

# 附属学校における・広島大学情報ネットワークシステム(HINET)の活用

—大学と附属・附属と附属を結ぶテレビ会議システムの構築に関する研究 (V) —

|       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| 長澤 武  | 相原 玲二 | 前原 俊信 | 高地 秀明 |
| 内海 良一 | 喜田 英昭 | 砂原 徹  | 松本 信吾 |
| 森保 尚美 | 鹿江 宏明 | 簗島 隆  | 甲斐 章義 |
| 平賀 博之 |       |       |       |

## 1. はじめに

ここ数年、ブロードバンドによる高速アクセス回線や常時接続環境の整備に伴い、企業ではテレビ会議システムの普及が急速に進んでいる。一般的に、遠隔地にいる相手と顔を見ながら会話できるシステムを「テレビ会議システム」と総称しているが、品質が格段に向上している点を強調するため、「ビジュアル・コミュニケーション・システム」あるいは「ビジュアル・コラボレーション・システム」などの名称を用いるものもある。

これらを活用して、家庭向けの遠隔授業を行っている英会話学校が登場したり、企業では部門・支店間の日常的なミーティングに、あるいは監視用モニターとしても利用するなど、その用途はさまざまなジャンルに広がっている。具体的には、テレビ会議による国際会議の開催、大学の各キャンパスを結んで入学式・卒業式、本社と工場間での製品開発会議、社員教育・新入社員研修、遠隔医療（医療施設過疎地域への対応策、在宅医療など）などが実施されている。また、平成10年から施行された新しい民事訴訟法では、テレビ会議システムを用いて証人尋問をすることができるようになってきている。

技術革新も進み、1つの方向はシステムの高品質・低価格化が、そしてもう1つの方向は手軽に利用できるシステムとしての完成度の向上が行われてきた。今年度の報告の中でも紹介するように、高品質化の結果、ハイビジョン品質での遠隔授業も行うことができるようになった。こうした状況の中で、本研究ではこれま

での研究の成果をふまえ、広島大学の附属学校園におけるテレビ会議システムの先進的な教育利用の状況についてまとめ、今後の活用の可能性を検討することを目的に研究を実施した。

## 2. これまでの研究の概要

この研究は、広島大学情報ネットワークシステム(HINET)を活用して、大学と附属、附属と附属を結ぶテレビ会議システムの構築を目指した基礎的研究の第5年次にあたる。

第1年次(2001)の研究では、テレビ会議システムを構築していく上で、どのような規格のシステムであればどのような教育実践が可能となるか。また、例えば児童生徒の交流活動や、教材の相互利用など、予想される実践をおこなうためにはどのようなシステム構築が必要となるか、具体的な利用を念頭に置きながら、いくつかの規格のテレビ会議システムを比較検討し、今後のテレビ会議システム導入実現に向けての、理論的・実践的な基礎研究を行った。

第2年次(2002)は、翠地区と福山地区のそれぞれの高等学校を実験的に高速な回線で接続し、高画質の画像伝送システムを利用して行った遠隔講義の実践を中心に、すべての附属学校園を結ぶテレビ会議システム実現に向けての基礎研究を行った。

第3年次(2003)は、実験的な段階から本稼働の段階に入ってきた翠地区と福山地区のテレビ会議システムを、教育活動の中でどのように活用してきたか、具体的な実践における成果と課題について報告した。ま

Takeshi Nagasawa, Reiji Aibara, Toshinobu Maehara, Hideaki Kochi, Ryoichi Utsumi, Hideaki Kida, Toru Sunahara, Shingo Matsumoto, Naomi Moriyasu, Hiroaki Kanoe, Takashi Minoshima, Akiyoshi Kai, Hiroyuki Hiraga, Practical use of the Hiroshima university Information NETWORK system(HINET) in attached schools and Kindergartens,

—Research on the construction of a TV conference system which connects Hiroshima University and attached schools (V) —

た、すべての附属学校園を結ぶテレビ会議システムを構築するために行った実験的な接続に関する報告と、ファイアーウォールを越えてのテレビ会議システムの状況について報告した。

第4年次(2004)は、翠地区と福山地区のそれぞれの学校が同時に受講した、教育学研究科自然システム教育学講座の先生方による「自然科学基礎講座」の実践の報告を行った。また、広島大学附属高等学校の家庭科で実施した、教育実習事前指導における遠隔会議システムの利用について報告した。また2003年度の報告の中でファイアーウォールを超えてのテレビ会議の難しさについてまとめたが、その後のソフトウェア等の進歩などの状況等についてもまとめた。

第5年次にあたる今年度は、昨年に引き続き、教育学研究科自然システム教育学講座の先生方による「自然科学基礎講座」を実施した様子について報告する。今回は、翠・福山両地区の中・高等学校のMPEG2によるシステムだけでなく、広島大学大学院国際協力研究科に設置されている、WEB上でのコミュニケーションシステム(スタジオBB)を使用し、東雲小学校でも同時に受講した。また、東雲小学校でのテレビ会議システムを利用した音楽交流学習の実践について報告する。

### 3. 遠隔講義による「自然科学基礎講座」

この研究では、平成15年度より翠地区の附属中・高校と福山地区の福山附属中・高等学校を結び、広島大学教育学研究科自然システム教育学講座の物理・化学・生物・地学の4分野の先生に講師を依頼し、生徒の自然科学への興味関心を高めることを目的として「自然科学基礎講座」を実施してきた。

今年度の講義は、日程確保の困難さから、4分野での実施をやめ、「水にまつわるサイエンス」をテーマに、次の表1に示す日程と題目で実施することにした。

表1 講義の日程と題目

|                         |
|-------------------------|
| 「講義1」(物理)               |
| 「水の不思議な物性」              |
| 講師：薦岡 孝則先生              |
| 日時：2005年12月19日(月)15:20～ |
| 「講義2」(生物)               |
| 「水と生物」                  |
| 講師：鳥越 兼治先生              |
| 日時：2005年12月19日(月)16:10～ |

今年度はこの講座を、翠・福山以外の附属でも視聴可能とするため、これまでのMPEG2エンコーダー・

デコーダー(日本ビクター製DM-NE300/DM-ND300)に加え、広島大学国際協力研究科に設置されているWEB上でのコミュニケーションシステム(以下スタジオBB)を使用し、東雲小学校でも同時に受講できるシステムを構築した。講義会場は教育学部3・4会議室で、翠と福山はそれぞれの会場と双方向で映像・音声を配信し、同じ映像と音声をweb上から視聴できるように、スタジオBBのサーバにも送信した。

#### (1) 接続の準備

講義の前に実施した機器の接続テストでは、昨年度も苦労したところであるが、映像・音声が良好な状態でつながるまでかなりの時間が必要であった。その原因は、西条キャンパスから、翠地区、福山地区の2地点に同時に双方向の映像・音声を送受信するため、附属側に比べて教育学部側のシステムが複雑な構成になること、教育学部3・4会議室はテレビ会議システムのための施設が常設でないため、利用の度にテレビカメラやマイク、映像・音声のミキサーなどを設置して配線する必要があることがあげられる。

さらに今回は、スタジオBBのシステムも加わったため、講師の側に4台のプロジェクターで「翠の画面」「福山の画面」「スタジオBBの画面」「講師の画面」を表示し、質問等への対応のために、それぞれの接続先の音声も出力できるように構成した。また、記録用にDVDへの録画も行い、その接続も構成の中に加えた。カメラ画像の分配や音声の分配と配線を変えるなど、技術的にも難しい問題が多く、音が回ったりといった不具合が生じると、原因の特定に大きな苦労を伴った。こうしたシステムは常設が望ましいと強く感じている。

講師の映像と音声の他に、プレゼンテーションの資料をパソコンで操作しながら講義できるように、昨年度と同様にMicrosoft Windows NetMeetingのリモートデスクトップ共有を利用した。これを利用すると3台以上の複数台のパソコンでデスクトップを共有することが可能になり、講師の操作するデスクトップの画像を、遠隔会場の翠、福山、東雲でスクリーンにプロジェクターで投影しながら講義を聞くことができた。

#### (2) 講義の内容

ここでは、どのような講義が実際に行われたかをイメージして、今後このような講義がどのように発展可能かを考えていくために、内容の詳細を報告する。

##### ① 講義1「水の不思議な物性」

薦岡 孝則先生



水は身の回りにたくさんあります。今日は水のお話しをする前に、温度と熱についてお話しをします。その後で、水の熱力学的な物性について紹介します。

昨日から大雪が降って非常に寒かったのですが、温度は寒さの尺度になります。スウェーデンのセルシウスがきめた温度の決め方が、摂氏です。水の沸点を $100^{\circ}\text{C}$ 、融点を $0^{\circ}\text{C}$ としてその間を100等分して表したものです。アメリカなどではファーレンハイトの決めた華氏( $^{\circ}\text{F}$ )というのも使われています。

温度を上げるためには熱を加えますが、物質を構成している分子や原子の熱運動の激しさを表す量が温度というように定義されています。物質は温度が低いと固体で、温度が上がると液体や気体になります。気体は原子や分子が自由に動くことができる状態で、液体はお互いにある程度束縛し合いながら流れる状態、固体はお互いの距離が狭くなって固まっており、その場で原子や分子が振動している状態です。

温度を下げていくと原子や分子の運動がとまってしまいう温度があり、この温度を絶対零度といいます。摂氏で表すと $-273^{\circ}\text{C}$ になります。温度の高さに上限があるかということ、太陽の中心部が $2000^{\circ}\text{C}$ くらい、超新星の爆発の時の中心部が $30^{\circ}\text{億}^{\circ}\text{C}$ くらいで、さらに高い温度も存在し、上限は無いということになっています。

熱を加えて温度を上げると分子や原子の運動が激しくなります。熱は外から加えるわけですが、そう考えると、熱はエネルギーの一種であるということになります。1カロリーとは1gの水の温度を $1^{\circ}\text{C}$ あげるのに必要な熱量です。

水の分子の構造は、酸素と2つの水素が非常に強い力で結びついた共有結合でできています。水素間の角度が $104.5^{\circ}$ になっており、エタンなどの正四面体の場合は $109.5^{\circ}$ くらいで、水はこの角度が近くなっています。水も不対電子という形で2本の手を余らせた状態になっており、これによって水素結合を作れるのが水の特徴です。電子は酸素の方に偏る性質があるので、

水素と酸素の間に極性が生じているというのも特徴です。原子や分子を結びつける力はダイヤモンドのような共有結合やイオン結合などがありますが、気体のヘリウムやアルゴンは分子性結合(ファンデルワールス結合)と呼ばれる結合力が弱い力で結びついています。水素結合というのはちょうどそれらの中間の強さで、結合力の強いものは固体で、弱いものは気体で、中間のものが液体で存在することになります。

水の状態図というのがここにありますが、横軸に温度、縦軸が圧力になっています。1気圧で氷と水の境は $0^{\circ}\text{C}$ で、水と水蒸気が $100^{\circ}\text{C}$ です。水の3重点というのは水と氷と水蒸気が共存できる状態ですが、このグラフの傾きが水の不思議な特徴を表しています。例えば、氷に圧力をかけると水になったり、液体の水に固体の氷が浮かぶというのは、とても変わった性質と言うことになります。普通の固体ですと、固体の方が密度が大きく、液体になると密度が小さくなります。固体の水の場合は水素結合で規則正しく並んでいて、酸素と酸素の間が長いのですが、液体の水になるとお互いの分子が入り組んだ状態で存在するようになって、密度が小さくなります。氷が溶け始めるときの密度が $0.9\text{g}/\text{cm}^3$ くらい、水になるとほぼ $1\text{g}/\text{cm}^3$ になって、水の上に氷が浮くことになります。このような性質を持つ物質としては正四面体の構造を持つものではこのような性質を示すことになり、炭素や珪素などで存在すると考えられます。ただし、水と違って極めて高い温度でないと融点に達しないので、常温でこのような性質が見られるのは水だけです。

水は $4^{\circ}\text{C}$ で密度が最大になり、 $0^{\circ}\text{C}$ から $4^{\circ}\text{C}$ の間は、温度が上昇するにつれて密度が増加するということになり、これも非常に珍しい特徴と言うことになります。

次は水が温めにくくさめにくいというお話します。

外からどれだけ熱をもらえば分子や原子の振動が激しくなるかということなのですが、水の場合は比熱が大きい物質の代表です。物質1モルあたりの比熱をモル比熱といいます。質量数の大きい原子は重いので振動しにくいからです、原子と分子の数を同じにそろえて考えるという考え方で比較しています。銅や金の場合には $24\text{J}/\text{mol}$ 程度で、水は $75.3\text{J}/\text{mol}$ になり、3倍くらい暖まりにくいという計算になります。その原因は水の水素結合と、クラスターという構造にあると考えられています。クラスターというのは大きいものや小さいものやいろいろある固まりで、水素結合で結ばれています。水の温度を上げると、そのクラスターを切ることにエネルギーが使われるため、比熱が大きくなるわけです。

次は水が電気を通すというお話します。

水が電気を通すのは水に溶けたイオンが、電気を運ぶため、純粋な水を作ると電気が流れにくくなっていきます。超純粋は半導体工場などで洗浄に使われていますが、極めて抵抗値が大きくなっています。

電子レンジというのは水を振動させてものを温めるというしくみです。電流を流すと磁界ができます。電流が時間的に変化すると磁界も時間的に変化します。電波は電気の波と磁気の波が交互に空中を伝播するもので、電気の波が変化すると磁界が変化し、磁界の変化が電気の波を変化させるという連続で空気中や真空中を伝わっていきます。電波にはいろいろな周波数のものが存在しており、携帯電話やそのほかの通信にも利用されています。金属に電波を当てると電波は反射されます。金属中に電波は入ることができません。電気を通さないものは、電波（電磁波）は透過していきます。電波の吸収体というのは、電磁波を反射するための金属板があって、その前に電波の吸収体を置いたようなものです。携帯電話の電波などは出力が小さいので熱の量はたいしたことはありません。電子レンジは、マグネトロンという装置で強力なマイクロ波

(2.45GHz)を作り出し、それを庫内に放射しています。外部とは金属板で隔てられており、マイクロ波は庫外に出ることはできません。庫内では茶碗などの電流を通さない物質は影響を受けませんが、水分子はマイクロ波の影響を受け、エネルギーを吸収して分子運動が激しくなり熱が発生します。

今日は水の不思議についてお話してきましたが、身の回りには水がたくさんあるので不思議だとは思っていないのですが、次のようにまとめます。

水の密度は氷より小さい。4℃以下では熱膨張率が負になっている。水は熱容量が大きく、また水素結合のせいで蒸発しにくく凍りにくい、また氷になると熱伝導率が高いという性質を持っています。

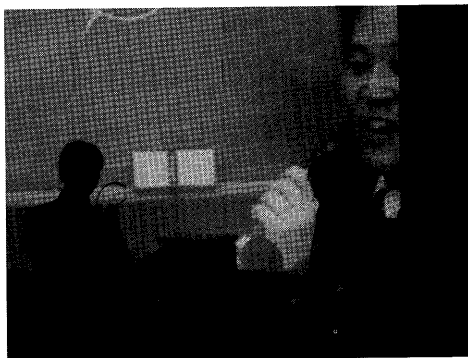


図1 生徒の質問に答える講師

質問・地球上で北極や南極が寒いのは水の性質が関係していますか？

- ・ボイラーの水とは何ですか？
- ・4℃で体積が最も小さくなるのはなぜですか？
- ・ダイヤモンドや珪素の液体とはどのようなものですか？

## ② 講義4「水と生物」

鳥越 兼治先生

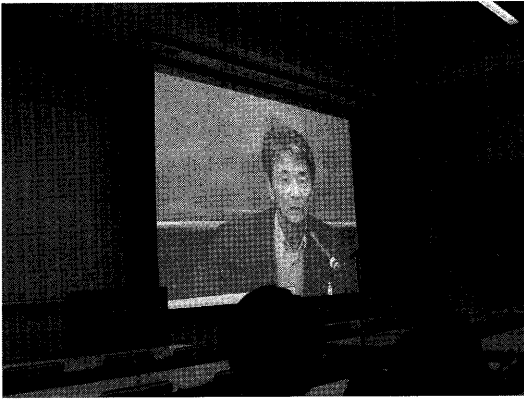
葛岡先生が水の物理化学的な特性のお話しをしてくださいましたので、それに関わって、生物が水とどのように関わっているかというお話しをします。

水の特性の中に非極性分子を嫌う、高い融点・沸点を持つ、大きな比熱を持つ、蒸発熱も大きいということがあげられます。水の沸点は100℃というのは、化学の世界では高く、分子間力が大きいいため、氷は優れた冷却剤になるとも言えます。気化熱は約540カロリーで、動いて発汗するのは体温調節のためですが、これも生物と水の関わりといえます。生物は水の特性を上手に利用しており、溶けやすい物質と溶けにくい物質を使い分けるといっているという例もあります。体内の水分量は、最も少ない昆虫でも60%くらいと、たくさんの水分を持つことになりま。

地球だけに水があるのはなぜでしょうか。宇宙創生のメカニズムはまだ完全に解明されたわけではありませんが、地球の平均気温が15℃で、ちょうど水の融点と沸点の間にあると言うことが、地球上に水が存在できた理由です。水が存在したおかげで生命が誕生したというのも有名ですが、水がなければ生命はもちろん生存することはできません。

高分子の炭水化物が形成されたのは、浅い海で作られたと考えられており、ヒトの血液の塩分濃度も、昔の海の塩分濃度を反映しているとも言われています。地球上の生命では、水は不可欠なものです。

海水と生物のイオン組成を見ると、ナトリウムを100とするとこのようになっています。原始脊椎動物界では、ヒトやイヌに近いと言われていています。現在の海の組成は長い時代の間組成がいろいろな理由で変化してきており、古生態学で研究されています。海水とカプトガニを比較してみると、現在の海の化学組成とほぼ一緒で、かれらは自分の身体の中の調節を自分自身で行わず、現在の海水の塩分濃度に依存していると言えます。それに対して、ヒトの場合は昔海水から独立して陸上に進出してきたため、体内は一つの宇宙を形成していると言えます。動物がどのように進化してきたか、いろいろな説がありますが、昆虫は身体の外側



水を蒸発しないようなクチクラ層を形成して陸上に進出しました。脊椎動物の場合は、ある時期に大陸の移動によって浅海から海が干上がってきた状況で、淡水や陸上へ進出したという説があります。海水から淡水へ何度もトライする中から、調節能力を上げていき、最終的には川へ、そして陸へと進出を果たしました。淡水ではえさが少ないのである程度大きくなって卵の外に出るように、卵の数を減らして、卵の中の黄身の部分を増やし、同じエネルギーを少数の卵に与えることで生存できるようにしました。多様な環境に耐えられるというのは、海は温度差が少ないのですが、淡水は温度差が大きいののでそれに耐えられるしくみを持つことが必要になりました。海水魚と淡水魚では大絶滅に大きな差があり、デボン紀最後の絶滅でも、400～500万年の間に海水面が50m程度低下し、板皮綱という甲冑魚など海水産のものでは、はるかに多くの種が絶滅しました。この理由は、陸水産のものは温度差に耐えられる身体づくりを作っていたのに対し、海水産のものは温度差に耐えられなかったと考えられます。5～10℃という温度差に耐えられるかどうか、環境変化に適應できたかどうかを決めました。

魚類の場合は陸上に進出するには乾燥に耐えられることが必要になりました。うろこを発達させたり、皮膚を丈夫にしたり、またエラ呼吸をやめてうきぶくろ、そして肺を発達させたりといったことを行いました。この写真はフナのうきぶくろですが、白い二つの部分がうきぶくろです。えらぶたのところにあるエラは、陸上ではくっついてしまって、酸素を取り入れることはできません。両生類は肺や皮膚で呼吸して陸上に進出しました。うきぶくろを保持して再度海に進出した魚もいます。硬骨魚類はうきぶくろで浮力調節をし、深く潜ったときに、スキューバダイビングのバランスベストと同じ役割で、一定の深さからだを保てるようにしています。硬骨魚類はこのように、一度陸上に進出したものが再び海に帰っていったものだと考

えられています。キャビアで有名なチョウザメは軟骨魚類と硬骨魚類の中間的な性格を持つ生きもので、うきぶくろや腎臓に特徴があります。殻を持つ卵は、水分を一定に保つために重要なしくみですが、水なしで生きられない事に変わりはありません。私たちヒトの場合でも、進化してもやはり水が必要で、1日に約2.5リットルの水を摂取します。体内の水分のうち1%を失うとどのどの渇きを覚え、実際には1日に25リットルの水が生命を維持するために必要になります。ただ、体内では水をリサイクルしているため、25リットルを体外から取り入れる必要はありません。このあたりも陸上に進出したときの工夫のひとつといえるでしょう。水にはいろいろな物質を溶かすはたらきがあり、生きものの体内では代謝といわれる生体化学反応で生命活動に必要なエネルギーやいろいろな物質を作り出しています。クマムシという生物は、コケが多いところに生息し、高温でも乾燥しても真空中でも生存できます。乾燥状態で150年間生き続けた記録もあります。摂氏150℃でもマイナス200℃でも、真空状態でも放射線を当てても生きています。ただし、動き回っているわけではなく、1滴の水をかけてやると、復元できるという事なのです。

生物に必要な良好な水は永続的なものでしょうか。

淡水は地球全体の水の0.014%で、それを利用しながら人の生活も支えられています。地下水は、ほとんどの国で水道水等として利用されており、将来的には枯渇してしまうことが予想されます。雨水はほとんど蒸留水として降ってくるため極めてきれいな状態で降ってきますが、地下水が化学物質で汚染されると滞留時間が長いと深刻な状況をもたらす事が予想されます。日本では、湯水のごとく使うというように、水を重要なものとして意識する事は少ないのですが、食料を支える水という観点では現在の日本を支える食料は他の国の農産物を輸入しているわけで、他の国の水を利用している事になります。それを考えると日本に存在する水は、私たちの生活をまかなう事はできないこととなります。雪の量が減ったり、雨も減ってきていることから、水の使い方は今後真剣に考えなければならない問題です。

コップ一杯の水の中には、水分子がたくさんありますが、それに目印を付けて地球上にばらまいたとしたら、もういっぱい水をすくったときに、どのくらいの水の分子をひろう事になるでしょう。

計算してみると774個も取り込む事になります。地球上の水の量はその程度のもと考えてください。水を汚染する事は、生命にとっては極めて重要な問題である事を意識してください。

質問・乾燥した状態の生物が水を与えると復活するのはどうしてでしょうか？

### (3) スタジオBB

今回初めて利用した、国際協力研究科のスタジオBBのシステムは、インターネット上で通常のWebブラウザ(IE:インターネットエクスプローラーやFirefox等)さえあれば、すぐにコミュニケーションが開始できるテレビ会議システムである。マクロメディア社のFlash Communication Server MXの技術を採用し、安定した動画・音声のストリーミング配信が可能である。



図2 スタジオBBの画面

<http://www.macromedia.com/jp/showcase/monthly/hiroshima.html> より画像引用

実際に使用した印象としては、パソコンの画面上で操作する限りでは、画質も満足できるものである。ただし、プロジェクターで投影すると、画像の荒さが目立ってくる。回線の状態がよくない場合は、音声優先で最低限、講師の声だけは途切れることなく配信するという設定も可能である。

会議は議長が開催の登録をし、議長が発言者を指定していく。議長はある程度パソコンの使用経験が必要であるが、一般の参加者はさほど難しい操作を必要としないので、だれでも気楽に使えるという操作性を確保していると感じる。

利用者にはIDとパスワードが配布され、次の手順でシステムに接続することになる。

- ① 最初のメニューで「ネットで会議」をクリック
- ② 会議一覧から、参加したい会議を選ぶ → 送信
- ③ Windows XPのSP2の場合は、ポップアップブロックが出るので、無効にする。

- ④ たぶんここまでのどこかで、Macromedia Flash Player プラグインがインストールされていないと、インストールしてくださいというメッセージが出る。その場合は、最新版をインストールする。
- ⑤ スタジオBBの画面が表示される。

会議に入ろうとすると、ログインはできるが、その後の画面ではじかれるという状況も見られた。これはパソコンにカメラが接続されていない環境で、画面上で身動きがとれなくなり、会議に入れないという様子であった。スタジオBBはカメラが必須で、カメラを使わずに視聴だけというのはできない設計になっているとのことである。

スタジオBBによって東雲小学校で講義を視聴した印象では、音声は聞きやすく、画像もそれほど違和感がないという印象であった。CU-SeeMeで実践したことがある教諭からは、音声・画質とも格段に進歩しており、特に音声がとぎれると実用にならないので、このシステムは実用に耐えうるシステムであるとの指摘があった。中・高校生を主たる対象とした講義だったため、小学生にはかなり難解であったが、数名の児童がいつしょに講義を受けた。小学生への講義には通訳(自校で)をつけてやりたいなど、いろいろなアイデアも出てきた。

講義の様子は、国際協力研究科でスタジオBBのシステムを管理しておられる山本春行先生もシステムをモニターする目的で視聴くださった。今回はデスクトップ共有によってプレゼン資料を提示したが、スタジオBBにもプレゼンテーションの機能があるので、それを利用の方が画面が分かれなくてよいのではないかというアドバイスをいただいた。確かにスタジオBBのホワイトボードにプレゼン資料が写ると、BBスタジオチャットでの呼びかけがあった場合でもすぐに対応ができるなど、メリットが大きいと考えられる。

※この遠隔講義は広島大学国際協力研究科のスタジオBBのシステムを利用させていただき実践したものである。システムの利用を快諾いただき・サポートいただいた山本春行先生に、感謝いたします。

## 4. 小学校郷土音楽の授業における遠隔会議システムの利用

(1) 音楽交流会 —東雲と白島をつなぐ和の調べ—  
広島大学附属東雲小学校の音楽科では、第3学年から第6学年までの学習内容に日本古謡や地域の民謡などの演奏や鑑賞を通して日本の音楽に親しむことをねらった題材を年間計画の中に位置づけている。この題

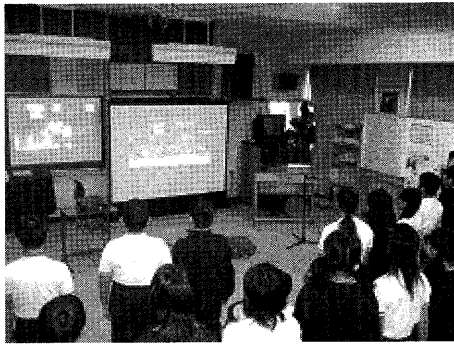


図3 東雲小学校音楽室の様子

材を通して、日本や地域の旋律の特徴や曲想を感じとる力を育成することを目的としている。

日本音楽は種目により楽器や音階が多様であり、各学校で十分な和楽器を所有することが難しい。また、演奏や創作には一定の時間確保が必要であるため、学習できる曲目数には限界がある。

小学校間で学習を発表しあい、複数の郷土音楽に触れることにより、所有する和楽器数の制約や、本題材における時間的制約を超えて教育効果を高めることができるのではないかと仮定して遠隔会議システムを利用した遠隔音楽交流授業を計画実施した。また、この授業は「広島地域におけるIpv6推進委員会」が主催するIpv6移行実証実験の一環として実施したものである。

#### A 授業計画の打ち合わせと準備

授業計画案は附属東雲小音楽専科森保尚美が作成し、メーリングリストを利用して広島市立白島小情報専科前田真理教諭と日程調整及び時程調整を行った。その後、NTTソリューションビジネス部門の方々に来校頂き、遠隔会議システム事前準備と映像音声配信テストを2回行った。その際、遠隔会議システムを通して広島市立白島小音楽専科西村恵美教諭と、所有和楽器の音を確認したり、演奏曲目の詳細を打合せたりした。

#### B 授業の概要

日時 : 12月5日(月) 14:10~15:00

学級 : 附属東雲小学校5年1組児童36名

広島市立白島小学校5年児童34名

ねらい:

- 郷土の音楽を互いに演奏しあうことを通して日本や地域の音楽に親しむことができるようにする。

- 自校にない和楽器についての知見を深めることができるようにする。

テレビ会議システムを利用して、互いの演奏や対話によるコミュニケーションを行った。具体的には、各学校の校歌を歌唱した後、東雲小学校が「江戸の子守歌」「五木の子守歌」「広島に伝わる子守歌」など日本に伝わる子守歌の学習紹介と演奏を行い、次に白島小学校がリコーダーと和太鼓による創作祭り囃子の学習紹介と演奏を発表した。発表後は質疑応答や感想交流により互いの理解を深めた。また、ゲーム的な要素として、互いに音を聴いて和楽器を当てる3択クイズを出題しあった。

#### C 映像・音声の品質

インターネットの回線速度があがり、テレビ会議システムが安定した状態で利用できるようになったため、映像や音声の中断もなく安心して活用できるようになった。音楽科は、音声の品質が重要であるが、CD並みの音声が保障されるようになってきたため、楽器音のクイズが可能になった。利用したハイビジョンデジタルビデオカメラは広角での撮影が可能で、児童の全体像を送信する上で便利であった。しかし教室は窓が多く、照度が高いため色味が薄く、ハイビジョンの性能を十分に生かすことができなかった。

#### D 児童の事後アンケートと結果

##### アンケートの設問

1. 白島小学校の演奏を聴いて参考にしたいと思ったことがあったら書きましょう。
2. お囃子についてどんなことを思いましたか。
3. 楽器についてどんなことを思いましたか。
4. テレビ会議システムを使うことについてどんなことを思いましたか。

##### 東雲小児童36名のアンケート記述統計の観点

1. 参考にしたいと考えた具体的記述の有無
  2. 創作祭り囃子に関する関心・意欲の向上を表した表現の有無
  3. 自校にない楽器についての知識・技術に関する具体的記述の有無
  4. プラスの印象の有無
- ※3において「知らない楽器を知ることができてよかった」は無でカウント

表2 記述統計の結果

|   | 有り         | 無し         | 計  |
|---|------------|------------|----|
| 1 | 28 (77.8%) | 8 (22.2%)  | 36 |
| 2 | 27 (75.0%) | 9 (25%)    | 36 |
| 3 | 21 (58.3%) | 15 (41.7%) | 36 |
| 4 | 33 (91.7%) | 3 (8.3%)   | 36 |

E 児童アンケート結果(表2)から見る成果と課題  
設問1の結果をみると、77.8%が白島小学校児童から参考にした事例を記述していた。下にその主な内容を示す。

- ・おまつりの音楽ではとても盛り上がるので音色が良かったと思います。おはやしの勉強をしてみました。
- ・お祭りのことについてもう少し詳しく知りたかったです。
- ・自分たちで創った演奏が印象に残りました。
- ・白島小がやっていた太鼓を私も練習して人前で鳴らせるようになりたいです。
- ・ぼくたちも白島小のように校歌を2部合唱にしたいと思いました。
- ・たいこをたたく時の姿勢や聴いている人の姿勢を参考にしたいです。
- ・歌っている表情を参考にしたいです。

設問2の結果から、お囃子の創作に対する関心を持った児童の割合が75%であったため、子守歌などの民謡を学習した東雲小児童が、曲想の異なるお祭りの音楽に関心をよせることができたと考えられる。しかし、設問2と3の記述内容を見てみると、日本音楽や楽器の魅力や多様性に関するものがほとんどであり、日本音階と関連させて書いたり、お祭りの音楽の特徴(かけ声やメロディ)について書いたりしている具体的な記述は6名、和楽器の奏法についての記述は1名しかいなかった。下にその記述例を2つずつ示す。

(日本音楽の魅力や多様性に関する記述)

- ・和楽器にもいろいろな種類があって、いろいろな音がでることがわかりました。
- ・縦笛や横笛にも色々な種類があることがわかった。

(音楽の特徴や楽器の奏法に関する記述)

- ・わずか5つの少ない音で、よくあれだけの曲が作れたと思う。
- ・横笛で、まっすぐにふいても音が出ないことがわかった。クラスの中でもまたやってみようと思った。

これらの結果から、ネットワークを通じて音楽を感じ取ることには一定の成果があると思われるが、設問

3の結果から、楽器の名前や奏法の説明などの知識事項については、遠隔からの説明では印象にとどまるのではないかと推察できる。従って、知識事項の定着をねらう授業であれば、理解を促す動画教材を用意したり、各教室で名称をボードに書いたりして長時間提示することができるように工夫する必要があると考える。

設問4の結果によると、テレビ会議の利用についてプラス印象の児童は91.7%であり、マイナス印象の記述はわずか3名であった。プラス印象児童の代表例とマイナス印象児童の全ての記述を下に示す。

(プラス印象記述例)

- ・いろんな勇気がついた。
- ・場所を移動せずに対話ができすぎてすごいと思った。
- ・遠くにいてもTV会議を通じて学習ができるのですごいと思いました。
- ・他の学校と交流でき、お互いの学校のことが知れる機会なのでよいと思った。
- ・相手の顔をみながら学習ができるのでとても近くにいる実感があります。
- ・TV会議をもっと活用していけるような世界をもっと続けてもっと進化していければよいと思います。
- ・画面がきれいで、同じマンションに住んでいる人が白島小というのがわかった。それぐらいよく見える画像だった。

(マイナス印象全記述)

- ・実際に会って鑑賞した方がよい。
- ・音が届きにくいので、やることがすれ違ってしまふことを考えると、もっとスムーズにできたと思いました。
- ・特にありません。

これらの結果から、教室にビデオカメラやプロジェクターが設置してある中で交流することに対する抵抗はなく、多くの児童がテレビ会議システムに好感を持ったと考える。中でも「遠くにいてもTV会議を通じて学習ができる」といった教室を広げて学習することの意義や「相手の顔をみながら学習ができるのでとても近くにいる実感があります」といった映像伝送技術を賞賛する記述が多かったことから、相手を意識して伝えたり、表現したりする力をつける場の設定として有効に活用できるといえる。

しかし、マイナス印象の記述に見られるように、通常の対話に比べると、音声の遅延の影響でスムーズな感じが得られないため、児童にメディアの特性を理解させ、相手を誤解することのないように指導する必要があることがわかった。



## F 遠隔音楽交流授業の効果

児童の心情面において、スクリーンに映る他校の児童の前で演奏を行い、終わる度にネットワーク越しに拍手が聴こえたり、聴き手の反応が見えたりするため、適度な緊張感が得られる。授業構成上においては、コンサートホールで行う発表が、児童どおしの対話によるコミュニケーションが取り入れにくいことに対し、ライブに似た感覚で演奏や対話の時間を自由に構成することができる。また、カメラの機能を利用することにより、楽器を拡大したり、児童の作った資料を拡大したりするなど、アングルやサイズを変えてテレビのような伝え方ができるメリットがある。

物理的には、普段利用している音楽室で発表を行うため、通常のコンサートにおけるステージ設営や楽器移動の必要がなく費用が発生しない。更に、行事として特設せず、教育課程に位置づく普通の授業時間を利用して交流を行うことにより、他教科の授業時間を保証することができる。

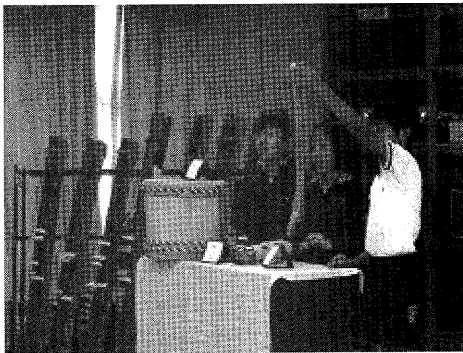


図4 和楽器クイズを出題する児童

## G 遠隔音楽交流の課題

双方向でのやりとりが頻繁な授業形態であるため2校の音量のバランスをとる調整が重要である。今回の授業では、東雲小学校側は、マイクの前に移動することなく、教室後方からクイズの出題を行うことができた。しかし、白島小学校側は自校の音声が入りこんで聴こえ、やや話しづらい状況があった。授業後に本校のマイクをカメラ内臓マイクから指向性マイクに変更することにより、状況が改善できたのではないかと指摘があった。つまり、両校の音量は事前に総合的に調整していく必要があり、マイクの位置を調節したり、時には機器を変更したりして快適な環境を双方で整えなければならない。

音声の遅延は短くなってきているが、直接対話する場合と比較するとまだ「間」が大きい。この「間」がシステム上の特性であることを理解した上で授業に参

加するように促し、学習の雰囲気を持続できるように授業構成や進行の工夫で支援することが必要である。

## H まとめと展望

児童のアンケート結果とF、Gの考察から、ネットワークを利用した授業は、実際に会って発表しあうことによって得られる価値を追いかけるのではなく、メディアの特性やシステムのメリットを生かした授業内容と構成を追究していくべきであり、今回のように、演奏や対話の時間を交互に構成した音楽交流会はネットワークモデル授業の1つになるのではないかと考える。

本実践は広島市内の小学校との交流であったが、今後附属間での遠隔交流授業を計画し、それぞれの研究実践の成果と評価を検討しあうことにより教材研究や教材開発の推進を図ることができるのではないかと考える。また、すべての附属学校間で簡単に遠隔会議ができる人的物的環境が整うと、附属間共同研究会議に費やす移動時間と交通費を削減することができることを実感している。更に、大学はもちろんのこと、地域の企業と連携して、専門的な指導をうけ、最先端の教具を利用して児童生徒の教育に還元していくことが望まれる。

※この授業は広島地域におけるIPv6推進委員会(委員長:広島市立大学助教授 前田香織)の皆様と特定非営利活動法人中国・四国インターネット協議会(CSI)との連携により実施した。サポートして頂いた皆様と、交流して頂いた広島市立白島小学校の前田真理教諭、西村恵美教諭に感謝致します。

## 5 テレビ会議システムの運用について

広島大学附属学校部のご配慮により、NTTマーケティングアクト中国が所有する機器を利用して簡易テレビ会議を使用できるサービス「レッツ・ミーティング」を試用する機会を作っていただいた。概要は以下の表3の通りである。

試用期間は2005年6/1~6/14までの2週間であった。ちょうど前期の教育実習軒館にあたっていたため、教育実習生の指導にも活用できるのではないかと考えた。基本的に、このシステムもスタジオBBと同じで、Flash Communication Server MXの技術を利用した、テレビ会議システムであり、操作等についても類似点が多い。以前利用したNetMeetingやCU-SeeMeなどと比較すると、画質や音声の点での進歩も著しいが、ファイアーウォール環境でも動作することが、最も重要な点であると感じる。こうした製品は企業などでの利用が増加しているとのことだが、どのようなメ

表3 レッツミーティングの概要

|  |
|--|
| <p>商品名 レッツ・ミーティング<br/>(NTTマーケティングアクト中国)</p> <p>特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サーバはNTTにあるため保守の必要がない。</li> <li>・料金は1アカウントで従量制</li> <li>・1アカウントで同時に10人まで利用可能</li> <li>・専用ソフトウェアのインストール不要<br/>(WEBブラウザを使用)</li> <li>・ウィンドウズやマッキントッシュで利用可能</li> </ul> <p>ミーティング開始までの流れ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ミーティングの主催者がレッツ・ミーティング専用サイトで参加者と予定日を登録</li> <li>2. 参加者へメールで通知</li> <li>3. 当日、ミーティング開始</li> </ol> <p>*) ミーティング中に参加者を増やすことが可能<br/>*) ミーティングは主催者が参加者として登録した人のみ参加可能</p> |
|--|

リットによるものか考えてみたい。

- 直接会うことのできない、離れた場所の相手と話し合うことができる。交通費などの経費や移動時間が不要となる。
  - 異なる複数の場所の相手と、同時に話し合うことができる。10人程度までの会議が可能である。
  - リアルタイムなコミュニケーションなので、電話のように使える。その場で聞いたことに対してすぐに答えたり、話し合ったりすることができる。
  - 電話では相手が見えないが、表情から相手の気持ちを読み取ることができる。
  - 話し合いの内容を、参加者全員で共有することができる。
  - 高価な特別な装置は不要で、インターネット利用可能なパソコンとカメラ、ヘッドセット等があれば参加できる。
  - メールやチャット、掲示板などのように文字を入力する必要がないので、機器の設定さえすれば簡単な操作だけでコミュニケーションが可能になる。
  - TV会議システムを使って録画することができるので、授業場面の振り返りや相手の話の内容をもう一度確認することができる。
- 一方でどのようなデメリットが存在するか、それを理解した上で効果的に活用できる場面設定が必要である。
- 複数の相手と話す場合、話す時、聞く時に簡単な操作が必要である。

- 通信速度によって、画像が不鮮明になることもある。音声や映像に遅延(時間差)が生じる場合がある。

こうしたシステムの広島大学の附属学校園での利用を想定すると、次のような利用が考えられる。

- 1) 附属学校部(事務関係)の内部での会議
- 2) 附属学校部(教員)の内部での会議
- 3) 附属学校部と教育学研究科との教員の連絡
- 4) 附属学校の校長(教育学部)と副校長(学校)との連絡
- 5) 教育実習期間中の学生と学部指導教官との連絡・相談・指導
- 6) 教育実習期間前後の、学生と附属教員との連絡・相談・指導
- 7) 附属学校の生徒と大学教員との連絡・指導(課題研究など)
- 8) 学内の委員会のWG
- 9) 児童・生徒の交流活動(生徒会やクラブの交流)

広島大学の附属学校は5地区にまたがっており、前述のメリット・デメリットを考慮しながら上手に利用することで、これまで以上に附属校園間・附属と大学間の緊密な連携による教育活動・教育研究が可能となるのではないだろうか。

さらに、特別な装置を必要としないという点から、学外への利用も想定すると、研究協力校との交流などでも、広く活用することが可能であると考えられる。「自然科学基礎講座」のような講義を、学外の生徒向けあるいは教員の研修のために公開していくことは、地域貢献の観点からも大いに意義のあることではないだろうか。

#### 4. おわりに

広島大学の大学と附属、附属と附属を結ぶテレビ会議システムとして、遠隔講義等に活用可能なMPEG2のシステムは大学の先生方との連携により、授業や教育実習など、附属の教育活動での安定した利用が可能な程度に運用できる段階に入ってきた。遠隔講義や遠隔授業のシステムとしては、高画質・高音質のシステムが望ましいことは言うまでもない。

また普段の研究打ち合わせなど、電話代わりになるようなテレビ会議システムについても、さまざまな試行を行うことができ、実際の利用場面が容易に想像できるほど身近なものになってきた。

最後に、この研究に関わってご尽力いただいた皆様、とりわけ、遠隔授業を快く引き受けていただいた葛岡先生、鳥越先生、そして技術的・人的なサポートをいただいた皆様に感謝の意を表し、本稿を閉じる。

<参考文献>

1. 附属学校における広島大学情報ネットワークシステム (HINET) の活用—大学と附属・附属と附属を結ぶテレビ会議システムの構築に関する研究 (I) (II) (III) (IV)—, 長澤武他, 学部附属学校共同研究紀要 vol.29, 30, 31, 32 (2001, 2002, 2003, 2004)
2. 総務省報道資料 (2005) 広島地域における IPv6 移行実証実験の実施
3. 特定非営利活動法人中国四国インターネット協議会 (2003) 広島地区における高度マルチメディア通信に関する研究プロジェクト2 研究成果報告書  
<http://www.csi.ad.jp/activity/2MAMEdeGansu/>