

博士論文 平成 19 年度 (2007)

創造行為を伴う遊び Creatio
のためのデザインメソッド

A Design Method for Creatio,
Entertainment with Creation

慶應義塾大学大学院 政策メディア研究科

徳久 悟

目次

第 1 章	序論	1
1.1	はじめに	2
1.2	背景	2
1.3	遊びの第 5 領域 : Creatio	3
1.4	Fun , Flow & Pattern	4
1.5	仮説 : Dynamic Feedback Flow Mechanism	6
1.6	仮説検証 : 2 つの Creatio	7
1.7	本研究の目的	8
1.8	本論文の構成	8
第 2 章	関連研究	11
2.1	Fun	12
2.2	Flow	15
2.2.1	Flow 理論	15
2.2.2	Flow 理論の HCI への導入事例	17
2.2.3	Flow 評価手法	19
2.3	Pattern	22
2.3.1	HCI におけるパタン研究	22
2.3.2	確率論的パタンとパタン生成メカニズム	26
2.4	本章のまとめ	29
第 3 章	仮説提示 : Dynamic Feedback Flow Mechanism	31
3.1	Dynamic Feedback Flow Mechanism	32
3.1.1	DFFM の目的	32
3.1.2	DFFM のメカニズム	32
3.1.3	DFFM のダイナミクス	35
3.2	Fun Patterns in Creatio	38
3.2.1	Fun Patterns	38
3.2.2	Pattern Practice	40
3.3	本章のまとめ	41
第 4 章	仮説検証 : 2 つの Creatio	43
4.1	Suirin	44

4.1.1	作品概要	44
4.1.2	DFFM による設計プロセス	46
4.1.3	実装手法	50
4.2	MYSQ - My Style So Qute !	56
4.2.1	作品概要	56
4.2.2	DFFM による設計プロセス	59
4.2.3	実装手法	64
4.3	2 つの Creatio の Flow 測定	72
4.3.1	Suirin 評価	72
4.3.2	MYSQ 評価	80
4.4	考察	89
4.4.1	デザインメソッドとしての DFFM	89
4.4.2	関連領域における意義	91
4.4.3	貢献	92
4.5	本章のまとめ	92
第 5 章	結論	95
5.1	本研究の成果	96
5.2	本研究の総括と結論	97
	謝辞	100
	本研究に関する発表	101
	参考文献	103

図目次

1.1	本論文の構成	10
2.1	Flow Zone Model の概念図	17
2.2	自己修正的サーキットの例としての蒸気機関	28
3.1	DFFM のメカニズム	33
3.2	Chen の拡張 Flow Zone Model	37
3.3	DFFM の背後に存在する拡張 Flow Zone Model	37
3.4	インタラクションの起こる 3 次元空間上でのユーザの任意の部位の位置情報	39
3.5	時間軸の追加により Pattern が観察される (a: Arrow, b: Wave, c: Sequence)	39
4.1	Suirin を体験するユーザ	44
4.2	浮玉とフローティングプレート	45
4.3	Suirin における DFFM のメカニズム	47
4.4	Suirin における 2 つのループ単位	48
4.5	Suirin 筐体内部構造	51
4.6	Suirin 筐体内部画像	51
4.7	Suirin 外観	52
4.8	Suirin システムフロー	53
4.9	内蔵ピンマイクからのサウンドレベルを利用したサラウンド構築手法イメージ	55
4.10	MYSQ 外観	57
4.11	MYSQ ゲームフロー	57
4.12	MYSQ における DFFM のメカニズム	60
4.13	MYSQ におけるループ単位	61
4.14	MYSQ における動きの量のエフェクトへの適用プロセス	62
4.15	MYSQ 筐体	64
4.16	MYSQ システムフロー	65
4.17	MYSQ の筐体下部に設置された 6 つのフットスイッチ	66
4.18	MYSQ リング	67
4.19	検出する位置情報と動きの量のイメージ	67
4.20	Suirin Flow 評価 Q1 に対する結果	74
4.21	Suirin Flow 評価 Q2 に対する結果	74
4.22	Suirin Flow 評価 Q3 に対する結果	75

4.23 Suirin Flow 評価 Q4 に対する結果	75
4.24 Suirin Flow 評価 Q5 に対する結果	76
4.25 Suirin Flow 評価 Q6 に対する結果	77
4.26 Suirin Flow 評価 Q7 に対する結果	77
4.27 Suirin Flow 評価 Q8 に対する結果	78
4.28 Suirin Flow 評価 Q9 に対する結果	78
4.29 Suirin Flow 評価 Q10 に対する結果	79
4.30 MYSQL Flow 評価 Q1 に対する結果	82
4.31 MYSQL Flow 評価 Q2 に対する結果	82
4.32 MYSQL Flow 評価 Q3 に対する結果	83
4.33 MYSQL Flow 評価 Q4 に対する結果	83
4.34 MYSQL Flow 評価 Q5 に対する結果	84
4.35 MYSQL Flow 評価 Q6 に対する結果	85
4.36 MYSQL Flow 評価 Q7 に対する結果	85
4.37 MYSQL Flow 評価 Q8 に対する結果	86
4.38 MYSQL Flow 評価 Q9 に対する結果	86
4.39 MYSQL Flow 評価 Q10 に対する結果	87
4.40 MYSQL Flow 評価 Q11 に対する結果	87
4.41 MYSQL Flow 評価 Q12 に対する結果	88

表目次

2.1	インタラクションデザインパタンの例	23
4.1	MYSQ Video Effect リスト	69
4.2	Suirin 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	73
4.3	Game Flow 項目および概要説明	80
4.4	MYSQ アンケートでの質問項目, 狙い, Game Flow との対応関係	81

概要

本研究では、創造行為を伴う遊びにおける楽しさを生成するメカニズムとして Dynamic Feedback Flow Mechanism(以下 DFFM) を提案する。この創造行為を伴う遊びとは、社会学者カイヨワによる遊びの4領域から欠落していた、実際にモノを創造して楽しむという行為を指す。この遊びを、本研究では Creatio と呼び、遊びにおける第5領域として定義する。DFFM と同様に、Fun を目的とした研究領域に Funology がある。Usability 研究者が中心となって体系化された Funology は、Fun の評価に主眼を置き、その生成メカニズムを解き明かすものではなかった。また、Fun の状態に注目した社会学者チクセントミハイの Flow 理論を HCI に導入しようとする Flow 研究は、妥当な Flow 生成メカニズムを構築するに至らなかった。一方、DFFM と同様に、HCI の領域では、デザインメソッドとしてパタン研究が行なわれてきた。パタン研究は、決定論として Pattern を捉えていることから、Pattern 同士をインテグレートする際の Pattern で補うことのできない残余が発生する。この問題を解消する試みが確率論的なパタン研究である。人類学者ベイトソンによるパタン研究は、サイバネティクスのアプローチに基づき、Pattern を確率過程の痕跡として捉える。さらに、ベイトソンはフィードバックメカニズムを通じてパタン生成メカニズムを構築した。このようなベイトソンの試みを踏まえ、本研究では、サイバネティクスのアプローチに基づいたパタン生成メカニズムとして、DFFM を構築した。DFFM は、フィードバックプロセスにおけるスタティックな構成要素の操作を通じて、Creatio のフレームワークを構築することができる。そして、時間軸のパラメータのダイナミックな操作を通じて、Creatio における Flow を生成することができる。同時に、Flow へ至る過程で痕跡としての Pattern を引き起こすべく、キャリブレーションとしてのパタンプラクティスを行なう。以上、DFFM におけるメカニズム、ダイナミクス、およびパタンプラクティスが、Creatio のためのデザインメソッドの全体像である。このデザインメソッドを用いて2つの Creatio(Suirin / MYSQ) を設計し、仮説の検証を行なった。仮説検証手法として、HCI の領域において採用されてきた Flow 評価手法を採用し、評価実験を行なった。その結果、これらの Creatio においてユーザは Flow にあることがわかった。したがって、本デザインメソッドにより、デザイナーは、高精度で Fun を生み出す Creatio を設計することが可能となる。同時に、ユーザは、設計された Creatio を通じて、楽しみながら創造行為を享受することが可能となる。

キーワード

創造、デザインメソッド、遊び、エンタテインメント、Creatio、楽しさ、Fun、Flow、パタン、サイバネティクス

abstract

This research focuses on entertainment with creation and discusses Dynamic Feedback Flow Mechanism (DFFM) for generating fun in it. This idea of entertainment with creation was not covered in sociologist Caillois' s four categories about play. Namely, it is the action through which user actually creates something and enjoys the process. This research calls entertainment with creation Creatio and defines it as the fifth category in play. Like DFFM, Funology is a research domain for having fun. It was assembled by usability researchers and focuses mainly on evaluation of fun and thus has not figured out a mechanism for generating fun itself. In that regard, Flow by psychologist Csikszentmihaly is a research domain that actually focuses on generating fun. However, the studies to adopt Flow into HCI have not developed any valid mechanism for Flow. On the other hand, as well as DFFM, pattern research as a design method has been carried out in the domain of HCI. Since pattern research looks on a pattern as determinism, when integrating different patterns, there often remain the parts that are not covered by them. Stochastic pattern might solve this problem. Pattern research by Anthropologist Bateson looked on a pattern as stochastic trace based on cybernetics. In addition, Bateson developed a mechanism to generate pattern with feedback mechanism. Based on the Bateson' s approach, this research developed DFFM as a mechanism to generate patterns with an approach of cybernetics. With DFFM, a designer can develop a framework of a Creatio by operation of some static constituent elements in the feedback process, and generate Flow in the Creatio by dynamic operation of parameters in temporal axis. Simultaneously, he or she can perform pattern practice as calibration through which stochastic patterns should be observed in the feedback process that leads to Flow. The entire picture of this design method for Creatio is composed of the mechanism, dynamics in DFFM and pattern practice. The author designed two Creatios, Suirin and MYSQ, and validated the hypothesis through them. Evaluation experiment was performed with a method of evaluation for Flow adopted in HCI. This result revealed that the users got Flow through these Creatios. Therefore, by employing this design method, a designer can develop a Creatio which generates fun in high accuracy that its users can be blessed with creative behavior with fun.

Keywords

Creation, Design method, Play, Entertainment, Creatio, Enjoyment, Fun, Flow, Pattern, Cybernetics

用語集

エンタテインメント

本研究におけるエンタテインメントを，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，と定義する．

遊び

本研究における遊びを，楽しむ、娯楽、休養、リラックス、ストレス解消などの目的で生物がする行動の総称であり，エンタテインメントを内包する概念，と定義する．

Fun

本研究における Fun を，エンタテインメントを含む遊びという行為によってもたらされる楽しさを感じる心理状態，と定義する．

Enjoyment

Enjoyment とは，モノを含む対象から喜びを受ける行為や状態を指す．あるいは，喜びをもたらすようなモノの所有および使用を指す [Oxford, 1989]．Fun が楽しさに注目した概念であるのに対し，Enjoyment は，喜びに注目した概念と言えよう．

Flow

Flow は，心理学者チクセントミハイによって提唱された，全人的に行為に没入している際に，ヒトが感じる包括的感觉を指す．数十年に渡る，様々な社会的地位，人種，性別に属する対象をリサーチし，ヒトが楽しさを覚える状態を Flow 理論として体系化した．Flow 理論には，Flow を示す8つの構成要素と，Flow に至るためのスキルとバランスからなる Flow Zone Model という2つの特徴を持つ．

Creativity

Creativity とは，新しいアイデアやコンセプトの生成，あるいは，既存のアイデアやコンセプト同士を関連付ける精神上的のプロセスを指す [Wikipedia, 2007]．

Pattern

HCI において Pattern とは，インタラクションデザインにおいて特定の問題に対するソリューションとしてのデザインメソッドを指す．インタラクションデザインパタン概念は，建築家アレグザンダーが提唱した，建築におけるデザイン上の問題に対する証明された解決法としてのパタンランゲージから派生した概念である．本研究では，Pattern を決定論的パタンと確率論的パタンに区別して論じる．なお，本文中において，単に Pattern そのものを表す場合，「Pattern」と

記述し、決定論的パターンなどのように、前後の名詞を修飾する場合カタカナ表記にて「～パターン」と記述する。

フォーマット

フォーマットとは Pattern の記述形式を指す。アレグザンダーの Pattern においては、プロブレム、コンテキスト、ソリューションなどの項目が存在する。HCI において現存するいくつかのパターン集は、アレグザンダーのフォーマットを継承しつつ、独自のフォーマットを採用しているものが多い。

サイバネティクス

数学者ノーバート・ウィーナーによって提唱された学問であり、通信工学と制御工学を融合し、生理学、機械工学、システム工学を統一的に扱うことを意図する。自動制御学とも言われ、自己修正的なフィードバックコントロールを原理とする。

第 1 章

序論

概要

本章では，本研究の背景，および本論で展開する各章の概要について述べる．

1.1 はじめに

ある遊びにおける楽しさは、特定のメカニズムによって生成することは可能であろうか？数ある遊びの中でも創造行為を伴う遊びを対象とした場合、サイバネティクス的なアプローチに基づく Dynamic Feedback Flow Mechanism(以下 DFFM) をデザインメソッドとして用いることにより、創造行為を伴う遊びにおける Fun を生成することができる。これに対し、従来の遊び研究では、カイヨワを始めとして、創造行為と遊びの間に乖離が存在していた。というのも、創造行為には特殊な技術や修練が必要とされるためである。しかしながら、DFFM は、行為知に基づく遊びを構築可能であることから、これらの乖離を回復することができる。また、遊びの目的である楽しさに関する研究領域である Fun 研究は、楽しさの評価に留まり、楽しさの生成過程を説明するに至らなかった。しかしながら、DFFM は、楽しさの状態としてチクセントミハイが同定した Flow を生成可能であることから、楽しさの生成過程を構築できる。さらに、従来の HCI における代表的なデザインメソッドとしての Pattern 研究は、決定論的な立場に立ち、パタンで補うことのできない残余を考慮していなかった。しかしながら、DFFM は、確率過程を背景に持つフィードバックプロセスを採用することで、この残余を減少させることができる。以下本論では、DFFM をデザインメソッドに用いて、創造行為を伴う新たな遊びを構築し、創造的な遊びにおける Fun を生成可能であることについて議論したい。

1.2 背景

本研究において提案する、創造行為を伴う遊びという1つの遊びの領域において、ユーザの楽しさを生成するためのメカニズムである DFFM は、HCI において今後数十年に渡って発展するであろう新たな潮流の礎となるだろう。この流れは、Ishii らによって引き起こされたパラダイムを越えた潮流を形成するものである。以下では、本研究の背景として Ishii らによって提唱された Tangible Computing の引き起こしたパラダイムについて述べた後、その先に存在するパラダイムを形成しようと試みる本研究のテーマについて述べる。

Ishii による Tangible Bits[Ishii, 1997] の提唱は、コンピューティングにおけるパラダイムシフトを引き起こした。すなわち、情報に直接触れ、操作することを目的とした Tangible Computing の概念を提唱し、その概念に基づいたインタラクティブシステムを構築した。この結果、誰もが簡単にコンピュータを操作し、その恩恵を受けることができるようになった。このコンピュータに身体性を回復する試みは、Ishii の Tangible Group を始めとして多くの研究者により、アート作品、コミュニケーションツール、ガジェット、シミュレーションツールなど、様々なシステムへと応用されている。その結果、HCI において Tangible 以前、Tangible 以降と明確な境界線が引かれることとなった。

また、Ishii の Tangible group の研究者であった Dourish は、『Where the action is』において、インタラクションの中心に embodiment を置くことを提唱した [Dourish, 2004]。ここでいう embodiment とは、世界を意味あるものとして認識させる、我々の世界との関わりあい方である。この理論的背景として、Dourish は、著書の中で、インタラクションの歴史について述べた上で、Action と Meaning の関係を模索した現象学における思考方法を紹介している。そしてこの

思考法に基づき、Tangible Computing と Social Computing の先にある存在として、embodiment を据えるのである。

確かに Ishii の提唱した Tangible Bits, あるいは, Dourish の embodiment のいずれも、従来のインタラクショndeザインにおいて重要な概念である。これらの概念が重要であるのは、無機質であったヒトとコンピュータとの間に存在するインタラクションに対して、身体性という、生の、ありありとした、アナログの感覚を持ち込んだためである。その結果、誰もが直感的にインタラクションを享受できるようになったことが何よりの貢献といえる。しかしながら、それ以上の感覚および意味はこれらのアプローチには存在しない。では、それ以上とは何を示すのだろうか。

Tangible Bits の先に存在するものこそ、本研究の持つテーマに他ならない。すなわち、そのテーマとは、インタラクションプロセスを通じての任意の感情生成のためのメカニズムの構築である。単純な操作性の向上という言葉に換言できない、インタラクションを通じての魅力的な経験を提供するインタラクティブシステムを設計可能とするメカニズムの1つのアプローチこそ、本研究で構築する DFFM である。DFFM は、インタラクションプロセスのうち、創造行為を伴う遊びを対象とし、この領域における遊びそのものと、遊びにおける楽しさを生成可能なメカニズムである。以下では、DFFM の対象となる創造行為を伴う遊びについて説明を行なう。

1.3 遊びの第5領域：Creatio

伝統的な遊びの領域に含まれない第5番目の遊びの領域として Creatio(クレアティオ)を設定することにより、新たな遊びを作りだすことができる。Creatio は、「行為者自身の創造性に基づいて身体的にモノを生み出す行為としての遊び」と定義できる。この Creatio が 第5の領域と定義されることは、社会学者カイヨワによる遊びの4分類 [Caillois, 1990; pp.42-81] に含まれない領域であることに由来する。カイヨワの遊びの4分類とは、Agon(競争), Area(運), Mimicry(模倣), Ilinx(眩暈)の4領域¹を指す。この4分類には、絵を描く、音を奏でるなどの、行為者自身の創造性に基づいて身体的にモノを生み出す行為としての遊びが位置する領域は含まれていない。したがって、この欠落した領域を遊びの第5の領域と設定することによって、従来にない遊びを作りだすことができる可能性を見出せる。

また、カイヨワが4領域に属する遊びの属性を決定するために利用した遊戯 (Paidia) と闘技 (Ludus) の2軸要素²は、Creatio においても活用できる。カイヨワのいう遊戯とは、統制されていない気まぐれを感じさせる行為、を指す。音を奏でる、といった創造行為は、遊戯の観点からすれば即興音楽としてみることができる。一方、闘技とは、恣意的であるが強制的で窮屈な規約に従う行為、を指す。音を奏でる、といった創造行為は、闘技の観点からすれば、クラシックなどの古典音楽演奏が挙げられる。したがって、Creatio に属する遊びが遊戯と闘技の観点から

¹Agon とは人為的に平等のチャンスが与えられている理想的条件のもとで対抗する遊びを指す。Alea とは、遊戯者の力の及ぶぬ独立の決定の上に成り立つ遊びを指す。Mimicry とは、行為者自身が架空の人物となり、それにふさわしく行動する遊びを指す。Ilinx とは、一時的に知覚の安定を破壊し、明晰であるはずの意識をいわば官能的なパニック状態に陥れようとする遊びを指す。

²Agon における2軸(遊戯-闘技): 取っ組み合い - サッカー, ビリヤード

Alea における2軸: ルーレット - 富くじ

Mimicry における2軸: 海賊ごっこ - ハムレットを演じる

Ilinx における2軸: メリーゴーランド - スキー

説明が可能であることから、Creatio を第5の領域として設定した場合にも、矛盾なく遊びの分類を行なうことができる。

このように Creatio という第5の領域を追加することで、カイヨワの議論における Mimicry の欠点を克服することができる。カイヨワのいう Mimicry とは、行為者自身が架空の人物となり、それにふさわしく行動する遊びを指す。Mimicry の欠点とは、本来 Creatio に属すべき即興音楽が Mimicry に属するという主張である。確かに発達心理学上、遊びと模擬に関する関係性は指摘できる。しかしながら、主体の経験に基づく身体的な創造行為としての遊びは行為者自身の自発的な志向に基づくものであり、単純に模擬へと還元してしまう点は強引と言えよう。したがって、主体の経験に基づく身体的な創造行為としての遊びを第5の領域として追加し、模倣行為のみを Mimicry に分類することにより、カイヨワの Mimicry の概念を修正できる。

また、カイヨワだけでなく、Creatio を遊びの1領域とみなす考え方は、多くの人々は無視してきた。例えば、西洋文明において、創造行為は神の問題として考えられてきたため、ヒトが操作できる対象としてみなされなかった。あるいは、神の啓示を受けたアーティスト・デザイナーの特権行為との認識がある。とはいえ、我々自身の記憶を遡れば、我々は皆、幼年時代には絵を描き、音を奏でていた。しかしながら、やがて年齢を重ねるうちにそれらの直接的な機会が減少し、読書あるいは音楽の視聴などの入力行為のみを行なう程度となる。この幼年時代の経験を考えたならば、創造行為は決して特権行為ではないことがわかる。したがって、何らかの乖離の原因が存在すると推測できる。

この創造行為への乖離の原因の1つとして、創造行為が、背景知識・特殊な技術、そして修練を必要とするという点が推測できる。例えば、絵画に関しても、幼年時代は自由気ままに描いていたにも関わらず、偉大な画家の書いた絵画を知り、それを描くためには独特のタッチが必要であることを知り、そのタッチは彼の人生の努力の集積であることを知ること、自らとの差異を痛感し、その行為から離れてしまうのである。とはいえ、自らの行為知に応じて創造行為における楽しさを得ることができるならば、人々は再度創造行為に従事する可能性があるだろう。したがって、本研究では、ユーザの行為知に応じて創造行為を楽しめるメカニズムとして、Dynamic Feedback Flow Mechanism (DFFM) を構築した上で、本メカニズムを用いた Creatio のためのデザインメソッドについて議論する。以下、DFFM の目的である楽しさの観点から Fun 研究、Flow 研究、デザインメソッドとしてパターン研究について述べる。

1.4 Fun , Flow & Pattern

Creatio を構築するためのデザインメソッドの根幹となる DFFM は、フィードバックメカニズムを通じて、創造行為の目的としての Fun、すなわち、遊びという行為において生み出される楽しさの状態、を生成することができる。この DFFM と同様に、楽しさに注目した従来の Fun 研究は、楽しさの評価に留まり、生成過程を構築するに至らなかった。しかしながら、彼らの一部は、心理学者チクセントミハイが楽しさの状態として同定した Flow に注目していた。この Flow を生成するために、DFFM では、従来の決定論的なデザインメソッドであるパターン研究とは異なる、確率論的なフィードバックメカニズムを採用する。以下では、DFFM の目的としての楽しさに関する先行研究として Fun 研究、Flow 研究を取り上げ、デザインメソッドとしてのパタン

研究を取り上げる。

まず、2000年前後から University of York の Monk らによって Funology として集約された HCI における Fun 研究は、Fun を評価するにとどまり、Fun を設計するための具体的なメカニズムを構築するに至らなかった。Malone による UI 設計論に端を発する HCI における Fun 研究は、2000 年前後から Monk らによって集約され、Funology という 1 つの学問として体系化された。Funology は、the Science of Enjoyable Technology と定義され、HCI において Fun や Enjoyment をいかに採用すべきか、という目的を持っていた。しかしながら、Funology グループに集まった研究者の大半は、Usability 研究者であり、Usability テストと同様の手法を用いて、Fun を評価するに留まった。あるいは、一部の研究者は、社会学者チクセントミハイが提唱した楽しさの状態としての Flow に注目していたにも関わらず、同様に評価に用いるのみであった。したがって、Funology グループを中心とした HCI の Fun 研究では、Fun の生成過程を構築することができなかった。

次に、身体性に基づく Fun の状態に注目した社会学者チクセントミハイの提唱した Flow 理論を HCI に導入しようとする Flow 研究は、Flow 生成メカニズムを構築するに至らなかった。チクセントミハイの Flow 理論は、Flow 構成要素と Flow Zone Model で構成される。Flow 構成要素とは、チクセントミハイが数十年に渡って数千人に対してヒトが最も楽しいと覚える時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結果体系化された 8 項目の状態を指し、Flow Zone Model とは、適切な Skill（行為者の技能）と Challenge（行為の難易度）のバランスが生じる場合に始めて、Flow に陥るとするモデルである。このような特徴を持つ Flow 理論を HCI へ導入しようとする Flow 研究は、Flow と HCI との関係性についての理論、Flow をもたらすための実装手法、そして、Flow 評価手法の 3 つに大別できる。実装手法については、客観的な評価や生成メカニズムについて言及されておらず、評価実験を通じての確からしさが検証されていない。また、評価実験については、Flow 構成要素の達成可否を問う Flow アンケートが HCI においては主流である。したがって、Creatio のためのデザインメソッドでは、Flow 理論の 2 つの特徴を実現するようなメカニズムを構築し、Flow 評価手法を通じて確からしさを検証する。

一方で、HCI におけるデザイン上の問題に対するソリューションを提供することを目的としたデザインメソッドとしてのパタン研究は、決定論として Pattern を捉えている点で限界を有する。決定論とは、原因と結果を一意的な関係を指す。決定論パタンの問題点は、Pattern で補うことのできない残余、すなわち、Pattern 同士をインテグレートする際のデザイナの関与部分を考慮しない点にある。アレグザンダーのパタンランゲージを起源とするパタン研究は、ソフトウェアエンジニアリングを経て HCI へと拡張されてきた。しかしながら、決定論としての Pattern の限界については改善されず、その必要性すら考慮すらされてこなかった。したがって、Creatio のためのデザインメソッドを構築するためには、決定論によらない Pattern の捉え方を導入し、残余部分を減少させる必要がある。

これに対し、人類学者ベイトソンが取り組んだパタン研究は、確率過程における痕跡として Pattern を捉える。このような思考法は、サイバネティクスの思考法に基づく。ウィーナーによって提唱されたサイバネティクスは、確率過程を理論的背景に置き、フィードバックの性質を持った循環過程を主体とするダイナミズムを基本概念として採用している。ベイトソンの Pattern の概念は、Pattern をフィードバックメカニズムに現れる痕跡としてみなすことから、確率論的パタンと言える。また、ベイトソンは、パタン生成メカニズムをフィードバックメカニズムを用いて

説明した。したがって、Creatioのためのデザインメソッドでは、Patternを確率過程における痕跡として捉え、痕跡としてのパタン生成メカニズムとしてサイバネティクスのようなフィードバックシステムを採用する。以下では、このような特徴を持つデザインメソッドの根幹としてのDFFMについて述べる。

1.5 仮説：Dynamic Feedback Flow Mechanism

本研究で提案するCreatioのためのデザインメソッドの根幹であるDynamic Feedback Flow Mechanismは、Flow，すなわちFlow構成要素である8項目で説明可能な状態を生成するメカニズムである。Flowを生成するために、DFFMは、サイバネティクスのようなアプローチとしての再帰的なフィードバックプロセスを採用している。このフィードバックプロセスでは、ステティックに操作可能な構成要素と、ダイナミックに操作可能な時間軸のパラメータが存在する。さらにDFFMのフィードバックプロセスにおいて痕跡としてのFunパタンが観察されるようキャリブレーションとしてのパタンプラクティスを行なう必要がある。以下では、それぞれのプロセスについて説明する。

まず、ユーザ，システム，および目的・ルールからなるDFFMのステティックな構成要素を操作することにより、Creatioのフレームワークを構築することができる。この構成要素としてのユーザは、下位要素として、ユーザの目や耳などの感覚器官で構成される入力システムと、ユーザの手や足などの身体で構成される出力システムからなるフィードバックループを持つ。一方でシステムは、下位要素として、システム内部の各種センサなどの入力システムとアクチュエータなどの出力システムからなるフィードバックループを持つ。ここでの目的とはシステムにおいて達成しようとする経験を指し、ルールとは、その目的を達成するための枠組みを指す。したがって、これらを操作することにより、設計しようとするCreatioのフレームワークを構築することができる。

次に、DFFMのダイナミックに操作可能な時間軸のパラメータを設定し、デザイナー自身の経験に基づいてFlow構成要素の8項目を達成するようインタラクションプロセスを設計することにより、Flowを効果的にもたらしすることができる。まず、時間軸の操作とは、フィードバックループ単位の操作を指す。例えば、フィードバックループ単位を200msecに設定することで、リアルタイムインタラクションを実現することができる。このフィードバックループ単位をインタラクションプロセスにおける基本クラスとし、デザイナーは、自らの経験に基づき、Flow構成要素の8項目を生じさせるようインタラクションプロセスの設計を行なう必要がある。したがって、これらを操作することにより、設計しようとするCreatioにおいて、Flowを効果的に生成することができる。

最後に、DFFMを適用して設計したインタラクションシステム上で成立するフィードバックプロセスにおいてFlowに至る際に、痕跡としてのFunパタンが観察されるよう、デザイナー自身の経験に基づいてキャリブレーションを行なう必要がある。この過程をパタンプラクティスと呼ぶ。この痕跡としてのFunパタンは筆者が経験的に学習したものであり、Funに至る過程において、3つのPatternの組み合わせとして確認できる。3つのPatternとは、連続する座標点間の移動に基づくArrowパタン、Arrowの連続によって生成され、動きの強度変化を有するWave

パターン、連続的に強度変化の Pattern が形成された結果としての動きのリズムとしての Sequence パターンである。したがって、これらの Pattern を生じさせるよう、デザイナーはインタラクションプロセスを調整する必要がある。

以上述べたように、Creatio におけるデザインメソッドとは、フィードバックプロセスに基づく DFFM 上に存在する構成要素のスタティックな操作、時間軸のパラメータのダイナミックな操作、そして、痕跡としての Fun パターンに基づくパタンプラクティスを活用し、Creatio において楽しさとしての Flow を生成するメソッドと換言できる。しかしながら、高精度で Fun を生成するためには、デザイナー自身のたゆまぬ訓練、経験、創造性が必要となる。以下では、本メソッドを用いた 2 つの Creatio の設計および評価について述べる。

1.6 仮説検証：2 つの Creatio

身体性と時間軸を中心とした DFFM に基づくデザインメソッドにより、行為知に依拠して創造行為を楽しむことのできる Creatio を構築することができる。というのも、身体性を用いた創造行為に基づくインタラクションプロセスを通じて、直感的に創造行為を楽しむことができ、連続的に存在するフィードバックループにより結果を常に参照しつつ誤差を修正可能であるためである。以下では、2 つの Creatio として Suirin と MYSQ を取り上げ、概要および評価手法について述べた後、本メソッドの貢献について述べる。

第 1 に、Suirin は、日本古来の伝統工芸品である浮玉と風鈴、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・ファニチャである。Suirin は、インタラクションを通じて創造行為を楽しみながら、日常生活における癒しを提供する家具というビジョンに基づき開発された。癒しを実現するために、拡張現実感 (Augmented Reality) による Soundscape を構築する。具体的には、あたかも水の中にユーザ自身が溶け込んでいくような、聴覚・視覚・嗅覚・触覚に対するインタラクションを、コンピュテイションに基づくインタラクションとアナログのインタラクションを融合させることにより実現する。

第 2 に、MYSQ は、ユーザの身体動作によ自身のオリジナルプロモーションムービーを制作でき、携帯電話を通じて制作物を共有可能なエンタテインメントシステムである。MYSQ は、自分らしさを演出可能なプロモーションムービーの制作環境の提供、および、クラブカルチャーにおける身体表現を用いたソーシャルコミュニケーションツールの創出というビジョンに基づき開発された。自分らしさを演出可能とするために、ユーザ自身を映像素材とするだけでなく、身体の動きをセンサと画像解析によりパラメータ化することで、身体感覚のムービーへの反映を実現する。また、携帯電話上で交換可能な形式でサーバへアップロードし、ユーザが複数のアプローチでムービーデータを取得可能とすることで、ソーシャルコミュニケーションを実現する。

DFFM を用いて設計された Creatio において実際に楽しさが生じているかを評価するために Flow 計測手法を用いた結果、2 つの Creatio においてユーザが Fun を得ていることがわかった。まず、Flow 計測手法については、HCI における代表的な Flow 計測手法である、Flow 構成要素としての 8 項目の達成を実証する Flow アンケートを用いた。Suirin は、Laval Virtual Revolution 2006 にて実施し、50 名の有効回答を得た。一方で MYSQ は KDDI Designing Studio にて実施し、110 名の有効回答を得た。これらの評価実験の結果、それぞれの Creatio において、ユーザが Flow

を陥っていることがわかった。したがって、ユーザが楽しさの状態としての Flow を得ていることから、Fun を覚えていたと断定することができる。

DFFM を用いて設計した Creatio において、Flow 測定手法で Flow が確認されたならば、DFFM を用いた楽しさのためのデザインメソッドは、Creatio を設計するデザイナーと、そのデザイナーによって制作された Creatio のユーザに対する貢献が可能となる。まず、デザイナーは、本メソッドを用いることにより、Creatio において高精度で Fun を生み出すインタラクティブシステムを設計することが可能となる。しかしながら、本メソッドだけでは、最後の数%の残余をカバーすることは困難である。とはいえ、この最後の残余は、デザイナー自身の創造性と経験によって充填することができるのである。一方、ユーザは、本メソッドを用いて設計された Creatio を通じて、創造行為をユーザ自身の行為知に応じて楽しみながら享受することが可能となる。すなわち、乖離していた創造行為とユーザとの関係が、本メソッドを通じて回復される。したがって、本研究において提案した DFFM は、デザイナーだけでなくユーザに対しても貢献が可能といえる。

1.7 本研究の目的

本研究の目的は以下のようにまとめられる。

1. 創造行為を伴う遊びにおける楽しさをデザインするためのメカニズムの構築、および、メカニズムに基づくデザインメソッドの構築
2. デザインメソッドを用いた 2 つの Creatio のためのインタラクティブシステムの設計および実装
3. 2 つの Creatio のためのインタラクティブシステムにおいて Flow を測定することによる、デザインメソッドの確からしさについての検証

1.8 本論文の構成

以下本論では、第2章において、関連領域として、Fun、Flow および Pattern の先行研究について述べる。まず、創造行為における楽しさに注目した DFFM と同様に、HCI において進められてきた Fun 研究を取り上げる。次に、Fun の状態に着目したチクセントミハイの Flow 研究について述べたのち、Flow を HCI へ導入する試みについて理論、実装、評価の観点から述べる。そして、デザインメソッドとしての DFFM の特徴である確率論的パターンについて述べるために、HCI におけるデザインメソッドとしてのパターン研究について、決定論的パターンを参照しつつ述べる。最後に、確率論的パターンについてベイトソンのパターン研究を取り上げ、パターン生成メカニズムについて述べる。

第3章では、Creatio のためのデザインメソッドの根幹となる、Dynamic Feedback Flow Mechanism(DFFM) と DFFM を用いたデザインプロセスについて述べる。まず、サイバネティクス的なアプローチを用いた DFFM のメカニズムによるフレームワークの構築について述べ、次に、時間軸のパラメータのダイナミックな操作に基づくインタラクションプロセスの設計について述べる。最後に、DFFM によって生成される痕跡としての Fun パターンとパタンブラクティスについて述べる。

第 4 章では、DFFM を用いて設計したインタラクティブシステムとして、Suirin および MYSQ を取り上げ、Flow 評価に基づきこれらの Creatio における楽しさの検証を行ない、それらの結果に基づき、DFFM の考察を行なう。まず、2 つの Creatio について、概要、設計プロセス、実装手法を述べる。そして、これらの 2 つの Creatio のためのシステムについて Flow 評価手法に基づく評価実験を行ない、本メソッドの確からしさについて検証する。最後に、DFFM を用いて設計を行なったその他の Creatio を紹介した上で、DFFM の考察を行なう。さらに、DFFM の Fun 研究、Flow 研究、およびパターン研究での位置付けについて述べたのち、デザイナーおよびユーザに対する貢献について述べる。

第 5 章では、本研究の成果、総括について述べる。まず、本研究の成果として、創造行為を伴う遊びとしての Creatio の定義、Creatio のためのデザインメソッドの構築、およびデザインメソッドを用いて設計・評価を行なった Creatio について述べる。最後に、総括を行い、結論として、楽しさの数理モデルの構築、および、Creatio 以外の領域への応用という観点から展望について述べる。

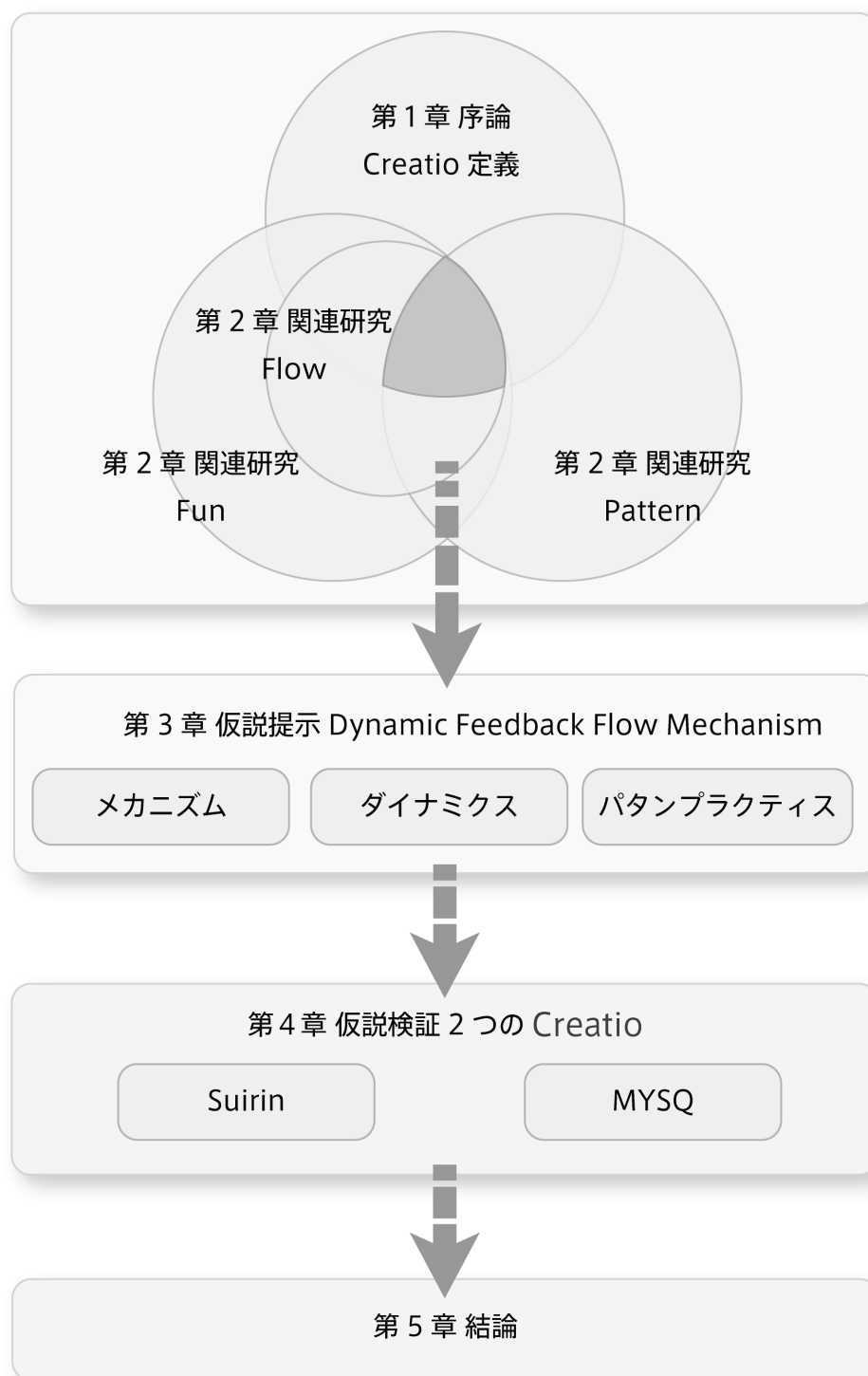


図 1.1: 本論文の構成

第 2 章

関連研究

概要

本章では，本研究の関連領域として，Fun, Flow, Patten の先行研究について述べる．

2.1 Fun

Creatio を構築するための Dynamic Feedback Flow Mechanism(DFFM) は, Fun 研究の集大成としての Funology において構築されることのなかった, Fun 生成のメカニズムとして機能する. というのも, University of York の Monk らによって集約された Funology に集まった大半の研究者は, Usability 研究者であり, Usability テストと同様の手法を用いて, Fun を評価するに留まったためである. したがって, Fun を設計するための具体的なメソッドやメカニズムを構築するに至らなかった. 以下, 本論では, Fun 研究の起源から集大成としての Funology の成立について時系列順に述べ, Funology の問題点について述べる.

コンピュータサイエンスの領域において Fun や Enjoyment について論じた古典的論文として, Malone による UI 設計論 [Malone, 1982], および, Carroll らによる Fun と easy の関係性について関する科学的検証 [Carroll, 1988] が挙げられる. Malone は, コンピュータゲームを魅惑的にさせる要素を調査するために男女別にゲームを用いて 8 種類の実験を行い, その結果をもとに, Challenge, Fantasy, Curiosity の 3 つのカテゴリと 9 つのチェック項目で構成される heuristics を作成した. 特に, Curiosity について, novel, surprising であるべきだと唱えている. 一方, Carroll らは, Fun が HCI, 特に Usability との関連においてこれまでに研究されてこなかった原因を, Fun の主観性と計測の困難さにあると指摘している. しかしながら, Carroll らは, Fun は潜在的に重要な要素と主張し, Fun や Motivation について研究の必要性を唱えている.

Malone の UI 設計論以降, 個別に進んだコンピュータサイエンスにおける Fun 研究が, University of York の Monk らを中心として集約される過程には, 3 つのピークが存在する. 3 つのピークのうち第 1 は, 1998 年から始まる Computers and Fun の名を持つ one day meeting である. 第 2 のピークは, 1999 年の Journal of Personal and Ubiquitous Computing, そして第 3 のピークは, 2004 年の ACM Interactions における Funology 特集と同年に刊行された Funology 論文集である. 以下では, これら 3 つのピークについて詳細を述べる.

第 1 のピークは, Monk が British HCI Group のメンバーとともに, 1998 年より 3 度に渡って開催した, Computers and Fun と呼ばれる one day meeting である. 第 1 回, 第 2 回の議論は, 各論と提案ベースに留まっていた. しかしながら, 第 3 回では, 議論の複雑化が進んだ. 以下では各 one day meeting の内容について述べる.

まず, 1998 年に開催された第 1 回, 1999 年に開催された第 2 回における議論は, Fun に関する各論と提案ベースに留まっていた [Monk, 1999a] [Monk, 2000]. 第 2 回レポートでは, Hassenzahl らによる, Hedonic quality と Enjoyment の関係性が指摘されている [Hassenzahl, 2000]. なお, Hassenzahl らによって本論を発展させた論文が, 2001 年度に IEEE Software に掲載されている [Hassenzahl, 2001]

続いて, 2000 年に開催された第 3 回では, これまでと異なり, computer と Fun の関係性をめぐる分野は多岐に渡り, 複雑化している [Monk, 2001]. 具体的には, e コマース, 認知症患者対策, 子供用インタフェースの評価などをテーマとする論文が発表された. 以下では, 2 点の注目すべき論文について述べる.

University of York の Wright らは, User experience の重要性について述べたのち, User experience のための分析ツール, フレームワークの必要性について主張している [Wright, 2001]. Wright らの分析によれば, experience は 4 つの基本的要素を持つ. すなわち, Joy や frustration

などを生む emotional な要素, thrill や excitement と呼ぶ生理的な状態を生み出す sensual な要素, アクションの構造に関係する compositional な要素, そして, 全ての経験の時空間的要素, 以上の 4 要素である. しかしながら, これらの経験を生み出す具体的なアプローチについては言及されていない.

University of Central Lancashire の Read は, 子供のためのユーザインタフェース評価のためのユーザビリティ指標としての Fun に注目している [Read, 2001]. Read は, インタフェースにおける Fun attribute として Expectation, Engagement, Endurability の 3 つの指標を用いてユーザインタフェースの評価実験を行なった. しかしながら, Read は Usability 研究者であることから Fun の評価を主眼におき, 本論文も評価以上の成果を出すに至らなかった.

次に, 第2のピークは, HCI British meeting on Computers and Fun で好評を受けた Monk が 1999 年に主催した Journal 誌 Personal and Ubiquitous Computing での Computers and Fun 特集である [Monk, 1999b]. 本特集のうち 4 本の論文が Fun の定義および Fun の状態に関する論文であり, 残り 4 本が個別のアプリケーションの構築に関する論文であった. 以下では, 3 点の注目すべき論文について述べる.

University of Glasgow の Johnson は, Fun の心理学的側面を HCI システムに適用する手段として, 認知モデルを提案している [Johnson, 1999]. この認知モデルとは, ICS(Interacting Cognitive Subsystem) モデルと呼ばれ, ユーザの心理学的・認知的な状態を利用するものである. さらに, ICS モデルとは, Sensory / Effector / Structural / Meaning の 4 つのカテゴリに心理状態を区分し, さらに 9 つの subsystem を踏まえて設計を行なうモデルである. このような ICS モデルの特徴は, 認知モデルのネガティブな面だけでなく, ポジティブな面を扱う点にある.

Yonsei University の Cho らは, ゲームの面白さについて科学的に解答するために, Analytic Hierarchy Process(AHP) を用いている [Cho, 1999]. Cho らは, 消費者, 開発者との比較に基づき, ゲームデザイン原則, すなわち各デザイン要素の相対的重要性づけに関する提案を行なうために, AHP を構築した. AHP とは, perceptive, cognitive で区分され, 17 項目で構成された階層的な指標である. Johnson が Fun と認知心理学の関係性について述べているのに対し, Cho らは, AHP において, 知覚と認知から階層区分を構成し, 構成要素を綿密に検討している.

University of Glasgow の Draper は, Fun とソフトウェアデザインの関係について 3 つの領域から論じている. Draper によれば, Fun が重要となる 3 つの領域とは, (1)Enjoyment が主要機能, (2) 学習が主要機能, (3) 学習性が重要な 2 次機能, のいずれかである. そして, Draper は, 特に (1) の領域について, ゲームデザインを取り上げ, チクセントミハイの Flow 理論の適用を提唱している. しかしながら, 具体的実装手法については議論を避けている.

最後に, 第3のピークは, 2002 年 CHI ワークショップ [Monk, 2002] 共同主宰者である University of York の Blythe が主催した 2004 年の ACM Interaction での Funology 特集から始まる. 本特集において Blythe は, Funology を the Science of Enjoyable Technology と定義し, Fun 研究の集大成として Funology を位置付けた [Blythe, 2004a]. しかしながら, 本特集に集まった研究者は, Usability 研究者がその大多数を占めていた. 以下では, 本特集に寄稿された論文のうち, 2 点の特筆すべき論文について述べる.

The Pennsylvania State University の Usability 研究者 Carroll は, Usability と Fun の関係性について, Fun を Usability の一環として捉えるとともに, デザインを通じて Fun を喚起する

ことを提唱している [Carroll, 2004]. すでに紹介したように, 本論文は1998年に SIGCHI Bulletin にて発表した, HCIにおける Fun の重要性について提唱した論文を発展させたものである [Carroll, 1988]. Carroll は, Fun と Usability とは関係が深く, 楽しさを付与することによって, ユーザに使い続けたいと思わせることが可能となると主張している. しかしながら, 具体的なメソッドについては触れられていない.

University of Maryland の Usability 研究者 Shneiderman は, 行為や目標と結びついた fun-in-doing に焦点をあて, Fun のための3つの重要な要素を挙げている [Shneiderman, 2004]. 3つの重要な要素とは, 1.Task-Suitable functionality, 2. Usability and Reliability, 3.Fun-Features である. さらに, 3.Fun-Features については, さらに5つの特徴 - 1.Alluring metaphors, 2. compelling content, 3, attractive graphics, 4. appealing animations, 5.satisfying sounds を持つと主張する. このような Shneiderman らの研究は, 認知・知覚の観点からゲームにおける Fun 構成要素の階層化を行なった Cho らと異なり, Usability の観点から, Fun の構成要素について検討した事例と言えよう.

この第3のピークは, Blythe が Chief Editor を担った, 同年に刊行された Funology 論文集にて終焉を迎える [Blythe, 2004b]. 本論文集は, 理論・概念, メソッド・テクニック, デザインケーススタディの3部構成からなる, Funology に関する論文集である. ACM Interaction での特集と同様に, Funology 論文集に集まった研究者の大半もまた Usability 研究者であった. このような彼らの関心は, Fun の評価や測定に向いていた. したがって, Fun 生成および構築のためのメソッドやメカニズムを構築するに至らなかったのである. 以下では, Funology グループに集まった Usability 研究者による Fun についての主要な論文を4点紹介する.

User Interface Design GmbH の Usability 研究者 Hassenzahl は, Engineering における喜びの概念としての Joy の扱い方について論じている [Hassenzahl, 2001]. まず, Hassenzahl は, Enjoyment が人間の生活の基礎であることから, Joy を重要な要素と考える. そして, Hassenzahl は, information system において, タスクに関係しないグラフィック・色・サウンドなどの hedonic qualities が Enjoyment と usage を増加させるという Mundolf [Mundolf, 1993] らの報告に着目し, hedonic qualities の評価手法を3種類紹介している. また, ユーザ個人の持つ新しさと挑戦を迫る性格という文脈において Flow 理論に着目しているが, それ以上の議論は行っていない.

Web Usability と Fun についての研究者 Umea University の Wiberg は, 博士論文において, Fun の測定について論じている [Wiberg, 2003]. 本論文では, Fun や Entertainment などのユーザ経験に関連した問題を扱うべく, Entertainment web を題材として, 従来の Usability 評価手法の拡張を行なっている. また, 関連研究では, チクセントミハイの Flow 理論を取り上げ, Entertainment IT への関連性が高いと述べる. しかしながら, Flow 理論そのものが web usability のコンテキストにおいて, Fun や Enjoyment を実践的に扱うための洞察が少ないと述べ, Flow 理論に関する詳細な議論を避けている.

これに関連して Wiberg は, Usability 評価手法を Fun や Enjoyment まで拡張することで, affective system のユーザ経験の理解に役立つと主張している [Wiberg, 2005a]. というのも, 従来の affective computing 研究はシステム, interface, interaction の特徴についてのもので, その評価手法については事例が少なかった. これに対し, Wiberg は, Entertainment web site(EWSs)を題材として, Inspection Method および Empirical Evaluation を行った. その結果, web におけ

る Fun や, Entertainment を評価する際に考慮すべき手続きを構築している.

さらに, Wiberg は, Usability 評価を拡張し, 10 項目からなる funology heuristics をまとめた [Wiberg, 2005b]. まず, 1982 年の Roberts らの報告 [Roberts, 1982] に端を発する Usability の歴史について述べた上で, Usability のユーザ経験への拡大への必要性について述べる. そして, Nielsen の Heuristic evaluation (Learnability, Memorability, Error rate, Efficiency, User satisfaction) をもとに, Entertainment web の inspection evaluation を通じて, その拡張を行なった. Wiberg は, この heuristics を, Entertainment web 以外の, Entertainment にも適用可能であると考えている.

以上述べたように, Fun 研究の集大成としての Funology は, Usability 研究者が大半であり, Fun をデザインするためのメソッドや生成メカニズムを構築するに至らなかったのに対し, DFFM はチクセントミハイの Flow 理論をメカニズムとして組み込み, Fun の生成を行なう. というのも, Funology グループに集まった研究者の大半は, Usability 研究者であり, Usability テストと同様の手法を用いて, Fun を評価するに留まったためである. あるいは, 一部の研究者は, 社会学者チクセントミハイが提唱した楽しさの状態としての Flow に注目していたにも関わらず, 同様に評価に用いるのみであった. したがって, DFFM は, Usability 研究者が至らなかった, Flow 理論の楽しさの設計手法への導入を行ない, Fun の生成を行なう. 以下, 次節では, Flow 理論および HCI への適用について述べる.

2.2 Flow

Creatio を構築するため Dynamic Feedback Flow Mechanism (DFFM) は, 従来の Flow 研究において妥当性が検証されることのなかった, Flow 生成のメカニズムとして機能し, インタクションプロセスを通じてユーザに Flow をもたらしすることができる. 以下では, 心理学者チクセントミハイによって提唱された Flow 理論について説明し, HCI における Flow 理論の導入事例として理論, 実装手法について述べ, Flow 評価手法について述べる.

2.2.1 Flow 理論

身体性に基づく Fun の状態に注目した社会学者チクセントミハイの提唱した Flow 理論は, Flow 構成要素と Flow Zone Model で構成される. Flow 構成要素とは, 心理学者チクセントミハイが数十年に渡って数千人に対してヒトが最も楽しいと覚える時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結果体系化された 8 項目の状態を指し, Flow Zone Model とは, 適切な Skill と Challenge のバランスが生じる場合に始めて, Flow に陥るとするモデルである. 以下では, チクセントミハイの Flow 理論を構築するまでの過程について紹介し, その 2 つの特徴である Flow 構成要素と Flow Zone Model について述べる.

まず, チクセントミハイが Flow に関する処女作としての『Beyond Boredom and Anxiety』[Csikszentmihalyi, 2001] において行なった Flow の定義とは, 行為者の身体性と Fun の関係性に注目したものであった. 本書においてチクセントミハイは, 「全人的に行為に没入している際にヒトが感じる包括的感觉」を Flow と定義している. 本書では, チェスの名人, ロッククライ

マー、ロック・ダンサー、外科医などの専門家に対しての行動調査を質問形式で行い、その結果をもとに因子分析を行なっている。この結果、Flow 構成要素の原型が完成する。

続いて、チクセントミハイは、『Flow』[Csikszentmihalyi, 1996] を発表し、20 年間の研究成果を一般向きに要約した集大成として Flow 理論を提唱した。チクセントミハイの研究は、前期と後期に分けて説明できる。前期の研究対象は、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であった。後期では、日常生活を営む一般のヒトを対象とした。前後期を通じて、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、ヒトが最も楽しさを覚える状態、すなわち Fun の状態にあるとき、行為者が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、異なる活動形式であったにもかかわらず、楽しさの状態は類似した表現で記述されることがわかった。また、社会的地位、人種、性別に関わらず、楽しさを覚える状態は同じであることがわかった。以下では、この調査結果に基づいてチクセントミハイが Flow 理論としてまとめた内容における 2 つの特徴である Flow 構成要素と Flow Zone Model について詳細を述べる。

第 1 に、Flow 構成要素とは、チクセントミハイがリサーチ結果に基づいて同定した、Flow を引き起こす 8 つの構成要素を指す。この 8 つの要素とは、1. 達成可能な課題 (a task that can be completed), 2. タスクへの集中 (the ability to concentrate on the task.), 3. 明確なゴール (that concentration is possible because the task has clear goals.), 4. 直接的なフィードバック (that concentration is possible because the task provides immediate feedback.), 5. 行為の統制 (the ability to exercise a sense of control over actions.), 6. 没入感 (a deep but effortless involvement that removes awareness of the frustrations of everyday life.), 7. 体験後の自己感覚の強化 (concern for self disappears, but sense of self emerges stronger afterwards.), 8. 時間の経過感覚の変化 (the sense of the duration of time is altered.) を指す。なお、1 度の活動の中で必ずしも全ての構成要素が満たされている必要はない。

第 2 に、Flow Zone Model とは、チクセントミハイが構築した、Skill (行為者の技能) と Challenge (行為の難易度) の適切なバランスのもとで Flow が訪れるとするモデルである。Flow Zone Model によれば、Skill が増せば増すほど難易度の高いチャレンジの中で Flow に達し、一方で、Skill が低い場合、難易度の低いチャレンジの中で Flow に達するとされる (図 2.1)。また、Skill が高く、Challenge が低い場合、ヒトは退屈を感じる一方で、Skill が低く、Challenge が高い場合、ヒトは不安を感じる。しかしながら、このようなチクセントミハイが提唱した Flow Zone Model は、1 度のプレイの中でのバランスの移動を前提としておらず、修練によって始めて移動が可能である。

このような特徴をもつ Flow 理論のコアとなる概念は身体性であり、Creatio との親和性が高い。というのも、8 つの Flow 構成要素は、行為者自身の身体的な動きとの関連において始めて現れる要素であるためである。また、Flow Zone Model も、行為者自身の身体的な技能の中で現れるためである。Flow 理論は Malone の UI 設計論 [Malone, 1982] における Challenge と類似性を持つものの、身体性において大きな違いがあるのである。したがって、創造行為に基づく身体的な遊びである Creatio のためのメカニズムである DFFM において、行為者に Fun をもたらすために Flow 理論を適用する。

以上述べたように、身体性の中で生まれる Flow 構成要素と Flow Zone Model という

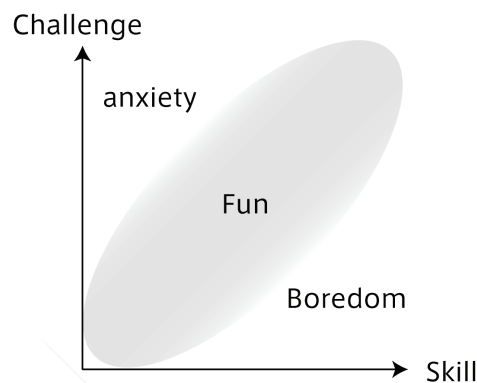


図 2.1: Flow Zone Model の概念図

Skill と Challenge の適切なバランスによりヒトは Flow に至る。

2つの大きな特徴を持つ Flow 理論は、HCIにおいて様々のアプローチで導入されている。それらのアプローチは、3つのカテゴリに区分可能である。3つのカテゴリとは、Flow と HCI の関係性についての理論に関する研究、理論に基づき Flow をもたらす実装手法に関する研究、Flow 測定手法に関する研究、である。次節では、理論について6点、実装手法について2点の論文を紹介する。

2.2.2 Flow 理論の HCI への導入事例

Flow 構成要素と Flow Zone Model という2つの大きな特徴を持つ Flow 理論は、HCIにおける様々なシステムで導入されつつある一方で、デザインメソッドとして妥当な研究事例は少ない。確かに、Flow 理論を HCI への導入を提案する理論的な論文は数多く存在する。しかしながら、実際に実装まで至った例は稀である。さらに、これらも、Flow の生成メカニズムについて言及されていない、もしくは、評価実験を通じての確からしさが検証されていない。以下では、Flow と HCI の関係性についての理論に関する代表的な論文を6点紹介し、その後、実装手法に関する論文を2点紹介する。

George Washington University の Artz は、Flow 理論の観点から、情報システムと QOL(Quality of Life) の関係性について論じている [Artz, 1996]。Artz は、TV のもたらすインパクトを評価するためにチクセントミハイの研究を手がかりとした。そして、Social, Organizational, User computer interface のレベルから、コンピュータの QOL に対するインパクトについて Flow 理論を用いて評価を行なっている。本論文は、情報システムと Flow の関係について述べた初期の論文であり、最適経験をもたらすシステムを目指すべきとの指針を与えるものである。しかしながら、具体的な設計指針や体系的な評価は行なわれていない。

University of Florida の Douglas は、スキーマ理論を用いて、hypertext と Flow の関係性について説明を行なっている [Douglas, 2000]。Douglas らは、Rumelhart によって提唱されたスキーマ理論 [Rumelhart, 1980] を用いて、hypertext における immersion, engagement について様々な例を取り上げ、分析を行なっている。そして、これらの状態と Flow 理論の類似性について述べ、スキーマ理論の活用により Flow をもたらす、と主張している。なお、読書と Flow の関

連性についてはすでにチクセントミハイ自身が著書において passive Flow として指摘している。

Metropolitan State College の Jennings は, Beardsley によって提唱されたヒトが集中・没入しているときに起こる Aesthetic Experience[Beardsley, 1982] を用いて, Flow と web デザインフレームワークについて論じている [Jennings, 2000]. Jennings は, 魅力的かつ没入感のある環境を構築するために, Aesthetic Experience の概念を利用する. ここで用いる Aesthetics の概念は, 視覚的な面の狭い概念だけでなく, 知覚・認知・感情的な要素を含む. Jennings は, プロの開発者にインタビューを行い, そこで得られた発見をもとに Aesthetic Framework を構築している. しかしながら, 本フレームワークでは, Flow をいかにデザインするかについての具体的な言及は行なわれていない.

Virginia Polytechnic Institute and State University の Vass らは, 問題解決のための環境 (PSE : problem solving environments) の構築のために, workflow と呼ばれるモデルを提唱している [Vass, 2002]. Vass らは, 単に問題を解くユーザと, 創造的に問題を解くユーザの違いを Flow の存在に求めた. そして, ネットワークを通しての, 一連の創造的な問題解決者の行為を workflow としてモデル化した. このモデルは, 創造行為における Creativity が Flow の結果から生じるというチクセントミハイの主張 [Csikszentmihalyi, 1997] に基づいた提案である. しかしながら, 具体的な設計手法については言及されていない.

University of Queensland の Johnson は, Flow を作り出すゲームにおけるデザインの non-leisure software への応用について論じている [Johnson, 2003]. Johnson は, ゲームがユーザにポジティブな感情を与えるという前提から出発し, その要素を non-leisure software に応用することを目的として, game における Flow について検証を行っている. まず, Johnson は, Flow を阻害する UI デザイン, Flow を促進する UI デザインについて調査を行なった. そして cross-platform 間の実験から, affective な経験はプラットフォーム間で異なることを示している. 本論文において, HCI におけるデザインガイドラインと Flow の関係性が一元的でないことを示した点について評価できよう.

University of New South Wales の Polaine は, Flow を引き起こすための interactive feedback loop について論じている [Polaine, 2005]. まず, Polaine は, フィジカルインタラクションが, 没入や Flow といった心理学的・現象学的な経験を向上させると主張する. また Flow 理論の 8 つの構成要素に基づいた設計指針を導入することを主張している. これらの点において, DFFM との関連性が強い. しかしながら, Polaine の主張する理論についての客観的評価は行なわれておらず, 抽象的な主張が展開されるのみで具体的な設計手法については論じられていない.

このように, Flow と HCI の関係性を理論化した論文は多く存在し, Flow を設計に採用することの重要性が強いことがわかる. しかしながら, これら 6 点の論文は, あくまで理論にすぎない. これらに対し, 従来の Flow 研究においても, 理論に基づき実装を行ない, そのメソッド化を試みた例も存在する. 以下では, 実装手法に関する論文を 2 点紹介し, そのアプローチの問題点について述べる.

Sony CSL の Pachet は, Skill と Challenge との関係に注目した Flow マシンについて論じている [Pachet, 2004]. Pachet らは, Continuator と呼ばれる interactive music system を用いて, ミュージシャン, 子供を対象に実験を行なった. 評価では, Flow 理論の特徴に基づき定性的な自己評価を行なった結果, Flow をもたらすことから, 提案するシステムを Flow マシンと呼ん

だ。本論文において、時間軸上における Flow の life cycle について分析を行なっている点、インタラクションにおける注意の中心を、end product ではなく、インタラクションに従事する subject とする点については参考にすべきであろう。しかしながら、該当システムのどの要素が Flow を引き起こしているかについて言及はされておらず、生成メカニズムとしての妥当性にかける。

University of Southern California の Chen は、ゲームにおける Flow を実装するためのメソッドとして、player oriented DAA(Dynamic Difficulty Adjustment system) を提案している [Chen, 2006]。Chen は、異なるタイプのプレイヤーが Flow を得られるようゲーム経験を最適化すべきと論じ、DAA を紹介する。そして、従来の system oriented DDA について、実装での限界について4つの観点から論じ、player oriented DDA を提案する。player oriented DDA とは、Skill と Challenge のバランスについて焦点を当てる従来のシステムと異なり、ゲーム中にプレイヤーの選択をエンベッドすることにより、プレイヤー自らで Skill と Challenge のバランスをダイナミックに変化させ、Flow を維持するモデルである。このような player oriented DDA は Flow Zone Model を拡張するモデルとして重要な概念である。しかしながら、Chen のモデルはユーザの身体性を考慮しておらず、評価実験を通じてモデルの妥当性も検証されていない。

以上述べたように、Flow 理論は HCI における様々なシステムで導入されつつも、メソッド化された研究事例は妥当性に欠ける。というのも、結果的に Flow をもたらすのみで、その生成メカニズムについて言及されていないため、あるいは、評価実験を通じての確からしさが検証されていないためである。これに対し、Flow を生成するメカニズムとしての DFFM は、実際に作品の Flow 評価を通じて、そのデザインメソッドとしての有効性について確認する。以下では、この Flow 評価手法について、HCI の領域でこれまでに用いられてきた手法および neuroscience の Flow 研究について述べる。

2.2.3 Flow 評価手法

DFFM を用いて設計した Creatio における楽しさの生成について検証するための Flow 評価手法は、HCI における過去の Flow 評価手法と同様に、インタビューおよび Flow 構成要素に基づくアンケートを利用する。確かに、HCI においても neuroscience 的アプローチも導入されつつある。あるいは、Neuroscience の領域では、HCI よりも先進的かつ厳密な Flow 研究が行われていることがわかる。しかしながら、これらのアプローチでは計測器具による身体性の阻害の問題が発生する。以下では、HCI における Flow 評価手法について4点紹介し、neuroscience における Flow 研究について4点紹介する。

University of California, Riverside の Novak らは、Flow アンケートを用いて、web user における Flow 測定を行なっている [Novak, 1997]。まず、Novak らは、1977～1996 の期間での Flow の 16 の定義と 16 の測定方法について紹介する。そして、これらを Flow の物語的な描写を回答者が提供する Narrative/Survey、選択された活動に参加した回答者が回顧的に評価するよう求められる Activity/Survey、回答者が一週間1日中ページをつけるよう指示され、その活動を評価する Experience Sampling Method の3つに区分する。そして、原因・効果・関連性を描写する3つの Flow モデル化の例として、Conceptual model, Casual model, Flow channel segmentation model を挙げる。そして、Flow channel segmentation model について、apathy, flow, anxiety,

boredom からなる 4 channel に arousal, control, relaxation, worry を追加した 8 channel モデルを構築している。実験では、Flow アンケートを用いて web ユーザの Flow 測定を行ない、8 channel モデルの妥当性について検証している。本論文は、Flow の定義、測定方法、モデル化など、従来の Flow 研究を包括する上で重要な論文と位置付けられる。

Eindhoven University of Technology の Feijs らは、構成要素の肯定・否定を属性として持つ Flow アンケートを用いて、Game Support object と Flow の関係性に関して論じている [Feijs, 2004]。Feijs らは、ゲーム経験を豊かにすることに使われる Game Support object について、その大きさに関して、Flow および Fun との関連性を測定する実験を行なっている。この実験において、Feijs らは、Flow 理論の構成要素の肯定・否定に関するアンケートにより Flow 判定を行なっている。その結果、全ての大きさで Flow を平均的に感じ、大きさについての嗜好は Fun と Flow で同様の結果をもたらした。しかしながら、本論文では、具体的な Flow の設計指針については触れられていない。

The University of Queensland の Sweetser らは、ゲームにおける楽しさの評価手法として、Game Flow を提案している [Sweetser, 2005]。まず、Sweetser らは、従来の heuristics が game interface, mechanism, gameplay などの要素に基づくことから、デザイン・評価・Enjoyment を理解するために、従来のモデルを統合する必要性について論じる。そして、この統合のために、筆者らはチクセントミハイの Flow 理論を利用し、8つの項目からなる Game Flow を構築している。さらに、2つのリアルタイム戦略ゲームの専門家による評価を通じて本評価手法の有効性について検証している。Game Flow では、従来の Flow 構成要素に加えて、ゲームを通じたコミュニケーション面での Social Interaction を新たな要素として追加している点に注目すべきであろう。

University of Southern Denmark の Yannakakis らは、heart rate を用いた楽しさの計測手法を提案している [Yannakakis, 2006]。Yannakakis らは、生理信号である heart rate をリアルタイムで計測し、プレイ中の楽しさについて統計的に分析を行っている。その結果から、プレイ中の子供の楽しさと平均的な heart rate に関連性があることを示している。本論文において、Flow 理論は Fun を同定するための1つの理論的根拠として参照されているのみであるものの、heart rate は、楽しさの計測について非常に有効なアプローチであると考えられる。また、計測した値をリアルタイムでシステムにフィードバックさせ、楽しさを調整するアプローチは、1度のプレイ中での Flow Zone Model の拡張に対し有用な試みと考える。

このように、従来の HCI の領域で行なわれてきた Flow 評価手法は、heart rate を用いた手法など neuroscience 的アプローチも導入されつつも、Flow アンケートによる楽しさの主観的な評価が主流であるのに対し、neuroscience における Flow 研究は、Flow 測定手法やメカニズムの解明についてより先進的である。以下、neuroscience における Flow 測定方法に関する事例を3件紹介し、Flow 生成メカニズムに関する研究事例を1件紹介する。

Benecom Technologies, Inc の Marr は、行動的・認知的・神経心理学的の観点から Flow 測定手法について論じ、中脳のドーパミン測定を紹介している [Marr, 2001]。Marr は、従来の Flow に関する研究は解釈学的・象徴的な要素に関するものが多く、生理学的な関連性についてほとんど調査されていないことを指摘する。そして、Flow 測定手法として、行動的・認知的・神経心理学的に Flow の説明を行なう。まず、行動的な Flow 測定として、タスクの重要性に対する相関を挙げる。次に、認知学的な Flow 測定については、認知的な没入・注意に焦点を当てる。最後

に、神経心理学的な Flow 測定では、Goleman の成果 [Goleman, 1995] に基づき、脳波などの皮質の活動の指標によって示されるように、Flow が脳の代謝作用中の縮小を反映していることを示している。同時に、Ashby らの成果 [Ashby, 1999] に基づき、多数の主要な知覚上のイベントが中脳のドーパミン活動を倍加させ、認知上のスイッチングを促進し、意思決定や創造思考を高めることを示している。

Burzik は、神経心理学の研究事例を紹介し Flow において脳で起きている現象から、4 波 (alpha, beta, theta, delta) のバランスと Flow との関係性について示している [Burzik, 2004]。まず、Crews らの実験 [Crews, 2001] から、プレッシャーを克服する際のヒトの brain scan を通じて、左右の脳活動が対照的であることを示す。次に、Wise の The Awakened Mind [Wise, 1997] を紹介し、awareness, creative inspiration が起きている間の 4 波の状態について、全ての創造的な個人が特定の脳波パターンを示し、Flow と Creativity が近い関係を持つ証拠として 4 波の同時発生を紹介している。さらに、The Awakened Mind から、Creativity が生み出される際に 4 波のバランスが見られることを示している。これらから、Flow を測定するために 4 波のパターンを照合することは有効であると考ええる。

広島大学の入戸野は、脳波を用いた注意測定手法であるプローブ刺激法について論じている [Nittono, 2006]。まず、入戸野は、Flow を楽しさの極限と捉え、対象への興味を抱く心理状態について客観的に検討することを目指し、注意の配分という現象に注目する。そして、入戸野は、脳波の一種である事象関連電位 (event-related brain potential : ERP) を用いて、注意の量を測定する。この ERP を測定するために、処理資源 (注意) の配分量を知ろうとする主課題と二次課題を平行して行なうプローブ刺激法を用いる。実験では、聴覚プローブ刺激に対する ERP を用いて映像に対する注意を測定している。しかしながら、入戸野はシミュレーションへの適用可能性について言及しているのみで、運動器官と知覚器官を用いたアクティブなタスク処理についての実験を行っていない。また、注意を Flow そのものと見るか否かについても議論の余地がある。

American University of Beirut の神経科学者 Dietrich は、Flow のメカニズムについて神経科学的観点から説明を行なっている [Dietrich, 2004]。まず、Dietrich は、Flow を特徴づける情報処理システムとして、explicit システムと implicit システムの区分を行なう。explicit システムは、前頭葉の高次の認知機能に関連し、認知的な flexibility を増加させる。一方で、implicit システムは、大脳基底核によって促進されるスキルベースの知識に関連し、より efficiency であるという利点を持つ。この flexibility / efficiency の分析から、Flow は高度に実践的なスキルが explicit システムからの影響を受けずに implicit システムの中において表出する間の状態として同定され、explicit システムの抑制をもたらす一時的な前頭前における活性緩和の間に起きる、と主張している。また、Dietrich は、この分析に基づき、Flow と Creativity の違いについて展開する。まず、両者は異なる脳の回路を採用し、Flow は、一時的な前頭前における活性緩和の状態を必要とし、implicit システムに最大限のスキルと最大限の効率性でもってタスクを実行させる。一方で、Creativity は、前頭前皮質の背外側部によって提供される認知的機能によって可能となる。このように、Dietrich は Flow と Creativity の神経科学上の相違を示している。一方で、Burzik や Wise が Flow と Creativity の類似性について言及しているように、これらの関係性については未解決の問題と考えられる。本研究では、Burzik や Wise が実験に基づき仮説の検証を行っている点を鑑み、類似性について肯定的な意見を採る。

以上述べたように、neuroscienceの領域ではより先進的かつ厳密なFlow研究が行われているが、本研究におけるCreatioの評価においては、Flowアンケートを採用する。というのも、これらのアプローチでは、計測過程で装着しなければならぬ器具や手順の煩雑さが問題となるためである。確かにオンラインゲームなどの固定された姿勢での身体の一部のみをプレイに使用する環境においては、適用が容易であろう。とはいえ、身体動作の冗長性の確保が不可欠なインタラクティブシステムにおいては、装着負荷の問題が解消されない限り、適用困難なアプローチに留まる。したがって、本研究におけるCreatioの評価においては、HCIで従来行なわれてきたFlowアンケートに基づく評価を用いてその楽しさについて検証する。次節では、本研究のデザインメソッドの新規性を確認するために、HCIの領域において取り組まれてきたデザインメソッドとしてのパタン研究について述べる。

2.3 Pattern

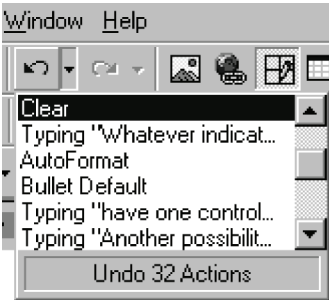
Creatioを構築するためのDynamic Feedback Flow Mechanism(以下DFFM)は、従来のHCIにおいて取り組まれてきた決定論的パタンと異なる立場としての確率論的パタンを用いたメカニズムであり、決定論的パタンの持つPattern同士をインテグレートする際に生じるPatternで補うことのできない残余を減少させることができる。以下では、HCIにおいて展開されてきたデザインメソッドとしてのパタン研究、および、ベイトソンによるパタン研究について述べる。

2.3.1 HCIにおけるパタン研究

HCIの領域におけるデザインメソッドとしてのパタン研究は、Patternを決定論的に捉える点で限界を生じる。ここでいうPatternとは、あるコンテキストにおけるデザイン上の特定の問題に対するソリューションを提供することを目的としたインタラクシオンデザイン手法と定義できる。表2.1は、代表的なインタラクシオンデザインパタンの構造と具体例である。このようにインタラクシオンデザインパタンは、コンテキスト、プロBLEM、ソリューションという構造を持つことから、CreatioにおけるFunの設計のためのデザインメソッドとして、その構造を活用することができると考えられる。すなわち、創造行為を伴う遊びというコンテキストにおいて、Funを生成するというプロBLEMに対し、ソリューションとしての何らかのPatternが存在すると置き換えることができる。しかしながら、従来のHCIにおけるパタン研究は、決定論としてPatternを捉える点で問題を孕んでいる。以下では、HCIにおけるパタン研究の起源、現状、およびその問題点について述べる。

HCIにおけるパタン研究は、建築家アレグザンダーのパタンランゲージを起源とする[Alexander, 1977b]。アレグザンダーのパタンランゲージはフォーマットとヒエラルキーという2つの特徴を持つ。まず、フォーマットとは、プロBLEM、コンテキスト、ソリューションなどを基本要素からなる記述形式を指し、デザイン上の問題に対する証明された解決法を、建築家だけでなく、エンドユーザに対して理解しやすい形式で表現することを目的としている。次に、ヒエラルキーとは、Pattern同士の関係性を示す。このPatternの関係性とは、抽象的で大きなスケールから、具体的で小さなスケールへと分解可能であること、そして、それぞれのPattern同士が密接に

表 2.1: インタラクシヨンデザインパタンの例
Guidance/Feedback/Undo [Welie, 2003]

Author	Martijn van Welie
Problem	Users may do actions they later want reverse.
Context	Most applications where restoring the state after an erroneous action is relatively hard to do by hand e.g. when it requires several actions.
Solution	Let the users reverse their last actions. Maintain a queue of executed commands and allow the user to undo at least the last couple of actions. Show the history of commands so that users know what they have done. A command is either a chosen function or a meaningful grouping of actions, for example typing a sentence or changing the printer settings. It is important that all commands can be undone. If a command has side effects that cannot be undone, warn the user before executing the command and do not queue it. In some cases, it can be meaningful to allow specific actions from the queue to be deleted. When one action is removed from the queue, all following actions need to be undone first and then redone.
Example	

連結すること、を特徴とする。これらの特徴を持つアレグザンダーの Pattern を正しく用いた建物や町の創り方は、アレグザンダー 3 部作第 1 作目に記されている。[Alexander, 1977a]。以下では、アレグザンダーの Pattern の建築からコンピューティングへの適用への流れについて述べる。

アレグザンダーの Pattern は、HCI への導入される以前の 80 年代後半よりソフトウェアエンジニアリングの領域へ導入されている。ユーザのためのデザインという観点からすればソフトウェアエンジニアリング以前に HCI に導入されることが当然であった。しかしながら、HCI 以前にソフトウェアエンジニアリングへの導入が先行した。この理由は諸説存在し、定説は現時点では存在しない。以下では、ソフトウェアエンジニアリングにおける Pattern に関する代表的な書籍として、Gamma らによる Design Patterns について述べる。

Gamma らによる Design Patterns は、オブジェクト指向ソフトウェア設計の際に繰り返して現れる重要な部品を、デザインパターンとして記録した上で、カタログ化したものである [Gamma, 1995]。本書は、ソフトウェアエンジニアリングにおけるパターンランゲージを始めて書籍化したものであり、HCI への導入よりも先行していた。しかしながら、本書は HCI パターン研究者からいく

つかの欠点を指摘されている。例えば、開発者用の Pattern であって、エンドユーザを意識していない [Borchers, 2000a], 構造的アプローチの欠如 [Borchers, 2000b], 一般的なランゲージとしてのフォーマットを持たない [Dearden, 2002], などが挙げられる。また、アレグザンダー自身も OOPSLA 1996 の keynote speech において、ソフトウェアエンジニアリングへの Pattern の導入が失敗であったことについて言及している。

さて、HCI 領域への Pattern およびパタンランゲージの導入は、3 つのフェーズに区分的できる。まず、導入フェーズは、1997 年に開催された CHI ワークショップより開始する。つづいて、拡張フェーズは、2003 年ごろまで続き、Jan O. Borchers や Martijn van Welie が中心となって定義や目的に関する議論が進む。最後に分散フェーズは、2003 年以降を指し、Ubicomp や Game への応用が展開する。以下ではそれぞれのフェーズについて詳細を述べる。

まず、導入フェーズは、1997 年に開催された CHI ワークショップに端を発する [Eriksen, 1997]。本ワークショップにおいて始めて HCI 領域への Pattern の導入が提案されたことから、導入フェーズと呼ぶ。パタン研究の HCI への導入が提唱された背景には、インタラクションデザインの複雑化、多様化する流れが存在する。本ワークショップでは、インタラクションパタンランゲージの構築に向けて、インタラクションパタンにおける time, sequence の扱い方、実際の適用手法、構築のためのメソッドや具体的な事例などについて議論を行なうべきという今後の研究における方向性が示された。

次に、拡張フェーズは、CHI ワークショップから、2003 年頃までの期間を指す。この時期が最も Pattern に関する論文が盛んに投稿された時期であることから、拡張フェーズと呼ぶ。まず、本フェーズの代表的な研究者は、Jan O. Borchers や Martijn van Welie である。そして、その主要な研究テーマは、Pattern の定義、目的やフォーマットといった Pattern の概念や形式についての研究や、個別の Pattern の構築についての研究が多数を占めていた。以下では、拡張フェーズにおける HCI における Pattern に関する代表的な書籍を 4 点取り上げる。

Borchers は、パタン研究の歴史を紹介した上で、22 の HCI パタンを紹介している [Borchers, 2001]。Borchers のフォーマットは、Name, Ranking, Illustration, Problem and Forces, Examples, Solution, Diagram, Context and References で構成される。また Borchers はパタンランゲージの定義としてコネクティビティを強調している。Todd らは、このパタン集を現存する HCI パタンの中で最も有用なものとして紹介している [Todd, 2004]。同様に、Dearden もまた、現在存在する Pattern のうちそのフォーマットにおいて最もアレグザンダーの形式に近いパタンランゲージとみなしている [Dearden, 2002]。

Duyne は、12 のカテゴリ別に 90 のインタラクションデザインパタンを紹介している [Duyne, 2002]。Duyne のフォーマットは、Name, Background, Solution, Consider These Other Patterns, Illustration で構成される。特に、Consider These Other Pattern とは、アレグザンダーのパタンランゲージにおける Relation を説明した項目であり、個別の Pattern 同士の関係性について詳細に述べられている。

Graham は 79 のインタラクションデザインパタンを提案している [Graham, 2003]。本書は、ソフトウェアエンジニアリングにおける Gamma らのデザインパタンと Nielsen の Web Usability を統合させることを狙いとしている。しかしながら、本書はパタンランゲージのタイトルを持つものの、フローチャートの形式を採用していることから、アレグザンダーのパタンラン

ゲージそのものに対する理解が浅く、ランゲージとしての機能に乏しい。

Tidwell は、4 のカテゴリ別に 45 のインタラクショナルデザインパターンを紹介している [Tidwell, 2005]。Tidwell が論じているカテゴリとは、desktop applications, web sites, web applications, mobile devices である。各 Pattern のフォーマットは、what, use when, how, example で構成される。しかしながら、説明文中には Pattern 同士の関連性について触れられているのみであり、アレグザンダーのヒエラルキー形式での記述は踏襲されていない。

最後に、分散フェーズは、2003 年以降から現在までを指す。2003 年に University of California, Berkeley の Landay による Pattern の Ubicomp への導入の提唱 [Landy, 2003] を契機として、研究対象となった Pattern の領域が、UI, WEB やといった HCI の基本領域から分散傾向にあることから、分散フェーズと呼ぶ。この時期では、拡散フェーズにおいて中心的な役割を果たしていた Jan O. Borchers や Martijn van Welie に変わって、様々な研究者が Pattern に関する論文を発表し始める。以下では、Ubicomp, Game に関するパターン集について紹介する。

University of California, Berkeley の Landay は、Ubicomp のためのパターンコレクションを公開している [Landy, 2004]。本パターン集では、Application ジャンル別に 12 の Pattern と、12 のテーマ毎に 3 つのレベルに区分された全 55 の Pattern を掲載している。各 Pattern のフォーマットは、Background, Problem, Solution, Examples, Research Issues, Related Patterns References で構成される。しかしながら、2007 年 6 月時点で、全ての Pattern の項目が記述されているわけではない。

University of Groningen の Folmer は Game Usability のためのパターンコレクションを公開している [Folmer, 2006]。本パターン集では、5 つのカテゴリ別に 26 の Pattern が紹介されている。Pattern のフォーマットは、Aliases, Problem, Use when, Forces, Solution, Principle, Why, Example で構成される。しかしながら、Pattern 同士の関係性については考慮されていない。

以上述べてきたように、HCI における Pattern は、アレグザンダーの Pattern の 2 つの特徴であるフォーマットとヒエラルキーを継承しただけでなく、最も重大な問題点である決定論的パターンとしての特徴をも継承している点でデザインメソッドとしての限界を有する。この決定論的パターンとは、原因と結果の関係が一意的に確定している決定論的システムと同様に、問題とソリューションに対する関係が一意的に確定している Pattern である。この決定論的パターンの問題点は、Pattern の残余を考慮しない点にある。この残余とは、パターンで補うことのできない部分、特に Pattern 同士をインテグレートする際のデザイナーの関与部分、に他ならない。にもかかわらず、一意的に優れた Pattern を組み合わせることで優れた構築物をデザインすることができると結論付けている点で限界を生じるのである。このようなアレグザンダーのパターン研究に関する問題は、建築分野においては指摘されつつあるものの、HCI ではいまだ問題提起すらされるに至っていない。ではこの残余問題を解決するためにはいかなる手法を採用すべきだろうか？

HCI におけるパターン研究が決定論的であることから生じている限界に対し、Pattern の概念に確率論的手法を導入することが有効であると考えられる。そもそも、原因と結果の間には決定論的因果律が存在するという考え方はデカルト、スピノザ、ニュートンといった哲学者、科学者に顕著に見られるものである。20 世紀に入るまでの時期においては、原因と結果の間に存在する決定論的因果律を発見することが科学であるという考え方が優勢であり、このような決定論的考え方の代表がニュートン力学である。しかしながら、物理学の世界ではニュートン力学の範疇

を超えた決定論的な因果関係の成り立たない現象を問題とすることとなり、確率論的手法が必要とされるに至った [Kaneko, 1994; pp.25-31]. したがって、本研究で提案するデザインメソッドでは、決定論的パターンにおいて生じる残余を減少させるために、その対極に位置する確率論的パターンの思考法を導入する。次節では、確率論的なパターン概念について、人類学者ベイトソンのパターン研究について説明を行なう。

2.3.2 確率論的パターンとパターン生成メカニズム

人類学者ベイトソンが取り組んだパターン研究は、決定論によらない確率過程における痕跡としての Pattern を対象とした。このような思考法は、サイバネティクスの思考法に基づく。ウィーナーによって提唱されたサイバネティクスは、確率過程を理論的背景に置き、フィードバックの性質を持った循環過程を主体とするダイナミズムを基本概念として採用している。ベイトソンの Pattern の概念は、Pattern をフィードバックメカニズムに現れる痕跡としてみなすことから、確率論的パターンと言える。また、ベイトソンは、Pattern の生成メカニズムを、フィードバックメカニズムを用いて説明した。以下では、ベイトソンのパターン研究とパターン生成メカニズムについて述べる。

自然における Pattern の問題を学際的に追及した人類学者ベイトソンは、Pattern を痕跡として捉えていた。この立場は、アレグザンダー、ソフトウェアエンジニアリング、HCI における決定論としての Pattern の捉え方と異なる立場である。すなわち、Pattern と実体を厳密に区分し、ストカスティックプロセスにおける痕跡として Pattern を捉える立場である。以下では、まず、痕跡としての Pattern とパターン生成メカニズムの背後に存在するサイバネティクスの思考法について述べる。

ベイトソンにおける Pattern とパターン生成メカニズムには、ウィーナーによって提唱され、世に広まったサイバネティクス [Wiener, 1962] の思考法が強く影響を及ぼしている。サイバネティクスは、通信と制御を組み合わせた捉え方であり、動物の運動や自動機械の働きを統一的に把握することを目指していた。ウィーナーがサイバネティクスの思考法に至った契機は、第2次世界大戦中の兵器の自動化であり、その多くはフィードバックコントロールを原理とした。すなわち、弾丸であれ、機体であれ、目標からそれた度合いを測り、その値を源に戻して、参照して狙いを付け直すものである [Akagi, 2006; pp.32-34].

このようなサイバネティクスの思考法の背後には、ニュートンの時間概念とは異なる、ベルグソンの時間概念が存在する [Wiener, 1962; pp.38-41]. ニュートン時間とはすなわち、時間の可逆性を前提とした概念であり、惑星の運動など、天体物理学において用いられる時間概念である。一方で、ベルグソンの時間概念では、時間の不可逆性を前提とし、進化論や生物学において用いられる時間概念である。そして、ベルグソンの時間概念の背後には、確率過程が存在している。

上記のようなサイバネティクスにおいて提唱された理論の影響は、ベイトソンの精神の定義における6つの要件に強く現れている [Beitson, 2006; pp.125-176]. ベイトソンは、思考・進化・エコロジー・生・学習などの現象が、これら6つの基準を満たすシステムでのみ起こる、と主張している。以下に、その6つの要件について引用し、それぞれについて説明を行なう。

1. 精神とは、相互作用をするパーツ（構成要素）の集まりである。
2. 精神の各部分間の相互作用の引き金は、差異によって引かれる。
3. 精神過程はエネルギー系の随伴を必要とする。
4. 精神過程では再帰的な決定の連鎖を必要とする。
5. 精神過程では差異のもたらす結果を、先行する出来事の変換形と見ることができる。
6. 変換プロセスの記述と分類は、その現象内に内在する論理階型のヒエラルキーを現す。

第1に、ベイトソンは、精神プロセスを常にパーツ間の相互反応の連続と考える。すなわち、精神の働きは、差異付けられたパーツ間の相互作用の中に内在するという前提に立つ。そして、このような相互作用が組み合わさって始めて全体が出現すると主張する。それゆえに、精神現象を説明しようというのであれば、常に複数の部分の組織のされ方、相互反応の仕方について語らなければならないのである。

第2に、ベイトソンは、精神の各部分間の相互作用の引き金は、差異(ちがひ)によって引かれる、と考える。まず、ベイトソンは、パーツ同士がどのように反応して精神プロセスを作りあげていくかという問題に注目する。これに対しベイトソンは差異を挙げる。違いとは、関係に属する事柄であり、時間上にも空間上にも位置付けられない。しかしながら、この差異こそが反応の引き金を引くのである。例えば、成長期にある植物は、光のなさに反応して、暗闇に背を向けて曲がるのである。

第3に、ベイトソンは、精神過程はエネルギー系の随伴を必要とする、と考える。まず、ベイトソンは2つのエネルギーシステムを考える。1つは、栓や扉、継電器を開閉するエネルギーシステムである。もう1つは、栓や扉が開の状態にあるときにそこを流れるエネルギーシステムである。したがって、これら2つの決定とエネルギー源としてのシステムが合体した時、それぞれが分担機能を持ち、その中で動くという全体的関係が形成されるのである。

第4に、ベイトソンは、再帰的、またはそれ以上に複雑な決定の連鎖を必要とする、と考える。この定義について説明を行なうために、ベイトソンは、自己修正的なサーキットの例として蒸気機関を取り上げる(図2.2)。まず、ベイトソンは、蒸気機関のガバナーと呼ばれる調整期に注目する。そして、他の部分を一方的に制御するのではなく、感覚器官ないし変換機としてガバナーを捉えるべきと主張する。さらに、実際の働きについて、機関の現在の作動速度と理想の作動速度との差異を情報として受信した上で、その差異を変換することによって燃料供給装置や、ブレーキ機構へ伝えるべきと主張する。ここでは、ガバナーの動き自体は、システムの他の部分の動きによって、また、ガバナー自身の以前の動きによって統御されるのである。したがって、この因果関係が作るサーキットでは、全ての部分の動きが、それ自身の以前の動きによって自己修正的に制御されるのである。

第5に、ベイトソンは、精神過程では、差異のもたらす結果を、先行する出来事の変換形、コード化されたもの、と見ることができる、と考える。すなわち、差異が次々に起こしていく一連の差異が、情報やPatternを形成するという考え方である。例えば、地図とは、土地における差異の知らせを組織した、一種の最終結果としての差異集合なのである。したがって、原因と結果との間に差異が生じることの上に変換、または、コード化、と呼ばれるプロセスの存在が措定されるのである。

第6に、ベイトソンは、変換プロセスの記述と分類は、その現象内に内在する論理階型

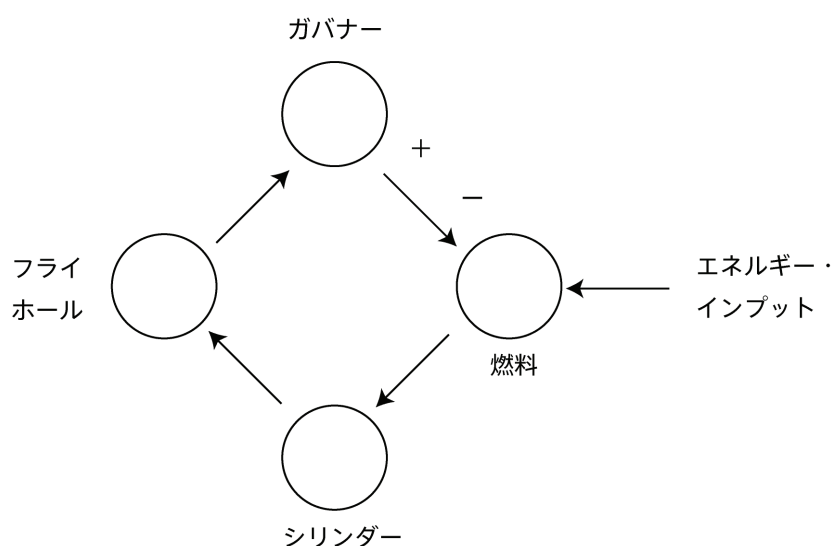


図 2.2: 自己修正的サーキットの例としての蒸気機関

のヒエラルキーを現す、と考える。この定義について説明を行なうために、ベイトソンは、論理階型のヒエラルキーの例として、コミュニケーションにおけるコンテキストについて言及している。まず、ベイトソンは、1つの音素は、単語を構成するほかの音素との組み合わせにおいてのみ、音素として機能すると述べる。この時、単語が音素のコンテキストとなる。しかしながら、単語は発話というより大きなコンテキストの中でしか単語としての意味を持たないことを指摘する。そして、発話もまた当事者間での関係性でしか意味を持たない。したがって、1つのコンテキストは、一段と大きなコンテキストに包まれ、ミクロなレベルからマクロなレベルへコンテキストの階層が形成されるのである。

さらに、ベイトソンは、このヒエラルキーにおける低次の論理階型と高次の論理階型の関係について、フィードバックとキャリブレーションの関係から説明を行なう。ベイトソンは、両者の説明を行なうために、鳥を撃つ例を取り上げる。まず、フィードバックとは、ライフルを使い照準器を用いて1度の発砲行為の中で自己修正がなされる適応手法を指す。一方、キャリブレーションとは、飛んでいる鳥を散弾銃で撃つなど照準の修正が不可能な場合、感覚諸機関を通して種々の情報を収集し、それらの情報に基づいて計算を行ない、大まかな答えに基づいて発砲する行為を指す。後者のプロセスにおいては、1回の発砲行為では、狙いのズレを修正できないため、たゆまぬ訓練によって神経と筋肉をセットすることが必要となる。したがって、これらをインタラクティブシステムの習得のケースに置き換えた場合、低次のフィードバックは1度のプレイにおいて修正可能なクラスであり、高次のキャリブレーションは、過去の修練によってのみ修正可能なクラスと言える。

ここで取り上げた6つの定義を持つシステム上で生成されるPatternは、確率的パターンである。というのも、サイバネティクス的なフィードバックシステムは時間軸を持ち、その時間軸において確率過程を伴うためである。まず、このフィードバックシステムにおける時間軸において、不可逆的に進行するユーザの身体動作の痕跡が観察される。時間軸上のある点から次の点までに遷移する身体的な動きは、ある点の以前の動きの差分によって引き起こされる。そし

て、ある動きからある動きへの遷移は1つの確率で表現されることから、一定時間内での動きの遷移の過程は確率過程を形成することとなる。したがって、このフィードバックシステムにおいて観察される動きの Pattern は、不可逆な時間の中で生み出される確率論的パターンと言える。

この確率論的パターンを生み出すフィードバックシステムこそ、ベイトソンのいう精神の6定義に基づくパターン生成システムに他ならない。ベイトソンは、パターン生成システムの具体例として、バリ島文化およびバリ人的性格のためのバリ社会のモデル [Beitson, 2000; pp.172-198],あるいは、統合失調症の発生因として指摘した家族内コミュニケーションの Pattern を生み出すメカニズムとしてのダブルバインド理論 [Beitson, 2000; pp.372-382] を挙げている。これらの現象は、精神の6定義に基づいたフィードバックシステムとして説明され、そのシステムにおいて Pattern が観察されるのである。

以上述べてきたように、ベイトソンによるパターン研究は、サイバネティクスなアプローチに基づき、パターン生成メカニズムと、痕跡としての確率論的な Pattern を捉えようとするものであった。ベイトソンのアプローチは、HCIにおける決定論的な Pattern と異なり、パターン生成メカニズムを用いて、確率過程における痕跡として Pattern を捉えるものである。すなわち、原因と結果を一意的に捉える決定論的パターンと異なり、楽しさに至るまでの過程を確率的に捉え、不可逆な時間の流れの中で徐々に楽しさへ至る精度を高めることを狙いとするものである。そして、インテグレイトの段階での残余問題を減少させるために、フィードバックメカニズムにおいてデザイナーが操作可能なパラメータを設定する。したがって、本研究で提案する DFFM では、Creatioにおける痕跡としての Pattern を生成するメカニズムとして、サイバネティクスのアプローチによるフィードバックシステムを構築する。次章では、確率論的パターンを生成するための仮説としての DFFM について詳細を述べる。

2.4 本章のまとめ

本章では、本研究の関連領域として、DFFM の目的としての楽しさの生成の観点から Fun 研究および Flow 研究について述べ、DFFM と同様のデザインメソッドとして HCI におけるパターン研究とベイトソンのパターン研究について述べた。以下では、それぞれのまとめを述べる。

まず、2000 年前後から University of York の Monk らによって Funology として集約された HCI における Fun 研究は、Fun を評価するにとどまり、Fun を設計するための具体的なメカニズムを構築するに至らなかった。1982 年に発表された Malone による UI 設計論に端を発する HCI における Fun 研究は、2000 年前後から Monk らによって集約され、Funology という1つの学問として体系化された。Funology は、the Science of Enjoyable Technology と定義され、HCI において Fun や Enjoyment をいかに採用すべきか、という目的を持っていた。しかしながら、Funology グループに集まった研究者の大半は、Usability 研究者であり、Usability テストと同様の手法を用いて、Fun を評価するに留まった。あるいは、一部の研究者は、社会学者チクセントミハイが提唱した楽しさの状態としての Flow に注目していたにも関わらず、同様に評価に用いるのみであった。したがって、DFFM では、Usability 研究者が至らなかった、Flow 理論の楽しさの設計手法への導入を行ない、Fun の生成を行なう。

Funology において一部の研究者が注目していた、身体性に基づく Fun の状態に注目し

た Flow 理論を HCI に導入しようとする Flow 研究は、Flow を生成するメカニズムを構築するに至らなかった。チクセントミハイの Flow 理論は、Flow 構成要素と Flow Zone Model で構成される。Flow 構成要素とは、チクセントミハイが数十年に渡って数千人に対して最も楽しいと覚える時の感覚について体系的な調査を行った結果として体系化された 8 項目の状態を指し、Flow Zone Model とは、適切な Skill と Challenge のバランスが生じる場合に始めて、Flow に陥るとするモデルである。このような特徴を持つ Flow 理論を HCI へ導入しようとする Flow 研究は、Flow と HCI との関係性についての理論、Flow をもたらすための実装手法、そして、Flow 評価手法の 3 つに大別できる。とはいえ、実装手法については、客観的な評価や生成メカニズムについて言及されておらず、評価実験を通じての確からしさが検証されていない。したがって、本研究で提案する Flow を生成するメカニズムとしての DFFM は、実際に作品の Flow 評価を通じて、そのデザインメソッドとしての有効性について確認する。そして、Flow 評価は、Flow 構成要素の達成可否を問う Flow アンケートを採用する。

一方で、HCI の領域におけるデザイン上の問題に対するソリューションを提供することを目的としたデザインメソッドとしてのパターン研究は、決定論として Pattern を捉えている点で限界を有するものがあった。この決定論的パターンとは、原因と結果の関係が一意的に確定している決定論的システムと同様に、問題とソリューションに対する関係が一意的に確定している Pattern である。この問題点は、Pattern の残余を考慮しない点にある。この残余とは、パターンで補うことのできない部分、すなわち、Pattern 同士をインテグレートする際のデザイナーの関与部分に他ならない。にもかかわらず、一意的に優れた Pattern を組み合わせることで優れた構築物をデザインすることができる点で結論付けている点で限界が生じるのである。したがって、本研究で提案する DFFM では、決定論的パターンにおいて生じる残余を減少させるために、その対極に位置する確率論的パターンの思考法を導入する。

HCI のパターン研究と異なり、人類学者ベイトソンが取り組んだ決定論によらないパターン研究は、確率過程における痕跡として Pattern を捉えるものであった。ベイトソンのアプローチは、パターン生成メカニズムを用いて、確率過程における痕跡として Pattern を捉えるものである。すなわち、原因と結果を一意的に捉える決定論的パターンと異なり、楽しさに至るまでの過程を確率的に捉え、不可逆な時間の流れの中で徐々に楽しさへ至る精度を高めることを狙いとするものである。そして、インテグレートの段階での残余問題を減少させるために、フィードバックメカニズムにおいてデザイナーが操作可能なパラメータを設定する。したがって、本研究で提案する DFFM では、Creatio における痕跡としての Pattern を生成するメカニズムとして、サイバネティクスのようなアプローチによるフィードバックシステムを構築する。次章では、以上のような特徴を持つ DFFM と DFFM を用いた Creatio のためのデザインメソッドについて述べる。

第 3 章

仮説提示：Dynamic Feedback Flow Mechanism

概要

本章では，本研究における仮説として，パタン生成メカニズムである Dynamic Feedback Flow Mechanism(以下 DFFM)，および，本メカニズムによって生成される痕跡としての Fun パタンについて述べる．

3.1 Dynamic Feedback Flow Mechanism

Dynamic Feedback Flow Mechanism(以下 DFFM) は, Flow, すなわち Flow 構成要素の 8 項目で説明可能な状態を生成するメカニズムである. Flow をもたらすために, メカニズムにおけるスタティックなパラメータとダイナミックなパラメータの制御を行なう. これらのパラメータをデザイナーが操作することによって, パタンで補うことのできない残余を減少させることができる. 以下, 本節では, DFFM の目的, メカニズム, およびダイナクスについて述べる.

3.1.1 DFFM の目的

Dynamic Feedback Flow Mechanism は, Flow, すなわち Flow 構成要素の 8 項目で説明される状態を生成することを目的とする. Flow を生成するために, 再帰的・自己修正的なフィードバックシステムを採用している. 以下に, 目的としての Flow 構成要素の 8 項目について再度確認する.

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

Creatio において Flow をもたらすために, DFFM における任意のパラメータを操作する必要がある. そして, 実際に, 構築した Creatio のためのシステムが Flow を引き起こすならば, 本メカニズムの確からしさが検証される. 具体的な仮説検証については, 第 4 章で述べる. 以下では, DFFM の任意のパラメータとしてメカニズムにおけるスタティックな要素とダイナミックな要素について述べる.

3.1.2 DFFM のメカニズム

DFFM のメカニズムは, それぞれ下位の構成要素を持つユーザとシステム, および外部入力として Creatio の目的およびルールからなる再帰的なフィードバックループで構成される. これらの要素で構成される時間軸を持つフィードバックプロセスにおいて, ユーザは Flow に陥る. したがって, 本メカニズムを Dynamic Feedback Flow Mechanism と呼ぶ (図 3.1). 以下では, 構成要素としてのユーザ, システム, および, 目的・ルールについて述べたのち, 本メカニズムとベイトソンの精神の定義の関連性について述べる.

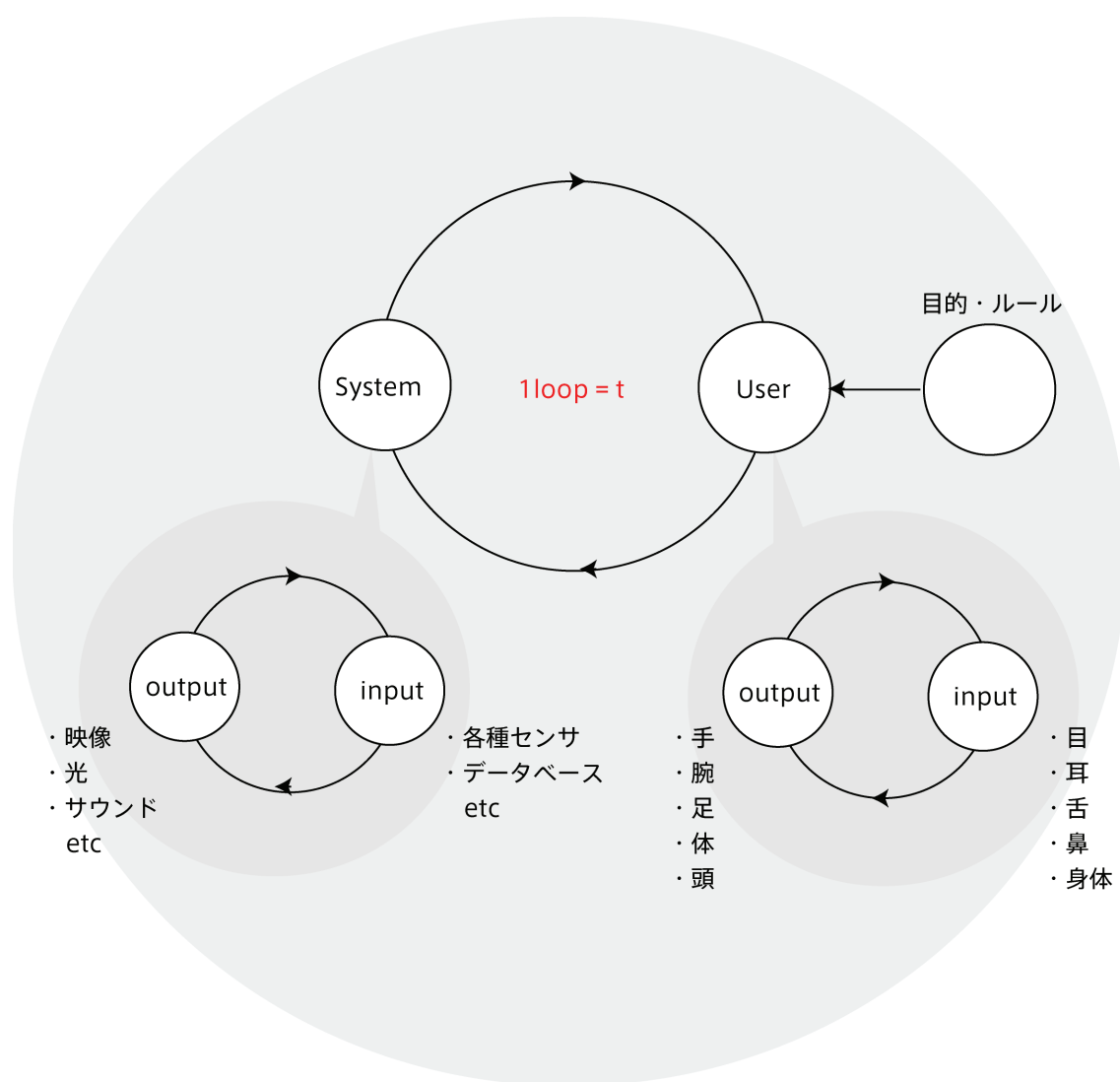


図 3.1: DFFM のメカニズム

ユーザ、システム、調整要素 (目的・ルール) で構成されるフィードバックプロセス

まず、本メカニズムは、構成要素としてユーザとシステム、およびそれぞれに対して下位の構成要素を持つ。まず、ユーザの下位の構成要素として、ユーザ自身の目や耳などの感覚器官で構成される入力システムと、ユーザの身体の部位で構成される出力システムからなるフィードバックループを持つ。一方でシステムは、下位の構成要素として、システム内部の各種センサなどの入力システムと、スピーカ、ディスプレイなどのアクチュエータで構成される出力システムからなるフィードバックループを持つ。しかしながら、これらの要素のみでは、ユーザの行為を無目的にさせるため、ユーザに志向性を与える必要がある。

これに対し、本メカニズムは、ユーザやシステム以外の構成要素として、個別の目的やルールといった調整要素を持つ。というのも、Creatio は遊びであることから、無目的的な行為ではありえない。設計しようとする Creatio が独自に持つ目的や Creatio をプレイする際の独自のルールを、フィードバックループに追加する必要がある。それによって、ユーザ自身の行為に対

する志向性が付与され、行為の帰着点が確保されるのである。これらにより、ユーザはフィードバックループの中で現在自身が行なっている動作の意味を確認可能となる。

このような構成要素からなる本メカニズムは、前節で述べたベイトソンの精神の6つの定義を踏襲したフィードバックメカニズムといえる。ただし、本メカニズムは、精神ではなく楽しさの状態としてのFlowへ至る過程を説明する。以下ではそれぞれの定義との関連性について述べる。第1に、相互作用を行なう構成要素とは、ユーザとシステムを指す。第2に、相互作用の引き金を引く差異とは、フィードバックプロセスにおける前回の動作との差分を指す。第3に、エネルギー系の随伴とは、動作を行なうことを決定するエネルギーと実際に動作を行なうエネルギー源を指す。第4に、再帰的な決定の連鎖とは、ユーザ、システムからなる循環的なプロセスを指す。第5に、コード化とは、Flowに至る過程で観察されるパターンを指す。第6に、論理階型のヒエラルキーとは、Creatioにおいて、1度のプレイの中で獲得可能なスキルに基づくフィードバックに対する、より大きなコンテキストとしての背景となるスキルに基づくキャリブレーションが存在することを指す。したがって、本メカニズムは、ベイトソンの精神の定義を踏襲したメカニズムといえる。

ここで、本メカニズムを用いて、ベイトソンの6定義に従い既存のCreatioのシステムの説明を行なう。例えば、代表的な既存のCreatioにプリクラがある。プリクラは、友人同士でポーズをとり写真撮影を行い、撮影した写真に対し、ペイント機能を用いてオリジナルの効果を付与することのできるシール作成システムである。第1に、プリクラの構成要素は、一般的には友人同士で遊ぶことから2人のユーザとシステムと記述できる。第2に、差異とは、ポージングにおいて、前回のポーズと現在のポーズの差異にあたる。第3に、2つのエネルギーとは、ポーズやペイントなどの動作の決定と、実際にポージングやペイントを行なうエネルギー源を指す。第4に、再帰的な決定の連鎖とは、連続的なポージングや、ペイントを指す。第5にコード化とは、プリクラのプレイにおいてパターンが観察されることを指す。第6に、1度のプレイで感覚的に獲得可能なスキルと、その背後にあるポージングやペインティングの修練によって獲得されたスキルの存在を指す。したがって、プリクラはベイトソンの6定義により説明可能なCreatioといえる。

さて、これらのユーザやシステムといった構成要素は、スタティックなパラメータとして操作可能である。例えば、ユーザの数を複数に変更することにより、コラボレイティブなシステムの構築が可能となる。あるいは、フィードバックループを複数設定することにより、遠隔地通信を想定したシステムや、フィードバックループ間の関係性に時間軸を追加し、ループAとループBが連続的に接続され、ループAの最終結果に基づいてループBを起動させるシステムの構築が考えられる。このような操作は、上位要素に対する操作であるが、ユーザやシステムの下位要素に対する操作も行なう必要がある。

ユーザ数・ループの数といった上位プロセスにおける操作だけでなく、ユーザやシステムの下位プロセスにおける要素もスタティックなパラメータとして操作可能である。例えば、ユーザが何らかのフィジカルオブジェクトを操作し、音と映像をコントロールするようなCreatioの場合、ユーザは、出力器官としてデバイスを操作する手を設定し、システムの出力を受けるユーザの入力器官として、手(触感)、目(視覚)、耳(聴覚)を設定する。この時、システムは、入力器官として、触覚を取得するためのデバイスに埋め込まれた感圧センサを持ち、出力器官として、映像出力・音声出力機能を持つシステムと記述できる。

上記のような構成要素からなる DFFM のサイバネティクス的なフィードバックシステムとは、結果が原因となる再帰的なインタラクションプロセスと換言できる。ユーザは、任意のループ単位において、目的に基づいてあるアクションを起こし、そのアクションに対し、システムはリアクションを返す。そして、このリアクションを参照しつつ、ユーザは自己修正的に再度アクション(リアクション)を起こす。プレイが終了するとは、任意のプレイ時間の中において任意のループ回数分のインタラクションプロセスが実行し終わることに他ならない。したがって、この再帰的なフィードバックプロセスにおいてユーザは Flow に至るのである。

このユーザが Flow という目的に至る過程は、確率過程として記述できる。ある時点には、ユーザがアクションを起こし、システムからのリアクションを受けた結果、目的としての Flow と現在の状態の差分に基づき次の動きを行なう任意の確率が存在する。さらにここから別の動きを行なう確率は、それ以前の確率に依存している。そして、時間が移動するにつれて、確率もまたそれ以前の確率に基づき連続的に変化していく。この連続的な変化において、漸進的に誤差が修正され、最終的に Flow へ至るのである。したがって、DFFM において Flow に至るまでのプロセスは、確率過程といえる。

以上述べたように、スタティックなパラメータとして、上位プロセスおよび下位プロセスの構成要素を操作することによって、Creatio のフレームワークを構築することが可能となる。すなわち、プレイするユーザの数、入力に用いるユーザの身体部位や、その動きを解析するために必要なセンサが特定でき、さらに、取得したパラメータに対してシステムがどのようなアクチュエーションを起こし、それをユーザがどのように認知するかを特定できるといった意味でのフレームワークである。しかしながら、この操作の結果として構築可能なものはあくまでフレームワークにすぎず、フィードバックプロセスに内在する時間軸のパラメータのダイナミックな操作によって初めて Flow をもたらしことが可能となる。

3.1.3 DFFM のダイナミクス

DFFM のダイナミックなパラメータの操作とは、フィードバックプロセスにおける時間軸の操作である。この操作に基づき、インタラクションプロセスの設計を行なうことで、様々な Creatio において Flow 構成要素である 8 項目で説明可能な状態をもたらしことができる。以下では、時間軸の操作に関する説明と、Flow に至る過程の背後で起きる現象について説明を行なう。

DFFM のダイナミクスとしての時間軸の操作とは、フィードバックループ単位の操作である。このフィードバックループ単位は全てのインタラクションプロセスにおいて参照される基本クラスである。さらに、Creatio の目的にあわせて、より厳密なエクスペリエンスを構築する際にも、常に参照されるクラスとなる。例えば、1 ループあたりの時間を 200msec 程度¹に設定することで、リアルタイムでのインタラクションを構築可能である。あるいは、意図的に遅延を導入することにより、ユーザの時間間隔を混乱させるインタラクションが構築可能である。

このような DFFM におけるフィードバックループ単位としての時間軸のパラメータの操作そのものが、Flow 理論との親和性を有する。例えば、フィードバックループは、ユーザの行

¹Letvitin は、マルチモーダルな刺激に対するレイテンシーの閾値について、過去の研究事例をリスト化し、100-250msec までの分布が存在することを示した [Levitin, 2000]。また、Letvitin は、このような結果に対する原因を個人の知覚の違いに求めている。

為に基づいたシステムからのアウトプットを直接的なフィードバックとして返すことから、条件3(直接的なフィードバック)を満たす。また、フィードバックループは自己修正的であることから、条件5の(行為の統制)のための学習を促進できるだろう。あるいは、フィードバックループにおいて、行為-反応-行為のループを連続的に繰り返すことによって、没入感(条件6)を生み出し、結果、時間の経過間隔の変化(条件8)を促進することが可能となるだろう。したがって、ユーザのFlowは、フィードバックループの操作によって自ずと生成可能といえる。

しかしながら、時間軸のパラメータの操作だけでなく、Flow構成要素の8項目に従い、インタラクションプロセスの設計を行うことで、高精度でFlowを生成可能である。たとえば、没入感(条件6)を生み出すためのインタラクションプロセスを、設定した時間軸のパラメータを基本クラスとして設計することが望ましい。あるいは、体験後の自己感覚の強化(条件7)を生み出すためのインタラクションプロセスを構築し、設計に導入すべきである。確かにフィードバックループそのものがFlow理論との親和性を有するとは言え、それだけでは不十分であり、個別の項目に対する設計を行って初めて精度を向上させることができるのである。したがって、デザイナーは、Flowを高精度でもたらすべく、自らのたゆまぬ訓練、経験、そして創造性に基づいて、8構成要素のそれぞれを達成するようインタラクションプロセスの設計を行う必要がある。

このプロセスでは、デザイナー自身のたゆまぬ訓練、経験、そして創造性が求められるものの、設計に関するルールとして2.1で参照したMaloneのUI設計論[Malone, 1982]にて紹介されている、FantasyやCuriosityの概念を利用すべきであろう。Fantasyとは、ユーザの感情に訴えかけるべきだとするemotionと、ユーザの学習を促進するためにユーザにとってなじみ深いメタファを導入すべきだとするmetaporからなるルールである。一方のCuriosityとは、適切なレベルでの情報の複雑性を与え、それをユーザに整理させることによりCuriosityを刺激させるべきであるとするルールである。Maloneのこれらのルールには、Flow理論の持つ身体性が考慮されていないが、根源的なデザインルールとして参照すべきであろう。

さて、DFFMのフィードバックプロセスにおいてFlowが生成される時、その過程には、チクセントミハイのFlow Zone Modelを発展させた拡張Flow Zone Modelが存在する。本メカニズムの背後にある拡張Flow Zone Modelとは、チクセントミハイのskillとchallengeの適切なバランスのもとにFlowが訪れるとするFlow Zone Modelにおいて考慮されていなかった、1度のプレイ中でのバランスの遷移を実現するものである。すでに2.2.1で述べたように、拡張Flow Zone Modelの導入を試みたChenのplayer oriented DDA [Chen, 2006](図3.2)は、1度のプレイにおいてプレイヤーが難易度を選択することで、SkillとChallengeのバランスの遷移を実現しようするモデルであった。しかしながら、このモデルは、プレイヤーの身体性を考慮しておらず、評価実験を通じてモデルの妥当性が検証されていない。したがって、DFFMは、身体性に基づくフィードバックプロセスで構成されるメカニズムを通じて、Flowへのskillとchallengeのバランスの遷移を実現するだけでなく、実際の作品の設計および評価実験を通じて確からしさについて検証を行なう。

さらに、この拡張Flow Zone ModelのSkillに対して、フィードバックとキャリブレーションの関係から再定義を行なう必要がある。というのも、精神の6定義の第6の要素と関連して、本モデルにおけるSkillは、任意のCreatioにおける独自の操作に対するSkillと、さらに上位のクラスである、背景知識・修練に基づくSkillへと分解可能であるためである。まず、システ

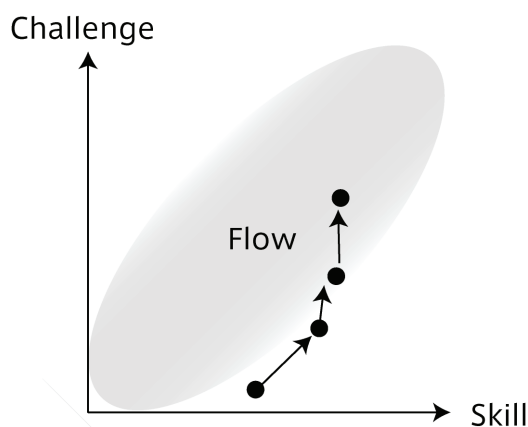


図 3.2: Chen の拡張 Flow Zone Model

ム独自の Skill は 1 度のプレイにおける経験において感覚的に学習可能なクラスであることから、Experience Skill と定義する。そして、背景知識・修練に基づく Skill を Background Skill と定義する。したがって、Experience Skill は、フィードバックとして、1 度のプレイで修正可能な Skill と考えられる (図 3.3)。一方で、Background Skill は、ベイトソンのいうキャリブレーションとして、修正には修練が必要となり、1 度のプレイでは修正不可能な Skill である。

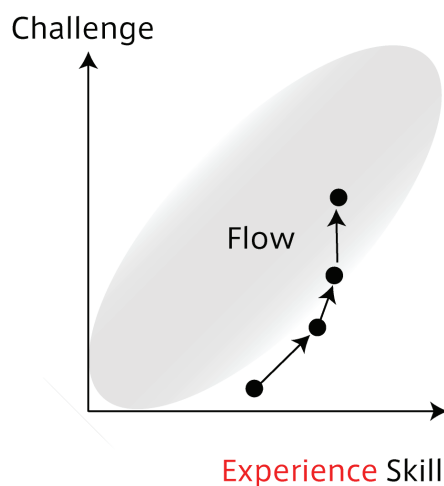


図 3.3: DFFM の背後に存在する拡張 Flow Zone Model

フィードバックプロセスにおいて Experience Skill のみで Flow に至ることができる。

これらの区分により、創造行為に対する乖離が進んだ原因は、Background skill が重視される遊びが多く存在することと多大なる関連性を持つと推測できる。特殊な技術や知識といった、たゆまぬ訓練によってのみ楽しめる創造行為だけでは、当然ながら誰もが楽しめるという帰結に至らない。しかしながら、ここで指摘した Experience Skill を重視した遊びを設計することができるならば、その乖離を埋め合わせることが可能となるだろう。したがって、Experience Skill を重視した遊びをいかに設計するかが鍵となる。

これに対し、本研究で提案する DFFM は、Experience Skill を重視した Creatio を構

築することができる。というのも、DFFMは、身体性と時間軸を中心としたメカニズムであるためである。まず、DFFMは、構成要素のレベルで身体性にに基づき要素を決定することから始まる。そして、身体性を用いた創造行為に基づくインタラクションプロセスを通じて、直感的に創造行為を楽しむことができる。この時、時間軸を伴うフィードバックループが連続的に存在することから、結果を常に参照しつつ誤差を修正することができる。したがって、これら2つの特徴を通じてシステムに対する行為知が1度のプレイにおいて容易に蓄積され、Experience Skillのみで楽しさを得ることができるのである。

以上述べたように、DFFMは、サイバネティクスのようなアプローチとしての再帰的なフィードバックプロセスに基づくメカニズムを通じて、ユーザのFlowを生成することができる。まず、フィードバックプロセスにおけるスタティックな構成要素のパラメータの操作を通じてCreatioのフレームワークを構築できる。そして、時間軸のパラメータのダイナミックな操作を通じて、Flowを生成することができる。これらのパラメータをデザイナーが操作することによって、Patternで補うことのできない残余を減少させることができる。しかしながら、特に時間軸のパラメータの操作に基づくインタラクションプロセスの設計においては、デザイナー自身の経験と創造性が必要とされる。また、本メカニズムのフィードバックプロセスにおいてFlowが生成される時、その背後には、拡張Flow Zone Modelが存在する。すなわち、Experience SkillとChallengeのバランスの遷移により、Flowへと至る。以下、次節では、DFFMのフィードバックプロセス上においてFlowへ至る過程で観察される痕跡としてのFunパタンについて述べる。

3.2 Fun Patterns in Creatio

DFFMを適用して設計したインタラクションシステム上で起こるフィードバックプロセスにおいてユーザがFlowに至る際、痕跡としてのPatternが観察されるようインタラクションプロセスの調整を行なう。このPatternは、Funパタンと呼ぶことができ、筆者の経験と観察に基づきアブダクティブに構築したPatternである。以下、本節では、DFFMにおいてFlowに至る際に観察されるFunパタン、および、Funパタンを利用したパタンプラクティスについて述べる。

3.2.1 Fun Patterns

DFFMにおいてFlowへ至る過程で観察される痕跡としてのFunパタンは、3つのPatternの組み合わせとして説明できる。まず、インタラクションの発生する場が3次元空間上であることから、システムがセンシング可能なユーザの任意の部位の位置情報は図3.4のように抽象化できる。この座標空間上において、フィードバックプロセスの時間軸に従って観察される座標点間の移動のPatternこそ痕跡のPatternに他ならない。実際にユーザがFlowへ至る過程では、3つのPatternの組み合わせが観察される。この3つのPatternとは、最小単位としての連続する座標点間の移動に基づくArrowパタン、Arrowの連続によって生成される、動きの強度変化を有するWaveパタン、Waveの連続によって生成される、動きのリズムを有するSequenceパタンである。以下では、それぞれのPatternの詳細と具体例を述べる。

第1のPatternは、Arrowパタンである。Arrowパタンとは、ユーザ自身の意識する、

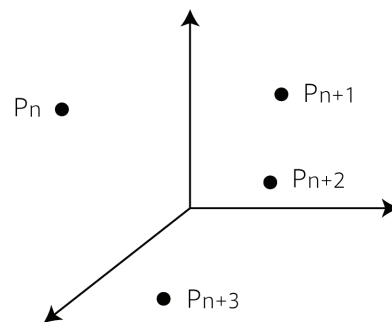


図 3.4: インタラクションの起こる 3 次元空間上でのユーザの任意の部位の位置情報

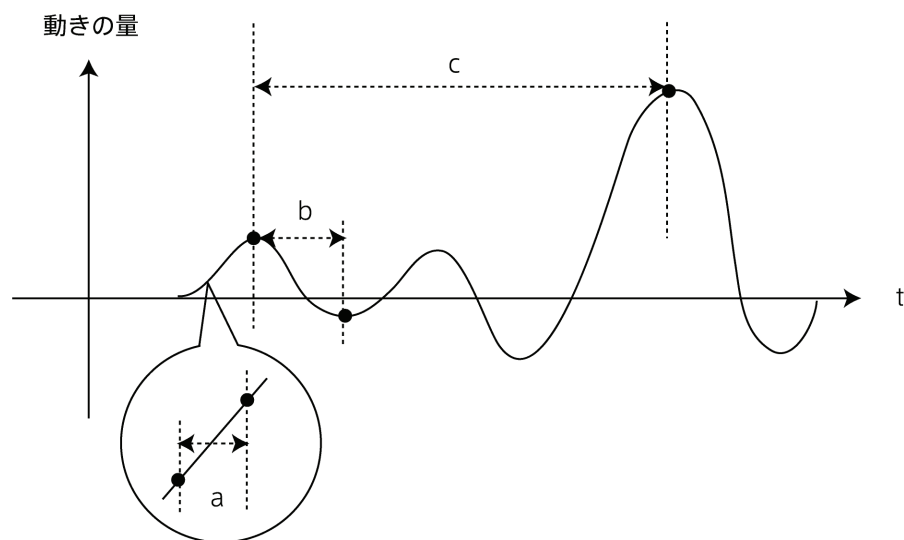


図 3.5: 時間軸の追加により Pattern が観察される (a: Arrow, b: Wave, c: Sequence)

最小単位としての連続する座標点間の移動に基づく Pattern であり、1つの極限内の直線的な動きとして記述できる (図 3.5a)。この座標点間の移動に対応して、システムはユーザが知覚可能な反応を離散的に出力する。例えばプリクラの場合、ペイントフェーズにおいて、on/off を有するスタンプ機能に対して、ユーザが任意でスタンプを押す・押さないの選択をもとに楽しむパターンが Arrow パタンに該当する。

第2の Pattern は、Wave パタンである。Wave パタンとは、Arrow パタンが連続的に発生することによって生成される Pattern であり、1つの極限間の動きとして記述できる (図 3.5b)。この Wave パタンは、ユーザ自身の意識する動きの強弱としてのダイナミクスを有する。時間軸にあわせた動きの強度の変化に対応して、システムはユーザが知覚可能な反応を波状的に出力する。例えばプリクラでは、ペイントフェーズにおいて、ペンの強弱でラインを描いて楽しむ Pattern が Wave パタンに該当する。

第3の Pattern は、Sequence である。Sequence パタンとは、連続的に強弱の Wave Pattern が形成される場合に生成される Pattern であり、複数の極限間の動きとして記述できる (図 3.5c)。この Sequence パタンは、ユーザ自身の意識する動きの強弱とともに、動きのリズムとしてのダイナミクスを有する。ユーザの動きのリズムに対応して、システムはユーザが知覚可能な反応を連続的に出力する。例えばプリクラでは、ペイントフェーズにおいて、リズムカルに効果を追加して楽しむ Pattern が Sequence パタンに該当する。

以上述べたように、インタラクションプロセスにおいて観察される3つの Pattern の組み合わせに基づいて、ユーザは Flow へに至る。したがって、これら3つの Pattern を Fun パタンと呼ぶ。以下では、これらの Pattern を用いてデザイナーが Creatio におけるインタラクションプロセスを調整する過程であるパタンプラクティスについて述べる。

3.2.2 Pattern Practice

パタンプラクティスとは、Fun パタンである3つの Pattern の組み合わせがフィードバックプロセス上で痕跡として観察されるよう、インタラクションプロセスをデザイナー自身の創造性と経験に基づいて調整するフェーズを指す。以下では、具体的な事例に基づいてパタンプラクティスについて説明を行なう。

まず、DFFM を用いて Creatio のフレームワークを構築する。仮に、設計しようとする Creatio として、VJ(Visual Jockey) をフィジカルインタラクションで実現するという目的を持つインタラクティブシステムと設定する。フィードバックプロセスにおける構成要素は、1人のユーザとシステムが存在するシンプルなループとして考える。ユーザの下位要素として、入力器官としての目、出力器官として腕を想定する。一方、システム側では、入力器官として腕の動きの画像解析用のカメラ、出力器官としてプロジェクタを想定する。これらの構成要素を持つフィードバックループの時間軸は、VJ という経験の特性を鑑み、リアルタイムでインタラクションが行なわれることが望ましい。よって、フィードバックプロセスのループ単位を 200msec と設定する。この後、Flow 構成要素の8項目を達成するようインタラクションプロセスの設計を行う。以上のフレームワークを持つ Creatio に対しパタンプラクティスを行なう。

このフレームワークに基づきインタラクションプロセスを調整する際に、Fun パタン

が観察されるよう設計を検討する過程がパタンプラクティスである。例えば、Arrow パタンが観察されるためには、センシング対象として腕の位置を設定し、位置情報を検出した上で、このパラメータをエフェクトのパラメータと連動させるインタラクションが考えられる。具体的には、単体のエフェクトの生成位置の変化を試す Pattern は Arrow パタンに当たる。次に、Wave パタン、および Sequence が観察されるためには、検出された腕の動きの量をパラメータ化した上で、このパラメータをエフェクトのパラメータと連動させるインタラクションが考えられる。具体的には、単体のエフェクトに対してパラメータの強弱を試す Pattern は Wave にあたり、複数のエフェクトに対して交互に強弱をつけつつ繰り返し操作する Pattern は、Sequence にあたる。

以上述べたように、デザイナーは、Fun パタンを参照して、DFFM におけるインタラクションプロセスの調整を行なうことができる。このようなパタンプラクティスとは、ベイトソンのいうキャリブレーションに当たり、デザイナー自身のたゆまぬ訓練と経験、および創造性に基づいて、精度を上げる設計プロセスといえる。設計された Creatio を体験するユーザは、Experience Skill のみで楽しさを得ることができるのに対し、Creatio を設計するデザイナーは、Background Skill が求められるのである。したがって、DFFM に基づき Creatio を構築するプロセスでは、デザイナー自身の Background Skill によって、高精度で Fun を生成可能な Creatio を構築することができる。次章では、実際に DFFM を用いた Creatio の設計と評価について述べる。

3.3 本章のまとめ

本章では、本研究の仮説として、パタン生成メカニズムである Dynamic Feedback Flow Mechanism について述べ、その目的、メカニズム、およびダイナミクスについて述べた。そして、DFFM 上で観察される 3 つの Fun パタンとパタンプラクティス について述べた。以下では、それぞれのまとめを述べる。

Dynamic Feedback Flow Mechanism は、Flow 構成要素の 8 項目で説明される状態を生成することを目的とする。この Flow を生成するために、再帰的・自己修正的なフィードバックメカニズムを採用している。このフィードバックメカニズムにおいて Flow をもたらしするために、任意のパラメータを操作する必要がある。この任意のパラメータとしてメカニズムにおけるスタティックな要素とダイナミックな要素が存在する。以下ではそれぞれについて詳細を述べる。

まず、ユーザ、システム、および目的・ルールからなる DFFM のスタティックな構成要素を操作することにより、Creatio のフレームワークを構築することができる。構成要素としてのユーザは、下位の構成要素として、ユーザの感覚器官で構成される入力システムと、ユーザの身体で構成される出力システムからなるフィードバックループを持つ。一方でシステムは、下位の構成要素として、システム内部の各種センサなどの入力システムとアクチュエータからなる出力システムからなるフィードバックループを持つ。ここでの目的とはシステムにおいて達成しようとするユーザの経験を指し、ルールとは、その目的を達成するため枠組みを指す。したがって、これらを操作することにより、設計しようとする Creatio の基本的なフレームワークを構築することができる。

次に、DFFM のダイナミックに操作可能な時間軸のパラメータを設定し、デザイナー自身の経験に基づきインタラクションプロセスを調整することにより、Flow を効果的にもたらしこ

とができる。この、時間軸の操作とは、フィードバックループ単位の操作を指す。スタティクな構成要素のパラメータとダイナミックな時間軸のパラメータをデザイナーが操作することによって、Pattern で補うことのできない残余を減少させることができる。また、本メカニズムのフィードバックプロセスにおいて Flow が生成される時、その背後には、拡張 Flow Zone Model が存在する。すなわち、1 度のプレイで学習可能な Experience Skill と Challenge のバランスの遷移により、Flow へと至る。したがって、デザイナーは、時間軸のパラメータを設定した上で、Flow 構成要素の 8 項目を起こさせるようインタラクションプロセスを設計する必要がある。

最後に、DFFM を適用して設計したインタラクションシステム上で成立するフィードバックプロセスにおいてユーザが Flow に至る際に、痕跡としての Fun パタンが観察されるようキャリブレーションを行なう必要がある。この過程をパタンプラクティスと呼び、デザイナー自身のたゆまぬ訓練、経験、創造性に基づいて、精度を上げる設計プロセスといえる。この痕跡としての Fun パタンは筆者の経験と観察に基づきアブダクティブに構築したものであり、Flow に至る過程における 3 つの Pattern の組み合わせとして記述できる。3 つの Pattern とは、最小単位としての連続する座標点間の移動に基づく Arrow パタン、Arrow の連続によって生成され、動きの強度変化を有する Wave パタン、連続的に強度変化の Pattern が形成された結果としての動きのリズムとしての Sequence パタンである。したがって、これらの Pattern を生じさせるよう、デザイナーはインタラクションプロセスを調整する必要がある。

以上述べたように、DFFM におけるメカニズム、ダイナミクス、および Fun パタンを用いたパタンプラクティスこそが Creatio のためのデザインメソッドの全体像である。DFFM にはスタティクおよびダイナミックなパラメータが存在し、これらのパラメータをデザイナーが操作することによって、Pattern で補うことのできない残余を減少させることができる。しかしながら、ダイナミクスやパタンプラクティスにおいて指摘したように、高精度で Fun を生成するためには、デザイナー自身のたゆまぬ訓練、経験、創造性が必要となる。次章では、DFFM を用いて設計した 2 つの Creatio とその評価について述べる。

第 4 章

仮説検証：2つの Creatio

概要

本章では，DFFM を用いて設計した 2 つの Creatio について，作品概要，設計プロセス，実装手法を述べる．そして，Flow 評価手法によるこれらの作品の楽しさの評価について述べる．最後に，DFFM の考察を行い，DFFM の貢献について述べる．

4.1 Suirin

Suirin は、DFFM を用いて設計を行なった Creatio である。Suirin との身体的なインタラクションを通じて、ユーザは特殊な技術に拠らずとも行為知に応じて、癒しのサウンドと光を創造することができる。以下、本節では、Suirin の作品概要、DFFM を用いた設計プロセス、実装手法について述べる。

4.1.1 作品概要

Suirin(図 4.1) は、日本古来の伝統工芸品である浮玉 (図 4.2) 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・ファニチャである。以下では、Suirin の背後にあるビジョンとその実現手法について述べる。

Suirin の背後にあるビジョンとは、将来の家具は生活の中に溶け込むだけでなく、その所有者の生活に潤いを与えるためのテクノロジーがエンベッドされるという考え方である。このビジョンの下で、テクノロジーは単に便利さを提供だけでなく、テクノロジーを通じてユーザの感情を豊かにすべきであると考え。あるいは、外形を含み美的に優れたものであるべきと考える。Suirin は、このビジョンに基づき、インタラクションを通じて創造行為を楽しみながら、日常生活におけるユーザへの癒しを提供することを目指している。

Suirin においてユーザへの癒しの提供を実現するために、拡張現実感 (Augmented Reality) による Soundscape を構築する。この拡張現実感とは、実空間に存在するユーザが仮想空間上の水の中に溶け込んでいくいかなのような融合を指す。水に溶け込む感覚を実現するために、コンピューテーションに基づく聴覚・視覚・触覚のインタラクションとアナログな嗅覚へのインタラクションを融合させる。以下では、これら 4 つの感覚を用いたインタラクションについて詳細を述べる。



図 4.1: Suirin を体験するユーザ
Laval Virtual Revolution 2006 会場にて

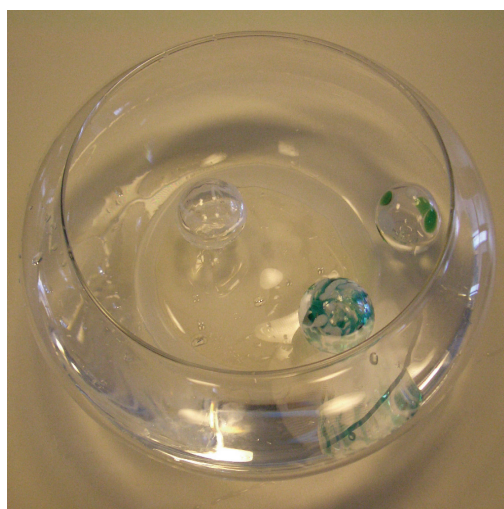


図 4.2: 浮玉とフローティングプレート

浮玉はガラス製の球で、夏の涼しさを演出する。フローティングプレートに水をはり、その中に浮玉を浮かべ、風によって浮玉同士が重なり合う音・響きを聞いて楽しむ。

まず、Suirinにおいて、4感を用いた癒しのインタラクションを構築するにあたり、インタフェースとして水と浮玉を選択した。日本古来の工芸品である浮玉は、水を張ったフローティングプレートに浮かべて楽しみ、涼しさを演出する。Suirinでは、このアナログの質感をコンピュータにより拡張する。以下では、Suirinにおいて刺激する4つの感覚である、触覚・聴覚・視覚・嗅覚について述べる。

第1に、触覚とはインタフェースとしての水や浮玉の操作を指す。具体的なインタラクションとして、水をかきまわす、浮玉をころがす、といった水への触れ方や、様々なオブジェクトと水の触れ方に応じて、生成するサウンドが変化する。なめらかな触感を持つ水というインタフェースを採用することにより、ユーザに心地よさをもたらすことを狙いとしている。

第2に、聴覚とはこれらの操作によって生成される癒しのサウンドを指す。具体的なインタラクションとして、まず、器の中で奏でられた水やガラスの重なりあう音がサンプリングされる。そして、フィルタリング処理、音響合成処理を経て、鈴虫の鳴き声のような音へと変化する。虫の音によって、心に落ち着きをもたらすことを狙いとしている。

第3に、視覚とは生成されるサウンドと同期したLEDパネルの色相変化を指す。具体的なインタラクションとして、器の中で奏でられた音のレベルに応じて、その発する光が、水色から緑色へと連続的に変化する。水色は涼しさを、緑色は落ち着きを、ユーザにもたらすことを狙いとしている。

第4に、嗅覚とは筐体内部の器の中央から発生する霧の匂いを指す。この嗅覚を用いたインタラクションは、実世界での物理現象を利用している。すなわち、器の中にたまった霧に息を吹きかけることによって、霧を浴びることができる。器の中にたまった霧が、提示される光と相まって幻想的な空間をもたらすことを狙いとしている。

以上述べたように、Suirinは、インタラクションプロセスにおいて4つの感覚を刺激することで、あたかもユーザが水の中にいるかのような拡張現実感を覚え、癒しの体験を享受す

ることができる。次節では、このような特徴を持つ Suirin を設計するまでの、DFFM を用いた設計プロセスについて述べる。

なお、Suirin は、国際展示やアートコンペ等で採択され、雑誌、デザイン・アート系 blog での紹介を受けた。国際展示では、Siggraph 2005 Emerging Technologies [Tokuhisa, 2005a], interactive Tokyo [Tokuhisa, 2005b], Laval Virtual Revolution 2006(招待)[Tokuhisa, 2006a] へ採択された。また、医療系雑誌である Medical Technology Alert においてヒーリングデバイスとして紹介された [Tokuhisa, 2005c]。また、we make money not art をはじめとする海外のアート・デザイン系 blog において多数紹介された。

4.1.2 DFFM による設計プロセス

Suirin は、DFFM を用いて設計された Creatio である。DFFM を用いて設計を行なうことにより、高精度でユーザの楽しさの状態を生成することが可能となる。以下では、DFFM のメカニズム、ダイナミクス、パンプラクティスを用いた設計プロセスについて詳細を述べる。

DFFM を用いた設計プロセスの最初のステップは、ビジョンの構築である。Suirin を設計するにあたり、生活の中に溶け込み、所有者の生活に潤いを与えるためのテクノロジーをエンベッドした将来の家具の構築というビジョンを設定した。そして、このビジョンに基づき、インタラクションを通じて創造行為を楽しみながら、日常生活におけるユーザへの癒しを提供する Creatio として Suirin を位置付けた。ビジョンの構築の後、DFFM のメカニズムを利用し、Suirin のフレームワークを構築する。

まず、構成要素の決定を行なう。制作時期が夏であったことから、涼しさを体感可能な家具として、1人のユーザがプレイすることを前提とし、構成要素としてのユーザを1人とそれに対応するシステムを設定した。この設定に基づき、ユーザとシステムのそれぞれの下位要素について入力器官と出力器官に分けて考える。

次に、ユーザの下位要素のうち、出力器官を設定する。Suirin では、出力器官として、水や浮玉を操作する手を設定した。これは、涼しさという観点から水を操作したいというアイデア、および、フローティングプレートに水を張り、その上に浮かべて楽しむ、日本古来の伝統工芸品である浮玉を利用した涼しさの演出というアイデアが結びついた結果として至った。

同時に、ユーザの下位要素のうち、入力器官を設定する。まず、水や浮玉の操作を通じて、癒しの効果を提供する、というアイデアに基づき、水や浮玉に触れる手、音を感知する耳を設定した。同時に、音の操作だけではなく、幻想的な雰囲気演出させるために、光の操作を導入し、光を感知する目を設定した。さらに、光を和らげ、霧による癒しの効果を導入し、霧の匂いを感知する鼻を設定した。

一方で、システムの下位要素のうち、入力器官を設定する。Suirin では、システムの入力器官として、水や浮玉を操作することによって発生する音をサンプリングするためのピンマイクを設定した。ピンマイクで音をサンプリングすることにより、ユーザの身体行為を制限する要素を排除することが可能となる。

同時に、システムの下位要素のうち、出力器官を設定する。Suirin では、システムの出力器官として、音、光、霧のためのデバイスを設定した。まず、フローティングプレート内で浮玉

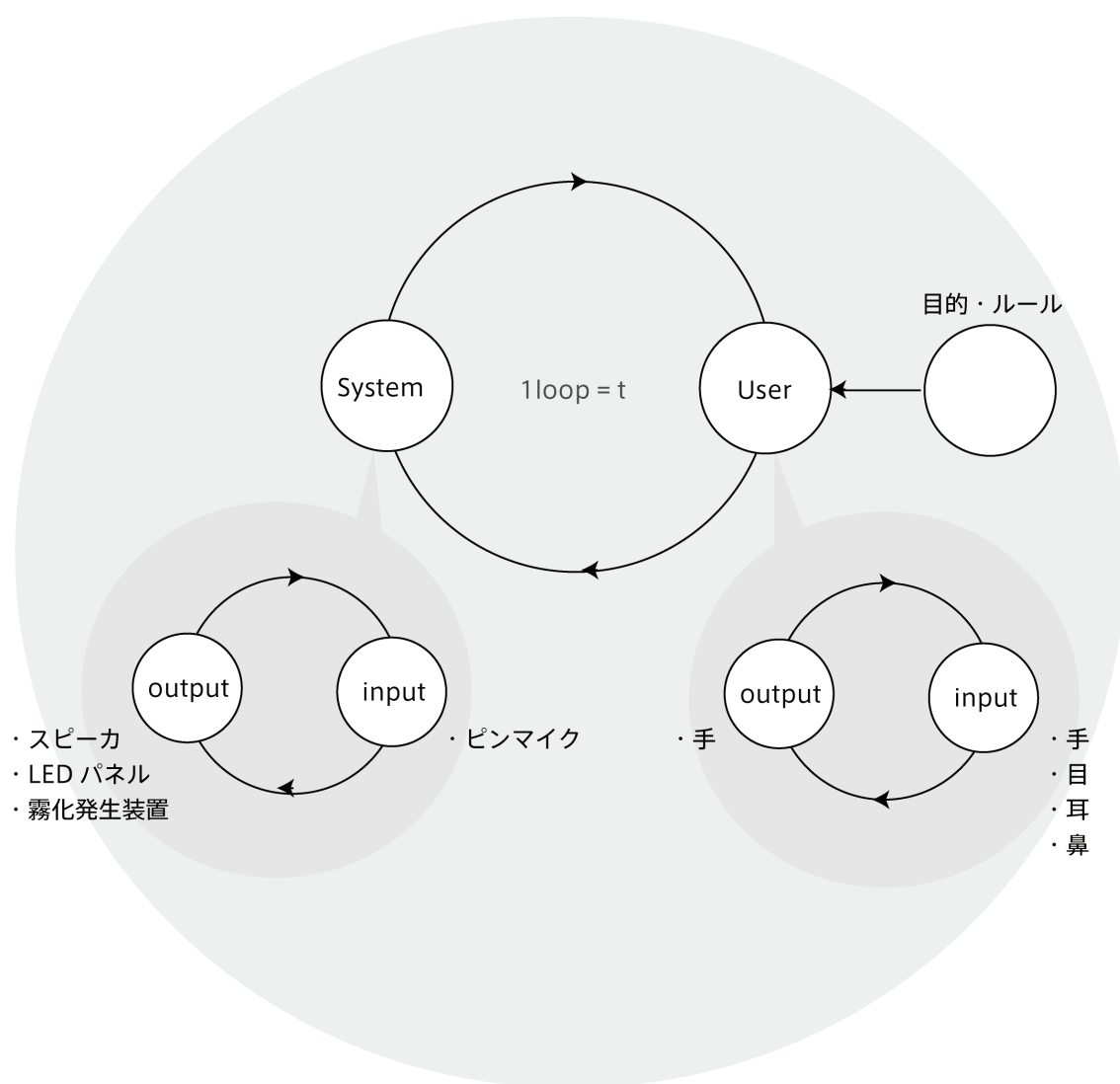


図 4.3: Suirin における DFFM のメカニズム

や水を操作する際に奏でる音の位置を実空間上で再構築するために、サラウンドスピーカを設定した。次に、光を発光するために LED パネル、霧を発生させる超音波霧化発生装置を設定した。

そして、最後の構成要素である目的とルールを設定する。まず、目的は、4感を刺激するインタラクションを通じて癒しの体験を享受すること、と設定した。ルールは、器の中で生じる水や浮玉の奏でる音に応じて、様々な虫の音色を創造し、お気に入りの音色を自らで発見する、と設定した。

上記のように、DFFM の構成要素を用いて、Suirin のフレームワークを構築した (図 4.3)。Suirin は、これらの構成要素を持つフィードバックループにおいて、サウンド、光を創造する行為を通じて、癒しの体験を味わうことを可能とするインタラクティブシステムである。続いて、Flow を創出させるために DFFM のダイナミックなパラメータの操作を行なう。

Suirin では、フィードバックループにおける時間軸において、2つの異なる単位設定を行なう (図 4.4)。2つのフィードバックループとは、サウンド生成と生成されたサウンドのサラウン

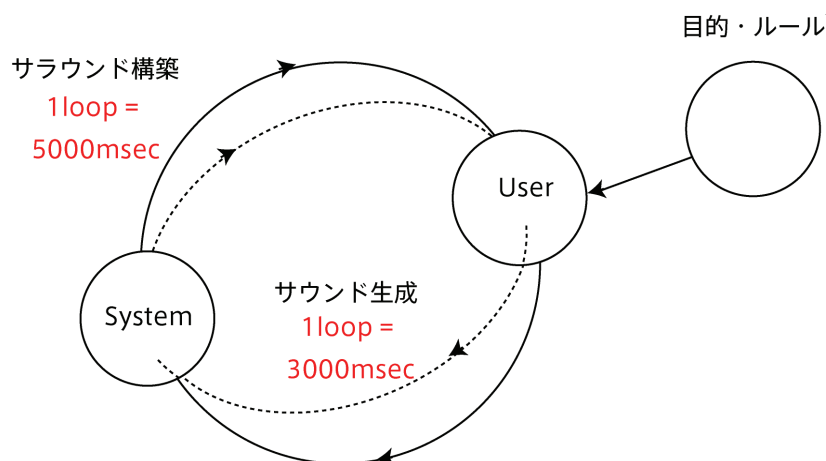


図 4.4: Suirin における 2 つのループ単位

ド出力である。まず、サウンド生成時のフィードバックループを 3000msec に設定した。ここでは、1000msec でサウンドのサンプリングを行い、サンプリングされたデータを遅延させ、3000msec かけて出力させる。この遅延により、ユーザの時間感覚を混乱させることを目的としている。一方、サラウンド出力時のフィードバックループを 5000msec に設定した。ここでは、5000msec ごとに隣接するピンマイクのレベルを比較することにより、サラウンドスピーカによって提示される音の向きを決定する。生成したサウンドを、サラウンドスピーカを通じて実空間に提示することにより、水や浮玉を操作するユーザ自身があたかも水の中にいるかのような感覚を実現することを目的としている。

上記のようなフィードバックループの時間軸の操作は、Flow を創出する基本クラスとなる。というのも、メカニズムによるフレームワーク構築だけでは Flow をもたらすことはできず、時間軸を操作することによって始めてインタラクションプロセスにおいてユーザに Flow をもたためるためである。この基本クラスをもとに、個別の Flow 構成要素について検討していくことで、高精度で Flow をもたらすことが可能となる。以下では、Flow 構成要素の 8 項目それぞれを達成するために Suirin において設計するインタラクションプロセスにおいて述べる。

達成可能な課題 (条件 1) は、Suirin のプレイを通じて達成する目標である。Suirin の体験を通じて癒しを提供する、という目的を、インタラクションプロセスにおいて組み込み、適切にユーザに提示することで実現する。したがって、Suirin の全てのインタラクションは、ユーザへの癒しの提供を目的に設計される必要がある。

タスクへの集中 (条件 2) は、Suirin の体験において集中力を高める要素である。これを実現するために、霧と光のインタラクション、および、サウンド生成の分解能という 2 つのアプローチを用いる。まず、インタラクティブにコントロール可能な光と、生成する光を和らげる霧を発生させる超音波霧化発生装置を筐体に組み込む。これにより、幻想的な環境を構築し、集中力を高める環境を構築する。次に、分解能については、サウンド生成時のフィードバックプロセスにおいて、1 ループごとに多様な効果を生成することが可能なレベルで、フィルタ処理のパラメータの分解能を設定する。これにより、ユーザは、器の中で生じる水や浮玉の奏でる音に応じて、様々な虫の音色を創造し、お気に入りの音色を自らで発見するというルールを認識し、自分

の動きに対する集中力の増加を実現することができる。

明確なゴール (条件 3) は, Suirin におけるプレイについてのゴールをユーザへ提示する要素である。すなわち, 癒しを提供する将来の家具というビジョンをユーザにとってわかりやすく提示する必要がある。このために, 音-聴覚, 光-視覚, 手-触覚, 霧-嗅覚, という4つの感覚を刺激するというアプローチを採用する。例えば, 音については, 田舎の田園風景を回顧させることで癒しの効果をもたらすと仮定し, その心象風景の特徴を再現するために, 様々な虫の音を生成するアプローチを採用する。あるいは, 光については, 涼しさを意味するライトブルーから, 落ち着きを意味するライトブルーへ変化させるアプローチを採用する。これらにより, ユーザに対する癒しを実現する。

直接的なフィードバック (条件 4) は, Suirin におけるプレイについて, 直接的にフィードバックを確認できる要素である。直接的なフィードバックを実現するために, 2つのアプローチを採用する。第1に, リアルタイムで処理結果を確認できるよう, 筐体の外周円状にサラウンドスピーカを設置する。第2に, サラウンド構築時のフィードバックプロセスにおいて, フローティングプレートの内部で奏でた音の位置を基点とし, その位置をもとに生成されたサウンドを実空間上に再提示する。これらにより, ユーザは直接的なフィードバックを得ながらプレイを楽しむことができる。

行為の統制 (条件 5) は, Suirin におけるプレイにおいて, 自身の身体動作に基づき, 処理結果が正しくコントロールされている感覚を与える要素である。行為の統制を実現するために, 2つのアプローチを採用する。第1に, 水や浮玉の奏でる周波数, すなわち奏で方に応じて異なるサウンドを生成する。第2に, 奏でた位置に応じて, サラウンドスピーカから生成されたサウンドを出力する。これらにより, ユーザは, 行為の統制を得ながらプレイを楽しむことができる。

没入感 (条件 6) は, Suirin におけるプレイについて, ユーザ自身がプレイに没入する感覚を与える要素である。没入感を実現するために, サラウンド構築時のフィードバックプロセスにおいて, 器の内部の水の流れと生成されるサウンドの方向を一致させる。これらにより, あたかもユーザ自身が器の中に存在するかのような感覚を生み出すことができる。

体験後の自己感覚の強化 (条件 7) は, Suirin におけるプレイ後に, ユーザの持ついずれかの感覚に対しなんらかの変化を及ぼす要素である。Suirin では, インタラクションプロセスにおいて, 4つの感覚を連続的に刺激することで, これらの感覚のうちいずれかを強化させる。いずれの感覚が強化されるかについては 4.3.1 の評価実験で述べる。

時間の経過感覚の変化 (条件 8) は, Suirin におけるプレイについて, プレイ時間に対して実際の時間経過とは異なる時間経過感覚をユーザに与える要素である。Suirin では, この要素を実現するために, サウンド生成時のフィードバックプロセスにおいて, 意図的に遅延効果を導入する。これにより, ユーザは, 時間の経過感覚を変化させながらプレイを楽しむことができる。

上記のように, Flow を高精度でもたらすために DFFM のダイナミクスを利用して Flow 構成要素に対する個別のインタラクションプロセスの設計を行なうことに加えて, パターンラクトイスにより, Fun パターンが観察されるようキャリブレーションを行なう必要がある。以下では, 痕跡としての3つの Pattern に対し, それぞれを引き起こすためのアプローチについて述べ, 観察される具体的なパターンについて述べる。

まず, Arrow パターンが観察されるように, 2つのアプローチを採用する。第1に, フィー

ドバックプロセスにおいて、サンプリング時のサウンドの位置を検出し、検出された位置から生成されたサウンドを出力させる。第2に、生成される光の位置を検出されたサウンドの位置と連動させる。これらにより、Suirinの体験において、ユーザがフローティングプレート場所ごとに奏でた音に対して生成されるサウンドを聞いて楽しむPatternを引き起こすことができる。あるいは、フローティングプレート場所ごとに奏でた音に併せて生成される光の反応を見て楽しむPatternを引き起こすことができる。

次に、Waveパターン、およびSequenceパターンが観察されるように、2つのアプローチを採用する。第1に、サンプリング時の連続的な周波数および入力レベルをパラメータ化した上で、生成されるサウンドのパラメータおよび生成されるカラーのパラメータと連動させる。第2に、サンプリングされる音の方向をパラメータ化した上で、サウンド提示時におけるサラウンドのパラメータと連動させる。これらにより、フローティングプレート内での浮玉の奏で方の強弱に併せて生成されるサウンドを聞いて楽しむPatternを引き起こすことができる。あるいは、フローティングプレート内でのユーザの手の移動方向に併せて連続的に音像を移動しながら生成されるサウンドを聞いて楽しむPatternを引き起こすことが可能となる。

以上述べたように、DFFMを用いた設計プロセスに基づき、Suirinの設計を行った。まず、DFFMのメカニズムを利用することにより、フレームワークを構築した。次に、DFFMのダイナミクスを利用してFlowを創出するインタラクションプロセスを設計した。最後に、パターンプラクティスにより、Funパターンが観察されるようインタラクションプロセスの調整を行なった。次節では、DFFMを用いて設計したSuirinの具体的な実装手法について述べる。

4.1.3 実装手法

Suirinにおいて使用するハードウェアは、スタンディングテーブル型オリジナル筐体、フローティングプレート、浮玉、ピンマイク x4、スピーカ x4、フルカラーLEDパネル x4、超音波霧化発生装置、制御用PC、Audio Interface、DMXコントローラである(図4.5, 4.6)。制御用PCにはThinkPad T42pを用いた。Audio Interfaceは、4chのピンマイクから取得したサウンド情報のアプリケーションへの送信および、生成されたサウンドの4chのサラウンドスピーカへの出力に用いた。また、DMXコントローラはLEDパネルの制御に用いた。スピーカ以外の全てのハードウェアは、筐体内に組み込まれるよう筐体の設計をおこなった(図4.7)。これらのハードウェアを連携させ、ソフトウェアにおいて処理を行なう。以下では、ソフトウェアにおける処理系について述べる。

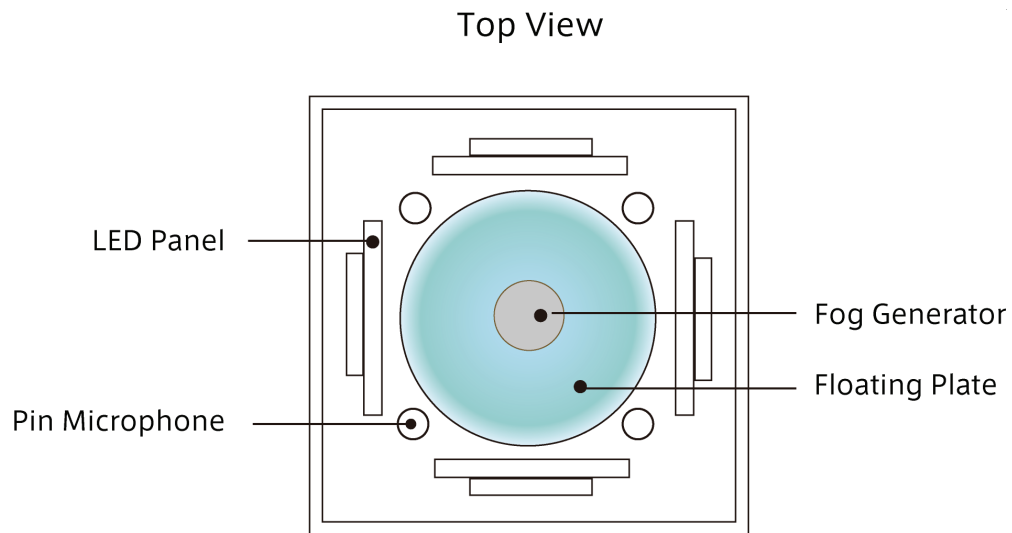


図 4.5: Suirin 筐体内部構造

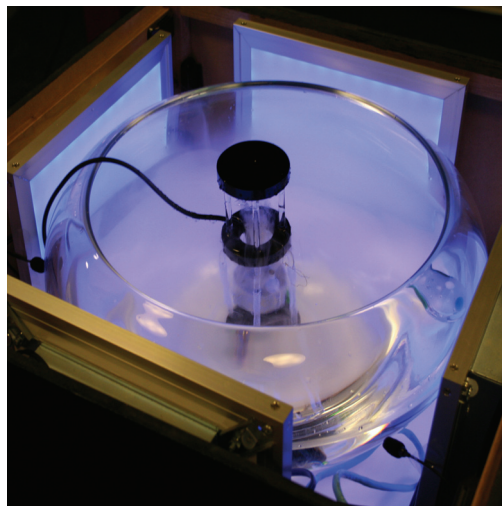


図 4.6: Suirin 筐体内部画像



図 4.7: Suirin 外観

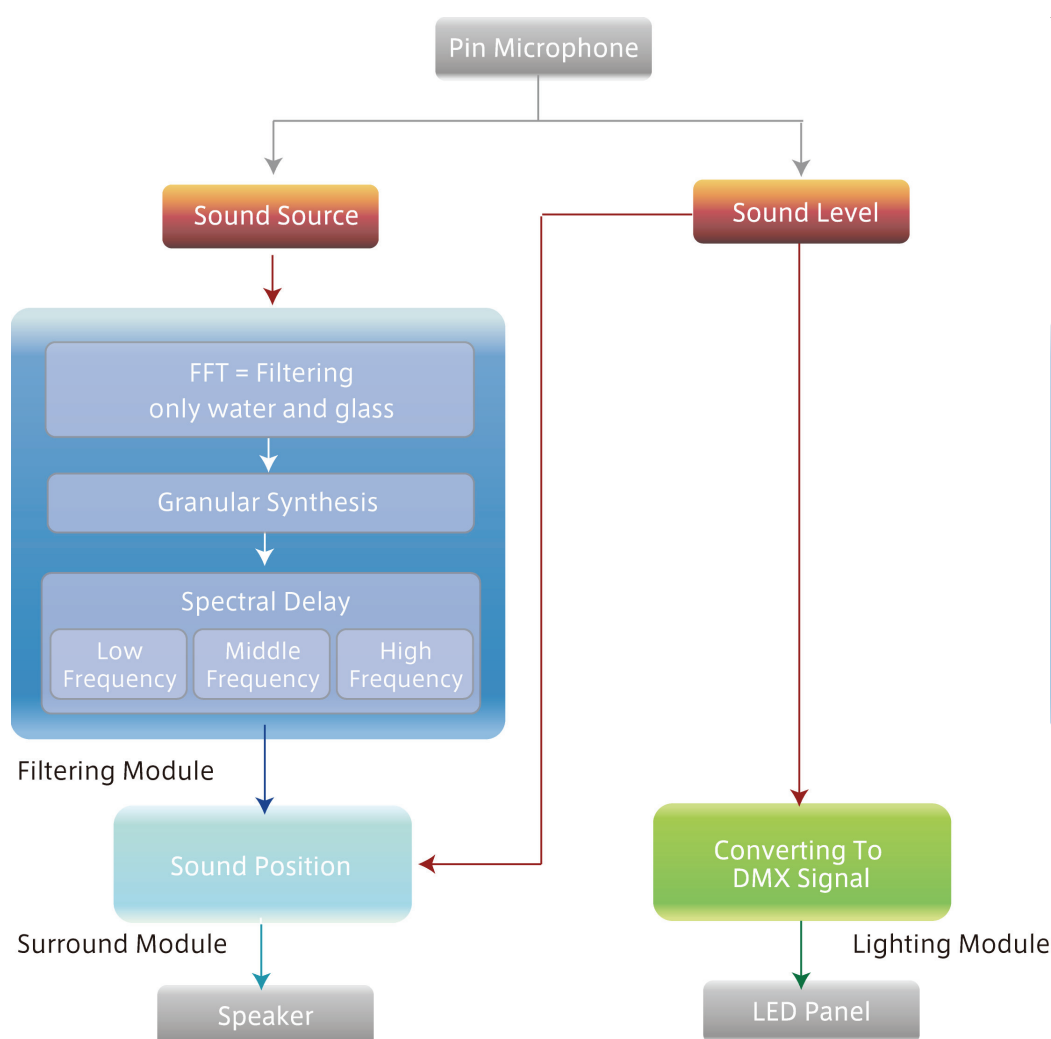


図 4.8: Suirin システムフロー

Suirin のアーキテクチャは、Filtering Module, Surround Module, Lighting Module の3つの処理系を中心に構成される(図4.8)。システムフローとして、まず、各ピンマイクからの取得されたサウンド情報は、サンプリングフェーズにおいて、サウンドソースとサウンドレベルに分解される。サウンドソースは、Filtering Module を経由し、虫のさえずりに似たサウンド周波数へ加工された後、Surround Module へ渡される。この時、各ピンマイクからのサウンドレベルを利用し、出力するサウンドの方向が構築され、サラウンドスピーカにより実空間に再提示される。また、各ピンマイクからのサウンドレベルは、Lighting Module において DMX シグナルに変換された後、各 LED パネルの制御に使用される。以下では、3つの処理系についての前段階としてサンプリングフェーズについて述べる。

Suirin の3つの処理系において、サウンド生成、サラウンド、光生成を行なうために、サウンドデータのサンプリングを行なう。サンプリングの対象は、スタンディングテーブル型筐体内部に設置した、ガラス製のフローティングプレート内で奏でられる、水の音、浮玉の音である。サンプリングは、フローティングプレートの周囲に設置された4つのピンマイクを用いて行

なう。そして、アプリケーション上で4chのピンマイクを通じて取得したサウンド情報を、サウンドソースとサウンドレベルに分解する。サウンドソースは、Filtering Moduleへ受け渡し、サウンドレベルはSurround ModuleおよびLighting Moduleへ受け渡す。この際、サウンドレベルに対し、相対スケールリングを行ない、0～255の実数値へと変換する。以下ではそれぞれのModuleの機能について説明を行なう。

第1に、Filtering Moduleは、FFT(Fast Fourier Transform) sub module, Granular Synthesis sub module, Feedback Delay sub moduleの3つのsub moduleで構成される。これらのsub moduleを通じて、さまざまな虫の音を生成することができる。以下はそれぞれのsub-moduleの機能について説明を行なう。

まず、FFT sub moduleは、ヒトの声の周波数帯域に対するフィルタリングを行なう。これにより、各ピンマイクを通じてサンプリングしたサウンドソースのうち、フローティングプレートの中の水の音とガラスの音のみ対して処理を行なうことができる。FFTサイズが1024、サンプリングレートが44100Hzであることから、FFT基本周波数は約43Hzとなる。43Hzの基本周波数に対し、ナイキストレートまでの周波数ビンに対応した512サンプルからなるバンドパスフィルタを設計し、このフィルタを用いて、ヒトの声の周波数ビンに対しフィルタを加える。フィルタでは、あらかじめヒトの声の周波数をFFTにより解析した結果取得されたパラメータに基づき、90～220サンプル(3870～9460Hz)のみを通過させる。この時、90～220サンプルを相対的低周波領域・中周波領域・高周波領域として3分割し、続くGranular Synthesis sub moduleにおいて、それぞれ異なる処理を行なう。

次に、Granular Synthesis sub moduleは、この3分割されたデータを取得し、それぞれに対し、再合成処理を行なう。3つのGranular Synthesis sub moduleは、生成されるgrainピッチ、およびgrainピッチの変動率に対し、異なる設定が施されている。したがって、各周波数領域に対して異なる再合成が適用される。続いて、再合成後のデータは、それぞれFeedback Delay sub moduleへ引き渡される。

最後に、Feedback Delay sub moduleは、delay time, decay timeの2つのパラメータを用いてフィードバック合成を行なう。各Feedback Delay sub moduleは、これらのパラメータに対し、異なる設定が施されている。したがって、各周波数領域に対して異なる遅延効果が適用され、異なる虫の音が生成される。

以上3つのsub moduleの処理を通じて、虫のさえずりに似たサウンドをリアルタイムで生成することができる。理論上、ユーザが離散的・連続的に奏でる水や浮玉の音の周波数分だけの出力結果の組み合わせが存在する。これにより、ユーザは様々な虫のさえずりを生成可能なSoundscapeを構築し、インタラクションを楽しむことが可能となる。

第2に、Surround Moduleでは、各ピンマイクから取得したサウンドレベルを用いてサラウンドを構築した上で、Filtering Moduleによって生成されたサウンド出力を行なう。サラウンド出力は、サンプリング対象の音源の位置が固定された場合と連続的に移動する場合では処理が異なる。以下では、それぞれの処理方法について説明を行なう。

まず、サンプリング対象の音源の位置が固定された場合、入力バランスの判定によりサラウンド出力の比率を構築する。まず、4chのピンマイクにおいて、現在どのピンマイクの近くで音が奏でられているかの判定を行なう。判定を行なうために、4chのピンマイクのサウンドレベル

の入力比較を行なう。この入力比較に基づき、サラウンドの基点と出力比率の決定が可能となる。

一方で、連続的に音源が移動する場合、サラウンドスピーカを通じての生成されたサウンドの音像移動を行なう。この場合も上記と同様に、4chのピンマイクのサウンドレベルの入力比較を行なう。例えば、フローティングプレート内で音源であるユーザの手が図4.9に示すように移動するならば、それぞれサウンドレベルの比較式は $D < A < B$ と表すことができる。この比較式から得られた比率に基づき、サウンドボリュームを動的に変化させながら出力を行うことで、サラウンド形式による音源の移動が可能となる。

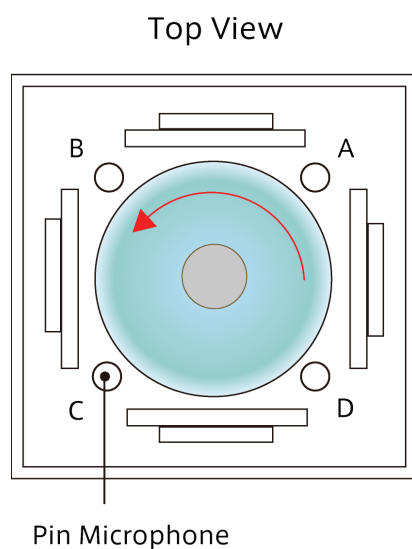


図 4.9: 内蔵ピンマイクからのサウンドレベルを利用したサラウンド構築手法イメージ

以上のプロセスを通じて、フローティングプレートの中で奏でられる音のサンプリングから実空間へ再提示した上で、水の動きとサウンド出力時における音像の移動を一致させることができる。これらにより、音を操作していると同時にユーザ自身が水の中にいるかのような錯覚を覚えさせることが可能となる。

第3に、Lighting Moduleでは、各ピンマイクから取得したサウンドレベルを用いてフルカラーLEDパネルの出力制御を行なう。LEDパネルは、各ピンマイクと対応させ、ピンマイクと隣接する位置に設置する。サウンドレベルは、0～255段階に相対スケーリングを施されているため、直接フルカラーLEDのRGB制御(0～255段階)を行なうことが可能である。LEDパネルのデフォルトのカラー設定は、水をイメージするライトブルーとし、ユーザの奏でたサウンドレベルに合わせて、癒しのライトグリーンへと動的に変化させる。このため、Lighting Module上のRGBの初期値は、 $R : 0, G : a, B : 135$ (制御変数 a =サウンドレベル ; 0～255)と設定している。

また、LEDパネルの発光についても、サラウンド出力時におけるサラウンドと同様に、出力の基点と移動を実装している。すなわち、サウンドレベルの入力比較に基づき、基点となるLEDパネルの位置を決定し、各入力レベルの比率に応じて、Lighting Module上のGreenの制御変数 a に代入する値の比率を決定している。同時に、光源の移動もまた、隣接するピンマイク同士の入力レベルを参照することで実現している。

これらのSuirinにおける聴覚・視覚・触覚のインタラクションに加えて、Suirinでは、

アナログな嗅覚へのインタラクションを実装している。この嗅覚のインタラクションの実装のために、フローティングプレート内に、超音波霧化発生装置を設置している。超音波霧化発生装置は、フローティングプレートの水面を超音波により気化させ、霧を発生させることができる。発生した霧はフローティングプレート内に蓄積する。視覚的には、LED パネルの光源からの光を和らげ、幻想的な空間を演出し、没入感を高める効果をもたらす。それに加えて、器の中にたまった霧に息を吹きかけることによって霧を浴び、嗅覚に対する刺激を引き起こすことができる。

以上述べたように、3つの処理系を中心とした実装手法により、Suirin における4感のインタラクションを通じて、拡張現実感 (Augmented Reality) による Soundscape を構築し、ユーザに対する癒しを提供する環境を構築した。Suirin のインタラクションプロセスにおけるユーザの楽しさの状態としての Flow 評価については、4.3.1 で行なう。次節では、DFFM を用いて設計および評価を行なった MYSQ について述べる。

4.2 MYSQ - My Style So Quite !

MYSQ は、DFFM を用いて設計を行なった Creatio である。MYSQ との身体的なインタラクションを通じて、ユーザは特殊な技術に拠らずとも行為知に応じて、ユーザ自身のオリジナルプロモーションムービーを創造することができる。以下、本節では、Suirin の作品概要、DFFM を用いた設計プロセス、実装手法について述べる。

4.2.1 作品概要

MYSQ(図 4.10) 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、携帯電話を通じて友人と制作したムービーを共有可能なエンタテインメントシステムを用いたゲームコンテンツである。以下では、MYSQ の背後にあるビジョンとその実現手法について述べる。

MYSQ の背後にあるビジョンとは、自分らしさを演出可能なプロモーションムービーの制作環境の提供、および、クラブカルチャーにおけるダンスなどの身体表現を用いたソーシャルコミュニケーションツールの創出である。このビジョンを実現するために、2つのアプローチを採用している。まず、自分らしさを演出可能とするために、ユーザ自身を映像素材とするだけでなく、身体の動きをセンサと画像解析によりパラメータ化し、身体感覚のムービーへの反映を行なう。そして、ソーシャルコミュニケーションを実現するために、携帯電話上で交換可能な形式で出力したムービーをサーバへアップロードし、ユーザが複数のアプローチで当該データを取得可能とする。以下では、それぞれのアプローチにおけるインタラクションプロセスおよび MYSQ における3つのコミュニケーションについて説明を行なう。

まず、MYSQ のインタラクションプロセスにおいて、オリジナルプロモーションムービーを制作するために、2.5 立法 m の筐体の中でユーザの身体の動きをセンシングし、そのデータをもとに映像処理、音響処理を行う (図 4.11)。ここでセンシングする身体の動きとは足の動きと腕の動きである。前者は筐体底部のフットスイッチを用いて処理し、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。後者は、オリジナル MYSQ リングと画像処理を用いて処理し、



図 4.10: MYSQ 外観
KDDI Designing Studio にて

映像エフェクトのパラメータの決定に用いる。この時、映像処理を行う対象となるソースデータは、筐体内に設置されたビデオカメラによりキャプチャされたムービーデータである。これらにより、ユーザ自身を映像素材としたオリジナルプロモーションムービーを制作できる。

続いて、制作したムービーをサーバへアップロードし共有可能な状態とする。プレイ終了後、制作したムービーのアップロードが開始される。アップロード完了後、アップロード先の URL をもとに生成された QR コードが筐体内のディスプレイに表示される。したがって、ユーザは、携帯電話などの hand-held デバイスを通じて、制作したムービーのダウンロードが可能である。また、QR コードから取得した URL をメールで友人に送信可能とすることで、自分の作成したムービーを友人と共有することが可能である。

このようなインタラクションプロセスを持つ MYSQ では、ゲームフローにおいて、3つのコミュニケーションに注目している。ここでのゲームフローとは、コンテンツであるオリジナルプロモーションムービーを制作する過程と、コンテンツを用いてコミュニケーションを行なう過程とに区分できる。以下では、3つのコミュニケーションについて述べる。



図 4.11: MYSQ ゲームフロー

第1のコミュニケーションとは、プレイ中の、筐体内に存在するユーザ同士の直接的なコミュニケーションである。というのも、MYSQは、1人で楽しむだけでなく、複数のユーザによるコラボレーションが可能であるためである。2人のユーザのコラボレーションのあり方として、一方のユーザがエフェクトの決定を担当し、他方がエフェクトのパラメータを決定する、あるいは、一方のユーザが半分のエフェクト処理を担当し、他方が残りを担当する、といった分担が考えられる。これらを踏まえて、MYSQでは、インタラクションにおける冗長性をシステムに盛り込むことにより、ユーザが様々なコラボレーションのあり方を自ら発見していくことを狙いとする。

第2のコミュニケーションとは、プレイ中の、筐体内に存在するユーザと筐体の周囲に存在する視聴者との間接的なコミュニケーションである。筐体は、ユーザの意識をプレイに集中させるため、密閉空間が望ましい。とはいえ、密閉空間をとりつつも、筐体内部の状態を以下の2通りの方法により、筐体外のユーザに伝達する。第1に、リアルタイム処理された映像を、ユーザ自身で確認するために筐体内部に設置されたディスプレイへと送ると同時に、筐体外壁に内蔵されたディスプレイへ送る。これにより、ユーザが視聴している映像と同じ映像を筐体外部の視聴者が確認できる。第2に、筐体内部のフットスイッチと筐体外壁に内蔵されたLEDパネルのon/off情報を連動させる。これにより、筐体外の視聴者は、筐体内のユーザの行為と現在明滅しているLEDとの関係性をアンビエントに知覚できる。これら2つのアプローチにより、周囲の視聴者に対し、次にプレイしてみたいという感情を想起させることを狙いとする。

第3のコミュニケーションは、プレイ終了後の、コンテンツを制作したユーザとその友人・知人との非同時的コミュニケーションである。MYSQでのユーザの経験はオリジナルプロモーションムービーとして、携帯デバイスを通じてダウンロード可能である。これにより、ユーザがQRコードそのものや、QRコードから取得したアップロード先のURLを友人・知人に送信することで、物理的距離の遠近に関わらずムービーを共有可能であるため、非同時的コミュニケーションが成立する。このコミュニケーションを促進する要素として、MYSQではユーザ自身を映像素材として選択した。というのも、抽象性の高い映像よりも、ユーザ自身の顔や身体という具象性の高い部位を映像に挿入することにより、ユーザ自身の記憶・感情を想起させ、コミュニケーションツールとしての価値が高まると考えたためである。これらにより、ユーザと知人との非同期的コミュニケーションを促進させることを狙いとする。

以上述べたように、MYSQは、インタラクションプロセスにおいて3つのコミュニケーションに注目し、身体行為に基づいた自分らしさを演出可能なオリジナルプロモーションムービーの制作と、制作したムービーを用いたソーシャルコミュニケーションを楽しむことができる。次節では、このような特徴を持つMYSQを設計するまでのDFFMを用いた設計プロセスについて述べる。

なお、MYSQは、学術論文、アートコンペだけでなく、世界中のメディアから高い評価を受けた。まず、Journal誌であるACM Computers in Entertainmentへ採択された[Tokuhisa, 2006b]、アートコンペでは、Asia Digital Art Award デジタルデザイン部門へ入賞した[Tokuhisa, 2007a]。また、we make money not art 他、多数の海外メディアへ掲載されただけでなく、wikipedia.comにてVideo Purikura[Wikipedia, 2006]として第3者より投稿され、N.Yのオンラインビジネス誌であるSpringwise.com[Springwise, 2006]へ掲載された。なお、前身となるシステムatMOSはSiggraph Emerging Technologies 2003[Kotabe, 2003]へ採択されたほか、平成15年度文化庁

メディア芸術祭エンタテインメント部門奨励賞を受賞した [Kotabe, 2004]. さらに、国際会議での論文発表を2件行なった [Tokuhisa, 2004a] [Tokuhisa, 2004b].

4.2.2 DFFMによる設計プロセス

MYSQ は、DFFM を用いて設計された Creatio である。DFFM を用いて設計を行なうことにより、高精度でユーザの楽しさの状態を生成することが可能となる。以下では、DFFM のメカニズム、ダイナミクス、パタンプラクティスを用いた設計プロセスについて詳細を述べる。

DFFM を用いた設計プロセスの最初のステップは、ビジョンの構築である。MYSQ を設計するにあたり、自分らしさを演出可能なプロモーションムービーの制作環境の提供、および、クラブカルチャーにおけるダンスなどの身体表現を用いたソーシャルコミュニケーションツールの創出というビジョンを設定した。そして、このビジョンに基づき、インタラクションを通じて創造行為を楽しみながら、ソーシャルコミュニケーションツールを制作可能な Creatio として MYSQ を位置付けた。ビジョン構築の後、DFFM のメカニズムを利用し、MYSQ のフレームワークを構築する。

まず、構成要素の決定を行なう。MYSQ では、複数人のプレイを通じてコラボレーションを楽しむことができるよう、構成要素のユーザを2人と設定した。というのも、プリクラのコンテキストに注目した結果、複数人でコミュニケーションを取りつつプレイを楽しめることが重要であると考えたためである。この設定に基づき、ユーザとシステムのそれぞれの下位要素について入力器官と出力器官に分けて考える。

次に、ユーザの下位要素のうち、入力器官を設定する。MYSQ では、入力器官として、映像を感知する目、音を感知する耳を設定した。これは、プロモーションムービーの制作プロセスにおいて、身体動作を通じて映像と音響をコントロールするというアイディアに基づくものである。

同時に、ユーザの下位要素のうち、出力器官を設定する。MYSQ では、出力器官として、足、腕、また、全体的表現としての身体を設定した。これは、身体動作のうちダンスのコンテキストに注目した結果、ダンスにおいて特徴的な身体的部位をセンシングの対象とするというアイディアに基づくものである。たとえば、足はダンスにおけるステップとして多用される。あるいは、肩から指先までを構造として有する腕は、人間の身体的部位の中でも最も稼働範囲の広い部位であることから、ダンスにおいて最も表現力が豊かな部位として位置づけられている。したがって、これらをセンシングの対象とすることで、ダンスのコンテキストをシステムに利用することが可能となる。

一方で、システムの下位要素のうち、入力器官を設定する。MYSQ では、システムの入力器官として、腕の動きをセンシングするために画像処理を用いることからカメラを設定し、足のステップをセンシングするために圧力センサを設定した。身体に接触型のセンサを装着しないことにより、自由な身体動作を確保することが可能となる。

同時に、システムの下位要素のうち、出力器官を設定する。MYSQ では、システムの出力量官として、音、光、映像のためのデバイスを設定した。まず、身体動作に基づき生成されたサウンドを出力するためのスピーカを設定した。次に、光として、ステップと連動して発光す

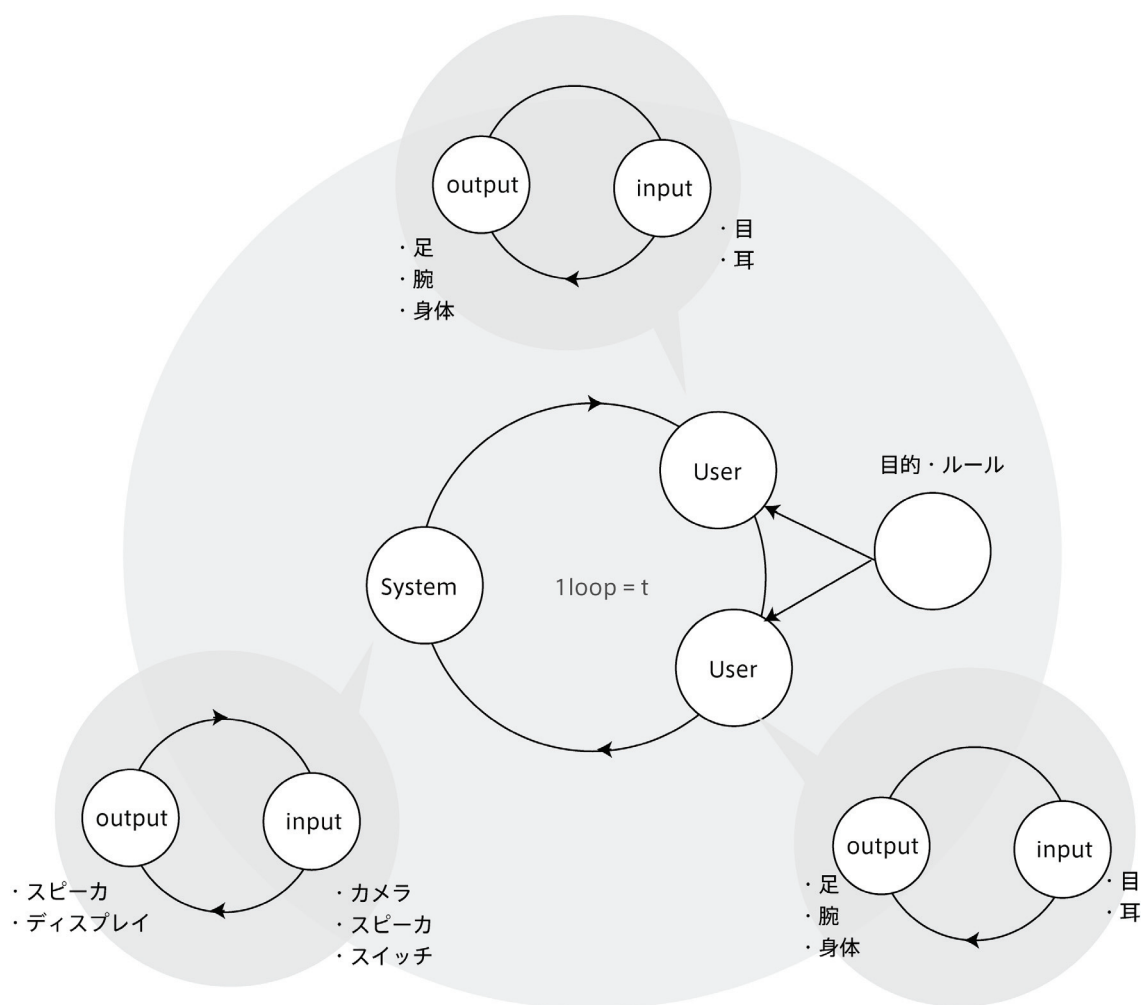


図 4.12: MYSQ における DFFM のメカニズム

る LED パネルを設定した。最後に、筐体内部のデジタルビデオカメラからキャプチャされた映像およびエフェクト処理適用後の映像を出力するディスプレイを設定した。

そして、最後の構成要素である目的とルールを設定する。まず、目的は、プレイヤ自身の動きを通じて、自分らしいオリジナルプロモーションムービーを制作すること、と設定した。ルールは、足のステップや腕の動きに応じて、様々な音響処理、映像処理を創造し、オリジナルの効果を自ら発見する、と設定した。

上記のように、DFFM の構成要素を用いて、MYSQ のフレームワークを構築した (図 4.12)。MYSQ は、これらの構成要素を持つフィードバックループにおいて、ユーザ自身の動きに基づくエフェクトとサウンドを創造する行為を通じて、楽しみながらソーシャルコミュニケーションツールを創造可能とするインタラクティブシステムである。続いて、Flow を創出させるために DFFM のダイナミックなパラメータの操作操作を行なう。

MYSQ では、フィードバックループにおける時間軸において、2つの異なる単位設定を行なう (図 4.13)。2つのフィードバックループとは、エフェクト処理および制作されたムービーに対するフィードバックループである。以下ではそれぞれについて説明を行なう。

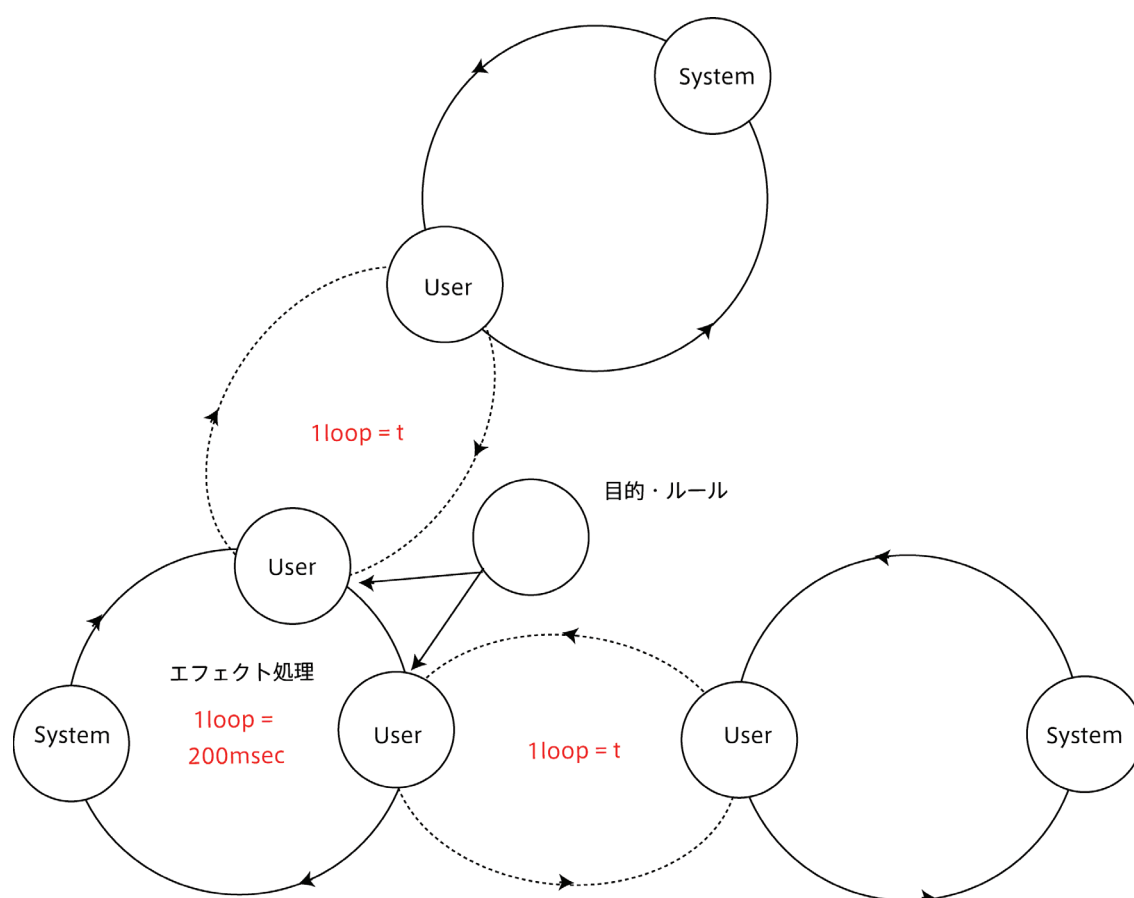


図 4.13: MYSQ におけるループ単位

第1に、エフェクト処理におけるフィードバックループを 200msec に設定した。このフィードバックループとは、エフェクト処理に用いる腕の動きのパラメータ取得プロセスに該当する。200msec と設定することにより、エフェクト処理をリアルタイムで行なうことを目的としている。この時、腕の動きは、ユーザが手に装着する MYSQ リングと画像処理を用いてパラメータ化する。パラメータ化のアプローチとして、筐体前面に設置されたデジタルビデオカメラから取得した映像と画像処理技術を用いる。これらにより、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することができる。そして、200msec ごとにユークリッド距離を用いて、動きの量を算出する。具体的には、 T_n から T_{n+1} までの 200msec で取得した動きの量 D_M を連続するフレーム間 T_{n+1} から T_{n+2} までのエフェクトのパラメータに対して適用する (図 4.14)。したがって、連続的な腕の動きの量の取得と適用のプロセスが成立し、リアルタイム処理が可能となる。

第2に、MYSQ では、別のユーザと成立するフィードバックループを、任意の時間単位 t として設定した。まず、ユーザ A が友人 B に MYSQ ムービーを送信した場合、B は受信した MYSQ ムービーを視聴した結果、MYSQ を体験する可能性が発生する。体験した場合、B とシステムの間に新たにフィードバックループが成立する。続いて、B が、送信したユーザ A に対してムービーを返信することで、フィードバックループが成立する。しかしながら、後者のループ単位は推測不可能であることから、変数 t として設定している。

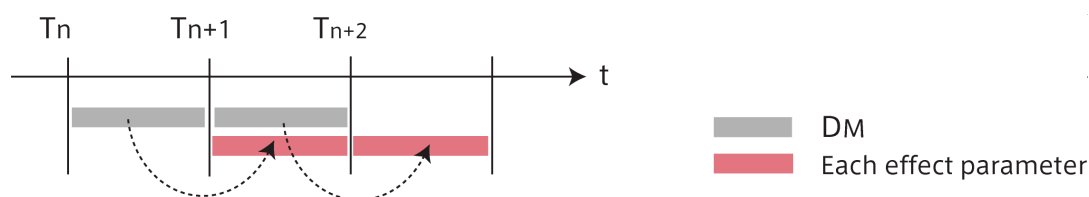


図 4.14: MYSQ における動きの量のエフェクトへの適用プロセス

上記のようなフィードバックループの時間軸の操作は、Flow を創出する基本クラスとなる。というのも、メカニズムによるフレームワーク構築だけでは Flow をもたらすことはできず、時間軸を操作することによって始めてインタラクションプロセスにおいてユーザに Flow をもたためである。この基本クラスをもとに、個別の Flow 構成要素について検討していくことで、高精度で Flow をもたらしることが可能となる。以下では、Flow 構成要素の 8 項目それぞれを達成するために MYSQ において設計するインタラクションプロセスにおいて述べる。

達成可能な課題 (条件 1) は、MYSQ のプレイを通じて達成する目標である。MYSQ の体験を通じて自分らしさを有するオリジナルプロモーションムービーの作成と、制作したムービーのソーシャルコミュニケーションツールとしての利用という目的を、ゲームにおいて組み込み、ゲームフローにおいて適切にユーザに提示することで実現する。したがって、MYSQ の全てのインタラクションは、これら 2 つの目的に基づき設計される必要がある。

タスクへの集中 (条件 2) は、MYSQ の体験において集中力を高める要素である。これを実現するために、筐体デザインとエフェクト処理のパラメータの分解能との 2 つのアプローチを用いる。まず、筐体は、周囲の環境から隔絶させるべく、天井部に開口部を有した半密閉型とする。次に、分解能については、映像・音響生成時のフィードバックプロセスにおいて、1 ループごとに多様な効果を生成することが可能なレベルで設定する。これらにより、ユーザは、密閉空間において、腕の動きと足のステップの組み合わせに応じて様々な映像処理・音響処理を創造する過程で、お気に入りの効果を自ら発見するというルールを認識し、ユーザ自身の動きに対する集中力の増加を実現することができる。

明確なゴール (条件 3) は、MYSQ におけるプレイについてのゴールをユーザへ提示する要素である。すなわち、自分らしいオリジナルのムービーを制作するというビジョンをユーザにとってわかりやすく提示する必要がある。このために、2 つのアプローチを採用する。第 1 に、オリジナルの要素に着目した上で、ユーザ自身を映像素材として用いる。第 2 に、ユーザ自身の動きに基づきエフェクトを付与する。これらにより、ムービーとしてのオリジナリティを実現する。

直接的なフィードバック (条件 4) は、MYSQ におけるプレイについて、直接的にフィードバックを確認できる要素である。直接的なフィードバックを実現するために、2 つのアプローチを採用する。第 1 に、筐体内部にディスプレイを設置し、リアルタイムで処理結果を確認する。第 2 に、エフェクト処理のフィードバックプロセスにおいて、ユーザの腕の位置を基点として、生成されたを提示する。これらにより、ユーザは直接的なフィードバックを得ながらプレイを楽しむことができる。

行為の統制 (条件 5) は、MYSQ におけるプレイにおいて、自身の身体動作に基づき、エフェクト処理が正しくコントロールされている要素である。行為の統制を実現するために、2 つ

のアプローチを採用する。第1に、フットスイッチによりエフェクトの on/off を操作する。第2に、センシングした腕の動きをエフェクトのパラメータとして利用する。これらにより、ユーザは、行為の統制を得ながらプレイを楽しむことができる。

没入感 (条件6) は、MYSQ におけるプレイについて、ユーザ自身がプレイに没入する感覚を与える要素である。没入感を実現するために、2つのアプローチを採用する。第1に、筐体デザインを半密閉型とする。第2に、フィードバックプロセスの1ループあたりの時間設定を200msec に設定し、フィードバックの結果を筐体前面に設置されたディスプレイにリアルタイムで提示し続ける。これらにより、ユーザの没入感は増加し、プレイを楽しむことができる。

体験後の自己感覚の強化 (条件7) は、MYSQ におけるプレイ後に、ヒトの持ついずれかの感覚に対しなんらかの変化を及ぼす要素である。自己感覚の強化を実現するために、2つのアプローチを採用する。第1に、MYSQ では、インタラクションプロセスにおいて、エフェクトとサウンドの生成により、これらの感覚のうちいずれかを強化させる。第2に、MYSQ では、ソーシャルコミュニケーションツールとして制作したムービーを保存可能な状態としている。そして、時間を経て再度ユーザが自分自身のムービーを確認することにより、身体感覚を強化させる。これらにより、自分自身の動きについての感覚を強化させることができる。

時間の経過感覚の変化 (条件8) は、MYSQ におけるプレイ中に、プレイ時間に対して実際の時間経過とは異なる経過感覚をユーザに与える要素である。MYSQ では、この要素を実現するために、リアルタイム処理されるエフェクトにおいて、ユーザの動きの量に基づいて、エフェクト内で経過する時間をコントロール可能なエフェクトを実装する。具体的には、ユーザ自身の動きに合わせてエフェクトの生成スピードをコントロールする。これにより、ユーザは、時間の経過感覚を変化させながらプレイを楽しむことができる。

上記のように、Flow を高精度でもたらすために DFFM のダイナミクスを利用して Flow 構成要素に対する個別のインタラクションプロセスの設計を行なうことに加えて、パタンプラクティスにより、Fun パタンが観察されるようキャリブレーションを行なう必要がある。以下では、痕跡としての3つの Pattern に対し、それぞれを引き起こすためのアプローチについて述べ、観察される具体的なパタンについて述べる。

まず、Arrow パタンが観察されるように、2つのアプローチを採用する。第1に、フィードバックプロセスにおいて、ユーザの腕の動きのセンシングの際、腕の位置を検出し、その位置を中心としてエフェクトを生成させる。第2に、足のステップに合わせて、音響処理において再生されるトラックの on/off および映像エフェクトの on/off を制御する。これらにより、MYSQ の体験において、腕の位置を変えてエフェクトを生成する場所をコントロールして楽しむ Pattern を引き起こすことができる。あるいは、ステップに併せて、エフェクトとサウンドの on/ff を楽しむ Pattern を引き起こすことができる。

次に、Wave パタン、および Sequence パタンが観察されるように、腕の連続する位置に基づいて、動きの量をパラメータ化し、生成されるエフェクトのパラメータと連動させる。具体的には、腕の動きの量が増加するにつれて、生成されるエフェクトのパラメータを増加させる。これらにより、腕を振る強弱に基づきエフェクトをコントロールして楽しむ Pattern を引き起こすことができる。あるいは、ステップの刻み方と腕の動きの量に併せてリズムカルに効果を生成して楽しむ Pattern を引き起こすことができる。

以上述べたように、DFFMを用いた設計プロセスに基づき、MYSQの設計を行った。まず、DFFMのメカニズムを利用することにより、フレームワークを構築した。次に、DFFMのダイナミクスを利用してFlowを創出するインタラクションプロセスを設計した。最後に、パターンプラクティスにより、Funパターンが観察されるようインタラクションプロセスの調整を行なった。次節では、DFFMを用いて設計したMYSQの具体的な実装手法について述べる。

4.2.3 実装手法

MYSQにおいて使用するハードウェアは、筐体そのものに全て組み込まれている。(図4.15)。以下では、筐体に組み込まれたハードウェアについて各部位ごとに説明を行なった後、MYSQのソフトウェアアーキテクチャについて説明を行なう。

まず、筐体は、幅、奥行、高さがそれぞれ2.5mの立方体の構造体である。筐体内部は、幅2.2m 奥行1.8m 高さ2.5mのスペースを有し、プレイヤーが自由に移動可能である。この筐体上部には組み込み型のスピーカを設置し、BGMおよび生成されたサウンドの出力を行なう。また、筐体下部には6つのフットスイッチを設置し、ユーザのステップに合わせて、エフェクトおよびサウンドのon/offを行なう。

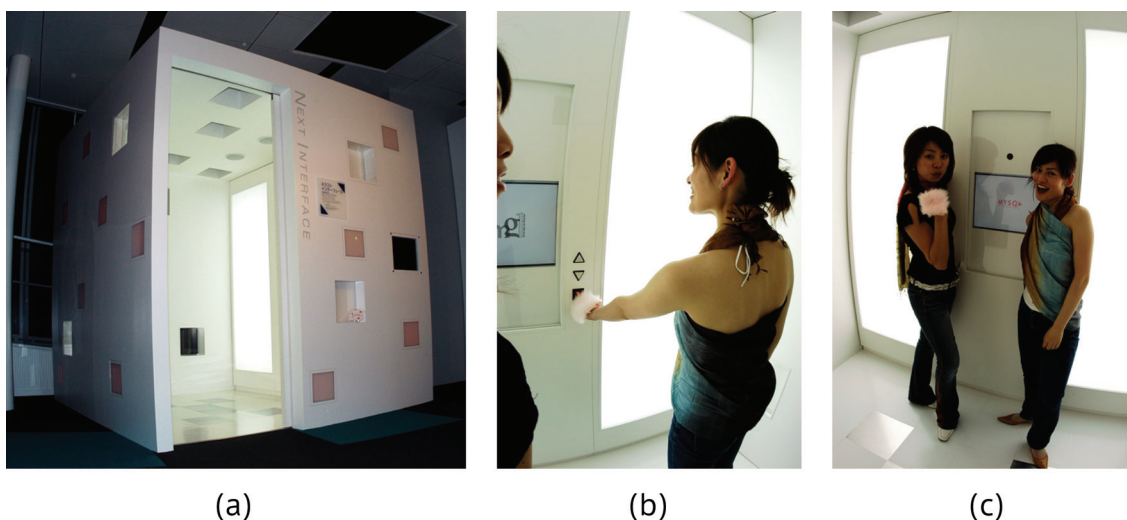


図 4.15: MYSQ 筐体
(a) 外観, (b) 可動部, (c) 筐体正面部

次に、筐体正面部は、可動部と照明部で構成される。まず、可動部には、ディスプレイとカメラが内蔵されている。ディスプレイを設置することで、ユーザは処理結果をリアルタイムで確認しつつ、直感的にプレイを楽しむことができる。また、リアルタイムで処理結果を表示することにより、どのような動きに対してどのような結果が生成されるかについて、ユーザは体感的に学習可能である。なお、撮影された映像は、デフォルトでは反転処理を行ったのちディスプレイへ投影される。可動部の側にはスタートスイッチと、プレイヤーの身長に併せてディスプレイの高さを調節するための上下ボタンを設置した。上ボタンを押している間はモータが駆動し、ディスプレイは上方向へ移動する。この可動部の左右に照明部が設置されている。撮影されるプレイ

ヤの肌の色を美しく見せるために、一般的な撮影スタジオと同等の色温度 6400K の蛍光灯を 10 本使用した。

最後に、筐体外壁部は、サブディスプレイと 18 個の LED パネルを内蔵している。まず、サブディスプレイは、内部のディスプレイと同様の処理結果を表示することができる。これにより、周囲のオーディエンスは感覚的に MYSQ でのプレイを確認することができる。一方、LED パネルは、3 台を 1 セットとする LED パネル群として、6 つのフットスイッチの on/off 情報に併せて明滅する。これにより、周囲のオーディエンスは筐体内部でのユーザの動きを間接的に知覚することができる。

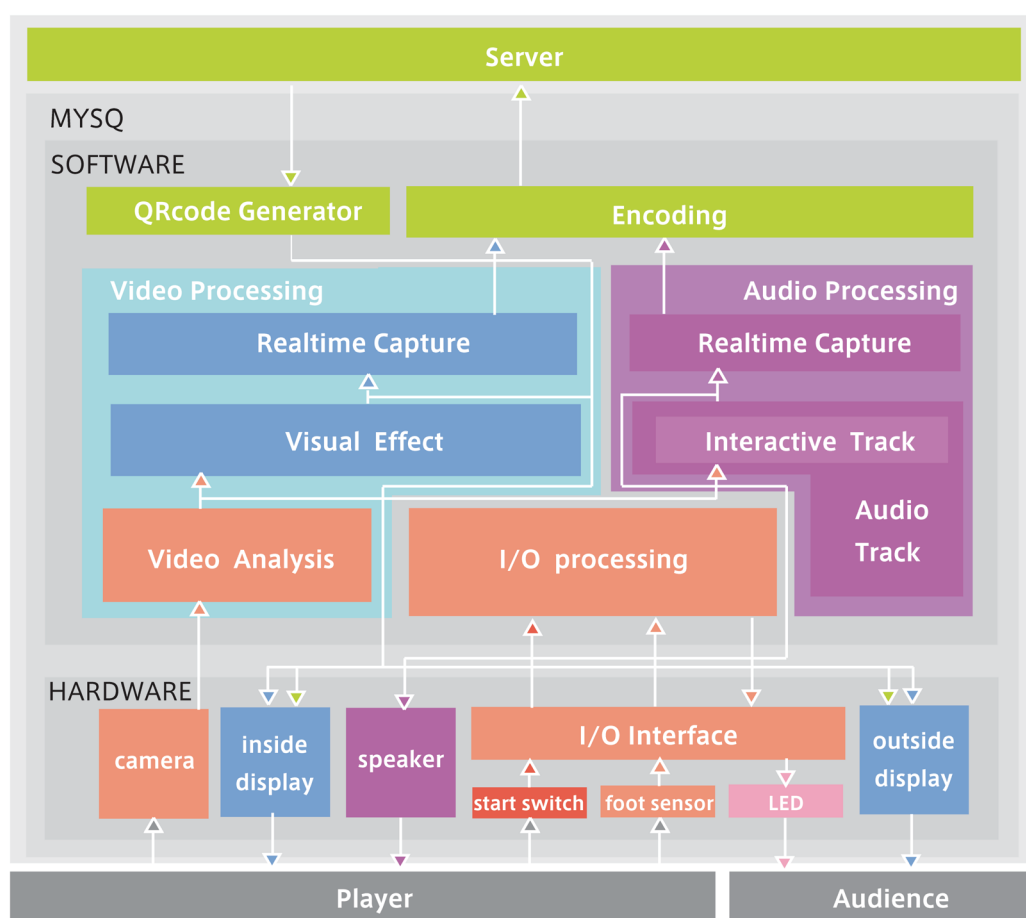


図 4.16: MYSQ システムフロー

MYSQ のアーキテクチャは、コンテンツ生成時の Creation プロセスとコンテンツ生成後の Communication プロセスの2つのプロセスで構成される (図 4.16)。前者は、さらに Sensing プロセスと Feedback プロセスに区分できる。Sensing プロセスは、フットスイッチからの情報を I/O Processing Module において処理する。また、カメラからの情報を、Video Analysis Module において処理する。Feedback プロセスでは、Sensing プロセスにおいて得た値をもとに、Visual Processing Module, Audio Processing Module, I/O Processing Module が処理を行い、処理結果を筐体内外のディスプレイ、スピーカ、LED パネルへと送る。Communication プロセスは、サー

バ連携を行い、アップロード先の QR コードをディスプレイに表示する。以下では、それぞれのプロセスについて詳細を述べる。

前提として、Sensing プロセスにてユーザの足の動きと腕の動きのセンシングを行うために、身体の動きを制限しないインタフェースを採用する。この仕様は、簡易な操作性を実現するためのものである。ここでの操作性とは、コンテンツであるオリジナルプロモーションムービーの作成に関する操作性を指す。これを実現するアプローチとして、MYSQ では、ムービー作成時の映像処理・音響処理に用いるパラメータを、筐体内のユーザの身体動作から取得する。そして、センシングの対象となる身体動作を、ダンスにおけるコンテキストにおいて特徴的な部位である足と腕の動きと設定する。これにより、MYSQ を初めて経験するユーザであっても筐体内で身体を自由に動かすだけで簡単に映像・音響処理を行うことが可能となる。したがって、特に映像制作経験のない初心者であっても行為知に応じて手軽にオリジナルプロモーションムービーを制作できる。

まず、足の動きのセンシングは、I/O Processing Module にて処理する。ここでセンシングする足の動きは、ステップを想定している。ステップをセンシングするために、筐体底部に、2kg 以上の負荷に対する on/off 情報を計測する 6 つのフットスイッチを設置した (図 4.17)。フットスイッチはユーザが踏んでいる間のみ on となる。フットスイッチの on/off 情報は、I/O インタフェースを介して、I/O Processing Module により 0/1 の信号として処理される。なお、フットスイッチの ID 名は、正面部に対して右上から時計周りに 1 - 6 と設定した。



図 4.17: MYSQ の筐体下部に設置された 6 つのフットスイッチ

次に、腕の動きのセンシングは、Video Analysis Module にて処理する。本モジュールにて腕の動きをセンシングするために、デジタルビデオカメラと MYSQ リング (図 4.18) を用いる。MYSQ リングは、高輝度赤色 LED、電源スイッチ、ボタン型電池を内蔵したオリジナル LED ポインタである。原則として、プレイヤーが手の平に MYSQ リングを装着することを想定している。重量は約 100g であることから、装着負荷は無いに等しく、ユーザの身体動作を阻害する要素とはならない。この MYSQ リングの LED の色情報と輝度情報を、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、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する。以下では Video Analysis Module の行なう具体的な処理内容について説明を行なう。

Video Analysis Module にて、MYSQ リングの位置情報を取得するために、高輝度赤

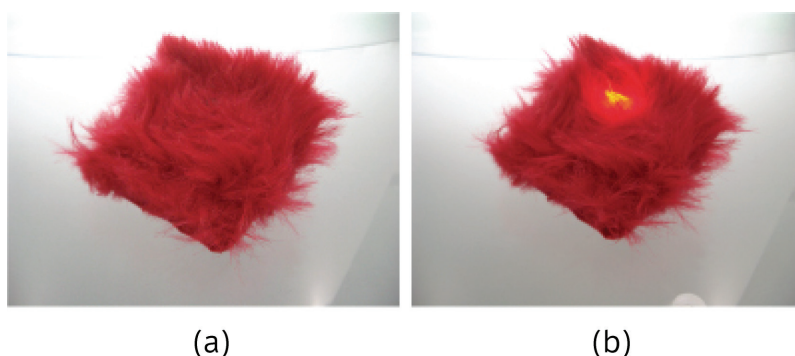


図 4.18: MYSQ リング

(a)off, (b)on

色 LED の色情報 (C), および輝度情報 (L) を取得する. 色情報は, あらかじめデジタルビデオカメラでリングを撮影した静止画から, RGB 値 (R,G,B) として抽出し, バッファに格納する. 輝度情報は, 同様の静止画をモノクロ 255 階調へ変換した上で, アルファ値 (α) として抽出し, バッファに格納する. これら 2 つの情報を用いて, 任意のフレーム時における MYSQ リングの位置情報を検出し, 連続するフレーム間の差分より動きの量を検出する.

まず, 前提条件として, 式 (1) を利用する (図 4.19a). このとき, モニタの中心点を原点 $(0, 0)$ とする XY 平面 (ただし $-100 < X < 100, -100 < Y < 100$) において, 任意のフレーム T_n において, 求める頂点を $P_n(X_n, Y_n)$ とする. バッファに格納した, $C(R,G,B)$ の色情報を持つ XY 平面上での座標を $C_n(X_n, Y_n)$ とし, 加えて, $L(\alpha)$ の輝度情報を持つ XY 平面上での座標を $L_n(X_n, Y_n)$ とする. P_n の座標が式 (1) を満たす場合にのみ, 取得したデータをリングの任意のフレーム時における位置情報として利用する.

$$(1) P_n(X_n, Y_n) = C_n(X_n, Y_n) = L_n(X_n, Y_n)$$

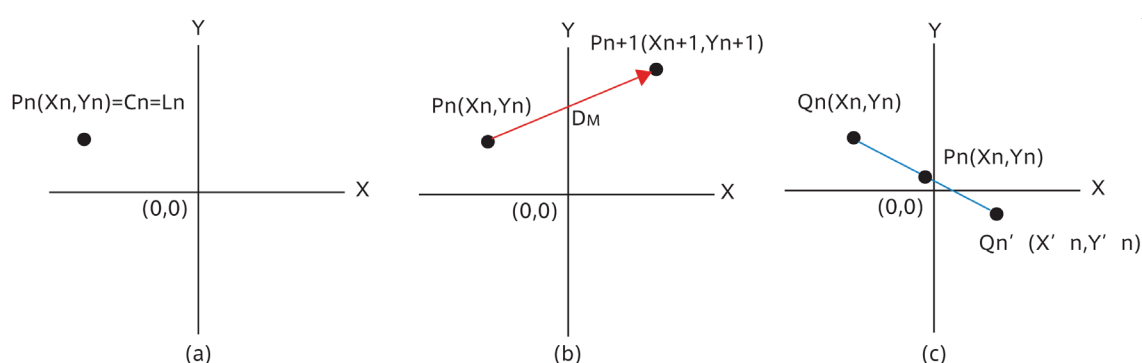


図 4.19: 検出する位置情報と動きの量のイメージ

(a) 頂点頂点 P_n , (b) 動きの量 D_M , (c) 複数同時判定

続いて, 式 (1) が成り立つ場合, 式 (2) を利用する (図 4.19b). T_n から任意のフレーム間隔 $M(\text{msec})$ を経たフレーム時点を $T_{n+1}(X_{n+1}, Y_{n+1})$, 求める動きの量を D_M とすると, 任意のフレーム間 $M(\text{msec})$ のユーザの動きの量は, ユークリッド距離を用いて表すことができる.

Sensing プロセスにて取得したリングの位置情報と動きの量，およびフットスイッチの on/off 情報を用いて，Feedback プロセスにて映像処理，音響処理を行う．

$$(2) D_M = \sqrt{(X_{n+1} - X_n)^2 + (Y_{n+1} - Y_n)^2}$$

ところで，MYSQ では，複数のユーザがプレイした際のコンピュテーションによるコラボレーション機能を実装している．複数のユーザがプレイする場合，複数の MYSQ リングの頂点が任意のフレーム間 M で検出される．この場合，複数の頂点 XY のそれぞれの座標の平均値を仮想の現在の座標点として用いることにより，この仮想の現在点からの任意のフレーム間の移動距離に基づいた動きの量を算出している (図 4.19c)．これにより，仮に 2 人のユーザがゲームに参加した場合，2 人の動きに基づく座標点，および動きの量を処理に利用できる．例えば，プレイヤ同士が呼吸を併せて，動きの量を調和させ処理を行なう Pattern が引き起こされるだろう．一方で，プレイヤ同士の動きの量が不調和である場合，処理結果も意図にそぐわない．しかしながら，このアンビバレンスを肯定し，不確実性を楽しむというプレイスタイルもエンタテインメント性を増加させるだろう．

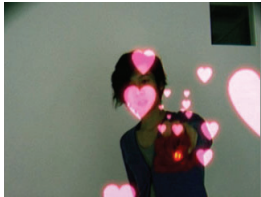
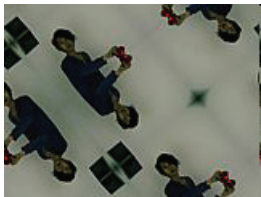
以上の Sensing プロセスにおいて取得したデータをもとに，Feedback プロセスにて映像処理，音響処理，LED パネルの発光処理を行う．Feedback プロセスは，Video Processing Module, Audio Processing Module, I/O Processing Module を通じて処理を行なう．Feedback プロセスでは，シンプルでありながら，使い方に応じて複雑な表現も可能なインタラクションを実現する．また，ユーザ自身の具象をコンテンツへ継承し，ユーザの動きや現在位置などの筐体におけるプレイ経験を忠実に反映させるインタラクションを実現する．以下では，Feedback プロセスのそれぞれの Module の処理内容について説明を行なう．

第 1 に，Video Processing Module は，Visual Effect sub module, Realtime Capture sub module で構成される．Visual Effect sub module は，6 種類の映像エフェクトにより映像処理を行なう．そして，Realtime Capture sub module は，生成した映像およびサウンドのリアルタイムキャプチャを行なう．

まず，Video Prpcessing Module のうち，Visual Effect sub module を用いて，エフェクト処理を行なう．エフェクト処理は，筐体前面部のデジタルビデオカメラによって捉えられるユーザ自身の動画を素材とした上で，この素材に対してリアルタイムで適用される．適用される映像エフェクトは，筐体底部に設置された 6 つのフットスイッチに独立して割り当てられている．以下では，Visual Effect sub module において処理されるエフェクトの適用プロセスについて説明する．

Visual Effect sub module 上の各エフェクトのパラメータに代入される値は，Sensing プロセスにおいて取得した MYSQ リングの位置情報と動きの量 D_M を利用する．動きの量 D_M は，式 (2) により取得でき， XY 平面上のリングの任意のフレーム T_n における頂点 $P_n(X_n, Y_n)$ と， T_n から任意のフレーム間隔 M (msec) を経たフレーム時点 T_{n+1} における頂点 $P_{n+1}(X_{n+1}, Y_{n+1})$ との差分である．この任意のフレーム間隔 M とは，DFFM のダイナミクスにおいて設定したフィードバックループ単位 200msec である．具体的には，任意のフレーム T_n から T_{n+1} の 200msec 間で算出された D_M は， T_{n+1} から T_{n+2} の 200msec において適用される．なお，アプリケーションを実行する環境が PowerMac G5 (Dual CPU 2.5GHz, Radeon 9800 Pro 256MB, Memory 2GB) の場合，生成するムービーのフレームレートは平均 15fps であった．

表 4.1: MYSQ Video Effect リスト

名称	映像効果	ユーザの動きとの連動内容	サンプル画像
Star	Realtime star generation	リングの現在位置に合わせて大小の星を生成する．ユーザの動きの量が大きくなるほど，星の生成量が上昇する．ユーザの動きの量が小さくなるほど，生成量は下降する．	
Heart	Realtime heart image generation	リングの現在位置に合わせて大小のハートマークを生成する．ユーザの動きの量が大きくなるほど，ハートマークの生成量が上昇する．ユーザの動きの量が小さくなるほど，生成量は下降する．	
Pinky Line	Realtime pink line generation	リングの現在位置に合わせて，Y 軸と平行のピンク色の広狭のラインを X 軸方向へ向かって生成する．ユーザの動きの量が大きくなるほど，ラインの生成量が上昇する．ユーザの動きの量が小さくなるほど，生成量は下降する．	
Pinky Contrast	Realtime change of contrast of source image	動きの量に併せて，ソース画像の RGB 値の gain を変化させ，イメージ全体をピンク色へ近づける．ユーザの動きの量が大きくなるほど，ピンクへ近づくスピードが増加し，ユーザの動きの量が小さくなるほど，スピードが緩む．	
Ghost	Ghost Real-time ghost effect generation	ソース画像を 4 つのレイヤーに分割し，ユーザの動きの量が大きくなるほど，レイヤー同士の距離が XY 方向へ相対的に増加する．ユーザの動きの量が小さくなるほど，レイヤー同士の移動距離は下降する．	
Kaleido	Realtime kaleidoscope effect generation	ユーザの動きの量に併せて，ソース画像の回転，縮小を行う．ユーザの動きの量が大きくなるほど，回転のスピードが上昇するとともに，縮小率が大きく下降する．ユーザの動きの量が小さくなるほど，スピードは緩み，縮小率は小さく下降する．	

以上のプロセスで取得した値を適用可能なエフェクトとして、Video Effect sub Module では6種類の映像エフェクトを実装している。これら6つの映像エフェクトの名称、映像効果、ユーザの動きとの連動内容、およびサンプル画像を表4.1に示す。これらのエフェクトはユーザの動き方次第で、様々なインタラクションを実現することができる。というのも、単に on/off によって制御されるだけでなく、MYSQ リングの位置情報と動きの量によってエフェクトの複数のパラメータが決定されるためである。さらに、各エフェクトは同時に適用可能である。したがって、複数のエフェクトを組み合わせることにより、お気に入りのオリジナルエフェクトをユーザ自身で発見していくことができる。

また、これら6つのエフェクトは、列ごとに共通項を持つよう配置した。まず前列の Star と Heart は、オブジェクトの生成という共通項を持つ。中列の Pinky Line と Pinky Contrast は、ピンク色の映像エフェクトという共通項を持つ。後列の Ghost と Kaleido は、ユーザ自身を映像エフェクトのパーツとして、素材そのものをダイナミックに変化させるという共通項を持つ。

加えて、Video Effect モジュールでは、これらのデフォルトの6種類のエフェクトに加えて、パーティクル、ストロボなどのスペシャルエフェクトを複数実装している。スペシャルエフェクトは連続するステップの踏み方に応じて発動する。例えば、ID1, ID2, ID3 の順にフットスイッチを連続して on とすることにより、パーティクルエフェクトが起動する。この時、現在選択しているエフェクトの最前景に、スペシャルエフェクトのデータが合成された後、ディスプレイへ出力される。

第2に、Audio Processing Module は、Audio Track sub module、および Interactive Track sub module で構成される。これらの sub module を通じて、8種類のサウンドセットに対し音響処理を行なう。8種類のサウンドセットのジャンルは Hip Hop, R&B, House など各セットにより異なり、BPM も同様に異なる。以下では、それぞれのモジュールの機能について述べる。

Audio Track sub module は、非インタラクティブなトラックを処理する。まず、ゲームがロードされる間に、8種類のサウンドセットから、そのプレイにおいて使用するサウンドセットがランダムに決定される。1つのサウンドセットは7つのトラックで構成され、ベースとドラムからなる基本トラックをボリューム1で再生する。残りの6つのトラックは6つのフットスイッチと連動して、インタラクティブに操作が可能である。これらは、Interactive Track sub module が処理を行なう。

Interactive Track sub module は、インタラクティブに操作可能な6つのトラックを処理する。まず、ユーザが特定のフットスイッチを on とした場合、フットスイッチからのデジタル信号が I/O Processing Module へ渡され、Interactive Track sub module は、そのフットスイッチに対応したサウンドトラックのボリュームを 500msec かけてボリューム0から1へ変化させる。逆に、off とした場合、ボリュームは 1000msec かけて、ボリューム1から0へと変化する。これらのフェードイン/フェードアウトを意図的に挿入していることは、急激なボリューム変化によるユーザへの聴覚的不快感を軽減するためである。また、フェードアウトよりもフェードインの間隔を短く設定していることは、ユーザのアクションに対するフィードバック感覚を向上することを狙いとするためである。

以上の映像処理、音響処理によってプレイ中に生成されたムービーは Video Processing Module 内の Realtime Capture sub module により、リアルタイムキャプチャされる。この時、リ

リアルタイムキャプチャされる対象は、プレイ中にディスプレイに表示されているユーザによってリアルタイム生成中のムービーと、筐体内部のスピーカから出力されているリアルタイム生成中のサウンドである。キャプチャされたデータは Communication プロセスへと引き渡される。

第3に、I/O Processing Module は、プレイ中のフットスイッチの on/off 状態をもとに LED パネルの発光処理を行う。各フットスイッチは各々に対応した LED パネル群を持つ。これらは筐体外壁に設置され、ユーザがフットスイッチを踏んでいる間のみ、発光を行う。パネルには、25*25 の高輝度赤色 LED が上下左右に内蔵されている。LED の光は、乳半アクリルパネルを介し、ピンク色へと見た目の色合いを変化させている。LED パネル群の発光により、筐体の周囲に存在するオーディエンスは、筐体内部でのユーザのプレイ状況をアンビエントに知覚可能である。

また、I/O Processing Module は、ゲームが行なわれていない待機時間中に、LED パネル群をランダムな順番に従って 0 から 1 へと段階的に発光させる。これにより、筐体自身がその存在をアピールし、周囲のオーディエンスに対してプレイを待望しているかのようなイメージを伝達することを狙いとしている。

以上の Creation プロセスにおいて取得したデータをもとに、Communication プロセスにて、サーバ連携を行なう。Communication プロセスは、Encoding Module と QR Code Generator Module が処理を行なう。これらの Module は、Perl スクリプトで構成され、携帯デバイスを通じてダウンロード可能な状態でムービーをサーバへアップロードする。まず、Encoding Module は、プレイ終了後、キャプチャしたムービーとサウンドを、携帯デバイスで視聴可能な MPEG 4 3gp2 形式でエンコードする。この際、ランダムに生成される 4 桁の英数字を用いてファイル名とする。続いて、QR Code Generator Module は、エンコードされたムービーを埋め込むための html ファイルを生成する。この時、html ファイルは、ムービーと同様の 4 桁のアルファベットの英数字をファイル名として持つ。続いて、アップロード先のディレクトリに存在する生成した html へのパスを持つ QR コードを生成する。エンコード終了後、作成された MYSQL ムービーと html ファイルをサーバへアップロードする。アップロード完了後、アップロード先の QR コードが筐体内部のディスプレイへ表示される。

なお、MYSQL では、オリジナルプロモーションムービーの送信・交換手段として、メール機能を想定している。これにより、ユーザはアップロード先の URL をメールに貼付ける、あるいは、QR コードを携帯電話内蔵カメラで撮影した画像をメールに添付する、という日常的に使用する携帯電話の機能のみで自分の作成したムービーを友人と共有可能である。

以上の Communication プロセスにより、ユーザは携帯デバイスを用いて作成した MYSQL ムービーを取得可能である。QR コード経由で目的の URL へアクセスすることにより、自分のメールアドレスやアップロード先の URL を入力することなくムービーを取得可能となる。また、QR コードリーダが搭載されていない携帯電話を所有するユーザのために、ファイル名からなるアクセスナンバーを画面に同時表示している。この場合、ダウンロード専用ページ (<http://mysql.kds.kddi.com/>) へアクセスし、当該ナンバーを入力することで、自分のムービーを取得可能である。なお、筐体内部ディスプレイの側に、コンテンツをダウンロードできない機種を持つユーザのために確認用の設置端末を用意した。

上記のような一連のプロセスで構成される MYSQL のプレイ時間は、開始から終了まで

の時間を約1分間と設定した。この設定は、携帯電話でダウンロード可能なデータサイズの最低平均容量である250KBに基づく。そして、このデータ容量上の制限から生成するムービーのデータサイズを逆算し、実際のプレイ時間(キャプチャ時間)を30秒と設定した。これに加えて、エンコードに約15秒、アップロードに約5秒必要とする。したがって、プレイスタートから、アップロード先のURLが表示されるまでの時間は約1分間となる。なお、今回のプロトタイプでは、ユーザのプレイ終了後からムービー取得までの待ち時間を短縮するために、上位機種、下位機種に対するエンコードの振り分けは行っていない。

以上述べたように、2つのプロセスを中心とした実装手法により、MYSQにおいて、自分らしさを演出可能なプロモーションムービーを制作可能な環境とそれを用いたソーシャルコミュニケーションを実現する環境を構築した。MYSQのインタラクションプロセスにおけるユーザの楽しさの状態としてのFlow評価については、4.3.2で行なう。次節では、2つのCreatioのFlow測定について、評価手法、評価結果について述べる。

4.3 2つのCreatioのFlow測定

DFFMを用いて設計されたCreatioにおいて実際に楽しさが生じているかを評価するために、HCIの領域において行われてきたFlow構成要素に基づくアンケートを用いる。以下、本節では2つのCreatio - Suirin, MYSQ - のFlow評価を通じて、DFFMを用いたデザインメソッドの有効性について検証する。なお、本節における2つのCreatioのFlow評価については、[Tokuhisa, 2007b]も参照されたい。

4.3.1 Suirin 評価

Suirinにおけるユーザの楽しさを評価するために、Flow理論における8つの構成要素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 2006会場にて、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、回答者は、Virtual Realityに従事する研究者であった。回答者の平均年齢は、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4.2に示す。アンケートの結果、10の項目のうち、若干50%を上回った問10(時間の経過感覚の変化)を除く全ての項目で大多数の肯定的な評価を得た。以下では、個別項目に関する考察として問2～4、問10について議論する。

表 4.2: Suirin 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

質問項目	Flow 構成要素
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回答) 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回答) 上記の回答のうち、どれに最も癒されましたか？	
Q4. (Q1 ではいと答えた人のみ回答) 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)	体験後の自己感覚の強化
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、という目的はわかりやすかったですか？	明確なゴール
Q8. 音や光の変化はわ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

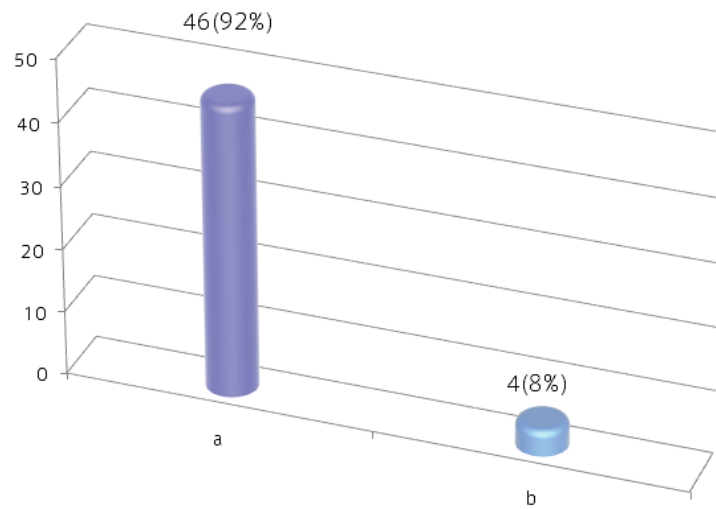


図 4.20: Suirin Flow 評価 Q1 に対する結果
あなたは Suirin を体験して癒されましたか？
a. はい, b. いいえ

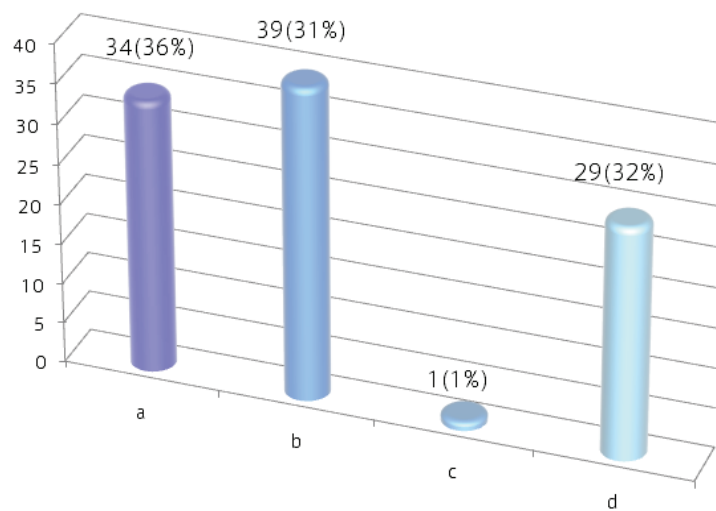


図 4.21: Suirin Flow 評価 Q2 に対する結果
(Q1 ではいと答えた人のみ回答) Suirin の提示する 4 つの感覚のうち、どの感覚を通じて癒されましたか？(複数回答可)

a. 触覚, b. 嗅覚, c. 嗅覚, d. 視覚

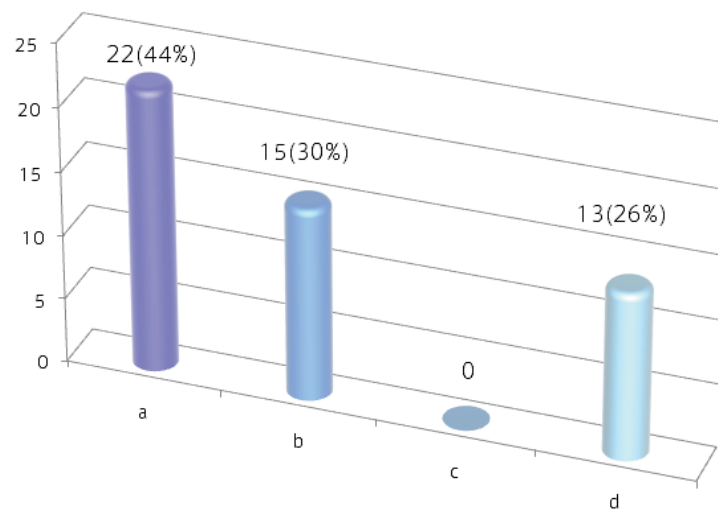


図 4.22: Suirin Flow 評価 Q3 に対する結果

(Q2 で複数回答した人のみ回答) 上記の回答のうち、どれに最も癒されましたか？

a. 触覚, b. 嗅覚, c. 嗅覚, d. 視覚

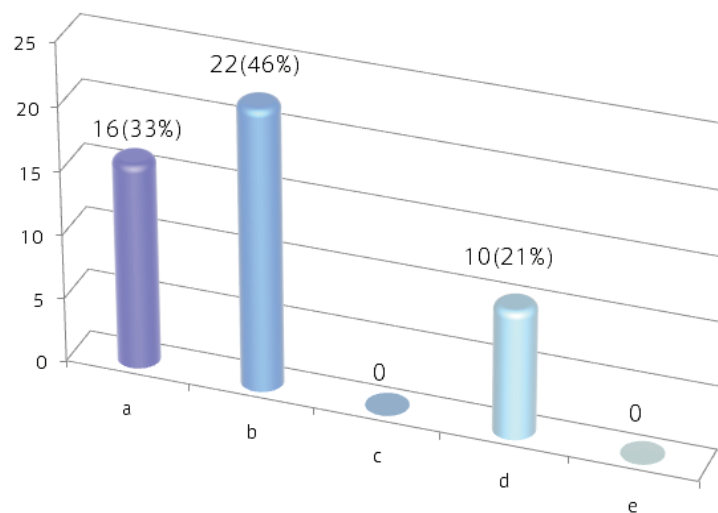


図 4.23: Suirin Flow 評価 Q4 に対する結果

(Q1 ではいと答えた人のみ回答) 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)

a. 触覚, b. 嗅覚, c. 嗅覚, d. 視覚

まず、条件1(達成可能な課題)に関する問2, 3, および条件7(体験後の自己感覚の強化)に関する問4の結果から、体験中は聴覚刺激よりも触覚刺激が上回ること、体験後は、聴覚刺激が上回ることがわかった。しかしながら、評価実験の事前予測では、手の動きに基づく水および浮玉の操作入によりサウンドを生成することを体験の主眼としていることから、体験中および体験後に強化される感覚について、触覚よりも聴覚を選択する割合が上回ると推測していた。にもかかわらず、体験中については逆の結果となった。これは、水という特殊なインタフェースを用いたため、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、その特殊性のあまりインタフェースに向けられたことに起因すると推測できる。

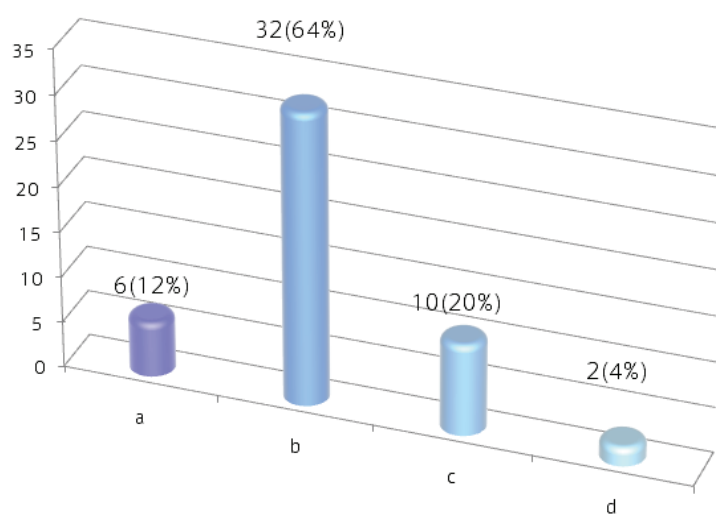


図 4.24: Suirin Flow 評価 Q5 に対する結果

Suirin のプレイに集中できましたか？

- a. 非常に集中した, b. やや集中した, c. 途中で少し飽きた, d. 途中で非常に飽きた

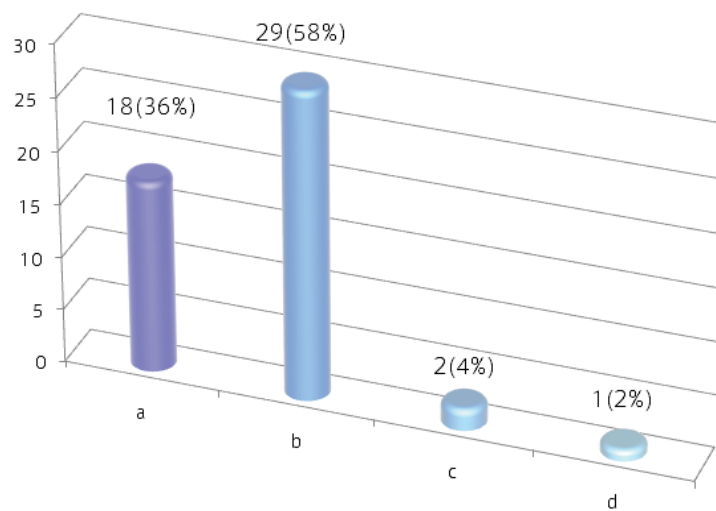


図 4.25: Suirin Flow 評価 Q6 に対する結果

音や光をコントロールしている感覚がありましたか？

a. 非常に感じた, b. やや感じた, c. あまり感じなかった, d. 感じなかった

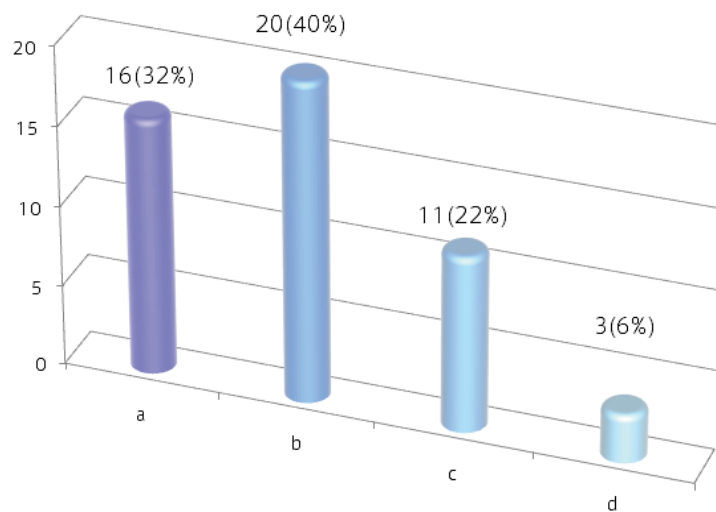


図 4.26: Suirin Flow 評価 Q7 に対する結果

4つの感覚を通じて癒しの体験を得る, という目的はわかりやすかったですか？

a. 非常にわかりやすい, b. ややわかりやすい, c. ややわかりづらい, d. わかりづらい

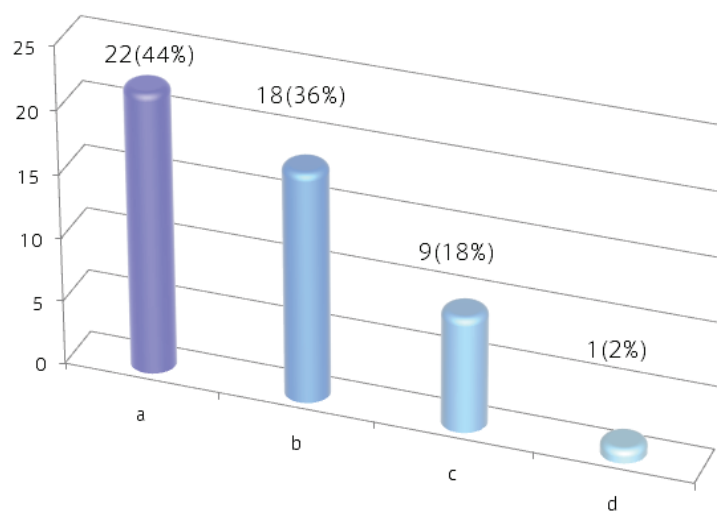


図 4.27: Suirin Flow 評価 Q8 に対する結果

音や光の変化はわかりやすかったですか？

a. 非常にわかりやすい, b. ややわかりやすい, c. ややわかりづらい, d. わかりづらい

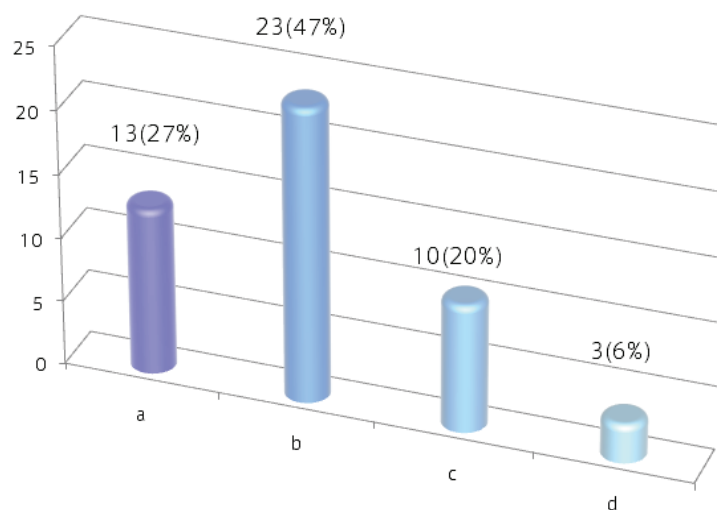


図 4.28: Suirin Flow 評価 Q9 に対する結果

プレイにのめりこむ感覚 (没入感) を得ましたか？

a. 非常に感じた, b. やや感じた, c. あまり感じなかった, d. 感じなかった

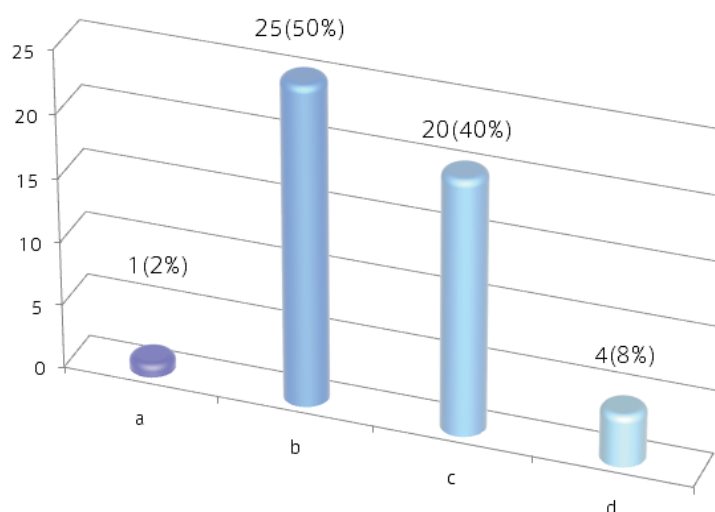


図 4.29: Suirin Flow 評価 Q10 に対する結果

プレイ中、時間の経過の感覚の変化は起こりましたか？

a. 非常に感じた, b. やや感じた, c. あまり感じなかった, d. 感じなかった

続いて、条件 8(時間の経過感覚の変化)に関する問 10 では、肯定的な意見が 52 %にとどまり、過半数を若干上回ったとはいえ、期待した結果が得られたとは言いがたい。この原因を推測する際、問 2, 3 の結果を踏まえると、プレイ中は触覚に注意が集中していることから、聴覚による時間の経過感覚の変化を引き起こすインタラクションが効果を得なかったと考えられる。すでに言及したインタフェースの特殊性がここでも影響を及ぼしていると推測できる。したがって、条件 8 に基づき設計したインタラクションプロセスである、サウンド生成時のフィードバックプロセスにおいて挿入した遅延処理を調整する必要がある。たとえば、単純な相対周波数領域に対する遅延効果だけではなく、遅延処理が進行する時間軸上において新たなパラメータを追加し、変化に複雑性を追加するというアプローチが解決策として考えられる。

また、ユーザからの個別の意見のうち、肯定的な意見は音(聴覚)に集中し、否定的な意見は霧(嗅覚)に集中した。具体的には、「音をコントロールしている感覚がとても強かった」(28 歳女性, 22 歳女性, 24 歳女性)「音の変化が非常にわかりやすかった」(28 歳女性)「音のバイブレーションが今も感覚に残っている」という肯定的な意見があった。一方、否定的な意見では、「霧の匂いがわかりづらい」(42 歳女性)「霧の持つ癒しの効果が不明瞭」(24 歳女性)のように嗅覚に関する効果について指摘を受けた。

以上の結果から、霧の効果や、Flow 構成要素の条件 8(時間の経過感覚の変化)のための遅延効果のインタラクションの有効性について改善の余地はあるものの、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、Suirin での体験についてユーザは楽しさを覚えていたと結論づけることができる。したがって、Suirin の設計において利用した DFFM の楽しさを生成するためのデザインメソッドとしての確からしさが強まったといえる。次節では、MYSQ の Flow 評価について述べる。

4.3.2 MYSQ 評価

MYSQ のゲームとしてのユーザの楽しさを評価するために、Game Flow に基づいて作成したアンケートを実施した。Game Flow とは、Sweetser らによって提案された、Flow 理論をゲーム評価に拡張した評価手法であり、8項目で構成される [Sweetser, 2005]。表 4.3 に Game Flow の各項目とそれぞれの説明を示す。まず、Concentration とは、Flow 構成要素の条件 2(タスクへの集中)に該当する。次に、Challenge, Player Skills は、Flow 構成要素には含まれないが、Flow Zone Model に基づき、Sweetser らによって追加された項目である。Control とは、条件 5(行為の統制)に該当する。Clear Goals とは、条件 3(明確なゴール)に該当する。Feedback は、条件 4(直接的なフィードバック)に該当する。Immersion は、条件 6(没入感)、条件 7(体験後の自己感覚の強化)、条件 8(時間の経過感覚の評価)を1つの項目として統合した項目である。最後の Social Interaction は、Sweetser らが独自に追加した項目である。なお、Sweetser らは、ゲームそのものが達成可能な課題であることから、条件 1 の達成可能な課題を省略している。

表 4.3: Game Flow 項目および概要説明

項目	概要説明
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.

MYSQ の Flow 評価を行なうためのアンケートは、Game Flow の8項目の特長を継承した上で、その質問項目を修正して作成したものである。というのも、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 Creatio にカテゴライズされるゲームコンテンツに対し、正確に適用することが困難であるためである。修正したアンケートを表 4.4 に示す。アンケートは、MYSQ を常設展示中の KDDI DESIGNING STUDIO にて、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。アンケート結果では、13 の項目のうち、Concentration, Control, Clear Goals, Feedback, Immersion の項目について、過半数以上の肯定的な意見を得た。以下では、個別項目に関する考察として問 2～4、問 11～12 について議論する。

表 4.4: MYSQ アンケートでの質問項目，狙い，Game Flow との対応関係

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 でそれらの経験を生かせましたか？	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.	
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.	Control
Q6. 友達に送るためのカッコいい/かわいいプロモーションビデオを作るといふ目的はわ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わかりやすさ.	Clear Goals
Q7. 体の動きに併せて映像エフェクトが現れましたか？	身体の動きに併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？	コンピューティションによるコラボレーション，アナログ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.	Social Interaction (collaboration)
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ましたか？		
Q11. MYSQ ムービーをダウンロードしましたか？	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 Interaction (communication)
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？		

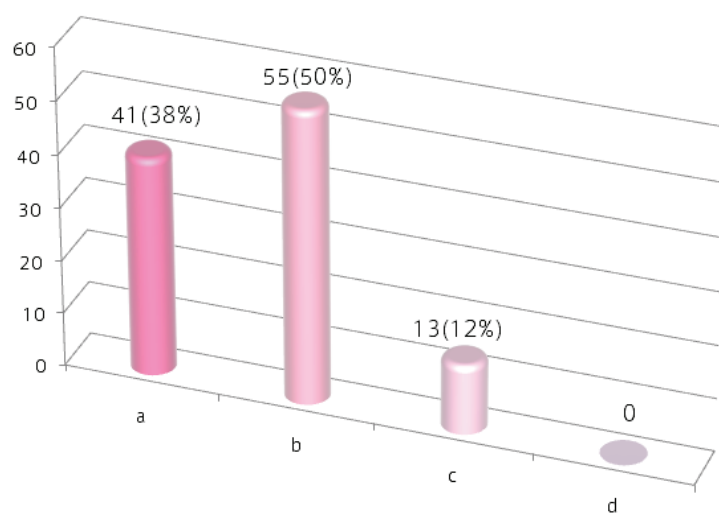


図 4.30: MYSQ Flow 評価 Q1 に対する結果

プレイに集中できましたか？

a. 非常に集中した, b. やや集中した, c. 途中で少し飽きた, d. 途中で非常に飽きた

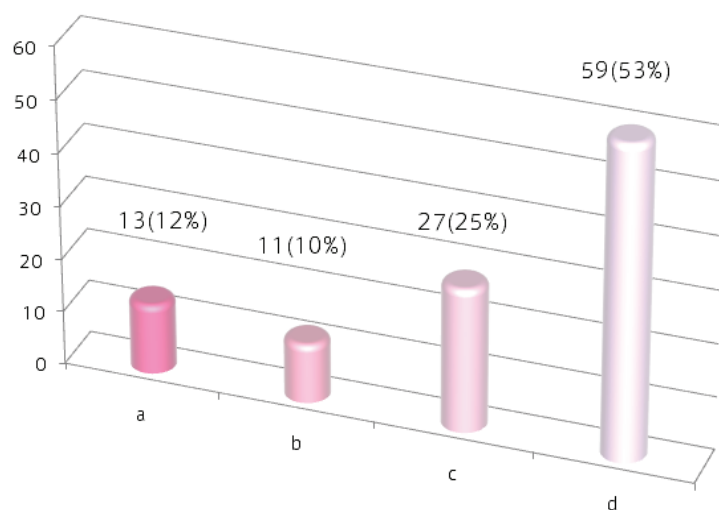


図 4.31: MYSQ Flow 評価 Q2 に対する結果

映像制作やダンスの経験がありますか？

a. 両方ある, b. 映像のみ, c. ダンスのみ, d. 両方ない

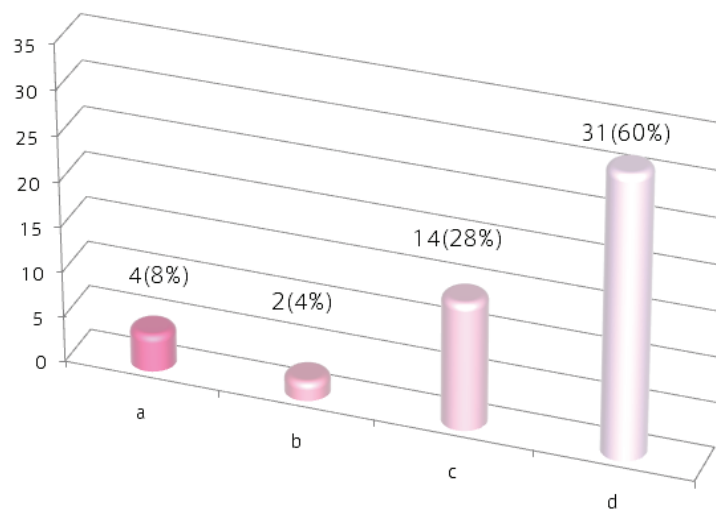


図 4.32: MYSQ Flow 評価 Q3 に対する結果

(Q2 で a～c と答えたユーザのみ回答) MYSQ でそれらの経験を生かせましたか？

a. 両方活かした, b. 映像制作経験を活かした, c. ダンス経験を活かした, d. 両方活かせなかった

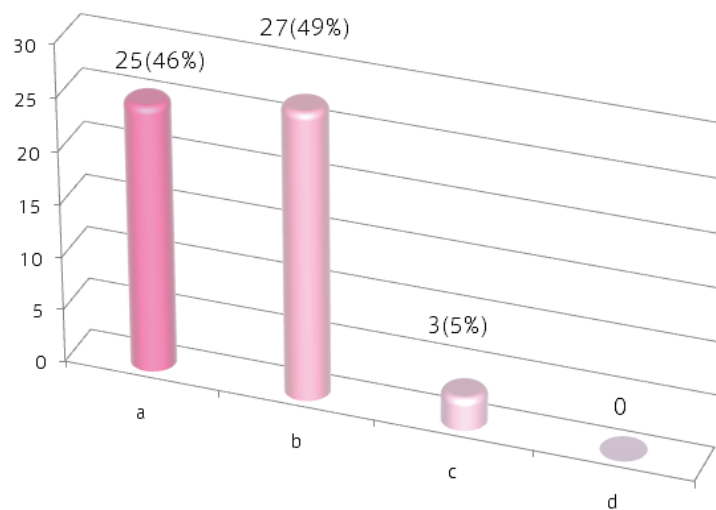


図 4.33: MYSQ Flow 評価 Q4 に対する結果

(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？

a. 非常に楽しめた, b. やや楽しめた, c. あまり楽しめなかった, d. 楽しめなかった

Challenge と Player Skills に対する設問 (問 2~4) では、ダンスや映像制作の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のに対し、非経験者からほぼ全てのユーザから肯定的な意見を得た。この結果は、ダンスや映像制作といった Background Skill 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直接的・明示的に反映しなかったことが原因と推測する。一方で、ダンスや映像制作といった、MYSQ での体験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は、過半数以上の肯定的な意見を得た。この結果から、初めて MYSQ をプレイしたユーザは、1 度のプレイで楽しさを得ていたことわかる。したがって、MYSQ は、Experience Skill のみでプレイを楽しむことのできる Creatio であることがわかる。とはいえ、Background Skill も生かすためには、DFFM のメカニズムを修正し、異なる属性を持つ User で構成されるフィードバックループからインタラクションプロセスを設計する必要がある。

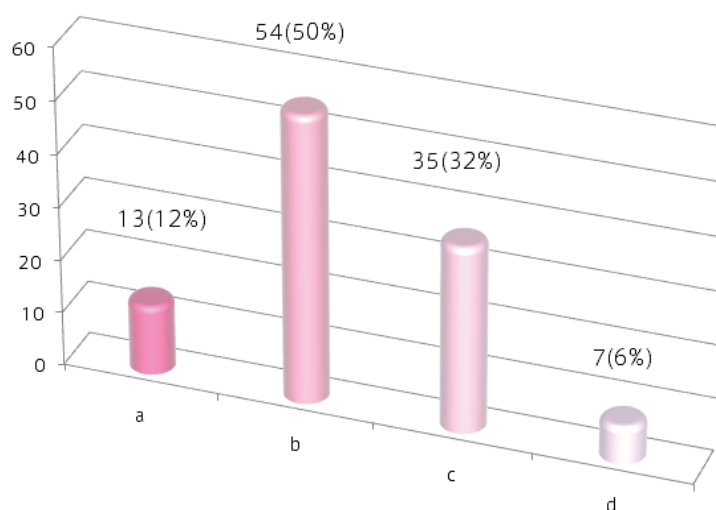


図 4.34: MYSQ Flow 評価 Q5 に対する結果

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？

a. 非常に感じた, b. やや感じた, c. あまり感じなかった, d. 感じなかった

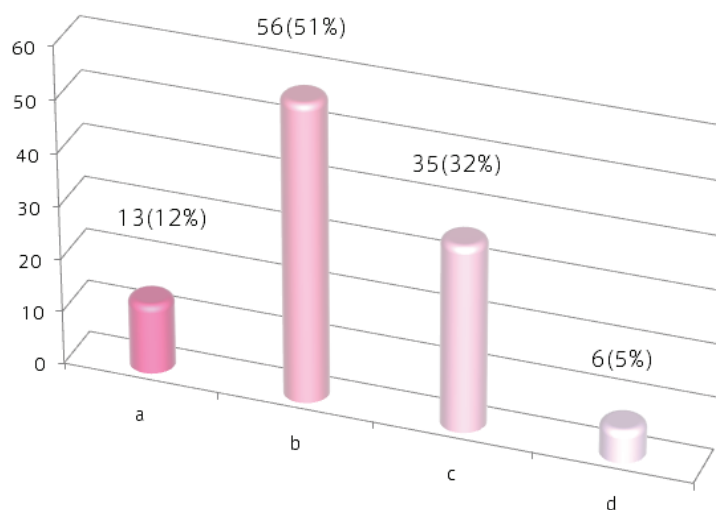


図 4.35: MYSQ Flow 評価 Q6 に対する結果

友達に送るためのかっこいい/かわいいプロモーションビデオを作るという目的はわかりやすかったですか？

a. 非常にわかりやすい, b. ややわかりやすい, c. ややわかりづらい, d. わかりづらい

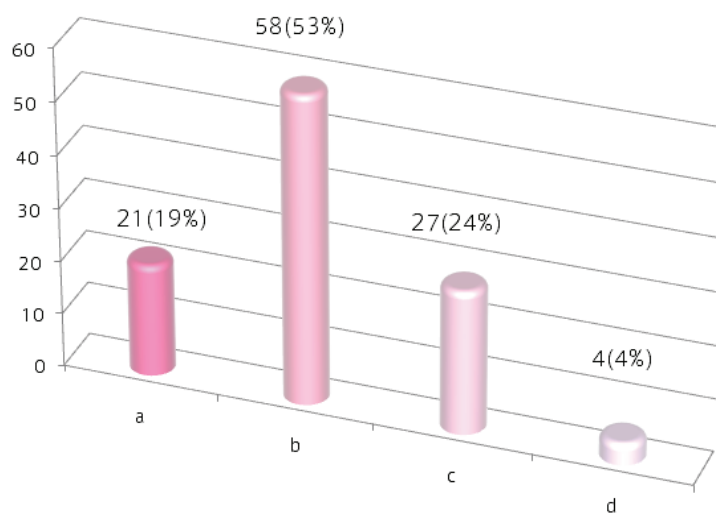


図 4.36: MYSQ Flow 評価 Q7 に対する結果

体の動きに併せて映像エフェクトが現れましたか？

a. 非常に反応がよかった, b. やや反応がよかった, c. あまり反応がよくない, d. 反応がよくない

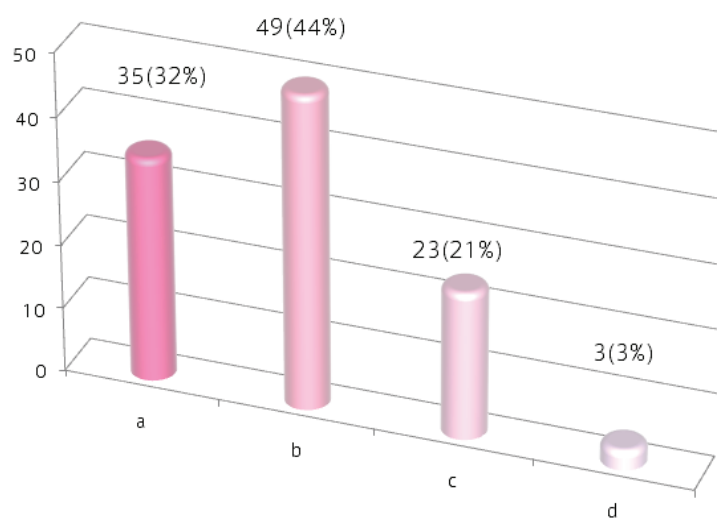


図 4.37: MYSQ Flow 評価 Q8 に対する結果

プレイ中、ゲームにのめり込む感覚がしましたか？

a. 非常に感じた, b. やや感じた, c. あまり感じなかった, d. 感じなかった

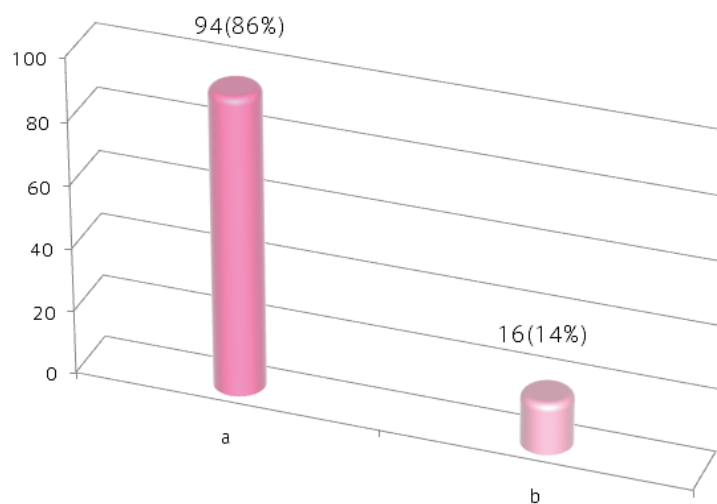


図 4.38: MYSQ Flow 評価 Q9 に対する結果

複数でプレイしましたか？

a. はい, b. いいえ

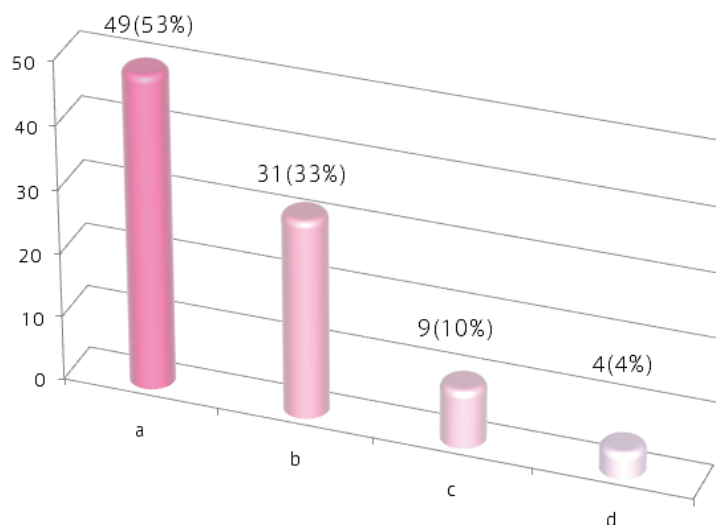


図 4.39: MYSQ Flow 評価 Q10 に対する結果

(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ましたか？

- a. 両者を意識した, b. パラメータを意識した, c. ダンスを意識した, d. 協力しなかった

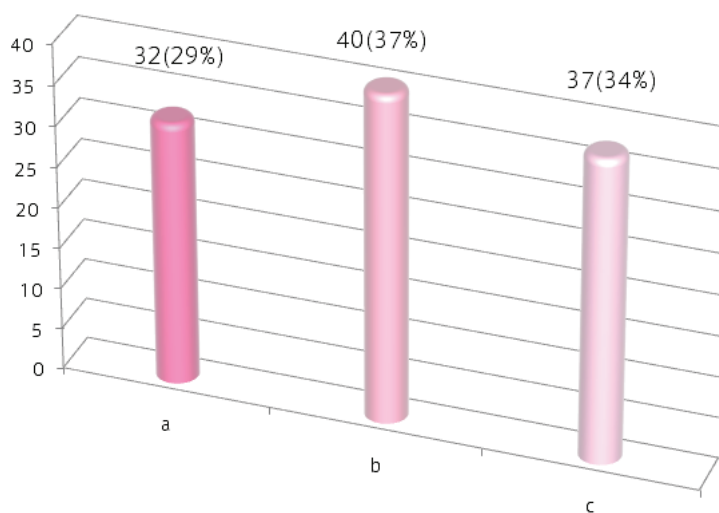


図 4.40: MYSQ Flow 評価 Q11 に対する結果

MYSQ ムービーをダウンロードしましたか？

- a. 自分の端末でダウンロードした, b. 設置端末でダウンロードした, c. ダウンロードしなかった

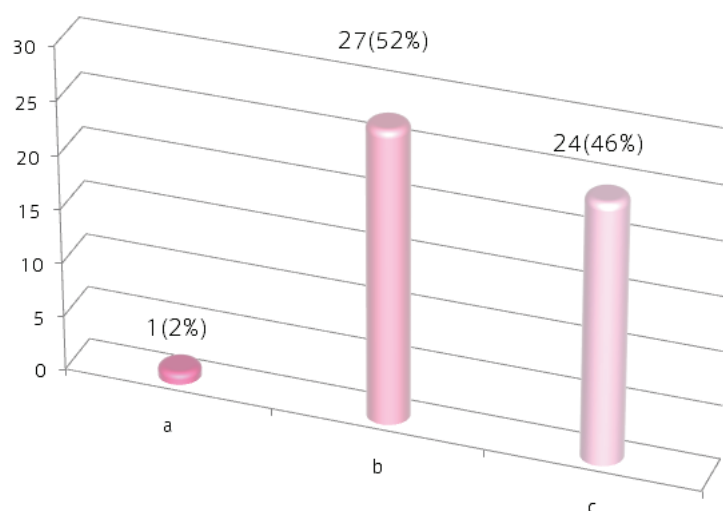


図 4.41: MYSQ Flow 評価 Q12 に対する結果

(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？

a. すでに送った, b. まだ送っていないが送ろうと思っている, c. まだ送っていないし送る意思もない

Social Interaction に対する設問 (問 11～12) では、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過ぎなかった。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ったことが原因と推測する。これは、ユーザからの個別意見にて示すように画質のクオリティについてのコメントが数件あった事実からも裏付けられる。結果として、広範囲の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 250KB/約 30 秒) のクオリティでは、交換に値するほどの価値を持たなかったと結論づけられる。したがって、ゲーム終了後からアップロード完了までの時間を考慮せず、上位機種においてダウンロード可能な最大容量 (約 1MB/約 30 秒) と下位機種においてダウンロード可能な平均容量 (250KB/約 30 秒) の 2 種類のデータのエンコードおよびアップロードを行なう必要がある¹。

また、ユーザからの個別の意見は肯定的な意見が大半であったが、そのうちいくつかの否定的な意見については、画質に関するものに集中した。具体的には、「楽しかった、またやりたい」(16 歳女性, 他多数), 「動いた部分が動画になってとても面白かった」(14 歳女性), 「自分でムービーを作れるのがとても楽しかった」(15 歳女性) という肯定的な意見があった。一方、否定的な意見では、「画像がきれいになればプリクラのように使えるかも」(21 歳女性), 「もう少し画像をよくすればゲーセンで流行る」(20 歳女性), 「画質がよくなると需要が増えると思う」(24 歳女

¹ 今回の評価実験後、画質に関するアプリケーションサイドの仕様の改善を行なった。今回の改善では、段階的に上位機種および下位機種への振り分けを行なうこと前提とし、複数キャリアの上位機種に対する振り分け機能を実装することとした。具体的には、MPEG4 3gp 形式で約 1MB のレートでエンコードしたデータを FOMA 向けに出力し、3gp2 形式で約 1MB のレートでエンコードしたデータを au WIN 向けに出力し、それぞれをサーバへアップロードするよう改善を行った。これまでと同様に、ユーザが QR コード経由でサーバへアクセスすると、サーバサイドで携帯端末のキャリア識別を行行なわれ、ユーザはそれぞれのキャリアに合わせたデータフォーマットでムービーを取得できる。

性)といった画質に関する意見のほか、「説明ビデオがわかりづらい」(22歳女性)、「全身がうつるともってダンスを本気でできる」(17歳女性)といった指摘を受けた。これらの結果から、問11～12に関する結果の原因に対する推測の確からしさが強まったと考える。

以上の結果から、Background Skillのアプリケーションへの反映や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、MYSQでの体験についてユーザは楽しさを覚えていたと結論づけることができる。したがって、MYSQの設計において利用したDFFMの楽しさを生成するためのデザインメソッドとしての確からしさが強まったといえる。

4.4 考察

本研究で提案したDFFMを用いたデザインメソッドを用いて2つのCreatioの設計を行ない、Flow評価実験を行なった結果、ユーザは楽しさの状態を得ていることがわかった。以下、本章では、考察として、本デザインメソッドのまとめを行なった後、2つのCreatio以外の本メソッドを用いて設計を行なった複数の作品について述べ、関連領域における本デザインメソッドの意義について述べる。最後に、本デザインメソッドの貢献について述べる。

4.4.1 デザインメソッドとしてのDFFM

本研究において提案したCreatioのためのデザインメソッドは、パターン生成メカニズムであるDynamic Feedback Flow Mechanismを根幹におくデザインメソッドである。このDFFMは、サイバネティクス的なアプローチとしての再帰的なフィードバックプロセスに基づくメカニズムである。まず、フィードバックメカニズム上に存在するスタティックな構成要素の操作を通じてCreatioのフレームワークを構築することができる。そして、ダイナミックな要素の操作として、時間軸のパラメータの操作を通じて、CreatioにおけるFlowを生成することができる。ここでは、時間軸のパラメータ操作を基本クラスとして、Flow構成要素の8項目に対するインタラクションプロセスの設計を行なう必要がある。さらに、フィードバックプロセス上においてFlowへ至る過程で痕跡としてのFunパターンを引き起こすべく、キャリブレーションとしてのパタンプラクティスを行なう必要がある。以上述べた、DFFMにおけるメカニズム、ダイナミクス、パタンプラクティスこそがCreatioのためのデザインメソッドの全体像である。

本章では、実際にこのデザインメソッドを用いて、2つのCreatioを設計し、Flow評価手法に基づき評価を行なった。一方のCreatioとは、日本古来の伝統工芸品である浮玉と風鈴、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・ファニチャのSuirinである。Suirinにおけるユーザの楽しさを評価するために、Flow理論における8つの構成要素に基づいて作成したアンケートを実施した。他方のCreatioとは、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、携帯電話を通じて友人と制作したムービーを共有可能なエンタテインメントシステムを用いたゲームコンテンツのMYSQである。MYSQのゲームとしてのユーザの楽しさを評価するために、Game Flowに基づいて作成したアンケートを実施した。これらの評価実験の結果、2つのCreatioにおいて、ユーザはFlowにあることがわかつ

た。したがって、これらの設計で用いた DFFM について楽しさを生成するデザインメソッドとしての確からしさが強化された。

これら2つの作品は、Flow 評価実験を通じてその楽しさについて検証を行なっているが、これらの Creatio 以外にも本デザインメソッドに基づき設計・実装を行なった作品は複数存在する。そして、そのいずれもが学術論文および国際会議にて採択され、国際的な評価を得ている。以下では、3つの Creatio について、概要、インタラクシオンプロセス、および、成果について述べる。

OTOTONARI は、アドホックネットワークを利用したサウンド生成を目的とする *Pervasive Game* である。OTOTONARI において、ユーザは実空間上のユーザ同士の *proximity* によりサウンドを生成するだけでなく、時間を経てゲームに参加する別のユーザと生成されたサウンドを共有することができる。このような OTOTONARI では、10~30 人規模の PDA を所持するユーザがプレイヤーとして存在し、10~30 のフィードバックループが、動的にリンクするインタラクシオンプロセスに加えて、時間を経てゲームに参加するユーザとシステムから構成される、非連続的な時間軸上に存在するインタラクシオンプロセスが存在する。なお、OTOTONARI は、愛知万博 IT 実証実験にて公開され、学術論文 [Tokuhisa, 2006c]、国際会議 [Tokuhisa, 2006d][Tokuhisa, 2006e] にて採択された。

affectic は、未来の家具をコンセプトに設計された、ユーザのくつろぎを支援する *Smart Furniture* である。*affectic* は、通常はテーブルとして機能し、バックグラウンドでは、周辺の音声情報を解析することによって、会話のリズムに合わせてくつろぎのサウンドを生成する。さらに、生成データを使用履歴としてアプリケーション内に蓄積し、生成するサウンドを遷移させる。このような *affectic* では、少なくとも2人のユーザ同士がプレイヤーであることから、これらのユーザとシステムで構成される1つのフィードバックループからなるインタラクシオンプロセスが存在する。さらに、*affectic* は、システムの下位要素において、ユーザの使用履歴に基づいた学習アルゴリズムにより、サウンド生成時のパラメータを動的に変化させている。なお、*affectic* は、SIGCHI 主催の *Art Conference* にて採択された [Tokuhisa, 2006f]。

rhythmism は、マラカス型デバイスを利用して VJ のように映像を操作しながら遊ぶエンタテインメントシステムである。*rhythmism* は、マラカスの構造特性と振る・回すといった操作特性に着目し、誰もが直感的・身体的にパフォーマンスを楽しむことができる。このような *rhythmism* では、最大で2人のユーザ同士がプレイヤーとして参加可能であることから、これらのユーザとシステムで構成される1つのフィードバックループからなるインタラクシオンプロセスが存在する。なお、*rhythmism* は、文化庁メディア芸術祭にて入賞し [Iwata, 2007]、国際会議 [Tokuhisa, 2007c] にて採択された。

以上述べたように、本研究で提案した DFFM に基づくデザインメソッドにより、4.1, 4.2 で述べた2つの Creatio 以外にも、様々なタイプのインタラクティブシステムを設計することができる。そして、2つの Creatio は、Flow 評価によりユーザが楽しさを得ていることがわかった。また、上記で取り上げた3つの Creatio は、学術論文および国際会議へ採択され、国際的な評価を得た。これらから、本デザインメソッドの確からしさが強化されたといえよう。次節では、この結果に基づき、関連領域である Fun 研究、Flow 研究、パターン研究における本研究の意義について述べる。

4.4.2 関連領域における意義

まず、Fun 研究において、DFFMに基づく本デザインメソッドは Funology を拡張するメソッドとして位置付けられる。すでに述べたように、Usability 研究者によって進められた Fun 研究の集大成としての Funology は、楽しさをデザインするためのメソッドや楽しさの生成のメカニズムを構築するに至らなかった。というのも、Usability 研究者らは、Usability の一要素として Fun を捉え、Fun を評価する手法を構築することを主眼としていたためである。さらに、一部の Usability 研究者は、Flow 理論に注目していたにも関わらず、Flow を楽しさの評価にのみ用い、生成メカニズムを構築するためのアプローチとして利用しなかった。これに対し、本デザインメソッドは、楽しさの生成メカニズムに焦点を当てたデザインメソッドであり、その確からしさについて検証されている。したがって、DFFMに基づく本デザインメソッドは、Funology を拡張するメソッドとして位置づけられよう。

次に、Flow 研究において、DFFMに基づく本デザインメソッドは、Flow を生成するメカニズムとして位置付けられる。すでに述べたように、従来の Flow 研究は、Flow 構成要素と Flow Zone Model という2つの大きな特徴を持つ Flow 理論を HCI における様々なシステムへと導入しようとする一方で、デザインメソッドとして妥当な研究事例は少なかった。というのも、結果的に Flow をもたらすのみで、その生成メカニズムについて言及されてこなかったためである。あるいは、評価実験を通じての確からしさが検証されていないためである。これに対し、本メソッドは、実際に作品の Flow 評価を通じて、その確からしさについて検証されている。したがって、DFFMに基づく本デザインメソッドは、Flow を生成するメカニズムとして位置付けられよう。

最後に、パタン研究において、DFFMに基づく本デザインメソッドは、HCI における確率論的パタンの生成メカニズムとして位置付けられる。すでに述べたように、従来の HCI のパタン研究は、決定論的パタンであった。この決定論的パタンの問題点は、Pattern の残余を考慮しない点にある。残余とは、Pattern で補うことのできない部分からなる残余であり、Pattern 同士をインテグレートする際のデザイナーの関与部分に他ならない。しかしながら、パタン生成メカニズムを用いて確率論的に Pattern を捉えることにより、インテグレイトの段階での残余問題を減少させることが可能となる。これを踏まえ、DFFM は、確率過程を背後に置くサイバネティクスのようなアプローチに基づくフィードバックシステムを採用した。このような DFFM には、スタティックおよびダイナミックなパラメータが存在し、これら进行操作することにより、Pattern で補うことのできない残余を減少させることができる。そして、DFFM を用いたインタラクションプロセスにおいてユーザが Flow に至る過程で、痕跡としての Fun パタンが観察される。したがって、DFFM に基づく本デザインメソッドは、確率論的パタンである Fun パタンの生成メカニズムとして位置付けられよう。

以上述べたように、DFFMに基づく本デザインメソッドは、Fun 研究、Flow 研究、パタン研究における従来の限界を打破することができる。すなわち、本デザインメソッドは、Fun 研究において Funology を拡張するメソッドとして位置付けられ、Flow 研究において Flow を生成するメカニズムとして位置付けられ、パタン研究において、HCI における確率論的パタンの生成メカニズムとして位置付けられる。次節では、本デザインメソッドの貢献について述べる。

4.4.3 貢献

本研究で提案した DFFM に基づくデザインメソッドは、デザイナーとユーザに対する貢献が可能である。まず、デザイナーに対する貢献とは、Fun を生み出す Creatio のデザインの精度の向上である。次に、ユーザに対する貢献とは、デザイナーが本デザインメソッドを用いて設計した高精度で Fun を生み出す Creatio を通じての創造行為の享受である。以下、本節では、それぞれの貢献について説明を行なう。

第1に、本研究で提案した DFFM に基づくデザインメソッドは、創造行為を伴う遊びのためのインタラクティブシステムを設計しようとするデザイナーに対し貢献する。この貢献とは、Fun を生み出す Creatio のデザインの精度の向上である。従来のデザインメソッドとしてのパターン研究は、決定論的な Pattern に留まり、Pattern 同士のインテグレイトの問題を考慮していなかった。この問題に対し、確率論的なアプローチに依拠した DFFM に基づくデザインメソッドを利用することにより、Creatio における Fun を高精度で生み出すことが可能となる。しかしながら、DFFM のダイナミクスやパンプラクティクスでは、デザイナー自身の経験と創造性に依拠したデザインが求められる。これらを Creatio の設計に利用することなくしては、均質的なインタラクティブシステムが設計されるのみであろう。したがって、本デザインメソッドはデザイナーに対し高精度で Fun をもたらすという貢献が可能であるものの、最後のエッセンスとしてのデザイナーの経験と創造性こそが、デザインメソッドの最後の残余を充填する役割を持ち、デザイナーならではのオリジナリティを創出するのである。

第2に、本研究で提案した DFFM に基づくデザインメソッドは、設計された Creatio を通じて、ユーザに対し貢献する。この貢献とは、デザイナーが本デザインメソッドを用いて設計した高精度で Fun を生み出す Creatio を通じての創造行為の享受、である。すなわち、乖離状態にあったユーザと創造行為の関係性が、本メソッドによって回復されるのである。というのも、コンピュータによらない Creatio では、ユーザの Background Skill を重視するものが多く、無邪気な幼年時代に従事するのみであった。一方で、本研究で提案したデザインメソッドを用いて設計を行なった Creatio では、Background Skill に拠らない、Experience Skill のみで Flow へ至るフィードバックプロセスを採用している。したがって、誰もが行為知に応じて創造行為を楽しむことができるのである。このような Creatio を通じて創造行為に再び接触し、創造行為を楽しむヒトに溢れた社会は、確実に現在とは異なる社会となるであろう。というのも、創造性が刺激された個を通じての創発環境こそが真の創発環境と考えるためである。

以上述べたように、本研究で提案した DFFM に基づくデザインメソッドは、デザイナーとユーザに対し貢献する。デザイナーは本メソッドを用い、デザイナー自身の経験と創造性を利用することで、高精度で Fun をもたらす Creatio を設計することができる。また、ユーザは、デザイナーによって設計された Creatio を通じて、Experience Skill のみで楽しみながら創造行為を享受し、乖離状態にあった創造行為との関係性を回復することができる。

4.5 本章のまとめ

本章では、本研究において提案した DFFM に基づくデザインメソッドを用いて設計した2つの Creatio をもとに、仮説の検証を行なった。まず、2つの Creatio として Suirin と MYSQ

を取り上げ、それぞれについて作品概要、設計プロセス、実装手法を述べた。そして、それぞれの Creatio における楽しさについて評価を行なうべく Flow 評価手法に基づく評価実験を行なった。続いて、本メソッドに関する考察として、まとめを行い、その他の作品について述べた後、DFFM を用いたデザインメソッドの関連領域における意義とその貢献について述べた。以下ではそれぞれのまとめについて述べる。

本論において紹介した 2 つの Creatio のうち一方は Suirin である。Suirin とは、日本古来の伝統工芸品である浮玉と風鈴、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・ファニチャである。ユーザは、Suirin の 4 つの感覚を刺激するインタラクションプロセスにおいて、あたかもユーザが水の中にいるかのような拡張現実感を覚え、癒しの体験を享受することができる。この Suirin の設計を行なうにあたり、DFFM に基づくデザインメソッドを用いた。まず、DFFM のメカニズムを利用することにより、フレームワークを構築した。具体的には、ビジョンの構築を行なった後、下位の構成要素を持つスタティックな要素に対する操作を行なった。次に、DFFM のダイナミクスを利用して Flow を創出するインタラクションプロセスを設計した。具体的には、サウンド生成時とサラウンド出力時における 2 つのフィードバックループを構築し、これを基本クラスとした上で、Flow 構成要素の 8 項目を生じさせるよう、設計を行なった。最後に、パタンプラクティスにより、Fun パタンが観察されるようインタラクションプロセスの調整を行なった。以上のようなプロセスで設計された Suirin の実装を行なった。

本論において紹介した 2 つの Creatio のうち他方は MYSQ である。MYSQ 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、携帯電話を通じて友人と制作したムービーを共有可能なエンタテインメントシステムを用いたゲームコンテンツである。ユーザは、MYSQ の 3 つのコミュニケーションに注目したインタラクションプロセスにおいて、身体行為に基づいた自分らしさを演出可能なオリジナルプロモーションムービーの制作と、制作したムービーを用いたソーシャルコミュニケーションを享受することができる。この MYSQ の設計を行なうにあたり、DFFM に基づくデザインメソッドを用いた。まず、DFFM のメカニズムを利用することにより、フレームワークを構築した。具体的には、ビジョンの構築を行なった後、下位の構成要素を持つスタティックな要素に対する操作を行なった。次に、DFFM のダイナミクスを利用して Flow を創出するインタラクションプロセスを設計した。具体的には、エフェクト処理時とムービー共有時における 2 つのフィードバックループを構築し、これを基本クラスとした上で、Flow 構成要素の 8 項目を生じさせるよう、設計を行なった。最後に、パタンプラクティスにより、Fun パタンが観察されるようインタラクションプロセスの調整を行なった。以上のようなプロセスで設計された MYSQ の実装を行なった。

これら 2 つの Creatio に対し、実際に楽しさが生じているかを評価するために、Flow 評価手法に基づき評価実験を行なった結果、DFFM の楽しさを生成するためのデザインメソッドとしての確からしさが強化された。まず、Suirin におけるユーザの楽しさを評価するために、Flow 理論における 8 つの構成要素に基づいて作成したアンケートを実施した。この結果、霧の効果や、時間の経過感覚の変化のための遅延効果のインタラクションの有効性について改善の余地はあるものの、Flow 理論の 8 つの構成要素に基づく評価基準を満たしていた。したがって、Suirin での体験についてユーザは楽しさを覚えていたと結論づけることができる。次に、MYSQ のゲームとしてのユーザの楽しさを評価するために、Game Flow に基づいて作成したアンケートを実施し

た。この結果、Background Skill のアプリケーションへの反映や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していた。したがって、MYSQ での体験についてユーザは楽しさを覚えていたと結論づけることができる。以上述べたように、これら2つの評価実験の結果から、DFFM を用いたデザインメソッドの有効性が確認された。

これらの評価実験の結果に加えて、本研究で提案した Suirin, MYSQ 以外の複数の作品を取り上げ、DFFM に基づくデザインメソッドに対する考察を述べた。まず、Flow 評価によりユーザが楽しさを得ていることがわかった Suirin, MYSQ 以外の Creatio として、OTOTONARI, affectic, rhythmism を取り上げた。これらの Creatio は、学術論文および国際会議へ採択され、国際的な評価を得ている。したがって、評価実験によってその楽しさが検証された2つの Creatio に加えて、国際的な評価を得たこれら3つの Creatio に基づき、本デザインメソッドの有効性は少なからず強化されたといえよう。

続いて、本研究で提案した DFFM に基づくデザインメソッドの関連研究における意義として、Fun 研究、Flow 研究、パタン研究における従来の限界の打破が挙げられる。すなわち、本デザインメソッドは、Fun 研究において、楽しさの評価のみに留まり生成メカニズムを構築するに至らなかった従来の Funology を拡張するメソッドとして位置付けられる。そして、Flow 研究において、実際に作品の Flow 評価を通じて、その確からしさについて検証された Flow 生成メカニズムとして位置付けられる。さらに、パタン研究において、HCI における決定論的パタンの持つ残余問題の減少が可能な確率論的パタンの生成メカニズムとして位置付けられる。したがって、DFFM に基づく本デザインメソッドは、関連研究において多大なるインパクトをもたらすであろう。

最後に、本研究で提案した DFFM に基づくデザインメソッドの貢献として、デザイナーとユーザに対する貢献が挙げられる。まず、デザイナーは、本メソッドを用いることに加えて、デザイナー自身の経験と創造性に利用することにより、高精度で Fun をもたらす Creatio を設計することができる。確かに、本デザインメソッドのみでも Fun をもたらす Creatio を設計することは可能であろう。しかしながら、たゆまぬ修練に基づくデザイナー自身の経験と創造性を用いて初めてオリジナリティ溢れる Creatio を設計することができるのである。一方、ユーザは、デザイナーによって設計された Creatio を通じて、Experience Skill のみで楽しみながら創造行為を享受することができる。これにより、ユーザは、乖離状態にあった創造行為との関係性を回復することができる。以上から、本デザインメソッドは、デザイナーとユーザへの貢献が可能といえる。次章では、本研究の成果についてまとめ、本研究を総括する。

第 5 章

結論

概要

本章では，本研究の成果についてまとめ，本研究を総括する．

5.1 本研究の成果

本研究の成果とは、本研究の目的を踏まえたうえで、創造行為を伴う遊びとしての Creatio の定義、Creatio のためのデザインメソッドの構築、およびデザインメソッドを用いて設計・評価を行なった Creatio と結論付けることができる。以下では、これら 3 つの成果について詳細を述べる。

第 1 に、Creatio は、行為者自身の創造性に基づき、身体的にモノを生み出す行為としての遊びと定義できる。この創造行為を伴う遊びは、社会学者カイヨワの遊びの 4 領域から欠落していた概念である。また、多くの人々も、神とアーティストの特権と考え、無視してきた概念である。にもかかわらず、多くの人々は幼年時代には、創造行為に基づく遊びに従事していたことから、乖離を発生させる原因が存在することがわかる。本研究では、この乖離の原因を、特殊技術や背景知識と捉えた。したがって、これらの問題を解消し、自らの行為知に応じて、創造行為を通じて楽しさを得ることを可能とする Creatio のためのデザインメソッドを構築することを目指した。

第 2 に、楽しさの生成という目的から Fun 研究および Flow 研究を取り上げ、デザインメソッドとしてのアプローチからパタン研究を取り上げ、これらの問題を検討することにより、Creatio のためのデザインメソッドを構築した。まず、Fun 研究事例では、HCI 領域における Fun 研究の現状とその限界について述べた。次に、Fun の状態に注目したチクセントミハイの Flow 理論を取り上げ、HCI における Flow 理論の導入とその限界について述べた。最後に、パタン研究事例では、現状の HCI において導入されている決定論的パタンの問題点について述べた。そして、この問題を解消するアプローチとして、ベイトソンのパタン研究を取り上げ、その背後にあるサイバネティクス的アプローチとしての確率論的パタン生成メカニズムについて述べた。これらから、Creatio のためのデザインメソッドの根幹となる Dynamic Feedback Flow Mechanism を構築した。

本研究における仮説としての Dynamic Feedback Flow Mechanism は、サイバネティクス的なアプローチとしての再帰的なフィードバックプロセスに基づくメカニズムである。まず、フィードバックプロセスにおけるスタティックな構成要素の操作を通じて Creatio のフレームワークを構築することができる。そして、時間軸のパラメータのダイナミックな操作を通じて、Creatio における Flow を生成することができる。この時、フィードバックループの時間軸の単位を基本クラスとし、Flow 構成要素の 8 項目を達成するようインタラクションプロセスの調整を行なう必要がある。最後に、フィードバックプロセス上において Flow へ至る過程で痕跡としての Fun パタンを引き起こすべく、キャリブレーションとしてのパタンプラクティスを行なう必要がある。以上述べたように、DFFM におけるメカニズム、ダイナミクス、および Fun パタンを用いたパタンプラクティスが Creatio のためのデザインメソッドの全体像である。

第 3 に、デザインメソッドを用いて設計・評価を行なった Creatio とは、Suirin と MYSQ である。まず、Suirin は、日本古来の伝統工芸品である浮玉と風鈴、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・ファニチャである。そして、MYSQ 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、携帯電話を通じて友人と制作したムービーを共有可能なエンタテインメントシステムを用いたゲームコンテンツである。これら 2 つの Creatio について、Flow 構成要素に基づくアンケートを作成し、評価実験を行

なった。Suirin については Laval Virtual Revolution 2006 会場にて、50 名の Virtual Reality 研究者に対して評価を依頼した結果、全ての項目において過半数を越える支持を得た。MYSQ については、KDDI Designing Studio にて、110 名の一般来場者に対して Game Flow 形式での評価を依頼した結果、8 つの構成要素に基づく評価基準を満たした。したがって、これら 2 つの Creatio において、ユーザは楽しさの状態としての Flow を得ていることがわかる。

5.2 本研究の総括と結論

本研究において提案した Creatio という 1 つの遊びの領域において、ユーザの楽しさを生成するための DFFM は、今後数十年に渡って展開するであろう新たなパラダイムの礎となるだろう。この流れは、Ishii らによって引き起こされたコンピュータとヒトとの関わり方を一新させたパラダイムを越えた大きな潮流を形成すると考える。しかしながら、DFFM に基づくデザインメソッドには、現状いくつかの解決が必要な課題が存在している。以下では、本研究の今後の展望について述べ、これらを本論文の総括としたい。

まず、DFFM に基づくデザインメソッドは、デザイナーやユーザへの直接的な貢献以上に、よりマクロな貢献の可能性を持つことにおいて、新たなパラダイムの礎となりうる。よりマクロな貢献の可能性とは、創発環境の形成である。DFFM により、失われていた創造行為は回復し、誰もが気軽に楽しみながら創造行為を享受することができる。この結果、創造的な人々の最大値が増した世界が誕生する。この世界がいかようであるかは推測しがたい。しかしながら、個の創造性が創発環境においてあるべき個人を形成するために必要不可欠な属性であることを踏まえると、創造性を向上させる本メソッドは、創発環境の形成に不可欠といえる。

とはいえ、現状の DFFM を用いたデザインメソッドだけでは、創発環境の形成を行なうに不十分である。というのも、現状、Creatio という 1 つの限定的な領域にその効果が限られているためである。あるいは、DFFM それ自体に、デザイナー自身の創造性や経験に依拠する部分が大きな位置を占めるためである。これらの限界に対する 1 つのアプローチを形成する手がかりとして、チクセントミハイの Creativity と Flow の関係性を巡る主張に対する neuroscience の議論が参考となる。以下では、まず、チクセントミハイの議論について紹介した上で、課題に対するアプローチについて述べる。

チクセントミハイによれば、Creativity と Flow は非常に近い関係にある [Csikszentmihalyi, 1997]。本書において、チクセントミハイは、91 人のクリエイティブな人々に対し、インタビューを行なうことで、Flow における創造性の要素について例証している。Flow と Creativity の密接な関係性を踏まえると、Creatio の背後には、Fun- Flow - Creativity という 3 つの要素からなるフィードバックループの存在の可能性が指摘できる。すなわち、Creatio において、楽しみながら、創造行為に従事している状態は、全人的に行為に没入している感覚を持ち、創造性が刺激されている状態と換言できる。

このようなチクセントミハイの Flow と Creativity との関係性についての主張は、HCI の領域には未だ持ち込まれることはないものの、neuroscience の領域において議論を呼んでいる。すでに 2.2.3 で述べたように、Creativity と Flow の関係性については肯定・否定の立場が存在し、いずれの立場が正しいかについての結論は出されるに至っていない。例えば、Dietrich は Flow

と Creativity の神経科学上の相違を示している一方で [Dietrich, 2004], Burzik や Wise が Flow と Creativity の類似性について言及している [Burzik, 2004]. この点について, 本研究では, Burzik や Wise が実験に基づき仮説の検証を行っている点を鑑み, 類似性について肯定的な意見を採ることを言明した. このような neuroscience 的な Flow 計測手法には, 本デザインメソッドの課題を解消するアプローチに対するひとつの兆しが見て取れる.

すなわち, neuroscience における Flow 計測手法を用いることにより, Flow 数理モデルの構築が可能となると推測できる. すでに, 2.2.3 で述べたように, neuroscience におけるアプローチを用いた Flow 測定手法が報告されている. 例えば, Mar[Marr, 2001] によればドーパミンを測定することで Flow は測定可能であるし, Burzik[Burzik, 2004] によれば, 4 波 (alpha, beta, theta, delta) のバランスによって Flow は測定可能である. しかしながら, 現状の計測手法では, 計測時の負荷の問題が存在する. とはいえ, これらの問題が解消されれば, 身体的かつ時間軸を伴うインタラクションプロセスにおいて Flow に至るまでの綿密なデータを取得することができるだろう. したがって, 取得したデータに基づき, Flow 数理モデルを構築することが可能となるだろう.

Flow 数理モデルを構築するためには, 実際に DFFM 上で操作可能なパラメータに対し, 定量化を行う必要がある. まず, 現状の DFFM では, スタティックな構成要素とダイナミックなパラメータが存在する. スタティックな構成要素であるユーザ・システムの数, それぞれの下位要素で構成されるフィードバックプロセスには, 複数のパラメータが存在する. 例えば, センサの解像度やアクチュエーションの時間軸などである. これら複数のパラメータを制御しつつ, Flow に至る過程を計測することで数理モデルを構築することができるだろう. あるいは, ユビキタスコンピューティングが導入された環境において, MMO(Massively Multiplayer Online) それぞれが持つ複数のパラメータがダイナミックに連結しあう状態においても同様に, Flow 数理モデルを構築することができるだろう. このような数理モデルの構築を通じて, 特定の Creatio に依存しない Flow 定数を発見することが可能となるだろう.

実際に Flow 定数を構築することにより, DFFM の持つ限界を打破することが可能となる. まず, 現在の DFFM では, Creatio を設計するにあたり, ダイナミックなパラメータの制御や, パタンプラクティスにおいて, デザイナ自身の創造性や経験に依拠したインタラクションデザインを行なう必要がある. しかしながら, Flow 定数を DFFM に組み込むことにより, デザイナ自身の能力に依存しない形で, Flow を高精度で生成することが可能になるだろう. また, Flow 定数を用いることで, 創造行為を伴う遊び以外の領域や, デバイスやプロダクトに留まらない実空間への適用を行なうことが可能となる. というのも, Flow 定数により, あらゆるインタラクションプロセスにおいて Flow を創出できると考えるためである. 加えて, Flow そのものは, 仕事や日常生活において報告されている事実も, この拡張の実現可能性を裏付ける根拠となりえよう. したがって, Creatio 以外の領域, 例えば, 誰もが楽しみながら仕事を可能なワークプレイスや, 誰もが楽しみながら日常生活を送れるような住宅環境を構築できるよう, 本デザインメソッドを拡大すべきであろう. あるいは, 事業経営, 都市計画, 政策などのデザインにおいても積極的に拡大すべきであろう.

このように拡張された DFFM を教育の現場にて利用することが望まれる. というのも, ジャズにおける Berklee Practice Method[Berklee, 2007] が, 演奏家の初学者のスキルを向上させ

ると同様に、デザインメソッドとしての DFFM はデザイン教育における初学者のスキルの向上に対して有効と考えるためである。とはいえ、Berklee Practice Method そのものが持つ、均質化・没個性化といった問題は避けて通れない。すなわち、DFFM をデザインメソッドとして利用した設計物は、誰がデザインしようとも類似性を持つという問題点である。しかしながら、DFFM のデザインプロセスそのものに Flow 定数を適用し、そのデザインプロセスを通じてデザイナーに対し Flow を引き起こさせれば、Flow と Creativity の関係性に基づき、デザイナー自身に対する創造性を向上させ、オリジナリティが生み出される可能性がある。したがって、拡張された DFFM は、Berklee Practice Method の限界を打破するメソッドとして有効であると考えられる。

教育の現場にて活用されることにより Fun - Flow - Creativity のサイクルを創出可能な設計物を構築可能な母体数が増加する。その結果、あらゆる場所で Fun - Flow - Creativity を生み出すことにつながり、やがて楽しさと創造性に満ち溢れた社会が形成されるだろう。このような社会こそが真の創発環境を有する社会と言えよう。住宅環境や、ワークプレイスを問わずあらゆる環境において、個々人が楽しさと創造性に満ち溢れた生活を送れる社会こそ、理想の社会と考える。来るべき次のパラダイムとは、このような社会の形成を目指す枠組であるべきと切に願うだけでなく、本研究がその礎であると信じ本論を閉じよう。

謝辞

本論文を締めくくるにあたり、大学院を通じて長期間ご指導を頂いた、慶應義塾大学環境情報学部稲蔭正彦教授に深く感謝いたします。他学部の学生であったにも関わらず受け入れを許可してくださって以来5年間、自由気儘に研究をさせて頂いたことに何より感謝いたします。また、本研究の副査として有益なご意見、ご助言を頂いた環境情報学部奥出直人教授、政策メディア研究科小檜山賢二教授、環境情報学部小川克彦教授に感謝いたします。特に、本論文執筆にあたり、長期間のご指導を頂いた奥出直人教授に深く感謝いたします。

研究を進めるにあたり、メディアデザイン(MD)プロジェクトの先生方、諸先輩、後輩方には、さまざまな形でお世話になり、時にご迷惑をおかけいたしました。修士時代、ともにプロジェクトに励んだ小田部巧君、勝呂冠宇君、大久保創介君に感謝いたします。修士時代を通じて、研究者としての基礎を叩き込んで下さった常盤卓司氏に感謝いたします。また、修士時代より現在に至るまで、同世代として励ましあい、時に議論を重ねた、植木淳朗氏に感謝いたします。後輩ながら、ともに開発や逃避に励んできた勝本雄一朗君に感謝いたします。CRESTプロジェクトのRAとして、ともに苦労を分かち合った松本隆君、坂本泰宏君に感謝いたします。論文を親筆する際の英文校正でお世話になった、土田朋香氏、岩田幸也君、渡辺康太郎君に感謝いたします。

社内外を問わず、多くの刺激的なプロジェクトを通じて、さまざまな議論を重ねた、UTUTU Co., Ltd. の取締役である池本修悟君、生嶋友樹君に感謝いたします。

最後に、これまで私を支えてくださった両親、祖父母、姉に深く感謝致します。

2007年6月18日

徳久 悟

本研究に関する発表

学術論文

1. Tokuhisa, Satoru, et al. "MYSQ : an Entertainment System Based on a Content Creation Directly Linked to Communication." Computers in Entertainment (CIE) 4.3 (2006): Article No.4.
2. 徳久悟, et al. "OTOTONARI : ユーザの協働行為と経験の保存に基づく Pervasive Game." 情報処理学会論文誌「情報処理技術のフロンティア」特集号 46.7 (2006): 1844 - 60.
3. 徳久悟, 稲蔭正彦. "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" 情報処理学会論文誌「インタラクション技術の原理と応用」特集号 48.3 (2007): 1097 - 112.

国際会議

1. Kotabe, Taku, et al. "atMOS - Self Package Movie." Siggraph Emerging Technologies. San Diego, CA, U.S.A., 2003.
2. Tokuhisa, Satoru, Taku Kotabe, and Masa Inakage. "atMOS: Self Expression Movie Generating System for 3G Mobile Communication." Third International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (MUM 2004). Maryland, U.S.A., 2004. 199 - 206.
3. Tokuhisa, Satoru, Taku Kotabe, and Masa Inakage. "Enhanced Entertainig Experience for Creative LBE with atMOS System." 10th Interanational Conference on Virtual Systems and Multimedia (VSMM 2004). Ogaki City, Gifu, Japan, 2004. 450 - 59.
4. Tokuhisa, Satoru, Yukinari Iwata, and Masa Inakage. "Suirin." Siggraph Emerging Technologies. Los Angels, CA, U.S.A., 2005.
5. Tokuhisa, Satoru, Yukinari Iwata, and Masa Inakage."Suirin." Laval Virtual Revolution. Laval, France, 2006.

6. Tokuhisa, Satoru, et al. "OTOTONARI: A Pervasive Game of Sound Composition Based on Users' collaboration." Future Play London, Canada, 2006.
7. Tokuhisa, Satoru, et al. "OTOTONARI: Mobile Ad Hoc Pervasive Game That Develops a Regional Difference." Cyber Game. Perth, Australia, 2006. 155 - 62.
8. Tokuhisa, Satoru, Yukinari Iwata, and Masa Inakage. "re-acT-able pH [polyphony * Heredity]." 1st International Conference on Digital Interactive Media Entertainment & Arts (DIME 2006). Bangkok, Thailand, 2006.
9. Tokuhisa, Satoru, Yukinari Iwata, and Masa Inakage. "rhythmism: A VJ Performance System with Maracas Based Devices." International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE). Salzburg, Austria, 2007.

受賞

1. 小田部巧, et al. "atMOS - Self Package Movie." 平成 15 年度文化庁メディア芸術祭エンタテインメント部門奨励賞. 東京, 日本, 2004.
2. 徳久悟, et al. "MYSQ - My Styel So Qute ! ." アジアデジタルアートアワード 2006 デジタルデザイン部門入賞. 福岡, 日本, 2007.
3. 岩田幸也, 徳久悟. "rhythmism." 平成 18 年度文化庁メディア芸術祭エンタテインメント部門審査員推薦作品. 東京, 日本, 2007.

その他

1. Tokuhisa, Satoru, Yukinari Iwata, and Masa Inakage. "Suirin." interactive Tokyo. Tokyo, Japan, 2005.
2. Tokuhisa, Satoru. "A Computer-Augmented Healing to Relieve Stress." Medical Device Technology Alert 2 Sep 2005.
3. Springwise. "Booth Your Ego, New Business Ideas for Entrepreneurial Minds." New York, U.S.A., 2005. Springwise.com.
<http://www.springwise.com/entertainment/booth_your_ego/>.
4. Wikipedia. "Videkura". 2006. <<http://en.wikipedia.org/wiki/Videkura>>.

参考文献

- [Akagi, 2006] 赤木昭夫. 反情報論 東京: 岩波書店 2006.
- [Alexander, 1977a] Alexander, Christopher. The Timeless Way of Building. New York, USA: Oxford University Press, 1977.
- [Alexander, 1977b] Alexander, Christopher. A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction. New York, USA: Oxford University Press, 1977.
- [Artz, 1996] Artz, John M. "Computers and the Quality of Life: Assessing Flow in Information Systems." ACM SIGCAS Computers and Society 26.3 (1996).
- [Ashby, 1999] Ashby, F. Gregory, A. M. Isen, and U. Turken. "A Neuropsychological Theory of Positive Affect and Its Influence on Cognition." Psychological Review 106.3 (1999): 529-50.
- [Beardsley, 1982] Beardsley, M. C. "Some Persistent Issues in Aesthetics." The Aesthetic Point of View: Selected Essays. Eds. Michael J. Wreen and Donald M. Callen. N.Y.: Cornell University Press, 1982. 285-87.
- [Beitson, 2000] Bateson, Gregory. 精神の生態学. Trans. 佐藤良明. 東京: 新思索社, 2000.
- [Beitson, 2006] Bateson, Gregory. 精神と自然—生きた世界の認識論. Trans. 佐藤良明. 東京: 新思索社, 2006.
- [Berklee, 2007] Berklee College of Music. "Berklee Practice Method". 2007.
<http://www.berklee.com/catalog/category-browse?category_id=11>.
- [Blythe, 2004a] Blythe, Mark, Marc Hassenzahl, and Peter Wright. "More Funology : Introduction." ACM Interactions 2004: 36 - 37
- [Blythe, 2004b] Blythe, Mark A., et al. Funology: From Usability to Enjoyment (Human-Computer Interaction). Springer 2004.
- [Borchers, 2000a] Borchers, J. O. "Interaction Design Patterns: Twelve Theses." Talk at CHI 2000 workshop "Pattern Languages for Interaction Design: Building Momentum. Den Haag, 2000.
- [Borchers, 2000b] Borchers, J. O. "Chi Meets Plop: An Interaction Patterns Workshop." ACM SIGCHI Bulletin 32.1 (2000).

- [Borchers, 2001] Borchers, J. O. A Pattern Approach to Interaction Design. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2001.
- [Burzik, 2004] Burzik, Andreas. "On the Neurophysiology of Flow: Thought-Provoking Studies from Sport and Music Psychology, Neurofeedback and Trance Research." 2nd European Conference on Positive Psychology. Verbania Pallanza, Italy, 2004.
- [Buschmann, 1996] Buschmann, Frank, et al. Pattern-Oriented Software Architecture: A System of Patterns. John Wiley & Sons Ltd. New York, 1996.
- [Caillois, 1990] Caillois, Roger. 遊びと人間. Trans. 多田道太郎. 東京: 講談社, 1990.
- [Carroll, 1988] Carroll, John M., and John C. Thomas. "Fun." ACM SIGCHI Bulletin 1988: 21 - 24.
- [Carroll, 2004] Carroll, John M. "More Funology : Beyond Fun." ACM Interactions 2004: 38 - 40.
- [Chen, 2006] Chen, Jenova. "Flow in Games ". University of Southern California, 2006.
- [Cho, 1999] Cho, Dongseong, Hoyoung Kim, and Jinwoo Kim. "Toward the Construction of Fun Computer Games: Differences in the Views of Developers and Players." Personal and Ubiquitous Computing 3.3 (1999): 92-104.
- [Coplien, 1995] Coplien, James O., and Douglas C. Schmidt. Pattern Languages of Program Design (Software Patterns Series). Boston, MA: Addison-Wesley Professional, 1995.
- [Crews, 2001] Crews, Debbie. "Putting under Stress." Golfonline.com & Golf Magazine 2001: 94-96.
- [Csikszentmihalyi, 2001] Csikszentmihalyi, Mihaly. 楽しみの社会学 (改題新装版). Trans. 今村浩明. 東京: 新思索社, 2001.
- [Csikszentmihalyi, 1996] Csikszentmihalyi, Mihaly. フロー体験 喜びの現象学. Trans. 今村浩明. 京都市: 世界思想社, 1996.
- [Csikszentmihalyi, 1997] Csikszentmihalyi, Mihaly. Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention. New York: Harper Perennial, 1997.
- [Dearden, 2002] Dearden, Andy, et al. "Using Pattern Languages in Participatory Design." Participatory Design Conference. New York City, USA, 2002. 104 - 13.
- [Dietrich, 2004] Dietrich, Arne. "Neurocognitive Mechanisms Underlying the Experience of Flow." Consciousness and Cognition 13 (2004): 746-761.
- [Douglas, 2000] Douglas, Yellowlees, and Andrew Hargadon. "The Pleasure Principle: Immersion, Engagement, Flow." Conference on Hypertext and Hypermedia. San Antonio, Texas, United States, 2000. 153 - 60

- [Dourish, 2004] Dourish, Paul. *Where the Action Is: The Foundations of Embodied Interaction*. Cambridge: Bradford Books 2004.
- [Draper, 1999] Draper, Stephen W. "Analyzing Fun as a Candidate Software Requirement." *Personal and Ubiquitous Computing* 3.3 (1999): 117-22.
- [Duyne, 2002] Duyne, Douglas K. van, James A. Landay, and Jason I. Hong. *The Design of Sites: Patterns, Principles, and Processes for Crafting a Customer-Centered Web Experience*. Boston, US.: Addison-Wesley Professional, 2002.
- [Eriekson, 1997] Eriekson, Thomas, John Thomas, and Conference on Human. "Putting It All Together: Pattern Languages for Interaction Design." *Conference on Human Factors in Computing Systems*. Atlanta, Georgia, 1997. 226 - 26.
- [Feijs, 2004] Feijs, Loe, Peter Peters, and Berry Eggen. "Size Variation and Flow Experience of Physical Game Support Objects." *International Conference on Entertainment Computing*. Eindhoven, Netherlands, 2004. 283 - 95.
- [Folmer, 2006] Folmer, Eelke. "Interaction Design Pattern Library for Games". 2006. <<http://www.eelke.com/research/usability.html>>.
- [Gamma, 1995] Gamma, Erich, et al. *Design Patterns: Elements of Reusable Object- Oriented Software*. MA: Addison-Wesley, Reading, 1995.
- [Goleman, 1995] Goleman, Daniel. *Emotional Intelligence*. N.Y.: Bantam Books, 1995.
- [Graham, 2003] Graham, Ian. *A Pattern Language for Web Usability*. Boston, US: Addison-Wesley, 2003.
- [Hassenzahl, 2000] Hassenzahl, Marc, Michael Burmester, and Nina Sandweg. "Perceived Novelty of Functions - a Source of Hedonic Quality." *the British HCI Group members magazine* 2000: 11-12.
- [Hassenzahl, 2001] Hassenzahl, Marc, Andreas Beu, and Michael Burmester. "Engineering Joy." *IEEE Software* 18.1 (2001): 70-76.
- [Ishii, 1997] Ishii, Hiroshi, and Brygg Ullmer. "Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms." *Conference on Human Factors in Computing Systems*. Atlanta, Georgia, 1997. 234 - 41.
- [Iwata, 2007] 岩田幸也, 徳久悟. "rhythmism." 平成 18 年度文化庁メディア芸術祭エンタテインメント部門審査員推薦作品. 東京, 日本, 2007.
- [Jennings, 2000] Jennings, Morgan. "Theory and Models for Creating Engaging and Immersive Ecommerce Websites." *Special Interest Group on Computer Personnel Research Annual Conference*, 2000. 77 - 85.

- [Johnson, 1999] Johnson, Chris. "Taking Fun Seriously: Using Cognitive Models to Reason About Interaction with Computer Games." *Personal and Ubiquitous Computing* 3.3 (1999): 105 - 16.
- [Johnson, 2003] Johnson, Daniel, and Janet Wiles. "Effective Affective User Interface Design in Games." *Ergonomics* 46.13 -14 (2003): 1332-45.
- [Kaneko, 1994] 金子郁容. 「不確実性と情報」入門 東京: 岩波書店 1994.
- [Kotabe, 2003] Kotabe, Taku, et al. "atMOS - Self Package Movie." *Siggraph Emerging Technologies*. San Diego, CA, U.S.A., 2003.
- [Kotabe, 2004] 小田部巧, et al. "atMOS - Self Package Movie." 平成 15 年度文化庁メディア芸術祭エンタテインメント部門奨励賞. 東京, 日本, 2004.
- [Landy, 2003] Landay, James A., and Gaetano Borriello. "Design Patterns for Ubiquitous Computing." *IEEE Computer* 2003: 93 - 95.
- [Landy, 2004] Landay, James A. "Patterns in Ubiquitous and Context Computing". 2004. <<http://guir.berkeley.edu/wiki/ubicom> >.
- [Levitin, 2000] Levitin, Daniel J., et al. "The Perception of Cross-Modal Simultaneity." *Computing Anticipatory Systems*. Liege, Belgium, 2000. 323-29. Vol. 517.
- [Malone, 1982] Malone, Thomas W. "Heuristics for Designing Enjoyable User Interfaces: Lessons from Computer Games." *Conference on Human Factors in Computing Systems*. Gaithersburg, Maryland, United States, 1982. 63 - 68.
- [Marr, 2001] Marr, Arthur J. "In the Zone: A Biobehavioral Theory of the Flow Experience." *Athletic Insight The Online Journal of Sport Psychology* 3.1 (2001).
- [Monk, 1999a] Monk, Andrew F. "Computers and Fun." *the British HCI Group members magazine*, 1999. 4-9. Vol. 40.
- [Monk, 1999b] Monk, Andrew F. "Computers and Fun." *Personal and Ubiquitous Computing* 3.3 (1999): 91.
- [Monk, 2000] Monk, Andrew F. "Computers and Fun 2." *the British HCI Group members magazine* 2000: 10-16.
- [Monk, 2001] Monk, Andrew F. "Computers and Fun 3." *the British HCI Group members magazine* 2001: 4-11.
- [Monk, 2002] Monk, Andrew F., et al. "Funology: Designing Enjoyment." *Conference on Human Factors in Computing Systems*. Minneapolis, Minnesota, USA, 2002. 924 - 25.

- [Mundorf, 1993] Mundorf, Norbert. "Effects of Hedonic Components and User's Gender on the Acceptance of Screen-Based Information Services." *Behaviour & Information Technology* 12.5 (1993): 293 - 303.
- [Nittono, 2006] 入戸野宏. "映像に対する注意を測る：事象関連電位を用いたプローブ刺激法の応用例." *生理心理学と精神生理学* 24.1 (2006): 5 -18.
- [Novak, 1997] Novak, Thomas P., and Donna L. Hoffman. "Measuring the Flow Experience among Web Users". 1997. <<http://sloan.ucr.edu/category/working-papers/flow/>>.
- [Oxford, 1997] Oxford English Dictionary. "Enjoyment". 1989.
<http://dictionary.oed.com/cgi/entry/50075567?single=1&query_type=word&queryword=enjoyment&first=1&max_to_show=10>.
- [Pachet, 2004] Pachet, Francois, and Anna Rita Addressi. "When Children Reflect on Their Own Playing Style: Experiments with Continuator and Children." *Computers in Entertainment (CIE)* 2.1 (2004): 14 - 14.
- [Polaine, 2005] Polaine, Andrew. "The Flow Principle in Interactivity" *Australasian Conference on Interactive Entertainment*. Sydney, 2005. 151 - 58.
- [Read, 2001] Read, Janet C, and Stuart MacFarlane. "Measuring Fun: Usability Testing for Children." *the British HCI Group members magazine* 2001: 6.
- [Roberts, 1982] Roberts, Teresa L., and Thomas P. Moran. "Evaluation of Text Editors." *Eight Short Papers in User Psychology*. Ed. Thomas Moran. Palo Alto, CA, USA, 1982.
- [Rumelhart, 1980] Rumelhart, David E. "Schemata: The Building Blocks of Cognition." *Theoretical Issues in Reading Comprehension: Perspectives from Cognitive Psychology, Linguistics, Artificial Intelligence, and Education*. Eds. Rand Spiro, Bertram C. Bruce and William F. Brewer, 1980. 33 - 59.
- [Shneiderman, 2004] Shneiderman, Ben. "Designing for Fun: How Can We Design User Interfaces to Be More Fun?" *ACM Interactions* 2004: 48 - 50.
- [Springwise, 2006] Springwise. "Booth Your Ego, New Business Ideas for Entrepreneurial Minds." New York, U.S.A., 2005.
Springwise.com. <http://www.springwise.com/entertainment/booth_your_ego/>.
- [Sweetser, 2005] Sweetser, Penelope, and Peta Wyeth. "Gameflow: A Model for Evaluating Player Enjoyment in Games." *Computers in Entertainment (CIE)* 3.3 (2005): 3 -3.
- [Tidwell, 2005] Tidwell, J. (2005). Tidwell, Jenifer. *Designing Interfaces: Patterns for Effective Interaction Design*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2005.

- [Todd, 2004] Todd, E., E. Kemp, and C. Phillips. "What Makes a Good User Interface Pattern Language?" The fifth conference on Australasian user interface (AUIC). Dunedin, New Zealand, 2004. 91 - 100.
- [Tokuhisa, 2004a] Tokuhisa, Satoru, Taku Kotabe, and Masa Inakage. "atMOS: Self Expression Movie Generating System for 3g Mobile Communication." Third International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (MUM 2004). Maryland, U.S.A., 2004. 199 - 206.
- [Tokuhisa, 2004b] Tokuhisa, Satoru, Taku Kotabe, and Masa Inakage. "Enhanced Entertaining Experience for Creative Lbe with Atmos System." 10th Interanational Conference on Virtual Systems and Multimedia (VSMM 2004). Ogaki City, Gifu, Japan, 2004. 450 - 59.
- [Tokuhisa, 2005a] Tokuhisa, Satoru, Yukinari Iwata, and Masa Inakage. "Suirin." Siggraph Emerging Technologies. Los Angels, CA, U.S.A., 2005.
- [Tokuhisa, 2005b] Tokuhisa, Satoru, Yukinari Iwata, and Masa Inakage. "Suirin." interactive Tokyo. Tokyo, Japan., 2005.
- [Tokuhisa, 2005c] Tokuhisa, Satoru. "A Computer-Augmented Healing to Relieve Stress." Medical Device Technology Alert 2 Sep 2005.
- [Tokuhisa, 2006a] Tokuhisa, Satoru, Yukinari Iwata, and Masa Inakage. "Suirin." Laval Virtual Revolution. Laval, France, 2006.
- [Tokuhisa, 2006b] Tokuhisa, Satoru, et al. "MYSQ : an Entertainment System Based on a Content Creation Directly Linked to Communication." Computers in Entertainment (CIE) 4.3 (2006): Article No.4.
- [Tokuhisa, 2006c] 徳久悟, et al. "OTOTONARI : ユーザの協働行為と経験の保存に基づく Pervasive Game." 情報処理学会論文誌「情報処理技術のフロンティア」特集号 46.7 (2006): 1844 - 60.
- [Tokuhisa, 2006d] Tokuhisa, Satoru, et al. "OTOTONARI: A Pervasive Game of Sound Composition Based on Users ' collaboration." Future Play London, Canada, 2006.
- [Tokuhisa, 2006e] Tokuhisa, Satoru, et al. "OTOTONARI: Mobile Ad Hoc Pervasive Game That Develops a Regional Difference." Cyber Game. Perth, Australia, 2006. 155 - 62.
- [Tokuhisa, 2006f] Tokuhisa, Satoru, Yukinari Iwata, and Masa Inakage. "re-acT-able pH [polyphony * Heredity]." 1st International Conference on Digital Interactive Media Entertainment & Arts (DIME 2006). Bangkok, Thailand, 2006.
- [Tokuhisa, 2007a] 徳久悟, et al. "MYSQ - My Styel So Qute ! ." アジアデジタルアートアワード 2006 デジタルデザイン部門入賞. 福岡, 日本, 2007.

- [Tokuhisa, 2007b] 徳久悟, 稲蔭正彦. "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" 情報処理学会論文誌 48.3 (2007): 1097 - 112.
- [Tokuhisa, 2007c] Tokuhisa, Satoru, Yukinari Iwata, and Masa Inakage. "rhythmism: A VJ Performance System with Maracas Based Devices." International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology (ACE). Salzburg, Austria, 2007.
- [Vass, 2002] Vass, Marc, John M. Carroll, and Clifford A. Shaffer. "Supporting Creativity in Problem Solving Environments." the 4th conference on Creativity & cognition. Loughborough, UK, 2002. 31 - 37.
- [Welie, 2003] Welie, Martijn van. "Design Patterns (GUI / Mobile UI Design Patterns)". 2003. <<http://www.welie.com>>.
- [Wiberg, 2003] Wiberg, Charlotte. "A Measure of Fun - Extending the Scope of Web Usability." Umea University, 2003.
- [Wiberg, 2005a] Wiberg, Charlotte. "Affective Computing Vs. Usability? Insights of Using Traditional Usability Evaluation Methods." CHI 2005 Workshop on Innovative Approaches to Evaluating Affective Interfaces. Portland, OR, USA, 2005.
- [Wiberg, 2005b] Wiberg, Charlotte. "Fun in the Home: Guidelines for Evaluating Interactive Entertainment on the Web." HCI International - 12th international conference on Human Computer Interaction. Las Vegas, USA, 2005.
- [Wiener, 1962] Wiener, Norbert. サイバネティックス 第2版—動物と機械における制御と通信. Trans. 池原止戈夫. 東京: 岩波書店, 1962.
- [Wikipedia, 2006] Wikipedia. "Videkura". 2006. <<http://en.wikipedia.org/wiki/Videkura>>.
- [Wikipedia, 2007] Wikipedia. "Creativity". 2007. <<http://en.wikipedia.org/wiki/Creativity>>.
- [Wise, 1999] Wise, Anna. The High Performance Mind. Mastering Brainwaves for Insight, Healing, and Creativity. New York: Tarcher/Putnam, 1997.
- [Wright, 2001] Wright, Peter, John McCarthy, and Tim Marsh. "From Usability to User Experience." the British HCI Group members magazine 2001: 2-3.
- [Yannakakis, 2006] Yannakakis, Georgios N., John Hallam, and Henrik Hautop Lund. "Capturing Entertainment through Heart Rate Dynamics in the Playware Playground." International Conference on Entertainment Computing. Cambridge, UK, 2006.

* URL は 2007 年 6 月時点