

靴裏摩耗状況による 歩行走行の 運動機能評価技術の紹介

中京大学 スポーツ科学部 スポーツ健康科学科

教授 重松 良祐

研究室 <https://rshige.net/>

2022年9月13日

自己紹介および産官学連携の経歴

- **専門**: 健康増進、運動疫学、傷害予防
- 2000年 学位取得(筑波大学)
- 2000年～2020年 筑波大学、長寿医療研究センター、三重大学
- 2021年～ 中京大学
- オムロンヘルスケア、中部電力、フランスベッド、ファイザーなど
- 三重県、愛知県、大阪府、兵庫県、富山県などの自治体
- 海外研究機関(米、加、独、台、香、墨、伯など)



人は歩く

1日 6,000歩 × 365日 × 80年 = 1億7520万歩

1日 10,000歩 × 365日 × 80年 = 2億9200万歩

メリット

健康になる
体力がつく



デメリット

転倒する
オーバーユースになる



デメリットを減らすことが必要

歩き方の評価（従来技術）

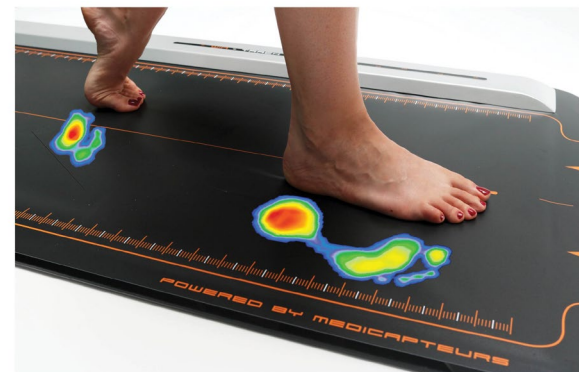
量：歩数など



<https://actigraphcorp.com/actigraph-link/>

いつ、どれだけの時間に、歩いているか？
階段歩数は？

質：足圧など



<https://www.medicapteurs.com/produits/wintrack-2/>

足のどの部分で接地・離地しているか？
足のどの部分に荷重しているか？

質を評価する際の問題点



<https://www.tekscan.com/products-solutions/systems/f-scan-system>

インソール型センサ

- ・測定に条件がある
シューズ(履き物)の種類が限定される
紐の縛り具合を一定にする必要がある
小さいサイズの機器では推測であり、実測していない
- ・装置が大掛かり
高価格ゆえフィールドで多用されていない
多人数での測定が難しい
- ・足裏に違和感が生じる

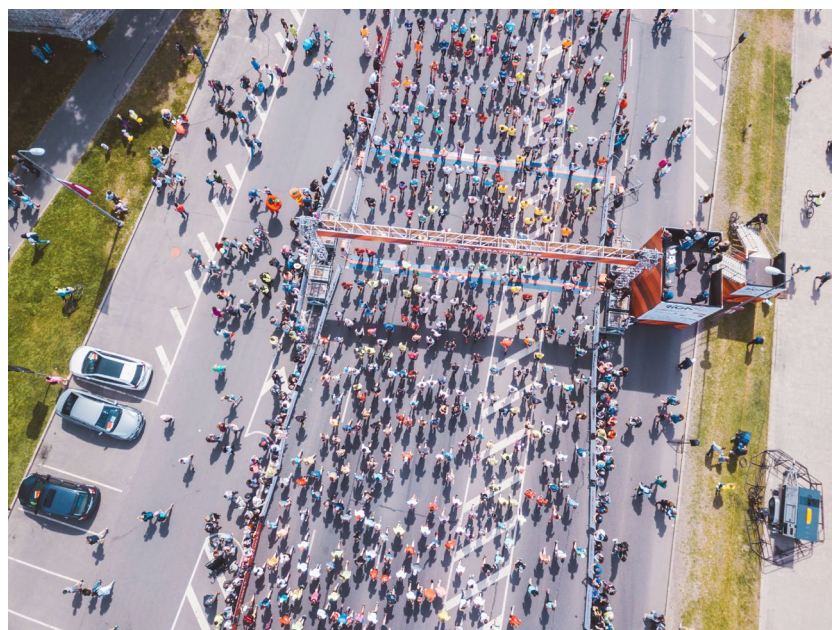


アウトソール

- ・客観的に定量されていない

アウトソールに着目することの意味 (優位性)

- 測定に条件がある
 - シューズの種類を問わない。アウトソール全体の測定が可能
- 装置が大掛かり
 - 簡便になりうる。フィールドで普及する
- 足裏に違和感が生じる
 - ユーザーのストレスは小さい



註) インソール型センサを除外するのではなく、共存したい

我々のこれまでの取り組み(1)

- アウトソール摩耗の左右差と傷害経験に関連がある

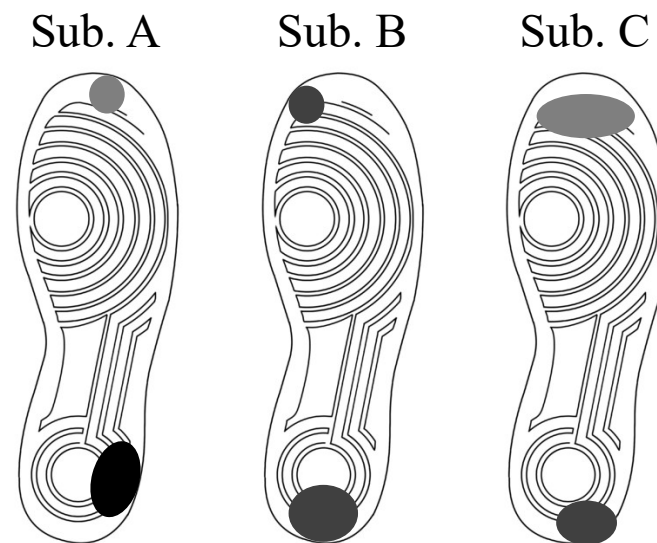
	過去または現在に 傷害あり	傷害なし
	73名	26名
左右差あり	48 (66%)	9 (35%)
左右差なし	25 (34%)	17 (65%)

$p < 0.05$



我々のこれまでの取り組み(2)

- 地面と接触する箇所が摩耗する



- 特に摩耗していた箇所
- 摩耗(少) ● 摩耗(多)

我々のこれまでの取り組み(3)

- 用途によって摩耗箇所は異なる。履き物によっても異なる

サンダル、スニーカー、ビジネスシューズの3足の摩耗状況比較

	男性	女性
3足に類似性あり	4名 (20%)	0名
2足に類似性あり	8名 (35%)	6名 (40%)
3足とも類似性なし	9名 (45%)	9名 (60%)
合計	21名	15名

$p < 0.05$

新技術について (何ができるようになったのか)

1. アウトソールに後付け層を設けて
2. 摩耗情報を収集し、
3. 特徴を把握する。
4. その結果をフィードバックする。



従来技術との比較

1. インソール方式と異なり、装着時の違和感なし。
2. スマホなどで簡便に収集。
3. シューズやインソールを変更した場合の特徴も把握。
4. 本人・他人の蓄積データと比較可能。

本技術に関する知的財産権

- ・ 発明の名称 : シューズ、ソール用消耗シート、及びサーバ
- ・ 出願番号 : 特願2022-123980
- ・ 出願人 : 学校法人梅村学園
- ・ 発明者 : 重松 良祐

「アイデア特許」のため、製品や技術はありません。
ビジネス化に向けて、企業さんとイチから一緒に取り組んでいきたいです

1. 後付けのアウトソールの例



(ア)
貼付できる**薄膜シート**



(イ)
塗布しやすい**ペンキ**



(ウ)
しみ出す**色素カプセル**

たとえば踏みつけてシートを後付けする
(写真: 例として透明シート)

リセットする薬剤も必要

色素の箇所を把握



- ・摩耗によって着色された**シートが剥がれて**アウトソールが見えたら、摩耗と判断。
- ・摩擦熱でシートの**色が変わったら**、摩耗と判断。
- ・見た目は透明だが、スマホのアプリを通して見るとシートが**赤色**(例)に見える。

上記案を実現してくださる企業を募集しています

2. 摩耗情報の収集

研究段階



詳細な解析に向けた撮影

普及段階



スマホで撮影・分析できると普及する

一枚撮影で2次元分布。
複数撮影で3次元分布。
3Dスキャナで3次元分布。
詳細は次ページへ

上記案を共同で研究してくださる企業を募集しています

3. 特徴の把握



摩耗の有無

摩耗の程度(深さ、面積、体積)

摩耗の場所

足の左右差・前後差

運動後(100 m ~ 数十 km)との比較

同一個人の異なるシューズとの差

ケガしていない人との差

エリートとの差

親との差

他情報との紐付け: 例えば走行距離、利き足、傷害歴。

上記案を共同で研究して下さる企業を募集しています

4. フィードバック例 (撮影、送信、評価、フィードバック)

スポーツ現場にて・・・

傷害の可能性
やり過ぎアラート

健康増進にて・・・

フォーム改善の必要度
家族データからの推測



<https://www.photo-ac.com/main/detail/4335532>

スポーツ現場にて・・・

フォーム改善の把握
トップ選手との比較

靴売り場にて・・・

新品シューズとのマッチ度
代替シューズ提案

上記案を共同で研究してくださる企業を募集しています

企業への期待

物づくり → 後付け層（シート、フィルム、アタッチメントなど）
を作ってください企業。
すぐに剥がせる技術も欲しいです。

測定 → 摩耗状況を定量できる企業。
大学の画像分析専門家との連携済み。

検証

製品化 → ビジネス化 & 社会実装を担ってください企業。

当方の担当内容

物づくり

測定

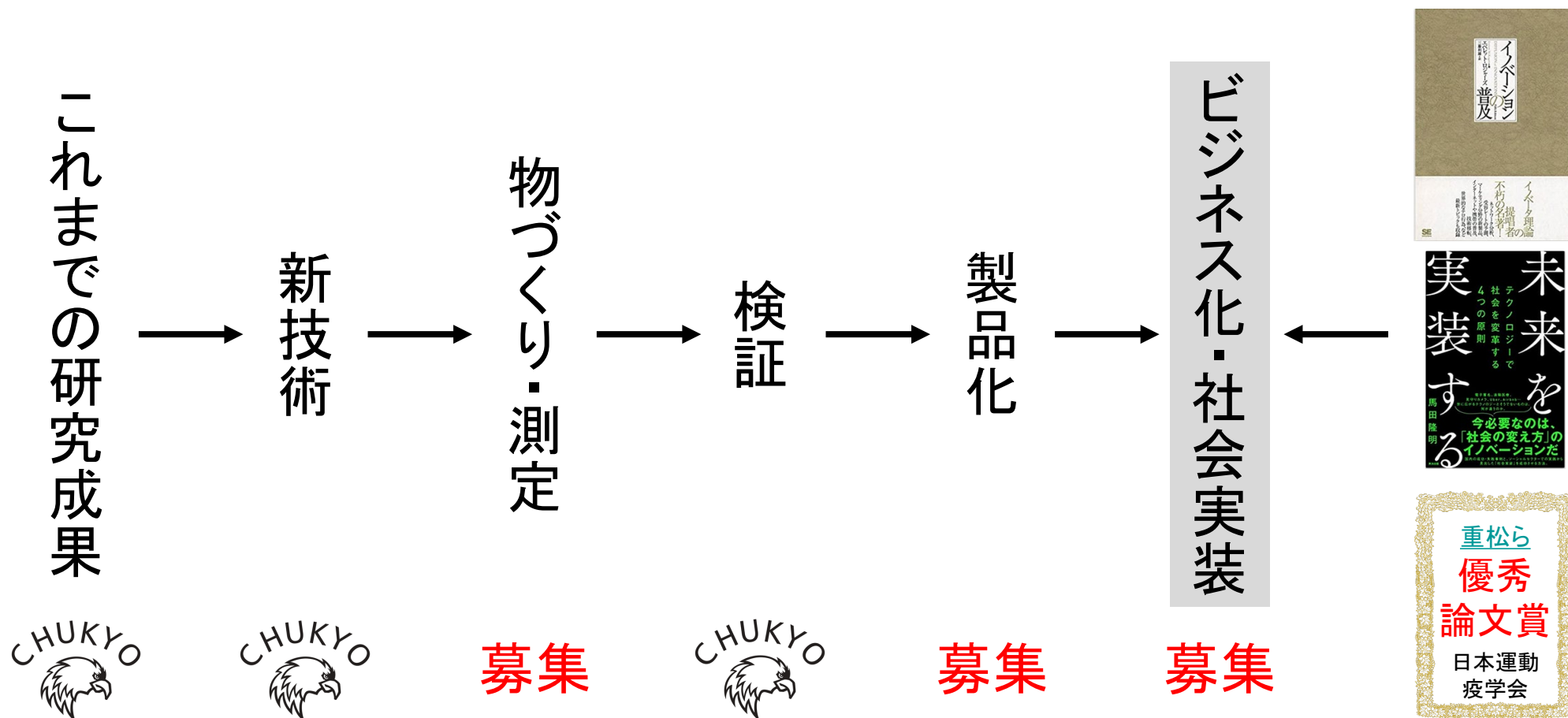
検証



- ✓ 有用性の検証
 - ✓ 使用感、操作性、官能評価
 - ✓ 傷害との関連性
 - ✓ 接地・離地との関連性など
- ✓ 子供～高齢者、アスリートへの適用
- ✓ 改善プログラムの効果
- ✓ 上記データ蓄積と解析

製品化

ビジネス化に向けた役割 および募集内容



製品の適用例

何に

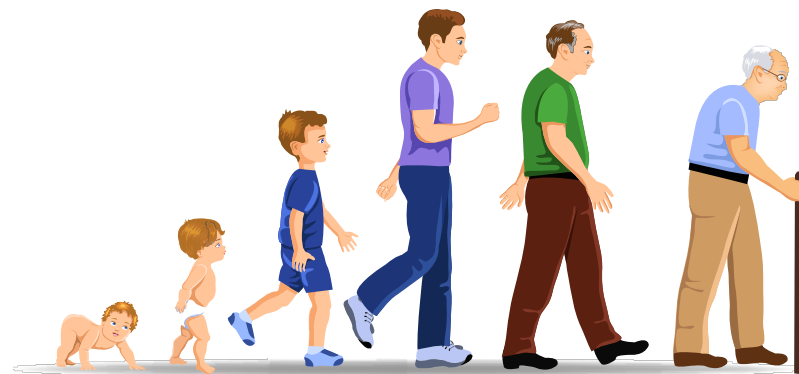
- 傷害予防
- 転倒予防
- 歩行・走行フォーム改善
- 下肢アライメントへの負担度の定量化
- アライメント負担軽減プログラムの開発
- アウトソールの改良
- インソールの改良
- その人に合ったシューズの販促

誰に

- 幼児(歩き方、発育発達)
- 児童・生徒(体育館シューズの考案)
- アスリート(パフォーマンス)
- 女性(外反母趾)
- 高齢者(歩き方)
- 過体重者(膝痛)
- 義足者(健側、患側)

いつ

- シューズとの相性の見極め(即時的)
- 他者との比較(横断的)
- 以前の自分との比較(縦断的)
 - 改善プログラムの前後
 - 発育発達や加齢による変化



1枚のシートをさまざまな場面で使える

まとめ

✓新技術

アウトソールに後付け層を設けて
摩耗情報を収集し、特徴を把握する。
その結果をフィードバックする。

✓社会的位置づけ

ケガのない、アクティブライフの実現

✓募集内容

後付け層の試作・製品化
摩耗情報の収集・特徴分析
フィードバックシステムの構築
ビジネス化

新技術以外に研究している内容(1)

スクエアステップ®

やり方

指導者のステップを見て
パターンを記憶する



スクエアステップ協会

全国14府県の自治体が介護予防プログラムとして採用。
企業も顧客へのプログラムとして導入(介護予防事業所、スイミングスクールなど)。
海外7か国・地域でも採用。

パターン例

下記例はいずれも
奇数を右足で、偶数を左足で踏む

	2		
		1	
	2		
		1	

4			3
	2	1	
4			3
	2	1	

	4		3
	2	1	
	4		3
	2	1	

	6	4	5
	2	1	3
	6	4	5
	2	1	3

効果

転倒予防 (Shigematsu et al., 2008)

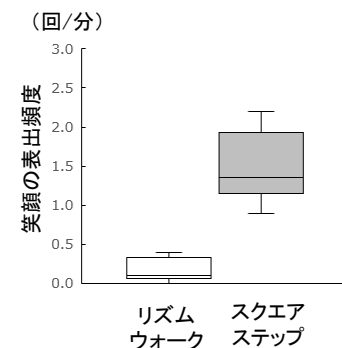
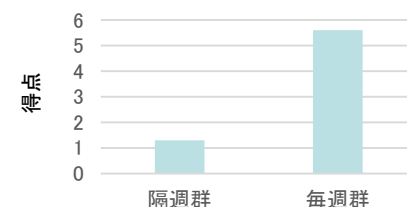
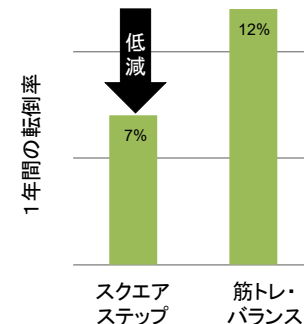
スクエアステップは
筋力&バランス・トレーニングよりも
つまずいても転倒しにくくなる

認知機能 (Shigematsu et al., 2014)

隔週よりも
毎週やった方が
二重課題の得点が高くなる

笑顔 (大島, 重松ら, 2021)

リズムウォーキング(有酸素性運動)よりも
スクエアステップの方が
笑顔になる回数が多い



新技術以外に研究している内容(2)

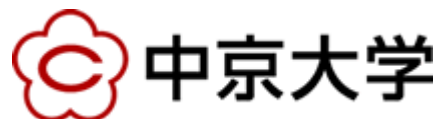
我が国の子供たちにおけるスポーツ傷害リスク要因は何か？

傷害＝外傷＋障害 Shigematsu et al. ([2021](#)), ([2022](#))

	小学校低学年	小学校高学年	中学校	高校
男性である		p = 0.05		p = 0.04
スポーツ開始を 1年遅らせる				
全国・県大会に 出場する			p < 0.01	p = 0.03
前校種で受傷の 経験がある				p = 0.04
複数種目に参加 している(A)				
週のスポーツ 時間が長い(B)		p = 0.05		
(A) × (B)、 つまり交互作用		p = 0.01 同時間なら 単一種目が高リスク		

今後、部活動の外部委託が加速。傷害予防を求める声は大きくなる。
受託先からデータを逐次蓄積し分析すれば、受傷リスクを断続的に評価できるようになる。

お問い合わせ先



中京大学 研究推進部 研究支援課

TEL: 052-835-8068

FAX: 052-835-8042

e-mail: liaison@ml.chukyo-u.ac.jp