慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	自動点呼実現のための主観と客観の疲労評価比較によるトラックドライバー乗務判断システム
Sub Title	Truck driver onboarding decision system by subjective and objective fatigue evaluation comparison for realization of automatic roll call
Author	森井, 貴弘(Morii, Takahiro) 神武, 直彦(Kōtake, Naohiko)
Publisher	慶應義塾大学大学院システムデザイン・ マネジメント研究科
Publication year	2022
Jtitle	
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	修士学位論文. 2022年度システムデザイン・ マネジメント学 第496号
Genre	Thesis or Dissertation
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40002001-00002022-0008

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文　　2022 年度

自動点呼実現のための
主観と客観の疲労評価比較による
トラックドライバー乗務判断システム

森井　貴弘

（学籍番号:82033524）

指導教員　教授　神武　直彦

2023 年 3 月

慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科

システムデザイン・マネジメント専攻

論　　文　　要　　旨

学籍番号	82033524	氏　名	森井貴弘

論　文　題　目:

自動点呼実現のための主観と客観の疲労評価比較による
トラックドライバー乗務判断システム

運送事業者におけるトラックドライバーの健康管理は労働災害の防止だけでなく，一般の人も巻き込むような交通事故の防止の観点からも非常に重要である.

本研究は，ロボット等の点呼支援機器に点呼業務の一部または全てを代替させる「自動点呼」に着目し，「乗務前自動点呼の実現のために，運行管理者が介入せずにトラックドライバーの健康状態を測定し乗務可否を判断するシステムを設計し，実装可能性を評価すること」を目的とし，実際の運送事業者におけるプロトタイプ実験による評価を行った.

提案した「乗務判断システム」はトラックドライバーの睡眠に関して，アンケートによる主観評価と時計型ウェアラブルデバイスによる客観評価の両方を測定することで，運行管理者が介入せずとも乗務判断するというものである.

プロトタイプ実験では「『睡眠』による疲労評価で乗務可否の判断ができるか？」と「主観と客観の測定によって『なりすまし防止』が可能か？」 の 2 点の観点を評価した. その結果，睡眠データのみによる疲労評価では「乗務許可」は難しいものの，「乗務不可」の判断はできる可能性が示唆された.「乗務不可」の判断だけ運行管理者の負荷を大きく減らすことが出来るため有用であると考えられる. また，主観と客観の両方を測定する事で「なりすまし防止」に有効であるという可能性も示唆された. それと同時にシステムとしての改善点も多数みえてきた.

まず，本システムは睡眠データを測定し，絶対指標によって疲労評価を出力したが，睡眠データは個人差があるため，本システムから出力された疲労評価が妥当であるかは不明である. 今後は継続的にデータを測定し，個別の傾向を分析することでより正確な疲労評価をする手法を明らかにしていきたい.

また，客観評価を測定するための手法について，トラックドライバーの働き方や生活習慣に合わせた適切なデバイス選定やトラックドライバーが監視されているとネガティブ感じずに前向きに測定への協力を促すためのインセンティブの設計などが必要であることが明らかになった.

今後は検証人数，検証期間を拡張した大規模な検証を実施し，上記の課題に対する手法を明らかにし，実際の運送事業者に適合するシステムを開発することで，社会実装に向けて研究を進めていきたい.

キーワード（5 語）
トラックドライバー，自動点呼，疲労，睡眠，ウェアラブルデバイス

SUMMARY OF MASTER'S DISSERTATION

Student Identification Number	82033524	Name	Takahiro Morii

Title

Truck driver onboarding decision system by subjective and objective fatigue evaluation comparison for realization of automatic roll call

Abstract

The purpose of this study is to design and evaluate the feasibility of implementing a system that measures the health status of truck drivers and determines whether they are ready for service without the intervention of the operation manager, in order to realize "automatic roll call," in which a robot or other roll call support device is used to perform all or part of the checks and instructions. We conducted a prototype experiment at an actual transportation company to evaluate the feasibility of implementing the system.

The proposed "Onboarding Decision System" measures truck driver's sleep both subjectively by questionnaire and objectively by a watch-type wearable device, and makes onboarding decisions without the intervention of the operation manager.

In the prototype experiment, we asked two questions: "Can fatigue evaluation based on 'sleep' be used to make a decision on whether or not to allow a driver to board a truck? and "Can subjective and objective measurements be used to prevent 'spoofing'? and "Can subjective and objective measurements be used to prevent 'spoofing'? As a result, it was suggested that although it is difficult to "allow a crew member to work" by evaluating fatigue only with sleep data, it is possible to judge "not allow a crew member to work". This is considered to be useful because it can greatly reduce the workload of the operation supervisor. The results also suggest that measuring both subjective and objective data may be effective in preventing "spoofing. At the same time, many points for improvement were found in the system.

First, this system set sleep ratings based on absolute values and output sleep ratings. However, it is unclear whether the sleep ratings output by this system are valid or not, since sleep indices vary among individuals. In the future, we would like to clarify a method for more accurate sleep evaluation by continuously measuring data and analyzing individual trends.

In addition, it is necessary to select an appropriate device that matches the working style and lifestyle of truck drivers and to design incentives to encourage truck drivers to cooperate with the measurement in a positive manner without feeling negatively that they are being monitored, in terms of methods for measuring objective evaluation.

In the future, we would like to conduct a large-scale verification with a larger number of people and a longer verification period, clarify the methods to address the above issues, and develop a system that is suitable for actual transportation companies, in order to advance our research toward social implementation.

Keywords (5 words)

Truck driver, automatic roll call, fatigue, sleep, wearable device

目次

第 1 章 はじめに **1**

1.1 研究の背景 1

1.1.1 トラックドライバーの健康と安全の現状 1

1.1.2 運送事業者による対策 2

1.1.3 ICT を活用した運送事業者の働き方改革 5

1.2 研究の対象課題 7

1.3 研究の目的 8

1.4 論文の全体構成 9

第 2 章 関連研究 **11**

2.1 調査分析の結果 11

2.2 トラックドライバーの健康状態と事故リスクに関する研究 11

2.3 トラックドライバーの健康状態の測定手法に関する研究 12

2.4 まとめ 14

第 3 章 提案 **15**

3.1 研究の位置づけ 15

3.2 乗務判断システムの提案 16

第 4 章 乗務判断システムの設計 **19**

4.1 システムの要求定義 19

4.1.1 システムのコンテクスト分析 19

4.1.2 システムの要求定義 19

4.2 システムのアーキテクチャ設計 20

4.2.1 システムの機能設計 20

4.2.2 システムの物理設計 22

4.3 サブシステムの設計 23

4.3.1 主観評価・客観評価登録フォームの設計 23

4.3.2 疲労評価プログラムの設計 26

4.3.3 評価指標データベース(改善アドバイス)の設計 27
4.3.4 乗務可否の判断結果の配信の設計 30
第 5 章 乗務判断システムの評価 32
5.1 評価の観点と計画 32
5.2 予備実験における評価 33
5.2.1 プロトタイプ実験の概要 33
5.2.2 システムの動作 34
5.2.3 システムの有用性 36
5.2.4 システムの妥当性 37
5.3 本実験における評価 43
5.3.1 本実験の概要 43
5.3.2 本実験の結果 45
第 6 章 考察 48
6.1 乗務判断システムの有用性 48
6.2 乗務判断システムの妥当性 49
6.3 乗務判断システムの実装に向けて 49
6.3.1 タイムリーな疲労評価の出力 49
6.3.2 トラックドライバーへのインセンティブ設計 50
6.4 今後の展望 50
6.4.1 分析データの継続収集 50
6.4.2 睡眠データと運転データとの関係性の分析 50
6.4.3 他の業界の管理方法の調査 51
第 7 章 まとめ 52
謝辞 53
引用文献 56

図目次

図 1 健康起因事故の発生状況の推移（ [2]を基に筆者で作成） 2
図 2 安全のために義務づけられている運行管理業務の「点呼」（ [7]を基に筆者が作成） .. 4
図 3 運行管理者の主な業務について [4] 6
図 4 ICTの活用による点呼の高度化について [9] 6
図 5 乗務前自動点呼において想定される課題（ [7]を基に筆者で作成） 7
図 6 本論文の全体構成 10
図 7 SSCV-safety システムの特長 [11] 12
図 8 スマートフォンおよびリスト型のウェアラブルデバイスによる身体活動評価の利点 [13] 13
図 9 研究の位置づけ 15
図 10 乗務判断システムの運用コンセプト 17
図 11 本システムを通じて実現したいシナリオ 18
図 12 コンテクスト分析（運用フェーズ） 19
図 13 乗務判断システムの機能の流れ 21
図 14 乗務判断システムのアーキテクチャ 23
図 15 主観データ登録フォーム 25
図 16 客観データ登録フォーム 26
図 17 評価・改善アドバイスデータベースの一部 29
図 18 睡眠レポートのイメージ 30
図 19 フィードバックレポートのイメージ 31
図 20 出力された睡眠レポート 34
図 21 出力されたフィードバックレポート 34
図 22 本実験の流れ 44
図 23 プロトタイプ実験によって出力された睡眠レポート 45
図 24 主観と客観の睡眠時間比較 46

表目次

表 1 運送事業者に義務付けられている法令 [3] 2
表 2 自動車運送事業の実施おいて事業者が遵守すべき事項 [4] 3
表 3 疲労度の評価手法 13
表 4 システム要求 20
表 5 システム機能要求 21
表 6 入力する睡眠データ 24
表 7 評価指標データベース(疲労評価) [20] 27
表 8 レコメンド指導内容一覧 [20] 28
表 9 睡眠レポートに含まれる内容 31
表 10 フィードバックレポートに含まれる内容 31
表 11 評価観点一覧表 32
表 12 実験とインタビュー概要 33
表 13 プロトタイプ実験の概要 33
表 14 Requirement Verification Traceability Matrix (RVTM) 34
表 15 睡眠時間結果一覧 36
表 16 疲労評価結果一覧 37
表 17 実験で出力されたコメント一覧 37
表 18 本実験の概要 43
表 19 運行管理者へのインタビュー結果 46

別添目次

別添 1 評価指標データベース(改善アドバイス)([24]を基に著者が作成) 60

別添 2 評価コメントデータベース([24]を基に著者が作成) 76

別添 3 評価・指導内容データベース詳細(Google スプレッドシートに遷移) 78

第1章 はじめに

本章では本研究の背景と目的について述べる．トラックドライバーの健康・安全に関する取り組みの現状と課題について説明する．そして，それらを踏まえた本研究における問題提起を行う．

1.1 研究の背景

1.1.1 トラックドライバーの健康と安全の現状

運送事業者におけるトラックドライバーの健康管理は労働災害の防止だけでなく，一般の人も巻き込むような交通事故の防止の観点からも非常に重要である． しかし，トラックドライバーは一般人口や他の職種と比較して，健康障害の多い職種であることがわかっている．アメリカのトラックドライバー向けの調査では，特に「肥満（米国の平均 37％対して 68％）」，「高コレステロール（米国の平均 39％対して 46％）」，「糖尿病（米国の平均 10％対して 15％）」，「喫煙（米国の平均 21％対して 32％）」の健康状態が一般人口と比較して悪いことが明らかになった [1].

さらに，トラックドライバーの健康状態に起因する事故（健康起因事故）の多さが指摘されている．国土交通省 [2]によると「運転者の疾病により事業用自動車の運転を継続できなくなったもの」と定義される「健康起因事故」の発生件数は事業用自動車に関わる業界全体で平成 30 年をピークに減少傾向に転じているものの，トラックによる発生件数は微増傾向にあり，令和 1 年は平成 30 年と比較して 21 件現状しているものの，令和 2 年は再び 28 件増加し，年間 100 件を上回る 105 件となっている（図 1）．

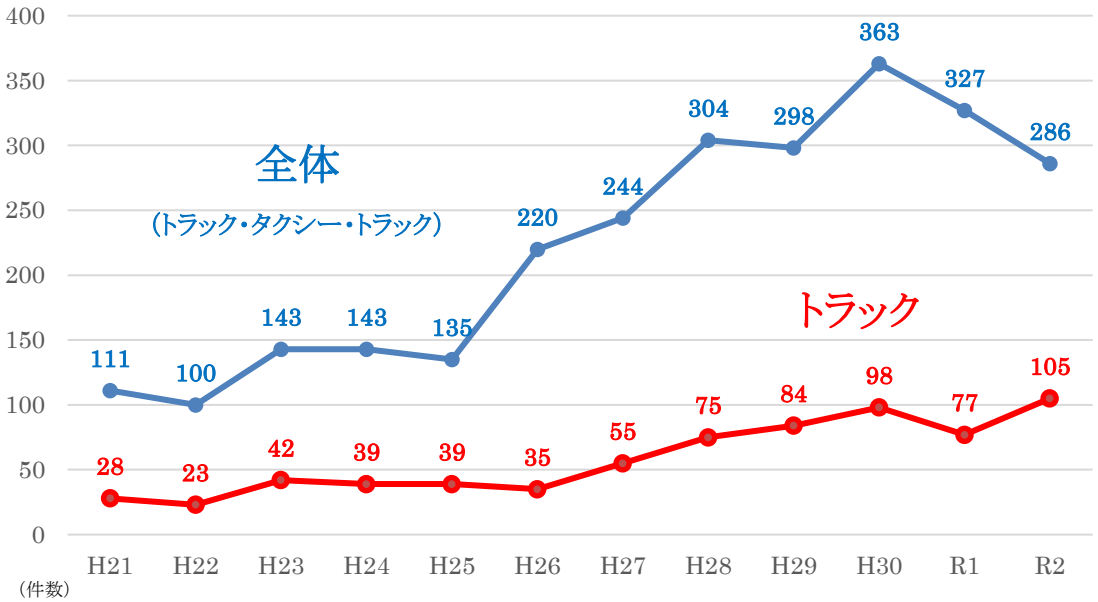

図 1 健康起因事故の発生状況の推移([2]を基に筆者で作成)

1.1.2 運送事業者による対策

本節では，トラックドライバーの健康と安全の実現に向けて，現在実施されている対策について論じる．運送事業者にとって，トラックドライバーをはじめ，歩行者や運送事業の周囲で活動する人々の安全を確保するために，法令を遵守し，各種マニュアルを活用しながら健康対策に取り組むことは社会的責務である．現在，トラックドライバーの労働災害や健康起因事故の発生を防止するために表 1 の法令上の義務が定められており [3]，表 2 のような遵守事項がある．これらの着実な実施によりドライバーの健康管理を行わなければならない．

表 1 運送事業者に義務付けられている法令 [3]

#	法令	
(1)	健康診断の義務付け，健康状態の把握，疾病等のある乗務員の常務禁止	・旅客自動車運送事業運輸規則第 21 条及び第 48 条 ・貨物自動車運送事業輸送安全規則第3条及び第 20 条

(2)	運行管理者による点呼実施	・旅客自動車運送事業運輸規則第 24 条 ・貨物自動車運送事業輸送案安全規則第7条
(3)	運転者の適性診断 （初任・高齢運転者のほか，過去に事故等を起こした運転者を対象に，運転行動・態度等の測定のほか，生活習慣，健康状態，睡眠時無呼吸症候群（以下，SAS）に係る問診を把握．必要な改善策を指導・助言）	・旅客自動車運送事業運輸規則第 38 条 ・貨物自動車運送事業輸送案安全規則第 10 条
(4)	運行管理者の講習 （運行管理者に対する法定講習（2 年に 1 回の受講を義務付け）において，健康管理の把握の重要性や法令上の義務についての講習を実施．）	・旅客自動車運送事業運輸規則第 48 条の4 ・貨物自動車運送事業輸送案安全規則第 23 条
(5)	緊急時の体制整備 （車両運行中の乗務員の体調変化等による運行中止等の判断・指示を適切に実施するための体制を整備．）	・旅客自動車運送事業運輸規則第 21 条の2
(6)	健康状態の報告義務 （疲労，疾病その他の理由により安全な運転をすることができないおそれがある場合，その旨の申し出を実施．	・旅客自動車運送事業運輸規則第 50 条 ・物自動車運送事業輸送案安全規則第 17 条

表 2 自動車運送事業の実施おいて事業者が遵守すべき事項 [4]

運行管理者の選任	○講習の受講

	○乗務前・乗務後の点呼の実施 ○運転者への運転方法等についての指導・監督　等
整備管理者の選任	○点検・整備の実施　等
運転者の選任	○2 種免許 ○適性診断に受診
運転者の労務管理	○告示で定める勤務・乗務時間の設定および順守等
施設（車庫，休憩・仮眠施設）の管理	–

運送事業者は安全な乗務遂行のために営業所に運行管理者を配置し，ドライバーに対する乗務前後の対面点呼や運行中の必要な指示等（図 2）を行うことが義務づけられている [5].

その中で，長時間藤堂の是正などを目的とした働き方改革関連法が成立し，2024 年 4 月から自動車運転の時間外労働の上限時間が年間 960 時間となり，運送事業者は労働時間の短縮が求められている．運行管理者などの事務職は一般即（時間外労働は原則年 360 時間，特別条項でも年 720 時間）が 2019 年から先行して適用されているため，運行管理者に向けた働き方改革はドライバーよりも急を要するものとなっている [6].

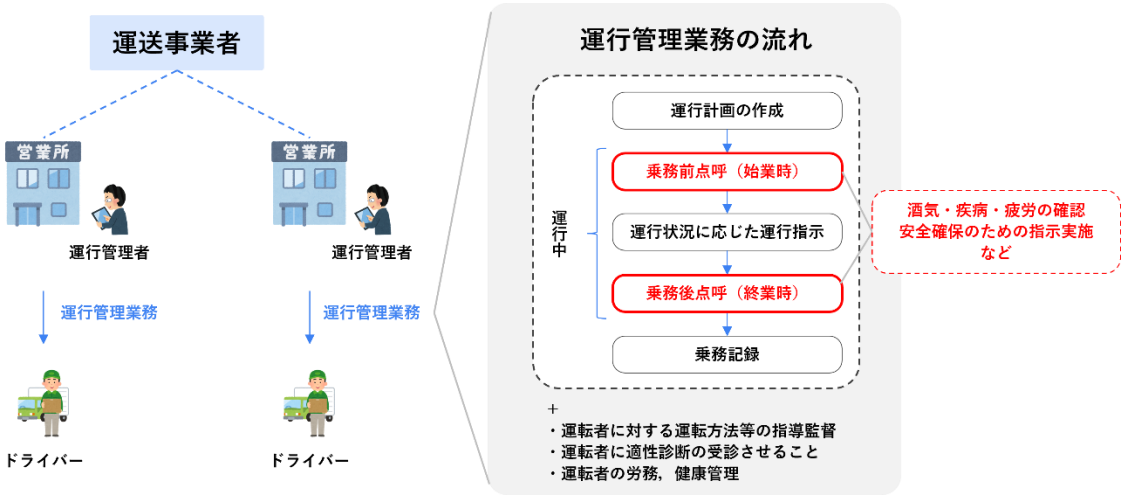

図 2 安全のために義務づけられている運行管理業務の「点呼」（ [7]を基に筆者が作成）

1.1.3 ICT を活用した運送事業者の働き方改革

近年，運行管理に活用可能な情報通信技術（ICT）の発展は目覚ましく，運行管理における安全性の向上，労働環境の改善，人手不足の解消等に向けた手段として ICT の活用が注目を集めている．

これまで，国土交通省をはじめとした政府機関を中心として制度の検討を進めてきた．2018 年に運送事業者の働き方改革の実現のため，政府行動計画において取り組むべき施策として「情報通信技術（ICT）を活用した運行管理の効率化などにより，運転以外の業務も効率化していく」と閣議決定された [4]．その後，点呼や運行中の指示といった ICT の活用によって運行管理者の負担軽減が特に見込まれる業務に関して，運行管理の高度化のための制度設計の方向性，及び事業者を対象とした実証調査が実施されてきている．

「事業用自動車総合安全プラン 2025」では，事業用自動車の安全対策に関する中長期計画において，「ICTを活用した高度な運行管理の実現」を項目化し，実施すべき施策として「IoT等を活用した先進的な輸送効率化や運行管理の取組について調査・実証を実施」について明記されている [8]．

図 3 のように従来，運行管理者は運転者の乗務前後において，酒気・疾病・疲労の確認や運行の安全確保のために必要な指示を行う「点呼」を原則対面で実施しなければならなかった．しかし，近年 ICT 機器を活用した IT 点呼やロボット等を活用して，点呼業務を代替する「自動点呼」が国土交通省をはじめとして実証実験が実施されている．そして，社会実装に向けて，現在検討が進められている [4]．

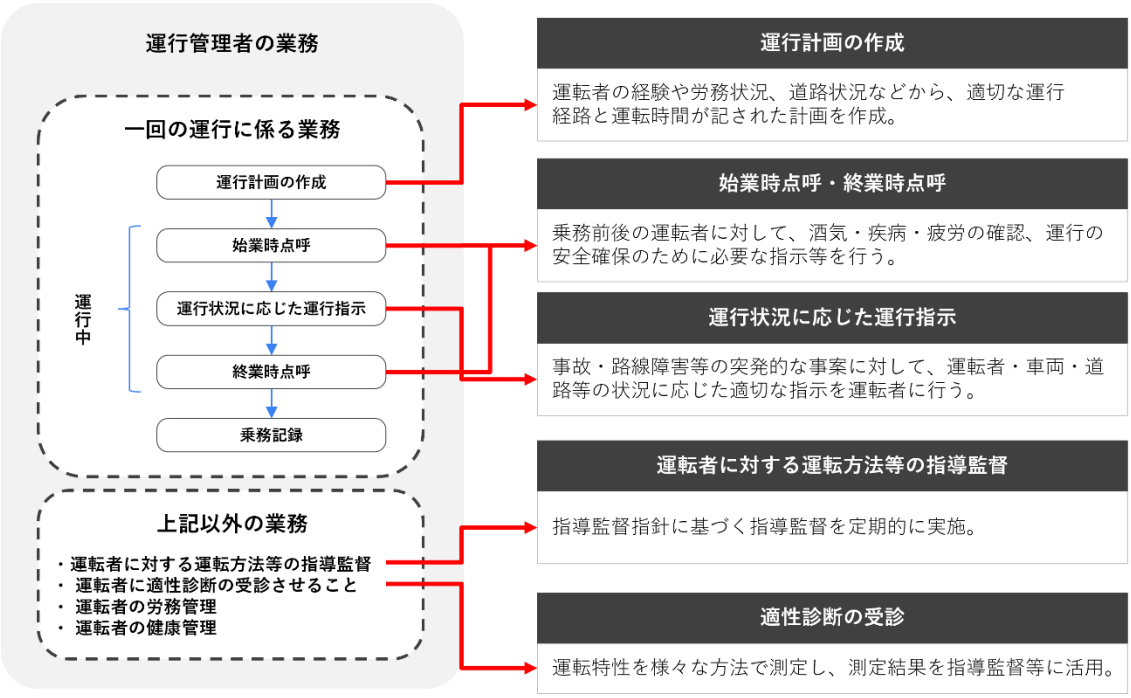

図 3 運行管理者の主な業務について [4]

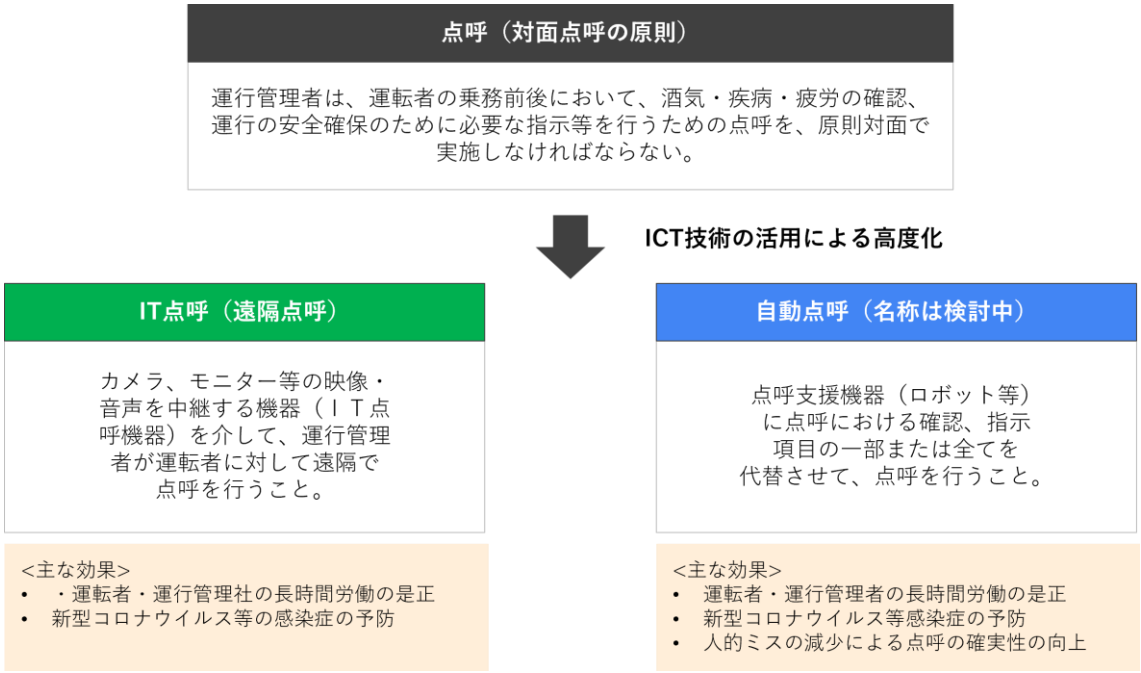

図 4 ICTの活用による点呼の高度化について [9]

1.2 研究の対象課題

本研究では図 5 の通り，乗務前自動点呼において課題となると想定されている「健康状態の報告・確認方法の検討」に焦点をあてる．具体的には，乗務前自動点呼の実現に向けて「定量的に判断ができる健康状態の確実な確認方法及び健康かどうかの判断に検討が必要」という課題が明らかになっている．

その中で，本研究の問いを「どうすれば，運行管理者が介入せずトラックドライバーの健康状態を定量的に確認し，健康かどうかの判断ができるか？」と設定した．

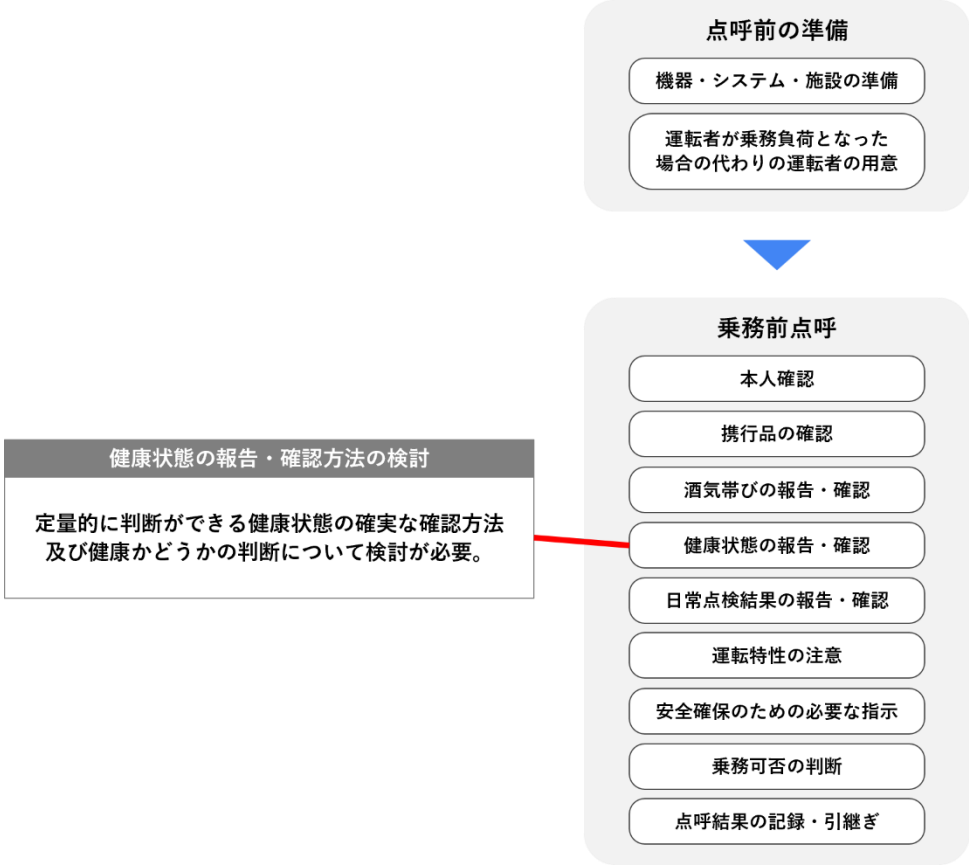

図 5 乗務前自動点呼において想定される課題（ [7]を基に筆者で作成）

1.3 研究の目的

本研究の目的は「乗務前自動点呼の実現のために，運行管理者が介入せずにトラックドライバーの健康状態を測定し乗務可否を判断するシステムを設計し，実装可能性を評価すること」とした．本研究の結果が乗務前自動点呼の実装に向けた検討の一助となることを目指す．

1.4 論文の全体構成

論文の全体構成は図 6 の通りである．これまでの 1 章では本研究の背景や問題意識から研究目的について述べた．2 章では本研究が掲げる課題を解決するために，トラックドライバーの健康状態と事故リスクに関する関連研究と既存の取り組みについてまとめる．そして，3 章では本研究で実現したいことについて，運用コンセプトと実現したいシナリオを説明する．4 章と 5 章では本研究の提案である「乗務判断システム」の設計と評価について述べ，運用コンセプトと実現したいシナリオに連動させて行った評価について順番に説明していく．6 章では本研究が明らかにしたいことから検証を経た結論と評価の観点からそれぞれの考察について論じる．7 章のまとめでは本研究の成果と限界，今後の展望について述べ本研究としての総括を行う．

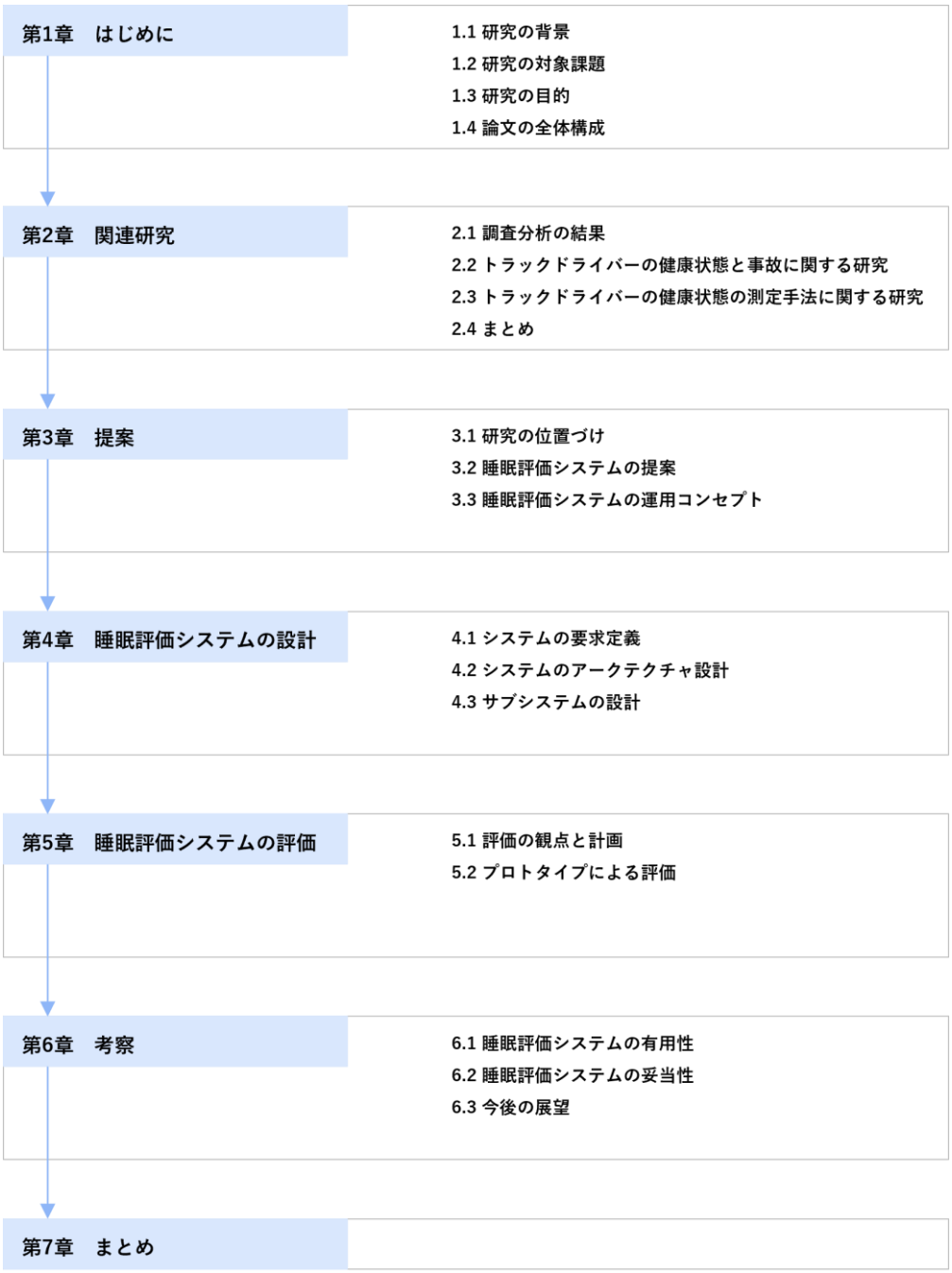
第1章　はじめに
1.1 研究の背景
1.2 研究の対象課題
1.3 研究の目的
1.4 論文の全体構成
第2章　関連研究
2.1 調査分析の結果
2.2 トラックドライバーの健康状態と事故に関する研究
2.3 トラックドライバーの健康状態の測定手法に関する研究
2.4 まとめ
第3章　提案
3.1 研究の位置づけ
3.2 睡眠評価システムの提案
3.3 睡眠評価システムの運用コンセプト
第4章　睡眠評価システムの設計
4.1 システムの要求定義
4.2 システムのアークテクチャ設計
4.3 サブシステムの設計
第5章　睡眠評価システムの評価
5.1 評価の観点と計画
5.2 プロトタイプによる評価
第6章　考察
6.1 睡眠評価システムの有用性
6.2 睡眠評価システムの妥当性
6.3 今後の展望
第7章　まとめ

図 6 本論文の全体構成

第2章 関連研究

第2章では本研究の目的と課題を踏まえて行なった先行研究調査から関連研究について論じる．明らかになっていることと課題について述べ，本研究が取り組むべきことを明確にする．

2.1 調査分析の結果

本研究の目的は「乗務前自動点呼の実現のために，運行管理者が介入せずにトラックドライバーの健康状態を測定し乗務可否を判断するシステムを設計し，実装可能性を評価すること」である．そこで，以下2つの観点で関連研究の調査を行った．その中で以下2つの手順と通り，トラックドライバーの健康状態と事故リスクに関する研究について調査し，健康状態の測定手法に関する研究を調査結果を調査した．次項に詳細を述べる．

1. トラックドライバーの健康状態と事故リスクに関する研究
2. トラックドライバーの健康状態の測定手法に関する研究

2.2 トラックドライバーの健康状態と事故リスクに関する研究

Mizunoらによると運行前後および走行中の疲労データ，トラックの走行データを解析し．「衝突事故リスク」と「前日勤務後の交感神経活動指標」は正の相関があることが明らかになっている[10]．

そしてこの研究結果を含むいくつかの実証実験を基に株式会社日立物流が「運転事故につながる危険の芽を，瞬時に把握して摘み取ることを徹底的に追求した，安全運行管理ソリューション」として「SSCV-Safety」を開発・実装している［11]．「SSCV-Safety」は乗務前の疲労データからその日の事故リスクなどを「予測する」ことで，運行管理者による乗務判断を支援している．（図 7）

図 7 SSCV-safety システムの特長［11］

2.3 トラックドライバーの健康状態の測定手法に関する研究

総務省は健康寿命の延伸や医療製品・サービスの強化に向け，「医療・介護・健康分野の情報ネットワーク化の推進」や「医療・介護・健康分野における先導的な Information and Communication Technology（ICT）利活用の推進」に関する取り組みを進めている［12］. さらに，スマートフォンのアプリケーションやウェアラブルデバイスなどによって計測できる生体情報や生活習慣に関するデータなどのモバイルヘルスデバイス（mHealth デバイス）情報の利活用は，個々ニーズや背景情報に合わせた最適な診療・サービスの提供を可能にすると考えられている［12］.

その中で，天笠らはスマートフォンやウェアラブルデバイスなどの mHealth の普及・活用により，身体活動に関する調査方法の主流であった質問紙を用いた主観的な評価とは異なり，図 8 のように客観的な身体活動の評価を大規模かつリアルタイムに実施できるようになったと述べている［13］.

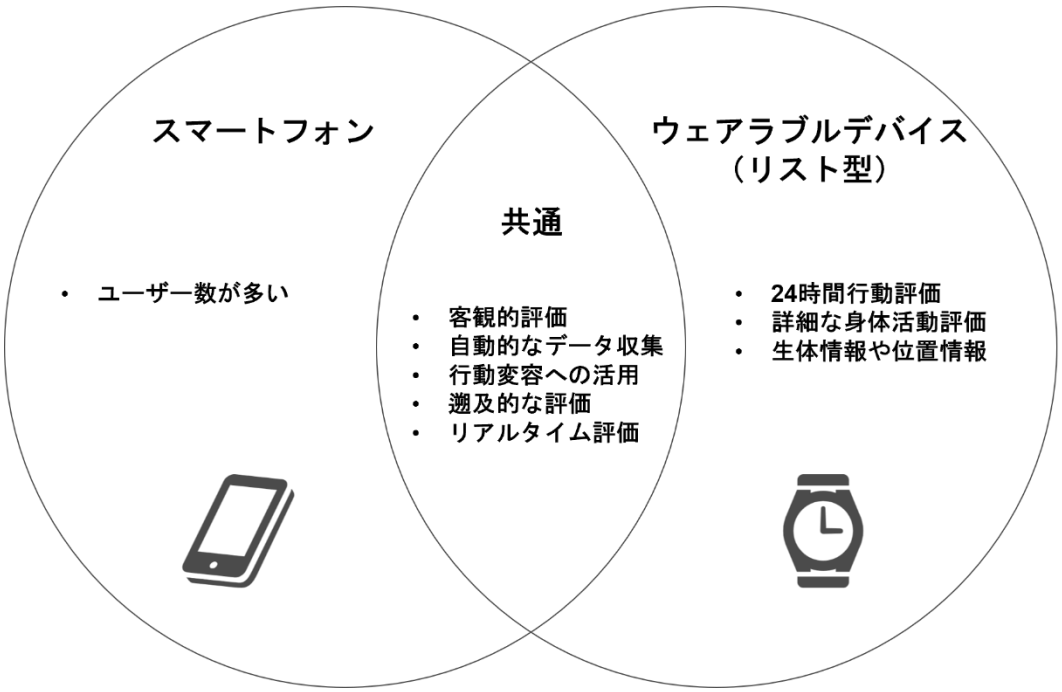

図 8 スマートフォンおよびリスト型のウェアラブルデバイスによる身体活動評価の利点 [13]

その中で，Greenfield らはウェアラブルデバイスを活用したトラックドライバーの向けた健康施策が労働条件と一致しておらず，十分に実施されていないことが明らかになっている中で，ウェアラブルデバイスによる健康増進への介入によるドライバーの認識をインタビュー調査によって明らかにしている [14]. ドライバーは自分自身の勤務体系に合わない健康増進の取り組みや現在の労働条件がもたらす健康リスクについて職業上させられないものであると自覚しており，ウェアラブルデバイスを使用した将来の罹患，特に心血管疾患を回避するための予防策として前向きに取り組むことが明らかになっている. しかし，ウェアラブルデバイスによって取得されたデータが管理者に共有される場合のプライバシーやリスクについては両義的であることが明らかになっている. また，疲労度の評価手法は表 3 のように複数明らかにされている [10] [15] [16] [17].

表 3 疲労度の評価手法

項目	測定原理	測定方法
自律神経	疲労すると自律神経機能が低下する	心拍のゆらぎ
酸化ストレス	体内の活性酸素が増えると疲労に繋がる	尿・血液検査

免疫	疲労するとヘルペスウイルスが活性化する	唾液検査
パフォーマンス	疲労するとパフォーマンスが低下する	反応時間，正答率など
睡眠指標	疲労すると睡眠の質が低下する	脳波，活動量計
主観指標	本人が感じている疲労を評価する	Visual Analogue Scale

2.4 まとめ

これまで分析した関連研究や既存サービス事例から，健康状態の正確な把握のためにはmHealth デバイスが有効であり，トラックドライバーは自らの疾患予防のためにウェアラブルデバイスを活用すること前向きにとらえていることが明らかになっている．ただし，トラックドライバーは自身のデータが管理者に共有され，監視されることに対して懐疑的な人もいることが明らかになっている．

また，ドライバーの「疲労」と事故リスクに相関することが明らかになっており，現在は営業所での専用機器による定量的な疲労評価を基に，運行管理者が乗務可否を判断しているということが明らかになっている．

これらを踏まえ，次章で本研究の位置づけを論じる．

第3章 提案

第3章では本研究が実現したいコンセプトとシナリオについて述べる.

3.1 研究の位置づけ

関連研究から現状，トラックドライバーが営業所にて専用機器を用いて「疲労」を定量的に評価し，運行管理者がその結果を基に乗務判断を実施していることが明かになっている．しかし，専用機器の購入費用や結局トラックドライバーと運行管理者がともに営業所に来て点呼を実施しているために，リソース（お金・時間）が必要になってしまう．そこで図9のように本研究ではトラックドライバーが営業所外で健康状態を測定でき，運行管理者も営業所に来なくても乗務可否を判断できるようなシステムを提案する．本研究で明らかにしたいことを以下2つとした．

1. 営業所外で負担なく測定できる項目を活用し，遠隔で乗務可否を判断できるか？
2. どうすれば正確な測定のために「なりすまし」を防ぐことができるか？

「明らかになっていること」と「課題」

現状　：営業所での専用機器を用いた「疲労」の定量的評価による乗務判断を実施

課題　：専用機器購入や結局営業所に来て点呼を行うためリソース（お金・時間）が必要

▼

本研究で明らかにしたいこと

1）営業所外で負担なく測定できる項目を活用し，遠隔で乗務可否の判断できるか？

2）どうすれば正確な測定のために「なりすまし」を防ぐことが出来るか？

図 9 研究の位置づけ

3.2 乗務判断システムの提案

これまでの議論を通じて，本研究ではトラックドライバーの睡眠に関する主観評価と客観評価の差異分析によって，運行管理者の介入しなくても，正確に健康状態を把握できるシステムを提案する．松元ら [18]が明らかにした睡眠が過労に影響を与えることから，本研究では睡眠に着目し，睡眠のデータ取得することで，トラックドライバーの健康増進を実現するシステムを提案する．

本システムの運用コンセプトを図10に示す．運用コンセプトは本システムをどのように運用または利用できるかについて記述したものである．

本システムの特徴はドライバーが睡眠に関する主観評価と客観評価の両方を入力することで，運行管理者が介入せずに健康状態の判断をすることである．そして，睡眠状態を記載した睡眠レポートを出力し，適切な運行管理や睡眠改善指導を実施する．体調に問題がある時は運行管理者へのアラートを出力しすることで，運行管理者が代替人員を準備するなど対応策の実施を支援する．

また，本システムの独自性として，「現状，主観評価のみを申告している睡眠状態の把握について，主観評価と客観評価の両面から評価し，その差異を分析することで，なりすましなどを防ぎデータの正確性を担保する」というアプローチを取り入れた．そして，Greanfealdら [14]がトラックドライバーへのウェアラブルデバイスの使用に対する意見を調査した中で明らかになった「監視されているという不安」を解消するために，トラックドライバーへの睡眠改善アドバイスを出力することでデータ測定の継続を促すインセンティブを設計した．

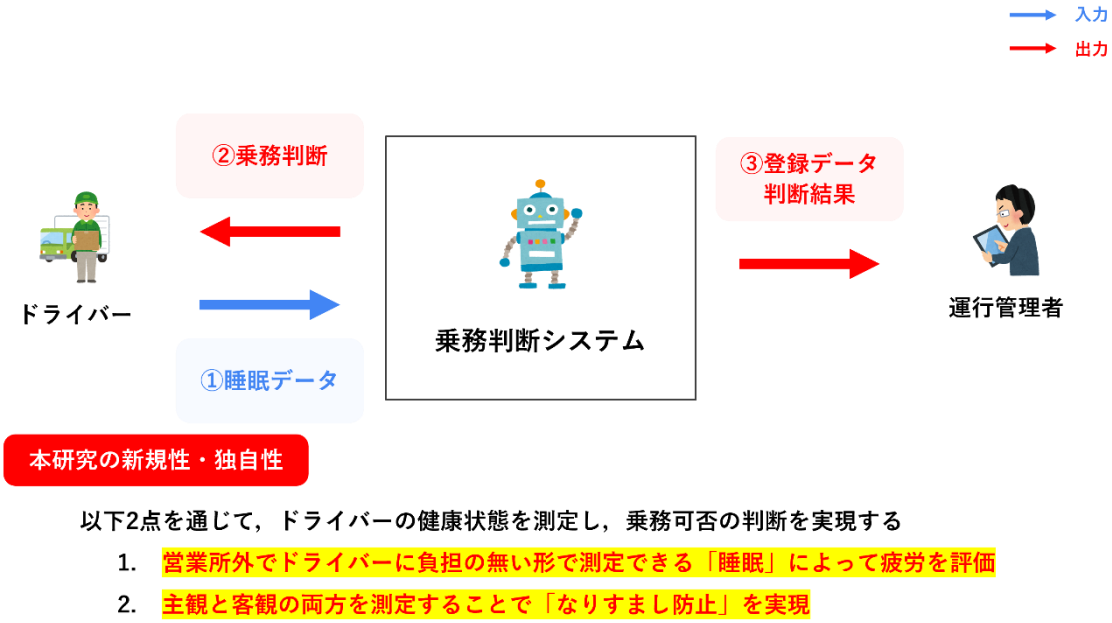

図 10 乗務判断システムの運用コンセプト

また，本研究で設計する自動点呼実現のための主観と客観評価の差異分析による睡眠システムを利用するシナリオを示す．これまで乗務前点呼時において，専用機器による正確な疲労の把握や事故リスクの算出による乗務判断は実現されてきた．しかし，トラックドライバーと運行管理者が営業所に来て，原則対面で点呼は実施されている．

そこで本システムでは，営業所外でもトラックドライバーが負担なく取得できる「睡眠」のデータを測定し，また，主観評価と客観評価を両方測定し，差異を分析することで，入力データの改善なりすましなどを防ぐことができ，正確性を担保できる．また，トラックドライバーの乗務判断が起床時に把握でき，営業所で点呼を実施するよりも早く体調不良を把握することができ，代替ドライバーの手配などの対応策を早急に準備できるようにすることが本システムの有用性である（図11）．

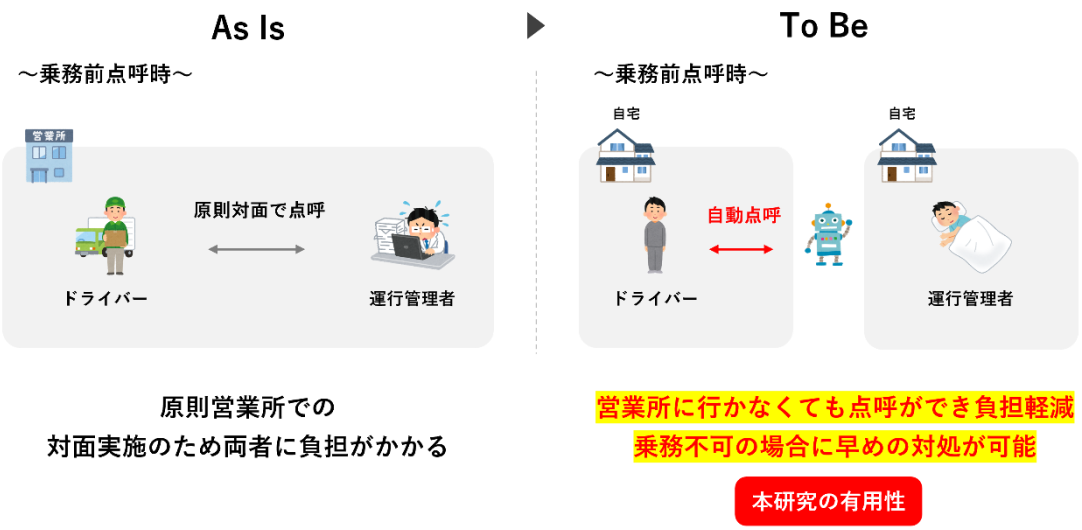

図 11 本システムを通じて実現したいシナリオ

第4章　乗務判断システムの設計

第4章では，本研究が提案するシステムの設計について述べる．

4.1 システムの要求定義

4.1.1 システムのコンテクスト分析

本システムが関係する外部システムに与える影響と受ける影響を分析すること，本システムの設計範囲の境界を定めることを目的にステークホルダー分析を行った結果を図12に示す．運用フェーズと定義した乗務前自動点呼時に，本システムのユーザーであるトラックドライバーが主観評価と客観評価による睡眠状態を送信し，本システムが運行管理者が不在の状態でも健康状態を判断する．また，トラックドライバーは本システムからアドバイスを受け取ることで，正確な入力をしてもらうためのインセンティブを設計した．

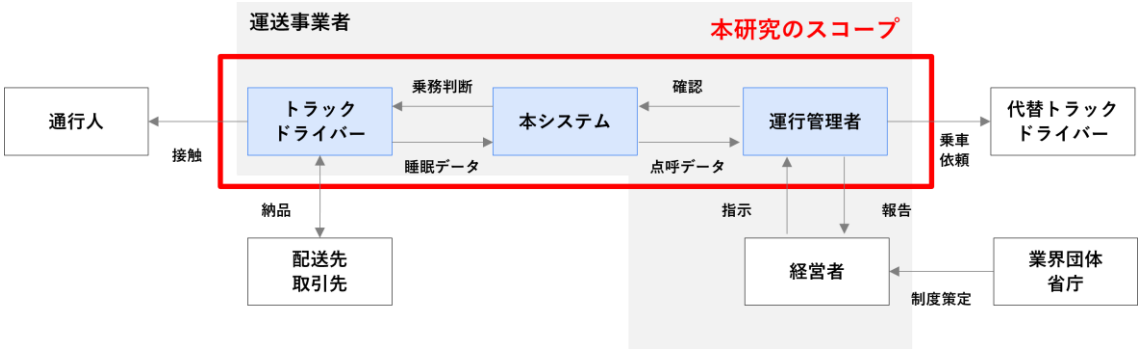

図 12 コンテクスト分析（運用フェーズ）

4.1.2 システムの要求定義

本項では本システムの要求定義をまとめて論じる．本システムを設計するにあたってのシステム要求の分析について以下の表 4 に示す．

表 4 システム要求

要求 No.	運用コンセプトのステップ	システム要求
R1-1	主観と客観の睡眠データを入力する	システムが睡眠に関する主観データを受け入れる
R1-2		システムが睡眠に関する客観データを受け入れる
R2-1	乗務判断と改善アドバイスをドライバーに出力する	システムが入力されたデータを評価する
R2-2		システムが評価によって乗務可否を判断する
R2-3		システムが乗務可否をドライバーに出力する
R2-4		システムが入力されたデータに応じて改善コメントを選定する
R2-5		システムがアドバイスをドライバーに配信する
R2-6	登録データと判断結果を運行管理者に出力する	システムが登録データと乗務可否判断結果を運行管理者に配信する

4.2 システムのアーキテクチャ設計

4.2.1 システムの機能設計

本項では，本研究で提案するシステムの機能の設計を示す．システムの要求ごとに設計した本システムの機能を以下の表 5 にまとめて示す．

表 5 システム機能要求

ID	機能要求	要求元
F1-1	主観データを入力する機能	R1-1
F1-2	客観データを入力する機能	R1-2
F2-1	主観データと客観データに対して，疲労評価をする機能	R2-1
F2-2	疲労評価によって乗務可否を判断する機能	R2-2
F2-3	乗務可否をドライバーに出力する機能	R2-3
F2-4	疲労評価によって改善アドバイスを選定する機能	R2-4
F2-5	ドライバーに改善アドバイスを出力する機能	R2-5
F2-6	運行管理者に登録情報を配信する機能	R2-6

また，本システムの詳細の機能の流れを図 13 に示す．まず，ドライバーが睡眠に関する主観データと客観データを入力する．そのデータを基に，本システムが疲労状態を評価し，乗務可否判断する．また，評価に応じてシステムがレコメンドした改善アドバイスを選定する．結果をドライバーと運行管理者まで配信することでシステムは終了する．

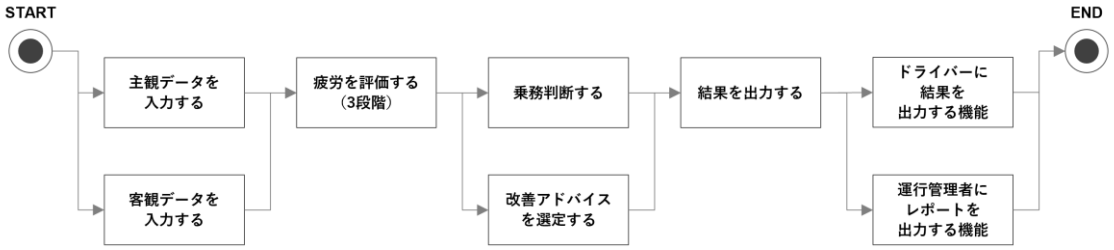

図 13 乗務判断システムの機能の流れ

4.2.2 システムの物理設計

本システムの構成図は図14である．トラックドライバーの睡眠に関する主観データと客観データの両方から取得し，トラックドライバーの疲労状態を評価し，乗務判断をする．また，睡眠の改善アドバイスを配信する．追って，ドライバーの登録データと判断結果が運行管理者に配信され，代替人員準備などに活用される．本研究ではGoogle社が提供している「Googleフォーム」を活用し，主観データの入力を実行する．客観データは従来の研究では脳波検査によって，睡眠の質を定量的に分析する方法 [19]が使われたが，運行管理の現場で実装するには費用や場所についての制限がある．本研究でFitbit社製スマートウォッチ（Fitbit Charge4）によって客観データを取得するように設計した．また，入力された睡眠データを「Googleスプレッドシート」を活用して疲労評価を実施し，睡眠を改善するためのレコメンドコメントを生成し，最終的にPDFデータで出力された「睡眠レポート」を出力する．本システムの特徴は以下の2点である．

（1）主観評価・客観評価の両方のデータ取得し，疲労を評価する

乗務前点呼において，トラックドライバーの主観評価の申告のみによって把握していた睡眠状態に加え，ウェアラブルデバイスを用いて，客観評価である睡眠データも取得する．主観評価と客観評価の両面からトラックドライバーの睡眠状態を評価することによって，自動点呼時に入力データの「なりすまし」を防止でき，正確性を担保できる．また，トラックドライバー自身も気がつけていない体調不良の予兆を発見することができる．

（2） 疲労評価の結果に応じて，乗務判断をし，改善アドバイスを出力する

主観評価と客観評価の両方から分析された疲労評価を基に，乗務可否を判断する．また，トラックドライバーに対して睡眠改善のための改善アドバイスを出力することで，健康な業務実施を支援する．また，各トラックドライバーの疲労評価の推移を記載した睡眠レポートを運行管理者に出力することでトラックドライバーごとの傾向把握が容易に出来るようになり，適切な対応策を実施できるように支援する．

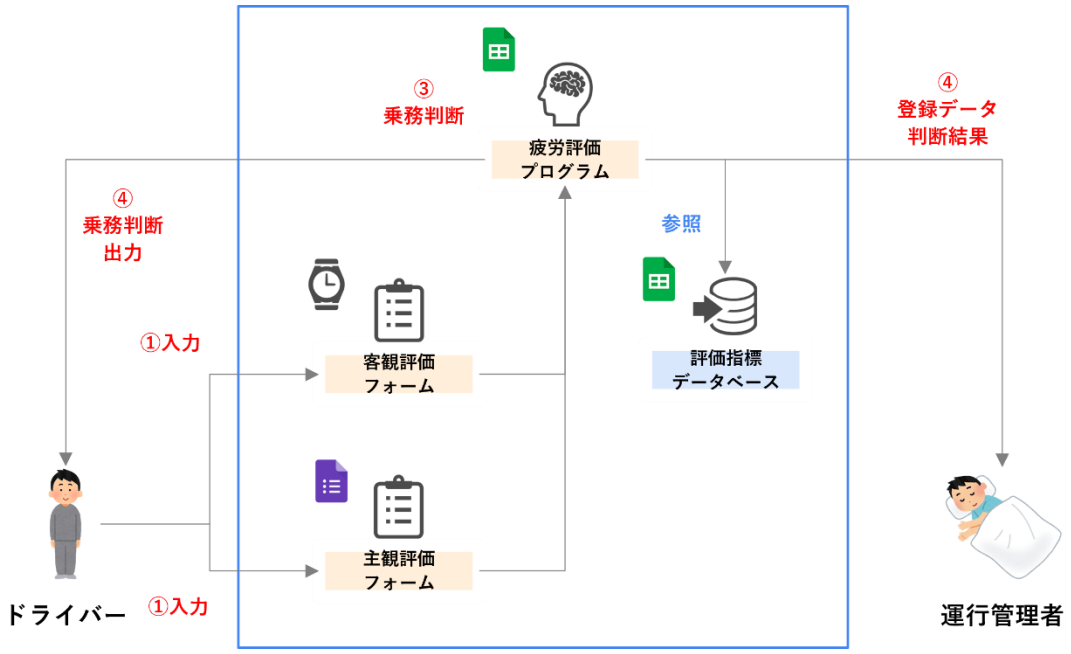

図 14 乗務判断システムのアーキテクチャ

4.3 サブシステムの設計

4.3.1 主観評価・客観評価登録フォームの設計

本節では，トラックドライバーから取得する睡眠に関する「主観評価フォーム」と「客観評価フォーム」の設計について論じる．主観データと客観データで取得する項目の詳細を表6に示す．取得するデータはトラックドライバー睡眠マニュアル [20]にて記載のある「睡眠の聞き方チャート」を参考に，「就寝時間」，「起床時間」，「寝つき」とした．

主観評価はドライバーが起床時に図15のwebアンケート（Googleフォーム）から入力することで記録する．また，客観評価はFitbit社の専用アプリを利用し，起床時にアプリとデバイスを同期することでデータを取得し，図16のwebアンケート（Googleフォーム）へ手作業で入力することで取得する設計とした．

表 6 入力する睡眠データ

分類	測定項目	測定方法	使用ツール
主観評価	寝た時刻	Webアンケートへの回答	Googleフォーム
	起きた時刻	Webアンケートへの回答	Googleフォーム
	寝つき	Webアンケートへの回答 ※3段階の選択肢（早い・同じ・遅い）	Googleフォーム
客観評価	寝た時刻	時計型ウェアラブルデバイスによる計測 ※就寝時刻をwebアンケートへ入力	Fitbit charge4 Googleフォーム
	起きた時刻	時計型ウェアラブルデバイスによる計測 ※起床時刻をwebアンケートへ入力	Fitbit charge4 Googleフォーム
	寝つき	時計型ウェアラブルデバイスによる計測 ※就寝時刻から睡眠までの時間を3段階で評価 早い:5分未満 同じ:5分以上30分未満 遅い:30分以上 ※自身の評価をwebアンケートへ入力	Fitbit charge4 Googleフォーム

図 15 主観データ登録フォーム

図 16 客観データ登録フォーム

4.3.2 疲労評価プログラムの設計

入力された睡眠に関する主観評価，客観評価に対して，トラックドライバーの睡眠マニュアル内で記載されている「睡眠の聞き方チャート（早朝・日中ドライバー向け）」[20]を参考に，「◯・△・×」の3段階，全18パターンで睡眠を評価できるように評価指標データベース（疲労評価）を設計した（表7）．

表 7 評価指標データベース(疲労評価) [20]

パターン	寝た時刻	起きた時刻	寝つき	評価	指導内容
1	0時以前	5時以前	早い	○	なし
2			同じ	○	なし
3			遅い	△	指導内容1,2
4		6時台	早い	○	なし
5			同じ	○	なし
6			遅い	△	指導内容2
7		7時以降	早い	○	なし
8			同じ	○	なし
9			遅い	△	指導内容3
10	0時以降	5時以前	早い	△	指導内容4,5
11			同じ	×	指導内容5
12			遅い	×	指導内容5,6
13		6時台	早い	△	指導内容4,5
14			同じ	△	指導内容5,6
15			遅い	×	指導内容5,6
16		7時以降	早い	○	なし
17			同じ	○	なし
18			遅い	△	指導内容6

4.3.3 評価指標データベース(改善アドバイス)の設計

本サブシステムは疲労評価プログラムによって出力された「疲労評価」を入力すると，適切な「評価コメント」と「改善アドバイス」がトラックドライバーへ出力される設計にした．「改善アドバイス」は「睡眠の聞き方チャート(早朝・日中ドライバー向け)」 [20]にて，疲労評価によって適切な指

導内容が設定されており(表8)，本研究では運行管理者が睡眠指導を実施しやすいコメント形式に編集し，「評価指標データベース(改善アドバイス)」(別添1)を設計した.

「評価コメント」については，主観評価と客観評価でそれぞれ3段階(◯・△・×)で評価しているため全9通りの評価パターンが存在し，それぞれのパターンに合わせた評価コメントを出力できるように「評価コメントデータベース」(別添2)を設計した.

本システムで考えられる評価の組み合わせは表7で論じた通り，主観データと客観データでそれぞれ18通りあるため，全324通りのパターンが存在する. それらの全パターンに対して「評価コメント」と「改善アドバイス」を出力できるように「評価・改善アドバイスデータベース」(図17)を設計した. 全パターンの詳細は別添3に記載している.

「評価コメント」では，主観データと客観データの評価に差異がある場合に運行管理者やトラックドライバーに注意を促すような内容にすることで，点呼時の睡眠状態把握の精度向上を目指す. (例:主観データの評価が「◯」であるが，客観データの評価が「×」である場合，「【要注意！実は睡眠が乱れているようです. 】主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても，客観データによると睡眠の乱れがあるようですので，無理せずにお過ごしください. 」というコメントを出力する. この場合，ドライバーが認識していない不調が起きている，またはこれから起こる可能性があるため，ドライバー自身に気を付ける意識づけを行い，安全な運行業務が実施できるように支援する.)

表 8 レコメンド指導内容一覧 [20]

指導内容 1	• 3 日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように伝える
指導内容 2	• 昼食は炭水化物を少なめにするよう指示する • スマホなどの機器を使っていないかを確認する • シャワー浴でなく湯船につかることを勧める • 気になっていることがないかを確認する
指導内容 3	• 寝る時刻を遅らせることを勧める • 気になっていることがないかを確認する
指導内容 4	• 入眠前のお酒の量を確認する • 気になっていることがないかを確認し，相談にのる
指導内容 5	• 3 日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように伝える

	• 眠気に注意させる • 昼食は炭水化物を少なめにするように指導する • 眠たくなる前に仮眠をとるよう指導する • 寝る時刻を早めるよう指導する
指導内容 6	• スマホなどの機器を使っていないかを確認し，指導する • 気になっていることがないかを確認し，相談にのる

レコメンドデータベース

#	主観パターン	客観パターン	評価コメント	指導内容コメント
1	1	1	【良い調子！】 良い睡眠がとれています！ この調子で寝る前の行動や食事を気をつけていきましょう！	-
2	1	2	【良い調子！】 良い睡眠がとれています！ この調子で寝る前の行動や食事を気をつけていきましょう！	-
3	1	3	【少し注意！実は睡眠が乱れているようです。】 主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても、客観データによると少し睡眠の乱れがあるようですので、無理せずにお過ごしください。	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して５時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます。
4	1	4	【良い調子！】 良い睡眠がとれています！ この調子で寝る前の行動や食事を気をつけていきましょう！	-
5	1	5	【良い調子！】 良い睡眠がとれています！ この調子で寝る前の行動や食事を気をつけていきましょう！	-
6	1	6	【少し注意！実は睡眠が乱れているようです。】 主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても、客観データによると少し睡眠の乱れがあるようですので、無理せずにお過ごしください。	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので、少し減らしてみましょう。
7	1	7	【良い調子！】 良い睡眠がとれています！ この調子で寝る前の行動や食事を気をつけていきましょう！	-
8	1	8	【良い調子！】 良い睡眠がとれています！ この調子で寝る前の行動や食事を気をつけていきましょう！	-
9	1	9	【少し注意！実は睡眠が乱れているようです。】 主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても、客観データによると少し睡眠の乱れがあるようですので、無理せずにお過ごしください。	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『寝る時刻を遅らせることを勧めましょう！』 ・布団に横になって 30 分以上眠れない時は、布団からいったん出て、眠たくなったら布団に戻りましょう。
10	1	10	【少し注意！実は睡眠が乱れているようです。】 主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても、客観データによると少し睡眠の乱れがあるようですので、無理せずにお過ごしください。	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『入眠前のお酒の量を確認しましょう！』 ・お酒を飲むなら、寝る２時間前には飲み終えるようにしましょう。
11	1	11	【要注意！実は睡眠が乱れているようです。】 主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても、客観データによると睡眠の乱れがあるようですので、無理せずにお過ごしください。	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して５時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます。
12	1	12	【要注意！実は睡眠が乱れているようです。】 主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても、客観データによると睡眠の乱れがあるようですので、無理せずにお過ごしください。	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して５時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます。
13	1	13	【少し注意！実は睡眠が乱れているようです。】 主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても、客観データによると少し睡眠の乱れがあるようですので、無理せずにお過ごしください。	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『入眠前のお酒の量を確認しましょう！』 ・お酒を飲むなら、寝る２時間前には飲み終えるようにしましょう。
14	1	14	【少し注意！実は睡眠が乱れているようです。】 主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても、客観データによると少し睡眠の乱れがあるようですので、無理せずにお過ごしください。	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して５時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます。
15	1	15	【要注意！実は睡眠が乱れているようです。】 主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても、客観データによると睡眠の乱れがあるようですので、無理せずにお過ごしください。	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して５時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます。
16	1	16	【良い調子！】 良い睡眠がとれています！ この調子で寝る前の行動や食事を気をつけていきましょう！	-
17	1	17	【良い調子！】 良い睡眠がとれています！ この調子で寝る前の行動や食事を気をつけていきましょう！	-
18	1	18	【少し注意！実は睡眠が乱れているようです。】 主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても、客観データによると少し睡眠の乱れがあるようですので、無理せずにお過ごしください。	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに、できれば寝る2時間前にはやめましょう。

図 17 評価・改善アドバイスデータベースの一部

4.3.4 乗務可否の判断結果の配信の設計

本システムは 4.3.2 節で論じた各プログラムで出力された情報をレポート形式に集計し，ドライバーへ「睡眠レポート（図 18）」として配信するように設計した．睡眠レポート内に記載されている内容は以下の表 9 に示す．4.2.3 節で論じたサブシステム出力された情報をレポート形式に集計し，トラックドライバーへ「フィードバックレポート（図 19）」として合わせて配信するように設計した．フィードバックレポート内に記載されている内容は以下の表 10 の通りで，ドライバーの安全な業務遂行を支援する．

本研究では，Google スプレッドシート上で，レポート形式で出力されたレポートを手作業でPDFデータに変換し，運行管理者やドライバーに Email で配信する設計とした．

k001	01/14		01/15		01/16	
	主観	客観	主観	客観	主観	客観
睡眠評価	△	△	△	△	○	○
就寝時間	0:30	0:24	0:00	0:39	21:30	21:23
起床時刻	4:30	4:30	6:30	6:09	2:10	2:09
睡眠時間	4:00:00	4:06:00	6:30:00	5:30:00	4:40:00	4:46:00
寝つき	早い	早い	早い	早い	同じ	同じ

図 18 睡眠レポートのイメージ

本日の 評価コメント	【少し注意！主観で睡眠が乱れているようです。】 客観データによると良い睡眠がとれているようですが、主観では少し睡眠の乱れを感じているようですので、無理せずにお過ごしください。
本日の おすすめ改善アドバイス	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます。 ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても、昼間に眠くならなかったら、睡眠時間が足りている証拠です。 ・もし眠気が生じたら、その晩は、いつもより１時間くらい早く寝ましょう。 ②『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら、ただちに仮眠をとりましょう。 ③『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので、少し減らしてみましょう。 ④『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると、その後の運転が楽になります。 ・運転中に眠くなったら、ただちに仮眠をとりましょう。 ⑤『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には、部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう。 ⑥『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに、できれば寝る2時間前にはやめましょう。 ⑦『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』

図 19 フィードバックレポートのイメージ

表 9 睡眠レポートに含まれる内容

カテゴリ	詳細
主観評価 客観評価	• 直近 1 週間の疲労評価（○・△・×） • 直近 1 週間の就寝時間 • 直近 1 週間の起床時間 • 直近 1 週間の睡眠時間 • 直近 1 週間の寝つき（早い・同じ・遅い）

表 10 フィードバックレポートに含まれる内容

カテゴリ	詳細
コメント	• 評価コメント • 改善アドバイスコメント

第5章 乗務判断システムの評価

第5章は本システムの評価について，評価観点とその方法，実験方法について説明する．そして，評価観点の順番で具体的な評価結果について述べる．評価に関しては人間が対象であるため，定量・定性を組み合わせて分析を行なった．

5.1 評価の観点と計画

本研究が明らかにすべき「営業所外で負担なく測定できる項目を活用し，遠隔で乗務可否を判断できるか？」「どうすれば正確な測定のために『なりすまし』を防ぐことができるか？」に対する評価観点と方法を整理する（表11）．

評価は大きく2つのステップに分けて実施した．まずは第4章の設計に沿って筆者1名でプロトタイプ実験を行い，システムの動作として表4の要求項目に対して問題が無いかを確認した．その後，実際の運送事業者での実装を考慮した時の妥当性や改善点について評価した．実験とインタビューの概要を表12に示す．

表 11 評価観点一覧表

分類	評価観点		方法
予備実験	検証	1. システムの動作	1-1.プロトタイプ実験（定性）
本実験	検証	2. システムの有用性	2-1.主観と客観の疲労評価の差異の検出数（定量） 2-2.運行管理者へのインタビュー（定性）
	妥当性確認	3. システムの実装可能性	3-1.運行管理者へのインタビュー（定性） 3-2.トラックドライバーへのインタビュー（定性）

表 12 実験とインタビュー概要

対象	被験者数	実施日と場所
筆者	筆者:1名	実施:2022年12月26日～2023年1月1日 場所:東京
運送事業者 A社	運行管理者:1名 ドライバー:3名	実施:2023年1月21日～2023年1月23日 場所:東京

5.2 予備実験における評価

5.2.1 プロトタイプ実験の概要

4章において定義した機能要求の充足を確認するため，筆者1名を対象にプロトタイプ実験を実施した（表13）．評価にあたっては，評価は設計された機能ごとに評価手法を設定して実施した．評価手法は検査(Inspection)，分析(Analysis) ，デモンストレーション試験(Demonstration) ，試験(Test)の4手法である．2022年12月26日から2023年1月1日までの全7日間の睡眠に関する主観データと客観データ入力し，システムの動作を評価し，出力された睡眠レポートとフィードバックレポートからシステムの有用性と妥当性を評価した．

表 13 プロトタイプ実験の概要

日時	2022年12月26日～2023年1月1日
対象者	筆者
対象人数	1名
目的	本システムの動作，有用性，妥当性を評価すること．
実験手順	・対象者が主観評価と客観評価のデータを専用フォームから入力する

	・レポートが正しく出力されるかを確認し，評価する．
確認事項	システムが設計通りに動作するか ・乗務前自動点呼を想定した時に，睡眠レポートに記載されている内容で正しい健康状態を把握できたと言えるか． ・乗務前自動点呼を想定した時に，フィードバックレポートに記載されている内容でドライバーの睡眠改善に寄与できたと言えるか．

5.2.2 システムの動作

その結果，図20の睡眠レポートと図21のフィードバックレポートを出力することができた．Requirement Verification Traceability Matrix（RVTM)を用いて，機能要求の動作を検証した結果を表14にまとめて示す．表中のIは検査(Inspection)，Aは分析(Analysis），Dはデモンストレーション試験(Demonstration），Tは試験(Test)を表す．

d001	12/26		12/27		12/28		12/29		12/30		12/31		01/01	
	主観	客観	主観	客観	主観	客観	主観	客観	主観	客観	主観	客観	主観	客観
睡眠評価	△	○	○	○	○	△	△	△	×	×	△	△	○	△
就寝時間	23:00	23:36	0:00	0:18	23:30	23:45	3:00	3:38	0:00	0:05	21:00	21:17	2:00	2:34
起床時刻	5:30	5:25	8:00	8:09	7:00	7:11	6:30	6:34	5:00	5:08	6:00	6:37	9:00	9:01
睡眠時間	6:30:00	5:49:00	8:00:00	7:51:00	7:30:00	7:26:00	3:30:00	2:56:00	5:00:00	5:03:00	9:00:00	9:20:00	7:00:00	6:27:00
寝つき	遅い	同じ	同じ	同じ	同じ	遅い	早い	同じ	遅い	遅い	遅い	遅い	同じ	同じ

図 20 出力された睡眠レポート

本日の 評価コメント	【少し注意！実は睡眠が乱れているようです。】 主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても、客観データによると少し睡眠の乱れがあるようですので、無理せずにお過ごしください。
本日の おすすめ改善アドバイス	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに、できれば寝る2時間前にはやめましょう。 ②『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』

図 21 出力されたフィードバックレポート

表 14 Requirement Verification Traceability Matrix (RVTM)

ID	機能	合格基準	I	A	D	T	結果
F1-1	主観データを入力する機能	主観データを入力でき，継続して蓄積できること			○		合格
F1-2	客観評価を入力する機能	客観評価を入力でき，継続して蓄積できること			○		仮合格
F2-1	主観評価と客観評価の対して，疲労評価をする機能	入力されたデータから，3段階での評価を算出できること				○	合格
F2-2	疲労評価によって乗務可否を判断する機能	疲労評価によって適切な乗務可否を出力できること				○	合格
F2-3	乗務可否をドライバーに出力する機能	疲労評価によって乗務可否情報を出力すること				○	合格
F2-4	疲労評価によって改善アドバイスを選定する機能	事前に設定した疲労評価に応じた改善アドバイスを出力できること				○	合格
F2-5	ドライバーに改善アドバイスを出力する機能	トラックドライバーに正しい改善アドバイスをを配信できること				○	仮合格
F2-6	運行管理者に登録情報を配信する機能	正しい登録情報を運行管理者に配信できること				○	仮合格

以下，検証項目ごとに詳細を論じる．

「主観評価を入力する機能」はデモンストレーションを実施し，「主観評価と客観評価に対して，疲労評価をする機能」，「適切な指導内容を出力する機能」についてはテストを実施することで合格基準を達成できたことを確認した．

「客観評価を入力する」，「運行管理者にレポートを配信する機能」，「トラックドライバーにレポートを配信する機能」，「運行管理者にアラート情報を配信する機能」は仮合格としたが，今回の検証では，手作業で客観データの入力を実施し，手作業でレポートをPDFデータに変換し，Emailで送付したためである．これらの項目については，後述する妥当性確認で検証する．

5.2.3 システムの有用性

プロトタイプ実験では筆者の主観評価と客観評価を全 7 日間測定した．まず，主観評価と客観評価の睡眠時間に関する差異は表 15 の通り，1 日平均 23.7 分となった．また，表 16 のように疲労評価に差異があったのはデータが取得できた全 7 日のうち 3 日分となった．評価が「×」と出力されたのは 1 日であった．

表 15 睡眠時間結果一覧

ID	12/26		12/27		12/28	
	主観	客観	主観	客観	主観	客観
d001	6:30	5:49	8:00	8:09	7:00	7:26
ID	12/29		12/30		12/31	
	主観	客観	主観	客観	主観	客観
d001	3:30	2:56	5:00	5:03	9:00	9:20
ID	1/1					
	主観	客観				

d001	7:00	6:27				

表 16 疲労評価結果一覧

ID	12/26		12/27		12/28	
	主観	客観	主観	客観	主観	客観
d001	△	○	○	○	○	△
ID	12/29		12/30		12/31	
	主観	客観	主観	客観	主観	客観
d001	△	△	×		△	△
ID	1/1					
	主観	客観				
d001	○	△				

5.2.4 システムの妥当性

表 17 のように全 7 日のうち 6 日間でシステムから，「評価コメント」と「改善アドバイスコメント」が出力された，疲労評価は 4.3.2 項で論じたようにトラックドライバー向けの睡眠マニュアル [20]で規定されている評価指標を転用し，全 23 種類に定義されている．しかし，改善アドバイスコメントは定型の内容となっているため，筆者による睡眠改善に向けた行動変容は起こらなかった．

表 17 実験で出力されたコメント一覧

12/26	
本日の評価コメント	【少し注意！主観で睡眠が乱れているようです．】 客観データによると良い睡眠がとれているようですが，主観では少し睡眠の乱れを感じているようですので，無理せずにお過ごしください．
本日のおすすめ改善アドバイス	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は7～8時間と言われます． ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です． ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより1時間くらい早く寝ましょう． ②『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう． ③『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう． ④『シャワー浴でなく湯舟につかることを勧めましょう！』 ・40℃のお風呂に15分入るのが目安です． ⑤『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』

12/27	
本日の評価コメント	【良い調子！】 良い睡眠がとれています！

	この調子で寝る前の行動や食事を気をつけていきましょう！
本日のおすすめ改善アドバイス	-

12/28	
本日の評価コメント	【少し注意！実は睡眠が乱れているようです．】 主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても，客観データによると少し睡眠の乱れがあるようですので，無理せずにお過ごしください．
本日のおすすめ改善アドバイス	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『寝る時刻を遅らせることを勧めましょう！』 ・布団に横になって 30 分以上眠れない時は，布団からいったん出て，眠たくなったら布団に戻りましょう． ②『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』

12/29	
本日の評価コメント	【少し注意！主観・客観ともに睡眠が乱れているようです．】 主観データ・客観データともに少し睡眠が乱れているようですので，無理せずにお過ごしください．
本日のおすすめ改善アドバイス	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『入眠前のお酒の量を確認しましょう！』 ・お酒を飲むなら，寝る2時間前には飲み終えるようにしましょう．

	②『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』 ③『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は7～8時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより1時間くらい早く寝ましょう. ④『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑤『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ⑥『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります. ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑦『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう.″″ ⑧『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう.

12/30	
本日の評価コメント	【要注意！主観・客観ともに睡眠が乱れているようです．】 主観データ・客観データともに睡眠が乱れているようです．無理せずにお過ごしください．
本日のおすすめ改善アドバイス	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は7～8時間と言われます． ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です． ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより1時間くらい早く寝ましょう． ②『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう． ③『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう． ④『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります． ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう． ⑤『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう． ⑥『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう．

	⑦『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』

12/31	
本日の評価コメント	【少し注意！主観・客観ともに睡眠が乱れているようです．】 主観データ・客観データともに少し睡眠が乱れているようですので，無理せずにお過ごしください．
本日のおすすめ改善アドバイス	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう． ②『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう． ③『シャワー浴でなく湯舟につかることを勧めましょう！』 ・40℃のお風呂に15分入るのが目安です． ④『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』

1/1	
本日の評価コメント	【少し注意！実は睡眠が乱れているようです．】

	主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても，客観データによると少し睡眠の乱れがあるようですので，無理せずにお過ごしください．
本日のおすすめ改善アドバイス	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう． ②『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』

5.3 本実験における評価

5.3.1 本実験の概要

本システムを通じて，「『睡眠』による疲労評価で乗務可否の判断ができるか」と「主観と客観の測定によって『なりすまし防止』が可能か？」の 2 点について，本実験を通じて評価した．本実験の詳細を表 15 と図 22 に示す．

表 18 本実験の概要

日時	2023年1月21日～23日
対象者	運送事業者　A社
対象人数	ドライバー:3名 運行管理者:1名
目的	本システムの実装可能性を検証すること．
実験手順	・被験者（トラックドライバー）はウェアラブル端末（Fitbit Charge4）を装着し，就寝する．

	・被験者（トラックドライバー）は専用フォームから乗務前点呼時に主観評価を登録し，ウェアラブル端末の専用アプリを立ち上げ客観データを同期させる． ・実施者はウェアラブル端末から計測したドライバーの客観評価を抽出し，専用フォームから登録する． ・実施者は主観評価と客観評価を集約し，睡眠レポートを作成し，被験者（運行管理者）に配信する． ・実験後，運行管理者へのインタビューを実施し，システムの有用性と妥当性を定性的に評価する．
確認事項	・「睡眠」による疲労評価で乗務可否の判断ができるか？ ・主観と客観の測定によって「なりすまし防止」が可能か？

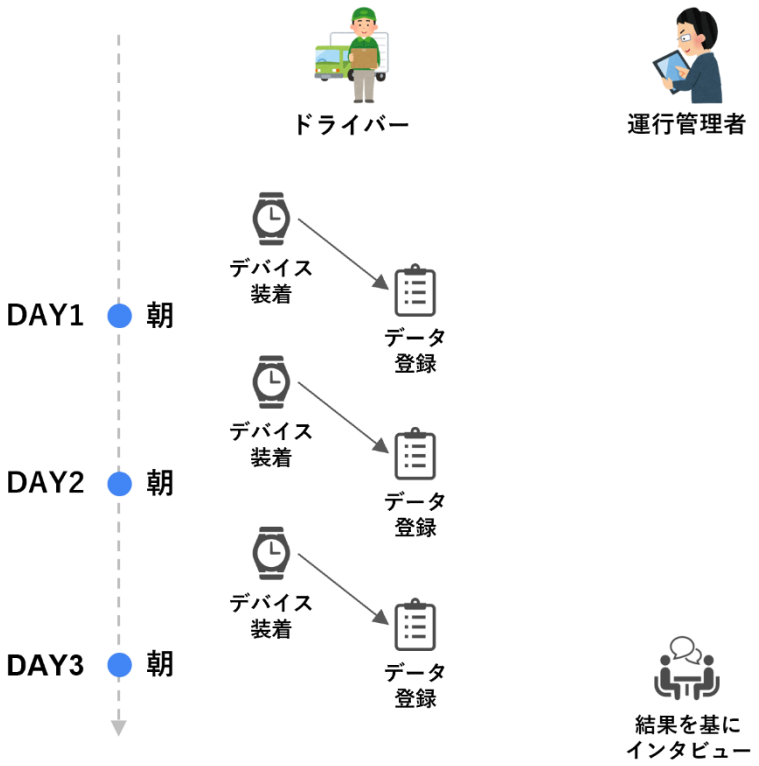

図 22 本実験の流れ

5.3.2 本実験の結果

本実験によって図 23 の睡眠レポートが出力された．被験者であるドライバー3 名に対し，主観・客観データを全 3 日間測定し，疲労評価が「×」となったのはデータが取得できた全 9 日のうち 1 日分のみとなった（図 23）．

k001	01/21		01/22		01/23	
	主観	客観	主観	客観	主観	客観
睡眠評価	○	○	○	○	○	○
就寝時間	23:30	23:48	0:30	0:33	23:30	23:09
起床時刻	4:00	4:10	8:00	8:37	4:00	4:01
睡眠時間	4:30:00	4:22:00	7:30:00	8:04:00	4:30:00	4:52:00
寝つき	同じ	同じ	同じ	同じ	同じ	同じ

k002	01/21		01/22		01/23	
	主観	客観	主観	客観	主観	客観
睡眠評価	○	○	×	×	△	○
就寝時間	23:45	23:29	0:50	0:46	0:00	23:39
起床時刻	4:00	3:58	5:55	5:55	6:10	6:11
睡眠時間	4:15:00	4:29:00	5:05:00	5:09:00	6:10:00	6:32:00
寝つき	同じ	同じ	同じ	同じ	同じ	同じ

k003	01/21		01/22		01/23	
	主観	客観	主観	客観	主観	客観
睡眠評価	○	○	○	○	○	○
就寝時間	23:40	23:37	23:00	22:38	3:30	3:54
起床時刻	4:20	4:22	4:15	4:15	9:30	9:38
睡眠時間	4:40:00	4:45:00	5:15:00	5:37:00	6:00:00	5:44:00
寝つき	同じ	同じ	同じ	同じ	早い	同じ

図 23 プロトタイプ実験によって出力された睡眠レポート

また，主観評価と客観評価でそれぞれ測定したトラックドライバーの睡眠時間の平均の差異は「1 日あたり 14.7 分」となった（図 24）．

図 24 主観と客観の睡眠時間比較

また，本システムの利用後に運行管理者への半構造化インタビューを実施した．質問項目と回答結果を表 17 に示す．

表 19 運行管理者へのインタビュー結果

質問事項	回答結果
乗務前自動点呼を想定した時に，本システムによって，適切な運行管理が実施できるか	主観と客観があまり差が無いということは精度が高いということだと思う． 睡眠は個人差があるので，絶対値で評価することが適切かはわからない． 睡眠の把握のみで乗務判断は難しい．顕著に寝ていないことや体調不良は把握できると思う．それで休んでもらうことも対応できる可能性がある．

	もう少し長い期間データを取得して，個人傾向を考慮できると良いと思う． また，睡眠データを取得することで集中力や疲労などの指標が出せれば，それを参考に判断できる．
乗務前自動点呼を想定した時に，本システムによって，ドライバーの睡眠状態およびその他の健康状態について，これまで気づけなかった新たな発見ができるか	睡眠時間がこんなにも短いとは思わなかった． 改善指導についてはなかなかプライベートにまで介入できないできないので，塩梅が難しい． 今回は大きな差異が見られなかったが，差異が大きい場合に何かしらの不調に気づけるかもしれない． 業務外のデータを取られることを嫌がるドライバーもいるので，理解してもらうことにはハードルがある．
システムの利用によって運行管理に何か影響をもたらすか	何か不調がある時に，データを取っていればそれを見ながらドライバーと会話して，傾向などについて会話できそう． 正直，現状の顔色を見て判断することで困っていない．何かきっかけがないと会社としてもなかなか行動変容が難しいと感じる．
本システムを実現場で実装するために改善すべきことは何か	デバイスの紛失や破損が懸念．全員に導入となると価格も懸念． 時計型のものより，指輪型のデバイスなど，なるべく邪魔にならない形が良い．

第6章 考察

第6章では，本研究が明らかにしたいことから，システムの設計と評価を通じて得た考察について述べる．先に考察の観点について述べた後，乗務判断システムの考察および実装する際の改善点を述べる．

6.1 乗務判断システムの有用性

本研究において設計したシステムは，トラックドライバーの睡眠に関する主観評価と客観評価の両方を計測し，それらから疲労評価を出力することで，運行管理者が介入しなくとも「乗務許可」は難しいが，睡眠状態から体調不良を検知できれば，「乗務不可」の判断ができる可能性が示唆された．プロトタイプ実験では睡眠に関する主観評価と客観評価の疲労評価を指標としたが，計測日数で正しく計測できた全9日分のうち1日分が異なる結果となり，睡眠時間の差異は14.7分となった．後述する疲労評価手法は課題として挙げられるが，睡眠状態を測定することでドライバーの健康状態が把握できる可能性がある．さらに，主観評価と客観評価の両方を測定することで，乗務前自動点呼を想定した際になりすまし等の課題には対応できると示唆される．本システムによってドライバーの正確な健康状態を把握することができれば，現状の対面点呼実施に費やしていたドライバーと運行管理者の工数が削減できるということになる．

しかし，本研究は検証人数が3名であり，全3日間のみのデータ計測であったため，限定的な結果であることが事実であり，より大規模で長期間の検証を今後の研究課題としたい．また，個人差を考慮していない睡眠時間などの絶対値をもとに評価される本研究の評価指標では正確な健康状態であるかは判断できず，個人別の睡眠傾向を考慮した評価指標の開発が必要であることが明らかになった．さらには，睡眠状態とドライバー集中力や疲労，事故リスクとの関係性を明らかにすることで，適切な運行管理が実現できると考えられる．乗務前自動点呼の実現のために，運行管理者が不在でもトラックドライバーの健康状態を正しく把握し，正しく判断することが求められるため，睡眠に関する指標だけでは不十分である可能性が高い．現状の乗務前点呼において計測されている血圧や心拍数などのデータも併せて分析されることでより正確な健康状態が把握できると考えられる．

6.2 乗務判断システムの妥当性

本研究で出力された改善アドバイスは定型文であったため，行動変容が起きにくいと考えられる．トラックドライバーの事故防止を実現するためには運行管理者やトラックドライバーの健康に対する意識変容は必要であり，それを促すコメント出力という観点は今後の別の研究課題となると考えられる．

また，客観評価の測定方法について，本研究では時計型のウェアラブルデバイスである「Fitbit charge4」を使用し測定を実施した．ただし，時計型デバイスはトラックドライバーの業務上邪魔となったり，個人差はあるものの装着感が邪魔に感じる人もいることが懸念される．昨今，指輪型デバイスなど軽量かつ小型なデバイスが開発されているため，トラックドライバーの働き方や個人の好みに合わせたデバイス選定も考慮すべきであることが明らかになった．また，主観評価と客観評価を両方測定する手間をかけることに対する，ドライバーのインセンティブの設計は再考が必要であることが明らかになった．

6.3 乗務判断システムの実装に向けて

本研究の課題分析において，実際の運送事業者での実装が困難と思われる複数の課題に触れた．本研究では，乗務前自動点呼の実現のために，運行管理者が介入せずにトラックドライバーの健康状態を測定し乗務可否を判断するシステムを設計し，実装可能性を評価することを目的にシステムを設計し評価を行ったが，本システムは乗務前自動点呼に寄与するために改善すべき点に分けて以下に論じる．

6.3.1 タイムリーな疲労評価の出力

プロトタイプ実験では入力されたデータを手作業にて，集計・配信を実施した．ただし，乗務前自動点呼時における実装を考慮した場合，ドライバーが起床した時に自動的にデータが入力され，運行管理者が確認しなくとも，正確性の高い健康状態の判断がシステムで実施される必要がある．このためにはデバイス選定を含むシステム再設計が必要である．

6.3.2 トラックドライバーへのインセンティブ設計

トラックドライバーに対して，睡眠の「改善アドバイス」を出力することで主観評価と客観評価の両方を入力するという手間に対するインセンティブとしたが，インタビュー結果でも明らかになったように，現状の毎日の均質的なアドバイスだと利用されないことが明らかになった．そして，現状は興味を持つ割合が少ないことも示唆された．また，ウェアラブルデバイスを企業のルールとして装着することで，「監視されている」という認識が強まらないように，ドライバーに向けたインセンティブの再設計が必要である．

6.4 今後の展望

6.4.1 分析データの継続収集

本研究ではトラックドライバー3名に対して，3日間のみ実験を実施し，データを収集した．睡眠には個人差があり，それを考慮した評価をする必要がある．乗務判断システムでは絶対値で評価結果を出力したため，正確性を担保することはできない．個人の傾向を分析するためにより大規模で長期的なデータの収集が必要となってくる．

また，睡眠データのみから健康状態を判断することは必ずしも適切であるとは言えないため，営業所外でも測定できる，体温，血圧など他の生体データと組み合わせて健康状態を判断することも求められる．

6.4.2 睡眠データと運転データとの関係性の分析

本研究では睡眠データを収集したが，それらが事故リスクなどにどのような影響を与えるかを明確にすることで，より指標としての妥当性が向上するのではないかと推察された．運行管理者やトラックドライバーの健康に対する意識変容の難しさを論じたが事故リスクなどを出力することで

事故が起こる前に意識変容を促すことができる可能性もあるため，今後も研究を深めていきたい
.

6.4.3 他の業界の管理方法の調査

トラックドライバーの健康増進を考えるときに，鉄道運転手やパイロット，宇宙飛行士など幅広く他業界で働く人の体調管理方法を調査し，運送業界に横展開することで，トラックドライバーによる事故を防止できる可能性ある.

第7章 まとめ

本研究は，ロボット等の点呼支援機器に確認，指示項目の一部または全てを代替させて，点呼を実施する「自動点呼」に着目し，「乗務前自動点呼の実現のために，運行管理者が介入せずにトラックドライバーの健康状態を測定し乗務可否を判断するシステムを設計し，実装可能性を評価すること」を目的とし，運送事業者によるプロトタイプ実験による評価を行った．

提案した乗務判断システムはトラックドライバーの睡眠に関して，アンケートによる主観評価と時計型ウェアラブルデバイスによる客観評価の両方を測定することで，運行管理者が介入せずとも乗務判断するというものである．その結果，睡眠データのみによる疲労評価では「乗務許可」は難しいものの，極端な寝不足や体調不良を検知できれば「乗務不可」の判断はできる可能性が示唆された．「乗務不可」の判断だけ運行管理者の負荷を大きく減らすことが出来るため有用であると考えられる．また，主観と客観の両方を測定する事で「なりすまし防止」に有効であるという可能性も示唆された．それと同時にシステムとしての改善点も多数みえてきた．

まず，本システムは疲労評価を睡眠データの絶対値によって出力したが，睡眠データは個人差があるため，本システムから出力された疲労評価が妥当であるかは不明である．今後は継続的にデータを測定し，個別の傾向を分析することでより正確に疲労を評価する手法を明らかにしていきたい．

また，客観評価を測定するための手法について，トラックドライバーの働き方や生活習慣に合わせた適切なデバイス選定やトラックドライバーが監視されているとネガティブ感じずに前向きに測定への協力を促すためのインセンティブの設計などが必要であることが明らかになった．

今後は検証人数，検証期間を拡張した大規模な検証を実施し，上記の課題に対する手法を明らかにし，実際の運送事業者に適合するシステムを開発することで，社会実装に向けて研究を進めていきたい．

謝辞

本研究の実施および論文の執筆にあたり，大変多くの方々からご支援を賜り，感謝申し上げます．

慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科教授である神武直彦先生には，主査として本論文の執筆に至るまで多大なるご指導とご鞭撻をいただき，心より感謝を申し上げます． 2019年に私が所属していた企業が登壇するイベントで偶然お話しさせていただき，そのまま夜の懇親会で大学院入試へのチャレンジを決めたことを今も鮮明に記憶しております．そこから，一度は入試への挑戦を断念したり，1年間の休学を決意したり，紆余曲折ございましたが，最後まで見放さず私のやりたい事に対して，温かく時には厳しく，様々なのご意見をいただけたこと感謝しております．研究室活動においては，なかなか研究の本質を理解し切れない私に対して，ご多忙の中，個別相談のお時間をいただけたことで，やっと研究の本質の輪郭を掴みつつあり，スタートラインに立つことができたと感じております．そして，アカデミックとビジネスが対極にあると思い込んでいた私に対して，システムデザイン・マネジメントの考え方を通じて，アカデミックとビジネスは紙一重であり，本質の考え方は同じであることをご教示いただきました，先生に教えていただいたカーネギーメロン大学ワイタカー記念全学教授である金出武雄先生の「素人のように考え，玄人として実行する」という言葉は私の今後の人生の座右の銘としていきたい思っております．

副査を担当していただいた春山真一郎教授には，研究活動で最も重要な要素の一つである「新規性・独自性」についてのアドバイスを頂戴し，本研究をブラッシュアップすることができました．また，研究活動だけでなく，「起業デザイン論」の講義や講義外においても大変貴重なアドバイスをいただき感謝申し上げます．若くして海外に飛び立った経験や研究者から起業された経験などをお伺いできていたからこそ，私がシステムデザイン・マネジメント研究科でやるべきこと，学ぶべきことが明確になったと感じ，そこからの姿勢が変わり，充実した時間を過ごすことができたと感じております．さらに，これらをバーや居酒屋という懇親会の場でお伺いできたことで，改めてリアルで関わることの重要性も認識することができました．

本研究にご協力いただいた運送事業者の皆様，公益社団法人全日本トラック協会交通・安全部の皆様には，ご多忙の中にも関わらず，研究内容にご理解いただき，実験・インタビューにご協力いただけたこと本当に感謝申し上げます．

そして，神武研究室のメンバーである中西伸次郎さんには運輸・運送業界にいるからこそわかる貴重なアドバイスだけでなく，修士論文のご添削など，感謝してもしきれないほど，多くのご協力を賜りました．中西さんがいなければこの研究は実施できなかったと言っても過言ではありません．本当にありがとうございました．

また，神武研究室のファカルティメンバーである小高暁特任准教授はどのようなトピックでも本質的な質問やご意見を発信されるお姿は大変学びが多く，私の研究に対しても多くのご意見を頂戴し，感銘を受けたと同時に大変感謝しております．また，西野瑛彦特任助教には，研究の本質や作法について，全く無知の状態でもわかりやすく教えていただけたことで，研究活動を続けることができました．本当に感謝申し上げます．博士課程の大野友さん，セキウンエイさん，齋藤敦子さんにはご自身の研究活動がお忙しいにもかかわらず，毎週のラボへの参加など修士課程の学生に対しても貴重な時間を割いてくださり，同じ経験をされてきたからこそわかる寄り添った貴重なアドバイスをいただきました．誠にありがとうございました．

さらに，2021年春に同期入学した学生の皆様にも感謝申し上げます．特に神武研究室のメンバーである切磋琢磨し，2年間を過ごすことができ，大変学びと刺激に満ちた時間を過ごさせていただきました．仕事だけでなく，子育て，部活動など，私よりはるかに多忙であるにも関わらず，弱音を吐かずに研究活動を推進されるお姿は尊敬に値し，私を非常にモチベートしていただきました．ラボ代表である川島颯さん，荒井里美さん，金田由妃さん，寺廻健太さん，冨田悠貴さん，永井秀幸さん，中村征史さんに感謝申し上げます．

また，研究室の1期先輩である赤間祥さん，小黒真愛さん，木村由佳さん，田中礼子さん，渡慶次らんさんや修士1年生のNduwayezu Gabrielさん，岡部祥司さん，杉山佑さん，中村駿さん，本間有貴さん，宮崎莉加さん，三輪智史さんには研究に対し，様々なご質問や率直なご意見を頂戴できただけでなく，皆様の学びや研究への取り組み姿勢に対して大変感銘を受けたとともに，私にとって刺激となりました．

最後に休学期間も含め合計3年間もの間，大学院に通い，研究・学びを実施ができたのは，家族や所属している株式会社ユーフォリアの橋口寛代表取締役，宮田誠代表取締役をはじめとする社員の皆様の理解があってこそ実現できたものです．サポートいただいた皆様への恩返しはもちろんのこと，この2年間で学んだことや新たに生まれたネットワークを生かし，多くの人が健

康で安全に働ける環境を全世界で広く構築できるよう,「素人発想，玄人実行」を念頭に，より一層精進していきたいと思います．関わっていただいた皆さまに心より感謝申し上げます．ありがとうございました．

2023年3月　　森井　貴弘

引用文献

[1] L. H. e. a. Bachmann, “Health risks of American long distance truckers: results from a multi-site assessment,” Journal of occupational and environmental medicine 60.7 , 2018.

[2] 国土交通省, “自動車運送事業者における 健康起因事故防止対策について,” 21 2 2022. [オンライン]. Available: https://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/03safety/resourse/data/seminar2022_001.pdf. [アクセス日: 24 12 2022].

[3] 国土交通省, “事業用自動車の運転者の健康管理マニュアル,” 18 4 平成 26. [オンライン]. Available: https://wwwtb.mlit.go.jp/tohoku/jg/manual_kenkoukannri.pdf. [アクセス日: 25 12 2022].

[4] 国土交通省, “ICT を活用した運行管理の高度化,” 24 3 2021. [オンライン]. Available: https://www.mlit.go.jp/common/001394782.pdf. [アクセス日: 18 1 2023].

[5] 公益社団法人全日本トラック協会, “[運行管理業務と安全]マニュアル,” [オンライン]. Available: https://jta.or.jp/wp-content/themes/jta_theme/pdf/anzen/kotsuanzen_ichiran/unkou_kanrigyomu_anzen_manual.pdf. [アクセス日: 20 1 2023].

[6] 村田ら, “働き方改革と安全対策強化を両立させる点呼業務のあり方~ 事業協同組合組織を活用したブレイクスルーを考える~,” 物流問題研究 67, 2018.

[7] 国土交通省, “自動点呼の実証実験等について,” 2022.

[8] 事業用自動車に係る総合的安全対策検討委員会, “事業用自動車総合安全プラン2025,” 2021. [オンライン]. Available: https://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/news/data/anzenplan2025/2025.pdf. [アクセス日: 19 1 2023].

[9] 国土交通省, “自動点呼の実証実験等について,” [オンライン]. Available: https://www.mlit.go.jp/jidosha/content/001580837.pdf. [アクセス日: 18 1 2023].

[10] Mizuno ら, “Relationship between truck driver fatigue and rear-end collision risk,” PLoS one 15.9, 2020.

[11] 株式会社日立物流, “SSCV-Safety 紹介ページ,” [オンライン]. Available: https://www.hitachi-transportsystem.com/jp/sscv/safety/. [アクセス日: 15 1 2023].

[12] 総務省, “医療・介護・健康分野の情報化推進,” [オンライン]. Available: https://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ictseisaku/ictriyou/iryou_kaigo_kenkou.html. [アクセス日: 18 1 2023].

[13] 天笠ら, “医療・健康分野におけるスマートフォンおよびウェアラブルデバイスを用いた身体活動の評価: 現状と今後の展望,” 日本公衆衛生雑誌 68.9 , 2021.

[14] R. e. a. Greenfield, “Truck drivers’ perceptions on wearable devices and health promotion: a qualitative study,” BMC public health 16.1, 2016.

[15] 倉恒弘彦, “日本における疲労の現状と客観的疲労評価法,” ストレス科学, 2018.

[16] 日本疲労学会, “抗疲労臨床評価ガイドライン,” 2012.

[17] D. e. a. Kos, “Electronic visual analogue scales for pain, fatigue, anxiety and quality of life in people with multiple sclerosis using smartphone and tablet: a reliability and feasibility study,” Clinical rehabilitation, 2017.

[18] 松元ら, “トラックドライバーの健康障害と過労状態に関連する労働生活要因の検討,” 産業衛生学雑誌 64.1, 2022.

[19] K. A. e. a. Kaplan, “Correlates of sleep quality in midlife and beyond: a machine learning analysis,” Sleep medicine 34, 2017.

[20] 公益社団法人全日本トラック協会, “安全運転・健康運転のためのトラックドライバー睡眠マニュアル,” 2019.

[21] 厚生労働省, “令和 3 年度「過労死等の労災補償状況」,” 2022.

[22] T. e. a. Yamauchi, “ Overwork-related disorders in Japan: recent trends and development of a national policy to promote preventive measures,” Industrial health , 2018.

[23] Y. e. a. Apostolopoulos, “Active living in the trucking sector: environmental barriers and health promotion strategies,” Journal of Physical Activity and Health 9.2 , 2012.

[24] 古木ら, “小規模事業場の健康管理等に関する実態調査報告,” 産業医学ジャーナル, 2002.

[25] 公益社団法人全日本トラック協会, “日本のトラック輸送産業 現状と課題 2022,” 公益社団法人全日本トラック協会, 2022.

[26] 黒木ら, “小規模事業場において良好実践を行っている事業者の産業保健ニーズに関する質的調査,” 産業衛生学雑誌, 2009.

[27] 平田ら, “50 人未満小規模事業所における労働衛生管理の実態（第 1 報）: 労働衛生管理体制と健康管理およびニーズ,” 産業衛生学雑誌 41.6, 1999.

[28] 横山ら, “健康意識の変容を促進する情報システムの開発,” 医療情報学 27.4 , 2007.

[29] 田木ら, “NFC 通信歩数計を活用した健康データの可視化による生活習慣の行動変容,” 医療情報学 34.6, 2014.

[30] 寺田ら, “都市部における地域産業保健センター事業の効果的運用,” 産業衛生学雑誌 42.2, 2000.

[31] 公益社団法人全日本トラック協会, 「トラック運送事業者のための健康起因事故防止マニュアル（令和4年5月改訂）」を作成しました, 10 5 令和 4. [オンライン]. Available: https://jta.or.jp/member/rodo/jikoboushi_manual2022.html. [アクセス日: 25 12 2022].

[32] 労働者健康福祉機構, “小規模企業の経営者のための産業保健マニュアル,” 平成 20.

[33] 公益社団法人全日本トラック協会, “事業内容,” [オンライン]. Available: https://jta.or.jp/association/jigyo.html. [アクセス日: 15 1 2023].

[34] 公益社団法人全日本トラック協会, “過労死等・健康起因事故防止特設ページ,” [オンライン]. Available: https://jta.or.jp/member/anzen/karoushi_boushi_tokusetsu.html. [アクセス日: 15 1 2023].

[35] 公益社団法人全日本トラック協会，“「運輸ヘルスケアナビシステム」のご案内，”［オンライン］. Available: https://jta.or.jp/member/rodo/hcns_annai.html. ［アクセス日: 15 1 2023］.

[36] 漆葉ら，“眠気の主観的指標と客観的指標の乖離について，”保健医療技術学部論集, 2009.

[37] 陳ら，“睡眠の質における主観評価とウェアラブルデバイスによる客観的データの差異要因の抽出，”第 84 回全国大会講演論文集 2022.1, 2022.

[38] R. D. e. a. Chervin, “Comparison of the results of the Epworth sleepiness scale and the multiple sleep latency test.,” Journal of psychosomatic research 42.2, 1997.

[39] D. J. e. a. Buysse, “The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research,” Psychiatry research 28.2 , 1989.

[40] “自動点呼の実証実験等について，”［オンライン］. Available: https://www.mlit.go.jp/jidosha/content/001580837.pdf. ［アクセス日: 18 1 2023］.

別添

別添 1 評価指標データベース(改善アドバイス)([24]を基に著者が作成)

#	指導内容	改善アドバイスコメント
1	なし	-
2	指導内容1,2	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう ②『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ③『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう ④『シャワー浴でなく湯舟につかることを勧めましょう！』 ・40℃のお風呂に15分入るのが目安です. ⑤『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』
3	指導内容2	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう.

		②『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう. ③『シャワー浴でなく湯舟につかることを勧めましょう！』 ・40℃のお風呂に15分入るのが目安です. ④『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』
4	指導内容3	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『寝る時刻を遅らせることを勧めましょう！』 ・布団に横になって 30 分以上眠れない時は，布団からいったん出て，眠たくなったら布団に戻りましょう. ②『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』
5	指導内容4,5	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『入眠前のお酒の量を確認しましょう！』 ・お酒を飲むなら，寝る２時間前には飲み終えるようにしましょう. ②『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』 ③『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう. ④『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう.

		⑤『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ⑥『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります. ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑦『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう.
6	指導内容5	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう. ②『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ③『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ④『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります. ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑤『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』

		・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう．
7	指導内容5,6	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます． ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です． ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう． ②『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう． ③『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう． ④『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります． ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう． ⑤『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう． ⑥『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう． ⑦『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』
8	指導内容6	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】

		①『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう. ②『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』
9	指 導 内 容 1,2,3	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう. ②『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ③『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう. ④『シャワー浴でなく湯舟につかることを勧めましょう！』 ・40℃のお風呂に15分入るのが目安です. ⑤『寝る時刻を遅らせることを勧めましょう！』 ・布団に横になって 30 分以上眠れない時は，布団からいったん出て，眠たくなったら布団に戻りましょう. ⑥『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』

10	指 導 内 容 1,2,4,5	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう. ②『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ③『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう. ④『シャワー浴でなく湯舟につかることを勧めましょう！』 ・40℃のお風呂に15分入るのが目安です. ⑤『入眠前のお酒の量を確認しましょう！』 ・お酒を飲むなら，寝る２時間前には飲み終えるようにしましょう. ⑥『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑦『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります. ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑧『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう.

		⑨『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』
11	指 導 内 容 1,2,5	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう. ②『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ③『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう. ④『シャワー浴でなく湯舟につかることを勧めましょう！』 ・40℃のお風呂に15分入るのが目安です. ⑤『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑥『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります. ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑦『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう.

		⑧『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』
12	指 導 内 容 1,2,5,6	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう. ②『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ③『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう. ④『シャワー浴でなく湯舟につかることを勧めましょう！』 ・40℃のお風呂に15分入るのが目安です. ⑤『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑥『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります. ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑦『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう.

		⑧『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』
13	指 導 内 容 1,2,6	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう. ②『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ③『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう. ④『シャワー浴でなく湯舟につかることを勧めましょう！』 ・40℃のお風呂に15分入るのが目安です. ⑤『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』
14	指導内容2,3	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ②『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう.

		③『シャワー浴でなく湯舟につかることを勧めましょう！』 ・40℃のお風呂に15分入るのが目安です. ④『寝る時刻を遅らせることを勧めましょう！』 ・布団に横になって 30 分以上眠れない時は，布団からいったん出て，眠たくなったら布団に戻りましょう. ⑤『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』
15	指 導 内 容 2,4,5	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ②『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう. ③『シャワー浴でなく湯舟につかることを勧めましょう！』 ・40℃のお風呂に15分入るのが目安です. ④『入眠前のお酒の量を確認しましょう！』 ・お酒を飲むなら，寝る２時間前には飲み終えるようにしましょう. ⑤『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう. ⑥『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう.

		⑦『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります. ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑧『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう.〞〞 ⑨『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』
16	指導内容2,5	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ②『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう. ③『シャワー浴でなく湯舟につかることを勧めましょう！』 ・40℃のお風呂に15分入るのが目安です. ④『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』 ⑤『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう. ⑥『眠気に注意させましょう！』

		・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑦『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります. ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑧『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう.
17	指 導 内 容 2,5,6	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ②『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう. ③『シャワー浴でなく湯舟につかることを勧めましょう！』 ・40℃のお風呂に15分入るのが目安です. ④『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』 ⑤『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう. ⑥『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう.

		⑦『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります. ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑧『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう.
18	指導内容2,6	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ②『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう. ③『シャワー浴でなく湯舟につかることを勧めましょう！』 ・40℃のお風呂に15分入るのが目安です. ④『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』
19	指 導 内 容 3,4,5	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『寝る時刻を遅らせることを勧めましょう！』 ・布団に横になって 30 分以上眠れない時は，布団からいったん出て，眠たくなったら布団に戻りましょう. ②『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』 ③『入眠前のお酒の量を確認しましょう！』 ・お酒を飲むなら，寝る２時間前には飲み終えるようにしましょう.

		③『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう. ④『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑤『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ⑥『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります. ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑦『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう.
20	指導内容3,5	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『寝る時刻を遅らせることを勧めましょう！』 ・布団に横になって 30 分以上眠れない時は，布団からいったん出て，眠たくなったら布団に戻りましょう. ②『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！ ③『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます.

		・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう. ②『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ③『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ④『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります. ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ① 『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう.〃
21	指 導 内 容 3,5,6	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『寝る時刻を遅らせることを勧めましょう！』 ・布団に横になって 30 分以上眠れない時は，布団からいったん出て，眠たくなったら布団に戻りましょう. ②『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』 ③『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は７～８時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより１時間くらい早く寝ましょう.

		④『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう． ⑤『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう． ⑥『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります． ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう． ⑦『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう． ⑧『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう．〞
22	指導内容3,6	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『寝る時刻を遅らせることを勧めましょう！』 ・布団に横になって 30 分以上眠れない時は，布団からいったん出て，眠たくなったら布団に戻りましょう． ②『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』 ③『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう．
23	指導内容4,5,6	【睡眠改善に向けたおすすめアクション】 ①『入眠前のお酒の量を確認しましょう！』 ・お酒を飲むなら，寝る2時間前には飲み終えるようにしましょう．

		②『何か仕事やプライベートで気になっていることがないかを確認しましょう！』 ③『3日連続して 5 時間以下の睡眠にならないように注意しましょう！』 ・理想の睡眠時間は7～8時間と言われます. ・前日の睡眠時間が短いかなと思っても，昼間に眠くならなかったら，睡眠時間が足りている証拠です. ・もし眠気が生じたら，その晩は，いつもより1時間くらい早く寝ましょう. ④『眠気に注意させましょう！』 ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑤『昼食は炭水化物を少なめにするように指導しましょう！ 』 ・お昼のご飯の量（とくに炭水化物）をたくさんとると眠くなるので，少し減らしてみましょう. ⑥『眠たくなる前に仮眠をとるように指導しましょう！ 』 ・昼休みに 20 分ほどの仮眠をとると，その後の運転が楽になります. ・運転中に眠くなったら，ただちに仮眠をとりましょう. ⑦『寝る時刻を早めるように指導しましょう！』 ・ついつい夜更かしをしてしまう時には，部屋の中を睡眠の妨げにならないような暖色系の光にしましょう. ② 『スマホなどの機器を寝る前に使っていないか確認しましょう！』 ・スマホなどの機器は寝る直前まで使用せずに，できれば寝る2時間前にはやめましょう.

別添 2 評価コメントデータベース([24]を基に著者が作成)

#	主観評価	客観評価	評価コメント

1	○	○	【良い調子！】 良い睡眠がとれています！ この調子で寝る前の行動や食事を気をつけていきましょう！
2	○	△	【少し注意！実は睡眠が乱れているようです．】 主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても，客観データによると少し睡眠の乱れがあるようですので，無理せずにお過ごしください．
3	○	×	【要注意！実は睡眠が乱れているようです．】 主観では良い睡眠が睡眠がとれているを思っていても，客観データによると睡眠の乱れがあるようですので，無理せずにお過ごしください．
4	△	○	【少し注意！主観で睡眠が乱れているようです．】 客観データによると良い睡眠がとれているようですが，主観では少し睡眠の乱れを感じているようですので，無理せずにお過ごしください．
5	△	△	【少し注意！主観・客観ともに睡眠が乱れているようです．】 主観データ・客観データともに少し睡眠が乱れているようですので，無理せずにお過ごしください．
6	△	×	【要注意！主観・客観ともに睡眠が乱れているようです．】 主観データ・客観データともに少し睡眠が乱れているようです．特に客観データでの睡眠が乱れがあるようですので，無理せずにお過ごしください．
7	×	○	【要注意！主観で睡眠が乱れているようです．】客観データによると良い睡眠がとれているようですが，主観では睡眠の乱れを感じているようですので，無理せずにお過ごしください．
8	×	△	【要注意！主観・客観ともに睡眠が乱れているようです．】

			主観データ・客観データともに睡眠が乱れているようです．特に主観的に乱れを感じているようですので，無理せずにお過ごしください．
9	×	×	【要注意！主観・客観ともに睡眠が乱れているようです．】 主観データ・客観データともに睡眠が乱れているようです．無理せずにお過ごしください．

別添 3　評価・指導内容データベース詳細（Google スプレッドシートに遷移）

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1jNQQjXcnXWrdjVRyKl5yi-stEml7C89VnHlIGvtLEvs/edit?usp=sharing