

算数障害と時間処理

—事例を通じた検討—

黄 淵 熙^{1), 2)}

本研究では、算数障害と時間処理の問題を取り上げ、時間の概念と処理に困難を持つ事例を対象とし、その特徴を把握し、今後の指導のための知見を得ることを目的とした。その結果、算数障害のある子どもが時間の概念及び処理において様々な困難を持つ可能性が示唆された。今後、定型発達をする子どもの時間処理能力に関する発達のデータの収集を含む算数障害と時間処理に関する研究の必要性が確認された。

キーワード：算数障害、時間概念、時間処理スキル

1. はじめに

算数障害は、医学的にも教育的にも発達障害の一つの種類として位置付けられており、有病率は4～7%と報告されている (shalev et al., 2005; shalev, 2007)。

算数障害の医学的診断基準として、ICD-10 (WHO, 1992) では「学習能力の特異的発達障害」の中の算数能力の特異的障害 (Specific disorder of arithmetical skills in Specific Deveopmental Disorder of Scholastic Skill) としてとらえ、「ただ単に一般的な知的障害あるいは非常に不適切な学校教育だけでは説明できないような算数能力の特異的な障害である。この障害は、代数学、三角法、幾何学または未積分学のようなより抽象的な数学的能力よりは、むしろ加減乗除のような基本的な計算能力の習得に現れる」と説明している。

またDSM-5 (APA, 2013) では、算数に障害のある特異的学習障害 (Specific Learning Disorder with impairment in mathematics) と定義し、限局性学習障害の下位分類とされている。具体的な算数障害の内容としては、①数感覚 (number sense)：計算の基礎となる数概念につながる生得的能力、数概念 ②数的事実 (memorization of arithmetic fact)：暗算の計算に必要な能力、③計算の正確性、流暢性 (accurate or fluent calculation)：筆算における正確で流暢な計算能力、④正確な数学的推論 (accurate math reasoning)：文章題に必要な正確な数的推論の4つの下位分類が挙げられている。

1) 東北福祉大学教育学部教育学科

2) 東北福祉大学教育・教職センター

また、熊谷と山本（2016）は、医学的定義を踏まえながら、子どもの算数障害を以下の4つに下位分類した。

①数処理の問題：数詞・数字・具体物の対応関係を知ることで、数字の読み書きができたり、数の大小を比較・対応したりする能力の問題である。②数概念の問題：数処理のように単なる対応関係が分かるだけでなく、数には順番を表す序数性と量を表す基数性があることを理解する段階の問題である。③計算の問題：暗算と筆算に分けられる。加減算で和が20までの計算や九九の暗唱で解答できる乗除算ではDSM-5で示す数的事実の問題がかかわる。また、筆算では、繰り上がり繰り下がりなどの手続き的な能力も必要となる。④数的推論：文章題を解くための過程であり、変換（文章を読み理解する過程）、統合（問題表象を形成する過程）、プランニング（立式）などの能力が必要となる。

以上のような定義及び分類に従って、算数障害のある子どもへの支援や指導に関する研究の多くは、数概念や計算方法の獲得を中心に行われている。しかしながら、算数障害のある子どもは、このような学業的な困難のみではなく、金銭や時間など数量と関係する日常生活に困り感を感じていることが多い。

わが国では知的障害のある子どもを対象とした買い物、金銭の支払いに関する研究はあるが（楠見、2019；坂井ら、2012）、時間処理に関する研究は見当たらない。

そこで、本研究では、欧米の研究を中心に算数障害と時間処理の問題について概観した上で、時間の概念と処理において困難を示す事例を対象とし、その特徴を把握し、今後の指導のための知見を得ることを目的とした。

なお、保護者には研究の目的と手続き、個人情報やデータの取り扱いについて説明し、書面での同意を得た。

II. 算数障害と時間処理スキル

時間処理スキルとは、二つの事象間の時間間隔を認識し、事象の持続時間を把握できる能力である（Droit-Volet, 2013）。時間処理スキルは、新生児の時から現れ、年齢とともに発達し、8～9歳までは大人のレベルに達すると言われている（Droit-Volet, 2016）。

一方、注意欠如多動性障害（ADHD; Quartier, Zimmermann, & Nashat, 2010; Walg, Hapfelmeier, El-Whsch, & Prior, 2017）や発達性算数障害（developmental dyscalculia; Cappelletti, Freeman, & Butterworth, 2011）においては時間処理スキルに困難が見られると報告されている。算数障害のある子どもが約束の時間を守る、計画を立てる、活動にかかる時間を見積もるなど時間とかかわるスキルに欠けることは経験論的にはよく知られている。しかし、ADHDの時間処理問題が時間認知の困難から起因することは様々な研究を通して明らかになっていることに対して（Quartier et al., 2010; Baldwin et al., 2004;

McInerney & Kerns, 2003)、算数障害の時間処理への困難は時間認知の困難から生じているのか、それとも時間と関連した数的計算の問題（例えば、約束時間に間に合わせるためには何分残っているのか、家を何時に出ればよいのか）であるのかは不明確である。

時間処理スキルを測定するための課題としては、「時間感覚・知識（sense of time）を調べるための質問紙法」と「時間再生（time reproduction）」、「時間弁別（time discrimination）」などの方法が使われる。「時間感覚質問紙」は本人か教員、もしくは保護者を対象とし、子どもの時間感覚や時間に関する知識等を質問する。代表的なものがBarkley（1998）の‘It’s about time’である。Labrell et al.（2016）は、6歳から11歳までの子どもを対象に質問紙法を用いて、時間感覚・知識を調べた。その結果、時間感覚や時間に関する知識の獲得の程度は、数的事実、ナンバーラインテスト、二つの数字の大きさの比較など数的スキルと関連していることを報告した。

子どもの時間処理スキルをもっと直接に調べる方法としては、「時間再生」と「時間弁別」がある。「時間再生」は、視覚的もしくは聴覚的に提示される刺激の持続時間（例えば、5秒間）と同じ時間、パソコン上の特定のキーを押し続けることで時間を再生する課題である。「時間弁別」は、視覚的もしくは聴覚的に提示された二つの刺激の持続時間が同じなのか異なるのか、どちらが長いのかなどを判断する課題である。算数障害のある子どもは定型発達の子どもの比べて時間再生及び時間弁別課題の成績が有意に劣っていることが確認されている（Skagerlund & Traff, 2014; Hurks & van Loosbroek, 2014）。さらに、就学前の子どもを対象とした研究（Tobia et al., 2016）からも算数障害の疑いがある幼児は、時間再生と時間弁別課題の両方において成績が劣っていた。また、保護者と教員を対象とした時間感覚質問紙の結果と時間再生、時間弁別課題の成績の間には強い相関が見られた（Tobia et al., 2016）。

以上の研究結果から、算数障害のある子どもには時間処理スキルの困難が見られ、その根底には時間感覚の異常がある可能性が示唆された。

III. 事例を用いた検討

1. 対象児

(1) 対象児の概要

胎児期に異常はなく、満期正常出生。小学校の通常の学級に在籍する現在3年生児童（9歳、女）で、5以下の数字の合成と分解が理解できないという主訴で1年の終わりごろ相談機関を訪れた。

言語や運動面に遅れは見られず、乳幼児検診においても問題は指摘されなかった。読み書きをはじめ、算数科以外の科目の成績は良好で、交友関係にも問題は見られなかつ

た。9歳時に病院にて算数障害の診断を受けた。

(2) 対象児のアセスメント

① 心理検査から推察された認知特性

小1の時、相談室で行ったWISC-IVの結果では、全検査IQが97で平均の域にあった。各指標の合成得点は、言語理解（VCI）が115、知覚推理（PRI）が76、ワーキングメモリー（WMI）が85、処理速度（PSI）が110であった。全般的な知的発達に遅れはないが、指標間及び下位検査間のばらつきが大きかった。知覚推理は言語理解に比べて有意に低く、言語理解能力や言語的推理能力に比べて、視覚的情報をパターンとして認識し、視覚的に取り込んだ情報を短い間記憶しておくことの弱さが認められた。さらに、言語理解能力の高さにも関わらず、「知識」の得点は、評価点2点にとどまっている。その原因の一つとして、「1年は何日」「大晦日の次の日は」など時間と関連した問題にすべて失敗したのが挙げられる。

表1にWISC-IVの結果を示す。

表1 WISC-IVの結果

	施行時の年齢 7歳7ヶ月			
	全検査FSIQ 97			
	言語理解指標 VCI 115	知覚推理指標 PRI 76	ワーキング メモリー指標 WMI 85	処理速度指標 PSI 110
各下位検査 評価点 (SS)	類似：15 単語：10 理解：13	積木模様：8 絵の概念：7 行列推理：4	数唱：7 語音整列：8 (算数：4)	符号：15 記号探し：9 (絵の抹消：8)

② 算数の学力の評価

7歳11か月時に実施した標準学力検査（算数1年）の結果、算数の学力水準は9パーセントイル域にとどまっていた。領域別では、「数と計算」、「量と測定」、「図形」、「数量関係」の領域がそれぞれ37.0%、46.2%、75%、75%の正答率を示した。誤りの分析からは、～番目なのかを聞く問題には答えることができ、数概念のうち、序数性は獲得されているが、書いてある線分図のどの辺りに指示された数がかかるのかを聞く問題には全く答えることができず、基数性の概念が獲得されていないことが分かった。また、計算に関しては一桁同士の加減算（例えば、7-3）は正解することが多いが、一桁同士の加減算にも指を使っている様子が見られる。文章題に関しては読み

には困難を示していないため、積極的に取り組み、文章の意味を理解することはできるが、式を立てるプラン過程で失敗し、正解に至らないことが多い。例えば、「お姉さんはお菓子を9個持っています。あなたはお菓子を4個持っています。お姉さんはあなたより何個多く持っていますか」という文章題に対して、口頭で5個と答えることができるが、式を立てると $9 + 4 = 13$ になって不正解になることが多い。

現在は、2次的な障害と考えられる不安症状及び睡眠障害のため登校しぶりが見られる。

③ 時間処理スキルの評価

本児はお金や時間など数量を扱う日常生活場面においては様々な困り感を示している。例えば、自動販売機でジュースを買う際に、ジュースを買うのに十分なお金を渡された状況にも関わらず、ジュースを買うことができるかどうか不安になってしまったり、待ち合わせの際に時計が読めず、時間がわからないために待ち合わせに遅れてしまったりすることがよくある。また、家の近くのスーパーに歩いて行く時にかかる時間と自転車に乗って行く時にかかる時間について聞いたところ、どちらも同じ時間かかると答えたことから、時計読みなどの知識の未習得の問題のみではなく、時間の処理自体に困難があることが疑われた。

時間の概念が成立しているのかを見るため、時間の単位を大きい順に並べる課題を実施した。同心円の図に中心から順に時間に関する単位を並べていき、中心が一番小さい単位（秒）、外側が一番大きい単位（年）に並べさせる課題を行った結果、一番小さい単位が「秒」である、その次の単位が「分」であることを理解していた。しかし、「分」よりも大きい単位を正しい順番に並べることができなかった（図1）。さらに、

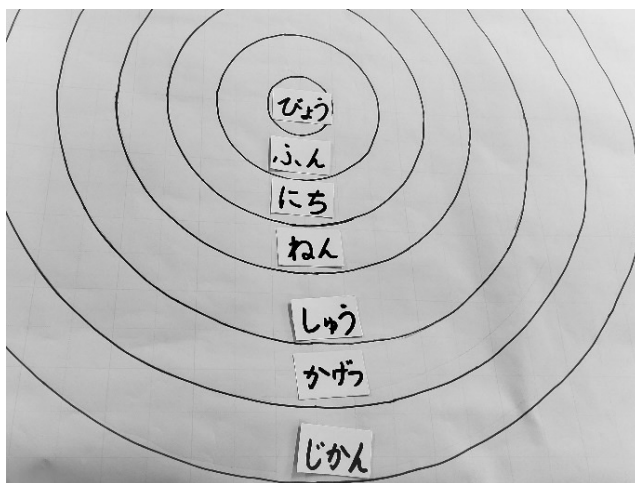


図1 対象児の時間概念

なんの単位がいくつ集まると次の単位になるのかを確かめた結果、「1日＝24時間」という知識は持っていたが、12時が一日に2回ということは理解していなかった。

(3) 質問紙を通した時間処理能力の検討

時間処理能力の一部である時間感覚を調べるために保護者や教員を対象に質問紙を用いた研究が行われている (Labrell, Mikaeloff, Perdry, & Dellatolas, 2016; Tobia, et al., 2019)。本研究では、Tobiaら (2019) の質問紙を一部変更した質問紙を作成し、保護者に半構造化面接を行った。質問紙の内容は、時間関連習慣やスキル (大人から言われなくても、日常的な活動の時間が近づくことが分かるなど) と時間関連ことばの理解と使用 (昨日、今日、おとといの言葉を使用しているなど) の二つの部分に分けられた。Tobiaら (2019) は就学前の児童を対象にしていたため、4-5歳の子どもの50%以上が理解して使っている (Busby Grant & Suddendorf, 2011) 「昨日」「明日」「～の前」「～の後」を時間関連ことばとして選択しているが、本事例の年齢を考慮し、Tobiaら (2019) の質問項目にはない「週末」「1週間後」「20分間」「3か月後」などのことばを追加した。

質問は9項目で、あてはまる (4点)、ややあてはまる (3点)、あまりあてはまらない (2点)、あてはまらない (1点) の4件法で回答を求めた。質問紙の内容を資料に示す。

その結果、対象児は「時間制限のある活動 (課題) を制限時間内に終わらせることができる」「日常のルーチンを予想できる」「大人から言われなくても、日常的な活動の時間が近づくことが分かる」など時間関連習慣やスキルに関しては20点中17点を獲得したが、時間関連ことばの理解と使用においては56点中36点にとどまった。具体的には、「昨日」「明日」は理解し、本人も使うことができるが、「おととい」「明後日」は頻繁に使いながらも、完全に理解していない様子が見られると回答された。また、「1時間後」「20分間」「3か月など」「～分前」などのことばは、理解と使用ともに困難であることが分かった。

IV. 考察

本研究では、算数障害と時間処理の問題について概観し、時間と関連した日常活動に困り感を示す事例の特性を把握することを目的とした。

算数障害の子どもが日常的に示す時間処理の問題が時間認知の困難から生じているのか、計数など時間と関連した数的計算の問題から起因するのかは研究間に相違があるが、算数障害の子どもが時間処理と関連した困難を持つことは様々な研究から明らかになっている。本研究の対象児は日常生活のエピソードから時間処理の困難が確認されており、保護者への半

構造化面接を通して特に、時間と関連したことばを理解し、使用することに困難があることが明らかになった。

子どもの時間関連用語の発達に関しては5歳までを対象とした研究 (Busby Grant & Suddendorf, 2011; Zhang & Hudson, 2018) がほとんどで、5歳までは昨日と明日を理解し、使えることが明らかになっている。本研究の対象児は9歳であり、昨日、明日は理解し、正しく使うことができていたが、「週末」「平日」「20分間」「1週間後」「3か月後」などの時間を扱うことばには、理解と使用共に困難を示した。これは対象児が時間の大きさの単位を表現した際に「日」→「年」→「週」→「月」→「時」という過ちを起こしたことからもうかがうことができる (図1)。本研究では1事例のみを対象としたため同年齢の子どもとの比較ができなかったが、今後定型発達の子どもの時間感覚及び時間処理能力に関するデータを蓄積する必要があると考えられる。

現在の小学校学習指導要領算数科では1年生で時計の読み方を学習し、2年生で「1日は24時間、1時間は60分」という時間の概念を学習する。その後、3年時に「8時30分に家を出て、8時45分に学校に着いた。かかった時間は何分か」「午前8時に学校に着き、午後3時に学校を出た。学校にいた時間は何時間か」といった「何時間」という概念を学習する。しかし、児童がそもそも時間感覚に障害がある場合、時間再生や弁別課題に困難を示すなら、機械的に時計の読み方を学習し1時間は60分であることを分かっても、実生活の中で必要な時間処理には困難を示すことが推測できる。従って、算数障害のある子どもが時間処理の中で、どこにつまずいているのか、時間処理の基盤としての時間感覚の発達にはどのような特徴があるのかを把握することは、時計読みや時間や時刻の学習に先だって行う必要があると考えられる。それと同時に定型発達の子どもの時間感覚、時間処理課題の発達についてのデータを蓄積することも今後の課題であると考えられる。

文献

- American Psychiatric Association (2013) : *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). p67.
- Baldwin, R. L., Flake, R. A., Meaux, J. B., Field, C. R. et al. (2004) : Effect of methylphenidate on time perception in children with attention-deficit/ hyperactivity disorder. *Experimental and Clinical Pharmacology*, 12, 57-64.
- Barkley, R. A. (1998) : It's about time. Unpublished manuscript, University of Massachusetts, USA.
- Busby Grant, J., & Suddendorf, T. (2011) : Production of temporal terms by 3-, 4-, and 5-year-old children. *Early Childhood Research Quarterly*, 26, 87-95.
- Cappelletti, M., Freeman, E., & Butterworth, B. (2011) : Time processing in dyscalculia. *Frontiers in*

Psychology, 2, 1-10.

Droit-Volet, S. (2013) : Time perception in children: A neurodevelopmental approach. *Neuropsychologia*, 51(2), 220-234.

Droit-Volet, S. (2016) : Development of time. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 8, 102-109.

Hurks, P. P., & van Loosbroek, E. (2014) : Time estimation deficits in childhood mathematics difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 47, 450-461.

Labrell, F., Mikaeloff, Y., Perdry, H., & Dellatolas, G. (2016) : Time knowledge acquisition in children aged 6 to 11 years and its relationship with numerical skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 143, 1-13.

McInerney, R. J., & Kerns, K. A. (2003) : Time reproduction in children with ADHD: Motivation matters. *Child Neuropsychology*, 9, 91-108.

Quartier, V., Zimmermann, G., & Nashat, S. (2010) : Sense of Time in Children with Attention-Deficit/ Hyperactivity Disorder (ADHD). *Swiss Journal of Psychology*, 69(1), 7-14.

Shalev, R., Manor, O., & Gross-Tsur, V. (2005) : Developmental dyscalculia: a prospective six-year follow-up. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47, 121-125.

Shalev, R. S. (2007) : “Prevalence of developmental dyscalculia” in Why is Math so Hard for Some Children? The Nature and Origins of Mathematical Learning Difficulties and Disabilities, eds. D. B. Berch and M.M. Mazzocco, 49-60.

Skagerlund, K., & Traff, U. (2014) : Development of magnitude processing in children with developmental dyscalculia: Space, time, and number. *Frontiers in Psychology*, 5, 675.

Tobia, V., Bonifacci, P., Bernabini, L., & Marzocchi, G. M. (2019) : Teachers, not parents, are able to predict time processing skills in preschoolers. *British Journal of Developmental Psychology*, 37, 519-534.

Walg, M., Hapfelmeier, G., El-Wahsch, D., & Prior, H. (2017) : The faster internal clock in ADHD is related to lower processing speed: WISC-IV profile analyses and time estimation tasks facilitate the distinction between real ADHD and pseudo-ADHD. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 26(10), 1177-1186.

World Health Organization (1992) : *The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders : Clinical descriptions and diagnostic guidelines*.

Zhang, M. & Hudson, J. A. (2018) : The Development of Temporal Concepts: Linguistic Factors and Cognitive Processes. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02451>

熊谷恵子・山本ゆう (2016) : 足し算・引き算の自動化に至るまでの学年推移とその特徴—演算の自動化とドットの個数の把握の関連性—。日本LD学会第25回大会論文集。

坂井聡・宮崎英一・二宮綾子・問目紀子 (2012)：自閉症と知的障害のある児童への携帯電話を利用した買い物指導, 日本教育工学会論文誌, 36, 13-16.

楠木友輔 (2019)：お金の支払い学習における中度知的障害生徒の学習過程と教師のフィードバック：社会的文化的アプローチから, *Japanese Journal of Developmental Psychology*, 30(2), 101-112.

<資料>

	あてはまらない	あまりあてはまらない	ややあてはまる	あてはまる
1. 時間制限がある活動（課題）を制限時間内に終わらせることができる。	1	2	3	4
2. 過去のことについて正しい過去形で話すことができる （現在や未来のことにように語らない）	1	2	3	4
3. 日常のルーチンを予想できる。 （学校に行く準備の時間、おやつ時間）	1	2	3	4
4. 大人から言われなくても、日常的な活動の時間が近づくことが分かる （そろそろお昼の時間、塾に行く時間）	1	2	3	4
5. 「今何時？」「どのくらいかかる？」など時間に関する質問をよくする。	1	2	3	4
6. 次の時間に関することばを理解している。				
きのう、明日	1	2	3	4
おととい、明後日	1	2	3	4
週末、平日	1	2	3	4
1週間後	1	2	3	4
20分間	1	2	3	4
3か月後	1	2	3	4
7. 次の時間に関することばを使用している。				
きのう、明日	1	2	3	4
おととい、明後日	1	2	3	4
週末、平日	1	2	3	4
1週間後	1	2	3	4
20分間	1	2	3	4
3か月後	1	2	3	4
8. 「～分前」「～時間後」などのことばを理解している	1	2	3	4
9. 「～分前」「～時間後」などのことばを正しく使うことができる。	1	2	3	4