

対人コミュニケーションの特性を支える 温度情報をやり取りするモデルの研究

田口聖久^{†1} 三末和男^{†1} 田中二郎^{†1}

対人コミュニケーションの機会は身の回りにあふれており, その支援は生活をより豊かなものにする. 対人コミュニケーション支援にコンピュータ・ネットワークを用いる研究は多数あり, その中でも, 数は少ないが, 温度に関係するやり取りを行う手法を採用するものがある.

それら先行研究におけるコミュニケーションのための温度情報の利用は, 対人コミュニケーションのメディアとしては改善の余地がある. 例えば, メッセージの送り手がボタンを押すことやデバイスに力を加えることで遠隔地にいる受け手を温める/冷やすというものがある. しかし, 受け手を温めたいとする送り手は, 受け手がどの程度温められているかを知ることができない. 情報の流れが一方向的となり, 対人コミュニケーションの本質的特徴とされる双方向性が欠如している.

そこで本研究では, 双方向性を支えるモデルとなる「双方向的加熱/冷却モデル」を構築した. さらに, このモデルを実現するために, プロトタイプシステム「Thermo-net」を開発した. 送り手を温めよう/冷やそうとする意思の強さに応じて, 送り手自身も同様の, あるいは反対の温度提示をさせる機構を実装した.

また, メッセージ伝達タスクにおける難易度について実験を行った. 提案モデルでポジティブなコメントを得て, 提案モデルの双方向性の実現によって送り手が意図したメッセージが作りやすくなることが分かった.

A Study of a Model Exchanging Thermal Information that Support Essential Characteristics of Interpersonal Communication

KIYOHISA TAGUCHI,^{†1} KAZUO MISUE^{†1}
and JIRO TANAKA^{†1}

We have many chances of interpersonal communication in our daily life, and this communication makes our lives richer. Many researchers have explored computer networks to support this communication. A small number of these

researchers have taken advantage of a technique exchanging thermal information.

In previous studies, the usages of thermal information have room for improvement in interpersonal communication. One of those existing usages is that a sender of a message pushes a button to warm a remote receiver up or cool him/her down. Heating the receiver up, the sender never knows how warm or hot the receiver feels. In this case, the flow of information is one-way and it lacks the interactivity reported as an essential characteristic of interpersonal communication.

To deal with the problem, we built an interactive warming/cooling model. We also developed a “Thermo-net” prototype system to implement it. Depending on the strength with which the sender wants to warm or cool the remote receiver, the system also provides a thermal output to the sender himself/herself.

We experimentally evaluated our proposal model’s easiness in message-sending tasks. We obtained some positive comments of our model and found it enables the sender to express the intended message more easily.

1. はじめに

個人と個人の間で生じるコミュニケーションは, 「対人コミュニケーション」と呼ばれる. この対人コミュニケーションは誰もが直面することであり, その支援は人生をより豊かにするものである.

数は少ないが, 対人コミュニケーションの支援に温度の情報を扱うものがある. 鼻部の皮膚温の変化が心的ストレスの指標となるという報告¹⁾ や, 温度感覚への刺激は感情を伝えるのに優れるという報告²⁾ がある. これら特徴や有効性などを理由に, 対人コミュニケーションの中で温度情報をやり取りすることが試みられている^{2),3)}. 以降, この手法でのコミュニケーションの媒体のことを, 「温度メディア」と称することとする.

しかし, それら先行研究では, 温度メディアの在り方が, 対人コミュニケーションの特性を十分にサポートしているとは言えない. そこで本研究は, 温度メディアが対人コミュニケーションをよりよく支援することを目的とし, 対人コミュニケーションの特徴を支えるメディアのモデルを構築した. またプロトタイプシステムの開発によってそのモデルを実現することで, どのような効果を得られるかを検証した.

この章ではまず, 対象とする対人コミュニケーションとはどのようなものであるかを説明する. その上で, 本研究に関連する研究について触れる.

^{†1} 筑波大学大学院 システム情報工学研究科 コンピュータサイエンス専攻

1.1 対人コミュニケーション

対人コミュニケーションは、前述の通り、個人と個人とで交わされるコミュニケーションである。社会心理学の研究者である深田は、対人コミュニケーションの本質的特徴として、以下の4つを挙げた⁴⁾。

- (1) 当事者の人数：
2者間で交わされるコミュニケーションを基本とする。
- (2) 双方向的過程：
送り手と受け手が固定しておらず、当事者間で送り手と受け手の役割が交代する。情報交換の進行を考慮した双方向的過程である。
- (3) 対面性：
対面状態でのコミュニケーションを基本とする。ただし、広く解釈すれば、パーソナルメディアを使うコミュニケーションも含む。
- (4) 心理的関係：
当事者間に何らかの心理的関係が存在している場合のコミュニケーションを基本とする。

コミュニケーションは、「送り手」が伝えたい「メッセージ」を「メディア」を介して「受け手」に伝えることで成立する。ここに登場する送り手や受け手のことをコミュニケーションの「当事者」と呼ぶ。また、「パーソナルメディア」とは、電話や電子メールといった、メディアのうちでも個人と個人とをつなぐメディアのことを指す。

本研究では、コミュニケーションの当事者の人数を2人と想定し、温度情報を扱うためのモデルを構築した。そのモデルは上記の対人コミュニケーションの本質的特徴を支えるものとなっている。そのモデルを実現するパーソナルメディアを開発した。

ここで、コミュニケーションの当事者の一方者がいる環境を「ローカル」と呼び、もう一方の当事者がいる環境を「リモート」と呼ぶこととする。本研究にて開発したパーソナルメディアによって、コンピュータ・ネットワークを利用した遠隔地コミュニケーションが可能になっているからである。

1.2 関連研究

inTouch⁵⁾は、皮膚感覚のうちの1つである力覚のコミュニケーションを実現するデバイスである。回転するローラを有したデバイスがコミュニケーションの当事者となる2者にそれぞれ与えられ、それらデバイスは互いに通信を行う。自分側のデバイスについているローラを回転させると、相手側のデバイスでも対応するローラが同じ量だけ回転する。同時に相

手のデバイスの動きも自分側で再現されるものである。また、Kokone(Kokone-mini)⁶⁾という、サボテンをモチーフとしたデバイスがある。自分の発する音声から分析した快/不快の感情をメッセージとして相手のデバイスに送る。相手のデバイスの表面の凹凸をソレノイドの動作によって3段階に変化させそのメッセージを伝える手法を提案している。快については凹凸を小さく、不快については大きくして感情を表現している。

本研究は、上記の研究と同じように皮膚感覚を刺激するが、そのうちでも温覚や冷覚といった温度感覚を刺激する点でこれらとは異なる。刺激する感覚が異なれば、それによってもたらされる体験も異なったものとなる。例えば、友好の表現として用いられる握手というコミュニケーション行動では、意識することは少ないものの、相手の皮膚温を感じているはずである。温度情報のない握手は、対面でのそれとは違う体験となるのは想像にたやすい。

Thermotaxis⁷⁾は、温度の高い領域や低い領域が設けられた仮想空間とユーザのいる実世界空間とを対応させ、耳あて型のデバイスでユーザに温度提示をする。高い温度を提示する場所に自然に集まることを利用し、コミュニケーションのための場を作り出す。また、あるターゲットとなる場に居合わせる人の存在をセンシングし、その人数が多いほど高い温度提示をするシステムもいくつか開発されている^{8),9)}。AffectPhone¹⁰⁾は興奮度の指標となる皮膚抵抗を計測し、遠隔地の相手の興奮状態を高温で、冷静状態を低温で提示する機構を実装した携帯端末である。

これらの研究は、刺激するのは温度感覚ではあるものの、コミュニケーションとしてあるユーザが主体的に相手の温度提示を変えようとするものではない。本研究は、相手への温度提示自体をユーザがコントロールする点でこれらと異なる。例えば、他人に感謝の気持ちを伝えたいときに、それを言葉にし声で伝えたり手紙を書いたり、あるいは会釈をしたりする。主体的に相手の温度を変化させる温度メディアの実現によって、それら感謝を表現する新たな方法の1つとして温度によって感謝の気持ちを伝えるというポキャブラリが増えることになる。

Lovelet³⁾は2者がペアで用いる腕装着のデバイスで、片方のデバイスで計測した気温をもう片方で多色LEDを光らせ視覚提示する機能と、タッチセンサで皮膚接触を計測し、相手側に送信、それに応じて相手側の熱素子で温度出力する機能を有している。Leeらは、対人コミュニケーションにおける温度刺激の効果について考察するため、同様のデバイスを用いて実験を行っている²⁾。遠隔地にいる2者にそれぞれデバイスが渡され、片方のデバイスに取り付けられたボタンを押している間、もう片方のデバイスが温度出力し続ける。温度出力とその出力の長さでメッセージを送ることができる。

これらの研究ではリアルタイムで行われるコミュニケーションを支援している。既存のリアルタイムコミュニケーションで用いられるパーソナルメディアとして、電話や電子チャットシステムが挙げられる。電話で自分の話していることが耳でも聞かえるように、また一般的なチャットシステムでは自分の発言ログを自分でも閲覧できるように、自分が発するメッセージを相手を受容する感覚と同じ感覚で自分でも得ることをしている。一方で上記した従来の温度メディアデバイスでは、相手を温めていることに対するフィードバックは、タッチセンサやボタンを押しているという力覚への刺激として与えられるのみである。相手をどの程度温めているのか、相手が感じているのはどのような温度なのかを、自分では温度感覚で知ることができない。

2. 温度メディアのモデル

相手に温度の情報を与える機構だけでは、対人コミュニケーション支援に対して十分に配慮しているとは言えない。温度の情報をどう与えるのかというメディア自体のモデルまでを考慮することで、真に対人コミュニケーションを支援する温度メディアとなるだろう。

2.1 双方向的加熱/冷却モデルの構築

ローカルユーザの筋肉が、メッセージをデバイスに加える力の強さとしてメディアに入力する。続いて、メディアによって情報の通信が行われ、リモートユーザの皮膚に温度として出力されたのち、リモートユーザがメッセージの解釈をする。また、ローカルとリモートが逆の立場となる通信も可能とする。これ自体は、従来の温度メディアでもとられた手法の1つである。しかし、相手に与えている温度感覚への刺激を、自分でも温度感覚では知ることができない。

DeVito は対人コミュニケーションにおける普遍的特性を 11 個あげた¹¹⁾。そのうちの 1 つが「フィードバック」である。深田⁴⁾によれば、フィードバックとは送り手が発信したメッセージに対する受け手への効果性を直接反映する情報が送り手に返還されることだと再定義している。また、そのフィードバックのうちでも、送り手が発信したメッセージから送り手自身が得るものを「自己フィードバック」としている。

従来の温度メディアのモデルではこの自己フィードバックの概念が実現されていなかった。自己フィードバックを導入することによって、送り手が生じさせた情報の流れが、受け手とともに送り手自身にも返ってくる。1 つメッセージを送る過程で、送り手と受け手双方に情報がわたり、共有させることで、対人コミュニケーションの本質的特徴とする双方向的過程をより強力にサポートすることになる。上記の例で言えば、メッセージがリモートユーザの

皮膚に温度として提示されると同時に、ローカルユーザの皮膚にも温度として提示することとなる。このモデルを「双方向的加熱/冷却モデル」と称することとする。

しかし、双方向的加熱/冷却モデルでも、以下の項で述べる 2 つのモデルが考えられる。**熱移動タイプ** 熱力学第 1 法則 つまりエネルギー保存の法則を考える。ローカルユーザがリモートユーザを温めようとする、すなわちローカルからリモートに熱エネルギーを与えようとする、ローカル側では与えた熱エネルギー分の損失が起こるはずである。それを冷却として表現することとする。逆に、ローカルユーザがリモートユーザを冷やそうとする場合は、リモートの熱エネルギーを奪ってローカルの温度が上がる。これは熱移動を模したものと考えられるため、このモデルを「熱移動タイプ」のモデルと呼ぶこととする。リモートユーザを温めようとする熱移動タイプの双方向的加熱モデルの概念図を図 1(a) に示す。

熱源共有タイプ 対面環境で相手を温めたいと思ったときには、温かい使い捨てカイロやお茶をさしだしたり、手でさすったりする。この例では、相手を温めたいと思った当事者も温まる。このシチュエーションを抽象化して考えると、片方のユーザが発熱源あるいは吸熱源を提供し、両方のユーザがそこに触れる、ととらえることができる。従ってこのモデルを「熱源共有タイプ」のモデルと呼ぶこととする。リモートユーザを温めようとする熱移動タイプの双方向的加熱モデルの概念図を図 1(b) に示す。

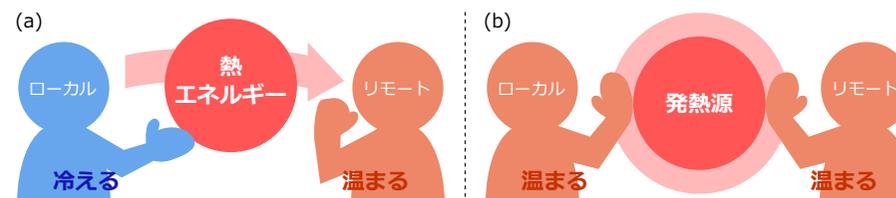


図 1 (a) 熱移動タイプの双方向的加熱モデル, (b) 熱源共有タイプの双方向的加熱モデル

3. プロトタイプシステム Thermo-net

前章で述べた温度メディアモデルの実現可能性を示すため、プロトタイプシステム Thermo-net の開発を行った。本章ではその実装について記述する。システムの流れを図 2 に示す。ローカル環境とリモート環境にそれぞれ同じシステムが 1 つずつあり、サーバを通じて互いのメッセージをやり取りする。

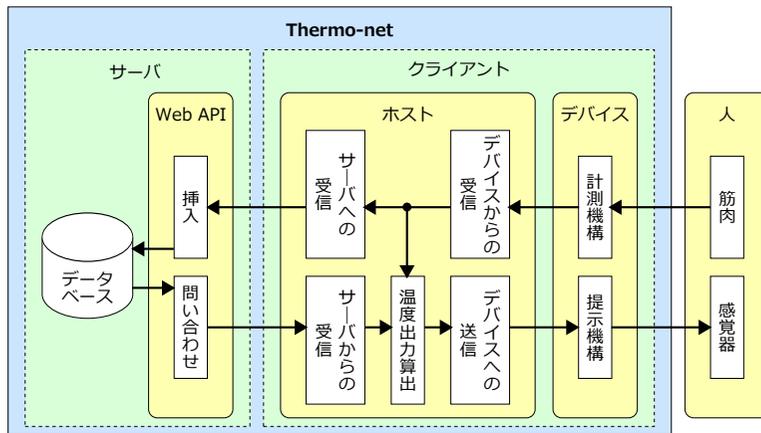


図 2 Thermo-net 全体の流れ

3.1 デバイス実装

デバイスの役割は基本的に情報計測と情報提示の2つのみである。後述するホストで行うような高次の情報処理やリモートデバイスとの情報通信はデバイス自体では行わない。実際のデバイスの写真を図3に示す。ユーザは接触面に手のひらを乗せてシステムからの温度提示を受け、もう片方の手で圧力センサをつまんでリモートを温める／冷やすといったコミュニケーションを取る。先行研究からも、局所的な温度刺激は手のひらに与えることが効果的だという知見が得られている¹²⁾。

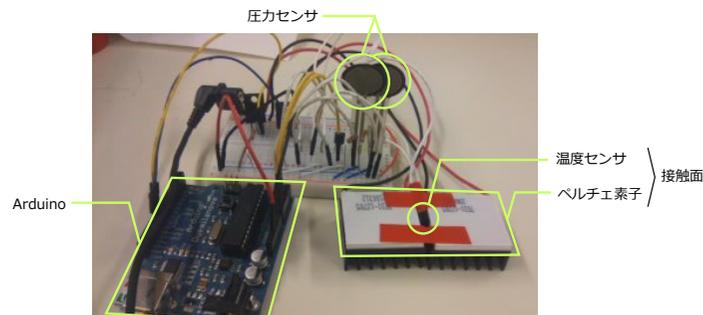


図 3 デバイスの写真

3.1.1 ソフトウェア

デバイス自体の動作制御はArduinoが行う。ArduinoはホストPCとシリアル通信を行っている。後述するデバイスに加わる力の強さや皮膚温の計測結果を、ホストに送信する。この送信は約0.4秒毎に行う。また、ホストからの加熱／冷却命令を受信し、実際に温度提示を行っている。

3.1.2 圧力計測

ローカルユーザが、リモートユーザを温めたい／冷やしたいという強さを検出するため、デバイスに加わる力の大きさを計測する機構が必要である。計測のため、圧力センサFSR400を使用した。リモートユーザを温めるためのものと冷やすためのものとして1つずつ、合計2つの圧力センサを使用した。圧力センサに力が加われば加わるほどその抵抗値が下がり、高い電圧がかかることになる。Arduinoでその電圧を計測した。回路図を図4に示す。

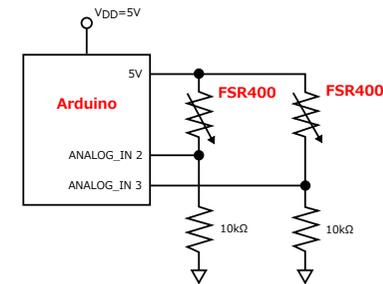


図 4 圧力計測の回路図

3.1.3 温度提示

温かさや冷たさを提示するには、ペルチェ素子を用いる。ペルチェ素子はペルチェ効果を利用した熱電素子である。その動作の様子を図5に示す。直流電流を流すと、一方の面で発熱、反対の面で吸熱が起こる。ユーザに対する接触面に、加熱用のものを1つ、冷却用のものを1つ、合わせて2つのペルチェ素子を並べて使用した。

ペルチェ素子はArduinoによるPWM出力によって制御ができる。ただしペルチェ素子の稼働には大電流が必要で、USBケーブルからの電源では他の機構に影響を起してしまう。そこで、外部電源を用意しトランジスタ2SK2232によって引きこむことにした。回路図を図6に示す。

ローカルユーザがメッセージを送る間に、リモートユーザがローカルユーザにメッセージを送ることも考えられる。加熱を正、冷却を負として、ローカルユーザへの自己フィードバックによる温度提示とリモートユーザからのメッセージによる温度提示を加算した結果を最終的な提示とする。例えばローカルがリモートを加熱し、リモートもローカルを加熱している場合、熱移動タイプではローカルは温める強さがより弱く、熱源共有タイプではより強くなる。

3.3 Web API 実装

サーバの Web API はホストから HTTP リクエストを得、データベースとのやり取りを行う。Web API の開発言語は PHP である。データベースにレコードを挿入する「Post」とデータベースのレコードを問い合わせる「List」の 2 つ API メソッドを作成した。

Post はパラメータに「ローカル ID 名、皮膚温、温めようとする力の強さ、冷やそうとする力の強さ」の属性名とそれぞれの属性値を必要とする。クエリを投げられるとデータベースへのレコード挿入が成功したかあるいは失敗したかを返す。

List はパラメータに「リモート ID 名」を必要とする。クエリを投げられると、データベースのうちローカル ID 名がパラメータのリモート ID 名と合致するもののうち、最新 1 件のレコードを返す。

Web API として実装した理由は、クライアントに負荷がかかることなくログを収集するため、非同期のコミュニケーションや複数ユーザでのコミュニケーションといった今後の発展的な応用に利用できる通信形態にするためである。

4. 評価実験

4.1 実験の目的

自己フィードバックの実現方法として、本研究の提案した温度を提示する手法は有用であるかを明らかにすることを目的とする。また、本研究が提案する手法によるメッセージ作成に対する効果を検証する。

4.2 実験の方法

被験者は、22～23歳の大学生6名（男性4名、女性2名）である。2人1組として、3つのペアを作成し、実験を行った。どのペアの心理関係も友人同士である。実験環境は2者同室であるが、互いに背を向ける状態であり、動きを見ることはできず、振り返ることを禁じた。また、話をする、発言をすることも禁止した。被験者となる2者は、Thermo-net システムを利用し、5つのモデルについてそれぞれ2つのタスクを1人ずつ試行する。タス

クとモデルについて、学習による偏りがでないように実験を行う順序を操作した。

用いた5つのモデル A～E を表1に示す。モデル A はデバイス加える力覚のフィードバックのみを得る状態である。ユーザは相手を温める／冷やすためにセンサをつまむ。その力の入れ具合はつまんだ手に力覚フィードバックとして与えられる。従来の温度メディアはこのモデルに準ずる。モデル B, C は視覚情報を提示するためにディスプレイを用いた。モデル B は、モデル A に加え、ディスプレイ上にリモートで計測した温度の情報を提示する。モデル C は、モデル A に加え、ローカルデバイスに加えた力に応じて、ディスプレイ一面に、加熱なら赤、冷却なら青の提示をした。また、その力が強いほどその色の彩度を高くした。モデル D は、モデル A に加え、熱移動タイプの温度での自己フィードバックを実現したもの（熱移動タイプの双方向的加熱／冷却モデル）、モデル E は、モデル A に加え、熱源共有タイプの温度での自己フィードバックを実現したもの（熱源共有タイプの双方向的加熱／冷却モデル）である。

表1 実験で評価する5つのモデル

モデル名	内容
モデル A	力覚フィードバックのみ
モデル B	力覚 + 視覚フィードバック。リモートの皮膚温を数値で示す。
モデル C	力覚 + 視覚フィードバック。リモートへの加熱／冷却を色で示す。
モデル D	力覚 + 温度感覚フィードバック。熱移動タイプの双方向的モデル。
モデル E	力覚 + 温度感覚フィードバック。熱源共有タイプの双方向的モデル。

それぞれの被験者には5つのモデルについて快／不快のメッセージを送るという2つのタスクを課した。タスクを表2に示す。

まず、それぞれのモデルで初めのタスクの前には、モデルの挙動の説明し、実際に短時間システムを利用することを許した。タスクは1人ずつ行う。続いて、タスクの内容を資料の文面と口頭で説明をした。したがって被験者となる2者はこれから行われるタスクを知っている。また、タスクの間、どちらの被験者も手のひらをデバイス接触面に乗せているよう指示をした。それぞれのタスクについて、被験者は自分が満足のいくまでメッセージを送る行為を続けた。その後、送る側の被験者が、「難しい」を1とし「易しい」を5とする5段階のリッカート尺度でその易しさを回答した。また、タスク1,2の終了後、そのモデルについて自由に記述してもらった。

表 2 実験で課せられる 2 つのタスク

タスク名	内容
タスク 1	リモートへ「不快だ」というメッセージを送る。
タスク 2	リモートへ「心地良い」というメッセージを送る。

最後に、全てのモデルについてタスクを終えた後、5つのモデルを難しい順に並べてもらった。また、実験全体を通しての自由記述をもらった。

4.3 実験の結果

図 8, 9 に 5 段階評価をしたタスク難易度の結果のグラフを示す。黒線のバーは標準偏差を表わしている。

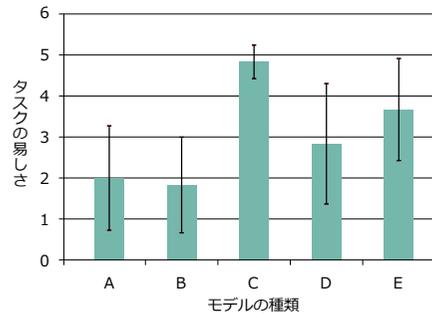


図 8 実験：タスク 1 の 5 つのモデルの評価

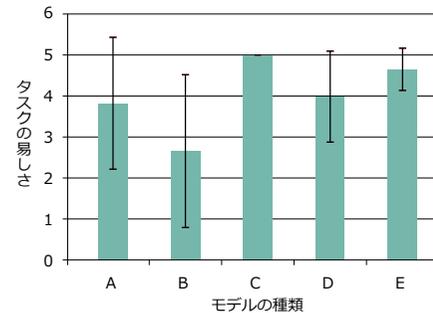


図 9 実験：タスク 2 の 5 つのモデルの評価

F 検定によって、群ごとの母分散が異なっていたことが分かった。それに加えてサンプルサイズが小さいことから、ノンパラメトリックの Steel-Dwass 法を用いた検定を行った。その結果、タスク 1 では、モデル A とモデル C ($t = 2.933, P < 0.05$)、モデル B とモデル C ($t = 2.939, P < 0.05$) の間に有意差が認められ、その他では有意差は認められなかった。また、タスク 2 ではどの群の組み合わせにも有意差があることは認められなかった。

続いて、順位付けに関して述べる。もっとも難しいとされたものを 1、もっとも易しいとされたものを 5 としてそれぞれのモデルの平均を出した。そののち改めて順位付けしたところ、易しいものからタスク 1 に関しては「 $C > E > D > B > A$ 」、タスク 2 に関しては「 $C = E > D > B > A$ 」となった。

自由に記述してもらったコメントのうち、モデルに関係するものを以下に示す。

- モデル A
 - 微妙な熱さや冷たさを伝えるのが難しい。
 - ほどよい冷温を伝えるのが難しい。
 - 今まであったフィードバックがなくなって難しくなった。
- モデル B
 - あまり相手を温めている、冷ましているという感じがなかった。
 - 数値ではよく分からないのでタスク 1 も 2 も難しい。
 - 相手を温めているのか冷やしているのか全く把握できない。
- モデル C
 - 圧力センサへのくらい力を加えているかが把握しやすかった。
 - 色表示はとても分かりやすい。しかし、同時に温度も感じたかった。
 - どの程度温めたり冷やしたりしたらよいのか分かってやりやすい。
- モデル D
 - 自分が送る温度と、受ける温度が逆なので、違和感を感じた。
- モデル E
 - 相手の手に与えている温度を自分でも感じる事ができ、つながってる感じや共有している感じがした。
 - 自分で相手がどのような温度を感じているかが分かると調節がしやすい。
 - どの程度温めたり冷やしたりしたらよいのか分かってやりやすい。

4.4 考 察

4.4.1 実験全体について

タスク 1 とタスク 2 を比べると、おおむねタスク 1 のほうが難しいという評価となった。その理由としては、「不快」のメッセージであれば、温度変化も時間変化率も大きなメッセージを荒く作成するだけでもよかったものが、「心地よさ」のメッセージの作成には、温度変化は小さくその変化もゆっくりさせるといった繊細さが必要になったからだと考えられる。実際に、タスク 2 では多くのユーザが弱い力で入力したり、その変化を小さくしようとしたりする行動が観測でき、「弱い力を加える場合に、どの程度相手を温めているか、冷やしているかが分かりにくい」というコメントも得た。先行研究の評価に、温度出力が高く急激に変化する温度刺激は不快感をもたらすというものがある¹²⁾。この実験では、メッセージの送り手がこれを潜在的に意識した結果だと思われる。

また、モデル *B* を除いて、フィードバックを与えたものは有意差は認められなかったものの、モデル *A* よりタスクの易しきについて高い値を得ている。

4.4.2 視覚フィードバックについて

視覚フィードバックを与えたモデルは *B* と *C* である。

モデル *B* でのタスクは、モデル *A* より難しい、あるいはモデル *A* と同程度であるという評価であった。モデル *B* は数値としての大きさを解釈する必要があり、直感的でなかったからという理由がコメントから見られる。またその他の理由として、手の同じ部分を必ずしもずっと計測できてはいなかったというデバイスの問題が考えられる。

モデル *C* に関しては、相手を温める強さに暖色である赤色の、相手を冷やす強さに寒色である青色の提示をうまく当てはめたことでタスクを易しいと感じさせる効果が得られた。数字の大きさの解釈なしに、視覚に直接訴えかけたものであったため、このような結果になった。ただし、色覚の提示を相手への温度提示の値ではなく、圧力センサの値としてとらえコメントをした被験者もいた。

4.4.3 熱移動タイプの双方向的加熱／冷却モデル

本研究が提案する熱移動タイプの双方向的加熱／冷却モデル *D* について考察をする。

タスク評価では両タスクとも、モデル *A* との有意差は認められなかった。しかしながら、順位付けとタスク評価がともにフィードバックがない状態よりもより易しいという傾向が見られていることから、フィードバックとしては機能していることが言えよう。ただし、コメントでは、実際の感覚とは逆である、というものが多く得られた。このことから、直感的ではないとしても、フィードバックとしてははたらいっていると考えられる。

4.4.4 熱源共有タイプの双方向的加熱／冷却モデル

本研究が提案する熱源共有タイプの双方向的加熱／冷却モデル *E* について考察を行う。

タスク評価では両タスクとも、モデル *A* との有意差は認められなかった。これは、システムから受け取る自己フィードバックの温度が別のメッセージにとらえられたことから起こったと考えられる。しかしながら、順位付けに関しては、タスク *A* と大きく離れ、コメントでもその分かりやすさについてが多く得られた。このことから、個人差はあるもののフィードバックとして機能し、直感的な感覚として評価されていると考える。

また、「相手の手に与えている温度を自分でも感じる事ができ、つながっている感じや共有している感じがした。」というコメントも得た。視覚フィードバックのモデル (*B*, *C*) ではこのようなコメントは得られなかった。その理由としては、視覚フィードバックは自分がデバイスに加えている力の強さ自体に対するフィードバック、一方 温度感覚フィードバ

ックは自分が相手を温めている／冷やしていることに対するフィードバックだと被験者がとらえているからだと考える。

また、モデル *C* に対するコメントとして、「同時に温度も感じたかった。」というものもあった。視覚と温覚や冷覚を組み合わせた提示をすれば、よりよい自己フィードバックになるかもしれない。また、視覚提示ができない場合もあるだろう、その時に温覚や冷覚の利用も考えられる。

5. まとめと今後の課題

片方のユーザがボタンを押すなどして、その強さによって相手のユーザを温めるといった温度メディアにおいて、対人コミュニケーションの特徴を踏まえた2つのタイプのモデルを構築した。それらのモデルは従来の温度メディアに自己フィードバックを導入するもので、自己フィードバックによって対人コミュニケーションがその本質的特徴である双方向的過程であることをサポートすることを狙ったものである。また、その実行可能性を示すために、プロトタイプシステム Thermo-net を作成し、タイプの効果を検証した。結果として、温度でも自己フィードバックが実現でき、自分と意図したメッセージが作りやすくなったという評価を得た。

今後の課題としては、色覚提示のタスクに対して温度感覚でも感じたかったというコメントが得られたように、他の感覚との組み合わせによって、より意図に近いメッセージを作ることやより豊かな表現をすることを狙えることが挙げられるだろう。また、2つのタイプにも効果の差が見られたことから、モデルによって効果的なシチュエーションが異なると考えられる。どのようなシチュエーションにふさわしいのはどちらのモデルなのかを検討する必要がある。さらに、本研究はあくまで温覚メディアにおける温度情報の扱いについて焦点を当てたものであるため、温覚メディアデバイス自体の発展が望まれる。コミュニケーション時に接触するアフォーダンスを持つデバイス形状にしたり、より皮膚に近い感覚を提供するために素材や湿気などに配慮する必要もあるだろう。

また、Thermo-net が温度計測と温度提示の機構を有することから、ローカルの皮膚温とリモートの皮膚温の情報を統合し、相手の皮膚温を感じさせる温度メディアのモデルの構築も可能である。お互いの皮膚温を知ることは対面環境では接近や接触をすることで意識することなく自然に起こる。その対面性から、対人コミュニケーションの本質的特徴の1つである対面性をサポートすると考えられる。別途行った予備実験によりこのモデルによって相手との共存感を提供できる可能性が認められたため、より詳細な調査も今後の課題である。

参 考 文 献

- 1) Toshiko Yoshida, “The assessment of dental anxiety: its relationships with trait anxiety, state anxiety, and nasal skin temperature”, *Pediatric Dentistry Journal*, pp. 45-59, 1998.
- 2) Wonjun Lee , Youn-kyung Lim, “Thermo-message: exploring the potential of heat as a modality of peripheral expression”, *CHI EA '10: Proceedings of the 28th of the international conference extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 4231-4236, 2010.
- 3) Hidenori Fujita , Kazushi Nishimoto, “Lovelet: a heartwarming communication tool for intimate people by constantly conveying situation data”, *CHI '04: CHI '04 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 1553, 2004.
- 4) 深田 博己, “インターパーソナル・コミュニケーション-対人コミュニケーションの心理学-”, 北大路書房, pp. 14-15, 23, 1998.
- 5) Scott Brave , Andrew Dahley, “inTouch: a medium for haptic interpersonal communication”, *CHI '97: CHI '97 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 363-364, 1997.
- 6) 荒川 みなみ, 米山 修史, 越野 大晴, 高橋 一磨, 矢嶋 洋介, 水谷 竜也, 富坂 壮, 高橋 未由希, 細川 泰佑, 小谷 梓, 中川 権一, 山下 清美, “素直な気持ちを触覚を通して伝えるコミュニケーション支援”, *インタラクシオン 2010*, デモ発表, 2010.
- 7) 鳴海 拓志, 赤川 智洋, ソン ヨンア, 谷川 智洋, 桐山 孝司, 廣瀬 通孝, “Thermotaxis: 冷温感覚の提示による行動誘導”, *SIGGRAPH 2009 Poster*, 2009.
- 8) 大垣 裕美, 柴田 樹, 黒田 和宏, 小林 敦信, 奥出 直人, “家のセンサ情報を「ぬくもり」として共有する団欒支援デバイス 『ぬくぬくキー』”, *インタラクシオン 2005*, pp. 179-180, 2005.
- 9) 勝田 恒士郎, “存在感を生み出すコミュニケーションツールの提案 ぬくもりコミュニケーション”, 九州大学芸術工学部 2007年度卒業研究, 2008.
- 10) 岩崎 健一郎, 味八木 崇, 曆本 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”, *インタラクシオン 2010*, デモ発表, 2010.
- 11) Joseph A. DeVito, “The interpersonal communication book. 4th ed.”, *Harper & Row, Publishers*, 1986.
- 12) Graham Wilson, Martin Halvey, Stephen A. Brewster , Stephen A. Hughes, “Some Like it Hot? Thermal Feedback for Mobile Devices”, *CHI '11: Proceedings of the 2011 annual conference on Human factors in computing systems*, pp. 2555-2564, 2011.