

□原著論文□

## 小学校低学年児を対象とした黒板の高さの違いが 書字の文字数、正確性に与える影響

鈴木 美咲<sup>1</sup> 平野 大輔<sup>2</sup> 谷口 敬道<sup>2</sup>

### 抄 録

目的：小学校低学年児が板書をノートに書き写す際に黒板の高さの違いが頭頸部と体幹の角度と書き写した文字数等に変化を与えるかについて明らかにし、低学年児が板書をノートに書き写しやすい黒板の高さを検討した。

方法：小学1・2年生28名を対象に、黒板に書かれた無意味語をノートに書き写す際の頭頸部と体幹の角度と書き写した文字数等について、黒板の高さを3段階に変えて比較した。段階①は黒板の高さの中心が眼の高さ、②は黒板の下端が眼の高さ、③は黒板が人の有効視野角の垂直20度から最大限外れるように、最上段に上げた高さとし、黒板の位置を段階①から③にかけて高くした。

結果：有効データが得られた25名では、段階②と③が①に比し、黒板を見上げた時の頭頸部と体幹の前屈角度は有意に小さく、書き写した文字数は有意に多かった。

結論：3段階の比較ではあるが、段階②と③のように黒板の下端が眼の高さより高くなることで、眼球運動に頭頸部と体幹の後屈の動きが加わり、上方への眼球運動を補うため効率的に書き写すことができたと考えられる。

キーワード：児童、関節角度、書字、黒板、板書、動作分析

### I. はじめに

筆者の勤務している医療機関の小児外来において、発達性協調運動障害 (Developmental coordination disorder; DCD) の診断を受けた就学前後の児が作業療法に通っている。DCD児は箸が上手に使えないことや、ボタンを上手に留められない等の運動の不器用さという主訴に加えて、挨拶で相手の顔を見上げる場面や、風船やボール等が上方や後方へ飛ぶ場面等において、追視の遅れが著明であり、その遅れを頭頸部や体幹を過剰に後屈させて補う様子が見受けられた。その様子から筆者はDCD児の眼球運動の困難さが、対象児の活動のしづらさに影響していると考えた。また学習面では、小学校の座学において、黒板を見上げる動きが必要であるが、黒板の位置がより上方に設置されることにより、眼球運動に拙劣さを持つ児は、頭頸部や体幹の代償動作が著明に出現し、学習効率が低下しやすく学習不振につながりやすいことが推測される。そのため、

就学早期に黒板を見上げる際の頭頸部と体幹の動きに焦点を当て、授業が受けやすい環境設定の検討に対応していく必要があると考えられる。

学校の授業の現状において、全国公立の小・中学校普通級 (岩手、宮城、福島を除く) に在籍する児における担任教諭への調査ではあるが、児童生徒の学習面の困難さの割合は、「読む・書く」が2.4%、「計算・推論」が2.3%、「聞く・話す」が1.7%であったと報告されている<sup>1)</sup>。この困難さが最も高い「読む」においては、文を音読や黙読する際に眼は連続して文字を追うのではなく、ところどころに立ち止まり (停留)、すばやく飛びうつり (衝動性眼球運動)、時にはすでに一度立ち止まったところに戻る (逆行) ことがあり<sup>2)</sup>、この動きを繰り返している<sup>3)</sup>。

衝動性眼球運動は、対象物を視覚的に捉える際に頭頸部や体幹の動きも伴うことが多い。まず眼球・頭頸部との協調運動は、有効視野内の視対象に対して眼球

受付日：2020年5月11日 受理日：2020年9月25日

<sup>1</sup> 国際医療福祉大学大学院 医療福祉学研究科 保健医療学専攻 作業療法学分野 博士課程

Division of Occupational Therapy, Doctoral Program in Health Sciences, Graduate School of Health and Welfare Sciences, International University of Health and Welfare

18s3029@g.iuhw.ac.jp

<sup>2</sup> 国際医療福祉大学 保健医療学部 作業療学科

Department of Occupational Therapy, School of Health Science, International University of Health and Welfare

運動が先行し、有効視野外では頭部運動が先行する<sup>4)</sup>といわれている。そして眼球・体幹との協調運動において、視野角15度以上の視線移動では、頭頸部の動きに伴い、体幹の動きも増加する<sup>5)</sup>といわれている。そのため頭頸部や体幹の動きから、眼球運動をある程度予測できると考えられる。

日本では、国語を学ぶ際に縦書きの板書を書き写さなくてはならない。縦書きと横書き文章を読む際の眼球運動では、健常成人であっても横読みより縦読みで視線速度が遅くなる<sup>6)</sup>といった相違点も認められる。また縦読み・横読みの文章ともに必要な衝動性眼球運動の正確性について、成人と児童では同等であり<sup>7)</sup>、発達期にある健常児も成人と同様に、水平・垂直方向の眼球運動の違いや頭頸部の代償動作を認めると考えられる。しかし筆者の研究動機となったDCD児の場合、眼球運動の協調性においても障害を受けているのではないかと<sup>7)</sup>といわれており、彼らは黒板を見上げた際の眼球運動を、健常児に比して頭頸部や体幹の動きで代償すると考えられる。またDCD児といった発達障害児ではノートへ記載した文字の誤字・脱字数も健常児より多くなり<sup>8)</sup>、より授業で遅れを認めることが推測される。しかし、読書についての研究は多く散見されるが、児童が多くの時間を過ごす学校生活において黒板を見上げてから板書をノートに書き写すといった一連の動きにおける先行研究は見当たらない。小・中学校の普通級においても「読む・書く」に困難さを抱える児が多い<sup>1)</sup>ことから、黒板を見上げてから板書をノートに書き写すといった一連の動きにおいて研究を進めることで、学習不振の一要因を早期に対処できると考えられる。

そこで本研究の目的は、小学校低学年の健常児が板書を書き写す際に、黒板の高さの違いによる頭頸部と体幹の角度の変化を明らかにすることである。また黒板の高さの違いにより、児童が文字を書き写す際に、記載できた文字数やその正確性を併せて検証することで、児童にとって授業が受けやすい環境設定を考えていく一助となると考えられる。

## II. 方法

### 1. 対象

対象はA小学校の1~2年生(6~8歳)の児童とし、男児11名(1年生4名, 2年生7名), 女児17名(1年生7名, 2年生10名)の計28名とした。全員が右利きであり、学校の健康診断において裸眼で視力AまたはBであり、斜視等の眼球異常を認めないと保護者が申告した者とした。対象児は、指示理解が可能な者とした。対象児と保護者には、事前に研究目的や個人情報保護に関して書類を配布して説明し、同意を得た。なお、本研究は、国際医療福祉大学倫理審査委員会の承認を得て実施した(承認番号: 19-10-74)。本調査は2019年10月から11月に実施した。

### 2. 課題

課題は、前方の黒板に貼られた模造紙(縦長120cm)に記載された無意味語16文字について、筆者が「黒板の文字を書き写して下さい。」と開始の合図をしたと同時に、机上の鉛筆を把持して模造紙の文字を書き写してもらった。この際に、対象児が黒板を見上げてから、手元の紙に文字を書き写すまでの所要時間は30秒間とし、各課題を3回施行した。また模造紙の提示位置は、次の3段階とした(図1)。

段階1: 提示した模造紙の中心(縦60cm)が眼の高さ

段階2: 提示した模造紙の下端が眼の高さ

段階3: 黒板を最上段(床上からの高さ105.2cm)に上げた高さ

これらの段階は、人の有効視野角は垂直20度<sup>9)</sup>といわれているため、段階1については黒板を正面から見た際に、有効視野角の垂直20度の範囲内に模造紙が収まるように設定した。段階2については、模造紙の下端を眼の高さに設定することで、黒板の中心から上方までの60cmの範囲が有効視野角から外れるため、段階1に比して頭頸部や体幹の角度変化が出現しやすいと考え設定した。段階3については、黒板の位置を最上段に上げた高さに設定することで、黒板を有効視野角から最大限に外した高さとなり、段階1や段階2

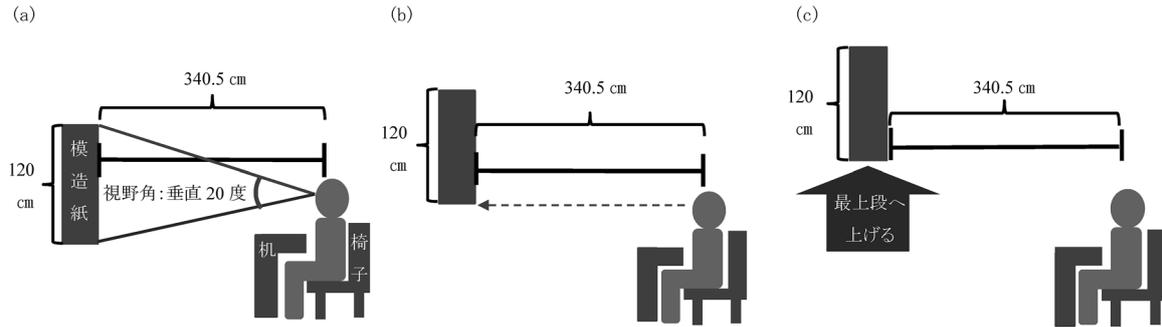


図1 環境設定

(a) 段階1：提示した模造紙の中心（縦60 cm）が眼の高さ．(b) 段階2：提示した模造紙の下端が眼の高さ．  
 (c) 段階3：黒板を最上段（床上からの高さ105.2 cm）に上げた高さ．

に比して頭頸部や体幹の角度変化が出現しやすいと考え設定した．さらに実際の授業で後方の座席の児童においても文字が見えるように，黒板の位置を最上段まで上げることが考えられるため，段階3においても検証する必要があると考えた．また段階3においては，児の座高や使用した椅子の高さによって，眼の高さから黒板（模造紙）下端までの高さが異なるため，表1で記した．これら3段階において，まず段階1の高さを3回施行し，次に段階2を3回，段階3を3回施行という順で実施した．また書き写している間の児童の姿勢は，通常の授業と同じように制限は行わないものとした．

### 3. 測定

調査場所は，対象児童が日常授業で使用しているA小学校の教室とした．また椅子や机も実際に授業で使用しているものとし，各児の座高をもとに机と椅子の高さを調整した．黒板との距離や文字の大きさ等の数値は，有効視野角の垂直20度と，実際の視力検査の距離5 mと視力1.0の場合のランドルト環の大きさ7.5 mmをもとに算出した<sup>10)</sup>．また黒板の正面に椅子と机を設置し，その距離は視力検査の距離や文字の大きさ等の比率から，椅子に対象児が着座した際に，黒板と眼との間が340.5 cmとなるように設定した．机上にB5判の25 mmマス（8×6）の紙と2Bの書き方鉛筆，消しゴムを設置しておいた．この際に紙は机上の中央，鉛筆と消しゴムは対象者が右利きのため，机上の右側に設置した．対象児にフェルト材のランドマーク6つ

表1 段階3 黒板を最上段に上げた環境における各児の眼の位置から模造紙下端までの高さ

対象児名 (性別, 学年)	眼の位置から模造紙下端までの高さ (cm)
A (女児, 1年)	29.2
B (女児, 2年)	25.2
C (男児, 2年)	21.2
D (女児, 1年)	30.7
E (女児, 1年)	27.2
F (女児, 2年)	14.2
G (女児, 2年)	12.7
H (女児, 2年)	21.2
I (女児, 2年)	18.2
J (男児, 2年)	21.7
K (男児, 2年)	18.7
L (女児, 2年)	17.7
M (女児, 1年)	21.2
N (男児, 1年)	13.7
O (女児, 1年)	14.2
P (男児, 2年)	13.2
Q (男児, 2年)	13.2
R (女児, 2年)	12.2
S (男児, 2年)	12.2
T (女児, 2年)	19.2
U (男児, 1年)	18.2
V (女児, 2年)	14.2
W (男児, 1年)	18.2
X (女児, 1年)	15.2
Y (女児, 2年)	14.2

（頭頂部，外耳孔，肩峰，第1胸椎棘突起，第5腰椎棘突起，仙骨後面）を装着し，側面全体が動画に収まるように対象児の頭部側面と水平の高さに，ビデオカメラを三脚に立てて設置した．ランドマークにおいては，頭頸部の角度は肩峰を通る床への垂直線と頭頂か

ら耳孔を結ぶ線とのなす角、体幹の角度は仙骨後面と第1胸椎棘突起と第5腰椎棘突起を結ぶ線とのなす角とした。頭頂のランドマークは、スイムキャップの上から装着した。その他の部位においては、薄手の衣類の上からランドマークを装着した。また使用したビデオカメラは、FINEPIX Z80 (FUJIFILM) を使用し、動画の解像度は1,280×720ピクセルであり、ズーム機能も使用した。

黒板に提示する文章は、LCSA 学齢版言語・コミュニケーション発達スケール (学苑社) の小学校1年生を対象とした全文ひらがなの文章の冒頭16文字を抜粋し、学習効果の軽減を図るため、16文字を無意味語化し模造紙に明朝体で記載した。この模造紙の大きさは一般的な黒板のサイズ<sup>11)</sup>に合わせて縦幅120cmとした。文字色は黒色とし、一文字の大きさは、視力検査で使用するランドルト環の大きさと検査距離5mと有効視野角の垂直20度で比率を算出し4.47cmとした。また、各段階の提示文章はすべて異なるものを使用した。開始肢位は、両手を対象児自身の大腿部上に置く肢位とした。合図の前に鉛筆を持った児に関しては、再度開始肢位を取ってもらい映像の撮り直しを行った。

測定データは、以下の7項目とした。

- ① 黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数 (回)
- ② 時間内に書き写した文字数 (個)
- ③ 書き写した文字の誤字・脱字数 (個)
- ④ 黒板を見上げた時の頭頸部の角度 (度)
- ⑤ 黒板を見上げた時の体幹の角度 (度)
- ⑥ 書字時の頭頸部の角度 (度)
- ⑦ 書字時の体幹の角度 (度)

#### 4. 分析

ビデオカメラで撮影した映像から①黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数については算出し、④黒板を見上げた時の頭頸部の角度、⑤黒板を見上げた時の体幹の角度、⑥書字時の頭頸部の角度、⑦書字時の体幹の角度については、黒板を見上げてか

ら文字を書き写す一連の場面において、往復回数分の映像をコマ送りし、すべて紙媒体で印刷を行った。そのコマ送りの紙媒体の画像において、頭頸部と体幹のランドマークを各々線で結び、1度ずつ目盛りがついた分度器を当てて角度を測定した。そして黒板を見上げる場面と文字を紙に書き写す場面において、各々の場面の頭頸部と体幹の最大角度を往復回数分用いて平均値を求めた。また対象児が書き写した書面から②時間内に書き写した文字数と③書き写した文字の誤字・脱字数を算出した。この際に、誤字については明らかに異なる文字であることや、打ち込みや点等の文字部分の不足、鏡文字については含めるが、文字の美しさについては考慮しないものとした。対象児のデータ分析を手分けし、最終判定を複数名で実施した。

各段階において3回施行した値の平均を使用し、段階間の①黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数～⑦書字時の体幹の角度を各々比較した。①黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数～⑦書字時の体幹の角度における各測定値が、正規分布しているか否かを Shapiro-Wilk の正規性検定により確認した。その結果、3群間の比較として正規分布を示した①黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数、④黒板を見上げた時の頭頸部の角度、⑤黒板を見上げた時の体幹の角度、⑥書字時の頭頸部の角度、⑦書字時の体幹の角度における比較は一元配置分散分析を、正規分布を示さなかった②時間内に書き写した文字数、③書き写した文字の誤字・脱字数における比較は Friedman 検定を使用し、多重比較として Bonferroni 検定を使用し比較した。また、①黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数～⑦書字時の体幹の角度における項目間の相関を確認するため、①黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数、④黒板を見上げた時の頭頸部の角度、⑤黒板を見上げた時の体幹の角度、⑥書字時の頭頸部の角度、⑦書字時の体幹の角度との関連は Pearson の相関係数を、②時間内に書き写した文字数、③書き写した文字の誤字・脱字数との関連は Spearman の順位相関係数を使用した。すべての検定には IBM SPSS

Statistics version21 (IBM) を用い、有意水準は  $p=0.05$  とした。

### Ⅲ. 結果

各児童ともに指示理解は可能であったが、測定値の中に男児2名、女児1名において正確性に欠けたため、3名は除外し、男児9名(1年生3名、2年生6名)、女児16名(1年生6名、2年生10名)の計25名について分析を実施した。

#### 1. 3段階における測定項目毎の比較

##### ①黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数

段階1では  $6.6 \pm 2.1$  回、段階2では  $6.8 \pm 2.0$  回、段階3では  $7.1 \pm 1.8$  回であり、段階間において有意差は認められなかった ( $F(2,48) = 2.37, p = 0.10, \text{Partial } \eta^2 = 0.09$ ) (表2)。

##### ②時間内に書き写した文字数

段階1では  $10.2 \pm 2.5$  個、段階2では  $11.7 \pm 2.7$  個、段階3では  $12.5 \pm 2.9$  個であり ( $\chi^2(2) = 19.08, p = 0.00, \text{Kendall's } W = 0.38$ )、段階1と段階2の間 ( $p = 0.02$ )、段階1と段階3 ( $p = 0.00$ ) の間において有意差が認められた (表2)。

##### ③書き写した文字の誤字・脱字数

段階1では  $0.0 \pm 0.1$  個、段階2では  $0.1 \pm 0.2$  個、段階3では  $0.1 \pm 0.4$  個であり、段階間において有意差は認められなかった ( $\chi^2(2) = 2.00, p = 0.37, \text{Kendall's } W = 0.04$ ) (表2)。

##### ④黒板を見上げた時の頭頸部の角度

頭頸部の前屈角度は段階1では  $0.8 \pm 6.7$  度、段階2では  $-4.8 \pm 7.1$  度、段階3では  $-7.9 \pm 6.0$  度であり ( $F(2,48) = 60.71, p = 0.00, \text{Parietal Partial } \eta^2 = 0.72$ )、段階1と段階2の間 ( $p = 0.00$ )、段階1と段階3の間 ( $p = 0.00$ )、段階2と段階3の間 ( $p = 0.00$ ) において有意差が認められた (表2)。

##### ⑤黒板を見上げた時の体幹の角度

体幹の前屈角度は段階1では  $15.9 \pm 5.6$  度、段階2では  $14.6 \pm 5.3$  度、段階3では  $13.8 \pm 5.0$  度であり ( $F(2,48) = 0.69, p = 0.51, \text{Parietal Partial } \eta^2 = 0.03$ )、段階1と段階2 ( $p = 0.03$ )、段階1と段階3の間 ( $p = 0.00$ ) において有意差が認められた (表2)。

##### ⑥書字時の頭頸部の角度

頭頸部の前屈角度は段階1では  $30.3 \pm 10.5$  度、段階2では  $31.8 \pm 9.6$  度、段階3では  $31.3 \pm 8.8$  度であり、段階間において有意差は認められなかった ( $F(2,48) = 0.69, p = 0.51, \text{Parietal Partial } \eta^2 = 0.03$ ) (表2)。

##### ⑦書字時の体幹の角度

体幹の前屈角度は段階1では  $19.7 \pm 5.5$  度、段階2では  $19.5 \pm 5.3$  度、段階3では  $18.8 \pm 5.2$  度であり、段階間において有意差は認められなかった ( $F(2,48) = 2.11, p = 0.13, \text{Parietal Partial } \eta^2 = 0.08$ ) (表2)。

#### 2. 測定項目間の関連

##### ①黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数との関連

黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復

表2 各段階における測定結果

項目	段階1	段階2	段階3
①黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数 (回)	$6.6 \pm 2.1$	$6.8 \pm 2.0$	$7.1 \pm 1.8$
②時間内に書き写した文字数 (個)	$10.2 \pm 2.5^{*\dagger}$	$11.7 \pm 2.7^\dagger$	$12.5 \pm 2.9^*$
③書き写した文字の誤字・脱字数 (個)	$0.0 \pm 0.1$	$0.1 \pm 0.2$	$0.1 \pm 0.4$
④黒板を見上げた時の頭頸部の角度 (度)	$0.8 \pm 6.7^{*\dagger}$	$-4.8 \pm 7.1^{\ddagger}$	$-7.9 \pm 6.0^{*\ddagger}$
⑤黒板を見上げた時の体幹の角度 (度)	$15.9 \pm 5.6^{*\dagger}$	$14.6 \pm 5.3^\dagger$	$13.8 \pm 5.0^*$
⑥書字時の頭頸部の角度 (度)	$30.3 \pm 10.5$	$31.8 \pm 9.6$	$31.3 \pm 8.8$
⑦書字時の体幹の角度 (度)	$19.7 \pm 5.5$	$19.5 \pm 5.3$	$18.8 \pm 5.2$

\*: 段階1と段階3の間の有意差 ( $p < 0.05$ ), †: 段階1と段階2の間の有意差 ( $p < 0.05$ ), ‡: 段階2と段階3の間の有意差 ( $p < 0.05$ ).

④・⑥は頭頸部の角度, ⑤・⑦は体幹の角度を示す。また数値の (+) は前屈角度, (-) は後屈角度を示す。

回数と、②時間内に書き写した文字数 ( $r=0.45, p=0.00$ )、⑥書字時の頭頸部の角度 ( $r=-0.43, p=0.00$ ) と⑦書字時の体幹の角度 ( $r=-0.23, p=0.05$ ) の間に有意な相関が認められた (表3)。

②時間内に書き写した文字数との関連

書き写した文字数と、①黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数 ( $r=0.45, p=0.00$ )、④黒板を見上げた時の頭頸部の角度 ( $r=-0.35, p=0.00$ )、⑥書字時の頭頸部の角度 ( $r=-0.31, p=0.01$ )、⑦書字時の体幹の角度 ( $r=-0.25, p=0.03$ ) の各々の間に有意な相関が認められた (表3)。

③書き写した文字の誤字・脱字数との関連

書き写した文字の誤字・脱字数と、他の項目との間に有意な相関は認められなかった (表3)。

④黒板を見上げた時の頭頸部の角度との関連

黒板を見上げた時の頭頸部の角度と、②時間内に書き写した文字数 ( $r=0.35, p=0.00$ ) との間に、有意な相関が認められた (表3)。

⑤黒板を見上げた時の体幹の角度との関連

黒板を見上げた時の体幹の角度と、⑦書字時の体幹の角度 ( $r=0.88, p=0.00$ ) との間に、有意な相関が認められた (表3)。

⑥書字時の頭頸部の角度との関連

書字時の頭頸部の角度と、①黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数 ( $r=-0.43, p=0.00$ )、②時間内に書き写した文字数 ( $r=-0.31, p=0.01$ )、⑦書字時の体幹の角度 ( $r=0.27, p=0.02$ ) の各々の間に有意な相関が認められた (表3)。

⑦書字時の体幹の角度との関連

書字時の体幹の角度と①黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数 ( $r=-0.23, p=0.05$ )、②時間内に書き写した文字数 ( $r=-0.25, p=0.03$ )、⑤見上げた時の体幹の角度 ( $r=0.88, p=0.00$ )、⑥書字時の頭頸部の角度 ( $r=0.27, p=0.02$ ) の各々の間に有意な相関が認められた (表3)。

IV. 考察

本研究では、小学校低学年の児童25名が黒板を見上げてから紙に書き写す際における頭頸部と体幹の角度の変化を検証した。その際に、黒板の高さを3段階に設定し、どの位置が児童にとって効率良く、紙に文字を書き写すことができるかについて検討した。この結果、②時間内に書き写した文字数は、段階1に比して段階2と段階3が有意に多かった。④黒板を見上げた時の頭頸部の角度は、段階1で段階2と段階3に比して有意に前屈角度が大きかった。また段階2で段階3に比して有意に頭頸部の前屈角度が大きかった。⑤黒板を見上げた時の体幹の角度は、段階1で段階2と段階3に比して有意に前屈角度が大きかった。②紙に書き写した文字数においては、①黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数や、④黒板を見上げた時の頭頸部の角度、⑥書字時の頭頸部の角度、⑦書字時の体幹の角度との各々の間に有意な相関が認められた。また、⑥書字時の頭頸部の角度と⑦書字時の体幹の角度の間においても有意な相関が認められた。

表3 項目間の相関係数

項目	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
①黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数 (回)	—						
②時間内に書き写した文字数 (個)	0.45**	—					
③書き写した文字の誤字・脱字数 (個)	-0.16	-1.00	—				
④黒板を見上げた時の頭頸部の角度 (度)	0.11	-0.35**	-0.22	—			
⑤黒板を見上げた時の体幹の角度 (度)	0.04	-0.08	0.03	0.15	—		
⑥書字時の頭頸部の角度 (度)	-0.43**	-0.31**	0.03	-0.08	-0.03	—	
⑦書字時の体幹の角度 (度)	-0.23*	-0.25*	0.05	0.15	0.88**	0.27*	—

①, ④, ⑤, ⑥, ⑦との関連: Pearson の相関係数 (標準体), ②, ③との関連: Spearman の順位相関係数 (斜体).  
\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$ .

## 1. ②時間内に書き写した文字数について

②時間内に書き写した文字数は、段階1に比して段階2と段階3が有意に多かった。

段階1のように有効視野角の垂直20度の範囲内に視対象が提示された場合、眼球運動が頭頸部の動きよりも先行する<sup>4)</sup>ことから、視野角内に黒板が提示された場合においても、眼球運動の垂直方向の動きが優位に働き文字を捉えていたことが考えられる。しかし人の視野角の特性において、下方よりも上方が狭い<sup>9)</sup>といわれている。そのため、有効視野角内に提示された黒板の上方に示された文字においては、眼球運動が優位に働いた場合、捉えにくいことが考えられる。

段階2や段階3のように有効視野角から視対象が外れた場合、視線の動きは眼球運動と体の動きを含めた頭部運動との合成により実現する<sup>12)</sup>といわれているため、段階2や段階3の場合、頭頸部後屈の動きが眼球運動より先行したことが考えられる。また頭頸部筋群は高い筋紡錘密度を有しており、頸部固有受容器は頸部背側上部の抗重力筋に多く存在しているため、頭頸部の位置や動きの調整に加え、姿勢制御にも重要である<sup>13)</sup>と述べられている。そのため、有効視野角から黒板の位置が外れた場合、眼球運動のみでは外筋筋への負荷が掛かり非効率であるため、頭頸部の先行した動きにより姿勢を安定させることで、眼球運動によって黒板に示された文字が捉えやすくなったのではないかと考えられる。しかし、そのような場合、まず視点を黒板の中心もしくは上下左右のどの位置に合わせるかといった先行研究は見当たらないが、視野角や眼球運動において上方への狭さ<sup>9)</sup>がいわれていることや、本研究において段階1に比して段階2や段階3で捉えられた文字数が多いことから、対象者はまず頭頸部後屈によって黒板の上方へ視点を合わせ、文字を追う際に上方よりも下方への眼球運動を優位に働かせることで、捉えたい文字を早く見つけることができるのではないかと考える。そのため②時間内に書き写した文字数は、段階1(模造紙の中心が眼の高さ)に比して、段階2(提示した模造紙の下端が眼の高さ)と段階3(黒板を最上段に上げた高さ)が有意に多かつ

たことが考えられる。しかし黒板を見上げた際に、まず黒板のどの位置に視点を合わせるかについては、今後の研究の検討課題である。

## 2. ④黒板を見上げた時の頭頸部と⑤黒板を見上げた時の体幹の角度の変化について

④黒板を見上げた時の頭頸部の前屈角度は、段階1で段階2と段階3に比して有意に多く、段階2が段階3に比して有意に多かった。黒板を見上げる場面において、視線の動きは眼球運動と体の動きを含めた頭部運動との合成により実現する<sup>12)</sup>といわれている。眼球と頭頸部の協調運動において、空間的に離れた視対象を見るときには、頭部運動が優勢になることが多く、30度離れた指標を見る場合は、視線移動の約60%は頭部運動により実現する<sup>12)</sup>ことや、有効視野外の視対象に対する視覚認知行動では頭部運動が先行する<sup>4)</sup>といわれていることから、本研究のように段階1(模造紙の中心が眼の高さ)では頭頸部前屈角度が大きく、反対に段階3(黒板を最上段に上げた高さ)では頭頸部後屈の代償動作により眼球運動を補ったと考えられる。しかし頭部運動と眼球運動は、前庭動眼反射(VOR)と密接に結合する<sup>12)</sup>と述べられているが、本研究ではVORとの関連まで言及はできない。

また⑤黒板を見上げる際の体幹の前屈角度においても、段階1で段階2と段階3に比して有意に多かった。眼球運動と体幹の協調性においては、視野角15度以上の視線移動では、頭頸部の動きに伴い、体幹の動きも増加する<sup>5)</sup>といわれている。本研究の段階2や段階3のように黒板が有効視野角から外れるにつれて、体幹後屈の動きで眼球運動を補うことで文字の位置を捉えているのではないかと考えられる。そのため、段階1(模造紙の中心が眼の高さ)が最も体幹前屈角度が大きく、段階2(提示した模造紙の下端が眼の高さ)や段階3(黒板を最上段に上げた高さ)で体幹後屈の代償動作が出現したと考える。

以上より、健常児では黒板の高さによる違いを、頭頸部と体幹の動きで眼球運動を補っていると考えられる。しかし④黒板を見上げた時の頭頸部の角度と⑤黒

板を見上げた時の体幹の角度との間において、相関を認めなかったため、本研究では両者の相乗効果については言及できないことから、各角度の変化は両者間ではなく眼球運動等の要因が影響していることが考えられる。

3. ②時間内に書き写した文字数と、①対象児が黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数、④黒板を見上げた時の頭頸部の角度、⑥書字時の頭頸部の角度、⑦書字時の体幹の角度との関連について

②時間内に書き写した文字数と①対象児が黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数において、相関が認められた。まず提示された文章を覚える際に、日本文字において、かつてマジカルナンバー7±2が提唱されていたが<sup>14,15)</sup>、近年では成人において、覚えられる文字数は3~5文字である<sup>2,16)</sup>といわれている。しかし6~7歳の子どもの読書経験がほとんどないため、衝動性眼球運動の中心を言語野に向けて入力していること<sup>17)</sup>や、発達中の児童は成人に比してより長い固視を行うこと<sup>18)</sup>が述べられており、発達中の児童は見た文字を成人のようにすぐに処理することは困難であることが伺える。さらに児童は衝動性眼球運動を短くし、文字から離れる前に単語をより頻繁に修正しており、児童は成人に比して、文章から情報を抽出する知覚範囲が短くなる<sup>17)</sup>といわれている。そのため各段階において、黒板を一度見上げるごとに、平均して約一文字ずつの確認を要していたことが考えられる。これらの理由により、②時間内に書き写した文字数と①対象児が黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数において、相関が認められたことが考えられる。

また②時間内に書き写した文字数と④黒板を見上げた時の頭頸部の角度との間に、相関が認められた。これについては、各々の結果を見ると②時間内に書き写した文字数では、段階1に比して段階2や段階3で有意に多く、④黒板を見上げた時の頭頸部の前屈角度においては、段階1が段階2や段階3に比して有意に大

きかった。先述したが、段階1のように有効視野角の垂直20度の範囲内に視対象が提示された場合は、黒板を見上げる際に、眼球運動が頭頸部の動きよりも先行する<sup>4)</sup>ことで、垂直方向への眼球運動を優位に働かせるが、視野角の特性<sup>9)</sup>により上方の文字が捉えにくいことが考えられる。段階2や段階3のように有効視野から視対象が外れた場合では、頭頸部の動きが眼球運動より先行<sup>4)</sup>し、その頭頸部後屈の動きを活用することで、黒板に提示された上方の文字が捉えやすかったことが考えられる。そのため、頭頸部の動きで眼球運動を補うといった協調運動の関係により、②時間内に書き写した文字数と④黒板を見上げた時の頭頸部の角度との間に、相関が認められたのではないかと考えられる。

②時間内に書き写した文字数と①対象児が黒板を見上げてから文字を紙に書き写すまでの往復回数の各々において、⑥書字時の頭頸部の角度と⑦書字時の体幹の角度との相関を認めた。書字時の頭頸部と体幹の角度変化が少ないことから、各児の座高をもとに机や椅子の高さを調整したことにより、安定した姿勢コントロールを図る<sup>19)</sup>ことができたと考えられる。そのため姿勢が安定していることにより、落ち着いて書字に取り組むことができ、先述したように、黒板を一度見上げるごとに約一文字ずつの記憶であったが、文字の想起が確実に行えたことや、書字が正確に行いやすくなったことが考えられる。

4. ⑥書字時の頭頸部と⑦書字時の体幹の角度の変化について

⑥書字時の頭頸部の角度と⑦書字時の体幹の角度の間において相関を認めた。書字に求められる姿勢として、近年では背部をのばす(正中位)のではなく、腰を立てた(骨盤直立)姿勢を取ることで、腰部の深部筋の働きにより姿勢が安定し、姿勢保持が疲れにくくなるのではないか<sup>20)</sup>といわれている。今回の対象児は、書字時の体幹前屈は認めたため、骨盤直立位とはいえないが、机上に伏せてしまう児がおらず、各段階において書字時の体幹の角度変化に有意差を認めなかった

ことから、体幹の安定した姿勢のコントロールが働き、書字時の頭頸部運動においても、ほぼ一定の動きが行えたのではないかと考えられる。そのため、⑥書字時の頭頸部の角度と⑦書字時の体幹の角度の間において、相関を認めたのではないかと考えられる。

本研究において、小学校低学年の健常児が、黒板を見上げて板書を紙に書き写す一連の動作では、段階1のように黒板の中心が眼の高さになるように設定することで、頭頸部や体幹の代償動作は少なくなるが、段階2や段階3のように黒板を上方に提示することで、頭頸部・体幹の代償動作を活用させることができ、黒板の上方の文字も捉えやすくなり、板書を紙に書き写した文字数が増加したため、黒板の文字が書き写しやすい環境であった。

今後の研究の階層性として、同一の環境下でDCD児の検証を行い、健常児のデータを対照群として比較することや、垂直・水平方向の眼球運動の検証を行うことを考えている。これらの検証を行うことで、最終的には授業における席の配置の工夫や道具（椅子や机）の変更といった、より個別に合った環境設定に繋げることができる。本研究の限界として、対象児の側面からビデオカメラで撮影を行ったが、書字の際に右利きの場合であると頭頸部や体幹の軽度左回旋の動きを認めるが、今回はデータを測定・算出する上で考慮はできていない点が挙げられるため、今後のデータ測定時の課題である。

#### 付記

本研究において、報告すべき利益相反はない。

#### 文献

- 1) 文部科学省. 2012. 「通常の学級に在籍する発達障害の可能性のある特別な教育的支援を必要とする児童生徒に関する調査」調査結果. [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/tokubetu/material/\\_icsFiles/afifile/2012/12/10/1328729\\_01.pdf](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/material/_icsFiles/afifile/2012/12/10/1328729_01.pdf) 2018.11.18
- 2) 神部尚武. 読みの眼球運動と読みの過程. 国立国語研究所研究報告集 1986; 7: 29-66
- 3) 懸田孝一. 読書時の単語認知過程—眼球運動を指標とした研究の概観—. 北海道大学文学部紀要 1998; 46(3): 155-192
- 4) 森島圭祐, 大本浩司, 茅原崇徳ら. 眼球・頭部協調運動と有効視野の関係. 日本経営工学会論文誌 2016; 67(3): 252-260
- 5) Bonnet CT, Davin T, Baudry S. Interaction between eye and body movements to perform visual tasks in upright stance. *Human Movement Science* 2019; 68: 102541
- 6) 井川美智子, 中山奈々美, 前田史篤ら. 縦書き・横書き文章における読書時の眼球運動の比較. *臨床眼科* 2006; 60(7): 1251-1255
- 7) 永松裕希, 松川南海子, 大井真美子. 学校の中の発達性協調運動障害について—視覚効率から見た読みの問題—. *教育心理学年報* 2004; 43: 166-175
- 8) 北條彰, 田角勝, 阿部祥英ら. 特異的読字障害児の音読における視線の特徴. *昭和学術雑誌* 2016; 76(5): 598-606
- 9) 清川清. バーチャルリアリティにおける視覚提示技術. *知能と情報* 2007; 19(4): 318-325
- 10) 鶴飼一彦. 視力と調節・屈折. *VISION* 1991; 3: 149-162
- 11) 日本統計機株式会社. 黒板・大型黒板・学校用大型黒板. <https://www.nikky.co.jp/kokuban.html> 2019.6.27
- 12) 山田光穂. 眼球運動と画像評価. *VISION* 2018; 30(1): 5-10
- 13) 後藤淳. 頭頸部アラインメントの解釈. *関西理学療法* 2016; 16: 19-26
- 14) Miller GA. The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review* 1956; 63(2): 81-97
- 15) 村田真樹, 内元清貴, 馬青ら. 日本語文と英語文における統語構造認識とマジカルナンバー7±2. *自然言語処理* 1999; 6(7): 61-71
- 16) Cowan N. The magical mystery four: how is working memory capacity limited, and why? *Current Directions in Psychological Science* 2010; 19(1): 51-57
- 17) Parker AJ, Slattery TJ, Kirkby JA. Return-sweep saccades during reading in adults and children. *Vision Research* 2019; 155: 35-43
- 18) Joseph HS, Liversedge SP, Blythe HI, et al. Word length and landing position effects during reading in children and adults. *Vision Research* 2009; 49: 2078-2086
- 19) 生田美織, 米山直樹. 書字技能の発達および習得のための指導. *関西学院大学心理科学研究* 2013; 39: 13-21
- 20) 和久田佳代. 姿勢の整え方—「背すじをのばす」ではなく「腰を立てる」—. *聖隷クリストファー大学社会福祉学部紀要* 2016; 14: 50-60

## The effect of blackboard height on writing letters copied by elementary school children

Misaki SUZUKI, Daisuke HIRANO and Takamichi TANIGUCHI

### Abstract

**Purpose:** This study aimed to determine the optimal height of the blackboard relative to eye level that facilitates copying writing from the blackboard into notebooks. To do so, we evaluated the effects of blackboard height on the angles produced by the head/neck and trunk of the body, and the consequences on the number and accuracy of letters copied by elementary school children.

**Methods:** A total of 28 elementary school children aged 6–8 years were enrolled. The angles of the head/neck and trunk were measured using a protractor while the students copied made-up words written on the blackboard into their notebooks. The blackboard was positioned at three different heights during the assessments: (1) The center of the blackboard was set at eye height; (2) the bottom of the blackboard was set at eye height; and (3), the blackboard was raised up, beyond the vertical 20 degrees of the child's effective viewing angle. The number of letters the participants wrote, and the angles of the head/neck and trunk were then compared at the three different heights.

**Results:** Data were obtained from 25 participants. Positioning the blackboard at heights (2) and (3) resulted in significantly smaller anteflexion angles of the head/neck and trunk when looking up at the blackboard and significantly more letters accurately copied compared to stage (1).

**Conclusion:** We propose that when the bottom of a blackboard is elevated above eye level, the retroflexion movement made by the head/neck and trunk helps to compensate for the necessary upward eye movement. This mechanism seems to help children to write efficiently.

**Keywords :** children, articular angles, writing, blackboard, writing on blackboard, motion analysis