

ワーキングメモリにおける言語処理と保持の効率性が 第二言語の照応推論に及ぼす影響

Effect of Efficiency of Language Processing and Storage in Working Memory on Anaphoric Inference in a Second Language

浅見 紫織 ASAMI, Shiori

● 東京大学先端科学技術研究センター社会包摂システム分野

Social Inclusion Systems Laboratory, Research Center for Advanced Science and Technology, the University of Tokyo

1. Research Background and Purpose

This dissertation examined the effects of resource limitation in working memory (WM) on the reactivation of information in an inactive portion of WM when intermediate-level second language (L2) learners read a text in their L2. In intermediate L2 reading, resources are primarily allocated to basic language processing, in which the burden is relatively heavier than in a first language (L1). Because of this, fewer resources are allocated to the higher-level processing and temporary storage. Such a biased allocation to the basic language processing presumably affects the reactivation of inactive information during reading comprehension. However, there is a possibility that the reactivation process occurs if inactive information is necessary to understand the currently processed sentence. Therefore, by employing an anaphoric inference which is necessary for the referential coherence of a text, this study examined whether a nominal anaphor could reactivate its backgrounded referent in a distant discourse environment.

In the current series of experiments, the susceptibility to the resource limitation was investigated by the individual WM capacity (WMC:

the efficiency of processing and storing functions in WM) in an L2. The hypothesis was that L2 learners with larger WMC could efficiently allocate their resources to reactivate a referent of the nominal anaphor to construct the global referential coherence. In contrast, L2 learners with smaller WMC were assumed to be less efficient in language processing and storing in WM. Hence, such learners would be less likely to be able to allocate their resources to reactivate an inactive referent and fail in constructing the global referential coherence.

2. Local Anaphoric Inference in an L2

Experiment 1 examined the maintenance of the referent in WM, which appeared in a close discourse environment to the nominal anaphor. Forty-six Japanese intermediate learners of English read the texts one sentence at a time. In each text, a nominal anaphor or non-anaphoric character followed the introduction of a referent character. When reading a given text, the participants performed the test-word recognition task after either one of the target sentences, the anaphoric or non-anaphoric sentence. The test word was the referent word. The participants also completed two

separate tests to assess their English proficiency and WMC.

Experiment 1 demonstrated that the participants responded to the test word faster after reading the anaphoric sentence than after reading the non-anaphoric sentence. This response facilitation indicated that the nominal anaphor as a signal could spread activation to its referent; hence WM holds the referent in an active state. Regarding the reading time of the target sentences, the participants read the anaphoric sentences faster than the non-anaphoric sentences. This faster reading time of the anaphoric sentences suggests that compared with the local integration of the referent to the developing text representation, the integration of a newly introduced character could demand more resources. Finally, the results above did not differ regardless of the L2 reader's WMC. Therefore, in an intermediate L2, the WMC could not affect the process of the local anaphoric inference.

3. Global Anaphoric Inference by L1 Speakers and L2 Learners

Experiments 2a and 2b examined the reactivation of the inactive referent, which appeared in a distant discourse environment to the nominal anaphor. Fifty-nine native readers of English participated in Experiment 2a, and 39 Japanese intermediate learners of English participated in Experiment 2b. The participants read the texts one sentence at a time and performed the test-word recognition task either before or after the target sentence in each text. The L2 learners also completed the tests to assess their English proficiency and WMC. In Experiment 2a, the native readers responded to the test word faster after reading the anaphoric sentence than before reading it. This fast response to the referent word was interpreted based on the passive activation process in which the nominal anaphor spreads activation to its semantically and

contextually associated referent as a signal. On the other hand, Experiment 2b first showed that, regardless of the type of the target sentence and the position of the test word, the response times did not differ for the L2 readers with lower WMC. Moreover, contrary to the hypothesis, the L2 readers with higher WMC responded to the test word marginally slower after reading the anaphoric sentence than after reading the non-anaphoric sentence. Overall, no facilitation of the response to the referent after the anaphoric sentence suggested that the L2 readers with both higher and lower WMC could not reactivate the inactive referent. It was argued that the failure in the reactivation could occur due to the weak connection between the referent and its associates and the little availability of the referent itself in the text representation.

However, looking carefully at the results of the L2 readers with higher WMC, in addition to the slightly slow response to the referent after the anaphoric sentence, they read the final sentences which followed the anaphoric sentences significantly more slowly than the final sentences which followed the non-anaphoric sentences after they responded to the test word; namely, a spillover effect was observed. Those results could imply that higher WMC could enable intermediate L2 readers to perform the additional processing, presumably to generate global referential inference; the reader's standards of coherence could be met globally. Compared with the higher WMC group, the L2 learners with lower WMC assumingly needed more compensation for their weaker language processing. Consequently, the global referential coherence could not be covered with their limited resources; the reader's standards of coherence were met only locally.

4. Conclusion

In summary, the resource limitation in WM could

result in (a) the weak connection strengths among concepts and propositions in a text representation, (b) the weak spreading activation or the limitation of the amount of information to be activated, and (c) the limitation of the reader's standards of coherence to be met during reading comprehension.

1. 研究背景と目的

本論文の目的は、中級の第二言語（L2）学習者におけるワーキングメモリ（WM）の資源の制約が、非活性化領域の情報の再活性化に、どのような影響を与えるかを検討することであった。WMにおける資源の制約とは、WMが担う処理と一時的な貯蔵の両機能が共有する資源が有限であることを意味する。そして、L2では、WMにおける基本的な言語処理の負荷が比較的高く、資源配分が言語処理優先となる。そのため、それ以外の高次の処理や一時的な情報保持へ割り当てられる資源が減少する。このようなWMにおける資源の制約の影響から、中級のL2学習者において、読みの過程で非活性化状態の情報を再活性化することが難しいことが明らかにされている。ただし、先行研究が扱った非活性化状態の情報とは、現在読解中の文と矛盾する先行情報や、話の焦点ではない関連情報であった。そして、それらの再活性化に基づく大局的な一貫性の形成は、実行されなかったとしても、現在読解中の文自体の理解を破綻させるとは言えない処理であった。つまり、限られた資源を消費してまで行われなければならない処理ではなかったため、非活性化状態の情報を再活性化させないまま読解が継続した可能性がある。そこで、本論文では、文章理解で必須の大局的な一貫性に関わる照応推論に焦点を当てた。具体的に、遠くの文脈に在る非活性化状態の指示対象を名詞照応詞によって再活性化できるか検証した。このとき、非活性化状態の指示対象の再活性化が受けるWMの資源の制約からの影響は、個人のWM容量（WMにおける処理と保持の効率性）から検討した。WM容量の小さなL2学習者は、

In conclusion, this study indicated that intermediate L2 readers have difficulty in reactivating even the necessary information to comprehend a text. It also suggested the possible factors underlying the difficulty.

言語処理と処理された情報の一時的な保持について効率性が低く、基本的な言語処理で消費される資源が比較的多くなると考えられる。つまり、そのような学習者は、高次の処理に当たる大局的な照応推論に資源を割り当てられる可能性が低い。したがって、非活性化状態の指示対象の再活性化が、WM容量から影響を受けるか検証した。

2. 英語学習者による局所的な照応推論

実験1では、照応詞と近接した文脈に登場する指示対象の活性化維持について検討した。本実験の理論仮説は、まず、名詞照応詞との意味的および文脈的関連に基づいて活性化が拡散し、直近の処理サイクルに由来する指示対象の活性化程度が強く維持される。次に、直近の処理サイクルに由来する指示対象は、活性化や統合にかかる認知的負荷が小さいと考えられるため、WMの資源の制約の影響を受けにくいであった。実験1に参加した日本人の中級英語学習者は46名だった。参加者は、指示対象を含む文の直後に、名詞照応詞あるいは非指示対象を含むターゲット文が続く文章を1文ずつセルフペースで読解した。そして、ターゲット文の読解直後に、指示対象をテスト語とするテスト語再認課題に取り組んだ。参加者は、WM容量を測定するAnaphora Reading Span Testと、英語の習熟度を計測するOxford Online Placement Testにも取り組んだ。その結果、まず、中級の英語学習者は名詞照応詞条件でターゲット文を読解した場合、非指示対象条件よりもテスト語への反応が有意に速かった。したがって、名詞照応詞をシグナルとして、指示対象に活性化が拡散することで、非指示対象文読解時よりも高く指

示対象の活性化が維持されたと考えられる。次に、名詞照応詞条件よりも、非指示対象条件でターゲット文の読み時間が有意に長かった。これは、局所的な照応推論よりも、新しい人物の情報を文章表象に統合する負荷の方が大きいことを示唆した。さらに、上述の反応時間と読み時間のパターンは、WM容量の高低によって変わらなかった。つまり、WM容量の大きさが、局所的な照応推論の処理過程や処理負荷に影響を与えとは言えないことが分かった。

3. 英語第一言語話者による大局的な照応推論

実験2aは、英語第一言語（L1）話者を対象として実施した。この実験では、名詞照応詞との意味および文脈的関連に基づいて活性化が拡散し、過去の処理サイクルに由来する非活性化状態の指示対象が再活性化されると理論仮説を立てた。実験には、59名の英語L1話者が参加した。実験1で使用された文章のターゲット文の前に挿入文を追加し、指示対象と名詞照応詞の距離を離れた。実験2aの手続きは次の2点を除き、実験1と同様であった。まず、テスト語再認課題のテスト語位置はターゲット文の前と後の2か所に設けた。次に、WM容量と英語習熟度のテストを行わなかった。実験の結果、名詞照応詞条件においてのみ、ターゲット文の前より後でテスト語への反応が有意に速かった。したがって、挿入文で非活性化状態になった指示対象が、名詞照応詞によって再活性化したことが示唆された。また、ターゲット文の読み時間は、非指示対象条件と名詞照応詞条件で変わらなかった。ここから、文章表象に新しい人物を統合する負荷と、大局的な照応推論の負荷が同程度であると考えられる。

4. 英語学習者による大局的な照応推論

実験2bは、中級の英語学習者を対象に実施した。実験2bでは、WM容量が大きい場合、名詞照応詞によって非活性化状態の指示対象が能動的に再活性化されると仮説を立てた。一方で、WM

容量が小さい場合、名詞照応詞は、新しい人物として局所的に統合されることで、指示対象は再活性化しないと仮説を立てた。実験に参加した中級英語学習者は39名だった。実験の手続きや使用した文章は実験2aと同様であったが、WM容量と英語習熟度も測定した。実験の結果、WM容量の低群では、ターゲット文の種類やテスト語の位置に関わらず、テスト語への反応時間は変わらなかった。一方で、WM容量の高群では、非指示対象文よりも名詞照応詞文を読解した後、テスト語への反応時間が有意傾向で遅くなった。ターゲット文の読み時間は、WM容量の低群で、ターゲット文の種類間に読み時間の差はなかった。しかし、WM容量の高群では、名詞照応詞文が非指示対象文よりも有意に速く読解された。ここから、WM容量の低群も高群も、名詞照応詞によって指示対象が再活性化しなかったと考えられる。さらに、WM容量の高群でのみ、名詞照応詞文を読解した後にテスト語へ反応した場合、その後続文の読み時間が有意に長くなった（スピルオーバー効果）。高群でのみ名詞照応詞文の読解後にテスト語への反応時間が遅くなったことも合わせ、高群はテスト語の提示を受け、付加的な処理（大局的な照応推論）を実行した可能性がある。

5. 総合考察と結論

本研究で行った実験結果に基づき、中級の英語学習者の照応推論の認知的処理過程をランドスケープモデルによってモデル化した。はじめに、実験1で名詞照応詞文後に指示対象語への反応が促進されたことから、局所的な照応推論の過程を考察した。まず、名詞照応詞文を読解することで、その文を構成する概念や命題が抽出される。抽出された名詞照応詞はシグナルとなり、受動的にコホート活性化が起こる。この受動的なコホート活性化によって、直近の処理サイクルに由来する、名詞照応詞と意味のあるいは文脈に関連する概念や命題が活性化する。つまり、名詞照応詞との語彙関連や修飾情報との重複から、指示対象に活性化が拡散する。そして、同時に強く活性化され

た名詞照応詞と指示対象はコホートを形成し、読み手の一貫性の基準を満たすように統合される。

次に、実験2bで名詞照応詞文の読解後に指示対象語への反応が促進されなかった結果から、大局的な照応推論の認知的処理過程について考察した。まず、受動的なコホート活性化によって、指示対象が再活性化したとは言えず、名詞照応詞と指示対象は照応関係が形成されないまま更新されただけでなく、読み手の一貫性の基準（ある読解の状況において達成しようとする、妥当な一貫性の種類や強さを反映した基準）を通じて、読み手に起因する能動的な過程が生起されないまま、読解が継続したと考えられる。本論文では、指示対象が再活性化しなかった理由として、構築中の文章表象において、指示対象の利用可能性が低いことを挙げた。利用可能性の低さは、中級英語学習者の心内辞書において名詞照応詞と指示対象の語彙的な結合が弱いこと、文章において指示対象の中心性が低いこと、指示対象は名詞照応詞と共通した修飾情報との接続強度が弱まっていたことを要因として議論した。

しかし、実験2bでは、WM容量の高群においてのみ、名詞照応詞文の読解後にテスト語への反

応時間が遅く、その後続文の読み時間も遅くなった。この結果から、WM容量が大きい場合、テスト語として指示対象が活性化すると、名詞照応詞と指示対象の照応関係を構築する付加的な処理が起こったと想定できる。このような付加的な処理過程が生起するのは、WM容量の高群の読み手の基準が、局所的な一貫性だけでなく、大局的な一貫性にも及ぶためであると考えられる。一方、WM容量が小さい場合、低次の言語処理に関わる非効率性を補うことに資源配分が優先され、大局的な照応推論のような高次の処理まで補うことが難しかったと解釈した。つまり、WM容量の低群の一貫性の基準は、大局的な一貫性に及ばず、局所的な一貫性のみに留まっていると考えられる。

以上を踏まえ、中級L2学習者がWMの資源の制約から受ける影響とは、(a) 文章表象における情報間の結合強度の弱さ、(b) 受動的な活性化拡散の弱さあるいは活性化できる情報量の制限、そして、(c) 読み手の一貫性の基準の制限であると考えられる。本研究は、中級L2学習者が文章理解に必須の旧情報さえも再活性化に困難があることを示唆しただけでなく、その要因と考えられる問題を顕在化させた点で意義深い研究であった。