

合理的な疾走動作獲得を目指した補助具の開発

木越清信

愛知教育大学 教育学部

The purposes of this study were to develop an approach to acquiring an effective sprinting technique in children and to examine the effectiveness of this approach. The study participants were 71 6th and 5th grade elementary school children. 33 5th grade children were new approach group, and 38 6th grade children were general approach group. We planned four units for practice of the sprinting technique: pre-practice measurement at the first class, practice at the second and third class and post-practice measurement at the fourth class. We compared new approach group and general approach group.

The main results were as follows;

- 1) In new approach group, sprinting speed, stride length and step frequency over 30-40m after practice were significantly better than those before practice. But in general approach group, there are no significant different between before and after practice.
- 2) In new approach group, velocity of C.G. at whole swing leg after practice was significantly larger than that before practice. But in general approach group, there is no significant different between before and after practice.

These results suggest that the approach developed in this study is effective for improving the sprinting ability of elementary school children, being especially effective for children.

1. 緒言

これまでに短距離走において、より速く走るための指導方法についての研究は多数行われてきた。その中で、宮口（1979）は教育現場における具体的な授業展開を考案した上で、教師の立場として陸上競技は指導の効果がなかなか上がらず、また興味を持たせるためにゲーム化や得点化に特化してしまうため、技能を習得させる教材として扱いにくいと述べている。さらに三條（2001）は具体的なトレーニング項目を挙げ、外見では同じように見える動きでも、イメージの持ち方により指導側の意図する運動とは異なることがあり、指導の仕方や子どもたちの動作によってはマイナス面がかなり大きくなるとしている。これらのことから、「楽しさ」だけでは技能は上がらず、また言葉による説明や動きの模倣だけでは必ずしも正しい技能向上に繋がらないという点で、短距離走の指導は決して容易なものではないと言える。

一方で、2008年度に改定された学習指導要領の小学校体育における高学年の目標では、「楽しさや喜びを味わうことができるようにするとともに、その特性に応じた能力を身につけ、体力を高める」こと（文部省、1989）に、「基本的な技能を身に付ける」ことが新たに加えられた。さらに、マイネル（1981）は、運動動作改善のための学習を行う時期としては小学校期が好ましいと述べている。したがって、小学校期における基本的な技能の修得を保證するような短距離走の指導方法の開発が急務であると言える。

これまでに、バイオメカニクス的な研究から、高い疾走能力を有する者の特徴が秋からにされてきた。例えば、加藤ら（2001）は、小学生を対象として検討した結果、疾走速度と遊脚の膝関

節角度との間に有意な負の相関関係が認められたことを報告した。これについて、木越ら(2012)は、膝関節をしっかりと屈曲させることによって脚の慣性モーメントが小さくなりこれによって遊脚の素早い降り戻しが可能になるとしている。

このように、優れた疾走能力を示す児童に特徴的な動作が明確に示されているにもかかわらず、これまでに遊脚の膝関節をしっかりと屈曲させることを目的とし、さらにその効果が検証された練習方法は示されてこなかった。

そこで、本研究では小学生を対象として、合理的な疾走動作を獲得することのできる補助具を開発し、その効果を検討することを目的とした。

2. 方法

2. 1 被験者

本研究の被験者は、愛知県 Y 小学校 5 年生 1 クラス 33 名（男子 18 名，女子 15 名）、愛知県 T 小学校 6 年生 1 クラス 38 名（男子 20 名，女子 18 名）の計 71 名であった。なお、実験を開始するにあたり、実験の目的、方法、実験に伴う安全性に関して学校長および学級担任に十分な説明を行った後、児童およびその保護者に実験参加の同意を得た。

2. 2 実験運動および VTR 撮影

実験運動は、体育の授業 4 時間を用い、小学校の土グラウンドで行った。タイムトライアルには同グラウンドの直線走路 2 レーンを使用した。表 1、表 2 に各小学校の単元計画を示した。1 時間目のプレテスト（以下 Pre）と 4 時間目のポストテスト（以下 Post）では、50m 走タイムトライアルを 1 人 2 本ずつ行った。2 時間目と 3 時間目の練習では、実験前に開発した補助具の効果を検討するため、Y 小学校では補助具を用いての授業を、また T 小学校では、合理的な疾走フォームと非合理的な疾走フォームの連続写真を用いて説明し、合理的な疾走フォームを理解した上で補助具を用いずに授業を行った。なお、補助具はスポンジ製のパイプをベルトによって脚に固定できるようにしたものであり、足の甲にスポンジが当たるの感覚によって遊脚における脚の回復を速める意識付けができるものである（図 1）。これを、本研究では両足の膝下に装着し、練習を行った。本研究では、Y 小学校をトレーニング群、T 小学校をコントロール群とした。

Pre と Post においては、スタートから 35m 地点側方に VTR カメラ（Sony 社製、DCR-VX2100、露出時間 1/1000sec）を設置し VTR 撮影を行った。計測地点を中心にパンニング撮影を行い、実長換算をするため 30m から 40m 地点までに 2m 間隔で較正マークを置いた。なお、1 時間目と 4 時間目の計測は風向きが同様になるように配慮し、2 回の実験状況が大きく異ならないように考慮し実施した。

2. 3 分析方法および分析項目

本研究では、区間タイムを計測するために光電管（OMRON 社製）を使用した。

被験者 71 名の中から無作為に抽出した 44 名を動作分析対象者とした。VTR 映像をもとに、30m-40m 地点において 1 サイクル（2 歩）の疾走動作について、身体 23 点と較正マーク 4 点をビデオ動作解析システム Frame-DIAS（ディ・ケイ・エイチ社製）を用いてデジタル化した。これらの較正マークをもとに MATLAB を用いて実長換算し、平滑化したのち、身体部分点の 2 次元座標を算出した。

次に分析対象者 44 名の画像データをもとに、ピッチ、ストライド、30m-40m 区間における疾走速度を算出した。ピッチは 1/60 秒で映しこまれている VTR 映像から 1 歩に要した時間を求

め、その逆数とし、ストライドは接地中のつま先の位置座標から次の脚の接地中のつま先までの距離とした。疾走速度はピッチとストライドの積とした。また、先行研究（伊藤ほか，1998；加藤ほか，2001）を参考として、遊脚における膝関節引きつけ角度，もも上げ角度を分析した。さらに、遊脚における脚の流れ動作を検討するため、遊脚重心移動速度も分析した。なお、分析項目の定義については、図2に示した。

2. 4 統計処理

トレーニング効果を調べるために、50m タイム，疾走速度，ピッチ，ストライド，遊脚における膝関節引きつけ角度，もも上げ角度，遊脚重心移動速度について，Pre と Post を対とする対応のある t 検定を行い，いずれも優位性は危険率 5% 未満で判定した。

3. 結果

3. 1 疾走速度，ストライドおよびピッチ

図3, 4はY小学校とT小学校のPreとPostにおける疾走速度の結果を示したものである。Y小学校ではPreが $5.65 \pm 0.47 \text{m/s}$ ，Postが $6.00 \pm 0.50 \text{m/s}$ であり，PostはPreと比較して有意に大きな値 ($t = -8.275$, $p < 0.0001$) を示した。T小学校ではPreが $6.26 \pm 0.49 \text{m/s}$ ，Postが $6.01 \pm 0.58 \text{m/s}$ であり，有意な差は認められなかった。

図5, 6はY小学校とT小学校のPreとPostにおけるピッチの結果を示したものである。Y小学校ではPreが $3.52 \pm 0.22 \text{Hz}$ ，Postが $3.75 \pm 0.31 \text{Hz}$ であり，PostはPreと比較して有意に大きな値 ($t = -3.845$, $p < 0.001$) を示した。T小学校ではPreが $3.59 \pm 0.36 \text{Hz}$ ，Postが $3.79 \pm 0.33 \text{Hz}$ であり，有意な差は認められなかった。

図7, 8はY小学校とT小学校のPreとPostにおけるストライドの結果を示したものである。Y小学校ではPreが $1.50 \pm 0.15 \text{m}$ ，Postが $1.57 \pm 0.14 \text{m}$ であり，PostはPreと比較して有意に大きな値 ($t = -4.115$, $p < 0.001$) を示した。T小学校ではPreが $1.58 \pm 0.11 \text{m}$ ，Postが $1.56 \pm 0.13 \text{m}$ であり，有意な差は認められなかった。

3. 2 疾走動作

図9, 10はY小学校とT小学校のPreとPostにおける膝関節引きつけ角度の結果を示したものである。Y小学校ではPreが $44.54 \pm 7.89 \text{deg}$ ，Postが $41.33 \pm 6.82 \text{deg}$ であり，PostはPreと比較して有意に小さな値 ($t = 2.325$, $p < 0.05$) を示した。T小学校ではPreが $41.35 \pm 9.63 \text{deg}$ ，Postが $44.73 \pm 10.89 \text{deg}$ であり，PostはPreと比較して有意に大きな値 ($t = -2.336$, $p < 0.05$) を示した。

図11, 12はY小学校とT小学校のPreとPostにおける，もも上げ角度の結果を示したものである。Y小学校ではPreが $60.08 \pm 5.40 \text{deg}$ ，Postが $64.34 \pm 4.79 \text{deg}$ であり，PostはPreと比較して有意に大きな値 ($t = -4.958$, $p < 0.0001$) を示した。T小学校ではPreが $61.50 \pm 5.77 \text{deg}$ ，Postが $60.43 \pm 7.24 \text{deg}$ であり，有意な差は認められなかった。

図13, 14はY小学校とT小学校のPreとPostにおける遊脚重心移動速度の結果を示したものである。Y小学校ではPreが $8.02 \pm 0.67 \text{m/s}$ ，Postが $8.47 \pm 0.69 \text{m/s}$ であり，PostはPreと比較して有意に大きな値 ($t = -4.908$, $p < 0.0001$) を示した。T小学校ではPreが $8.85 \pm 0.64 \text{m/s}$ ，Postが $8.90 \pm 0.73 \text{m/s}$ であり，有意な差は認められなかった。

4. 考察

本研究の目的は、小学校体育の限られた授業時間において、短時間に合理的な疾走動作を獲得することのできる補助具を開発し、その効果について検討することであった。

疾走速度は、Y小学校では30m-40m地点における疾走速度、ピッチ、ストライドの全ての項目において、PostはPreと比較して有意に高い値を示した。また、T小学校ではこれらの項目においてPreとPostの間に有意な差は認められなかった。Y小学校およびT小学校ともにPreとPostの測定を含めた4時間完了の単元で短距離走の授業を行ったにも関わらず、補助具を用いて練習を行ったY小学校にのみ、このように有意な疾走速度の向上が認められたことは、本研究において用いた補助具は、効率的に疾走速度を高める効果を有するものと考えられる。

また、本研究では、疾走動作の変化についても検討した。なお、本研究において用いた補助具は、遊脚の積極的な降り戻しを促すことを目的としており、これを示す指標として遊脚全体の重心の速度を用いた。その結果、Y小学校における遊脚重心移動速度は、PostはPreと比較して有意に高い値を示したが、T小学校ではPreとPostの間に有意な差は認められなかった。このことは、本研究において用いた補助具とそれを用いた練習には、遊脚の積極的な降り戻しを促す効果があったことを示すものである。さらに、遊脚の重心速度以外の動作項目についても検討した結果、Y小学校において膝関節引きつけ角度は、PostがPreと比較して有意に低い値を示し、もも上げ角度および膝関節引きつけ角速度は、PostがPreと比較して有意に高い値を示した。一方、T小学校においては、膝関節引きつけ角度はPostがPreと比較して有意に高い値を示し、その他の項目においてはPreとPostの間に有意な差はみられなかった。このように、本研究において用いた補助具を用いた練習によって、遊脚の重心速度のみならず、膝関節の引き付け角度、引き付け角速度および腿挙げ角度にも変化が認められた。これらの変化について因果関係を検討すると、Y小学校において膝関節引き付け角度が小さくなったことおよび引き付け角速度が大きくなったことは、膝関節をより屈曲させて遊脚の回転半径を小さくし、慣性モーメントを小さくすることで遊脚を積極的に降り戻すことという運動課題に適応した結果であると考えられる。さらに、遊脚の重心速度が高くなったことにより、結果として腿挙げ角度が大きくなったものと考えられる。

5. 要約

本研究の目的は、小学生を対象とし、短時間で合理的な疾走動作を獲得することのできる補助具を開発し、その効果を検討することであった。

本研究は、愛知県Y小学校5年生1クラス33名(男子18名、女子15名)、愛知県T小学校6年生1クラス38名(男子20名、女子18名)の計71名を被験者とし、陸上運動短距離走の授業を4時間完了で行った。1時間目はPre、4時間目はPostとして50m走タイムトライアルを、2時間目と3時間目の練習では、実験前に開発した補助具の効果を検討するため、Y小学校では補助具を用いての練習を、またT小学校では、合理的な疾走フォームと非合理的な疾走フォームの連続写真を用いて説明し、合理的な疾走フォームを理解した上で補助具を用いずに練習を行った。補助具とはスポンジ製のパイプをベルトによって脚に固定できるようにしたものであり、足の甲にスポンジが当たる感覚によって遊脚の積極的な降り戻しを促すものであった。PreとPostにおいては、VTR撮影を行い、その映像から、1サイクルの疾走動作をデジタイズし、動作分析

を行った。なお、分析対象者は被験者の中から無作為に抽出した44名とした。

本研究の主な結果と考察は以下の通りである。

Y小学校では疾走速度、ピッチおよびストライドの全ての項目において Post は Pre と比較して有意に高い値を示した。一方、T小学校ではそれらのいずれの項目においても有意な差は見られなかった。また、疾走動作において、Y小学校では膝関節引きつけ角度において Post は Pre と比較して有意に低い値を示し、膝関節引きつけ角速度、もも上げ角度および遊脚重心移動速度において Post は Pre と比較して有意に高い値を示した。一方、T小学校では膝関節引きつけ角度において、Post は Pre と比較して有意に高い値を示し、その他の項目においては Pre と Post の間に有意な差はみられなかった。

これらのことから、本研究において開発した補助具は、疾走速度、ピッチおよびストライドを向上させる可能性のあることが示唆された。また、遊脚の膝関節がより屈曲および素早く屈曲させたことにより、遊脚の積極的な降り戻しが可能になったものと考えられる。

6. 参考文献

加藤謙一，宮丸凱史，松元剛（2001）優れた小学生スプリンターにおける疾走動作の特徴．体育学研究，46：179-194

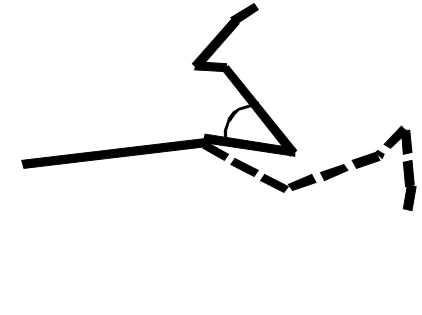
マイネル，金子明友 訳（1981），スポーツ運動学．大修館書店，pp.162-163

三條俊彦（2001）小学生短距離走指導に関する考察．信州大学教育学部紀要 103：149-155

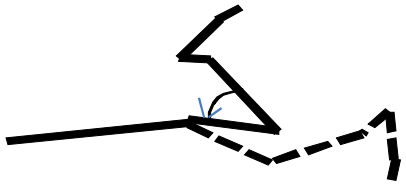
宮口尚義（1979）陸上競技の効果的指導に関する研究．金沢大学教育学部教科教育研究 12：51-63



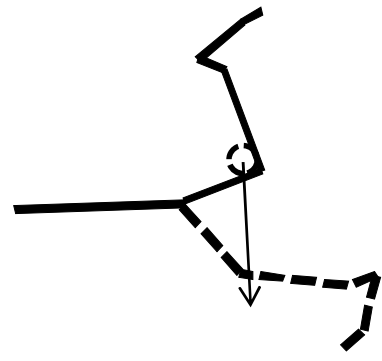
図1 開発した補助具



膝関節引きつけ角度



膝関節引きつけ角速度



遊脚重心移動速度

図2 分析項目の定義

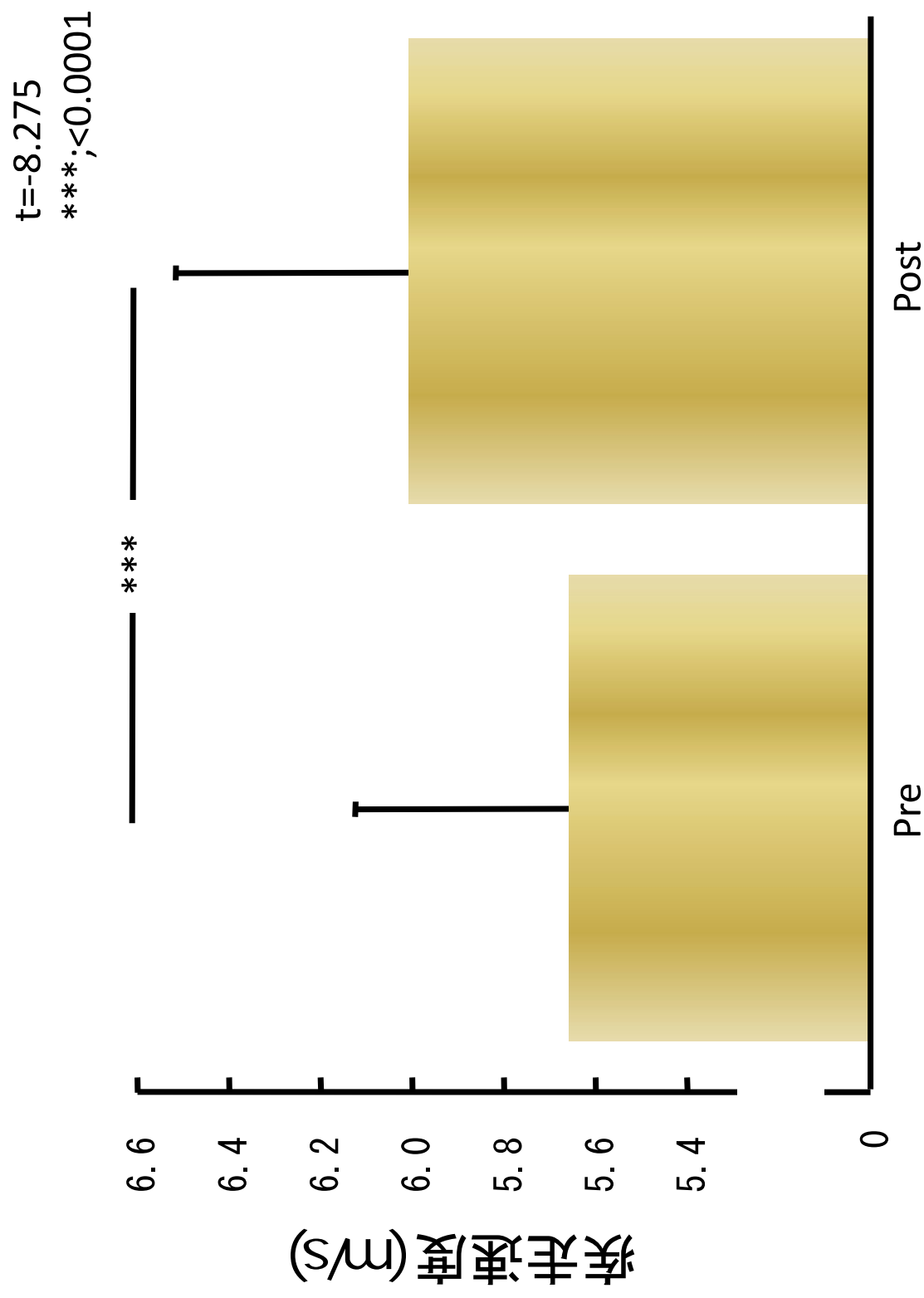


図3 Y小学校における疾走速度

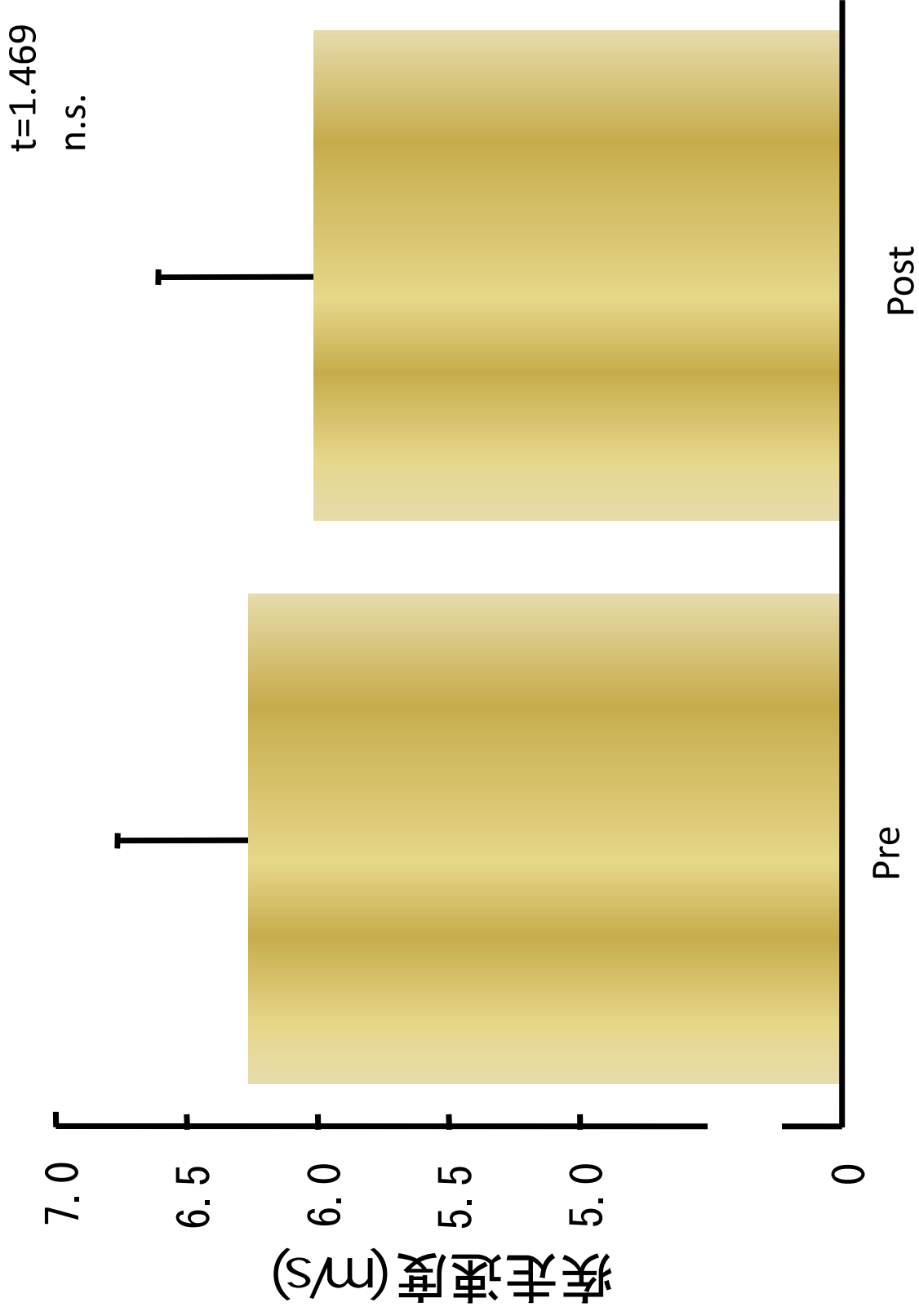


図4 T小学校における疾走速度

t=-3.845

***; p<0.001

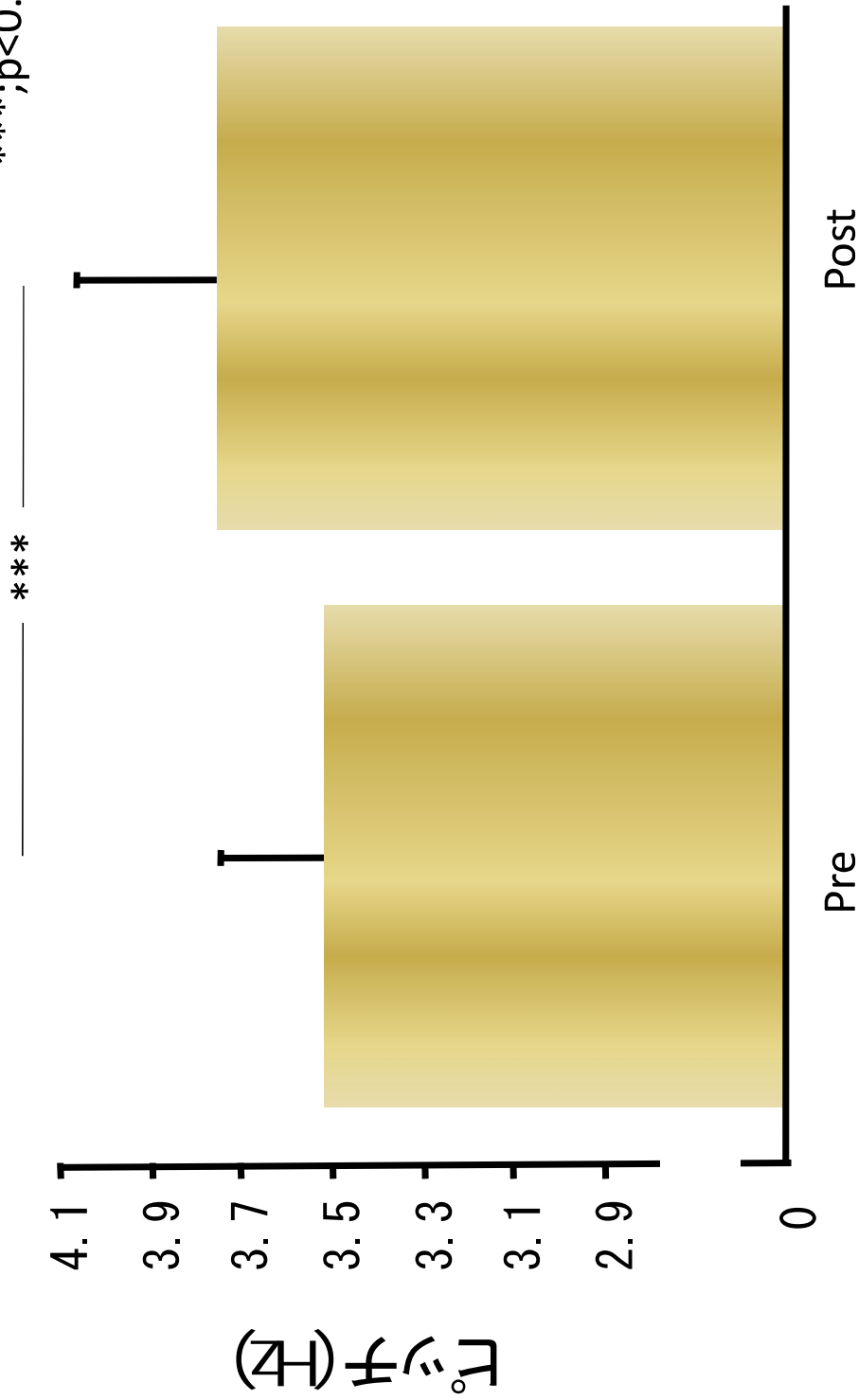


図5 Y小学校におけるピッチ

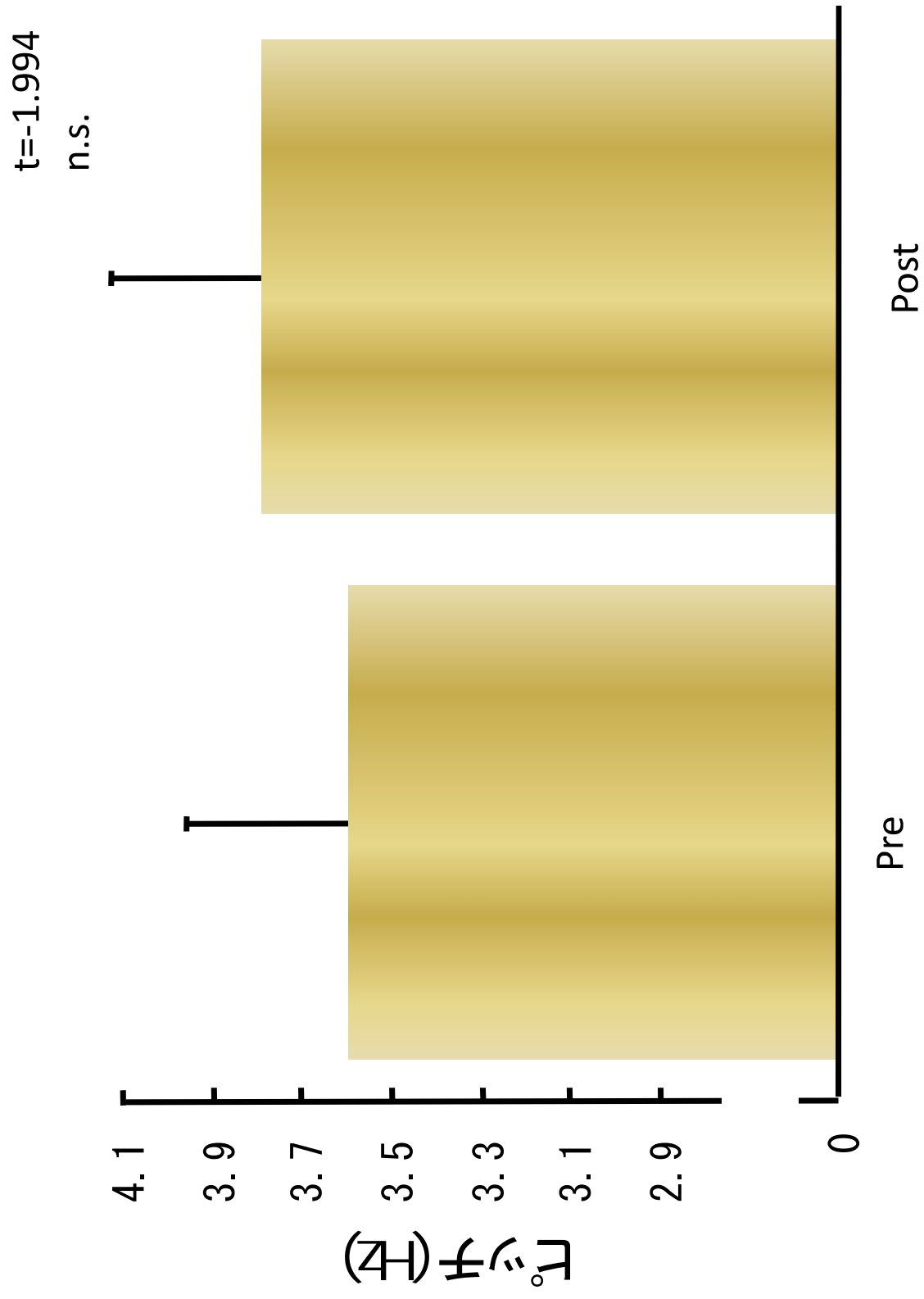


図6 T小学校におけるピッチ

t=-4.115
***; p<0.001

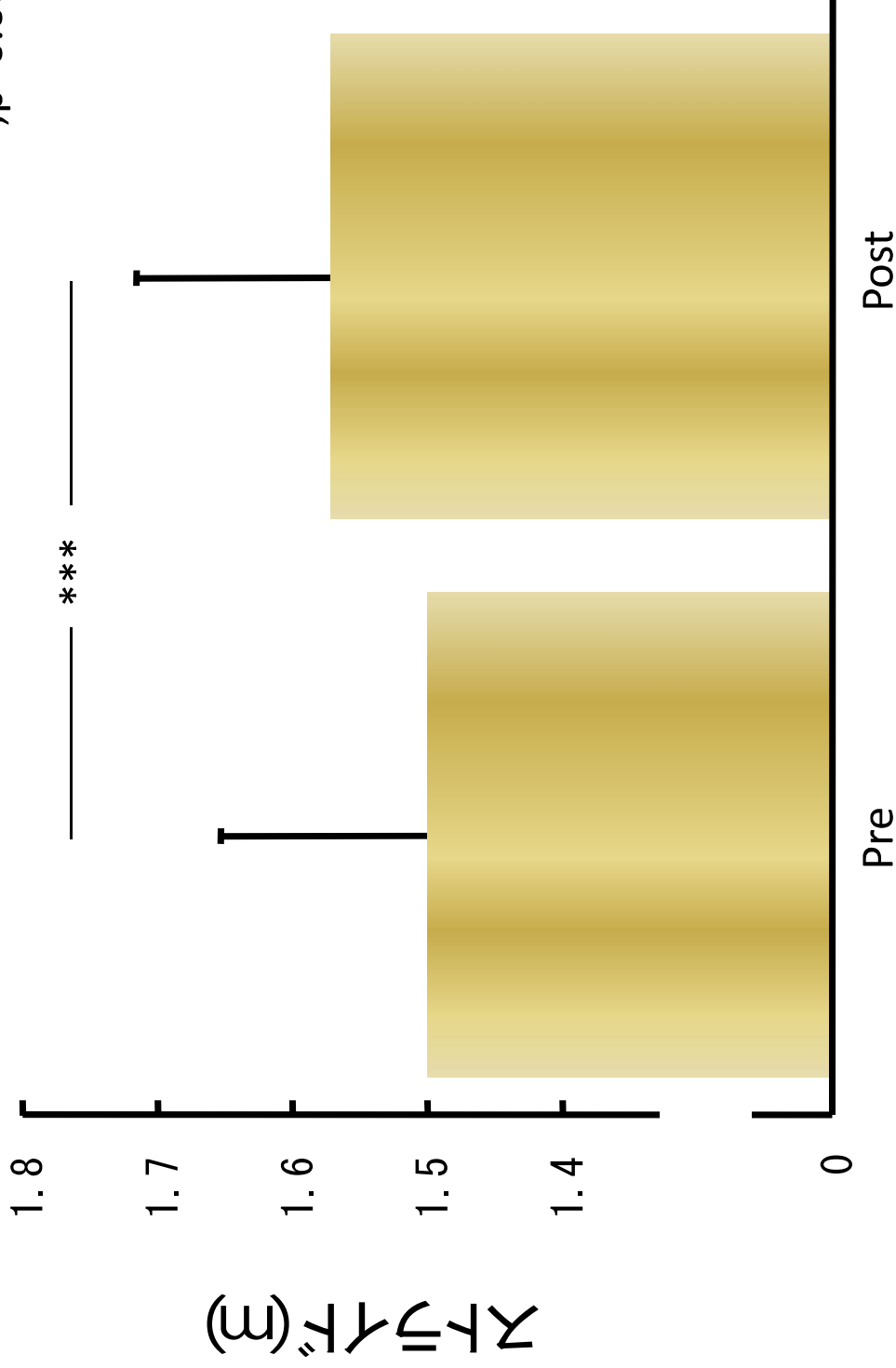


図7 Y小学校におけるストライド

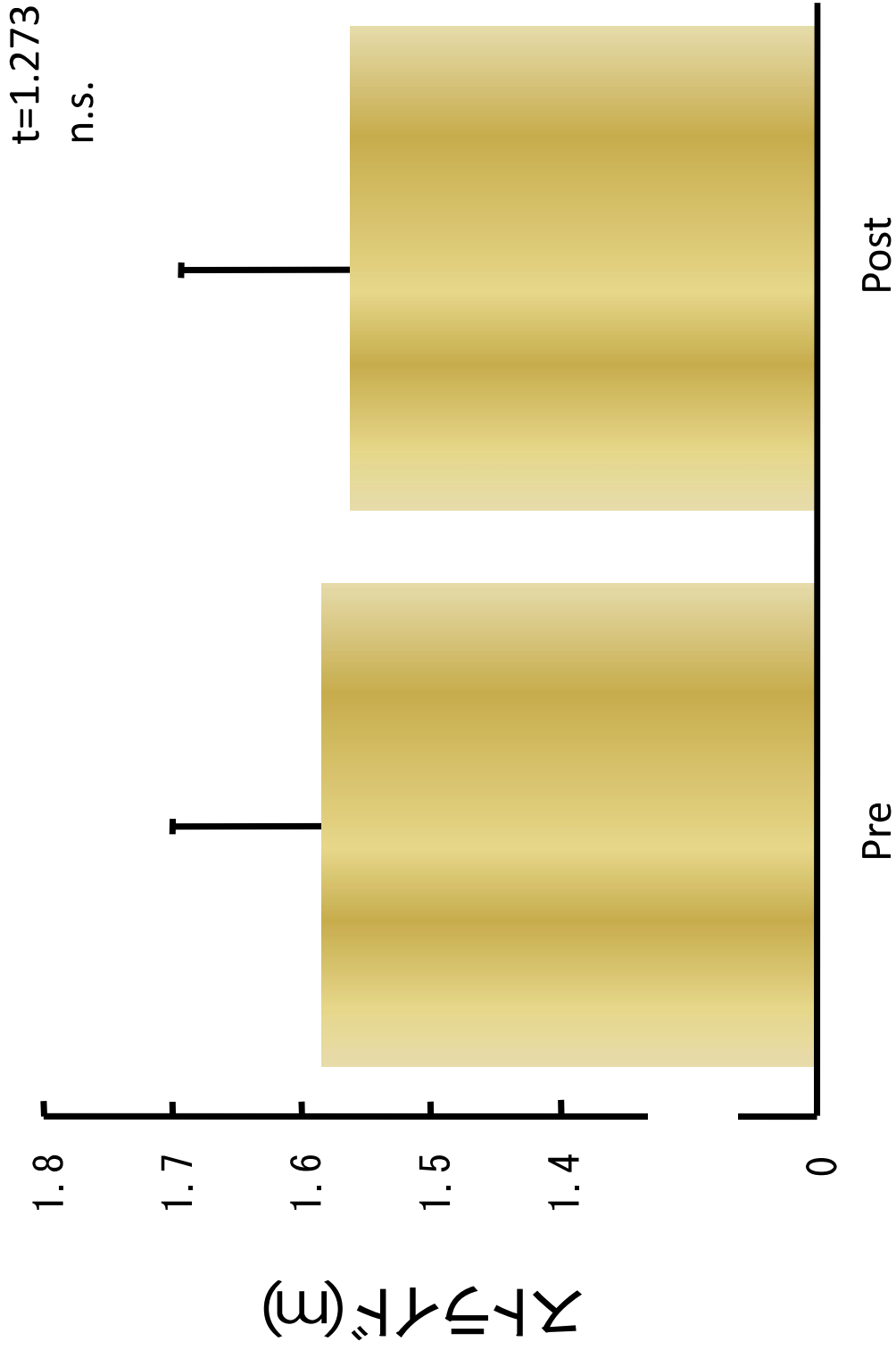


図8 T小学校におけるスライド

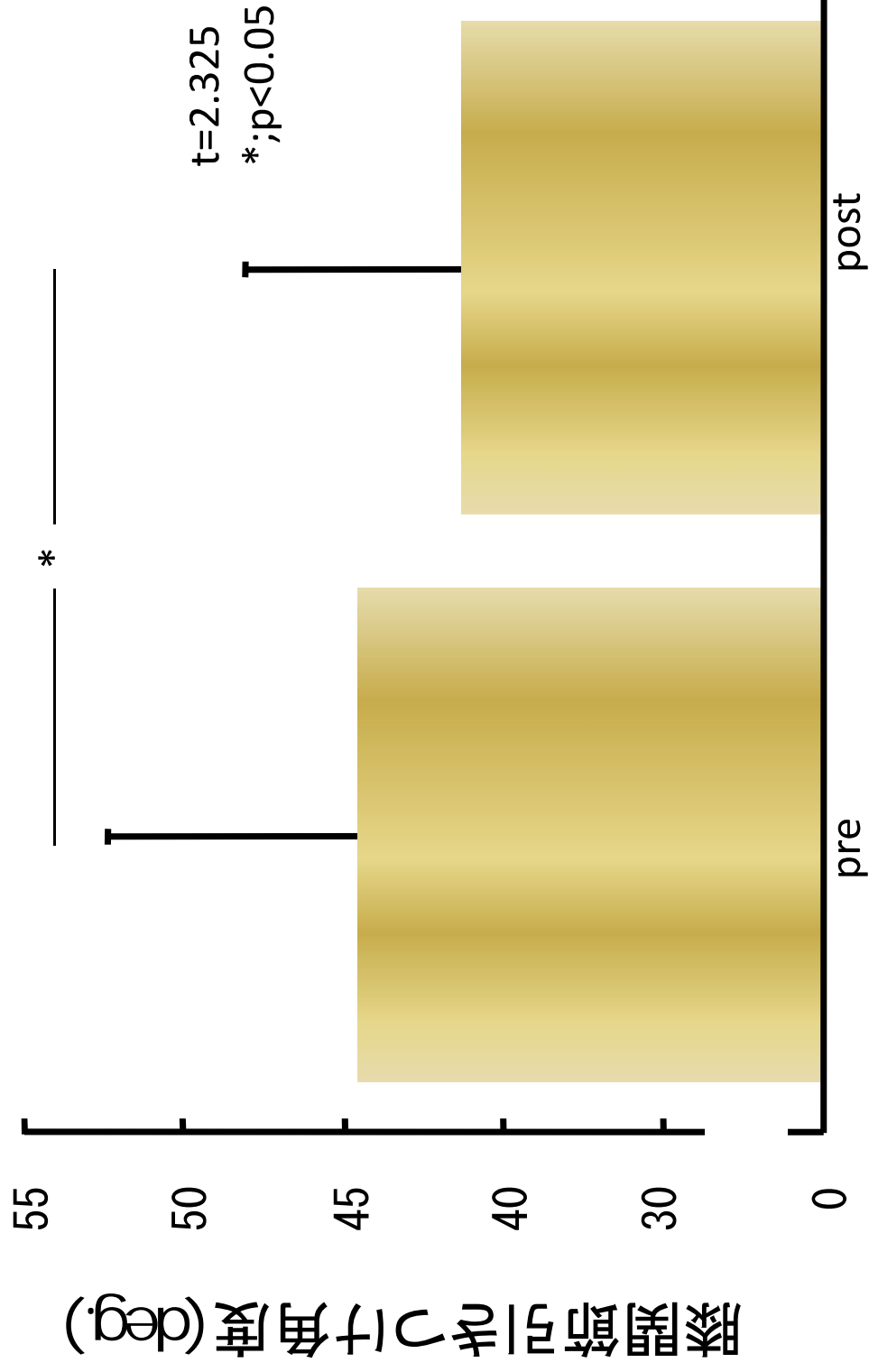


図9 Y小学校における膝関節引きつけ角度

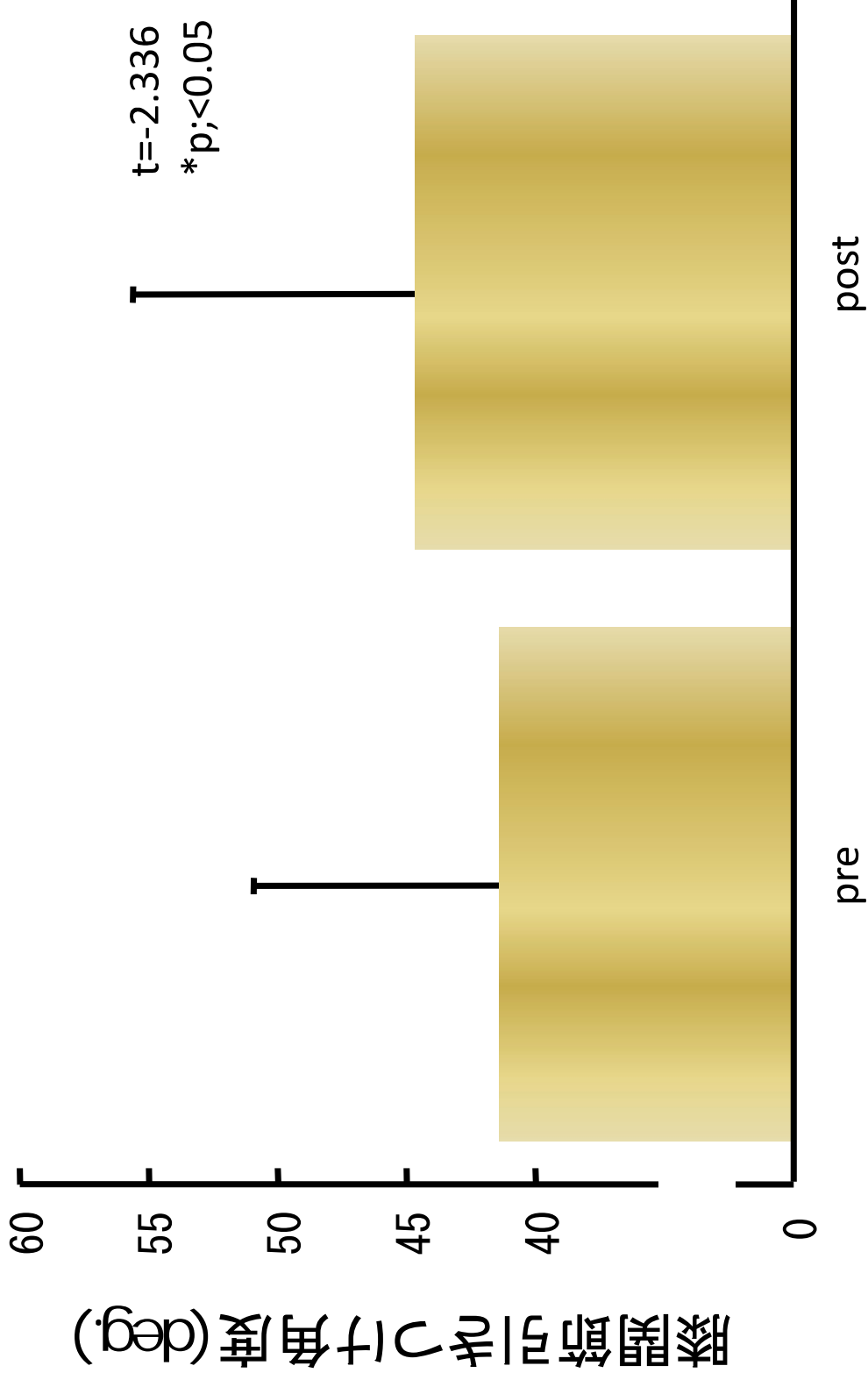


図10 T小学校における膝関節引きつけ角度

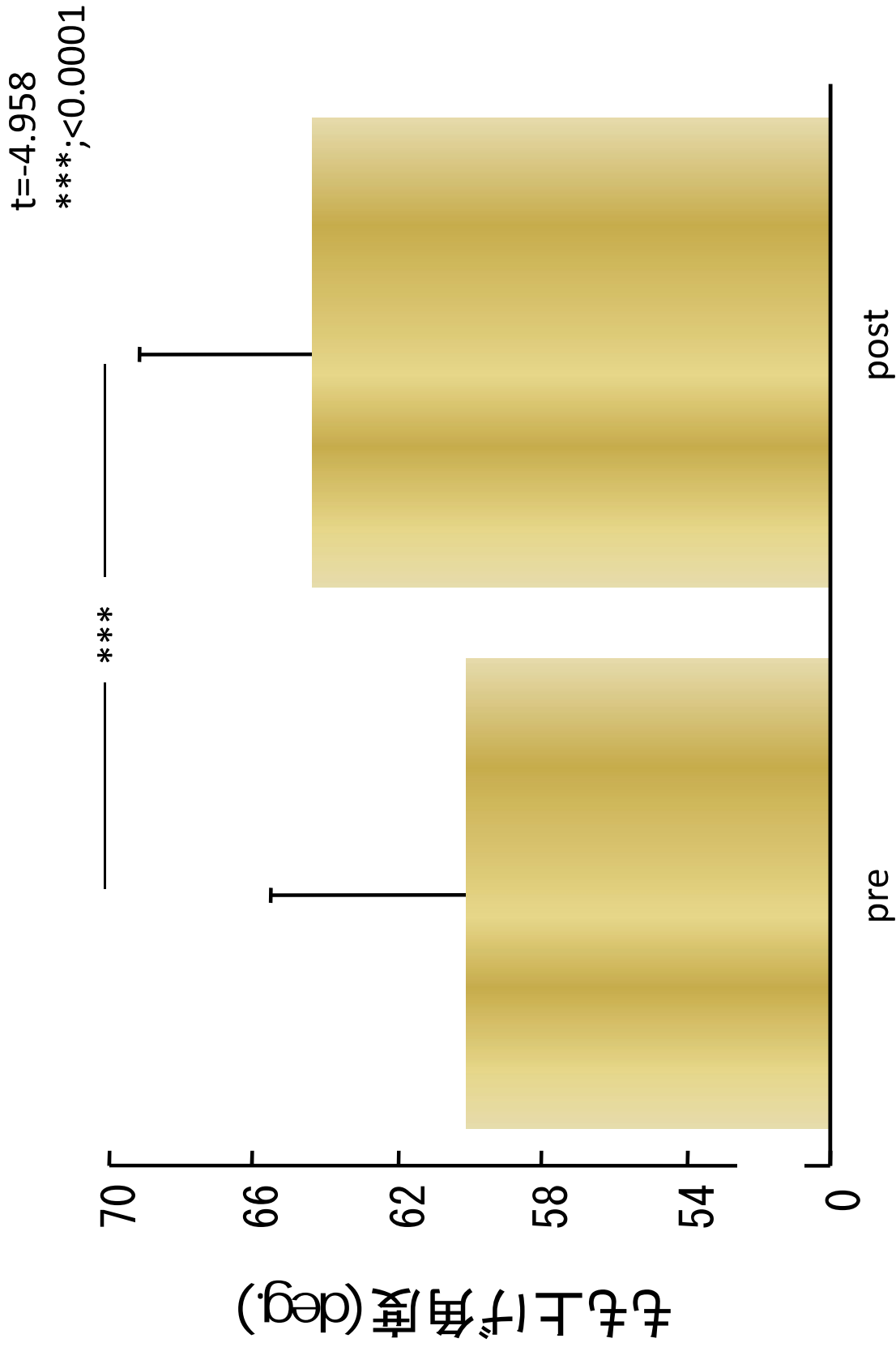


図11 Y小学校における腿上げ角度

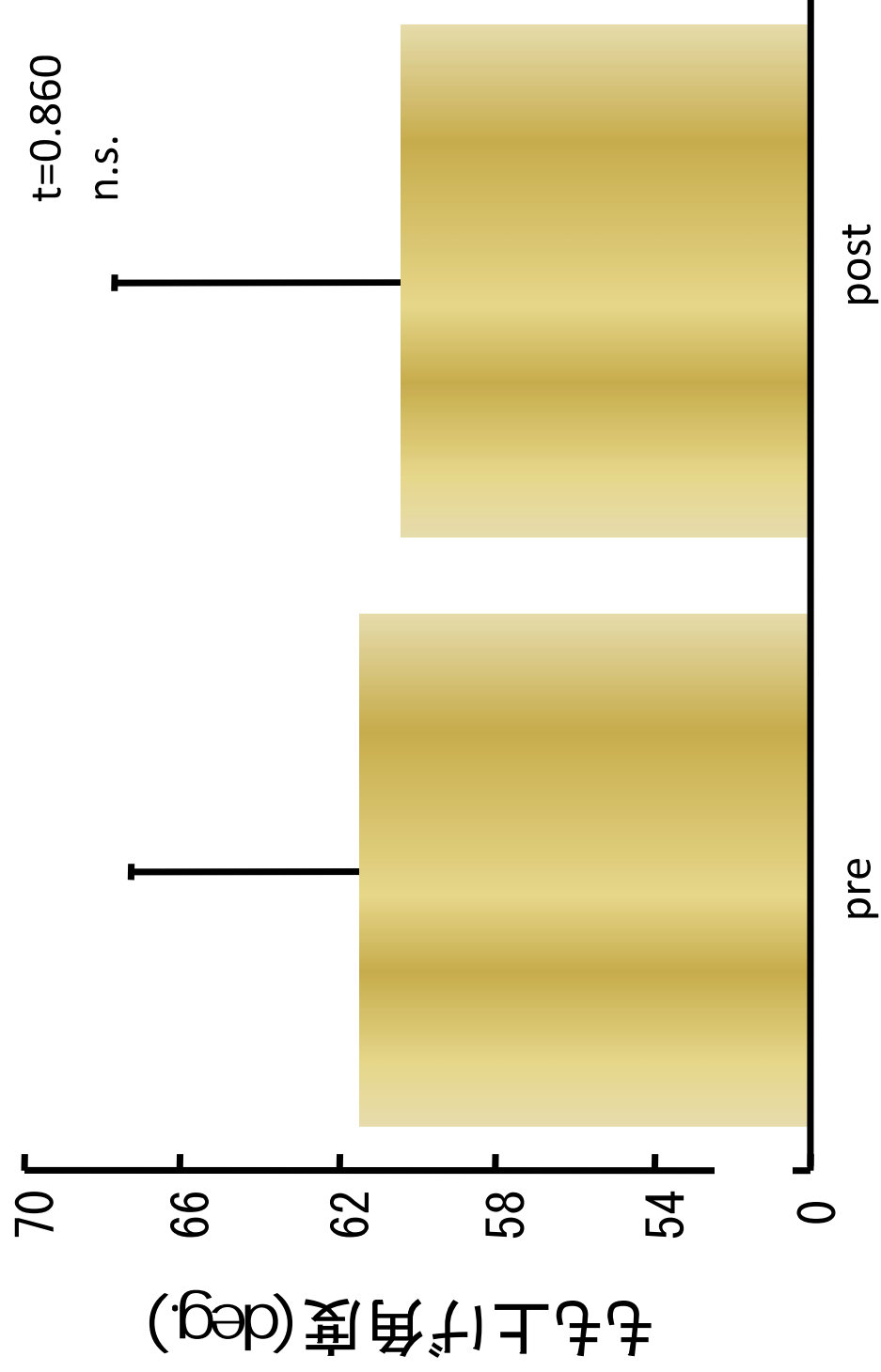


図12 T小学校における腿上げ角度

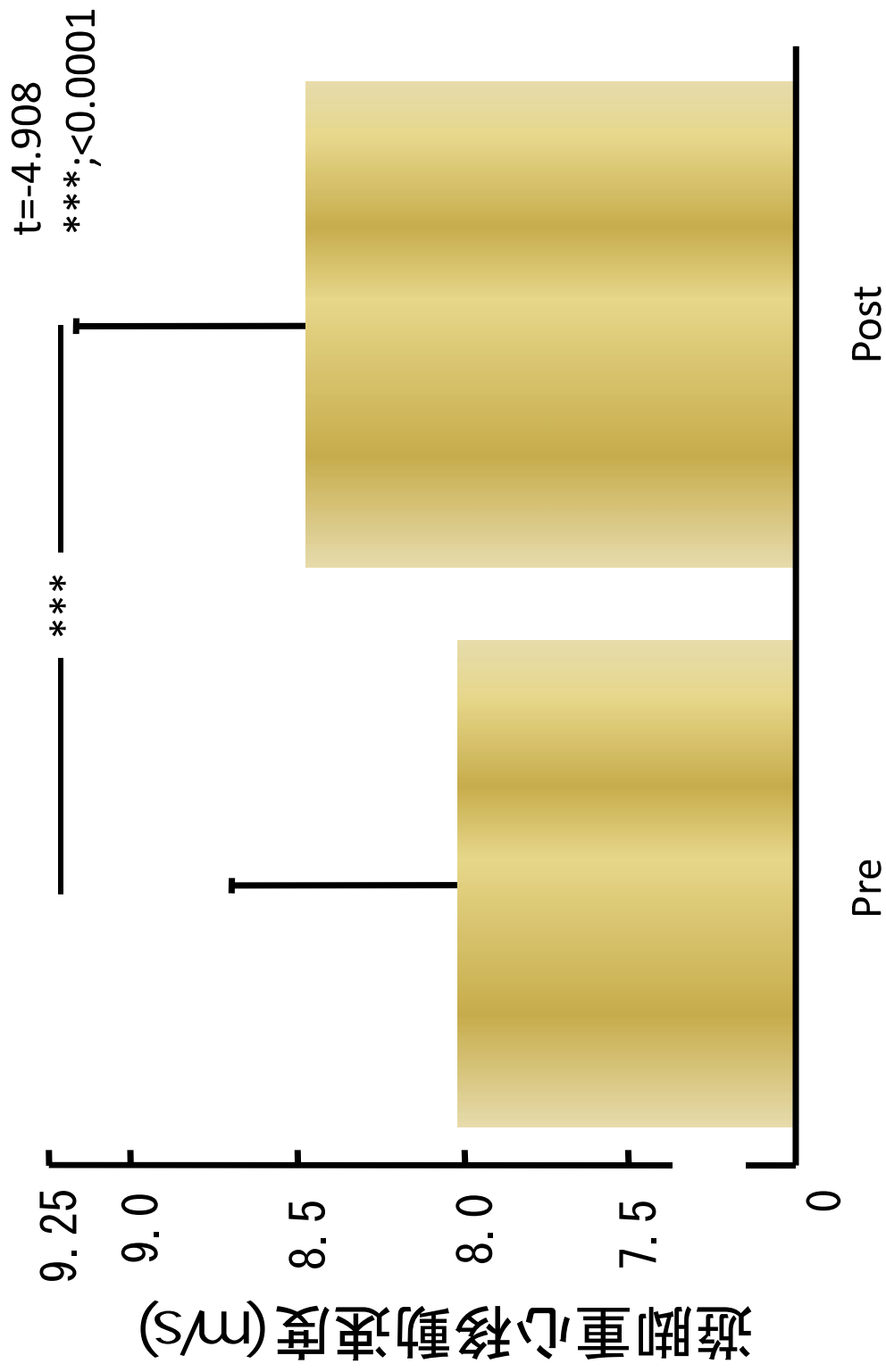


図13 Y小学校における遊脚重心移動速度

t=-0.636
n.s.

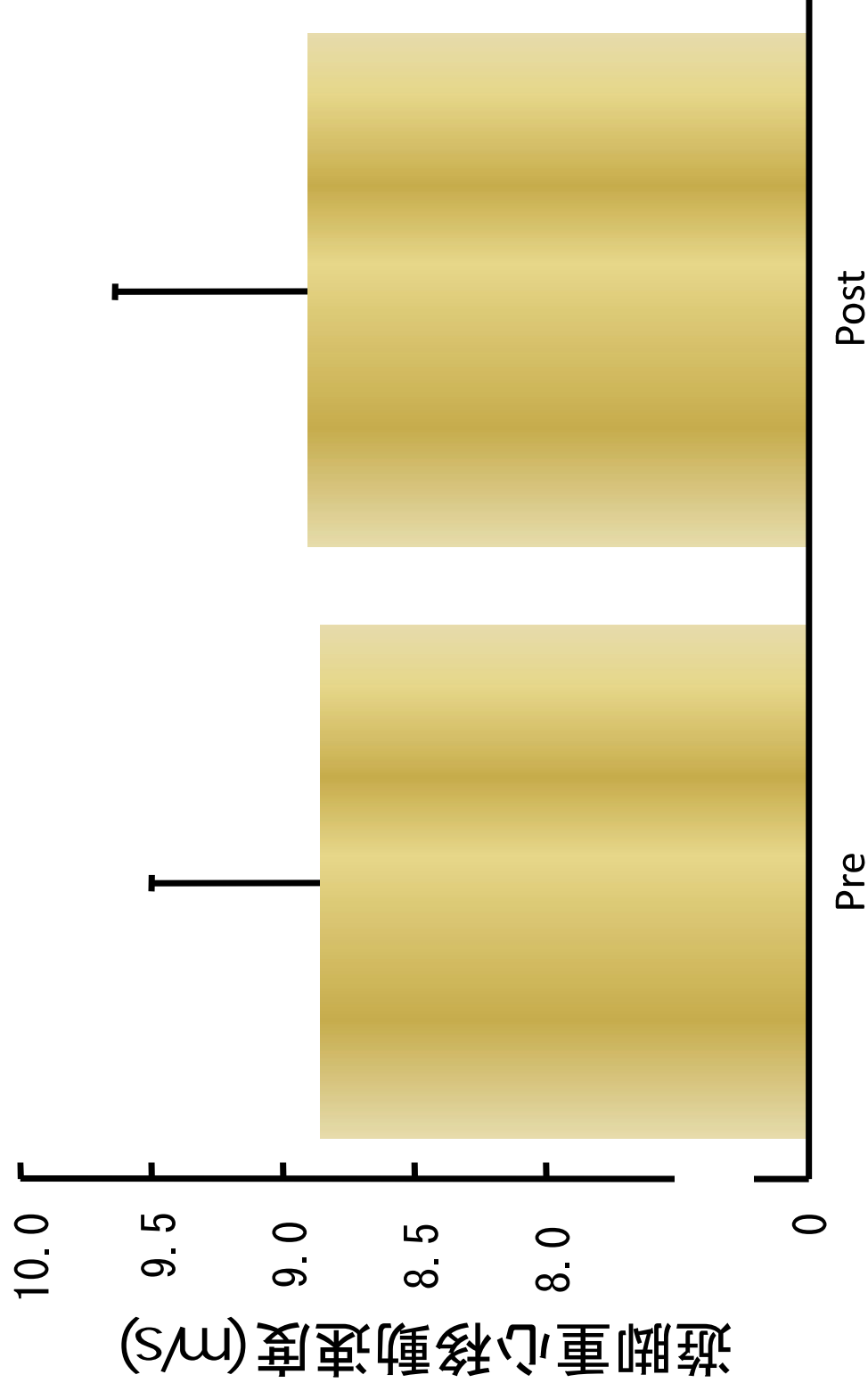


図14 T小学校における遊脚重心移動速度