森林モニタリング映像デジタルアーカイブを用いた環境教育用コンテンツの制作

Development of Educational Materials for Environmental Education by Digital Archives of Forest Monitoring Video

中村 和彦* 斎藤 馨* 藤原 章雄** 岩岡 正博*** 安東 孝二****
Kazuhiko NAKAMURA Kaoru SAITO Akio FUJIWARA Masahiro IWAOKA
Koji ANDO

Abstract : In environmental education, the video is considered to be an effective teaching material to understand the change in the environment for a long term. However, to produce the effect really, it is necessary to use multi-year environment monitoring video. On this study, using digital archives of multi-year forest monitoring video (filmed by the Robot Camera in the university forest in Chichibu, the University of Tokyo), contents for environmental education are developed along the class idea that the teacher of the elementary school actually made. In the process, it is intended to clarify effectiveness of the digital archives and preferable contents for environmental education by the digital archives. As a result, it is clarified that digital archives of multi-year forest monitoring video are novel and effective in terms of becoming possible to produce contents for environmental education in response to the requests from educational sites swiftly and flexibly. And it is also clarified that contents, which emphasize video of diverse seasons (e.g. foliage season) and raise “awareness”, are preferable as contents for environmental education using the digital archives of multi-year forest monitoring video.

Keywords: cyberforest, forest, video, environmental education, contents

キーワード: サイバーフォレスト, 森林, 映像, 環境教育, コンテンツ

1. はじめに

環境教育において、映像は長期間にわたる環境の変化を理解するうえで効果的な教材とされている¹⁾。しかし、実際に授業で用いられている映像教材の大部分は、何らかのテーマに沿って編集された既存の映像作品²⁾や、授業内容に沿って短期間で新規に記録された映像³⁾などである。長期間にわたる環境の変化を真に理解させるためには、複数年にわたる森林モニタリング映像を用いる必要がある。また、近年のICTインフラの整備に伴い世界各国でコンテンツの需要は増大かつ多様化しており⁴⁾、迅速かつ柔軟なコンテンツ制作が望まれている。

東京大学農学生命科学研究科附属科学の森教育研究センター秩父演習林では、1995年より「森林映像記録ロボットカメラ」による森林の定点モニタリングを行っており、毎日定時に森林の映像・音をビデオテープに記録している。これは、「蓄積・供給される(森林の)デジタルデータが自然環境研究の情報基盤として有用であることを実証することを目的」⁵⁾(括弧内は著者補)とする「サイバーフォレスト研究」の一環である。この映像の教育的利用に関する既往研究としては、マルチメディアコンテンツ「山と木々の毎にち」制作⁶⁾や、二十四節気七十二候の季節分類に整理したコンテンツ「The Sense of Forest 2003」制作⁷⁾等があるが、これらはいずれもコンテンツ提供側が試作品として独自に制作したものである。今後これらのコンテンツが教育現場で使われるためには、実際に授業を担当する教諭からの様々な要望に迅速かつ柔軟に対応する必要がある。しかし、現在ロボットカメラによる記録映像(以下「ロボットカメラ映像」)はビデオテープに記録されており、コンテンツの制作および修正には、必要な映像を一つ一つ目視確認して探しデジタル化するという作業が必要であるため、多くの時間と手間がかかる。したがって、教育現場からの要望に迅速かつ柔軟に対応できるコンテンツ制作を行う

ためには、ロボットカメラ映像デジタルアーカイブの構築が必要である。

以上の背景より、本研究では、ロボットカメラ映像デジタルアーカイブを用い、小学校教諭が実際に作成する授業案に沿って環境教育用コンテンツを実際に制作する中で、次の二つを明らかにする。一つは、小学校教諭との協働による環境教育用コンテンツ制作における、複数年にわたる森林モニタリング映像デジタルアーカイブの有効性。もう一つは、複数年にわたる森林モニタリング映像デジタルアーカイブを用いた環境教育用コンテンツとしてどのようなものが望ましいか、である。

2. 材料と方法

(1) 映像デジタルアーカイブの構築と関連情報の付与

(i) ロボットカメラ映像のデジタル化

「天然林樹冠部ロボットカメラ」と「森林景観記録ロボットカメラ」の2機⁸⁾が、毎日定時(午前11:30)に、あらかじめ設定したカメラ向き・画角で約40ショットを自動撮影している。映像はビデオテープ(DVCAM)に録画される。

ビデオテープに記録された映像をデジタル化するために、Apple社の映像編集ソフト「iMovie HD」を用いて映像をPCに取り込み、取り込んだファイルをそのままディスクに保存した。環境教育に用いる映像として、次の映像をデジタル化した。

「森林景観記録ロボットカメラ」の、2004年9月～2005年8月と2006年9月～2007年8月のそれぞれ1年間の映像。映像がほぼ欠測なく1年間揃う部分を選定した。四季の移り変わりによる植物季節の変化、特に新緑の開芽や紅葉が1年の中でほんの一瞬の出来事であることを見せることを主に想定した。

「森林景観記録ロボットカメラ」の、1995～2007年の9～11月の13年間の映像。紅葉による景観変化が顕著に見られるため、

*東京大学大学院新領域創成科学研究科 **東京大学大学院農学生命科学研究科 ***東京農工大学大学院共生科学技術研究院

****東京大学情報システム本部

年ごとの紅葉の様子の違いを示すことを想定した。また、13年間の針葉樹の生長を示すことができる可能性も考慮した。

「天然林樹冠部ロボットカメラ」の、1996～2008年の4月中旬～5月下旬の13年間の映像。新緑の芽吹きの様子が観察できるため、年ごとの芽吹きの様子の違いを示すことを想定した。

以上の映像で、ファイルサイズは計約5テラバイトとなった。保存した映像を検索できるようにするために、各映像の撮影年月日やShotID（過去のショットの入れ替えを区別し、同じ位置を撮影している映像を揃えるために、「設定したカメラ向き・画角にそれぞれユニークなIDを当てはめたもの」⁹⁾）などを、映像ファイルのメタデータとして記録した。この作業は、映像一つ一つを目視確認することにより行った。

(ii) 毎日の最新映像の伝送とブログ配信

ビデオテープは約2週間に1回の回収なので、毎日の映像をすぐに確認するために、現地で撮影される映像を（ビデオテープ記録とは別に）直接現地PCに取り込んで、一部を切り取り圧縮し、携帯電話データ通信を用いてその日のうちに伝送した¹⁰⁾。伝送にはau携帯データカードを用いた。伝送先は、インターネットでアクセス可能なディスク（東京大学柏キャンパス内）とした。

伝送された映像への環境教育関連の情報付与および知見獲得の目的で、伝送された映像を毎日目視確認し、分析した。毎日の映像の一部（10秒間）はブログを用いてWeb配信し、分析によって得られた知見を300字ほどのテキストにまとめ、映像の関連情報として公開した¹¹⁾。また、その日の最新映像だけでなく、環境教育に関連すると思われるテーマ（季節変化等）に沿って複数日の映像をまとめたコンテンツなども配信した。

2007年8月30日より伝送を開始し、2008年9月19日までの387日のうち、351日分の映像伝送に成功した。ブログによる映像配信は2007年10月17日より始め、2008年9月19日現在まで毎日1記事以上の更新を行った（計401記事）。

(2) 小学校教諭が作成する授業案に沿ったコンテンツ制作

(i) 使用する映像と映像編集環境

コンテンツ制作に使用した映像は、デジタルアーカイブ化したロボットカメラ映像、および過去のコンテンツ「山と木々の毎にち」「The Sense of Forest 2003」制作の際に用いた静止画（2001-2003年）である。映像の編集には、Apple社「iMovie HD」「Final Cut Express」「QuickTime Pro」を状況に応じて使い分けた。

(ii) 予備実験

あらかじめロボットカメラ映像に対する小学生の反応を観察するために、柏市立十余二小学校（千葉県）の小学生計36人に対し、教育関係者による助言なしに作成した、紅葉をテーマに森林

映像による環境教育プログラムを行った¹²⁾。季節の異なる森林映像を見たうえで提示映像の節気を応える形式のコンテンツ「節気当てクイズ」を行い、その後紅葉についての知識提供を行った。扱った節気は、「寒露」「霜降」「立冬」「小雪」の

表-1 各節気の正答率

節気	正答率
寒露	0.85
霜降	0.54
立冬	0.46
小雪	0.62

(n=12)

図-1 双葉東小との制作の過程

4節気である。

(iii) 甲斐市立双葉東小学校（山梨県）の事例

甲斐市教育委員会指導監（以下A指導監）及び双葉東小教諭2名（以下B教諭、C教諭）の要望に沿って、環境教育用コンテンツを制作した。コンテンツ制作は図-1のような過程を経て行った。既存コンテンツDVDは「山と木々の毎にち」⁶⁾を用いた。その後3回の制作を繰り返したが、既存コンテンツDVDを視聴した教諭らから要望された映像を「教材1」「教材1」に対する指摘を反映して制作したものを「教材2」「教材2」に対する指摘を反映して制作したものを「教材3」とした。「教材3」が、実際の授業で使用した映像である。

映像の制作および修正の際は、デジタルアーカイブを撮影年月日やShotIDなどで検索して必要な映像を得た。また、制作の際にはブログ配信を通じて得た知見を参考にした。

なお、このコンテンツは、総務省関東総合通信局による「JG N2plusを利用した自然学習教材コンテンツの学校への配信実験」¹³⁾による授業のためのもので、授業の担当はB教諭である。

(iv) 明日香村立明日香小学校（奈良県）の事例

ロボットカメラ映像を用いた環境教育事例について複数事例の比較検討を行うため、明日香小教諭2名（以下D教諭、E教諭）に映像を提示し、授業案の作成を依頼した。なお、明日香村は全域が古都保存法対象地域に指定されており、小学生への環境教育が特に重要とされる地域である。

3. 結果

(1) ブログ配信による映像へのテキスト付与

実際のブログ画面の例を図-2に示した。テキストの内容は、その日の映像に見られた現象（樹木の様子、気象など）が中心であった。このような映像の分析をほぼ1年間毎日続けたことで、春夏秋冬各季節の映像の特徴が把握でき、その分析結果をテキストデータとして蓄積できた。

(2) 予備実験

節気当てクイズで、小学校高学年生12人（10～12歳）の平均正解数は7問中4.0問であった（中学生以上は4.3問）。また、12

図-2 ブログ画面の主要部分例
2008年6月3日の記事

http://cyberforest.cocolog-nifty.com/blog/2008/06/post_4bf4.html

Aが当日の伝送映像から切り取った10秒間の映像で、PC閲覧用。Bは同じ内容の携帯電話閲覧用動画。CがA・Bに対するコメントで、この日は霧のかかった新緑の風景について書いた。必要に応じてDのような静止画を用い、過去の映像との比較も行った（この日は晴れと霧の新緑比較）。

図-3 ShotID Y08 図-4 ShotID T07 図-5 ShotID Y51

人の各節気の正答率は表－１のようになった。

(3) 双葉東小学校

以下の見出し番号は図－１のものと対応している。制作されたコンテンツは、表－２にまとめて記述した。各教材に含まれる映像コンテンツについても表－２に示した。

(i) 既存コンテンツDVDを視聴した教諭から要望された映像

A 指導監および B・C 教諭から、以下の２つの映像の要望が

あった。「春夏秋冬の特徴的な日の映像。授業の導入で見せるもので、２分以内。図－３の映像を用い、季節のタイトルを入れる。」
「１年間の山の変化を 30 秒程度にまとめた映像。図－４の映像を 1 日 1 コマで流すもの。昔と今の 2 画面を同時に見られるようにする。」

(ii) 「教材 1」の内容（映像番号は表－２参照）

映像 a3, b1 と b2 を「教材 1」として制作した。a3 は、各季節の特徴的な映像を、1 シーン 10 秒で春夏秋冬 3 シーンずつ計 12 シーン、2 分間にまとめ、各季節のタイトルを入れたもの。b1 と b2 は表－２の内容で、再生時間は 30 秒とした。昔と今の 2 画面の映像は、準備に時間がかかるため保留とした。

(iii) 検討 1：「教材 1」に対する教諭からの指摘

「どの季節かを子供に読み取らせたいので季節タイトルは不要。1 年間の変化は意外と細かくて 30 秒は短く、1 分くらいあったほうがよい。」(A 指導監) 「環境問題に関連のありそうな、紅葉や降雪の年ごとの違いなどを示すような映像を用意してほしい。」(B 教諭) 「小学生の段階だと、特徴的な部分ある程度編集して示すことをしてもよいのではないか。」(C 教諭)

(iv) 「教材 2」の内容（映像番号は表－２参照）

映像 a1-a4, b1 と b2, c1-c4 を「教材 2」として制作した。a1-a4 の 4 種は、基本情報である季節タイトルと撮影年月日の有無の是非について問う目的である。b1 と b2 は、適切な再生速度について問う目的で、それぞれ再生時間 30 秒、1 分、2 分の 3 種を制作した。c1-c4 の 4 種は、検討 1 での B・C 教諭の要望を考慮した。

(v) 検討 2：「教材 2」に対する教諭からの指摘

「四季の映像は文字を一切入れないもの (a1) を使用する。b1 は 2 分、b2 は 1 分が良い (b1 は 1 分では葉や実の変化が速い)。c1 と c2 は、比較する年が近すぎる (90 年代を見せたい)。c3 と c4 は良い。」(A 指導監)

(vi) 「教材 3」の内容（映像番号は表－２参照）

映像 a1, b1 (再生時間 2 分) と b2 (再生時間 1 分), c1 と c3-c6 を「教材 3」とした。c2 の比較年を 2002 年と 2006 年に変更 (c5) し、90 年代の映像を見せるため c6 を新たに加えた。

(vii) 授業案作成

B 教諭によって作成された授業案は図－６のようになった。

(4) 明日香小学校（映像番号は表－２参照）

教諭らに、映像 a1 と a4, b1 と b2 (いずれも再生時間 1 分), c1-c4 を提示した。これらの映像について、次のような指摘があった。「四季の映像は a1 が良い。文字を入れてしまうと「気づき」の余地がなくなり、導入教材には適さない。」(D 教諭) 「b1 と b2 は画像の切り替わりが少し速すぎるかもしれない。2 画面の場合 (c1-c3) はなおさら。できれば速さは何段階かほしい。」(E 教諭) 実際に授業を行う D 教諭によって作成された授業案

表－２ 制作映像コンテンツ一覧¹⁴⁾ (各教材に含まれる映像に○をつけた)

区分	映像番号	教材 1	教材 2	教材 3	タイトル	内容
a. 四季の映像	a1		○	○	季節なし日付なし	映像に文字を一切入れないもの
	a2		○		季節なし日付あり	各映像の撮影年月日のみを表示するもの
	a3	○	○		季節あり日付なし	季節(春夏秋冬)ごとにタイトルを表示するもの
	a4		○		季節あり日付あり	季節タイトル・撮影年月日ともに表示するもの
b. 1 年間の映像	b1	○	○	○	ブナの 1 年	図 4 のショット 1 年分を高速再生
	b2	○	○	○	山の 1 年	図 5 のショット 1 年分を高速再生
c. トピック映像 (特定の事象に 注目し、2 画面 による比較や連 続再生などをす るもの)	c1		○	○	ブナの芽吹き	2002 年と 2003 年(4-6 月)の図 4 を 2 画面で比較
	c2		○		紅葉	2002 年と 2003 年(10-12 月)の図 5 を 2 画面で比較
	c3		○	○	雪	2003 年と 2007 年(1-4 月)の図 5 を 2 画面で比較
	c4		○	○	台風	2007 年台風 9 号通過前後の日の映像
	c5			○	紅葉 new	2002 年と 2006 年(10-12 月)の図 5 を 2 画面で比較
	c6			○	針葉樹の生長	1995 年から 2007 年までの針葉樹の生長を追う映像

図－６ B 教諭による授業案

図－７ D 教諭による授業案

は図－７のようになった。

4. 考察

(1) 森林モニタリング映像デジタルアーカイブの有効性

ロボットカメラ映像のデジタルアーカイブ化と撮影年月日や ShotID などのメタデータの整備とが共になされたことで、ビデオテープの目視確認が必要だったときと比べ目的の映像を探す労力を軽減することができた。これによって迅速かつ柔軟なコンテンツ制作が可能となり、例えば「比較する年が近すぎる」という要望 (3.(3)(v) A 指導監) に対し、「教材 3」(3.(3)(vi)) ですぐに対応 (c2 の比較年を 2002 年と 2006 年に変更) する、といったことが実際に可能となった。尾澤¹⁵⁾ は、ある中学校と大学との連携によって実施された総合的な学習の授業デザインの中で、大学側が独自に開発した「モジュール型」教材の提供から、中学校の授業担当者と大学側が協力して構築する「インテグラル型」の学習プログラムへと、転換が図られたことを指摘している。これにならば、ロボットカメラ映像を用いた環境教育用コンテンツ制作は、映像のデジタルアーカイブ化とメタデータ整備によって、従来は不可能であったインテグラル型のコンテンツ制作が可能となったと言える。

「四季の映像」(表－２の a) や「トピック映像」(表－２の c) などの制作では、森林における (主に季節変化に関する) 特徴的な事象を選定するという作業において、1 年間のブログ配信を通じて日々記録した情報を活用した。ブログで毎日の映像をコメント付きで配信することは、毎日の映像を不特定多数の第三者に紹介できるレベルまで分析したということで、ブログ配信が映像分析の意欲向上の要因となったと考えられる。また、映像分析の結果がブログのコメントとして記録されているということは、映像分析の結果がデータベース化されているということである。この

データベースは、映像の撮影年月日で対応付けることでロボットカメラ映像デジタルアーカイブのメタデータとして扱うことができる。すなわち、毎日の映像をコメント付きでブログ配信することで、ロボットカメラ映像デジタルアーカイブに環境教育的利用に関するメタデータを付与できたということである。

(2) 望ましい環境教育用コンテンツ

コンテンツの制作の中で、異なる年の比較という要望が出された(3.(3)(i))。これは、ロボットカメラ映像が複数年にわたる森林モニタリング映像であるという新規性を、教諭らが利用しようと試みたことを示している。特に、各季節の特徴的な映像(3.(3)(i))、その中でも紅葉などの現象(3.(3)(iii) B 教諭)に教諭らの注目が集まったことを考えると、今回デジタル化した映像(2.(1)(i))は妥当であったと言える。また、予備実験では紅葉が特に顕著な「霜降」「立冬」の節気の正答率が低かったが、これはこれらの節気の映像が「寒露」「小雪」に比べて多様性に富んでいるためと考えられ(山が緑一色＝寒露、などとすぐに決められない)、注目すべき季節であると言える。以上のことより、複数年にわたる森林モニタリング映像を環境教育に用いる際には、変化が大きく多様性に富む季節の映像を重視することが望ましいと考えられる。

B 教諭による授業案(図-6)と D 教諭による授業案(図-7)を比べると、「四季の映像」を授業の導入に用いた点が共通している。さらに D 教諭は、「1 年間の映像」を 2 つ目の導入教材として用いた。トビリシ宣言¹⁶⁾では、環境教育の第一の目的を「気づき(Awareness)」としており、環境教育指導資料¹⁾にも「幼児期、児童期においては、自然とのふれあいの機会を多く持たせ、子どものみずみずしい感受性を刺激し、様々な発見の中から好奇心を育て、創造力育成の基礎をつくる必要がある」とある。既往事例でも、例えば吉富ら³⁾は小学 5 年生を対象とした環境教育において、映像が興味・関心を喚起することを示唆している。また今回、客観的に事実を伝えるよりも特徴的な部分を編集して示してほしいという要望(3.(3)(iii) C 教諭)や文字を入れてしまうと「気づき」の余地がなくなるという指摘(3.(4) D 教諭)もあった。以上のことより、ロボットカメラ映像のような森林モニタリング映像を小学校の環境教育に用いる場合は、「気づき」を促すような導入向けのコンテンツとして用いることが望ましいと考えられる。

「四季の映像」について、文字情報の有無に関する要望が出された(3.(3)(iii) A 指導監)。また、「1 年間の映像」について、再生速度に関する要望が出された(3.(3)(iii) A 指導監と 3.(4) E 教諭)。以上のことより、映像教材を小学校での授業に用いる際、コンテンツの情報量(文字・音など)や再生時間に注意する必要があることが示唆される。ただ、同じ「1 年間の映像」を、B 教諭は解説のための補助教材、D 教諭は 2 つ目の導入教材として、それぞれ用いたように、同じ情報量を持ったコンテンツが異なる使われ方をする可能性もある。したがって、情報量の多寡や再生時間の長短などが異なる複数のコンテンツを制作し、現場の教諭に使用コンテンツを選んでもらうという、前述の「モジュール型」の要素を持ったコンテンツの提供も有効であると考えられる。

5. 総括と展望

ロボットカメラ映像のような複数年にわたる森林モニタリング映像デジタルアーカイブは、現場教諭の要望に迅速かつ柔軟に対応できる環境教育コンテンツ制作が可能となるという点で新規性があり、また有効であることが明らかとなった。また、毎日の映像のブログ配信は、環境教育に関する知見獲得の意欲向上、およびデジタルアーカイブに対する環境教育関連メタデータ付与とい

う効果があった。

ロボットカメラ映像のような複数年にわたる森林モニタリング映像を用いた環境教育用コンテンツとして、変化が大きく多様性に富む季節の映像を重視した、「気づき」を促すような導入向けのものが望ましいことがわかった。また、情報量の多寡や再生時間の長短などの要素が異なる複数のコンテンツを制作し、現場の教諭に使用コンテンツを選んでもらう、という提供方法が有効であることが示唆された。

今後、特に 1990 年代の映像を多くデジタル化するなど、複数年にわたるデジタルアーカイブを充実させる必要がある。また、環境教育用コンテンツはもちろん、素材となるロボットカメラ映像も含めて配信できるような高性能の Web サーバを開発し、Web 配信による様々なケーススタディを行う予定である。特に、実際に映像を見る小学生のコンテンツに対する評価や、小学校以外の現場での評価などを、明らかにしていきたい。

謝辞

本研究を進める上では、教材制作において山梨県甲斐市教育委員会および甲斐立双葉東小学校の皆様、また奈良県明日香村立明日香小学校の皆様にご多大なるご協力をいただいた。関東総合通信局および麗澤大学の関係者の皆様には、双葉東小学校との授業の実現のために尽力していただいた。心からの感謝の意を示したい。

補注及び引用文献

- 1) 文部省(1992): 環境教育指導資料(小学校編): 大蔵省印刷局, 東京, 119p
- 2) 土倉亮一(2001): 海洋環境の教育における映像の利用: 京都大学環境教育研究年報 9, 101-108
- 3) 吉富友恭・今井亜湖・山田雅行・埴岡靖司・前迫孝憲(2004): 河川の流量変動を映像化した展示システムが児童に及ぼす影響: 日本教育工学会論文誌 28(3), 237-243
- 4) 山田恒夫(2001): 欧米における教育デジタルコンテンツの品質評価。(教育におけるマルチメディア・インターネットの効果に関する研究第 1 巻, 財団法人 日本教材文化研究財団編, 日本教材文化研究財団, 東京), 22-36
- 5) 斎藤馨(2005): 自然環境の情報化。(自然環境の評価と育成, 大森博雄ら編, 東京大学出版会, 東京), 231-245
- 6) 斎藤馨・藤原章雄・石井秀樹・志村正太郎・矢野安樹子・熊谷洋一(2005): 森林映像モニタリングデータによるマルチメディアコンテンツ製作: ランドスケープ研究 68(5), 923-926
- 7) Kaoru SAITO・Akio FUJIWARA・Ayako TOKO・Akiko YANO・Takuya OKAMOTO(2006): Design study of forest environment multimedia contents for environmental education with video data at the Tokyo university forests in Chichibu: The Bulletin of the Tokyo University Forests 116, 267-281
- 8) 藤原章雄・斎藤馨(1998): 映像情報のデジタル化によるランドスケープ情報の共有に関する研究: ランドスケープ研究 61(5), 601-604
- 9) 藤原章雄・斎藤馨・岩岡正博・中村和彦・米谷法子(2008): 長期定点森林映像アーカイブの公開: 日本森林学会大会学術講演集 119, 426
- 10) 斎藤馨・岩岡正博・藤原章雄・中村和彦・米谷法子(2008): 環境学習のための森林映像記録データ定期配信システムの開発: 日本森林学会大会学術講演集 119, 264
- 11) ブログ URL: <http://cyberforest.cocolog-nifty.com/blog/>
- 12) 米谷法子・中村和彦・藤原章雄・斎藤馨(2008): 紅葉期の森林映像を用いた環境教育プログラムの開発: 日本森林学会大会学術講演集 119, 464
- 13) 総務省関東総合通信局: 「JGN2plus を利用した自然学習教材コンテンツの学校への配信実験」の概要: 関東総合通信局ホームページ<<http://www.kanto-bt.go.jp/index.html>>, 2008.9.19 更新, 2008.9.24 参照
- 14) 実際の制作コンテンツは, <http://bis03.nenv.k.u-tokyo.ac.jp/robotcamera/09jila/> を参照。
- 15) 尾澤重知・今井亜湖・西村昭治(2005): 中学校と大学との連携による総合的な学習の協調的デザイン: 日本教育工学会論文誌 29, 129-132
- 16) UNESCO(1978): The Tbilisi Declaration: Connect 3(3), 1-8