃度の低下に強い性質と舞鶴の地形（入り組んだ湾と底に流れ込む大きな川）も関係しているのではと新たな疑問も発生した。

「緑洋丸」による海洋観測と生物採集、観測データと採集サンプルの解説（出航できなかった場合、 栈橋から動物プランクトンを採集し、顕微鏡観察）について

- 海洋観測・生物採集の方法がわかり勉強になりましたが、思っていたよりもたいへんな作業であることもわかりました。緑洋丸にも乗船できてうれしかったです。採集サンプルの解説も稚魚等の生きたものを見ながらでしたのでわかりやすかったです。
- 船酔いしたが、いい体験をさせて頂いた
- 雨模様ではあったが、風も波も少なく無事出港できた。波は静かだと思っていたが、湾の出口付近から急にうねりが出て、湾内との差を感じた。底引き網での採集では一回目はクラゲだらけだったが、ほぼ同位置での二回目はそれなりに収穫があって、うなぎの仲間の幼生なども見られた。揺れる船の上での作業はやはり大変そうで、網の引き上げも含めて体力勝負な部分を感じた。陸に戻ってからの観察では、稚魚辞典などを参照しながら同定するそうだが、それなりにいろいろな種類の魚の子たちが見られた。顕微鏡観察は植物プランクトンが種類も数も多く含まれており、顕微鏡操作に少し手間取ったが動物プランクトンの動く様子なども見られておもしろかった。

- 天候が悪かったが、無事に出航でき良かったです。実際には見学のみで収集は出来ませんでした。が、間近で確認することが出来ました。
- 船が止まっているときに大きく揺れて寒さを忘れるほどでした。雪が降る冬季での毎回採取することは大変であると思いました。採取の際クラゲがたくさん網にかかり、クラゲを有効活用できないものかと思いました。稚魚の選別で、稚魚は成魚と形がかなり違う種類があり、厚い凶鑑を見て識別することに私の場合だと慣れるまで時間がかかるだろうと思いました。溶存酸素や水温等を同時に自動計測する機器があり、滴定で溶存酸素を測定した経験を踏まえると、個々の測定器を個別に測定するよりも便利であると思いました。今回の研修と直接間関係ないのですが、小中学生向けの体験学習の乗船の際には、船への乗り降りの際に船と棧橋の間に渡し板を敷いた方が転倒しにくくなって良いと思います。
- 鉛直方向に水質を調査する機械が、一度にたくさんの指標が測ることができて驚きました。底引き網をした中に落ち葉のようなものがたくさん入っていて、（当たり前ですが）海底表面は砂や石だけではなく（何となくそのようなイメージをしていたのですけれども）、枯葉なども堆積しているんだと実感しました。プランクトンも水中にはかなりいろんな種類のものがたくさんいるんだと知りました。あと、ウインチの操作などする時に、「あと何メートルです」など声かけをされていて、複数人で作業する時に安全のためにもやはり声かけは大事だと思いました。
- 研修当日、生憎の小雨だったため出航が危ぶまれたが、多くの被害をもたらした台風 21 号が太平洋側で猛威を振るう中、日本海側は、風の影響もあまりなく波が高くなかったため、「緑洋丸」による海洋観測と生物採集ができたのは、とても有難かった。湾外の波が高くなかったため、生物採集予定だった舞鶴湾から出て、由良川河口域まで行き、調査したことは、本来の研究環境が垣間見えたので、非常に興味深かった。
- 船長を務める小倉良仁技術職員の操縦する「緑洋丸」は、思っていた大きさよりかなり広く、船内で雨宿りも出来るので、時々大きく揺れて一時的に船酔い感に襲われたが風も気持ち良く、非常に快適だった。
- 観測場所での観測装置の沈下、引き上げによる海洋観測および動物プランクトン採集、および2度の底引き網による生物採取は、普段あまり見ることが出来ない技術職員の仕事を直に見ることが出来たので、非常に為になった。
- 1回目の底引き網には、海月が大量に含まれ、魚があまり入っていなかったが、2回目の底引き網には、クラゲはほとんど入らず、多種多様な生物が採取されたので、タイミングによる観測の難しさを実感した。
- 実験所に戻った後に、深度毎の海洋データ解析や動物プランクトンの顕微鏡観察、地引網で採取した様々な生物観測、それら生物の解説を直接お聞きできたのは、とても分かり易く実習の理解に役に立った。
- 緑洋丸の底引き網によるサンプリング方法や注意点・機器の取り扱い作業などをまじかに見られて、一連の作業方法が確認できた。船のメンテナンス頻度や建造費を獲得するまでの説明など採取現場に到着するまでいろいろなことが聞け、参考になりました。また今でも新種の魚など見つかることが多いと聞き舞鶴の海にはいまだに名前のない魚が多くいることに驚きを感じた。
- 思いのほか揺れたため若干恐怖を覚えた。船上での作業や海洋生物の採集など、普段体験することのない作業ではあったが、随時解説してもらい、疑問点に回答していただけたのがありがたかった。自らの業務でも利用者に対する姿勢として做りたいと思う。
- プライベートで船には乗るが、調査目的での乗船は初めての経験であった。なんとか出船できて非常に嬉しかった。海洋観測のシステムが非常に高性能で驚いた。底に落としてすぐ揚げるだけで水温や塩分濃度、クロロフィル濃度などが深度毎に観測できる。すばらしいシステムだと感心した。普段、海で採取する場合にはもっと大きな対象を狙うので調査目的の細かい網目の底引き網の内容物は非常に興味深かった。小さな稚魚やエビなどが採れ、実際の海の底はこんなにも生物がひし

めき合っているのだと初めて体感できた。また、帰港後の顕微鏡観察では海中のプランクトンなどを観察し、さらに小さな生物同士の営みを少しでも見ることができた。

研修全般についての感想や希望、要望、日程などについて

- 丁寧に応対していただきありがとうございます。舞鶴にいてもあり近いので、また機会がありましたら訪れたいと思いました。
- 同じフィールド研ですが、行く機会がないので訪れることができ良かった
- 仕方のないことですが、朝の渋滞は困りますね。1時間走ってもまだ京都市内だったので、スケジュールがこなせるのか不安になりました。天候も微妙でしたが、水産実験所は一度行ってみたかったので、無事日程を消化できてよかったです。
- 移動時間は長かったですが、全体的にコンパクトにまとまっており、短時間で幅広く学習でき、良いと思いました。欲を言うと船に乗る為、事前に雨具等の貸出の有無を記載して頂けたら良かったのではないかと思います。
- 次回ここで研修を開催される場合、夏の時期に行って今回の採取データと比較すると良いと思います。
- 研修全般について、実際の船上での作業は、非常に危険であり、気を付けるべきことが多く、ライフジャケットなどの安全対策は、見習うべきことや参考にすべきことが多く、とても実りの多い実習だった。
- 事前アンケートに対しても、とても真摯に回答してもらい、とても有難かった。研修を通して、研修実現に様々なサポートや骨を折ってもらった舞鶴水産実験所の皆様にとっても感謝している。
- 今回の研修では、遠隔地でバスの時間が読めず、京都市内を抜けるのに時間がかかり過ぎて慌ただしい研修になってしまった。今後の研修に関して、無駄な時間を避けるようにルートを変更するか、集合場所を変更するなど対策を考えるべきだと感じた。
- 今後の研修案として、新設の京都スタジアムや、野菜工場、盲導犬施設など亀岡の施設見学や信楽MU 観測所や流域圏総合環境質研究センターなど滋賀県の京都大学関連施設の見学を希望する。
- 技術習得の研修も実施を希望するが、負担も大きく、2日以上を掛けた研修ならばまだしも、中々1日では技術習得は難しく、切欠作りという意味では開催可能かもしれない。様々なシミュレーションで利用できるVR研修を実際にやってもらったらありがたい。
- 帰路に寄り道が多く、帰着が遅くなったのが残念だった。途中下車はできれば無理のない場所1カ所をお願いしたい。
- 全体を通して初めてで貴重な経験をさせていただき非常に有意義な研修であった。舞鶴水産実験所のみなさんには大変お世話になり深くお礼申し上げたい。

の回答があった。

7. まとめ

2019年10月24日（木）に京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所の紹介と飼育棟の見学、および魚類標本庫の紹介と見学、舞鶴の環境と生物に関する講義の受講、「緑洋丸」による海洋観測と生物採集、観測データと採集サンプルの解説実習研修を実施した。研修には、10名の技術職員が参加した。

研修では、舞鶴水産実験所について、標本館や緑洋丸、飼育棟、宿泊施設など、詳しく紹介して頂き、とても有り難かった。飼育棟は、色々な場所に設置された水槽に濾過した海水と空気を導入して魚を飼育していたのは、想定外だった。環境DNAや魚類心理学の話など、分かりやすく面白く紹介して頂けた。30～40万点、3千種に達する標本数は、国立科学博物館に次ぐ所蔵数であり、最初に標本庫を覗いた瞬間、魚類標本の素晴らしさに圧倒された。リュウグウノツカイ等の珍しい標本も確認でき、非常に有意義でありました。舞鶴の環境データと生物の生態系への繋がりを知ることが出来、良かったと思います。スズキ類の京都府の漁獲量や丹後海のスズキの生態と北西季節風との関係を初めて知ることができました。また、ナマコが黒いダイヤと言われ、高値で取引されていることも今回知りました。船上での作業や海洋生物の採集など、普段体験することのない作業ではあったが、随時解説してもらい、疑問点に回答していただけたのがありがたかった。海洋観測のシステムが非常に高性能で驚いた。底に落としてすぐ揚げるだけで水温や塩分濃度、クロロフィル濃度などが深度毎に観測できる。すばらしいシステムだと感心した。移動時間は長かったですが、全体的にコンパクトにまとまっており、短時間で幅広く学習でき、良いと思いました。全体を通して初めてで貴重な経験をさせていただき非常に有意義な研修であった。などの意見があった。

舞鶴湾は、極めて静穏であり、干満差が最大でも30cmと極めて小さく、平均水深20mで四方を300～400m級の山で囲まれていることから、強風や荒天を避けることができ、良港としての条件を備えている。709年に舞鶴で捕獲されたカワハギの干物が、藤原京に貢物として運ばれた記録が残っており、舞鶴の水産資源の豊富さを象徴している。舞鶴水産実験所では、周辺の海辺を毎月2回潜水し、水中ノートに観測結果を記録して、目録作りや季節変化、長期変動を観測している。観測した魚群にしばしば南方種や南方系魚が紛れ込んでおり、魚の分布中心経度が北へ年変化しているのが観測されている。遠隔地でしかできない特別で、独特な研究をサポートする技術職員の独自の目線で実践する姿を見倣いたい。

今回の研修では、遠隔地でバスの時間が読めず、京都市内を抜けるのに時間がかかり過ぎて慌ただしい研修だった。今後の研修で無駄な時間を避けるルートの変更、集合場所の変更など対策を考えるべきだった。

今後の研修案として、新設の京都スタジアムや、野菜工場、盲導犬施設など亀岡の施設見学や信楽MU観測所や流域圏総合環境質研究センターなど滋賀県の京都大学関連施設の見学を希望する。技術習得の研修も実施を希望するが、負担も大きく、2日以上を掛けた研修ならばまだしも、中々1日では技術習得は難しく、切欠作りという意味では開催可能かもしれない。様々なシミュレーションで利用できるVR研修を実際にやってもらったらありがたい。

最後に、今回の研修で見学研修を引き受け、御対応して頂いた京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所の皆様には、大変お世話になりました。厚く御礼を申し上げます。ありがとうございました。

令和元年度第1専門技術群（工作・運転系）技術職員研修（第2回）報告

工学研究科 附属桂インテックセンター 西崎 修司

1. はじめに

VR（バーチャル・リアリティ）研修を実施することにより、その関連技術（XR、MR、AR）の現状や活用事例について学び、今後の職務の遂行において知識及びその関連技術についての技術を有効利用できるような見識を深める機会を設け、実際にVRを操作する実習を行い、VR技術の利活用を模索し、業務に活用出来るスキルアップを目指した技術習得を目的として、本研修を実施した。

2. 研修概要

2020年2月20日（木）に京都大学学術情報メディアセンター南館において、

- ・ 江原 康生 特定准教授（京都大学学術情報メディアセンター）によるVRについての講義
- ・ 学術情報メディアセンター南館の施設見学
- ・ 株式会社エドガによるVRについての講演、およびVR制作ツール『STYLY』を用いたVR制作、VR機器を用いたロボットの修理体験実習

を実施した。

表1に示す通りのスケジュールで、研修を実施した。次節表2に示す通り、研修には、当初13名の技術職員が参加予定だったが、残念ながら研修当日に発熱などの症状があり、念の為、1名の技術職員が参加を欠席し、12名の技術職員が参加した（図1）。



図1 研修の様子

表1 研修プログラム（スケジュール）

10:30	集合（京都大学 学術情報メディアセンター南館 2階 203演習室）
10:30 ~ 10:35	開会の挨拶
10:35 ~ 11:20	講義「VRについて（仮）」 講師：江原 康生 特定准教授（京都大学 学術情報メディアセンター）
11:20 ~ 11:30	休憩
11:30 ~ 12:00	学術情報メディアセンター南館 見学
12:00 ~ 13:00	昼食
13:00 ~ 13:50	座学「VRについての講演（仮）」（株式会社エドガ）
13:50 ~ 14:00	休憩
14:00 ~ 14:50	制作「VR制作ツール『STYLY』を用いてVR制作の基礎を学ぶ」（株式会社エドガ）
14:50 ~ 15:00	休憩
15:00 ~ 16:00	体験・ディスカッションを同時進行（ロボットの修理体験5~6分程度） (株式会社エドガ)
16:00	研修終了

3. 参加者名簿

表 2 参加者名簿

No.	所属	氏名	所属専門技術群	専門分野
1	複合原子力科学研究所技術室	金山 雅哉	第5専門技術群	機械
2	複合原子力科学研究所技術室	田中 良明	第5専門技術群	機械
3	医学研究科附属動物実験施設	杉原 一司	第4専門技術群	発生工学
4	理学研究科	早田 恵美	第1専門技術群	物理
5	フィールド科学教育研究センター	奥田 賢	第4専門技術群	森林管理
欠席	工学研究科	玉木 良尚	第1専門技術群	機械加工
6	工学研究科	石川 航佑	第1専門技術群	分析
7	工学研究科	佐藤 佑樹	第1専門技術群	機械加工
8	工学研究科	平野 裕一	第2専門技術群	土木工学
9	工学研究科	鹿住 健司	第3専門技術群	材料
10	工学研究科 附属桂インテックセンター	多田 康平	第1専門技術群	低温、機械、分光
11	工学研究科 附属桂インテックセンター	西崎 修司	第1専門技術群	低温・機械
12	工学研究科 附属環境安全衛生センター	日名田 良一	第3専門技術群	環境・安全管理

4. 研修内容

VR 研修を企画したのは、そもそも、2017 年度第 1 専門技術群研修（2 回目）で JR 梅小路京都西駅工事現場見学の際に、VR 技術を駆使して、工事中の現場映像と完成後の駅の CG を合成し、3D シミュレーション（図 2）で再現する研修が素晴らしかったのが切欠である。同様の VR 技術が大学教育現場においてとても有効であり、様々な活用法が期待でき、将来的に技術職員の業務にとっても実用的な可能性を垣間見た。そのため、普段から VR 研修の開催を目論み、開催の可能性について情報収集を行っていた。

既に 10 月 24 日（木）に 2019 年度第 1 専門技術群研修を京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所で開催済みであり、2 回目の研修を開催する

必要はなかった。また、2020 年 3 月に工学研究科技術部の報告会、および千葉大学、鹿児島大学での 2 つの技術研究会での発表、桂キャンパス極低温施設の保安検査も重なり、時間的に厳しかったので、当初、今年度 2 回目の研修は、開催しない予定だった。しかし、11 月 22 日に、高橋次長より各群長宛に研修予算枠がかなり残っていたため、追加研修開催依頼の連絡があった。予算を有効利用し、かつ工場見学などではなく、



図 2 JR 梅小路京都西駅工事現場見学での VR

実習形式の研修が望ましいという条件だったので、色々な実習研修企画候補を比較し、実現可能性について検討した。様々な実習研修企画候補の中で、VR 研修企画案の見積と年度内開催の可否について調査すると、価格的に適当であり、今年度開催可能だったので、VR 研修を実施する方向で動くこととなった。専門技術群研修委員会に VR 研修の開催について審議をお願いした所、研修の内容的に問題ないとして承認されたため、時間的余裕もないので、すぐに開催の手続きに入った。ネットワークで VR 研修について検索した所、VR 研修に実績があり、VR 体験だけでなく、VR 制作実習も実施する研修開催が可能である株式会社エドガの情報を得た。株式会社エドガに連絡し、打ち合わせの結果、予算と日程の都合上、VR 機器体験用機材 1 セット、および専門員 1 名で、講習と実習を合わせて半日行う内容の研修をお願いすることにした。

研修参加者は、Google Chrome がインストール済みのネットワークに接続可能な PC を 1 台ずつ準備する必要となった。PC を参加者各自が用意する実習形式の研修を開催した場合、毎回ソフトやハードの問題で、使用できないなどのトラブルが多発するため、学内で共同利用できる PC 演習室を色々調べてみた。その結果、京都大学学術情報メディアセンターに PC 演習室があるとの情報を得た。早速、学術情報メディアセンター事務室に条件を満たした PC 演習室の使用の可否について問い合わせた所、研修に利用できる PC 演習室（図 3~4）を学生が使用する授業期間中でなければ、無料で使用可能との回答を得た。そこで、2 月下旬に京都大学学術情報メディアセンターの PC 演習室をお借りして、VR 研修を実施することを決定した。

研修スケジュールについて、折角の機会であり、午後のみだと勿体ないので、午前中に何か VR に関する研修ができないか、ネットワークで京都大学の VR について検索した結果、学術情報メディアセンターの江原康生特定准教授の情報を得た。今回の研修で学術情報メディアセンターを利用することもあり、学術情報メディアセンター事務に相談した所、紹介して頂けることとなったので、江原康生特定准教授に講義を依頼し、承諾を得た。また、講義後の昼食休憩までの間に、学術情報メディアセンターの紹介と見学を学術情報メディアセンター事務にお願いし、了承を得た。日程調整の結果、2019 年 2 月 20 日を研修開催日に決定した。

更に、ネットワークで京都大学の VR について検索した結果、理学研究科の技術職員が技術協力している「VR で見る・3D で触る先端科学」の情報を得た。技術協力している技術職員に連絡した所、時間的都合により、講習開催や研修参加は無理だが、理学研究科が所有する VR 機器 1 セットを研修当日に拝借できるとの回答を得た（図 5）。研修の数週間前に管理保管している技術職員の部屋に何度かお伺いして、理学研究科の VR 機器の使用法について、教授してもらった（図 6）。株式会社エドガに VR 機器 1 セットをこちらで用意できることを伝えると見積の変更なしで専門員を 1 名増やし、2 名で対応して貰えることとなった。



図 5 学術情報メディアセンター PC 演習室



図 5 学術情報メディアセンター 学習用 PC



図 5 理学研究科所有の VR 機器セット

2020年2月20日（木）の10時30分に京都大学学術情報メディアセンター南館2階203演習室に12名の技術職員が集合し、VR研修を開催した。演習室の定員は70名と広く、12名が自由勝手に座ると疎密が生じるため、配布資料を事前に各席に置くことにより、十分距離を保った席配置で研修を受講して貰った（図7）。

開会の挨拶、および講師の略歴紹介の後、VRについて江原康生特定准教授の講義を拝聴した。

最初にVRの概要についての説明があった。バーチャルとは、よく「仮想」と訳されるが、実は「みかけ、形は現物ではないが、本質的あるいは、効果としては現実であり、現物であること」と定義される。つまり、「仮想」ではなく「実質」であり、反意語は「名目（表層）」である。故に、VRとは「人間の感覚器官に働きかけ、現実ではないが、実質的に現実のように感じられる環境を人工的に作り出す技術」である。

VRの三要素として、①3次元空間：人間にとって自然な空間であり、コンピュータが生成した立体的な視覚空間、聴覚空間が人間の周りに広がること、②実時間相互作用：人間が空間の中で環境と実時間の相互作用をしながら自由に行動できること、③自己投射：環境と人間がシームレスで環境に入り込んだ状態であり、感覚モダニティ感に矛盾がないことが挙げられる。

VR技術を3軸で評価するAIPモデルがある。1軸目である“A”とは、Autonomy（自律性）：ユーザに関係なく世界が成立しているかであり、シミュレーションに対応する。2軸目である“I”とは、Interaction（対話性）：ユーザがどの程度世界に働きかけられるかであり、入力システムに対応する。3軸目である“P”とは、Presence（臨場感）：ユーザの感覚器にどの程度の情報を入力するのかであり、高臨場感に対応する。

道具としてのVRには、3Cがあり、Creation：創造（創造や創作活動のための道具）、Control：制御（ロボットや機器制御のための道具）、Communication：通信（コミュニケーションのための道具）である。VR活用には、3Eがあり、Education：教育（体験型シミュレータなど）、Elucidation：解明（人間の認知や行動の機能を解明、シミュレーション）、Entertainment：娯楽（体験型ゲーム、バーチャル旅行など）である。

VRの歴史について、半世紀の進化の歩みを振り返った。1968年にVRの前身となる技術が発表された後、1990年代初期にVRの概念が普及し、第一次VRブームが到来した。しかし、当時のリアルタイムCG生成技術は、利用者に十分な没入感を与えるには程遠く、高額だったこともあり、VRが一般に普及するに至らなかった。再びVRが脚光を浴びることになるのは、2010年代であり、VR技術革新によりハイエンドモデルのVR機器が販売された2016年は「VR元年」と呼ばれ、第二次VRブームが到来している。VRの歴史について「VR原論 人とテクノロジーの新しいリアル」服部桂、翔泳社（2019）、やVRの歴史が一目で分かるインフォグラフィック <https://www.moguravr.com/vr-history-infographic/>を参考資料として紹介してもらった。

VR環境に現実を融合する技術を複合現実（MR：mixed Reality）と呼び、現実と仮想世界をリアルタイムに違和感なく融合させる技術であり、ユーザの任意の視点から実寸代のCG映像を体感できる。MRにおいて、現実世界に対し、CGなどのデジタル情報を付加した技術を拡張現実（AR：Augmented Reality）と呼び、逆にVR環境に対し、現実情報を付加した技術を拡張VR（AV：Augmented VR）と呼ぶ。また、代替現実（SR：Substitutional Reality）とは、現実の世界と過去の映像を混同させ、本来実在しない人物や事象が実時間・実空間に存在しているかのように錯覚させ、人間の認知や心理に深く関わる技術である。これら技術の総称をXR（X Reality もしくは Cross Reality）と呼ぶ。今後、XR技術の活用により、新たな発展が期待される。

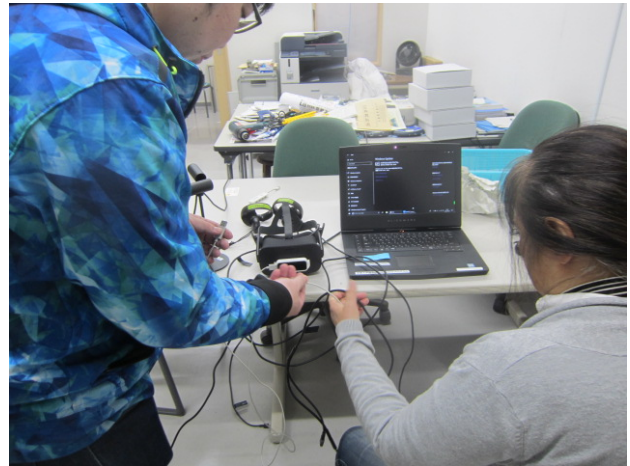


図7 事前に理学研究科所有のVR機器の使用方法教授



図7 研修の様子

次に、VR 技術の構成要素の一つに感覚情報再現が重要となるため、古代ギリシャのアリストテレスによる5種類の感覚（五感：視覚、聴覚、触覚、嗅覚、味覚）のヒトの感覚提示技術について紹介された。

視覚ディスプレイには、奥行きを認識するために立体視が重要である。立体映像（3D 映像）を見るには、二眼立体視や多眼立体視、空間像再生などの方法がある。最近、一般に市販され、普及してきている HMD（ヘッドマウントディスプレイ）は、二眼立体視の代表例である。HMD の分類として、非透過型、ビデオ透過型、光学透過型がある。非透過型は、ユーザの視界が遮断され、表示映像のみ見え、外の状態が見えないタイプである。ビデオ透過型は、ユーザの視界は遮断されが、代わりにカメラによる外界の撮影映像が表示され、外の様子が見えるタイプである。光透過型は、ハーフミラーで出来ており、外の様子が見え、必要に応じて加工した情報や映像重ねるタイプである。現在、主流の HMD は VR で使用される非透過型だが、将来的には、MR で利用される透過型 HMD の普及が期待されている。

聴覚ディスプレイは、音の聞こえる方向や距離を人が認知する仕組みを利用し、人工的な仮想音像を提示する技術である。両耳型（バイノーラル方、トランスオーラル再生法）、空間型（境界音場制御法）などがある。人間の頭部の音響効果を再現するダミーヘッドマイクを利用して、鼓膜に届く状態で音を記録することで、ステレオヘッドフォン等で聴取すると、あたかもその場に居合わせたような臨場感を再現できる。

触覚（力学）ディスプレイは、振動子など（電磁型、圧電型）を利用して皮膚感覚を再現する技術である。ゲーム機のコントローラやスマートフォンに内蔵されるバイブレータが代表例であり、点字表示が最も有用な応用例である。温度差を利用した触覚ディスプレイもあり、様々な応用分野での発展が期待されている。

嗅覚は、鼻の粘膜に約 350 種類以上存在する嗅細胞が空気中の化学物質との接触で引き起こされる。嗅覚ディスプレイは、自然拡散や加熱、超音波振動など用いて、目的の匂い物質を気化させ、空气中に噴霧し鼻に到達させる技術である。香りの発生・調合や香気の時空間制御など、匂いの再現研究が勤しまれている。

味覚は、味物質と舌や軟口蓋などに存在する味蕾と呼ばれる味覚を受容する器官との接触によって引き起こされる。味覚ディスプレイには、味の合成や舌と味物質との接触機構、小型化、衛生管理面の配慮などが必要である。五基本味：甘・酸・塩・苦・旨の定量化され、味の変調・制御やクロスモーダル効果の利用など、味の再現を目指して研究が進められている。

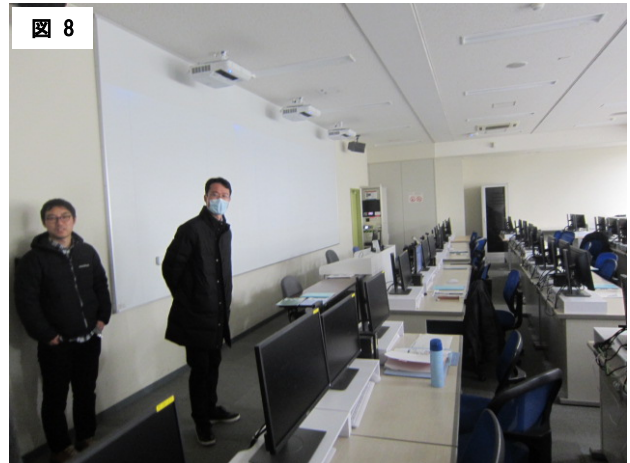


図 8～11 学術情報メディアセンター南館の見学

最後に、超臨場感コミュニケーション（テレマージョン技術）について紹介があった。この技術は、遠隔地の利用者があたかも同じ場所にいるように空間を共有し、実空間コミュニケーションを実現する技術である。これら VR 技術により、遠隔会議や遠隔授業、在宅勤務が実現する未来がすぐそこまで来ている。

質疑応答において、VR による事故体験により、恐怖感の薄れによる事故増加や、悪影響を考慮した 13 歳未満の子供に対する VR 体験制限などを議論した。

講義後、企画・情報部 情報推進課の四方敏明情報サービス主査の案内により、学術情報メディアセンター南館の見学を行った（図 8～15）。学術情報メディアセンターは、情報基盤、および情報メディアの高度利用に関する研究開発を行うとともに、その成果を教育研究環境等の高度化に活用するだけでなく、共同研究にも活用し、学内サービスの向上にも貢献している。

研修でも利用したマルチメディア演習室では、4 年に 1 回最新機種に更新される教育用コンピュータシステムの PC 端末 71 台と 100 インチの短焦点プロジェクター 3 台、資料の提示装置、音響設備など充実しており、教育環境として申し分無かった。マルチメディア講義室は、情報コンセントを備えた 120 名分の座席と 100 インチの背面投射型スクリーン 3 面や音響設備を備えており、高精細遠隔講義システムが設置されているので、キャンパス間や学外との間で遠隔講義を行うことも可能であり、遠隔研修の利用も検討できる。その他にも、モーションキャプチャーを利用できる講義室など、多種多様な設備があるため、様々な研修の利用目的に応じた利用が実現可能である。

教育に利用するマルチメディア講義室やマルチメディア演習室の他に、教育用コンピュータシステムの PC 端末 24 台が設置しているオープンスペースラボラトリ (OSL) があり、情報教育を支援するため、学生の自主学習用として誰でも自由に利用できる。さらに、自主学習やグループ学習に利用可能な施設として、図書館が大学内で利用されてきたが、新しい施設としてラーニングcommonsが設置されている。ここは、図書館と異なり、会話も OK で、机や椅子のレイアウトも変更が可能で、大学内での新たな居場所として大いに期待できる。

学術情報メディアセンターは教育支援だけでなく、高い安全性、利便性を備えた先端的な情報環境の構築、運営を目指し、様々なサービスを提供している。学術情報メディアセンター北館では、情報環境部に所属する 19 名もの技術職員と互いに緊密な連携を保ちつつ運営が行われている。



図 12～15 学術情報メディアセンター南館の見学

昼食後、株式会社エドガによる「2020年は法人利用も大幅に増える！？XR 基礎概念と活用事例に学ぶ XR 活用」を座学した(図 16)。午前中の講義と被る部分もあり調整不足の面もあったが、VR の活用について世界的動向や日本での現状を聞いて、非常に興味深かった。

最初に、「つくっているのは、0 番目の本番です。」の説明があった。「0 番目の本番」とは、これまでは、一発勝負で試すわけにできなかった全てのことをテクノロジーの力で試せるようにすることである。例えば、1 万人を前にしたライブや反応が読めないプレゼン、命に関わる医療現場、高所作業、その緊張感、そこで起こるアクシデント、怖さや楽しさまで、本番前の 0 番目に経験する。試す人が増えることは、挑む人が増えることであるから、技術で世界をもっと挑戦的にすること、それを株式会社エドガは目指している。

次に、XR 技術の基礎や歴史についての解説があった。XR とは、2D の see/watch から 3D の feel/experience にパラダイムシフトを起こす技術である。このことにより、従来のディスプレイから自由自在のディスプレイに、客観から主観に、猫背から自然体に変化した。2016 年に発売され、現在の VR ブームの火付け役となった「Oculus Rift」は、VR 界の風雲児パルマー・ラッキーが、そのプロトタイプを若干 10 代で開発した。Facebook は、2014 年 3 月に 20 億ドルで Oculus VR 社を買収し、将来的に 10 億人に VR ヘッドセットを普及させることを掲げている。また、Google は、YouTube に VR を、Apple は、iPhone に VR/AR を対応させている。将来的には、香りや触感も再現する VR ショッピングの実現も現実味を帯びている。MR に関しては、Microsoft が実際の景色に画像を重ね合わせる HoloLens を開発しており、MR の中心的な存在になっている。日本では、ソニーの PlayStation VR が普及してきている。

更に、VR の活用事例についての紹介があった。VR の 3 つの特長として、①他技術に勝る「経験」による理解（教育効果）、②他にない心を揺さぶる体験（感情・感動）、③時間的・物理的制約からの解放（コスト削減）がある。これらの特長を活かした VR コンテンツとして、CG 系と実写系が存在する。CG 系の代表例は、仮想空間を利用した 3D ゲームやエンタメ市場での VR テーマパークなどがある。他方、実写系の代表例として、不動産での物件に出向かない内見や介護施設で外出できない方の旅行体験などで実用化されている。

XR 業界は、黎明期であり、何と組み合わせるかのアイデアによって、時代の寵児と成り得る分野である。PARCO が XR を活用した未来のショッピングを提案しており、NIKE は、AR を用いた試着体験、デザイン確認の



図 16~19 株式会社エドガによる座学と VR 制作実習

Wanna Kicks（ワナキックス）を実現している。トヨタやホンダなどの自動車業界は、車の内装や組立をXRで再現している。建設業界では、建築向けVRソフト「SYMMETRY alpha」により、VR空間の中でイメージやデザインの正確な確認を行い、円滑なコミュニケーションを可能にする。居酒屋チェーン「塚田農場」は、アルバイト研修にVRを導入し、地鶏の生産現場を体験させており、JR東日本は、危険行動予知研修として、VRを用いた感電体験を実施している。教育現場では、ゲーミング要素を取り入れた効率的な学習促進アプリを目指している。体験型コンテンツとして、圧迫面接の対応や日常の危険を察知する保険、異なる空間を同じ目線で共有する遠隔での会議や作業、バーチャルアドバイザーなどがあり、多分野への活用が試みられている。HoloLensによるMRを用いた利用法では、2Dと3Dの複合化を実現している。例えば、金融業界では、リアルタイムでのグラフがビジュアル化されている。エレベーターの運用保守作業では、4倍速いメンテナンスを実現している。建築現場では、積出作業の生産性が向上している。医療現場では、見える化により、手術の成功率が向上している。航空業界では、エンジニアの訓練や訓練不足の解消、パイロットのシミュレーションなどが行われている。教育現場では、可視化による学習意欲の向上が試みられている。小売業界では、顧客のデータ分析が行われている。視覚障害者に対しては、自杖や盲導犬の代替として活用されている。

最後に、XRの将来の展望について論議した。VRは、2016年に不動産や医療、デザイン分野、2018年に研修トレーニングに活用された。ウォルマートは、17,000台の一体型VRヘッドセットOculus Goを配布し、100万人の従業員教育を導入した。NFLの審判のトレーニングなどにVRが利用されている。2020年にコスト削減を目的としたVRショッピングやバーチャル会議、テレグジスタンス（遠隔存在感：遠隔物を恰も傍に感じつつ行う遠隔操作）などの実現を目指している。

日本のVR技術の現状について、海外と比較して、かなり後塵を拝している。日本のVR技術は、ゲームに特化しており、国際的基準よりもガラバゴス化した技術になる可能性が高い。ソフトを検索しても英語ばかりで、日本語のソフトがほとんど出ていない。石橋を叩いて渡る日本的な伝統だけでなく、当たって砕けてもなんどもチャレンジできる社会が重要である。

座学後、制作「VR制作ツール『STYLY』を用いてVR制作の基礎を学ぶ」（図17～19）とVR体験（ロボットの修理体験）（図20～29）・ディスカッション（図30）を同時進行で実施した。

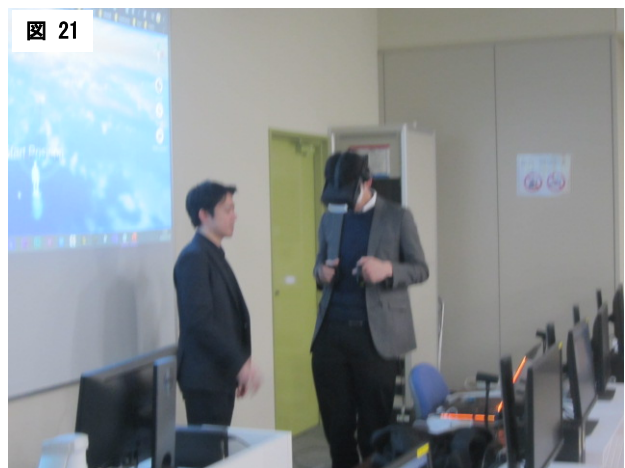


図 20～23 VR体験（ロボットの修理体験）実習の様子

最初に STYLY の使い方を説明し、その後、不明な点は、講師に質問する形式で、参加者各自が VR 空間の制作を試みた。STYLY は、ウェブブラウザ上でプログラムや VR などの特別な知識なしに誰でも簡単に高品質で美しい VR 空間を作成できるクラウドサービスである。ワニやライオンなどの 3D アニマルオブジェクトを用いたチュートリアルにより、移動や回転、拡大、縮小などの基本的な操作方法を学習した。慣れるまでは、操作を間違えてライオンを遠方に配置してしまい行方不明になることもしばしばあった。ソファや観葉植物など様々なオブジェクトをダウンロードして、VR 空間をアレンジし、拡充することができる。最後に、参加者 1 名が実際に制作した VR 空間を取り込み、HMD により VR 体験した。STYLY だけでは、制作に限りがあるため、UNITY や UNREAL ENGINE などのソフトを利用した高度な VR 空間制作を学習する切欠となれば良い。

実習には、理学研究科から借りた VR 機器セット、および株式会社エドガが持参した VR 機器セットの 2 セットを使用した。衛生面を考慮して、VR ゴーグル用フェイスマスク（ニンジャマスク）を着用し、その上から VR ゴーグルを装備し、両手にコントローラを保持して、講師のサポートの下、講師の指示に従い、一人ずつ VR を 5～6 分程度体験した。VR 体験で利用したロボット修理は、無料の「The Lab」ソフトの一部であり、VR 初心者が体験するためのデモ的なコンテンツである。VR 体験を開始すると、最初に修理工場のチャージステーションで、仮想コントローラのバッテリーをチャージする。次に、引出しを開けると黒い小人が働くオフィスが現れる。慌てる小人を尻目に引出しを閉めた後、レバーを下げると、ハッチが開き、壊れたロボットが入ってくる。ロボットが修理態勢になるので、取手を引っ張り、装置を引きずり出して内部構造を露わにする。ボタンを押したり、回転機構を操作したりして、修理を試みるが、時間切れで、ロボットは解体され、修理工場も再生され終了する。VR 実習は楽しかったが、自由度がなく、時間が短かったのが残念だった。

実習後、ディスカッションを行い、研修後も長い間、個別に情報交換を行った。ナノスケールの 3D 分子構造を描出できる無料の Nanome などのように、それぞれの分野で利用可能なソフトの情報を得た。また、XR 技術の将来像や教育現場での活用例などの情報も教わった。現状、日本の VR 市場は、世界より遅れているが、状況やアイデア次第で、ピンチをチャンスに変えることも可能である。



図 24～29 VR 機器 2 セット（理学研究科、株式会社エドガ）による VR 体験実習の様子

2019 年末に新型コロナウイルス感染症（COVID-19）が発生した影響で、来年度以降の研修は、三密（密集、密接、密閉）、もしくは集近閉を避けた開催が不可欠となった。その結果、見学の実施は難しくなり、遠隔授業システムを利用した研修のみの開催に絞られる可能性もある。

実際、今回の研修を開催した2020年2月20日（木）頃は、日本でも100名を超える感染者、初の死亡者を確認し、北海道でクラスター感染があった時期であった。北海道からの参加者がいたり、研修当日に発熱などの症状があり欠席した参加者がいたりしたため、開催中止も一瞬頭をよぎった。しかし、日本ではそれほど感染が広がっていないと甘く考えていたこともあり、対岸の火事として、研修を開催した。研修後、参加者に感染者が出なかったのは、本当に運が良かっただけだった。3月以降、小中高が休校となり、研修や研究会、卒業式、入学式などのイベントが全て中止に追い込まれた。本報告書執筆時点では、感染者が徐々に増え続けている。事態の終息まで数年掛かるとの試算もあり、予断を許さない状況である。

感染成立の3要因と感染対策として、①病原体（感染源）の排除、②感染経路の遮断、③宿主の抵抗力向上がある。未知のウイルスに対して、ワクチンを開発するまでは、病原体を、持ち込まない、持ち出さない、拡げない、という3原則を守るしかない。世界的なパンデミックを引き起こし、オリンピックは延期された。こうした世界的な危機のもとで、技術職員が担うべき役割を全うし、技術職員のあるべき姿を常に熟考する研修の開催が必要となる。



図 30 研修後のディスカッションの様子

5. 事前質問

研修前に実施した事前アンケートの内容を以下に示す。

- ・ 教育及び訓練に導入できないかを検討しているため、事例と効果をお伺いしたい。また、VR や AR 等の性質により、使用環境の条件が分かれますので、詳しく伺いたいです。
- ・ 専門用語が多く出てくるようであればあらかじめ参考文献など紹介していただけますと助かります。
- ・ VR は全く触ったことがないので、VR コンテンツをどのように製作するのか学びたい。
- ・ 当方、360 度カメラで撮影した動画を Oculus Rift で見せているだけです。STYLY を用いた VR 制作方法に最も興味があります。社会教育や実習等に活用できるような情報が得られればうれしく思います。
- ・ VR、AR を実際に業務に取り入れる際のポイント（良き悪き）を教えてください。
- ・ 研修の講習資料を後で見返すことが出来るように配布して欲しい。
- ・ VR の装置が人体に悪影響を及ぼすことはありますか？
- ・ 子供に使わせてはいけないと聞いたのですが、医学的、法律的にはどうなっていますか？
- ・ VR と AR、MR、XR、R の違いを教えてください。
- ・ 将来的に VR をどのように活用すべきでしょうか？
- ・ STYLY の教育的活用方法があればお知らせ下さい。

6. 研修結果

研修後に実施したアンケートの結果を以下に示す。

講義「VRについて」について

- バーチャルリアリティの意味を間違えて覚えていたが、正確な意味を知ることができた。バーチャルリアリティの今後の展望を学習でき、様々な分野への適用がされていくと感じた。
- VRについての説明が分かりやすかった。これまで漠然としたイメージしかなかったが、概要と現状がよく理解できた。
- VRの歴史などを系統立てて教えていただいたので興味深く聞いた。現在研究中という視聴覚以外の味覚や嗅覚、触覚などのディスプレイは、想像すらしたことがなかったが、SFの中の世界が現実になんか近づいているのかもしれないと思った。
- VRの歴史は意外に長く、1960年代からヘッドマウント型のディスプレイの製作・改良が試みられていたことが印象的だった。
- バーチャルは仮想と訳されているが、それらは意味的にはイコールでないこと、VR, MR, AR, SR, xRの違い等、VRの基礎についてたいへん分かりやすい説明をしていただいた。VRを取り巻く技術の発展についての説明では、一般に我々がイメージする視覚や聴覚、そして触覚（コントローラ）を用いたもの以外にも、嗅覚や味覚も含めた五感をフルに利用した技術の開発も行われていることを学んだ。ただし、これは装置が大型になるなどまだまだ問題点も多いようで、我々がこれを体感できるのはまだ先のように感じた。
- Virtualの意味は「仮想」ではなく「実質」であり、反意語はnominalだと知った。VRの歴史やAR, MR, XRなどの用語について学ぶことができた。
- VRについて学ぶことができ大変興味深かった。VRに関して、現実ではないが、人間の感覚器官に働きかけ、あたかも現実だと認識できる技術であり、究極的には、現実と区別ができなくなる技術であることを認識した。今後、VRやMR, AR, SRなどxR技術発展を期待している。
- ヒトの感覚（五感）の再現を目指した様々な試行錯誤が現状のVR技術の躍進に結実したことが理解できた。歴史的には、様々な取り組みが行われてきたが、技術力不足により、あまり実用化できていなかった分野だが、技術革命により、ヒトの五感を凌駕するようになってきた。
- 今後のVR技術の展望について、コミュニケーションツール技術の一端を担う活用に大きな期待が寄せられることを実感した。多様化する社会において、武漢ウイルスの影響などにより、濃厚接触を避ける社会が必要になるには、遠隔地でのコミュニケーションが必須であり、5Gへの移行に伴い、働き方改革の重要なメソッドになり得る技術だと確信した。
- VRは名前ぐらいしか知らなかったもので、できることやこれからの課題を詳しく知ることができてタメになりました。
- VRの概念から目指しているところ（触覚・嗅覚・味覚）まで聞かせていただけて、大変勉強になりました。
- AR・VR・XR・MRの違いについて、わかった。

学術情報メディアセンターの見学について

- 京都大学の情報基盤を支えるスタッフと、情報教育の現場を知ることができた。
- PCをレンタルしていることや共用スペースなど、知らなかったことを知ることができてよかった。
- 基本的には講義室だがモーションキャプチャーがあったり、端末がズラッと並んでいたりするのは壮観だった。学生等が自由に使える端末があるのもありがたいだろうと思う。
- オープンスペースにもプロジェクターやスクリーンが配置されるなど、情報を専門とするセンターならではの感じがした。

- 講義だけでなく研究や自習などにも使える設備が整っているのがわかったが、私が隔地施設なうえに、現在利用者がほとんどいなかったため、スマートフォンで大体のことをこなしてしまう学生が多い昨今、実際にどのように使われているのか少し想像しにくい部分があった。
- 端末は購入ではなく、レンタルで4年ごとに更新していることを知った。自由に使える端末の台数は、近年、利用者が減ったため少なくなっている。
- 学術情報メディアセンターについて、あまり詳細について情報がなかったが、今回の見学で、便利な端末が利用できることを知り、今後活用していこうと思った。技術職員も泥臭いことを含めて、プログラムの技術を修得が必要であり、PCを持ち込む研修も増えてきており、研修に学術情報メディアセンターを利用できるならば、PC設定の手間も掛からず、理想的だと思った。
- 見学において、様々な研修室があり、希望に沿った研修ができることが期待できる。学生は、大学で自由に利用できるスペースとして、主に図書館を利用しているが、学術情報メディアセンターでもフリースペースで勉強できるのは素晴らしい。小中高では、学校に自分の席があるが、大学には基本的に自分専用のスペースがないので、共有であっても大学での自分のスペースが確保できるならば、大学に来なくなることも少なくなると思う。京都大学は、「自由の学風・自学自習」伝統がある。やりたい事に打ち込める為の様々な選択肢を用意することが重要である。
- 講義室の様子などを知ることができました。
- 利用する機会がなく、初めて見せていただきましたが、たまたま学生がいない時期ということでしたが、とても良い講義室群だと思いますので、空いているときは利用できると良いと思いました。
- 京都大学の各部署を知る良い機会だった。

座学「VRについての講演」について

- エドガという会社を初めて知った。「0回目の本番」を作ることを目指しており、ぜひ利用したいと思った。
- VRに関する世界的動向や日本での現状を理解できてよかった。
- 午前中の講義と若干被る面もあったので、どちらかという実習の方に重点を置いてもらった方がありがたかったと思う。
- 研修を依頼した業者のセールストークの感もあったが、VRを専門とする民間企業ならではのタイムリーな話題や、実際に使用しているアプリケーションの話が聞けたのはよかった。
- VRに関する概要は、午前中に行われた「VRについて(仮)」と重複する部分がかかなりあったので、そのあたりは演者間で調整を行った方がよいのではないかと思った。ただ、午前中の講義は技術的な面が中心であったが、この講義では技術の活用に主眼を置いた説明がなされており、業務でどのように活用できるかなど考えながら話を聞くことができた。
- XR業界がどのような状況にあるのかがよくわかった。VRとしてはOculus (Facebook)、MRとしてはHoloLens (Microsoft)が中心的な存在になっている。
- VR技術の将来像について、様々な業界での詳しい内容を聞くことができて大変興味深かった。VR技術について、ハードが出揃って、間も無い状況なので、様々なアイデアにより、ソフトウェアを開発すれば、業界のトップランナーとなる夢のビッグチャンスがあることが認識できた。
- VR技術の日本の現状について、海外と比較して、かなり遅れていることを認識した。日本のVR技術は、ゲームに特化しており、国際的基準よりもガラバゴス化した技術になる可能性が高い。ソフトを検索しても英語ばかりで、日本語のソフトがほとんど出ていない。石橋を叩いて渡る日本的な伝統だけでなく、当たって砕けてもなんどもチャレンジできる社会が重要である。
- 講義時間が予定より長かったため、もう少し講義時間を1時間で終わらせて、実習時間が長い方が良かった。教育機関でのVRの活用に将来性を感じた。京都大学は、VRの分野では、あまり研究が行われていないので、学生の為にもVR環境を整えてVR技術に慣れる機会を増やすことも重要だと理解した。
- VRがこれから必須のものになってくることが分かり、驚きとともに期待を持ちました。

- XR の理解が進んだ。最先端の情報をもっと見たかった。
- VR がこれからの将来を担っていくことがわかった。

制作「VR 制作ツール『STYLY』を用いて VR 制作の基礎を学ぶ」について

- 3次元の画面の操作は難しいと感じた。
- 非常に興味深く取り組むことができた。安全教育へ導入するためにはソフト、ハードの両方において、より使いやすくなるとよいと感じた。コンテンツやそれを作るためのイメージの制作がより簡単になるとよいと感じた。
- 最初は何が何だかよくわからなかったが、素材の配置や動かし方などに慣れてくると、簡単に世界の構築ができて面白かった。ただ体験で見たような世界観を作るためには素材の作成が不可欠で、そちらは簡単に作れるわけではなさそうなので、実際に実習等に取り入れるのは難しそうだった。
- 実際に手を動かして、3D空間にオブジェクトを配置し、その空間にHMDを使って没入する体験ができたので、VR制作のハードルはかなり下がったと感じた。製作したいテーマがあれば作れるのではないか、という気持ちになった。
- STYLYは簡単にVR空間を創出できるソフトで、チュートリアルに従っていけば基本的な使い方は理解できた。しかし、3Dオブジェクトの作成方法や作成のコツ、VR空間に配置したオブジェクトに動きを付けるなどをしたかったため、これらの事が今回の講義に含まれていなかったのは残念である。今後は講師の方が紹介されていたUNITYやUNREAL ENGINEを利用した開発に関しても学習していきたい。
- STYLYを使ったVR制作は想像していたよりも容易で驚いた。Unityというソフトもおすすめ。高額なソフトを購入しないと始めることができないものではない。
- VR空間での視覚的プログラムづくりを体験できて、とても興味深かった。慣れるとかなり素晴らしい教育的な体験ができると思うが、操作に慣れるまで、困惑した。特に1度見失った場合、迷子になってしまい、途方に暮れてしまった。ライオンさんが行方不明になってしまった。
- やりこめばやりこむほど、操作に慣れ、色々と活用できそうな雰囲気がある。現在は、お絵描きソフト的印象ではあるが、将来的に画像の取り込みにより、旅行体験や建物のシミュレーション、分子構造のモデリングなどに利用できれば、教育的に利用できそうだった。
- コミュニケーションツールとして、HPに展示した自宅公開するイメージに近い気がした。各自が作成したVR空間を公開し、それぞれが接続して、交流する空間には利用できそうだった。ただし、まだまだ使い辛い面があるので、人間の感覚に合った現実に近い操作性が実現できれば、周りの情報を遮断して、一層没入できる可能性を体感できた。
- VR制作が無料でできることに驚きました。定形のものなら想像以上簡単に作れることがわかりました。
- 大変面白いツールだと思いましたが、これだけで何かできるというわけではなくということがわかってよかったのと、とても時間と費用がかかるということも理解できてよかった。業務に気軽に活かしたら良いなと思っていましたが、まだまだそんなものではなさそうということもわかりました。
- 簡単なコンテンツを製作するのも、少し難しいと思った。

体験・ディスカッションを同時進行（ロボットの修理体験5～6分程度）について

- バーチャルリアリティを体験できて、今後の発展性を感じた。
- ロボットの修理体験は初めてのVR体験だったので楽しく取り組むことができた。視覚のみでなく、触感などの五感の反映は重要だと感じた。
- ほとんど使ったことがなかったので、リアルさに衝撃を受けた。講義で言われていたように「視聴する（見る）」から「体験する」になるということのも実感できた。

- 業者が持ってきた体験プログラムも興味深かったが、VR 空間内でさらにいろいろと「いじれる」体験プログラムがあればより良かったと思う。
- STYLY を利用すれば簡単に VR 空間を作ることには可能であろうが、体験させてもらったような体験型の VR を作るのはかなり敷居が高いように思う。講義の中でイギリスでは教育コンテンツを低価格で配信している旨の説明があり、それに関して日本での動向に関する質問があったが、日本ではまだそのような動きがないとのこと非常に残念。是非我々が業務で利用できるようなコンテンツを増やしていただいたい。
- VR 体験は初めてだったこともあり、非常に面白かった。まずはビジネスとして成り立ちやすいゲームでの利用が進むのではないかと思った。Nanome も体験でき、化学教育に使うことができそうだと感じた。私の所属する専攻では、転位の運動を 3 次元で見せることができたら面白いと思った。
- 5～6 分程度の「ロボットの修理体験」を VR 体験で体験し、映像も綺麗でとても面白かった。ゴーグルの方向に連動して、画像が変化し、VR 空間の体験ができてとても興味深かった。
- VR 体験においてロボット修理を自由に体験ができると思っていたが、想像していたのとかなり異なり、操作が決まっていた一方通行的なソフトを実行するだけだったのが少し残念だった。
- VR 体験について、業者さんが用意してもらった装置と理学研究科から借りた装置 2 台で実習できたのは、時間が有効に使えたので、とても良かった。眼鏡を掛けている人にとっては、理学研究科の VR ゴーグルを装着するのが大変だったので、ヒューマンインターフェイスに即した準備をするべきだった。2 名の講師が手取り足取り教授して頂いたのもとても分かり易かった。
- VR 体験後も色々な質問に対して真摯に回答して貰ったのはとてもありがたかった。今後の業務において、VR 技術を活用して行く切欠となり、様々なアイデアを実現する可能性を体感した。
- はじめて体験しましたが、想像以上の立体感に感動しました。
- VR の没入感が体験できたのがとてもよかった。目の前に本当にあるように感じられるのはすごい体験でした。技術革新がすごい勢いで起こっていることも実感できてよかった。
- 色んな可能性にあふれた端末だと感じた。

研修についての感想や希望、要望、日程などについて

- 今回は短時間だったので参加しやすかった。春休みで食堂が休みになるのは盲点だった。
- 今回の研修で「VR 空間にモノを配置し、その空間に没入する」ところまではできるようになったと思うので、さらに応用的な研修として「VR 空間内で『いじれる』モノを自ら作成する」ような研修があれば、技術職員の VR 技術がさらに向上すると思われる。
- 有意義な研修でした。講演者、企画者の方々に感謝いたします。
- WARS（武漢急性呼吸器症候群）の影響もあり、軒並み研究会などが中止となり、実習では、VR ゴーグルの装着など濃厚接触となるので、中止も検討した。研修後、武漢肺炎に感染したとの連絡もないので、ひとまず安心して安堵の胸を撫で下ろしている。
- 研修希望として、工場や研究所の施設見学や、大学関連施設や教育機関の見学研修を開催して欲しい。しかし、ウイルス問題が収束するまでは、開催は困難であろう。参加者同士の距離を十分確保した場合の講習や実習ならば開催出来るかもしれない。濃厚接触を避けるには、web 講習による研修の可能性も検討せざるを得ない。
- 研究会が軒並み中止となり、小中高も休校となる最中、大学自体も授業開始できるか危ぶまれ、オリンピック開催も怪しくなり、研修開催の目処が立つか、全く判らない。今後、世界大恐慌や世界大戦のような世界的な危機に対応し、歴史の転換点に達し、新たな世界標準の構築に向けて、技術職員が担うべき役割を全うし、技術職員のあるべき姿を常に施工し、より良い働く場を目指し得る研修の開催を要望する。
- 専門外の職員でも勉強になりました。今後もこのような題材も扱ってもらえるとありがたいです。

の回答があった。

7. まとめ

2020年2月20日（木）に京都大学学術情報メディアセンター南館において、江原 康生 特定准教授（京都大学学術情報メディアセンター）によるVRについての講義、および学術情報メディアセンター南館の施設見学、株式会社エドガによるVRについての講演、およびVR制作ツール『STYLY』を用いたVR制作、VR機器を用いたロボットの修理体験実習を実施した。研修には、12名の技術職員が参加した。

研修では、講義「VRについて」について、VRの歴史などを系統立てて教えていただいたので興味深く聞いた。現在研究中という視聴覚以外の味覚や臭覚、触覚などのディスプレイは、想像すらしたことがなかったが、SFの中の世界が現実になるかもしれない。学術情報メディアセンターの見学について、京都大学の情報基盤を支えるスタッフと、情報教育の現場を知ることができた。便利な端末が利用できることを知り、今後活用していく。座学「VRについての講演」について、VRに関する世界的動向や日本での現状を理解できてよかった。教育機関でのVRの活用に将来性を感じた。VRがこれから必須の技術であることが分かり、驚きとともに期待を持った。制作「VR制作ツール『STYLY』を用いてVR制作の基礎を学ぶ」について、VR空間での視覚的プログラムづくりを体験できて、とても興味深かった。やりこめばやりこむほど、操作に慣れ、色々と活用できそうな雰囲気がある。体験・ディスカッションを同時進行（ロボットの修理体験5～6分程度）について、ほとんど使ったことがなかったので、リアルさに衝撃を受けた。興味深かったが、VR空間内でさらにいろいろと「いじれる」体験プログラムがあればより良かったと思う。VR体験後も色々な質問に対して真摯に回答して貰ったのはとてもありがたかった。などの意見があった。

VRは、夢の技術である。五感の再現ではなく、神経を通して脳に直接視覚情報を送り込む技術が可能になれば、究極的に好きな夢を見ることができるようになる。更に、あらゆる感覚を脳に送り込むことが可能になれば、最終的にVRと現実の区別がつかなくなる可能性もある。実際、脳は騙され易く、感覚器から正確な情報が送られてきても、脳内フィルターをかけて、情報を捏造し、錯視や錯覚を引き起こす。場合によっては、催眠により暗示に掛かったり、妄想したり、幻覚を見たり、脳内でMRの実現さえしている。理解できない出来事に対する安全装置として、妖怪等の文化・名付けによる心の安寧化も図られる。将来的に、VRがどこまで脳を騙せるような技術発展するか、記憶の改竄など倫理面を含めてとても興味が尽きない。

今後の研修として、工場や研究所の施設見学や、大学関連施設や教育機関の見学研修を開催して欲しい。今回の研修で「VR空間にモノを配置し、その空間に没入する」ところまではできるようになったと思うので、さらに応用的な研修として「VR空間内で『いじれる』モノを自ら作成する」研修があれば、技術職員のVR技術がさらに向上すると思われる。との意見もあった。

新型コロナウイルスの影響で、世界は大きく様変わりした。集近閉を避ける必要があるため、基本的に遠隔授業となり、実験・実習は、ビデオ講義で代替となり、遠隔会議を利用し、可能な限りテレワークや在宅勤務となった。今後の状況にもよるが、今回の研修で学んだVR技術をしっかりと活かした遠隔見学研修開催の可能性も検討しなければならない。今後、パンデミックの責任問題とビジネスモデルの変更、働き方改革、世界秩序の激変に対応し、技術職員のなすべき役割をしっかりと見据えた研修開催を目指して、最新技術等の情報收拾が不可欠である。来年から、第1専門技術群の群長は、年功序列で1年交代となり、次年度群長が副群長に就任することとなった。今までは、遠隔地の技術職員は、交通の都合上の観点から群長になることを避けてきたが、それを撤廃することとなった。遠隔会議の活用もあり、第1専門技術群のメンバー同士との交流も容易となってきていることから、研修の選択肢は絞られるが、Zoomを用いた遠隔講義やXRを利用した遠隔見学の開催を考慮した、より有意義な研修の開催の可能性に期待を膨らませている。

最後に、今回の研修で講師を引き受けて頂いた京都大学学術情報メディアセンターの江原 康生 特定准教授、および見学研修を引き受け、御対応して頂いた学術情報メディアセンター、実習研修を開催して貰った株式会社エドガの皆様には、大変お世話になりました。厚く御礼を申し上げます。ありがとうございました。