OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	遠隔映像協調環境の分析と教育への応用 : 「超鏡」を用いた国際間交流学習と映像遅延の影響
Author(s)	重田, 勝介
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/47181
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【22】

氏名	重田勝介（しげた かつすけ）
博士の専攻分野の名称	博　士（人間科学）
学位記番号	第　２０８１７　号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 人間科学研究科人間科学専攻
学位論文名	**遠隔映像協調環境の分析と教育への応用－「超鏡」を用いた国際間遠隔学習と映像遅延の影響－**
論文審査委員	（主査） 教　授　前迫　孝憲 （副査） 教　授　内海　成治　　教　授　平沢　安政

論文内容の要旨

情報化社会の到来や国際化の進展に伴い、教育に求められる教育内容や役割は多様化している。学校現場においても、既存の手法や枠組みにとどまらない様々な取り組みが求められている。一方、近年の情報通信基盤の整備に伴い、様々な教育機関においてネットワークを介した遠隔学習が行われるようになってきた。衛星通信やインターネット等の通信網が学校間で整備される中で、様々なメディアを利用した学習活動が一学校の枠を超え盛んに行われ、国際間での遠隔学習も可能になってきた。このような通信基盤を利用すれば、国境を越えた学習環境を形成し、時代の要請に即した教育を行うことも可能だと考えられる。

これまでも国内外の学校間において、様々なメディアやネットワークを用いた遠隔学習が行われてきた。その中でもメディアとして映像を用い、講義を映像により提供する遠隔学習が広く行われて来たが、近年では広帯域化された通信網を用い、映像を双方向にやり取りしリアルタイムに意思伝達や協調活動ができる、映像対話を教育に用いることも可能になってきた。このような映像対話環境の一つとしてテレビ会議システムが挙げられ、学校間合同授業や学校間交流など、様々な学習活動に利用されてきた。専用機や PC 上のソフトウェアを用いるテレビ会議システムは、互いの映像を見ながら会話でき、比較的容易に利用できる一方、対話の場の認識・共有の難しさや、互いの世界が分離することによる制約も指摘されている。教師や生徒が映像を介し、より意思伝達や協調活動が行い易い対話環境が求められており、これまでにも遠隔対話をより円滑にしうる様々な映像対話インタフェースを用いた遠隔映像協調環境が開発され、教育利用も試みられてきた。

しかし、その教育利用にあたっては、現状では課題も多い。第一に、学校間通信網としてインターネットを利用することが考えられるが、その整備状況が国や地域により差があることから、特に国際間において双方向に映像を伝送するのに必要な通信網や通信帯域が十分に確保できないことがある。また、学校に敷設されたインターネット回線は情報教育や校務処理などに利用され、校内情報の安全確保のためファイアーウォール等が設けられるため、映像のような大容量データの送受信が妨げられる状況も生まれている。加えて映像対話インタフェースの利用にあたっては、より対面対話に近い協調環境を作り出すため特殊なカメラや機材を利用することが多いが、これらを学校現場に設置し利用するには、機器の取り扱いや運用方法にある程度の知識やノウハウが求められる。さらに、遠隔地間で映像を送受信するにあたり発生する映像遅延が、映像対話に不慣れな生徒が違和感を感じ協調活動を妨げることも考えられ

る。

遠隔映像協調環境の幅広い教育利用にあたっては、各学校の枠を超え多分野の専門家と協同して学習環境を構築する取り組みや、このようなインタフェースをより学校現場で利用し易くするための研究開発が有益と思われる。ユネスコでも提言されているような国際理解学習や環境学習など、時代の要請に即した学習活動を進めるためにも、このような環境を学校現場でより利用し易くするための研究開発が求められる。

本論文ではこのような観点から、社会の国際化や情報化の流れを踏まえ、遠隔映像協調環境の教育利用への可能性を検討するため、学校現場での国際交流学習や環境学習などを題材とした遠隔教育の実践について述べた。加えて将来、より対話性に優れた遠隔映像協調環境を構築するための基礎実験を行った。

序章では、本論文の背景と目的、論文構成について述べた。

第一章では、これまでの映像技術の歴史や教育利用、メディアを用いた遠隔教育・学校間交流の歴史、加えてこれまで開発された様々な遠隔映像対話インタフェースについて概観した。

メディア技術の変遷に伴い、20 世紀初等より映像技術が誕生しその利用が広がるにつれ、映像の教育利用が始まった。当初は映画やテレビ放送を利用し映像を配信するものが主だったが、情報通信基盤の整備に伴い、映像を双方向にやり取りする対話メディアとしての利用が可能になったことから、映像対話を教育に利用する試みが行われるようになった。現在では衛星通信やインターネットを介し、テレビ会議システムなどを利用し様々な教育機関において映像対話が遠隔教育に利用されている。

一方で、テレビ会議システムに見られるような対話の難しさや制約を解決し、より対面対話に近く協調活動を行い易い対話環境を構築するため、これまで様々な遠隔映像対話インタフェースが開発されてきた。その中には、「VideoDraw」のように互いの映像に加え共有スペースを確保するものや、「MAJIC」のように相手とのアイコンタクトを実現するもの、また「超鏡」のように互いの姿を重畳表示して指差しやジェスチャーを伝達できるものなど、様々な対話インタフェースがあり、様々なアプローチでより多くの情報や対話の手がかりを互いに共有できるインタフェースが開発されて来たことが明らかになった。

第二章では、学校現場における国際交流学習や環境学習を題材とした、「超鏡」を用いた複数の国際間遠隔学習の実践を取り上げた。そしてこれらの実践から、「超鏡」を用いる国際間遠隔学習の可能性と問題点を明らかにした。

この実践では、日本とアフガニスタンの小学校間、また日本とケニアの小学校間で、互いの文化や生活を紹介し合う国際交流学習を行った。授業では「超鏡」の特性を生かす活動を取り入れ、両国の民族衣装を「超鏡」画面上で着せ合ったり、左右対称な塗り絵を重ね合わせて共同制作をするなどの活動を通じた交流学習を行った。また日米の中学校間では、両校で科学測定用センサを活用した環境学習を行った。授業では、「超鏡」画面上で同時に環境測定をする実験が行われ、学校の近くの池の水や雨水を「超鏡」画面上で同時に測定し、結果を相互に発表し合った。授業に参加した生徒からは、異文化理解や世界への関心の広がり、学習内容への理解を示すコメントが見られ、「超鏡」を用いた国際間遠隔学習の可能性が示された。

さらにこの実践では、通信網の確保が困難な地域との間では衛星携帯電話を利用し、またインターネット回線が既に敷設された学校ではそのネットワークを利用して通信手段を確保した。衛星携帯電話を利用することで、これまで映像や音声のリアルタイムなやりとりが難しかった地域との間で遠隔学習を行うことができ、また既存の校内ネットワークへ「超鏡」の機材を組み込むことで、他の情報端末と共存しながら遠隔学習を行うことが可能となった。

一方、このような実践を行うには、通信網を確保し授業を支援する専門家の派遣や、現地の技術者とのコミュニケーション、学校に設置されたファイアーウォール等を越えて映像や音声をやりとりできる機材が不可欠であることや、将来学校現場でより「超鏡」を活用するためには、現地に特別な機材や専門家等がいなくとも、学校で「超鏡」を利用できる環境が必要となることが明らかになった。

第三章では、学校間でより手軽に「超鏡」を利用可能にする仕組みを提案し、実際に学校現場でこのシステムを運

用して、その可能性や問題点を検討した。ここでは、近年学校現場に整備されつつある二種類の広帯域通信網に着目し、「超鏡」を提供するシステムを構築した。一つは市町村内等での公共通信ニーズに対応している地域イントラネットを利用し、地域の教育研究所等で「超鏡」に必要な機材の操作・運用を行う仕組みであり、もう一つは学校に敷設されている光ファイバー網を利用し、大学などの外部機関で「超鏡」に必要な機材の操作・運用を行う仕組みである。この取り組みでは広帯域通信網を用いて、これまでのテレビ会議システムと比べ 10 倍以上の通信帯域を確保し高画質な映像を伝送する実験を行った。その結果、システムを利用した教師から、利便性や画質について肯定的な評価が得られた。一方で、自己像と相手像の十分の一秒単位の遅れに対する違和感や不安感が指摘され、微小な映像の遅れが「超鏡」を使う上での妨げになることが示唆された。

第四章では、「超鏡」における映像遅延の影響を分析した。本章では「超鏡」を使う上で自分の姿（自己像）や相手の姿（相手像）の微小な遅れに着目し、遅延時間を制御可能な環境を構築し、映像の遅れが対話者の活動のしやすさや心理状態に及ぼす影響を調査した。その結果、自己像の遅れについては、「超鏡」での指差し行為において、0.26 秒程度（８フレーム）の遅れが活動の妨げとなり、0.2 秒（６フレーム）の遅れに気づくことが示された。また、画面を見ながら体を動かす活動で、自己像の 0.1 秒（３フレーム）の遅れに気づくことが明らかになった。

また相手像の遅れについて、じゃんけんのような両者の同時性の高い課題において、利用者は 0.16 秒程度（５フレーム）の遅れに気づき、相手の反応が遅いように感じ、0.26 秒程度の遅れで相手との同室感が損なわれることが示された。加えて、相互に物体を指さし移動する課題で相手像の 0.6 秒および 1.2 秒の遅延を比較したところ、後者で利用者の印象や同室感・一体感に有意な影響があることが明らかになった。このことから、学習活動に「超鏡」を用いる際には、通信回線や機器等から発生する遅延を考慮し、事前の活動内容に応じて遅延の与える影響への配慮が必要なことが示唆された。さらに利用者が違和感を感じることなく学習活動を行い易い「超鏡」を構築するには、映像遅延を考慮した機材や通信網の確保が必要なことが明らかになった。

第五章では、本論文の総括を行った。

多様な人材の育成が求められる中で、国際間遠隔学習の持つ役割は益々高まると思われる。今後も遠隔映像協調環境の開発や改善を通じ、様々な教育場面において遠隔学習環境がより使い易く有用なものになるよう、継続的に研究を行いたい。

論文審査の結果の要旨

本論文は、遠隔映像協調環境を利用して行われる交流学習や映像伝送時に生じる遅延の影響などに関する一連の研究から構成されている。すなわち、遠隔映像対話インターフェイスの開発に至る映像技術や教育利用の歴史、遠隔映像協調環境「超鏡」を用いた学校間国際遠隔教育の実践と課題検討、広帯域通信網時代のための実験システムの開発と評価、遠隔地間で伝送・重畳される映像の遅延が対話者の心理や活動に及ぼす影響などを５つの章に分けてまとめている。

国際遠隔教育に関する研究では、電気も通じていないケニア・マサイやアフガニスタンと日本の小学校間や、インターネットを利用した日米の中学校間の実践に基づき、通信網や機器などの技術面、学習内容や教材・生徒の活動などの教育面、関係者間の支援のあり方などを検討している。また、通信会社や教育委員会、学校の協力を得て、光ファイバー網や地域イントラネットを利用、教室に特殊な装置を必要としない交流学習環境等を実験的に構築、肯定的評価を得ると共に、映像遅延に関する課題を抽出している。さらに、映像遅延の影響については詳細な実験を行っており、自己像では 0.1 秒、相手像では 0.16 秒程度の遅れに気づき、0.26 秒程度の遅れで同室感が損なわれるといった、遠隔映像協調環境研究の基礎になると思われる知見を見いだしている。これらの測定手法や成果は、教育工学分野のみならず、遠隔映像対話関連の研究に広く影響を与えるものと考える。

以上の理由から、本論文は、博士（人間科学）の学位論文として十分に価値あるものと判定した。