

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表
学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

フリガナ 氏名 (姓、名)	カゲヤマ イツキ 蔭山 逸行	授与番号 甲 1641 号
学位の種類	博士 (技術経営)	授与年月日 2023 年 3 月 31 日
学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項該当者 [学位規則第 4 条第 1 項]	
博士論文の題名	情報通信技術の活用による産業廃棄物処理労働者の労働負荷の定量化に関する研究	
審査委員	(主査) 名取 隆 立命館大学大学院テクノロジー・マネジメント研究科 特別任用教授	林 永周 立命館大学経営学部 准教授
	児玉 耕太 立命館大学大学院テクノロジー・マネジメント研究科 准教授	
論文内容の要旨	<p>本論文は、業務上様々なリスクや危険性を内包しているとされる廃棄物処理産業における労働者の心身の健康に関する基礎的な調査および労働に伴う身体的・心理的負荷の基礎的検討を主としている。廃棄物処理の過程で生じる収集、輸送、分別を行う労働者は、様々な問題に直面している。その労働特性故に、労働者は身体的・心理的負担から生じる疲労やストレスに一日中晒されることになり、労働に伴う満足感、幸福感の低下ひいては作業効率を低下させる可能性がある。しかし、廃棄物労働者に関する効果的な健康管理の実践を裏付ける実証的な情報はほぼ無い。そこで、本研究では、廃棄物労働者の業務に伴う心身の健康に関連する複数の生体情報を取得し、そこから労働負荷（身体的・心理的負荷）を推定し、それを増加させる要因を明らかにすること、実社会（実際の労働現場）において有用で実用的な労働負荷の推定手段として有効かどうかを検討するものである。</p> <p>第 1 章では、序論として廃棄物処理産業界と内包するリスクや危険性について示し、それに対する対策として情報通信技術（ウェアラブルデバイス）活用の可能性を示している。</p> <p>第 2 章では、労働者の労働に伴う労働負荷（身体的・心理的負荷）を管理することの必要性を示し、ウェアラブルデバイスを活用して労働者の労働負荷を計測・管理しようと試みている他業界（建築業界）における事例を先行研究として取り上げ、廃棄物処理業界の問題点（リサーチギャップ）を提示している。</p> <p>第 3 章では、本論文の目的を示し、そのための研究アプローチを提示した。本論文では、ウェアラブルデバイスを用いて実際の廃棄物処理施設における労働者から生体情報を計測し、労働負荷を推定する 2 つの実験（研究 1 と研究 2）とウェアラブルデバイスを用いた研究領域の実態を示し、研究領域の今後の方向性を示した研究 3 から構成されており、これらは廃棄物産業界における労働者の効率的なマネジメントに寄与するものである。</p> <p>第 4 章では、研究方法と研究対象について述べ、労働者から取得する生体パラメータや労働負荷指標について示している。</p> <p>第 5 章では、研究 1 の結果を述べている。過酷な労働環境、労働内容故に常に危険に晒されている廃棄物処理労働者の労働に伴う負荷に関する実証的な証拠が乏しいことから、研究 1 では廃棄物処理労働者の実態を明らかにすることを目的とした。実証実験は、京都市にある廃棄物管理施設で行われた。その際、実際に廃棄物を取り扱うグループと廃棄物を取り扱わないグループを比較することで、廃棄物労働者の労働に伴う生体情報の変化、および労働負荷の実態を明らかにした。結果、廃棄物労働者</p>	

は、廃棄物を取り扱わないグループに対して、身体的な活動量は少ないもしくは同レベルにあるにも関わらず、副交感神経活性指標（NN50、pNN50、RMSSD）よりも緊張状態に関連する交感神経活性指標（LF、LF/HF）が高いことが示され、労働中に高い心理的な負荷に晒されていることが明らかとなった。同時に、労働者の身体的負荷・心理的負荷に関するパラメータを特定し、推定するための方程式を開発するに至った。

第5章で廃棄物労働者の労働負荷の実態を明らかにしたが、第6章では廃棄物労働者の中でも労働コンテンツの違いが労働者の生体情報や労働負荷に与える影響について検討した。結果、労働コンテンツによってあるいは年代によって、同程度の身体活動量であっても身体的負荷に違いが顕れる可能性が示された。これは、労働者の年齢に伴う心身機能の差異、あるいは蓄積された知識や経験といったデモグラフィック情報が関連している可能性が示唆された。このエビデンスと労働者のモニタリングは、廃棄物処理業界における労働者の健康リスク低減と労働条件の向上に役立つとともに、これらを健康心理学の観点から考察することで、企業に対して新たなヒューマン・リソース・マネジメント、経営コンセプトを提案することができると期待される。

第7章では、ウェアラブルデバイスに関する研究領域について、文献の計量書誌学分析を通して、研究領域の現状と将来的な発展性及びその方向性について検討している。ウェアラブルデバイスの研究領域は近年著しく成長しているにも関わらず、包括的な知識構造に着目した研究はほとんどなかった。そこで、本論文では研究領域全体をカバーする議論を展開した。その結果、ウェアラブルデバイス研究は全世界的に展開されており、今後益々発展することが期待された。加えて、本研究領域ではウェアラブルデバイスのハードウェア的な基礎研究の側面、デバイスの活用方法に関するソフトウェア的な応用研究の側面の2つの面から構成されていることが示された。ウェアラブルデバイスの利用方法として最も期待されているのは医療や健康分野への応用である。今後、労働者の労務管理等への応用研究への可能性も期待される。

第8章では、これら研究1、研究2、研究3の成果と考察をまとめている。

第9章では、総括として本研究の成果と貢献について述べている。本論文では、廃棄物労働者の労働に伴う生体情報、労働に伴う負荷を計測し基礎的な分析を行い、データセットを蓄積した。また労働に伴う負荷を定量化するために、身体的・心理的負荷指標を用いた。結果、廃棄物労働者の労働に伴う負荷を上昇させる要因を特定した。そして、生体情報を用いて、これらの負荷を推定する方程式を開発した。多様な評価指標を同時に用いて労働者の負荷を評価した研究は少なく、新規性、応用性は高く、廃棄物処理業界・労働者のみならず、他の業種、他の労働者への応用の可能性が示された。論文は、労働者を雇用する企業における新たな経営コンセプトやヒューマン・リソース・マネジメントを提案することができる可能性があることを述べ、締めくくっている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、労働に伴う健康への影響について、基礎的な調査や検討が不十分であった廃棄物処理労働者に対する実証的な実験によりその実態を明らかにすることを目指したものである。実際の廃棄物処理施設の労働者にウェアラブルデバイスを用いた生体情報測定システムを導入し、廃棄物処理労働者の健康状態（生体情報、労働負荷）の基礎的なデータセットを蓄積するに至った点は新規性、応用性、有用性が高い。また、取得した労働者の生体情報から労働に伴う労働負荷の推定及び推定方法の開発に至った。結果、廃棄物を扱う廃棄物労働者の高い心理的負荷状態が示され、労働者を雇用する企業あるいは現場を管理する管理者に対して、労働者の健康を保護するための対応の必要性が示された。また、労働者の体表温度から、労働者の身体的・心理的負荷が推定できる可能性が示された。この結果は、より簡素で軽量なデバイスで労働者の負荷を計測できる可能性があり、現場への導入の敷居を大きく下げる可能性を示している。廃棄物処理業界の労働者は離職率も高く、入れ替わりが生じることがあり、労働者の個人情報収集することが困難な場合も存在する。本研究成果は、労働者のデモグラフィックに依存

	<p>せずに、労働者の身体的負荷を推定できる手段として、廃棄物労働者の労務管理に利用できる可能性が示唆される。</p> <p>また、ウェアラブルデバイスに関する文献の計量書誌学的分析研究は、対象の研究領域全体を包括的に分析し、研究領域の現状を明らかにするとともに、二分される研究の方向性を明らかにした。その結果、研究領域を牽引する中国と USA が主軸とする研究ジャンルの差異が、研究領域全体のネットワークにおける位置づけに関与していることが示され、USA が主軸とする応用研究の方が関心を高める可能性が示された。本論文では労働者の健康管理への応用の可能性を検討しているが、ウェアラブルデバイス研究領域においても関心を高める可能性がある。</p> <p>これらのことから、本論文は学術面及び実践面においても新規性及び応用性の高い研究であると評価することができる。</p> <p>なお、本審査会において、予備審査会で行った 4 件（延べ数）の質問、指摘、助言への対応が適切になされていることを確認している。</p> <p>以上、本審査会での口頭試問結果を踏まえ、本論文は本研究科の博士学位論文審査基準を満たしており、博士（技術経営）を授与するに相応しいものと判断した。</p>
<p>試験または学力確認の結果の要旨</p>	<p>本論文の審査のために 2023 年 1 月 12 日（木）19 時より 20 時 30 分まで Zoom にて本審査会を開催した。本審査会では学位申請者による論文要旨の説明を受け、その後、論文内容に関して口頭試問を行った。各審査委員から論文の学術背景、研究方法論、分析手法、論理展開など学術的な深みを確認するための質問が投げかけられ、いずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。</p> <p>学位申請者は、1 件の国際学会の研究発表実績を有し、2 報の国際科学誌への投稿を第一著者として行っていることから、十分な英語能力を有していると判断した。加えて、この 2 報を含めて 3 報の査読付き科学誌への投稿があり、学位申請者の研究内容は外部の研究者からも客観的な評価を得ており、早期修了での学位授与が妥当と判断した。</p> <p><国際学会></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Occupation- and job content-dependent workload estimation based on workers' biometric information. (Asia Pacific Conference 2022 (2022 年 12 月 3, 4 日)) . <p><査読付き論文></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 蔭山逸行, et al. 廃棄物処理施設労働者の生体情報を用いたヒューマンリソースマネジメント (HRM) , 2022, 環境科学会誌 35 巻 (5 号) . 2. Kageyama, I. et al. Determination of Waste Management Workers' Physical and Psychological Load: A Cross-Sectional Study Using Biometric Data, Int. J. Environ. Res. Public Health 2022, 19(23), 15964. 3. Kageyama, I. et al. A Bibliometric Analysis of Wearable Device Research Trends 2001–2022—A Study on the Reversal of Number of Publications and Research Trends in China and the USA, Int. J. Environ. Res. Public Health. <p>また、2023 年 1 月 29 日（日）17 時から 18 時まで Zoom にて公聴会を開催し、公聴会参加者より質問がなされたが、学位申請者の回答は概ね適切であった。</p> <p>以上のことから、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づき、博士（技術経営 立命館大学）の学位を授与することが適当であると判断する。</p>