

Title	PuRimo : 遠隔フォトセッションのためのKinectを用いた遠隔プリクラ
Sub Title	PuRimo : the remote print club using Kinect for remote photo session
Author	林, 沙有紀(Hayashi, Sayuki) 大川, 恵子(Okawa, Keiko)
Publisher	慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科
Publication year	2013
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2013年度メディアデザイン学 第323号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002013-0323">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40001001-00002013-0323</a>

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 2013年度（平成25年度）

PuRimo：遠隔フォトセッションのための  
Kinectを用いた遠隔プリクラ

慶應義塾大学大学院  
メディアデザイン研究科

林 沙有紀

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。

林 沙有紀

審査委員：

大川 恵子 教授 (主査)

岸 博幸 教授 (副査)

南澤 孝太 准教授 (副査)

修士論文 2013 年度（平成 25 年度）

PuRimo：遠隔フォトセッションのための  
Kinect を用いた遠隔プリクラ

カテゴリー：デザイン

論文要旨

本研究では、遠隔フォトセッションにおいて、参加者同士が相手の顔を見ながら集合写真が撮影できる Virtual Photo Booth システム“ PuRimo ”を提案し、実装した。遠隔フォトセッションとは、Global Education Project が行なっている遠隔地を繋いだワークショップやイベントの中の記念写真を撮影するセッションである。しかし、相手の顔が見えないため、実際に隣にいない離れた場所の参加者と一緒に写真を撮ることは難しく、参加地域が各々で写真撮影を行うため、上手く写真を撮ることができないという課題がある。そこで、撮影時も写真にデコレーションをしている時も複数人で楽しめるプリクラをコンセプトに、Kinect と PC を用いたシンプルな方法で、新しい遠隔フォトセッションの体験を提供するシステム PuRimo を実装した。画面の中において、全ての参加者の顔が見え、自らが写り方を工夫できるようにするために、Kinect を用いて人物の姿だけを切り出し、背景画像に合成し、画面上のカメラボタンを手で触れると自動的に撮影できる仕組みである。さらに、Kinect で体の動きを検知し、絵を描いて写真にデコレーションができる機能と AR マーカーをカメラにかざすと表示されるフォトフレームを実装した。

キーワード：

遠隔コミュニケーション、遠隔フォトセッション、Kinect、プリントクラブ

慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科

林 沙有紀

Abstract of Master's Thesis of Academic Year 2013

PuRimo : The Remote Print Club Using Kinect  
for Remote Photo Session

Category: Design

Summary

This thesis discusses the proposal and implementation of a virtual photo booth system, "PuRimo", which enables participants in a remote session to take a group photo regardless of any physical distance limitations. Remote photo session is an important part of workshops and events held by the Global Education project as each event is usually concluded by a memorial photo session. However, these remote photo sessions involve various difficulties due to the fact that participants, separated by distance, are unable to see each other. This is where PuRimo's implementation is needed as PuRimo gives participants the ability to take a picture together and decorate it much like a real-life Print Club machine. PuRimo is based on a simple method of using Kinect technology and a PC. Kinect technology allows the projection of participant's image, without their local background, and synthesizes all the images into one same background seamlessly. In addition, it is easy to capture a photo by simply touching, via a hand motion, the camera button on the screen. Furthermore, Kinect technology also allows participants to draw lines on the screen through simple hand movements and add frames to the photo by using AR markers that are recognizable by Kinect.

Keywords:

Distance Communication , Remote Photo Session , Kinect , Print Club

Graduate School of Media Design, Keio University

Sayuki Hayashi

# 目 次

第1章 序論	1
1.1. 研究の背景	1
1.1.1 はじめに	1
1.1.2 遠隔フォトセッション	1
1.1.3 写真によるコミュニケーション	3
1.1.4 写真を撮る意味	5
1.2. 研究の目的	7
1.3. 用語の定義	8
1.4. 論文構成	8
第2章 遠隔フォトセッションの分析	10
2.1. 過去の遠隔フォトセッションから見える背景	10
2.1.1 事例1 Eclipse session 2009年7月22日	10
2.1.2 事例2 AGORAsia Youth 2012年3月31日	11
2.1.3 事例3 Global Kindergarten -1st- 2012年6月26日	11
2.1.4 事例4 Global Kindergarten -2nd- 2012年10月26日	12
2.1.5 事例5 Global Kindergarten -3rd- 2013年1月10日	12
2.1.6 事例6 Mozilla Summer Code Party 2012年9月22日	13
2.1.7 事例7 One Day in Asia 2012年11月1日	13
2.1.8 事例8 Distance communication class 2012年10月10日	14
2.2. 準備と撮影プロセスの課題	15
2.3. 出来上がった集合写真から見える課題	16
2.4. アンケートからわかる課題	17
2.4.1 離れた場所同士で作品を制作する課題1	18

2.4.2	離れた場所同士で作品を制作する課題 2 . . . . .	19
2.5.	遠隔フォトセッションの課題のまとめ . . . . .	20
<b>第 3 章</b>	<b>PuRimo のデザインと設計</b>	<b>21</b>
3.1.	PuRimo のコンセプト . . . . .	22
3.1.1	PuRimo に必要な要素 . . . . .	22
3.2.	PuRimo のデザイン . . . . .	24
3.3.	PuRimo を用いたコミュニケーションモデル . . . . .	25
3.3.1	地点 A , B の人物合成 . . . . .	25
3.3.2	動くとパーティクルが現れる . . . . .	26
3.3.3	お絵描き . . . . .	26
3.3.4	AR フォトフレーム . . . . .	27
3.3.5	背景を選んで背景合成 . . . . .	27
3.3.6	写真撮影の同期 . . . . .	28
3.3.7	出来上がった写真のイメージ . . . . .	28
<b>第 4 章</b>	<b>関連研究</b>	<b>29</b>
4.1.	プリクラ . . . . .	29
4.2.	人物合成 . . . . .	32
4.3.	離れた場所同士でデコレーション . . . . .	35
4.4.	向かい合って相手の顔を見る . . . . .	37
4.5.	PuRimo に必要な技術のまとめ . . . . .	38
<b>第 5 章</b>	<b>実装</b>	<b>39</b>
5.1.	開発環境 . . . . .	39
5.2.	実装 . . . . .	41
5.3.	動作紹介 . . . . .	45
5.3.1	人物合成 . . . . .	45
5.3.2	パーティクル . . . . .	45
5.3.3	お絵描き . . . . .	46
5.3.4	AR フレーム . . . . .	47

5.3.5	撮影の演出	47
5.3.6	保存した写真の閲覧	48
<b>第6章</b>	<b>ユーザースタディと評価</b>	<b>49</b>
6.1.	予備実験	49
6.1.1	予備実験のねらい	49
6.1.2	予備実験の結果	50
6.1.3	写真からの考察	51
6.1.4	予備実験のまとめ	52
6.2.	ユーザースタディ	53
6.2.1	ユーザースタディのねらい	53
6.2.2	ユーザースタディの結果	54
6.2.3	比較した実験の考察	54
6.2.4	撮影プロセスの考察	55
6.2.5	写真からの考察	56
6.2.6	実験中に見られた改善点	57
6.3.	ユーザースタディのまとめ	58
6.4.	評価	59
6.4.1	インタビュー結果	60
<b>第7章</b>	<b>結論</b>	<b>62</b>
7.1.	本研究の成果	62
7.1.1	課題と展望	63
	謝辞	65
	参考文献	66



# 目 次

1.1	研究の目的イメージ	7
2.1	Eclipse session	10
2.2	AGORAsia Youth	11
2.3	Global Kindergarten -1st session-	11
2.4	Global Kindergarten -2nd session-	12
2.5	Global Kindergarten -3rd session-	12
2.6	Mozilla Summer Code Party	13
2.7	One Day in Asia	13
2.8	Distance communication class	14
2.9	準備と撮影風景	15
2.10	スクリーンと撮影の場合	16
2.11	ディスプレイと撮影の場合	16
2.12	Quilting session -富士山とエッフェル塔-	18
2.13	Quilting session -Blue Sky と福笑い-	19
3.1	コンセプトイメージ	21
3.2	人物合成	25
3.3	手足の動きに追従するパーティクル	26
3.4	デコレーション：お絵描き	26
3.5	デコレーション：AR フォトフレーム	27
3.6	背景を選択して合成	27
3.7	撮影の同期	28
3.8	PuRimo を用いた遠隔フォトセッションのイメージ	28

4.1	プリクラ：撮影風景	30
4.2	プリクラ：落書き	31
4.3	プリクラ：写真シール	31
4.4	プリクラ：デジタルデータ	32
4.5	超鏡による合成	33
4.6	超鏡システム構成	34
4.7	クリアボード	35
4.8	お絵描きチャットと Beat Sketch!	36
4.9	Lightboard	37
5.1	システム構成図	40
5.2	写真撮影の状態遷移図	44
5.3	人物合成	45
5.4	パーティクル	45
5.5	お絵描き	46
5.6	AR フォトフレーム	47
5.7	カウントダウンの演出	47
5.8	写真の保存先	48
6.1	PuRimo で撮影した集合写真	50
6.2	予備実験で撮影した写真	50
6.3	誤作動 1	51
6.4	誤作動 2	51
6.5	違和感のある写真	52
6.6	比較写真：A ( C3S01 ) side	54
6.7	比較写真：B ( C3S02 ) side	54
6.8	撮影プロセスの様子	55
6.9	ユーザースタディの結果	56
6.10	実験中に見られた誤作動	57
6.11	PuRimo で撮影した集合写真	58

# 表 目 次

5.1	使用したライブラリ	41
6.1	実施概要：予備実験	49
6.2	実施概要：ユーザースタディ	53

# 第1章 序

# 論

## 1.1. 研究の背景

### 1.1.1 はじめに

本論文は、参加者全員が同一の映像を見ながら遠隔地で写真撮影が可能な遠隔フォトセッションの体験を提供する PuRimo システムについて述べる。PuRimo は、物理的に遠い場所同士をネットワークによって繋いで行なう遠隔フォトセッションの際に使用し、Kinect によって人物を合成し、お絵描きやフレームでデコレーションをして集合写真が撮影できる写真撮影システムである。参加者全員が同一画面上に合成されるため、遠隔地においても参加者同士が写り方を工夫しながら撮影することが可能となる。

### 1.1.2 遠隔フォトセッション

遠隔フォトセッションとは、離れた場所にいる者同士と一緒に集合写真を撮影することである。慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科、Global Education Project では、研究の一環として、2 地点あるいは多地点の遠隔地と遠隔地が距離の制約を越えてインターネットを介して繋ぎ、新しい価値を創造するために、幼稚園児、高校生、大学生などの幅広い年代に向けてワークショップやイベントなどの遠隔セッションを開催している。遠隔セッションを企画運営している我々は、知識や好奇心を獲得し、新たな体験をしたいという参加者に、より魅力的な遠隔セッションを作り上げ、遠隔コミュニケーションの可能性を示すためにアイデアを出し合い、試行錯誤している。しかし、遠隔セッションのプログラムの中に、

一つだけ変わらないプログラムであり、必ず最後に行なう、“遠隔フォトセッション”がある。遠隔地の参加者と一緒に集合写真を撮影し合うセッションである。遠隔フォトセッションが慣習化している理由は、同じ遠隔セッションに参加したことにより、遠隔地の参加者同士が同じ時間とプログラムを体験したという経験の証明であると同時に、実際にはなかなか会うことのできない人々と出会い、同じ時間やテーマを共有した記念という意味合いが強いからである。集合写真には、経験と記念の証明という意味の全てが含まれているため、遠隔フォトセッションは非常に重要なセッションの一つとなっているのである。また、集合写真を撮る意味を、松宮は、イベントやセミナーの開催時に撮影した「集合写真」を Facebook に投稿することが定番となっており、集合写真には思い出を写真に残すという意味が当然あるが、写真を用いて自らの活動を拡散させるということが真の目的だと述べている [15]。特に、多人数の集合写真の場合、参加者がタグ付けやシェアをすることで、1枚の写真の拡散スピードが上がり、活動を多くの幅広い人々に知ってもらえることができるという利点があり、写真を見た人が参加したくなるような楽しそうな写真が効果的なのである。Global Education Project でも SNS (Social Network Service) にイベントの告知や活動報告を行なっているため、効果的な写真を必要としているのである。しかし、遠隔フォトセッションで実際に撮影して出来上がった写真は、参加者がバラバラの方向を向いている写真や、余計な背景が写っている写真が多いため、効果的とは言い難い。詳しくは第2章『遠隔フォトセッションの分析』で述べるが、遠隔フォトセッションには、参加者が何もすることがなく非常に退屈でつまらない時間になってしまう準備時間、スクリーンやディスプレイに写った遠隔地の参加者の映像と一緒に撮影するため、構図のバリエーションが乏しく画一的な写真になってしまうこと、スクリーンに背を向けて撮影するために相手の顔が見えず、参加者同士でインタラクティブなアクションをすることが困難であるなど、離れた場所の参加者と上手く集合写真が撮影できないという多くの課題を内包しているのである。つまり、これらの課題は、遠隔フォトセッションの可能性を示しているものと捉え、企画運営をしている我々と参加者全ての欲求が満たされる遠隔フォトセッションにおける写真撮影のシステムが求められていると考えられる。よって、本研究は、Global Education Project

の遠隔フォトセッションの課題を解決し、楽しく新しい遠隔フォトセッションを提供するためのシステムをデザイン・実装するものである、

### 1.1.3 写真によるコミュニケーション

近年、スマートフォンやデジタルカメラの普及により、誰もがいつでもどこでも写真を撮ることが可能となり、写真がより身近な存在となった。写真は1840年にポートレート（肖像画）から始まり、1854年にはカルト・ド・ヴィジット（名刺版写真）がフランスで発明された。これは、名刺サイズの写真（6.35 × 10.15センチメートル）の厚紙にプリントした写真を貼ったもので、安価でコピーすることが可能である。そのため、王室から一般庶民にいたるまで、人々はポートレートを親しい人同士で交換し集めて楽しんでいたことから、コミュニケーション・ツールとしての役割も見え隠れしていた。1970年代後半にはオートフォーカスカメラ、80年代には使い捨てカメラ、90年代にはプリントクラブ（以下、プリクラ）と、携帯電話の歴史を大きく変え、写真というメディアに大きな影響を与えた携帯電話のカメラ機能が登場した。1999年にDDI（現ウィルコム）から世界初のカメラ付き携帯電話（PHS）が発売された。カメラレンズが液晶面側にあり、自分しか撮ることができず、テレビ電話用の携帯電話だったため、あまり普及しなかったが、携帯電話をアルバム代わりにして写真を持ち歩き、互いに見せ合うといった対面的コミュニケーション・ツールとしての側面もあった。そして、2000年11月1日にJ-PHONE（現ソフトバンクモバイル）とシャープから、撮った写真をメールで送れる業界初のカメラ付き携帯電話 J-SH04 が発売された。携帯電話の背面にカメラレンズが付き、自分撮りもできるようにレンズの横に小さな凸面鏡が配置され、携帯電話とデジタルカメラの機能を単一にまとめとめただけでなく、撮影した写真をメールに添付し、インターネット上に直接アップロードすることが可能となった。写真を撮ったその場で遠く離れた相手にも瞬時に送ることが可能となり、写メールという言葉が生まれ、携帯電話のカメラ機能は国内において、携帯電話端末の標準的な機能となったのである。カメラ付き携帯電話は、刹那的なコミュニケーション・ツールとしての機能を付与することになる。その象徴的な行為がカメラ機能を使って「とりあえず撮る」という習慣である。写メールは、

ブログや SNS などと同様に非同期型遠隔コミュニケーションの一種である。丹康らは、遠隔コミュニケーションには、同期型と非同期型が存在し、同期型の古典的な例は電話であり、ある手順を踏んでコミュニケーションが始まると、利用者同士は終了まで同じ時間を共有し、終了まで同じ時間を共有してコミュニケーションを取る。一方、非同期型は手紙のように相手がいつメッセージを受信し解釈するかがわからない。同期型には電話のみならず、ビデオ会議やテキストメッセージのようにリアルタイムなやりとりを行うサービスが存在しており、非同期型としては電子メールを筆頭に、ブログや SNS のような多人数向けの手段も日常的に使われている。遠隔コミュニケーション・システムは、プリクラのような同期型、非同期型の両方の要素が必要とされ、これらが円滑に連携できることが重要であると述べている [19]。カメラ付き携帯電話やデジタルカメラの普及の他に、カメラのカジュアル化にさらに拍車をかけたものが、スマートフォンと SNS の普及である。これがブレークスルーとなり、全員がカメラマンという状況を生み、カメラに縁遠かった層を取り込むことに成功した。近年では、写真に簡単にデコレーションができるカメラや、写真に関するアプリケーションも数多く登場し、写真の楽しみ方が増えた。2011 年に、気持ちをユニークなスタンプで送り合うことができる LINE、2013 年には、自分にエフェクトが付けられる複数人ビデオチャットを実現している Google Hangout が登場するなど、写真だけではなく、動画やチャットにもデコレーションができるという従来の遠隔コミュニケーション・ツールに新たな機能が加わったツールが誕生している。これらのツールを用いた写真によるコミュニケーションも活発に行われており、今や遠隔コミュニケーションや SNS 上において、写真を介したコミュニケーションは不可欠となったのである。

#### 1.1.4 写真を撮る意味

ここで、写真とは何か、人はなぜ写真を撮るのかという疑問について説明しておきたい。まず、スーザン・ソングの写真論の中で、写真とは何かについてこう述べている。近代社会で事実上無制限の権威を持っている映像とは主として写真映像であり、その権威の範囲はカメラで撮った映像特有の諸性質に由来している。写真は単なる映像や現実の一解釈ではなく、足跡やデスマスクのように一つの痕跡、現実から直接、刷り取ったものであり、写真の獲得とは、

1. 写真の中の大事なひとやものを代用所有する
2. 出来事に対して消費者の関係をもつ
3. 経験から切り離して、情報として獲得する

ものであると記している [6]。

また、荒川は、私たちの生活に身近になった写真について、人が写真を撮る目的、飾る目的、見る目的について検討を行なっている。その中でも、写真を撮る目的に着目したい。写真を撮る行為の結果として、撮る機会には2種類の欲求があると述べている。遊びや旅行、同窓会や成人式などのイベントがあった際に、楽しいから残しておきたい、という「思い出欲求」と、天気の良い日の空、ふざけている時の様子、テストなどに追い込まれている日々を写真に納めるといった現実のある側面を誇張して切り取る「現実戯画化欲求」である。撮る理由としては、「忘却に対するおそれ」「写真を撮る楽しさ」「その瞬間の貴重さ・移ろいやすさ」があげられている。また、荒川は写真を撮られる場合に人はポーズをとっており、「思い出欲求」型においても、現実のある側面が強調されているという意味で「現実戯画化」された側面を含んでいるとしている [12]。山下らは、人が写真を見る理由について、写真を「思い出コミュニケーション・ツール」として捉え、「大切な写真」とは、「大切な人」「いい瞬間」「みんな」「久しぶり」「楽しい」「珍しい」「きれい」「うれしい」の要素からなると報告している [14]。



次に、写真撮影の際のコミュニケーション性に着目すると、2つのアプローチがある。撮ることは、写真を完成させるための手段であり、撮影してできた写真に期待値を置くものと、できあがった写真を見ることは二次的な目的であり、撮影行為そのものに期待値を置くというものである。この2つのアプローチが複雑に絡み合い、撮影が行なわれるが、撮影シーンによって配分が大きく異なる。出来上がった写真の完成度によって撮影の成功が左右される風景や証明写真などのコレクション要素の強い写真撮影は、コミュニケーション性が低く、撮影場所の雰囲気や写真に影響を与える、結婚式や旅行写真などは、コミュニケーション性が高いと言える。2つのアプローチが平行に存在するものとして、プリクラがあげられる。プリクラは、記念や友情の交換や確認行為というコミュニケーション性と、シールとして印刷された写真の完成度を楽しむという2つのアプローチを兼ね備えているからである。

以上のことから、写真を撮る・見るという行為は、現実のある部分を切り取ることによって、写真という証拠を生産し、広範囲に及ぶ方法で写真を消費しているのである。また、人物を被写体にした多くの写真が現実戯画化された写真であることから、プリクラは現実戯画化写真の代表例だと言える。さらに、プリクラは、高いコミュニケーション性と撮影した写真を見て楽しむという両方を備えた写真撮影ツールだということが明らかになった。

以前は、カメラで写真を撮影し、フィルムを現像し、アルバムに入れて保存するという一連の流れに付随してコミュニケーションが図られており、写真撮影という行為は記録を残すという目的のために行なわれていたが、カメラが普及するにつれ、撮影するという行為自体が目的化され、カメラを持ってシャッターを切るのみという単純な行為によって撮影した行為を記憶する、すなわち、経験として残すという行為へと変化していった。撮影したデジタル・データは、後で見返すことができるという保証は必要だが、現像されることも、後で見返されることもほとんどなく、経験の証明として維持されるようになったのである。

## 1.2. 研究の目的

本研究では，Global Education Project の遠隔フォトセッションが内包している課題を解決し，さらに，参加拠点が各々で写真撮影をするのではなく，参加者全員が一緒に集合写真を撮影することができる新しい遠隔フォトセッションを実現する，“Play Together（複数人）+ Remote（遠隔）+ Group photo（集合写真）= Remote Purikura（遠隔プリクラ）”を提案する．

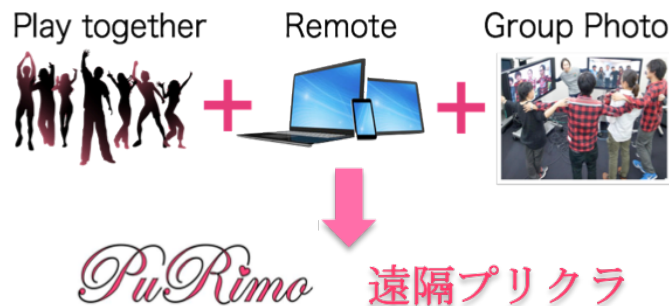


図 1.1: 研究の目的イメージ

上記で述べたように，遠隔フォトセッションには，プリクラのような同期型，非同期型の両方の要素が必要であり，さらに，撮影時の高いコミュニケーション性と出来上がった写真を見て楽しむという双方を兼ね備えたプリクラの要素が必要である．遠隔フォトセッションの中にプリクラの持つ写真を通したコミュニケーションを実現することを目的とし，プリクラの持つ利点を遠隔フォトセッションに取り入れ，Kinect を用いて，離れた場所の参加者と同一の空間を共有しているかのような感覚を提供し，一緒に写真撮影ができる Virtual Photo Booth システム “PuRimo ”を提案する．

また，良い写真を撮るための撮影方法に関して，板宮らは，良い写真を撮るには被写体を明確にし，要素や空間の配置バランスを整えるといった写真の構成が必要であると述べている [13]．集合写真はカメラマンに写真を撮ってもらうというのが一般的だが，カメラマンも参加者から補わなければならない場合，プリクラのように機械が自動的に撮影してくれる仕組みが必要だと考えた．遠隔フォト

セッションにおいても構図は大事であり，良い写真を撮影するために，双方向のコミュニケーションが必要不可欠である．また，大野木は，集合写真を撮影する際，撮影対象となる人数が多いため1枚の写真にすべての人を収めるのが難しいという点と，タイミングで表情が変化するため，すべての人が同じ瞬間にベストショットの表情をすることが難しいという2つの困難な点があると述べている．遠隔フォトセッションにおいても同じことが言える．

課題を解決するために，参加者全員が同一空間を共有することで同じものを見るという環境を実現する．参加者が自ら画面のカメラボタンを押すことで，カメラマンが必要なくなり，全員と一緒に写真に写ることができる．画面を見ながら写り方の構図を調整することができるため，参加者同士が自らのタイミングで撮影することも可能となるのである．

### 1.3. 用語の定義

- 遠隔フォトセッション  
物理的に距離の離れた地点である遠隔地を繋いだイベントやワークショップの中で行なわれる集合写真の撮影を指す．
- 遠隔コミュニケーション  
物理的に離れている複数の地点と意思の疎通を図り，コミュニケーションすること．本論文では，特に，ビデオ会議型システムを用いた遠隔セッションやイベントの中でのコミュニケーションを指す．

### 1.4. 論文構成

本論文は，第1章から第7章で構成される．第1章では，写真によるコミュニケーションと写真の関係，写真を撮る・見る理由について述べ，研究の目的と背景にある課題と付随する用語の定義について述べた．第2章では，遠隔フォトセッションの背景と課題を考察し，第3章では，遠隔における Virtual Photo Booth システム "PuRimo" のコンセプトについて述べる．第4章では，関連研究と関連

製品から，課題を解決するために必要な要素を明確にする．第5章では，実装とプロトタイプ制作過程について記述する．続く第6章では，PuRimoを用いたユーザーテストと評価についてとりまとめる．そして第7章で，総括として研究の目的とアプローチ及びその成果を振り返るとともに，今後の課題と展望を述べて本論文の結びとする．

## 第2章

# 遠隔フォトセッションの分析

### 2.1. 過去の遠隔フォトセッションから見える背景

2009年から2013年までにGlobal Education Projectが開催してきた8回の遠隔フォトセッションと遠隔コミュニケーションの授業から、写真撮影の過程からわかる背景と実際に撮影した集合写真を用いて、遠隔フォトセッションにおける課題を分析する。まず、8回の遠隔フォトセッションを写真と共に振り返っていく。

#### 2.1.1 事例1 Eclipse session 2009年7月22日



図 2.1: Eclipse session

- プロジェクターの影になり、参加者が隠れている。
- 投影した映像が小さいため何と一緒に撮影したのかわからない。
- 参加者全員の顔がはっきりとわからない。

### 2.1.2 事例2 AGORAsia Youth 2012年3月31日



図 2.2: AGORAsia Youth

- 日本側が一緒に写っていない。
- 2つのディスプレイで人物の大きさが異なっており、さらに、その場で写っている人物は大きく写っているという違和感がある。

### 2.1.3 事例3 Global Kindergarten -1st- 2012年6月26日



図 2.3: Global Kindergarten -1st session-

- 児童にスクリーンと反対方向を向くように指示しており、混乱が生じている。
- 誘導に時間かかり、児童が非常に退屈そうな様子が見える。
- スクリーンが隠れてしまっているため、写っていない児童もいる。

#### 2.1.4 事例4 Global Kindergarten -2nd- 2012年10月26日



図 2.4: Global Kindergarten -2nd session-

- 先生が児童を一人一人誘導しなければならないため、時間がかかっているため、ドイツも日本の児童も退屈している様子が伺える。
- 日本側の撮影時間のため、スクリーンに写っているドイツ側が退屈そうに日本の準備を待っている状態。

#### 2.1.5 事例5 Global Kindergarten -3rd- 2013年1月10日



図 2.5: Global Kindergarten -3rd session-

- フランス側の児童が気になって後ろを向いている複数の児童が見られるが、上手くインタラクションできておらず、正面を向いて写っていない。

## 2.1.6 事例6 Mozilla Summer Code Party 2012年9月22日



図 2.6: Mozilla Summer Code Party

- 参加サイトがディスプレイ内で細かく分割されており，人物がよく見えない．
- 参加者がそれぞれの国のカメラを見ているため，目線がバラバラである．
- 写真撮影を終えた国はサイトがクローズとなり，スライドが映るのみ．

## 2.1.7 事例7 One Day in Asia 2012年11月1日

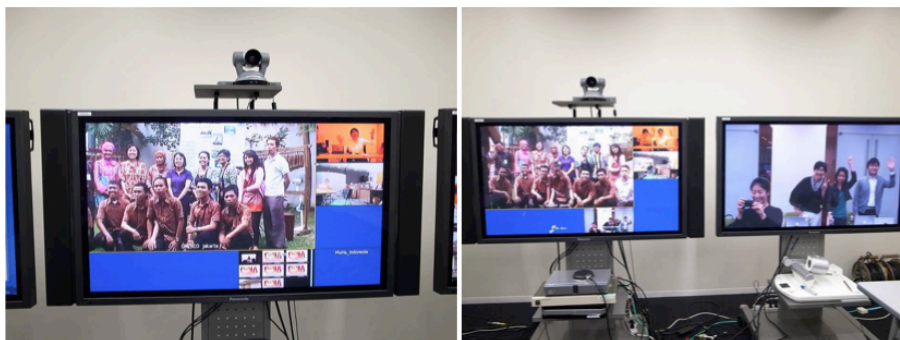


図 2.7: One Day in Asia

- ディスプレイ内のブルーが目立つ．
- 自国で撮影しているカメラの方向を向いている．
- カメラマンが撮影しながら写っている．



## 2.1.8 事例8 Distance communication class 2012年10月10日



図 2.8: Distance communication class

- インタラクシオンを試みても、上手くインタラクシオンできていない。
- 写り方を工夫しているが、後ろ姿になってしまっている。
- カメラマンも一緒に写すために、さらにディスプレイが使用されている。

2009年から2013年までの5年間で、スクリーンやディスプレイに投影された遠隔地の参加者と一緒に写真撮影をするという方法に全く変化がないことがわかる。事例6は参加者、事例7は企画・運営、事例8は受講生として私が関わった事例である。事例6と7は、多地点を繋いで写真を撮影したが、特に後ろの人物が判別できない程に画面が細かく分割されている。また、同じタイミングで撮影していないため、リアルに写っている参加者を除いた全員が、カメラ目線ではなくバラバラの方向を向いた写真になっている。さらに、画面が分割されていることに加え、同じアングルでないために、集合写真に見られる特有の一体感が全く感じられない。事例8の2地点を繋いだ授業では、遠隔地の受講生と手を繋いでいるように見せようとインタラクシオンを試みたが、自分の手がどこに伸び写真に写るのかを確認できないため、枠からはみ出し、上手くインタラクシオンを図ることができなかった。また、カメラマンも受講生だったため、カメラマンも一緒に写そうと教室にある機材を用いて、工夫をしながら撮影を行った。これは、機材が多い学校だからこそできる撮影方法であり、機材が揃っていない場合はカメラマンを写すことは難しいと言える。

次に、上記で記した遠隔フォトセッションの事例を、遠隔フォトセッションの準備と過程という写真撮影のプロセスからの考察と、撮影して出来上がった写真から考察を行なう。出来上がった写真には、ディスプレイとスクリーンに写った遠隔地の参加者と撮影した写真の2種類がある。

## 2.2. 準備と撮影プロセスの課題



図 2.9: 準備と撮影風景

図 2.9 は、遠隔フォトセッションの準備と撮影風景の写真であるが、スクリーンにプロジェクターの映像を映すために待たされている参加者や、幼稚園の先生が子供達を一人一人誘導し、スクリーンとは反対にあるカメラの方を向くように指示している様子が見える。これらの準備時間は参加者が何もすることがないため、退屈でつまらない時間であり、スクリーンに背を向けて待機しながら撮影のカメラだけを見なければならぬため、相手の顔が見えない。そのため、参加者にとって非常に退屈でつまらない時間になってしまう。特に、人数の多いセッションの場合、参加者全員がスクリーンあるいはディスプレイの前まで誘導される時間が長くなり、年齢の低い参加者にとっては、退屈な時間になってしまう。また、参加者自身がどのようにカメラに写っているのかがわからないために、カメラマンの指示に従うしか方法はなく、どのような写真が出来上がるのか、出来上がりの写真を想像して写ることができないという課題がある。

### 2.3. 出来上がった集合写真から見える課題



図 2.10: スクリーンと撮影の場合



図 2.11: ディスプレイと撮影の場合

図 2.10 と図 2.11 は、スクリーンとディスプレイに写った遠隔地の参加者の映像と一緒に撮影した写真である。リアルにいる人が必ず前となり、スクリーンとディスプレイに写った映像が後ろになるという構図は変わらず、いずれも画一的な写真で構図のバリエーションがない。スクリーンやディスプレイを写さなければならないため、余計な背景が写ってしまうので、写真の楽しみがないとすることができる。また、人物の大きさが調整できないため、スクリーンとディスプレイに写った人物が小さすぎてよく見えないという問題点があり、人物の大きさが異なって写真に写るといった違和感がある。さらに、カメラマンと一緒に写真に写ることができないという問題もある。機材が豊富にある場所の場合は、カメラマンと一緒に写るためにディスプレイの映像として一緒に写ることができるが、準備時間が増え、カメラマンは写りながら写真撮影を行なうこととなる。

Polycom や Skype という遠隔ビデオ会議システムなどを用いた多地点を繋いだフォトセッションでは、画面が複数に分割され、それぞれの参加地点が各々のタイミングで自由に写真を撮影している。ある地点は既に写真撮影を終え、退席し

て画面がブルーあるいはスライドだけという状況が生まれている。また、参加者は、それぞれの参加地点で撮影しているカメラに視線を向けるため、参加者がバラバラの方向を向いているという状況も生じている。Ottaは、写真を撮られる際、人は自然と笑顔になる傾向が見られると述べているが、セッションの記念となる写真であるのに写真からは笑顔が少ない傾向がうかがえる [3]。後ろを向いてスクリーンに映った遠隔地の参加者に向けて手を上げて、インタラク션을図ろうとしている参加者もいるが、何も起こらないため、楽しみながら撮影ができていない。また、カメラの方を向くのではなく、遠隔地の参加者が写っているスクリーンの方を見てしまう参加者が多く見られる。

## 2.4. アンケートからわかる課題

2013年6月13日に日本とフランスを繋いだ Global Kindergarten -4th session-の際に行なった、日本側の保護者17名を対象としたアンケートに、遠隔フォトセッションに関する多くの意見があった。質問項目の中の“本日のプログラムの中で改善した方が良かったと感じた部分はどれですか。理由もお答えください（複数回答可）：アラムサムサム（振り付けのある歌）、時差の体験、ティーチングセッション、キルティングセッション、フォトセッション、一緒に歌を歌う”という質問に対して、17名中9名がフォトセッションを選択しており、最も改善点が多いということがわかった。その理由として、“時間がかかった”という解答が最も多く、スムーズに撮影できていない、互いの意志が伝わっていないという順に解答が多かった。一方で、良かった点として、作品の前で撮ることはとても良かったという解答もあった。次に、“セッションのどの部分が魅力がなく、参加者に緊張感を与えましたか。”という質問に対して、17名中6名がフォトセッションへの意見を述べている。写真撮影の時間がかかりすぎたために、自分の出番のない待ち時間に集中力が切れ、退屈そうにしていたという意見が最も多かった。いずれも、撮影中の意思疎通が図りにくいために、写真撮影がスムーズに行なえなかった点が要因であり、その結果、何もすることのない長い準備時間が参加者に緊張と退屈という負担を与えているということがわかった。

## 2.4.1 離れた場所同士で作品を制作する課題 1



図 2.12: Quilting session -富士山とエッフェル塔-

図 2.12 は、上記の保護者に行なったアンケートで、“制作した作品と一緒に写真撮影ができたことが良かった”と記されたフランス側の作品制作時の写真である。日本とフランスを繋いだ Global Kindergarten-4th session-の中で初めて富士山とエッフェル塔と一緒に制作したキルティングセッションが行なわれた。キルティングセッション (Quilting session) とは、写真を例に説明すると、フランスの参加者が富士山の輪郭が描かれた画用紙に色紙を貼り、日本の参加者がエッフェル塔の輪郭が描かれた画用紙に色紙を交互に貼っていき、離れた場所同士が一緒にリアルタイムに絵を制作するというセッションである、フランスの参加者が富士山に色紙を貼っている右隣に富士山の輪郭が描かれた映像が投影されているが、これは、日本側がエッフェル塔に色紙を貼っている映像である。フランスの参加者が作品制作に夢中になっていることがよくわかるが、投影した映像の色は薄く、日本の参加者の映像が右下の小さなワイプの中にしか出ていないため、フランスの参加者は見向きもせず、一緒に作品を作っている感覚が欠けているとすることができる。上記と同様の保護者アンケートから、17名中4人がキルティングセッションをフォトセッションの次に改善すべきプログラムだと選択した。その理由として、“子供達が一生懸命のあまり、互いの様子を見られていなかったため、作業を見て楽しむ時間があるとより伝わる”という意見があった。一方、良かった点として、“もっと一緒に絵を制作するような同じことが楽しくできたら良い”、

“ 時差がある国同士で同時に作品制作ができる体験はなかなかない ”, “ 作品という達成感があるのは楽しい ”, “ 作品制作時にその場で感性の違いが見られてとても興味深い ”, “ 新しい試みも良かった ” という多くの好意的な意見があった .

## 2.4.2 離れた場所同士で作品を制作する課題 2

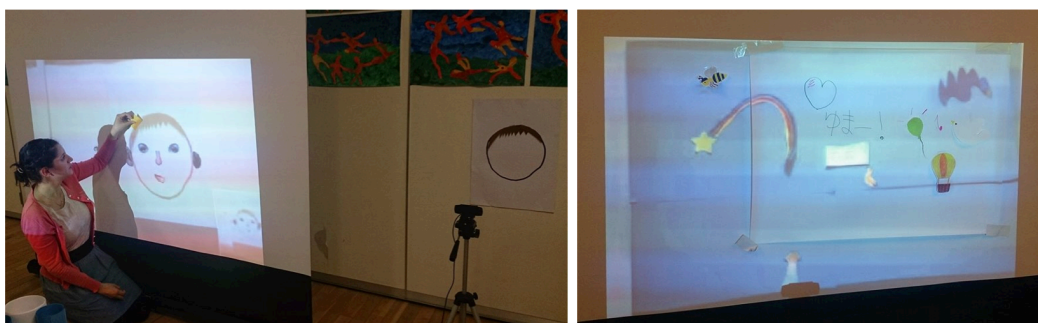


図 2.13: Quilting session -Blue Sky と福笑い-

図 2.13 は、好評だった前回のキルティングセッションを改善し、2013 年 11 月に日本とフランスを繋いだ Global Kindergarten-7th session-の中で、空と福笑いを一緒に制作した日本側のキルティングセッションの写真である。写真のように一緒に空を制作した場合、まず、フランス側がスクリーンに青い画用紙を貼り、日本側がフランスからの映像を受信し、プロジェクターを微調整しながらスクリーンに投影し、投影された空の映像に事前に制作した気球や蜂のステッカーをフランスと日本が交互に貼るといった工夫の元に、遠隔での共同制作を実現している。前回と大きく異なる点は、一つの作品を一緒に作り上げるという点である。前は、それぞれの映像を投影し、リアルタイムの制作状況を見ることはできたが、フランスは富士山、日本はエッフェル塔に色紙を貼り別々に制作していた。離れた場所同士で一緒に作品を制作したとすることはできるだろう。しかし、やはり、セッションに時間がかかるという問題点があげられ、参加者がお互いの顔や動作を見ることができないため、作品を作ることに集中してしまい、共同制作をしているという感覚が欠け、コミュニケーションが見られないという課題が生じている。遠隔で共同制作をするための工夫は見られるが、できることが限られていることや、まだ多くの課題があることも事実である。

## 2.5. 遠隔フォトセッションの課題のまとめ

上記の考察から、遠隔フォトセッションの撮影プロセスと出来上がった写真に共通する最大の問題点は、相手の顔を見ながら写真撮影ができないことだと言える。遠隔フォトセッションには、離れた場所同士の参加者が相手の顔を見ながら、参加者全員が同じタイミングで同じカメラ目線で、同時に撮影することができる仕組みが必要であると判断できる。さらに、撮影のプロセスも出来上がった写真も、参加者全員の笑顔が多く、楽しめる写真撮影とするために、工夫が必要であると考えられる。上記で述べた保護者に行なったアンケートに、時差のある離れた場所同士で一緒に作品が制作できる体験は貴重であると思った、また同様の体験を子供にさせたいといったキルティングセッションに関する多くの好意的な意見と、一緒に制作した作品と集合写真が撮れたことが良かったという意見から、遠隔フォトセッションの工夫として、離れた場所同士で一緒に作品が制作できる仕組みが適していると考えられる。しかし、離れた場所同士で一緒に作品を制作する際にも、遠隔フォトセッションと同様に相手の顔が見えないという課題が生じている。以上のことから、遠隔フォトセッションの解決すべき課題は、離れた場所同士がお互いの顔を見ながら同時に撮影することができることであり、遠隔共同制作の課題は、相手の顔を見ながら一緒に作品が制作できることである。

## 第3章

# PuRimoのデザインと設計

図 3.1 は , PuRimo を用いて遠隔で写真撮影をするコンセプトイメージである .



図 3.1: コンセプトイメージ



## 3.1. PuRimo のコンセプト

図 3.1 は、フランスとカナダという離れた場所で同時に撮影した写真がリアルタイムに 1 枚の写真に合成されている図である。遠隔での写真撮影のコンセプトとして、

- 向かい合って相手を見ることができる
- リアルタイムで参加者同士が写り方を調整・工夫することができる
- 柔軟な構図で様々なバリエーションの写真を複数人で撮ることができる

という 3 つを設計において重要な要素とし、思い出に残る記念写真を作るために、撮影をしている時も、出来上がった写真も楽しむことができるプリクラをコンセプトに Remote Prikura: 遠隔でできるプリクラ“ PuRimo ”をデザインする。PuRimo は、物理的に離れた場所の複数人同士が、お互いの顔を見ながら、楽しんで一緒に集合写真を撮ることができる写真撮影システムである。

### 3.1.1 PuRimo に必要な要素

遠隔フォトセッションの課題を解決するための PuRimo に必要な要素は、プリクラに備わっている自動的に撮影できるカメラ機能とデコレーション機能、次の 4 点である。

1. 参加者全ての人物合成
2. 離れた場所同士でデコレーション
3. 相手の顔が見えること
4. 参加者が退屈しないこと

1つ目の全ての参加者を同じ画面上に合成することは、遠隔地の参加者の存在感を強く認識できるようになる効果があるため、あたかも遠隔地の参加者が自分の隣にいるような感覚を演出することができるのである。全ての参加者を合成することで、画面の中で写り方や人物の大きさを自ら調整することが可能となり、違和感のない写真を撮ることができる。2つ目の離れた場所同士でお絵描きなどのデコレーションを共同制作できることは、遠隔フォトセッションをより楽しいものとするために遠隔地の参加者同士のコラボレーションを実現するためである。3つ目の相手の顔が見えるということは、今までの遠隔フォトセッションにおいてスクリーンやディスプレイに背を向けて撮影しなければならなかったため、相手の顔が見えないという問題が生じており、最も解決すべき課題だと考えているからである。また、写真撮影において相手との写り方を考える上で必要不可欠である。4つ目の参加者が退屈しないことは、何もすることがないために退屈になってしまう撮影の待ち時間に退屈させないために、手足を動かすとエフェクトができる仕掛けが必要だと考えた、そして、プリクラに備わっている自動的に撮影できるカメラ機能を取り入れることで、カメラマンが必要なくなり、カメラマンも一緒に写真に写ることが可能となるのである。

## 3.2. PuRimo のデザイン

遠隔フォトセッションの課題を解決し、さらに、プリクラのように、写真撮影と出来上がった写真への楽しさを追加する目的で、デコレーションとフォトフレーム機能を付ける。プリクラと大きく異なる点が ”遠隔 ” である。ゆえに、離れた場所同士で撮影している場所を大切だと考え、プリクラの背景合成を遠隔の場所に置き換えて考え、場所に意味を持たせた。

- デコレーション

手の動きを使ってデコレーションすることができるお絵描き機能を付ける。お絵描きは、プリクラでも定番の機能であり、年齢を問わず簡単に描くことができるからである。また、Kinect を用いていることから、体のモーションが検知できるため、動きたくなる仕組みを付けたいと考えた。

- AR フォトフレーム

AR マーカーを Kinect にかざすと、フォトフレームが現れて撮影できる機能を付ける。出来上がった写真に楽しさを加える要素として考えた。

- 背景入れ替え

集合写真や記念写真には、写真に写る背景が重要な要素であることから、ネットワークを介して繋げた双方の場所の背景を自由に入れ替えて、写真を撮ることができる。これにより、まるで離れた場所の相手が、自分の場所にワープし隣にいるかのような感覚となり、自然とコミュニケーションが発生することを狙いとしている。

- 動くときエフェクトが出現する演出

撮影中も退屈させずに、楽しさを提供するために、参加者のジェスチャーや動作を促す目的で、石原の研究を参考に、手足が動くときキラキラしたパーティクルが追従するエフェクトを付ける [17]。

### 3.3. PuRimo を用いたコミュニケーションモデル

ここでは，PuRimo を用いた遠隔フォトセッションのコミュニケーションモデルについて説明する．便宜的にフランスとカナダを繋いだ一対一の遠隔フォトセッションに PuRimo を導入した例を用いる．

#### 3.3.1 地点 A，B の人物合成

まず，地点 A（フランス）と地点 B（カナダ）にいる人物が Kinect の前に立つ．Kinect が人物のモーションを検知し，写っている人物のみを切り抜いて，人物が合成される．フランスとカナダの両者が見ている映像は同一のものであり，自分も含めた互いの姿をスクリーン上で見ることができる．Kinect から 80cm から 120cm の距離が適しており，Kinect に近づくと大きく，離れると小さく写るため，互いに大きさを調整することが可能である．



図 3.2: 人物合成

### 3.3.2 動くときとパーティクルが現れる

手足を動かすと、手足に追従するパーティクルのエフェクトが現れる。



図 3.3: 手足の動きに追従するパーティクル

### 3.3.3 お絵描き

手の動きを使って空中で絵を描く。互いが描いた全ての絵が画面に合成される。



図 3.4: デコレーション：お絵描き

### 3.3.4 AR フォトフレーム

AR マーカーを Kinect にかざすと登録したフォトフレームが現れる。

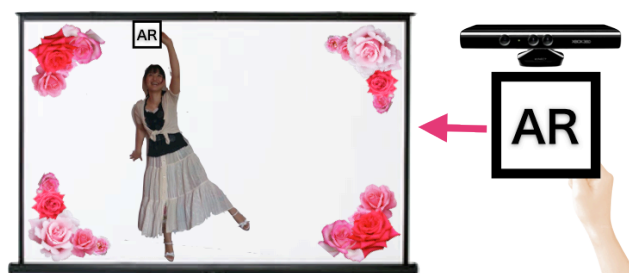


図 3.5: デコレーション : AR フォトフレーム

### 3.3.5 背景を選んで背景合成

地点 A (フランス) の背景, 地点 B (カナダ) の背景, 白色の背景の 3 つ背景の中から 1 つを選択する。

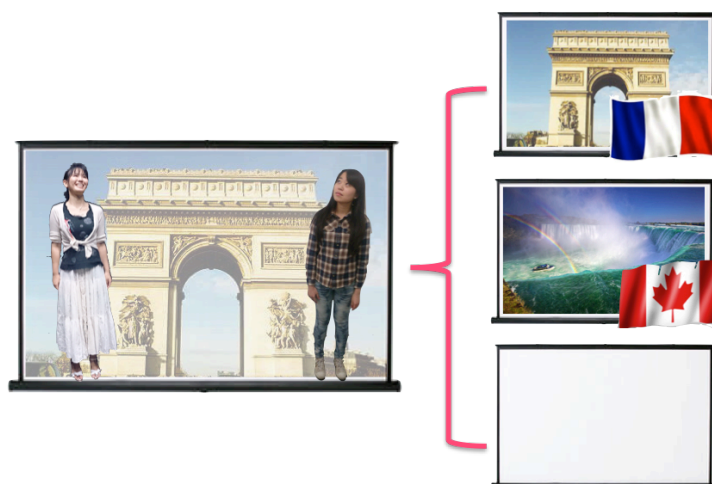


図 3.6: 背景を選択して合成

### 3.3.6 写真撮影の同期

地点 A (フランス) にいる人物が画面上にあるカメラボタンを手で触れると、3秒間のカウントダウンが開始され、シャッター音と演出と同時に地点 A と地点 B の双方で同期して写真が撮影される。地点 B (カナダ) にいる人物がカメラボタンを押した場合も同様にカメラが同期した写真が撮影される。写真撮影の演出も同期されている。

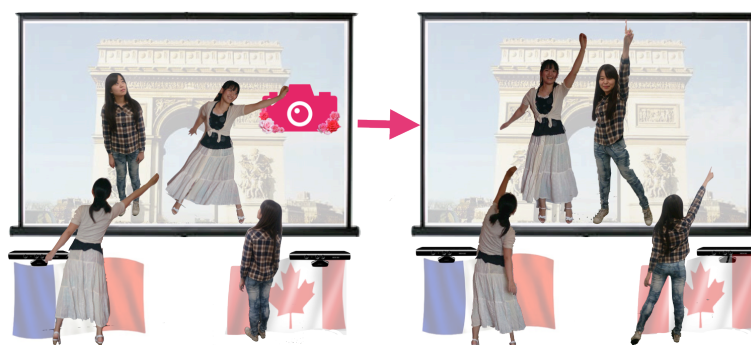


図 3.7: 撮影の同期

### 3.3.7 出来上がった写真のイメージ

撮影された写真は同期されているため、撮影した枚数だけ PC の中に保存される。



図 3.8: PuRimo を用いた遠隔フォトセッションのイメージ

## 第4章

# 関連研究

次に、第3章で述べた PuRimo の設計を実現するために、離れた場所で互いの顔を見ながら写真撮影をするための人物合成の技術、離れた場所同士で一緒に写真にデコレーションができる技術、参加者が退屈する時間をなくすために手足を動かすと現れるパーティクルの技術、コンセプトであるプリクラに関する要素ごとの関連研究と関連製品について述べる。

### 4.1. プリクラ

本研究のコンセプトであるプリクラは、1995年に登場し、自分の姿や顔をカメラで撮影・デコレーションをし、シールに印刷された写真を得ることができる機械である。1回300円～400円と少し割高な料金にもかかわらず、特に女子中高生の間で大流行した。今もなお、時代の流行と共に様々な機能を開発しながら進化し続けている。現在、プリクラに通信機能が追加され、スマートフォンやパソコンに撮影した写真がデータで共有できるようになり、Facebook や LINE などの SNS 上で誰もが簡単に写真をシェアすることが可能となった。写真シールを交換し、見せ合い、SNS 上でシェアをするなど、プリクラは写真を撮る楽しさだけでなく、写真を通じた新たなコミュニケーションの形を生み出したのである。

プリクラの社会学的分析を行なった栗田は、プリクラを介したコミュニケーションをプリクラ・コミュニケーションと称し、「プリクラの社会的機能は、プリクラが被写体人物を介して関係や空間を把持するメディアとして流通し、さらに、コミュニケーションにおける資源として機能する社会学的事態を示唆する概念であ



る」と述べている。さらに、栗田は論文中で、現代フランスを代表する哲学者ブルデューは「集団の生活が荘厳に再確認されることになる社会生活の最高の瞬間を荘厳化する手段を、写真は提供する」としており、それは記念撮影を想起しているのである。記念写真、証明写真、スナップ写真、といった従来型のメディア・コミュニケーション技術としての写真の持つ特性を継承しつつも、プリクラはさらに新たな社会的機能を保有している。従来型の写真コミュニケーションが深化し、プリクラコミュニケーションと命名すべき新たなメディア・コミュニケーションが生まれたのである。プリクラは写真の有する社会的機能を継承しつつもより高次の段階に至っていると見るべきなのだと述べている [11]。

以下にプリクラの特徴をあげる。プリクラの行程は主に、写真撮影、デコレーション、写真の獲得の3つの行程に分割することができる。

#### 1、撮影する

撮影したい機械を選択し、画面を見て写り方を確認しながら撮影することができる。図 4.1 から、撮影中も笑顔が豊富で、写真を撮ること自体を楽しんでいることがよくわかる。



図 4.1: プリクラ：撮影風景

## 2, デコレーションをする

デコレーション用のペンが2本用意してあり, 制限時間中に写真を選んでデコレーションすることができる. ペンの色や太さを変えてペンで描くことができる他に, 様々な種類のスタンプや背景が選択でき, オリジナルの写真を作成することが可能である.



図 4.2: プリクラ : 落書き

## 3, 写真シールと写真データを獲得する

撮影した写真をシールとデータとして得ることができる. 写真シールは人数に合わせて, 分割方法が選択でき, 写真データは写真シールの印刷時間中にプリクラの画面上もしくは, 印刷された写真シールに記載されてある QR コードにアクセスをしてメールアドレスを登録すると枚数限定で得ることが可能となっている. 写真データの場合, 同会社製あるいは同機種で過去にも撮影したことがある場合, マイページ上に過去に獲得したデータも閲覧することが可能となっている. これは無料会員の例だが, 有料会員登録をすれば全てのデータが獲得でき, マイページ上で加工することも可能である.



図 4.3: プリクラ : 写真シール

図 4.3 は、プリクラで撮影した写真である。スタジオで撮影したような高画質かつオリジナルのデコレーションが施された写真を得ることができる。撮影直後に写真シールとして印刷される利便性、デジタルデータ化されたことによる保存・共有性などといった従来の写真コミュニケーションにはなかった多くの利点がある。



図 4.4: プリクラ：デジタルデータ

## 4.2. 人物合成

森川は、超鏡（ハイパーミラー）システムのコンセプトに全員が同じ映像を見ることが（WISIWYS：What I see is what you see）を唱えている。超鏡は、電子的に作られた新しい対話のための（鏡のような）世界であり、合成映像を使用することで全ての対話者が同一の仮想空間にいるような映像になり、一緒にいる空間を実現しているため、対話者が自分のすぐ隣にいるように対話することができる。自分が見ている映像と同じ映像を相手も見ることができ、全ての対話者が画像上の全ての事物に触れることができるため、対話者全員が対等と言える。これにより、対話している自分を客観視する視点が生まれる。話している自分の姿を見ることができるため、相手に上手く伝達できたかどうかを知ることができ、対話における様々な問題を利用者が自発的に解決できると述べている [16]。

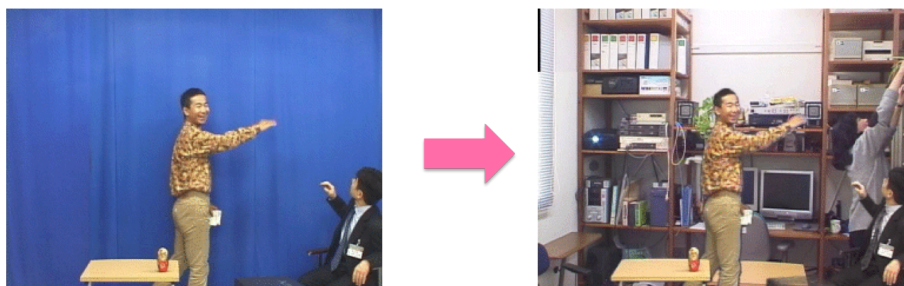


図 4.5: 超鏡による合成

超鏡は、2地点の遠隔地を繋いだ場合、図4.5のように、ブルースクリーンと対話者を撮影するカメラと合成映像を表示するモニタとミキサーを用意する必要があり、カメラアングル、拡大率、明るさ、照明などの微調整が非常に重要だとされている。超鏡の「全員が同じ映像を見ること」つまり、対等な環境を構築するというコンセプトは、本研究においても非常に重要である。

同様に丹も、遠隔地において、あたかも同じ空間にいるような錯覚が得られるシステムはテレプレゼンスシステムと呼ばれ、写真や映像などのビジュアルコミュニケーションの品質が極めて高いため、同一の空間を共有しているかのように相手の状態がよくわかるというものである。テレプレゼンスを実現するためには高性能な機器と、ディスプレイやプロジェクタの位置、サイズ、音声を収録するマイクロフォンの配置や指向性、カメラやスピーカの配置などの構成が重要であり、物理的な環境が重要な役割を果たしている。そのため、テレプレゼンスと称されるシステムは、機器ではなく部屋の造作までを含めたものを指すことがほとんどであり、机の配置はもちろん、高さや奥行きについても指定があることが多いと述べている [19]。

超鏡は、ブルースクリーンが必須であることから、図 4.6 のように広い空間が必要であり、ブルースクリーン上に人物がいる場合しか合成することはできないため、行動範囲に制限が生じる。超鏡などのテレプレゼンスは、鮮明な人物合成を成し遂げているが、高価な機材の必要性やある程度広い空間が必要となるため、容易に導入することは難しいのである。



図 4.6: 超鏡システム構成

廣田は、遠隔地にいるロボットに自分自身を移すことで、遠隔地における存在感を示すロボットを制作した [22]。遠隔地にいる相手は、ロボットを見ながら会話することになる。そのため、人と対話をしているとは言い難い違和感が生じる。その違和感を解消するために、TELEsarPHONE はロボットに人の顔を投影し違和感を解消しようと試みた [8]。他にも仮想空間に自分の分身であるアバターを通してコミュニケーションを図る研究などがあるが、いずれも本人ではないものを介して対話している点が遠隔コミュニケーションにおいては問題だと捉える。本研究では、ロボットを介したコミュニケーションではなく、人間を同一画面に存在させることで、遠隔地にいる相手の存在感をより近くに感じられるようにした。遠隔コミュニケーションにおける存在感に関する研究が多くなされていることから、遠隔環境において、存在感は重要な要素であると断言できる。

### 4.3. 離れた場所同士でデコレーション

遠隔環境下において、同じ画面を共有して共同制作を行なうことは容易にはできない。石井らは、遠隔地にいる相手の顔を見ながら、対話するための空間（インターパーソナル・スペース）と共同作業を行なう空間（シェアド・ワークスペース）をシームレスに結合するというクリアボードを考案した。クリアボードとは、遠隔ビデオ会議システム機能を持った共有ホワイトボードである。ガラス板に遠隔地の相手の顔が表示され、相手と対話しながらガラス板に同時に描画することが可能な装置である。遠隔地にいる相手がまるでガラス板の反対側にいるような感覚で同一画面上に書き込んで、互いの描画を見ることが可能だ。[2]



図 4.7: クリアボード

図 4.7 のように、このシステムは写真のような大掛かりな設備がなければ使用することができない。ネットワークを介して離れた場所を繋いでセッションやイベントを行っている全ての環境に導入することは困難であり、使用できる人数がごく少数に限られているため、複数人が参加する遠隔セッションにおいては不向きである。しかし、離れた場所同士でのクリエイティブな共同制作・共同会議は今後ますます必要とされるシステムであり、本研究においても重要な課題の一つであると記している。

また、インターネット上には、複数人で絵が描ける共同制作を実現し、チャットができる複数のお絵描きチャットが存在している。これは、相手の顔を見ずにお絵描きやチャットが楽しめるものであり、インターネットが使える環境ならば誰もが気軽に参加できる。完成した絵は個人のPCやサーバーに保存して後から鑑賞でき、共有することもできる。PlayStation3からはBeat Sketch!というお絵描きソフトが発売された。モーションコントローラをペンに見立て、テレビ画面のキャンバスに自由に絵を描けるソフトである。画面の中に自分が映るため、画面の中の自分を見ながら絵を描いて遊ぶことができ、描いた絵や描いている様子を静止画と動画で保存することができる機能がある。さらに、動画はYouTubeにアップロードすることも可能となっている。遠隔環境には対応しておらず、個人でお絵描きを楽しむソフトだと言える。お絵描きチャットは、画面の中でマウスや指で描くが、Beat Sketch!は、テレビ画面の範囲内という決まりはあるが、何もない空間に大きく描くことができる [7]。



図 4.8: お絵描きチャットと Beat Sketch!

プリクラのデコレーション機能にヒントを得て、PuRimoにもデコレーション機能を取り入れたいと考えている。フォトセッションはイベントやワークショップの中のプログラムの一つであり、フォトセッションもただ写真を撮影して終わりではなく、一つのセッションとして成り立たせる必要があると考えたからである。遠隔環境において、大きく動いて絵を描くことができることは、遠隔セッションの新たな一面でもありと考えているため、身体的動作を取り入れたデコレーション機能を制作したいと考えた。

## 4.4. 向かい合って相手の顔を見る

Michael Peshkin は、図 4.9 の生徒と向かい合って授業をすることができる新しい黒板「Lightboard」を制作した。従来の黒板からは、講師が生徒に背を向け、黒板に書き込みながら黒板に向かって講義をする姿を容易に想像することができる。Michael Peshkin は、ノースウェスタン大学での講義方法を研究し、優れた講師は正面を向き、生徒やカメラに向かって講義をしていることに気付き、書き込み可能な透明なボードを用いることによって、対面型の講義を実現した。さらに、透明なボードには、デジタルデータを表示させることができ、ガラスの中の光の屈折を利用し、文字の部分だけを鮮明に見せるという効果もある。対面型というだけでなく、長時間、生徒と向き合い、生徒の集中力を持続させる工夫もされている [4]。Lightboard は、遠隔でない教室環境において、相手と対面することの重要性を示しているシステムである。

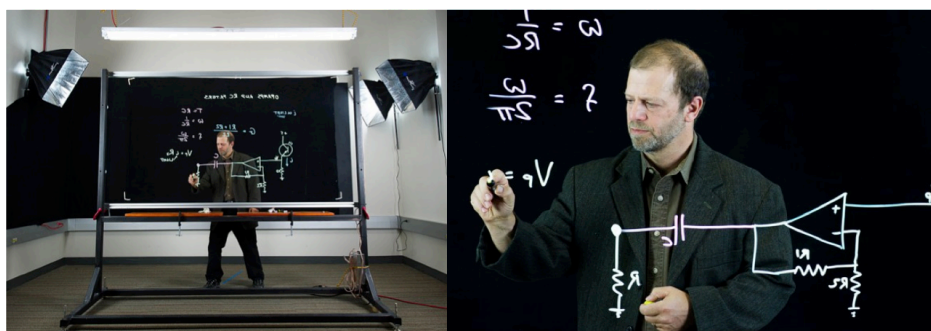


図 4.9: Lightboard



## 4.5. PuRimoに必要な技術のまとめ

前述で、ブルースクリーンを用いた人物合成の研究、ロボットを介した遠隔コミュニケーションの研究を述べた。また、遠隔で一緒に共同制作ができる研究や、インターネット上で絵が描けチャットができるものや、体を大きく動かして絵が描ける商品を述べた。さらに、顔を見ながら授業ができるものや、遠隔での授業で拳手をすると手に画面越しにエフェクトが見える研究を述べた。以上の研究と比較し、本研究は、Kinectを用いた人物合成であるという点、遠隔で体を動かしながら共同制作が可能であるという点、遠隔で自分を含めた全員の顔が見えるという3点において新規性または優位性がある。

## 第5章

# 実装

### 5.1. 開発環境

上記において、遠隔環境において相手の存在感の重要性と、超鏡のようなテレプレゼンスシステムの導入の難しさは既に述べた。人物や背景を合成する手法としてブルースクリーンは多く用いられているが、上記にあげた問題点と本研究の目的から本研究では、Kinect を用いて人物合成を行なう。しかしながら、Kinect で人物だけを合成した場合、画質があまりよくないという問題が生じる。画面サイズを拡大するとさらに画質が低下するため、画面サイズは640 × 480 に保ったままプロジェクターでスクリーンに投影する手法をとることにした。B. Reeves and C. Nass は、人間は、画像の品質よりも画像サイズにより強く心理的な影響を受けるという事実が認知科学的に知られていると述べている [5]。高い解像度の画面であっても小さなサイズで表示されると、参加者の意見の影響力は低下する。これは小人効果と呼ばれる現象で、逆に大きなサイズでの表示は影響力が増すことになる [19]。したがって、最低限の画像の質は必要だが、画像の質よりも画像サイズが重要なのである。Kinect にはブルースクリーンにはない利点がある。それは、人のモーションをキャプチャーすることができるという点である。ただ人物や背景を合成するだけでなく、人の体をインターフェースにして、体を使ったシステムを制作することができるのである。本研究では、人物の合成だけでなく、デコレーションできる機能と写真撮影機能が必要であり、直感的な動作で操作したいために、Kinect が最も適していると判断した。

本研究では、システムの開発環境として Processing2 を採用し、ユーザーのモーションを検知し、人物を合成する手段として Kinect を使用する。複数の遠隔地を接続して遠隔フォトセッションを行なうことを主眼としているため、Windows や Mac の OS でも作動する汎用性の高い Processing をプログラミング言語に選択した。また、プロトタイプ制作にあたり、Built with Processing、AR プログラミングを参考にした。

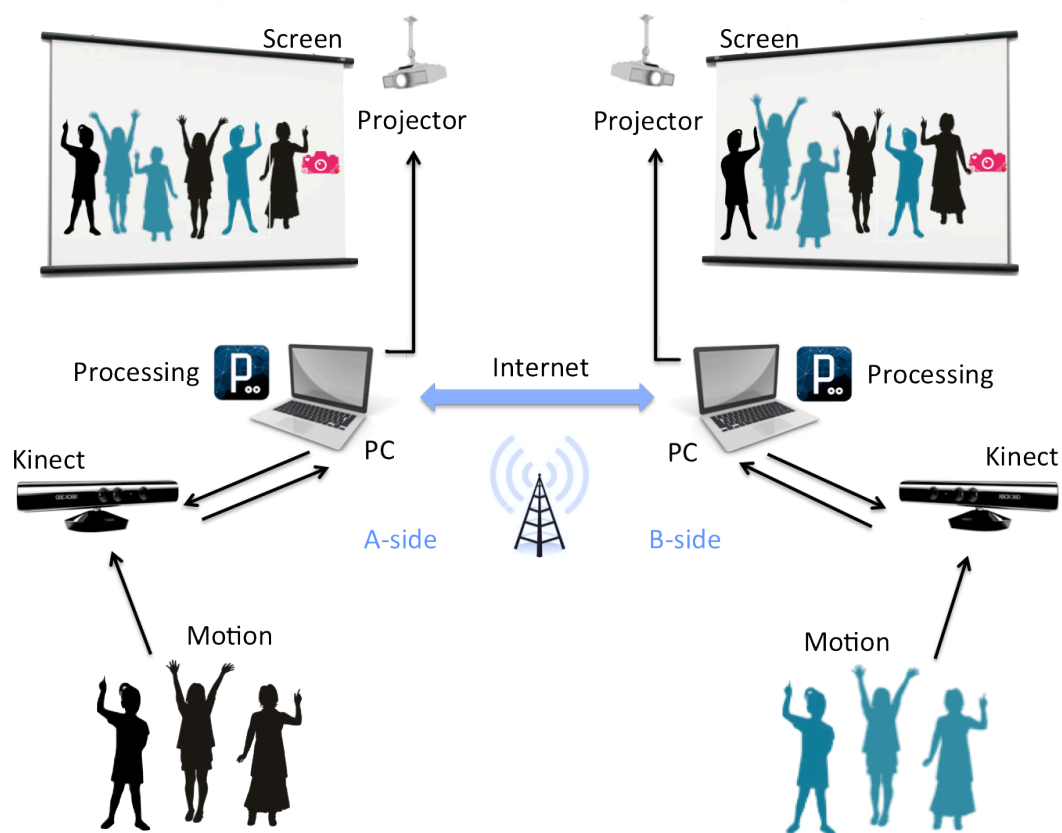


図 5.1: システム構成図

開発用 PC : OS : Mac OS X Lion 10.7.5 , CPU : 1333 MHz DDR3

Core i5 Duo , メモリ : 4GB

開発環境 : Processing 2.0.3

表 5.1: 使用したライブラリ

使用したライブラリ	目的
SensorKinect	Kinect を動かす
SimpleOpenNI	人の動きを検知するため
java.net	UDP ネットワーク
java.util	便利なユーティリティークラスが入っているライブラリ
ddf.minim	音声再生
javax.imageio	Kinect で映した人物を Java 画像として伝送する時に使用する
java.awt.image	イメージを作成・修正するツール
java.awt	Java で GUI アプリケーションを作成するためのクラスライブラリ
java.io	ファイルシステムの入出力のため

## 5.2. 実装

次に制作したシステムの流れについて説明する．

このアプリケーションは、一対の Kinect と PC、ネットワーク環境を必要とする．遠隔地にいるユーザー同士はお互いに Kinect と PC を設置し、PC 同士をネットワークで接続してプログラムを起動することでアプリケーションを使用することが可能となる．メインウィンドウには Kinect に映されたユーザー自身と、ネットワークで伝送された通信先の相手画像を合成した画像が映し出される．Kinect のカメラ画像から人物画像ではない画素に透過処理を施すか否かを選択し、背景をどちらかの場所に合わせ、独自の画像へ切り替えることができる．同時に、Kinect の骨格情報からユーザーの両手足の位置を求め、ユーザーを彩る演出効果や手を動かして描くお絵かきを楽しむことができ、描画された絵は相手先の画面にも映される．また、画面には写真撮影用のボタンも表示され、ユーザー同士はお互いの姿が映る画像を写真データとして保存することも可能である．

## Kinect

Kinect の RGB カメラと深度カメラを用いて、人物認識およびジェスチャー認識を行っている。Kinect には深度映像から人間を抽出する機能があり、深度カメラの映像を比較して RGB 映像から人物が映る部分のみを後述の画像処理と合わせて画面に出している。ジェスチャーは Kinect に移る人物の両手と両足の位置を導出している。それぞれの位置は Kinect のカメラ映像から 3 次元で求められた座標を画面上の平面座標に投影してメインプログラムの 2 次元座標に変換されており、最新の 3 個分のデータがプログラム上で記憶されて後述の処理に利用される。なお、認証できる人数に制限があるため、プログラムで認証する人数を 6 人に限定している。

## 画像処理

Kinect の映像および後述の処理で伝送される映像から人物の映っていない部分を透明化する処理である。Kinect には深度映像から人物部分のみを抽出する機能があり、その映像と RGB 映像を比較して、Kinect の映像から人物部分のみを抽出して画面に出している。受信画像は JPEG 形式で人物以外の部分が白で塗りつぶされるため、その部分のピクセルの不透明度を 0 に変えることで透過処理を実現している。ユーザーは自身が映る Kinect 映像、および受信画像を選択的に透明化できるため、背景をシステム独自の背景にするほか、どちらかのユーザーが立っている場所に合わせ、画面上で仮想的にユーザー同士が同一の場所に存在しているように見せられる。

## 画像伝送 (UDP 含む)

人物画像および後述の映像演出を UDP (User Datagram Protocol) プロトコルを介して伝送している。画像の送受信には Java の DatagramSocket クラスおよび DatagramPacket を利用した。画像を伝送する前に、Kinect で取得した映像から人間以外のピクセルの色を白に変換したものに映像演出を合成した画像を jpeg 形式で符号化してバイト列に変換する。なお、タイムアウトまでの時間を 100[ms] としている。また、後述の写真撮影で使用するボタンの状態に対応する文字列も TCP

プロトコルを介しマルチスレッド処理で伝送している．こちらは処理後に 100[ms] のスリープ時間を設けている．

#### 演出（パーティクル）

映像の演出に，パーティクルと称する装飾とユーザーによる描画の二つを実装している．

一つ目のパーティクルは，ユーザーの手足の座標に合わせて付加される．座標点を中心に 30 個の光の粒子のようなものをランダムに動かしている．なお，このパーティクルは石原の研究で作成されたプログラムの Particle クラスを少し改良して使用した [20]．二つ目の描画については，先ほどと同様に座標の記録を利用する．ここでは両手の座標を参照している．右手の y 軸座標が左手の y 軸座標より小さいとき（Processing では画面下に行くほど座標の値が大きくなる），つまり右手が左手より上にあるとき，右手を動かすことで線を引くことができる．逆に，左手が右手より上にある場合は，左手で描かれた線を消すことができる．そして，両手が一定の距離より近いと認識された場合に全ての線が一斉に消去される．

#### AR フォトフレーム，背景合成

AR 画像処理は，Processing のために構成された NyARToolKit ライブラリを使用することでプログラムに組み込んでいる．Kinect の RGB カメラ映像からあらかじめ登録されている AR マーカーを認識することができた場合，それぞれのマーカーに応じた演出を映像に付与する．演出の種類として，背景，フレームの 2 種類がある．背景はユーザーの背後に映し出される画像で，フレームはユーザーの前方に固定の位置で映し出される画像である．

## 写真撮影

ウィンドウのスクリーンキャプチャを JPEG 形式の画像で保存することも可能である。画面右のカメラの形をしたボタンにユーザーの右手の座標が一度重なり、そこから右手が離れると映像のキャプチャを行う。画像は jpeg 形式で撮影した時刻をタイトルに含めて保存される。撮影の際は、ボタンを押した瞬間、および 3 秒前からのカウントダウンと撮影の瞬間を音で知らせる。ボタンを押しているかどうかは、1) 何もしていない状態（ボタンから手が離れて 3 秒経過した後）、2) ボタンにユーザーの右手が触れた状態、3) ユーザーの右手がボタンの上にある状態、4) ユーザーの右手がボタンから離れた状態の主に 4 種類の状態に分けて考え、それぞれの状態に応じて音や写真撮影の処理を行う。ボタンの状態は String 型の変数に格納され、状態 1 は null（文字列なし）、状態 2、3、4 はそれぞれ "s1", "s2", "s3" としている。前述の伝送処理でボタンの状態を相手と共有し、同期しての撮影が可能である。撮影が終了すると変数には null が格納される。

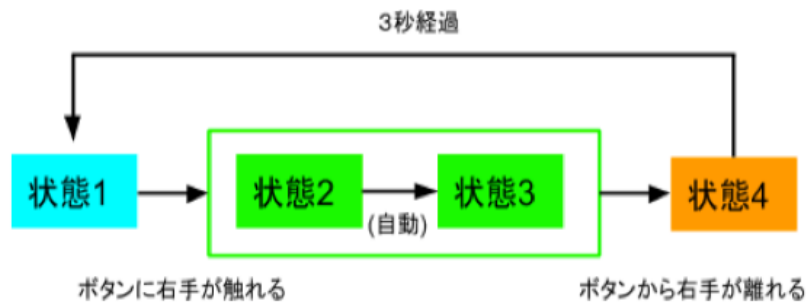


図 5.2: 写真撮影の状態遷移図

## 撮影の同期

上記のボタン操作に関する状態を UDP プロトコルを介したネットワーク通信で相手方に送信することで、写真撮影の同期を図る。つまり、ユーザーが自身が写る画面のボタンを操作すると、ネットワーク通信により相手方のソフトの写真撮影も同時に行うことができる。これは、ボタンに関する状態をそれぞれ対応した文字列で相手に送信し、また相手から送られる文字列を解析して対応したボタン操作の状態に移行することで実現している。

## 5.3. 動作紹介

### 5.3.1 人物合成

双方の人物を切り抜き，白色の背景に合成している．



図 5.3: 人物合成

### 5.3.2 パーティクル

手足を動かすとパーティクルが動きに合わせて追従してくる．図 5.4 から，パーティクルの形が変化しながら動きについてきていることがわかる．これには，参加者がより手足を動かしてアクティブに動く効果を期待している．

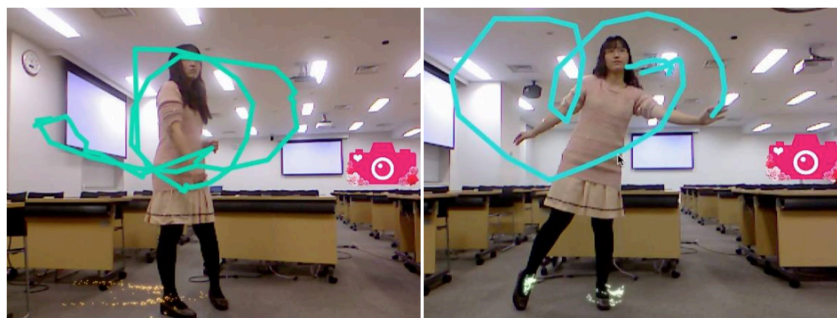


図 5.4: パーティクル



### 5.3.3 お絵描き

図 5.5 は, 1 人, 2 人, 3 人の時のお絵描きの様子だ.  
Kinect がモーションを検知し, 人数が増えたと判断すると, 色が被らないように青, 赤, 黄色と自動的に色が変わる.



図 5.5: お絵描き

### 5.3.4 AR フレーム

Kinect に 3 種類の AR マーカーをかざすと，図 5.6 のようにバラのフレームが表示され，写真を撮ることができる．AR マーカーをかざしている間だけデコレーションフレームが現れる．



図 5.6: AR フォトフレーム

### 5.3.5 撮影の演出

ディスプレイの右側中央にあるカメラが撮影ボタンとなっており，カメラボタンに手を触れると，音と共に 3, 2, 1 のカウントダウンが始まり，その間にポーズをとることができる．そして，画面にフラッシュの様な演出が現れ，シャッター音と共に写真を撮影することができる．

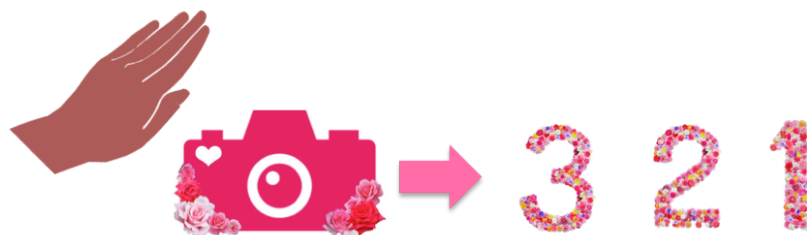


図 5.7: カウントダウンの演出

### 5.3.6 保存した写真の閲覧

現段階では、PuRimo を動かして、カメラボタンを押して撮影した側の PC に保存される仕組みである。



図 5.8: 写真の保存先

## 第6章

# ユーザースタディと評価

### 6.1. 予備実験

#### 6.1.1 予備実験のねらい

PuRimo は、スクリーンに背を向けずに、離れた場所にいる参加者同士が互いの顔を見ながら集合写真を撮影することが可能なシステムである。実装したシステムを遠隔フォトセッションの環境に導入して実験を行い、システムが正常に作動するか、参加者がどのような反応を示すか、課題を解決することができるのかを検証するために、3人ずつ A と B グループに分かれて予備実験を行なった。

表 6.1: 実施概要：予備実験

日時	2013年12月3日(水) 20:00~20:30(30分)	
目的	システムが正常に機能するかどうか 参加者がどのような反応を示すか 遠隔フォトセッションの課題を解決できるのか	
場所	地点 A 慶應義塾大学日吉キャンパス 協生館 C3S01	地点 B 慶應義塾大学日吉キャンパス 協生館 C3S02
参加者	3名 記録係1名	3名 記録係1名
参加者	PC, Kinect, プロジェクター, スクリーン	PC, Kinect, プロジェクター, スクリーン

## 6.1.2 予備実験の結果

図 6.1 と図 6.2 を予備実験で撮影した写真を結果として載せる .



図 6.1: PuRimo で撮影した集合写真

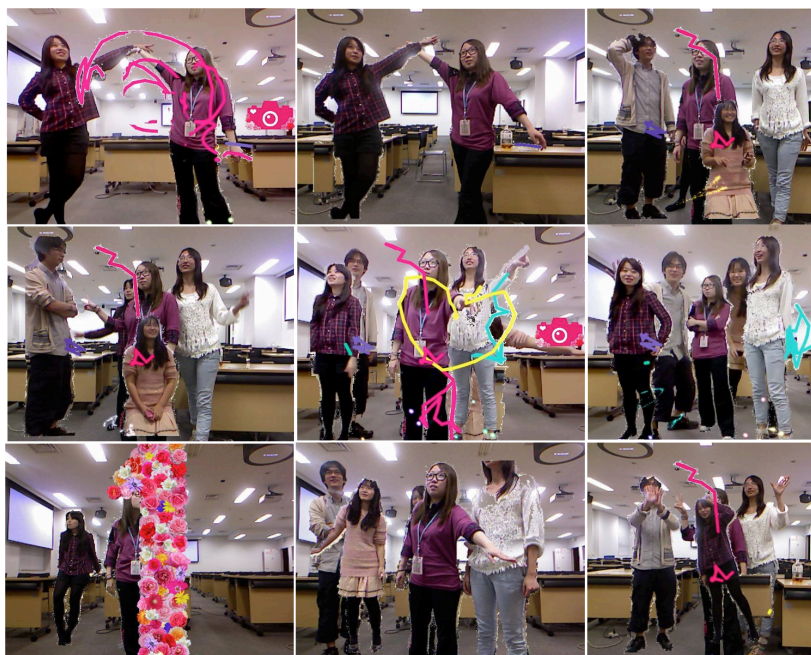


図 6.2: 予備実験で撮影した写真

### 6.1.3 写真からの考察

図 6.3 の左側の写真は、1 人でお絵描きをしていたが、途中から 2 人目として検出されたため、お絵描きの色が変わってしまった。1 人目はいなくなったものと判断されるため、青色の線をこのユーザーは消すことができない。一方で、図 6.3 の右側の写真は、1 人は検知されているが、2 人目が検知されていないため絵を描くことができていない。



図 6.3: 誤作動 1

図 6.4 は、早く撮影機能が動いてしまったために起こった誤作動である。右側の写真の白い洋服を着ている人の服が背景と同化しているかのようになっており、Kinect との距離が近かったために顔が映っていないという事態が起きた。



図 6.4: 誤作動 2

図 6.5 は、非常に違和感のある写真である。A 地点をベースとし、A 地点の人物と背景画像に B 地点の人物のみを切り抜いて合成したため、画像に違和感が生じている。



図 6.5: 違和感のある写真

#### 6.1.4 予備実験のまとめ

予備実験をした結果、上記に述べたように、現段階のプロトタイプには多くの課題があり、多数の誤作動が生じた。写真撮影に関する最大の課題は、A 地点と B 地点の環境が対等でないということである。写真の違和感は、背景が切り取られていない人と切り取られていない人を合成したことにあると考えられる。この結果から、全ての参加者を切り抜いた上で、合成する必要があるとわかった。

さらに、写真撮影の際、A と B のカメラボタンが連動していないために、A あるいは B 地点のどちらか方のカメラボタンを押しただけでは、相手がカメラボタンを押したということに気付くことさえできないという問題があった。

AR を Kinectにかざすことでデコレーションができる機能だが、AR マーカーを Kinectにかざしている間だけフレームが現れるため、AR を下げてしまうとフレームは映らなくなってしまう。そのため、写真に必ず AR マーカーが映ってしまうという問題があることがわかった。

## 6.2. ユーザースタディ

### 6.2.1 ユーザースタディのねらい

本研究は、遠隔フォトセッションにおける課題を解決し、退屈しない撮影時間と出来上がった写真も見て楽しめる集合写真とすることを目的としている。予備実験での結果を受け、改良した PuRimo を用いて、予備実験と同様に PuRimo を遠隔フォトセッションの環境に導入したユーザースタディを行う、そして、PuRimo を導入せず、今まで行っていた従来の方法で遠隔フォトセッションを行い、PuRimo を導入した場合と導入していない場合とで比較し、実装したシステムが遠隔フォトセッションに導入するに相応しいかという観点から、本研究のアプローチの有効性を評価する。

表 6.2: 実施概要：ユーザースタディ

日時	2014 年 2 月 3 日 (水) 14:30 ~ 16:00 (90 分)	
目的	PuRimo の実用性検証 システムが正常に機能するかどうか 比較実験をして PuRimo の有効性を検証するため	
場所	地点 A 慶應義塾大学日吉キャンパス 協生館 C3S01	地点 B 慶應義塾大学日吉キャンパス 協生館 C3S02
参加者	4 名 記録係 1 名	4 名 記録係 1 名
参加者	PC, Kinect, プロジェクター, スクリーン	PC, Kinect, プロジェクター, スクリーン



## 6.2.2 ユーザスタディの結果

ユーザスタディで撮影した写真を比較して載せる。



図 6.6: 比較写真：A (C3S01) side



図 6.7: 比較写真：B (C3S02) side

## 6.2.3 比較した実験の考察

図 6.6 と図 6.7 は、A 地点 (C3S01) と B 地点 (C3S02) で撮影した写真を比較したものである。左側の写真は PuRimo を用いて撮影したものであり、右の写真は従来の撮り方で撮影したものである。PuRimo は、A 地点と B 地点で同期して撮影しているため、多少の遅延はあるものの、現れているパーティクルの色が少し違う程度で、ほとんど違いがなく撮影できていることがわかる。また、A 地点、

B地点の参加者全員の顔がしっかりと写り違和感なく、合成できていると言える。

一方で、従来の方法で撮影した右側の写真は、撮影環境が異なるため、人物の大きさが異なり、スクリーンに映っている人物の顔をはっきりと判別することはできない。また、撮影した時間やカメラマンが異なるため、PuRimoを導入した写真のようなアングルや参加者のポーズがほとんど同じ写真を撮ることができない。PuRimoを導入した写真と従来の方法で撮影した写真と決定的に異なることは、離れた場所の人物と同じ場所で撮影したように見えるかどうかということである。

#### 6.2.4 撮影プロセスの考察

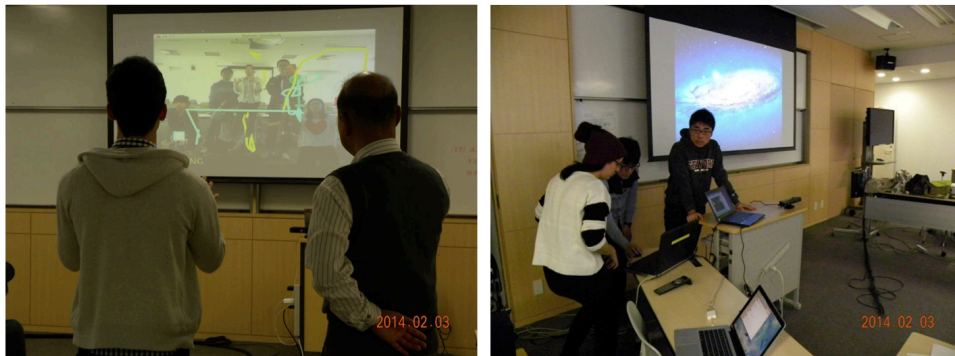


図 6.8: 撮影プロセスの様子

図 6.8 の左の写真は PuRimo を導入した場合、図 6.8 の右の写真は導入していない場合の遠隔フォトセッションの撮影プロセスの写真である。PuRimo を導入した場合は、Kinect と PC を用意し、予めプロジェクタに繋いでおくため、PuRimo を起動させればすぐにフォトセッションを始めることが可能だ。画面上のカメラボタンに触れると撮影できるため、カメラマンは必要なく、参加者がカメラマンをすることができる。また、写真撮影を同期して行うため、一度撮影すれば双方の PC に写真が記録として保存される。一方で、PuRimo を導入していない場合は、従来の方法での撮影となるため、準備に時間がかかる。今回の場合は、ポリコムで A 地点と B 地点を繋ぎ、スクリーンにプロジェクタで映像を投影する。そ

して、A 地点が先に撮影するとポリコムを介して呼びかけ、B 地点の参加者はスクリーンの前に背を向けて立ち、A 地点のカメラマンが撮影をする。次に B 地点の参加者が部屋のカメラに写り、A 地点の参加者が B 地点の参加者の死蔵が写ったスクリーンの前に背を向けて立ち、B 地点のカメラマンが B 地点で撮影を行う、撮影は同期していないため、双方で呼びかけ、所定の位置に立ち、二度の撮影とカメラマンが必須となる。

### 6.2.5 写真からの考察

図 6.9 は、参加者が自分の位置を調整しながら集合写真を撮影した様子がよくわかる写真である。また、自分がどのように写っているのかがわかるため、従来のスクリーンに背を向けて撮影していた写真よりもピースなどのポーズが多く、笑顔も多いことから参加者が楽しみながら写真撮影を行ったということが出来る。



図 6.9: ユーザースタディの結果

## 6.2.6 実験中に見られた改善点

図 6.10 の左の写真は，AR マーカーを Kinect にかざしているにもかかわらず，フォトフレームが現れないという誤作動が生じている．撮影の様子を通して，同様の場面が最も多く見られた．AR マーカーが読み取りにくい向きや絵柄に問題があったと考えられる．図 6.9 の右の写真は，フォトフレームは正常に現れているが，フレームが現れたことによって参加者の顔に重なっているという問題が生じている．フォトフレームが画面上のカメラボタンに重なり，ボタンに触れにくいという問題も生じた．このことから，フォトフレームのデザインをもっと考慮すべきであることがわかった．また，お絵描きに関して，同時に描画可能な人数が 3 人と少なかったため，誰が Kinect に検知されており，絵を描くことやカメラボタンを押すことができるのかという点がわかりにくいということもわかった．



図 6.10: 実験中に見られた誤作動

### 6.3. ユーザースタディのまとめ

PuRimo を導入した場合と，導入していない場合とで比較し，実験を行った結果，撮影プロセスの考察からも図 6.11 の出来上がった写真からも，PuRimo は，遠隔フォトセッションに導入するに相応しいと判断することができる．従来の遠隔フォトセッションのようにスクリーンに映った参加者に背を向けずに，相手の顔を見ながら遠隔で写真を撮影することを実現したのである．



図 6.11: PuRimo で撮影した集合写真

## 6.4. 評価

第2章で分析した遠隔フォトセッションの課題に照らし合わせて、PuRimoが本研究の目的を達成したのか検証する。

### 1. 相手の顔を見ながら写真撮影ができない

遠隔フォトセッションの最大の課題である、相手の顔を見ながら写真撮影ができないという点に関して、本人を含め参加者は全て画面上に合成されているため、スクリーンやディスプレイに背を向けずに、画面を見ながら写真撮影を行うことができたため、解決することができたと判断できる。

### 2. 参加者全員が同じタイミング・カメラ目線で、同時に撮影

参加者全員が同じタイミングで同時に撮影することは、撮影を同期しているため、多少の遅延はあるものの、ほぼ同じタイミングで撮影することができたと言える。同じカメラ目線での撮影は、全員がKinectで合成されながら同じタイミングで撮影されるため、達成できたということが出来る。

### 3. 離れた場所同士で一緒に作品が制作

遠隔フォトセッションをより楽しくするための工夫として、離れた場所同士で一緒に作品が制作できる仕組みに関しては、お絵描きやARフォトフレームを導入し、遠隔で一緒にお絵描きを実現した。しかし、手のみでお絵描きができる仕組みであり、Kinectが検知できる人数に限りがあるため、誰がKinectに検知され絵が描けるのかがわかりづらいという点と、ARマーカをKinectのカメラにかざしてもなかなか検知されないという改善点が見つかった。

### 6.4.1 インタビュー結果

ユーザースタディの後、インタビューを行った。

- 本当に離れた場所の人が隣にいるように感じた。

- 人物の合成に違和感があまりない。
- 今までと違い、すぐに写真撮影をすることができる
- 写真撮影が一瞬で終わる
- 場所を移動しなくても良いので楽にできる
- 自分も参加者も全員写るため、写り方が分かるのは新しくて良い
- パーティクルや見るものがたくさんあるので、飽きずにできる
- 人物を合成した際に、どちらかの地点が必ず前に来る仕組みになっているため、遠近感がおかしいと感じた。
- 誰が絵が描けるのかが分かりづらい
- 誰がカメラボタンが押せるのかわかりづらい
- 特に幼稚園児だったら、絵が描けるリモコンのようなデバイスを持たせて、デバイスを持っている人だけが描くことができる仕組みにしてはどうか。
- 今までのように二度撮影しなくても良い
- 今まではいつ撮影されたか、いつ撮影が終わったのか、どのように写ったのかという不安があったが、これは、いつどのように撮影されたのかわかるため、不安が一切ない。

参加者 8 人全員が遠隔フォトセッションにおいて、PuRimo は効果があると答えた。以上のことから、本研究において、PuRimo は、遠隔フォトセッションの解決すべき課題を解決し、離れた場所の者同士が互いの顔が見ながら、同時に撮影することを達成したとすることができる。相手の顔を見ながら一緒に絵を描いて作品を制作することができるという課題は、多少の改善点はあるものの実現することができた。

## 第7章

# 結 論

### 7.1. 本研究の成果

本研究では，Global Education project が行っている遠隔フォトセッションにおいて，相手の顔が見えないために，実際に隣にいない離れた場所の参加者と一緒に写真を撮ることは難しく，参加国が各々で写真撮影を行うため，上手く写真を撮ることができないという課題を解決するために，参加者同士が相手の顔を見ながら集合写真を撮影することができる Virtual Photo Booth システム“ PuRimo ”を実装した．遠隔フォトセッションの課題を，過去の遠隔フォトセッションで撮影した写真や，自らが関わって撮影したプロセスや写真から分析を行ったところ，撮影の準備時間は参加者にとって何もすることがない退屈な時間であり，写真撮影は参加者同士が互いの顔を見ながら行えておらず，出来上がった写真も楽しむものではないということがわかった．そこで，参加者にとって，写真撮影の時も出来上がった写真を見た時も楽しめる遠隔フォトセッションを実現するために，双方の利点を兼ね備えているプリクラに着目し，まず，離れた場所の参加者が互いの顔を常に見ながら写真撮影ができるシステムの構築を研究の根幹に据えた．続いて，遠隔フォトセッションを退屈せず楽しめる工夫を検討した結果，体の動きと AR に着目し，手足を動かすとパーティクルが手足に追従するエフェクトと，手を動かすと線で絵が描け，AR マーカーをカメラにかざすとフォトフレームが現れる演出効果を設計し，写真撮影ができる仕組みを実装した．予備実験において見つかった課題を解決し，2 地点に PuRimo を導入した場合と導入していない場合とで比較実験を行ったユーザースタディにおいて，撮影の準備，撮影のプロセス，写真撮影，出来上がった写真から，観察とシステムの精度検証および参加者



からのインタビューから本研究のアプローチを評価した結果、離れた場所の参加者がスクリーンやディスプレイに背を向けずに、互いの顔を見ながら写真撮影ができたことが明らかになった。さらに、参加国が2ヶ国だった場合、今までの遠隔フォトセッションの方法ならば各々の国で1回計2回の写真撮影が必要であったが、PuRimoは撮影を同期しているため、1度の写真撮影で双方の写真撮影を実現している。撮影の同期と、演出効果が退屈な待ち時間を減らし、写真撮影の楽しさに効果的だったことが観察とインタビューからわかった。期待していた程、離れた場所の参加者同士のコミュニケーション促進に繋がらなかったが、参加者が自ら互いの位置を調整し、写真の写り方を工夫している様子も観察からうかがえた。参加者の様子やインタビューから、誰がカメラボタンを押すことができ、誰が絵が描けるのかという、Kinectに誰が検知されているのかが分かりにくいという指摘があったが、離れた場所の参加者が互いの顔を見ながら同時に撮影することを達成し、相手の顔を見ながら一緒に絵を描いてデコレーションをすることができたことから、本研究のアプローチは離れた場所を繋いだ遠隔フォトセッションに導入するに相応しいと言える。

以上のことから、遠隔フォトセッションにおいて、参加者が互いの顔を見て写り方を調整しながら一緒に写真撮影ができる仕組みが、ユーザースタディの結果から効果的であると示唆された。しかし、実際のイベントやワークショップの遠隔フォトセッションに導入して検証を行っていないため、今後の研究の継続が求められる。

### 7.1.1 課題と展望

本研究において、カメラボタンを押す際や絵を描く際、誰がKinectに認識されているのかがわからないという意見が多かったので、検知可能な人数を明確にし、参加者にとって使い易くなるような検討が必要であることがわかった。また、合成される人物が必ず前に来てしまうため、人物の遠近感を改良する必要がある。今後の展望として、PuRimoで撮影した写真をweb上に投稿し、参加者が簡単に見られる仕組みまでは作れていないので、簡単に閲覧できる仕組みを作りたい。また、離れた場所を繋げてプリクラのように撮影できる遠隔プリクラをコンセプト

にしていたが、Kinect では解像度に限界があるため、画質の解像度の低さが気になった。特にカメラやプリクラの高解像度の写真に慣れている私たちにとって、高解像度という点も必須であると感じた。近年、Facebook や Line や Blog など写真を投稿し、写真をコミュニケーションの手段として利用している人が増加している。しかし、今まで遠隔ツールで繋がった人と一緒に写真を撮った経験のある人は少ない。それは、遠隔地において一緒に写真が撮れるツールが存在しなかったからだと言える。従って、そういった人々に PuRimo によって新たな写真撮影を提供することが可能となった。PuRimo による記念撮影によって離れた場所にいる人々との距離が近づき、コミュニケーションの活性化に繋がることを期待してやまない。

# 謝 辞

本論文は、慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科修士課程の林沙有紀の研究について執筆したものです。本研究の指導教員であり、幅広い知見からの確か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大川恵子教授に心から感謝申し上げます。世界の場所と場所をインターネットを介して繋ぐ“遠隔”に出会わなければ、本研究は生まれなかつたと思います。遠隔セッションの可能性を追求する中で、未知のシステム操作や多くの知的好奇心にも出会えたことも喜びの一つです。Global Education Projectでの数多くの貴重な経験ができたことを心から感謝いたします。

また、Kinectに関する知識やアドバイスなど数多くの助言を賜りました明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科の橋本直専任講師に心から感謝いたします。

研究の方向性について、中間発表の際に様々な助言や指導をいただき、面白い研究だといつもあたたかく励まして下さった慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科卒の岩館宏美様に心から感謝いたします。また、プロトタイプ制作にあたり、プログラムの実装方法など特にUDPの面に関して、親身になってアドバイスを下さった戸田光紀様に感謝申し上げます。そのほか、プロトタイプを改良する度に実験に付き合ってくれた同期の皆様の支えがあって、研究をより良いものとすることができました。そして最後に、大学院まで進学させていただき、私生活を支え、いつも心配して下さった父と母に最大限の感謝を捧げます。

## 参 考 文 献

- [1] P. F. et al. Systematic integration of solution elements: How does digital creativity support change group dynamics? *Human-Computer Interaction INTERACT 2013.*, pages 547–565, 2013.
- [2] H. Ishii. Integration of interpersonal space and shared workspace: Clearboard design and experiments. *Human-Computer Interaction?INTERACT 2013.*, 1993.
- [3] E. Otta. Sex differences over age groups in self. *立命館人間科学研究 第 8号 2005. 3posed smiling in photographs. Psychological Reports*, pages 83, 907–913, 1998.
- [4] P. M. Peshkin. Lightboard . cambridge university press, 1998.
- [5] B. Reeves and C. Nass. *The Media Equation: How People Treat Computers, Television, and New Media Like Real People and Places*. The Center for the Study of Language and Information Publications; Reprint 版, 1993.
- [6] S. Sontag. 写真論 (近藤耕人, 訳) . 晶文社, 1979.
- [7] SonyComputerEntertainment. Beatsketch! <http://www.jp.playstation.com/scej/title/beatsketch/>(アクセス 2013.10.1).
- [8] S. Tachi. Telesarphone: Mutual telexistence master-slave communication system based on retroreflective projection technology.
- [9] A. Wakita and M. Shibutani. Mosaic textile: Wearable ambient display with non-emissive color-changing modules. In *Proceedings of the 2006 ACM*

- SIGCHI international conference on Advances in computer entertainment technology*, 2006.
- [10] 橋本直. *AR プログラミング - Processing* でつくる拡張現実感のレシピ-. オーム社, 2012.
  - [11] 栗田宣義. プリクラ・コミュニケーション - 写真シール交換の計量社会学的分析 -. *マスコミュニケーション研究 No.55*, pages 131–152, 1999.
  - [12] 荒川歩. 人はなぜ写真を撮り,そして見るのか? *立命館人間科学研究 第8号*, pages 101–111, 2005.
  - [13] 坂宮吉宏. 構図と顕著性に基づく写真撮影支援手法に関する研究. *映像情報メディア学会技術報告=ITE technical report37(12)*, pages 43–46, 2013.
  - [14] 山下清美・野島久雄. 写真の大切さに基づいたデジタル写真の整理法-思い出コミュニケーションのための電子写真管理ツールの提案-. *日本認知科学会 第19回大会発表論文集*, pages 194–195, 2002.
  - [15] 松宮義仁. 世界一受けたいソーシャルメディアの授業. フォレスト出版, 2012.
  - [16] 森川治. 超鏡: 魅力あるビデオ対話方式をめざして. *情報処理学会論文誌 41(3)*, pages 815–822, 2000.
  - [17] 石原学. 学習者主体のビデオ会議型遠隔学習のためのジェスチャーと拡張現実を用いた支援. Master's thesis, 慶応義塾大学大学院メディアデザイン研究科, 2012.
  - [18] 大野木碧. 移動カメラの画像列からの顔領域のインタラクティブ選択に基づく広角な集合写真の生成. *電子情報通信学会技術研究報告.HIP, ヒューマン情報処理 105(536)*, pages 83–88, 2006.
  - [19] 丹康雄. *遠隔コミュニケーションシステムの現状と展望*, 2013.
  - [20] 中村薫. *KINECTセンサープログラミング*. 秀和システム, 2011.

- [21] 田中孝太郎. *Built with Processing*. ビー・エヌ・エヌ新社, 2010.
- [22] 廣田馨. テレイグジスタンスの研究(第69報)-複数のスレーブロボットを用いた広域分散型テレイグジスタンスの基礎的検討-. 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2012(*Robomec2012*) 論文集, pages 2A2–P02, 2012.