【国土交通省委託事業】

平成 29 年度　ビッグデータ活用による
事故防止対策推進事業についての調査

報告書

平成 30 年 3 月

公益財団法人大原記念労働科学研究所

目次

第 1 章　はじめに 3
1. 目的 3
2. 検討体制 3
3. 調査概要 3
(1) ドライバーの体調・労務実態に関するデジタル式運行記録計、生体センサー・健康系測定機器等を通じたデータ収集 3
(2) ドライバーの体調を加味した事故防止運行モデルの構築に向けた研究調査 4
4. 調査事業の実施スキーム 4
5. 調査実施計画 5
第 2 章　トラック・バスドライバーの体調・労務実態調査 6
1. 調査概要 6
(1) 調査目的 6
(2) 調査対象者 6
(3) 調査項目 7
①基本調査票 8
②デジタル式運行記録計 8
③体組成計 9
④活動量計 9
⑤血圧計 9
⑥運行中脈波測定器 10
⑦アクティビティ記録計 10
⑧食事調査票 10
(4) 調査方法 11
(5) 調査期間 11
2. 結果 12
(1) 解析対象者 12
(2) 調査項目別の集計結果 13
①基本調査票 13
②デジタル式運行記録計 15
③体組成計 16
④活動量計 17
⑤血圧計 17
⑥運行中脈波測定器 18

⑦アクティビティ記録計 19
⑧食事調査票 20
(3) 疲れ度合いと各調査項目との関係 21
3. 考察 23
第 3 章 バイタル系データを加味した事故防止運行モデル（「体調予報」β版）の研究 25
1. 研究概要 25
(1) 研究目的 25
(2) 研究目標 25
(3) 研究データ取得にあたって 25
(4) 研究に向けた前提 26
(5) 解析対象者 30
(6) 解析方法 30
2. 結果 30
(1)「体調予報」β版検討モデルのアルゴリズム 30
(2)「体調予報」モデルの評価 32
3. 考察 34
第 4 章 今後の展望 36
1. 課題と解決策 36
2. 今後の展望 36

第 1 章　はじめに

1. 目的

近年、IT 技術の革新により、ドライバーや車両に関する様々な情報がビッグデータとして蓄積されるようになり、それを様々な用途で活用しようとするニーズが高まりつつある。一方、自動車運送事業者の多くを占める中小事業者では事故防止のノウハウ・資金に限りがあることから自動車情報等を有効的に活用できていない。

これらのことから、本調査事業は、ひとたび事故が起こると社会的影響の大きい健康に起因した事故や過労運転に起因した事故を防止するため、運転特性の改善や体調管理等に関する情報について、ビッグデータとして集積し、中小運送事業者が活用できるドライバーの体調を加味した事故防止運行モデルを構築・研鑽し、その結果については、市場関係者が企画・開発・販売を検討している同様のモデルの開発効率向上の一助となり、販売市場における製品ラインナップの充実や自動車運送事業者への導入が促進され、ついては健康に起因した事故や過労運転に起因した事故防止へ大きく貢献するものとして期待するものである。

2. 検討体制

ドライバーの体調を加味した事故防止運行モデルとして、点呼時にドライバーの疲労をはじめとした体調の客観的な判断材料や、配車時にドライバーの体調を鑑みて各種計画できる「体調予報」について、更に生体センサー・健康系測定機器等によるデータの活用を通じた向上を検討していくために、複数の運送事業者、運行管理及び過労運転防止並びに健康管理の機器メーカー等が参画し、運行に関する情報や生体や健康等に関する情報をビッグデータとして活用することを検討する。更に「次世代運行管理・支援システムについての検討会」等を通じ専門家の助言を得て各種検討を行う。

3. 調査概要

デジタル式運行記録計や生体センサー・健康系測定機器等を活用し、運行中の状態モニタリングを含む、ドライバーの体調・労務実態を加味した事故防止運行モデルの発展に向けた調査検討を行う。

(1) ドライバーの体調・労務実態に関するデジタル式運行記録計、生体センサー・健康系測定機器等を通じたデータ収集

① 平成 28 年度の調査に基づく、トラック・バスのドライバーの運行中の状態モニタリングを含む、体調・労務実態を加味した事故防止運行モデル発展形の検討（デジタル式運行記録計、ドライバーの平成 28 年度の調査において取得した情報について、生体センサー・健康系測定機器を経てドライバー300 人分の情報を収集）

・　ドライバーの運行・労務情報等のデジタル式運行記録計からの収集（国

土交通大臣の型式指定を受けたデジタル式運行記録計を使用）

・　ドライバーの健康状態等の情報の生体センサー・健康系測定機器からの収集（国土交通省の過労運転防止のための先進的な取り組みに対する支援において認定された機器または同等の機器を使用）

（2）ドライバーの体調を加味した事故防止運行モデルの構築に向けた研究調査

①　ドライバーの体調を加味した事故防止運行モデルの構築に向けた課題の把握及び整理

・(1)の調査結果を踏まえた分析、課題の把握、整理

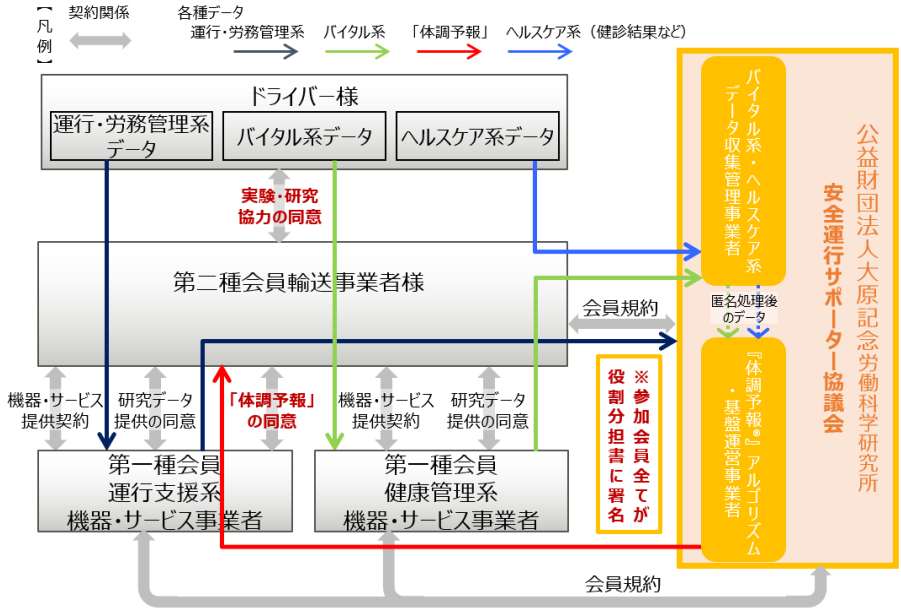
・ドライバーの体調を加味した事故防止運行モデル想定利用者（運行管理者やドライバー等）への調査等

②　上記等に関する考察

4. 調査事業の実施スキーム

本調査事業の実施にあたっては、公益財団法人大原記念労働科学研究所 安全運行サポーター協議会（以下、協議会）が、運送事業者（以下、事業者）及びドライバーの協力のもと、労務情報や生体・健康情報等の機微情報を扱う。また、それらの情報を取得するための機器も多岐にわたる。事業者やドライバーから協議会に本研究調査に必要な情報を開示頂くためには、研究協力や情報の取り扱いに関する同意等の契約文書が参画するメーカーや事業者の数だけ多角的に必要となる。

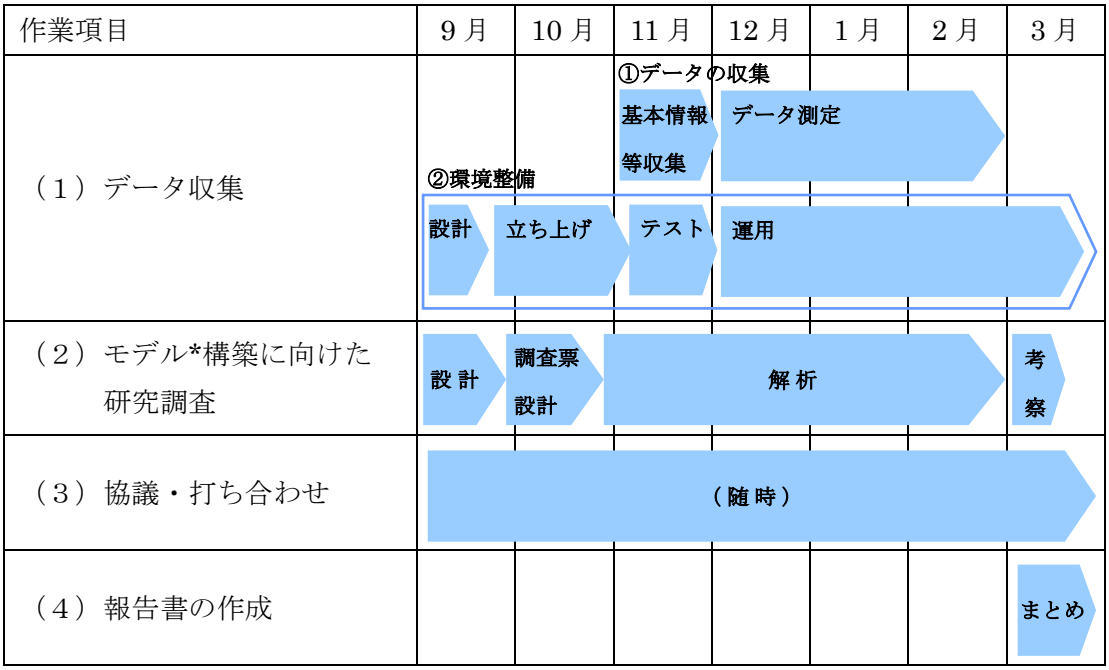
協議会では、煩雑な諸契約を一体的に取り交わす契約スキームを法務専門家の指導・協力のもと構築してきており、本調査事業にあたっても当該スキームのもと、円滑な研究の初動を推進した。



図表 1　調査事業の実施スキーム

5. 調査実施計画

*「ドライバーの体調を加味した事故防止運行モデル」



図表 2　調査事業の実施スキーム

第 2 章　トラック・バスドライバーの体調・労務実態調査

1. 調査概要

(1) 調査目的

バイタル系データを加味した事故防止運行モデル（「体調予報」β版）の検討に向け、ドライバーの体調に影響を与える変数候補の洗い出しのために、本調査を実施した。ドライバーの疲れ度合いと、勤務状況や生活習慣の関連などを分析する。

(2) 調査対象者

2017 年 10 月に本調査事業に同意が得られた、輸送事業者 8 社 381 名のドライバーを対象とする。業種別に、各調査事業協力事業者の情報を、図表 3 に示す。

トラック事業者 5 社 218 名、バス事業者 3 社 163 名、計 8 事業者 381 名の協力を得た。

図表 3　本調査事業対象者の協力者数

業種	業態	研究協力者数（人）		
		男性	女性	計
トラック				
事業者 A	中距離/長距離	6	1	7
事業者 B	長距離	50	0	50
事業者 C	地場	95	1	96
事業者 D	地場	20	0	20
事業者 E	長距離	45	0	45
バス				
事業者 F	高速乗合	47	1	48
事業者 G	高速乗合	85	3	88
事業者 H	貸切/送迎	27	0	27
トラック計		216	2	218
バス計		159	4	163
合計		375	6	381

(3) 調査項目

ドライバーの体調を加味した事故防止運行モデル構築に必要なデータとして、８つの項目につき、調査対象者全員もしくは一部のドライバーに質問票や計測機器を用いて調査した。

調査項目別に協力いただいたドライバー数を、図表 4 に示す。

図表 4　各調査項目における協力者数　　（人）

業種/業態	①基本調査票	②デジタル式運行記録計	③体組成計	④活動量計	⑤血圧計	⑥運行中脈波測定器	⑦アクティビティ記録計	⑧食事調査票
トラック								
地場	100	100	99	100	99	9	9	99
長距離	92	92	51	92	51	24	24	51
地場/長距離	18	18	13	15	13	1	1	13
その他	8	8	3	4	3	2	2	3
バス								
高速乗合	136	136	136	136	136	20	20	136
貸切	22	22	－	－	－	－	－	－
貸切/送迎	5	5	－	－	－	－	－	－
トラック計	218	218	166	211	166	36	36	166
バス計	163	163	136	136	136	20	20	136
合計	381	381	302	347	302	56	56	302

各調査項目の詳細について、以下に述べる。

①基本調査票

平成 28 年度研究調査[i]を参考に作成した。性別・年齢等の個人属性、勤務状況や睡眠時間、運行や荷役内容、健康状態といった項目を記入いただいた。主な項目を以下に示す。

- 基本プロフィール（氏名、性別、年齢、ドライバー歴、勤続年数*など）
- 通勤時間と主な交通手段
- 業務内容（運行・業態、主に運んでいる物、荷役など）
- 家族、同居の構成
- 睡眠（睡眠時間の不足、自宅でぐっすり眠れているか、平日と休日の睡眠、いびき、飲酒など）
- 勤務時間内の仮眠の有無
- 喫煙の有無・本数
- 市販薬・処方薬・サプリメント利用
- 現在治療（通院）中の病気
- 休日での主な過ごし方
- 眠気を感じる場面、仕事中疲れを感じる主な場面
- 始業時の平均的な疲れ度合い
- 疲れや眠気の予防法

注* ）現在勤務している事業所での勤務年数と定義。

②デジタル式運行記録計

出庫や帰庫といったイベント毎に本機器のボタン操作を元に、拘束時間、運転時間、作業ステータス等のデータを取得した。更に、デジタル式運行記録計（株式会社トランストロン社製 DTS-D1D）を通じ、疲れ度合いのデータもあわせて取得した。疲れ度合いの評価は、ドライバーには出庫時、運転開始時、休憩開始時、休憩終了時、帰庫後などの任意の時点で、疲れ度合いを 5 段階（１：あまり疲れていない、２：少々疲れている、３：疲れている、４：かなり疲れている、５：非常に疲れている）で入力するよう依頼した。

[i] 平成 28 年度 ビッグデータ活用による事故防止対策推進業についての調査 報告書（www.mlit.go.jp/common/001189066.pdf）

③体組成計

始業時点呼および終業時点呼の際に、体重、BMI、体脂肪率、筋肉量等について計測した。

計測にあたって使用した体組成計（株式会社タニタ社製 MC780）を、図表 5 に示す。

図表 5　体組成計（株式会社タニタ社製　MC780）

④活動量計

ドライバーの歩数および活動量を連続的に計測した。基本的には、入浴時以外、常時持ち歩き、勤務外での計測も依頼した。

計測にあたって使用した活動量計（株式会社タニタ社製 AM150）を、図表 6 に示す。

図表 6　活動量計（株式会社タニタ社製　AM150）

⑤血圧計

始業時点呼および終業時点呼の際に、最高血圧、最低血圧、脈拍について計測した。

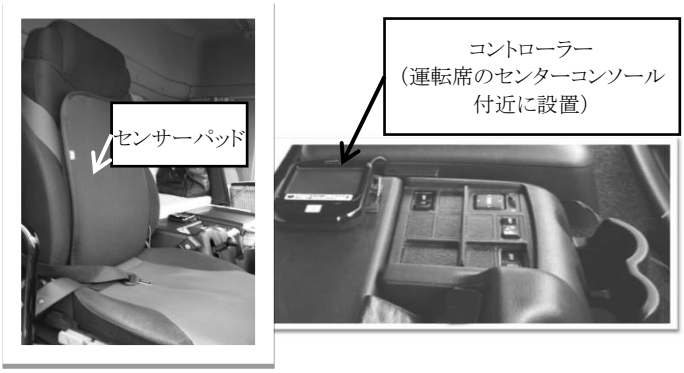
計測にあたって使用した血圧計（株式会社タニタ社製 BP900）を、図表 7 に示す。

図表 7　血圧計（株式会社タニタ社製　BP900）

⑥運行中脈波測定器

運行中のドライバーの眠気について計測した。

計測にあたって使用した運行中脈波測定器（デルタ工業株式会社製 型式0068H0000）を、図表 8 に示す。本測定器は、運転席背部に設置したセンサーで抽出したドライバーの脈波から 18 秒ごとに状態を判定し、疲れや眠気などを生じさせる体調の変化の予兆現象が検出された場合は、警告判定をする仕組みとなっている。



図表 8　運行中脈波測定器（デルタ工業株式会社製　型式 0068H0000）

⑦アクティビティ記録計

ドライバーの睡眠時間・覚醒回数を計測した。

計測にあたり、アクティビティ記録計（Fitbit 社製 Fitbit Charge HR FB405BKL-JPN）を使用し、本機器を通じ計測した睡眠関連データ（睡眠時間・覚醒回数）のみ本調査では分析の対象とした。データ測定にあたっては、基本的には、勤務時のみ計測を依頼し、勤務外の計測については任意での依頼とした。

使用機器につき、図表 9 に示す。

図表 9　アクティビティ記録計
（Fitbit 社製　Fitbit Charge HR　FB405BKL-JPN）

⑧食事調査票

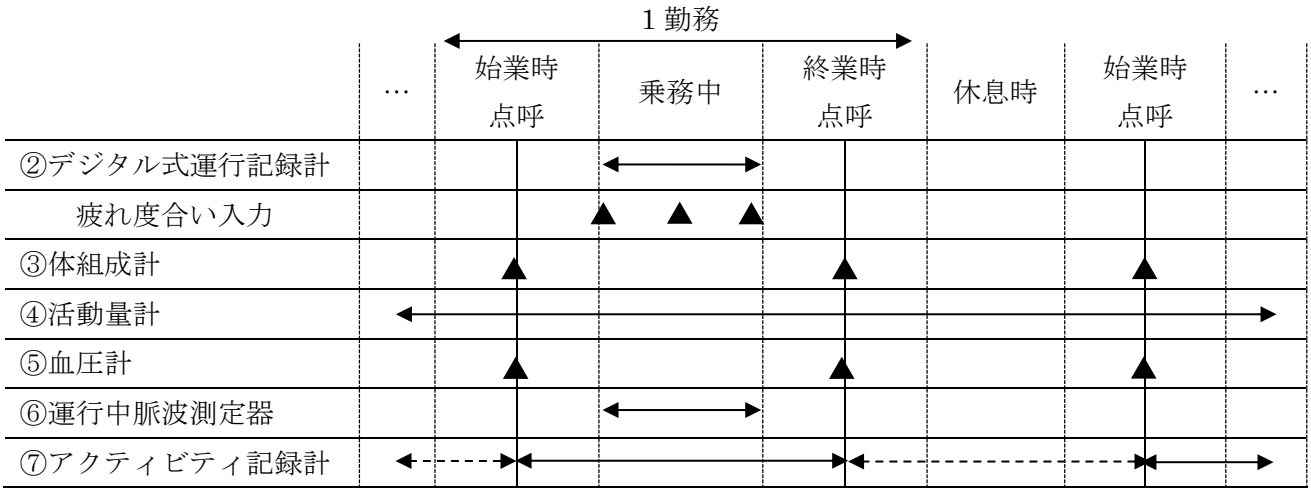
食事歴法による食事調査を行った。食事調査には BDHQ（簡易型自記式食事歴法質問票：brief-type self-administered diet history questionnaire）を用いた。

(4) 調査方法

調査項目の①基本調査票および⑧食事調査票については、研究開始時に各ドライバーがそれぞれ記入の上、個別に封かんしたものを別の封筒に入れ回収した。その他、調査項目については、図表 10 のタイミングで計測を依頼した。調査項目②～⑤および⑦については、クラウドシステムを用いて、随時モニタリングし、調査項目⑥については、1 ヵ月に 1 回、計測機器よりデータ取得を実施した。

更に、調査項目の①～⑤について、疲れ度合いとの関連を確認する。

図表 10　計測ポイント



(5) 調査期間

2017 年 12 月から 2 月末までの各社 3 ヶ月間。

2. 結果

（1）解析対象者

業種、業態別に各調査項目の集計を行った。各業種、業態の内訳を図表 11 に示す。業態、業種による違いを見るため、業態の記入が無いもしくは「その他」とされていた対象者は、解析対象から除外した。また、②デジタル式運行記録計以外は、男性のみを解析対象とした。なお、⑥体組成計については、機器設置が出来なかった一部営業所や、計測頻度が 5 回未満のような対象者は、解析対象から除外した。

図表 11　解析対象者数

業種/業態	①基本調査票	②デジタル式運行記録計	③体組成計	④活動量計	⑤血圧計	⑥運行中脈波測定器	⑦アクティビティ記録計	⑧食事調査票
トラック								
地場	99	100	64	98	98	8	4	96
長距離	92	92	23	51	51	23	13	51
地場/長距離	18	18	13	13	13	0	0	13
バス								
高速乗合	132	136	106	127	125	17	11	122
貸切	22	22	－	－	－	－	－	－
貸切/送迎	5	5	－	－	－	－	－	－
トラック計	209	210	100	162	162	31	17	160
バス計	159	163	106	127	125	17	11	122
合計	368	373	206	289	287	48	28	282

(2) 調査項目別の集計結果

①基本調査票

各業種、業態別に集計した個人属性の比較結果を図表 12 に示す。

基本調査票のデータが得られたのは、トラック（地場）99 名、トラック（長距離）92 名、トラック（地場/長距離）18 名、バス（高速乗合）132 名、バス（貸切）22 名、バス（貸切/送迎）5 名であった。

平均年齢はトラック（長距離）49.6 歳、バス（貸切）51.5 歳、バス（貸切/送迎）53.8 歳が他の群に比べ、やや高い傾向がある。この 3 群においては、最も割合の高い年代がトラック（長距離）は 50 代、バス（貸切）は 50 代、バス（貸切/送迎）は 50 代及び 60 代であり、このような年齢構成が平均年齢を上げていることが分かる。平均 BMI では、トラック（長距離）が 26.1、バス（貸切）が 26.2 と他の群より高い傾向がある。ドライバー歴は、トラック（地場）が 16.3 年、バス（高速乗合）が 16.2 年と他の群よりも短い傾向である。バス（貸切/送迎）が 34.8 年と最も長く、年齢構成と対応している。現在の会社における勤続年数は、バス（高速乗合）が 4.5 年と他の群より短く、トラック（長距離）の 12.8 年が一番長い。平均通勤時間はバス（貸切）の 21.6 分からバス（高速乗合）66.2 分と開きが大きいが、これは業種・業態というよりも事業所所在地の地域性の反映と考えられる。

図表 12　個人属性の比較（基本調査票より）

	トラック			バス		
	地場 (n=99)	長距離 (n=92)	地場/長距離 (n=18)	高速乗合 (n= 132)	貸切 (n= 22)	貸切/送迎 (n= 5)
年齢（歳）	43.3±10.3	49.6±8.2	44.3±8.4	44.9±7.3	51.5±6.2	53.8±12.8
年代						
20代率（%）	12.1	2.2	5.6	2.3	0.0	0.0
30代率（%）	21.2	8.7	16.7	21.2	0.0	20.0
40代率（%）	42.4	32.6	55.6	51.5	40.9	0.0
50代率（%）	18.2	50.0	16.7	22.7	50.0	40.0
60代以上率（%）	6.1	6.5	5.6	2.3	9.1	40.0
身体状況						
身長（cm）	171.0±6.0	168.8±12.4	171.8±5.5	171.3±5.8	169.0±6.2	167.9±4.7
体重（kg）	72.0±13.8	71.7±12.3	70.5±11.8	73.2±13.5	75.0±9.7	71.2±15.3
BMI（m2/kg）	24.6±4.6	26.1±11.8	23.9±4.0	24.9±3.9	26.2±3.3	25.1±4.2
就業状況						
ドライバー歴（年）	16.3±10.4	25.8±14.7	20.5±12.8	16.2±9.3	28.5±12.4	34.8±12.1
勤続年数（年）	9.7±8.5	12.8±10.8	9.1±11.8	4.5±3.8	10.9±11.3	9.4±11.7
通勤時間（分）	23.4±13.6	39.4±31.2	30.3±16.5	66.2±121.0	21.6±12.9	28.0±8.4

勤務形態、勤務状況の比較結果を図表 13 に示す。

運行内容をみると、トラック（地場）、トラック（長距離）では、ワンマン運行が主流であることが分かる（それぞれ 99.0%、97.8%）。トラック（地場/長距離）では、ワンマン・ツーマン両方とその他が 22.2%であった。バス（高速乗合）では、ワンマンのみツーマンのみは少なく（それぞれ 11.4%、10.6%）、ワンマン・ツーマン両方と

その他が 78.0%と大半を占めている。バス（貸切）、バス（貸切/送迎）でもワンマン・ツーマン両方とその他がそれぞれ 72.7%、60.0%と多い傾向があり、多様な運行がなされていることが推察される。

運行期間をみると、トラック（地場）は日帰りが主流であることが分かる（日中 63.0%、深夜 32.1%）。トラック（長距離）は 3 日運行が 50.7%と最も多く、4 日以上運行も 35.9%であった。トラック（地場/長距離）は日帰り（日中）が 42.1%で最も多い。2 日運行が 17.8%であり、日帰り（深夜）の 9.4%より多かった。バス（高速乗合）では、2 日運行 41.7%、3 日運行 37.8%が多い。バス（貸切）は、日帰り（深夜）が 9.9%と最も少なく、その他は約 22.0%と均等であった。バス（貸切/送迎）は日帰り（日中）が 22.7%、2 日運行、3 日運行がそれぞれ 11.0%前後であった。

運行ルートが規則的か不規則的かという点について、トラック（地場）は規則が 59.8%とトラックの他群に比べて高い。バス（高速乗合）は規則が 97.6%と多かった。バス（貸切）、バス（貸切/送迎）は不規則なルートであることが多い（それぞれ、90.9%、100.0%）。

荷役作業については、バス（高速乗合）を除き 92.0%以上とほぼ荷役作業があることが分かる。バス（高速乗合）でも荷役作業は 53.2%であった。荷役がある場合、その方法として、手積/手卸している場合がどの群でも高い（最少値の群で 77.6%、最高値の群で 93.7%）。

図表 13　勤務形態、勤務状況の比較（基本調査票より）

	トラック			バス		
	地場 (n=99)	長距離 (n=92)	地場/長距離 (n=18)	高速乗合 (n=132)	貸切 (n=22)	貸切/送迎 (n=5)
運行内容						
ワンマン（%）	99.0	97.8	77.8	11.4	27.3	40.0
ツーマン（%）	0.0	1.1	0.0	10.6	0.0	0.0
両方、その他（%）	1.0	1.1	22.2	78.0	72.7	60.0
運行期間						
日帰り（日中）（%）	63.0	1.9	42.1	21.8	21.8	22.7
日帰り（深夜）（%）	32.1	0.0	9.4	27.0	9.9	5.0
2日運行（%）	5.9	6.6	17.8	41.7	21.8	11.7
3日運行（%）	1.0	50.7	5.5	37.8	21.9	10.1
4日以上運行（%）	0.0	35.9	0.0	3.8	21.9	9.2
運行ルート						
規則（%）	59.8	10.9	11.1	97.6	9.1	0.0
不規則（%）	40.2	89.1	88.9	2.4	90.9	100.0
荷役作業						
荷役が有る（%）	96.9	92.4	100.0	53.2	100.0	100.0
手積/手卸率※（%）	93.7	77.6	88.9	91.8	85.7	80.0

※荷役が有る内の集計

生活習慣、身体状況の比較結果を図表 14 に示す。

平日の平均睡眠時間は、どの群でも 300 分以上であったが、最も短いのはバス（高

速乗合）の 306.2 分、最も長いのはバス（貸切）の 418.6 分であった。どの群でも平日に比べて休日の睡眠時間が長い傾向がある。平日の睡眠負債を休日の睡眠で返済していることがうかがえる。

出勤時の平均的な疲れ度合いについては、どの群でも「1：あまり疲れていない」が一番多く、「2：少々疲れている」が次いでおり、この 2 段階がほとんどを占めている。ごく少数であるが、トラック（地場）、トラック（長距離）で「5：非常に疲れている」があることは懸念点である。

現病歴では、それぞれの群で高血圧が多い傾向がみられた。身体の状況として、肥満者率（BMI25 以上の者の割合）は、トラック（地場/長距離）で 22.2%と他の群より低く、バス（貸切）で 59.1%と他の群より高い傾向がみられた。喫煙者率は、平均するとトラックの 3 群において、バス 3 群よりやや高い傾向がみられた。

図表 14　生活習慣、身体状況の比較（基本調査票より）

	トラック			バス		
	地場 (n=99)	長距離 (n=92)	地場/長距離 (n=18)	高速乗合 (n=132)	貸切 (n=22)	貸切/送迎 (n=5)
睡眠時間（分）						
平日	319.6±58.3	377.8±94.6	348.3±45.0	306.2±80.9	418.6±61.0	390.0±30.0
休日	422.1±104.2	459.0±121.2	395.0±117.4	424.5±99.6	451.4±79.9	432.0±50.2
平均的な疲れ度合い（%）						
1：あまり疲れていない	49.5	50.0	72.2	54.2	86.4	60.0
2：少々疲れている	40.4	44.6	16.7	35.9	9.1	40.0
3：疲れている	8.1	4.3	11.1	9.2	4.5	0.0
4：かなり疲れている	1.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
5：非常に疲れている	1.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0
現病歴（%）						
高血圧	7.1	17.4	11.1	9.1	22.7	40.0
糖尿病	4.0	4.3	0.0	3.0	18.2	20.0
脂質異常症	5.1	4.3	0.0	7.6	13.6	40.0
身体の状況（%）						
肥満者率	40.4	40.2	22.2	41.7	59.1	40.0
喫煙者率	69.7	70.7	61.1	58.3	63.6	40.0

②デジタル式運行記録計

運行状況の比較結果を図表 15 に示す。

運行状況のデータが得られたのは、トラック（地場）100 名、トラック（長距離）92 名、トラック（地場/長距離）18 名、バス（高速乗合）136 名、バス（貸切）22 名、バス（貸切/送迎）5 名であった。走行距離、運転時間の平均については、トラック（地場）は 3230.8km、99.7 時間、トラック（長距離）は 7551.2km、137.7 時間、トラック（地場/長距離）は 5133.2km、123.7 時間、バス（高速乗合）は 6659.8km、112.4 時間、バス（貸切）は 2679.3km、68.9 時間、バス（貸切/送迎）は 2605.1km、67.5 時間であった。トラック（長距離）と、バス（高速乗合）のドライバーが、他の 4 群と比べて、圧倒的に走行距離と運転時間が長い。また、深夜勤務*日数が、トラック（長距離）、バス（高速乗合）の順に、17.5 回、21.1 回と、他の 4 群と比較して多いため、夜中にかけて長時間の運転を行なっている傾向がうかがえる。

それに対し、トラック（地場・地場/長距離）やバス（貸切・貸切/送迎）のドライバーは、早朝勤務**日数が 13.7 日、11.6 日、13.1 日、14.0 日と多い傾向がうかがえる。

注* ）22 時～1 時の間に出庫、あるいは 2 時～5 時に帰庫した 4 時間以上の勤務と定義。

注**）2 時～7 時の間に出庫した勤務と定義。

図表 15　運行状況の比較（デジタル式運行記録計より）

	トラック			バス		
	地場 (n=100)	長距離 (n=92)	地場/長距離 (n=18)	高速乗合 (n=136)	貸切 (n=22)	貸切/送迎 (n=5)
走行距離(km)						
平均値	3230.8	7551.2	5133.2	6659.8	2679.3	2605.1
標準偏差	1206.9	1715.9	1456.7	1066.9	971.0	774.0
最小値－最大値	675.5-7002.5	3214.5-12371.0	2334.0-7108.5	654.5-8269.0	827.5-4166.5	1810.5-3659.0
運転時間（時間）						
平均値	99.7	137.7	123.7	112.4	68.9	67.5
標準偏差	26.2	22.5	31.8	18.5	18.9	12.0
最小値－最大値	33.6-186.0	53.2-192.5	68.3-163.0	11.2-142.5	35.9-114.8	49.8-82.4
休日日数(日)						
平均値	11.2	9.6	10.0	10.3	12.0	11.3
標準偏差	2.2	3.3	1.8	2.3	2.3	1.6
最小値－最大値	1.0-15.0	4.5-22.0	6.5-13.5	1.0-19.0	8.0-16.5	9.0-14.0
深夜勤務日数(日)						
平均値	3.5	17.5	4.4	21.1	0.1	0.1
標準偏差	6.4	13.2	9.2	13.5	0.3	0.2
最小値－最大値	0.0-20.0	0.0-39.5	0.0-31.0	0.0-43.0	0.0-1.0	0.0-0.5
早朝勤務日数(日)						
平均値	13.7	6.0	11.6	3.6	13.1	14.0
標準偏差	7.6	6.1	5.6	3.7	3.0	1.2
最小値－最大値	0.0-25.5	0.0-19.5	0.0-20.5	0.0-15.0	7.0-18.5	12.5-16.0

③体組成計

体組成状況の比較結果を図表 16 に示す。体組成状況のデータが得られたのは、トラック（地場）64 名、トラック（長距離）23 名、トラック（地場/長距離）13 名、バス（高速乗合）106 名であった。BMI、体脂肪率の平均については、トラック（地場）は 24.9、19.2%、トラック（長距離）は 26.6、22.0%、トラック（地場/長距離）は 24.7、17.7%、バス（高速乗合）は 25.3、21.6%であった。トラック（地場・地場/長距離）で他 2 群に比べて、体脂肪率が低い傾向がうかがえる。

図表 16　体組成状況の比較（体組成計より）

	トラック			バス
	地場 (n=64)	長距離 (n=23)	地場/長距離 (n=13)	高速乗合 (n=106)
体組成状況				
BMI（m2/kg）	24.9±4.4	26.6±5.7	24.7±4.7	25.3±4.0
体脂肪率（%）	19.2±7.1	22.0±7.4	17.7±7.8	21.6±6.7
筋肉量（kg）	55.1±6.6	54.6±6.8	56.5±6.4	54.4±7.2
基礎代謝量（kcal）	1620.0±223.9	1599.0±222.2	1659.1±211.6	1599.4±240.8

④活動量計

身体活動量の比較結果を図表 17 に示す。

身体活動量のデータが得られたのは、トラック（地場）98 名、トラック（長距離）51 名、トラック（地場/長距離）13 名、バス（高速乗合）127 名であった。歩数、活動量の平均については、トラック（地場）は 6912.6 歩、770.1kcal、トラック（長距離）は 7748.3 歩、819.5kcal、トラック（地場/長距離）6154.8 歩、751.0kcal、バス（高速乗合）3521.5 歩、442.5kcal であった。トラックとバスと比べて、バスは歩数、活動消費カロリーが低い傾向がうかがえる。

図表 17　身体活動量の比較（活動量計より）

	トラック			バス
	地場 (n=98)	長距離 (n=51)	地場/長距離 (n=13)	高速乗合 (n=127)
歩数（歩）	6912.6±2489.9	7748.3±2272.3	6154.8±1878.5	3521.5±2881.3
活動消費カロリー（kcal）	770.1±269.7	819.5±190.1	751.0±247.1	442.5±311.4

⑤血圧計

血圧状況の比較結果を図表 18 に示す。

血圧状況のデータが得られたのは、トラック（地場）98 名、トラック（長距離）51 名、トラック（地場/長距離）13 名、バス（高速乗合）125 名であった。最高血圧、最低血圧の平均については、トラック（地場）は 131.5mmHg、81.6mmHg、トラック（長距離）は 140.8mmHg、85.3mmHg、トラック（地場/長距離）134.8mmHg、85.7mmHg、バス（高速乗合）132.8mmHg、81.9mmHg であった。また、自身が高血圧だと自覚しておらず、今回のデータ取得にて日本高血圧学会の基準を用いて高血圧者に該当される割合をみると、トラック（地場）、トラック（長距離）、トラック（地場/長距離）、バス（高速乗合）の順に、29.6%、31.4%、46.2%、28.8%であった。

それに対し、自身が高血圧だと自覚しており、血圧コントロールが出来ている人の割合をみると、トラック（地場）、トラック（長距離）、トラック（地場/長距離）、バス（高速乗合）の順に、2.0%、7.8%、7.7%、2.4%であった。健康診断等で、高血圧に該当しなくとも、日常の血圧計測において、高血圧に該当する割合が全業態を通して、一定数いることが分かった。また、トラック（長距離・地場/長距離）において、他 2 群と比べて、正常血圧者の割合が低い傾向があることがうかがえる。

図表 18　血圧状況の比較（血圧計より）

	トラック			バス
	地場 (n=98)	長距離 (n=51)	地場/長距離 (n=13)	高速乗合 (n=125)
血圧状況				
最高血圧の平均（mmHg）	131.5±15.5	140.8±16.5	134.8±16.1	132.8±12.7
最低血圧（mmHg）	81.6±10.3	85.3±11.2	85.7±7.6	81.9±9.6
脈拍（bpm）	78.4±9.9	81.2±10.1	82.6±6.9	83.8±9.4
高血圧者の割合				
高血圧自覚者（%）	5.1	13.7	7.7	5.6
高血圧非自覚者（%）	29.6	31.4	46.2	28.8
正常血圧者の割合				
高血圧自覚者（%）	2.0	7.8	7.7	2.4
高血圧非自覚者（%）	63.3	47.1	38.5	63.2

⑥運行中脈波測定器

運行中のドライバーの状態の比較結果を図表 19 に示す。

データが得られたのは、トラック（地場）8 名、トラック（長距離）23 名、バス（高速乗合）17 名の計 48 名であった。得られたデータより判定した結果のうち、入眠予兆警告（運転中に 10～15 分後に眠気を催す危険性がある状態になっているとき）と、運転前疲労警告（前日の疲れや直前の作業によって運転前から疲れが発生している可能性がある状態）に着目し、全判定数に対する出現率を比較した。また、判定結果を 10 分間ごとのサンプルとして区切り、そのサンプル内で警告が 5 回以上発生した時間帯を警告密集とし、全サンプル数に対する出現割合を算出して比較を行った。

トラック（長距離）およびバス（高速乗合）のドライバーはトラック（地場）のドライバーに比べて警告密集回数/全サンプル数と入眠予兆警告出現率が比較的に高く、疲れや眠気が生じやすい可能性が示唆された。一方、トラック（地場）のドライバーは、運転前疲労警告出現率が高く、作業負担や前日の疲れが出ている可能性が示唆された。また、運転前に行っていた行動（直前のイベント）ごとに比較すると、地場のドライバーは出庫後や荷積み後の運転中の警告が比較的高いことから、前日の疲れや作業後の疲れが残っている可能性が示唆された。ただし、出庫後については、ばらつきが大きいことから、個人差による影響も大きいことがうかがえる。バス（高速乗合）については、運転前疲労警告出現率が出庫後と待機後がほかの項目と比較して高いことから、出庫や待機直後の運転でそれまでの疲れが残っていた可能性が示唆された。トラック（長距離）のドライバーについては、運転前疲労警告が荷卸し後に高い以外は直前イベントの間に大きな差は見られなかった。

図表 19　眠気の比較（運行中脈波測定器より）

	トラック		バス
	地場 (n=8)	長距離 (n=23)	高速乗合 (n=17)
警告密集回数/サンプル数			
出庫後	0.26±0.11	0.33±0.05	0.24±0.05
荷積後	0.15±0.08	0.33±0.03	0.29±0.02
荷卸後	0.20±0.07	0.27±0.04	0.26±0.04
休憩後	0.17±0.06	0.33±0.02	0.32±0.03
休息後	－	0.32±0.04	－
待機後	0.13±0.08	0.32±0.05	0.12±0.08
入眠予兆警告出現率（%）			
出庫後	0.41±0.17	0.55±0.19	0.52±0.14
荷積後	0.23±0.19	0.55±0.08	0.49±0.06
荷卸後	0.40±0.09	0.48±0.11	0.50±0.10
休憩後	0.31±0.14	0.56±0.06	0.53±0.08
休息後	－	0.54±0.09	－
待機後	0.35±0.17	0.52±0.16	0.14±0.18
運転前疲労警告出現率（%）			
出庫後	1.19±1.65	0.48±0.19	0.83±0.31
荷積後	0.89±0.30	0.54±0.10	0.61±0.08
荷卸後	0.75±0.16	0.64±0.15	0.64±0.12
休憩後	0.71±0.27	0.49±0.05	0.53±0.06
休息後	－	0.50±0.12	－
待機後	0.76±0.12	0.55±0.20	0.98±0.39

⑦アクティビティ記録計

睡眠時間の比較結果を図表 20 に示す。

睡眠時間データが得られたのは、トラック（地場）4 名、トラック（長距離）13 名、バス（高速乗合）11 名であった。出庫時より 12 時間以内前に終了した睡眠の時間を「出庫直近の睡眠時間」と定義した。各ドライバーの出庫直近の睡眠中に覚醒した回数として記録されたものが「睡眠中の覚醒回数」である。各ドライバーの各睡眠において、睡眠時間とその睡眠中に目覚めていたと記録された時間から「睡眠中目覚めていた割合」を算出した。

トラック（地場）の平均は 260.1 分、トラック（長距離）の平均は 408.6 分、バス（高速乗合）の平均は 297.3 分であった。トラック（地場）では他の 2 群よりも短めであった。

図表 20　睡眠時間の比較（アクティビティ記録計より）

	トラック		バス
	地場 (n=4)	長距離 (n=13)	高速乗合 (n=11)
出庫直近の睡眠時間（分）	260.1±74.7	408.6±94.5	297.3±102.8
睡眠中の覚醒回数（回）	1.1±0.5	0.5±1.1	2.0±1.6
睡眠中目覚めていた割合(%)	5.5±1.7	4.9±13.2	11.1±13.2

⑧食事調査票

食習慣の比較結果を図表 21 に示す。

食習慣のデータが得られたのは、トラック（地場）96 名、トラック（長距離）51 名、トラック（地場/長距離）13 名、バス（高速乗合）122 名であった。エネルギー摂取の平均については、トラック（地場）は 1816.0kcal、トラック（長距離）は 1800.7kcal、トラック（地場/長距離）は 1896.3kcal、バス（高速乗合）は 1821.1kcal であった。業態による傾向はみられなかった。それに対して、食事バランスをみると、たんぱく質エネルギー比率において、トラック（地場）、トラック（長距離）、トラック（地場/長距離）、バス（高速乗合）の順に、14.9%、16.3%、14.1%、16.5%であった。トラック（地場・地場/長距離）で他 2 群に比べて、たんぱく質の摂取が少ない傾向がうかがえる。また、野菜摂取量は 187.0g、179.4g、189.4g、205.2ｇと、厚生労働省が定める目標量 350g に対して、圧倒的に足りていないことがうかがえる。

図表 21　食習慣の比較（食事調査票より）

	トラック			バス
	地場 (n=96)	長距離 (n=51)	地場/長距離 (n=13)	高速乗合 (n=122)
エネルギー摂取状況				
エネルギー（kcal）	1816.0±599.9	1800.7±689.6	1896.3±606.3	1821.1±992.7
食事バランス				
たんぱく質エネルギー比率（%）	14.9±2.9	16.3±3.8	14.1±2.2	16.5±4.0
脂肪エネルギー比率（%）	27.0±6.1	27.6±7.5	25.8±4.5	28.7±6.4
炭水化物エネルギー比率（%）	58.1±8.2	56.2±10.4	60.1±6.1	54.8±9.1
野菜摂取状況				
野菜摂取量（g）	187.0±119.3	179.4±120.6	189.4±127.5	205.2±170.8
食塩摂取状況				
食塩相当量（g）	11.1±3.6	11.8±4.9	10.3±2.5	11.9±7.1

(3) 疲れ度合いと各調査項目との関係

基本調査票内容より、平均的な疲れ度合いを「１：あまり疲れてない」と回答した者を「非疲労群」、「２：少々疲れている」以上に回答した者を「疲労群」として、業種・業態別に、n≧10 のデータのみを対象に t 検定を行った。

個人属性の比較結果を図表 22 に示す。

どの業態においても、年齢、BMI において疲労群と非疲労群との間に有意差は見られなかった。トラック（地場）において、疲労群では非疲労群に比べて、勤続年数、ドライバー歴が短く、運転時間が短く、休日日数と深夜勤務日数が多く、早朝勤務日数が少なかった。トラック（長距離）において、疲労群では非疲労群に比べて、勤続年数が長く、運転時間が短く、休日日数と深夜勤務日数が多く、早朝勤務日数が少なかった。バス（高速乗合）においては、とくに疲労群と非疲労群との間に有意差は見られなかった。

図表 22　平均的な疲れ度合いと個人属性の比較

	トラック									バス		
	地場(n=100)			長距離(n=92)			地場/長距離(n=18)			高速乗合(n=132)		
	非疲労群 (n=50)	疲労群 (n=50)	*p*値	非疲労群 (n=46)	疲労群 (n=46)	*p*値	非疲労群 (n=13)	疲労群 (n=5)	*p*値	非疲労群 (n=71)	疲労群 (n=61)	*p*値
個人属性												
年齢（歳）	44.7±9.7	41.8±10.8	n.s.	49.2±9.5	50.0±6.9	n.s.	45.5±7.1	41.2±7.5	-	44.3±7.1	45.7±7.5	n.s.
BMI（m2/kg）	25.1±5.1	24.9±3.1	n.s.	26.0±4.1	28.3±9.1	n.s.	24.5±3.4	23.6±4.2	-	25.8±3.4	25.9±4.2	n.s.
体脂肪率（%）	18.9±7.9	19.2±5.4	n.s.	21.1±5.7	24.5±11.1	n.s.	16.2±5.6	18.4±6.8	-	23.0±5.6	21.8±6.8	n.s.
勤続年数（年）	11.5±8.9	7.9±7.6	*	9.4±10.1	16.2±10.5	*	10.5±2.9	5.5±4.6	-	4.1±2.9	4.9±4.6	n.s.
ドライバー歴（年）	18.3±10.0	14.2±10.5	*	24.6±15.3	27.0±14.1	n.s.	22.0±9.4	16.5±9.1	-	15.4±9.4	17.2±9.1	n.s.
通勤時間（時）	23.5±15.3	22.7±12.0	n.s.	41.5±30.3	37.4±32.3	n.s.	29.6±118.4	32±124.7	-	61.0±118.4	72.2±124.7	n.s.
睡眠状況												
平日睡眠時間（分）	329.8±57.1	310.2±58.0	n.s.	390.0±105.6	365.5±81.3	n.s.	348.5±80.3	348.0±82.0	-	309.3±80.3	302.7±82.0	n.s.
休日睡眠時間（分）	429.0±100.9	415.2±106.9	n.s.	462.7±143.4	455.3±95.6	n.s.	422.3±108.5	324.0±88.1	-	432.4±108.5	415.3±88.1	n.s.
平日と休日の差	99.2±77.4	105.0±112.8	n.s.	74.7±128.7	89.7±96.9	n.s.	73.8±103.3	-24.0±104.0	-	123.1±103.3	112.6±104.0	n.s.
運行状態												
運転時間（時間/月）	106.9±29.3	92.4±20.9	*	144.4±25.4	130.9±17.3	*	130.9±19.2	105.1±17.7	-	112.9±19.2	110.9±17.7	n.s.
休日日数(日/月)	10.9±2.3	11.5±2.2	*	8.8±3.6	10.5±2.8	*	9.7±2.5	11.0±2.0	-	10.0±2.5	10.7±2.0	n.s.
深夜勤務日数(日/月)	1.8±4.7	5.3±7.6	*	13.5±11.9	21.6±13.5	*	2.9±14.2	8.1±12.8	-	21.3±14.2	21.4±12.8	n.s.
早朝勤務日数(日/月)	16.0±6.1	11.4±8.3	*	7.8±5.7	4.2±6.0	*	12.7±3.9	8.7±3.5	-	3.5±3.9	3.6±3.5	n.s.

また、出庫時の疲れ度合い状況について「１：あまり疲れてない」と回答された日を「非疲労日」、「２：少々疲れている」以上に回答された日を「疲労日」として、t 検定を行った。

疲れ度合いを入力する「出庫時」における出勤状況と、前日の運行状況、身体活動量における比較結果を、図表 23 に示す。

トラック（地場）において、疲労日では非疲労日に比べて、前日の運行状況で、待機、荷積、荷卸、拘束時間、走行距離が長く、勤務間隔時間が短かった。前日の身体活動量では、疲労日では非疲労日に比べて、歩数が多く、活動消費カロリーが高かった。出勤時の血圧状況では、疲労日では非疲労日に比べて、最高血圧値、最低血圧値、脈拍、平均血圧が高かった。トラック（長距離）において、疲労日では非疲労日に比

べて、前日の運行状況で、休息時間、勤務間隔時間が短かった。前日の身体活動量では、疲労日では非疲労日に比べて、歩数が多く、活動消費カロリーが高い傾向であった。出勤時の血圧状況では、とくに差はみられなかった。トラック（地場/長距離）において、疲労日では非疲労日に比べて、前日の運行状況で、休憩、待機時間が長く、運転、荷積、荷卸時間が短かった。前日の身体活動量では、疲労日では非疲労日に比べて、活動消費カロリーが低かった。出勤時の血圧状況では、疲労日では非疲労日では比べて、最高血圧値、最低血圧値が高い傾向であった。バス（高速乗合）において、疲労日では非疲労日に比べて、前日の運行状況で、荷積時間が長く、走行距離が短かった。前日の身体活動量では、とくに差はみられなかった。出勤時の血圧状況では、疲労日では非疲労日に比べて、最低血圧が高く、脈圧が低かった。

図表 23　出庫時の疲れ度合いと各調査項目の比較

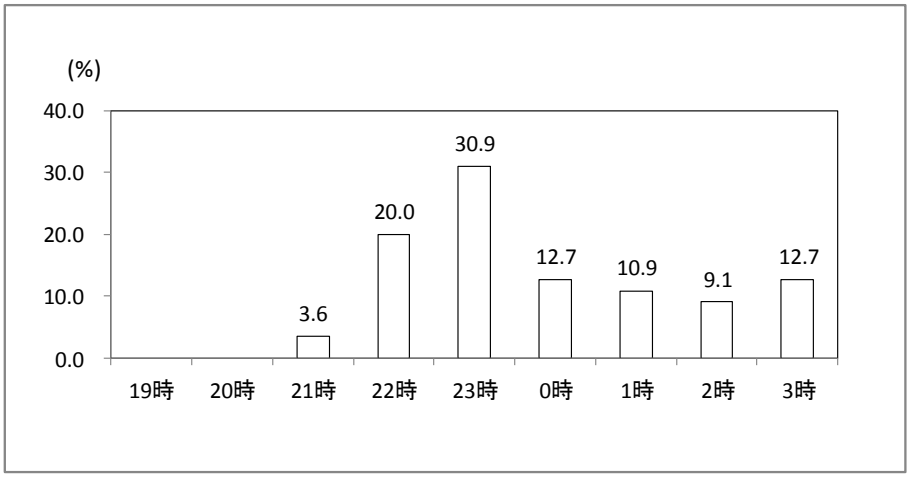
	トラック									バス		
	地場			長距離			地場/長距離			高速乗合		
	非疲労日 (n=1168)	疲労日 (n=904)	p値	非疲労日 (n=64)	疲労日 (n=55)	p値	非疲労日 (n=239)	疲労日 (n=96)	p値	非疲労日 (n=87)	疲労日 (n=125)	p値
前日の運行状況												
運転時間（時間）	5.2±2.0	5.1±1.7	n.s.	13.0±15.5	10.0±10.3	n.s.	6.1±2.0	4.9±3.3	**	5.6±1.7	5.7±1.9	n.s.
休憩時間（時間）	2.6±1.7	2.5±1.5	n.s.	4.4±5.8	3.2±4.9	n.s.	1.6±1.2	2.4±2.4	**	3.0±3.4	2.4±2.8	n.s.
休息時間（時間）	0.0±0.2	0.0±0.6	n.s.	17.4±31.8	6.6±17.5	*	0.0±0.7	0.0±0.0	n.s.	−	−	−
待機時間（時間）	0.6±1.0	0.7±0.9	*	1.2±2.5	0.7±1.0	n.s.	0.3±0.5	0.9±1.1	***	1.0±1.1	0.9±1.0	n.s.
荷積時間（時間）	1.7±1.5	2.2±1.6	***	1.9±2.1	1.9±1.7	n.s.	1.2±1.0	0.7±0.9	***	0.6±0.5	0.9±0.6	**
荷卸時間（時間）	1.1±0.8	1.2±0.7	**	1.4±1.4	1.2±1.0	n.s.	1.1±0.9	0.7±0.8	***	0.1±0.1	0.1±0.1	n.s.
拘束時間（時間）	11.2±2.5	11.7±2.7	***	39.2±56.3	23.5±34.0	n.s.	10.4±2.9	9.6±4.3	n.s.	10.4±4.3	10.0±3.5	n.s.
勤務間隔時間（時間）	27.6±33.5	21.9±26.0	***	33.0±34.1	18.2±13.1	**	24.3±27.9	28.6±27.8	n.s.	21.4±16.6	20.6±16.4	n.s.
走行距離（km）	160.1±91.0	168.4±81.5	*	554.1±648.3	446.4±567.4	n.s.	226.6±135.0	209.7±212.1	n.s.	256.4±58.4	238.3±54.9	*
出勤時間帯0-6	0.521±2.493	0.659±2.675	***	0.219±56.294	0.455±33.951	**	0.427±2.945	0.271±4.295	**	0.138±4.280	0.168±3.509	n.s.
出勤時間帯6-12	0.428±2.434	0.175±2.668	***	0.578±47.907	0.491±32.261	n.s.	0.485±2.967	0.563±4.063	n.s.	0.402±3.695	0.432±3.579	n.s.
出勤時間帯18-24	0.036±1.513	0.140±1.322	***	0.016±1.437	0.000±1.533	n.s.	0.004±1.586	0.000±1.708	n.s.	0.299±2.131	0.200±1.743	n.s.
前日の身体活動量												
歩数（歩）	8623.1±3473.1	9397.2±6282.3	***	40322.7±56081.6	25247.1±35501.5	n.s.	9262.3±3918.6	9367.8±4197.5	n.s.	13968.2±9639.6	13113.5±11764.0	n.s.
活動消費カロリー（kcal）	984.1±461.2	1118.1±766.5	***	4118.1±5105.3	2978.5±3850.3	n.s.	1318.4±645.3	1131.6±610.7	*	1712.9±901.1	1789.7±1489.2	n.s.
出勤時の血圧状況												
最高血圧	129.4±18.0	131.6±17.7	**	128.5±15.8	130.6±17.1	n.s.	136.6±16.4	140.4±18.9	n.s.	135.2±18.0	133.8±13.9	n.s.
最低血圧	80.4±10.4	82.5±12.2	***	80.2±10.4	79.7±10.8	n.s.	88.2±8.6	90.2±9.7	n.s.	78.6±11.4	83.1±9.2	*
脈拍	77.1±11.9	78.7±14.9	*	80.7±14.7	80.0±11.9	n.s.	81.2±13.1	78.6±14.3	n.s.	87.5±10.6	84.4±9.0	n.s.
平均血圧	96.7±11.7	98.8±12.9	***	96.3±11.4	96.7±12.1	n.s.	104.3±9.9	107.0±11.9	n.s.	97.4±12.0	100.0±9.0	n.s.
脈圧	48.9±14.0	49.2±12.8	n.s.	48.3±10.8	50.9±11.2	n.s.	48.5±13.5	50.1±13.6	n.s.	56.6±14.9	50.7±13.3	*

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

3. 考察

以上の集計結果を元に、主にトラック（地場）、トラック(長距離)、バス（高速乗合）につき、特徴を以下にまとめ、考察する。

(1)トラック（地場）：運転経験は他群に比べ 9.7 年と短く、ワンマン運行の割合が 99.0%、早朝勤務日数が 13.7 日/月と多い。出庫直近の睡眠時間は 260 分と短めであった。就寝時刻の分布を確認したところ、図表 24 の通りであった。



図表 24　トラック（地場）の就寝時刻分布

就寝時刻を確認すると、0 時以降に就寝する割合が図表 24 の通り 45.4%と半数近くとなっており、早朝勤務に向けて早くに就寝出来ていない実態がうかがえる。基本調査票データ（図表 14）によれば休日睡眠時間 422.1 分に対し、平日睡眠時間が 319.6 分と、100 分程度、休日睡眠時間が長い傾向があり、平日の睡眠不足を休日に補い、調整をとっていると考えられる。「平日と休日の睡眠時間の差」が業態の特徴を表す変数として使用出来る可能性がある。勤続年数が非疲労群で 11.5 年、疲労群で 7.9 年と、勤続年数が短い方が、日常的な疲れ度合いが高く感じている。

(2)トラック(長距離)：ワンマン運行の割合が 97.8%と高く、走行距離が 7551.2km、運転時間が 137.7 時間と他群より明らかに長く、深夜勤務日数が 17.5 日と多い。勤続年数が非疲労群で 9.4 年、疲労群で 16.2 年と、長く勤めている方が、日常的に疲れ度合いが高く感じている。また他業態と比較して BMI が 26.1 と高めであり、高血圧者の割合が 17.4%と、トラック（地場）と比べても高く、トラック（地場）と反する業態の特徴がうかがえ、長距離という不規則な勤務年数が長くなることが、疲労感の蓄積や健康状態に影響すると考える。

(3)バス（高速乗合）：ドライバー歴が 16.2 年、現在の事業者での勤務年数が 4.5 年と、他群より短めである。97.6%が規則的な運行ルートであり、荷役作業が 53.2%と少なくトラック(長距離)と同程度の走行距離、運転時間から、運転に集中した業態であることがうかがえる。深夜勤務日数も、トラック(長距離)と同程度であるが、ワンマン、ツーマンであることが 78.0%と高く、他業態と違い交代で勤務出来ている状況がうかがえる。トラック（地場）と同様に、休日睡眠時間 424.5 分に対し、平日睡眠時間が 306.2 分と、100 分程度、休日睡眠時間が長い傾向があり、平日の睡眠不足を休日に補い、調整をとっていると考えられる。また、身体活動量を確認すると、歩数が 3521.5 歩、活動消費カロリーが 442.5kcal と、他群と比較して少なく、荷役作業が他群と比べて少ない分、運動量が少なくなっていることが示唆される。

出庫時の疲れ度合いと各調査項目からは、各業種・業態において、勤務間隔時間が短い、身体活動量（歩数や活動消費カロリー）が多い方が疲れ度合いが高いと申告していることが分かる。このことから、業態別における運行状況や荷積、荷卸時間だけでなく、「実際に動いた量」をとらえる変数として、前日の身体活動量（歩数、活動消費カロリー）を用いることで、とくにトラック（地場）において、精度よく出庫時の疲れ度合いを推定出来るものと考えられる。

第３章　バイタル系データを加味した事故防止運行モデル（「体調予報」β版）の研究

1. 研究概要

（1）研究目的

平成 28 年度の調査によって、予報精度の向上に向け、より多様な運行パターンを得て教師データを増やしていくことや、運行データだけでは得られない運行中の荷扱い作業等の運行労務の質を踏まえていくために活動強度や歩数といったバイタル系データの「体調予報」への組み入れの検討等が課題として明らかになった。

本調査においては、広く多様な業態の輸送事業者に調査協力を求めると同時に、事故防止運行モデル「体調予報」において、生体センサー・健康系測定機器等を通じ取得した活動量や心拍などのバイタル系データを加味した発展形の検討を行う。

（2）研究目標

第 2 章の結果から、業態別に「運転時間」や「走行距離」、「深夜勤務日数」、「早朝勤務日数」といった運行状況の違いが確認できた。また、平均的な疲れ度合いの違いからも、「運転時間」や「走行距離」、「深夜勤務日数」、「早朝勤務日数」に違いがあった。

尚、出庫時の疲れ度合いに影響すると考えられる変数の指標として、「運転時間」や「荷積時間」、「走行距離」、「出勤時間帯」といった運行状況や、「歩数」、「活動消費カロリー（kcal）」といった前日の身体活動量、「最高血圧」、「最低血圧」といった出勤時の血圧状況があげられる。

これらの運行データやバイタル系データの内、ドライバーの出庫時の体調に影響を与える可能性が示唆された変数を中心としたものを事故防止運行モデル（「体調予報」β版）の変数候補とし、予報精度の向上を目指す。

（3）研究データ取得にあたって

本調査事業におけるデータの取得にあたっては、バイタル系データを組み入れた「体調予報」β版モデルの検討の第一段階としてデータの品質を確保すると同時に、ドライバーと運行管理者双方の負担軽減を図るため、まずは「体調予報」に必要な運行計画入力を簡素化して実施した。具体的には、「体調予報」を行う予報時点を、点呼時（出庫時点呼、帰庫時点呼）に限り、運行管理者が運行計画を入力しなくとも、ドライバー自身が次回出庫の予定を入力することで、「体調予報」を継続的に得られる形とした。

更にデータ取得期間中のドライバーの負担軽減として、事業所に設置したノートパソコン（図表 24 ①）とデータ読み取り装置（図表 24 ②）により、ドライバーが携帯する活動量計を通じて、「体調予報」出力画面が表示される仕組みを使用した。

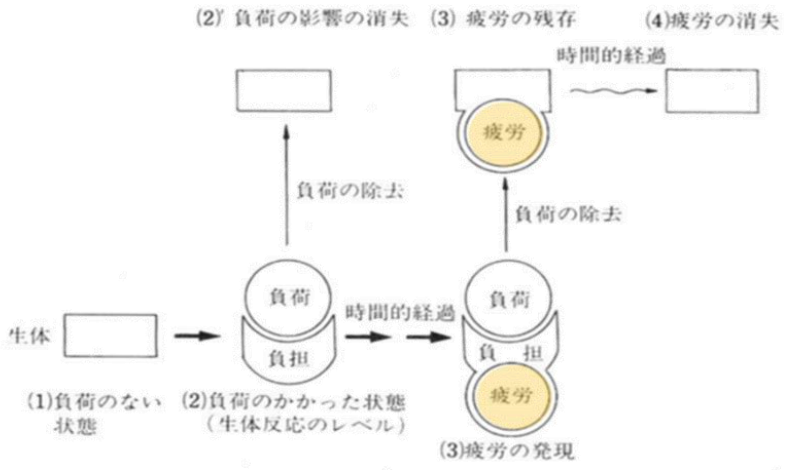
こうした仕組みを使うことで、重要であるが故にタスクが多い点呼時においても、簡便に「体調予報」のためのデータ取得・確認が行えるようにした。

図表 24 本調査におけるデータ取得操作イメージ（ドライバー）

（4）研究に向けた前提

「体調予報モデル」の理論的背景を図表 25 に示す。本作業疲労モデルを基本に、疲労モデルによる変数の仮説として、y_1 疲労、x_1 負荷、x_2 負担、x_3 回復（時間経過）とし、調査項目を整理したものを、図表 26 に示す。事故防止運行モデル「体調予報」α 版モデルでは、以下の線形重回帰モデル数式 1 を使用した。

数式 1：　$$y_1 = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \cdots + \beta_k x_k + u$$



図表 25　負荷－負担－疲労の模式図（小野、1988）[ii]

[ii] 小野雄一郎. 疲労と負担、ストレスとの関連性. 日本産業衛生学会・産業疲労研究会編. 産業疲労ハンドブック. 第 1 章第 5 節 5. 東京: 労働基準調査会, 1988: 110-115

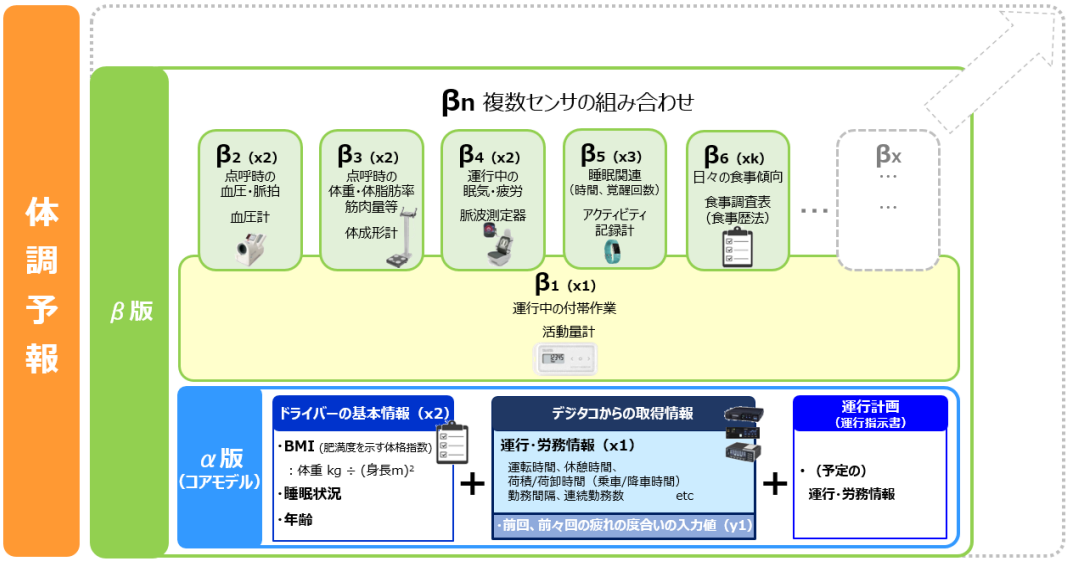
図表 26　疲労モデルによる変数の仮説

変数			調査項目
y_1	疲労	5 段階の疲れ度合い	②デジタル式運行記録計
x_1	負荷	走行距離、連続運転時間、出庫時間帯、休日明け等	②デジタル式運行記録計
		荷役作業の質	④活動量計
x_2	負担	特定既往歴の有無 （糖尿病、高血圧、脂質異常症）	①基本調査票
		年齢、BMI	①基本調査票
			③体組成計
		血圧	⑤血圧計
		心拍、脈拍	⑤血圧計
			⑥運行中脈波測定器
x_3	回復	休息時間	②デジタル式運行記録計
		睡眠時間	⑦アクティビティ記録計
x_k	その他		⑧食事調査票等

「体調予報」モデルの概念図を図表 27 に示す。

各調査項目の特徴を活かし、前述した変数の仮説をもとに、バイタル系データを組み入れた「体調予報」β版モデルの検討を行う。

まずは、データの軽量化・最適化などの条件をクリアするモデルとして、「体調予報」α版モデルに、バイタル系データとして、体組成計から得られる「BMI」や、活動量計から得られる「身体活動量」や「歩数」を変数に取り入れることを検討する。



図表 27　「体調予報」モデルの概念図

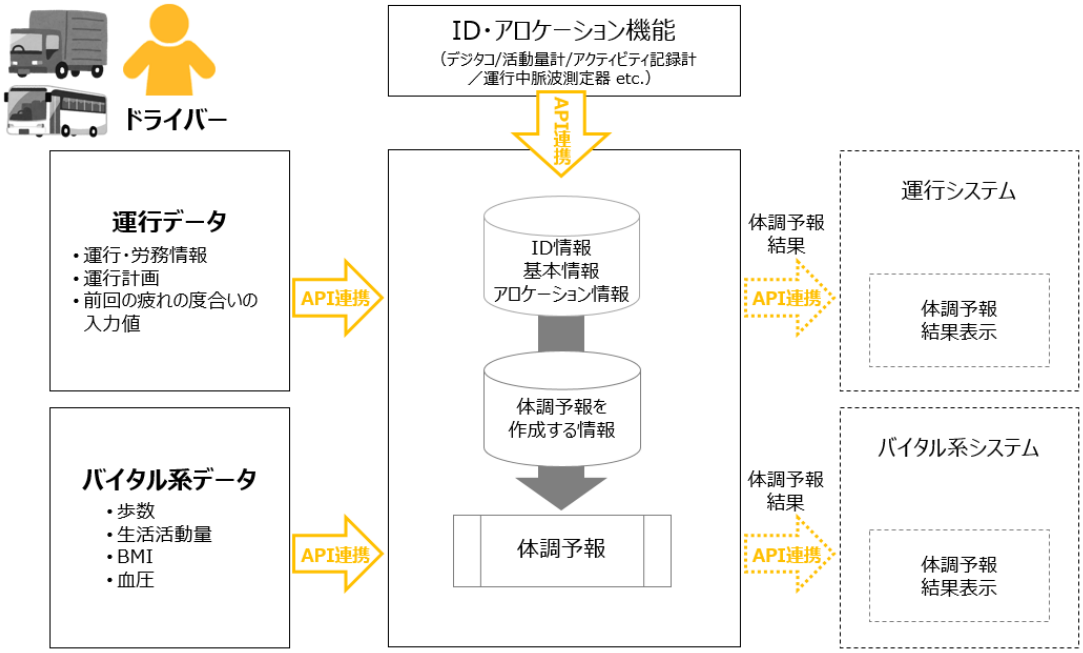
アルゴリズムの検討にあたって、「体調予報」の想定活用シーンにつき、整理し図表 28 に示す。

「体調予報」α版モデルは、図表 28 ①のように、運行管理者が各々のドライバー毎に入力する運行計画に基づき、「体調予報」によって予測される各々のドライバー毎の「現在、これからの疲れ度合いの予報」を確認することで、運行計画を見直すなどの活用を想定し、健康・過労起因事故防止を配車時に「予防」することに特化したモデルである。

現段階の「体調予報」β版検討モデルでは、前述の通り、バイタル系データとして「BMI」や「身体活動量」、「歩数」を変数に取り入れたモデルとする特性上、例えば荷役作業の質を反映させるためには、活動量計から得られる「身体活動量」や「歩数」データの実測値が必要となり、「体調予報」α版モデルのように、運行計画の見直しを行うために運行管理者が体調予報システムを使用する活用方法までには至らない。しかし例えば、図表 28 ②のように、帰庫時点呼の際に、その日の運行中の「バイタル系データ」と「運行実績」から、次回出庫時点呼の「体調予報」を行い、ドライバー自身に、自宅での「改善行動」を促すことは「体調予報」β版検討モデルでも可能であり、図表 28 ③のように、出庫時点呼の際に、計測し得られた「バイタル系データ」もしくは直近の「バイタル系データ」と前回「運行実績」から、その時点の「体調」を確認し点呼時の助言・指導といった「コミュニケーション」の質の向上への活用も想定し得る。

図表 28　体調予報システムの使用イメージ

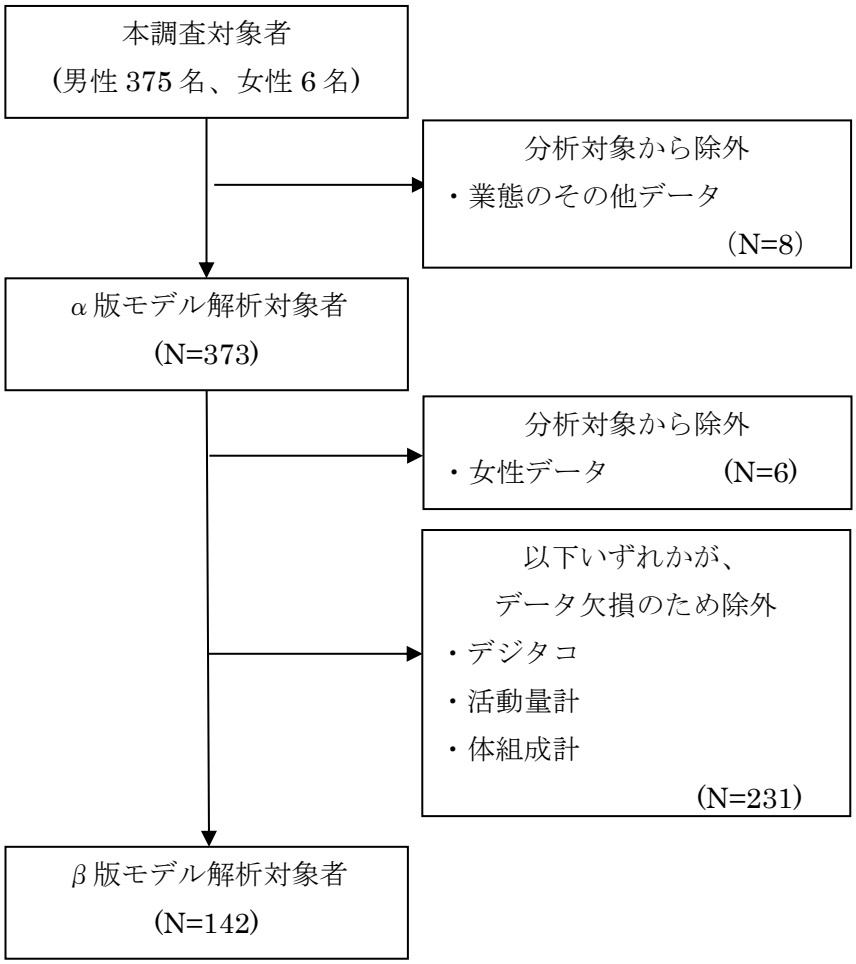
前述した「体調予報」結果を生成するための概要を、図表 29 に示す。



図表 29　「体調予報」データ収集・出力の概要

（5）解析対象者

各モデル解析対象者の選定プロセスを、図表 30 に示す。



図表 30　解析対象者の選定プロセス

（6）解析方法

「体調予報」β版検討モデルの解析対象者データのうち、無作為抽出した 50%のデータをモデルの学習に使用する「学習データ」とし、残り 50%を検証に使用する「検証データ」とした。予測式の算出には、前述した学習データを用いて、重回帰分析（ステップワイズ法）による多変量解析を行った。

2. 結果

（1）「体調予報」β版検討モデルのアルゴリズム

本研究における「体調予報」β版検討モデルにおいて採択された、説明変数と係数を図表 31 に示す。

決定係数は 0.868、自由度調整済み決定係数は 0.840 であった。

図表 31　「体調予報」β版検討モデルの説明変数

変数 一次	変数 二次	Estimate	t value	p値	
(Intercept)		−26.940	−2.789	0.005	**
運転時間		19660.000	2.577	0.010	*
休憩時間		19660.000	2.578	0.010	*
休息時間		64990.000	3.186	0.001	**
待機時間		19670.000	2.578	0.010	*
荷積時間		19660.000	2.577	0.010	*
荷卸時間		19670.000	2.578	0.010	*
勤務間隔時間		0.966	2.429	0.015	*
拘束時間		−19660.000	−2.578	0.010	*
前回拘束時間		−0.433	−2.053	0.040	*
連続勤務日数		−0.226	−1.969	0.049	*
前回の走行距離		−0.002	−1.519	0.129	
出勤時間帯0−6		−0.102	−0.131	0.896	
出勤時間帯6−12		4.256	2.052	0.040	*
出勤時間帯18−24		−1.262	−0.751	0.453	
年齢		0.315	2.643	0.008	**
BMI		0.380	3.942	0.000	***
いびき有無		8.451	5.065	0.000	***
平日睡眠不完全		7.135	3.474	0.001	***
平日と相違有		−3.321	−2.441	0.015	*
総活動量		0.002	4.421	0.000	***
総歩数		0.000	−4.762	0.000	***
8Hフラグ		31.690	3.378	0.001	***
32Hフラグ		3477.000	3.461	0.001	***
特定既往フラグ		0.862	1.883	0.060	.
性別		−3.687	−2.214	0.027	*
現在出勤時間帯0		0.813	1.505	0.133	
現在出勤時間帯6		0.127	0.215	0.830	
現在出勤時間帯18		2.947	2.097	0.036	*
前回主観入力		1.002	8.903	0.000	***
運転時間	休憩時間	0.026	3.52	0.000	***
	荷卸時間	−0.028	−1.692	0.091	.
	勤務間隔時間	−0.006	−4.76	0.000	***
	前回拘束時間	0.005	1.447	0.148	
	連続勤務日数	2650.000	1.893	0.059	.
	出勤時間帯0−6	−27790.000	−3.306	0.001	***
	出勤時間帯6−12	−21440.000	−3.306	0.001	***
	出勤時間帯18−24	−17650.000	−1.975	0.048	*
	いびき有無	−0.215	−4.457	0.000	***
	平日睡眠不完全	−7831.000	−1.962	0.050	.
	平日と相違有	10510.000	2.619	0.009	**
	総活動量	0.000	1.897	0.058	.
	8Hフラグ	−0.279	−3.067	0.002	**
	32Hフラグ	9291.000	3.307	0.001	***
	特定既往フラグ	−4150.000	−3.301	0.001	***
	性別	0.691	2.402	0.016	*
	現在出勤時間帯6	−7684.000	−3.305	0.001	***
	現在出勤時間帯18	−17180.000	−2.126	0.034	*
	前回主観入力	−0.023	−3.082	0.002	**
休憩時間	休息時間	282.500	3.310	0.001	***
	待機時間	0.040	3.319	0.001	***
	勤務間隔時間	−0.001	−1.465	0.143	
	連続勤務日数	2650.000	1.893	0.059	.
	前回の走行距離	0.000	−2.178	0.030	*
	出勤時間帯0−6	−27790.000	−3.306	0.001	***
	出勤時間帯6−12	−21440.000	−3.306	0.001	***
	出勤時間帯18−24	−17650.000	−1.975	0.048	*
	年齢	0.002	1.373	0.170	
	いびき有無	−0.094	−1.617	0.106	
	平日睡眠不完全	−7831.000	−1.962	0.050	.
	平日と相違有	10510.000	2.619	0.009	**
	総活動量	0.000	−2.083	0.037	*
	8Hフラグ	−0.318	−2.260	0.024	*
	32Hフラグ	9291.000	3.307	0.001	***
	特定既往フラグ	−4150.000	−3.301	0.001	***
	現在出勤時間帯0	−0.136	−2.625	0.009	**
	現在出勤時間帯6	−7685.000	−3.305	0.001	***
	現在出勤時間帯18	−17180.000	−2.126	0.034	*
休息時間	待機時間	−1309.000	−3.303	0.001	***
	荷積時間	1082.000	3.305	0.001	***
	荷卸時間	−1382.000	−3.309	0.001	***
	拘束時間	18.260	3.294	0.001	**
	前回拘束時間	−116.800	−3.306	0.001	***
	連続勤務日数	−3122.000	−1.726	0.085	.
	年齢	486.100	3.303	0.001	***
	BMI	−2919.000	−3.306	0.001	***

変数 一次	変数 二次	Estimate	t value	p値	
待機時間	荷積時間	−0.026	−1.765	0.078	.
	勤務間隔時間	−0.002	−3.046	0.002	**
	前回拘束時間	−0.014	−2.754	0.006	**
	連続勤務日数	2650.000	1.893	0.059	.
	出勤時間帯0−6	−27790.000	−3.306	0.001	***
	出勤時間帯6−12	−21440.000	−3.306	0.001	***
	出勤時間帯18−24	−17650.000	−1.975	0.048	*
	いびき有無	−0.301	−3.495	0.000	***
	平日睡眠不完全	−7831.000	−1.962	0.050	.
	平日と相違有	10510.000	2.619	0.009	**
	総活動量	0.000	−2.855	0.004	**
	総歩数	0.000	2.495	0.013	*
	8Hフラグ	−1.111	−2.456	0.014	*
	32Hフラグ	9291.000	3.307	0.001	***
	特定既往フラグ	−4150.000	−3.301	0.001	***
	現在出勤時間帯0	−0.581	−4.741	0.000	***
	現在出勤時間帯6	−7685.000	−3.305	0.001	***
	現在出勤時間帯18	−17180.000	−2.126	0.034	*
荷積時間	拘束時間	0.020	3.620	0.000	***
	連続勤務日数	2650.000	1.893	0.059	.
	出勤時間帯0−6	−27790.000	−3.306	0.001	***
	出勤時間帯6−12	−21440.000	−3.306	0.001	***
	出勤時間帯18−24	−17650.000	−1.975	0.048	*
	BMI	0.004	1.328	0.184	
	平日睡眠不完全	−7831.000	−1.962	0.050	.
	平日と相違有	10510.000	2.619	0.009	**
	8Hフラグ	0.309	1.417	0.157	
	32Hフラグ	9290.000	3.306	0.001	***
	特定既往フラグ	−4150.000	−3.301	0.001	***
	現在出勤時間帯6	−7684.000	−3.305	0.001	***
	現在出勤時間帯18	−17180.000	−2.126	0.034	*
荷卸時間	連続勤務日数	2650.000	1.893	0.059	.
	前回の走行距離	0.000	1.497	0.135	
	出勤時間帯0−6	−27790.000	−3.306	0.001	***
	出勤時間帯6−12	−21440.000	−3.306	0.001	***
	出勤時間帯18−24	−17650.000	−1.975	0.048	*
	BMI	0.009	1.493	0.136	
	いびき有無	−0.306	−3.079	0.002	**
	平日睡眠不完全	−7831.000	−1.962	0.050	.
	平日と相違有	10510.000	2.619	0.009	**
	総活動量	0.000	−1.402	0.161	
	8Hフラグ	−1.016	−1.328	0.185	
	32Hフラグ	9290.000	3.306	0.001	***
	特定既往フラグ	−4150.000	−3.301	0.001	***
	現在出勤時間帯0	−0.413	−3.167	0.002	**
	現在出勤時間帯6	−7685.000	−3.305	0.001	***
	現在出勤時間帯18	−17180.000	−2.126	0.034	*
	前回主観入力	−0.027	−1.394	0.164	
勤務間隔時間	拘束時間	0.001	2.170	0.030	*
	前回の走行距離	0.000	4.454	0.000	***
	BMI	0.000	−2.736	0.006	**
	いびき有無	0.008	3.244	0.001	**
	平日睡眠不完全	−0.002	−1.875	0.061	.
	総活動量	0.000	−1.367	0.172	
	総歩数	0.000	4.412	0.000	***
	8Hフラグ	−0.986	−2.479	0.013	*
	32Hフラグ	0.026	2.511	0.012	*
	現在出勤時間帯0	0.006	2.288	0.022	*
	現在出勤時間帯6	0.011	4.483	0.000	***
	前回主観入力	−0.003	−3.556	0.000	***
拘束時間	連続勤務日数	−2650.000	−1.893	0.059	.
	出勤時間帯0−6	27790.000	3.306	0.001	***
	出勤時間帯6−12	21440.000	3.306	0.001	***
	出勤時間帯18−24	17650.000	1.975	0.048	*
	いびき有無	0.177	4.176	0.000	***
	平日睡眠不完全	7831.000	1.962	0.050	.
	平日と相違有	−10510.000	−2.619	0.009	**
	32Hフラグ	−9291.000	−3.306	0.001	***
	特定既往フラグ	4150.000	3.301	0.001	***
	現在出勤時間帯0	0.057	1.463	0.144	
	現在出勤時間帯6	7684.000	3.305	0.001	***
	現在出勤時間帯18	17180.000	2.126	0.034	*
前回拘束時間	連続勤務日数	−0.013	−2.933	0.003	**
	前回の走行距離	0.000	−1.649	0.099	.
	出勤時間帯6−12	0.025	2.105	0.036	*
	出勤時間帯18−24	0.033	1.737	0.083	.
	年齢	−0.001	−1.644	0.101	
	いびき有無	0.029	1.856	0.064	.
	平日睡眠不完全	0.025	1.751	0.080	.
	平日と相違有	−0.019	−1.479	0.139	
	総活動量	0.000	−2.156	0.031	*
	総歩数	0.000	2.031	0.043	*
	8Hフラグ	0.506	2.431	0.015	*
	32Hフラグ	−0.050	−3.028	0.003	**

変数 一次	変数 二次	Estimate	t value	p値	
連続勤務日数	出勤時間帯0−6	−0.136	−3.397	0.001	***
	出勤時間帯6−12	−0.113	−2.682	0.007	**
	年齢	0.002	1.311	0.190	
	平日睡眠不完全	0.051	1.949	0.052	.
	平日と相違有	−0.050	−1.775	0.076	.
	32Hフラグ	−3478.000	−3.462	0.001	***
	特定既往フラグ	0.037	1.301	0.194	
	現在出勤時間帯0	0.140	3.352	0.001	***
	現在出勤時間帯6	0.161	3.852	0.000	***
	前回主観入力	0.045	3.718	0.000	***
前回の走行距離	出勤時間帯0−6	0.002	1.652	0.099	.
	出勤時間帯6−12	0.001	1.512	0.131	
	平日睡眠不完全	0.002	3.120	0.002	**
	平日と相違有	−0.002	−2.591	0.010	**
	32Hフラグ	−0.003	−2.847	0.004	**
	現在出勤時間帯18	0.003	1.711	0.087	.
出勤時間帯0−6	年齢	0.037	2.947	0.003	**
	平日睡眠不完全	0.233	2.468	0.014	*
	平日と相違有	−0.539	−3.326	0.001	***
	総活動量	−0.001	−2.157	0.031	*
	総歩数	0.000	2.489	0.013	*
	現在出勤時間帯0	−0.727	−1.707	0.088	.
	現在出勤時間帯6	−1.065	−2.530	0.012	*
	現在出勤時間帯18	2.092	2.426	0.015	*
出勤時間帯6−12	年齢	0.037	2.969	0.003	**
	平日と相違有	−0.509	−3.299	0.001	**
	総活動量	−0.001	−2.099	0.036	*
	総歩数	0.000	2.288	0.022	*
	8Hフラグ	−4.613	−2.409	0.016	*
	32Hフラグ	0.165	1.538	0.124	
	現在出勤時間帯0	−1.258	−3.031	0.002	**
	現在出勤時間帯6	−1.283	−3.139	0.002	**
	現在出勤時間帯18	2.061	2.150	0.032	*
出勤時間帯18−24	年齢	0.114	4.782	0.000	***
	BMI	0.060	3.350	0.001	***
	平日睡眠不完全	−1.153	−4.234	0.000	***
	総活動量	−0.002	−3.535	0.000	***
	総歩数	0.000	3.014	0.003	**
	32Hフラグ	0.536	2.907	0.004	**
	現在出勤時間帯0	−2.787	−3.195	0.001	**
	現在出勤時間帯6	−4.393	−4.414	0.000	***
	前回主観入力	−0.290	−2.448	0.015	*
年齢	いびき有無	−0.026	−3.134	0.002	**
	平日と相違有	−0.023	−3.779	0.000	***
	総活動量	0.000	−2.685	0.007	**
	総歩数	0.000	2.203	0.028	*
	8Hフラグ	−0.359	−3.042	0.002	**
	32Hフラグ	0.015	2.694	0.007	**
	特定既往フラグ	−0.015	−1.812	0.070	.
	現在出勤時間帯6	0.010	1.840	0.066	.
	現在出勤時間帯18	−0.121	−5.670	0.000	***
	前回主観入力	0.003	1.627	0.104	
BMI	平日睡眠不完全	−0.043	−3.542	0.000	***
	総活動量	0.000	−2.081	0.038	*
	8Hフラグ	−0.374	−3.913	0.000	***
いびき有無	平日睡眠不完全	0.569	3.183	0.001	**
	8Hフラグ	−6.426	−4.067	0.000	***
	32Hフラグ	−0.472	−2.861	0.004	**
	現在出勤時間帯0	−0.726	−3.959	0.000	***
	現在出勤時間帯6	−0.878	−4.725	0.000	***
	前回主観入力	−0.322	−4.725	0.000	***
平日睡眠不完全	平日と相違有	0.440	4.342	0.000	***
	8Hフラグ	−6.419	−3.181	0.002	**
	現在出勤時間帯0	−0.260	−2.720	0.007	**
	現在出勤時間帯18	1.977	5.671	0.000	***
平日と相違有	総活動量	0.000	2.173	0.030	*
	8Hフラグ	4.925	3.729	0.000	***
	32Hフラグ	−0.184	−1.743	0.082	.
	現在出勤時間帯6	−0.220	−2.601	0.009	**
	現在出勤時間帯18	−1.143	−5.221	0.000	***
	前回主観入力	−0.124	−3.527	0.000	***
総活動量	総歩数	0.000	2.605	0.009	**
	特定既往フラグ	0.000	3.180	0.002	**
	現在出勤時間帯6	0.000	−2.061	0.040	*
	現在出勤時間帯18	0.000	2.242	0.025	*
	前回主観入力	0.000	−1.532	0.126	
総歩数	32Hフラグ	0.000	−1.389	0.165	
	特定既往フラグ	0.000	−2.531	0.011	*
	現在出勤時間帯0	0.000	2.593	0.010	**
	現在出勤時間帯6	0.000	3.899	0.000	***
32Hフラグ	前回主観入力	0.101	1.729	0.084	.
特定既往フラグ	現在出勤時間帯0	0.199	1.904	0.057	.
	現在出勤時間帯18	1.558	5.088	0.000	***
	前回主観入力	−0.404	−5.363	0.000	***
現在出勤時間帯0	前回主観入力	−0.206	−2.942	0.003	**
現在出勤時間帯6	前回主観入力	−0.204	−2.873	0.004	**
現在出勤時間帯18	前回主観入力	−0.255	−1.990	0.047	*

*p <0.05, **p <0.01, ***p <0.001

(2)「体調予報」モデルの評価

業態別における「体調予報」β版検討モデルの精度を図表 32 に示す。

「体調予報」β版検討モデルにより予測した、ドライバーの帰庫時における次の出庫時の予報値から、対応するドライバー本人の申告による疲れ度合いの値を引いた値を「残差」として示した。残差 0 は予報値と疲れ度合いが完全に一致したことを示し、マイナスの値は予報値の過小評価、プラスの値は予報値の過大評価を表す。

残差 0（完全一致率）を確認したところ、全体で 72.5%であった。業態別に確認すると、トラックの地場、長距離、地場/長距離、バスの高速乗合の順に、76.0%、50.0%、67.9%、57.9%であった。

トラックの地場において予報精度が高くなる傾向がうかがえ、トラックの長距離、バスの高速乗合において予報精度が低くなる傾向がうかがえる。

過大評価（残差がプラスに出るもの）する割合を確認したところ、全体で 14.2%であった。業態別に確認すると、トラックの地場、長距離、地場/長距離、バスの高速乗合の順に、11.4%、34.5%、16.1%、27.1%であった。トラックの長距離において、とくに過大評価傾向となる傾向がうかがえる。

図表 32 「体調予報」β版の精度

	全体 (n=1377)	トラック			バス
		地場 (n=1043)	長距離 (n=58)	地場/長距離 (n=168)	高速乗合 (n= 107)
残差（%）					
−4	0.4	0.4	0.0	0.6	0.0
−3	0.4	0.5	0.0	0.0	0.9
−2	2.0	1.9	0.0	3.0	1.9
−1	10.5	9.8	15.5	12.5	12.1
0	72.5	76.0	50.0	67.9	57.9
+1	11.6	9.9	15.5	14.3	22.4
+2	1.4	1.1	3.4	1.8	2.8
+3	0.3	0.1	3.4	0.0	0.0
+4	0.9	0.4	12.1	0.0	1.9
残差 0（完全一致率）	72.5	76.0	50.0	67.9	57.9
過大評価	14.2	11.4	34.5	16.1	27.1
過小評価	13.3	12.6	15.5	16.1	15.0

また、疲れ度合いの一致行列を図表 33 に示す。

疲れ度合いの一致率は、１から５の順に、87.7%、52.7%、57.8%、52.4%、57.4%であった。疲れ度合い「１」を推定する精度が最も高い傾向があり、「２」や「４」で低い傾向がうかがえる。

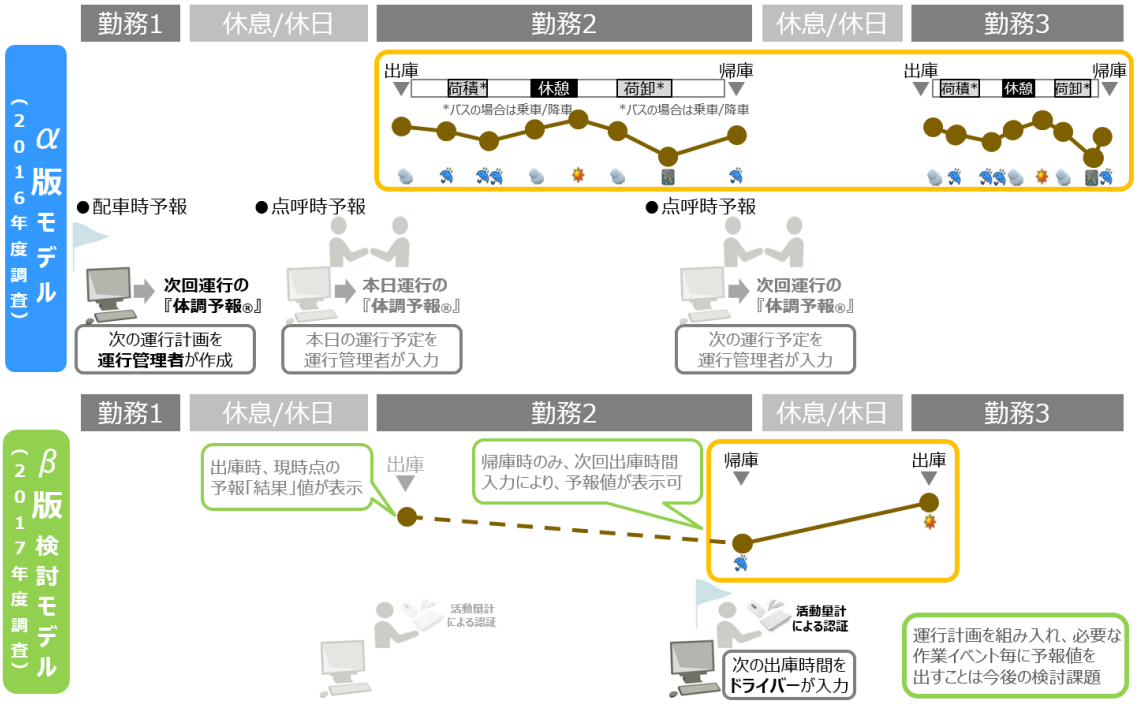
図表 33　疲れ度合いの一致行列

		推定値（体調予報βモデル）				
		1 (n=746)	2 (n=334)	3 (n=166)	4 (n=63)	5 (n=68)
真値	1	87.7	31.7	5.4	1.6	19.1
	2	9.8	52.7	20.5	7.9	4.4
	3	1.3	12.9	57.8	19.0	7.4
	4	0.5	2.1	10.2	52.4	11.8
	5	0.7	0.6	6.0	19.0	57.4

3. 考察

バイタル系データとして、体組成計から得られる「BMI」や、活動量計から得られる「身体活動量」や「歩数」を変数に取り入れた「体調予報」β版検討モデルを試作した。試作にあたっては、ドライバーと運行管理者双方の負担を軽減するモデルとなるように考慮し、主に帰庫時点呼の際に、ドライバーが翌出庫時の「体調予報」を行うモデルとした。

予報精度については、本研究で評価を行なった「体調予報」β版検討モデルでは、勤務の開始である「出庫」のタイミングでの体調を予報値の完全一致率 72.5%という精度で推定できた。作業転換点毎に予報値を算出する「体調予報」α 版モデルの完全一致率との単純比較では、トラックの地場で 2.8 倍、長距離で 1.4 倍、地場/長距離で 2.2 倍、バスの高速乗合で 2.0 倍の精度を得られた。業態別にみるとトラックの長距離においては、他の業態程には一致率の向上は見られなかった。



図表 34 「体調予報」α 版モデルとβ版検討モデルの予報時点イメージ

これは、「体調予報」β版検討モデルが、図表 34 の通り帰庫時における「次回出庫時」を予報するモデルであり、長距離ならではの運行期間が関係するものと考える。トラックの長距離の場合、運行期間は図表 13 の通り、3 日運行、4 日以上運行が各々50.7%、35.9%であり、地場の場合は、日帰り運行・日中、同・深夜は各々63.0%、32.1%である。トラックの長距離では、 1 運行中の運転時間や身体活動量といった値が 3、4 日分と積算されるため、他業態と比較して過大となることが影響していると考えられる。その結果、図表 32

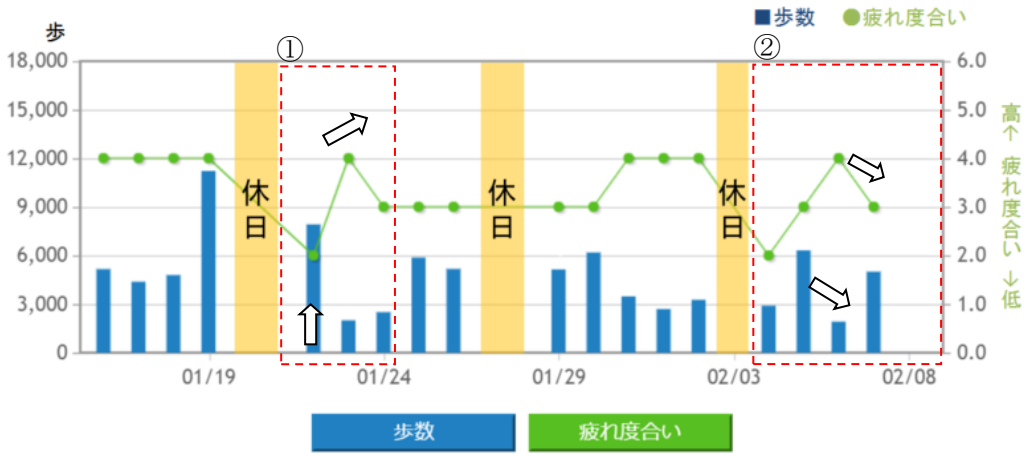
の通り、トラックの長距離において、他業態と比較して過大評価されていると推定される。

これらを解決するには、「体調予報」を 1 勤務毎（出庫～帰庫 or 休息）に推定するモデルへと研究を進めることで、他業態の各変数との整合性がとれ、トラックの長距離での精度向上が期待できるものと推察する。

現段階での「体調予報」β版検討モデルの運行管理者による利用イメージを図表 35 に示す。管理者ページでは、取得したバイタル系データ（例えば、歩数や身体活動量）と合わせて、「体調予報」結果を確認できる。

例えば、図表 35 中①の場合、初日の活動が平均より多く、その翌日に疲れ度合いが翌日の出庫時の疲れ度合いが高くなる傾向が確認できる。

例えば、図表 35 中②の場合、連続勤務で、疲れ度合いが高くなる傾向にあるなか、活動が低くなると翌日の出社時の疲れ度合いが低くなる傾向が確認できる。



図表 35　「体調予報」β版の利用イメージ（管理者）

第 4 章　今後の展望

1. 課題と解決策

本調査における「体調予報」β版検討モデルでは、勤務の開始である「出庫」のタイミングでの体調を 72.5%という精度で推定できた一方、バイタル系データを組み入れたアルゴリズムの検討の第一段階として、予報時点を出庫と帰庫に絞ったモデルとしたため、「体調予報」α版モデルのように、出庫以降の作業単位での推定ができず、数時間運転後にどうなるかを把握し、事前に適切な休憩を取るタイミングを決めておくなど、先の予定への対応に活用するのが難しい。

一方、「体調予報」α版モデルでは、運行計画（予定）に対しては活用しやすいものの、疲れ度合いを推定するために使用する「前回の疲れ度合い入力値」を連綿と推定し続けるモデルとなっているため、特異的に体調が急変した場合などにおいて、精度がやや落ちてしまう傾向にある。

以上を鑑み、「体調予報」の実用にあたっては、勤務の最初である「出庫時」の疲れ度合いを本調査における「体調予報」β版検討モデルで推定し、それを「前の疲れ度合い」として以降の作業予定もしくは実施作業後の疲れ度合いを、「体調予報」α版モデルのように、予報時点を増やし作業転換毎に予報できるよう検討を深めていくことで、配車の業務等に活用されるものへと高めていけると考える。

2. 今後の展望

本調査事業では、事故運行防止モデル「体調予報」において、運行労務の質を加味する方法としてバイタル系データの組み込みを検討した。運行データ・ドライバーの基本情報・運行計画により疲れ度合いを予報する「体調予報」α版モデルに、バイタル系データとして、体組成計から得られる「BMI」や、活動量計から得られる「身体活動量」・「歩数」を変数に取り入れたβ版モデルの検討を行った。バイタル系データを組み入れたアルゴリズムの検討の第一段階として、予報時点を帰庫時における次回出庫時に絞ったモデルではあったが、72.5%の精度が確認できた。今後、実務において、「体調予報」を配車や点呼の質の向上により活用できるものとするために、予報頻度のニーズや運行管理者・ドライバーの運用の手間の許容度等を業態毎に的確に捉え、求められる精度を確保した実用化が望まれる。今後を展望し、以下の 2 つの視点から課題をまとめる。

（1）精度向上とシステムの進化

「体調予報」β版モデルの発展：本調査事業では、「体調予報」β版モデルの検討にあたっての第一段階として、体組成計と活動量計で得られたデータを組み込むことを検討した結果、特にトラックの地場において「体調予報」の精度の向上がみられたことから、体組成計と活動量計による計測データが「荷役作業」の質の評価のポイントとなる可能性が示された。活動量に加え、睡眠関係データ、運転中の脈波に基づくデータについて

も検討した。疲労回復の要である「睡眠」の関連指標については、今回の検討ではデータ数が不十分であり検討の継続が必要であるが、運行中の仮眠の後には疲れ度合いが軽減している事例が多く観察され、睡眠関係のデータを組み込むことの有効性が確認された。運行中の脈波測定に基づく「眠気」関連指標については、出庫・待機・荷積等のイベント後の警告の出現率が各々異なることが示され、例えば荷役作業の影響がその後の運転中の眠気に影響していることを検出できる可能性が示され、運転中のドライバー状態をリアルタイムにモニタリングすることの重要性が示された。これらに加え、他のバイタル系データ（例えば血圧等）の組み込みを更に検討していくことで、予報精度の向上や、更なる健康管理に役立つ結果を提示できることが期待される。また、運行計画データの利用などの方法により、複数時点での予報が可能になることが期待される。

複数日運行の区切り方の検討：特にトラックの複数日運行では、運転時間、休息期間などが不規則になっており、1 運行のデータとして扱うことで、他の運行パターンから大きく逸脱し、予報精度が相対的に低下した。他のパターンとの整合性を確保するために、複数日運行データを例えば 8 時間以上の休息の前後で区切るなどの検討は「体調予報」の精度向上に有用と考えられる。

クラスタリングの活用：利用者にあわせた業態によるモデル（トラック長距離モデル、高速乗合バスモデル）の適用に加え、個人特性（例えば、年齢や BMI などの個人特性）などを基準としたクラスタリングにより、使用開始当初からより精度の高い予報ができる可能性がある。どのような個人特性でクラスタリングすることが効果的であるか、クラスタリングの際の変数選択基準などの検討が必要である。

パーソナライズ：教師データが多彩になることにより、多様な事例に対応することができると考えられる反面、平均的になり個々の特性に敏感に対応できなくなる可能性もでてくる。ベースとなるモデルは同じであっても個人毎のデータを学習させるパーソナライズによって、どの個人にも高い精度を確保できる可能性があるため、具体的な方法の検討が望まれる。

(2)「体調予報」の活用法・「体調予報」に基づく対策

中期～長期予報の検討：現場の運行管理者からは、乗務間際の配車見直しやドライバーの交代は難しいため、ある程度事前に体調予報が分れば、対応がしやすいとの意見がある。より事前の予報を可能とする方法を検討することが重要であると考える。例えば、日々の個々人のデータの蓄積による推定や配車パターンをデータとして利用することなどにより、週単位の予報、月単位の予報などが可能であるかを検討することが必要である。

疲労軽減方法のアドバイス：体調予報に加え、例えばこれからの運行で体調の悪化が予報された場合に、どのような対策をとれば悪い予報を回避できるか、あるいは良い予報が出ていても、過信すれば悪化することもあり得るので、有効な対策についての蓄積

及び、アドバイスシステムを充実させることが重要である。

健康意識・行動の促進：「体調予報」や現在の健康関連データを見える化することで、健康意識の向上が期待できるが、さらに具体的に健康を促進する行動を支援し、自己体調管理を推進するような、情報提示方法・仕組みの検討が望まれる。

今後は、更なるモデル成長として、例えば、「血圧値」や「運行中の眠気」、「仮眠状況」、「自宅での睡眠状況」といったバイタル系データの活用として、使用するユーザーにあわせて、自由にカスタマイズが可能なモデル開発が必要となる。そのためには、様々な運行支援機器や健康系機器の連携を更に可能にする「オープンプラットフォーム」の重要性が高まり、より多面的により賢くユーザーにとって活用しやすいモデルへの成長が今後期待される。