

【論文】

水族館教育における学校を対象にした IT機器の活用とデジタル教材の開発

Practical use of IT apparatus and development of digital
teaching materials in aquarium education for a schools

高田 浩二* 岩田 知彦* 堀田 龍也** 中川 一史***

Koji TAKADA Tomohiko IWATA Tatsuya HORITA Hitoshi NAKAGAWA

Abstract:

In these years, junior high schools and elementary schools have been expected to set up closer collaboration with aquariums and museums. In accordance with such social needs, information technologies of related educational parties have been remarkably improved.

Each aquarium and museum devotes itself to develop experience-oriented educational programs such as direct hand-touch to living aqua animals. On the other hand, however, shortage of manpower, insufficient follow-up system and also regular maintenance of living materials at aquariums and museums are remaining problems in terms of actual lesson capacity. Besides that, easy accessibility to aquariums and museums are not well realized yet. Furthermore, educational targets and purposes are not necessarily well accomplished as most of educational programs were projected with assumption as single use.

The research by Uminonakamichi Kaiyou Seitai Kagakukan "Marine World" focuses on the breakthrough of those problems in science and environment lessons by full utilization of computer-oriented facilities and digital teaching materials. In such research work, Marine World endeavor to highlight the outcome of lessons and also problems to be solved. To proceed such work, both aquariums and schools took pictures of leaning materials and edited them in the form of digital data to apply to website, CD-ROM and digital presentation method for the teaching programs.

As a result, through those lessons of aqua animals, pupils took their interest in the social role of aquariums and various environmental issues as well. It proved to have accomplished ripple effect in the fields of information-oriented education, Japanese language, science, arithmetic and mathematics in addition to the periods of integral study.

* 海の中道海洋生態科学館 ** 静岡大学情報学部 *** 金沢大学教育学部

平成16年10月8日受理

1. 緒言

2002年度から導入された学校完全週5日制や「総合的な学習の時間」に、博物館の積極的な活用が明記されるなど、学校と博物館が連携した学習が注目されている。中でも「総合的な学習の時間」の導入は、従来の知識の提供を主体とした教育から、子ども自身が課題を持ち主体的に解決する学習スタイルへの転換を図ったものである（金山 2002）。また文部省は、1999年12月に「ミレニアム・プロジェクト『教育の情報化』」を発表した（西村 2002）。その結果、2002年3月には、全国の学校にインターネットが整備され、同年4月からスタートした新教育課程では情報教育を一つの大きな教育目標に位置付け、2005年度までには各教室に2台のコンピュータと高速回線が整備されることになるなど、学校教育の情報化が進展している（西村 2002）。一方、博物館においては、日本博物館協会が2001年に行った「対話と連携の博物館」の調査で、「対話」の方策の一つに「博物館のIT革命を推進する」と報告し（日本博物館協会 2001）、また2003年の「博物館の望ましい姿」の報告では、具体的な取り組みに「多彩な情報通信技術・メディアを活用して積極的に博物館の情報を発信する」とするなど、博物館の情報化が重要な使命の一つに位置付けられてきた（日本博物館協会 2003）。

水族館は、自然、環境、動物、水族などを取り扱う科学系の博物館として、「総合的な学習の時間」の学習内容に沿った資料や教育プログラムの提供が可能である（堀田ほか 2002；高田 2003a）。このことは、2002年に(株)丹青研究所が行った調査で、動物園水族館植物園の82.1%が「総合的な学習の時間」に対応した活動を行ったとされ、博物館種別の中で最も高い値であった（丹青研究所 2002）。このように学校の要望は、自然や生物を取り扱う施設で高く、園館もそれに対応した教材やプログラム開発に力を入れ始めたと推測できる。さらに、2000年11月に日本動物園水族館協会が、全国の動物園水族館を対象に行った「動物園・水族館における生涯学習活動を充実させるための調査研究」で、取り組んだプログラムの狙いが、「動物園・水族館の理解（64%）」「自然・環境（53%）」「動物愛護（50%）」と続き、「理科」とした割合は25%と比較的少なかったとされており（日本動物園水族館協会 2001）、水族館と学校が連携した学習は、多くの教科で実施できると考えられる。

そこで、海の中道海洋生態科学館（以降、当館と略す）では、主に児童生徒が、理科教育や環境教育として水生生物とその生息環境を学ぶために、学校と水族館にある、PC、テレビ電話、携帯情報端末、LAN、インターネットなどのIT機器やその利用環境を活用し、学習利用を前提としたWebサイトやCD-ROMなどのデジタル教材を制作して、それぞれの機器や教材の特徴を活かしながら授業の実践を行ってきた。さらにその実施にあたっては、事前に学校と協同で、指導案や単元計画のプログラム作成にも取り組み、またIT機器やデジタル教材だけでなく、出張授業、来館指導、実物資料の貸し出しなども計画的に盛り込んだ。これらの活動を通して、「総合的な学習の時間」の狙いと、情報教育や多くの教科学習での目標の達成、さらに水族館

の役割や仕事にも興味関心を持ち、職業意識を向上させることも目指した。

本研究の著者の一人である高田は、先に、「環境保護における水族館の役割を学ぶ教材開発と授業実践」の報告で、環境教育におけるデジタル教材活用の有効性を明らかにしたが（高田2004）、本研究では、対象となる教科や活用するIT機器の種類をさらに拡大し、当館と学校の連携によって得られた多くの実績を元に、博学連携における様々な問題の解決と、IT機器やデジタル教材を活用することによって得られた学習成果や今後の課題を明らかにすることを目的とした。

2. 材料と方法

2. 1 ISDN回線を活用した遠隔授業

当館では、1998年から継続して、ISDN回線（統合デジタル通信網）とテレビ電話を利用した遠隔授業に取り組んでいる。本授業は、遠く離れた学校と水族館をテレビ電話で結び、水族館の職員が教室の子どもたちに、水生生物のライブ映像や資料映像を提示しながら講話するものである（写真1）。また、教室の様子も水族館側で受信できるため、子どもたちの質問や感想を受けるなどの双方向の交流も可能である。テレビ電話には、音声と映像の入出力端子があり、ここにVTRやOHC、ビデオカメラなどの様々な映像機器を接続して、学習の内容に沿った画像を選択して送信した。また音声は、マイクを接続することで電話機から離れての会話も可能である。また学校から送られてくる画像や音声は、大型モニターやスピーカーに出力して確認した。授業を行うに際しての、水族館職員と教師との情報交換は、電話やFAXだけでなく、Eメール、授業用に制作したWebサイト会議室、テレビ電話、なども活用した。学校からは事前に、学年、人数、時間、教科、学習の狙い、指導案や単元計画などについて聞き、水族館からは、授業のテーマ、シナリオ、提供できる画像や資料などについて連絡し、さらに教師の要望も確認して授業に反映させた。このような遠隔授業の行程は、表2で示すように約1ヶ月かけて準備し、また事後学習にまで関与する場合もあった。当館が行った遠隔授業の教科は、表1で示すように、理科としてだけでなく「総合的な学習の時間」や国語や算数など、多くの教



写真1 ISDN回線による遠隔授業

授業テーマ例	教科
サメのためにできること	総合
動物の寝姿	国語
クジラとイルカを知ろう	算数
イソギンチャクとヤドカリ	国語
メダカの学校	理科

表1 遠隔授業のテーマ例と教科

科の学習として実施した。また授業時間は多くの場合、1限分の45分間で実施したが、学年や授業の内容によって時間を増減させた。

	行 程	活用するIT機器、環境等
①	授業申し込み、開催日決定 4週間前	Eメール
	学校からの申し込みを受け付け、日程調整	
②	シナリオ、資料製作開始 3週間前	PC、デジカメ、デジビデ プレゼンテーションソフト
	教科、単元計画、シナリオを決定し資料準備を開始	
③	事前学習、事前打ち合わせ 1週間前	Eメール
	事前学習、準備状況などをテレビ会議で打ち合わせ	テレビ電話、ISDN回線
④	通信回線接続試験 前 日	テレビ電話、ISDN回線
	通信状態、音声、映像の状況を確認	
⑤	遠隔授業本番 当 日	テレビ電話、ISDN回線
	1回45分授業を基本に、短縮または延長も可能	デジビデ、PC、モニター
⑥	事後学習 1週間以内	Webサイト、Eメール
	生徒の感想をまとめ発表する。	テレビ電話、ISDN回線

表2 遠隔授業の行程の一例

2. 2 携帯電話のテレビ電話機能を使った遠隔授業

近年、テレビ電話や高速データ通信が可能なW-CDMA方式の次世代移動通信環境（以降、次世代携帯環境と略す）が普及している。また学校教育における携帯電話を活用した情報教育としては、テレビ電話機能を使った遠隔授業、掲示板による交流学习、Eメールやカメラ機能による記録保存、校外学習の報告、携帯電話モラル指導など、その利便性、簡易性、多機能性を活かして様々な取り組みがされている。そこで当館は、次世代携帯環境で稼動する3種類の通信機器、①ノートPC用通信機能カード（写真2）、②固定式テレビ電話機、③携帯電話を、学習の内容や授業場所の通信環境によって使い分け（表3）、そのテレビ電話機能を活用した遠隔授業を、2004年5月から6月にかけて小学校を対象に実施している。

授業の準備やテーマについては、従来のISDN回線を用いた遠隔授業と同等に進めたが、そこで紹介する生物や展示については、次世代携帯環境の特徴の1つである、水族館の職員が簡易な機材を持って館内を広く移動できることを活用した。また学校側も同じ通信環境と機材を



写真2 ノートPC用通信機能カードの機材一式

用いていることから、より鮮明な画質や音質を互いに送受信できるよう、事前の機器調整などを十分に行った。

	使用する周辺機器	特 徴
①ノートPC 用通信機能 カード	ノート型PC、USBカメラ ヘッドセット型マイクイヤホン	<ul style="list-style-type: none"> ・機材が簡易 ・講師が広い範囲を移動可能 ・多種類の生物が紹介できる ・事前の設定作業が複雑
②固定式テレ ビ電話機	ビデオカメラ、VTR、OHC、PC、テ レビモニター、映像切り替えスイッチ マイク、アンプ、スピーカー	<ul style="list-style-type: none"> ・多彩な画像が提供可能 ・多くの周辺機器が必要 ・講師が移動できない ・紹介できる生物が限定される
③携帯電話	OHC、プロジェクター、小型集音マ イク、アンプ、スピーカー	<ul style="list-style-type: none"> ・講師側も携帯電話だけで実施可能 ・講師が広い範囲を移動可能 ・音質、画質が不鮮明 ・学校側で多くの周辺機器が必要

表 3 次世代携帯環境で稼動する 3 種類の通信機器の特徴

2. 3 Web教材の開発

当館では、文部科学省や経済産業省などから委嘱を受けた教育事業において、教育的な活用を目的としたWeb教材を制作し公開した。

2. 3. 1 「ようこそネットワーク教室へ」Webサイト

本Webサイトは、2000年度から2001年度に、九州内の5つの科学系博物館（当館、北九州市立自然史博物館、阿蘇火山博物館、宮崎フェニックス自然動物園、鹿児島県立博物館）が協同で実施する遠隔授業の案内と授業の申し込み、館の職員と教師との交流などを目的に、主に教師を対象とした内容で制作した。

授業の受け機能では、博物館が行う遠隔授業のタイトル、シナリオ、実施日時、対象学年等を、各博物館からオンラインでWeb上に登録し、参加校の募集を行った。またそれを見た希望校が、Web上の登録フォームに必要事項を記入して送信すると、各博物館にその内容がEメールで配信される仕組みを作った。さらに学校では、子どものページを閲覧しての調べ学習や、授業終了後の感想や成果報告も登録を可能にするなど、Webサイトに学校と博物館の交流機能を持たせた。

なお2002年度からは、受け機能と、授業終了後の感想や成果の報告機能を外し、これまで

の授業実績や活動の紹介、授業で使われたシナリオや写真、指導案などの資料を、PCにダウンロードできる機能を充実させ、①先生用のページ、②子ども用のページ、③リンクのページ、の3つで構成するWebサイトに変更し継続公開している(表4)(図1)。

教材名	ようこそネットワーク教室へ	
①先生用のページ		
授業の内容、過去の授業、機器の概要、テレビ電話の接続と設定方法などを解説したページである。授業の様子は写真や動画、授業シナリオ等を用いて説明され、シナリオや写真などのデータをダウンロードできるなど、遠隔授業のマニュアルとして活用することができる。		
内訳	○ネットワーク授業を行うには	1画面
	・教材写真※D	9画面
	・授業の動画※D	18画面
	○ネットワーク授業マニュアル	8画面
	・シナリオ※D	4画面
	・授業写真※D	5画面
	・授業の動画※D	5画面
	○ご意見と感想	1画面
	○12年度事業の紹介	20画面
○13年度事業の紹介	46画面	
②子ども用のページ		
子どもたちに、科学や自然学習に興味を抱かせるよう、アニメーションを用いた動きのあるページ構成を採用した。当館のページでは、授業で使われるメダカについて解説し、事前の調べ学習にも活用できる内容にした。		
内訳	○子どもたちのページ	1画面
	・各博物館のアニメーション教材	5画面
	・ビデオライブラリー	2画面
③リンクのページ	授業に役立つWebサイトを紹介した。	1画面

※D：ダウンロード機能のあるページ

表4 Web教材「ようこそネットワーク教室へ」画面構成(2002年以降)

2. 3. 2 「水族館動物園と一緒に学ぶ自然環境のすばらしさ」Webページ

2003年度において、当館、海の中道海浜公園動物の森、福岡市動物園が連携し、子どもたちが、動物園の飼育係や獣医師、水族館の学芸員と出会い、その職員の生きがい、自然観、仕事

教材名	みんなでたんけん水族館動物園	
①職員インタビュー動画教材		
モデルとなる水族館・動物園の3人の職員をインタビュー取材し、その画像を動画教材として公開した。		
内訳	・海の中道海洋生態科学館	23画面
	・海の中道海浜公園動物の森	30画面
	・福岡市動物園	22画面
②先生のページ		
本事業で取り組んだ授業や、教師と園館職員の共同研修会の紹介、指導案等のダウンロードができる。		
内訳	・指導案※D	2画面
	・小学校の学習活動※D	10画面
③事業紹介のページ		
内訳	・協議会の活動紹介	6画面
	・第1回研修会紹介（動画含む）	11画面
	・第2回研修会紹介（指導案含む）	10画面
	・シンポジウム紹介（講演の動画記録含む）	10画面

※D：ダウンロード機能のあるページ

表5 Web教材「みんなでたんけん水族館動物園」画面構成

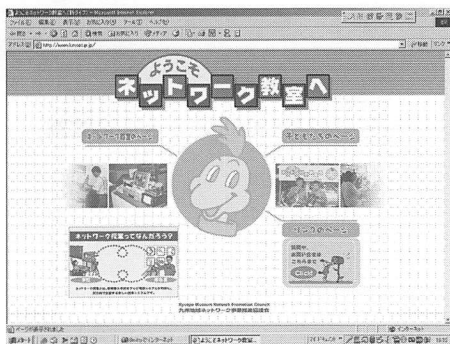


図1 ようこそネットワーク教室へ
(<http://www.kmnet.gr.jp/>)

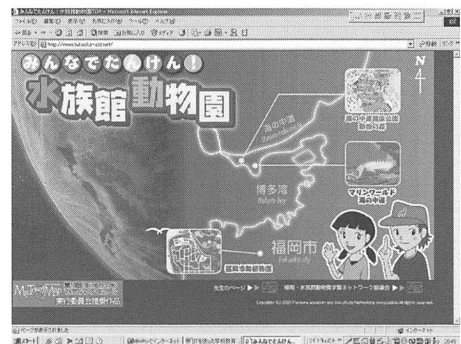


図2 みんなでたんけん水族館動物園
(<http://www.fukuoka-aze.net>)

への情熱などを知り、自然や野生動物の保護、命の大切さを学ぶ授業を行った。そのプログラムでは、出張授業、来園館指導に加え、本学習のために制作したWebサイトの閲覧、などを計画的に組み入れた（表5）（図2）。

2. 4 CD-ROM教材の開発

当館では、文部科学省や経済産業省などから委嘱を受けた教育事業において、教育的な活用を目的としたCD-ROM教材を制作し、学校との連携学習に活用した。

2. 4. 1 学習素材CD-ROM「こんなことできる博物館」

本CD-ROMは、2000年度に、前述の5つの科学系博物館が連携して、施設や展示、教育プログラム、学習素材集、遠隔授業、協議会の概要、などの紹介を1つに収録したものである(表6)(図3)。学習素材集の制作にあたって、本事業に関わった教師が、「総合的な学習の時間」や教科学習で活用することを前提に全教科の教科書を精読し、それらの学習に博物館から提供してほしい教材をリストアップした。さらに各博物館では、このリストを元に対応できる学習素材を提出した(九州地域ネットワーク事業推進協議会 2000)。こうして収録したテキストや写真、動画のデータは、頭文字、カテゴリー、館名で検索し、目的の学習素材をすばやく取り出し、PCにダウンロードできるようにした。また学習素材には、地域性のある話題も取り入れ、図鑑に載っていない情報も収録した。なおこのCD-ROMは、学校と博物館の連携学習の機会を増やすことを目指し、九州、山口、沖縄各県の約6000校の小中学校に配布した。

教材名	こんなことできる博物館	
①施設紹介		
各館施設紹介(静止画、動画)	66画面	
②各館教育プログラム紹介		
各館プログラム紹介	100画面	
各館プログラム※D	18画面	
③学習素材集		
各館学習素材紹介	94画面	
各館学習素材※D	94画面	
④遠隔授業紹介		
各館遠隔授業動画紹介	20画面	
各館遠隔授業シナリオ※D	5画面	
⑤Webサイト、協議会の紹介	2画面	

※D：ダウンロード機能のあるページ

表6 CD-ROM教材「こんなことできる博物館」画面構成



図3 こんなことできる博物館

2. 4. 2 指導者用CD-ROM教材「水族館の仕事から学ぶ環境保護の大切さ」

このCD-ROMは、2002年に、「環境や生物の保護に役立つ水族館の仕事」を学ぶことを目的に、水族館職員や教師などの指導者が活用するデジタル教材として制作した(表7)(図5)。

教材名	水族館の仕事から学ぶ環境保護の大切さ	
①教育活動の紹介		37画面
②研究活動の紹介		28画面
③自然保護活動の紹介		6画面
④レクリエーション活動の紹介		6画面
⑤ダウンロード		15画面

表7 CD-ROM教材「水族館の仕事から学ぶ環境保護の大切さ」画面構成



図5 水族館の仕事から学ぶ環境保護の大切さ

収録した資料は、イルカの繁殖、クジラの保護、ラボでの実験、観察会の動画など、これまでに当館が取り組んできた、展示解説、研究、教育、保護活動の映像や生物写真が中心になっている。また、ワークシートや授業シナリオ、図鑑、地図などのデータをダウンロードすることができる。また、深い階層の画面にすぐにたどり着け、全体の構成が判るように、サイトマップやサブインデックスを設置した。

当館の職員は主に、小中学校の「総合的な学習の時間」の出張授業で、このCD-ROMの画像を効果的に投影しながら、水族館の役割や仕事に関する講話を行った。また、教師が行うまとめの授業や、子どもたちが水族館に来館しての講話の中でも活用した(岩田 2003)。

2.5 PDA、無線LANの活用

当館では2002年に、学校教育での活用を前提に、水族館の施設や展示、飼育生物の画像と解説情報をサーバに収録し、館内に敷設した無線LANを通じて、PDA(無線LAN内蔵の携帯情報端末)に提供するシステムを構築した(写真4)(図6)。子どもたちは、水族館の取材新聞



写真4 取材システムをインストールしたPDA

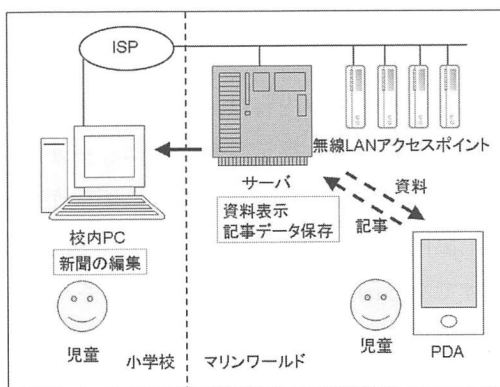


図6 無線LAN取材システム

を作製することを目標に、1人で1台のPDAを操作しながら生物の観察を行い、サーバから必要な画像や文字情報を入手したり、自分で文字を書き込むなどの取材活動を行った。サーバに保存された取材記事のデータは学校に提供され、子どもたちはその後、学校での編集作業を経て新聞を完成させた（堀田 2003；高田 2003b）。

子どもたちは、PDAの画面に各人のIDとパスワードを入力して取材システムにログインする。次に表示された6つの取材コース（大水槽の秘密、大水槽の魚たち、イルカの体と特徴、魚のひれと泳ぎ、身を守る工夫、水族館で学ぶ環境）から1つを選択し、取材をスタートする。記事データの inputs は、表示された新聞の雛形の取材枠に、①サーバに接続して画像や文字の資料を選ぶ、②自分で文字を入力する、③クイズに答えて記事にする、のいずれかの方法を選んで行った。「クイズに答えて記事にする」では、出題されたクイズの回答解説がそのまま記事登録できるものである。取材したデータはサーバに蓄積されるが、これらをHTML形式でMOなどのメディアに保存して学校へ渡した（堀田 2003；高田 2003b）。

3. 結果

3. 1 ISDN回線を活用した遠隔授業

当館が実施した遠隔授業の学校数は、2000年から2003年までの4年間で115校となった。またこの内、福岡県外は、北海道、茨城、埼玉、京都、島根など65校（約57%）であった（表8）。対象となる児童生徒は約90%が3年生以上で、大半が1クラス単位であったが、離島や山間部の僻地校の複式学級での受講もあった。

	2000年	2001年	2002年	2003年	合計
実施学校（県内）	12校	16校	14校	8校	50校
実施学校（県外）	26校	11校	17校	11校	65校
合計	38校	27校	31校	19校	115校

表8 遠隔授業の実施校の推移

学習のテーマや内容は、当初は「遠隔授業を体験する」というイベント的な活用が多かったため、水族館から提示されたメニューから選んで受講するという受身的な学習であった。しかし、次第に学校から授業の内容に要望が出るようになり、やがて事前学習の時点から連携したり、協同で単元計画に合せたシナリオを作って実施するようになってきた。また教科も、理科だけでなく国語や算数、社会など、多くの教科で取り込まれるようになった。例えば国語では、2000年12月11日に大分県の日出町小学校1年生でラッコの寝姿を学ぶ学習を、2003年6月23日に宮崎県の池内小学校4年生でヤドカリとイソギンチャクの共生を学ぶ学習で実施した。また、2002年に「総合的な学習の時間」が正式に導入されてからは、環境や情報といったテーマでの

活用が増え、福岡県の三筑小学校では水族館やテーマパークの環境管理センターと結び、環境と生物の関わりについて学んだ。また本学習を受身にせず、子どもたちの積極的な学びを引き出したり、映像だけでは説明し難い部分を補うために、サメの歯や皮膚、ラッコの毛皮などの実物資料を学校に宅配し、子どもたちが体験や体感を通して、事前学習や遠隔授業に強い関心と意欲を持って取り組めるように工夫した。これらの遠隔授業に対して、教師から表9に示すような感想が寄せられている（九州地域ネットワーク事業推進協議会 2000）。

遠隔授業を受けた教師の感想（抜粋） ¹³⁾
・双方向の交流（子どもが質問、感想、施設からの回答他）で学習意欲が高まった。
・映像・音声で臨場感を高め説得力を増し、「表情と声」で感動を共有できた。
・遠隔地との交流が可能になり、積極的な学習意欲の向上を図ることができた。
・同じ学習課題を持つ学校の交流も盛んになり、博物館とテレビ会議の活用が高まった。

表9 遠隔授業を受けた教師の感想

3. 2 携帯電話のテレビ電話機能を使った遠隔授業

当館では、2004年5月から6月において、表10、11、12、で示す、学校、学年、人数、教科、単元で、次世代携帯環境を活用した遠隔授業を実施した。

この学習では、水族館側がノートPCと通信機能カードを使う場合に、従来のISDN回線での実施に比べ、大掛かりな映像や音声機器の必要がなくなり、さらに、水族館の職員が館内を自由に移動して講話できるため、気軽さと機動力を発揮した遠隔授業が可能となった。

例えば、2004年5月25日、28日に行った米子市立日新小学校との授業では、水族館の職員が、ノートPCに接続したUSBカメラとヘッドセット型のマイクを使って、ラッコやイルカ、肺魚などを紹介しながら、その呼吸方法を解説した。また教室の様子は、職員が持ったノートPCの画面やイヤホンの音声で確認できるため、子どもたちの反応や理解の状況を即座に把握でき、また質問に答える等の交流も可能になった。

さらに、2004年6月14日の米子市立日新小学校、及び、2004年6月24日の若桜町立若桜小学校との授業では、水族館側が固定式テレビ電話で、また学校がノートPCと通信機能カード、という組み合わせで実施した。この学習では、国語の教科書で出てくる海の生き物の共生や擬態という特殊な生態について解説をしたり、子どもたちの質問による交流を行った。ここでは、水族館側が固定式テレビ電話のため、講師の館内移動はできなかったが、VTRやビデオカメラ、OHCなどの映像機器を接続することで、学校へバリエーション豊かな画像を提供することが可能になった。

これらのように、携帯電話のテレビ電話機能を使った遠隔授業では、学校や水族館にISDN回線がなくとも、次世代携帯環境で稼動する機器を準備することで、従来の遠隔授業の効果に

米子市立日新小学校 実施日 2004年5月25日、28日			
学 年	人 数	教 科	単 元
6年生	10人	理 科	動物の体と人の体
活用機材	ノートPC、通信機能カード、USBカメラ、ヘッドセット型マイクイヤホン		
【内 容】 魚の特徴を図で解説し、次に、エラ呼吸の実験模型、肺魚、サメ標本、ウミガメ標本、ラッコ水槽、イルカショープールへと移動しながら、水生生物の呼吸方法や呼吸器官の仕組みについて講義し、子どもたちからの質問にも回答した。			

表10 携帯電話による遠隔授業実施例－1

米子市立日新小学校 実施日 2004年6月14日			
学 年	人 数	教 科	単 元
4年生	10人	国 語	イソギンチャクとヤドカリ
活用機材	固定式テレビ電話、ビデオカメラ、マイク、アンプ、OHC、大型モニター ノートPC、通信機能カード、USBカメラ、ヘッドセット型マイクイヤホン		
【内 容】 イソギンチャクとヤドカリが助け合いながら暮らす様子の紹介と、その他の共生関係にあるエビやベラの仲間なども解説し、子どもたちからの質問にも回答した。			

表11 携帯電話による遠隔授業実施例－2

若桜町立若桜小学校 実施日 2004年6月24日			
学 年	人 数	教 科	単 元
3年生	34人	国 語	自然のかくし絵
活用機材	固定式テレビ電話、ビデオカメラ、マイク、アンプ、OHC、大型モニター ノートPC、通信機能カード、USBカメラ、ヘッドセット型マイクイヤホン		
【内 容】 海の中で暮らす、保護色を身につけた生き物を紹介しながら、環境への適応方法や身を守る工夫などを解説し、子どもたちからの質問にも回答した。			

表12 携帯電話による遠隔授業実施例－3

加え、利便性や機動性の高い学習が実施できることが明らかになった。

3.3 Web教材の開発

Webサイト「ようこそネットワーク教室へ」は、2000年度から2001年度において、前述の5つの科学系博物館が実施する遠隔授業の案内を目的に制作した。各館では、順次、授業内容を登録して参加校を募集した。このように、1つのWebサイトの中で複数の博物館が連携するこ

とで、幅広い学習内容の遠隔授業が提供できるようになり、当館の実施数だけで比較しても、1998・1999年度の2ヶ年で6回であったものが、次の2ヶ年で38回に増えるなど、全国から多くの学校に活用された（表13）（堀田 2001；堀田ほか 2002）。これにより教師は、様々な科学的な分野にわたる授業を、学習の目的や狙いにあった内容で選択することができ、またWebサイトの中に、授業への要望や成果の報告などを投稿することで、教師と博物館職員の情報交換が可能になるなど、このWebサイトが、遠隔授業の窓口と交流の機能を果たしたと言える。

また2002年度以降は、文部科学省事業が終了したことや、2ヵ年の実績を元に、各博物館が独自で遠隔授業を実施できるようになったため、本Webサイトの、授業の募集と学習の成果登録の機能を外した。それに代わって、これまでの授業実績や活動の紹介、授業で使われたシナリオや写真、指導案などの資料をPCにダウンロードできる機能を充実させ、教師の学習計画の参考になるように工夫し、機器の準備や接続方法の説明なども閲覧できようにした。

海の中道 海洋生態科学館	北九州市立 自然史博物館	阿蘇火山博物館	宮崎市フェニッ クス自然動物園	鹿児島県立 博物館
38回	1回	18回	7回	3回

表13 2000～2001年度に各博物館で実施した遠隔授業の回数

「水族館動物園と一緒に学ぶ自然環境のすばらしさ」のWebページでは、表14で示す学校の子どもたちが、モデルとなった動物園水族館の3人の職員に、出張授業や園館の見学に続いて、Webサイトの動画で再会でき、これまでの学習で聞くことの出来なかった話を閲覧して、振り返りやまとめの事後学習に活用した。本学習に参加した教員からも「学校で教材として準備できる範囲では、興味・関心を持たせ学習意欲を喚起させることは難しいが、水族館のWebのデジタルコンテンツはそのような問題の解決ができ、子どもたちの、課題追求学習がより一層充実した」と報告されている（九州地域ネットワーク事業推進協議会 2000）。

また本Webサイトは、広く一般に公開していることから、授業実践を行った3つの小学校以外でも活用することが可能であり、教師のアイデア次第で、道徳、環境、理科など、幅広い教科の学習素材として活用することができるようにした。

学校名	対象・人数	教科	学習実施日
福岡市立三筑小学校	4年生 123人	総合的な学習の時間	2004年2月3日
福岡市立飯原小学校	6年生 60人	総合的な学習の時間	2003年11月13日
福岡市立西戸崎小学校	6年生 39人	総合的な学習の時間	2003年12月12日

表14 Webページを活用した学習の記録

3. 4 CD-ROM教材の開発

CD-ROM教材「こんなことできる博物館」では、複数の科学系博物館が連携することで、多くの科学的な分野の学習に役立つ画像や教材を、容易に学校に提供することができるようになった。またこのCD-ROMは、九州、山口、沖縄各県の約6000校の小中学校に配布したが、その後、どの程度の資料が学校に活用されているかは、Webサイトのように閲覧数が確認できないことから十分に把握できていない。しかし、福岡市立三筑小学校のように、CD-ROMをサーバにインストールし、校内LANを通じて全校約130台のPCで教師や児童生徒が閲覧している活用例もある。

2003年に作成したCD-ROM教材「水族館の仕事から学ぶ環境保護の大切さ」は、表15で示す学校で活用した。本学習では、館の職員が水族館の仕事や役割を紹介する写真や動画を使いながら、教育、研究、リクレーションの仕事も動物や環境の保護につながっていることを解説し、水族館が遊びや楽しさを満足させる機能だけではないことを話した。また水族館の仕事が、野生動物と関わることへの責任ややりがいがあることも伝えた。この教材は主に、「総合的な学習の時間」の環境学習で、水族館の職員が出張授業の際に使うことを前提に制作したが、これ以外にも、水族館へ見学に来た児童生徒への講話や、中学校の職場体験学習での講義資料にも活用することができ、幅広い用途で活用している。

学校名	対象・人数	教科	学習実施日
福岡市立三筑小学校	5年生 121人	総合的な学習の時間	2002年12月3日
福岡市立城南小学校	6年生 32人	総合的な学習の時間	2002年12月11日
福岡市立長丘中学校	1年生 34人	総合的な学習の時間	2002年12月4日

表15 CD-ROM教材「水族館の仕事から学ぶ環境保護の大切さ」を活用した学習の記録

3. 5 PDA、無線LANの活用の結果と成果

PDAを活用した学習は、2002年12月～2003年1月に、福岡市近郊の2つの小学校5、6年生の「総合的な学習の時間」で取り組んだ(表16)。本学習は、PDAを使うだけのイベントにせず、①PDAの入力練習(1時間)、②取材目的と動機付け学習(1時間)、③新聞記者や水族館職員の出張授業(1時間)、④来館取材活動(5時間)、⑤編集(4時間)、⑥発表会(1時間)、などの事前、事後学習を含めて、全体で10～13時間の授業としてプログラム化した。また本学

学校名	対象・人数	学習実施日
福岡市立西戸崎小学校	5年生 40人	2002年12月16日～2003年1月20日
新宮町立新宮小学校	6年生 158人	2002年12月19日～2003年1月31日

表16 PDAを活用した学習の記録

習では、PDAの活用や水族館での生物観察を通して、国語（作文力）、理科（海洋生物への理解）、社会（新聞の機能や役割の理解）、総合的な学習の時間（情報や環境の学習）など、多くの教科における狙いや目的が達成できるように工夫した（堀田 2003）。

子どもたちは取材データを、パソコン教室で、伝えたい相手を意識しながら、文字の色やフォントを変えたり、原稿の追加変更、図版の挿入などの編集作業を行い新聞を完成させた（図7）。その後、作品は感想を述べ合うなどの相互評価を行い、学校の掲示板やWebサイトなどで公開した（堀田 2003；高田 2003b）。西戸崎小学校の児童に、授業が終了後にアンケート調査を行ったが、これらの結果からも、学習に楽しく意欲を持って取り組んだことがうかがえる（表17、18、19）。

PDAの活動について	人数	%
とても楽しい	22	55
少し楽しい	10	25
少しつまらない	7	18
つまらない	1	3

表17 授業へのアンケート1（N=40）

ソフトの操作性について	人数	%
とてもかんたん	8	20
だいたいかんたん	20	50
少しむずかしい	10	25
むずかしい	1	3
無回答	1	3

表18 授業へのアンケート2（N=40）

新聞作りについて	人数	%
とても楽しい	24	60
少し楽しい	13	33
少しつまらない	2	5
つまらない	1	3

表19 授業へのアンケート3（N=40）

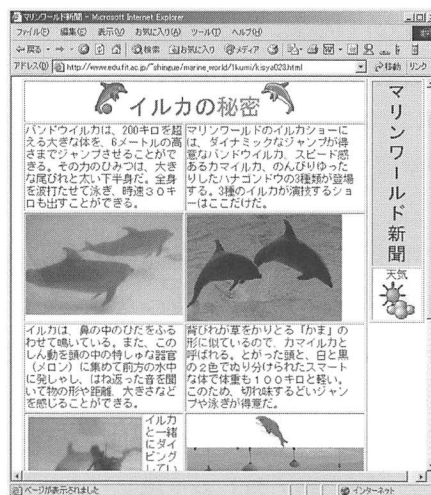


図7 完成した新聞作品例

4. 課題と考察

遠隔授業は、遠く離れた水族館と学校をリアルタイムで結ぶことで、水族館の職員から専門性の高い講話と、水生生物のライブ映像や資料映像が得ることができ、さらに子どもたちが、

質問や感想、調べ学習の発表を行いそれらに職員がコメントするなど、お互いの顔が見えるコミュニケーションの道具として活用することが可能である。特に、養護学校などの容易に水族館へ行けない学校や、山間部や僻地などの身近に水族館がない学校にとっては、外部人材との交流や貴重な自然科学の学習の場となった。また当初の頃は、当館においても、イベント的に行われることが多かったが、その後、学校と協同で学習をプログラム化することで、水族館の専門性を学校に継続的に提供できることができるようになった。これらにより、教師が掲げた「総合的な学習の時間」や教科の狙いの達成だけでなく、子どもたちの、調べ学習やまとめの学習でも、水の生き物や環境、水族館の仕事に理解を示し、より深く水族館と関わることができたと考える。遠隔授業に対する教師の反応は、表9に示したように、子どもたちの学習意欲や興味関心を引き出すことに役立ったと記されており、また子どもたちの感想文などからも総合的に判断して、遠隔授業に高い学習効果があったと言え、博学連携の推進に極めて有効な手段の一つになったと考える（九州地域ネットワーク事業推進協議会 2000）。

携帯電話のテレビ電話機能を活用した遠隔授業も、子どもたちの学習意欲を高めたり、教師の立てた学習目的の達成など、従来のISDN回線を使った遠隔授業と同等の学習効果があったと考える。またそれに加えて、教師や子どもたちが、身近にある機器を簡単な操作で気軽に使うことにより、水族館や職員をより身近に感じさせ、また子どもたちが積極的に情報社会に参画する態度を養うことになったと考える。携帯電話は、すでに誰もが気軽に持参して操作できる身近なIT機器になっており、将来子どもたちが、いつでもどこでも情報ネットワークに接続し、必要な情報を、目的を持って主体的に得るための学習教材になることが予測される。そのために、水族館等の博物館施設は、携帯電話の通信環境整備、及びそこに提供するデジタル教材や学習プログラムの開発などにも積極的に用意しておくことが、今後の学校連携に役立つと考える。

Webサイトの教育的な活用は、多くの学校へ学習素材を効果的に提供し、子どもたちの生物や環境への理解増進に役立つだけでなく、会議室や掲示板、授業の成果報告などのページを作ることで、教師、水族館職員、児童生徒の相互交流の場としても活用できたと考える。また、Webサイトを活用した学習を、振り返りやまとめ学習で活用することは大変有効である。例えば、「みんなで探検水族館動物園」では、モデルとなった3人の職員にWebサイト上で再び出会うことで一層の親しみを感じ、人間的な魅力に気付き、勤労に対する認識を深め、動物園水族館の仕事への興味関心を高め、さらに、自然や命の尊さを学ぶことができたと考える（九州地域ネットワーク事業推進協議会 2000）。

水族館や動物園などの科学系博物館が作ってきた、WebやCD-ROMなどのデジタル教材は、動物や自然に関する資料が大半であったが、本研究で開発してきた教材は、仕事や機能、働く人も教材化できることを示したものであり、水族館の教育素材の幅広さを、学校だけでなく水

族館職員にも認知できたものと考える。

このように、Web教材やCD-ROM教材の開発は、当館でこれまで遅れていた、水族館資料をデジタル化するきっかけとなった。またその作業も、既存の資料だけでなく、学習の目的にあった静止画や動画の撮影も同時に行うことができ、テキストやワークシート、教師向けのプログラムなども整理保存が可能になった。さらに、水族館が持つ資料の教材化と授業の活用には、教師や教育委員会、学識者などのアドバイスが不可欠なことに気付き、またそのノウハウを学べたことは大きな成果である。また学校にも、授業に役立つ教材が水族館に豊富にあることが伝わり、これらのデジタル教材が学校と博物館の連携の一助になったと考える。これらのことより、水族館や博物館の学術資料を、WebサイトやCD-ROMなどのデジタル教材として開発することは、学校教育に極めて有効であることが示唆された。

PDAの学習を経験した子どもたちは、表17、18、19、で示したように、短時間の練習で機器の操作を会得し、水族館が組んだ取材システムも理解するなど、先進的な機器の活用へ意欲を持って取り組むことができたと考える。さらに、授業の様子や作成した取材新聞の作品から、本学習が、目的を持って自主的に情報を入手し、これらを人に判りやすく伝えるために加工して発信する、などの情報教育の目標を、多くの点で達成していたと思われる。また本学習は、PDA本体の活用が効果を上げたのではなく、子どもたちが主体的に目的を持って楽しく取材できるシステムが組み込まれていたこと、また、入力練習や出張授業、編集の学習などが効果的に組み込まれていたことなどが、学習目的を達成した大きな要因であろう。このようにIT機器を使った学習は、その機器を使いこなすことが主目的でなく、その機器や環境を、どの学びのシーンでどのように使うと効果的であるかを見極めることが重要と考える。

本研究で取り組んだPDAを使った学習は、モデル授業であったため、委嘱を受けた学校を中心に実施してきたが、その後の実践校はまだ少ない。この原因は、PDAの教育分野での普及率の問題だけでなく、教師にPDAの機能や特性の理解と、適正な活用指導ができる経験が十分に備わっていないこと、また、これらの機器を使った学習がどの教科や単元で活用でき、どのような力が子どもたちにつくのか、などのイメージが教師側に湧き難い、なども想定される。従って、この学習を普及するには、水族館からさらに判りやすい授業内容の説明と、教師の情報教育に関する経験や指導力が必要と考える。

各教材や活動ごとに考察してきたが、IT機器やデジタル教材の活用が、情報教育としての目的達成だけでなく、本研究の大きな目的であった、理科教育や環境教育の目指す、「水生生物やその生息環境への理解」にも大きく寄与したと考える。一方で、国内の水族館や学校において、これらの取り組みの研究例や実践例はまだ少ない。このため、両者の連携をさらに深めるには、いくつかの問題や検討課題があると考えられる。

まず挙げられるのは、IT環境の整備と教材を開発する人の問題であろう。私たちの生活はす

で情報ネットワーク社会に突入し、身構えなくとも自然にこれらの恩恵を受けるようになってきた。しかし多くの場合、情報は一方通行であり、利用者が能動的かつ効果的に必要な情報を得ているとは言い難いと言える。このことは、水族館の情報発信の分野でも同様である。館内の展示解説にデジタル画像が使われ、また情報検索ができる端末が設置されたり、Webサイトも公開されている。しかしこれらの多くは外注されていることから、水族館職員の視点や意見が反映されていない場合もある。また、学校教育への配慮が不十分なため教材として利用しにくく、学習の目的にあった資料を効率的に検索できないこともある。そこで、これらの課題を解決するためには、常に学校へ門戸を広げ、教師とのコミュニケーションを密にし、学校教育の最新の実態や要望を知ることが重要と考える。さらに、水族館の資料が学習素材になるかは、その資料のどこが重要なポイントなのかという専門家の着眼点が必要であり、職員自らが、伝えたい情報、活用してほしい情報を用意し、教材の作成を教師に一任しないことも大切であろう（堀田ほか 2002）。また、水族館教育ではまだ、実物資料の活用や体験学習が主流と思われるが、これらにIT機器やデジタル教材が連携することで、より効果的な学習が可能になり、さらに多くの学びのチャンスや参加できる学校と児童生徒の数が広がることが期待できる。

本来、情報教育とは、子どもたちが図書館や水族館に行ったり、地域の人に聞き取りをしたり、パソコン等でまとめて発表するといった、情報を活用する能力を身につけさせる教育であるが、水族館と学校が情報教育を通して連携を深めるためには、このような情報教育の目標を理解し、それらを達成に導く教材やプログラムの開発と授業の支援が求められる（堀田ほか 2002）。また博物館の扱う資料の概念は多様化し、かつては実物資料だけであったものが、情報機器、ネットワーク上の情報資源、メディアによる映像も対象にされるようになってきた（高田 2003a; 日本博物館協会 2004）。特に水族館では、実物資料が「生きている水族」であるためその寿命が短い（日本博物館協会 2004）。このため、保存と再現性に優れた情報資料も同時に具備しておくことが求められている。さらに水族館には、地域の自然や環境と密着した多くの資料や教材が蓄積され、専門的な知識や技術を持った職員が配属されるなど、地域教材の開発という点でも魅力がある。例えば、子どもたちが調べ学習を行う際、図書で調べるだけでなく、Webサイトを見たり、館の職員などの外部人材と直接出合ったり、電話やEメールで交流することも「総合的な学習の時間」の狙いの一つになっている（堀田 2001）。

水族館は、科学系博物館であることから、対象とする教科が理科や生物に偏りがちになる。またこれまで、博物館と学校が連携した学習プログラムは、「体験や実物」を中心に開発されてきた。しかしこれらは、館の要員や体制、実物資料の数や保存管理などの問題から、大人数の児童生徒には対応できないこと、また身近に水族館や博物館がない場合にはプログラムが実現できないなどの問題が指摘されている（堀田ほか 2002）。さらに大半の体験プログラムは、イベント的な活動であることから両者の継続的な連携ができず、指導案の単元ごとに設けた狙

いや目標、評価に、水族館が深く関わる事が少なかったと言えよう（高田 2004；ふくしま海洋科学館 2002；中川 2003）。学校教育と社会教育のどちらにも教育目標や学習の目的がある。これらを達成するためには、あらかじめプログラムされた学習計画や教材を、両者が連携して様々な教科において構築することが重要になると考える（高田 2003a）。

このように、学校と博物館の連携が注目されている中、情報化が著しい両者が、IT機器やその環境を活用し、協同制作した水族館資料のデジタル教材やプログラムを使った学習を行うことで、遠くの水族館に行くことが出来ない多くの子どもが、教室で情報を入手でき、本物の知識を得ることで水族館や生物へ興味や関心を育てることが可能になれば、これらの取り組みは、学校教育にとって大きな変革になると言えよう（堀田ほか 2002）。

【謝辞】

本論文を精読いただきご指導いただいた、東海大学海洋学部の西源二郎教授に心より感謝申し上げます。また本研究にアドバイスをいただいた、広島大学教育学部の中野和光教授、福岡工業大学短期大学部の西村靖司助教授、福岡教育大学の宮脇亮介助教授、福岡市教育委員会の奥本晃主任指導主事、ならびに、授業の実践校としてご協力いただいた、多くの学校関係者の皆様にお礼申し上げます。さらに、本研究で取り組んだすべての活動に尽力していただいた、海の中道海洋生態科学館の職員一同にも深謝致します。

【引用参考文献】

- ふくしま海洋科学館 2002「アクアマリンふくしま ふくしま海洋科学館学習指導の手引き」ふくしま海洋科学館 pp.5-21.
- 堀田龍也 2001「教室に博物館がやってきた」高陵社書店 pp.3-10.
- 堀田龍也・高田浩二 2002「博物館をみんなの教室にするために」高陵社書店 pp.2-17.
- 堀田龍也 2003「携帯情報通信端末の活用による教室—野外—社会教育施設のシームレスな学習環境の開発」情報教育シンポジウム pp.57-64.
- 岩田知彦 2003「水族館動物園と一緒に学ぶ自然環境のすばらしさの概要」福岡・水族館動物園学習ネットワーク協議会事業報告 pp.1-3.
- 金山喜昭 2002「博物館と学校の連携」月刊ミュゼ52 ミュゼ pp.8-12.
- 九州地域ネットワーク事業推進協議会 2000「科学系博物館活用ネットワーク推進事業報告書」九州地域ネットワーク事業推進協議会 48pp.
- 中川 修 2003「学校教育と博物館」博物館研究38-2 pp.16 - 19.
- 日本動物園水族館協会 2001「動物園・水族館における生涯学習活動を充実させるための調査研究」報告書 pp.1-96.
- 日本博物館協会 2001「対話と連携の博物館」 p.27.

-
- 日本博物館協会 2003「博物館の望ましい姿」 pp.1-4.
- 日本博物館協会 2004「博物館の望ましい姿（シリーズ2）、資料の取り扱いの手引き」 p.77.
- 西村慎治 2002「完全学校週5日制時代の生涯学習事業」生涯学習空間34 ボイックス pp.16-19.
- 高田浩二 2003a「博学連携が博物館を活性化する」博物館研究38-2 pp.4-7.
- 高田浩二 2003b「水族館におけるPDAを活用した学習環境の開発と実践」全日本教育工学会論文集 pp.185-186.
- 高田浩二 2004「環境保護における水族館の役割を学ぶ教材開発と授業実践」博物館学雑誌 29-2 pp.27-42.
- 丹青研究所 2002「全国博物館園アンケート調査結果報告Ⅱ」ミュージアムデータ62 pp.9-11.