

Title	呼吸変動情報を用いた心理状態ウェアネス伝達に関する研究
Author(s)	木下, 雅斗
Citation	
Issue Date	2010-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/8915
Rights	
Description	Supervisor:西本一志, 知識科学研究科, 修士

修 士 論 文

呼吸変動情報を用いた心理状態ウェアネス伝達に 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

0850011 木下 雅斗

審査委員： 西本 一志 教授（主査）
 國藤 進 教授
 宮田 一乗 教授
 金井 秀明 准教授

2010年2月

目次

第1章 序論	4
1.1 研究の背景	4
1.2 研究の目的	4
1.3 本論文の構成	5
第2章 プロトタイプシステムの機構	6
2.1 システムデザインコンセプト	6
2.2 システム構成	7
2.2.1 システムの全体構成	7
2.2.2 呼吸センサと呼吸データの取得方法	8
2.2.3 呼吸変動情報の求め方と提示方法	9
2.3 システムの機能と利用手順	12
第3章 予備実験	15
3.1 予備実験で用いた簡易版システム	15
3.2 確認実験	15
3.2.1 確認実験概要	15
3.2.2 確認実験結果	16
3.3 アンケート調査	17
3.3.1 アンケート調査の概要	17
3.3.2 アンケート調査の結果	18
3.4 予備実験の考察	18

第4章 評価実験	19
4.1 実験概要	19
4.1.1 実験の方針	19
4.1.2 実験被験者	19
4.1.3 評価実験下準備	19
4.2 評価実験	20
4.2.1 アンケートによる本システムの有用性評価	20
4.2.2 有用性評価の結果	22
4.2.3 有用性評価に関するまとめ	39
4.2.4 アンケートによる呼吸変動情報による印象評価	40
4.2.5 印象評価の結果	43
4.2.6 印象評価に関するまとめ	44
第5章 関連研究との差異	45
5.1 感情情報の伝達に着目した印象形式支援	45
5.2 心理状態の推定に生体・生理情報を用いた研究	47
5.3 圧縮した生体・生理情報の伝達内容の翻訳を受信者に任せる試み	48
第6章 結論	50
6.1 本論文のまとめ	50
6.2 今後の課題	51

謝辞

参考文献

本研究に関する発表論文

第 1 章

序論

1.1 研究の背景

近年、インターネットの普及と共に、コンピュータや携帯電話を利用したコミュニケーションツールが発達し、遠隔地間コミュニケーションを容易に行うことが可能となった。しかし、遠隔地間コミュニケーションは万全なものではない。

遠隔地間コミュニケーションの問題として非言語情報が伝わらないことなどによる、対話状況の把握が困難だという問題があった。その問題については従来 Smiley に代表される顔文字などのコミュニケーション中に非言語情報を伝達する手段を用いる解決策が試みられ、次第に解決されつつある。しかし、対話時に把握すべき相手の状況は、対話中の状況だけではない。その対話を行う時点以前の状況も必要である。例えば、対面コミュニケーションでは、相手の背景情報を基にコミュニケーションを図ることができるため、相手の心理状態に応じて最適なコミュニケーションを選択することができる。しかし、遠隔地間コミュニケーションでは、背景情報が伝わりにくいという問題があり、相手の心理状態がつかめないままでコミュニケーションを行わなければならない。そのため、自分と相手の温度差を感じてしまうことがあり、喧嘩や誤解の原因になっていると考えられる。つまり、遠隔地間コミュニケーションにおいて、相手の背景情報不足を補うことができれば、誤解によるトラブルを減少させることが可能であると示唆される。しかし、現在では、コミュニケーションをしていない時の相手の状況を伝えるコミュニケーション手段は存在していない。

1.2 研究の目的

本研究の目的は、遠距離恋愛を支援するために、コミュニケーションをしていない時の相手の状況を伝えるコミュニケーション手段を新たに構築することである。そこで、筆者は心理状態の判断材料のひとつとして、呼吸の変化に注目した。非言語情報である呼吸を利用することで、コミュニケーションをしていないときの相手の状況を、

より自然でかつ無意識的に表出される状況までも取得することが可能である。また、心理状態と呼吸の関係について、坂本らは、「生命維持機能としての呼吸現象は不随意的であり生理的の必要に応じてその速さと深さを変える。一方で呼吸は息こらえのように限定的ではあるが意図的に制御することも容易であり、また心理的負担に連動して無意図的に変動する。悲しくて泣いているときの息遣いは、情動の身体的表出の一局面といえる。」と述べている[1]。このように、心理状態と呼吸には密接な関係があり、呼吸の変化を感じることで心理状態をある程度推測可能であると言える。そこで本稿では、呼吸の変化に着目し、これを取得・伝達することにより、遠隔地間コミュニケーションに欠落している、相手の背景情報となる心理状態を推測するためのウェアネス情報を伝達することを試み、その有用性を評価する。

1.3 本論文の構成

本論文は、序論としての本性を含め、6つの章によって構成される。

第2章では、本研究で作成したプロトタイプシステムについて詳述する。

第3章では、本研究で作成したプロトタイプシステムの簡易版を用いた予備実験を行った結果について述べる。

第4章ではプロトタイプシステムを用いた評価実験および、得られたデータの分析を行い、遠隔地間コミュニケーションにおいて呼吸変動情報を伝達することによる効果を検証する。

第5章では関連研究を紹介し、その中で本研究の位置づけを明確にする。

最後に第6章では、本研究において得られた研究成果をまとめるとともに、今後の研究の課題、将来の展望について述べる。

第2章

プロトタイプシステムの機構

本章では、本研究で作成したプロトタイプシステム構成と機能について説明し、プロトタイプシステムを用いて予備実験を行った結果について述べる。

本研究では、次のような特徴を備えた呼吸変動情報をパートナーに送信するシステム“HAAHAA (Humor Awareness Acquainting Harness by Abstracting Aspiration data)”を作成する。

HAAHAA が提示する呼吸変動情報は、普段の呼吸と当日の呼吸を比較した差分であり、相手の心理状態を推測するための情報の一つとなる。他のコミュニケーションメディアで得られた情報と連結することで、相手の心理状態をより正確に推測することが可能となる。

2.1 システムデザインコンセプト

本システムのコンセプトとして

- ・ 遠隔地間コミュニケーションにおいて、不足しがちなパートナーの背景情報を、パートナーの非言語情報を伝達することで補い、パートナーを身近に感じることのできる新たな手段を目指す。
- ・ 本システムは、呼吸と心理状態の関連に着目しているが、呼吸情報から心理状態を自動的に推測し、その結果を伝達するシステムではない、心理状態の推測は、あくまでパートナー自身が行い、システムはその手がかりとなる情報のみを伝達する。
- ・ 呼吸情報の伝達にあたっては、情報を圧縮して一目で見てとれるように表現することにより、低負荷で必要十分な心理状態アウェアネスを伝送可能とする。

心理状態を推測する材料である呼吸情報の伝達に関して、いくら親しい相手であっ

ても、常時相手の呼吸情報を受信し続けるのは負荷が高く、かえってコミュニケーションを阻害する要因となることが危惧される。

角野ら[5]は、電子メールコミュニケーションにおいて、文字情報による内容伝達以外に、メッセージの印象形成支援のための非言語的の手がかりとして、メール作成に要した時間や修正量などの、文章作成にかけて「手間」を自動取得して相手に伝える電子メールシステムを提案している。受け手は、メールに添えられた「手間」情報から、文章だけからはわからない送り手の想いを察することが可能となる。

本研究においては、呼吸変動情報の取得・伝達にあたっては、角野らと同様に情報を圧縮し、低負荷で必要十分な心理状態アウェアネスを伝達可能とすることを旨とする。

2.2 システム構成

2.2.1 システムの全体構成

図 2.1 にシステムの全体構成図を示す。

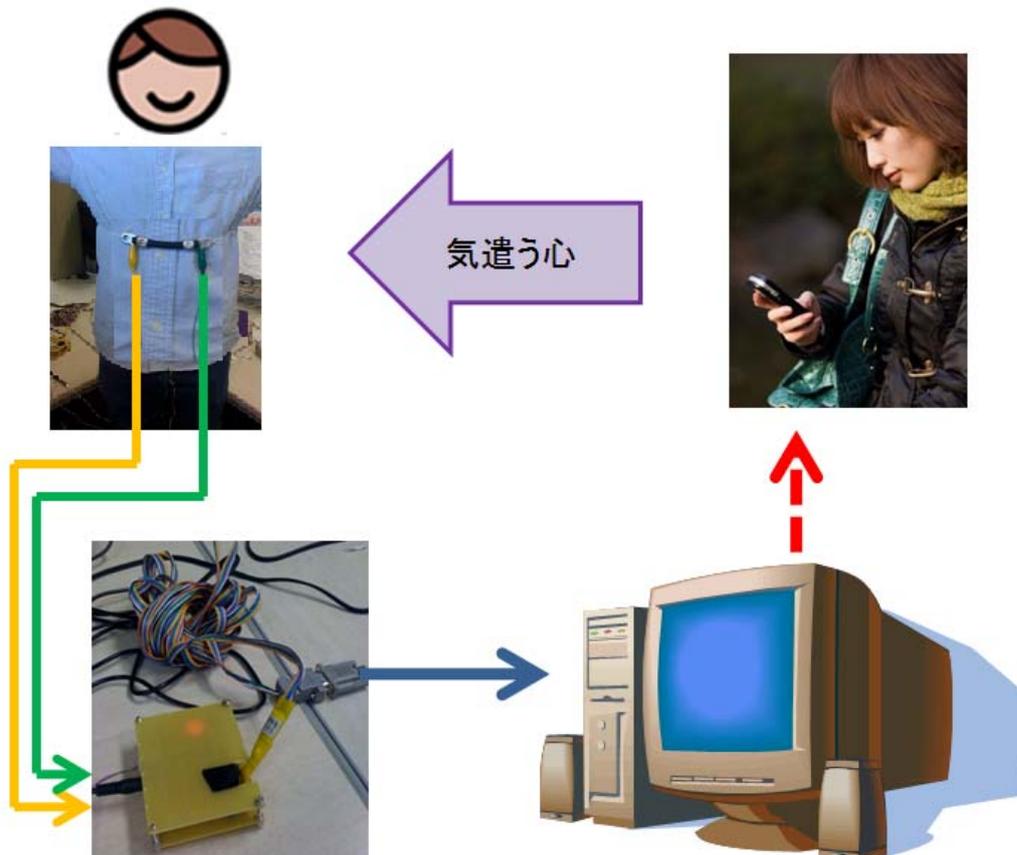


図 2.1 システムの全体構成図

胸郭運動による電圧変動データは呼吸センサによって取得され、ハードウェアの PIC 内で約 40Hz のレートでサンプリングされる。そして、PC 内で呼吸情報データに変換され、呼吸変動情報が作成され、パートナーに送信される。呼吸変動情報の受信者は、呼吸変動情報を基に、送信者の心理状態を推測することができ、推測内容から送信者を気遣う心が生じる。

2.2.2 呼吸センサと呼吸データの取得方法

“HAAHAA” は、呼吸変動情報を取得する呼吸センサ（図 2.2）と、呼吸センサから送られてくる電圧変動情報を呼吸データに変換され呼吸変動情報を作成するシステムから構成されている。

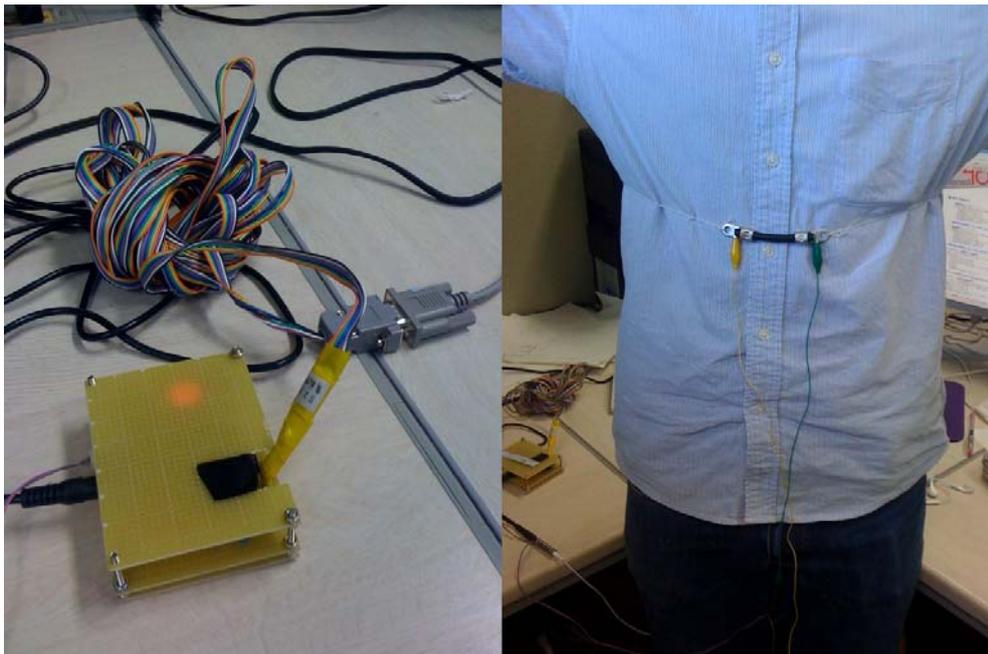


図 2.2 呼吸変動情報を取得する呼吸センサ

呼吸センサは、導電性可変抵抗ゴム（(株)ポリテック・デザイン製ワンダーチューブ B タイプ）を用いて自作し、呼吸運動による胸郭周囲の長さの変化を利用することで、電圧情報に変換している。

電圧変動情報を呼吸データに変換するシステムは、Visual Studio 2008 C#環境を用いて作成している。Visual Studio とは、マイクロソフトが開発・公開しているソフトウェア開発ツールである。

- 呼吸運動による可変抵抗ゴムチューブの伸縮で変化する電圧を約40Hzのレートでサンプリングする.
- 生の電圧変動データには微細なノイズが乗っているため, これを平滑化するために20サンプルのウィンドウ幅で求めた移動平均の値を使用する.
- 呼吸の周期は, ある電圧が極小値を取る時刻 $tv_{\min}(i)$ から次の電圧が極小値を取る時刻 $tv_{\min}(i+1)$ までの時間差 $tv_{\min}(i+1) - tv_{\min}(i)$ である.
- 呼吸の振幅は, ある電圧が極小値 $V_{\min}(i)$ から次の極大値 $V_{\max}(i)$ までの電圧差の絶対値と, その極大値 $V_{\max}(i)$ から次の極小値 $V_{\min}(i+1)$ までの電圧差の絶対値の和 $(V_{\max}(i) - V_{\min}(i)) + (V_{\max}(i) - V_{\min}(i+1))$ とする (ゆえに, 一般的な振幅の値のおよそ倍の値となる) .

ここで, 周期は呼吸の速さに対応し, 振幅は呼吸の深さにそれぞれ対応する. たとえば「ため息」は深くて遅い呼吸であるように, 呼吸に現れる心理状態は, この2つのパラメタの組み合わせと対応しているケースが多いと考えられる. そこで, 呼吸の速さと深さの2軸で構成される2次元平面上に, 単位時間ごとの呼吸データをマッピングする.

2.2.3 呼吸変動情報の求め方と提示方法

本システムでは, 呼吸の速さと深さの2軸で構成される2次元平面を, さらに9つの領域に大まかに分割し, 各領域が普段の呼吸とどう違うかを色で表示することによって呼吸変動情報を提示する.

速さと深さの軸はそれぞれに3つの領域(速い/深い, 通常の速さ/通常の深さ, 遅い(ゆったり)/浅い)に分けられる. 呼吸データを速さと深さの視点でそれぞれ最頻値 X を求め, その最頻値を基に標準偏差 σ を求めて, 各軸を3領域に分類する閾値 $(X \pm 1\sigma)$ を求める. ただし呼吸の深さの分布では, 最頻値 X が極端に左に偏った(歪度 > 0) 分布となるため, 深さの最頻値を基準に求められた閾値 $(X - 1\sigma)$ の値が0以下となり, 浅い呼吸の領域が無くなるケースが生じてしまう. そこで, 歪度を補正するために, 開平変換 ($X_i' = \sqrt{X_i}$) を行い, 歪度を0に近づけるよう補正することで問題を解決した. 以上の処理によって得られる9つの領域を持つ呼吸変動情報の提示平面を図2.3に示す.

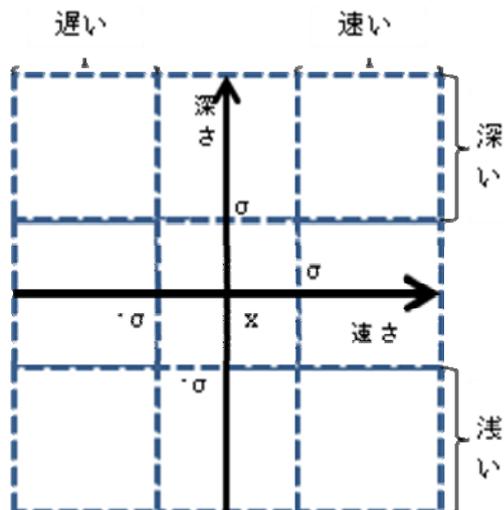


図 2.3 9つの領域を持つ呼吸変動情報の提示平面

ある1日の呼吸変動情報だけから心理状態を推測することは難しく、普段との違いを提示することが必要である。そこで、パートナーの普段の呼吸の状態と当日の呼吸の状態との差異を呼吸変動情報としてこの提示平面上に表示する。

普段と当日の呼吸の状態の差異を求める計算式を以下に記す。

$$\text{差異を求める計算式} : \log_2(\text{当日のデータ}/\text{普段のデータ})$$

呼吸変動情報の9種類の各領域それぞれにおいて、この計算式を基に各領域それぞれの差異値を求める。差異値が $-0.2 \sim 0.2$ ならば普段と当日の呼吸情報の割合にほぼ変化はなし、 0.2 以上ならば当日の呼吸情報の割合が普段と比較して高い（その領域の呼吸頻度が多いことを示す）、 -0.2 以下ならば当日の呼吸情報の割合が普段と比較して低い（その領域の呼吸頻度が少ないことを示す）ことを表す

図 2.4 にシステムが表示する色彩のバリエーションを示す。図 2.4 中の数字は、 $\log_2(\text{当日のデータ}/\text{普段のデータ})$ の計算式で求めた当日の心理状態を推測するための判断基準値である。判断基準の閾値として -1.0 以下ならば濃い青、 $-1.0 \sim -0.6$ ならば青、 $-0.6 \sim -0.2$ ならば薄い青、 $-0.2 \sim 0.2$ ならば白色、 $0.2 \sim 0.6$ ならば薄い赤、 $0.6 \sim 1.0$ ならば赤、 1.0 以上ならば濃い赤で表示される。

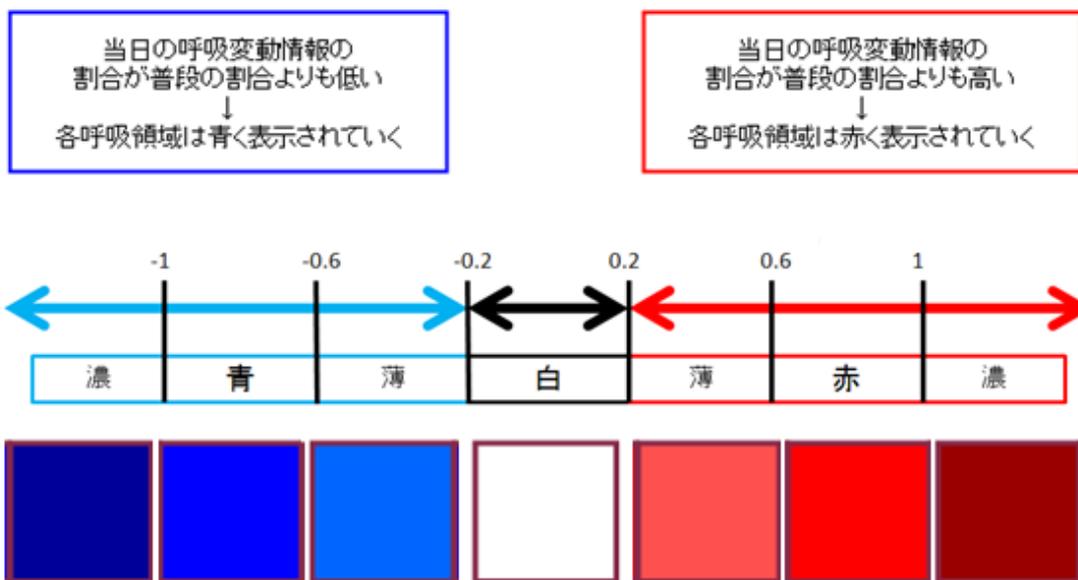


図 2.4 システムが表示する色彩のバリエーション

当日の呼吸の状態が普段の呼吸の状態より高い数値の場合は、数値が高い分だけ各領域が赤く表示されていく。一方、普段の呼吸の状態より低い数値の場合では、数値が低い分だけ各領域が青く表示されていく。そして、当日と普段の呼吸の状態に変化が見られなかった場合は、各領域が白く表示される。呼吸変動情報による各領域の色彩は7段階で表示され、普段の呼吸の状態と比較して、当日の呼吸の状態に大きな変化が見られるほど色彩は濃くなる。図 2.4 のような色彩バリエーションで表示することにより、受信者は各呼吸領域の色彩から、送信者の普段の呼吸の状態と当日の呼吸の状態の差値を直感的に判断し、送信者の心理状態を推測するための手がかりになると考えている。システムを使っての実際の送信メールサンプルを図 2.5 に示す。図 2.5 の例では、普段と比べて深くてゆっくりした呼吸と速くて浅い呼吸が少なく、逆に速くて深い呼吸が多いことが読み取れる。

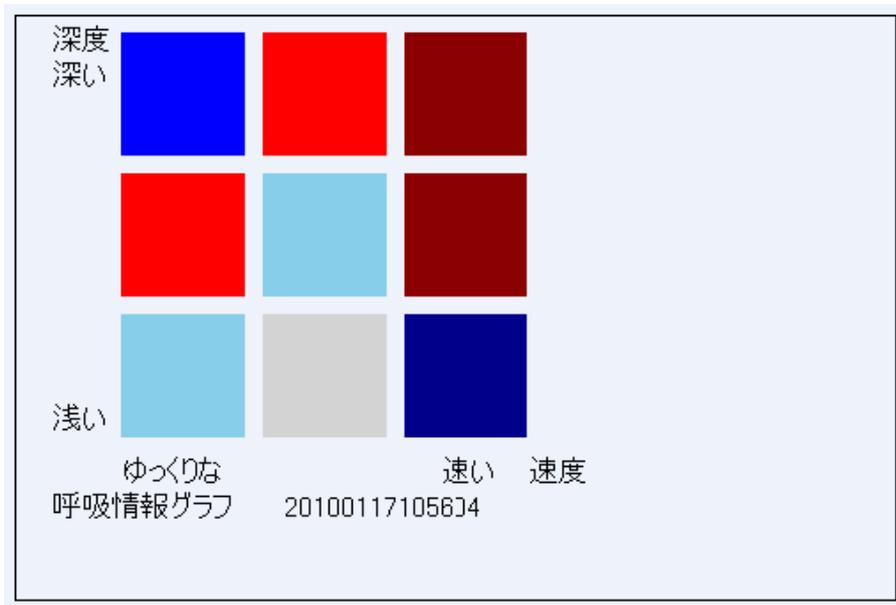


図 2.5 システムを使っての実際の送信メールサンプル

2.3 システムの機能と利用手順

本システムの機能と利用手順.

- ①ユーザは PC に接続した呼吸センサを鳩尾に装着して呼吸センサの電源を入れる.
- ②図 2.7 の呼吸変動情報を作成するシステムを起動し, 呼吸センサ用の COM ポートを選択して check box - listen にチェックを入れる. チェックを入れると同時に呼吸データの取得が開始される. check box - listen のチェックを外すと同時に呼吸変動情報の取得が終了する. 呼吸変動情報は text ファイル形式で保存される. 図 2.8 は呼吸センサが取得する呼吸変動情報の一例である. 呼吸変動情報の要素は右から「index, 日付 時間, 図 2.7 の check box - listen のチェックを入れてからの時間, 電圧×5/1024」である.



図 2.7 呼吸変動情報を作成するシステム

Line	Timestamp	Value 1	Value 2
1	,2009/12/23 09:41:20	.265,29	,897 ,
2	,2009/12/23 09:41:20	.281,47	,898 ,
3	,2009/12/23 09:41:20	.312,67	,900 ,
4	,2009/12/23 09:41:20	.328,86	,897 ,
5	,2009/12/23 09:41:20	.343,106	,896 ,
6	,2009/12/23 09:41:20	.359,125	,898 ,

図 2.8 呼吸変動情報の例

③図 2.9 の呼吸データを基に呼吸変動情報を作成するシステムを起動する. LOG ボタンを押して呼吸ログ情報（過去の呼吸変動情報群より構成された呼吸の特徴）を選択する. 次に, START ボタンを押して（当日の）呼吸データを選択する. START ボタンを押すことで呼吸データと呼吸ログ情報を基に, 呼吸変動情報と, LOG ボタンで選択した呼吸ログ情報と START ボタンで選択した呼吸データを基に新たな呼吸ログ情報が作成され, それぞれ text ファイル形式で保存される.

The screenshot shows a software interface for respiratory data. At the top, there are two buttons: 'LOG' and 'START'. To the right of these buttons is a 3x3 grid of text boxes containing numerical values. Below this grid is a 3x3 grid of colored squares. The top row of squares is labeled '深い' (Deep) on the left and '浅い' (Shallow) on the right. The bottom row of squares is labeled 'ゆっくりな' (Slow) on the left and '速い' (Fast) on the right. Below the colored squares is the text '呼吸情報グラフ' (Respiratory Information Graph) and the number '20100204113708'. At the bottom of the window, there are input fields for 'From_Address' (s0850011@jaist.ac), 'To_Address' (masato123456789), 'ID' (s0850011), and 'PassWord' (*****). A button labeled '呼吸情報グラフを送信' (Send Respiratory Information Graph) is located to the right of the password field.

図 2.9 呼吸変動情報を基に呼吸変動グラフを作成するシステム

図 2.9 の LOG ボタンの右側にある 9 つの listbox 中の数値は LOG ボタンで選択した呼吸ログ情報である。9 つの listbox の位置は、呼吸情報グラフの 9 つの各領域の位置を示している。

④ 「送り手のメールアドレス」「送り先のメールアドレス」とメールシステムにアクセスするための「ID」「パスワード」を入力し、SEND ボタンを押すことでパートナー（送り手）に呼吸情報グラフが送信される。

第 3 章

予備実験

予備実験のために作成した簡易システムを用いて、実験環境の変化で呼吸変動情報に変化がうまれるかどうか確認するための確認実験とアンケート調査を行った。

3.1 予備実験で用いた簡易版システム

簡易システムのプロトタイプシステムとの差異を以下に記す。

- ①普段と当日の呼吸変動情報の割合の差異を求める計算式が異なる。
 - ・プロトタイプ計算式 : $\log_2(\text{当日のデータ}/\text{普段のデータ})$
 - ・簡易版の計算式 : 当日のデータ - 普段のデータ

- ②呼吸変動情報による心理状態の表現方法が異なる。
 - ・プロトタイプの表現方法 : 各領域の差異を 7 種類の色彩によって表示する。
 - ・簡易版の表現方法 : 各領域の差異を青色, 赤色, 白色の 3 色でシンプルに表示する。また, 差異値を各領域上に表示する。

3.2 確認実験

3.2.1 確認実験概要

筆者が所属する研究室のメンバー 2 名に協力してもらい実験を行った。被験者には作成した呼吸センサを衣服の上から装着してもらい、「基準状態」, 「作業状態」, 「外部音マスク状態」の 3 通りの実験環境で, 椅子に座ってもらった状況でそれぞれ 10 分間行った。「基準状態」では, 被験者に何も作業を与えず, 自由に時間を過ごしてもらおう。「作業状態」では, 1 文字以外は全て同じ漢字で埋め尽くされた A4 用紙の

中から、仲間はずれの漢字を見つけてもらう作業（例：「雄」という漢字群に、1つだけ紛れ込んでいる「雌」という漢字を探す作業）を10枚行ってもらおう。「外部音マスク状態」では、一定音量のピンクノイズを聞いている状況で自由に時間を過ごしてもらおう。なお、ピンクノイズの心理的効果について、政倉らの「視覚と聴覚の相互作用による環境の印象操作」の報告によると、「環境の快適性向上のために人間の知覚特性を利用した手法として、不快でない音（マスク音）によって不快な音（騒音）を覆い隠す心理的アクティブコントロールがある。ピンクノイズには交通騒音の主観的強度（主観的なやかましさ、loudness）を低減する効果があった。この結果は、心理的アクティブコントロールが音環境の快適性向上に有効な手法であることを示している」と記されている[6]。そこで、ピンクノイズによって外部の騒音を意識しにくい環境を作ることで「集中できる状態」として実験を行った。

3.2.2 確認実験結果

ある被験者の3種類の実験環境それぞれにおける約10分間の呼吸データから求めた、各領域に含まれる呼吸の割合を図3.1（基準状態）、図3.2（作業状態）および図3.3（外部音マスク状態）に示す。図3.2と図3.3には、基準状態とのポイント差（予備実験では単純に減算してポイント差を求めている）をカッコ内に示す。

作業状態では、基準状態と比較して、深さは通常に集中し、かつ速い呼吸の領域がわずかに増加し、遅い呼吸が全般に減少している。また、外部音マスク状態では、基準状態と比較して、やはり深さは通常に集中し、遅い呼吸の領域がわずかに増加している。

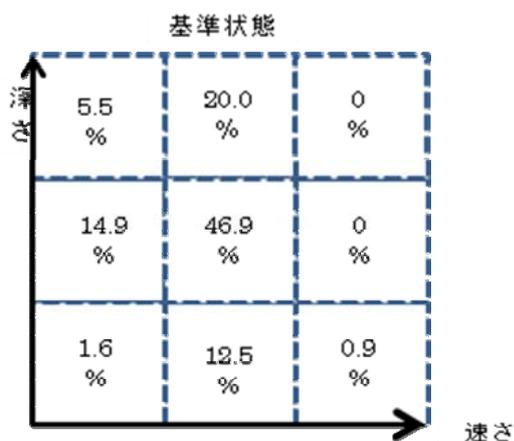


図 3.1 基準状態における各領域に含まれる呼吸の割合

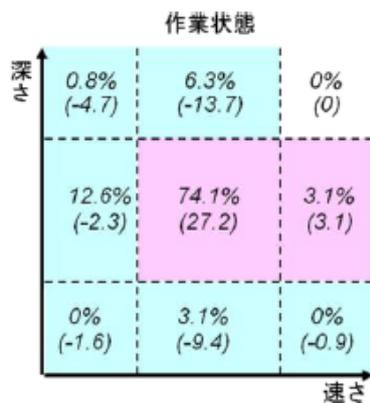


図 3.2 作業状態における各領域に含まれる呼吸の割合と基準状態とのポイント差. 青い背景はポイントが減少, 赤い背景はポイントが増加していることを示す.

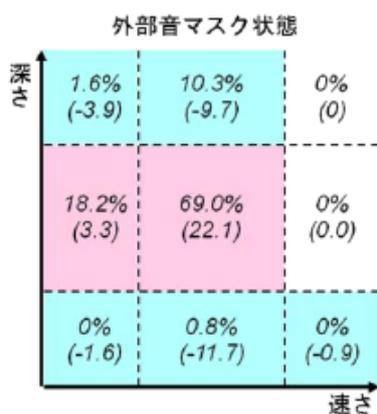


図3.3 外部音マスク状態における各領域に含まれる呼吸の割合と基準状態とのポイント差. 青い背景はポイントが減少, 赤い背景はポイントが増加していることを示す.

3.3 アンケート調査

3.3.1 アンケート調査の概要

アンケート調査では, 評価実験後の感想について調査した. 実験の感想は, 「基準状態」, 「作業状態」, 「外部音マスク状態」において, それぞれ「リラックスしていたー少しリラックスしていたーふつうー少しストレスを感じていたーストレスを感じていた」の5段階評価でアンケート調査を行った.

3.3.2 アンケート調査の結果

図3.1, 図3.2, 図3.3に示したデータの基となった被験者の回答は, 「基準状態」: 少ストレスを感じていた, 「作業状態」: ふつう, 「外部音マスク状態」: 少しリラックスしていた, であった. この被験者の場合, 作業状態ではストレスを感じず, 基準状態でストレスを感じていた.

3.4 予備実験の考察

図3.2や図3.3のような表現方法により, ある人の基準となる状態からの呼吸の変化を一目で把握できるようになった. これを伝達することにより, きわめて低い負荷で遠隔地にいる相手の心理状態を推測できるようになると思われる. ただし, 図3.1, 図3.2, 図3.3のデータの元となった被験者に対するアンケート結果によれば, この被験者は基準状態でストレスを感じていた. これは, 慣れないデバイスを装着したこと, 実験開始時の緊張感によるストレスであろうと思われる. 前述のとおり, 本来基準状態はもっと長期間にわたるデータを基に求めるべきであるが, 今回は時間の問題でわずか10分のデータを基にせざるを得なかった. これについては, 今後長期間データを取得して対処する予定である. 今回の場合, 被験者は作業状態を「ふつう」とであると評価しているため, これを通常状態と見なした方が適切であろう. その場合, 作業状態での呼吸パターンの3/4が速さ・深さとも最頻値領域に分布しているのはリーズナブルである. また, 被験者は外部音マスク状態を「すこしリラックスした状態」と評価している. これは実験環境周囲での他学生同士の会話や笑い声などをピンクノイズがマスクしたことで, 落ち着いた心理状態になった結果ではないかと考えられる. この結果, やや遅い呼吸パターンが増加したものと思われる. 一方, 被験者は基準状態で少ストレスを感じている. これは, 慣れないデバイスを装着したこと, 実験開始直後の緊張感によるものと思われる. この結果, おそらくため息をついたり, 緊張で呼吸が速くなったりしたため, 呼吸パターンが多様になったものと思われる. 以上のように, 今回の実験では平静状態としての基準状態を取得することには失敗したが, 被験者の主観評価で「ふつう」の状態を基準として呼吸パターンを比較することによって, その人がどのような状況におかれていたかをおおむね推測できることが示唆された. ただし, どのような状況でどのような呼吸パターンになるのかには個人差があるであろうし, また同じ人であっても生活の文脈の変化に応じてより多様なパターンが生じてしまうと考えられるため, 的確にパートナーの心理状態を推測することは困難である.

第4章

評価実験

本章では，作成した“HAAHAA”の評価実験について示すとともに，呼吸変動情報が受信者に与える印象について調査した結果について示す．

4.1 実験概要

4.1.1 実験の方針

本システムの評価実験は，本システムの有用性と呼吸変動情報に対する印象について，実際に1週間“HAAHAA”を使用してもらい，実験後にアンケートに回答してもらうことで評価を行った．

今回の評価実験では，1日1時間の呼吸データを取得し，1時間を1日分の呼吸データと考えた上でを行っている．

4.1.2 実験被験者

ペア2組を被験者とした．1組目のペアは男性（25歳）が本学生，女性（23歳）が東京の大学生（カップルA），2組目のペアは男性（24歳）が私，女性（22歳）が本学と同県のお大学生（カップルB）である．

4.1.3 評価実験下準備

本システムでの評価実験では，普段の呼吸の状態と当日の呼吸の状態を比較する必要がある．そのため，今回の評価実験では，1日1時間分の呼吸データを7日分取得したもののから普段の呼吸の状態を求めた．

4.2 評価実験

今回の評価実験では、男性被験者が呼吸変動情報の作成を担当し、女性被験者は送られてくる呼吸変動情報を基にパートナーである男性被験者の心理状態を推測してもらう。呼吸変動情報の送信は1日1回7日間継続して行ってもらい、そのつど心理状態の推測を行ってもらった。

呼吸情報グラフを構成する呼吸変動情報の取得時間帯は、研究室のブースに到着して作業を行い始めてからの1時間を利用した。

4.2.1 アンケートによる本システムの有用性評価

有用性評価は、24の形容詞から成る、5件法の調査を行う。調査で用いた評価項目の形容詞を表4.1、表4.2に示す。

1：活気に満ちている	弱	1	2	3	4	5	強
2：疲れている	弱	1	2	3	4	5	強
3：機敏である	弱	1	2	3	4	5	強
4：消極的である	弱	1	2	3	4	5	強
5：おっくうな気分である	弱	1	2	3	4	5	強
6：快活である	弱	1	2	3	4	5	強
7：意欲のない気分である	弱	1	2	3	4	5	強
8：積極的である	弱	1	2	3	4	5	強
9：くつろいでいる	弱	1	2	3	4	5	強
10：神経質になっている	弱	1	2	3	4	5	強
11：緊張している	弱	1	2	3	4	5	強
12：不安定な気分である	弱	1	2	3	4	5	強

表 4.1 調査で用いた評価項目の形容詞（前半）

13: 落ち着いている	弱	1	2	3	4	5	強
14: 安らかな気分である	弱	1	2	3	4	5	強
15: 不安である	弱	1	2	3	4	5	強
16: 穏やかな気分である	弱	1	2	3	4	5	強
17: 残念である	弱	1	2	3	4	5	強
18: 気分がふさいでいる	弱	1	2	3	4	5	強
19: 満ち足りている	弱	1	2	3	4	5	強
20: 悲しい気分である	弱	1	2	3	4	5	強
21: 愉快である	弱	1	2	3	4	5	強
22: 満足している	弱	1	2	3	4	5	強
23: 幸福な気分である	弱	1	2	3	4	5	強
24: 不満である	弱	1	2	3	4	5	強

表 4.2 調査で用いた評価項目の形容詞（後半）

24の形容詞は近藤が用いたUMACL尺度をそのまま利用した[2]。近藤の報告によると、「UMACLはMatthews, J, & Chamberlain[3]が開発した尺度で、エネルギー覚醒と緊張覚醒と快感度の3因子からなり、自律神経活動やパフォーマンスとの創刊が報告[4]されている[2]」と述べられている。不随意的な呼吸が表す心理状態の変化は自律神経活動の一種であると考え、心理状態の測定にUMACL尺度を利用することにした。表4.3にUMACL尺度を示す。

<UMACL>

エネルギー覚醒度	緊張覚醒度	快感度
活気に満ちている	くつろいでいる	残念である
疲れている	神経質になっている	気分がふさいでいる
機敏である	緊張している	満ち足りている
消極的である	不安定な気分である	悲しい気分である
おっくうな気分である	落ち着いている	愉快である
快活である	安らかな気分である	満足している
意欲のない気分である	不安である	幸福な気分である
積極的である	穏やかな気分である	不満である

表 4.3 UMACL 尺度

アンケートにはUMACL尺度である形容詞（表4.1, 表4.2）を用いて行った。男性被験者には、実験中の心理状態をUMACL尺度で表現してもらい、自由記述形式で実験中の作業内容と自分の心理状態について記述してもらった。女性被験者には、送られてきた呼吸変動情報の色彩情報からパートナーの心理状態を推測してUMACL尺度で表現してもらい、推測したパートナーの心理状態について自由記述形式で答えてもらった。呼吸変動情報送信者の実際の心理状態と、受信者が推測したパートナーの心理状態を比較することで、呼吸変動情報による心理状態の推測の有用性を確認する。

4.2.2 有用性評価の結果

カップルA・B双方の第1日目から第7日目までのアンケート結果を図4.1から図4.28に示す。

第1回 カップルA

彼氏A 彼女A

項目番号	項目	評価1~5	評価1~5
1	活力に満ちている	3	5
2	疲れている	4	1
3	機敏である	2	5
4	消極的である	3	2
5	おっくうな気分である	4	2
6	快活である	2	5
7	意欲のない気分である	3	2
8	積極的である	3	5
9	くつろいでいる	3	1
10	神経質になっている	3	2
11	緊張している	3	2
12	不安定な気分である	4	2
13	落ち着いている	2	1
14	安らかな気分である	2	1
15	不安である	3	2
16	穏やかな気分である	3	1
17	残念である	1	1
18	気分がふさいでいる	3	1
19	満ち足りている	3	4
20	悲しい気分である	3	1
21	愉快である	3	5
22	満足している	3	4
23	幸福な気分である	3	4
24	不満である	3	2

図4.1 カップルAの第1日目結果（形容詞）

第1回 カップルA

彼女A	恋人の心理状態を想像した内容について、以下に自由形式でお答えください。 身体の調子は良く、元気そう。 あまりストレスや疲れは溜まっていなさそう。 ゆっくり一服できるような時間はなかったのかな。
	実験中の心理状態について以下に自由形式でお答えください。 至って普通に過ごした。特に作業中にイライラすることもなくただ淡々と時間が過ぎていった感じ。
彼氏A	実験中の作業内容について以下にお答えください。 作業内容としては、修士論文の執筆及び、それに伴うデータ処理あと音楽を聞きながら作業をしました。途中で携帯も弄ったかな。 移動はしていません。ずっと椅子に座っていました。

図4.2 カップルAの第1日目結果（自由記述）



図4.3 カップルAの第2日目結果（形容詞）

第2回 カップルA

彼女A

恋人の心理状態を想像した内容について、以下に自由形式でお答えください。
 体調は比較的良さそう。ちゃんと睡眠&食事でできてるってことかな。
 まったりする時間はあまりなかったと思った。でも精神的には余裕があって、
 友達と大笑いしている所が頭に浮かんだ。
 修論でストレスが溜まってるかと思ったけど、それ程でもないのかな。

彼氏A

実験中の心理状態について以下に自由形式でお答えください。
 特にイライラすることなく作業をした。途中で周りの人たちの話に少し笑って
 愉快的気分になった瞬間があるが、それ以外はいたって平常であった。

実験中の作業内容について以下にお答えください。
 修論執筆,ウェブサーフィン,音楽鑑賞,周りの人たちと雑談。移動はしていない。

図4.4 カップルAの第2日目結果（自由記述）



図4.5 カップルAの第3日目結果（形容詞）

第3回 カップルA

彼女A
 恋人の心理状態を想像した内容について、以下に自由形式でお答えください。
 睡眠時間が不規則or不足かな。何かからストレスや不安を感じてるかも。普段より多くタバコを吸ったりして気を落ち着かせて気分転換してそう。長時間何か1つのこと(修論書いたり、本読んだり)に集中してはいないのかと思った。

彼氏A
 実験中の心理状態について以下に自由形式でお答えください。
 修論のプレッシャーが凄くある。焦りというか、何というか...でも緊張は特にしていない。

実験中の作業内容について以下にお答えください。
 ウェブサーフィン、喫煙所で喫煙、音楽鑑賞。今回は座っているだけでなく、開始10分くらいに喫煙所まで徒歩でいき、タバコを吸った。その後はずっと椅子に座って作業を行った。

図4.6 カップルAの第3日目結果（自由記述）



図4.7 カップルAの第4日目結果（形容詞）

第4回 カップルA

彼女A	恋人の心理状態を想像した内容について、以下に自由形式でお答えください。 あまり元気がないような気がする。 緊張気味でストレスが溜まってそう。修論が原因かな。
彼氏A	実験中の心理状態について以下に自由形式でお答えください。 今日は特に心境の変化は無し。ただただボーっとしてしまった。 なのでオール3評価です。
	実験中の作業内容について以下にお答えください。 ウェブサーフィン、音楽鑑賞、コーラを飲みながらダラダラしてました。 今回はずっと椅子に座っていました。

図4.8 カップルAの第4日目結果（自由記述）

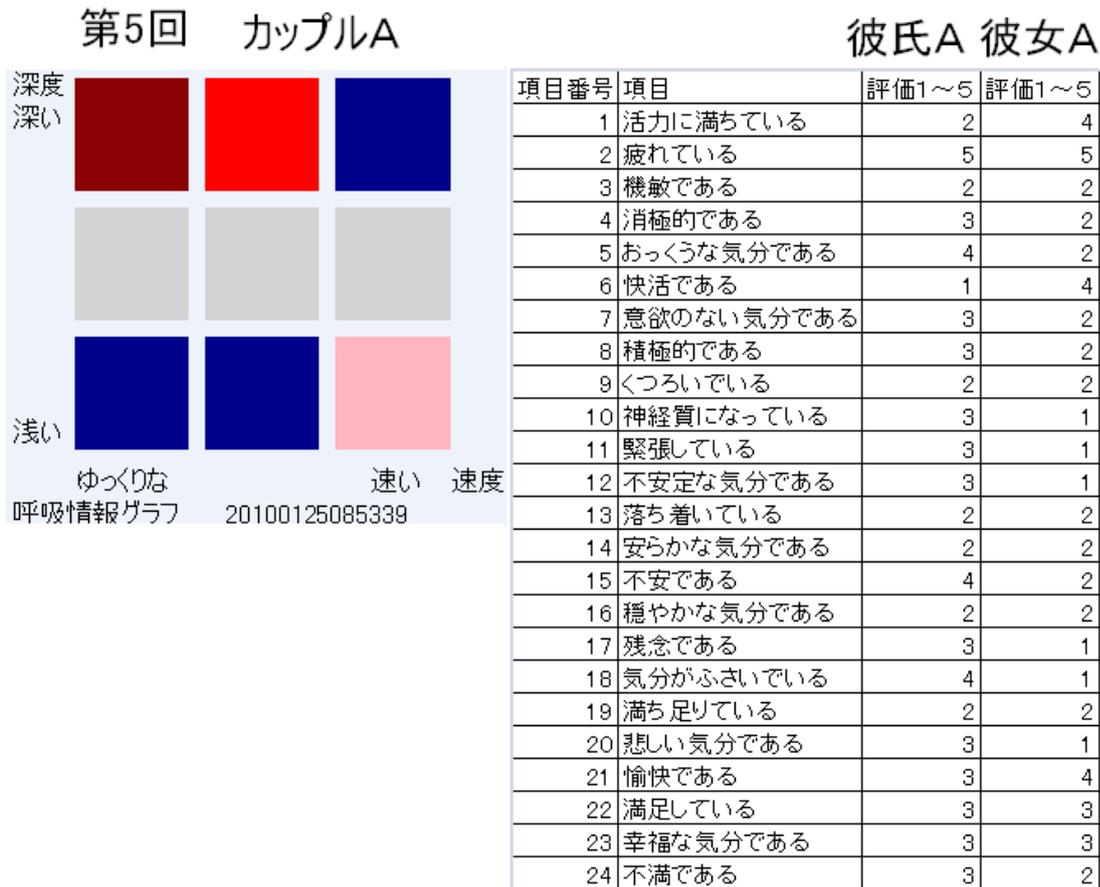


図4.9 カップルAの第5日目結果（形容詞）

第5回 カップルA

彼女A
 恋人の心理状態を想像した内容について、以下に自由形式でお答えください。
 睡眠時間が不規則か足りてなさそう。楽しい時間が多くて、ストレスや不安はあまり感じていなかったと思う。
 でも身体に疲れが溜まってるかも。

彼氏A
 実験中の心理状態について以下に自由形式でお答えください。
 徹夜で頭がただただボーっとしてしまった。眠くてしかたない。

実験中の作業内容について以下にお答えください。
 最初は修論を書いて、少ししたらショップで人のお喋りを観賞した。あまり喋らず体力を温存していた。その後は自分のブースに戻りひたすら修論を書いた。ショップへの移動以外は全て椅子に座っていた。

図4.10 カップルAの第5日目結果（自由記述）

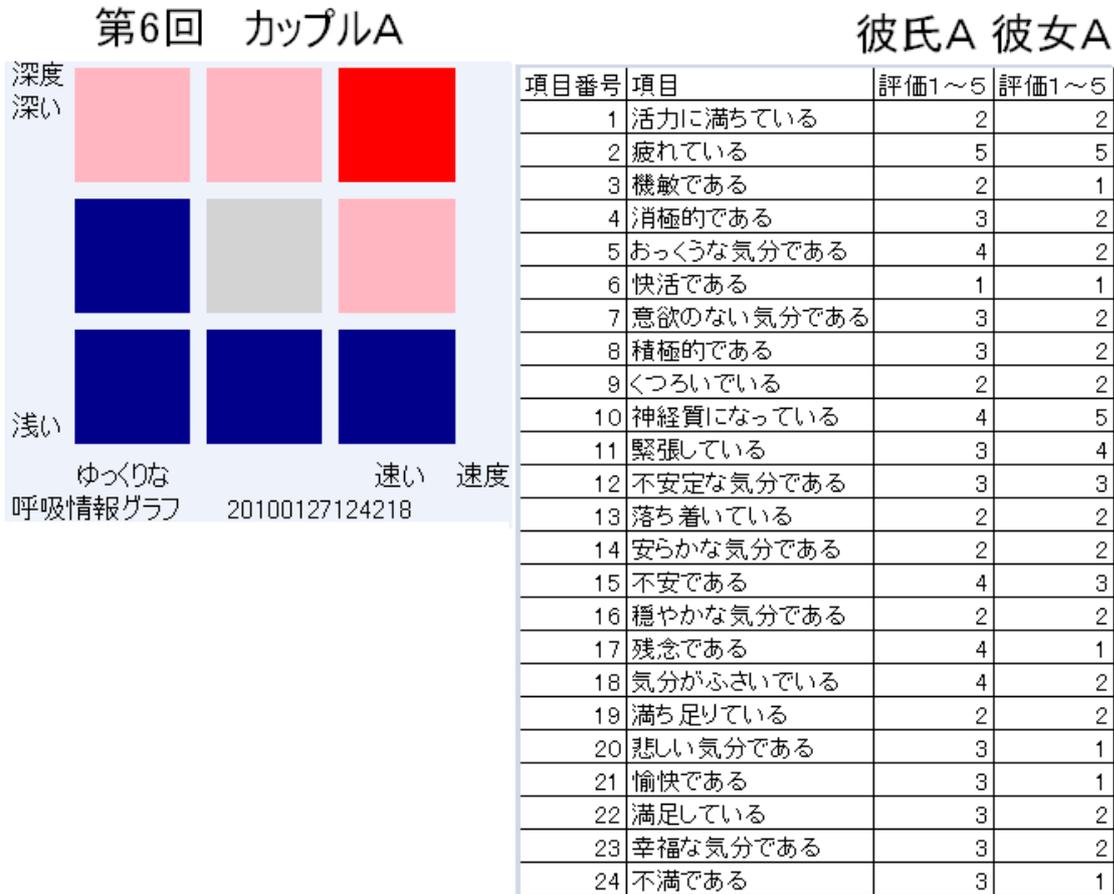


図4.11 カップルAの第6日目結果（形容詞）

第6回 カップルA

彼女A

恋人の心理状態を想像した内容について、以下に自由形式でお答えください。

眠そう。とても疲れていてストレスも溜まっていそう。
修論がうまく進んでいないのかな。

彼氏A

実験中の心理状態について以下に自由形式でお答えください。

開始50分でバグでソフトが落ちてかなりイライラした。実験初イライラ。
それ以外はいつもとあまり変わった感じは無し。

実験中の作業内容について以下にお答えください。

ずっと飯を食べてました。あと友人がプレイしているゲームを横から見ていました。移動はほとんどしてません。リフレッシュルームとK-33を移動しただけです。

図4.12 カップルAの第6日目結果（自由記述）

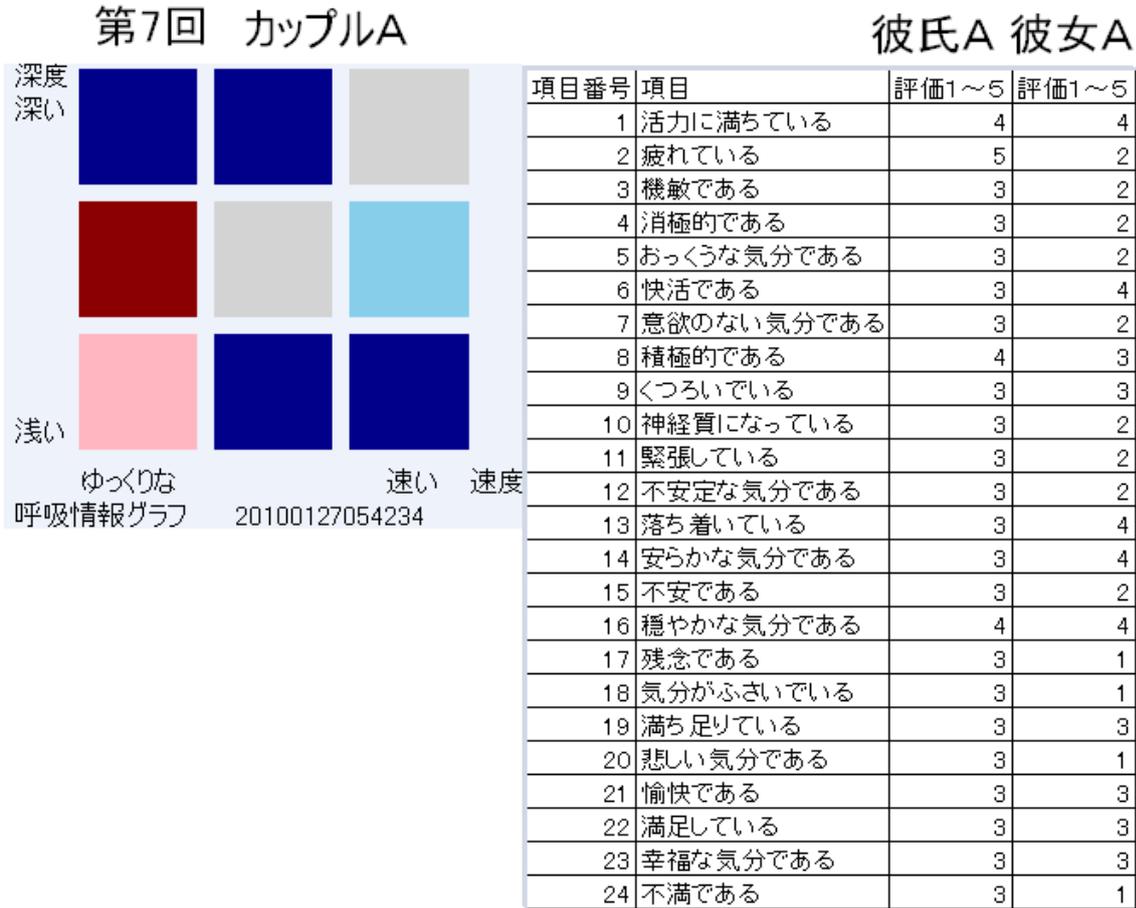


図4.13 カップルAの第7日目結果（形容詞）

第7回 カップルA

彼女A

恋人の心理状態を想像した内容について、以下に自由形式でお答えください。
 修論が順調に進んでいると思った。
 ストレスはあまり感じておらず、穏やかで元気そう。

彼氏A

実験中の心理状態について以下に自由形式でお答えください。
 久しぶりにゼミに参加してちょっとやる気が出た。ヤン君の発表に爆笑した。しかし疲れているのでそれほどテンションはあがらず。

実験中の作業内容について以下にお答えください。
 ゼミ参加→移動→喫煙所→K-34. チャット,おしゃべり,喫煙,ネットサーフィン。

図4.14 カップルAの第7日目結果（自由記述）

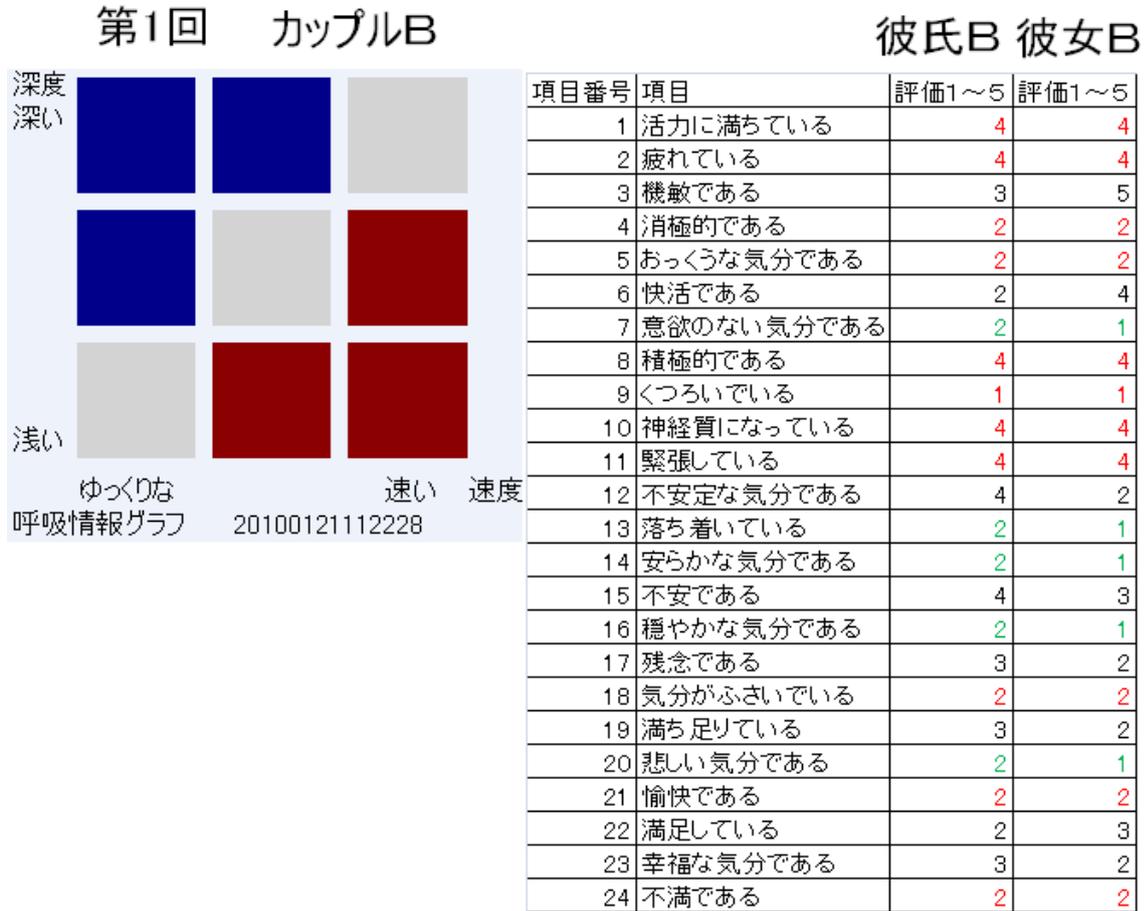


図4.15 カップルBの第1日目結果（形容詞）

第1回 カップルB

彼女B

恋人の心理状態を想像した内容について、以下に自由形式でお答えください。
 呼吸が速くて浅いので、忙しいのかなぁ？と感じた。
 忙しくて、動き回ってる感じがする。
 また、落ち着く暇がない感じで、楽しそうな雰囲気は伝わってこない。

彼氏B

実験中の心理状態について以下に自由形式でお答えください。

・やっと評価実験をするレベルまで漕ぎつけて一安心している。
 ・しかし、評価実験がうまくいくのか不安がいっぱいでもある。
 ・彼女との電話をして、会話の内容で元気をもらった。

実験中の作業内容について以下にお答えください。

・呼吸情報取得者用アンケート 回答用紙を改善した。
 ・山ちゃんのログデータを作成してエラーを見つけた。
 ・彼女と3分ほど電話した。
 ・ログデータの作成時に見つけたエラーを改善した。
 ・音楽を聴きながら作業をしていました。

図4.16 カップルBの第1日目結果（自由記述）

第2回 カップルB

彼氏B 彼女B

項目番号	項目	評価1～5	評価1～5
1	活気に満ちている	2	4
2	疲れている	2	4
3	機敏である	2	3
4	消極的である	4	2
5	おっくうな気分である	4	2
6	快活である	2	2
7	意欲のない気分である	4	3
8	積極的である	2	3
9	くつろいでいる	2	1
10	神経質になっている	2	4
11	緊張している	2	4
12	不安定な気分である	2	4
13	落ち着いている	2	1
14	安らかな気分である	2	1
15	不安である	2	4
16	穏やかな気分である	2	1
17	残念である	3	2
18	気分がふさいでいる	2	3
19	満ち足りている	3	2
20	悲しい気分である	2	2
21	愉快である	2	1
22	満足している	3	1
23	幸福な気分である	3	1
24	不満である	3	2

図4.17 カップルBの第2日目結果（形容詞）

第2回 カップルB

彼女B	恋人の心理状態を想像した内容について、以下に自由形式でお答えください。 いつもより深度が深くてゆっくりな呼吸が出来ていないので、落ち着いて 過ごせていない気がする。また、速度が速めなので忙しかったり緊張して るのかなぁと感じた。
	実験中の心理状態について以下に自由形式でお答えください。 特別な感情は抱いていなかったが、今日はなぜかそわそわしてて、 集中しきっている感じではなかった。 今日はあくびがかなり多くでた。ちょっと眠かったかな。 実験の途中で友人がブースを訪れたのだが、無愛想に返事をして しまったことに後悔した。
彼氏B	実験中の作業内容について以下にお答えください。 音楽を聴きながら、Ver1の執筆作業を少々進めた。次に、昨日の 評価実験のアンケートの内容の確認と整理をした。 友人が訪れてくれたので少々会話した。 最後らへんでは、予備調査のアンケートの分析方法を考えていた。

図4.18 カップルBの第2日目結果（自由記述）

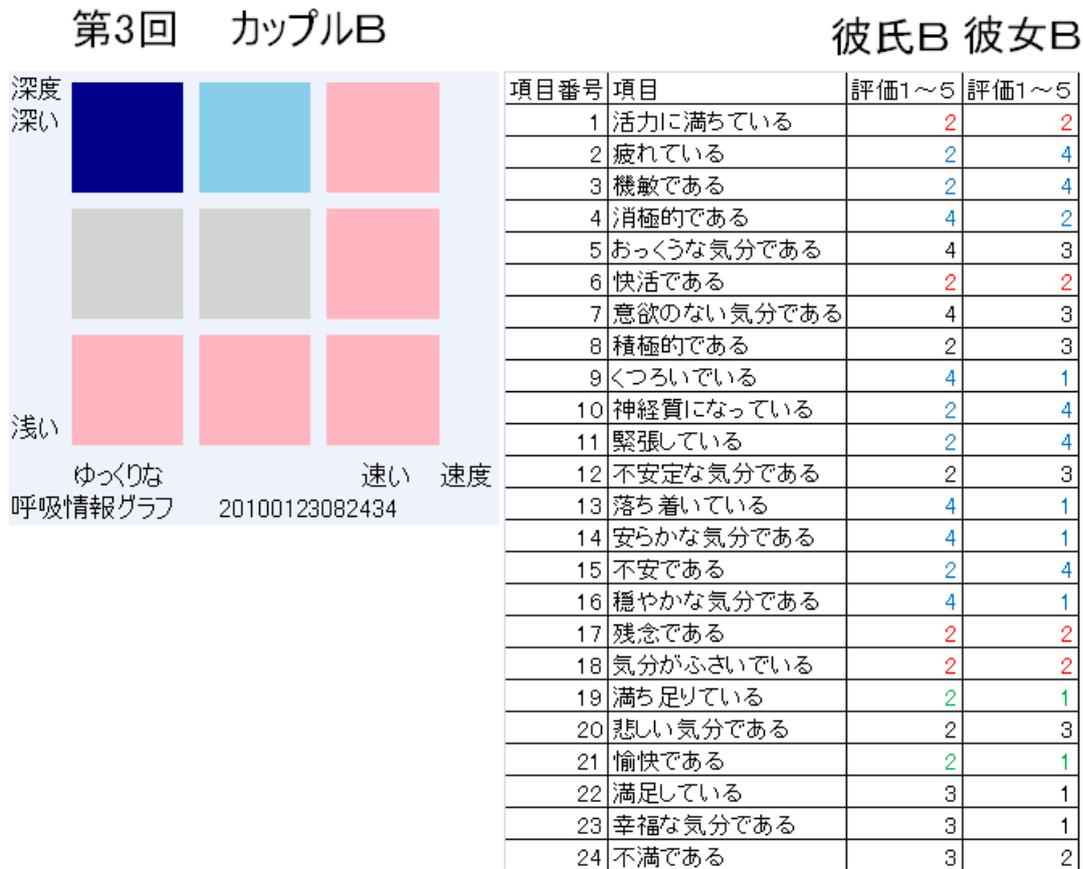


図4.19 カップルBの第3日目結果（形容詞）

第3回 カップルB

彼女B

恋人の心理状態を想像した内容について、以下に自由形式でお答えください。
いつもより呼吸が浅くて速いので忙しい感じがする。また、深くてゆっくり呼吸が出来ていないので、くつろげたり、安心した気分ではないことが予想される。

彼氏B

実験中の心理状態について以下に自由形式でお答えください。

集中した状態で落ち着いて作業に取り組んでいた。
締め切り間近な仕事があるにもかかわらず、モチベーションは上がらない。しかし、焦ることもなく穏やかな気持ちであった。

実験中の作業内容について以下にお答えください。

評価実験・予備調査のアンケートの整理と分析作業を音楽を聴きながら行った。

図4.20 カップルBの第3日目結果（自由記述）

第4回 カップルB

彼氏B 彼女B

項目番号	項目	評価1～5	評価1～5
1	活気に満ちている	2	3
2	疲れている	2	3
3	機敏である	2	2
4	消極的である	4	3
5	おっくうな気分である	4	3
6	快活である	2	2
7	意欲のない気分である	4	4
8	積極的である	2	3
9	くつろいでいる	4	4
10	神経質になっている	2	2
11	緊張している	2	2
12	不安定な気分である	2	2
13	落ち着いている	4	4
14	安らかな気分である	3	4
15	不安である	2	2
16	穏やかな気分である	2	4
17	残念である	4	1
18	気分がふさいでいる	2	4
19	満ち足りている	3	4
20	悲しい気分である	2	3
21	愉快である	2	3
22	満足している	3	3
23	幸福な気分である	4	4
24	不満である	3	2

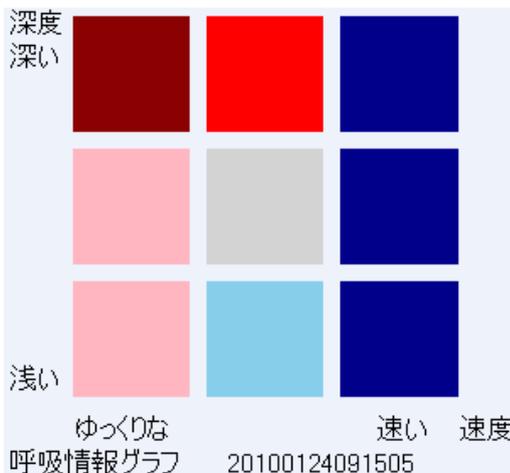


図4.21 カップルBの第4日目結果（形容詞）

第4回 カップルB

彼女B

恋人の心理状態を想像した内容について、以下に自由形式でお答えください。
呼吸の速さがゆっくりなので、落ち着いて作業ができてるのかなぁと思った。
落ち込むようなことがあって、ため息ばかりなのかなぁ？とも感じた。
とりあえず、あまり忙しそうな感じはしない。

彼氏B

実験中の心理状態について以下に自由形式でお答えください。
呼吸情報データの保存時にフリーズしてしまい、再び呼吸を取得しなければならなくなった。不機嫌にはならなかったが、再取得が面倒くさく感じ、やる気がなくなってしまった。

実験中の作業内容について以下にお答えください。
音楽を聴きながら評価実験のアンケート結果の整理をした。その後、ネットサーフィンで時間をつぶした。

図4.22 カップルBの第4日目結果（自由記述）

第5回 カップルB

彼氏B 彼女B

項目番号	項目	評価1~5	評価1~5
1	活気に満ちている	1	4
2	疲れている	2	3
3	機敏である	2	3
4	消極的である	4	2
5	おっくうな気分である	4	2
6	快活である	2	3
7	意欲のない気分である	4	2
8	積極的である	2	3
9	くつろいでいる	4	5
10	神経質になっている	2	1
11	緊張している	1	1
12	不安定な気分である	2	1
13	落ち着いている	4	5
14	安らかな気分である	3	4
15	不安である	4	2
16	穏やかな気分である	2	4
17	残念である	4	1
18	気分がふさいでいる	4	2
19	満ち足りている	2	4
20	悲しい気分である	4	2
21	愉快である	2	3
22	満足している	2	3
23	幸福な気分である	2	4
24	不満である	4	1

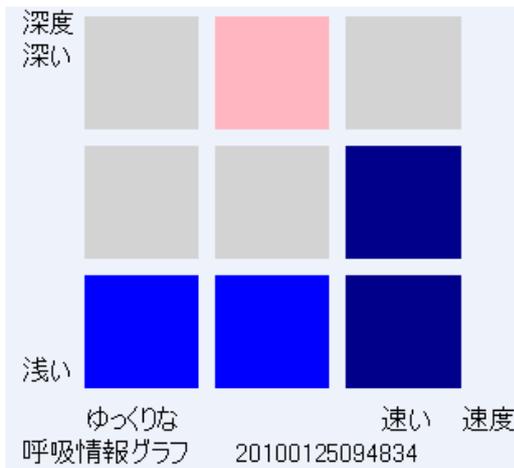


図4.23 カップルBの第5日目結果（形容詞）

第5回 カップルB

彼女B	恋人の心理状態を想像した内容について、以下に自由形式でお答えください。 浅く速い呼吸が少ないのと、速度が普通で深度が深い呼吸が多いところから、 落ち着いて作業などが出来ている感じがする。昨日と同様、忙しそうな 雰囲気はない。
彼氏B	実験中の心理状態について以下に自由形式でお答えください。 今日は悩みが頭を支配しており、作業をする気になれなかった。 悩みを抱えているが、焦りや不安を感じてどうすることもできない というわけではないが、気持ちはブルーである。
	実験中の作業内容について以下にお答えください。 カップルAの呼吸情報グラフの作成・送信作業を済ませた。その後は、 ポーっとながら食事を済ませ、先の成り行きについて考えていた。

図4.24 カップルBの第5日目結果（自由記述）

第6回 カップルB		彼氏B 彼女B	
項目番号	項目	評価1~5	評価1~5
1	活気に満ちている	2	2
2	疲れている	2	5
3	機敏である	2	2
4	消極的である	4	3
5	おっくうな気分である	4	3
6	快活である	3	1
7	意欲のない気分である	3	3
8	積極的である	4	3
9	くつろいでいる	3	1
10	神経質になっている	2	4
11	緊張している	3	4
12	不安定な気分である	3	5
13	落ち着いている	4	1
14	安らかな気分である	3	1
15	不安である	4	4
16	穏やかな気分である	3	1
17	残念である	4	3
18	気分がふさいでいる	3	4
19	満ち足りている	3	1
20	悲しい気分である	3	3
21	愉快である	3	2
22	満足している	3	2
23	幸福な気分である	3	2
24	不満である	3	3

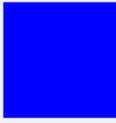
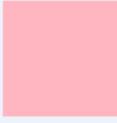
深度			
深い			
浅い			
	ゆっくりな		速い 速度
呼吸情報グラフ	20100127014427		

図4.25 カップルBの第6日目結果（形容詞）

第6回 カップルB

彼女B

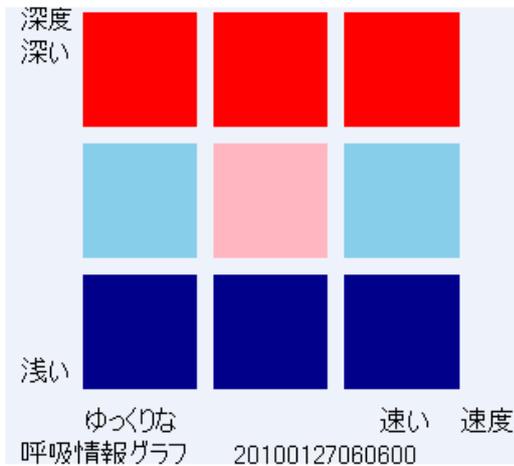
彼氏B

恋人の心理状態を想像した内容について、以下に自由形式でお答えください。
速い呼吸が少ないので今日は忙しくない感じがする。全体的にゆっくりな呼吸なので落ち着いてるのかと思ったが、浅い呼吸も多いので、その辺が気になる。ゆっくりで浅い呼吸・・・激しい運動でもしたのかな？でも研究室にいることはわかっているので、運動をしているとは思えないので、なんでこんな呼吸なのか想像がつかない。
実験中の心理状態について以下に自由形式でお答えください。
就職活動に対する不安とあせり、希望と期待がごちゃ混ぜな感覚。今日は比較的にため息多し。そして、あくびも多かった。
実験中の作業内容について以下にお答えください。
企業のHPのチェック。個人的な調べ物。その他、ネットサーフィンなど

図4.26 カップルBの第6日目結果（自由記述）

第7回 カップルB

彼氏B 彼女B



項目番号	項目	評価1～5	評価1～5
1	活力に満ちている	3	3
2	疲れている	3	4
3	機敏である	3	3
4	消極的である	4	3
5	おっくうな気分である	4	3
6	快活である	2	2
7	意欲のない気分である	4	2
8	積極的である	2	3
9	くつろいでいる	2	5
10	神経質になっている	2	2
11	緊張している	2	1
12	不安定な気分である	3	3
13	落ち着いている	2	5
14	安らかな気分である	2	5
15	不安である	4	2
16	穏やかな気分である	3	4
17	残念である	2	1
18	気分がふさいでいる	3	3
19	満ち足りている	2	4
20	悲しい気分である	3	2
21	愉快である	3	3
22	満足している	2	3
23	幸福な気分である	2	4
24	不満である	3	2

図4.27 カップルBの第7日目結果（形容詞）

第7回 カップルB

彼女B	恋人の心理状態を想像した内容について、以下に自由形式でお答えください。 深い呼吸が多いので忙しくはなさそうだと感じた。しかし、深くて早い呼吸があるので、なにか興奮するようなことでもあったのかな、と思った。浅い呼吸が少ないので心理的にはリラックスしているか落ち込んでいるのかどちらかであることが想像される。
彼氏B	実験中の心理状態について以下に自由形式でお答えください。 今回は特別な感情はなかった。 睡眠が十分に取れていなかった為、眠くてやる気も集中力もわかなかった。
	実験中の作業内容について以下にお答えください。 印象評価アンケートのチェック グミを食べながら、twitterのログを見ていた。

図4.28 カップルBの第7日目結果（自由記述）

4.2.3 有用性評価に関するまとめ

カップルA・Bの男性被験者と女性被験者の有用性評価アンケート結果を照らし合わせると、男性被験者の実際の心理状態を女性被験者が正確に推測出来ていないことが分かる。しかし、パートナーの心理状態の推測内容が全く誤っているわけではない。以下の図4.29にアンケート（5段階形容詞）の推測した内容の正解率（小数点第2位で四捨五入）を示す。男性被験者のアンケート結果の数値と女性被験者の結果の数字が同じ場合か、双方の結果が「1-2」もしくは「4-5」の場合は推測した内容がほぼ正しいと考えることにしている。

カップルA	正解率(24問中)
第1回目	12.5%(3/24)
第2回目	25%(6/24)
第3回目	37.5%(9/24)
第4回目	37.5%(9/24)
第5回目	37.5%(9/24)
第6回目	45.83%(11/24)
第7回目	25%(6/24)
カップルB	
第1回目	66.67%(16/24)
第2回目	29.17%(7/24)
第3回目	25%(6/24)
第4回目	45.83%(11/24)
第5回目	20.83%(5/24)
第6回目	25%(6/24)
第7回目	33.33%(8/24)

図4. 29 有用性アンケート結果の推測内容の正解率

この図4. 29の結果が示すように的確に推測することは困難だが、呼吸変動情報を見ることである程度は推測することができている。推測の正解率が12. 5%と低いケースもあるが、66. 67%と高確率でパートナーの心理状態を推測できているケースもある。また、カップルのアンケートの自由記述を照らし合わせてみても、的外れな推測内容のケースもあれば、面白いようにパートナーの心理状態を当てている推測結果もある。

上でも記したが、HAAHAAは、呼吸情報から心理状態を自動的に推測し、その結果をパートナーに伝達するシステムではなく、心理状態の推測のための手がかりとなる情報のみを伝達している。HAAHAAが示す情報のみで、人により千差万別であり細分化される心理状態を正確に推測することは不可能に近いと考えられる。しかし、図4. 29の推測内容の正解率やアンケートの自由記述の推測内容から、遠隔地間コミュニケーションにおいて、呼吸変動情報を用いて、パートナーの心理状態の片鱗をつかめる可能性が示唆された。

4. 2. 4 アンケートによる呼吸変動情報による印象評価

システムの印象評価は、被験者に以下の図4. 30と図4. 31に示すアンケートに回答してもらった。図4. 30は呼吸変動情報の作成者（男性被験者）用アンケートであり、図4. 31は呼吸変動情報受信者（女性被験者）用アンケートである。

●この呼吸センサを装着しての日常生活は不便でしたか？
○とても不便である ○不便である ○ふつう ○不便ではない ○全く不便ではない

●この呼吸センサを装着することで仕事の作業効率が低下しましたか？
○低下した ○少し低下した ○ふつう ○あまり低下しなかった ○低下しなかった

●この呼吸センサを装着することでストレスを感じましたか？
○感じた ○少し感じた ○ふつう ○あまり感じなかった ○感じなかった

●この呼吸センサを装着することで呼吸に違和感がありましたか？
○ある ○少しある ○ふつう ○あまりない ○ない

●この呼吸センサの装着頻度が増えるにつれて違和感は減少しましたか？
○減った ○少し減った ○ふつう ○あまり減らなかった ○減らなかった

●この呼吸センサの装着から呼吸情報取得完了までのタスクは面倒でしたか？
○面倒だ ○少し面倒だ ○ふつう ○あまり面倒ではない ○面倒ではない

●この呼吸センサが小型化・無線化すれば、日常生活においてセンサを装着しますか？
○したい ○少ししたい ○ふつう ○あまりしたくない ○しない

◇被験者を体験されて、何かお気づきになられたことがございましたら、以下に自由記述で回答をお願いします。また、感想なども、よろしくお願いします。⇐

図4.30 印象評価アンケート（呼吸変動情報作成者用）

●この呼吸情報グラフはパートナーの心理状態を推測するのに役に立ちましたか？
 とても役に立つ 役に立つ ふつう 役に立たない 全く役に立たない

●呼吸情報グラフを見ることで直感的にパートナーの心理状態を推測できましたか？
 できた 少しできた ふつう あまりできなかった できなかった

●パートナーの呼吸情報から構成される呼吸情報グラフの表示方法は見やすかったですか？
 とても見やすい 見やすい ふつう 見にくい とても見にくい

●パートナーの呼吸情報から構成される呼吸情報グラフの表示方法は面白かったですか？
 とても面白い 面白い ふつう つまらない とてもつまらない

●呼吸情報グラフを見ることでパートナーの1日の様子が気になりましたか？
 とても気になった 気になった ふつう 気にならない 全く気にならない

●パートナーの心理状態の推測の手がかりとして呼吸情報グラフが必要ですか？
 とても必要である 必要である ふつう 必要ない 全く必要ない

●今後もパートナーの呼吸情報グラフが送られてきて欲しいですか？
 とても欲しい 欲しい ふつう 欲しくない 全く欲しくない

●呼吸情報グラフを基にパートナーの心理状態を推測することで、心配することはありましたか？
 あった すこしあった ふつう あまりなかった なかった

●呼吸情報グラフを基にパートナーの心理状態を推測することで、安心することはありましたか？
 あった すこしあった ふつう あまりなかった なかった

◇被験者を体験されて、何かお気づきになられたことがございましたら、以下に自由記述で回答をお願いします。また、感想なども、よろしくをお願いします。

図4.31 印象評価アンケート（呼吸変動情報受信者用）

4.2.5 印象評価の結果

呼吸変動情報受信者（女性被験者）のアンケート結果を図4.32に、自由記述の結果を図4.33に示す。

印象評価アンケート（呼吸情報グラフ受信者用）	
彼女A / 彼女B	
●この呼吸情報グラフはパートナーの心理状態を推測するのに役に立ちましたか？	彼女A:ふつう / 彼女B:役に立つ
●呼吸情報グラフを見ることで直感的にパートナーの心理状態を推測できましたか？	彼女A:少しできた / 彼女B:少しできた
●パートナーの呼吸情報から構成される呼吸情報グラフの表示方法は見やすかったですか？	彼女A:見にくい / 彼女B:ふつう
●パートナーの呼吸情報から構成される呼吸情報グラフの表示方法は面白かったですか？	彼女A:面白い / 彼女B:とても面白い
●呼吸情報グラフを見ることでパートナーの1日の様子が気になりましたか？	彼女A:とても気になった / 彼女B:気になった
●パートナーの心理状態の推測の手がかりとして呼吸情報グラフが必要ですか？	彼女A:必要である / 彼女B:ふつう
●今後もパートナーの呼吸情報グラフが送られてきて欲しいですか？	彼女A:欲しい / 彼女B:ふつう
●呼吸情報グラフを基にパートナーの心理状態を推測することで、心配することはありましたか？	彼女A:あった / 彼女B:少しあった
●呼吸情報グラフを基にパートナーの心理状態を推測することで、安心することはありましたか？	彼女A:少しあった / 彼女B:少しあった

図4.32 呼吸変動情報受信者（女性被験者）のアンケート結果

彼女A(自由記述)
とても興味深い実験に参加できて良かったです。最初はグラフの読み取りに時間がかかりましたが、慣れればパートナーの様子がすぐに推測できるようになりました。9種類の領域からパートナーの心理状態を推測しましたが、1つの領域から真逆の心理状態が考えられることも多々あったので、ある程度パートナーと連絡がとれる上で、よりパートナーの心理状態を知るための補助要素として今回のデータは有効かなと思いました。実験中はパートナーからのメールや電話、Twitterの一言にも敏感に反応し、パートナーが何を考えてのコメントなのか深く考えました。
彼女B(自由記述)
呼吸によって相手の状況は100%まではわからなくても、雰囲気程度は掴めた気がしたので面白かったです。相手が今日どんなことをしてたんだろう・・・と想像することができました。でも、忙しいかリラックスしているかまたは落ち込んでいる、などザックリとしたことしかわからないです。細かい状況を予測することは難しいと思いました。

図4.33 呼吸変動情報受信者用アンケート（自由記述）の結果

4.2.6 印象評価に関するまとめ

呼吸変動情報の受信者である女性被験者の印象評価アンケートから、呼吸変動情報を見ることで、どちらかという直感的にパートナーの心理状態を推測することができたと2人ともに回答されている。呼吸変動情報の表示方法に関しては見にくいが見えなかったという回答を得ている。また、呼吸変動情報を見ることで、パートナーの1日の様子が気になり、パートナーの心理状態を推測した結果からは、心配もしくは安心したことがあったと回答されている。また両者の自由記述(図 4.33)「9種類の領域からパートナーの心理状態を推測しましたが、1つの領域から真逆の心理状態が考えられることも多々あったので、ある程度パートナーの連絡が取れる上で、よりパートナーの心理状態を知るための補助要素として今回のデータは有用かなと思いました。」、「忙しいかリラックスしているまたは落ち込んでいる、などざっくりとしたことしかわかりません。細かい状況を予測することは難しいと思いました。」の回答から、パートナーの心理状態を的確に推測することは困難ではあるが、呼吸変動情報を心理状態の推測目的で利用するのではなく、心理状態の推測の補足要素という位置づけで新たな手掛かりとして利用することで、パートナーの心理状態の推測に貢献することが可能であると考えられる。

第5章

関連研究との差異

遠隔地間コミュニケーションにおいて、非言語情報を補うことで、パートナーの心理状態の推測を支援する様々な研究が行われている。以下では、本研究が対象とする関連研究について概観し、本研究との差異を述べる。

5.1 感情情報の伝達に着目した印象形成支援

藤原らは「書き手の感情をグラフィカルに表現するBBSの構築」において、感情表現BBSを構築している[7]。ユーザが掲示板に書き込む際の文章を入力するスピードや、文字削除キー（BackSpace・Deleteキー）を使用する頻度等から、利用者の感情を取得している。これらの情報と文中に挿入される顔文字から利用者の感情を判定することで、書き込まれたテキスト（図5.1）と掲示板の背景画像（図5.2）を変化させるBBSを構築している。

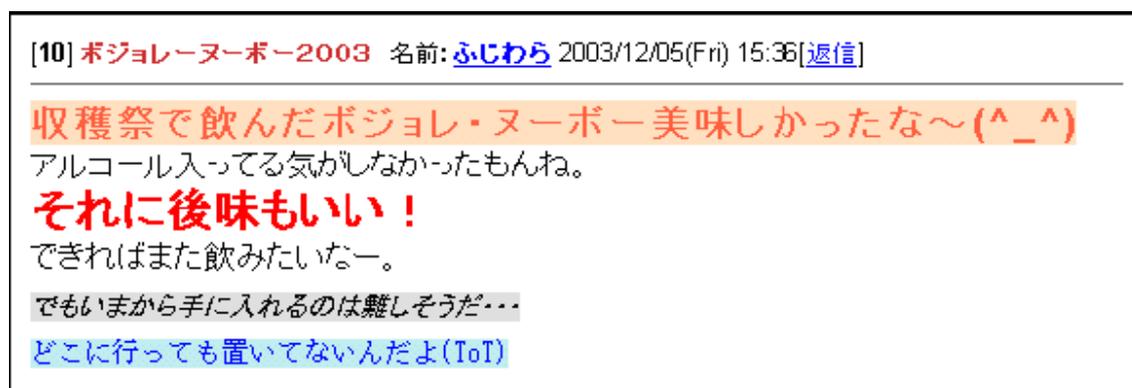


図 5.1 : 文章に対する装飾例

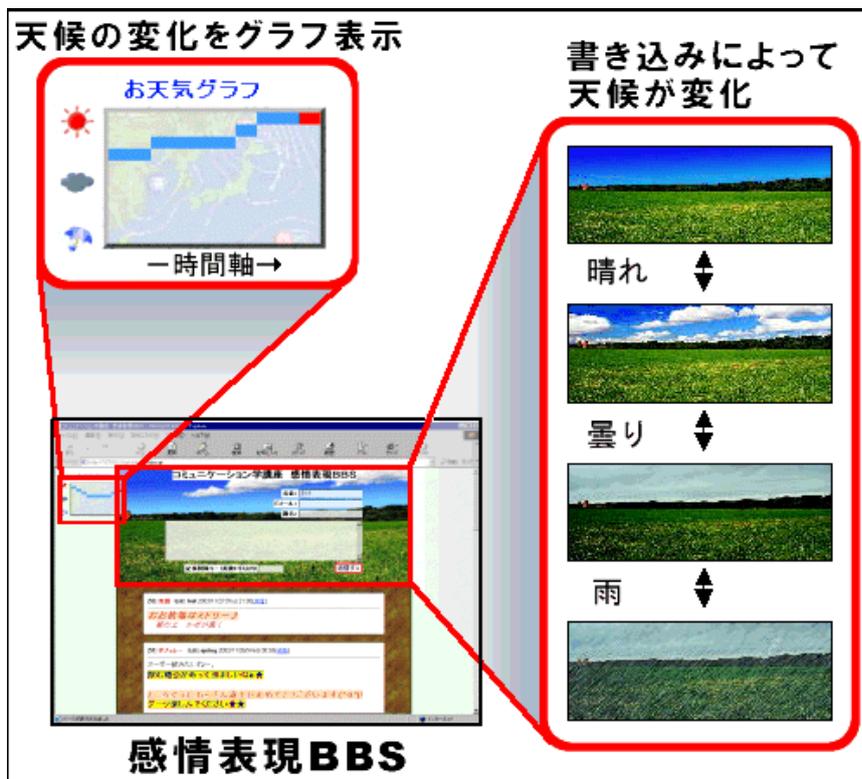


図5.2 : 背景画像と天候変化のグラフ

藤原らの感情表現BBSシステムは、文章入力スピード、文字削除キーの使用頻度、顔文字の有無から送信者の文章にこめた感情を表現している。しかし、これらの感情表現を形成する情報をコントロールすることは可能であり、掲示板に表示されるテキストの装飾が送信者の感情を常に表現しているとは言えない。また、文章の装飾から受け取る印象は人により異なるため、送信者の文章にこめた感情を誤解してしまう問題や、自分が入力した文章の装飾が自分のイメージと異なって表示されてしまう問題も考えられるため、システムの感情推定の正確さには疑問が残る。

本研究で提案するシステムは、心理状態つまり感情を推測するための非言語情報として呼吸変動情報を伝えるのみであり、その解釈は受信者に任せている。そのような手段をとったのは、対面時コミュニケーションにおいても、相手の表情や口調などの非言語情報から、相手の心理状態を推測して共存している。つまり、コミュニケーションにおいて、非言語情報の解釈を受信者に任せる手段は自然な行いであり、機械による誤解釈の危険がないと考えたからである。

5.2 心理状態の推定に生体・整理情報を用いた研究

宮下らは「複合的な生体情報解釈システムによる感性情報マッピング」を提案し、生態情報を測定できるMPIMS (図5.3) を作成している[8]. 宮下らの研究では、生体情報の変化の有意差から設定した重みを保持するマッピング行列を作成し、複数の感性情報を客観的かつ数値的に推定する手法を用いた、複数の生体情報を同時に測定できるMPIMS を作成し、脳波、呼吸、心拍、皮膚コンダクタンスから緊張、集中、眠気、リラックス、嫌悪、喜びの6種類の感性を推定することが可能である.



図5.3 Multi-Physiological Information Measuring System (MPIMS)

平山らは、「眼球運動の変化に基づく心理状態の推定」で、眼球運動と心理状態との関係を明らかにすることを目的とし、従来から心理状態を反映するとされている心拍、呼吸、皮膚電気活動と同時に眼球運動を計測し、解析を行っている[9].

呼吸量の計測に平山らは、日本光電社製、サーミスタ呼吸ピックアップTR-611T(図5.4)、カプラ用アンプAA-601H を使用している. ピックアップの装着部位は鼻であり、ピックアップ先端の換気量を測定することができる.



図 5.4 呼吸ピックアップ

以上のシステムを含む様々な研究では、カメラで認識した顔の表情や眼球の動き、脳波・心拍・GSR（皮膚電気反射）などの様々な生理情報を感情情報に翻訳して、相手に伝達するシステムが構築されている。しかし、これらの生体・生理情報と心理状態の関係には大きな個人差があるため、正確に心理状態に「翻訳」することが難しく、誤訳による誤解が生じるという問題がある。

そこで、本研究では、取得した生体・生理情報をそのまま、あるいは翻訳を伴わない形で圧縮して相手に伝え、その翻訳は受信者自身に任せる手段を用いた。

5.3 圧縮した生体・生理情報の伝達内容の翻訳を受信者に任せる試み

Christaら[10]は、心臓の鼓動と頻度、そして呼吸情報をリアルタイムに伝達する遠隔地間コミュニケーションデバイスMobile Feelings（図5.5）を提案している。このデバイスを身につけることで、常にパートナーと身体状況を共有でき、相手の心理状態を推測することも可能になるとしている（図5.6）。



図5.5 Two “Mobile Feelings” interface devices which enable users to wirelessly transmit and receive each others’ heartbeat and breath.



図5.6 Two remote users as they communicate with each other through their heartbeats.

しかし、いくら親しい相手であっても、常時相手の心拍や呼吸情報を受信し続けることは負荷が高く、かえってコミュニケーションを阻害する要因になってしまうと危惧される。

本研究においては、Christaらと同様に呼吸情報を用いるが、その取得・伝達にあたっては、情報を圧縮し、低負荷で必要十分な心理状態アウェアネスを受信可能とす

ることを目指した。

第 6 章

結論

本章では、本論文のまとめと、今後の課題について述べる。

6.1 本論文のまとめ

本論文では、呼吸の変動情報を利用した心理状態アウェアネスを伝達することによる遠隔地にいるパートナーの背景情報の推測支援について考察した。

呼吸の種類を識別する材料として、呼吸の「速さ」と「深さ」に着目し、これらの2軸を基準に9通りに呼吸を分類することにした。呼吸データの取得に関しては、導電性可変抵抗ゴム（(株)ポリテック・デザイン製ワンダーチューブ B タイプ）を用いて呼吸センサを自作し、呼吸運動による胸郭周囲の長さの変化を利用することで、電圧情報に変換する方法を用いている。呼吸センサを用いて呼吸を取得し、呼吸の深さと速さに応じて9つの領域に分類した当日の呼吸の割合を、直感的に把握できるように呼吸変動情報を作成した。この呼吸変動情報は、遠隔地にいるパートナーの心理状態を推測するための、一つの新しい手がかりとして利用してもらった。

呼吸変動情報による遠隔地にいるパートナーの心理状態の推測のための、新たな手がかりとしての有用性を確かめるために、予備実験、評価実験を行った。本研究で得られた成果は以下の通りである。

- ・第3章の予備実験より、被験者の基準となる呼吸情報と特定の状況下での呼吸情報を比較して得た差分より、被験者の特定の状況下での心理状態をある程度は推測することが可能であることが分かった。
- ・第4章の評価実験（有用性評価）では、呼吸変動情報の受け手が送り手の心理状態を的確に推測することは困難だが、ある程度は推測できていることを確認できた。
- ・第4章の評価実験（印象評価）では、女性被験者のアンケート結果より、呼吸変動情報を見ることである程度はパートナーの心理状態を直感的に推測することが可能

であることが分かった。また、呼吸変動情報を基にパートナーの心理状態を推測することで、パートナーの一日の様子が気になり、パートナーの心理状態を気にかけるきっかけとなることも分かった。そして、呼吸変動情報をパートナーの心理状態の推測のための一つの新たな手がかりとして利用することで、心理状態の推測に貢献する可能性を秘めていることも確認できた。

以上の結果から、パートナーの背景情報の伝達を目的とした、呼吸変動情報に着目した心理状態推測支援の新たな手がかりとして、本研究で提案した呼吸変動情報を用いた心理状態アウェアネス伝達の試みは有効であったと考えられる。

6.2 今後の課題

印象評価の男性のアンケートで得られた回答から、呼吸センサの装着による被験者の負担の大きさが浮き彫りとなった。そのため、呼吸センサを無線化・小型化することで持ち運びしやすくする必要がある。また、一定量の呼吸データを呼吸センサ内に蓄積し、PC 前に戻った際にデータを PC に送信する仕組みをとる必要がある。これで、呼吸センサの装着による作業効率の低下を防ぐことができる。印象評価の男性のアンケート結果を図 6.1 に、自由記述を図 6.2 に示す。

印象評価アンケート（呼吸情報グラフ作成者用）	
彼氏A / 彼氏B	
●この呼吸センサを装着しての日常生活は不便でしたか？	彼氏A:とても不便である / 彼氏B:とても不便である
●この呼吸センサを装着することで仕事の作業効率が低下しましたか？	彼氏A:低下した / 彼氏B:低下した
●この呼吸センサを装着することでストレスを感じましたか？	彼氏A:少し感じた / 彼氏B:ふつう
●この呼吸センサを装着することで呼吸に違和感がありましたか？	彼氏A:ふつう / 彼氏B:あまりない
●この呼吸センサの装着頻度がふえるにつれて違和感は減少しましたか？	彼氏A:減った / 彼氏B:少し減った
●この呼吸センサの装着から呼吸情報取得完了までのタスクは面倒でしたか？	彼氏A:面倒だ / 彼氏B:少し面倒だ
●この呼吸センサが小型化・無線化すれば、日常生活においてセンサを装着しますか？	彼氏A:ふつう / 彼氏B:少ししたい

図 6.1 印象評価の男性のアンケート結果

<p>彼氏A(自由記述)</p> <p>ソフトが不安定だったのを何とかしてほしかった。終了間際に落ちてしまった場合は最初からログを取り直さなければならなかったのでもちいちメンドくさかった。10分単位で上書き保存しておいたらどうですか?後は時間がわかりづらかった。経過時間を表示させてください。実験開始から何分たったのかわからなくなる時がありました。良いデータが取れていることを祈っております。頑張ってください。</p>
<p>彼氏B(自由記述)</p> <p>センサが有線であり、コードが切れたり抜けたりしないように気を使いながら作業しなければならない。そのため、集中して作業したい時はとても不便である。ログ取り実験から毎日呼吸センサを装着していたため、会を重ねるごとに意識することもほとんどなくなり、呼吸を意識して行うことは減多になくなっていった。</p>

図 6.2 印象評価の男性のアンケート結果 (自由記述)

謝辞

本研究を進めるにあたって、多くの方に多大なご支援をいただきました。この場を借りて、感謝の意を表したいと思います。

指導教官の西本一志教授には、研究そして私生活においても親身にご指導、助言をいただきました。研究に取り組むにあたっての姿勢から、研究の進め方、問題に対する着眼点のアドバイス、実験手法、論文の執筆まで、事細かに親身になってご指導していただきました。また、私生活に関しましては、右往左往する進路の相談から人間関係の助言まで、人生相談にも熱心に耳を傾けていただきました。途中で迷い挫折しかそうになった私が挫けずに 2 年間研究を進めることができましたのも西本先生のご指導・助言のおかげです。心より感謝いたします。

また、ご自身の研究で忙しいにもかかわらず、適切なアドバイスやプログラミングの指導、そして落ち込んでいる際には声をかけて励ましてくださった西本研究室博士後期課程の伊藤直樹さん、千葉慶人さん、小林智也さんに深く感謝申し上げます。同期のメンバーも、私が落ち込んで前向きになれない時に背中を押してくださいました。西本研究室的仲間が家族のように親切に接して下さらなければ途中で挫けていたかもしれません。非常に感謝しております。

そして、私の研究の実験に快く協力して下さった被験者の方々にも感謝いたします。特に、西本研究室博士前期課程の山内賢幸さんにはご自身の研究が忙しいにもかかわらず、呼吸データの取得に多くの時間を割いていただきました。本当に感謝しております。

最後に、私立大学を卒業してもなお、大学院に快く進学することを許して下さいました両親に深く感謝いたします。

ありがとうございます。

参考文献

- [1] 岡隆, 久我隆一, 篠竹利和, 津川律子ら: 抑うつおよびネガティブな感情・気分に関する心理学的研究: www.chs.nihon-u.ac.jp/institute/human/kiyou/73/14.pdf
- [2] 身体内感覚に意鼓を向けるストレッチングワークの繰り返しによる主観的評価の変化:
http://nwudir.lib.nara-wu.ac.jp/dspace/bitstream/123456789/769/1/vol11_02.pdf
- [3] Matthews, G., Jones, D. M., & Chamberlain, A. G. (1990). Refining the measurement of negative affect: The NIST Mood Adjective Checklist. *British Journal of Psychology*, 81, 17-42.
- [4] 白滞早苗, 石田多由美, 箱田裕司, 原口雅浩 (1999). 記憶検索に及ぼすエネルギー覚醒の効果. *基礎心理学研究* 17(2): 93-99.
- [5] 角野清久, 西本一志: 言外の情報としての編集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. 編集過程情報で「手間」を伝える電子メールシステムに関する研究: 角野清久:
<https://dspace.jaist.ac.jp/dspace/bitstream/10119/4259/5/paper.pdf>
- [6] 政倉祐子・一川誠: 視覚と聴覚の相互作用による環境の印象操作: 原著論文 (VISION Vol. 15, No3, 117-132, 2003)
- [7] 藤原光照, 村山優子, 山根信二, 書き手の感情をグラフィカルに表現する BBS の構築, *インタラクション 2004 論文集*, pp. 239-240, 2004
- [8] 宮下広夢 瀬川遼 岡田謙一. 慶應義塾大学大学院 理工学研究科: 複合的な生体

情報解釈システムによる感性情報マッピング：

www.mos.ics.keio.ac.jp/scope_HP/paper/b17.pdf

[9] 平山雄介. 指導教官. 阪口豊. 出澤正徳. 本多弘樹：眼球運動の変化に基づく心理状態の推定：http://www.hi.is.uec.ac.jp/rcb/paper/PDF/H14_hirayama.pdf

[10] Christa SOMMERER & Laurent MIGNONNEAU IAMAS Institute of Advanced Media Arts and Sciences, Gifu Japan 3-95 Ryoke-cho, Ogaki-shi, 503-0014 Gifu, Japan :Mobile Feelings -wireless communication of heartbeat and breath for mobile art : C SOMMERER, L Mignonneau - 14th International Conference on Artificial Reality ...,

2004 - vrsj.tu-tokyo.ac.jp

発表論文

査読付国内発表

[1] 木下 雅斗, 西本 一志:呼吸変動情報を用いた心理状態ウェアネス伝達の試み, インタラクション 2010, 学術総合センター, 2010 (採録決定)

査読なし国内発表

[2] 木下 雅斗, 西本 一志:思いやりコミュニケーションのための呼吸変動情報伝達, HCI 研究会 No137, 東洋大学, 2010 (予定)