

根元事象・和事象・積事象の起こりやすさの 比較判断に対する発達の分析

—幼児から中学生までを対象とした予備的検討—

伊藤 朋子

問題

伊藤 (2008a, 2009) では、確率の数量化に関わる知的操作 (確率量化操作) の発達段階として、確率の数量化が不可能な確率量化以前の段階 0、基本的な 1 次的量化が可能な段階 I A、加法的合成を伴う 1 次的量化が可能な段階 I B、基本的な 2 次的量化が可能な段階 II A、加法的合成を伴う 2 次的量化が可能な段階 II B、基本的な条件付確率の量化 (3 次的量化) が可能な段階 III A、ベイズ型条件付確率の量化 (3 次的量化) が可能な段階 III B を想定できること、中学生の多くは段階 I A にとどまるが、大学生の多くは段階 II A には到達していることを明らかにした。基本的な 1 次的量化が可能な段階 I A とは、例えばサイコロの 1 の目が出る確率を $1/6$ とするように、「可能な事象に対する当該事象の比率」という確率の定義にしたがった確率の数量化が可能な段階である。加法的合成を伴う 1 次的量化が可能な段階 I B とは、確率同士の単純な加法的合成 (相互に排反である事象のいずれかが起こる確率を求めるために、個々の事象の確率を足し合わせること) が可能な段階である。基本的な 2 次的量化が可能な段階 II A とは、1 次的量化によって得られた確率に対してさらに量化操作を適用すること、すなわち確率同士の単純な乗法的合成 (相互に独立した事象が共に起こる確率を求めるために、個々の事象の確率をかけ合わせること) が可能な段階である。加法的合成を伴う 2 次的量化が可能な段階 II B とは、基本的な 2 次的量化を行い、さらに求められたそれらの確率に対して加法的合成を行うことが可能な段階である。3 次的量化が可能な段階 III とは、2 次的量化の可逆的量化が可能な段階で、基本的な条件付確率の量化が可能な段階 III A とベイズ型条件付確率の量化 (ベイズ型推論) が可能な段階 III B に分けられる。

これらの研究 (伊藤, 2008a, 2009) では、形式的操作期 (Piaget, 1970 / 2007) に位置づけられる中学生や大学生を対象にしており、前操作期 (Piaget, 1970 / 2007) や具体的操作期 (Piaget, 1970 / 2007) など、それより前の発達段階は扱っていなかった。Piaget & Inhelder (1951) によると、確率観念の発達過程は、偶然や確率などの観念がみられない第 I 段階 (~ 7, 8 歳。前操作期に相当)、偶然観念が現れ始める第 II 段階 (7, 8 歳 ~ 11, 12 歳。具体的操作期に相当)、偶然観念がシステムとして構造化されるようになる第 III 段階 (11, 12 歳 ~。形式的操作期に相当) に区分されるという。このような研究に基づけば、たとえ確率の数量化が不可能な確率量化以前の水準の者でも確率的な考え方の萌芽は見出されるといえるだろう。中垣 (1986) でも、確率の数量化が不可能な水準であっても、

例えば、当りが1つ、はずれが2つ入っているくじ袋と当りが1つ、はずれが3つ入っているくじ袋では、当りが同数なのではずれの数の多少に注目することによって、前者の袋の方が当たりやすい、と判断することは可能であることが明らかにされている。

以上をふまえ、本研究では、形式的操作期に到達していないと考えられる年齢の子どもたちをも対象にして、根元事象、和事象、積事象の起こりやすさを比較させる、確率量化を必要としない課題を用いた予備調査を実施した。本研究の目的は、これによって、伊藤（2008a, 2009）では対象としていなかった前操作期や具体的操作期の年齢の子どもに確率的な考え方の萌芽が見出されるか否かを分析し、今後の研究を進めるうえでの予備的検討を行うことである。

方法

調査対象者 本論文では、幼稚園、小学校で実施した確率の理解に関する個別面接調査に先立って行われた予備調査において、以下の課題を出題した10名を分析対象とする。内訳は、東京都内の公立幼稚園の年長児3名（男児3名、5歳7ヶ月～5歳11ヶ月、平均＝5歳8ヶ月）、公立小学校の2年生4名（男児3名、女児1名、7歳4ヶ月～8歳1ヶ月、平均＝7歳9ヶ月）、公立小学校の3年生1名（女児1名、8歳11ヶ月）、公立小学校の6年生1名（男児1名、11歳4ヶ月）、私立中学校の1年生1名（女子1名、12歳11ヶ月）であった。

課題 4つの小問から構成された事象の起こりやすさを比較させる課題を出題した。本課題を出題したのは予備調査であったことから、調査対象者によって、課題の設定、用いた言い回し、手続きなどの細部に多少異なる点があった。よって Figure 1 に示すのは、課題の概要である。

問1（※太郎君は6面のサイコロを、花子さんは8面のサイコロをもってサイコロふりをするを教示したうえで）太郎君は1～6までが書かれたサイコロで、花子さんは1～8までが書かれたサイコロで1が出たら当りのとき、どちらの方が当たりやすいでしょうか、それとも、どちらも同じくらい当たりやすいでしょうか。

問2（※太郎君は6面の赤いサイコロを1つ、花子さんは6面の赤いサイコロと青いサイコロを1つずつもっていてサイコロふりをするを教示したうえで）太郎君は赤いサイコロで、花子さんは赤いサイコロか青いサイコロのどちらか片方で1が出たら当りのとき、どちらの方が当たりやすいでしょうか、それとも、どちらも同じくらい当たりやすいでしょうか。

問3（※太郎君は6面の赤いサイコロを1つ、花子さんは6面の赤いサイコロと青いサイコロを1つずつもっていてサイコロふりをするを教示したうえで）太郎君は赤いサイコロで、花子さんは赤いサイコロと青いサイコロの両方で1が出たら当りのとき、どちらの方が当たりやすいでしょうか、それとも、どちらも同じくらい当たりやすいでしょうか。

問4（※太郎君も花子さんも、6面の赤いサイコロと青いサイコロを1つずつもっていてサイコロふりをするを教示したうえで）太郎君は赤いサイコロか青いサイコロのどちらか片方で、花子さんは赤いサイコロと青いサイコロの両方で1が出たら当りのとき、どちらの方が当たりやすいでしょうか、それとも、どちらも同じくらい当たりやすいでしょうか。

Figure 1 「事象の起こりやすさの比較課題」の概要

問1は、2つの根元事象（太郎君のサイコロで1が出るという事象と、花子さんのサイコロで1が出るという事象）の起こりやすさを比較する小問であった。確率論に基づく規範解（以後、正判断）は「太郎君の方が当たりやすい」である。太郎君の当たる確率は $P(1) = 1/6$ 、花子さんの当たる確率は $P(1) = 1/8$ であることより、太郎君の方が当たりやすい。しかし、ここでは必ずしもこのような確率量化（基本的な1次的量化）をしなくても、当りの面の数が同じなのではずれの面の数の多少に注目することによって正判断を導くことが可能だろう。

問2は、根元事象（赤いサイコロで1が出るという事象）と和事象（赤いサイコロまたは青いサイコロで1が出るという事象）の起こりやすさを比較する小問であった。正判断は「花子さんの方が当たりやすい」である。太郎君の当たる確率は、 $P(1) = 1/6$ である。花子さんの当たる確率は、花子さんが当たりとなる条件に対して、「前項か後項の一方しか生起してはいけない」と考える排他選言的解釈（中垣, 1991）を行えば、 $P(\text{赤いサイコロのみで}1) + P(\text{青いサイコロのみで}1) = 1/6 \times 5/6 + 5/6 \times 1/6 = 10/36 = 5/18$ となり、花子さんの方が当たりやすい。一方、花子さん当たりとなる条件に対して、「前項でも後項でも一方さえ生起していればよい（両方生起していてもよい）」という選言的解釈（中垣, 1990）（命題論理学の選言の真理値表と一致した解釈。両立的選言）を行ったとしても、花子さんの当たる確率は、 $P(\text{赤いサイコロのみで}1) + P(\text{青いサイコロのみで}1) + P(\text{赤いサイコロ, 青いサイコロ共に}1) = 1/6 \times 5/6 + 5/6 \times 1/6 + 1/6 \times 1/6 = 11/36$ となり、この場合も花子さんの方が当たりやすくなる⁽¹⁾。しかし、ここでは必ずしもこのような確率量化（太郎君：基本的な1次的量化、花子さん：加法的合成を伴う2次的量化）をしなくても、「太郎君よりも花子さんの方がもっているサイコロの数が多いため、そのぶん1が出やすくなる」といった考え方で正判断を導くことができるだろう。

問3は、根元事象（赤いサイコロで1が出るという事象）と積事象（赤いサイコロかつ青いサイコロで1が出るという事象）の起こりやすさを比較する小問であった。正判断は「太郎君の方が当たりやすい」である。太郎君の当たる確率は $P(1) = 1/6$ 、花子さんの当たる確率は $P(1) \times P(1) = 1/6 \times 1/6 = 1/36$ であることより、太郎君の方が当たりやすい。しかし、ここでは必ずしもこのような確率量化（太郎君：基本的な1次的量化、花子さん：基本的な2次的量化）をしなくても、「花子さんは2つのサイコロで1が出なければ当たりとはならないのに対して、太郎君は1つのサイコロで1が出れば当たりとなり、花子さんよりも当たりとなる条件が緩いから」といった考え方で正判断を導くことができるだろう。

問4は、和事象（赤いサイコロまたは青いサイコロで1が出るという事象）と積事象（赤いサイコロかつ青いサイコロで1が出るという事象）の起こりやすさを比較する小問であった。正判断は「太郎君の方が当たりやすい」である。太郎君の当たる確率は、問2の花子さんの場合と同様に考えれば、 $P(\text{赤いサイコロのみで}1) + P(\text{青いサイコロのみで}1) = 5/18$ 、あるいは $P(\text{赤いサイコロのみで}1) + P(\text{青いサイコロのみで}1) + P(\text{赤いサイコロ, 青いサイコロ共に}1) = 11/36$ である。一方、花子さんの当たる確率は $P(1) \times P(1) = 1/36$ なので、太郎君の方が当たりやすいことになる。しかし、

ここでは必ずしもこのような確率量化（太郎君：加法的合成を伴う2次の量化，花子さん：基本的な2次の量化）をしなくても，「花さんは2つのサイコロで1が出なければ当たりとはならないのに対して，太郎君は2つのサイコロのどちらか片方で1が出れば当たりとなり，花子さんよりも当たりとなる条件が緩いから」といった考え方で正判断を導くことができるだろう。

手続き 調査は，調査者1名，調査対象者1名の個別面接形式で実施し，確率に関する複数の課題を出題した。「事象の起こりやすさの比較課題」はそのうちの一題で，問1，問2，問3，問4の順に小問を出題した。全小問で判断と理由を尋ねた。子どもが述べた理由に対して，どうしてそのように思ったのかなどの点をさらに追求する質問（追求質問）も適宜行った。本課題では，調査対象者の前に，太郎君と花子さんの人形，課題に登場するものと同じ条件のサイコロ（問1の花子さんのサイコロは8面（正八面体）だったが他は全て6面（立方体）で，いずれのサイコロも，各々の目の出やすさが同様に確からしいサイコロであった）をそれぞれ実際に提示しながら質問した。時間制限は設けず，自己ペースで解答させた。調査全体の所要時間は，30分～1時間前後であった。調査の様子は，記録用紙，ビデオカメラ，ICレコーダーで記録した。

結果と解釈

正誤のタイプ分けは，判断と理由に基づいて行った。複数の調査対象者がいる学年に関しては，便宜上，調査対象者に番号をふった。以下では，調査対象者の発言を適宜『』で引用しながら⁽²⁾（※は本稿の筆者による注），学年ごとに反応の特徴を分析する。

(1) **幼稚園年長児の反応** 幼稚園年長児の正判断者は，全小問で皆無（3名中0名）であった（Table 1）。正判断を○，誤判断を×として，問1～問4の正誤を順に並べて正誤パターンを表したところ，いずれのパターンも××××であった（Table 2）。以下，3名の反応を順に分析する。

A児 問1に対しては「太郎さん」と答えたが，『だってこうやって四角いから』と理由を説明した。「四角いとどうして太郎さんの方が当たりやすいと思う？」という追求質問に対しては，『だって本当はさあ，四角いんだもん』と，先に述べた理由を繰り返すにとどまった。「本当は何が四角いの？」というさらなる質問に対しては『えっ？あのこのサイコロが』と答え，「サイコロが四角いと，どうして太郎さんの方が当たりやすいと思う？」という再度の追求質問に対しては『だってこうやって投げる

Table 1 各小問の学年ごとの正判断者数

	問1	問2	問3	問4
幼稚園年長児	0/3	0/3	0/3	0/3
小学2年生	3/4	2/4	2/4	3/4
小学3年生	1/1	1/1	1/1	1/1
小学6年生	1/1	1/1	1/1	1/1
中学1年生	1/1	1/1	1/1	1/1

注. 分母は各学年の総数を表す。

Table 2 調査対象者の問1・問2・問3・問4の正誤パターン

	問1	問2	問3	問4
幼稚園年長児 (A児)	×	×	×	×
(B児)	×	×	×	×
(C児)	×	×	×	×
小学2年生 (A児)	○	○	×	○
(B児)	○	×	○	○
(C児)	○	○	○	○
(D児)	×	×	×	×
小学3年生	○	○	○	○
小学6年生	○	○	○	○
中学1年生	○	○	○	○

注. ○は正判断, ×は誤判断であったことを示す。

と、こうやってころころ行くから、こう、前だ、あの真ん中で、ぐるぐる回すから。横にも曲がれるでしょ』と答えた。太郎君のサイコロは、立方体（A児の言うところの四角）であった。このようにA児は、サイコロの形という観察可能な（容易に目に留まる）側面を判断の根拠としてもちだしていた。問2に対しては『今度もこっち（※太郎さん）』と答え、『だってこうやってこれは最初に1でしょ。こうやって、こうやって、こうやってこう行きやすいから、1になると思う』と「理由」を説明した。「花子さんの方が当りにくいのは、どうしてだと思う?」という追求質問に対しては『あ!わかった。これ（※花子さんのサイコロ）がさ、なんか変だ』と「発見」をし、「何が変?」という追求質問に対しては『なんかこっちから見ると、なんか～（※A児の名前）見るとなんか変、これも変な感じ。これ（※太郎君のサイコロ）はさあ普通だから』と答えた。そこで「どこが普通で、どこが変?」とさらに質問したところ、『これさーなんかさ、こことか太ってるから。太ってるさ、なんか止まっちゃうからさ』と答えた（※花子さんのサイコロの角は、丸みを帯びていた）。そこで調査者は「太郎さんも丸い太ったサイコロにしよう」と言って、太郎君のサイコロを丸みを帯びた別のサイコロに変更し、再度小問の質問を行った。しかしこの質問に対しても、A児は『また太郎』と答えた。その理由としてA児は『だって、さっきさあ、なんかこれ言ったでしょ。これとなんかさ、こっちがさあ、これだったらさ、なんかさーこっちはさ、すごい、太ってない。あ、わかった。違うわ。これねなんかさあこうやってさ、けつだけこのはじっこがさあ、なんかさあ、こうやって膨らんでないじゃん、真ん中とかさー大きくなっ、あ、ちがた、ここは大きくなっあの小さくなっててへこんで、ここは大きくなってる、この全体が。だから、また太郎さんの方がやりやすい』と、行き当たりばつりに「理由」を述べた。このようにA児は、問2においても終始、問1と同様に、サイコロの見かけという観察可能な（容易に目に留まる）側面を描写し、それを判断理由として述べていた。問3に対しては「花子さん」と答え、『いまわかったの、だってこっちは膨らんでない、あ膨らんで、こっちは今ちょっと膨らんでる。今だけ。今だけちょっと膨らんでるから、花子さんの方が1出たと。一回やってみて

いい?』と述べた。実際にサイコロをふったところ、花子さんのサイコロには2と5が出た。A児は『じゃ、太郎やってみよ。太郎』と言って、太郎君のサイコロもふったところ1は出ず、『太郎も負け』と述べた（その後、A児が太郎君のサイコロを再度ふったところ1が出た）。問2と問3に対するA児の反応に共通する点として、「サイコロの膨らみ」という起こりやすさを判断するうえで無関係な要因に着目して解答を行っていたことが挙げられる。しかも、太郎君と花子さんのサイコロのうちどちらが「膨らんで」いるのかは発言の中で一貫していないように思われ、調査者の質問に対して、容易に目に留まる側面を現象記述的に判断理由としてもちだしていたと思われる。問4に対しては、はじめから『じゃ太郎さん。やってみんね。せーの』と言い、A児が実際にサイコロをふったところ、2が出た。続いて太郎君のもう1つのサイコロをA児がふったところ1が出たため、調査者は「このとき太郎さんは当たったでしょうか、はずれたでしょうか」と質問をした。これに対してA児は『えっと1個はずれたから、1個当りだったから、最初の方がはずれだったから、だけど最後の方、あ負けた。負けた、だって最初だもん』と答えた。続いて『じゃ今度はこっちやってみるね』と言ってA児が花子さんのサイコロをふったところ、両方のサイコロで5が出た。この結果に対してA児は『一回これ（※花子さん）は勝ったから（※問4より前の小問のことを言っていると思われる）、あだけど、2人負けたから同点!同点で一す』と述べた。つまりA児は、太郎さんに関しては、最初にふったサイコロに2（※A児が言うところのはずれ）、次にふったサイコロに1（※A児が言うところの当り）が出て、最初にふった方が「はずれ」だったことから、全体として太郎君は負けてしまったと考えたのだろう。一方、花子さんに関しては、両方のサイコロで5（※A児が言うところのはずれ）が出たことから負けとなり、結果として両者は「同点」になったと考えたのではないと思われる。A児は、当りとなる条件を十分に理解していなかったといえるだろう。またA児は、起こりやすさを判断する課題において、実際にその場で試行を行ったうえで、現実起きた結果に基づいて解答を行っていた。これは、可能性と現実性が未分化であること（中垣, 1989）を示していると思われる。加えて上述の通り、『一回これ（※花子さん）は勝ったから』という発言からは、小問間の独立性（それぞれ別のサイコロ遊びであること）を十分に理解していないことがうかがえる。

B児 問1に対しては『どれも同じそう』と答え、『形は違うけどサイコロは全部回りやすいから』と理由を説明した。太郎君と花子さんとはサイコロの形が異なることを認めたとうえで、面の数が異なるにもかかわらず、サイコロであるという同一性に基づいて解答を行っていた。問2に対しては『同じくらい当りやすい』と判断し、『形もおんなじだから』と理由を説明した。「何の形が同じ?」という追求質問に対しては、『サイコロの』と答えた。太郎君と花子さんとは、サイコロの数、当りとなる条件が異なるにもかかわらず、問1と同様に、サイコロであるという同一性に基づいて解答を行っていた。問3に対しては『こっちの方（※花子さん）は当る』と答え、『こっち（※太郎君のサイコロ）よりこっち（※花子さんのサイコロ）の方はつるつるで回りやすいから』と理由を説明した。「当りやすい」ではなく『当る』という表現を使っていたことから、サイコロふりの結果を可能性の世界に属するものとしてではなく、現実世界に属するものとしてとらえていることが示唆される。

問4に対しては「こっち（※太郎君）」と判断し、『こっち（※花子さんのサイコロ）より、こっち（※太郎君のサイコロ）の方が背が高いから』と理由を説明した。調査者による追求質問に対しては、無解答であった。問3や問4に対する反応に共通する点として、サイコロ自体の性質（材質や背の高さなど）は（各々の目の出やすさが同様に確からしいサイコロである限りは）起こりやすさを判断するうえで無関係であるにもかかわらず、そうした性質に基づいて解答を行っていたということが挙げられるだろう。たとえ花子さんのサイコロの方がつるつるで回りがやすかったとしても、また、太郎君のサイコロの方が背が高かったとしても、そうした場合、1の目だけでなくそれ以外の目までもが出やすくなっているということをB児は認識していない。B児にとって、各々の目の出やすさは同様に確からしいわけではなく、「当り」の方が「はずれ」よりも優位な特性であることがわかる。

C児 全ての小問に対して「どちらも同じ」と答えた。理由を尋ねたところ、無解答であったり、『わからない』と答えたりした。

(2) 小学2年生の反応 小2生の正判断者は、問1、問4では4名中3名、問2、問3では4名中2名であった（Table 1）。以下、4名の反応を順に分析する。

A児 正誤パターンは○○×○で、問3以外は正判断だった（Table 2）。問1に対しては「太郎君」と判断し、『花子さんより（※一部聞き取れず）サイコロの数が少ないから』と理由を説明した。追求質問に対しては『数字が少ないし、たぶん1が出やすいから』と答えた。さらなる追求質問に対しては『花子さんだったら、当んなかったら、8とかいっぱい出たりすると思うから』と答えた。問2に対しては「花子さん」と判断し、『（※花さんは）2個あるから、（※太郎君は）チャンスは1回だけ、だから、もしこっちが当たってまたこっちも（※以下一部聞き取れず）』と理由を説明した。問3に対しては「太郎君」と判断し、『花さんが2つはずれたら（※1以外の目が出たら）、そして太郎さんが1つ当たったら（※1の目が出たら）、太郎さんの方が勝つ』と理由を説明した。具体的な状況を想定し、それに基づいて判断を行っていた。A児の想定した状況で『太郎さんの方が勝つ』というのは正しい判断であるが、A児の想定以外にも複数の状況が可能性として考えられること、また、花子さんに関しては、必ずしも両方のサイコロで1以外の目が出るという状況でなくても、どちらか1つのサイコロで1以外の目が出ていればその時点ではずれとなることから、誤判断とした。A児は、複数の可能性を同時に考慮すること（中垣、1989）ができず、1つの状況しか考慮していないように思われる。問4に対しては「太郎君」と判断し、『花さんが2つ、あ、あ、1つだけはずれて（※1以外の目が出て）、太郎さんが1個当たったら（※1の目が出たら）、太郎さんの方が当たった』と答えた。太郎君と花子さんとの間で目の出方が同じ状況（2つのサイコロのうち一方が1、もう一方が1以外）を想定したうえで「太郎君」と判断していたことから、本判断自体は正判断と解釈することができるだろう（但し『当たった』という表現を使っていたことから、先述の幼稚園年長児Bと同様に、サイコロふりの結果を可能性の世界に属するものとしてではなく、現実世界に属するものとしてとらえている可能性があるかもしれない。問3と同様に、ここでも、1つの状況しか考慮していない可能性が考えられる）。

B 児 正誤パターンは○×○○で (Table 2), 問2 以外は正判断であった。問1 に対しては『花子さんが当りにくい』と答え、『これがいっぱいあるから、当りにくいと思った』と理由を説明した。追求質問に対しては『うーん、いっぱいあるから当てんのが難しい』と、直前に述べた理由を繰り返した。問2 に対しては「太郎君」と判断し、『こっち (※花子さん) はどっちか2 個だから。どっちか2 個だから、どっちが出るかわかんないから、当りにくいと思った』と理由を説明した。花子さんが当りとなる条件が『どっちか』であることは理解していると思われるが、どちらのサイコロで1 が出るのかという情報は、今回の判断を行ううえでは必要ない。それにもかかわらず B 児は、『どっちが出るかわかんない』ことから「太郎君」と判断していた。問3 に対しては『太郎君の方が1 個だから当りやすいから、花子さんは2 個だから当りにくい、いっぺんに』と答えた。問4 に対しては『花子さんは多いから、あ、花子さんがいっぺんに2 個当りやすいとは限らないから、太郎君はどちらか1 個が当ればいんだから、太郎君の方が当りやすいと思う』と答えた。

C 児 正誤パターンは○○○○で、全小問で正判断をしていた (Table 2)。問1 に対しては『太郎君の方は番号が少なくて、花子さんの方が番号が8 までであるから、ちょっと長いから、太郎君の方が回 (まわ)、が当りやすいと思います』と答えた。追求質問に対しては『番号の方が少ないと、なんかこっちの方が、うーん7 ぐらい、6 ぐらいまでだから、こっちの方が8、多いから、こっちの方がえっと転がるとなんか新しくなりそうじゃないから、太郎君の方が1 (※以下一部聴き取れず)』と答えた。問2 に対しては『太郎君は1 個しかないから。花子さんは2 個あるから花子さんの方が1 当りやすいと思う』と答えた。問3 に対しては『花子さんは両方1 なんないと当んないから。太郎君の方が1 つだけあるから当りやすいと思います』と答えた。問4 に対しては『太郎君の方がどちらか片方でやったら、たぶん当りやすいけど、花子さんは2 個やらないと1 当んないとだめだから、太郎君の方が』と答えた。

D 児 正誤パターンは××××で、全小問で誤判断をしていた (Table 2)。問1 に対しては「花子さん」と答え、『なんかここが三角で、ここが出っ張ってるから』と理由を説明した。追求質問に対しては、無解答であった。幼稚園年長児 A と同様に、サイコロの形という観察可能な (容易に目につく) 要因に依拠した反応といえるだろう。問2 に対しては『太郎君の方』と答え、『サイコロが1 つだと1 が出やすいから』と理由を説明した。問3 に対しては『太郎君』と答え、『花子さんは2 人で、サイコロが2 個で、1 が出るのはちょっと片方が出るのと、太郎君は1 つで、サイコロが1 が出る』と理由を説明した。問4 に対しては『どちらも同じくらい当りやすい』と答え、『2 個ずつだから、1 が当りやすい』と理由を説明した。問2～問4 に対する解答は、サイコロの個数に基づく判断という点で一貫していた。

(3) 小学3年生の反応 本研究で対象としていた小3生は、全小問で正判断をしていた (Table 1, 2)。問1 に対しては「太郎君」と判断し、『面積と数が花子さんの方が多からです』と答えた。追求質問に対しては『太郎さんは6 面なのに、花子さんは8 面あるし、まだ数も多いから、だから太郎さんは今1 が出る可能性が高いけど、花子さんよりは高いけど、だけど花子さんは太郎君よりも比

較的低いと思います』と答えた。さらなる追求質問に対しては『面積が少ないとふるときっていうか、うーん面積が多いと、こっから見たら太郎君の方は4し、こう見たら4しか見えないけど、花子さんは上にあるの5を除いて3つも見えるから（※各々のサイコロを上から見ている）、だから花子さんは面積の数が多い分当りにくい』と答えた。本研究の調査対象者の発言の中では、「可能性」という言葉が初めて出てきた学年であった。『比較的低い』という言葉は、両者のサイコロで1が出る可能性を相対的に比較できていることを示しているといえるだろう。問2に対しては「花子さん」と判断し、『さっきは面積が多い方が当りにくいと言いましたが、サイコロの数が多いと、どちらが1が出るのかわからないじゃないですか。で、それで1が出ると、あ待った。（※一部聴きとれず）太郎君の方は1個だから、だからさっきは4が出たけれども（※実際にふったときの話）、花子さんは面積が多い、多いんじゃないくて、サイコロが2つあって、全部あわせると12面あることになるから、だからそれを切り分けたような感じになってるので、しこれで同時に例えばサイコロをふると、どちらか1（※一部聴き取れず）が出る可能性が高いと思います』と答えた。問1と同様に面積を用いて理由を説明していたが、説明の矛盾に自身で気づき、「12面を切り分けたような感じ」という考え方でその矛盾を解決しようとしていた。問3に対しては「太郎君」と判断し、『なぜかという、さっきも言った通り、面積が多いほど当りにくいと言ったことと同じです』と答えた。追求質問に対しては『うまくはちょっと説明できない』としつつも、『太郎君は1個、花子さんは2個だから、さっきの場合（※問2）も花子さんの方が当りやすいけど、花子さんは両方目が出なくちゃいけないから、例えばふってみると（※実際にふる）、必ずしも両方が同じ1が出ることはないと思います。（※一部聴きとれず）もう決まなくて、どちらか、どちら（※何の目）でもいいからこういうふうと同じ数字が出たら、っていうのだと、まあ同じぐらいだと思うんですけど（※後の追求では『太郎君（※の方が当りやすい）かなと思います』に変更）、例えばちょっと（※実際にふる）、1と1だから、だから、1と1で出なければいけないときは、太郎さんの方が絶対当りやすいです』と答え、『同じ数字が出るってことはめったに（※強調）ないです』と述べた。問4に対しては「太郎君」と判断し、『なぜかという、どちらか片方で1が出たら当りというなら、私だっってこういうときで（※実際にふる）出たら、片方で1が出たら当りっていうことは、めったになくはなく、なくはなくと言ったらおかしいけど、めったにないとはいえないし、めったにあるともいえない。でも花子さんは、両方で1が出たら当りっていうのも、両方こういうふうと同じ数が出るっていうのはめったに（※強調）ないので。まだ決まっていなかったら（※何の目であっても同じ目が出ればいい、というのであれば）別ですけど』と述べた。本児童は、太郎君に関しては『めったにないとはいえないし、めったにあるともいえない』とし、花子さんに関しては『めったに（※強調）ない』と述べ、両者の当りやすさを相対的に比較していた。

(4) 小学6年生の反応 本研究で対象としていた小6生も、全小問で正判断をしていた（Table 1, 2）。問1に対しては「太郎君」と判断し、『こっち（※花子さん）は8まであるけど、こっち（※太郎君）は6までしかないから、こっちは出る確率が低い』と理由を説明した。「どうして8まであ

ると出る確率が低いと思いますか」という追求質問に対しては、『数が2個多いから』と答えた。本研究の調査対象者の発言の中では、「確率」という言葉が初めて出てきた学年であった。問2に対しては「花子さん」と判断し、『(※花さんは)1が2個あるから』と理由を説明した。問3でも花さんは「1が2個ある」が、以下の通り、本児童は問2と問3では判断を変えていたことより（問2では「花子さん」、問3では「太郎君」と判断）、問2の反応は正判断と考えられる。問3に対しては「太郎君」と判断し、『こっち(※花子さん)は1が2個そろわないといけないから』と理由を説明した。問4に対しては「太郎君」と判断し、『こっち(※太郎君)は1が1個そろえばいいだけだから』と理由を説明した。

(5) 中学1年生の反応 本研究で対象としていた中1生も、全小問で正判断をしていた（Table 1, 2）。問1に対しては「太郎君」と判断し、『太郎君は、1が出る確率が、確率みたいなのが1/6だけど、花さんは1/8だから』と理由を説明した。本研究の調査対象者の中で確率量化に基づく解答をしていたのは、中1生の本生徒のみであった。問2に対しては「花子さん」と判断し、『花さんは、あ、太郎君の方は1回しかふれるチャンスみたいなのがないけど、花さんは2回ふれるから、花さんの当る確率みたいなのが1/2になるから』と理由を説明した。「1/2っていうのはどのようにして出てきましたか」と尋ねたところ、『1回ふれるから、太郎君の当りやすい、当る確率みたいなのと、花さんの2回ふれるから、太郎君より当りやすい』と理由を説明した。花さんの当る確率は1/2ではないが、判断と理由の両者から、また「太郎君の当りやすさ」と「花さんの当りやすさ」が1:2の比率であると考えて1/2と言った可能性も考えられることから、正判断と解釈した。問3に対しては「太郎君」と判断し、『花さんは両方当たらないとだめだけど、太郎君は1回ふって当れば大丈夫。当りだから』と理由を説明した。問4に対しては「太郎君」と判断し、『太郎君はどちらか1個当れば当りだけど、花さんは両方どっちも当たらないと当りじゃないから』と理由を説明した。

考察

対象者数が少なかったため、今後さらなる検証が必要だが、本研究から、以下の点がいえるのではないと思われる。Piaget & Inhelder (1951) の区分に基づく、幼稚園年長児は偶然や確率などの観念がみられない第I段階（前操作期に相当）、小2生、小3生は偶然観念が現れ始める第II段階（具体的操作期に相当）、小6生、中1生は偶然観念がシステムとして構造化されるようになる第III段階（形式的操作期に相当）にあると考えられるが、本研究で得られた結果は、Piaget & Inhelder (1951) の主張と概ね整合的であるように思われる。幼稚園年長児は、起こりやすさの比較判断が困難な段階にあるだろう。彼らは、起こりやすさを判断するうえで関係のある属性とそうでない属性を区別していなかった。彼らの説明は、現象記述的で、その場で容易に目につく要因（起こりやすさに無関係の要因）を判断の根拠として挙げていた。また、本課題で問われていたのは、根元事象、和事象、積事象の起こりやすさを比較することだったが、彼らにとってこれらの事象の違いは問題ではなく、各小問の理由説明は概ね同一の要因に依拠して行われていた。彼らにとっては、太郎君と花さんのサイ

コロの数の違いすら問題ではなく、B児に至っては、サイコロであるという同一性に基づいて「どちらも同じ」と判断していた。加えて、「結果と解釈」でも述べたように、可能性としての起こりやすさを判断する課題であったにもかかわらず、現実に行った試行結果に基づいて解答をしていたり、「当りやすい」ではなく「当る」という表現を使っていたりしたことからは、この年齢の子どもにとって、可能性と現実性が未分化であること（中垣，1989）がうかがえるだろう。また、B児の反応からは、サイコロの目の出方の対称性（各々の目の出やすさが同様に確からしいということ）の理解がないことも明らかになったように思われる。幼稚園児の正判断者は皆無であったが、小2生になると正判断も出現するようになった。また、D児のように、誤判断ではあるものの、サイコロの数に基づいて判断を行う子どもも出現するようになった（上述の通り、数に基づく判断は幼稚園児には出現しなかった）。但し、複数の可能性を同時に考慮すること（中垣，1989）ができず1つの状況しか考慮していなかったり、可能性と現実性が未分化（中垣，1989）であるといった性質は残されている。小2生は、起こりやすさの比較判断が可能になり始める段階にあるのではないかと思われる。これに対して、小3生以降の調査対象者には、誤判断が出現しなかった。少なくとも小3生頃には、確率量化を必要としない、本研究で問われていたような設定の課題であれば、2種類の根元事象の起こりやすさの比較、根元事象と和事象の起こりやすさの比較、根元事象と積事象の起こりやすさの比較、和事象と積事象の起こりやすさの比較を行うことが概ね可能なのではないかと思われる。すなわち、確率量化以前の水準にも、起こりやすさの判断という確率的な考え方の萌芽が見出されるように思われる。但し、その中でも、「可能性」という言葉は小3生で、「確率」という言葉は小6生で初めて用いられ、中1生で初めて確率量化に基づく解答が出現していたことから、発達的变化の存在がうかがえる。また、本研究で出題した「根元事象の起こりやすさの比較課題」（問1）では、当りの面の数が同じであったことから、はずれの面の数に注目することによって正判断を導くことが可能であったが、中垣（1986）では、例えば、簡単な比例関係からのずれがある課題（例えば、当りが1つ、はずれが2つ入っているくじ袋と当りが2つ、はずれが3つ入っているくじ袋の間での当りやすさの比較など）に安定して正答できる段階に到達している子どもの割合は、学年によって異なることが明らかにされている。つまり、起こりやすさの比較判断が可能な段階といっても、単一の段階というわけではなく、その内部においても、可能な比較判断の水準には違いがあると考えられる。

今後の課題として、調査対象者数を増やすことによって、上で述べた解釈の是非を検証すること、起こりやすさの比較判断が可能な段階の内部ではどのような発達が見出されるのかを検討すること、根元事象・和事象・積事象の起こりやすさの認識がどのような順序で獲得されていくのかを明らかにすることなどが挙げられる。

注(1) 今後の研究における課題として、花子さんが当りとなる条件（問2）や太郎君が当りとなる条件（問4）の言い回しを、例えば「赤いサイコロが青いサイコロの少なくとも一方で1が出たら当り」などに変更して課題を出題することが挙げられる。

- (2) 調査対象者の発言は原則そのまま引用するが、言いよどみや繰り返しの部分、つなぎ語などは適宜省略する。

文献

- 伊藤朋子. (2008a). 「ベイズ型くじびき課題」における推論様式の発達. *発達心理学研究*, 19, 2-14.
- 伊藤朋子. (2008b). 根元事象・和事象・積事象の起こりやすさの比較判断（質的量化）に関する発達の分析. *日本発達心理学会第19回大会発表論文集*, 281.
- 伊藤朋子. (2009). 確率量化操作の発達の研究——「サイコロ課題」を用いて. *発達心理学研究*, 20, 251-263.
- 中垣 啓. (1986). 子供は如何に割合の大小を判断しているか？——その発達の研究. *国立教育研究所研究集録第13号*, 国立教育研究所, 東京, 35-55.
- 中垣 啓. (1989). くじびきの順序は確率に影響するか？——条件付確率の発達の研究. *国立教育研究所研究集録第19号*, 国立教育研究所, 東京, 53-69.
- 中垣 啓. (1990). 子供は如何に選言文を解釈しているか？——選言解釈の発達の研究. *国立教育研究所研究集録第21号*, 国立教育研究所, 東京, 19-41.
- 中垣 啓. (1991). 選言型推論スキーマの獲得に関する発達の研究. *国立教育研究所研究集録第22号*, 国立教育研究所, 東京, 1-19.
- Piaget, J. (2007). ピアジェに学ぶ認知発達の科学 (中垣 啓, 訳). 京都: 北大路書房. (Piaget, J. (1970). *Piaget's theory*. In P. H. Mussen (Ed.), *Carmichael's manual of child psychology*: Vol. 1 (3rd ed., pp. 703-732). New York: John Wiley & Sons.)
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1951). *La genèse de l'idée de hasard chez l'enfant*. Paris: Presses Universitaires de France.

付記

本論文は、日本発達心理学会第19回大会（伊藤, 2008b）の発表内容を再分析・加筆・修正したものです。