

エンタテインメントシステムにおける楽しさをデザインするための インタラクションモデルに関する考察

徳久 悟[†] 稲蔭 正彦[†]

本論文では、エンタテインメントシステムにおいてユーザが楽しさを得るための仕組みとして、ユーザのアクティブな身体動作を中心におく、創造・発見・遷移の3つのインタラクションモデルを提案する。ここでの楽しさとは、ヒトが楽しさを覚える状態の形式的特徴をモデル化した、心理学者チクセントミハイの Flow 理論に基づく。本論文で提案する3つのインタラクションモデルを適用した2つのエンタテインメントシステムの評価およびモデル間の対照実験を通じて、モデルの有効性を検証する。

Creation, Discovery and Transition: Discussion about Interaction Models to Design “Enjoyment” in Entertainment System

SATORU TOKUHISA[†] and MASA INAKAGE[†]

In this paper, we propose 3 interaction models; “creation”, “discovery”, “transition”, focusing on mainly user’s active physical action to design “enjoyment” in entertainment system. This “enjoyment” is based on Flow Theory advocated by a psychologist, Csikszentmihalyi, which models the features of human’s feeling in enjoyment. We discuss these interaction models through the control experiments and the evaluations of 2 entertainment systems.

1. はじめに

現在、ACM 傘下の Journal では Computers in Entertainment¹⁾、国際カンファレンスでは、ACM SIGCHI 傘下の ACE²⁾、Microsoft Research をスポンサーに持つ ICEC³⁾、国内では IPSJ 傘下の SIG-EC⁴⁾ を中心として、エンタテインメントコンピューティングに関する研究発表が行われている。それぞれにおいて、エンタテインメントコンピューティングの研究領域を定めているものの、エンタテインメントコンピューティングとは何か、という厳密な定義はなされていない。本論文で掲げるエンタテインメントシステムの定義に先行して、エンタテインメントコンピューティングの本論文での定義を行う。

エンタテインメントとは、参加する対象を楽しませることを目的とする文化的行為、と定義される⁵⁾。日本語における遊びは、楽しむ、娯楽、休養、リラクセス、ストレス解消などの目的で生物がする行動の総称とされ⁶⁾、エンタテインメントを内包する概念といえる。

遊びに関する研究は、遊びの源流・理論に関する研

究、遊びの分類に関する研究、教育心理学・発達心理学における遊びの意味・役割に関する研究に大別できる。遊びの源流・理論に関する研究とは、人間はなぜ遊ぶか、という遊びの発生に関する研究である。エリコニは、遊びの理論的研究の始まりを、F・シラー、H・スペンサー、W・グントといった、19世紀における思想家と結び付け、それぞれの理論を紹介している⁷⁾。また、M・J・エリスは、古典・近代・現代とカテゴライズしたうえで、各段階の主要な仮説を紹介し、問題点を示したうえで、自身の遊びの総合理論を示している⁸⁾。次に、遊びの分類に関する研究では、遊びの特徴の定義、および、その特徴に基づく分類が主たる研究領域とされる。この分野の代表的研究者としてホイジンガ、カイヨワがあげられる。カイヨワはホイジンガの遊びの特徴に関する定義⁹⁾をふまえ、遊びを(1)自由な活動、(2)隔離された活動、(3)未確定の活動、(4)非生産的活動、(5)規則のある活動、(6)虚構の活動と定義している。また、カイヨワは遊びの分類として、Agon(試合、競技)、Alea(サイコロ、賭け)、Mimicry(真似、模倣、擬態)、Ilinx(眩暈)の4要素をあげ、すべての遊びはこれらのいずれかの役割が優位を占めているとした¹⁰⁾。最後に、教育心理学・発達心理学における遊びの意味・役割に関する研

[†] 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科
Graduate School of Media and Governance, Keio University

究とは、幼年時代における子供の遊びについての、教育過程および発達過程における影響に関する研究である。代表的研究者として、J・ピアジェ¹¹⁾、ヴィゴツキー¹²⁾、エリコニン⁷⁾があげられる。

一方、エンタテインメントの定義であげた、その目的としての楽しさに関して、心理学・社会学の立場から研究が行われている。心理学者チクセントミハイは、ヒトが楽しさを覚える状態を Flow と定義し、その形式的特徴を Flow 理論としてモデル化した^{13),14)}。Flow 理論は 8 つの項目から構成され、(1) 達成可能な課題、(2) 注意集中、(3) 明確な目標、(4) 明確なフィードバック、(5) 行為や環境の統制、(6) 没入感、(7) 体験後の強い自己感覚、(8) 時間の経過の間隔の変化、をその特徴とする。

また、コンピューティングの領域では、エンタテインメントコンピューティングだけではなく、Funology と呼ばれる領域もまた、ヒトに楽しさを提供することを目的とする。Funology は、The Science of Enjoyable Technology と定義され¹⁵⁾、Malone の UI (User Interface) 設計論¹⁶⁾をその起源とする。Funology は、HCI (Human Computer Interaction) の観点から論じられることから、エンタテインメントコンピューティングの領域と重複関係にある。

本論文では、上記のエンタテインメントの定義に基づき、参加する対象を楽しませることを目的とする遊びのためのコンピューティング領域を、エンタテインメントコンピューティングと定義する。そして、楽しさを提供する、という目的に即した遊びのためのシステムをエンタテインメントシステムと定義する。遊びの定義については、カイヨワの掲げた 6 つの形式的特徴に順ずるものとする。

エンタテインメントシステムにおいても、コンピューティングであるがゆえにインタラクションは不可欠である。コンピューティングによりユーザに楽しさを提供すること、とは、インタラクションを通じてユーザに楽しさを提供すること、と換言できる。インタラクションデザインは、コンピュータのインタフェースと同様の歴史を持ち、様々な手法が提唱されてきた。まず、ユーザビリティに主眼を置いたインタラクションデザイン手法として、User-centered-design を支持するための Scenarios¹⁷⁾、Use Case¹⁸⁾、Prototype¹⁹⁾などがある。これらの手法の問題点を指摘し、システムの動作をユーザの観点から包括的に記述する MoLIC と呼ばれるインタラクションデザイン手法が提唱されている²⁰⁾。また、Norman は、Gibson によって提唱されたアフォーダンス²¹⁾を、インタフェースの分析

に用いただけでなく、インタラクションデザインに応用することを提唱した²²⁾。Gaver もまた、アフォーダンスに注目し、コラボレーションシステムの構築にその概念を応用し、インタラクションデザインを行った²³⁾。さらに Dourish は、インタラクションモデルの歴史について述べたうえで、Action と Meaning の関係を模索した現象学における思考方法をインタラクションデザインに取り入れ、embodiment をインタラクションの中心に置くべきであると提唱している²⁴⁾。これらすべての手法は、ユーザ中心のデザイン手法にとどまり、ユーザに楽しさを提供するデザイン手法ではない。

現在のエンタテインメントコンピューティングの領域では、エンタテインメントシステムの定義・分類に関する研究や、個々のエンタテインメントシステムに関する設計論に関する議論にとどまり、ユーザに楽しさをいかに提供するか、楽しさを提供するインタラクションモデルはいかなるものか、という議論はなされるに至っていない。Funology の領域においても、HCI デザインにおける pleasure や fun に対する興味は増しているものの、楽しさとは実際に何なのか、あるいは、どのようにして製品やプロセスの中で扱われるのか、という点についての共通理解がない、とされる²⁵⁾。

本論文では、このような状況に対し、エンタテインメントシステムにおいて、ユーザが楽しさを得るための仕組みとして、創造・発見・遷移の 3 つのインタラクションモデルを提案する。第 1 に、創造のインタラクションとは、ユーザの身体動作をとまなう入力行為により、システムが五感に対する直接的な感覚刺激を出力するモデルである。第 2 に、発見のインタラクションとは、ユーザの身体動作をとまなう入力行為の 1 つ 1 つを単純化したうえで、システムが入力行為の組合せにより多様な出力結果をもたらすモデルである。第 3 に、遷移のインタラクションとは、ユーザの連続する動きを入力行為としたうえで、システムがそれらに対応した線形の出力を行うモデルである。なお、本論文では、ユーザが得る楽しさの状態を Flow 理論に求める。3 つのインタラクションモデルをシステムに導入し、Flow 理論の 8 つの構成要素を満たすことでユーザが楽しさを得る、と仮定する。

次章では、チクセントミハイの Flow 理論、ならびに Flow 理論に基づくコンピューティング領域での研究事例について述べる。3 章では、本研究で提案する楽しさのための 3 つのインタラクションモデルについて、その着想と詳細について関連研究をあげつつ述べ、実現モデルを提示する。4 章では、3 つのインタラク

表 1 Flow 経験の構成要素—原文および対訳

Table 1 Constituent elements of Flow—original sentences and paginal translations.

構成要素	対訳
(1) a task that can be completed.	達成可能な課題
(2) the ability to concentrate on the task.	タスクへの集中
(3) that concentration is possible because the task has clear goals.	明確なゴール
(4) that concentration is possible because the task provides immediate feedback.	直接的なフィードバック
(5) the ability to exercise a sense of control over actions.	行為の統制
(6) a deep but effortless involvement that removes awareness of the frustrations of everyday life.	没入感
(7) concern for self disappears, but sense of self emerges stronger afterwards.	体験後の自己感覚の強化
(8) the sense of the duration of time is altered.	時間の経過感覚の変化

ションモデルを適用して開発したエンタテインメントシステムを2点取り上げ、それらのシステムにおける楽しさの評価を行う。そして、モデル間の対照実験を行い、モデルの有無とユーザの楽しさについて検証し、3つのモデルの有効性について述べる。最後にまとめを述べる。

2. 楽しさの状態

ヒトは古来より哲学を中心に楽しさとは何か、という問題について議論を重ねてきた²⁶⁾。心理学者チクセントミハイは、オントロジカルな議論を避け、楽しさを覚える状態をFlow理論としてモデル化した。本章では、チクセントミハイのFlow理論の概要について説明したうえで、Flow理論に基づく研究事例を紹介する。

2.1 Flow理論

チクセントミハイは、数十年にわたって数千人に対してのロングインタビュー、アンケート、対話をもとに、ヒトが楽しさを覚える状態について研究を行った。前期では、芸術家、競技者、音楽家、チェスの名人、外科医といった数百人の熟達者を対象とし、後期では、日常生活を営む一般のヒトを対象として、最も楽しいと覚えるとき、どのように感じていたかについて体系的な調査を行った。調査は世界各地で行われ、異なる活動にもかかわらず、類似した表現で記述されることが分かった。また、社会的地位、人種、性別にかかわらず、楽しさを覚える状態は同じであることが分かった。チクセントミハイは、これらの結果をもとに、Flowを以下のように定義し、Flow経験の構成要素を8項目に体系化した(表1)。また、チクセントミハイは、ヒトの能力とタスクにともなう挑戦が適切なレベルで調和する際に、最適経験をもたらすことを示した。

Flow is an experience “so gratifying that people are willing to do it for its own sake, with little concern for what they will get out of it, even when it is difficult or dangerous”

2.2 Flow理論に関する研究事例

コンピューティングの領域において、Flow理論に基づく研究事例が90年代後半より行われている。HCIの領域では、The Flow Principle in Interactivityにおいて、PolaineはフィジカルインタラクションがFlowの心理学的、現象学的経験を向上すると主張した²⁷⁾。しかし、ここではインタラクション構築手法が断片的に提示されているのみで、モデル化はなされておらず、客観的評価も乏しい。

また、エンタテインメントコンピューティングの領域での研究事例として、SweetserらのGame Flowがある²⁸⁾。Sweetserらは、従来のGame評価手法が楽しさよりもユーザビリティに焦点を当てていることを指摘したうえで、Flow理論を構造的に用い、従来のゲーム評価手法の評価法を統合し、楽しさに関する正確なモデルを構築している。Flow理論の8つの項目をふまえ、Concentration, Challenge, Controll, Clear Goals, Feedback, Immersionの項目を設定し、新たにSocial Interactionを構成要素に追加している。

そのほかの事例として、Vassらによる問題解決における創造性支援を目的としたworkflowの適用²⁹⁾。Jenningsによる商用ウェブサイト構築のためのフレームワークでのFlow理論の適用³⁰⁾、Patchtらによるインタラクティブ音楽環境における楽しさを評価するためのFlow理論の利用³¹⁾。Artsによる、コンピュータがQOL(Quality of Life)にもたらす影響についてのFlow理論を用いての評価³²⁾がある。

3. 仮説—3つのインタラクションモデル

本論文では、Game FlowにおいてSweetserらが用いた手法と同様に、ユーザ評価において、Flow理論の8つの構成要素に基づく評価基準を満たす場合、ヒトが楽しさを覚える状態である、と仮定する。そして、楽しさを提供するための仕組みとして、3つのインタラクションモデルを仮説として提案する。これら3つのモデルを複合的に組み込むことにより、エンタ

テイメントシステムにおいて、ユーザは楽しさを獲得することができるかと仮定する。なお、Sweetserらは、評価手法そのものの評価を行うべく、類似する2つのオンラインゲームを用い、実際の売れ行きと評価結果の整合性に基づいて、評価手法そのものの有効性を示した。しかし、本論文では、評価手法の評価ではなく、楽しさを得るための詳細設計手法に関する評価であることから、またシステムそのものの特性を決定する重要なファクタについて高い類似性を持ったシステムが存在しないことから、評価における比較対象を設定することなく、対象とするシステムそのものの純粋な楽しさについて検証する。

以下では、各モデルについての着想、詳細を述べたうえで、同様のモデルを持つ研究事例について述べる。なお、各節で取り上げる事例は、本論文で提案する複数のモデルをあわせ持つ場合がある。この場合、最も顕著な要素に基づき、当該節で取り上げることとした。なお、各モデルの共通要素として、インタラクションの中心にユーザの身体動作を採用した点があげられる。ここでの身体動作とは、マウス、キーボードなどの使用に基づく限定的な身体動作ではなく、腕を振る、手を回すなど、ヒトの日常行為の所作に基づく自然な身体動作を指す。

3.1 創造のインタラクション

エンタテイメントシステムにおけるインタラクションにおいてユーザが楽しさを得るための第1のモデルとして、創造の要素を採用する。創造の概念は、道具を使ってモノを作りだす、という人間が古来より持つ、最も原始的な楽しさを得る手段に基づき、着想したアイデアである。約15,000年前に描かれたラスコーの壁画³³⁾は、人類最古の道具を使ったArtといわれ³⁴⁾、人間が生命維持のために必要ではない活動をしていたことを示している。この壁画のように、古来ヒトは身体的に道具を用いて新たなモノを作りだし、楽しさを得たと考える。このモデルから導き出される創造のインタラクションの実現モデルを以下のように定義する。

- インタラクションの入力過程において、ユーザの身体動作をともなう入力行為であること。
- インタラクションの出力過程において、五感に対する直接的な感覚刺激を出力すること。

ユーザは、このインタラクションモデルにより、自身の入力行為に応じて、サウンドやイメージ、あるいは、光といった、具体的に知覚可能な刺激を作りだす行為を通じて楽しさを得る、と仮定する。

近年のCHI, SIGGRAPH Emerging Technologies

などの国際会議では、斬新なインタフェースを有し、創造のインタラクションモデルを用いて分析可能な研究事例が存在する。I/O Brush³⁵⁾は、子供を対象とした描画デバイスである。ユーザはブラシ型デバイスを用いて、実空間上の色、テクスチャ、パターンをピックアップするという入力行為を通じて、身の回りにお気に入りのパーツを用いてペインティングが可能である。Moving Pictures³⁶⁾は、子供を対象としたコラボレーションによる動画制作・編集システムである。ユーザは、専用デバイスでのムービー・サウンドの撮影、およびIDタグ内蔵tokenの並べ替えによる入力行為を通じて、自由に映像を創造可能である。TENORI-ON³⁷⁾は、16×16のグリッド型LED内蔵スイッチの操作により、音と光をリアルタイム生成するデバイスである。ユーザは、スイッチの操作という入力行為を通じて、直感的・視覚的にサウンドシーケンスを生成することが可能である。The Music Table³⁸⁾は、AR(Augmented Reality)技術を利用した、サウンド生成・可視化システムである。ユーザは、テーブル上のカードの3次元的操作という入力行為を通じて、サウンド生成およびサウンドイメージの可視化が可能である。

3.2 発見のインタラクション

次に、エンタテイメントシステムにおけるインタラクションにおいてユーザが楽しさを得るための第2のモデルとして、発見の要素を採用する。発見の概念は、アナログの玩具である、LEGO³⁹⁾をもとに着想したアイデアである。LEGOでは、単一のオブジェクト(ブロック)について、形状および接合に関する構造上のルールを有する。ユーザは、このルールに基づき、オブジェクトを組合せ、自分のお気に入りの組合せ(構造)を発見していく。誰しも幼年時代に一度はLEGOに触れ、時間を忘れて遊んだ記憶があるだろう。このLEGOモデルから導き出される発見のインタラクションの実現モデルを以下のように定義する。

- インタラクションの入力過程において、ユーザの身体動作をともなう入力行為の1つ1つがシンプルであること。
- インタラクションの出力過程において、1つ1つのシンプルな入力行為に対する出力を組み合わせることにより、多様な結果をもたらすこと。

ユーザは、このインタラクションモデルにより、自身の入力行為に応じた様々な結果と組合せを自発的に発見するプロセスを通じて楽しさを得る、と仮定する。

電子回路を組み込んだLEGOであるMind Storm⁴⁰⁾はいうまでもなく、エンタテイメントコンピューティ

ング領域において、発見のインタラクティブモデルを用いて分析可能な研究事例が存在する。bYOB⁴¹⁾は、ファブリックブロックで構成される、モジュラーテキストスタイルシステムである。ユーザは、LCD ブロック、発光ブロックなどの出力ブロック、光センサブロック、通信ブロックを組み合わせ、思いどおりにインタラクティブな材料を構築可能である。Block Jam⁴²⁾は、ブロックインタフェースによるインタラクティブミュージック生成システムである。すべてのブロックにはループサウンドが内蔵され、シーケンスの方向、テンポ、サウンドサンプルを自由に組み合わせ、ユーザは思いどおりにサウンドを構築可能である。Topobo^{43),44)}は、動作を記憶させ再生可能とする Kinetic Memory を持つアクティブモジュールと構造用のパッシブモジュールで構成される、3次元構造アセンブリシステムである。ユーザは、自由にモジュールを組み合わせ、様々な動きを記憶させ再生して楽しむことが可能である。ActiveCube⁴⁵⁾は、キューブ型インタフェースによる、3次元モデル生成システムである。ユーザは、実空間上のインタフェースを自由に組み合わせることで、類似したモデルを仮想空間上に生成し、ストーリーテリングシステム上のバーチャルオブジェクトとのインタラクティブを楽しむことが可能である。

3.3 遷移のインタラクティブ

最後に、エンタテインメントシステムにおけるインタラクティブにおいてユーザが楽しさを得るための第3のモデルとして、遷移の要素を採用する。ヒトが原始から持つ感覚に基づく創造の概念、ヒトの幼年時代の感覚に基づく発見の概念は、元来コンピュータテクノロジーに依存しないモデルである。これらとは異なり、遷移はコンピュータシミュレーションによって初めて可能となるモデルである。最も単純なインタラクティブの形式は、ヒトの入力行為に対する0あるいは1の信号について、システムが0→A、あるいは1→Bという単純な結果を提示するモデルである。この場合、ユーザは0か1の2通りの選択肢を持つにすぎない。これに対し、遷移のインタラクティブとは、ヒトの自然な動作を入力行為として採用したうえで、システムがその流れるような所作の動きの量を入力行為として解釈し、一定時間内の動きの量に基づいた線形の出力を行うモデルである。このプロセスにおいては、連続する動きの軸をTとおいた場合、ある時点tと連続する時点t+1でユーザが異なる動態を示すならば、出力結果が異なるだけでなく、各時点の結果どうしの線形補完を行ったうえで連続的に出力を行う。このモデルから導き出される遷移のインタラクティブの実現モデルを

以下のように定義する。

- インタラクティブの入力過程において、任意の一定時間内でのユーザの連続する動きを入力行為とする。
- インタラクティブの出力過程において、任意の一定時間内でのユーザの連続する動きに対応した線形の出力を行う。

ユーザは、このインタラクティブモデルにより、自身の連続する入力行為に応じた様々な結果を動的に体験するプロセスを通じて楽しさを得る、と仮定する。

任意の時間軸にとまない、ヒトの動きの量を的確に解釈し、動的な遷移のインタラクティブモデルを用いて分析可能なエンタテインメントシステムの研究事例が存在する。Messa di voce⁴⁶⁾は、ユーザの位置情報と音声情報を用いたリアルタイム・インタラクティブ・パフォーマンスシステムである。ユーザの発する音声の強弱により、音情報がオブジェクトとして位置情報に基づき動的に視覚化され、かつオブジェクトとのインタラクティブが可能である。Body-Brush⁴⁷⁾は、3次元空間上のユーザの位置情報を3D画像と音に変換する、セラピー用のインタラクティブ描画システムである。描画モードでは、壁に取り付けられた画面にユーザの走行パターンを示す線が表示され、加速によって画像の色調や形状が変化する。Thermo-Painter⁴⁸⁾は、接触平面上の温度変化を利用した、同時多点入力型インタラクティブ描画システムである。ユーザは、湯や息など温度を持つ材料を入力に用いることで、放熱効果を利用した動的な描画を行うことが可能である。Laser Trail Tracker⁴⁹⁾は、レーザーポインタを入力デバイスとして用いたリアルタイム映像生成システムである。ユーザの操作するレーザーポインタの高速移動時の軌跡の形状認識および動きの追跡に基づく連続的な映像効果生成により身体性の高いパフォーマンスが実現可能である。

4. 仮説検証のためのシステム

本論文で提案する、エンタテインメントシステムにおいてユーザが楽しさを得るための、創造・発見・遷移のインタラクティブモデルを用いて設計したシステムの評価を通じて、仮説の有効性について検証を行う。仮説の検証に用いるシステムはSuirin⁵⁰⁾、MYSQ⁵¹⁾の2点である。Suirinは、4感を刺激し、ユーザに楽しみながら癒しの経験を提供するインタラクティブ・ファニチャーである。対象ユーザとして、1人を想定して設計を行った。複数でのプレイは可能であるが、コラボレーション機能を特別に設けてはいない。MYSQ



図 1 Suirin とユーザ
Fig. 1 Suirin with users.



図 3 Suirin 内部構造
Fig. 3 Internal construction of Suirin.

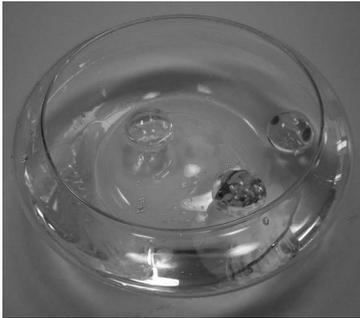


図 2 浮玉/フローティングプレート
Fig. 2 Ukidama and a floating plate with water.

は、ユーザの身体動作をパラメータ化し、ユーザ自身の映像を素材とした、オリジナルプロモーションムービーを制作可能なシステムである。対象ユーザとして、1人～3人程度の少人数を想定して設計を行った。複数人でのプレイを想定し、コラボレーション機能を採用している。以下、各節では、概要、インタラクションモデルの適用手法、評価について述べる。

4.1 Suirin

4.1.1 概要

Suirin (図 1) は、日本古来の伝統工芸品である浮玉 (図 2) と風鈴、そしてそれらがもたらす空間をデジタルによって拡張した、インタラクティブ・ファニチャーである。人間の 4 つの感覚—触覚、聴覚、視覚、嗅覚—を刺激し、拡張現実感 (Augmented Reality) による癒しの Soundscape を提供することを目的としている。

Suirin のインタフェースは、水と浮玉である。スタンディングテーブル型筐体内部に、ガラス製の半球形の器を組み込み、器の中に水を入れる。器の周囲には 4 つのピンマイクと 4 つの LED パネルを内蔵している (図 3)。器の中で浮玉をはじめとする様々なオブジェクトをユーザ自身が操作し、音を奏でることによ

り、様々な虫の音を生成することができる。

虫の音を生成するために、まず器の中で紡ぎだされる音を、ピンマイクによりサンプリングする。マイクでサンプリングされた音は、FFT (Fast Fourier Transform) により、器の中の水の音とガラスの音のみにフィルタリングされる。続いて、グラニューラシンセシスによりサウンドデータを粒子化し、再合成を行い、周波数を 3 分割したのち、それぞれに対し異なるスペクトラルディレイを施すことにより、虫のさえずりに似たサウンドをリアルタイム生成することが可能となる。ユーザの音の奏で方によりサウンドの生成パラメータが変化し、様々な虫がさえずっているかのような Soundscape を構築可能である。

また、音像の構築方法はサンプリング時の音の定位に基づく。隣接するピンマイクどうして連続する入力レベルを比較することにより、音の向きを判定可能である。したがって、器の中で手を時計回りに回すと、音像もまた時計回りに移動する。このような水の中で奏でられる音のサンプリングから実空間への再提示というプロセスと、水の動きと音の動きのシンクロにより、水を操作していると同時に水の中にいるかのような錯覚をユーザに覚えさせることを狙いとしている。

同時に、スピーカの出力レベルとシンクロナイズした、器の側面に据え付けられた LED パネルのライトブルーからライトグリーンへの明度変化と、器の中央から生じる霧により、幻想的な空間を演出し、現実との遊離感をユーザに覚えさせることを狙いとしている。

このように、Suirin を操作する行為を通じて、水の操作による触覚、音の生成による聴覚、色の変化による視覚、霧のにおいによる嗅覚を刺激し、癒しの体験を提供することを目指した。

4.1.2 インタラクションモデルの適用手法

第 1 に、創造のインタラクションモデルに基づき、ユーザの手による水、あるいはオブジェクトの操作を

表 2 アンケートでの質問項目および Flow 構成要素との対応関係
Table 2 Elements of questionnaires and relation to constituent elements of Flow.

質問項目	Flow 項目
Q1. あなたは Suirin を体験して癒されましたか？	達成可能な課題
Q2. (Q1 ではいと答えた人のみ) Suirin の提示する 4 つの感覚のうち、どの感覚を通じて癒されましたか？ (複数回答可)	
Q3. (Q2 で複数回答した人のみ) 上記の回答のうち、どれに最も癒されましたか？	体験後の自己感覚の強化
Q4. (Q1 ではいと答えた人のみ) プレイ終了後、の現在においても、印象的な(記憶に残っている)感覚はどの感覚ですか？(複数回答可)	
Q5. Suirin のプレイに集中できましたか？	タスクへの集中
Q6. 音や光をコントロールしている感覚がありましたか？	行為の統制
Q7. 4 つの感覚を通じて癒しの体験を得る、という目的は分かりやすかったですか？	明確なゴール
Q8. 音や光の変化は分かりやすかったですか？	直接的なフィードバック
Q9. プレイにのめりこむ感覚(没入感)を得ましたか？	没入感
Q10. プレイ中、時間の経過の感覚の変化は起こりましたか？	時間の経過感覚の変化

通じての、虫のさえずりの生成と光の生成のインタラクションを導入した。手による直感的な操作により、身体感覚をともなった音と光のインタラクションを創造する楽しみを享受できる。

第 2 に、発見のインタラクションモデルに基づき、ガラスの音と水の音のみをサンプリングの対象としたうえで、器の中で音を奏でると、生成されたサウンドが実空間へ再提示される、というシンプルなルールを設定した。そのうえで、オブジェクトの MATERIAL や音の鳴らし方を起因とする周波数の変化、および音の大きさの変化に応じて、生成されるサウンドが多様性をもって変化するように設定した。これらにより、ユーザは単純なルールに基づき、自らが気に入りのサウンドを発見していく楽しみを享受できる。

第 3 に、遷移のインタラクションに基づき、器の中での連続するユーザの手の動きを、サラウンドシステムとしてインタラクションデザインに取り入れた。Suirin では、任意の一定時間を 500 msec とし、500 msec ごとに隣接するピンマイクどうしのインプットレベルを判定し、各レベルの比較に基づきサラウンドを構築する。すなわち、入力レベルが $A > B$ の場合、 A を基点としたサウンドの向きを構築し、500 msec 維持する。これらにより、ユーザは手のインタフェースの操作に対応した音の遷移を通じて、楽しみを享受できる。

4.1.3 評価

Suirin におけるユーザの楽しさを評価するために、Flow 理論に基づいて作成したアンケートを実施した。アンケートは Laval Virtual Revolution 2006⁵²⁾ 会場で、Suirin を初めて体験したユーザに協力を依頼した。有効回答者数は 50 名で、回答者は、Virtual Reality に従事する研究者、学生であり、平均年齢は、29.47 歳、性別は、男性：63.8%、女性：36.2%であった。アンケート項目を表 2、結果を図 4 に示す。

アンケート結果から、若干 50%を上回った問 10 を除くすべての項目で大多数の肯定的な評価を得たことが分かる。Flow 理論の 8 つの構成要素に基づく評価基準を満たすことから、ユーザは総じて楽しさを覚えていたと推測できる。

個別項目に関する考察として問 2~4、問 10 について述べる。問 2、3 について、本システムでは、手の動きにより音を生成し、操作することを体験の主眼としていたことから、触覚よりも聴覚が上回ると予測したにもかかわらず、逆の結果を得た。しかし、体験後では、聴覚刺激が優位を示す結果となった(問 4)。問 10 では、肯定的な意見が 52%にとどまり、期待した結果が得られたとはいいがたい。問 2、3 の結果をふまえると、プレイ中は触覚に注意が集中していることから、聴覚・視覚による没入感を高めるインタラクションが効果を得なかったと考えられる。水などの特殊なインタフェースを用いる場合、その特殊性のあまり、ユーザの注意がインタラクションによって生成される視覚・聴覚刺激よりもインタフェースに向けられる恐れがあることが分かる。

4.2 MYSQ (My Style So Quiet!)

4.2.1 概要

MYSQ (図 5) は、ユーザの身体動作によりユーザ自身のオリジナルプロモーションムービーを制作でき、制作したムービーを携帯電話を通じて友人と共有可能なエンタテインメントシステムである。

MYSQ では、2.5 立方メートルの筐体を用い、ユーザの筐体内での身体動作をパラメータ化し、そのパラメータをもとに、筐体内のカメラからキャプチャされた自身の映像に対し映像処理を行う。このプロセスを通じて、ユーザは楽しみながら自分のオリジナルプロモーションムービーを制作できる。また、制作したムービーは、携帯電話を通じて、友人・知人と共有するこ

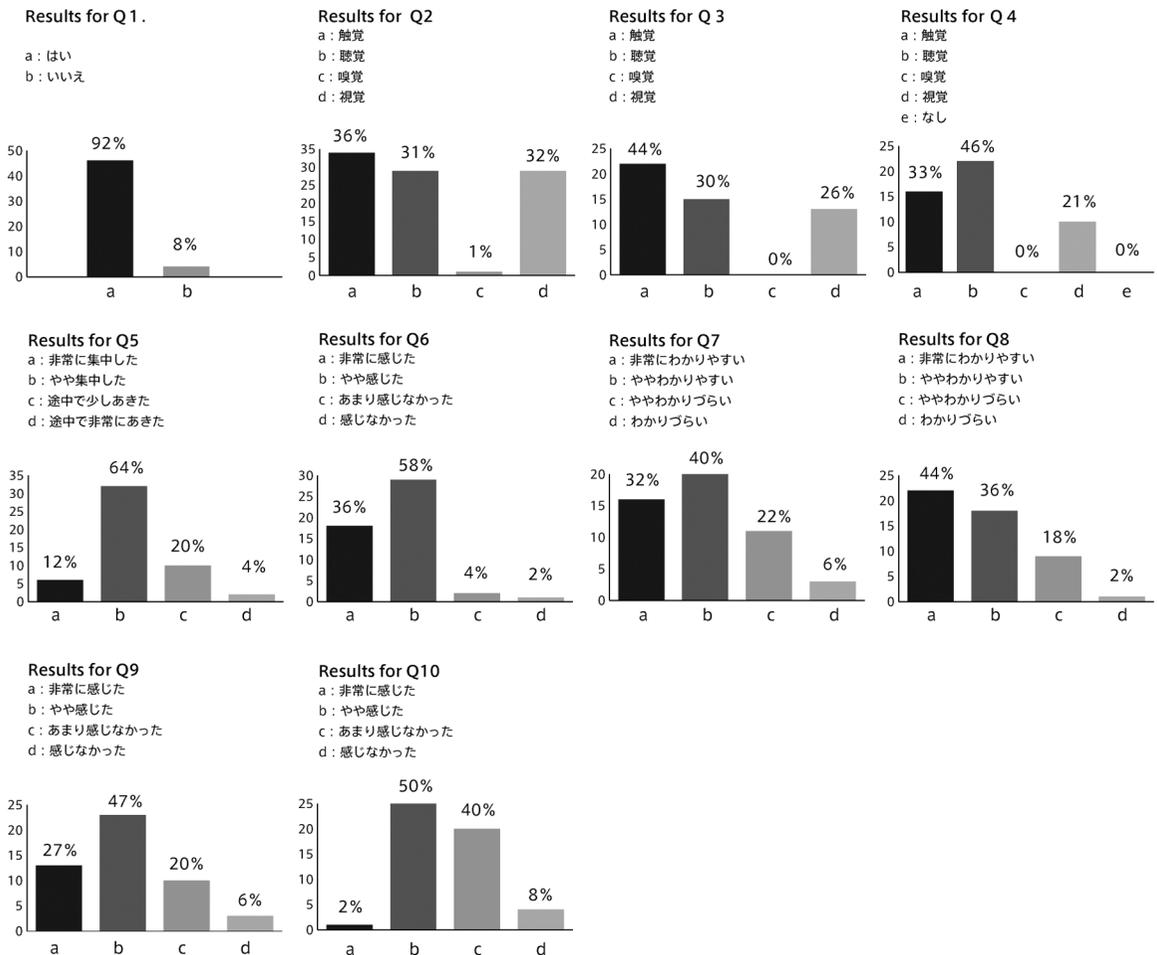


図 4 Suirin アンケート結果

Fig. 4 Results of questionnaires about Suirin.



図 5 MYSQ 概観

Fig. 5 Overview of MYSQ.

とが可能である。ムービーを制作する過程では、プレイ中のユーザ同士の制作を通じてのコミュニケーション、さらに、プレイ中の筐体内に存在するユーザと筐体周囲に存在する潜在的なユーザである視聴者との間

接的なコミュニケーションが成立する。加えて、プレイ終了後、友人・知人と作成したコンテンツを共有することで、時間と場所が異なる相手とのコミュニケーションが成立する。これら 3 つのコミュニケーションを、コンテンツ・クリエイションの過程と結果によって実現するシステムが MYSQ である。

MYSQ では、ユーザはサウンドと映像エフェクトを生成可能である。映像処理・音響処理に用いるパラメータは、筐体内のユーザの身体動作から取得する。ここでの身体動作とは、特に足の動きと腕の動きを指す。人間の日常生活において、最も使用頻度が高い部位をセンシングの対象とすることで、MYSQ を初めて経験するユーザであっても手軽に操作を行うことが可能である。足の動きは筐体底部のフットスイッチ(図 6)を用いてセンシングし、映像エフェクトおよびサウンドトラックの選択に用いる。腕の動きは、オリジナル MYSQ リング(図 7)と画像処理を用いて処



図 6 フットスイッチ

Fig. 6 Foot switches on the bottom.

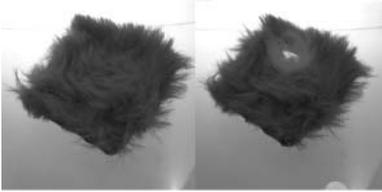


図 7 MYSQ リング

Fig. 7 MYSQ ring—left: off/right: on.

理し、映像エフェクトのパラメータの決定に用いる。筐体前面に設置されたデジタルビデオカメラからの映像と画像処理技術を用いて、MYSQ リング内 LED の色情報と輝度情報を、2次元平面上の座標点としてアプリケーション上で検出し、200 msec ごとにユークリッド距離を用いて、動きの量を算出する。ここで得た座標点と動きの量をエフェクトのパラメータとして使用する。

4.2.2 インタラクションモデルの適用手法

第 1 に、創造のインタラクションモデルに基づき、ユーザの足の動き、腕の動きを通じての、サウンドと映像エフェクトのインタラクションを導入した。日常生活において使用頻度の高い部位による直感的な操作により、身体感覚をともなった音と映像のインタラクションを創造する楽しさを享受できる。

第 2 に、発見のインタラクションモデルに基づき、映像エフェクトの起動とサウンドトラックの再生をフットスイッチにより決定し、腕の動きに合わせて映像エフェクトを生成する、というシンプルなルールを設定した。そのうえで、ステップの刻み方、スイッチの組合せ、腕の動かし方に応じて、生成されるエフェクトが多様性をもって変化するように設定した。これらにより、ユーザは単純なルールに基づき、自らが気に入りのエフェクトを発見していく楽しさを享受できる。

第 3 に、遷移のインタラクションに基づき、連続するユーザの腕の動きの量を、エフェクトのパラメータとしてインタラクションデザインに取り入れた。MYSQ では、任意の一定時間を 200 msec とし、200 sec ごと

のフレーム間の MYSQ リングの位置情報に基づき、ユークリッド距離を用いて、動きの量を検出し、エフェクトのパラメータとして利用している。すなわち、任意のフレーム間 $P_{n-1} \rightarrow P_n$ において取得した動きの量の値 D_n を次の連続するフレーム間 $P_n \rightarrow P_{n+1}$ において適用する。かつ、 D_n から D_{n+1} までの差分を線形補完する。これらにより、ユーザは腕の動きに対応した映像エフェクトの遷移を通じて、楽しみを享受できる。

4.2.3 評価

MYSQ のゲームとしての楽しさを評価するために、ユーザアンケートを実施した。アンケート項目は、Flow 理論をゲーム評価に拡張した Sweetser らの Game Flow²⁸⁾ の 8 項目に基づき作成した。以下に Game Flow の各項目を示す。

Concentration: Games should require concentration and the player should be able to concentrate on the game.

Challenge: Games should be sufficiently challenging and match the player's skill level.

Player Skills: Games must support player skill development and mastery.

Control: Players should feel a sense of control over their actions in the game.

Clear Goals: Games should provide the player with clear goals at appropriate times

Feedback: Players must receive appropriate feedback at appropriate times.

Immersion: Players should experience deep but effortless involvement in the game.

Social Interaction: Games should support and create opportunities for social interaction.

上記項目からなる Game Flow は、オンラインゲームに対しその有効性が示されており、MYSQ のようなクリエイションに基づくゲームに正確に適用することが困難である。そのため、上記特長をふまえてオリジナルの質問項目を作成した。表 3 に、その質問文と狙い、Game Flow の該当項目を示す。今回のアンケートは、提案するシステムを常設展示中の KDDI DESIGNING STUDIO⁵³⁾ への来場者で MYSQ を初めて体験したユーザに協力を依頼した。有効回答者数は、110 名、平均年齢は 18.72 歳、性別は、男性：35.5%、女性：64.5%であった。アンケート結果を図 8 に示す。

13 の項目からなるアンケートのうち、Concentration, Control, Clear Goals, Feedback, Immersion

表 3 MYSQ アンケートでの質問項目, 狙い, Game Flow との対応関係
Table 3 Elements of questionnaires, aims and relation to constituent elements of Game Flow.

質問項目	狙い	Game Flow
Q1. プレイに集中できましたか?	30 秒間のプレイに対し, 集中できたかどうか, 飽きなかったかどうか.	Concentration
Q2. 映像制作やダンスの経験がありますか?	提案するシステムに映像制作やダンスの経験があれば, その経験を生かすことができたか.	Challenge, Players Skills
Q3 (Q2 で a~c と答えたユーザのみ回答) MYSQ でこれらの経験を生かしましたか?	また, それらの経験がなくてもゲームそのものを楽しめたか.	
Q4 (Q2 で d と答えたユーザのみ回答) プレイを楽しめましたか?	ゲームに関係するプレイヤーの背景の有無を適切にシステムに反映させることができたかが本設問の狙いである.	Control
Q5. 映像や音楽をコントロールしている感覚がありましたか?	ユーザが自由にエフェクトをコントロールできたか.	
Q6. 友達に送るためのかわいい/かわいいプロモーションビデオを作るという目的は分かりやすかったですか?	提案するシステムのコンセプトの分かりやすさ.	Clear Goals
Q7. 体の動きにあわせて映像エフェクトが現れましたか?	身体の動きにあわせて適切な映像エフェクトが生成されているか.	Feedback
Q8. プレイ中, ゲームにのめり込む感覚がしましたか?	プレイ中の没入感について.	Immersion
Q9. 複数でプレイしましたか?	コンピュータによるコラボレーション, 従来型のコラボレーションのどちらに重点を置いたかについて. 生成したコンテンツをダウンロードし, 友人・知人とやりとりしたかについて.	Social Inter- action
Q10 (Q9 で a と答えたユーザのみ回答) エフェクトのパラメータとダンスの動きのどちらを意識してプレイしたか?		
Q11. MYSQ ムービーをダウンロードしましたか?		
Q12. (Q11 で a, b と答えたユーザのみ回答) 友達に MYSQ ムービーを送りましたか?	また, 過去のムービーの交換の経験の有無が, Q11, 12 と相関を形成すると仮定し, Q13 の回答を求めた.	
Q13. MYSQ を体験する以前に携帯電話でムービーを友達とやりとりしたことがありますか?		

の項目について, 過半数以上の肯定的な意見を得た.

Challenge と Player Skills に対する設問 (問 2~4) では, ダンスや映像制作といった, 提案するシステムの操作についての背景となりうる経験を持たない, 初めてプレイするユーザから過半数以上の肯定的な意見を得た. また, ダンスや映像制作などの経験のうちいずれかまたは両方の経験を持つユーザに対しては, ダンスの経験がよりプレイに有効であるとの結果を得た. しかし, ダンスや映像制作の経験を生かす手段を, ユーザの身体感覚に求め, アプリケーションレベルでの経験の反映を講じなかったことから, 経験者から肯定的な意見を十分に得ることができなかった.

Social Interaction に対する設問 (問 9~13) では, コラボレーションについては過半数以上の肯定的な意見を得た. しかし, 友人・知人へムービーを送った, あるいは送る意思があるユーザは, 50%をやや上回る程度にすぎなかった. この結果は, プレイ終了直後という状況があるにせよ, 交換するムービーのクオリティに問題があると考えられる. 特に, 画質のクオリティについてのコメントが数件あったことから, 広いユーザに視聴してもらうために選択した現状のデータ容量 (約 300 KB/約 30 秒) のコンテンツは交換に値するほどのクオリティに達していないと判断する.

これらの結果から, 背景となる経験を持つユーザのスキルへのアプリケーションへの反映, および画質の

クオリティについて改善の余地はあるものの, Game Flow の 8 つの構成要素に基づく評価基準を満たすことから, 提案するシステムについて楽しさを覚えていたと推測できる.

4.3 各モデルの有無と楽しさとの関係

4.3.1 実験内容

4.1.3, 4.2.3 項では, 各システムにおける楽しさを評価するために, Flow 理論に基づくユーザアンケートを行い, その楽しさについて検証した. これらの評価では, 各システムのもたらす楽しさについては検証されたが, 本論文で提案する, 創造・発見・遷移の 3 つのモデルから楽しさが創出されたか否かについて検証不可能である. よって, 各モデルの有効性について検証するべく, Suirin を用いて, 各モデルの有無に基づき 8 種類のアプリケーションを構築し実証実験を行った. 以下に各実験におけるアプリケーションの概要について, 音の生成, サラウンド, 光の生成の観点から示す (A: 創造, B: 発見, C: 遷移).

none (すべて含まない): インタクションを通じて音は生成されず, サラウンドでのサウンドの提示を行わない. 光は生成されない.

A (創造のみ): ガラスの音と水の音をサンプリングし, 閾値以上のレベルが検出された場合, その時点トリガとし, 虫のさえずりのサンプルを再生する. 同時に, そのトリガを起点に LED パネルの色相を变化

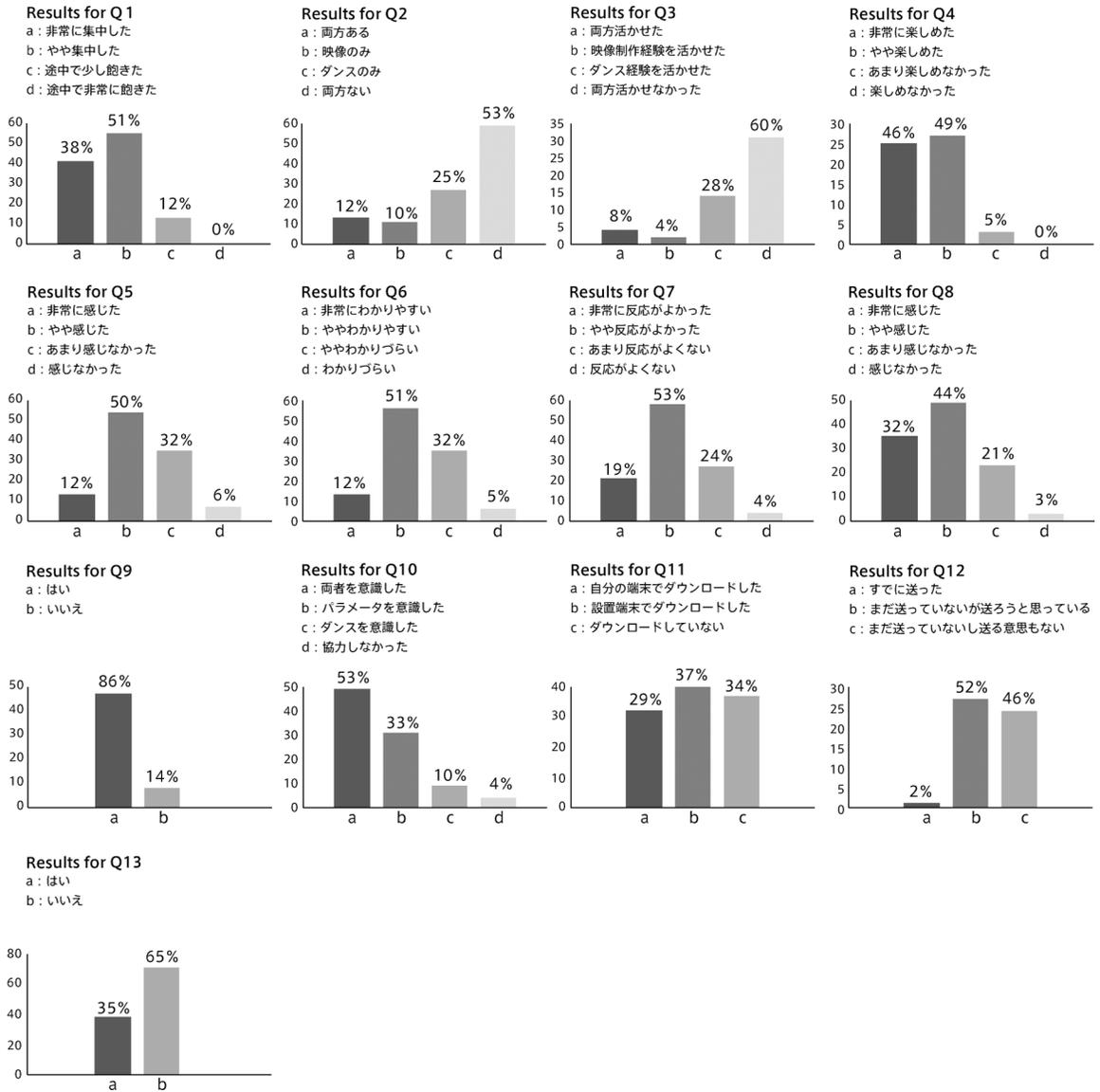


図 8 MYSQ アンケート結果
 Fig.8 Results of questionnaires about MYSQ.

させる。なお、発見のモデルを有しないため、サンプリング時のサウンドの周波数・レベルの変化に応じたサウンドの変化は起こらない。また、遷移のモデルを有しないため、サンプリング時のサウンドの入力レベルは平均化され、出力時のサラウンドでのサウンドの提示は行わない。

B (発見のみ): ガラスの音と水の音をサンプリングし、サンプリングしたサウンドの音色を保ちつつ、周波数を相対的に 3 分割したうえで、それぞれに対して異なるスペクトラルディレイを施すことにより、周波数・レベルに応じてサウンドを変化させる。なお、創

造のモデルを有しないため、虫のさえずりを生成するためのグラニューラシンセシスによるサウンドの再合成を行わず、光は生成されない。また、遷移のモデルを有しないため、サンプリング時のサウンドの入力レベルは平均化され、出力時のサラウンドでのサウンドの提示は行わない。

C (遷移のみ): ガラスの音と水の音をサンプリングし、出力時にサラウンドでのサウンドの提示を行う。なお、創造のモデルを有しないため、虫のさえずりを生成するためのグラニューラシンセシスによるサウンドの再合成を行わず、光も変化させない。また、発見

のモデルを有しないため、サンプリング時のサウンドの周波数・レベルの変化に応じてサウンドを変化させない。

A+B (創造+発見): ガラスの音と水の音をサンプリングし、周波数を相対的に3分割したうえで、グラニューラシンセシスによるサウンドの再合成を行った後、それぞれに対し異なるスペクトラルディレイを施し、虫のさえずりに似た多様なサウンドの生成を行う。同時に、LEDパネルの色相をスピーカ出力レベルに応じて段階的に変化させる。なお、遷移のモデルを有しないため、サンプリング時のサウンドの入力レベルは平均化され、出力時のサラウンドでのサウンドの提示は行わない。

B+C (発見+遷移): ガラスの音と水の音をサンプリングし、サンプリングしたサウンドの音色を保ちつつ、周波数を相対的に3分割したうえで、それぞれに異なるスペクトラルディレイを施すことにより、周波数・レベルに応じてサウンドを変化させる。出力時にサラウンドでのサウンドの提示を行う。なお、創造のモデルを有しないため、虫のさえずりを生成するためのグラニューラシンセシスによるサウンドの再合成を行わず、光は生成されない。

A+C (創造+遷移): ガラスの音と水の音をサンプリングし、閾値以上のレベルが検出された場合、その時点トリガとし、虫のさえずりのサンプルを再生する。同時に、そのトリガを起点にLEDパネルの色相を変化させる。出力時にサラウンドでのサウンドの提示を行う。なお、発見のモデルを有しないため、サンプリング時のサウンドの周波数・レベルの変化に応じてサウンドを変化させない。

all (すべて含む): ガラスの音と水の音をサンプリングし、周波数を相対的に3分割したうえで、グラニューラシンセシスによるサウンドの再合成を行った後、それぞれに対し異なるスペクトラルディレイを施し、虫のさえずりに似た多様なサウンドの生成を行う。同時に、LEDパネルの色相をスピーカ出力レベルに応じて段階的に変化させる。出力時にサラウンドでのサウンドの提示を行う。

4.3.2 実験結果

各実験では、被験者が1分間ずつSuirinを体験し、体験終了後4.1.3項で用いたものと同様のアンケートに回答する、という形式を採用した。ただし問4については、4.1.3項と異なりすべての被験者に対し回答を求めた。実験の順番は、4.3.1項で示したものと同様である。被験者は10~30代の男女18名である。実験結果を表4に示す。表4では、横軸に各実験種別

を記し、縦軸に各質問に対するサンプル数を母数とする各選択肢の回答率をパーセント表示で記した。

まず、各実験におけるFlow構成要素の達成数について検証する。モデルなし、遷移のみの場合、体験後の自己感覚の強化(問4)の1要素のみ、過半数以上の肯定的な評価を得た。創造のみの場合、体験後の自己感覚の強化(問4)、タスクへの集中(問5)、行為の統制(問6)、直接的なフィードバック(問8)、没入感(問9)の5要素について過半数の肯定的な評価を得た。発見のみの場合、達成可能な課題(問1)、体験後の自己感覚の強化(問4)の2要素について過半数の肯定的な評価を得た。創造+発見の場合、すべてのモデルを含む場合、すべての要素について過半数の肯定的な評価を得た。発見+遷移の場合、体験後の自己感覚の強化(問4)、行為の統制(問6)、直接的なフィードバック(問8)の3要素について過半数の肯定的な評価を得た。創造+遷移の場合、時間の経過感覚の変化(問10)以外のすべての要素について過半数の肯定的な評価を得た。これらの結果から、すべてのFlow構成要素を満たすモデルの適用ケースは、創造+発見、すべてのモデルを有する場合のみであったことが分かる。

また、Flow構成要素の達成率という観点から、単体のモデルおよび2つのモデルの適用によるFlow構成要素の達成率に対する影響の度合いが考察可能である。まず単体のモデルを適用する場合、創造が最も影響度が強く、遷移が最も弱いことが分かる。2つのモデルを適用する場合、創造については、遷移と結合するよりも、発見と結合する場合に、その影響が若干強く生じることが分かる。発見については、遷移と結合するよりも、創造と結合する場合に、その影響が強く生じることが分かる。遷移については、発見と結合するよりも、創造と結合する場合に、その影響が強く生じることが分かる。

続いて、すべての実験を通じて、各Flow構成要素について最も高い肯定的なポイントを示したモデルの組合せについて検証する。達成可能な課題(問1)については、創造+発見およびすべてのモデルを含む場合の両者において、94.4%のユーザが「a. はい」を選択した。体験後の自己感覚の強化(問4)については、モデルなし、遷移のみを除くすべての場合において、最も高いポイントを示した。タスクへの集中(問5)については、すべてのモデルを含む場合において、「a. 非常に高い」が50.0%を示した。行為の統制(問6)については、すべてのモデルを含む場合において、「a. 非常に感じた」が61.1%を示した。明確なゴール(問7)につ

表 4 各モデルの有無に基づく対照実験別のアンケート集計結果
 Table 4 The questionnaire results according to control experiment based on the existence of each model.

実験種別		none	A	B	C	A+B	B+C	A+C	all
サンプル数(人)		18	18	18	18	18	18	18	18
Q1	a	33.3	50.0	61.1	38.9	94.4	44.4	83.3	94.4
	b	66.7	50.0	38.9	61.1	5.6	55.6	16.7	5.6
Q2	a	41.7	28.6	26.3	46.2	27.0	33.3	35.5	35.5
	b	8.3	33.3	52.6	46.2	32.4	46.7	38.7	38.7
	c	16.7	4.8	5.3	0.0	8.2	6.7	3.2	3.2
	d	33.3	33.3	15.8	7.6	32.4	13.3	22.6	22.6
Q3	a	60.0	0.0	10.0	16.7	13.3	50.0	28.6	6.7
	b	20.0	28.6	90.0	83.3	40.0	50.0	35.7	80.0
	c	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	d	20.0	71.4	0.0	0.0	46.7	0.0	35.7	13.3
Q4	a	60.0	29.2	39.1	30.4	28.0	55.0	31.8	31.9
	b	10.0	45.8	52.2	47.8	24.0	40.0	54.6	54.5
	c	15.0	0.0	8.7	17.4	4.0	5.0	0.0	0.0
	d	5.0	25.0	0.0	0.0	44.0	0.0	13.6	13.6
	e	10.0	0.0	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Q5	a	0.0	0.0	16.6	0.0	44.4	5.5	33.3	50.0
	b	27.8	72.2	27.8	44.4	55.6	38.9	50.0	44.4
	c	50.0	22.2	55.6	33.3	0.0	38.9	11.1	5.6
	d	22.2	5.6	0.0	22.2	0.0	16.7	5.6	0.0
Q6	a	0.0	27.8	11.1	5.6	55.6	5.6	44.4	61.1
	b	27.8	6.1	33.3	22.2	44.4	61.1	50.0	33.3
	c	50.0	11.1	44.4	27.8	0.0	27.7	5.6	5.6
	d	22.2	0.0	11.1	44.4	0.0	5.6	0.0	0.0
Q7	a	0.0	0.0	0.0	0.0	22.2	5.5	16.7	27.8
	b	11.1	50.0	27.8	27.8	61.1	27.8	61.1	61.0
	c	27.8	22.2	44.4	22.2	11.1	50.0	11.1	5.6
	d	61.1	27.8	27.8	50.0	5.6	16.7	11.1	5.6
Q8	a	0.0	44.4	5.6	0.0	61.1	11.1	50.0	61.1
	b	0.0	44.4	38.8	27.8	38.9	50.0	38.9	38.9
	c	16.7	11.2	50.0	22.2	0.0	27.8	11.1	0.0
	d	83.3	0.0	5.6	50.0	0.0	11.1	0.0	0.0
Q9	a	0.0	11.1	16.7	5.6	38.9	11.2	27.8	55.6
	b	11.1	50.0	27.8	33.3	61.1	33.3	50.0	38.8
	c	38.9	38.9	38.8	27.8	0.0	22.2	22.2	5.6
	d	50.0	0.0	16.7	33.3	0.0	33.3	0.0	0.0
Q10	a	0.0	5.6	11.1	5.5	16.7	11.1	5.6	16.7
	b	5.6	16.7	27.8	16.7	38.9	27.8	33.3	44.4
	c	22.2	44.4	33.3	38.9	33.3	33.3	55.5	27.8
	d	72.2	33.3	27.8	38.9	11.1	27.8	5.6	11.1

いては、すべてのモデルを含む場合において、「a. 非常に分かりやすい」が27.8%を示した。直接的なフィードバック（問8）については、創造+発見およびすべてのモデルを含む場合において、「a. 非常に分かりやすい」が61.1%、「b. やや分かりやすい」が38.9%を同様に示した。没入感（問9）については、すべてのモデルを含む場合において、「a. 非常に分かりやすい」が55.6%を示した。時間の経過感覚の変化（問10）については、創造+発見およびすべてのモデルを含む場合において、「a. 非常に感じた」が16.7%を示したが、「b. やや感じた」の回答率では、すべてのモデルを含む場合が、44.4%を示し、創造+発見よりも高いポイ

ントを得た。これらの結果から、すべてのモデルを含む場合が、各Flow構成要素について最も高い肯定的なポイントを示したことが分かる。

以上、示したように、すべてのFlow構成要素を満たすモデルの適用ケースは、創造+発見、すべてのモデルを有する場合であったが、すべてのモデルを含む場合が、各Flow構成要素について最も高い肯定的なポイントを示したことから、3つのモデルを有するシステムが最も楽しさを提供するシステムであることが分かる。

また、本実験では、実験終了後、追加質問項目として、「フィジカルアクションによりインタラクションを

生み出すエンタテインメントシステムにおいて、ユーザはどこに楽しさを見い出すと思いますか?」という身体性とインタラクションに関する質問を行い、「a. 身体の動きそのもの、b. インタラクション、c. その他」の選択肢の中から回答を求めた。サンプル数 18 名に対し、「a. 身体の動きそのもの：11.1%、b. インタラクション：83.3%、c. その他：5.6%」という結果を得た。「b. インタラクション」を選択した回答者の理由として最も多かったものは、入力行為に対する出力結果の意外性についての意見であった。これは、自分の慣れ親しんだ動きがコンピュータシミュレーションにより、予想外の結果をもたらすところに面白さを感じていることから生じた意見であろう。一方で、慣れ親しんだ動きではない場合、その動きそのものに対して面白さを感じる場合がある、という意見があった。また、インタラクションを通じて入力動作とその結果の間にあるルールを発見することに楽しさを感じる、という意見もあった。

5. まとめと今後の課題

本論文では、エンタテインメントシステムにおいて、ユーザが楽しさを得るためのインタラクションモデルとして、創造・発見・遷移という 3 つのモデルを仮説として提案した。これら 3 つのモデルを複合的に適用したエンタテインメントシステムをデザインし、Flow 理論に基づく評価手法によりそれらの楽しさについて検証した。そして、各モデルと楽しさの相関について検証すべく、モデルの有無に基づく対照実験を行った。その結果、3 つのモデルすべてを有する場合、ユーザは最も楽しさを得ることが分かった。

本論文で提案したモデルを用いることにより、デザイナーに対しインタラクションデザインのための設計指針を提供することができると考える。とはいえ、今回の 3 つのモデルは依然マクロなレベルにある。今後は、各モデルの精密化・階層化を行うことが望ましい。精密化については、Flow 理論における最適経験をもたらすようなパラメータについての検証とその具体的な設定手法の模索を通じて行う。階層化については、3 つのモデルの中に含まれる複数の小モデルの模索を通じて行う。また、今回のモデルではエンタテインメントシステム全般を対象としたが、カテゴリを細分化し、それぞれの対象に対しより厳密なモデルを構築すべきであろう。

参考文献

- 1) ACM Computers in Entertainment (CIE). <http://www.acm.org/pubs/cie.html>
- 2) ACM SIGCHI ACE. <http://www.ace2006.org/>
- 3) ICEC. <http://www.icec2006.org/>
- 4) 情報処理学会 EC 研究会 (SIG-EC). <http://www.entcomp.org/sig/>
- 5) Entertainment from Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Entertainment>
- 6) 遊び from Wikipedia. <http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%81%8A%E3%81%B3>
- 7) エリコニン：遊びの心理学，新読書社，東京（2002）。
- 8) M・J エリス：人間はなぜ遊ぶか—遊びの総合理論，黎明書房，愛知（2000）。
- 9) ホイジンガ：ホモ・ルーデンス，中央公論新社，東京（1973）。
- 10) ロジェ・カイヨワ：遊びと人間，講談社，東京（1990）。
- 11) ジャン・ピアジェ：遊びと発達心理学，黎明書房，愛知（2000）。
- 12) ヴィゴツキー：ごっこ遊びの世界—虚構場面の創造と乳幼児の発達，法政出版，東京（1989）。
- 13) Csikszentmihalyi, M.: *Flow The Psychology of Optimal Experience*, Harper Perennial, New York (1990).
- 14) M・チクセントミハイ：フロー体験喜びの現象学，世界思想社，京都（1996）。
- 15) Blythe, M., Hassenzahl, M. and Wright, P.: More Funology, *ACM Interactions*, Vol.11, Issue 5, pp.36–37 (2004)。
- 16) Malone, T.W.: Heuristics for designing enjoyable user interfaces: Lessons from computer games. *Proc. Human factors in Computing Systems*, pp.63–68 (1982).
- 17) Carroll, J.M. (Ed.): *Scenario-based design: envisioning work and technology in system development*, John Wiley and Sons, New York (1995).
- 18) Cockburn, A.: *Writing Effective Use Cases*, Addison-Wesley Professional, Boston (2000).
- 19) Peters, T.: *The Art of Innovation: Lessons in Creativity from Ideo*, America's Leading Design Firm, Currency, New York (2001).
- 20) Paula, M.C., Silva, B.S. and Barbosa, S.D.J.: Using an interaction model as a resource for communication in design, *Proc. CHI 2005*, pp.1713–1716 (2005).
- 21) Gibson, J.: *The Ecological Approach to Visual Perception*, Houghton-Mifflin, New York (1979).
- 22) Norman, D.A.: *The Psychology of Everyday*

- Things*, Basic Books, New York (1988).
- 23) Gaver, W.: The affordances of media spaces for collaboration, *Proc. Computer-Supported Cooperative Work CSW'92*, pp.17–24 (1992).
 - 24) Dourish, P.: *Where the Action Is—The Foundations of Embodied Interaction*, The MIT Press, Cambridge (2004).
 - 25) Monk, A., et al.: Funology: designing enjoyment, *Proc. CHI 2002*, pp.924–925 (2002).
 - 26) Blythe, M.A., Overbeeke, K., Monk, A.F. and Wright, P.C. (Eds.): *From Usability to Enjoyment*, Kluwer Academic Publishers, Boston (2004).
 - 27) Polaine, A.: The Flow Principle in Interactivity, *Proc. IE2005 (Australasian Conference on Interactive Entertainment)*, pp.151–158 (2005).
 - 28) Sweetser, P. and Wyeth, P.: GameFlow: A Model for Evaluating Player Enjoyment in Games, *Computers in Entertainment (CIE)*, Vol.3, Issue 3, ACM (2005).
 - 29) Vass, M., Carroll, J. and Shaffer, C.A.: Supporting creativity in problem solving environments, *Proc. Creativity and Cognition 2002*, pp.31–37 (2002).
 - 30) Jennings, M.: Theory and models for creating engaging and immersive ecommerce websites, *Proc. SIGCPR 2000*, pp.77–85 (2000).
 - 31) Pachet, F. and Addressi, A.R.: Music: When children reflect on their own playing style: Experiments with continuator and children, *Computers in Entertainment (CIE)*, Vol.2, Issue 1 (2004).
 - 32) Artz, J.: Computers and the quality of life: Assessing flow in information systems, *ACM SIGCAS Computers and Society*, Vol.26, Issue 3, pp.7–12 (1996).
 - 33) Lascaux Cave. <http://www.culture.gouv.fr/culture/arcnat/lascaux/en/>
 - 34) ジョルジュ・バタイユ：ラスコーの壁画，二見書房，東京 (1975)。
 - 35) Ryokai, K., Marti, S. and Ishii, H.: I/O brush: drawing with everyday objects as ink, *Proc. CHI 2004*, pp.303–310 (2004).
 - 36) Vaucelle, C., et al.: Moving pictures: Looking Out/Looking In, *SIGGRAPH2005 Educators Program* (2005).
 - 37) Iwai, T. and Nishibori, U.: TENORION, *SIGGRAPH 2005 Emerging Technologies* (2005).
 - 38) Berry, R., et al.: The Music Table, *SIGGRAPH 2003 Emerging Technologies* (2003).
 - 39) LEGO. <http://www.lego.com/eng/default.aspx>
 - 40) Mind Storm. <http://mindstorms.lego.com/>
 - 41) Nanda, G.: Accessorizing with Networks: The Possibilities of Building with Computational Textiles, Masters Thesis, MIT (2005).
 - 42) Newton-Dunn, H., Nakano, H. and Gibson, J.: Block Jam.Abstract, *SIGGRAPH 2002 Emerging Technologies* (2002).
 - 43) Raffle, H.S., Parkes, A.J. and Ishii, H.: Topobo: a constructive assembly system with kinetic memory, *Proc. CHI 2004*, pp.647–654 (2004).
 - 44) Raffle, H., et al.: Beyond record and play: backpacks: tangible modulators for kinetic behavior, *Proc. CHI 2006*, pp.681–690 (2006).
 - 45) Watanabe, R., et al.: Distributed autonomous interface using ActiveCube for interactive multimedia contents, *Proc. ICAT 2005*, pp.22–29 (2005).
 - 46) Levin, G. and Lieberman, Z.: In-Situ Speech Visualization in Real-Time Interactive Installation and Performance, *Proc. NPAR2004*, pp.7–14 (2004).
 - 47) Ip, H.H.S., Young, H. and Tang, A.: Body Brush An Interface Where Aesthetic and Technology meet, *SIGGRAPH 2003 Emerging Technologies* (2003).
 - 48) Iwai, D. and Sato, K.: Heat Sensation in Image Creation with Thermal Vision, *Proc. ACE2005*, pp.213–216 (2005).
 - 49) Fukuchi, K.: A Laser Pointer/Laser Trails Tracking System for Visual Performance, *Proc. INTERACT 2005*, pp.1050–1053 (2005).
 - 50) Tokuhisa, S. and Inakage, M.: Suirin, *SIGGRAPH 2005 Emerging Technologies* (2005).
 - 51) Tokuhisa, S., et al.: MYSQ : An Entertainment System based on a Content Creation directly linked to Communication, *Computers in Entertainment (CIE)*, Vol.4, Issue 3 (2006).
 - 52) Laval Virtual Revolution 2006. <http://www.laval-virtual.org/>
 - 53) KDDI DESIGNING STUDIO. <http://www.kds.kddi.com/>

(平成 18 年 6 月 10 日受付)

(平成 18 年 12 月 7 日採録)



徳久 悟 (学生会員)

1978年生。2002年慶應義塾大学法学部政治学科卒業。2004年同大学大学院政策・メディア研究科修士課程修了。現在、同大学院博士課程に在籍中。Physical Interactionを

用いた Entertainment Experience Design, 楽しさのための Interaction Pattern の構築を専門領域とする。2003年 SIGGRAPH Emerging Technologies 採択, 文化庁メディア芸術祭エンタテインメント部門奨励賞受賞 (atMOS), 2005年 SIGGRAPH Emerging Technologies 採択 (Suirin)。



稲蔭 正彦

1960年生。慶應義塾大学環境情報学部教授兼政策・メディア研究科委員。主な研究は、エンタテインメントを中心としたデジタルコンテンツ, メディアデザイン, メディアアート

など。現在 CREST「ユビキタス・コンテンツ製作支援システムの研究」代表を務める。ACM SIGGRAPH Executive Committee, 総合科学技術会議知的財産専門調査会委員, 「新日本様式」協議会顧問等多数の委員会委員。日本デザイン学会会員, Visual Effects Society 会員。
