

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 12 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010 ～ 2011

課題番号：22710134

研究課題名（和文）チームの認知行動分析手法の開発

研究課題名（英文）Cognitive Analysis of Team Cooperation

研究代表者

菅野 太郎（KANNO TARO）

東京大学・大学院工学系研究科・准教授

研究者番号：60436524

研究成果の概要（和文）：実験及びインタビューデータを相互信念の観点から分析する手法を開発し、チーム認知モデルを開発した。また提案モデルに基づいた発話分析手法、共有指標、認知ギャップ評価手法、および実務者の認知プロセスを分析（認知タスク分析）するエージェントを開発した。

研究成果の概要（英文）：A conceptual model of team cognition was developed based on the analysis of experimental and interview data of team cooperation using the concept of mutual beliefs. Based on this model, team communication analysis method, concepts and criteria of mutual sharedness, and an analysis method for perception gap were developed. A cognitive task analysis agent was also developed in this research project.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2011 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会システム工学・安全システム

キーワード：チーム協調，チーム認知，ヒューマンモデル，認知タスク分析

## 1. 研究開始当初の背景

航空機や発電所、医療や災害対応などの実務の現場ではチーム協調・連携の重要性が広く認識されてはいるものの、チームの教育・訓練、協調・連携の設計は経験的知見にその多くを依存しており、チーム協調、特に認知的側面に関する科学的知見の蓄積や理論基盤の構築が必要不可欠であった。

## 2. 研究の目的

本研究は、チーム協調・連携における認知的

側面を捉えるために、実験やインタビューから得られるチーム協調における行動、発話、内省データに対して相互信念の概念（メタ認知的観点）を考慮し、行動・発話・メタ認知の複合データを統合的に分析することでチーム構成員の認知的な特徴を分析する手法の開発を目的とした。

## 3. 研究の方法

手法開発に際してはまず、概念モデルを構築しモデルに基づいた各種分析手法の開発を

目的とした。以下のようなプロセスで研究を進めた。

(1) データ収集 初年度においてフライトシミュレータを用いたチーム実験とチーム医療に携わる看護師へのヒアリングを行いチーム行動に関する基礎データを得た。実験ではビデオカメラによる実験中の発話及び行動、外部状況（フライトシミュレータの画面）、実験後の質問紙・インタビューによる実験時の内省（回顧）を記録した。ヒアリングでは、過去のイベントにおける認知プロセスに関する内省を収集した。

(2) 概念モデル構築 相互信念の存在を前提とし、各データを演繹的、質的に分析することによってチーム認知の概念モデルを得た。また、概念モデルから導かれる発話カテゴリーを、モデル構築に用いなかった別の発話データに適用し、適用可能性と信頼性を量的に分析することによって概念モデルの妥当性を検証した。

(3) チーム認知行動分析手法と評価指標開発 概念モデルから説明できる発話動機の観点から発話の分析項目を提案した。また、概念モデルを形式的に記述・表現することによって演繹的に導かれるチーム認知行動の評価指標（共有と認識ギャップ）を整理した。また、本研究の研究プロセス（認知行動に関するデータ収集-分析-概念抽出）を支援するツール開発を行った。

#### 4. 研究成果

(1) チーム認知モデル i) 自分の認知, ii) 相手の認知に関する信念, iii) 自分の認知に関する相手の信念に関する信念, iv) これらの相互作用（比較, 補完, 整合性評価, 等）, 4段階から成るチーム認知プロセス（各層の監視・評価, インタラクションの目的設定, インタラクション行動選択, 発話内容）, の観点からチーム協調を説明する認知モデル（図1）を提案した。信念の観点からチーム認知を捉えようとする試みはこれまでなく画期的なモデルと言える。この概念モデルによってチーム協調の認知的側面の多くの部分が説明できる。また、チーム協調に関する様々な概念や指標が導かれる。

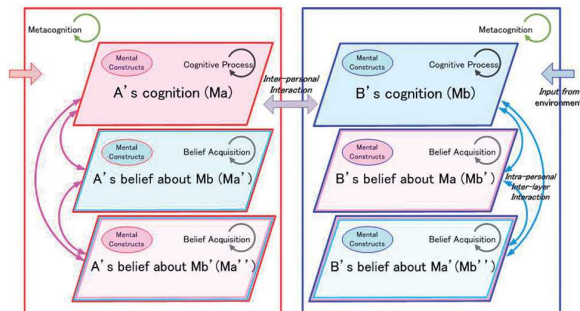


図1：チーム認知モデル

(2) 発話分析手法 表1のような発話カテゴリーを整理した。Inter-rater 信頼性( $\kappa = 0.79, p < .01$ )を検証した。従来、発話内容といった表層的 (Phenotype) な観点でしか発話を分析することができなかったが、この発話分析カテゴリーを用いることで、チーム協調における意図や認知プロセスといった Genotype の観点からの分析が可能になり、より深い分析が可能になるものと期待できる。

表1：チーム発話カテゴリー

カテゴリー	意味
Inform_1 <sup>st</sup>	1層目の状態を伝える
Inform_2 <sup>nd</sup>	2層目の状態を伝える
Inform_3 <sup>rd</sup>	3層目の状態を伝える
Query_unknown	情報が無いため尋ねる
Query_uncertain	確信が無いため尋ねる
Query_inconsistent	層間で齟齬があるため尋ねる

(3) 共有指標 表2に示すような共有指標の定義、整理を行った ( $Ma:A$  の認知,  $Ma' :A$  の  $B$  に対する信念,  $Ma'' :A$  の  $Mb'$  に対する信念)。チーム協調における共有（メンタルモデル, 状況認識等）の重要性は広く認識されてきたものの、これまで共有に関する明確な定義がなく形式化もされてなかった。そのため、多くの研究者がこれらの概念について議論することや、統一的な手法開発を妨げられてきた。この形式化によって議論の深化やチーム協調に関する理論・手法の開発の促進されることが期待できる。

概念モデルと発話カテゴリー、共有指標に関しては既に論文に取り纏め、著名な国際誌 (Theoretical Issues in Ergonomics Science) への掲載が既に決まっている。

表2：共有の定義と指標

意味	定義
Actual sharedness	$Ma \wedge Mb$
Team cognition	$Ma \vee Mb$
Shared cog. for A	$Ma \wedge Ma'$
Team cog. for A	$Ma \vee Ma'$
Accuracy	$Ma' / Mb$
Inconsistency	$\neg Ma \wedge Ma''$
Soundness	$(Ma \wedge Mb') / Mb'$
Completeness	$(Ma \wedge Mb') / Ma$

(4) ギャップ評価手法 共有定義・指標を拡張し、表3に示す異なる主体間での認識のギャップの定義・形式化と、それに基づく異なる主体間の認識の差を評価する手法を開発した。ギャップ評価手法を日本人-留学生間の期待の差の評価に適用し、一定の妥当性を確認した。図2に評価結果例を示す。これは“日本文化を学び理解する”という日本人

学生から留学生に対する期待についての認識のずれを定量化したもので、A は留学生の自身への期待、B は日本人学生から留学生への期待、C は留学生の日本人からの期待に関する信念をそれぞれ表しており、各領域に示した数値は先述の期待の各領域への帰属度を示している。

チーム協調のみならず、組織間連携、リスクコミュニケーション、サービスインタラクション等、様々な領域において異なる主体・ステークホルダー間の認識のずれが大きな問題となる。またこのような主体間の認識のずれを解消するための実践されている方法論には、例えば航空業界のCRM (Crew Resource Management) 等、理論的基盤が無く経験的方法である。既存手法への理論基盤の提供という点においても意義がある。特にサービス研究分野では、サービスプロセスの観点から整理した古典的なギャップモデル (SERVQUAL) からモデル・理論や手法の進展が無く、本モデル、手法がこの分野での閉塞性を打開する可能性は高い。ギャップ定義・評価に関する内容は現在、著名な国際誌への投稿に向けて準備中である。

表 3：認識ギャップの種類

Type	Meaning
$A \wedge B \wedge C$	No perception gap
$A \wedge B \wedge \neg C$	Implicit effort
$A \wedge \neg B \wedge C$	Being a busybody
$\neg A \wedge B \wedge C$	Have different opinions and cannot reach an agreement
$A \wedge \neg B \wedge \neg C$	Has a high standard of self-discipline
$\neg A \wedge \neg B \wedge C$	Misunderstanding
$\neg A \wedge B \wedge \neg C$	Unrequited love
$\neg A \wedge \neg B \wedge \neg C$	No gap (unaware)

※A:X の自分に対する期待,

※B:Y の X に対する期待

※C:X の Y の X に対する期待に対する信念

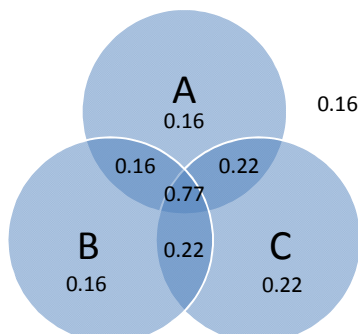


図 2：ギャップ定量評価例

(5) 認知タスク分析エージェント エキスパートの状況認識や意思決定に関する認知プロセスをインタビュー等によって抽出し、分析・整理する方法論は認知タスク分析と呼ばれる。本研究の一部はチーム認知に関する認知タスク分析研究と位置付けることができる。一方でこの方法論は時間と労力が非常にかかるだけでなく、分析の多くを質的に行う必要があるため効率や信頼性において不利である。そこで、対話エージェントの技術を応用し、認知タスク分析のインタビューを自動で行うツールの開発を合わせて行った。具体的には、CDM (Critical Decision Method) と呼ばれる認知タスク分析手法をベースとしたインタビューガイドと本研究で実際に行ったインタビューの質問者の効果的な質問に、対話エージェント技術を組み合わせることで認知タスク分析エージェントのプロトタイプを開発した。図 4 にインタフェースとその概要を示す。東日本大震災時の帰宅困難経験者に当時の行動を振り返ってもらうことを題材にエージェントの評価を行い、一定の妥当性を確認した。

認知タスク分析に代表されるような質的分析の支援を対象とした人工知能研究は未だなされておらず世界的に新しい試みと言える。また、対話エージェント研究は盛んにおこなわれているものの、その多くが無目的のチャットか情報検索支援を対象としており、インタビューに焦点を当てた研究は数少ない。またインタビューに関する専門的知見 (認知タスク分析手法) を反映させた試みは未だ確認されていない。様々な領域で頻繁に用いられているインタビュー・分析を圧倒的に効率化できる可能性がある点で社会へのインパクトの極めて大きく、今後の発展が期待できる。

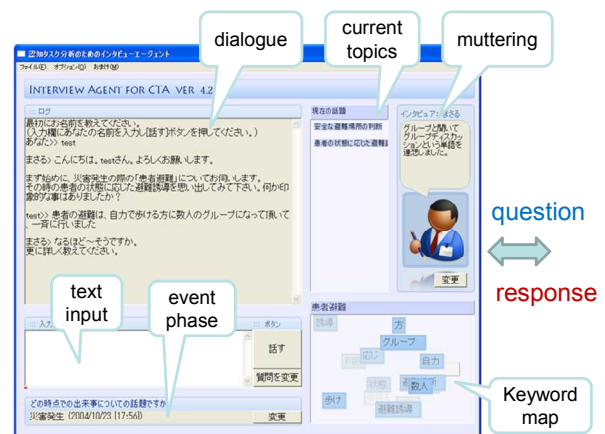


図 3：認知タスク分析エージェント概要

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 7 件)

- ① Kanno T., Furuta K., and Kitahara Y., A Model of Team Cognition based on Mutual Beliefs, Theoretical Issues in Ergonomics Science, 査読有 (in press, online available)
- ② Chou S., Kanno T., and Furuta K., Modeling and Bridging the Gap between Different Stakeholders, Proc. Int'l Conf. on Exploring Service Science, 査読有, 2012, 115-124.
- ③ Kanno T., Ooyabu T., and Furuta K., Integrating Human Modeling and Simulation with Persona Method, Proc. Int'l Conf. on Human Computer Interaction, 査読有, 2011, 51-60.
- ④ 菅野太郎, 越智悠馬, 周采璇, 古田一雄, サービス認知プローブ, 査読無, システム創成学学術講演会論文集, 2011, 51-53.
- ⑤ 越智悠馬, 菅野太郎, 古田一雄, 認知タスク分析のためのインタビューエージェント, ヒューマンインタフェースシンポジウム講演集, 査読有, 2011, 381-390.
- ⑥ Kanno T., et al., A Method for Elicitation of Cognitive Competencies for Disaster Nursing, Proc. Int'l Conf. on PSAM, 査読有, 2010, CD-ROM.
- ⑦ Kanno T. and Furuta K., Service Cognition for Service Systems Design, Proc. INFORMS Service Science Conf., 査読有, 2010, 160-164.

[学会発表] (計 8 件)

- ① Chou S., Kanno T., and Furuta K., Int'l Conf. on Exploring Service Science, "Modeling and Bridging the Gap between Different Stakeholders", 2012.2.15 (Geneva, Switzerland)
- ② Kanno T., Ooyabu T., and Furuta K., Int'l Conf. on Human Computer Interaction, "Integrating Human Modeling and Simulation with Persona Method", 2011.7.12 (Orlando, USA)
- ③ 越智悠馬, 菅野太郎, 古田一雄 ヒューマンインタフェースシンポジウム, "認知タスク分析のためのインタビューエージェント", 2011.9.14 (仙台)
- ④ 菅野太郎, 越智悠馬, 周采璇, 古田一雄, システム創成学学術講演会, "サービス認知プローブ", 2011.1.21 (東京)
- ⑤ Kanno T. and Furuta K., INFORMS Service Science Conf., "Service Cognition for Service Systems Design", 2010.7.9

(Taipei, Taiwan)

- ⑥ Kanno T., et al., Int'l Conf. on Probabilistic Safety Assessment and Management, "A Method for Elicitation of Cognitive Competencies for Disaster Nursing", 2010.6.11 (Seattle, USA)
- ⑦ 菅野太郎, 看護科学学会学術集会, "認知システム工学的アプローチ-災害危機管理における看護師・保健師の役割-" 2010.12.3 (札幌)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

菅野 太郎 (KANNO TARO)

東京大学・大学院工学系研究科・准教授

研究者番号: 60436524