

第 26 回情報知識学フォーラム予稿

フィールド科学教育・研究のためのフィールドワーク体験蓄積と
サイバーフィジカル教育研究支援
Cyber-Physical Environment for Field Science Education and
Research through Field Work Archiving

中村 裕一^{1*}, 近藤 一晃¹, 赤石 大輔², 徳地 直子²

Yuichi NAKAMURA^{1*}, Kazuaki KONDO¹, Daisuke AKAISHI², Naoko TOKUCHI²

1 京都大学学術情報メディアセンター

Academic Center for Computation and Media Studies (ACCMS), Kyoto University

〒 606-8501 京都市左京区吉田本町

E-mail: yuichi@media.kyoto-u.ac.jp

2 京都大学フィールド科学教育研究センター

〒 606-8502 京都市左京区北白川追分町

Field Science Education and Research Center (FSERC), Kyoto University

* 連絡先著者 Corresponding Author

学術情報メディアセンターとフィールド科学教育研究センターの有志でフィールドに関するデータの蓄積・活用に関する検討を行ってきた。本稿では、その一つの試みとして、フィールドワークの体験を記録して教育・研究に活用する枠組みについて紹介する。また、高校生のような若い世代に仮想的なフィールドワークをしてもらう試み(サイバーフィールドワーク)とそこから得られた知見を紹介する。最後に、このようなデータの蓄積・共有・利活用のために必要なデータマネジメントについて考える。

We are investigating archiving research and educational data on natural field through the collaboration of researchers in ACCMS and FSERC, Kyoto University. In this article, we report our framework for recording the video logs as life-log of field works, and its utilization of education and research. We also introduce our project for providing virtual field works, named Cyber Filed Work, and report some findings that support the activity. Then, we discuss the data management necessary for that kind of education and research activities.

キーワード: フィールド教育・研究, フィールド行動記録, サイバーフィジカル, データマネジメント
field science and education, field work log, cyber-physical, data management

1 はじめに

メディア処理に関する研究分野, 特に画像・音声の認識や自然言語処理などの分野では, 画像データ, 言語データの公開・共有が広く一般的に行われてきており, ディープラーニングのトレーニングデータや検証データとしても積極的に活用されている。プログラム・ソフトウェアに関しても同様であり, ダウンロードして, 種々の手法を簡単に試せるようになっていく。プライバシーに関わるデータについては少し動きが鈍いが, それでも多くのデータが公開され始めており, 顔画像・表情データ, 動作のデー

タなど, 少なくないデータベースが公開されている。

一方で, 自然科学の実フィールドに対する研究データの蓄積や共有は, それよりもはるかに難しい問題を含んでいる^[1]。京大が世界に誇る学術資産として, 研究林, 臨海実験所, 大型実験設備などを始めとする多種多様な実フィールドがあるが, その学術資源のデジタル化やレポジトリとしての活用はまだ十分に進んでいないのが現状である。

このような背景から, フィールド科学教育・研究のためのデータ蓄積・利用についてメディア処理分野の研究者とフィールド科学分野の研究者が協力して検討を進めてきた。本稿では, テーマの一つとし

てあがっている、フィールドワークの記録やその活用について、これまでの試みと、これからの可能性について述べる

2 フィールドワーク体験記録と活用

フィールド科学教育研究センターでは、森林生物圏、里域生物圏、沿岸海洋生物圏における基礎科学だけでなく、大学における専門教育や教育関係共同利用拠点としての役割を担っており、また、一般向けの公開講座や自然観察会、小中高向けプログラムなどを提供している。このような成り立ちから、フィールドの紹介資料・映像、フィールド実習の資料・映像、などを公開し、予習・復習、また、コロナ禍におけるフィールド訪問の一部代替としての活用を目指している。多くのコンテンツの蓄積が進められており、今後、他の研究・教育機関などとの相互利用をすることなどが期待されている。

研究データとしては、フィールドにおける百年程度に渡る観測・計測などのデータが蓄積され続けている。我々はこのようなデータのうち、数値データのように他の多くの分野と共通するものではなく、フィールド教育・研究の特色ともなっているフィールドワークそのものの蓄積・共有に注目している。特に、専門教育におけるフィールド実習や研究者のフィールドワークをライフログ的に記録・蓄積し、それを活用・共有する方法について検討を進めている。

一つの典型的な手法としては、身体に全方位カメラやセンサ類を装着し、行動およびその周囲の状況を網羅的に記録すること、また、注目すべき重要な対象については別のカメラやセンサ等で能動的に記録することが考えられる。時間・場所、機会や目的が異なった学習者・研究者からフィールドでの行動記録を集め、定点観測データなどと統合して閲覧したり、AIを活用した自動認識を行うことによって、経時的、横断的な分析を行うことも目標となる。

これらにより、以下のような学習や分析が期待できる。

- フィールドでの行動を記録した本人が活動を振り返ることにより、その場では見落としていたことに気づいたり、異なる観点で分析することが可能になる。



図 1: サイバーフィジカルなフィールド教育・研究

- 他の学習者、専門の研究者視点の記録を閲覧することにより、比較したり、自分の体験を補完することができ、新しい情報や気づきを得ることができる
- 経時変化や多地点のデータなど、単独では得ることの困難なデータを用いた学習・分析が可能になる

現時点では、記録・閲覧・分析にかなりの手間と資源が必要となるため、大学における専門教育などを至近の応用として想定している。その枠組みを図1に示す。例えば、教室における授業などでは、VR技術(VRゴーグルなど)を利用することができれば、より実体験に近い形での再体験や学習が可能となる。将来的には、一部を取り出してコンテンツ化し、小中高生や一般の人々にも魅力的な教育・体験を提供することなども期待できる。また、身体的障害やその他の理由で現場へ行けない学習者や市民のために、様々なモダリティを用いた体験教育環境を整えることなども考えられる。

本稿のテーマであるデータマネジメントには直接関係ないが、この枠組みでは、(フィールドに行かなくてすむ)仮想化が主目的なのではなく、フィールドでの実体験を強化するためのサイバー技術を設計することが重要なポイントとなっている。そのためには、フィールド周辺の住民との関わり合いを支援することなども重要な要素となる。



図 2: フィールド実習の様子 (上が全方位画像から生成したパノラマ, 下がその一部の切り出し)

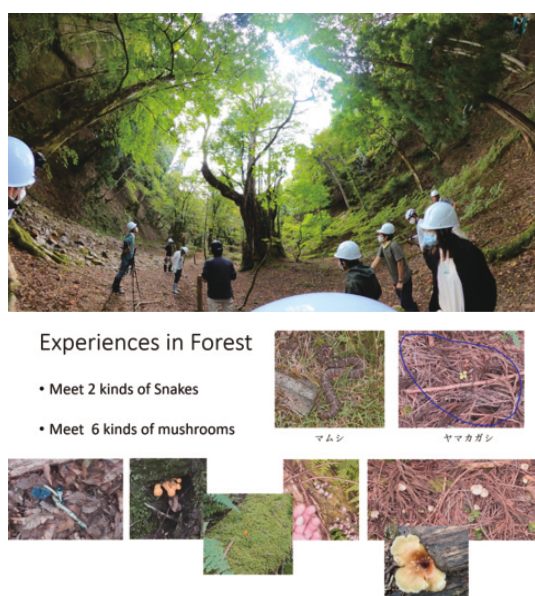


図 3: フィールド実習の記録. 上が参加学生の一人が選んだベストショット (研究林のシンボルとも言える大かつら), 下が参加学生が興味を持った対象の例

3 事例: 芦生研究林でのフィールドワーク実習

2020 年 9 月にフィールド科学教育研究センターの芦生研究林において、フィールドワーク実習の記録や振り返り学習などを試行した^[2]. そのためにまず、実習中の学生の様々な体験を学生目線で記録し、学生間で共有したり、追体験するためのツール

を設定した. 市販の全方位アクションカメラ (GoPro MAX その他) をヘルメットの上部に装着し、行動中に常に記録されるようにした. それとは別途、携帯カメラ等で適宜注目物を記録する設定とした. また、複数人で行動する場面をより高解像度で記録できるよう、少し大型の全方位カメラ (Insta360 Pro 2, 解像度 8K) を準備した. GPS データを受信・記録できるアクションカメラや手持ちカメラを用いれば、位置情報を用いて他のデータと照合することが可能になる¹. 映像の閲覧は、フィールドでの活動後、PC やタブレットを用いて行う.

これらの機器を用いてフィールド実習 (2 日間、のべ 28 名の参加者) を試行し、学習者の作業内容や周囲の状況が明瞭に記録されることを確認した. 全方位カメラからの映像の例を図 2 に、参加学生の興味の対象の例を図 3 に示す.

本試行では、それぞれのルートを往復することを基本とし、往路では指示や情報を特に与えずに学習者本人の興味に任せて見てもらった. 復路では、重要な対象がある地点で教員・技術職員による説明を加え、見るべき対象と注目すべきポイントなどの解説を与えた. 図 4 に、これらの説明によって参加学生が理解した内容の例を示す.

往路と復路では注目対象や行動が変わり、往路では見逃していた対象を復路で示されることになるが、往路の映像を見返すことや、2 日目の説明を基に 1 日目の映像を見返すことによっても新しい気づきが得られることを参加学生が報告している. その例を図 5 に示す. これらのことより、実習時には気付かなかった箇所を指導者の説明を念頭に見直すことによって、多くの新しい気づきが得られること、またその項目や場所が多岐に渡ることなどが確認された. さらに、映像を見返すことによって新たな疑問が湧いた例を図 6 に示す. 自分で調べたり教員に質問することも可能だが、これらを教室で他の学生と共有する仕組みがあれば、フィールド学習がより活発なものとなることが期待できる.

以上のように、携帯カメラなどによる部分的な記録では難しかった網羅的な行動記録が可能となることが確認できた. 今後も引き続き、本枠組みを広く実現するためのデータ加工・共有・分析方法の検討や実験を進めていく予定である. また、本事業の概要を、オンラインワークショップ、SUSTAINABILITY

¹2020 年には実現できなかったが、2021 年も研究林での実験を行って、GPS データを基に行動マップを生成できることが確認できており、それを振り返り学習に有効に活用できる.

フィールドワーク中の解説

- ・ オオバアサガラやシダの葉には毒があるため、鹿が食べずあちよちよに生えている
- ・ 芦生杉は積雪に適応するため茎に対して寝ている(日本海側の植物に共通)
- ・ 斜めに曲がってしまっている木の主な要因は積雪
- ・ 曲がった結果地面に枝がついてしまった場合そこから新たな芽をはやす
- ・ 植物には茎から出る葉の形状や枝ぶり、葉の枚数など様々な種類が存在する
- ・ 植物を識別する方法として、視覚的観点以外に匂いや触感なども利用される
- ・ 樹皮を一周剥かれると死んでしまう
- ・ クマなどによって樹皮をはがされると木材としての価値がなくなるため、守る必要がある
- ・ もともと人が住んでいたが電気を通す区画を決める際に退去した
- ・ etc...

調査で得た知見

- ・ 日本海側の杉は太平洋側と比べて葉や枝が柔らかい
→ 雪の重みで枝がしなり地面につき、そこから新しい木が生えてくる(伏条更新)
- ・ 雪の重みで木の根っこが曲がる
→ 根っこの曲がり具合で積雪量が予想できる
- ・ クマによって樹皮がはがされる
(目的は不明、食べる? マーキング?)
剥がされた場所から徐々に腐っていく
→ 売り物の樹木にはテープや網を巻いて保護




図 4: フィールド実習によって理解した内容の例 (参加学生のレポートから 1 ページずつ抜粋)

IN RESEARCH AND EDUCATION: EXPANDING THE FIELD FROM THE ASIA PACIFIC, 11, March, 2021 で紹介したところ, 考古学や環境に関するフィールドワークを行っている多くの研究者から賛同を得た。

4 事例: 高校生向けのサイバーフィールドワーク

学術情報メディアセンターでは、2017～2019 年の 3 年間、高校生を対象とした「サイバーフィールドワーク」を実施した^[2]。主旨は、図 7 に示したように、「京都大学の研究所・センター群、博物館等が保有する公開可能なデータやリアルタイムの観測データを高校生が閲覧しながら新しい知の発見につながる体験をし、その結果を発表する場を提供する」ことである。

以下に 2017 年の実施例を示す。霊長類研究所、野生動物研究センター、学術情報メディアセンター合同で 4 回の打ち合わせを行って 5 つのテーマを設定し、高校生約 80 名を招いて、表 1 のような形態で実施した。実習の様子を図 8 に示す。

2. 見返して気づいたこと

- ・ 「1 日目に見た人工林との違い」を焦点に見直した
- ・ 気づいたこと
 - ・ 人工林に比べ植生が豊か (右上図)
 - ・ 自然林のほうがギャップが多い → 草・シダが多い印象
 - ・ ネットの内と外では明らかに植生が違う (右下図)
(特に左側の斜面を見たら明らか)
 - ・ 斜面の方が木がたくさん生えていて、平地には低木・草・シダが多い?










図 5: フィールド実習を行った学生の振り返り例 (参加学生が説明に対応する部分を映像中から見つけ直した例, 下図は毒のあるために鹿に食べられないオオバアサガラの生育場所を映像中から確認している例)

映像を視聴して疑問に思ったこと

- ・ 倒木は間伐? 台風の影響?
- ・ 山の樹木の高さがバラバラ、人工林だから?
- ・ テープや網でクマから守れる?
- ・ 林道側だけ枝を残している理由




疑問点、気づいたこと

- ・ 毒がある植物のほかに、芦生杉やモミジも食べられていないように見えた
- ・ 鹿が寝かぬ位置にあるように見えないが芦生杉やモミジにも鹿があまり食べなかった理由があるのか




図 6: フィールド実習を行った学生の振り返りから得られた疑問例

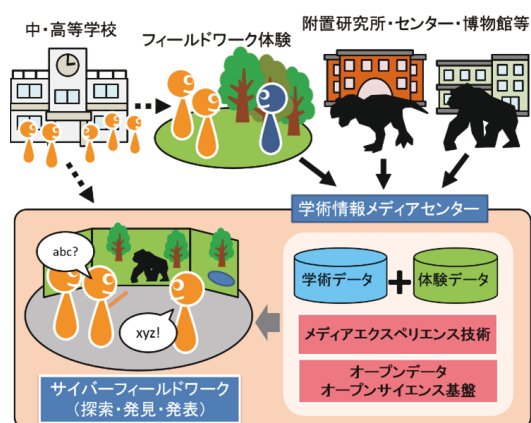


図 7: サイバーフィールドワークの考え方

表 1: 2017 年のサイバーフィールドワーク

日時 11 月 24 日 14:00～16:30

参加者 京都府立城南菱創高等学校
(高校生 84 名と引率教員 5 名)

テーマ

1. 自動撮影カメラを使ってアフリカ熱帯林の哺乳類を調べよう！（霊長類研究所）
2. 空からイルカを観察する（野生動物研究センター）
3. クスノキを探せ！（野生動物研究センター）
4. 京都や海外の都市を対象にした言語表記のエラー発見体験（学術情報メディアセンター）
5. スパコン計算結果の視覚的分析（学術情報メディアセンター）



図 8: サイバーフィールドワークの様子

実習の作業内容は、研究者がフィールドワークとして実際に行っている作業や分析の一部を切り出して、高校生に 2 時間程度体験してもらう内容となっている。例えば、右上のテーマ 1(自動撮影カメラを使ってアフリカ熱帯林の哺乳類を調べよう!) では、教員によって調査地(アフリカ熱帯林)や調査方法、自動撮影カメラの説明を行った後、生徒を 4 人ずつ計 5 班に分け、撮影された動物の種同定を行ってもらった。生徒は、調査地に生息する動物のイラストと映像を見比べながら同定を行い、その後、班ごとに同定された動物を発表し、全員での確認を行った。

テーマ 1 に参加した生徒からは、「たくさんの種類の野生の動物を同定するのは難しかった」、「姿が似ている動物でも動く速さが違ったり、跳んだり、跳ばなかったりしていて、新しい発見だった。」等、種々の感想をもらっている。テーマ 2 では、「京大に通っている人が普段どんなことをしているのか、自分たちで体験することによって、よりよく分かりました」、「すごく細かい作業だし、…難しかったけど、…生息数やどのくらいの群れで行動するのかを調べるためにするんだなぁと思うと単純にすごいなぁと思いました」、その他の感想をもらっている。どのテーマも単純作業や判断が難しい分析内容などを含んでいるが、飽きた、難しすぎてわからない、などの感想は見られず、それぞれの生徒が自分なりに集中して取り組んだことが推察される。

2018, 2019 年度も、霊長類研究所、生態学研究センター、野生動物研究センターの協力を得て、学術情報メディアセンターにおいてサイバーフィールドワークを実施した。テーマは、サルの性別判定、「DNA バーコーディング」で探る共生のネットワーク、ウマの群れの動き分析、その他²となっており、実際に研究者が取り組んでいる生のフィールドワークの一部を切り出した内容となっている。これらのテーマについても、全般的に、大変面白く有意義な体験学習であったとの感想をもらっている。

このような活動を通して得られた知見として、フィールド研究の結果だけではなく、フィールドワークの過程自体を切り出して若い世代に体験してもらうことが、少しの工夫によって可能になるということであり、それに大きな意義がありそうだということである。実際に、熱意のある教員や大学院生の説

²その他のテーマには、自然科学だけでなく、言語学、情報メディア、計算科学などのフィールドが含まれているが、いずれも、生徒が研究者と同じ目線で問題を考えることができるように構成されている。

明を聞きながら生のデータを扱うことによって、単純作業でも意義を感じながら熱心に取り組む生徒の様子が見られるとともに、多くの肯定的な感想が得られている。

このような最先端の研究者が扱う問題を切り出すための原データとして、前節で述べたような、フィールドワークのライフログ的な記録の活用が考えられる。実習の導入として、VR 技術を用いて臨場感の高い提示をすることによって、学習者のより一層の興味とやる気を引き出すことも期待できる。また、実際のフィールドで起こる問題や苦勞などを映像を提示しながら説明することによって、実習によりリアリティを持たせることもできるだろう。

5 データマネージメントの課題

研究者による専門的な研究・分析データに加え、上で述べてきた、多様な、参加者(研究者、学習者、その他)、時間(年月、季節、時刻)のフィールド行動記録を蓄積していくためには、膨大な容量が必要となる。上記芦生で記録した全方位映像は一時間あたり数十 GB になり、数人の行動記録を 1 日分蓄積するだけでもテラバイト級のデータとなる。これを全てまとめて一元的に蓄積する必要はないとしても、この膨大なデータを紐付け、相互利用を可能にするデータマネージメントの実現が望まれる。

フィールドの生データそのままでは閲覧に膨大な時間がかかるため、収録データの検索や横断的な閲覧を可能にすること、自動認識技術など用いてデータの前処理をすることなどが必要となる。このようなデータサイエンスのツールを備えたデータセンターがあることが望ましい。このような機能の一部を持たせることを目指したデータプラットフォームとして、mdx^[3]の運用が始められている。京都大学(学術情報メディアセンター)もその運用に関わっており、積極的な利用を呼びかけている^[4]。ただし、フィールド教育現場などで参加学生のデータを保存・処理するような状況では、その場に参加した人がより簡便に使える枠組みが必要とされている。将来的には、このような現場と大規模なデータセンターとのシームレスな連携が望まれる。

小グループでのデータ共有からオープンサイエンスとしてのデータ公開まで、データ管理をシームレスにするための枠組みとしては学認 RDM^[5]がある。フィールド学習のためには、教育現場で学習者が簡

単に参加できるように機能が拡張されていくことが望まれる。さらに、このような問題に関連して、一般の市民がフィールドや周辺で撮影した画像・映像(例えば、野山の散策時の記録)等も重要なデータとなる場合もあり、不特定の提供者からのデータを扱う枠組みも必要であろう。

6 おわりに

フィールド科学はあまりにも多岐にわたるため、一般的なデータマネージメントについて議論することは難しい。そのため、本稿では我々が行ってきたフィールドワークの体験記録、また、その利活用に焦点を絞って紹介し、また、そこから得られた経験をもとに、その有効性やデータマネージメントに望まれることなどを議論した。フィールドワークの行動記録データなどは膨大な量になり、さらに、その中に重要な情報が含まれるかどうかはすぐにはわからないが、上述したように、学習者にとって多くの新しい情報や気づきを与えてくれるデータとなることが明らかになっている。さらに、他者と共有することによってより有効に利用できるデータとなっていることを実証していきたい。また、このようなデータの利活用をサポートするようなデータマネージメントの枠組みについても提案していきたい。

参考文献

- [1] 京都大学フィールド情報学研究会, 「フィールド情報学入門」, 共立出版, 2009
- [2] 学術情報メディアセンター年報: 2017~2019 年版 第 III 部 4.2 節 サイバーフィールドワーク構想, 2020 年版 第 III 部 4.2 節 サイバーフィジカル混成によるフィールド実習教育・研究の支援 https://www.media.kyoto-u.ac.jp/accms_web/document/info
- [3] mdx: <https://mdx.jp/>
- [4] 京都大学における mdx の案内: https://www.media.kyoto-u.ac.jp/accms_web/news/2293.html
- [5] 学認 RDM: <https://rcos.nii.ac.jp/service/rdm/>