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。

<table>
<tr><td>フリガナ
氏名（姓、名）</td><td colspan="2">クサガワ ユウキ
草川 祐生</td><td colspan="2">授与番号　甲 1646 号</td></tr>
<tr><td>学 位 の 種 類</td><td>博士
(スポーツ健康科学)</td><td>授与年月日</td><td colspan="2">2023 年　3 月　31 日</td></tr>
<tr><td>学位授与の要件</td><td colspan="4">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]</td></tr>
<tr><td>博士論文の題名</td><td colspan="4">Associations of the Morphological Profiles of Individual Plantar Intrinsic Foot Muscles with Foot Structure and Toe Flexor Strength
（個々の足底内在筋の形態的特徴と足部構造および足趾屈曲筋力との関係）</td></tr>
<tr><td rowspan="2">審 査 委 員</td><td colspan="2">（主査）伊坂 忠夫
（立命館大学スポーツ健康科学部 教授）</td><td colspan="2">篠原 靖司
（立命館大学スポーツ健康科学部 教授）</td></tr>
<tr><td colspan="2">長野 明紀
（立命館大学スポーツ健康科学部 教授）</td><td colspan="2">熊井 司
（早稲田大学 スポーツ科学学術院 教授）</td></tr>
<tr><td>論文内容の要旨</td><td colspan="4">本論文は、「個々の足底内在筋の形態的特徴と足部構造および足趾屈曲筋力との関係」を明らかにすることを主題として、足底内在筋の働きに関する知見のレビューから目的を設定した（第 1 章）のち、個々の足底内在筋の形態的特徴の定量化（第 2 章）、形態学情報に基づくクラスター解析（第 3 章）、足部構造と筋サイズの関係（第 4 章）、足趾屈曲筋力と筋サイズの関係（第 5 章）、以上の章からの総括議論として、足部構造・足趾屈曲筋力に対する個々の足底内在筋の貢献の解明（第 6 章）に取り組んだものである。
第 2 章では、磁気共鳴画像法によって、筋体積と最大解剖学的筋断面積を定量化し、個々の足底内在筋の形態学的特徴を整理した。第 3 章において、第 2 章と先行研究の筋形態データを組み合わせて、生理学的筋断面積と筋線維長を推定し、それらを特徴量としたクラスタリング解析により、足底内在筋を収縮特性の類似性に基づいて 4 つのクラスターに分類した。第 4 章では、個々の足底内在筋サイズと三次元的な足部構造変数との関連性を検討し、足底内在筋サイズは内側縦アーチ高指標とは関連しないが、足底内在筋全体と前・後方横アーチ形成への関与が考えられる足幅および周径変数との有意な相関関係を見いだした。第 5 章では、把持動作によって発揮する足趾把持力の決定因子として、母趾内転筋斜頭サイズのみが選択されることが明らかとなった。また、全ての足趾を使用した押動作で発揮する足趾押力は短母趾屈筋の最大解剖学的筋断面積とのみ有意に相関するものの、母趾のみまたは母趾以外の 4 趾で発揮する足趾押力との有意な関係はいずれの筋においても認められないことが明らかとなった。第 6 章の総括議論を経て、1）足底内在筋サイズは内側縦アーチ高ではなく、むしろ横アーチ形成への関与が考えられる足幅および周径変数と有意に関連すること、ならびに 2）遅い短縮速度で大きな力発揮に特化したクラスターに分類される足底内在筋サイズが足趾屈曲筋力と有意に関連するものの、その主要な貢献筋は力発揮時の足趾運動に依存することを明らかにした。具体的には足趾把持力生成には母趾内転筋斜頭が主要に寄与し、全ての足趾による足趾押力生成には短母趾屈筋のみが有意に関連することを示した。
以上により、本論文は個々の足底内在筋の形態的特徴を明らかにするとともに、それらと足部構造ならびに足趾屈曲筋力との関係を解明することで、足部構造ならびに足趾屈曲筋力に対する足底内在筋の貢献についてまとめた。</td></tr>
</table>

論文審査の結果の要旨	本論文は、足底内在筋の形態学的特徴と足部構造および足趾屈曲筋力との関係を解明することを目的にまとめられたものである。①足底内在筋の形態学的データを個別筋ごとに詳細にまとめ、②形態学的観点に基づいたクラスタリング解析、ならびに③筋サイズと足部構造および足趾屈曲筋力との関係を検討した。さらに、これまで得られた知見をまとめた総括議論では、１）足底内在筋全体のサイズと横アーチ形成に関わる足幅および周径変数と有意に関連すること、ならびに２）遅い短縮速度で大きな力発揮に特化したクラスターに分類される足底内在筋サイズが足趾屈曲筋力と有意に関連するものの、その主要な貢献筋は力発揮時の足趾運動に依存することを明らかにした。総合して、オリジナリティに優れ、学術的にも大きな貢献を示した論文であると高く評価した。 ①本論文の基盤データとして、磁気共鳴画像法を用い、足底内在筋の筋体積と最大解剖学的断面積を個別筋ごとに定量化している。提示した詳細なデータは、本論文に留まらず、今後のこの分野における研究の基礎データを示すものであり、学術的意義は極めて高いと評価できる（*J. Anat*. 2022, 241(6), 1336-1343)。 ②足底内在筋の機能的役割を明らかにするために、筋の収縮特性を反映する形態学的特徴（生理学的筋断面積と筋線維長）を本論文と屍体による先行研究の形態データを組み合わせることで推定し、それらを特徴量としたクラスタリング解析を試みている。結果として、個々の足底内在筋は 4 つのクラスターに分類されることが判明し、各クラスターの機能的役割を収縮特性に基づいて提案している。足底内在筋の機能的役割を形態学的観点から提案したことは、斬新的な解析手法としてこの分野で注目に値する。 ③筋サイズと足部構造との関係では、内側縦アーチ高との関係性を否定する一方、足底内在筋全体と横アーチ形成に関わる足幅および周径変数と有意に関連することを示唆した。また、筋サイズと足趾屈曲筋力との関係では、足趾把持力の主要な決定因子が母趾内転筋斜頭であること（*J. Foot Ankle Res*. 2022, 15(1), 22）および全ての足趾を使用した足趾押力は短母趾屈筋とのみ有意に関連することを示した。 ④上記③に加えて、総括議論を通じて１）足底内在筋と横アーチとの関連性、ならびに２）遅い短縮速度で大きな力発揮に特化した足底内在筋が足趾屈曲筋力と有意に関連し、その主要な貢献筋が力発揮時の足趾運動に依存することを明らかにした。この内容は非常に独創的且つ挑戦的であり、今後の発展的課題を提供するものとして重要である。 本論文を構成する 4 つの研究課題に関わり、既に 2 編の原著論文（筆頭著者）として、英文誌に掲載されており、学術的意義は高い。 先行研究の文献検討については、第 1 章で十分にレビューされて、加えて各章での議論においても、重要な先行研究が適切に引用されていた。論旨の一貫性や明確さに関しては、個々の研究課題および論文全体の構成も明確であることが確認された。 本論文は、「スポーツ健康科学分野の研究者や高度専門職業人に必要な専門的研究能力、ならびにその基礎となる豊かな学識を示した学術論文」であると判断できる。 以上、公聴会と論文審査の議論により、審査委員会は本論文が本研究科の博士学位論文審査基準を満たしており、博士学位を授与するに相応しい水準に達しているという判断で一致した。
試験または学力確認の結果の要旨	本論文の公聴会は 2023 年 1 月 20 日（金）13 時 00 分～14 時 00 分まで、びわこ・くさつキャンパス インテグレーションコア 1F のアカデミックラウンジで行われた。公聴会において、草川氏は、出席者の質問に対して、正確な回答と説明を行った。続いて、14 時 05 分～15 時 00 分、対面およびオンラインで行った非公開の口頭試問で、4 名の審査委員が予備審査会において指摘した事項について、草川氏より修正した内容の報告がなされ、審査委員全員は十分な加筆、修正がなされていることを確認した。さらに、今後の研究についての質問に対しても、発展性のある研究課題ならびにスポーツ現場への応用に向けた方向性についても明確に回答した。 また主査および副査は、公聴会及び口頭試問の質疑応答を通して博士学位に相応しい能力を有することを確認した。したがって、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて、博士（スポーツ健康科学　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。