

平成 21 年 5 月 29 日現在

研究種目：基盤研究(B)  
 研究期間：2005～2008  
 課題番号：17300284  
 研究課題名（和文） 複合現実感による推定支援型展示手法の実用化  
 －古生物の骨格・生体復元への応用－  
 研究課題名（英文） Practical use of mixed reality for science literacy  
 － An application for skeletal and life restoration of prehistoric animals －  
 研究代表者  
 近藤 智嗣（KONDO TOMOTSUGU）  
 独立行政法人メディア教育開発センター・研究開発部・准教授  
 研究者番号：70280550

## 研究成果の概要：

本研究は、博物館の展示に複合現実感技術を応用し、そのコンテンツとして推定支援型展示手法を提案するものである。この手法は、来館者が展示を見学するときに、科学的な見方で観察できるように支援することが目的である。具体的には、生体復元された 3DCG を骨格標本等に合成して提示し、皮膚、姿勢、動きなどを比較するコンテンツである。本研究では、システムやコンテンツを開発し、国立科学博物館において実証実験を行った。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 17 年度	3,200,000	0	3,200,000
平成 18 年度	3,600,000	0	3,600,000
平成 19 年度	3,000,000	900,000	3,900,000
平成 20 年度	2,400,000	720,000	3,120,000
総計	12,200,000	1,620,000	13,820,000

## 研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学 ・ 教育工学

キーワード：博物館，展示，複合現実感，ミクストリアリティ，ユーザインタフェース，古生物

## 1. 研究開始当初の背景

本研究の要素技術には、複合現実感という技術を用いている。これは、3次元コンピュータグラフィックス(3DCG)をリアルタイムかつインタラクティブに操作するもので、バーチャルリアリティ(VR)技術の一種である。一般的なVRと異なる点は、3DCGが実空間に合成されるという点であり、本研究における実空間とは、展示室や展示物に相当する。

これまでの博物館展示におけるIT活用には、音声ガイド、PDA、キオスク端末等があ

り、それぞれの用途・目的で機能している。しかし、その問題点の1つとして、端末に提示される解説と実際の展示が異なった場所にあるため、見学者は、視点を何度も移動させたり、対象の展示物を探したりしなければならなかった。複合現実感技術は、実空間と3DCGを融合させる技術であるため、この問題を解決できる可能性があった。

また、これまでの博物館の解説は、展示をわかりやすく解説したり、展示されていない部分を補っていたりするものが多く、科学的

な見方を育てるという観点での展示は少なかつた。一方、博物館の来館者の目的はさまざまであり、全ての解説を科学的な見方を育てる目的にすることはできない。本研究では、こうしたさまざまな来館者に応じた展示解説が可能という点からもシステムを開発し、展示手法を提案することにした。

## 2. 研究の目的

本研究は、複合現実感による展示と推定支援型展示の2つの展示手法を実際の展示として実験を行い、実用化をはかることを目的とする。

複合現実感による展示とは、たとえば、恐竜の展示室には化石骨格標本が展示されているが、来館者がヘッドマウントディスプレイを装着すると、復元された恐竜の生体はその骨格標本にオーバーラップされて提示されるようなものである。復元された恐竜の生体は、3DCGで制作されており、3次的に位置合わせされているため、来館者は回り込んで見ることも可能となる。

また、推定支援型展示とは、従来の展示がわかりやすく見せることを目的としている場合が多いのに対して、来館者・学習者が研究者と同じ視点に立って見学することが目的であった。たとえば、現在に残された化石や生態環境等のさまざまな情報から当時の生体を推定することを支援する仕組みの展示である。

## 3. 研究の方法

本研究を行うためには、まず、複合現実感のシステムを開発し、そのシステムで稼働するコンテンツを開発した。次に、展示イベントを企画して実施し、その形成的評価を行った。このサイクルを繰り返し、より実用性の高い展示手法に質を高めていく方法をとった。また、展示コンセプトが違う場合、それに適したシステム等を検討した。

## 4. 研究成果

複合現実感技術を展示や講演会で利用した実験を以下のとおり行い評価した。

### (1) HHPCによるステゴサウルスの解説

2005年12月5日に国立科学博物館地球館(当時は新館)地下1階の恐竜の展示室において、ステゴサウルスをテーマにした実験を行った。システムとしてはハンドヘルドPCにUSBカメラを取り付け、位置合わせにはマーカーを使用した(図1)。コンテンツとしてはステゴサウルスの大きさや皮膚の色などについてナレーションで解説し、CGを切り替えられるようにした。図2はPCの画面で骨格標本にCGが合成されているところである。休

館日に行ったため照明を明るくすることができたが、マーカーの誤認識によってCGがブレたり、ズレたりする問題点が課題となった。



図1 ステゴサウルスとハンドヘルドPC



図2 複合現実感コンテンツの画面

### (2) 恐竜3Dぬり絵

2007年8月20日から26日に国立科学博物館地球館地下1階で「恐竜3Dぬり絵」という学習プログラムのイベントを行った。これは、本研究の成果の一形態としてWeb上でぬり絵をした恐竜の皮膚が自動的に3DCGの恐竜となって実際の化石骨格標本にアニメーションとして重畳表示されるものである。約300人の小・中学生がイベントに参加し、実用的な学習プログラムとなった。



図3 恐竜3Dぬり絵

### (3) 図書館での利用

2007年7月から8月にかけては、4カ所の図書館および社会教育施設で夏休みの小学生を対象とした恐竜の講演会を行い、複合現実感を使用したプログラムを実施した。このために先述の博物館での恐竜3Dぬり絵と同等な機能を図書館で実現するためのシステムを開発した。博物館の展示室では1人ずつ交代で複合現実感体験するシステムであったが、図書館では1台のPCに対して約10名が同時に複合現実感体験できるシステムとした。このシステムにより一度に多くの人が参加する講演会のような場合でも複合現実感体験が可能となった。

図4はPCルームでパソコンを使ってぬり絵をし、その後、別に用意されたPCで複合現実感を体験したものである。また、PCルームが無い環境でも同等なことが可能なように、紙にぬり絵をして、スキャナで取り込む方式のシステムも開発した。図5は、自分で描いた恐竜を複合現実感で確認しているところである。



図4 PCルームでのぬり絵



図5 複合現実感で確認

実施したのは以下のとおりである。2007年7月24日：愛媛県立図書館主催(新居浜会場)、

7月25日：愛媛県立図書館主催(松山会場)、  
2007年8月11日：日高市立図書館、2007年8月28日：鶴ヶ島市立図書館。

### (4) 帰ってきたアロサウルス展

2007年12月から2008年2月の約2カ月間、国立科学博物館の企画展「帰ってきたアロサウルス」において、アロサウルスの姿勢の新旧学説を複合現実感によって比較できるシステムを展示した。アロサウルスは、1964年に日本で初めて展示された恐竜の全身骨格で、当時話題になった展示であり、科博の130年を振りかえる名物展示を再現するという主旨であった。当時の恐竜はゴジラのように尻尾をひきずった姿で復元されていたが、今では尻尾を引きずっていないことが常識的になっている。帰ってきたアロサウルス展では当時の姿勢のままの骨格復元で展示されたため、複合現実感で新しい学説の姿勢を提示したものである。図6はその画面で、ライブ映像に新しい学説による姿勢のCGアニメーションが表示されているところである。

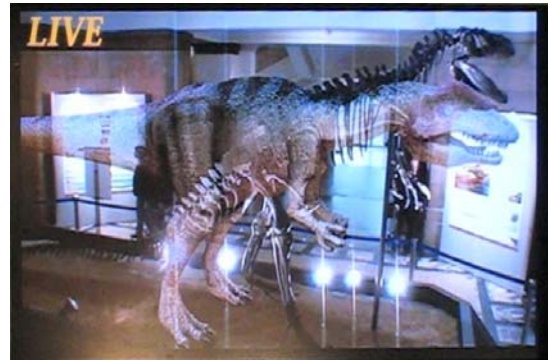


図6 帰ってきたアロサウルス展

### (5) ショニサウルス

2008年7月18日と10月24日には、ショニサウルスの複合現実感コンテンツを展示した。ショニサウルスは、カナダロッキー山脈で発見された魚竜で、全長約21mという大きさである。しかし、国立科学博物館地球館地下2階の標本は頭部のみのため全身のイメージをCGアニメーションで提示するコンテンツとした。また、標本は床下にあるため、展示標本とCGの合成には床をマスクして、臨場感を高める方法を取り、ビデオシーサー・ヘッドマウント・ディスプレイで、立体視で観察できるようにした。図7は展示標本に半透明のショニサウルスのCGを重ね合わせたところである。位置合わせには磁気式の

センサーを使用した。

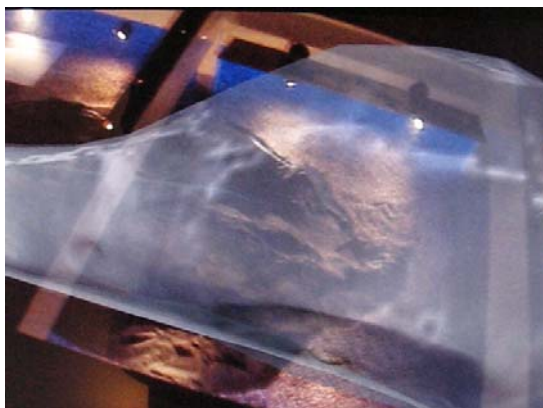


図7 ショニサウルス

#### (6) ミクストリアリティ進化ゲーム

2009年2月24日から26日の3日間、国立科学博物館地球館地下2階「地球環境の変動と生物の進化」の展示室において「ミクストリアリティ進化ゲーム」という学習プログラムを実施した。テーマは「進化」で、クイズラリー形式の学習プログラムである。システムには、無線LANに接続された携帯型ゲーム機（PSP）と複合現実感（ミクストリアリティ：MR）技術を用いたことが特徴である。参加者は、PSPを携帯し、画面に提示されるクイズに従って展示室内を移動する。クイズの多くは、実際に展示標本を観察しないと答えられないようになっている。この学習プログラム内で、複合現実感の展示を行い、展示室内の数カ所に設置されたMRシステムでは、提示される3DCGを見て答えるクイズとした。図8は、展示室に吊るされている水生哺乳類（バシロサウルス）と水生爬虫類（ティロサウルス）の泳ぎ方の違いを確認するものである。写真右下のハンドヘルド型のディスプレイにより立体視で見ることができる。位置合わせには磁気式のセンサーを使用した。



図8 ミクストリアリティ進化ゲーム

#### (7) よみがえる恐竜

2009年3月10日から15日の6日間、ジュラ紀後期の小型植物食恐竜オスニエロサウルスを紹介する複合現実感の体験イベントを実施した。ハンドヘルドディスプレイを使用し立体視で見ることができる。また同時に2名が体験できるようにした。位置合わせにはマーカーを使用した。コンテンツ内容は、恐竜の特徴である骨盤について、色について等の解説の後、目の前を動き回る恐竜の写真を撮るものであった。ナレーションは超指向性スピーカーを使用して体験者の周辺のみ聞こえるようにし、他の展示に影響しないようにした。



図9 よみがえる恐竜

上記のほかにも、同志社大学文化情報学部との共催で行ったイベントやイノベーションジャパンなどの展示会など、本研究課題の期間に多くの実証実験を行った。その結果、各展示環境に適した複合現実感展示の実用化を提案することができた。しかし、複合現実感のディスプレイ、位置合わせ方法、推定支援型展示のコンテンツなど課題は多く、今後も継続して研究を行う計画である。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計5件）

- ① 近藤智嗣・有田寛之・真鍋真・水木玲，複合現実感による新旧学説の対比展示-国立科学博物館「帰ってきたアロサウルス展」における事例-，展示学，Vol. 46，34-35，2008，査読無
- ② 近藤智嗣・芝崎順司・有田寛之・真鍋真・稲葉利江子，Webと連動した複合現実感展示システムの開発，展示学，44-45，2007，査読無

- ③近藤智嗣・水木玲, ミクストリアリティ・オーサリングツールの開発, 日本教育工学会論文誌, 31(Suppl), 2008, 73-76, 査読有
- ④近藤智嗣, 芝崎順司, 有田寛之, 真鍋真, 稲葉利江子, ミクストリアリティによる博物館展示システムの提案, 日本教育工学会論文誌, 30(Suppl.), 45-48, 2006, 査読有
- ⑤近藤智嗣, ミクストリアリティ技術による学習環境の拡張, 日本教育工学会論文誌, 29(Suppl.), 145-148, 2005, 査読有

[学会発表] (計10件)

- ①近藤智嗣・有田寛之・稲葉利江子・水木玲・吉見八重・東智子・渡邊里子・池谷博・真鍋真, 図書館を会場とした恐竜の複合現実感体験システムの開発, 日本教育メディア学会年次大会発表論文集, pp.155-156, 2008.10.18-19, 愛知淑徳大学
- ②稲葉利江子・近藤智嗣・杉本裕二, 色選択過程に基づくカラーパレット手法の提案, 日本認知科学会第25回大会, 発表論文集, pp.224-225, 2008.9.6, 同志社大学
- ③H. Arita, M. Takahashi, T. Kondo, A. Kasao, K. Takada, and Y. Ogawa (2008), Coloring in Picture at Science Museum: Facilitating Sensitivity toward Science in a Creative Way, Public Communication of Science and Technology, PCST-10 International Conference June 25-27, 2008.
- ④近藤智嗣・有田寛之・真鍋真・水木玲, 複合現実感による新旧学説の対比展示-国立科学博物館「帰ってきたアロサウルス展」における事例-, 日本展示学会第27回研究大会, 研究発表趣旨綴, pp.8-9, 2008.6.21, 愛知大学
- ⑤近藤智嗣・杉本裕二・水木玲, ミクストリアリティ・オーサリングツールの開発と評価, 日本教育メディア学会年次大会, 124-125, 2007.10.20-21, 秋田大学
- ⑥近藤智嗣・芝崎順司・有田寛之・真鍋真・稲葉利江子, Webと連動した複合現実感展示システムの開発, 日本展示学会第26回研究大会, 研究発表趣旨綴, pp.24-25, 2007.6.16, 京都橘大学
- ⑦ Tomotsugu Kondo, Junji Shibasaki, Hiroyuki Arita-Kikutani, Makoto Manabe, Rieko Inaba and Akira Mizuki, "Mixed Reality Technology at a Natural History Museum", Museums and the Web 2007: The International Conference for Culture and Heritage On-line, San Francisco, USA, April 11-14, (2007)
- ⑧近藤智嗣, 複合現実感技術の教育応用とその課題, 映像情報メディア学会技術報

告, 映情学技報 VOL.30,NO.58, 45-50, 2006.11.10, 工学院大学

- ⑨ Tomotsugu Kondo, Augmented Learning Environment using Mixed Reality Technology, E-Learn 2006--World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education to be held in Honolulu, Hawaii, USA, October 13-17, 2006, pp.83-88
- ⑩近藤智嗣, 稲葉利江子, 芝崎順司, 有田寛之, 真鍋真, 化石骨格標本のための複合現実感による推定支援型展示システム, 第12回日本教育メディア学会年次大会発表論文集, 180-181, 2005.10.1-2, 東京学芸大学

[その他]

- ・(雑誌記事等)
- ①近藤智嗣・廣澤公太郎・伏見清香・森望, PDA座談会「展示とPDA」, 日本展示学会誌 展示学45号, 20-25, 2008
- ②近藤智嗣, ミクストリアリティによる展示プログラム「恐竜3Dぬり絵」, 視聴覚教育, (財)日本視聴覚教育協会, VOL.720, NO.10, 44-45, 2007
- ③近藤智嗣, 実空間とバーチャル空間を融合し新たな展示空間を構築する, Cultivate, 文化環境研究所, 30, 28-33, 2007, インタビュー
- ④近藤智嗣, 複合現実感技術の教育応用, NIME研究報告29, 2007.3
- ・(展示等)
- ⑤可搬型MR展示(よみがえる恐竜), 国立科学博物館, 2009.03.10-15
- ⑥館内移動型MR展示(ミクストリアリティ進化ゲーム), 国立科学博物館, 2009.02.13, 20, 24-26
- ⑦「自分でぬり絵した恐竜が動き出す!! ミクストリアリティ技術体験」, 2008.11.1-2, 同志社大学 ADAM 祭, 同志社大学文化情報学部
- ⑧ショニサウルスMR展示2, 国立科学博物館, 2008.10.24
- ⑨イノベーションジャパン 2008, 東京国際フォーラム, 2008.09.16-2008.09.18
- ⑩ e-Learning WORLD 2008-Expo & Conference- 東京ビッグサイト, 2008.07.30-2008.08.01
- ⑪ショニサウルスMR展示1, 国立科学博物館, 2008.7.18
- ⑫帰ってきたアロサウルス, 国立科学博物館, 2007.12.11-2008.2.3
- ⑬「パソコンを使ったミクストリアリティ体験 -絵に描いた恐竜が動き出す!-」 2007.11.3-4, 同志社大学 ADAM 祭
- ⑭イノベーションジャパン 2007, 東京国際フォーラム, 2007.09.12-2007.09.14

- ⑮ 恐竜 3Dぬり絵, 国立科学博物館,  
2007. 8. 20-2007. 8. 26
- ⑯ e-Learning WORLD 2007-Expo &  
Conference- 東京ビッグサイト,  
2007. 08. 01-2007. 08. 03
- ⑰ New Education EXPO 2007, 東京ファッショ  
ンタウンビル, 2007. 06. 07-2007. 06. 09

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

近藤 智嗣 (KONDO TOMOTSUGU)  
独立行政法人メディア教育開発センター・研  
究開発部・准教授  
研究者番号：70280550

### (2) 研究分担者

有田 寛之 (ARITA HIROYUKI)  
国立科学博物館・事業推進部・専門職員  
研究者番号：70342938

真鍋 真 (MANABE MAKOTO)  
国立科学博物館・地学研究部・研究主幹  
研究者番号：90271494

稲葉 利江子 (INABA RIEKO)  
情報通信研究機構・第二研究部門・有期研究  
員  
研究者番号：90370098

### (3) 連携研究者

芝崎 順司 (SHIBASAKI JUNJI)  
独立行政法人メディア教育開発センター・研  
究開発部・准教授  
研究者番号：60270427