

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 27 日現在

機関番号：12604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26381308

研究課題名(和文) 国語・算数の基礎学習困難のリスク要因の解明とリスク回避の支援教材に関する研究

研究課題名(英文) Risk factors of basic learning difficulty of national language and mathematics and supportive teaching material for preventing risk factors

研究代表者

小池 敏英 (KOIKE, TOSHIHIDE)

東京学芸大学・教育学部・教授

研究者番号：50192571

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：国語と算数困難のリスク要因を検討し、リスク回避の支援教材について検討した。ひらがな音読に関しては音読時間延長のリスク要因を検討した。特殊音節に関して、小学2・3年生では、ひらがな単語の流暢な読みと言語性短期記憶の低成績がリスク要因であった。読解に関しては、読解未達成のリスク要因として、言語性ワーキングメモリと共に因果関係の理解困難を指摘した。健常パターンと異なる算数思考問題の低成績パターンを示すLD児は、言語理解指数や知覚統合指数が個人内で低い傾向を示し、背景要因として指摘した。リスクに対応した支援プリント教材を作成した。近赤外線分光法を用い、音韻処理時の脳活動を検討し低学年の特徴を指摘した。

研究成果の概要(英文)：The present study aimed to investigate risk factors in national language and mathematics and to present supportive teaching program. Regarding Hiragana reading, risk factors of increase in time of reading 2 letter words were examined. Concerning special morae words, low performances of verbal short term memory were risk factors. As for reading comprehension, difficulty of comprehending causal relationships was indicated as risk factors. Children with mathematical thinking difficulty showed risk factors in thinking causal relationships. For avoiding risk factors, facilitating print material was presented. Examination through using NIRS indicated that low graders showed bilateral hemodynamic activity in prefrontal region.

研究分野：特別支援教育学

キーワード：学習障害 学習支援 読み書き障害

1. 研究開始当初の背景

特別支援教育の展開に伴い、特に国語と算数に困難を示す子どもに対する教育支援方法の整備が求められている。学習障害という診断が確定する前段階において、読み書きに困難を示す子どもがいた場合、これらの子どもに対する支援を行い、その効果を考慮しながら学習支援を提供し、学習障害の診断につなげるというモデル(RTI モデル)が提案された。このモデルの有効性を検討するためには、通常学級の国語と算数の低成績の背景となるリスク要因に関する研究が必要である。

RTI モデルによる早期予防的支援の観点からみると、通常学級児童におけるひらがなの流ちょうな音読、特殊音節単語の読み、読解に関する低成績のリスク要因について研究する必要がある。また、リスク要因のアセスメント手続きとリスク要因に対応した支援プリント教材を開発し、簡便に利用できる状況を整えることが必要である。低学年児童の支援を組み立てるに当たっては、児童の情報処理の特異性を考慮することが必要である。そこで脳活動レベルでの生理心理学的評価を行うことで、低学年児童の情報処理の特徴を明らかにすることが求められる。これら一連の検討を行うことによって、通常学級の国語と算数の学習困難に対する、早期予防的観点に基づく指導手続きを明らかにできると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、国語と算数の学習困難に対する早期予防的支援の観点から、通常学級児童におけるひらがなの流ちょうな音読、特殊音節単語の読み、読解の低成績のリスク要因を明らかにすることを目的とする。算数の学習困難に関しては、集合理解、因果関係の理解を含む思考問題を作成し、算数思考問題について、健常児パターンと異なる低成績パターンを示す子どものリスク要因について検討することを目的とする。あわせて、上記の読み書きスキルについてアセスメントを作成し、各個人のリスク要因に対応したプリント教材を開発することを目的とする。低学年の児童の学習支援では、児童の情報処理の特異性を考慮することが必要である。そこで、本研究では、低学年児童に適した学習支援に関する基礎研究として、脳活動レベルでの生理心理学的評価を実施し、音韻処理課題(単語順唱課題と単語逆唱課題)遂行時における、前頭前野の oxy-Hb 濃度変化を検討し、低学年の特徴を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

(1) ひらがなの流ちょうな音読困難のリスク要因

定型発達児は小学1~6年生149名とした。LD児は小学1~6年生38名とした(瀧元ら、2016)。研究の趣旨を保護者に伝え、小学校

を通して調査参加の同意を得た。パソコンの画面に1文字、2文字、3文字、5文字のひらがな意味単語を一定時間呈示し、対象者には、「できるだけ早く、まちがえないように読んでください」と教示して、単語を音読させた。対象者の反応は、マイクを通してレコーダーにより記録し、正確に読み上げられた刺激単語に対する音読潜時(刺激単語呈示から読み始めるまでの時間)および発話時間(刺激単語を読み始めてから読み終わるまでの時間)を算出した。

(2) 特殊音節単語の読み困難のリスク要因

小学1~3年生(1373人)を対象に、特殊音節の表記選択テストを行い、低成績のリスク要因を検討した(彌永ら、2016)。研究の趣旨を保護者に伝え、小学校を通して調査参加の同意を得た。表記選択テストは、イラストの名前に対応した特殊表記単語を3つの選択肢から選ぶ課題であった。撥音、促音、拗音、拗長音各3問ずつ出題した。目的変数は、表記選択テストの総合得点(満点12)における低成績者(10パーセント)の生起として、オッズ比を算出した。説明変数は、平仮名の流ちょうな読みテスト(単語連鎖テスト)、言語性短期記憶テスト、音韻意識テストにおける低成績(10パーセント以下)とした。

(3) 読解困難のリスク要因

小学3~6年生(1168人)を対象に、説明文の要点理解テスト(長文)を行い、低成績を検討した(Satoら、2017)。目的変数は、要点理解テスト(長文)における低成績者(約10パーセント)の生起として、オッズ比を算出した。説明変数は、平仮名の流ちょうな読みテスト(単語連鎖テスト)、言語性短期記憶テストの低成績(10パーセント以下)、要点理解テスト(短文)、因果関係理解テスト(短文)、集合包摂テスト(短文)、集合分類テスト(短文)とした。

(4) 算数思考困難のリスク要因

小学1~6年生(230人)と算数困難を示すLD児21名を対象とした(成川ら、投稿中)。「集合分類(集合化)」、「集合の包摂関係(推移律)」、「可逆的思考」の3種の論理的な思考課題と、基礎的な数の大小や位の概念など基礎的な数概念の理解力を測定する「数概念」の課題を実施した。健常児において、どのような論理構造が易しく、または難しいのかを確かめるために、4種の算数課題(3種の思考課題と数概念課題)の間の発達連関について検討した。各課題の達成順序性については、オ-ダリング分析を用いて検討した。ついで、発達順序に外れたパターンの個数(思考の偏りの個数)の中央値を算出し、LD児を中央値よりも偏りの個数が多い群(B群)と少ない群(A群)の2群に分類し、各群におけるWISC-の群指数について検討した。

(5) リスク要因に対応したプリント教材

本研究の読み書きテストと基準値を基にして、読み書き達成テストを作成した。あわ

せてテスト結果を入力すると、低成績の有無を評価し、リスク要因に対応してプリント教材を表示するプログラムを開発した。

(6) 低学年児童の音韻処理の生理学的評価

小学生1~6年生103名を対象とした(Goto et al,2015)。音韻処理課題(単語順唱課題と単語逆唱課題)遂行時の前頭前野の脳活動について検討した。刺激は、ひらがな3文字の単語を音声呈示した。課題遂行時のNIRS(近赤外線分光法)反応を、光イメージング脳機能測定装置(スペクトラテック製OEG-16)により測定した。測定は前頭前野を覆う16部位とした。

4. 研究成果

(1) ひらがなの流ちょうな音読困難のリスク要因

図1は、LD児の平均音読潜時を、各学年の基準値に基づき標準得点として示したものである(瀧元ら、2016)。2文字、3文字、5文字と単語の文字数が増えるのに伴い、読み障害児の音読潜時の平均標準得点は、増加した。このことは、読み障害児では、文字数が増えると、単語の読み困難が強くなることを意味している。

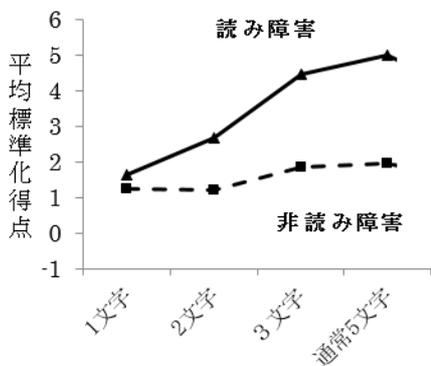


図1 LD児の音読潜時

また、5文字単語の発話時間が標準得点2SD以下を示した者を目的変数、1文字、2文字、3文字単語の発話時間の標準得点を説明変数としてロジスティック分析を行った結果、2文字の発話時間の標準化得点が1点上がると(発話時間が長くなると)5文字単語の発話時間が標準得点2SD以下を示す者が生じにくくなり、2SD以上を示す傾向が認められることを指摘できた。これより、5文字単語の発話時間延長の背景要因として、2文字単語の発話時間の延長が関与することを指摘できる。このことは、平仮名の読みの支援では、2文字単語のような文字数の少ない単語をまとまりとして読むことができるようにすることが課題となることを意味している。

(2) 特殊音節単語の読み困難のリスク要因
特殊音節表記の習得は、就学前から進むの

で、拗音については、混成規則の利用による習得であると考えられている。混成規則とは、イ段文字の音韻を/Ci/、ヤ行文字の音韻を/jV/とするならば、/Ci/と/jV/を早く言うこと/CjV/になる(/Ci+/jV/ /CjV/)という規則である。そこで、拗音でも、小学1年の国語の教科書で出現頻度の低い単語(拗音1)、中程度(拗音2)、高頻度の単語(拗音3)にわけて、正答率を検討した。図2はその結果を示した(彌永ら、2016)。2年生の中で、特殊音節表記テストの成績が0~8パーセンタイルの子どもは拗音1と拗音2で、拗音3と比べて成績が低いことを指摘できる。したがって、特殊音節表記選択テストで低成績を示す児童では、混成規則の利用ではなくて、音と表記との対連合学習に基づいて習得している可能性を指摘できた。ロジスティック分析によりリスク要因を検討した結果、小学1年生では、音韻意識とひらがな単語の流暢な読みの低成績がリスク要因であった。小学2・3年生では、ひらがな単語の流暢な読みと言語性短期記憶の低成績がリスク要因であった。このことから、小学2年以降の特殊音節表記の指導では、言語性短期記憶の弱さに配慮した働きかけが必要であることを指摘できる。

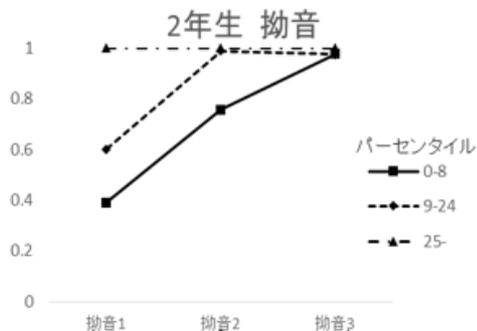


図2 拗音の表記選択の正答率

(3) 読解困難のリスク要因

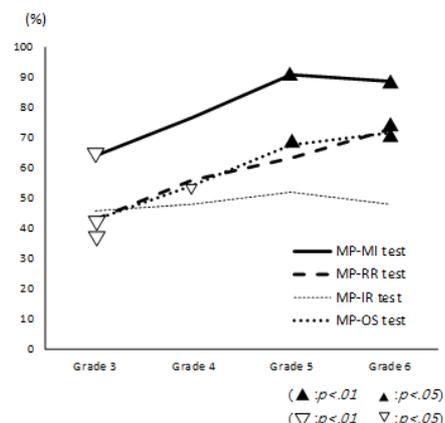


図3 長文読解テストの正答率

図3は、長文読解テストの正答率を示したものである(Satoら、2017)。説明文の要点理解テスト(長文、図中MP-MIテストと表記)の正答率は、3年生で65%、4年生で75%分析であり、5年生と6年生では約90%を示している。このことは、5年生と6年生で約10%の者が、長文読解の未達成であることを示している。要点理解テスト(長文)における低成績者(約10パーセント)の生起を目的変数としてロジスティック分析を行った結果、言語性ワーキングメモリの低成績と共に因果関係理解テスト(短文)の低成績に対して、有意なオッズ比を認めた。集合包摂テスト(短文)と集合分類テスト(短文)では、有意なオッズ比を認めなかった。このことは、長文の要点理解が困難な者においては、短文の因果関係の理解困難が背景要因として影響をしている者がいることを意味している。これより、因果関係の理解を短文で行う指導の有効性を推測でき、今後の検討課題である。

(4) 算数思考困難のリスク要因

表1 LD児におけるWISC 群指数

A群(思考の偏りが3個以下)				
	VC	PO	FD	PS
A	79	92	88	72
G	86	63	88	97
I	74	82	71	83
N	91	66	53	69
O	59	92	82	69
P	77	69	82	86
Q	80	71	53	50
R	99	113	82	100
S	100	72	91	78
U	105	103	82	66

B群(思考の偏りが4個以上)				
	VC	PO	FD	PS
B	85	110	76	78
C	92	64	68	92
D	70	82	79	89
E	100	110	100	100
F	95	71	82	80
H	76	80	91	83
J	91	71	82	92
K	76	103	76	75
L	64	72	82	86
M	91	77	91	94
T	59	77	71	75

表1は、両群のWISC- の群指数の値を示している(成川ら、投稿中)。各LD事例の個人内の群指数の最低値を、「言語理解」(VC)または「知覚統合」(PO)で最低値を示す人数とそれ以外の課題で最低値を示す人数を求めた。VCまたはPOが最低値を示す者には、表中に黒四角(■)を付した。次に、VCまたはPOで最低値を示す人数とそれ以外の課題で最低値を示す人数について、思考の偏りの群(A群、B群)ごとに分割表にまとめ、フィッシャーの直接確率検定を行った。その結果、B群は、A群よりもVCまたはPOで最低値を示す人数が多い有意傾向を認めた。これより、思考の偏りが多い者は、少ない者と比較して、個人内においてVCやPOの得点が低いことを指摘できる。VCは言語理解指数であるために、言語理解を中心とした支援が必要

要である。他方、POは知覚統合指数であるので、図表示などの視覚情報に基づく理解や推理を中心とした支援が必要であろう。

(5) リスク要因に対応したプリント教材

上記の検討から、国語については、読み書きスキルの低成績に基づき、必要な個別プリントを作成可能な状況になった。そこで、読み書き達成アセスメントを作成し、各個人のリスク要因に対応したプリント教材の開発を行った(小池ら、2017)。図4は、開発したアセスメントソフトの構成を示す。

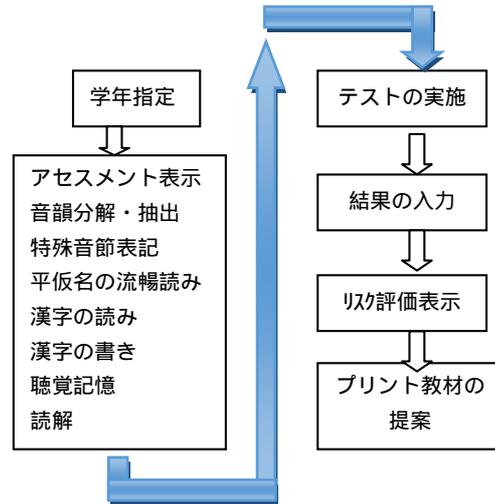


図4 アセスメントの構成

(6) 低学年児童の音韻処理の生理学的評価

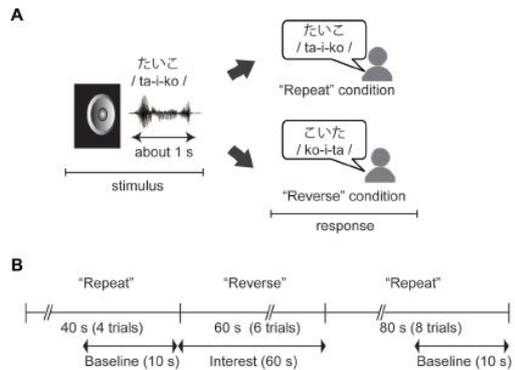


図5 刺激提示条件

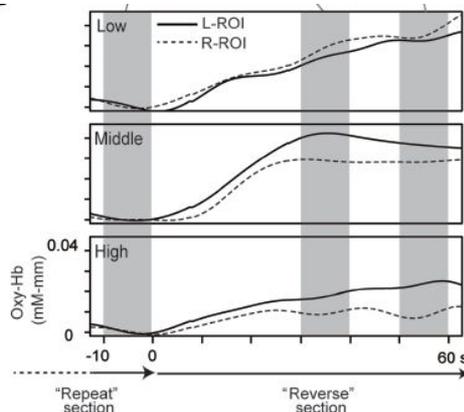


図6 左と右の応答経過

音韻処理課題(単語順唱課題と単語逆唱課題)遂行時の前頭前野の脳活動について検討した(Goto et al,2015)。図5は刺激提示条件を示す。図6は、低学年(Low)、中学年(Middle)、高学年(High)について左前頭前野の活動(L-ROI、図中実線)と左前頭前野の活動(R-ROI、図中点線)を示したものである。前頭前野のoxy-Hb濃度変化について、1,2年生の低学年では、逆唱課題区間では、実線と点線はほぼ同じ値を示し、左右差が明瞭でなかった。3年生以降の中学年と高学年では、実線は点線の値を上回っており、左前頭前野の活動が明瞭であることを指摘できる。これより、左前頭前野の活動の局在性が乏しいことを、低学年の音韻処理の特異性として指摘できる。

(7) 結論

国語と算数困難のリスク要因を検討し、リスク回避の支援教材について検討した。ひらがな音読に関しては5文字単語の発話時間延長のリスク要因を検討した。特殊音節単語に関しては、小学2・3年生では、ひらがな単語の流暢な読みと言語性短期記憶の低成績がリスク要因であった。読解に関しては、読解未達成のリスク要因として、言語性ワーキングメモリと共に因果関係の理解困難を指摘した。健常児パターンと異なる算数思考問題の低成績パターンを示すLD児は、言語理解指数や知覚統合指数が個人内で低い傾向を示し、背景要因として指摘した。以上の結果は、国語の読み書き基礎スキルの低成績の背景要因には、言語性ワーキングメモリが共通して関与するとともに、課題に独自の要因が関与することを指摘できる。この特徴は算数スキルとは異なる可能性を指摘できる。また、近赤外線分光法を用い、音韻処理時の脳活動を検討した結果、小学1・2年生では、左前頭前野の局在性が乏しい特徴を認めた。このことは、低学年の支援教材では、特に、音韻意識や言語性ワーキングメモリに関連した課題を行う際には、特別な配慮が必要であることを示している。本研究では、これらの配慮を含めて、アセスメントに基づき、各個人のリスク要因に対応したプリント教材の提供を可能にするアセスメントソフトを作成した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

彌永さとみ・中知華穂・銘苅実土・中村理美・小池敏英(2018)小学生1・2・3年生における特殊表記習得の低成績の背景要因に関する研究-撥音・促音・拗音・拗長音について-特殊教育学研究、55,2,(印刷中)。査読有
成川敦子・小池敏英(2018)算数困難を伴うLD児における算数的思考の偏りに関する研究-算数的思考課題の達成順序の基準値に基づく検討-。学校教

育学研究論集(印刷中)。査読有
Kazuha, SATO, Atsuko, NARUKAWA, Chikaho, NAKA, Mito, MEKARU, Rumi, NAKAMURA, & Toshihide, KOIKE (2017) Risk factors for difficulty in reading comprehension of multiple-paragraph expository text at third to sixth grade of Japanese elementary schools: The effects of the elemental skill of macroprocessing a single paragraph in relation to understanding the reversible relationships. Journal of Special Education Research. 5(2),23-34. 査読有
瀧元沙祈・中知華穂・銘苅実土・後藤隆章・雲井未歎・小池敏英(2016)学習障害児における改行ひらがな単語の音読特徴-音読の時間的側面と誤反応の分析に基づく検討。特殊教育学研究、54(2), 65-75. 査読有
Takaaki Goto, Yousuke Kita, Kota Suzuki, Toshihide Koike and Masumi Inagaki (2015) Lateralized frontal activity for Japanese phonological processing during child development. Frontiers in Human Neuroscience (www.frontiersin.org), 9, 1-9. 査読有

〔学会発表〕(計11件)

佐藤一葉・成田まい・小池敏英(2016)小学校低学年における物語文読解の課題についての一考察。第54回日本特殊教育学会、新潟コンベンションセンター朱鷺メッセ(新潟県、新潟市) 2016年9月17日~2016年9月19日
大山帆子・増田純子・彌永さとみ・成田まい・須藤史晴・小池敏英(2016)ひらがな漢字の検索・完成課題による音読困難の軽減効果(1)-ガイドライン等価課題を用いた支援効果の評価-。第54回日本特殊教育学会、新潟コンベンションセンター朱鷺メッセ(新潟県、新潟市) 2016年9月17日~2016年9月19日。
彌永さとみ・竹村幸見・増田純子・成田まい・小池敏英(2016)小学1~3年生における特殊表記低成績者の背景要因(2)-オッズ比に基づく検討-。第54回日本特殊教育学会、新潟コンベンションセンター朱鷺メッセ(新潟県、新潟市) 2016年9月17日~2016年9月19日。
小池敏英(企画者)中知華穂(司会者)大山帆子・彌永さとみ・中村理美(話題提供者)(2015)通常学級低学年における読み書き低成績の背景と支援。第54回日本特殊教育学会、新潟コンベンションセンター朱鷺メッセ(新潟県、新潟市) 2016年9月17日~2016年9月19日。

恩田詩織・中知華穂・瀧元沙祈・小池敏英(2015)小学2~6年生における漢字単語読字困難のリスク要因に関する研究(1) - リスク要因の発達的变化について - . 日本特殊教育学会第 53 回大会、東北大学(宮城県、仙台市) 2015 年 9 月 19 日~2015 年 9 月 21 日
佐藤一葉・彌永さとみ・成川敦子・中村理美・小池敏英(2015)小学4~6年生における説明文の要点把握に關与する要因についての研究 - 可逆的思考に關連したマクロ処理スキルの効果についての検討 - . 日本特殊教育学会第 53 回大会、東北大学(宮城県、仙台市) 2015 年 9 月 19 日~2015 年 9 月 21 日
中村理美・成田まい・中知華穂・小池敏英(2015)小学生における漢字書字低成績の特徴 - 2~6年生のリスク要因について . 日本特殊教育学会第 53 回大会、東北大学(宮城県、仙台市) 2015 年 9 月 19 日~2015 年 9 月 21 日
中知華穂・銘苺実土・雲井未歎・小池敏英 (2014) 小学 2 年 3 学期の漢字読字困難を予測する 1 学期のリスク要因について . 日本特殊教育学会第 52 回大会、高知大学(高知県、高知市) 2014 年 9 月 20 日~2014 年 9 月 22 日
佐藤一葉・銘苺実土・中知華穂・小池敏英 (2014) 小学 3~6 年生における文章読解の低成績に係わる要因に関する研究 - 文脈把握能力の説明文テストの低成績への關与の検討 - . 日本特殊教育学会第 52 回大会、高知大学(高知県、高知市) 2014 年 9 月 20 日~2014 年 9 月 22 日
恩田詩織・中知華穂・銘苺実土・小池敏英 (2014) 小学 2~6 年生における漢字単語読字困難のリスク要因に関する研究 - 心像性効果とリスク要因の発達的变化について - . 日本特殊教育学会第 52 回大会、高知大学(高知県、高知市) 2014 年 9 月 20 日~2014 年 9 月 22 日
瀧元沙祈・中知華穂・銘苺実土・小池敏英(2014)小学生における物語文読解困難のリスク要因について - 感情関係語彙との關連に関する検討 - . 日本特殊教育学会第 52 回大会、高知大学(高知県、高知市) 2014 年 9 月 20 日~2014 年 9 月 22 日

〔図書〕(計 2 件)

小池敏英・中知華穂・銘苺実土監修(2017)東京都教育庁指導部特別支援教育指導課(編集・発行)「読めた」「わかった」「できた」読み書きアセスメント 活用&支援マニュアル .54 ページ.
小池敏英監修(2016) LD の子の読み書き支援がわかる本. 講談社 .98 ページ.

(1) 研究代表者

小池敏英 (KOIKE TOSHIHIDE)
東京学芸大学・教育学部・教授
研究者番号 : 50192571