

補助事業番号 2024M-494

補助事業名 2024年度重篤な事故につながる体育館床ささくれ傷の自動検出システムの
開発補助事業

補助事業者名 東京理科大学 創域理工学部 機械航空宇宙工学科 竹村研究室 竹村裕

1 研究の概要

事故やケガにつながる体育館床のささくれ傷を見える化する技術を開発し、移動ロボットの掲載することにより自動で診断するシステムを開発する。さらに、実用化に向けて、診断結果を報告する書類を自動で作成する機能を開発する。

2 研究の目的と背景

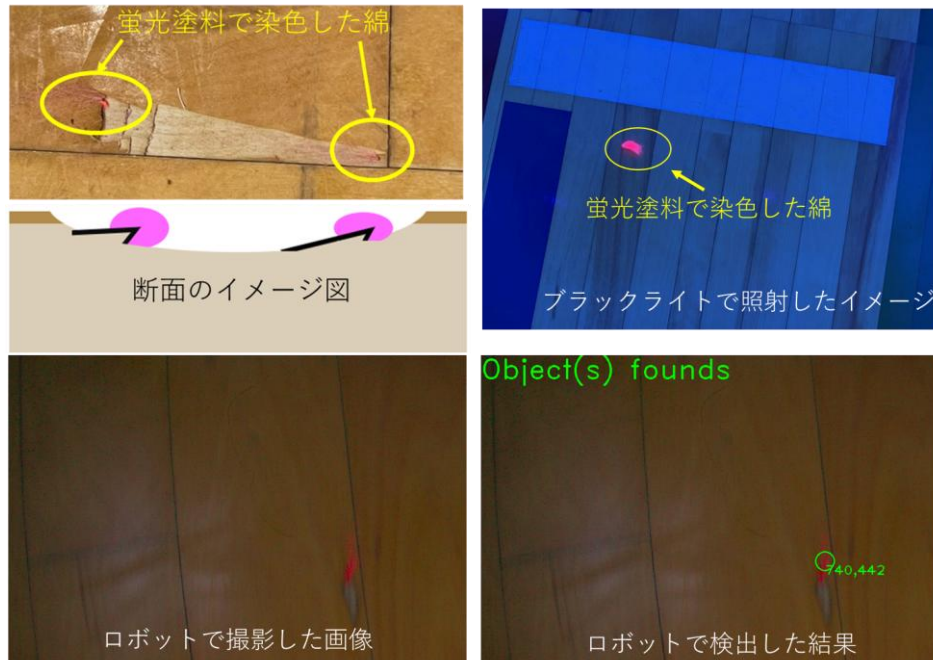
本補助事業では、体育館フローリング床のささくれ傷を見える化し、傷の危険度を評価し、体育館のマップ上に傷の位置をマッピングし、管理修繕のための報告書を作成する機能を有する体育館床ささくれ傷自動検出システムの研究開発を目的とする。

体育館のフローリングが剥がれ、球技に興じる利用者に突き刺さるといふ、想像するだに痛々しい事故が、各地で発生している。体育館の床の傷・割れを定期的を確認している施設は少なく、危険な状態での施設の貸し出しや運用が日常的に続いている。業者等による床フローリング点検方法は、人海戦術且つ目視での点検のみであり、精度だけでなく、時間的コストも問題になっている。さらに、体育館の状態を定量的に把握していないために、修繕のために長期的な計画や予算付けを行っておらず、悲惨な事故は繰り返されている。そのため、自動で定量的にバタつきなく効率的に床のささくれ傷を検出できるシステムの研究開発が期待されている。

3 研究内容

(1) 蛍光染色した綿をささくれ傷の見える化する研究開発

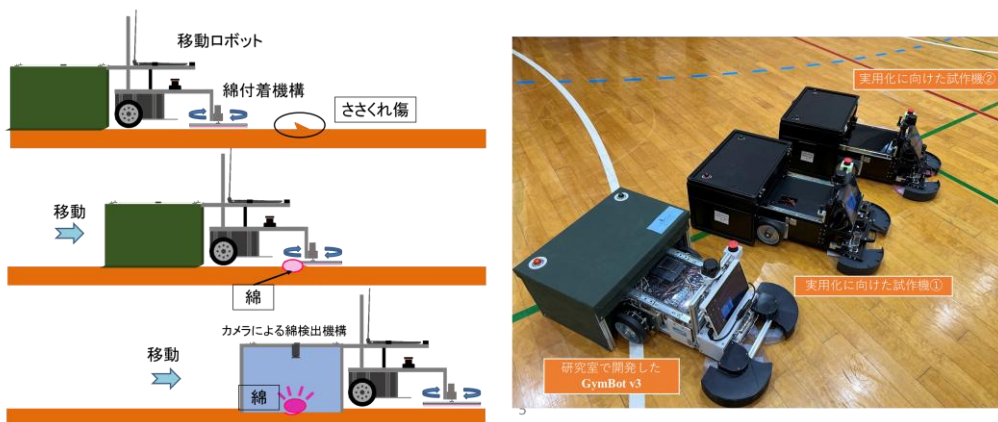
重大事故に繋がりがやすいささくれ傷(わずか数ミリ程度)は、サイズも小さく、目視での検出も困難であり、従来の画像処理技術を応用しても検出することが極めて難しい。検査者が手や床拭きモップにストッキング状の素材をかぶせるなどして、触診により傷への引っ掛かりを手がかりにささくれ傷を探していることに着目し、蛍光染色した綿をささくれ傷につけることで見えない小さなささくれ傷を見える化するAI技術の研究開発した。



蛍光染色した綿をささくれ傷の見える化技術とささくれ傷検出事例

(2) 移動ロボットによる自動検出システムの研究開発

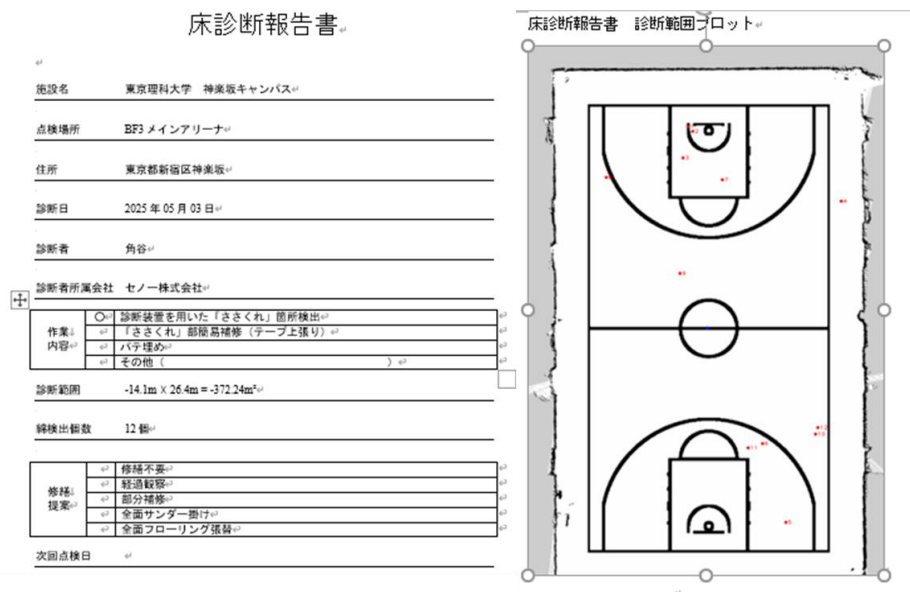
検査者が複数人で体育館等のフローリングを端から端までくまなく検査することを、1台の移動ロボットにて実現するシステムの開発を行った。動作原理は次のようになる。移動ロボットの先端には回旋する機構に染色した綿が装着されており、移動・回転しながらささくれ傷に綿を付着する。移動ロボットの後ろに搭載された検出機構により、ブラックライトを当て、綿を蛍光させ、カメラにより検出を行う。ロボット自体は、LiDARシステムにより自己位置を同定し、事前に作成した体育館マップ上に検出した綿の位置をプロットする。これにより、人海戦術を用いた触診+目視での点検が、移動ロボットにより自動で実現することが可能となった。



ささくれ傷検出システムの概要と実際に試作した自動検出システム

(3) 管理修繕のための報告書作成機能の開発

点検作業の後には、状況によって修繕作業が必要となるため、修繕業者に提示する点検結果の報告書の作成が必修となる。そこで、移動ロボットは自己位置同定技術によりささくれ傷が体育館のどこに何個存在するかなどの補修や修繕の提案に繋がる情報を報告書として作成する機能を開発した。点検後に床診断報告書（測定日時、場所、計測範囲、ささくれ傷検出個数、計測場所のマップ、写真など）を自動で作成することが可能となった。



体育館で検査を実施した結果の床診断報告書の一例

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

ささくれ傷検出システムが製品化・点検有償サービスの事業化がなされれば、点検コストの削減、点検時間確保のための利用調整や使用制限が削減できるだけでなく、重篤な事故やささくれによる傷害を減らせ、床の定量的評価が可能となる。さらに、学校・自治体関係者（所有者）、スポーツ指導者・施設管理者（管理者）、プロ・アマチュア選手（利用者）が施設利用において安心安全の確保、業務運営の効率化がはかれ、競技力向上においても貢献出来、スポーツ大国日本の実現や第3期スポーツ基本計画（スポーツ庁）の達成への寄与にもつながる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

補助事業者はこれまでにサービスロボット技術に関する研究開発、画像処理技術に関する研究開発などを実施してきた。今回はこれまで培った技術を研究で終わらせることなく、実社会へ研究成果の貢献を目指し、実際に実用化されることを念頭にして研究開発を行った。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

・特許7483231, ささくれ傷検出システム, 2024-05-07

・Koji Saisho, Alberto Petrilli, Shigeki Sumiya, Masataka Yamamoto, and Hiroshi Takemura, "Deep Learning detection of Tiny Wood Splinters on Gymnasium Floor", IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC2023), October 1-4, 2023.

.DOI: 10.1109/SMC53992.2023.10394520

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

・飯島健也, 税所航司, 角谷慈樹, 中臺久和巨, 山本征孝, 竹村裕, "体育館床面ささくれ傷自動点検装置の開発", 第25回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 1B4-06, 2024.

・飯島健也, 税所航司, 角谷慈樹, 中臺久和巨, 山本征孝, 竹村裕, "体育館床面点検装置の開発 -特徴の少ない大空間における直進性の向上-", ロボティクス・メカトロニクス 講演会 ROMBUNNO.2P2-N02, 2024.

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 東京理科大学創域学部(トウキョウリカダイガクソウイキリコウガクブ)

住 所: 〒278-8510

千葉県野田市山崎2641

担 当 者: 役職名 教授(キョウジュ)

担 当 部 署: 竹村裕(タケムラヒロシ)

E - m a i l: takemura@rs.tus.ac.jp

U R L: <https://www.rs.tus.ac.jp/brlab/>