

Sentence RecallのReading Comprehensionに対する予測性

— PLS回帰分析の結果を基に —

川島 浩 勝

はじめに

学習者のリーディング・コンプリヘンションを的確に把握することは、概して、容易なことではない。もし、測定が容易（作成・実施に時間がかからない）なXというもので、リーディング・コンプリヘンションを予測できれば、その有益性は高い。そのようなものを見つけるためには、先ず、リーディング・コンプリヘンションの構成要素の特定化を行い、どのような要素がXと成りえるかを調べる必要がある。

そのような調査には、かなりの数の基礎的研究が必要である。拙論は、基礎的研究の一つで、文再生能力をリーディング・コンプリヘンションの重要な構成要素と位置付け、前者で後者をどの程度予測できるかを調べたものであるが、その予測率は高くなく、文再生能力単独ではリーディング・コンプリヘンションを予測することは難しいことなどが報告されている。本稿は、精度は高いと言われているが、応用言語学の分野ではこれまで殆ど使用されることがなかったPLS回帰モデルを用いデータを再分析し、文再生能力のリーディング・コンプリヘンションに対する予測性をより詳しく調べたものである。

拙論の概要

下記は、拙論の理論的背景・調査内容・調査結果をまとめたものである。

1. 理論的背景

文再生（sentence recall）の能力とリーディング・コンプリヘンションの関係に関してCook (1991)は次のような見解を述べている。

A Cambridge university lecturer once told me that the acid test of whether a candidate deserved a scholarship in modern languages was how long a sentence he

or she could repeat in the L2. (P.52)

換言すれば、与えられた文を如何に完全に再生できるかを知れば、正式なテスト（概して作成・実施に時間がかかる）を用いることなく、学習者のリーディング・コンプリヘンションを含む語学力を知ることができる、ということになる。認知心理学の分野では、情報の保持と処理を同時に行う作動記憶（Working Memory: Baddeley 1986）の容量とテキスト・コンプリヘンションの関係が研究され、両者に正の相関があることが確認されている（Just & Carpenter 1980, Masson & Miller 1983, Call 1985, King & Just 1991, Harrington & Sawyer 1992等）が、拙論は作動記憶の容量を文再生能力で測定している。文再生は複雑な認知活動で、理解と産出の2つのプロセスを必要とするが、そこでは情報の保持と処理が同時進行的になされていると考えられる。

2. 調査内容

拙論では、リーディング・コンプリヘンションが概略理解、詳細理解の2つのタイプで、また、文再生が下記のように定義されている（ $2 \times 2 \times 2 = 8$ タイプ）。

- 定義1：再生する英文の難易度（高又は低）
- 定義2：再生する英文に対するアクセス回数（1回又は2回）
- 定義3：再生する英文の伝達媒介（リスニング又はリーディング）

このような定義で、リーディング・コンプリヘンションと文再生能力の関係が調べられたが、下記はその主な調査内容である。

- 調査1：それぞれのタイプの文再生能力で、どの程度リーディング・コンプリヘンション（概略理解・詳細理解）を予測できるか。
- 調査2：複数のタイプの文再生能力で、どの程度リーディング・コンプリヘンション（概略理解・詳細理解）を予測できるか。

3. 調査結果

調査1に関しては単相関分析が行われているが、表1はその結果をまとめたものである。

表1：単相関分析（各文再生能力のリーディング・コンプリヘンションに対する予測率）

文再生のタイプ	概略理解			詳細理解		
	相関係数	P値	説明率	相関係数	P値	説明率
LH1) 伝達媒介：リスニング 文の難易度：高 アクセス回数：1回	.11	.24	—	.19	.10	—
LH2) 伝達媒介：リスニング 文の難易度：高 アクセス回数：2回	-.07	.31	—	.11	.22	—
LL1) 伝達媒介：リスニング 文の難易度：低 アクセス回数：1回	.21	.07	—	.37	.00	13.7
LL2) 伝達媒介：リスニング 文の難易度：低 アクセス回数：2回	.09	.26	—	.19	.10	—
RH1) 伝達媒介：リーディング 文の難易度：高 アクセス回数：1回	.08	.28	—	.15	.16	—
RH2) 伝達媒介：リーディング 文の難易度：高 アクセス回数：2回	.16	.14	—	.23	.06	—
RL1) 伝達媒介：リーディング 文の難易度：低 アクセス回数：1回	.16	.14	—	.28	.03	7.8
RL2) 伝達媒介：リーディング 文の難易度：低 アクセス回数：2回	.25	.04	6.3	.28	.03	7.8

表1より、リーディング・コンプリヘンション（概略理解）と文再生能力の関係は弱く、文再生のタイプがRL2の場合のみ両者間に統計的有意差があり（ $p=.04$ ）、また、リーディング・コンプリヘンション（詳細理解）と文再生能力の関係では、後者のタイプがLL1, RL1, RL2の場合、両者間に統計的有意差があることがわかる（それぞれ、 $p=.00, .03, .03$ ）。文再生能力のリーディング・コンプリヘンションに対する予測率で考えると、LL1のタイプでも13.7%しかなく、個々の文再生能力でリーディング・コンプリヘンション（概略理解・詳細理解）を精度高く予測することは難しいことが理解できる。

調査2に関しては、重回帰分析（変数増減法）が行われている。表2、表3はリーディング・コンプリヘンション（概略理解）を目的変数として行った分析の結果をまとめたものである。

表2：重回帰分析[目的変数：リーディング・コンプリヘンション（概略理解）]

説明変数名	標準偏回帰係数	F値	P値	標準誤差	偏相関係数
RL2	.254583	3.18801	.080774	1.0499811	.254583
定数項				1.292145	

表3：分散分析表[目的変数：リーディング・コンプリヘンション（概略理解）]

変動	偏差平方和	自由度	不偏分散	分散比	P値
全体変動	119.25	47			
回帰による変動	7.7728919	1	7.728919	3.18801	.080774
回帰からの残差変動	111.5211	46	2.424371		

変数増減法により、説明変数としてRL2のタイプの文再生が選択されたが、分散分析の結果、リーディング・コンプリヘンション（概略理解）を予測する式を作ることにはできないことが明らかにされている（ $P=.08$ ）。

表4、表5はリーディング・コンプリヘンション（詳細理解）を目的変数として行った分析の結果をまとめたものである。

表4：重回帰分析[目的変数：リーディング・コンプリヘンション（詳細理解）]

説明変数名	標準偏回帰係数	F値	P値	標準誤差	偏相関係数
LL1	.769566	11.1759	.0017	31.30908	.450056
RL2	.351771	7.576747	.008558	18.98023	.383278
LL2	-.43689	3.644077	.062805	30.02341	-.27656
定数項				24.32231	

表5：分散分析表[目的変数：リーディング・コンプリヘンション（詳細理解）]

変動	偏差平方和	自由度	不偏分散	分散比	P値
全体変動	66281.25	47			
回帰による変動	19736.41	3	6578.803	6.219107	.001292
回帰からの残差変動	46544.84	44	1057.837		

変数増減法により、説明変数としてLL1, RL2, LL2のタイプの文再生が選択されているが、分散分析の結果、リーディング・コンプリヘンション（詳細理解）を予測する式を作成することは可能で（ $P=.00$ ）、その予測率は約25%（自由度修正済み決定係数=0.24988）であることが明らかにされている。

本研究

拙論で明らかにされた文再生能力のリーディング・コンプリヘンションに対する説明率は最高でも25%で、後者を測定する方法としては決して良いとは言えない。ただ、これは重回帰分析に基づく結果で、絶対的なものではない。他の分析方法による結果も考察していく必要がある。下記は多変量分析の一つであるPLS回帰分析を用いて、拙論のデータを再分析したものをまとめたものである。

1. PLS回帰分析の有用性

重回帰分析は、外国語教育の研究ではこの他重要で、目的変数の分散を説明する際、有意に関与している変数はどれか、そしてどの程度関与しているか、を明らかにすることができる (Seliger & Shohamy 1989)。この分析方法は各変数間に相関がないことを前提にしているが、特に、その相関が顕著の場合、多重共線性の問題が生じ、分析結果が不安定になる (大野 1998)。重回帰分析に代わる分析法として、主成分回帰分析 (繁梲他1999、朝野2000) があるが、より高い予測精度が得られるものとして、PLS (partial least squares) 回帰分析法がある (宮下・佐々木 1995)。この分析方法はS. Woldにより開発され、1980年代に利用が広がった検量法であるが、相島(1992)はPLS回帰分析法の有用性を下記のように述べている。

PLS回帰分析では主成分回帰分析と同様に、潜在的な因子を抽出して説明変数とするが、抽出に際して説明変数と目的変数をともに利用することが主成分分析との違いである。このように変数を含む全情報を利用して回帰式を算出するので、主成分回帰分析より高い予測精度が得られる。
(P.116)

2. PLS回帰分析

D-最適化デザイン (D-Optimal Designs) を用い拙論のデータを再分析した⁽¹⁾。なお、使用モデルは2次曲線 (quadratic model) で、G-Efficiencyは概略理解に関する分析では65.92、また、詳細理解に関する分析では57.43である⁽²⁾。

2.1. 文再生能力のリーディング・コンプリヘンションに対する予測率

まず、文再生能力のリーディング・コンプリヘンションに対する予測率を8つのタイプ全部を用いて調べた。表6はその結果をまとめたものである。

表6:文再生能力のリーディング・コンプリヘンションに対する予測率：8タイプ全体

文再生のタイプ	概略理解			詳細理解		
	F 値	説明率	P 値	F 値	説明率	P 値
8タイプ全体	41.5	94.9	.000	8.08	76.6	.000

説明率 (%) = 自由度修正済決定係数 × 100

この表により、8つのタイプの文再生能力を説明変数にすると、リーディング・コンプリヘンション（概略理解および詳細理解）をそれぞれ、94.9%、76.6%の精度で予測できることが理解できる。

2.2. 重要な文再生のタイプ

では、どのようなタイプの文再生能力が説明変数として重要であろうか（説明変数の交互作用はここでは論じない）。このことを調べるために、まず、8つのタイプの文再生能力をアクセス回数で2つのグループに分け（再生文の難易度および提示方法は問題にせず、回数の違いでグルーピングを行っている）、それぞれの場合においてリーディング・コンプリヘンション（概略理解および詳細理解）に対する予測率を求めた。表7はその結果をまとめたものである。

表7:文再生能力のリーディング・コンプリヘンションに対する予測率：アクセス回数

文再生のタイプ	概略理解			詳細理解		
	F 値	説明率	P 値	F 値	説明率	P 値
アクセス回数：1回	4.21	32.1	.000	3.01	22.9	.001
アクセス回数：2回	2.45	17.6	.006	5.23	38.4	.000

説明率 (%) = 自由度修正済決定係数 × 100

この表により、1) アクセス回数が1回の文再生は詳細理解より概略理解の予測において相対的に重要な変数となる、2) 逆に、アクセス回数が2回の文再生は概略理解より詳細理解における予測において相対的に重要な変数となる、3) 概略理解の予測においてはアクセス回数が1回の文再生が相対的に重要な変数になる、4) 逆に、詳細理解の予測においてはアクセス回数が2回の文再生が相対的に重要な変数になる、ことが理解できる。

次に、同様に8つのタイプの文再生能力を再生文の難易度で2つのグループに分け、それぞれの場合においてリーディング・コンプリヘンション（概略理解および詳細理解）に対する予測率を求めた。表8はその結果をまとめたものである。

表8:文再生能力のリーディング・コンプリヘンションに対する予測率：文の難易度

文の難易度	概略理解			詳細理解		
	F 値	説明率	P 値	F 値	説明率	P 値
文の難易度：低	2.03	13.1	.025	3.10	23.7	.001
文の難易度：高	1.35	—	.197	3.05	23.1	.001

説明率 (%) = 自由度修正済決定係数 × 100

この表により、1) 難易度が低い文の再生は概略理解より詳細理解の予測において相対的に重要な変数となる、2) 難易度が高い文の再生も概略理解より詳細理解における予測において相対的に重要な変数となる、3) 概略理解の予測においては難易度が低い文の再生が相対的に重要な変数になる、4) 詳細理解の予測においては再生文の難易度は殆ど関係ない、ことが理解できる。

最後のグルーピングは文提示方法の違いで行い（聴覚提示V.S. 視覚提示）、それぞれの場合においてリーディング・コンプリヘンション（概略理解および詳細理解）に対する予測率を求めた。表9はその結果をまとめたものである。

表9:文再生能力のリーディング・コンプリヘンションに対する予測率：文の提示方法

	概略理解			詳細理解		
	F 値	説明率	P 値	F 値	説明率	P 値
文の提示方法：聴覚	2.68	20.0	.003	3.25	17.6	.000
文の提示方法：視覚	1.68	—	.076	2.75	20.5	.002

説明率 (%) = 自由度修正済決定係数 × 100

この表により、1) 聴覚提示の文再生は詳細理解より概略理解の予測において相対的に重要な変数となる、2) 逆に、視覚提示の文再生は概略理解より詳細理解における予測において相対的に重要な変数となる、3) 概略理解の予測においては聴覚提示の文再生が相対的に重要な変数になる、4) 逆に、詳細理解の予測においては視覚提示の文再生が相対的に重要な変数になる、ことが理解できる。

表10は、上述の分析結果をまとめたものである。

表10：リーディング・コンプリヘンションの予測説明変数の相対的重要度

文再生のグループ	リーディング・コンプリヘンション (概略理解)			リーディング・コンプリヘンション (詳細理解)		
	1回 (32.1%)	>	2回 (17.6%)	1回 (22.9%)	<	2回 (38.4%)
再生文の難易度	易 (13.1%)	>	難 (—)	易 (23.7%)	≒	難 (23.1%)
提示方法	聴覚 (20.0%)	>	視覚 (—)	聴覚 (17.6%)	<	視覚 (20.5%)

3. まとめ・考察

単独で文再生を用いても、リーディング・コンプリヘンションを高い精度で予測することはできないが、複数用いれば、相対的に高い精度でリーディング・コンプリヘンションを予測できることが明らかになった。重回帰分析で得られた結果と比較するとその差は歴然としており、特に、概略理解における予測率（94.6%）は極めて高いと言えよう。

しかしながら、本調査で得られた予測率は少なくとも2つの点で完全なものではない。確かに94.6%という予測率は極めて高いが、決して100%ではなく、100%に近づけるためには、多くのタイプの文再生が必要だと思われる。100%に近づくとつれて、加速度的にさらに多くのタイプの文再生が必要になってくることも十分考えられる。また、仮に、94.6%という予測率を実用に耐えられるほど十分であるとしても、同時に、より少ないタイプの文再生で同等の予測率を得ることを考える必要がある。

予測率100%を目指すためには、どのようなタイプの文再生が重要な説明変数になっているかを調べる必要があるが、その相対的重要性に関して様々なことが明らかになった。まず、文再生のアクセス回数に関してであるが、アクセス回数が1回の文再生はリーディング・コンプリヘンション（概略理解）の予測に相対的に重要な役割を果たし、一方、アクセス回数が2回の文再生はリーディング・コンプリヘンション（詳細理解）の予測に相対的に重要な役割を果たしていることが明らかになった。この調査結果は、概略理解と詳細理解の特徴を考えれば理解できる。前者における情報処理はレベル的には深くなく、また、瞬間性が高いと思われる。細かい部分まで処理しようとする、概略を把握するという情報処理はうまく行かなくなることは容易に想像できる。これに対して、後者における情報処理はレベル的には深く、同時に、正確性・確実性が要求されると思われる。大まかな処理では、詳細を理解するという情報処理はスムーズに行かないことは明らかである。

次に、再生文の難易度に関してであるが、難易度が低い文の再生はリーディング・コンプリヘンション（概略理解）の予測に相対的に重要な役割を果たし、一方、リーディング・コンプリヘンション（詳細理解）の予測において、再生文の難易度の違いは決定的な違いをもたらさないことが明らかになった。この調査結果も、概略理解と詳細理解の特徴を考えれば理解できる。レベル的に浅く、瞬間的な情報処理が行われる前者では、難易度が低い文を確実に処理・理解できる能力の方がより重要であると思われる。確かに、難易度が高い文を処理・理解できる能力そのものはリーディング・コンプリヘンション全般において重要ではあるが、そのことが瞬間性が要求される概略理解ではかえってマイナスに働くのではないかと考えられる。必要以上の細かな情報を得ようとして、全体として概略理解という情報処理がうまく行かないものと思われる。これに対して、レベル的に深く、同時に、正確・確実な情報処理が求められる後者では、理論的には、難易度が高い文の再生が難易度が低い文の再生より重要な説明変数となるはずであるが、両者の重要性が殆ど同じこと（前者と後者の説明率は、それぞれ、23.1%と

23.7%) を考えると、両者のバランスの良さが特に詳細理解という情報処理において重要な役割を果たしているものと考えられる。

最後に、再生文の提示方法に関してであるが、聴覚提示された文の再生能力はリーディング・コンプリヘンション（概略理解）の予測に相対的に重要な役割を果たし[視覚提示された文の再生能力では予測できない ($p=.076$)]、一方、視覚提示された文の再生能力はリーディング・コンプリヘンション（詳細理解）の予測に相対的に重要な役割を果たしていることが明らかになった。前者の結果は聴覚提示された文の再生能力は文字言語に関する処理における重要な下位技能であると考えればうまく説明できるが、視覚提示された文の再生能力が全く必要ないとは考えにくいので、さらなる調査が必要である。後者の結果は予測する対象が同じ文字言語を処理・理解するリーディングであれば容易に理解できる。ただし、聴覚提示された文の再生能力も重要な説明変数であることは間違いないので ($p=.000$)、リーディング・コンプリヘンションの予測における聴覚提示された文の再生能力と視覚提示された文の再生能力の関係（相互作用等）も詳しく調べる必要がある。

結論

本調査で得られたリーディング・コンプリヘンションに対する文再生の予測率は、拙論で得られたものよりはるかに高いものであるが、これはあくまでも限定的な調査で得られた結果に過ぎない。信頼性が高い予測率を得るためには、上述で明らかになった説明変数の相対的重要度を勘案しながら、様々な調査を行っていく必要がある。その際、重要になってくることをまとめると、次のようになるであろう。

- 1) 48人の大学生を調査対象としたが、調査人数を多くする必要がある。
- 2) 概略理解という活動を行った後で詳細理解を行ったが、最初から詳細理解を行う必要もある。
- 3) リーディング・コンプリヘンションを測定するのに2つのパッセージが用いられたが、その数とバリエーションを増やしていく必要がある。
- 4) 文再生に用いた英文の難易度をさらにコントロールする必要がある。
- 5) 文再生に関する時間設定も複数試してみる必要がある。
- 6) 他の要素（語彙力など）との組み合わせも考える必要がある。

注

- (1) データの分析には、MODDE 6 (Software for Design of Experiments and Optimisation:Version6) [Umetrics社]を使用した。なお、このコンピューターソフトは、電子記録・著名に関する規則 (米 FDA21 CFR PART 11) に準拠している。
- (2) 同ソフトの解説書 (User's Guide to MODDE) を参照した。

引用文献

- Baddeley, A. (1986). *Working Memory*. Oxford University Press.
- Call, M.E. (1985). "Auditory Short-Term Memory, Listening Comprehension, and the Input Hypothesis." *TESOL Quarterly*. 19. 4.
- Cook, V (1991). "Processes in Using Second Languages." *Second Language Learning and Language Teaching*. Routledge, Chapman and Hall, Inc.
- Gathercole, S.E. & A.D.Baddeley (1993). *Working Memory and Language*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Harrington, M. & M. Sawyer (1992). "L2 Working Memory Capacity and L2 Reading Skill." *SSLA*. 14.
- Just, M.A. & P.A. Carpenter (1980). "Individual Differences in Working Memory and Reading." *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 19.
- King, J. & M.A. Just (1991). "Individual Differences in Syntactic Processing: the Role of Working Memory." *Journal of Memory and Language*. 30. 5.
- Masson, M.E.J. & J.A. Miller (1983). "Working Memory and Individual Differences in Comprehension and Memory of Text." *Journal of Educational Psychology*. 30. 5.
- Seliger, H.W. & E. Shohamy (1989) *Second Language Research Methods*. Oxford University Press.
- 相島鐵郎 (1992) 『ケモメトリックス-新しい分析化学-』丸善株式会社
- 朝野熙彦 (2000) 『入門多変量解析の実際』(第2版) 株式会社講談社
- 大野高裕 (1998) 『多変量解析入門-自由自在に使いこなすコツ-』同友館
- 川島浩勝 (2001) 「Sentence RecallのReading Comprehensionに対する予測性」『長崎外国語大学論叢』第2号
- 宮下芳勝・佐々木慎一 (1995) 『ケモメトリックス 化学パターン認識と多変量解析』共立出版株式会社
- 繁榊算男・柳井晴夫・森敏昭 (1999) 『Q&Aで知る統計データ解析-DOs and DON'Ts-』(心理学セミナーテキストライブラリー=3) サイエンス社

E-mail : kawashima@tc.nagasaki-gaigo.ac.jp