

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	4		
	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	0	本年度はコロナ禍により教育委員会や高校との検討会や評価実験等全て中止となった		
外部資金	科研費			1,040
	共同研究			0
	受託研究			0
	奨学寄付金			0
	その他			0
	合計			
特許等	出願済み特許 1 件の審査請求を検討中			
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)プレゼンテーション・ピアレビュー支援研究の応用による授業改善支援システム、(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、(5)グラフ理論の応用による、震災後に学校教育を早期再開するためのネットワーク多重化設計アルゴリズムなどの開発を目指す。

2-2 研究成果

- (1) 第45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(2021年9月03日)

研究授業レビュー支援システムにおいて非同期的かつ遠隔によるレビュー支援環境を実現するため、複数の視点からの動画撮影とレビューアへの提示による授業の再現と、それらに対するアノテーション作成の機能の設計と試作に取り組み、その成果を発表した。小森公兵，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”，教育システム情報学会 第45回全国大会 講演論文集，pp.215-216，2020.

(2) 電子情報通信学会教育工学研究会における遠隔授業のための書画カメラ開発に関する成果報告（2020年12月12日）

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。これまでの検討会やヒアリングから 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ず、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が問題とされていた。そこで、マウスホイールを用いて高速にズームを行い、さらに、安価な小型プロジェクタにより、スクリーンに投影中の領域の枠を手元の資料上に表示できる新しい書画カメラの開発と評価実験を行い、その成果を発表した。西尾寛人，三好康夫，岡本竜：“授業での利用を想定した書画カメラのユーザインタフェースの試作”，電子情報通信学会教育工学研究会技術研究報告（vol. 120, no. 289）ET2020-39, pp. 29-32, 2020.

(3) 指導学生の卒業論文発表における研究成果報告（2件）（2021年2月16日）

(a) 西尾寛人：“授業での利用を想定した書画カメラのユーザインタフェースの開発”，高知大学理工学部情報科学科 令和2年度卒業論文, 2021.

(b) 森雅史：“遠隔合同授業におけるマルチアングルを用いた生徒の非言語情報の取得・活用方法の検討”，高知大学理工学部情報科学科 令和2年度卒業論文, 2021.

(4) 令和2年度 サブプロジェクト年次成果報告会（2021年3月4日）

令和3年3月4日(火) 16:00~18:00 (Teams オンライン会議)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。また主要メンバ2名による進捗状況の個別報告も行われた。

(5) 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（2021年3月7日）

令和2年3月7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、指導学生が本プロジェクトに関する研究発表を行い、優秀学生賞を受賞した。本研究会は、当初、香川大学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。森雅史，岡本竜，三好康夫：“遠隔合同授業における見取りを支援する自動俯瞰撮影装置の検討”，2020年度 教育システム情報学会 学生研究発表会論文集，pp. 223-224, 2021.

(6) 高知大学 SDGs報告書「Kochi University SDGs Action Version2.0」への寄稿（2021年3月31日）

高知大学SDGs報告書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報告・説明した（p. 55）。

2-3 特筆すべき事項

本年度はコロナ禍の学校現場への影響が極めて甚大であったため、これまで、毎年構成メンバーとして委員参加してきた「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」や、「高知県遠隔教育フォーラム」などの開催が全て中止となり、高知県教育委員や高知県立高等学校に対する直接的な地域貢献を実施することは叶わなかった。また、各種システム開発においても、教育現場での動作テストや評価実験などの実施が軒並み不可能な状況となった為、その影響は大きい。

「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年度と令和元年度は、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、これまでの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と試作を行う。昨年度までに行ってきた電子黒板への教師シルエット表示システムの試作のほか、本年度は、授業での利用を想定した書画カメラの開発や遠隔授業のための見取り支援システムの設計にも取り組んだ。これらの研究進捗について、本稿にて報告する。

2. 研究結果

（1）成果

① 教師シルエット表示システムの開発

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。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1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。

これまでに開発してきた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の実装を行っているところである。

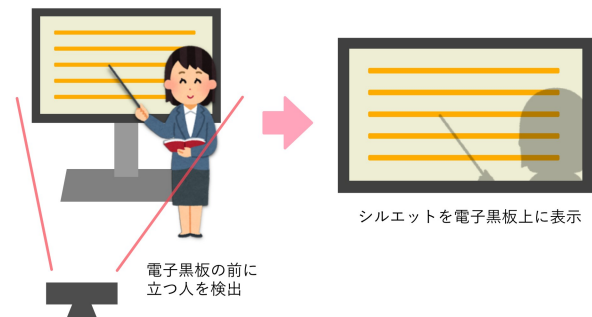


図1. 教師シルエット表示

② 授業利用を想定した書画カメラの開発

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、図2に示すような構成で書画カメラを開発した。本書画カメラは、マウスホイールを用いて高速にズームを行うことができ、さらに、安価な小型プロジェクタにより、スクリーンに投影中の領域の枠を手元の資料上に表示できるため、直感的な操作が可能である。本書画カメラを用いて模擬授業を行う小規模な評価実験を実施し、これらの機能が使いやすく有用であることを確認した。これらの成果は研究会にて発表している。

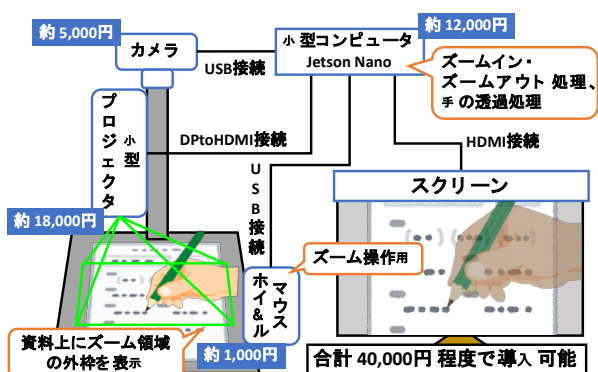


図2. 開発中の書画カメラの構成

③ 遠隔授業のための見取り支援システムの設計

高知県で実施されている遠隔授業では、配信教室の教師は、受信教室にいる生徒の様子をモニターに映し出された生徒撮影カメラの映像でしか確認することができない。本研究では、対面授業で行われる机間巡視に近い環境を提供することを目的とした見取り支援システムの開発を目指し、その設計を行った。現在設計中のシステム構成を図3に示す。②の書画カメラの技術を応用し、教師端末から、各生徒の机上看ることや、机上にアドバイスの書き込みを行うことなどができる。現在は、詳細設計を行いつつ必要となる技術の検証等を行っている。

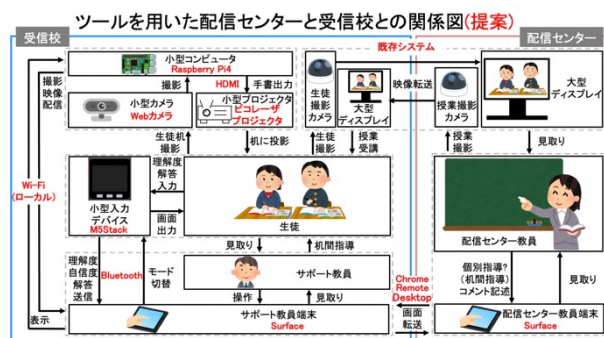


図3. 設計中の見取り支援システム

(2) 問題点等

②の書画カメラには、①の教師シルエット表示機能の技術を応用し、スクリーン投影時に手を透過表示する機能の実装を計画しているが、現時点では実用レベルには至っていない。原因は、書画カメラの投影物（プリントなど）が動いた際に検出することができていないため、これにより、投影物を動かしてしまうと投影物の残像が半透明で表示されたままになってしまう。

3. 今後の展望

次年度は、先述した①②③の開発を進め、評価実験を実施することを検討している。コロナ禍の影響で評価実験（被験者を集めての模擬授業）の実施が難しいため、①②についてはTeams等を用いたオンライン形式での授業にも適用できるよ

うシステムを改良し、利用事例や実績を増やし、評価を行いたいと考えている。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

- ① 西尾寛人, 三好康夫, 岡本竜: “授業での利用を想定した書画カメラのユーザインタフェースの試作”, 電子情報通信学会教育工学研究会技術研究報告 (vol.120, no.289) ET2020-39, pp.29-32, 2020.
- ② 西尾寛人: “授業での利用を想定した書画カメラのユーザインタフェースの開発”, 高知大学理工学部情報科学科令和2年度卒業論文, 2021.

(2) 紀要

なし

(3) 報告書

三好康夫: “研究進捗報告”, 学系サブプロジェクト年次報告会, 2021/3/4.

(4) 学会発表

- ① 西尾寛人, 三好康夫, 岡本竜: “授業での利用を想定した書画カメラのユーザインタフェースの試作”, 電子情報通信学会教育工学研究会, 2020/12/12.

(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

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。本年度はこれまで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取り組んだ。

① 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状況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、グラフ構造として表示し直接操作が可能な電子化指導案のインターフェー

スの試作・改良を続けている。

② 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。

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。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できた。

③ 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ツールの試作

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いない。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。

また本研究では、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1に本年度試作した支援ツールを示す。

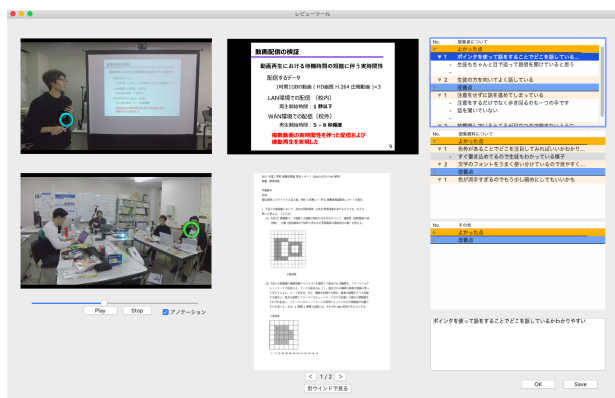


図1. アノテーション作成

④ バルーン型ドローンによる俯瞰撮影装置の自動制御方式の検討と制御実験

本研究が目指すレビュー支援システムでは、マルチアングル動画による撮影により、オンライン授業に特有の問題とされる教師による生徒の見取りに関する問題を解決し、非言語情報を含めたマルチチャンネルによる情報伝達の実現を目標にしている。その為、本プロジェクトにおいて2017年度に特許申請を行った、バルーン型ドローンを用いた教室環境の俯瞰撮影装置による自動撮影に着手した。本年度は、自動制御方式の検討に加え、撮影する対象人物の自動検出、撮影対象の移動検知と撮影装置の移動などについて各種手法を検討の上、実験を行い一定の成果を得た。図2に撮影画像からの人物領域の検出例を示す。



図2. 撮影画像からの人物領域の検出

(2) 問題点等

マルチアングル動画を用いた配信とアノテーション作成については一定の成果を得たが、実用化には、収集される動画データやアノテーションをデータベース化と、その活用方法の更なる検討が必要である。俯瞰撮影の自動制御については、今後も実験を通じた検証が引き続き必要である。

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 小森公兵, 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”, 教育システム情報学会 第45回全国大会 講演論文集, pp.215-216, 2020.
- ② 森雅史: “遠隔合同授業におけるマルチアングルを用いた生徒の非言語情報の取得・活用方法の検討”, 高知大学理工学部情報科学科 令和2年度卒業論文, 2021.
- ③ 森雅史, 岡本竜, 三好康夫: “遠隔合同授業における見取りを支援する自動俯瞰撮影装置の検討”, 2020年度教育システム情報学会学生研究発表会論文集, pp.223-224, 2021.

(2) 紀要

なし

(3) 報告書

- ① 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, 2021/3/4.
- ② 高知大学 SDGs 報告書 Kochi University SDGs Action Version 2.0, 2021/3/31.

(4) 学会発表

- ① 小森公兵, 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”, 教育システム情報学会 第45回全国大会, 2020/9/3.
- ② 森雅史, 岡本竜, 三好康夫: “遠隔合同授業における見取りを支援する自動俯瞰撮影装置の検討”, 2020年度教育システム情報学会学生研究発表会, 2021/3/7.

(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2年度科学研究費補助金」基盤研究C 代表 1,040千円(直接経費)800千円(間接経費)240千円

(8) その他

(4)-(3)により教育システム情報学会より優秀学生賞を受賞し、2021年9月の第46回全国大会での招待講演が決定した