



TITLE:

読み中の能動的アノテーションに ワーキングメモリが及ぼす影響

AUTHOR(S):

田中, 哲平

CITATION:

田中, 哲平. 読み中の能動的アノテーションにワーキングメモリが及ぼす影響. 京都大学大学院教育学研究科紀要 2017, 63: 581-591

ISSUE DATE:

2017-03-30

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/219221>

RIGHT:

読み中の能動的アノテーションにワーキングメモリが及ぼす影響

田中 哲平

私たちの日常生活において、文章を読まないという日は恐らく稀である。インターネット上のニュースや新聞を読む事で時事問題への興味関心を持ち、娯楽小説や雑誌を読む事で想像や癒しを得て、専門書や教科書を読む事で知識を深化させ、実用書や説明書を読む事である種の技能を獲得し、SNSの投稿やメールの文章を読む事で他者と繋がる事が可能となる。このように文章を読むという事は、私たちの日常生活を豊かにする一翼を担い、生活の基盤とも言える重要な役割を果たしている。そのため数多くの研究が、文章の読みメカニズムの解明を指向し、文章の読み能力と関連するものを詳らかにしようとしていると言えるだろう。

文章の読み能力と密接な関連を持つものとして、ワーキングメモリ (working memory; 以下、WM と略す) が挙げられる。WM とは、情報を処理しながら情報を一時的に保持する記憶システムである。Baddeley & Hitch (1974) が WM の概念を提唱して以来、数多の研究が WM と文章の読み能力との密接な関連性を指摘している (Daneman & Carpenter, 1980; Daneman & Merikle, 1996; Just & Carpenter, 1992; LaPointe & Engle, 1990; 荻阪・荻阪, 1994)。例えば、Daneman & Carpenter (1980) はリーディングスパン課題 (reading span test; 以下、RST と略す) と呼ばれる言語性 WM 課題の成績が、読者の文章理解能力を予測すると述べている。WM 課題は一般的に、情報の処理と情報の一時的保持を要求する二重課題の構造を持っている。例えば言語性 WM 課題の一種である RST は、呈示される一連の文を音読しながら、各文末の単語¹の保持を求めた後に、記銘した単語を再生させる課題である (Daneman & Carpenter, 1980)。RST の課題成績を個人の WM の容量とし、この WM 容量と文章の理解能力との関連性が多くの研究で指摘されている (Daneman & Merikle, 1996)。また演算スパン課題 (Turner & Engle, 1989) のように、数字の計算という処理と数字の保持を課す WM 課題によって測定された WM 容量もまた、文章理解能力との相関が認められている (Conway, Kane, Bunting, Hambrick, Wilhelm, & Engle, 2005)。これは、WM 課題の遂行には情報の処理と保持に認知的資源 (例えば注意資源) を適切に分配する事が求められる (Just & Carpenter, 1992) のと同様に、文章のスムーズな読みにおいても、文字列の処理と内容の保持を適切に行わなければならない、と考えられるためである (Daneman & Carpenter, 1980; Daneman & Merikle, 1996)。

¹ 日本語版 RST では、日本語の場合文末語が名詞ではない事が多いため、赤い下線を引いた文中の単語を記銘させる事が多い (荻阪・荻阪, 1994; 荻阪, 2002)。

このように読者の WM 容量の個人差という観点から、文章の読みメカニズムの解明を指向する研究が多く存在する一方で、文章の読みにおける読者の眼球運動を分析する事で、読みのメカニズムを検討する研究も一つの潮流であると言えるだろう。例えば読者が文章を読む際には、視線を連綿と移動させるのではなく、主に単語に視線を停留させて情報を獲得し、次の語に視線を跳躍させ、視線の停留と跳躍を繰り返しながら文章を読み、情報を忘却した場合や情報が複雑で曖昧な場合には前方の情報に読み返しを行う事が知られている(神部, 1986; Rayner, 1998; Rayner, Juhasz, & Pollatsek, 2005)。これらの眼球運動と読者の WM 容量の関連も多く検討されており、例えば、WM 容量の小さい読者は WM 容量の大きい読者に比べて、視線を文章中に多く停留させ、その停留時間は長く、視線の跳躍距離は短く頻繁であり、読み返しの頻度も多いとされている(Rayner, Chace, Slattery, & Ashby, 2006)。この読み返しはランダムに行われているのではなく(Inhoff, Weger, & Radach, 2005)、何らかの心的表象を目印(手がかり)にしながらい行われていると推測されている(Fischer, 1999; Kennedy Brooks, Flynn, & Prophet, 2003; Weger & Inhoff, 2007)。例えば Kennedy et al. (2003) は眼球運動分析を用いて、読者が読み返しの際に空間性情報(単語の位置情報など)を中心に使用している事を示している。また同じく眼球運動分析を用いた Weger & Inhoff (2007) は、読み返しには空間性情報だけではなく言語性情報(単語の意味や文脈など)を読者が用いている事を明らかにしている。加えて、Rawson & Miyake (2002) は文章を読み終えた後に特定の単語の位置を同定する課題(どのページの何行目に単語があったかを口頭で回答させる課題)において、その課題成績が読者の空間性 WM 容量を含む空間性能力よりむしろ言語性 WM 容量を含む言語性能力と関連がある事を明らかにしている。また Tanaka, Sugimoto, Tanida, & Saito (2014a) は、文章を読ませた後に文章を呈示したまま内容確認の質問文を呈示し、その質問に解答させるフーダニット課題を用いる事で、読み返し過程と WM 容量の関連を検討している。フーダニット課題では質問文を読み質問に解答している最中の読者の眼球運動を測定しており、質問文を読み終えた後に最初に視線を戻した位置と、質問解答の手がかりとなる単語の位置との距離が分析されている。この距離が短いほど課題遂行に必要な情報に正確に読み返しが行われていると考えられる。この距離は読者の WM 容量が大きいほど短くなり、WM 容量の大きい読者は小さい読者に比べて読み返しが正確に行われている事が示唆されている。特に単語の示差性が低く WM の負荷が高いと考えられる、文章中盤の単語に読み返しを行う場合には、WM 容量の個人差の影響が大きく現出すると彼らは述べている。また彼らは言語性 WM 課題と空間性 WM 課題を用いており、偏相関分析の結果から、言語性 WM 容量や空間性 WM 容量が選択的に読み返しに影響しているのではなく、WM のより領域一般的な部分(例えば注意制御)が読み返しの正確性に関与していると述べている。

これらの読者の眼球運動分析を通じた研究は、読みのメカニズムを解明するのに非常に有用な手段の一つであると言えるだろう。

これらの研究のような、文章の読み中の眼球運動という読者の微細な行動だけではなく、より具体的で日常的な読者の行動や読みテクニックに関する研究もまた、読みメカニズムの解明やその学習的効果という観点から多く検討されている。読みのテクニックとしては、文章の要約やキーワードのメモ、文章のイメージ化や再読、テスト練習や読者自身による内容説明などが代表的に挙げられるが、その中でも特に実施が容易で簡便な手法であり、読者に広く実施さ

れているテクニックが、特定の情報を目立たせるアノテーションである (Bell & Limber, 2010; Dunlosky, Rawson, Marsh, Nathan, & Willingham, 2013; Huang, Liang, Su, & Chen, 2012; 魚崎・伊藤・野嶋, 2003; Yue, Storm, Kornell, & Bjork, 2014)。アノテーションとは特定の情報への目印を付ける手法で、ハイライトや下線、文字の強調や記号、メモや注釈などを用いる事が代表的である。アノテーションが存在する文章では、読者の文章理解が促進されると考えられている (Fowler & Barker, 1974; Huang et al., 2012; 関, 1997; 魚崎・野嶋, 2000)。これはアノテーションが特定の情報を目立たせる事で示差性が上がり、注意が向けられやすく、また自身がアノテーションを能動的に行った際には処理水準が深くなる事が原因であると推測されている (Dunlosky et al., 2013; 魚崎・伊藤・野嶋, 2003; Yue et al., 2014)。その一方で、アノテーションが文章理解に及ぼす影響は限定的であるとする研究も多くある。先述した Fowler & Barker (1974) は、実験参加者に文章をただ読ませる群 (統制群)、能動的にアノテーション (ハイライト) をさせながら文章を読ませる群 (能動的アノテーション群)、あらかじめアノテーション (ハイライト) が付与された文章を読ませる群 (受動的アノテーション群) を設定し、一週間後にもとの文章を再読させた後に、強制選択式で文章の理解度を測定した。その結果、文章の理解度にアノテーション群 (能動的・受動的) と統制群の間に差は認められなかった。しかしアノテーションが存在した情報に関する質問に関しては、理解成績がアノテーション群で向上し、特にその効果は能動的アノテーション群で認められるとしている。また下線をアノテーションとした魚崎・伊藤・野嶋 (2003) においても、アノテーションは例え能動的であっても、簡単な文章では効果は認められず、難解な文章を十分な時間で読ませた場合に特に、能動的アノテーションが文章理解を促進すると述べている。しかし同じく下線をアノテーションとして用いた Peterson (1992) によれば、強制選択式の文章理解テストでは、能動的アノテーション群と統制群の間に差は認められず、さらに推論が必要とされる質問の場合、アノテーション群の成績が低下したとしている。Dunlosky et al. (2013) はレビューとして、アノテーションは知識をより深める場合や文章が複雑な場合は読者の手助けになるとする一方で、文章理解を促進する効果は薄いと述べており、より詳細なアノテーションに関する研究が求められるとしている。また Tanaka, Kojima, & Saito (2014b) はハイライトをアノテーションとして用い、読者の読み返しの正確性にアノテーションが及ぼす影響を、先述したフーダニット課題を用いて検討している。この研究によれば、アノテーションを付与された文章を読んだ読者は、アノテーションの無い文章を読んだ読者に比べて、読み返しがより正確になる事が示されている。彼らによれば、読者は読み中に様々な目印を心的表象として WM 内に作成・保持し、それらを読み返しの際に用いているとし、アノテーションはその目印を作成する際の WM 負荷を減じる働きがあるとしている。これらの研究のように、下線やハイライトを始めとしたアノテーションが読みに及ぼす影響を検討する事は、やはり読みメカニズムの理解に繋がると言えるだろう。

ここまで述べて来た通り、読みのメカニズムに関する研究は膨大な数に及び、手法も多種多様である。メカニズムのより深い理解のためには、これらを包括的に相互関連的に議論していく必要があるだろう。そこで本研究ではその端緒として、読み能力と密接な関係にある読者の WM 容量と、読みのテクニックとして普遍的にも関わらずその効果が不明瞭な能動的アノテーションに着目し、両者の関係性を探索的に検討していく。言語性 WM 課題である RST を用い

た研究では、WM容量の小さい読者は刺激文の重要な箇所（記銘すべき単語や文章理解の中心となる単語）だけでなく、刺激文全体に注意を向けてしまう事が報告されている（Azuma, Ikeda, Minamoto, Osaka, & Osaka, 2012; 荻阪, 2002; Osaka, Nishizaki, Komori & Osaka, 2002）。また Tanaka et al. (2014a; b) の結果から、読者は文章を読みながら目印を内的に作成し、それらの情報を WM 内に保持している事が推測される。特に WM 容量が小さい読者の場合、文章中のどのような情報が重要か判断できず、目印を適切に作成・保持する事が困難であると推測される。そのため、文章に能動的にアノテーション付与を行わせた場合、WM 容量の小さい読者は容量の大きい読者と比較して、文章理解の中心となる重要な単語だけではなく、重要性の低い箇所にも多くのアノテーションを付けてしまう事が予測される。

方法

本研究では WM 容量と能動的アノテーションの関係性を検討するため、能動的アノテーションを行わせながら文章を読ませ、文章中に付与されたアノテーションの数と、個人の WM 容量の関連性を検討していく。

実験参加者 39名の大学生および大学院生（男性 28名、女性 11名、平均年齢 = 20.9歳、 $SD=2.17$ ）が実験に参加した。実験参加者はまず 2種類の WM 課題に参加し、後日、文章を読みながら文章にアノテーション（ハイライト）を付与するアノテーション課題に参加した。実験参加の報酬として、2,500円分の図書カードが実験終了後に渡された。またアノテーション課題の際に使用する蛍光ペンが報酬の一部として渡された。

刺激

アノテーション課題 高校の教科書 12冊²（日本史 1、世界史 1、物理 2、地学 2、生物 2、地理 2、家庭科 2）から、250字～400字程度の文章を研究協力者 3名とともに、124個選定した。これらの文章はいずれも、例えば「水銀灯やネオン管のように、決まった波長の光が現れる場合を線スペクトルという」、「海流の原動力となっている主な風系は、低緯度の貿易風と中緯度帯の偏西風である」、「細胞 2個が合体することで新しい個体が生まれる場合、その細胞を配偶子という」、「海洋プレートである太平洋プレートとフィリピン海プレートが西進し、大陸プレートである北アメリカプレートとユーラシアプレートの下へ沈み込んでいる。また、太平洋プレートは、フィリピン海プレートの下へも沈み込んでいる」、「日本などの多くの国のように、地方自治体に比べて、中央政府の権限が強い国家を中央集権国家という。また、アメリカ合衆国やロシアのように、司法権と立法権などの権限をもつ州や共和国などが連合して成り立っている国を連邦国家という」、「洗濯には洗剤水溶液で洗う湿式洗濯（ランドリー）と、有機溶媒で洗う乾式洗濯（ドライクリーニング）がある」のような、用語の説明が多く含まれる文章であった。これらの内、内容が類似している文章や、数式や記号が多く含まれている文章を除外し、

² 刺激として使用された教科書は、以下の 12冊であった。「物理」「地学 II」「生物」（啓林館、いずれも 2012）、「家庭総合」（教育図書、2013）、「新編 詳解地理 B」（二宮書店、2013）、「生物」（数研出版、2013）、「新詳地理 B」（帝国書院、2013）、「地学 I 地球と宇宙」「物理」「家庭総合 自立・共生・創造」（東京書籍、いずれも 2013）、「詳説日本史 B」「詳説世界史 B」（山川出版社、いずれも 2013）

最終的に 69 個の文章を実験に用いた。一つの文章に含まれる平均文数は 7.43 文 ($SD = 2.01$) であり、文章の平均行数は 9.37 行 ($SD = 1.01$) であった。

WM 課題 言語性 WM 課題として、RST (荻阪, 2002) の一部を用いた。また空間性 WM 課題として、空間スパン課題 (spatial span test; 以下、SST と略す; Maehara & Saito, 2007) の一部を用いた。

手続き

アノテーション課題 実験参加者は、上記の 69 個の文章が 1 枚につき 3 個ずつ印刷された冊子を渡され、自宅で回答するよう求められた。それぞれの文章において、「文章を理解するために重要だと思う単語」に蛍光ペンでハイライトを付与するよう要求された。この時、単語は幾つ選んでも良いと教示され、文ではなく単語のみにハイライトをするように求められた。また文章を読み返す事や、69 個の文章に対して連続してハイライトをする必要はなく、自由なペースで行って良い事が教示された。実験参加者の報告から、課題の所要時間は 90~150 分程度であった。

RST (言語性 WM 課題) RST のセットサイズは 2 から 5 であり、各セットサイズは 3 試行ずつであった (全 12 試行)。参加者は全ての試行をランダムな順序で行った。RST では、参加者は一文ずつ呈示される、互いに関連のない刺激文セットを音読し、赤い下線が引かれたターゲット語を記銘し、再生キュー (クエスチョンマークの画面) の呈示後に、口頭で系列再生する事が求められた。再生キューが視覚呈示されると同時に、450Hz のピープ音が聴覚呈示された。セットサイズが 3 の場合、3 文の音読と 3 つのターゲット語の系列再生が求められた。刺激文及びターゲット語、クエスチョンマークは Osaka フォントの 28 ポイントであり、白画面に黒字で呈示された。思い出せない場合は、“パス”と口頭で報告し解答を飛ばすように求められた (解答を飛ばした場合、再度解答する事は禁じられた)。また解答に際しての時間制限は設けられなかった。

SST (空間性 WM 課題) SST のセットサイズは 2 から 5 であり、各セットサイズは 3 試行ずつであった。参加者は全 12 試行をランダムな順序で行った。参加者は空間処理課題 (ペアで呈示される無意味図形の同異判断課題) と、空間的記憶課題 (4×4 のマス目に描写された 1 つの黒丸の場所を覚える課題) を交互に行う事が求められた。再生キューの呈示後、参加者は記銘した黒丸の位置を解答用紙に系列順序通りに記入する事が求められた。再生キューが視覚呈示されると同時に、450Hz のピープ音が聴覚呈示された。セットサイズが 3 の場合、参加者は“空間的処理課題—空間的記憶課題”のセットを 3 回繰り返し、3 つの黒丸を解答用紙に系列順序通りに記入する事が求められた。思い出せない場合は、その部分の記入を飛ばすように求められた (記入を飛ばした場合、再度解答する事は禁じられた)。また解答に際しての時間制限は設けられなかった。

どちらの WM 課題においても、各試行の開始前にその試行のセットサイズが参加者に呈示された。また各 WM 課題の本試行 12 試行の前に、セットサイズ 2 の練習試行が 2 試行、実施された。各 WM 課題の再生成績は、正しい位置で正しく再生されたターゲット語 (RST)、もしくは黒丸の位置 (SST) の総再生数であり、再生成績の最大値はどちらの WM 課題でも 42 ポイントであった。

機材

RST 及び SST はどちらも、PC (Mac Pro 1st Generation) によって行われた。ディスプレイサイズは 23 インチであり、解像度は 1920×1200 ピクセルであった。また、Super Lab. version 4.0. によって刺激の呈示がコントロールされた。

結果

アノテーション課題において、1つの文章に対して付与されたハイライトの数は平均 9.99 個 ($SD=4.28$) であった。また RST 成績は平均 27.49 ポイント ($SD=4.14$) であった。SST 成績は平均 31.41 ポイント ($SD=6.17$) であった。文章に付与されたアノテーションの数と、各 WM 課題成績の相関³を調べた結果、RST 成績とアノテーション数の間に負の相関が見られたが、統計的に有意ではなかった ($r(39)=-.15, n.s.$)。一方 SST 成績とアノテーション数の間には負の相関が有意傾向で認められた ($r(39)=-.31, p<.10$)。次に、各文章に付与されたハイライトの数と各 WM 課題成績の相関を個別に調べた結果、RST 成績との間に統計的に有意な負の相関が認められた文章は 1 個しかなく、また有意傾向で負の相関が認められた文章は 2 個であった。その一方で、SST 成績との間で統計的に有意な負の相関が認められた文章は 20 個あり、有意傾向で負の相関が認められた文章は 14 個であった。

考察

本研究は、読者が文章の読み中に行う能動的アノテーションに、WM 容量が及ぼす影響を検討したものであった。実験の結果、空間性 WM 課題である SST 成績と、読者が文章に付与するアノテーションの数との間に負の相関が認められた。言い換えれば、WM 容量が小さい読者は数多くのアノテーションを文章に付与しがちである、という事である。これは序論で予測した通りの結果であり、WM 容量が小さい読者の場合、容量が大きい読者に比べて、文章全体に注意を向けてしまい、文章理解に重要な単語がどれか分からなくなっている可能性が示唆される。統制された短文を使用する RST を用いた実験 (Azuma et al., 2012; Osaka et al., 2002) で明らかになった結果と、ある程度の長さを持つ教科書文章を刺激として用いた本研究の結果は一致していると言えるだろう。また、眼球運動分析を用いた研究 (Tanaka et al., 2014a; b) で示唆されているように、読者は読み中にある程度の目印を心的表象として WM 内で作成・保持しながら文章を読み進めていると考えられるが、眼球運動のような微細で潜在的な行動だけではなく、能動的アノテーションの付与のような顕在的な行動においても、WM 容量の小さい読者の目印の付け方が類似していると示唆される。ただし認められた負の相関は有意傾向であり、実験参加人数を増やす必要もあり、今後の課題と言えるだろう。

それ以上に興味深いのは、アノテーションの数と負の相関が認められたのが、空間性 WM 課題成績のみであった点である。69 個の文章全体では、空間性 WM 容量との相関は有意傾向で認められた。しかし刺激文章を個別に分析した場合、約 3 分の 1 の文章 (20 個) において、アノテーションの数と空間性 WM 容量との間に、有意な負の相関が認められた。有意傾向のもの

³ RST 成績と SST 成績の間には、有意な正の相関が認められた ($r(39) = .43, p < .01$)。

も含めれば半数近く（34 個）の文章において、空間性 WM 容量とアノテーションの数との間に負の相関が認められた事になる。その一方で、本研究のアノテーション課題は、「文章を理解するために重要だと思う単語」にアノテーションを付与させる言語的側面の強い課題であったのにも関わらず、文章理解と密接な関係にある言語性 WM 容量と各文章におけるアノテーションの数との間に相関は殆ど認められなかった。この原因は、大きく分けて 2 つの可能性があると考えられる。

1 つは、能動的アノテーションに、空間性 WM が選択的に影響を及ぼしている、という可能性である。確かに、蛍光ペンによるアノテーションは視空間的な示唆性を高める事が知られている（Fowler & Barker, 1974）。空間性 WM 容量の小さい読者は、視空間的な目印を内的に作成し利用するのが困難であると考えられるため、それを補うために、多くの視空間的な目印を文章に付与している可能性が考えられる。しかし先述した通り、本研究におけるアノテーション課題は、文章の理解に重要な単語に顕在的に目印を付けていく課題である。また Tanaka et al. (2014a) で用いられたフーダニット課題も、後の質問解答に重要な意味を持つ単語に心的に目印を付けていく事が課題遂行に必要である。両課題において、文章における単語の厳密な意味での重要性や、その情報に対する目印の付け方は異なるものの、課題要求に応えるために重要な情報に目印を付けながら文章を読む、という点では大きな差異は無いと考えられる。そのため、本アノテーション課題においても、Tanaka et al. (2014a; b) で指摘されているように、目印の作成に読者が空間性 WM を選択的に利用しているとは考えられにくい。

もう 1 つは、アノテーション課題において、言語性 WM にかかる負荷が、音読を行わせる Tanaka et al. (2014a; b) よりも少なかったため、言語性 WM 容量の個人差が顕在化しにくかった可能性が考えられる。音読は通常、WM に負荷をかけると考えられており（Daneman & Carpenter, 1980）、また WM の個人差が顕在化するのには、WM への負荷が高い状況であると考えられている（Miyake, 1994; Logie, 2011）。本研究のアノテーション課題は、自宅に持ち帰り自由にアノテーションを付与する課題であり、制限時間も特に設けられていなかった。そのため、音読と比較して言語性 WM への負荷が低い事が推測される。一方アノテーション課題で用いられた冊子には、1 ページにつき 3 個の文章（平均 1,032 文字）が明朝体のフォントサイズ 10.5 ポイントで印刷されていた。そのため、1 つの文章が PC モニタ 1 画面に呈示され、ダブルスペースで呈示されていたフーダニット課題（Tanaka et al., 2014a; b）に比べて、アノテーション課題の質問紙は空間的な示唆性が低く、空間性 WM に負荷がかかる状況であった可能性が考えられる。これらの事が、言語性 WM 容量の個人差がアノテーションの数に影響を及ぼさず、空間性 WM 容量の個人差のみがアノテーションの数に影響を及ぼした可能性が推測される。

これら 2 つの可能性は、本研究の結果からのみではどちらが正しいかは、断定が困難である。今後の課題として、空間的に負荷の少ない（例えば、Tanaka et al. (2014a; b) のようなダブルスペースでの文章呈示や、質問紙 1 枚につき 1 つの文章を呈示する）印刷をしたアノテーション課題の実施や、音読を課しながらアノテーションを付与させて言語的な負荷を高めるといった操作を行い、アノテーション課題の精度を高めて行く必要があるだろう。

しかし繰り返しになるが、本研究の最も大きな成果は、WM 容量が小さいほどアノテーションの数が増えるという結果である。アノテーションの付与という顕在的な読書行動においても、

読者の WM 容量が影響している可能性を示唆した点で、本研究は文章の読みにおける WM と読みテクニックの関係性を解明する端緒となり得るのではないだろうか。また、多すぎるアノテーションは文章理解を阻害する (e.g., Lorch, Lorch, & Klusewitz, 1995; Rickards & August, 1975) 事が指摘されており、読みテクニックのトレーニングという観点からも、アノテーションと WM の関係性を示した本研究の結果は、読者により良い読みの技術を提供する手がかりとなる可能性はあるだろう。

謝辞 本研究は、博報財団 第 8 回「児童教育実践についての研究助成」を受け行われました。本研究結果の一部は、博報財団 第 8 回「児童教育実践についての研究助成」成果発表会および、Experimental Psychological Society London Meeting (2014) , 第 14 回日本ワーキングメモリ学会大会で発表されました。

引用文献

- Azuma, M., Ikeda, T., Minamoto, T., Osaka, M., & Osaka, N. (2012). High working memory performers have efficient eye movement control systems under Reading Span Test. *Journal of Eye Movement Research*, 5, 1–10.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47–89). New York: Academic Press.
- Bell, K. E., & Limber, J. E. (2010). Reading skill, textbook marking, and course performance. *Literacy Research and Instruction*, 49, 56–67.
- Conway, A. R. A., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D.Z., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 769–776.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, 450–466.
- Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: A meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3, 422–433.
- Dunlosky, J., Rawson, K. A., Marsh, E. J., Nathan, M. J., & Willingham, D. T. (2013). Improving students' learning with effective learning techniques: Promising directions from cognitive and educational psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14, 4–58.
- Fischer, M. (1999). Memory for word locations in reading. *Memory*, 7, 79–116.
- Fowler, R. L., & Barker, A. S. (1974). Effectiveness of highlighting for retention of text material. *Journal of Applied Psychology*, 59, 358–364.
- Huang, Y., Liang, T. Su, Y., & Chen, N. (2012). Empowering personalized learning with an interactive e-book learning system for elementary school students. *Education Tech Research*, 60, 703–722.
- Inhoff, A.W., Weger, U.W., & Radach, R. (2005). Sources of information for the programming of short- and long-range regressions during reading. In G. Underwood (Ed.), *Cognitive processes in*

- eye guidance* (pp. 33–52). Oxford: Oxford University Press.
- 神部尚武 (1986). 読みの眼球運動と読みの過程. *国立国語研究所報告* 85, 研究報告集 7, 29–66.
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99, 122–149.
- Kennedy, A., Brooks, R., Flynn, L.-A., & Prophet, C. (2003). The reader's spatial code. In J. Hyona, R. Radach, and H. Deubel (Eds.), *The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research* (pp. 193–212). Amsterdam: Elsevier.
- LaPointe, L. B., & Engle, R. W. (1990). Simple and complex word spans as measures of working memory capacity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16, 1118–1133.
- Logie, R. H. (2011). The functional organization and capacity limits of working memory. *Current Direction in Psychological Science*, 20, 240–245.
- Lorch, R. F., Jr., Lorch, E. P., & Klusewitz, M. A. (1995). Effects of typographical cues on reading and recall of text. *Contemporary Educational Psychology*, 20, 51–64.
- Maehara, Y., & Saito, S. (2007). The relationship between processing and storage in working memory span: Not two sides of the same coin. *Journal of Memory and Language*, 56, 212–228.
- Miyake, A. (1994). Toward a unified theory of capacity constraints: The role of working memory in complex cognition. *認知科学*, 1, 43–62.
- 荻阪満里子 (2002). ワーキングメモリ—脳のメモ帳 新曜社.
- Osaka, M., Nishizaki, Y., Komori, M., & Osaka, N. (2002). Effect of focus on verbal working memory: Critical role of the focus word in reading. *Memory & Cognition*, 30, 562–571.
- 荻阪満里子・荻阪直行 (1994). 読みとワーキングメモリ容量—日本語版リーディングスパンテストによる測定—. *心理学研究*, 65, 339–345.
- Peterson, S. E. (1992). The cognitive functions of underlining as a study technique. *Reading Research and Instruction*, 31, 49–56.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124, 372–422.
- Rayner, K., Chace, K. H., Slattery, T. J., & Ashby, J. (2006). Eye movements as reflections of comprehension processes in reading. *Scientific Studies of Reading*, 10, 241–255.
- Rayner, K., Juhasz, B. J., & Pollatsek, A. (2005). Eye movements during reading. In C. Hulme & M. Snowling (Eds.), *The science of reading: A handbook* (pp. 79–97). Oxford: Blackwell Publishing.
- Rickards, J. P., & August G. J. (1975). Generative underlining strategies in prose recall. *Journal of Educational Psychology*, 67, 860–865.
- Rawson, K. A., & Miyake, A. (2002). Does relocating information in text depend upon verbal or visuospatial abilities? An individual differences analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 801–806.
- 関友作 (1997). テキストの内容把握に対する箇条書とキーワード強調の影響. *日本教育工学雑*

誌, 21, 17-20.

- Tanaka, T., Sugimoto, M., Tanida, Y. & Saito, S. (2014a). The influences of working memory representations on long-range regression in text reading: An eye-tracking study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8:765.
- Tanaka, T., Kojima, T., & Saito, S. (2014b). The effect of highlight markers on relocation processes in text reading: An eye tracking study. *Experimental Psychological Society London Meeting*, University of College London, UK, January 9 - 10.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28, 127-154.
- 魚崎祐子・伊藤秀子・野嶋栄一郎.(2003). テキストへの下線ひき行為が内容把握に及ぼす影響. *日本教育工学雑誌*, 26, 349-359.
- 魚崎祐子・野嶋栄一郎.(2000). 下線引き行為が文章理解に及ぼす影響. *日本教育工学雑誌*, 24, 165-170.
- Weger, U. W., & Inhoff, A. W. (2007). Long-range regressions to previously read words are guided by spatial and verbal memory. *Memory & Cognition*, 35, 1293-1306.
- Yue, C. L., Storm, B. C., Kornell, N., & Bjork, E. L. (2015). Highlighting and its relation to distributed study and students' metacognitive beliefs. *Educational Psychology Review*, 27, 69-78.

(教育学研究科 研究員)

(受稿 2016 年 9 月 10 日、改稿 2016 年 12 月 2 日、受理 2016 年 12 月 26 日)

読み中の能動的アノテーションにワーキングメモリが及ぼす影響

田中 哲平

文章を読むという事は、私たちの日常生活の重要な基盤である。そのため多くの研究が様々な手法で読みのメカニズムを検討している。例えば、情報の処理をしながら情報を一時的に保持する記憶システムであるワーキングメモリは、文章理解能力や読み中の眼球運動と密接な関係を持つとされている。また普遍的な読みテクニックの一つである、ハイライトや下線を用いた能動的アノテーションは、読者の文章理解を促進すると考えられている一方で、その効果は限定的であると考えられている。本研究では、ワーキングメモリ容量の個人差が読者の能動的アノテーションに及ぼす影響を検討する。分析の結果、ワーキングメモリ容量が小さい読者は、容量が大きい読者に比べて能動的アノテーションを多用する事が明らかになった。また能動的アノテーションの数は、空間性ワーキングメモリとの間にのみ相関が認められ、言語性ワーキングメモリとの相関は認められなかった。

Effect of Working Memory for Active Annotation During Reading

TANAKA Teppei

Text reading underpins our daily life, and therefore numerous studies have discussed the reading mechanism using various methods. For example, working memory, which is a memory system for the temporary storage of information during cognitive processing, was shown to affect readers' eye movements in reading and to predict reading comprehension skill. In addition, it is assumed that active annotation, which is a common reading technique, such as highlighting and underlining, facilitates reading comprehension, but the effect is limited. The present study was performed to investigate the relationship between individual differences of working memory and active annotation during reading. The analyses indicated that subjects with low working memory capacity used many more annotations than those with high working memory capacity. Moreover, the number of active annotations was negatively correlated with spatial working memory capacity, but not with verbal working memory capacity.

キーワード： 読み、ワーキングメモリ、アノテーション

Keywords: Reading, Working memory, Annotation

