

自動車運転者の労働時間等に係る 疲労度調査結果（概要）

厚生労働省 労働基準局 調査事業
「自動車運転者の疲労度の医学的な調査に関する事業」 概要書
 2021/4/23 株式会社日立物流

本調査事業の背景と目的

自動車運転者の長時間労働による過労死防止の観点から、労働政策審議会労働条件分科会、自動車運転者労働時間等専門委員会のもと、改善基準告知の見直しが検討されている。

本調査事業は専門委員会において、自動車運転者の多様な勤務実態や業務特性を踏まえた基準を定めるために、様々な業態の自動車運転者の疲労度を医学的に調査し、拘束時間の変化による疲労の蓄積状況等の調査を試みるものである。

被験者及び測定期間

測定期間：2021年1月18日～2021年3月12日（53日間）

被験者：トラック、タクシー、バス業態より6事業所、24名(男性、33-67歳)の自動車運転者

トラック		タクシー		バス	
A/ルート配送 4名	B/長距離 4名	C/不定期勤務 6名	D/不定期勤務 2名	E/乗合バス 4名	F/貸切バス 4名

有効データ数：

	期間中の 平日日数	業務日数	有効データ (運行中)	有効データ (運行中+業務前後)
データ数(人日)	866	588	446	300

測定項目



計測・取得データの前処理

- 調査ではアンケートによる主観疲労度(元気度)と自律神経機能測定による客観疲労度(TP偏差値、LF/HF)を用いて自動車運転者の疲労度を主観・客観の両面から分析した。
- 拘束時間、休息時間は日報から取得。タクシーは乗客の有無にかかわらず運行とする、バスは停車時間も運行に含むなど、業態毎にルールを決めて「連続運転時間」として算出した。
- GPSで車速が検出された期間について、心拍センサにより客観疲労度(TP偏差値、LF/HF)を算出した。

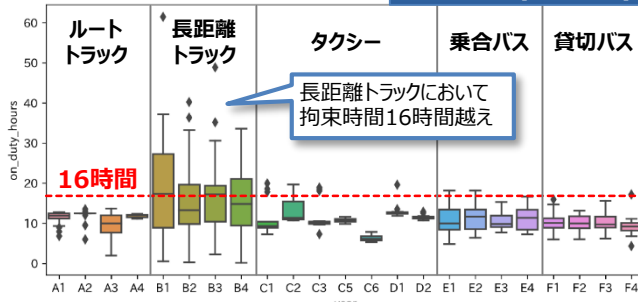
留意事項(本調査の限界)

- 本調査では被験者が男性のみ、業態間に年齢の偏りがある、被験者数も各業態から数名ずつなど多くなく、必ずしも業態全体を調査できているとは言えず、限定的な調査である。
- 本調査の計測期間はCOVID19による緊急事態宣言下であり、被験者の勤務状況は平常時とは乖離がある。
- 本調査において、客観疲労度はいくつもある指標のうちから自律神経機能の評価に着目した。

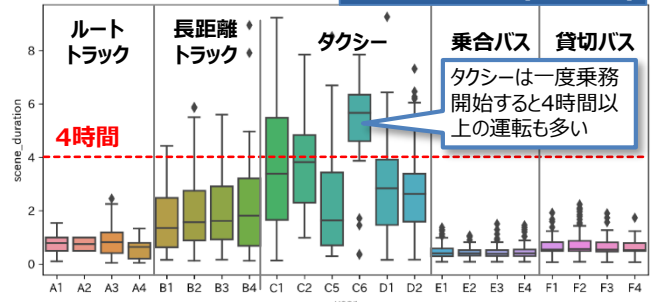
各業態、被験者の労働時間

各被験者の拘束時間、休息時間、連続運転時間、睡眠時間は以下の通り。※箱ひげグラフの見方については別紙参照。

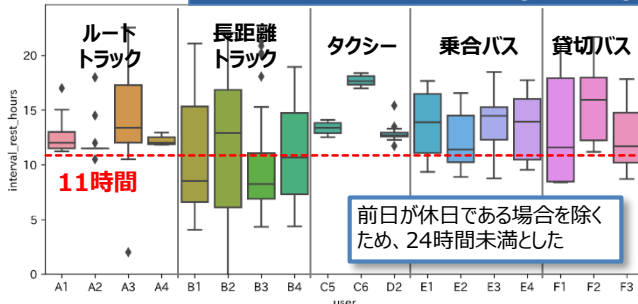
拘束時間(日報より)



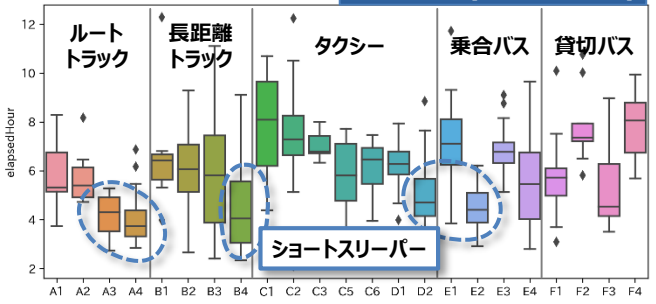
連続運転時間(日報より)



24時間に満たない休息時間(日報より)



睡眠時間(活動量計より)



統計解析

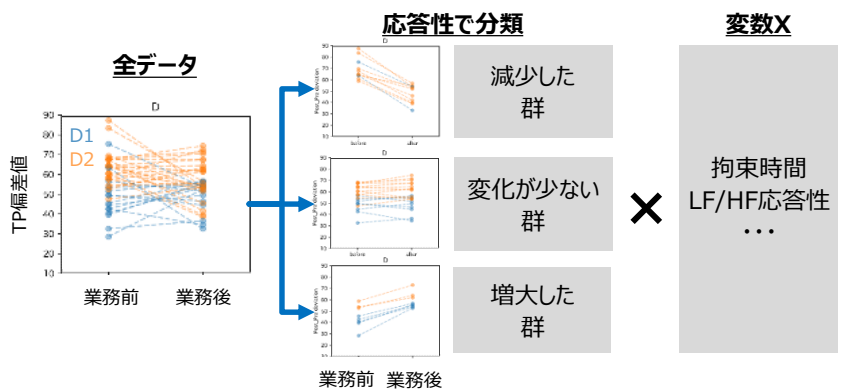
■ 解析方法：

- ・被験者間の測定指標の大きさの違いを考慮するための分析方法^aを採用
- ・業務前後/運行中の疲労度および連続運転中の疲労度経時変化を統計解析
- ・自律神経系の反応(応答性)を群ごとに分類(層別化)し、群毎に拘束・休息・連続運転時間と疲労度の関係性を評価

■ 応答性の層別化方法：

同一被験者の異なる計測日間や同一計測日の連続運転業務間で自律神経機能の応答性が異なるため、計測日および連続運転業務単位で、TP偏差値とLF/HFそれぞれの応答性を分類し、応答性毎の疲労度変化を調査した。

TP偏差値の応答性を層別化した事例(D/タクシー)



■ 統計的に有意であると認められた変数Xの疲労度Yに対する効果の例

対象	Y	X	X内挿範囲	固定効果係数	p-value ^b
業務前後	元気度	拘束時間	3.0-18.2h	-1.4	<0.001
運行中	LF/HF	拘束時間× LF/HF応答_増大群	0.6-20.0h	0.3	0.036
連続運転業務	TP偏差値	経過時間×応答性	0.1-8.5h	-4.5~6.9 ^c	≤0.024 ^d
連続運転業務	LF/HF	経過時間×応答性	0.1-8.5h	-3.0~2.8 ^c	≤0.004 ^d

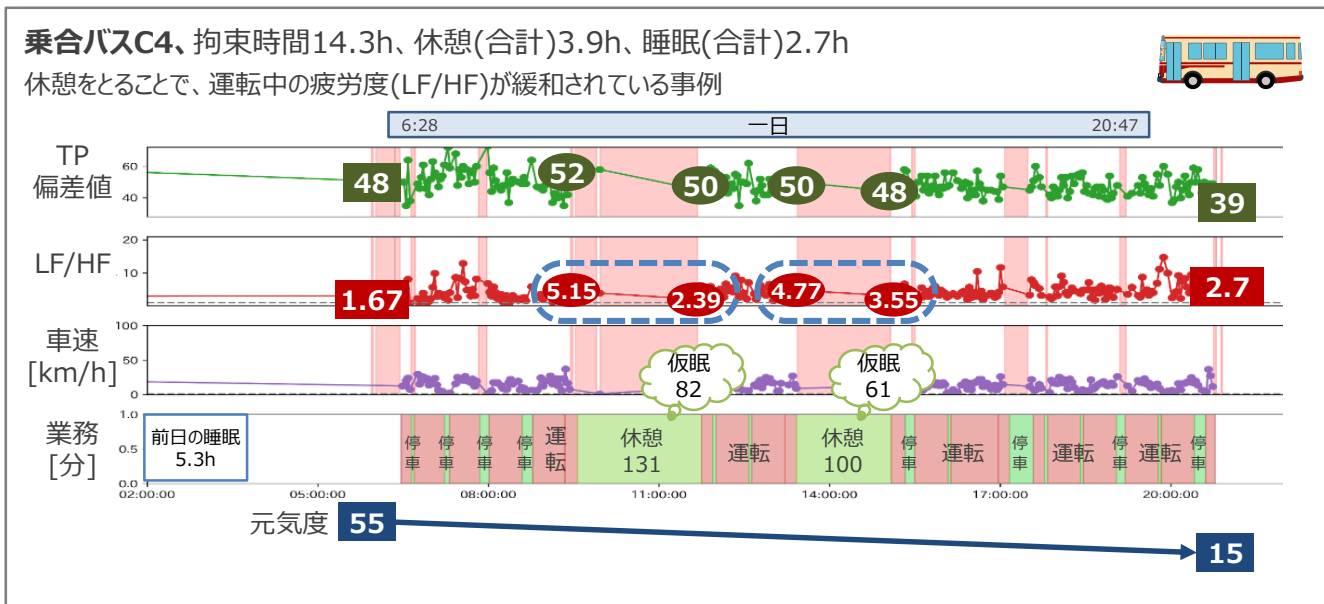
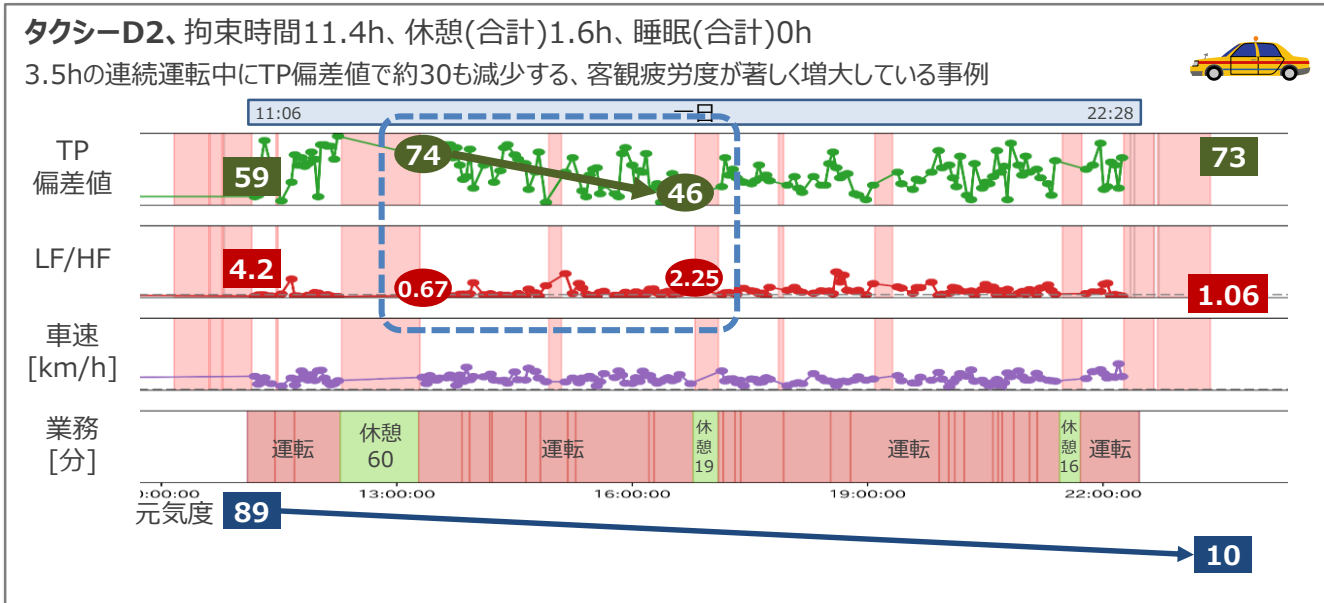
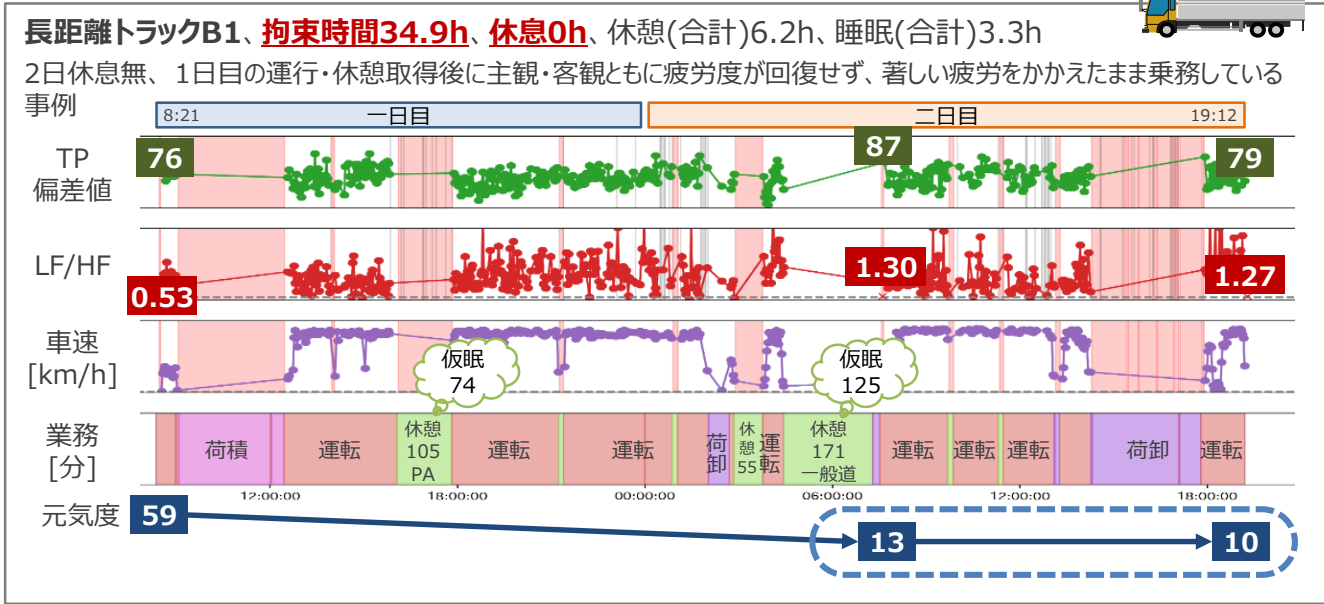
^a業態毎の被験者数を鑑み、業態・被験者毎の効果差をランダム効果と仮定し、自動車運転者全体に一貫する分析対象変数Xの効果も固定効果とするマルチレベル分析で分析

^bSatterthwaite近似に基づくp値、^c全群で有意だが群毎に固定効果の大きさは異なる、^d群間で最大のp値

事例解析

■ ■ ■ : 業務前後の測定 ● ● ● : 運行中の測定

以下にトラック、タクシー、バス、それぞれで特徴的な事例を示す。



結果と考察

～概要～

今回の調査においては、新型コロナ感染拡大の影響もあり、分析するにあたり十分な調査対象を収集することが困難な状況であったが、限られた事例の中で、有意な調査結果は以下のとおり。

● 拘束時間による疲労

● 業務前後の疲労度分析の結果、

→主観的な疲労度は、拘束時間が長くなると増大した。

→客観的な疲労度は、拘束時間との関係性において有意な関連を認めなかった。

(※) 長距離トラックについては、複数日にわたる勤務により日単位での業務前後の疲労度が計測できなかったため、除外した。

● 業務開始後と業務終了前の運行中の疲労度を分析した結果、

→業務中にLF/HFが高くなる急性疲労様の反応を示した場合(全体の約3割)は、拘束時間の増大に従って疲労度が有意に増大した。

● 休息の効果

● 業務前後、あるいは業務終了から次の業務開始の運行中の疲労度を比較したものの、今回の調査ではコロナ禍で勤務形態のばらつきが大きかったこともあり、業務と業務の間の休息時間と疲労度との間に明確な関係性は確認されなかった。

● 連続運転時間と疲労の関係

● 連続運転中の疲労度経時変化を分析した結果、全体の67%において連続運転時間の増大に伴う疲労の様相が有意に認められた。

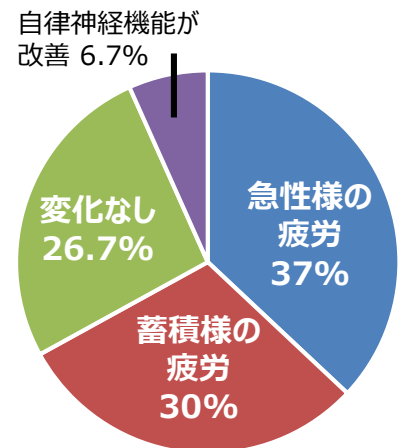
その内訳をみると、

→約37%に、自律神経活動の増大を伴う急性様の疲労がみられた。

→約30%に、自律神経活動が低下する蓄積様の疲労がみられた。

一方、連続運転時間が長くなるほど自律神経機能が改善される群(6.7%)も存在した。

● 上記のことから一様に疲労と言っても、コンディションや業務環境などによってあらわれる反応は一律ではないことが示唆された。



● その他

● 長距離トラックにおいては、拘束時間16時間を超える事例が多く見られた。

● 長距離トラック及びタクシーでは、一度乗務を始めると、連続運転時間が4時間を超える事例も認められたが、その他の業態では、ほぼ2時間を超えることはなかった。

● 特にトラックやバスで、夜間にまとまった十分量の睡眠を確保できていないと推察される様相が確認された。このようなドライバーでは、休憩時間の大半を仮眠に当てて睡眠時間を補う例が観察された。

■ 疲労度の評価手段

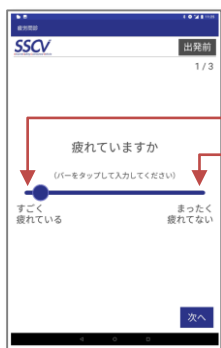
代表的な疲労度の測定方法として、以下の方法が知られている

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	心拍のゆらぎから自律神経機能を評価する
酸化ストレス	体内の活性酸素が増えると疲労につながる	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	脳波測定、活動量計
主観指標	本人が感じている疲労を評価する	VAS: Visual Analogue Scaleなど

本調査では、被験者の負担が少なく、何度でも測定できることから主観疲労度(元気度、 Visual Analogue Scale)と自律神経機能(TP偏差値、LF/HF)を用いて疲労度を評価した。

[日本疲労学会、2012; Kos et al., 2017; 倉恒、2018; Lohani et al., 2019; Mizuno et al., 2020]

■ Visual Analogue Scaleによる疲労度の評価方法→「元気度」



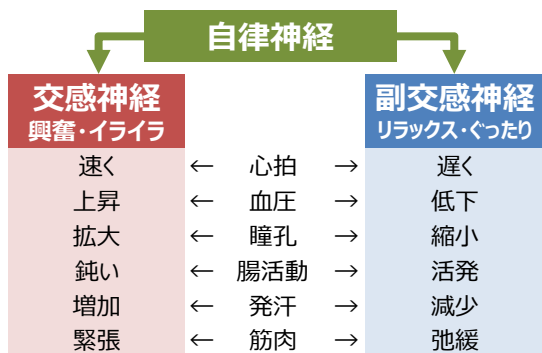
・タブレット上に表示された一軸の線上から、現在の疲労度がどの辺りかを示してもらおう [Kos et al., 2017]
 ・その際、線の左端をこれまでの人生で最小、右端をこれまでの人生で最大の疲労とする

これまでの人生で一番疲れている場合 : 元気度 0
 これまでの人生で一番疲れていない場合 : 元気度 100

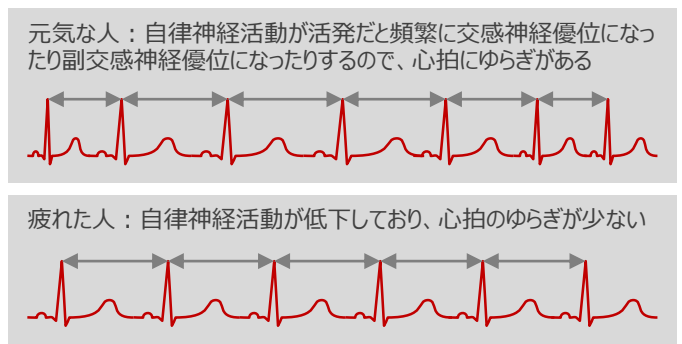
■ 自律神経機能による疲労度の評価方法 [倉恒、2018; Lohani et al., 2019]

- 1) 人は疲労が蓄積すると自律神経機能が低下することがわかっている
- 2) 自律神経機能の状態は心拍、血圧など様々な身体指標に表れるため、これらを測ることで測定が可能である

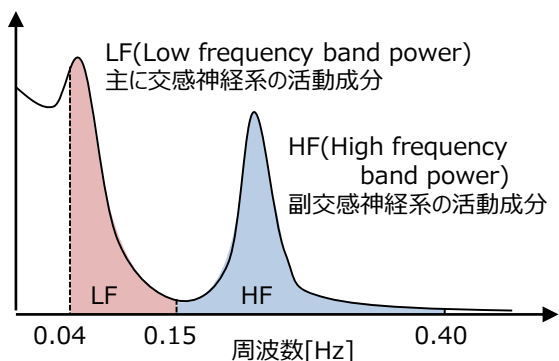
○自律神経により変化する様々な身体指標



○自律神経機能の違いによる心拍変動の「イメージ」



○心拍変動から求める自律神経機能指標 [倉恒、2018; Lohani et al., 2019]



TP (Total Power)

自律神経系の活動の大きさを示す指標 TP=LF+HF
 主に自律神経系の活動の大きさを示す

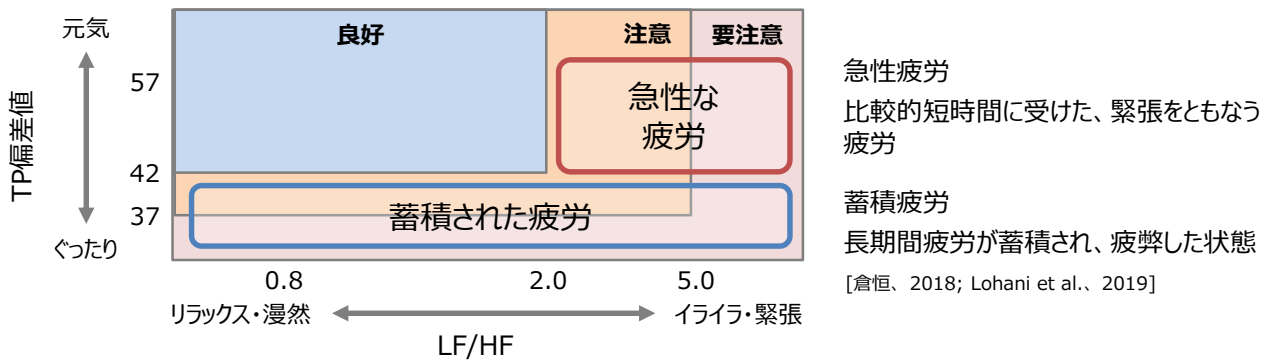
TP偏差値

TPから心拍数・年齢の影響を補正したもの

LF/HF

交感神経系と副交感神経系の活動のバランス指標
 被験者がリラックスしているか、緊張しているかを示すと考えられる

○本調査で想定するTP偏差値、LH/HFと疲労度の関係(安静閉眼状態) [疲労科学研究所、Accessed:2021/4/19]より改変

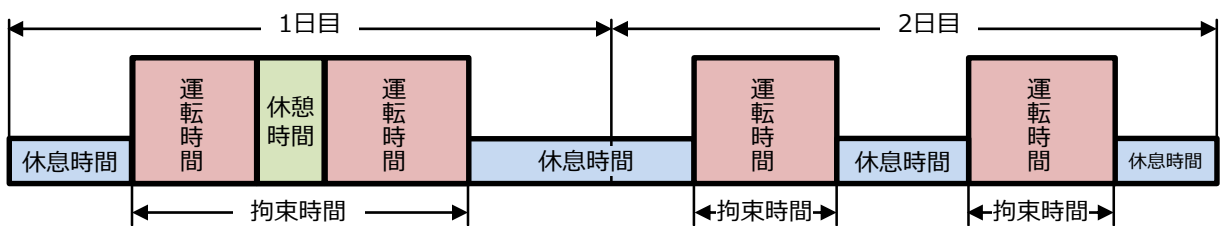


■用語定義

拘束時間：始業から終業までの時間

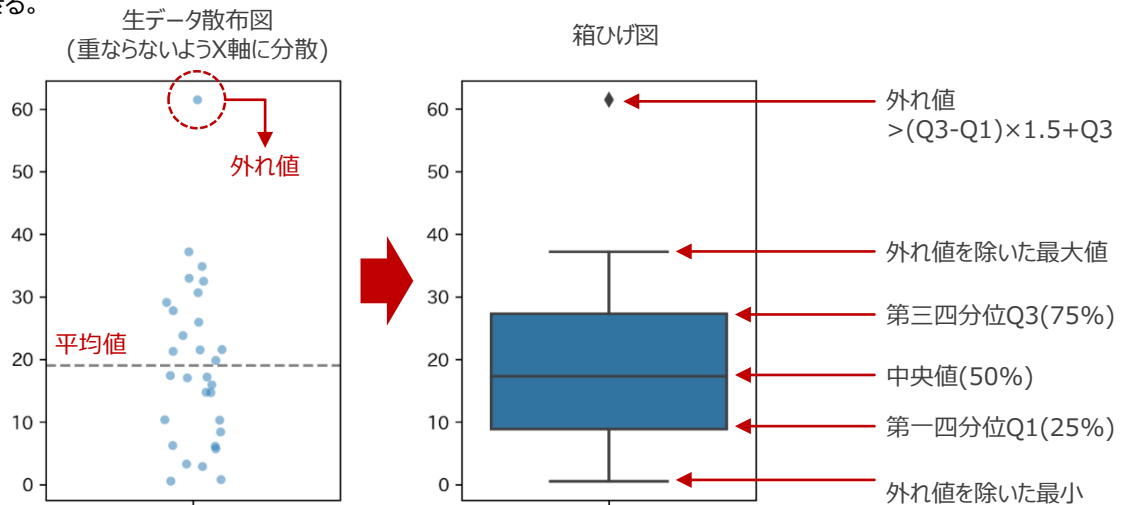
休憩時間：拘束時間の中で労働(運転)していない時間

休息時間：拘束時間に当たらない時間で、終業から次の始業までもしくは中途離脱の時間



■「箱ひげ図」の説明

箱ひげ図は、データのばらつきをわかりやすく表現するための統計図のひとつで、多くの水準からなる分布を視覚的に要約して表示できる。



■参考文献

- Kos D, Raeymaekers J, Van Remoortel A, D'hooghe MB, et al. 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. *Clin. Rehabil.*, 2017, 31(9), pp.1215-1225
- Lohani M, Payne BR, Strayer DL. A review of psychophysiological measures to assess cognitive states in real-world driving. *Front. Hum. Neurosci.*, 2019, 13, pp.1-27
- Mizuno K, Ojiro D, Tanaka T, Minusa S, et al. Relationship between truck driver fatigue and rear-end collision risk. *PLoS One.*, 2020, 15(9), e0238738
- 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、32(4)、pp.271-282
- 日本疲労学会、*抗疲労臨床評価ガイドライン*、2012
- 疲労科学研究所、測定結果表の見方、<https://www.fatigue.co.jp/mikata.htm>、Accessed:2021/4/19