広島大学教育学部紀要　第2部　第31号　1983.3.20

小学校下学年児童の説明活動に関する基礎的研究

——ローソクの時間的変化を素材とした場合——

角屋重樹

（1982年10月1日受理）

Basic Studies on Explaining Ability of Lower Graders in Elementary School
– From the Length Seriation of Candle –

Shigeki Kadoya

In order to clarify the stages of explanation by the elementary school pupils from the first to the third grade, the following investigation was carried out.

Problem: The investigation asks if pupil's explanations differ from the first to the third grade.

Method: The sample comprised thirty pupils. Ten pupils were chosen in every grade by random sampling. They were told to arrange five pictures, which indicated the orders of changes of candle length, and their explanations of their seriation were analyzed.

Results: The results of this investigation are summarized as follows;

1) Pupils in every grade could arrange five pictures serially from the longest to the shortest candle.
2) Both the second and the third grade pupils could explain the seriation by succession law.

Ⅰ　はじめに

自然の事物・現象に対する子どもの説明活動は，ピアジェ，大崎サチエ，関㙧一，Harding J. and Jones H.，などの研究者によって既に調べられている。[1)2)3)4)] これらの研究は，被説明事項に関係づけられた原因を抽出・分類し，それらに発達段階を設定している。自然事象に対する説明には，このような説明だけではなく，同時法則や通時法則による演繹的説明，及び統計的法則による統計的説明がある。[5)] したがって，上述の研究は，演繹的説明の一種である因果的説明（継時法則による演繹的説明）について調べたものであるといえる。

そこで，本研究は，継時法則，同時法則，通時法則の3種の法則による演繹的説明や統計的説明という立場から子どもの説明活動を総合的に調べ，それらの発達段階を解明していこうとした。このため，子どもの説明活動を分析する視点として次の3つを設定した。①：説明活動に法則として用いられている内容を抽出し，その内容が法則となり得るか否かを検討する。②：説明活動に適用されている法則の種類を明らかにする。③：説明活動が演繹的説明あるいは統計的説明として妥当であるか否かを検討する。

上述の分析視点に基づいて，既に，以下の研究を行っている。分析視点①と②とに基づいて，3歳から5歳までの保育所の子どもについて調べた。[6)] その結果，年長において法則を用いた説明が可能であること，及びその法則は継時法則であること，が明らかになった。この結果から次のことが考えられる。年長児において継時法則を用いた説明が可能であるならば，小学校の下学年の児童においても可能と考えられる。そこで，このことを仮説とした。

Ⅱ　目　　的

今回の目的は，前項で述べた，小学校の下学年の児童において法則，特に，継時法則を用いた説明が可能であるという仮説を検討することである。

Ⅲ　方　　法

前項で述べた仮説を検討するために，3歳から5歳までの子どもを対象とした前回の研究と同様の調査的面接法による調査を行った。

用いた素材は，児童が日常の生活において見慣れていると考えられるローソクであった。このローソクの長さの時間的変化を図1に示す5枚の画像にした。

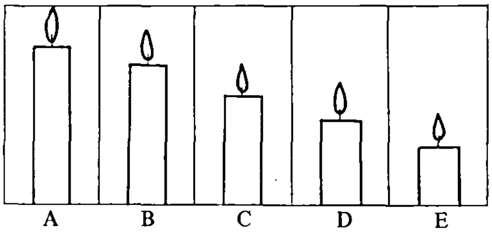

図1　提示した5枚の画像（画像はカラー）

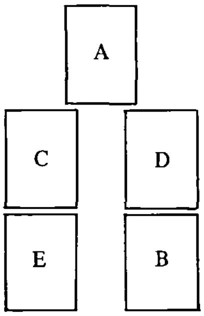

図2　提示時の5枚画像の配置

図2のように配置した5枚の画像を児童に提示し，それらを配列させ，その後に配列の理由を説明させた。この時の教示は，表1に示すものであった。児童に対する面接は，小学校の先生に依頼した。面接中の子どもの反応は，すべてテープレコーダーに収録した。

分析の方法は，以下の考えのもとに行った。ローソクの長さの時間的変化という事象に対する児童の説明活動は，画像に対する配列の順序，及び配列に対する言語による説明に現れる。そこで，分析を，A：画像に対する配列の順序とB：言語による説明とに分けてそれぞれ行った。また，A：画像に対する配列の順序の分析においては，5枚画像の配列順序の分析（A－2）とそれらの配列の基盤となる隣接2枚画像の配列順序の分析（A－1）とに分けた。そして，B：言語による説明の分析においては，教示1の「何」に対する説明の分析（B－1）と教示3の「なぜ」に対する説明の分析（B－2）とに分けた。

表1　教　示　内　容

順序＼教示	内　　　容
1	これは何の絵ですか。
2	これら5枚の絵を並べて下さい。あとでわけをききますから。
3	どうしてこういうふうに並べたのですか。そのわけを教えて下さい。

対象とした児童は，長野県南安曇郡のT小学校の1年，2年，3年であった。各学年とも10名無作為に抽出し，対象児を選定した。対象児の性別は，各学年男子5名，女子5名であった。

調査は，昭和56年5月に実施した。

Ⅳ　結　　果

結果を，A：画像に対する配列の順序とB：言語による説明とに分けて述べる。

A　画像に対する配列の順序の分析

1年，2年，3年の児童の5枚画像に対する配列の順序は，表2，表3，表4に示すものであった。これらの表における数値は，配列の順序を示す。

（A−1）　隣接2枚画像の配列順序の分析

ローソクの長さの時間的変化は，一般に，次のような式で表示できる。

L（i）：i番目の画像におけるローソクの長さ

A〉B：AはBよりも長い

とすると，

L（i）〉L（i＋1）　………①

が成り立つ。ここで，①の式の関係を正順と考えた。

表2　1年における画像の配列順序

児童番号＼画像	A	B	C	D	E
①	1	2	3	4	5
②	5	4	3	1	2
③	5	4	3	1	2
④	5	4	3	1	2
⑤	1	2	3	4	5
⑥	1	2	3	4	5
⑦	1	2	3	4	5
⑧	5	4	3	2	1
⑨	5	4	3	2	1
⑩	1	2	3	4	5

表3　2年における画像の配列順序

児童番号＼画像	A	B	C	D	E
①	1	2	3	4	5
②	1	2	3	4	5
③	5	4	3	2	1
④	1	2	3	4	5
⑤	5	4	3	2	1
⑥	5	4	3	2	1
⑦	1	2	3	4	5
⑧	1	2	3	4	5
⑨	5	4	3	2	1
⑩	5	4	3	2	1

表4　3年における画像の配列順序

児童番号＼画像	A	B	C	D	E
①	1	2	3	4	5
②	5	4	3	2	1
③	1	2	3	4	5
④	5	4	3	2	1
⑤	1	2	3	4	5
⑥	1	2	3	4	5
⑦	1	2	3	4	5
⑧	1	2	3	4	5
⑨	1	2	3	4	5
⑩	5	4	3	2	1

また，

L（i）〈L（i＋1）　………②

の関係にあるものを逆順と考えた。

そこで，①の正順及び②の逆順の関係にある隣接画像間の数を各学年ごとに調べた。その結果を表5と表6とに示す。

表5　各学年における正順の数

正順数＼学年	①	②	③
数	㉓	⑳	㉘

表6　各学年における逆順の数

逆順数＼学年	①	②	③
数	⑰	⑳	⑫

表5，表6から次のことが明らかになる。隣接画像間の数は1人当り4である。したがって，児童が5枚画像を正順あるいは逆順で系列的に配列すると，正順あるいは逆順の隣接画像間の数は4の倍数となる。表5，表6において，4の倍数になっていない学年は1学年のみである。よって，2年と3年の児童は5枚画像を正順あるいは逆順で系列的に配列しているが，1年の児童には系列的に配列しなかった者がいるといえる…………結果Ⅰ。

（A−2）　5枚画像の配列順序の分析

次に，隣接2枚画像の正順あるいは逆順の関係を4回繰り返して得られる5枚画像の配列順序について調べた。

上述の過程は，

L（A）：画像Aのローソクの長さ

$\alpha>\beta$：αはβよりも長い

⊃：ならば

∧：かつ

とすると，

正順の場合は，

｛L(A)〉L(B)｝∧｛L(B)〉L(C)｝∧｛L(C)〉L(D)｝∧｛L(D)〉L(E)｝ ⊃ ｛L(A)〉L(B)〉L(C)〉L(D)〉L(E)｝………③

となる。

また，逆順の場合は，

｛L(E)〈L(D)｝∧｛L(D)〈L(C)｝∧｛L(C)〈L(B)｝∧｛L(B)〈L(A)｝ ⊃ ｛L(E)〈L(D)〈L(C)〈L(B)〈L(A)｝………④

となる。

そこで，③あるいは④の関係で画像を配列した人数を各学年ごとに調べた。その結果を表7，表8に示す。

表7　③の関係で配列した人数

人数＼学年	①	②	③
人数	⑤	⑤	⑦

表8　④の関係で配列した人数

人数＼学年	①	②	③
人数	②	⑤	③

表7，表8から次のことがいえる。③あるいは④の関係で5枚画像を配列した児童は，1年では7名，2年では10名，3年では10名である。したがって，2年及び3年では，全員が③あるいは④の関係で5枚画像を配列したことになる。また，③あるいは④の関係で5枚画像を配列した人数としなかった人数とが同数であるという仮説の成立限界値を算出すると，その値は3または7となる（χ^2検定，危険率5％）。1年の7名という数値は，仮説の成立限界範囲になっている。したがって，1年では，約半数の児童が③あるいは④の関係で5枚画像を配列したことになる。よって，1年では約半数が，2年及び3年では全員が，それぞれ③あるいは④の関係で5枚画像を配列したことになる…………結果Ⅱ。

ここで，結果Ⅰと結果Ⅱとの関係について考える。③あるいは④の関係で5枚画像を配列するということは，正順あるいは逆順で5枚の画像を系列的に配列することである。したがって，結果Ⅱは結果Ⅰを包合しているといえる。

B　言語による説明の分析

児童の教示1及び教示3に対する言語による説明を，各学年ごとに調べた。その結果を，表9から表11まで（次頁）に示す。

（B−1）　教示1の「何」に対する説明

表９　１年生の言語による説明

説明／児童番号	教示１に対する説明	教示３に対する説明
①	ローソク	大きい順
②	ローソク	小さい順
③	ローソク	小さい順
④	ローソク	小さい順
⑤	ローソク	わからない
⑥	ローソク	高い順
⑦	ローソク	大きい順に並べた
⑧	ローソク	階段みたいに並べた
⑨	ローソク	小さい順
⑩	ローソク	ローソクが一番多いから，ローソクが一番小さいから

表10　２年生の言語による説明

説明／児童番号	教示１に対する説明	教示３に対する説明
①	ローソク	ローソクがとけて小さくなるから
②	ローソク	初め使っていないローソクに火をともしてだんだん小さくなってきた
③	ローソク	小さい順
④	ローソク	大きい順
⑤	ローソク	小さい順
⑥	ローソク	わからない
⑦	ローソク	大きい順
⑧	ローソク	ずっと火をつけてるとだんだん小さくなってくる
⑨	ローソク	小さい順
⑩	ローソク	小さい方から並べた

表９，表10，表11の教示１に対する説明から明らかなように，１年，２年，３年の各学年ともローソクと答えている。したがって，各学年とも全員が正しく答えているといえる。よって，各学年とも全員が画像内

表11　３年生の言語による説明

説明／児童番号	教示１に対する説明	教示３に対する説明
①	ローソク	ローソクに火をつけてどんどん小さくなっていった
②	ローソク	きれいに並べられるから
③	ローソク	長いものが小さくなっていくから
④	ローソク	小さい順
⑤	ローソク	どんどんロウがとけていって小さくなっていく
⑥	ローソク	背が高い順
⑦	ローソク	ローソクはだんだんロウがなくなっていく
⑧	ローソク	燃えるととけるからどんどん小さくなっていくから
⑨	ローソク	ローソクは燃えていくととけていってどんどん小さくなっていく
⑩	ローソク	小さい順

容を理解しているといえる。

この事実は，次のように考えることができる。３歳から５歳までの子どもを対象とした前回の調査では，４歳児以上のほとんどの子どもがローソクと答えた。[7] また，今回の調査では各学年とも全員がローソクと答えている。したがって，両調査の結果を合わせると，４歳以上の子どもがローソクという事物に対する説明が可能であるといえる。

（B―2）　教示３の「なぜ」に対する説明

表９，表10，表11の教示３に対する児童の説明は，以下のように分類できる。「大きい順あるいは小さい順に並べた」というような大きさによる説明。「きれいに並べた」というような美しさによる説明。「階段みたいに並べた」というような事物の模倣による説明。「わからない」というような不明。「ローソクに火をつけるとだんだんとけて小さくなる」というような法則による説明。この法則は，ローソクに火をつけるという条件とだんだんとけて小さくなるという後件とに分けられる。そして，この法則は以下のように表示できる。

$C(x)$：xはローソクである。

$F(y)$：yは火である。

$G(x, y)$：xにyをつける。

$L(t)$：時刻tにおけるローソクの長さ。

$u \succ t$：時刻uは時刻tよりも後

$\supset$：ならば

∧：かつ
とすると，
$(^{\forall}x)(^{\forall}y)(^{\forall}t)[\{C(x)\wedge F(y)\wedge G(x,y)\wedge(u>t)\}\supset\{L(t)>L(u)\}]$ …………⑤
したがって，法則による説明とは，⑤の式で表示できる法則を適用した説明であるといえる。

表12　1年生の教示3に対する説明

視点＼児童番号	大きさ	美しさ	事物の模倣	法則	不明
①	○				
②	○				
③	○				
④	○				
⑤					○
⑥	○				
⑦	○				
⑧			○		
⑨	○				
⑩	○				

表13　2年生の教示3に対する説明

視点＼児童番号	大きさ	美しさ	事物の模倣	法則	不明
①				○	
②				○	
③	○				
④	○				
⑤	○				
⑥					○
⑦	○				
⑧				○	
⑨	○				
⑩	○				

表14　3年生の教示3に対する説明

視点＼児童番号	大きさ	美しさ	事物の模倣	法則	不明
①				○	
②		○			
③				○	
④	○				
⑤				○	
⑥	○				
⑦				○	
⑧				○	
⑨				○	
⑩	○				

以上，大きさ，美しさ，事物の模倣，法則，不明，という5つの視点により，表9から表11までの児童の説明を分類した。この結果を，各学年ごとに表12から表14に示す。

表12から表14における○印は，その視点に基づいて説明を行ったことを示す。これらの表において，各視点に基づく説明を行った人数を学年ごとに調べた。その結果を表15に示す。

表15から次のことが明らかになる。大きさによる説明は，1年では8名，2年では6名，3年では3名である。したがって，大きさによる説明は，学年とともに減少しているといえる。これに対して，法則による説明は，1年では0名，2年では3名，3年では6名である。したがって，法則による説明を行う人数は，学年とともに増加していくといえる…………結果Ⅲ。

この事実は，次のように考えることができる。3歳から5歳までの子どもを対象とした前回の調査では，5歳児において法則による説明を行った。[8] 今回の調査

表15　各視点に基づく説明を行った人数

視点＼学年	大きさ	美しさ	事物の模倣	法則	不明
1	8	0	1	0	1
2	6	0	0	3	1
3	3	1	0	6	0

では，2年の児童から法則による説明が現れている。両調査の結果をまとめると，1年の児童において法則による説明が現れなかったりするが，学年の上昇とともに法則による説明を行う人数が増加するといえる。

V　まとめと今後の問題点

ここで，今までに述べてきたことをまとめる。今回の目的は，小学校下学年の児童において継時法則を用いた説明が可能であるという仮説を検討することであった。このため，小学校1年から3年までの児童30名を対象として図1の5枚画像を配列させるとともに，その配列に対する説明をさせた。結果は，次のようになった。

1)　5枚の画像を系列的に配列した児童は，1年では約半数，2年及び3年では全員であった(結果Ⅱより)。
2)　法則による説明を行う人数は，学年が上昇するに伴って増加していく傾向にある(結果Ⅲより)。

ここで，結果2)の含意について考える。この結果でいう法則とは，⑤の式で表示されるものである。⑤の式において，tやuという時間の前後を示すパラメータが介在している。したがって，⑤の式で表示できる

法則は，継時法則であるといえる。よって，結果2)より上述の仮説は，検証されたことになる。

また，結果2)において，児童が説明に適用した法則には次のような特徴が見られた。その特徴とは，⑤の式で表示されている条件が欠如していることであった。表10における児童番号①，及び表11における児童番号③，⑤，⑦が，これに該当している。この人数は法則を適用して説明を行った人数の約44%に相当する。この割合は，全体の約半分である(χ^2検定,危険率5%)。したがって，この事実から，児童が説明に適用している法則は条件が表現されていない場合が約半数あるといえる。説明に適用される法則の条件はきわめて重要なものである。[9] 高等学校1年生の生徒においても説明に用いる法則の条件に対する意識が十分であるとはいえない。[10] よって，小学校の児童期から説明に適用する法則の条件に対して十分に意識づけるように教師は留意することが必要であるといえる。

なお，今後残された問題としては次のことが考えられる。図1の5枚の画像を統一的に配列することは，ローソクの長さに対する系列化の問題である。この系列化に関しては，プロセス・モデルによる分析の方法がある。[11)12)] 今後は，このようなモデルの考え方に基づいて子どもの説明活動の動的な実態を把握していく必要があると考えられる。また，今回得られた結果は1つの小学校児童に限定されるものである。したがって，これらの結果に対する客観性の付与が今後の問題として残った。今後は，これらの問題を解決していく予定である。

主要参考文献

1) ピアジェ著・岸田秀訳，子どもの因果関係の認識，明治図書，1971. pp. 263 − 325.

2) 大崎サチエ，因果的な説明に現れた児童の思考，心理学研究，1934. 第9巻，pp. 681 − 709.

3) 関晌一，児童の因果関係理解の発達について(第2報告) — 幼児期・児童前期における発達 —，教育心理学研究，1959. 第6巻，第3号，pp.137 − 143.

4) Harding J. and Jones H., Organizer Influence on Children's Answers to Questions of Physical Causality, Science Education, 1972, Vol. 56, No. 3, pp. 389–394.

5) 黒崎宏，説明，碧海純一他編，科学時代の哲学3 自然と認識，培風館，1972. pp. 61 − 98.

6) 拙稿，子どもの自然認識に関する基礎的研究(I) — ローソクを素材とした場合の保育所の子どもについて —，日本教科教育学会誌，1980. 第5巻，第4号，pp. 15 − 19.

7) 文献 6)

8) 文献 6)

9) ライヘンバッハ著・石本新訳，記号論理学の原理，大修館書店，1982. pp. 369 − 391.

10) 拙稿，子どもの説明活動に関する基礎的研究 — 中学生および高等学校1年生の演繹的説明活動について —，広島大学教育学部紀要，1981. 第2部，第30号，pp. 131 − 137.

11) 佐伯胖監修，LISPで学ぶ認知心理学 2 問題解決，東京大学出版会，1982. pp. 28 − 35.

12) Baylor G. W. and Gascon J., An Information Processing Theory of Aspects of the Development of Weight Seriation in Children, Cognitive Psychology, 1974, Vol. 6, pp. 1 - 40.