

インターネット「子ども科学教室」の実践事例

—システム構成と運営体制の考察—

田島貴裕・辻 義人・西岡将晴・田辺大人・奥田和重

◎Key Words 遠隔教育, 運営体制, 理科教育, テレビ会議, Skype

連絡先: 北海道大学大学院理学研究院 全学教育自然科学実験室 (田島)

1 はじめに

都市部から遠い地域や過疎地域では、大学や科学館などが身近になく、理科・科学教室などが開催されることは稀である。そのため、これらの地域の児童は、理科や科学に接する機会が限られる。また、一般に理科教材は高価であり、過疎地域の小規模校では十分に用意することは困難である。そこで著者らは、インスタントメッセージング (IM) による「子ども科学教室」を試みた^[1]。都市部にある大学の実験室から、過疎地域にいる児童へ向けてテレビ会議型授業を実施し、“手軽に” 理科や科学への興味を喚起する取り組みである。この事例では、電子顕微鏡像を送信し、授業の実施が可能であることを確認した。しかし、IM は音声の中断などのトラブルがあり、児童の注意を持続させることが難しい場面も見られた。

そこで、今回はインターネットを利用したテレビ会議機能を持つソフトである Skype^[2]と、インターネットテレビ会議システム (A 社製) を用いて「子ども科学教室」を実施した。Skype は IM よりも音質・画質が良好と言われている。また、テレビ会議システムも、IM とは配信方式が異なるため、比較的安定した音質や画質が期待される。しかし、両者は、授業準備や進行など、運用面において違いがある。

このことから、本研究では子ども科学教室の実践を通じて、両者のシステム構成 (Skype, テレビ会議システム) の違いによる準備過程や授業進行で考慮すべき課題を明らかにする。そして、より“手軽に” テレビ会議型授業を行うための運営体制の考察を行う。

2 子ども科学教室の概要

2.1 実施概要

授業は以下の要領で実施している：

対 象：北海道上川郡剣淵町剣淵小学校 4 年生
開催日時：平成 19 年 2 月 5 日 (月) 9:45~11:30
開催場所：絵本の館 (剣淵町:公共施設)
配信場所：北海道大学高等教育センター
自然科学実験室 (札幌市)
主 催：小樽商科大学ビジネス創造センター
登録研究会 遠隔教育研究会
内 容：花 (アザレア) のしくみについて

小学校は、PC やネットワークの管理上の問題からテレビ会議型授業の実施が困難であるため「絵本の館」で行った。児童のいる絵本の館は、授業配信場所の北海道大学 (以下、北大) から、約 180km 離れている。講師は、北大内の実験室から電子顕微鏡などを用いて、授業を行った。

2.2 実施手順

授業は、前半 45 分、後半 45 分の計 90 分である。前半は、花の仕組み (花, 花びら, 葉, 気孔) について、後半は、花粉についての内容である。地元の剣淵高等学校には園芸科があり、さまざまな花卉類を育成している。そこで、同校で栽培しているアザレアを観察用教材として提供して頂いた。地域学習という観点から、地元高校で栽培されている花卉の種類、数量、流通経路、販売用途なども学習内容とした。児童は、テレビ会議を通して講師の話聞き、虫めがねによる花の観察やスケッチ、観察カードへの記入を行った。また、北大から送信される電子顕微鏡像などを見ながら、授業ノートへの記入も行った。

3 機種選定と留意事項

3.1 全体構成

授業の前半と後半で、システム構成を変更した：

[前半—システム構成 a]

送信側：PC (Windows XP)

+テレビ会議ソフトウェア (A 社製),

ビデオカメラ、マイク

受信側：テレビ会議装置（A社製）、液晶プロジェクタ
[後半システム構成b]

送信側：PC（Windows XP）+Skype、
ビデオカメラ、マイク

受信側：PC（Windows XP）+Skype、
Webカメラ、マイク、液晶プロジェクタ

システム構成 a では、送信側は A 社製インターネットテレビ会議ソフトウェア（以下、A 社ソフト）、受信側は A 社製インターネットテレビ会議装置（以下、A 社装置）を使用した。受信側の A 社装置は、テレビ会議に必要なカメラ、マイク、LAN ボードが内蔵されており、電源と LAN ケーブル、液晶プロジェクタをつなげば使用可能である。大きさは幅 30cm・高さ 7cm・奥行 17cm、重さは 1 kg 程度であり、持ち運びが容易である。購入価格は、今回使用している PC と同程度である。

3.2 PC

送信側と受信側で使用している PC は、システム構成 a、b ともに、同じ機器を使用している。そのため、北大にある送信側 PC には、事前に A 社ソフトと Skype をインストールしてある。

3.3 授業配信用カメラ

送信側カメラは、家庭用のデジタルビデオカメラ（実勢価格 10 万円以下）を USB により PC へ接続している。これは、講師や電子顕微鏡像を撮影するため、瞬時にカメラ位置の切り替えや、拡大・縮小を行うためである。

ただし、ビデオカメラをテレビ会議ソフトや Skype で使用する場合、PC 上で USB カメラとして認識する機能を搭載したビデオカメラでなくてはならない。事前調査では、P 社のビデオカメラは A 社ソフトには対応しているが、Skype には対応していないといった事例もあった。USB カメラとして認識できないビデオカメラを使用したい場合は、ビデオ入力端子から PC へ接続するためのコンバータ（数万円程度）が必要である。

3.4 通信回線

一般にインターネットは低コストであるが、ベストエフォート⁴⁾であるため、回線品質が保証されていなく、テレビ会議には向いていないとされてきた。そのため、データ通信の専用線や ISDN（総合デジタル通信網サービス）が使用されてきたが、通信使用料が高価であることが課題であった。さらに、小学校などで導入する場合、高価な専用線を整備することは困難な場合が多い。

近年、比較的安価で高速通信が可能な光回線も整備さ

れつつあるが、都市部以外では利用できないことが多い。今回の対象事例である剣淵町は、光回線は利用できず（2007 年 8 月時点）、ADSL 環境である。しかし、ADSL は ISDN 通信よりも通信回線使用料が安く、使用可能地域も広い。本事例の絵本の館側では、家庭用 ADSL により通信を行っている。

4 事前準備と確認

4.1 A 社製テレビ会議ソフトウェア

システム構成 a では、受信側に A 社装置を使用しているが、当初の計画は、送受信側ともに A 社ソフトを導入する予定であった。受信側に A 社装置を使用した理由は、A 社ソフトによる通信が出来なかったためである。以下、導入までの確認作業と注意事項を述べる。

a. 概要

A 社ソフトは、1 ライセンス（PC）3 万円程度である。通信データの暗号化や標準的な Web カメラのサポート、PC コンテンツの送受信、アプリケーション共有などの機能がある。

b. インストール

A 社から CD-ROM 版を購入しインストールを行った。インストールと各種設定は 20 分程度で終了した。

c. 動作確認

A 社ソフトを 2 台の PC にインストールし、大学内環境同士、大学-ADSL 環境、ADSL 環境同士において動作確認を行った。学内の接続試験では、2 台の PC に固定 IP アドレスを割り振っている。大学内では問題なく通信可能であった。大学-ADSL 環境では、ほとんど接続できなかった。また、2 台とも ADSL 環境へ設置した場合も接続できなかった。接続時の呼び出しは行いが、通信が確立しないのである。幾度も試みた結果、通信が確立した割合は 1 割程度であった。

通常、テレビ会議ソフトウェアでは、モデムやソフトの Firewall や NAT 機能⁴⁾の設定が必要である。本事例もメーカーの指示通りに設定したが、ADSL 環境ではいずれも通信が出来なかった。しかし、大学-ADSL 環境において、ADSL 環境側を A 社ソフトから A 社装置へ変更したところ、問題なく通信が可能であった。このことから、接続の確立が出来ない原因は、A 社ソフトが、ADSL モデムの NAT 機能に完全に対応していないことと考えられる。ADSL モデムとの”相性”が悪い場合、解決するにはゲートキーパとよばれる装置や、VPN⁵⁾を構築する必要がある。しかし、これらは高価であったり、専門知識を要するなど、小学校などでは手軽に導入できるものではないだろう。

したがって、本事例では、受信側における A 社ソフトの使用を断念し、A 社装置を導入することとした。A 社装置を使用する場合も、ADSL モデムの Firewall 機能の設定や、A 社装置自体の NAT の設定が必要であり、ネットワークに関する知識を要した。

4.2 Skype

a. 概要

インターネットを利用したソフトであり、無料で利用できる。Skype 間の通話は無料であり、有料サービスでは固定電話や携帯電話との発着信も可能である。また、複数との通話も可能である。電話、ビデオ会議のほか、インスタントメッセージ機能もある。

b. インストール

Skype のサイト⁴からソフトウェアをダウンロードし、インストールを行った。オンラインでのユーザ登録が必要であるが、特別な設定は必要なく 20 分程度で終了した。通信したいユーザを登録しておけば、PC の起動と同時に通信が可能であるため、その設定も行った。

c. 動作確認

A 社ソフトと同様に、大学内環境同士、大学-ADSL 環境、ADSL 環境同士において動作確認を行った。いずれの場合も、ADSL モデムの設定 (NAT や Firewall) や大学の Firewall の設定を変更せずとも、画像・音声の送受信は問題なく行えた。A 社ソフトとは異なり、ネットワークの知識が無くても、PC へインストールするだけで使用可能であるので、準備は非常に簡単である。

5 授業の実施

5.1 運営上の課題

a. [システム構成 a]

A 社ソフトおよび A 社装置では、モデムの設定、ソフト・装置の設定が必要であり、専門知識を要するが、実施時の操作は非常に簡単である。A 社ソフトは、マウスで手軽に扱え、IM や Skype と同様に操作可能である。また、A 社装置では、通信設定や相手先との接続など、リモコン操作のみで簡単に可能である。機器が起動するまでの時間は PC の起動時間よりも短いため、すぐに通信を開始できる。実際に使用した講師の印象では、声量や板書にそれほど神経質にならずに授業を進めることができ、また、児童の反応を確認しながら進行できたと感じている。

A 社ソフトおよび A 社装置では、データ共有機能 (PC 上の画面をすべて表示可能) の機能が付いており、それにより、送信側 PC にある PowerPoint や Excel などの

データも容易に提示できる。また、複数拠点による同時双方向通信も可能である。本研究では、講師はホワイトボードへ板書して講義を行ったので、これらの機能は使用していない。しかし、複数の提示形式があれば、指導方法の幅が広がると考えられる。

b. [システム構成 b]

前回の IM による実践では、授業中に音声の中断などのトラブルがあった。IM では、サーバを経由して画像・音声通信が行われるため、サーバが混雑すると音声の切断が発生すると考えられる。Skype は、P2P⁶により通信を行うため、比較的安定した音声や画像の送受信が可能である⁷。講師の感想では、音声・画質は IM よりも非常に良い印象を受けている。しかし、Skype では自分側の画像が非常に小さく、特に講師が自分の授業風景を確認しづらいといった不具合もあった。

c. 人員体制

送信側は、講師のほかカメラ操作 1 名が必要である。送信側のカメラは、ズーム操作と三脚の回転を行うので、撮影専用の人員が必要である。しかし、市販の家庭用ビデオカメラであり、使う機能もズームのみであるので、誰でも容易に撮影可能である。受信側ではカメラをほぼ固定するため、教師 (授業補助) 1 名で可能である。また、システム構成 a では、ネットワークの設定が必要なため、状況に応じて各種設定を行うコーディネータの役割が必要であろう。

5.2 授業評価

授業の前半と後半の最後に、それぞれアンケート調査を行った。アンケートは 5 段階評価 (とても良い: 5 点 ~ とても悪い: 1 点) で行っている。得られたデータ数は 32 件、合計は 64 件である。アンケートの設問および各システム構成ごとの平均値、講義全体を通しての平均値 (ならびに標準偏差) を Table 1 へ示す。

全体の平均値は 4.33 の値が得られており、概ね児童が満足できる授業であったといえる。特に平均値が高い項目は、Q2、Q9、Q11 である。児童はリアルタイムの臨場感を感じ、さらに内容がわかりやすく理解できるものであったといえる。テレビ会議型授業により、遠隔地からでも電子顕微鏡などを用いた授業が可能であることを示しているだろう。

また、A 社と Skype との間で平均値の差の検定 (対応のある t 検定) を行った結果、Q3 (声の聞き取りやすさ) に差が見られた (Skype > A 社, $p < .05$)。前回の教室とは授業形態や回答者属性が異なり、正確な比較は出来ないが、音声に関する設問 Q3 の平均値は、A 社 (3.29)

Table 1 アンケート結果

設問	A社平均値	Skype平均値	合計平均値	標準偏差
Q1 画像は見やすかったですか。	4.38	4.41	4.39	0.85
Q2 先生が何をしているのか、よくわかりましたか	4.69	4.75	4.72	0.52
Q3 先生の声はよく聞こえましたか。	3.29	4.28	3.79	1.02
Q4 先生との声と動きにズレを感じましたか。	3.91	4.03	3.97	1.13
Q5 撮影している場所の雰囲気はよくわかりましたか。	4.23	4.22	4.22	1.04
Q6 授業を受けている実感はありましたか。	4.66	4.56	4.61	0.83
Q7 気軽に先生に質問できそうでしたか。	4.03	3.91	3.97	0.89
Q8 先生に親しみを感じましたか。	4.16	4.09	4.13	0.90
Q9 今日の授業の内容はわかりましたか。	4.75	4.72	4.73	0.54
Q10 もっと、今日の授業の内容をくわしく知りたいと思いませんか。	4.38	4.41	4.39	0.73
Q11 先生の説明はわかりやすかったですか。	4.72	4.75	4.73	0.45

および Skype (4.28) とも、IM (3.04) よりも向上している。運営スタッフも、音質は IM に比べて非常に良い印象を受けている。

6 おわりに

本稿では、製品版テレビ会議システムとフリーソフトウェアである Skype を使用し、子ども科学教室の実践を行った。アンケート結果からは、両システム構成ともに、電子顕微鏡などの機器を使用した遠隔授業が問題なく実施できることが確認された。音声に関する調査項目では、A社システムと Skype との間で差がみられたが、今回は A社システムを先に、Skype を後に使用したため、テレビ会議型授業に対する”慣れ・慣れ”といった順序による影響があることも考えられる。この点についてはさらに調査が必要である。

次に、両システム構成の違いによる準備過程や授業進行で考慮すべき課題を議論した。A社システムでは、使用するまでの事前準備、接続テスト、各種設定などは専門知識を要した。一方、Skype は各種設定が非常に簡単であり、無料であるので、PC とインターネット環境があれば、手軽にテレビ会議型授業が実施できることを確認した。しかし、A社システムでは、複数拠点の同時授業やリモコンのみで操作が可能な点、表示画面の調整など、指導方法の幅が広がる利点は多い。今後は、さらに

A社 と Skype との比較の追求が必要と考えている。

謝辞

剣淵町教育委員会、絵本の館管理係長 竹内佳明氏、剣淵小学校教諭 町田みどり氏、帯広農業高校教頭 廣瀬之彦氏、剣淵高校教諭 村井一幸氏、けんぶち絵本の里を創ろう会、剣淵小学校 4 年生の皆さんに感謝します。

注と参考文献

- [1] 田島貴裕, 辻義人, 西岡将晴, 奥田和重「インターネットを活用した『子ども科学教室』の試みと運営体制—IM によるテレビ会議型授業—」, コンピュータ&エデュケーション, 22, 2007, 113-118.
- [2] Skype [http://www.skype.com/]
- [3] 回線容量 (処理能力) を超えるようなデータ通信がある場合、処理をしない方式。
- [4] Network Address Translation: プライベート IP アドレスとグローバル IP アドレスを変換する機能。
- [5] Virtual Private Network: 専用線を用いずに、インターネット回線のような公衆回線により通信を行う技術。
- [6] Peer to Peer: サーバやクライアントといった固定された役割をもたず、ほぼ同等な役割を担うコンピュータが集合したネットワークの形態。
- [7] 池嶋俊「入門 Skype の仕組み 無料 IP 電話を支えるピアツーピア技術」, 日経 BP 社, 2005

著者略歴

田島 貴裕 (たじま たかひろ)

◎現在の所属: 北海道大学大学院理学研究院

◎専門分野: 教育工学 (遠隔教育論, 経済性分析), 理科教育

辻 義人 (つじ よしひと)

◎現在の所属: 小樽商科大学教育開発センター

◎専門分野: 教育心理学, インストラクショナル・デザイン

西岡 将晴 (にしおか まさはる)

◎現在の所属: 剣淵町教育委員会

◎専門分野: 行政評価論 (経営品質, 教育行政)

田辺 大人 (たなべ ひろと)

◎現在の所属: 北海道大学大学院理学研究院

◎専門分野: 理科教育

奥田 和重 (おくだ かずしげ)

◎現在の所属: 小樽商科大学大学院

◎専門分野: 生産システム論, 生産管理論