別添 4

令和5年度労災疾病臨床研究事業費補助金
「過労死等の実態解明と防止対策に関する総合的な労働安全衛生研究」
分担研究報告書（実験研究）

ドライバーの心血管系負担に対する休憩効果の検討

研究分担者　劉　欣欣　独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所
過労死等防止調査研究センター・上席研究員

＜研究要旨＞
【目的】本研究では、これまでの研究成果を踏まえ、過労死等の発生が多い運輸業のドライバーの心血管系負担を緩和できる休憩パターンについて検討することを目的とする。
【方法】①前期(平成 30 年度～令和 2 年度)の実験データを分析し、研究成果をさらに公表した。②複数の運輸会社から収集した運行日誌を分析し、ドライバーの休憩実態と実際の走行ルートを明らかにし、それに基づいて実験のプロトコールを設定した。③ドライビングシミュレータを用いて実験を行った。40～50 代の健康男性 47 名が実験に参加し、市街地 1 時間と高速道路 1 時間の走行を 1 セットとし、計 3 セットを走行した。参加者は 4 つの休憩条件のいずれかに 1 回のみ参加し、異なる休憩パターンによる心血管系反応への緩和効果を検討した。
【結果】①英文論文 1 本と和文論文 2 本を公表した。英文誌に、短時間睡眠後の長時間労働が労働者の心身に悪影響を及ぼすことを明らかにした論文を公表した。和文誌に、長時間労働による心血管系負担の増大が、特に高年齢労働者で大きいこと、長時間労働により主観的ストレスと疲労が上昇したがパフォーマンスは低下しなかったことを明らかにした論文を公表した。②複数社の運行日誌を分析した結果、地場の日帰りトラックドライバーは拘束時間が長く（平均 11 時間）、勤務中の休憩時間が短い（1 時間未満が 8 割）こと、運行ルートにおける高速道路と一般道路の使用はそれぞれ 5 割程度であることを明らかにした。③心血管系反応への緩和効果について、60 分程度の長い昼休憩は運転中の心血管系反応の緩和効果が認められたが、30 分以下の短い昼休憩は心血管系反応の緩和効果が認められなかった。
【考察】本研究の結果が、労働政策の制定や運輸業のトラックドライバーの勤務管理などに活かせれば、労働者の健康維持や、さらに心血管系疾患が原因となる過労死等の予防につながると考えられる。
【この研究から分かったこと】過労死等が多い運輸業では拘束時間が長く、休憩が不規則で取りにくいことから、勤務中の心血管系負担を蓄積しやすいと考えられる。本研究では、ドライバーの勤務中の心血管系負担を緩和するため、1 時間程度の昼休憩の確保が望ましいことを示した。
【キーワード】心血管系負担、運輸業、休憩

研究分担者:
池田大樹（労働安全衛生総合研究所過労死等防止調査研究センター・主任研究員）
西村悠貴（同センター・研究員）
松元　俊（同センター・研究員）
久保智英（同センター・上席研究員）

A. 目的

厚生労働省が公表している脳・心臓疾患の労災認定基準では、業務の過重性を評価する具体的な負荷要因として、労働時間、交替制勤務・深夜勤務、心理的負荷を伴う業務などの項目が示されている。これらの業務における過重な負荷によって脳・心臓疾患を発症したとする労災認定件数において、運輸業・郵便業は常に上位を示しており、明らかな改善は認められない。運輸業は勤務日の拘束時間が長くなりやすいことが知られている。厚生労働省

労働基準局が公表した「トラック運転者の労働時間等の改善基準ポイント」によると、運転開始後 4 時間以内又は 4 時間経過直後に運転を中断して 30 分以上の休憩を確保し、1 回につき10分以上の取得とした上で休憩を分割することもできるとされている。しかし、実際の現場では、どのようなタイミングで休憩を取得しているのか、休憩の時間はどの程度なのかという情報は少ない。

我々はこれまで、過労死等のリスク要因である長時間労働が心血管系反応に及ぼす影響を血行動態の視点から検討してきた。高年齢労働者や高血圧者は長時間労働による心血管系の負担がより大きいことを明らかにした(Ikeda et al., 2018; Liu et al., 2019)。また、作業中の心血管系負担を緩和するには、長めの休憩（50 分以上）が重要であることを示した（Liu et al., 2018）。さらに、短時間睡眠状況下における長時間労働は心血管系反応への悪影響が生じることが観察された（Ikeda et al., 2022）。しかし、これらの研究で用いた作業課題は、実験室実験用の課題（暗算課題など）であったため、より実際の働き方に即した課題を用いて検証する必要があった。

今期(令和 3 年度-令和 5 年度)では、前期の研究成果を追加公表した。また、複数の運輸会社から収集した運行日誌を再分析し、ドライバーの休憩実態と実際の走行形態を明らかにした。本研究では、それに基づいて設定したドライビングシミュレータを用いて、運転中の心血管系反応、中枢系反応などを測定し、異なる休憩パターンによる心血管系などの負担への緩和効果を実験により検討することを目的とする。

B. 方法

1. 模擬長時間労働の実験

模擬長時間労働の実験では、30 代 16 名（平均年齢 33.9±2.7 歳）、40 代 15 名（平均年齢 45.5±2.9 歳）、50 代 16 名（平均年齢 54.1±2.7 歳）、60 代 8 名（平均年齢 62.1±1.2 歳）の健康男性が実験に参加した。実験は、9 時から 22 時まで（週 60 時間勤務を想定）行われた。参加者は座位姿勢で複数の簡単なパソコン作業を行い、心血管系反応、作業パフォーマンス及び主観的疲労度などを定期的に測定された。休憩は、昼に 60 分、夕方に 50 分の長めの休憩、さらに 1 時間ごとに 10～15 分の小休止を設けた（詳細は令和 3 年度、令和 4 年度研究報告書を参照）。

短時間睡眠実験では、安静時血圧が正常範囲内の 40 代～50 代の健康男性 16 名（平均年齢 46.8±5.8 歳）が実験に参加した。各参加者は実験前夜に7時間の睡眠をとる 7 時間睡眠条件と 5 時間の睡眠をとる 5 時間睡眠条件の両方に参加した。実験は 9 時から 22 時まで行われ、参加者は座位姿勢で複数の簡単なパソコン作業を行い、心血管系反応などを定期的に測定された。休憩は、昼に 60 分、夕方に 60 分の長めの休憩、さらに 1 時間ごとに 10 分の小休止を設けた。2 日間の実験日は、1 週間以上の間隔を空け、同じプロトコールで実施した（詳細は令和 3 年度研究報告書を参照）。

（倫理面での配慮）

本研究は、労働安全衛生総合研究所研究倫理審査委員会にて審査され、承認を得たうえで行った（通知番号：H2713、H3013、H3014）。

2. 地場（日帰り）トラックドライバーの運行日誌の解析

先行研究で収集した日帰りの地場運行の 4 つの事業場の運行日誌を再分析し、日帰りドライバーの勤務日の休憩時間と休憩回数を抽出した（詳細は令和 3 年度研究報告書を参照）。

また、勤務中の走行ルートを確認するため、別の運送会社（1 社）の 258 台分のデジタルタコグラフデータを分析し、一般道路と高速道路の走行割合を算出した（詳細は令和 4 年度研究報告書を参照）。

（倫理面での配慮）

本研究は、労働安全衛生総合研究所研究倫理審査委員会にて審査され、承認を得たうえで行った（通知番号：H3006、H3024）。

3. ドライビングシミュレータの実験

実験参加者は以下の条件を満たす者とした。①40 代～50 代で運転免許を所持する男性、②心臓病、糖尿病、喘息、脳卒中、慢性腎臓病、腰痛、聴覚障害、視覚障害、睡眠障害及び精神障害などの既往歴がないこと、③正常な視力（矯正を含む）を有すること、④日中の安静時収縮期血圧が140mmHg未満かつ拡張期血圧が 90mmHg 未満。

実験参加者は8:30までに実験室に到着し、電極などを貼り付けた後、実験を開始した。ド

ライビングシミュレータを用いて、市街地1時間と高速道路 1 時間の運転を 1 セットとし、計 3 セット(S1、S2、S3)を走行した。休憩は長さ 2 条件(30 分と 60 分)と休憩回数 2 条件(1 回と 2 回)の計 4 条件を設定した(図1)。具体的に、条件Ⅰは S2 の後 30 分休憩 1 回(13:40-14:10)、条件Ⅱは S2 の後 60 分休憩 1 回(13:40-14:40)、条件Ⅲは S1 の後 10 分休憩 1 回(11:35-11:45)と S2 の後 50 分休憩 1 回(13:45-14:35)、条件Ⅳは S1 の後 10 分休憩 1 回(11:35-11:45)と S2 の後 20 分休憩 1 回(13:45-14:05)であった。参加者は 4 つの休憩条件のいずれかに 1 回のみ参加し、実験条件は事前に知らされず、実験当日実験室に到着後に知らされた。各条件において、昼食は最も長い昼休憩時に限定し、食事は参加者自ら持参し、カフェイン、刺激のあるもの、油っぽいものが禁止された。

図 1 実験プロトコールと実験風景

運転中、参加者は事前に設定した先導車両を追跡し、各セットにおいて全条件同じルートを走行した。実験中の様子は実験者によりリアルタイムで確認され、参加者が先導車両を見失った場合はインターホンを通して走行位置を指示した。心血管系反応などは運転開始前の安静時と運転 1 時間毎にドライビングシミュレータを運転しながら測定した。心血管系反応の指標として収縮期血圧(SBP)、拡張期血圧(DBP)、平均動脈血圧(MAP)、一回拍出量(SV)、心拍出量(CO)及び総末梢血管抵抗(TPR)を連続血行動態装置によって測定した。

各条件の参加者年齢、運転開始前の安静時血圧に差はあるかを確認するため、一元配置分散分析を行った。また、昼休憩の効果を比較するため、休憩前後のセット(S2 と S3)の平均値を用いて、繰り返しのある二元配置分散分析(条件[4]×セット[2])を行った。

(倫理面での配慮)

本研究は、労働安全衛生総合研究所研究倫理審査委員会にて審査され、承認を得た(通知番号：2022N07)。

C. 結果

1. 模擬長時間労働の実験

模擬長時間労働の実験において、30 代～60 代の参加者の作業中の心血管系反応を比較した結果、30 代と比べ、50 代と 60 代の作業中の収縮期血圧が有意に高く、30 代と比べ、60 代の一回拍出量が低い傾向にあったことを明らかにした。これらの結果は 2021 年 9 月に労働安全衛生雑誌に掲載された(劉ら、2021)。一方、作業中の主観的疲労とストレスは安静時と比べ有意に上昇したが、眠気は午後にピークとなった。作業パフォーマンスは、午後の後半と夜で上昇し、パフォーマンスの低下が見られなかった。これらの結果は 2023 年 9 月に労働安全衛生雑誌に掲載された(劉ら、2023)。

短時間睡眠の実験では、7 時間睡眠条件と比べ、5 時間睡眠条件で模擬長時間労働中の一回拍出量が有意に高く、眠気、疲労、ストレスが有意に悪いことが示された。これらの結果は 2022 年 12 月に Industrial Health 誌に掲載された(Ikeda et al., 2022)。

2. 地場(日帰り)トラックドライバーの運行日誌の解析

4 つの事業場における 22 名のドライバー(平均年齢 49.1±6.7 歳)の計 126 日分の運行日

誌を解析した結果、平均拘束時間は 11.1±1.7 時間、勤務日の総休憩時間は 1.0±0.7時間であった。実際、4社のうち、3社の勤務日(101 日分)の総休憩時間は 1 時間未満であり、全体の約8割を占めた(詳細は令和3年度研究報告書を参照)。

また、地場(日帰り)運行における一般道路・高速道路の使用割合について、1 日の平均走行時間は一般道路で 2 時間 10 分、高速道路で 2 時間 34 分となっており、それぞれ約 5 割程度であることを明らかにした(詳細は令和 4 年度研究報告書を参照)。

3. ドライビングシミュレータの実験

各条件の参加者数、平均年齢、及び実験日の運転開始前の安静時血圧を表1に示す。一元配置分散の結果、参加者の年齢と安静時血圧において条件間に有意差は認められなかった。

表 1 参加者の年齢と実験日の安静時血圧

条件	年齢(歳)	安静時血圧(mmHg)	
		収縮期血圧(SBP)	拡張期血圧(DBP)
条件Ⅰ(n=12)	49.7±5.9	126.2±12.5	80.5±10.2
条件Ⅱ(n=12)	49.7±5.7	118.5±10.2	76.9±7.7
条件Ⅲ(n=12)	48.8±3.5	117.2±8.2	74.0±6.5
条件Ⅳ(n=11)	49.1±5.2	122.9±15.3	76.4±10.0

※値は平均値±標準偏差

昼休憩の効果を比較するため、休憩前後のセット(S2とS3)を比較した結果を図2に示す。収縮期血圧、拡張期血圧、平均動脈血圧において因子間の交互作用が有意傾向を示した($p<0.1$)。下位検定の結果、休憩前(S2)の血圧に有意な条件間の差がなかった。休憩前と比べ、条件Ⅱの収縮期血圧は休憩後(S3)に低下傾向を示した(S2>S3、$p<0.1$)。一方、条件Ⅲの収縮期血圧は休憩後上昇傾向を示した(S2<S3、$p<0.1$)。拡張期血圧と平均動脈血圧は、条件Ⅱのみ休憩前と比べ、休憩後で有意に低下した(S2>S3、$p<0.05$)。作業中の収縮期血圧は上昇することが知られている。本研究の結果は、運転中の血圧反応を緩和するには、60 分休憩の条件Ⅱが有効であることを示した。

心臓反応を示す一回拍出量と心拍出量において、因子間の交互作用が有意傾向を示した($p<0.1$)。下位検定の結果、休憩前(S2)の一回拍出量と心拍出量に条件間の差がなかった。休憩前と比べ、条件Ⅳは休憩後の一回拍出量は低下傾向を示し(S2>S3、$p<0.1$)、条件ⅡとⅢの休憩後の心拍出量は有意に上昇した(S2<S3、$p<0.05$)。座位作業の場合、心臓反応が低下することを我々の先行研究で明らかにした(Liu et al., 2018)。昼休憩後に心拍出量が上昇した条件ⅡとⅢは運転中低下した心臓反応への緩和効果が認められた。一方、条件Ⅳは休憩後の一回拍出量が低下したため、心臓反応への緩和効果が認められなかった。

血管系反応を示す総末梢血管抵抗において、因子間の交互作用が有意であった($p<0.05$)。下位検定の結果、休憩前(S2)の総末梢血管抵抗に有意な条件間の差はなかった。休憩前と比べ、条件Ⅱは休憩後の総末梢血管抵抗が低下傾向を示した(S2>S3、$p<0.1$)。一方、条件Ⅳは休憩後の総末梢血管抵抗が有意に上昇した(S2<S3、$p<0.05$)。作業中の総末梢血管抵抗は上昇することが我々の先行研究で明らかにした(Liu er al., 2018)。昼休憩後に総末梢血管抵抗が低下した条件Ⅱは血管系反応への緩和効果が認められた。一方、条件Ⅳの総末梢血管抵抗は休憩後上昇したため、休憩により血管系反応への緩和効果が認められなかった。

D. 考察

今期(令和 3 年度–令和 5 年度)では、①前期研究成果の追加公表、②地場(日帰り)トラックドライバーの運行日誌の解析、③ドライビングシミュレータを用いた休憩効果の検討の実験を実施した。

①について、30 代から 60 代(65 歳未満)の模擬長時間労働中の心血管系負担、主観的ストレス、疲労が増大し、特に高年齢群の心血管系負担がより大きかった。一方、簡単なパソコン作業の場合、作業者の心身疲労によるパフォーマンスの低下が見られなかった。長時間労働の場合、パフォーマンスが低下しなくても、労働者の心身負担が増大したため、その負担を蓄積しないための十分な休憩を設けることが重要であると考えられる。 また、長時間労働時に生じやすい短時間睡眠は血行動態反応、眠気、疲労、ストレスに悪影響を及ぼすため、睡眠時間を十分に保てない状況が中・長期に継続すると心血管系疾病の発症、さらに過労死等につながるリスクが高くなると考えられる。

②について、総務省の労働力調査によると、2020年の運輸業・郵便業の就業者数は347万

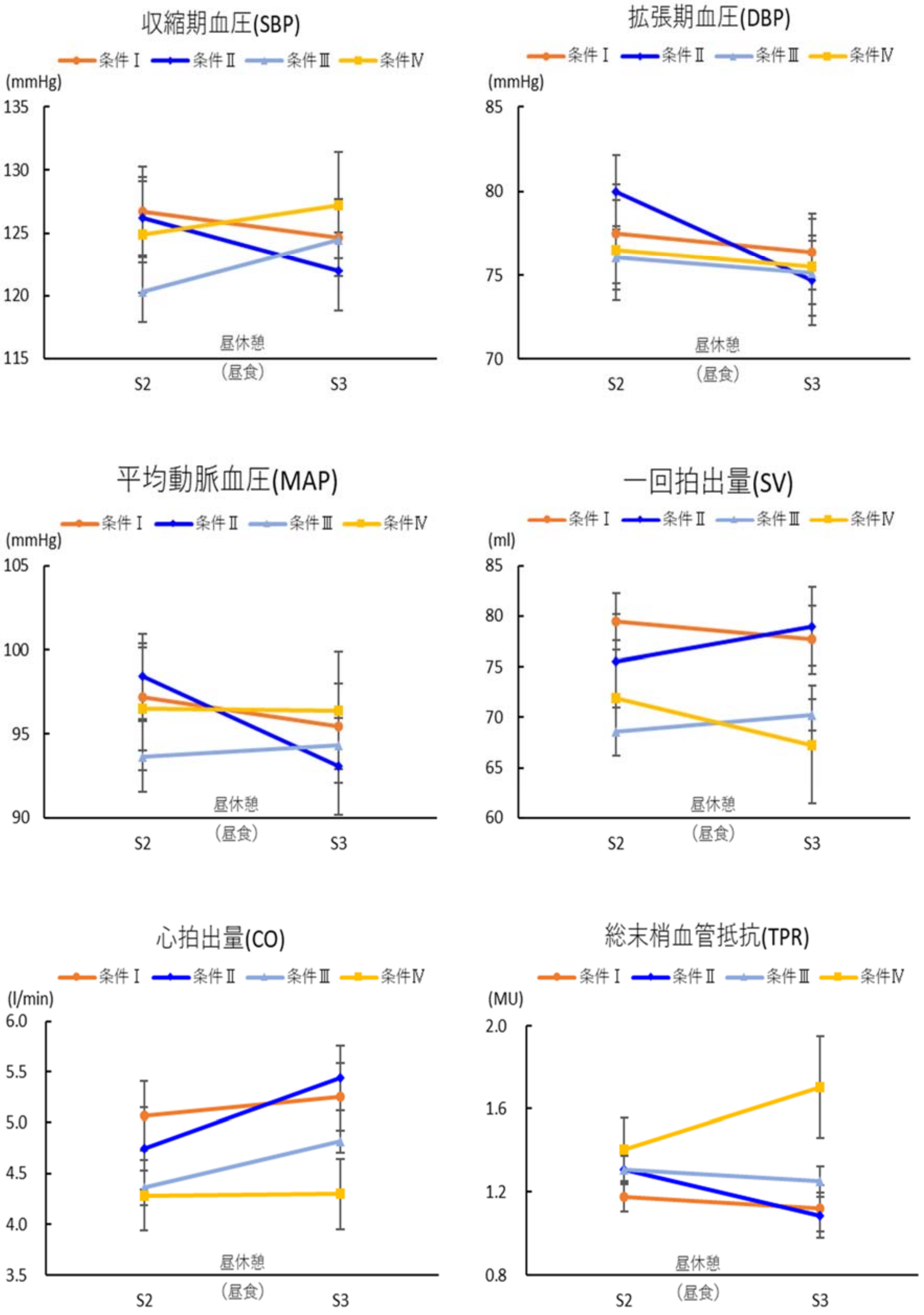

図２　昼休憩前後の運転セットの比較

人であった。その中には高年齢労働者も多く含まれていると考えられる。運輸業は拘束時間が長く、かつ休憩時間が短く、休憩が取りづらいことが本研究で明らかとなった。長時間労働の場合は労働者の心血管系負担が増大するため、過労死等を予防するため、運輸業のドライバーの運転中の心血管系負担を緩和することがより一層重要であることが考えられる。しかし、現状では現場のドライバーは長時間労働に晒されながら、休憩時間は極めて短い（8 割が 1 時間未満）ことから、勤務中の心血管系負担が緩和されず、蓄積しやすいと考えられる。

③について、ドライビングシミュレータを用いて、運転中の心血管系負担を軽減できる休憩のパターンを検討した結果、運転による心血管系の負担を緩和するには 60 分の昼休憩が最も有効であった。トータル 60 分の休憩を 10 分の休止と50 分昼休憩に分割した場合は、心臓反応への緩和効果が認められた。我々の先行研究（Liu et al., 2018）では、デスクワークの場合、50 分以上の長めの休憩は心血管系負担の緩和効果が認められた。本研究の結果は、運転中の心血管系負担を緩和するには 60 分程度の昼休憩が必要であることが示された。なお、昼休憩時に食事を取ったため、休憩の効果には食事の影響も含まれている。その影響のメカニズムは現時点で不明であるが、食事を含んだ長めの昼休憩はドライバーの心血管系負担を緩和するには重要と考えられる。一方、30 分休憩 1 回の条件Ⅰと10 分/20 分に分割した条件Ⅳでは、昼休憩による心血管系反応への明確な緩和効果が認められなかった。特に分割条件Ⅳでは昼休憩後の心臓反応と血管系反応はむしろ悪化した。

現行の「トラック運転者の労働時間等の改善基準ポイント」においては、運転開始後 4 時間以内又は 4 時間経過直後に 30 分以上の休憩（分割可）を確保することが示されているが、本研究の結果は、30 分の休憩はドライバーの勤務中の心血管系負担を緩和するには不十分であり、60 分程度の長めの休憩が望ましいことを示した。

E. 結論

本研究の結果から、運転による心血管系負担を緩和するには、食事を含んだ 60 分程度の長めの昼休憩が重要であることを明らかにした。運輸業のドライバーは勤務中の心血管系負担を軽減するため、60 分程度の昼休憩の確保が望ましいことが示唆される。これらの成果を労働政策の制定やドライバーの勤務管理などに活かせれば、労働者の勤務中の負担が緩和でき、長期的に健康維持、さらに心血管系疾患が原因となる過労死等の予防につながると考えられる。

F. 健康危機情報

該当せず。

G. 研究発表

1. 論文発表

1) 劉　欣欣，池田大樹，小山冬樹他．高年齢層の男性における模擬長時間労働時の血管系反応　労働安全衛生研究,2021; Vol.14(2), 149-153.
2) Ikeda H, Liu X, Oyama F, et al. Effects of short sleep duration on hemodynamic and psychological responses under long working hours in healthy middle-aged men: an experimental study. Ind Health 2022; 60, 535-547.
3) 劉　欣欣，池田大樹，小山冬樹他．　模擬長時間労働時の主観的負担と課題パフォーマンス　労働安全衛生研究,2023; Vol.16(2), 159-164.

2. 学会発表

1) 劉　欣欣，池田大樹，小山冬樹．令和2年度過労死等防止調査研究センター　研究成果発表シンポジウム．2021.
2) 池田大樹、劉　欣欣、小山冬樹他．長時間労働時と睡眠制限が血行動態に及ぼす影響：健康成人男性を対象とした実験研究．日本睡眠学会第 46 回定期学術集会，抄録集 241, 2021.
3) 劉　欣欣，池田大樹，小山冬樹，高橋正也．模擬長時間労働中の休憩が血行動態反応に及ぼす影響．第95回日本産業衛生学会，産業衛生学雑誌，2022; 64, 483.
4) 劉　欣欣.ラボ実験から見えてきた長時間労働と心血管系反応．令和 4 年度労働安全衛生総合研究所　安全衛生技術講演会，2022.
5) 劉　欣欣，池田大樹，小山冬樹，西村悠貴，高橋正也．模擬長時間労働時の作業パフ

ォーマンスに関する研究. 第 96 回産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, 2023;65,515.
6) 劉　欣欣. 高リスク労働者への配慮は必要?!―実験から見えてきた勤務中の心血管系負担―. 令和 5 年度過労死等防止調査研究センター研究成果発表シンポジウム(発表予定), 2024 年 3 月.
7) 劉　欣欣, 池田大樹, 西村悠貴, 松元俊, 久保智英. ドライビングシミュレータ運転中の心血管系反応と休憩の効果. 第 97 回産業衛生学会(発表予定), 2024.

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

なし

I. 文献

1) 厚生労働省労働基準局「トラック運転者の労働時間等の改善基準のポイント」https://www.mhlw.go.jp/new-info/kobetu/roudou/gyousei/kantoku/040330-10.html
2) Ikeda　H, Liu X, Oyama F, et al. Comparison of hemodynamic responses between normotensive and untreated hypertensive men under simulated long working hours. Scand J Work Environ Health 2018; 44, 622-630.
3) Liu X, Ikeda　H, Oyama F, et al. Heamodynamic responses to simulated long working hours in different age groups. Occup Environ Med 2019; 76, 754-757.
4) Liu X, Ikeda　H, Oyama F, et al. Hemodynamic responses to simulated long working hours with short and long breaks in healthy men. Sci Rep 2018; 8, 14556.
5) Ikeda　H, Liu X, Oyama F, et al. Effects of short sleep duration on hemodynamic and psychological responses under long working hours in healthy middle-aged men: an experimental study. Ind Health 2022; 60, 535-547.
6) 厚生労働省　過労死等防止対策に関する調査研究について 「実験研究」 https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_04768.html
7) 劉　欣欣, 池田大樹, 小山冬樹他. 高年齢層の男性における模擬長時間労働時の血管系反応　労働安全衛生研究,2021; Vol.14(2), 149-153.
8) 劉　欣欣, 池田大樹, 小山冬樹他. 模擬長時間労働時の主観的負担と課題パフォーマンス　労働安全衛生研究,2023; Vol.16(2), 159-164.