

英語のリスニング時における左脳と右脳の優位性と相関性¹

大石 晴美

岐阜聖徳学園大学

Abstract

Where and how is a second language processed in the brain of a learner? These issues have long been discussed by neuroscientists anatomically examining the brains of aphasics. Recently, however, due to the development of neuroimaging technology, such as optical topography used in this study, it is possible to investigate the brain activation of second language learners in the classroom. The purpose of this study is to analyze the relationship between left brain and right brain activation and English proficiency of the three groups of Japanese English learners—beginners, intermediate, and advanced learners when listening to an English paragraph. The participants performed listening comprehension tasks. The result shows that the correlation between the left brain and right brain activation of intermediate learners is higher than that of beginners and advanced learners, while the correlation of advanced learners is higher than that of beginners. This comparatively new finding suggests that advanced learners mainly process English in the left brain, while intermediate learners process it in both the left and right brain. On the other hand, beginners might not be able to process English properly in either of the areas. Further, advanced learners process English most effectively.

キーワード：第二言語処理、左脳と右脳の活性度、光トポグラフィ

Keywords : Second Language Processing, Left and Right Brain Activation, Optical Topography

1. はじめに

我々は脳内のどこで第二言語を処理しているのであろうか。これまで失語症患者を対象にした解剖学による知見から、第二言語を処理する部位を特定しようとする研究が続き (Obler & Gjerlow, 1999)、さらに、近年、非侵襲的脳機能計測装置によって人体を傷つけることなく脳機能を計測する方法が開発され、健常者を対象にした実験が少しずつ進め

られてきている（酒井,2002）。

左脳と右脳の機能に関しては、左脳は話す・書くなどの言語機能や論理的思考をする顕在的な知識、右脳は聞いたまま、感じたままにイメージする本能的な能力で情報を処理する潜在的な知識が蓄積され脳が機能している。言語処理に関しては、言語理解はウェルニッケ野、言語産出はブローカ野、文字処理は角回、音韻保持は縁上回で機能しているとされている。また、左脳と右脳は機能分化されているものの、脳の構造上、脳梁という神経線維で結ばれていることから、両半球間の情報交換が可能になっている（岩田：1996）との知見が得られている。

近年の研究結果からは、脳内の部位と機能の一対一対応よりも、これらの言語処理に関わる部位が相互に関連し合っているという見解が強くなってきている（酒井, 2002）。一方、Crinion et al. (2006)によれば、左脳の尾状核に「バイリンガルの脳」とされる二言語を切り替える部位があることが報告されている。さらに、第二言語の処理では、第一言語を処理する部位の知見とは異なっており、習熟度、学習環境、学習開始年齢などの要因によって、左脳で処理される場合と右脳で処理される場合があることが報告されている（Beebe, 1987）。

Krashen & Galloway (1978)および Obler (1981)は、段階仮説を提唱し、「第二言語処理における右脳の働きは、習熟度が高いバイリンガルより低い者にはっきりと現れる」としている。Paradis (1994)でも、第一言語の習得で段階仮説を支持し、1歳になるころまで、左脳より右脳の方が活性化されるが、認知発達とともに言語機能は右脳から左脳に移行していくとしている。

一方、段階仮説を否定する報告では、Gordon, (1980)や Piazza & Zatorre, (1981)による二分聴取法を用いた実験がある。両報告に共通して、熟達したバイリンガルは第二言語を処理するとき、左脳より右脳の方が活性化しているという立場を主張した。さらに、Susanne (2002)は、ドイツ人の英語学習者を対象にした脳波計(EEG)を使用した実験で、上級学習者と中級学習者のグループのどちらのグループにおいても左脳の方が活性化したと報告し、習熟度と左右脳の優位性には関連がないことを示唆している。

このように、第二言語処理における左右脳の優位性についての結果はさまざまである。日本人の英語学習者については、大石（2006）で、日本人大学生、大学院生の初級学習者と上級学習者を対象にリスニング時とリーディング時の左脳の言語野（聴覚野、ウェルニッケ野、角回、縁上回）とそれと対称の部位の右脳の活性度を比較した。その結果、初級学習者では、左脳と右脳の活性度の差に統計的に有意差が認められず、上級学習者では左脳の活性度が高く統計的な有意傾向が認められ段階仮説が支持された。

本稿では、日本人学習者を対象にリスニング課題を提示したときの光トポグラフィを使用して、脳活性状態を計測し左脳と右脳の関連性について検証する。さらに、アンケートおよびインタビューを行い、内容の理解度、学習者の学習背景を調査し、脳血流データの結果と合わせて考察する。

2. 研究目的

本研究では、日本人大学生および大学院生にリスニング課題を提示したときの左脳と右脳の活性状態の優位性と相関性を習熟度別に調べることを目的である。課題を3回繰り返し聞いた時の左脳のウェルニッケ野(以下左脳)と右脳の聴覚野(以下右脳)の血流増加量を比較し優位性と相関性を調査し、習熟度との関連を調査する。そして、インタビュー結果から、英語学習経験、課題の理解度およびリスニングをする過程で学習者が感じたことを調査し総合的に判断する。

3. 実験方法

3.1 実験参加者

右利きの大学院生および大学生8名(男性3名、女性5名)で、平均年齢は、24.3歳である。実験参加者をTOEFLの得点によって、600点以上を上位者、480-599点を中位者、300-480点を下位者に分類した。TOEICの得点のみの得点所持者は、換算表にしたがって、TOEFLの得点に換算した。

3.2 実験提示教材

英検準1級リスニング用の問題の説明文を提示教材とした。

3.3 理解度テスト

理解度テストは、3回のリスニング後に実施した。制限時間は最大1分とし、理解した内容を口頭で報告してもらった。採点は、命題数で14点を満点とし、正答率を算出した。

3.4 実験手順

実験は、参加者一人ずつ机の前に着席させ、計測者1名で、個別に行った。光トポグラフィ装置のプロブを左脳、具体的には言語野(角回、縁上回、聴覚野、ウェルニッケ野)にあたる頭皮上に9cm×9cmの範囲で、左脳の部位と対称に耳の上の右側頭葉上の頭皮に9cm×9cmの範囲で、各12チャンネル合計24チャンネルを装着した。実験に

先立って、実験参加者に実験手順を説明し、参加者のデータを研究目的に使用することにおいて同意を得た。血流量の分析には、最もウェルニッケ野に近い部位の1チャンネルと対称の位置で右聴覚野の1チャンネルの血流データを使用した。

実験参加者への実験手順についての説明は次の通りである。

- (1) 光トポグラフィのプロブを装着する。
- (2) 実験課題提示方法について説明をする
- (3) 40秒の安静時間をとる。
- (4) リスニング課題1回目を提示する(40秒間)。
- (5) 40秒の安静時間をとる。
- (6) リスニング課題2回目を提示する(40秒間)。
- (7) 40秒の安静時間をとる。
- (8) リスニング課題3回目を提示する(40秒間)。
- (9) 40秒の安静時間をとる。
- (10) 理解した内容を口頭で1分間報告をする。
- (11) 課題提示中は、内容理解に集中することを教示する。
- (12) 理解度、理解過程についてについて、脳活性状態の画像と照合しながらインタビューを実施する。
- (13) 実験データは本研究のために使用することを、参加者より同意を得る。

4. 結果

4.1 実験参加者の TOEFL の得点とリスニングの理解度テスト

実験参加者の TOEFL の得点とリスニングの理解度テスト結果は表1の通りである。TOEFL の得点順に8人の実験参加者をA～Hで記した。結果分析では、実験参加者の習熟度をA、B、を上位、C、D、E、Fを中位、G、H、を下位と位置づけた。表1に示すように、TOEFL の得点と理解度テストの正答率が対応している。

表 1. 実験参加者の TOEFL の得点と課題テストの理解度

	実験参加者	TOEFL	リスニング理解度テスト (%) *
上位	A	620	100
	B	600	100
中位	C	580	86
	D	553	86
	E	450	43
	F	430	43
下位	G	333	29
	H	310	7

*理解度テスト (%) は、(テストの得点/14) x 100 で換算した。

4.2 課題遂行時の左脳と右脳血流量の差について

リスニング時の脳血流量の変化は、血流増加の相対値で、mol.mm という単位で示される。表 2 および図 1 では、左脳と右脳の課題を提示し始めて終了するまでの 0.1 秒あたりの平均値と標準偏差 (SD) を記した。本結果より、実験参加者 A、B、C、D、F、G の脳血流の増加量は、左脳の方が右脳よりも多く、ウィルコクソン符号付順位和検定で統計的有意傾向および有意差が認められた。一方、E、H においては、右脳の方が左脳よりも多く有意差が認められた。

4.3 左脳と右脳の血流変化の相関関係

表 3 は、リスニング課題遂行時の実験参加者 A~H の左脳と右脳の 0.1 秒ごとの揭示変化のスピアマンの相関係数を求めた結果を記した。図 2 は、TOEFL の得点と左脳と右脳の血流変化の相関関係をグラフにしたものである。

表 2 リスニング時の左脳と右脳の脳血流量

習熟度	実験参加者	リスニング時脳血流増加量(mol.mm) (40 秒間の平均/0.1 秒) (SD)	
		左脳	右脳
上位	A	0.160† (0.0090)	0.150 (0.066)
	B	0.308** (0.197)	0.201 (0.121)
中位	C	0.100** (0.095)	0.0038 (0.019)
	D	0.161** (0.097)	0.054 (0.049)
	E	0.111 (0.110)	0.690** (0.052)
	F	0.478** (0.272)	0.007 (0.021)
下位	G	0.077** (0.079)	0.011 (0.025)
	H	0.0026 (0.010)	0.205** (0.153)

ウィルコクソン符号付順位和検定 †<0.1 **p<0.01

網掛け：有意差が認められた値に網掛けをした。

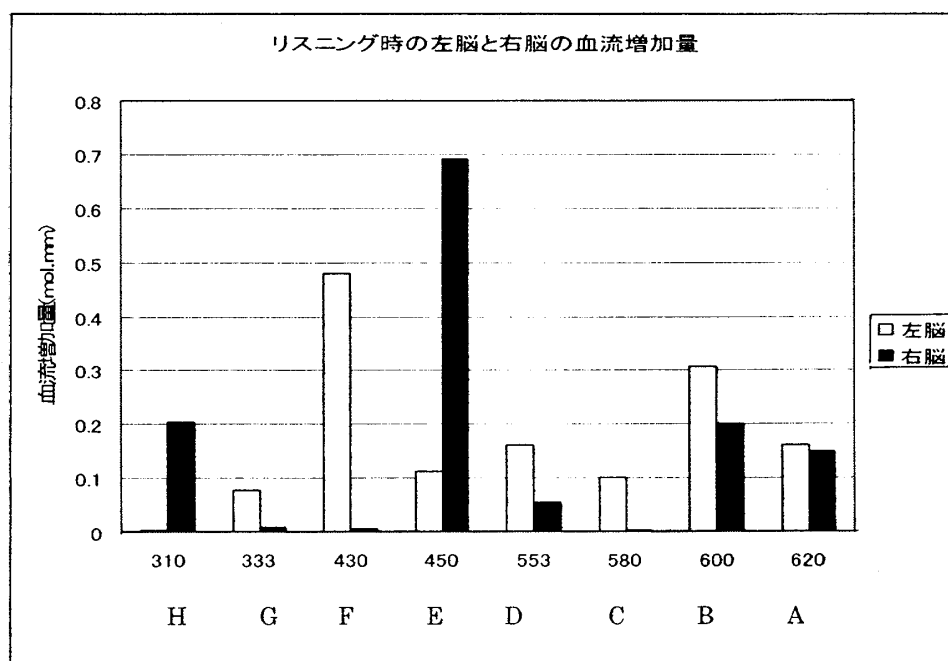


図 1 リスニング時の左脳と右脳の血流増加量

表3および図2より、実験参加者Aは「やや相関がある」、実験参加者Bは「強い相関がある」、実験参加者C、D、Eは、「かなり強い相関がある」、F、Gは、「ほとんど相関がない」、Hは、マイナスの値となり「ほとんど相関がない」という結果となった。すなわち、相関関係は、中位の学習者が一番高く、次に上位の学習者が高い。下位の学習者はいずれもほとんど相関関係がないという結果を得た。

表3 実験参加者の習熟度別左脳と右脳の血流量の相関

習熟度	実験参加者	相関係数	
	A	0.45	やや相関がある
上位	B	0.58	強い相関がある
	C	0.72	かなり強い相関がある
中位	D	0.79	かなり強い相関がある
	E	0.86	かなり強い相関がある
	F	0.19	ほとんど相関がない
	G	0.18	ほとんど相関がない
下位	H	-0.16	ほとんど相関がない

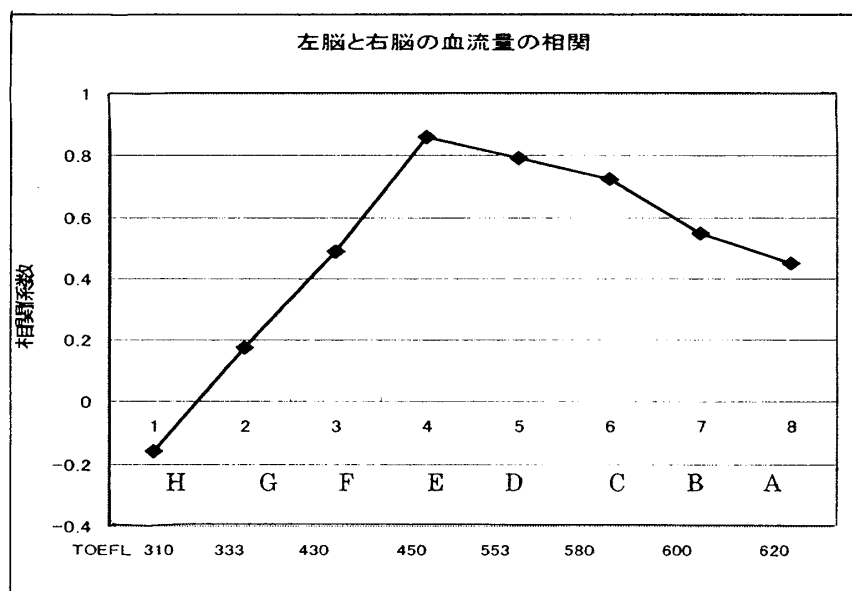


図2 英語力別右脳と左脳の血流量の相関関係

5. 考察

本研究から得られた結果により、段階仮説と習熟度、左脳優位説とその要因、脳内活性度と理解過程の3点について考察をする。

5.1 段階仮説と習熟度：段階仮説は一部実証された

Krashen (1974)は、第一言語の習得において5歳以降に言語機能の左脳優位性が安定し、次第に型にはまってくると段階仮説を主張し、Krashen & Galloway (1978)は、「第二言語処理における右脳の働きは、習熟度が高いバイリンガルより低い者にはっきりと現れる」とし、第二言語習得の段階仮説を支持している。Witelson (1977)は、形式的かつ分析的な処理を要求する言語機能が認知機能の発達とともに発達し言語機能が右脳から左脳に移行し、次第に左脳が優位に働くようになっていくと主張している。

本実験結果で、実験参加者8名のうち、課題の習熟度が高い方から4名は左脳が右脳より活性している。このことから、習熟度が高いほど、リスニング時に言語を左脳で処理していることが示され、段階仮説は一部実証されたと解釈できる。さらに、習熟度が中位の学習者に比較して上位の学習者は、左脳と右脳の血流増加量の相関関係が低いことから、上位と中位の学習者を取り上げた場合のみリスニング時の右脳の働きは中位の方が活性化し、しかも、左脳と同様に活性していると解釈できる。

尚、習熟度が下位の学習者は、理解度も低く左脳と右脳の相関関係が低いことから、左脳と右脳のそれぞれの機能を効果的に活用することができなかつたと推察できる。すなわち、言語を処理するときの左脳と右脳の活性度は、上位の学習者ほど左脳優位で、左脳の機能に依存する割合が多いことが示唆されたと解釈できる。また、中位の学習者は、左脳と右脳の相関関係が高くいわゆるどちらの部位も活性していることが推察できる。

本結果は、大石 (2006) で示唆された「上級学習者は、右脳より左脳の血流増加量が多い」を支持したと言える。また、中位の学習者が左脳と右脳の相関関係が高いことは、脳活性状態が過剰活性型である (大石、2006) からだと言える。これらのことから、総合的に考察すると、習熟度が高い学習者ほど脳の機能を効率的に使用していることが示唆された。

5.2 左脳優位説とその要因

本実験結果では、上位の実験参加者はすべて左脳優位で、中位の実験参加者は3名中2名が左脳優位で、下位の実験参加者は右脳と左脳の優位性が分かれた。本結果から、習熟度が高いほど左脳優位性が安定し、この結果は段階仮説を支持すると言える。

Genesee(1998)は、言語を左脳で処理するか右脳で処理するかについての違いは、学習者の学習環境、学習開始年齢、習熟度レベルの3つの要因が考えられるとしている。この3つの要因と本結果について考察をしてみる。

学習環境については、Zangwill (1967)が6歳を越えてから形式教授によって第二言語を学習した学習者は、その言語を処理するとき左脳が優位であると報告している。また、Genesee (1998)は、学習環境と言語の左右脳優位説の関係で、第二言語を母語のように自然に習得した場合には右脳の機能に依存する割合が多く、教室内での形式的な教授法によって学習した場合には左脳の機能に依存している可能性があることを示唆している。

左脳優位説が学習環境に要因があるとする、Krashen (1977)が主張している言語の「学習」と「習得」の区別と関連性があるとも考えることができる。Krashenによると、Grammar-Translationのような伝統的訳読方式やAudiolingualのようなドリル方式での教授法は、言語の構造に意識が向けられる特徴があり言語はある規則に従った記号であるという考え方が基となっている。こうした形式教授で培われた学習者の言語処理能力は、分析的機能を司る左脳で処理されるという考えがある。いわゆる、自然の環境で言語を習得した知識は右脳に蓄積され、形式教授で学習した知識は左脳に蓄積されることになる。この点においては、脳内メカニズム的にもKrashenが主張するように「学習」と「習得」は相容れないものであると言えるのかもしれない。

英語学習開始年齢については、早期バイリンガルと後期バイリンガルを対象にした研究報告で、神経学および認知学的な要因によって「第二言語が習得されるのが遅ければ遅いほど右脳の働きが大きくなり、また、逆に、早ければ早いほど左脳の働きが大きくなる」とされている(Beebe, 1987)。

本実験参加者の英語学習経験をインタビュー結果からみると、早期バイリンガルにも後期バイリンガルにも属さない。全員が13歳から英語学習を始めたいわゆる「外国語としての英語学習者」である。上位の2名が20歳を過ぎてから英語圏で1年から2年間の留学経験があるが、留学中も生活の中から英語を自然に習得したというより語学研修機関において英語を学習している。本実験参加者の左脳優位である要因は、形式教授からより多くのインプットを受けたことであると解釈することも可能である。しかし、一方で、習熟度との関係については、本実験の参加者すべてが形式教授を受けているので、左脳が優位である要因は、学習環境要因よりも習熟度要因と関係があるとした方が妥当であると考えられる。

但し、本実験では、実験提示教材としてリスニング教材を使用した。つまり言語の音声を通したインプットに関してのみを扱っていることを触れておきたい。スピーキング、リーディング、ライティングについては、今後の研究課題として残される。

5.3 脳活性度と理解過程

本実験結果では、リスニング課題遂行中の実験参加者の左右脳の優位性と相関性について、上位の学習者は左脳優位、中位と下位の学習者は学習者によって左右脳の優位性が分かれた。相関関係については、中位の学習者が一番高く、二番目に上位の学習者が高い。下位の学習者はいずれもほとんど相関関係がないことが示された。次にインタビュー結果（表4）から、左脳と右脳の優位性と相関性と理解過程の関係を推定する。

上位の学習者 A は、左脳優位で左右脳の脳血流増加量に「やや相関がある」という結果を示した。インタビューで、内容理解について、「内容はよく分かった」、「聞いた順番に理解できた」と答えていることから左脳のウェルニッケ野で言語を処理したため左脳が優位となったと推測できる。そして、右脳の機能はウェルニッケ野の言語処理に補助的な役割をしていたことが推定できる。上位の学習者 B については、左脳と右脳の血流増加量には「強い相関がある」との結果が示された。インタビューで「内容はほとんど理解できた」、「アメリカの大学に留学した経験があるので、そのときの講演のことを思い出していた」と回答していることから、右脳でリスニングの内容と自らの経験を照合してイメージ化をしていたために、左脳で言語処理をし、右脳でイメージ化をしていたため、血流増加量の相関が学習者 A に比較して強かったのではないかと推察できる。上位の学習者は、右脳の機能が左脳の機能の補佐的な役割をし、効率的にそれぞれの機能を働かせていたと推定できる。

中位の学習者 C、D、F は共通して左脳が優位、C、D、E は共通して左脳と右脳の血流増加量には「かなり強い相関がある」との結果が得られた。インタビューで参加者 C と D は、内容理解の点で共通して、「最初は理解できたが、後半部分が難しく、理解が困難であった」と回答している。参加者 E は、「アメリカの大学のことが頭に浮かんだ」、「提示された単語や内容が理解できない時に一つ一つの単語を日本語に訳したり、聞いた音声を文字化したりした」と回答し、参加者 E、F は共通して、「ところどころの単語が聞けて組み合わせて理解した」と回答していることから、内容を少しでも理解しようと努力していたと推察でき、左右脳の両機能を精一杯働かせていたことが推定できる。

下位の学習者については、左右脳の優位性は分かれ、左脳と右脳の血流増加量には「相関はほとんどなく」、特に、実験参加者 H は、スピアマン相関係数が -0.16 で有意ではない負の相関関係が示された。インタビュー結果で、実験参加者 G の理解過程について、「一生懸命聞こうとしたが、音声は、通りぬけていった」との回答から、課題を聞こうとする態度はあったものの内容が頭の中に入らなかったと推測できる。また、実験参加者 H の理解過程において、「英語が流れてくるのを聞いていたが、あまりよくわからず、ぼんやり

してしまった」と回答していることから、内容はほとんど理解できておらず、リスニングの音声は聞いているように感じるけれど、音声が入ってきてても言語として認識できず、内容把握はできなかったのではないかと推測できる。すなわち、左右脳の脳機能は有効に機能していなかったと推定できる。

表4 インタビュー結果

	内容について	理解過程、メタ認知ストラテジーについて
A	内容はよくわかった。難しいところもなく、理解しやすかった。	聞いた順番に理解できた。
B	内容はほとんどよくわかった。	頭の中でイメージをしていた。アメリカの大学に留学した経験があるので、そのときの講演のことを思い出していた
C	最後の方を聞き漏らしたが、最初はよく分かった。	最後の方、聞きもらしたあたりから、よく分からなくなったので、推測した。
D	だいたい内容はわかったが、なぜ、最後に政府の高官が答えられなかったか理解できなかった。	最初は、スムーズに聞けていたが、途中単語が分からず、ついていけなかった。
E	政府の人がアメリカの大学で話しをしたことは分かった。	最初は分かった。途中からところどころの単語は聞けて単語を組み合わせて理解した。一つ一つの単語を日本語に訳した。聞いた音声を文字化した。米国の大学のことが浮かんできた。
F	なんとなく全体的には理解できたが、細かいところがわからなかった。	いくつかの単語は聞けたので、想像していた。
G	あまりよくわからなかった。	英語を一つずつ一生懸命聞こうとしたが、音声は通りぬけていった。
H	Universityで政府の人が話しをしたことしかわからなかった。	英語が流れてくるのを聞いていたが、あまりよくわからず、ぼんやりしてしまった。何か言わなければいけないと思っていた。

6. まとめ

本稿では、日本人英語学習者は脳のどこで英語を処理しているかという疑問に答えるために、英語のリスニングをしているときの左右脳の活性度と習熟度との関係を調査した。課題を3回繰り返し聞いたときの学習者の脳血流の増加量を光トポグラフィで測定し、左右脳の優位性と相関性を調査した。計測部位は、左脳の最もウェルニッケ野に近い部位とその対称部位で右聴覚野に近い部位である。リスニング後アンケートおよびインタビュー

を行い、学習者の学習背景を調査し、左右脳の優位性および相関性の要因について探った。

本実験結果から、優位性については、習熟度が上位の学習者ほど左脳が優位であることが実証された。そして、中位の学習者ほど左脳優位性が弱まり、下位の学生は優位性が分かれた。すなわち、習熟度が高い学習者の方が左脳の活性度が高いという段階仮説が検証できた。これは、Witelson (1977)で、言語能力が形式的かつ分析的な処理を要求する認知の発達とともに向上するため、左脳が優位に働くようになっていくとする見解とも一致する。

左脳と右脳の相関性については、習熟度が下位の学習者は低く、習熟度があがるにつれて相関関係が強くなり、相関が最も強いのは中位の学習者であった。上位の学習者は中位の学習者に比較して低く、下位の学習者よりも高いという結果が示された。この結果から、上位の学習者は右脳と左脳の機能を有効に働かせ、中位の学習者は、左脳と右脳の両半球の機能を働かせて言語処理をしていることが推察できた。下位の学習者は左脳の優位性も安定せず、左脳と右脳の相関性もきわめて低かったことから、左右脳とも効果的に機能していなかったことが示唆された。

インタビュー結果からも、上位の学習者は、英語を左脳で分析的に処理しているが、中位および下位の学習者は、言語情報を分析的に処理することができないため、左脳と右脳をフルに活用し、言語情報だけでなく非言語情報を取り入れようとしたり、内容をイメージ化したりあらゆる手段で情報を得て理解しようとしていることが推察できる。

これらの結果からは、学習者の学習環境要因よりも習熟度要因があげられる。実験参加者の学習背景を調査してみると、上位の学習者の中には20歳前後に、英語圏で生活経験をしている者もいるが、実験参加者すべてが義務教育で中学生から英語を教室内の形式教授法で学習している。すべての実験参加者が同様の学習環境で英語を学習しているのにもかかわらず、左脳優位の学習者と右脳優位の学習者に分かれた。その要因を探てみると、上位の学習者は形式教授法によるインプット多かったことも一つの要因であると考えられるが、本実験結果からは、環境要因よりもインプットの量に焦点をあて、習熟度要因から左脳優位であるとする解釈の方が矛盾は少ない。

本研究は、大石(2006)の知見に加えて、習熟度と左脳と右脳の相関性の関係を明らかにした点で発展性を持つ。今後は、さらにデータを収集し、上位学習者で示されたように左脳と右脳を効率よく活用する教授法の開発が必要である。

参考文献

- Beebe, L. M. (ed.) (1987). *Issues in Second language acquisition: Multiple perspectives*. Boston: Heinle & Heinle.
- Crinion, J., Turner, R., Grogan, A., Hanakawa, T., Noppeney, U., Devlin, J.T., Aso, T., Urayama, S., Fukuyama, H., Stockton, J., Usui, K., Green, D. W., & Price, C. J. (2006). Language control in the bilingual brain. *Science*, 213, 5779: 1537-1540.
- Gordon, H. W. (1980). Cerebral organization in bilinguals: I. Lateralization. *Brain and Language*, 255-268.
- Krashen, S., & Galloway, L. (1978). The neurological correlates of language acquisition: Current research. *SPEAQ Journal*, 2, 21-35.
- Krashen, S. (1974). The critical period for language acquisition and its possible bases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 263, 211-224
- Krashen, S. (1977). The Monitor Model for adult second language performance. In M. Burt, H. Dulay, & M. Finocchiaro (Eds.), *Viewpoints on English as a second language* (pp. 152-161). Regents Publishing Co., Inc.
- Obler, L. K., & Gjerlow, K. (1999). *Language and the brain*. Cambridge England ; New York: Cambridge University Press. (若林茂則監訳, 2000, 『言語と脳』東京: 新曜社).
- Obler, L. (1981), Right hemisphere participation in second language acquisition. In K, Diller (Ed.), *Individual differences and universals in language learning aptitudes* (pp.53-64). Rowley, Mass:Newbury House.
- Paradis, M. (1994). Neurolinguistic aspects of implicit and explicit memory: Implications for bilingualism and SLA. In N. Ellis (Ed.), *Implicit and explicit language leaning*, 393-419. London: Academic Press.
- Piazza, D., & Zatorre, R. (1981). Right ear advantage for dichotic listening in bilingual children. *Brain and Language*, 13, 389-396.
- Susanne, R. (2002). The neurocognition of second language acquisition: The influence of proficiency level on cortical brain activation patterns. *Views*, 11, 1 & 2, 27-46.
- Witelson, S. F. (1977). Early hemisphere specialization and interhemisphere plasticity: An empirical and theoretical review. In S. Segalowitz & F. A. Gruber (Eds.), *Language development and neurological theory*. New York: Academic Press.

Zangwill, O. L. (1967). Speech and the minor hemisphere. *Acta Neurologica et Psychiatrica Belgica*, 67, 1013-1020.

岩田誠. (1987). 『脳とコミュニケーション』 東京：朝倉書店.

岩田誠. (1996). 『脳とことば・言語の神経機構』 東京：共立出版.

酒井邦喜. (2002). 『言語の脳科学』 東京：中公新書.

大石晴美. (2006). 『脳科学からの第二言語習得論－英語学習と教授法開発－』 京都：昭和堂.

¹ 本稿は、『脳科学からの第二言語習得論』第7章を発展させ、2008年度大学英語教育学会全国大会シンポジウム『脳科学と第二言語習得』で提案した研究内容に基づくものである。