

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月15日現在

機関番号：31302

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2010～2011

課題番号：22820052

研究課題名（和文）日本人英語学習者のワーキングメモリ容量が統語的曖昧文の処理過程に及ぼす影響

研究課題名（英文）The relation of Working Memory capacity of Japanese EFL learners with the processing of syntactically ambiguous sentences

研究代表者

中西 弘 (NAKANISHI HIROSHI)

東北学院大学・文学部・准教授

研究者番号：10582918

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、日本人英語学習者にとって、(1)ワーキングメモリ (Working Memory: WM) に特に負荷のかかる処理段階（語彙・統語・意味・語用）を特定し、(2)WM 容量の個人差が、前置詞句付加構文における処理方略に及ぼす影響を調査することにある。主な結果は、(1) 特に統語処理は WM コストがかかるプロセスで、その自動性の程度が英語習熟度を左右すること (2) WM 容量に関わらず、最少付加方略を用いて統語処理を行い、意味情報が利用できる際は、その情報に依存しながら統語処理を進めることが示唆された。

研究成果の概要（英文）： The purposes of this study are as follows: (1) to specify the type of processing that places a burden on the Working Memory (WM) of Japanese EFL learners and (2) to explore whether WM capacity influences syntactic parsing strategies, by using temporarily ambiguous prepositional phrases. The main results show that (1) syntactic processing places a heavy cognitive load on WM resources, thereby leaving few resources for storage functions, and also that the proficiency of Japanese EFL learners largely depends on the degree of automatization of syntactic processing. (2) In processing temporarily ambiguous sentences with prepositional phrases, Japanese EFL learners follow the Minimal Attachment Strategy and deploy pragmatic cues while parsing sentences, irrespective of WM capacity.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	830,000	249,000	1,079,000
2011年度	630,000	189,000	819,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,460,000	438,000	1,898,000

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：外国語教育

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・統語処理・自動化・前置詞句付加構文・最少付加方略

## 1. 研究開始当初の背景

ワーキングメモリ (Working Memory: WM) とは、感覚器官（視覚・聴覚等）から入力された情報を処理しつつ、一時的にその処理内容を保持することを可能にする認知システ

ムである。言語処理には、入力情報の知覚・語彙処理・統語処理・意味処理・文脈処理等様々な処理段階が含まれているが、それらの処理は WM 上で、長期記憶中の各種知識（語彙・統語知識等）から検索・照合することに



より行われると考えられている。

処理された情報は WM 上で一定の間保持され、新しい情報との統合が随時行われる。また WM には厳しい容量制限が想定されているので(Just & Carpenter, 1992; Cowan, 2001)、入力情報をもとに長期記憶からいかに迅速に検索し、処理できるが文理解において重要な鍵となる。

このように WM は、言語情報の処理と保持の並列処理を支える、人間の基本情報処理システムである。特に第二言語の場合、学習者の言語処理が自動化していないため、WM に大きな負担がかかり、WM 運用能力が果たす役割は第一言語に比べ、大きいと考えられる(Geva & Ryan, 1993; Miyake & Friedman, 1998)。従って、WM 容量の個人差という視点から、第二言語処理プロセスの解明を目指すことの意義は極めて大きい。

言語における WM 容量を測定する方法として Daneman & Carpenter (1980)が開発したリーディングスパンテスト (Reading Span Test: RST) が一般的に用いられている。このテストでは、被験者は、次々に提示される文を音読しながら文末単語を記憶するように指示される。2つの文を音読し2つの文末単語を記憶する2文条件から、5つの文を音読し5つの文末単語を記憶する5文条件まで昇順で行われる。つまり、被験者は、音読(文処理)により WM が削減された状況の中で、文末単語をどれだけ記憶できるのかを測定するテストである。

このテストにより、被験者が有限の WM 資源をいかに効率よく処理機能と保持機能に振り分けるのか(WM の効率性)知ることができる。しかし、前述したように、一言で処理といっても、文処理には様々な処理段階が含まれているため、このテストでは、どの処理段階で WM に負荷がかかった結果、記憶に WM 容量を回すことができなかつたのか明らかにすることはできない(中西・横川、2011)。

また、上述の RST で測定した WM 容量の違いにより、統語解析プロセスが異なることが指摘されている(Just & Carpenter, 1992)が、第二言語学習者が前置詞句付加構文のようなガーデンパス文を処理する際においても、WM 容量の個人差により処理傾向が異なるのか、また意味情報が利用できる際、その情報を利用してガーデンパス化を回避するのかどうかはまだ明らかにされていない。なお、英語母語話者においては、名詞句付加構文(The woman visited the man with a car instead of the man with a bike.)の方が、動詞句付加構文(The woman visited the man with a car instead of walking.)よりも処理時間が長く逆行回数も多いことが眼球運動を用いた研究において観察されており、最少

付加方略を用いて統語処理を行うことが指摘されている(Ferreira & Clifton, 1986)。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、以下の2点に集約される。

(1) 日本人英語学習者にとって、特に WM 容量を消費する認知負荷の高い処理段階(語彙・統語・意味・語用)の特定(Nakanishi & Yokokawa, 2011; Sugiura & Nakanishi, 2011)を主に改定版 RST (Nakanishi, 2005)を用いて調査する。

(2) WM 容量の個人差が日本人英語学習者の統語処理プロセスにどのような影響を及ぼすのか、ガーデンパス文(前置詞句付加構文)を用いて調査する。特に、a) 英語母語話者と同様に最少付加方略を用いて統語処理を行うのかどうか(Nakanishi, 2012a)、さらに意味情報を利用してガーデンパス化を回避するのかどうか(Nakanishi, 2012b)調査する。

## 3. 研究の方法

(1) Sugiura & Nakansih(2011)では、語彙処理の効率性がWM運用効率に与える影響を調査するため、以下のテストを30名の大学生に実施した。1) 語彙テストとして、語彙知識量を測定する Vocabulary Size Test (VST) (Nation & Begler, 2007)と語彙アクセスの正確性と速度を測定するテスト Computer-based English lexical processing test (CELP) (門田他, 2010)、さらに 2) WM容量を測定するテストとして、RSTを実施した。なお、RST得点法は再生得点とエラーフリー(error-free: e-f)得点の2種類を用いた(Nakanishi, 2005)。再生得点とは、文末単語の総再生語数を指す。また、e-f得点とは、RST文を正しく理解した上で文末単語を再生できた文の総数を指す。

また、Nakanishi & Yokokawa (2011)では、様々な処理段階(意味・統語・語用)とWM運用効率の関係を調査するため、それぞれの処理段階に焦点を当てた4種類のRST(1: 通常版RST, 2: 日本語訳妥当性判断課題RST, 3: 文法性判断課題RST, 4: 意味性判断課題RST)、さらに2種類の英語習熟度テスト(文法: Oxford Quick Placement Test(OQPT)、読解: 英検2級リーディングセクション)を大学生44名に実施した。

(2) Nakanishi(2012a)では、日本人英語学習者においても英語母語話者同様、最少付加方略を用いて文処理を行うのか、また WM 容量により処理方式が異なるのかどうかを調べるため、大学生 69 名を、RST 得点(WM 容量)に応じて 2 群に分けた。そして、4 種類の前置詞付加構文 a) 動詞句付加・短距離条件: The woman visited the man with a car



instead of walking. b) 名詞句付加・短距離条件：The woman visited the man with a car instead of the man with a bike. c) 動詞句付加・長距離条件：The woman visited the man early this morning with a car instead of walking. d) 名詞句付加・長距離条件：The woman visited the man early this morning with a car instead of the man with a bike. を各条件 8 文、フィラー 20 文、計 52 文をコンピュータ上にフレーズ毎に移動窓方式で提示した。各文提示後には、Who had the car? (b) woman (n) man のような二択問題が提示された。

また、Nakanishi(2012b)では、日本人英語学習者は、意味情報を利用してガーデンパス化を回避するのか、また WM 容量によりその傾向が異なるのかどうか調査するため、大学生 47 名を、RST 得点 (WM 容量) に応じて 2 群に分けた。そして、4 種類の前置詞付加構文 a) 動詞句付加・短距離条件：The girl talked to the teacher with a sweet voice because she wanted to change her grade. b) 名詞句付加・短距離条件：The girl talked to the teacher with a tie and asked him where he bought the tie. c) 動詞句付加・長距離条件：The girl talked to the teacher after the class with a sweet voice because she wanted to change her grade. d) 名詞句付加・長距離条件：The girl talked to the teacher after the class with a tie and asked him where he bought the tie. を各条件 8 文、フィラー 20 文、計 52 文をコンピュータ上にフレーズ毎に移動窓方式で提示した。各文提示後には、Who had the tie? (b) girl (n) teacher のような二択問題が提示された。

#### 4. 研究成果

(1) Sugiura & Nakansih(2011)は、被験者 30 名を VST 得点で語彙サイズ大群 (15 名)・小群 (15 名) に分け、RST 得点と語彙テスト得点との相関を調査したところ、語彙サイズ大群において、CELP 得点と RST 得点との相関が有意傾向にあり、語彙サイズ小群においては、VST 得点と RST 得点との相関が有意であることが示された (表 1, 2)。

このことから、ある程度の語彙知識量がある学習者においては、語彙アクセスの自動性の程度が WM 運用能力を左右する一方、ある程度の語彙知識量がない学習者においては、語彙知識量が WM 運用能力を左右することが示唆された。

表 1: 語彙サイズ大群

	RST		語彙テスト	
	再生	e-f	VST	CELP
再生		**0.86	0.32	†-0.46
e-f			0.42	†-0.50
VST				-0.42
CELP				

Note.  $N=15$ . \*\* $p < .01$ , \* $p < .05$ , † $p < .10$ .

表 2: 語彙サイズ小群

	RST		語彙テスト	
	再生	e-f	VST	CELP
再生		**0.81	*0.55	-0.21
e-f			*0.62	-0.08
VST				-0.36
CELP				

Note.  $N=15$ . \*\* $p < .01$ , \* $p < .05$ , † $p < .10$ .

また、Nakanishi & Yokokawa(2011)の研究から、RST3は、文処理中に文法性判断課題を課すという、文処理の中でも、特に統語処理に処理負荷のかかる課題であるが、他の RST 課題と比べて処理成績が有意に低いことが示された (表 3)。これは、日本人英語学習者における統語処理の非自動性を示している可能性がある。統語処理に認知コストがかかり、限りある WM 容量の大半を消費してしまうため、文末単語の記憶に WM 容量を回すことができず、その結果、再生得点においても他の RST と比べて有意に低くなったといえる。また、英語習熟度テスト成績との相関分析では、RST2・3 得点と英語習熟度との間には、得点法に関わらず、有意な相関がみられた (表 4)。RST2・3 とともに統語的な側面に負荷のかかる処理であることから、統語処理に関わる自動性の程度が、日本人英語学習者の英語習熟度を左右していることが示唆される。言い換えれば、統語処理の非自動性が、英語の流暢性を獲得する上での障壁となっている可能性がある。

表 3 各 RST タスクの特徴とスコア

RST 種類	タスク	処理側面	RST 得点法		処理得点
			再生得点	e-f 得点	
RST1	—	混在	26.6	—	—
RST2	日本語訳判断	意味・統語	26.9	19.4	30.9
RST3	文法性判断	統語	23.8	12.7	22.3
RST4	意味性判断	意味・語用	27.3	22.2	33.7



表4 RST得点と英語習熟度

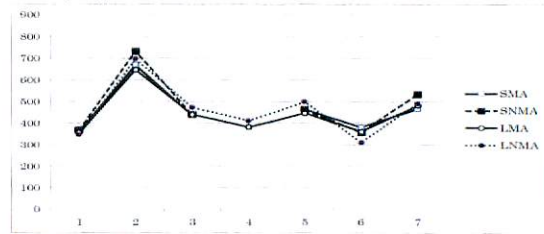
得点法	条件	RST 種類	OQPT	英検
再生 得点	重み無	RST1	0.09	0.13
		RST2	*0.37	*0.36
		RST3	*0.32	*0.30
		RST4	0.20	*0.32
	重み有	RST1	0.06	0.11
		RST2	*0.34	*0.36
		RST3	*0.30	*0.30
		RST4	0.20	*0.30
e-f 得点	重み無	RST2	**0.45	*0.38
		RST3	**0.44	**0.45
		RST4	*0.38	**0.48
	重み有	RST2	**0.42	*0.38
		RST3	**0.39	**0.43
		RST4	*0.37	**0.45

\*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$

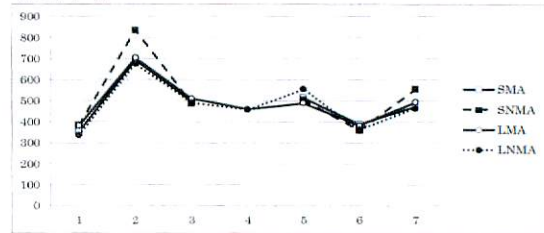
(2)Nakanishi(2012a)では、前置詞句付加構文正解数において2(前置詞句付加タイプ)×2(距離)×2(WM)の分散分析を行った結果、前置詞タイプとWMにおいて有意(もしくは有意傾向)な主効果が観察された(前置詞:  $F(3,276) = 90.121, p < .01$ ; WM:  $F(1,276) = 3.681, p = .056$ )。また、前置詞句付加構文処理時間・解答時間においても同様に分散分析を行った結果、WMにおいて有意(もしくは有意傾向)な主効果が観察された(処理時間:  $F(1, 264) = 3.020, p = .083$ , 解答時間:  $F(1, 264) = 5.515, p < .05$ )。また、文を以下のように7領域に分け(1.The woman / 2.visited / 3.the man / 4.early this morning / 5.with a car / 6.instead of / 7.walking.), 7(領域)×2(WM)×4(前置詞句付加タイプ)の分散分析を行ったところ(表5)、WMと領域においてのみ主効果が観察された(WM :  $F(1, 1716) = 8.999, p < .01$ , 領域 :  $F(6, 1716) = 70.876, p < .01$ )。これらの結果から、(1)動詞句付加構文の正解数が名詞句付加構文の正解数よりも多いこと(2)WM大群の方が小群よりも効率よく文処理を行うことが示された。(1)の結果から、WM容量に関わらず、日本人英語学習者は、英語母語話者同様、最少付加方略を選択して統語処理を行うことが示唆される。

表5 各領域における1音節毎の平均読み時間(msec.)

WM大群



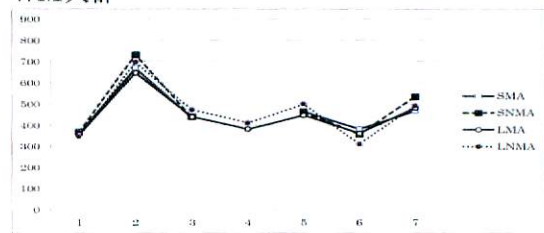
WM小群



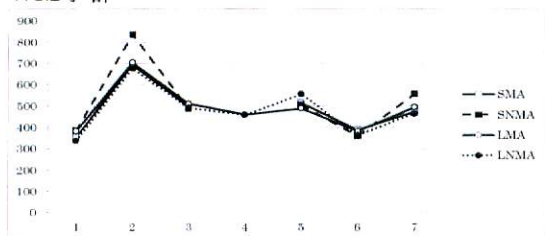
しかし、前置詞句の意味情報に付加位置に関するバイアスのかかった条件下においては(Nakanishi,2012 b)、前置詞句付加構文正解数・処理時間・解答時間において2(前置詞句付加タイプ)×2(距離)×2(WM)の分散分析を行った結果、主効果・交互作用は共に観察されなかった。また、文を以下のように7領域に分け(1.The girl/2.talkedto/3.the teacher/4.after the class/5.with a sweet voice/6.because she wanted to /7.change her grade.), 7(領域)×2(WM)×4(前置詞句付加タイプ)の分散分析を行ったところ(表6)、WMと領域においてのみ有意(もしくは有意傾向)な主効果が観察された(領域:  $F(6, 1222) = 3.106, p < .01$ , WM:  $F(1,1222) = 3.106, p = .078$ )。これらの結果から、(1)動詞句付加構文の正解数・処理時間・解答時間が名詞句付加構文と変わらず、Nakanishi(2012a)とは異なる結果になった。また、(2)WM大群の方が小群よりも効率よく文処理を行う傾向にあることが示された。(1)の結果から、日本人英語学習者においては、前置詞句の意味情報が統語処理に大きな影響を及ぼしていることが示された。

表6 各領域における1音節毎の平均読み時間(msec.)

WM大群



WM小群



日本人英語学習者を対象にしたこれらの研究の主な結果は、以下の4点にまとめられる。

- (1) 言語処理の中でも、特に統語処理が自動化されておらず、WMに負荷のかかる処理であるため、WM運用効率が悪くなる。
- (2) 前置詞句付加構文のような統語的に複雑な文であっても、WM大群は効率よく文を処理する。
- (3) WM容量に関わらず、最少付加方略を用いて、統語処理を行う。
- (4) WM容量に関わらず、意味情報が利用できる状況下では、意味情報に依存しながら統語処理を進める。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

- ① Nakanishi, H. (2012a). The Contribution of Working Memory Capacity to Processing Sentences with Prepositional Phrases for Japanese EFL Learners. ARELE 23, 281-296. 査読有
- ② Nakanishi, H. (2012b). How Japanese EFL Learners Make Use of Semantic Information within their Working Memory Capacity in the Parsing of Prepositional Phrases. 査読有
- ③ Sugiura, K & Nakanishi, H. (2011). The Contribution of Lexical Processing Ability to Efficient Functioning of Working Memory in Japanese EFL Learners. JACET 中部支部紀要 9, 125-140. 査読有
- ④ Nakanishi, H & Yokokawa, H. (2011). Determinant Processing Factors of Recall Performance in Reading Span Tests: An Empirical Study of Japanese EFL Learners. JACET 53, 93-108. 査読有

[学会発表] (計4件)

- ① Nakanishi, H & Yokokawa, H. (2012). The effect of processing cognitive load on working memory —Performance of the Japanese EFL learners in reading span tests — AAAL, Sheraton Boston Hotel. (Poster Presentation)

② 中西 弘, 横川 博一 (2011) リーディングスパンテストの再生成績に影響を与える処理要因—日本人英語学習者を対象にした実証研究—電子情報通信学会 思考と言語研究会、早稲田大学

③ Nakanishi, H. & Sugiura, K. (2011). Relationships among Lexical Access Speed, WM capacity and Speaking Skills. The JACET 50<sup>th</sup> International Convention, 西南学院大学

④ 中西 弘 (2011) ワーキングメモリ容量が前置詞句を含む文処理過程に及ぼす影響について—日本人英語学習者を対象にした実証研究—全国英語教育学会、山形大学

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

中西 弘 (NAKANISHI HIROSHI)  
東北学院大学・文学部・准教授  
研究者番号：10582918