

# 平成22年度「革新的三次元映像技術による超臨場感コミュニケーション技術の研究開発」 の開発成果について

## 1. 研究開発の目標

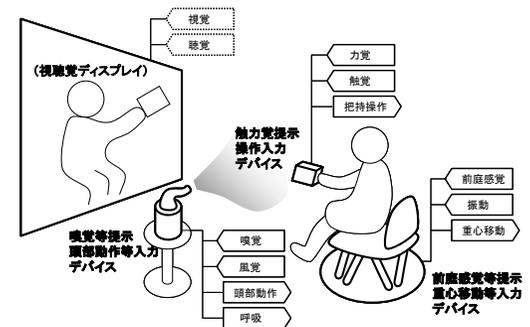
本研究開発では、五感コミュニケーションおよび五感コンテンツ体験のプラットフォームとなるインタフェース環境を構成する技術の確立を目的とする。本研究では、これを「五感シアター」と呼ぶ。「シアター」は多くの場合受動的な情報提示をおこなう環境を指すが、本研究開発では、動作・操作の計測を含むインタラクティブな提示の枠組みをもってシアターと称する。

## 2. 研究開発の背景

五感情報通信に関する研究開発は多く行われているにも関わらず普及には至っていない。その理由は、従来の試みの多くが、個別感覚情報の忠実な再生や情報提示メカニズムの新規性に焦点を当てて来たことによると思われる。忠実な感覚情報提示だけでは、必ずしも感動や効果的な情報伝達には結びつかないが、これを結びつけるための適切な提示効果の設計や演出などの技術を体系化する努力は十分になされていない。

## 3. 研究開発の概要と期待される効果

デバイスレベルの開発として、触力覚提示/操作入力、前庭感覚等提示/重心移動等入力、嗅覚等提示/頭部動作等入力の機能をもつデバイスを実現する。これらのデバイスを、視聴覚提示環境と統合することで「五感シアター」を構成し、さらに、感覚情報の近似的な表現および動作や操作の近似的な解釈の技術を確立する。また、五感シアターのための感覚運動情報デザインを支援する環境の構築を試みる。要素技術として、触覚、嗅覚、前庭感覚に対する表現とそれらのインタラクション機能を開発することを基礎におくが、コミュニケーションにおける円滑な情報・意図伝達、コンテンツ体験における有効な心理的効果を与えることに焦点を当てる。



## 4. 研究開発の期間及び体制

平成21年度～平成24年度(4年間)

NICT委託研究(首都大学東京, 日本電信電話株式会社, 東京大学)

# ①「触力覚提示/操作入力デバイスの開発」の主な成果

## ①触力覚提示/操作入力デバイスの開発

五感シアターのための触力覚提示装置/操作入力デバイスについて、初年度的设计を改訂・発展させて、部分的な試作に関して、その特性を計測した。

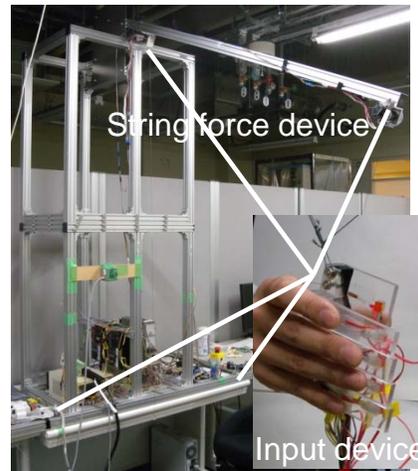
今年度は、次の3形式のデバイスについて、開発を実施した。

- (a) 把持型デバイス
- (b) シャフトアレイ型デバイス
- (c) ピンアレイ型デバイス

### (a) 把持型デバイス

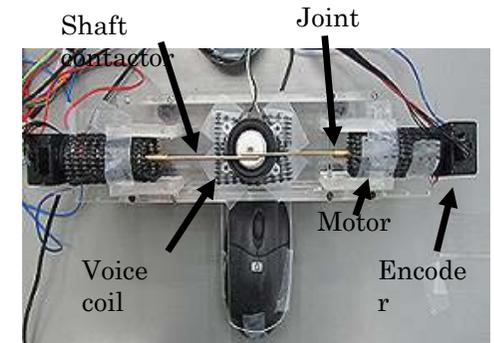
把持型のデバイスとして、力覚の入出力を中心とした開発を実現した。把持部は、ユーザの各指力を計測して操作入力とする構造で、入力量にはLED光によるフィードバックを与えた。力覚は、糸の張力により3次元のカベクトルを把持デバイスに与える構造を実現した。把持デバイスによる空間オブジェクトの

回転操作と位置の操作について初期的評価を行い、基礎特性を明らかにした。



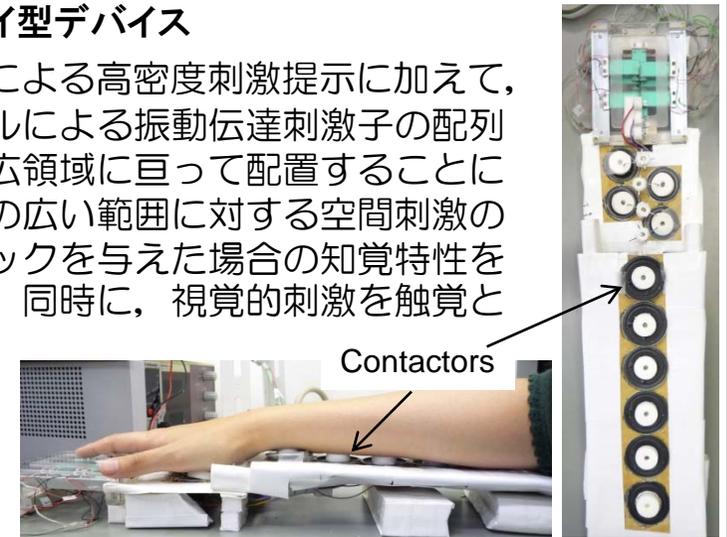
### (b) シャフトアレイ型デバイス

複数シャフトを並置した剪断力触覚ディスプレイにおいて、振動提示を同時に行う新規設計を導入実装した。剪断力によって、凹凸感を疑似的に提示し得ることを示すと同時に、垂直方向の振動刺激を連動して与えることにより、凸形状の知覚高さを明確に拡大できることが明らかとなった。シャフトの駆動パターンと振動提示による効果を定量化できた。



### (c) ピンアレイ型デバイス

振動ピンによる高密度刺激提示に加えて、ボイスコイルによる振動伝達刺激子の配列を、前腕の広領域に亘って配置することにより、身体の広い範囲に対する空間刺激のフィードバックを与えた場合の知覚特性を評価できた。同時に、視覚的刺激を触覚と同期して提示した際の錯覚について基礎的データを得た。



## ②前庭感覚等提示デバイス／重心移動等入力デバイスの開発の主な成果－1

### ②前庭感覚等提示デバイスの開発

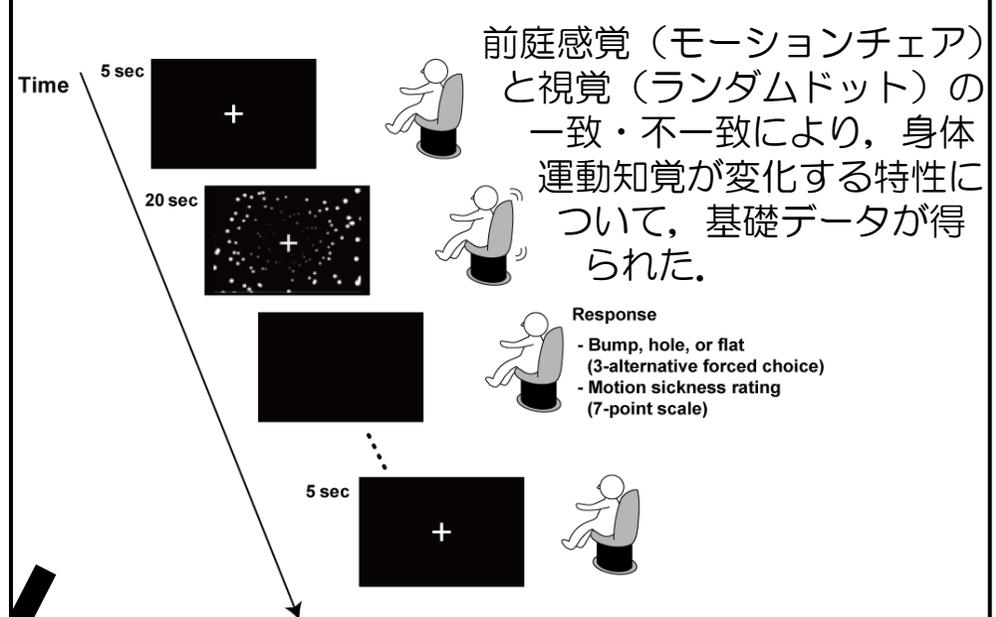
初年度に開発した前庭感覚提示装置のシステムを用いて、視覚誘導自己運動感覚（ベクシオン）の生起機序を推測し、五感シアターへの適用のための基礎データを取得した。

また、モーションチェアに組み込むための圧力提示装置として振動アクチュエータを選定し、接触圧を動的に変化させる装置の試作を完了した。

具体的には、本年度は、以下の項目について、その実現と実装の手法の開発を行った。

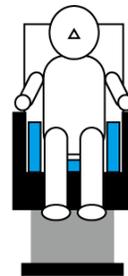
- (a) 視覚と前庭感覚刺激による形状提示に関する追加予備実験
- (b) 振動による圧力提示装置の実装と、モーションチェアの統合

### 視覚誘導自己運動感覚と前庭感覚刺激の統合



触覚／圧覚と前庭感覚の統合方式について、初年度に検討した2方式より提示方式を決定し、圧力刺激装置を構築した。身体のバランス感覚に及ぼす情報統合の効果を調査した。

また、重心移動等入力デバイスについて、上記のいずれかのモーションチェアに組み込む寸法となる構成を検討し、試作を完了した。



移動感覚を再現するには、前庭感覚、視覚、触覚の感覚統合が重要であるため、組み込み可能なモジュールを開発した。

ピンマトリックス

振動提示部

歪みセンサ



## ②「前庭感覚等提示/頭部動作等入力デバイスの開発」の主な成果－2

### (c) 前庭感覚等提示デバイスの開発

3自由度型の前庭感覚提示デバイスの構築が完了した。ロール、ピッチ、リフトの運動を3つのリニアアクチュエータによりコンパクトに実現した。リニアアクチュエータは、シートを垂直方向に支持するように配置し、前方に1台、後方に2台の構成として、効率的に3自由度の運動を生成できることを確認した。アクチュエータの基本的な運動を生成する制御法について、基礎ソフトウェアを構築した。



シート部分には、前庭感覚の提示と、身体皮膚感覚の提示の統合の効果を検査する準備として、振動刺激提示装置を拡充して組み込み実装した。

(e)項目の下肢部駆動デバイスと連動させて動作させるソフトウェアを実装することにより、多種感覚提示の基礎が整備できた。

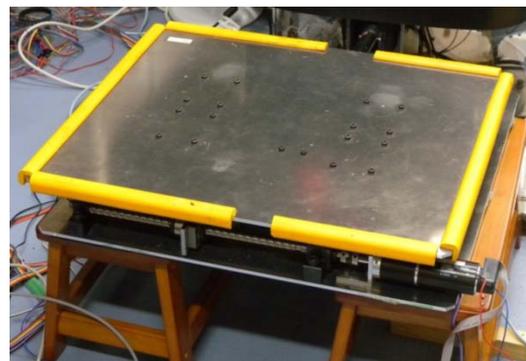
### (d) 前庭感覚提示デバイスの開発

並進型の前庭感覚提示デバイスの試作が完了した。2軸の水平面内運動を可能とし、体験者への刺激提示の自由度を、他の提示デバイスと総合することにより、比較検討する準備が整った。



### (e) 下肢部デバイスの開発

並進型の下肢部運動感覚提示デバイスについて、駆動モータを変更し、出力の増加を図った。このデバイスと(c)項目の椅子型デバイスを連動し、基礎的な感覚



提示の特性と、2つのデバイスの同時提示における感覚量の相互作用について計測した。被験者実験に基づく初期的知見を得ることができた。

### ③「嗅覚等提示/頭部動作等入力デバイスの開発」の主な成果

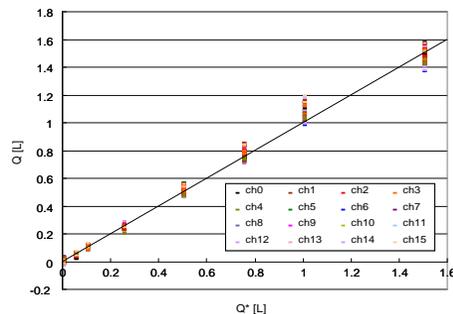
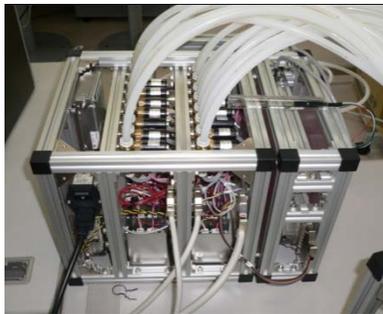
#### ③嗅覚等提示/頭部動作等入力デバイスの開発

五感シアターを構成するデバイスの一つとして、嗅覚提示装置、風覚（風によって生じる皮膚感覚）提示装置、動作センサ、気流センサを統合した卓上型のデバイスについて、基本構成を実現した。

特に、今年度は、風覚・嗅覚等のデバイスを新規に開発・改良するとともに、これをシアター環境に統合して、基本的な連動提示を可能とした。

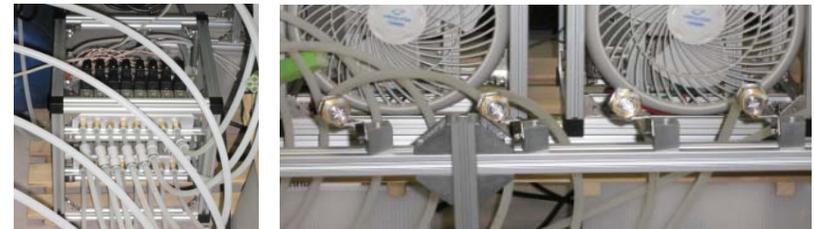
#### (a) 嗅覚提示装置

昨年度試作したデバイスをベースに、定量的な提示をおこなう制御手法を開発した。チャンバ内で気化している匂い物質の濃度は一定と仮定して、これに送り込む空気の量を制御した。空気源の圧力を考慮してバルブの開時間を調整する事で、誤差10%程度以下の提示を可能とした。



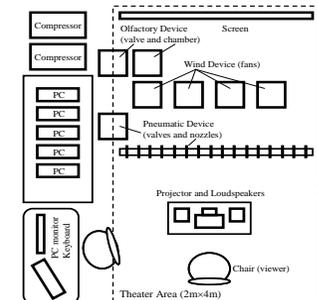
#### (b) 風覚提示装置

扇風機よりもインパクトのある風を提示することのできるデバイスとして、圧縮空気を利用したディスプレイを試作した。圧縮空気を調圧バルブにより減圧してノズルより体験者に向けて放出することを可能とした。



#### (c) シアター環境への統合

風覚および嗅覚の提示をシアター環境に統合した。課題ウ-4のシアター環境構築の一部でもある。



## ④「五感シアターの開発」の主な成果

### ④五感シアターの開発

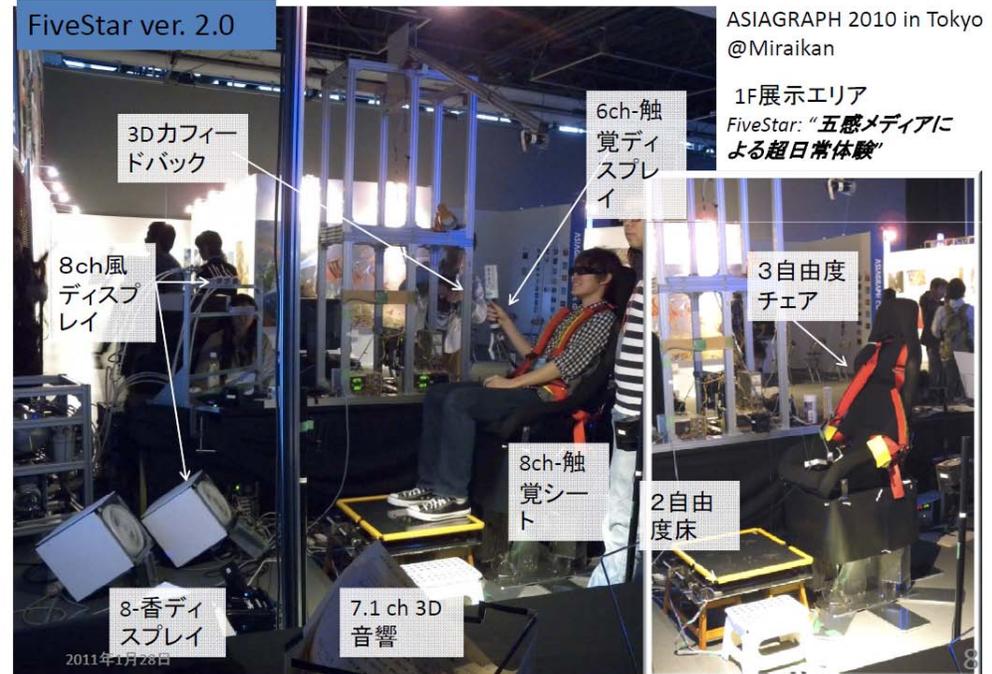
各要素技術の個別研究を行なうと同時に、それらを統合した五感シアターの初期的実装モデル1（プロトタイプ1）を構築した。プロトタイプ0では、複数感覚への提示が行える最小構成として、システムを構築したが、その結果を評価して各要素の改良を実施して、プロトタイプ1を実現した。

触力覚提示として、スティック型または把持型ディスプレイを体験者が握り、それを4本のストリングによって引く構成で力覚を提示するように実装した。スティックの手掌部には触覚提示を行なった。ロール、ピッチ、リフトの3自由度で運動するシートにより、前庭感覚刺激を与えた。シートには、触覚提示用の振動子が8ch内蔵され、身体運動と外部事象の提示を補助するために利用した。前提感覚提示の一部として、足先部分が接地固定された下肢部駆動デバイスを可動椅子と連動駆動することにより、前庭感覚、身体運動感覚へ、多自由度の入力が可能となる構成が実現された。皮膚感覚への提示として、顔面および上半身に対して、8chの送風機による制御された風（空気動圧・剪断分布）を提示した。更に、送風に香料を入れることにより、複数種類の嗅覚刺激を提示した。顔面などの狭領域に、より強度の高い刺激を与えるため、空気噴流用ノズルを2ch設置した。3次元空間音響(7.1ch)をスピーカ列により生成し、音源の空間運動を表現し

た。視覚は3次元合成空間とステレオカメラの実空間画像を立体視として提示した。

以上の構成を用いた統合実験として、未知空間を体験する「超日常体験」を制作し、日本科学未来館において、一般参観者に提示した。4日間の展示期間における300人程度の体験者のアンケートより、風と香り、可動椅子、力覚の提示が効果的という結果を得た。

### 五感シアターの状況 FiveStar 2010（超日常体験）



五感シアター プロトタイプ1

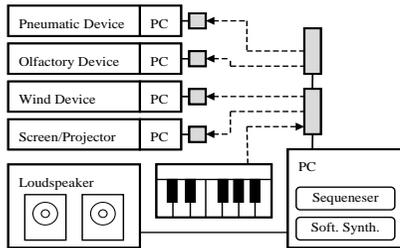
## ⑤ 「情報伝達/演出支援技術の開発」の主な成果

### ⑤情報伝達/演出支援技術の開発

五感コミュニケーション支援のための制御ソフトウェアは、体験者の意図や目的に応じて動作の情報を、相手の感覚情報およびインタラクションにマップングする手段を提供するものである。今年度は、おもにパッシブコンテンツの製作支援環境の基礎を構築することができた。

#### (a)五感フレームワークの検討

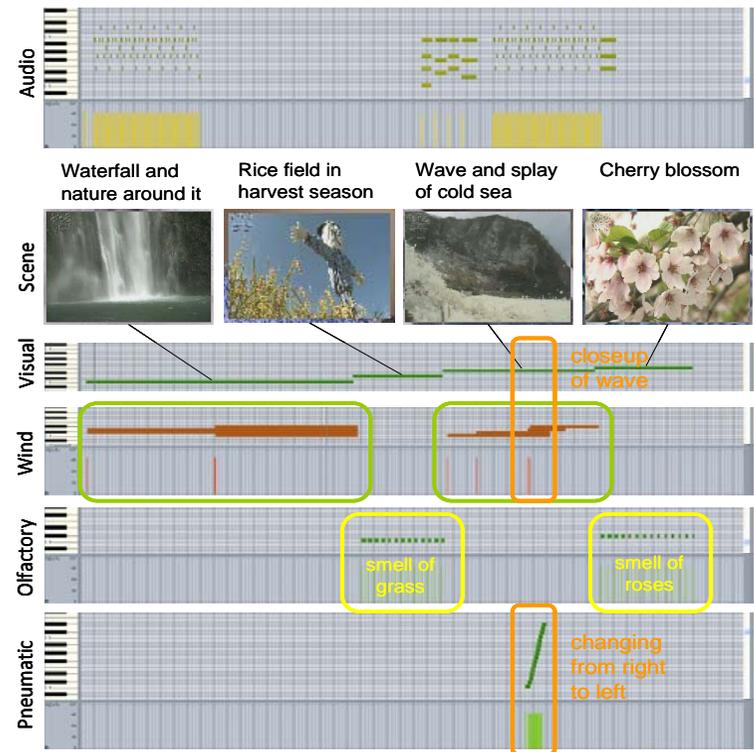
五感シアターを構成するデバイスを制御するフレームワークについて検討し、音楽用途で標準とされているMIDIインタフェースおよびプロトコルを利用した制御系を試験的に構築した。それぞれのデバイスをMIDIデバイスとして実装した。音符情報に五感情報をマップすることで、これらを楽器と同様に制御する事が可能となった。



MIDI	Note	Velocity	Program
Visual Device	Movie select Visual effect	N/A	N/A
Wind Device	Output channel	Revolution speed	Rising/Falling time
Olfactory Device	Odor select	Volume of emission	N/A
Pneumatic Device	Output channel	Pressure	Rising/Falling time

### (c)五感コンテンツ制作支援環境の構築

パッシブコンテンツの予備実験的製作を試みた。五感フレームワークの上で、シーケンサにより映像音声に加えて風覚および嗅覚の提示のタイミングや強度の編集を行うことを通して、コンテンツを構築することを可能とした。



## これまで得られた研究成果(特許出願や論文発表等)

	国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	報道発表	展示会	標準化提案
五感コミュニケーションの中核的要素技術の研究開発	0	0	1	25	3	2	0

## 研究成果発表会等の開催について

### 1. アジアグラフ2010 in Shanghai & Tokyo における技術展示と論文発表

- ・ 臨場感の新しい側面を表現する五感提示システムのプロトタイプ1を日本科学未来館において一般に公開した。2回のアジアグラフ(上海および東京)において、論文講演を実施した。

### 2. 日本バーチャルリアリティ学会第15回大会

- ・ オーガナイズドセッション: 「臨場感展示技術」を企画し、本委託研究の結果を広く公開した。
- ・ オーガナイズドセッション: 「フランスおよび日本のバーチャルリアリティ学会共同セッション」において、五感シアターの開発に関する紹介を行った。

### 3. 日本バーチャルリアリティ学会研究会を主催

- ・ ウェアラブルユビキタスVR研究会にて、本研究の成果を一般に公開した。