

読み書きの困難と数字のトランスコーディング

黄 淵 熙^{1), 2)}
小野寺 那 佳³⁾

本研究では、読み書きに困難のある発達障害の児童を対象とし、読み書きの困難が数字のトランスコーディングと関係しているのかを調べた。その結果、文字の読み書き障害がある児童は数字のトランスコーディングにも困難を示すこととトランスコーディングにおけるエラーは児童の認知特性と関連していることが明らかになった。

キーワード：読み書き困難 トランスコーディング 認知特性 音韻意識

1. はじめに

アラビア数字を見て言語的表象に変換（3を見て「サン」と読む能力）や言語的表象を数字に変換（「サン」と聞いて3と書く能力）はトランスコーディング（transcoding、数字の読み書き）と呼ばれ、数字の操作において基礎となる能力である（図1）。トランスコーディングに関する研究は、主に欧米諸国を中心に行われており、算数の成績を予測することが明らかになっている（Moura et al., 2015）。

トランスコーディング能力の発達には言語システムによって異なる。日本語を始めとする多くのアジア系の言語では、数字は桁が大きいところ（前）から順番で読み、例外の読み方は存在しない。例えば、16は十の位から一の位へ読んでいく。英語は26のように前から読む数字がある反面、16（sixteen）のように一の位から逆に読んでいく数字もある。一方、ドイツ語やデンマーク語等では逆から読む数字（例：48, eight and forty）がほとんどであり、多くの子どもは数字の読みの初期にトランスコーディングのエラーを示す。このように数字を読む順番が逆からである言語は、順番通りに読む言語に比べてトランスコーディング能力の発達に時間がかかることが知られている。

また、算数障害のある子どもは定型発達をする子どもに比べてトランスコーディング能力が劣っていることも報告されており（Looksbroek, E., 2009）、トランスコーディング能力が算数障害を判断するにおいて指標の一つになっている。

1) 東北福祉大学教育学部教育学科

2) 東北福祉大学教育・教職センター特別支援教育研究室

3) 東北福祉大学大学院教育学研究科

日本語は、算数の学習の初期にトランスコーディングの問題が生じにくい言語体系を持つこともあり、日本語においては数字のトランスコーディングに関する研究はほとんど見当たらない。しかし、文字の読み書きと数字の読み書きの間には共通した認知的メカニズムが存在すること（例：Kovas et al., 2005, 2007）から日本語においても読み書きに困難のある子どものなかでは数字のトランスコーディングにも困難を示す可能性があると考えられる。

そこで、本研究では読み書きに困難のある、2人の発達障害のある児童を対象として数字のトランスコーディングの能力を調べ、その結果が各々の認知特性と関連するのかを把握し、指導への示唆点を得ることを目的とする。

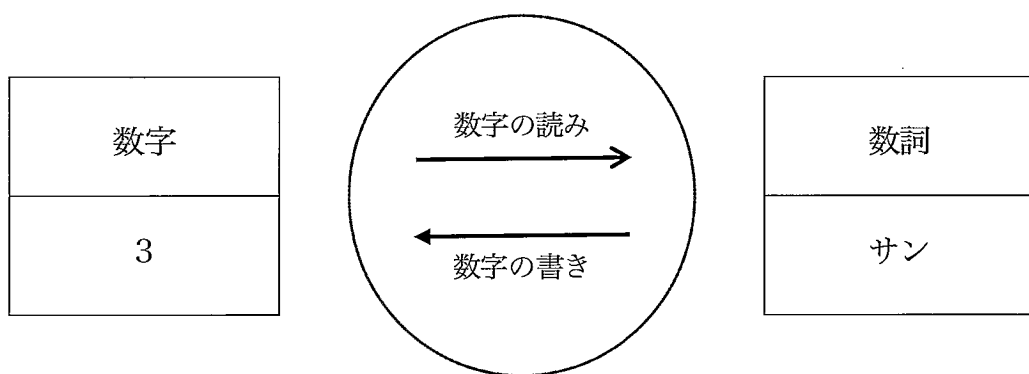


図1 数字のトランスコーディング

II. 方法

1. 研究対象

公立小学校の通常の学級に在籍する8歳の女兒2人（A児、B児）を対象とした。2人とも読み書き及び算数の計算問題に困難を示す。対象児の具体的な特性を以下に示す。なお、保護者に研究の目的と手続き、また個人情報やデータの取り扱いについて説明をし、書面での同意を得た。

(1) 対象児の概要

① A児

公立小学校の通常の学級に在籍している3年生女兒である（以下、A児とする）。7歳9か月時に医療機関を受診し、自閉症スペクトラム障害の診断と、読み書き障害の疑いがあるとの診断を受けた。現在、学校では週に3回通級による指導を受けており、7歳6か月時から大学附属の学習支援室を利用している。来所当時、ひらがなの清音で読み書きの間違いが見られたり、2桁の数字の1の位と10の位を入れ替えて読み書きをする様子が見られた（「16」を「ロクジュウイチ」と読む等）。教科書は読

み聞かせを行うと内容を理解することができるが、A児自身が読むと読み誤りが見られたり、逐語読みになることで内容の理解が困難な様子が見られる。数字の大小関係は把握できていて簡単な計算はできるが、指を使って計算を行っている。

7歳7月時に実施した小学生読み書きスクリーニング検査 (STRAW) ではひらがなと漢字の音読では困難を示さなかったが、カタカナの音読は5パーセンタイル以下の成績であった。一方、書き取りにおいてはほとんど5パーセンタイル以下の成績を示し、学年レベルよりも著しく劣っている。

② B児

公立小学校の通常の学級に在籍する2年生の女兒である(以下、B児とする)。国語の勝手読み及び逐次読みを指摘され、2017年(7歳時)に医療機関を受診した結果、境界線知能の学習障害と言われた。算数に関しては足し算と引き算を混乱することがあり、2つの数字の大小関係を理解できないことが多い。数字の読みにおいては「13+5」の問題を「5+1+3」もしくは「5+31」と読む場面が見られた。

(2) 心理検査から推察された認知特性

① A児

7歳11か月時に実施したWISC-IVの結果、全検査IQは90、各指標の合成得点は、言語理解99、知覚推理91、ワーキングメモリー85、処理速度88という結果であった(表1)。言語理解が高く、ワーキングメモリーと処理速度の低さが確認された。処理速度の下位検査の「符号」では、1つの符号を書くたびに見本を確認する様子が見られ、視覚的短期記憶の弱さがうかがえた。また、ワーキングメモリーの下位検査「語音整列」の低さから、言語的ワーキングメモリーにも困難が見られた。

② B児

7歳5か月時に実施したWISC-IVの結果、全検査IQは83で、境界域～平均の下に位置していた。各指標の合成得点別には言語理解78、知覚推理87、ワーキングメモリー82、処理速度99という結果であった(表2)。「数唱」や「語音整列」など聴覚的短記憶及びワーキングメモリーの弱さが目立った半面、目で見た情報を素早く処理する能力は本人の認知能力の中で高い傾向にあった。

表1 WISC-IVの結果(A児)

	施行時の年齢 7歳11ヶ月			
	全検査FSIQ 90			
	言語理解指標 VCI 99	知覚推理指標 PRI 91	ワーキングメモリ指標 WMI 85	処理速度指標 PSI 88
各下位検査 評価点(SS)	類似：9 単語：14 理解：7	積木模様：9 絵の概念：10 行列推理：7	数唱：9 語音整列：6 (算数：6)	符号：7 記号探し：9 (絵の抹消：9)

表2 WISC-IVの結果(B児)

	施行時の年齢 7歳6ヶ月			
	全検査FSIQ 83			
	言語理解指標 VCI 78	知覚推理指標 PRI 87	ワーキングメモリ指標 WMI 82	処理速度指標 PSI 99
各下位検査 評価点(SS)	類似：7 単語：7 理解：5	積木模様：8 絵の概念：10 行列推理：6	数唱：7 語音整列：7 (算数：6)	符号：11 記号探し：9

(3) 音韻処理面における特性

音読・音韻処理能力簡易スクリーニング検査(ELC)により音韻処理面の特性を調べた。ELCは、短文音読課題、音韻操作課題、単語・非語音読課題の3つの課題から構成されている。

① A児

短文音読課題は、ひらがな・カタカナで書かれた課題①と、漢字も含めた課題②があり、どちらも短いストーリー性のある文章を音読することで読みの速さと正確さ、読み誤りなどの音読特徴をとらえる課題である。A児は7歳7か月時に実施し、課題①は25点中18点(平均 24.0 ± 0.8)、課題②は40点中24点(平均 34.5 ± 2.9)で2年生の基準値と比較したところ、得点・速度ともにどちらの課題でも-2SD以下を示した。「ライオンを」を『ラーメンヲ』と読むカタカナの読み誤り、「顔」を『アタマ』と読む意味の似ている漢字の読み誤り等が見られた。また、全体的に逐語読みが目立ち、文字を音に変換することに困難な様子で、「えーと…」と考えながら文字を読み進める様子が見られた。

音韻操作課題は、単語と非語を逆唱させたり、単語を構成する一文字を削除させたりすることで、音韻意識を評価する課題である。逆唱課題では、単語・非語ともに全て誤答であり、正答数・反応時間ともに基準値-2SDという結果であった。単語では「あたま(正答：またあ)」を『またま』、「たまご(正答：ごまた)」を『ごたま』、非語では「みしけ(正答：けしみ)」を『けむけ』、「たぐめ(正答：めぐた)」を『めんと』

と回答する等、語尾の音は記憶している様子が見られた。

削除課題では、単語・非語ともに4点満点中1点という結果で、単語削除課題の正答数・反応時間、非語削除課題の反応時間は基準値－2SD、非語削除課題の正答数は－1SDという結果であった。「たまねぎ」の語頭音「た」を削除する課題は『ぎたまた』、「いそれす」の「れ」を削除する課題では『すめら』と回答しており、逆唱課題と同様に語尾の音が記憶に強く残っている様子が見られた。「あさがお」の「お」を削除する課題、「なゆかた」の「た」を削除する課題に正答が見られ、語尾の音の抽出は可能であった。

単語・非語音読課題は、10個並んだ単語や非語をできるだけ速く音読することでデコーディング能力を評価する課題である。この課題では10点満点中7点という結果で、正答数・反応時間ともに基準値－2SD、非語音読課題は10点満点中8点という結果で、正答数は標準値であったが、反応時間は基準値－2SDという結果であった。全体的に逐語読みが目立つことからデコーディングの力が弱く、また、語尾音の抽出のみが可能であることから聴覚的な記憶の弱さ、音韻意識に弱さがあることが示された。

② B児

7歳9か月時にELCを実施した結果、短文音読課題①では25点中23点、課題②では40点中23点であった。ひらがなとカタカナで構成されている文に関しては標準域の音読の流暢性と正確性を示しながら、漢字語が入っている文章に関しては正答数も反応時間も基準値－2SDを示した。課題②の場合、漢字語は読まないで飛ばすことが多かった。

音韻意識を評価する課題では逆唱の課題も削除の課題も－2SDの成績で全般的に未回答の問題が多かった。単語・非語音読課題のデコーディング能力を評価する課題では、単語と非語間の差が表れた。単語の音読は10問中全問正解で反応時間も標準域にあったが、非語の場合は語を追加して読んだり、語順を入れ替えたりするなどのエラーが目立っており、基準値－2SDを示した。

全般的にひらがなとカタカナの読みには困難を示さないが、漢字の読み困難があることや、単語と非語間音読課題に差が見られたことから意味がないことばのデコーディングに特に困難を示すことや音韻意識に弱さがあることが示された。

2. 課題

Loosbroek (2009) らの課題を参考に、アラビア数字を見て数詞に変換する課題（数字の読み課題、例：15→「ジュウゴ」等）と数詞を聞いてアラビア数字を書く課題（数字の

書き課題、例：「ジュウゴ」→15等）の2種類を用意した。1桁から3桁までの数字を課題とし、0の有無と0の位置によって数字のカテゴリーを8種類に分けた。また各カテゴリーごとに5問の問題を用意した。数字の読み課題が40問、数字の書き問題が40問で、計80問の問題を行った。表3に実際行った数字の課題を示す。

表3 アラビア数字を数詞に変換する課題（数字読み課題）

数字の種類	実際の課題
①一桁の数字	1、3、5、7、9
②20以下の二桁の数字	12、14、16、18
③最後が0になる二桁の数字	10、30、50、70、90
④0を含まない二桁の数字	15、22、51、53、72
⑤1の位と10の位が0になる三桁の数字	200、400、600、800
⑥1の位が0になる三桁の数字	240、380、420、720、880
⑦10の位が0になる三桁の数字	108、206、301、602、805
⑧0を含まない三桁の数字	111、125、152、511、918

III. 結果

1. アラビア数字を数詞に変換する課題（数字の読み課題）

アラビア数字を数詞に変換する課題においては、A児、B児ともに1桁と2桁の数字の読みには困難を示さなかった。3桁の数字の読みにおいてエラーが多く見られ、反応時間も長くなる傾向があった。A児の場合は、「1の位か10の位が0になる数字」はエラーなく変換できたことに対して「0を含まない三桁の数字（111、125など）」の正答率が60%に留まった。B児は、3桁の数字の変換課題すべてにおいて正答率が低く、特に「0を含まない三桁の数字」の正答率は0%であった（図2）。

一方、数字の読み課題におけるエラーは、A児とB児それぞれに異なる傾向が見られた。A児は「数字の省略」と「数字の置換」が多く、511を「ゴジュウイチ」と読んだり、918を「キュウジュウハチ」と読むなどのエラーを示した。B児は、真ん中が0である3桁の数字の場合0を省略して読む「数字の省略」と3桁で0がない数字は、2桁ずつ分けて読む傾向があった（例：125→「ジュウニ・ジュウゴ」）。具体的なエラーの傾向を表4に示す。

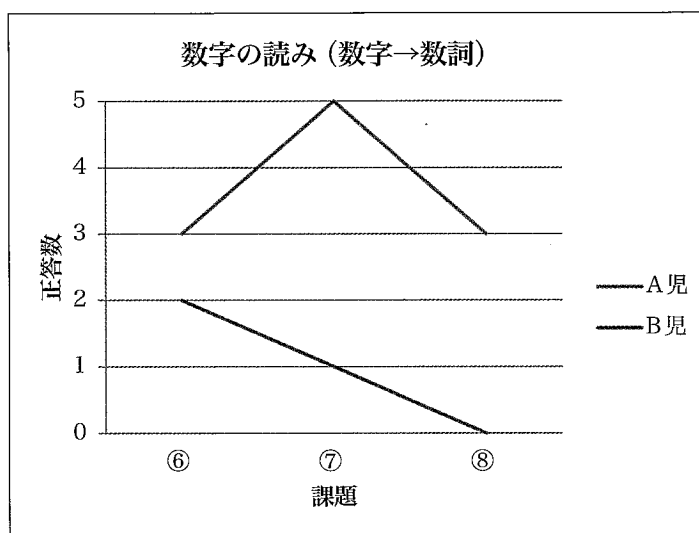


図2 3桁の数字の読み課題成績

表4 数字を数詞に変換する課題でのエラー

誤り方	A児	B児
数字の省略	・511→「ゴジュウイチ」 ・918→「キュウジュウハチ」	・301→「サンジュウイチ」
数字の置換	・42→「ニ…ヨンジュウニ」	
桁の概念		・125→「ジュウニとジュウゴ」

2. 数詞をアラビア数字に変換する課題 (数字の書き課題)

聞いた数字を書くことで数詞をアラビア数字に変換する課題を実施した結果、A児、B児ともに1桁と2桁の数字の書きには困難を示さなかった。3桁の数字の書きにおいては両児ともエラーが見られたが、数字のパターンによって正答率が異なった。A児は、「1の位が0になる3桁の数字(150など)」には80%の正答率を示したが、「10の位が0になる3桁の数字(106など)」では0%の正答率であった。一方、B児の場合は数字のパターンと関係なく、3桁の数字の書きはほとんどできない状態であった。具体的な成績を図3に示す。

数字の書き課題におけるエラーのパターンにもA児とB児の間には相違が見られた。A児は「真ん中(10の位)に0が入る3桁の数字」の書きの問題が全問誤答であり、すべてにおいて1桁と10の桁が入れ替わるエラーを示した。すなわち、「ヒャクロク」を「160」、「ゴヒャクナナ」を「570」と表記した。一方、B児は誤りの特徴として「ニヒャクサンジュウキュウ」を「200309」と、「ハピャクニジュウナナ」を「800207」と書くなど桁の概念の理解に困難があることが推測された。A児とB児の数詞を数字に変換する課題におけるエラーの特徴を表5に示す。

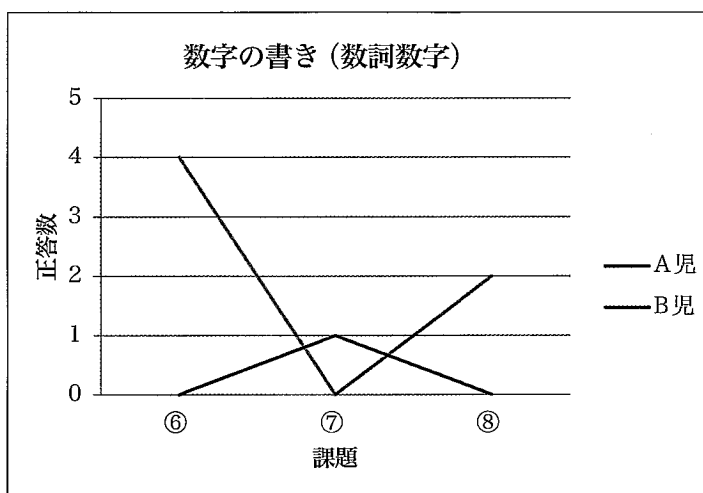


図3 3桁の数字の書き課題成績

表5 数詞を数字に変換する課題でのエラー

誤り方	A児	B児
数字の置換	<ul style="list-style-type: none"> ・「キューヒャクジュウ」→190 ・「ヒャクロク」→160 ・「ゴヒャクニ」→520 ・「ナナヒャクゴ」→750 	
桁の概念		<ul style="list-style-type: none"> ・「ニヒャクサンジュウキュウ」→200309 ・「サンビャクヨンジュウゴ」→300405 ・「ナナヒャクゴジュウゴ」→70055

IV. 考察

本研究では読み書きに困難のある2人の発達障害のある児童を対象として数字のトランスコーディングにおける困難が見られるのか、トランスコーディングに見られるエラーは児童の認知特性と何らかの関連があるのかを調べた。

その結果、2人とも3桁の数字の読み書きに困難を示すことが明らかになった。

Lopes-Silva, Moura, Julio-Costa, Wood, Salles, and Haase (2016) は文字の読み書き能力と数字の読み書き能力の間には相関が高いことを指摘し、階層的重回帰分析の結果から一般知能と音韻意識が文字と数字の読み書きの両方に影響を与える要因であることを示した。

本研究の対象であった2人の児童は知的能力においては大きな差がなく、2人とも音韻意識の課題においては同学年の平均値に比べて2標準偏差以下の成績を示したことから音韻意識の弱さが数字のトランスコーディングの困難の背景にあったと考えられる。また、数字を数詞に変換する課題において2人とも「0を含まない3桁の数字」の読みに最も困難を示したことからワーキングメモリの弱さも数字のトランスコーディングと関連していることが推測される。

しかし、ワーキングメモリーと音韻意識の弱さという認知的共通点を持ちながらも2人のトランスコーディング上のエラーのパターンは異なっていた。A児が真ん中に0が入る3桁の数字の読みにおいて置換エラー（例えば、「ヒャクハチ」と聞いて「180」と書く）を示したことに対してB児は「ニヒャクサンジュウキュウ」と聞いて「200309」と書くなどの桁の概念の理解に困難がある様子が見られた。

A児は単語の音読課題において単語、非語に関係なく困難を示しており、文字のデコーディング能力が著しく低いことに対して、B児はひらがなとカタカナに関してはデコーディングの困難は目立たなかったことが関連している可能性があると考えられる。すなわち、A児は数字を音にデコーディングする過程での困難によって数字の置換エラーが多くなったことが推測される。

以上のことから日本語のように数字のトランスコーディングエラーが生じにくい言語においても文字の読み書き困難がある児童は数字のトランスコーディングに困難を示す可能性があることが明らかになった。しかし、トランスコーディングにおけるエラーは個々の児童の認知特性によって異なることが分かる。そのため、支援方法も個々の児童の特性に合わせる必要があると考えられる。例えば、A児のように語尾音の抽出はできるが、全体的に音韻意識が弱い児童の数字のトランスコーディングの指導には数字のしりとり（例えば、「サンジュウニ」→「ニジュウハチ」→「ハチジュウゴ」）を用いることが一つの指導方法として提案できる。一方、B児は、デコーディング課題において語彙と非語の間に成績の差が大きいことから数字の読みの指導にも意味がある数字（電話番号、誕生日）を用いた指導を行うと同時に桁の概念を指導する必要があると考える。

しかしながら、本研究は読み書きに困難のある児童のみを対象としたため今後、定型発達をする児童を対象とし、日本語における数字のトランスコーディング能力について発達の観点からのさらなる研究が必要と考える。

文 献

- Kovas Y., Harlaar N., Petrill S.A., & Plomin R. (2005). 'Generalist genes' and mathematics in 7-year old twins. *Intelligence*, 33, 473-489.
- Kovas Y., Haworth C. M. A., Harlaar N., Petrill S.A., Dale P.S., & Plomin R. (2007). Overlap and specificity of genetic and environmental influences on mathematics and reading disability in 10 year-old twins. *J. Child Psychol. Psychiatry*, 48, 914-922.
- Loosbroek E., Dirks G.S., Hulstijn W., & Janssen F. (2009). When the mental number line involves a delay: the writing of numbers by children of different arithmetical abilities. *J. Exp. Child Psychol.*, 102 (1), 26-39.

- Lopes-Silva J., Moura R., Julio-Costa A., Wood G., Salles J., & Haase V. (2016) . What is specific and what is shared between numbers and words? *Front Psychol.*, 7, 10.3389/fpsyq.2016.00022.
- Moura R., Lopes-Silva J. B., Vieira L.R., Paiva G. M., de Aleida Prado A. C., & Wood G. (2015) . From “Five” to 5 for 5 minutes: Arabic number transcoding as a short, specific, and sensitive screening tool for mathematics learning difficulties. *Arch. Clin. Neuropsychol.*, 30, 88-98.