

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
	鈴木 一弘	理工学部門
	石黒 克也	理工学部門

(1) 1-2 研究経費

総額 550 千円（うち年度計画実施経費 490 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	本サブプロジェクトの活動は全て高知県の高等学校に対する直接的な地域貢献活動である	
外部資金		/	科研費	910
			共同研究	0
			受託研究	0
			奨学寄付金	0
			その他	0
			合計	910
特許等		特許出願 1 件		
その他特記事項		学会誌でのプロジェクト紹介 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) 高知大手前高校における教師シルエット表示システム評価実験の打ち合わせ (2018年4月23日)

高知追手前高校(本校)にて、遠隔合同授業支援のための電子黒板への教師シルエット表示システムの評価実験のための概要説明・打ち合わせなどを本プロジェクトメンバーと教頭により行った。

(2) 高知追手前高校における教師シルエット表示システム評価実験の実施 (2018年4月24日、26日)

高知追手前高校(本校と分校)にて、双方の学校 複数の授業担当教員や教頭の方々の協力を得ながら、2日間に渡り受信側の教師シルエット表示システムの評価実験を実施し、授業中の生徒の目線移動に関するデータや事後アンケートなど有効性の検証に必要となる分析データを入手することができた。これによりシステムの利用により一定の効果が得られることが明らかになったとともに、今後の改良に繋がる指針を分析により得られた。

(3) 研究授業レビュー支援システムとその支援方法に関する特許申請を行った (2018年5月17日)

昨年度特許申請したバルーン型ドローンを活用して、遠隔合同授業を対象とした教師教育を指向した、従来に見られない新規性の高い研究授業レビュー支援システムを発明し、特許申請を行った。

出願日：平成30年5月17日、出願番号：特願 2018-095026、発明の名称：「無人航空機、その使用方法、研究授業レビュー支援システムおよび研究授業レビュー支援方法」

(4) 教育システム情報学会の学会誌へのプロジェクト紹介の掲載 (2018年7月1日)

本プロジェクトの取り組みが教育システム情報学会の学会誌において紹介された。岡本竜，三好康夫：研究プロジェクト紹介「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」，教育システム情報学会誌 Vol. 35, No. 3, pp. 2018, pp. 303-304.

(5) ICCE2018におけるバルーン型ドローンの提案と試作に関する成果報告 (2018年11月29日)

遠隔教室における撮影のためのバルーン型ドローン技術の提案と試作に関する研究を取りまとめた投稿が、国際会議 ICCE2018 において査読付き論文として採録決定した。Ryo OKAMOTO, Yasuo MIYOSHI & Yuichiro MORI: "Proposal of Balloon Type Drone for Overhead Shooting in Remote Joint Classroom", Yang, J. C. et al. (Eds.) (2018). Proceedings of the 26th International Conference on Computers in Education. Philippines: Asia-Pacific Society for Computers in Education, pp.524-526.

(6) ICCE2018における電子黒板への教師シルエット表示システム開発に関する成果報告 (2018年11月30日)

遠隔合同授業支援のための電子黒板への教師シルエット表示システムに関する研究を取りまとめた投稿が、国際会議 ICCE2018 において査読付き論文として採録決定した。Satoru KOMATSU, Yasuo MIYOSHI, Yuichiro MORI & Ryo OKAMOTO: "Lecturer's Silhouette Display System for Distance Education Using Screen Sharing between Interactive Whiteboards", Yang, J. C. et al. (Eds.) (2018). Proceedings of the 26th International Conference on Computers in Education. Philippines: Asia-Pacific Society for Computers in Education, pp.482-487.

(7) 「平成30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 (2018年12月12日)

高知県立禰原高等学校にて行われた「平成30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。

(8) 「平成30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」への出席 (2019年2月4日)

高知会館にて行われた「平成30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。

(9) 「平成30年度 高知県遠隔教育フォーラム」への参加（2019年2月4日）

高知会館にて行われた「平成30年度 高知県遠隔教育フォーラム」に出席し、高知県における遠隔教育の導入と実施に関する情報の收拾と意見交換を行った。

(10) 指導学生の卒業論文発表における研究成果報告(2件)2019年2月15日)

- ① 梶谷拓実：“研究授業のための電子化学習指導案を用いたレビュー支援システム”，高知大学理学部応用理学科情報科学コース，平成30年度卒業論文
- ② 小松聖：“電子黒板を用いた遠隔授業のための教師シルエット表示システムの開発”，高知大学理学部応用理学科情報科学コース，平成30年度卒業論文

(11) 平成30年度 サブプロジェクト年次成果報告会（2019年3月5日）

平成31年3月5日(火) 15:00~18:00（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。

(12) 教育システム情報学会研究会における研究成果報告（2019年3月14日）

平成31年3月14日に鳴門教育大学において行われた教育システム情報学会学生研究会にて、教師支援のための研究授業レビュー支援システムにおける電子化指導案作成支援ツールの試作について報告を行った。梶谷拓実，岡本竜：“研究授業を対象とした遠隔非同期レビュー支援システムの提案 - 電子化学習指導案作成支援ツールの試作-”，2018年度教育システム情報学会学生研究会，pp. 219-220, 2019. http://www.jsise.org/society/presentation/2018/07_shikoku.html

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だけでなく、極めて新規性の高い高度情報技術を独自に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。このような新規性を重視したシステム研究開発においては、独自の要素技術の新規開発と試作による実装を伴う多くの試行錯誤が必須であり、概ね(1)対象の分析と考察，(2)支援システムの設計と要素技術の開発，(3)支援システムの試作と試験運用による評価の順で段階的に研究を遂行する。本年度は3つの主要な研究課題について、要素技術の開発，支援システムの設計と試作・評価などを並行して行った。来年度は引き続き更に各支援システムの開発を進め、複数回の試作を繰り返しながら教育現場での試験運用による評価を行い、その成果を教育工学系の学会にて報告する予定である。

遠隔合同授業における俯瞰撮影のためのバルーン型ドローンの試作

● 岡本 竜（自然科学系理工学部門）

1. 研究目的

中山間地域における遠隔合同授業では、授業者が遠隔教室における生徒の状況を把握するために、生徒の正面からのカメラ撮影やサポート教員を配置することが多い。しかし、問題演習の解答時などにおいては、机間巡視が行えず、サポート教員による対応は可能であるが、授業者自身による直接的な生徒の状況把握は困難である。本研究では、これらの問題点を解決するために遠隔教室内での俯瞰撮影を可能とするためのヘリウムガスの浮力を利用して航行する無人航空機の新規開発により撮影装置の開発を目的としている。

本年度は、昨年度行った提案と特許申請にもとづきプロトタイプ開発を行った。本稿ではこれらの進捗状況について報告する。

2. 研究結果

(1) 成果

本研究では、昨年度までに提案・特許申請した「バルーン型撮影ドローン」のコンセプトにしたがった機体および制御装置を試作した。試作したバルーン型撮影ドローンの外観を図1に示す。本ドローンはヘリウムガスを封入したバルーン、および、その中央部分に取り付けられる円筒状の撮影制御ユニットにより構成される。

(a) バルーン型撮影ドローンの全体構成

バルーンは、厚さ 28 ミクロンのアルミ蒸着ポリエチレンフィルムを用いて作成しており、幅

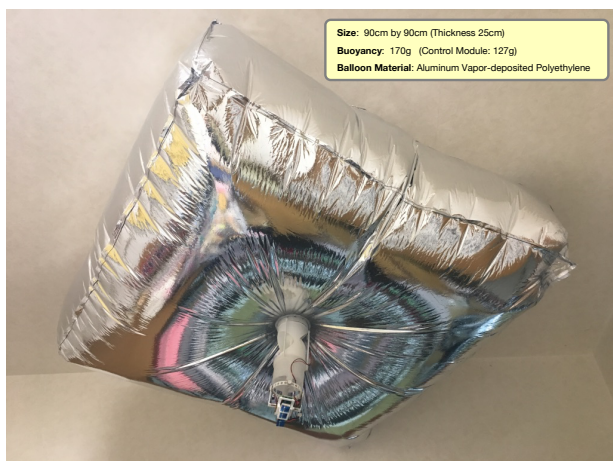


図 1. バルーン型撮影ドローンの外観

98cm のロール状のシートから7枚のパーツを切り出し、熱溶着ゴテと独自に開発した治具を用いて手作業により計 14 箇所を溶着して作成している。中央部分にマチを設けてドーナツ状に作成されている。開口部には溶着部分の補強と撮影制御モジュールを取り付けるためのアタッチメントを装着しており、ここに撮影制御ユニットをはめ込むことで固定する。縁の部分には逆止弁を取り付けており、そこからヘリウムガスを注入することで浮力を得る。

切り出しのパーツ形状、溶着方法、底面積や厚みなどの変更を実験的に試行錯誤し、数多くの試作を繰り返した結果、撮影ユニットの重量や視覚的な圧迫感なども考慮して、最終的には底面を 80cm 四方の正方形、厚みを 27cm として 130g の浮力を得ることが妥当であるとの結論に達した。

(b) 撮影制御モジュールの試作

バルーンに装着する撮影制御モジュールは、図2に示すような装置であり、Wi-Fi ネットワークを通じて、外部の計算機システムからバルーンの飛行と撮影の制御を行う制御装置である。

本装置は筒状のダクト内に、バルーンの浮力により天井から下降させるために上方に送風を行

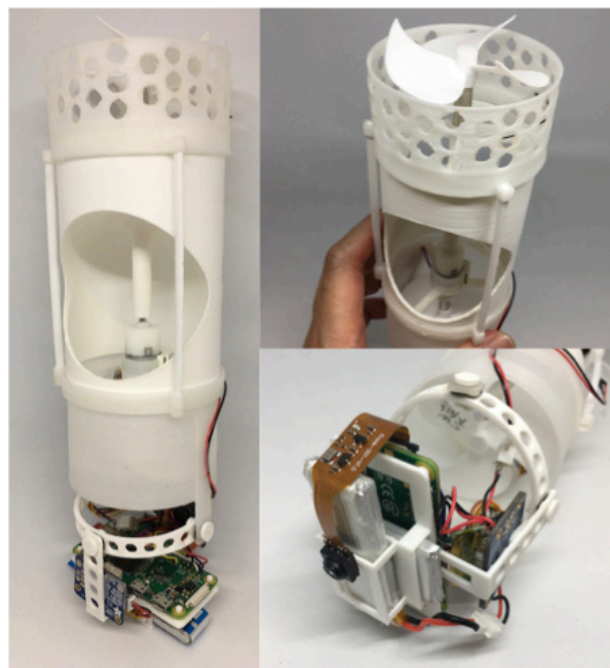


図 2. 撮影制御モジュール

う DC モータと回転翼，水平方向に移動するための DC モータと回転翼および回転する方向転換ダクトとステッピングモータを備え，上向きの回転翼を回転させることで天井から下降し，方向転換ダクトで進行方向を調整しながら水平方向に移動することができる。

本モジュールの筐体は，回転翼を含め全て独自に設計した上，3D プリントを用いて作成しており，モータ，配線，および下部に組み込む移動・撮影ユニットに含まれる電子部品以外に市販品は一切使用していない。

本モジュールの設計は特許申請を行った新規性の高いユニークな構造をもつことから，参考となる既存の装置は無く，目的とする動作を実現し，かつサイズの大きさの制限があるバルーンの浮力に合わせた重量内で作成することは大変な困難を伴った。開発にあたっては，軽量かつ必要十分なトルクが得られるモータの選定から始め，重量だけでなく衝撃に対する強度やモータによる発熱に対する耐熱性なども考慮の上，筐体の各部分に適した使用する樹脂の検討，厚みや高さなどの形状や構造の度重なる変更など，各部分ごとに各々数十回に渡る試作を繰り返した。

結果，バルーンに接続する上部ダクトと水平移動用モータのダクトは耐衝撃性と軽量化の両立を考慮してナイロン系樹脂の6種類の製品で試作を通じて最適なものを選定し，回転する円筒体に関連する部分は歪みに対する強度を確保するために PLA 系樹脂を使い分けることで実用に耐え得る装置を作成することができた。

また，回転翼については，当初，複数の市販ドローン用のプロペラを実験により推力を測定し，採用した DC モータのサイズ，消費電力，回転軸サイズなどを考慮して，特定のメーカーの 55mm プロペラを採用していた。しかし，本来，高回転で推力を稼いでドローン本体を浮上させることを想定した形状で設計されていることから回転翼から発生する定格電圧付近での騒音は思いのほか大きく，本研究の特徴である授業時における教室内での使用に際して少しでも騒音レベルを低下させるため，一般の扇風機と同様に回転数を抑えつつ必要な風量を確保できる形状の回転翼を独自に設計・作成した。何度も形状と素材を変更し試作を繰り返すことで，従来の市販品と比較して，実用範囲内の性能を確保することができた。

(c) 撮影制御ユニットの試作

本ドローンを使用した撮影に必要な本体の移動と動画・静止画を撮影する制御を行うのが撮影制御ユニットである。本ユニットは図3に示すような部品で構成されている。ユニットの中心は現状では Wi-Fi 通信機能を搭載した Linux 基盤

としては 9.40g と最軽量の Raspberry Pi Zero を採用し，Raspberry Pi 標準とは異なる 1.02g の軽量カメラモジュールを接続している。移動制御のためには，1 個のステッピングモータと 2 個の DC モータを駆動するために DRV9935 を搭載したデュアルモータドライバ基盤を 2 枚接続し，電源には 3.7V の 1S リチウムポリマーバッテリーを制御系と駆動系にそれぞれ電圧変換ボードを介して使用している。

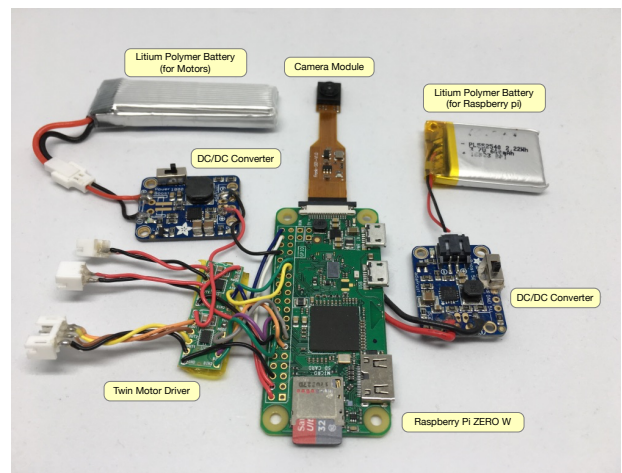


図 3. 撮影制御ユニット

本ユニットの総重量はバッテリーを含めて 50g であり，これを収める筐体の重量 77g と合わせると，撮影制御モジュールの総重量は 127g とバルーンの浮力よりわずかに軽く作られており，これにより必要最低限のモータ駆動時間で極力騒音の発生を抑えて機体の上下移動を制御することが可能となった。

Raspberry Pi で実行するモータの駆動制御プログラムは Python により記述されており，スレッド処理により複数のモータを独立して PWM 制御により駆動させることで，各々を組み合わせることでバルーンを降下させながらの水平移動なども可能とした。また，カメラ撮影では 500 万画素の CMOS イメージセンサを用いることにより，1920 × 1080p の静止画，1080p/30fps, H. 264 の動画を撮影し SD カードに記録することができる。

これらの撮影制御ユニットで実行されるプログラムは，Wi-Fi 接続された計算機上で動作する別のプログラムによりリモート制御することも可能である。

本年度は以上の研究成果をまとめ，査読付き国際会議論文として報告した。

(2) 問題点等

本年度のプロトタイプ開発により，当初目的としていたバルーン型ドローンが実現可能であることを証明することができた。しかし，バルーン

の作成には、中央のマチとなる円筒部分が立体的な構造であるため 1500W という高ワット数の電源装置と自作のヒーターを埋め込んだ治具を用いた特殊な作業が必要なことや、12 箇所ある辺を角の部分を含め全て手作業で完全かつ丁寧に密閉する必要があるため、実際の作業時間は 20 時間以上程掛かっている。これは習熟が必要かつ大変神経を使う作業である上に、材料となるフィルムが 28 ミクロンと非常に薄く、外側となる片面に蒸着されたアルミニウムが手で触れることにより次第に剥離するなど大変デリケートであり、作業途中で工具を落として針穴 1 つ開くだけでも作り直しとなる。したがって、実用化にあたっては精度良く一定量のバルーンを生産する必要があるため、専門の業者に依頼することが望ましいが、現状では数百万円掛かると予想される金型作成などに必要な費用を捻出することは難しく、費用的な問題が大きい。これに対してはより少ないパーツ数で構成することでガス漏れの可能性のある溶着箇所を減らす工夫や、別形状のバルーンとすることで回避可能であるかなどについての検討を行う予定である。

撮影制御モジュールについては、今後予定している自律制御などの複雑な処理を想定して Linux を OS として搭載する Raspberry Pi Zero を用いた開発を行っている。しかし、処理能力はより低い Wi-Fi や同様に Bluetooth などの無線機能を搭載し、より小型化され消費電力も Raspberry Pi Zero よりも少ない ESP-32 マイコン基盤が最近入手可能となった。消費電力の低さは搭載するバッテリーの軽量化にも貢献するため、より小さな浮力で済むためバルーンを小型化できる可能性がある。現状のバルーンのサイズでも使用は一応の使用は可能であるが、より全体の小型化ができれば実用化への貢献も大きいと思われる。したがって積極的に採用を検討したいと考えている。

3. 今後の展望

次年度は、これまで試作した機体の改良を続け、より完成度の高い機体を目指した開発を続ける。また、それと並行して移動と撮影のための制御プログラムの高度化に取り組む。現在の試作機は外部の計算機からのリモート操作による命令を Wi-Fi 経由で受信して遠隔操作が可能であるが、コマンドライン上での操作のみに対応している。実際の教室利用においては、教師による簡単なインタフェース操作で必要な映像を取得する機能が最低限必要であり、さらには教師に代わって補助的に自律移動し、自動的に撮影や分析を行う知的な支援機能も備えることが望ましい。したがっ

て、次年度には、実用化を指向した支援機能の設計および制御プログラムの高度化に取り組む予定である。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Ryo OKAMOTO, Yasuo MIYOSHI & Yuichiro MORI: "Proposal of Balloon Type Drone for Overhead Shooting in Remote Joint Classroom", Yang, J. C. et al. (Eds.) (2018) Proceedings of the 26th International Conference on Computers in Education. Philippines: Asia-Pacific Society for Computers in Education, pp. 524-526, 2018 (査読付)

(2) 紀要

なし

(3) 報告書

岡本竜, 三好康夫: 研究プロジェクト紹介「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」, 教育システム情報学会誌, Vol. 35, No. 3, pp. 303-305, 2018, 2018/7/1.

岡本竜: 「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」, 学系サブプロジェクト年次報告会, 2019/3/5

(4) 学会発表

Ryo OKAMOTO, Yasuo MIYOSHI & Yuichiro MORI: "Proposal of Balloon Type Drone for Overhead Shooting in Remote Joint Classroom", Yang, J. C. et al. (Eds.) (2018). Proceedings of the 26th International Conference on Computers in Education. Philippines: Asia-Pacific Society for Computers in Education, pp. 524-526, 2018/11/29

(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

平成 29 年度基盤(C): 「高知県における小規模校間の遠隔合同授業を支援する授業 研究環境の開発と実践」, JSP 科研費 JP17K01131. (910 千円)

(8) その他

なし

教師シルエット表示による遠隔授業支援システムの高等学校での評価実験

● 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 年度も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ている。

本プロジェクトの目的は、この高知県教育委員会が取り組んでいる遠隔教育を技術的に支援することである。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。本年度は、県立高校の実際の遠隔授業においてシステムの評価実験を行ったので本稿にて報告する。

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：2018 年 12 月 12 日（於。高知県立榑原高等学校）、第 2 回：2019 年 2 月 4 日（於。高知会館））に出席した。第 1 回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。

これまでの遠隔授業の参観により確認していた技術的な問題点は、次の 4 つである。

- ① 配信側が大規模校の場合、教室後方から教師を撮影せねばならず、カメラマンが必要となる
- ② 授業を収録し、後から活用する仕組みがない
- ③ 机間巡視ができないため、受信側の生徒の様子がわかりにくい
- ④ 受信側の生徒は、2 つの大きなモニタ（電子黒板と教師を映したカメラ映像）を交互に見なければならない

第 2 回検討会議は「平成 30 年度高知県遠隔教育フォーラム」の中で開催されたが、会議後のグループワーク（フォーラム参加者による情報交換）の際には問題点③と④を指摘する意見が多く挙げられていた。

本研究では、問題点④を解決するために、教師シルエット表示システムの開発を行っている。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と、電子黒板の 2 つの大きなモニタがある（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。

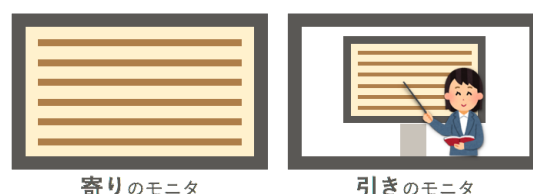


図 1. 遠隔授業で受講生が見る 2 つのモニタ

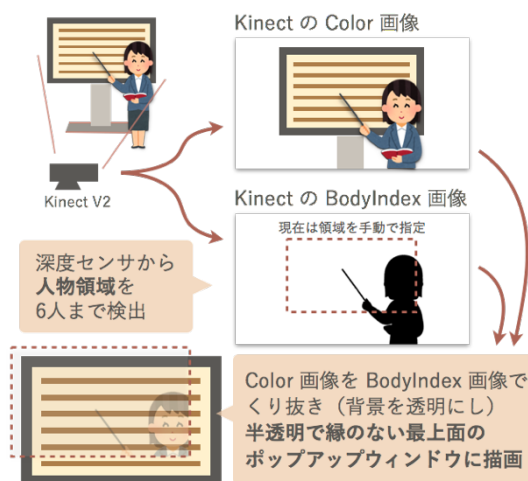


図 2. 教師シルエット表示

開発した教師シルエット表示システムの評価検証として、昨年度は教育学部 51 番教室の電子黒板を借りてプレ評価実験を実施したが、遠隔教室にシルエットを配信した評価実験ではなかった。そこで今年度は、高知県立高知追手前高等学校（以下、協力校）の本校と吾北分校間で実施されている実際の遠隔授業において開発システムを使用して評価実験を行った。

評価実験の実施にあたっては、事前に高知県教育委員会や協力校との調整を行っており、数学関連の授業と社会科関連の授業にて協力していただけることになった。昨年度末にシステムの動作確認を実施していたため、開発システムは協力校に導入済みで、協力校の本校から分校へのシルエット配信ができることも確認済みであった。

評価実験の目的は、教師シルエット表示システムを使うことで遠隔授業を受けている生徒の目の動きがどのように変わるのかを確認することである。我々は次のような仮説を立てていた。

- ・ 生徒は、教師の動きや表情を見るために、引きのモニタを見ていることが多いのではないか。（教師の話聞きながら、電子黒板の文字をあまり読めていないのではないか。）
- ・ 教師シルエットが表示されれば、寄りのモニタを見ながら教師の話聞きやすくなるのではないか。

評価実験では、この仮説を検証するために、2台のビデオカメラを用い、遠隔授業中の受信教室の「生徒の目線や目の動き（図3）」と「引きと寄りの2台のモニタ（図4）」を撮影した。実験は、4月24日と4月26日に実施し、1日目は教師シルエット表示システムを使わない遠隔授業を撮影し、2日目は教師シルエット表示システムを使った遠隔授業の撮影を行った。そして、1日目と2日目の生徒の目線を比較することにより本システムの有用性の検証を試みた。また、昨年度同様に実施したプレ評価実験の被験者の目線についても詳細な分析が行えていなかったため、今回の本実験の結果と合わせて分析を行った。

実験結果を簡潔に述べると、プレ実験において被験者が目を向けていた時間が長かったのは、シルエット表示なしの場合は「引き」のモニタ（90%程度）であったが、シルエット表示ありの場合は「寄り」のモニタ（70%程度）であった。この結果は、我々の仮説を裏付ける結果と考えることができる。一方、本実験において生徒がモニタに目を向けていた時に長く見ていたのは、シルエット表示の有無に関わらず、「寄り」のモニタ（70%程度）であった。

本実験にてシルエット表示の有無で結果に差が生まれなかった原因としては、次の2つが考えられる。

- 1) 実験中のシルエット表示が常に大幅に遅延しており、シルエット表示機能が有効に機能しなかったため
- 2) プレ実験と状況が異なり、生徒は板書を書き写す必要があり、寄りのモニタ（板書の文字）に注目せざるを得なかったため

つまりプレ実験の結果は、板書の書き写しをさせなくても、板書を書き写させるのと同様に、板書の文字に注目させる効果がシルエット表示にはあるということを示唆している。逆に、板書を書き写す必要がある場合にこそ、寄りのモニタを注視するため、教師の指し示す箇所が容易にわかるシルエット表示システムが有用であるといえることができる。

プレ評価実験と本評価実験についてまとめた成果については、査読付き国際会議論文として報告している。

（2）問題点等

本システムでは、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懸念されていたが、昨年末の動作確認時の1秒程度の遅延までであれば、実際の授業での利用には問題ないと想



図3. 遠隔授業を受講する生徒の目線



図4. 引き(左)と寄り(右)のモニタ

定していた。しかしながら、前述の通り、評価実験時の遠隔授業では、予想を上回る 2~3 秒程度のシルエット表示の遅延が発生してしまった。したがって、シルエット表示の遅延を減らすという課題に最優先で取り組む必要がある。

3. 今後の展望

次年度は、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。また、改良したシステムの効果の検証や、利用者側の要望の聞き取りを行うため、教育委員会や県立高校と連携して研究を進めていく予定である。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

Satoru KOMATSU, Yasuo MIYOSHI, Yuichiro MORI & Ryo OKAMOTO: "Lecturer's Silhouette Display System for Distance Education Using Screen Sharing between Interactive Whiteboards", Yang, J. C. et al. (Eds.): Proceedings of the 26th International Conference on Computers in Education. Philippines: Asia-Pacific Society for Computers in Education, pp. 482-487, 2018 (査読付)

小松聖: "電子黒板を用いた遠隔授業のための教師シルエット表示システムの開発", 高知大学理学部応用理学科情報科学コース, 平成 30 年度卒業論文 (2019. 2. 15)

(2) 紀要

なし

(3) 報告書

岡本竜, 三好康夫: 研究プロジェクト紹介「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」, 教育システム情報学会誌, Vol. 35, No. 3, pp. 303-305, 2018

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, 2019/3/5

(4) 学会発表

Satoru KOMATSU, Yasuo MIYOSHI, Yuichiro MORI & Ryo OKAMOTO: "Lecturer's Silhouette Display System for Distance Education Using Screen Sharing between Interactive Whiteboards", The 26th International Conference on Computers in Education, 2018/11/30

(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

「基礎科学融合」サブプロジェクト

教師教育のための研究授業レビューシステムにおける電子化学習指導案支援ツールの試作

● 岡本 竜（自然科学系理工学部門）

1. 研究目的

高知県では著しい過疎化により、中山間地域での高等学校の存続が困難になっている。今後 10 年間で県立高等学校 37 校のうち約 3 分の 1 にあたる 13 校が「1 学年 1 クラス 20 名以上」を条件として、特例により維持される小規模校となることが想定されており、高知県教育委員会は遠隔合同授業の導入により対応を図ることを決定している。また高知県では教員の大量退職・採用の時期を迎え、若年教員の早期指導力向上が求められており、小規模校であることに起因する教師教育の問題がより顕著になることが予想される。

本研究では教師教育としての研究授業に着目し、遠隔合同授業を含む研究授業を対象として遠隔非同期によるピアレビューを可能とするレビュー支援環境の実現を目指す。本報告では、本年度行った学習指導案の電子化とそれを支援する作成支援ツールの設計・試作について報告する。

2. 研究結果

(1) 成果

本研究では、昨年度小規模校における教師教育に関する現状把握のために、県教育委員会の協力のもと県立高校 6 校において、教員 121 名、学校長 6 名の計 127 名を対象とした研究授業に関するアンケート調査を行った。その結果、小規模学校では多忙によりベテラン教員の参加は難しく、さらに経験の浅い若年教員は、自身の授業と校務に追われ参加する余裕がない状況が伺えた。また、他校の教員が参加する研究授業の開催頻度は年 1 回程度しかなく、生徒数の減少に伴う教員数の減少と中山間地域であることの地理的要因などに起因しており、教師教育の観点から改善が望まれていることが分かった。

(a) 研究授業レビュー支援環境

本研究では、以上の現状を踏まえ、新しい教育方法の導入による教員への負荷軽減も考慮した上で、小規模校における教師教育の質的向上を目指し、研究授業を対象としたピアレビュー支援環境の構築を行う。本システムでは、授業者が電子的に作成した学習指導案を用いて研究授業を行

い、参観者はノート PC やタブレット上でレビュー用に開発する専用アプリケーションを用いてアノテーション作成を行うことでレビューを実施する。授業の様子は複数のカメラで収録され、授業後の検討会でレビュー結果と合わせて利用するとともに、授業後もサーバからの配信により授業を再現し、遠隔地から非同期的に研究授業に参加して、オンライン上での検討会に参加することもできる。

(b) 電子化学習指導案

一般に電子化には情報活用の幅を広げ、保管場所の削減など複数の利点が知られている。提案するレビュー支援システムでは、授業者によりあらかじめ作成された電子化指導案を中心としたピアレビュー支援環境を提供する。

まず本研究では、従来ワープロ書きのフォーマットを用いて作成されてきた学習指導案を電子化されたデータとしてシステム内で活用するための電子化学習指導案を提案した。本研究では、学習指導案の電子化を取り組むにあたり、従来の学習指導案のフォーマットは各県ごとの様々であり統一されていないことが分かった。そこで各県の学習指導案のフォーマットを精査し、電子化学習指導案への記載項目を検討した。電子化学習指導案への記載項目を表 1 に示す。

表 1. 電子化学習指導案への記載項目

番号	項目	各県記載割合	件数	高知県
01	学習の展開	100.0%	8 件	○
02	到達目標	87.5%	7 件	○
03	指導計画	87.5%	7 件	○
04	指導者名	87.5%	7 件	○
05	単元名	87.5%	7 件	○
06	本時の目標	75.0%	6 件	○
07	教材観	75.0%	6 件	
08	クラス名・生徒数	62.5%	5 件	○
09	評価	62.5%	5 件	○
10	指導観	50.0%	4 件	
11	高校名	50.0%	4 件	
12	生徒観	50.0%	4 件	
13	教材観	25.0%	2 件	
14	生徒観	25.0%	2 件	
15	キャリア観	12.5%	1 件	○

(c) 電子化学習指導案作成支援ツール

本研究では授業者による電子化学習指導案の作成を支援するため図1に示すようなインタフェースをもつツールを試作した。

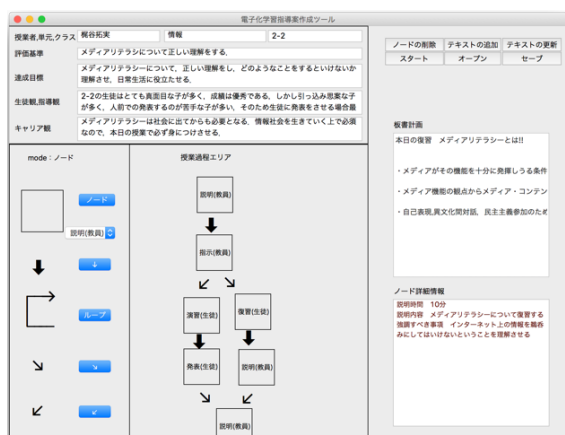


図1. 支援ツールのインタフェース

本ツールは、授業展開を有向グラフとして記述する機能を備えており、従来の箇条書きによる線形的な表現に比べ、授業進行の分岐などをより柔軟に記述できる。また、特に若年教員が指導案を作成する際の参考となるようデータベース化を指向したデータ管理を行う。

(d) 試用による有効性の検証

今回、試作したツールを用いて、教育実習を経験済みの高知大学生3名を対象に、過去に作成した自分の学習指導案を見ながら、本ツールを使用して同等の学習指導案作成してもらった。結果として、3名とも持参した学習指導案とほぼ同等の記載内容の指導案が作成可能であった。しかし各単元の評価基準などの不足する項目が複数あり、記載項目について再検討が必要であると分かった。また操作方法の質問が複数回あり、操作方法を含めインタフェース設計についても検討が必要であることも分かった。また事後アンケートにおいては、学習指導案の電子化に対する反対意見はなく、学習の展開を有向グラフで表すことについては好印象が得られ、学習指導案の電子化に対する抵抗感は薄いことが分かった。

以上の研究成果については、教育システム情報学会の研究会において報告している。

(2) 問題点等

本年度は電子化学習指導案の定義を行い、初めて作成支援ツールの試作を行い、試用を通じた有効性の検証を行った結果、指導案への記載項目とインタフェース設計に問題があることが分かった。これらについては直ちに再検討が必要である。

特にインタフェースについては重要であり、現任教員に意見を伺うなど、実用に向けて十分な検討を引き続き行うことを予定している。

3. 今後の展望

次年度は、電子化指導案作成支援ツールの改良を行うとともに、ネットワーク利用が可能なデータベース化にも取り組む。また本研究の目的である研究授業レビュー支援システムの設計と試作にも順次取り組む予定である。

4. 業績リスト

(1) 学術論文

梶谷拓実, 岡本竜: “研究授業を対象とした遠隔非同期レビュー支援システムの提案 -電子化学習指導案作成支援ツールの試作-”, 2018年度教育システム情報学会学生研究会, pp. 219-220, 2019.

梶谷拓実: “研究授業のための電子化学習指導案を用いたレビュー支援システム”, 高知大学理学部応用理学科情報科学コース, 平成30年度卒業論文 (2019. 2. 15)

(2) 紀要

なし

(3) 報告書

岡本竜, 三好康夫: 研究プロジェクト紹介「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」, 教育システム情報学会誌, Vol. 35, No. 3, pp. 303-305, 2018.

(4) 学会発表

梶谷拓実, 岡本竜: “研究授業を対象とした遠隔非同期レビュー支援システムの提案 -電子化学習指導案作成支援ツールの試作-”, 2018年度教育システム情報学会学生研究会 (2019. 3. 14)

(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

平成29年度基盤(C): 「高知県における小規模校間の遠隔合同授業を支援する授業研究環境の開発と実践」, JSP 科研費 JP17K01131 (910千円)

(8) その他

なし