

森林映像モニタリングデータを使った環境学習コンテンツ配信実験

斎藤 馨

東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻

概要：インターネットに森林環境情報を配信するために、1995年より東京大学秩父演習林内の山地帯天然林や人工林を対象にビデオ（映像と音声）による森林景観ロボットカメラを開発し、撮影記録による森林環境モニタリングを進めている。気象などのセンサーデータや調査データに加えて、記録映像を加えることで過去から現在までの森林環境を直感的体感的に理解できると考えている。昨年よりau携帯データカードを使いロボットカメラをネットワーク接続し、毎日映像を転送し、日々ブログにより現地の森林の様子を配信している。

キーワード：サイバーフォレスト、森林環境情報基盤、森林景観、ロボットカメラ、環境学習

1. 森林環境情報基盤「サイバーフォレスト」

1993年、初のウェブブラウザ「モザイク」でウェブページを見たり、ウェブサイトを作成したりしながら、森林の日々の様子をネットワーク越しに手軽に観察できないだろうかと考えました。しかも直感的に理解できる方法で、さらに過去から現在、そして未来の様子までも。その実現にはまず、森林の日々の様子を写真などで記録し続けること、つまりモニタリングデータが必要だと考えました。静止画像の写真よりも動画の映像と音声で記録し配信する方がより直感的と考え1995年より、ビデオによる森林景観記録を継続しています。そして森林映像データを中心とした森林環境情報基盤に「サイバーフォレスト」とプロジェクトを名付けて現在も研究活動を進めています。図1は1997年に考えた、インターネット越しにパソコンのモニターで観察する時イメージ画像です。

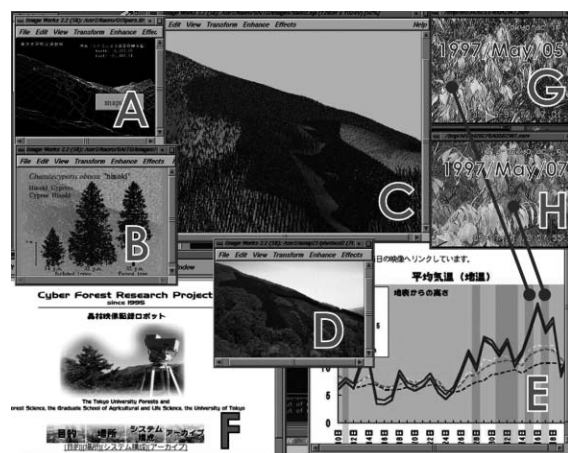


図1.サイバーフォレストでの
コンソール表示予定イメージ (1997年)⁽¹⁾

森林に関する環境情報は、森林の管理や調査研究など様々なものがあります。これらは数値や文字、地図、スケッチ、写真などで記録されていますが、多くは専門家だけが理解できるデータ形式であるため、一般の人がデータを見ても森林の様子を想像することは難しいと思います。そこで従来からの森林環境情報をビジュアルに表現するための森林景観シミュレーション技術や、そして日々の森林の様子をビデオ映像・音声で記録して、インターネットで配信し、過去の映像を検索して見ることが出来る仕組みの構築を考えました。それが「サイバーフォレスト」ですが、まだまだ開発途中の研究プロジェクトです。

データ取得実験の場所は、東京大学大学院農学生命化学研究科附属秩父演習林⁽²⁾（埼玉県秩父市、面積約5,300ha）です。

2. 森林景観ロボットカメラ

ビデオ映像は、数値や文字情報に比べて、フィールドワークに出かけて実際に目と耳で体験することに近い感性情報です。森林を直感的に伝え、記録する手段としてビデオで森林を記録するシステム、それが森林景観ロボットカメラです。YouTubeが普及した現在では、インターネットで配信されるビデオ映像の有効性は実証されつつありますが、当時コンテンツとしての重点は、動画音声記録と、人々の日常から離れた天然林の映像データと考え、秩父演習林内のブナ・イヌブナの山地帯天然林を対象としています。

図2はロボットカメラのシステム配置概念図です。

標高1,200mの奥秩父の森林は、商用電源、電話やネットワークの無い地点で、冬季の最低気温は-10度ほどです。森林内の高さ23mの鉄塔の最上部にカメラとマイクを設置し、毎

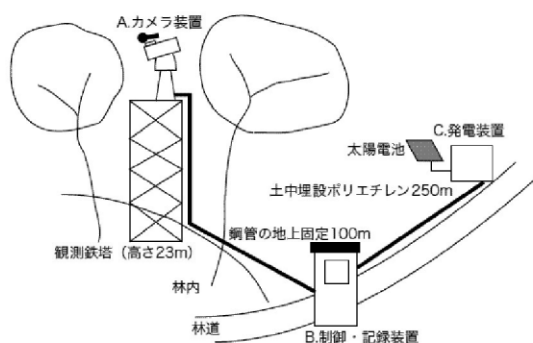


図2 森林景観記録ロボットカメラ配置概念図 (鉄塔カメラ)⁽³⁾

日タイマーで発電機を起動し、制御用PCやカメラシステム、ビデオ記録システムを順次立ち上げて、カメラのパン・チルト・ズームとビデオデッキの録画・ポーズを制御しながら1カット15秒の映像を40カットほど、1日10時間の映像を記録するシステムです。カメラは2台あって、ビデオ映像は1日約20分間です。おおよそ2週間に1回、現地に行ってガソリン補給、テープ回収交換などのメンテナンスを行ってきました。

2007年より、携帯電話が比較的良好に接続できるロボットカメラ1号機（森林景観カメラ）について、auの携帯データカードを使って、毎日映像の一部を低画質ながら伝送する実験を始めています。現地でビデオ映像の一部を現場でデジタル化して、圧縮して1分間で数メガほどのファイルに変換してftp転送するシステムです。図3は、伝送システムを含む現在のロボットカメラのシステム構成図です。

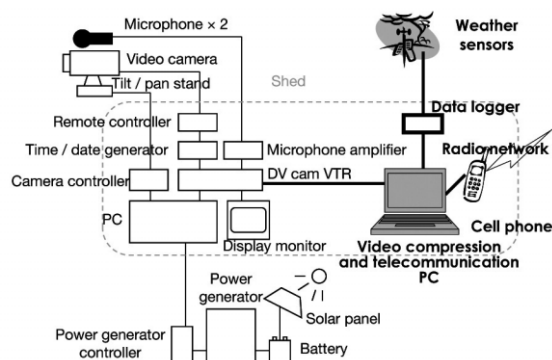


図3 森林景観記録ロボットカメラシステム構成図 (2007矢竹カメラ)⁽⁴⁾

従来からのロボットカメラシステムのDV-CAMビデオデッキからのIEEE1394による映像音声出力を、データ圧縮・通信用のPC-

UNIXパソコンに取り込み、その一部を切り出し、圧縮してftpで大学のサーバに転送するシステムを構築し運用しています。圧縮伝送パソコンのソフトウェア構成は以下のようです。

- ・ OS : FreeBSD version 6
- ・ DV入力 : fwcontrol (OS標準ユーティリティを、入力フレーム数で停止するように改造して使用 → ライブラリの変更に対応して、外部で時間を計測してプロセスを停止させるように変更)
- ・ 動画ファイルの圧縮 : ffmpeg (フリーソフトウェア、他のユーティリティと比較して高速に圧縮。ファイル形式は、取扱いの容易さからavi。コーデックは圧縮率の高いmpeg-4)
- ・ 動画ファイルの分割 : avisplit (フリーソフトウェア、transcodeに含まれる。分割後のファイルに“.avi”の拡張子がつくように修正)
- ・ 気象データの入力 : crget (フリーソフトウェア。いくつかの不具合を修正)
- ・ ネットワーク接続 : ppp
- ・ データ送信 : ftp
- ・ プログラム : sh

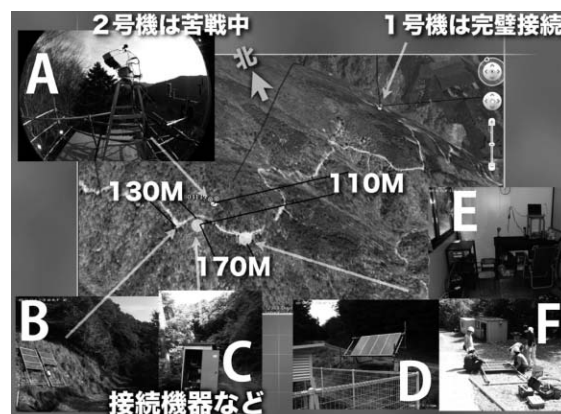


図4 ロボットカメラ1・2号機の位置⁽⁵⁾

一方ロボットカメラ2号機（森林樹冠部カメラ）のネットワーク接続は、携帯の電波状況が悪く現在試行錯誤をしていますが、2008年12月25日よりデータカード用のスポットアンテナ⁽⁶⁾によりネットワーク接続を安定させることが出来ました。

現在は24時間ネットワーク接続用電源の安定的確保のために、ソーラーパネルと燃料電池を組み合わせた電源システムの開発・設置作業を進めていますが、予算確保が難しく難航しています。図4にロボットカメラの位置と、現在作業を進めているロボットカメラ2

号機の配置図を示しました。

3. ブログによる映像配信実験

ロボットカメラ1号機から日々送信されてくる1分程度の映像を毎日、学生が視聴し、その日の映像に関連するコメントをつけてブログとして配信しています。閲覧はPCの他に携帯電話3社（NTTdocomo, au, SoftBank）に対応させるために映像は10秒と短く編集し、キャリアに応じたファイル形式を変換しています。図5に携帯電話とPCに表示したブログページ⁽⁷⁾の例です。



図5 携帯電話とPCでのブログ表示⁽⁸⁾

日々の映像を見てコメントをつけて配信する作業では手間はかかりますが、日々の森林映像を分析した結果をテキストデータとして蓄積することになるので、継続し、同様に記録されている気温など他の計測データと組み合わせることで、森林環境に関するデータベースの基礎となると考えています。

4. 環境学習コンテンツへの展開

ロボットカメラで記録蓄積された映像は、途中欠測もありますがようやく14年間ほどが蓄積されています。これらを使った試作コンテンツをいくつか製作しました。試作コンテンツ⁽⁹⁾は、我々が環境学習を想定して作成したのですが、2008年には試作映像を教育現場の方に見ていただき、実際の授業に使うための要望や意見を伺って映像教材を制作するチャンスを得ることが出来ました。そして要望を聞きながら最適な映像教材を編集して提供するには、

- (a) すべての映像をデジタル化し、デジタルアーカイブとしてデータベース化すること
- (b) ロボットカメラ映像撮影を継続すること
- (c) 日々の映像を誰もが手軽に簡単に見られること

が必要だと実感しています。当初はHi8のアナログビデオテープ、その後DV-CAMのデジタルビデオテープに記録しています。1日20分の映像をデジタル化すると約4GBとなり、14年間の記録テープのうちデジタル化済みの映像は全体の約1/4で5TB程度となっています。

今後は、すべてをデジタル化し、ネットワークで公開することを目指しています。同時にこれまで通りロボットカメラの継続的な運用と、システム開発を続けながら、教育現場で使っていただける森林に関する環境教育教材制作へと応用していきたいと思っています。

なお、天然林内のロボットカメラは現地案内もできますので、ご興味をもたれた方は是非ご連絡下さい。お待ちしております。

斎藤馨 kaoru@nenv.k.u-tokyo.ac.jp

脚注

- (1) 森林に関する実際の様々な情報から、森林の現在や過去、そして未来の様子をインタラクティブに検索し、付き合わせて観察する際の、パソコン上で操作表示する予想画像。(1997年作成)
 - A: 森林GISデータによる地形と植生データの3次元ワイヤーフレーム画像
 - B: 樹木成長モデルによる樹齢の異なるスギの3次元モデリングデータ表示画像
 - C: CGによる森林景観シミュレーション画像。AやBのデータを元に将来の森林景観を予測してビジュアルに表現する。
 - D: 実際の現地森林の写真画像
 - E: 現地で地中から樹冠部（地上高23m）の垂直階層別の温度データのグラフ画像
 - F: サイバーフォレストのウェブトップページ画像
 - G: Eの温度データの内の、1997年5月5日のブナの枝先の開葉のビデオ映像
 - H: 同じくEの内の1997年5月7日のブナの枝先の開葉のビデオ映像
- (2) 東京大学大学院農学生命化学研究科附属秩父演習林 <http://www.uf.a.u-tokyo.ac.jp/chichibu/>
- (3) A:ビデオカメラ 天然林内の林道から100m程林

内に入った地点にブナの樹冠部に届く高さ23mの鉄塔最上部にビデオカメラシステムを設置。野外用のハウジングにCCD監視カメラを収納し、防水マイクを2本取りつけています。

B：制御記録装置は、林道脇の小屋の中に収納しています。制御用PC、ビデオ関連機材などです。

C：発電機は、ガソリン発電機で、タイマーでセル起動して立ち上げ、40分ほどで停止させます。セル用のバッテリーは太陽電池で充電します。

- (4) 小屋の中に設置した制御記録装置のDVビデオデッキからIEEE1394経由で、ビデオ圧縮・送信用PCに映像・音声信号を取り込み、部分を抜き出し圧縮し、au携帯データカードでネットワーク接続して映像ファイルを転送します。
- (5) ロボットカメラ2号機は北緯35.56'06.1 東経138.48'22.6ですので、グーグルアースなどで確認できます。

A：ロボットカメラ2号機。ブナ・イヌブナ山地帯天然林内の高さ23mの鉄塔最上部に気象センサーなどと一緒に設置。

B：ロボットカメラ制御用ソーラシステム設置途中。現在脱発電機を目指してソーラーシステムを構築中です。

C：ロボットカメラの制御用システムを収納しているパソコン小屋。

D：ネットワーク接続システム用のソーラーパネル。

E：携帯データカードによるモバイルルータやPC-UNIXマシン。24時間電源供給をするためにDの発電設備を接続しています。

F：ソーラーパネル設置作業風景。ロボットカメラのシステム工事は、秩父演習林職員や学生とともに設置作業を進めて来ています。
- (6) スポットアンテナ
http://www.k-tai.com/antenna/w0405k/c800wd2_k05.html
- (7) ブログページ
<http://cyberforest.cocolog-nifty.com/blog/>
- (8) 携帯電話で映像を表示するため、データ量を少なくするため映像は10秒とし、圧縮率も2通りのサイズとしました。図中A「タイトル」と「コメント」は、その日の映像を見て記載したものです。
- (9) 試作コンテンツ
<http://www.cyberforest.jp/>