

## 研究課題別評価書

### 1. 研究課題名

触覚表現の制作支援を目的とした視触覚感覚ディスプレイ技術の開発

### 2. 氏名

串山久美子

### 3. 研究のねらい

情報社会の発展に伴って、人と人との直接的なコミュニケーションのあり方が注目されるようになってきた。本研究では、人と情報社会を結ぶ触覚インタフェースとして、直接人が触れ、触覚そのもののインタラクションのある、触覚表現の制作支援を目的とした視触覚感覚ディスプレイ技術の研究と開発をおこなう。新しい技術によって、これまでにない表現やコミュニケーションの意味を問うことができると考える。メディア芸術表現のみならず、日常の情報活動をも支援する触覚デジタルコンテンツの可能性を提案する。

### 4. 研究成果

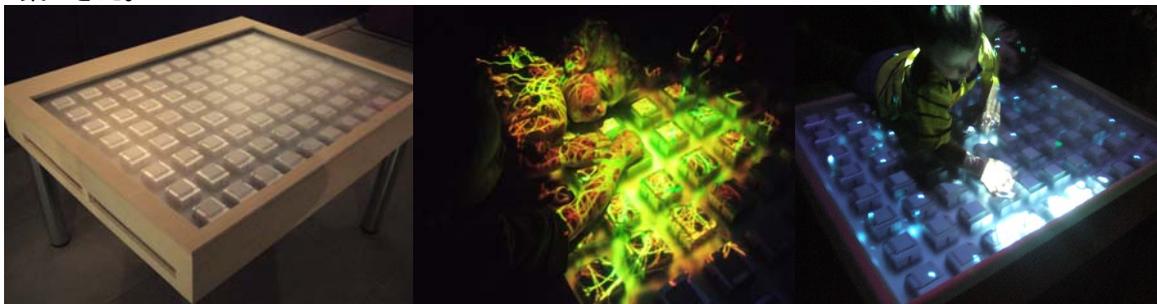
触覚表現の制作支援を目的とした視触覚感覚ディスプレイ技術の研究と開発として、下記のの研究を行い研究成果を発表した。

- ①冷温感覚ディスプレイの研究と開発
- ②砂状の硬軟感覚ディスプレイの研究と開発
- ③ふわふわ触圧感覚ディスプレイの研究と開発
- ④ディスプレイのインタラクションに対応した画像生成ソフトウェアの開発、実装

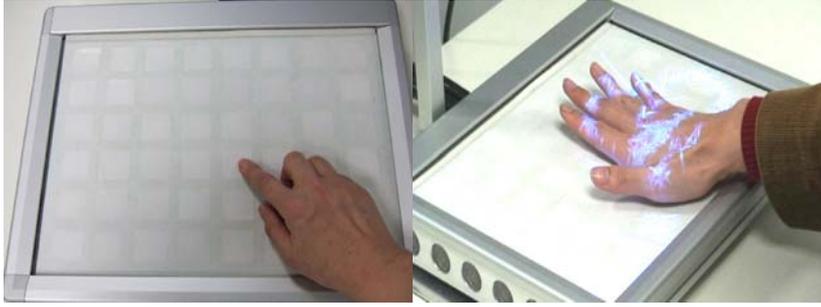
#### ① 冷温感型ディスプレイの研究と開発

ペルチェ素子とタッチパネルを組み合わせた、インタラクティブな冷温感ディスプレイ「Thermoesthesia」(サーモエステシア 温度感覚の意味)の開発と実装を行った。映像に合わせた冷温のインタラクションのある冷温感覚のディスプレイは、これまでになく、新しい提示のディスプレイとして、特許公開を始め、国内外で新規性を高く評価された。

試作版として、4cmペルチェ素子 24 枚を使用した19インチディスプレイを制作した。その後、電子部品の設計とプログラミングを再検討し、システムの安定性と大型化を図り、公共空間での体験型ディスプレイとして、4cm角ペルチェ素子 80 枚を使用した 50 インチの大型版の実装を行った。その結果、アルスエレクトロニカセンターでの1年間の常設展示等に耐えうる安定したシステムを構築できた。



また、冷温の画素数と温度変化の即時性の向上、使用応用範囲の拡大を目的とした 30mm 角ペルチェ素子 48 枚を使用した薄型、携帯可能な15インチディスプレイの開発をした。持ち運びの容易なシステムとして、海外での学会デモや通信実験などに使用され、ハンディータイプの冷温感覚ディスプレイのプロトタイプとして有効であった。



冷温感ディスプレイ性能実験として、ペルチェ素子の反応実験、耐久テスト、複数のペルチェの位置による温度関係などの実験を行った。

### ②砂状の硬軟感覚ディスプレイの研究と開発

硬軟感覚を体験できる装置として、2種類の装置の開発をした。

砂状の硬軟感触を提示できるディスプレイとして、小型スチールボールと電磁石を使用したインタラクティブな硬軟感覚ディスプレイ「Magnetospheres」の開発と実装を行った。

まず、直径 1.2mm 小型スチールボールと電磁石 80 個を使用した硬軟ディスプレイ 19 インチ版「Magnetospheres」の設計と実装をした。次に大型化を図るための設計を再検討し、直径 1.5mm 小型スチールボールと電磁石 192 個を使用した硬軟ディスプレイ 50 インチ版「Magnetosphere」の実装と成果発表を行った。



### ③ふわふわ感触触圧提示ディスプレイの研究と設計

硬軟感覚を体験できる装置の2番目として、生命感を感じさせるふわふわ感触のディスプレイを開発した。

ふわふわ感触に毛を使用し、サーボモーターによる上下、回転運動によって得られる硬軟感覚を提示できるディスプレイの実験と50インチ版の実装を行った。



④ディスプレイのインタラクションに対応した画像生成ソフトウェアの開発、実装

●冷温感ディスプレイ「Thermoesthesia」に対応した画像生成、シミュレーションCGとして、中谷宇吉郎氏の雪の研究を元に、雪の結晶を、他 氷の生成、植物の成長のシミュレーション画像を生成し、冷温触覚に合わせた3つのコンテンツからなる画像の生成を実装した。

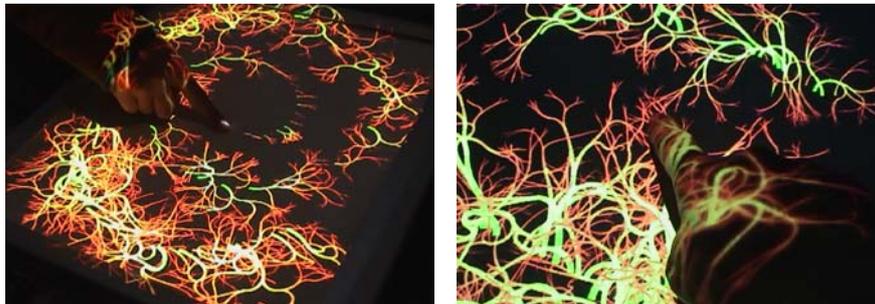
雪の結晶のシミュレーション



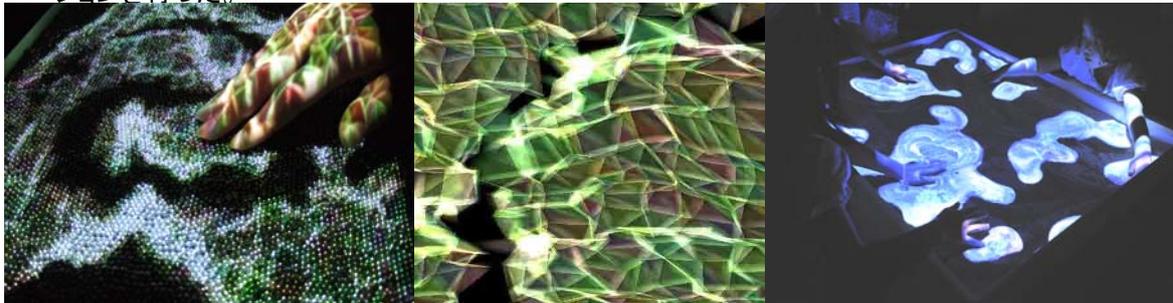
G. Libbrecht, Caltech snowcrystals.com

Simulation of snow crystals growth

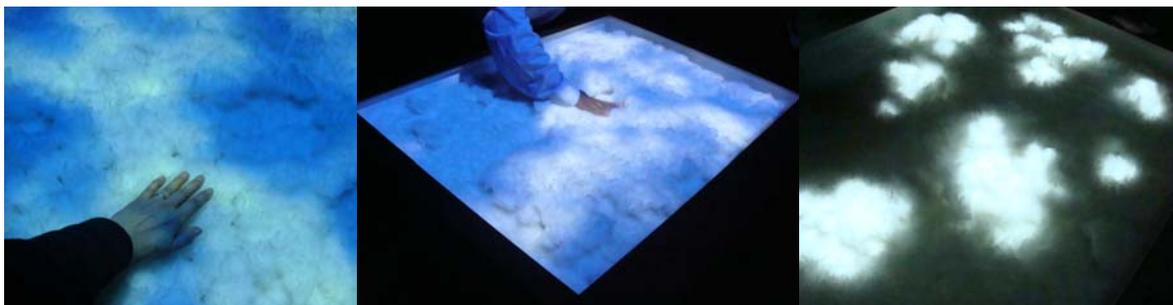
中谷ダイヤグラム(Nakaya,1954:Snow crystals より引用)を応用したシミュレーション  
 温感のイメージ 植物の成長



● 砂状の硬軟ディスプレイの画像として、バネのシミュレーションと粘りのある水滴のシミュレーションを行った。



● ふわふわ感覚の硬軟ディスプレイの画像として、雲の2種類のシミュレーションの画像生成を行った。



## 5. 自己評価

本研究では、直接人が触れ、触覚そのもののインタラクションのある、視触覚感覚ディスプレイ技術の開発をすることで、メディア芸術表現のみならず、日常の情報活動をも支援する触覚デジタルコンテンツの可能性を提案することがねらいである。成果として、冷温感覚ディスプレイと2種類の硬軟感覚ディスプレイ 大小5台の開発と触感にあわせたシミュレーション画像7件の技術開発をすることができた。研究成果は、論文発表を始め、国内外学会での作品発表、特許など3年間で42件の発表をおこなった。さきがけ研究を通じて、触覚技術、ディスプレイ技術、工学の研究者との国際的な交流に触れ、工学技術の基礎研究を学ぶことができた。また、メディア芸術表現として本研究で開発したディスプレイを使用した表現の研究成果がアート展での作品発表、一般市民へ向けた作品発表や科学技術館での常設、報道機関での発表など一般市民が体験できる場で発表することで、科学技術と表現を結ぶ役割として今後本領域が社会に高く貢献できる分野であることを確信した。これらの工学と表現の両面からバランスの取れた研究として、本研究のねらいは十分に達せられたと判断する。

## 6. 研究総括の見解

近年情報社会での人と人との直接的なコミュニケーションのあり方が注目されている。本研究では、人が物に直接触れることにより生じる触覚をインタフェースとして取り上げ、触覚によるインタラクションを可能にした視触覚感覚ディスプレイの技術開発に取り組んだ。

「thermoesthesia」は、80枚のペルチェ素子を用い冷温感を、見学者の手の動きにあわせた画像を表示しながら、体験することのできる50インチのディスプレイである。冷温の触覚を提示する要素技術とともに、省電力化、低コスト化、高信頼性化のためのソフトウェアによる実用化技術が開発された。またハードだけでなく、冷温感に同期した表示コンテンツの開発も行った。これらのディスプレイ装置は、日常生活における新たなVRコミュニケーション手段として評価され、SIGGRAPH、Ars Electronicaなどの世界的な展示会で高い評価を得た。「Magnetospheres」は、直径1.2mmの小さな鋼球を砂状に敷きつめ、その下にある128個の電磁石をソフトウェア制御し、手で触れると硬柔感を生じるディスプレイである。先端技術ショーケース'09では、多くの人たちが触って硬柔感を楽しむことができた。

これらの成果は、工学と表現の融合から生まれたものであり、工学者でもありまた芸術表現者でもある研究者だからこそ可能になったものとして高く評価できる。今後研究を更に進めることにより、新しいメディア芸術が生まれ出ることを期待する。

## 7. 研究成果リスト

### A. さきがけの個人研究者が主導で得られた成果

#### (1)論文(原著論文)発表

①Kumiko Kushiya, Shinji Sasada「Thermoesthesia Thermoesthesia-About collaboration of an artist and a scientist」 Educational Program, Sketch, SIGGRAPH 2006 A Publication of ACM SIGGRAPH 2006-7

②串山久美子「温度感覚ディスプレイによる触覚表現について-インタラクティブアート作品 Thermoesthesia」エンタテインメントコンピューティング2007 pp 68-73 2007-10

③串山久美子「メディアアートとテーブル型システム」ヒューマンインタフェース学会誌 2007 Vol.9 No.1 P.44-47 2007-3

④Kumiko Kushiya About sense of touch expression with the Thermal sense display 'Interactive art work 'Thermoesthesia' Asia Society of Art Science 2007 P.110-116 2007 2007-5

⑤Kumiko Kushiya, Shinji Sasada「Development of a visuo-tactile 50inch display for soft and hard sensation-- Magnetosphere 2」, Asia Society of Art Science 2008 pp.74 ,2008-10

## 招待講演

- ①エンタテインメントコンピューティング学会 EC2007 シンポジウム招待パネラー(2007年10月)
- ②実践女子大学 特別招待講演 (2008年10月)
- ③武蔵野美術大学 特別招待講演 (2008年10月)

## (2)特許出願

研究期間累積件数:2件  
発明者:串山久美子  
発明の名称:ディスプレイ装置  
出願人:科学技術振興機構  
出願日:2007/07/19  
特許番号:特許第4171771号

発明者:串山久美子  
発明の名称:直動-揺動用駆動装置及び直動-揺動用駆動装置を備えたディスプレイ装置  
出願人:公立大学法人首都大学東京  
出願日:2008/03/30  
管理番号:2008-0029

## (3)その他の成果

### ●受賞 2件

- ①「Best Poster Session Presenter」 at the 2007 Japan-America Frontiers of Engineering Symposium
- ②「Magnetosphere」, Kumiko Kushiyama, Shinji Sasada, Art Gallery Grand Prix Award , Asia Society of Art Science 2008,2008-6

### ●展示

- ① Kumiko Kushiyama、Shinji Sasada「Thermoesthesia」ArtGallery SIGGRAPH 2006 A Publication of ACM SIGGRAPH H.18年7月
- ② Kumiko Kushiyama、Shinji Sasada「Thermoesthesia」Ars Electronica2006 Center P.354-356, A Publication of HATJE CANTZA Ars Electronica Center1年間常設
- ③ 大阪科学技術館 2007年「Thermoesthesia」— 常設展示
- ④「Magnetosphere」Kumiko Kushiyama, Shinji Sasada 「Magnetosphere」Art Gallery、Laval Virtual 2008 A Publication of Laval Virtual 2008,2008-4
- ⑤ Kumiko Kushiyama、Shinji Sasada「Tactile C loud landscape」Art Gallery SIGGRAPH ASIA 2008 A Publication of ACM SIGGRAPH H.20年12月10-13日
- ⑥ 串山久美子、笹田晋司「Magnetosphere」先端技術ショーケース09 文化庁メディア芸術祭協賛展 H.21年2月4-15日

### ●テレビ出演

- ①サイエンスチャンネル JST「メッセージ フロム サイエнтиスト」2008年1月放送