幼児の数の見積りにおける手がかりの効果

浦上　萌・杉村伸一郎

Effect of anchor point on numerical estimation in young children

Moe Uragami and Shinichiro Sugimura

数の見積り能力の発達に関して，近年では数直線課題を用いて多くの研究がなされており，提示した数と見積った数とのズレが大きい対数型から正確な直線型へと数表象が移行することが示されている。小学生を対象とした研究では，移行には見積りの際の基準となるアンカーポイントの使用が関連していることが報告されており，本研究では，幼児を対象に手がかりを操作することによりアンカーポイントの使用について検討した。年中児と年長児99名を対象に，0~20の数直線課題を用い，中点手がかり，単位手がかり，手がかり無しの3つの条件を実施した。その結果，中点手がかり条件では，手がかりの効果が一部示されたものの，単位手がかり条件では，手がかりの効果が見られなかった。また，中点手がかり条件も，比率的判断を行うために中点を用いたのではなく，外的アンカーポイントの使用と同様に手がかりを使用したことが示唆された。以上より，幼児には就学後で見られたような比率的な判断で数量を見積ることや，1単位を意識した計数方略が困難であると考えられた。

キーワード：見積り，数直線課題，アンカーポイント，手がかりの効果，幼児

問　題

見積り (estimation) の能力は，日常生活の中で必要不可欠な能力であり，乳幼児期から扱われる数量に関する能力のひとつである (Siegler & Booth, 2004)。これまでにも，この見積り能力と数の大小比較や計数・集合数の理解とが幼児期から関連していることや (Laski & Siegler, 2007; 浦上, 2012), 就学前の見積り能力の成績が就学後の加算の成績を予測しているなど (Booth & Siegler, 2008), 就学前後において見積り能力は重要な役割を担っていることが示されている。

見積り能力に関しては，就学後以降の子どもを中心に，数直線課題 (Number-to-position task) を用いて多くの研究でその発達的変化が検討されてきている (例えば，Ashcraft & Moore, 2012; Siegler & Opfer, 2003)。数直線課題は，1枚の用紙の中央に，左端に0，右端に100 (もしくは10，20，1000) が書かれた数直線を提示し，数直線の範囲内にある整数を与え，参加者にその数の数直線上の位置を見積ってもらう。そして，実験者が提示した数を横軸に，参加者が見積もった数を縦軸にとった散布図を描き，直線や対数などの関数に当てはめ，見積りの特徴を判定する。その特徴は，数量概念

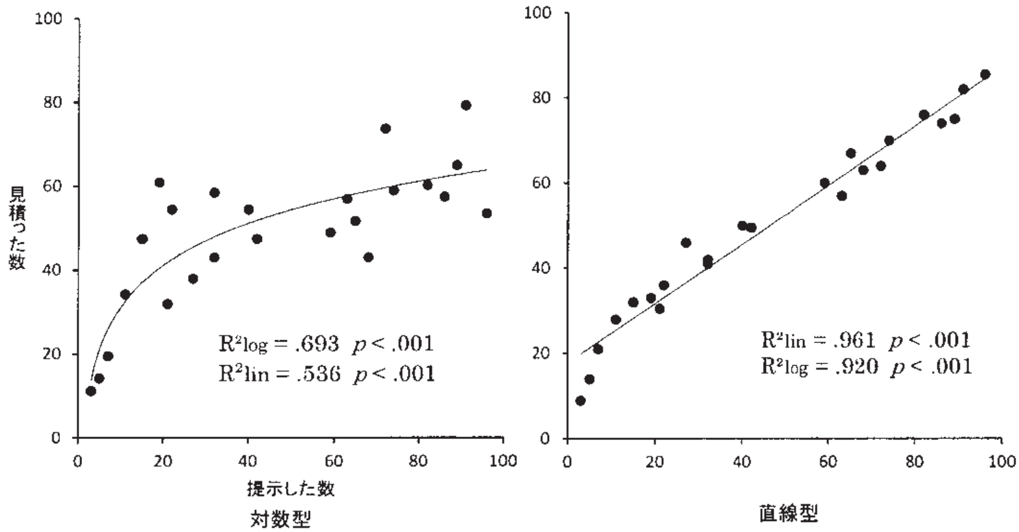


Figure 1. 数表象の型の発達的変化 (浦上, 2012)

の理解に関する型 (数表象の型) として扱われる。

先行研究によると，子どもは，数の文脈に応じて複数の数表象を保持し，加齢とともに数表象の型は対数型から直線型へ移行するという (例えば，浦上, 2012; Figure 1)。これまでにも，幼児 (年長児，平均年齢 5 歳 10 ヶ月) と小学 1, 2 年生を対象に，0〜100 までの数直線課題を行った結果，幼児では対数型，小学 1 年生では対数型と直線型が入り混じった状態，小学 2 年生では直線型と発達的に変化すると報告されている (Siegler & Booth, 2004)。

また，幼児を対象にして行われた数直線課題の研究は，数直線の範囲を変えて実験が行われた。Berteletti, Lucangeli, Piazza, Dehaene, & Zorsi (2010) が，0〜100，1〜10，の数直線課題を年少児，年中児，年長児 (平均年齢はそれぞれ 4.0 歳，5.0 歳，5.9 歳) に対して行った結果，0〜100 の数直線では全ての学年で対数型をなし，対数関数の適合率 (R^2 値) が加齢とともに良くなることが示された。加えて，1〜10 の数直線では，年少児では対数型，年中児，年長児では直線型の方がより良く適合していた。また実験 2 では，1〜20 の数直線でも実験を行った。その結果，年少児では対数型，年中児，年長児では対数型と直線型の適合率に有意な差はなく，この数の範囲において直線型を示し始めることが示唆された。

以上のような数表象の移行に関して，White & Szucs (2012) は，数直線課題から導き出された数表象の違いには，方略の選択が関係していることを示した。小学 1 年生から小学 3 年生に対して，0~20 の数直線課題を行い，提示した数 (2，4，7，8，11，13，16，17) ごとに，数表象の型の判定とその正確さについて詳細に検討した。小学 1 年生は，数直線の原点 (もしくは終点) から順番に数える計数方略 (counting strategy) の使用や，始点 (0)，もしくは終点 (20)，あるいはその両方の近辺では見積りの正確性が高いことから，数直線上に示された線を外的アンカーポイント (external anchor point) として使用したと考えられた。そして小学 2 年生，3 年生になると，外的アンカーポイントの使用に加えて心的アンカーポイント (mental anchor point) の使用が示唆された。心的アンカーポ

イントは，課題の中で，数直線上に子どもが独自に作り出す心的な基準点で，例えば，0 と 20 の中心は 10 であるといったような基準を自ら導き出すことである。White & Szucs (2012) は，数直線上で部分と全体の関係が理解でき，心的アンカーポイントを使用して比率的な判断をすることで，数表象の発達的変化が生じることを示唆した。

しかし，White & Szucs (2012) では，実験結果から方略を推定しているので，実際にその方略を意識的に参加者が使用しているかどうかは明らかでない。そこで，本研究では，数表象の型と方略についてさらに詳細に検討するために, 2 種類の手がかり (外的アンカーポイント) をつけた数直線課題を経験することにより，数表象の型がどのように変化するかを検討する。

具体的には，被験者間で中点手がかりと単位手がかりの 2 条件を設定する。中点手がかり条件では，数直線上にその範囲の数の中点に印を付け課題を行い，その前後に実施する通常の数直線課題において数表象がどのように変化するかを検討する。中点は，通常の数直線課題で，比率方略の使用者が心的に作り出したと考えられる基準点である。よって，数直線の見積りを比率的側面に関して介入するものとして位置付ける。

単位手がかり条件では，数直線上に単位である 1 の位置に印を付け課題を行い，その前後に実施する通常の数直線課題における数表象がどのように変化するかについて検討する。単位は，通常の数直線課題で, 計数方略の使用者が意識していると考えられる正確な単位を提示した数直線である。既定の単位を計数することに関して介入するものとして位置付ける。

なお，参加者に関しては，Berteletti et al. (2010) の研究で，1~10，1~20 の数直線課題で幼児において数表象の移行が見られたことから，年少児から年長児を対象とする。また，アジア圏の子どもの方が西欧の子どもよりも，数字の認知や桁の理解，大きな数の理解に関して成績が高いという報告や (Miura, Okamoto, Kim, Steere, & Fayol, 1993)，幼児の計数や数唱に関しても，中国語を使用する幼児の方が，英語を話す幼児より成績が良かったという報告があることから (Miller, Smith, Zhu, & Zhang, 1995)，数表象の発達に関しても，欧米の子どもより日本の子ども達の方が早期に発達することが示唆される。よって数直線課題の範囲については，0~20 の範囲を馴染みのある範囲として設定する。

以上のように，本研究では，自発的には心的アンカーポイントを使用できなくても，外的に手がかりを提示することで，計数方略や比率的な判断が促される子どもが存在すると考えられ，以下のように仮説を立てる。中点手がかり条件において，事前テストで対数型だった者は，比率的な判断を促され，見積りの正確性が向上し，直線型になる者が増加すると考えられる。単位手がかり条件において，事前テストで対数型だった者は，正確な単位を示されることで，その単位を用いて計数することが促されるため，見積りの正確性が向上し，直線型になる者が増加すると考えられる。加えて，事前テストから直線型であった者は，2 つの手がかり条件において，見積りの正確性が向上し，直線型の適合率が上昇すると考えられる。

方　法

参加者と調査時期　広島県内の私立保育園に通う年中児と年長児 99 名が調査に参加した。内訳は，

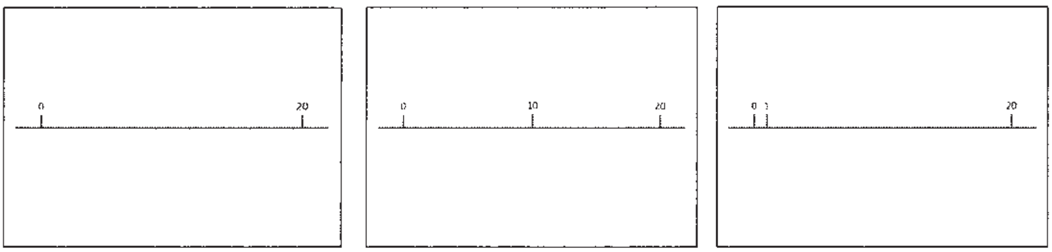
年中児 50 名 (男児 28 人，女児 22 人，平均年齢 4 歳 8 ヶ月)，年長児 49 名 (男児 31 人，女児 18 人，平均年齢 6 歳 0 ヶ月) であった。調査時期は 2012 年 7 月中旬から 2012 年 9 月初旬であった。

課題と手続き　参加者は事前テスト，介入テスト，事後テストの計 3 回数直線課題を行った。事前テストでは，最初に数直線課題で用いる範囲の数を知っているかを確認するために，数唱課題を実施し，20 まで数唱できた者には 0~20 の数直線課題を実施した。そして数直線課題を実施する前に，線を描く課題を実施し，数直線課題で見積る際に線を描く練習行い，その後，0～20 の数直線課題を実施した。介入テストは，事前テストの約 1 週間後に行った。中点手がかり条件，単位手がかり条件，手がかり無し条件の 3 種類あり，事前テストの数表象の型の結果をもとに 3 条件に分類して行った。具体的には，事前テストの結果を直線関数，対数関数に適合した結果，直線型，対数型，適合無しの割合が 3 つの条件間で均等になるように分類した。そして，介入テストの直後に事後テストとして 0～20 の数直線課題を行った。

数唱課題　1 から数えられる数までの順唱を行い，その後 3 から 0 までの逆唱を行った。「最初に，数を数えるゲームをしましょう。1 から順番に数を数えてみてくれる」と教示し，順唱を行った。続いて「じゃあ，次は 3 から小さい方に数を数えてみてくれる」と教示し，逆唱を行った。教示の意図が通じなかった対象児には，「じゃあお姉ちゃんの指を見てね」と言い，3 本指を立てて「これはいくつ」と尋ね，2 本，3 本も同様に尋ねた。その後，手を握って指が立っていない状態を示し，「これはいくつ」と尋ねた。

線を描く課題　全部で 4 枚の B5 の用紙があり，全ての用紙の中央に 18 ㎝の直線が横向きに記してある。それに加え，1 枚目の用紙には直線の左端から 2 ㎝の位置に，2 枚目には左端から 7 ㎝の位置に，3 枚目には左端から 13 ㎝の位置に，4 枚目には，左端，左端から 0.5 ㎝，左端から 1 ㎝の位置に，縦に 1 ㎝の線が記してあった。

「次は線を書くゲームです。今からやってもらうことを言うね」と教示し，1 枚目の用紙を見せながら，「ここに横に長い線が 1 本あります。ここには縦に短い線が 1 つあるね。この縦に短い線の上をなぞってみてくれる」と教示した。2 枚目と 3 枚目は「じゃあ次も，この縦に短い線をなぞってみてくれる」と教示した。次に 4 枚目を提示し，「次は横に長い線が 1 本あって，縦に短い線がいくつか並んでいます。(一番右端に記してある縦線を指さしながら)，この線のとなりに同じように縦に短い線を描いてくれるかな」と教示した。



手がかり無し条件　中点手がかり条件　単位手がかり条件

Figure 2. 3種類の数直線課題

0〜20 の数直線課題 (Figure 2)　事前と事後のテスト，介入テストの手がかり無し条件に使用した通常の数直線課題は，B5 用紙の中央に長さ 24 cm の直線が横向きに描かれ，直線の左端から 2 cm の位置に長さ 1 cm の縦線とその上部に 0 が記してあり，直線の右端から 2 cm の場所に長さ 1 cm の縦線とその上部に 20 が記してある用紙を 11 枚使用した。また介入テストの中点手がかり条件では，通常の数直線課題で使う用紙に，数直線上の左端から 12 cm の場所に縦 1 cm の線が描かれており，その上部に 10 と記されていた。そして，介入テストの単位手がかり条件では，通常の数直線課題で使う用紙に，数直線上の左端から 3 cm の場所に縦 1 cm の線が描かれており，その上部に 1 と記されていた。提示された数は，1，2，3，4，7，8，10，11，13，16，17 で 1 と 10 以外は無作為に全員同じ順番で提示し (順に，3，11，7，16，4，8，17，2，13)，1 と 10 はカウンターバランスをとり，最後に提示した。中点手がかり条件と単位手がかり条件では，10 と 1 を除いた数が尋ねられた。先行研究と異なり，数直線の両端に 0 や 20 を記さなかったのは，提示した数が 0〜20 までの範囲内の数に関わらず，その範囲外を見積る対象児を判別するためである。

通常の数直線課題では，「次は，数の線でゲームをします。この紙を見てください。ここに一本の数の線が引いてあります。 (該当箇所を指さしながら) ここには 0，ここには 20 があります。今から言う数がこの線の上でどこにあるか，教えてね。お姉ちゃんが言った数がこの線のどこにあるか決めたら，この鉛筆で縦に線を書いて教えてね。じゃあ，3 はどこにあるかな」と教示した。対象児が鉛筆で印を書いたら次の用紙に移った。介入テストで手がかりの線が記してある中点手がかり条件と単位手がかり条件に分類された対象児に対しては，20 の場所を説明した後に「そしてここには 10 (もしくは 1) があります」と教示した。

分析方法　数表象の型を分析するために，提示した数を横軸にとり，見積った数を縦軸にとった散布図を描き，移行仮説の理論に基づいた曲線推定 (直線関数と対数関数) を行った。数表象の型の分類は，管 (2001) を参照し，分析結果が有意 (もしくは有意傾向) であり，加えて決定係数 (R^2 値) が.25 以上であるものを採用した。複数の関数で上述した記述を満たす場合，先行研究と同様に AICc (Akaike information criterion, corrected for small sample sizes) を用いて分類を行った (Barth & Paladino, 2011; Slusser, Santiago, & Barth, 2013)。AICc の値の違いにより，適合率とモデルの複雑性のバランスを考慮に入れて分類することが可能になると考えられている。

結　果

分析対象　数唱課題の結果，0〜20 の数直線課題を実施した者は，年中児 19 名 (男児 9 名，女児 10 名，平均年齢 5 歳 0 ヶ月)，年長児 42 名 (男児 28 名，女児 14 名，平均年齢 6 歳 0 ヶ月) の計 61 名で，その内，分析対象は，最後まで課題を遂行できなかった 3 名を除いた 56 名となった。

事前テスト　曲線推定を行った結果，直線型 37 名，対数型 11 名，そしていずれの関数にも適合しなかった者 (適合無し) が 8 名となり，直線型に適合した者の割合が多かった。各型において提示した数と見積った数との差 (PAE= ｜見積った数－提示数｜／数直線の範囲×100; 例えば，Siegler & Opfer, 2003; Slusser et al., 2013) の平均値を算出し (直線型，対数型，適合無しの順に，平均値 (SD) ＝ 10.84 (5.17)，14.78 (5.82)，35.58 (14.37))，数表象の各型 (直線型，対数型，適合無し)

において PAE に対する 1 要因の分散分析を行った。その結果，数表象の型における PAE の差は有意であった (F (2, 53) = 38.90, p< .001)。Tamhane 法による多重比較の結果，直線型と対数型が適合無しより PAE の値が小さいことが分かった。

Table 1. 時点と条件別のPAE平均値とSD

条件	事前		介入		事後	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
中点手がかり(N=21)	15.16	10.85	12.91	10.29	12.58	9.62
単位手がかり(N=19)	18.76	13.05	16.35	14.58	18.07	13.95
手がかり無し(N=16)	10.84	7.33	13.74	9.20	14.26	10.69
合計	15.48	11.10	14.34	11.55	14.92	11.58

手がかりの効果　事前テストの結果に基づき，3 つの条件に割り振った。その結果，中点手がかり条件には 21 名 (直線型 12 名，対数型 7 名，適合無し 2 名)，単位手がかり条件には 19 名 (直線型 13 名，対数型 2 名，適合無し 4 名)，手がかり無条件には 16 名 (直線型 12 名，対数型 2 名，適合無し 2 名) となった。

まず，事前テスト・事後テスト・介入テストの手がかり無条件では全 11 試行，中点手がかり条件・単位手がかり条件では全10試行の個人のPAEの平均値を時点別にPAE平均値を算出した (Table 1)。時点 (事前・介入・事後) と条件 (中点手がかり・単位手がかり・手がかり無) における PAE 平均値に関する 2 要因分散分析を行った結果，時点×条件の交互作用は有意傾向で，時点の主効果，条件の主効果に有意な差はなかった (順に，F (4,　106) = 2.60, p< .10; F (2,　106) = .31, *n.s.*; F (2,　53) = 1.10, *n.s.*)。時点と手がかり条件に交互作用が見られたため，単純主効果の検定を行った。その結果，手がかり無し条件において時点の単純主効果が有意傾向であった (F (2, 106) = 2.46, p< .10)。Bonferroni 法による多重比較を行ったところ，手がかり無し条件のいずれの時点間においても有意な差はなかった。また，条件別に時点の単純主効果を検討したところ，中点手がかり条件，単位手がかり条件，手がかり無し条件の全てで有意ではなかった。

次に，各条件において時点間で数表象の型の度数がどのように推移したかを Table 2 に示した。その結果，全ての条件において，時点の前後で直線型に留まったものが半数以上いたことが分かった。つまり，事前テストの時点ですでに直線型であるものが多かったということが分かる。数表象の型を直線型とそれ以外に分け，条件別に時点間で McNemar 検定を行った。その結果，事前テストと介入テストにおいて，中点手がかり条件のみ直線型とそれ以外の型の度数の差が有意であった (p = .03)。よって，中点手がかり条件において，事前テストで対数型だった者が，事後テストでは直線型になる者が増加し，直線型の度数の割合が増加していることが分かる。その他，介入と事後，事前と事後については，数表象の型の度数の割合に有意な差はなかった。

考　察

本研究では，見積りの正確性を示す数表象の型と見積り方略との関係を詳細に検討するために，数直線上に方略に関連する手がかりを示し，その効果を検討した。まず，1 つ目の仮説は，比率方

Table 2. 各条件における数表象の型の度数の推移(%)

			介入						事後						事後			
			適合無し	対数	直線	計			適合無し	対数	直線	計			適合無し	対数	直線	計
中点		適合無し	2 (10)	-	-	2 (10)		適合無し	1 (5)	-	1 (5)	2 (10)		適合無し	1 (5)	-	1 (5)	2 (10)
手がかり	事前	対数	-	1 (5)	6 (29)	7 (33)	介入	対数	-	1 (5)	-	1 (5)	事前	対数	-	3 (14)	4 (19)	7 (33)
条件		直線	-	-	12(57)	12(57)		直線	-	3 (14)	15(71)	18(86)		直線	-	1 (5)	11(52)	12(57)
		計	2 (10)	1 (5)	18(86)	21		計	1 (5)	4(19)	16(76)	21		計	1 (5)	4 (19)	16(76)	21
			介入						事後						事後			
			適合無し	対数	直線	計			適合無し	対数	直線	計			適合無し	対数	直線	計
単位		適合無し	2 (11)	1 (5)	1 (5)	4 (21)		適合無し	2 (11)	-	-	2 (11)		適合無し	2 (11)	1 (5)	1 (5)	4 (21)
手がかり	事前	対数	-	1 (5)	1 (5)	2 (11)	介入	対数	-	5 (26)	-	5(53)	事前	対数	-	1 (5)	1 (5)	2 (11)
条件		直線	-	3 (16)	10 (53)	13(68)		直線	-	1 (5)	11(58)	12 (63)		直線	-	4 (25)	9 (47)	13(68)
		計	2 (11)	5(26)	12(63)	19		計	2 (11)	6 (32)	11(58)	19		計	2 (11)	6 (32)	11(58)	19
			介入						事後						事後			
			適合無し	対数	直線	計			適合無し	対数	直線	計			適合無し	対数	直線	計
手がかり		適合無し	2 (13)	-	-	2 (13)		適合無し	2 (13)	-	-	2 (13)		適合無し	2 (13)	-	-	2 (13)
無し	事前	対数	-	-	2 (13)	2 (13)	介入	対数	-	1 (6)	-	1 (6)	事前	対数	-	-	2 (13)	2 (13)
条件		直線	-	1 (6)	11(69)	12(75)		直線	-	3 (19)	10(63)	13(81)		直線	-	4 (25)	8 (50)	12(75)
		計	2 (13)	1 (6)	13(81)	16		計	2 (13)	4 (25)	10(63)	16		計	2 (13)	4 (25)	10(63)	16

略で使用すると考えられる中点を示した手がかり条件 (中点手がかり条件) では，事前テストで対数型だった者は比率的な判断を促され，見積りの正確性が向上し，直線型になる者が増加するということであったが，これは一部のみ支持されることに留まった。中点手がかり条件において，Table 2 より，中点手がかり条件で，事前テストで対数型の者が事後テストでは直線型になるものが一定数いたことから中点の手がかりにより，見積りの正確性が向上し，直線型になった者が増加したという解釈も可能である。しかし，PAE 平均値に対する条件と時点の 2 要因分散分析において，条件間で差がなかったという結果から，手がかりの効果は認められなかった。Table 1 より，PAE の平均値の標準偏差がかなり大きいことが分かり，手がかりを上手く使用した者と，使用できなかった者がいるとも考えられる。また，Siegler & Booth (2004) において，幼児では手がかりを示しても混乱を招く可能性があると報告されていることと，本研究で手がかりを上手く活用できなかった者との結果も一致している。

また，中点手がかりを利用し，事後テストで直線型になる者も，比率判断をして直線型になったかどうかについては疑問が残る。実験中の様子やビデオ録画から，中点手がかり条件においても，明らかに計数する者もみられ，このような者の見積りの正確性が向上した理由として，中点を外的アンカーポイントとして使用したことが示唆される。つまり，中点周辺の提示数のみ，中点を手が

かりとして使用し，中点付近の見積りが修正されて正確性が向上し，直線型になったと考えられる。以上のことから，自発的に基準点（中点）を見積ることで比率方略が可能になるのであって，中点を示しても比率方略を促す手がかりにはならないことが示唆される。

2 つ目の仮説は，単位手がかり条件において事前テストで対数型だった者は，示された正確な単位を用いて計数することが促され，見積りの正確性が向上し，直線型になる者が増加するということであった。事前テストと介入テストの PAE 平均値の差が有意であったことから，介入時点では手がかりの効果が見られた者もいるが，Table2 において，時点間で数表象の度数の推移がみられなかった。加えて，中点手がかり条件や手がかり無し条件に比べ，最初，直線型だった幼児が対数になる傾向があり（介入時点の単位手がかり条件の対数型の割合は 53%なのに対し，中点手がかり条件では 5%，手がかり無し条件では 13%），単位を示す外的アンカーポイントが妨害的に働いている可能性も示唆される。

また，手がかりの効果が見られなかった結果は，単位の繰り返しで数量が増加していくことが意識されていないと解釈できる。つまり，計数方略を使用して直線型になるには，ある集合にどれほど数が含まれているかを計数により決めることができる基数性（cardinality）の理解が必要であると考えられる。古くは，Gelman & Galistel (1987 小林・中島 1988) により，計数についての基本的な 5 原理は生得的に身に付いていると考えられていたが，近年では，湯澤・湯澤 (2011) のレビュー論文でも，幼児期のいずれかの時点で，基数性は獲得されるだとうと考えられており，本研究の結果も，基数性が獲得されていないために，単位手がかり条件において手がかりの効果が認められなかったと考えられる。

以上のように，数直線上に手がかりをつけることで，数直線上での見積り方略と数表象の型との関連について検討することができた。結果から，日本人幼児も欧米の幼児と同様に，幼児では比率方略は困難であることが分かり，また計数方略も正しい単位を繰り返す計数が可能である子どもは少ないことが示唆された。しかし，本研究では比率方略や，正確な計数方略がどのように可能になるのかという要因については検討できていない。よって今後は，方略の検討に加え，他の数量概念の能力との関連も検討していく必要があると考えられる。

引用文献

Ashcraft, M.H., & Moore, A. M. (2012). Cognitive process of numerical estimation in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, **111**, 246-267.

Barth, H.C., & Paladino, A. M. (2011). The development of numerical estimation: Evidence against a representational shift. *Development Psychology*, **102**, 353-376.

Berteletti, I., Lucangeli, D., Piazza, M., Dehaene, S., & Zorsi, M. (2010). Numerical estimation in preschoolers. *Developmental Psychology*, **4**, 545-551.

Booth, J. L., & Siegler, R. S. (2008). Numerical magnitude representation influence arithmetic learning. *Child Development*, **79**, 1016-1031.

Gelman, R., & Galistel, C. R. (1987). *The child's understanding of number*. MA: Harvard Univ. Press. (ゲル

マン R. ガリステル C. R. 小林芳郎・中島　実 (訳) (1998). 数の発達心理学　田研出版).
管　民都 (2001). Excel で学ぶ多変量解析入門　オーム社
Laski. E. V., & Siegler, R. S. (2007). Is 27 a big number? Correlational and casual connections among numerical categorization, number line estimation, and numerical magnitude comparison. *Child Development,* **78**, 1723-1743.
Miller, K. F., Smith, C. M., Zhu, J., & Zhang, H. (1995). Preschool origins of cross-national differences in mathematical competence: The role of number-naming systems. *Psychological Science*, **6**, 56-60.
Miura, I. Okamoto, Y., Kim, C. C., Steere, M., & Fayol, M. (1993). First graders' cognitive representation of number and understanding of place value: Cross-national comparisons: France, Japan, Korea, Sweden, and the United States. *Journal of Educational Psychology*, **85**, 24-30.
Siegler, R. S., & Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Child Development*, **75**, 428-444.
Siegler, R. S., & Opfer, J, E. (2003). The development of numerical estimation: Evidence for multiple representations of numerical quantity. *Psychological Science*, **14**, 237-243.
Slusser, E. B., Santiago, R. T., & Barth, H. C. (2013). Developmental Change in Numerical Estimation. *Journal of Experimental Psychology*, **142**, 193 - 208.
浦上　萌 (2012). 幼児における数表象の発達――数直線課題とそれに関連する課題による検討―― 幼年教育年報, **34**, 45-52.
White, S, L., & Szucs, D. (2012). Representational change and strategy use in children's number line estimation during the first years of primary school. *Behavioral and Brain Functions*, **8**. doi: 10.1186/1744-9081-8-1.
湯澤正通・湯澤美紀 (2011). 乳幼児期の数量の概念変化　心理学評論, **54**, 283-295.

謝辞

本研究は第一著者の修士論文の一部に修正を行ったものである。本研究の実施に際し，ご協力いただきました保育園の園長先生をはじめ，先生方，ならびに参加協力して下さった園児に心より感謝申し上げます。