

「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」研究領域 領域活動・評価報告書

－平成21年度終了研究課題－

研究総括 原島 博

1. 研究領域の概要

本研究領域は、情報科学技術の発展により急速な進歩を遂げたメディア芸術という新しい文化に係る作品の制作を支える先進的・革新的な表現手法、これを実現するための新しい基盤技術を創出する研究を対象とする。

具体的には、コンピュータ等の電子技術を駆使した映画、アニメーション、ゲームソフト、さらにはその基礎となるCGアート、ネットワークアート作品等の高品質化(多次元化も含む)を目的とした映像や画像の入力・処理・編集・表示技術、インターフェイス技術、ネットワーク技術等に関する研究を行う。視覚や聴覚以外の感覚の表現をも可能とする人工現実感技術、現実空間と人工空間を重畳させる複合現実感技術等も含まれます。また、デジタルメディアとしての特徴を生かした斬新な表現手法の研究、快適性や安全性の観点から人間の感性を踏まえた表現手法の研究、物語性に優れた作品の制作を可能にする高度なコンテンツ制作手法の研究、誰もが自由にデジタルメディア作品の制作を効率的に行うことが出来るソフトウェア・ハードウェアに関する研究なども対象とする。

2. 研究課題・研究者名

別紙一覧表参照

3. 選考方針

選考の基本的な考えは下記の通り。

- 1) 選考は「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」領域に設けた選考委員10名と研究総括で行う。
- 2) 選考方法は、書類選考、面接選考及び総合選考とする。
  - ・書類選考において1提案につき3名の選考委員に査読評価依頼する。
  - ・選考委員の所属機関と応募者の所属機関が異なるよう配慮する。
  - ・面接選考では可能な限り多くの研究提案を直接聴取し、質疑応答する。
- 3) デジタルメディア作品の制作そのものでなく、制作に役立つ科学技術の研究開発を対象にした。但し、成果が技術開発を行う研究者の自己満足的な論文発表にだけにならないように、できるだけ制作者側との協働・協力・情報交換に努めるように。一方では、制作現場の一過性の要求に応える技術ではなく、将来におけるメディア芸術作品の高度化に資する先進的かつ革新的な科学技術であることに留意した。

4. 選考の経緯

一応募課題につき領域アドバイザー3名が書類審査し、書類選考会議において面接選考の対象者を選考した。続いて、面接選考および総合選考により、採用候補者を選定した。

選考	書類選考	面接選考	採用者
対象者数	56名	12名	5名

5. 研究実施期間

平成18年10月～平成22年3月

6. 領域の活動状況

領域会議:7回

その他:研究計画検討会、終了報告会、展示会(予感研究所)の開催

研究総括(または技術参事)の研究実施場所訪問:研究開始時に研究総括が領域事務所会議室にて研究計画説明会を開催し、その後技術参事が各研究者の研究実施場所を訪問し、研究環境等を確認した。その後の移動のあった場合や適時訪問を行った。また当領域は展示も1つの研究プロセスの場として位置付けており、予感研究所(日本科学未来館)、先端技術ショーケース(文化庁メディア芸術祭協賛展)を開催した。

## 7. 評価の手続き

研究総括が各研究者からの報告書および自己評価を基に、アドバイザーの協力を得て行った。また、研究終了時に当領域の主催するシンポジウムなどの意見を参考とした。

### (評価の流れ)

平成 21 年 11 月	当領域の領域シンポジウム(CREST合同)を開催
平成 22 年 3 月	研究期間終了
平成 22 年 3 月	研究報告書及び研究課題別評価提出
平成 22 年 3 月	研究総括による評価

## 8. 評価項目

- (1) 外部発表(論文、作品展示、特許出願等)、研究を通して得られた新しい知見などの研究成果
- (2) 得られた研究成果の科学技術への貢献

## 9. 研究結果

平成 18 年度は、これまでと同様技術の研究のみならずその開発成果を自ら作品制作することのできる研究者が参画し、当領域における全ての研究者(1 期生～3 期生)が揃った。領域全体で見ると、乳児から大人までが楽しめ、またアニメ・ゲームから折紙までメディア芸術全般に関わる幅広い分野にまたがって研究が進められた。それぞれの研究課題は、本領域の趣旨に合致したものであるが、それだけにとどまらず全体として研究領域の課題を達成するのみ適したものである。

本領域は、個人型研究さきがけ、チーム型研究CRESTからなるハイブリッド領域であり、領域運営においてもそれぞれの研究趣旨を活かしつつ、ハイブリッド領域の良さが発揮できるように推進した。例えば、領域シンポジウム、予感研究所は、さきがけ・CRESTの共同開催とした。共同開催したことで、双方の研究者の意見交換が活発になされた。さらに、展示をより多くの一般の人達に見てもらうことにより、その体験や現場で得られる意見を研究にフィードバックし、研究推進にも大いに役立てることができた。これは、新たな研究推進のモデルともなりうるものである。

本研究期間を通じての各研究者の研究結果は以下のとおりである。

○筧研究者の研究は、実世界のモノを用いた情報提示手法やインタラクションの提案、それを使用したコンテンツ生成環境の開発に取り組んだものである。今回の研究では、シンプルな形状のインタフェースによる汎用性を、映像重畳等により直感性と両立させ、そのためのプロジェクタやカメラの光学系およびセンサー処理などを開発した。そしてその成果を、「Tablescape Plus」、「UlteriorScope」、「ForceTile」、「Tablescape Animation」、「hanahana」などの多くの具体的なデジタルメディア作品を制作した。これらの技術に関する論文は、優秀論文として表彰されるとともに、SIGGRAPH、Ars Electronica、文化庁メディア芸術祭などの著名な展示会に出展し、推薦作品として表彰された。今回の研究成果が、研究領域の目標でもあるデジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術として今後の発展に期待するものである。

○木村研究者の研究は、複合現実感(Mixed Reality;MR)技術を駆使し、誰もが実物に触るような感覚で、情報やデータを操作する道具型対話デバイスの技術開発に取り組んだものである。道具型対話デバイスに求められる立体造形作業として、「選択・移動」「加工」「描画」の3つを、重要な操作として抽出し、それぞれに適した道具型対話デバイスを制作した。今回の研究プロセスにおいては、道具を制作し展示することにより、触ったり楽しんだりした多くの人たちからの意見をフィードバックして、研究を進めた。科学と文化が融合する新しい当分野での新しい研究の進め方でもあった。今後、アーティストとの連携、より多くの一般の人への展開などにより、今回の研究がさらに発展していくことを期待する。

○野口研究者の研究は、地域の歴史／文化的コンテンツをアーカイブする技術に取り組んだものであり、本研究の中心となるものは、地理情報と時間情報を3D空間にアートとして表現することのできる c-loc ソフトウェアである。時間と場所が特定できる情報、関連するテキスト、画像、音声を登録することにより、それらのデータが時空間マップにオブジェクトとしてレイアウトすることが可能になった。メディアアート表現を専門とする研究者であるからこそできたソフトウェアである。コンテンツとしては、新宿駅周辺(角筈)の歴史を写真で辿るアーカイブマップや、絶滅危惧種(魚類)の時空間的生息分布のマップ等が作られた。アート作品の制作にとどまらず、社会的な意義も大きい。地域と連携した展示や海外の地域を対象にしたコンテンツなどの展開も視野に入れ、さらに研究を発

展させていくことを期待する。

○三谷研究者の研究は、日本の伝統的な遊びであり、工学的な利用も拡がり始めた折紙に関するユニークな研究である。今回の研究では、折紙の展開図情報をデジタル化することにより、折紙のアーカイブに取り組んだ。折紙の展開図情報を効率的にデジタル入力できる専用エディタ ORIPA(Origami Pattern Editor)を開発した。そして、折紙をデジタル的にアーカイブすることが可能になったことにより、技術の伝承だけでなく、類似作品の検索や作品と作者の関係管理ができるようになったことは、折紙の分野に新たな研究分野を開いたものと言える。本研究では、多くの論文を発表するとともに、研究を展示会、著書、メディアで広く一般の人たちにも紹介された。今回得られた基盤技術をもとに、折紙文化への貢献だけでなく、折紙が産業・商業などの分野で拡がっていくことが期待される。

○山口研究者の研究は、近年発達した子どもの脳科学の知見に基づき、乳幼児向けのデジタルメディアコンテンツの開発に取り組んだものである。本研究では、デジタルメディアの主力情報である「視覚情報」を、出生後のいつの時期から獲得していくのかという基礎的な調査を行い、その成果をコンテンツとして制作しWeb上で公開した。本研究では、脳の視覚野のシナプスが発達し、視覚機能が大きく変化する出生後8ヶ月までの期間を対象とし、「動き」、「形」、「顔」などについて、乳幼児を対象にした心理学実験の手法により調査をした。その結果、例えば「動き」については、生後2ヶ月で接近する運動を識別していることなどが解明された。これらの成果は、学界には論文発表、招待講演/シンポジウムで公開され、一般には多くの出版(新書他)やWeb上の「親子向けデジタルメディアコンテンツ」を通じて、広くわかりやすく伝えられた。本研究は、小児科医の協力を得て進められ、子どもの社会能力や注意の欠損を、知覚・感覚能力の測定に基づき予測することにも貢献した。今後小児医療などの社会現場に役立つことも期待される。

#### 10. 評価者

研究総括 原島 博 東京大学 名誉教授

##### 領域アドバイザー氏名(五十音順)

秋山 雅和	日本大学大学院法学研究科 客員教授
井口 征士	宝塚造形芸術大学メディア・コンテンツ学部 教授
加藤 和彦	筑波大学大学院システム情報工学研究科 教授
陣内 利博	武蔵野美術大学造形学部視覚伝達デザイン学科 教授
舘 暲	慶應義塾大学大学院メディアデザイン学科 教授
為ヶ谷 秀一	女子美術大学大学院美術研究科 教授
土井 美和子	(株)東芝 研究開発センター 首席技監
中津 良平*	シンガポール国立大学工学部 教授
馬場 哲治*	前(株)バンダイナムコゲームス 研究部長
松原 健二	(株)コーエー 代表取締役執行役員社長COO

\*平成17年6月より参画

(参考)

(1)外部発表件数

	国内	国際	計
論文	25	37	62
口頭	133	53	186
展示	35	12	47
その他	11	2	13
合計	204	104	308

※平成 22 年 3 月現在

(2)特許出願件数

国内	国際	計
3	0	3

(3)受賞等

・笥 康明

- エンタテインメントコンピューティング 2007 優秀論文賞(2007 年)
- 第 10 回文化庁メディア芸術祭審査委員会推薦作品入選 (Tablescape Plus) (2007 年)
- 第 10 回文化庁メディア芸術祭審査委員会推薦作品入選 (2007 年)
- 日本バーチャルリアリティ学会論文賞(2006 年)

・木村 朝子

- (社)情報処理学会 平成 20 年度「山下記念研究賞」(2009 年)
- ヒューマンインタフェースシンポジウム 2008 最優秀プレゼンテーション賞 (2008 年)

・野口 靖

- Honorary Mention of PRIX ARS ELECTRONICA 2009 : INTERACTIVE ART (2009 年)
- 第 11 回文化庁メディア芸術祭 アート部門 審査委員会推薦作品賞(2008 年)

・三谷 純

- 第 4 回日本図学会論文賞(2009 年)
- 日本図学会春季大会研究奨励賞(2009 年)
- 平成 20 年度情報処理学会論文賞,(2009 年)
- 第 8 回 NICOGRAPH 春季大会 優秀ポスター賞(2009 年)
- 2007 年度 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会 優秀研究発表賞(2008 年)
- デジタルコンテンツシンポジウム船井賞(2007 年)
- 日本図学会学会賞(2007 年)

(4)招待講演

- 国内 15 件
- 国際 2 件

## 別紙

## 「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」領域 研究課題名および研究者氏名

研究者氏名 (参加形態)	研究課題名 (研究実施場所)	現職 (応募時所属)	研究費 (百万円)
笥 康明 (兼任)	アート表現のための実世界指向インタラクティブメディアの創出 (慶應義塾大学)	慶應義塾大学環境情報学部 講師 (博士課程/日本学術振興会特別研究員)	37
木村 朝子 (兼任)	空間型メディア作品を強化する7つ道具型対話デバイス (立命館大学)	立命館大学情報理工学部 准教授 (立命館大学情報理工学部 助教授)	44
野口 靖 (兼任)	Locative Media(ローカティブメディア)を利用した芸術/文化のための視覚表現技術開発 (東京工芸大学)	東京工芸大学メディアアート表現科 講師 (東京工芸大学芸術学部 講師)	39
三谷 純 (兼任)	折紙のデジタルアーカイブ構築のための基盤技術とその応用 (筑波大学)	筑波大学大学院システム情報工学研究科 准教授 (筑波大学大学院システム情報工学研究科 講師)	19
山口 真美 (兼任)	子どもの知育発達を促すデジタルメディアの作成 (中央大学)	中央大学文学部 教授 (同上)	41

## 研究課題別評価書

### 1. 研究課題名

アート表現のための実世界指向インタラクティブメディアの創出

### 2. 氏名

寛 康明

### 3. 研究のねらい

本研究では、誰もが直感的にかつ自然にデジタル表現に参加できる情報環境の実現のために、主に実世界での利用に焦点をおいたインタラクティブメディアの創出を目的とする。このために、特殊なデバイスの装着などユーザへの負荷を強わず、また実世界での道具操作や対面コミュニケーションとデジタル世界とを乖離無くつなぐための情報環境の構築が必要となる。本研究では、実世界のモノを積極的に活用した情報提示手法とインタラクションの提案、情報の共有と個人化の両立が可能な複数人参加型コミュニケーションメディアの開発、さらにこれらのメディアを用いた即興的表現のためのコンテンツ生成環境の開発を行う。

### 4. 研究成果

誰もが直感的にかつ自然にデジタル表現に参加できる情報環境の実現のために、主に実世界での利用に焦点をおいたインタラクティブメディアの創出を目的とする。このために、特殊なデバイスの装着などユーザへの負荷を強わず、また実世界での道具操作や対面コミュニケーションとデジタル世界とを乖離無くつなぐための情報環境の構築が必要となる。本研究では、実世界のモノを積極的に活用した情報提示手法とインタラクションの提案、情報の共有と個人化の両立が可能な複数人参加型コミュニケーションメディアの開発、さらにこれらのメディアを用いた即興的表現のためのコンテンツ生成環境の開発を行う。具体的には、本研究では、以下のような成果を得た。各成果の概要を示す。

#### (1) Tablescape Plus: 卓上オブジェクトを用いたインタラクティブ映像シアター

実オブジェクトを用いたインタラクションを行う際の直感性と汎用性を両立するために、テーブル上のオブジェクトに映像を投影し、動きや状況に応じて動的に役割や状態が変化するインタフェースを提案した。具体的には、テーブル型ディスプレイの上に置かれた実オブジェクトを入力ツールとして用いると同時に映像ディスプレイとして利用するインタラクティブディスプレイシステム Tablescape Plus を開発した。システムは図 1 のような光学系を採り、入射角により光の透過と拡散を制御することにより、テーブル面とオブジェクト面の両方に同時に異なる映像を投影することが出来る。さらに、テーブル内部に設置されるカメラによりテーブル上のオブジェクトを認識することでインタラクティブな情報提示を可能にした。

このようなテーブル環境において、置く、動かす、つなげるといった実オブジェクトを用いた操作を直感的な映像表現と対応づけたインタラクションを実装した。例として、Tablescape Plus <ver. ice world>では、各実オブジェクトにキャラクタを対応づけ、オブジェクトを置く・動かす・つなげるという直感的な行為を通して「人形遊び」を楽しむことが出来る。これらのインタラクションを実装した作品は Ars Electronica や ICC 年間常設展示、文化庁メディア芸術祭など数回の展覧会に出展し、数万人規模のユーザに実際に体験してもらい、フィードバックを得ることができた。

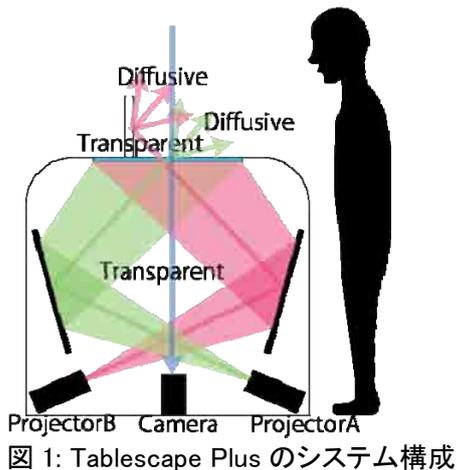


図 1: Tablescape Plus のシステム構成

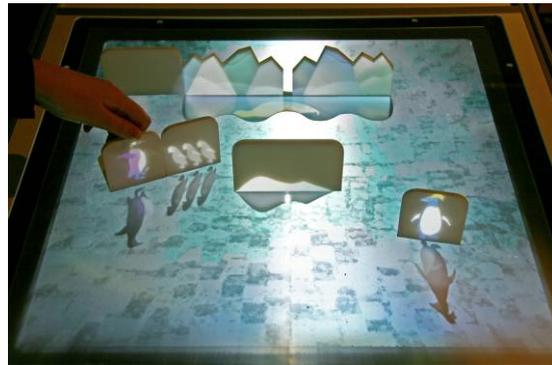


図 2: Tablescape Plus



図 3: 展示の様子

## (2) UlteriorScape: 指向性を有する多人数参加型インタラクティブメディアの開発

上記の Tablescape Plus が、テーブルの一方からの観察および垂直面を持ったオブジェクトへの映像投影という制限を有していたのに対し、本研究では、テーブルを囲む各ユーザに対し、テーブル面およびオブジェクト面に適切な情報を適切な位置・向きに提示できる方向依存情報提示をディスプレイ機能に組み込むことを考える。

具体的には、今回の提案手法は以下のような特徴を有するディスプレイ機構を開発した。

- ・ テーブル面上に観察方向により異なる映像提示が可能
- ・ テーブル上に置かれた(かざされた)実オブジェクト上にテーブル面とは異なる映像を提示できる(図 4)
- ・ 実オブジェクトの形状を利用し、実オブジェクト上にも観察方向により異なる映像提示ができる

図 5 に UlteriorScape の光学設計を示す。テーブル面は入射角により透過と拡散が切り替わり、斜めから入射するプロジェクタ光はテーブル面への方向依存情報のために、また真下から投射されるプロジェクタ光はテーブル上の空間への情報提示に用いられる。

本研究では本システムを用いて、写真閲覧やボードゲームなどの多人数参加型アプリケーションを実装し、SIGGRAPH Emerging Technologies など数回の展示を通してフィードバックを得た(図 6, 図 7)。また、上記に加え、音声による情報の共有と個人化のために、複数の指向性スピーカを用いてユーザ毎に異なる音声を届けるシステムも構築した。

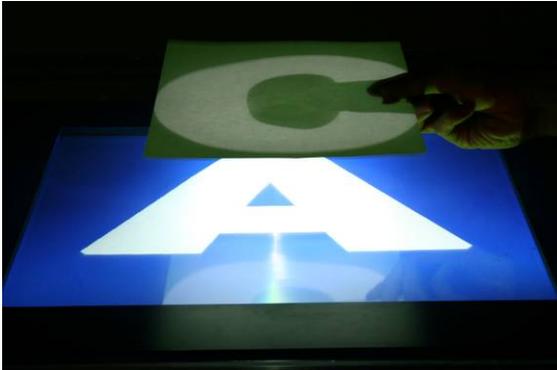


図 4: UlteriorScape

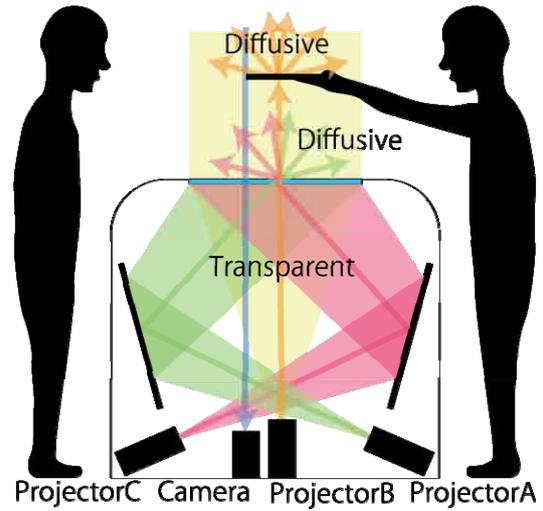


図 5: UlteriorScape システム構成

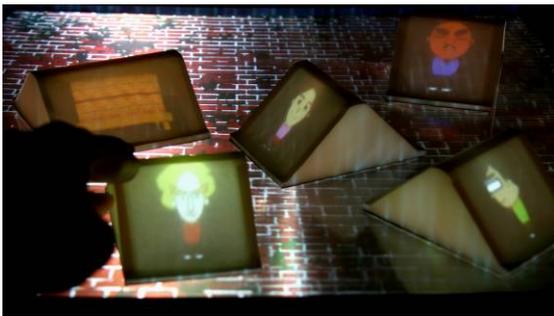


図 6: 多人数参加型アプリケーション



図 7: 展示の様子

### (3) ForceTile : 3次元力分布入力が可能なタンジブルインタフェースの開発

テーブル上で実オブジェクトを用いた入力を行う際に、実オブジェクトに位置、向き、組み合わせだけでなく、指によるタッチ入力など、より多様な入力を自然な形で許容するインタフェースを実現することは重要な課題である。ユーザへの特殊なデバイスの装着や、実オブジェクト自体への特殊なセンサ等の設置をしない方法として、添付されたマーカとカメラ認識を用いた新たな入力インタフェース ForceTile を提案し、実装を行った(図 8)。

具体的には、透明弾性体の中に透明マーカを構造的に配置し、その歪みを画像処理により取得することで、下記のような機能を持つインタフェースを実装した。また指向性スクリーンを用いることでインタフェース上への情報提示も可能にした。

- ・ 位置・回転・ID の認識が可能
- ・ ユーザに特別な装置を装着させることなく、インタフェース面上のカベトル分布計測が可能
- ・ インタフェース表面にテーブル面と異なる映像提示が可能

本システムを用いてインタラクティブアプリケーションを開発し、SIGGRAPH2008 NewTech Demos、インタラクティブ東京等でのデモ展示を行い、ユーザからのフィードバックを得た。

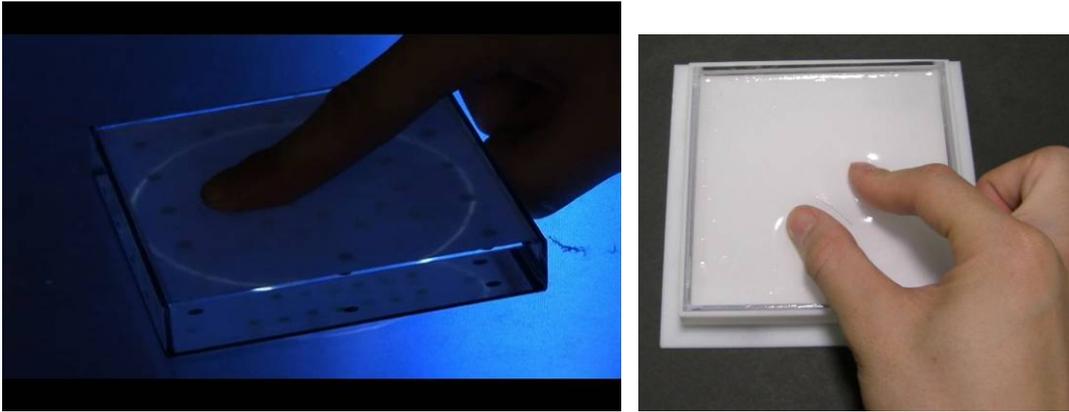


図 8: ForceTile

#### (4) アニメーション作成支援環境 Tablescape Animation の開発

即興的・直感的なアニメーション作品の制作支援を目的に、Tablescape Animation を開発した。本システムでは、プラットフォームとしてインタラクティブな卓上映像シアター Tablescape Plus を用いる。Tablescape Animation では、Tablescape Plus 上での実オブジェクトの振る舞いとユーザの声のデータを用いて、バーチャル空間内にキャラクタを再配置し、ビューを操作することで、最終的に通常のモニターで鑑賞できるような書き割り風のアニメーション作品として出力する。これにより、手描きのキャラクタを人形遊びの感覚で操ることで、アニメーションを制作するという新たなコンテンツ制作環境が実現された。さらに、本研究では、実際に数回の子供向けワークショップを通して、その効果を調査した(図 9)。

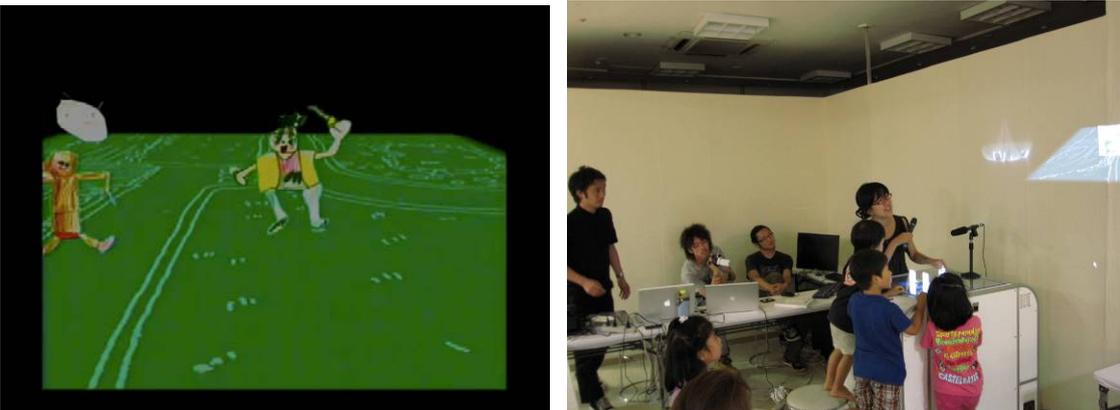


図 9: Tablescape Animation

#### (5) 香りを視覚化するインタラクティブアート hanahana の制作

環境とのゆるやかなインタラクションを実現するひとつとして、“香り”を視覚化し時間に伴う変化を演出することを提案した。香りという捉えどころのない対象について新たな認識の手段を提供するとともに、実空間の拡張を行う。このシステムでは、香りの種類と強さの時間軸上での変化を、映像化された形と色および透過度によって表現する。ユーザが試香紙に匂い源を吹きかけ、それを花瓶にささった茎型の筒に差し込むと、壁に映った茎のシルエットの先に様々な形・色を持つ映像の花が現れる。花の形や色は試香紙についた香りの強さ、種類によって多様に変化し、ユーザは視覚と嗅覚の両方の感覚から匂いの変化を認識することができる。

このようなシステムの実装に向けて、複数のセンサを用いた香りの分析に関して検討した。現在の実装では、2 種類の特性の異なる半導体ガスセンサを用い、反応電圧の変化値から香りの強度、センサ同士の変化値の比率から香りの傾向を示す値をそれぞれ割り出す手法を採った。

さらに発展形として、ガスセンサアレイを複数個配置し、香りの漂いを視覚化するシステム

を制作した。これらのシステムも、Ars Electronica での常設展示や文化庁メディア芸術祭などをはじめ、多くのユーザに実際に体験する機会を提供できた(図 10)。



図 10: hanahana

## 5. 自己評価

本研究では、インタラクティブアートへの参加性を高めるため、実世界情報環境のデザインに焦点を当てた。実世界の中でも、人とモノ、人と人、人と環境とターゲットを変えながら、人が自然な形でインタラクションに参加可能な仕組みづくりに取り組んだ。結果として、人とモノのインタラクションを拡張する Tablescape Plus, ForceTile, 人と人のコミュニケーションを支援/演出する UlteriorScope, murmur sky, 人と環境とのゆるやかなインタラクションを実現する hanahana とそれぞれのターゲットに対して新たなシステム提案を実現できた。

本研究の成果に関して、それぞれのシステムにおいてプロジェクタ・カメラ光学系やセンサ処理などの技術的新規性を打ち出せただけでなく、Ars Electronica や SIGGRAPH など著名な展示会/展覧会や、科学館や百貨店など一般市民が日常生活を送っている場における展示等さまざまなケースにおける体験展示の機会を数多く設けフィードバックを得られたことは、満足した結果と言える。技術開発からその技術ならではのアプリケーションの提案、さらには表現プラットフォームとして提供するというそれぞれのプロセスで対外的な評価を得たことから、本研究はデジタルメディア作品の制作支援という領域の趣旨に則った成果を挙げられたものとする。

今後の課題としては、テーブル以外のスケールを有するシチュエーションへの対応、個別のシステム同士をつなぐインタフェースの提案などが挙げられる。

## 6. 研究総括の見解

コンピュータがアートの世界にも使用されるに従って、誰もが直感的かつ自然に実世界とコンピュータの世界を結びつけるインタフェースが必要になってきている。本研究はそのような課題に対し、実世界のモノを用いた情報提示手法やインタラクションの提案、それを使用したコンテンツ生成環境の開発に取り組んだものである。

今回の研究では、シンプルな形状のインタフェースによる汎用性を、映像重畳等により直感性と両立させ、そのためのプロジェクタやカメラの光学系およびセンサー処理などを開発した。そしてその成果を多くの具体的なデジタルメディア作品として纏めた。「Tablescape Plus」は、テーブルの上にあるオブジェクト(モノ)を、人が置いたり動かしたりすることで、そのオブジェクトに与えられた役割や位置を反映した映像をオブジェクトへ重ね合わせる作品である。「UlteriorScope」は、指向性を利用して複数の人でもインタラクションが可能な作品である。「ForceTile」は、指の位置や向き of 3次元的な入力が直接可能なインタフェースをもつ作品である。その他、「Tablescape Animation」、「hanahana」などの作品がある。

これらの技術は論文発表され、そのいくつかは優秀論文賞として表彰された。作品は、SIGGRAPH、Ars Electronica、文化庁メディア芸術祭などの著名な展示会に展示するとともに

に、推薦作品として表彰された。今回の成果が、研究領域の目標でもあるデジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術として今後の発展に期待するものである。

## 7. 主な論文等

A: さきがけ個人研究者主導で得られた成果で主なもの

### (1) 論文

・筧 康明, 苗村 健: “UteriorScape: テーブル上にかざされたスクリーンへの映像重畳とその応用” VR論, Vol. 15, No. 2 (2010.6) (in Press)

・Yasuaki Kakehi and Takeshi Naemura: “Optical Design of Tabletop Displays and Interactive Applications,” Tabletops – Horizontal Interactive Displays, Springer (2010.4) (in Press) A

### (2) 国際会議

・Yasuaki Kakehi, Junichi Yamaoka, Daisuke Akatsuka, and Takeshi Naemura: “Tablescape Animation: A Support System for Making Animations Using Tabletop Physical Objects,” ACM SIGGRAPH 2009 Talks (2009.8).

・Yasuaki Kakehi and Takeshi Naemura: “UteriorScape: Interactive Optical Superimposing on View-Dependent Tabletop Display,” IEEE Tabletops and Interactive Surfaces (Tabletop 2008) (2008.10)

・Yasuaki Kakehi and Takeshi Naemura: “UteriorScape: Optical Superimposing on View-Dependent Tabletop Display and Its Applications”, ACM SIGGRAPH2008 New Tech Demos (2008.8).

・Yasuaki Kakehi, Kensei Jo, Katsunori Sato, Kouta Minamizawa, Hideaki Nii, Naoki Kawakami, Takeshi Naemura and Susumu Tachi: “ForceTile: Tabletop Tangible Interface with Vision-based Force Distribution Sensing” ACM SIGGRAPH2008 New Tech Demos (2008.8).

・Yasuaki Kakehi, Takeshi Naemura and Mitsunori Matsushita: “Tablescape Plus: Interactive Small-sized Displays Upstanding on Tabletop Display,” 2nd Annual IEEE International Workshop on Horizontal Interactive Human-Computer Systems (Tabletop 2007), pp. 155 -- 162 (2007.10).

### (3) 展示

・Yasuaki Kakehi, Takeshi Naemura, Mitsunori Matsushita: “Tablescape Plus” Ars Electronica Campus Exhibition (2008.9)

・筧 康明, 近森 基, 久納 鏡子: “hanahana” Ars Electronica Center Exhibition, (2008.9)

・筧 康明, 苗村 健, 松下 光範: “Tablescape Plus<ver. iceworld>”, ヨコハマEIZONE, (2008.7)

・筧 康明, 苗村 健, 松下 光範: “Tablescape Plus”, ICC OpenSpace2007 (2007.4-2008.3)

・筧 康明, 苗村 健, 松下 光範: “Tablescape Plus”, 第10回文化庁メディア芸術祭(2007.2-3)

### (4) 受賞

・エンタテインメントコンピューティング 2007 優秀論文賞(2007 年)

・第10回文化庁メディア芸術祭審査委員会推薦作品入選 (Tablescape Plus) (2007 年)

・第10回文化庁メディア芸術祭審査委員会推薦作品入選 (hanahana) (2007 年)

・日本バーチャルリアリティ学会論文賞(2006 年)

B: 本研究課題に関連した成果で主なもの

(1)論文

・城 堅誠, 笥 康明, 南澤孝太, 新居英明, 川上直樹, 舘 暲: “AR Force: Augmented Realityのための光学式多点力ベクトルセンサ”, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.12, pp.1234-1243 (2009.12)

(2)特許

研究期間累積件数: 1件

発明者: 川上 直樹、舘 暲、南澤 孝太、城堅誠、笥 康明、佐藤 克成

発明の名称: 光学式触覚センサ

出願人: 東京大学

出願日: 2008年5月28日(特願 2008-140189)

## 研究課題別評価書

### 1. 研究課題名

空間型メディア作品を強化する7つ道具型対話デバイス

### 2. 氏名

木村 朝子

### 3. 研究のねらい

空間型のインタラクティブ・アート&エンターテインメントに幅広く用いられ、対話型操作を円滑にしてメディア作品の価値を高めるとともに、創作者の創作意欲を増すような新しい道具型対話デバイスの各種提案・提供をねらいとする。既存の道具の形状とその道具ならではの操作感を活用した対話デバイスを各種開発し、空間型メディア作品に適用するとともに、道具型対話デバイスに求められる要件を分析する。

### 4. 研究成果

「インタラクティブ」で魅力的なメディア作品が増加する中、作品の表現力を拡大する上で、対話デバイスの役割がますます重要となってきている。しかし空間型のインタラクティブ・アート&エンターテインメント分野において、現在使用可能な対話デバイスの種類は非常に少なく、同分野の発展には新しい使いやすい対話デバイスの存在が必要不可欠であると考えられる。本研究は、同分野の作品鑑賞者が、はじめてでも容易に使用することのできる対話デバイスとして「道具型対話デバイス(以降、道具型デバイスと略す)」を提案・開発し、これらのデバイスを使用した空間型メディア作品を様々な形で実現する研究を行った。実際に大きさや内蔵機構など様々な条件で各種道具型デバイスを開発し、評価実験や運用を行う中で、道具型対話デバイスに求められる要件の分析を行った。また同種の対話デバイスにおいて必要不可欠であった、精度が高く、デバイスの美観を損ねにくい位置姿勢検出方法についても研究を行った。以下、それぞれの研究内容を記す。

#### (1) 道具型対話デバイスの各種提案・開発とメディア作品への応用

長い歴史をもつ既存の道具は、良いアフォーダンスを有すると同時に、幼少からの利用経験で、我々の中に操作に関するメンタルモデルが形成されていると考えられる。本研究で取り組んだ道具型デバイスは、慣れ親しんできた既存の道具の形状とその道具ならではの操作感(触感や操作音)を活用することで、ユーザに正しい操作イメージを与えるだけでなく、その用途や利用方法を直観的に把握させようとするものである。

本研究では、デバイスをより直観的なものとするため、1つのデバイスに多種多様な機能をもたせた万能型デバイスではなく、目的に応じて異なった道具に持ち替えて利用する汎用型のツールセットを目指した。考え得る道具の全てを実現するのではなく、まずは空間型の作業で重要と考えられる操作を分類・抽象化し、その操作に適した道具型デバイスを実現した。具体的には、広い作業領域が必要な設計作業、多種多様なデータを一挙に取り扱うレイアウト作業、3次元物体操作と奥行き知覚が必要な立体造形作業等を想定し、それらを実現する操作として「選択・移動」「加工」「描画」の3種類に絞り込んだ。

道具型デバイスの製作にあたっては、度重なる展示にも耐えうる堅牢なデバイスを実現するために、プロダクトデザイナーに依頼した。

#### ① 選択・移動用デバイス

コンピュータのデータ操作ではマウスによるドラッグ&ドロップで実現される選択・移動操作を、実世界でモノを移動するための道具であるピンセットに関連付けた。ピンセットはその先端でモノを挟む道具で、選択・移動専用の道具である。側面を指で押すことにより、その間にある物体を挟むことができる。また、挟んだ物体の硬さや大きさを把持に必要な力から推測することができるという特徴がある。

そこで選択・移動用デバイスであるピンセット型デバイス(図 1)も、一見してピンセットを容易にイメージできるデザインとし、その位置姿勢、挟み幅の検出機構を内蔵するとともに、ピンセットらしい触感や操作音を再現するために、反力提示機構、振動モータ、小型スピーカ、動作確認用に RGB カラーLED を内蔵した。これまでもピンセットを模した対話デバイスを研究してきたが、本研究では振動モータ、小型スピーカ等を内蔵することでより表現力が増したとともに、反力提示機構として操作対象に応じた硬さ・柔らかさを提示可能なドラムブレーキ方式を新たに考案し、実物体・仮想物体を問わずよりピンセットらしい操作感を実現した。

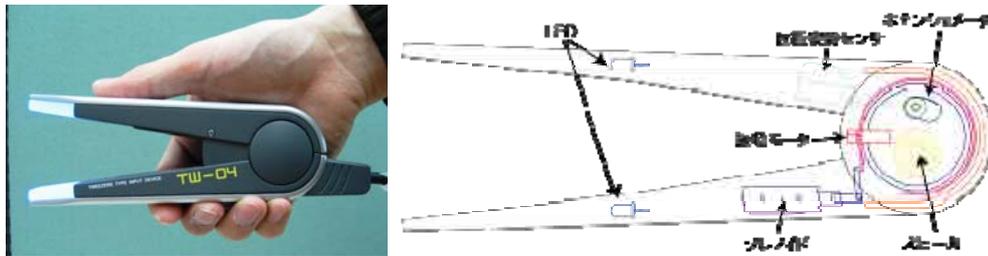


図 1:ピンセット型デバイス(左から, 外観, 内部機構)

## ②加工用デバイス

加工操作には、切る、削る、穴を開ける、叩く、曲げる等、多種多様な操作が考えられる。一方、道具型デバイスは、目的に応じて道具を持ち替える点に特徴があるが、細かい用途ごとに個別デバイスを制作しては数が膨大になる。そこで、ツールセットを指向するという道具型デバイスの特徴を残しつつ、これらの課題を解決する「先端着脱式道具型デバイス(以降、着脱型デバイスと略す)」を考案し、一部加工用デバイスへの適用を試みた。

着脱型デバイスは、把持する「本体」と機能を表現する「着脱部」を組み合わせて使用するデバイスで、各道具に共通して必要な機構は本体に、道具固有の機構は着脱部に実装することで、共通の機構や PC とデバイス本体をつなぐケーブル、コネクタ等を一元化することができる。この際、着脱部を道具らしい外観とすることで直観性を保ち、形状や重さのバランス、触力覚機構の導入等によりそれぞれの道具らしい操作感を提供する。

本研究では、実際に「切る」「叩く」操作をそれぞれナイフとハンマに関連付けた着脱型デバイスの開発を行った(図 2)。本体に着脱部 ID 識別機構、位置姿勢検出、触感や操作音を再現するための振動モータ、小型スピーカを、着脱部に接触判定用のスイッチ機構、動作確認用の RGB カラーLED、ハンマには「叩く」強さを検出するため加速度センサを内蔵した。

本デバイスを運用したところ、着脱式としても十分道具型デバイスの直観性を保つこと、但し着脱部の取替え頻度が高い場合には本方式はあまり適さないことが分かった。

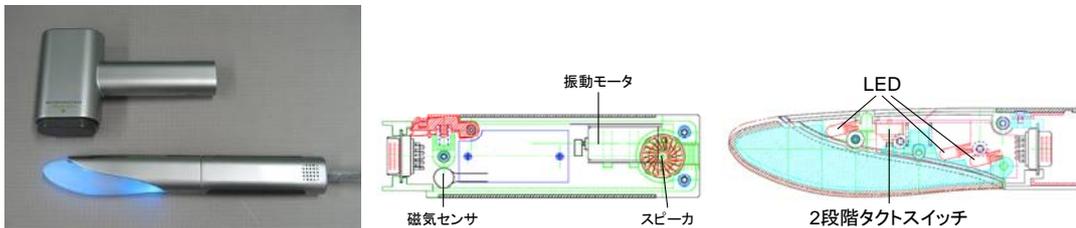


図 2:ナイフ・ハンマ型デバイス(左から, 外観, 本体内部機構, 先端(ナイフ)内部機構)

## ③描画用デバイス

描画用デバイスには、鉛筆、ペン、筆、クレヨン等様々なものが考えられるが、本研究では表現力豊かな筆を模した道具型デバイスを開発した。過去にも筆を模したデバイスの研究は存在するが、描画対象がスクリーン平面に限られていた。これに対して本研究では平面・立体物ともに描画できるデバイスを目指した。

現実世界の筆は、大きく丸筆と平筆の2種類に分類され、それぞれ目的に応じて異なる太さの筆が使い分けられている。筆型デバイス(図3)では、このような様々な筆先を先端着脱方式によって切り替えることとした。また筆による微妙なタッチを再現するために、描画される筆の軌跡の太さを現実の筆同様の方法でコントロールできる機構(位置姿勢センサとアナログステックコントローラ)を組み込んだ。筆先部分は、エラストマーの骨組みに肉厚の薄いウレタンゴムのカバーを被せ、それにフロック(毛)を静電植毛することで、筆先のしなり、やわらかさ、滑らかさを実現した。

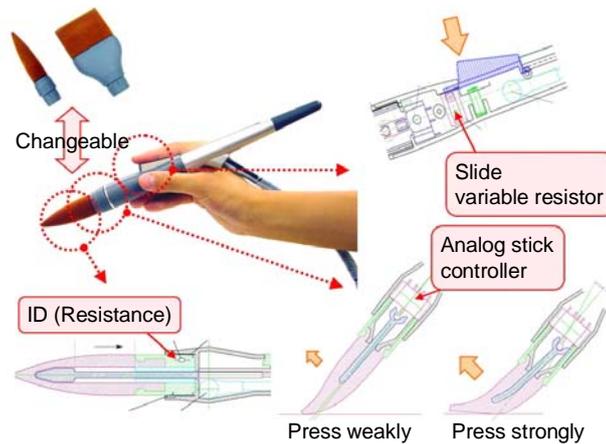


図3: 筆型デバイス

#### メディア作品への応用

2007年度より、立命館大学情報理工学部メディア情報学科の学部3年生に対して道具型デバイスと複合現実感(Mixed Reality; MR)システムを利用したメディア作品の制作というテーマでアイデアを募集した。多くの作品案が提案される中、ピンセット型デバイスを使って仮想のゴミを実物のゴミ箱に分別する「ごみごみぼいぼい」、筆型デバイスとピンセット型デバイスを使用しマネキンに特殊メイクを施す「MAKE RE」が制作された(図4上段)。このうち「ごみごみぼいぼい」は、ヒューマンインタフェースシンポジウム2008, UIST2008, 予感研究所2で展示を行い、ヒューマンインタフェースシンポジウム2008において最優秀プレゼンテーション賞を受賞した。



図4: 制作された作品(左上「ごみごみぼいぼい」、右上「MAKE RE」、左下「木材加工システム」、右下「描画システム」)

その他にも、道具型デバイスをタイワデバイスとして使用した応用事例として、各種道具型デバイスを併用した「木材加工システム」、筆型デバイスを使用した「描画システム」(図 4 下段)等を制作し、ヒューマンインタフェースシンポジウム 2009, UIST2009, SIGGRAPH ASIA 2009 にて展示を行った。

上記展示において、多くの体験者が操作している様子を1度見ただけで操作方法を学習し、仮想物体を容易に操作していた。また、デバイスに導入した機構に関しては、聴覚・触覚・力覚ともに操作感が向上すると好評価であった。特に予感研究所2では、子供達が繰り返し並んで体験していたことが印象的であった。

### (2) 道具型対話デバイスに求められる要件の分析

本研究では、4種のピンセット型デバイス、2種類のナイフ用デバイス、1種類のハンマ型デバイス、3種類の筆型デバイスの設計・製作を行い、これらを利用・提供して実際に様々なメディア作品の制作を行った。これら大きさや内蔵機構など条件の異なる各種道具型デバイスの評価・運用を行った経験から、道具型対話デバイスに求められる要件を分析した。

①操作と道具のマッピング:作業を抽象化した後、その作業に適した既存の道具を選択する。評価実験の結果、道具の形状からその操作をすぐに思いつくというだけでなく、他の用途に利用されない道具を選択する必要があることが分かっている。このようにすることで、ユーザはデバイスの形状からその操作を一意にイメージすることが可能となる。

②道具らしい触力覚感の実現:デバイスに「道具らしい触力覚感」を提示する機構を導入することで、実物の道具の操作感により近づけることが可能となる。ここで述べる「道具らしい触力覚感」とは、入力が正しく行えたかどうかのフィードバックを意味するのではなく、ユーザに道具らしい操作感を提示することを意味する。各デバイスについて、組み込み可能なサイズであり、かつユーザの操作を妨げない提示手法について検討する必要がある。また、あえて力覚提示装置は組み込まずに振動による触覚提示と LED による視覚提示、スピーカによる聴覚提示の組み合わせで擬似的な力覚提示を行う方法も考えられる。

③操作の自由度:作業空間を2次元(空間内に設定した平面上)とするか、3次元(空間全体)とするのかで、デバイスの実装形態が大きく異なる。後者の場合、多自由度の動きを長時間で取得できる方法と④の検討が必要である。

④入力の強弱:「切る」「描く」等の操作では、より実世界の道具に近い感覚でデバイスを操作できるよう、その位置姿勢に加え、入力の強弱を取得する必要がある。特に、仮想物体や空間を対象としたときは押し付けるべき対象が存在しないため、デバイスの動きやデバイスを持つ力等、入力された他の要素を強弱へ写像する方法を検討する必要がある。

### (3) 複合現実空間操作対話デバイスのためのハイブリッド型位置姿勢決定法

これまで磁気センサの利用等に止まっていた MR 空間におけるデバイス利用のための位置姿勢決定法として、対話デバイスの特性を考慮し、姿勢センサとLEDマーカ、さらに形状情報を利用した、ハイブリッド型位置姿勢決定法を提案した。

本手法では、精度の低い LED と姿勢センサを利用した位置姿勢決定法と、精度が高いが破綻することがある形状情報と姿勢センサを用いた位置姿勢追跡法という、種類の位置姿勢推定法を組み合わせることで、

- ・追跡が破綻した際、自動的に LED と姿勢センサによる位置決定に切り替えることで、十分な処理速度と安定した追跡を実現し、選択・移動デバイスに必要な十分な精度を確保
- ・画像情報を用いた推定を行うことで、視覚的なずれの小さい処理を行うことができ、デバイスと仮想物体の前後関係を正しく表現することが可能

という処理を実現し(図 5)、この結果、デバイスの利便性の向上にも寄与できると考える。

本手法は環境設置型の大掛かりなセンサシステムを必要としないため、簡易な機器構成で対話デバイスの位置姿勢を推定することが可能である。このためカメラ位置姿勢推定法と組み合わせることで、可搬性が高く、インタラクション可能な MR システムの構築が可能になり、対話機能の充実につながると考えられる。

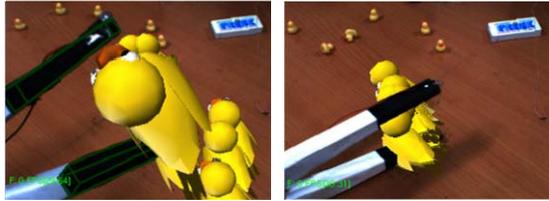


図 5: 提案手法による仮想物体の選択・移動結果

## 5. 自己評価

本研究は、空間型のインタラクティブ・アート&エンターテインメントに幅広く用いられ、対話型操作を円滑にしてメディア作品の価値を高めるとともに、創作者の創作意欲を増すような新しい道具型対話デバイスの各種提案・提供をねらいとしていた。研究成果として、4種類のピンセット型デバイス、2種類のナイフ用デバイス、1種類のハンマー型デバイス、3種類の筆型デバイスの設計・製作を行い、これらを利用・提供して多数のメディア作品の制作を行った。これら大きさや内蔵機構など条件の異なる各種道具型デバイスの評価・運用を行うことで、道具型デバイスに求められる要件を分析することができ、今後新たに道具型デバイスを製作する際の知見を得ることができたと考える。また、道具型デバイスを使用した各種メディア作品を、国内外で展示することで、道具型デバイスを広くアピールすることができた。当初の研究計画では予定していなかったが、実際運用する中で、同種の対話デバイスを実現する際必要不可欠な精度が高く、デバイスの美観を損ねにくい位置姿勢検出方法についての研究も行うことができた。しかし、外部のアーティストとのコラボレーションができなかった点では、宿題が残った。

## 6. 研究総括の見解

コンピュータが多くの人に使用されるにつれ、人が実世界で実物に触るような感覚で、情報やデータを操作する方法が注目されている。本研究は、複合現実感(Mixed Reality;MR)技術を駆使し誰もが実物に触るような感覚で使える道具型対話デバイスの技術開発に取り組んだものであり、用途が特定されない汎用性がある。

道具型対話デバイスに求められる三次元空間での立体造形作業として、「選択・移動」「加工」「描画」の3つを、重要な操作として抽出し、それぞれに適した道具型対話デバイスを制作した。具体的には、選択・移動用デバイスは、モノを移動する道具であるピンセット型とした。加工用デバイスは、手でもつ部分を共通の本体にして、多種多様な加工操作部を着脱式にし、今回はハンマー型とナイフ型とした。描画用デバイスは、筆型にして筆先を着脱式の丸筆と平筆とした。メディア作品への応用として、「ごみごみぼいぼい」や「MAKE RE」などを制作し、また研究では、操作と道具の形状の関係や、道具らしい触力覚などについての要件分析も行われた。

今回の研究では、道具の制作と併行し、展示をとおして、触ったり楽しんだりした多くの人たちからの意見をフィードバックさせながら、研究が進められた。科学と文化が融合する当分野での新しい研究の進め方でもあり、今後、アーティストのみならず、より多くの一般の人との連携により、今回の研究がさらに発展していくことを期待する。

## 7. 研究成果リスト

A: 「さきがけ個人研究者主導で得られた成果で主なもの」

### (1)論文(原著論文)発表

- ・ 木村朝子, 上坂晃雅, 柴田史久, 田村秀行:空間型作業での選択・移動操作に適した道具型デバイスの機能設計と評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 51 No. 2 314-323

(2010.02)

- ・石黒祥生, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: 複合現実空間操作対話デバイスのためのハイブリッド型位置姿勢決定法, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 14, No. 3, pp. 381 - 389 (2009.9)

(2) 特許出願

発明者: 木村朝子, 田村秀行  
発明の名称: 操作システム  
出願人: 学校法人立命館  
出願日: 2008年7月10日

(3) 受賞

(社)情報処理学会 平成20年度「山下記念研究賞」(2009.3)

(4) 解説論文

木村朝子, 田村秀行: 複合現実空間との新しいマルチモーダル・インタフェース, 画像ラボ, Vol. 20, No. 4, pp. 17 - 22 (2009.4)

(5) 展示

- ・Yusuke Takami, Mai Otsuki, Asako Kimura, Fumihisa Shibata, and Hideyuki Tamura: Daichi's artworking: enjoyable painting and handcrafting with new ToolDevices, SIGGRAPH ASIA 2009, Emerging Technologies, pp. 64 - 65 (2009.12)
- ・Mai Otsuki, Masashi Tsukadaira, Asako Kimura, Fumihisa Shibata, and Hideyuki Tamura: Daichi's Painting: Brushing up painting skills with BrushDevice, Adjunct Proc. 22nd Annual ACM Symp. on User Interface Software and Technology (UIST 2009), pp. 1 - 2 (2009.10)
- ・高見雄介, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: 道具型デバイスを活用した新しい幾何形状モデリングの実現, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2009 予稿集, pp. 547 - 550 (2009.9)
- ・Akimasa Uesaka, Kengo Fukuda, Asako Kimura, Fumihisa Shibata, and Hideyuki Tamura: TweezersDevice: A device facilitating pick and move manipulation in spatial works, Adjunct Proc. 21st Annual ACM Symp. on User Interface Software and Technology (UIST 2008), pp. 55 - 56 (2008.10)
- ・大槻麻衣, 高見雄介, 塚平将司, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: 空間型作業での選択・移動操作を容易にするピンセット型デバイスの実現, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2008 予稿集, pp. 549 - 552 (2008.9)

(6) 学会発表

- ・高見雄介, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: 道具型デバイスを活用した複合現実空間での木材加工, 電子情報通信学会 パターン認識・メディア理解研究会, 信学技報, Vol. 109, No. 374, PRMU2009-167, pp. 91 - 96 (2010.1)
- ・木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: 空間型メディア作品を強化する7つ道具型対話デバイス, 第52回自動制御連合講演会予稿集 (2009.11)
- ・Mai Otsuki, Masashi Tsukadaira, Asako Kimura, Fumihisa Shibata, and Hideyuki Tamura: Development of BrushDevice facilitating painting operation in 2D/3D space, Proc. SICE Annu. Conf. 2009, pp. 4323 - 4326 (2009.8)
- ・石黒祥生, 木村朝子, 柴田史久, 田村秀行: 複合現実空間操作対話デバイスのハイブリッド型位置姿勢決定法, 電子情報通信学会 パターン認識・メディア理解研究会, 信学技報, Vol. 108, No. 374, PRMU2008-191, pp. 13 - 18 (2009.1)

- . Mai Otsuki, Asako Kimura, Fumihisa Shibata, and Hideyuki Tamura: Novel interaction methods with mixed reality space, Proc. SICE Annu. Conf. 2008, pp. 456 – 460 (2008.8)

## 研究課題別評価書

### 1. 研究課題名

Locative Media を利用した芸術／文化のための視覚表現技術開発

### 2. 氏名

野口靖

### 3. 研究のねらい

研究 3D グラフィックスを利用した「時空間」マッピングシステムとデータベースを統合し、更には GPS 機能や CSV インポート機能を連携させる。この研究成果を API やソフトウェアの形で広く一般に提供していく事により、特に歴史／文化的コンテンツのアーカイブ化のケースにおいて、Media 技術を利用したメディア芸術表現が可能になることを目指す。

また、近年その重要度が高まっている「地域の財産をアーカイブ化する」目的で、調査及びコンテンツ作成を行う。

### 4. 研究成果

以上の研究の狙いに従い、以下の研究を行った。

#### 4-1. c-loc ソフトウェアの開発

本研究の中心に据えたのが時空間マップソフトである c-loc ソフトウェアの開発である。グラフィックスに重点を置いたため、MacOS の Cocoa アプリケーションとして開発を行った。

研究期間内に複数回のアップデートを行い、ユーザビリティやインターフェースの美しさなどを洗練させてきた。その成果は、Digital Contents Expo 2009 (図 1) や SIGGRAPH2009 の Information Aesthetics Showcase (図 2, 3) などにおいて発表され、その視覚表現の美しさや時空間のレイヤー構造、ユーザビリティに一定の評価をいただいた。

また、GPS カメラのインポート機能、Excel ファイルのインポート機能など、ユーザの使い勝手や既存データの移行も考えた機能を実装した。



図 1



図 2



図 3

このソフトウェア開発では、実際のコンテンツを作成しながらインターフェースを改善していくという手法をとった。以下が、実際に作成したコンテンツである。

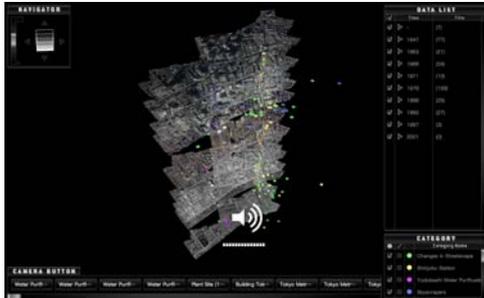
#### 4-1-1. 「新宿駅周辺(角筈)の歴史を写真で迎えるアーカイブマップ」

時空間マップによって視覚化するためのコンテンツとして、歴史情報と地理情報を持ったデータほど最適なものはないだろう。

このコンテンツでは、かつて「角筈」と呼ばれていた新宿駅周辺の歴史を、写真によって体験できる時空間マップを作成した。戦後から現代に至るまで劇的に変化してきた新宿という地

域で、何が変わり何が変わらなかったのか、過去の歴史に思いを巡らせながら時空間マップを体験するためのインタフェースを構築した。

このコンテンツは研究期間中常にアップデートされ、最終的には 300 枚以上の写真のアーカイブとなった。



インタフェース画面



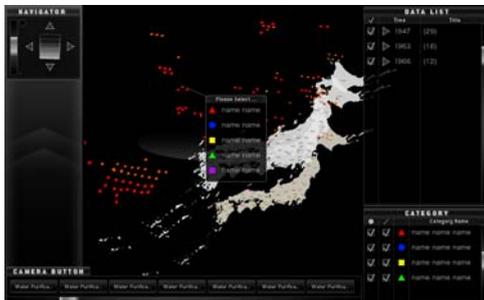
オブジェクトを選択してデータが表示されている状態

#### 4-1-2. 絶滅危惧種(魚類)の時空間的生息分布

2008 年の日本科学未来館における「未来予感研 2」では、国立科学博物館及び多様性生物希少標本ネットワークの協力のもと、非常に貴重な魚類の絶滅危惧種の写真を掲載した時空間マップを作成した。

この種の情報の問題として、地域が特定されたために絶滅危惧種にも関わらず、愛好家が採取してしまう可能性がある。この問題の解決策として、この展示では県名の位置にのみ分布データを配置した。

日本社会の発展と背中合わせである、絶滅危惧種の地域分布の変遷が読み取れる作品となった。



インタフェース画面

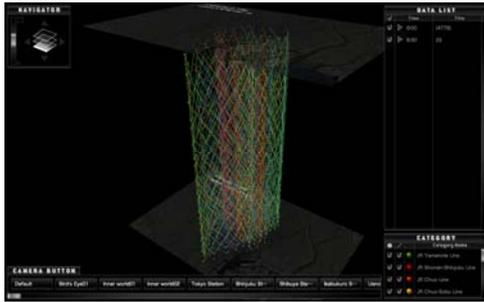


体験風景

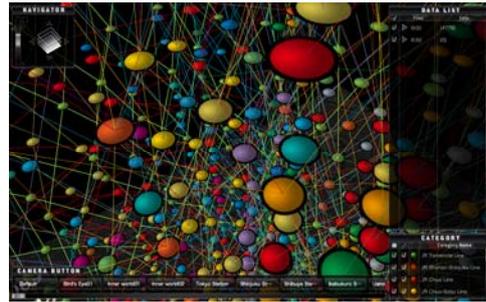
#### 4-1-3. 鉄道の運行状況の時空間表現

SIGGRAPH2009 の Information Aesthetics Showcase の為に作成されたこのコンテンツは、上記 2 作品に比べるとかなり実験的な性格が強い。実用的な用途というよりは、情報美学的なアプローチとして作成した。

山手線内の地域における全ての列車の 8:00 から 8:30 までの発着時刻をオブジェクトとして時空間的にマッピングし、それらを路線ごとに線で繋いだ。つまり、横から見ると時刻表であり、上から見ると地図であるということである。毎日めまぐるしく運行される路線の時空間的構造が一つの立体作品となった。また、各路線の点と線は実際の路線図と同じ色を採用した。この作品は c-loc ソフトウェアの応用可能性の広さを実感させるものとなった。



マップ全体像



近距離から見た発着時刻のオブジェクト群

#### 4-2. 場の記憶プロジェクト(富山、新宿)

本研究に使用されたシステムは、概念的には c-loc ソフトウェアと同じように時空間をレイヤー表示したものだが、構造的には全く異なっている。グラフィックの表示システムには Quartz Composer の技術を利用し、より直感的・視覚的なプログラムができる構成とした。

また、ユーザが操作する側のインターフェースも極力シンプルなものにするために、SpaceNavigator という 3D 空間用のコントローラを使用した。

特筆すべきは、富山、新宿の両研究もパブリックスペースで行われたということである。今後メディア芸術が新たな展開を見せるためには、パブリックスペースへのアプローチが不可欠である。このような場所で、どのように通行人と関わることができるのか。特にアートを普段見ないような人に対しても訴えかけることができるのか、などを検証するための実験としての性格も併せ持った。

##### 4-2-1. 富山でのフィールドアート

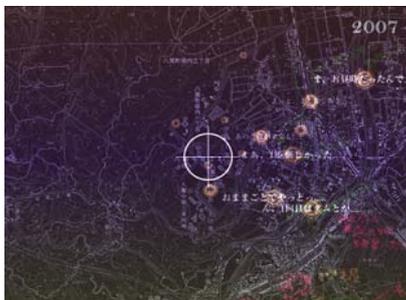
近年、地域の歴史情報をアーカイブすることの重要性は認識されつつあると考えられるが、アーカイブした情報をどのように一般公開していくかという問題については、劇的な進展が見られない。この実験は、そのような問題に対する一つの回答として行った。

富山県富山市八尾町は、「おわら風の盆」という伝統行事で有名な地域である。この地域の小学校において、「八尾スローアートショー2007」の一環として本研究を発表した。

ここでは、地域の人々へのインタビューと同時に、同じ方々にその本人が小学生の頃だった年代の地図に、手書きで「よく遊んだ場所」と「良く行った店」を書き込んでもらった。そして、その手書きの言葉を時空間マップ上にインタビューと同時に表示した。

従来のインタビューという手法によって集めた「語り」が、インタラクティブなインターフェース上のオブジェクトとなることによって、時空間マップの中で新たに過去の記憶として蘇った。

このプロジェクトは、2007 年メディア芸術祭アート部門審査員推薦作品に選出された。



##### 4-2-2. 新宿でのフィールドアート

ここでは、新宿のかつて「角筈」と呼ばれていた地域でのリサーチ／収集をもとに制作を行い、実際にその地域の屋外公共空間でスクリーン投影する形の参加型インタラクティブインスタ

レーションを発表した。

本研究の写真素材は c-loc ソフトウェアの「新宿駅周辺(角筈)の歴史を写真で辿るアーカイブマップ」と同一のものだが、ソフトウェアのデモというよりは、よりアート性の高いプレゼンテーションを行った。

コンテンツは富山の例と同じように地域に住む方、働いている方にインタビューを行い、その素材を 1947 年から 2001 年までの空中写真のレイヤーに浮かぶオブジェクトとした。

そして、歌舞伎町の一角にある大久保公園にてパブリックインスタレーションとしてコンピュータ画面をスクリーン投影した。

システムはほぼ同一のものを使用しているが、富山と新宿ではコンテンツにかなりの差異がある。

富山ではレイヤーとして旧地図を使い、風景写真などの素材がないためインタビューの言葉と地図に書き込まれたグラフィックがその主要素であったのに対し、新宿の場合には空中写真をレイヤーとして風景写真をその主要な素材とした。

この作品を体験者が操作することにより、画面上ではその時代と場所に関連した風景写真と語りが、重層的に現出／消滅していくインタフェースを実現した。



屋外での展示風景



様々なその時代と場所に撮られた写真を見ることができる

## 5. 自己評価

時空間マップシステムである c-loc ソフトウェアの開発を中心として本研究を推進してきたが、様々な現場で体験者の反応を聞くに当たって、このような歴史地理情報のアーカイブシステムが社会的に必要とされていることを実感した。

また、この研究を通して様々な研究者(人類学者、民族学者、都市地理学者など)と議論を交わしてきたが、彼らに共通する問題点は、研究成果を一般にプレゼンテーションする方法論を模索しているという点だろう。このような研究者とソフトウェア開発者、インタラクションデザイナーなどが共同することによって、歴史に埋もれてきた情報を発掘、再評価、そして広く一般に公開することが可能になる。

インターネット上のオンラインコミュニティが隆盛を見せる状況と背反するように、物理空間の価値がおざなりになっている状況に歯止めをかけるためにも、歴史と地理情報を見直し、現代的に提示するメディアの必要性は高まっていくと考えられる。

当初の目標はこのアーカイブをオンラインで公開し、Google Earth のように誰でも利用できるようにするというものであった。しかし、現在のように Consumer Generated Media が隆盛し、Twitter などのように「手軽」なメディアが求められている現状を鑑みると、どのような形で公開していくかは慎重になる必要がある。

## 6. 研究総括の見解

地域の歴史／文化的コンテンツをアーカイブする技術に取り組んだものである。これまでに、地理情報を提供するサービス、また時間情報を可視化するサービスはあったが、双方を同時に行うことは出来なかった。また、そのようなサービスは、情報の提供を主としたもので使い

やすさや美的な表現の面からは満足はいくものではなかった。本研究は、メディアアート表現を専門とする研究者が地域の多くの人と関りながら進められた。

本研究の中心となるものは、地理情報と時間情報を3D空間にアートとして表現することのできる c-loc ソフトウェアである。時間と場所が特定できる情報、関連するテキスト、画像、音声を登録することにより、それらのデータが時空間マップにオブジェクトとしてレイアウトされる。これはアーティストであり技術者である研究者であるからこそできたソフトウェアである。コンテンツとしては、新宿駅周辺(角筈)の歴史を写真で辿るアーカイブマップや、絶滅危惧種(魚類)の時空間的生息分布のマップ等が作られた。アート作品の制作にとどまらず、社会的な意義も大きい。また、これらの開発と併行して場の記憶プロジェクトも行われた。富山県八尾町、新宿駅(角筈)の歴史情報をメディアアートとして展示しており、パブリックスペースへの新たなアプローチとして注目される。

バーチャルからリアルへ、グローバルからローカルにという観点から、今回の研究は大いに注目される。地域と連携した展示や海外の地域を対象にしたコンテンツなどへの展開も視野に入れ、さらに研究を発展させていくことを期待する。

## 7. 研究成果リスト

### A. さきがけ個人研究者主導で得られた成果で主なもの

#### (1)論文(原著論文)発表

#### (2)特許出願

発 明 者:野口靖

発明の名称:情報表示装置及びプログラム並びにユーザーインタフェース装置

出 願 人:東京工芸大学

出 願 日:平成 20 年 7 月 25 日

#### (3)受賞

H21.5 Honorary Mention of PRIX ARS ELECTRONICA 2009 : INTERACTIVE ART  
(野口靖、安藤英由樹:Watch Me!)

H20.2 第 11 回文化庁メディア芸術祭 アート部門 審査委員会推薦作品賞  
(野口靖:場の記憶 - 八尾でのフィールドアート - )

## 研究課題別評価書

### 1. 研究課題名

折紙のデジタルアーカイブ構築のための基盤技術とその応用

### 2. 氏名

三谷 純

### 3. 研究のねらい

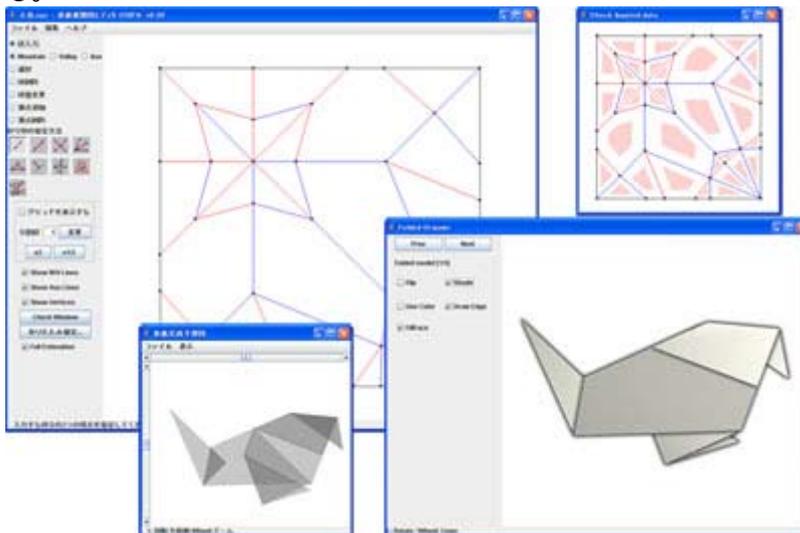
折紙は古くから幅広い世代の人に親しまれてきたが、特に近年では折紙の分野にも「設計」の概念が導入され、1枚の紙から驚くほど精巧な形が作り出されるようになってきている。折紙の技術は単に造形を楽しむためだけでなく、ものをコンパクトに折りたたむことが要求される場面において、工学的にも役立つ知見をもたらすことが可能である。このような折紙の幾何に関する情報を、デジタルデータとしてアーカイブすることができれば、今後の折紙の発展に資することが可能となると考えられる。本研究では、折紙の情報をデジタル化するための手法の1つとして展開図情報のデジタル化を挙げ、折紙の展開図を効率的に入力するための専用エディタの開発と展開図データベースのプロトタイプを作成を行う。また、これに関連して、展開図から折りたたみ後の形を推定するアプリケーションの開発、曲面を含む立体的な折紙の設計技法の研究などを行う。本研究で得られた成果を、折紙の新規作品の設計支援や折紙研究の基盤ツールとして役立てること、また折紙の理論をベースとした工学、数学、芸術、文化の領域へ発展させることを目指す。

### 4. 研究成果

本研究では、次のような成果があがった。

#### (1) 折紙の展開図エディタ ORIPA の開発

折紙の展開図をコンピュータ上で効率的に作図するための専用エディタ、ORIPA (Origami Pattern Editor) の開発を行った。開発初期のころから Web 上で一般公開し、期間中に 32 回の更新を通じた改良を行った。折紙の展開図に現れる折り線を効率的に入力するための機能を複数実装し、展開図データをデジタルデータとして保存できるようにした。展開図のデータフォーマットはオープンとなっており、ORIPA と連携したアプリケーションの開発が可能となっている。



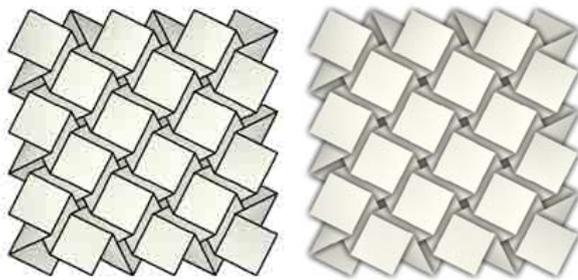
#### (2) 展開図データからの折りたたみ後の形状推定機能の開発

折紙の作品は、その最終形または最終形に至るまでの過程の大半において、平坦に折りた

ためるものがほとんどである。このような折紙作品に対して、ORIPA によって入力された展開図データを解析し、そのデータから折りたたみ後の形状を復元する機能の研究開発を行った。この復元においては、紙の重なり順の決定が非常に難しい問題であることが知られており、如何に処理を高速化するかが大きな課題であったが、新しいアルゴリズムを考案、実装することで、一般的な折紙作品については実用的な時間で結果を得られるようになった。与えられた展開図から、物理的に作り得る、紙の重なり方をすべて数え上げることも可能となった。

#### (3) 折りたたみ後の形状を画面表示するためのレンダリング手法の確立

平坦に折りたたまれる折紙が、紙の重なり順の中に閉じたループを含んでいる場合、その折りたたみ結果を適切に画面表示することは通常の CG の技術では難しい。そこで、紙の重なり関係を表す行列と、レンダリング領域における ID バッファを準備し、スキャンライン法によるピクセル単位での描画を行うことで、適切な画面表示を行う手法を開発実装した。また、表示結果をイラスト調にしたり、擬似的な陰影を付加することで紙の厚みを認識しやすい表示を行うなどの工夫により、平坦折紙の形を視覚的によりわかりやすく画面表示できるようになった。



#### (4) 折紙の展開図データのアーカイブ構築

ブラウザからの簡易なユーザインタフェースで折紙作品およびその展開図データを検索・登録・削除などを行える Web ベースの展開図データベースを想定し、そのためのプロトタイプシステムを構築した。また、各種折紙関係の資料から折紙作品を抽出し、その折紙作品の情報収集および展開図データのデジタル化を行い、試作データベースへの登録作業を行った。このシステムに基づき、折紙の展開図データをアーカイブする際には、どのようなシステムが妥当であるかの評価を行った。例えば、類似作品の検索、作品と作者の関係の管理などに応用が可能と考えられる。

#### (5) 画像処理に基づく展開図の入力および類似展開図の検索システムの開発

実際に折って開いた折紙をスキャナで読み込み、その画像から展開図情報を再構築する手法の研究開発を行った。画像から得られる線分の集合には誤差が含まれ、そのままでは折りたたみ推定などの別処理に渡すことができないため、この誤差の修正を自動で行うアルゴリズムの開発を試みた。また、展開図データを画像として扱うことで、異なる展開図間で類似度を算出し、類似した展開図を検索するシステムの開発などを行った。

#### (6) 同じ形の展開図から異なる直方体が組み上がるケースの探索

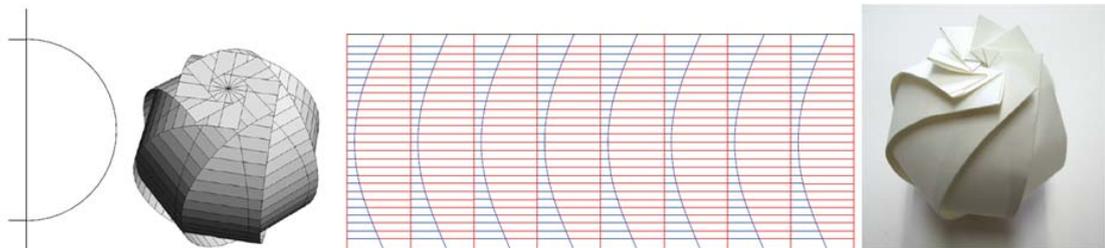
同じ形の展開図から、異なる 2 つの直方体を組み上げられるケースが存在することが過去に知られていたが、それらを効率的に見つけることは実現できていなかった。直接折紙の研究に関係するものではないが、展開図とそれを折ってできる立体の関係に関する知見に基づき、条件を満たす展開図を効率的に探索するアルゴリズムの開発を実現することができ、結果として数千個もの解を短時間で見つけ出すことに成功した。

#### (7) 展開図に対して平坦に折りたためる条件を満たすような自動修正手法の検討

そのままでは平坦に折りたたむことができない展開図に対して、内包される頂点が局所平坦条件を満たすように修正を施すプログラムの開発を行った。頂点ごとに設定される局所平坦条件を制約付きの最適化アルゴリズムによって近似解を求めることで、実際に平坦に折りたたまれる解が求まることを確認した。これにより、コンパクトに折りたたむことが可能な形状を作り出すことができ、物の可搬性を高めることに役立つことができると考えられる。ただし、制約を満たすのは局所的な条件だけであるので、大局的には干渉して折りたたまれない形状が出力されることがある。この問題を回避することが課題であり、また具体的な応用例の検討も今後の課題として残されている。

#### (8) 軸対称形状を内包する立体折紙の設計手法の確立

ある軸を中心とした回転対称な立体形状を内包する折紙作品を計算機で設計するためのアルゴリズムを実装し、1つのアプリケーションとして完成させた。形状生成手法の異なる、円柱タイプ、および円錐タイプの2種類を生成できるようにした。このシステムを用いることで、曲面を含む立体的な折紙作品を簡単な操作で設計できるようになった。また、完成イメージを3DCGで表示できるようにしたことで、実際の試行錯誤の手間を大幅に減らすことに成功した。この手法で作成した折紙作品の展示などを各所で行った。



#### (9) 軸対称形状を内包する立体折紙の応用

前項で確立した手法によって設計した立体折紙の活用方法として、ランプシェードや、服飾デザインへの応用、パッケージやラッピングなどへの応用が考えられる。現時点では、まだ商品化が決まったものはないが、検討を進め、具体的な商品化を模索している。レーザー加工によって折り筋の付いた型紙の量産を行い、一般の人々が実際に折り上げることができるか、などの評価を行った。

#### (10) 展開図データ群からのデータマイニング手法の開発

アーカイブされた展開図データを有効活用するための手法を検討した。各展開図に含まれる折れ線情報と、それに付随する作者名や年代、折った後の形から、系統図の生成や、類似する展開図の検索、作者ごとの特徴の抽出、クラスタリングなど、各種データマイニングを行うことで、折紙に関する新しい知見が得られるのではないかと考えられる。展開図の類似度評価については実現できたが、それ以外の点においては、今後の課題として残されている。

### 5. 自己評価

本研究により、展開図データのデジタル化のためのツールである専用エディタを一般公開し、展開図から折りたたみ形状を復元するアルゴリズム、および折紙作品を画面表示するための手法を確立できたことから、当初の目標であった、折紙のデジタルアーカイブを構築するための基盤技術の確立は、ほぼ達成できたものと認識している。さらに「研究成果」にまとめたような、折紙の研究に関する各種の成果をあげることができ、今後の折紙の研究に貢献できるものと考えている。とくに、軸対称形状を内包する立体折紙の設計技法を確立できたことは、曲面を含むこれまでに無い折紙の形の設計を可能とし、今後ますますの発展が期待できる。一方で、今後の課題として残されたテーマもあり、アーカイブされた展開図データについ

ては、著作権に関する問題の対処および、その活用方法について、今後の検討が必要と思われる。また、本研究によって得られた知見を、工学、数学、芸術、文化などの領域に展開していくことが今後の大きなテーマとして挙げられる。

## 6. 研究総括の見解

日本の伝統的な遊びであり、工学的な利用も拡がり始めた折紙に関するユニークな研究である。折紙は、通常の遊びでの簡単なものから近年では精巧で複雑な芸術的な作品まで広い分野がある。今回の研究では、折紙の展開図情報をデジタル化することにより、折紙のアーカイブを行い、折紙研究の基盤構築とその活用に取り組んだ。

折紙の展開図情報をデジタル入力する専用エディタとして ORIPA(Origami Pattern Editor)が開発された。本エディタでは9通りの操作で折り線の線分を入力することにより、展開情報の効率的な入力が可能になった。またソフトウェアは、Web 上でソフトを一般公開し、32 回もの改良を重ねることにより完成させた。折紙のように数学、工学、教育、文化など様々な領域が係わる研究において、公開し改良するという研究プロセスは、それ自体が成果と言えるものである。さらに、折紙がデジタル的にアーカイブされたことにより、技術の伝承だけでなく、類似作品の検索や作品と作者の関係管理が可能になった。このことは折紙の分野に新たな研究を開いたものと言える。

折紙の背景には数学とりわけ幾何学の裏づけがある。本研究でも多くの論文が発表され、受賞したことは評価される。また研究は展示会、著書、メディアで広く一般の人たちにも紹介された。今回得られた基盤技術をもとに、折紙文化への貢献や折紙の産業・商業などへの応用が期待される。

## 7. 研究成果リスト

### A. さきがけ個人研究者主導で得られた成果で主なもの

#### (1)論文(原著論文)発表

- ・ Jun Mitani, "A Design Method for 3D Origami Based on Rotational Sweep", Computer-Aided Design and Applications, Vol.6, No.1, pp.69-79, 2009.
- ・ 三谷純: "折紙の展開図専用エディタ(ORIPA)の開発および展開図からの折りたたみ形状の推定", 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.9, pp.3309-3317, 2007.
- ・ 三谷純: "平坦折り折紙から再現される形態数の数え上げ手法", 日本図学会, 図学研究, Vol.41, No.1, pp.27-33, 2007.
- ・ Jun Mitani: "Rendering method for flat Origami", the 29th annual conference of the European Association for Computer Graphics, pp.291-294, 2008.

#### (2)受賞

- ・ 第4回日本図学会論文賞, 三谷純, "平坦折り紙の展開図から再現される形態数の数え上げ手法", 2009.
- ・ 2009 年度日本図学会春季大会研究奨励賞, 三谷純: "回転スイープ形状を内包する立体折紙の展開図自動生成手法", 2009.
- ・ 第8回 NICOGRAPH 春季大会 優秀ポスター賞, 三谷純, "回転スイープ形状を内包する立体折紙の展開図自動生成", 2009.
- ・ 2007 年度 情報処理学会グラフィクスと CAD 研究会 優秀研究発表賞, 三谷純, "平坦折紙のための, 重なり順に閉ループを持つ平面集合のレンダリング手法", 2008.
- ・ デジタルコンテンツシンポジウム船井賞, 三谷純, "身近な折り紙がサイエンスに、そして新たなアートへ～ORIPA/Computational Paper Craft", 2007.

(3) 展示発表

- ・「科学でひろげる折り紙の世界 ～立体的な折り紙に挑戦！～」, まなびピア埼玉 2009, さいたまスーパーアリーナ, 2009/10/30～11/3
- ・「折紙の幾何：折り線のパターンから生まれる形」, 予感研究所 2, 日本科学未来館, 2008/7/26～30
- ・「身近な折り紙がサイエンスに、そして新たなアートに」, 第 10 回メディア芸術祭協賛展「先端技術ショーケース'07」, 東京都写真美術館, 2007

(4) 著書

- 三谷 純 (著) “ふしぎな 球体・立体 折り紙”, 二見書房, ISBN 4576091611

## 研究課題別評価書

### 1. 研究課題名

子どもの知育発達を促すデジタルメディアの作成

### 2. 氏名

山口真美

### 3. 研究のねらい

現代日本の社会・教育上の問題として、社会的能力が欠陥した子どもの存在が指摘される。そうした社会情勢の中で、近年発達した子どもの脳科学の知見に基づき、子どもの社会的能力を感覚レベルから促進する、メディアコンテンツの開発をする。また本研究室では、知覚・感覚能力に基づき子どもの社会的能力や注意の欠損を予測する検査項目を小児科医とともに開発している。こうした成果を市場にも普及させること、小児医療などの社会的現場に役にたてるようにすること、そしてそれを裏付ける乳児の脳活動の基本的データを取ることが、本研究課題のねらいである。

### 4. 研究成果

#### (1). 乳児の脳と知覚の発達過程の解明

視覚機能の発達には、視覚機能を支える脳機能の発達、特に視覚野のシナプスの発達から見ると、出生後8ヶ月までが大きな変化の期間となる。この期間に、動きから形、形から空間、そして顔認知へと発達が進むプロセスについて解明した。

視覚野を含む大脳皮質がまだ十分に発達していないとされる生後2ヶ月の乳児でも、接近する運動を識別することを発見した。さらに「形」を見る能力についていえば、形を見る能力である「主観的輪郭」の知覚は、「動き」を加えることにより促進され、より低月齢の乳児でも主観的輪郭を知覚することを発見した。顔学習においても、同様の動きによる促進効果があることを発見し、動きを加えることで顔学習に要する時間を短縮できることを証明した。

#### (2). デジタルメディアコンテンツの作成

このデータをもとにして、乳幼児の親もしくは養育者を対象に、子供達の知覚認知世界の理解を通じて子育て力の総合的スキルアップを図るべく親子向けデジタルメディアコンテンツの作成を行った。すでに一般公開しており、HP上

(<http://c-faculty.chuo-u.ac.jp/~ymasa/babytest/>)から簡単に閲覧することができる(図1)。

内容としては、視力測定、かたちを見る能力、色を見る能力、空間把握の能力、運動知覚の能力、顔ではないものを顔としてみることができるかといった、6つのコンテンツからなっている。



図1. デジタルメディアコンテンツ  
HPトップ画面

たとえば「かおのコンテンツ」には以下(図2)に示すように、野菜などの食べ物や花などを組み合わせると人の顔を描いた「アルテンボルドの絵」を使用した。人にとって顔は特別に注意をひくものである。乳児においても「かお」と「かおでないもの」を呈示すると「かお」のほうに注意がむく。そ

れが「アルチンボルドの絵」のような「かおにみえる」絵であっても、乳児は注意をむけることが我々の研究で得られた。コンテンツでは、「かお」に見えるところをクリックするよう求め、回答すると、「かお」の領域を○でわかりやすく案内し、最後に解説を加えた。コンテンツは自らの回答と解説から構成される。それぞれのコンテンツごとに乳幼児が何を好んでみるのかを入力することで、養育者にとっても、子供の視力や知覚認知世界への理解に役立てることができるものとなっている。



図2. 「かおのコンテンツ」の例

下記に、かたち、いろ、くうかんのコンテンツの例を示す。

「かたちのコンテンツ」では、図3のように、パックマン状の欠けた円が4つ並んでいる図形からも輪郭のない白い四角形「主観的輪郭」が知覚できることを利用した。このような主観的輪郭は、5~6ヶ月以降にならないと見えないことがわかっている。このコンテンツでは、四角形が見える図形を選ばせ、物理的な輪郭に頼らずに形を知覚する能力を知ることができる。

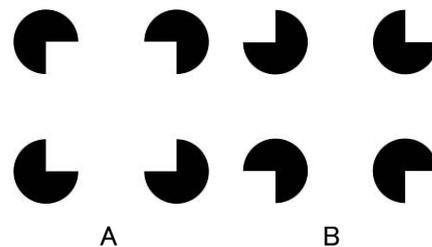


図3

「いろのコンテンツ」では、色の錯視をみるることができるのか、調べることができる。私たちは存在している色をそのまま見ているわけではない。たとえば、図4のように、黒い格子模様の交差している部分の色を変えると、その周辺にまるく色が広がっているのが見える。この「ネオンカラー効果」は、5ヶ月以降にならないと見ることができない。

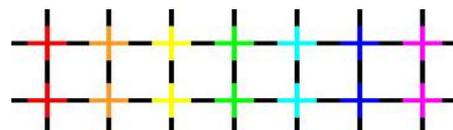


図4

「くうかのコンテンツ」では、さまざまな二次元の情報から三次元の空間がわかるかどうかを調べることができる。われわれは、二次元情報からでも三次元的な空間がわかる。例えば、図 5A と同じ三次元空間を持っているのは、図 5B ではなく、図 5C である。私たちは、異なる情報であっても同じ三次元の情報を得ることができる。このような能力は、生後 6, 7 ヶ月以降に獲得される。

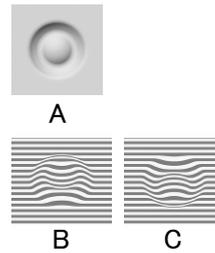


図 5

## 5. 自己評価

本研究課題の目的は、乳児の脳と知覚の発達にかかわる科学的な実証データに基づいたデジタルコンテンツ開発をすることであった。私たちは、乳児の脳活動測定による研究および行動観察実験による研究によって、顔認知・形状知覚・運動知覚・奥行き知覚・色知覚というさまざまな領域にわたる、生後2～8ヶ月の発達過程を解明した。中には Journal の表紙になったものや記者発表し、多くの新聞で紹介された研究もある。こうしたデータをもとに、その認知発達指標が確立された実験刺激を当研究室で作成しコンテンツとして HP 上にて公開した。これによって子どもの感覚レベルにおける発達を観察することができるように一般公開することができ、当初の研究のねらいは達せられたと考えられる。

## 6. 研究総括の見解

本研究は近年発達した子どもの脳科学の知見に基づき、乳幼児向けのデジタルメディアコンテンツの開発に取り組んだものである。本研究では、デジタルメディアの主力情報である「視覚情報」が、出生後のいつの時期から獲得していくのかという基礎的な調査を行い、その成果をコンテンツとして制作し Web 上で公開した。

本研究では、脳の視覚野のシナプスが発達し、視覚機能が大きく変化する出生後8ヶ月までの期間を対象とし、「動き」、「形」、「顔」などについて、乳幼児を対象にした心理学実験の手法により調査をした。その結果、①「動き」については、生後2ヶ月で接近する運動を識別している、②「形」では、主観的輪郭の知覚は「動き」を加えることにより加速される、③「顔」学習においても動きが同様の効果がある、ということが解明された。これらの成果は、学界には論文発表、招待講演/シンポジウムで公開され、一般には多くの出版(新書他)や Web 上の「親子向けデジタルメディアコンテンツ」の公開を通じて広くわかりやすく伝えられた。

本研究は、小児科医の協力を得て進められ、子どもの社会能力や注意の欠損を、知覚・感覚能力の測定に基づき予測することにも貢献した。今回の成果が小児医療などの社会現場に役立つことも期待される。また今後8ヶ月以降の子どもの知覚の研究や、広く子どもの知覚発達に寄与できるための基礎研究、コンテンツの開発など更なる発展が期待できる。

## 7. 研究成果リスト

A: 「さきがけ個人研究者主導で得られた成果で主なもの」

(1)論文(原著論文)発表

Yamaguchi, M.K., Kanazawa, S., & Okamura, H. Infants' perception of subjective contours from apparent motion. *Infant Behavior and Development*. 31, 127-136 (2008).

山口真美 特集: 赤ちゃんの見る・聞くの発達. *発達*, 116(29), 2-50 (2008).

山口真美 乳児の視覚実験から視知覚機能の形成過程を知る. *基礎心理学研究*, 26, 194-200 (2008).

山口真美 空間視の発達. *光学*, 36(6), 241-246 (2007).

山口真美, 金沢創 視覚の発達. *子どもと発育発達*, 4(1), 4-11. (2006).