



同時呈示する刺激数が部分報告法の難度に及ぼす影響— 大学生を対象とした強制選択課題による検討 —

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-04-15 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 薦森, 英史, 木村, 叶実 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00007087

同時呈示する刺激数が部分報告法の難度に及ぼす影響

— 大学生を対象とした強制選択課題による検討 —

蔦森 英史・木村 叶実*

北海道教育大学旭川校特別支援教育分野認知神経心理学研究室

*下川町立下川小学校

The Effect of the Number of Simultaneously Presented Stimuli on the Difficulty of the Partial Report Task

— A Study of Two-Alternative Forced-Choice Task for University Students —

TSUTAMORI Eishi and KIMURA Kanami*

Department of Special Education, Asahikawa Campus, Hokkaido University of Education

*Shimokawa Town Shimokawa Elementary School

概要

これまで発達性読み書き障害（DD）には音韻処理の欠陥が関与することが知られている。一方、短時間で複数の文字列を同時に処理することが困難な視覚的注意スパン（VAS）欠陥仮説が新たに提唱されている（Valdois, 2003）。この欠陥が視覚的要因に起因するかZiegler（2010）によって検証された。その結果、文字など音韻化が可能な刺激のみでDD児群の成績が低下し、非言語的刺激の場合には典型発達（TD）児群との有意差は認められなかった。そのためVASの欠陥は音韻的な欠陥を反映したものであると批判された。本研究はZiegler（2010）の追試を大学生に行なった。その結果、文字と非言語的刺激の双方で大学生の正答率がチャンスレベルである可能性を棄却できなかった。刺激数を5つから3つに変更して難度を下げた場合、チャンスレベルを超える正答率が示された。以上のことからZiegler（2010）の実験は難度が高すぎ、児童用実験として妥当ではない可能性が考えられた。

I 問題と目的

発達性読み書き障害とは医学的診断マニュアルであるDSM-5における限局性学習症、いわゆるLDの

1つとして位置付けられる。海外ではdevelopmental dyslexiaとして多くの研究がなされてきた。これまで発達性読み書き障害の認知的要因として、音韻障害仮説が広く受け入れられてきた（Bishop &

Snowling, 2004 ; Snowling, 2001 ; Ziegler & Goswami, 2005)。音韻障害仮説とは、言語音の表象とその処理に関する認知的な欠陥をさす(Ramus, Rosen, Dakin, Day, Castellote, White, & Frith, 2003)。

一方、視覚情報処理過程の障害仮説においては、visual magnocellular system (M-system) の障害仮説がよく知られている。この仮説によればVisual M-systemの欠陥が低い空間解像度で呈示される刺激(目の粗い刺激)や、高い時間解像度で呈示される刺激(例えば短い呈示時間の刺激)への感度の低下や、眼球運動機能及び視覚性注意機能の異常をもたらす(Stein, 2003)、その結果音読する際の多くのエラーを誘発すると考えられている(Cornellisen, Hansen, & Hutton, 1998)。しかし、Visual M-systemの欠陥を持つ者は全て音韻認識障害を伴っていたという報告から、Visual M-systemが発達性読み書き障害の中核的要因となっているかは明確にはなっていない(Ramus et al., 2003)。

その後、視覚情報処理欠陥仮説の中でVisual Attention Span (VAS) 障害仮説が提唱された(Valdois, Bosse, Ans, Corbonnel, Zorman, David, & Pellat, 2003 ; Bosse, Tainturie, & Valdois, 2007)。VAS課題では5文字の子音列(e. g. RHSDM)がスクリーンの中央に200msの間提示される。参加者は口頭で文字列全体(whole report)または手掛かりの示された1文字(partial report)を口頭で報告することが求められる(Valdois et al, 2003 ; Bosse et al., 2007 ; Ziegler, Pech-Georgel, Dufau, & Grainger, 2010)。この仮説によれば、音読の間、文字列またはシンボル列に対する注意の割り当てに関する欠陥が生じ、同時に処理する要素の数が制約されると仮説立てられている(Valdois, Lassus-Sangosse, & Lobier, 2012)。

Ans, Carbonnel, and Valdois (1998) は、この仮説を実装したコネクショニストモデルを作成している。このモデルによれば、文字列はvisual attentional windowを通過して入力される。このvisual attentional windowが狭いと文字列から同

時に抽出される情報が制約され、同時に抽出できる情報が制限される。このシミュレーションにおけるVisual Attention Span (VAS) 欠陥モデルに合致する症例も報告されている。Valdois et al. (2003, 2011, 2014) は音韻処理の欠陥を示さないが、VAS課題のみで成績の低下する症例を示した。すなわちこれらの研究で示された症例は、同時に呈示された文字列に対し処理しうる数が対照児と比較して少ないことが示された。加えてBosse et al. (2007) とGermano, Railhac, Capellini, and Valdois (2014) はVASの欠陥が、音韻的欠陥とは独立して発達性読み書き障害児の音読に影響する可能性を示した。これらの研究結果からVASの欠陥が発達性読み書き障害の認知的要因の1つである可能性が示されてきた。

しかしながらこれらのVisual Attention Span (VAS) を測定している課題が実際には視覚情報処理を反映していないのではないかという点で批判がなされた。VAS欠陥に関する多くの調査において(Bosse et al., 2007 ; Bosse & Valdois, 2009 ; Dubois, Kyllingsbaek, Prado, Peiffer, Lassus-Sangosse, & valdois, 2012 ; Lobier, Zoubirinetzky, & Valdois, 2012 ; Valdois et al., 2003, 2004), VAS課題は言語的刺激を使用し、参加者に言語反応を求めていた。そのことから、VAS課題における成績低下は視覚処理の欠陥に由来するのではなく、音韻処理の欠陥に由来するという批判を招いた(Ziegler et al., 2010)。Ziegler et al. (2010) はVAS課題における成績が視覚的要因を反映しているか検討するため、VAS課題と類似した手続きを使用しながら、参加者に言語反応を要求せず文字、数字、非言語的図形の3種の視覚刺激を用いて、強制選択課題を典型発達児群と発達性読み書き障害児群に実施した。Ziegler et al. (2010) は、視覚的要因がVAS課題に影響するのであれば、非言語的図形を含めた全ての条件において発達性読み書き障害群で成績が低下するであろうと予想した。実験の結果、音韻的要素が関与しうる文字または数字を使用した条件においてのみ、発達性読み書き障害群の成績が低下し、

音韻的な処理が関与しづらい非言語的図形条件では両群間に差が認められなかった。以上の結果から、VAS課題における発達性読み書き障害群の成績低下は視覚的要因ではなく、音韻的な欠陥を反映するとZiegler et al. (2010) は結論づけた。しかしながら、Ziegler et al. (2010) の使用した非言語的図形の実験は難度が高すぎ、両群に差が出なかった可能性も考えられる。例えばZiegler et al. (2010) の非言語的図形の結果を示したグラフによれば、5つ呈示した刺激のうち特に両端の刺激に対する成績はチャンスレベルに近づいている。Ziegler et al. (2010) の実験参加者は平均年齢10歳の子どもであった。もしZiegler et al. (2010) の追試を日本の大学生に実施しても正答率がチャンスレベルの域であれば、子どもにとっても当然難度が高すぎ、典型発達群と発達性読み書き障害群の視覚的能力を評価するための課題として妥当ではなかった可能性が考えられる。

この難度はどのように調整可能であろうか。Visual Attention Span (VAS) とは同時に瞬間呈示された視覚刺激の要素数と定義されている (Valdois, Bosse, Tainturier, 2004)。実際にVASに欠陥のある症例においては、同時に処理しうる刺激数が対照例よりも少ないことが示されている (Valdois et al., 2003, 2011, 2014)。逆に言えばVASに欠陥のある人であっても同時に呈示する刺激数が少なければ、正答率が上がる可能性も考えられよう。そのことから同時呈示する刺激数が少なくなれば、難度が下がり発達性読み書き障害群と対照群の比較を行う上で妥当な課題になる可能性も考えられる。

以上のことから本研究では2つのことを検討することを目的とした。1つ目はZiegler et al. (2010) の実施した課題の難度が高すぎたか、大学生を対象にして検討をすることである。2つ目は難度が高すぎた場合に、その難度を調整するための変数を検討することである。具体的には同時提示する刺激数を減らした場合に、正答数がチャンスレベルを越えるか検討することである。

Ⅱ 方法

(1) 研究参加者

本実験参加者は教員養成系大学に在籍する読み書きに困難の認められない大学生46名(男性13名, 女性33名)であった。平均年齢は20.3歳($SD=2.9$)であった。

(2) 刺激と実験計画

全ての刺激は水平に配列された3つもしくは5つの刺激要素配列であった。刺激は文字と記号の2種類から構成された。先行研究と同様に1条件60試行で実施した。試行数60に対し、3つもしくは5つの刺激列の中での位置ごとの出現回数を統制するため、各刺激を10種類ずつ用意した。文字刺激としてカタカナ10文字(ケ, ツ, ス, ノ, ヒ, ホ, モ, ヤ, ユ, ヨ), 記号は10種(「%」, 「/」, 「?」, 「@」, 「{」, 「<」, 「£」, 「\$」, 「μ」, 「}」, 「r」)であった。これらの記号刺激はZiegler et al. (2010) で用いた9種に「r」を加えたものである。一度使用した文字列, 記号列は複数回使用しなかった。刺激列の位置ごとの刺激出現回数は統制を行なったが、5つの刺激配列のP4における「モ」及び記号「£」の出現回数を統制しきれなかった。Ziegler et al. (2010) は数字刺激も使用していたが文字刺激と数字刺激に有意差がなく、これらの正答率を合わせたデータで統計処理をしていたことから今回は、数字刺激を使用しなかった。

実験は文字の3刺激呈示条件と5刺激呈示条件, 記号の3刺激呈示条件と5刺激呈示条件の合計4ブロック実施した。実施順は参加者ごとにカウンターバランスを行なった。1ブロックの試行数は60試行であった。試行順はランダムであった。実験は先行研究と同様に刺激の上か下に提示される選択肢のどちらかに正解が含まれるよう設定した。正解ではない選択肢は、呈示された刺激列の中には含まれない刺激を使用した。

(3) 手続き

MATLAB上のpsychtoolbox-3を使用し実験を作成した。使用したPCはMac miniであり27インチのApple Thunderbolt Display上に刺激を呈示した。モニターのリフレッシュインターバルは60Hzであった。参加者はコンピューターの正面、呈示距離は60cmの位置に座った。5つの刺激の呈示位置に関する視角度は先行研究同様、1.2度、0.6度、0度、0.6度、1.2度に設定をした。また、文字の大きさに関する視角度は、0.44度であった。画面の背景は黒で、刺激は白、使用したフォントはHiragino Maru Gothic Proであり、フォントサイズは18ptであった。

教示は画面に出てくる文字と口頭の両方で行なった。練習試行12試行の後に本試行を行なった。

注視点として刺激が呈示される予定の3箇所、または5箇所に「#」を呈示し、その中央の「#」の上下に「|」を515ms呈示した。刺激列は200ms呈示し、その直後に「#」を3箇所、または5箇所マスク刺激として呈示した。マスク刺激と同時にその刺激列のいずれか1箇所の上下に選択肢を515ms呈示した。その位置に呈示された刺激が上の選択肢と同じ場合にはキーボードの「y」、下の選択肢と同じ場合は「b」を押すように教示した。参加者には「できるだけ速く間違えないようにボタンを押してください」と教示した。実験は反応の正誤と反応時間を記録した。

本研究は、北海道教育大学の研究倫理審査委員会の承諾を得て実施された(承諾番号:2016073003)。

(4) 分析方法

参加者の正答率がチャンスレベルを上まっているか検討するため、文字と記号それぞれの3、5刺激呈示条件に対して、正答数を指標とした二項分析を実施した。また刺激の種類と選択肢の呈示位置が正答率に及ぼす影響を検討するため、2要因分散分析を実施した(刺激の種類(文字,記号)×呈示位置(1から3または1から5))。また参加者の反応方略が素早さを優先しすぎ、正確さと速さのトレードオフが生じている可能性も考えら

れた。正確性を重視した慎重な反応であったか、それとも素早さを優先していたか検討するため正反応と誤反応の反応時間の比較検定を実施した。特に誤反応がお手付きのように慎重さを欠く素速い反応の結果である場合、誤反応の反応時間が極端に速くなる可能性も考えられた。

Ⅲ 結果

(1) 正答数に関する二項分析

5文字条件の平均正答数(標準誤差)は60試行中34.8(0.71)であった。手がかり呈示位置ごとの正答率(標準誤差)は図1の通りである。正答数がチャンスレベルを上回っているか検討するため、二項分析を実施した。その結果、 $z=1.25$ ($p=.105$)であり、チャンスレベルである可能性を棄却できなかった。手がかり呈示位置ごとの正答数に関してもそれぞれ二項分析を実施したが、全ての位置においてチャンスレベルの可能性を棄却できなかった($ps>.12$)。

5記号条件の平均正答数(標準誤差)は34.8(0.7)であった。二項分析の結果、 $z=1.25$ ($p=.105$)であり、5文字刺激同様にチャンスレベルの可能性を棄却できなかった。手がかり呈示位置ごとの結果も全て棄却できなかった($ps>.29$)。

3文字条件の平均正答数(標準誤差)は60試行中50.8(0.99)であった。各手がかり呈示位置の正答率は図2の通りである。二項分析の結果、 $z=5.36$ ($p<.0001$)であり、チャンスレベルである可能性が棄却された。手がかり呈示位置毎の正答数も5箇所全てで棄却され($ps<.01$)、チャンスレベルを上回る正答数であることが示された。

3記号条件の平均正答数(標準誤差)は60試行中43.1(0.77)であった。二項分析の結果、 $z=3.38$ ($p<.001$)であり、チャンスレベル以上の正答数である可能性が示された。手がかり呈示位置毎の正答数も同様に二項分析を行ったが、3番目の位置のみチャンスレベルである可能性を棄却できなかった($z=3.38, p=.078$)。その他の位置は全てチャンスレベルを上回る正答数の可能性が示さ

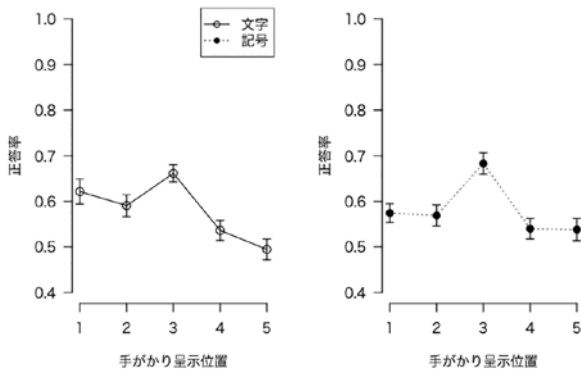


図1 5刺激提示条件の正答率

左が文字刺激、右が記号刺激の結果。グラフ上のエラーバーは標準誤差を表示している。

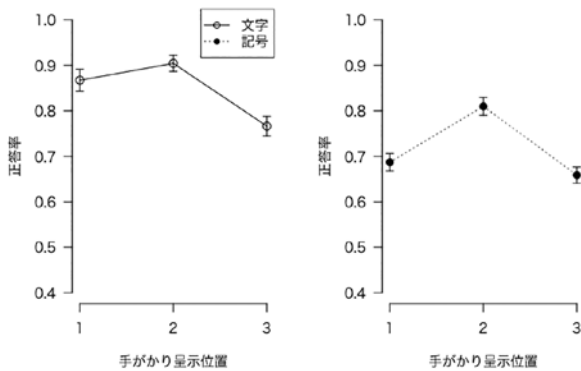


図2 3刺激提示条件の正答率

左が文字刺激、右が記号刺激の結果。グラフ上のエラーバーは標準誤差を表示している。

れた ($p < .05$)。

(2) 正答数に関する分散分析

5刺激呈示条件の正答数において、刺激の種類と手がかり呈示位置の違いが正答数に影響するか検討するため、刺激の種類(2)×呈示位置(5)の2要因分散分析を行なった。その結果、手がかり呈示位置の主効果のみが有意で ($F(4, 180) = 13.6, p < .0001$)、その他有意な主効果 (手がかりの呈示位置の主効果, $F(1, 45) = 0, p = 1$)、交互作用 ($F(4, 180) = 1.43, p = .22$) は示されなかった。手がかり呈示位置の主効果に関する下位検定を実施した結果、3番目が他の位置よりも有意に高く ($p < .05$)、また左から1番目は4番目、5番目よりも有意に高い結果が示された ($p < .05$)。

3刺激呈示条件の正答数に関しても同様に刺激

の種類(2)×呈示位置(3)の2要因分散分析を行なった。その結果、全ての主効果 (刺激の種類 ($F(1, 45) = 58.6, p < .0001$), 手がかり呈示位置 ($F(2, 90) = 33.4, p < .0001$)), 交互作用 ($F(2, 90) = 19.7, p = .018$) が有意であった。手がかり呈示位置の主効果に関して下位検定を実施した結果、真ん中の正答数が両端の正答数より有意に高かった ($p < .001$)。また左端の正答数は右端よりも有意に高かった ($p < .001$)。交互作用の下位検定を実施した結果、全ての呈示位置において、文字刺激の方が記号刺激より有意に正答数が高かった ($p < .001$)。また文字刺激において1番目と中央2番目の呈示位置における正答数が、右端3番目の呈示位置より有意に高かった ($p < .001$)。一方記号刺激においては、中央2番目の呈示位置の正答数が両端である1番目と3番目の正答数より有意に高かった ($p < .001$)。

(3) 反応時間の結果

誤反応は除き、正反応のみを反応時間の分析に使用した。5文字刺激の平均反応時間(標準誤差)は1268ms (56), 5記号刺激は1296.5ms (51.1)であった。文字、記号いずれの条件も手がかり呈示位置5箇所全てで1200ms以上の平均反応時間であった。反応が素早さを優先しお手付きのように誤反応に至ったか、それとも慎重に判断して誤答に至ったか検討するため、誤反応のみの反応時間についても検討を行なった。平均反応時間は5文字刺激が1478.2 ($SE = 80.7$), 5記号刺激が1455.4 ($SE = 68.2$)であった。正反応と誤反応の反応時間に対して t 検定を実施した。その結果、5文字刺激において誤反応の方が正反応より有意に反応時間が遅かった ($t(45) = -5.9, p < .001$)。同様に5記号刺激も誤反応の方が正反応より有意に遅かった ($t(45) = -4.75, p < .001$)。

正反応のみを集めた3文字刺激の反応時間(標準誤差)は1069.5ms (34.6), 3記号刺激は1121.1ms (41.1)であった。手がかり呈示位置毎の平均反応時間は文字、記号いずれも900ms以上の反応時間であった。一方、誤反応のみの反応時間は3

文字刺激が1403.7ms ($SE=67.4$), 3記号刺激が1416.8ms ($SE=60.2$) と, 文字, 記号ともに誤反応の方が正反応よりも遅かった。正反応と誤反応の平均反応時間の比較検定を行なったが, 3文字刺激の誤反応は46名中26名のみ認められ, それ以外の20名は欠損値であった。そのことから3文字刺激に関しては検定を実施しなかった。3記号刺激に関しては, 誤反応の方が有意に遅い結果が示された ($t(45) = -8.33, p < .001$)。

Ⅳ 考察

本研究の目的はZiegler et al. (2010) の実験課題の難度が高すぎたか大学生を対象に検討することと, 同時提示する刺激数を減少させることで課題の難度が低下するか検討することであった。

(1) Ziegler et al. (2010) の実験課題の妥当性

本研究ではZiegler et al. (2010) の追試を大学生に実施し, 課題の難度が高すぎる可能性はないか検討を行なった。正答数に関して二項分析を行なった結果, 5文字呈示条件と5記号呈示条件のいずれにおいても正答数がチャンスレベルである可能性を棄却できなかった。分散分析の結果, 中央に呈示した文字または記号の正答数が最も高かったが, その中央の刺激であってもチャンスレベルである可能性を棄却できなかった。本研究は大学生を対象として実施している。大学生であってもチャンスレベルの可能性を棄却できなかったことから, この実験は難度が非常に高かったと考えられた。Ziegler et al. (2010) は平均年齢10歳の発達性読み書き障害児と典型発達児を対象に実験を行なっている。特に記号刺激を用いた実験では両群に差がでず, 文字・数字刺激においてのみ両群に有意差が示されていた。そのことから, 音韻化可能な刺激においてのみ発達性読み書き障害児は欠陥を示した, と指摘されている。しかしながら記号刺激において両群に差が出なかった要因として, 実験の難度が高すぎ, 特に大学生よりも年齢の低い発達性読み書き障害児と典型発達児に

使用する課題として妥当ではなかった可能性が考えられた。ではなぜ難度が高い実験となったのであろうか。Tydgate and Grainger (2009) はZiegler et al. (2010) と同様の強制選択課題とValdois et al. (2003) に類似した自由報告課題の双方を実施して, 強制選択課題の方が正答率が低くなることを示した。強制選択課題は5刺激提示されたどこか1箇所の上下に選択肢を提示する。そのためTydgate and Grainger (2009) は, 直前まで提示されていた刺激列の記憶に, この選択肢の刺激が干渉した可能性を指摘している。本研究においても選択肢が記憶に干渉して難度が高くなっていた可能性も考えられた。

(2) 同時呈示する刺激数が難度に及ぼす影響

本実験ではZiegler et al. (2010) の追試である5刺激提示条件に加えて3刺激呈示条件も新たに実施した。5刺激呈示条件においては, 全てにおいてチャンスレベルの可能性を棄却できなかった。一方, 3刺激呈示条件においては, 文字, 記号双方においてチャンスレベルを上回る正答数が示された。このことから3刺激提示条件の難度の方が5刺激提示条件より低く, 発達性読み書き障害児に適用する課題としては妥当である可能性も考えられた。さらに正答数の分散分析の結果, 刺激種(文字と記号)と手がかり呈示位置の交互作用が示された。特に文字刺激では一番左と中央が同程度の正答数で一番右側の刺激の正答数が低かった。それに対し, 記号刺激では中央の正答数が最も高く, 両側の正答数が低下する結果となった。Shimojo, Miyauchi, and Hikosaka (1996) によれば, 注意は中心の感度が最も高く, 中心から周辺になるにつれ感度が下がり, 注意には勾配があることを指摘している。本研究の実験は, 参加者が画面の中央に注意を向けるよう注視点を呈示している。従って3刺激の場合は中央の2番目の刺激に注意の中心があると考えられた。3つの記号を呈示した本研究の結果において, 注意が向けられている中心の正答率が最も高く, 両側の正答数が低下した。これは注意の中心から周辺になる

に従って感度が低下する注意の勾配に合致した結果であると考えられる。一方、3つの文字を呈示した実験結果では、注意の中心にあると考えられる2番目の文字だけではなく左端の文字も同様に正答数が高かった。このことは文字列の場合には必ずしも注意の勾配の支配を受けず、左側の文字にバイアスのかかった処理がされている可能性も考えられる。このように記号と文字では処理のされ方が異なる可能性が考えられた。このような処理の違いが想定される文字と記号を使用して発達性読み書き障害児の視覚的注意機能を測定することができれば、視覚的同時処理における欠陥が文字に特異的か、それとも視覚刺激全般における欠陥か検証するための一助になる可能性も考えられる。

(3) 参加者の反応方略

本研究では参加者に「できるだけ速く間違えないようにボタンを押してください」と教示を行なった。そのため参加者が速さを優先して正確性を犠牲にしているか、あるいは正確さを優先して慎重に反応を行なっているか、参加者の反応方略が課題の結果に影響している可能性も考えられた。

反応時間の理論的定義は100%の正答率で最速の反応時間（菊池，2014）であることから、反応時間を分析対象とする実験では正答率が100%に近づくような難度で設定されていることが多い。本研究の実験結果から、正答率は5刺激提示条件においては、文字と記号双方において58.1%（ $SE=1.2$ ）と低かった。また難度の比較的低かった3刺激提示条件においても、文字刺激の正答率は84.6%（ $SE=1.7$ ）、記号刺激は71.8%（ $SE=1.3$ ）であり、100%の正答率から程遠く、難度の高い実験であると考えられた。

本研究の反応時間の分析の結果、5つの刺激提示条件において、文字と記号いずれも反応時間が1200ms以上の結果であった。3刺激提示条件であっても、文字、記号ともに正反応の平均反応時間が900ms以上であった。大久保（2011）は、心理学実験における反応時間では、長くとも1000ms

程度の長さを扱うことがほとんどであると述べている。本研究の反応時間は全体的に遅い時間帯の反応であると考えられる。また正反応と誤反応の反応時間を分析した結果、分析可能であった全ての条件において誤反応の反応時間の方が正反応よりも有意に遅い結果が示されている。このことから参加者は慎重に反応を行なっており、慎重に判断した結果誤反応に至っている可能性が考えられた。従って、本研究における参加者の反応方略は正確さを優先した慎重な反応方略だった可能性が考えられた。

研究・文責分担

本研究のデータと論文の一部は、第一著者の指導の下で、平成28年度北海道教育大学旭川校に提出された第二著者の卒業論文として発表されたものである。これを再分析し、大幅に修正して再構成したものである。本論では、第一著者が責任著者として研究デザインと論文執筆、分析を行なった。第二著者は論文の一部執筆とデータの分析、データの収集を行なった。

引用文献

- Ans, B., Carbonnel, S., & Valdois, S. (1998). A connectionist multi-trace memory model of polysyllabic word reading. *Psychological Review*, 105, 678-723.
- Bishop, D.V. & Snowling, M.J. (2004). Developmental dyslexia and specific language impairment: Same or different? *Psychological Bulletin*, 130(6), 858-886.
- Bosse, M.L. & Valdois, S. (2009). Influence of the visual attention span on child reading performance: a cross-sectional study. *Journal of Research in Reading*, 32(2), 230-253.
- Bosse, M.L., Tainturier, M.J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition*, 104, 198-230.
- Cornellisen, P.L., Hansen, P.C., & Hutton, J.L. (1998). Magnocellular Visual Function and Children's Single Word Reading. *Vision Research*, 38(3), 471-482.
- Dubois, M., Kyllingsbaek, S., Prado, C., Peiffer, E., Lassus-Sangosse, D., & Valdois, S. (2010). Fractionating the

- multi-element processing deficit in developmental dyslexia : Evidence from two case studies. *Cortex*, 46 (6), 717-738.
- Germano, G.D., Reilhac, C., Capellini, S.A., & Valdois, S. (2014). The phonological and visual basis of developmental dyslexia in Brazilian Portuguese reading children. *frontiers in Psychology*, 5, 1-11.
- 菊池正 (2014). 精神時間の測定 綾部早穂・熊田孝恒 (編) スタンダード感覚知覚心理学 (pp.225-267) サイエンス社.
- Lobier, M., Zoubrinetzky, R., & Valdois, S. (2012). The visual attention span deficit in dyslexia is visual and not verbal. *Cortex*, 48(6), 768-773.
- 大久保街重 (2011). 反応時間分析における外れ値の処理. 専修人間科学論集, 1(1), 81-89.
- Ramus, F., Rosen, S., Dakin, S.C., Day, B.L., Castellote, J.M., White, S., & Frith, U. (2003). Theories of developmental dyslexia: insights from a multiple case study of dyslexic adults. *Brain*, 126, 841-865.
- Shimojo, S., Miyauchi, S., & Hikosaka, O. (1996). Visual motion sensation yielded by non-visually driven attention. *Vision Research*, 37(12), 1575-1580.
- Snowling, M. (2001). From language to reading and dyslexia. *Dyslexia*, 7(1), 37-46.
- Stein, J. (2003). Visual motion sensitivity and reading. *Neuropsychologia*, 41, 1785-1793.
- Tydgat, I. & Grainger, J. (2009). Serial position effects in the identification of letters, digits, and symbols. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(2), 480-498.
- Valdois, S., Bosse, M.L., Ans, B., Carbonnel, S., Zorman, M., David, D., & Pellat, J. (2003). Phonological and visual processing deficits can dissociate in developmental dyslexia: Evidence from two case studies. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, 16, 541-572.
- Valdois, S., Bosse, M.L., & Tainturier, M.J. (2004). The cognitive deficits responsible for developmental dyslexia: Review of evidence for a selective visual attentional disorder. *Dyslexia*, 10(4), 339-363.
- Valdois, S., Bidet-Ildei, C., Lassus-Sangosse, D., Reilhac, C., N'guyen-Morel, M.A., Guinet, E., & Orliaguet, J. P. (2011). A visual processing but no phonological disorder in a child with mixed dyslexia. *Cortex*, 47(10), 1197-1218.
- Valdois, S., Lassus-Sangosse, D., & Lobier, M. (2012). Impaired letter-string processing in developmental dyslexia: What visual-to-phonology code mapping disorder? *Dyslexia*, 18, 77-93.
- Valdois, S., Peyrin, C., Lassus-Sangosse, D., Lallier, M., Demonet, J.F., & Kandel, S. (2014). Dyslexia in a French-Spanish bilingual girl: Behavioral and neural modulations following a visual attention span intervention. *Cortex*, 53, 120-145.
- Ziegler, J.C. & Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: A psycholinguistic grainsize theory. *Psychological Bulletin*, 131(1), 3-29.
- Ziegler, J.C., Pech-Georgel, C., Dufau, S., & Grainger, J. (2010). Rapid processing of letters, digits and symbols: what purely visual-attentional deficit in developmental dyslexia? *Developmental Science*, 13(4), 8-14.

(葛森 英史 旭川校准教授)

(木村 叶実 下川町立下川小学校教諭)