

山口大学大学院東アジア研究科

博士論文

遠隔教育支援環境における
授業と学習活動の支援に関する研究

2023年3月

横山 誠

概 要

本論文は、申請者が山口大学大学院東アジア研究科在学中において進めてきた、遠隔教育支援環境における授業と学習活動の支援に関する研究をまとめたものである。

人口減少社会の到来により、特に地方において、適正規模での学校運営が難しい小規模の学校が増加傾向にある。小規模校では、きめ細やかな指導等が行える一方で、人間関係が固定化しがちであったり、多様な意見や考え方に触れることが少なくなったりなど、教育上の課題を抱えている。その解決策の1つとして、複数校の児童生徒が1つの学校に集まって合同授業が実施されているが、時間的・金銭的な問題などから実施回数が制限されるケースが多い。この合同授業を補う形で、日進月歩の勢いで進歩している ICT 技術を活用した遠隔合同授業の取組みが期待され、教育実践が進められてきている。

一方、小学校や中学校だけでなく、大学などの高等教育機関においても ICT を活用した遠隔教育は進められてきている。さらに、新型コロナウイルス感染症のパンデミックを契機に、小学校・中学校・高校や高等教育機関だけでなく、塾など様々な場でオンライン授業あるいはオンライン学習といった遠隔教育の取組みも行われてきている。

しかしながら、オンライン授業や遠隔合同授業を実践する上では、環境整備面や授業実施面などで課題が存在する。特に、授業実施時における教員の作業負荷が非常に高いことが問題であり、オンライン授業や遠隔合同授業の特性や授業プロセスを踏まえた仕組みの構築や機能の開発が必要となる。さらに、オンライン授業や遠隔合同授業における学習者個人あるいはグループによる学習活動や、教員による教授活動や学習者グループの活動支援のプロセスを分析した上で、その状況に応じた支援手法を検討し、学習支援機能やその機能と連動した授業支援機能を遠隔教育支援ツール・アプリとして提供することが必要となる。

そこで本研究では、高校・大学などにおけるオンライン授業や小学校・中学校の小規模校における遠隔合同授業といった遠隔教育を対象にして、校種や ICT 活用能力に応じた機能や画面に切り替えることができる設計思想を持った、課題解決的な学習が展開される際の学習者の学習活動と教員の教授活動を支援するための遠隔教育支援環境を設計して開発することを目的にする。

本論文では、本研究の目的を達成させるために、以下に示す5つの調査・研究・開発の成果がまとめられている。

- (1) 遠隔教育の支援環境に関する研究動向の調査
- (2) 遠隔教育を支援する環境・機能についての整理と必要機能の提案
- (3) 「クラス（学級）」と「個」をつなぐ遠隔教育支援環境「つながる授業アプリ」の開発と評価
- (4) 「比べる」協働的思考活動支援機能の開発と評価
- (5) グループ学習活動・対話状況確認支援機能とグループ活動状況管理機能の開発と評価

(1)では、遠隔教育に関する研究動向を調査した。これらの整理・分類などを踏まえ、遠隔教育における学習環境、学習支援機能、授業支援機能の研究に対する本研究の位置づけを行った。

(2)では、遠隔教育をICTで支援する環境について説明した。さらに、2つのつながり（「クラス（学級）」と「個」）を保障する遠隔教育システムと協働学習支援システムに必要な機能を整理した。

(3)では、遠隔教育システムと協働学習支援システムの両方の機能を併せ持つ遠隔教育支援環境「つながる授業アプリ」を設計・開発した。さらに、「つながる授業アプリ」の有用性を評価し、基本機能を完成させた。

(4)では、遠隔合同授業における小学生を対象として、より深い学びを実感できることを目的として、グループ活動時の思考に必要なプロセスを整理し、最も基本的な思考活動の1つである「比較思考」を協働的に進めることができる支援を「つながる授業アプリ」の拡張機能として実装した。「比べる」協働的思考活動支援機能は、「比べる」思考手順を1スライドずつ学習者間の協働的な思考手順として提示して、思考活動プロセスをガイドする仕組みである。さらに、開発した支援機能についてその有用性を評価した。

(5)では、大学の遠隔教育を対象にして、グループ学習活動における学習者の対話内容の確認や振り返り、教員による見とりを支援する目的として、対話音声データ（バーバル情報）とノート記述データ（ノンバーバル情報）を活用した活動状況・対話状況の可視化機能を「つながる授業アプリ」の拡張機能として実装した。さらに、教員の見とり支援と

してグループ活動状況管理機能も拡張機能として実装し、これらの機能の有用性を評価した。

以上により、オンライン授業が展開でき、学習者の個別学習やグループ学習の活動支援や教員の見とり支援が可能な「つながる授業アプリ」の開発・授業実践を通して、遠隔教育において必要な学習環境の要素機能、学習支援・授業支援の機能を確認することができた。

目次

第1章 序論.....	1
1.1 研究の背景.....	1
1.2 問題の所在.....	2
1.3 本研究の目的.....	3
1.4 本論文の構成.....	5
第2章 遠隔教育と学習・授業支援に関する先行研究.....	7
2.1 緒言.....	7
2.2 オンライン授業支援環境を活用した遠隔教育.....	8
2.2.1 遠隔教育の目的と接続形態.....	8
2.2.2 オンライン授業支援環境の構成と支援機能の必要性.....	9
2.3 小規模校の遠隔合同授業を実現する学習環境と支援機能.....	13
2.3.1 小規模校における教育の特徴と課題.....	13
2.3.2 遠隔合同授業の授業実践と支援機能に対する先行研究.....	15
2.3.3 遠隔合同授業において身につける能力や態度と介在する研究課題.....	16
2.4 遠隔合同授業のグループ活動における協働的思考活動支援.....	20
2.5 テキストマイニング手法を活用したワードクラウドによる教育支援.....	23
2.6 遠隔教育における教員の見とりとその支援機能.....	24
2.7 結言.....	27
第3章 遠隔教育支援環境「つながる授業アプリ」の設計と開発.....	28
3.1 緒言.....	28
3.2 ICTを活用した学習場面.....	29
3.2.1 一斉学習.....	30
3.2.2 個別学習.....	30

3.2.3	協働学習	31
3.2.4	振り返り	32
3.3	「クラス（学級）」と「個」をつなぐ2種類の支援環境の構成	32
3.3.1	「クラス（学級）」としてのつながりの構成	32
3.3.2	「個」としてのつながりの構成	34
3.4	「つながる授業アプリ」開発の必要性	36
3.5	遠隔教育支援環境のアーキテクチャ	37
3.6	「つながる授業アプリ」に必要な基本機能の列挙	38
3.7	「つながる授業アプリ」の開発手法	38
3.8	「つながる授業アプリ」の構成	40
3.8.1	データの双方向性とリアルタイム性	40
3.8.2	オンプレミスとクラウド	41
3.8.3	「WEBアプリケーション」	43
3.8.4	「基盤ソフトウェア」の選択機構	44
3.8.5	ネットワーク環境の問題についての対策	45
3.8.6	リアクティブプログラミング	46
3.8.7	遅延を許容するデータ同期処理	49
3.9	基本機能を活用した遠隔合同授業の流れ	51
3.10	結言	54

第4章「つながる授業アプリ」の基本機能の授業実践と評価55

4.1	緒言	55
4.2	遠隔合同授業の授業実践と評価	56
4.2.1	平成27年度授業実践のアンケート調査	58
4.2.2	平成28年度授業実践のアンケート調査	62
4.3	「つながる授業アプリ」基本機能の改善	67
4.3.1	ノート描画の改善	67
4.3.2	ビデオチャット映像・音声の改善	68
4.3.3	見とり機能の改善	68

4.4 結言	69
第5章「比べる」思考活動支援機能の構成と評価	70
5.1 緒言	70
5.2 協働的な思考活動の ICT 支援	71
5.3 「比べる」思考活動	71
5.4 「比べる」思考活動支援機能の授業実践と評価	73
5.4.1 回答内容からの考察	74
5.4.2 アンケート結果をもとにした考察	77
5.5 結言	80
第6章 グループ対話状況確認機能の開発と評価	81
6.1 緒言	81
6.2 データマイニング手法を活用した学習支援・授業支援	83
6.2.1 データマイニング手法を活用した学習支援・授業支援モデル	83
6.2.2 ワードクラウドによる学習者の対話内容の視覚化	84
6.3 「グループ対話状況確認機能」による学習者の対話状況の確認や振り返り活動 支援	86
6.3.1 学習者の対話状況の可視化機能	86
6.3.2 「グループ対話状況確認機能」による大学生を対象にした評価実験	88
6.3.3 「グループ対話状況確認機能」の改善	92
6.4 教員による見とりを支援する「グループ学習状況監視機能」	93
6.4.1 「グループ学習状況監視機能」の試作	93
6.4.2 アンケート結果と考察	95
6.4.3 教員による見とり支援機能の改善	100
6.5 結言	101
第7章 結論	102

参考文献	105
------------	-----

目 次

図 1.1	遠隔教育支援環境のイメージ.....	4
図 1.2	本論文の全体構造	6
図 2.1	オンライン授業支援環境の構成.....	10
図 2.2	遠隔合同授業に必要な 2 つのつながりと授業環境の構成.....	17
図 2.3	遠隔合同授業において身につける能力・スキルと態度.....	18
図 2.4	シンキングツール（[25]による図表を一部修正）	21
図 2.5	協働的な学びの場面におけるシンキングツール	22
図 2.6	協働的な学びの場面における見とりの構造	25
図 3.1	遠隔教育支援環境のアーキテクチャ.....	37
図 3.2	「アジャイル宣言の背後にある原則」の一覧.....	39
図 3.3	学習者用画面の遷移	40
図 3.4	「つながる授業アプリ」の構成.....	41
図 3.5	「つながる授業アプリ」の構成パターン	44
図 3.6	マイノート見とり画面.....	47
図 3.7	従来のプログラミング方式と、リアクティブプログラミング方式の比較.....	48
図 3.8	データの同時更新で不整合が発生するケース.....	49
図 3.9	OT を使って操作を変換し、結果データの整合性を保つ例.....	50
図 3.10	スタート画面.....	51
図 3.11	ペア・グループ作成画面.....	51
図 3.12	メイン画面.....	52
図 3.13	「マイノート」画面.....	53
図 3.14	「シェアノート」画面.....	53
図 3.15	ビデオチャット画面.....	53
図 4.1	A 市のシステム構成.....	56
図 4.2	アイスブレイクの様子	57
図 4.3	ビデオチャットの様子	57
図 4.4	シェアノート記述の様子	57
図 4.5	見とり画面 1	57

図 4.6	見とり画面 2	58
図 4.7	発表の様子	58
図 4.8	丸つけの様子	58
図 5.1	協働的な思考活動支援モデル	71
図 5.2	「比べる」思考活動画面例	73
図 5.3	「比べる」活動の課題	74
図 5.4	各グループの「比べる」活動での比較内容	75
図 5.5	「比べる」活動の結果画面	76
図 6.1	データマイニング手法を活用した学習支援・授業支援モデル	83
図 6.2	対話データマイニング機能による学習者や教員の対話内容の俯瞰	85
図 6.3	学習者の「グループ対話状況確認機能」と教員の「グループ対話活動見 とり機能」	87
図 6.4	グループ対話状況確認機能画面	92
図 6.5	つながる授業アプリの「グループ活動状況管理機能（グループ対話活動見 とり機能を含む）」	93
図 6.6	グループ活動状況監視の表示項目	94

表 目 次

表 2.1 遠隔教育システムの比較.....	11
表 2.2 必要とされる思考スキル.....	20
表 3.1 遠隔教育システムの比較.....	33
表 3.2 活用可能な主な協働学習支援システム.....	35
表 4.1 平成 27 年度児童向け 5 段階評価による質問項目と回答.....	60
表 4.2 平成 27 年度児童向け自由記入方式による質問項目と回答.....	61
表 4.3 平成 27 年度教員向けインタビュー方式による質問項目と回答.....	62
表 4.4 平成 28 年度児童向け選択回答方式による質問項目と回答.....	63
表 4.5 平成 28 年度児童向け 4 段階評価方式による質問項目と回答.....	63
表 4.6 平成 28 年度児童向け自由記入方式による質問項目と回答.....	64
表 4.7 平成 28 年度教員向け 4 段階評価方式による質問項目と回答.....	65
表 4.8 平成 28 年度教員向け自由記入方式による質問項目と回答.....	66
表 4.9 平成 30 年度児童向け自由記入方式による質問項目と回答.....	67
表 4.10 平成 30 年度児童向け 4 段階評価方式による質問項目と回答.....	67
表 5.1 「比べる」思考活動の手順.....	72
表 5.2 「比べる」活動の児童向けアンケートの質問項目と回答.....	78
表 6.1 6段階評価によるアプリの操作性とワードクラウドの有用性についての質問項目と回答.....	89
表 6.2 ワードクラウドの有用性とアプリの意義についての質問項目と自由記述回答.....	90
表 6.3 グループ活動の見とり機能に関する質問項目と自由記述回答①.....	96
表 6.4 グループ活動の見とり機能に関する質問項目と自由記述回答②.....	98
表 6.5 グループ活動の見とり機能に関する質問項目と自由記述回答③.....	99
表 6.6 グループ活動の見とり機能に関する質問項目と 5 段階評価方式による回答.....	99

第 1 章

序論

1. 1 研究の背景

日本の人口減少社会の到来が叫ばれて久しい。日本の人口は 2007 年から減少局面に入り、その減少幅も拡大し、2016 年以降 5 年連続で出生数は年間 100 万人を割っている [1]。それに伴い、人口の地域的な偏在が加速化し、特に地方における少子高齢化が加速している。このような状況のなかで、2021 年における学級数が 11 学級以下の公立学校の小規模校の割合は、全国では 42.0%（山口県では 58.2%）であり、過小規模校（5 学級以下の学校）の割合は、全国では 8.9%（山口県では 22.6%）となっている [2]。特に、山口県のような少子高齢化率の高い地域では、学校の過小規模化や極小規模化（複式学級による 3 学級以下の学校）が進んでいることが分かる。

このような小規模校では、児童生徒一人一人がきめ細かな指導を受けることができ、人間関係が深まりやすい等の利点があげられる。一方で、人間関係や役割の固定化、集団の中で多様な意見や考え方に触れることや切磋琢磨する機会に乏しいといった教育的課題もあげられている [3]。これらの教育的課題を解決する策の 1 つとして、複数校の児童生徒が 1 つの学校に集まって授業を実施する合同授業が行われている。しかし、地方では公共交通が便利ではないために移動に時間がかかってしまい合同授業の時間が十分にとれない時間的問題が存在する。さらに、合同授業の時間をとるためにワゴンタクシーや貸切バスを利用するための金銭的問題などから実施回数が制限されるケースが多い。

このような背景の中で、合同授業に ICT を活用した遠隔合同授業が期待されてきた。現在では、文部科学省が進めている GIGA スクール構想や新型コロナウイルス感染症の影響もあって、遠隔合同授業の授業実践が進められてきている。

一方、小学校や中学校だけでなく、大学などの高等教育機関においても ICT を活用した遠隔教育は進められてきている。例えば、衛星通信を利用した大学間教育交流ネットワーク「SCS(Space Collaboration System)」事業は、全国の国立大学（73 機関）、国立高等専門学校（113 機関）、大学共同利用機関（11 機関）、私立大学（10 機関）に VSAT 局とそれらを集中管理する HUB 局がメディア教育開発センターに設置され、1995 年 10 月から運用が開始されて、2009 年までの間、これらの機関間の教育や研究交流に利用されてきた [4]。さらに、多地点制御装置（MCU: Multipoint Control Unit）を活用したテレビ会議システムによる遠隔教育も行われてきた [5]。その後、コンピュータやネットワーク技術の進展により、Zoom や Google Meet、Microsoft Teams、Webex といった Web 会議システムによる遠隔教育が主流になってきている。

近年では、新型コロナウイルス感染症の影響もあって、小学校・中学校・高校や高等教育機関だけでなく、塾など様々な場でオンライン授業あるいはオンライン学習といった遠隔教育が実施されている。これらのオンライン授業やオンライン学習の質を向上させるために、学習ツール・アプリのスキルを習得するための YouTube などを活用したデジタルコンテンツやデジタル教材の提供、教育 DX に関連する研修会やシンポジウムの提供などによって、授業・学習方法の経験則が蓄積され始めている状況にある [6]。さらに、教育・学習に関連する学会においては、教育 DX、オンライン授業やオンライン学習の教育実践、授業・学習支援、教材開発、学習法や授業法開発などに関する論文特集号を刊行して、遠隔教育（オンライン教育）の質向上に寄与してきている [7] [8] [9]。

1.2 問題の所在

オンライン授業や遠隔合同授業では、テレビ会議システムや Web 会議システムが準備できれば、学習者間や教室間を接続して授業を実施することは可能である。しかしながら、オンライン授業や遠隔合同授業を実践する上では、環境整備面や授業実施面などで多くの課題が存在する。

環境整備面では、例えば、学校のネットワーク回線の帯域不足、ルータの性能不足などによる安定したネットワークに関する問題がある。授業実施面では、例えば、授業実施時における教員の作業負荷が非常に高いことがあげられる。学習者が活用しているビデオコミュニケーションやツール・アプリ上で通信の遅延や切断が生じれば、教員はその障害

に対処しなければならない。さらに授業においては、授業を展開していくのはもちろん、オンライン授業では各学習者の学習活動の見とりや指導・支援、遠隔合同授業では教員自身の学級における学習者の学習活動の確認や見とり、指導・支援だけでなく、遠隔側の学級における学習者の学習活動状況の確認や指導・支援も行わなければならない。それらのために、コンピュータやビデオカメラの操作も求められるなど教員の負荷は非常に高くなる。また、オンライン上でのグループの学習活動を見とる教員にとっても、1つの教室のなかで目視してグループの学習活動全体や個々の学習者の状況を確認できる環境とは異なり、オンライン上で全てのグループの学習活動を確認することは難しい。教員が個々のグループを確認するためには、そのグループの学習活動の場へ移動して確認しなければならないため、手間がかかることになる。さらに、特に高等教育におけるオンライン授業のグループ学習場面の課題の1つとして、学習者が対面ではなくオンライン上でグループメンバーと対話を行うことにより、活動中や活動後に対話内容を振り返りにくいことがあげられる。

これらの課題を解決するために、活用するビデオコミュニケーションや遠隔教育支援ツール・アプリに対して、企業のWeb会議や作業とは異なるオンライン授業や遠隔合同授業の特性や授業プロセスを踏まえた仕組みの構築や機能の開発が必要となる。さらに、オンライン授業や遠隔合同授業における学習者個人あるいはグループによる学習活動や、教員による教授活動や学習者グループの活動支援のプロセスを分析した上で、その状況に応じた支援手法を検討し、学習支援機能やその機能と連動した授業支援機能を遠隔教育支援ツール・アプリとして提供することが必要となる。

1.3 本研究の目的

上述した研究の背景や問題の所在を踏まえ、本研究では、高校・大学などにおけるオンライン授業や小学校・中学校の小規模校における遠隔合同授業といった遠隔教育を対象にして、課題解決的な学習が展開される際の学習者の学習活動と教員の教授活動を支援するための遠隔教育支援環境を設計して開発することを目的とする。

ICTによる遠隔教育支援環境のイメージを図1.1に示す。遠隔教育支援環境は、教員がオンライン上で授業を実施し、学習者が課題解決的な学習をするための基本支援機能と対象校種に応じた拡張支援機能から構成される。基本支援機能では、ビデオコミュニケーション

オン機能によって、オンライン授業（テレビ会議）とグループ活動（ビデオチャット）が実施可能になる。学習者には、個別学習のための個人ノート（マイノート）と協働学習のための協働ノート（シェアノート），そしてグループ活動のためのビデオチャット機能が提供される。教員には、学習者に対する課題作成機能，学習者をグループに分けるためのグループ作成機能，個人ノートや協働ノート，ビデオチャットを閲覧・確認するための見とり機能が提供される。拡張支援機能として、小学生を対象としたグループによる協働的な思考活動を支援する機能（「比べる」思考活動支援機能），高校生や大学生などを対象としたグループ対話の状況を確認するための機能（グループ対話状況確認機能）が提供される。

具体的には、学校のネットワーク環境の問題や、対面と遠隔の学習者を見とりながらオンライン授業や遠隔合同授業を進める教員の負荷を踏まえて、ビデオコミュニケーション

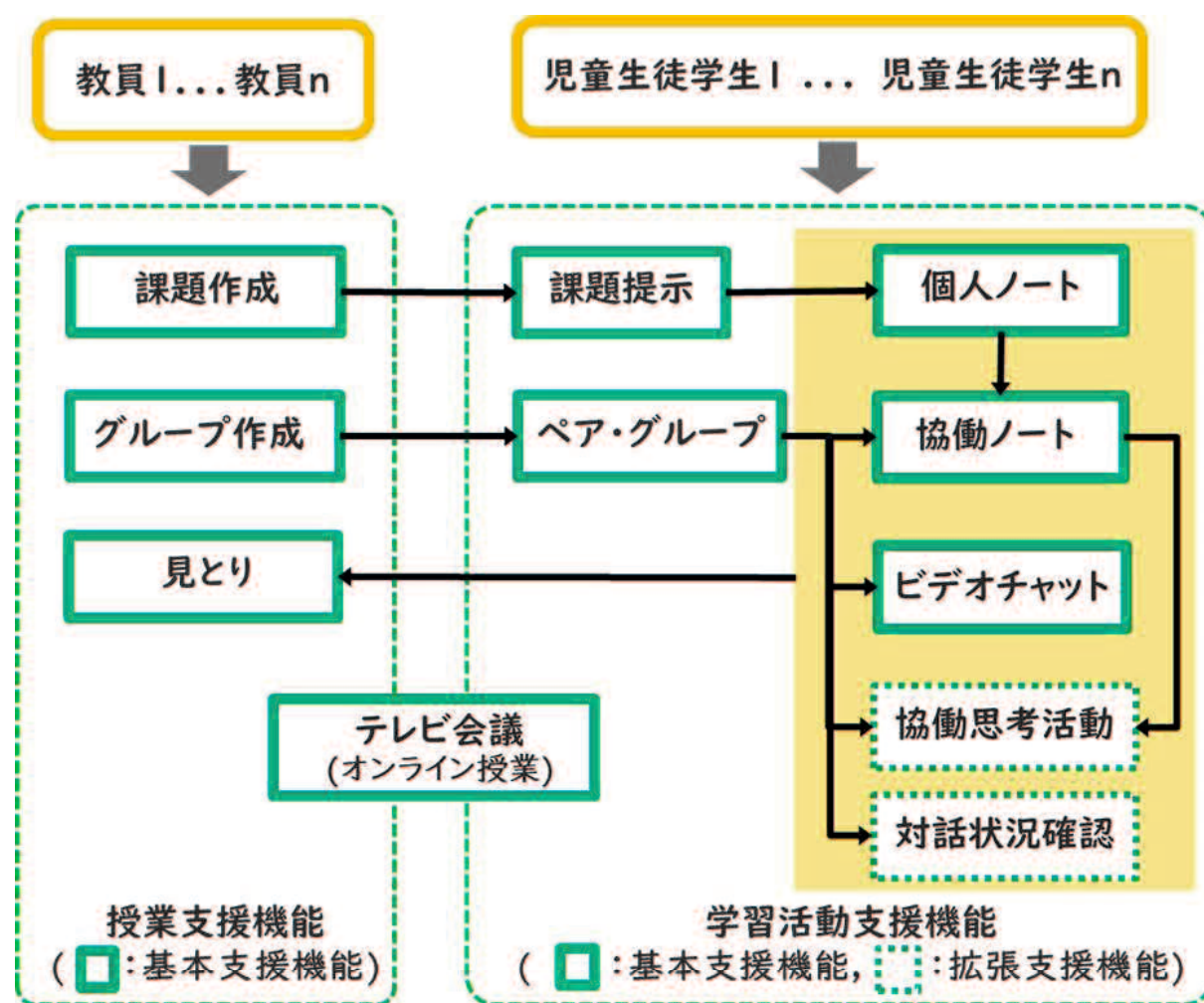


図 1.1 遠隔教育支援環境のイメージ

ン機能や授業をシームレスに支援する学習活動支援機能と授業支援機能を有した「つながる授業アプリ」として、アジャイル型開発手法によって実装する。

1.4 本論文の構成

本論文の以降の章では、研究の具体的な内容について述べる。本論文の構成と本研究で得られる知見及び技術との関係構造は、図 1.2 のように整理される。

以下、第2章「遠隔教育と学習・授業支援に関する先行研究」では、遠隔教育に関する研究動向を調査する。これらの整理・分類などを踏まえ、遠隔教育における学習環境、学習支援機能、授業支援機能の研究に対する本研究の位置づけを行う。

次に、第3章「遠隔教育支援環境「つながる授業アプリ」の設計と開発」では、遠隔授業を支援する環境や機能について整理する。また、遠隔教育支援環境として実装した「つながる授業アプリ」の基本機能とその構成について説明する。

さらに、第4章「「つながる授業アプリ」の基本機能の授業実践と評価」では、小学校における遠隔合同授業実践の学習者や教員のアンケート結果から「つながる授業アプリ」の有用性を検証する。さらに、アンケート結果から抽出された「つながる授業アプリ」の機能改善の事項について説明する。

第5章「「比べる」思考活動支援機能の開発と評価」では、グループ活動における協働的な思考活動を支援する機能として、「比べる」活動支援機能を設計して実装する。さらに、小学校におけるこの機能を活用した授業実践の学習者アンケートの結果からその有用性を検証する。

第6章「グループ対話状況確認機能の開発と評価」では、学習者の対話内容の確認と振り返り活動支援、教員の見とり支援のために、グループ活動状況をデータマイニング手法によって可視化する機能を拡張機能として実装する。さらに、教員養成系学部 of 授業を対象として、可視化技法の1つであるワードクラウドを活用した対話内容の確認機能について評価実験を行う。この実験のアンケート結果から、対話内容の確認や振り返り活動におけるその機能の有用性を検証する。また、教員の見とり支援としてグループ活動状況管理機能も拡張機能として実装し、現職の教員を対象としてアンケート調査の結果から見とり支援機能の有用性を検証する。

最後に、第7章「結論」では、本研究で得られた主な研究成果を総括し、本論文をまとめるとともに本研究の課題について述べる。

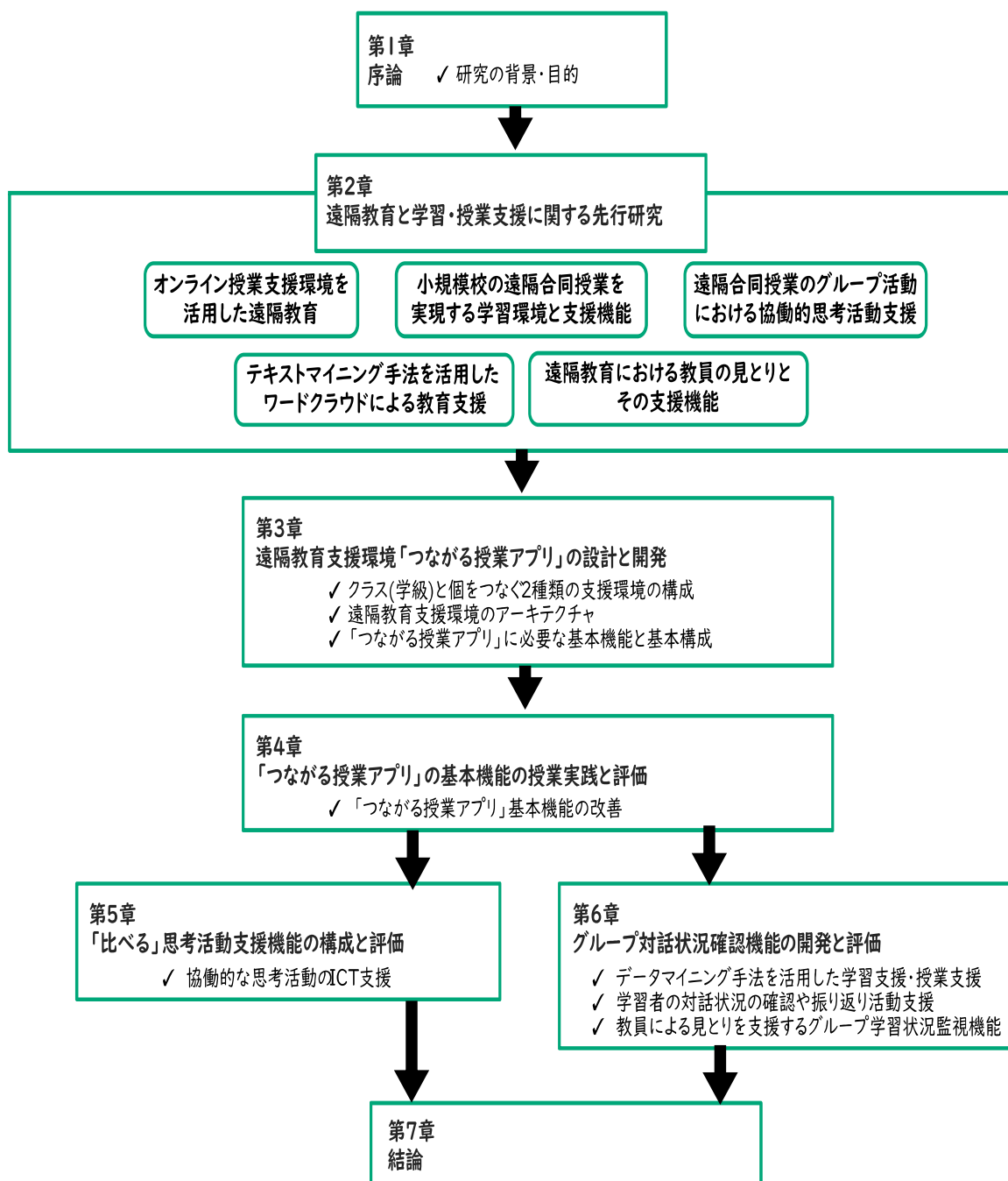


図 1.2 本論文の全体構造

第2章

遠隔教育と学習・授業支援に関する先行研究

2.1 緒言

本章では、遠隔教育の授業研究と学習・授業支援に関する先行実践や先行研究を整理して、本研究の位置づけを行う。最初に、オンライン授業支援環境を活用した遠隔教育について、その目的と接続形態を整理し、オンライン授業支援環境の構成と支援機能の必要性について述べる。次に、小規模校の遠隔合同授業を実現する学習環境と支援機能について、小規模校における教育の特徴と課題について整理して、遠隔合同授業の授業実践と支援機能に対する先行実践や先行研究について述べる。さらに、遠隔合同授業において身につける能力・スキル・態度についてモデル化して、そこに介在する研究課題について整理する。続いて、遠隔合同授業におけるグループ活動時の協働的な思考活動支援について、思考スキルやシンキングツールについての説明と授業実践事例を紹介して、遠隔合同授業における協働的な思考活動の必要性と支援機能の仕組みについて概説する。その後、テキストマイニング手法を活用したワードクラウドによる教育支援について、テキストマイニングやワードクラウドに関する先行研究を整理して、オンライン授業における学習者のグループ対話状況の認識や振り返り活動の支援の必要性について説明する。最後に、授業評価に対する教員の見とりの重要性について説明し、オンライン授業や遠隔合同授業における教員の見とりを支援する機能について概観する。

2.2 オンライン授業支援環境を活用した遠隔教育

本研究では、高校や大学などの高等教育機関におけるオンライン授業と小学校や中学校における遠隔合同授業を対象にしている。この節では、遠隔教育がオンライン授業や遠隔合同授業などに分類できることを説明する。さらに、オンライン授業支援環境の機能構成や代表的に活用されるWeb会議システム、支援機能の設計手法ポイントを概観する。

2.2.1 遠隔教育の目的と接続形態

2019年（令和元年）に文部科学省でとりまとめられた「新時代の学びを支える先端技術活用推進方策方針（最終まとめ）」では、小学校・中学校・高等学校・特別支援学校を対象にして、①遠隔教育の推進による先進的な教育の推進、②教師・学習者を支援する先端技術の効果的な活用、③先端技術の活用のための環境整備に係る方策が提示されている [10]。ICTを活用することによって時間や距離の制約を取り払った学びを提供しやすくなり、特に遠隔技術の活用によって、社会の多様な人材やリソースの活用や、多様な人々との学び合いによる社会性を涵養する機会、多様な意見に触れる機会を増やす効果が期待できると示されている。このような状況のなかで、お互いの距離に関係なく相互対話が可能なICTの双方向性という特徴をいかして、遠隔教育システムを活用した遠隔教育が行われている [11]。文部科学省の「遠隔教育システム導入実証研究事業」では、各実証地域の実践事例から遠隔教育を実施する「目的」と「接続先」を踏まえて、遠隔教育を次の12パターンに分類している [6]。

A. 多様な人々とのつながりを実現する遠隔教育

A1：遠隔交流授業

A2：遠隔合同授業

B. 教科等の学びを深める遠隔教育

B1：ALTとつないだ遠隔学習

B2：専門家とつないだ遠隔学習

B3：免許外教科担任を支援する遠隔授業

B4：教科・科目充実型の遠隔授業

- C. 個々の児童生徒の状況に応じた遠隔教育
 - C1：日本語指導が必要な児童生徒を支援する遠隔教育
 - C2：児童生徒の個々の理解状況に応じて支援する遠隔教育
 - C3：不登校の児童生徒を支援する遠隔教育
 - C4：病気療養中の児童生徒を支援する遠隔教育
- D. 家庭学習を支援する遠隔・オンライン学習
- E. 遠隔教員研修

これらの遠隔教育の目的と接続形態は、大学などの高等教育やリカレント教育、生涯学習にも当てはめることが可能である。ネットワークを活用した遠隔教育は、オンライン授業とオンライン学習に大別できる。オンライン授業は、教員がビデオ会議システムやWeb会議システムなどの遠隔教育システムを活用して、様々な場所にいる学習者に授業や講義をリアルタイムに届け、学習者はタブレット端末やコンピュータ、携帯電話で受講する形式である。教員と学習者が映像・音声・テキストコミュニケーションにより双方向の質疑応答や意見交換が可能になる。オンライン学習は、講義形式の動画やスライド資料などのオンライン教材をe-Learningプラットフォームから配信し、学習者が設定期限内にオンライン授業と同様にネットワーク環境のある好きな場所からタブレット端末などを利用して受講する形式である。最近では、MOOC(Massive Open Online Course)と呼ばれる大学などが大規模なオンラインコースを無料講座として公開する仕組みを活用して、オンライン学習の教材として活用することも行われている。

2.2.2 オンライン授業支援環境の構成と支援機能の必要性

オンライン授業を支援する環境の構成は、図2.1のように示すことができる。オンライン授業支援環境では、「クラス」としてのつながりと「グループ」としてのつながりの2つの『つながり』を支援することが必要となる。

教員が授業を展開したり、「クラス」としてのつながりを形成したりするためには、映像と音声で対話が可能な「クラスコミュニケーション機能」が必要不可欠である。「クラス」としてのつながりを保障するシステムには、遠隔教育システム（テレビ会議システム、Web会議システム）が活用可能であり、数多くの製品やシステムが存在する。一般的な遠

隔教育システムで活用されるテレビ会議システムとWeb会議システムの特徴の比較を表 2.1にまとめる。テレビ会議システムには多くの機能が実装されているが、一部の機能がなくてもよい環境や、導入にかかる費用を抑える必要があれば、Web会議システムによる環境構成でも十分に実践可能である。

同様に、ペアやグループで映像や音声の対話をするためには、「グループセッション機能（グループコミュニケーション機能）」が必要となる。この機能は、Zoomのブレイクアウトセッションが事例としてあげられる。また、個人やグループで作業・学習するための「個人作業・学習環境」や「協働作業・学習環境」が必要となる。この環境の具体としては、例えば、MicrosoftやGoogleのツール・アプリ、問題アプリなどに相当する。

現在、これらの「クラスコミュニケーション機能」や「グループセッション機能」を実現する遠隔教育システムが、Zoom, Microsoft Teams, Google Meetに代表されるWeb会議システムである。これらのシステムは映像・音声による一斉学習やグループ学習のインタ

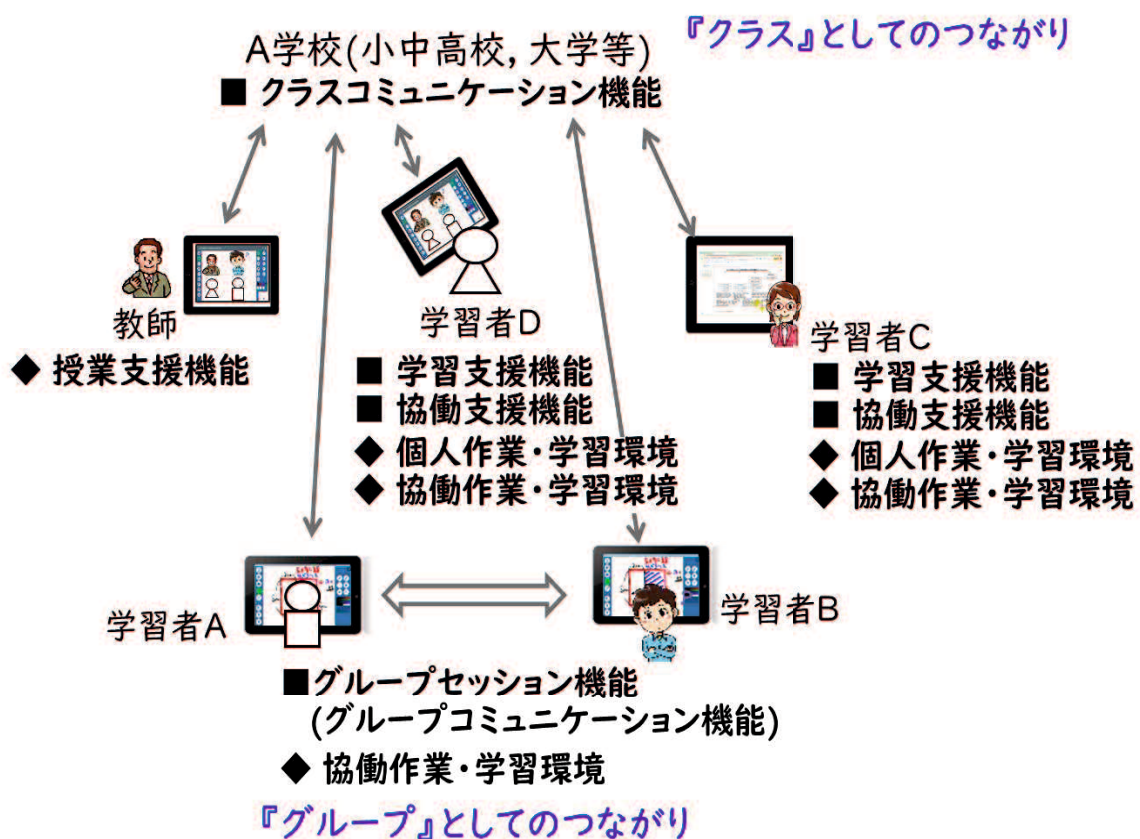


図 2.1 オンライン授業支援環境の構成

表 2.1 遠隔教育システムの比較

	テレビ会議システム	Web会議システム
機器	専用機器	PC,タブレット端末
操作	専用リモコン	画面に表示される操作パネル
通信の安定性	高	低～中
映像・音声品質	高	低～中
複数カメラの切り替え	可能	可能
複数映像の同時配信	可能	可能
多人数接続	可能	可能
映像ソース	カメラ, PC画面, 書画カメラなど	本体付属カメラ, 外部接続カメラ
画角・位置調整	可能	不可能
導入費用	比較的高価	無料～安価

ラクションだけではなく、個別学習や協働学習でも活用できる機能が追加されてきている。これら3つのWeb会議システムについて、利用方法を説明した書籍をもとに特徴を抽出する。

・Zoom

『ハーバード式Zoom授業入門 オンライン学習を効果的に支援するガイド』 [12]では、COVID-19によってオンライン授業を余儀なくされたハーバード大学の取り組みをもとにZoomを活用した授業の設計や実施方法が説明され、そのノウハウは示唆に富んでいる。Zoomには個人ノートや協働ノートの編集機能がないため、GoogleドキュメントやGoogleスプレッドシートを活用し、発表の際には画面共有を活用する方法が述べられており、複数の支援環境を同時に利用する必要がある。本文内でも、GoogleドキュメントやGoogleスプレッドシートの活用能力は基本能力として説明されている。また、教員が個人ノートや協働ノートを俯瞰して見とることはできず、グループの活動状況を見とる際には、ブレイクアウトルームに入って見とる必要がある。このような制限もあり、オンライン授業を行う際には教員が把握すべきことが対面授業よりも多くなり、教員には遠隔授業のスキルが必要となる。また、ブレイクアウトルームには技術的な理由でトラブルが発生することがあるため、教員やICT支援員等のサポートが欠かせないとされている。

• Microsoft Teams

『オンライン授業入門 Microsoft Teams & Forms を活用した遠隔授業と生徒サポート改訂版』 [13]では、2020年12月に対応したペア・グループ対話機能（ブレイクアウトルーム）を用いた遠隔授業の実施方法が説明されている。Teamsにおいても、Zoom同様に個人ノートや協働ノートの編集機能がないため、Microsoft WordやExcelを用いて資料を作成し、Microsoft Formsと連携して課題を配布、収集する必要がある、その結果作業手順が多くなる。また、操作の手順についても制約が多く、注意点が多く伝えられている。教員の見とりについても、Zoomと同様に、学習者のノート記述状況を俯瞰して見とることはできない。

• Google Meet (Google for Education)

『誰でもできる！Google for Education導入ガイド』 [14]では、教育機関向けのクラウドサービス「Google Workspace for Education」の導入方法について解説している。クラスを運営するためのアプリケーション「Google Classroom」を中心として、Googleドキュメント、Googleプレゼンテーション、Google Meet等のアプリケーションと連携して、遠隔授業が実施可能である。Google Meetによるグループ対話機能は2020年11月に対応されている。

個人ノートや協働ノートはGoogleドキュメントやGoogleプレゼンテーションを用いて実現できる。Googleプレゼンテーションの1スライドを学習者ごとに割り当てることによって、学習者が記述していく様子を教員側端末でグリッド表示して俯瞰することができ、教員による見とりが可能になる。この方式では、各学習者のノート記述内容は、全員が閲覧できるため、個別学習の際は他者のスライドを見ないようにするなど運用面での約束が必要であり、間違って他者のスライドを編集しないよう注意することも必要になるなど、授業運営において注意すべき点が多くなる。

これら3つのWeb会議システムの活用によって、オンライン授業の実施は可能である。しかしながら、個別学習や協働学習において、複数のアプリケーションを行き来する必要があることや、教師の見とりには特別の工夫が必要になることなど、スムーズな授業運営には課題が存在する。

さらに、オンライン授業支援環境の構成としては、教員や学習者の作業や学習を支援するための「授業支援機能」、「個別学習支援機能」、「協働学習支援機能」が必要となる。

特に、授業や教育の質の向上を担保するためには、学習活動や学習指導のプロセスや特徴を構成的に捉えた上でモデル化し、「授業支援機能」、「個別学習支援機能」、「協働学習支援機能」としてどのように設計・実装するかがポイントとなる。

2.3 小規模校の遠隔合同授業を実現する学習環境と支援機能

本研究において構築する遠隔教育支援環境の対象の1つは、小学校・中学校の小規模校である。この節では小規模校における教育の特徴と課題について述べ、その課題の解決策の1つであるICTを活用した合同授業である遠隔合同授業の構成とそこに内在する研究課題について整理する。

2.3.1 小規模校における教育の特徴と課題

日本の人口は減少局面に入り、さらに人口の地域的な偏在化は、学校教育においては児童生徒数の減少による学校の小規模化という形で影響を与えている [1] [2]。このような小規模校や少人数学級における利点や課題は、以下のように整理できる [10]。

【利点】

- ① 一人一人にきめ細やかな指導が行いやすい
- ② 児童生徒が意見・感想を発表する機会が多い
- ③ 学校設備、器具などの整備が容易である
- ④ 家庭・地域と比較的連携しやすい

【課題】

- ① 多様な意見や考え方に触れる機会が少ない
 - ・意見や考え方の広がりや深まりが期待しにくい
 - ・他者の意見を解釈・比較・判断する機会が少ない
- ② コミュニケーション力を育成する機会が少ない
 - ・自分の意見や考え方を伝える機会が少ない
 - ・大人数を相手に説明する機会が少ない
- ③ 社会性を養う機会が少ない

- ・人間関係が固定化されてしまう
 - ・自己主張や他者を尊重する経験が積みにくい
 - ・主体的に話し合おうとする意識が低い
- ④ 学習活動の規模が小さい
- ・教え合い・学び合いの協働的な学習が行いにくい
 - ・切磋琢磨する環境が作りにくい
 - ・いつも同じグループでの活動になってしまう
 - ・役割が固定化しがちである
 - ・話合いの結果や理科の実験結果などのデータが十分に集まらない
- ⑤ 進学先等他環境とのギャップに対応できない

このような小規模校や少人数学級のもつ課題の解決方法の1つとして、合同授業の実施があげられる。合同授業とは、定期・不定期に地域の小規模校同士、あるいは小規模校と大規模校などが1ヶ所に集まって授業を行う形態である。離島の児童生徒が定期的に街中の学校に集う例や、同じ中学校に進学することになる小学校間で行事の準備学習のために集う例などがあげられる。合同授業を実施するためには、以下のような準備が必要となる。

- ① 複数校での日程調整
- ② 学校間の学習進捗の調整
- ③ 複式学級での時間割調整
- ④ スクールバス等の移動手段の手配、経費捻出
- ⑤ 交通手段の少なさによる移動時間の確保

小規模校の教員数の少なさもあり、通常業務における負担が大きいなかで、合同授業の準備のための負荷は授業実施を困難にさせている要因になる。さらに、一般的に小規模校の多くは公共交通機関が充実しているとは言えない場所に設置されているため、移動に時間がかかり相手校に滞在する時間が十分に確保できない場合がある。公共交通機関の代替として貸切バスやワゴンタクシーなどを利用する場合には、経費増につながるため、合同授業の回数が制限される原因となる。

2.3.2 遠隔合同授業の授業実践と支援機能に対する先行研究

小規模校や少人数学級における対面での合同授業を補う形で、ICTを活用した遠隔合同授業が期待されており、小規模校や少人数学級の課題でもある思考力・判断力・表現力の育成に有効な方法としても活用されはじめている。小規模校や少人数学級の課題とも関係するが、グローバル化の進展や多様化する社会の中で生きていく力が求められている。旧来日本におけるコミュニケーションでは、場の状況や人間関係など文脈を汲み取った「あうん」の呼吸が望まれてきた [15]。しかし、アジア圏以外の多くの国は言語文化（低コンテキスト文化）とされ、自分の考え方や意見を的確に相手に言葉で説明することが重要となる。さらに、今後、国をまたいだチームでのオンライン会議も珍しくない時代になると考えれば、低品質な映像・音声でのやりとりをも想定しながら、様々な人々との対話場面において、言語だけでなく、図表やICTを上手く活用して丁寧かつ明確に対話するコミュニケーション力が必要となる。遠隔合同授業におけるグループ対話の実践はコミュニケーション力育成の機会にもなり得ることから、合同授業の補完以上のメリットが期待できる。

遠隔合同授業の推進に関しては、文部科学省の「人口減少社会におけるICTの活用による教育の質の維持向上に係る実証事業 [3]」、「新時代の学びを支える先端技術活用方針方策（最終まとめ） [10]」や「新時代の学びにおける先端技術導入実証研究事業（遠隔教育システムの効果的な活用に関する実証） [16]」がその牽引役となってきている。平成27年度から3年間実施された「人口減少社会におけるICTの活用による教育の質の維持向上に係る実証事業」では、遠隔教育システム等のICTを活用した遠隔地間における児童生徒の学びの充実や、社会教育施設と連携した遠隔講座の実施など学校教育や社会教育における教育の質向上を図るための実証研究実践が行われた [11] [6]。特に、「学校教育におけるICTを活用した実証事業」では、小規模校の教育上の課題を克服するために、地理的に離れた学校・学級同士をICTで接続して協働学習などを継続的に実施し、指導方法やカリキュラムの開発および学習効果の検証が10地域で行われた。本研究の一部としても、この事業に参加された萩市教育委員会と連携・協働して、遠隔合同授業を支援するICT環境の設計・開発に取り組んできた。また、「新時代の学びにおける先端技術導入実証研究事業」では、遠隔教育システムを活用した多様性ある学習環境、専門性の高い授業や質の高い学習、遠

隔会議の活用による業務の効率化の実現などを旨として、全国13の実証地域で遠隔教育システムの効果的な活用方法の検証や遠隔教育の効果測定が行われた。特に、ALTを活用した外国語指導や特別な配慮を必要とする児童生徒へのきめ細やかな指導の可能性について実証検証が行われた。このような事業における授業・教育実践を通して、遠隔教育におけるICT機器の導入・利用のポイントが整理されている。そして、機器の配置、児童生徒の学習活動、教員の指導・支援、ICTの活用方法を接続形態とともに授業の流れとしてまとめられている。これらの授業の具体的展開がガイドブックとして紹介されることによって、全国で遠隔教育が実践されてきている。

一方、遠隔合同授業において活用されているシステムやツール・アプリは、遠隔教育に特化されていないものが活用されている。つまり、遠隔合同授業の学習活動や指導の特徴やこの授業を実施する教員の負荷などを考慮した機能を有したシステムやツール・アプリが提供されていない。このような状況の中で、岡本らは、中山間地域における小規模校間の遠隔合同授業を効果的かつ効率的に行うことを目的として、これらに関わる教員の授業研究支援の枠組みの提案とシステムの開発・評価を行っている。ここでは、ジェスチャー認識デバイスを用いた電子黒板に教員のシルエットを表示する機能の試作と動作検証 [17]や、遠隔教室における俯瞰撮影を可能とするバルーン型ドローンによる撮影装置の設計と試作 [18]、遠隔非同期レビューのための電子化学習指導案の作成とレビュー環境の試作 [19]、さらにマルチアングルによる遠隔合同授業収録システムの試作 [20]などの研究が進められてきている。これらの研究は、遠隔合同授業を実施する教員が必要とする支援対象を吟味した上で、そのニーズに対する教員研修の支援機能を提供する部分に非常に意義があり、遠隔合同授業の教員研修手法の方向性を示すものである。

このように遠隔合同授業に関わる種々の授業実践研究や学習支援・授業支援ニーズを捉えたシステムやツール・アプリの研究開発が必須であるが、この分野における研究成果は途上である。本研究では、小学校・中学校の小規模校・少人数学級における遠隔合同授業を1つの対象にして、学習者の学習活動と教員の教授活動の特徴やニーズを抽出して、それらを支援する機能や環境を設計して実装する。

2.3.3 遠隔合同授業において身につける能力や態度と介在する研究課題

合同授業では、小規模校では味わうことのできない人数の多い授業を展開することが

期待できる。そこでは、役割の固定化を解消できる他者との関わりや、自身が合同授業のメンバーになっていることを実感させる必要がある。さらに、他者の多様な意見、考え方や解き方に触れる経験を経て、合同授業の良さを感じ取ることができる授業環境および学習支援が求められる。したがって、ICTを活用した遠隔合同授業では、これらの合同授業のよさを保障するために、学級（クラス）間や個々の学習者をつなぎ、教員がそこでのやりとりを見とることができる遠隔合同授業支援環境を整備することが重要になってくる。

この「学級間」と「学習者間」のつながりを保障するために、遠隔合同授業では、オンライン授業支援環境の構成と同様に、図2.2に示すような2種類の『つながり』から構成される遠隔合同授業支援環境として設計することが必要となる。一つ目は、物理的に離れている複数の教室を遠隔教育システム（テレビ会議システムやWeb会議システム）を活用して一つの教室にする『学級』としての『つながり』の保障である。オンライン授業支援環境との違いは、学習者が複数の教室に集まって授業を受講するため、一斉授業については各教室に設置された大型提示装置（大型テレビモニター等）で接続先の教室の様子や教材コンテンツを見ながら学級間のコミュニケーションをとる点にある。二つ目は、物理

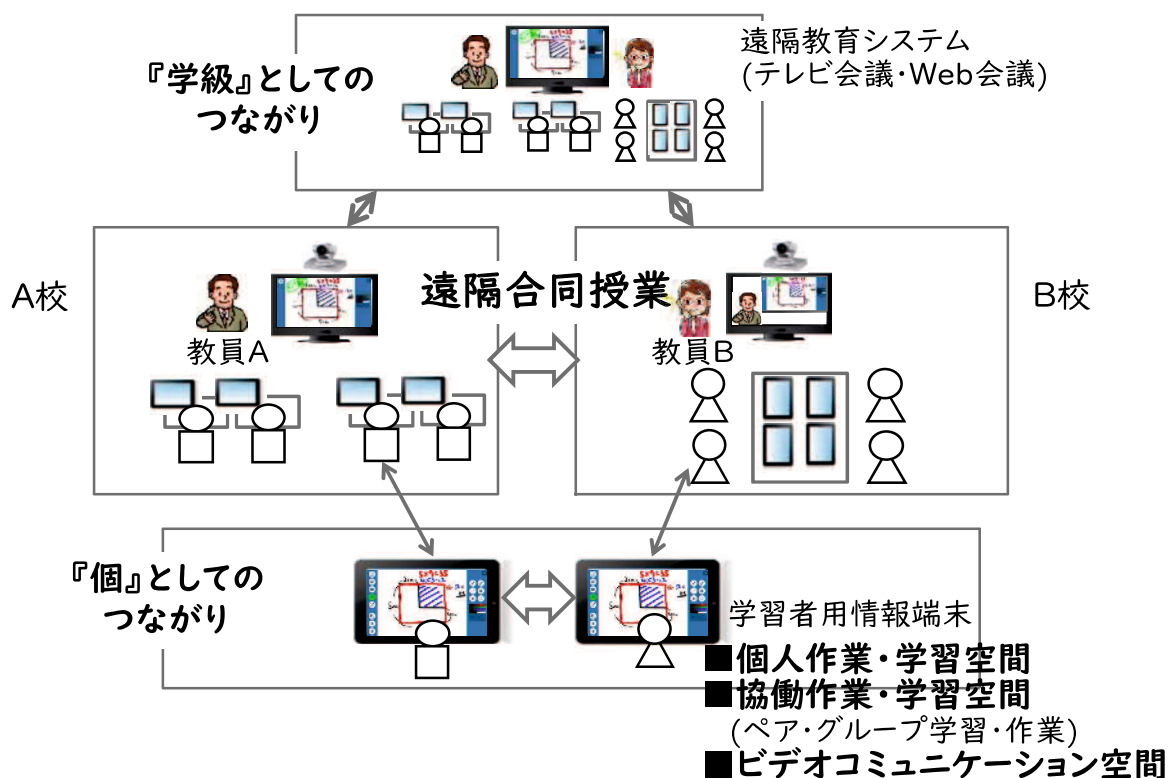


図 2.2 遠隔合同授業に必要な2つのつながりと授業環境の構成

的に離れている教室の学習者の協働学習・活動を実施するために、学習者用情報端末上に「個人作業・学習空間」「協働作業・学習空間」「他校の学習者とのビデオコミュニケーション空間」を整備してペア・グループ学習を進められる「『個』として」のつながりの保障である。

このような遠隔合同授業支援環境を活用して、これまで述べてきた小規模校や合同授業の課題を踏まえて、遠隔合同授業において学習者に身につけてほしい能力や態度をモデル化したのが図 2.3 である、学習者が遠隔合同授業に参加するための基盤として「遠隔 ICT 活用スキル」は必須である。そこでは、遠隔で他者と「つながる」際の特徴を理解した上で、活用するシステム・ツールのスキルを習得し、システム・ツールを学習目的に応じて特徴を踏まえながら自発的に活用できるレベルに到達することが目標となる。そして、遠隔合同授業に参加するためのもう 1 つの基盤としてあげられるのが「遠隔合同授業へ参画する態度」である。この態度について、最初に目指すべきレベル(Level1)は、「相手の考えが聞きたい」、「一緒に勉強したい」といった学習者の必要感から楽しく参画して、他者とつながって学び合うよさを感じることである。次に目指すべきレベル(Level2)は、遠隔でつながりあう特徴を理解して、話す内容や順番、簡潔さ、明瞭さなどを考えながら対話できるようになることである。最終的な目標レベル(Level3)は、「分かってもらいたい」

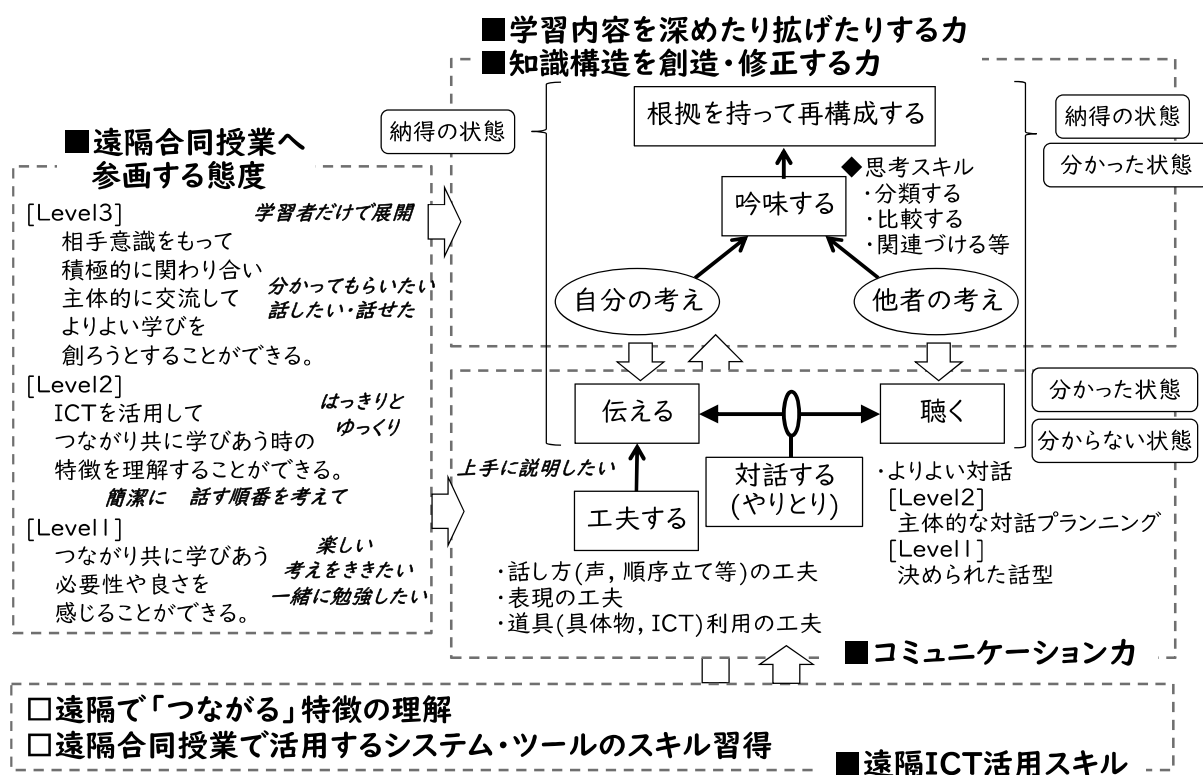


図 2.3 遠隔合同授業において身につける能力・スキルと態度

などの相手意識をもって学習者だけで主体的に交流して、よりよい学びを創ろうとする態度の涵養である。これらのスキルと態度の基盤を基に、「コミュニケーション力」、「学習内容を深めたり広げたりする力」や「知識構造を創造・修正する力」を身につけるための学習活動を展開する。「コミュニケーション力」では、「伝える」活動に「工夫する」思考を付加して、「聴く」活動ではよりよい聴き手を目指して各活動を洗練していく。さらに、「対話する」活動では、決められた話型(Level1)から話型への対話要素の追加段階(Level2)、そして学習者自身が主体的に対話プランニング(Level3)をできるようになることを目指す。「学習内容を深めたり広げたりする力」と「知識構造を創造・修正する力」では、他者の考えや解き方などが『分からない状態』から「聴く」活動によって『分かった状態』になる。さらに、自他の考えや解き方などに思考スキルを働かせて吟味することによって、根拠を持って学習内容や知識構造を再構成することができるようになる。その結果として、自他の考えや解き方などに対して『納得の状態』ができ、これらの繰り返しによって上述した2つの能力を身につけることができるようなモデル化を行った。これらのモデル化した能力・スキルや態度を身につけていくための学習支援および授業支援に対して、例えば、以下のような研究課題をあげることができる。

- ・ 遠隔合同授業を通して学習者に身に付けさせたい能力・スキルと態度の整理、それらを身につけるためのカリキュラム開発の探究・構築
- ・ 個別作業・学習を円滑に進めるための作業環境と個別学習支援機能の探究・構築
- ・ 協働作業・学習を円滑に進めるための作業環境と協働学習支援機能の探究・構築
- ・ 思考活動（比較する、評価する等）プロセスを踏まえた協働的な思考活動支援機能の探究・構築
- ・ 遠隔合同授業における教員の過負荷を解消するためのシームレスな授業支援機能の探究・構築
- ・ 遠隔合同授業支援環境の開発方式に対して、基本支援機能間で通信するプロトコルを規定することによって支援機能をプラグインできる技術標準化の設計・実装

このように、遠隔合同授業を対象にして、教育面、学習・授業環境面、学習支援・授業支援面、そして将来を見据えた教育システム開発の標準化の面と多岐にわたる解決すべき研究課題が存在することが分かる。これらの研究課題のなかで、本研究では、学校のネッ

トワーク環境の問題や、対面と遠隔の学習者を見とりながら遠隔合同授業を進める教員の負荷を踏まえて、ビデオコミュニケーション機能や遠隔合同授業をシームレスに支援する学習活動支援機能（協働的思考活動支援機能など）と授業支援機能（グループ対話活動見とり機能など）を有した「つながる授業アプリ（遠隔教育・遠隔合同授業支援環境）」を設計して開発することにした。

2.4 遠隔合同授業のグループ活動における協働的思考活動支援

新しい時代に必要となる資質・能力として、生きて働く「知識・技能」の習得、未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力」等の育成、学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養が求められ、学習者が学習に対して主体的に、多様な他者と関わりながら、深い学びを促す学習プロセスを意識化できるようになることが求められている [21]。この「主体的・対話的で深い学び」と同様に、遠隔合同授業の目的の1つは、多様な意見や考え方に触れる機会をつくり、他者の意見や考え方を比較や関連付け、評価といった思考を働かせることによって吟味して、自分の意見や考え方を深めたり、広げたりすることにある。

この思考を働かせる「思考力」は「思考する力、考える能力」であり、この「考える」という行為そのものは非常に難しいものである。例えば、学校の授業において教員から「考えてみてください」と抽象的に言われた際、一部の学習者は教員の意図を推測して具体的に考えることを進められるが、「具体的に何を考えればよいのか」わからない、「何をすれば考えたことになるのか」わからない学習者は少なくないと思われる。これら「考え方」について課題を抱えている学習者に対して思考力を育成するためには、思考の種類に応じて具体的に思考する手順を明示的に示すことが1つの手法となる。

この思考を考える手順として明示的に記述した技法は思考スキルと呼ばれ、思考の結果を導くための具体的な手順についての知識とその運用技法が定義されている [22]。泰山は学習指導要領やその解説のなかで求められている思考スキルを分析して、「理由づける」、「順序立てる」、「筋道立てる」など20の思考スキルに整理している [23]。表2.2に、20の思考スキルとその意味を示す。さらに、思考スキルが手順であれば、具体的な行動レベルで記述でき、指導の対象とすることができると述べている。そして、思考スキルの

指導には、手続き的な知識の習得だけではなく、それを繰り返し活用する場面を準備し、体系的に指導する必要性を説いている [23].

この思考スキルの習得を支援するためのツールを「シンキングツール」と呼び、複数のツールが考案され、すでに教育実践が展開されている [25]. 「シンキングツール」自体は、図 2.4 に示すようにベン図やコンセプトマップなどの図形が紙に記述されているだけである. 利用者である学習者は思考する目的に応じて図を使い分け、思いや考えを図上に書き込んで外化する. その結果、自分の思いや考えを客観的に捉えることができ、他の知識や技能と結びつけ、新たな知識を獲得することを支援する. 関西大学初等部では、「考えること」を考える「ミューズ学習」を開発し、授業実践に取り組んでいる. 「ミューズ学習」では、「比較する, 分類する, 関連づける, 多面的にみる, 組み立てる, 評価する」の6つの思考スキルをベン図やXチャートなどの「シンキングツール」を活用して学んでいる. そして、「シンキングツール」を使い、テーマに応じて情報を書き込んで考えを整理する. 書き込むことで自分の考えを「見える化」するとともに、ペアやグループ、または全体で交流することを通して、思考スキルを自分のものにしていく. 「シンキングツール」は協働的な学びの場面においても有用であり、グループでアイデアを出し合い、そこから考えを作り出すときに、既存の考えとは異なる考えが生み出されたり、根拠が深

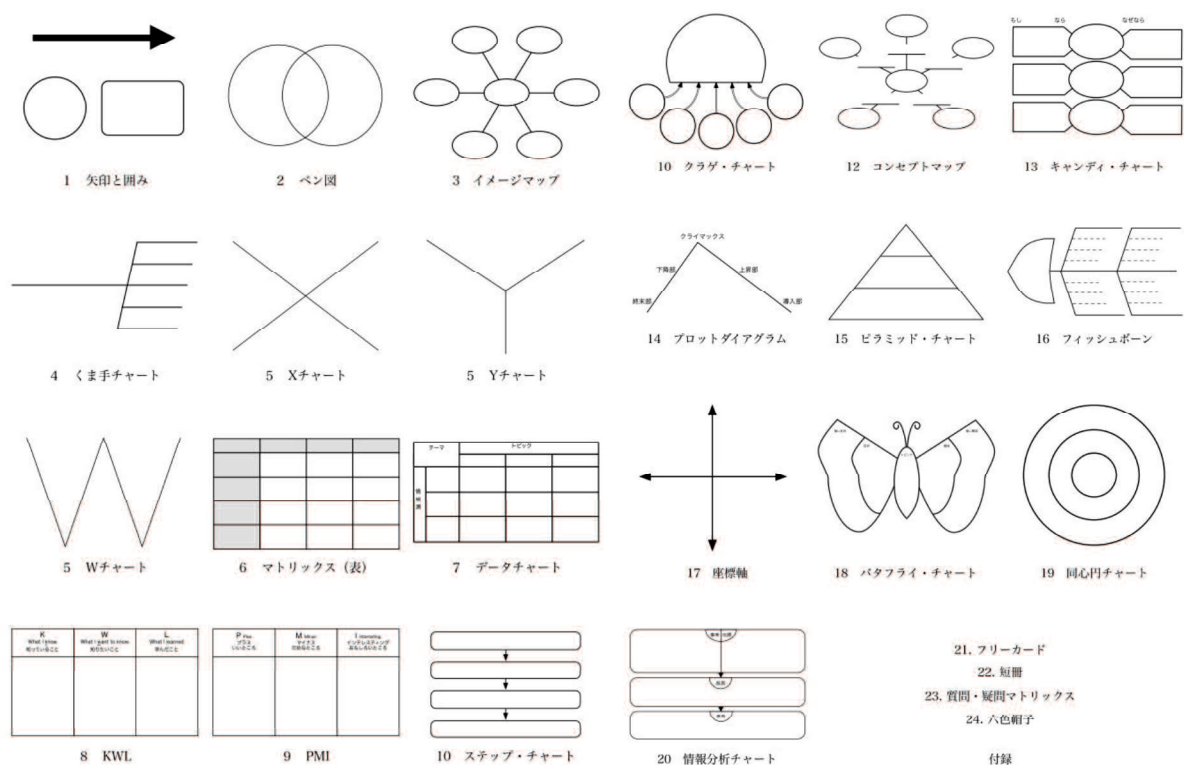


図 2.4 シンキングツール ([25]による図表を一部修正)

く確かなものになったりすると報告されている [26]. シンキングツールを用いた協働的な思考活動の流れを図 2.5 に示す.

これら「シンキングツール」は、ある思考活動を行った結果を視覚化することを主な目的としており、思考スキルに必要なプロセスの理解を支援する仕組みは備わっていない。したがって、「シンキングツール」を利用する場合には、教員による指導が必要であり、あらかじめ教員が思考スキルとそれに見合う「シンキングツール」について熟知していることが求められる。この部分をコンピュータによる思考支援によって対応するためには、思考スキルに内在する思考要素を分析して思考の操作手順として整理し、各操作をガイドする仕組みが必要とされる。

遠隔合同授業では、自分の意見や考え方を深めたり広げたりすることを目的に、ペアやグループによる対話活動を介した学習者自身や仲間の意見や考え方を吟味する機会が与えられる。しかし、遠隔であるがゆえに、対面授業以上に学習者同士のつながりが希薄になりがちであり、形式的な対話に終始しがちとなりやすい。したがって、遠隔合同授業では学習者同士の多様な意見の「交流」段階で止まることなく、意見や考え方を比較や関連付け、評価といった思考を協働的に働かせる機会を「意図的」につくりだすことが必要であり、協働的な思考の活動支援が求められる。この協働的な思考活動支援を行うための簡単

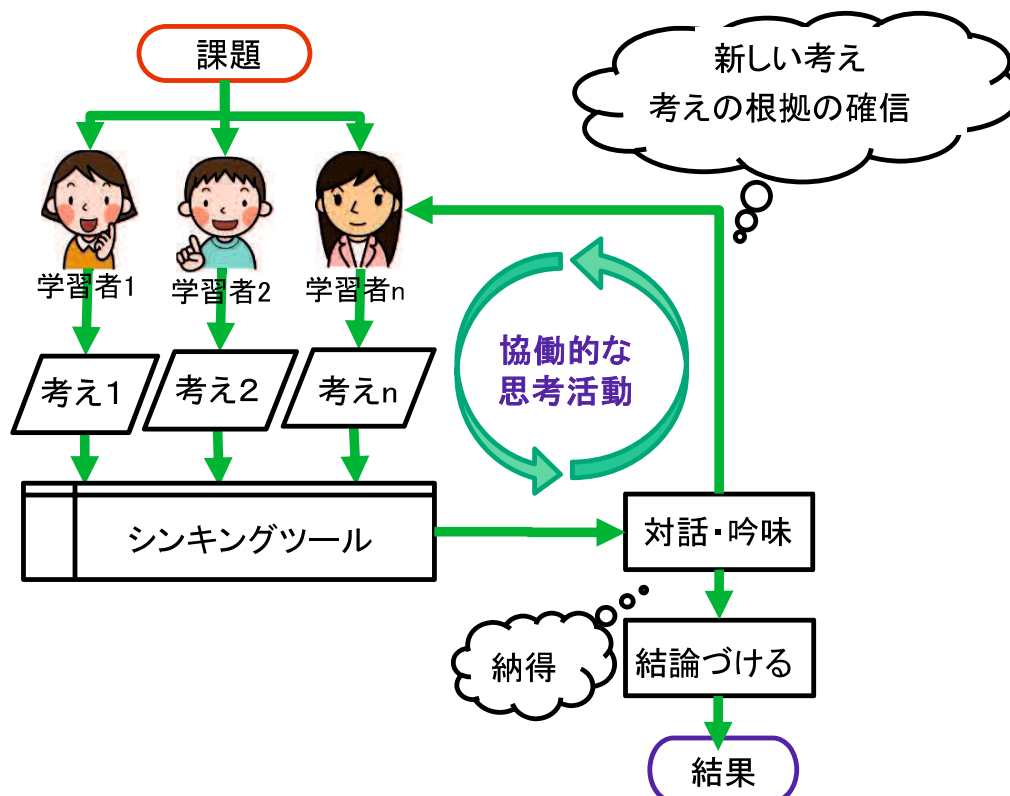


図 2.5 協働的な学びの場面におけるシンキングツール

な手法として、学習者が使用するタブレット端末に「シンキングツール」の図を表示し、図を活用してタブレットに記入しながら思考活動を行う方法がある。例えば協働学習支援システムの1つである「ロイロノート」には、「シンキングツール」が実装されている [27]。しかし、図を提示するだけでは「シンキングツール」を活用して協働的な思考活動が行われる保証はない。また、図の活用方法について指導や支援のすべてを教員に委ねることは、教員の負荷をさらに高めることになり、正常な授業進行さえ妨げる恐れがある。そこで、思考に必要なプロセスを操作手順として提示し、協働的な操作をガイドする思考活動支援機能が必要となるが、そのような支援機能を実装した協働学習支援ツールは先行事例にはない。また、遠隔合同授業のグループ活動時における協働的な思考活動と指導・支援を授業実践している先行事例もない。

これらの状況を踏まえて、本研究では、開発する「つながる授業アプリ（遠隔教育・遠隔合同授業支援環境）」上に、学習者間による協働的に思考活動を操作手順としてガイドする機能を設計して実装する。

2.5 テキストマイニング手法を活用したワードクラウドによる教育支援

テキストマイニングは、大量のテキストデータから有益な情報を抽出する方法である [28]。このテキストマイニングの手法を活用して文章の中から出現頻度が高いワード（単語）を複数選択し、その頻度を重みづけ、リスト化して、大きさ、色、フォントを変えて図示する手法がワードクラウド（Word Cloud）である。ワードクラウドは、選択されたワードを視覚的に表現するのに効果的な方法であり、すでに多くの研究や実践が教育・学習分野も含めて行われてきている [29]。

このワードクラウドの授業での活用として、「スクールタクト」では、教員が学習者を選択することによって、その該当学習者がテキストツールで回答画面に書いた文字を認識して、回答に必要なワードが含まれているかを確認したり、多く使われているワードを一目で確認できたりする機能が実装されている [30]。さらに、上野らは、授業中に掲示板に書き込まれた内容をワードクラウドで可視化して、教員や学習者が掲示板に書かれている内容の傾向を把握することや授業をよりまとめやすくするシステムを開発し、評価を行っている [31]。教員が授業中に書き込まれたすべての内容を把握してまとめることは時間がかかることから、結果が可視化されて一目で確認できることは有用性が高い機能であると

考えられる。また、学習者の省察活動での活用として、教育プラットフォームである「Classi」では、学習者の活動記録で多く使われているワードをワードクラウドとして視覚的に表示することによって、活動前後の変化や概況を把握しやすくしている [32]。

このように文章データをワードクラウドで可視化することによって一目で概況を把握できることは、学習者や教員にとって有効な仕組みであると考えられる。しかしながら、これらの製品や研究はテキストデータのみが可視化対象であり、対話内容のワードクラウド化は行っていない。

一方、近年では、学習者や教員の発話情報を音声認識・話者認識・感情解析によってテキスト化して音声の可視化を実現し、教員が指導・支援する上での有益なフィードバック情報（優先的に働きかけが必要なグループや個人へのアラートなど）として提供する研究も行われている [33]。このNECの協働学習支援システムでは、学習状況の可視化・評価技術を活用した「優先的働きかけお知らせ機能」、「発話のテキスト単位での音声再生機能」、「指導学習履歴管理機能」によって、小中学校の協働学習を対象とした実証授業実践が継続的に実施されている。この研究は、これまで難しかった音声の可視化を活用して協働学習に対する高い教育的価値を提供している。しかしながら、現状では、この研究でのフィードバック情報は教員向けの授業支援として取り組まれているため、学習者がグループ学習活動時にリアルタイムに対話内容を振り返る仕組みは提供されていない。

そこで本研究では、開発する「つながる授業アプリ（遠隔教育・遠隔合同授業支援環境）」上に、学習者のグループ対話状況の認識や振り返り活動の支援に焦点を当て、データマイニング手法を用いたワードクラウドによるグループ対話状況を確認する機能（グループ対話状況確認機能）を設計して実装し、活動中のグループの対話状況の確認や活動後の対話内容や学びの振り返りを支援する。

2.6 遠隔教育における教員の見とりとその支援機能

文部科学省の「論点整理」によると、学習評価は学習者の学習状況进行评估するものであり、学習者自身が自らの学びを振り返って次の学びに向かうことができるようにするためには、学習評価の在り方が極めて重要であると述べている [34]。その学習評価のために、授業における教員の見とりは学習評価には欠かせない行動になる。授業中にすべての学習者から言語的反応（バーバル情報）を得ることは限界があるため、教員は非言語的反応

(ノンバーバル情報) を利用する。河野はノンバーバル情報をもとに学習行動の予測を行い、高学力児のほうが低学力児よりも正しく判断され、かつ難問題のほうが易問題よりも正しく判断されることを明らかにしている [35]。また、松友らは、見とりには多様性があり、豊かな知識や経験に裏打ちされた教員の見とりによって効果的なインターベンション(介入) が成り立つとし、一斉学習場面の授業例をもとに見とりの重要性を説いている [36]。協働学習場面における学習状況の把握手法として、林らは学習者の注視対象、ノート記述動作、発話区間を計測・収集して学習状況を直感的に視覚化するシステムを構築し、学習者の協調的態度、学習理解態度をある程度正しく推定できている [37]。このように、効果的な見とりにはノンバーバル情報を活用することが必要となっている。協働的な学びの場面における教員の見とりの構造を図 2.6 に示す。

遠隔合同授業の一斉学習時において、遠隔学級側の状況は、学習者全員を正面方向から映し出す1台の固定カメラのみで得られることが多く、対面授業と同等の情報を得ることが難しい。前述した岡本らの遠隔教室における俯瞰撮影を可能とするバルーン型ドローンによる撮影装置の設計と試作は、まさに遠隔学級側の見とりを支援する手立てであり、ドローンの位置や向きから特定の学習者を焦点化して映像として撮影することで、遠隔学級側をより効果的に見とることができる。

遠隔合同授業の個別学習やグループ学習における見とりには、授業支援環境上における学習者の電子ノートの操作履歴が活用できる。各学習者の電子ノート記述内容はノンバーバル情報の1つであり、教員側に配信することができる。また、タブレット端末にはカメラが内蔵されていることが多いため、学習者の表情を映し出すことが可能である。しか

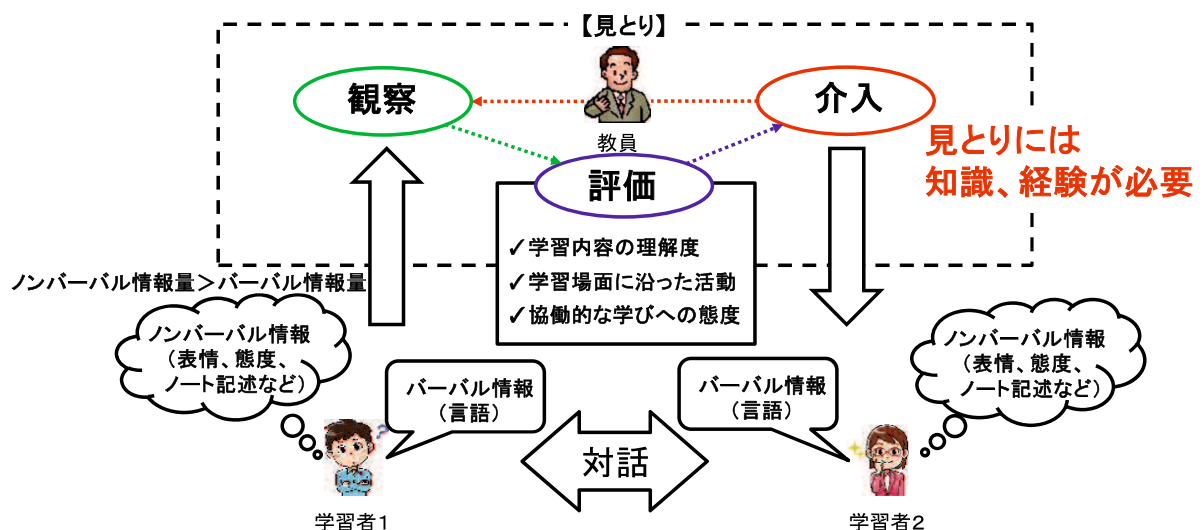


図 2.6 協働的な学びの場面における見とりの構造

し、遠隔教育中の教員は作業負荷が高い状況であるため、教員が各学習者のノート記述内容と表情の映像で効果的に見とることができるのか、またその映像について解像度の閾値がどの程度なのかなど研究を進めるべき論点は多い。

これらの状況を踏まえて、本研究では、開発する「つながる授業アプリ（遠隔教育・遠隔合同授業支援環境）」上に、対話音声データ（バーバル情報）と個人・協働ノート記述データ（ノンバーバル情報）から活動数を算出する機能、対話音声データからデータマイニング手法を用いてワードクラウドや共起ネットワークを作成して教員によるグループ活動の見とりを支援するグループ学習状況監視機能を設計して実装する。

2.7 結言

本章では、オンライン授業や遠隔合同授業などから構成される遠隔教育の授業研究と学習・授業支援に関する先行実践・事業や先行研究を整理して、本研究の位置づけを行った。最初のオンライン授業支援環境の構成では、オンライン授業における学習活動や学習指導のプロセスや特徴を構成的に捉えた上でモデル化して、そこから授業支援機能、学習支援機能、協働支援機能を設計することの重要性を説明した。さらに、遠隔合同授業支援環境では、教育面、学習・授業環境面、学習支援・授業支援面、教育システム開発の標準化の面に解決すべき研究課題が存在することを説明し、これらの研究課題のなかで、本研究では、学校のネットワーク環境の問題や、対面と遠隔の学習者を見とりながら遠隔合同授業を進める教員の負荷を踏まえて、ビデオコミュニケーション機能や遠隔合同授業をシームレスに支援する学習活動支援機能（協働的思考活動支援機能など）や授業支援機能（グループ対話活動見とり機能など）を有した「つながる授業アプリ（遠隔教育・遠隔合同授業支援環境）」を設計して開発することを述べた。

本研究の新規性については、①遠隔合同授業を対象にした学習者間による協働的に思考活動を操作手順としてガイドする機能、②学習者のグループ対話状況の認識や振り返り活動を支援するためのデータマイニング手法を用いたワードクラウドによるグループ対話状況確認機能、③教員によるグループ活動の見とりを支援するグループ学習状況監視機能の設計・開発の3点に集約できる。

次章では、本研究で実現する遠隔合同授業支援環境の設計について述べる。

第3章

遠隔教育支援環境「つながる授業アプリ」の設計と開発

3.1 緒言

本章では、オンライン授業や遠隔合同授業といった遠隔教育を成立させるために必要な遠隔教育支援環境の機能と構造について探究していく。前章において、オンライン授業や遠隔合同授業を実施するには2つのつながりが必要であることは述べた。そこで、ここでは ICT を活用した学習場面をもとに、「学級」をつなげる ICT 環境及び「個」をつなげる ICT 環境について抽出していく。

また、一般的な「個」のつながりを保障するシステムである協働学習支援システムの課題について述べる。その後、「つながる授業アプリ」の必要性を述べ、遠隔教育システムのビデオチャットコミュニケーション機能と協働学習支援システム組み込んだ遠隔教育支援環境：「つながる授業アプリ」の設計と開発方法について説明する。

3.2 ICTを活用した学習場面

学びのイノベーション事業実証研究報告書によると、ICTを活用した学習場面は、一斉学習、個別学習、協働学習の大きく3種類に分類され、それぞれICT活用のポイントが以下のように示されている [38].

A. 一斉学習

A1：教員による教材の提示

B. 個別学習

B1：個に応じる学習

B2：調査活動

B3：思考を深める学習

B4：表現・制作

B5：家庭学習

C. 協働学習

C1：発表や話し合い

C2：協働での意見整理

C3：協働制作

C4：学校の壁を越えた学習

一方で、ICTを活用した学習者主体の課題解決型の学習展開では、①個別学習により、試行錯誤しながら問題を解決する学習活動を行い、解決策や考えに迫っていき、②グループとの対話により、他者の考え方を比較・関連づけて練り上げていくことで、多様な考え方を獲得したり、自分の考え方の良さを認識したりしてその適用範囲を広げていく [39]. これらの学習活動プロセスに適したICT活用が仕組みれ、展開されていくことになる [39]. これは、オンライン授業や遠隔合同授業といった遠隔教育においても当てはまると考えられる. そこで、3つの学習場面（一斉学習、個別学習、協働学習）と、学習後に行われる「振り返り」を、前章で提案した「クラス（学級）」としてのつながり、「個」としてのつながりの2種類に分類して、図2.1のICT機器構成を踏まえた遠隔合同授業支援環境の構成にまとめていく.

3. 2. 1 一斉学習

オンライン授業や遠隔合同授業における一斉学習は「クラス（学級）」としてのつながりに分類できる。一斉授業の実施形態については、オンライン授業と遠隔合同授業では異なる方法をとる。オンライン授業では、様々な場所で受講する学習者のタブレット端末やコンピュータから遠隔教育支援環境にログインして、ビデオコミュニケーション機能を活用して、一斉学習が展開される。もちろん、ビデオ会議システムやWeb会議システム単体での活用も可能である。一方、遠隔合同授業では、複数の学級に学習者が集まっているため、学級ごとにビデオ会議システムやWeb会議システム、あるいはビデオコミュニケーション機能を活用して、一斉学習が展開される。

この学習場面を通して、教員がクラス（学級）全体に対して説明や発問を行ったり、学習者が全体に対して発表を行ったりしてクラス（学級）のつながりを保障する。ここでは学習者や学級の状況を映像・音声を使ってリアルタイムかつ正確に共有し合える機能が必要となる。遠隔合同授業であれば、高画質かつ大きな映像と高音質な音声を相手校に届けるための大型テレビディスプレイ、マイク、スピーカー、送受信システムなどが必要で、動作の安定性が高いものが望まれる。具体的に相手校に共有する映像としては、黒板・ホワイトボード、コンピュータの画面、書画カメラ、発表時の学習者の姿、学習者が記入したノートなどがあげられる。複数のカメラ映像を同時に相手校の教室に共有できる機能があれば、遠隔側ではコンピュータの画面と発表者である学習者の両方を映し出すことができ、より一体感のある一斉学習が可能となると考えられる。

3. 2. 2 個別学習

オンライン授業や遠隔合同授業における個別学習は「個」としてのつながりに分類できる。この学習場面において、一斉学習で教員から提示された課題について、各学習者が一人学びを行い、考えや意見をまとめながら通常の自分のノートに相当する個人作業・学習空間(以下、個人ノート)に表現する。課題及び個人ノートはデジタル教材の一部であって、教員側に学習者の記入内容がリアルタイムで共有されることが必要である。紙の課題を用いた場合、相手校側にあらかじめメールやFAXで送り、相手校の教員が印刷するなど準備に時間と手間がかかる。さらに、遠隔側の教員は学習者の記入内容を把握することが

できず、学習者の見とりを十分に行うことができない。そこで、教員側で共有された個人ノートを一覧表示することで、教員の見とり支援が期待できる。また、例えば、高橋らはデジタルペン黒板システムによって一斉授業内での他者との思考の相互観察活動を促す授業が、学習者の論理的な読み書き能力の伸長を促進することを示している [40]。遠隔合同授業においても、大型テレビディスプレイに学習者の個人ノートを一覧表示して、学習者が他者の意見や考えを相互に観察することを促す授業を実施することで、学習者の意見や考えを再構築し、個人ノートの記述内容をより論理的に説明できる内容に修正し、発表に役立てることが期待できる。

この学習場面における個人ノートの機能としては、後の学習場面で自分の意見や考え方を発表することを想定し、表現を工夫するための道具が複数用意されていることが望まれる。例えば、ペンの種類、色、太さが変更でき、直線、四角、丸など基本の図形を描け、画像を貼り付けることができる機能などである。

3.2.3 協働学習

オンライン授業や遠隔合同授業における協働学習は「個」としてのつながりに分類できる。この学習場面において、教員が学習者同士のグループを作成し、個別学習で各学習者が記入した個人ノートをグループで意見交換しながら共有できるノートに相当する協働作業・学習空間(以下、協働ノート)に貼り付けるなどして提示する。そして、グループのビデオチャットでお互いの顔を見たり、協働ノートを見ながら、お互いの考え方を発表したり、意見交換を行って自分の考えを深めたり、グループとしての考えとしてまとめたりする。ここでは対話に集中できるよう、グループ以外の音声が入らないことが望ましい。協働学習の結果得られた意見や考え方を、再び一斉学習に戻って個別に発表することも考えられる。

協働ノートには、対話しながら気づいた点を記入したり、特に強調したい箇所に線を引いたりなど、協働ノートの記述内容がリアルタイムにグループで共有できることが必要である。また、個人ノート同様に、協働ノートも教員の見とりの対象となることから、教員側で協働ノートが共有される支援機能が必要となる。

グループで行われる対話を、教員が見とることも重要である。対話が滞っていないか、授業目的に沿った対話がなされているかどうかを教員がリアルタイムで把握できる機能が

必要である。ビデオチャットの映像・音声そのものでは、複数のグループを同時に見とることは難しい。また、過去の対話状況にさかのぼって見とることができない。ビデオチャットに録画機能が追加されていれば過去にさかのぼることはできるが、授業中にVTR機能を使って見とりを行うことは、さらに教員の負荷を高め、かつ授業時間を圧迫することになる。したがって、対話の音声データを加工することによる視覚化や、学習者の画像から表情を認識し、見とりを支援できる機能が望ましい。

3.2.4 振り返り

「主体的・対話的で深い学び」に向けた授業改善の重要性が指摘され、学習習慣の定着や学習意欲を高める方策の1つとして、「学習者が学習の見通しを立てたり学習を振り返ったりする活動を、計画的に取り入れるように工夫すること」があげられている [41]。しかし、振り返り活動の重要性は認識していても、その実施には時間の割り振り、方法、教員の意識などに課題があり、授業のなかで必ずしも実施されていないのが現状である [42]。

ICT支援として、振り返りシートの関連機能があれば、振り返りシートを作成し、学習者に配信して、振り返り活動後に学習者や教員が閲覧することが可能になる。しかし、教員の作業負荷の高さを考慮すると、振り返りシートの作成はさらに負荷を高める可能性が高い。また、学校のセキュリティポリシー上、授業後に学習者が自由に自分の振り返りシートを閲覧することができない可能性もある。したがって、紙を用いた振り返りシートの支援を行うことを想定し、ノート記述内容の印刷機能や、協働学習における対話内容の視覚化による振り返り支援機能を必要とされる場合もある。

3.3 「クラス(学級)」と「個」をつなぐ2種類の支援環境の構成

3.3.1 「クラス(学級)」としてのつながりの構成

上述した通り、一斉学習の場面は、「クラス(学級)」としてのつながりに相当する。その実現に必要なICT機器と機能要件を以下にあげる。

● 構成機器（遠隔合同授業の場合）

- ✓ 遠隔側の学級の映像を表示する大型のテレビディスプレイ(1台以上で、相手校が同時に送る映像の数と同じ台数)。なお、コンテンツ提示専用のディスプレイが配置され、2台運用されると授業展開が容易。
- ✓ 遠隔側の学級の音声を再生するスピーカー。
- ✓ 学級全体の音声を集音できるマイク。
- ✓ 学級全体の映像を撮ることができるビデオカメラ。
- ✓ 複数の映像・音声を切り替えたり、(可能であれば)複数の映像を合成して遠隔側に送ったり、遠隔側の複数の映像・音声を受信して、切り替えたり分岐したりしてテレビディスプレイやスピーカーに出力できる処理装置(映像音声処理装置)。

● 機能要件（遠隔合同授業の場合）

- ✓ 遠隔側の学級を電話のように呼び出し、「学級」としてのつながりを開始できること。
- ✓ 学級全体の映像・音声を遠隔側の学級に共有できること。
- ✓ 黒板・ホワイトボードの映像を遠隔側の学級に共有できること。
- ✓ 複数のビデオカメラ、PC画面、「個」としてのつながりの画面、書画カメラなど複数の映像を切り替えて遠隔側の学級に共有できること。
- ✓ ビデオカメラの画角調整(ズーム)や位置調整(パン)など、共有したい映像を最適化するための調整ができること。
- ✓ 受信した映像が複数ある場合、映像を選択したり、並列に並べて同時に表示したりなど画面表示を切り替えられること。
- ✓ 必要な場合には、音声や映像を停止したり、再開したりできること。

● 利用可能なシステム

「クラス(学級)」としてのつながりを保障するシステムには、遠隔教育システム(テレビ会議システム、Web会議システム)が活用可能であり、数多くの製品やシステムが存在する。オンライン授業であれば、学習者のタブレット端末やコンピュータから遠隔教育支援環境にログインして、ビデオコミュニケーション機能を活用する。

3.3.2 「個」としてのつながりの構成

個別学習、協働学習の場面が、「個」としてのつながりに相当する。必要なICT機器と機能要件を以下にあげる。

●構成機器

- ✓ Wi-Fi接続, ペン入力, カメラ機能を備えたタブレット端末
- ✓ ヘッドセット型のマイク・ヘッドフォン

●機能要件

a) 教員側の機能要件

- ✓ 1つの授業をシステム（アプリ）の1学級として作成し、授業に参加する学習者を指定できること。
- ✓ 課題や回答用紙をデジタル教材として作成できること。
- ✓ 課題や回答用紙を学習者側のタブレット端末に共有できること。
- ✓ 任意の数のグループを作成できること。
- ✓ 学習者をグループに参加させたり、別のグループに移動変更したりできること。
- ✓ 全学習者の個人ノートを一覧表示したり、特定の学習者の個人ノートを拡大表示したりできること。
- ✓ グループの協働ノートを一覧表示したり、指定したグループの協働ノートを拡大表示したりできること。

b) 学習者側の機能要件

- ✓ システムの学級（クラス）に参加できること。
- ✓ 課題を見ることができること。
- ✓ 回答用紙を個人ノートとして、タブレット端末付属のペンを使って記入できること。
- ✓ 個人ノートを協働ノートに貼り付けできること。
- ✓ 同一のグループの学習者と協働ノートを共有できること。
- ✓ 協働ノートには、ペンを使って追記でき、リアルタイムに共有できること。
- ✓ 同一のグループの学習者と、タブレット端末に付属するカメラ、ヘッドセットを使

表 3.2 活用可能な主な協働学習支援システム

システム名	提供元
E トーキー GL50 for School	株式会社トーキーシステム
SKYMENU Pro	Sky 株式会社
xSync Prime	テクノホライズン株式会社
スタディノート	シャープマーケティングジャパン株式会社
School Takt	株式会社コードタクト
ミライシード	株式会社ベネッセコーポレーション
テックキャンバス	NTT ラーニングシステムズ株式会社
ロイロノート・スクール	株式会社 LoiLo
MetaMoji ClassRoom	株式会社 MetaMoji
コラボノート for School	株式会社ジェイアール四国コミュニケーションウェア
Google for Education	Google LLC

ってビデオチャットによる対話ができること。

c) 共通の機能要件

- ✓ 課題や回答用紙の修正がリアルタイムに共有できること。
- ✓ 課題や回答用紙はタブレット端末に付属のペンを使って手書き入力，図形入力，画像差し込みができること。
- ✓ 手書き入力，図形入力では，ペンの種類，色，太さが変えられること。

● 利用可能なシステム

「個」としてのつながりを保障するシステムとして，協働学習支援システムを利用する方法がある。代表的なシステムを表 3.2 にまとめた。例えば，高知県教育委員会，長野県喬木村教育委員会では，「xSync Prime」を導入して，遠隔合同授業の実践が行われている [43]。

これらのシステムはおおよそ前述の「個」としてのつながりを保障する機能が含まれているだけでなく，多様な機能を含んでいる。ここで，3.2.3 節で説明した協働学習の場面において，学習者のグループでビデオチャットコミュニケーションによる交流を行う授業展開を想定すると，これらシステムには「同一のグループ内の学習者とビデオチャットによる対話ができる」機能が存在しないことが課題となる。解決方法の 1 つは，Web 会議シ

システムを併用し、グループのビデオチャット機能の代替とさせることである。例えば、Zoom には「ブレイクアウトルーム」機能があり、教員がグループを作成して学習者を割り当て、グループでビデオチャットを行うことができる。

2019 年末から始まった新型コロナウイルス感染症（COVID-19）のパンデミックにより、世界中で外出が制限され、多くの学校が閉鎖された結果、Web 会議システムを活用した遠隔教育の取り組みが急速に広がった。特に Zoom、Microsoft Teams や Google Meet が利用された結果、一斉学習だけではなく個別学習、協働学習でも活用できる機能が追加されている。

3.4 「つながる授業アプリ」開発の必要性

利用可能なシステムを用いてオンライン授業や遠隔合同授業を行う場合、遠隔教育システムと協働学習支援システムの2つのシステムを行き来しながら授業を行う必要がある。この場合、想定される懸念点は3点ある。

- ① 2つのシステムを、必要に応じて切り替えながら操作する必要がある。
- ② 協働学習支援システムで作成したペア・グループを、Web 会議システムでも作成する必要がある。
- ③ 用意されている機能が豊富で、オンライン授業や遠隔合同授業には必要ではない機能も含まれていることもあり、使用する機能の選択や組み合わせには吟味が必要である。

教員、学習者ともに ICT 活用能力が既に高い段階であれば、2つのシステムの利用でも問題ないとするが、そうでない場合、ICT 機器の操作を習得しながらオンライン学習や遠隔合同授業を行うことに慣れていく段階が必要であるとする。特に、遠隔合同授業を実践する小規模校には、人員にも制限があり、ICT 支援員など ICT に慣れている人員が不足している場合、教員自らが ICT に慣れ、学習者に教えていく必要がある。このような状況では、システムは必要最低限の機能かつ簡単な操作で利用できる単一のシステムの方が望ましい。そして、オンライン授業や遠隔合同授業の「慣れ」に従って、教員や学習者に寄り添いながら、より深い学習を支援できるシステムの拡張性も考慮する必要がある。従って、「個」としてのつながり全体の機能を網羅するツール（本研究で開発するシステムは「つながる授業アプリ」）を開発することが必要であるとする。

3.5 遠隔教育支援環境のアーキテクチャ

本研究で提案する協働学習支援環境のアーキテクチャを図 3.1 に示す。遠隔教育を実施する学校設備（インフラストラクチャ）に応じて，データベースやビデオチャットコミュニケーション機能等の基盤ソフトウェアを組み合わせることができる機構は必須となる。その上に，遠隔教育を成立させるための基本機能が構成される。遠隔教育を実施する学校の ICT 活用能力の高さや校種に応じて，拡張機能が追加される。将来的には，LMS や AI など外部のソフトウェアとの連携や，センサーやロボットなど外部ハードウェアとの連携も見据えた拡張性が必要である。基本機能や拡張機能から，実際の遠隔教育で活用する機能をパーツにし，それらを組み合わせて画面（GUI）を構成する。GUI も ICT 活用能力や，学校種に応じて，簡単・単純・単一の画面から，複雑・高度・外部連携をも組み込んだ画面まで拡張可能とする。これらの構成要素を「つながる授業アプリ」として，1 つにまとめあげることが重要である。

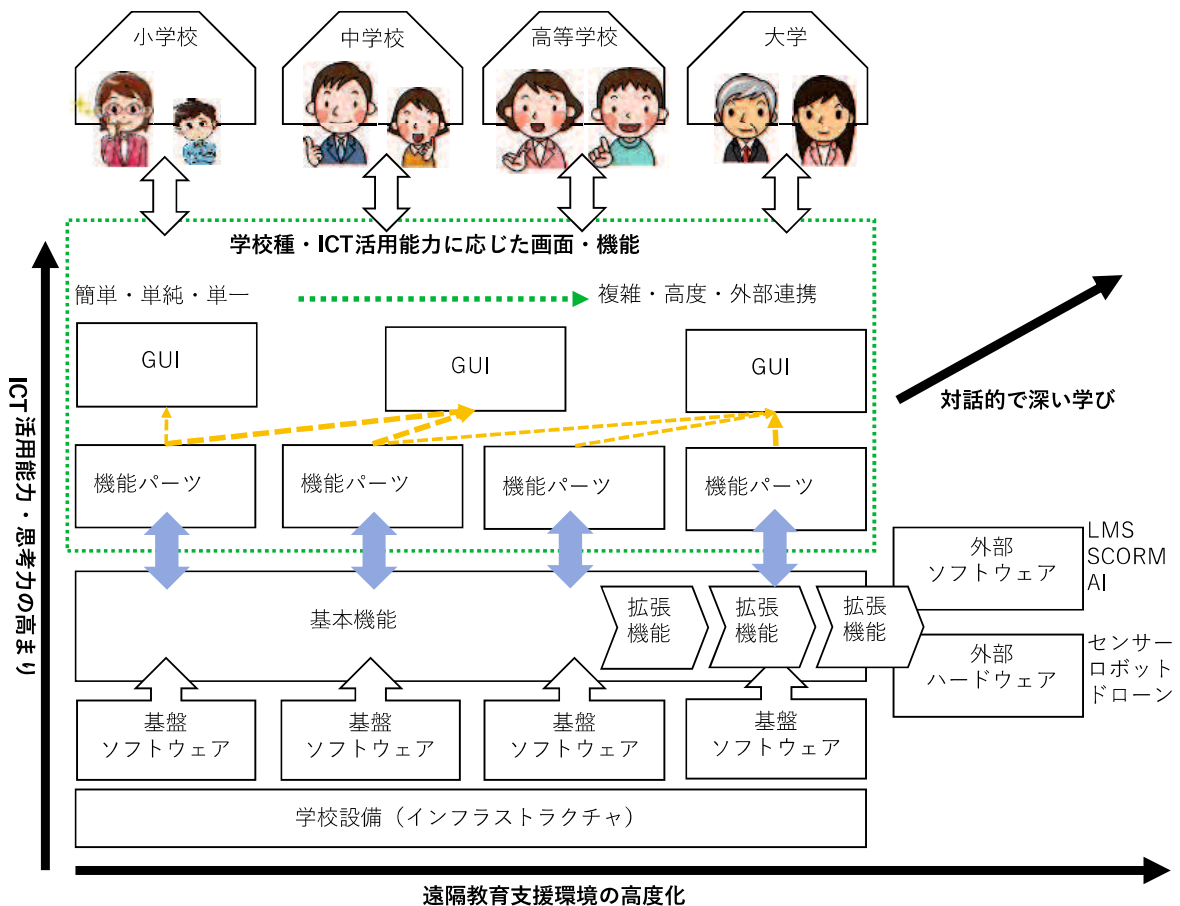


図 3.1 遠隔教育支援環境のアーキテクチャ

3.6 「つながる授業アプリ」に必要な基本機能の列挙

遠隔教育を成立されるために必須な基本機能を列挙する。3章で説明した個人ノートは、「つながる授業アプリ」では「マイノート」と表現し、同様に協働ノートは「シェアノート」と表現している。これら基本機能の実装に必要な開発手法や実装について次節以降で説明する。

● 教員用機能

- ✓ 授業(学級)作成機能
- ✓ 課題・回答作成機能
- ✓ ペア・グループ作成・変更機能
- ✓ 「マイノート」一覧表示・拡大表示機能
- ✓ 「シェアノート」一覧表示・拡大表示機能

● 学習者用機能

- ✓ 課題表示機能
- ✓ 「マイノート」作成機能
- ✓ 「マイノート」から「シェアノート」へのコピー機能
- ✓ 「シェアノート」表示・追記機能
- ✓ ペア・グループ内ビデオチャットコミュニケーション機能

● 共通機能

- ✓ ログイン機能
- ✓ ペンの種類, 色, 太さの変更機能
- ✓ 課題, 「マイノート」, 「シェアノート」の印刷機能

3.7 「つながる授業アプリ」の開発手法

「つながる授業アプリ」の開発では、「アジャイル型」開発手法を用いている。従来のソフトウェア開発手法として代表的な「ウォーターフォール型」開発では、最初に仕様

が明確に完成していることを想定しているため、迅速に新たな要求仕様に伴って機能を変えていくことが困難であり、その課題を克服する新しい開発手法が求められていた。「アジャイル型」開発手法は、2001年に「アジャイルソフトウェア開発宣言」[44]として公開された。その中で特に開発時の行動指針となる12の「アジャイル宣言の背後にある原則」が定義され[45]、活用されてきている(図3.2参照)。

日本においても「アジャイル型」開発手法が行われている。「アジャイル型」開発手法を導入したプロジェクトでは、「ステークホルダーの満足度が比較的高い傾向にある」、「市場新規性が高い、またシステムの複雑度が高く手戻り可能性の高いプロジェクトで使用されている」、「手戻りの可能性の高いプロジェクトでありながら、品質を担保できる可能性がある」[46]とされ、有用性が評価されてきている。

「つながる授業アプリ」開発においても、授業実践を通してフィードバックされた情報をもとに、繰り返し機能を追加変更し、品質の向上に努めている。例として、図3.3に学習者側画面の変遷をあげる。「授業実践初期」の画面から、「改善1」では「印刷」「消しゴム」、「1つ前に戻す」、「やり直し」機能を追加し、逆に描画色指定について

原則1 顧客の満足を求め続ける	原則7 進歩も品質も現物で
原則2 要求の本質を見抜き、変更を前向きに	原則9 一定のペースでプロジェクトにリズムを
原則3 成果物を2-3週間で、リリースし続ける	原則9 よい技術、よい設計、よい品質の追求
原則4 全員で共通の目標に向かおう	原則10 ムダ=価値を生まない、を探してヤメる
原則5 人の意欲は信頼から	原則11 よいモノはチームから
原則6 コミュニケーションは直接対話で	原則12 自分たちのやり方を毎週、調整する

図 3.2 「アジャイル宣言の背後にある原則」の一覧

(IPA 資料 [45]より抜粋)

は、スライダー式スイッチによる細かな設定から8色に制限され、太さも同様に4種類に制限している。「改善2」では、「台紙画像選択」、「自分のカメラ映像表示」、「カメラ切り替え」機能が追加され、「シェアノート」、「印刷」アイコンをより判別しやすいものに変更し、「ビデオチャット」、「印刷」アイコンの位置をより適切な位置に変更している。

3.8 「つながる授業アプリ」の構成

3.8.1 データの双方向性とリアルタイム性

「つながる授業アプリ」の基本構成を図3.4に示す。「授業」「課題・回答ノート」「ペア・グループ」「マイノート」「シェアノート」「ビデオチャット」を「つながる授業アプリ」で表現するためには、画面上に表示するためのデータや、プログラム内部で使用するメタデータが必要である。これらデータは、「つながる授業アプリ」を構成する各機能と相互にやり取りされ、タブレット上に文字、映像、音声として出力される。具体的には、「授業」には授業名称、授業の参加者名簿、授業開始時間、授業終了時間が含まれ、「ペ

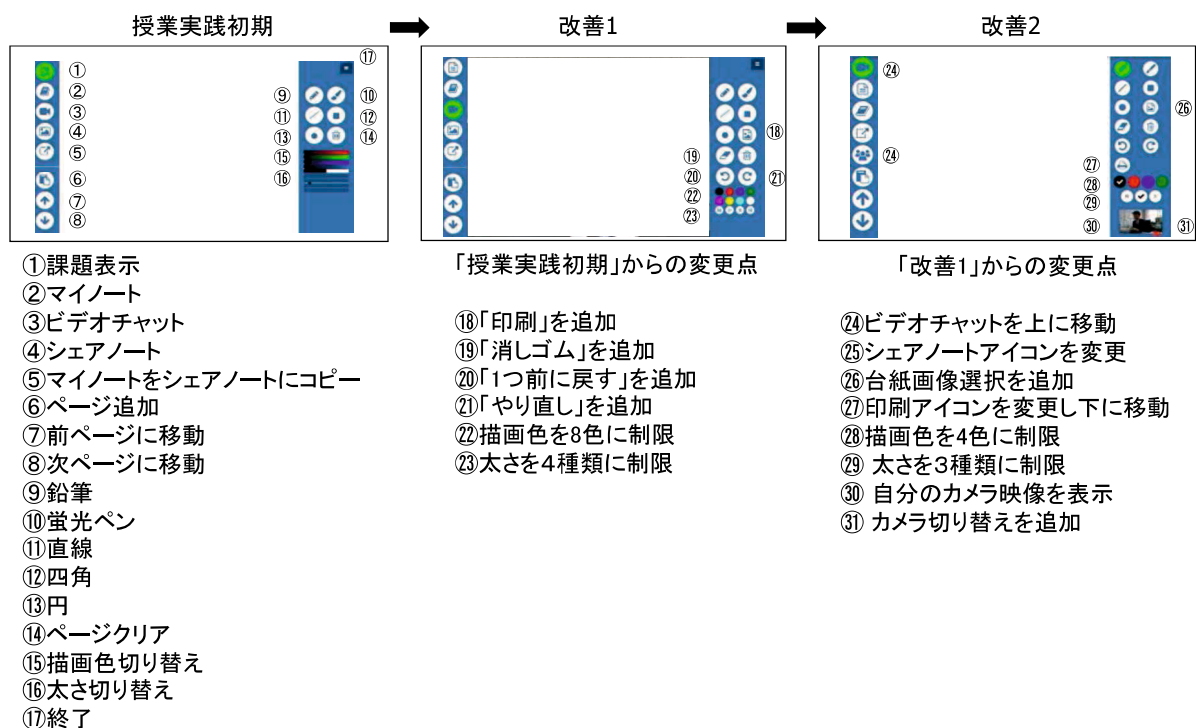


図 3.3 学習者用画面の遷移

「ア・グループ」には参加者がどのグループに属するかを表現するためのグループ番号があり、参加者と紐付けられ、「課題・回答ノート」「マイノート」「シェアノート」には、デジタルペンの記入時のストローク座標情報や、記入時間、ペンの種類、太さなどが含まれる。図 3.4 では、教員や学習者から「つながる授業アプリ」に向けて発信されるデータの流れを実線矢印で示し、逆に「つながる授業アプリ」から教員や学習者に向けて発信されるデータ（受信者にとってみれば、他社のデータ）の流れを波線矢印で示しており、「つながる授業アプリ」が扱うデータには双方向性が高く、かつリアルタイム性も高いことがわかる。もし、これらのデータが遅延したり、再送が必要であったりすると、正常な授業ができなくなる恐れがある。

3.8.2 オンプレミスとクラウド

複数のタブレットがそれぞれのデータを保存・取得するためには、主に定型化されたテキスト情報を管理するための「データベース」や、映像や音声などメディアファイル(バ

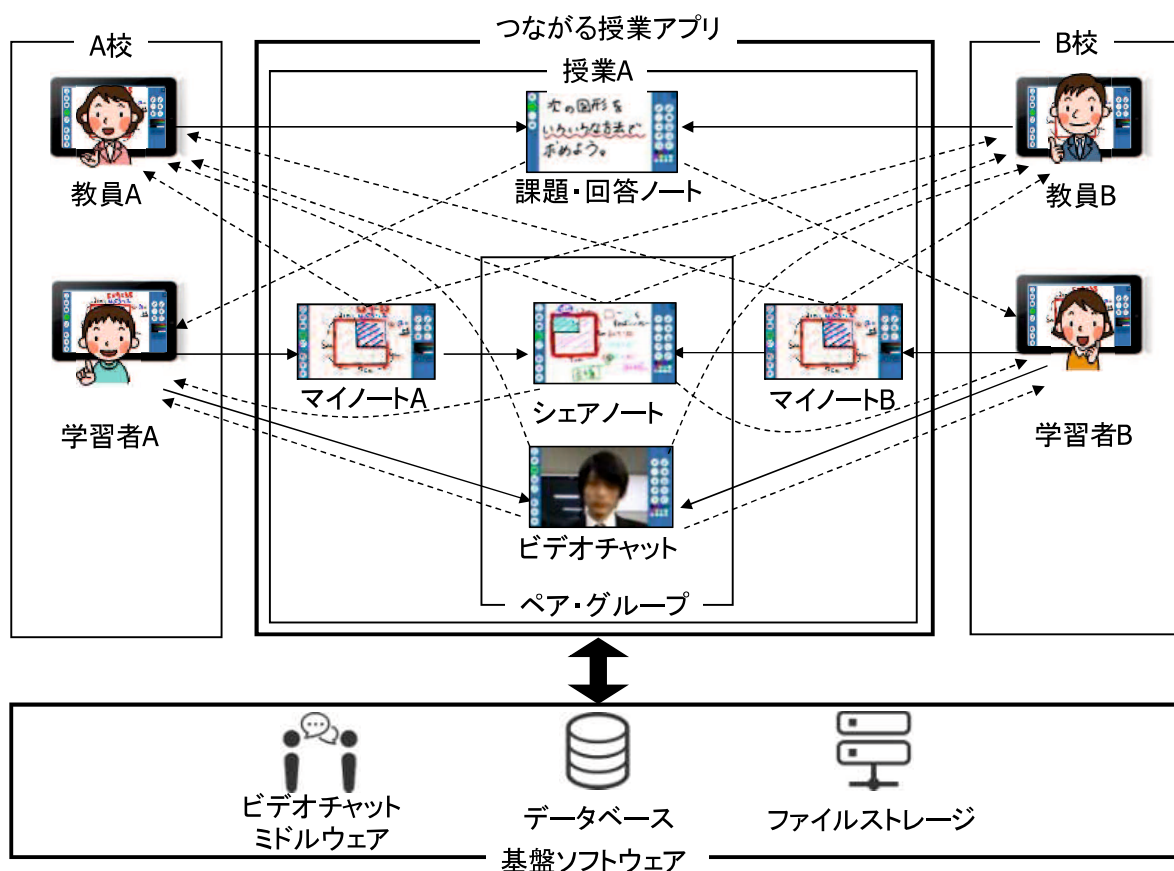


図 3.4 「つながる授業アプリ」の構成

イナリファイル)や、テキストファイルを管理する「ファイルストレージ」、ビデオチャットで使用する映像・音声データを、複数タブレット間で相互にリアルタイムでやり取りする「ビデオチャットミドルウェア」が必要となる。これらは「基盤ソフトウェア」と呼ばれ、高度なアプリケーションを構築するための基盤となるソフトウェアである。

旧来「基盤ソフトウェア」は、アプリケーションと同一のコンピュータにインストールされるか、同一ネットワーク内のコンピュータにインストールされて動作していた。この方式によるコンピュータ構成をオンプレミスと呼ぶ。近年では高速なインターネット接続環境と仮想化コンピュータ技術の発展に伴い、インターネットなどのネットワークを介してコンピュータをサービスとして提供するクラウドコンピューティングが広がってきている。例えば、Amazon Web Service, Google Cloud Platform, Microsoft Azure があげられる。クラウドコンピューティングによって、コンピュータを「モノ」から「コト」に変えることができる。クラウドコンピューティングでは、オンプレミスと同様にアプリケーションや「基盤ソフトウェア」をインストールして利用することが可能である。さらに、最近では、「基盤ソフトウェア」自体を借りて利用できる環境として、サーバレスコンピューティングが提供されてきている。もはや「基盤ソフトウェア」をインストールする手間がなく、運用時のコンピュータの管理もなくすことができる。例えば、「データベース」では、Amazon DynamoDB, Amazon DocumentDB, Google Firebase Realtime Database, Google Firebase Firestore Database, Microsoft Azure Cosmos DB などがあげられ、その他数多くの「基盤ソフトウェア」が提供されている。クラウドコンピューティングやサーバレスコンピューティング上のコンピュータが故障した場合、自動的に別のコンピュータに切り替えて動作を継続させることができるため、高可用性が期待できる。一般的に、クラウドコンピューティングやサーバレスコンピューティングをまとめてクラウドと呼ぶ。

クラウドの利点が注目され、オンプレミスからクラウドへの移行が進んできている。しかし、コンピュータにネットワークを介して接続する必要があるため、そもそもインターネットに接続できない環境や、セキュリティの問題からクラウド上に個人情報を保存できないなどの課題に対してはオンプレミスが有用であり、オンプレミスとクラウドを組み合わせたシステム構成も数多く存在する。

「つながる授業アプリ」にはオンプレミス、クラウドのいずれにもアプリケーションをインストールすることができるよう、「Web アプリケーション」になっている。また、「つながる授業アプリ」には「基盤ソフトウェア」の選択機構があり、オンプレミス、クラウ

ドを横断して「基盤ソフトウェア」を組み合わせることができる。従って、「つながる授業アプリ」を利用する学校の動作環境やセキュリティ制限事項に合わせて「つながる授業アプリ」の構成を作ることができ、また技術進化の早い「基盤ソフトウェア」にも対応することが可能となる。

3.8.3 「Web アプリケーション」

「つながる授業アプリ」は、教員・学習者が利用するタブレット端末に含まれる Web ブラウザで動作する「Web アプリケーション」として提供している。「Web アプリケーション」は、通常のアプリケーションと違い、「基盤ソフトウェア」の 1 つである「ファイルストレージ」を介して提供され、Web ブラウザから「URL」と呼ばれる Web アプリケーションを示すアドレスを指定するだけで実行できるため、タブレット端末にアプリケーションをインストールする必要がなく手軽で、かつアプリケーションの継続的な更新を実現できる。また、「つながる授業アプリ」は Microsoft Windows, Apple MacOS・iOS・iPadOS, Google Android・ChromeOS, 各種 Linux OS など複数の OS で動作するため、動作端末の選択肢が多い。

「Web アプリケーション」のプログラムソースコードは JavaScript と呼ばれるスクリプト言語で記述されている。JavaScript プログラムは基本的に、記述したプログラムソースコードがそのままテキストファイルとして Web ブラウザに送られて実行される。従って、Web ブラウザから JavaScript プログラムを閲覧できるので、Web ブラウザに含まれる「デバッガ」と呼ばれるプログラム内部の実行状況を表示し、簡易的にプログラムを修正し、テスト実行できる機能によって、不具合の迅速な修正や画面変更時の試作などを可能とする。

しかし、Web ブラウザ自体の機能追加・変更によって、作成した Web アプリケーションが動作しなくなることもある。継続的に新しい Web ブラウザに対応していくことが必要ではあるが、「デバッガ」機能を使うことで素早く障害内容を把握し、プログラムを修正することが可能となり、障害対処にかかる時間を短縮することができる。また、プログラム修正後においても、タブレットに再インストールする手間がなく、Web ブラウザで再度 URL を指定するだけで最新のプログラムに更新されるため、通常のインストール型アプリケーションよりも修正作業全体の手間を少なくすることができる。

3.8.4 「基盤ソフトウェア」の選択機構

「つながる授業アプリ」では、「基盤ソフトウェア」を選択できる機構を持っている(図3.5参照)。この機構により、①全ての基盤ソフトウェアを内包して、学校(もしくは学校関連施設)内に全ての「基盤ソフトウェア」を設置し、外部からは「つながる授業アプリ」に接続できないようにして、最もセキュリティの高い構成を作ること(オンプレミス)、②一部の基盤ソフトウェアを内包し、クラウドの利点を一部取り入れる構成を作ること(オンプレミス、クラウドの組み合わせ)、③全ての「基盤ソフトウェア」を内包せず、教員・学習者がインターネットからアクセスできる開かれた構成(クラウド)のいずれも作ることができる。またこの機構により、新しいICT技術を取り入れた「基盤ソフトウェア」への対応も可能になっている。

具体的には「つながる授業アプリ」では、「データベース」、「ファイルストレージ」、「ビデオチャットミドルウェア」の3つの「基盤ソフトウェア」について、学校環境に対応するためにオンプレミスを使ったり、学校外部からの接続や、高速応答性を追求するためにクラウドを使ったりと、それぞれ「基盤ソフトウェア」を選択しながらテストを繰り返し、実際の実行環境を作成、変更してきており、今後新たな基盤ソフトウェアやサーバレスコンピューティングが現れたときにも、柔軟に対応できると考えている。以下に、過

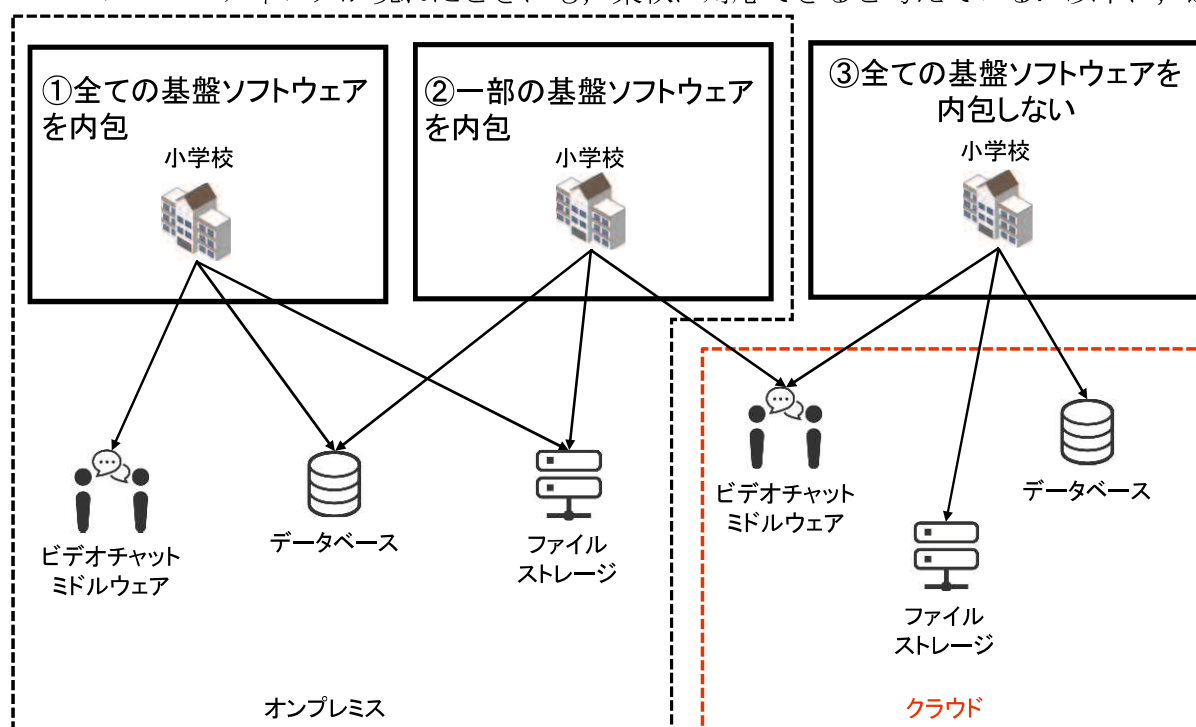


図 3.5 「つながる授業アプリ」の構成パターン

去に実際に構築した「基盤ソフトウェア」の組み合わせ例をあげる。

- 学校内からのアクセスだけに制限し、ネットワーク帯域が少ない学校環境での構成

データベース：MongoDB+ShareDB（オンプレミス）

ファイルストレージ：ローカルファイルストレージ（オンプレミス）

ビデオチャットミドルウェア：Licode（オンプレミス）

※運用途中でビデオチャット時の映像・音声の高品質化を求めて Licode から MediaSoup（オンプレミス）に移行した

- 学校内からのアクセスだけに制限し、ビデオチャット時の映像・音声のみ高可用性のためにクラウドに移行した構成

データベース：MongoDB+ShareDB（オンプレミス）

ファイルストレージ：ローカルファイルストレージ（オンプレミス）

ビデオチャットミドルウェア：Amazon Chime（クラウド）

- インターネットが接続されている環境からアクセスでき、全ての「基盤ソフトウェア」をクラウドに移行した構成

データベース：Google Firebase Realtime Database（クラウド）

ファイルストレージ：Google Firebase Cloud Storage（クラウド）

ビデオチャットミドルウェア：Amazon Chime（クラウド）

3.8.5 ネットワーク環境の問題についての対策

「つながる授業アプリ」を実施する環境では、教員や学習者が使用するタブレット端末は携帯利便性のために Wi-Fi を用いてネットワークに接続されている。したがって、Wi-Fi 接続用アクセスポイントのスループット性能や、インターネット回線の帯域に依存することになる。このようなネットワーク環境問題の対策として、1 点目はビデオチャット時の映像・音声データの削減を行なっている。映像・音声データをビデオチャットミドルウェアで 1 つに束ねる方法(MCU 方式)を用いて、例えばグループに 4 人の学習者がビ

デオチャットをする場合でも、各タブレット端末には1つの映像・音声データにまとめて配信して、データ通信量を削減している。

2つ目は、課題ノート、マイノート、シェアノートなどのノートデータや、授業に必要なメタデータの通信量の削減である。基本的には差分データのみを送信して各タブレット端末に配信している。しかし単純な差分データのみを配信すると、競合し合うデータの更新の場合には、受信タイミングによって順不同になることがあり、データの整合性が取れなくなる。このような場合、一般的にはデータベースで採用されるトランザクション機構を用いて更新データの1つだけを採用し、他のデータは却下して対処する。しかしこの方式では、送信したデータが却下された場合は、最新のデータを受信しなおし、さらに更新データを作成して再送することになるため、データ通信量が増える。そこで「つながる授業アプリ」では、操作変換と呼ばれる手法を用いて、順不同でデータが到着してもデータ整合性を保つようにし、データの再送を防ぐことで通信量の削減と、操作性の向上を実現している。

3.8.6 リアクティブプログラミング

図 3.6は、「つながる授業アプリ」の教員側機能として、学習者のマイノートの記述内容をリアルタイムで俯瞰監視する画面である。データの更新頻度が高く、かつ扱うデータ量も多いことがわかる。従来のプログラミング方式では、データ処理と画面描画処理の関係が密になり、処理速度の低下やバグによる不具合が発生しやすい課題があった。例えば、データ処理後に画面描画処理を呼び出し忘れる、もしくは過剰に画面描画処理を呼び出すなどがあげられる。そこで、「つながる授業アプリ」ではリアクティブプログラミング方式のデータ管理を行い、データ処理と画面描画処理を切り分けて疎の関係にし、この課題を解決している。

リアクティブプログラミング方式は、マイクロソフトの表計算アプリ「エクセル」のセルに定義する式に例えると理解しやすい。例えばA1セルに10、B1セルに20を設定し、C1セルに「=A1+B1」と記述すると、自動的に計算され、C1セルの表示は30になる。その後A1セルに15を記述すると、C1セルの式が自動的に再計算され、C1セルの表示は35になる。

プログラミング言語では、A1セル、B1セルは値を保存する「変数」と捉えられ、C1セ

ルは、複数の変数の値を読み出して計算し、その結果を返す「関数」に置き換えることができる。リアクティブプログラミング方式において、本論文では以下の3つの用語を定義する。

- ① リアクティブ変数：A1セル、B1セルのように、変数の値を読み出している関数を覚えておき、値が更新されるとその関数を呼び出すことができる変数
- ② リアクティブ関数：C1セルのように、関数内で変数を読み出していると、変数の値が更新されるたびに呼び出される関数
- ③ リアクティブ機構：リアクティブ変数やリアクティブ関数を作り出す仕組み

「つながる授業アプリ」のノート記述モードの切り替えを例にして、リアクティブプログラミング方式について説明する。「つながる授業アプリ」のノート記述メニューは全てアイコンで表示し、直感的な操作を可能にしている。例えば、鉛筆アイコンをタップすると、鉛筆アイコンだけを緑色に変え、他のアイコンは白色にする。蛍光ペンアイコンをタップすると、鉛筆アイコンは白色になり、蛍光ペンアイコンが緑色になる。この処理の流れをプログラムにしたものが図3.7である。現在選択中の記述モードを保存する変数を `global.drawMode` 変数とし、`global.drawMode` の値に従って全てのアイコンの色を変更する関数を `updateAllIconColors` 関数として定義している。

従来のプログラミング方式では、`global.drawMode` 変数の値を変更するたびに

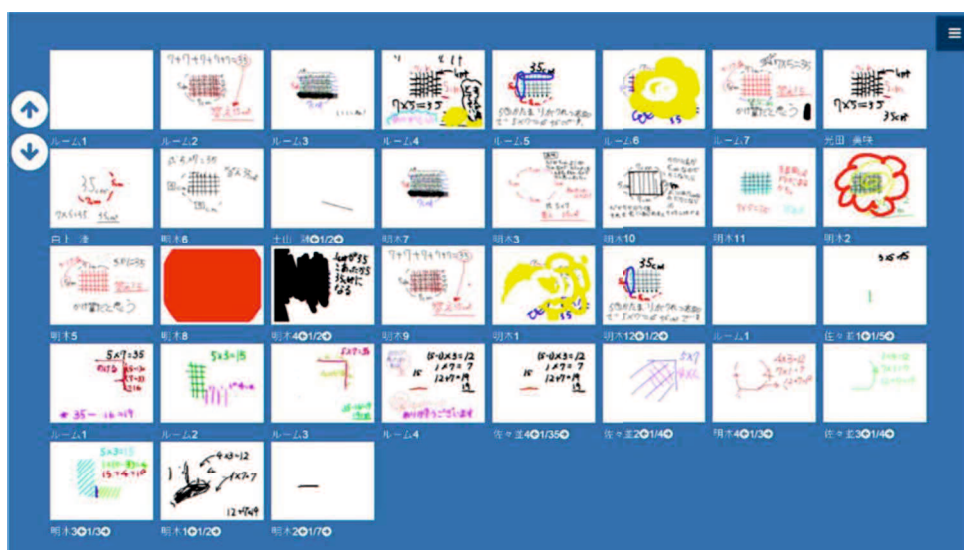


図 3.6 マイノート見とり画面

updateAllIconColors 関数を呼び出す必要がある。従って、global.drawMode を変更した後に updateAllIconColors 関数を呼び出し忘れると、記述モードは切り替わっているのに、画面上では変化せずバグとなる。

リアクティブプログラミング方式では、リアクティブ機構として、2つの関数を実装している。1つ目は createReactiveObject 関数であり、リアクティブ変数をまとめて管理するオブジェクトを作成できる。この機構によって、global.drawMode はリアクティブ変数として作成されている。2つ目の defineReactiveFunction 関数は、指定された関数内部で読み出されるリアクティブ変数と関数を紐付けし、リアクティブ関数として管理する処理を行う。従って、updateAllIconColors 関数は内部で global.drawMode を読み出しているため、global.drawMode リアクティブ変数と updateAllIconColors リアクティブ関数が紐付けされている。そして、1回目の関数実行が行われる。その後、global.drawMode の値を更新すると、updateAllIconColors リアクティブ関数が自動的に呼ばれ、画面が更新される。これによって、メインプログラム内では描画モードの切り替え処理は global.drawMode を変更するだけでよく、画面描画処理との関係を疎にでき、バグの発生を抑えることができる。

「つながる授業アプリ」では、プログラム内で使用する変数のほとんどをリアクティブ

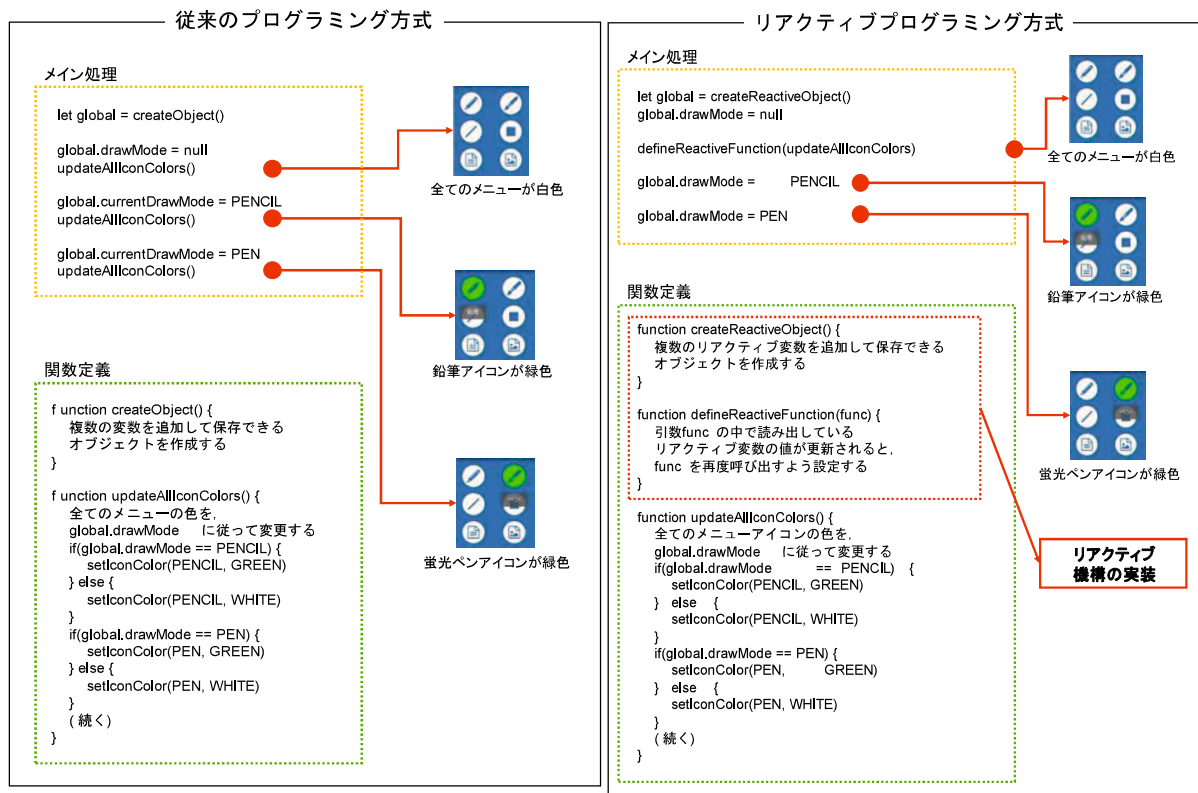


図 3.7 従来のプログラミング方式と、リアクティブプログラミング方式の比較

変数として作成して、大量のデータ処理に専念できるようにし、かつ高速な画面描画を可能にしている。

3.8.7 遅延を許容するデータ同期処理

「つながる授業アプリ」では、ネットワークを介しながら複数箇所でデータを共有し、同時に書き込みする場面がある。例えば、図 3.8 に示すペア・グループ作成画面において、複数の教員が同時に操作すると、データの不整合が発生することがある。これは、データベースにおける同時データ更新と同様の課題である。

データベースでは、トランザクション機構を用いてこの課題に対処している。具体的には、複数の教員が同時に同じデータを更新しようとする時、その処理のうち1つだけを採用し、他はエラーが発生してキャンセルされる。エラーとなった処理は、再度最初から処理を開始するリトライを行うか、そのまま中止するかの2つから選ぶことになる。

トランザクション機構を「つながる授業アプリ」に実装すると、2人の教員が同時にペア・グループ作成処理を行う場面では、一方のデータは処理され、もう一方はキャンセルされてしまう。同様の問題が、学習者同士のペア・グループ学習活動でのシェアノートへの書き込みでも発生することになる。この場合、エラーとなった方は、処理が成功するまで、何度も最新のデータを読み直し、操作を行ってデータ更新を試みる必要がある。従って、トランザクション機構では、リトライに関わるデータ通信量を増やし、ユーザの操作性を犠牲にすることになる。

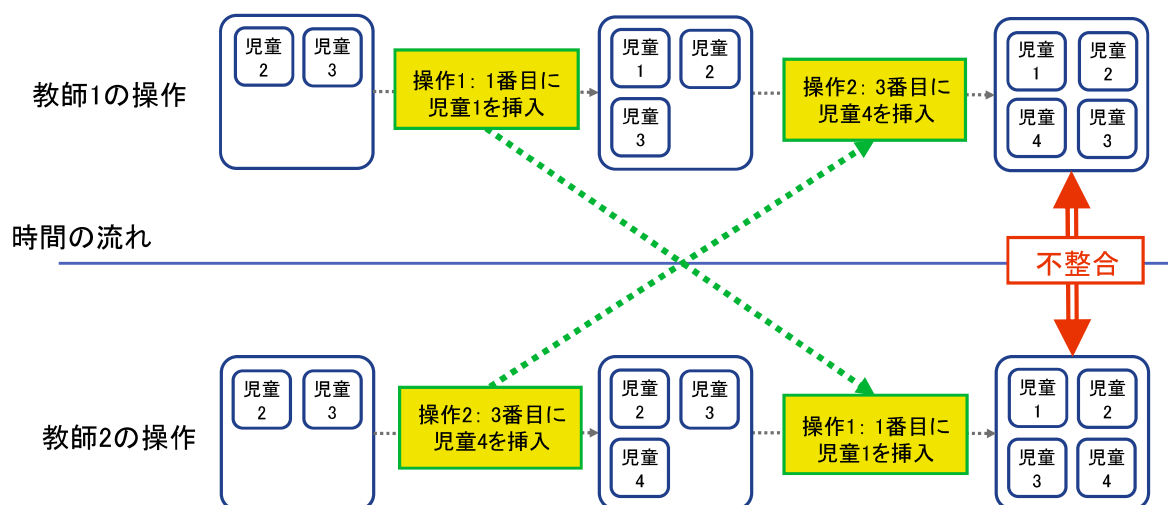


図 3.8 データの同時更新で不整合が発生するケース

そこで、「つながる授業アプリ」では、操作変換（Operational Transformation, 以下 OT）と呼ばれる手法を使って、この課題を解決している。以下に処理概要を説明する。

変更を行う対象となるデータを X とし、操作 1 を Op1, 操作 2 を Op2 とする。直前に実行した操作と、これから実行しようとする操作を受け取り、整合性を保つために調整した操作を返すことができる関数を T とする。この時、下の関係が成り立つ。

$$Op2' = T(Op1, Op2)$$

$$Op1' = T(Op2, Op1)$$

$$Op1'(Op2(X)) = Op2'(Op1(X))$$

この式から、2つの操作が前後していても結果が同じになる。図 3.8 の操作を例に、OT を適用すると、図 3.9 に示すように、直前に実行した操作をもとに次に実行しようとする操作が調整され、教員 2 が行なった操作「3 番目に児童 4 を挿入」は、教員 1 側に反映される時に「4 番目に児童 4 を挿入」と操作が変換されて実行される。逆に教員 1 が行った操作「1 番目に児童 1 を挿入」は、OT を介しても変わらず、教員 2 側に反映されて実行される。OT を介すことで、実効タイミングに関わらず、教員 1 側、教員 2 側のデータの整合性を保証することができる。従って、トランザクション機構のようにリトライを行う必要がなく、ネットワーク遅延に関わらずデータ整合性を保ち、通信データ量も削減できる。

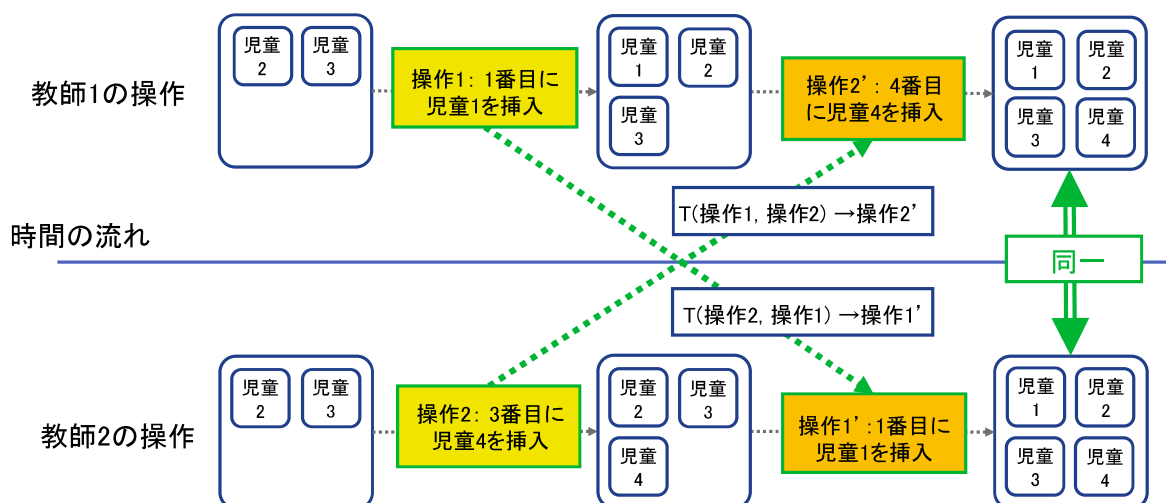


図 3.9 OT を使って操作を変換し、結果データの整合性を保つ例

3.9 基本機能を活用した遠隔合同授業の流れ

以下に、基本機能を活用した遠隔合同授業の流れを、画面内容とともに説明する。

- ① 「つながる授業アプリ」を起動し、「はじめる」ボタンをタップして授業を開始する（図 3.10）。
- ② 学習者はそれぞれ自分のアカウントでログインする。
- ③ 教員は作成済みの授業履歴リストから目的の授業を選択するか、「新規追加ボタン」をタップして、新規に授業を開始する。
- ④ 教員は授業に参加する学習者から、2～4人のペア・グループを作成する（図 3.11）と、その学習者が授業に参加できる（図 3.12）。
- ⑤ 教員は「課題編集ページ」に課題内容を記入し、学習者に対して課題提示を行う。学習者は「課題提示ページ」に課題が表示される。教員が記入したストローク情



図 3.10 スタート画面

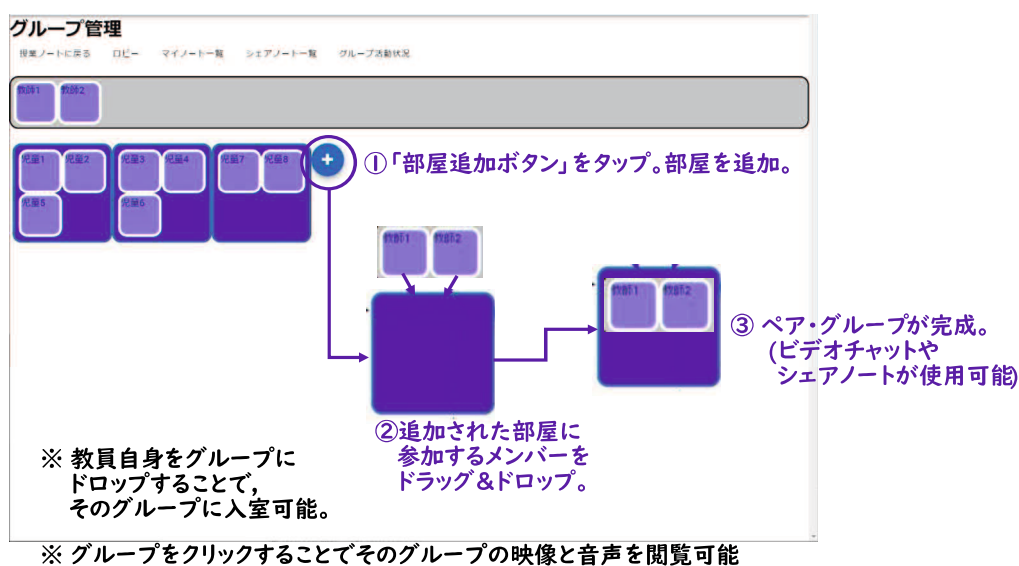


図 3.11 ペア・グループ作成画面

報は、リアルタイムで学習者側の課題提示ページに反映される。課題は複数ページ作成することができるので、課題文章のページと回答欄のページを分けたり、複数の課題を複数ページに分けて提示したりできる。

- ⑥ 学習者は、「マイノート」に自分の考えを書き込む（図 3.1 3）。最初「マイノート」はからの状態なので、「新規追加ボタン」を押して、与えられた課題ページのうち、使用する課題ページを選択し、「マイノート」に記入していく。同じ課題ページを複数「マイノート」に追加して書き込むこともできる。ページ切り替えボタンを押して、複数の「マイノート」のページを行き来することができる。
- ⑦ 学習者が「マイノート」に記入している内容は、教員側にもリアルタイムで表示される（図 3.6）。
- ⑧ 学習者が自分の考えをペア・グループで対話する際には、「シェアノートにコピー」ボタンを押して、「マイノート」を「シェアノート」にコピーすると、ペア・グループの学習者がノートを共有できる（図 3.1 4）。「シェアノート」上にさらに記入することもでき、その記入データはリアルタイムでペア・グループに表示されるので、対話を行いながら気づいた点を記入したり、良い点に印をつけたりすることができる。また、「ビデオチャット」ボタンを押して相手の顔を見ながら対話することができる（図 3.1 5）。
- ⑨ 学習者がペア・グループ学習活動しているときの「シェアノート」は、教員側にもリアルタイムで表示されるので、「シェアノート」への書き込み内容から各ペ

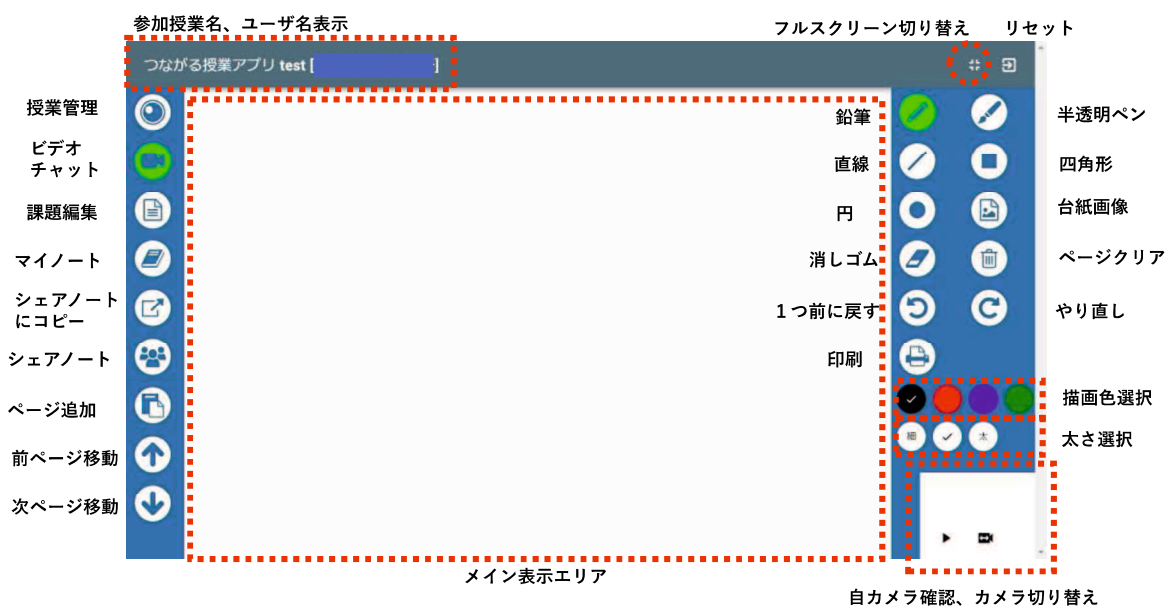


図 3.1 2 メイン画面

ア・グループの活動を見とることができる。また、ペア・グループを選択して、会話音声を取り取ることができる。

- ⑩ 教員が「授業終了ボタン」を押すと、学習者全員に授業終了の通知が表示され、授業を終了する。
- ⑪ 学習者の「マイノート」やペア・グループの「シェアノート」の内容を PDF ファイルにして印刷もしくはファイル保存できる。

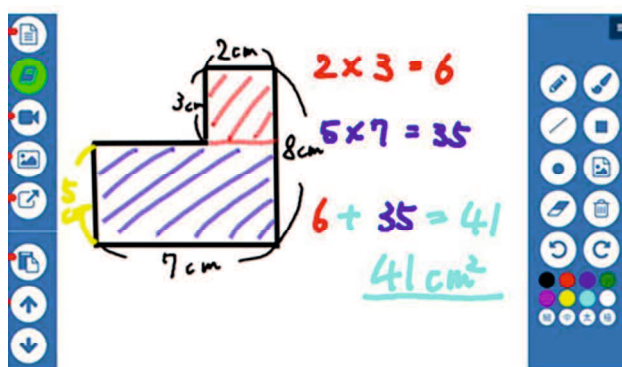


図 3.1 3 「マイノート」画面

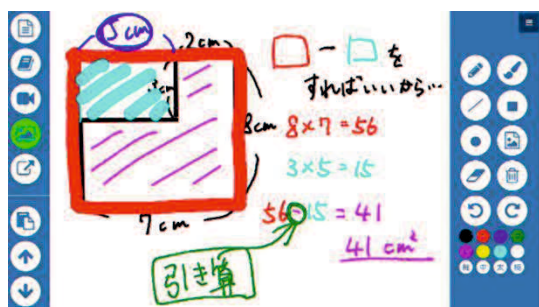


図 3.1 4 「シェアノート」画面



図 3.1 5 ビデオチャット画面

3.10 結言

本章では、ICT を活用した、一斉学習、個別学習、協働学習の3つの学習場面における授業展開をもとに、オンライン授業や遠隔合同授業で活用する遠隔教育支援環境のアーキテクチャや構成について述べた。そこでは「クラス（学級）」をつなげる遠隔教育システム、「個」をつなげる協働学習支援システムの2つのシステムによって構成されることを説明した。協働学習の場面において、学習者同士がビデオチャット対話を行おうとする場合、現状の協働学習支援システムにはビデオチャットコミュニケーション機能がないため、遠隔教育システムを流用することとなり、学習者が2つのシステムを行き来する必要性が生じ、授業進行に支障をきたす可能性があることを述べた。ビデオチャットコミュニケーション機能は遠隔学習システムそのものでもある。そこで、本研究では、遠隔教育システムと協働学習支援システムを併せ持つ遠隔教育支援環境「つながる授業アプリ」を設計・開発したことを述べた。さらに、「つながる授業アプリ」に活用されている要素技術を説明した。

第4章

「つながる授業アプリ」の基本機能の授業実践と評価

4.1 緒言

前章では、「クラス（学級）」と「個」という2つのつながりを保障する遠隔教育システムと協働学習支援システムに必要な機能を整理して、遠隔教育支援環境「つながる授業アプリ」の構成と開発手法について説明した。「つながる授業アプリ」は基本機能と拡張機能から構成されるが、本章では、遠隔合同授業の実践を通して「つながる授業アプリ」の基本機能の有用性について評価する。さらに、授業実践評価から得られた知見をもとに行った「つながる授業アプリ」の機能改善事項について説明する。

4.2 遠隔合同授業の授業実践と評価

平成27年度から3年間にわたるA市での実証事業では、4章で説明した「つながる授業アプリ」を含む遠隔合同授業支援環境が活用された。そのシステム構成を図4.1に示す。実証事業対象校であるB,C小学校には「学級」としてのつながりとして、テレビ会議システムを導入し、「個」としてのつながりとして、「つながる授業アプリ」をA市教育委員会内のサーバールームに設置した。これは前章で述べた「基盤ソフトウェア」全てを内包している構成となる。そして、教員・学習者側端末にはWindowsタブレットを導入している。実証研究を通して、遠隔合同授業研究チームの中原は、ICTを活用した効果的な授業を「一人学び」「ペア学習」「全体学習」「まとめ・振り返り」「その他の場面」に分類してまとめている [47]。

実証事業が終了した平成30年度では、遠隔合同授業の実施校としてD小学校を追加し、継続して遠隔合同授業の取り組みが行われた。

授業実践における「つながる授業アプリ」の活用例をあげる。遠隔合同授業では学習者が緊張して参加してことがある。そこで、授業開始時にはアイスブレイクとして挨拶や簡単なゲームを行って緊張を解くことがある。図4.2では、アイスブレイクとして「25を言ったほうが負け」というゲームを行っているときの学級の様子である。最初に、教員

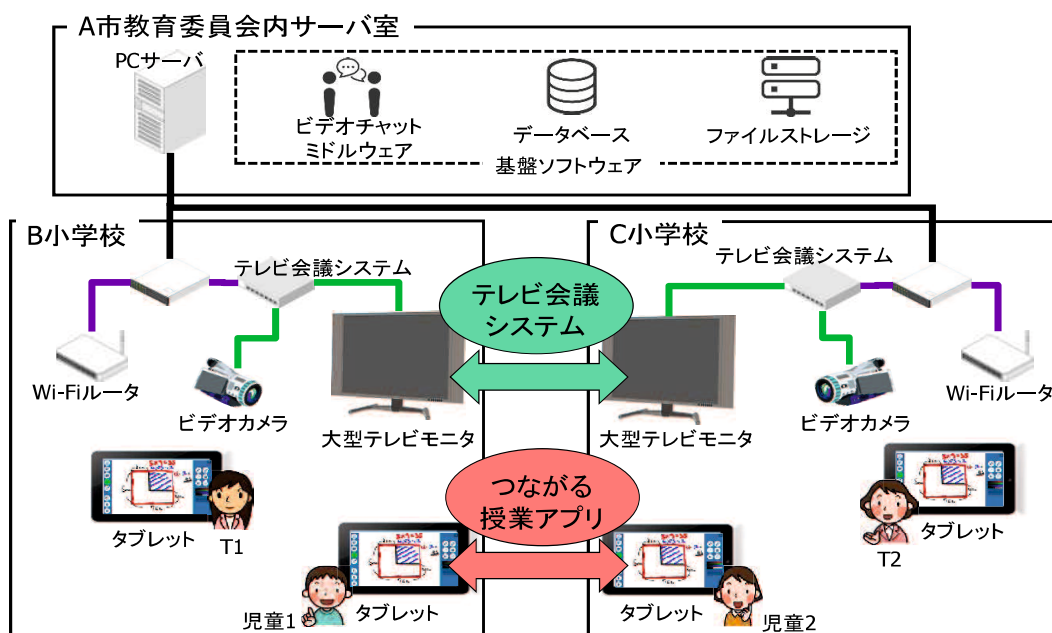


図4.1 A市のシステム構成
(A市資料より引用して修正)

によってペア・グループが割り当てられ，児童は「つながる授業アプリ」のペア・グループのビデオチャットでビデオチャットしながらじゃんけんを行い，番号を言う順番を決めている（図 4.3）．次に児童は，「つながる授業アプリ」のシェアノート機能を使って，自分が言った数字にチェックを付けながら遠隔学級側の児童と対戦している（図 4.4）．そして，すべての対戦状況は教員の見とり画面にリアルタイムで映し出されており，大型ディスプレイにも見とり画面を映し出して，全員が見える状態でゲームを行っている（図 4.5）．

算数科の遠隔合同授業では，児童は個別学習で回答をマイノートに記入した．マイノートの内容は，教員の見とり画面にリアルタイムで反映され，教員は大型ディスプレイに映し出して見とりを行っている（図 4.6）．そして，そのうち1つを拡大表示し，児童の発表に活用している（図 4.7）．さらに，見とり画面上に直接マーカーを記入できる機能を使って，同じ解き方をしたマイノートに赤丸を付けて，解き方の分類分けを行っている（図 4.8）．

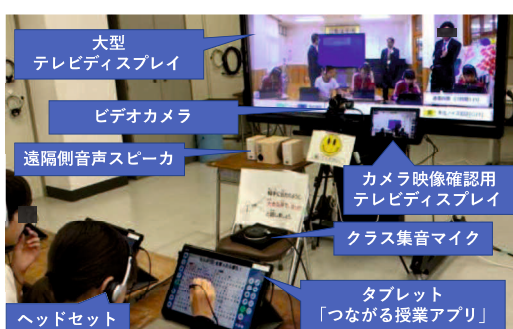


図 4.2 アイスブレイクの様子



図 4.3 ビデオチャットの様子



図 4.4 シェアノート記述の様子

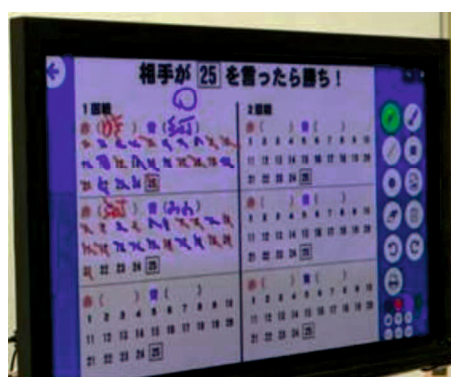


図 4.5 見とり画面 1

4. 2. 1 平成 27 年度授業実践のアンケート調査

遠隔合同授業の実践を約 20 回行った B 校、C 校の第 4 学年の児童 15 名と、教員(6 名)にアンケート調査をそれぞれ実施した。児童向けアンケート調査は、テレビ会議システムの有用性に関する質問(5 段階評価: 2 問, 自由記入方式: 2 問), つながる授業アプリの操作性, 有用性に関する質問(5 段階評価: 7 問), 遠隔合同授業の有用性に関する質問(5 段階評価: 6 問, 自由記入方式: 1 問)の合計 18 問である。教員向けのアンケート調査はインタビュー方式で, 児童にとっての遠隔合同授業の有用性に関する質問(6 問), テレビ会議システムの有用性に関する質問(2 問), つながる授業アプリの有用性に関する質問(5 問), 教員にとっての遠隔合同授業の有用性に関する質問(2 問), 遠隔合同授業支援システム全体に対しての改善要望(1 問), 長期的な遠隔合同授業の実施に関する質問(1 問)の, 合計 17 問を準備した。

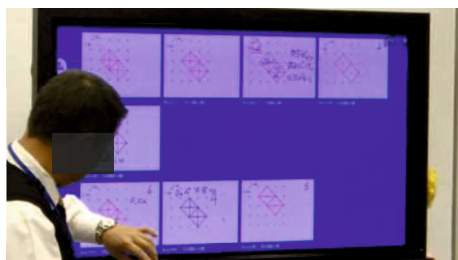


図 4.6 見とり画面 2

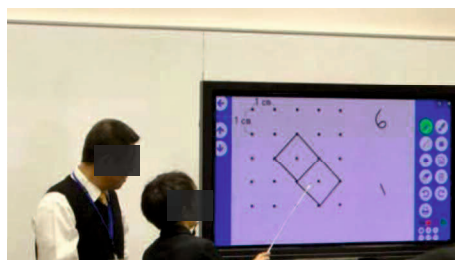


図 4.7 発表の様子



図 4.8 丸つけの様子

なお、本稿におけるアンケート調査の児童用の質問項目については、分かりやすい質問文をつくることを第一に考えている。したがって、質問がイエス・テンデンスを生じたり、誘導質問になっていたりする可能性もあるが、回答が偏る可能性がある場合には、反対側の回答から「つながる授業アプリ」の課題や遠隔合同授業の改善点を見出すことも行っている。

児童向けアンケート調査の結果と考察

ICT機器を活用した遠隔合同授業についての質問(表 4.1: 質問 1, 質問 12, 質問 17, 質問 18)の回答から、遠隔合同授業そのものは全員が楽しく、やってみてよかったと回答し、普段の授業と同等以上の分かりやすさがあり、全員が次の学年になっても遠隔合同授業をやりたいと回答している。しかし、みんなの前での発表や話したいことについての質問(表 4.1: 質問 2, 質問 14, 質問 15)の回答からは、発表することや話したいことを伝えることに積極的な児童が多いが、発表や話したいことを伝えることに消極的な児童も見られる。成功体験と自己効力感 [48]、そして自己効力感と学習意欲の関連 [49]の先行研究を踏まえれば、遠隔合同授業における発表したり他者に伝えたりする成功体験を増やすことが、発表することや話したいことを伝えることへの意欲を高めることにつながる可能性がある。さらに、教員から学習者への「ほめ」言葉によって、学習者の学習意欲を高められる場合がある [50]。複数のグループで同時に行われるグループ対話内容を、教員が見とることは難しいため、児童への声かけや指導が少なく、対話に対して消極的であることが考えられる。そこで、グループ学習場面の対話状況を、「つながる授業アプリ」がリアルタイムで監視し、教員に通知できれば、教員がその状況を見とって児童に声かけや指導することで、児童の遠隔合同授業に対する意欲を向上させることができる可能性がある。

テレビ会議システムを通じた一斉学習の場面についての質問(表 4.2: 質問 3, 質問 4)の回答からは、テレビ会議システムの特徴を理解したうえで発表したり、他者の意見を聞こうとしたりする姿勢が見られている。このことは、教員が遠隔合同授業やその他通常の授業のなかでも、教員が丁寧に ICT 機器や、「つながる授業アプリ」の使い方を教えていたことも含めて、児童の遠隔合同授業に参画する態度や遠隔 ICT 活用力(図 2.3 参照)を意識して指導・支援を行ってきた成果ではないかと考えられる。

「つながる授業アプリ」の操作性に関する質問(表 4.1: 質問 5, 質問 6, 質問 8)について

表 4.1 平成 27 年度児童向け 5 段階評価による質問項目と回答

質問内容	5	4	3	2	1	平均	標準偏差
質問1:テレビ会議システムを使って相手校の友だちといっしょに授業をすることは「楽しい」ですか？ (5.楽しい, 4.すこし楽しい, 3.わからない, 2.あまり楽しくない, 1.楽しくない)	13	2	0	0	0	4.87	0.34
質問2:テレビ会議システムを使って授業をするとき、みんなの前で発表するのは、普通の授業で発表する時よりも「ドキドキ」しますか？ (5.ドキドキする, 4.すこしドキドキする, 3.わからない, 2.あまりドキドキしない, 1.ドキドキしない)	5	6	3	1	0	4.00	0.89
質問3:タブレットを使うのはカンタンでしたか？ (5.カンタンだった, 4.すこしカンタンだった, 3.わからない, 2.すこしムズカシかった, 1.ムズカシかった)	8	3	2	2	0	4.13	1.09
質問4:タブレットをつかっているとき、相手の話が聞こえましたか？ (5.よく聞こえた, 4.やや聞こえた, 3.わからない, 2.あまり聞こえなかった, 1.聞こえなかった)	9	4	0	2	0	4.33	1.01
質問5:タブレットを使って相手と話すときに、おたがいの話や説明が続きましたか？ (5.よく続いた, 4.すこし続いた, 3.わからない, 2.あまり続かなかった, 1.続かなかった)	10	5	0	0	0	4.67	0.47
質問6:タブレットの「マイノート」に自分の考えを文字や絵・図で書くことができましたか？ (5.よく書けた, 4.すこし書けた, 3.わからない, 2.あまり書けなかった, 1.書けなかった)	13	2	0	0	0	4.87	0.34
質問7:タブレットを使って〇〇小学校の友だちといっしょに考えたり、考え方やとき方を説明しあうことは「楽しい」ですか？ (5.楽しい, 4.すこし楽しい, 3.わからない, 2.あまり楽しくない, 1.楽しくない)	12	3	0	0	0	4.80	0.40
質問8:タブレットは、友だちといっしょに考えたり、考え方や解き方を説明しあうことを助けてくれる道具になりますか？ (5.なると思う, 4.すこしなると思う, 3.わからない, 2.あまりならないと思う, 1.ならないと思う)	11	2	1	0	0	4.71	0.59
質問9:タブレットを使って〇〇小学校の友だちといっしょに考えたり、考え方やとき方を説明しあうことで、授業の内容がわかるようになると思いますか？ (5.思う, 4.すこし思う, 3.わからない, 2.あまり思わない, 1.思わない)	12	3	0	0	0	4.80	0.40
質問10:テレビ会議システムやタブレットを使って〇〇小学校の友だちと一緒に授業をして、「よかったなあ」と思いますか？ (5.良かったと思う, 4.少し良かったと思う, 3.わからない, 2.あまり良かったと思わない, 1.良かったと思わない)	12	3	0	0	0	4.80	0.40
質問11:普通の授業で、自分の答えや考えを友だちに話したいと思うことはありますか？ (5.よくある, 4.ある, 3.少しある, 2.あまりない, 1.ない)	9	4	1	0	1	4.33	1.07
質問12:テレビ会議システムやタブレットを使った授業で、自分の答えや考えを〇〇小学校の友達に話したいと思うことはありますか？ (5.よくある, 4.ある, 3.少しある, 2.あまりない, 1.ない)	7	5	2	0	1	4.13	1.09
質問13:〇〇小学校の友達の答えや考えが、あなたが答えを出したり、考えたりするときに助けてくれますか？ (5.助けてくれる, 4.少し助けてくれる, 3.わからない, 2.あまり助けてくれない, 1.助けてくれない)	11	2	2	0	0	4.60	0.71
質問14:テレビ会議システムやタブレットを使った授業は、ふだんの授業とくらべると授業の内容がよく分かるようになりますか？ (5.よく分かる, 4.少し分かる, 3.同じくらい, 2.ふだんの授業の方が少し分かる, 1.普通の授業の方が分かる)	9	2	4	0	0	4.33	0.87
質問15:5年生になってもテレビ会議システムやタブレットを使った授業をやりたいと思いますか？ (5.思う, 4.すこし思う, 3.わからない, 2.あまり思わない, 1.思わない)	11	4	0	0	0	4.73	0.44

は、一部を除いて高い評価を得ている。低評価の児童については、タブレットにおける音声の調子が悪く聞き取りが難しい状況があったことが起因しているのではないと思われる。遠隔合同授業におけるペア・グループ活動と「つながる授業アプリ」の有用性についての質問(表 4.1:質問9,質問10,質問11)の回答についても、高い評価を得ている。質問(表 4.2:質問 13)の回答を加味すれば、児童と違う意見や考え方に触れることをよい機会であると捉えていること、それだけでなく同じ意見や考え方であることを確かめられた機会になっていることも分かった。

今回のアンケート調査結果から、児童は「つながる授業アプリ」が遠隔における他者の意見や考え方を聞くことができる機会(道具)であること、またこの道具を活用して説明し合うことが授業内容の理解につながることを習得できたと考えられる。したがって、小規模校の課題の一部を解決するために、「つながる授業アプリ」の有用性を大よそ評価できたと思われる。一方、「つながる授業アプリ」活用時の児童間の意見や考え方を説明し合う状況を観察してみると、形式的に意見や考え方を説明し合うことに終始して

表 4.2 平成 27 年度児童向け自由記入方式による質問項目と回答

質問内容と自由記入方式の回答	
質問3:テレビ会議システムで「自分が話すときに」気をつけていることを1つおしえて下さい。	
みんなに聞きやすい声でいうこと 「きいてください」ということ はっきり言うこと ゆっくり分かりやすいように	しずかにできるだけしています けいごではなせるか みんなの方を向いて話すこと
質問4:テレビ会議システムで「相手の話を聞くときに」気をつけていることを1つおしえて下さい。	
少しの声でも入ってしまうのでしずかにしています きこえにくいから1回できようとしている	相手の方を向く しっかり聞くことです
質問13:〇〇小学校(相手校)の友だちといっしょに勉強をして「よかったなあ～」と思うことを1つおしえて下さい。	
自分のわからないいけんをいってくれてよく分かる たくさんの自分が考えていない意見が出たこと 楽しく覚えられるのでそこが「よかったなあ～」と思いました 話していることがよくわかる 〇〇(自校)がこたえられなかったときに▲▲(相手校)がこたえてくれたこと	考えが分かった いけんがあうこと 交流学習以外でも触れ合えたこと むずかしい時におしえてくれた

いる状況や、自分の意見や考え方を伝えて相手の意見や考え方を聞くことはできているが「分かる」や「吟味する・再構成する」までの状況に達しているとは言い難い状況も見たとれた。図 2.3 に示したような、自分や他者の意見や考え方を「吟味して納得する」、また「根拠を持って再構成できる」段階に到達するために、「つながる授業アプリ」に必要な機能や仕組みを検討して導入することが必要であることが分かった。

教員向けアンケート調査の結果と考察

遠隔合同授業による効果や学級・児童の変容についての質問(表 4.3: 質問 3, 質問 4)の回答について、教員の視点からも児童の学習への積極性、不具合を乗り越えようとする行動など学習意欲の向上や、意見に耳を傾けたり、発言ができかけていることを実感されていることがわかった。また、「つながる授業アプリ」の活用に関する質問(表 4.3: 質問 12, 16)の回答から、「つながる授業アプリ」が「個」としてのつながりをつける道具として機能していること、それだけでなく、聞こうとする意識の強さや一斉授業への意欲のつながり、教員に言われたこと以上の交流の展開など「つながる授業アプリ」の活用が児童の主体性を発揮できる契機になっていることが示された。「つながる授業アプリ」の改善要望に対して、例えば教員が複数人で接続する機能については、アンケート後に対応している。遠隔合同授業の継続実施についての質問(表 4.3: 質問 17)の回答からは、授業準備や計画の大変さが見えてきている。授業に関する教員向けの支援機能の追加も必要である。

表 4.3 平成 27 年度教員向けインタビュー方式による質問項目と回答

質問内容とインタビュー回答	
質問3:遠隔合同授業を行って、学級全体の変容や効果はあったと感じますか？また、どのような変容や効果があったと感じますか？(良い変容だけでなく、悪い変容もあれば教えてください)	
人間関係が広がった 学習意欲が向上した	多様な意見を聞くことができた 人の話をよく聞くようになった
質問4:遠隔合同授業を行って、子どもたちの中で変容した子どもはいましたか？また、それはどのような変容でしたか？(良い変容だけでなく、悪い変容もあれば教えてください)	
やる気のなかった児童が、回数を重ねるごとに積極的になった ペア学習の際により意見を言うようになった	不具合があっても乗り越えて伝えようとしていた
質問12: 実践をされた中で、タブレット端末(つながる授業アプリ)が有効に動いていると感じた場面はありましたか？また、それはどこでした？	
お互いが違う意見を持っている時に聞こうとする意識が強くなる 個人の関係が密に関わることができる	全体学習の時にも意欲的に聞こうとする 新しい意見を求めて、教師に言われたこと以上の意見交流をしていた
質問16:改善してほしいと思うことはありますか？(テレビ会議システムやつながる授業アプリの機能面など)	
タブレットの問題提示を教師の好きなタイミングで出したい めあてやまとめもタブレットに書けるようにする	教師機で2台接続ができるようにして、T2も看取ることができるようにする
質問17:これから長期的に遠隔合同授業を行うために必要なことはどのようなことだと感じますか？	
教師同士の交流	準備や計画の時間を短くできるようにする

4. 2. 2 平成 28 年度授業実践のアンケート調査

平成 27 年度に引き続き、遠隔合同授業が実施された B 校、C 校の児童(第 4 学年:8 名, 第 5 学年:14 名, 第 6 学年:11 名)の合計 33 名, 教員(5 名)にアンケート調査をそれぞれ実施した。児童向けのアンケートは、遠隔合同授業に関する質問(4 段階評価:2 問, 自由記述方式:2 問), つながる授業アプリに関する質問(4 段階評価:2 問, 選択回答方式:1 問, 自由記述方式:6 問), テレビ会議システムに関する質問(4 段階評価:1 問, 選択回答方式:1 問, 自由記述方式:3 問), 「話型」に関する質問(4 段階評価:2 問, 自由記述方式:1 問)の合計 21 問である。教員向けのアンケートは、遠隔合同授業に関する質問(4 段階評価:2 問, 自由記述方式:6 問), つながる授業アプリに関する質問(自由記述方式:3 問), テレビ会議システムに関する質問(自由記述方式:1 問), 「話型」に関する質問(自由記述方式:2 問)の合計 14 問である。

前年の平成 27 年度は授業実践の初年度であり, ICT 支援環境や授業設計含め試行錯誤しながら体験的に遠隔合同授業を行なってきた。ICT 支援環境の基本構成を固めていく段階であったため, 遠隔合同授業そのものに対する評価を中心とした質問であった。児童は慣れない環境で授業に参加していたこともあり, 回答のしやすさを考慮して 5 段階で評価した。平成 28 年度では遠隔合同授業支援環境の基本構成が固まり, 通常授業のように遠隔合同授業を行った。そこで, 遠隔合同授業において児童がどのような学び感を持っているのかを明らかにするため, アンケート内容を前年度と変え, 回答の曖昧さをできるだけ排除するために 4 段階で評価を行った。

表 4.5 平成 28 年度児童向け 4 段階評価方式による質問項目と回答

質問内容	4	3	2	1	平均	標準偏差
質問2:テレビ会議システムで発表をするときに、相手にわかるように話をするの「かかんたん」ですか？ (4.かかんたん, 3.少しかんたん, 2.少しむずかしい, 1.むずかしい)	8	11	12	2	2.76	0.89
質問4:テレビ会議システムで〇〇小学校(相手校)の友達の発表を「聞きとること」ができていますか？ (4.聞きとれている, 3.少し聞きとれている, 2.あまり聞きとれていない, 1.聞きとれていない)	19	11	3	0	3.48	0.66
質問7:つながる授業アプリで、ペアやグループで学習を行うときに、〇〇小学校(相手校)の友達にわかりやすく話をするの「かかんたん」ですか？ (4.かかんたん, 3.少しかんたん, 2.少しむずかしい, 1.むずかしい)	5	7	17	4	2.39	0.89
質問9:つながる授業アプリで、ペアやグループで学習するときに、相手の声は聞き取りやすいですか？ (4.聞きとりやすい, 3.少し聞きとりやすい, 2.あまり聞きとりやすくない, 1.聞きとりにくい)	7	7	14	4	2.45	0.96
質問19:〇〇小学校(相手校)の友達といっしょに勉強するために、「テレビ会議システム」や「つながる授業アプリ」を使うと、アプリのそうさをおぼえたり、相手が分かりやすいように話したりしないといけないので、たいへんだなあ(むずかしいなあ)と思いましたか？ (4.かかんたんだった, 3.少しかんたんだった, 2.少しむずかしかった, 1.むずかしかった)	12	11	9	0	3.00	0.80

表 4.4 平成 28 年度児童向け選択回答方式による質問項目と回答

選択回答方式の質問と回答							
質問5:テレビ会議システムで、〇〇小学校の友達の発表が「理かいできない(わからない)とき」に、どうすることが多いですか？ 当てはまるもの1つに○をつけてください。							
先生にわからないと伝える	テレビ会議システムで〇〇小学校(相手校)の友達に聞き返す		そのままにしておく		自分のまわりにいる友達にきく		
4	17		2		10		
質問10:つながる授業アプリで、ペアやグループで学習するときに、相手の発表が「理かいできない(わからない)とき」にどうしますか？ 当てはまるもの1つに○をつけてください。							
先生にわからないと伝える	つながる授業アプリで〇〇小学校(相手校)の友達に聞き返す		そのままにしておく		自分のまわりにいる友達にきく		
6	21		0		5		
質問18:〇〇小学校(相手校)の友達と「テレビ会議システム」や「つながる授業アプリ」を使って行う授業で『学んだなあ～』と思うことはどんなことですか？ 当てはまるものすべてに○をしてください。その中で、特に学んだと思うこと2つを◎にしてください。							
相手の意見(考え方やとき方)を自分の意見(考え方やとき方)と結びつけること	自分が思いつかない意見(考え方やとき方)を知ること	友達と話し合いをする方法	タブレットの使い方	発表のききかた	その授業の勉強の内容	相手にわかりやすく発表する方法	相手と自分の意見(考え方やとき方)の同じところや違うところを見つけること
2/18	21/32	3/20	8/25	0/23	6/26	7/24	8/26

※質問18の回答は◎の数/◎と○の数の合計

児童向けアンケートの結果と考察

テレビ会議システムと「つながる授業アプリ」での発表のしやすさについての質問(表 4.5:質問 2,質問 7)の回答からは、テレビ会議システムの方が発表しやすいことがわかる。その理由を尋ねた質問(表 4.6:質問 3,質問 8)からは、「つながる授業アプリ」では、対話している相手を見ず、「シェアノート」を見ながら発表していることもあり、「相手に伝わっているかわからない」ことが原因の1つであると考えられる。引き続き「つながる授業アプリ」の機能改善が必要である。一方で、友達の発表内容がわからないときに聞き返すかどうかの質問(表 4.4:質問 5,質問 10)において、テレビ会議システムと「つながる授業アプリ」の回答を比較してみると、テレビ会議システムでは「そのままにしておく(2名)」、「自分のまわりの友達に聞く(10名)」、「つながる授業アプリ」では「そのままにしておく(0名)」、「自分のまわりの友達に聞く(5名)」となり、「つながる授業アプリ」の方では相手とのやりとりで解決しようとする姿勢が見られていた。このことは「つながる授業アプリ」

表 4.6 平成 28 年度児童向け自由記入方式による質問項目と回答

質問内容と自由記入方式の回答	
質問3:質問②で○をつけたところの理由(「どうしてかんたんか?」あるいは「何がむずかしいか?」などを教えてください。 <簡単・すこし簡単> 「いつもの授業とかわらないから」「図を使うから説明がしやすい」	<難しい・すこし難しい> 「自分が思っている通りに話せない」「どうやったら分かりやすくなるかわからないから」「その場にいらないから」
質問6:テレビ会議システムで、〇〇小学校の友達と交流するときに、『心がけていること』や『気をつけていること』を教えてください。 「相手に分かりやすいように話すこと」「大きな声でゆっくり話すこと」「『聞いてください』や『どうぞですか』と言うこと」	「しっかりと相手を見て聞くこと」 「進んで発表をすること」
質問8:質問⑦で○をつけたところの理由(「どうしてかんたんか?」あるいは「何がむずかしいか?」などを教えてください。 <簡単・すこし簡単> 「タブレットを使って説明できるから」「ペンで線を引ながら説明できるから」「相手の顔を見ることが出来るから」	<難しい・すこし難しい> 「どう説明すればいいかわからないから」「周りの音で自分の声が聞こえないから」「相手に伝わっているかわからないから」
質問11:つながる授業アプリで、ペアやグループで〇〇小学校の友達と交流するときに、『心がけていること』や『気をつけていること』を教えてください。 「大きな声でゆっくり話すこと」「積極的に話し合う」「『きいてください』や『どうぞですか』と言うこと」	「しっかりと聞くこと」 「線を引ながら話すこと」
質問15:自分1人で考えるときに、つながる授業アプリを使うことで良いと思うところはどこですか? 「わかりやすく自分の意見をまとめられる」「色を使い分けができる」「自分の考えを保存できる」「図を使うことができる」	
質問16:〇〇小学校の友だちと意見やとき方、回答を説明しあったり、話し合いをするときに、つながる授業アプリを使うことで良いと思うところはどこですか? 「文字で相手の意見を見ることが出来る」「書き直ししながら説明ができる」	「いろいろな意見をきくことができる」「『こっちな?』と思うことができる」
質問17:つながる授業アプリを使って、『こんなことできたらいいな』と思うことはありますか? やってみたいことや学んでみたいことを教えてください。 「図形を動かせたらいい」「写真機能」「書写(筆ペン機能)」	「他の教科での交流」「もっと他の学校との授業」
質問20:〇〇小学校の友達と「テレビ会議システム」や「つながる授業アプリ」を使って、いっしょに勉強するとき、『ここはむずかしいなあ』と思うところを教えてください。 「声が遅れて聞こえるところ」「文字を書いてそれを使って発表するところ」「雑音が聞こえるところ」	「タブレットでどこを押せばいいかわからないところ」 「手を挙げて発表するかわからないところ」
質問21:つながる授業アプリを使った感想(便利なところ、おもしろかったところ、不便なところ、これからアプリを使ってやってみたいこと などを教えてください。 「動画を見てみたい」「いろんな意見を聞けたのが良かった」 「図があるので考えが深まる」	「聞き取りづらいのが不便」「他の学校の人もやってみたい」 「マイノートに図や計算を詳しくかけるから便利」

のなかで協働学習を利用して問題を解決しようとするにつながり、主体的に相手と関わり意見や考え方を交流するという活用目的を果たしているよい傾向であると考えられる。遠隔合同授業で学んでいく難しさを問う質問(表 4.5:質問 19)の回答からは、半数以上の児童が難しくないと感じていた。教員による入念な準備の賜物であるとも考えられるが、児童の適応能力の高さが伺える。一方で、質問 7 との回答も踏まえると、質問 19 に「少し難しかった」と回答している児童については「相手に分かりやすく話をする」ことの難しさを有している可能性が考えられる。授業内でアプリの活用方法を確認しながら進めることや、単独の授業の際に分かりやすい話し方を指導して学級内でアプリを活用して経験を積むことが必要であると思われる。

遠隔合同授業を振り返って、児童が感じた学びの意義についての質問(表 4.4:質問 18)について、「自分が思いつかない意見(考え方やとき方)を知ること」を選んだ児童が最も多いため、多様な意見や考え方に触れることについては学んだと実感できているようである。しかし、「発表のききかた」について最も学んだと感じた回答者が一人もいなかった。授業実践では、あらかじめ教員が話型(会話プロトコル)を児童に指導し、グループ対話のやり取り方法を決めていた。したがって、児童は「聴き方」は既習事項となってしまう、遠隔合同授業を通して自らが学んだとは感じておらず、他の選択肢よりも優先度が下がった可能性がある。「聴く」力の意義を感じさせるためには、より深い対話を促す授

表 4.7 平成 28 年度教員向け 4 段階評価方式による質問項目と回答

質問内容	4	3	2	1	平均	標準偏差
質問1: 遠隔合同授業を行うことは『難しい』と思いますか。 (4.あてはまる, 3.少しあてはまる, 2.あまりあてはまらない, 1.あてはまらない)	1	4	0	0	3.20	0.40
質問3: 遠隔合同授業は子どもの学びに『必要だ』と思いますか。 (4.そう思う, 3.少し思う, 2.あまり思わない, 1.思わない)	0	5	0	0	3.00	0.00

業展開や支援環境の整備が必要であると考ええる。

「つながる授業アプリ」の活用方法についての質問(表 4.6:質問 15, 質問 16)の回答からは、個別学習時に図や色を使い分けながら相手意識をもって考えをまとめられること、協働学習時には自分の意見や考え方を書き直しながら説明できること、聞き手として自分とは違った意見や考え方を話言葉だけでなく文字で理解しようとしてきたり、よりよい意見や考え方を探し出そうという意欲につながったりしている様子から、「つながる授業アプリ」の活用目的のよさが認識されていると考えられる。

「つながる授業アプリ」の使いやすさや良さについての質問(表 4.6:質問 20, 質問 21)の回答からは、おおむね肯定的に捉えられている一方で、「どこをおせばわからない」など操作性や機能についての課題があげられている。このことは、平成 28 年度の遠隔合同授業実践では対象児童が増えたため、タブレット操作になれていない児童も増えた可能性も考えられるが、イメージや直感的な操作インタフェースへの修正など「つながる授業アプリ」の継続的な改善も必要であると考ええる。

教員向けアンケート調査の結果と考察

教員の回答数が 5 名と少ないが、遠隔合同授業の必要性や実施することの難しさについての質問(表 4.7:質問 3)の回答からは、必要であると感じていることがわかった一方で、回答者全員が難しいと感じていることも明らかになった。難しさの理由についての質問(表 4.8:問 2)の回答からは、依然として遠隔合同授業における教員の負荷が高いことが伺える。遠隔合同授業の授業準備の手間については、実践の蓄積に伴い解消できることもあると思われるが、授業展開・自校の学習者指導・他校の学習者指導・機器操作といった教員の負荷をいかに授業支援によって軽減するかがポイントとなり、授業中の見とり支援機能など「つながる授業アプリ」に更なる授業支援機能が必要である。

表 4.8 平成 28 年度教員向け自由記入方式による質問項目と回答

質問内容と自由記入方式の回答	
質問2:上記設問①の番号を選んだ理由を記述してください。	
「カメラ操作や相手校の児童のみとり等があるから」 「準備に手間がかかるから」	「機器の操作に慣れるまでに時間がかかるから」 「両校の生活時程や学級などが異なっており、連絡調整が必要だから」
質問3:テレビ会議システムを利用して授業をするときに、『心がけていること』や『気をつけていること』を教えてください。	
「交流の場面の設定(何を交流するか)」 「教師間の連携」 「2つの教室の一体感」 「目線や話し方など両校の児童への配慮」	「カメラ操作を減らすこと」 「モニターやカメラの位置などの環境設定」 「準備を短くすること」 「相手校にもわかりやすい発問や指示の出し方」
質問4:つながる授業アプリを利用して授業をするときに、『心がけていること』や『気をつけていること』を教えてください。	
「交流場面の設定(何を書いて、どんなことを話し合うか)」 「両校の児童の考えの把握」	「活動時間」 「トラブル防止のため、つなぐ人数を考慮」
質問6:上記設問⑤の番号を選んだ理由を記述してください。	
「多様な考え方(多様な解答や表現方法を含む)に触れることができる」 「相手にわかるように伝える必然性があり、目標ができる」 「固定された人間関係から一時的に離れることができる」	
質問7:遠隔合同授業で『学べること』や『育むことのできる能力』にはどんなものがあると思いますか。	
「相手を意識した話し方・伝え方」 「多様な意見から学ぶ力」 「表現力」	「相手の思いや意図をわかろうとすること。聞く力」 「ペアやグループの経験とリーダーシップ」
質問8:遠隔合同授業を行って、通常の授業や学級での生活に生じた『変化』を教えてください。	
「説明の仕方(線や丸をつけながらの発表)」 「進んで交流しようとする姿勢」	「相手校との児童同士の心理的な距離」 「発表意欲が出た」
質問11:遠隔合同授業の中で、つながる授業アプリの『一番役に立つ機能』を教えてください。	
「回答一覧表示の機能」「シェアノート」「相手の考えが見れる」	
質問12:つながる授業アプリで『使いにくいところ』や『改善点』『実装してほしい機能』を教えてください。	
「通信トラブル」 「マイノートが増えたときの見にくさ」	「図形に対していろいろな操作(コピー・移動・回転等)ができる機能」 「グリッド線のON・OFF機能」
質問13:とても難しい質問ですが、遠隔合同授業を深い学びのある授業にするために、先生が思われる『効果的な手だて』について教えてください。	
「機器の配置がいろいろあるので、パターン化すると良い」 「相手校との人数に差がある場合、1対1でつなぐのが難しい」	

平成 30 年度授業実践のアンケート調査

遠隔合同授業が実施された B 校、D 校の第 6 学年の児童合計 6 名に対し、算数の遠隔合同授業実践後にアンケート調査を実施した。アンケート調査は対話についての質問(選択回答式:2 問)、遠隔合同授業についての質問(4 段階評価方式:1 問)、授業理解に対する質問(4 段階評価:2 問)、「つながる授業アプリ」についての質問(4 段階評価方式:1 問、自由記入方式:1 問)、論理的思考についての質問(4 段階方式:2 問、選択記入方式:1 問、自由記入方式:1 問)の合計 11 問であった。

遠隔合同授業の満足度についての質問(表 4.1 0:質問 3)の回答からは、高い満足度が得られていることがわかった。その一方で、「つながる授業アプリ」の操作についての質問(表 4.1 0:質問 7)の回答からは、「少し難しい」と思う児童が多いことがわかった。この原因は、今回の実践において「つながる授業アプリ」の新機能を実験的に追加していたため、難しさを感じたものと思われる。特に、D 校は遠隔合同授業を行った回数が少ないため、評価が低くなったと考えられる。「つながる授業アプリ」の感想についての質問(表 4.9:質問 11)の回答からも、遠隔合同授業に慣れてきている B 小学校の児童からは、「もうちょっとスマートにやれるようにしてほしい」など、既存の機能の慣れからさらに高度

表 4.10 平成 30 年度児童向け 4 段階評価方式による質問項目と回答

質問内容	4	3	2	1	平均	標準偏差
質問3: 今回の授業で、〇〇小(相手校)の仲間と勉強できて、授業が終わった後、満足がありましたか? (4.とてもあった, 3.あった, 2.少しあった, 1.なかった)	4	2	0	0	3.67	0.47
質問7: 今回使った「つながる授業アプリ」の操作は簡単でしたか? (4.非常に簡単だった, 3.簡単だった, 2.少し難しかった, 1.難しかった)	0	1	5	0	2.17	0.37

表 4.9 平成 30 年度児童向け自由記入方式による質問項目と回答

質問内容と自由記入方式の回答
質問11: 「つながる授業アプリ」を使った感想(便利なところ、おもしろかったところ、不便なところ、これからアプリを使ってやってみたいこと など)を教えてください。
<B小学校> もうちょっとスマートにやれるようにしてほしい 式を書いたり、図を書く時、色が増えていたので良かったです。また、他の学校とやってみたいです。
〇〇小学校とテレビ会議をして、音が時々聞こえたり、途切れ途切れになってしまったので聞こえづらかった。画面が止まってしまう時が何回かあった。
<D小学校> 不便なところは、相手と同じところにしないと比べる活動ができない。 文字を書きづらかったし、少し使い方が難しいです。 一人でやるには難しい操作

な利用方法を望んでいる姿が見られる一方で、D校は「文字を書きづらい」など、基本的な使用方法が分からない状況も浮かびあがっている。また、D校では Wi-Fi ルータのトラブルがあり、通信が途切れたり、遅延する障害が発生したことも、低い評価に結びついていると考えられる。今回の結果から、ネットワーク障害のトラブル対処方法についての手順をまとめるなど、分かりやすい操作マニュアルの整備も必要である。

4.3 「つながる授業アプリ」基本機能の改善

4.3.1 ノート描画の改善

「課題・回答ノート」、「マイノート」、「シェアノート」の描画を、「ラスタ方式」から「ベクタ方式」に切り替えた。「ラスタ方式」は画面の1ピクセルの点が縦横の格子状に並んで表示される方式であり、ビットマップ方式とも呼ばれる。これはデジタルカメラなどの写真画像の保存形式と同じであり、複雑な画像を表現できるが、画像を拡大表示するとジャギーと呼ばれるギザギザ上の歪みが現れて、画像の品質が落ちる。また、ノート情報の変更時には、記録されている全ての情報を描画し直す必要があり、CPUの負荷が高くなる傾向があった。この方法に対して「ベクタ方式」では、描画情報を数値のまま保存し、描画時に画像に変換して表現することができるため、拡大表示を行っても画像が歪まない。また、描画は GPU と呼ばれる高速描画装置を用いるため、ラスタ方式に比べ高速に描画

できる。さらに、ノート情報の変更時には、変更された描画情報のみを登録するだけでよく、CPUの負荷を高めない。一方で、写真のような1ピクセル毎の表示には情報量が増えすぎるので適していない。「つながる授業アプリ」で記入されるノート情報は、ピクセル単位での描画は少ないことから、「ベクタ方式」に切り替えることで、高品質かつ高速な描画を実現できている。

4.3.2 ビデオチャット映像・音声の改善

「基盤ソフトウェア」の1つである、ビデオチャットミドルウェアを継続的に切り替えてビデオチャット映像・音声の改善を行ってきた。授業実践初期はWebブラウザ側の映像圧縮技術が古く、伝送される情報量が多く、ネットワーク帯域を圧迫していた。そこでビデオチャットミドルウェアに、MCU方式と呼ばれる複数の映像・音声を1つに束ねる方法で、各学習者側タブレットに送る映像・音声情報を圧縮して伝送した。しかし、MCU方式ではサーバの処理負荷が高くなる。その対処として映像・音声の解像度を下げていたため、ビデオチャットの品質が高いとは言えなかった。その後、Webブラウザに新たな映像圧縮技術が加わったおかげで、SFU方式と呼ばれる映像・音声情報の中継のみを担うビデオチャットミドルウェアに切り替えた。これによって、映像・音声の品質が大きく高まった。さらに、クラウド型のSFU方式のビデオチャットミドルウェアであるAmazon Chimeに対応したことで、ビデオチャットミドルウェアを学校内に内包してオンプレミスで動作させることも、クラウド上で動作させることも可能になった。

4.3.3 見とり機能の改善

教員の見とり機能に、ペア・グループ活動時におけるビデオチャット対話の音声だけを簡単に視聴できる機能を追加した。従来は教員自身がペア・グループに直接入ってビデオチャットに参加する方法しかなかったため、複数のペア・グループを行き来してビデオチャットを見とることが面倒であった。ビデオチャットコミュニケーションでは、映像よりも音声の方が重要であるため、音声のみを視聴できるようにしている。授業実践では、教員がワイヤレス・イヤフォンを使用して、ペア・グループチャットを見とる姿が見られ、有効的に活用できている様子が伺えた。

4.4 結言

本章では、遠隔教育システムと協働学習システムの2つを併せ持つ「つながる授業アプリ」の設計・開発を行い、授業実践による評価を行った。さらに、授業実践後に教員や児童から得られたアンケート調査の結果から、「つながる授業アプリ」の有用性を検証した。教員、児童ともに「多様な意見や考え方に触れる」ことを実感することができ、提案した遠隔教育支援環境及び「個」としてのつながりを保障する「つながる授業アプリ」が有用であるといえる結果を得られた。一方で、遠隔合同授業研究チームの義永は、ペア・グループ活動時の対話が「型」にはまってきているとし、学習者の知識再構築にまで関わる深い学びのために必要な「関連付け」や「比較」を支援する機能の必要性を述べている [51]。そこで次章では、「比較」に焦点を当てた協働的な思考活動支援機能について述べる。さらに、グループ活動時の教員の見とりは、遠隔合同授業実施時で特に負荷の高い作業の1つである。したがって、グループ活動の活発さやグループ内の対話内容を可視化し、教員の見とりを支援する方策が必要である。遠隔合同授業では相手校側にも教員(T2)がいるため、T2がグループ活動の見とりを行い、授業進行を行う教員(T1)に対し、学習者にわからないよう報告したり、机間指導を促したりするなど、教員間専用のコミュニケーション支援を行うことで、教員の負荷低減につながる可能性がある。そこで第5章では教員の見とりを支援する機能について述べる。

第5章

「比べる」思考活動支援機能の構成と評価

5.1 緒言

前章では、「つながる授業アプリ」の基本構成の開発までが完了したことを述べた。ビデオチャットコミュニケーション機能を持つ「つながる授業アプリ」によって、ペア・グループ学習活動時において、学習者同士が活発に意見を発表し、「多様な意見に触れる」ことを実感できていることを確認できた。一方で、その対話が深まっておらず、形式的なやり取りで終わってしまう場合があることもわかった。より深い学びを実感するためには思考力が必要であり、思考スキルを獲得するためにシンキングツールが活用されていることは第2章で述べた。しかし、シンキングツールだけを学習者に渡しても、その使い方がわからないのでは活用できない。そこで本章では、シンキングツールの活用よりもさらに1歩踏み込んで、思考活動を手順に置き換えて提示・説明し、手順に沿った操作を行うことで、グループ学習における学習者同士だけで協働的に思考活動を行うことを目的とした支援機能を開発していく。

5.2 協働的な思考活動の ICT 支援

協働的な思考活動の ICT 支援モデルを図 5.1 に示す。思考活動を操作活動に置換して、1 つの思考活動を複数の思考要素に分解する。それら思考要素を画面に提示し、それぞれの画面への操作を行うと、最終的に 1 つの思考活動を行ったことと等価になる ICT 支援環境を提供する。このような協働的な学習活動においては、学習者同士の主体的な活動が期待されるが、最初から ICT を活用して上手に活動できるとは限らず、活動が停滞してしまうことも考えられる。そこで、足場かけ (Scaffolding) を用いて手厚く支援し、逆に協働的な思考活動の慣れに従って ICT 支援を減らしていく (Fading) ことで、学習者の能力に応じた支援を可能とする。

5.3 「比べる」思考活動

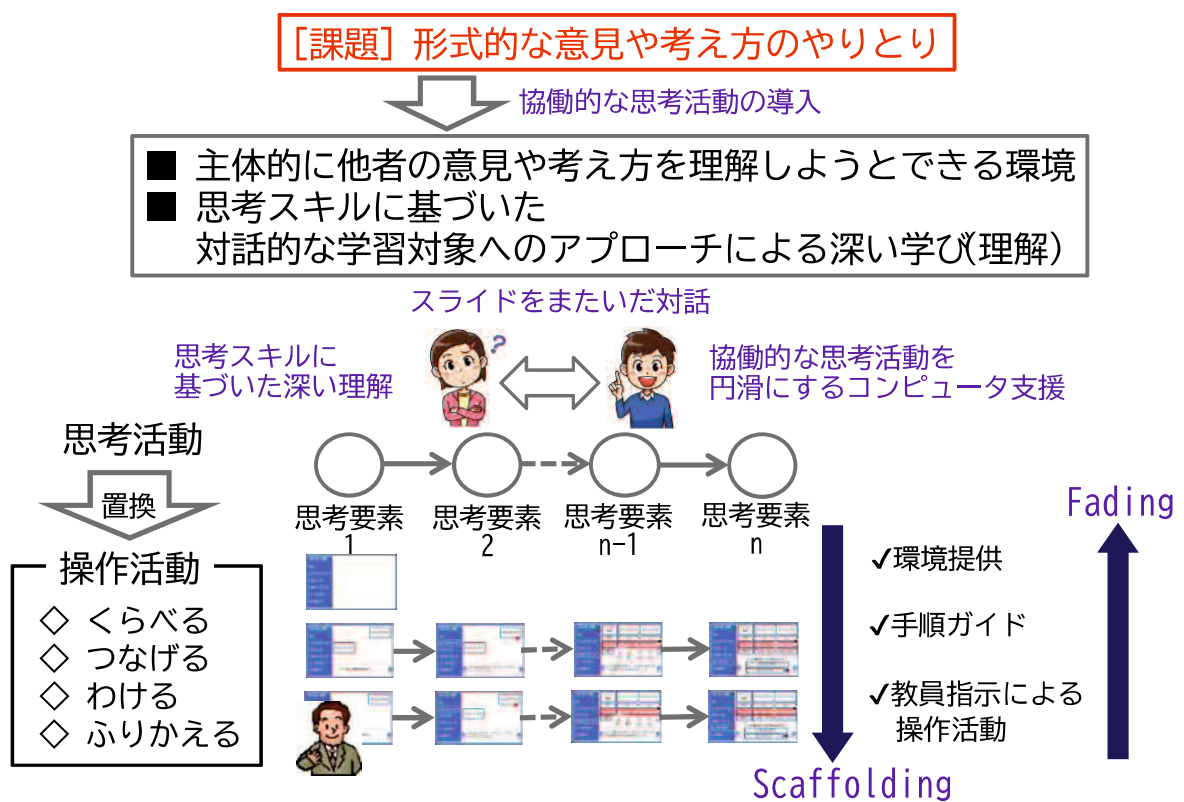


図 5.1 協働的な思考活動支援モデル

表 5.1 「比べる」思考活動の手順

手順	操作内容
1	「比べる」思考活動を開始する
2	比べる目あてを記入する
3	比べる中心となることがらを決定する
4	比べる対象となることがらを決定する
5	2つのことがらについて、比べる視点を明らかにしながら、それぞれの特徴を記入する（複数）
6	比べる視点ごとに、相違の有無を判定する
7	目あてに沿った結論を記入する
8	「比べる」思考活動を終了する

「比べる」は、最も基本的な思考活動であり、他の思考活動は「比べる」思考活動を思考プロセスの1つとして内包していると考えられる。そこで、「比べる」思考活動を以下に定義する。

「ある目的に沿って、2つのことがらの同一性・相違性を探る行為」

この行為を操作手順に置き換えたものが表 5.1 である。操作手順をガイドし、学習者同士がタブレットの画面を通じて協働的な思考活動を支援するには、操作手順ごとの画面遷移を遠隔同期して、学習グループで同じ画面を見せる必要がある。記入内容や判定結果の選択など、すべての「比べる」思考活動過程の画面をリアルタイムで同期する機能を開発して「つながる授業アプリ」に追加し、学習者が対話グループ内でボイスチャットを行いながら「比べる」思考活動が行える環境を整えた。手順1で「比べる」思考活動を開始すると、グループのシェアノートが「比べる」思考活動画面に切り替わる。そして、手順2で比べる思考活動の目的として、目当てを手書きで記入することで、グループで「比べる」目的を明確にする。「比べる」思考活動では、シェアノートに記入されたノートの2ページを比べることになる。そこで、手順3ではシェアノートのうち、最初に選ぶページを「中心のページ」と表現し、グループ対話を通じて選び出すよう促す。手順4では、手順3で結滞したページと比べるためのページとして、「対象のページ」と表現し、手順2同様にグループ対話を行いながら決定する。手順5では、グループ対話を行いながら、手順3、4で決定した2つのページをよく見比べ、それぞれのページの特徴を「視点」ごと

に、記入する。複数の「視点」がある場合、行を分けて特徴を列挙することになる。ここで特徴をまとめる「視点」に名称を付けることで、「比べる」ポイントが明らかになる。そして、手順6では「視点」ごとに相違点があるのか、同じなのかを判定する。判定は、「同じ」「違う」の2種類から選択する。続く手順7で、これまでの手順に従って作業した内容を表示し、よく見比べながら、目当てについての結論を記述する。最後の手順8で「比べる」思考活動を終了し、通常のシェアノート画面に戻る。図 5.2は「比べる」思考活動支援機能の手順5における画面である。

5.4 「比べる」思考活動支援機能の授業実践と評価

2019年1月、A市の2つの小規模小学校間で、小学6年算数科の遠隔合同授業を実践した。児童数は各学校3名ずつ計6名で、お互いに相手校の児童とペアになるよう、対話グループを3つ作った。課題は「面積の求め方を比べてみよう」とし、図 5.3の課題を「つながる授業アプリ」上で各児童に解答してもらった。この課題は、解き方が複数出やすく、「比べる」活動に適していると教員が判断して選んだ。また、小学4年時の既習事項であるため、復習としての課題であった。



図 5.2 「比べる」思考活動画面例

解答が出そろった後、グループごとの解答過程を比べる対象として、各対話グループで「比べる」思考活動を行った。「比べる」思考活動の目あては「面積の求め方を比べる」とした。この授業において、ネットワークの障害が一部のタブレットで発生したため、教員はその障害対応に追われ、「比べる」思考活動中の教員による見とりや介入はほとんどできていなかった。よって、ほぼすべての手順において、児童同士がタブレット画面に指示された内容に従って作業を行った。

みな解答の答え自体は同じであるため、計算式や図形の分割方法について比べていた。その結果、全グループにおいて、相違点の判定では「違う」と判定した。対話を通じて相違点を見出そうとしていたことが伺える。

5.4.1 回答内容からの考察

A市の小学6年生算数科の遠隔合同授業において、「比べる」思考活動を実践した。児童は各小学校3名の計6名で、お互いに相手校の児童とペアになるよう対話グループを3つ

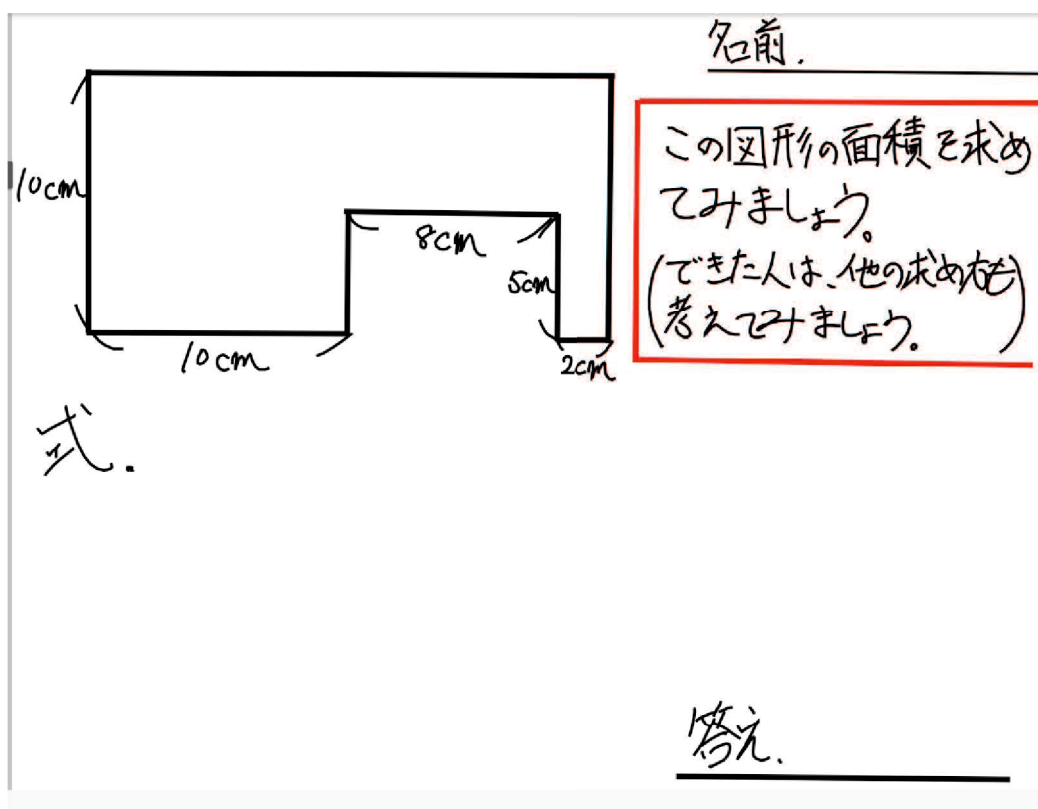


図 5.3 「比べる」活動の課題

作成した。図示した図形の面積を求める課題を出し、児童が各自の答案画面に解答を記入した後、対話画面に設置した「比べる」思考活動支援ツールで、お互いの解答方法を提示し、「比べる」思考活動を開始した。「比べる」思考活動の目あては「面積の求め方を比べる」とした。

3つのグループ内でそれぞれ対話しながら「比べる」思考活動を行ったところ、手順3、4で比較の中心と対象を決定した(図5.4)。そして手順7までを行い、図5.5が得ら

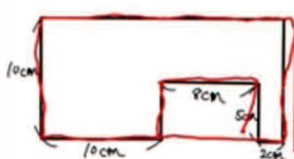
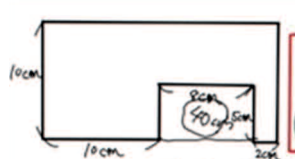
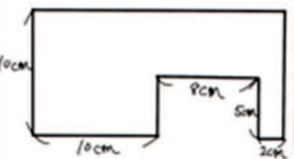
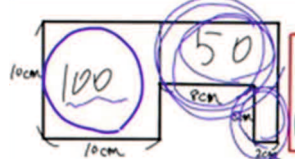
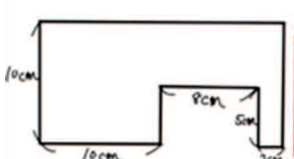
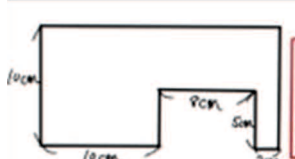
グループ	比べる中心	比べる対象
1	 <p>名前</p> <p>この図形の面積を求めてみましょう。 (できた人は、他の式や方法を考えてみましょう。)</p> <p>式. $10 \times (10 + 8 + 2) = 200$ $8 \times 5 = 40$ $200 - 40 = 160$</p> <p>①</p> <p>答え. 160 cm^2</p>	 <p>名前</p> <p>この図形の面積を求めてみましょう。 (できた人は、他の式や方法を考えてみましょう。)</p> <p>式. $10 + 8 + 2 = 20$ $10 \times 20 = 200$ $5 \times 8 = 40$ $200 - 40 = 160$ 答え. 160 cm^2</p>
2	 <p>名前</p> <p>この図形の面積を求めてみましょう。 (できた人は、他の式や方法を考えてみましょう。)</p> <p>式. $(10 - 5) \times (10 + 8 + 2) = 100$ $10 \times 5 = 50$ $2 \times 5 = 10$ $100 + 50 + 10 = 160$</p> <p>答え. 160 cm^2</p>	 <p>名前</p> <p>この図形の面積を求めてみましょう。 (できた人は、他の式や方法を考えてみましょう。)</p> <p>式. $10 \times 10 = 100$ $(8 + 2) \times (10 - 5) = 10 \times 5 = 50$ $5 \times 2 = 10$ $100 + 50 + 10 = 160$ 答え. 160 cm^2</p>
3	 <p>名前</p> <p>この図形の面積を求めてみましょう。 (できた人は、他の式や方法を考えてみましょう。)</p> <p>式. $(10 + 8 + 2) \times 10 = 200$ $5 \times 8 = 40$ $200 - 40 = 160$</p> <p>答え. 160 cm^2</p>	 <p>名前</p> <p>この図形の面積を求めてみましょう。 (できた人は、他の式や方法を考えてみましょう。)</p> <p>式. $10 \times (10 + 8 + 2) = 200$ $5 \times 8 = 40$ $200 - 40 = 160$ 答え. 160 cm^2</p>

図 5.4 各グループの「比べる」活動での比較内容

れた。グループ1では、解き方の流れは同じであったが、一方の児童は括弧を使って式をまとめていたため、結果としてより効率の良い方法を見出した。グループ2では、3つの長方形に分けて計算して足す方法は同じである。そこで、長方形の分け方の違いから、効率の良い方法を指摘はしたが、答えは同じという結論を出した。グループ3では、二人とも図形全体をくくる大きな長方形から、不要な長方形を引く解き方であった。しかし、過

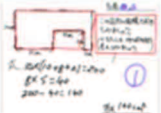




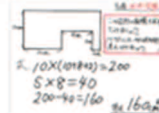
グループ	結論	
1	<p>比べる視点</p>  <p>山根さんは分ちソナす一つの式です計算するほくは2つの式を1つにしている</p>	<p>比べた結果</p>  <p>×違う</p> <p>舟戸さんは2つの式でまとめているけれど私は分けてしている</p> <p>式はまとめてやると速い。 () を使うと速い。</p>
2	<p>比べる視点</p>  <p>山根さんは3つの四角形に分けてる。自分3つの四角形に分けてる。おぼかさんと式は違う。</p>	<p>比べた結果</p>  <p>×違う</p> <p>山根さんは長方形が正方形に分けて式を書いているので少し分かりづらいので一つの形を求めてないぶんを求めた方がわかりやすいと思います。</p> <p>式はちがうけど：答えは 答えは同じ。</p>
3	<p>比べる視点</p>  <p>たて×横と横×たての所から。</p>	<p>比べた結果</p>  <p>×違う</p> <p>私とけんさんの面積の求め方は考え方は同じだけど最初の式が違う。 ① $10 \times (10+8+2) = 200$ ② $(10+8+2) \times 10 = 200$</p> <p>たて×横で面積を求める</p>

図 5.5 「比べる」活動の結果画面

去の授業において、「たて×横」で長方形の面積を求める公式を習ったことを思い出し、一方の児童の解き方は「横×たて」で求めていたため、「たて×横」の方が良いという結論を導き出した。

実践を通じて、3つのグループそれぞれが2つの事柄から差異をあえて見つけ出すことができ、児童は意識的に「比べる」活動を行えたのではないかと考えられる。発話についても、「わかりましたか」「はい、わかりました」という基本的な話型に沿った形式的な内容だけではなく、「比べる」ことを念頭に置いた、より具体的な内容が現れていた。手順6の判定について、すべてのグループが「違う」と判定しており、あえて違いを導き出そうという意識が働いた可能性がある。グループ3では、一見同じ解き方に見えるが、2つの解き方を関係づけ、違いを見つけ、既習事項と関連付けた対話ができおり、共同的な思考活動により、通常のやり取りよりも、一步深い対話が行えているさまが垣間見える。

しかし、手順5の比べる「視点」を明らかにする作業については、いずれのグループも「視点」を記入できなかった（グループ1は記入箇所の間違い）。特徴点から「視点」の名称を考え出すことは、より抽象的に物事をとらえられる力であると考えられるため、より難しい活動であり、ある程度の使用経験が必要であり、場合によっては教員による介入や指導が必要な個所であると考えられる。そして、「比べる」思考活動の画面においても、「視点」の名称を考えるためのヒントを提示する等の支援方策も検討する必要がある。

5.4.2 アンケート結果をもとにした考察

授業実践後、児童からアンケートの回答が得られた（表5.2 「比べる」活動の児童向けアンケートの質問項目と回答）。質問3、4、5の回答から、「比べる」思考活動についておおむね満足し、自分や友達との考え方の違いや、比較方法について理解しているようである。「比べる」思考活動の操作手順についての理解度を測るため、質問6では選択式とし、質問10では自由記述として回答を得たが、いずれも全員不正解であった。質問6は9つの選択肢から6個を選択するのに対し、質問10では7つの手順を記入する方式になっていたため、回答に混乱したことが原因と考えられる。質問6での、「比べる」思考活動の6手順の各正答率を集計したところ、手順5に関する個所の正答率が低いことが分かった。「比べる視点を決める」ことについて、それ自体は必要と考えている（6人中5人）が、順序が間違っており、正しい順序で答えられたのは1人だけであった。前節

表 5.2 「比べる」活動の児童向けアンケートの質問項目と回答

質問4. 今回の授業で、自分の考え方と友だちの考え方の同じところや違うところがありましたか？							
A. よく分かった (4名)							
B. 分かった (2名)							
C. 少し分かった (0名)							
D. 分からなかった (0名)							
質問5. 今回の授業で、自分の考え方と友だちの考え方を比べていくときの順番がわかりましたか？							
A. よく分かった (3名)							
B. 分かった (3名)							
C. 少し分かった (0名)							
D. 分からなかった (0名)							
質問6. 「何か」と「何か」を比べる時に、どういう順番で考えたら良いでしょうか。「開始」から「終了」までの()のなかに、下の①から⑨までのカードから選んで、()のなかにカードの数字を書いてください。カードは使わないものもあります。							
① 比べて分かったことを書く (6名使用)							
② 比べる視点を決める (5名使用)							
③ 2つの解答の関係を決める (5名使用)							
④ 2つの解答を選ぶ (4名使用)							
⑤ まとまりに分けて書く (0名使用)							
⑥ 同じか違うかを判断する (6名使用)							
⑦ めあてを決める (5名使用)							
⑧ 分け方を決める (1名使用)							
⑨ 各々の考え方を簡単に書く (4名使用)							
正答率: 0%							
	順序	1	2	3	4	5	6
	手順	⑦	④	②	⑨	⑤	①
	正答率	83%	67%	17%	0%	50%	50%
質問7. 今回使った「つながる授業アプリ」のそ作は、簡単でしたか？							
A. 非常に簡単だった (0名)							
B. 簡単だった (1名)							
C. 少し難しかった (5名)							
D. 難しかった (0名)							
質問8. 今回使った「つながる授業アプリ」は、自分の考え方と友だちの考え方と比べるのに役に立ちましたか？							
A. とても役に立った (2名)							
B. 役に立った (4名)							
C. あまり役に立たなかった (0名)							
D. 役に立たなかった (0名)							
質問9. 今回使った「つながる授業アプリ」は、比べる順番を分かりやすく教えてくれたと思いますか？							
A. すごく思う (2名)							
B. そう思う (4名)							
C. あまり思わない (0名)							
D. 思わない (0名)							
質問10. たかおか小学校の太郎君と花子さんが、次の複雑な体積を求める問題を考えて、2人の考え方を比べることになりました。しかし、二人とも比べる順番がわかりません。そこで、太郎君と花子さんに比べる順番を[1]から書いて教えてあげてください。							
(自由記述のため、回答省略)							
正答率: 0%							
質問11. 『つながる授業アプリ』を使った感想(便利なところ、おもしろかったところ、不便なところ、これからアプリを使ってやってみたいこと、など)を教えてください。(自由記述)							
もうちょっとスマートにやれるようにしてほしい。							
式を書いたり、図を書く時、色が増えていたので良かったです。また、他の学校とやってみたいです。							
川上小学校とテレビ会議をして、音が時々聞こえたり、とぎれとぎれになってしまったので聞こえづかった。画面が止まってしまうときが何回もあった。							
不便なところは相手と同じところしないと比べる活動ができない。							
文字をかきづかったし、少し、使い方が難しいです。							
1人でやるにはむずかしいそうさ。							

で説明した、手順5の作業ができなかったことと関連しており、「視点」を決めることの難しさがうかがえる。1回の経験では、「比べる」思考活動の操作手順の定着率は低いと考えられるため、より丁寧な説明と、経験の積み重ねが必要であると考えられる。

質問8, 9からは、「つながる授業アプリ」及び「比べる」思考活動支援ツールについて、おおむね肯定的な回答が得られた。児童たちは面白がって「つながる授業アプリ」を

操作していることもあり、ICTによる協働的な思考活動支援によって、児童が主体となって、より深い思考につながっていくことが可能であると考える。

5.5 結言

「比べる」協働思考活動支援ツールは、学習者に対し、ある程度「比較」についての理解を深めることができたと考えられる。しかし、被験者である小学6年生でも1回では、使い方がすぐに分かる状況ではなかった。低学年からでも「比べる」思考活動が行えるためには、より丁寧なガイド機能が必要であると考えられる。また、より実践的な遠隔合同授業が行えるよう、「分類する」「関係づける」「振り返る」思考スキルについても支援機能の実装を行い、学習者がいつでも何回でも思考活動を行える環境の整備が必要であるとする。

第6章

グループ対話状況確認機能の開発と評価

6.1 緒言

新型コロナ感染症の影響もあり，高等教育機関だけでなく，小学校・中学校・高等学校，塾など様々な場でオンライン授業あるいはオンライン学習が実施されている．これらのオンライン授業やオンライン学習の質を向上させるために，学習ツール・アプリのスキルを習得するための YouTube などを活用したデジタルコンテンツやデジタル教材の提供，教育 DX に関連する研修会やシンポジウムの提供等によって，授業・学習方法の経験則が蓄積されはじめている状況にある [7]．さらに，教育・学習に関連する学会においては，教育 DX，オンライン授業やオンライン学習の教育実践，授業・学習支援，教材開発，学習法や授業法開発などに関する論文特集号を刊行して，オンライン教育の質向上に寄与してきている [8] [9] [52]．また，こうしたオンライン教育の学習支援技術や授業支援技術の進展，教育ツール・アプリの普及によって，人口過少地域における小規模校の遠隔合同授業の学習活動や指導法がより豊かになってきている [16]．

しかしながら，オンライン教育の課題は多く存在し，新たな学習法や指導法だけでなく，学習状況の分析，学習・授業支援技術の探究によるさらなる教育や支援の質向上が求められている [55]．例えば，オンライン教育におけるグループ学習場面の課題の1つとして，学習者がオンライン上でグループメンバーと対話を行うことにより，活動中や活動後に対話内容を振り返りにくいことがあげられる．また，オンライン上でのグループの学習活動を見とる教員にとっても，1つの教室のなかで目視してグループの学習活動全体や個々の状況を確認できる状況とは異なり，オンライン上で全てのグループの学習活動を確認することは難しく，個々のグループを確認するためにはそのグループの学習活動の場で確認しなければならないやりにくさがある．これらはオンライン教育の特徴による問題で

はあるが、学習者のグループによる学習活動や教員による学習者グループの活動支援の状況を踏まえた上で、その状況に応じた支援手法を検討し、オンライン教育支援ツール・アプリの機能として提供することが必要となる。これらの課題の解決方法の1つとして、学習者の発話を音声認識した対話データをリアルタイムでマイニングして、ワードクラウドとして表示する仕組みを利用することが可能であると思われる。そこで本章では、学習者の対話状況の認識や振り返り活動、また教員のグループ活動の状況把握の質を向上させるために、ワードクラウドによるグループ学習活動・対話状況を認識する機能を開発して、その機能の有効性について検証することを目的にする。

以下本章では、最初に、対話データマイニング機能の仕組みについて説明する。そして、このワードクラウドを活用した学習者の対話状況の認識や振り返り活動の有用性について、教員養成系学部授業の課題解決的学習を対象にして検証を行う。次に、対話データマイニング機能を活用し、教員によるグループ活動状況把握機能を試作する。そして、複数の学校種の教員にグループ活動状況把握機能をビデオで紹介しつつ、この機能の有用性をアンケート調査によって検証を行う。最後に、アンケート結果をもとにグループ活動状況把握機能として完成させる。

6.2 データマイニング手法を活用した学習支援・授業支援

6.2.1 データマイニング手法を活用した学習支援・授業支援モデル

遠隔授業においてやり取りされる原始データには、基本的にはノート記述ストロークデータ、音声データ、ビデオ映像データがあげられる。これらをデータベースに蓄積しつつ、学習支援や授業支援として、必要な時にリアルタイムに、もしくはオンデマンドで、データを閲覧する仕組みが必要となる。一般的には、原始データそのものの閲覧ではなく、何らかの統計的なデータを閲覧することが多い。そこで、原始データを取得して、後で活用しやすいデータに調整し、データの発生元情報や時間情報などのメタ情報を付加したデータを学習トラッキングデータとして蓄積し、閲覧目的ごとにデータを加工して指標データとして、学習者や教員に提示できる支援モデルを図 6.1 に示す。学習者の行動によって発生した、ノート記述ストロークや発話音声などの原始データは、その発生時間や学習者

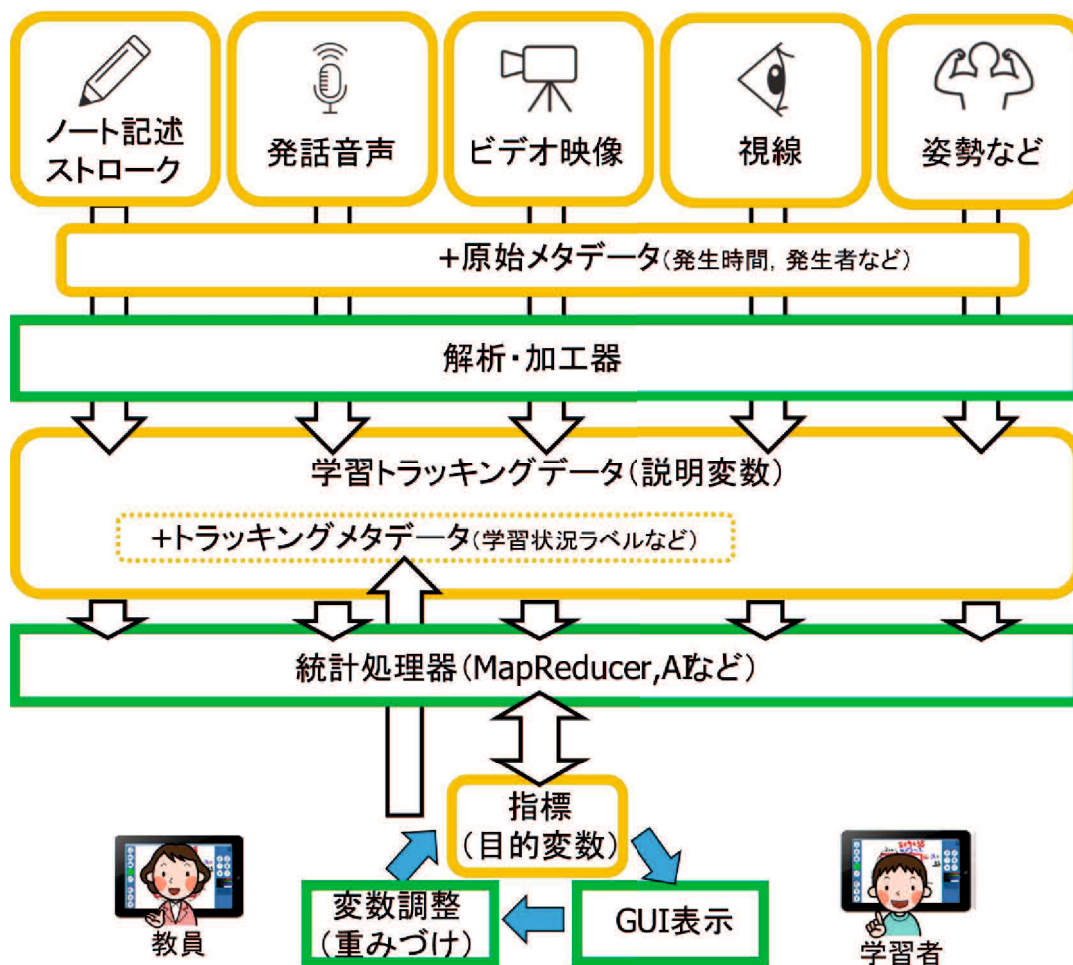


図 6.1 データマイニング手法を活用した学習支援・授業支援モデル

名などのメタデータを付加され、解析・加工器に渡される。解析・加工器では、提示する指標には関係ないと思われる情報を除去したり、後の統計処理器で扱いやすいデータに変換したりして、統計処理において説明変数となる学習トラッキングデータを生成する。原始データには、将来的に視線情報や視線情報など、今まで取得していない学習者のノンバーバル情報も含まれることを想定している。これら学習トラッキングデータはデータベースに保存され、リアルタイムでもオンデマンドでも処理ができるようになる。教員や学習者が、ある指標について学習トラッキングデータを使用するときは、あらかじめ用意した指標に基づき、学習トラッキングデータを組み合わせて統計処理器で統計処理する。ここでは、高速にビッグデータの統計処理を行えるMapReducerや、AIなどの統計処理器を組み合わせることを想定しておく。ある指標についてデータが作成できると、教員や学習者の画面にGUIとして提示する。そこで、さらに指標の内容をある条件で絞り込んだり、データの参照時間区間を調整したりすることで変数の重みづけを調整し、より目的に合う指標を提示する。さらに、データの参照時間区間をラベルとして、学習メタデータにメタデータとして付加して関連付け、後から再利用できるようにする。そして、教員や学習者にとって価値のあるデータを提示できるかどうかは、データの視覚化にかかってくるので、次節で説明する。

6.2.2 ワードクラウドによる学習者の対話内容の視覚化

対話データには映像・音声があるが、グループ対話場面では映像より音声のほうが重要であると考えられる。「つながる授業アプリ」のビデオチャット機能においても映像の明瞭さよりも音声の品質を上げる方を優先して実装を行っている。

オンライン上のグループ対話は、対面でのグループ対話よりも聞き取りにくさや対話の難しさといった特徴を有している。その特徴によって学習者には認知負荷をかけ、対話内容の正確な聞き取り、また重要な部分を記憶することも、対面と比べると容易ではないと考えられる。また、授業時間のなかで、グループ内でどのような対話が行われてきたかを過去にさかのぼって聞き返す時間や機械を十分にとることは難しい。また、現在の「つながる授業アプリ」では、教員がグループ対話中の音声を聞き取る機能はあるが、同時に1グループしか視聴できない。したがって、各グループでどのような対話が行われているかについて教員が俯瞰することは難しくなる。

そこで、これらの問題を解決する1つの方法として、学習者がグループ活動中の対話状況の確認やグループ活動後の対話内容や学びの振り返りを短時間に行うことができるために、学習者の発話を音声認識した対話データをデータマイニング手法でワードクラウド化して、グループの対話状況を確認する「グループ対話状況確認機能」を「つながる授業アプリ」に実装することにした [56] [57]. 具体的には、音声の波形データをリアルタイムで文字データに変換 (Speech To Text) して、そのテキスト情報を対話履歴として保存し、データマイニングに使用できる状況に整形する. さらに、データマイニングには不要と思われるキーワードを除去して、対話のキーワードを抽出する機能である. 以下に、その処理の流れを示す [56] [57].

- ① ビデオ対話中の音声をGoogle ChromeブラウザのWeb Speech API (以下, SpeechAPI) を用いて文字データに変換する.
- ② SpeechAPIで認識して取得できたテキストを1つの文 (1文) とする.
- ③ 得られた1文を形態素解析器 MeCab によって形態素 (字句) に分割する.
- ④ 得られた字句のうち、代名詞を除く名詞, 動詞, 形容詞のみを抽出し, その原形をキーワードとして, 1文をキーワード列とする.
- ⑤ 生成されたキーワード列を対話キーワードログ情報として, 品詞, 発話時間, 発話者と紐づけてデータベースに保持する.

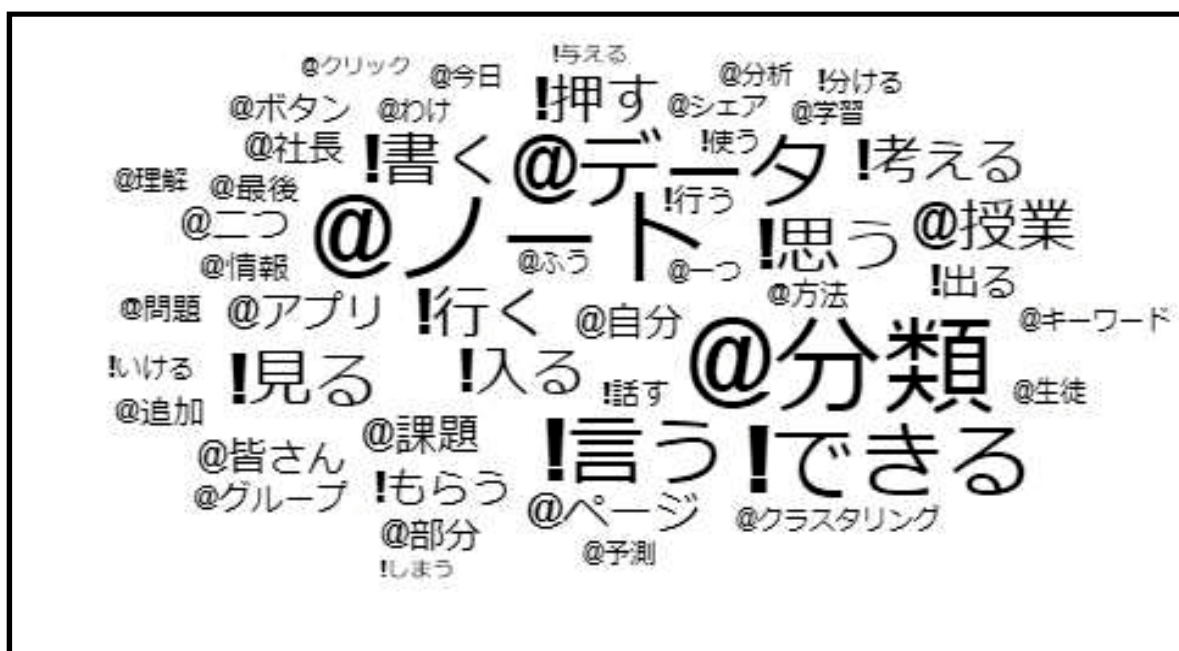


図 6.2 対話データマイニング機能による学習者や教員の対話内容の俯瞰

このような処理によって得られた対話キーワードログ情報は、時系列で示すよりも図 6.2 に示すようなワードクラウドで表示した方が、教員や学習者が対話内容を俯瞰しやすい。そこで「つながる授業アプリ」の学習者の対話状況の確認機能、さらに教員の見とり支援機能としてグループ対話のワードクラウドをリアルタイムで表示することにした。このワードクラウドは、以下の処理の流れで作成される [56] [57]。

- ① 対話キーワードログをもとに、キーワードの使用数をカウントする。
- ② キーワードの使用数を降順でソートして、最大50個のキーワードを抽出する。
- ③ 使用数に応じて、ワードクラウドに表示する文字のフォントサイズを 5~50pt に調整する。
- ④ 名詞を赤色、動詞を青色、形容詞を緑色でキーワードをワードクラウド画面に表示する。

図 6.3 に示されているワードクラウド画面のように、ワードクラウドの表示対象を時間区間で区切ることができるスライダー（「グループ活動開始からその時刻までの累積的な対話内容のワードクラウド」、「学習者が選択した一定時間間隔単位のワードクラウド」の選択が可能）や、品詞毎に表示をON/OFFできるチェックボタンを取りつけて、ワードクラウドに表示されるキーワードを絞り込むことができるようにしている。この仕組みを学習者の「グループ対話状況確認機能」として実装することによって、グループで対話状況を確認するだけでなく、対話活動の振り返り活動にも利用することが可能である。さらに、教員向けの「グループ対話活動見とり機能」として実装することによって、教員はグループ対話の概況を一目で把握することが可能となる。

6.3 「グループ対話状況確認機能」による学習者の対話状況の確認や振り返り活動支援

6.3.1 学習者の対話状況の可視化機能

学習者がグループ学習における対話中もしくは、授業後の振り返り活動の時に、対話内容をワードクラウドとして表示する機能（図 6.3）を、「つながる授業アプリ」の学習画面から利用できるように実装した。対話中にワードクラウド表示ボタンを押すと、ワードクラウドダイアログが表示される。実装当初はワードクラウドダイアログの表示後も、発話音声を認識するとリアルタイムでワードクラウドの表示内容に反映していたため、ワードクラウドが実際に動いているさまが確認できた。しかし、ワードクラウドとして内容を確認するときには、常にデータが更新されて見にくいという意見もあったため、ワードクラウドダイアログを表示するまでの時間で表示し、ワードクラウドダイアログの表示中はデータを更新しないようにした。したがって、最新の対話内容をワードクラウドに反映させるためには、一度ワードクラウドダイアログを消し、再度ワードクラウド表示ボタンを押す必要がある。

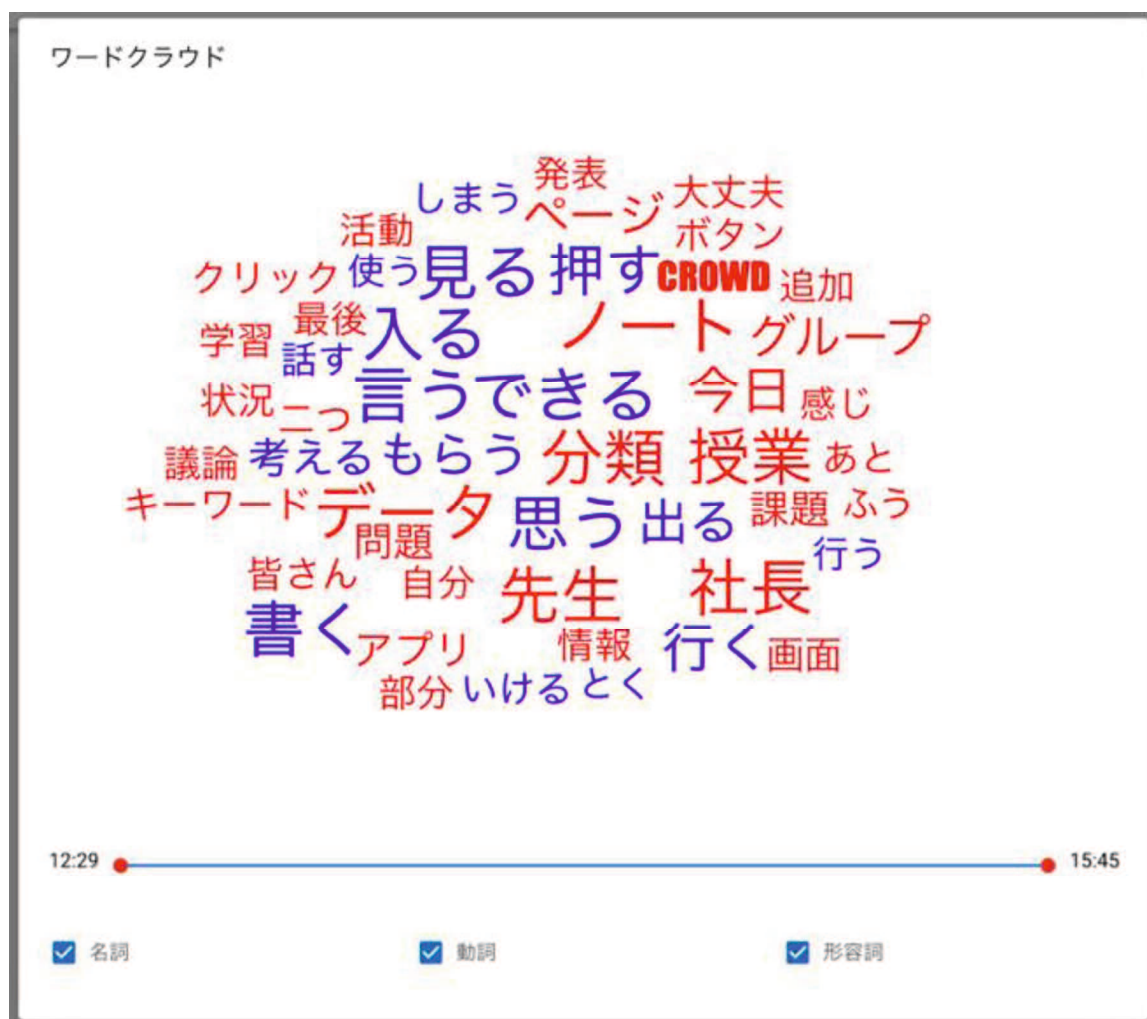


図 6.3 学習者の「グループ対話状況確認機能」と
教員の「グループ対話活動見とり機能」

6.3.2 「グループ対話状況確認機能」による大学生を対象にした評価実験

評価実験の方法

「つながる授業アプリ」の「グループ対話状況確認機能」が学習者の対話状況の把握や振り返り活動に有効に寄与するかについて評価実験を行った。被験者は、教科「情報」の教職科目「情報科教育法Ⅱ」の受講生12名（学部2年生10名, 3年生1名, 4年生1名）である。講義はオンライン授業として実施し、学習者は自宅もしくはWi-Fiスポットなど任意の場所から各自のPCを用いて参加した。講義では、教科「情報」の科目・目標そして授業の作り方を説明した後、「情報Ⅱ」のデータサイエンス单元についてAIとPython言語の基本事項について学び、それらを踏まえて「情報Ⅱではどのような授業を行うべきだと思うか？（どのようなことを大切に、どのようなことに気をつけて授業設計したり、実施したりするべきだと思うか?）」について、①個人の考えを「マイノート」にまとめること（時間：20分）、②「マイノート」をもとにグループで発表、討議して「シェアノート」にグループの考えをまとめること（時間：25分）の個人作業と協働作業を「つながる授業アプリ」と「グループ対話状況確認機能」を活用して実施した。実施後、最終課題として『「情報Ⅱ」の授業デザインで大切にしたいこと、気をつけたいことを400～800字でまとめること』を提示し、作成時に「つながる授業アプリ」の「グループ対話状況確認機能」を活用してよいことにした。さらに、被験者は、本授業終了後に、アンケート調査に回答した。調査項目は、「つながる授業アプリ」の操作性と機能の有用性に関わる10問（6段階評価：5問、自由記述回答評価：5問）、「グループ対話状況確認機能」の学習者の対話状況確認や振り返り活動における活用の有用性に関わる9問（6段階評価：6問、自由記述回答評価：3問）、最後に「つながる授業アプリ」を遠隔教育で活用する意義・意味についての自由記述回答1問の合計20問とした。

結果と考察

「つながる授業アプリ」の基本機能の質問（表 6.1：質問 1, 質問 3, 質問 5, 質問 7, 質問 9）に関して、質問 5 を除いて、被験者は、今回の評価実験を通して、「つながる授業アプ

表 6.1 6段階評価によるアプリの操作性とワードクラウドの有用性についての

質問項目と回答

[6 : とてもそう思う, 5 : そう思う, 4 : 少しそう思う, 3 : あまりそう思わない, 2 : そう思わない, 1 : 全くそう思わない, 0 : 使用しなかった(できなかった)ので該当しない]

質問項目	6	5	4	3	2	1	0	平均	標準偏差
質問1:「つながる授業アプリ」に、スムーズにログインすることができましたか?	6	1	3	2	0	0	0	4.92	1.19
質問3:「ビデオコミュニケーション」は、他者と映像や音声を使ってやりとりをする機能として、効果的に活用できましたか?	3	5	1	3	0	0	0	4.67	1.11
質問5:「マイノート」は、課題を個人的に解決(回答)する、意見を書く機能として、効果的に活用できましたか?	2	3	3	1	1	1	1	4.09	1.50
質問7:「シェアノート」は、個人の回答や意見をもとにして、グループで意見交換を行いながらグループとしての回答や意見づくりができる機能として、効果的に活用できましたか?	4	2	5	0	0	1	0	4.58	1.43
質問9:議論や協働作業をする上で「シェアノート」は、役にたちましたか?	5	2	3	1	0	1	0	4.67	1.47
質問11:議論や協働作業をする上で「ワードクラウド全体の可視化」は、役にたちましたか?	4	2	0	4	0	1	1	3.92	1.66
質問12:議論や協働作業をする上で「ワードクラウドの一部分の可視化(自分でスライダーを活用して必要な視聴区間に狭めて可視化すること)」は、役にたちましたか?	3	1	1	4	0	1	2	3.33	1.61
質問14:議論や協働作業を『振り返る』際に、「ワードクラウド全体の可視化」は、役にたちましたか?	3	2	2	3	0	1	0	4.18	1.55
質問15:議論や協働作業を『振り返る』際に、「ワードクラウドの一部分の可視化(自分でスライダーを活用して必要な視聴区間に狭めて可視化すること)」は、役にたちましたか?	1	2	2	4	0	1	2	3.08	1.35
質問17:『今日の学び』を考える(記述する)際に、「ワードクラウド全体の可視化」は、役にたちましたか?	4	2	1	4	0	1	0	4.25	1.61
質問18:『今日の学び』を考える(記述する)際に、「ワードクラウドの一部分の可視化(自分でスライダーを活用して必要な視聴区間に狭めて可視化すること)」は、役にたちましたか?	1	2	3	4	0	1	0	3.73	1.33

り」の機能が、個別作業や協働作業のフェーズにおいて一定の操作性を有していると考えられていることが分かった。質問5の回答が、他の質問項目と比較して平均値が低く、ばらつきがやや大きくなっているのは、「つながる授業アプリ」がマウスでの操作が容易でなかったこと、またテキスト入力の仕方、テキストボックスの置き方が特殊であったことや再配置ができないことなどに原因があると考えられる。「つながる授業アプリ」は、タッチペンによる手書き記入を主としている状況にある。このテキスト入力・再配置については、今後、修正していく。また、操作マニュアルにおいても改訂を進めていく。

「グループ対話状況確認機能(ワードクラウド)に関する質問(表6.1:質問11,質問12,質問14,質問15,質問17,質問18)について、『ワードクラウド全体の可視化(グループ対話内容全体の俯瞰)』が有効に活用されているのは、『今日の学び記述』の場面、『振り返り』の場面、『議論・協働作業』の場面の順であり、『ワードクラウドの一部分の可視化(自分でスライダーを活用して必要な視聴区間に狭めて可視化すること)』では、『今日の学び記述』の場面、『議論・協働作業』の場面、『振り返り』の場面の順となっていた。また、どの場面の平均も高いとは言えないが、3つの場面とも、『ワードクラウド全体の可

表 6.2 ワードクラウドの有用性とアプリの意義についての質問項目と自由記述回答

質問項目・被験者の主な自由記述回答
<p>質問13:「ワードクラウド」が、議論や協働作業をする上で役にたった場面について教えて(記述して)ください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・長時間にわたって話していたわけではないため議論では使用しなかった。 ・目で見てわかるというのは時間短縮になった。 ・ワードを確認しながら自分たちがどんな会話について考えているのかを確認しながら議論することができた。 ・どんな内容について話し合っていたかを確認できる。 ・キーワードを一気に見ることができるので議論を振り返りやすい。 ・まとめる際にマイノートが作るのが難しかったため口で説明していた言葉を拾うことができた。 ・必要な情報を必要な時に取り出すことができた。
<p>質問16:「ワードクラウド」が、議論や協働作業を『振り返る』上で役にたった場面について教えて(記述して)ください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・始めの自己紹介等、議論と関係ない部分を排除することができた。 ・作業や議論を思い出す上で、見てわかるのは助かった。 ・議論で重要としていたワードについて振り返ることができた。 ・その場でメモできなくても、後で見返すときに何となくの内容が復習できる。 ・話した内容が可視化されているのは興味深いと感じた。自分が何に重きを置いていたのかがわかりやすかった。
<p>質問19:「ワードクラウド」が、『今日の学び』を考える(記述する)上で役にたった場面について教えて(記述して)ください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・質問16と同じで、思い出す上でわかりやすく、キーワードも拾いやすい。 ・重要な語句だけを見つける、探すことができる。 ・グループでまとめたスライド以外でどんな話し合いや意見が出てきたか見ることができた。 ・自分たちがどのような議論をしているのかを、客観的に確認することができた。 ・見ながらまとめられたわけではないため直接参考にはできませんでしたが、データクラウドを用いてまとめておいたメモは役に立ちました。
<p>質問20:あなたは、「つながる授業アプリ」を遠隔合同授業の学習や授業を支援する意味や意義についてどのように考えますか?あなたの考えを教えてください(記述して)ください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・遠隔で合同作業をするアプリはたくさんあり、どれも使用や操作が異なるため、色々なアプリを使う生徒の場合は操作に混乱してしまうのではないかと感じた。生徒向けにわかりやすいボタン表記にしてはどうかと思った。 ・データクラウドは大人数での意見交換が多い授業では非常に有効であると感じた。 ・「つながる授業アプリ」では、マイノートをシェアノートにコピーすれば、そのデータは後から見ることができる。これが例えばZoomなどでは、レコーディングされていない限り、他者の共有物は後から閲覧することができない。そのため、「つながる授業アプリ」では、振り返りをより容易にしているように思う。 ・データクラウドの可視化により、議論の内容のうち、キーワードを選出するのに役立った。このため、情報を集約するのに有用であると感じた。 ・一括のアプリで行えることは良いと思ったが、やはりホワイトボード等の機能もあるZoomなどには劣ると感じた。一点でいいのでそれらに勝るような強みがあれば利用者ができるのではないかと感じた。

視化』の方が『ワードクラウドの一部分の可視化』よりも高くなっている。

質問 11 と質問 12 のグループ対話活動時におけるワードクラウドの有用性は、ワードクラウドよりも「シェアノート」を見ながら対話していることが推測されるため、他の場面より低くなっていたり、使っていなかったりした被験者も出現したのではないかと考えられる。なお、質問 12 で『ワードクラウドの一部分の可視化』を活用しなかった 2 名の被験者は、1 名は『ワードクラウド全体の可視化』も活用せず、もう 1 名は活用していて強く有用性を感じている結果となっていた。また、ワードクラウドは表示するまでの時間の発話情報を可視化しているのので、表示後、ワードクラウドの内容は動的に変化しない。内容の更新にはワードクラウドの再表示が必要となるため、対話時に被験者に参考にはならないと思われている場合も考えられる。一方、ワードクラウドが『対話中のキーワード』を選び抜きやすい道具として、この質問事項に高得点(「とてもそう思う」「そう思う」)をつけている被験者も存在していた。

質問 13 の自由記述では、「まとめる際にマイノートが作るのが難しかったため口で説明していた言葉を拾うことができた」、「ワードを確認しながら自分たちがどんな会話について考えているのかを確認しながら議論することができた」と回答している被験者もいた。そのことから、議論や協働作業のなかでキーワードの確認や話し言葉での説明をキーワー

ドとして把握できること等、短い使用期間のなかで、ワードクラウドのよさを認識して適宜活用できる被験者が存在していることも伺える。

議論や協働作業が終了してからのワードクラウドの活用についての質問 14 と質問 15、質問 17 と質問 18 に関して、質問 15 で『ワードクラウドの一部分の可視化』を活用しなかった 2 名の被験者は、2 名とも『ワードクラウド全体の可視化』を『振り返り』と『今日の学び記述』の場面で活用して強く有用性を感じている結果となっている。また、質問 15 の平均が他と比較して低い理由については正確なことを言及できないが、今回の評価実験のなかで『振り返り』を明示的に指示してなく、あわせて『ワードクラウドの一部分の可視化』を意識的に活用できる課題も提示されていなかったため、この場面での必要感がなく有用性が低くなったのではないかと考えている。また、質問 14 と質問 17 に関して、『ワードクラウド全体の可視化』の有用性が質問 11 と比較して高くなったのは、『振り返り』や『今日の学びの記述』といった作業・思考活動を行う上で、ワードクラウドの特徴がいかせる活動になっていたからだと推測できる。この推測は、議論や協働作業が終了してからのワードクラウドの活用についての質問 16 と質問 19 の回答、「作業や議論を思い出す上で、見てわかるのは助かった」、「グループでまとめたスライド以外でどんな話し合いや意見が出てきていたか見ることができた」、「自分が何に重きを置いていたのかがわかりやすかった」など、過去にさかのぼってグループ対話の内容を掴むことができることに有用性を認めている記述が根拠となる。ワードクラウドの活用については、被験者が「目で見てわかるというのは時間短縮になった」、「考えを確認できた」、「重要な語句だけを見つける、探すことができる」、「キーワードを一気に見ることができるので議論を振り返りやすい」、「キーワードから話し合いを思い出しやすい」などの効果を見出して活用していることが分かった。その一方で、「長時間にわたって話していたわけではないため議論では使用しなかった」といったように、一步深く活用の弁別を見出している被験者も見受けられた。ワードクラウドの使い方については、利用経験を積んでもらうだけでなく、有効的な使い方を解説することでワードクラウドの有用性向上につながると考えられる。

ワードクラウドの視聴区間を絞り込む機能については、質問 16 の回答で「初めの自己紹介等、議論と関係ない部分を排除することができた」など一定の有用性を評価する記述がみられた。また、今回の評価実践では、グループ対話は 25 分間であり、絞り込むほどの情報量でなかったとも考えられる。さらに、現在の絞り込み機能では、学習者側は区間を決めるのみであり、微妙な区間の調整は表示されたキーワードを閲覧しながら行わなけ

ればならない。今後、学習者が閲覧したい部分を直接的に選択できるようある区間の対話意図が視覚化されているなど、絞り込みを支援する機能が必要であると考えている。

以上の評価実験から、現状では、議論や協働作業時にワードクラウドの内容を参照しながらグループ対話の内容を考え発話につなげていく「リアルタイム型」の活用よりも、グループ対話内容を思い出すような「振り返り型」において、そこで対話されたキーワード情報の収集のための活用により一定の有用性が得られたと考えられる。また、今後、ワードクラウドの機能をより適切に活用してもらうためには、機能の追加や修正が必要であることが分かった。また、授業におけるワードクラウドの実践的な活用の蓄積によって、そこでの経験則を利用マニュアルや説明で活用して、学習者のワードクラウド機能の活用力量を向上させることも必要であることが分かった。

6.3.3 「グループ対話状況確認機能」の改善

アンケート結果を受けて、ワードクラウドの対話時間について、タグづけ機能を追加した(図 6.4)。この機能によって、グループ対話中の何らかのイベントを時間に紐づけて、特定の名称のタグを付けて保存できる。「発表」や「討論」など、任意のタグをつけることができるため、振り返り活動において、有用ではないかと考える。

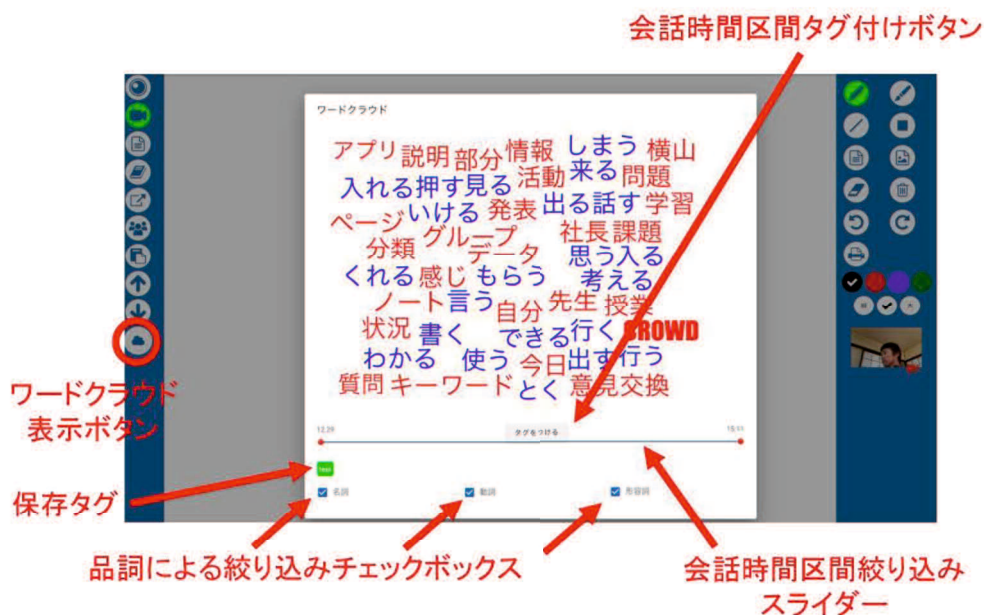


図 6.4 グループ対話状況確認機能画面

6.4 教員による見とりを支援する「グループ学習状況監視機能」

6.4.1 「グループ学習状況監視機能」の試作

学習トラッキングデータを可視化し、学習者によるグループ学習活動状況を教員が見とるための、グループ学習状況監視機能を試作実装したものが図 6.5 である。図 6.6 は、グループ学習状況監視機能の 1 グループの表示項目を示している。グループ活動を見とる教員にとっての課題として、「グループ活動が活性化しているか?」、そして「学習が適切に行われているか?」があげられる。その課題解決のために、グループ内の対話活動や作業活動を可視化して教員に提示することが求められる。そこで、教員に対して、「活動数」と「活動数のグラフ表示（活動数を時系列に表示）」によってグループ活動の活性化を判断してもらい、「ワードクラウド」、「共起ネットワーク」、「会話ログ」によってグループの対話内容の状態から学習の適切さを判断してもらうことにした。表示項目は、上から下に向かって活動状況に関する情報の粒度が細くなるよう設計している。

この管理機能のなかで、「活動数」の算出方法は、

- タブレットへの記述ストロークを「1筆1カウント」とする。

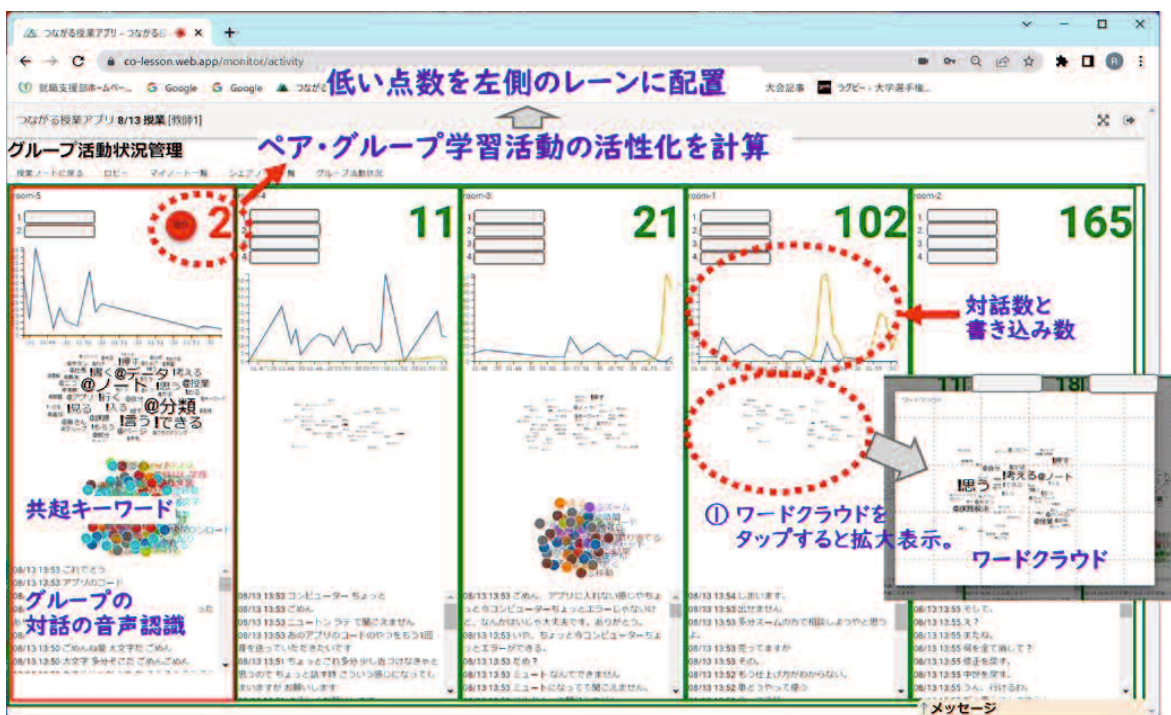


図 6.5 つながる授業アプリの「グループ活動状況管理機能
(グループ対話活動見とり機能を含む)」

- 発話音声波形データは「1文を1カウント」として、フィルラーを含めて発話していればカウント対象とする。

としている [56] [57] . さらに各グループで「活動数」が計算された後、次の手続きでグループを表示する列の位置を決定する [56] [57] .

- ① 「活動数」を昇順ソートし、左から表示する。
- ② 直近5分間の活動数が10未満の場合、枠線、活動数の色を『赤色』にして「確認ボタン」を表示する。
- ③ 赤色になったグループの対応終了後に「確認ボタン」を押すと、その後5分間は、活動数が10未満の場合は活動数の色を『黄色』にする

なお、「活動数」の算出方法やグループ列の決定手続きは、今後の授業実践を通して調整することになっている。

共起ネットワークは、ワードクラウドと同様に発話音声から得られたテキストを、形態素解析を通じてキーワード化して、1文におけるキーワードのつながりを数値化して重みづけし、頻度の高いキーワード同士の関係性をネットワークとして提示する手法である。また、会話ログについては、最も情報量が多い見とりデータとなる。共起ネットワークと会話ログについては、実験的な機能として実装した。

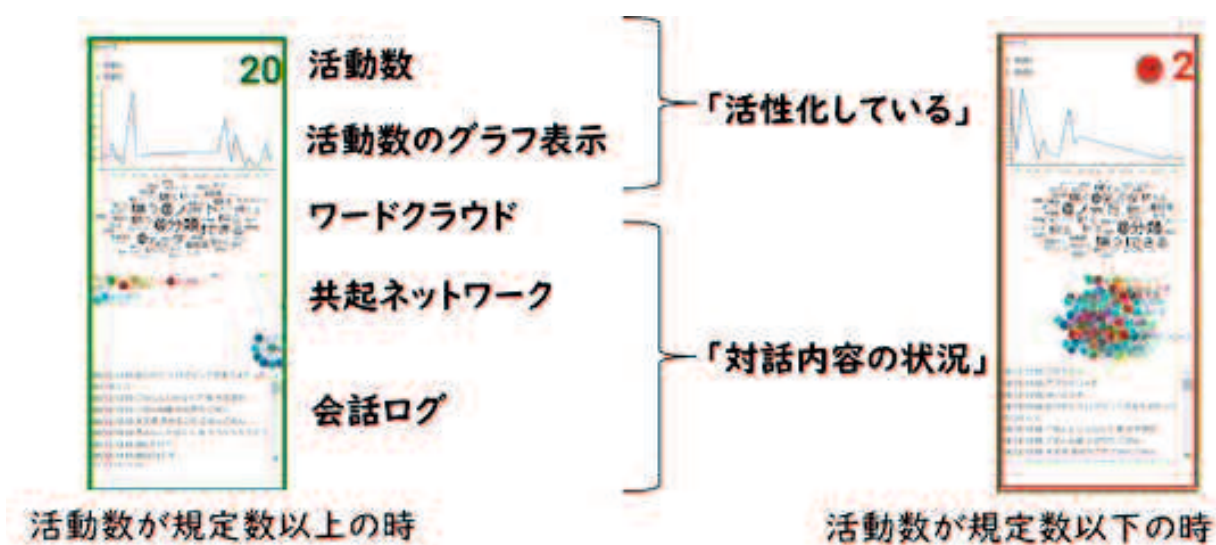


図 6.6 グループ活動状況監視の表示項目

6.4.2 アンケート結果と考察

アンケートの実施方法

試作した「グループ活動状況監視機能」の有用性を検討するために、現職教員に対し、Google フォームを使ったアンケート調査を実施した。Google フォームでは、最初に「つながる授業アプリ」の構成と「グループ活動状況監視機能」を図で説明し、実際に使用する例をビデオ動画で説明し、回答者の校種を選択してから、実際のアンケートに回答する形式とした。調査項目は、遠隔教育において教員が学習者のグループ活動を見とる難しさに関わる自由記述回答評価の1問、グループ活動状況監視機能の活動数の有用性に関わる3問（5段階評価：2問、自由記述回答評価：1問）、ワードクラウドに関わる3問（5段階評価：2問、自由記述回答評価：1問）、共起ネットワークに関わる2問（5段階評価：1問、自由記述回答評価：1問）、グループ対話履歴に関わる2問（5段階評価：1問、自由記述回答評価：1問）、グループ活動の見とりに必要な情報に関わる自由記述回答評価1問の合計12問とした。アンケートを実施した結果、小学校教員（管理職含む）7名、中学校教員（管理職含む）4名、特別支援学校教員（管理職含む）1名、大学教員1名、指導主事2名の合計15名から回答を頂けた。

結果と考察

遠隔教育や遠隔合同授業において、教員が学習者のグループ活動を見とる難しさを問う質問（表 6.3：質問 1）からは、遠隔に関わらず、学習者のグループ活動を見とることは難しいという意見もあるが、遠隔教育では通常授業よりもさらに困難さが伴うと認識している回答者が多かった。特に学習者の表情や視線など、ノンバーバル情報に関する情報が十分に得られないことに不安を感じている意見が出ていた。ICTによる見とりの支援が必要であると確信する結果となった。

グループ活動状況監視機能の活動数の有用性に関わる質問（表 6.6：質問 2、質問 3、表 6.3：質問 4）からは、活動数の提示と、活動数が少ないグループを画面の左側に配置し、介入を促す機能について、90%を超える高い期待があることが分かった。活動数という単純な数値で判断できることは、数値の正確性よりも即応性を重視する点で、有用性があると考えられる。

表 6.3 グループ活動の見とり機能に関する質問項目と自由記述回答①

質問項目・被験者の主な自由記述回答
<p>質問1:遠隔教育や遠隔合同授業において、 教員が学習者のグループ活動を見とる難しさはどこにあると思いますか？ その見とりが難しいところについて教えてください。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・遠隔に限らず、学習者のグループ活動をみとることは難しいです。(1グループに1分はりついたらとしても、8グループあれば8分かかります。)授業では、Cラインの考えをB、Bラインの考えをAに練り上げるところが重要なので、見取りの場面では、おおまかに3つのラインを先生が持っておくことがとても大切になります。結論をいうと、そのラインを持ってない教員が多いのが見取れない理由になっている気がします。 ・グループの話し合いの進捗状況や困り感などを掴みづらい。通常の教室での授業に比べると雰囲気や掴みづらい。 ・遠隔教育、遠隔合同授業を行ったことがないため、想像でしかありませんが、授業中での児童生徒の何気ない一言を拾うことができない悔しさがあるのではないかと思います。教室や子どもをつなぐマイクの機能がどのくらいなのかにより、難しさが変わるのかと考えています。 ・提出物は個人の成果のほんの一部であり、適正な評価がなされにくいこと。 ・遠隔でない通常の授業においても、①どのような論点で話し合いが進んでいるか全てのグループ(通常だと9グループ)を把握すること、②個々の主体性(学習意欲)や協働性を把握すること、③それらを評価するために記録することは非常に難しいです。遠隔であれば会場も異なるため、様子を一望することは更に難しいかもしれません(人数が少なければ見ることが可能かもしれませんがグループの対話を同時には聞けない)。 ・一定のスキルを身につけておく必要がある事と、そのスキルに個人差が生じること。また、教員も同じようにスキルに個人差が生じて見とりに差が生じること。 ・遠隔授業をそこまでやったことはありませんが、学習者の学習の様子が机間指導の画面でのみとりのみになり、子ども同士のかかわり(言語)の聞き取りにおいて難しく感じる場合があります。 ・遠隔にいる児童については直接目にする事ができないので、見とること自体に難しさがある。細かい表情やしぐさ、などの言語化されない思いが見とれないのが難点であると感じます。 ・複数グループの活動が同時に展開しているため、どのグループでどのような思考の変容があるのかは見取りにくい。また、同じグループ内のどの子の考えの影響を受けて考えが変容しているのかといった思考の流れは見取りにくい。 ・限られた時間ですべてのグループの活動を把握できない難しさを感じる。また、教員が途中からグループに入った時に活動のプロセスがつかめていないと助言がしにくい(グループに入った時に沈黙している場面があった時、それは議論が進んだ上で個人で考えている時間なのか、そもそも話し合いが進んでいないのか、話し合いがすでに終わったのか、が分からない)。 ・画面の向こう側の学習者に、関わりたくても間接的な関わりしかできないこと 学習者の言語化されない部分のみとり 視線を合わせて会話できないこと ・集団の雰囲気など、画面越しであるがゆえ、見取ることが困難。 ・子どもたちが、オンライン上のペアやグループで話し合っていたとして、話しているか、書いているかは確認できても、その内容が発問や現在の活動と合っているのかを確認するのは難しいのではないかと思います。 ・見取る難しさはあまり感じていないのが正直な感想です。 ・障害のある子どもたちの学習を支援する際には、個の進捗状況に合わせて言葉がけ(例えば、「困っていたら言ってね」など)を行っていくことが難しいです。
<p>質問4:「A)グループ活動状況(活動数)」の情報から、グループ活動についてさらに読み取れることがありますか？ 読み取れることがあれば、その内容を教えてください。</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・いくつかやってみないとわからないです。 ・数だけでは正しい判断はできないかもしれませんが、数が多いということはそれだけ活動しているということなので、その活動内容と話し合いの深まりとの因果関係は掴めるのではないかと思います。 ・どの時間帯に活動がさかんになったか、問い(課題)や提示された資料の質によっても変わる可能性があると考えられる。また、教師が見とれなかった時間帯に活動が活性化・停滞化したかを確認できる。 ・やりとりの量が数値化されているところはひとつの目安になるかと思います。 ・話し合いの停滞、教師の働きかけが必要かどうかなどが分かると思います。 ・活動が展開した回数 ・グループの活動の総数だけでなく児童生徒個人の活動数が表示することができればグループ内で活動の偏りをみとることができると思った。活動の偏りがあるグループを見つけて、教師が介入・ファシリテートして発言数の少ない児童生徒のサポートができるかもしれない。 ・どういった刺激(発問、発言者の存在、対話促進のきっかけ、グループのメンバーを変えても同じ数になるかを比較し、グループ構成の効果を検証)が効果的に変化とその要員を比較によって見取る。 ・特に読み取れることを思いつかないが、グループの対話機能など、他の項目との紐付けが何らかの基準でなされると良いように思う。 ・教員が発問や活動の指示をしてから、会話や活動が活発になるまでにどれくらい時間がかかるか。(グラフのようなものから)1人学びに要する時間が読めそうです。 ・一つのグループはこれ以上深く読み取ることは難しいですが、多くのグループの見取りが可能であることがメリットであると思います。 ・教員が発問や活動内容についてどの程度、活動がうながされているのか。 グループの活動状況によってグループの人数やメンバーの関係はよくなったか。

ワードクラウドによるグループ対話の内容を把握する機能の有用性に関わる質問(表 6.6: 質問 5, 質問 6, 表 6.4: 質問 7)からは、5段階評価では「そう思う」, 「少しそう思う」の回答しかなく、高い期待が得られた。ワードクラウドを対話のサマリとしてとらえ、学習場面にあった対話が行われているか判断したり、グループ間の対話の比較を、一斉学習の場面で利用したりするなど、回答者が利用場面を想像しやすい機能であること

も分かった。特に、対話内容のワードクラウドをそのまま分析して表示するだけの機能よりも、教員が授業に関連するキーワードに対して重みづけし、文字色を変えて表示する機能のほうが、より期待が高いことが分かった。

グループ対話内容を共起ネットワークで把握する機能の有用性に関わる質問（表 6.6：質問 8, 表 6.4：質問 9）からは、ワードクラウドと比較して期待が低いことが分かった。これは、アンケートで紹介した共起ネットワーク画面が、キーワードの表示が多すぎて、内容を把握しにくいことが原因と考えられる。キーワード同士のつながりが見えることで、それをきっかけに学びを深めることができそうなど、ワードクラウドとは別の見え方を肯定的にとらえた意見も出ていた。共起キーワードの表示の工夫によって改善できるところがあると考ええる。

グループ対話内容について、対話履歴の表示機能の有用性に関わる質問（表 6.6：質問 10, 表 6.4：質問 11）からは、有用性については、共起キーワードとワードクラウドのおおよそ中間の評価となった。対話履歴では情報量が多すぎて、授業中の見とりとしては活用が難しいという意見が出ていた。授業後の分析の場面での活用を見出している意見もあり、この機能も改善が必要であると考ええる。

遠隔教育や遠隔合同授業のグループ活動を見とるために必要な情報についての質問（表 6.5：質問 12）からは、学習者の反応や表情、発言量や発言時間など、ノンバーバル情報の活用が期待されていることがわかった。また、見とりの目的や注意すべきキーワードなど、教員が授業ごとにデータの重みづけを設定できる機能が期待されていることがわかった。

質問全体を通して、回答者は試作した機能を実際の授業では使用していないという状況であり、遠隔授業や遠隔合同授業を想像して回答しているため、「期待」という意味で、肯定的な回答が多かったのではないかと考えられる。その点を加味しても、遠隔側の学習者の状況把握についての支援は必要であると考えられ、様々な学習者の状況を整理し、視覚化して提示する機能は有用であると考ええる。今後の授業実践を見据えると、試作したグループ活動状況監視機能においても、すでに画面上は見とりデータで埋め尽くされている状況であるため、教員に提示するデータ量を制限しなければ、新しいデータを表示するエリアがない。したがって、グループ活動状況を俯瞰するには、グループ活動状況のデータ表示をカスタマイズできる機能が必要であると考ええる。

表 6.4 グループ活動の見とり機能に関する質問項目と自由記述回答②

<p>質問7:「B」ワードクラウドの情報から、グループ活動についてどのような支援が可能でしょうか？可能な支援内容を教えてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・関係のないワードが出てきている場合は指導支援にいくことができ、学びの活性化に繋がる。出てきたワードの共通点が見出だせれば焦点化して学びを深めることができる。 ・授業者がキーワードを設定することで、授業者が求める答えを探さないようにすることが必要かと感じました。 ・他のグループと見合う ・活動の停滞しているグループに対し、「このキーワードはどこから出てきたの？」などと活性化を促すアプローチがしやすくなる。また、授業後に各グループの話し合いの質を確かめやすくなる。 ・子ども達の中でどのような言葉がキーとしているのか視覚的にもすぐに見とることができるので、話し合いの方向修正がしやすい。 ・ねらいに向かうワードが現れたときに全体の活動を止め、そのワードについて全体に広める。 ・話し合いのプロセス(どのようなキーワードで活動が行われているのか)を把握することができると思う。 ・ねらいに迫れているかどうか、音声をテキストで残して保存できる、会話の分析ができるので、教員がいない間の見取りや非同期的かかわりができる ・どのような分析がなされるかによるが、対話内容の本質から離れていることが瞬時に見取れるとよい。 ・本質からずれていそうなグループに教員が入って、どんな会話をしているのかを聞き取り、適切な問い返しをする。 ・全体で共有するときに、意見をつなぐときに、有効である。「Aグループで〇〇が大切となりましたが、ワードクラウドを見ると、Bグループも〇〇について書かれていますね。Bグループは〇〇についてどう話しましたか」というような使い方ができる。 ・どのような言葉を使って会話を成立させているのかを読みとることができるため、子どもたちの対話や活動のヒント出しやこちらの発問、授業の意図(めあて)の伝え方の支援に役立つと思います。
<p>質問9:「C」共起キーワードの情報から、グループ活動についてどのような支援が可能でしょうか？可能な支援内容を教えてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・情報と情報の繋がりが見えると、そこをきっかけにさらに学びを深めることができる。 ・どのように活用していくべきか、取り組みながら、いい例を示していくと全体が向上すると感じた。 ・ほかのキーワードの提示関連付け ・画面も小さくて関連が見えにくかったので、よく分かりませんでした。 ・みんなの総意がわかるので、合意形成の一つとして使えるがしれません。 ・ねらいに向かうワードが現れていないグループにヒントカードや、他のグループの活動を例に挙げる等の支援が可能となる。 ・活動後の振り返りのデータとしても活用できると思う。 ・グループに必要な情報の提供、つまりの意見メンバーをシャッフルして人間関係の固定化を防ぐ ・いろいろな授業、いろいろな発問と比較して、活性化する要因などを見取って支援につなげる ・他グループの記録をお互いに見合せて、対話の仕方の参考にする ・キーワードが出たからと言って、中身の濃い対話が行なわれているとは限らないが、他の項目と関連させてグループ状況を見取るための一つにはなるように思う。 ・共起キーワードのイメージがあまりわかりませんでした。すみません、 ・(7)の質問の答えと同様な答えになりますが、グループとグループをつなぐ手段になる。 ・対話の内容を深めていってほしいときに、グループごとに対してはずれにならない発問が可能になる。活動内容の方向の修正にも役立つと思います。
<p>質問11:遠隔教育や遠隔合同授業のなかで、「D」グループの対話履歴の情報を活用できる場面はあるでしょうか？活用できる場面とそこでの使い方を教えてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・対話履歴を学習者が役に立てることは少ないと思いますが、熱意のある授業者はプロトコルをとりたいと思っているはずなので授業の振り返りとして使えらると思います。授業中は難しい気がします。 ・話し合いの中で出てきた考えの確認。 ・ワードクラウドや共起キーワードを見ることで予測することができるのではないかと感じ、対話を遡ることは時間がかかりすぎてしまうのではないかと考える。しかし、生徒指導上、記録されているということで自励心にもつながるのではないかと感じた。 ・キーワード検索と前後の対話の読み返し ・授業中というよりも、授業後の評価や研究において有効に活用できると思います。グループ内での対話の論点がどのように形成されたのか、誰が効果的な発言を促したのかといったことを見取りやすくなる。 ・振り返る際に大切かと思えます。 ・どのような会話があったか見れるのはとてもよいが、授業中にここまで見る余裕がないように感じます。 ・対話の中で学習者の考えの変容が現れた部分を抜き出して、その前後の対話について全体で共有したり、その中からキーワードを抜き出したりすることができる。 ・教師が各グループの活動状況やプロセスを把握するために重要だと思う。グループに入った際に「ここまで〇〇について話し合ってくれていたようですね。それでは・・・」というように助言しやすくなると思う。 ・これまではグループ学習の結果だけの共有だったが、過程を学ぶことで根拠をもとに説得力が増す ・他者の目で対話履歴を評価してもらい、メタ認知の質の向上を図る ・瞬時の見取りには繋がらないかもしれないが、同時に複数グループを見取ることが難しいため、どのような対話が行なわれていたか、授業中のみならず、授業後の分析にも役立つと思う。 ・ワードクラウド同様、教員が問い返しなどで揺さぶったり、補助したりできる。 ・言葉の処理に時間を有する子どもに支援をする際に、対話の内容を伝えやすくなる。(個別対応をすることを前提にして)また、後から対話の状況を文字化した形で確認できると、その時対話についていけなくても振り返りをする際に自分の意見を考えやすくなったり、発言しやすくなったりする。全体では振り返り場面で対話内容の振り返りが可能になるのではないかと思います。

表 6.5 グループ活動の見とり機能に関する質問項目と自由記述回答③

<p>質問12:遠隔教育や遠隔合同授業のグループ活動を見とり、適切に支援を行うために、どのような情報が必要でしょうか？ 円滑に見とりと支援を行うために必要な情報を教えてください。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・活動の数や抽出語の数だけでなく、子どもたちの反応や表情なども見とれるとよいと思います。 ・今回のアンケートを通して、貴重な情報を知ることができた。 誰がどのくらいの量、時間を話しているのかを知ることができれば、ファシリテーター役の子どもが状況を見て、話を振ることもできるのではないかと感じる。高度なことではあるが、小学校から取り組んでいることを考えると、中3の生徒にはつけてみたい力の一つになると感じた。 ・ヘルプを出し合える人間関係 ・対話履歴で、誰の発言かが情報として分かるかと評価や研究に使いやすいです。支援については、他の班のワードクラウドを生徒同士で見合うことができると学びが深まると思います。 ・児童に関すること(氏名、座席、配慮事項など) ・遠い場所の人のとりのりになるかと思しますので、記録や大切な用語などが言語化され、記録されると、教師もみとりが容易になるかと思します。 ・子ども同士の表情が見え、やる気などが数値としてでると嬉しいですね。 ・授業を行う上で考えの変容を見取るとはとても重要なことです。遠隔授業やグループ活動でその変容の見取りは難しいと思しますので、子どもの思考の変容が視覚化されたり、キーワードとして現れたりした際に、授業者に伝わるようなシステムになればよいと思します。 ・グループ活動中の児童生徒側のアクションが教員側に伝わるような機能があると良いかもしれない。例えば、「SOSボタン(システムの問題を解決してほしい)」「困ったボタン(話し合いが行き詰まっているので助けてほしい)」「聞いてほしいボタン(活動が終わったのでまとめを聞いてほしい)この後何をしたらよいかを教えてください)」といったボタンがみとり機能のボードに反映されると、教員がしっかりと見てくれている・積極的にアクションしても良いという安心感を児童生徒が得られるかもしれません。 ・心の声の可視化 メンバーのどの子とどの子の発言が関わり合って進んでいくかをグラフで可視化 ・いい項目で作られていると思う。使ってみることで、新たな項目や項目同士の有効な紐付け方が見えてくるのではないのでしょうか。 ・自分が使用するとしたら、このツールでおおまかな見とりをして、支援が必要なグループの優先度を決め、その会話の詳細を聞いたり、問い返しをしたりすると思します。 ・ズームのブレイクアウトセッションを渡り歩くように、教員が各グループの話し合いに容易に加わられるような機能 ・グループの対話履歴で、誰がどの発言をしたかがわかる機能があると尚うれしいです。 ・動画の説明にもありましたが、何を見取るか授業者があらかじめ設定しておくことが最も重要だと思します。 ・障害のある子どもたちと合同で授業を行う際に、障害のある子どもたちはどうしてもお客様になる可能性が高くなります。その子どもたちにも参加していると思わせるような機能を付けてもらえるといいなと思します。例えば、困っているサインが先生分かる機能があれば、個に配慮しつつ、全体にも支援が行き届くのではないかと思します。
--

表 6.6 グループ活動の見とり機能に関する質問項目と5段階評価方式による回答

[5 : そう思う, 4 : 少しそう思う, 3 : どちらでもない, 2 : あまりそう思わない, 1 : そう思わない]

質問項目	5	4	3	2	1	平均	標準偏差
<p>質問2:教員が遠隔教育や遠隔合同授業における学習者のグループ活動を見とる際に、「A)グループ活動状況(活動数)」は役に立つと思しますか。 ※遠隔教育:遠隔教育システムを活用した同時双方型で実施する教育(授業). ※遠隔合同授業: 離れた学校の学級同士を遠隔教育システムでつないで実施する授業.</p>	11	3	1	0	0	4.67	0.60
<p>質問3:教員が遠隔教育や遠隔合同授業における学習者のグループ活動を『時間がないなか』で見とる際に、活動数の少ないグループを左側のレーンに配置して、ある域値以下の場合に「確認ボタン」を表示する仕組みは役に立つと思しますか。 ※遠隔教育:遠隔教育システムを活用した同時双方型で実施する教育(授業). ※遠隔合同授業: 離れた学校の学級同士を遠隔教育システムでつないで実施する授業.</p>	11	3	0	1	0	4.60	0.80
<p>質問5:教員が遠隔教育や遠隔合同授業における学習者のグループ活動を見とる際に、「B)ワードクラウド」の「B)-1通常モード」は役に立つと思しますか。 ※B)-1通常モード:グループの学習者間の対話をそのまま分析したモード.</p>	7	8	0	0	0	4.47	0.50
<p>質問6:教員が遠隔教育や遠隔合同授業における学習者のグループ活動を見とる際に、「B)ワードクラウド」の「B)-2授業キーワードモード」は役に立つと思しますか。 ※B)-1授業キーワードモード:教員の授業キーワードに対して重み付けして、文字色を変えて表示するモード.</p>	9	6	0	0	0	4.60	0.49
<p>質問8:教員が遠隔教育や遠隔合同授業における学習者のグループ活動を見とる際に、「C)共起キーワード」は役に立つと思しますか。 ※C)共起キーワード:グループの対話における単語同士のつながりを可視化.</p>	5	6	3	1	0	4.00	0.89
<p>質問10:教員が遠隔教育や遠隔合同授業における学習者のグループ活動を見とる際に、「D)グループの対話履歴」は役に立つと思しますか。 ※D)グループの対話履歴:音声認識したグループの対話をテキストにして表示.</p>	9	3	3	0	0	4.40	0.80

6.4.3 教員による見とり支援機能の改善

教員向けアンケートの結果を受けて、見とり支援機能の改善を行った。具体的には、ワードクラウドと比べ、共起ネットワークや対話ログの表示は優先度が低いにも関わらず、情報量が多いため、各視覚化機能の表示の ON/OFF を切り替えるスイッチを追加して、情報量を調整できるようにした。この機能によって、教員は学習場面に応じて表示内容を切り替えながら見とりを行い、全グループの活動状況を俯瞰して比較したり、特定のグループの活動状況をより深く精査したりできるようになると期待される。

6.5 結言

本章では、学習者の対話状況の認識や振り返り活動、教員のグループ活動の状況把握の質を向上させるために、学習者から得られる状況を学習トラッキングデータとして蓄積し、データマイニング手法によってグループ対話状況を確認したり、分析したりできる拡張機能について説明した。さらに、グループ対話内容確認機能による、学習者のグループ対話状況の確認、振り返り活動を評価する授業実践を行った。結果として、音声認識の精度は課題ではあるが、ワードクラウド全体の可視化はその時の学びや議論・作業状況を振り返るのに一定の有用性が認められた。一方、データクラウドの視聴区間を絞り込む機能は使い方や課題遂行時間・議論時間の問題で有用性を感じている被験者が少ない結果となった。また、データマイニング手法を活用した教員の見とり支援機能を仮実装し、教員から得られたアンケート調査をもとに、機能の有用性を評価した。結果として、データマイニング手法による見とり支援機能の期待が高いことが分かった。

今後の課題として、ペア・グループ学習活動・対話状況把握支援の音声認識やテキストマイニングの精度を上げて、教員の意思決定に対して意味のある情報を提供することを再検討することが必要である。また、今回提案した支援機能については、引き続き評価実践と効果検証を行うことも必要である。さらに、上述したが「活動数」の算出方法とグループ列の決定手続きは、同じく評価実践を通して改善していく。現在の「グループ対話状況確認機能」のインタフェイスは、高校生や大学生向きになっているので、小学生や中学生向けのインタフェイスをデザインし、小学生や中学生にとっても、振り返り活動に「グループ対話状況確認機能」が有用であるか、検証することが必要である。

第7章

結論

本研究では、遠隔教育におけるICT支援環境について探究し、遠隔学習システムと協働学習支援システムを併せ持つ「つながる授業アプリ」の設計・開発を行った。

本論文の内容は、本研究の目的を達成させるための以下に示す5つの調査・研究・開発の成果としてまとめられる。

① 遠隔教育の支援環境に関する研究動向の調査

遠隔教育の支援環境に関する研究動向を調査し、2種類のつながりが必要であること、より深い学びを支援する協働的な思考活動支援が必要であること、教員の負荷を下げるためには効果的な見とりの支援が必要であることを説明した。

② 遠隔教育を支援する環境・機能についての整理と必要機能の提案

ICTを活用した学習場面から、遠隔養育のICT支援モデルを整理し、2種類のつながりは、遠隔学習システムと協働学習支援システムから実現できるものの、協働学習支援システムにはペア・グループ学習活動時に必要となるビデオチャットコミュニケーション機能がないため、ペア・グループ学習活動時のビデオ対話の実施が難しいことを述べた。そして、ビデオチャットコミュニケーション機能を含む遠隔学習システムと協働学習支援システムを併せ持つ「つながる授業アプリ」開発の必要性を述べた。

③ 「個」をつなぐ協働学習支援システム「つながる授業アプリ」の開発と評価

遠隔学習システムと協働学習支援システムを併せ持つ「つながる授業アプリ」の基本構成、開発スタイルについて述べ、「つながる授業アプリ」はさまざまな学校のICT環境に合わせてチューニングできる柔軟さを持ち、機能拡張性やICT技術の変化に耐えうるシステムを設計・開発した。

④ 「比べる」協働的思考活動支援機能の開発と評価

遠隔合同授業の授業実践を通して、学習者の意見や考え方を説明して、質問や意見交換をせずに形式的な対話展開で終了する場面が見られた。そこで、思考に必要なプロセスを整理して、その思考手順を1スライドずつ学習者間の協働的な思考手順として提示して、思考活動プロセスをガイドする機能を設計・開発した。

⑤ グループ学習活動状況確認機能の開発と評価

遠隔教育におけるペア・グループ学習活動において、教員が自教室側の学習者の振る舞いだけからペア・グループ学習の状況を把握することは容易ではなかった。そこで、ペア・グループ学習活動時の学習者の発言を音声認識によって文字情報に変換し、テキストマイニングしたキーワードをワードクラウドとして視覚化し、教員がペア・グループ学習活動を見とる支援機能を設計・開発した。また、ワードクラウドは授業後の学習者の振り返り活動に役立つことがわかった。

本研究の成果は、遠隔教育に必要な ICT 環境を整理して、最も単純な ICT 支援環境と支援機能を提案し、遠隔教育システムと協働学習支援システムを併せ持つ「つながる授業アプリ」を開発・改善を繰り返すことによって、複数の学校において遠隔教育の授業実践を実施できた点にある。

最後に、今後検討すべき課題について述べる。

- ・ 遠隔合同授業における教員の負担は依然として高い状況にある。教員の見とり支援機能の改善が必要である。特に、学習者の表情や相づちなどのノンバーバル情報をうまく活用し、情報を要約した上で教員側に即時に通知できることが求められる。本研究では、映像から学習トラッキングデータとして蓄積する機能は、2つの制約から実装できなかった。1つ目は、学習者のタブレット端末を用いて映像を解析すると処理負荷が高まって、授業の進行を妨げる恐れがある。2つ目は、映像をサーバに送って解析すると、コンピューティング費用が高額になってしまうことである。この問題には、タブレット自体の性能向上や、RaspberryPI のような安価で小さなコンピュータを、エッジコンピュータとして映像処理だけを行わせることで対処できる可能性がある。例えば学習者の机の上に、カメラ付きの小さなコンパニオンロボット

を設置し、教員による見とりの支援を仲介し、学習者と対話させることで、見とり支援の可能性が広がる。

- 協働的な思考活動支援について、本研究では「比較」のみの設計・開発にとどまった。思考スキルは「比較」以外にも数多くあるため、それら思考スキル獲得のための手立てが必要である。また、思考スキルを操作手順に置き換える手順についても、学習者の思考スキルに応じてカスタマイズし、何度でも練習できる場を作る必要がある。
- 学習者の振り返り支援については、学習者の評価を含めて発展途上である。様々な学習トラッキングデータを蓄積しながら、データの可視化技法を試し、評価を続けていく必要がある。特に小学生、中学生にも振り返りを支援することができれば、ICT活用能力の質向上と合わせて、より深い学びに結び付く可能性がある。
- ネットワーク障害時の対処や授業進行のフォローなど、知見の蓄積や対処マニュアルの整備など、運用に関わる手立てが必要である。
- 遠隔教育を広く普及させるためには、数多くの実践の蓄積が必要である。さらに、その蓄積を再利用できる仕組みやコミュニティによる共有など、多方面からの取り組みが必要である。
- ICT関連の技術は日進月歩で進化していくため、本研究で提案したシステムの構造も、時代の変化に合わせて柔軟に変えていく必要がある。
- 「つながる授業アプリ」に使用している Web アプリケーションフレームワークとして、開発初期は jQuery を用いていた。その後、より複雑な GUI 表現を実現できるよう React に移行したが、処理スピードに問題があったことから、Vue.js(バージョン 2)に移行した。2020 年に Vue.js はバージョン 3 が公開されたが、バージョン 2 との互換性がなくなったため、今後市場から排除されていく可能性がある。現在の React は処理スピードの問題が改善されているため、React に再移行するか、SolidJS などさらに新しい Web アプリケーションフレームワークに移行することも検討していく必要がある。

参考文献

- [1] 厚生労働省, “令和 2 年 (2020) 人口動態統計 (確定数) の概況,” [オンライン]. Available: <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei20/index.html>. [アクセス日: 14 09 2022].
- [2] 文部科学省, “学校基本調査,” [オンライン]. Available: http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa01/kihon/1267995.htm. [アクセス日: 14 09 2022].
- [3] 文部科学省, “人口減少社会における ICT の活用による教育の質の維持向上に係る実証事業,” [オンライン]. Available: https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1364592.htm. [アクセス日: 14 09 2022].
- [4] 浅井紀久夫, 田中健二, 結城皖曠, 近藤喜美夫, “スペース・コラボレーション・システムの利用調査,” *メディア教育研究*, 第 1 巻, 第 1, pp. 185-193, 1998.
- [5] VTV ジャパン株式会社, “VTV PLUS 【第 4 回】 「ハードから VM へ」 アプライアンスタイプ MCU の現状を知る,” [オンライン]. Available: <https://www.vtv.co.jp/vtvonline/vtvpuls/mcu/>. [アクセス日: 3 1 2023].
- [6] 株式会社内田洋行 教育総合県研究所, “遠隔教育システム活用ガイドブック 第 3 版 (令和 2 年文部科学省委託「遠隔教育システム導入実証研究事業」),” [オンライン]. Available: https://www.mext.go.jp/content/20210601-mxt_jogai01-000010043_002.pdf. [アクセス日: 15 09 2022].
- [7] 国立情報学研究所, “教育機関 DX シンポジウムアーカイブズ,” [オンライン]. Available: <https://edx.nii.ac.jp/>. [アクセス日: 19 09 2022].
- [8] 高橋純, 稲垣忠, “特集号「初等中等教育のデジタルトランスフォーメーション」刊行にあたって,” *日本教育工学会論文誌*, 第 45 巻, 第 3, pp. 257-260, 2021.
- [9] 梶田将司, “情報処理学会論文誌「教育とコンピュータ」 「コロナ禍での教育実践」 特集の編集にあたって,” *情報処理学会論文誌教育とコンピュータ*, 第 8 巻, 第 1, pp. iii-iv, 2022.
- [10] 文部科学省, “「新時代の学びを支える先端技術活用推進方策 (最終まとめ)」について,” [オンライン]. Available: https://www.mext.go.jp/a_menu/other/1411332.htm. [アクセス日: 15 09 2022].
- [11] 株式会社内田洋行 教育総合県研究所, “遠隔教育システム活用ガイドブック 第 1 版 (平成 30 年文部科学省委託「遠隔教育システム導入実証研究事業」),” [オンライン]. Available: https://www.mext.go.jp/content/1404424_1_1.pdf. [アクセス日: 15 09 2022].
- [12] ダン・レヴィ, 川瀬晃弘訳, ハーバード式 Zoom 授業入門 オンライン学習を効果的に支援するガイド, 株式会社青弓社, 2021.
- [13] 共栄大学遠隔授業支援チーム, オンライン授業入門 Microsoft Teams & Forms を活用した遠隔授業と生徒サポート 改訂版, 株式会社インプレス R&D, 2021.

- [14] 井上健語, 誰でもできる! Google for Education 導入ガイド, 株式会社日経 BP, 2022.
- [15] 三宮真智子, “思考・感情を表現する力を育てるコミュニケーション教育の提案,” *鳴門教育大学学校教育実践センター紀要*, 第 19 巻, pp. 151-161, 2004.
- [16] 文部科学省, “新時代の学びにおける先端技術導入実証研究事業(遠隔教育システムの効果的な活用に関する実証),” [オンライン]. Available: https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00932.html. [アクセス日: 15 09 2022].
- [17] R. Okamoto, Y. Miyoshi, Y. Mori, “Proposal of Balloon Type Drone for Overhead Shooting in Remote Joint Classroom,” *Proceedings of the 26th International Conference on Computers in Education*, pp. 524-526, 2018.
- [18] S. Komatsu, Y. Miyoshi, Y. Mori, R. Okamoto, “Lecturer's Silhouette Display System for Distance Education Using Screen Sharing between Interactive Whiteboards,” *Proceedings of the 26th International Conference on Computers in Education*, pp. 482-487, 2018.
- [19] 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,” *教育システム情報学会 2018 年度学生研究発表会*, pp. 219-220, 2016.
- [20] 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,” *教育システム情報学会 2019 年度学生研究発表会*, pp. 207-208, 2020.
- [21] 文部科学省, “新しい学習指導要領の考え方,” [オンライン]. Available: https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/_icsFiles/afiedfile/2017/09/28/1396716_1.pdf. [アクセス日: 10 10 2022].
- [22] 黒上晴夫, 泰山裕, 小島亜華里, “小学校学習指導要領およびその解説で想定される思考スキルの系統に関する研究(1),” *日本教育工学会研究報告集*, 第 1 巻 (全 2 巻)JSET12-1, pp. 255-262, 2012.
- [23] 泰山裕, “思考力育成を目指した授業設計のための思考スキルの体系化と評価,” *関西大学博士論文*, 2014.
- [24] 泰山裕, 小島亜華里, 黒上晴夫, “体系的な情報教育に向けた教科共通の思考スキルの検討,” *日本教育工学会論文誌*, 第 37 巻, 第 4, pp. 375-386, 2014.
- [25] 黒上晴夫, 小島亜華里, 泰山裕, “シンキングツール ～考えることを教えたい～,” [オンライン]. Available: http://ks-lab.net/haruo/thinking_tool/short.pdf. [アクセス日: 10 10 2022].
- [26] 黒上晴夫, “初等中等教育におけるシンキングツールの活用,” *情報の科学と技術*, 第 64 巻, 第 10, pp. 521-526, 2017.
- [27] 株式会社 LoiLo, “ロイロノート,” [オンライン]. Available: <https://n.loilo.tv/ja/thinkingtool>. [アクセス日: 10 10 2022].
- [28] 小木しのぶ, “テキストマイニングの技術と動向,” *計算機統計学*, 第 28 巻, 第 1, pp. 31-40, 2015.
- [29] 樋口耕一, K. Corder, “計量テキスト分析・テキストマイニングのためのフリーソフトウェア,” [オンライン]. Available: <http://khcoder.net/>. [アクセス日: 24 09 2022].

- [30] 株式会社コードタクト, “schoolTakt,” [オンライン]. Available: <https://schooltakt.com/>. [アクセス日: 19 09 2022].
- [31] 上野将, 市川尚, 富澤浩樹, 阿部昭博, “ワードクラウドを用いた授業中の掲示板書き込み内容を可視化するシステムの開発と評価,” *情報処理学会第 81 回全国大会講演論文集*, 第 4 巻, pp. 557-558, 2019.
- [32] Classi, “Classi,” [オンライン]. Available: <https://classi.jp/>. [アクセス日: 19 09 2022].
- [33] NEC, “社会システムの DX を実現する技術～政府・行政サービスの DX : 音声の可視化による学びの改革 協働学習支援ソリューション,” [オンライン]. Available: <https://jpn.nec.com/techrep/journal/g21/n01/210105.html>. [アクセス日: 19 09 2022].
- [34] 文部科学省, “論点整理,” 11 12 2015. [オンライン]. Available: https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2015/12/11/1361110.pdf. [アクセス日: 28 12 2022].
- [35] 河野義章, “非言語的の手がかりによる学習行動の予測,” *教育心理学研究*, 第 31 巻, 第 2 号, pp. 177-180, 1983.
- [36] 松友一雄, 大和真希子, “言語活動を活性化する教師のインターベンションを支える「見とり」に関する研究,” *福井大学教育実践研究*, 第 39 巻, pp. 49-57, 2015.
- [37] 林佑樹, 小川裕史, 中野有紀子, “協調学習における非言語情報に基づく学習態度の可視化,” *情報処理学会論文誌*, 第 55 巻, 第 1 号, pp. 189-198, 2014.
- [38] 文部科学省, “学びのイノベーション事業実証研究報告書,” [オンライン]. Available: https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shougai/030/toushin/1346504.htm. [アクセス日: 12 09 2022].
- [39] 鷹岡亮, “ICT を活用した授業・学習実践の現状と今後の方向性,” *教育システム情報学会誌*, 第 33 巻, 第 1 号, pp. 6-21, 2016.
- [40] 高橋麻衣子, 川口英夫, 牧敦, 嶺竜治, 平林ルミ, 中邑賢龍, “児童の論理的な読み書き能力を育む思考の相互観察活動,” *認知科学*, 第 16 巻, 第 3 号, pp. 296-312, 2009.
- [41] 文部科学省, “小学校学習指導要領解説 総則編,” [オンライン]. Available: https://www.mext.go.jp/content/220221-mxt_kyoiku02-100002180_001.pdf. [アクセス日: 30 12 2022].
- [42] 濱崎知彦, 瀬戸崎典夫, 本多博, 藤井佑介, “児童の振り返りを学びにつなげる授業実践,” *長崎大学教育学部教育実践研究紀要*, 第 18 巻, pp. 279-287, 2019.
- [43] エルモカンパニー, “xSync Prime,” [オンライン]. Available: <https://www.elmo.co.jp/case/>. [アクセス日: 15 09 2022].
- [44] K. Beck, A. et, “Manifesto for Agile Software Development,” [オンライン]. Available: <https://agilemanifesto.org/>. [アクセス日: 21 09 2022].
- [45] IPA, “アジャイルソフトウェア開発宣言の読み解き方,” [オンライン]. Available: <https://www.ipa.go.jp/files/000065601.pdf>. [アクセス日: 24 09 2022].
- [46] 今仁武臣, 中野冠, “アジャイル型開発手法の適用領域とプロジェクトの完成度の関係,” *日本情報経営学会誌*, 第 37 巻, 第 1 号, pp. 50-62, 2017.

- [47] 中原章宏, “小規模校におけるつながりを意識した ICT 活用による遠隔合同授業に関する研究,” 平成 27 年度山口大学教育学部卒業論文, 2016.
- [48] A. Bandura, “Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change,” *Psychological Review*, 第 84 巻, pp. 191-215, 1977.
- [49] 柴山直, 小嶋妙子, “児童の学習意欲に関する研究 - 自己効力感との関連について,” *新潟大学教育人間科学部紀要*, 第 9 巻, 第 1 号, pp. 37-52, 2006.
- [50] 石野陽子, 濱田逸希, “児童の授業中における内発的動機づけを促す教員の効果的なほめ方の類型,” *島根大学学校教育実践研究*, 第 1 巻, pp. 59-72, 2018.
- [51] 義永涼太, 横山誠, 鷹岡亮, “つながる授業アプリを活用した遠隔合同授業における学習支援に関する研究,” 著: *教育システム情報学会*, 2016 年度学生研究発表会, 2016.
- [52] 後藤田中, “「Society 5.0 に向けたオンライン学習および AI・数理・データサイエンスと人材育成支援に関わる教育システム」特集号の発刊にあたって,” *教育システム情報学会誌*, 第 39 巻, 第 2 号, pp. 208-209, 2022.
- [53] 鷹岡亮, 横山誠, 吉田哲朗, 中原章宏, 義永涼太, “遠隔合同授業における協調学習支援ツールの開発,” *教育システム情報学会第 41 回全国大会講演論文集*, pp. 141-142, 2016.
- [54] 横山誠, 鷹岡亮, “遠隔合同授業における学習者の思考活動を支援するツールの開発,” *電子情報通信学会技術研究報告*, 第 118 巻, 第 214 号, ET2018-30, pp. 13-18, 2018.
- [55] 島田敬士, “オンライン授業の技術動向, 今後の課題,” *電気学会誌*, 第 141 巻, 第 5 号, pp. 296-299, 2022.
- [56] 横山誠, 鷹岡亮, “遠隔合同授業支援環境におけるグループ活動見とり支援機能について,” *教育システム情報学会第 47 回全国大会*, pp. 125-126, 2022.
- [57] 横山誠, 鷹岡亮, “オンライン授業におけるワーククラウドを活用した学習・授業支援機能の開発,” *電子情報通信学会技術研究報告*, 第 122 巻, 第 191 号, ET2022-13, pp. 15-20, 2022.
- [58] 泰山裕, “思考スキルに焦点化した授業設計のためのパンフレット,” [オンライン]. Available: https://www.pef.or.jp/05_oyakudachi/contents/pdf/02_4_taizan.pdf. [アクセス日: 5 1 2023].

謝辞

本研究を進めるにあたり、終始温かい激励とご指導、ご鞭撻を賜りました、山口大学教育学部 鷹岡亮教授に衷心より拝謝申し上げます。30年前に学業の大切さを説いてくださり、博士課程への進学でも多大なるご支援を賜り、諦めていた「学び」にもう一度挑戦する機会を与えて頂きました。そしてご指導を通して、私自身の至らなさを深く実感できたことは、人生の後半を謙虚に生き抜くための糧になるものであります。

本論文をまとめるにあたり、研究の進め方や枠組み、内容、記述方法に関して、ご多忙の中大変貴重なご指導とご助言を頂きました山口大学 葛崎偉教授、山口大学教育学部 中田充教授に心より深謝申し上げます。

高知大学理工学部 岡本竜教授には、ご多忙の中、外部審査員をお引き受け頂き、丁寧にご指導頂きましたこと、心より深謝申し上げます。

本研究を遂行するにあたり、研究内容に対して大変有益なご助言とご指導を頂きました広島大学 平嶋宗教授に心より感謝申し上げます。また、学会の大会や研究会等においてご示唆やご指導を頂きました多くの先生方に心よりお礼申し上げます。

山口大学教育学部 石井由理教授には、ご自身の体験談を通して研究の進め方をご指導頂きましたこと、心より感謝申し上げます。

遠隔合同授業の実践の機会を与えて頂いた、山口県萩市教育委員会 中村彰利教育長をはじめ多くの先生方に心よりお礼申し上げます。また、授業実践に携わって頂いた、鷹岡研究室の卒業生諸氏に感謝申し上げます。

山口大学大学院東アジア研究科の同期としてともに6年間を過ごし、たくさんの励ましを頂いた池田理紗氏、植田隆博氏に感謝申し上げます。

最後に、私の数多くの失敗を見守って頂いた父親、努力し続ける生き方を見せて頂いた亡き母に心より感謝します。そして、これまで研究活動を温かく見守り、支えてくれた妻（由美子）と二人の子供たち（雄人、美里）に心より感謝します。