

遠隔授業の環境整備をめざした周辺視野における単語検出の検討:視線解析を用いて

豊倉 瑛梨¹⁾, 軍司 敦子²⁾

1) 横浜市立峯小学校, 2) 横浜国立大学教育学部

Word finding in online learning: an eye tracking analysis in peripheral visual field.

Eri TOYOKURA¹⁾, Atsuko GUNJI²⁾

1) Mine Elementary School, Yokohama, 2) College of Education, Yokohama National University

1. はじめに

私たちが文字を読むときには様々な情報を統合している。例えば、文字をまとまりとして読むチャンキングや、学習した音韻と形態の組み合わせから意味を照合する記憶想起などを行いながら、流暢な読みが成立する。書字言語獲得の初期には、一字一字に注目してその音韻と形態を照合するため、チャンキングに時間がかかってたどたどしい読みになったり、流暢に読んでいても単語の意味や文章の内容を理解していなかったりすることがある。しかし、学習が進んだ段階では、視空間の輝度や解像度、文字列の綴りや意味などに着目して隣り合う文字をまとまりとして捉え、書記素や音素、形態素などと記憶照合すると同時に、意味などの記憶想起をおこなうことによって言語として処理するようになる。なお、このチャンキングの手掛かりには、単語の場合は頭文字と最後の文字を用いることが多いことが報告されている。例えば、単語の中間文字は異なるものの語頭と語尾が同じ文字で構成された単語同士は、語頭あるいは語尾が異なるものの中間文字は同じ単語同士に比べて、同一単語として混同してしまうエラーが生じやすい (Vejnović and Zdravković, 2015)。私たちは、書字言語獲得の初期には、語頭より順に読みの処理をするものの、学習や経験を通じて、文字列における特定の文字位置とその組み合わせを手がかりに、文字列をまとまりとしてのコード化することによって意味処理を促進するようになる。すなわち、そのような熟練した手続きがかえって単語の混同を引き起こす恐れもあると解釈できる。

一方で、視点を移さずに確実に認識できる文字数 (i.e. ビジュアルスパン) が読みの速度を促進したり、周辺視野に余計な刺激があることで読みの速度が著しく低下したりすることから、文字列をまとまりとして捉えるのに適した視野条件も指摘されている (Yu et al., 2014)。例えば、楠本 (2016) は、中心窩に近い視野に提示された視覚情報は偶発的に識別する確率が高い一方で、周辺視野に提示された視覚情報は標的の視覚情報処理を妨げにくいものの、それ自体を検出するのは難しいことを脳機能解析から示唆した。さらに、Grainger ら (2016) は、文字の読みの困難さは縦書きと横書きのような綴りの方向にも影響されることを報告しており、すなわち、単語処理の正確性や流暢さには視野のみならず視空間特性や眼球運動の方向にも留意する必要があるといえる。しかし、このような注視領域の解析から文字のチャンキングの方略について検討した研究はいくつか報告されているものの (Grainger et al., 2016)、依然として欧米文化圏における報告が多く、縦書きと横書きが混在する文化圏での実態はあまり把握されていない。また、これらの研究は中心窩に近い視野における解析が主であり、文章読解におけるチャンキングや学習場面における視覚情報

の探索に求められる周辺視野の活用実態については不明なことが多い。

そこで本研究では、周辺視野における単語検出能力について(1)単語の提示視野の違いや(2)文字の綴り方向の違いを比較することを目的とする。具体的には、視野の四隅に提示された文字列の中から意味のある単語を検出するときの速さと探索行動を観察する。このとき、視空間の輝度や密度、前後の文脈などによるチャンキングの促進を避けるため、提示する文字列は、文章ではなく、縦横いずれの方向も一定の間隔で意味が成立しないように並べた文字の表とした。なお、将来的に子どもへの適用を想定し、実験中の身体的負担が少ない非接触型の眼球運動計測装置によるデータ収集を行うこととした。これによって、綴りや音韻処理、意味照合の正確さや流暢性に困難を示す特異的読字障害の文章理解における行動特徴を明らかにするための基礎データを提供するとともに、学校における板書や ICT 教材などの環境整備に利用できるよう情報発信をしていきたいと考えている。

2. 方法

2-1. 対象

日本語を母語とする神経学的・精神医学的な既往歴のない晴眼者 18 名（男性 10 名，女性 8 名）(21.7 ± 0.9 歳)（平均±標準偏差）を被験者とした。被験者の裸眼あるいは矯正視力は 1.3 ± 0.4 で、視覚刺激の識別に困難がないことが確認された。さらに、特異的発達障害の音読検査（特異的障害の臨床診断と治療指針作成に関する研究チーム，2010）をおこなったところ、単音音読の時間が 19.7 ± 2.9 秒，有意味単語音読の時間が 17.0 ± 3.3 秒，無意味単語音読の時間が 27.4 ± 5.0 秒，文音読の時間が 8.2 ± 2.5 秒であったことから、国立研究開発法人国立成育医療研究センターによる成人の平均値に基づき（cf. 国立研究開発法人国立成育医療研究センターこころの診療部ホームページ），いずれの被験者も読字障害の疑いはないと判断した（小枝ら，2008）。

また、被験者の注意や認知、精神状態の特性を確認するため、自閉症スペクトラム指数を評定する Autism Spectrum Quotient (AQ) 日本語版と気分プロフィール検査の Profile of Mood States 2nd Edition (POMS 2) 日本語版、成人 ADHD の重症度を把握するための評価尺度として使用される Conners' Adult ADHD Rating Scales (CAARS™) 日本語版による質問紙調査を実施した。その結果、AQ 得点は、 20.8 ± 4.5 で、自閉症スペクトラムの特性 (>33) を示す被験者はいなかったものの、下位尺度の社会的スキルに 2 名，コミュニケーションに 3 名，想像力に 1 名が自閉症スペクトラムの特性 (>6) を示した。CAARS の DSM-IV 総合 ADHD 症状を示す H 項目の T 得点は 52.9 ± 10.1 で臨床域 (>65) を示す被験者が 1 名含まれた。また、下位尺度の A 項目（不注意/記憶の問題）に 4 名，B 項目（多動性/落ち着きのなさ）に 5 名，C 項目（衝動性/情緒不安定）に 1 名が臨床域を示した。POMS2 の TMD 得点は 46.9 ± 7.8 であり、臨床域 (>60) を示す被験者は含まれなかったものの、下位尺度の DD 項目（抑うつ-落ち込み）に 1 名，TA（緊張-不安）に 1 名が臨床域 (>60) を示した。

本研究の実施にあたっては横浜国立大学の人を対象とする医学系研究倫理の規定にしたがい（人医-2016-04），被験者へは口頭と書面にて十分に説明をおこなったうえでインフォームドコンセントを得た。

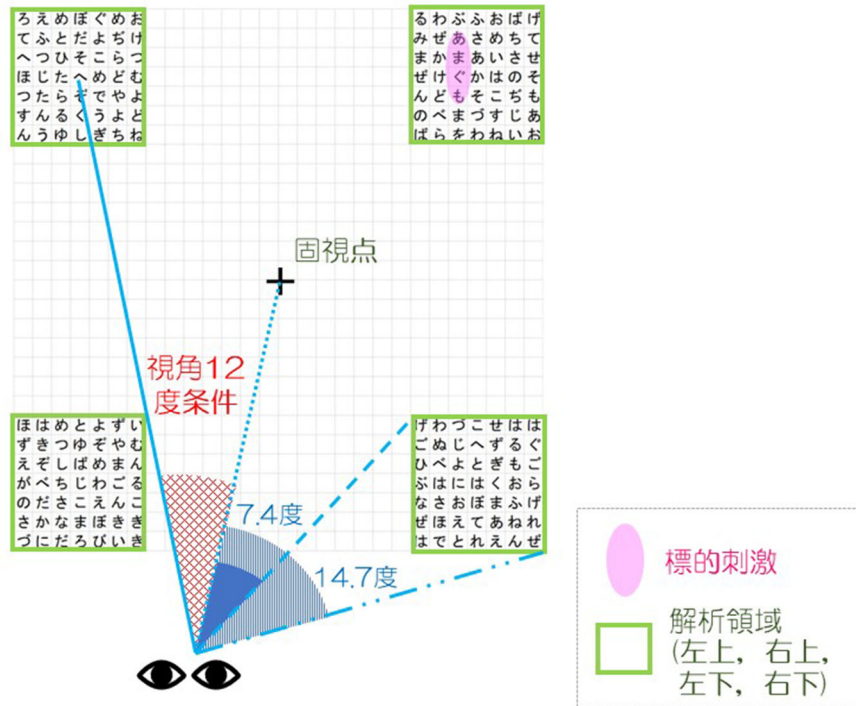


Figure 1. 刺激提示領域と解析範囲：視角 12 度条件
ただし、実験時に罫線や解析範囲は提示していない。

2-2. 刺激

文字提示の視野による影響を検討するため、刺激提示領域は左上、右上、左下、右下の四隅とした（視野：4 条件）。さらに、提示される視野の角度（i.e. 視角）による影響を検討するため、刺激提示領域のそれぞれの中心と、モニタ画面中央に提示した固視点の視角が 6 度あるいは、12 度、20 度となるようにした（視角：3 条件）（Shoji and Ozaki, 2007; 福田ら, 1978）。

刺激提示領域は、各々一辺が 178 pixel の正方形とし、その内側と外側の視角をそれぞれ 6 度条件で 2~9.6 度、12 度条件で 7.4~14.7 度、20 度条件で 15.6~22.4 度に設定した（Figure 1）。領域内には、無意味な綴りになるよう 7 行 7 列で平仮名を並べ、四隅の刺激提示領域のいずれか一領域に単語として識別できる文字列（標的刺激）が 1 つだけ含まれるように提示した。なお、標的刺激の文字列の綴り方向は縦書きと横書きの条件を設けた（方向：2 条件）。したがって、視野要因と視角要因、綴り方向要因（視野 4 条件×視角 3 条件×方向 2 条件）に基づき各々 5 種、計 120 種の刺激を作成した。

標的刺激に用いる単語には、単語理解度試験用単語リスト（東北大学電気通信研究所鈴木研究室, 2001）を参考に、親密度が高く、特殊音節を含まない 4 字で構成された単語 22 種を採用した（坂本ら, 1998）。

2-3. 手続き

単語検出課題として、白色背景に黒色の固視点（視角 0.9×0.9 度）を 0.5 秒間提示した後、黒色で刺激を提示した。被験者には、モニタ画面の四隅に提示された文字列の中から 4 字で構成される単語 1 つを速やかに見つけて、その単語を注視したまま右手示指でキー押しし、その後、

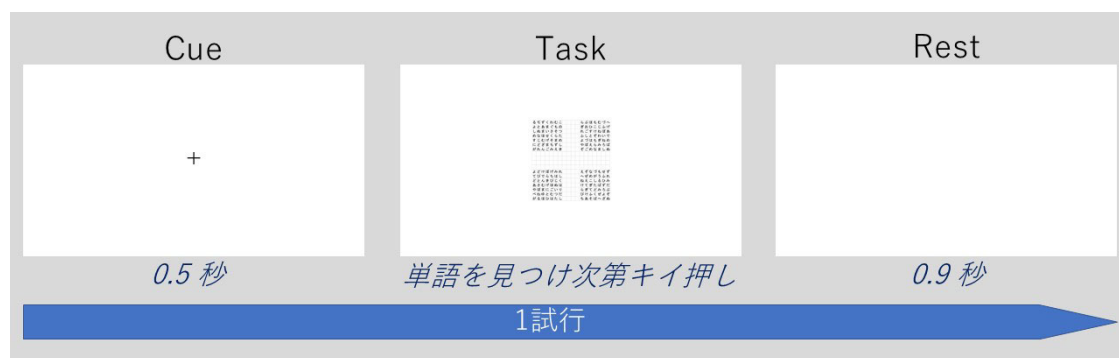


Figure 2. 刺激提示の手続き (1 試行)

口頭で解答するよう教示した。キイ押し後は 0.9 秒の ISI (inter-stimulus interval) を設け、この一連の手続きを 1 試行とした (Figure 2)。刺激は、キイ押しとともに画面から消えるように設定した。

課題は、視角要因と綴り方向要因に基づいて 6 ブロック (視角 3 条件×方向 2 条件) に分け、さらに 1 ブロックを 2 セッション (10 試行/1 セッション) に分けて、計 12 セッションで実施した。なお、ブロックの実施順は疑似ランダムとなるよう被験者間でカウンタバランスをとった。

2-4. 記録

眼球運動計測装置 (Tobii Pro X2-30_compact および Tobii Pro Lab 1.102.15986: トビー・テクノロジー社製) を用い、単語検出課題中の被験者について、モニタ画面の注視領域を計測した。計測に先立っては、被験者の瞳孔反射より画面上の注視領域を算出するためのキャリブレーションを行った。キャリブレーション設定には、モニタ画面の中央と四隅 (視野 26 度) の計 5 点に提示した円 (視角 1.1 度) を注視したときの瞳孔反射データを用いた。画面は被験者の眼前 50 cm に設置した。

2-5. 解析

単語検出における視野と視角、綴り方向の影響を解析するため、①標的刺激の解答までに要した時間 (反応時間)、②刺激が提示されてから標的刺激を注視するまでの時間 (到達時間)、③標的刺激が提示された刺激提示領域を注視した時間 (停留時間) について、視野要因と視角要因、綴り方向要因別に (視野 2 条件×視角 3 条件×方向 2 条件)、各被験者の個人内平均と標準偏差を算出した後、全被験者の平均と標準偏差を算出した。

なお、モニタ画面における解析範囲は、各刺激提示領域として設定した一辺 178 pixel の 4 つの正方形内とした。

条件毎に得られた反応時間と到達時間、停留時間のデータは、IBM SPSS Statistics Version19.0.0 (IBM 社製) を用い、単語の探索行動の特徴を分析するため、単語提示領域の視野 (左上, 左下, 右上, 右下)、単語の周辺視野における視角 (6 度, 12 度, 20 度)、文字列の綴り方向 (横書き, 縦書き) の 3 要因について分散分析 (混合計画) を行った。交互作用が認められた場合には Bonferroni による下位検定を行った。

さらに、注意や認知特性、精神状態などの心理特性と周辺視野における単語の探索行動特徴の関連について分析するため、心理検査の各得点と反応時間、到達時間、停留時間の相関係数

を求めた。

3. 結果

制限時間内に正解を導き出した課題達成率は、縦書き条件 $98.0 \pm 2.1\%$ で、横書き条件で $98.8 \pm 3.1\%$ であり、いずれも達成可能な課題であったといえる。なお、標的刺激の提示領域よりやや外れた画面を注視した状態でキー押しされた試行や、各試行における課題遂行時間が全被験者の平均よりも+2SDを上回る試行について解析対象から除外した結果、解析対象とした試行数の平均と標準偏差は、視野要因と視角要因、綴り方向要因（視野4条件×視角3条件×方向2条件）に基づいた各条件で 4.3 ± 1.0 試行（実施数：5試行/条件）であった。

3-1. 行動観察(反応時間)

標的刺激の解答までに要した時間の平均と標準偏差は、横書き条件の視野左上条件で 20.4 ± 13.0 秒、視野左下条件で 36.0 ± 35.3 秒、視野右上条件で 33.2 ± 25.3 秒、視野右下条件で 46.9 ± 42.7 秒であった。また、横書き条件の視角6度条件で 42.4 ± 42.7 秒、視角12度条件で 31.0 ± 25.1 秒、視角20度条件で 29.0 ± 24.7 秒であった（Figure 3）。

縦書き条件の視野左上条件では 42.3 ± 34.0 秒、視野左下条件で 47.7 ± 35.4 秒、視野右上条件で 51.5 ± 60.7 秒、視野右下条件で 52.7 ± 43.6 秒であった。また、縦書き条件の視角6度条件で 50.5 ± 37.3 秒、視角12度条件で 49.3 ± 41.4 秒、視角20度条件で 45.9 ± 53.8 秒であった。

反応時間について統計検定による比較を行ったところ、方向要因に主効果があり ($p < .001$)、縦書き条件よりも横書き条件で有意に短縮した ($p < .001$)。さらに、視野要因に主効果があり ($p = .007$)、右下条件よりも左上条件で有意に短縮した ($p = .004$)。

3-2. 眼球運動計測

(1) 到達時間

刺激が提示されてから標的刺激を注視するまでの時間の平均と標準偏差は、横書き条件の視野左上条件で 6.8 ± 6.6 秒、視野左下条件で 13.4 ± 11.6 秒、視野右上条件で 12.8 ± 10.5 秒、視野右下条件で 17.6 ± 18.9 秒であった。また、横書き条件の視角6度条件で 12.7 ± 6.5 秒、視角12度条件で 12.5 ± 4.7 秒、視角20度条件で 12.8 ± 1.7 秒であった（Figure 4）。

縦書き条件の視野左上条件では 14.5 ± 18.3 秒、視野左下条件で 21.3 ± 22.3 秒、視野右上条件で 11.9 ± 13.7 秒、視野右下条件で 23.2 ± 23.6 秒であった。また、縦書き条件の視角6度条件で 15.3 ± 8.4 秒、視角12度条件で 17.6 ± 4.1 秒、視角20度条件で 20.4 ± 5.3 秒であった。

到達時間について統計検定による比較を行ったところ、綴り方向要因に主効果があり ($p = .002$)、縦書き条件よりも横書き条件で有意に短縮した ($p = .002$)。さらに、視野要因に主効果があり ($p < .001$)、左下および右下条件よりも左上条件で有意に短縮し（左上条件 vs. 左下条件： $p = .024$ 、左上条件 vs. 右下条件： $p < .001$ ）、右下条件よりも右上条件で有意に短縮した ($p = .004$)。

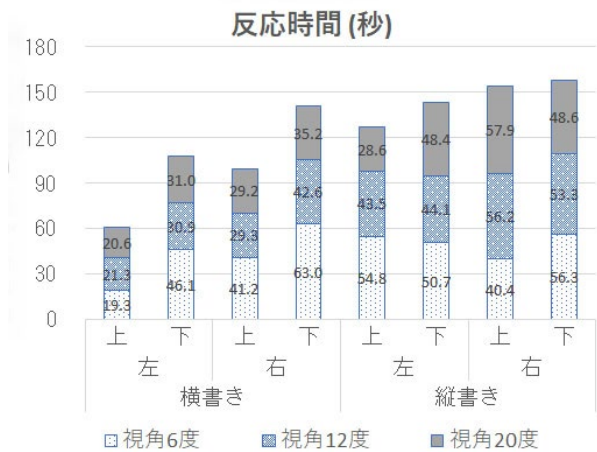


Figure 3. 平均反応時間 (n=18)

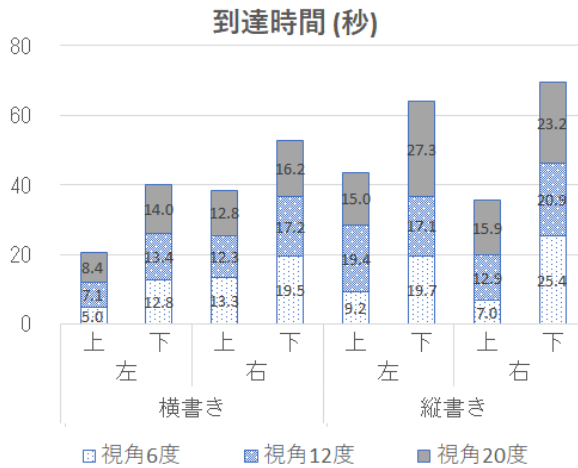


Figure 4. 平均到達時間 (n=18)

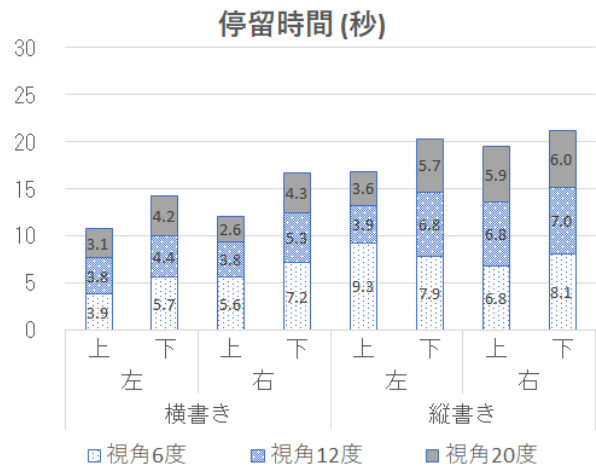


Figure 5. 平均停留時間 (n=18)

(2) 停留時間

標的刺激が提示された刺激提示領域を注視した時間の平均と標準偏差は、横書き条件の視野左上条件で 3.6 ± 2.1 秒、視野左下条件で 4.7 ± 2.5 秒、視野右上条件で 4.1 ± 2.8 秒、視野右下条件で 5.6 ± 3.4 秒であった。また、横書き条件の視角 6 度条件で 5.6 ± 0.7 秒、視角 12 度条件で 4.3 ± 0.3 秒、視角 20 度条件で 3.6 ± 0.3 秒であった (Figure 5)。

縦書き条件の視野左上条件では 5.6 ± 4.8 秒、視野左下条件で 6.8 ± 4.3 秒、視野右上条件で 6.5 ± 4.3 秒、視野右下条件で 7.1 ± 4.0 秒であった。また、横書き条件の視角 6 度条件で 8.0 ± 0.8 秒、視角 12 度条件で 6.1 ± 0.6 秒、視角 20 度条件で 5.3 ± 0.9 秒であった。

停留時間について統計検定による比較を行ったところ、綴り方向要因に主効果があり ($p < .001$)、縦書き条件よりも横書き条件で有意に短縮した ($p < .001$)。視野要因にも主効果があり ($p = .002$)、右下条件よりも左上および左下条件で有意に短縮した (右下条件 vs. 左上条件: $p = .001$, 右下条件 vs. 左下条件: $p = .049$)。また、視角要因に主効果があり ($p < .001$)、6 度条件よりも 12 度および 20 度条件で有意に短縮した (6 度条件 vs. 12 度条件: $p < .001$, 6 度条件 vs. 20 度条件: $p < .001$)。

さらに、3 要因間に交互作用が認められたため ($p = .013$)、多重比較をおこなったところ、縦書き条件では、視野左上条件において視角 6 度条件よりも視角 12 度および 20 度条件で有意に短縮した (6 度条件 vs. 12 度条件 $p = .002$, 6 度条件 vs. 20 度条件 $p = .001$)。また、縦書き条件の 12 度条件においては、視野左下および右下条件よりも視野左上条件で有意に短縮した (左上条件 vs. 左下条件: $p = .013$, 左上条件 vs. 右下条件: $p = .009$)。なお、横書き条件の中では、視野および視角の各条件間に有意差は認められなかった。最後に、綴り方向要因に注目して多重比較したところ、視野左上条件の視角 6 度条件において、縦書きよりも横書きで有意に短縮した ($p = .001$)。

3-3. 心理検査

(1) 行動観察(反応時間)

POMS2 の TMD 得点と横書き・視野右上・視角 20 度条件の反応時間の間に有意な正の相関が見られたため ($r = .603$, $p = .01$)、さらに下位尺度得点 (TMD, AH, CB, DD, FI, TA) について反応時間との相関を解析したところ、横書き・視野右上・20 度条件において、POMS2 の抑うつや落ち

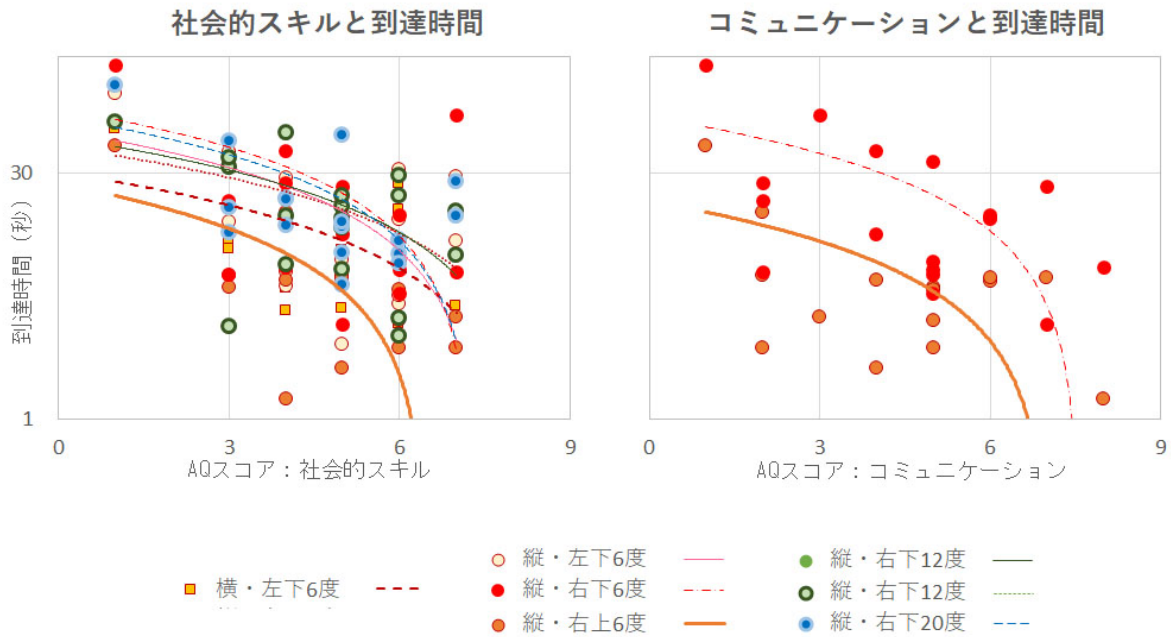


Figure 6. AQ 得点と到達時間の相関

込みを表す DD 得点 ($r=.552, p=.018$) および緊張や不安を表す TA 得点 ($r=.617, p=.006$) に有意な正の相関が見られた。

その他の条件では心理検査の得点との有意な相関は認められなかった。

(2) 到達時間

AQ 得点と横書き・視野左下・視角 6 度条件の到達時間 ($r=-.510, p=.031$), あるいは, 横書き・視野右下・視角 6 度条件の到達時間 ($r=-.529, p=.024$) との間に有意な負の相関が見られたため, さらに下位尺度得点 (社会的スキル, 注意の切り替え, 細部への関心, コミュニケーション, 想像力) について到達時間との相関を解析したところ, 社会的スキルとの得点と横書き・視野左下・視角 6 度条件の間に有意な負の相関が見られたが ($r=-0.47, p=.049$), 横書き・視野右下・視角 6 度条件では相関を示す尺度は認められなかった (Figure 6).

AQ 得点と, 縦書き・視野左下・視角 6 度条件 ($r=-.617, p=.006$), 縦書き・視野右上・視角 6 度条件 ($r=-.801, p \leq .00$), 縦書き・視野右下・視角 6 度条件 ($r=-.665, p=.003$), 縦書き・視野右下・視角 12 度条件 ($r=-.476, p=.046$), 縦書き・視野右上・視角 20 度条件 ($r=-.633, p=.05$), 縦書き・視野右下・視角 20 度条件 ($r=-.747, p < .001$) の到達時間との間に有意な負の相関が見られた。下位尺度得点について到達時間との相関を解析したところ, 社会的スキルの得点と, 縦書き・視野左下・視角 6 度条件 ($r=-.559, p=.016$), あるいは, 縦書き・視野右上・視角 6 度条件 ($r=-.625, p=.006$), 縦書き・視野右下・視角 6 度条件 ($r=-.506, p=.032$) 縦書き・視野右下・視角 12 度条件 ($r=-.577, p=.012$), 縦書き・視野右下・視角 20 度条件 ($r=-.614, p=.007$) との間に有意な負の相関が見られた。また, コミュニケーションの得点と, 縦書き・視野右上・視角 6 度条件 ($r=-.572, p < .001$), あるいは, 縦書き・視野右下・視角 6 度条件 ($r=-.548, p=.019$) との間に有意な負の相関が見られた (Figure 6)。

その他の条件では心理検査の得点との有意な相関は認められなかった。

(3) 停留時間

いずれの条件においても心理検査の得点との有意な相関は認められなかった。

4. 考察

4-1. 単語検出における綴り方向の影響

意味を成さない文字列の中から単語を検出して注視し（到達時間）、解答するまでに要した時間（反応時間）の解析から、縦書きよりも横書きに綴った単語の方が見つけるのが早く ($p=.002$), 解答に至る時間も早かった ($p<.001$). この結果は、縦書きよりも横書きの文字の読みの方が速く正確であるとする先行研究の解釈に一致する (Yu et al., 2010; Vejnović et al., 2015).

読字の速さや正確性とは文字知覚におけるビジュアルスパンに関係し、(1)注視した箇所から離れた視野、(2)不明瞭あるいは不慣れな文字配置、また、(3)隣接する文字やその他の視覚情報によって、標的の文字や単語の識別成績や速度は低下する。したがって、これらの報告は習慣的に横書きで文字を綴る文化圏からの報告であったことから、これまで、縦書きの文字の読みにくさについては、先行研究の被験者にとって普段見慣れない配置であることがおもな要因と考えられてきた。例えば、楠 (2018) は、外国にルーツを持つ日本で学ぶ子どもを対象に検討したところ、日本語学習に用いる教科書が横書きよりも縦書きのときに文字列を注視する時間が長くなると報告している。

さらに、Yu et al. (2010) は、縦書きの文字列を検出する際には、(2)に加えて、(3)隣接文字によってビジュアルスパンが制限されることが、読み速度の遅延に顕著に影響することを指摘している。本研究の被験者の場合、国語科と道徳科以外の教科書や板書の他、スマートフォン等の電子機器において横書きの文字綴りを読む機会の方が多いとはいえ、いずれも日本語を母語とするため縦書きの読み習慣は定着している。また、文字を提示した領域は周辺視野ではあったが、単語の探索を始めてその領域の中心を注視した場合の文字提示領域の視角は3~4度であり、領域に注目してからの文字探索にはそれほど広い視野とはいえない。したがって、本研究の結果も、(1)や(2)による影響というよりはむしろ(3)の隣接文字に対するビジュアルスパンが横書きよりも縦書きの文字綴りにおいては縮小されることが、おもな要因と考えられる。

なお、本研究では、単語を提示した視野を注視する時間（停留時間）、すなわち、その文字提示領域の中で単語を探し始めてから検出するまでの時間についても、縦書きよりも横書きに綴った単語の方が見つけるのが早く ($p<.001$), とりわけ、左上の周辺視野のうち比較的中心視野に近い視角6度条件において、縦書きよりも横書きで有意に短縮していた ($p=.001$). この結果も上記のように概ね(3)に起因すると思われるが、左上視野においてとりわけ横書きの単語検出が速くなったことは、横書き文章では左上視野に、縦書き文章では右上視野に文頭のあるルールが単語の探索におけるビジュアルスパンあるいは眼球運動を促進した可能性も考えられた。

4-2. 単語検出における視野と視角の影響

単語を探索する視野による影響について検討したところ、文字列の中から単語を検出して注視するのは（到達時間）、下方の視野に比べると左上視野で有意に早く（左上視野条件 vs. 左下視野条件: $p=.024$, 左上視野条件 vs. 右下視野条件: $p<.001$), また、右上視野でも右下視野よりは有意に早かった ($p=.004$). 解答するまでに要した時間（反応時間）も、右下よりも左上の視野で有意に早かった ($p=.004$). 里村ら (2017) は、Web の検索における注目行動を観察し、画面の左上領域

に注視が集中すること、そして、検索画面では、画面の左上領域をまず注視した後に下方向に走査する眼球運動がみられることを報告している。このように、本研究においても被験者が日頃、モニタ画面の左上領域にまず注目するという学習手続きが定着していることが、左上視野への注目時間の短縮に至ったと考えられる。

なお、標的刺激を提示した領域の中で探索を始めてから単語を検出するまでの時間(停留時間)については、右下視野に比べると左の視野で有意に早く(右下条件 vs.左上条件: $p=.001$, 右下条件 vs.左下条件: $p=.049$), とりわけ、視角 12 度の視野において縦書きの単語を検出するときに、下視野よりも左上の視野で有意に早かった(左上条件 vs.左下条件: $p=.013$, 左上条件 vs.右下条件: $p=.009$)。その理由の一つとして、大塚ら(2020)は、前頭前野が関与する視空間注意における右大脳半球の優位性を指摘している(荒生ら, 2009; 加藤・吉崎, 2016)。言語処理において右利きの健常成人の場合、概ね左大脳半球における処理が右大脳半球に比べて優位であるが、本研究の課題では、文章の読解ではなく、無意味綴りの文字列から単語を検出するものである。意味のある単語における文字の繋がりを一つのシンボルとして処理したことが、視空間注意における右大脳半球の優位性へと反映されたのかもしれない。

一方で、この結果は、右視野における視覚情報検出の困難さを示唆するともいえる。北條(2016)らは、読字障害のある子どもを対象に文字や単語を読む際の注視行動を観察し、読み誤りや読み飛ばしが多くなる文字列に視線が長く停留する傾向があることを報告した。すなわち、注視の停留時間の長さは読字の困難さに関連するといえる。したがって、右視野への板書や教材提示の際には、時間配分に留意が必要であるといえる。一方で、本研究の対象は成人であり、言語獲得期における行動を直接的に解釈するものではないことから、今後、教育の場にてこの知見を応用するためには、研究対象の生活年齢や精神年齢を想定した検討を追加する必要がある。

次に、単語を探索する周辺視野の視角に注目して検討したところ、標的刺激を提示した領域の中で探索を始めてから単語を検出するまでの時間(停留時間)が、視野の視角 6 度よりも視角 12 度・20 度で有意に短かった(6 度条件 vs.12 度条件: $p<.001$, 6 度条件 vs.20 度条件: $p<.001$)。視角 6 度の文字提示領域は、他の視角条件に比べて中心窩に提示した固視点に近く、四隅の文字提示領域を各々注視しなくても隣接する領域の文字を知覚できる視野である。したがって、標的刺激を提示した領域を注視する時間に、隣接領域の探索時間も含まれた可能性があり、すなわち、この結果は、視角 12 度・20 度のような外視野における読字の困難さを反映したものではないと考えている。

4-3. 単語検出に反映される性格傾向

右上視野の視角 20 度において横書きの単語を検出するときに、反応時間と被験者のネガティブな気分を表す尺度である POMS 得点に正の相関がみられた($r=.567$, $p=.014$)。すなわち、抑うつや落ち込み($r=.552$, $p=.018$)や緊張や不安($r=.617$, $p=.006$)の強い状態ほど、文字列の中から単語を検出して解答する時間を要するともいえるが、他の視野や視角、綴り方向などの違いによる相関がみられないことから、対象が少ないことによる偽陽性を含めて慎重に再検討する必要があると考えている。

一方で、自閉症傾向を表す尺度である AQ 得点は、到達時間においてとりわけ縦書きの単語を検出するときに負の相関がみられた(左下 6 度: $r=-.617$, $p=.006$, 右上 6 度: $r=-.801$, $p\leq .00$,

右下 6 度: $r=-.665$, $p=.003$, 右下 12 度: $r=-.476$, $p=.046$, 右上 20 度: $r=-.633$, $p=.05$, 右下 20 度: $r=-.747$, $p<.001$). すなわち, 社会的スキル (左下 6 度: $r=-.559$, $p=.016$, 右上 6 度: $r=-.625$, $p=.006$, 右下 6 度: $r=-.506$, $p=.032$; 右下 12 度: $r=-.577$, $p=.012$, 右下 20 度: $r=-.614$, $p=.007$) やコミュニケーション能力 (右上 6 度: $r=-.572$, $p<.001$, 右下 6 度: $r=-.548$, $p=.019$) が低いほど, 左上以外のとくに右視野で, 文字列の中から単語を検出して注視するのが早くなる傾向にあると解釈できる. すなわち, 多くの被験者が左上視野から探索を始めていたのに対して, AQ 得点の高い被験者ほど, 右視野から探索を始めるなど独自の手続きを選択していた可能性が考えられる. 例えば, 定型発達を示す子どもが顔を見るときには, おもに目のあたりを注視するなどの典型的な行動が生じるが, 自閉症スペクトラム症のある子どもの場合, 鼻や口を注視する時間が長いと同時に, 目・鼻・口・顎と広範囲に注視点が分散しがちで, かつ, その行動は個人差が大きいことが報告されている (北山, 2008; 北ら, 2010). 本研究における右視野探索の行動特徴は, このような視覚情報の探索方略における独自のこだわりによる可能性も考えられるが, そもそも縦書きの単語は通常の文章では右上から始まる文章の中に見られるため, 既習に基づく方略を優先する行動特徴を反映するとも考えられた.

5. まとめ

本研究では, 周辺視野の単語検出における, (1) 文字の綴り方向と(2) 単語の提示視野による影響を注視行動の観察から検討し, 縦書きよりも横書きの単語を検出する方が早いものの, 縦書きと横書きのいずれの綴り方向もモニタ画面の左上から探索が始まる傾向であることを明らかにした. さらに, 性格傾向によっては, 独自の探索方略が認められることも指摘した.

本研究で使用した眼球運動計測は, 非侵襲的に被験者の注視する視覚情報を解析することができる. 被験者の動きを過度に制限することがないため, 課題遂行時の心身の負担が少なく, 子どもを対象とした検討に適している. さらに, 正答率などの行動解析だけでは得られない, 解答に至るまでの注視の軌跡や, 解答を決定するまでの視線の停留をみることによって, 被験者の問題解決の過程を定量評価とともに可視化する. このような検討は, 綴りや音韻処理, 意味照合の正確さや流暢性に困難を示す特異的読字障害の文章理解における行動特徴を明らかにするための基礎データとして提供できる. 今後は, 具体的な環境整備へつなげるため, 学校における板書や ICT 教材利用時における検討を加える必要があると考えている.

6. 謝辞

本研究の一部は, 文部科学省科学研究費 (18K0277301, 19K0294301) による助成を受けた. 本研究をすすめるにあたり, 実験の準備および実施にご協力くださった江幡満平氏と大岩真侑子氏に心より御礼申し上げます.

7. 参考文献

- 荒生弘史, 吉岡由希絵. 性別サインの認知:形状と色の干渉課題における大脳半球非対称性. 日本認知心理学会発表論文集. 2009. 62-63.
- 福田忠彦. 図形知覚における中心視と周辺視の機能差. テレビジョン学会誌. 1978. 326:492-498.
- Grainger J, Dufau S, Ziegler JC. A vision of reading. Trends Cognitive Sciences. 2016.

20:171-179.

北條彰, 田角勝, 阿部祥英, 花岡健太郎, 小林梢, 板橋家頭夫. 特異的読字障害児の音読における視線の特徴. 昭和学会雑誌. 2016. 76:598-606.

加藤公子, 吉崎一人. 加齢が左右視野への注意手定位に与える影響-視角統計学習を用いた検討-. 心理学研究. 2016. 87:421-427.

北山淳. 特別支援教育における発達障害の理解 自閉症児の表情認識について. 四條畷学園大学リハビリテーション学部紀要. 2008. 4:29-34.

北洋輔, 軍司敦子, 佐久間隆介, 後藤隆章, 稲垣真澄, 加我牧子, 小池敏英, 細川徹. 自閉症スペクトラム障害のある児に対する Social Skill Training の客観的評価. 精神保健研究. 2010. 56: 81-87.

小枝達也, 関あゆみ, 内山仁志. 疾患としての読み書き障害—就学早期からの治療的介入の試み—教育と医学. 2008. 56:898-907.

楠敬太. 外国にルーツを持つ児童の読み困難度の測定—視線追尾検査の試み—. 立命館人間科学研究. 2019. 38:59-72.

楠本愛. 板書における視覚的環境調整のあり方～周辺視における ERP の検討から～. 横浜国立大学卒業論文. 2016.

大沼卓也. 刺激位置による視線と選択への影響. 日本心理学会大会発表論文集. 2018. 82: 2PM-065.

大塚有紗子, 軍司敦子. 精神負荷が周辺視野におけるスループ効果へ与える影響: 視線解析を用いて. 横浜国立大学教育学部紀要 I: 教育科学. 2020. 3:14-23.

坂本修一, 鈴木陽一, 天野成昭, 小澤賢司, 近藤公久, 曾根敏夫. 親密度と音韻バランスを考慮した単語了解度試験用リストの構築. 日本音響学会誌. 1998. 54:842-849.

里村卓也. 視線計測による消費者行動の理解. オペレーションズ・リサーチ. 2017. 62:775-781.

国立成育医療研究センターこころの診療部. 成人におけるひらがな音読検査結果.

https://www.ncchd.go.jp/hospital/about/section/heart/dyslexia/ondoku_result.html.

(2020年10月27日時点)

Shoji H and Ozaki H. Neurophysiological correlates of pattern recognition in the peripheral visual field. Pattern recognition in biology. Nova Science Publishers. 2007. pp.205-220.

東北大学電気通信研究所鈴木研究室. 難聴者のための単語了解度試験用単語リスト. 2001.

(<http://www.ais.riec.tohoku.ac.jp/lab/wordlist/index-j.html>)

特異的障害の臨床診断と治療指針作成に関する研究チーム. 特異的発達障害診断・治療のための実践ガイドライン—わかりやすい診断手順と支援の実際. 診断と治療社. 2010.

Vejnović D and Zdravković S. Side flankers produce less crowding, but only for letters. Cognition. 2015. 143:217-227.

Yu D, Park H, Gerold D, Legge GE. Comparing reading speed for horizontal and vertical English text. Journal of Vision. 2010. 21:1-17.

Yu D, Legge GE, Wagoner G; Chung STL. Sensory factors limiting horizontal and vertical visual span for letter recognition. Journal of Vision. 2014. 14:1-17.