

Title	Paragon : 鏡のメタファーを用いた技能体得メディアのデザイン
Sub Title	Paragon : design of skill acquisition media using mirror metaphor.
Author	柳原, 一也(Yanagihara, Kazuya) 南澤, 孝太(Minamizawa, Kota)
Publisher	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Publication year	2016
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2016年度メディアデザイン学 第554号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002016-0554

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文 2016年度（平成28年度）

Paragon : 鏡のメタファーを用いた
技能体得メディアのデザイン

慶應義塾大学大学院
メディアデザイン研究科

柳原 一也

本論文は慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科に
修士(メディアデザイン学) 授与の要件として提出した修士論文である。

柳原 一也

審査委員：

南澤 孝太 准教授 (主査)

砂原 秀樹 教授 (副査)

岸 博幸 教授 (副査)

修士論文 2016年度（平成28年度）

Paragon：鏡のメタファーを用いた 技能体得メディアのデザイン

カテゴリー：デザイン

論文要旨

人は日常生活のさまざまなシーンにおいて鏡を見ることで自分の存在を確認する。もしそこにまるで自分のように他人が写っていて、その人物に導かれるようにしてアビリティを取得することができたら生活空間にどのような付加価値を与えることができるであろうか。

本研究では、ディスプレイにユーザーのお手本となる鏡像を映し、その像がユーザー自身の身体とシンクロしているかのように動くことで技能習得の効率を上げることが目的としたメディア「Paragon」を提案する。

そしてこのParagonの応用事例として技能体得のためのキッチン「Mel kitchen」を実装した。生活空間を用いてアビリティアップの障壁を下げる環境を作ることによってアビリティアップを次世代のエンターテインメントとするような新たな体験を提案する。

キーワード：

身体性メディア，技能体得，鏡像，インタラクションデザイン

慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科

柳原 一也

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2016

Paragon : Design of skill acquisition media using mirror
metaphor.

Category: Design

Summary

People check their presence by looking at mirrors in various scenes of daily life. What can you add value to your living space if you can get abilities by being guided by that person as if you were seeing others like yourself.

In this research, I propose a media “Paragon”. It aims to improve the efficiency of skill acquisition by reflecting the mirror image. A model to the user showed in the display and learning. The user is possible to follow the mirror image by the display.

In addition, we implemented “Mel kitchen”. We propose a new experience that makes ability upgrade the next generation entertainment by creating an environment that lowers the barriers of abilities using living space.

Keywords:

Embodied Media, Embodied Learning, Mirror Image, Interaction Design

Keio University Graduate School of Media Design

Kazuya Yanagihara

目 次

第1章 序論	1
1.1. はじめに	1
1.1.1 辞書における鏡の意味と歴史	1
1.1.2 鏡をモチーフとした作品	2
1.2. 本研究の目的	4
1.3. 本論文の構成	4
注	4
第2章 関連研究	5
2.1. 身体的技能の習得	5
2.2. テクノロジーを使った身体的技能の伝承	6
2.3. 鏡像認知	8
2.4. 鏡のメタファーを使ったインタラクション	8
2.5. 映像による身体感覚の誘発	9
2.6. 本章のまとめ	11
注	11
第3章 コンセプト Paragon	13
3.1. プロジェクト概要・目的	13
3.1.1 Sync-In	14
3.2. アイデアスケッチ・クラスタリング	15
3.3. ライフタイムインタラクション	15
3.4. コンセプト	19
3.4.1 鏡から鑑へ	19

3.4.2	Paragon のインタラクションデザイン	20
3.5.	シナリオ	22
3.6.	ビデオプロトタイプ	22
3.7.	本章のまとめ	24
注	24
第4章	試作	25
4.1.	1st プロトタイプ	25
4.1.1	5 視点から見ることのできる鏡	25
4.1.2	Zoom-In	26
4.1.3	Sync-In	27
4.1.4	考察	27
4.2.	2nd プロトタイプ	28
4.2.1	概要	28
4.2.2	実装	28
4.2.3	考察	33
4.3.	3rd プロトタイプ	33
4.3.1	概要	33
4.3.2	実装	34
4.3.3	考察	36
4.4.	本章のまとめ	36
注	36
第5章	Mel Kitchen	38
5.1.	アビリティアップの場としてのキッチン	38
5.2.	キッチンの現状と未来	38
5.3.	キッチンにおけるインタラクション	42
5.4.	Mel kitchen のデザイン	48
5.4.1	設置する場所はコミュニケーションを妨げないこと	48
5.4.2	映像と動作を記録する	48

5.4.3	道具の動きのセンシング	48
5.4.4	お手本による誘導	49
5.4.5	音場を再生する	49
5.4.6	自分の行動によってプロセスが進む	49
5.5.	プロトタイプ	51
5.5.1	実装	51
5.6.	検証	55
5.7.	考察	57
5.8.	本章のまとめ	58
	注	59
第6章	結論	61
	謝辞	63
	参考文献	64

目次

1.1	鏡を使い髪型をセットしている様子	2
1.2	硝子に自分を映しながら練習をするストリートダンサー	3
2.1	シンクロナイズドビデオ ¹	7
2.2	視野共有システム ²	7
2.3	Haptic Broadcast ³	7
2.4	Haptic Video ⁴	7
2.5	PossessedHand ⁵	7
2.6	The Mirror ⁶	9
2.7	CASPER ⁷	9
2.8	Satellite Eyes ⁸	9
2.9	ハピネスカウンター ⁹	9
2.10	扇情的な鏡 ¹⁰	10
2.11	Visual Haptics ¹¹	10
3.1	スケジュール	14
3.2	Life Space UX ¹²	14
3.3	Sync-In の概念図	15
3.4	アイディアスケッチ 1	16
3.5	アイディアスケッチ 2	17
3.6	アイディアスケッチ 3	18
3.7	アイディエーションのクラスタリング	18
3.8	鏡から鑑へ	20
3.9	インタラクションの流れ	21

3.10	アイデアスケッチの経過	22
3.11	ビデオプロトタイプ	23
4.1	5視点から見る事ができる鏡のプロトタイプ	26
4.2	システム構成図	26
4.3	Zoom-In のプロトタイプ	26
4.4	Sync-in のプロトタイプ	27
4.5	Max/MSP の作業画面	28
4.6	2nd プロトタイプ	29
4.7	2nd プロトタイプ構成図	29
4.8	OptiTrack とカメラとの位置関係	30
4.9	ミラーを使い、手元を見たときの映り方	30
4.10	カメラに置き換えた図	30
4.11	取得する座標を整理した CSV データ	31
4.12	上記のポジションの Y 軸をグラフ化した図	32
4.13	Sine-Out	34
4.14	Sine-In	34
4.15	イージング一覧	35
4.16	イージングによる動きの変化のイメージ	35
4.17	Sine-Out のカーブ	36
4.18	Sine-In のカーブ	36
5.1	LIXIL のキッチン ¹³	39
5.2	TOTO のキッチン ¹⁴	39
5.3	自動調理ロボット・モリー (Moley) ¹⁵	40
5.4	A TABLE FOR LIVING ¹⁶	42
5.5	Wonder Life-BOX ¹⁷	42
5.6	Panavi ¹⁸	42
5.7	MimiCook ¹⁹	42
5.8	記録した映像	44

5.9	バイノーラルイヤホンとレコーダー	45
5.10	体験の様子	45
5.11	作った豚汁	46
5.12	料理を作る	46
5.13	キッチンにおける代表的な動作	49
5.14	誘導の体験の種類	50
5.15	映像と Sync-In	51
5.16	Mel Kitchen デザインイメージ	52
5.17	Sync-In モード OFF	52
5.18	Sync-In モード Standby	53
5.19	Sync-In モード：包丁使用時	53
5.20	Sync-In モード：グリル使用時	54
5.21	プロトタイプ	54
5.22	Cubic Out のカーブ	55
5.23	各種デバイスの配置図	56
5.24	ソニーメンバーによる体験の様子	57
5.25	筆者のプレゼンテーションの様子	58

目 次

4.1	ダンベルを使った評価	34
5.1	豚汁ができるまで	47
5.2	料理において習得したいこと	47
5.3	5回のイージングの内訳	55
5.4	検証	57

第1章 序

論

1.1. はじめに

人は自分の状態を確かめるための道具として鏡を使う。ここでいう鏡とは、車のサイドミラーやショーウィンドー、スマートフォンのインカメラなど自分の姿を映すもの全般を含む。これらの鏡を使うことで、自分が想定している自分の状態と実際の状態のずれに気づくことができる。例えばこれにより人は髪型を整えたり [図 1.1] 洋服のコーディネートを確認することができ自分を客観的に捉えることが可能になる。

また、鏡は技能体得のために、自分の身体の動きを客観的に確かめる道具としても使われる。例えば、ストリートダンサー [図 1.2] が閉店した店舗の硝子に映る自分を確かめながら身体の動きを確認しているときなどである。

この鏡を使い自分の身体を確認するという所作は単純に映っている自分を確かめるという意味以上に自分の鑑^{かがみ}、つまり理想像に近づくための行為であると考えることができる。そのときダンサーが見ている鏡の中の自分は、自分にとっての理想像とのギャップを埋めるための指標として機能する。

「鑑」は英語で Paragon という。本来の鏡では映すことができない鑑を鏡面に映し出すことでお手本へと近づきやすくなるような鏡をつくることはできないだろうか。

1.1.1 辞書における鏡の意味と歴史

広辞苑¹を引くと、鏡の項目には「1, 滑らかな平面における光の反射を利用して容姿や物の像などをうつし見る道具 (中略) 2, (鑑とも書く) 手本. 模範. (後

略)」とある。注目したのは2つ目の「鑑」という文字まで含めた時の意味である。また、「鑑」の項目には「先例に照らして考える。他とくらべあわせて考える。」とある。鏡の持つ本質的な意味をとらえると、単純にものをありのままに映すという意味だけでなく「鑑」という文字まで意味を広げた時の意味合いに面白さを感じる。

自分の姿を映す意味での鏡の歴史としては、先史時代から、人間は自分の姿に興味を持っており、くすんだ色の石や水の入った盆といったありとあらゆる手段を用いて自分の映った像を見いだそうとした。「ナルシシズム」の由来となったギリシャ神話に登場するナルキッソスが水面に映る自分に恋をしたというエピソードなどからも像を映し出す表面への関心が太古の昔からあったことが伺える²。



図 1.1: 鏡を使い髪型をセットしている様子

1.1.2 鏡をモチーフとした作品

小説や映画には重要なアイテムとして鏡が登場することが少なくない。物語の側面から鏡のもつイメージを紐解いてみる。



図 1.2: 硝子に自分を映しながら練習をするストリートダンサー

「白雪姫」³では主人公白雪姫の継母である王妃が魔法の鏡に世界で一番美しいのはだれかと尋ね、鏡が王妃と答えられているうちは平穏を保てたが、白雪姫と答えられると冷徹な魔女となった。作中鏡は王妃の願いをそのまま映すために存在する。その願いが断ち切られたときに王妃の内面が大きく変化した。

赤塚不二夫の作品「ひみつのアッコちゃん」⁴では、主人公加賀美あつ子は呪文を唱えると望むものに変身できる魔法のコンパクトを使い、さまざまな問題を解決していく。鏡は彼女をなりたい自分に変化させるのである。

イギリスの童話作家ルイス・キャロルの「鏡の国のアリス」(ルイス・キャロル 2015)⁵で主人公アリスは鏡を使って愛猫のキティとごっこ遊びをしているうちに鏡の世界へと足を踏み入れる。鏡の中の世界では文字が逆さになっていたり、目的地にいこうとすればするほど後ろに下がっていくなど不思議な世界がひろがっている。鏡の中に映る左右反転の世界のように似ているようで違う世界というものを象徴させている。

日本の推理小説の先駆け江戸川乱歩の「鏡地獄」(江戸川乱歩 1960)⁶では球体の内面をすべて鏡にしたアイテムが登場人物を発狂させる。

このように鏡は自分の心を落ち着かせるためや、異世界への扉、人間を不安にさせるものなど、外面だけでなく人の内面に大きな影響を与える存在として描かれてきた。

1.2. 本研究の目的

鏡には「ものをありのままに映す」、「手本や模範」といった意味があり、それらは人の外面だけでなく内面にも及ぶ。これらを「鏡のもつメタファー」と定義する。本研究はこれら鏡のメタファーを用いることで、ユーザが理想像に近づくための技能習得を助ける未来の鏡をつくることを目的とする。インタラクティブな技術と鏡を組み合わせることで日常生活に融け込む経験のデザインを行う。

1.3. 本論文の構成

本章では序論として研究の背景と目的を述べた。第2章では本研究における関連研究として、身体的技能の習得、テクノロジーを使った身体技能の伝承、鏡像認知、鏡のメタファーを使ったインタラクション、映像による身体感覚の誘発に関する関連研究について述べる。第3章では Paragon のコンセプトとシステムについて述べ、第4章ではその実装、第5章ではコンセプトをもとに日常生活における応用事例として Paragon をキッチンに応用した「Mel kitchen」の体験デザイン・実装を行い、第6章では本論文での結論を述べる。

- 1 広辞苑 第六版
- 2 S・メルシオール (2003) 『鏡の文化史』, 平文社
- 3 ウォルト・ディズニー (1937) 『白雪姫』, ウォルト・ディズニー
- 4 『ひみつのアッコちゃん』<http://www.toei-anim.co.jp/lineup/tv/akko/>
- 5 ルイス・キャロル (2015) 『鏡の国のアリス』, 新潮社
- 6 江戸川乱歩 (1960) 『江戸川乱歩傑作選』, 新潮文庫

第2章

関 連 研 究

本章では「身体的技能の習得」,「テクノロジーを使った身体技能の伝承」,「鏡像認知」,「鏡のメタファーを使ったインタラクション」,「映像による身体感覚の誘発」に関しての関連研究について述べる。

2.1. 身体的技能の習得

身体的技能とは楽器の演奏やスポーツ, ダンスなどで求められる動きのことである。この身体的技能を効率良く習得するための研究としてスキルサイエンスというものがある。スキルサイエンスの研究者である古川 (古川康一 2009) はスキルに対する絶対的な真理を求めるのではなく, 各個人がどのようにスキルを向上させればよいかの方法論を与えることの大切さを主張している。

また身体スキルはクローズドスキルとオープンスキルに分けられることが多い (Poulton 1957)。クローズドスキルは与えられた課題をこなすための基礎的なスキルで, 決められたフレーズを楽器で弾くことなどがそれにあたる。オープンスキルは他の演奏者とセッションをしたりする際にうまく合わせる技術などである。

Dewey (J・デューイ 2004) は教育において, 教科書や教師からの学習は経験を通しての学習に対立することを主張し, 経験を通じて学ぶことの必要性を説いた。

諏訪 (諏訪正樹 2008) は Gibson (Gibson and Gibson 1955) のからだと環境との関係性から, 変数が浮かび上がったとき, 人が新しい学びを得るという考え方を元に, 「新たな変数を獲得すること, その変数にからだで解釈を与えることが学びの基本行為である」と主張している。

Andy Clark (Clark 2015) は人がペンや紙を使うことで, 頭だけで計算すること

が不可能な計算をすることができることを例にあげ、人間が機械を身体に埋め込むことなく、脳・身体・世界を一つのシステムとして活用していると説明している。この考え方は技能体得の面でも説明できると考えられる。

2.2. テクノロジーを使った身体的技能の伝承

テクノロジーを用いることで先に示した身体技能の習得を促進させる手法の研究は多々ある。その多くは手本となる行為を、視覚や聴覚の他、触覚なども使用することでより具体的に伝承するためのシステムである。

渡辺ら (Watanabe et al. 2009) によるビデオ操作技術シンクロナイズドビデオシステム [図 2.1] は、ユーザーの状態と映像の中のお手本とをひもづける技術である。映像を再生ボタンによりコントロールするのではなく、自分の身体とシンクロさせながら操作することで教示されている動きを確認しやすくなる。

米村ら (米村朋子他 2011) はプロの視点を体験できる視野共有システム [図 2.2] を用いて心肺蘇生法の訓練を実施した際の学習効果について検証している。ヘッドマウントディスプレイに自分の観ている映像とプロの視点を重層し、従来の第三人称視点では伝わりにくかった細かな作業を伝えやすくすることに成功している。

水品ら (水品 2014) は従来の映像と音声による受動的な「視聴」から能動的な「体験の共有」へと拡張することを目的とした Haptic Broadcast [図 2.3] を提案している。競技中のスポーツ選手が感じている触感情報を記録し伝送することで、スポーツ選手の体験を追体験することを可能にしている。

嵯峨ら (Saga et al. 2005) は熟練者の作業を記録し、力覚提示装置で動的に再生する Haptic Video [図 2.4] を提案している。資格情報だけでなく、身体の動きまでも伝達することを可能にしている。

玉木ら (Tamaki et al. 2011) は電気刺激を用いた人体手形状の直接制御システム PossessedHand [図 2.5] を提案している。腕に巻いた2枚のベルトから前腕の筋肉に電気刺激を与えることで手指の動きを制御することを可能にしている。また、このシステムは指先や手の甲ではなく、腕にデバイスを装着するため、指の触覚などを阻害することがない。

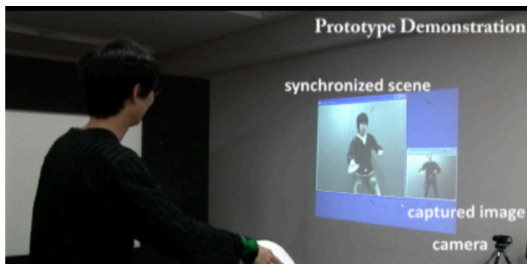


図 2.1: シンクロナイズドビデオ ¹

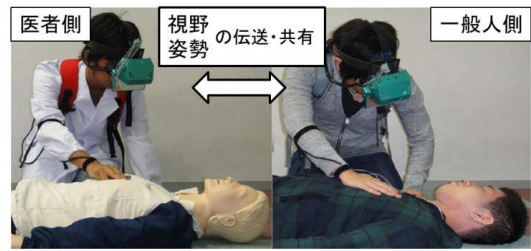


図 2.2: 視野共有システム ²



図 2.3: Haptic Broadcast ³

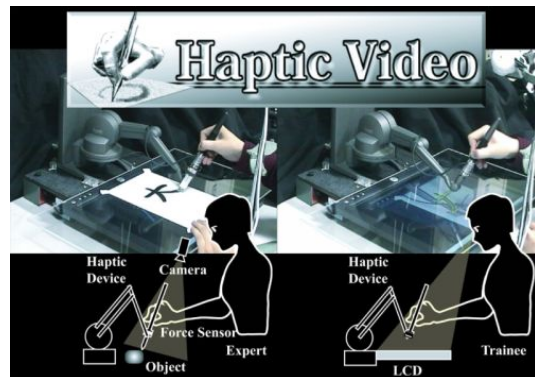


図 2.4: Haptic Video ⁴



図 2.5: PossessedHand ⁵

2.3. 鏡像認知

鏡像認知とは、鏡に映った像を自己像だと認識することである。人は鏡を見てそこに映る像を自分だと認識するが、生まれてすぐにその認知が身についているわけではない。乳幼児を対象とした鏡像認知実験にルージュテストというものがある。口紅やシールなどを乳幼児の顔に貼った状態で鏡の前へ立たせ、その口紅などが自分につけられているものかを認識できるかを試す実験である。これまでの実験によると、このルージュテストに通過できるのは2歳前後だと結論付けられている (Amsterdam 1972)。

2.4. 鏡のメタファーを使ったインタラクション

自分の身体の動きと鏡を使用する研究やインタラクションに関して取り上げる。藤井ら (藤井直敬他) により開発された The Mirror [図 2.6] はヘッドマウントディスプレイとヘッドフォンを装着し、ディスプレイを鏡に見立て、自分の姿を見るインタラクションである。自分と鏡像との動きの時間的なずれが発生することで、自己と身体とが引き離されていくような感覚になる。

門村ら (Kadomura and Matsuda 2016) は遠隔地にいる相手が映り込む鏡面インタフェースを用いた遠隔エクササイズシステム: CASPER [図 2.7] を提案している。スクリーンに自身が写った鏡像を投影し、その映像に遠隔地にいる教示者を重層することで教示者がそばにいるような体験を創出している。

長嶋ら (Nagashima and Hashimoto) はタブレット端末でアームに装着したカメラを iPad を使って操作し、任意の方向から観ることができるシステム Satellite Eyes [図 2.8] を提案しており、化粧や整髪における利用シーンを想定している。

辻田ら (Tsujiita and Rekimoto 2011) は冷蔵庫の前で笑うと、カメラが笑顔を認識しスムーズに扉が開くハピネスカウンター [図 2.9] を提案している。

吉田ら (Yoshida et al. 2013) も同じように鏡を用いて、扇情的な鏡 [図 2.8] というシステムを提案している。これは、鏡に映った表情を少し笑顔にしたり、少し困り顔にすることで心理的なゆらぎを生み出している。試着室やデジタルサイ

ネージに適用することで、今までできなかったような感情状態に直接働きかけるようなシステムやコンテンツを作成できるとしている。



図 2.6: The Mirror⁶



図 2.7: CASPER⁷



図 2.8: Satellite Eyes⁸



図 2.9: ハピネスカウンター⁹

2.5. 映像による身体感覚の誘発

映像による身体感覚の誘発に関する研究としては Pseudo-Haptics があげられる。Pseudo-Haptics はユーザーの身体動作、またはそれを投影するポインタ（コンピュータのマウスやバットなど）を時間的、空間的に変化させることで擬似的な触力覚を錯覚させる現象である。この現象を用いることで物理的な力を発生させるデバイスを使用することなく視覚刺激だけで触力覚を生成することができる。



図 2.10: 扇情的な鏡¹⁰

Lecuyer ら (Lécuyer et al. 2004) は利き腕のマウスを操作する手を箱に覆って見えない状態にし、ディスプレイにマウスカーソルを表示させ、ディスプレイ上に表示した領域にマウスカーソルが到達するとマウスカーソルの動きが遅くなるようにコントロールすると、被験者はそこに凸型のスロープがあるように錯覚するという実験結果を報告している。

渡辺ら (Watanabe and Yasumura 2008) はマウスカーソルと GUI とのインタラクションにより視覚効果のみでユーザーが実際に触っているような感覚を再現する VisualHaptics [図 2.11] を開発している。ざらざらした感覚や奥行き感覚などを映像とマウスカーソルの動きの変化のみで表現することができる。

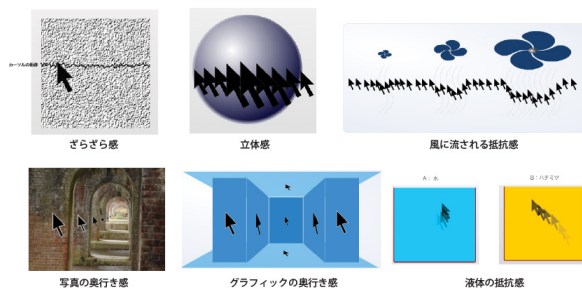


図 2.11: Visual Haptics¹¹

2.6. 本章のまとめ

本章では、本研究に関連する研究について述べた。身体的技能に関して、習得するためにはスキルに対する絶対的な真理を求めるのではなく方法論を提示する必要があることやオープンスキルやクローズドスキルといったようにスキルに種類があること、また、環境に何かしらの機能を持たすことでその環境も取り込んだ一連のシステムを作ることができることを述べた。テクノロジーを使った身体的技能の伝承では、触覚や本来行われる行為の時間軸をコントロールすることで、より細かく行為を観察することが可能になることが確認できた。鏡の中の像は同じタイミングで動くという鏡に対する人の思い込みを利用することで人を混乱させたり、気持ちを誘導することが可能であるということがわかった。

以上のことを踏まえ、続く3章では Paragon のコンセプトについて述べる。

- 1 石川渡辺研究室, シンクロナイズドビデオ: 身体動作と調和するビデオ操作, [<http://www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/vision/SyncVideo/index-j.html>] (最終検索日: 2016年12月16日)
- 2 前田研究室, 視野共有システム, [<http://hiel.ist.osaka-u.ac.jp/cms/index.php/services>] (最終検索日: 2016年12月16日)
- 3 EMBODIEDMEDIA, HapticBroadcast, [<http://embodiedmedia.org/project/haptic-broadcast/>] (最終検索日: 2016年12月16日)
- 4 SagaLab, HapticVideo, [<http://saga-lab.org/concrete/index.php/projects/haptic-video/>] (最終検索日: 2016年12月16日)
- 5 RekimotoLab, PossessedHand: 電気刺激によるヒトの手を制御する技術, [<https://lab.rekimoto.org/projects/possessedhand/possessedhand>] (最終検索日: 2016年12月16日)
- 6 ICC, TheMirror, [<http://www.ntticc.or.jp/en/archive/works/the-mirror/>] (最終検索日: 2016年12月16日)
- 7 WIRED, 暦本純一とイノラボが構想する, ヘルスケアとテクノロジーのかけ算, [<http://wired.jp/2016/04/09/innolab-vol22/>] (最終検索日: 2016年12月16日)
- 8 HashimotoLab, SatelliteEyes 人の周囲を回転するカメラアームを用いた視野拡張システム, [<http://kougaku-lab.org/projects/SatelliteEyes/index.html>] (最終検索日: 2016年12月16日)

- 9 GOODDESIGNAWARD, 情報家電 [ハピネスカウンター], [<http://www.g-mark.org/award/describe/39082>] (最終検索日:2016年12月16日)
- 10 GOODDESIGNAWARD, 鏡 [扇情的な鏡], [<http://www.g-mark.org/award/describe/40439?token=vaWVIxA7FP>] (最終検索日:2016年12月16日)
- 11 VisualHaptics:カーソルによる手触り感提示システム, [<http://www.persistent.org/visualhaptics.html>] (最終検索日:2017年2月2日)

第3章

コンセプト Paragon

3.1. プロジェクト概要・目的

本研究はソニー株式会社のクリエイティブセンターと慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科 Embodied Media プロジェクトが共同で行っている研究の一環として実施した。プロジェクトは2016年4月から2017年3月までの期間で行われ、コンセプトデザインからファンクションプロトタイプ、サービスデザインまで実施した [図3.1]。

ソニー株式会社はエンターテインメント企業である。ビデオカメラやウォークマン、音楽、ゲーム、映画などの製品を通してさまざまなエンターテインメントをユーザーに届けてきた。エレクトロニクス製品を作ってきたのではなく、ビデオカメラにより家族の思い出を記録することができたり、ウォークマンにより移動の体験を変化させたりと、エンターテインメントの力によりさまざまなライフスタイルの変化をつくりだしてきた。しかし、中国や韓国の新興メーカーの製品は低価格だけでなく高品質化しており、ソニー株式会社は新たな製品を作るだけでなく、他にない斬新な製品を通じた体験や経験をどのようにデザインしていくかが求められる。

その一つの方向性として、ソニー株式会社は日常に浸透するエンターテインメントの新しい可能性として、Life Space UX [図3.2] というコンセプトを打ち立て、空間そのものを生かし新たな体験を作り出している。これらのことを踏まえた上で議論をおこなった。

そして今回の共同研究において設定したテーマが「ライフタイムインタラクション」である。日常生活には睡眠・休息や料理・食事、通勤・街歩き、家族間のコ

コミュニケーションなどわれわれに欠かせない行為が数多く存在する。それらに対して、人の生活サイクルという長期的な時間軸の中でのインタラクションをデザインする研究の方向性が定まった。

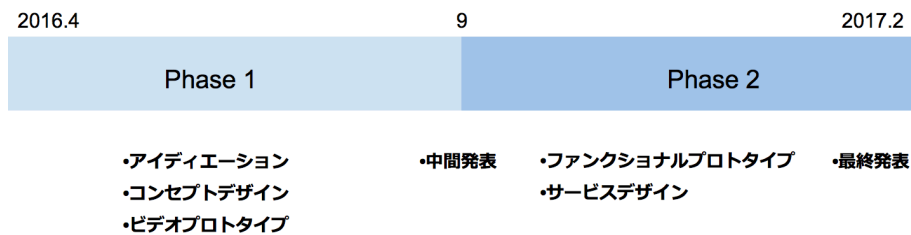


図 3.1: スケジュール

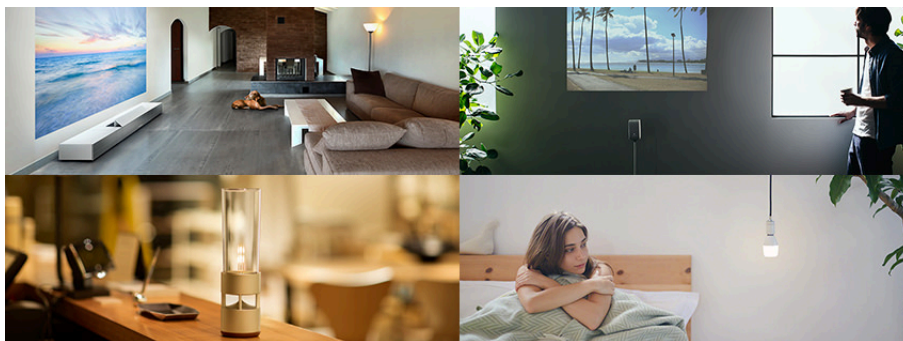


図 3.2: Life Space UX¹

3.1.1 Sync-In

ソニー株式会社とのプロジェクト自体は3年目である。3年に共通するコンセプトとして「Sync-In [図 3.3]」がある。Sync-Inは人の行動や空間、運動といったものをその人固有のものではなくて、別のユーザーが追体験できるようにする。体験の運動成分を抜き出し、ユーザーが身体へと取り込むことでその人の主観で体験することが可能となる。

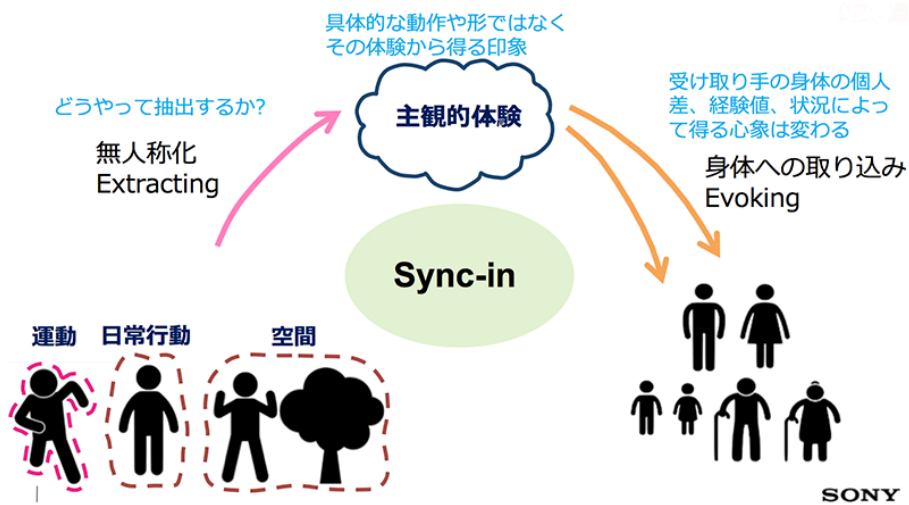


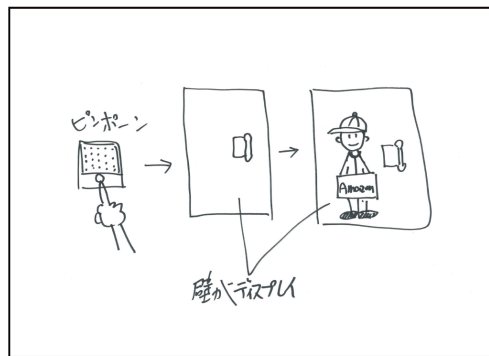
図 3.3: Sync-In の概念図

3.2. アイデアスケッチ・クラスタリング

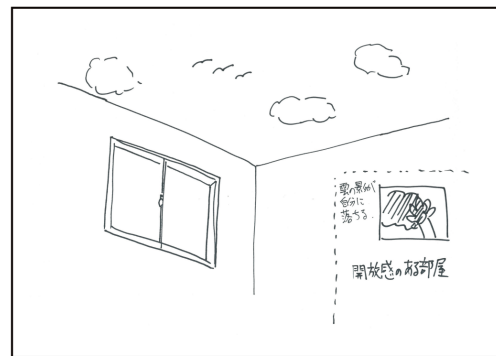
プロジェクトの第一歩として、生活空間での長期的な活用ができそうなアイデアを考えるため、アイデアスケッチ [図3.4] ~ [図3.6] を数多く作成した。鏡や窓をテーマにしたものや、空間のリデザインなど自由にアイデアを出した。アイデアスケッチを描きそれをもとにアイディエーションを行うことを数回繰り返した。そして出てきたアイデアを分析し、クラスタリングを行った [図3.7]。このクラスタリングからライフタイムインタラクションのコンセプトにつながるキーワードを得ることができた。

3.3. ライフタイムインタラクション

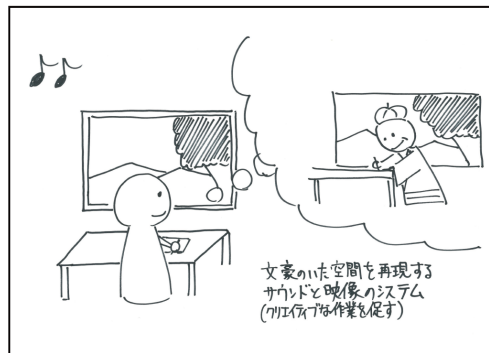
ライフタイムインタラクションとは、日常空間で一日や数週間ではなく、数ヶ月、数年といった長期的なスパンで生活者に働きかけ、生活や行動をサポートしてくれるようなインタラクションを生み出すことであると定義する。それは日常空間に融けており、ユーザーにポジティブな状態変化を与える。例えばリビングのテレビでダンスや楽器の練習ができたり、絵を描いたり物を作ったりするといっ



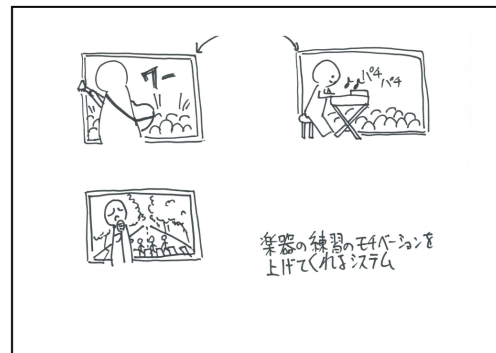
透ける壁



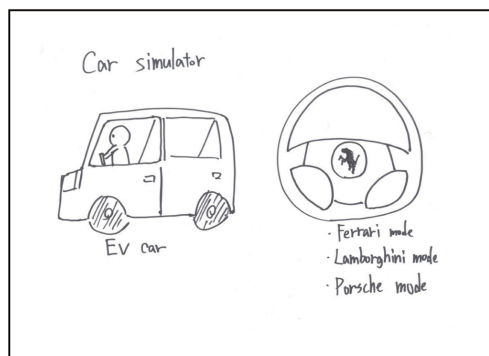
天井が空に



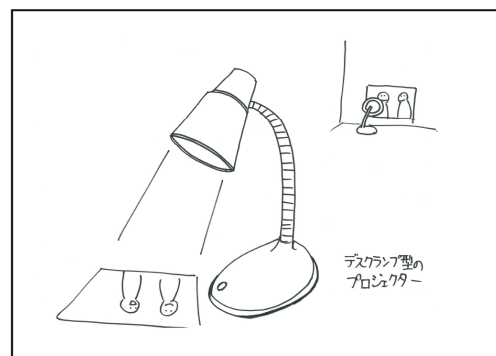
文豪のいた空間を再現



楽器の練習のモチベーションを上げる



車のエンジン音を
自分の好きな車種に変化させる

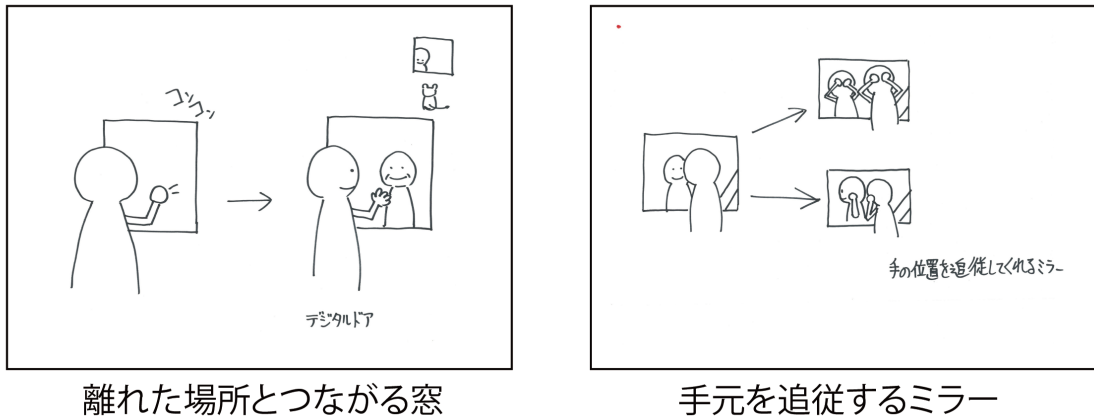


デスクランプ型のプロジェクター

図 3.4: アイディアスケッチ 1



図 3.5: アイディアスケッチ 2



離れた場所とつながる窓

手元を追従するミラー

図 3.6: アイディアスケッチ 3

2016/6/9

探索活動アイディエーションクラスタリング図

その他のキーワード

- あえて嘘を言うと最適化される
- 情報業
- 無意識を荒らす→記憶に残る

パーソナライズ
→無意識的行動の設計・誘発

室外環境の情報を室内へ身体的に伝える。

暗黙的な状態変化を可視化する。

一人ひとりばばらばらのまま集団としての一体感を得る。

“動物”としての人間の特性“本能”を利用する。

人工的に時間軸を作る。

“未来の身体”に対してインタラクションする。

環境を最適化する。

Implicit Interaction に関する問題提議

日常のルーチン化 ↓ 無意識を荒らす	鍵を開けたか 記憶が安い 自分か自 運転	あの日さきから 170キロ 知られる人 なっていたら	時間の流れを 感じたいのか 集中できる? 流れを1130うが 集中できる?	座禅 その間は 何を見ている?	何者先読み
--------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	---	-----------------------	-------

図 3.7: アイディエーションのクラスタリング

たクリエイティブな活動をしやすくなる空間を作り出す。このようにユーザーの日常的な経験をリデザインする新たなエンターテイメントとして提案する。

近年 SNS の台頭によりエンターテイメントの形が変わってきている。自分の体験を手軽に友人，知人にリアルタイムでシェアし「いいね」をもらう文化が誕生したり，音楽を聞くことが YouTube や Spotify をはじめとした定額の音楽配信サービスにより簡単になり，音楽レーベルなどの企業の戦略としてもライブや音楽フェスなどの実体験を重視するように変化している。この流れは，体験としての希少性が高いほど，人にシェアしたくなったり，いいねをもらった時の感動が深いと考えられる。自分ができることを増やしたり，他の人ができないことができるということはこれまで以上に充実感を感じることができる。この流れは今後さらに加速していくと考え，新たなエンターテイメントの方向性として，アビリティアップに着目した。

3.4. コンセプト

3.4.1 鏡から鑑へ

日常空間でのアビリティアップを考えたとき着目したのが鏡である。そして単なる鏡ではなく，理想とする自分に近づくための鏡という意味を込めて「鑑」という文字を使うことを決めた。「鑑」は「職人の鑑」といったように模範や典型といった意味で使われる。そしてその英訳である Paragon というキーワードを抽出した。つまり，鏡を使って鑑へと近づく体験を作る [図 3.8]。

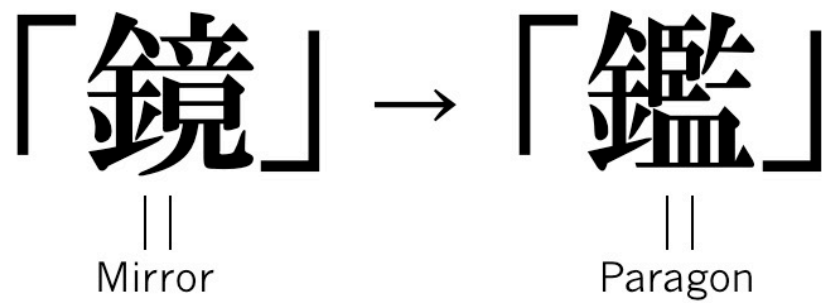
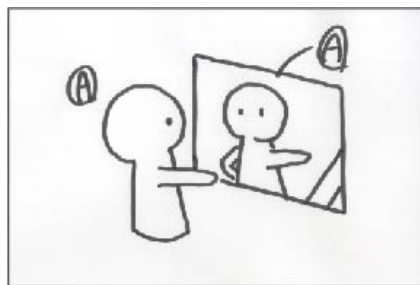


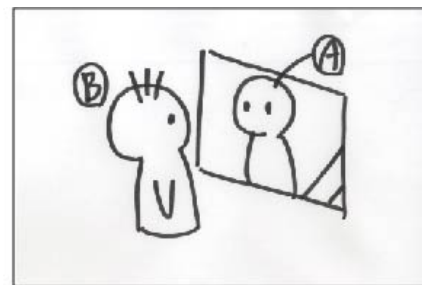
図 3.8: 鏡から鑑へ

3.4.2 Paragon のインタラクションデザイン

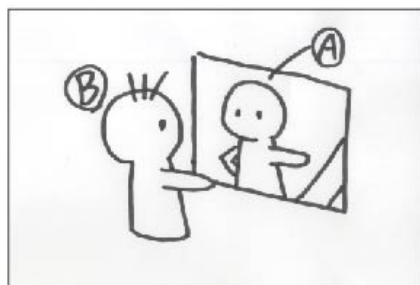
Paragon は鏡のメタファーを使い，鑑へと近づく体験を通してアビリティアップにつながるメディアである．お手本となる人がアビリティを”鏡（鏡像が提示されるディスプレイ）”に記録し，記録したお手本を自分のように感じ，（鏡像認知の発生）ユーザーが自分自身の身体を動かしながらお手本のアビリティを得，最終的には鏡を使わなくてもそのアビリティを使うことができる [図 3.9]．このコンセプトをもとにアイデアスケッチ [図 3.10] を作成した．



①お手本となる人がアビリティを“鏡(鏡像が提示されるディスプレイ)”に記録する



②記録したお手本をユーザーが自分のように感じる(鏡像認知の発生)



③ユーザーが自分自身の身体を動かしながらお手本のアビリティを得る



④最終的には鏡を使わなくてもそのアビリティを使うことができる

図 3.9: インタラクションの流れ

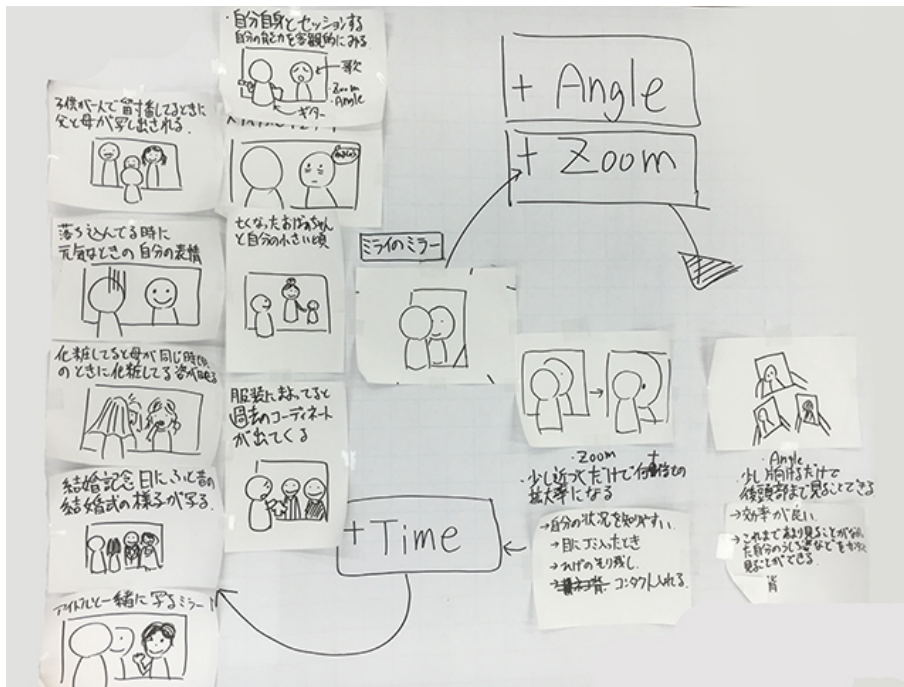


図 3.10: アイデアスケッチの経過

3.5. シナリオ

Paragon はリビングのテレビでダンスや楽器の練習をしたり、キッチンでレシピを教示してくれるディスプレイ、フィットネススタジオの鏡として、屋外のサイネージなど大型のディスプレイが設置されている場所などで活用できると考えられる。

3.6. ビデオプロトタイプ

コンセプトとシナリオを元にビデオプロトタイプ [図 3.11] を作成した。



タイトル



機能

鏡像を提示したディスプレイを設置する。映像を記録するカメラやセンサーを内蔵した調理器具により構成される。



Sync-In

お手本の動きと同期したような体験を得られる「Sync-in」の紹介。



活用範囲

食材を切ったり、フライパンを振ったりといった、ダイナミックな動きでの活用が考えられる。

図 3.11: ビデオプロトタイプ

3.7. 本章のまとめ

ソニー株式会社との共同研究のテーマである「ライフタイムインタラクション」に関して、アイデアスケッチや作成したアイデアスケッチのクラスタリングを行ったほか、ライフタイムインタラクションというテーマから次世代のエンターテインメントとして技能体得に着目した。

そして鏡のメタファーを使い、鑑へと近づく体験を通してアビリティアップにつながる Paragon のコンセプトを提案した。そして立てたコンセプトからシナリオやビデオプロトタイプを作成し、アイデアを具体的なイメージへと広げた。続く4章では試作を行う。

- 1 SONY, LifeSpaceUXLab., [<http://life-space-ux-lab.sony.co.jp/about/>] (最終検索日:2017年1月23日)

第4章 試

作

4.1. 1st プロトタイプ

アイデアスケッチを作成した際に提案した「5視点から見る事ができる鏡」とビデオプロトタイプをもとに「Zoom-In」と「Sync-In」のプロトタイプを作成した。それぞれの実装で使用する映像は「Archive」の機能により事前に撮影したものという想定をしている。

4.1.1 5視点から見る事ができる鏡

鏡では不可能な機能として、視点を変えることがあげられる。このプロトタイプでは、正面、後ろ、左、右、俯瞰の計5視点の映像を映すことができる。一度に映すのではなくて、鏡を使用する上で必ず発生する手の動きに着目し、鏡の前に立つ人が特別な動作をしなくても見たいところに切り替わることに利便性を感じたからである。実装手法としては、ウェブカメラを5台を使用し、OpenCVによる画像認識により手が認識されると自動的に切り替わっていくディスプレイを実装した [図 4.1] [図 4.2]。



図 4.1: 5 視点から見る事ができる鏡のプロトタイプ

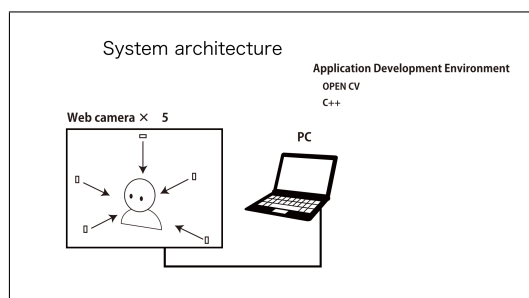


図 4.2: システム構成図

4.1.2 Zoom-In

アビリティアップには、物事をよく観察することが欠かせない。「Zoom-In」は繊細な動きや遠目では分からない動きを確認するための機能である。ユーザーは表示されている赤い点を拡大したい場所に合うように顔を移動させる。そして、前のめりになるとその周辺が拡大される。アビリティアップのために身体を動かすことを想定した時に、リモコンなどを使用することなく拡大できることはメリットが大きい。

Zoom-In [図 4.3] は openFrameworks で実装を行った。簡易的に実装するため、フェイストラッキングのアドオンである「ofxFaceTracker」を使用した。



図 4.3: Zoom-In のプロトタイプ

4.1.3 Sync-In

通常コンテンツを操作するにはリモコンなどを使用する。しかしアビリティアップをする際、習得したい動きとコンテンツを操作するという動きは分断されている。そのため、習得したい動きそのものによってコンテンツを操作するということができれば効率良く技能体得をすることができると考えられる。

Sync-In [図 4.4] はお手本の動きを追うように同じ動きをすることで映像を再生していくことができる機能である。任天堂の Wii リモコンプラスと赤外線 LED、Cycling 74 社の Max/MSP¹を用いた。100 円均一で包丁とまな板のおもちゃ、そして LED ライトを購入し、この LED の部分を赤外線 LED へ変更した。その赤外線 LED を装着した LED ライトをおもちゃの包丁側面に両面テープで貼り、包丁の位置が変化することで上下の変異を Wii リモコンが取得し、事前に撮影し編集した映像を進めていくことが可能である。

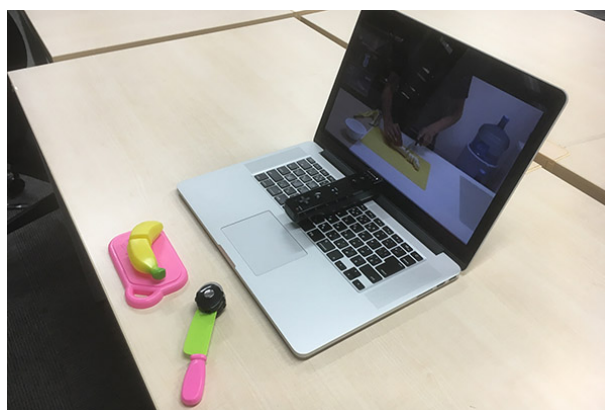


図 4.4: Sync-in のプロトタイプ

4.1.4 考察

3つのプロトタイプを作成し、とくに Sync-In によるアビリティアップに可能性を見出した。ディスプレイに教示されているお手本の映像をユーザーの行動そのもので動かしていくことは日常のアビリティアップにおけるインタラクションとして利便性が高いと考えられる。

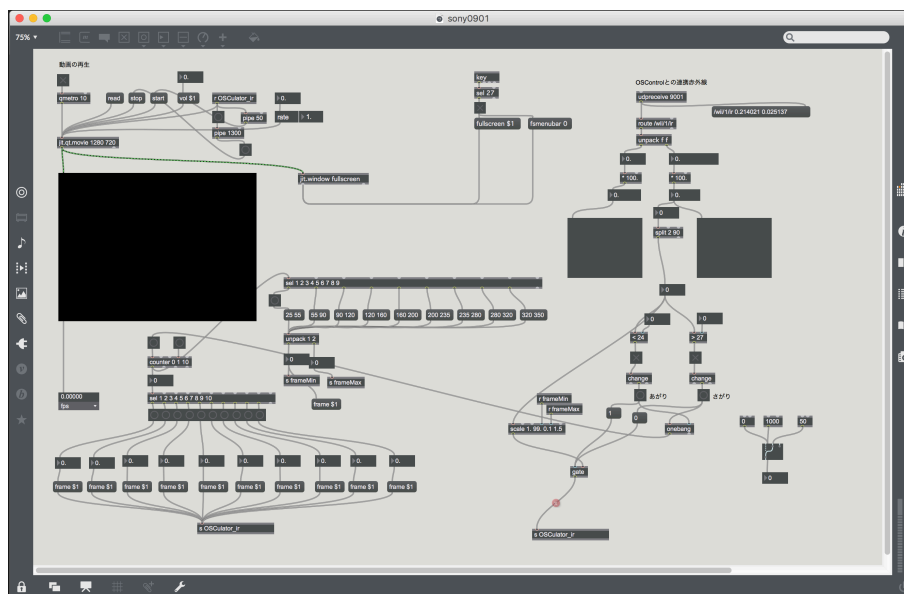


図 4.5: Max/MSP の作業画面

4.2. 2nd プロトタイプ

4.2.1 概要

2nd プロトタイプ [図 4.6] では大型モニターを使用し、上半身が実際の鏡のように映るよう設計した。

4.2.2 実装

OptiTrack²と openFrameworks³を用いて実装した。openFrameworks はプログラミング言語 C++を使用したオープンソースツールキットである。OptiTrack の座標を読み取る部分と画像の処理部分をマルチスレッド化することで遅延のない表示を実現した。ユーザーから見える位置には OptiTrack を配置したくなかったため、ユーザーの頭などで隠れないように配置を工夫し、天井から吊り下げトラッキングを行うこととした [図 4.8]。

映像を撮影する際のカメラのポジショニングに関して非常に重要である。人

が鏡を見る時には、鏡を隔てて同じ空間が広がっているという風に考えることができる。それをもとに実験を行う日本科学未来館サイバーリビングラボ（CLL）のテーブルの長さ（62.5cm）とテーブルと目線までの長さ（12cm）とした [図 4.9]。そして筆者の目線の高さにあわせてカメラをセッティングした [図 4.10]。

またお手本となる映像を撮影する際に OptiTrack のモーションデータも記録し、CSV データとして記録することとした [図 4.11] [図 4.12]。



図 4.6: 2nd プロトタイプ

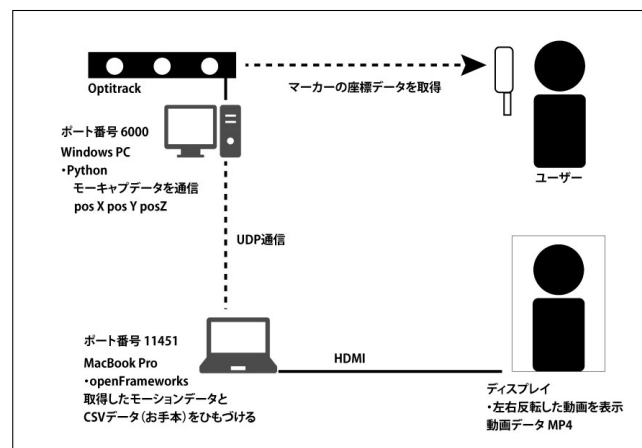


図 4.7: 2nd プロトタイプ構成図



図 4.8: OptiTrack とカメラとの位置関係

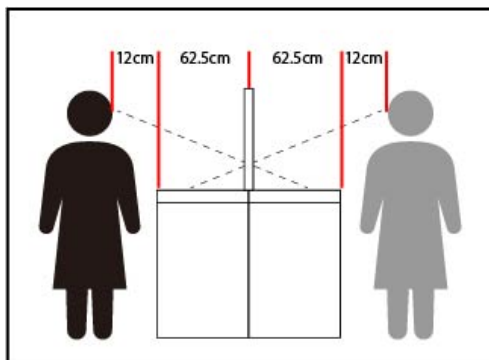


図 4.9: ミラーを使い、手元を見たときの映り方

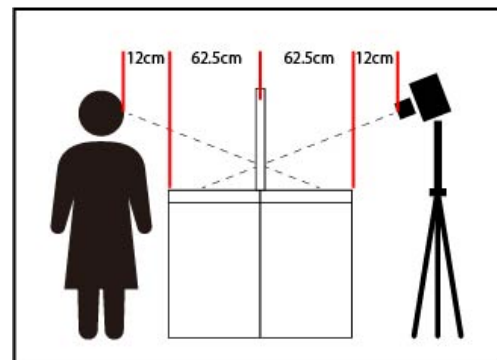


図 4.10: カメラに置き換えた図

Time	RX	RY	RZ	RW	PX	PY	PZ	Error
0	-0.188	0.070276	-0.211028	-0.956653	-0.089424	0.141087	0.01105	0.000379
0.008333	-0.193885	0.070249	-0.210966	-0.955493	-0.089276	0.139542	0.010986	0.000476
0.016667	-0.198961	0.070476	-0.211906	-0.954224	-0.089154	0.138135	0.01093	0.000499
0.025	-0.193281	0.072703	-0.208148	-0.95605	-0.089151	0.136521	0.010754	0.000477
0.033333	-0.193042	0.073934	-0.206156	-0.956435	-0.08917	0.135001	0.010626	0.000509
0.041667	-0.191957	0.075255	-0.205844	-0.956618	-0.089228	0.133402	0.010487	0.000441
0.05	-0.199729	0.075298	-0.207295	-0.954708	-0.089311	0.131849	0.010339	0.000497
0.058333	-0.20894	0.074815	-0.210403	-0.952091	-0.0894	0.130361	0.01023	0.000559
0.066667	-0.213135	0.075001	-0.212498	-0.95068	-0.089472	0.128991	0.010122	0.000564
0.075	-0.220791	0.074617	-0.215573	-0.948268	-0.089544	0.127764	0.010008	0.000601
0.083333	-0.221325	0.075436	-0.213903	-0.948457	-0.089591	0.126588	0.009895	0.000651
0.091667	-0.215323	0.076789	-0.211104	-0.950355	-0.089566	0.125584	0.009811	0.000547
0.1	-0.205934	0.078662	-0.206889	-0.953205	-0.089521	0.124715	0.009716	0.000409
0.108333	-0.209753	0.078828	-0.205808	-0.952593	-0.089481	0.123823	0.009614	0.000472
0.116667	-0.202459	0.080481	-0.202361	-0.954769	-0.089491	0.12292	0.009577	0.000378
0.125	-0.196477	0.082154	-0.197486	-0.956894	-0.089528	0.121995	0.009542	0.00035
0.133333	-0.194489	0.083161	-0.197084	-0.957296	-0.089645	0.120947	0.009447	0.000277
0.141667	-0.208787	0.082153	-0.201263	-0.953495	-0.089801	0.119838	0.009338	0.000416
0.15	-0.21447	0.081947	-0.204014	-0.951665	-0.089969	0.118805	0.009254	0.000425
0.158333	-0.219126	0.081792	-0.205456	-0.950306	-0.09014	0.117914	0.009175	0.000487
0.166667	-0.21543	0.082971	-0.204972	-0.951153	-0.09029	0.117049	0.00904	0.000418
0.175	-0.216016	0.083687	-0.203133	-0.951352	-0.090387	0.116293	0.008937	0.000445
0.183333	-0.225973	0.082959	-0.206329	-0.948411	-0.090422	0.115677	0.008839	0.000492
0.191667	-0.223904	0.084235	-0.202579	-0.949596	-0.090464	0.115024	0.008717	0.000491
0.2	-0.229163	0.084626	-0.201176	-0.948605	-0.090507	0.11444	0.008613	0.000569
0.208333	-0.221486	0.086352	-0.19799	-0.95094	-0.090581	0.113719	0.008485	0.000429
0.216667	-0.234426	0.084993	-0.202115	-0.947085	-0.090628	0.112982	0.008356	0.000524
0.225	-0.231828	0.085156	-0.198272	-0.948521	-0.090572	0.112501	0.008263	0.000546
0.233333	-0.233763	0.084612	-0.198009	-0.94815	-0.09043	0.1121	0.008219	0.000506
0.241667	-0.228171	0.085132	-0.194042	-0.950283	-0.090271	0.111747	0.008199	0.000448
0.25	-0.228152	0.084869	-0.194557	-0.950206	-0.090176	0.111347	0.008134	0.00042
0.258333	-0.219739	0.085865	-0.192488	-0.952518	-0.090143	0.110857	0.008086	0.000336

図 4.11: 取得する座標を整理した CSV データ

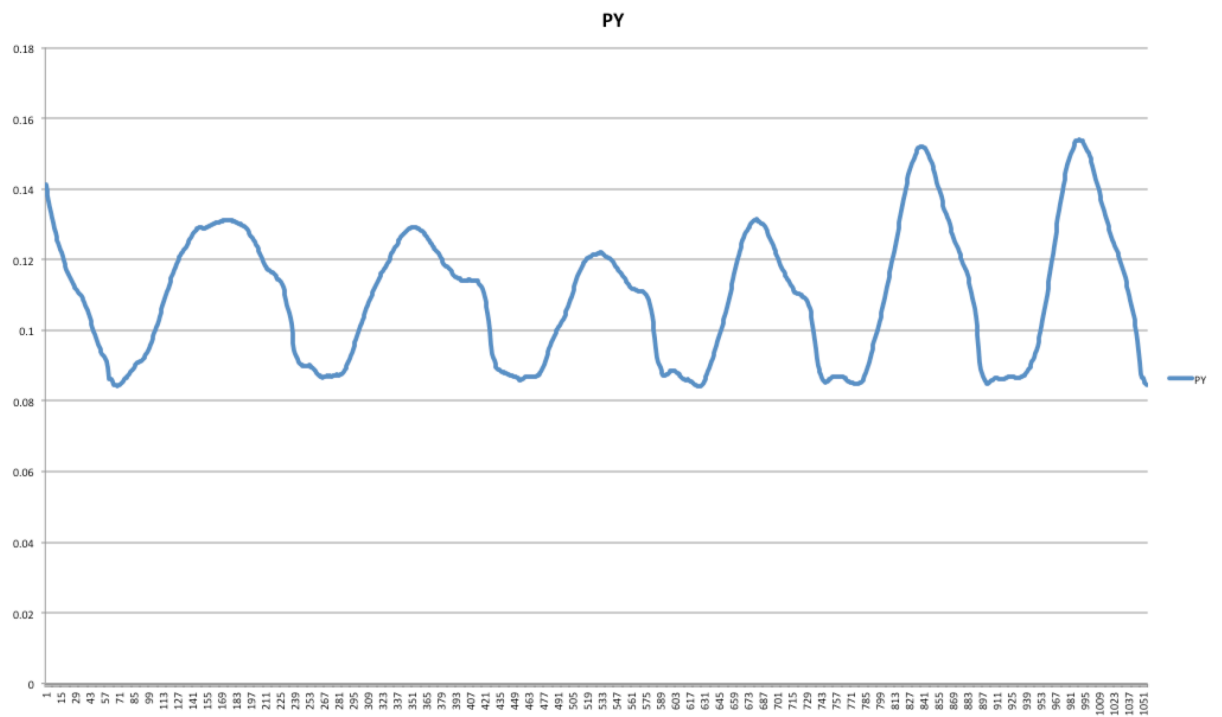


図 4.12: 上記のポジションの Y 軸をグラフ化した図

4.2.3 考察

頭部が表示されていると自分っぽさが阻害され、鏡感を感じにくい。これは、相手が他人であることが明白であることやユーザーが顔を上げた時に、お手本と視線が合わないことが要因だと考えられる。

また、事前を取得したお手本のデータをどのように作成するかが課題となった。OptiTrackでは、Rotate X軸、Rotate Y軸、Rotate Z軸、Rotate W軸、Position X軸、Position Y軸、Position Z軸といった7個のパラメータを取得できるが、すべての座標が合わない限り映像が進まないことになってしまうと日常使いが非常にしづらいものになってしまうと考えられる。鏡のメタファーを活かすため、使用する軸数を極力減らし自分で鏡にあわせていく体験をつくるべきであると考えた。

さらに、リアルタイムに映っているユーザーを提示するだけでは、次にすべき行動が分からない。そのため、3rd プロトタイプでは少し未来の提示を行い、お手本に誘導されるような体験の創出をめざす。

4.3. 3rd プロトタイプ

4.3.1 概要

3rd プロトタイプではお手本の像をユーザー自身のように感じるために胴体だけを表示する。そしてイージングファンクションを使用することでお手本の映像とシンクロしながらも体感を変える体験を生み出した [図 4.13] [図 4.14]。2章で上げた「Haptic Broadcast」では、予め撮影したお手本のバドミントンのスイングを自分がスイングすることで追体験できるというものであった。普通であれば一瞬で終わる行為の時間軸を引き伸ばし、自分の身体でコントロールすることでつぶさに観察することができる。

一方、Paragonではお手本の技能を確認するという目的上、自分の動きの少し未来を提示する必要がある。そのための試作としてダンベルを持ち上げるというシンプルな行為を設定した。使用する OptiaTrackのパラメータは Position の Y 軸のみにした。



図 4.13: Sine-Out



図 4.14: Sine-In

4.3.2 実装

OptiTrack のマーカーが付いたグローブを使用する。少し未来を提示する手法として、イージングファンクションを使用する [図 4.15] ⁴。イージングファンクションを使うことでフレームとフレームの間をどのように補間するかを設定することができ、映像に緩急をつけることができる [図 4.16]。通常に再生する場合から時間軸と動きの関係性を補正することで行為のはじめと終わりのポイントは変えることなく、その間の動きを調整することが可能である。最初と最後の行為が揃っていることでユーザーは鏡の中の動きをより自分の動きととらえやすくなる考えた。openFrameworks では ofxTween というアドオンを使用することで簡単にイージングを実装することが可能である。そのため、ofxTween を使用することで体験としてどのような結果を生むことができるのかを試すこととした。

さまざまなパラメータを試した結果、サインカーブを用いて動きを誘導できるような体験を作ることができた [表 4.3.2]。

Easing の種類	説明
easingSine In	ダンベルが重くなったような感覚がする
easingSine Out	ダンベルが軽くなったような感覚がする

表 4.1: ダンベルを使った評価

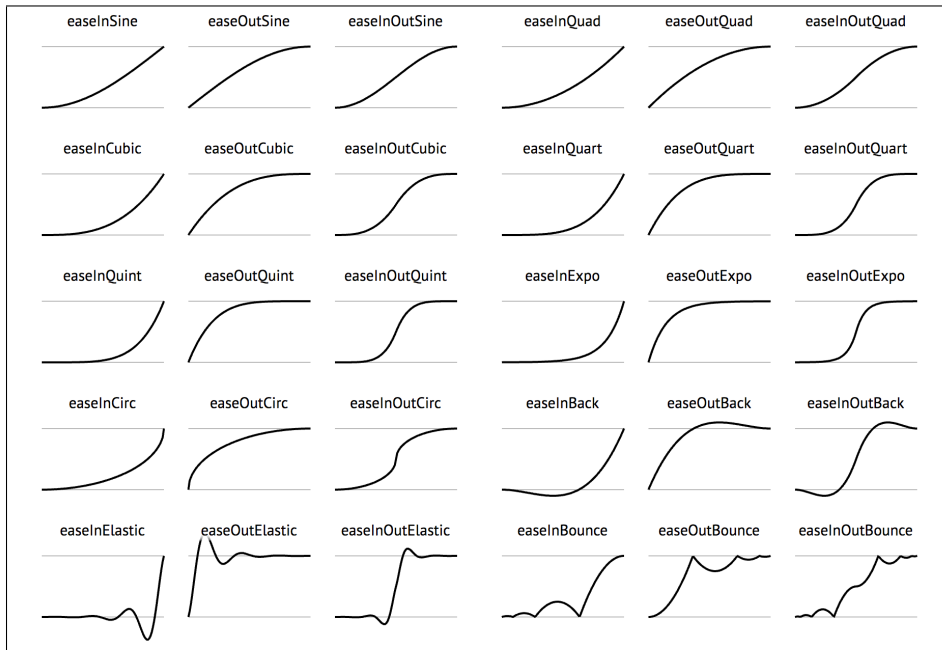


図 4.15: イージング一覧

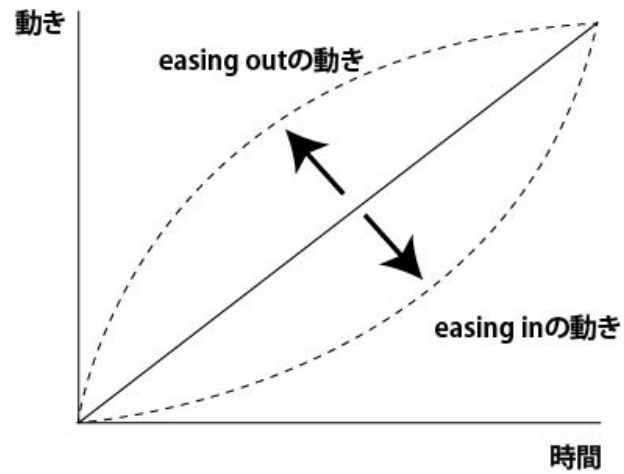


図 4.16: イージングによる動きの変化のイメージ

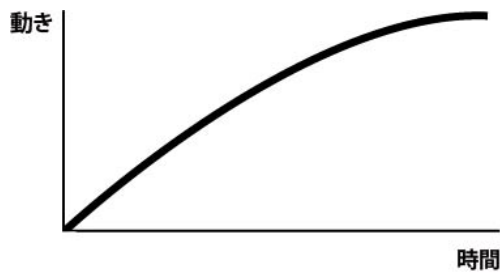


図 4.17: Sine-Out のカーブ

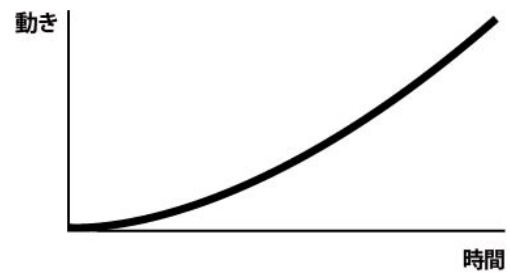


図 4.18: Sine-In のカーブ

4.3.3 考察

頭部は提示せず胴体だけにしたことにより自分の身体のように感じる事ができた。Sine-Out ではユーザーの動きよりも少し先の動きを提示することで自分が到達すべき点が明確になり、腕を動かすべき場所がわかる。そして同時にダンベルの動きが早まることで少し軽くなったような感覚を確認できた。一方、Sine-In ではユーザの動きに追従してくるような体験を生み出すことで少し重くなったような感覚を確認できた。

4.4. 本章のまとめ

本章では Paragon の実装を行った。1st プロトタイプでは3章で得たコンセプトから実装を行った。2nd プロトタイプ以降では1st プロトタイプの中からとくにアビリティアップに結びつくと考えられた Sync-In の機能の実装を行った。続く5章では Paragon の具体的な活用事例を示す。

- 1 『Max/MSP』 <http://www.mi7.co.jp/products/cycling74/>
- 2 『OptiTrack』 <http://www.mocap.jp/optitrack/>
- 3 『openFrameworks』 <http://openframeworks.cc/ja/>

4 Easing function,

[<http://easings.net/ja>] (最終検索日 : 2016 年 12 月 16 日)

第5章

Mel Kitchen

5.1. アビリティアップの場としてのキッチン

Paragon の可能性は必ずしもプロのようなアビリティを得ることだけではない。身近な人の技能を得ることにも大きな価値がある。そこで注目したのがキッチンである。キッチンには料理を作るという明確な目的がある。そして料理は基本的に毎日行われる行為であり、調理者はさまざまな技能を用いることで料理を作る。

また、多くの人にとって、母親や祖母が料理を作る際の包丁のトントンといった音や、揚げ物をするパチパチといった音のほか、料理が完成に近づくにつれて漂う匂いなどのキッチンでのインタラクションに思い入れがあるということも重要である。キッチンは料理を作るだけでなく、家族とのコミュニケーションが発生する場所であり、「おふくろの味」という言葉には母が作ってくれた料理の味という意味だけでなく、その味を通して見えてくる家族間でのコミュニケーションの情景といった意味も少なからず込められていると考えられる。よってプロの味や母や祖母といったさまざまなパターンのアビリティ習得の可能性が考えられるキッチンを Paragon の応用事例とした。

5.2. キッチンの現状と未来

キッチンの起源は今から約1万年前、死海の北西部にある世界最古の町と称される「エリコ」に遡ることができる。初期のエリコの家は大きいものが多く、調理場に使われた中庭を取り囲むように部屋が並んでいたという。また、粘土の床はきわめて上質の漆喰で塗られ、赤やクリーム色に彩られ磨き上げられていた(M・

ハリスン 1993)¹。このことから今も昔も、キッチンに住人にとって特別な場所であったことが確認できる。

最新のキッチンの現状を知るためにショールームの見学を行った。訪問したのは LIXIL(東京都新宿区西新宿 8-17-1 住友不動産新宿グランドタワー 7F)² と TOTO(151-0053 東京都渋谷区代々木 2-1-5 JR 南新宿ビル 78F)³ の二箇所である。感想を下記にまとめる。(双方ともに写真撮影が禁止だったため、文章のみで記す。)

- LIXIL も TOTO も置いているものに大きな差は感じなかった。強いていうのであれば、LIXIL にはスマートハウスをテーマにしたブースがあり、エネルギーの効率的な使い方を東大の生産技術研究所⁴ と共同研究を荻本和彦先生⁵ と行っているとのことであった。
- ショールームに置いてある多くのシステムキッチンのデザイン [図 5.1] [図 5.2] が対面キッチン (オープンキッチン) であった。とくにアイランドキッチンが多く取り揃えられている印象を受けた。
- いくつかのキッチンのモデルには、コンロの前に油よけがあった。ここをハーフミラーにするのも一つのアイデアだと考えた。



図 5.1: LIXIL のキッチン⁶



図 5.2: TOTO のキッチン⁷

未来のキッチンに関してはさまざまな企業が提案している。モーリーロボティクスのロボットシェフ [図 5.3] はロボットアームが料理を自動的に作る。このシステムは料理する時間を省くことや、有名店のシェフのレシピを再現することが目的とされており、自分で料理する楽しみや技能の向上は目的としていない。

また、主にプロジェクターを使って情報提示を行い、手順や作業の補助を行うものも提案されている。テーブルの上に温度や分量を表示することで、レシピの情報をよりわかりやすく伝えたり、調理環境の状況を可視化することで調理をより円滑にしている。

これらはユーザの周りの環境を変えることで調理に影響を与えているのに対して、Paragon はユーザーの調理動作の向上が可能になると考えられる。



図 5.3: 自動調理ロボット・モリー (Moley) ⁸

テクノロジーを活用したキッチンに関してはさまざまな企業や研究室が提案している。主にプロジェクターを使って作業している場所へ情報提示を行い、手順や作業の補助を行うものである。企業が提案している例としては、スウェーデン発祥の家具量販店 IKEA がデザインコンサルティング会社 IDEO とのコラボレーションで行ったエキシビジョン「IKEA CONCEPT KITCHEN 2025 [図 5.4]」で提案された「A TABLE FOR LIVING」はコンロやダイニングテーブル、作業台、子供用プレイエリアといったあらゆる用途に対応可能なテーブルである。天井に取り付けられたプロジェクターやカメラ、センサーによりテーブル上の食べ物を検知し切り方やレシピなどをテーブル上に表示するというコンセプトである。

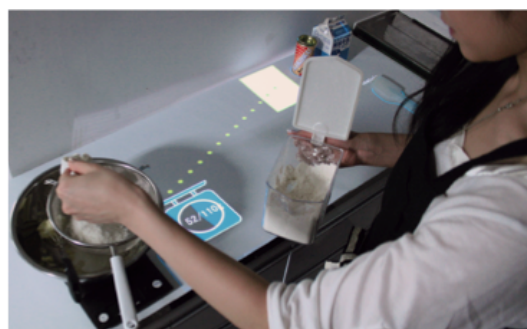
Panasonic がパナソニックセンター東京内に開設した「Wonder Life-BOX [図 5.5]」は家全体が人工知能によりサポートされている未来の暮らしをテーマとし

たモデルルームである。キッチンでは、人工知能によりおすすめのレシピが提示されたり、水量や火加減を音声でコントロールすることが提案されている。

研究領域において提案がされている例としては、瓜生ら (Uriu et al. 2012) が提案した panavi [図 5.6] は家庭のキッチンでプロの味を再現するためのフライパンがある。センサー、アクチュエータ、無線通信機能を内蔵したフライパンと、フライパンから送られる情報を処理するコンピュータ・システムで構成されている。ユーザーの全面に設置されたディスプレイと上部に設置されたプロジェクターによりフライパン上に温度情報を提示することでユーザーの調理をサポートする。

佐藤ら (Sato et al. 2014) による MimiCook [図 5.7] はユーザの行動に合わせてレシピの手順を表示するナビゲーションシステムである。材料や道具の配置、キッチンスケールの重量などをセンシングし、材料や分量の指示をキッチンカウンターにプロジェクションする。

これらはユーザの周りの環境を変えることで調理に影響を与えているのに対して、Paragon はユーザーの調理動作の向上が可能になると考えられる。

図 5.4: A TABLE FOR LIVING⁹図 5.5: Wonder Life-BOX¹⁰図 5.6: Panavi¹¹図 5.7: MimiCook¹²

5.3. キッチンにおけるインタラクション

キッチンで料理を作る際に求められる技能

キッチンでの料理の基本技能に関しては下記のようにまとめられる(川上 2010)¹³. これは大まかな分類であり, さらに食材ごとのクセ(火が通りやすい, 通りにくいなど)を知ることや調味料の組み合わせ方など料理をする上で必要とされる技能は数多くある.

- 道具の選定
- 食材を切る
- 煮る
- 揚げる
- ゆでる
- 炊く
- 蒸す
- 焼く
- 炒める
- 和える
- 味付け（和，洋，中）
- 加減を知る（水加減，火加減，塩加減）
- 食材の保存（野菜，肉，魚）

母の技能の観察

筆者の母に協力してもらい，とんぺい焼きを作る工程を撮影した [図 5.8]．その際，母に Roland のバイノーラルマイクとイヤホンが一体化している CS-10EM とレコーダー TASCAM の DR-07mk2 を装着してもらった [図 5.13]．母の位置から取得した音を聞くことができ，料理を作る際にどのような状況で作っているのかを調査できると考えた．

ユーザーにはヘッドフォンを装着してデモを体験してもらった．

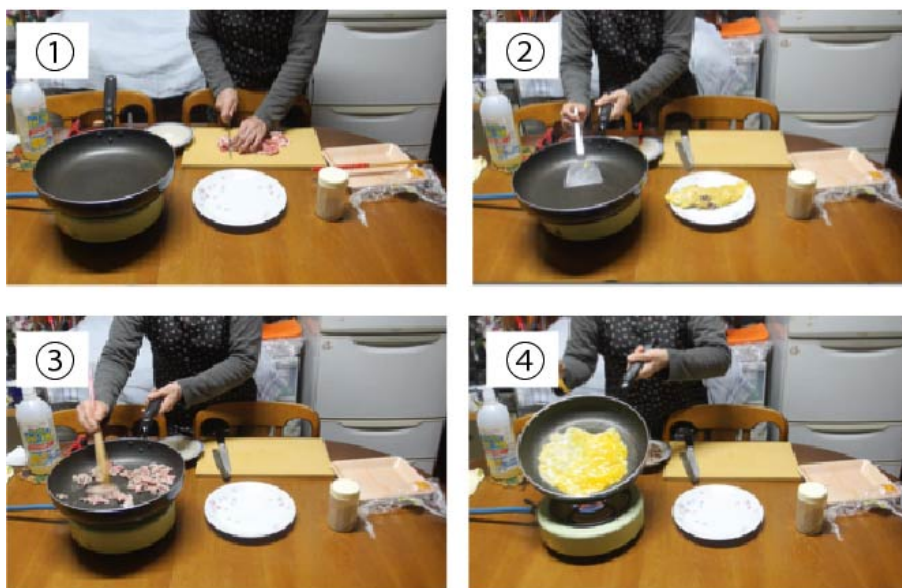


図 5.8: 記録した映像

考察

「ライフタイムインタラクション」のメンバーにヘッドフォンを装着し、体験してもらった。その結果、卵を混ぜる音や熱したフライパンに卵を入れた時の「ジュワッ」という音に臨場感を感じたという意見を聞くことができた。「映像だけ見ても生唾は出なかったが、音を聞いた瞬間生唾が出た」という意見もあり、音の必要性を強く感じる結果となった。

料理の行動分析

キッチンでのインタラクションを確かめるため筆者は料理を作った。「豚汁 [図 5.11]」を選んだ。自分の行動を記録するため、カメラを3台セットし撮影した。正面、俯瞰、横の3カットを撮影し、動画編集ソフト Adobe Premiere Pro を使って、時間経過とフレーム数を右上に表示した [図 5.12]。下記のような手順で料理を作った [表 5.3]。レシピ¹⁴はクックパッド¹⁵から適当なものを選んだ。



図 5.9: バイノーラルイヤホンとレコーダー



図 5.10: 体験の様子



図 5.11: 作った豚汁



図 5.12: 料理を作る

順序	内容
1	クックパッドでレシピを確認する
2	スーパーへ行き食材を選ぶ（にんじん、ごぼう、だいこん、豚のバラ肉、味噌）
3	食材を適切な切り方で切る
4	鍋で炒める
5	コショウ、塩、ごま油で味付けを行う
6	水を入れ煮立てる
7	味噌で味付け

表 5.1: 豚汁ができるまで

考察

料理は五感を活用する行為である。食材を切るときには食材固有の音や包丁を通じて触感を感じるほか、作る過程で味見して味を調整するという行為は味覚を使わなければ行うことができない。料理を作り、作っている過程を確認することで習得したいことを考えた [表 5.6]。

とくに着目したのは実際の切り方に関してである。まるでお手本を自分かのように錯覚することで、お手本の包丁の使い方を自分の身体を使って学ぶ、この体験を実現したい。

	内容
1	食材の切り方。レシピに記された切った後の食材の形から想像して切っただいたいの形は合っているのだがどのように切っているかを知りたい。
2	食材を切るリズム。料理の上手い人の包丁運びはリズムよく無駄がない。
3	料理の工程を俯瞰で見ること。少し前だけがわかるだけでは不十分で必要な調味料や調理器具が事前にわかれば無駄なく作業を行うことができる。
4	味付けのタイミングとその量。

表 5.2: 料理において習得したいこと

5.4. Mel kitchen のデザイン

母親の料理の観察や料理の試作により得た知見をもとに、Mel kitchen を提案する。Mel という名前は「Mirror」と「Embodied learning」の頭文字を合わせることで名付けた。この Mel kitchen をデザインを行う際、必須条件があると考えた。

- 設置する場所はコミュニケーションを妨げないこと
- 映像と動作を記録する
- 道具の動きのセンシング
- お手本による誘導
- 音場を再生する
- 自分の行動によってプロセスが進む

5.4.1 設置する場所はコミュニケーションを妨げないこと

キッチン家族とのコミュニケーションの場である。そのため Paragon を設置する箇所はスプラッシュバックやコミュニケーションを妨げない高さで設置することが必要である。

5.4.2 映像と動作を記録する

キッチンで行われる料理の映像を記録する必要がある。また切る、混ぜる、振る [図 5.13] のようなお手本の個性が出やすい大きく派手な動作を習得する。

5.4.3 道具の動きのセンシング

動作を記録する際は道具の動きをセンシングすることで行う。ユーザーが Paragon を使用する際に普通のキッチンと極力変わらない環境を作ることが大切だと考える。



図 5.13: キッチンにおける代表的な動作

5.4.4 お手本による誘導

イー징ングのタイミングを変化させることでお手本に誘導されるような体験を創出する。「軽い」「普通」「重い」の3つの値を変化させることでさまざまな種類の誘導の可能性を考えることができる。1回だけの運動では誘導を生み出すことはできないと考えられるが、5回ほどの動作があれば誘導のパターンを設定することができ誘導を発生させる可能性が高いと考えられる [図 5.14]。

5.4.5 音場を再生する

キッチンで料理をする際、さまざまな音が発生する。まな板の上で食材を包丁で切る際や、冷蔵庫からモノを取る音、野菜を洗う水の音など、これらの音もお手本が作業をしていた時のヒントとなる。音場を再現し、お手本がいた時の空間を再構築することが大切である。

5.4.6 自分の行動によってプロセスが進む

すべての行動を Sync-In にして行う必要はないと考える。等速の映像を再生する部分と Sync-In により映像を自分の身体でコントロールする箇所を分ける [図 5.15]。例えば野菜を洗うなどの動作や洗った野菜をまな板の上に乗せるなどは等速の映像として再生する。

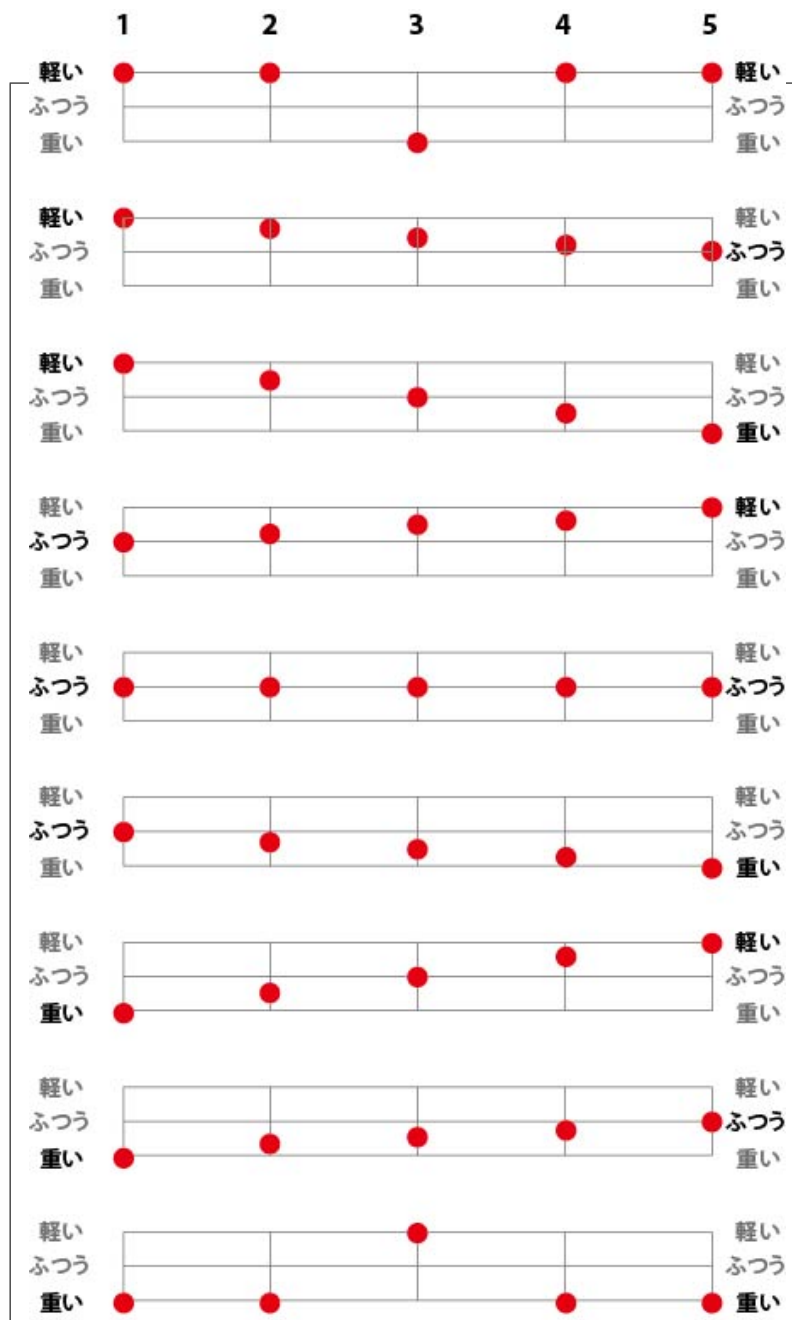


図 5.14: 誘導の体験の種類



図 5.15: 映像と Sync-In

5.5. プロトタイプ

プロトタイプを制作するに際してデザインイメージ [図 5.16] ~ [図 5.20] をソニー株式会社のデザイナーに作成していただいた。

Sync-In モードがオフの時はディスプレイが透けるため、リビングにいる家族の様子を見ることを妨げない。そして Sync-In モードを発動させると、ディスプレイに映像が提示されユーザーがその動きと同じ動作を行うことで映像が進む。包丁を使用する際とグリルを使用する際にユーザーが立つ場所が変わるため、映像が提示される位置も変わる。デザインイメージがあることで「Mel Kitchen」の具体的な使用のされ方をメンバー間で共有することができた。そしてその実装として、トレーに入ったレタスを冷蔵庫から取り出しまな板のそばに置き、白菜を 5 回切る間に Sync-In モードが発動するというコンテンツを作成した [図 5.21]。かつその間のイー징ングファンクションの種類を変化させることができるようにした。食材を切る動作はダンベルに比べると移動する幅が短いため、Sine Out よりも変化幅が大きい Cubic Out も使用した。

5.5.1 実装

映像に関しては 120fps での撮影が可能なソニー株式会社の RX100 mark5 を使用した。そして映像として使用する部分は 60fps で再生し、Sync-In の部分は 120fps で出力した jpg 画像を連番で保存し使用した。5 回切る中でイー징ングファンク



図 5.16: Mel Kitchen デザインイメージ

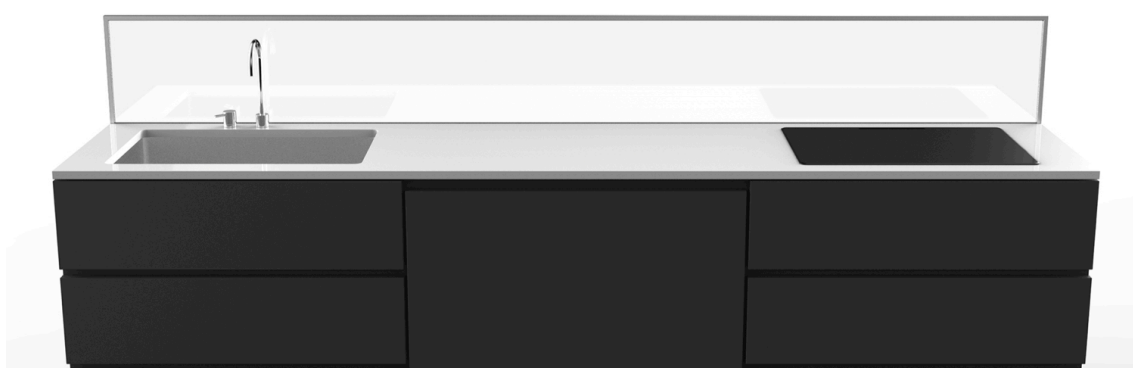


図 5.17: Sync-In モード OFF



図 5.18: Sync-In モード Standby



図 5.19: Sync-In モード : 包丁使用時



図 5.20: Sync-In モード : グリル使用時

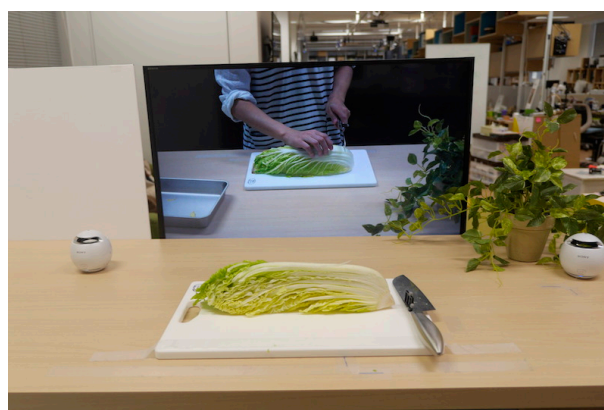


図 5.21: プロトタイプ

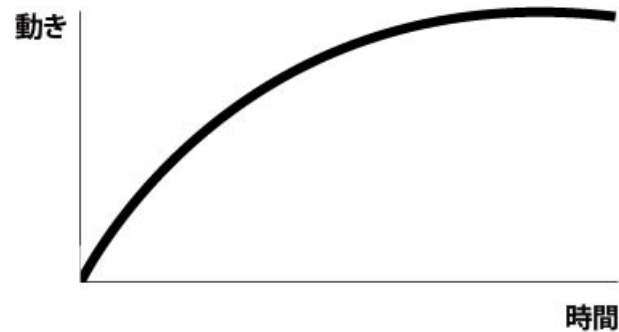


図 5.22: Cubic Out のカーブ

	イージングの種類
1 回目	normal
2 回目	normal
3 回目	Sine out
4 回目	Cubic out
5 回目	Cubic out

表 5.3: 5 回のイージングの内訳

シヨンの設定を変更させる機能を実装したことで変化をつけた。また、Paragon の機能が働いている間に Philips の Hue を点灯させること。ソニー株式会社のアクティブスピーカー SRS-X1 を 2 台テーブルの上に設置しステレオ音響を実現した。

5.6. 検証

切る動作に関してメンバーで検証を行った [図 5.24]。Sync-In を使用することでユーザーとお手本の映像がシンクロしたような体験を得ることができる。また、イージングファンクションを使用しユーザーの動きの少し未来を提示することで行為を詳細に確認することができた。一方切る動作はダンベルを持ち上げるといった運動に比べると動きが小さいため、Sync-In の効果を感じるためには高さが必要である。数種類の野菜を試した結果、Sync-In の効果を比較的感じやすかったのは白菜であった。また白菜は高さが一定なため、イージングの種類を変更し



図 5.23: 各種デバイスの配置図

た際の違いが比較的わかりやすい。イージングのカーブをさらに極端なものにするなどの改良が必要である。キッチンで Paragon を応用する際は切る動作以外にも応用先を考える必要がある。映像と Sync-In の切り替えのほか、映像と映像のつなぎ目として塩の容器にマーカーを付け、「塩を取る」といった動作に紐付けることも検証の結果得られた知見である。



図 5.24: ソニーメンバーによる体験の様子

野菜の種類	切り心地
バナナ	高さが同じなため切りやすかった。しかし、Sync-In を実感するには高さが足りない。
トマト	水分が多いため、切りやすかった。しかし、Sync-In を実感するには高さが足りない。
白菜	高さがあり、かつ同じなため Sync-In の効果を感じやすかった。

表 5.4: 検証

5.7. 考察

Sync-In のパートになるとライトが点く機能は、ユーザー側の世界と鏡の世界とが切り替える目印になっていることで体験者から評価を得られた。また、ステレオスピーカーを設置し、お手本が行った行為を再現する音場があることで自分がお手本になったかのような体験を生むことにつながった。

現状のシステムでは包丁を使ったコンテンツが体験可能であるが、今後「焼く」や「煮る」といった料理に欠かせない動作も実装する必要があると考えられる。

5.8. 本章のまとめ

本章では Paragon を応用した「Mel kitchen」を提案した。アビリティアップの場としてのキッチンの優位性を示し、キッチンの現状と未来を紹介することでそれらとは違うアプローチとしての未来のキッチンを提案した。また、キッチンにおけるインタラクションに関しても合わせて紹介した。そして、Mel kitchen のデザインを行い「設置する場所はコミュニケーションを妨げないこと」「映像と動作を記録する」「道具の動きのセンシング」「お手本による誘導」「音場を再生する」「自分の行動によってプロセスが進む」という5つの必須条件を設定した。その必須条件をもとにプロトタイプを行い検証・考察をおこなった。

また、2016年9月5日にソニー株式会社クリエイティブセンターの役員にプレゼンテーション [図 5.25] を行った。そして下記のような意見をいただいた。

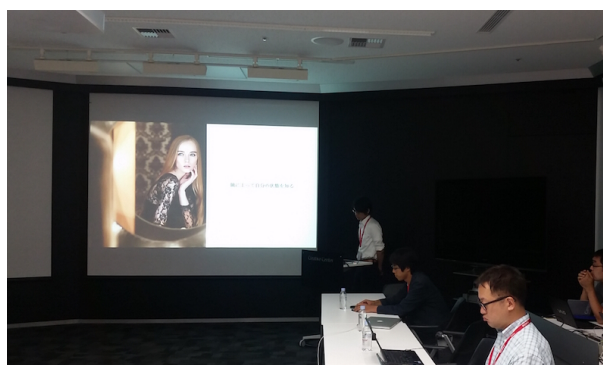


図 5.25: 筆者のプレゼンテーションの様子

- 料理というエンターテインメントにフォーカスするのはいいかも
- あらためてバリアを作っている住宅が身体を健康にするのと似た感じがある
- 自分とモノと環境の関係を再考するのを感じた

- どこでハッとして面白いと感じることができるか発見できると良い
- スケジュールに乗って結果を出すことよりもコンセプトを固めることをしたい
- ソニーが次にやるテーマ性と合致している感じがある

以上のように前向きな意見をいただいた。物事の流れが非常に早くなっている現在、自分自身の能力を上げるといったことは何にも左右されず普遍的なことである。また日常空間にエンターテイメントを浸透させ人にポジティブな変化を与えることは新たなエンターテイメントの側面だと考えられる。そのような点を提案したことを評価していただけたのだと思う。

体験の完成度を上げていくことと、今回は行わなかったキッチン以外のダンスや楽器の練習といったアビリティアップのコンテンツにも Paragon の概念を広げていけたらと考える。

- 1 M・ハリソン (1993)『台所の文化史』, 平文社.
- 2 『LIXIL』http://www.lixil.co.jp/showroom/tokyo/lixil_tokyo/
- 3 『TOTO』<http://showroom.toto.jp/showroom.aspx?sr=028>
- 4 『東京大学生産技術研究所』<https://www.iis.u-tokyo.ac.jp/ja/>
- 5 『荻本和彦研究室』<http://www.ogimotolab.iis.u-tokyo.ac.jp/index.html>
- 6 LIXIL, リシェル PLAT, [<http://www.lixil.co.jp/lineup/kitchen/ricelleplat/>] (最終検索日:2017年2月1日)
- 7 TOTO, 特長1:リビング空間での美しいキッチン, [<http://www.toto.co.jp/products/kitchen/crasso/feature/01.htm>] (最終検索日:2017年2月1日)
- 8 POPULARSCIENCE, WILL THE FOOD OF THE FUTURE BE 'UNNATURALLY DELICIOUS'?, [<http://www.popsci.com/unnaturally-delicious-are-food-purists-holding-us-all-back>] (最終検索日:2017年1月26日)
- 9 CONCEPT KITCHEN 2015, [<http://conceptkitchen2015.ideo.london/>] (最終検索日:2017年1月31日)
- 10 WonderLife-BOX, [<http://www.panasonic.com/jp/corporate/center/tokyo/floor/lifebox.html>] (最終検索日:2017年1月31日)

- 11 panavi, [<http://d.hatena.ne.jp/panavi/>] (最終検索日:2017年1月31日)
- 12 東京大学大学院情報学環暦本研究室, MimiCook: A Cooking Assistant System with Situated Guidance, [<https://lab.rekimoto.org/projects/mimicook/>] (最終検索日:2017年1月31日)
- 13 川上文代 (2010)『ひと目でわかる料理の教科書きほん編』, 新星出版社.
- 14 『プロの味! 簡単にして激ウマな豚汁の秘密』<http://cookpad.com/recipe/2589854>
- 15 『クックパッド』<http://cookpad.com/>

第6章

結 論

本稿は、ディスプレイにユーザーのお手本となる鏡像を映し、その像を自分の身体を使い追うことで技能取得の効率を上げることを目的としたメディア「Paragon」の提案および実装を行ったものである。

第1章では、日常生活に浸透している「鏡」の意味や歴史、関連する作品を取り上げ、人の外面だけでなく、内面にまで影響を与える鏡の魅力に関して述べた。

第2章では、「身体的技能の習得」、「テクノロジーを使った身体技能の伝承」、「鏡像認知」、「鏡のメタファーを使ったインタラクション」「映像による身体感覚の誘発」に関しての関連研究を俯瞰し、鏡のメタファーを使った身体技能習得の可能性について言及した。

第3章では、ソニー株式会社との共同研究のテーマである「ライフタイムインタラクション」に関して、アイデアスケッチや作成したアイデアスケッチのクラスタリングを行ったほか、ライフタイムインタラクションというテーマから次世代のエンターテインメントとして技能体得に着目した。

そして鏡のメタファーを使い、鑑へと近づく体験を通してアビリティアップにつながる Paragon のコンセプトを提案した。そして建てたコンセプトからシナリオやビデオプロトタイプを作成し、アイデアを具体的なイメージへと広げた。

4章では Paragon の実装を行った。1st プロトタイプでは3章で得たコンセプトから実装を行った。2nd プロトタイプではそれらの中からよりコンセプトの核となる Archive と Sync-In の機能の実装を行った。誘導の効果を起こすための要となるイージングによる映像の変化に関するも述べた。

5章では Paragon を応用した「Mel kitchen」を提案した。アビリティアップの場としてのキッチンの優位性を示し、キッチンの現状と未来を紹介することでそ

れらとは違うアプローチとしての未来のキッチンを提案した。また、キッチンにおけるインタラクションに関しても合わせて紹介した。そして、Mel kitchen のデザインを行い「設置する場所はコミュニケーションを妨げないこと」「映像と動作を記録する」「道具の動きのセンシング」「お手本による誘導」「音場を再生する」「自分の行動によってプロセスが進む」という5つの必須条件を設定した。その必須条件をもとにプロトタイプを行い検証・考察をおこなった。

現状のシステムでは包丁を使ったコンテンツが体験可能であるが、今後の展望として、料理に欠かすことができない「焼く」や「煮る」といった行為についても実装する必要があると考えられる。

料理に限らずアビリティアップは人にポジティブな変化を与えることができる。その経験を日常空間で行うことができ、かつプロだけでなく、身近な人のアビリティも得ることができれば新たなエンターテインメントとなりうる。本研究が未来のアビリティアップの一つの形として貢献できれば幸いである。

謝 辞

本研究の指導教員であり，幅広い知見からの確な指導と暖かい励ましやご指摘をしていただきました慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の南澤孝太准教授に心から感謝いたします。Embodied Media プロジェクトという学びの場をご提供くださり，多くのかけがえのない出会いがありました。

本研究において共同研究させていただきましたソニー株式会社の梨子田辰志様，三上真範様をはじめ，唐澤英了様，鈴木亜弥様，鈴木弘幸様，ご一緒させていただいた皆様には大変お世話になりました。デザインに対する考え方など大きな刺激を受けました。ありがとうございました。

東京大学大学院情報理工学系研究科の稲見昌彦教授には大変お世話になりました。考えたアイデアに対して別の見方を与えてくださったり，関連研究などを教えてくださったことが研究を続ける上で大きな助けとなりました。

実装面で多大なるサポートをいただいた武田港先輩に心より感謝いたします。プログラミングやインタラクションの設計に関してのさまざまなアドバイス，ご支援をいただけたおかげで研究をやり遂げることができました。研究をともに行った加藤大弥君，村田遥人君をはじめ，多くの先生方，研究員の方々，先輩方，同期，後輩には大変お世話になりました。みなさんのおかげで充実した研究生活を送ることができました。

研究の方向性について様々な助言や指導をいただきました慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科の砂原秀樹教授，研究の方向性を広げる助言をいただいた岸博幸教授に心から感謝いたします。

最後に社会人から学生へと戻ることを快くサポートしていただいた家族に感謝いたします。家族の協力がなければ文系出身の自分がテクノロジーを用いた修士研究を行うことは不可能でした。本当にありがとうございました。

参 考 文 献

- Amsterdam, Beulah (1972) “Mirror self-image reactions before age two,” *Developmental psychobiology*, Vol. 5, No. 4, pp. 297–305.
- Clark, Andy (2015) 『生まれながらのサイボーグ』, 春秋社.
- Gibson, James J and Eleanor J Gibson (1955) “Perceptual learning: Differentiation or enrichment?” *Psychological review*, Vol. 62, No. 1, p. 32.
- J・デューイ (2004) 『経験と教育』, 講談社.
- Kadomura, Azusa and Akira Matsuda (2016) “CASPER,” *Proceedings of the 7th Augmented Human International Conference 2016*.
- Lécuyer, Anatole, Jean-Marie Burkhardt, and Laurent Etienne (2004) “Feeling bumps and holes without a haptic interface: the perception of pseudo-haptic textures,” in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 239–246, ACM.
- M・ハリスン (1993) 『台所の文化史』, 平文社.
- Nagashima, Marina and Nao Hashimoto “Satelite Eyes,” *IPSJ Interaction 2015*.
- Poulton, EC (1957) “On prediction in skilled movements.,” *Psychological bulletin*, Vol. 54, No. 6, p. 467.
- Saga, Satoshi, Kevin Vlack, Hiroyuki Kajimoto, and Susumu Tachi (2005) “Haptic Video,” in *ACM SIGGRAPH 2005 Emerging Technologies*, SIGGRAPH '05, New York, NY, USA: ACM.

- Sato, Ayaka, Keita Watanabe, and Jun Rekimoto (2014) “MimiCook: a cooking assistant system with situated guidance,” in *Proceedings of the 8th International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction*, pp. 121–124, ACM.
- Tamaki, Emi, Takashi Miyaki, and Jun Rekimoto (2011) “PossessedHand: Techniques for controlling human hands using electrical muscles stimuli,” *Proceedings of CHI 2011*, pp. 543–552.
- Tsujita, Hitomi and Jun Rekimoto (2011) “Smiling makes us happier: enhancing positive mood and communication with smile-encouraging digital appliances,” *Proceedings of the 13th international conference on Ubiquitous computing*, pp. 1–10.
- Uriu, Daisuke, Mizuki Namai, Satoru Tokuhisa, Ryo Kashiwagi, Masahiko Inami, and Naohito Okude (2012) “Panavi: Recipe Medium with a Sensors-embedded Pan for Domestic Users to Master Professional Culinary Arts,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '12, pp. 129–138, New York, NY, USA: ACM.
- Watanabe, Keita and Michiaki Yasumura (2008) “VisualHaptics: Generating Haptic Sensation Using Only Visual Cues,” in *Proceedings of the 2008 International Conference on Advances in Computer Entertainment Technology*, ACE '08, pp. 405–405, New York, NY, USA: ACM.
- Watanabe, Yoshihiro, Hiroaki Ohno, Takashi Komuro, and Masatoshi Ishikawa (2009) “Synchronized Video: An Interface for Harmonizing Video with Body Movements,” *22nd Symposium on User Interface Software and Technology (UIST2009) (Victoria, 2009.10.5) / Adjunct Proceedings*, pp.75-76.
- Yoshida, Shigeo, Sho Sakurai, Takuji Narumi, Tomohiro Tanikawa, and Michitaka Hirose (2013) “Incendiary reflection: evoking emotion through deformed facial feedback,” in *ACM SIGGRAPH 2013 Talks*, p. 35, ACM.

ルイス・キャロル (2015) 『鏡の国のアリス』, 新潮社.

古川康一 (2009) 『スキルサイエンス入門—身体知の解明へのアプローチ』, オーム社.

江戸川乱歩 (1960) 『江戸川乱歩傑作選』, 新潮社.

諏訪正樹 (2008) 「からだで学ぶ” ことの意味: 学び・教育における身体性」, *Computer*, 第 23 卷, 第 2 号.

水品友佑 (2014) 「身体運動と協調した触覚提示によるスポーツ体験の共有に関する研究」.

川上文代 (2010) 『ひと目でわかる料理の教科書きほん編』, 新星出版社.

藤井直敬, GRINDER-MAN, evala “The Mirror,” <http://www.ntticc.or.jp/ja/archive/works/the-mirror/>頁.

米村朋子, 橋本悠希, 近藤大祐, 丹羽真隆, 飯塚博幸, 安藤英由樹, 前田太郎 (2011) 「視野共有システムを用いた心肺蘇生法の訓練効果 (j 特集j 教育・訓練・協調)」, 『日本バーチャルリアリティ学会論文誌』, 第 16 卷, 第 4 号, 623–632 頁.