

電子航法研究所
令和5年度 第23回 研究発表会 6月9日(金)開催

航空路管制業務におけるチームワークロードの計測手法

筑波大学

伊藤 誠、西田開飛、孟成柱

研究の背景

- 航空管制業務における管制官の業務の変質
 - 航空交通の増大・複雑化
 - 支援機能の活用
 - Trajectory-based En-route traffic data Processing System: TEPS)
 - レーダー管制席（R席）と調整席（C席）の二人一組の業務
- 航空交通管理のための航空管制官のワークロード評価
 - 負荷 Modified MBB法
 - 管制作業負荷 = 管制作業時間 + 考慮時間
 - 管制作業時間 = 通信作業時間 + 手作業時間
 - 考慮時間 = 通信作業時間 × 困難度指数
 - 負担
 - 客観的な負荷と、実際に受ける影響（負担）との間にはずれが生じる可能性がある
 - チームによって、R席とC席の協調が負担を減らしたり、逆に増やしたりする可能性もある

チームワークロード

• 3か年計画

- 2020 航空路管制業務におけるチームワークロードの概念の検討
 - チームワークロードの評価手法についての文献調査
 - NASA-TLXをベースにしたチームワークロード主観評価
 - Inclusion of Other in the Self (IOS) スケール
 - 訓練シミュレータを用いた、実際の管制官の訓練の様子を観察
- 2021 航空路管制業務チームワークロードの評価手法の基礎的な評価
 - 簡易シミュレータ・学生等の非専門家を対象とした評価実験
- 2022 航空路管制業務チームワークロードの評価手法を実環境レベルで検証

実験方法

- 実験参加者

- 航空管制業務に日常的に従事している12名（6組）
 - 年齢 平均41.5歳、標準偏差7.1
 - 経験年数 平均16.7年、標準偏差6.9
 - 性別 女性5名、男性7名

- 実験場所・装置

- 東京航空交通管制部訓練室
- TEPSシミュレーター（訓練・慣熟用）
 - 実際のTEPSとほぼ同等の操作性を有している

実験方法（続き）

- 実験計画
 - シナリオ

シナリオ	セクター	交通量（機）	MMBB(30分値)
17-1	T21 & T48(近畿西)	32	1.26
17-2	T03(関東北)	33	0.66
17-3	T09(関東南A)	24	1.40
18-1	T21 & T48(近畿西)	31	1.56
18-2	T03(関東北)	30	0.69
18-3	T09(関東南A)	23	1.25

- 6組のペアを、いずれか一つのシナリオに割り当てた
- タスク 一つのシナリオは約30分間
 - 現実における管制業務と同様
 - R席では、完成間隔をいじするための管制指示を適宜発出する
 - C席では、隣接セクター等との連絡調整を適宜実施する

実験の手順

- 実験実施前に、実験の目的及び方法、実際に担当するシナリオを説明
- 実験当日、実施内容、主観評価の方法等について口頭で確認
- ワークロードに関する主観評価
 - 実験開始直後、および以降5分毎に、その時点での負担感を、0から100の間の数値として口頭にて回答をさせる
 - シナリオ終了後、C席、R席それぞれについて、主観評価
 - Team Workload Questionnaire (TWLQ)
 - IOS scale

Team Workload Questionnaire (TWLQ)

(NASA-TLX日本語版を参考に日本語化)

• Task Workload (個人が担当する業務に関する負担)

尺度名	説明
知的負荷	どの程度の知的、知覚的活動（考える、決める、計算する、記憶する、見るなど）を必要としましたか。
身体的負荷	どの程度の身体的負荷（身体を動かす、制御するなど）を必要としましたか。作業は身体面ではラクでしたか、キツかったですか。
タイムプレッシャー	作業や課題が発生する頻度や速度にどの程度時間的切迫感を感じましたか。ペースはゆっくりとして余裕があるものでしたか。それとも早くて余裕のないものでしたか。
達成感	設定された課題の目標をどの程度達成できたと思いますか。目標の達成に関して自分の作業成績にどの程度満足していますか。
努力	自分自身の作業達成レベルを達成・維持するために、精神的・身体的にどの程度一生懸命に作業しなければなりませんでしたか。
フラストレーション	作業中に不安感、落胆、イライラ、ストレス、不快感をどの程度感じましたか。

上記6つの尺度の評価値の重みなし平均を、AWWLとして算出

J. Sellers et al. (2014), "Development of the team workload questionnaire (TWLQ)," Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting, vol.58, no.1, pp.989-993.

Team Workload Questionnaire (TWLQ) (つづき)

- Team Workload (チームに関する負担)

尺度名	説明
コミュニケーション	話し合い、交渉、意見の受け取り及びフィードバックなど、R席及びC席間のコミュニケーションにおいてどの程度コミュニケーションを必要としましたか。
調整業務	計画変更、修正等に対応するために、R席とC席間での調整にどの程度の作業負担を感じましたか。
チーム達成感	担当セクターで設定された課題をどの程度達成できたと思いますか。R席（またはC席）としての作業成績にどの程度満足していますか

J. Sellers et al. (2014), "Development of the team workload questionnaire (TWLQ)," Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting, vol.58, no.1, pp.989-993.

Team Workload Questionnaire (TWLQ)

- Task Workload (個人が担当する業務に関する負担)

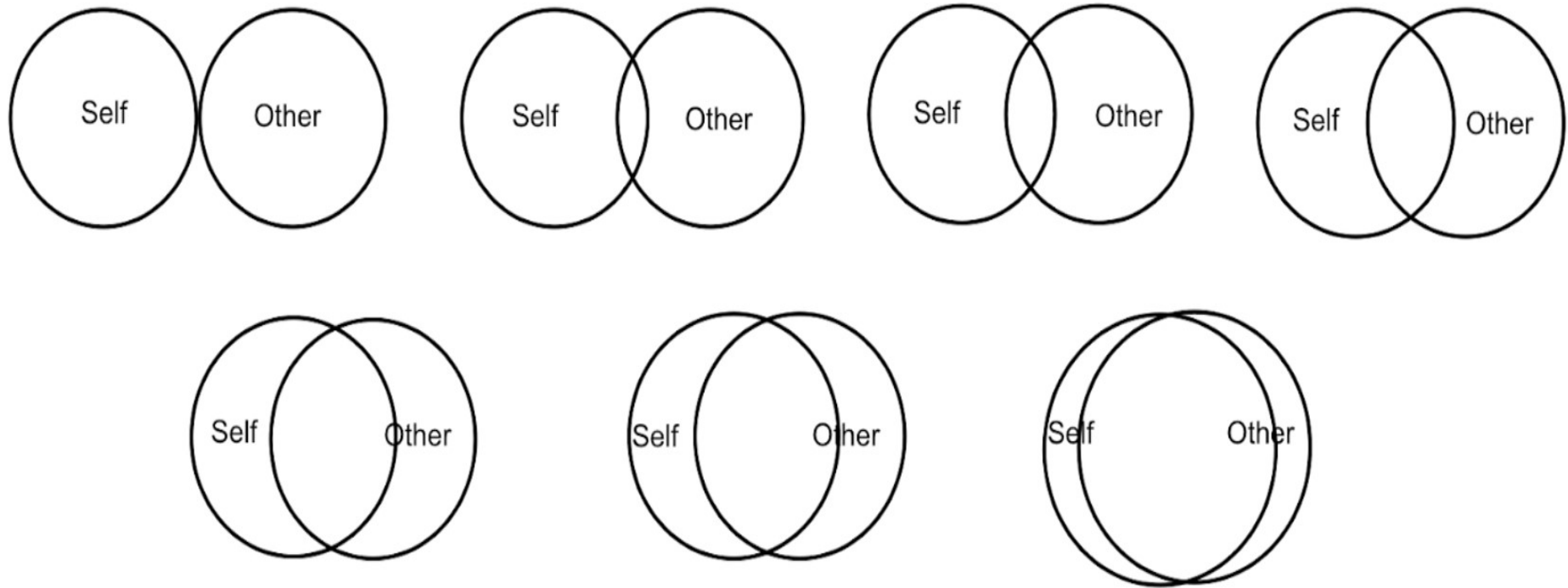
尺度名	説明
時間管理	個人で行う仕事とチームで行う仕事の時間配分や管理はどの程度負担を感じましたか。
チーム不満	R席、C席チーム活動中に不安感、落胆、イライラ、ストレス、不快感をどの程度感じましたか。
サポート	チームメンバーからのサポート（指導、手助け、指示など）を行うこと、受けることは、どの程度負担を感じましたか。

Team Workload, Task-Team Balancingの二つについて全体を踏まえた総合負担（「さまざまな負荷要因、負荷原因、部分部分の課題内容を総合すると、全体としてどの程度の作業負担を感じましたか。」）を別途質問。

さらに、全体を通した負担感についても別途評価

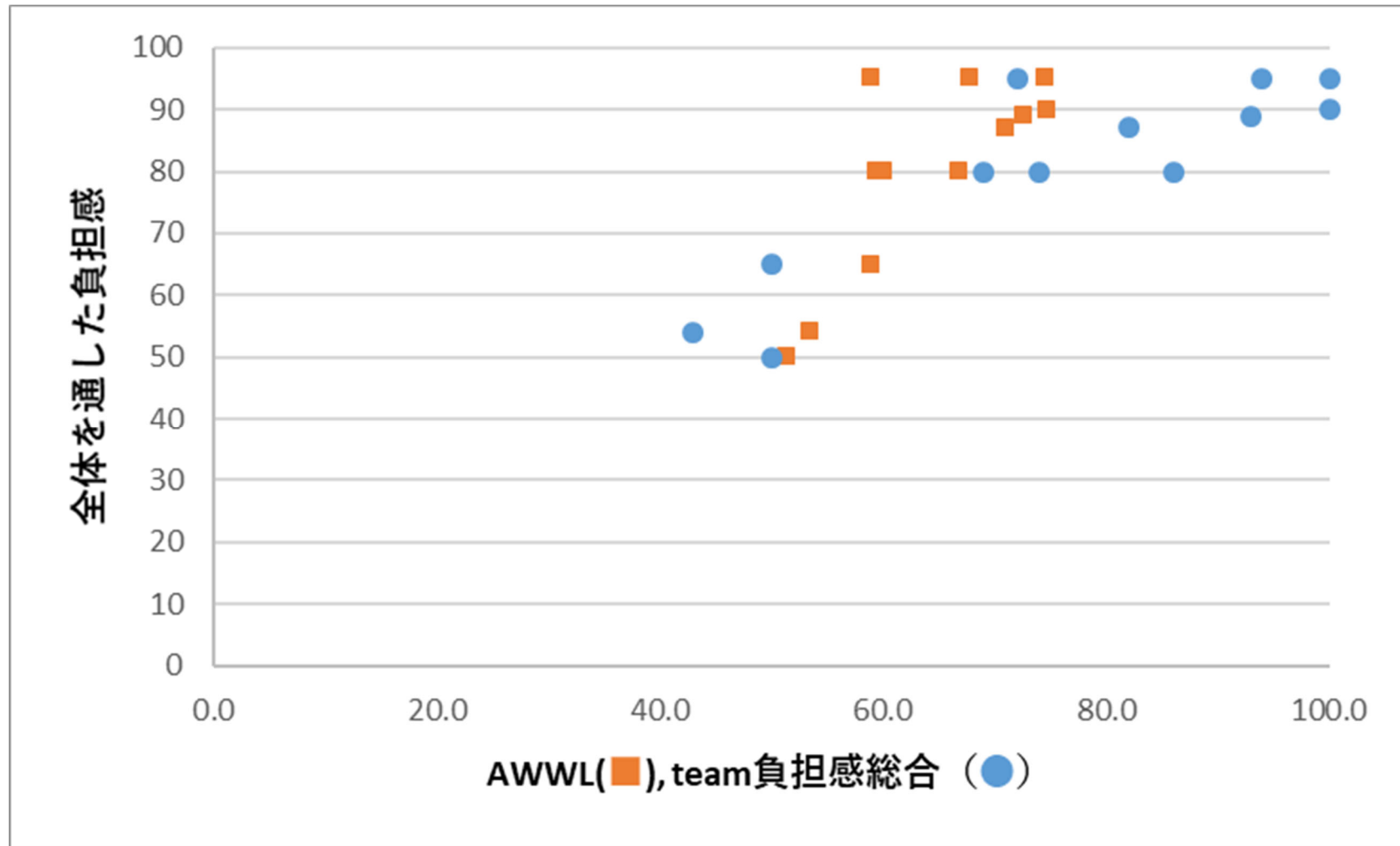
J. Sellers et al. (2014), "Development of the team workload questionnaire (TWLQ)," Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting, vol.58, no.1, pp.989-993.

IOS (Inclusion of Other in the Self)

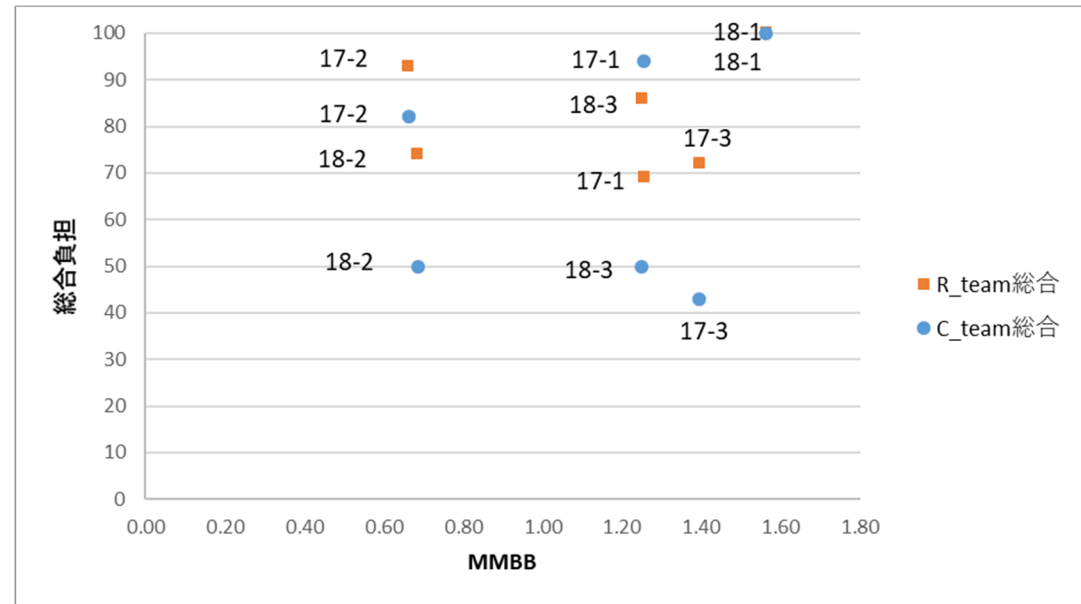
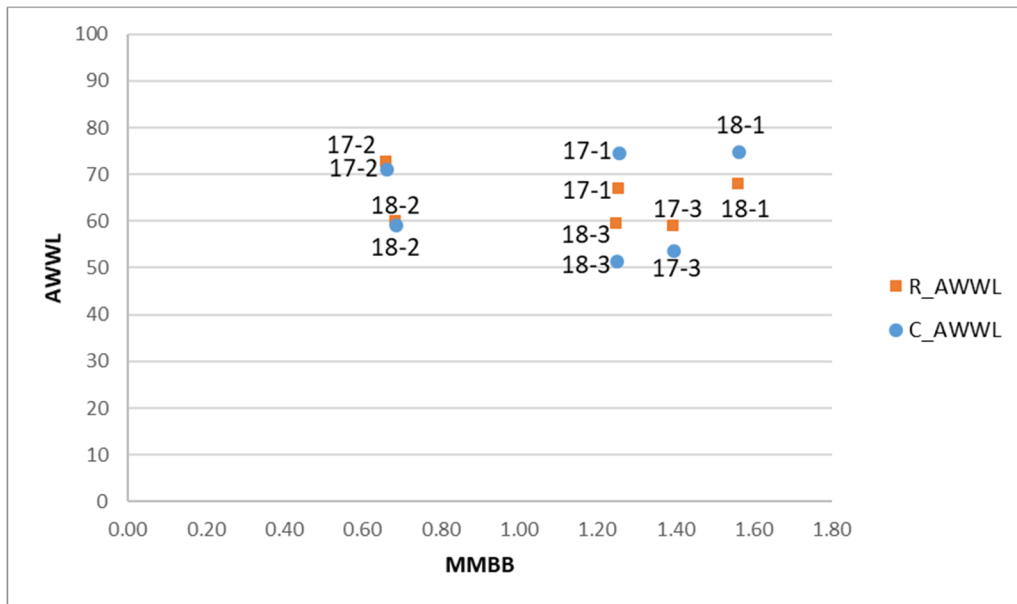


A. Aron et al. (1992), "Inclusion of other in the self scale and the structure of interpersonal closeness," *Journal of personality and social psychology*, vol.63, no.4, pp. 596–612.

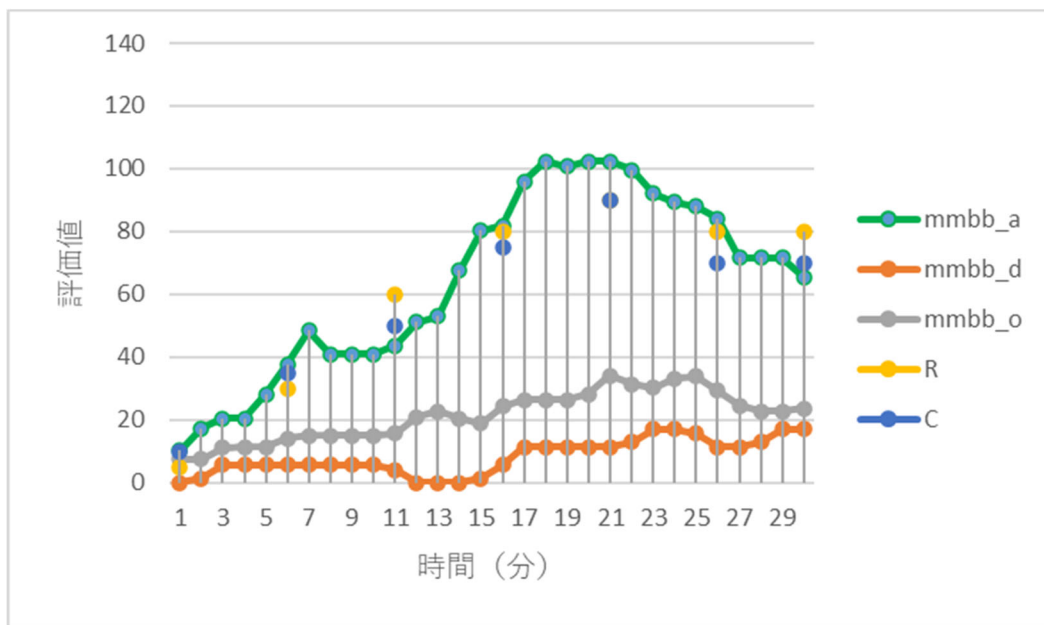
結果と考察



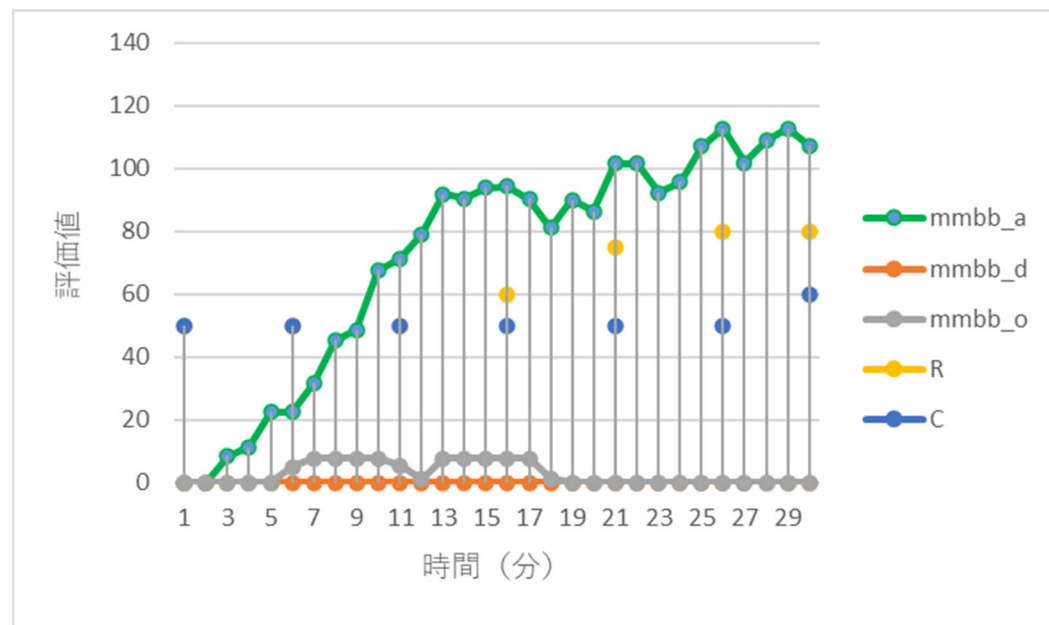
結果と考察 (続き)



結果と考察 (続き)



(a) 18-1



(b) 18-3

まとめ

- 本研究では、航空路管制業務チームワークロードの主観評価手法を、現実の航空管制業務にあたっている管制官を対象として適用、分析を行った。
- 実験の結果、個人の作業にかかるワークロードの評価は個人によらず安定した評価が得られる見込みが得られた。
- 本実験の結果を踏まえた、MMBBの改善が今後の課題である。

現在の取り組み

- 実験における発話を文字に起こし、R-C席間の打ち合わせ、言い間違い・訂正の発生な度を詳細に分析している
- 結果がまとまったら、機会を改めて成果を報告したい

謝辞

- 本研究は、公募型研究「管制支援機能が管制業務作業量に及ぼす影響に関する研究」（令和2－4年度）として行われたものです。