

三次元的空間メタファを介し相互接続された 現実世界と仮想世界における協調型環境学習

岡田 昌也[†] 山田 暁通[†] 垂水 浩幸[‡] 吉田 瑞紀[†] 守屋 和幸[†]

[†] 京都大学大学院情報学研究科社会情報学専攻

[‡] 香川大学工学部信頼性情報システム工学科

1. はじめに

重大な社会的関心事となる地球環境問題を背景として、現在、効果的な環境学習の実現が強く求められている。環境学習の成功の鍵は、様々な立場の人々が集まり、議論やコミュニケーションを通して環境問題に対する深い考察を可能とする“場”の実現である[1][2]。サイバープラットフォーム DigitalEE II (Digitally Enhanced Experience) [3]は、オンライン協調型環境教育支援システム DigitalEE (Digital Environmental Education)[1][2]の後継システムである。DigitalEE II は、実参加者（現実の自然環境の中にいる人々）と仮想参加者（遠隔地にいる人々）がモバイルサイバースペース II（現実世界と仮想世界から参加可能な分散仮想環境）を介し仮想的に時間、空間、協調活動を共有し、環境問題解決に向けた意見交換を行うことを支援する（図1）。

本稿では、DigitalEE II の設計と実験を紹介し、三次元的空間メタファを介し相互接続された現実世界と仮想世界における協調型環境学習の可能性について示す。

2. DigitalEE II

DigitalEE II の実験対象地は、京都大学附属演習林上賀茂試験地の池周辺のエリア（130m×50m, 6500m²）である。当エリアにおいては有線（100Mbps）および無線（11Mbps）LAN ネットワークが使用できる。

DigitalEE II は Java (JDK 1.4.0) によるクライアントサーバ構成である。DigitalEE II サーバを介した制御情報の交換により、クライアント間でのモバイルサイバースペース II の一貫性は保持される。実参加者用のモバイル端末には無線 LAN カード、CCD カメラ、ヘッドセットスピー



図1. 経験の共有に基づく協調型環境学習

カ、マイクロフォン、電子方向センサ内蔵型 GPS 受信機が搭載されている。仮想参加者用端末には、有線 LAN カード、ヘッドセットスピーカ、マイクロフォンが搭載されている。

モバイルサイバースペース II は全方位画像を用いて構築された現実世界の空間メタファであり、両参加者が 3 次元アバタとして投影される。シーン画像は、参加者の移動・回転に応じて連続的に切り替えられる。実参加者のアバタとシーン画像は GPS 受信機からの情報と連動して自動的に制御される。一方、仮想参加者は、マウスやキーボードによる制御を行う。両参加者の位置情報はモバイルサイバースペース II 内のアバタ情報を介して共有される。

音声データと動画データは、RTP (Real-time Transport Protocol)でのマルチキャストストリーミングにより参加者間で交換され、コミュニケーションに用いられる。実参加者の撮影動画はモバイルサイバースペース II 内にリアルタイムに埋め込まれ、静的な仮想空間が動的な現実世界情報により拡張される。

3. 実験

DigitalEE II についての知識と経験を持たない 10 名の被験者（男性 2 名、女性 8 名）に対し行った計 5 日間の実験[3]について示す。

3.1 目的

実験目的は (1) システム設計の基本的検討、

Collaborative Environmental Learning in Real and Virtual Worlds Interconnected via a 3D Spatial Metaphor.

[†]Masaya Okada, Akimichi Yamada, Hiroyuki Tarumi, Mizuki Yoshida, and Kazuyuki Moriya: Department of Social Informatics, Graduate School of Informatics, Kyoto University.

[‡]Hiroyuki Tarumi: Department of Reliability-Based Information Systems Engineering, Faculty of Engineering, Kagawa University.

(2) 現実世界と仮想世界におけるコミュニケーションを通じた自発的環境学習の評価, (3) 環境への関心, 環境への気付きの評価, である。

3.2 方法

それぞれの実験において, 1名の実参加者が実験対象地の池周辺のエリアから, 1名の仮想参加者が研究用建物の中から, DigitalEE II サーバに接続した。DigitalEE II サーバは仮想参加者と同じ建物の中に設置した。通信ネットワークには有線 LAN を用いた。各実験における実参加者と仮想参加者は同年代の知り合いであり, 互いを肉眼で確認することはできない。被験者には環境学習を強要せず, DigitalEE II を用いて自由に会話することだけを促した。本実験においては, DigitalEE II による教材の提示は行われていない。

3.3 結果

実参加者の端末の重量, 太陽光線下での画面の見易さなどに改善の余地が認められた。音声・動画コミュニケーションはストレスのないレベルで実現され, 両参加者による自然環境に関する積極的な会話(植物, 昆虫, 池の魚の生態などの会話を含む)が確認された(表1, 表2)。両参加者は現実世界と仮想世界の間で体験と感覚の共有が実現されたことを報告し, 現実経験と仮想経験の電子的拡張が確認された。実参加者は自然観察を積極的に行ったことが示され, 実参加者と仮想参加者の環境への関心や気付きが高められた。

3.4 考察

実参加者の端末に関する問題はウェアラブルデバイスの今後の発展により解決が見込まれる。DigitalEE II により提供された機能がコミュニケーションの中で有効に用いられたことは, システム設計の適切性を示している。DigitalEE II は自発的かつ積極的な自然観察を通じた環境学習を支援し, 両参加者の環境への関心・気付きを引き出した。統計的評価にはより多くのデータが必要となるが, この結果は, 三次元的空間メタファを介し相互接続された現実世界と仮想世界における協調型環境学習の可能性を示している。

4. まとめと今後の課題

本稿では DigitalEE II の設計と実験について述べた。今後著者らは現実世界と仮想世界の相互接続のためのユーザインタフェース, DigitalEE II による環境学習への貢献をさらに検証する。

表1. 観察・発話内容

昆虫	アカトンボ, バッタ, コオロギ, アリ, セミ, クモ, ツクツクボウシ, など
植物	アジサイ, サルスベリ, コケ, スイレン, サクラ, カブツバキ, ロウバイ, ニシキギ, マツ, ハギ, モクレン, スイカズラ, など
魚	コイ, など
季節変化	紅葉, 昆虫の鳴き声, 飛ぶ昆虫, 空の色, 流れる雲, など

表2. 確認された発話の例

RP: 「木の種類が違うから色が違うんだよ。同じもみじでも。」
VP: 「同じもみじでも?」
RP: 「うん。同じもみじでも一、黄色く紅葉してるのがあったり…」
VP: 「うん…ああ…うん。あ、すごい赤いのあったりするよね。」
RP: 「うん。あれってもみじの種類が違うんだよね?」
VP: 「うん, 多分ね。色々あるよね。」
(略)
RP: 「これ手前が黄色いの。奥が赤いの。」
VP: 「うん、うん…。ホントだー。私黄色い方が好き。うん…」
RP: 「なんかでもこの黄色いのね、葉っぱの先のほうは赤いんだよ。」

※RP: 実参加者, VP: 仮想参加者

謝辞

京都大学生物圏情報学講座の皆様, 京都大学情報学研究科石田亨教授, 和歌山大学石黒浩教授, 科学技術振興事業団小泉智史先生に深い感謝の意を表します。本研究の一部は科学技術振興事業団・戦略的基礎研究推進事業「高度メディア社会の生活情報技術」, 文部科学省・21世紀 COE プログラム「知識社会基盤構築のための情報学拠点形成」の研究助成によります。

参考文献

- [1] 岡田昌也, 吉村哲彦, 垂水浩幸, 守屋和幸, 酒井徹朗: DigitalEE: 分散仮想空間による協調型環境教育支援システム, 電子情報通信学会論文誌, vol. J84-D-I, no. 6, 936-946, 2001
- [2] Okada, M., Tarumi, H., Yoshimura, T., Moriya, K. and Sakai, T.: Realization of Digital Environmental Education, Digital Cities II, LNCS2362, 292-304, 2002.
- [3] 岡田昌也, 山田暁通, 吉田瑞紀, 垂水浩幸, 守屋和幸: オンライン協調型環境学習のためのサイバープラットフォーム DigitalEE II, 情報処理学会研究報告, GN-46, 2003.