

Title	分散環境下のコミュニケーションにおける行動履歴を用いたストレス推定
Author(s)	川井, 俊輝
Citation	
Issue Date	2014-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/12023">http://hdl.handle.net/10119/12023</a>
Rights	
Description	Supervisor: 敷田幹文, 情報科学研究科, 修士

修 士 論 文

分散環境下のコミュニケーションにおける行動履  
歴を用いたストレス推定

北陸先端科学技術大学院大学  
情報科学研究科情報科学専攻

川井 俊輝

2014年3月

## 修士論文

# 分散環境下のコミュニケーションにおける行動履歴を用いたストレス推定

主指導教員 敷田幹文

審査委員主査 敷田幹文 教授  
審査委員 篠田陽一 教授  
審査委員 長谷川忍 准教授

北陸先端科学技術大学院大学  
情報科学研究科情報科学専攻

1210019 川井 俊輝

提出年月: 2014年2月

## 概要

近年、様々な SNS やコミュニケーションツールの登場によって、場所と時間を選ばずに相手とコンタクトをとることが可能となった。しかし、相手にとって不適切なタイミングでコミュニケーションが発生する場合がある。これを避けるため、センサや個人ルールを用いた研究は盛んであるが、状況ごとに人の心理状態を考慮したものは少ない。

そこで、人の心理状態を考慮した行動モデリング手法と、それに基づくストレス推定手法を提案する。行動モデリングを行うために、ストレス心理学に基づいたストレス因子を用いて、心理的なストレス反応とそれに伴う対処行動をモデリングし、人間がストレス刺激を感じる状況に直面した後どのような情動を発生するのかを推定する手法を提案する。提案するモデリング方式を用いて、人がどのような場面でストレス刺激を感じ、またどのような心理的反応を示し、どのような種類の情動を起こすのかをデータとして収集し分析した。

この分析結果をもとに、人が未来の時点で、過去に体験した場面と同等のあるいは類似した場面に直面した時に起こす情動を推定することができることを示した。ストレス推定を用いて情動を推定することで、様々なストレス刺激を感じる状況における複雑な心理的な動きと対処行動としての変化を推定し、提案方式が分散環境下におけるコミュニケーション支援に対して有効であることを示した。

# 目次

第1章	序論	2
1.1	背景	2
1.2	目的	3
1.3	本論文の構成	3
第2章	関連研究	4
2.1	状況情報に関する関連研究	4
2.1.1	状況情報伝達に関する先行研究	4
2.1.2	未来の状況情報伝達に関する先行研究	4
2.2	モデリングに関する関連研究	5
2.3	人の感情や心理状態に関する関連研究	6
2.4	関連研究で考慮されていない点	6
第3章	ストレス心理学	7
3.1	ストレス心理学について	7
3.1.1	ストレスの定義	7
3.1.2	認知的評価と情動	8
3.2	ストレスの重要性	9
第4章	心理学に基づくストレス推定	10
4.1	提案方式の概要	10
4.2	システム設計	10
4.3	提案方式で用いるストレス調査方式	12
4.3.1	参考にした3つのストレス測定尺度方式 (CARS, SRS-18, TAC-24)	13
4.3.2	作成したストレス調査質問用紙	14
4.4	ストレス推定アルゴリズム	14
4.4.1	認知 対処モデルについて	15
4.5	情動パターンの算出	17
4.5.1	事前確率と各ストレス属性の発生確率の設定	19
4.5.2	ストレス場面の類似度判定について	19

<b>第5章</b>	<b>評価実験</b>	<b>20</b>
5.1	実験概要	20
5.2	情動パターン的一致率の算出	21
5.3	ストレス調査質問用紙の結果分析	21
5.4	提案方式によるストレス推定の実験結果	22
<b>第6章</b>	<b>考察</b>	<b>24</b>
6.1	ストレス推定の有用性について	24
6.1.1	異なるストレス場面タイプにおけるストレス推定	24
6.1.2	ストレス場面ごとの認知的評価と心理的ストレス反応，情動の関係性の明確化	25
6.1.3	情動パターンの推定とコミュニケーション支援	28
6.2	近未来の設定について	29
6.3	提案方式に用いたストレス調査質問用紙の評価について	30
<b>第7章</b>	<b>結論</b>	<b>32</b>
7.1	まとめ	32
7.2	今後の課題	33

# 目 次

4.1	ストレス推定の流れについての概要図 . . . . .	11
4.2	提案方式の概要図 . . . . .	12
4.3	認知 対処モデル . . . . .	17
4.4	情動ネットワークのトポロジ例 . . . . .	18
5.1	提案方式とストレス場面を区別しないベイズ推定による情動パターン一致率の比較 . . . . .	22
6.1	観測データごとに比較した慣れと不慣れのストレス場面における一致率の違い . . . . .	25

# 表 目 次

4.1	ストレス場面に関するストレス調査質問用紙の内容 . . . . .	15
4.2	情動に関するストレス調査質問用紙の内容 . . . . .	16
5.1	ストレス調査質問用紙の集計結果 . . . . .	21
5.2	観測データ比較ごとの情動パターン一致率 (単位：%) . . . . .	22
6.1	慣れの場面と不慣れの場面の一致率の違い (単位：%) . . . . .	24
6.2	被験者 A のストレス場面 X における各ストレス属性ごとの相関係数行列 . . . . .	26
6.3	被験者 A の情動 $11(\text{rlax})$ の推定式要約統計量 . . . . .	26
6.4	各重回帰式の重決定係数と自由度調整済み係数 . . . . .	27
6.5	相関係数行列の略称の説明 . . . . .	27
6.6	$\text{rlax}$ の各重回帰式における独立変数間の多重共線性の検査 . . . . .	28
6.7	ストレス場面におけるストレス属性の構成比率 . . . . .	29
6.8	情動のタイミング調査アンケートの回答結果 . . . . .	30
6.9	ストレス調査質問用紙の評価 . . . . .	31

# 第1章 序論

本章では，本研究の背景，目的，論文の構成について述べる．1.1 節では背景を述べ，1.2 節では，本論文における研究目的について述べる．最後に 1.3 では，本論文の構成について説明する．

## 1.1 背景

近年，様々な SNS の登場やコミュニケーションツールの開発によってコミュニケーションの機会の増加やコミュニケーションのための手段が多様化した．そのため，場所や時間に影響されないコミュニケーションが可能になり，環境を共有しない遠方（以下 分散環境）のユーザとの情報伝達を時間と場所を選ばずに行うことができるようになった．

しかし，時間と場所を選ばずに相手とコミュニケーションが可能となった反面，相手の状況が把握できないという問題が発生している．このように相手の状況がわからなければ，不適切なタイミングでのコミュニケーションが発生する場合がある．例えば，大切な会議を控えた相手にコンタクトをとろうとすることは，コミュニケーションタイミングとして不適切だと言える．そこで，相手の状況情報を得る研究や人の行動パターンを予測する研究が盛んに行われている．

例えば，相手の状況情報を統合し提供する状況アウェアネス支援の研究 [1] [2] [3] や，不適切なタイミングでのコミュニケーションを避けるために人の忙しさを測定する研究 [4] がある．このように，従来はセンサや忙しさ，スケジュール情報といった状況情報をもとに，人の状況把握や行動を予測していた．これらの状況情報の変化や人の行動パターンを分析するために，被験者ごとにルールを生成することで実現している．また，観測データ毎に学習を行うことで，忙しさや個人の行動の推定精度を最適化するしている．しかし，人が設定したルール通りに行動しない場合があり，事前に設定したルール通りにタイミングを決定づけることができない場合がある．また，遠隔会議などの相手の状況に気づくことのできない分散環境下において，状況情報や忙しさだけでは測れない．

例えば，大切な会議などで発表を控えている人であれば，その会議の前には，他者とのコミュニケーションを避けたいと考える．一方では，緊張を紛らわせるために，積極的にコミュニケーションを取りたいと考える人もいるだろう．

上記のような個人差は必ず存在し，気の知れた者同士でなければ，どのようなタイミングでのコンタクトが相手にとって望ましいか予測することは困難である．前述した研究は，主にセンサや人間の行動ルール，スケジュール情報を用いたものが多い．しかし，こ

これらのセンサ等から得られる状況情報だけでは、心理的な状況が招く心理的な変化や状況の変化に十分に対応することができない。つまりこれまでの研究では、心理的な変化によって発生する不適切なタイミングでのコミュニケーションを避けることは困難である。このような場合、ある出来事に直面した、あるいは将来直面する人間の心理状態とそれに伴う行動を推定することが必要である。

## 1.2 目的

本論文では、ストレス場面の直後を近未来と設定し、近未来におけるストレス人の状況認識と、ストレス場面に対する心理的ストレス反応、それらの認識から喚起される情動パターンの推定を目的とする。提案方式において、ストレスを定量化するための方法と、情動パターンを推定するためのアルゴリズムとそのモデルを提案する。また、提案方式を用いて推定した情動パターンが、相手の状況と心理状態の把握が困難な分散環境下におけるコミュニケーションに対して、有用であることを示す。

## 1.3 本論文の構成

本論文は、全7章で構成される。第2章では、関連研究について述べる。状況や忙しさといった指標を伝達する先行研究と、人の行動や思考、感情をモデリングした先行研究を述べる。第3章では、本研究で用いるストレスとその諸研究について述べる。ストレス刺激を受ける環境や状況の認知と対処について詳しく述べる。第4章では、提案方式について述べる。提案方式で用いる理論とアルゴリズムを示し、第5章では、提案方式に対する評価実験について述べる。評価実験の結果と、その結果から得られた知見を第6章で述べる。第7章では、本論文のまとめと今後の課題について述べる。

## 第2章 関連研究

本章では、関連研究について述べる。2.1節では、現在と未来の状況をアウェアネスとして提供する先行研究について述べる。2.2節では、行動をモデリングするための手法に焦点を置いた研究について説明する。2.3節では、感情や心理状態のようなものを扱った先行研究を示す。最後に、2.4節では、これまでの先行研究で考慮されていない点をまとめる。

### 2.1 状況情報に関する関連研究

本節では、状況情報を扱った研究について述べる。現在の状況の把握と分散環境下にいるユーザへの提供や、センサが情報を取得した時点より未来の時点の人の行動予測に関する研究を説明する。

#### 2.1.1 状況情報伝達に関する先行研究

アウェアネスに関する従来の研究では、現在のユーザをカメラや位置、またタイムスケジュールといった情報を用いて、人間の状況を相手に伝える研究がある [1] [2] [3]。文献 [1] では、被験者の行動ルールやセンサから得られる情報を状況情報として統合・提供することで、分散環境下で状況情報を伝達する機構を提案している。文献 [2] では、分散環境下の人間の位置情報とスケジュール情報を共有し、状況把握に対する有効性を示している。文献 [3] では、アウェアネスとして、人と空間が作り出す作業空間の雰囲気や伝達する仕組みを提案している。

これらの情報は、前述したように、センサや位置情報から得られるため、状況情報が提示された時点では、測定時からの時間が経過しており、すでに過去の人の状態や空間の状況を表すことになる。そのため、センサが情報を取得した現時点より、未来の出来事を予測する必要がある。

#### 2.1.2 未来の状況情報伝達に関する先行研究

センサが捉えた情報は、情報提供時にはすでに過去の情報となっている。そこで、未来の人間の状況を予測する必要がある。以下では、未来の状況や未来の人の行動を予測した研究について述べる。

まず，未来の忙しさを予測するような研究として，衣笠らが行った近未来の忙しさ予測の研究について説明する [4]．文献 [4] では忙しさという指標を用いて，ベイジアンネットワークによって，過去の位置情報や行動といった忙しさを決定づける要因から，近未来の忙しさを予測している．文献 [4] では，次の

- 位置情報
- 音声情報
- 集中度

をセンサ情報として収集し，学習プロセスで各被験者ごとにセンサ情報を用いて，近未来の忙しさを予測する．文献 [4] では，近未来を 4 分後としていた．

また，センサが情報を取得した時点よりも未来の時点の人の行動を予測する研究も存在する [7]．文献 [7] では，複数のセンサを融合して，未来の個人の行動を予測している．

しかし，未来の設定には，個人差や位置情報の違いを考慮する必要があると考えられる．また，忙しさという指標は，人の心理を十分に表現できていないため，コミュニケーション機会を逃したり，心理状態が招く不適切なタイミングでのコミュニケーションを避けることは困難である．

## 2.2 モデリングに関する関連研究

一方，人の行動を推測したり，将来の行動を予測するためには，人のモデリングを適切に行う必要がある．そこで，本節では，モデリングに焦点を当てた先行研究について述べる．

人の行動モデルを設計する場合は，個人ルールの作成，行動履歴から相関関係を導出したり統計情報処理を行う必要がある．前述で紹介した文献にもモデリングの手法は存在したが，本節では，モデリングに焦点を当てた先行研究について説明する．例えば，センサや行動履歴，位置情報を用いたユーザのモデリングの手法として，確率モデルや動線解析によるモデリング手法がある [8] [9] [10] [11]．文献 [8] では，ユーザが過去に選択した通信メディアから，状況ごとにユーザにとって適切だと思われる通信メディアを推論する手法が提案されている．文献 [9] では，位置情報と，人の行動ルールを用いることで，位置情報からユーザ属性呼ばれる人の状態を捉える研究が行われている．また，確率モデルを用いた行動予測としては，文献 [10][11] があげられる．文献 [10] は隠れマルコフモデルを拡張させた混合自己回帰隠れマルコフモデルを用いて動線解析を行い，歩行者の生き先を予測している．文献 [11] では，ベイズ推定を用いて，実生活上において人の行動を解析している．

これらのモデリングを適切に用いることで，人の行動予測や，行動理解を深めることが可能である．しかし，人の心理状態と行動を明確に分析されてはいない．

## 2.3 人の感情や心理状態に関する関連研究

本節では，人の感情や心理状態を表現するために行われた先行研究について述べる．

感情を扱った論文として文献 [12] がある．文献 [12] では，複数のグループに対して，インターネット利用時の安心感と不安感について聞き取り調査を行い，その関係と原因を調べた．結果として，安心感は不安感と関係はあったが，安心感は，不安感のみによって決定されるのではなく，より複雑な感情であることが述べられている．また，文献 [13] では，キーボードの打感によって，コミュニケーション支援を行い，打感による感情伝達の可能性を示した．

これらの文献から，人の心理を捉えることが分散環境下におけるコミュニケーション支援に対して，重要であることは明確である．しかし，感情やそれらを含む心理状態は，人を取り巻く状況や人間関係といった環境の影響を少なからず受けている．そのため，感情や心理状態のみに焦点をあてた場合，人の行動理解として不十分である．

## 2.4 関連研究で考慮されていない点

従来の研究によって，人の現在・近未来の状況はわかるようになったが，その状況ごとの相手の心情といった心理状態を十分に考慮・分析したものはない．過去の行動やセンサ情報，場所への意味付けといった情報からは判断できない人の心理状態は存在する．このような心理状態は，個人が予め設定した個人ルールを用いた行動モデルや，位置情報のみの動線解析などでは十分に理解することは不可能である．先行研究において，モデルを作成する際に，被験者への数回のヒアリングやアンケートによって，被験者の心理状態を考慮しているように見えるが，それは被験者が体験した一面的な状況のみを捉えたものであるため，あらゆる場面でモデルが適用できるわけではない．このように，従来の研究において，様々な場面ごとの心理状態や行動の意味は十分に考慮されていない．

そのため，人を取り巻く環境として，状況，心理状態，行動を全て評価し，未来の行動を推定する必要がある．また，それらの関係性を明確することでより柔軟なコミュニケーション支援が可能である．

## 第3章 ストレス心理学

本章では、ストレスというキーワードについて言及し、ストレスと人の内面である心理状態、ストレス対処行動である情動について述べる。その後、コミュニケーション支援に向けたストレスの活用について述べる。

### 3.1 ストレス心理学について

本論文で用いるストレスについて説明する。本研究で用いるストレスという概念は、ストレス心理学の視点を採用した。そこで本節では、ストレスの概念と定義を示す。その後、ストレスを媒介とする認知的評価と対処としての情動を述べる。

#### 3.1.1 ストレスの定義

本研究で用いるストレスという概念は、1966年にRichard S. Lazarusが提案したものを採用し、「ストレスとは人間とそれを取り巻く環境の関係」と定義する [5][6]。以下、Richard S. Lazarusのストレス心理学の理論を説明する。

従来の心理学では、刺激と反応の関係であるというS-R心理学が主流であったが、実際は日常生活のあらゆる場面において心理状態の安定と不安定を繰り返していることを考慮すると、この考えは不適切であるとLazarusは述べている。異常なほど心理的な混乱を招く刺激を除けば、日常的な事象とストレスを引き起こす刺激（以下 ストレス刺激）を発生させる事象を明確に区別することが困難なためである。また、何をストレス刺激とし、それはどれだけの量の刺激であるかは人によって異なるという個人差の問題も存在する。個人差を考慮した場合、何がストレス刺激であるかは個人のストレス刺激に対する反応や行動を観測することでしか決定できない。

そこでLazarusは、ストレスの捉え方を、人間と環境の関係としてが提案した。この時に発生する心理的な反応を心理的ストレス反応というが、この反応は人間と環境の関係から発生する反応であるという。さらにこの関係は、人間の身体に負荷をかけ、人間の行動を制限する。人間と環境の関係を媒介とする、状況の評価プロセス（以下 認知的評価）とそれに伴う対処行動（以下 情動）を分析することで、ストレスを捉えることが可能になる。

以上のことから、本論文では、ストレスを人間と環境の関係であると定義して、ストレスという言葉を用いる。

### 3.1.2 認知的評価と情動

以下では，Richard S. Lazarus が提唱した理論における，認知的評価と対処行動としての情動について説明する．

#### 認知的評価

認知的評価とは，状況をどのように捉えるかといった人の心理的な働きや考え方を指す[5][6]．認知的評価は，一次評価と二次評価に別れるとラザルスは示し，また一次評価と二次評価はどちらかが先行して行われるのではなく，ほぼ同時に行われる．

一次評価は，その状況が，

- 自分にとって無関係かどうか
- 有害なのか肯定的であるのか
- ストレスフルなのか

を評価するプロセスである．

まず，無関係かどうかの評価について説明する．人と環境との関わりが，当事者にとって，何も意味をなさない場合は，無関係であると判断される．この意味は，状況が当事者にとって利益になることや失うものがないという状況であり，当事者にとって価値や対処する必要性がないことを示す．

次に，有害なのか肯定的であるのかという評価は，その出来事が「脅威」であるのかや「挑戦」するべき状況であるかを評価することである．脅威であると判断する場合には，身体的に害や損失が発生すると考え，それが未来の出来事である場合には，計画を立てたり情報を集めるなどの対処行動をとる場合がある．また，挑戦するべき状況とは，昇進や進学など利益となるような状況である．この状況の場合は，恐怖・不安などといった否定的な反応や熱意・自信といった肯定的な反応が発生する．

ストレスフルであるかどうかとは，その状況から何らかの害を受けているかどうかの評価である．当事者がすでに大きな損害を受けていれば，状況に対する意識や熱意といった挑戦的な意識を失う場合がある．

次に二次評価について説明する．二次評価とは，どのような対処行動をとることが可能であるかや，どの手段を用いれば状況を切り抜けられるかなどの評価プロセスである．状況が，当事者に対して要求するものが当事者の能力を超えて大きなものであれば，無気力などの心理的な反応が発生する．一方，結果が当事者にとって重大な出来事である場合は，挑戦的な解釈が行われ，積極的な行動を起こす場合がある．このように，二次評価とは，状況に対して何ができかの判断を行うプロセスである．

## 対処行動としての情動

情動について説明する。対処行動としての情動とは、ストレスによって生じる害や危機に対して対処しようとする行動を指す。情動はストレス心理学では、文脈理解が重要だと述べている [5][6]。この意味は、情動がなぜ起こったのかやその起こり方を理解するためには、対処行動を行う人が、どのような状況に対して、どのように考え行動するかを理解する必要がある。情動のプロセスは、認知的評価によって決定づけられるからである。そのため、情動は、当事者の健康状態や問題解決能力、社会的な支援がどれだけあるかなどの評価の結果から生じるものである。

## 3.2 ストレスの重要性

ストレスは、対人関係や職場などのあらゆる場面で発生する。前節 3.1 で述べたように、個人ごとに身体に影響のあるストレス刺激を受ける状況であると感じる対象は異なるため、個人差というものを考慮することなしに、ストレスに関する研究をすることは不可能である。以下に、これまで説明したストレス理論を取り入れた研究を示す。これらの研究成果から、ストレスと人の心理・行動の関係の重要性を示すことが可能である。

心理学の分野では、ストレスを考慮した研究が盛んに行われている。例えば、ある場面で発生するストレスと個人差を研究したものがいくつか存在する [14] [15] [16] [17]。

文献 [14] では、心理的ストレス反応とレジリエンスの関連について述べている。心理的ストレス反応とは、心理的な対処であり、「抑うつ気分」、「不安」、「怒り」を指す。レジリエンスは、改善や切り抜けることが困難な状況下において、強い心理的ストレス反応を示したとしても、それを回復できるかどうかといった心理的な弾力性のことを指す。文献 [14] では、ストレス場面の前後で心理的ストレス反応の減少を観測したという結論と共に、レジリエンスが高い被験者ほど、減少の程度が大きかったことを示した。この結果から、ストレスには個人差があり、その大小関係にも個人差が存在することが明らかとなった。これを教師から学生への指導というようなコミュニケーションに用いることで、ストレスから受ける心理的ストレス反応の大小関係を用いて、学生への指導方法を変化させる支援が可能となる。また、文献 [15] では、人の性格とストレスについての関連性を明らかにした。例えば、ストレス刺激に対して、それに対する感情を内にこめる性格の人は、同一場面に対して、他者と比べ高いストレス反応を検出した。このように、ストレス反応には個人差があることがわかる。また、文献 [16] では、職場における対処行動について調査し言及している。文献 [16] によれば、職場における認知的評価や職務への満足度が高ければ、対処行動の変化は少ないと述べている。最後に、文献 [17] では、認知的評価と精神の健康状態、対処行動にはそれぞれ相互作用があることを明らかにした。

このことから、ストレスと心理状態、行動は密接に結びつき作用し合っていることがわかる。よって、ストレスを捉えることが重要であることは明らかである。

## 第4章 心理学に基づくストレス推定

本章では、提案方式について述べる。人の心理状態を捉えるため、ストレスという概念を扱う。本章では、ストレス刺激を感じる場面（以下 ストレス場面）に直面した直後に人がとる情動を推定する方式について説明する。まず、概要を示した後に、システムの概要、データ収集のために作成した独自のストレス調査方式、情動を推定するための方式（以下 情動モデリング）を説明する。

### 4.1 提案方式の概要

本論文では、確率モデルの一つであるベイジアンネットワークの理論を用いて近未来の情動を予測する。ここで、近未来を、人がストレス場面に直面した直後とする。提案方式では、被験者ごとのストレス場面と、その時の位置情報、その後の心理状態、情動を推定することを目的とする。ストレス心理学に基づいて独自に作成したストレス調査質問用紙によって収集し、ベイジアンネットワークを適用するモデリングを行う。提案方式におけるモデルに与えるデータは、情動ごとに収集した位置情報・ストレス場面・心理的ストレス反応を与えた。ストレス場面ごとに変化する情動をモデル化することで、ストレス場面ごとに発生する情動を高い精度で推定することが可能である。

また、想定する場面については、ストレス調査質問用紙に回答可能な場面であれば、それら全てを考慮した。しかし、評価実験期間中に1度しか遭遇しなかった場面については、予測の妥当性を示すことができないため除外した。また、ストレス調査質問用紙は、1日1回以上の回答を求めた。回答時間がとれない場合は、その日の時間が空いた時に回答してもらうようにした。以下に提案方式のシステム利用とストレス推定の流れについて示す。

以下では、提案システムの概要、ストレス調査方式の内容、情動モデリングの説明を行う。

### 4.2 システム設計

本研究では、人が直面するストレス場面と心理的ストレス反応から情動を推定する。ストレス刺激を感じる場所（以下 ストレス場面）と、それに対する認知的評価・ストレス心理反応・情動を調査し定量データとして収集する。これらを行動履歴としてデータベース

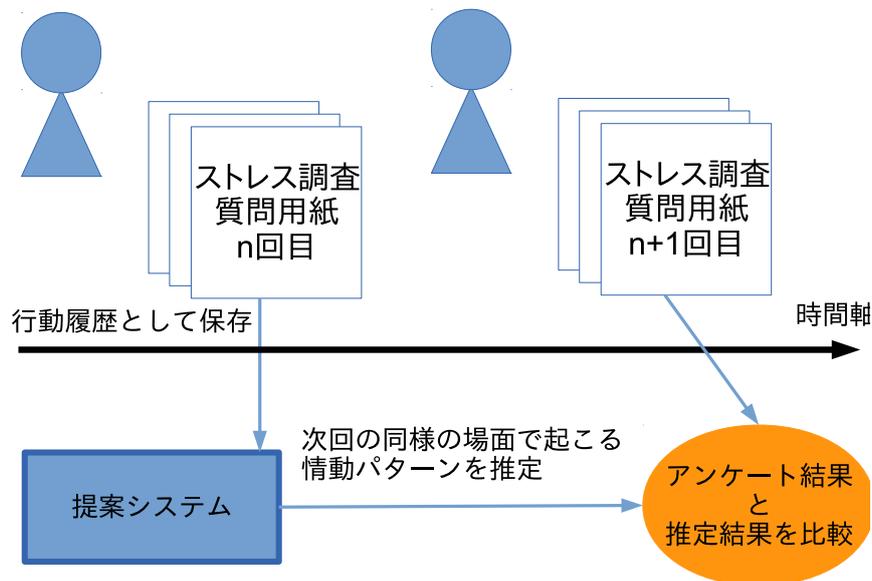


図 4.1: ストレス推定の流れについての概要図

に格納し，データ収集後に発生するストレス場面に対して，情動パターンの推定を行う．情動パターンの推定には，その時点までに収集した行動履歴を用いて推定する．行動履歴取得には，ストレス心理学に基づいたストレス調査質問用紙を作成し，調査を行った．このようにして得た行動履歴からストレス場面における人の心理的ストレス反応とその後とるであろう近未来の情動を，ベイジアンネットワークを応用した提案方式を用いて推定する．このストレス場面ごとに情動パターンを推定するためのモデルを情動モデルと呼び，このモデルの作成方法を情動モデリングと呼ぶ．提案システムでは，行動履歴データから情動モデリングを行い，被験者が近未来において起こす情動を推定する．本提案方式のシステムにおける情動推定までの流れを以下に示す．

- 各被験者は，ストレス場面に直面した時，以下のカテゴリ項目を独自に作成したストレス調査質問用紙または本システムのストレス調査 Web ページに入力する．
  - － ストレス場面名
  - － ストレス場面が発生した場所
  - － その場面における認知的評価
  - － その場面で発生した心理的ストレス反応
  - － その場面で起こした情動

これらは，全 15 項目の質問から成る．

- 被験者は、ストレス場面ごとに、ストレス調査質問用紙または Web ページに回答する。よって、同一のストレス場面は複数観測される。また、同様に複数の情動が観測される場合がある。ストレス調査質問用紙への回答は、各被験者ごとに 1 日 1 回以上の回答を求めた。
- ストレス調査質問用紙の回答結果は、ストレス場面と、そのときの心理的ストレス反応・情動パターンを一つのデータセットとしてデータベースに記録する。
- 心理的ストレス反応と情動パターンを含めた全 15 要因をもとに、次回の同一のストレス場面に対して、どの割合で各因子が出現するかを計算する。
- 推定した情動パターンと、次回の同一のストレス場面での情動パターンを比較し、一致率を算出する。一致率を一般的なベイズ推定と比較することで、提案方式の情動パターンの推定の精度を示す。

4.2 に、本研究で用いるシステムの利用における概要図を示し、4.3 節で、その詳細について述べる。

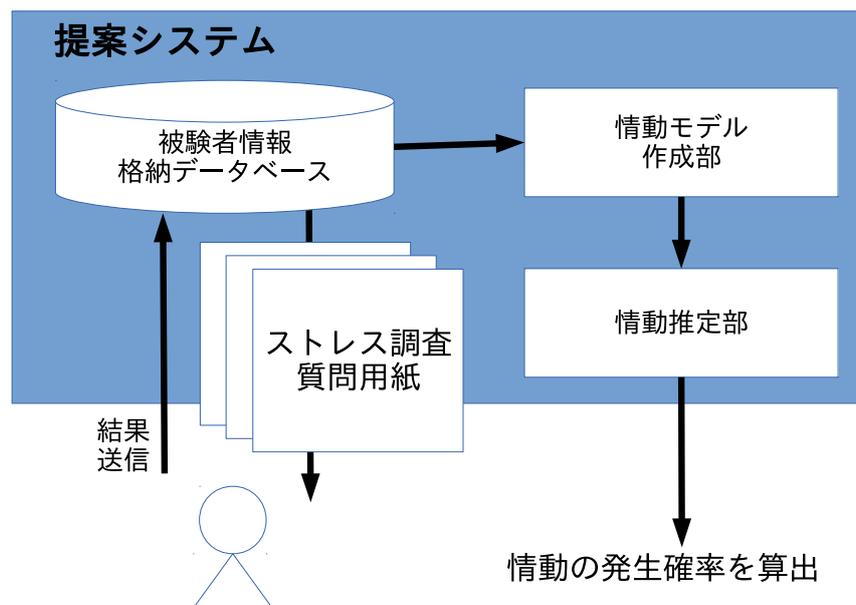


図 4.2: 提案方式の概要図

### 4.3 提案方式で用いるストレス調査方式

前述した通り、ストレス心理学に基づいた質問項目設定を行い、独自に作成したストレス調査質問用紙によって、ユーザモデルを作成する。本研究では、ストレスの種類と

ユーザの行動の関連性を調査するため、心理学の分野で用いられている CARS, SRS-18, TAC-24 というストレス測定尺度方式を参考に質問項目を作成した。4.3.1 節では、本論文で参考にしたストレス測定尺度方式について述べ、計測可能な尺度について示す。4.3.2 節では、それらを参考にして独自に作成したストレス調査質問用紙を示す。

#### 4.3.1 参考にした3つのストレス測定尺度方式(CARS, SRS-18, TAC-24)

本節では、参考にした3つのストレス測定のための尺度について述べる。以下では、CARS, SRS-18, TAC-24 の順にその尺度方式によって計測できるストレスについて示す。

まず、CARS について説明する。CARS は、ストレスフルな出来事に対して、どのように認知し評価するかを定量化するものである [18]。CARS は、認知的評価を

- コミットメント
- 影響性の評価
- 脅威性の評価
- コントロール可能性の評価

の4因子に分類することで、認知的評価を定量化する。この4因子によって、ある一つのストレス場面に対して、その場面が被験者にとってどのような意味を持つ場面であるかを数値によって知ることができる。例えば、「講演会」という場面であっても、自分が講演会で発表する立場なのか、聴衆としての立場なのかによって受ける印象は異なる。CARS を適用することで、ストレス場面に対する被験者ごとの評価を定量化することができる。

次に SRS-18 について説明する。SRS-18 は、心理状態として表現されるものを

- 抑うつ・不安
- 怒り・不機嫌
- 無気力

の3因子に分類する [19]。SRS-18 は、日常的に発生する主要な心理的ストレス反応を測定することが可能であるため、ある時点から別のある時点までのストレス反応の変化を測定することができる。例えば、あるストレス場面に直面する前とストレス場面後では、明らかに心理状態が異なる。SRS-18 はその心理状態の違いを上記の3尺度で定量化できる。

最後に、TAC-24 について説明する。TAC-24 は、ストレスフルな出来事に対する評価と対処行動を以下の8因子に分類するものである [20]。

- 情報収集

- 計画立案
- カタルシス
- 肯定的解釈
- 責任転嫁
- 放棄・諦め
- 気晴らし
- 回避的思考

上記のストレス測定尺度方式は、どれも心理学分野で用いられるものであるため、信頼性・妥当性が共に保証されていることとする。

#### 4.3.2 作成したストレス調査質問用紙

本研究では、CARS、SRS-18、TAC-24を参考に、独自に質問項目を作成し、2つタイプのストレス調査質問用紙を作成した。4.1節と4.2節にその内容を示す。これらの質問項目は、すべて5件法（全く当てはまらない：0点、あまり当てはまらない：1点、まあまあ当てはまる：2点、かなり当てはまる：3点、当てはまる：4点）で点数をつける。被験者には、回答可能なストレス場面に直面した時または直面する前後でストレス調査質問用紙の回答を要求した。質問用紙に記入する時間がとれなかった場合は、その日のうちに時間が空いた時に回答することとした。また、1日のうちに少なくとも1回は質問用紙に回答してもらい、データを収集した。

表4.1と表4.2は、CARS、SRS-18、TAC-24で求めることのできる計15因子を定量化することができる。本論文では、ストレス調査質問用紙から得ることのできるストレスに関する15因子をストレス属性と呼ぶこととする。4.4節では、行動履歴として蓄積されるストレス属性データセットから近未来のストレス属性値を推定する方式を述べる。

### 4.4 ストレス推定アルゴリズム

本論文では、ストレス心理学の観点からベイジアンネットワークを構築する。まず、本論文で用いた、ストレス心理学におけるストレス反応と対処のモデルを説明する。

表 4.1: ストレス場面に関するストレス調査質問用紙の内容

質問番号	質問内容
1.	あなたはこの状況を改善したいと思えますか
2.	この状況はあなたに影響を与えるもの、または重要なことだと思えますか
3.	この状況は、あなたを危機に陥れるものだと思えますか
4.	この状況に対して、どのようにしたら良いか知っていますか
5.	この状況に対して、鬱な気持ちになったり不安を感じますか
6.	この状況に対して、怒りを感じたり不機嫌になったりしますか
7.	この状況に対して、ヤル気がなくなったり無気力になったりしますか

#### 4.4.1 認知 対処モデルについて

用いたモデルは「認知 対処モデル」と呼ばれるモデルで、Richard S. Lazarus が提唱したものであり文献 [5][6] で示された内容を独自に図示したものである。認知 対処モデルを、図 4.3 で示し、各プロセスの内容を以下に示す。

- 1次評価:ある出来事について、自分に関係があるのかわからないのかを決定する。また心理的に害を受けるかどうか(有害)、今後に害や危機が予想され備える必要があるのかわかる(脅威)、その出来事を克服できる可能性があるのかわかる(挑戦)を評価する。
- 2次評価:ある出来事に、対処できる能力や資源を評価する。ある出来事に対して、自分の立てたストレス軽減のための戦略を実行できるかどうかを自身の能力や持っている資源を評価する。
- コーピング:ある出来事からくる心理的な苦痛などを回避したり、和らげるために行う行動である。コーピングは問題解決と情動の2つの型に分類できる。

注意すべき点は、1次評価と2次評価はほぼ同時に行われ、コーピングは、1度のコーピングでストレス場面の状況を再評価し、その評価結果を受けて再度コーピングが行われる場合がある点である。

表 4.2: 情動に関するストレス調査質問用紙の内容

質問番号	質問内容
8.	この状況に対して，状況を改善するような情報を集めようと行動しますか
9.	どのような対策をとるべきかを考えたり，次に何をすべきかを考えますか
10.	この状況に対して，誰かに話を聞いてもらったり，愚痴をこぼしたりして気持ちを楽にしようと行動しますか
11.	この状況を楽観的に捉えたり，悪いことだけでなく良いことを考えようと行動しますか
12.	口からでまかせを言って逃れたり，責任を相手に押し付けて気持ちを楽にしようとしますか
13.	この状況に対して，どうすることもできないと諦め状況を改善することを放棄しますか
14.	気晴らしのために，好物を食べたり買い物をするといった行動をしますか
15.	この状況について，深く考えることをやめたり，忘れようとしますか

本論文では，この認知 対処モデルに従って，情動モデリングを行う．認知 対処モデルにおける情動をモデリングするため，ストレス調査質問用紙の結果から得られた値をもとにベイジアンネットワークを構築する．ストレス属性を結んだベイジアンネットワークのトポロジを情動ネットワークと呼ぶ．例として，図 4.4 に，情動ネットワークトポロジを示す．

図 4.4 において，長方形で囲まれたものをノード，それらを結ぶ太線・細線をエッジと呼ぶことにする．エッジで繋がれた 2 つのノードは相関関係を示しており，強い正の相関がある場合は太線で表し，強い負の相関がある場合は細線で表す．本提案方式では，この情動ネットワークにおいて，情動の発生確率を求めることが情動パターンを推定することになる．4.5 節では，情動の発生確率の算出方法について詳しく述べる．

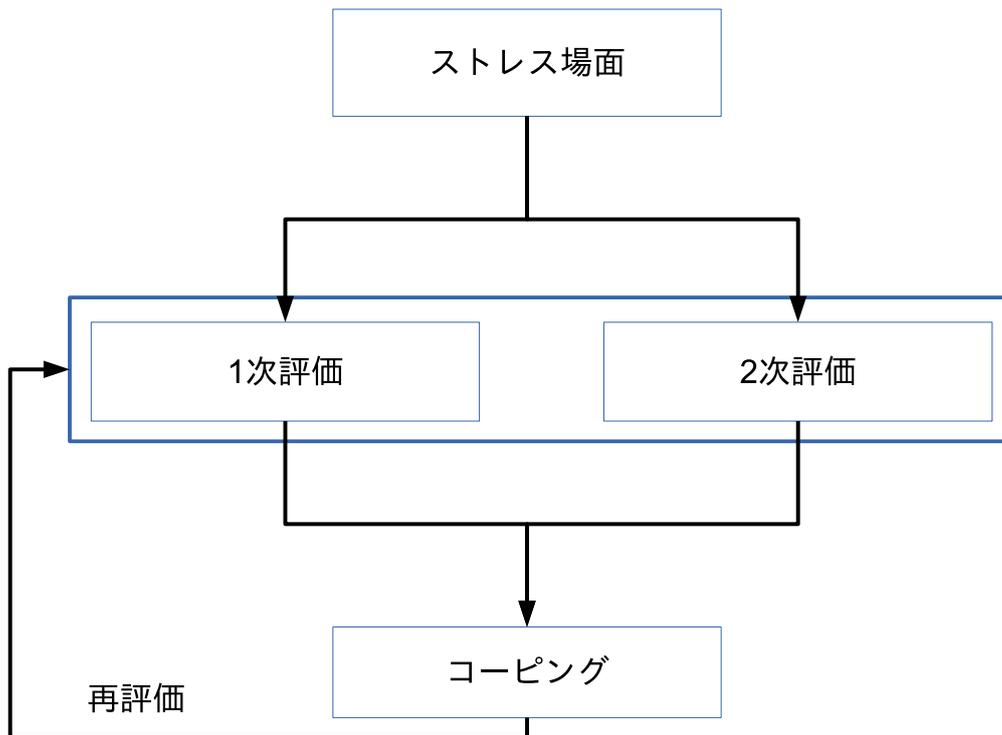


図 4.3: 認知 対処モデル

## 4.5 情動パターンの算出

本提案方式では、ベイズ推定を用いて、近未来の情動パターンを推定する。本研究では、推定する値を情動パターンと設定した。情動パターンは、全8つの情動の内、各ストレス場面において発生確率の高い上位3つを指す。よって、各情動を起こす頻度と、各認知的評価、心理的ストレス反応の頻度を算出することが、情動パターンを推定することになる。

情動パターンの算出方法を説明するため、図 4.4 を用いて各情動があるストレス場面において、どれだけ起こりやすいかを算出する方法を示す。図 4.4 では、ストレス場面の認知的評価である4因子(コミットメント・影響性・脅威性・コントロール可能性)が心理的ストレス反応である3因子(抑うつ・不安、怒り・不機嫌、無気力)と情動「カタルシス」に対して、正または負の強い相関があることを意味している。よって、図 4.4 は、各情動8種類を、認知的評価と心理的ストレス反応の関係、また認知的評価と情動の関係をネットワークトポロジで表現していることになる。次にこの情動ネットワークからベイズ推定によって、情動の発生確率を求める。本論文では、認知的評価、心理的ストレス反応、情動をノードとして表現し、強い相関の結びつきをエッジとして表現する。また、確率として表現するため、ノードの起こりやすさを発生確率という言葉を用いて表現する。

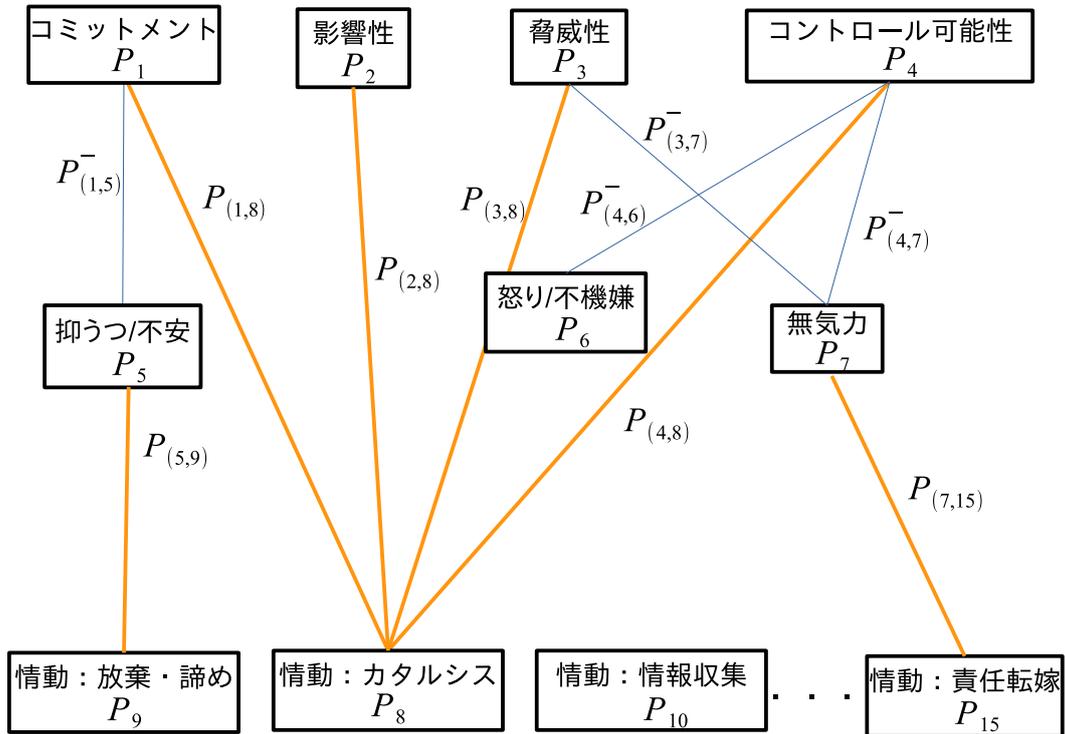


図 4.4: 情動ネットワークのトポロジ例

同様に確率論的な説明のため、各ノードを事象として捉える。

ここで、発生確率を  $P$  と表現する。各事象の記号確率を表す  $P$  を表 4.1, 表 4.2 で示した質問番号に付加したもので表す。例えば、質問番号 1 は、コミットメントを定量化する質問項目であるため、この発生確率を  $P_1$  と表す。この時、図 4.4 において、認知的評価の全因子であるコミットメント、影響性、脅威性、コントロール可能性（発生確率は、それぞれ  $P_1, P_2, P_3, P_4$ ）が、情動「カタルシス ( $P_8$ )」（質問番号 8 に相当する）と正の相関が強く、情動「カタルシス ( $P_8$ )」の発生源としての確率が高い。そこで、コミットメント、影響性、脅威性、コントロール可能性が同時に起こる確率を  $P_{1,2,3,4}$  と表現する。これが発生した時の情動「カタルシス ( $P_8$ )」の発生する尤もらしさである尤度を  $P_{8|(1,2,3,4)}$  と表す。

ここで、ベイズの定理において、事象  $X_i$  に対して、事象  $Y$ 、それに対する尤度  $P_{(Y|X_i)} (= P_{(X_i \cap Y)}/P_{X_i})$  と事前確率を  $P_{X_i}$  とすると、事後確率  $P_{(X_i|Y)}$  は

$$P_{(X_i|Y)} = \frac{P_{(Y|X_i)}P_{X_i}}{\sum_j (P_{(Y|X_j)}P_{X_j})}$$

と表現できる。

そこで、情動「カタルシス ( $P_8$ )」が発生する確率は、図 4.4 を参照すると認知的評価であるコミットメント、影響性、脅威性、コントロール可能性の 4 因子 ( $P_{(1,2,3,4)}$ ) との相関

が強いことから同時発生確率が高いとわかる．よって，情動「カタルシス ( $P_8$ )」の発生確率は，ベイズの定理より，

$$P_{((1,2,3,4)|8)} = \frac{P_{(8|(1,2,3,4))}P_{(1,2,3,4)}}{\sum_i P_{(8|i)}P_i}$$

となる．このようにして求めた， $P_{((1,2,3,4)|8)}$  の値が，情動「カタルシス ( $P_8$ )」が発生する確率となる．

情動パターンは，本研究において，情動の発生確率の高い順から上位3つを選出することとしていた．よって，発生確率の高い順から3つを選出することで，情動パターンを推定することになる．

#### 4.5.1 事前確率と各ストレス属性の発生確率の設定

本研究では，各ノードである事象の発生確率の基準として，ストレス調査質問用紙における点数ごとの重みを評価する．ストレス調査質問用紙は，5件法を用いているため，0点から4点の点数を各ストレス属性が持つことになる．その時，得ることができた各ストレス属性の点数を，そのストレス属性の発生確率として適用する．以下に，点数と発生確率の関係を示す．

- 0点：「多くとも発生する確率 10%」
- 1点：「発生確率 30%」
- 2点：「発生確率 50%」
- 3点：「発生確率 70%」
- 4点：「少なくとも発生する確率 90%」

また，データが0件の初期状態では，理由不十分の原則に基づいて，2点の重みである発生確率を 50%を採用した．上記の方式を用いて，全ての情動についての発生確率を求める．

#### 4.5.2 ストレス場面の類似度判定について

本研究では，ストレス場面が同一の名称であってもそれに対する認知的評価が異なれば，別のストレス場面だと判断するアルゴリズムを採用した．ストレス心理学によれば，人は，場面を認識し評価することで，心理的な反応や場面に対する対処行動を起こす．これをモデル化するため，ストレス場面名が同一であっても，観測された認知的評価が異なれば，異なる場面であると判断する．ただし，異なる場面の各ストレス属性の発生確率を取り込んだ場合でも，取り込まない場合より推定精度が高くなれば，誤差であったとして同一場面だと見なして，その時のデータを採用する．

## 第5章 評価実験

本章では、提案方式の検証を行うために、評価実験を実施した。評価実験の内容とその結果について述べる。5.1節では、実験概要について説明し、5.3節では、提案方式で用いたストレス調査質問用紙について、観測したデータを分析した結果を述べる。5.4節では、提案方式によって、算出した情動パターンが実際のストレス調査質問用紙の結果とどれだけ一致したかを実験結果として述べる。

### 5.1 実験概要

評価実験の概要について述べる。評価実験は、2013年10月22日から2013年11月27日の約1ヶ月間の間に行った。

まず、評価実験の目的を述べる。実験の目的は以下の通りである。

- ストレス場面に対する認知的評価と情動の関係を分析する
- 情動パターンの推定を行い、十分な精度であるかを検査する。

実験の内容は以下の通りである。

- 各被験者は、ストレス場面に直面した時、
  - － ストレス場面名
  - － ストレス場面に対する認知的評価
  - － 心理的ストレス反応
  - － 情動

をストレス調査質問用紙または指定のWebページから入力する。

- ストレス調査質問用紙の結果をもとに、提案方式による情動パターンの算出を行う。
- 推定した情動パターンと、次回のストレス調査質問用紙の結果を比較し、一致率を計算する。

## 5.2 情動パターン的一致率の算出

提案方式の評価における方法について説明する．評価は，推定した情動パターンが実測データをどれだけ正確に予測できたかを指標とする．

情動パターンとは，情動であるストレス属性 8 からストレス属性 15 の 8 因子のうち，あるストレス場面における情動の発生確率の高い 3 因子をいう．情動の発生確率の高い 3 因子を選出した理由は，一つのストレス場面において実際にとることのできる情動は，多くとも 3 つであるという仮定に基づく．

本研究では，評価の指標を一致率とした．提案方式評価のための一致率の定義式を以下に示す．

$$\text{総場面数} = N \quad (5.1)$$

$$\text{観測データ } n \text{ 番目の場面} = n(n \leq N < (n + 1)) \quad (5.2)$$

$$A_n = \text{提案方式で算出した情動パターン集合} \quad (5.3)$$

$$B_{n+1} = \text{実測データから得た情動パターン集合} \quad (5.4)$$

$$\text{情動パターン一致度}_n = A_n \cap B_{n+1} \quad (5.5)$$

$$\text{一致率} = \frac{\sum_{n=1}^N \text{情動パターン一致度}_n}{3N} \quad (5.6)$$

## 5.3 ストレス調査質問用紙の結果分析

ストレス調査質問用紙の結果を分析した内容を本節では示す．ストレス調査質問用紙で得られた結果を分析することで，各被験者のストレス場面の認識と，その時の心理的ストレス反応，その後の情動の関係を捉えることが可能である．

表 5.1: ストレス調査質問用紙の集計結果

ストレス場面の総数	認知的評価の種類	心理的ストレス反応の種類	情動パターンの種類
140	79	87	41

実験期間の間に 16 名の被験者から検出されたストレス場面は，140 場面であった．表 5.1 から判断されることは，心理的ストレス反応が同一の場面において，いくつかの変化を示すことがわかる．また，情動パターンの種類が最も少ないことから，観測したストレス場面において，いくつかの決まった行動パターンが存在することがわかる．

## 5.4 提案方式によるストレス推定の実験結果

提案方式を用いたストレス推定について説明する．本研究では，情動パターンを算出することを目的とした．

表 5.2 に，被験者ごとに算出した一致率の平均値・最大値・最小値を示す．表 5.2 から，観測データ 4 回目で平均一致率が 77%であることがわかる．また，観測データ 4 回目における最大一致率は 91%，最小一致率は 53%であった．この数値が有効であるかどうかを示すため，図 5.1 では，提案方式とストレス場面を区別しない場合でベイズ推定を行った時の一致率の比較を示した．

表 5.2: 観測データ比較ごとの情動パターン一致率 (単位：%)

	1回目	2回目	3回目	4回目
平均一致率	59	70	74	77
最大一致率	66	83	88	91
最小一致率	50	40	50	53

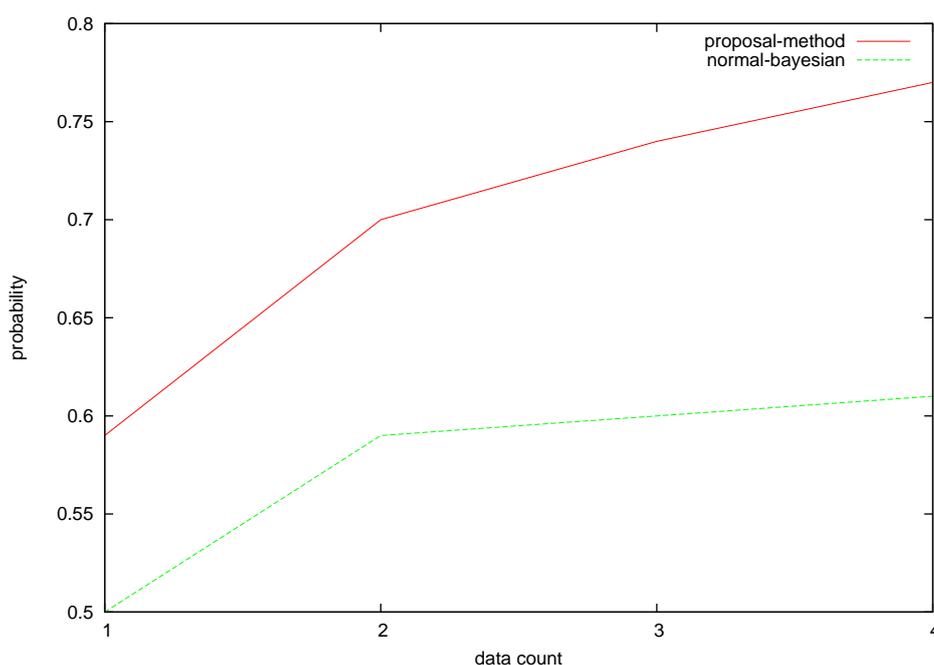


図 5.1: 提案方式とストレス場面を区別しないベイズ推定による情動パターン一致率の比較

図 5.1 は，情動ネットワークを用いて算出した情動パターンと次回観測データの情動パターンの一致率を示したものである．提案方式は赤線で示し，ストレス場面を区別しないベイズ推定は緑線で示している．0 回目の事前確率は，理由不十分の原則からすべて

50%として設定している．本研究で行った評価実験において，行動履歴データベースへ同等のストレス場面が蓄積されるごとに，提案方式とストレス場面を区別しないベイズ推定の情動パターン的一致率が高くなっていくのが図 5.1 から読み取れる．また，提案方式による一致率は，ストレス場面の区別をしない場合よりも高いことがわかる．このことから，提案方式の有効性を示すことができた．加えて，ストレス場面とその認知的評価によって，ストレス場面ごとに情動パターンが変化することが推察できる．

## 第6章 考察

本章では、評価実験で得られた結果をもとに、提案方式について考察する。6.1節では、ストレス推定の有用性について評価実験から得られた結果とそれらを分析した結果を用いて述べる。6.2節では、近未来の設定が適切であったことを明らかにして提案方式の妥当性を示す。最後に、6.3節で、本研究で作成したストレス調査質問紙の有用性について言及し、提案方式であるストレス推定がコミュニケーション支援に対して有用であることを示す。

### 6.1 ストレス推定の有用性について

本節では、提案方式の有用性について述べる。以下では、ストレス場面には慣れと不慣れな場面が存在し、その場面の違いによって、情動パターンの推定率が変化することを述べる。また、認知的評価・心理的ストレス反応・情動の関係性を明確化できたことを示す。

#### 6.1.1 異なるストレス場面タイプにおけるストレス推定

本節では、実験結果から判明したことを述べる。ストレス場面には、2種類あることがわかった。ストレス場面を表すストレス属性と心理的ストレス反応が、共に変化した場合でも情動パターンが変化しない場合と、ストレス属性の変化によって情動パターンが変化する場合である。これは「慣れ・不慣れ」という表現で表すことができる。慣れの場面と不慣れの場面ごとの情動パターンの一致率の違いを表6.1に示す。また、慣れと不慣れのストレス場面における、情動パターン一致率の変化を観測データ毎に示したものを図6.1に示す。

表 6.1: 慣れの場面と不慣れの場面の一致率の違い (単位: %)

データ適用回数	1	2	3	4
慣れの場面	61	74	78	83
不慣れの場面	56	58	64	66
両方の場面	59	70	74	77

表6.1と図6.1から、慣れのストレス場面は、情動の変化が少なく、場面ごとの認知的評価が影響を与えるのは、心理的ストレス反応に対してであることが推察できる。一方、

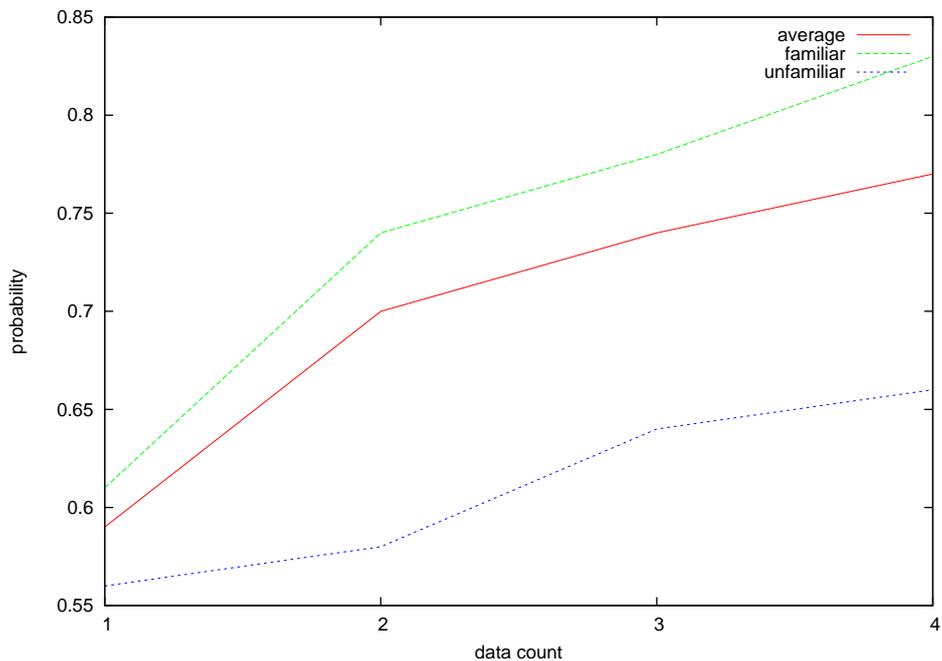


図 6.1: 観測データごとに比較した慣れと不慣れのストレス場面における一致率の違い

不慣れのストレス場面は、認知的評価と心理的ストレス反応、情動が不安定であるため、少ないデータ件数では、慣れのストレス場面に比べ、高い推定率にならないことがわかる。しかし、不慣れな場面では、少ないデータ数から高い精度での情動パターン推定は困難であるが、行動履歴としてのデータ件数が増加すれば、高い精度での情動パターン推定が可能であると推察できる。また、ストレス場面を区別することで、情動パターンの推定が可能になり、コミュニケーション支援として、有用であることを示すことができた。以下にコミュニケーション支援として有用である例を示す。

例えば、認知的評価が心理的ストレス反応に与える影響を考慮すると、これからコミュニケーションをとろうとする相手の不安感や怒りなどの心理状態を刺激することを避けたアプローチが選択可能である。また、慣れの場面では、情動の変化が少ないため、情動を推定することが容易である。そのため、相手の情動を妨げないようなアプローチも選択可能である。

### 6.1.2 ストレス場面ごとの認知的評価と心理的ストレス反応、情動の関係性の明確化

本研究では、心理学で用いられてる認知的評価と対処のモデルを参考に、情動ネットワークを作成した。情動ネットワークを用いることで、ストレス場面ごとの認知的評価と、心理反応、情動の推定を行うことが可能であることがわかった。また、それらの関係

を分析することで，コミュニケーション支援の際にどのように用いることが可能であるかを示す．

表 6.2: 被験者 A のストレス場面 X における各ストレス属性ごとの相関係数行列

	cmmt	efct	fear	ctrl	dprs	angr	spls	ctrs	abdn	infg	rlax	avdc	afrm	plan	tblm
cmmt	1.00	1.00	0.93	0.39	-0.97	-1.00	-1.00	-0.37	-1.00	1.00	0.93	-1.00	-0.13	1.00	-1.00
efct	1.00	1.00	0.93	0.39	-0.97	-1.00	-1.00	-0.37	-1.00	1.00	0.93	-1.00	-0.13	1.00	-1.00
fear	0.93	0.93	1.00	0.09	-0.95	-0.93	-0.93	-0.68	-0.93	0.93	0.82	-0.93	-0.44	0.93	-0.93
ctrl	0.39	0.39	0.09	1.00	-0.33	-0.39	-0.39	0.57	-0.39	0.39	0.26	-0.39	0.45	0.39	-0.39
dprs	-0.97	-0.97	-0.95	-0.33	1.00	0.97	0.97	0.50	0.97	-0.97	-0.85	0.97	0.20	-0.97	0.97
angr	-1.00	-1.00	-0.93	-0.39	0.97	1.00	1.00	0.37	1.00	-1.00	-0.93	1.00	0.13	-1.00	1.00
spls	-1.00	-1.00	-0.93	-0.39	0.97	1.00	1.00	0.37	1.00	-1.00	-0.93	1.00	0.13	-1.00	1.00
ctrs	-0.37	-0.37	-0.68	0.57	0.50	0.37	0.37	1.00	0.37	-0.37	-0.25	0.37	0.78	-0.37	0.37
abdn	-1.00	-1.00	-0.93	-0.39	0.97	1.00	1.00	0.37	1.00	-1.00	-0.93	1.00	0.13	-1.00	1.00
infg	1.00	1.00	0.93	0.39	-0.97	-1.00	-1.00	-0.37	-1.00	1.00	0.93	-1.00	-0.13	1.00	-1.00
rlax	0.93	0.93	0.82	0.26	-0.85	-0.93	-0.93	-0.25	-0.93	0.93	1.00	-0.93	0.07	0.93	-0.93
avdc	-1.00	-1.00	-0.93	-0.39	0.97	1.00	1.00	0.37	1.00	-1.00	-0.93	1.00	0.13	-1.00	1.00
afrm	-0.13	-0.13	-0.44	0.45	0.20	0.13	0.13	0.78	0.13	-0.13	0.07	0.13	1.00	-0.13	0.13
plan	1.00	1.00	0.93	0.39	-0.97	-1.00	-1.00	-0.37	-1.00	1.00	0.93	-1.00	-0.13	1.00	-1.00
tblm	-1.00	-1.00	-0.93	-0.39	0.97	1.00	1.00	0.37	1.00	-1.00	-0.93	1.00	0.13	-1.00	1.00

表 6.3: 被験者 A の情動 11(rlax) の推定式要約統計量

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	-0.7500	1.4294	-0.52	0.6924
cmmt	1.7500	1.2311	1.42	0.3903
fear	-0.0000	1.0000	-0.00	1.0000
dprs	0.7500	1.2990	0.58	0.6667

表 6.2 は，被験者 A のストレス場面 X における各ストレス属性 15 因子同士の相関係数を示したものである．表 6.2 内にある因子の略称の意味は表 6.5 の通りである．

表 6.2 をもとに，情動と認知的評価と心理的ストレス反応の関係を推測することができる．

例えば，ストレス場面 X における情動「気晴らし (略称：rlax)」は，表 6.2 において，認知的評価と心理的ストレス反応の

- cmmt , efct , fear
- dprs , angr , spls

と相関が強いことがわかる．ここで，相関関係が強いとは， $\pm 0.7$  以上であることと定めた．また，目視による相関関係の検出だけでなく，重回帰式を作成し関係性を検査することも可能である．表 6.3 と表 6.4 にその内容を示した．表 6.3 は，rlax と相関の強い因子

表 6.4: 各重回帰式の重決定係数と自由度調整済み係数

	Multiple Rsquared	Adjusted R-squared
cmmt, efct, fear, dprs, angr, spls	0.90	0.63
cmmt, ctrl	0.87	0.74
efct, ctrl	0.87	0.74
fear, ctrl	0.70	0.40
dprs, ctrl	0.72	0.44
angr, ctrl	0.87	0.74
spls, ctrl	0.87	0.74

表 6.5: 相関係数行列の略称の説明

略称	正式名称	意味
cmmt	コミットメント	この状況を改善したいと考えているかどうか
efct	影響性	この状況が影響を与えたり重要なことだと考えるかどうかの認知的評価
fear	脅威性	この状況が自分を危機に陥れるものだと考えるかどうかの認知的評価
ctrl	コントロール可能性	この状況に対して自分がどのようにしたら良いか知っているかどうかの認知的評価
dprs	抑うつ・不安	この状況に対して鬱な気持ちになったり不安を感じる心理的反応
angr	怒り・不機嫌	この状況に対して怒りを感じたり不機嫌な気分になるかどうか心理的反応
spls	無気力	この状況に対してやる気がないと感じたり、無気力になるかどうかの心理的反応
ctrs	カタルシス	だれかに愚痴をこぼしたり話しを聞いてもらうような対処行動
abdn	放棄・諦め	状況の改善を諦めるまたは放棄する対処行動
infg	情報収集	状況に対する何らかの情報を集めようとする対処行動
rlax	気晴らし	好物を食べたり買い物、遊びなどの気晴らしをするための対処行動
avdc	回避的思考	この状況について考えることをやめる対処行動
afrm	肯定的解釈	状況を楽観的に捉えるような対処行動
plan	計画立案	対策を立てたり次に何をすべきかを考え行動する対処行動
tblm	責任転嫁	責任を誰かに押し付け、自分は悪くないと考える対処行動

全てを独立変数として重回帰式に用いた時の要約統計量である。ただし、計算過程において、欠損値を検出した因子である *efct*, *angr*, *spls* は記載していない。一方、表 6.4 は、*rlax* と相関の強い因子を独立変数とした重回帰式の推定率を示している。

まず、重回帰式の優位性を調べる。表 6.3 に示した  $P_r$  が優位性を示す  $p$  値の値である。相関の強い認知的評価と心理的ストレス反応の因子を全て含んだ要約統計量から  $p$  値を読み取ると、 $p$  値が 0.6924 であることから、有意水準を 0.1 とした場合、有意性がないと判断できる。つまり、この重回帰式は有意でないと判断される。同様に、*cmmt*, *efct*, *dprs* の各独立変数においても、 $p$  値が 0.1 の有意水準を下回らないため、重回帰式における優位性が検出されていないことがわかる。

次に、重回帰式における推定率を表 6.4 を用いて説明する。*cmmt*, *efct*, *fear*, *dprs*, *angr*, *spls* を独立変数として取り込んだ重回帰式を適用した時の推定率は、表 6.4 の 1 行 2 列目を参照すれば、63%である。また、各因子を分解し、相関係数の小さい因子である

コントロール可能性 (略称: ctrl) と組み合わせた重回帰式を作成し, 観測データへのあてはまりの良さを推定した. この時, 表 6.4 より, 因子 fear, dprs は 40%以上, それ以外の因子は 70%以上の推定率であることがわかる.

また, 相関係数が 0.7 以上である因子同士を 2 つ選んで重回帰式に取り込み, 多重共線性の有無を調べることで, 独立変数が重回帰式に適したものであるかどうかを検査することができる. 2 つの因子を選択する理由は, 独立変数が 3 つ以上の場合, 関係性の分析が困難となるからである. 以下では, 表 6.3 で示した rlax の推定式の独立変数である

- cmmt, fear, dprs

から 2 つの独立変数を選出し, それぞれについて多重共線性を検査する. 以下に各独立変数の組み合わせとその時の, 分散拡大要因 (略称: VIF) の値を示す. この値が 9.0 以上であれば, 多重共線性が発生していると判断し, rlax を表現する重回帰式として不適切な独立変数であることがわかる. VIF の値が 9.0 を下回っていれば, 重回帰式における独立変数として適切であることがわかる. 表 6.6 に各独立変数の組み合わせと分散拡大要因の値を示す.

表 6.6: rlax の各重回帰式における独立変数間の多重共線性の検査

	Independent-variable	vif-value
cmmt, fear	cmmt	7.2
	fear	7.2
cmmt, dprs	cmmt	17.2
	dprs	17.2

表 6.6 は, cmmt, fear を独立変数とした重回帰式と, cmmt, dprs を独立変数とした重回帰式における, 分散拡大要因の値を示している. 分散拡大要因の値が 9.0 を下回っているのは, 独立変数として cmmt, fear を選出した時であるため, この 2 つの因子が rlax という情動を推定する独立変数として適していることがわかる.

以上の分析結果から, 情動「気晴らし (略称: rlax)」はコミットメント (略称: cmmt) と脅威性 (略称: fear) と関係があることがわかる. このような分析を行うことで, 各因子同士の関係を説明することが可能である. この関係を考慮すれば, コミットメントと脅威性が強いストレス場面 X では, 情動として気晴らしを行う可能性があり, アプローチの選択として気晴らしを妨げないようなコミュニケーションをとることが望ましいと考えられる.

### 6.1.3 情動パターンの推定とコミュニケーション支援

情動ネットワークを用いることで, 観測データから情動パターンの推定を行うことができることを示した. 本節では, 情動パターンが推定できることによるコミュニケーション支援の可能性について示す.

表 6.7: ストレス場面におけるストレス属性の構成比率

	cmmt	efct	fear	ctrl	dprs	anгр	spls	ctrs	abdn	infg	rlax	avdc	afrm	plan	tblm
1	14.06	14.06	14.06	7.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.06	14.06	0.00	7.81	14.06	0.00
2	18.57	18.57	15.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.57	10.25	0.00	0.00	18.57	0.00

表 6.7 は提案方式によって、推定したストレス場面 X のストレス属性の構成比率を表したものである。1 行目は、観測データを 1 つ適用した時の、提案方式によって算出した事後確率の構成比率である。2 行目は、1 回目から 4 回目の観測データを適用した場合の事後確率の構成比率である。提案方式を用いることで、ストレス場面で観測できるストレス属性の割合を推定することが可能である。例えば、表 6.7 を参照すれば、心理的ストレス反応が発生しないことがわかる。

よって、コミュニケーションをする際には、ストレス場面による心理的ストレス反応はないため、情動のみに着目して、コミュニケーションを行えば良いと推察できる。

## 6.2 近未来の設定について

本節では近未来について述べる。提案方式では、近未来を、ストレス場面直後と設定した。この妥当性を検査するため、以下のアンケート調査を行った。アンケートの内容は、ストレス調査質問用紙の結果から得た各被験者のストレス場面において、8 つの情動を起こすタイミングを調査するものである。タイミングは以下の 5 つで判定した。

- 状況が発生した直後 (1 点)
- 状況が発生した 1 時間後 (2 点)
- 状況が発生した 2 時間後 (3 点)
- 状況が発生した 3 時間後 (4 点)
- それ以降 (5 点)

状況が発生した時間から最も近いものから 1 点として、4 時間後の情動を 5 点とする 5 件法で評価した。

表 6.8 から、情動のタイプによって情動を起こすタイミングには、ルールがあると推察できる。例えば、カタルシスは、ストレス場面が発生した直後に行うと回答した被験者が最も多く、分散も少ない。しかし、回避的思考や肯定的解釈は、分散が大きく被験者によって行うタイミングが異なることがわかる。

次に、各被験者の近未来についてのアンケート結果と推定した情動パターンをもとに、近未来の設定が適切であったかどうかを判断する。アンケート結果は全被験者 16 名中 11 名から回答を求めることができた。そこで、11 名のデータを元に、情動を起こすタイミ

表 6.8: 情動のタイミング調査アンケートの回答結果

情動の種類	平均	分散	標準偏差
カタルシス	1.77	1.35	1.16
放棄・諦め	3.00	2.82	1.68
情報収集	2.33	2.82	1.68
気晴らし	2.88	2.85	1.68
回避的思考	3.27	3.15	1.77
肯定的解釈	2.66	3.17	1.78
計画立案	2.33	2.58	1.60
責任転嫁	3.44	2.61	1.61

ングが、ストレス場面直後であるかどうかを調査した。本研究では、情動パターンを用いたため、情動パターンの中に一つ以上ストレス場面直後に起こした行動があるかどうかを求め、それをアンケートに回答した全被験者数で割ったものを、正解率として算出した。その結果、ストレス場面直後に情動を行った被験者の割合は63%であった。

よって、近未来の設定として、ストレス場面直後に情動を行う確率が高く、近未来の設定は、適切であったとわかる。

### 6.3 提案方式に用いたストレス調査質問用紙の評価について

本節では、提案方式で用いたストレス調査質問用紙の妥当性について述べる。本提案方式で用いたストレス調査質問用紙について、評価アンケートを作成し、各被験者に回答を求めた。その質問内容と結果を表6.9に示す。

この評価アンケートは、

- そう思わない(1点)
- あまりそう思わない(2点)
- どちらとも言えない(3点)
- まあまあそう思う(4点)
- そう思う(5点)

の5段階で評価した。

評価アンケートの結果、提案方式で用いたストレス調査質問用紙の負荷はそれほど大きくなかったことがわかる。また、分散の結果からも被験者の多くが負荷が少なかったと感

表 6.9: ストレス調査質問用紙の評価

質問内容	平均値	標準偏差
このアンケートの項目数はあなたにとって負荷が少ないと感じましたか（質問項目数は適切でしたか）	4.22	0.92
ストレス場면을記述することは、ストレス場면을表現する手段として適切だと感じましたか	3.44	0.88
ストレス場面に対する認識を表現することはできましたか（質問項目 1-4）	3.88	1.45
ストレス場面に対するネガティブな心理状態を表現することはできましたか（質問項目 5-7）	4.44	0.72
あなたがストレス場面での行動を質問項目から表現することはできましたか（質問項目 8-15）	4.00	1.11

じている。ストレス場면을表現する方法として、各被験者には、その場면을表現する文字列を入力してもらったが、これは、平均点 3.0 より 0.44 だけ高い程度の評価であった。また、ストレス場面に対する認知的評価の表現も平均点 3.0 よりも 0.88 だけ高いという評価であった。このことから、ストレス場面の入力方法と認知的評価の定量化方法は改善の余地がある。しかし、ストレス調査質問用紙の項目数、心理的ストレス反応と情動の表現については、4.0 以上の得点を得ることができているため、適切であったことがわかる。

このことから、コミュニケーション支援に対して、本研究で用いたストレス調査方式を有効に活用することが可能であることがわかる。また、ストレス場面ごとの認知的評価・心理的ストレス反応・情動を得るための手法として、適切であったことを示した。

## 第7章 結論

本章では、まとめと今後の課題について述べる。

### 7.1 まとめ

本研究では、ストレスという概念を用いて、近未来のストレス対処行動である情動を推定した。本研究は、遠隔地などの空間を共有しない状況において、人の心理状態を扱った。人がストレスを感じる場面と、その時の心理状態、近未来の情動を分析した。分析結果をもとに、同様のストレス場面において、近未来の情動がどのようなパターンで発生するかを推定する方式を提案した。

これまでの、グループウェアにおけるアウェアネス提供は、状況情報や忙しさといった観測可能な情報のみを扱っていた。しかし、それらの情報だけでは、回避困難な不適切なタイミングでのコミュニケーションの発生を招く可能性がある。また、相手へのコミュニケーションのアプローチのやり方次第では、適切なタイミングになり得た時点を逃してしまうという課題があった。

そこで、提案方式では、人の内面を定量化し、情動と結びつけることで、近未来の時点における人のストレス解消行動である情動の推定を行った。提案方式によって、人がストレス場面ごとに抱く心理的ストレス反応と情動の関係を明確化し、近未来の情動パターンを推定することができる。

本方式の有効性を検証するために評価実験を行った。評価実験では、被験者のストレス場面とその時の心理的ストレス反応、それに伴う情動を独自に作成したストレス調査質問用紙を用いて、その結果から情動パターンを推定した。ストレス調査質問用紙は、ストレス場面ごとに回答してもらうため、被験者の負荷が少なくなるように考慮した。

実験の結果から、提案方式によって、近未来の情動パターンを推定率75%以上という高い精度で推定することが可能であることがわかった。また、近未来は被験者や場面、情動ごとに異なる場合があるが63%の被験者がストレス場面直後に情動を起こすことがわかった。より正確に近未来のストレスを捉えるためには、被験者・場面・情動ごとに近未来の時点を適切に設定することで、情動のタイミングの推定を行うことが可能である。近未来で発生する情動を推定することで、コミュニケーションタイミングを捉える上で相手の心理状態を考慮すること可能になる。また、相手がストレスに対処するための行動を認知することで、相手の直面する場面、心理状態、情動に合わせたコミュニケーションを選択でき、新たなコミュニケーションタイミングを捉えることが可能になる。

## 7.2 今後の課題

本研究では，人にとってストレスとなる状況と，それに伴う心理的ストレス反応，情動をモデリングした．モデルで扱うための情報は，全てストレス調査質問用紙によって抽出したため，今後は，センサと併用し，被験者の負荷軽減とリアルタイム性を取り入れ，実際のコミュニケーション支援システムを実装することが課題である．これによって，相手の心理状態を考慮したコミュニケーション支援が可能になり，適切なコミュニケーションタイミングの捕捉が可能になる．

# 謝辞

本論文を執筆するにあたり，ご多忙の身ながら終始ご指導して頂いた北陸先端科学技術大学院大学情報社会基盤研究センター 敷田幹文教授に深く感謝いたします．また，日々の議論を通して，研究内容に対して示唆を頂いた，敷田研究室の仲間である窪田清さん，Arune RATIKAN さん，坂下幸徳さん，西野博之さん，石原俊さん，岸克也さん，丹羽一輝さん，多忙の中で本研究のために実験に協力して頂いた被験者の皆さん，JAIST で出会った方々全てに感謝いたします．最後に，ここまで支えてきてくれた両親，家族に感謝いたします．

## 参考文献

- [1] 敷田幹文, 大西健治. 複数情報の一元管理による状況アウェアネス提供機構の提案と評価. 情報処理学会論文誌, Vol. 46, No. 1, pp. 80–88, 2005.
- [2] 中西泰人, 辻貴孝, 大山実, 箱崎勝也. Context aware messaging service:位置情報とスケジュール情報を用いたコミュニケーションシステムの構築および運用実験. 情報処理学会論文誌, Vol. 42, No. 7, pp. 1847–1857, 2001.
- [3] 江木啓訓, 西川真由佳, 安西悠, 重野寛, 岡田謙一. グループ支援を目的とした共同作業空間の雰囲気伝達手法. 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No. 4, pp. 1219–1229, 2006.
- [4] 衣笠雄気, 敷田幹文. センサ情報から得られる個人の行動履歴を用いた近未来の忙しさ予測. 情報処理学会研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN), Vol. 2011, No. 78, pp. 1–8, 2011.
- [5] リチャード S . ラザルス, 本明寛, 池澤徹也. ストレスと情動の心理学 ナラティブ研究の視点から . 実務教育出版, 2009.
- [6] リチャード・S・ラザルス, スーザン・フォルクマン, 本明寛, 春木豊, 織田正美, 池澤徹也. ストレスの心理学 認知的評価と対処の研究. 実務教育出版, 2010.
- [7] 首藤幸司, 西尾信彦. センサフュージョンを利用した個人行動の未来予測機構. 情報処理学会研究報告ユビキタスコンピューティングシステム (UBI), Vol. 2006, No. 116, pp. 79–84, 2006.
- [8] 金子浩平, 内田達人, 敷田幹文. ユーザモデルを利用したルールの自動的な学習・推論によるプライバシー保護手法の提案. 情報処理学会グループウェアとネットワークサービス・ワークショップ, pp. 101–106, 2007.
- [9] 松尾豊, 岡崎直観, 中村嘉志, 西村拓一, 橋田浩一, 中島秀之. 位置履歴からのユーザ属性の推定. 情報処理学会論文誌, Vol. 48, No. 6, pp. 2106–2117, 2007.
- [10] 浅原彰規, 佐藤暁子, 丸山貴志子. 混合自己回帰隠れマルコフモデルによる歩行者行き先予測. 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 1, pp. 342–351, 2012.

- [11] 木村陽一, 西田佳史. ベイズ推定における事前分布のグラフ構造モデリングと実生活行動理解. 情報処理学会論文誌コンピュータビジョンとイメージメディア (CVIM), Vol. 48, No. SIG9(CVIM18), pp. 43–56, 2007.
- [12] Taro YAMAMOTO, Naoko CHIBA, Fumihiko MAGATA, Katsumi TAHAHASHI, Naoya SEKIYA, Isao NAKAMURA, Morihiro OGASAHARA, and Yoshiaki Hashimoto. Investigation on anxieties while using the internet to study about "an-shin". 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 7, pp. 2046–2054, 2011.
- [13] 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ウェアネス伝達の試み. 情報処理学会論文誌, Vol. 44, No. 5, pp. 1392–1403, 2003.
- [14] 中野良哉, 野々篤志, 潮見将志. 臨床実習における心理的ストレス反応とレジリエンスとの関連. 高知リハビリテーション学院紀要, Vol. 10, pp. 1–7, 2008.
- [15] 東嶋美佐子, 井上桂子, 日比野慶子. 臨床実習における作業療法学部学生の心理的ストレス反応の変化と性格との関連性. 川崎医療福祉学会誌, Vol. 6, No. 1, pp. 163–168, 1996.
- [16] 三野節子, 金光義弘. 異なるストレス状況に対する就労者の対処柔軟性と職場満足感との関連. 川崎医療福祉学会誌, Vol. 16, No. 2, pp. 229–237, 2006.
- [17] 三野節子, 金光義弘. ストレス場面の認知的評価およびコーピング変動性と精神的健康との関連性. 川崎医療福祉学会誌, Vol. 14, No. 1, pp. 167–171, 2004.
- [18] 鈴木伸一, 坂野雄二. 認知的評価測定尺度 (cars) 作成の試み. ヒューマンサイエンス・リサーチ, Vol. 7, pp. 113–124, 1998.
- [19] 鈴木伸一, 嶋田洋徳, 三浦正江, 片柳弘司, 右馬力也, 坂野雄二. 新しい心理的ストレス反応尺度 (srs-18) の開発と信頼性・妥当性の検討. 行動医学研究, Vol. 4, pp. 22–29, 1997.
- [20] 神村栄一, 海老名由香, 佐藤健二, 戸ヶ崎康子, 坂野雄二. 対処方略の三次元モデルの検討と新しい尺度 (tac-24) の作成. 教育相談研究, Vol. 33, pp. 44–47, 1995.