

2025 年 6 月 19 日

報道関係者各位

国立大学法人筑波大学
筑波大学附属大塚特別支援学校

床面への映像投影により神経発達症者の運動時の認知機能を支援できる

知的発達症や自閉スペクトラム症などの神経発達症のある児童・生徒が運動する際に、体育館の床全面に児童・生徒のペースに応じた「動くペースメーカー」を投影すると、道順の理解や走るペースが改善できることを見いだしました。これにより、認知特性に応じた運動サポートの新たな可能性を示しました。

シャトルラン（往復持久走）は、一定の距離を行き来して体力を測るテストで、文部科学省の新体力テストとしても採用され、多くの学校で体力づくりの一環として行われています。しかし、神経発達症（知的発達症や自閉スペクトラム症）のある生徒にとっては、「どこまで走ればいいか」「いつ折り返せばいいか」「自分のペースをどう保つか」などを理解して実行するのが難しく、運動能力でなくその認知機能によってうまく走れないことがあります。

本研究グループでは、筑波大学附属大塚特別支援学校の体育館において、床に大規模に映像を投影することで、教育支援の可能性を検証する一連の研究（ミライの体育館）を行っています。今回、これを用い、生徒の走るコースやペースを分かりやすく伝える方法論を検討しました。具体的には、一定の速度で床にペースメーカーを投影する単純型と、生徒の位置に追従してペースメーカーを投影するインタラクティブ型の2種類の方法について、効果を検証しました。

中学生と高校生の生徒24名を対象に、各ペースメーカーを使ったときと使わないときの走り方の違いを比べました。その結果、高校生には単純型が効果的である一方、中学生にはインタラクティブ型の方がよりペースを理解しやすく、シャトルランの成績も向上することが分かりました。

本研究成果は、神経発達症のある人たちが、より楽しく、安全に、そして達成感を持って運動に取り組めるようにするためには、それぞれの認知特性に適した支援が必要であることを示唆しています。

研究代表者

筑波大学サイバニクス研究センター

大木 美加 客員研究員

筑波大学附属大塚特別支援学校

石飛 了一 教諭

研究の背景

知的発達症や自閉スペクトラム症のある児童・生徒は、一般に運動能力が低く、特に持久力を評価するシャトルラン^{注1)}（往復持久走）では、ルール理解や空間認知の困難から、本来の能力を十分に発揮できないことが課題とされてきました。しかしながら、これまで、こうした認知的特性が、具体的にどのような走行行動や評価結果に影響を及ぼすのかについては、十分に解明されていませんでした。本研究では、筑波大学附属大塚特別支援学校に設置された「ミライの体育館^{注2)}」において、大規模床面投影による視覚的ペースメーカーを用いて、空間的なナビゲーションと行動調整を支援することで、生徒らが持つ潜在的な運動能力を引き出すとともに、公正かつ効果的な運動能力評価の可能性を検討しました。

研究内容と成果

本研究では、まず、体育館の床面に理想的な速度と軌道で移動するペースメーカーを投影し、生徒がその動きを視覚的に追従しながらシャトルランを実施できる環境（単純型ペースメーカー）を構築しました。また、生徒らの速度に応じ、その周囲に緑色の円を動的に表示し、生徒との相対距離に基づき実時間でフィードバックを行うインタラクティブ型ペースメーカーも開発しました（参考図）。

筑波大学附属大塚特別支援学校の中学生と高校生の生徒 24 名を対象に、これらのペースメーカーの効果を検証しました。ここでは、10m 往復持久走の各片道走行における標準的な速度と、生徒の平均速度との速度差をペース差とし、これが小さいほど、より走行行動が安定していると見なし、完了した片道走行の回数を得点として評価しました。この結果、高校生に対しては、ペースメーカーの提示によって走行行動の安定性と得点の有意な向上が見られました。一方、中学生では、インタラクティブ型ペースメーカーによるフィードバック機能が特に有効に働き、ペースメーカー単体より高い得点と空間的な移動の改善が確認されました。このような効果の違いは、主に中学生と高校生の認知機能の差によるものであると考えられます。以上より、床面投影によるナビゲーション支援が、ルールの理解、自己位置の調整、移動の判断といった複数の認知的課題を補完し、身体能力を最大限に引き出すための重要な役割を果たすことが示されました。また、一部の生徒ではペースメーカーの有無で成績に大きな差が現れたことから、従来の持久力評価が認知能力により過小評価されている可能性も示唆されました。

本研究結果は、視覚情報と空間構造化を活用した支援設計により、特別支援教育における公平でインクルーシブな身体活動の実現に向けた有効なアプローチの一つを提示するものです。このような視覚的・空間的な支援により、知的発達症や自閉スペクトラム症を持つ生徒の潜在的な身体パフォーマンスを引き出すとともに、正確な運動能力評価の実現や、インクルーシブな体育活動の設計につながると考えられます。

今後の展開

今後さらに、個々の児童・生徒の認知特性や身体能力に応じたペースメーカーの表示方法やフィードバック内容の最適化を図るとともに、他の特別支援学校や教育環境における実装・検証を進め、より一般化可能な支援モデルの構築を目指します。また、継続的なトレーニング支援や協働的運動課題への応用など、学習効果や社会的行動への波及効果の検討が進むことが期待されます。

参考図

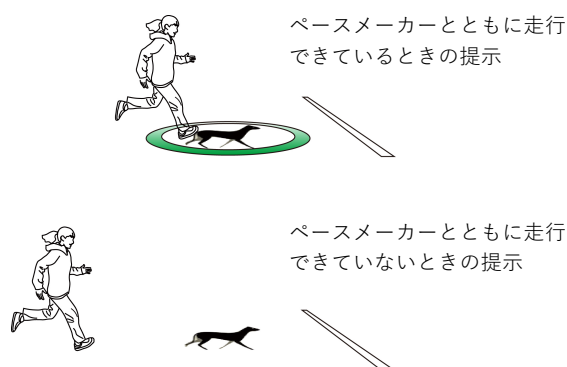


図 本研究で行なった実験の概要図

中学生と高校生 24 名について、2つのペースメーカー使用の有無による走り方の違いを比べた。その結果、高校生には単純型が、中学生にはインタラクティブ型の方が効果的であることが分かった。

用語解説

注1) シャトルラン（往復持久走）

一定の距離（20m）を行き来して体力を測るテストで、文部科学省の新体力テストとしても採用され、多くの学校で体力づくりの一環として行われている。本研究では、これより短い 10m の往復持久走を課題とした。

注2) ミライの体育館（FUTUREGYM）

筑波大学附属大塚特別支援学校に設置された、床面に映像を投影する空間拡張技術（プロジェクション・マッピング）を用いて、運動や学習を支援するインタラクティブな体育館。集団行動を計測するカメラやセンサにより、その行動に合わせて床や道具等にさまざまな情報を映し出す。

研究資金

本研究は、JST CREST による研究プロジェクト（JPMJCR14E2、JPMJCR19A2）の一環として実施されました。

掲載論文

【題 名】 Supporting wayfinding behavior in shuttle run activities by floor projected pacemakers in a special-needs school gymnasium

（シャトルラン活動での経路誘導行動を支援する床投影型ペースメーカーの活用）

【著者名】 M. Oki, S. Matsuzaki, R. Ishitobi, T. Usami, and K. Suzuki

【掲載誌】 *International Journal of Child-Computer Interaction*

【掲載日】 2025 年 5 月 17 日

【DOI】 10.1016/j.ijcci.2025.100748

問合わせ先

【研究に関すること】

鈴木 健嗣（すずき けんじ）

筑波大学 システム情報系 教授

URL: <https://www.ai.iit.tsukuba.ac.jp/>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp

筑波大学附属大塚特別支援学校

TEL: 03-3813-5569

E-mail: contact@otsuka-s.tsukuba.ac.jp