

リーディングスパンテストの個人差の決定因について ——リソース共有仮説と課題スイッチング仮説の比較——

阿部 義信*・川崎 恵里子**

The Factor of Individual Differences in Reading Span Test: Resource-Sharing or Task-Switching?

Yoshinobu ABE, Eriko KAWASAKI

要 旨

リーディングスパンテスト (RST) の成績を説明する仮説のうち、リソース共有仮説と課題スイッチング仮説のどちらが RST の個人差をより適切に説明できるかを検討した。36名の大学生に RST とその変形である文検証-単語スパンテスト (VWST) を同時遂行させ、RST の成績によって高スパン群、低スパン群の2群に分割した。その上で VWST の処理課題(カテゴリー判断による文検証課題)での判断時間を従属変数として、判断時間への RST の成績・セットサイズ・刺激の系列位置の影響を検討した。実験の結果、刺激の系列位置やセットサイズの主効果や両者の交互作用は有意であったが、RST の成績は判断時間に影響を及ぼさなかった。記憶負荷の増加に伴い判断時間が長くなることがリソース共有仮説に合致する一方、判断時間が RST の成績による影響を受けなかったことは課題スイッチング仮説に反する。すなわち、これらの結果は RST の個人差をより適切に説明できる説としてリソース共有仮説を支持するものであった。

キーワード：ワーキングメモリ、リーディングスパンテスト、リソース共有仮説、
課題スイッチング仮説

*非常勤講師 心理学

**教授 心理学

リーディングスパンテスト (reading span test; RST) とは, Daneman & Carpenter (1980) によって開発された言語的ワーキングメモリ容量を測定するテストである。RST は言語課題におけるワーキングメモリ容量による制約に関する研究ではもっともよく利用されるテストである。しかし, 一方で RST の測定概念は決して明確ではなく, その個人差の規定要因については複数の説が存在する (レビューとして三宅・斉藤, 2001)。本研究では, RST の個人差の説明原理としてはもっとも古典的なリソース共有仮説の妥当性の検討を目的とする。

RST では情報の貯蔵だけではなく処理の側面を強調した Baddeley & Hitch (1974) によるワーキングメモリ概念に基づき, 文を読みという処理課題と単語の保持課題を被験者に同時遂行させる。1回の試行では複数 (一般には2つから6つ) の文で作られたリストを刺激として用いる。被験者はリスト中の文を音読しながら文末の単語を記憶していき, 一定数の文を読み終えたところで記憶していた単語をすべて再生することを求められる。リストに含まれる文の数をセットサイズと呼び, 被験者がすべての単語を再生できるような最大のセットサイズがその被験者のワーキングメモリ容量とされる。Daneman & Carpenter (1980) は RST の個人差が標準的な言語テストと高い正の相関関係を持つことを示した。この結果は単語を保持するだけの伝統的記憶課題が他の認知課題と低い相関しか示さなかったのとは対照的で, ワーキングメモリが認知機能の個人差を説明する概念として受け入れられるきっかけを作ったといえる。その後も RST はワーキングメモリ容量を測定する標準的なテストの1つとして用いられた。苧坂・苧坂 (1994) により日本語版 RST が開発されて以降は日本でも活発な研究がなされている。

ではなぜ RST の個人差は他の言語課題と高い相関を示すのだろうか。Daneman らは, RST の個人差は処理と貯蔵が共有している処理資源 (リソース) の機能的個人差によるものだと主張した。ワーキングメモリ容量の大きな読み手では2つの課題を同時に遂行するために十分な処理資源を確保できるが, ワーキングメモリ容量の小さな読み手では文の読みに処理資源の多くを使い果たしてしまうために保持課題の成績が低下すると説明した。この仮説をリソース共有仮説と呼ぶことにする。

ところが, 近年では RST の測定する構成概念についてリソース共有仮説とは異なる説が複数提唱されている。その1つに Towse & Hitch (1998) による課題スイッチング仮説 (task-switching hypothesis) がある。この説は, RST は処理課題と記憶課題を切り替えながら遂行されており, その成績は処理課題を実行する間の記憶痕跡の減衰によって説明できるというものである。彼らはリスト内時間構造を操作した2種類の RST を作成し, スパンスコアを比較した。第1の条件ではリストの前半に短文, 後半に長文を配置した。第2の条件では短文と長文の配

置を逆にした。2つの条件ではリスト全体の読みにかかる時間は変わらない。しかし第1条件では最初のターゲット語を保持してから再生するまでの時間が長く、記憶痕跡の減衰が大きくなる。そのため第1条件によるRSTの成績は第2条件と比較して低下することが予測される。Towseらの実験の結果は彼らの仮説を支持するものであった。しかし、彼らの実験にはリスト内の時間構造の操作によって記憶痕跡の減衰時間だけでなく、処理と貯蔵を同時に行う時間も操作してしまっているという問題点がある。第1条件では第2条件よりも読みと保持を同時遂行する時間が長くなってしまったためにRSTの成績が低下したと考えれば、上記の結果はリソース共有仮説でも説明可能である。

Daneman & Carpenter (1980)以降、ワーキングメモリ容量の個人差と言語機能の関係に関しては数多くの研究がなされている。その過程でRSTと類似した形式のワーキングメモリ容量検査が開発されてきた。そうしたテストの1つに文検証-単語スパンテスト (verification word span test; VWST) がある (Shah & Miyake, 1996)。このテストは文の正誤を判断しながら刺激文の間に挿入された単語を記憶し、後に再生すると言うものである。阿部 (2000) ではVWSTの日本語版を作成し、リソース共有仮説の妥当性を検討した。前述の通りVWSTでは文検証課題を遂行しながら単語を保持する必要がある。したがって、情報の処理と貯蔵が処理資源を共有していれば記憶負荷の増加に伴い検証時間も増大すると予測される。一方で、課題スイッチング仮説に従えば、(少なくともリストの2番目以降に位置する文では) 記憶負荷が増加しても判断時間には影響がないはずである。54名の大学生にVWSTを実施して検証時間を調べたところ、刺激文の系列位置が後になるに連れて増加することが明らかになった。したがって、ワーキングメモリでは処理と貯蔵の間にトレードオフが生じていることが明らかになった。さらに、リストの長さによってはワーキングメモリ容量と系列位置の間に交互作用が生じた。これらの結果はVWSTの個人差がリソース共有仮説によって説明できることを示すものである。VWSTの利点は、全試行にわたって処理課題の難易度を一定に保ちながらテストをできることにある。RSTと違って試行ごとに文の構造が変化することがなく、長さの変化も少ないため記憶負荷の増加に伴う処理課題成績の変化を観察するのに適したテストである。

そこで、本研究では被験者にRSTとVWSTを同時に遂行させ、文検証課題の成績とRSTの成績の関係の観察を通じて、リソース共有仮説と課題スイッチング仮説の妥当性を検討することにした。

本研究の目的は、RSTにおけるスパンスコアの個人差がリソース共有仮説と課題スイッチング仮説のどちらでより適切に説明できるか検討することである。そのために、被験者にRSTのほかにVWSTというスパンテストを同時に遂行させ、RSTの成績によってVWSTの処理課

題の遂行に違いが見られるか否かを調べた。VWST の処理課題は単純なカテゴリー判断なので、その処理時間は文の長さや構造といった変数の影響を受けにくい。よって、RST よりも記憶負荷の増加による処理課題への影響を容易に検出できる。

もし、RST の個人差がリソース共有仮説により説明できるとすれば、処理課題遂行時の記憶負荷によって検証時間は増加することが予測される。一方、課題スイッチング仮説では RST の成績は処理課題遂行中の記憶痕跡の減衰により説明される。記憶痕跡の減衰は記銘から再生までの時間的遅延によるものなので、処理課題の遂行に時間がかかればそれだけスパンテストの成績が低下する。すなわち、記憶痕跡を減衰させないためには処理課題をより迅速に遂行することが必要とされるので、高スパン群の被験者は低スパン群よりも検証課題をより速く遂行すると予測される。

方法

被験者

川村学園女子大学および早稲田大学の学生 36 名。

実験計画

RST によるワーキングメモリ容量（高スパン・低スパン）を被験者間要因、リスト内の系列位置（先頭・終末）およびセットサイズ（2～5）を被験者内要因とする 3 要因の混合要因配置計画。

実験装置

刺激の呈示および反応の制御には Interface 社製タイマカード PCI-6103 を追加した windows PC を利用した。反応時間の計測には実験用プログラムは Microsoft 社製 visual basic 6.0 を用いて作成した。

材料

(1) リーディングスパンテスト (RST)

苧坂 (2002) による日本語版 RST (改訂版) を使用した。このテストでは 1 回の試行が複数の刺激文からなるリストで構成されており、刺激文には 1 つの単語あるいは文節 (記銘語) に下線が引かれている。1 つのリストを構成する刺激分の数 (セットサイズ) は 2 文から 5 文までで、テスト全体で各セットサイズにつき 5 つのリストを用いた。また、練習試行としてセットサイズが 2 のリストを 2 つ用意した。

(2) 文検証－単語スパンテスト (VWST)

阿部 (2000) による日本語版 VWST (阿部, 2000) を使用した。このテストは Shah & Miyake (1996) が作成した VWST を日本語化したものである。この課題では、“A は B である” という形式のカテゴリー判断文とターゲット語を刺激対にして用いる。被験者は刺激文の正誤を検証し、続けて呈示されるターゲット語を記憶しなくてはならない。セットサイズやリスト数については RST と同様である。検証課題の刺激となる文は次のようにして作成した。小川 (1972) から人工物 5 カテゴリー、自然物 5 カテゴリーを選び、さらに各カテゴリーから 10 ずつ単語を抽出した。100 の概念のうち半数は自身が所属するカテゴリーと組み合わせて正しい文とし、残りの半数の概念については、自然物は人工物カテゴリーと、人工物は自然物カテゴリーと組み合わせることにより誤った文を作成した。再生すべき語は同じく小川 (1972) から、文の作成に使用されなかった 10 のカテゴリーから成員を 10 ずつ抽出して利用した。また、同じカテゴリーを含む文および同じカテゴリーに属する再生項目は同一セットには入らないようにした。

手続

以下の 2 つの課題を個別方式で実施した。課題の遂行は日本語版 RST、日本語版 VWST の順番で行った。

(1) RST

RST では PC の画面中央に文を呈示する枠が常に表示されており、枠の外部をマウスクリックすることによって試行が開始された。刺激文は PC のディスプレイ中央部に 20 ポイントの大きさのフォントを用いて視覚呈示し、画面の余白部をクリックすると次の刺激文が呈示されるようにした。被験者には視覚呈示された文を音読しながら下線がひかれた単語 (ターゲット語) を記憶し、音読が終了したら次の文へ進んで一定の回数同じことを繰り返すことを求めた。1 リスト中の全文の音読終了後に余白をクリックすると文のない枠のみが表示され、被験者はそれを合図として保持していたターゲット語を口頭再生した。それ以外の実施方法は学坂 (2002) に準じた。

(2) VWST

VWST の 1 試行はパソコンのスペースバーを押すことによって開始した。PC の画面上に凝視点を 1 秒表示した後、リストの最初の文を呈示した。被験者には文の正誤を判断し、文の内容が正しければ PC の 3 のキーを、誤っていれば 1 のキーキーを押すことを求めた。反応がなされると同時に刺激文を画面から消し、続けてターゲット語を 500 msec 呈示した。被験者にはターゲット後をすべて記憶することを求めた。以上をリスト内の全てターゲット語の呈示

が終了するまで繰り返した。最後のターゲット語の呈示が終了すると、画面に“Recall!”の文字が呈示され、被験者はそれを合図として記録用紙にターゲット語を呈示順序どおりに記入した。単語の再生は系列のどの位置から行ってもよいが、各セットの最終項目を最初に記入しないよう教示を行った。

結果

(1) RSTによるワーキングメモリ容量とVWSTの成績

全被験者にスパンスコアの平均はRSTで2.97 (SD=0.74)、VWSTでは3.31 (SD=0.67)であった。ターゲット語再生数の平均はRSTで50.30 (SD=9.34)、VWSTでは52.25 (SD=8.09)であった。36名の被験者のうち、RSTのスパンスコアが上位の12名を高スパン群 (Mean=3.71, SD=0.47)、下位の12名を低スパン群 (Mean=2.17, SD=0.23) とした。VWSTの平均スパンスコアは高スパン群で3.45 (SD=0.51)、低スパン群で3.16 (SD=0.58) なお、スパンスコアが同じ被験者についてはターゲット語の再生数が多い方が上位とした。また、全被験者でRSTとVWSTにおけるターゲット語再生数について対応のある t 検定を実施したが、有意差はなかった ($t(35) = -1.16$)。

(2) RST成績と判断時間

Figure 1はリスト中の先頭・最終の文について、RST成績の異なる各群の文検証時間の変化をグラフにまとめたものである。分検証時間を従属変数とし、RST成績 (高スパン・中スパン・低スパン) を被験者間変数、セットサイズ (2~5) および系列位置 (先頭・最終) を被験者内変数とする3要因の分散分析を実施した結果、セットサイズ ($F(3,66) = 5.55, p < .01$) と系列位置 ($F(1,22) = 29.60, p < .01$) の主効果が有意であった。さらにセットサイズと系列位置の交互作用が有意であった ($F(3,66) = 8.50, p < .01$)。RSTの主効果は有意ではなかった ($F < 1$)。また、RSTと他の変数の交互作用も有意ではなかった。

セットサイズと系列位置の交互作用について下位検定を実施した結果、セットサイズの単純主効果は系列位置が最終になる場合で有意となった ($p < .01$)。HSD法による多重比較の結果、セットサイズ4以上のときの判断時間が3以下のときよりも有意に大きくなった ($p < 0.1$)。また、系列位置の単純主効果はセットサイズが3, 4, 5のときに有意となった ($p < .01$)。これらの結果からは、VWSTにおける処理課題の成績は被験者のワーキングメモリへの負荷がより高い状況で生じたことが分かる。すなわち、VWSTでは処理と貯蔵の間でリソースの競合が生じていたといえる。

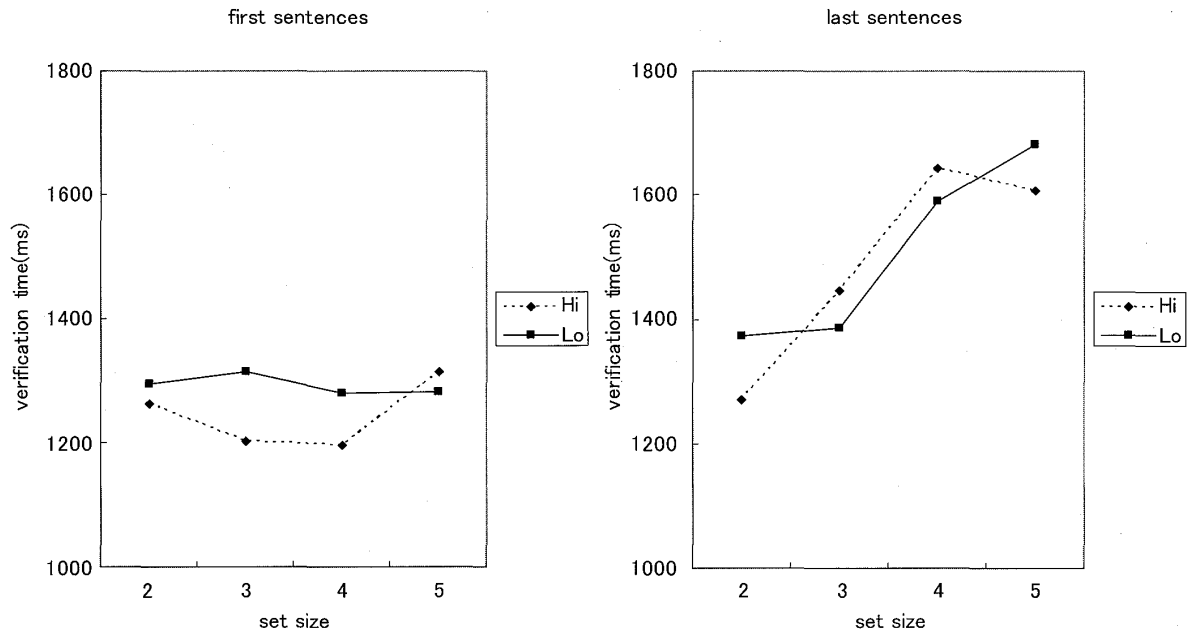


Figure 1. Mean verification times (in ms) for sentence verification task in VWST as a function of sentence type (first sentences or last sentences), reading span score (high or low) and set size.

考察

分析の結果、RSTの個人差の主効果や他の変数との交互作用を見出すことはできなかった。図1を見れば明らかなように高スパン・低スパン群で検証時間に違いは見られない。課題スイッチング仮説ではRSTの個人差は記憶痕跡の減衰によって説明される。よって、課題スイッチング仮説によってRSTの個人差が説明されるならば、少なくとも高スパン群の判断時間は低スパン群よりも有意に速くならなければならない。今回の実験の結果は課題スイッチング仮説による予測とは一致しない。

一方、文の系列位置やセットサイズの主効果および交互作用が有意となり、下位検定の結果からはリストの最後に位置する文ではセットサイズの増加に伴って判断時間が増加したことが分かった。この結果はリソース共有仮説によって次のように説明できる。短いリストに対しては低スパン群・高スパン群ともに文検証課題と保持課題の両方へ適切に処理資源を分配しながら課題を遂行できる。しかし、リストが大きくなると低スパン群では検証課題を遂行しながら利用できるリソースの量に限界が存在するために保持課題の遂行が困難になり、結果的に処理課題では高スパン・低スパン群で同等の結果が残せたとしても、保持課題の成績では両群の差が現れるのである。以上のことから、本実験ではRSTの個人差の説明原理としてはリソース

共有仮説がより適切であると結論できる。

本実験で問題となるのは、「系列位置による検証時間の増加は処理資源の消費によるものといえるのか」ということである。VWSTでは刺激の音読は一切求められないため、RSTよりもリハーサルを容易に行える。だとすれば、系列位置の主効果や交互作用はリハーサル量の増加によって説明できてしまうという批判が可能である。しかし、RSTとVWSTでターゲット語の再生数に有意な差はなかったことから、被験者がVWSTの遂行時により活発にリハーサルをしていたとは言えない。したがって、本実験の結果はRSTの個人差の説明原理としてリソース共有仮説を支持するものだといえる。無論、課題の切り替えや記憶痕跡の減衰もRSTの成績に影響を及ぼすであろうが、スパンスコアの個人差を決定付ける因子であるとは考えにくいといえるだろう。

しかし、リソース共有仮説にもいくつかの重要な問題点がある。例えば、スパンテストの処理成分を変更してもスパンテストと認知課題の相関係数は大きく変化しないが、保持する情報の種類を変更すると相関係数は低下する (Turner & Engle, 1989)。すなわち、スパンスコアと認知課題の相関関係では貯蔵される情報の性質が重要なのである。しかし、リソース共有仮説では処理効率の個人差によってワーキングメモリ容量が説明されるためにこの事実をうまく説明できないのである。前述の通り、RSTが何を測っているかという問題に統一的な見解は得られておらず、異なる視点に基づいた仮説が複数存在する (斉藤・三宅, 2001)。これらの仮説を比較検討しつつ、ワーキングメモリのモデルを説明力の高いものへと洗練する研究が今後期待される。

引用文献

- 阿部 義信 2000, 「ワーキングメモリのリソース共有仮説についての再検証」, 『日本心理学会第64回大会論文集』, 744
- Baddeley, A.D. & Hitch, G. 1974 Working memory. In G.A.Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Recent advances in research and theory: Vol.8* (pp.47-90). New York: Academic Press.
- Daneman, M. & Carpenter, P.A. 1980 Individual differences in working memory and Reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, **19**, 450-466.
- 三宅 晶・斉藤 智 2001, 「作動記憶研究の現状と展開」, 『心理学研究』, **72**, 336-350
- 苧坂満里子 2002, 『脳のメモ帳ワーキングメモリ』, 新曜社
- 苧坂満里子・苧坂直行 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.
- Shah, P. & Miyake, A. 1996 The separability of working memory resources for spatial thinking and language processing: an individual differences approach. *Journal of Experimental Psychology: General*, **125**, 4-27.

リーディングスパンテストの個人差の決定因について

- Towse, J.N., Hitch, G.J., & Hutton, U. 1998 A reevaluation of working memory capacity in children. *Journal of Memory & Language*, **39**, 195-217.
- Turner, M.L. & Engle, R.W. 1989 Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory & Language*, **28**, 127-154.