

# 数の直感的把握：発達および障害に関する資料から

Subitizing: A literature review on development and/or disability

高 原 光 恵

TAKAHARA Mitsue

鳴門教育大学学校教育研究紀要

第 34 号

Bulletin of Center for Collaboration in Community

Naruto University of Education

No.34, Feb, 2020

## 数の直感的把握：発達および障害に関する資料から

### Subitizing: A literature review on development and/or disability

高原 光恵

〒772-8502 鳴門市鳴門町高島字中島748番地 鳴門教育大学大学院 子ども発達支援コース  
TAKAHARA Mitsue  
Course of Child Development  
748 Nakajima, Takashima, Naruto-cho, Naruto-shi, 772-8502, Japan

**抄録：**本稿は、瞬間的にももの個数を捉えるサブタイジングの機能に関する知見の中でも、発達の变化、自閉スペクトラム症（ASD）等障害の有無による違い、数の理解を促す教育実践に見られる指導法などについて文献的検討を行ったものである。その結果、サブタイジングによる反応時間は年齢発達とともに短くなり、処理容量が増えること、言語処理による干渉が見られること、教育指導場面では、カウンティングによる丁寧かつ確実な数の認識を中心としていることなどが明らかとなった。また、今後の課題として、今回取り上げられなかった障害に関する知見や教育実践例について、まとめていく必要性が指摘された。

**キーワード：**サブタイジング, ASD, 障害, 数概念

**Abstract :** This paper examines the connections between subitizing and influential factors using a literature review. Subitizing is commonly known to recognize the number of objects without counting in a small number set. To analyze literature related to subitizing ability, we investigated the following factors, child development stages to understand the numerical concept, developmental disorders such as autism spectrum disorder (ASD), and mathematical methods commonly applied in a classroom to teach number concepts. The review results indicate that the child development stage with higher information processing ability tends to reduce the response time of subitizing. Children groups interfered in language processing tasks decreased the performance of subitizing. In contrast, the result suggests little significant difference in subitizing ability between children with autism and other groups. The research shows that teachers mainly apply actual counting methods in a classroom instead of utilizing subitizing. We will conduct a literature review to investigate different types of developmental disorders other than autism and different education methods.

**Keywords :** Subitizing, Autism spectrum disorder, Disability, Numerical understanding

#### I. はじめに

##### 1. 数の理解

日常生活の中で数を使う場面は多い。物の個数を数えたり、いま何時なのか時計を確認したり、何番目に並んでいるかと数えたり、重さや液体の量を読み取りながら商品を選び、価格はいくらなのか比べながら購入したり、部屋の広さやドアの幅を測った上で作品を持ち込んだり、大体の見積もり（概数）も含めて、毎日、何かしらす数を扱う。そうした数字が表す意味には、大きくは個数（基数）の場合と、順序（序数）の場合、そして量の場合（e.g., 320円, 1m20cm）があるが、本稿では前者、特に物の個数を捉える機能に限定し、論を進める。

##### 2. 個数の直感的把握

目の前にある物がいくつあるのか把握する場合、1個、2個と1つ1つ数えていくこともあれば、それが少ない個数の時には数えなくても一瞬でわかることもある。前者をカウンティング（counting）、後者をサブタイジング（subitizing）という。個数判断を求める課題において、回答までの反応時間は個数の増加に伴って直線的に増えるわけではないことがわかっている。成人の場合だと、1～4あるいは5まではサブタイジングによる把握のため反応時間にあまり変わりがなく、それ以上になるとカウンティングによる個数把握が行われ、反応時間も漸増する。また、全体の数の多さでカウンティングされるとは限らず、個々の配置により、サブタイジングの機能が利用される。例えば、図1で、aの場合は一般的にカウン

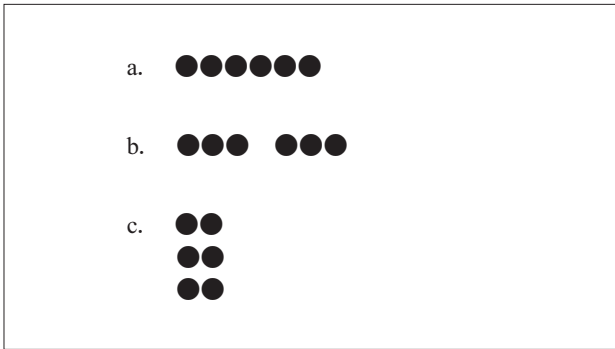


図1 個数判断における配置の比較

ティングの手法により回答が導き出されるが、bやcの場合ではもっと素早く全体の個数がわかるであろう。

厳密には、一見してわかる知覚的サブタイジング (perceptual subitizing) とは別に、個数を把握するとき「まとまりを構成する部分」と全体とを合わせて捉える力を概念的サブタイジング (conceptual subitizing) とし、サブタイジングは2分類できること、そして後者の能力は数の集合をイメージ上で合成・分解できる力へとつながることが指摘されている (cf. 広瀬, 2016)。以降では、知覚的／概念的、いずれのサブタイジング機能が明確に分けられないものも含めて扱う。

### 3. 子どもの生活における数の理解と学習場面

子どもたちは日常生活において、数量を扱う場面に度々遭遇している。食事のときにコップやお箸の数は足りているか、座る場所は人数分あるか、お店で120円のお菓子を買うにはどの硬貨を何枚出せばよいか、もらったおつりは合っているか。慎重に数えながら確かめてはいても、個数が少ないときは一瞬で合う／合わないとわかることも多いであろう。数の理解や操作の習熟は、学校教育において培われるとともに、生活の中でも日々、必要とされ、鍛えられる力である。

しかしながら、特別支援教育の対象となる子どもたちの中には直感的な数の理解が進みにくかったり、固有の捉え方が培われていたりして、通常の教科書・指導書での対応を超え、数概念の習得や操作に困難を示すことがある。単なる反復や表示上の工夫では解消されないこともあり、教員側は伝えたい内容の説明の仕方や手段の検討にとどまらず、内容の本質に向き合う作業となるであろう。特に、教員自身が一見してわかる、説明不要で理解できてしまう部分については、自分自身の情報処理過程・思考過程の特徴、認知特性を理解しておくことも大切であろう。このような実態のある中、まずは初期的な数の能力の一つであるサブタイジングについてどのようなことが明らかになっているのか、また、障害との関連で指摘されていることはあるのか、さらには、数の把握や操作、概念的理解において困難を示す子どもへの教育

実践ではどのようなことが行われているのか、見ていくこととする。

## II. サブタイジングの容量変化の要因

### 1. 発達的变化と数能力の予測子

成人におけるサブタイジング可能な範囲の上限は、条件により異なるが、概ね4～6である (cf. 渡邊, 2009)。子どもについては、測定の都合上、数と数詞の対応ができ、数詞を読めるようになって以降の検査と考えると、その通過率 (50%) は5歳となるため (大塚, 2000)、成人との比較においてはそのあたりの年齢が最年少となるであろう。ただし、課題の工夫により、1視標の個数判断ではなく大小／異同判断課題を用いることや、等分配課題、連合学習の手法を用いるなど、必ずしも数詞の読み能力を必要とせず、乳幼児における計測も可能である (e.g., 丸山, 2003)。

Reeve, Reynolds, Humberstone, & Butterworth (2012) では、159名の児童を対象に、6年にわたって7回、数判断と数の大小比較課題を行っている。7回の計測時における平均年齢はそれぞれ、6歳、7歳、8.5歳、9歳、9.5歳、10歳、11歳であり、反応時間により Slow / Medium / Fast の3つのサブグループに分けられた。各年齢時におけるサブタイジングとカウンティングによる反応時間について、提示数との関係式が導き出された。3グループとも年齢が上がるにつれ反応時間が短くなること、3グループでサブタイジングが生じる個数の変化時期が異なることなどが見出され、Fastグループでは6歳時点でサブタイジング容量が4となること、また、年齢を重ねていく中、3つのサブグループの所属は約7割が一致しており入れ替わりが約3割に留まったことから、早期の数判断と大小比較に関する能力は、それ以降の数能力を十分予測し得ることが示された。

### 2. 言語処理過程の影響

渡邊 (2009) は、集団実施が可能な筆答式検査として、視標を横に並べた数ストループ課題を作成し、サブタイジングの情報処理過程を検討している。その結果、成人の場合は上限が5であること、口頭実施時のストループ干渉の大きさからサブタイジングの情報処理過程には言語処理が干渉することが示されている。

続いて郷式・渡邊 (2011) では、幼児と成人とを比較し、サブタイジングの処理容量が異なること、成人でも言語処理の負荷が高くなれば干渉が生じること、また、相当早期 (乳児期) から3までの個数の弁別は可能であるが数詞との連合時期や個数把握から数詞への言語化の過程が検証されていないことなどが指摘されている。

これらのことから、個数判断は視知覚による情報処理

だけでなく、数詞の意味想起など言語処理と干渉する働きがあることが示唆される。また、実行機能との関連性や知的障害の有無による違いが指摘される一方、5～6歳においてはIQとの関連性は見られず（Kroesbergen, Luit, Lieshout, Loosbroek, & Rijt, 2009）、言語発達や生活年齢など複数の要因による交絡の可能性もある。これらの要因についてはさらなる検証が必要であろう。

### III. 障害とサビタイジング

#### 1. ASDに見られる特徴

O' Hearnm Franconeri, Wright, Minshew, & Luna (2013) では、9～29歳のASDと定型発達（TD）の39ペアについてサビタイジング容量や発達による違いについて検討されている。その結果、容量で群差が見られ、TDでは4が最多となる一方、ASDでは約半数が3、次いで4が多い結果となり、全体的にはTDのサビタイジング容量の方が大きいことが示された。年齢発達による要因については、ASDの13歳未満のグループにおいて反応時間が長く、1～3のサビタイジング容量内であってもカウンティングを行っている可能性が示唆された。その他、サイコロタイプの配置による刺激や複数視標・ペア視標の追視課題などを用いてASDに見られる特徴について検討されている。

Titeca, Roeyers, Ceulemans, & Desoete (2015) は、サビタイジングやカウンティング、計算など、初期の数に関する能力について5～6歳の定型発達とASDの幼児の成績を比較した。その結果、両者に大きな差異は見られず、ASDには初期の数能力において全般的な欠損があるわけではないこと、また、先行研究の結果と照らし合わせて、発達の時期や様相が異なる可能性が示唆された。

ASDに関する知見では、学習上の困難さだけでなく、「ごく特定の分野に突出した能力を発揮する」サヴァン症候群の存在に代表されるように、優位な力の可能性も十分考えられる。仁平・神尾（2007）は、自閉症の双子が「こぼれ落ちたマッチ箱の中身を一瞬見ただけで『111本』と言い当てた」有名なエピソードや、それが映画「レインマン」で自閉症の主人公が散らばった楊枝の本数を一瞬で把握したエピソードとして用いられたことから、特殊な才能がASD一般にあると伝説的に期待されてしまうこと（信念）について、批判的に文献研究を行っている。その結果、知覚的サビタイジングの範囲はASDの有無で優位性は確かめられなかったこと、「111」のような多数の把握には、いくつかのクラスターごとに把握した上での概念的サビタイジングを駆使した可能性があること、さらには「視覚的イメージとして持続する直観像（eidetic image）を保有」することにより直観像でのカ

ウンティングを行っていた可能性を指摘している。また、ASDにおける能力のアンバランスおよび初期発達の重要性を踏まえ、早期からの支援を考える際に、「障害部分に目を向けると同時に、恵まれた可能性にも同様に目を向け、しかも、期待に基づくのではなく実証的研究成果に基づく治療教育に活用すること」を強く求めている。

#### 2. 算数に困難を示す児童生徒に見られる特徴

算数に困難がある児童への指導には、つまづいているポイントに沿った教育的支援が必要である。しかし、その困難さの有無や程度といった量的部分のみならず、困難が生じている内容・質的な違いについて捉えること自体、未だ課題が多い。困難さを測定する各種検査内容からも推測されるように、数概念や操作の意味理解、一般的な処理速度および正確さ、さらには文章題のもたらす要因、数の量的イメージの想起力、ワーキングメモリの問題など、困難さをもたらす要因は多岐にわたる。

そのような中、石塚・岡崎・前川（2008）は小学3年～中学2年の算数困難児を対象に、知覚サイズと数値の干渉が生じる数ストループ課題を用いて、知覚要因と数処理との関連について検討している。その結果、知覚判断（見た目の数字表示サイズ）と数値判断（数字の意味する量）を伴う2つの数字の大小判断において、ストループ干渉が生じること、算数困難児では、数値と知覚サイズが異なる不一致条件に比べ、矛盾した情報を付加しないニュートラル条件での促進効果が見られないほど数処理速度が遅れていることが示された。同時に、統制群と同様に知覚判断と数値判断では知覚判断の処理が先に行われること、また、発達に伴いそれらの時間差が小さくなること（発達による効果）が示された。そのため、教育現場では、数処理能力を把握した上でそれに合った知覚情報を盛り込むなど指導上の工夫が重要であることが指摘されている。

#### 3. 数概念の獲得促進に関する教育実践

知的障害のある子どもへの数概念の獲得や算数に関する実践研究では、丁寧にカウンティングにより具体物と数値の意味とをつなげていく方法が多く、明示的にサビタイジングの方略を使用した研究は見当たらない。視空間認知・視知覚における困難や記憶・想起の問題、確実にカウンティングにより複数の様相を利用して認識を深める、その他、指導上の確認のしやすさなどさまざまな理由が考えられる。そのため、以降では主にカウンティングや表示の強調・工夫などによる指導であるが、障害のある子どもへの個数把握や数理解に関する教育実践研究について見ていくこととする。

指差しおよび数詞の読み上げによるカウンティングを用いた仲川（2017）は、知的障害のある児童に対して、

1日のスケジュールの見通しが持てないことによる体調面・心理面への影響や学習面での効果を勘案し、数概念の獲得に向けた指導を行なっている。数概念という科学的概念の獲得には一定水準の生活的概念の発達が必要であるというヴィゴツキーの考えに基づき、学校生活に密着した時間割表示の工夫や時計、カレンダーによる時間や曜日など生活概念の獲得を促し、1対1対応や基数性の理解の他、「1・2・3・4・5と順序を示して意識化させる」指導を行なった。児童の入学時から4年にわたる長期的な実践研究であり、社会性の発達支援や子ども同士の励ましの効果も合わせ、子ども理解に努めながら日常生活に溶け込む課題内容であった。数概念の獲得に対応する生活的概念について目標設定の難しさが指摘されるとともに、算数に限らず、生活的概念の発達から科学的概念の獲得につながる手応え、その教育支援の重要性が示唆されている。

また、算数学習に困難を示し、視覚的空間認知に問題があると推測される児童への指導（西森・稲田，2010）では、筆算での理解を促す視覚的補助が計算の阻害要因ともなっていたことが指摘され、必要最小限の情報提示となっているかも押さえるべきポイントとして示された。プリント学習などでは個々の状態に合ったヒント表示が求められるが、情報処理の負荷を増やしていないか、常に注意を払う必要がある。

中林・村中（2019）は、特別支援学校に在籍し、ASDの行動特徴が見られる2名の小学部児童に数概念の指導を行った。指導開始時は、1名は具体物を数えるときに指差しにより数えており、4以上では数詞を飛ばしたり重複して数えたりするなどの誤りが見られる状態であった。もう1名は、1～5の多少判断は正解したが、数え棒の均等配分の課題では4本、6本のときに誤りが見られる状態であった。指導内容として、数詞と数字の対応課題、均等配分課題とともに、多少判断の課題が用いられた。指導前後の多少判断テスト課題では、1～5個の異なる数の正方形が描かれた2枚のカードを児童に示し、正方形を「1（いち）、2（に）」と指差し数えた上で多い方とその数を答えることが求められた。丁寧なカウンティングによる数の把握であり、指導期間中も同じ手続きにて、ただし日常教材は鉛筆やお菓子といった具体物を用いて行われた。具体物か、カードの記号か、課題により効果の出方が児童によって異なることが示され、また数える行動自体が強化された向きもあるが、テスト課題としての多少判断の正答率上昇にはつながっていた。

このように、教育場面では明確かつ丁寧に対応関係を学び、個数の把握や数操作を理解できるように指導がなされていることが多いと思われる。その方法により学習効果が上がっている場合はよいが、子どもの状態は多様であり、また、日常場面への般化の難しさの問題も含め、

引き続き検討を重ねていくことが必要な領域であろう。

#### 4. おわりに

本稿では、サビタイジングに関連する研究について、まず基本的な発達要因による影響や促進・抑制要因について示し、続いて障害との関係について見てきた。教育現場ではさまざまな特性の子どもたちが日々、学んでいる。今回は触れられなかったが、限局性学習症（SLD）における特徴や数概念および数の操作における促進要因としての研究、視覚障害のある場合の触覚的サビタイジング、聴覚障害における視知覚特性や数概念の獲得と関連した研究などについて、今後、有用な知見の収集や整理を行い、教育実践の場への還元を目指したい。

#### 5. 引用文献

- 郷式 徹・渡邊 静代（2011）5歳児と成人を対象とした瞬間的な個数の把握（サビタイジング）に対する言語処理の干渉、発達心理学研究，22，205－214.
- 広瀬 優香子（2016）サビタイジング能力と数の合成・分解の能力との関係について、秋期研究会発表集録，49，191－194.
- 石塚 誠之・岡崎 慎治・前川 久男（2008）算数困難児における数処理の自動化に関する研究——数ストループ課題における干渉効果を指標とした検討，障害科学研究，32，83－92.
- Kroesbergen, E.H., Van Luit, J. E. H.; Van Lieshout, E. C. D. M. (2009) Individual differences in early numeracy: The role of executive functions and subitizing. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27, 226-236.
- 丸山 良平（2003）幼児が集合を二等分する分配方略と同数判断の方略の実態，上越教育大学研究紀要，22，419－431.
- 中林 直哉・村中 智彦（2019）自閉症スペクトラム障害児の数概念の指導，上越教育大学特別支援教育実践研究センター紀要，25，31－36.
- 仲川 宏美（2017）特別支援学級在籍児童の「数概念」の獲得に対する発達支援と「場」への支援，近畿大学教育論叢，29，79－90.
- 仁平 義明・神尾 陽子（2007）自閉症者の「並外れた才能」再考，心理学評論，50，78－88.
- 西森 有紗・稲田 勤（2011）不器用・算数学習困難を主訴とする児に対する学習方略に関する検討，高知リハビリテーション学院紀要，12，13－19.
- O’Hearnm Franconeri, Wright, Minshew, & Luna(2013) The development of individuation in autism. *Journal Of Experimental Psychology. Human Perception And Performance*, 39, 494-509.
- 大塚 玲（2000）幼児の加減算習得にいたる数の理解に

関する発達順序性, 静岡大学教育学部研究報告,  
31, 259 – 270.

Reeve, Reynolds, Humberstone, & Butterworth (2012)  
Stability and Change in Markers of Core Numerical  
Competencies. *Journal of Experimental Psychology:  
General*, 141, 649-666.

Titeca, Roeyers, Ceulemans, & Desoete (2015) Early  
Numerical Competencies in 5- and 6-Year-Old Children  
with Autism Spectrum Disorder. *Early Education and  
Development*, 26, 1012-1034.

渡邊 静代 (2009) 成人用数のストループ課題の作成:  
サビタイジングの情報処理過程の検討のために, *心理  
科学*, 29, 32 – 45.

