

令和 6 年 6 月 7 日現在

機関番号：32620

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2023

課題番号：18K10827

研究課題名(和文) スポーツ種目別・練習形態別の衝撃度実験によるスポーツフロアの性能劣化指標の構築

研究課題名(英文) Establishment of an index of performance degradation of sports floors by impact degree experiments by sports event during sports practice

研究代表者

野川 春夫 (Nogawa, Haruo)

順天堂大学・スポーツ健康科学部・客員教授

研究者番号：70208312

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、木製共用体育館における床板剥離の発生機序を衝撃度実験で解明することを目的としたが、実験方法の高度化及び高額な機材が必要なことが判明したため、研究目的を床板剥離の発生と関係の深いササクレの客観的感知法の構築に切り替えた。木製床板剥離のトリIGGERとなる瑕疵(ササクレ)の感知は、木目の方向性や模様等の木製床の特性から専門家の「眼」でも見落としやすいことから、体育館の床板下地メーカーおよび建設工学のベンチャー企業と産学共同で「機械の眼」による『AI機能搭載瑕疵感知システム』の開発に着手し、2020年1月から試作品を使った実験データ収集とデータ解析を進めている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

体育・スポーツ科学領域においてスポーツ施設・用具・備品および具体的な維持管理法に関する学術的な蓄積は洋の東西に拘わらずほぼ皆無に等しいことから、本研究結果は極めて貴重である。経年劣化が進む公立学校及び公共体育館の大多数が木製床の共用体育館である。これらの体育館において安全性を担保するために、従前から実施されている床専門家の「打診」「目診」「触診」に代わって、AI技術を駆使した精度の高い床板剥離感知デジタルシステムの研究基盤を構築した点は、利用者への安全性の確保だけでなくスポーツ施設の長寿化につながるという点において社会的意義があるものと言える。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to elucidate the mechanism of the occurrence of floorboard peeling in a wooden gymnasium by impact degree experiments. However, since the experimental method was more sophisticated and expensive equipment, the purpose of the research was changed to the construction of an objective detection method for peeling, which is closely related to the occurrence of floorboard peeling. Since the detection of defects (sasakure), which is a trigger for the peeling of wooden floorboards, is easy to overlook even by the "eyes" of experts due to the characteristics of wooden floors such as the direction and pattern of the wood grain, we have started to develop a "defect detection system with AI functions" using a "machine eye" in collaboration with a gymnasium floorboard base manufacturer and a venture company in construction engineering. Since January 2020, we have been collecting experimental data and analyzing data using prototypes.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：スポーツ科学 床板剥離事故 木製スポーツフロア ササクレ(瑕疵) 共用体育館 瑕疵感知システム 予防保全

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 消費者庁の通達「体育館の床板の剥離による負傷事故の防止について(通知)」が出された約2週間後(2017年6月8日)に、西が丘のナショナルトレセンの体育館(木製共用コート)においてバレーボールの練習中にスポーツフロアの床板剥離による31針を縫う大怪我が発生した。本研究代表者が委員長に指名された事故原因調査委員会においても事故原因を確定できず、従来の「木製床の劣化とリフォームに関する前提条件」<(公財)日本体育施設協会屋内施設フロア部会発行>を喫緊で再吟味する必要性が生じた。

表1 共用体育館における床板剥離事故

発生前年	竣工・全面/部分改修から事故発生までの年数	スポーツ種目	状況	負傷部位	入院日数
2006年	高校体育館 16年	バレーボール	レシーブ練習中	胸部	1週間から10日程度
2011年	中学体育館 8年	バレーボール	練習中	胸部	7日間
2012年	中学体育館 不明	バレーボール	レシーブ練習中	不明	不明
2013年	公立体育館 2年	バレーボール	レシーブ練習中	胸部(内臓損傷)	27日間
2013年	中学体育館 26年	バレーボール	練習中	胸部	4日間
2014年	公立体育館 31年	バレーボール	レシーブ練習中	胸部	12日間
2015年	大学講堂 25年	フットサル	練習中	背中(内臓損傷)	24日間
2017年	NTC 7年	バレーボール	レシーブ練習中	大腿部	全治1か月
2019年	公共体育館 13年	フットサル	スライディング	臀部	8日間
2019年	公共体育館 17年	バレーボール	レシーブ練習中	大腿部	不明
不明	中学体育館 7年	バレーボール	レシーブ練習中	大腿部から下肢	不明

(2) 全国の約43,000カ所に及び学校体育施設及び社会体育施設の体育館の大部分は木製共用コートであり、約6割強が築30年以上で老朽化が進んでいることから、科学的実験による床板剥離のメカニズムと木製疲労の点検法及びメンテナンス法についてのエビデンスベースの知見の集積が急務となっている。そこで本研究では、スポーツフロア事故のデータベースの構築、スポーツ種目別・練習形態別の衝撃度実験データの集積、木製床への衝撃度実験データの集積を通して、木製床の性能劣化・経年劣化の見直しと床板剥離感知方法の探索を試みようとしたことが背景である。

2. 研究の目的

- (1) 学校体育施設及び社会体育施設における木製床スポーツフロアにおけるスポーツ事故のデータベースを構築する。
- (2) 従来の「木製床の劣化とリフォームと維持管理」に関する前提条件をスポーツバイオメカニクスの視座から再吟味する。
- (3) ルンパ的な自動剥離探知機を開発して効率的・効果的なスポーツフロアの点検・維持管理法を提案する。

3. 研究の方法

スポーツ活動における床板剥離メカニズム解明の糸口を掴むには、木製疲労の従来の点検法である鉛直衝撃度テストではなく動体方向の衝撃度テストが必要なことが共同研究者および研究協力(民間企業)との協議で明らかになった。フォースプレート利用の衝撃度実験プロトコルを模索したが、動体方向の衝撃度実験に必要なフォースプレートの数量と実験方法の高度化・複雑さ及び実験機器が高額なため、衝撃度実験による床板剥離のメカニズム究明を断念し、床板

剥離と密接な因果関係にある瑕疵（亀裂、打痕等）の感知・検知法の開発に研究目的と方向を切り替えた。

木製床板剥離のトリIGGERとなる瑕疵（ササクレ）の感知は、木目の方向性や模様等の木製床の特性から専門家の「眼」でも見落としやすいことから、体育館の床板下地メーカーおよび建設工学のベンチャー企業と産学共同で「機械の眼」による『AI 機能搭載瑕疵感知システム』の開発に着手し、2020年1月から試作品（フロアドクター：以後 FDR と称す。）を使った実験データ収集とデータ解析を始めた。

FDR のシステム開発には、瑕疵感知の精度を高めるために豊富な瑕疵のデータ蓄積および瑕疵の類型化が必要なため、種類別（公共体育館と学校体育館）、用途別（共用・専用）、築年数別など複数の体育館を可能な限り FDR で撮影し、AI 教師データに資する画像を蓄積することに注力した。

木製床板の特徴として模様および木目が無数に存在することから、人間の「眼」だけでなく AI もご検知することが明らかになったため、床板専門家による二重検査（ダブルチェック）を行って FDR の感知機能と検知力の向上を進めている。

4．研究成果

（1）2018 年度

体育館等の床板剥離事故に関する情報交換を床板加工メーカーおよび床板施工業者と行い、木製床に関わる床材質の特性などに関する知見を収集した。

ササクレの発生要因としては、現場の湿度環境が「過度の乾燥状態」となり、木床及び下張り合板が「収縮方向」に向かい、部材の「界面剥離」に繋がったものと考えられる。

局部的加圧としては、プレーヤーのジャンプ後の着地、スライディングプレーに伴う局所的な荷重が考えられる。しかし、動体荷重に関する客観的なデータはない。

（2）2019 年度

木製床板のササクレ防止を目的とした空知単板工業株式会社の新製品「ササクレス」の実験・製造過程の視察とササクレスが施工されている赤平中学校体育館の施設視察を共同研究者および連携研究者の三上貴正東工大准教授・中川竜太染野製作所部長とともに実施した。ササクレスは合板（積層板）のため、従来の接着剤（油性、水溶性、ポンドなど）を使った合板の剥離テストと衝撃度テスト等も見学した。また、空知単板工業株式会社においても鉛直方向の衝撃度テストにとどまっておらず、水平方向や斜め方向の『動体衝撃度テスト』のノウハウが蓄積されていないことも確認された。

さらに連携研究者の中川竜太郎（株染野製作所）の協力の下、実験施設（茨城県牛久市）においてフォースプレートを使った衝撃度実験プロトコール制作を試行錯誤したが、測定数値の妥当性および試作品費用が研究予算を大幅に超過することから三上貴正東工大准教授とも相談の上、衝撃度実験を断念し、木製床板の瑕疵（打痕・ひび割れ等）の感知・検知システムの DX 化に方向転換することとした。



写真 従来の点検員の瑕疵点検方法

AI 技術を使ってコンクリート製の床面や壁面の瑕疵感知を進めているベンチャー企業 iXs 社から研究協力の申し出を受け、2019 年度末から木製床面の瑕疵感知システム開発を進めることになった。フロアドクターVer.1 (以後、FDR-Ver.1 と称す。)を使って、大学のバレーボール専用体育館と公共体育館の木製床面を撮影し、AI の教師データ蓄積を開始した。



写真 FDR-Ver.1 による瑕疵点検方法

(3) 2020 年度～2021 年度

2020 年度と 2021 年度は、COVID-19 による公共施設と学校施設の閉館または厳しい入場・利用制限によって、AI 教師用のデータ収集が遅々として進まず、公共体育館（障がい者スポーツセンター）1 カ所と体育系大学の球技専用コート 1 カ所のデータ収集にとどまった。データ収集は質量共に限られたことから、床板の木目や模様および車いすの車輪痕などに対する FDR の感知度を確認するために木製床板の専門家（日本スポーツ施設協会屋内フロア部会）が信頼性と妥当性の検証を実施し、FDR の感知度の改良を進めた。

また、社会体育施設における体育館の維持管理状況の全国調査をウェブフォームにて実施した。この全国調査は、（公財）日本スポーツ施設協会、株式会社月刊体育施設、（公財）日本スポーツクラブ協会、および（一社）生涯スポーツ社会創成研究所の協力によって実施できた。有効回答（N=375）の 1/4 の体育館において過去 3 年間に床板剥離が 1 回以上発生していたことが明らかになった。床の表面（フロアサーフェス）には大別して一枚板（無垢フローリング）と複数の単板を接着剤でつなぎ合わせた積層板があるが、積層板のスポーツフロアの方が床板剥離の

頻度が若干多いことが明らかになった。さらに、体育館の木製床面の維持管理には禁忌となっている「水洗い・水拭き」「ワックス掛け」を行っている施設が約2割に上ることも明らかになった。

(4) 2022年度～2023年度

2022年度上半期は、iXs社がフロアドクターer.2(以後、FDR-Ver.2と称す。)を開発し、瑕疵感知を約4倍スピードアップして撮影できるようになったのでFDR-Ver.2の瑕疵感知精度を確認するために、FDR-Ver.1と併用してデータ収集を行った。



写真 FDR-Ver.1の改良版(FDR-Ver.2.)による瑕疵点検法

具体的な研究活動は、2022年度はAI機能搭載瑕疵感知システムに必要な画像データを蓄積するために築30年または改修8年間の公共体育館1カ所、中学校体育館3カ所、小学校体育館2カ所においてデータを収集した。2023年度は、築3年以内の大学体育館と連携研究者の関連企業が指定管理者となっている公共体育館を対象として瑕疵画像データの収集と感知度の確認を進めた。

AI機能搭載瑕疵感知システム開発を進めるために、類型化した瑕疵画像データをAIに学習させて感知した瑕疵データを収集、その瑕疵データの感知精度を明らかにするために木製床専門家によるダブルチェックを実施した。

2023年3月から車椅子スポーツを受け入れる東京都パラスポーツトレーニングセンター(スポーツフロア全面改修直後)においてFDR-Ver.1およびFDR-Ver.2による床面撮影とデータ収集を実施した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 4
2. 論文標題 学校体育施設における事故と安全管理	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 32-33
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 6
2. 論文標題 学校運動部活動の地域移行がもたらす学校スポーツ施設の安全性の担保	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 32-33
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 8
2. 論文標題 学校運動部活動の地域移行が学校スポーツ施設にもたらす影響を探る（1）	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 32-33
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 10
2. 論文標題 学校運動部活動の地域移行が学校スポーツ施設にもたらす影響を探る（2）	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 28-29
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 12
2. 論文標題 学校運動部活動の地域移行が学校スポーツ施設にもたらす影響を探る(3)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 30-31
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 2
2. 論文標題 学校運動部活動の地域移行が学校スポーツ施設にもたらす影響を探る(4)	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 42-43
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 51
2. 論文標題 公共体育館調査最終報告書	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 15-21
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 51
2. 論文標題 野川スポーツ施設総合研究所 第21回 床板剥離のアルゴリズム ~ 深層学習による床板剥離検知・診断システム~	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 30-31
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 50
2. 論文標題 AI機能搭載のスポーツフロア剥離検知・診断システムの構築～フロアドクターの検知システム～	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 30-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 50
2. 論文標題 待ったなし！公共スポーツ施設の維持管理～公共施設は安全が最優先！～	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 30-31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫、工藤康宏、松本眞一、中川竜太	4. 巻 12
2. 論文標題 木製スポーツフロアの環境特性と床板剥離の防止策	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 東京体育学研究	6. 最初と最後の頁 49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 48
2. 論文標題 国民体育大会における会場の施設管理	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 46, 47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 48
2. 論文標題 総合型地域スポーツクラブと公共スポーツ施設(4)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 36, 37
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 48
2. 論文標題 総合型地域スポーツクラブと公共スポーツ施設(5)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 36, 37
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 48
2. 論文標題 総合型地域スポーツクラブと公共スポーツ施設(モニタリング)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 22, 23
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 48
2. 論文標題 総合型地域スポーツクラブと公共スポーツ施設(モニタリング)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 20, 21
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 野川春夫	4. 巻 49
2. 論文標題 オリ・パラ開催とスポーツ施設のSDGs	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 月刊体育施設	6. 最初と最後の頁 18, 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 野川春夫、岡安功、舟木泰世、松本眞一、中川竜太
2. 発表標題 部活動の地域移行の推進に向けた学校スポーツ施設の在り方に関する一考察
3. 学会等名 日本生涯スポーツ学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野川春夫
2. 発表標題 AI機能搭載のスポーツフロア剥離検知システムの構築 フロアドクターの検知システム
3. 学会等名 日本生涯スポーツ学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野川春夫、工藤康宏、松本眞一、中川竜太
2. 発表標題 木製スポーツフロアの環境特性と床板剥離の防止策
3. 学会等名 東京体育学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nogawa, H., Kudo, Y., Matsumoto, S., Nakagawa, R.
2. 発表標題 Care and Prevention of Sports Floor Accidents
3. 学会等名 2020横浜スポーツ学術会議 (The 2020 Yokohama Sport Conference) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野川春夫、工藤康宏、松本眞一、中川竜太
2. 発表標題 木製スポーツフロアの危機 - 床板剥離の点検方法とメンテナンスの知識を共有する -
3. 学会等名 日本生涯スポーツ学会第21回研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 工藤康宏、野川春夫、松本眞一、中川竜太
2. 発表標題 スポーツフロアにおけるささくれ発生について
3. 学会等名 日本生涯スポーツ学会第21回研究大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 野川春夫、工藤康宏、松本眞一、中川竜太
2. 発表標題 木製スポーツフロアの環境特性と床板剥離の防止策
3. 学会等名 東京体育学会第11回研究大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 東明有美、野川春夫、工藤康宏、松本眞一、中川竜太
2. 発表標題 スポーツフロアの比較研究
3. 学会等名 東京体育学会第11回研究大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野川春夫、工藤康宏、松本眞一
2. 発表標題 公共スポーツ施設における床板剥離事故に関する研究
3. 学会等名 日本生涯スポーツ学会第20回大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	勝田 隆 (Katsuta Takashi) (20254807)	独立行政法人日本スポーツ振興センター国立スポーツ科学センター・スポーツ研究部・主任研究員 (82632)	
研究分担者	工藤 康宏 (Kudo Yasuhiro) (30410864)	武庫川女子大学・健康・スポーツ科学部・教授 (34517)	
研究分担者	田中 登志雄 (柳谷登志雄) (Yanagiya Toshio) (70329077)	順天堂大学・スポーツ健康科学部・教授 (32620)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	松本 眞一 (Matsumoto Shinichi)		
研究協力者	中川 竜太 (Nakagawa Ryuta)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関