

知的障害児における「量の大小判断」の学習過程に関する研究

宮崎 仁美

金沢大学大学院教職実践研究科

【概要】 特別支援学校学習指導要領解説各教科等編（文科省，2018）における能力の獲得とその順序性には、典型発達幼児の能力獲得過程が想定され、これに基づく学習事項が配置されている。しかし、算数科の「量の大小判断」獲得の論理的順序性には飛躍が散見される。本研究では、幼児期の「量の大小判断」の獲得に関する先行研究をレビューし、獲得過程に関する仮説を立てた。これに基づき、各過程を検証するための課題を具体的に設定し、その遂行結果から「量の大小判断」獲得の論理的順序性の検証を試みた。先行研究では、知的障害児の「量の大小判断」に関する発達は、典型発達幼児と同様の過程を辿ると報告されている。本研究の結果からも、原則、知的障害児も典型発達幼児と同様の過程を辿ると考えられたが、典型発達幼児に比べて知的障害児は、対象物の知覚的要因や指導手続きに理解が影響を受ける可能性が示唆された。

I 問題と目的

1. 問題の所在

（1）知的障害教育における量の理解に関する指導の現状と課題

特別支援学校学習指導要領解説各教科等編（文科省，2018）における能力獲得とその順序性には、幼児期の能力獲得過程が想定され、これに基づく指導事項が配置されている。しかし算数科の「量の大小判断」にかかる学習内容は、獲得の論理的順序性に飛躍が散見される。

知的障害教育には検定教科書がなく、学習指導要領を基に授業者が単元や課題を設定して授業を行うことが多い。量の理解を高めるためには、扱う教材の形状や個数、大きさが重要であるが、学習指導要領や文部科学省著作教科書に詳細な記述はなく、教師が手探りで作成している。つまり、知的障害児への指導は、個々の教師の指導経験や学校に蓄積された指導法に依存している。一方、教師の指導知識や経験は十分とはいえない。

学習指導要領の系統性に飛躍が散見されるため、論理的順序性に従って理解を促すことや、つまづいた時に既習事項を遡って再学習することが難しい。この背景には、これまでの教育実践において、学習のつまづきを十分に検討せず、短絡的に「知的機能の障害」と解釈し、原因同定が進まなかったことが一因であろう。つまづきの原因には、障害の影響が考慮されるが、直接的な原因を特定した上で、これが知的障害の特性といかなる関係にあるのかを吟味する必要がある。これより、知的障害児における学習のつまづき原因を同定し、これを元に論理的順序性が保たれた学習過程を構築することが喫緊の課題である。

（2）知的障害児の量の理解に関する発達

自閉スペクトラム症や知的障害児は、2歳6か月ごろから獲得される量の大小や長短等の相対的な概念の獲得に相当な困難を有することが指摘されている（稲富，2020）。安達（2003）は、知的障害児の量の理解に関する発達は、典型発達幼児と同じ過程を辿ると報

告したが、大小や長短等の属性は区別せず、2量、3量、5量、7量といった教材の個数によって検討した。典型発達幼児を対象とした系列化に関する研究（園田, 2011）では、面積と体積の系列化課題の難易度には統計的な有意差はなく同等であり、面積や体積より棒の系列化の難易度が高いことが報告された。すなわち、知的障害児においても教材の個数のみならず、形状によって難易度が異なるか検討していく必要がある。恩田（2015）は、発達障害幼児を対象として、面積や体積の教材を用いた大小系列化課題を実施し、平面、絵付きの平面、立体の順に難易度が高くなることを指摘した。知的障害児と典型発達幼児の系列化に関する研究結果が異なることから、量の理解に関する発達、知的障害児も典型発達幼児と同じ発達を辿る可能性はあるものの、典型発達幼児より対象物の見かけの影響を受けやすく、より細やかな順序や手続きであれば獲得できる可能性がある。

2. 研究仮説

（1）幼児期の量の理解に関する発達

幼児期の「量の大小判断」に関する先行研究から獲得過程を仮定した(図1)。すなわち、①～⑦の質的展開を経て、思考方略は直観的な判断から推移律を背景とした論理的な判断へと移行すると想定した。これに基づき、知的障害児における「量の大小判断」はどのような順序で獲得されるのか検討した。推移律とは、「 $A=B$ 、 $B=C$ ならば $A=C$ 」である、「 $A>B$ 、 $B>C$ ならば $A>C$ 」であるという判断である。なお学習過程の仮説構築には、幼児期の知見をレビューし、同様の観察結果が複数の文献で確認できたものや年齢群の7割から9割の達成率が見られた評価課題を年齢毎に整理した。その結果、①～⑦の質的展開が確認された。これによると量の大小判断獲得の順序は、2～3歳頃にものの異同に気付く「①2量の異同弁別」、2量をお父さんと赤ちゃん等、身近な関係に関連付ける「②2

量の対応付け」、2量を比較し「大きい」の観点が現れる「③2量の比較」、その上で2量を比べて大小や長短、高低などを選ぶ「④2量の比較観点の拡大（属性「大小/長短/多少/重軽）」へと発展する。そして、4～6歳頃は比較対象が3量以上に拡大し、最大や最小を選ぶことや面積や体積を大きさの順に配列する「⑤視覚による比較」、棒を長さの順に配列する「⑥操作による比較」へと発展する。そして漸く7歳頃に紙テープ等の媒介項を用いて比較する「⑦比較における基準の採用と適用」へと展開する学習過程が想定できた。

（2）思考方略の変移

質的展開①～④（2～3歳頃）は、大小の差異に気付き、類別した直観的な判断である。この頃に2量のうちどちらが大きいか答えることは、2つの量の一方を「大きい」とし、他方を「小さい」とする差異を答えることである。質的展開⑤（5歳頃）に至り、 $a<b<c<d<e$ のような一定のルールに従った配列を作ることが可能になる。系列化は同一基準に従い要素間の関係性を判断することから、推移律を背景にしている（園田, 2009）。これにより、類別した直観的な判断から推移律を背景にした論理的な判断に移行していくと推察される。

園田（2011）は、幼児から大学生を対象とした推移律の形成過程を詳細に分析し、3位相モデル(図2)と下位操作、認知能力(図3)の関係を明らかにした。3位相モデルとは、推移律にもとづく系列化の発達の変化を捉える枠組みであり、知覚が思考に優先する第1の位相から、知覚と思考が混交する第2の位相を経て、思考が知覚に優先する第3の位相に至る変化過程を示した。これは、直観的な判断から推移律を背景とした論理的な判断への移行を仮定した本研究の立場と類似する。このことから園田の3位相モデル(2011)と本研究の仮説を対応付けた。質的展開①～⑤は視覚によって見てわかる課題であるため

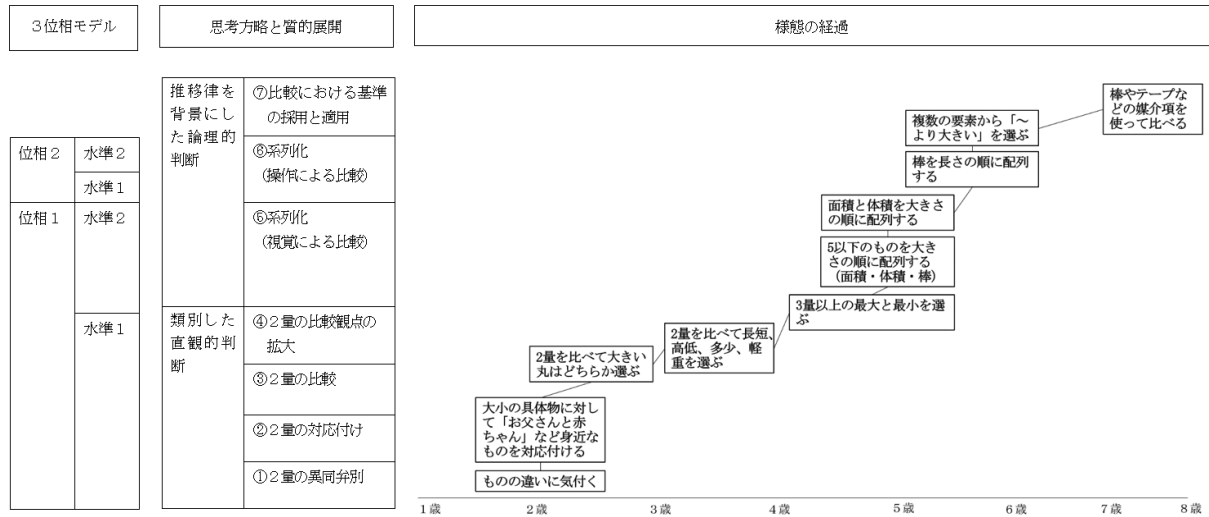


図1 量の大小判断の学習過程

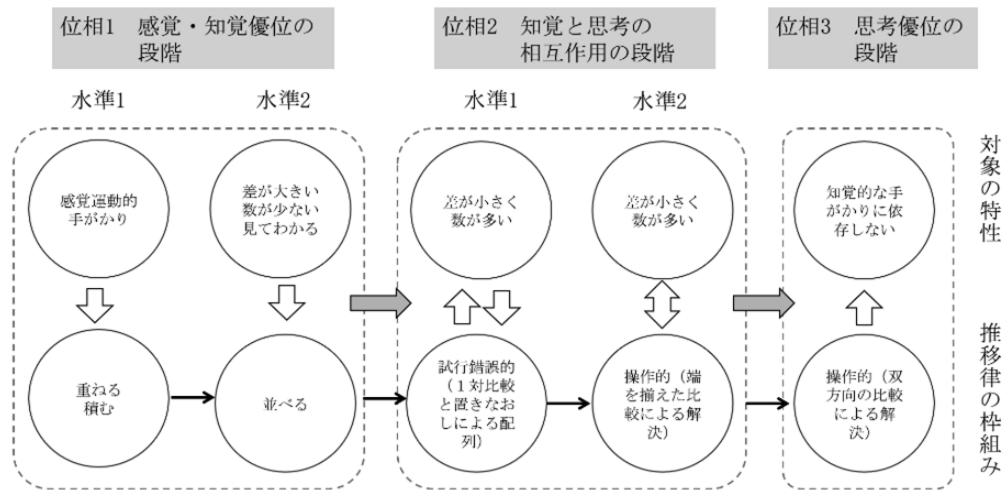


図2 3位相モデル (園田, 2011)

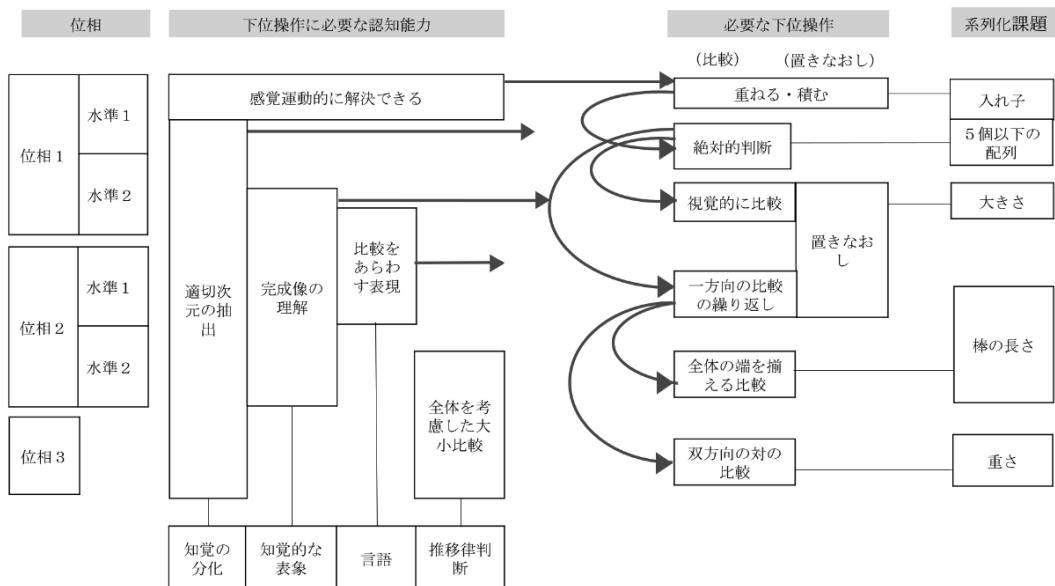


図3 系列化の下位操作およびその背景にある認知能力の関係 (園田, 2011)

位相1にあたり、⑥は操作的な解決を必要とすることから位相2にあたる。園田（2011）は、視覚的なフィードバックのない重さの系列化を位相3に位置付けた。媒介項を用いた測定は、視覚的なフィードバックを排除できないため、位相3には該当しないと考えた。

本研究の仮説と特別支援学校学習指導要領各教科等編（文科省，2018）の算数科測定には、小学部2段階から3段階の指導事項に飛躍が確認された（図4）。特に、3量以上から最大を選択する学習から媒介項を用いた測定の間が抜けており、推移律判断を基礎とした系列化は明記されていない。文部科学省著作教科書（文科省，2020）は、大きさの系列化は明記されておらず、長さの系列化は、間接比較後の任意単位を用いた測定の単元で若干取り上げられている程度であった。

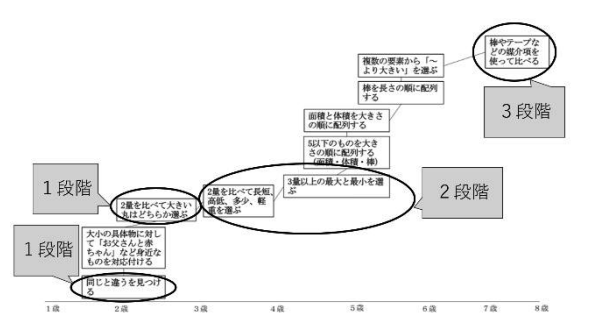


図4 仮説と学習指導要領の比較

3. 本研究の目的

以上を踏まえ、知的障害児における「量の大小判断」の学習過程を究明する。このため、以下の検討課題を明らかにする。

（1）検討課題1「量の大小判断はどのような順序で獲得されるのか」

知的障害児における量の大小判断の獲得について本研究の仮説（図1）に従い、想定した各過程の達成率を基に論理的順序性を同定する。

（2）検討課題2「量の大小判断の獲得を困難にしている要因は何か」

検討課題1での論理的順序性を確認後、各課題における対象物操作の状況から、各過程

の移行を困難にしている要因を検討し、指導する際の留意事項を明らかにする。

II 研究方法

1. 対象児

知的障害の診断がある児童9名と境界知能の児童1名（10～11歳；表1）とした。

表1 対象児

児童	障害名	IQ
A	ASD、知的障害	53
B	精神遅滞	
C	ダウン症候群	
D	ダウン症候群	
E	ADHD、軽度精神発達障害	89
F	精神運動発達遅滞	
G	知的障害	
H	ASD、知的障害	
I	ダウン症候群	
J	ASD、知的障害	

2. 課題の設定と手続き

本研究の仮説に従い、各質的展開の達成を判断するための課題を設定し、実施した（表2、3）。課題の設定について、園田（2011）は0.8cmずつ差がある円と棒を用いた。典型発達幼児の知見と比較するために、大きさの差は基本的に0.8cmとした。ただし、園田（2011）は対象物の個数や大きさの差によって位相や水準が異なることを示していることから、最大を選択する課題は、対象物を5個から3個に減らした課題、系列化課題は0.8cmずつ差がある5個と1.6cmずつ差がある5個の対象物の課題を加えた。

3. 資料の収集方法

対象児ごとに課題を実施し、学習効果が出ないように課題の順序はランダムに行った。質問の理解が困難な児童には、質問の言い換えや完成状態の図示を行った。課題遂行時の行動を児童の正面から上半身と机上の教材を含めて撮影した。

表 2 教材一覧

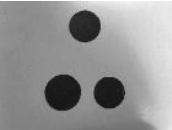


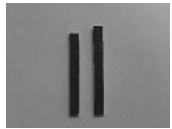
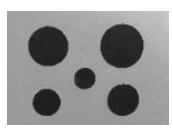


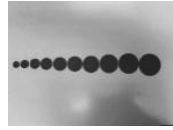
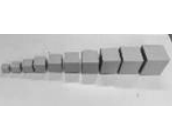


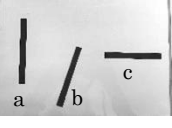
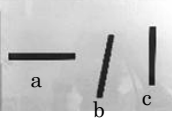
1-2 	2-1 	3-2 
4-1 	5-1-2-1 	5-1-2-2 
5-1-2-3 	5-2-1 	5-2-2 
6-1 	6-2 	7-1 
7-2 		

表 3 課題一覧

質的展開	課題	手続き
① 2量の異同弁別	1-2	直径8cmと直径8.8cmの円を5cmの間隔を空けて提示し、8cmの円を見せて「これと同じものをください」と教示する。左右を反転し、3回問う。
② 2量の対応付け	2-1	直径5cmと10cmの円を提示し、「お父さんの丸はどちらですか、赤ちゃんの丸はどちらですか」と教示する。左右を反転し、3回問う。
③ 2量の比較	3-2	直径8cmと直径8.8cmの円を5cmの間隔を空けて平行に並べて提示し、「どちらが大きいですか」と教示する。左右を反転し、3回問う。
④ 2量の比較観点の拡大	4-1	縦9cm×横1cmと縦9.8cm×横1cmの角棒を提示し、「どちらが長いですか」と教示する。左右を反転し、3回問う。
⑤ 系列化(視覚による比較)最大と最小	5-1 -2-1	直径3cm～6.2cmの0.8cmずつ大きくなっている5つの円をバラバラに提示し「一番大きいのはどれですか」と教示する。提示した円の1～3番目をバ

		ラバラに提示し「一番大きいのはどれですか」と教示する。
	5-1 -2-2	一辺が3cm～6.2cmの0.8cmずつ大きくなっている5つの立方体をバラバラに提示し、「一番大きいのはどれですか」と教示する。1～3番目をバラバラに提示し、「一番大きいのはどれですか」と教示する
	5-1 -2-3	9cm～12.2cmの0.8cmずつ長くなっている5本の角棒をバラバラに提示し、「一番長い棒はどれですか」と教示する。1～3番目をバラバラに提示し、「一番長い棒はどれですか」と教示する
⑤ 系列化 (視覚による比較)面積と体積の系列化	5-2 -1	直径3cm～10.2cmの0.8cmずつ大きくなっている10個の円をバラバラに提示し「だんだん大きくなるように並べてください」と教示する。1～5番目の5個の円をバラバラに提示し「だんだん大きくなるように並べてください」と教示する。1、3、5、7、9番目の5個の円をバラバラに提示し、「だんだん大きくなるように並べてください」と教示する。
	5-2 -2	一辺が3cm～10.2cmの0.8cmずつ大きくなっている立方体をバラバラに提示し「だんだん大きくなるように並べてください」と教示する。1～5番目の5個の立方体をバラバラに提示し「だんだん大きくなるように並べてください」と教示する。
⑥ 系列化 (操作による比較)	6-1	9cm～16.2cmの0.8cmずつ長くなっている10本の角棒をバラバラに提示し、「だんだん長くなるように並べてください」と教示する。1～5番目の5個の角棒をバラバラに提示し「だんだん長くなるように並べてください」と教示する。1、3、5、7、9番目の5個の立方体をバラバラに提示し、「だんだん長くなるように並べてください」と教示する。
	6-2	9cm～16.2cmの0.8cmずつ長くなっている10本の角棒をバラバラに提示し、6番目の角棒を指し、「これより長い棒を探してください」と教示する。6番目の角棒は、他の棒と区別できるように色を変える。

⑦	7-1	2本の角棒(a, c)の絵と可動する1本の角棒(b)を提示し、「(aとc)どちらが長いですか」と教示する。可動する棒(b)の長さは、 $a=b>c$ である。
	7-2	2本の角棒(a, c)の絵と可動する1本の角棒(b)を提示し、「(aとc)どちらが長いですか」と教示する。可動する棒(b)の長さは、 $a<b<c$ である。

4. 結果の整理方法

(1) 課題間の難易度評価

各課題の達成人数と達成率を求めた。最大を選択する課題は、対象物が5個の課題、系列化課題は対象物が10個の課題を対象とした。各課題の達成人数と未達成人数をクロス集計し、課題間の難易度を同定した。

(2) 解決方略の評価

系列化課題は、対象物の形状や個数、大きさの差を変えた課題を実施した。それらの課題遂行時の操作を観察し、対象物の比較の仕方と課題の完成度について記録した。比較の仕方は、対象物の基点を揃える操作や対象物を置き直す操作を評価した。

(3) 指導手続きの変更と再現性の確認

系列化課題と最大の選択課題について、課題の提示順序を変更した時の課題の達成度、操作内容、随伴した発言を記録した。

5. 倫理的配慮

(1) 学校への了解

本研究のデータは、教育活動の一環として収集した。データ収集と公表について、学校長に書面を提出、合わせて口頭で説明して了解を得た。

(2) 課題実施時の対象児への配慮

児童の心身の負担軽減のため、課題の実施は、児童が普段から個別課題をしている日常生活の指導の時間帯に行った。課題の取り組み時間は、児童の実態に応じて設定し、複数日に分けて実施した。1回の実施時間は原則15分間以内とし、児童が課題に意欲的で、取り組みの継続を希望した場合は延長したが、30分間までとした。撮影することを対象児に

伝え、了解の意思表示を得た。教材を自由に触る時間を設けており、教材に関心をもち、前向きに取り組む言動があった。

Ⅲ 結果と考察

1. 検討課題1「量の大小判断はどのような順序で獲得されるのか」

各課題の達成率を表4、各児童の結果を表5、各課題の達成人数をクロス集計した結果を表6-aから6-mに示した。全問正答した児童はいなかった。IQ89のE児は、比較対象とする予定であったが、全問正答しなかった。10名の対象児の達成状況として、課題の難度が高まるにつれ、達成率や達成者数が低下したことから、課題の難易度は、概ね仮説を支持する結果となった。しかし、一部の課題では、仮説とは異なる結果がみられた。

表4 達成人数と達成率

課題	達成人数(人)	達成率(%)
1-2	8	80
2-1	7	70
3-2	7	70
4-1	5	50
5-1-2-1	7	70
5-1-2-2	6	60
5-1-2-3	5	50
5-2-1	4	40
5-2-2	5	50
6-1	3	30
6-2	2	20
7-1	1	10
7-2	1	10

表5 各児童の結果

課題	E	A	H	B	J	C	F	G	D	I	人数	達成人数	達成率
1-2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10	8	80
2-1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10	7	70
3-2	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	10	7	70
4-1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	10	5	50
5-1-2-1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	10	7	70
5-1-2-2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	10	5	50
5-1-2-3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	10	5	50
5-2-1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	10	4	40
5-2-2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	10	5	50
6-1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	10	3	30
6-2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	2	20
7-1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	10
7-2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	10
正答数	12	11	11	9	8	4	4	1	0	0			

(1) 系列化課題の難易度

表 6-b～6-d より、系列化課題の難易度は、対象物の形状によって異なり、体積、面積、棒の順に高くなった。棒の系列化の難易度が最も高いことは、仮説を支持する結果であった。

典型発達幼児を対象とした研究(園田, 2011)では、体積と面積の系列化の難易度に統計的な有意差は見られなかった。しかし、知的障害児を対象とした本研究では、体積と面積の難易度が異なる結果となった。対象人数や分析方法は異なるが、知的障害児は典型発達幼児より対象物の形状に影響を受けやすいことが示唆された。

体積と面積の系列化課題は、図 2、3 より、位相 1 水準 2 にあたり、「視覚的な比較」によって「見てわかる」課題である(園田, 2011)。面積の系列化を達成した複数の児童には、円を重ねる行為が特徴的に見られた。円心や円周を基点に重ね合わせる操作をしながら配列した。他方、立方体は置くだけで自ずと底辺が揃う。体積と面積の難易度が異なったのは、基点を揃える操作の介入が関係していると推測される。

表 6-b～6-m クロス集計結果

6 - b

		5-2-2	
		○	×
5-2-1	○	4	0
1	×	1	5

6 - c

		6-1	
		○	×
5-2-2	○	3	2
2	×	0	5

6 - d

		6-1	
		○	×
5-2-1	○	3	1
1	×	0	6

6 - e

		5-1-2-2	
		○	×
5-1-2-1	○	5	2
2-1	×	0	3

6 - f

		5-1-2-3	
		○	×
5-1-2-1	○	5	2
2-1	×	0	3

6 - g

		5-1-2-3	
		○	×
5-1-2-2	○	5	0
2-2	×	0	5

6 - h

		5-1-2-1	
		○	×
4-1	○	5	0
	×	2	3

6 - i

		6-2	
		○	×
6-1	○	2	1
	×	0	7

6 - j

		7-1	
		○	×
6-1	○	1	2
	×	0	7

6 - k

		7-2	
		○	×
6-1	○	1	2
	×	0	7

6 - l

		7-1	
		○	×
6-2	○	0	2
	×	1	7

6 - m

		7-2	
		○	×
6-2	○	1	1
	×	0	8

(2) 最大対象の選択課題の難易度

表 6-e～6-g より、最大の対象を選択する課題の難易度は、面積が最も低く、体積と棒は同等の結果となった。これは、仮説と異なる結果であった。最大を選択するためには配列操作が必要であり、対象物が 5 個以下の配列と類似する結果が得られると予想した。典型発達幼児の場合、5 個以下の配列は、面積、体積、棒の難易度に統計的な差はない(園田, 2011)。しかし、5 個以下の配列の知見と類似した結果は得られず、対象物の形状によって難易度が異なった。

最大を選ぶ際の配列操作の有無を確認し、表 7 に示した。その結果、対象物の形状によって課題の解決方法が異なった。5 本の棒から最も長いものを選択できた児童は、配列した上で大小を判断し、最大を選んだ。一方、面積と体積は配列操作した児童は 2 名、配列操作せず視覚的に判断した児童は面積 5 名、体積 3 名であった。面積と体積は、配列の操作がなくとも、視覚のみで大小を判断することができた。以上のことから、棒と面積の達成人数は同じであるが、棒の課題は視覚だけではなく操作による判断を伴っており、課題の難易度は、面積、体積、棒の順に高くなると推察できた。

表 7 最大選択課題

	実施 人数	達成 人数	達成児童の解決方法	
			配列・有	配列・無
面積	10	7	2	5
体積	10	5	2	3
棒	10	5	5	0

面積と体積は、配列せずに視覚によって最大を選択でき、面積の方が大小判断は容易であることがわかった。ただし、本研究では面積は円を用い、体積は立方体を用いた。長方形の大きさ判断は、4 歳は横の一次元で、5～6 歳は横または縦の一次元で、6 歳後半では横と縦を統合した二次元で大きさの判断をするため、年齢が上がった時に一時的に正答

表6-a クロス集計結果

	1-2 ○ x	2-1 ○ x	3-2 ○ x	4-1 ○ x	5-1-2-1 ○ x	5-1-2-2 ○ x	5-1-2-3 ○ x	5-2-1 ○ x	5-2-2 ○ x	6-1 ○ x	6-2 ○ x	7-1 ○ x	7-2 ○ x
1-2 ○ x		7 1 0 2	7 1 0 2	5 3 0 2	7 1 0 2	5 3 0 2	5 3 0 2	4 4 0 2	5 3 0 2	3 5 0 2	2 6 0 2	1 7 0 2	1 7 0 2
2-1 ○ x			7 0 0 3	5 2 0 3	7 0 0 3	5 2 0 3	5 2 0 3	4 3 0 3	5 2 0 3	3 4 0 3	2 5 0 3	1 6 0 3	1 6 0 3
3-2 ○ x				5 2 0 3	7 0 0 3	5 2 0 3	5 2 0 3	4 3 0 3	5 2 0 3	3 4 0 3	2 5 0 3	1 6 0 3	1 6 0 3
4-1 ○ x					5 0 2 3	5 0 0 5	5 0 0 5	4 1 0 5	5 0 0 5	3 2 0 5	2 3 0 5	1 4 0 5	1 4 0 5
5-1-2-1 ○ x						5 2 0 3	5 2 0 3	4 3 0 3	5 2 0 3	3 4 0 3	2 5 0 3	1 6 0 3	1 6 0 3
5-1-2-2 ○ x							5 0 0 5	4 1 0 5	5 0 0 5	3 2 0 5	2 3 0 5	1 4 0 5	1 4 0 5
5-1-2-3 ○ x								4 1 0 5	5 0 0 5	3 2 0 5	2 3 0 5	1 4 0 5	1 4 0 5
5-2-1 ○ x									4 0 1 5	3 1 0 6	2 2 0 6	1 3 0 6	1 3 0 6
5-2-2 ○ x										3 2 0 5	2 3 0 5	1 4 0 5	1 4 0 5
6-1 ○ x											2 1 0 7	1 2 0 7	1 2 0 7
6-2 ○ x												0 2 1 7	1 1 0 8
7-1 ○ x													0 1 1 8
7-2 ○ x													

率が低下する（河崎ら,2021）。円には縦と横の長さに違いがない。正方形や長方形の場合も確認する必要がある。

（3）2量比較（大小、長短）の難易度

表6-hより、2つの棒から長い方を選ぶ課題は、5つの円から最大を選択する課題より難易度が高かった。これは仮説と異なる結果であった。仮説では、2量の大小比較から長短等へと観点が拡大し、3量以上の最大を選択する過程を想定したが、順序が逆になる結果となった。

比較観点の拡大は、言葉が大小から長短等へと分化していくため、言語習得の影響を受ける。大小は未分化の言葉であり、大きさに関するどのような対象にも広範囲に使用され、大小から高低、多少、深浅の順に分化する（ロ

バート・S・シーグラール, 1992)。知的障害児は典型発達幼児と比較して、言葉の分化が遅れることが考えられた。

2量の大小比較後、2量の長短や高低等の比較の学習に進むのではなく、「大きいー小さい」といった理解している言葉で2量以上のものを比較する方が容易であることが示唆された。

（4）媒介項を用いた測定

表6-i～6-kより、複数対象から「これより長いもの」を選択する長短比較や媒介項を用いた測定ができた児童は、棒の系列化課題を達成していた。棒の系列化課題の後に、長短比較や媒介項を用いた測定といった課題が成立する順序が確認された。これは仮説を支持する結果であった。しかし長短比較と媒

介項を用いた測定の課題間の難易度は、同定できなかった。

長短比較課題は、棒の系列化課題よりも発達的に後で達成される（園田,2011）。園田が指摘する通り、棒の系列化は完成像を手掛かりに解決できるが、長短比較課題は、一対の要素間の比較ではなく、要素全体の関係を総合した推移律判断が必要である。本研究では、長短比較課題と媒介項を用いた測定は、どちらも推移律判断が必要な課題であると仮定した。つまり、長短比較課題で「これより長いもの」を複数選択できるのは、 $a < b < c < \dots < i < j$ といった非対称的な関係全体を理解しているからであり、任意の棒（b）は、aより長くcより短い、という一部の要素間の関係判断が、2つの関係から3つの関係を推論する推移律に繋がっていく。その後、媒介項を用いた測定へと至る過程を想定した。

表6-1、表6-mより、長短比較と媒介項を用いた測定では、後者の難易度が高い結果となった。しかし、長短比較課題を達成した児童は、推移律判断をせずに解決したため、この判断が媒介項を用いた測定に至る過程にあることを確認できなかった。

長短比較課題では、「これ（6番目）より長い棒を探してください」と教示した。任意の棒より長いものを探すために系列化の方略をとった児童が1名いたが、最大の棒を選んだだけであった。他は、ランダムに取った棒と比較して1本選ぶ児童と課題の理解が難しい児童であった。そのため、「これより長い棒はいくつかあります。全部探してください。」と再教示した。その結果、2名の児童が課題を達成したが、総当たりで一対比較し、2つを比較してどちらが長い判断することを繰り返す方法をとった。これは、 $a < b < c < \dots < i < j$ の関係を理解した上での比較ではなかった。これより、長短比較課題は推移律判断が必要であるが、この判断が媒介項を用いた測定に至る過程にあることを確認できなかった。

2. 検討課題2「量の大小判断を困難にする要因は何か」

検討課題1では、量の理解に関する順序性について検討したが、この結果から典型発達幼児とは異なる特徴がみられた。1つは、面積と体積の系列化課題の難易度が同等ではなく、体積、面積の順序であったことである。2つ目は、典型発達幼児は2量比較の属性が大小から長短へ拡大、その後、3個以上から最大を選択する順序であったが、知的障害児は逆の結果となり、最大選択から比較属性が拡大する順序であったことである。検討課題2では、典型発達幼児の発達と異なる結果が見られた課題について分析し、知的障害児の困難さを検討した。

（1）系列化課題から見た知的障害児の困難

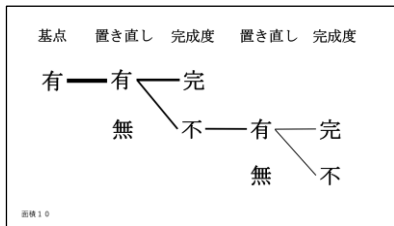
表8-a 系列化課題

課題	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	人数	達成人数	達成率
5-2-1 要素数10	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	10	4	40
要素数5	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	10	5	50
差1.6cm, 要素数5	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	10	5	50
5-2-2 要素数10	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	10	5	50
要素数5	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	10	5	50
差1.6cm, 要素数5	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	10	5	50
6-1 要素数10	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	10	3	30
要素数5	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	10	4	40
差1.6cm, 要素数5	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	10	4	40
正答数 9 6 0 0 9 0 0 9 0 7													

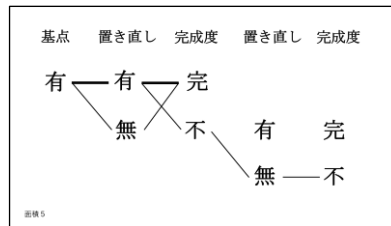
表8-b 系列化課題達成率の順序

達成率	体積	面積	棒
50%	5個（差大） 5個、10個	5個（差大） 5個	
40%		10個	5個（差大） 5個
30%			10個

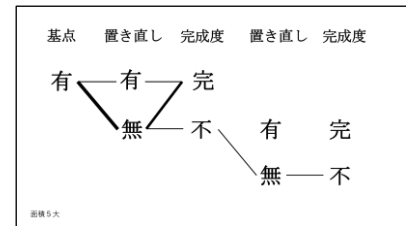
系列化課題において、対象物の個数や大きさの差を変えて実施した課題の結果を表8-a、達成率で分類した結果を表8-bに示した。対象物の個数と大きさは、0.8 cm差ずつ大きくなる10個、5個、それから1.6 cm差ずつ大きくなる5個とした。結果、対象物の形状だけでなく、個数や大きさの差によって難易度が異なることが確認された。体積については、個数や大きさの差は、達成率に影響しなかった。



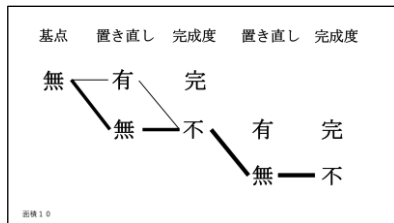
5-a 面積 10 個・基点【有】



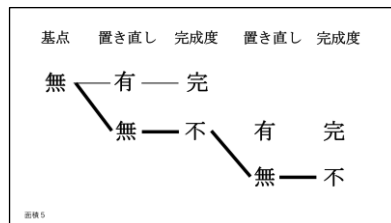
5-b 面積 5 個・基点【有】



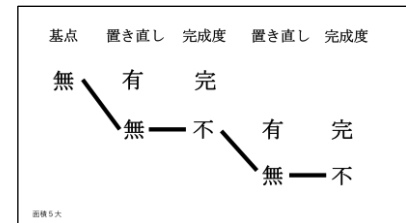
5-c 面積 5 個 (差 1.6 cm)
基点【有】



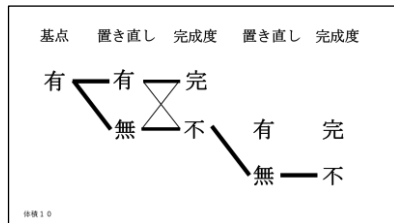
5-d 面積 10 個・基点【無】



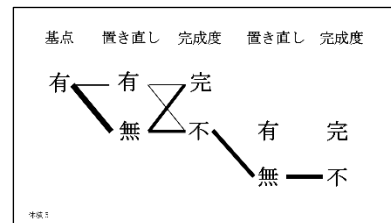
5-e 面積 5 個・基点【無】



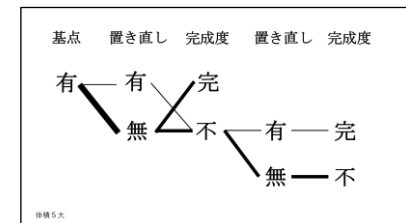
5-f 面積 5 個 (差 1.6 cm)
基点【無】



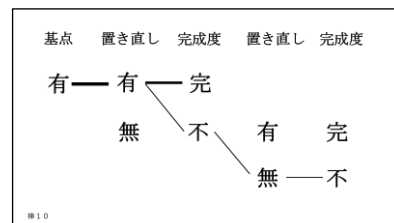
5-g 体積 10 個【基点有】



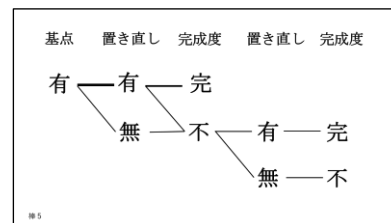
5-h 体積 5 個【基点有】



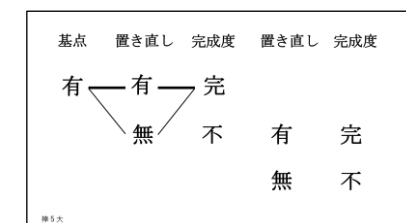
5-i 体積 5 個 (差 1.6 cm)
【基点有】



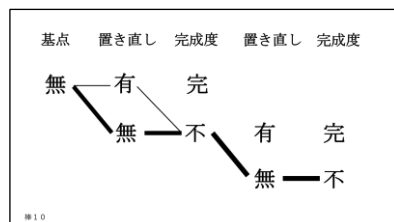
5-j 棒 10 個【基点有】



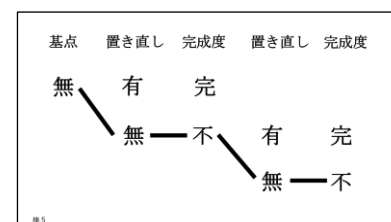
5-k 棒 5 個【基点有】



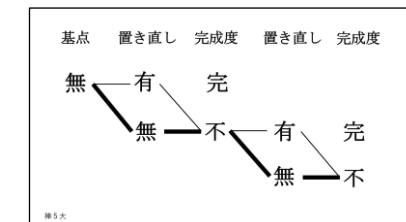
5-l 棒 5 個 (差 1.6 cm)
【基点有】



5-m 棒 10 個【基点無】



5-n 棒 5 個【基点無】



5-o 棒 5 個 (差 1.6 cm)
【基点無】

図 5-a～5-o 系列化課題の遂行過程

対象物の形状や個数、大きさの差といった知覚的要因によって課題が困難になった要因を解明するために、課題解決に至る過程を「基点」「完成度」「置き直し」に着目し、表 9-a～9-c に従って分類した。各対象児の課題遂行過程を重ね合わせた結果を図 5-a～5-o に示した。人数が多くなるほど、線を太く表示した。

表 9-a 基点有無の評価

有	・対象物の中心や端を基点に重ねる、並べる
	・対象物を下揃え、もしくは中央揃えにして配置する
無	・明らかに凹凸がある配列を作る
	・二列に配列する

表 9-b 完成度の評価

完	・大きい順に正しく配列されている
不	・1 か所以上ミスがある

表 9-c 置き直しの評価

有	・対象物の順を入れ替える
無	・対象物を置いた後動かさない

なお「置き直し」とは、図 3（園田, 2011）より、大きさと長さの系列化課題に必要な操作であり、長さの系列化課題は「置き直し」に加え、「全体の端を揃える操作」も必要である。課題解決に至る過程を分析するため、本研究における「置き直し」は、課題遂行中の置き直し操作と、配列後に修正するための置き直し操作に分けて整理した。

「基点」とは、比較時に対象物を揃えた点とした。恩田（2015）は、「基準点を定められるかどうか」が大小系列化における重要な操作であると指摘したが、その基準点とは、配列の一番目を定められるかどうかであった。本研究の分析した「基点」とは、配列の出発点ではなく、円心や円周、棒の端を揃える等、対象物の一部を揃える操作とした。また中央揃えや下揃えに配列している場合も、基点を

揃えていると評価した。体積（立方体）の系列化課題については、自ずと底辺が揃うことから、基点は全て有りと分類した。

図 5-j～5-o より、対象物が棒の場合は、対象物の個数や差の大きさにかかわらず、端を揃える操作がないと達成できなかった。これは図 3（園田, 2011）と同様の結果であった。図 5-a～5-f より、面積が 10 個の場合、基点を揃える操作が課題の達成に影響した。面積が 5 個の場合、1 名のみであるが基点を揃える操作がなくても達成できた。図 5-g～5-i より、体積は、物理的特性から基点は自ずと揃うため、揃える操作をしなくても課題を達成できた。

面積と体積、棒の系列化課題について、棒（長さ）は見るだけでは差がわからないため端を揃える操作が必要であるが、面積と体積は目で見て差がわかる課題である（園田, 2011）。そのため、体積や 5 個の面積は、視覚のみで大きさを判断できる課題であると推測できる。しかし、面積が 10 個の場合は、視覚のみで大きさを判断できず、基点を揃える操作が必要な課題であったといえる。検討課題 1 において、面積と体積の難易度が異なったことには、面積の系列化課題に基点を揃えた操作が必要とされることによると思われる。

面積と棒の系列化課題では、図 5-a～5-f、5-j～5-o より、達成者で最も多い遂行過程は、基点を揃え、置き直しを繰り返しながら完成に至る、といったパターンであった。未達成者で最も多いのは、基点を揃えることが難しく、試行錯誤の置き直しも修正の置き直しもない、といったパターンであった。図 3（園田, 2011）より、面積や体積の大小系列化課題は「置き直し」操作が必要であるが、いかにして置き直しを行うようになるかは検討されていなかった。基点を揃えない場合、置き直しをする児童がわずかに見られるにとどまり、置き直しがなされないということが

示された。恩田（2015）は、発達障害幼児は枠（対象物が全て入る長方形）を使用することで、大小系列化の完成度が上がることを指摘した。枠の使用によって、対象物を下揃えに並べることが促され、その結果、完成度が上がったと推察すると、基点を揃えることが大きさの系列化において重要な操作であるといえる。知的障害児は、面積比較では「基点を揃える」難しさがあり、その結果、「置き直し」も現れなかったと推察される。これより、知的障害児の「量の大小判断」の指導においては、比較のために基点を揃える操作、そのための枠の設定などが有効と思われた。

（２）指導手続きの違いから見た知的障害児の困難

最大選択課題と系列化課題において、指導手続きを変えることで大小判断に影響があるか確認した。最大選択課題と系列化課題は、学習効果が出ないように、対象物の個数が多い課題から少ない課題になるように実施していた。それらの手続きを変更し、個数が少ない課題から順に提示した（表 10）。なお指示は変更していない。

表 10 課題の提示順

課題	変更前	変更後
最大	①要素数 5	①要素数 3
選択	②要素数 3	②要素数 5
5-1-2-1		
5-1-2-2		
5-1-2-3		
系列化	①要素数 10	①要素数 5（差大）
5-2-1	②要素数 5	②要素数 5
5-2-2	③要素数 5（差大）	③要素数 10
6-1		

①系列化課題における困難

前述したように、知的障害児は、系列化課題において、基点を揃えることの難しさを指摘したが、系列化課題は大小判断だけではなく、他の認知能力との関連も指摘されている。園田（2011）は、棒の系列化課題は、「だんだん大きくなっている」という課題の構造と「比べて、順番に並べていく」という自分の行為のプランが意識的に統合されていくことで、

全体の端を揃えるという操作が実行されることを確認し、①系列化課題の目標を理解しているか、②要素間の関係の構造を把握しているか、③自分自身の遂行のプランを意識しているか、④実行の正しさを目標に照らし合わせて評価できるか、⑤誤った時に修正ができるか、といったモニタリング能力との関連を指摘した。また安達（2001）は課題を意識し保持し続ける力の問題から、知的障害児は、典型発達幼児より系列化課題の混乱が多かったことを報告している。

以上のことから、指導手続きを変更することで、課題を意識し続けることに影響があるか確認した。系列化課題を、サイズの差が大きい5個、同じサイズ差で5個と10個の課題の順に提示したところ、児童2名（対象児 B と J）の達成度が上がった（表 11）。

表 11 手続き変更の結果(系列化課題)

課題	変更前		変更後	
	B	J	B	J
5-2-1 要素数10	1	0	1	1
要素数5	1	1	1	1
差1.6cm, 要素数5	1	1	1	1
5-2-2 要素数10	1	1	1	1
要素数5	1	1	1	1
差1.6cm, 要素数5	1	1	1	1
6-1 要素数10	0	0	1	1
要素数5	0	1	1	1
差1.6cm, 要素数5	0	1	1	1

B 児は、棒の系列化課題が全て未達成であったが、指導手続きを変更することで全て達成した。指導手続きの変更が、課題に対する意識を保持すること、自身の実行を評価することに効果的であったと考えられる。

B 児は質問の理解が難しかったため、10本の棒を配列する前に完成像を見せた。配列後に「階段みたいにできた？」と完成像を図示したが、階段状になっていないことには気付かず、間違いを修正しなかった。指導手続きの変更後は、サイズの差が大きく個数が少ない課題から順に達成していき、10本の棒を配列後、階段状になった棒の端を触って確認する姿が見られた。対象物数が少なく、サイズ

の差が大きいものから順に提示することで、課題の意識や目標に対する実行の正しさを自身で評価することに効果的であったと推察できた。

J 児は、指導手続きを変更することで、未達成であった円 10 個と棒 10 本の課題を達成した。「だんだん大きくなる」という構造や課題の理解に効果があったと考えられる。

J 児は、円と棒が 10 個の課題は、ミスは 1 か所であったが、置き直して修正することはなかった。基点を揃える操作はなく、円は凹凸がある並べ方であり、棒は完成像を参照して上部を階段状にするものの、端は揃えずバラバラであった。手続き変更後は、順に正答し、10 個の円を一直線に配列後、円周の一部を揃えて全ての円を順に重ねる操作が現れた。10 本の棒は、棒の端を揃える操作が見られた。対象物の個数が少なく、差が大きいものから順に提示することで、「だんだん大きくなる」構造とそのルールに従って並べるという課題が理解でき、解決方法として基点を揃えられたと推察できる。

以上のことから、知的障害児は、大小を判断する能力があっても、課題理解や課題に対する意識を保持し続けること、自身の実行評価の難しさが、大小判断を妨害していた可能性がある。

このように、対象物の個数や大きさの差に留意する必要があるが、単に対象物の個数を少なくすればいいということではない。典型発達幼児は、対象物が 3 個の場合に最も正答者が多かった（園田, 2011）。しかし、発達障害幼児は、対象物が 3 個の場合、5 個より課題の達成者が減り、「並べる」という理解に至りにくく、かえって課題の理解が困難になったことが指摘されている（恩田, 2015）。対象物数が多いことや大きさの差がわずかであることで、「並べる」「比べる」といった自発的な判断を呼び起こすことも考えられる。つまり、知的障害児は、課題の理解や判断におい

て、対象物の形状、個数、大きさの差といった知覚的要因に影響されやすいといえる。

②最大選択課題における困難

複数から一番大きい円を選択する課題において、F 児は対象物の数が少ないと、かえって課題が困難になったが、指導手続きを変更することで達成した（表 12）。それは、「大きい」という言葉と特定の対象が 1 対 1 で強固に結びついており、相対的な関係を表す言葉であることが理解できていないことが考えられた。

表 12 手続き変更の結果（最大選択課題）

課題	変更前		変更後	
	F	発言・行動	F	発言・行動
要素数5 5-1-2-1 要素数3	1 0	最大（3 番目）を手 に取るが、「ない」 「これちっちゃい か」と言う	1 1	「でかいのなくな い？」と言いな がら最大（3 番 目）を選ぶ
要素数5 5-1-2-2 要素数3	0 1		1 1	「ない？」と言 いながら、最大（3 番目）を手に取り、 「これ」と選ぶ
要素数5 5-1-2-3 要素数3	0 0		0 1	

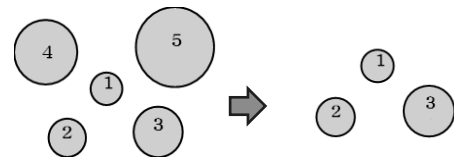


図 6 円の最大級選択（5 個、3 個）

指導手続き変更前の対象物を図 6 に示した。F 児は、5 個の場合、最大（5 番目の位置にある円）を選ぶことができた。しかし、この 5 番目の位置にあった円を含まない 3 個が対象の場合には、大きいものは「ない」と主張した。この課題では、対象物を減らしたことで、3 番目の円は、「小さい」から「大きい」に変化している。

2 つのものに対してどちらが大きい判断することと、ゾウを見て「大きい」と判断することでは、後者の方が早期に達成し、その理由は「ゾウは大きい」といった物に対する自分なりの枠組みを持っているからである

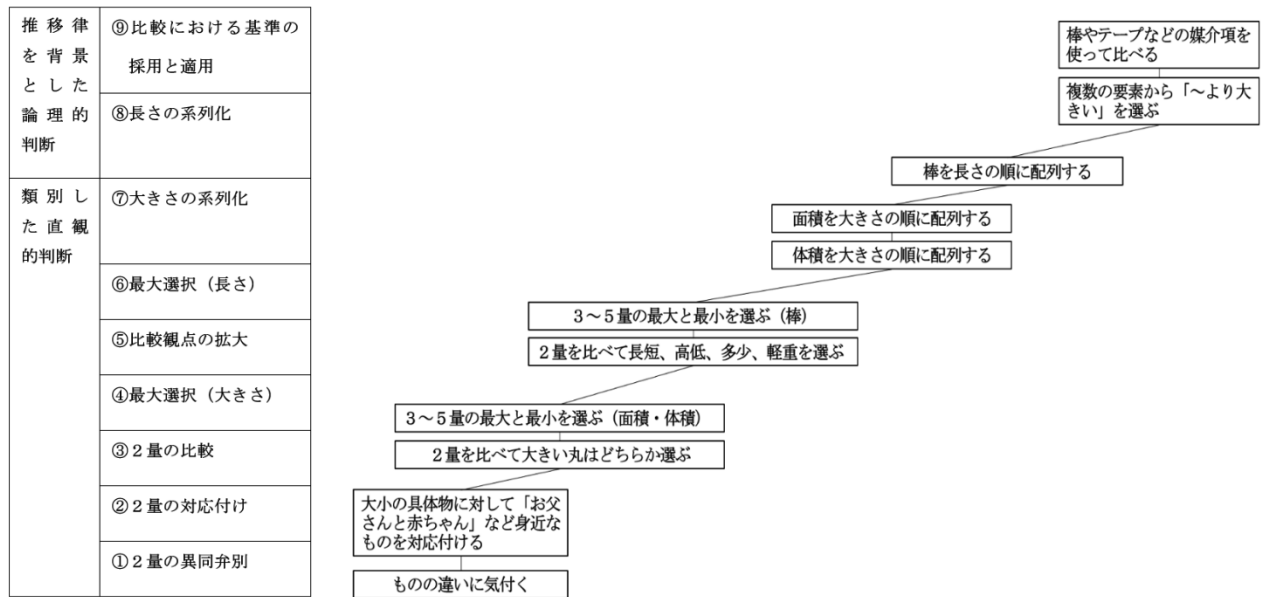


図7 量の大小判断の学習過程

（堂山ら, 2011）。2量の比較課題の結果からF児は2つの物に対してどちらが大きい判断することができたが、3番目の円が「小さい」から「大きい」に変化することは理解できなかった。このことから、F児は一方を「大きい」とし、他方を「小さい」とする差異を答えることはできるが、「同じ物でも比較対象によっては『大きい』とされたり『小さい』とされたり、可変的に用いられる」（堂山ら, 2011）ことは理解していなかったと考えられた。加えて、5番目の円はF児にとって「大きい」の枠組みに該当したため「大きい」と名前を付けたが、3番目の円はF児の枠組みに該当せず、名付けた言葉を変更できなかったことが考えられた。対象物が少ない課題から多い課題へと順に提示した時に、F児は「でっかいのなくない？」と繰り返し発言しながら正答した。これは、「大きい（もの）」といった対象物と1対1で結びついていた言葉を比較用語として理解し始めた発言や行動であったと推察される。最大を選択する課題において、対象物が少ない課題から多い課題へと順に提示することは、「大きい」「小さい」は可変的に用いられることを学習する過程で重

要であることが示唆された。

IV 総合考察

1. 量の大小判断獲得の過程と困難要因

本研究は、典型発達幼児の先行研究を踏まえ、知的障害児における量の大小判断獲得の過程を解明することを目的とした。また課題解決に至るプロセスを検討することによって、大小判断を阻む要因を検討した。

（1）量の大小判断獲得の過程

①量の大小判断獲得の過程

検討課題1～2の結果から、知的障害児は概ね典型発達幼児の発達を辿ることが確認されたが、典型発達幼児と比べて、対象物の知覚的要因に影響されることが示唆された。そのため、知的障害児は典型発達幼児より細やかなステップで学習していくことが示された。すなわち、知的障害児は知覚的な手掛かりによって「量の大小判断」を学習していくといえる。本研究では対象物の形状や個数、大きさの差といった知覚的要因を考慮した学習過程を解明することができた（図7）。

知的障害児は、以下の①～⑨の過程で学習していくことが明らかになった。ものの異同

に気付く「① 2 量の異同弁別」、2 量をお父さんと赤ちゃん等、身近な関係と関連付ける「② 2 量の対応付け」、2 量を比較し「大きい」観点が現れる「③ 2 量の比較」、3～5 量の面積や体積から最大や最小を選ぶ「④ 大きさの最大選択」、2 量を比べて長短を選ぶ「⑤ 2 量の比較観点の拡大」、3～5 量の棒から最大や最小を選ぶ「⑥ 長さの最大選択」へと展開する。その後、「⑦ 大きさの系列化」では、体積、面積の順に学習し、「⑧ 長さの系列化」、媒介項を用いた測定である「⑨ 比較における基準の採用と適用」へと展開する。これにより、類別した直観的な判断から推移律を背景にした論理的な判断に連続的に移行していく。

② 系列化課題

媒介項を用いた測定に至るまでに系列化課題を獲得する過程があることは、特別支援学校学習指導要領解説各教科等編(文科省, 2018)や文部科学省著作教科書(文科省, 2020)には取り上げられていない点である。本研究の結果から、媒介項を用いた測定ができる児童は、棒の系列化課題ができることが示された。そして、棒の系列化に至るまでに、大きさの系列化があり、体積、面積の順序で獲得していくことが明らかになった。「基点」と「置き直し」に着目した分析から、体積、そして個数が少なくサイズ差が大きい面積は視覚のみで大小を判断できる課題であった。次に、10 個の円や個数が少なくサイズ差が大きい棒は、対象物の一部を揃える初歩の課題であった。それから「端を揃える比較」が必要不可欠な棒の系列化へと発展していくことが明らかになった。これは、直観的に大小を類別する判断から、推移律を背景とした論理的な判断に至るまでの、 $a < b < c < d < e$ といった一方向の大小関係を理解する上で重要な過程であるといえる。

(2) 量の大小判断獲得の困難要因

検討課題 2 では、系列化課題における「基

点を揃えること」の難しさを指摘した。基点を揃えることができなかった児童の多くは、置き直しもしなかった。大きさの系列化課題において、置き直しがいかに行われるかは検討されていなかった。置き直しは、「だんだん大きくなる」といった目標を理解した上で、物同士を見比べることや隣り合う物の差を見比べた結果、現れる操作である。対象物を中央揃えや下揃えに並べられないと、物同士を見比べることや隣り合う物の差を見比べることを阻むであろう。知的障害児は、対象物のどこを揃えるか見出すことに困難さがある。

2. 困難要因への指導の留意点及び配慮

検討課題 2 では、指導手続きを変更することによって、「だんだん大きくなる」といった構造を理解し、解決方法として基点を揃えようとすることが確認された。検討課題 1～2 の結果から、系列化課題で使用する教材は体積、面積、棒の段階があり、個数や大きさは 5 個や 1.6 cm 差から始め、個数を増やし、差を小さくしていく配慮が必要である。ただし、知的障害児は、対象物の知覚的要因に左右されやすいことから、個数や大きさに細心の配慮が重要である。本研究で用いた教材は、個数が 5 個と 10 個、大きさの差は 0.8 cm と 1.6 cm とした。5 個以上の具体物や 1.6 cm 以内の差は、必然的に対象物間の大小を比較する教材であったといえる。

3. 今後の課題

本研究は、典型発達幼児を対象とした先行研究の知見を基に仮説を立てたが、本研究の課題事態で、典型発達幼児が仮説通りに大小判断を獲得していくかの検証を実施していない。このため、典型発達幼児を対象に加えた検討を行い、あわせて、知的障害児の対象事例を増やししながら、知的障害児の「量の大小判断」の獲得過程を検証しつつ、困難さを明らかにしていくことが今後の課題である。

あわせて、本研究で実施した課題は、量の

大小判断の獲得過程を解明し、知的障害児に合った学習過程を探るために考案したものである。本研究の成果を踏まえ、系統的な学習単元と教材を含めた指導法の体系を構築していく必要がある。

4. 本研究の知的障害教育への寄与

本研究で明らかにした知的障害児における量の大小判断獲得の過程は、系統的な指導の足掛かりとなるであろう。特別支援学校学習指導要領（文科省, 2018）や文部科学省著作教科書（文科省, 2020）に示された指導内容の飛躍を解消し、知的障害教育における教科学習の発展に寄与しう。加えて、通常の学級に在籍し、量の大小判断に困難さを示す児童の指導に資すると思われる。

引用文献・参考文献

- 1) 安達勇作 (2001)「知的障害児における数概念の発達－未測定の認識の発達－」富山大学教育学部研究論集 4 巻, 43－52
- 2) 堂山亜希, 榎本創一 (2011)「大小に関する曖昧な概念と表象を用いた比較判断について」発達障害支援システム学研究第 10 巻, 第 1 号, 1－9
- 2) 服部敬子 (2020) 白石正久, 白石恵理子編「新版教育と保育のための発達診断」全障研, 155－157
- 3) 稲富眞彦 (2020)「特別支援学校学習指導要領（平成 30 年）の発達の検討」教育学論究, 12, 1－10
- 4) 片岡基明 (2014)「大きさの比較判断の成立に関する検討」京都女子大学発達教育学部紀要, 第 10 号, 39－48
- 5) 河崎雅人, 竹ノ内柊太, 松林奈央, 森田泰介, 林友子, 杉本信 (2021)「自己生成課題に基づく幼児の大きさの比較判断方略の発達過程の検討, 日本教育工学会論文誌, 67－77
- 6) 小池敏英 (2000)「知的障害児における数概念の初期発達」発達障害研究, 第 22 巻, 第 2 号, 129－136
- 7) 黒田吉孝 (2003)「自閉症児の大小概念獲得における具体的「対」概念と抽象的「対」概念の獲得」特殊教育学研究, 41 (1), 15－24
- 8) 文部科学省 (2018)「特別支援学校学習指導要領解説各教科等編」
- 9) 文部科学省 (2020)「さんすう☆さんすう☆☆さんすう☆☆☆教科書解説」
- 10) 恩田智史 (2015)「発達障害幼児の大小系列化操作に関する臨床的研究」発達臨床研究第 33 巻, 21－30
- 11) Piaget, J.&Szeminska, A (1962)「数の発達心理学」(遠山啓, 銀林浩, 滝沢武久, 訳) 国土社
- 12) ロバート・S・シーグラウ (1992)「子どもの思考」武藤隆, 日笠摩子訳, 誠信書房
- 13) 佐治伸郎 (2020)「信号、記号、そして言語へ」共立出版株式会社
- 14) 園田直子 (2009)「系列化課題を用いて認知発達プロセスに関する研究レビュー（展望）」久留米大学心理学研究第 8 号, 117－139
- 15) 園田直子 (2011)「系列化課題を用いた認知発達プロセスの解明」風間書房
- 16) 高橋玲, 飯塚幹雄, 松本優, 浦崎源次 (2000)「知的障害養護学校における算数・数学の指導内容系統化の試み (1)－未測定の指導段階について－」群馬大学教育実践研究第 17 号, 211 - 223
- 17) 寺川志奈子 (2020) 白石正久, 白石恵理子編「新版教育と保育のための発達診断」全障研, 99－101, 110－113
- 18) 遠山啓 (1972)「歩きはじめての算数」国土社
- 19) 矢部富美枝 (1982)「概念の形成」宮本茂雄編「発達と指導Ⅳ概念形成」学苑社, 18－20