

## 第4章 3D素材を取り入れた多地点・小集団の 連携による教育実践モデルの開発

波多野 和彦・山路 進・谷川 由紀子  
近藤 智嗣・坂元 昂

# 3D素材を取り入れた多地点・小集団の連携による 教育実践モデルの開発

## Development of a Model for Educational Practice with Collaborations using 3D Materials

波多野 和彦<sup>1</sup>・山路 進<sup>2</sup>・谷川 由紀子<sup>3</sup>・  
近藤 智嗣<sup>1</sup>・坂元 昂<sup>1</sup>

Kazuhiko Hatano<sup>1</sup>・Susumu Yamaji<sup>2</sup>・Yukiko Tanigawa<sup>3</sup>・  
Tomotsugu Kondo<sup>1</sup>・Takashi Sakamoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>メディア教育開発センター・<sup>2</sup>(財)日本私学教育研究所・<sup>3</sup>NEC

<sup>1</sup>National Institute of Multimedia Education・

<sup>2</sup>The Education Institute for Private Schools in Japan・<sup>3</sup>NEC Corporation

概要：情報通信ネットワークと3D教材を活用し、教科指導と「総合的な学習の時間」における教育活動を有機的に連携する教育実践モデルの開発を行っている。本稿では、具体的な教育実践事例にまとめ上げるための(1)指導的な教員に対する3D教材を活用するイメージ作りと教科指導を関連づけるテーマの設定、(2)一般教員を交えたWeb教材の作り込み、(3)多地点・小集団が連携した野外学習のモデルと実践活動の様子(同じ学習コミュニティが比較的近距離で3班に分かれた例、異なる学習コミュニティが離れた地点間で協力した例、改善提案を踏まえた多地点・小集団の連携による野外学習の例など)を紹介している。

また、実践活動を実施するための生物標本作成法の開発、撮影対象に応じた3D撮影技術の確立、3D教材のデータベース化、及び、3D教材を活用した学習指導法の開発等も紹介している。

キーワード：授業実践、情報通信ネットワーク、3D教材、教科指導、総合的な学習の時間、協調活動

### 1. はじめに

情報化の進展に対応した新しい学習指導要領の適用にともない、様々な新しい教育活動の試みが始められている。これまで、先行して取り組まれてきた「総合的な学習の時間」における教育実践事例に加え、各教科における情報通信技術の活用にかかわる工夫や実践に関わる知見

も蓄積されていくものと期待される。特に、学校におけるインターネット接続をはじめとする環境整備や情報通信技術の進歩や普及による教育活動の広がりも予感される。

このような状況を鑑み、我々は、各教科における情報通信技術の活用と「総合的な学習の時間」を中心とする教育活動を有機的に連携した教育実践モデルの開発を目指し、情報通信ネットワークを用いたコミュニケーションや3D素材の効果的な活用方法を模索している。本稿では、その概要を示す。

## 2. 教育実践モデル開発の概要

### 2.1 実践活動に参加する教員像

はじめに、情報通信ネットワークを介した教育用3D素材を開発するとともに、その有効活用方法を検討するために、目標とする実践モデルにかかわる知見を蓄積し、共有することを鑑み、「一般的な電子メールによるコミュニケーションやWebによる情報検索等の操作スキルは持つが、授業展開における情報通信技術の活用にかかわる特段の経験やスキルは備えていない教員」の参加を想定した。

### 2.2 3D教材活用のイメージ作り

そして、当該プロジェクト活動に参加するリーダー的役割を持つ教員が、情報通信ネットワークと3D素材を組み合わせて、教育活動を実施する際のイメージをつかみ、具体的な学習活動の設計や実施を行う段階で、他の一般的な教員を導けるように、試行的な活動を実施した。

すなわち、既に、情報通信技術の活用経験を持つ高校生に対して、「デジタルカメラを用いて収集した2D画像から3D画像を組み立て、校内の様子を紹介するWebページを作成する」

という課題を与え、教員には、図1の様な仕組みを用いて、その様子を観察・分析してもらうとともに、生徒に対するインタビューを行い、実際の3D画像イメージ、3D素材の作成過程イメージ、生徒達の考え等の体験的な理解を促した。

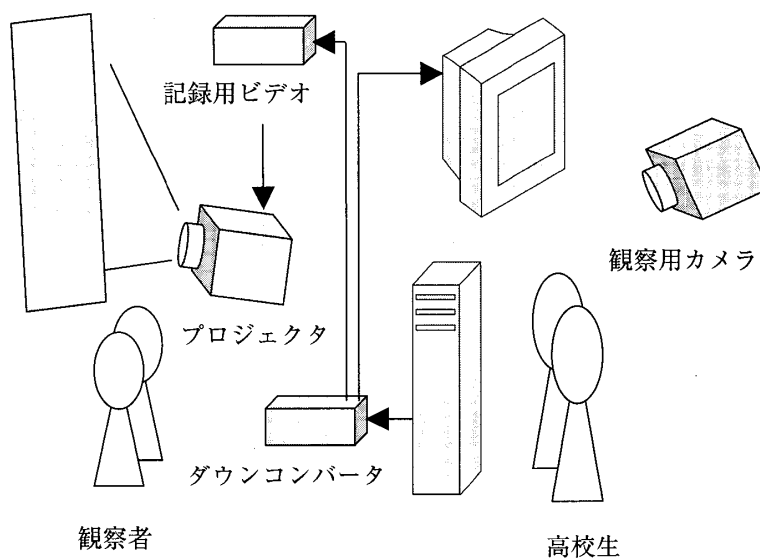


図1 イメージ作りのための観察活動

### 2.3 教科指導を関連づけるテーマの設定

次に、情報通信ネットワークと3D素材を活用した具体的な実践活動の事例を構築する際、情報通信技術の利用に主眼をおいた新しい教育実践の試み<sup>(1)</sup>などを考慮し、一般的な教員がそれぞれの技量に応じて参加でき、かつ、「総合的な学習の時間」の枠に閉じることなく、各教科における学習指導のための情報通信技術の活用とも有機的に連携できることを前提として、リーダー的な役割も持つ教員らと検討を重ねた結果、地域にかかわる「統一的なテーマ」として、八王子市を流れる「浅川」を設定することとした。また、それぞれの教育活動において扱う題材の位置関係をとらえ、教育活動相互のかかわりを明確に把握できるように、浅川を中心とする「地図」を基盤としたWebページ(図2、図3)を試作した。

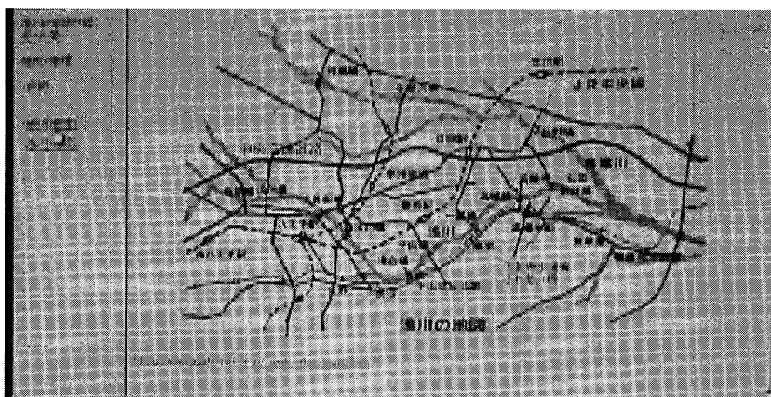


図2 「浅川」プロジェクトのWebページ

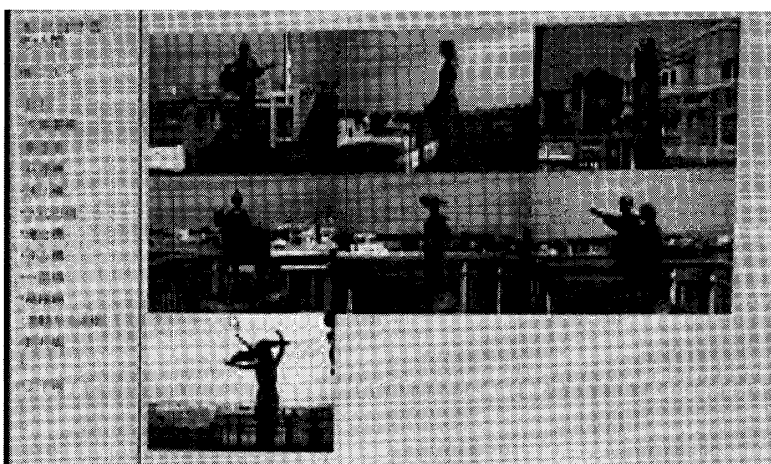


図3 浅川の地図に張り込む素材例

その後、一般教員にプロジェクト活動の紹介や参加の呼びかけを行うとともに、意見交換を重ねながら、それぞれの担当教科における授業計画を踏まえ、(3Dを含む)素材を作成し、「浅川」のページに埋め込む作業を続けた。

### 2.4 ネットワークを活用した協調的な調査活動のモデル

さらに、浅川を中心とする野外における教科横断的な学習活動において、単に個別的な活動を行うだけではなく、多地点に分散した小集団の学習者らがそれぞれ主体的に活動しながら、相互に協力して学習を進められるように、GPS(のデータを記録できる)カメラ等を用い、野外において収集した素材を、その収集場所の位置情報とともに、基盤とする(Web上の)地

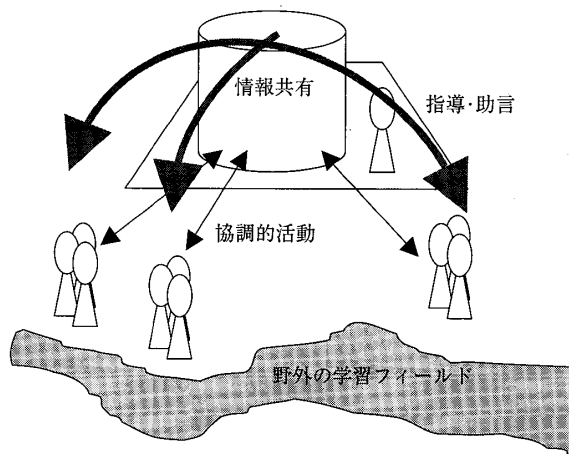


図4 野外での協調活動

図に反映させることで共有し、統括的な役割を担う指導者が助言や指導を行うことで、連携を図る仕組みを採用した。

### 3. 教育実践の試み

各教科での情報通信技術の活用と総合的な学習の時間における教育活動を有機的に連携させるために設計した（浅川流域における）教科横断的な学習活動を具体化するために、現地を視察した（図5）。

その結果に基づき、野外における教科横断的な学習活動として、複数の学習集団が、（学校等の）中継拠点や他の学習集団と情報通信ネットワーク（電子メールや電子掲示板など）を介して、調査の方法や結果等に関わる意見やデータ等を交換するとともに、指導者の助言や指導を受け、相互の連携を図る仕組みを具体化し、試行的な実践を行った。



図5 浅川流域の観察

#### 3.1 実践活動1 < 2002年10月26日（土）>

明治大学附属中野八王子中学・高等学校の（生物部の）生徒達や先生方の協力を得て、（財）日本私学教育研究所（八王子市榎原町）を拠点とした浅川中流域での実践活動に適用した。

野外調査を行う（5～6名の）生物部員、指導教員、情報通信ネットワークによる情報交換等を支援するための補助員、実践活動の観察者等による「班」を構成し、直接には見通せない程度離れた3地点に分かれ、水生昆虫、流速、石の大きさ等の調査を行った。



図6 調査の様子（水生昆虫の採取）

GPS機能により、撮影地点の位置情報や撮影方向の情報が記録できるデジタルカメラで活動の様子や結果等を記録するとともに、電子メールや電子掲示板で、リアルタイムでの情報交換を実現した。河川敷3地点にはノート・パソコンと小型発電機を配置し、長距離無線LANによるネットワークを構築した。

#### 3.2 実践活動2 < 2002年11月16日（土）>

これまで「タマロジー」の活動として、多摩川の観察を続けていたカリタス女子中学・高等学校（川崎市多摩区）の生物部、及び、先生方の協力を得て、多摩川中流域（カリタス校が担当）と多摩川の上流にあたる浅川中流域（先の実践に参加した明大中野八王子校が担当）の2地点における実践活動に適用した。ここでは、多摩川の河川敷とカリタス校、浅川の河川敷と

日本私学教育研究所のそれぞれを無線LANで接続し、カリタス～研究所間は、インターネットを利用した。

両地区の様子を相互に把握できる様に、Yahoo!メッセンジャーとUSBカメラを用いることとしたが、既設LANのセキュリティに関わる制約のため、映像交信の部分(片側)は、PHSによる接続(64K)を用いざるを得なかった。

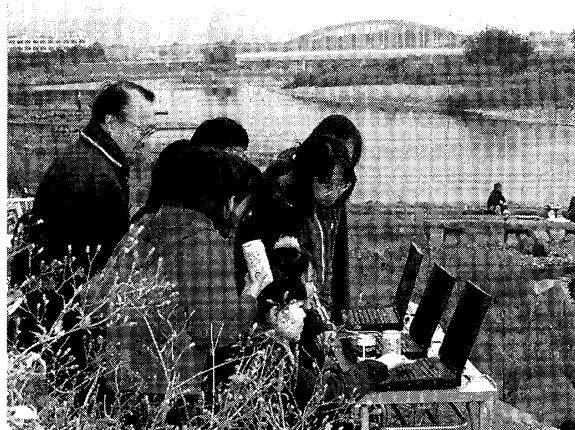


図7 結果報告の様子

### 3.3 実践活動3 <2003年7月23日(水)>

2回の実践活動を通して、多地点での小集団の同時・協調的な調査活動のモデルが示されたと考えられたが、活動の評価で、両校の直接的な交流や調査時における映像による交流等の改善が望まれた。

そこで、両校の協力を得て、事前訪問による活動概要の報告や調査方法等の検討会を実施するとともに、専用のテレビ会議装置を用いることにより、実践モデルの精緻化を試みた。



図8 テレビ会議の様子

## 4. 3D教材の開発と教育における活用の試み

現在、課題解決的な学習活動での情報通信ネットワークと3D素材の効果的な活用方策の検討を重ね「何をどこまで記述すべきか」を模索し、実施手順や留意点等の整理を行うとともに、浅川に関わる3D素材等の開発を行っている。

### 4.1 3D図鑑(教材)開発の背景と概要

野外観察実習における小動物や昆虫の識別・同定は、図鑑等を用いて個々の生物の特徴を捉えて比較する事によりなされるが、正確に識別・同定するためには、様々な角度(視点)から検体を観察し、標本と比較する事が求められる。しかし、通常の教育活動で利用される(二次元の)図鑑では、任意の角度から視認することはできない。また、博物館等にある「実物標本」は比較しやすいが、野外に持ち出すことができない。そのため、基準となる(実物の)標本を3D(教材)化する事によって、より精密な観察を実現する事が可能となり、正確な識別・同定が容易になることが予想される。

(識別・同定の)基準となる「標本」の特性、及び、その活用方法に合わせて、生物標本の作成方法の開発、撮影対象に応じた3D撮影技術の確立、3Dファイル化の検討、3D教材のデータベース化を実施した。

#### 4.2 小動物の3D教材の開発

通常、小動物を識別・同定することは容易ではない。具体的な例の一つとして、多摩川流域に生息する小動物の中で、タヌキ・アナグマ・ハクビシンは、見る角度によっては識別することは難しい。観察者が任意の角度から標本を観察でき、その特徴を捉えられることにより、この3種を見分けられる。この条件を満たす3D教材を作成した。

また、小動物の骨格標本も立体的にその特徴を捉えて観察することが重要であることから、図9に示すように、3D教材を作成し、種ごとの特徴を捉えることができる教材とした。

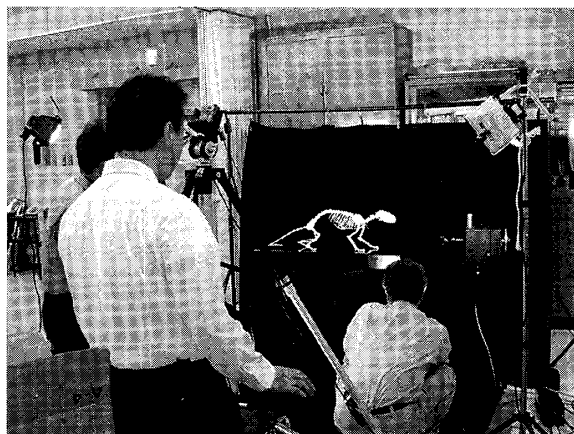


図9 小動物の骨格標本の3D撮影

#### 4.3 昆虫類の3D教材の開発

昆虫類は非常に種類が多く、多摩川・浅川流域に多々生息する甲虫類やカメムシの仲間は、特に分類することが難しい。これらのグループは、微細な各部位の特徴を観察できる3D教材が要求されることから、3D教材の作成を優先して行っている。また、昆虫類に対しては水平・垂直のあらゆる角度から、その形態を観察する事ができる3D教材の作成をすすめ、データベース化している。

#### 4.4 水生昆虫の3D教材の開発

水生生物（昆虫）は、河川の水質環境を反映することから、環境指標として良く用いられる。水生昆虫は、数mmと小さいため、市販されている3D撮影用の回転台では精度が低く、微細な部分を表現する撮影ができない。本研究では、図10に示す3D撮影装置を自作した。撮影用回転台は、顕物顕微鏡の回転ステージ部分を改良し、正確に角度を変える事ができ、かつ標本の中心が一定に保てるように設計し、正確な回転角で撮影できるようになった。

水生昆虫は、水から空気中に取り出すと、水分を失いその形が変形しやすく、標本の作成は多くの工程を要する。標本は、半乾燥後に形を整えて展翅し、真空デシケータ中で1週間ほど強制乾燥させて作成した。

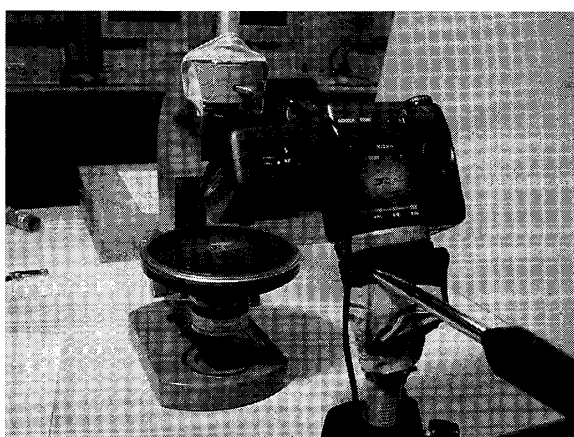


図10 微細な標本の3D撮影装置

#### 4.5 生物の特徴を表す3D教材

鳥の足・羽や嘴は、それぞれの生態機能の特徴に基づいて、その形を特化させている。例えば、水鳥の足・猛禽類の足の違いなどである。各部位の機能の特徴をわかりやすく表現した3D教材を活用することにより、具体的な鳥の生態と機能の関係が理解できる教材の作成をすすめている。

#### 4.6 3D教材を活用した学習指導の試み

今回作成した3D教材を活用した学習指導法の開発を試みている。2003年7月23日、明治大学附属中野八王子中学校・高等学校（生物部の）生徒達や先生方の協力を得て、東京都八王子市内を流れる多摩川の支流の一つである浅川中流域において、試行的な野外観察実習（実践）を行った。図11に現地での3D教材活用の様子を示す。



図11 野外観察実習での3D教材の活用

### 5. 実践活動にかかわる考察

本研究は、現在、教育実践モデルの開発、3D図鑑（教材）の開発等を行っている段階であり、今後、実践事例の分析等を通して、評価・改善に取り組む必要があると考えられる。

ここでは、第1回目の実践活動を分析した結果を報告する。

#### 5.1 実践における学習目標と環境の設定

八王子市内を流れる浅川（多摩川の支流）流域において、水生昆虫、流速、水温、石の大きさ等を目視で確認できない程度離れた3地点に分散し、5～6名程度の学習グループにより観察することを通して、「他の地点における調査結果をリアルタイムに参照・比較することにより、地点毎の違いを発見的に学習すること」を目標とする活動をデザインした。

そのためには、複数地点に分散した小集団の学習グループが連携しながら（協調的に）野外調査活動を進め、それぞれの学習グループが（1）調査状況（進捗や周辺環境）を把握できる、（2）調査結果を共有できる、（3）調査方法や結果の確認や調整を（必要に応じ）その場で行えることが必要であると考えた。

そこで、図12に示すように（長距離無線LAN、ノートPC、発電機等を用い）野外調査地点間の通信環境を構築し、電子メールや電子掲示板の活用によるリアルタイムでの調査結果の共有と、情報・意見の交換が行える仕組みを実現した。

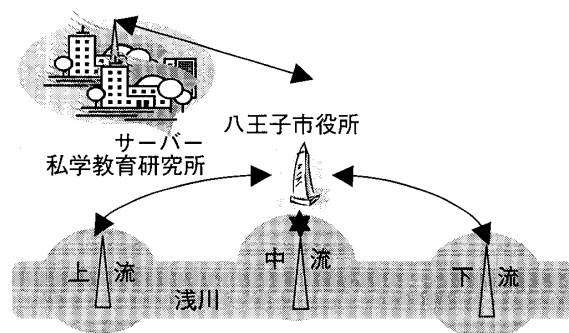


図12 実施環境



## 5.2 学習活動

河川環境の観測を「科学学習の視点」からとらえる場合、科学的なものの見方・考え方、科学的な方法を、活動を通じて生徒が学ぶことが重要になる。

ピー (Pea 1992) によれば、「科学の学習」とは、「科学的な会話の学習」と見なすことができる。すなわち、科学的な見方・考え方は、他者と一緒に科学的な活動に参画することにより、その中で他者の考えや行動に身近に接すること、そして何よりも、他者と活動に関連する科学的な会話を交わすことを通じて養われるとされている。

学習活動を通じてこのような科学的な学びを誘発・促進するためには、調査結果の解釈や調査方法の改善検討に、他地点で活動する生徒の視点も取り入れていくことが重要になると考えた。そこで、複数地点に分散する生徒による意見交換の場を自然発生に任せるだけでなく、活動プロセスの中の一フェーズとして埋め込んだ。さらに、科学的な会話のイニシエーターとして、調査方法、結果の解釈に科学分野の専門家の視点から助言を与え、かつ全体を統括する指導者を配置した。

## 5.3 実践の分析

「調査結果の参照」と「グループ間での意見交換」が行われた場面のビデオ録画と電子掲示板のログデータから、以下のことが読み取れると考えられる。

### 予想→検証体験の促進

[発話1]

生徒A：(画面上の他チームによる調査結果と紙にメモした自チームの調査結果を見比べながら) ああよかった。流速、こっちのが速かった。これだけすごい気になってた。

上流チームの生徒たちが、電子掲示板で、他チームの調査結果を参照している場面の発話である。発話1から、生徒Aが観測地点別の流速について「上流が一番速い」との予想を持っていたこと、それが観測データの比較によって裏付けられて満足していることがわかる。調査結果の即時共有によって、予想→調査→検証という一連の科学的な活動がスムーズに実行、促進されたと言える。

### 調査方法の改善提案&合意を誘発

[掲示板ログ1]

下流との比較 活動のまとめ  
投稿者：上流  
登録日：2002年10月26日12時34分 (#42)  
解ったこと <中略>  
流速も1秒ぐらい速かった(網の棒が2本折れた)。  
<中略>  
次回への提案  
網を頑丈にすること。

[掲示板ログ2]

Re：下流との比較 活動のまとめ

投稿者：中流から

登録日：2002年10月26日12時44分 (#44)

こちらで網がおれたうえにひもがながれてしまいました 次回はもっと丈夫な網を作りましょう

「調査結果の比較からわかったこと&次回への改善提案」に関する上流チームと中流チームのやりとりである。中流チームの「こちらで網が…」の記述から、上流チームが紹介した調査中の事件（網の棒が2本折れた）が、中流チームの書き込みを誘発したと考えられる。そして、調査方法の改善提案に対する素早い合意に導いたといえる。情報・意見交換の場を活動プロセスの中に設けたことが、科学的な学習機会を誘発したものと考えられる。

生徒は確認や疑問の投げかけには躊躇

一方で、生徒たちは、他地点の調査方法・結果に驚きや疑問を感じた場合に、それを電子掲示板に書き込むことはほとんどなかった。一例として、

[発話2]

生徒A：（水生昆虫数に関する調査結果を画面上で確認しながら）なにこれ、132って。

生徒Aは、発話2で、他地点の調査結果に対する驚き・疑問を示しながらも、この後、この内容について、電子掲示板等を利用して質問することを行わなかった。

この点に関しては、実践後の生徒ヒアリングや観察から、

●ふと感じた疑問などを気軽に入力するには、（我々が準備した）電子掲示板は使いにくい。

→ チャットが有効か？

●（生徒にとって）文字入力には時間がかかり、時間的制約の厳しい野外調査には向かない。

→ 映像による意見交換が有効か？

といった（実施環境の）改善点を得た。

## 6. おわりに

情報通信ネットワークと3D教材を活用し、教科指導と「総合的な学習の時間」における教育活動を有機的に連携する教育実践モデルの開発、そのための3D図鑑（教材）の開発を行っている。

実施した（初期の）実践活動の分析から、開発している教育実践モデルが、生徒の科学的な学びを誘発したことを確認するとともに、改善点（その後の実践活動では対応済み）も得られた。

今後の課題としては、実施手順の整理や活動事例の分析によるモデルの精緻化と実践活動のためのキット化、ベースとなる3D図鑑（教材）の充実、情報共有や意見交換を促すための学習デザインと仕組みの整備等が考えられる。

## 参考資料

- [1] <http://www.webgen.co.jp/new/images/37.pdf> “身に付けるコンピュータを用いた野外ゲームの実施について”, 2002.
- [2] 波多野 他 (2002), “3D素材を取り入れた多地点・小集団の連携による教育実践モデルの開発”, 日本教育工学会第18回大会講演論文集, pp.583-584.
- [3] 波多野 他 (2003), “3D素材を取り入れた多地点・小集団の連携による教育実践モデルの開発 (2)”, 日本教育工学会第19回大会講演論文集
- [4] 谷川 他 (2003), “多地点・小集団連携による同時協調学習の実践－浅川における野外調査活動を通じて－”, 日本教育工学会第19回大会講演論文集
- [5] 山路 他 (2003), “3D教材の開発と教育における活用の試み”, 日本教育工学会第19回大会講演論文集
- [6] Pea, R. D. (1992), “Augmenting the discourse of learning with computer-based learning environments”, In E. de Corte, et al.(Eds), Computer-based learning environments and problem-solving, pp.313-343, New York: Springer-Verlag.

## 謝辞

本稿は参考資料 [2]～[5] を取りまとめたものである。

本研究の実施に際し、通信・放送機構 (TAO)、科学研究費補助金等による支援を受けるとともに、(財)日本私学教育研究所、明治大学附属中野八王子中学校・高等学校、カリタス女子中学・高等学校、及び、渋谷教育学園幕張高等学校の先生方や生徒諸君、NECのプロジェクト関係者、東京都高尾自然科学博物館 (青木良氏) ほか、数多くの方々の協力を得ている。

また、実践活動に際し、三菱電線工業株式会社からは「長距離無線LAN」、日本ビクター株式会社からは「テレビ会議装置」の提供を受けた。

関係諸氏に感謝いたします。