

# 自然科学系プロジェクト報告書

サブプロジェクト名称

「高知県中山間地域の小規模校の  
遠隔教育導入を支援する高度情報技術の開発」

# 1 総括表

## 1-1 組織

氏名		部門
代表	岡本 竜	理工学部門
分担	塩田 研一	理工学部門
	森 雄一郎	理工学部門
	高田 直樹	理工学部門
	三好 康夫	理工学部門
	老川 稔	理工学部門
	鈴木 一弘	理工学部門
	石黒 克也	理工学部門

## 1-2 研究経費

総額 360 千円（うち年度計画実施経費 300 千円）

## 1-3 活動総表

事項		件数等	金額（千円）	
研究 活動	学術論文	5		
	著書	0		
	紀要	0		
	報告書	3		
	学会発表	3		
	セミナー・講演会・シンポジウム等の開催	1		
地域貢献	3			
外部資金	科研費			91,000
	共同研究			0
	受託研究			0
	奨学寄付金			0
	その他			0
	合計			91,000
特許等	該当なし			
その他特記事項	学会受賞 1 件			

## 2 研究概要

### 2-1 研究目的

高知県では著しい過疎化の影響により、中山間地域の高等学校の存続維持が困難な状況となっている。近隣に他の高等学校がない学校については、最低規模の特例として1学年1学級20名以上の学校規模で維持しており、今後10年間で県立高等学校36校のうち1/3の13校程度が実質的にこの規模の学校となる恐れがある。生徒が少ないことから生徒の進路希望に応じた選択科目の設置が困難なことなど、教育機会の提供や教育の質を維持するための課題がある。そこで、高知県教育委員会は、遠隔教育を導入することで生徒の進路に応じた選択科目を設置し、遠隔教育による単位認定を目指した取り組みを行っている。この取り組みは「遠隔教育における学校体制の構築と生徒の能動的な学習を支援する汎用的な学習指導方法の研究」として、文部科学省の「多様な学習を支援する高等学校の推進事業」に本年度採択された。取り組みを進めるにあたり、教育委員会は文部科学省から推薦された有識者を通じ、本プロジェクトリーダーの岡本とメンバーの三好にアドバイザーとしての協力を依頼した。このような経緯があり、現在、三好が取り組みの検討会議の委員を務めている。

教育委員会の研究目標は遠隔教育における学習指導方法の確立と単位認定にあり、利用している情報技術は一般に広く普及したものを適用しただけとなっている。検討会議においても複数の委員から、異なる学校の教員間の情報共有のためにもLMS(Learning Management System)を早期導入すべきであるとししばしば指摘されているが、教育委員会ではLMS運用のノウハウがなく見送られている状況である。

そこで本プロジェクトでは、理工学部門の情報科学科教員と総合情報センター教員との連携により、遠隔教育導入を支援する高度情報技術の開発を目指した研究を行う。具体的には、(1)教師・生徒カメラの自動制御、(2)遠隔合同授業を対象とした遠隔非同期による研究授業レビュー支援システム、(3)授業改善支援システムやオンデマンド型学習、教員間の情報共有に対応するLMS、(4)高等学校の教育ネットワークの安全性を保ちつつ情報技術を活用した教育提供の方法などの開発を目指す。

### 2-2 研究成果

#### (1) JICA国際研修での講演(2019年7月12日)

本サブプロジェクトの取り組みについて、国際協力機構JICAと高知大学国際連携推進センターの連携によるアジア・アフリカ及び大洋州の国を対象にした国際研修である「“子どもの学びを保障する”へき地教育の推進 -SDGsの達成に向けて」において、岡本・三好が講師を担当し、高知県の中山間地域における小規模校での遠隔合同授業の取り組みの現状と、現在取り組んでいる研究プロジェクトから、電子黒板へのシルエット提示システム、バルーン型ドローンによる俯瞰撮影技術、研究授業レビュー支援システムなどについて13カ国15名の方々に紹介し、活発な議論を行い有益な意見交換を行った。

#### (2) 第44回教育システム情報学会全国大会における研究授業レビュー支援システムに関する成果報告(2020年9月12日)

同期および遠隔非同期による研究授業レビュー支援システムの基礎となる、電子化指導案作成ツールの試作に取り組み、その成果を発表した。梶谷 拓実、岡本 竜、三好 康夫: 研究授業レビュー支援システムのための電子化学習指導案の開発, 教育システム情報学会 第44回全国大会 講演論文集, pp. 203-204.

- (3) 「令和元年度 第1回 高等学校における次世代の学習ニーズを踏まえた指導の充実事業に関する検討会議」への出席（2019年10月7日）

高知県立梶原高等学校にて行われた「令和元年度 第1回 高等学校における次世代の学習ニーズを踏まえた指導の充実事業に関する検討会議」にプロジェクトメンバである三好が委員として出席し、遠隔合同授業の実施を含む次世代の学習ニーズとそれに対応するための方法・計画の検討について意見交換を行った。

- (4) 「令和元年度 高知県遠隔教育フォーラム」, および, 「令和元年度 第2kai 高等学校における次世代の学習ニーズを踏まえた指導の充実事業に関する検討会議」への出席（2019年12月18日）

2019年12月18日に高知県教育センターにて行われた「令和元年度 高知県遠隔教育フォーラム」と同時開催の「令和元年度 第2回 高等学校における次世代の学習ニーズを踏まえた指導の充実事業に関する検討会議」にプロジェクトメンバである三好が委員として出席し、遠隔合同授業の実施を含む次世代の学習ニーズとそれに対応するための方法・計画の検討について意見交換を行った。

- (5) 指導学生の卒業論文発表における研究成果報告（2件）（2020年2月14日）

- ① 岩本拓巳：“電子黒板に表示する遠隔授業用教師シルエットの Web カメラを用いた生成手法の開発”，高知大学理学部応用理学科情報科学コース，令和元年度卒業論文。
- ② 岡村捷大，小森公兵：“研究授業レビューのためのマルチアングル動画に対するアノテーション手法”，高知大学理学部応用理学科情報科学コース，令和元年度卒業論文。

- (6) 教育システム情報学会研究会学生研究発表会における研究成果報告（2件）（2020年3月8日）

令和2年3月8日に行われた教育システム情報学会学生研究発表会にて，指導学生2名が本プロジェクトに関する研究発表を行い，内1件が優秀学生賞を受賞した。本研究会は，当初，香川高等専門学校を会場として開催される予定であったが，新型コロナ対策として遠隔地からのオンラインによる参加・審査による実施となった。

- ① 岩本拓巳，三好康夫，岡本竜：“電子黒板を用いた遠隔授業のための教師シルエット生成手法の開発”，2019年度 教育システム情報学会 学生研究発表会，pp.209-210。
- ② 小森公兵，岡本竜，三好康夫：“研究授業レビュー支援のためのマルチアングル動画提示によるアノテーション作成手法”，2019年度 教育システム情報学会 学生研究発表会，pp.207-208。（優秀学生賞を受賞）

- (7) 高知大学リサーチマガジンへの寄稿（2020年3月9日）

学系長からの依頼により高知大学リサーチマガジンに本プロジェクトの研究内容を紹介する記事を寄稿し，これまでの取り組み状況と成果について説明した。

- (8) 令和元年度 サブプロジェクト年次成果報告会（2020年3月31日）

令和2年3月31日(火) 15:00～17:00（於. 高知大学情報科学棟）に，本年度のサブプロジェクト年次報告会を行った。本報告会では本プロジェクトの全体，および，本年度の研究計画を確認の上，本年度の研究の実施状況についてプロジェクトリーダーによる総括が行われた。また主要な研究課題についての報告も行われた。

### 2-3 特筆すべき事項

本研究は高知県教育委員会が平成27年度から試験的に導入を始めた遠隔合同授業システムの運用の改善・発展を支援する形で，既存の遠隔合同授業システムの改良に留まらず，既存の情報技術を超えた新規性の高い高度情報技術を独自開発することにより，新しい形態の教育支援システムを提案・開発し，その有効性を検証することを目的としている点に特徴がある。

## 「基礎科学融合」サブプロジェクト

### 遠隔授業に対する技術支援研究の進捗報告と研究計画案

● 三好 康夫（自然科学系理工学部門）

#### 1. 研究目的

本プロジェクトは、高知県教育委員会が取り組んでいる遠隔教育を支援する目的で進めている。高知県教育委員会では、平成 27 年度から 29 年度までの 3 年間、文部科学省指定委託事業（多様な学習を支援する高等学校の推進事業）として、「遠隔教育における学校体制の構築と生徒の能動的な学習を支援する汎用的な学習指導方法の研究」というテーマで研究の取り組みを行った。平成 30 年度と今年度は、文部科学省の指定事業（高等学校における次世代の学習ニーズを踏まえた指導の充実事業）として、「ICT 活用（遠隔教育）による中山間小規模校での学力保障」という課題名で調査研究を実施した。

本研究では、これまで、教育委員会や遠隔教育実施校とのヒアリング等を通じ、遠隔授業の技術的な問題点の整理と本プロジェクトで開発すべき技術の提案を行い、電子黒板への教師シルエット表示システムの試作を行ってきた。本年度の研究進捗と新たに提案する支援システムについて、本稿にて報告する。

#### 2. 研究結果

##### （1）成果

筆者は、先に述べた高知県教育委員会の文部科学省指定委託事業に関連する検討会議（高等学校における次世代の学習ニーズを踏まえた指導の充実事業に関する検討会議）の委員を務めており、2 回の会議（第 1 回：2019 年 10 月 7 日（於：高知県立榑原高等学校）、第 2 回：2019 年 12 月 18 日（於：高知県教育センター））に出席した。それぞれの検討会議の際には遠隔授業の授業参観も行われ、技術的な問題点の確認を行った。

遠隔授業において、受信側の教室には、教師の動きや教室の雰囲気等を見るための「引き」のカメラ映像用のモニターと、電子黒板の 2 つの大きなモニターがある（図 1）。電子黒板は板書の文字を見るための「寄り」のモニターであるが、配信側の教室のコンピュータの画面を直接配信しているため、教師の姿は映っていない。そこで本システムでは、図 2 に示すように、電子黒板を映したモニター上に、電子黒板の前に立つ教師のシルエットを重ねて表示する。このように教師シルエットを重ねて表示した電子黒板の画面を受信教室と共

有することで、受信教室の生徒は寄りのモニターでも教師の姿を見ることができる。

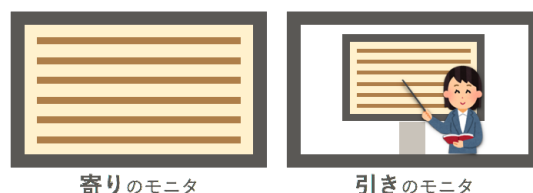


図 1. 遠隔授業で受講生が見る 2 つのモニター

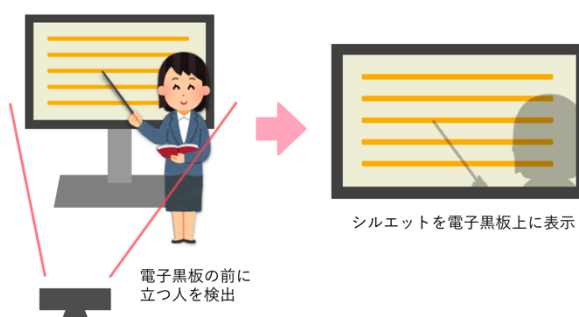


図 2. 教師シルエット表示

教師シルエットを生成するためにこれまでは Depth カメラを用いてきた。本年度は、この教師シルエット生成を Web カメラのみを用いて行うことができないかを試みた。Depth カメラを用いた場合と Web カメラを用いた場合の教師シルエット生成の違いを図 3 に示す。

図 3 に示した流れで Web カメラのみを用いた教師シルエットの生成は可能であることは確認できた。しかしながら、次に示す問題点も確認され、既存の Depth カメラを用いる生成手法の方が有用であるとの結論を得た。

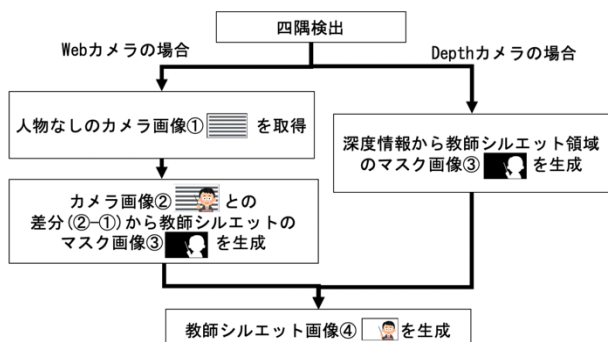
##### （2）問題点等

Web カメラを用いた教師シルエットの生成プログラムを試作して確認できた問題点のうち、ここでは 2 つの問題点を紹介する。1 つ目は、電子黒板システムの PC の CPU 負荷が大きくなりすぎることである。図 3 の③のマスク画像を生成するまでに、Depth カメラと比較して複雑な画像処理が必要となることが原因である。2 つ目は、Web カメラが自動的に露光やホワイトバランスを補正することで、教師シルエットの生成時に非常に大きなノイズが発生してしまうことである。カメラの機種ごとに補正のされ方の違いが大きいこと

から対策は困難であり、自動補正機能をオフできない Web カメラではノイズを軽減させることは難しい。

図 3. 教師シルエット生成の流れ

### 3. 今後の展望



次年度の研究計画として、3つのテーマを検討している。1つ目はこれまでの教師シルエット表示システム開発を継承するテーマで、あとの2つは新たに提案する遠隔教育支援システム開発に関するテーマである。

#### ①教師シルエット配信機能の開発

現在の教師シルエット表示システムでは、シルエットの配信を電子黒板の画面共有機能に頼っている。高知県で導入されている遠隔授業システムは、引きのカメラ映像や音声の通信でネットワークの帯域を占有している。そのため、電子黒板の画面共有の通信速度が遅くなり、シルエット表示の遅延が問題となっている。

そこで、シルエット表示の遅延を減らすため、電子黒板の画面共有機能に頼る方式を見直し、シルエットの効率的な配信機能を実装することでシステムの改良を行う。

#### ②指ジェスチャで直感的に拡大・縮小が可能な書画カメラの開発

既存の多くの書画カメラは、ボタンやレバーなどでズーム倍率を変化させることで拡大・縮小の操作を行うため、直感的な操作が難しい。ICT機器を使い慣れていない教師が既存の書画カメラを利用すると、ズーム機能を有効に使うことができないため、スクリーンや電子黒板などに小さな文字を投影した状態のまま授業が行われてしまうことになる。

そこで、タッチパッドのように指ジェスチャのピンチイン・ピンチアウトで拡大・縮小の操作が可能な書画カメラの開発を行う。

#### ③遠隔授業のためのサポート教員支援ツールの開発

高等学校における遠隔授業では、受信側の教室にサポート教員（実施教科の免許の有無は問わな

い）が立ち会わなければならないこととなっている。しかし、サポート教員には役割が明確に与えられておらず、授業中にサポート教員のやることのない時間が多くある等、サポート教員を有効に活用できていない。

そこで、サポート教員が授業補助を行う時に有用な支援ツールの開発を行う。スマートフォンやタブレット端末で利用できるアプリとして実装し、遠隔授業のサポート教員だけでなく、大学の対面授業での TA にも有用な支援ツールを目指す。授業中に気づいたことを記録し、配信側の講師へ簡単に知らせる機能や、情報共有サーバあるいは LMS サーバに蓄積する機能を検討している。

### 4. 業績リスト

- (1) 学術論文
  - ①岩本拓巳：“電子黒板に表示する遠隔授業用教師シルエットの Web カメラを用いた生成手法の開発”，高知大学理学部応用理学科情報科学コース令和元年度卒業論文，2020.
  - ②岩本拓巳，三好康夫，岡本竜：電子黒板を用いた遠隔授業のための教師シルエット生成手法の開発，2019 年度 JSiSE 学生研究発表会，pp.209-210，2020.
- (2) 紀要
  - なし
- (3) 報告書
  - 三好康夫：「県教育委員会との連携及び研究進捗報告」，学系サブプロジェクト年次報告会，2020/3/31.
- (4) 学会発表
  - 岩本拓巳，三好康夫，岡本竜：電子黒板を用いた遠隔授業のための教師シルエット生成手法の開発，2019 年度 JSiSE 学生研究発表会，2020/3/8.
- (5) セミナー等の開催
  - なし
- (6) 地域貢献活動
  - 高等学校における次世代の学習ニーズを踏まえた指導の充実事業に関する検討会議への委員としての出席（2回）
- (7) 外部資金
  - なし
- (8) その他
  - なし

## 遠隔合同授業を対象とした研究授業レビュー支援システムの開発

● 岡本 竜 (自然科学系理工学部門)

### 1. 研究目的

高知県の中山間地域における小規模校では少子高齢化の影響により、研究授業の実施回数や参加者数の確保が困難であることが先行研究における県立高等学校の教員・学校長を対象としたアンケート調査により明らかになった。その原因としては、研究授業が通常業務や校務と同時並行して行われること、中山間地域での学校間の距離が遠いことに起因して指導主事や学外教員を呼ぶことが困難であるなどの理由が挙げられている。

本研究では、この時間・距離的な問題を遠隔かつ非同期的な使用が可能な研究授業レビュー支援システムを新たに提案・開発することにより解決し、遠隔合同授業における研究授業を通じた教師教育の質的向上を目指している。

### 2. 研究結果

#### (1) 成果

本支援システムは、研究授業における参観授業、および、その後に行われる検討会でのレビュー作業を電子化して支援するとともに、当日参加できなかった者にもネットワークを通じて非同期・遠隔でレビューに参加させることを目指している。

システムは新規性の高い複数の要素技術の組み合わせにより実現される。本年度は昨年度からの技術開発をさらに進めるとともに、新たな要素技術の開発にも着手した。

#### 電子化学習指導案作成ツールの開発

研究授業では、見学者に授業が行われるクラスの様態や授業の構築方法を伝えるため、学習指導案が配布される。見学者は授業の様子を観察しながら、学習指導案に検討会の際にする指摘などを書き込むため、研究授業において、学習指導案は重要な役割を担っている。よって遠隔非同期にて研究授業を実現するためには、学習指導案の電子化は必須である。

本研究では、既存の13都道府県の学習指導案を入手・精査し、2県以上で採用されている18項目を基本記載項目とし、9項目の教員や生徒の所作を定義することで、図1に示すようなグラフィカル表示と直接操作が可能な電子化指導案作成ツールを試作し研究授業経験者による作成作業の評価を行った。

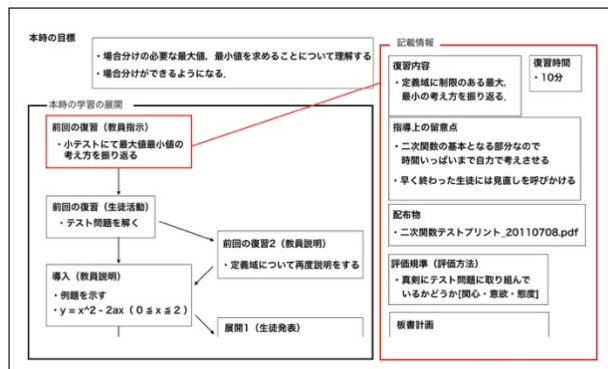


図1 電子化指導案の作成例

#### マルチアングル動画撮影ツールの開発

現在、高等学校に導入されている動画配信システムは、教師用、生徒用、電子黒板用の3つの撮影装置のデータを個別の回線でやり取りしており、各々で撮影される映像は単独でDVDに記録・保管されるのみである。しかし、遠隔合同授業における研究授業への遠隔・非同期的な参加を可能とするためには、複数の映像リソースからの映像を同時に収録し、それらを関連付けて活用する専用の撮影装置が必要となる。しかし、一部の高価な業務用システムを除き、マルチ動画撮影に対応した廉価なソフトウェアはない。

本研究ではUVC(USB Video Class)規格のビデオ撮影装置を最大4台接続し、1台のコンピュータで同時録画・管理できるソフトウェアを独自に開発した(図2参照)。本ソフトウェアは安価なWebカメラからHDMI-USB出力変換を利用した4K高画質カメラまで幅広く対応している。



図2 マルチアングル動画撮影ツール

### (c) マルチアングル動画のレビュー配信とアノテーション作成手法の提案・試作

本研究が目指すレビュー支援システムでは、研究授業を複数のカメラで撮影したマルチアングル動画を同時再生させることにより、従来の研究授業と同様に複数の視点からの授業参観を再現する。しかし、一般的な動画配信技術は複数の動画をネットワーク越しに同期的に再生には対応しておらず、既存の配信技術での対応が難しいことが分かった。そこで本研究では1時間約1GBの動画3本を同時に送受信する通信プログラムを開発し、3秒以内の待ち時間で同時再生を開始することを可能とした。

つぎに本研究では、この技術を使って複数動画に対するアノテーション作成手法を提案した。複数動画を前提とする場合は、指摘対象として授業者と生徒の反応の因果関係などを考慮した様々な事象が含まれる。よって一般的な言語表現によるコメント作成を主体とするレビュー作業の負荷は極めて高くなる。そこで本研究では、指摘対象を視覚的に提示し、レビューの作業負荷を軽減することを目的に、静止画を対象とするビジュアルアノテーション手法をマルチアングル動画に対して拡張した。図3に本年度試作した試作ツールを示す。

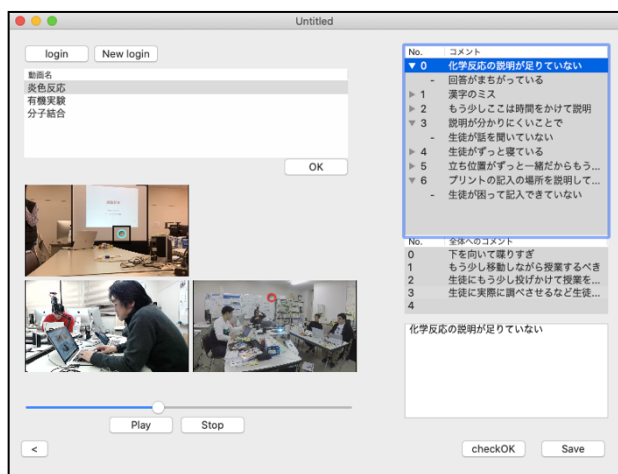


図3 マルチアングル動画に対する再生・アノテーション作成ツール

### (2) 問題点等

電子化指導案作成ツールについては、評価実験の結果、操作性やデータの表示方法などの改善が必要であることが分かったため、今後、マルチアングル動画の提示・アノテーション機能との統合に合わせて改めてインターフェースの再設計が必要である。また、マルチアングル動画の提示に関しては、複数動画にまたがる事象に関するアノテーション手法の考案が必要である。指摘内容に応じて複数の動画を異なるタ

イミングで再生・参照するために、実際の研究授業で行われている指摘内容のパターン定義と、それに準じた再生手法の提案が必要である。

### 3. 今後の展望

本年度までに行ってきた要素技術の開発を継続しながら、最終目標となるレビュー支援システムを構築するために段階的な統合化を図る。

### 4. 業績リスト

#### (1) 学術論文

- ① 梶谷 拓実, 岡本 竜, 三好 康夫: 研究授業レビュー支援システムのための電子化学習指導案の開発, 教育システム情報学会 第44回全国大会 講演論文集, pp.203-204.
- ② 岡村捷大, 小森公兵: “研究授業レビューのためのマルチアングル動画に対するアノテーション手法”, 高知大学理学部応用理学科情報科学コース令和元年度卒業論文, 2020.
- ③ 小森公兵, 岡本竜, 三好康夫: “研究授業レビュー支援のためのマルチアングル動画提示によるアノテーション作成手法”, 2019 年度教育システム情報学会 学生研究発表会, pp.207-208. (優秀学生賞を受賞).

#### (2) 紀要

なし

#### (3) 報告書

岡本竜: 遠隔合同授業を対象とした研究授業レビュー支援システムの開発, 学系サブプロジェクト年次報告会, 2020/3/31.

#### (4) 学会発表

- ① 梶谷 拓実, 岡本 竜, 三好 康夫: 研究授業レビュー支援システムのための電子化学習指導案の開発, 教育システム情報学会 第44回全国大会, 2019/9/12.
- ② 小森公兵, 岡本竜, 三好康夫: “研究授業レビュー支援のためのマルチアングル動画提示によるアノテーション作成手法”, 2019 年度 教育システム情報学会 学生研究発表会, 2020/3/8.

#### (5) セミナー等の開催

なし

#### (6) 地域貢献活動

なし

#### (7) 外部資金

「令和元年度科学研究費補助金」基盤研究C 代表 910 千円 (直接経費) 700 千円 (間接経費) 210 千円

#### (8) その他

(4)-③ により優秀学生賞を受賞した