

令和元年6月7日現在

機関番号：25201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K17428

研究課題名（和文）低出生体重児の視覚特性の解明と視覚機能訓練法開発に関する基礎的研究

研究課題名（英文）Elucidation of visual characteristics on children with low birth weight and basic study on development of visual function training method

研究代表者

内山 仁志 (Uchiyama, Hitoshi)

島根県立大学・人間文化学部・准教授

研究者番号：60348604

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：低出生体重児に関する視覚特性を明らかにするために視機能および視覚認知検査を行った。その結果、健常児と低出生体重児を群間比較すると、視力や両眼視などの視機能は良いにもかかわらず、低出生体重児群では視覚認知課題において有意に評価点が低い項目があった。特にノイズ図形に埋もれた中から標的となる図形を見つけることに困難を抱えていることが明らかとなった。また小学生以降も視覚認知力は向上することが成人を対象とした実験結果や文献からの知見で示唆された。今後は脳機能や脳構造との関連で低出生体重児の視覚特性を検討する必要がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

周産期医療の進歩や高齢出産の増加により近年増えている低出生体重児は高頻度に視力障害、斜視（両眼視異常）などの視機能異常を来することが知られている。今回の研究成果により、視機能と視覚認知を評価することで、視力障害はなくても、視覚認知に問題を抱える低出生体重児が存在することが明らかとなった。また小学生以降に向上する視覚認知要素があることや視覚の可塑性研究から、児童期での訓練もある程度有効であることが示唆された。学習障害ハイリスク児である低出生体重児の視覚特性を就学早期に評価、訓練することは障害の重篤化を防ぐ意味でもその意義は大きい。今後はエビデンスに基づく有効な訓練方法の確立が必要と考えられた。

研究成果の概要（英文）：Visual function and visual cognition tests were performed to determine visual characteristics of the children with low birth weight. When we compared the result of test for the visual function (visual acuity and binocular vision) between typically developed children and children with low birth weight, the scores were the same, but for the visual cognitive tasks, the children with low birth weight had lower scores. In particular, it became clear that the children had difficulty finding the target figure behind the noise figure and broken lines. Moreover, the result of the current experiment for adults, and the previous findings in other literature, suggested that visual cognition improves even after primary school children have completed visual plasticity. In the future, it is necessary to examine the visual characteristics of the children with low birth weight in relation to brain function and structure.

研究分野：特別支援教育

キーワード：低出生体重児 視覚認知 WAVES 視機能 認知特性

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

周産期医療の進歩や高齢出産の増加により出生時に体重が 2,500g 未満の低出生体重児（以下、LBW 児）が増えている。出生時期には未熟児網膜症による視力低下を来さないよう、経過をフォローアップされることが多いが、網膜の状態が安定し、視力の経過が良い場合は、その後視覚系の評価をされることなく就学を迎えることが多い。しかし LBW 児は学習障害ハイリスク児であり、実は視力以外の視覚の問題を抱えている確率が高い。就学後に視機能、視覚認知を含めた視覚系の認知特性が低いことを見逃してしまうと、それは学習上の困難につながる可能性が高い。LBW 児の視覚特性はまだ不明な点が多いため、それを明らかにすることで早期支援の必要性や効果的な訓練プログラムの構築を考える必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究では LBW 児に対する科学的根拠に基づく視覚訓練法を開発するための第一歩として、

- 1) LBW 児の視機能および視覚認知機能を評価することでその視覚特性を明らかにする。
- 2) 小児版の視覚認知課題を用いて成人の視覚認知特性について検討する。
- 3) 視覚認知訓練の可能性について文献的に検討する。
- 4) 同意の得られた LBW 児に訓練を実施する。

### 3. 研究の方法

#### 1) 視覚特性に関する調査

対象者：小学 1～6 年生の LBW 児 20 名と定型発達児（以下、TD 児）14 名、学習障害児 3 名（出生体重は 2500g 以上）。

方法：視覚評価項目は以下の通り

- ( ) 視機能の評価：視力、屈折（近視、遠視）、両眼視、瞳孔反応に関する検査。
- ( ) 視覚認知の評価（WAVES: Wide-range Assessment of Visual-relation Essential Skills）  
低出生体重児群と定型発達児群を各項目の評価点で統計的に比較した。

#### 2) 成人における視機能と視覚認知評価

対象者：早産、低出生歴のない健康成人 36 名（平均年齢  $22.2 \pm 9.9$  歳）

- ( ) 視機能の評価：視力、屈折（近視、遠視）、両眼視に関する検査。
- ( ) 視覚認知の評価（WAVES）
- ( ) 視覚構成の評価（Rey の図：The Rey-Osterrieth Complex Figure Test）  
( ) については成人の標準値がないため、小学 6 年生のデータをもとに評価点を算出した。  
また、その各項目の結果と ( ) 視機能、( ) Rey の図の模写、直後再生、30 分後再生の得点との相関関係を算出し、結果を検討した。

#### 3) 文献的考察

視覚認知の神経機構や視覚の可塑性に関する文献の調査を行う。

#### 4) LBW 児への訓練

対象者：1) に参加したものの内、同意の得られた低出生体重児の 3 名。

方法：週 1 回、3 か月間の視覚訓練を実施。訓練として図形の模写、タングラムパズルや積木など実際の事物を用いた視覚訓練の他にタブレット端末で行う視覚認知 balancer (LEDEX 社) を用いた。WAVES によりその前後のスコアを比較した。

### 4. 研究成果

下記の 1)～4) の 4 項目について成果が得られた。また最後に 5) 今後の課題を述べる。

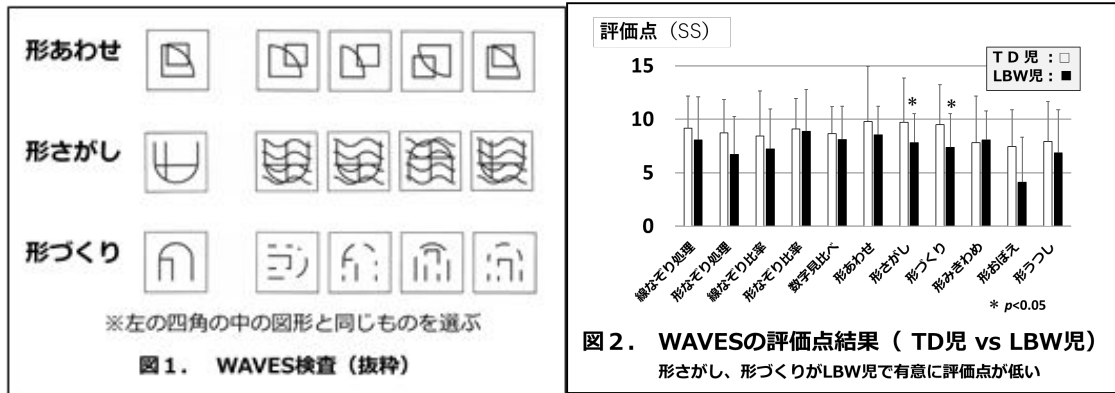
#### 1) 視覚特性に関する調査

視力や両眼視などの眼科的な視機能には LBW 児と TD 児両群で差はないにもかかわらず、LBW 児群では WAVES における「形さがし」、「形づくり」課題（図 1）において有意に評価点が低いことが明らかとなった ( $p < .05$ ; 図 2)。これらの特異的に苦手な特性について考えると、いくつかの図形の中から標的となる図形を見つけることに困難があることを示している。「形あわせ」は単に図形の同定をすることであるが、「形さがし」は波線による錯綜条件下での同定をすること、「形づくり」は見えないものを類推して図形をイメージして同定をすることに困難を抱えていることがうかがえる。また有意ではなかったものの、LBW 児では形おぼえ（視覚記憶）の評価点の平均が  $4.1 \pm 4.2$  であり、年齢平均から考えると低い傾向にあった。LBW 児ではない学習障害児の 3 名においては「形おぼえ」、「形づくり」の成績が低い傾向にあり、LBW 児とは異なる視覚認知特性を持つことが示唆された。

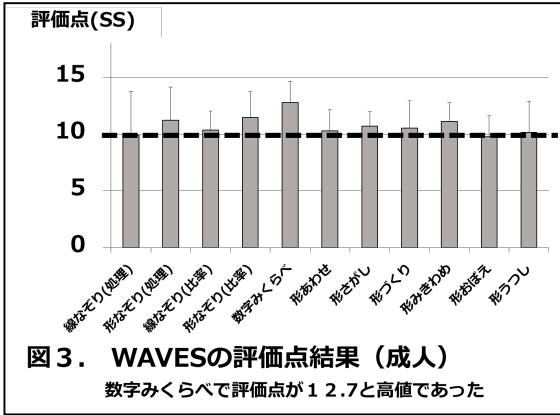
なお瞳孔反応検査に関しては検査時のまぶしさのためか、瞬目によるアーチファクトの影響が大きく、解析に堪えるデータを取得することが難しかった。

#### 2) 成人における視覚認知評価

WAVES における「数字みくらべ」の評価点が平均 12 を超える高い値であった（図 3）。この 2 つの能力は中学生以降も発達する能力であることが示唆されるものの、これらの課題では純粋な視覚認知力に加えて、ワーキングメモリーや注意機能の能力が影響すると考えられるため、解釈にはさらなる検討が必要である。



また Rey の図に関しては、小児データでは WAVES のすべての下位項目が Rey の図の結果と相関していたという報告 (奥村ら, 2014) がある。今回の結果はそれとは異なり、「形うつし」の即時再生でのみ有意であった ( $r = .431, p < .05$ ; 図 4)。「形うつし」の模写、遅延再生に関しては有意ではあったが、相関係数は低かった (模写  $r = 0.264$ , 遅延再生  $r = 0.386$ )。「形おぼえ」の即時再生、遅延再生に関しても同様で、有意ではあったが弱い相関であった (即時再生  $r = 0.255$ , 遅延再生  $r = 0.298$ )。これは小児期の視覚認知はさまざまな要素を用いて Rey の図の作図をするのに対し、成人では習熟化しているため、形うつしで求められる視覚構成力だけが相関したものと考えられる。視機能との関係に有意な相関はなかった。今回、結果的に視力、両眼視ともに良好で顕性斜視のない LBW 児が対象であったため、視機能のデータのばらつきが少ないために有意な相関が得られなかった可能性がある。しかし、視力が良くても視覚認知が悪いという LBW 児がかなり存在することが明らかとなった点は非常に興味深い。



WAVES の下位項目	Rey の図(小児)			Rey の図(成人)		
	模写	即時再生	遅延再生	模写	即時再生	遅延再生
線なぞり (処理)	0.249**	0.306**	0.299**	-0.103	0.124	0.004
形なぞり (処理)	0.557**	0.566**	0.599**	0.062	0.022	-0.043
線なぞり (比率)	0.525**	0.487**	0.527**	-0.011	-0.224	-0.232
形なぞり (比率)	0.265**	0.268**	0.316**	0.195	-0.141	-0.074
数字みくらべ I	0.475**	0.504**	0.527**	-0.040	-0.143	-0.124
形あわせ	0.424**	0.436**	0.447**	-0.180	-0.009	-0.094
形さがし	0.376**	0.412**	0.411**	0.100	0.194	0.122
形づくり	0.479**	0.509**	0.506**	-0.062	0.103	0.012
形みきわめ	0.502**	0.445**	0.475**	-0.051	-0.201	-0.143
形おぼえ	0.409**	0.460**	0.489**	0.030	0.255**	0.298**
形うつし	0.551**	0.570**	0.594**	0.264**	0.431**	0.386**

(※小児データは奥村ら, 2014) \*\* $p < 0.01$ ;  $0.2 < r < 0.4$ ,  $0.4 < r < 0.7$

3) 文献的考察

視覚認知の神経機構や視覚の可塑性に関する文献の調査を行った。視力や両眼視に関する可塑性については生後数か月から 1 歳半ごろをピークに、8 歳くらいには終息してしまう (粟屋ら, 1987) と言われている。しかし近年、成人での perceptual learning (知覚学習) により、視機能の 1 つであるコントラスト感度、視知覚の要素である、方向弁別や輪郭知覚の弁別能力が向上するという報告が多くある (Crist ら, 2001; Thompson ら, 2008; Li ら, 2008; Spiegel ら, 2013)。また物体の位置や向き、構成要素などに関して、視覚認知力が向上したことを報告した論文もある (Sigman ら, 2000)。さらに学童期になってから先天性白内障手術をした事例ではコントラスト感度や空間知覚に関する視覚認知の向上がみられた (Kalia ら, 2014; Gandhi ら, 2014;) とする報告もあり、脳内の初期～中間レベルまでの視覚情報処理過程はある程度の年齢までの可塑性があることが示唆される。これらはまだ実験段階であり、実際の臨床や教育現場での応用が期待される。

4) 低出生体重児への訓練

同意の得られた LBW 児に 3 か月間の視覚認知トレーニングを行った。3 か月間定期的に継続できたのは 1 名のみであった。WAVES の前後結果を比較すると、視知覚指数 (VPI) は訓練前 52 訓練後 53 で変わりはないが、下位項目に着目すると、数字みくらべ (粗点 5 9 で評価点 2 4、粗点 4 8 で評価点 4 5)、形さがし (粗点 6 10 で評価点 6 7)、形づくり (粗点 4 10 で評価点 3 4) であった。形みきわめに関しては、訓練前は 2 分で完了できないものが完了できるようになったが粗点、評価点は訓練前後で大きくは変わらなかった (粗点 5 6 で評価点 6 7)。粗点での成績向上は見られたが評価点としては微増にとどまり、訓練効果というよりは発達的な変化の影響と考えられた。母親によるとできる問題が増えるにつれて、前より宿題などの課題に長い時間取り組めるようになったり、絵の描き方に変化が見られたりした、との内省を得た。今後はもう少し長い期間での実施と評価に基づく訓練プログラムの選

択が課題である。

#### 5) 今後の課題

申請段階では脳波や視線計測による生理的データの取得を予定していたが、機器の共有の問題などで実施が困難となった。また瞳孔反応に関してもデータは得られたもののアーチファクトが多く解析できなかった。実験環境を整え、手法を工夫して生理学的データを取得することが今後の課題である。また生理学的データと検査で得られる認知データのマッチングを行う中で視覚認知特性について検討し、生理的基盤を明らかにしたうえで評価、訓練を検討していく必要がある。

#### 5. 主な発表論文等

##### 〔雑誌論文〕(計 5 件)

内山仁志、視覚認知・構成能力の発達(小児の正常発達シリーズ 第7回)、小児内科、49(7)、2017、1053-1057 査読なし

内山 仁志、知的障害児に対する「見る力」の評価について、人間と文化、(1)、2017、233-239 査読あり

吉田美穂、新井田孝裕、内山仁志、三浦菜都子、鈴木愛理、野田英一郎、遠視性不同視弱視の健眼視力の分布と両眼視力差に関する検討、眼科臨床紀要.10(1)、pp.44-48、査読あり

太田陸、原直人、古川珠紀、内山仁志、新井田孝裕、ゲーム機器が近見反応に与える影響の検討、眼科臨床紀要.10(1)、pp.28-31、査読あり

小田部夏子、内山仁志、青木恭太、原田浩司、書きに困難さを持つ読み書き障害児のまとまりを見つける能力、日本LD学会第26回大会、Web 論文集、pp.8-9、査読あり

##### 〔学会発表〕(計 10 件)

内山仁志、平尾恭子、小田部夏子、奥村智人、WAVES による成人の視覚認知機能の検討、第59回日本視能矯正学会、パシフィコ横浜(神奈川県横浜市) 2018-11-10

久岡亜沙未、石田博美、松本美幸、平木裕美、平中裕美、橋本恭平、内山仁志、唐下千寿、井上幸次、知的発達症児や認知機能低下例に対するランドルト環選択法の有用性の検討、第59回日本視能矯正学会、パシフィコ横浜(神奈川県横浜市) 2018-11-10

小田部夏子、系数昌史、木村和哉、青木恭太、内山仁志、原田浩司、書きに困難さをもつ読み書き障害児の運動覚性心像と運動覚、第27回日本LD学会(新潟県新潟市) 2018-11-24

吉田美穂、新井田孝裕、内山仁志、三浦菜都子、鈴木愛理、野田英一郎、遠視性不同視弱視における方向変換ミラーを用いた両眼開放視力と単眼遮閉視力の比較、第73回日本弱視斜視学会総会、石川県立音楽堂(石川県金沢市) 2017-06-16

小田部夏子、内山仁志、青木恭太、原田浩司、書きに困難さを持つ読み書き障害児のまとまりを見つける能力、第26回日本LD学会(栃木県宇都宮市) 2017-11-07

望月浩志、原直人、内山仁志、小町祐子、塚原麻由佳、小野里規子、新井田孝裕、脳梁欠損症に似た高度水頭症症例の両眼視機能、第71回日本弱視斜視学会、神戸ポートピアホテル(兵庫県神戸市) 2015-07-03

太田陸、原直人、古川珠紀、内山仁志、新井田孝裕、ゲーム機器が近見反応に与える影響の検討、第71回日本弱視斜視学会、神戸ポートピアホテル(兵庫県神戸市) 2015-07-03

内山 仁志、関 あゆみ、谷中 久和、新井田 孝裕、小枝 達也、発達期にある同一児童における読み習熟の質的变化と読み指標の意味づけ、第57回日本小児神経学会学術集会、帝国ホテル(大阪府大阪市) 2015-05-28

小枝達也、関あゆみ、谷中久和、内山仁志、RTI により抽出された音読困難児の基底病態に関する研究、第57回日本小児神経学会学術集会、帝国ホテル(大阪府大阪市) 2015-05-28

関 あゆみ, 景山 貴博, 田中 大介, 内山 仁志, 小枝 達也、日本人ディスレクシア児の漢字音読能力の特徴についての検討、第 57 回日本小児神経学会学術集会、帝国ホテル(大阪府大阪市) 2015-05-28

〔図書〕(計 2 件)

発達障害事典(内、「視覚障害」を担当、日本 LD 学会(編) 2016、613(pp406-407)

保健医療福祉のための臨床推論: チーム医療・チームケアのための実学(内、「視能訓練士」, 「事例検討: アルツハイマー病: 視能訓練士を担当」北島政樹(総編集), 丸山仁司, 糸山泰人, 谷口敬道(編集) 2015、221 (pp113-118、pp206)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

小田部夏子(OTABE Natsuko)

国際医療福祉大学クリニック・言語聴覚士

奥村智人(OKUMURA Tomohito)

大阪医科大学 LD センター・オプトメトリスト

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。