

平成 30 年 6 月 29 日現在

機関番号：34514

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16434

研究課題名(和文) 幼児の外部環境に対するタイミング調節メカニズムの解明とその応用

研究課題名(英文) Childrens' timing adjustment mechanisms to the external environment

研究代表者

杉山 真人 (Sugiyama, Masato)

神戸親和女子大学・発達教育学部・教授

研究者番号：00442400

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は幼児のターゲットに対するタイミング調節のメカニズムの解明を行うこと、及び幼児の運動場面への応用の可能性について検証することを目的とした。結果として以下のことが明らかとなった。捕捉すべきターゲットの速度が課題の開始前に明らかな条件では幼児は課題遂行中に頭部を到達地点方向へ向ける、幼児では成人被験者とは異なりターゲットの速度変化が不確実な場合は頭部をターゲット方向へ向ける、ターゲットの前方に誘導刺激を点滅させた場合、低年齢児ほどこの誘導刺激の影響を受ける。これらの成果により、幼児の身体システムの更なる理解とタイミング能力を必要とする事態での運動支援策の構築が期待される。

研究成果の概要(英文)：Mechanisms of timing adjustment to a target by children were investigated and the possibility of applying the findings to children's exercise settings was examined. The results indicated the following: (1) If the velocity of a target to be acquired is shown before starting the task, young children turn their head toward the interception point when performing the task, (2) If the change of the target velocity is uncertain, young children turn their head towards the target, which is different from adults. (3) As an application, children tend to be more affected by the stimulus when blinking at an inducing stimulus ahead of the target. These results are expected result in a better understanding of children's physical systems and lead to the development of exercise support measures concerning timing abilities.

研究分野：スポーツ心理学

キーワード：タイミング調節 幼児 予測 発達

### 1. 研究開始当初の背景

優れたタイミングを発揮するためには、対象物と運動実行者の協調的な運動が欠かせない。特に移動するターゲットと運動実行者自身の動作を時空間的に一致させる行為は捕捉行為と呼ばれ、幼児の多様な運動の中でも極めて頻度が高く、かつ重要な技術である。この捕捉行為を正確かつ安定して遂行するために有効な情報を利用する方略は Bearing Angle (以下、BA とする) 方略と呼ばれる。なお、運動実行者は正確な捕捉行為を成立させるために移動中も BA を一定に保っていることから、Constant Bearing Angle (以下、CBA とする) 方略とも呼ばれ、運動実行者はこの CBA を知覚することによって捕捉行為を成立させている (Lenoir et al, 1999)。この CBA 方略は運動実行者、ターゲット、捕捉地点のそれぞれの位置関係のみに焦点が当てられているが、実際の運動場面を想定した場合、運動実行者は捕捉地点への移動中も頭部の回転によってターゲット及び捕捉地点との位置関係を把握するような情報処理を行っているはずである。このような頭部の変位によって得られるターゲットの知覚はタイミング調節のメカニズムを理解する上で重要であると考えられるが、これまでの研究では十分に検討されるには至っていない。さらにこの問題は幼児においても同様である。

### 2. 研究の目的

本研究は頭部の変位に着目し、幼児のターゲットに対するタイミング調節のメカニズムの解明を行うこと、及び幼児の運動場面への応用の可能性について検証することを目的とした。この目的を達成するために、以下に記す4つの実験を行った。

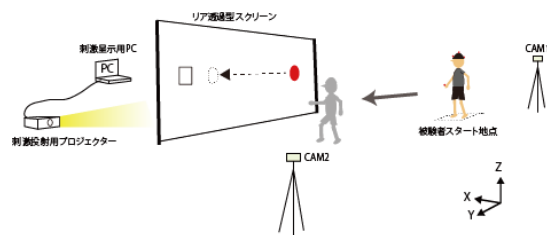


図1 実験装置及びセットアップ

### 3. 研究の方法

#### (1) 実験課題及び手続き

本研究ではすべての実験において図1に記した実験装置を用いた。被験者正面前方に透過型スクリーン(縦1.5m×横4m)を設置し、スクリーンを挟んで被験者の反対方向にプロジェクターを設置した。そして、プロジェクターからターゲットとなる光刺激(直径20cm)を投射する仕組みであった。ターゲットは3m水平移動し、ターゲット到達地点(20cm四方)にて停止した(ターゲット到達地点はターゲットだけではなく被験者の到達地点でもあるため、以下では到達地点と

する)。被験者はターゲットを視覚的に追従し、スタート地点から到達地点へ移動するとともに、ターゲットの到達と自身の移動完了をできるだけ正確に一致させることを求められた。被験者の移動完了はスクリーン上のターゲットの到達地点に右手の人差し指を接触させた時点とした。なお、この課題は実験4のみ一部異なった(実験4の課題は後述する)。ターゲットの移動速度の違いが捕捉行為に与える影響を検討するために、速度が異なる2種類の速度条件(slow, fast)を設けた。slowは0.45m/s, fastは0.85m/sに設定した。次に、移動開始位置の違いが捕捉行為に与える影響を検討するために2種類の移動開始場所の条件を設けた。この移動開始場所は到達地点からの角度によって異なる(図2)ため、角度条件(45, 90)と記すこととする。

被験者は頭部前部、頭頂部、頭部後部の位置に直径4cmのカラーマーカー(赤色)が添付されたキャップを装着した。水平面上における頭頂部とスクリーンから成る角度(HDA)を得るために、3点のカラーマーカーを一直線上に添付し、左右の耳珠点を結んだ線と直行するように調節した。また、右手の位置座標を得るために右手甲に同じくカラーマーカーを添付した。被験者側方2カ所(実験4のみ3カ所)からハイスピードカメラにて実験試技を撮影した。そして、撮影された映像を元に動作解析ソフトを用いて各カラーマーカーの座標位置をデジタイズした。これにより得られた2次元座標値からDLT法によって3次元座標値を算出し、3点加重移動平均法を用いて平滑処理を行った。

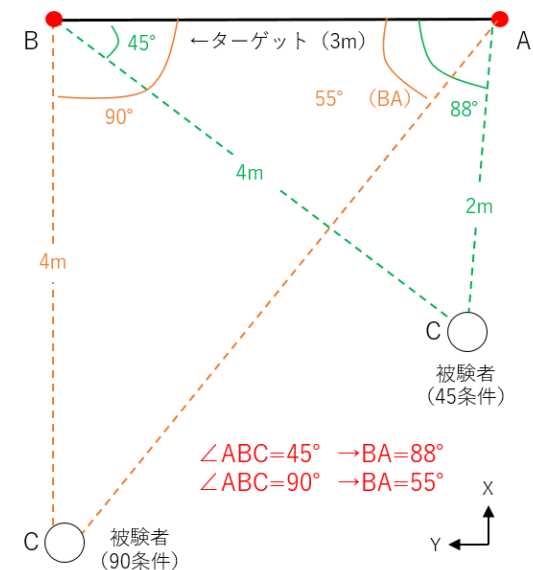


図2 課題開始時の角度と距離

タイミングの指標として次の3つの測度を用いた。

反応の正確性：ターゲットの到達とスクリーンへの被験者の右手の接触との誤差。

$\delta CBA_H$ ：先行研究によれば、被験者が捕捉行為を行っている時、被験者、到達地点、タ

ターゲットで構成される角(図2の ABC)に基づいてCBA(図2のBAに相当)を算出することができる(Chohan et al, 2008 など).これを参考に,本研究においても被験者の頭頂部,ターゲット,到達地点の座標値から課題遂行中のCBAを算出した. $\delta CBA$ はBA(角度: $45^\circ = 88^\circ$ ,  $90^\circ = 55^\circ$ )と,算出されたCBAにどの程度誤差が生じていたかを意味する.したがって,この $\delta CBA$ はターゲットとの協調度を表す測度と解釈することができる.なお,Chohan et al (2006)は $\delta CBA$ を頭頂部の座標から求めた場合を $\delta CBA_H$ としている.本研究も頭頂部の座標を用いているためこれに準じ,以下では $\delta CBA_H$ とする.

%HDA:頭部が向く角度(Head Direction Angle:以下HDAとする)を求めた.そしてHDAの値から,被験者が移動中のターゲットと到達地点の間のどの方位を向いているかを比率で表すために%HDAを求めた(図3参照).

なお,本報告書では結果を簡潔に記すため,反応の正確性は省略する.

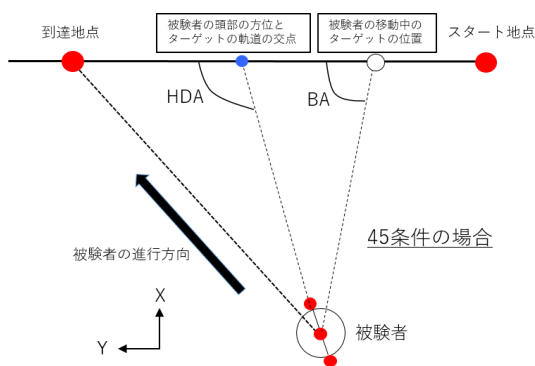


図3 各算出角度の定義

## (2) 各実験の内容

幼児の捕捉行為におけるタイミング調節メカニズム

**実験1及び実験2:** 幼児の捕捉行為におけるタイミング及び頭部の変位に対する事前見積もりの影響

ターゲットに対する被験者の捕捉行為の事前見積もりの影響を明らかにするためにターゲットの移動速度が事前に明らかな条件で課題を行った実験1(predictable条件:以下predictとする)とターゲットの移動速度が事前にはわからず,課題が開始されてから移動速度が明らかになる課題を行った実験2(unpredictable条件:以下unpredictとする)の比較を行った.

被験者は3歳児から5歳児までの幼児であった.試行数は速度条件(2)×角度条件(2)を3試行,合計12試行であった.predictは上記の条件のうち1つの条件を3試行続けて行ってから次の条件を行った.さらに課題を行う際,次にどのようなターゲットが呈示されるかという先行情報を与えた.他方,unpredictはランダムな順序で課題が呈示され

た.

**実験3:** ターゲットの不規則変化が成人被験者における捕捉行為の正確性と頭部の変位に与える影響

実験1及び2に加え,幼児のタイミング調節が先行情報の影響を受けるかどうかをより明確にするためには,日常的な運動を無理なく遂行することが可能な被験者との対比が有効であると考えられる.そこで,実験3では成人被験者を対象として捕捉方略を検討した.全ての被験者はまず,捕捉行為の予期が困難な変化条件(等速及び不規則3パターン)による課題を遂行した.また他の実験同様,速度条件(slow,fast)及び角度条件(45,90)が設定された.すなわち,速度条件(2)×角度条件(2)×変化条件(2)が設けられ,各3試行の合計24試行をランダムな順序で実施した(Irregular + No Change:以下I+NCとする).I+NC条件課題実施の6カ月後,全ての被験者は等速条件課題のみを行った(No Change:以下NCとする).この課題では,速度条件(2)×角度条件(2)を各3試行,合計12試行をランダムな順序で実施した.

捕捉行為の正確性を向上させるための応用の試み

**実験4:** 幼児の捕捉行為における誘導刺激の効果

誘導刺激の呈示が幼児の頭部の変位及び捕捉の正確性に与える影響を検討した.被験者は3歳児から5歳児までの幼児であった.ここまでの幼児を対象とした実験(実験1及び2)は幼児の発達の変化については言及していない.他方,実験4はこれらを踏まえた応用的な研究と位置づけられるため,発達の変化を見出すことができるかを試みた.したがって,発達の影響を検討するために,被験者は月齢60ヶ月を基準として低年齢児群と高年齢児群に分けられた.さらに統制条件と誘導刺激条件に割り当てられた.被験者が行う課題は一連の実験での課題(実験4では標準刺激課題とする)に加え,移動するターゲットと到達地点の間に誘導刺激が呈示される誘導刺激課題が設けられた.誘導刺激課題では被験者は課題遂行中,点灯する誘導刺激を視認することを求められた.全ての被験者の試行数は12試行であり,統制条件では標準刺激課題のみを行った.誘導刺激条件は最初(以下preとする)と最後の2試行(以下postとする)が標準刺激課題,残りの8試行は誘導刺激課題であった.結果については各測度に関して,pre-post間で比較を行った.

## 4. 研究成果

(1) 幼児の捕捉行為における事前見積もりの影響

一連の研究では特にslowかつ45の条件(図ではslow-45と表示する)を中心に検討した.なお,被験者が移動を開始した時点をも0%,

到達地点を100%とした上で、25%、50%、75%の各局面のデータを分析の対象とした。なお、移動開始から到達地点までを100%とした時、75%以降はリーチングの局面に相当する(Chohan et al, 2008)ため、75%を捕捉行為の終盤局面と位置づけた。これを踏まえ、移動開始時にターゲットの移動速度が事前にわかっている predict (実験1)と不明な unpredict (実験2)を比較した結果、 $\delta CBA_H$ においては角度、速度ともに slow での違いは見出されなかった(図4左)。しかし、%HDAにおいては unpredictの方が predictよりもターゲット方向へ頭部を変位させていた(図4右)。

次に、成人被験者を対象とした実験3では45条件において、NC条件よりもI+NC条件で $\delta CBA_H$ の平均値(被験者の移動開始から到達までのデータを対象とした)が増大した(図5)。これとともにI+NC条件ではより頭部を到達地点方向へ変位させる傾向を示した。つまり、成人被験者では予期が困難である環境における捕捉行為では頭部を到達地点方向へ変位させることが明らかとなった。これに対し、幼児ではターゲット方向へ変位させる傾向を示した。

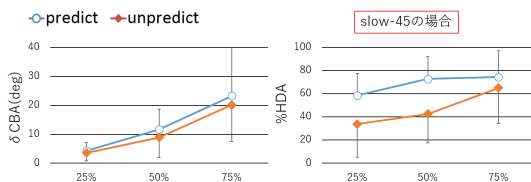


図4  $\delta CBA_H$ と頭部の変位の提示条件による違い

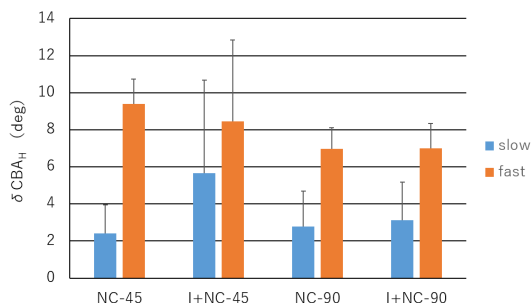


図5 提示条件、速度及び角度の違いによる $\delta CBA_H$

## (2) 捕捉行為の正確性を向上させるための応用の試み

実験1-3を通して、頭部の変位が捕捉行為に寄与している可能性が示唆されたことから、成人被験者と同様、幼児においても課題遂行中に頭部を到達地点方向へ変位させることによりタイミングの正確性が向上する可能性がある。この仮説に基づき、実験4を行った。なお、以下で示す $\delta CBA_H$ 及び%HDAの結果は、0%から75%までのデータを対象にして算出した。slowかつ45の条件(slow-45)の主な結果について記すと、低年齢児群と高年齢児群ともに誘導刺激条件においてpre-post間で差は見られず、統制条件において誤差が減少したが、低年齢児群の方が高年

齢児群よりも誤差が大きかった(図6)。特に低年齢児群の誘導刺激条件では学習効果が見られなかったことから頭部の変位の誘導は低年齢児のタイミングの学習を阻害する可能性が考えられる。なお、3歳児、4歳児、5歳児といった年齢の分類の仕方によっては誘導刺激条件の方が学習に貢献しうる可能性も示唆されたため、今後慎重かつ詳細な検討が必要である。次に、移動開始から75%局面までの%HDAの変動係数(以下、CVとする)を算出した。高年齢児群の統制条件のpre-post間でCVが増大した(図7)。これは誘導刺激による頭部の拘束がないために生じるものと思われる。ただし、他の条件では顕著な差は見られないことから誘導刺激の効果は高年齢児群に限定的な特徴であることが推察される。

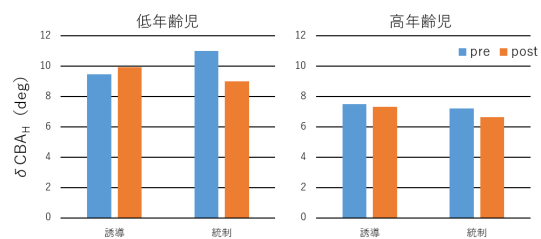


図6 slow-45条件における $\delta CBA_H$

この実験4ではこれまでの実験を踏まえ誘導刺激を呈示することによって捕捉行為の改善がなされるかという応用的な実験を試みた。限定的ではあるが頭部の変位が捕捉行為に影響するという知見を見出すことができた。今後はさらに発展的に捕捉に対する頭部を中心とした身体変数の寄与について検討する必要があると考えられる。

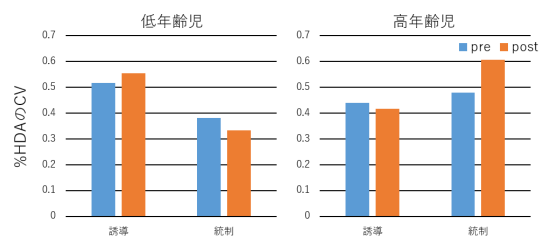


図7 slow-45条件における%HDAの変動

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3 件)

杉山真人・宮辻和貴・椿武・荒木雅信 (2018) 捕捉行為におけるターゲットとの協調性と頭部の先行運動, 体育学研究, 63, 49-64【査読あり】

杉山真人・宮辻和貴・荒木雅信 (2016) 加減速を伴う捕捉行為時の幼児のタイミング特性, ジュニアスポーツ教育学科紀要, 4, 21-27【査読なし】

杉山真人 (2015) ボールの軌道の遮蔽が捕球課題遂行中の幼児のタイミングコントロール能力に与える影響, ジュニアスポーツ教育学科紀要, 3, 19-25【査読なし】

〔学会発表〕(計 8 件)

杉山真人・荒木雅信 捕捉課題遂行中の誘導刺激が幼児の頭部の変位に与える影響 日本スポーツ心理学会第 44 回大会, 2017 年 11 月 26 日, 大阪商業大学

杉山真人・宮辻和貴・荒木雅信 ターゲットの不確実性に対する幼児の捕捉行為と頭部の変位パターンの特徴 日本体育学会第 68 回大会, 2017 年 9 月 9 日, 静岡大学

杉山真人 捕捉行為における頭部の変位パターンの発達の变化 日本幼児体育学会第 13 回大会, 2017 年 8 月 26 日, 龍谷大学

杉山真人・荒木雅信 幼児の捕捉行為遂行過程の発達の变化 -頭部の変位に着目して- 日本スポーツ心理学会第 43 回大会, 2016 年 11 月 5 日, 北星学園大学

杉山真人・椿武・宮辻和貴・荒木雅信 頭部の変位が捕捉行為の遂行に果たす役割 日本体育学会第 67 回大会, 2016 年 8 月 24 日, 大阪体育大学

杉山真人・荒木雅信 捕捉行為遂行のためのタイミング調節方略—発達の側面からの検討— 日本スポーツ心理学会第 42 回大会, 2015 年 11 月 21 日, 九州共立大学

杉山真人 ボールの軌道の視覚的制限が捕球課題遂行中の幼児のタイミング調節に与える影響 日本幼児体育学会第 11 回大会, 2015 年 8 月 29 日, 京都ノートルダム女子大学

杉山真人・宮辻和貴・荒木雅信 捕捉行為時における幼児のタイミング調節の特性 日本体育学会第 66 回大会, 2015 年 8 月 25 日, 国土館大学

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況(計 件)

名称：

発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

杉山 真人 (SUGIYAMA MASATO)  
神戸親和女子大学・発達教育学部・教授  
研究者番号：00442400

(2)研究分担者

( )

研究者番号：

(3)連携研究者

( )

研究者番号：

(4)研究協力者

( )