

戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)  
日本－オーストラリア共同研究  
終了報告書 概要

1. 研究課題名：「スマートシステムを活用した歩行支援機器の開発」
2. 研究期間：令和 4 年 2 月 ～ 令和 6 年 3 月
3. 主な参加研究者名：  
日本側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	水上勝義	教授	筑波大学体育系	研究の総括
主たる共同研究者	更科絵里	非常勤 研究員	筑波大学体育系	データ収集、分析、論文作成
研究期間中の全参加研究者数			2名	

相手側チーム

	氏名	役職	所属	研究分担
研究代表者	Begg Rezaul	Professor	Institute for Health and Sport, Victoria University	実験を総括
主たる共同研究者	Nagano Hanatsu	Post Doctoral Researcher	Institute for Health and Sport, Victoria University	実験を指揮
研究参加者	Maria Prokofieva	Senior Lecturer	Institute for Health and Sport, Victoria University	AIアルゴリズムの作成
研究参加者	Thanita Sanghan	博士研究生	Institute for Health and Sport, Victoria University	実験助手
研究期間中の全参加研究者数			4名	

#### 4. 国際共同研究の概要

超高齢社会の健康促進には、怪我の予防が重要になる。ウォーキングは、丁度良い運動だが、怪我をするリスクも高まる。そこで、歩行に関連する健康リスクを判定するスマートシステムを開発すること、ならびに国際連携を基盤に企業連携を模索し、開発されたスマートシステムを製品化して実用する道を模索することを目的とした。

本研究は、立案、予備検証、予備実験、実験、検証の各段階を踏まえて実施した。立案段階は、日本で企画しオーストラリアの研究者とオンライン会議で内容を確認した。予備検証は過去のデータを基に立案された企画が妥当か検証した。予備実験と実験はオーストラリアで実施した。

従来 3D 動作解析システムを用いないと測定できなかったことが、シューズに内蔵する 3 次元の直線加速度と角速度を測定する慣性計測装置だけで測定可能かを実験した。健康な若年者 13 人に 5 分間時速 4km でトレッドミル歩行を実施し、連続する 5 フレームの①踵着地からつま先離地のタイミング②つま先離地から、minimum foot clearance (MFC)の高さのデータから未来の歩行イベントを予測した。その結果、今回開発した装置は、将来のつまずきリスクの判定が十分予測可能であることを明らかにした。

本研究は、国際共同研究による科学技術の進展と社会実装に対する新たなパラダイムを提示した。今回のアプローチは、革新的な協業や新しい商機の創出を促進し、日豪の研究開発とその社会実装を共に成長させる可能性を秘めていると考えられる。

国際共同研究によるスマートシステムの実用化に向けて、技術基盤の構築に成功したもの、そのシステムを組み込む履物や管理インターフェースの開発が追いついていないこ

とが課題である。この課題に対処するため、現在ビクトリア大学と共同で、医療臨床研究を進める計画を進めている。

## 5. 国際共同研究の成果

### 5-1 国際共同研究の学術成果および実施内容

健康な若年者 13 人に 5 分間時速 4km でトレッドミル歩行を実施し、その間①踵着地からつま先離地のタイミング②つま先離地から MFC の高さを計測した。分析結果から未来の歩行イベントを予測した。その結果、84%～86%の精度で MFC を 3 つ（1.5cm 未満、1.5cm～2.0cm、および 2.0cm 以上）に分類可能で、かつ踵が着地した瞬間につま先離地のタイミングも平均二乗誤差わずか 0.04 秒の精度で示され、つまずきリスクの判定が十分予測可能であることを明らかにした。

### 5-2 国際共同研究による相乗効果

本研究は、国際共同研究による科学技術の進展と社会実装に対する新たなパラダイムを提示した。また、技術や知的財産のステークホルダー間での共有が、日本の科学技術発展に長期的な貢献をもたらす可能性が示唆された。今回のアプローチは、革新的な協業や新しい商機の創出を促進し、日豪の研究開発とその社会実装を共に成長させる可能性を秘めていると考えられる。また、渡航による直接的な交流経験は、研究方法の改善、技術の最適化、そして国際的な信頼関係の構築に大きく貢献した。

### 5-3 国際共同研究成果の波及効果と今後の展望

国際共同研究によるスマートシステムの実用化に向けて、技術基盤の構築に成功したものの、そのシステムを組み込む履物や管理インターフェースの開発が追いついていないことが課題である。技術的な改善を進めると同時に、企業との連携を強化が求められる。この課題に対処するため、現在ビクトリア大学と共同で、医療臨床研究を進める計画において具体的な大手企業の参加を誘致している。このような企業とのパートナーシップは、医療現場で直面する具体的な問題解決に繋がる新技術や製品の開発を促進し、最終的に両国間の医療や健康促進へ貢献することが期待される。

Strategic International Collaborative Research Program (SICORP)  
Japan – Australia Joint Research Program  
Executive Summary of Final Report

1. Project title : 「Development of Smart System Integrated Gait-Aid Device」
2. Research period : February 2022 ~ March 2024
3. Main participants :  
Japan-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Mizukami Katsuyoshi	Professor	University of Tsukuba	Director
Co-PI	Sarashina Eri	part-time researcher	University of Tsukuba	Data collection, analysis and writing papers
Total number of participants throughout the research period: 2				

Partner-side

	Name	Title	Affiliation	Role in the research project
PI	Begg Rezaul	Professor	Institute for Health and Sport, Victoria University	Supervisor
Co-PI	Nagano Hanatsu	Post Doctoral Researcher	Institute for Health and Sport, Victoria University	Director of experiments in Australia
Collaborator	Maria Prokofieva	Senior Lecturer	Institute for Health and Sport, Victoria University	Creating AI algorithms
Collaborator	Thanita Sanghan	PhD student	Institute for Health and Sport, Victoria University	Research assistant
Total number of participants throughout the research period: 4				

In a super-aging society, injury prevention is crucial for promoting health. While walking is a suitable exercise, it also increases the risk of injury. Therefore, the goal of this research is to develop a smart system to determine health risks related to walking and to explore ways to commercialize and implement this system through international collaboration and partnerships with companies.

This research was carried out through several stages: planning, preliminary verification, preliminary experiments, main experiments, and validation. The planning stage took place in Japan, where the project was designed and then discussed with Australian researchers in online meetings. The preliminary verification assessed the feasibility of the project based on past data. Both the preliminary and main experiments were conducted in Australia.

The experiments aimed to determine whether it was possible to measure factors that previously required a 3D motion analysis system using only an inertial measurement device embedded in shoes, which measures 3-dimensional linear acceleration and angular velocity. Thirteen healthy young adults walked on a treadmill at 4 km/h for 5 minutes. Using data from consecutive five frames, the timing from heel strike to toe-off and the height of minimum foot clearance (MFC) were analyzed to predict future gait events. The results demonstrated that

the developed device could adequately predict the risk of stumbling.

This research has presented a new paradigm for scientific and technological advancement and social implementation through international joint research. This approach is seen as having the potential to foster innovative collaborations and create new business opportunities, enhancing research and development, and their social application in both Japan and Australia.

Despite successfully establishing the technical foundation for the practical use of the smart system through international joint research, there remains a challenge in developing the footwear and management interface to incorporate this system. To address this issue, we are currently planning medical clinical research in collaboration with Victoria University.

## 5. Outcomes of the international joint research

### 5-1 Scientific outputs and implemented activities of the joint research.

Thirteen healthy young adults walked on a treadmill at 4 km/h for 5 minutes. During this time, the timing from heel strike to toe-off and the height of the MFC were measured. Analysis of the results predicted future gait events. The results showed that the MFC could be classified into three categories (less than 1.5 cm, 1.5 cm to 2.0 cm, and more than 2.0 cm) with an accuracy of 84% to 86%, and the timing from heel strike to toe-off was predicted with a mean squared error of only 0.04 seconds, indicating that the risk of stumbling could be sufficiently predicted.

### 5-2 Synergistic effects of the joint research

This research presented a new paradigm for scientific and technological advancement and social implementation through international joint research. The sharing of technology and intellectual property among stakeholders suggested long-term contributions to the advancement of science and technology in Japan. This approach is believed to promote innovative collaborations and create new business opportunities, fostering the growth of research and development and their social application in both Japan and Australia. Direct exchange experiences through travel significantly contributed to improving research methods, optimizing technology, and building international trust.

### 5-3 Scientific, industrial or societal impacts/effects of the outputs

Despite successfully establishing the technical foundation for the practical use of the smart system through international joint research, there remains a challenge in developing the footwear and management interface to incorporate this system. While advancing technical improvements, it is necessary to strengthen collaboration with companies. To address this issue, we are currently inviting participation from major companies in the medical clinical research plan in collaboration with Victoria University. Partnerships with such companies are expected to promote the development of new technologies and products that address specific issues faced in medical settings, ultimately contributing to healthcare and health promotion in both countries.

国際共同研究における主要な研究成果リスト

**1. 論文発表等**

Hanatsu Nagano, Maria Prokofieva, Clement Ogugua Asogwa, Eri Sarashina and Rezaul Begg. (2024)  
A Machine Learning Model for Predicting Critical Minimum Foot Clearance (MFC) Heights.  
Applied science, 14, 6705.  
<https://doi.org/10.3390/app14156705>

**2. 学会発表**

該当なし

**3. 主催したワークショップ・セミナー・シンポジウム等の開催**

該当なし

**4. 研究交流の実績（主要な実績）**

該当なし

**5. 特許出願**

0 件

**6. 受賞・新聞報道等**

該当なし

**7. その他**

該当なし