

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	12	/	
	著書	0		
	紀要	0		
	報告書	3		
	学会発表	5		
	セミナー・講演会・シンポジウム等の開催	1		
地域貢献		0	昨年度と同様, コロナ禍により教育委員会や高等学校との検討会や評価実験等が全て中止となった.	
外部資金		/	科研費	0
			共同研究	0
			受託研究	0
			奨学寄付金	0
			その他	0
			合計	0
特許等		出願済み特許 1 件の審査請求を行った		
その他特記事項		学会での受賞 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)教師教育を志向した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、(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可能な範囲で目指す。

2-2 研究成果

- (1) 第46回教育システム情報学会全国大会における遠隔合同授業における自動俯瞰撮影装置に関する成果報告(2022年9月3日)

遠隔合同授業における授業者による遠隔教師の生徒の見取りを行うためのバルーン型ドローンを用いた自動俯瞰撮影を行うための方式を検討し、複数の方式による比較実験を行うことで、人物認識および撮影装置の自己位置測定への有効性を検証した結果を報告した。なお、本研究発表は昨年度末に学会賞を受賞したことによる招待講演である。

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”, 教育システム情報学会 第46回全国大会 講演論文集, pp. 325-326, 2021.

(2) 教育システム情報学会研究会における遠隔授業における教師シルエット配信に関する成果報告（2021年9月24日）

教室間で画面共有された遠隔電子黒板を用いた遠隔合同授業のための教師シルエット描画システムを開発し、授業コンテンツが表示された電子黒板の画面上に重ねて遠隔教室の教師の姿が半透明で表示されるため、受講生は授業コンテンツの画面を注視しつつ教師の表情や振る舞いを見ることが出来る。この機能が Web 会議システムを用いたオンライン授業でも有効であるかを検証し、その成果を発表した。

岩本 拓巳，三好康夫，岡本竜：“Web 会議システムを用いた遠隔授業における教師シルエット配信の有効性の検証”，教育システム情報学会研究報告，Vol. 36，No. 3，pp. 59-62，2021.

(3) 教育システム情報学会研究会における机間指導のための授業者支援システムに関する成果報告（2021年9月24日）

遠隔合同授業においては、相手校の生徒の様子をリアルタイムに把握するためには、教室全体を映しているカメラからの映像を確認するか、生徒にタブレットなどの端末を持たせてアプリケーションを通じて確認することが一般的である。そこで本研究では、個々の生徒の机にカメラと小型プロジェクタを設置することで、紙ベースの授業でも対面授業と同様に見取りや机間指導ができる支援システムの提案を行った。

古澤 駿人，吉澤 和寿保，三好 康夫，岡本 竜：“遠隔合同授業における机間指導のための授業者支援システムの検討”，教育システム情報学会研究報告，Vol. 36，No. 3，pp. 63-68，2021.

(4) 指導学生の修士論文発表における研究成果報告（3件）（2022年2月10日）

- ① 岩本 拓巳：“遠隔合同授業のための教師映像付き授業コンテンツ生成システムの開発”，高知大学大学院 総合人間自然科学研究科 理工学専攻 情報科学コース，令和3年度修士論文，2022.
- ② 古澤 駿人：“遠隔合同授業内の机間指導を実現する授業者支援システムのプロトタイプの開発”，高知大学大学院 総合人間自然科学研究科 理工学専攻 情報科学コース，令和3年度修士論文，2022.
- ③ 小森 公兵：“マルチアングル動画提示にもとづく研究授業レビュー支援環境”，高知大学大学院 総合人間自然科学研究科 理工学専攻 情報科学コース，令和3年度修士論文，2022.

(5) 指導学生の卒業論文発表における研究成果報告（4件）（2022年2月14日）

- ① BARRIGA SWAYNE NAOTO FERNANDO：“研究授業レビュー支援システムにおける議論フェーズモデルの検討”，高知大学理工学部情報科学科，令和3年度卒業論文，2022.
- ② 木村 謙斗：“研究授業レビュー支援システムにおけるバックレビューのためのアノテーション活用方法の検討”，高知大学理工学部情報科学科，令和3年度卒業論文，2022.
- ③ 川人 俊介：“研究授業レビュー支援システムにおける電子化学習指導案の作成・表示ツールの開発”，高知大学理工学部情報科学科 令和3年度卒業論文，2022.

④ 吉澤和寿保：“遠隔合同授業のためのインタラクション支援ツールの開発”，高知大学理工学部情報科学科 令和3年度卒業論文，2022.

(6) 電子情報通信学会教育工学研究会における研究授業レビューのためのマルチアングル動画を用いたレビュー方法に関する成果報告（2022年3月4日）

過疎化の影響により研究授業の参加者確保が難しい中山間地域の小規模校において，遠隔非同期による研究授業への参加を実現するために複数台のカメラによるマルチアングル撮影による授業収録と参観者によるコメント作成方法を提案し，試作システムの開発と評価実験による有効性の検証結果を報告した。

小森 公兵，岡本 竜，三好康夫：“研究授業レビューのためのマルチアングル動画を用いたレビュー支援方法”，電子情報通信学会教育工学研究会技術研究報告 ET2021-76, pp.141-146, 2022.

(7) 令和3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(土) 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名による研究成果の個別報告も行われた。

(8) 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と受賞（2022年3月7日）

令和4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（四国支部）にて，指導学生が研究授業のオンライン化に必須となる電子化学習指導案の開発に関する成果報告を行い，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。

川人 俊介，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における電子化学習指導案の作成・表示ツールの開発”，2021年度教育システム情報学会学生研究発表会論文集，pp. 201-202, 2022.

(9) 高知大学 SDGs報告書「Kochi University SDGs Action」への寄稿（2022年3月8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。

2-3 特筆すべき事項

昨年度に引き続き，本年度もコロナ禍の高知県立高等学校への影響が極めて甚大であり，一昨年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，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であった為，研究遂行への影響は多大であった。

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

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。本研究は、これら高知県教育委員会が取り組んできた遠隔教育を支援する目的で進めてきたものである。

昨年度は、これまで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、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。本年度は、教師シルエット表示システムのハイフレックス型授業への適用に向けた新たな描画手法の提案と開発、遠隔授業のための見取り支援システムの試作を中心に研究を遂行した。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。

一方、コロナ禍の影響で大学などではウェブ会議システム（Teams, Webex, Zoom など）を用い

たオンライン授業が多く行われるようになった。これをきっかけに、対面授業とオンライン授業を同時に行うハイフレックス型授業の取り組みも広く行われるようになってきている。我々がこれまで開発してきたシステムは、ウェブ会議システムでも利用可能であることは検証により確認することができた。しかし、ハイフレックス授業においては、教師は対面の受講生に配慮し、ほとんどの時間をスクリーンの横に立って講義を行うことから、これまでの教師シルエットの描画方法では、教師の姿がほとんど映らないことがわかった。

そこで本研究では、新たな教師シルエット描画手法として、図 2 のように、カメラ映像にスクリーン画面をはめ込む描画手法を提案し開発した。大型モニターやプロジェクタで投影されたスクリーンをカメラで撮影すると、光の反射などで投影中の画面の鮮明さが失われてしまうが、画面のはめ込みにより鮮明な映像を配信することができる。また、これまでと同様に教師シルエットを透過して描画することで、授業コンテンツの内容が教師に隠されてしまうことを防ぐことができるようになった。

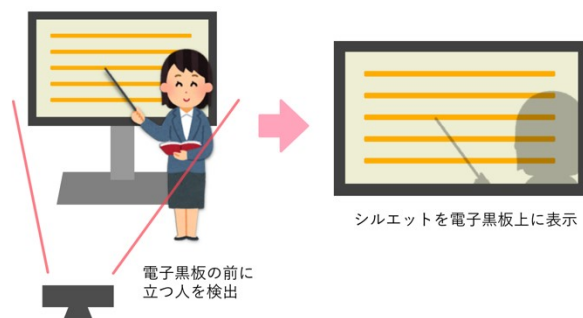


図 1. これまでの教師シルエット表示

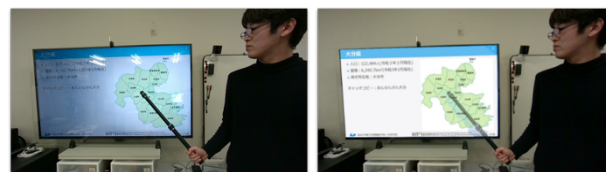


図 2. 新たな教師シルエット描画手法(右)

② 遠隔授業のための見取り支援システムの開発

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。そこで本研究では、遠隔合同授業で、授業者がリアルタイムに遠隔地の教室にいる生徒の様子を個別に把握し、指摘や指導ができるシステムを提案した。提案システムは、電子黒板やネットワークカメラとモニター等で構成された遠隔会議システムがベースの既存システムをそのまま利用し、併用する想定である。提案システムは、受信側教室の生徒用デバイスとサポート教員用デバイスと、配信側教室の授業者用デバイスから構成されるが、サポート教員用デバイスと授業者用デバイスはユーザインタフェースを共有することになる。つまり提供するユーザインタフェースは同じものになるため、プロトタイプの開発においては、提案システムから授業者用デバイスを省略して開発を行った。

開発したプロトタイプの生徒用デバイスは、図3に示すように、魚眼レンズ付きカメラと小型プロジェクタのみが接続された Raspberry Pi 4 であり、各生徒の机に固定されている。小型プロジェクタは、サポート教員用デバイス (Surface Pro 7) 上でペンを使って手書きされたデータ等を生徒の机の上に投影するために用いられる。魚眼レンズ付きカメラは、生徒の机と顔に向けて撮影し、生徒の顔の領域、生徒の机の領域、プロジェクタの投影領域の3領域に切り分け、サポート教員用デバイスに配信するために用いられる。これにより、サポート教員用デバイスから、図4のように生徒の机や顔を見取ることができる。



図3. 生徒用デバイス

基本的にはサポート教員用デバイスがサーバとなり、各生徒のデバイスがクライアントとして接続する構成で動作しており、サポート教員用デバイス上で選択した生徒のデバイスとサポート教員用デバイスとの間で、音声は双方向にやり取りすることも可能である。

実装したこれらの機能により、図5のように、教員は選択した生徒の机を見ながらペンで書き添うことで生徒の机に対して書き込みが行えることになる。図6は生徒の机に書き込みが投影された様子である。またその際にその生徒と個別の会話を行うことができるため、机間指導と同等な個別指導を行うことが可能となる。

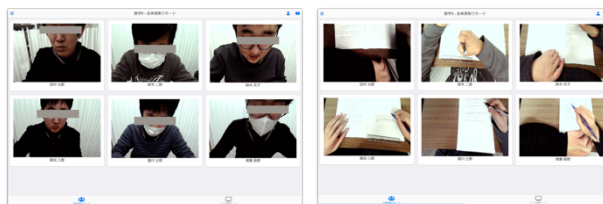


図4. 全体見取り画面の例

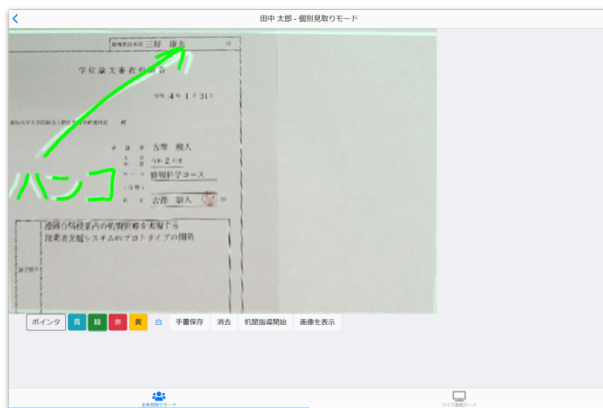


図5. 個別見取り画面での手書きの例

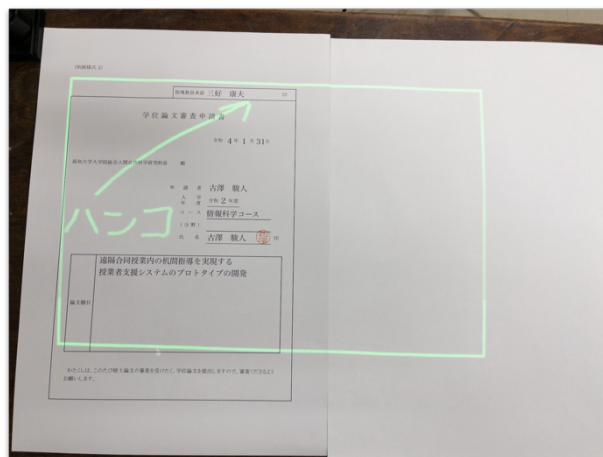


図6. 手書き内容が生徒の机に投影された例

(2) 問題点等

①の教師シルエット生成機能の実装において、これまで使用していた Microsoft 社の Kinect センサーではなく、Intel 社の RealSense を用

いることにしたが、現状では図7に示すように、シルエット領域を検出する際にノイズが大きく出てしまっている。

また、Kinect や RealSense は開発終了となってしまったことから、類似の別センサーの採用の検討が必要である。過去には、ウェブカメラ映像からの教師シルエット領域の検出手法の開発にも取り組んでいたが、課題が多く、採用は見送られていた。



図7. 教師シルエットの切り抜き時のノイズの例

②については、開発したプロトタイプの実験を行い、各機能が見取りと机間指導をするために十分な性能を備えていることを確認することはできたが、一つの授業支援システムとして利用できるまでの作り込みは行えておらず、実際の授業や模擬授業での利用による評価実験も実施できていない。

3. 今後の展望

これまで試作・開発してきたシステムについては、ツールとしての完成度を高め、多くの人に利用してもらえるアプリとして提供できるよう開発を進めていきたい。また、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 岩本拓巳, 三好康夫, 岡本竜: “Web 会議システムを用いた遠隔授業における教師シルエット配信の有用性の検証”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.36, No.3, pp.59-62, 2021.
- ② 古澤駿人, 吉澤和寿保, 三好康夫, 岡本竜: “遠隔合同授業における机間指導のための授業者支援システムの検討”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.36, No.3, pp.63-68, 2021.
- ③ 岩本拓巳: “遠隔教育のための教師映像付き授業コンテンツ生成システムの開発”, 高知大学大学院総合人間自然科学研究科理工学専攻情報科学コース令和3年度修士論文, 2022.
- ④ 古澤駿人: “遠隔合同授業内の机間指導を実現する授業者支援システムの プロトタイプ

の開発”, 高知大学大学院総合人間自然科学研究科理工学専攻情報科学コース令和3年度修士論文, 2022.

- ⑤ 吉澤和寿保: “遠隔合同授業のためのインタラクション支援ツールの開発”, 高知大学理工学部情報科学科令和3年度卒業論文, 2022.

(2) 紀要

なし

(3) 報告書

三好康夫: “研究進捗報告 -遠隔合同授業のための各種支援システムの開発-”, 学系サブプロジェクト年次報告会, 2022/3/5.

(4) 学会発表

- ① 岩本拓巳, 三好康夫, 岡本竜: “Web 会議システムを用いた遠隔授業における教師シルエット配信の有用性の検証”, 教育システム情報学会第3回研究会, 2021/9/24.
- ② 古澤駿人, 吉澤和寿保, 三好康夫, 岡本竜: “遠隔合同授業における机間指導のための授業者支援システムの検討”, 教育システム情報学会第3回研究会, 2021/9/24.

(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

「基礎科学融合」サブプロジェクト

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。図1に本研究が目指す本支援システムの構成を示す。本システムは5段階のプロセスにより研究授業を電子的に実施し対面および遠隔非同期によるレビューを実現する。システムは独自に開発した複数のサーバ/クライアント・アプリケーションの組み合わせにより構成されており、各々が新規性の高い要素技術により実現される。本年度は昨年度までの検討や試作をもとに、更に技術開発を進め、新たなアイデアによるデバイスの開発にも着手した。以下、本年度研究を進めた主要なツールの開発状況について述べる。

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、昨年までのプロトタイプシステムのインタフェースを一新し、PAD図を基本とした

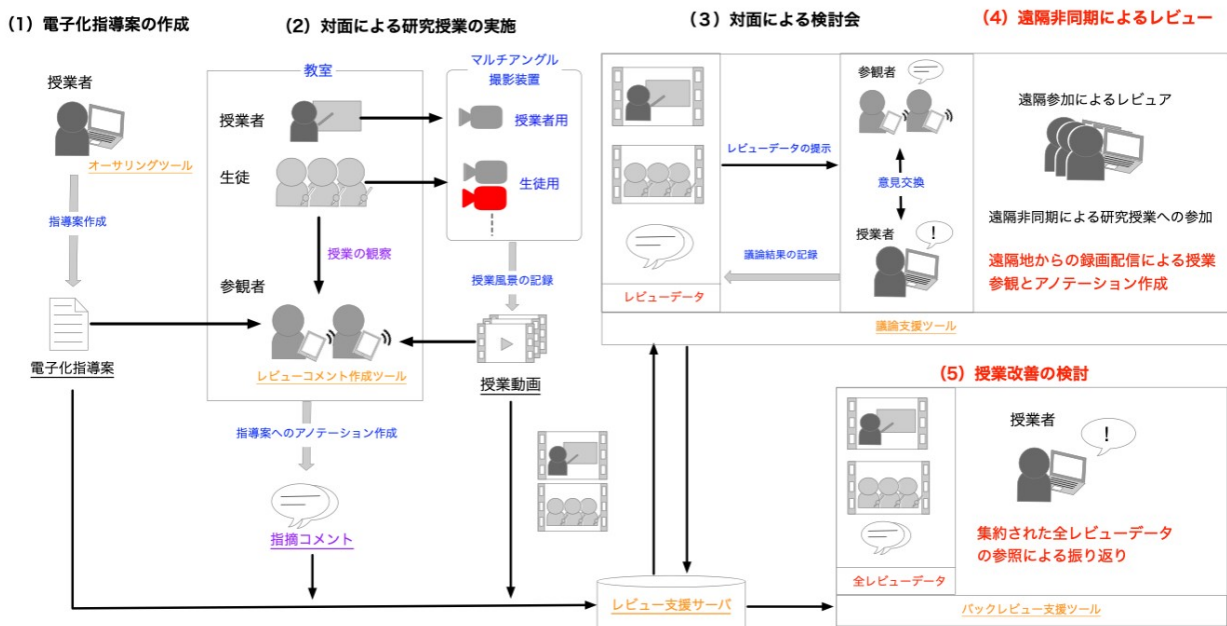


図1. 研究授業レビュー支援システムの構成

図2に示すような新しいインタフェースをもつ電子化学習指導案作成ツールを開発した。

本ツールでは、昨年度までのフローチャートの基本とした表現がもつ記述の多様性や読了性に関する問題を改善するために、フロー図の一種であるPAD (Problem Analysis Diagram)で表現する手法を用いた。これにより「学習の展開」を表現形式で記述することが多い通常の方法と比較し、授業で生徒の反応に応じて変化する授業展開を一意に表現し、学習活動と指導上の留意点などの関係性を明確に記述することが可能となった。

「学習の展開」以外の記載項目は単純にテキストデータとして表現することが可能である。これらについては、本年度あらためて15道府県から147個の学習指導案を収集・調査した結果、記載項目は24項目であった。しかし、その記載率は項目ごとにばらつきが見られ、例えば、「学習の展開」(98.0%)や「単元名」(92.5%)、「本時の目標」(90.5%)などの記載率が高いものと、「単元観」(7.5%)、「身につけたい力」(0.7%)、など記載率が極めて低いものがあることが分かった。

過年度に行った高知県立高校の教員127名を対象としたアンケート結果では、全国レベルで記載率の低い「単元観」に関しても、全体の35%の教員が指導案を作成する際に同項目を含む他の指導案を参考にしていることなどから、項目を固定することは望ましくないと考え、記載率の高い代表的な項目の集合をデフォルト値として採用し、かつ授業者による任意の項目追加も可能とした。

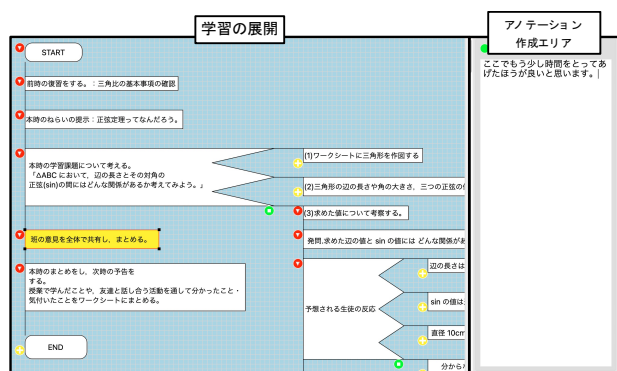


図2. 電子化学習指導案作成ツール「学習の展開」

本ツールのインタフェースは、電子化指導案のオーサリングだけでなく、レビュー支援システムの重要な構成要素であるレビュー用のインタフェースとしても使用することを前提としている。そのため、本ツールには指摘コメントを付与するためのアノテーション機能も併せて実装されており、次に述べるマルチアングル動画提示ツールとの併合を予定している。

② 研究授業レビューのためのマルチアングル動画を用いたレビュー支援方法

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することには対応していない。また、県立高等学校のネットワーク環境は県庁のネットワークの一部であるため、レビュー支援システムの為に新規にApacheなどのHTTPサーバなどを独自で設置することは現状では難しい。そこで、本研究では、レビューの為に持ち込む1台のノート型PCを用いて学内LANにアクセスしない独自のLAN環境を構築し、レビューサーバとして運用する方法の検討を本年度新たに行った。

一般的に動画を扱うことができるサーバとして、HTTPサーバ、DBサーバ、ファイルサーバなどが挙げられる。本研究では1時間約1GBの動画3本を同時配信して視聴開始までの時間計測を各々に対して条件を変えて繰り返し実験を行った。結果、0~50分の再生ポイント移動によるシークを行った場合、ファイルサーバでは11~13秒とばらつきがあるのに対して、DBサーバでは、常に8秒程度で、より高速かつ安定して3本の動画を同時再生可能であった。したがって、本研究ではDBサーバを利用した動画配信・再生方式を採用した。

本研究ではさらに、本年度採用した動画配信方法を用いて、複数動画に対するアノテーション作成機能を実装した。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。この点はマルチアングルによる撮影において指摘対象となる事象は必ずしも複数の動画の同じ時点に現れているとは限らず、複数の動画の異なる時点を関連付けて提示することが要求される。その為、本研究では複数の動画を同じ時間軸により再生するだけでなく、各々個別に関連づけて提示する機能を実装した。これによりレビューは授業者と生徒のインタラクションを一括して確認することが可能となりマルチアングル動画の特徴を活かしたレビューコメント作成が可能となった。

また、昨年度までに開発を進めてきたコメントの指摘対象を視覚的に表示し、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を軽減することを目的とした、動画に対するビジュアルアノテーション手法を用いたコメント作成機能の作り込みを行った。これにより。

マルチアングル動画に対するアノテーション作成環境を完成させることができた。図3に本年度開発したレビュー支援ツールのインターフェースを示す。

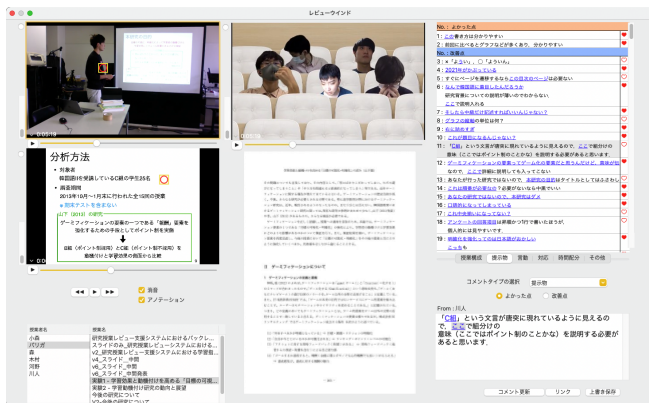


図3. レビュー支援ツールのインターフェース

本年度は開発したレビュー支援システムの評価実験を行った。しかし、昨年度来のコロナ禍の影響により、当初予定していた高等学校における評価実験は全く実施できなかったため、研究室の学生5名と高校生4名を被験者として、2回の評価実験を行うこととなった。

前者では、研究室の学部4年生4名をそれぞれ授業者として設定し、他の5名のレビューに対し自分の研究内容を説明させ、授業者アングル動画のみの場合とマルチアングル動画を用いた場合での、アノテーション数と動画シーク回数を計測した。結果としては、アノテーション数は、それぞれ414個と418個で差異はなかったが、総動画シーク数は602回と834回であり、マルチアングル動画を用いた方が36.8%増加する結果となった。この結果は、授業者アングルでは得られなかった情報をマルチアングル動画の活用により確認したことが原因であると考えられる。また、授業者、生徒、スライドの三者間での関連性をもつアノテーションは418個中に61個あったが、その内、生徒役に対するアノテーションが2個と非常に少なく生徒アングル動画を提示する必要性を示すことが難しい結果となった。

考察の結果、同じ研究室に所属する学生同士であり、予めある程度の予備知識がある状態での実験であったため、通常の学校での授業とは条件が異なることが原因であると考えた。そこで、少人数ながら通常の授業に近い環境として高校生4名を被験者とした模擬授業による実験を行った。

本実験では、高校生を対象とし、研究室の4年生4名をレビューとして、数学の授業を合計3回繰り返してマルチアングルによる撮影を行い、アノテーションを収集した。その結果、評価実験(1)

と比べると総アノテーション数は50個と少ないものの、表5に示すように関連性のアノテーションが15個得られ、そのうちの10個が生徒を対象にしたものであった。これにより、一般的な授業形態に近い環境において生徒アングル動画を提示することで、授業者アングル動画だけでは得られない指摘を得られることが分かった。生徒単体に対する指摘は全体の30%ほど得られ、レビューからのコメント内容として「理解できてなくて固まっている」、「横の人と相談ずっとしている」、「大問3できているか怪しい」などが確認された。しかし、先行研究において実際に行われた研究授業では、生徒単体に対する指摘は得られなかった。

そこで本実験では、指摘内容が授業者に対して有用であったかを確認するため、授業者に対し「生徒単体に対する指摘内容は次の授業へ活かせたか」、「活かせたとしたらどのような点か」とインタビューを行った。結果として「活かすことができ、実際に生徒のレベルを大まかに知ることができたため、個別の指導方法につながった」といった回答が得られた。また、授業後の生徒を対象としたアンケート調査によると、1人の生徒から「各大問の一番とか飛ばしても大丈夫なところがあった」と指導レベルが合っていない事による不満が得られた。授業者はレビュー結果により、授業改善を行ったため、次回の授業以降は指導レベルに対する意見はなかった。よって、生徒単体への指摘を得られた場合、生徒に合わせた指導方法の理解や、それに沿った授業進行方法について学ぶことができ、指導力の向上に繋がるのではないかと考えた。生徒単体への指摘は従来では得られず、授業者をはじめとした生徒アングル動画提示によって得られる。以上より、マルチアングル動画提示によって新たに研究授業に対して有効な指摘の作成が可能になった。

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ネルによる情報伝達の実現を目標にしている。本年度は、昨年度に引き続き本研究においては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の自立飛行を目指して技術開発を進めてきた。

昨年度まで行ってきた、撮影する対象となる人物の自動検出、撮影対象の移動検知と撮影装置の

移動などについて実験を通じた検証を行った結果、ジャイロスコープのみを用いた撮影装置の自己位置推定では 30cm 程度の誤差が発生することが分った。そこで、本年度は新たな方法として撮影装置に加えて積載重量の制約が強い俯瞰撮影装置とは別途、同様に自立移動が可能な地上を走行する台車ロボットの上に 360° 回転式の LiDAR センサと撮影カメラを搭載した測定装置を開発することとした。本装置を用いれば SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) の手法を用いて、教室内のセンシングにより自身の自己位置推定と教室の環境地図作成を行うだけでなく、俯瞰撮影装置との組み合わせによる俯瞰撮影装置の自己位置推定の精度向上が可能であると考えている。

本年度は、図 4, 5 に示すように、まず駆動部に全方向移動可能なオムニホイールを採用することで、旋回動作が不要な駆動系を設計の上、ステップモータと Arduino マイコンを用いた制御プログラムを開発し、LiDAR センサーなどを搭載可能なローバーの試作を行った。

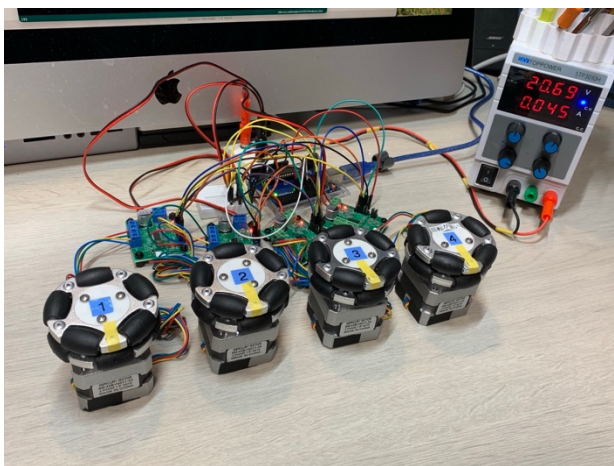


図 4. オムニホイールの駆動実験

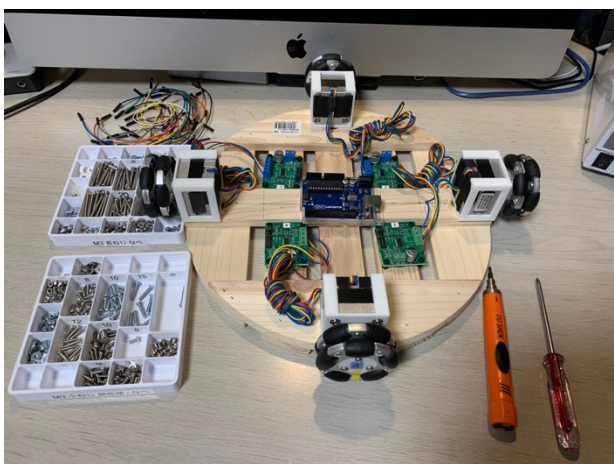


図 5. ローバーの試作

本ローバーには、ロボット制御用ミドルウェアである ROS2 (Robot Operation System 2) による制御プログラムを搭載し、バルーン型ドローンの位置測定および教室内のセンシングによる環境地図作成を行う予定である。本年度はそれに先立ち図 6 に示すような、市販の LiDAR センサ搭載の小型ローバーによる SLAM によるマップ作成プログラムの開発にも取り組み実験による検証を行った。本装置に搭載されている LiDAR センサーの計測距離は 10m 程度と十分であり、センサーが設置された高さにおいて周辺障害物の正確な位置情報を取得できることが確認された。



図 6. LiDAR センサ搭載ローバー

(2) 問題点等

電子化学習指導演案については、主要な部分の実装は完了しているが、作成した指導演案をオンライン上で教員による共有を行うためにはデータベース化と検索機能の実装が必要となる。

マルチアングル動画を用いた複数動画の配信とアノテーション作成については、動画データやアノテーションをデータベース化することができている。しかし、実用化のためには電子化学習指導演案を組み込んで相互に連動して授業を再現する作業環境の実現が必須である。

俯瞰撮影の自動制御については、ローバーからの撮影装置の位置認識などに取り組む必要があり、今後も試作と実験を通じた検証が引き続き必要である。

3. 今後の展望

今後も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、研究授業レビュー支援システムの実用化に向けて、段階的に各技術の統合化を図りながら中山間過疎地域の教育に役立てたい。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

- ① 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”, 教育システム情報学会 第46回全国大会 講演論文集, pp.325-326, 2021.
- ② 小森 公兵, 岡本 竜, 三好康夫: “研究授業レビューのためのマルチアングル動画を用いたレビュー支援方法”, 電子情報通信学会教育工学研究会技術研究報告 ET2021-76, pp.141-146, 2022.
- ③ 川人 俊介, 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における電子化学習指導案の作成・表示ツールの開発”, 2021年度教育システム情報学会学生研究発表会論文集, pp.201-202, 2022.
- ④ 小森 公兵: “マルチアングル動画提示にもとづく研究授業レビュー支援環境”, 高知大学大学院 総合人間自然科学研究科理工学専攻情報科学コース, 令和3年度修士論文, 2022.
- ⑤ BARRIGA SWAYNE NAOTO FERNANDO: “研究授業レビュー支援システムにおける議論フェーズモデルの検討”, 高知大学理工学部情報科学科, 令和3年度卒業論文, 2022.
- ⑥ 木村 謙斗: “研究授業レビュー支援システムにおけるバックレビューのためのアノテーション活用方法の検討”, 高知大学理工学部情報科学科, 令和3年度卒業論文, 2022.
- ⑦ 川人 俊介: “研究授業レビュー支援システムにおける電子化学習指導案の作成・表示ツールの開発”, 高知大学理工学部情報科学科 令和3年度卒業論文, 2022.

(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, 2022/3/5.
- ② 高知大学 SDGs 報告書「Kochi University SDGs Action」, 2022/3/8.

(4) 学会発表

- ① 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”, 教育システム情報学会 第46回全国大会, 2021/9/3.
- ② 小森 公兵, 岡本 竜, 三好康夫: “研究授業レビューのためのマルチアングル動画を用いたレビュー支援方法”, 電子情報通信学会教育工学研究会, 2022/3/4.
- ③ 川人 俊介, 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における電子化学習指導案の作成・表示ツールの開発”, 2021年度教育システム情報学会学生研究発表会, 2022/3/7.

(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

なし

(8) その他

(4)–(3)により教育システム情報学会より指導学生が優秀学生賞を受賞した。