

## 環境教育のための仮想空間ウォークスルーシステムの評価実験

吉村哲彦<sup>†</sup> 阿部光敏<sup>†</sup> 長谷川直人<sup>†</sup> 大崎智弘<sup>†</sup> 安川直樹<sup>†</sup>小泉智史<sup>‡</sup> 木庭啓介<sup>†</sup> 守屋和幸<sup>†</sup> 酒井徹朗<sup>†</sup><sup>†</sup> 京都大学情報学研究科 <sup>‡</sup> 科学技術振興事業団

## 1 はじめに

現実世界の実体験を伴わない間接的な環境教育は、直接経験ほど鮮明な経験が得られないため効果に限界があると言われている。一方、現地に行かずにマルチメディア教材等を利用した学習は直接経験だけでは得られない知識を得られるなどの多くの利点がある。そこで本研究では、現地の写真をもとに現実世界と同等の環境を再現した仮想空間を構築し、この仮想空間のウォークスルーを用いた環境教育を提案する。環境教育における仮想空間ウォークスルーシステムの有用性を検証するため、システムおよび学習効果の評価実験を行なった。

## 2 システムの概要

仮想空間の構築には、360度を一度に撮影することができる全方位視覚センサ [1] を用いた。撮影場所は京都大学大学院農学研究科附属演習林上賀茂試験地で、あらかじめ設定したルートに沿って2m間隔で撮影した。この全方位画像によって仮想空間を構築し、ルートに沿って自由に散策(ウォークスルー)できるようにした。ウォークスルーは画像の拡大率を連続的に変化させ、適当な拡大率に達したとき隣接する画像に連続的に切り替えることで実現している。

本システムのインターフェースは図1のようなものである。学習者は任意の地点で立ち止まったり、回転して周囲を見回したりすることができる。ルートの分岐点に来ると、分岐点であることを示す表示が現われ、任意のルートを選択できる。また、図1右下のように二次元地図と移動可能なルート、現在地、進行方向も表示される。学習者のパソコンとサーバーはLANにより通信が可能で、サーバーには管理者が常駐している。仮想空間内を散策中に、学習者が特定の場所に来ると、教材の対象物が近くに存在することを示す情報が表示される。この時、仮想空間内にある教材の対象物をクリックすると教材が表示される。教材にはクイズ形式とスケッチ形式の2種類がある。クイズ形式は三択の問題で、スケッチ形式は提示された木の葉の写真を見ながらペンタブレットでスケッチするものであ

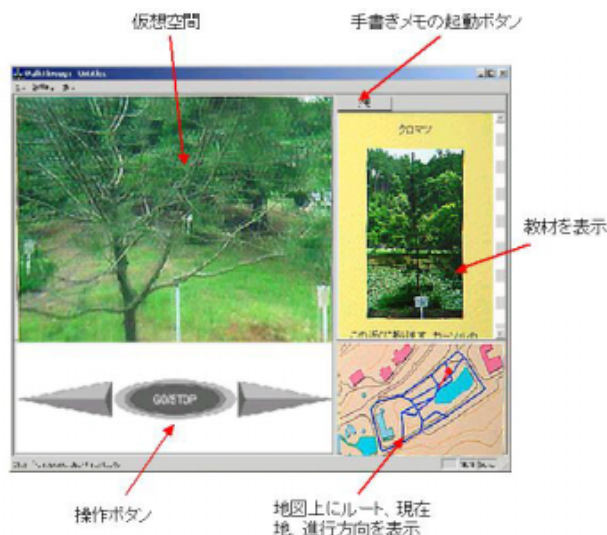


図1: ウォークスルーシステムのインターフェース

る。また、学習者はいつでも手書きメモ機能を使って絵や文字をサーバーへ送信することができる。送信されたメモはサーバー管理者が承認したものだけが公開され、他の学習者は教材閲覧時以外はいつでも、公開されたメモを見ることができる。

## 3 評価実験

評価実験は2002年9月14日、15日に京都大学大学院情報学研究科で行なった。使用した機材は日本IBM製のパソコン「IntelliStation Z Pro 6865-40J」と同社製18.1インチ液晶モニターである。パソコンの使用は、「Pentium III Xeon-550MHz」のデュアルCPU、メモリー384MB、ハードディスク9.1GBである。

被験者の人数は60人で男女は同数である。20代から60代までの5つの年齢層に12人ずつ割り振り、20代は社会人と学生を同数にした。1回の実験は10人で行ない、実験は1日3回計6回行なった。年齢構成は各回ともほぼ同じになるようにした。10人は同じ部屋で学習を行ない、サーバー管理者も同じ部屋に常駐した。教材は全部で14個あり、クイズ形式が10個、スケッチ形式が4個である。11台のパソコンはLANで接続した。使用方法などの説明を30分間行なった後、仮想空間での学習を45分間実施した。

## 4 実験結果

## 4.1 システムの評価

学習後にアンケートを実施して、被験者に表1の項目に答えてもらった。アンケートの結果は図2に示した通りである。Q1、Q3のような教材に関する質問と

## Experimental Evaluation of a Virtual Walkthrough System for Environmental Education

Tetsuhiko Yoshimura<sup>†</sup>, Mitsutoshi Abe<sup>†</sup>, Naoto Hasegawa<sup>†</sup>, Tomohiro Osaki<sup>†</sup>, Satoshi Koizumi<sup>‡</sup>, Naoki Yasukawa<sup>†</sup>, Keisuke Koba<sup>†</sup>, Kazuyuki Moriya<sup>†</sup>, Tetsuro Sakai<sup>†</sup><sup>†</sup> Graduate School of Informatics, Kyoto University<sup>‡</sup> Japan Science and Technology Corporation

表 1: アンケートの評価項目と大分類

大分類	質問番号	評価項目
教育性	Q1	教材（クイズや解説）を読むことによって自然に対する興味は深まりましたか？
	Q2	仮想空間の自然を観察することによって自然に対する興味は深まりましたか？
娯楽性	Q3	クイズやスケッチはおもしろかったですか？
	Q4	仮想空間の自然の中を散策することは楽しかったですか？
視覚性	Q5	画面表示のレイアウトやデザインはいかがでしたか？
	Q6	画面表示は見てわかりやすかったですか？
操作性	Q7	マウスによる選択操作は簡単でしたか？
	Q8	ペンによる手書き入力（スケッチ）は簡単でしたか？
信頼性	Q9	仮想空間の自然の中を移動するとき、システムが突然止まったり遅くなったりすることなく、スムーズに動作していませんか？
	Q10	システムはエラーメッセージを出したり異常終了したりすることなく安定して動作していませんか？
機能性	Q11	手書きメモを使った参加者間の情報交換機能は役に立ちましたか？
	Q12	ナビゲーション機能（地図に表示される現在位置と進行方向表示）は役に立ちましたか？

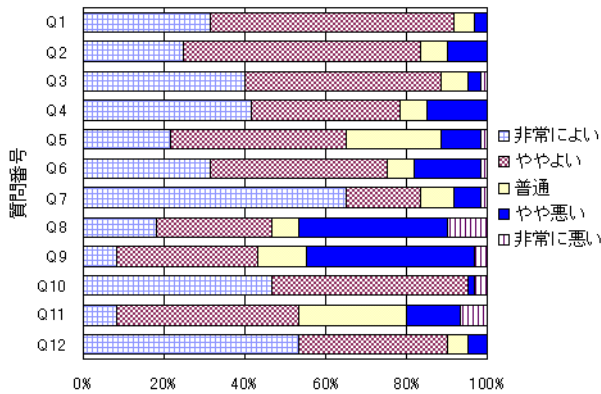


図 2: システムの評価結果

Q2、Q4のような仮想空間の自然を散策することに関する質問では比較的高い評価が得られており、仮想空間を用いた環境教育に対する被験者の評価は高かった。また、システムの安定性に関する質問のQ10に対してもほとんどの被験者が高い評価を与えていたが、動作速度に関する質問のQ9に対しては評価が低かった。これは、実験に用いたパソコンの性能が十分でなかったこともあり、仮想空間のウォークスルーが遅いという評価につながったものと考えられる。また、手書き入力に関する質問のQ8も評価が低かった。これは一般の人がペンタブレットの扱いに慣れていなかったことが原因であると思われる。

次に、AHP法を用いてシステムの総合評価値を計算した。表1のように「教育性」「娯楽性」などの6つの大分類をQ1～Q12の12個の評価項目に細分化した。評価項目間の重みづけと6つの大分類間の重みづけは一対比較法で行なった。Q1～Q12は5段階評価、一対比較は7段階とした。整合比C.R.が0.2以下のものを有効回答とし、有効回答数は26であった。6つの大分類の重みづけを平均すると、「信頼性」の重みが最も高く、「娯楽性」の重みが最も低かった。AHP法で求

表 2: 総合評価値とアンケートの評価項目との相関

質問番号	評価項目	相関係数
Q6	画面表示は見てわかりやすかった	0.64**
Q9	仮想空間を移動するときスムーズに動作した	0.61**
Q5	画面表示のレイアウトやデザインはよかった	0.60**
Q3	クイズやスケッチはおもしろかった	0.58**
Q12	ナビゲーション機能は役立った	0.54**
Q10	システムは異常終了せず安定して動作した	0.51**
Q7	マウスによる選択操作は簡単だった	0.50**
Q11	手書きメモを使った情報交換機能は役立った	0.47*
Q1	教材を読むことによって自然に興味を持った	0.47*
Q4	仮想空間の散策は楽しかった	0.44*
Q2	仮想空間の観察によって自然に興味を持った	0.42*
Q8	ペンによる手書き入力は簡単だった	0.41*

\*:  $P < 0.05$  \*\*:  $P < 0.01$

めた総合評価値とQ1～Q12の相関係数を表2に示す。この結果から、わかりやすい画面表示、スムーズな移動などが総合評価値に比較的大きな影響を与えていることが分かる。

#### 4.2 学習効果の評価

学習後、被験者に10個のクイズ形式の教材に関連した問題を解いてもらった。問題の内訳は教材中のクイズと全く同じ問題が6問、教材の解説を読めば解ける問題は4問であった。学習中に教材を読んだ人(学習済)と教材を読まなかった人(未学習)の正答率を表3に示す。この表によると、ほとんどの問題で教材を読んだ人の方が読まなかった人に比べて正答率が高いことがわかる。したがって、仮想空間を用いた環境学習においても、学習効果が十分に認められると判断できる。

表 3: アンケートにおける正答率

	教材ID	総数(人)		正答率(%)	
		学習済	未学習	学習済	未学習
教材と 同じ問題	1	49	11	93.9	81.8
	3	26	34	96.2	26.5
	5	50	10	94.0	70.0
	6	30	30	96.7	50.0
	8	11	49	100.0	81.6
	10	33	27	87.9	22.2
教材と 異なる問題	2	39	21	25.6	28.6
	4	53	7	62.3	28.6
	7	36	24	69.4	33.3
	9	42	18	33.3	27.8

#### 5 おわりに

教材や仮想空間内の散策に対する評価は高く、教育効果の面からも本システムの有用性が示された。一方で、動作速度に対する評価は低く、ウォークスルーの高速化が今後の課題である。

なお、本研究は科学技術振興事業団の戦略的基礎研究推進事業(CREST)の補助を受けて行なった。

#### 参考文献

- [1] Koizumi, S., Dai, G. and Ishiguro, H.: Town digitizing for building an image-based cyber space, The Second Kyoto Meeting on Digital Cities, pp.357-370 (2001)