JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	非随伴的・非自立的モダリティの追加による 遠隔音声会話拡張に関する研究
Author(s)	加藤，千佳
Citation	
Issue Date	2013-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/11294
Rights	
Description	Supervisor:西本一志，知識科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

修　士　論　文

非随伴的・非自立的モダリティの追加による遠隔音声会話拡張に関する研究

指導教員　　西本一志　教授

北陸先端科学技術大学院大学
知識科学研究科知識科学専攻

1150013　加藤　千佳

審査委員：　西本　一志　教授（主査）
宮田　一乗　教授
伊藤　泰信　准教授
DAM　HIEU　CHI　准教授

2013 年 2 月

Copyright © 2013 by Chika Kato

目　次

1. はじめに 1
1.1 背景 1
1.2 論文の構成 4
2. 関連研究 5
2.1 はじめに 5
2.2 メインモダリティのみで構成されるコミュニケーションメディア 5
2.3 メインモダリティと副次的モダリティによって構成されるコミュニケーションメディア 6
2.3.1 随伴性と自立性の両方を有する副次的モダリティを伴うメディア 7
2.3.2 随伴性を有し，自立性を持たない副次的モダリティを伴うメディア 7
2.3.3 随伴性が無く，自立性を有する副次的モダリティを伴うメディア 8
2.4 副次的モダリティのみで構成されるメディア 9
2.5 まとめ 10
3. 提案手法とプロトタイプメディア EinfühlungMors 12
3.1 ジェスチャの分類 12
3.2 手指動作 13
3.3 EinfühlungMors 14
4. 予備実験 16
4.1 実験 1 概要 16
4.2 実験 1 結果 17

4.3　実験 2 概要 18
4.4　実験 2 結果 19
4.5　考察と仮説 23
5.　音声会話とビデオ電話に対する EinfühlungMors の影響評価 25
5.1　実験概要 25
5.2　結果 28
- 音声電話と EinfühlungMors を併用した会話 28
- ビデオ電話と EinfühlungMors を併用した会話 30
5.3　考察 32
6.　結論 35
6.1　今後の課題 37

図　目　次

1-1　コミュニケーションメディアの構造 3

2-1　システム使用アウトライン 6

2-2　FeelLight の使用例 18

3-1　扱う手指動作 13

3-2　アプリケーション使用イメージ 14

3-3　提示画面 15

4-1　実験１の手順と主となる話者 16

4-2　実験２の手順と主となる話者 18

4-3　実験２アンケートの選択肢 18

4-4　アプリケーション改善版使用イメージ 24

5-1　【音声電話＋EinfühlungMors】実験イメージ 26

5-2　【ビデオ電話＋EinfühlungMors】実験イメージ 26

5-3　通話の流れ 26

5-4　実験協力者と被験者へ提示した実験フロー 27

5-5　ビデオ電話時の送信回数の経緯 28

5-6　ビデオ電話時の送信回数の経緯 31

表　目　次

1.1　音声電話およびビデオ電話のメリット・デメリットに関する回答アンケート 15

2.1　各メディアのモダリティの構造と性質 2

3.1　開発環境 6

4.1　被験者による受信信号の意味分類 21

4.2　送受信信号の意味一致率と一致した意味の種類 21

4.3　言葉と独立した送受信信号と言葉への補足とした送受信信号の意味一致率 22

4.4　被験者ペア同士の関係に関するアンケート結果 22

5.1　実験協力者と被験者への禁止事項 27

5.2　音声電話時における被験者と実験協力者との相互送信信号の割合 28

5.3　音声電話時の送信回数 28

5.4　被験者ペア同士の関係に関するアンケート結果 30

5.5　ビデオ電話時における被験者と実験協力者との相互送信信号の割合 28

5.6　音声電話時の送信回数 32

5.7　被験者ペア同士の関係に関するアンケート結果 32

1.
はじめに

1.1 背景

今日，我々の身の周りには相手と会話するためのコミュニケーションメディアが多数存在する．文明の発達によってテキストベースの手紙から音声による電話，そして音声と映像によるテレビ電話へとマルチモーダル化が進んだことにより，遠隔地間コミュニケーションは，次第にリアルな対面会話に近づきつつある．しかし，モダリティ数が多くなると，“伝えたい情報”を多く伝えることができる反面，“伝える必要がない情報”まで伝わってしまうことも多くなる．例えばビデオ電話であれば，音声のみの電話での会話のように，会話内容に関係しない作業や動作をすることは困難で，興味がない話であっても話を聞いている姿勢を保ち，相手の気分を害さないように演じなければいけない．一方，モダリティ数が少なくなると，“伝えたくない情報”が伝わらずにすむ反面，“緩やかに伝えたい情報”までもが伝わりづらくなってしまうことがある．例えば興味がない話を相手がしており会話に飽きた場合，対面対話であれば表情などでその旨を緩やかに伝えられるが，電話では言葉で伝えるしかないため，ともすると相手の気持ちを害してしまう結果となりがちである．

アンケートで音声電話とビデオ電話それぞれのメリット・デメリットを自由記述によって回答してもらった結果を表 1-1 に示す．このように，情報量の多さゆえ・少なさゆえに発生すると考えられる問題がそれぞれある．この問題を解決するには，2 つの情報量の中間に位置づけられる遠隔音声会話のためのメディアが必要であると考える．さらに，対面コミュニケーションに近づけることが重要なのではなく有効なメディアコミュニケーションにおいて重要な役割を果たしているのは手がかり情報の

表 1.1　音声電話およびビデオ電話の
メリット・デメリットに関する回答アンケート

音声電話		ビデオ電話	
デメリット	メリット	デメリット	メリット
・相手に伝わっていないと感じる（4） ・表情，姿，動きが見えないことによってコミュニケーションがとりづらい（6） ・話者交代がうまくいかない（1） ・無駄な長話をしてしまう（1） ・失言に気付けない（1） ・他のことをしたくても言いにくい（1） ・相手が本当に聞いているかわからない（2）	・ながら作業が可能である（4） ・プライバシが守られる（3） ・自分のかくしたい本音を伝えずにいれる（1） ・緊張せずに話ができる（1） ・即時性がある（3） ・ビデオ電話より手軽 ノイズやラグの少なさ（2）	・ながら作業が不可能である（4） ・プライバシの欠如（4） ・過度の情報伝達によって伝わって欲しくないもの（表情など）まで伝達される（2） ・時間・場所の制約（1） ・隠したい本音が相手にばれてしまう（1）	相手の表情などの非言語情報から相手の気持ちや意図を察することができる（5） 相手の環境や行動がわかり，ちゃんと話を聞いているかがわかる（2） 映像による資料などの提示可能（3）

[1]　（）内人数

[2]　複数回答あり

提供である．ここで言う手掛かり情報とは，前後の文脈のみならず，明示的に言葉に表れない情報で，しかもコミュニケーションに利用される情報すべてをいう[10].

コミュニケーションメディアには，メインモダリティのみから成りたつメディアと，メインモダリティと副次的モダリティから成りたつメディアがある（図 1-1）．ここでメインモダリティとは，そのコミュニケーションメディアにおける主たる情報伝達手段として機能するモダリティである．また副次的モダリティとは，基本的にはメインモダリティと同時に伝達され，メインモダリティが伝達する情報に附加的な情報を与えるモダリティである．副次的モダリティは，さらに随伴性と自立性の 2 つの性質の有無によって分類できる．　随伴性とは，副次的モダリティがどのように発生するかに基づく性質である．たとえば音声の場合，発話に伴い必ずパラ言語が発生するので，

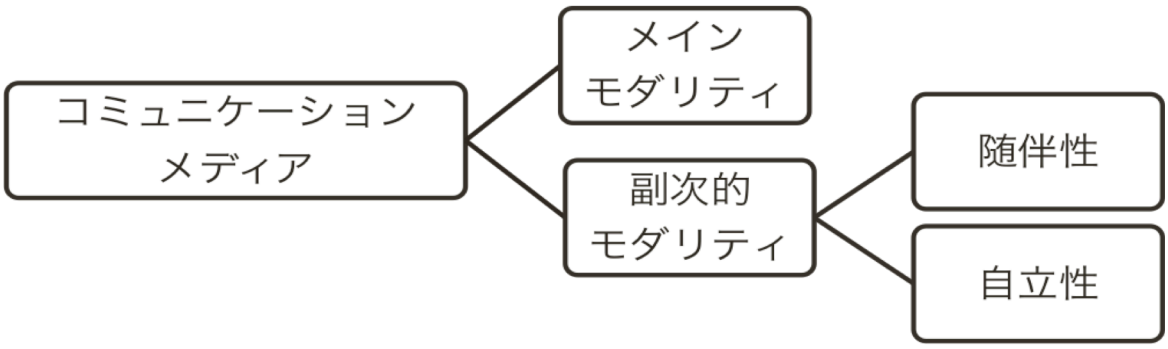

図 1-1　コミュニケーションメディアの構造

パラ言語は随伴性が有る副次的モダリティである．自立性とは，そのモダリティ単独で（おおむね社会的にコンセンサスが得られた）意味の伝達が可能かどうかに基づく性質である．たとえば，対面対話中に同時に握手をする場合があるが，握手はそれ単独でも友好の意を伝えることが明確であるため，自立性があるモダリティであると見なせる．一方パラ言語や表情はおおむね社会的コンセンサスがあるものの，個人的差異や文化的差異があるなど，曖昧性が高いため，自立性はあるもののそのレベルはやや低いと考えられる．

現在さまざまなコミュニケーションメディアが存在するが，それらは原則としてメインモダリティを有し，副次的モダリティを伴う場合，その副次的モダリティは，随伴性と自立性の少なくともいずれか一方を持つものとなっている．自立性があるモダリティによって伝達される情報は当然意味をなす．また，随伴性があるモダリティは，それ単独では明確な意味をなさないとしても，関連するメインモダリティと協調することによって具体的な意味を形成する．このように，従来の副次的モダリティは，随伴性か自立性のいずれかの性質を持つことによってなんらかの具体的な意味を伝達していた．このような副次的モダリティの特性が，最初に述べたようなモダリティの多少によって生じる問題の大きな要因となっているのではないかと，本研究では考えた．

そこで本論文では，新たなコミュニケーションの試みとして，随伴性と自立性のいずれも有しない副次的モダリティを組み込んだコミュニケーションメディアを構築し，その影響を検証する．筆者の知る限り，このようなコミュニケーションメディア

に関する研究事例は，これまでのところ存在しない．随伴性も自立性も無い副次的モダリティによって伝えられる意味は非常に曖昧で，状況依存的になると同時に，受信側の解釈に強く依存するものとなるであろう．これによって，従来問題となった，副次的モダリティが少なすぎることによって「意味が伝わりにくい問題」と，副次的モダリティが多すぎることによって「意味が伝わりすぎる問題」の両方を解決できることを期待している．

1.2 論文の構成

本論文の構成を述べる．第１章では背景と問題及び本論文の目的について述べた．第２章では現在まで行われてきたさまざまな遠隔コミュニケーションの研究について述べる．第３章では提案手法である「遠隔音声会話メディアへの随伴性と自立性を有しないジェスチャによる副次的モダリティの追加」の詳細について述べ，試作したプロトタイプメディアである EinfühlungMors についての詳細を述べる．第４章では，EinfühlungMors の基本的影響とシステムの改善点を調査するために実施した予備実験について述べる．第５章では，第４章の結果に基づき改良した EinfühlungMors を用いた音声電話とビデオ電話の比較実験を実施し，随伴性も自立性も持たないモダリティがそれぞれのコミュニケーションに与える影響を検討する．第６章では本論文の結論を述べる．

2.
関連研究

2.1 はじめに

現在まで多くの遠隔コミュニケーションの研究が行われている．1.1 節で述べたように，大半のメディアはメインモダリティと副次的モダリティによって構成される．表 2.1 に，いくつかの既存のコミュニケーションメディアに関して，図 1-1 の考え方に基づき構造を分析した例を示す．以下，各メディアについての詳細を述べる．

2.2 メインモダリティのみで構成されるコミュニケーションメディア

文字情報のみをやりとりする電子メールは，言語というメインモダリティのみで構成されるメディアであると見なせる．ただし，文字情報で描かれる各種の顔文字や，近年急速に普及しつつある LINE[12]などで採用されているスタンプなどを追加することにより，副次的モダリティを追加することも一般的に行われつつある．また，文章を入力する際のさまざまな編集過程情報を取得し，これをメール本文に付加することによって，「言外の情報」を伝えるための副次的モダリティを追加する試みもなされている[11].

表 2.1　各メディアのモダリティの構造と性質

	メイン モダリティ	副次 モダリティ	随伴性	自立性
電子メール	言語	―	―	―
音声電話	言語	パラ言語	○	△
AffectPhone	言語	皮膚抵抗率	○	×
TangibleChat	言語	打鍵振動	○	×
HandShakeSystem	言語	パラ言語	○	△
		握手	×	○
FeelLight	―	1 bit	―	×
Syncegg	―	傾き	―	×
inTouch	―	ロールの回転	―	×
EinfühlungMors	言語	パラ言語	○	△
		手指動作	×	×

2.3 メインモダリティと副次的モダリティによって構成されるコミュニケーションメディア

2.3.1 随伴性と自立性の両方を有する副次的モダリティを伴うメディア

音声電話は，言語をメインモダリティとし，パラ言語を副次的モダリティとする構造を持つメディアである．パラ言語は随伴性を有し，やや低い自立性を有するモダリティである．

2.3.2 随伴性を有し，自立性を持たない副次的モダリティを伴うメディア

随伴性を有し，自立性を持たない副次的モダリティを伴うメディアとしてAffect Phone[4]やTangible Chat[1]が挙げられる．

岩崎らは携帯電話を握る手から皮膚抵抗率を取得し，遠隔地のユーザの心理状態を温度変化としてアンビエントに感じることのできる電話機型デバイスであるAffectPhone を開発した[4]．すなわち AffectPhone のメインモダリティは言語であり，携帯電話を握る行為から取得する皮膚抵抗率を副次的モダリティとするメディアである．皮膚抵抗率は生体情報であり，それ単体では意味はなさないので自立性はないと言える．

山田らは，チャットで行われる打鍵行為によって必然的に生じる振動を対話相手に伝達し提示することで対話状況のゆるやかな伝達を行う Tangible Chat を作成した[1]．この研究では，オンラインチャットにおける発話者の心境や状況の不明瞭さは非言語情報の欠落によるものと捉えている．解決手法として打鍵行為による振動を対話相手に伝達し触覚情報として提示する手法を提案している．具体的には，キーボードの打鍵行為によって生じる振動をキーボードに取り付けた加速度センサから取得し，対話相手が座っている振動子とアンプを内蔵したクッションを振動させる．すなわち Tangible Chat は，言語をメインモダリティとし，テキスト入力時にキーボードを打鍵する行為によって生じる振動を副次的モダリティとす

るメディアである. 打鍵振動を音声対話におけるパラ言語に相当するモダリティとして扱っているが, 打鍵振動はそれ単独ではほとんど意味をなさないため, 自立性は無いモダリティであると見なせる. 提示方法を触覚情報とすることで伝達情報意味に曖昧性をもたせ振動の受け手が前後の会話の文脈から受け取った振動に意味付けさせている. 実験結果から, 本音に近い感情伝達の実現可能性を示唆しており, さらに, 感情伝達による対話内容の活性化が見られている[1].

2.3.3 随伴性が無く，自立性を有する副次的モダリティを伴うメディア

随伴性が無く，自立性を有する副次的モダリティを伴うメディアとして Handshake Telephone System[2]が挙げられる.

OUCHI らは，遠隔地での音声会話中に互いにシリコンでできたロボットハンドを通して握手するシステム Handshake Telephone System を作成した[2]．握手は，音声対話に伴って必ず生じるものではないので随伴性は無いが，それ単独で意味をなすので，Handshake Telephone System [2]は，自立性があるモダリティであると見なせる．OUCHI らは通話相手をより身近に感じ，よりリアルなコミュニケーションを可能にするためには通話中の互いの身体的触覚が必要であ

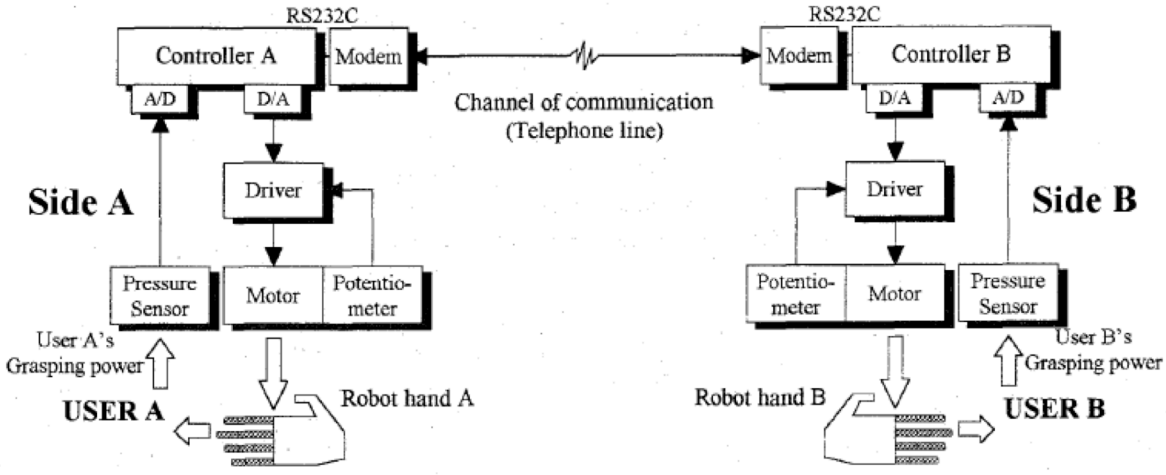

図 2-1　システム使用アウトライン

ると捉えた．そして，音声会話に追加する身体的触覚として遠隔地でのロボットハンドを介した遠隔握手の手法を用いている．ロボットハンドに取り付けた圧力センサから取得し，DC モータとポテンションメータによって通話相手から入力された圧力と同等の力での握手を相手に提示している．図 2.1 にシステムのアウトラインを示す．実験結果から相手の存在感を感じさせる事への有効性を示している[2].

2.4 副次的モダリティのみで構成されるメディア

副次的モダリティのみによって構成されたコミュニケーションメディアとして inTouch[6]，SyncEgg[7]，FeelLight[3]が挙げられる．

inTouch は３本の円筒状のローラがベースに埋め込まれた形状のデバイスであり，このローラに触れたり回したりすると，もう一方のデバイスのローラがその動きを伝えるというものである[1]．SyncEgg は加速度センサを内蔵した卵型デバイスであり，デバイスを傾けると，もう一方のデバイスの内蔵された LED の光で傾き具合を伝えるというものである[7].

Suzuki らは，光を用いた双方向入出力コミュニケーションシステム FeelLight [3]を作成した．Suzuki らは，コミュニケーションにおける非言語情報の重要性に基づき，単純な情報のやりとりでもなんらかの意図のみを抽出して伝達できるのではないかと考え，極限まで単純化された非言語情報通信としての「1 bit 通信」の概念を提案している．FeelLight は，この概念に基づき，ボタンの On/Off によって LED の色が時系列に変化するだけのコミュニケーションメディアである．図 2-2 に FeelLight の使用例を示す．ユーザスタディの結果，ミニマムなコミュニケーションの可能性を示しており，「相手の存在を感じる」といったように，情報の受け手がきわめて単純な信号を意味のあるメッセージとして解釈することを示している[3]. このように本節で述べた３つのメディアの伝える情報は一般的な意味が認められないため，これをメインモダリティとみなすよりは，メインモダリティを持たず，自立性が無い副次的モダリティのみで構成されるメディアであると見なす方が自然であろう．

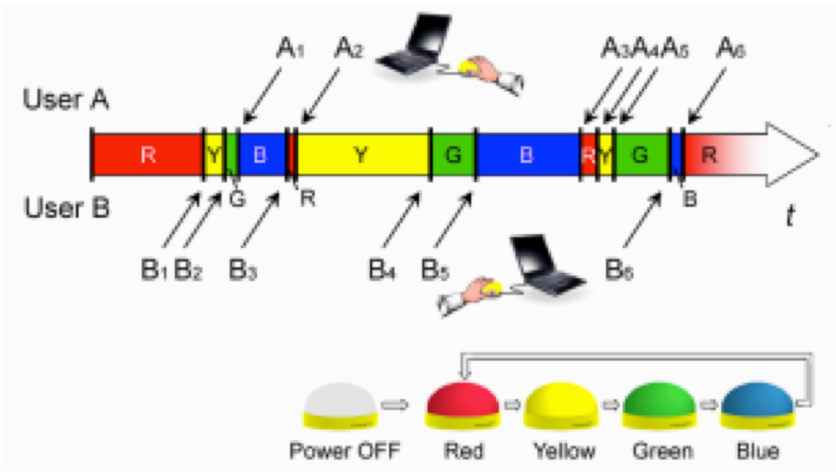

図 2-2　FeelLight の使用例

2.5　まとめ

1.1 節で述べたように，本研究では，副次的モダリティが少なすぎることによって「意味が伝わりにくい問題」と，副次的モダリティが多すぎることによって「意味が伝わりすぎる問題」の両方を解決することを目指している．この目的において，「随伴性を持たないが自立性を持つ副次的モダリティ」を利用することは難しい．たとえば先に挙げた Handshake Telephone System で用いられる握手という副次的モダリティは，明確に「友好の意」を伝えるものであるため，それを伝える必要がある瞬間のみで使用可能であり，それ以外の場面では使用できない．このような副次的モダリティを組み合わせることによって，多様なコミュニケーションの場面において利用可能な本研究の目的を達成するメディアを構成することは不可能であると考えられる．

このため，「随伴性を有するが，自立性を持たないかあるいは弱い自立性しか持たない副次的モダリティ」を組み合わせるのが，常識的な解決手段となるだろう．既存のメディアや，これまでのほとんどの新規なコミュニケーションメディアの研究事例も，この考え方に沿って構築されていると言える．

1.1 節の冒頭で例示したように，音声のみの電話では伝えたいことが十分に伝わりにくいのに対し，ビデオ電話では伝えたくないことが過剰に伝わってしまうことが生じる．この問題を解決するためのナイーブなアイデアは，音声電話よりは多く，ビデオ電話よりは少ない「随伴性を有するが，自立性を持たないかあるいは弱い自立性し

か持たない副次的モダリティ」を持つメディアを構築するというものであろう．しかしながら，その実現は実際にはあまり容易ではないと考える．その理由は 2 つある：

1. このような副次的モダリティは，自立性を持たないにもかかわらず，主モダリティに随伴することによってかなり明確な意味を伝達することが多い．したがって，1 つ副次的モダリティを追加するだけで，伝わる情報量がしばしば大幅に増加するため，調整が容易ではない．
2. ビデオ電話で伝えられる副次的モダリティを分解し，いずれかのみを取り出すことが容易ではない．

以上のような考察に基づき，本研究では，FeelLight などで用いられている「随伴性も自立性も有しない副次的モダリティ」を追加する手段を提案する．FeelLight の事例でも明かにされているように，このようなモダリティで伝わる意味はきわめて曖昧である．このため，「ほんの少しの情報量の追加」に適している可能性があると考えるためである．また，随伴性が無いため，メインモダリティと併用することも，単独で使用することも可能であるため，持たせる意味合いやその強さを使い方によって意図的に加減することが可能となることも期待される．そのためには，メインモダリティと同時に行っても不自然にはならない行為を副次的モダリティとして採用する必要がある．第 3 章では，これらの要件を満たす副次的モダリティを持ったコミュニケーションメディア EinfühlungMors を提案する．

3.
提案手法とプロトタイプメディア EinfühlungMors

随伴性も自立性も持たない副次的モダリティ拡張の手段として手指動作に着目した．まず扱うジェスチャについて述べた上で提案手法である手指動作について述べる．

3.1 ジェスチャの分類

コミュニケーションにおいて非言語情報の重要性が言われている[8]. コミュニケーションにおいて非言語情報であるジェスチャには，他者へある信号伝達のみを目的とした動作である「一次的ジェスチャ」と，受け手（動作を見ている人）によって偶発的な意味を付与される「偶発的ジェスチャ」とがある[9]．一次的ジェスチャは，手招きのようになにかしらの意図を相手に伝えようとしてなされるものであり，1 人きりの時にはしない行為である．偶発的ジェスチャは，感情・気分・意志をジェスチャの動作者が意図しない意味（感情・気分・意思など）を，受け手が作為的に推測するものである．例えば頬杖をつきながら相手の話を聞いている場合，動作者はただ頭を支えるための行為だとしても，見ている相手は話に飽きたのだろうといったネガティブな推測をすることである[9].

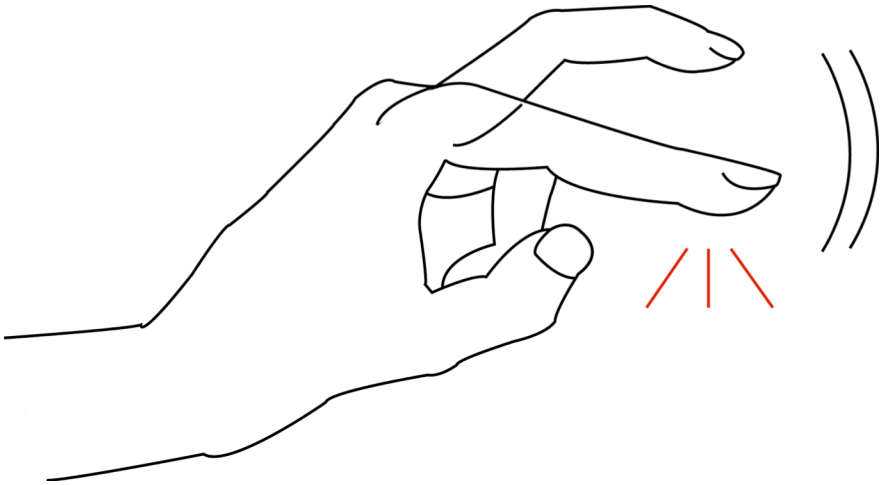

図 3-1　扱う手指動作

3.2　手指動作

本研究では，多様な意味合いを伝えられ，かつその意味の強さを制御可能な副次的モダリティが必要であるため，一次的ジェスチャと偶発的ジェスチャの両方の性質を併せ持ち，必要に応じて使い分け可能なジェスチャを採用することが求められる．意識的に笑顔を作ることもできるが，無意識的に眉間に皺を寄せたりするように，「表情」は両方の性質を兼ね備えるジェスチャであるとみなせる．しかし表情は「話す」行為によって必ず発生するもので随伴性が有るため，本研究では取り扱わない．

本研究では，会話中に行われたとしても不自然でなく相手に違和感を与えない行為である手指動作に着目した．手指動作は必ずしも会話に付随して生じるわけではないので，会話への随伴性はない．しかし，発話内容を強調するために意図的にテーブルを連打するような行為を行っても不自然ではなく，また会話中に無意識的に会話内容とは無関係なんらかのリズムをとったりするような行為も自然に生じうる．

手指動作は，幅広い表現を行うことができる．何かを反復的にさすったり弧を描いたりとさまざまな手指動作が存在するが，第 1 段階として本研究では，手首を固定して指を上下に動かす手指動作（いわゆるタッピング動作：図 3-1）を扱う．

3.3 EinfühlungMors

手指動作を音声通話と併用する副次的モダリティとし，どのような意図があるかの意味づけや解釈を送り手と受け手に委ねたコミュニケーションメディアとして EinfühlungMors を試作した．なお Einfühlung とは，哲学用語で自己投入の意味である．

EinfühlungMors は，タッチパネル付き端末上でタッチパネルを叩くタッピング動作を入力とし，入力されたタッピングのタイミングに合わせて受信側の端末で音を鳴らすことにより，送信側の手指動作を知らせるアプリケーションである．EinfühlungMors は，遠隔地間での音声通話メディアに追加して使うことを前提としている．EinfühlungMors の使用イメージ図を図 3-2 に示す．タッピング入力によって相手のデバイスへ信号を送信した情報と相手の送信した信号受信情報がテキストによって提示される．提示画面を図 3-3 に示す．

本アプリケーションはクライアントとサーバから構成される．クライアントは Android アプリケーションである．クライアントとサーバは TCP/IP 通信している．開発環境を表 3.1 に示す．

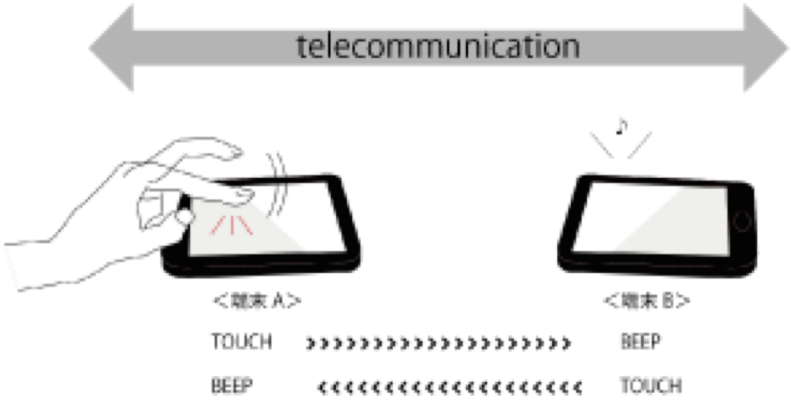

図 3-2　アプリケーション使用イメージ図

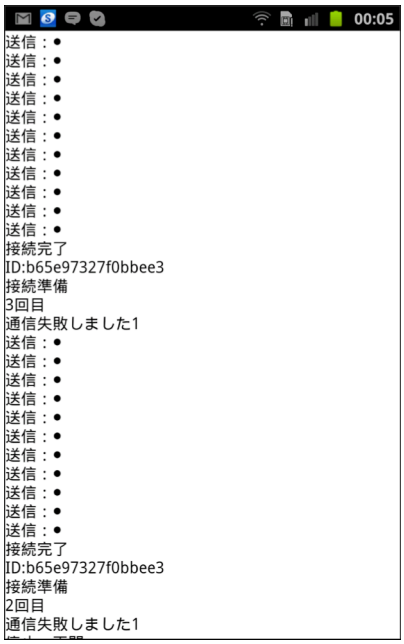

図 3-3　提示画面

表 3.1　開発環境

OS	Mac OS
機材	Mac Book Pro, GALAXY Note
開発言語	java

4.

予備実験

「手指動作が伝達情報としてどのような意味で行われるのか」と「意味をもたない手指動作が行われるのか」について調査するために，EinfühlungMors を用いた予備実験を 2 つ実施した．以下にそれぞれの実験の概要と結果を述べるとともに，実験結果からの考察と次の実験デザインについての詳細を述べる．

4.1　実験 1 概要

大学院の学生 5 名（男子 4 名，女子 1 名）を被験者とし，自由に EinfühlungMors を使ってもらいながら非対面で実験者と音声対話してもらった．通話の様子をビデオ録画し，実験後にビデオを被験者とともに見ながら聞き取り調査を行った．実験の手順を図 4-1 に示す．実験は，実験者 1 名（筆者）と被験者 1 名の 2 名 1 組のペアで行い，EinfühlungMors を使用しながら，はじめに信号の送受信を確認し試用してもらった後，（1）雑談→（2）実験者が被験者の発話を聞こえないふり→（3）共感で

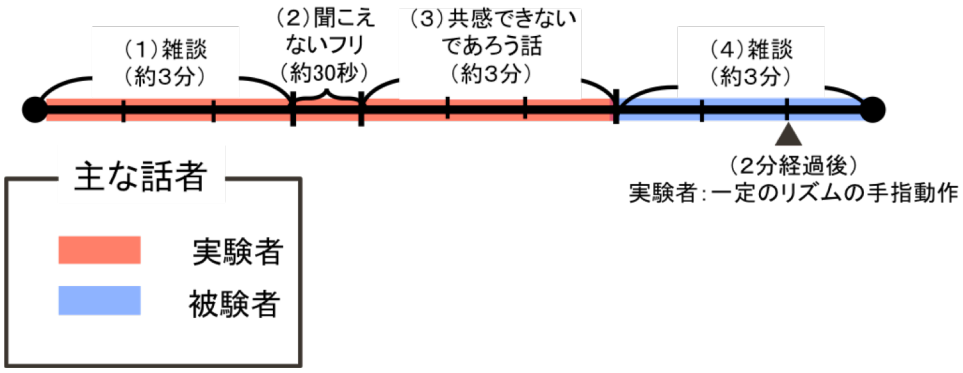

図 4-1　実験 1 の手順と主な話者

きない話→（4）雑談から構成された 9 分 30 秒の音声会話を行った．実験中の手指動作は，（4）の雑談パートの開始から 2 分経過後に実験者が一定のリズムでタッピング動作を行う以外は，被験者も実験者も適宜自由に手指動作を行った．被験者は，会話内容を事前に知らされていなかった．パート（1）と（3）の主な話者は実験者であり，最後の（4）雑談パートでは被験者に話をするように求めた．話題や話す内容は被験者によって異なった．聞き取り調査では「どのような意味で手指動作を行ったか」という質問に対し，あらかじめ用意した意味カテゴリからの選択による回答をしてもらった．意味カテゴリは “ポジティブ”，“ネガティブ”，“注目”，“応答”，“確認”，“同調”，“反感”，“相手のマネ”，“無意味”，“その他” の 10 カテゴリであった．また，パート（2）聞こえないふりと，パート（4）の開始後 2 分経過から行った，実験者から送られた信号をどのような意味で捉えたかの質問にも同様に回答してもらった．

4.2 実験 1 結果

まず，手指動作信号を送信する場合の意味づけについて検討する．信号送信の回数は 27～218 回と，被験者によって差が見られた．送信信号の意味づけには 3～7 種類と差があったが，平均的には 5.1 種類あったことからさまざまな意味をもたせて信号を送信することが分かった．被験者によって送信する信号の意味にはばらつきがあったが，パート（2）の「聞こえないふり」の際は，全ての被験者が「応答・確認」の意味で信号の送信を行った．また，全ての被験者が意味を持たない手指動作による信号送信を行った．また，相槌を発しながら送信するような言葉の内容に則した補足意味で送信する場合と，言葉を発さずに信号送信のみで相槌を打つような言葉とは独立して用いる場合があることがわかった．興味が無いので話を変えてほしいといったようなネガティブなことを感じた際には，3 名の被験者が言葉には出さずに，信号にその意味を込めて実験者に伝えようとしていた．

次に手指動作信号を受信した場合の意味づけについて検討する．パート（2）の「聞こえないふり」では，全ての被験者が「応答・確認」の意味で信号を受け取っていた．パート（4）の雑談時の，2 分経過後に実験者が送った一定のリズムでの送信信号に対しては，1 名の被験者のみが“反感”の意で捉えたが，他の 3 名は“無意味”と捉え，

残り 1 名は信号に気付かなかった.

4.3 実験 2 概要

大学院学生 6 名（男子 5 名，女子 1 名）を被験者とし，被験者 2 名 1 組のペアを 3 組構成した．ペアは互いに顔見知り同士で対面会話頻度が毎日，週 2〜3 回，月 1 回とペアによってそれぞれ異なる．各ペアの被験者はそれぞれ別々の部屋に入り，自由に EinfühlungMors を使いながら会話した．実験者は，カメラを介して別室からその会話の様子を観察・録画した．実験後，録画したビデオを被験者と共に見ながら聞き取り調査を行った．実験の手順を図 4-2 に示す.

今回の実験では，被験者ペアのうちの 1 名（以下，被験者 A とする）に話の主導権を握ってもらい，（1）雑談（3 分），（2）相手が共感できないと考えられる話（3 分），（3）雑談（3 分）の音声会話の順で，それぞれのパートの間に 1 分ずつ間を空けて会話してもらった．もう 1 名の被験者（以下，被験者 B とする）は，どのような会話を行うかを知らされていなかった．パート（1）と（2）の主な話者は被験者 A であり，パート（3）の雑談では被験者 B に話をするように求めるように指示した．実験中の手指動作は自由に行ってもらい，やり方について特に指示はしなかった． 実験後の調査では，「どのような意味で手指動作信号を送信したか」，「受信信号をどのような意味で捉えたか」という質問に対し，予備実験 1 の結果をもとに用意した選択肢（図 4-3）から回答してもらった．また被験者ペア同士の関係を知るために，ペアと出会ってからの期間，対面会話頻度，通話頻度，相手についての理解度のアンケートを行った.

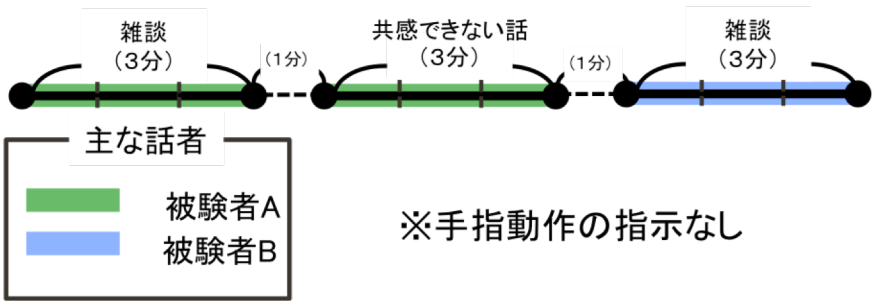

図 4-2 実験 2 の手順と主な話者

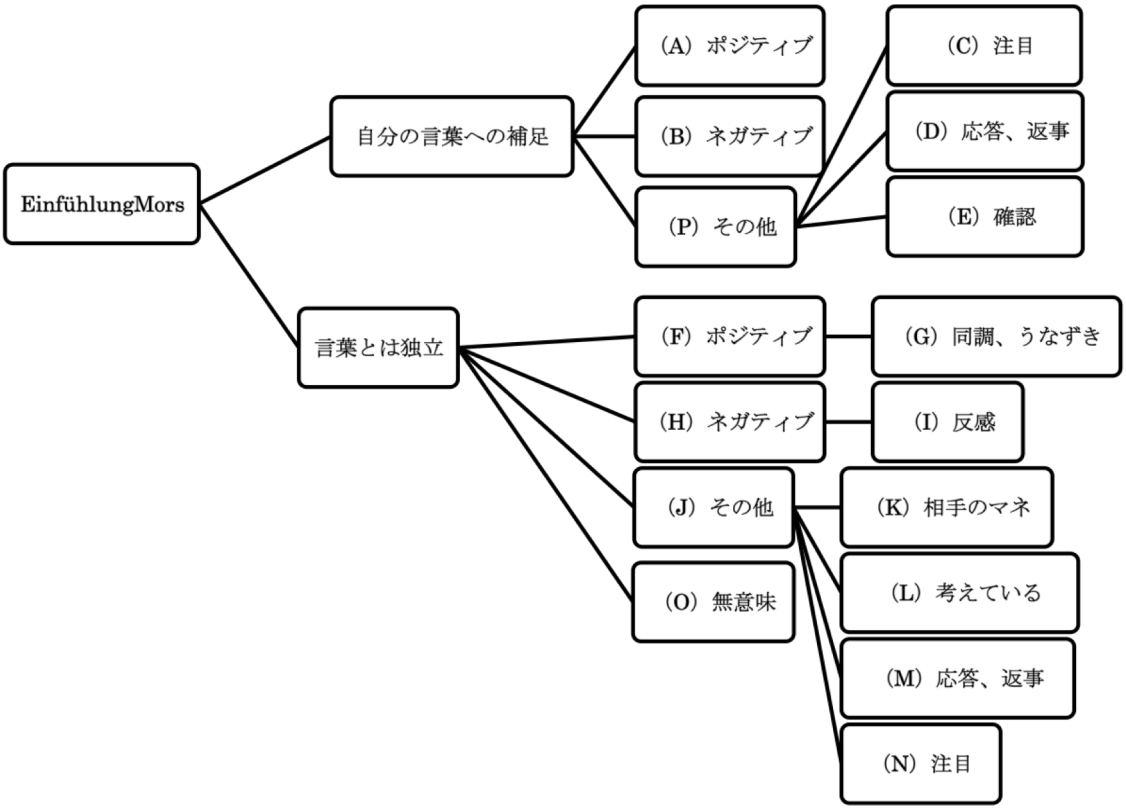

図 4-3　実験 2 アンケートの選択肢

4.4 実験 2 結果

表 4.1 に，被験者が送信信号および受信信号に対してどのような意味づけを行ったかに関して調査した結果を示す．表中のアルファベットは，図 4-3 に示す選択肢に対応している．信号の送受信は，ペアによって合計 49～377 回と幅があった．送信信号への意味付けは 2～9 種類，平均で 5.5 種類であった．一方，受信信号への意味付けは 2～6 種類，平均で 3.6 種類であった．また，送信信号の種類が多い被験者ほど受信信号に多くの意味付けをする傾向にあった（表 4.1）．

送受信信号の意味の一致率は最も低いペアで 0%，最も高いペアで 36.3%，平均 24.1%であった（表 4.2）．送信した信号への意味づけとして最も発生頻度が高かったのは，手遊びや手持ち無沙汰の「無意味」であった．一方，受信した信号への意味づけとして最も発生頻度が高かったのは「無意味」と，言葉を補うための「確認」の意味であった．

表 4.3 に，言葉への補足としての送信信号と，言葉とは独立して送信された信号に関し，送信側と受信側でどの程度意味が一致していたかの割合を示す．言葉への補足の意味で送受信が一致したのは「確認」で，ペア 1 が 72%，ペア 3 が 84%であった．言葉と独立した意味で送受信が一致したのはペア 1, ペア 3 ともに「無意味」,「応答，返事」で，ペア 1 ではさらに「相手のマネ」であった．受信信号と送信信号の意味一致率は，ペア 1 では「相手のマネ」が，ペア 3 では「確認」が最も高かった．全体で両ペアとも「確認」の一致率が最も高かった．被験者ペア同士の関係に関するアンケート結果を表 4.4 に示す．この結果から，特にペア 2 間は対面会話頻度，通話頻度，相手に関する理解度が低く，出会ってからの期間も浅いことが分かった．

口頭調査から，送信者が信号送信した時，受信者は前後の会話の状況から相手の心理や状況を考え，受信信号に意味付けして理解しているという意見があった．ある被験者は言葉とは独立した意味のみで送信受信を行っていた．全体的に実験終了に近づくにつれ信号送信頻度が減る傾向にあった．

表 4.1　被験者による送受信信号の意味分類

ペア	被験者	送信信号		受信信号	
		言葉への補足	言葉とは独立	言葉への補足	言葉とは独立
1	a	E	O	E	O, M, K
	b	D, E, P	M, O, G, K, L	E	O, L
2	c	A, C	H	―――	I, M, H
	d	B	J, B, O	―――	I, J
3	e	A, B, C, P, E	M, G, O, F	P	L, G, O, J
	f	C, E	M, O, H,	E	M, O, H

表 4.2　送受信信号の意味一致率と一致した意味の種類

ペア	意味一致率	一致した意味の種類	
1	36.3 %	独立	相手のマネ，無意味，応答・返事
		補足	確認
2	0 %	―――	
3	36.1 %	独立	無意味，応答・返事
		補足	確認

表 4.3　言葉と独立した送受信信号と言葉への補足とした送受信信号の意味一致率

ペア	言葉への補足	言葉とは独立		
	確認	無意味	応答,返事	相手のマネ
1	72%	21 %	66 %	100 %
2	0%	0 %	0 %	0 %
3	84%	53 %	66 %	0 %

表 4.4　被験者ペア同士の関係に関するアンケート結果

ペア	被験者	相手についての理解度（１～１０）	出会ってからの期間	対面会話頻度	通話頻度
1	a	7	７～９ヶ月	毎日	毎日
	b	6			
2	c	2	４～６ヶ月	２～３回／週	１回／月
	d	3			
3	e	3	１年４ヶ月～１年６ヶ月	１回／月	１回／月以下
	f	7			

4.5 考察と仮説

実験結果から，被験者は音声発話とともに手指動作を送ったり，あるいは手指動作のみを単独で送ったりしながら，手指動作に多様な意味合いを付与していたことが確認された．

被験者は，簡単な意味であれば受信信号の意味を理解可能なことが考えられる．言葉に伴って信号を受信した際は，受信側では手指動作情報に対して一時的に随伴性が生じ，その言葉をもとに相手の心理や状況を信号に意味付けしている様子がうかがわれた．一方，言葉とは独立した信号を受信した際は，前後の状況や，タイミング，会話内容から意味付けを行っていることがわかった．受信者が想定しない時に受け取った信号をネガティブな意味に捉えた被験者もいたことから，特にタイミングが大きく関係していると考えられる．

以上から，EinfühlungMors が伝える情報は状況依存的になると同時に，受信側の解釈に強く依存するものであることが言える．また，無意識的に信号送信することがあった被験者がほとんどであったことから，随伴性はないが信号の入力方法として手指動作を用いたことでユーザにシステムに随伴性があると錯覚させ，違和感を覚えさせることなく円滑に通話を進行可能であったと考えられる．

この実験ではほとんどの送信信号の意味と受信信号の意味の一致が見られなかった．これは被験者ペアの普段のコミュニケーション頻度や 2 人の出会ってからの期間，相手に関する理解度が関係しうると考えられる．さらに，今回の実験は短時間での使用だったが，提案アプリケーションを長時間または何度も使用することにより，ペア間で信号の意味をパターン化して意味を創発していく可能性も考えられる．そのため，長時間もしくは複数回の実験観察が必要となると考えられる．

実験終了に近づくにつれ信号送信頻度が減る傾向は，特にタスクを与えた被験者 A 側に目立って見られた．これはタスクに集中し提案アプリケーションの存在を忘れるため，すなわち随伴性の欠如によるものだと考えられる．そこで，つたえたいが生じた際に信号送信頻度が再び上がるのではないかと考えられる．

以上から，次の実験として２つの仮説を立てることができる．

１） 時間経過につれて使用が低下した後，なんらかの情報の伝達必要性が生じた際に信号送信頻度が再び上がる．

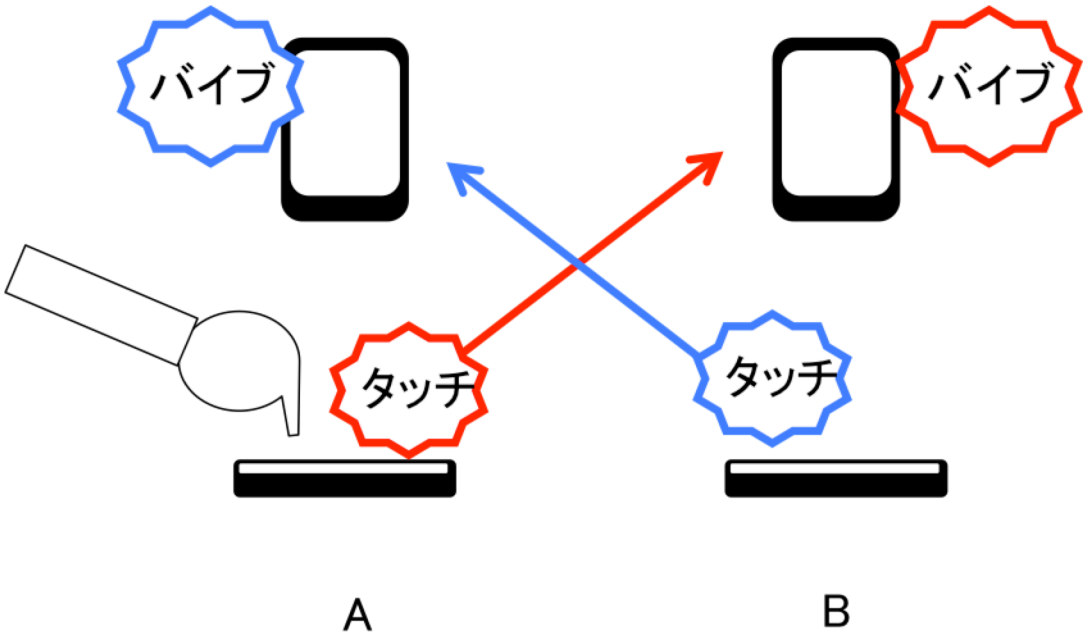

図 4-4　アプリケーション改善版使用イメージ

２）

さらに，副次的モダリティが少なすぎることによって「意味が伝わらない問題」と，副次的モダリティが多すぎることによって「意味が伝わりすぎる問題」の両方を解決できるかどうかに関し，音声会話とビデオ電話による比較実験を行う必要がある．そこで５章では，第一段階として仮説を検証し，音声会話とビデオ電話の通話の際にEinfühlungMors をそれぞれ併用した場合に手指動作の使われ方に差異が見られるかについて実験を行う．５章で実験概要と結果の詳細について述べる．

なお，予備実験において，聴覚出力が通話への集中力を妨害するという意見や，信号受信出力が視覚と聴覚によるものだったため直感的でなく意味を受け取りにくいという意見があった．それらを踏まえ，提案アプリケーションの出力を，受話器として用いているデバイスへの振動として触覚提示を行うように改善した（図 4-4）．

5.
音声会話とビデオ電話に対するEinfühlungMorsの影響評価

4.5節で述べた仮説の検証と，EinfühlungMorsを併用した音声会話，ビデオ電話，それぞれの通話において通話相手に対してネガティブな感情が発生した際に改善した提案アプリケーションを使うのかどうか，またその他どのような行動が発生するのかについて調査するために実験を行った．なお，本研究の解決すべき問題として挙げている副次的モダリティが少なすぎることによる「意味が伝わらない問題」も副次的モダリティが多すぎることによる「意味が伝わりすぎる問題」も相手にポジティブな事柄を伝達する場面よりネガティブな事柄を伝達する場面で問題とされると考えたため本実験ではネガティブな感情が生じる場合に限定した．以下にそれぞれの実験の概要と結果の詳細を述べる．

5.1 実験概要

大学院男子学生6名を被験者とし，実験内容について精通した実験協力者と被験者1名ずつの2名1組のペアを6組構成した．実験協力者と被験者6名は互いに顔見知りである．実験協力者と被験者には別室に入ってもらい，30分間自由にEinfühlungMorsを用いながらテレビ電話もしくは音声電話で通話してもらった．音声はそれぞれPC，モバイル端末（手指動作受信用デバイス）からの出力とした．送信用デバイスは机のタッチしやすい場所に置き，受信用デバイスを音声電話の際には耳に当て，ビデオ電話の際には手に持ちそれぞれ会話を行ってもらった．実験イメージを図5-1, 5-2に示す．テレビ電話，音声電話のそれぞれについて3組ずつ実験を行

図 5-2 【音声電話＋EinfühlungMors】実験イメージ

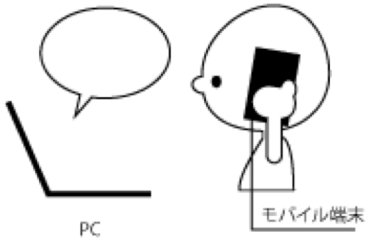

図 5-2 【ビデオ電話＋EinfühlungMors】実験イメージ

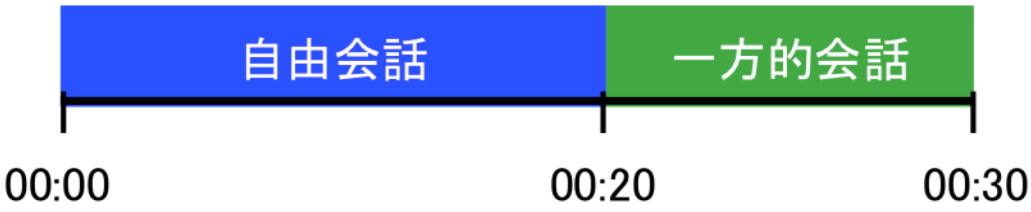

図 5-3 通話の流れ

った．実験者は，カメラを介して別室からその会話の様子を観察・録画した．実験後，録画したビデオを被験者と共に見ながら聞き取り調査とアンケートを行った．

実験の通話の流れを図 5-3 に示す．本実験では，被験者には会話開始 20 分経過後に「通話相手が通話を切り次第」計算問題を解くようにタスクを課した．一方，実験協力者には会話開始 20 分後から実験終了の 30 分後まで，自分自身の成功体験をなるべく継続的かつ一方的であるが自然な会話として成立するよう話すことに務めてもらった．実験協力者と被験者へ提示した実験フローについて図 5-4 に示す．被験者と実験協力者の両方に対し，20 分経過を実験者からチャットによって伝えた．被験者には「通話相手は 20 分経過後に会話に満足し次第通話を切る」，「通話相手は実験終了時間を知らない」という，実際とは異なる教示を与え，通話終了時間は通話相手（実験協力者）に委ねられていることを強調した．実験を行うにあたり実験協力者と被験者に表 5.1 のことを禁止事項とした．

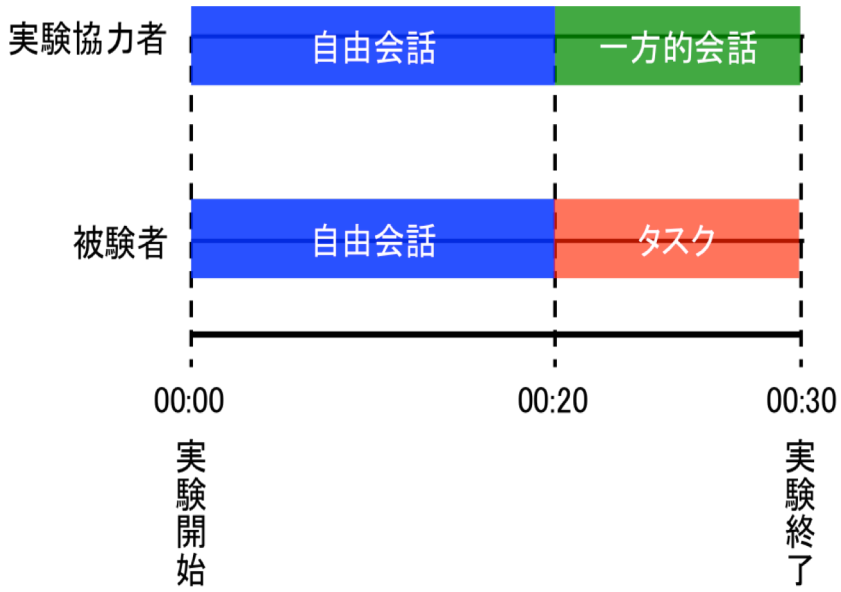

図 5-4　実験協力者と被験者へ提示した実験フロー

表 5.1　実験協力者と被験者への禁止事項

被験者	実験協力者
・ 計算タスクに関して相手に話すこと ・ 20 分経過するまで計算用紙に触れること ・ 相手が通話を切る前における計算タスクへの移行 ・ 被験者自身が物理的に通話を切る行為	・ “一方的に話すこと”に関して相手に話すこと ・ 相手の話に割り込んで話し続けるなどの不自然な会話

以上の実験デザインにより，被験者が通話相手に「通話を終わらせたい」という明確な意思を示さない限り計算問題に移行不可能な状況を作り出した．さらに，計算問題を早く解かなければいけない（＝通話を早く終わらせたい）という心理を強く働かせるために，正解した計算問題数に応じて謝金額が増額するという，実際とは異なる教示を行った（実際は，1 時間相当の謝金を被験者全員に支払った）．さらに，焦燥感を煽るために被験者のみに実験終了時刻 5 分前，3 分前，2 分前，1 分前をチャットで通達した．また，タスク遂行不可な状況に被験者が違和感を覚えないように，被験者にはペアの相手が実験協力者であることは伏せて実験を行った．

5.2 結果

- **音声電話と EinfühlungMors を併用した会話**

被験者の手指動作送信回数の推移を図 5-5 に，各被験者と通話相手（実験協力者）との互いに送り合った送信信号の割合を表 5.2 に示す．総送信回数は 52～82 回と，被験者によって差が見られた（表 5.3）．被験者が「相手のマネ」として信号を送信する場面が見られたが，総括的に見ると通話相手の送信回数に依存しないことがわかった．さらに発話回数は被験者 3 名とも，20 分経過後に減少する傾向にあった．

計算タスク達成不可能なことに焦りを感じた被験者は被験者 C のみであり，実験残り時間 1 分の知らせを受けた時に「早く通話を切って欲しい」という意味で 8 回連続して信号を送信した．アンケートからタスクがあることを相手に言うことを禁止されていたため，システムを用いて相手に伝えようとしたことがわかった．しかし，それまでは比較的会話に肯定的であったため「うなずき」や笑いながら“ポジティブ”の

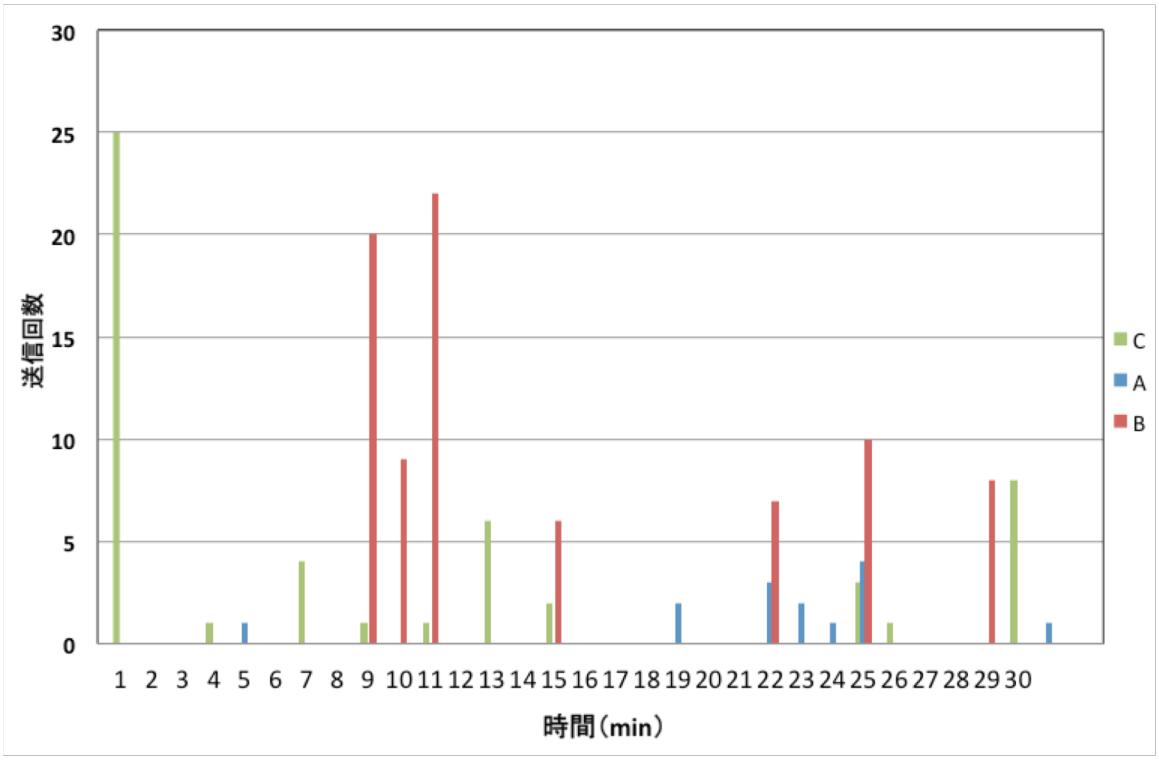

図 5-4　音声電話時の送信回数の経緯

表 5.2　音声電話時における被験者と実験協力者との相互送信信号の割合

	被験者 A	実験協力者	被験者 B	実験協力者	被験者 C	実験協力者
0-10 分	0.7%	0.0%	42.1%	28.9%	27.9%	42.3%
10-20 分	1.5%	75.2%	23.1%	1.7%	8.1%	5.4%
20-30 分	7.3%	15.3%	20.7%	7.4%	1.7%	5.4%
全体	9.5%	90.5%	67.8%	32.2%	32.2%	53.2%

意味で送信していた．実験開始直後は実験協力者と互いに信号を送り合ってシステムの通信を確認していたため送信回数が伸びている．被験者 B は一貫して会話に肯定的であったことがインタビュからわかった．被験者 B は主に「うなずき」，手遊びや相手の反応を見る「遊び」として信号を送信していた．また，自分が発言したい際に連続して信号送信することで相手に今から自分が話すということをアピールしていた．

被験者 A は一貫して実際に相槌を打ったり，信号送信を「うなずき」の意味として送ったり積極的に会話をしていた．しかし，被験者アンケートから，被験者 A は「電話を切りたい」という意思は持っていたが，伝えることは相手に対して失礼だと考え，相手にあえて伝えず隠していたと答えている．さらに，被験者 A は会話の間に何も話さず「間」をもたせることで「被験者自身の話は終わりである」ということを伝えようとした．このように被験者 A はシステムを使わずに自然に相手が通話を切るように誘導しようとしていた．被験者と実験協力者との関係に関するアンケート結果を表 5.4 に示す．

表 5.3　音声電話時の送信回数

	被験者 A	実験協力者	被験者 B	実験協力者	被験者 C	実験協力者
0-10 分	1	0	51	35	31	47
10-20 分	2	103	28	2	9	6
20-30 分	10	21	25	2	12	6
全体	13	124	82	39	52	59

表 5.3　被験者ペア同士の関係に関するアンケート結果

被験者	出会ってからの期間	対面会話頻度	通話頻度
A	6ヶ月～1年	1回／週	1回／月以下
B	6ヶ月～1年	1回／月	1回／月以下
C	6ヶ月～1年	1回／月	1回／月

- ビデオ電話と EinfühlungMors を併用した会話

被験者による手指動作の送信回数の推移を図 5-6 に，各被験者と通話相手（実験協力者）との互いに送り合った送信信号の割合を表 5.5 に示す．音声電話の実験と同様に送信回数は 45～498 回と，被験者によって差が見られた（表 5.6）．被験者と実験協力者が互いに信号を送信し合う場面が見られたが，総括的に見ると通話相手の送信回数に依存していないことがわかった．さらに，被験者 D と被験者 F は発話回数と首を縦に振るうなずきは 20 分経過後，減少した．

被験者 3 名とも計算タスク達成不可能なことに焦りを感じていたことがインタビュとアンケートからわかった．被験者 D は，24 分以降に「通話をはやく切ってほしい」という意味で信号の送信を行っていた．それまでは，主に相手にちょっかいをかけるような意味として送信していた．被験者 E は，実験協力者との間でシステムを使った遊びを創造し，その遊びをしながらの会話を 11～14 分の間行っていた．そして，20 分経過直後に通話相手に「会話に疲れた」など言葉で相手に通話を切るように誘導していた．その後，通話相手に切るようにお願いし，それでも通話を続けたので 25 分経過後から通話を切るようにお願いしながらまたその意味を含ませて信号を連続で送信した．

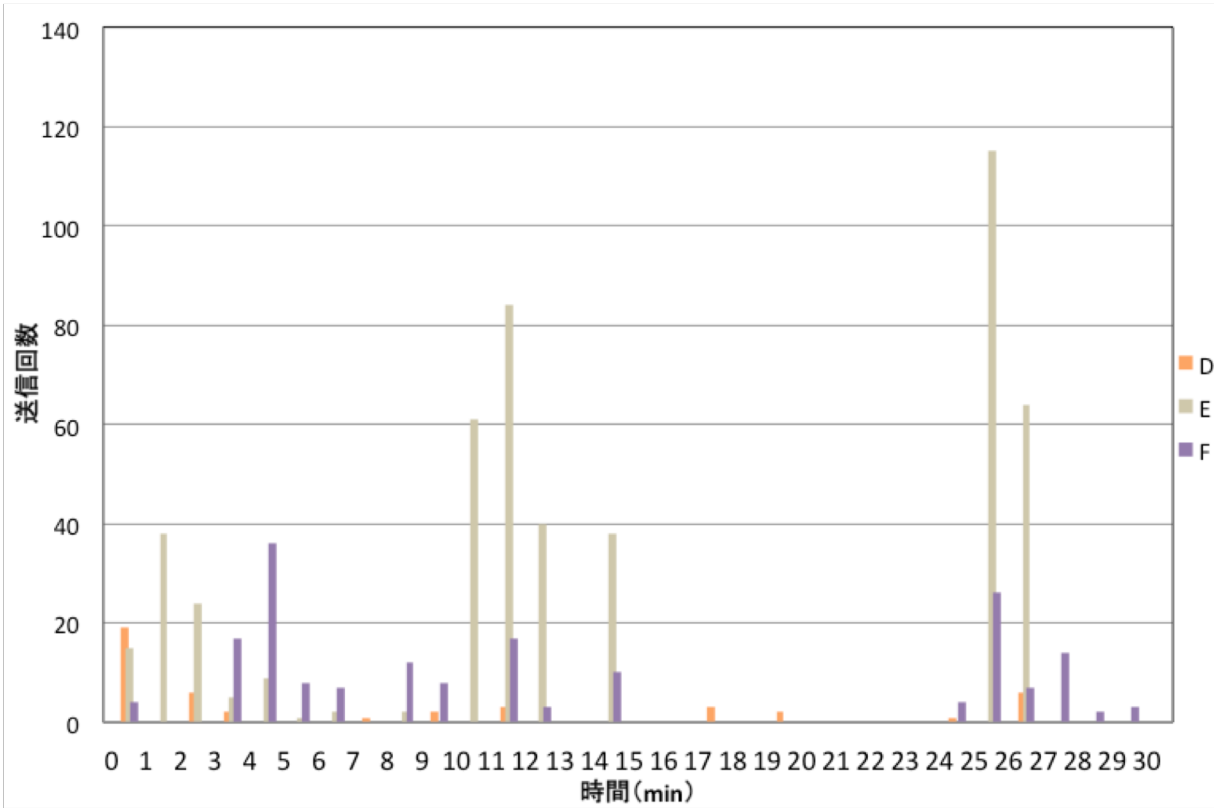

図 5-6　ビデオ電話時の送信回数の経緯

表 5.4 ビデオ電話時における被験者と実験協力者との
互いに送り合った送信信号の割合

	被験者 D	実験協力者	被験者 E	実験協力者	被験者 F	実験協力者
0-10 分	24.8%	31.4%	16.2%	5.4%	42.8%	15.8%
10-20 分	6.6%	31.4%	37.7%	2.5%	14.0%	1.4%
20-30 分	5.8%	0.0%	30.2%	7.9%	26.0%	0.0%
全体	37.2%	62.8%	84.1%	15.9%	82.8%	17.2%

表 5.5 ビデオ電話時の送信回数

	被験者 D	実験協力者	被験者 E	実験協力者	被験者 F	実験協力者
0-10 分	30	38	96	32	92	34
10-20 分	8	38	223	15	30	3
20-30 分	7	0	179	47	56	0
全体	45	76	498	94	178	37

表 5.6 被験者ペア同士の関係に関するアンケート結果

被験者	出会ってからの期間	対面会話頻度	通話頻度
D	6ヶ月～1年	週2～3	週1回
E	6ヶ月～1年	週2～3	1回／月以下
F	6ヶ月～1年	1回／月以下	1回／月以下

被験者 F は 24 分経過後から「通話をはやく切ってほしい」という意味を込めて毎分数回ずつ信号送信を行い続けた．しかし，会話が続くことに対して否定的に思っていたにも関わらず被験者 F は通話相手に気を遣い笑ったりうなずいたりしていたことがアンケートから分かった．さらに，実験終了間近に無表情にすることで通話をやめさせようとしたことも分かった．また，被験者 F は被験者自身が考えている際に相手に待ってもらうために「う～ん」と言うような声とともに信号を一定のリズムを打ちながら「考えているので待ってほしい」ということを言葉の補助のような方法で伝えようとした. 被験者と実験協力者との関係に関するアンケート結果を表 5.7 に示す.

5.3 考察

まず実験結果から本章の 4.5 章で述べた仮説の検証を行い，考察について述べる．

実験結果から全ての被験者が当てはまってはないが，音声電話と EinfühlungMors を併用した実験（以下，音声電話実験），ビデオ電話と EinfühlungMors を併用した実験（以下，ビデオ電話実験）ともに仮説（１）「はじめはシステムの使用頻度は高いが時間の経過とともに使用頻度が下がる」ということが言えると考えられる．特にビデオ電話はそれが顕著に見られた．また，今回の実験は被験者の通話相手が実験内容に精通した実験協力者であったが，前節で述べたように通話相手の送信回数に依存していないと考えられるため，実験協力者による誘導はなかったということが言える．そして，2 名の被験者を除いてシステムを用いて「通話を切って欲しい」ことを伝えようとしたことから，仮説（２）「時間経過につれて使用が低下した後，なんらかの情報の伝達必要性が生じた際に信号送信頻度が再び上がる」ということも一方的会話の際に多くの被験者がネガティブな感情を込めて信号送信を行ったことから仮説が正しいと言える可能性がある．システムを用いなかった 2 名の被験者の内１名は，伝達の必要性を感じていなかったので仮説（２）の現象が見られなかったと考えられる．もう１名は，相手に読み取って欲しい情報はあったが，相手にそれが伝わると失礼にあたると判断したため，仮説（２）の現象が見られなかったと言える．さらに，今回の実験は実験協力者が被験者の先輩だったため，相手への過度な遠慮から仮説（２）の現象が見られなかったとも考えられる．

自由会話（実験開始 0～20 分）において音声電話実験とビデオ電話実験では信号の送信意味に差異が見られた．音声電話実験では全被験者が「相槌」として頻繁に信号送信をしていた．対してビデオ電話実験では実際に首を縦に振る「うなずき」は頻繁に見られたが，「相槌」の意味としての信号送信はあまり見られなかった．これは，ビデオ電話が自分の顔やしぐさが映像を通して相手に見えているため，わざわざ「相槌」の意味として信号送信をする必要性がなかったからだと考えられる．ビデオ実験で話を聞いていることを強調するためにうなずきながら信号送信する被験者が１名見られた．さらに，音声実験の被験者３名ともが無意識的な手遊びによって信号送信をしたのに対し，ビデオ実験の被験者はほとんど意識的な信号送信をした．これも相手に自分の映像が見えているため無意識的な送信が音声電話実験の被験者よりビデ

オ電話実験の被験者の方が少なかったと考えられる．以上のことから，ビデオ電話とEinfühlungMorsを併用する際は動作の強調や補助に使われることがわかった．また，音声電話とEinfühlungMorsを併用する際は言葉の強調や補助，また，相手の会話を邪魔せず反応を相手に伝えるために対面会話など相手が見える状態である場合において見られるうなずきなどのジェスチャを伝達することがわかった．

一方的会話（実験開始20分以降）において音声電話実験とビデオ電話実験でシステムの使われ方には，大きな差異を見ることはできなかった．原因として２点あげられる．１つは，実験協力者が話を強力に継続したので，不自然な状態であったことが原因である可能性がある．言葉で「電話を切って欲しい」ことを伝えたにも関わらず通話が継続したため信号送信をした被験者もいたことからこの可能性が考えられる．さらに，ビデオ電話の際相手に伝えづらい感情や意思が発生した場合においてジェスチャや表情などの相手に伝わりうるモダリティを意図的に隠すような傾向があると仮定する．すると，伝える術がEinfühlungMors以外になくEinfühlungMorsで伝えようとしたため音声電話実験とビデオ電話実験での使われ方に差異が見られなかったのではないかと考えられる．２つ目の原因として本実験は個人の性格や考え，また実験ペアとの親密度や対面頻度が大きく関係する実験であったためであると考えられる．特に今回の実験では，音声電話実験の被験者が実験協力者との対面頻度とビデオ電話実験の被験者と実験協力者の対面頻度が表5.4，表5.7からわかるようにバランスがとれていなかった．さらに，対象とした被験者数が少なかったためであると考えられる．以上から，音声電話実験とビデオ電話実験の被験者ペア間の関係を事前調査し考慮した上で被験者数を増やし実験をする必要があると言える．また，通話の継続の縛りをゆるやかにし，自然に近い状態にするよう設計しなおす必要がある．

6.

結論

本稿では情報量の多さゆえ・少なさゆえに発生すると考えられるそれぞれの問題を解決する手法として，2 つの情報量の中間に位置づけられる随伴性と自立性のいずれも有しない副次的モダリティを組み込んだコミュニケーションメディアを構築し，その影響を検証した．1.1 節で述べたように既存のコミュニケーションメディアは原則としてメインモダリティを有し，副次的モダリティを伴う場合，その副次的モダリティは，随伴性と自立性の少なくともいずれか一方を有している．自立性があるモダリティによって伝達される情報はそれ単体で意味をなし，随伴性があるモダリティはそれ単独では明確な意味をなさないとしても，関連するメインモダリティと協調することによって具体的な意味を形成する．従来の副次的モダリティは，随伴性か自立性のいずれかの性質を持つことによってなんらかの具体的な意味を伝達していた．このような副次的モダリティの特性が，最初に述べたようなモダリティの多少によって生じる問題の大きな要因となっているのではないかと，本研究では考えた．

2.5 節で述べたように今までモダリティの性質を組み合わせたメディアを取り扱った研究がなされている．そして，本稿で取り扱う問題を解決するための手法として音声電話よりは多く，ビデオ電話よりは少ない「随伴性を有するが，自立性を持たないかあるいは弱い自立性しか持たない副次的モダリティ」を持つメディアを構築するというものが考えられる．しかしながら，その実現は実際にはあまり容易ではない．その理由は 2 つある：

1. このような副次的モダリティは，自立性を持たないにもかかわらず，主モダリティに随伴することによってかなり明確な意味を伝達することが多い．したがって，1 つ副次的モダリティを追加するだけで，伝わる情報量が大幅に増加したりするため，調整が容易ではない．
2. ビデオ電話で伝えられる副次的モダリティを分解し，いずれかのみを取り出

すことが容易ではない.

そこで，このような理由から本稿では「随伴性も自立性も有しない副次的モダリティ」を追加する手段を用いることにした．３章で述べたように本研究では多様な意味合いを伝えられ，かつその意味の強さを制御可能な副次的モダリティが必要であるため，一次的ジェスチャと偶発的ジェスチャの両方の性質を併せ持ち，必要に応じて使い分け可能なジェスチャを採用することが求められる．そこで，手指動作を音声通話と併用する副次的モダリティとし，どのような意図があるかの意味づけや解釈を送り手と受け手に委ねたコミュニケーションメディアとして EinfühlungMors を開発した.

4.1 節，4.3 節で述べた方法で「手指動作が伝達情報としてどのような意味で行われるのか」と「意味をもたない手指動作が行われるのか」について調査した結果，音声発話とともに手指動作を送ったり，あるいは手指動作のみを単独で送ったりしながら，手指動作に多様な意味合いを付与していたことが確認された．また，簡単な意味であれば前後の文脈や信号受信のタイミングから受信信号の意味を理解可能なことが考えられる．また，4.5 節で述べたように結果から「はじめはシステムの使用頻度は高いが時間の経過とともに使用頻度が下がる」，「時間経過につれて使用が低下した後，なんらかの情報の伝達必要性が生じた際に信号送信頻度が再び上がる」の２つの仮説を立てた.

5.1 節で述べた方法で仮説の検証をするとともに提案アプリケーションを併用した音声会話，ビデオ電話，それぞれの通話において「通話相手に対してネガティブな感情が発生した際に改善した EinfühlungMors を使うのかどうか」，また「その他どのような行動が発生するのか」について調査するために実験を行った．5.3 節で述べたように仮説は２つとも言えることができた．また，ビデオ電話と EinfühlungMors を併用する際は動作の強調や補助に使われることがわかった．また，音声電話と EinfühlungMors を併用する際は言葉の強調や補助，また，相手の会話を邪魔せず反応を相手に伝えるために対面会話など相手が見える状態である場合において見られるうなずきなどのジェスチャを伝達することがわかった．しかし，ネガティブな感情が発生した際の EinfühlungMors をネガティブな感情を伝達する目的で使う傾向にあったが, 併用した音声会話, ビデオ電話の２つの通話方法において EinfühlungMors の使い方の差異は見られなかった.

本研究では，情報量の多さゆえ・少なさゆえに発生すると考えられるそれぞれの問題を解決する手法として，随伴性・自立性ともに持さないことによってどのような意図があるかの意味づけや解釈を送り手と受け手に委ねた遠隔音声会話の拡張メディアとして EinfühlungMors を提案した．そして，３つの実験から言葉の強調や補助，また，相手の会話を邪魔せず反応を相手に伝えるために対面会話で相手が視覚的認知するジェスチャを主に伝達することがわかった．そして，信号の受け手も簡単な意味であれば前後の文脈や信号受信のタイミングから受信信号の意味を理解可能なことが考えられる．

最後に提案手法で明らかになったこともあるが，残った課題を解決し更なる検討を行う必要がある．いかに，解決すべき課題について述べる．

6.1 今後の課題

6.1.1 提案手法について

実験結果から遠隔音声会話の拡張が達成されたことは言えるが，本研究の問題としているモダリティ数の多寡による「伝わりすぎ」，「伝わらなさすぎ」の問題解決の手法として適しているかはこれまで行った実験結果から言うことは難しい．なので，今後音声会話のみ通話と音声会話と EinfühlungMor 併用する通話とビデオ電話のみ通話との比較実験の必要がある．

6.1.2 システムについて

実験後のインタビュから聴覚出力が通話への集中力を妨害するという意見や，信号受信出力が視覚と聴覚によるものだったため直感的でなく意味を受け取りにくいという意見があった．さらに，ビデオ観察からデバイス上以外での手指動作が見られた．それらを踏まえ今後は場所の制約をなくすため加速度センサを搭載したリストバンド型デバイスを開発する．そして，リストバンド型デバイスにより手指動作を取得し携帯電話への振動によって出力するためのシステムの開発を目指す．また被験者から手指動作の強弱や速さなどが伝わればもっと表現の幅が広がるという意見を頂いた

のでそれについても今後検討する必要がある.

7.
謝辞

本論文の執筆にあたり，２年間ご指導をしてくださり，私を導いてくださった西本先生に海よりも深く感謝申し上げます．修士論文の執筆を終えるができたのは西本先生のご教授のおかげです．本当にありがとうございます．また，研究に関しての適確な助言や修士論文提出〆切り前日にドーナツをくださった小倉先生に心から感謝致します．また，中間審査において私が見落としている点をご指摘いただき，今後の方向性についてご提案いただきました宮田先生, 伊藤先生, Daam 先生に感謝致します．また，公私ともに私を支えてくださった西本研究室の皆様に感謝申し上げます．そして，自らもお忙しいなか，快く実験への協力を承諾いただきました被験者の皆様のおかげで研究を進めることができました．ありがとうございます．また，大学院での生活を充実したものにしてくださった同級生の方々に感謝申し上げます．経済的、精神的に支えてくださった両親と私に最大の癒しをくださったボストンテリアのコタローに心から感謝いたします．

参 考 文 献

[1] 山田裕子, 平野貴幸, 西本一志: TangibleChat :打鍵振動の伝達によるキーボードチャットにおける対話状況アウェアネス伝達の試み, 情報処理学会論文誌, vol. 44, No5, pp.1392 – 1403(2003).

[2] Kazushige OUCH1 and Shuji HASHIMOTO: Handshake Telephone System to Communicate with Voice and Force, IEEE International Workshop onRobot and Human Communication, pp.466 - 471(1997).

[3] Kenji Suzuki, Shuji Hashimoto: FeelLight: A Communication Device for Distant Nonverbal Exchange, ETP' 04 Proceedings of the 2004 ACM SIGMM workshop on Effective telepresence, pp.40 – 44 (2004).

[4] 岩崎 健一郎, 味八木 崇, 暦本 純一, AffectPhone: 生体情報を利用した電話機型プレゼンス提示装置, インタラクション 2010, 2010.

[5] Chang, A., Resner, B., Koerner, B., Wang, X., Ishii, H.: LumiTouch: An Emotional Communication Device. ACM, Computer-Human Interaction, pp. 313–314 (2001)

[6] Brave, S., Dahley, A.: inTouch: A Medium for Haptic Interpersonal Communication.ACM, Computer-Human Interaction, pp. 363–364 (1997)

[7] 河瀬 裕志, 土谷 幹, 柳 英克 : SyncEgg: 感覚的な入出力を実現する卵型小型無線デバイス, 情報処理学会インタラクション 2011(2011).

[8] マジョリー・F・ヴァーガス著, 石丸正訳(1987). 非言語（ノンバーバル）コミュニケーション, 新潮社.

[9] Desmond Moris, 藤田統訳 (2007). マンウォッチング, 株式会社小学館.

[10] 松尾太加志 (1999).コミュニケーションの心理学–認知心理学・社会心理学・認知工学からのアプローチ, 株式会社ナカニシヤ出版.

[11] 角野清久, 西本一志：言外の情報としての編過程情報を伝えるメールシステムの提案と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.1, pp.254-267, 2009.

発 表 論 文

[1] 加藤千佳，小倉加奈代，西本一志，EinfühlungMors：非随伴的・非自立的モダリティの追加による遠隔音声会話拡張の試み，インタラクション 2013，日本化学未来館，2 月 28 日，3 月 1，2 日，2013.

[2] 加藤千佳，小倉加奈代，西本一志，EinfühlungMors：非随伴的・非自立的モダリティの追加による遠隔音声会話拡張の試み，情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会継続とインタラクション，明治大学駿河台キャンパス，3 月 13 日，14 日，2013.（予定）