

授業映像視聴に適した マルチアングル・マルチサウンドソースに対応する動画ビューア

浜田啓佑^{†1} 加藤直樹^{†2}

概要:人材育成の中核を担う学校現場では教員の資質能力向上を目指し、授業研究が行われている。また、自らが行なっている授業を振り返り自己研鑽に努める教員もいる。本研究では、複数のカメラで撮影した授業映像と複数のマイクで収録した音声を、様々な部分に注目して視聴することを可能とする動画ビューアを提案する。具体的には、授業映像の視聴中に注目したい部分を見やすく表示するための機能や、映像上で注目している部分の音声を聴きとりやすくするための機能を提案し、実装した。実装したシステムの有用性を検証するために評価実験を行った結果、本システムの各機能が多様な視点で授業映像を視聴することに役立った、注目したい部分を見やすくするために役立ったとの肯定的な意見があり、本システムは授業を振り返る上で有用である可能性が示された。

1. はじめに

知識基盤社会の到来と情報通信技術の急速な発展、社会・経済のグローバル化や少子高齢化の進展など、社会は大きく変化している。このような変化の中、人材育成の中核を担う学校教育では、教員の資質能力向上が課題となっている。教員の資質能力を向上させるためには、校外での研修の体系的な実施とともに、OJT (On the Job Training) を通じて日常的に学び合う校内研修の充実が必要とされている[1]。東京都教育委員会が実施する教員の研修計画[2]には、学習指導力を身につけるために必要な要素として、授業を振り返り、改善できる力を挙げており、自らが行なっている日々の授業を振り返り、自己研鑽に努める教員もいる。

授業研究、及び日々の授業振り返りを行う手法の一つに、授業の様子をビデオカメラで撮影し、撮影された映像を視聴しながら議論を行うものがある。この手法では、児童の活動や表情、教師の細かな行動などを、ノンバーバル情報を含めて確認できる良さがある。一方で、撮影の手法によって記録に特徴が出てしまう問題点がある。たとえば、引きアングルで撮影する場合、黒板全体や児童全体の様子など、広範囲の多数の対象を記録できることと引き換えに、対象のひとつひとつを詳細に見ることには適していない。

手持ちカメラでアングルを固定せずに撮影する場合は、授業の展開に応じて撮影者が重要だと感じたポイントを記録することができる。しかし、撮影者の主観でアングルを決めているため、他の参観者ももつ多様な視点で視聴するには適していない記録となる可能性がある。

これらの撮影手法やアングルを組み合わせると、複数台のカメラで授業の様子を撮影することもある。複数台のカメラを用いることで、1台のカメラで授業の様子を撮影したときよりも多くの対象が記録されるため、先に述べた問題点は軽減される。しかし、通常の教室では設置できるカメ

ラの台数には限りがあるため、教室全体の対象を記録するためには引きアングルで撮影することになり、対象のひとつひとつに注目する映像としては適さない。また、たとえ複数台のカメラを用いて引きアングルで教室全体の対象が映り込むよう撮影したとしても、視聴者によって注目するポイントが異なることを考えた場合、視聴者ごとに視聴したいポイントを見やすくするための編集作業が必要になる。

映像を用いた授業研究、振り返りが浸透する以前から行われている手法として、音声を活用したものがある。音声記録はICレコーダーやスマートフォンのレコーダーアプリ等で記録することができる手軽さがあり、映像に比して記録者の主観が入りにくい。しかし、記録された音声データの扱いが難しいという問題点がある。

たとえば、複数の地点で記録した音声を再生する場合、通常の再生ソフトウェアで聴くことを想定すると、事前にミキシングバランスを行う編集作業が必要となり、音の取捨選択により編集者の主観が入ったものになってしまう。ひとつひとつの音声を再生して聴く場合は聴取者に選択権があるため、主観の介入は防げる。しかし、同時複数音声の分散的聴取における知覚限界はおおよそ2名程度とされているため[3]、記録された音声の内容をすべて確認して、重要な音声を選出するには、多くの時間を要してしまう。

さらに、音声を再生してどの児童が言葉を発したのかを識別するのが難しいという問題点も生じる。聴取者、及び編集者が、記録対象としている児童の声を日常的に聴いていない場合を想定すると、声質が似ている同年齢の児童の声を聴き分けるのは難しい可能性が考えられる。

編集を施し映像と同期して確認することで、話者の特定が難しいという問題点は解消されるが、通常の動画ビューアでの視聴を想定すると、編集者の主観が介入する問題、及び労力がかかる問題が発生する。

ここまで述べた問題点を解消するため、映像の視聴に

^{†1} 東京学芸大学大学院 教育学研究科 総合教育開発専攻
Graduate School of Education, Tokyo Gakuji University

^{†2} 東京学芸大学
Tokyo Gakuji University

よる授業の振り返り、及び多くの参観者同士の意見交換と講師による授業の講評を行う研究協議会における議論を支援することを目標に、複数のカメラで撮影した授業映像と複数のマイクで録音した音声を同期して再生し、注目したい部分を抽出してマルチビューで視聴でき、映像の注目している部分に対応した音声を抽出して聴くことができる動画ビューアを提案する。本稿では、その提案、設計、実装及び提案する機能の有用性を検証するために、実装した動画ビューアを用いた評価実験について述べる。

2. 動画ビューアの設計

2.1 基本コンセプト

授業の振り返りや研究協議会においては、議論・観察のポイントは撮影時に決められない。たとえ授業研究に長けた人が撮影者になったとしても、撮影される映像はあくまでもその人の考えた重要なポイントを取めたものであり、必ずしも、多くの参観者のもつ様々な視点で視聴できるものではない。河野は「授業研究入門」[4]で、授業研究のポイントが14点あるとしており、授業者、及び参観者もつ各々の授業研究の枠組みに照らし合わせ、異なる視点による授業観察が行われるため、授業映像を資料として用いて振り返りや研究協議会を行う場合には多様な視点で視聴できることが望ましい。

2.1.1 注目したい映像部分の表示

本システムでは、振り返りや研究協議会を行う授業を複数のカメラを用いて撮影し、多くの対象が記録されたマルチアングル映像を同期して表示し、そこから注目したい部分をズームや抜き出してマルチビューで視聴できるようにする(図1)[5]。

また、2020年に改訂された新学習指導要領では「主体的・対話的で深い学び」が重要視されており、対話的な学びにおける子供同士の協働[6]に着目するには、小集団の対話に注目した視聴ができるようにする必要がある。さらに小集団の対話以外でも、教師に対する児童の発話は授業の進行や展開に関わるものがあるという指摘[7]や、授業を振り返る視点のひとつとして「子どもがどんな話し合いをしていた

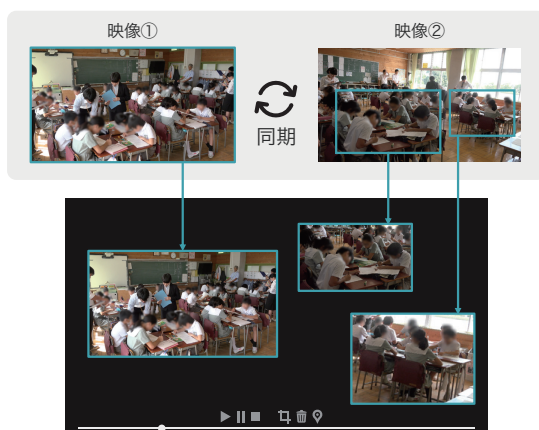


図1 同期したマルチアングル映像のマルチビュー視聴

か」が重要であるという指摘[8]があり、音声から得られる情報は授業の重要なポイントになり得る。

2.1.2 注目したい音声の強調

前 2.1.1 項で述べた、授業の重要なポイントである児童同士の対話、児童の発話について注目するために、教室内に複数のマイクを設置し、児童の発話やつぶやきを音声データとして記録する。そこから注目したい音声を選択することになるが、視聴者は同期したマルチアングル映像の中から注目したい部分を見やすく表示しており、特定の児童や班に注目して表示している場合には、その児童や班の音声についても注目して聴きたいことが多いと考えられる。

そこで、視聴者の注目したい音声と、映像上で注目している部分の音声を抽出して明瞭に再生できることを基本方針とする(図2)。

映像の視聴により得られる視覚情報と一体的に確認することで、どの児童がどのような表情で言葉を発しているかを知り得ることができるため、注目するポイントを絞ることができ重要度の高い音声を選ぶのに時間がかかってしまう問題を軽減させることができると考える。

また、編集作業による音量バランスの調整を事前に行うことなく、映像の視聴場面に応じて注目したい音声のみが明瞭に聴こえるため、編集者の主観が介入してしまう問題も解消できると考える。

2.2 映像に関する基本機能の設計

本節では、基本コンセプトを実現する機能のうち、映像に関する機能についての設計を述べる。

2.2.1 複数映像ソースの表示

複数のカメラで撮影した複数の映像ソースの表示には、一つの映像を一つのウィンドウ(以下、映像ビューと呼ぶ)で表示するマルチウィンドウ方式を採用する(図3)。マルチウィンドウ方式を採用した理由は、複数の映像ビューの

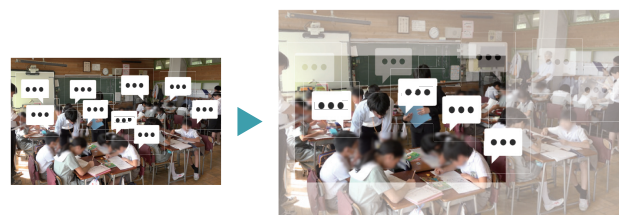


図2 注目している部分の音声を抽出

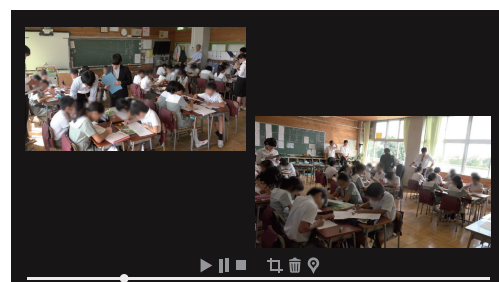


図3 マルチウィンドウ表示

配置とサイズを自由に変更することを可能とするためである。

配置を自由に変更できることにより関連性のある映像ビューを近づけてまとめたり、比較したい映像ビューを並べたりすることが可能となる。また、サイズが自由に変更できることで、視聴する場面に応じて注目したい映像ビューを大きく表示したり、議論にあまり関係しない注目していない映像ビューを小さく表示したりすることが可能となる。

2.2.2 表示映像のズーム/パン

教師の視線や板書、特定の児童や班といった特定の対象に注目したいシーンや、教師に注目し追いかけて視聴するシーンなど、映像の一部分をより詳細に見たい場合のために、映像ビュー内の映像をズームインする機能を提供する(図4)。ズームインした状態では、映像ソースの一部分が切り出されて映像ビューに表示されることになる。

また、ズームインしている際に、児童生徒の移動やカメラアングルの変更などにより、児童生徒が映像ビューから外れてしまった場合や、映像ビューに表示されている映像部分をパン(移動)する機能を提供する。

これらの機能は映像ビューに表示する映像ソースの範囲を変更する機能となる。

2.2.3 映像ビューの追加

映像内の一部分だけに注目し、その他の部分は表示しなくても良い場合は前項で述べたズーム機能を用いれば良い。しかし、映像内の一部分に注目しながら、同一の映像内に表示されている他の対象も注目したい場合は、映像内で表示されない領域を作ってしまうズーム機能を用いるのは適当ではない。そこで、表示されている映像内の任意の範囲を表示する、新たな映像ビューを追加する機能を提供する(図5)。これにより、同一の映像の複数の部分に注目することを可能とする。



図4 ズームイン/ズームアウト

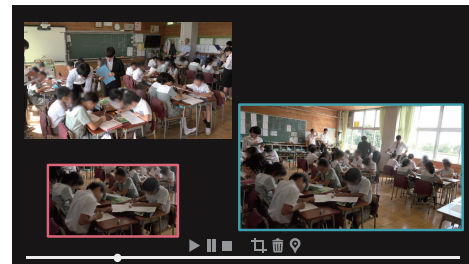
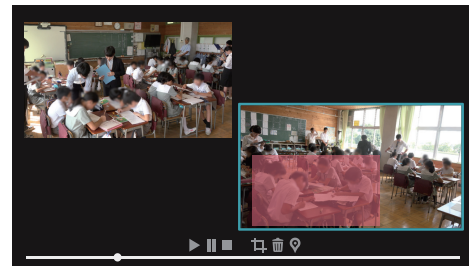


図5 映像ビュー追加(追加後ズーム)

離れた位置にいる児童や班同士を比較しながら視聴するときや、教室全体の様子を確認しながら特定の児童や班に注目して視聴するなどが使用例として挙げられる。

2.2.4 キーポイントの記録

授業ではひとつの教師の発問や児童の活動、発言などが、後の授業の展開に大きく関わってくる 경우가多々ある。このように授業のキーポイントとなる場面を、何度も繰り返し視聴したり、後から戻って視聴したりすることを容易にするために、授業映像を視聴しながら、授業を任意の時間軸のまとまりに分割する機能を提供する。

映像編集ソフトウェアを用いて、映像ファイルを編集する際にキーポイントを記録する手法があるが、授業研究や研究協議会において、議論のポイントが撮影時には決められないように、編集時にも議論のポイントは決定できず、あらかじめキーポイントを記録しておくことも難しい。そこで、視聴しながらキーポイントを記録できるようにする。

2.3 音声に関する基本機能の設計

本節では、基本コンセプトを実現する機能のうち、注目したい音声を強調する機能についての設計を述べる。

2.3.1 音量バランスの自動調整

授業映像の視聴中に個別の児童や班、教師の発話、つぶやきに注目したい場合、それらの音声を聴き取りやすくするために、複数の音声ソースの音量バランスを自動で調整する機能を提供する。

映像表示の各機能を用いて映像の表示状態を変える場合、ユーザは注目したい対象を画面上に表示させていることが多い。また、細かな表情や作業の様子などを確認したい対象、特に注目したい対象は、映像ビューの拡大やズームインにより大きく、パンによる位置調整で中心に表示することが多い。逆に、注目対象ではない部分は、別な部分へのズームインにより映像ビューの中心から離れた位置に表示

されていたり、他の映像ビューの背面に隠れていたり、見えにくい、もしくは見えない状態にあることが多い。

そこで、ユーザは「注目したい対象を画面上に表示させる」「特に注目したい対象を画面上に大きく、中心に位置するように表示させる」という仮定のもと、注目している対象の音声の音量を大きく、注目していない対象の音声の音量を小さく、自動で調整することにより、調整せずに再生していると埋もれてしまう発話やつぶやきを拾うことを支援する。逆に、特定の音声に注目したく、その音声を発している対象がわかっている場合は、その付近をズームや抜き出して表示させれば良いことになる。

上記では、動画ビューアの画面上に表示されているすべての映像ビューの状態を考慮して注目している対象を判断し、音量バランスを自動調整することについて述べたが、複数の映像ビューが表示されていてもユーザが特定の映像ビューに表示されている映像だけに注目している状況も考えられる。そこで、指定した映像ビューだけで、注目している対象を判断し音量バランスを自動調整することも可能とする。

2.3.2 音量バランスの個別調整

授業映像の視聴中に、特定のマイクで収録した音声に注目したい場合や、教室全体の音声を聴きたい場合などに、視聴者自らの選択により複数の音声ソースの音量バランスを個別に調整する機能を提供する。教室全体の児童や班の様子を確認している場合でも、個別の児童や班が発した音声に注目したいことがある。また、映像表示の各機能を用いて、複数の班や児童を見やすく表示している場合、音量バランスを自動調整すると、該当する複数の音声ソースの音量を大きくすることになるが、話合いが活発であったり、児童が声を発するタイミングが重なったりすると、いずれの音声も聴きとりにくくなってしまいう可能性がある。そこで音声ソースの音量バランスの個別調整を可能にし、自動調整機能で音量を調整するには適していない授業の場面や、映像の表示状態に対応させる。

2.3.3 音声探索の支援

前 2.3.1 項、2.3.2 項で述べた音量バランスの調整機能により、特定の児童や班、もしくは教師の音声が聴き取りやすくなるように音量バランスを調整している場合、それと引き換えに他の児童のつぶやきや発話に気づきにくいことが考えられる。そこで、音声から得られる情報をもとにして、つぶやきや発話の発見を支援する機能を提供する。授業の形態や多様な視聴方法に対応するため、「アラート」「音声の順次再生」の 2 種類で音声を探査することを可能とする。

(1) アラート

授業映像を視聴する前、もしくは視聴中に特に注目したい児童や班を複数決めることがある。しかし、離れた地点で収録された音声を同程度の音量で再生する場合、つぶや

きの声が小さかったり、声を発するタイミングが重なったりすると、情報を認知しにくい可能性が考えられる。そこで、特定の児童が発言したら通知する機能を提供する。これにより、教室全体の音声や他の児童や班の音声を流しながら、気になる児童の発言に気づくことを支援する。

(2) 音声の順次再生

授業の中で、教師が行った発話に対して複数の児童が同時に反応し発言したり、教室内で児童同士の対話が点在したりする場面では、複数の児童の発言を比較しながら視聴することがある。しかし、同じ場面で別々の児童について注目するためには、ある児童に注目して視聴した後、もう一度同じ場面が始まる再生時間に戻り、注目したい音声が見えように操作することを繰り返さなければならず、手間がかかってしまう。そこで、指定した再生時間の幅で、児童の音が記録された音声だけを順次再生する機能を提供する。

2.4 音量バランスの自動調整アルゴリズムの設計

本節では音量バランスの自動調整機能における、各音声ソースの音量の決定アルゴリズムの設計を述べる。2.3.1 項で述べた音量バランスを決定するために映像ソースが画面上にどのように表示されているかを「注目の対象」と「注目の程度」の 2 つの基準により判断し、音量バランスを決定する。なお、この設計では固定カメラ、及び固定マイクで収録された映像と音声ソースであることを前提とする。

まず、1 つの映像ビューに注目している場合について述べる。各音声ソースの音量の比を、映像ビューの中心と各音声ソースを収録した位置までの距離に反比例させたものとする。そして音声ソースごとに映像ビューの表示倍率で重み付けすることで決定する。なお、表示倍率は映像ビューに表示されている映像ソースの領域に対する映像ソース全体の領域の割合とする。

n 個の音声ソース（音声ソース 1、音声ソース 2、... 音声ソース n ）が映像ソースに対応づけられている場合を考える。映像ソースを表示している映像ビューの中心点と音声ソースを収録した位置との距離をそれぞれ、 r_1 、 r_2 、... r_n とし、表示倍率 m をとしたとき（図 6）、音声ソースの音量バランスは次の式で決定する。



図 6 1 つの映像ビューに注目している場合の状況図

$$\begin{aligned} & (\text{音声ソース } 1) : (\text{音声ソース } 2) : \dots : (\text{音声ソース } n) \\ &= \left(\frac{1}{r_1}\right)^m : \left(\frac{1}{r_2}\right)^m : \dots : \left(\frac{1}{r_n}\right)^m \end{aligned}$$

これにより映像ビューに表示されている映像の中心により近い音声ソースの音量が相対的に大きく調整される。また、各音声ソースの音量の総和を V とすると、各音声ソースの音量は次のように表される。

$$\begin{aligned} \text{音声ソース } 1 &= V \left(\frac{\left(\frac{1}{r_1}\right)^m}{\left(\frac{1}{r_1}\right)^m + \left(\frac{1}{r_2}\right)^m + \dots + \left(\frac{1}{r_n}\right)^m} \right) \\ \text{音声ソース } 2 &= V \left(\frac{\left(\frac{1}{r_2}\right)^m}{\left(\frac{1}{r_1}\right)^m + \left(\frac{1}{r_2}\right)^m + \dots + \left(\frac{1}{r_n}\right)^m} \right) \\ &\vdots \\ \text{音声ソース } n &= V \left(\frac{\left(\frac{1}{r_n}\right)^m}{\left(\frac{1}{r_1}\right)^m + \left(\frac{1}{r_2}\right)^m + \dots + \left(\frac{1}{r_n}\right)^m} \right) \end{aligned}$$

次に、複数の映像ビューに注目している場合について述べる。まず、先に述べた方法で、映像ビューごとに、1つの映像ビューに注目している場合の各音声ソースの音量を算出する。それらを映像ビューの拡大倍率で重み付けし、音声ソースごとに合計したものを、各音声ソースの音量の比とする。拡大倍率は、現在の映像ビューの表示面積を、拡大操作を行う前の映像ビューの表示面積で除した値とする。

n 個の音声ソースが2つの映像ソースに対応づけられている場合を考える。ひとつの映像ソースを表示している映像ビュー（映像ビューAとする）の中心点と音声ソースを収録した位置との距離をそれぞれ、 r_1, r_2, \dots, r_n とし、もうひとつの映像ソースを表示している映像ビュー（映像ビューBとする）の中心点と音声ソースを収録した位置との距離をそれぞれ s_1, s_2, \dots, s_n とする。また、映像ビューAの表示倍率を m_A 、映像ビューBの表示倍率を m_B とし、映像ビューAの拡大倍率を t_A 、映像ビューBの拡大倍率を t_B としたとき（図7）、音量バランスは次の式で決定する。

$$\begin{aligned} U_A &= \left(\frac{1}{r_1}\right)^{m_A} + \left(\frac{1}{r_2}\right)^{m_A} + \dots + \left(\frac{1}{r_n}\right)^{m_A} \\ U_B &= \left(\frac{1}{s_1}\right)^{m_B} + \left(\frac{1}{s_2}\right)^{m_B} + \dots + \left(\frac{1}{s_n}\right)^{m_B} \text{ とし、} \\ V_1 &= t_A \cdot U_B \cdot \left(\frac{1}{r_1}\right)^{m_A} + t_B \cdot U_A \cdot \left(\frac{1}{s_1}\right)^{m_B} \\ V_2 &= t_A \cdot U_B \cdot \left(\frac{1}{r_2}\right)^{m_A} + t_B \cdot U_A \cdot \left(\frac{1}{s_2}\right)^{m_B} \\ V_n &= t_A \cdot U_B \cdot \left(\frac{1}{r_n}\right)^{m_A} + t_B \cdot U_A \cdot \left(\frac{1}{s_n}\right)^{m_B} \text{ とすると} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & (\text{音声ソース } 1) : (\text{音声ソース } 2) : \dots : (\text{音声ソース } n) \\ &= V_1 : V_2 : \dots : V_n \end{aligned}$$



図7 複数の映像ビューに注目している場合の状況図

これにより、複数の映像ビューに表示されている映像の状態より、注目している部分の音声ソースの音量が相対的に大きく調整される。なお、映像ソースに対応づけられているが、映像ビューに表示されていない位置で収録された音声ソースは、以上の決定式から除外する。つまり、映像ビューの中心点と音声ソースを収録した位置との距離（ $r_1, r_2, \dots, r_n, s_1, s_2, \dots, s_n$ ）が含まれる項を消去する。

3. 試作

3.1 開発環境

本システムは Web ブラウザで動作するように、HTML5、JavaScript で実装した。

3.2 実行環境

本システムは Google Chrome (ver-87.0.4280.141) で動作を確認した。

3.3 映像ソース表示の実装

複数の映像ソースを同期して表示するために、複数の映像ソースを合成した映像ファイルを入力とし、それを1つの、display プロパティの値を none に設定することで非表示にした video 要素に対応づけた。映像ビューは div 要素で包んだ canvas 要素で実現し、その canvas に対して、video 要素の一部（表示領域）を drawImage メソッドにより、読み込んだ映像ファイルのフレームレートの間隔で描画し続けることで、映像を画面上に表示した（図8）。このようにすることで、複数の映像ソースを同期して再生できるとともに、再生しているのは1つの映像だけとなるため、処理の負荷が低減される。

初期状態では、映像データファイルに含まれる映像ソースの数だけ canvas 要素を生成し、各映像ソースの全体を一つの canvas へ描画する状態とする。映像ビューの追加操作

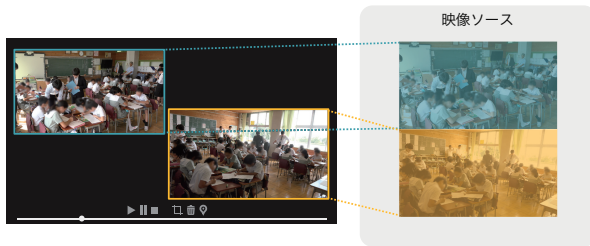


図8 映像ビュー表示イメージ

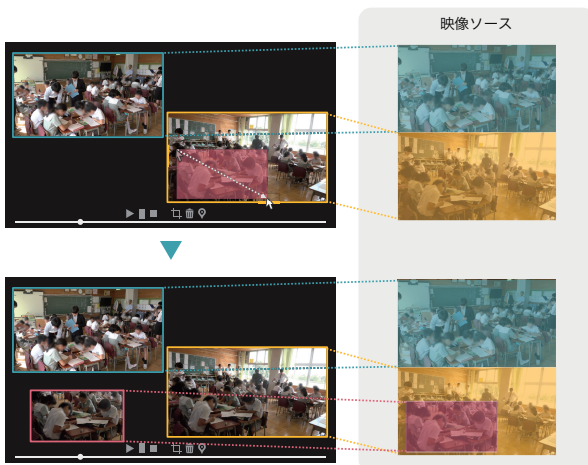


図9 映像ビュー追加イメージ

が行われた場合は、新しく canvas 要素を生成し、指定された映像ソースの範囲を drawImage メソッドにより映像ファイルのフレームレートの間隔で描画し続けることで実現した (図 9)。

4. 評価実験

開発したシステムの有用性を検証するために、2 回の評価実験を行った

4.1 第 1 回評価実験

4.1.1 目的

第 1 回評価実験の目的は、本システムの各機能を使用することが、多様な視点で授業映像を視聴することに役立ったかどうかについて検証することである。

4.1.2 概要

被験者は教育実習中の東京学芸大学 3 年生の 3 名で、2020 年 11 月に実施した。視聴した授業映像は、小学校第 5 学年算数「偶数と奇数、約数と倍数」である。授業を収録するために、ビデオカメラ 2 台 (教室前方、教室後方にそれぞれ設置) 全指向性有線マイク 4 台 (児童座席上に設置)、全指向性ワイヤレスマイク 1 台 (授業者が携帯) を用いた。

被験者には実際に行われた授業を現地で参観した後に、本システムを使用して授業映像を視聴してもらった。なお、被験者のうち 1 名は授業者である。本システムの操作は授業者ではない被験者の 1 名が行った。

終了後にシステムについてのアンケートを行った。本システムが多様な視点で授業映像を視聴することに役立った

かについて調べるために、「他者との共有」「新たな気づき」の 2 つの観点に分けてアンケート項目を設定し、「(「とてもそう思う」から「全くそう思わない」の 5 段階) で主観的評価してもらった。また、それぞれの項目について主観的評価を選んだ理由を自由記述形式で記入してもらった。

4.1.3 結果

主観的評価を集計したものを図 10 に示す。

システムについての自由記述欄の内容を次に示す。

- (1) 他者が考える振り返りのポイントを「映像」を根拠にして共有することに役立ったか、選択した理由
 - ・ 映像で切り取って見られることで、意見の信憑性が強まり、より具体的な議論ができるようになった
 - ・ 児童の視線や手元について全員で見て振り返ることができた
 - ・ A さんと B さんの意見が一般的でなく、他の子が興味なさそうにしていた様子を確認することができた
 - ・ 自分が見えていなかった教室の隅々まで児童の様子を見ることができた
- (2) 他者が考える振り返りのポイントを「音声」を根拠にして共有することに役立ったか、選択した理由
 - ・ 机間指導中の発言を拾っての意見を聴くことができた
 - ・ 自分が聞き取れなかった部分まで捉えられていた
 - ・ A 先生が机間指導でヒントを行っていた声を拾えていたのが確認できた
 - ・ マイク付近にズームして聴きやすくなることはすごく使いやすかった
- (3) 自らが考える振り返りのポイントを「映像」を根拠にして共有することに役立ったか、選択した理由
 - ・ 自分の発話の特徴を掴むことができた
 - ・ ズームをすることで共有がしやすかった
 - ・ 動きが少ない座学の授業のため、拡大、切り取りの恩恵を受けることはさほどなかった

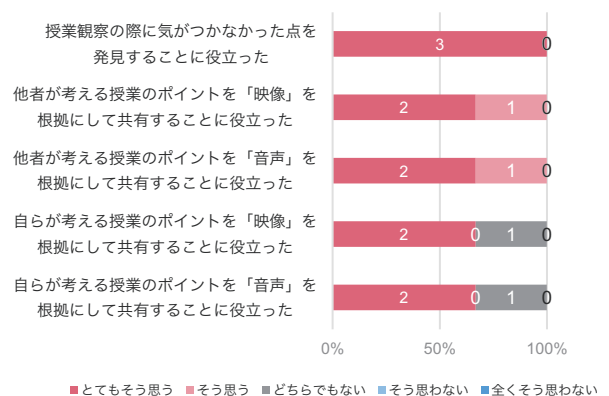


図 10 第 1 回評価実験-主観的評価集計結果

- (4) 自らが考える振り返りのポイントを「音声」を根拠にして共有することに役立ったか、選択した理由
- ・ 改めて自分の発話を振り返ることができた
 - ・ 机間指導する先生の声や児童の声が聞こえるようになってありがたかった。拡大したらマイクの音量が上がるのがよい
 - ・ 想定していたよりはマイクで個々の音声を拾うことが叶っていなかったように思う
- (5) 授業観察(実施)の際に気がつかなかった、どのような点に気づくことができたか
- ・ 拡大、切り取り、固定マイクによって、従来では拾えなかった気づきが得られた
 - ・ 教師が近づくと話し合いをやめる児童がいることが分かり、何を話しているかわかった
 - ・ 机間指導中、Aくんとのお話をまわりの児童が聞いていたので全体に共有すればよかった

4.1.4 考察

アンケートの主観的評価では、本システムの各機能が、自ら、他者が考える授業のポイントを映像・音声を根拠にして共有することに役立ったという肯定的な意見が多かった。また、本システムの各機能が、授業観察の際に気がつかなかった点を発見することに役立ったかについても肯定的な意見が多かった。この結果から、「他者との共有」「新たな気づき」の2つに観点について、本システムの各機能を使用することが、多様な視点で授業映像を視聴することについて、有用である可能性が示された。

「想定していたよりはマイクで個々の音声を拾うことが叶っていなかったように思う」という点については、授業の場面によっては収録に用いたマイクが、話し合いをしている児童の集団と集団の間に位置していたため、注目したい児童の声以外の音も拾い、雑音となった可能性が考えられる。そのため、マイクの設置位置を検討する必要があると考える。

一方で、「机間指導している先生の声や児童の声がズームして聞こえるようになってありがたかった」という記述もあることから、注目している映像の音声を抽出すること自体は、被験者の意図の通り行えていたと考えられる。

「教師が近づくと話し合いをやめる児童がいることが分かり、戻って確認したら何を話しているか分かった」という記述から、映像視聴の中で児童の行動に関する「新たな気づき」を得て、その状況を詳しく確認するために、本システムの機能が用いられたことがわかる。

また、「これまでに行っていた振り返りと違い、自分が聞き取れなかった部分までとらえられてとてもよかった、A先生が言ったポイントが確認できた」という記述から、他者が注目したポイントを、本システムを介して確認できていることが伺え、「他者との共有」に関しても本システムの各機能が有用であった可能性が考えられる。

4.2 第2回評価実験

4.2.1 目的

第2回目の評価実験の目的は次に示す2点について調査検証することである。

- ・ 本システムの各機能を使用することが、多様な視点で授業映像を視聴することに役立ったか
- ・ 本システムの各機能が、授業振り返りの中でどのように使用されたか

4.2.2 概要

被験者は都内公立小学校教員(教員歴9年)で、2020年12月に実施した。視聴した授業映像は、小学校第6学年国語「伝統文化を楽しもう」である。授業を収録するために、ビデオカメラ2台(教室前方、教室後方にそれぞれ設置)、全指向性有線マイク4台(児童座席上に設置)、全指向性ワイヤレスマイク1台(授業者が携帯)を用いた。

被験者には授業実施後に、本システムを使用して授業映像を視聴してもらい、自らが行った授業の振り返りを行ってもらった。本システムの操作は被験者が行った。

終了後にシステムについてのアンケートを行った。本システムが多様な視点で授業映像を視聴することに役立ったかについて調べるために、「網羅性」「新たな気づき」の2つの観点に分けてアンケート項目を設定し、「とてもそう思う」から「全くそう思わない」の5段階で主観的評価してもらった。また、それぞれの項目について主観的評価を選んだ理由と、感想を自由記述形式で記入してもらった。加えて、本システムが授業振り返りの中でどのように使用されたかを調べるために、授業振り返り終了後に被験者にインタビューを行った。インタビューにより被験者から得られた情報と、授業振り返り時の記録をもとに、機能別に使用した場面と使用目的を明らかにした。

4.2.3 アンケート結果

主観的評価の結果と自由記述の内容を次に示す。

- (1) 本システムの各機能は、授業実施の際に気がつかなかった点を発見することに役立った
- ・ とてもそう思う
- (2) 本システムの各機能は、自らが考える振り返りのポイントを「映像」を根拠にして確認することに役立った
- ・ 少しそう思う
- (3) 本システムの各機能は、自らが考える振り返りのポイントを「音声」を根拠にして確認することに役立った
- ・ とてもそう思う
- (4) 本システムを使用して、注目しようと思った映像を見やすくすることができた
- ・ とてもそう思う
- (5) 本システムを使用して、注目しようと思った音声を見やすくすることができた
- ・ とてもそう思う

- (6) (1)で主観的評価を選択した理由
- ・ 離れているグループの話合いの様子を知ることができた。また、あまり挙手をして発言しない児童が、話合いではいきいきしている場面も見られた。
- (7) (2)で主観的評価を選択した理由
- ・ 児童の行動よりも発言の様子に注目したため、映像よりも音声参考になった。どこに注目するかの手がかりとして映像から判断することはあった。
- (8) (3)で主観的評価を選択した理由
- ・ 普段あまり発言をしない子に注目したいと思い、グループの話合いにどう参加しているのかを確認することができた。
 - ・ それぞれの音声をとっていないと気づけないことがあり、複数の児童に注目できるのが良さだと思う。また、話合いについての評価をつける際に役立つと思うと感じた。
- (9) 本システムを用いたことにより新たに気づいた点
- ・ 話合いを聞いていたら意外と意見を言っていて、グループでこういうことができるという気づきがあった。
 - ・ すごく無口で絶対発言しない子が、話合いで自分の考えを言っていて、他の児童と楽しくやっていた。
- (10) 本システムが、授業の振り返り、分析を行う上で役立つと思う場面
- ・ 注目したい児童がいる場合、話合い活動の様子を知るために有効だと感じる。また、児童数が多い、時間が短いなど、全員の様子をみとれない場合にも役立つかと思う。
- (11) 本システムに関する感想
- ・ このツールを使うことにより、今までになかった視点で授業を振り返ることができたと思う
 - ・ 授業中での自分の振る舞いを確認する用途よりも、子どもたちの様子を知るためのツールとしてより効果的だと感じた。

4.2.4 システムの使用状況

インタビュー内容と振り返り時の記録をもとにした、本システムの使用状況について述べる。

音声に関する機能は、手動音量バランス調整機能と、自動音量バランス音声機能が使用された。手動音量バランス調整機能は、授業者が全体に向けて説明をしている場面に、授業者が発した音声を聴き取りやすくするために用いられた。その他の場面では常時、自動音量バランス調整機能が有効の状態となっていた。その際、被験者は映像ビューの各機能を用いて3種類の行動がなされた。

1種類目は、あらかじめ注目することを決めていた児童を、映像ビュー追加機能により切り出して表示する操作である。授業全体を通してその児童の様子を観察するために、常時、画面上に注目したい対象を表示させることのできる

映像ビュー追加機能による切り出しを行っていた。

2種類目は、教室全体が映された映像を見ながら、注目したい班を見つけズーム機能により見やすく表示する操作である。授業者が全体に向けてはたらきかけを行った際に、教室全体が映し出された映像の中から注目対象を見つけるために行っていた。

3種類目は、複数の班を別々の映像ビューに切り出して表示し、特に注目する班を選択する操作である。注目する班を、映像を手がかりに決定しており、「班の中心的な児童が話を終えたタイミング」「話合いがうまく行っていない班のサポートに入った直後のタイミング」「話合いに参加していない児童が関係のないことを始めたタイミング」で映像ビューを選択していた。

4.2.5 考察

自らが考える授業のポイントを映像・音声を根拠にして確認することに役立つかどうかの「網羅性」について、アンケートの主観的評価ではいずれの項目も肯定的な評価がつけられた。また、システムの使用状況から、あらかじめ注目することを決めていた児童を見やすく表示させていたことがわかり、自由記述欄の「普段あまり発言をしない子に注目したいと思い、グループの話合いにどう参加しているのかを確認することができた。」という記述から、本システムの各機能は「網羅性」に対して有効であった可能性が考えられる。

授業観察の際に気がつかなかった点を発見することに役立つかどうかの「新たな気づき」について、アンケートの主観的評価では肯定的な評価がつけられた。また、本システムを用いたことにより新たに気づいた点の自由記述より、児童が対話している様子について気づきがあった旨が記述されており、本システムの各機能は「新たな気づき」に対して有効であった可能性が考えられる。

「授業中での自分の振る舞いを確認する用途よりも、子どもたちの様子を知るためのツールとしてより効果的だと感じた」という記述については、第1回評価実験と異なり、被験者が現職の教員であったことから、教職経験のない学生とは違った視点で授業を振り返っていた可能性が考えられる。また、授業自体が児童の話合いを中心とした設計となっており、被験者の考える授業のポイントが児童の様子であったことが要因になっていると考えられる。一方で、第1回の評価実験では授業者の振る舞いや発話に注目した視聴がなされている。このことから、本システムは、授業者、及び参観者のもつ多様な視点で授業映像を視聴できる可能性が示された。

5. 関連研究と製品

市村らは、各撮影者がビデオカメラで個別に撮影したビデオ映像を一つの画面に並べて同期再生できるMultiVideoPlayer[9]を開発した。システム上で動画ファイル

の中から、動画フレームを1フレームずつ抽出し、撮影時間情報を取得することにより、労力を用いて編集作業をすることなく、多視点映像の同期再生を実現している。しかし、映像中の一部分を抽出したり、注目したい映像を任意に選択したりして、表示することができないという問題点がある。

東京学芸大学次世代教育研究推進機構は、同期した複数アングルの映像を並べて表示し、視聴者の操作により、主として注目したいアングルの映像を大きく表示させることを可能とした授業映像向け動画視聴システム、21CoDOMoS[10]を開発した。

サブアングルを画面下部に表示することにより、メインアングルとサブアングルを見比べながら、主として表示したいアングルを見極め、注目したいアングルの映像を見やすく表示できるようにしている。しかし、映像の一部分に注目することはできず、撮影時に決めたポイントでしか視聴できないという問題点がある。

6. おわりに

本稿では、複数のカメラで撮影した授業映像と複数のマイクで録音した音声を同期して再生し、注目したい部分を抽出してマルチビューで視聴でき、映像の注目している部分に対応した音声を抽出して聴くことができる動画ビューアの提案、設計、実装、評価について述べた。

同期した複数の映像をマルチビューで表示し、映像の中で注目している部分を見やすくするための機能、及び映像の中で注目している部分を判断し、その周辺の音声を聴こえやすくする機能の実装を行った。

第1回評価実験では、授業後の協議会の中で本システムを使用することが、「新たな気づき」「他者との共有」の観点において、多様な視点で授業を視聴することに役立つ可能性が示唆された。第2回評価実験では、授業振り返りの中で本システムを使用することが「新たな気づき」「網羅性」の観点において、多様な視点で授業を視聴することに役立つ可能性が示唆された。

今後は、システム未使用群や、関連システム使用群との比較実験を行い、従来型の授業研究との差異を明らかにし、本システムの有用性を検討していく予定である。

また、音声解析を用いた児童や教師の発話分析を行うことで注目すべき映像や音声の提案や、画像処理を用いた抽出見や教師の自動追尾などの実現によって、映像、音声を用いた授業研究、振り返りをより効果的に行えるシステムになる可能性がある。

参考文献

- [1] 中央教育審議会：これからの学校教育を担う教員の資質能力向上について～学び合い、高め合う教員育成コミュニティの構築に向けて～（答申）（2015）
- [2] 東京都教育委員会：学び続けよう、次代を担う子供のために～平成31(2019)年度東京都教員研修計画～（2018）
- [3] 川島尊之，佐藤隆夫：同時複数音声の分散的聴取における知覚限界，日本音響学会誌，65巻1号，pp.3-14（2009）
- [4] 河野義章：『授業研究入門』，図書文化社（2009）
- [5] 浜田啓佑，加藤直樹：授業映像視聴に適したマルチアングル・マルチビューに対応する動画ビューアの試作，第22回情報処理学会シンポジウムインタラクション2018（2018）
- [6] 中央教育審議会：幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領の改善および必要な方策等について（2016）
- [7] 藤江康彦：一斉授業の話し合い場面におけるこどもの両義的な発話の機能—小学5年の社会科の授業における教室談話の分析—，教育心理学研究，48(1)，pp21-31（2000）
- [8] 福島県授業改善研究会：授業をつくる16の視点（2013）
- [9] 市村哲，中村亮太，伊藤雅仁，宇田隆哉，田胡和哉，松下温：遠隔実習教育のための多視点映像同期システム：情報処理学会論文誌，Vol45，No.10（2003）
- [10] 東京学芸大学次世代教育研究推進機構：21CoDOMoS <http://www.u-gakugei.ac.jp/~jisedai/21CoDOMoS/index.html>（最終確認2021年2月15日）