

厚生労働科学研究費補助金  
(地域医療基盤開発推進研究事業)  
分担研究報告書

ヘルスケアとセルフケアのプロセス統合 DX を目指す戦略的国際標準化  
「WG1：戦略的国際標準規格化に関する分析およびビジネスモデル創出（分冊2）」

研究代表者 中島 直樹 国立大学法人九州大学大学院医学研究院医療情報学講座 教授  
研究分担者 山下 貴範 国立大学法人九州大学 大学病院 准教授  
研究分担者 錦谷まりこ 国立大学法人九州大学  
データ駆動イノベーション推進本部健康医療 DX 推進部門 准教授

研究要旨

本分冊2は、分担（WG1）研究報告書を補足するものである。

【研究目的】 「ヘルスケアとセルフケアのプロセス統合 DX」の実現に向け、ePathで構築したOATユニットを基盤として、医療分野の診療プロセス管理技術を物流・モビリティ産業へ応用し、健康管理・セルフケア・業務行動・安全性評価を統合的に扱うヘルスケアプロセス管理基盤の構築を目指した。運輸業界では年1回の健診など断片的評価が中心で、日々のセルフケア行動と業務パフォーマンスを継続評価する仕組みが不足しており、本研究はHL7 FHIRを活用した標準化・国際展開可能なアーキテクチャ設計と新たなビジネスモデル創出の可能性分析を目的とした。

【研究方法】 運転業務従事者を対象に、乗務前健康管理・睡眠・血圧・検温等の健康関連データと、運転スコア・危険挙動回数・走行時間等の業務データを統合解析した。Spearman 相関、Wilcoxon 検定、ロジスティック回帰（年齢・性別調整）、McNemar 検定を用い、健康状態と運転パフォーマンスの関連を多角的に評価した。

【研究結果・考察】 走行時間と危険挙動回数に関連が認められ、走行時間が重要な交絡因子であることが示された。運転スコア良好群では日常的な検温実施率が高く、収縮期血圧異常が少なく、睡眠スコアも良好であった。健康管理行動導入後には一部指標で改善傾向が認められ、日々の健康申告・測定行動が行動変容へ寄与する可能性が示唆された。一方、年1回の健診指標のみでは安全運転行動を十分評価できないことも確認された。OAT モデルは健康状態・行動・業務成果を時系列プロセスとして統合する Learning Health System の産業分野への拡張として有用性が示された。

【結論】 日常的なセルフケア行動が良好な運転スコアや危険挙動低減と関連することが示され、HL7 FHIRによる標準化アーキテクチャにより異業種連携・国際標準化への展開可能な基盤設計を整理した。今後は長期時系列解析・対象者拡大による因果関係の明確化と社会実装型ビジネスモデルへの発展が期待される。

A. 研究目的

本分冊2は、分担（WG1）研究報告書を補足するものである。

健康・医療分野においては、個人の生涯にわたる日々の健康を管理支援するサービスやシステムは、国際的にも新たな市場拡大領域となっている。しかしながら日本における健康・医療領域のデジタルシステムは製造業など他分野のようにプロセス管理機能を持たず、継続的な改善サイクルを回す構造になっておらず、今後の人工知能（AI）化にも不利である。令和5年度内閣府 BRIDGE（厚労科研 23IA1016）事業にて、医療デジタルトランスフォーメーション（DX）で重視される患者・市民とのエンゲージメントの実現、国際標準化、ビジネスモデル構築を目的としてスマホに実装する個人

LHS アプリを開発し、医療 LHS である ePath との連携の国際的なオープンクローズ戦略を開始した。令和6年度の同事業（厚労科研 24IA1019）では、この連携モデルの実証を開始し、データモデルの国際標準化の推進や異分野との間での Well-Being 向上を目的とした健康医療データ活用のビジネスモデル策定を進めた。

本研究項目は、「ヘルスケアとセルフケアのプロセス統合 DX」を実現するため、医療分野で培われた診療プロセス管理技術を産業分野へ展開し、国際標準化戦略および持続可能なビジネスモデル創出に向けた分析を行うことを目的として実施した。医療 LHS と個人 LHS の活用は、医療分野に限らず、物流・モビリティ分野においても健康状態や行動データを統合的に管理し、安全性向上やリスク

低減へ活用する必要性が高まっている。特に運輸業界では、高齢化や慢性的な人材不足を背景として、運転者の健康状態、睡眠、疲労、生活習慣等が事故リスクへ与える影響が重要視されている。一方で、従来の健康管理は健康診断などの断片的評価が中心であり、日々の健康行動やセルフケア行動と業務パフォーマンスとの関連を継続的に評価する仕組みは十分に整備されていない。

ePath 事業で構築した Outcome・Assessment・Task (OAT) ユニットを基盤として、医療分野で実装してきたプロセス管理モデルを産業分野へ応用し、健康管理、セルフケア、業務行動、安全性評価を統合的に扱うヘルスケアプロセス管理基盤の構築を目指した (図 1)。具体的には、乗務前健康管理、健康意識向上、睡眠、血圧、検温等の健康関連情報と、運転スコアや危険挙動等の業務データとの関連解析を実施し、健康行動が安全運転へ与える影響を検証した。また、HL7 FHIR を活用したデータ標準化および異業種連携可能なデータモデルの検討を進め、将来的な国際標準化や社会実装を視野に入れたアーキテクチャ設計を行った。さらに、健康データと業務データを統合管理することで、事故リスク低減や行動変容支援につながる新たな価値創出モデルを検討し、保険、物流、モビリティ、産業保健等への展開可能性を含めたビジネスモデル分析を実施した。

## B. 研究方法

医療分野で構築した OAT ユニットを基盤として、健康管理行動と業務パフォーマンスを統合的に評価可能なプロセス管理モデルを構築し、物流・モビリティ分野への応用可能性を検証した。対象データとして、運転業務従事者を対象に収集された健康管理情報、健康意識向上データ、健康診断結果、睡眠関連情報、血圧測定値、検温実施状況等の健康関連データと、運転スコア、危険挙動回数、走行時間等の業務データを統合解析した。健康関連情報については、乗務前健康管理判定、健康意識向上判定、睡眠環境、睡眠生活習慣、眠気スコア等を定量化し、業務データとの関連を検討した (図 2)。

解析では、まず運転スコアおよび危険挙動スコアの分布特性を評価し、閾値変更による判定分布の変化を検証した。運転スコアについては、従来条件に加えて判定基準を変更した条件下でも分布を比較し、評価指標の安定性を確認した。危険挙動についても、低頻度挙動の判定条件を変更した解析を行い、評価分布への影響を検討した。

次に、健康アウトカムと運転スコア・危険挙動との関連を検討するため、Spearman 順位相関係数を用いた単純相関解析を実施した。健康データはサンプルサイズが小さく連続量ではない項目も多かったため、ノンパラメトリック手法を採用した。さらに、運転スコア良好群 (S・A・B) と普通群 (C・

D) に分類した。健康アウトカムと運転スコアの単純比較は、Wilcoxon 順位和検定およびロジスティック回帰分析を用いて健康状態との関連を比較した。ロジスティック回帰では年齢および性別を調整し、健康管理行動や健康状態が運転スコアへ与える影響を検討した。

また、健康管理の時間的変化を評価するため、2月と3月のデータを比較し、McNemar 検定を用いて健康管理行動の変化を評価した。加えて、走行時間が危険挙動および運転スコアへ与える影響を検討するため、走行時間を交絡因子とした解析を実施した。その結果を踏まえ、運転スコアが危険挙動発生リスクに対する効果修飾因子となる可能性について検討した。

さらに、研究成果を国際標準化および社会実装へ展開するため、HL7 FHIR を活用したデータ連携モデルの整理を行うとともに、医療分野で実装した EHR-PHR 連携モデルとの整合性を検討した。加えて、物流・保険・産業保健領域におけるビジネス活用可能性について分析し、健康行動データを活用した事故予防型サービスモデルやインセンティブ設計について検討を行った。

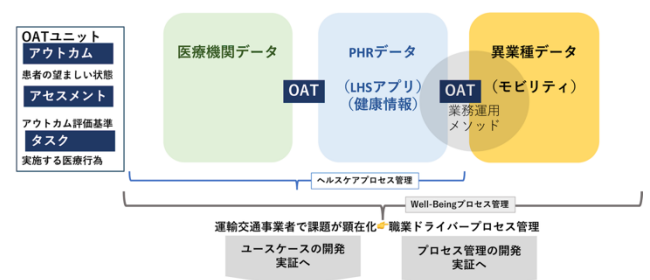


図1 OATユニットを活用した異業種応用型ヘルスケアプロセス管理基盤モデル

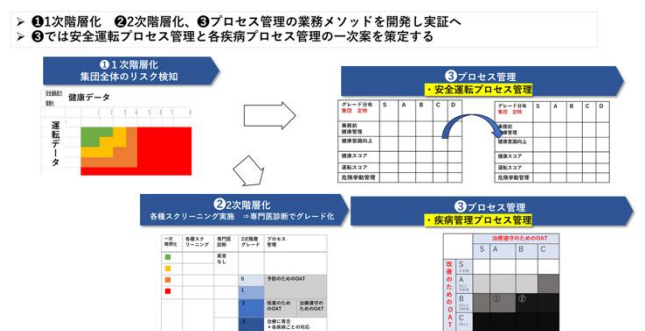


図2 安全運転プロセス管理データ解析フロー

## C. 研究結果

健康管理行動およびセルフケア行動と運転パフォーマンスとの間に一定の関連が存在する可能性が示された。まず、走行時間と危険挙動回数との間には強い関連が認められ、走行時間が長くなるほ

ど危険挙動回数が増加する傾向を確認した(図3)。また、走行時間と運転スコアとの間にも関連が認められ、走行時間が危険挙動評価における重要な交絡因子であることが示唆された。さらに、走行時間と運転スコアとの交互作用項が有意であり、運転スコアの高い群では走行時間増加による危険挙動リスク上昇が比較的小さい可能性が示された。

以上をまとめると、図4のような因果関係が考えられる。すなわち、ハインリッヒの法則に従うと、実際の事故発生の前兆としてヒヤリハットのような危険挙動が多く存在すると考えられるが、その危険挙動を減らすためには走行時間を減らす必要がある。しかし、走行時間等はすでに管理下にある業務として減らすわけにはいかない。そこで、危険挙動回数そのものを減らす直接の要因、もしくは走行時間による危険挙動回数との関連に対し効果修飾となる運転スコアを向上させることで、危険挙動を減らすことが期待される。そこで、健康指標と運転スコアおよび危険挙動との関連を探索的に評価した。

健康管理との関連では、運転スコア良好群において、日常的な検温実施率が有意に高い結果を認めた。また、収縮期血圧異常値の出現割合が低く、睡眠生活習慣および睡眠環境スコアも良好な傾向を示した。特に、「日々検温を行う」「睡眠環境を整える」などの日常的セルフケア行動が、良好な運転スコアと関連する可能性が示唆された。

単純相関解析では、収縮期血圧異常が運転スコア低下および低レベル危険挙動増加と関連する傾向が認められた。また、服薬割合が高い群では危険挙動回数が少ない傾向が認められた(図5)。さらに、乗務前健康意識が高い群では、頭痛や四肢痛が少ない場合に運転スコアが高くなる傾向を示した

(図6)。時間経過による変化では、健康管理行動導入後に一部の健康意識指標で改善傾向が認められた。特に健康意識向上判定では、一部群において有意な変化が認められ、日々の健康申告や測定行動そのものが行動変容へ寄与する可能性が示唆された(図7)。一方で、年1回の健康診断結果については、血圧、脂質異常等に問題がなければ、運転スコアは良好になるが、危険挙動回数は増え、血糖値が正常であれば危険挙動回数が増える傾向であった。運転スコア良好群で必ずしも良好な結果を示さず、単発的健診指標のみでは日常的な安全運転行動を十分評価できない可能性が示された(図8)。

本研究では医療分野で開発されたOATベースのプロセス管理モデルが、物流・モビリティ分野にも適用可能であることを確認した。健康管理、セルフケア、業務行動、安全性評価を統合的に管理することで、単なる健康管理システムではなく、「健康状態の維持・向上を通じて事故リスク低減を目指す」プロセス管理型DX基盤として活用可能であるこ

とが示された。また、FHIRを活用した標準化データ構造を採用することで、異業種間連携や将来的な国際標準化へ展開可能なアーキテクチャの方向性が整理できた。

#### D. 考察

医療分野で培われた診療プロセス管理モデルが、物流・モビリティ分野においても有効に活用できる可能性が示された。従来、運輸業界における健康管理は、年1回の健康診断や乗務前確認など断片的な評価が中心であり、日々のセルフケア行動や生活習慣と業務パフォーマンスとの関連を継続的に評価する仕組みは限定的であった。「検温を行う」

「睡眠環境を整える」といった日常的健康管理行動が、良好な運転スコアと関連する可能性が示され、健康意識やセルフケア行動そのものが安全性向上へ寄与する可能性が示唆された。これは、単なる疾病管理ではなく、行動変容を通じたリスク低減型ヘルスケアモデルとして重要な意義を有する。

一方で、健康診断結果と運転スコアとの関係は必ずしも単純ではなく、年1回の健診指標のみでは日常的な安全運転能力を十分評価できない可能性が示された。特に、健診結果が良好であっても危険挙動が増加する傾向が一部で認められたことから、静的な健康状態だけではなく、日々の健康行動やストレス管理、睡眠習慣等を含めた動的評価が必要であると考えられる。また、収縮期血圧異常と危険挙動との関連が示唆されたことは、ストレスや疲労管理の重要性を示す結果とも解釈できる。

走行時間が危険挙動に強く影響する交絡因子であることが確認された点は、運転スコアが高い群では、走行時間増加による危険挙動リスク上昇が抑制される可能性が示され、運転スコアが効果修飾因子となる可能性が示唆された。この結果は、単純に危険挙動件数のみを評価するのではなく、業務量や環境条件を加味した多面的評価が必要であることを示している。

本研究で用いたOATモデルは、健康状態、行動、業務成果を時系列プロセスとして統合的に扱える点に特徴がある。これは医療分野におけるLearning Health Systemの考え方を産業分野へ拡張する試みであり、健康管理と業務安全性を連続的に改善する循環型DX基盤として位置づけられる。特に、HL7 FHIRを基盤としたデータ標準化を導入したことにより、将来的には保険、モビリティ、産業保健、自治体等との異業種連携も可能となる。

ビジネスモデルの観点では、健康データと業務データを統合管理することで、「事故予防型サービス」や「行動変容支援型インセンティブモデル」への展開可能性が示された。例えば、日常的な健康管理行動を可視化し、安全運転と関連付けることで、保険料優遇、企業評価、運転指導最適化等へ活用可

能である。また、医療分野で蓄積された標準化技術を産業分野へ展開することは、日本発の国際標準化戦略としても意義が大きい。今後は対象者数拡大や長期時系列解析を進めることで、健康行動変容と事故リスク低減との因果関係をさらに明確化する必要がある。

### E. 結論

本研究では、医療分野で開発された OAT ユニットの基盤として、健康管理・セルフケア行動と業務パフォーマンスを統合的に扱うヘルスケアプロセス管理モデルを物流・モビリティ分野へ応用し、その有用性を検証した。日常的な検温、睡眠管理、健康意識向上等のセルフケア行動が、良好な運転スコアや危険挙動低減と関連する可能性が示され、

健康行動を通じた安全性向上モデルの有効性が示唆された。また、HL7 FHIR を活用した標準化アーキテクチャにより、異業種間連携や国際標準化へ展開可能な基盤設計を整理した。今後は、長期時系列解析や対象者拡大を進めることで、健康行動変容と事故リスク低減との因果関係を明確化するとともに、保険・物流・産業保健分野を含めた社会実装型ビジネスモデルへの発展が期待される。

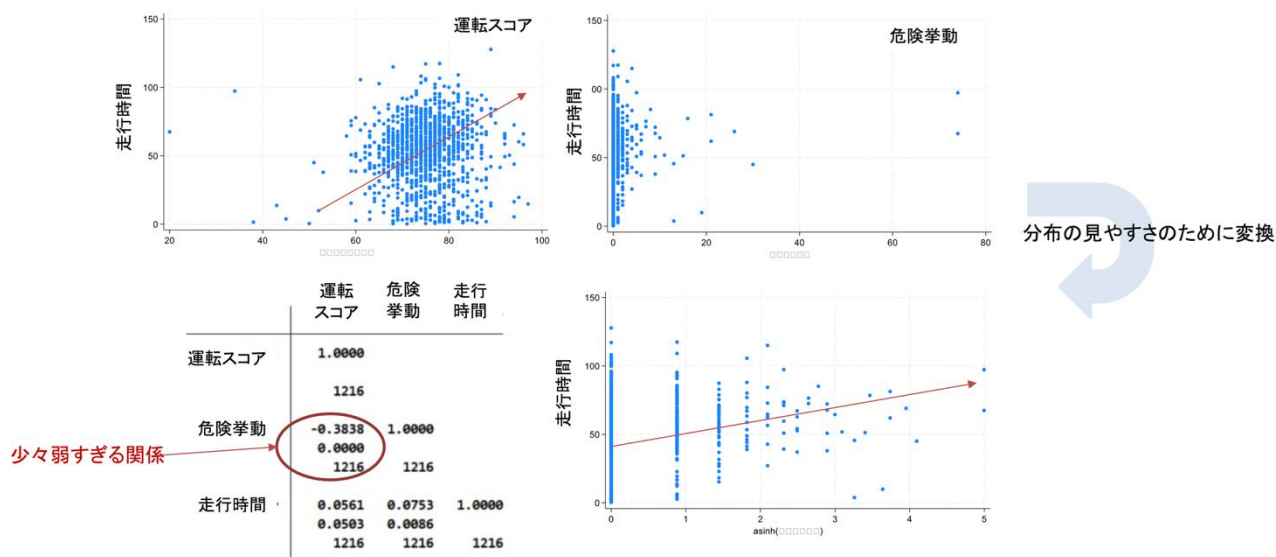


図3 運転スコアと危険挙動の関係

なお、危険挙動回数は0回の該当者が非常に多く、観察期間に70回以上の対象者もあり、強い右裾分布がみられたため逆双曲線正弦変換(asinh変換)を行いグラフ表示している。

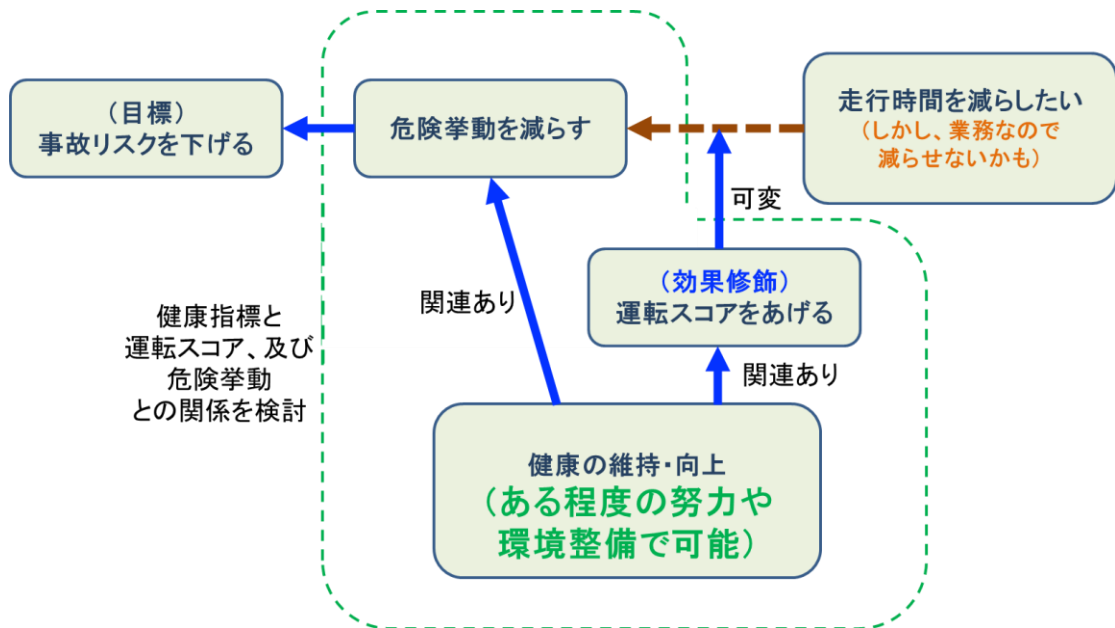


図4 走行時間と運転スコア・危険挙動、健康指標と自己リスクの関係図

観察月	運転スコアとの相関係数*		運転スコア：判定**との相関係数		運転スコア：判定（易）との相関係数	
	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)
収縮期血圧異常割合	-0.3946	-0.3486	-0.2542	-0.2165	-0.2594	-0.3496
拡張期血圧異常割合	-0.2404	-0.1818	-0.2344	-0.0452	-0.2930	-0.1677
服薬割合	-0.0068	-0.0996	0.0260	0.0295	0.0039	-0.1502
検温実施率	0.2444	0.2439	0.1581	0.3904	0.2366	0.1808

観察月	中低レベル危険挙動回数との相関係数*		中低レベル危険挙動：判定**との相関係数		中低レベル危険挙動：判定（厳）との相関係数	
	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)
収縮期血圧異常割合	0.1030	0.0667	-0.1171	-0.0668	-0.1171	-0.0668
拡張期血圧異常割合	0.1476	0.2152	-0.1608	-0.2153	-0.1608	-0.2153
服薬割合	-0.1340	-0.2727	0.1341	0.2729	0.1341	0.2729
検温実施率	-0.1066	0.0724	0.1067	-0.0724	0.1067	-0.0724

観察月	低レベル危険挙動回数との相関係数*		低レベル危険挙動：判定**との相関係数		低レベル危険挙動：判定（厳）との相関係数	
	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)
収縮期血圧異常割合	0.2538	0.4061	-0.3510	-0.2515	-0.3517	-0.2515
拡張期血圧異常割合	0.3477	0.2543	-0.3091	-0.1747	-0.3091	-0.1747
服薬割合	-0.2867	-0.4017	0.1350	0.4006	0.1350	0.4006
検温実施率	-0.2296	-0.2232	0.3349	0.1865	0.3349	0.1865

\*Spearmanの相関係数

\*\*スコア判定：S=5(優良)、A=4(良)、B=3(可)、C=2(やや可)、D=1(不可)のように数値化して用いた

図5 2026年2月と3月の月ごとの乗務前健康管理と運転スコア・危険挙動との関係  
統計的有意性  $p < 0.05$ 、 $p < 0.1$  はセルの色（それぞれ黄色と淡黄色）で示す。

観察月	運転スコアとの相関係数*		運転スコア判定**との相関係数		運転スコア判定(易)との相関係数	
	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)
疲労感がある	-0.0509	-0.0509	0.0354	0.0354	-0.0080	-0.0080
眠気がある	-0.1366	-0.1366	0.0044	0.0044	-0.0507	-0.0507
痛み(頭、胸、手足)	-0.1338	-0.1338	-0.1917	-0.1917	-0.2471	-0.2471
腹痛等消化器症状	-0.0382	0.0382	0.0381	0.0381	0.0794	0.0794
気分不良	-0.1333	-0.1333	-0.1388	-0.1388	-0.1157	-0.1157

観察月	中低レベル危険挙動回数との相関係数*		中低レベル危険挙動:判定**との相関係数		中低レベル危険挙動判定(厳)との相関係数	
	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)
疲労感がある	0.2388	0.1381	-0.2927	-0.1392	-0.2927	-0.1392
眠気がある	0.0953	0.1726	-0.1029	-0.1733	-0.1029	-0.1733
痛み(頭、胸、手足)	-0.1441	-0.0677	0.1359	0.0614	0.1359	0.0614
腹痛等消化器症状	-0.1360	0.1193	0.1770	-0.1281	0.1770	-0.1281
気分不良	0.0704	0.0700	-0.0737	-0.0180	-0.0737	-0.0185

観察月	低レベル危険挙動回数との相関係数*		低レベル危険挙動:判定**との相関係数		低レベル危険挙動判定(厳)との相関係数	
	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)	2026年2月 (n=30)	2026年3月 (n=29)
疲労感がある	0.1316	0.1371	0.1084	-0.0339	0.1084	-0.0339
眠気がある	0.0710	0.1384	0.0992	-0.1009	0.0992	-0.1009
痛み(頭、胸、手足)	-0.1484	0.1389	0.2251	-0.1483	0.2251	-0.1483
腹痛等消化器症状	-0.0361	0.1355	0.2148	-0.1516	0.2148	-0.1516
気分不良	0.0477	0.2329	0.1339	-0.1254	0.1339	-0.1254

\*Spearman の相関係数

\*\*スコア判定: S=5(優良)、A=4(良)、B=3(可)、C=2(やや可)、D=1(不可)のように数値化して用いた

図6 2026年2月と3月の月ごとの乗務前健康意識と運転スコア・危険挙動との関係  
統計的有意性  $p < 0.1$  はセルの色(淡黄色)で示す。

### 業務コンディション グレード変化

業務コンディション管理を導入すること自体に効果があるかを検証(47名)

カテゴリ	グレード	2026年2月	2026年3月	変化
乗務前健康管理 (Exact McNemar: $p=1.0000$ )	S	60.4%	59.6%	-0.8%
	A	35.4%	36.2%	0.8%
	B	4.2%	2.1%	-2.0%
	C	0.0%	2.1%	2.1%
	D	0.0%	0.0%	0.0%
乗務前意識向上_2.0 (Exact McNemar: $p=0.0117$ )	S	27.1%	44.7%	17.6%
	A	18.8%	19.1%	0.4%
	B	27.1%	2.1%	-25.0%
	C	27.1%	34.0%	7.0%
乗務前意識向上_3.0 (Exact McNemar: $p=0.6250$ )	S	66.7%	72.3%	5.7%
	A	22.9%	12.8%	-10.2%
	B	8.3%	6.4%	-2.0%
	C	2.1%	8.5%	6.4%
D	0.0%	0.0%	0.0%	

### 2月のデータと3月のデータを比較し、時間経過に変化

■乗務前健康管理判定(時間経過による変化)

2月		3月					向上	維持	低下
		S	A	B	C	D			
2月	S	22	6	0	1	0	-	22	7
	A	6	10	0	0	0	6	10	0
	B	0	1	1	0	0	1	1	0
	C	0	0	0	0	0	0	0	0
	D	0	0	0	0	0	0	0	-

■健康意識向上判定 判定2.0

2月		3月					向上	維持	低下
		S	A	B	C	D			
2月	S	8	3	0	1	0	-	8	4
	A	5	4	0	0	0	5	4	0
	B	6	1	0	6	0	7	0	6
	C	2	1	1	9	0	4	9	0
	D	0	0	0	0	0	0	0	-

■健康意識向上判定 判定3.0

2月		3月					向上	維持	低下
		S	A	B	C	D			
2月	S	27	3	1	0	0	-	27	4
	A	7	2	0	2	0	7	2	2
	B	0	1	2	1	0	1	2	1
	C	0	0	0	1	0	0	1	0
	D	0	0	0	0	0	0	0	-

図7 業務コンディション乗務前健康意識と運転スコアの関係  
2026年2月と3月の比較については、グレードS・A以上と  
B以下の2群に分けて、マクネマー検定を行った。

健康診断項目(n=19)	運転スコアとの相関係数*		運転スコア；判定**との相関係数		運転スコア：判定（易）との相関係数	
血圧判定		1.0000		1.0000		1.0000
脂質判定		1.0000		1.0000		1.0000
血糖値判定		-0.2725		0.0743		-0.2597
達成数		-0.3796		0.0370		-0.4066

健康診断項目(n=19)	中低レベル危険挙動回数との相関係数*		中低レベル危険挙動：判定**との相関係数		中低レベル危険挙動：判定（厳）との相関係数	
血圧判定		1.0000		1.0000		1.0000
脂質判定		1.0000		1.0000		1.0000
血糖値判定		0.4256		-0.4256		-0.4256
達成数		0.2875		-0.2875		-0.2875

健康診断項目(n=19)	低レベル危険挙動回数との相関係数*		低レベル危険挙動：判定**との相関係数		低レベル危険挙動：判定（厳）との相関係数	
血圧判定		1.0000		1.0000		1.0000
脂質判定		1.0000		1.0000		1.0000
血糖値判定		0.3433		-0.3333		-0.3333
達成数		0.2517		-0.3238		-0.3238

\*Spearman の相関係数

\*\*スコア判定：S=5(優良)、A=4(良)、B=3(可)、C=2(やや可)、D=1(不可)のように数値化して用いた

図 8 健康診断結果（年 1 回）と運転スコア・危険挙動との関係  
統計的有意性  $p < 0.05$ 、 $p < 0.1$  はセルの色(それぞれ黄色と淡黄色)で示す。