

幼児期における動く物体に対する物理的概念の発達について —子どもの探索行動による検討—

同志社大学 大 杉 佳 美
同志社大学 内 山 伊知郎

Object Knowledge of Toddlers in a Search Task

Doshisha University OSUGI, Yoshimi
Doshisha University UCHIYAMA, Ichiro

要 約

物理的概念のひとつである固体性について、この知識を用いて、落下後に隠れた対象物を探すという探索課題に2-3歳児は失敗する。そこで本研究では、固体性と落下の知識が必要である場合に、固体性により注意を向けることが可能な課題を実施することで、固体性を考慮することが子どもの行動に与える影響について検討した。その結果、落下・固体性課題をクリアできなかった子どもは、板の全体が見えることによって子どもの探索行動のパフォーマンスの向上が得られた。よって、2-3歳児が固体性と落下の知識を探索課題に用いることが難しい原因として、固体性を考慮しながら探索行動を行うことが難しい可能性が示唆された。

【キー・ワード】固体性、探索課題、2歳児、3歳児

Abstract

Generally, in the search task, two- to three-year-olds fail to find a dropped and hidden object at the same time when they have to apply the concept of solidity, although they had acquired this understanding in infancy. In this study, we focused on whether or not two- and three-year-olds could find a hidden object when attending to solidity, and we investigated whether or not the understanding of solidity affected children's search performance. We found that when they could see the board which acted as a barrier to stop the moving object, those who did not succeed in the fall & solidity task performed better than when they could not see the board. Thus, we suggest that one of the reasons why toddlers cannot apply the concept of solidity to find the dropped object is that they have difficulty in taking the concept of solidity into consideration while searching for the dropped object.

【Key words】solidity, search task, toddlers

目的

目の前にはない対象物を表象することは、目に見えるものに依存しないため、認知の主な特徴のひとつである。子どもは、感覚・運動システムが発達し、新しい経験をするにつれて、物理的な世界の表象を徐々に構築していく(Piaget, 1954)。

目に見えない対象物に対する表象を調べるために、隠されたものを探すという探索課題をPiaget(1954)が乳児に用いて以来、探索課題は認知発達を調べるために用いられるようになった。

本研究で注目した対象物の物理的概念の発達を調べるためにも、探索課題が用いられている(e.g., Berthier, DeBlois, Poirier, Novak, & Clifton, 2000; Hood, Carey, & Prasada, 2000; Kloos & Keen, 2005)。ここでいう対象物の物理的概念とは、連続性(continuity: 対象は連続した軌跡上を動く), 固体性(solidity: 対象は障害物によって妨げられている軌跡上を通過しない), 重力(gravity: 対象は支えのないところでは下に動く), および慣性(inertia: 対象は動きが突然自発的に変化しない)である(Spelke, Breinlinger, Macomber, & Jacobson, 1992)。

固体性の理解を調べる探索課題では、主に、対象物であるボールを転がし、ボールの転がる様子を遮蔽する遮蔽パネルが設置された装置が使用されている(e.g., Berthier et al., 2000)。さらに、ボールの動きを止める板が遮蔽パネルと垂直に挿入され、この板の上部は遮蔽パネルから見える。遮蔽パネルにはボールを見つけるためのドアが付いており、板の位置に応じてドアを開けてボールを見つける。課題の遂行は、部分的に見える板の位置を手掛かりにボールの位置を推測して、適切なドアを開けボールを見つけることを子どもに要求する。したがって、この課題において、子どもが隠れた対象物を探す場所を知っており、ボールを見つけることができるかどうかは、隠された対象物がどこにあるのかを推測する手掛けかりや物理的概念に関する知識を用いる能力によるといえる。

このような能力と子どもの課題遂行との考え方の関連性について、Keen & Shutts(2007)は、隠された対象物を探すという課題に対する理解、対象物の動きを妨害する板の役割の理解、隠れている対象物の動きを追従し続けること、板の可視できる部分を手がかりとして注意を向けるなどを挙げている。

そこで、われわれは、子どもが探索エラーを引き起こす原因として、次の2つの可能性に着目した。1つ目の可能性として、落下する対象物への探索は、固体性と落下という2つの知識を同時に扱う必要があるが、2歳児と3歳児はこれらの知識を統合させて使用するのが難しく、落下事象において固体性の知識をうまく利用することが難しいという可能性である。特に、探索エラーが生じるのは、子どもは、対象物が落下するときには、一番下まで落ちるという落下の概念の方を優先して用いて探索課題に従事しているためという可能性である。2つ目の可能性は、対象物の落下の動きを妨害するものがある場合、その妨害物に気付いている、あるいは、固体性の概念の理解があるとしても、妨害物を考えながら探索行動を行うことが難しいという可能性である。

1つ目の可能性を検討するため、大杉・内山(2007)は、課題に、物は落下するという落下の知識(落下課題)と、物の動きを妨害する板の存在という固体性の知識(固体性課題)を組み込んだ。そして、これらに対し、対象物の落下の動きを妨害する板の上に対象物が落下する場合と板の上に置く場合の

探索課題を2, 3歳児に実施した。その結果、2歳児にとって、対象が落下する場合の固体性課題は、対象が落下しない場合の固体性課題よりもうまく探索することが難しいことが分かった。つまり、この結果は、2歳児は、対象物が落下という動きを伴う場合、その動きを妨害する板という固体性に注意を向けるというよりむしろ、落下という動きへ注意を向けやすいと考えられる。これは、動きという手掛けりは、3歳以前の幼い子どもでも用いることが可能であるが、壁という手掛けりは、3歳になるまで用いられない(Keen & Shutts, 2007)という主張と一致する。

2つ目の可能性として、上述したように、子どもは、対象物の落下の動きを妨害する物に気付いている、あるいは、固体性の概念の理解があるとしても、妨害物を考えながら探索行動を行うことが難しいという可能性である。これに関して、Keen & Shutts (2007)は、2歳児にとって対象物の位置を予測するための重要なカギは、空間的配置の中で、目に見えて利用できる構成要素を持っていることであり、この要素を想像することが、この年齢の子どもにとって予測を困難にしている、あるいは、予測を不可能にしていると指摘している。したがって、探索課題において、子どもがうまく対象物を見つけるためには、対象物の動きを妨害する板の存在を表象しながら探索することが必要であると考えられる。

そこで本研究では、この2つ目の可能性を検討するために、固体性と落下の知識が必要である場合に、固体性により注意を向けることが可能な課題を実施することで、固体性を考慮することが子どもの探索行動に与える影響について検討した。

方 法

参加者 私立保育園に在園する2歳児11名($M=31.45$ ヶ月, $SD=2.98$ ヶ月, レンジ27–35ヶ月)と3歳児18名($M=41.39$ ヶ月, $SD=3.31$ ヶ月, レンジ36–47ヶ月)が本研究に参加した。

装置 探索課題の装置の大きさは、高さ80cm×横60cm×奥行60cmであった(図1)。装置は、高さ80cmの白色アクリル樹脂板の4本の柱が、縦60cm×横60cmの白色アクリル樹脂板に固定して立てられたものであった。また、高さ40cmの位置に、縦60cm×横60cmの白色アクリル樹脂板が必要に応じて差し込まれた。柱の一番上と中段の板の位置には、上げ下げ可能な縦80cm×横30cmのベージュ色のロールカーテンが透明のバーに取り付けられた。

探索対象は赤いボール(直径7cm)を使

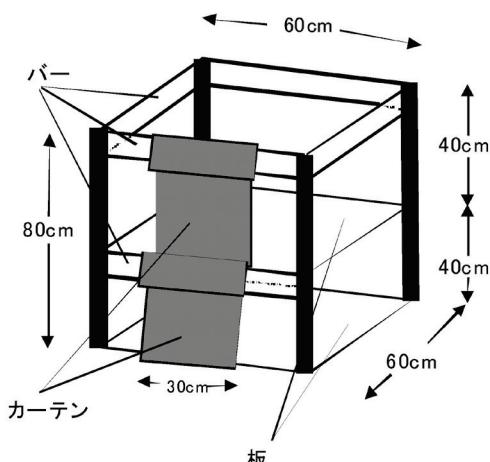


図1 探索課題の装置

注)上段の板は取り外しが可能であり、下段の板は固定されている。

用した。落下後に転がったり動いたりしないように、ポール表面に赤色の丸いマジックテープが貼られた。また、装置の上下段それぞれの板に白いマジックテープを貼り、ポールが落下したときに板上に付着するよう施された。

課題 課題は、ボールの落下軌跡、ならびにボールの着地点がカーテンで遮蔽されており、上下段どちらかのカーテンをめくりボールを見つけるものであった。装置中段に板を挿入するかしないか、また、中段と下段の板の全体が見えるか板の一部分が見えるかによって、落下課題、落下・固体性課題、統制A課題、統制B課題の4種類を実施した(図2)。落下課題は、中段の板が取り外されボールが落下するもので、下段のカーテンをめくるとボールを見つけることができた。落下・固体性課題は、中段の板が挿入されボールが落下するもので、上段のカーテンをめくるとボールを見つけることができた。統制A課題は、落下・固体性課題と同じであるが、装置の中段と下段の板の全体が目に見えた。統制B課題は、落下課題と同じであるが、装置下段の板の全体が目に見えた。

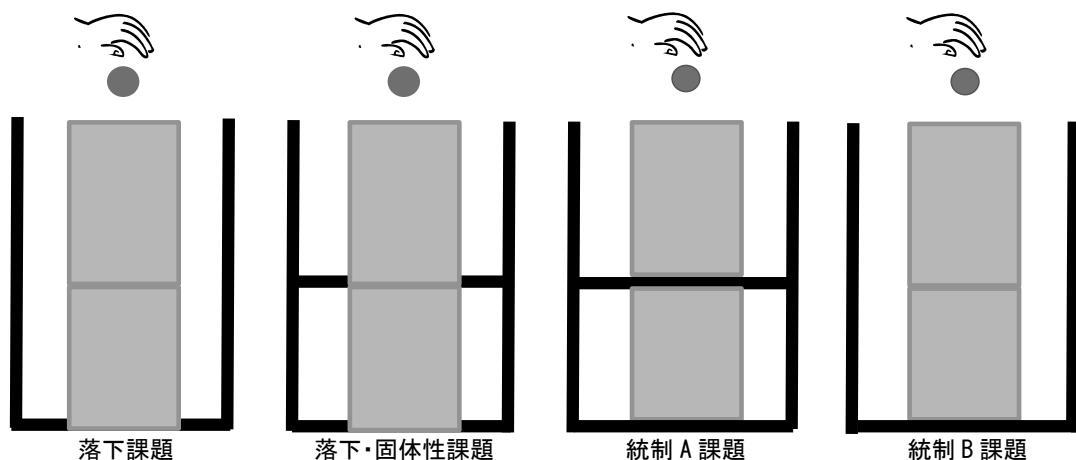


図2 各課題について

手続き 装置は床に設置され、子どもは装置の正面に向き床に座った。開始前に、子どもに「今からボール探しゲームをします。ボールはカーテンの後ろに隠れているから、どちらかのカーテンをめくってボールを見つけて下さい」と教示した。

はじめに、段に対する選好を調べるために選好テストを行った。子どもに上下段どちらかのカーテンを1回だけめくってもらった。装置には板が挿入され、カーテンは上下段とも下ろされていた。

つぎに、4種類の課題をランダムに、各課題を連続5試行ずつ行った。各課題とも1試行ごとに、「今からボールが落ちるから、どっちにボールが隠れているかカーテンをめくって見つけて下さい」と教示し、装置上部からボールを落下させた。いずれの試行も、ボールが見つけられた時点で終了した。

課題施行中、課題の性質に応じて、板の挿入と取り外しを行った。板の出し入れの前に上下段のカーテンを上げ、子どもに板の出し入れの様子を見せた。板が中段に挿入されない場合は、「板をとっ

て横に置きます」あるいは「板を横に置いたままにします」と言って板を取り外し、板を子どもに見えるよう装置横に置き、装置中段に板がないことを示した。板が挿入される場合は、「板を入れます」あるいは「板が入っています」と言って板を挿入する様子を子どもに見せた。挿入後、板をたたいて中段に板があることを子どもに示した。課題施行中の子どもの行動は、装置の後方に設置されたデジタルビデオカメラで記録された。

結 果

選好テスト

ボールがどこにあるか分からぬ場合、子どもは自分の好きな方のカーテンをめくると考えられる。よって、上下段に対し、一方の段に選好があるかどうかを調べるために選好テストを行った。2歳児は、全員が上段を選択し、3歳児も18名中13名(72.22%)が上段を選択した。よって、上段を選択しやすい状況であったことが否定できないため、これ以降の分析では、上段を選好したのにも関わらず、落下・固体性課題で失敗をした子どものデータのみを対象とする。落下・固体性課題で5試行中1試行でも失敗をした参加者は、2歳児6名($M = 30.83$ ヶ月, $SD = 3.00$ ヶ月, レンジ28–35ヶ月), 3歳児8名($M = 40.13$ ヶ月, $SD = 2.80$ ヶ月, レンジ37–45ヶ月)であった。

各課題の成績について

固体性の知識を用いて板の有無に応じて適切な探索行動ができたかどうかを検討するため、課題別にボールを見つけた試行数を算出した(図3)。各課題の成績について、年齢による違いを検討するためにWann-Whitney検定を行ったところ、いずれの課題においても年齢の有意な違いは見出されなかった。

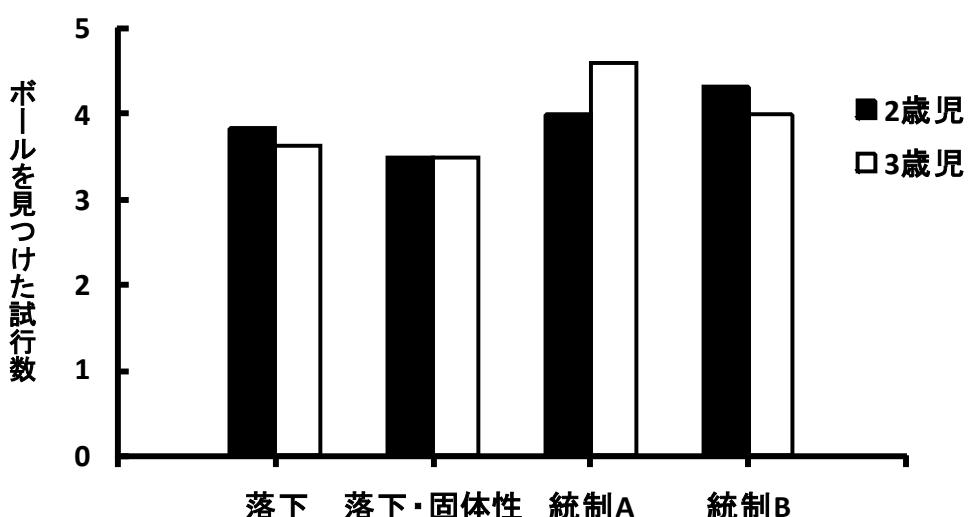


図3 課題の成績

次に、板の有無と板の見えによって課題の成績に影響が見られたかどうかを検討するため、年齢別に Wilcoxon の符号付き検定を行った。2歳児では、板が中段にない場合の板の見え(落下課題 vs. 統制 B 課題)と、板が中段にある場合の板の見え(落下・固体性課題 vs. 統制 A 課題)に有意な違いは見られなかった。一方、3歳児では、板が中段にない場合(落下課題 vs. 統制 B 課題)、板の一部分が見える場合(落下課題)と板の全体が見える場合(統制 B 課題)とに有意な違いは見られなかった($z = 0.74$, n.s.)。しかし、板が中段にある場合(落下・固体性課題 vs. 統制 A 課題)、板の一部分が見える場合(落下・固体性課題)よりも板の全体が見える場合(統制 A 課題)の方が有意に成績はよかつた($z = 2.46$, $p < .05$)。

考 察

本研究では、子どもが固体性に注目しやすい課題を行うことにより、2歳から3歳の子どもがもたらす探索エラーの原因が、探索行動中に固体性を考慮することと関連しているかどうかを検討した。そのため、本研究では、装置中段の板の有無と板の見えによって4種類の課題を実施した。

本研究では、上段を選びやすい状況であったことが選好テストで明らかとなったため、上段を選びやすいのにもかかわらず、落下・固体性課題で失敗をした子どものみの課題の成績を分析した。よって、本来、3歳児は、落下課題も落下・固体性課題もうまく遂行することができるが(大杉・内山, 2007, 2009 を参照), 本研究で分析対象となった3歳児は、これらの課題の成績は通常より悪くなつた。2歳児と3歳児の課題の成績に有意な違いが見出されなかつたのは、3歳児が上述の課題に失敗をした子どもが対象であったため、発達水準を考慮すると、平均的な3歳児よりも低いレベルであった可能性がある。

一方、装置に挿入されたボールの着地点である板の見え方と中段の板の有無による課題の成績の違いを検討したところ、2歳児では、板の見えによって課題の成績に違いが見られなかつた。しかし、3歳児は、中段に板がある場合、板の一部分が見える場合(落下・固体性課題)よりも板の全体が見える場合(統制 A 課題)の方がうまくボールを探索することができた。

この結果は、幼い子どもにとって、対象物の落下軌跡上に落下の動きを妨害する板がある場合、その板を考慮しながら探索することは難しいが、落下の動きを妨害する板の全体が見えている場合、板に注意しながら探索することができるといえる。よって、子どもは、中段に板があるとボールはその板を通過することができないという固体性の理解があるのにも関わらず、その知識を用いながら探索することが難しいと考えられる。しかしながら、2歳児においては、このような見解が支持されたといえず、かつ、上段の選好が優位な状況であったため、課題施行時の状況設定も含めたさらなる検討が必要である。

幼い子どもが、落下・固体性課題に失敗するという現象に対する解釈として、子どもは、対象物の動きといった直接的な情報について注意を向けることができるが、より間接的で合図のような情報は用いることができないという Keen & Shutts(2007)の主張、また、子どもは、対象物が停止する場所を予測するために知識を用いるができるのは、探索行動に重要な要素すべてを見ることができる

場合に限られるという Kloos & Keen(2005)の主張がある。本研究において、3歳児は、板の全体が見えている場合であれば、落下・固体性課題をうまく遂行することができるという結果は、これらの主張と一致する。つまり、探索場面において、子どもは、落下という対象物の動きに注意を向けやすいため、対象物の動きを妨害する板の存在を表象しながら探索することや、部分的に可視できる板を手がかりに板全体を表象することが難しいと考えられる。

まとめると、幼い子どもは、探索場面において、対象物の動きという直接的な情報を用いることはできるとしても、板という間接的な情報を用いることが難しいといえるため、この間接的な情報をこの年齢の子どもにとって分かりやすい形態で呈示する必要があると考えられる。たとえば、幼い子どもが対象物の位置についての推測に従事するために、対象物の動きを止めている板という、課題達成に重要な要素に注目することができるようなサポートや手がかりが必要であるだろう。一方、本研究の結果は、上段を選択しやすい状況での結果であるため、上述した示唆が明白であるかどうか、状況を統制したうえで、今後もさらなる検討が必要である。

引用文献

- Berthier, N. E., DeBlois, S., Poirier, C. R., Novak, M. A., & Clifton, R. K. (2000). Where's the ball? Two- and three-year-olds reason about unseen events. *Developmental Psychology, 36*, 394-401.
- Hood, B., Carey, S., & Prasada, S. (2000). Predicting the outcomes of physical events: Two-year-olds fail to reveal knowledge of solidity and support. *Child Development, 71*, 1540-1554.
- Keen, R., & Shutts, K. (2007). Object and event representation in toddlers. *Progress in brain research, 164*, 227-235.
- Kloos, H., & Keen, R. (2005). An exploration of toddlers' problems in a search task. *Infancy, 7*, 7-34.
- 大杉佳美・内山伊知郎 (2007). 1-3歳児における物理的規則性の知識について—探索行動による固体性の知識の検討— 同志社心理, **54**, 60-70.
- 大杉佳美・内山伊知郎 (2009). 2, 3歳児における対象の物理的規則性の認識について(2) 日本発達心理学会第20回大会発表論文集, 613.
- Spelke, E. S., Breinlinger, K., Macomber, J., & Jacobson, K. (1992). Origins of knowledge. *Psychological Review, 99*, 605-632.

謝 辞

本研究の実施にあたり、社会福祉法人愛善信光会亀岡保育園のご協力を得ました。記して感謝申し

上げます。