

作業記憶容量と補償的文章読解方略の使用との関係

— 眼球運動を指標として —*

広島大学 中 條 和 光

広島大学 中 尾 美 月**

問 題

私たちは、日々、多くの文章に接し、そこに書かれていることを理解し記憶している。しかし、私たちの注意は文章の内容に向けられ、文字を目で追うことで行われる読みという行為自体に注意が向けられることは少ない。読みは、私たちが意識することなく遂行される認知的過程であるために、まだその詳細までわかっているわけではない。そこで、本研究では、読みとそれを支える作業記憶の関係について検討を加える。

文章の読みを、文字列を目で追うことで文字を入力し、それを素材として単語を認知し、単語の列を文として統合し、推論によって文間の関連づけを行いながら首尾一貫性 (coherence) のある意味表象を形成するという認知的な課題であるとする、そこでは、認知された単語の意味や解析途中の文の意味表象を保持する記憶、形成された文の意味表象を保持しそれらを統合するために使用される記憶など、読みを支える記憶過程が重要な役割を果たしていると考えられる。このように複雑な高次の認知機能を実行する記憶装置として作業記憶 (working memory) と呼ばれる概念が提唱されている (Baddeley, 2000; Daneman & Carpenter, 1980; Just & Carpenter, 1992)。作業記憶は認知課題の遂行に必要な情報の一時的な保持と処理を担うシステムであり、人の様々な認知活動を支

える中心的なシステムである。読みはまさにこのような情報の保持と処理を必要とする認知活動の1つであり、既読箇所の内容を記憶にとどめつつ、後続の単語を処理する連続的な過程といえる。本研究は、この読みと作業記憶との関係について、読解中の眼球運動を手がかりとしてアプローチするものである。

読みにおいては、文章としての首尾一貫性を形成するために、それまでに読んだ文の言葉遣いや意味を保持しつつ、今読んでいる箇所の統語解析や意味処理が行われる。そのために、処理と保持とを担う作業記憶の容量が問題となる。この容量について、Daneman & Carpenter (1980) は、以下のように仮定している。作業記憶において、課題遂行中に「情報を保持している」とは、情報に対応する長期記憶の表象が活性化された状態に保たれていることである。一方、「情報を処理する」とは、長期記憶に保持されている課題遂行に必要な認知的処理手続きの表象が活性化していることである。また、これらの長期記憶に保持された表象を活性化させるために処理資源 (processing resources) を仮定する。そのうえで、Daneman & Carpenter (1980) は、情報を保持しておくことに使用される処理資源と手続きの活性化に使用される処理資源とは共通のものであり、その容量には限界があるというリソース共有仮説を提唱している。

これらの仮定のもとでは、処理の遂行中にどれほど多くの情報を活性化しておけるかは、処理と保持のそれぞれにどれだけの処理資源が配分されるかに依存する。したがって、文章の読みに含まれる認知的な処理に多くの

* Working memory capacity and compensatory strategy use.

** CHUJO, Kazumitsu (Hiroshima University) & NAKAO, Mizuki (Hiroshima University)

処理資源が配分される場合、例えば、複雑な構造の文や文章を読む場合、あるいは書かれている内容について予備知識を持たないような状況では、認知的処理に多くの処理資源が配分されるために、結果として保持に配分される処理資源が少なくなり読みが阻害されたり、内容理解が困難になったりすることが予測される。また、この処理資源の量、すなわち作業記憶の容量には個人差があることも知られている。Daneman & Carpenter (1980)では、作業記憶の容量を測定するものとしてリーディング・スパン・テスト (Reading Span Test; 以下ではRSTと略記する) を作成し、それによって測定された容量と代名詞の照応関係の処理や文章の内容把握との間に強い相関を見だしている。つまり、作業記憶容量が小さい読み手は、容量の大きい読み手に対して、同条件のもとでの読みにおいて照理解が劣ることや文章の内容把握が劣るという知見である。また、Daneman & Merikle (1996)は、作業記憶容量と読解能力との間で相関が認められる研究と認められない研究とがあることに関し、77の研究を対象としたメタ分析を行った。その結果、作業記憶容量を計測するRST等が読解能力に対する予測力を持つということが示された。

しかし、作業記憶容量のみで読解成績を完全に予測できるわけではないだろう。なぜなら、作業記憶容量が小さいとしても、読解を補償する何らかの方略を採ることで作業記憶の大きい者に劣らない読解成績を示す者がいることも考えられるからである。このような作業記憶容量と読解成績と方略との3者の関係を考えるうえで、処理効率性理論 (processing efficiency) の考え方が有用であると考えられる (Eysenck & Calvo, 1992)。なぜなら、この理論は、利用可能な処理資源が減少した状態でも補償的方略を用いることで読解の遂行を維持することができるということを予測するものであるからである。状態として利用可能な処理資源が少なくなるということは、特性として作業記憶容量の小さいことのアナロジーとしてとらえることが可能であり、作業記憶容量の小さい読み手が読解の遂行を維持するために採る方略を推測するこ

とができるからである。

処理効率性理論そのものは、情動と認知との関係として、読解過程に不安が及ぼす影響の生起機序を説明するものである。この理論によると、不安によって生じる思考などによって作業記憶に負荷がかかり処理資源が減少する状況では、当該の課題の遂行に配分される処理資源が少なくなるために遂行成績が低下すると予測される。例えば、試験場面のように状態不安が喚起されるような状況では、回避すべき結果や効力感のなさへの懸念 (worry) など、状況によって引き起こされる情動に関わる認知処理に処理資源が奪われてしまい、結果として読解成績が低下すると説明される。しかし、一方で、処理効率性理論は、懸念のために生じる処理資源の不足を補うような様々な補償的方略を採るならば遂行成績をある程度保つことができるとしている。例えば、読み手が、読解に時間をかけることで処理効率の低下を補ったり、読み返しを頻繁に行うことで既読箇所の記憶を補ったりするなどの方略を用いるならば、遂行成績をある程度保つことができると予想する。Calvo, Eysenck, Ramos, & Jiménez (1994)は、テスト場面における読みについて、不安傾向の高い参加者と低い参加者として読解過程を比較し、不安傾向の高い参加者が、文章をゆっくりと読んだり、読み返しを行ったりすることによって不安傾向の低い参加者と同程度の遂行成績をおさめることができたと報告している。また、処理効率性理論は、我々の日常の読みにも当てはめることができると考えられる。状態不安が喚起されるような状況に限らず、私たちは意図的に、あるいは意識することなく上述のような補償的方略をしばしば用いているのではないだろうか。難しい文章の読みではじっくりと精読するだろうし、複数の文にまたがる照応の理解では、読み返しを行うことで対応する語を視覚的に走査することもあるだろう。作業記憶容量の小さい読み手は、自身の記憶にとどめておける情報の量の少なさを補う方略として、一度に少しずつの文字列を読み込んでいくかもしれず、頻繁に読み返しを行っているかもしれない。逆に作業記憶容量の大きな読み手は、1

回の停留で多くの情報を読み込んだり、既読箇所について多くの情報を活性化した状態で保持したりして、自身の記憶に依存した処理を行っているかもしれない。

これまでの多くの研究では、作業記憶容量の小さい読み手が、読解に時間をかけたり読み返しを行ったりすることを作業記憶容量の小ささに起因する読みの困難さの指標、あるいは読みの破綻の指標としている。例えば、Miyake, Just, & Carpenter (1994) は、移動窓 (moving window technique) という文章呈示方法を用いて、作業記憶の小さい読み手は同義語による照応の理解に時間がかかるという結果を得ている。Miyake et al. (1994) の実験は、作業記憶容量の大きい読み手は既読箇所の情報を作業記憶に多く保持しているために照応処理が速やかに行われるのに対し、小さい読み手では、既読箇所の情報を保持できないために照応処理が困難になることを明らかにした点で意義がある。しかし、Miyake et al. (1994) の用いた呈示手続きでは既読箇所を読み返すことができず、そのために読み手自身の記憶のみに依存して読解を進める特殊な読みが観察されたという可能性がある。通常の読みにおいては、作業記憶が小さい読み手であっても、既読箇所を頻繁に走査することで、読みが破綻したり困難になったりすることを回避している可能性がある。

そこで本研究では、比較的長い文章を1画面に呈示し、その読解中の眼球運動を指標として、作業記憶容量の違いが文章の読み方にどのような影響を与えているかを明らかにすることを目的とする。このような実験を通して、作業記憶容量の小さい読み手が、作業記憶に保持できる情報が少ないにもかかわらず破綻なく文章を理解する過程を明らかにする。このような検討を行うことは、読解指導において、作業記憶容量の小さい読み手の指導方法を考えるうえで有意義なものであろう。そのために、あらかじめ作業記憶容量の個人差を測定し、作業記憶容量の小さい読み手の読みと容量の大きい読み手の読みを比較し、両者の読み方略に違いがあるかどうかを調べる。読みの行動的指標として眼球運動を測定する。読みの眼

球運動は、短時間の停留と跳躍運動(サッケード運動)とを繰り返すものであり、停留中に読みの有効視野内にある文字列が読み込まれるとされている。したがって、眼球停留は、読み手がその時点において選択的な注意を向けている文字列、つまり作業記憶において活性化している文字列を推測するための手がかりとなる。加えて、眼球停留時間の長さは、読み手が停留中に行っている情報処理の量の指標となると考えられる。つまり、長時間の眼球停留は注意を向けている文字列に関して時間のかかる認知的処理を行っていることを示していると推測できる。

処理効率性理論から予測される結果は以下の通りである。作業記憶容量の小さい読み手は、容量の不足に起因する読みの困難を回避するために、作業記憶に加わる負荷を軽減するような補償的方略を用いる。つまり、こまめに眼球を移動させることで、1回の停留で処理する情報の量を少なくする、あるいは、既読箇所を何度も読み返すなどの方略を使用する可能性がある。したがって、短時間の眼球停留や読み返しを示す眼球運動が増えると考えられる。一方、作業記憶容量の大きい読み手は、一度に多くの情報を保持することができるため、1回の停留で多くの情報を処理できると考えられる。また、作業記憶として保持された情報を利用して文章の首尾一貫性の処理が行えるために、読み返しが比較的少ないと考えられる。このように読み手自身の作業記憶容量に応じた読み方略を探ることによって、容量の小さい読み手であっても、容量の大きい読み手に劣らない内容理解が得られると予測される。

また、作業記憶容量が小さい読み手による補償的方略の使用は、作業記憶への負荷が増大するにつれて増加すると考えられる。読解においては、文章の始まりから文章の終わりまで、読み手に対して均一に負荷がかかるわけではない。読みを進めるにつれて既読箇所を保持しておくために作業記憶に加わる負荷は増大すると考えられる。そこで、文章を読み始めてから比較的短時間のうちに生じる眼球運動のパターンとある程度読み進んでから

生じる眼球運動のパターンとでは、異なることが予想される。すなわち、読み始めでは、作業記憶が小さい読み手であっても作業記憶に加わる負荷が少ないために容量の大きな読み手と同様の眼球運動が生じるが、読み進むうちに、容量の小さい読み手は補償の方略を用いた読みに移行するという予測である。この予測について検討するために、読解開始からの経過時間に沿って作業記憶の小さい読み手と大きい読み手の眼球運動パターンを比較する。

方法

参加者 正常な視力を持つ大学生 21 名が実験に参加した。

実験計画 RSTの結果と読解テストの結果により、参加者をそれぞれ高得点群と低得点群に分ける一要因計画とした。

作業記憶容量の測定 苧阪・苧阪(1994)で作成された日本語版 RST を用いた。ただし、刺激文はカードではなく、CRT ディスプレイ上に呈示した。呈示画面では、フォントサイズを 20 ポイントとし、背景色を黒色、文字色を白色として 1 文ずつ呈示した。試行間には、白色の画面を呈示した。試行内での文の呈示画面切り替えにおいては遅延時間を設けなかった。RST の実施手続きは苧阪(1998)にしたがった。参加者は文(例えば、「ドライアイスは氷菓子を冷やすのにちょうど良い」)を声に出して読み、白色の画面が現れるとすぐに、その試行で呈示された文で下線が引かれていた語(ターゲット語；「氷菓子」)を再生した。刺激文を 2 文呈示した後白色の画面を呈示する 2 文条件から開始し、続いて 3 文条件、4 文条件、5 文条件の順に行った。各条件につき 5 試行ずつ行った。再生時間は 2 文条件で 10 秒、3 文条件で 15 秒、4 文条件で 20 秒、5 文条件で 25 秒とした。ターゲットの再生順序は自由であったが、親近性効果を避けるため、試行の最後に呈示された文のターゲット語を最初に報告することは避けるよう教示した。採点は Daneman & Carpenter(1980)に基づき、各条件の 5 試

行中 3 試行以上で正解だった場合、その条件をパスしたとし、例えば 3 文条件でパスした場合は 3 点を与えた。また、3 文条件をパスし、4 文条件で 2 試行正解だった場合は、3.5 点が与えられた。したがって、とりうる得点の範囲は、2 点から 5 点であった。

読み材料文章と読解テスト 実験に先立って実施した予備調査で参加者にとってなじみがないとされた文章(『イスラームとは何か—その宗教・社会・文化』、小杉 泰, 1994, 講談社)を選択した。文章は 6 段落で構成され、総文字数は 985 字、漢字含有率は 28.5% であった。読み材料文章は、RST と同様に、ディスプレイ上に 1 画面で呈示した。文章は、画面上で縦約 20cm、横約 26cm の範囲に、1 行あたり 43 文字の横書きで 25 行にわたって呈示された。参加者に同じ読みの構えを採らせることと読解の程度を測定することを目的として、文章の内容を問う設問からなる 15 点満点の読解テストを実験者が作成した。これらの読み材料文章と読解テストは付録に掲載した。材料文章の読みに先立って、参加者には読解テストを行うことを予告した。

装置 パーソナルコンピュータ(FUJITSU FMV-5166D8)の制御によって、17 インチ CRT ディスプレイ(NANAO FlexScan55F)上に刺激を呈示した。ディスプレイの輝度とコントラストは刺激文を見やすいレベルに調節し、実験中は固定したままであった。課題遂行中の参加者の眼球運動を帽子の鏝にアイカメラを取り付けたアイマークレコーダ(ナック社製 EMR-8)を用い、左片眼で、検出レート 60Hz で記録した。眼球運動のデータ解析にはナック社製 EMR-8 アイマークレコーダ解析ソフトウェアを用いた。頭部の動きを抑制するために顎置き台を用いた。参加者は、観察距離約 55cm で CRT 画面に正対して着座した。

手続き 実験は、RST の測定、練習文章の読み、練習文章の読解テスト、読み材料文章の読み、読解テストの順に実施した。練習文章の読みと練習文章の読解テストは、実験と同じ手続きで行った。練習と本実験の手続きは以下の通りであった。参加者自身がマウスをクリック

クすることで文章を画面上に呈示し、読解終了時に参加者自身がマウスをクリックすることで文章を画面上から消去した。文章の読みに関して制限時間は設けなかった。文章の読み方に関しては、最初から最後まで一度に読むよう教示し、まず全体を流し読みした後に再度の読みで詳細に読むという読み方はしないよう注意した。読解テストは、眼球運動の記録終了後に、問題用紙に筆記で解答させた。

眼球運動の計測に関し、眼球停留は、文章が呈示されるディスプレイ上で直径 30 ピクセルの円内(おおよそ 1 文字の大きさ)に 50ms 以上長く凝視がある場合と定義した。また、既読箇所への読み返しの指標としての逆行に関しては、EMR-8 アイマークデータ解析システムにより視線の移動方向を 8 方向に分類し、レーダーチャートに表示させ、既読箇所を読み返す際の移動方向として、水平左方向と上方向(真上, 右上, 左上)への移動を逆行とし、このレーダーチャートから生起率(%)を読みとって集計した。

結果

21 名の参加者の内、10 名に関しては、アイカメラ装着時のキャリブレーションに失敗したり、読み課題遂行中に頭部が大きく動き視野画像がずれてしまったために文章を読んでいることが確認できず、分析の対象から除

外した。図 1 は残りの 11 名の RST 得点の分布を示したものである。この 11 名の内、RST 得点の上位 4 名を RST 高得点群(平均 RST 得点 4.13 点, $SD = 0.63$), RST 得点の下位 4 名を RST 低得点群(平均 RST 得点 2.13 点, $SD = 0.25$)とした。

各群について、読解テストの得点、読み時間、眼球停留時間、逆行率の平均を求め、表 1 に示した。これらの従属変数について、それぞれ t 検定を用いて群間比較を行った。読解テストの得点は、RST 高得点群(8.50 点, $SD = 4.20$)と低得点群(8.75 点, $SD = 0.96$)でほぼ等しかった。 t 検定の結果、2 群間に有意差は見られなかった。文章の読み時間は RST 高得点群(290.75sec, $SD = 85.85$)の方が低得点群(237.50sec, $SD = 96.33$)よりもわずかに

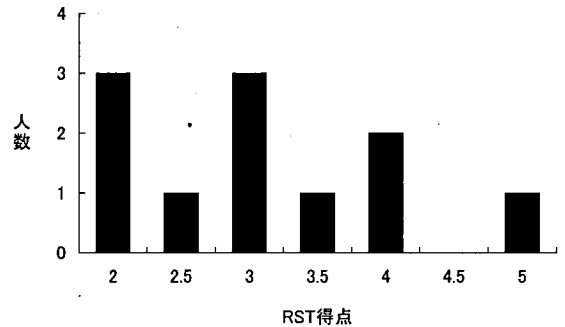


図 1 RST 得点の分布

表 1 読みの各指標における RST 得点群間比較

	RST 高得点群		RST 低得点群		t 値 $df = 6$	p
	平均	SD	平均	SD		
読解得点	8.5	4.2	8.8	1.0	-0.12	
読み時間(sec)	290.8	85.9	237.5	96.3	0.83	
停留時間(ms)	234.7	23.5	192.7	24.0	2.50	*
逆行率(%)	11.3	1.5	24.3	5.2	-4.81	**

注) 逆行率は、EMR8 アイマークデータ解析システムの視線移動方向の分析を用いて集計した。同解析システムでは、視線の移動方向を 8 方向にグループ化してそれぞれの生起率(%)がレーダーチャートに表示される。水平方向で左方向への移動と上方向(真上, 右上, 左上)への移動を逆行とし、その生起率を被験者ごとにグラフより読みとって集計した。なお、*は $p < .05$, **は $p < .01$ を示す。

長かったが、*t*検定の結果、有意な差は見られなかった。しかし、眼球運動については、平均停留時間がRST高得点群で234.70ms (*SD* = 23.52)である一方で、RST低得点群で192.65ms (*SD* = 24.01)であり、有意に低得点群の方が短いことが見いだされた。また、逆行率については、RST低得点群(24.25%, *SD* = 5.19)の方が高得点群(11.25%, *SD* = 1.50)よりも平均逆行生起率が高かった(*t* = -4.81, *p* < .01)。

さらに、RST高得点群と低得点群とで眼球運動の生起パターンを比較するために、どのくらいの長さの停留がどの程度出現したかを調べた。停留時間を50-99ms, 100-149ms, 150-199ms, 200-499ms, 500ms以上の5区間に分類し、区間ごとに停留頻度を数えあげ、各区間の停留頻度が全停留頻度に占める割合を算出しRST得点群別に停留の生起の割合として図2に示した。図2より、RST低得点群の方が高得点群よりも短い停留の

生起の割合が高いことが伺える。区間ごとに*t*検定を用いて群間比較を行ったところ、50-99ms区間で有意差が見られ、RST低得点群では高得点群と比べて停留の生起の割合が高かった(*t*(6) = -7.30, *p* < .01)。また、100-149ms区間でRST低得点群の方が高得点群よりも停留の生起の割合が高い傾向が見られた(*t*(6) = -2.08, *p* < .10)。逆に200-499ms区間ではRST高得点群の停留の生起の割合が低得点群と比べて有意に高かった(*t*(6) = 3.20, *p* < .05)。

上記の結果が参加者の読解能力の違いによるという可能性について検討するために、読解テストの得点別に同様の分析を行った。分析の対象とした11名の中から得点の上位4名(高群: 9点以上, 平均10.50点, *SD* = 2.38)と下位3名(低群: 7点以下, 平均5.00点, *SD* = 1.73)を選択した(図3)。これら2群において、上述の指標について集計し(表2, 図4), *t*検定で群間比較を

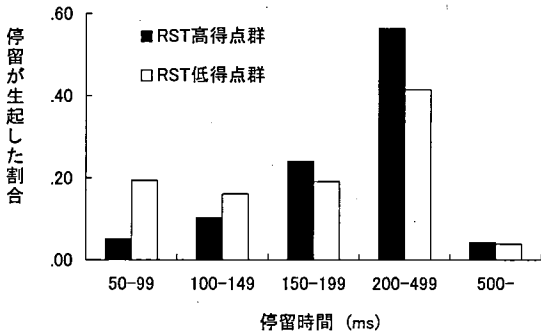


図2 停留時間別に算出した停留生起率のRST得点群間比較

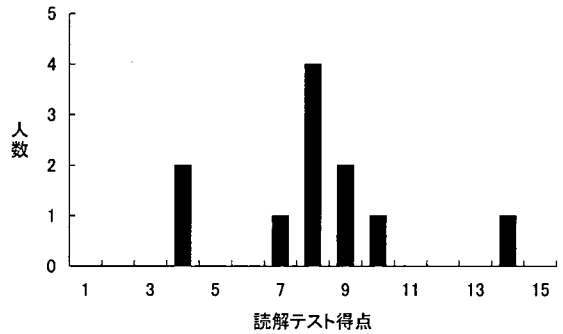


図3 読解テスト得点の分布

表2 RST得点と読みの各指標における読解テスト得点群間比較

	読解テスト高得点群		読解テスト低得点群		<i>t</i> 値 <i>df</i> = 5	<i>p</i>
	平均	<i>SD</i>	平均	<i>SD</i>		
RST得点	3.3	1.5	3.5	0.5	0.27	
読み時間 (sec)	286.8	82.4	292.7	87.4	0.09	
停留時間 (ms)	289.1	21.0	287.6	9.0	0.09	
逆行率 (%)	20.0	9.9	13.3	4.2	-1.07	

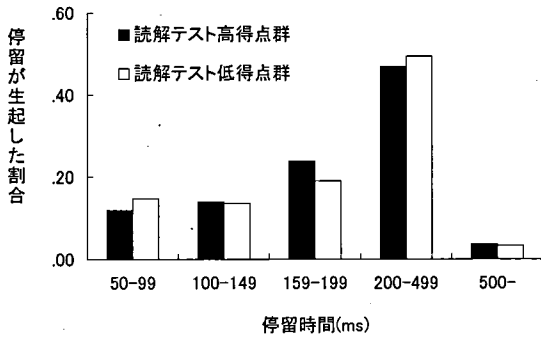


図4 停留時間別に算出した読解テスト得点群間での停留の生起割合の比較

行った。その結果、各群のサンプル数が少ないこともあるが有意差は全く見られなかった。したがって、上述のRST得点の高得点群と低得点群との間の差異は、作業記憶容量の差に起因することが示唆された。

さらに、RST得点の高得点群と低得点群との間で、読解の進行に伴って眼球運動の生起パターンに変化が見られるかどうかを分析した。読解開始-15秒、15秒-30秒、60秒-75秒の3区間各15秒間について、平均停留時間と逆行率、停留時間ごとの停留の生起の割合を表3のAからCに示した。

表3-A 眼球運動生起パターンのRST得点群間比較（読解開始から15秒まで）

	RST高得点群		RST低得点群		t 値	p
	平均	SD	平均	SD		
停留時間 (ms)	241.0	23.7	214.8	47.8	0.98	
逆行率 (%)	21.0	13.0	30.3	12.7	-1.02	
停留が生起した割合						
50-99 ms	.0	.0	.2	.1	-3.88	**
100-149 ms	.1	.0	.2	.1	-1.35	
150-199 ms	.2	.1	.2	.1	0.64	
200-499 ms	.6	.1	.5	.2	1.39	
500 ms-	.1	.0	.1	.1	-0.15	

表3-B 眼球運動生起パターンのRST得点群間比較（15秒から30秒まで）

	RST高得点群		RST低得点群		t 値	p
	平均	SD	平均	SD		
停留時間 (ms)	253.7	41.7	242.7	19.6	0.48	
逆行率 (%)	14.0	4.2	25.3	7.1	-2.72	*
停留が生起した割合						
50-99 ms	.0	.0	.1	.1	-2.10	†
100-149 ms	.1	.1	.1	.1	0.12	
150-199 ms	.2	.1	.2	.1	0.60	
200-499 ms	.6	.1	.5	.1	1.38	
500 ms-	.1	.1	.1	.0	-1.01	

表3-C 眼球運動生起パターンのRST得点群間比較（60秒から75秒まで）

	RST高得点群		RST低得点群		t 値	p
	平均	SD	平均	SD		
停留時間 (ms)	240.6	35.8	192.9	59.9	1.37	
逆行率 (%)	17.0	11.5	36.0	8.8	-2.63	*
停留が生起した割合						
50-99 ms	.0	.0	.3	.1	-8.42	**
100-149 ms	.1	.0	.2	.1	-1.40	
150-199 ms	.2	.1	.2	.1	0.81	
200-499 ms	.6	.1	.3	.1	4.10	**
500 ms-	.1	.1	.1	.1	-0.24	

注) †は $p < .10$, *は $p < .05$, **は $p < .01$ を示す。

3区間ごとに、RST 得点高得点群と低得点群間で、それぞれの指標について t 検定を用いて群間比較を行った。その結果、読解開始から 15 秒間の区間では、平均停留時間や逆行の生起率には、RST 得点の高低群間で差がなかった。この点は、予測を支持する結果であった。しかし、予測に反して 50-99ms という極めて短い停留の生起の割合において RST 高低群間で有意な差があり、RST 高得点群 (.03, $SD = .04$) よりも低得点群 (.16, $SD = .05$) の方が高かった ($t(6) = -3.88, p < .01$)。読解開始後 15 秒から 30 秒までの区間では、平均停留時間の RST 得点高低群間の差は有意ではなかったが、逆行の生起率において RST 低得点群 (25.25 %, $SD = 7.09$) の方が高得点群 (14.00 %, $SD = 4.24$) よりも高かった ($t(6) = -2.72, p < .05$)。また、50-99ms の停留の生起の割合も低得点群 (.13, $SD = .10$) の方が高得点群 (.02, $SD = .02$) よりも高い傾向があった ($t(6) = -2.10, p < .10$)。読解開始 60 秒から 75 秒までの区間では、平均停留時間では有意差がなかったが、それ以外の指標では、表 1, 図 2 に示した読解時間全体の RST 得点群間の差のパターンと同様のパターンとなった。逆行の生起率が、RST 低得点群 (36.00 %, $SD = 8.76$) の方が高得点群 (17.00 %, $SD = 11.52$) よりも高く ($t(6) = -2.63, p < .05$)、また 50-99ms の停留の生起の割合も、低得点群 (.27, $SD = .06$) の方が高得点群 (.02, $SD = .00$) よりも高くなった ($t(6) = -8.42, p < .01$)。逆に 200-499ms の停留の生起率では、RST 高得点群 (.61, $SD = .12$) の方が低得点群 (.34, $SD = .06$) よりも高くなった ($t(6) = 4.10, p < .01$)。

以上の分析から、読み始めでは、作業記憶が小さい読み手であっても作業記憶に加わる負荷が少ないために容量の大きな読み手と同様の眼球運動が生じるが、読み進めるうちに、容量の小さい読み手は補償的方略を用いた読みに移行するという予測は、概ね支持されたといえよう。

考 察

本研究では、作業記憶容量の小さい読み手と大きい読み手の読解中の眼球運動の比較を通して、作業記憶容量

と文章の読み方との関係を調べた。その結果、通常の読みにおいて、作業記憶容量の小さい読み手が、作業記憶として保持できる情報が少ないにもかかわらず、破綻なく文章を理解するために採っている補償的な読み方略が明らかになった。

図 1 に示したように、本研究が対象とした大学生においても RST 得点は広く分布していた。同様の結果は荻阪・荻阪 (1994) にも報告されている。一般的に RST 得点と読解成績との間には相関関係があるとされるが、本研究においては RST 得点の高群と低群との間で読解テストの得点に差がなかった。この原因は、おそらく、文章の読みにおいて時間制限を設けず、また、自由な読み方を許したことにあり、そのため、両群共に十分に理解できるまで文章を読むことができたためであると考えられる。なお、本研究は、この結果をもって RST 得点と読解成績との間に相関がないと主張するものではない。むしろ、両者の相関関係を認めたくえて、処理効率性理論から推測されるように、作業記憶容量の小さい読み手であっても何らかの補償的な方略を採ることによって容量の大きい読み手と同程度の文章理解が可能になると考え、そのような方略使用の実態を明らかにすることを目的としている。本研究で取り上げた補償的読解方略はテスト不安のように作業記憶に負荷がかかる状況における読み手や、作業記憶容量が大きくない読み手の読解指導を行ううえで重要な示唆を与えるものであろう。

本研究の参加者において確認されたことをまとめると、作業記憶容量の大きい読み手と小さい読み手との読み方の差異は、大きい読み手において 200-499ms の眼球停留が多く生起するのに対し、小さい読み手では、150ms よりも短い停留を頻繁に行うことと既読箇所の読み返し(逆行)を頻繁に行うという点であった。

本研究において確認された作業記憶容量の小さい読み手の読みの特徴、すなわち補償的方略と、それぞれの方略によって作業記憶に加わる負荷がどのように軽減されるかについては、以下のように考えられる。作業記憶容量の大きい読み手に見られる比較的長い停留は、その停

留の間に凝視点の周辺の文字列を処理し、さらにそれらを既読箇所へ統合するのに十分な時間であると考えられる。これは、読解中の停留時間の分布に関して、停留時間は150msから500msで、ほとんどは200msから300msである(斎田, 1993)ことや、漢字仮名交じり表記の日本語横書き文章の読みにおける平均停留時間が190ms(Osaka, 1992)であることなどから推測できる。この停留の間、読み手は既読箇所に関する記憶に依存した処理を行っていたことが示唆される。これに対し、容量の小さい読み手では、平均停留時間よりも短い停留の生起率が容量の大きい読み手よりも高い。平均停留時間よりも短い停留時間において、凝視点周辺の文字列を読み込みつつ、そのつど既読箇所との統合を十分に行っていたと考えるには無理があろう。むしろ、逆行の生起率の高さと考え合わせると、凝視点周辺の文字列の処理を行った後に、1文内、あるいは文間にわたって既読箇所を走査しながら統合処理を行っていたという可能性が考えられる。短い停留は、この既読箇所の走査を反映するものと考えられよう。このような読みを行うことで、保持に配分される処理資源を節約し、読みの破綻を回避したのではないだろうか。つまり、作業記憶容量の小さい読み手は、文章の記憶を補助するものとして利用することにより、自身の処理資源の不足を補う補償的な読み方略を採用していたと考えられるのである。

以上のように、本研究では概ね処理効率性理論を支持する結果が得られたが、読み時間についてはこの理論からの予測と一致しなかった。処理効率性理論からは、作業記憶容量の小さい読み手は大きい読み手よりも読解に長い時間をかけることで、一時に処理すべき情報の量を加減し、作業記憶に加わる負荷を分散させる方略を採ることも考えられた。しかし、本研究では、作業記憶容量の大きい小さいに拘わらず、読み時間はほぼ同じであった。この予測が支持されなかった理由として、方略の選択と読み材料として用いた文章との相互作用の要因が考えられる。読み手がどのような読み方を採用するかは、読み手の持っている方略と読み材料の特性との相互作用

によって決定されるとすると、今回の実験で用いた材料では、読み時間をかけるよりも観察されたような読みを行うという選択がなされたという可能性である。このことについては、難易度や長さなどの異なる多様な文章を読み材料に用いることによって検討できるであろう。

また、本研究では、文章の読みの進行につれて、作業記憶容量の小さい読み手が読みの方略を変更していくことも確認された。容量の小さい読み手は、文章を読み進めるにつれて保持すべき情報や照応の処理などの負荷が増大するために補償的な読み方略を採用するようになると考えられる。しかし、当初の予測に反して、容量の小さい読み手で、文章の読み始めに極めて短い停留が多く生起していた。このことは、読み始めの箇所もまた、読み手にとって認知的な負荷が大きいと考えることで予測を修正すべきであることを示唆している。文章の書き出しの箇所では、読み手は文脈を把握する以前の段階にあり、文間の首尾一貫性を形成するための処理と脈絡の定まらない情報の保持に多くの処理資源が必要となるだろう。また文脈を利用して先の展開を予期しつつ読むという予期的な読みができないことも読み手に不利となる。それらのために補償的な方略が採られた可能性がある。

なお、本研究では、作業記憶容量の多寡と読み方の関係を明らかにするという目的のために、主として眼球運動の量的に把握できる側面を調べ、停留箇所を特定した停留時間や移動の分析を行わなかった。そのため、RST得点の高低群間や読解テストの得点の高低群間の眼球運動パターンの差異について明らかにすることはできなかったが、それらの差異がどのような文字列の処理に由来するかについては不明である。また、作業記憶容量の小さい参加者の読みに見られる極めて短い停留についても、読み返しの際に生起していたのか、順行の読みにおいて生起していたのか、あるいは両方で生起したのかなどの分析を行っていない。今後は、これらの詳細な分析を行えるように方法を改善し、本研究で取り上げた補償的な読み方略の実態を繰り返し、より詳細に明らかにすることが課題となろう。

謝 辞

本論文の作成にあたり、多大な助力をいただいた広島大学大学院教育学研究科藤木大介助手に心よりお礼申し上げます。また、実験の実施にあたり、伊藤裕子氏、奥田紗史美氏、角潤氏、河埜里美氏、迫健介氏、富田雄作氏に協力いただきました。記して謝意を表します。

引用文献

- BADDELEY, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- CALVO, M. G., EYSENCK, M. W., RAMOS, P. M., & JIMÉNEZ, A. (1994). Compensatory reading strategies in test anxiety. *Anxiety, Stress, and Coping*, 7, 99-116.
- 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.
- EYSENCK, M. W., & CALVO, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition and Emotion*, 6, 409-434.
- JUST, M. A., & CARPENTER, P. A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review*, 99, 122-149.
- MIYAKE, A., JUST, M. A., & CARPENTER, P. A. (1994). Working memory constraints on the resolution of lexical ambiguity: Maintaining multiple interpretations in neutral contexts. *Journal of Memory and Language*, 33, 175-202.
- OSAKA, N. (1992). Size of saccade and fixation duration of eye movements during reading: Psychophysics of Japanese text processing. *Journal of Optical Society of America*, 9, 5-13.
- 荻原満里子 (1998). 読みとワーキングメモリ. 荻原直

行(編)『読み-脳と心の情報処理』(pp.239-262), 朝倉書店.

荻原満里子・荻原直行 (1994). 読みとワーキングメモリ容量: リーディングスパンテストによる検討. *心理学研究*, 65, 339-345.

斎田真也 (1993). 読みと眼球運動. 荻原良二・中溝幸夫・古賀一男(編)『眼球運動の実験心理学』(pp.167-197), 名古屋大学出版会.

付 録

読み材料文章

現代のイスラームは危機意識によって特徴づけられている。黄金期のイスラームには、いわば大人のゆとりが常にあった。危機の時代には、過剰な反応が目につくのも、致し方ないことかもしれない。その代表例として、サルマン・ラシュディ事件が挙げられるかも知れない。

これは、イギリスの作家ラシュディが『悪魔の詩』という小説で、イスラーム及び預言者ムハンマドを誹謗したとして、一九八九年にホメイニーがラシュディは死刑に値するとの裁定を下したことから起こった。この小説に抗議するデモが、インドなどイスラーム世界の各地で起こった。イギリスでもインド系のムスリム市民を中心に抗議行動がなされた。事態は外交問題にも発展し、イギリスとイランは国交断絶した。

先進国では、この問題は言論の自由と内政不干渉の文脈で捉えられることが多かった。そうした側面があることは確かであるが、イスラーム自体の文脈に即して見ると、この事件から次の三点が読みとれる。

一つは法の認識である。近代法は属地主義を取る。その観点からはラシュディはイギリス市民で、彼の行為をイスラーム法が裁くのはおかしい。しかし、イスラーム法は、属人主義を取る。信徒はどこにいてもイスラームの教えに従わなくてはならない。イギリスに行ったからといって、たとえば礼拝の義務がなくなることはないであろう。ラシュディはサルマンという名前が示す通り、ムスリムとしてイスラーム法に規制されるとホメイニー

が判断するのは、当然と言える。イギリス市民権を取っただけでは、イスラーム法から離れることにはならない。言いかえると、イギリス側はラシュディをイギリスの人間だと思ひ、イスラーム側はイスラーム共同体の一人だと考えている。ここに認識の対立がある。

第二に、ラシュディに代表されるような、名目的にはムスリムでありえても信条・思想はイスラームと無縁の世代が生まれている、という問題である。ラシュディの場合は、他の信徒の神経を逆撫でする作品を発表したことで事件となったが、同じ種類の問題はあちこちに存在する。

第三は、信徒の信条についてである。この事件は、信徒の間で今なおムハンマドに対する敬愛が非常に深く、それを冒すときわめて感情的な反応が生じることを示した。神に関する議論の場合は、たとえ流石な議論が出ても冷静に対応する信徒が多いのに対して、対照的と言える。

読解テスト

問1. サルマン・ラシュディ事件について正しいものを

1つ選べ。(2点)

1. ラシュディはイギリスの法によって保護されていたがホメイニーによって処刑された。
2. ホメイニーがラシュディに死刑の裁定を下したことに對しムスリムは反発した。
3. イギリスではラシュディに対する抗議デモが起こった。
4. ラシュディは、ムスリムはイスラーム法で裁かれなくては行けないと主張した。

問2. ラシュディの小説が問題となった理由を簡潔に述べよ。(3点)

問3. 法の認識について、イギリスとイスラーム世界の考え方の違いを簡潔に説明せよ。(3点)

問4. サルマン・ラシュディ事件の背景となった要素で正しいものを1つ選べ。(2点)

1. 信徒の怠慢
2. イスラーム法の矛盾
3. 現代のイスラームの危機意識
4. イギリス市民権取得の問題

問5. 本文の内容を簡単に要約しなさい。(5点)

Working Memory Capacity and Compensatory Strategy Use

CHUJO, Kazumitsu (Hiroshima University)

NAKAO, Mizuki (Hiroshima University)

SUMMARY

This study attempted to establish the relationship between text reading strategies and working memory capacity. Specifically, the authors sought to determine if low span readers use strategies to compensate for low working memory capacity.

The subjects were 21 university students. The working memory span of each student was measured using the Japanese version of the Reading Span Test (RST). In the 2-sentence condition version of this test, subjects were put in front of a screen, shown one sentence including one underlined word, and asked to read it aloud. A second sentence immediately followed. Again, subjects read it aloud. The following white screen indicated that the session was over. Students were then asked to say the underlined word of each sentence. Similarly 3-, 4-, and 5-sentence conditions were conducted, each comprising 5 trials.

Next, the subjects read an unfamiliar text, followed by a comprehension test. As they read, their eye movements were measured using an eye mark recorder. However, it failed to record the eye movements of 10 of the subjects. Finally, the subject field was reduced to 8, including 4 high span readers and 4 low span readers.

High span readers were compared to low span readers. The results revealed that there were no differences in comprehension performance as a function of working memory capacity. However, low span readers showed more frequent short-duration eye fixation and more reading regressions than high span readers. This suggests that low span readers use these compensatory strategies to reduce the demands placed on working memory, thus facilitating comprehension.