

言語性ワーキングメモリ課題における注意制御に関する実験的研究 —高齢者と若年者のエラーを中心として—

東 美由紀

【第1章】序論

ワーキングメモリは、我々の複雑な思考能力を支える、注意制御の下での一時的な貯蔵システムであると仮定されている (Baddeley, 2007)。本研究は、言語性ワーキングメモリ課題として広く使われているリーディングスパンテスト (RST) において、注意制御の観点からワーキングメモリの個人差および加齢の影響を検討することを目的としている。

RST とは、Daneman & Carpenter (1980) の開発したワーキングメモリを必要とする課題であり、呈示される文の音読および、その文内の指定された 1 単語の保持が求められる。つまり、課題遂行には文の音読という処理と、単語の記憶という保持を同時に行うことが必要となる。一度に音読する文の数は段階的に増加するため、保持する単語の数もそれに伴い増加し、利用できる資源が限界に近付くなかでどれくらい多くの単語を保持できるかが測定される。Daneman & Carpenter が開発したオリジナル版の RST の文には英語が用いられていたが、日本語版 RST も開発されている (苧阪・苧阪, 1994)。オリジナル版の RST では保持すべき単語が文末の単語と指定されていたのに対し、日本語版 RST では、保持すべき単語は日本語文法の特性上、文末の単語を指定すると品詞に偏りが出てしまうため、保持すべき単語は赤い下線によって示されている。RST は個人のワーキングメモリの容量を測定する課題として広く用いられており、RST もしくはワーキングメモリの個人差を生み出す要因は多くの視点から研究が進行している。個人差を生み出す要因として考えられるのは、保持の要因、処理の要因、そして注意制御の要因の 3 つであり、中でも注意制御については加齢によるワーキングメモリの低下とも関連が深い。本研究では特に注意制御に着目して検討することとした。

【第2章】RST におけるエラー特徴

RST においては様々なエラーが見られるが、そのエラーがどのような働き、あるいは働きの欠如によって生じるものかを調べることは、ワーキングメモリの個人差を生み出す要因、特に注意制御の特徴を検討するうえで有効なアプローチ法であると考えられる。RST のエラー分類は、その研究ごとに着目する点が異なり、それによって分類方法も異なる。先行研究では、Baddeley のモデルでいう音韻ループと関連があると思われる音韻エラー、視空間スケッチパッドと関連があると思われる意味エラーの分類、更新の機能にのみ着目して、報告された単語が試行内の単語であったか試行外の単語であったかに基づく分類、抑制機能であるアクセス制御・消去・反応の制限をそれぞれ反映する試行内侵入エラー・試行外侵入エラー・無関連侵入エラーの 3 つの分類、そして若年者から高齢者までの RST を実際に行って認められたエラーからの分類、等がある。本研究ではそれら先行研究に共通するものを、注意制御の機能と関連付けて 4 つのエラーに分類し、分析の中心とした。1 つ目は課題遂行に関連のある情報にのみ注意を向けられないことに起因すると考えられる「試行内侵入エラー」、2 つ目は一度必要だったが現在の課題には必要のない情報を消去し、新しく必要になった情報に更新することに関わると考えられる「試行外侵入エラー」、3 つ目は課題遂行に適さない反応を抑制することに関わると考えられる「無関連語侵入エラー」、そして 4 つ目は処理資源が音韻ループや視空間スケッチパッドに十分に割り当てられないことに起因すると考えられる「保持過程のエラー」である。

実験 1 若年者の RST エラー特徴

実験 1 では若年者（大学生）を対象としてエラーの分析を行った。この結果、若年者全体では試行内侵入エラーと保持過程のエラーが多いことが示された。若年者を高得点群と低得点群に分けたところ、高得点群では保持過程のエラーが他のエラーよりも多かったが、低得点群では保持過程のエラーに加え試行内侵入エラーも多いことが示された。試行内侵入エラーは高得点群よりも低得点群において多く生じており、若年者内でのワーキングメモリの個人差は主に課題遂行に必要な情報にのみ注意を向けられず、不必要な情報を誤って保持してしまう働きによるものと考えられる。

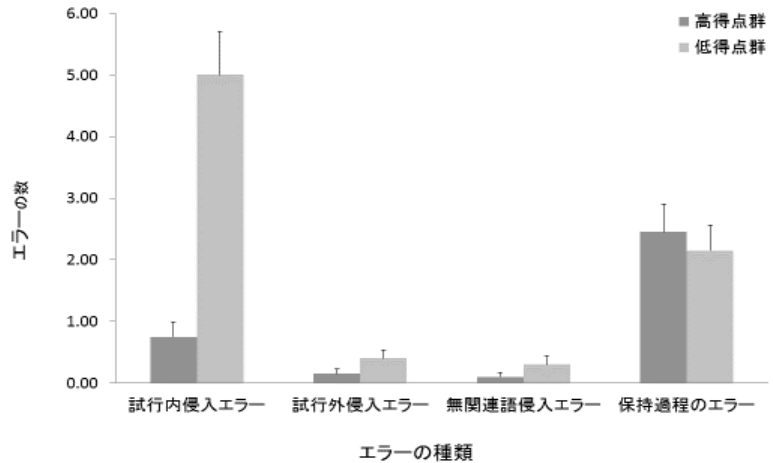


図 1 若年者のエラー

実験 2 高齢者の RST エラー特徴

実験 2 では高齢者を対象として同様のエラー分析を行った。この結果、高齢者では試行内侵入エラー、試行外侵入エラーが多いことが示された。若年者の低得点群が不得手とするのは課題遂行に関連のある情報にのみ注意を向けることであったが、高齢者も同様に課題遂行に関連のある情報にのみ注意を向けることが不得手であること、また高齢者ではそれに加えて不要になった情報を消去し新しい情報に更新することも困難であることも示された。

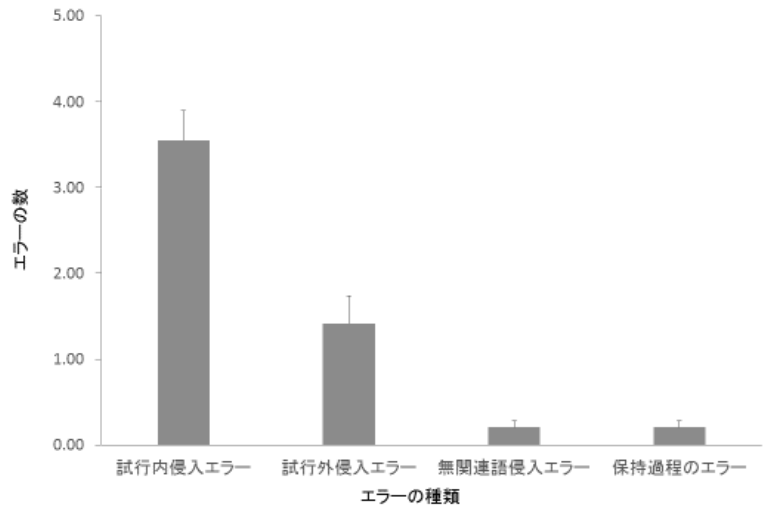


図 2 高齢者のエラー

エラーに関しては、単語を保持するために用いられた工夫（方略）とも関わりがあるとされている。今回の実験では若年者と高齢者に課題終了後に方略の利用についても調査した。方略については遠藤・荳阪（2012）に倣い、覚える単語を心の中で繰り返す「リハーサル方略」、覚える単語同士をつなぎ合わせて、1 つの文やストーリーを作る「チェイニング方略」、覚える単語をイメージする「単語イメージ方略」、読んだ文章全体の場面をイメージする「場面イメージ方略」、そして覚える単語の頭文字を取って覚える「頭文字方略」の 5 つの方略について、「全体的によく使った」・「時々使った」・「全く使わなかった」の 3 段階で利用頻度を尋ねた。その結果、高齢者は場面イメージ方略を若年者の高得点群・低得点群よりもよく用いていることが示された。高齢者においては単語のみならずその

前後の文を含めて再生するという「フレーズ再生」というエラーが生じることが報告されている。フレーズ再生は今回の実験でも認められ、高齢者でそのエラーが生じる原因としては、文全体の内容を保持する方略を採用することと関わりがあると考えられる。

【第3章】 RST 遂行中の眼球運動

第3章では、RSTを遂行している最中の視線を計測することにより、RSTで呈示される文中の情報へのくらい注意を向けているかという観点からアプローチを行った。

実験3 RST 遂行中の眼球運動と個人差

実験3では普通の読みとRSTでの読みの比較と、RSTの高得点群と低得点群の比較を行った。先行研究では、保持すべき単語への停留時間にRSTの個人差が認められるという研究と、認められないという研究がある。しかし、いずれの研究も保持すべき単語の位置は固定されていた。これに対し、日本語版RSTは保持すべき単語を文中の単語とし、赤い下線を引くことによって示してある。この特徴はより眼球運動に反映される注意制御機能を要求すると考えられ、RSTの個人差が認められることを予想した。実験は、1試行内に2つの文が含まれる2文条件と、1試行内に5つの文が含まれる5文条件の2種類が設けられた。RSTの文を読む際にはそれまでに保持した単語による記憶負荷がかかる。つまり、2文条件では1文目を読む際には記憶負荷はかかっていないが、2文目を読む際には1文目の保持すべき単語による記憶負荷がかかっている。5文条件も同様に、文の順番が後になるほど記憶負荷が高くなり、最大で4個の単語を保持している状態で文を読むことが要求される。結果は、RSTで単語を保持することが求められている場合には、その単語を普通の読みの場合よりも長い時間見ていることが示された。また、より記憶負荷の高い5文条件において、RSTの高得点群の方が低得点群よりも長い時間、保持すべき単語を見ていることが示された。

実験4 RST 遂行中の眼球運動と記憶負荷

実験4では、記憶負荷を考慮して利用できる処理資源が眼球運動に及ぼす影響を個人内で比較した。実験は1試行内に4つの文が含まれる4文条件で実施され、保持すべき単語は文中に赤い下線で示された。また、比較単語として文中の保持すべき単語以外の単語を指定し、保持する必要の有無による比較も行った。その結果、記憶負荷が高くなる試行内の後半において読み時間の増加が認められるとともに、保持すべき単語への総停留時間が最も記憶負荷の高い試行内の最後の文において、試行内の前半の文と比較して減少していることが示された。しかしながら、保持する必要のない比較単語においては、記憶負荷の影響は認められなかった。また、試行内侵入エラーも試行内の最後の文において最も多く生じていた。

これらのことから、眼球運動の計測からも高記憶負荷条件下では、RSTの低得点群が高得点群よりも必要な情報に十分な注意を向けられていないこと、それは利用できる処理資源の少なさによるものである可能性があること、そして必要な情報に十分な情報に注意を向けられないことと試行内侵入エラーに関係があることが示された。

【第4章】 文のフォーカスとRST 遂行時におけるエラー特徴

実験5 フォーカス・ノンフォーカス RST 遂行時におけるエラー特徴

実験5では、注意のシフトの影響を若年者と高齢者において検討することとした。RSTの文において文

理解の中心となる重要な単語はフォーカス語と呼ばれ、注意が向けられやすいことが示されている(荻阪・西崎・小森・荻阪, 2002)。実験では、文内で重要な情報を担う単語が保持すべき単語である F(フォーカス)-RST と、それほど重要でない情報である単語が保持すべき単語である NF(ノンフォーカス)-RST を若年者及び高齢者に実施した。NF-RST では、文の読みにはその中で重要な情報に注意を向けることが必要であるが、単語を保持するという課題を遂行するためには、一旦注意を向けた重要な情報から課題遂行に必要な情報へと注意を向けなおす(シフト)ことが求められる。この注意のシフトが、注意制御が低下している高齢者の RST 成績およびエラーに強く影響するであろうと考えた。注意制御の機能は加齢によりその働きが低下していく。注意制御の機能の低下を詳細に検討するため、高齢者は年齢により低年齢群と高年齢群に分けられた。若年者との比較の結果、成績は若年者が高齢者よりも高く、また試行内エラーに関しては、高齢者両群において若年者よりも多く生じ、また試行外エラーに関しては高齢者低年齢群において若年者よりも多く生じていることが示された。また、保持単語が文内において重要な情報である効果を受けて、保持が促進される F-RST は、注意のシフトが要求される NF-RST よりも成績が良く、試行内侵入エラー・無関連語侵入エラー・保持過程のエラーにおいてもエラー数が少なくなることが示された。このことから、注意のシフトの影響は若年者と同様に高齢者においても大きいことが示された。

【第5章】総合論議

RST における若年者の高得点群と低得点群の違いはエラーからも眼球運動の結果からも、課題遂行に関連のある情報にのみ注意を向けられないことが要因となると考えられ、それは処理資源の少なさに起因するものと考えられる。また、RST と相関が認められている読解力にも注意制御の働きが必要であるとされる。今回の研究では必要な情報のみ注意を向ける働きが RST の個人差において重要であると示されたが、RST と読解力の相関を生み出す要因については検討が必要であると考えられる。また今回は言語性ワーキングメモリ課題を用いたが、視覚性ワーキングメモリの役割にも注目すべきである。言語性・視覚性の両ワーキングメモリ課題の個人差を比較検討することで、今回得られた保持過程のエラーや方略の利用についても検討が進むものと考えられる。また、高齢者と若年者の比較に関しては、高齢者においては必要な情報にのみ注意を向ける能力と、不要になった情報を消去し新しい情報に更新する能力が低いことが示された。ただし、F-RST の成績は NF-RST よりも高かったことから、高齢者においても文の理解に重要な情報には自ずから注意が向けられていることがうかがえる。最後に本研究で得られた成果を、高齢者が日常生活を維持するうえでいかに役立てるかについても、高齢者のエラーパターンに基づいた効果的なワーキングメモリートレーニング、また高齢者が重要な情報に注意を向けやすい呈示の仕方の可能性として示した。(心と脳の科学)