

# 自然環境の認知を実現する 生態系連鎖インタフェースの研究 Human Computer Biosphere Interface —feeling of belonging to Nature

上岡玲子、特任助教  
東京大学先端科学技術研究センター

アブストラクト：

本研究では、自然環境の認知を実現するインタフェースとして、HCBI(Human Computer Biosphere Interface)を提案する。HCBIはHumanとBiosphereとの一体感を、情報技術を使い創出する。こうした生物圏を対象にインタラクティブなシステムを構築した研究はこれまでに存在しない。具体的には、遠隔地の生物圏とユーザー間にウェアラブルコンピュータ（以下ウェアラブル）とネットワークインフラを用いて接続し、リアルタイムなサウンドインタラクションを実現し、一体感を創出するためのシステムおよびインタフェースを実装する。本研究では特に子供を対象にし、実体感のある自然教育にHCBIが寄与する部分に焦点をあて、予備的研究を行なう。具体的には、自然環境情報を利用したサウンドインタラクションゲームを想定したシステムを構築し、評価実験を行う。

Abstract:

Bird singing, insects buzzing, leaves swaying and water murmuring in a beautiful forest makes us feel that we are an integral part of Nature. By being away from modern life, we can naturally get interested in the rich biodiversity of ecosystem.

It is difficult to perceive Nature in urban society. For instance, the misunderstanding of "A sliced tuna is swimming in the sea" exists among the children in Japan. Caused by the lack of a direct interaction between them and living creatures, the visual impact on the sliced tuna sold in a supermarket results in the misunderstanding. Thus, in urban city, we cannot experience the existence of Nature to feel oneness with it.

## 研究背景

「マグロの切り身が海を泳いでいる。」と聞いている子供が増えたと聞く。都市のスーパーに並ぶ魚の切り身は、生物の教科書にあるマグロの写真よりも視覚的インパクトが強く、実体性がある。これは、子供たちが、教科書の正しい情報よりも、視覚的インパクト・実体感のある間違っただけの情報を選択していることを示している。そのうえ、自然豊かな環境が都市部では失われつつあることから、海を泳ぐマグロの姿を目で見て認識することが難しい。こうした都市部とリアルな自然環境との格差により上記のようなギャップが生じるのだろう。こうしたギャップを軽減するため、人間と環境の調和ある社会を実現する技術が求められている。そこで申請者は、HCBI(Human Computer Biosphere Interface)を提唱する。

これは、遠隔地の生物圏とユーザー間にウェアラブルコンピュータ（以下ウェアラブル）とネットワークインフラを用いて接続し、リアルタイムなサウンドインタラクションを実現し、一体感を創出するためのシステムおよびインタフェースを示す。本研究では特に子供を対象にし、実体感のある自然教育にHCBIが寄与する部分に焦点をあて、予備的研究を行う。

本研究では、多地点の生態環境音をゲーム要素として取得・配信することで、それらの生物多様性を聴覚的に再確認し、季節・地理的变化を体験するものである。具体的には、遠隔地森林環境（沖縄県西表島）とユーザー間（上野動物園内）にウェアラブルデバイスによるリアルタイムなサウンド配信を実現するシステムを構築。同システムを用いた遊び実験により検証・評価を行い、応用性を考察する。同実験は以

下の3要素（①聴く・②探す・③表す）から成る。

① **聴く** 遠隔地森林環境からのリアルタイムサウンドを聴き、そこに生息する野生生物の存在を聴き感じる。

② **探す** 上野動物園内の様々な動物の鳴き声を聴き歩き、遠隔地森林環境音に含まれていた音・含まれていない音・気になる音等を録音する。

③ **表す** 上記のサウンドコンテンツを用いて、児童による自主制作番組「サウンドエクスプローラー部 ポッドキャスト」を制作や、成果発表会にて報告する。

## システム概要

本システムは①生態環境音取得・配信部と②ウェアラブル部から成る。

### ①生態環境音情報のリアルタイム取得・配信部のハードウェア開発

マイクから生物圏環境音を連続的に取得配信（*i* 取得配信部）し、AD処理後にネットワークシステムと接続（*ii* 配信部）する。*i* では、マイク・ADC・ネットワークカードを搭載し、未圧縮環境音をリアルタイム配信する。処理の高速化を目指してADCにリアルタイムカーネルを搭載し、音が途切れない程度の割り当てメモリ量を具体的に検討する。*ii* では、入出力システムと合成エンジンを高速回線で接続しSoundWire技術によりQoS制御したUDPストリームによる音響リアルタイム配信技術を実装する。システム開発に困難が生じた場合には、配信遅延を増やすことで技術的難易度を下げる。

### ②ウェアラブル用柔軟な電子回路の試作・衣服作成

装着違和感のないウェアラブル（人間側部）を開発する。衣服に実装する機能は音声入出力・RFID通信（取得）、無線LAN通信（交換・配信）、取得・合成環境音出力インタフェースである。これらを組み込み型Linuxで開発する。

上記1, 2のシステムを統合し、評価実験を行う。評価実験には、生物圏環境音がある程度限られた範囲で取得できる動物園での実験を計画。小学生高学年を対象にした評価実験を行い、システム・ユーザー評価を行なう。

## 研究経過

### 生態環境音情報取得・配信部

生態環境音情報のハードウェア開発のため、取得部を沖縄西表島熱帯雨林内に設置。ADSL回線による配信部を同島内に設置。高温・高湿度な同島北岸熱帯雨林内における環境音を無人環境下において長期・連続的にインターネット経由で配信・記録する情報システムである。安定した情報システム構築を目標とした技術改良を続けた結果、24時間365日の連続運用が可能となった。



Figure 1 生態環境音取得（左）・配信（右）部。沖縄県西表島上原地区（協力:サウンドバムプロジェクト）

### ウェアラブルシステム部

ウェアラブルシステム部は、子供たちが屋外で音を探すことに注力することができるよう、機器の持ち運びや操作などに煩わされないインタフェースの実現を目的とした。本研究で試作したウェアラブルシステムの概要をFigure2に示す。RFIDタグは屋外で録音するそれぞれの音を1枚のカードとして集音する。タグに右手部衣服内に実装した5ミリ角のアンテナをあてると録音をすることができる。右袖部にマイクを内蔵して

いるので、とりたい音の方向に腕を向けて録音をする。カードは音に関するコメントや絵などユーザーである子供たちが自由に記入できるような仕組みとした。また、評価実験で行った発表会では、RFIDタグを布に織り込んだテキスタイルを腕部内側に縫い込むことで、システムの存在感を極力隠蔽し、自然に腕に触れることで録音、再生ができる仕組みとした。

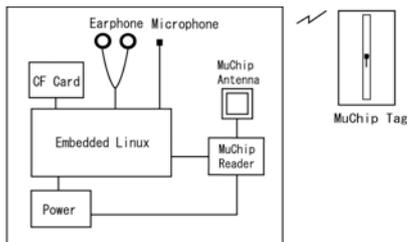


Figure 2 評価実験の様子(上) 自主制作番組制作中

## 評価実験

上記のシステムを統合し、上野恩寵動物園での小学生（慶応大学幼稚舎学生5、6年生5名）を対象にした評価実験（2008/11/15）と同生徒らによる自主制作番組（2009/2/19）を制作した。実験の様子をFigure 3に、自主番組の制作、発表会の様子をFigure 4に示す。上野動物園では、子供たちに西表島の音と似ている音、似ていない音などを、リアルタイムにインターネットより取得した森の環境音を聴き探して行くという実験を行った。また、その体験をもとに、自主制作番組を制作し、学内で発表会を実施した。

## 考察

上野恩寵動物園での評価実験により、異なる自然環境（上野公園と西表島）の差異体感を確認した。具体的には生息動物の違いや、地球の自転運動によって成ずる日照時差・影響である。また、本研究がこうした体験を生み出すインタフェースとして有効であること確認した。

沖縄県西表島は亜熱帯性気候に属し、西表山猫といった小型陸生哺乳類が多数生息す

る。その反対に、上野動物園といった人工的に形成された自然環境では多種多様な動物の鳴き声（小型陸生哺乳類を含む）が聞かれた。これは、真の自然環境（限られた泣き声）と仮想的な自然環境（多種多様な鳴き声）の差異体験であることを示す。

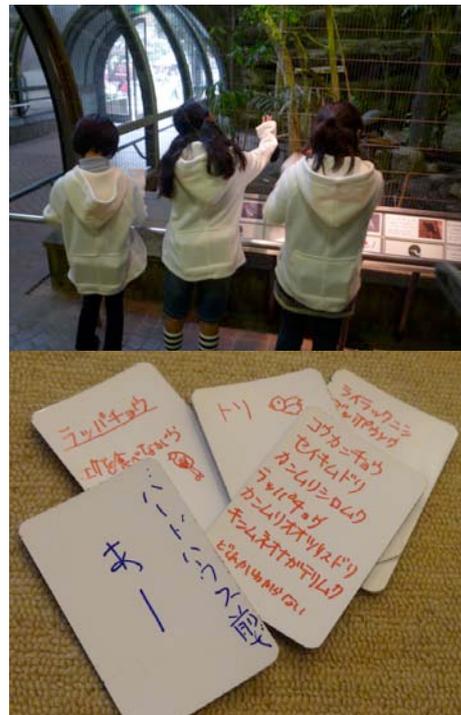


Figure 3 評価実験の様子と記録のためのRFIDカード（上野動物園）



Figure 4 自主制作番組制作（上）と発表会（下）の様子

また、動物は日の入り時にその行動が活発になることが知られている。つまり、夕日が約40分早く訪れる東京では、カラスなどがその捕食動物を求めて上野動物園に訪れる。しかし、西表島はまだ日の入り時刻を迎えておらず、そうした地球の自転運動による鳴き声の差異をリアルタイムに体験することができた。

従来こうした自然環境の差異や、地球の自転運動による生態活動の変化は、教科書といった実体性のない知識によって語られた。本研究で開発したインタフェースは、そうした実体性無き知識を、身近な体験・物質（ウェアラブルシステム）によって再確認し、刻々と変化する自然環境の変化を身近に認知・確認することで、自発的行動（発表会）を促すことができた。

実験に参加した小学生は学校のクラブ活動でICレコーダーを使った音の記録を行っているグループであり、レコーダー機器を持ち歩きながら音を集めることを日常的に行っている。今回の評価実験で、ウェアラブル機器を使った記録の手法、カード型のインタフェースや手を動かすことで記録ができる機能について以下のようなコメントを受けた。

- ・ 音に付箋をつけていくようなイメージで、記録したデジタル音とリアルなカードが関連することで、どこで記録した音なのかイメージがつきやすい。
- ・ 手で音をとった時の様子や対象を記録することで、カード自体が音のコレクションになる。また、手で書くという行為が楽しい。
- ・ 腕を使って操作するのは今までなく楽しみながら行動できてよい。
- ・ 機器を持ち運ぶ必要がなく動きやすい。

これらの研究結果が示すことは、かつてはビル相当サイズであったコンピューターが、情報技術の発展によってその小型・ウェアラブル化を実現し、これにより、人類は情報技術を五感情報の拡張システムとして使用し、本来備わっていた「自然環境とのか

わり」を再び確認・意識することを示すことができる。

## 研究成果

本研究は主要国際学会で発表された。

## 今後の課題と発展

本研究では、自然環境の認知を実現するインタフェースとして、遠隔制御型環境音取得とウェアラブルシステムの研究を進めた。今後の課題として考えているのは、システムの実用化のための研究である。具体的には以下の研究項目を考えることができる。

ウェアラブルシステムにより、身体動作と情報とが更に密に関係していくことになる。本システムでは単純な身体動作によりシステムの制御を行ったのみであったが、身体動作が伴うことにより環境や自身が記録した情報への親近感の向上が見られた。今後は身体の細かい動作をインタフェースとして取り入れシステムと身体との一体化を進める。

また、これまでの研究では、組み込み型Linuxによって多角的な自然環境情報の取得・配信を行うことで自然環境の認知・気づきを実現する可能性を示した。こうした通信技術を活用した体験システムの開発を進めることで、従来は困難であった臨場感ある自然環境の体験に応用できるようにしたいと考えている。

謝辞 本研究の実施にあたり、多大な協力をいただいたNTT西日本沖縄支店、西表わいどふぁー夢、IMS.jp、サウンドバムプロジェクト関係者、実証実験にご協力頂いた上野恩寵動物園に深謝する。

## 発表論文リスト

R.Ueoka, H.Kobayashi, M.Hirose, "Soundtag: RFID Based Wearable Play Tool for Children", Conference proceedings of the 4<sup>th</sup> International Conference on E-Learning and Games Aug 2009. (to be published)

R. Ueoka, H. Kobayashi, M. Hirose, "SoundTag: RFID Based Wearable Play Tool for Children", Journal of Transactions on Edutainment 2009 (to be published)