

外国語学習における作業記憶の役割

—作業記憶の特性から英語学習方法を考える—

安藤則夫^[1] 植草学園大学発達教育学部

The Role of Working Memory in Learning English

—Seeking Application for the Merit of Working Memory on English Learning —

Norio ANDO Faculty of Child Development and Education, Uekusa Gakuen University

作業記憶の能力は、学業に大きく貢献しており、その能力を高め教育現場で活用することが望ましい。しかし作業記憶の構造や機能、能力に関しては、研究者の間でも見解が定まっていないのが現状である。そこで本論では、これまでの作業記憶に関する研究を批判的に分析し、学習、特に外国語学習に関係する作業記憶の特性を明らかにした。その一つに、情報の処理と貯蔵を同時に行うために焦点化できるのは、4項目程度であるという作業記憶の処理能力の限界がある。また、音韻処理の速さが語彙獲得を促進する要因となるという特性も明らかになった。このような特性から考えて、最初の段階では、作業記憶に余裕を持たせるために、短い意味のある表現のまとまり（チャンク）を反復させて英語の音韻構造に慣れさせる、次の段階として、各々の短い表現を接続したり、文の中に組み込んだりして、長い表現をチャンク化していく、という教授法を提案した。小学生高学年の発達を考えると、日常的に意志表示ができる短い表現を覚えて使えるようにすることが目標となる。

キーワード：作業記憶の特性、記憶容量の限界、処理速度、チャンク、外国語学習

Working memory capacity (WMC) plays an important role in learning a second language, however the concept is not fully agreed upon among researchers. In this paper previous studies of WMC are critically analyzed and the merits of WMC are addressed. There is a limit in WMC for processing information; it can process only about 4 items at the same time. High phonological memory contributes to vocabulary development. Following the limit of WMC, in the first stage of English learning, children are recommended to learn by repeating short meaningful expressions (chunks). Through cumulative repetition, children can become accustomed to the phonological structure of English. In the second stage, children combine short expressions into longer expressions. By learning short daily expressions especially for expressing their feelings, teachers can stimulate children to use English in daily life.

Keywords : Working memory capacity, Limit of processing information, Phonological memory, Chunk, learning English

1. はじめに

作業記憶は、日常生活のあらゆる活動を行う時に使われている能力である。それは、学習を支える

[1] 著者連絡先：安藤則夫

様々な能力にも関係しており、学習のための基礎的能力と考えられる¹⁾。作業記憶の能力は、IQよりも正確に学業に反映すると言われている²⁾。

作業記憶の能力は、言語獲得をも支えている。特に作業記憶のサブシステムの1つである音韻ループの能力が高ければ、言語は容易に学習されるという³⁾。そうであるならば、作業記憶の能力を高めることで、言語学習を容易にする方略が考えられる。実際に、実験研究からは、作業記憶の能力を高めることで読解力が高まると報告されている⁴⁾。

このように、作業記憶が学習全般だけでなく言語学習にも貢献していることから、小学生の英語学習の場にも作業記憶の考え方を応用した方が良いと考えた安藤⁵⁾は、言語学習に関わる記憶や作業記憶の研究を概観し、記憶事項の一時的保持を促す働きかけを主とした小学生に対する英語教授法を提案した。

その提案に基づいて長谷川・安藤(印刷中)⁶⁾は、作業記憶を活用した教授法と以前からある教授法の有効性を比較検討することにし、小学生高学年を対象に1週間ほどの期間に2つの教授法を交互に行って、英単語をどの程度習得したかを教授後のテストによって確かめた。結果を見ると、作業記憶を活用した教授法と従来型の教授法の間に、成績の差が現れなかった。

作業記憶を活用する教授法が優れているという結果が現れなかった要因は、実験期間が短期間であり、作業記憶を活用する学習法に被験者が習熟していなかったからではないか、と考えられた。

過去の研究では、作業記憶(短期記憶)の能力は、年齢による変化はあるものの、環境の違いによって変化しないということが確かめられている¹⁾。また、訓練によっても改善しないとされてきた⁷⁾。

他方、最近の研究では、作業記憶の能力を訓練によって高めることができると言われるようになってきた⁷⁾。なぜ以前からの作業記憶の訓練が効果を示さなかったのかについてKlingberg⁷⁾は、3つの理由を述べている。1つは、作業記憶を高めるための方略を教えるものではなかったこと、1つは、様々な認知課題の中に作業記憶の課題があり、作業記憶課題に当てられた時間が少なかったこと。最後に、最近ではコンピューターを使ったプログラムが

開発され、各被験者のレベルに合った課題を長時間に亘って行う訓練が可能になったことを挙げている。つまり、作業記憶を高めるためには、週5日を5週間といった長い期間課題を続ける必要があるというのである。

その点から言うと、長谷川・安藤⁶⁾の学習方法では、1週間程度の期間内に、20分ほどの学習を2回行ったのみなので、効果が現れないのもいたしかたないのかもしれない。

しかし、現実の教育現場について考えると、小学校で外国語教育に当てられる時間数は、年間35時間でそれほど多くはない。その中で作業記憶の訓練をかねて外国語学習を行っても、作業記憶の訓練に当てられる時間は不十分と言わざるを得ない。

外国語学習だけでなく、他の教科でも日常的に作業記憶の能力を高める授業が行われていれば、頻繁に行われたい外国語教育においても、作業記憶の活用が容易になるかもしれない。しかし現在のところそれは望めない。しかも、日本の教育現場では、作業記憶に関してコンピュータープログラムによって、各個人の学習レベルに合った課題を継続的に行うという状況ではない。やはり当面、教室で教師が教授する中で、作業記憶を十分に活用するという方策を考えていく必要があると思われる。

そのためには、児童の作業記憶の能力を高めるということを目標にせず、現在の作業記憶の能力を活用する教授法を開発することが大切である。確かな教授法を確立することで、将来的にはコンピュータープログラムを開発していくと良いと思われる。

そのためには、作業記憶の特徴をよく理解し、教育現場で活用できる考え方と実施方法を改めて探る必要があると思われる。

特に作業記憶については、現在でも様々な考え方がある。例えば、3つのサブシステムから作業記憶をとらえるBaddeley⁸⁾の考えに対して、注意の焦点化を重視するCowan⁹⁾がいる。作業記憶の限界に関しても、統一した見解が得られているわけではない¹¹⁾。そのために実証的な研究を批判的に概観して、作業記憶の本態を明確にしていく必要がある。

そこで、今回は、作業記憶の外国語学習に関わる特性に焦点を当て、作業記憶の性質を解明し、教育現場で作業記憶を活用する方法について、様々な可

能性を考えてみた。また、小学生高学年の発達に合った作業記憶の活用についても考える必要があるため、作業記憶の機能や能力についての発達の検討も行った。

2. 目的

本論の目的は、作業記憶の特性を明らかにし、小学生の外国語学習において、学習した内容がしっかり身につくような、しかも、一般的な教育現場で活用できる教授法の可能性を明確にすることにある。

まず、作業記憶の要素や構造、機能、能力を明らかにし、外国語学習能力との関係について調べてみて、どういう活用の仕方があるのか考える。また、作業記憶の発達の変化の特徴を解明し、小学生高学年の発達段階に合った英語教材を考察し、教師が児童と面しながら行う教育場面で活かせるような教育プログラムを提案する。前回の記憶と学習に関する全体的な考察⁵⁾に加えて、さらに作業記憶およびその発達に焦点を当てて考察する。

3. 方法

3.1 考察の対象

考察は、作業記憶の特性、機能、発達の変化に関する実験研究、および作業記憶を高める研究や作業記憶を活用する研究、特に言語獲得や外国語学習に活用するための研究を対象にして行う。それらの文献の検討に基づいて、作業記憶を小学生への外国語教育にどう活かすかを対象として考察した。

3.2 考察の方法

作業記憶の性質や機能について、小学校の教室での学習という観点から、分析する。そのことによって、作業記憶の特性や機能を外国語教育の場で十分に発揮するための教授法を明らかにする。

また、作業記憶能力の訓練に関する文献は、作業記憶能力を伸ばす観点から考察するだけでなく、現在持っている作業記憶を活用するためには何ができるかという観点からも分析する。

また、作業記憶の発達に関する研究論文を読み、小学生の外国語学習に役立つ知見を探すとともに、それらの知見をもとに、作業記憶の特性に合った教材を考案し、教室で応用できる教授法を検討する。

そのような分析と考察から、作業記憶を活用した外国語の教室における教授法の原則を明らかにし、その教授法で使用する教材についても、その可能性を示したいと思っている。

4. 作業記憶の特性と機能

4.1 作業記憶の要素

作業記憶とは、言語理解や産出といった認知的課題を実行する過程で、情報の処理と一時的な保持に関わる記憶システムである³⁾。思考や判断、読解、創造過程などの知的作業に深く関わっているシステムである。提案された初期の作業記憶は、中央実行系と音韻ループ、視覚・空間的スケッチパッドという3つのサブシステムから成っていた。

中央実行系とは、特定の情報を処理したり、記憶システムの中の他の2つの領域間の情報活用や伝達をコントロールしたりするために、限られた情報の範囲内で情報の処理を行う。

音韻ループは、音韻的な情報の処理と保持を行う領域である。それには、音韻的短期貯蔵とリハーサルを通じて情報を音韻的形式へと再符号化する無発声制御過程という2つのサブシステムがある⁶⁾。無発声制御過程とは、発声しないで心の中で音声を再現し、リハーサルする仕組みを持ち、リハーサルすることで音声的刺激を長期記憶へと移行させる働きがある。この無発声制御過程は、音声情報をそのままリハーサルするだけでなく、文字などの非音声的刺激を心の中で音声化してリハーサルし、音韻的短期貯蔵へ保持する役割も持っている。

視覚・空間的スケッチパッドは、視覚・空間的情報の処理と貯蔵を行う。および最終的にイメージの形でコード化される言語的材料の処理と貯蔵も行う。

中央実行系は、音韻ループや視覚・空間的スケッチパッドにある情報を取捨選択したり分離したり統合するという作業を担うことで、思考や概

念形成などの知的作業を行う。この中央実行系は、情報の処理、注意の配分の役割があると考えられていた。しかし情報処理をするだけでなく、ここで処理・統合した情報を一時的に蓄える領域、つまり中央実行系が直接操作するための記憶領域を想定しなければならなくなった。そのために考えられたサブシステムが、エピソード・バッファである⁸⁾。エピソード・バッファは、様々に処理され統合された情報の一時的貯蔵庫と言える。いわば、音韻ループに貯蔵される純粋な音声情報と視覚・空間的スケッチパッドに貯蔵される純粋な視覚空間的情報以外の雑多な情報を貯蔵する領域である。

4.2 作業記憶の要素の発達

作業記憶を3つの要素に分けるとする考えを発達の検証したのは、Gathercoleら¹¹⁾である。彼らは、4歳から15歳の児童に、数字や言葉・無意味語を聞いた後で想起させるという単純な記憶課題や処理と貯蔵の2つの過程を含んだ複雑な言語的課題、及びブロック指さし課題や迷路課題といった視覚・空間的課題を与えて、3つの領域がどのように発達するかを検討した。その結果、6歳以後は作業記憶の3つの要素が独立して働いていることを検証した。

ただ、彼らを与えた課題が初めから中央実行系、音韻パッド、視覚・空間的スケッチパッドの存在を想定した課題であったので、それぞれの要素に関わる課題が独立して年齢とともに成績が良くなるにしても、3つの要素が少なくとも6歳以後は独立して存在すると結論づけていいかどうかは、疑問が残るところである。

4.3 作業記憶の要素分類は適切か

以上、作業記憶を3の要素に分ける見方について概観した。そこから分かることは、中央実行系や音韻ループ、視覚・空間的スケッチパッドのどのサブシステムにも、処理と貯蔵の領域があるということである。つまり、3つの領域で別々に必要な情報をすぐに使える状態にして「貯蔵」しつつ、3つの領域で、その情報を適宜使って思考したり判断したりという「情報処理」を行っている。

そのように考えると、貯蔵の領域を3つに分けて考えなくてもよいのではないかと思われるし、刺激を処理する3つの領域も別々に働いているというよりも、処理が1つの領域でコントロールされていると考えてもいいのではないかと思われる。

4.4 情報は多感覚・評価・判断の結合体

なぜそう考えるかという、情報は、単純に視覚情報や聴覚情報として孤立して存在するわけではないからである。1つの情報は、視覚、聴覚、触覚などの感覚刺激やそれを受け取った個人の情緒的判断や理性的処理情報などが複雑に絡み合った複合体である。例えば、読書の場合を考えてみると、視覚刺激である文字には聴覚情報や意味情報、エピソード情報が結合している。入力初期である感覚刺激を処理する段階では視覚野でその処理が行われるにしても、意識的に情報処理する段階つまり作業記憶の段階では、文字情報は音声化され、言葉の意味や感情が総合されて処理される。

例えば、意識的な読解では、文字の判読がなされるが、視覚刺激を単に音声化するだけではない。なぜならば、視覚的情報と聴覚的情報は、単純に一対一対応しているわけではなく、文字を音声化する段階で、文脈から適切な音声を選び出すという判断の作業が必要となる。例えば、「末期」という一つの視覚的刺激には「まっき」と「まつご」という2つの音声刺激が結びついている。そして、ある文脈では「まっき」と読み、別の文脈では「まつご」と読むというように、音声化するために文脈の理解や文脈に応じた音声化の選択が必要なのである。

だから、複合的な情報を貯蔵するエピソード・バッファがあれば、意識的な情報処理は可能なのである。エピソード・バッファの中に聴覚的成分の多い複合情報や視覚的成分の多い複合情報が存在すると考えた方がよいと思われる。

実際に、作業記憶の過程をいくつにも分けないで、注意の焦点化によって作業記憶の働きを説明しようとする研究者がいる。

5. 注意の焦点化と作業記憶

5.1 注意の焦点化から見る作業記憶

注意の焦点化とは、貯蔵された情報に注意を向けることで情報をすぐ使える状態に活性化し、注意がさらに情報処理にも向けられることで特定の情報処理も成されるという理論である¹²⁾。処理や貯蔵された記憶に注意が焦点化することで、知的な作業が行われるという考えである。必要な記憶に注意を焦点化させながら、意識的な処理（情報操作、思考）を行うのである。

このような考え方をすると、作業記憶は、注意の焦点化によって説明される。注意が、長期記憶に向けられたり、短期記憶の中に入力された情報に向けられたり、もともとある処理機能に向けられることで、知的作業が行われるので、作業記憶の中に、3つの領域を考える必要はなくなる。

その代わりに、長期記憶の中の特定の情報が活性化され（すぐに使える状態になり）、短期記憶の中でさらに活性化されたまま保持され、その中で、選ばれた情報が意識されて処理されるというように、注意による活性化の度合いによって3つの活性化状態に分けられる。3つの活性化された情報は、想起に要する時間によって区分される。現在意識しながら処理している情報は、注意が焦点化されている情報で、すぐに想起される。意識はされていないけれど、すぐに想起して意識できるのが短期記憶（これを作業記憶と呼ぶ場合もある）にある情報、さらに、それと関連して長期記憶に活性化された情報は想起するのに少し時間がかかる。長期記憶の中にあって活性化された記憶は、長期作業記憶と呼ばれることもある¹³⁾。

このように作業記憶を注意の焦点化によって説明すると、注意をどのように焦点化するかが問題になる。注意の方向を変え、注意の配分の範囲を調節する仕組みを考えると、Baddeley⁸⁾の中央実行系と同じ機能と言える。そのために注意の調節も含めて実行注意(executive attention)と呼ぶこともある^{14) 15)}。そして、実行注意には、様々な働きがあるとするのである。例えば、妨害刺激に対する注意のコントロールや目標に注意を向ける働き、現在の課題を持続し続ける働き、不適切な反応が生じそう

になった時に抑制する働き、なども含めて実行注意と言うのである。

5.2 作業記憶の限界

注意の焦点化として作業記憶を捉える場合、特に情報処理能力の限界が問題になってくる。一時に処理できる情報の塊(chunk)の数の限界である。一度に覚えられる情報の塊の数については、Miller¹⁶⁾のマジカルナンバー 7 ± 2 が有名である。

この数字に異を唱えるのは、Cowan⁹⁾で、4つぐらいの項目を扱うのが限界であると主張している。もともとCowan⁹⁾は、人間の情報処理能力の限界に興味を持っていて、情報処理のために注意を焦点化できるのは最大限いくつかを研究した。彼は、Millerのマジカルナンバーは、チャンク化して覚えられる数字であるという¹⁷⁾。例えば、7, 5, 7, 8, 0, 3, 2という7つの数字を聞いて、その数字を全部覚えることができたとしても、7項目(チャンク)覚えたということではなく、7-5-7を1つのチャンクとしてまとめたり、3-2を1つのチャンクとしてまとめたりして覚え、結局、4チャンクしか覚えていないのだというのである。

他にも、処理と貯蔵を同時に行う様々な二重課題において、一度に意識して処理できるチャンク数は、4であると検証している。二重課題は、与えられた情報をチャンク化する余裕のない状態にして、どの程度の情報処理ができるかを見るものである。例えば視覚配置課題がある。色付けされた四角がいくつか並べられて2分の1秒以下の時間だけ提示され、すぐに別の色付けされた四角が同じ位置に提示される。課題は、丸で囲われた四角の色が変化したかどうかを答えるというものである。青年は、1つの配置ごとに4つまでは答えることができた。しかし、それ以上になると不正確な答えになってしまった。このように4つまでの情報は処理できることを確かめたのであった。

しかし、処理の量が増えると扱える情報量は減る。注意は、処理と貯蔵の両方に配分されるので処理の方に負担がかかれば貯蔵に向かう注意が減り、貯蔵の方に意識が向けば、処理に当たる注意が減り、処理が十分にできなくなるのである。これを、トレードオフ(相互の譲り合い)という¹⁵⁾。つまり、課

題の難しさ、処理の複雑さによって、注意の焦点化できる情報の項目数が変化する。時には、1項目しか意識できない場合も発生する。その場合には処理の速度は速まる¹⁸⁾。

このように同時に処理できる項目(chunk)は、かなり少ない。だから、情報量が多く、処理が困難な課題は、うまくできない。しかし、長期作業記憶は、即座には利用できなくても、活性化させて知的作業に利用できるもので、まったく多量の情報を扱えないわけではない¹³⁾。また、練習によって処理を高速化することができれば、多くの情報も少ない項目にまとめることが可能になり、結果的に多量の情報を扱えるようになる¹⁸⁾。

5.3 作業記憶の訓練と注意制御

注意の焦点化と作業記憶の能力との関連を考える上で、作業記憶の訓練について考える必要があるであろう。安藤⁵⁾が指摘するように、作業記憶の訓練をすると注意力が高まり、注意力の高まりによって作業記憶の能力が高まったと考えられるからである。例えば、作業記憶が訓練によって改善されたという初期の報告は、ADHD 児に対して行われたものであった^{19) 20)}。その時の課題は、パソコン画面の記憶をしばらく保持し続けて、次に現れる画面と一致しているかどうかを判断する課題であり、次の画面が現れるまで注意を内面に集中し続ける必要のある課題であった。このことから、作業記憶の訓練によって落ち着きや注意力の伸びがまず生じ、その結果、作業記憶の能力が伸びたと考えられる。Beck ら²¹⁾も、作業記憶の訓練によって、不注意などの ADHD 症状が改善されたと報告している。

先に考察したように、作業記憶において注意の焦点化が重要な役割を果たしているもので、むしろ、注意の焦点化が改善したことで、作業記憶の能力が改善したと言うこともできると思われる。

落ち着きのない ADHD 児・者は作業記憶の能力が低いと言われている²²⁾。

言語障害のない ADHD 児も、言語的・空間的作業記憶が劣っている²³⁾。これらの研究から、落ち着きなさや不注意といった注意欠陥によって、作業記憶の機能不全が起こるという見方も可能と思われる。

他方、作業記憶能力の高い人は低い人に比べて、情緒をうまく調節でき、感情を抑えることができるという研究がある²⁴⁾。これも、注意力が高いと落ち着きやすいことを示している。

このように注意の焦点化能力が高いことで作業記憶能力も高まるとすると、注意力を高める訓練をすることで、作業記憶能力を高めることができることになる。残念ながらそのような研究はない。瞑想などで注意力や自己制御が高まるという研究がある²⁵⁾ので、注意力を高めることで作業記憶が高まるという研究が待たれる。

6. 作業記憶の特性

6.1 短い情報がよく記憶される

音節が少なく短い単語の方が、音節が多くて長い単語よりも、よく記憶されるという現象がある³⁾。これは、「語長効果」(word-length effect)と呼ばれている。

Gathercole & Baddeley³⁾は、人が言葉を聞くと心の中でリハーサルを行うと考えている。それは、「内言反復」と呼ばれている発声されないリハーサル(subvocal rehearsal)である。音韻ループの中で言葉がリハーサルされることで、言葉が長期記憶の方へ貯蔵される。そのリハーサルの回数が多いほど、長期記憶への定着が促されると彼らは見なしている。

「リハーサルを多く繰り返す」ことを可能にするのは、覚えるべき材料の長さである。短い材料の方が同じ時間内に多く繰り返すことができる。その結果、短い言葉の方が、記憶しやすいことになる。

3音節の言葉よりは、1音節の言葉の方が記憶されやすいという「語長効果」は、どの年齢にも見られる。²⁶⁾例えば、4歳、7歳、10歳の児童、および成人によって確かめられている。

6.2 速く発音できる言葉はよく記憶される

速く発音できることでも、リハーサルを多く繰り返すことができるようになる。速く発音できると短時間にリハーサルを終えることができ、リハーサルを多く繰り返すことができるからである。

単語を発音する速さは、1秒間に発音できる単語

の数を表す発音割合 (articulation rate) で測れる。1秒間に発音できる単語の数が多い方が、つまり発音割合が多いほど、速く発音していると言える。言葉を聞いたり読んだりした後で、再現できる単語の量を記憶スパンと言う。Hulme ら²⁶⁾ は、3歳から成人までの語長効果と発音割合について調べた。彼らは、1音節の単語 (例 egg, pig, bus, cat など) の組と3音節の単語 (例 elephant, umbrella, banana, kangaroo など) の組を作り、被験者に数個の単語を聞かせた後、発音された単語を同じ順序で想起 (発音) させた。短期記憶の能力が高いと、多くの単語を再生できるはずである。

その結果、記憶行為は年齢とともに改善し、すべての年齢群で、長い単語より短い単語の方がよりよく思い出せた。さらに発音割合も年齢とともに改善し、しかも発音割合が多い子ほど、記憶スパンが良いという結果を得た。そして、速く発音できる方が記憶が良くなると結論づけた。速く発音でき、発音割合が高くなるのは、音韻ループでの音韻処理能力が高いことを意味する。

さらに、彼らは、発音割合の改善と記憶行為 (記憶スパン) の改善を比較し、発音割合の伸びに比例して記憶力も伸びていることを見出した。そこから、年齢が高くなるほど、記憶力が良くなるのは、発音速度が速まることによって説明できるとした。記憶容量が年齢とともに良くなると考える必要はないというのである。つまり、音韻ループでの音韻処理能力が高いほど、言葉を記憶する能力が優れていると言え、年齢とともに音韻処理能力が高まるので、言葉の記憶も向上すると考えた。

Gathercole ら²⁷⁾ は、4歳、5歳、6歳、8歳の児童の語彙、音韻的記憶、非言語的知能、読書力を縦断研究で調べ、交差時差相関分析を行って、これらの能力の因果関係を求めた。その結果、4歳から5歳にかけて、音韻学的記憶能力 (音韻処理能力) が高いことが、語彙獲得に因果的に影響するという結果が得られた。4歳の時に音韻処理能力が高いために5歳になって語彙数が多いと、その後は、語彙数が多いことが言語発達を牽引していくことが分かった。

6.3 本当に内面のリハーサルが行われるか

さて、言葉の発音が速いことで測る音韻処理能力が高いと、無声のリハーサルが多くなされて記憶しやすくなり、語彙数が増えるということであるが、本当に心の中でリハーサルが行われているのであろうか。そもそもいくつかの単語を連続して聞く時に、頭の中で前に聞いた単語をリハーサルしていたら、後に続く単語を聞き取ることができなくなるのではないかという疑問が湧いてくる。

心の中でリハーサルが行われていると判断する根拠は、リハーサルした方が記憶しやすいと考える点である。そこから、リハーサルすると覚えやすい。短い単語は、覚えやすい。だから、短い単語はリハーサルをしていると考えるのである。これは、リハーサルが存在するという直接的証拠ではない。

むしろ、Cowan⁹⁾ が指摘するように、長い単語の方が覚えるためにリハーサルし、短い単語は、理解しやすいために自動的に記憶してしまうと考えた方がよいと思われる。長い単語ではリハーサルが起こるために、次々提示される新しい単語を覚えられなくなり長い単語は覚えにくいという結果になると考えられる。

また、発音抑制 (articulatory suppression) の時に、語長効果が現れなくなるということもリハーサル存在の判断基準のひとつと言われる。発音抑制とは、言葉を見たり聞いたりして覚える時に、不適切な発音、例えば、the the the・・・と発音し続けることで、無声のリハーサルをできなくする手続きである。確かに発音抑制の時には、語長効果は消えてしまい、長い単語も短い単語も同じように記憶されるという結果が得られた³⁾。

これも、リハーサルの回数の差がなくなるせいというよりは、不適切な発音をする努力のために、短い単語を覚えるにも努力が必要になり、長い単語と同様に自動的な記憶にならないから、語長効果が消えると考えられる。

7. 言語獲得と作業記憶

7.1 記憶の自動化

作業記憶研究での1音節語の記憶は、4歳ごろにはかなり容易に行われるのではないかとと思われる。

いわゆる自動的な処理が行われているのであろう。成長するにつれて音韻処理が容易になり、多音節語も自動的に処理できるようになっていく。情報処理が自動化されるということは、それだけ、情報処理過程に組み込まれやすいことを示していると思われる。情報処理過程に組み込まれやすいということは、記憶しやすいということである。

言語に習熟してくると、努力しなくても発音し理解できるようになってくる。発音し理解する活動が自動化し、意識的な努力が必要でなくなってくるのである。この自動化は言語の習熟にとって重要で、第2言語学習では、いかに母国語と同じレベルまで自動化できるかということが目標になる²⁸⁾。自動化することで、流暢に話せるようになるし苦勞せずに理解できて、作業記憶に与える負担を減らすことができる。

問題は、外国語学習をする時に単語や句、文の情報処理をいかにして自動化していくかである。一般的には反復練習をすることで、情報処理が自動化される。反復練習の手順における一つの可能性として、チャンクがある。

7.2 チャンク(chunk)の習得

チャンクとは、情報の塊(まとまり)を言う。それは、音韻や単語、句、文といった文法上のまとまりではない²⁹⁾。人が容易に受け容れられる情報のまとまりであり、情報処理のレベルによって、チャンクの内容も異なってくる。例えば、音節の理解が不十分な場合は、リンゴとかミカンといった簡単な言葉(音節のまとまり)がチャンクになる。音節の聞き取りがある程度分かるようになり、簡単な言葉の意味が分かってくると、物の名前や「リンゴちょうだい」とか「少し待って」といった簡単な表現がチャンクになる。さらに文の理解ができるようになると、「私は、ご飯を食べる」などの簡単な文がチャンクになる。このように個人の理解でき使用できる言語のレベルに応じて、人によって異なる言語レベルのチャンクが存在するのである。ゆえにあるレベルのチャンクを自動的処理ができるまでに習得し、しだいに自動的に処理できるチャンクを増し、複数のチャンクを結合し、チャンクのレベルを高めしていくことが望ましいのである³⁰⁾。そのような学

習は、作業記憶に負担をかけずに記憶を定着していく方法である。

8. 結論

8.1 気持ちを落ち着けてする学習

最後に、小学校での外国語学習についてまとめてみよう。

作業記憶においては、注意を持続し、適切に配分することが重要で、そのためには気持ちが落ち着いていることが必要となる。そのために、まずはリラックスして、落ち着いた気持ちで学習できるようにすることが大切である。

安藤⁵⁾が指摘したように、気持ちを落ち着けた上で、記憶すべき単語や句、文をしばらく内面に保持する練習をして、集中力も養うようにする。そのときにリハーサルするとよいので、心の中で反復練習をするように児童に促す。小学校高学年では、落ち着いて課題に取り組むことや内面に注意を向けるようにすることは発達段階に合った学習法と言っているであろう。

8.2 簡単な日常的な表現を覚える

作業記憶が一時に処理できる情報のまとまりは、4チャンク程度なので、記憶の負担にならない程度の短い表現を教える。短い表現であれば、言いやすいし、覚えやすい。しかもそれが人とのやりとりの中で日常的に使える表現であれば、日常的に意識し表現することで、反復使用することになり、自動化されやすくなる。外国語の授業が少ないので、児童が日常的に使いたくなるような短い表現が望ましい。例えば、「Never mind」とか「I like it.」のような簡単な表現をチャンクとして覚える。

8.3 友達との会話で使える表現

自分の気持ちの簡潔な表現や、人との駆け引きに役立つ表現を覚える。小学校の高学年では、自分の考えをまとまった形で表現できるようになるので、自分の気持ちを言う表現も覚える。気持ちを言う表現であれば、表現に感情が結びついて記憶しやすくなる。例えば「Be quiet.」「I'm hungry.」「I feel

sick.」 「I am tired.」 「Sure.」 「I agree with you.」 などである。このような頻繁に使いそうな表現を覚えることで、児童はその表現を頻繁に使い覚えやすくなる。

8.4 短い表現をつなげる

短い表現を繰り返し使って覚えながら、別の短い表現をつなげたり、組み込んだり、入れ替えて、次第に長い表現も覚えていく。しかし、長い表現となっても、児童にとっては簡単に言えるものを選ぶ。つまり、長い表現になっても、1チャンクであるようにするのである。例えば「Please」という表現を覚え、「Give it to me.」を覚えて、さらにつなげて「Please give it to me.」というようにつなげる。また「something to eat.」と「I want it.」をつなげて「I want something to eat.」と言えるようにする。どのレベルであっても、使う人には意味があり、日常的にも使える表現が望ましい。

8.5 表現の仕方に変化をつける

覚えた表現を会話の中で使うようにし、変化を加えるようにする。そうすることで、処理の過程が加わることになり、さらに記憶されやすくなり、また応用もきくようになる。

例えば「I'm hungry.」に対して「Me, too.」と応えたり、「Are you hungry?」と変化させたりする。また、会話をする時に、ゆっくりもったいつけて話をしたり、あわてた調子で速く話をしたりして変化をつけることで、状況の違いを考慮しながら話せるようになり、その表現が身につけやすくなるものと思われる。また、ゆっくり話すことで、自分の言いたいことを頭の中に意識しながら話すことができるようになり、記憶を定着させるのに役立つと思われる。

8.6 実際の授業場面

次に実際の授業場面で、どのように授業を展開させるのかについて考えてみよう。

まず、始めに気持ちを落ち着ける。深呼吸や肩に力を入れてはゆっくり力を抜く練習をし、注意の焦点化を容易にする。

次に、短い表現を児童に聞かせ、発音練習を行う。

この時に、安藤⁵⁾が提案したように、教師が発音した後で、すぐにまねさせるのではなく、10秒ほど間を置いてから発音させる。静かに発音を保持しているときには、頭の中でリハーサルさせ、その表現に関係するイメージを思い描くようにさせる。

その後、覚えた表現を使って児童同士で会話するようにし、しかも言い方を変化させるように促す。このようなやり方で表現を記憶すると同時に自分の気持ちや意見を言えるようにしていく。

以上が、作業記憶を活用した授業の仕方の概要である。

本研究は、植草学園大学平成22年度共同研究費の助成を受けた研究の一環として行われたものである。

9. 文献

- 1) Alloway TP. Improving Working memory: Supporting students' learning. SAGE Publications Ltd. London. 2011.p.9
- 2) Gathercole SE. & Alloway TP. Working memory & learning: A practical guide for teachers. SAGE Publications Ltd. London. 2008.
- 3) Gathercole SE. & Baddeley AD. Working memory and language. Lawrence Erlbaum Associates, Hove(UK), 1993.
- 4) Dahlin EI. Effects of working memory training on reading in children with special needs. Reading and Writing. 2010 ; 24 : 479-491.
- 5) 安藤則夫 作業記憶を活かした英語学習法の構築を目指して(試論) —小学生のための身に付く英語学習方法を考える— 植草学園大学紀要, 2011, 3, 69-78.
- 6) 長谷川修二,安藤則夫 小学校英語の効果的な指導法を求めて—作業記憶の活用による記憶効果の検証—植草学園大学紀要, 201 ; 24, 印刷中。
- 7)Klingberg T. Training and plasticity of working memory. Trends in Cognitive Science, 2010 ; 4 : 317-324.
- 8) Baddeley, AD. The episodic buffer: A new component of working memory? Trends in cognitive sciences, 2000 ; 4 : 417-423.
- 9) Cowan N. Working memory capacity. Essays in cognitive Psychology. Taylor & Francis Group, 2005.

- 10) Niaz M. & Logie RH Working memory, mental capacity and science education: towards an understanding of the 'working memory overload hypothesis' Oxford Review of Education, 1993 ; 19(4) : 511-525.
- 11) Gathercole SE. Pickering SJ. Ambridge B. & Wearing H. The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 2004 ; 20(2) : 177-190.
- 12) McElree B. Working memory and focal attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 2001 ; 27(3) : 817-835.
- 13) Sohn YW. & Doane SM. Roles of working memory capacity and long-term working memory skill in complex task performance. *Memory & Cognition*, 2003 ; 31(3) : 458-466.
- 14) Engle RW. Working memory capacity as executive attention. *Current Directions in Psychological Science*, 2002 ; 11 : 19-23.
- 15) Kane MJ. Conway ARA. Hambrick, DZ. & Engle RW. Variation in working memory capacity as variation in executive attention and control. In Conway ARA. Jarrold C. Kane MJ. Miyake A. & Towse JN. (Eds.), *Variation in Working memory*. Oxford University Press. 2007 ; 21-48.
- 16) Miller GA. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two. Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, 1956 ; 101(2) : 343-352.
- 17) Cowan N. Working-Memory Capacity Limits in a Theoretical Context. In C. Izawa & N. Ohta (Eds.), *Human learning and memory: Advances in theory and application: The 4th Tsukuba International Conference on Memory*. Mahwah, NJ: Erlbaum. 2005 ; 155-175.
- 18) Verhaeghen P. Cerella J. & Basak C. A. working memory workout: How to expand the focus of serial attention from one to four items in 10 hours or less. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 2004 ; 30(6) : 1322-1337.
- 19) Klingberg T. Forssberg H. & Westerberg H. Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 2002 ; 24(6) : 781-791.
- 20) Klingberg T. Fernell E. Olesen PJ. Johnson M. Gustafsson P. Dahlström K. Gillberg CG. Forssberg H. & Westerberg H. Computerized training of working memory in children with ADHD. *Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry*, 2005 ; 44(2) : 177-185.
- 21) Beck SJ. Hanson CA. Puffenberger SS. Benninger KL. & Benninger WB. A controlled trial of working memory training for children and adolescents with ADHD. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 2010 ; 39(6) : 825-836.
- 22) Martinussen R. Hayden J. Hogg-Johnson S. & Tannock R. A meta-analysis of working memory components in children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 2005 ; 44(4) : 377-384.
- 23) McIness A. Humphries T. Hogg-Johnson S. & Tannock R. Listening comprehension and working memory are impaired in attention-deficit hyperactivity disorder irrespective of language impairment. *Journal of Abnormal Child Psychology*. 2003 ; 31(4) : 427-443.
- 24) Schmeichel BJ. Volokhov R. & Demaree HA. Working memory capacity and the self-regulation of emotional expression and experience. *Journal of Personality and Social Psychology*, 2008 ; 95 : 1526-1540
- 25) Tang Y. Ma Y. Wang J. Fan Y. Feng S. Lu Q. Yu Q. Sui D. Rothbart MK. Fan M. & Posner ML. Short-term meditation training improves attention and self-regulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2007 ; 104(43) : 17152-17156.
- 26) Hulme C. Thomson N. Muir C. & Lawrence A. Speech rate and the development of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology*, 1984 ; 47 : 72-87.
- 27) Gathercole SE. Willis C. Emslie H. & Baddeley A. Phonological memory and vocabulary development during the early school years: A longitudinal study. *Developmental Psychology*, 1992 ; 28 : 887-898.
- 28) Randall M. *Memory, psychology and second language learning*. John Benjamins Publishing Co. 2007 ; P. 179
- 29) Krishnamurthy R. Language as chunks, not words. IN: *JALT2002 Conference Proceedings*. Japan Association for Language Teaching (JALT).
- 30) Ellis NC. Sequencing in SLA: Phonological memory, chunking, and points of order. *SSLA*, 1996 ; 18 : 91-12