外国語教育メディア学会 (LET) 関西支部 メソドロジー研究部会 2015 年度 第 8 号報告論集

(2016年3月)

小学校外国語活動における児童の情意要因とコミュニケーションへの積極性を促す活動 武田 享子・西田 理恵子 1-19

外国語教育研究と信号検出理論

草薙 邦広・後藤 亜希 20-36

外国語教育メディア学会 (LET) 関西支部 メソドロジー研究部会 2015 年度 第8号報告論集 武田 享子・西田 理恵子 (pp. 1–19)

小学校外国語活動における児童の情意要因と コミュニケーションへの積極性を促す活動

武田 享子 小林聖心女子学院

西田 理恵子 大阪大学

概要

本研究では公立小学校 5 年生と 6 年生に対して、量的・質的研究方法による混合研究 法を用いて質問紙・半構造化面接・自由記述を実施した。質問紙では、児童の動機付け・ 言語に関する関心・コミュニケーションへの積極性・Can-Do・他者との関係性について 分析を行い、全体傾向と個人差傾向を明らかにした。クラスター分析を行った結果、3 ク ラスターが確認され、その中でも特に低位群の持つ学習者傾向に関して、教師への半構造 化面接を用いて明らかにした。更に、質的データによって、児童のコミュニケーションへ の積極性に繋がる活動方法や活動形態について分析している。

Keywords: 小学校外国語活動, 情意, コミュニケーションへの積極性, 混合研究法

1. はじめに

昨今,加速化するグローバル化に伴って,文部科学省は2020年度に向けて「グローバル化に対応した英語教育改革実施計画に基づいた新たな英語教育の在り方」を英語教育全体の方向性として示した(文部科学省,2013)。2020年以降には,小学校では中学年にも外国語活動が必須化され,高学年に対しては教科化が義務付けられる方向性が示唆されている。今後、さらなる英語教育を高度化し,小学校段階からグローバル化に対応した英語教育の抜本的充実が計画されている。

今後の英語教育改革実施計画を見据えて、現在の文部科学省の示す小学校新学習指導要領 (2008)では、小学校外国活動の目標を次のように定めている。外国語を通じて、1) 言語や文化について体験的に理解を深める、2) 積極的にコミュニケーションを図ろうとする態度の育成を図る、3) 外国語の音声や基本的な表現に慣れ親しませるである。 "積極的にコミュニケーションを図ろうとする態度の育成"は、コミュニケーションへの素地を育成するために、積極的な態度を身につけることを重要な要素とし、中学校段階でも同様

にコミュニケーションを図ろうとする態度の育成が外国語活動の目標の1つとなっている ため、小学校段階において積極的な態度を育成していくことは中学校段階への円滑な移行 を図るためにも重要な要素であると言える。

文部科学省の外国語活動の目的を基盤として、本研究では、小学児童のコミュニケーションへの積極性(Willingness to Communicate、以下 WTC)に焦点を当てて調査を行う。主に、コミュニケーションへの積極性に関する全体傾向や個人差の傾向、言語に関する関心、動機付け、Can-Do や他者との関係性についても検討し、外国語活動における WTC を促す小学児童の活動内容や方法を探っていく。WTC は、第二言語習得時の個人差の研究の系譜であり、学習者動機や態度、不安などの延長で示された概念であるため、まず動機付け研究を概観し、WTC に関する先行研究を纏めていく。

2. 先行研究

2.1 動機付け

第二言語習得時における動機付けの研究は、個人差の要因として 1960 年代からカナダの社会心理学者である Robert Gardner(1985) を中心に数多くの実証研究が行われてきた(Dörnyei, 2005)。1990 年代以降になると、教育心理学が動機付けの分野で多く取り入れられるようになり、Deci & Ryan (1985) が提唱した自己決定理論を基盤とした研究がなされてきた (e.g., Deci, Schwartz, Sheinmann & Ryan, 1981; Hiromori & Tanaka, 2006; Miserandino, 1996; Wu, 2003)。自己決定理論は、内発的動機付けと外発的動機付けの概念と基盤としているが、八島 (2004)によれば、内発的動機付けとは「何かをすること自体が楽しく満足感が得られるのでする活動」(p.53)であり、外発的動機づけとは「何か目的があってする活動の動機」(p.53)である。Deci & Ryan (1985)によれば、人は、自律して行動し(自律性)、自己効力感を高め(有能性)、他者との関係を構築・維持するときに(関係性)、自己決定的な行動を起すと考えている。この自律性・有能性・関係性は、3 つの心理的欲求であり、この3つの欲求を充足することで、人は内発的に動機づけられると考えられている。

2.2 関係性

自己決定理論においても内発的動機付けを高める3つの心理的欲求の中に、関係性があるように、外国語学習場面における他者との関係性に関する先行研究(Cao, 2011; Carreira, 2006; MacIntyre, Dörnyei, Clément, & Noels, 1998; Wentzel, 1999)においても、WTCや動機付けは、友達・教師・保護者・対話者との関係性に影響を受けていると示している。例えば、Wentzel (1999)は、語学に限らず学業一般において、生徒の動機付けや学業成績について親や友達、教師の影響が大きいと述べている。MacIntyre, et. al., (1998)では、WTCは特定の人と話したいという意思が影響があると示し、対人関係の動機付けやグループ間

の動機付けが、WTC に影響があると示唆した。また、廣森 (2012) は、教室内において、学習者同士がどのような関係にあるのか、教室で教師や学習者はどんな役割を果たしているのか、学習者はお互いにうまく協力し合いながら意志疎通を図ることができているのかなどは、学習に対する取組みに大きく影響を与えると述べた。

2. 3 Willingness to Communicate

小学校外国語活動における文部科学省の目的の一つが、"コミュニケーションを図ろうとする態度の育成"であることから、第二言語習得における WTC が注目されるようになった。八島 (2004) は、WTC をいわゆる「他者と対話する意思」や「ある状況で第二言語を用いて自発的にコミュニケーションをしようとする意思」と定義している。また L2 のコミュニケーションには、言語能力、自分の言語能力に対する自信あるいは自信のなさ、民族間の関係、相手文化に対する態度など、L1 でのコミュニケーションと比較すると、多くの心理的要因が複雑に絡んでいると述べている。

WTC に関する研究では、Yashima (2012) は、親しい対話者とペアや小さなグループの組み合わせは、より高い WTC を促し、また、発話者の WTC は、対話者との親しさだけでなく、彼らがどのように返答し、やる気や思いやりがあるかによっても影響されると報告した。

Nishida & Yashima (2009) の研究では、3 年生から 6 年生の動機付け・外国の言語と文化の関心・WTC・Can-Do・外向的傾向・教室の雰囲気に関して、共分散構造分析を用いて研究を行っている。その結果、①児童が教室内の雰囲気が良いと感じると Can-Do も高い傾向へと繋がり、②児童の Can-Do は WTC へと繋がり、③児童が教室の雰囲気が良いと感じていると動機付けが高く、外国の言語や文化への関心へと繋がる、④Can-Do は WTC に対して重要な要因であることを示唆した。

更に、小学児童 (4年生) の英語学習者を対象とした安達 (2009) の研究では、WTC (日本語) と WTC (英語) の間に、正の相関を示している。日本語の WTC が高ければ、英語の WTC も高くなる傾向にあることを示した。次に、実際の教室内において、どのような活動形態が WTC に繋がるのかを示していく。

2.4 L2WTC を促す活動形態

L2WTC を促す活動形態について Cao (2011) は、学習者が好む 4 つの活動形態を示した。
1) ESL と EFL のいずれの環境においても、一般的に生徒は小さなグループやペアでの活動を好む、2) 全体での授業は、クラスメイトの前で間違った答えを言うことに対する不安や、他の生徒が答えることによって、発言しようとする動機が低下する、3) ペアワークよりもグループワークを好む理由は、多くの生徒がディスカッションに参加するので、様々な意見が出ることによる、4) ペアワークは話す機会 (Turn-taking) において要求され

る競争力が低いことから,グループワークよりも好むと示唆した。Dörnyei (2001)もまた, 学習者同士が目標を共有する活動は,グループ内の連帯感を生みやすいため,グループ活動は動機付けを高める効果的な活動の一つであるとした。

3. 本研究の目的

上記の先行研究を踏まえて、本研究では、WTC に焦点を置き、動機付け、言語に対する関心、Can-Do、他者との関係性の全体傾向や個人差の傾向を探り、WTC を促す活動形態を明らかにする。国内における小学児童を対象とした L2WTC に関する実証研究はまだ限られているため、量的研究を主とした質問紙を実施し、質的データである半構造化面接・観察記録を補完的に入手している。

本研究目的を次の通りとする。

- ① 小学校外国語活動における小学児童のWTC・動機付け・言語に対する関心・Can-Do・他者との関係性に関する全体傾向と個人差の傾向を探る。
- ② 外国語活動において、児童の WTC がどのような活動を通して高まるのか、児童が好む活動を児童の視点と教師の視点から明らかにする。

4. 調査概要

4.1 調查対象者

本研究は、大阪府豊能町にある公立の A 小学校を対象に調査を行った。2013 年度に調査を行った時点では、全校数は 214 名であった (男子 113 名,女子 101 名)。研究対象者は、5 年生と 6 年生の児童 83 名(男子 38 名,女子 45 名)であり、Assistant Language Teacher (以下 ALT) (1 名)、担任教師 (3 名)も調査対象とした。

第一筆者は 2012 年 10 月から 2014 年 1 月まで、A 小学校で学習支援員として外国語活動での ALT の補助、担任の教師 (Homeroom Teacher: 以下 HRT) と ALT の通訳などの役割を担った。

4.2 外国語活動の概要

調査対象校では、2001年より ALT (2名)を配置し、2002年度より全学年に外国語活動を導入した。2013年度は、 $1\cdot2$ 年生7時間、 $3\cdot4$ 年生10時間、 $5\cdot6$ 年生は35時間の外国語活動が実施されていた。主に ALT とのティームティーチングを行い、ALT が主導となって外国語活動を行っていた。

4.3 年間カリキュラム

年間カリキュラムについては、"Hi Friends!"を基盤として、ALT が年間カリキュラム

と指導案を作成していた。学期末にはプロジェクト型学習 (創作絵本・プレゼンテーション・創作劇) が組み込まれていた (表 1 参照)。

表 1 6 年生年間カリキュラム

	Hi Friends! 2	Key Sentences
4月		What's your name? My name is Nice to meet you.
5月	Lesson 1 & 2	Do you have "a"? Yes, I do./No, I don't. Months (January - December). My Birthday is
6月	Lesson 3	Can you swim? Yes, I can./ No, I can't.
7月		プロジェクト: 創作絵本 "The Very Hungry Caterpillar"より
9月	Lesson 4	Direction: go straight, turn left, turn right. Place: police office, bank / Where is the?
10月		Making own T-shirt: What color? What shape? How many starts?
11月	Lesson 5	プロジェクト: グループプレゼンテーション: Greetings from different countries. Where do you want to go? I want to go to I want to see I want to eat
12月		I can/ I can't (play soccer/dance/play the piano/play the recorder/swim/cook)
1月	Lesson 6	What time is it now? It's 10:30 am. What time do you go to school? What time do you study?
2月	Lesson 7	プロジェクト:創作劇 (赤ずきん・桃太郎・ヘンゼルとグレーテル等)

4.4 調査方法

4.4.1 質問紙調査

2013 年 2 月, 質問紙調査を実施した。質問紙項目には, リッカートスケール 5 件法を用いて, WTC, 動機付け, 言語に対する関心, Can-Do, 他者との関係性に関わる項目と多肢選択項目を設定している。調査実施前に, 質問紙の内容については, 学校長・担任が表現などの確認を行っている。分析には SPSS Ver.19 を使用した。表 2 に信頼性係数を示す (質問紙の項目は APPENDIX A を参照)。

表 2 質問紙の信頼性係数

調査項目	参考文献	信頼性係数
動機づけ		α. 84
Can-Do	Nishida & Yashima (2009)	α. 78
WTC		α. 77
言語に対する関心	安達(2009)	α. 93
他者との関係性	女 廷(2009)	α. 85

4.4.2 ALT と HRT への半構造化面接

2013 年 3 月に ALT (1 名) と $5 \cdot 6$ 年生の HRT (3 名) に対して、 $15 \sim 20$ 分程度の半構造 化面接を行った。内容はボイスレコーダーで録音した後、文字起こしを行い、オープンコード化を行っている。

4.4.3 観察記録

2012 年 10 月~2014 年 1 月にかけて、教室内での観察記録を第一筆者が行い、外国語活動の中での児童の様子や、児童と ALT や HRT との関わりなどに焦点を当て観察し、特に、WTC を促す活動形態 (クラス全体・グループ活動・ペア活動・ソロ活動) に注目し、観察記録を作成した。

5. 結果

5.1 研究目的 1

「小学校外国語活動における,小学児童の動機付け・言語に対する関心・Can-Do・他者との関係性・WTC の全体傾向と個人差の傾向を探る」ため、記述統計、相関分析、重回帰分析を実施し、全体傾向を捉えた。その後、児童の個人差を探るために、クラスター分析を実施し、個人の特徴を捉え、その後に多変量分散分析を実施した。更に、低位群に属する児童の数名の特徴を捉えるため、教師に対して面接を行い、低位群の特徴を明らかにした。

5.1.1 全体傾向(記述統計)

全体傾向,6 年生・5 年生の各学年の傾向と各変数間の相関,重回帰分析の結果を示す (表3・表4・表5参照)。

記述統計から、高学年の全体傾向としては、言語に対する関心と動機付けが高く、他者 との関係性が低いことが明らかになった(表3)。

表 3 各質問項目における記述統計

	全体(N=83)		6年生 (N=45)		5年生 (N=38)	
	M	SD	M	SD	M	SD
動機付け	4.14	0.72	4.32	0.55	3.93	0.84
言語に対する関心	4.23	0.82	4.32	0.82	4.12	0.80
Can-Do	3.77	0.65	3.77	0.88	3.78	0.16
他者との関係性	3.47	0.88	3.47	0.95	3.48	0.80
WTC	3.68	0.85	3.64	0.93	3.73	0.76

次に、WTC・動機付け・言語に対する関心・他者との関係性の関係を明らかにするため相関分析を行った。WTC は、言語に対する関心:r=.64, p<.01, 他者との関係性:r=.63, p<.01, 動機付け:r=.50, p<.01、Can-Do:r=.48, p<.01 との間に強い相関があることを示した (表 4 参照)。

表 4 変数間の相関関係

	動機付け	言語に対する関心	Can-Do	他者との関係性
言語に対する関心	.73**			
Can-Do	.34**	.27*		
他者との関係性	.69**	.66**	.38**	
WTC	.50**	.64**	.48**	.63**

***p* <.01, **p* <.05

更に、WTC を従属変数とし、独立変数に動機付け・言語に対する関心・Can-Do・他者との関係性と定め、WTC に対する予測変数を探った。重回帰分析を実施した結果、言語に関する関心 (β = .485, p <.01)が最も強い予測変数であり、次いで、Can-Do (β = .373, p <.01)が予測変数であった (表 5 参照)。

表 5 重回帰分析: WTC (従属変数)

R	R2 乗	調整済み R2乗
.747	.557	.535

独立変数	В	標準化係数	p
動機付け	176	150	.220
言語に対する関心	.485	.466	.000
Can-Do	.373	.286	.001
他者との関係性	.303	.314	.006

5.2 個人差の傾向

5.2.1 5年生の傾向

5 年生の個人差の特徴を明らかにするために、平方ユークリッド距離・ウォード法を用いてクラスター分析を行った。テンドログラムからカットオフポイントを判断した結果、3 クラスターに分けることが妥当であると判断した (表 6・図 1 参照)。3 クラスターの特徴として、第1クラスターには25名が属し、WTCやその他の情意が中間を示す中位群であり、第2クラスターは4名が属し、WTCやその他の情意が低い低位群であることが明

らかになった。第3クラスターは9名が属する高位群であると示された。第1クラスターは動機付け,言語に対する関心,Can-Do,他者との関係性,WTC の全ての変数で他のクラスターの中間の値を示した。第2クラスターは,Can-Do 以外は、他のクラスターよりも低く,外国語活動に対する動機付け,言語に対する関心,他者との関係性,WTC は低い傾向を示した。第3クラスターは動機付けと言語に対する関心が特に高く,他のクラスターよりも全ての項目において高い傾向を示している。多変量分散分析の結果,クラスター間には統計的な有意差が見られた(表7参照)。

表 6 5 年生の各クラスターにおける記述統計

クラスター分析:5年生							
	クラスター1 (25)		クラスター2(4)		クラスター3(9)		
	М	sd	М	sd	M	sd	
動機付け	3.86	0.59	2.44	0.66	4.81	0.33	
言語に対する関心	4.09	0.58	2.58	0.52	4.89	0.14	
Can-Do	3.73	0.11	3.78	0.09	3.93	0.22	
他者との関係性	3.35	0.38	2.00	0.61	4.50	0.18	
WTC	3.55	0.69	3.10	0.58	4.49	0.38	

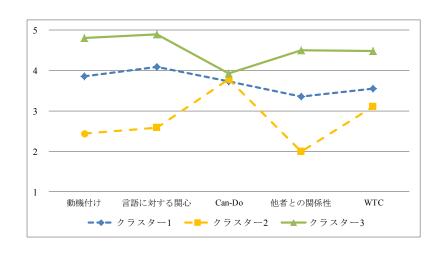


図1. 5年生クラスター分析

表 7 5 年生の多変量分散分析 (MANOVA)

多変量分散分析 (5年生)								
		タイプ Ⅲ 平方和	df	平均平方	F	p	μ^{2}	Tukey 多重比較
	動機付け	15.931	2	7.97	26.80	0.00	0.60	1-2, 2-3, 1-3
	言語に対する関心	14.794	2	7.40	28.31	0.00	0.62	1-2, 2-3, 1-3
クラスター	Can-Do	.256	2	0.13	6.58	0.00	0.27	1-3.
	他者との関係性	18.548	2	9.27	66.58	0.00	0.79	1-2, 2-3, 1-3
	WTC	7.562	2	3.78	9.68	0.00	0.36	1-3, 2-3
	動機付け	10.404	35					
	言語に対する関心	9.146	35					
誤差	Can-Do	.682	35					
	他者との関係性	4.875	35					
	WTC	13.671	35					

5.2.2 6年生の傾向

個人差の傾向を見るために、6 年生に対しても 5 年生と同様にクラスター分析 (ユークリッド距離・ウォード法) を実施した (表 8・図 2 参照)。第 1 クラスターには 19 名が属し、動機付け・言語に対する関心・Can-Do・他者との関係性・WTC の全項目において中間の値であるため、中位群であった。第 2 クラスターには 16 名が属し、全項目について高い値であることから、高位群である。第 3 クラスターには 10 名が属し、全ての項目について他のクラスターよりも低い値であることから、低位群であると示された。クラスター間の群間比較を行った結果、3 クラスター間には全変数において統計的な有意差が見られた (表 9 参照)。

表 8 6年生の各クラスターにおける記述統計

クラスター分析:6年生							
	クラスタ	9-1(19)	クラス	ター2(16)	クラス	ター3(10)	
	M	sd	М	sd	М	sd	
動機付け	4.33	0.42	4.75	0.21	3.61	0.42	
言語に対する関心	4.39	0.50	4.86	0.16	3.29	1.02	
Can-Do	3.75	0.71	4.42	0.42	2.76	0.75	
他者との関係性	3.39	0.67	4.28	0.46	2.31	0.73	
WTC	3.77	0.43	4.33	0.44	2.30	0.80	

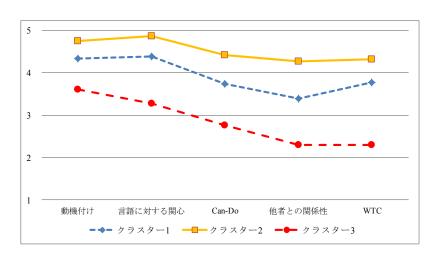


図2.6年生クラスター分析

表 9 6 年生の多変量分散分析 (MANOVA)

多変量分散分析(6年生)								
		タイプ Ⅲ 平方和	df	平均平方	F	p	μ^{2}	Tukey 多重比較
	動機付け	8.03	2	4.015	31.25	0.00	0.60	1-2, 1-3, 2-3
	言語に対する関心	15.53	2	7.764	22.90	0.00	0.52	1-3, 2-3
クラスター	Can-Do	17.04	2	8.521	21.46	0.00	0.51	1-2, 1-3, 2-3
	他者との関係性	24.13	2	12.066	31.68	0.00	0.60	1-2, 1-3, 2-3
	WTC	25.78	2	12.888	45.29	0.00	0.68	1-2, 1-3, 2-3
	動機付け	5.40	42					
	言語に対する関心	14.24	42					
誤差	Can-Do	16.68	42					
	他者との関係性	16.00	42					
	WTC	11.95	42					

5.2.3 低位群児童の特徴(教師への面接から)

クラスター分析で明らかになった低位群の児童の特徴を明らかにするために,担任に対して半構造化面接を実施した。面接の詳細な傾向を分析する分析手順としては,面接データを録音し,文字起こしを行い,グラウンデッドセオリーアプローチの一部を援用して(Strauss & Cobin, 1990),オープンコード化を行っている。その結果,低位群の複数名の特徴は「感情抑制」や「表現」が苦手であり,他の児童と比較して「学力が低い・高い」,英語に対する「苦手意識が強い」,そして「コミュニケーションが困難」である児童であることが明らかになった。教師の面接を通して,外国語活動に限らず普段から人と接することを苦手としている児童であることが示された(表10参照)。

表 10 低位群の詳細な傾向: 教師からの半構造化面接を通して

オープンコード化	面接データ
感情抑制が苦手	授業を抜けたしたり、気に入らないと怒って逃げ出す
表現が苦手	素直に自分を表現することが苦手
学力が低い・高い	学力が全体的に低い・高い
苦手意識が強い	英語の苦手意識が強い
コミュニケーションが苦手	コミュニケーションを取ることが難しい

5.3 研究課題 2

「外国語活動において、児童の WTC がどのような活動を通して高まるのか、児童の好む活動形態を児童の視点と教師の視点から明らかにする」ために、児童から入手した多肢選択を分析し、教師への半構造化面接を行った。

5.3.1 WTC を促した活動(5年生)

「英語の授業の中でどのような活動で、英語で友だちとよく話しましたか?」に対する 5年生の有用回答数 (98) のうち、最も回答が多かったのは「大きなかぶ」(劇のプロジェクト) (29%)、友だちがかいた絵をあてるゲーム (20%)、二人で絵本を作った活動 (19%)であった (表 11 参照)。結果として、プロジェクト型授業(劇・絵本の作成)やゲームに対して多くの回答があった。

表 11 WTC を促した活動 : 5 年生

			n=34
		回答数	割合 (%)
1	二人で絵本を作った活動	19	19%
2	グループで絵本を作った活動	5	5%
3	アルファベットを使ったカードゲーム	15	15%
4	友だちがかいた絵をあてるゲーム	20	20%
5	アルファベットを使ったボードゲーム	10	10%
6	「大きなかぶ」の劇の練習	28	29%
7	そのほか	1	1%
合計		98	100%

5.3.2 WTC を促した活動:6年生

「英語の授業の中でどのような活動で、英語で友だちとよく話しましたか?」に対して、6 年生は有用回答数 (160) のうち、最も多かった回答の順に、項目 8「劇の内容について考えたり、練習をする活動」(17%)であるプロジェクト型学習に関する回答が最も多く、

次に、項目 6 「UNO のゲーム」(16%)と項目 7 「数字を 60 までいうゲーム」(16%) が回答の多い項目であった (表 12 参照)。

表 12 WTC を促した活動 (6 年生)

			n=42
		回答数	割合(%)
1	二人で絵本を作った活動	1	0%
2	グループで絵本を作った活動	19	12%
3	アイスホッケー	22	14%
4	班で行きたい国を調べて、発表した活動	21	13%
5	ヘビのボードゲーム(I can play the pianoなど	19	12%
6	UNOのゲーム(たべもの、天気、スポーツなどの	26	16%
7	数字を60までいうゲーム	25	16%
8	劇の内容について考えたり、練習をする活動	27	17%
9	そのほか	0	0%
合計	<u> </u>	160	100%

結果として、高学年においては、WTC を促す活動として、プロジェクト型の活動の関する回答数が多く、次いで、グループによるゲームの活動が WTC を促す活動であることが明らかになった。

5.3.3 WTC を促す活動形態

「英語の時間で友だちと話しやすいのは、どの活動ですか?」との問いに対して、グループでの活動 (5 年生:79%,6 年生:74%) (回答例:人数が多い方が話しやすいし、いろんな意見が出るから),2 人での活動の中 (5 年生:18%,6 年生:7%)、どちらでもない (5 年生:3%,6 年生:19%) (回答例:一番よく話すし、相手の苦手なところがよく分かって、話しやすい)という回答があった(図 3 参照)。高学年においては、グループ活動の方がペア活動と比較して有効回答数が多く、7 割を超えることから、グループワークを好むことを示した。観察記録においても同様の記録があり、グループ活動に対して積極的に取り組んでいる、ペア活動よりも児童が多く発話している等の記述と同一の見解を示した。

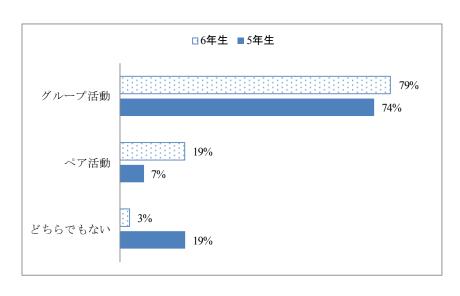


図3.WTCを促す活動形態(5年生・6年生)

5.3.4 WTC を促す活動の詳細

「英語の時間でどのような活動中に、英語で先生や友だちと話したいと思いますか?」に対して「グループで、ゲームをしているとき」が最も多く、次に「グループ (3~4 人)で、英語で発表するとき」が多かった(表 13 参照)。その一方で、回答の少なかった回答項目は「2 人でゲームをしているとき」であった。

表 13 WTC を促す活動: どのような活動中に話したいと思うか

		6年生		5年生	
		回答数	割合 (%)	回答数	割合 (%)
1	2人で調べて、英語で発表するとき	4	5%	9	13%
2	グループ(3~4人)で、英語で発表するとき	30	38%	16	24%
3	2人でゲームをしているとき	6	8%	3	4%
4	グループで、ゲームをしているとき	31	39%	25	37%
5	先生が自分をあててくれたとき	5	6%	7	10%
6	先生が教室をまわっているとき	3	4%	7	10%
	合計	79	100%	67	100%

5.3.5 児童の WTC を促す活動: 教師の視点を通して

児童の WTC がどのような活動を通して高まるのか、教師の視点から詳細を明らかにするために、ALT と HRT (3名) に対して半構造化面接を次の項目に対して実施した。半構造化面接の質問内容は、1) 外国語活動の中での活動について、2) クラスメイトや教師との関係性の重要性について、3) 1 年間の外国語活動中を通しての児童の変化であった。以

下に面接の抜粋を示す。

1) 外国語活動の中での活動について

【HRT:5-1】 "やっぱ今日やった劇みたいなやつとか,なんか前に絵本とか作りましたけど,(中略)出来上がったものが見えるし,そういうのは後々積極的になるんじゃないかなと思ったりとかはします。"

【HRT: 6-2】 "(中略) まあ発表するのが苦手な子でも, まあこう劇とか普段自分が表現できないところとかも, そういうのを通して, あの一表現出来たりするので, それはアクティビティというか, そういうのはすごくこう良いなと思います。"

外国語活動において、児童たちが絵本のプロジェクト・劇・発表などのプロジェクト型 活動に積極的であることが示された。これは児童が示した回答とも一致していた。

2) クラスメイトや教師との関係性の重要性について

【HRT: 6-1】"(中略)クラスでお互いの人間関係, 英語だけじゃないよね, 遊びの時もそうやし給食もそうだし, 掃除もそうだし, 授業中もそうだよね, 色んな授業でお互いの環境をよくしていってほんで思ったこと言える, 嫌なことでも。(中略) だからなんでも言える空気を作っておいての英語学習じゃないと全然意味なさないと思うのね。"

[ALT] "I think once they (students) know the teacher kind of cares and she wants to have fun with the students, if they have that idea then you know, they're more willing to participate I find."

担任と ALT は他者との関係性 (クラスメイトや教師) との関係性に関する重要性を述べ、クラスの雰囲気作りや教師・友人との関係性の構築が英語学習時にも重要であることを示した。

3) 1年間の外国語活動中を通しての児童の変化について

【ALT】 "(中略) like (6-1HRT) sensei, she encourages the students to speak louder and only speak in English right? So I think the students, like last year if I compare when they were grade 5 they were really quiet, they weren't really interested in saying things. But I think *** Sensei changed that a little bit, yeah so they're, I think they speak in louder voice and they're more confident, and they're willing to do more things. I think that was good."

外国語活動中「大きな声で話すこと」「英語のみを話すこと」を常に児童に促しており,

HRT の促しによって児童達が大きな声で発話をしたいという変化の様子を示していた。

6. 考察

本研究では、小学校外国語活動における、小学児童の WTC・動機付け・Can-Do・言語に対する関心・他者との関係性に関する全体傾向と個人差の傾向を捉えた。主に、WTC に焦点を置き、WTC に関わる要因や WTC を促す活動形態や活動方法を明らかにした。

小学児童 5・6 年生の全体傾向は、動機付けや関心が高く、次いで Can-Do や WTC が高いが、他者との関係性が低い傾向も見られた。相関関係を見たところ、WTC は、言語に対する関心、他者との関係性との間に強い相関が示されたため、言語に対する関心を高める活動を行いつつ、教室内での関係性を維持すると WTC も高まるという正の関係にある傾向があると考えられる。

WTC を予測する情意については、Can-Do と言語に対する関心が WTC に繋がる可能性 があることを明らかにした。Can-Do が WTC を予測するという結果は Yashima (2002)や Nishida & Yashima (2009)と同一の見解を示している。WTC を促すには自信を高めていけるような活動を行うことや言語に対する関心を高めていくことができるよう教師の教育的 配慮が必要となろう。

児童の外国語活動に関わる個人差の特徴を検討した結果では、5 年生の高位群の児童について、Can-Do が他の心理的要因も低い傾向にある。"できる"という気持ちを高めることができるよう、達成感を味わえるような活動を取り入れることや、生徒を褒めることで自信をつけさせることが重要な要素となろう。低位群については、Can-Do や WTC は高い傾向にあるものの、動機付け・言語に対する関心、他者との関係性は低く、特に関係性は低い傾向を示した。中位群も他者との関係性が他の変数と比較して低い傾向にあるため、低位群と同様にクラス内での教師と児童、児童と児童の関係性を維持し高めることが重要な要素と言える。

また、6 年生の個人差の傾向を捉えると、高位群は動機付け・言語に対する関心が高い傾向にある。これらの要因を維持しつつ、その他の心理的要因 (Can-Do、他者との関係性、WTC) が高めることが大切である。中位群・低位群ともに、動機付け・言語に対する関心が高い傾向を示すものの、他者との関係性が低い傾向を示した。多くの児童が中位群・低位群に分類され、同様の傾向を持つことからも、普段からのクラス内における児童・児童、児童・教師のより良い関係性の構築が求められる。更に、クラスター分析によって低位群に分類された児童の詳細を知るため、教師からの面接データをオープンコード化したところ、低位群の特徴は「コミュニケーションが困難」であることや「感情抑制が苦手」「表現が苦手」が、他の児童と比較して「学力が低い・高い」「(英語の)苦手意識が強い」ことが明らかとなった。低位群の児童は、外国語活動における学習場面において表現活動が苦手な可能性が高いことから、そのような児童が参加しやすいような教室の雰囲気

作りやレベルに応じた活動を取り入れるといった教師の配慮が求められる。

児童の WTC を促す活動形態や活動方法を詳細に分析した結果、ペアでの活動よりもグループでの活動を好むことが明らかになり、プロジェクト型学習 (例:劇のプロジェクト)が WTC を促す活動形態であることを明らかにした。また教師の面接や観察記録からも同様の結果が得られている。更に、この結果は、先行研究におけるグループ活動が動機付けを高めるとする Dörnyei(2001) の見解とも同一であり、また WTC にも肯定的に変化が見られた研究やプロジェクト型研究の効果を示した研究 (Nishida, 2013) の研究とも同じ見解を示している。児童の持つ言語運用能力や児童の好む活動やグループワークを考慮しながら、教師が必要な手助けをしつつ、適切なタイミングでプロジェクトを実施することで児童たちの達成感や自信、さらには WTC を高めることが期待できるであろう。

7. 結語

本研究では、WTC に焦点を置いて、Can-Do や他者との関係性、言語に対する興味や動機付けの関わりについて小学児童の全体傾向や個人の傾向を捉えた。本研究が示すようにWTC は、学習者動機や Can-Do、言語への関心と関わりがあり、特に小学校段階の児童においては、普段の友達や先生との関係性が大きな役割を果たしていると言える。外国語を使って他者とコミュニケーションを図ろうとする意志は、ある日突然身につくものでない。間違えても良い、分からなくても笑われない、クラスの友人や先生が援助してくれるような日々の学習環境で、より良い関係性を構築し、児童たちの学習動機や関心、自信を高めることで、コミュニケーションへの積極性に繋がる可能性があろう。

謝辞

本研究にあたりご協力を頂きました公立小学校 A の校長先生、貴重な時間を割いてアンケート調査やインタビューに協力してくださった担任の先生方・ALT の先生・児童たちに心より御礼申し上げます。

参考文献

- 安達理恵 (2009).「小学校英語学習者の動機付けの影響要因」『日本児童英語教育学会』第 28 号,41-64.
- Cao, Y. (2011). Investigating situational willingness to communicate within second language classrooms from an ecological perspective. *System*, *39*(4), 468–479.
- Carreira, J. M. (2006). Developmental tends and gender differences in affective variables influencing English as a foreign language learning among Japanese elementary school pupils. *The Japan Association for the Study of Teaching English to Children Journal*, 25, 57–74.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). Intrinsic motivation and self-determination in human behavior.

- London: Plenum.
- Deci, E. L., Schwartz, A. J., Sheinmann, L. & Ryan, R. M. (1981). An instrument to assess adults' orientations toward control versus autonomy with children: Reflections on intrinsic motivation and perceived competence. *Journal of Educational Psychology*, 73, 642—650.
- Dörnyei, Z. (2001). *Motivational strategies in the language classroom*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dörnyei, Z. (2005). The Psychology of the Language Learner: Individual differences in second language acquisition. London: Lawrence Erlbaum Associates
- Gardner, R. C. (1985). Social psychology and second language learning: The role of attitudes and motivation. London: Edward Arnold.
- 廣森友人 (2012). 「英語学習者の動機付けを高める指導実践:-動機付け評価の診断的活用-」『ARELE: annual review of English language education in Japan』23 号, 361-372.
- Hiromori, T., & Tanaka, H. (2006). Instrumental intervention on motivating English learners: The self-determination theory view point. *Language Education & Technology*, 43, 111–126.
- MacIntyre, P. D., Dörnyei, Z., Clément, R., & Noels, K. A. (1998). Conceptualizing willingness to communicate in a L2: A situational model of L2 confidence and affiliation. *The Modern Language Journal*, 82(4), 545-562.
- Miserandino, M. (1996). Children who do well in school: Individual differences in perceived competence and autonomy in above-average children. *Journal of Educational Psychology*, 83, 195–200.
- 文部科学省 (2008).「小学校学習指導要領解説 外国語活動編」東洋館出版社.
- 文部科学省 (2013). 「グローバル化に対応した英語教育改革実施計画」2015 年 7 月 21 検索. http://www.mext.go.jp/a_menu/kokusai/gaikokugo/_icsFiles/affeldfile/2014/01/31/1343704_01.pdf.
- Nishida, R., & Yashima, T. (2009). An investigation of Factors Concerning Willingness to Communicate and Interests in Foreign Countries among Young Learners, LET(46), pp.151—170.
- Nishida, R. (2013). Empirical Studies of Affective Variables and Motivational Changes among Japanese Elementary School EFL Learners. Kinseido: Tokyo.
- Strauss, A.L., & Cobin, J. (1990). Basics of Qualitative Research: Grounded theory procedures and techniques. Newbury Park, CA; Sage.
- Wentzel, K. R. (1999). Social-motivational processes and interpersonal relationships: Implications for understanding motivation at school. *Journal of Educational Psychology 91* (1), 76–97.
- Wu, X. (2003). Intrinsic motivation and young language learners: the impact of the classroom environment. *System*, 31, 501-517.
- 八島智子 (2004).『外国語コミュニケーションの情意と動機:研究と教育の視点』関西大

学出版部.

- Yashima, T. (2002). Willingness to communicate in a second language: The Japanese EFL context. *The Modern Language Journal*, 86 (1), 54–66.
- Yashima, T. (2012). Willingness to Communicate: Momentary Volition that Results in L2 Behavior. Psychology for Language Learning: *Insights from Research, Theory and Practice*, 119–135.

APPENDIX A. 質問紙項目

[動機づけ]

- 1 学校の英語の時間は好きだ。
- 2 英語を勉強していると、とても楽しい。
- 3 学校の英語の時間は、がんばっていると思う。
- 4 英語を学ぶことは、大切だと思う。

[言語に対する関心]

- 5 英語の勉強をこれからも続けたい。
- 6 英語をもっとうまく話せるようになりたい。
- 7 もっとたくさんの英語の単語を知りたい。
- 8 英語をもっと分かるようになりたい。
- 9 英語でもっと単語や文を書けるようになりたい。
- 10 英語の単語や文をもっと読めるようになりたい。

[Can-Do]

- 11 自分の名前を、英語で言うことができる。
- 12 自分の気分について、英語で言うことができる。
- 13 英語の時間に習ったことば(色や動物)を言うことができる。
- 14 英語の時間に英語の先生(外国人の先生)が言っている英語を理解することができる。 [他者との関係性]
- 15 クラスの友だちが英語をがんばって学んでいるので、英語をがんばろうと思う。
- 16 英語の時間に、英語の先生(外国人の先生)がはげましたり、ほめてくれる。
- 17 英語の時間に、担任の先生がはげましたり、ほめてくれる。
- 18 お母さんやお父さんがはげましたり、ほめてくれるので、英語をがんばろうと思う。 [WTC]
- 19 英語の時間では、クラスの友達と教えあったりして学んでいる。
- 20 英語の時間に分からないことがあったら,ALTや担任の先生に聞く。
- 21 外国人の人と英語で話したい。
- 22 友だちとよくお話をする。

23 たくさんの友だちと話をする。

<記述項目>

- 24. 英語の授業の中でどのような活動で、英語で友だちとよく話しましたか? (いくつoを つけてもかまいません)
- 1) 二人で絵本を作った活動
- 2) グループで絵本を作った活動
- 3) アルファベットを使ったカードゲーム
- 4) 友だちがかいた絵をあてるゲーム
- 5) アルファベットを使ったボードゲーム
- 6) 「大きなかぶ」の劇の練習
- 7) そのほか [
- 25. 英語の時間で友だちと話しやすいのは、どの活動ですか? (あてはまるものに一つoをつけてください。)
- 1) グループでの活動の中 2) 2人での活動の中 3) どちらでもない その理由はなぜですか?

- 26 英語の時間でどのような活動中に,英語で先生や友だちと話したいとおもいますか? (いくつoをつけてもかまいません)
- 1) 2人で調べて、英語で発表するとき 2) グループ (3人~4人)で、英語で発表するとき
- 3)2人でゲームをしているとき 4) グループで,ゲームをしているとき 5) 先生が自分を あててくれたとき 6) 先生が教室をまわっているとき 7) そのほか

外国語教育メディア学会 (LET) 関西支部 メソドロジー研究部会 2015 年度 第 8 号報告論集 草薙 邦広・後藤 亜希 (pp. 20-36)

外国語教育研究と信号検出理論

草薙 邦広 名古屋大学大学院生/日本学術振興会

> 後藤 亜希 名古屋大学大学院生

概要

本稿の目的は、信号検出理論(signal detection theory, SDT)の数理的基盤について紹 介し、外国語教育研究における信号検出理論の応用可能性を議論することである。外国語 教育研究やその関連諸分野では、語彙性判断課題や文法性判断課題といった各種の判断課 題の成績をデータとして取りあつかう場合が多いが、古典的テスト理論の要領で、正答率 のみをその主たる分析対象としている。しかし、正答率のみを対象とする分析は、刺激の 観察者が一定の水準に対して反応バイアスをもつ場合に、結果の解釈が不適切になる可能 性がある。一方,信号検出理論は,正答率のみならず, d'や A'といった弁別力指標 (sensitivity index), c, c'や β といった反応バイアス, または ROC などといった多様な分 析観点をもたらす。よって、信号検出理論を分析に応用することは、外国語教育研究にと って利点となりうる。

Keywords: 信号検出理論, 弁別力, 反応バイアス, 判断課題, 研究方法論

1. 背景

外国語教育研究およびその関連諸分野では、語彙性判断課題や文法性判断課題といっ た各種の判断課題(judgment task) ないし弁別課題(discrimination task) を実施することが ある。ここでは、語彙性判断課題を例とする。典型的な語彙性判断課題は、実在語(e.g., cat, dog) および擬似語(または非単語)といった複数の水準をもつ。刺激の観察者(実 験参加者)は,実在語と擬似語をひとつずつ無作為に提示され,その刺激が実在語である かどうかを判断する。実験参加者が当該言語の語彙知識、正書法知識、音韻的知識、また は形態的知識を十分にもつ場合、実在語を実在語であると判断する確率、実在語以外の刺 激を実在語ではないと判断する確率、そしてそれらの和や平均の値は高い値を示すと予想 できる。一方,観測者が上記のような知識を十分にもたない場合,実在語を実在語である と判断する確率、そして実在語以外の刺激を実在語ではないと判断する確率、そしてそれ らの和や平均の値は、逆に低い値を示すと予想できる。よって、これらの値における分散 を、知識や技能の程度を表すものであると捉えることは、因果推論として自然である。外 国語教育研究では、この推論に沿って、実在語と擬似語を弁別するパフォーマンスの程度 (弁別力)を観測値として得て、個人の知識や技能について議論する。

ここで、実在語を実在語であると判断する確率 H (hit ratio) は、(1) 式のように条件 つき確率で定義できる。

$$H = P("real word"|S_1)$$
 (1)

一方、実在語以外の刺激を実在語ではないと判断する確率 CR (correct rejection) は (2) 式 のように定義できる。

$$CR = P("psudo word"|S_2)$$
 (2)

ただし、 S_1 は実在語を、 S_2 は擬似語といった実在語以外の刺激を示す。

一般にもちいられる正答率(accuracy, correct response ratio, propotion correct, P(c))とは,これら2つの加重平均であり,水準間の試行数が同数のとき,(3)式のように表すことができる。いうまでもなく,水準間の試行数は同数が望ましい。

$$P(c) = \frac{1}{2}(H + CR) \tag{3}$$

ここでの正答率は、古典的テスト理論における正答率と等しい。しかしながら、正答率は、判断課題における弁別力の数理的表現として常に適切であるとはいえない。たとえば、ある実験参加者の弁別結果が、H=.50、CR=.50 であったとき、P(c)=.50 である。しかし、別の実験参加者の弁別結果が、H=1.00、CR=0 であったときも、同じ値のP(c)=.50 になる。このとき後者の例では、すべての施行について実在語と判断していることになり、前者が両方の水準に対して同様に反応している傾向であるのに対して、著しい差異がある。正答率のみによる課題成績の検討は、反応バイアスを評価することができない。

一方、信号検出理論(signal detection theory)は、弁別力のみならず、反応バイアスについても取り扱うものである。信号検出理論を応用する最も単純な利点として、分析観点の多様化をもたらすことがあげられる。次節からは、信号検出理論の基本的な性質について見ていく。

2. 等分散正規分布モデルにもとづく信号検出理論の導出

信号検出理論は、もともとは通信工学に起源をもつものであるが、1960年代にGreen and Swets(1966)によって精神物理学または数理心理学に導入されたとされる(Macmillan & Creelman, 2005)。現在においても、数理心理学や認知心理学、特に記憶や意識についての研究などで頻繁に使用される方法論である。信号検出理論の第一の特徴として、上記のような正答率とは、全く異なるアプローチをもって弁別力を表現することがあげられる。また、「判断する」という認知過程自体を数理的にモデル化する点もその顕著な特徴である。ここでは、多々ある信号検出理論のモデルの中から、もっとも基本的な等分散正規分布モデル(Equal-variance Gaussian model)を導出することで、その機能の一端を示したい。

等分散正規分布モデルとは以下のようなものである。まず、提示された刺激は観察者に対して、連続的な一次元的心理量を喚起させると考える。さらに、擬似語は、実在語に対して相対的に弱い心理量を喚起させるものであり、実在語は、擬似語よりも強い心理量を喚起させると仮定する。これらの心理量はそれぞれの水準ごとに正規分布を成し、さらに水準間で分散が等しいと仮定する。

さらに、弱い心理量を喚起させる分布をノイズ分布、強い心理量を喚起させる分布を シグナル・ノイズ分布と呼ぶ。このように定義されるモデルを図1に示す。このような図 は判断空間(decision space)とも呼ばれている。

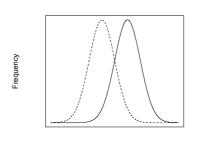
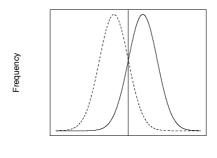


図1. ノイズの分布(破線)とシグナル・ノイズの分布(実線)

ここで、ある刺激に対する心理量上の 1 点、判断基準 (criterion, c) について考える。 その 1 点を超えるものを、観測者は「実在語である」と判断し、超えないものを「実在語ではない」と判断すると考える (図 2)。



Strength

図2. ノイズの分布とシグナル・ノイズの分布に判断基準を加えたもの

このとき,ノイズ分布の内側であり,かつ判断基準よりも小さい部分の面積は,「擬似語に対して擬似語であると判断する確率」であり,これは CR である。また,シグナル・ノイズ分布の内側であり,かつ判断基準よりも大きい部分の面積は,「実在語に対して実在語であると判断する確率」であり,これは H である。正規分布の内側の面積は 1 であるから,1-CR の値は,「擬似語に対して実在語であると判断する確率」であり,これを FA(false alarm ratio,F)と呼ぶ。同様に,1-H の値は,「実在語に対して擬似語であると判断する確率」であり,これを M(miss ratio)と呼ぶ。

(1) 式および (2) 式と同様に、条件つき確率で FA と M を表すと、それぞれ (3) 式および (4) 式のようになる。

$$FA = P("real word"|S_2)$$
 (3)

$$M = P("pseudo word"|S_1)$$
 (4)

また、Hに該当する観察数を hit、Mに該当する観察数を miss、FAに該当する観察数を false alarm、CR に該当する観察数を correct rejection と呼ぶ。このとき、観察者の弁別結果 は、以下のようなクロス表で表すことができる(表 1)。もちろん、hit を実在語の刺激数で 割ったものが H、miss を実在語の刺激数で割ったものが M、false alarm を擬似語の刺激数で割ったものが CR となる。

表 1. 弁別結果のクロス表

	刺激の特性		
実験参加者の判断	実在語	擬似語	
実在語	Hit	False Alarm	
擬似語	Miss	Correct Rejection	

さて、H は、正規分布関数と判断基準で囲まれた面積であるため、 $F(x|S_I)$ を積分することによって、(5) 式のように表現することもできる。

$$H = \int_{c}^{\infty} f(x|S_1) dx \tag{5}$$

同様に、Mは(6)式のように表現できる。

$$M = 1 - \int_{c}^{\infty} f(x|S_1) dx \tag{6}$$

FA は、 $F(x|S_2)$ を積分することによって、(7) 式のように、CR は (8) 式のように表現できる。

$$FA = \int_{-\infty}^{c} f(x|S_2) dx \tag{7}$$

$$CR = 1 - \int_{-\infty}^{c} f(x|S_2) dx$$
 (8)

この仮定のもとで、平均の差 d'をもとめたい。それぞれの正規分布関数における標準偏差 (σ) を便宜的に 1 と置き、さらに 2 つの分布の交点を 0 と仮定すると、以下の関係が成立するはずである。研究者によっては、ノイズ分布の平均を 0 と置く場合があるが、以降の計算上大差ない。ノイズ分布 z(p)とは p における標準正規分布の逆数である。ちなみに、標準正規分布の逆数は、Microsoft Excel では、NORMSINV 関数でもとめられる。

$$-\frac{d^{'}}{2} - c = z(FA) \tag{9}$$

$$\frac{d'}{2} - c = z(H) \tag{10}$$

これを以下のように整理していく。

$$c = -z(FA) - \frac{d'}{2}$$

$$= -z(H) + \frac{d'}{2}$$
(11)

であるから,

$$-z(FA) - \frac{d'}{2} = -z(H) + \frac{d'}{2}$$

$$-\frac{d'}{2} - \frac{d'}{2} = -z(H) + z(FA)$$

$$-d' = -z(H) + z(FA)$$

$$d' = z(H) - z(FA)$$
(12)

と計算できる。

よって(12)式からもとまる d'は、ノイズ分布とシグナル・ノイズ分布の中心傾向の差の大きさを示す。この指標は、弁別力指標(sensitivity index)とも呼ばれ、信号検出理論において、判断ないし弁別の成績を示すもっとも基本的な指標である。d'が 0 のとき、その観察者は全く弁別力がないことを意味し、d'の値が大きいときには高い弁別力を、逆に値が小さいときには低い弁別力を示す。つまり、判断空間におけるノイズ分布とシグナル・ノイズ分布が離れていればいるほど、また、共有する面積が少なければ少ないほど、弁別力が高いということである。ここで、信号検出理論では、ノイズ分布とシグナル・ノイズ分布、判断基準といったパラミタは、観測者や条件に由来するものと考えることに注意されたい。

また、これまでの導出過程から、判断基準 (c) の値をもとめることもできる。まずは、(9) 式を c について整理すると (11) 式のようになる。(11) 式から、

$$c = -z(FA) - \frac{d'}{2}$$

であり、(12) 式より、

$$d' = z(H) - z(FA)$$

なので,これより,

$$c = -z(FA) - \frac{z(H) - z(FA)}{2}$$

$$= -\frac{-2z(FA) - z(H) + z(FA)}{2}$$

$$= -\frac{-z(FA) - z(H)}{2}$$

$$= -\frac{(z(H) + z(FA))}{2}$$
(13)

となる。

このようにしてもとめられる判断基準cが0のとき,反応バイアスがないことを示す。 c が正の値を取るとき,実在語であると回答する方に,負の値を取るときに擬似語であると回答する方に反応バイアスをもつことを示す。繰り返しになるが,このような反応バイアスは,正答率のみによる分析から検討することはできない。

さらに弁別力指標および反応バイアスは、ROC(receiver operating characteristics または、relative operating characteristics)という視覚的表現からも理解できることができる。ROC は、横軸に FA を、縦軸に H を取った 2 次元空間である(図 3)。この 2 次元空間において、直線 y=x は、d'=0、つまり弁別力がないことを示す。この直線よりも左上にある曲線は、この直線から見て、それぞれ d'=1、d'=2、d'=3 の弁別力をあらわす。

また、直線よりも右下の観測者の反応が付置される場合は、負の弁別力を表しうるが、研究者が実質的な興味をもつことは少ない。一方、y=-x+1の直線は、c=0、つまり反応バイアスがないことを示す。この直線よりも右上の空間は、実在語を選好する反応バイアスを示し、左下の空間は擬似語を選好する反応バイアスを示す。

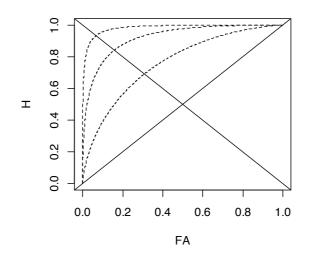


図 3. ROC を表す 2 次元空間

また、H および FA を z 変換(標準正規分布の逆数を得る操作)したものを軸として ROC を描けば、d'は直線で表現できる。

ここまでが等分散正規分布モデルの基礎である。

3. 信号検出理論の指標とその周辺

3.1 関連するモデル

信号検出理論に属するモデルは等分散正規分布モデルに限らず、その理論的な枠組みだけでも非常に多岐にわたる。単一高閾値モデル(single high threshold model),低閾値モデル(low threshold model),Luce の選択理論(choice theory)などは弁別力や判断基準に対して異なる指標を使用する。これらは,Macmillan and Creelman(2005)に詳しいため,興味をお持ちの読者は参照してほしい。また,非等分散モデル,多肢選択モデル,ノンパラメトリックなモデル,ROC を駆使したさまざまな計算方法などは,認知心理学においても,古くから広く使われているモデルである。

さらに、信号検出理論は、一般化線形モデル(GLM)のひとつとして扱うこともでき (e.g., DeCarlo, 1998)、変量効果を含む一般化線形混合効果モデル(GLMM)を応用することができる。近年では、ベイズ統計学やマルコフ連鎖モンテカルロ法(MCMC)による推定を援用した信号検出理論モデルも提案されている(e.g., Lee, 2008)。

信号検出理論に関連する数理心理学的モデルに目を向けると、Ratcliff による拡散モデル (diffusion model) などに代表されるような、逐次抽出過程モデル (sequential sampling model) は、信号検出理論を拡張し、弁別力および判断基準だけではなく反応時間分布の生成も同時に説明するモデルであるといえる (e.g., Ratcliff, 1998, 2002; Ratcliff, Gomez & McKoon, 2004)。

認知心理学において、記憶研究では R-K 手続き (remember-know procedure) を援用す

る実験 (e.g., Yonelinas, 2002) が信号検出理論とその拡張的モデルを頻繁に使用する。人工言語学習や明示的および暗示的知識に関する研究では、判断の確信度や、判断に伴う主観的状態 (subjective state) と判断の関係性をモデル化するために、第二種の信号検出理論 (type II signal detection theory) やその発展的モデルを使用している (e.g., Barret, Dienes & Seth, 2013)。もちろん、これらの手法も、近年では一般にベイズ統計にもとづく分析が従来の分析法に取って代わるようになってきており、今後しばらくは、この方向性で進むと考えられる (Dienes, 2016)。

これらのすべてを詳しく紹介することは、本稿の限界を遥かに超えるものであるが、 以下には、研究における実用性を重視し、一般的な信号検出理論における指標とその周辺 をいくつか紹介する。

3.2 反応バイアス指標 c'および β

反応バイアスには、c のほかにも相対判断基準位置(relative criterion location)と呼ばれる c'や尤度比にもとづく判断基準である β とよばれる指標がある。c は、d'が極端な値を取ると過大な値を返す傾向があるため、d'の値で調整した判断基準が必要な場合がある。c'は、まさに d'で調整した c であり、(14)式で定義される。

$$c' = \frac{c}{d'} \tag{14}$$

また、 β は、ノイズ分布とシグナル・分布の尤度比にもとづくものであり、(15) 式で計算できる。

$$\beta = e^{cd'} \tag{15}$$

ここでの e は、ネイピア数(2.71…)である。よって、自然対数の形式をとった $\ln(\beta)$ は、 (16) 式でもとまる。

$$ln(\beta) = cd' \tag{16}$$

一般的にこれらの指標の方が、c よりも反応バイアスを表すものとして頻繁にもちいられるようである。

3.3 ノンパラメトリックな指標

これまで紹介した指標は、等分散正規分布モデルにもとづき、パラメトリックな指標であるが、信号検出理論の指標の中には、ノンパラメトリックな指標もある。弁別力指標のひとつである A'は、ROC 空間における一点よりも下の面積を推定することによってもとめられる(Grier, 1971)。Grier による定義は、(17)式である。

$$A' = \frac{1}{2} + \frac{(H - FA)(1 + H - FA)}{4H(1 - FA)}$$
 (17)

これは、Hが FA よりも大きい場合に限り、逆の場合は(18)式を使う。

$$A' = \frac{1}{2} + \frac{(FA - H)(1 + FA - H)}{4FA(1 - H)}$$
(18)

場合によっては、d'よりもA'を使うことが推奨される。

3.4 選択理論とオッズ比

数理心理学者である Luce の選択公理(choice axiom)にもとづく選択理論は,等分散 正規分布モデルによる信号検出理論と非常に似通った指標を取りあつかう。選択理論における弁別力指標 α は,(19)式で定義される。

$$\alpha = \left[\frac{H(1 - FA)}{(1 - H)FA} \right]^{\frac{1}{2}} \tag{19}$$

この指標を対数形式であらわすと、(20)式になる。

$$ln(\alpha) = \frac{1}{2}ln\left(\frac{H}{1-H}\right) - \frac{1}{2}ln\left(\frac{FA}{1-FA}\right)$$
 (20)

d'に定数をかけると $\ln(\alpha)$ に漸近する性質が知られており(Macmillan and Creelman, 2005, p. 95-96),数理的に d'と $\ln(\alpha)$ の関係は深い(cf. DeCarlo, 1998)。

3.5 d'および c の標本誤差と信頼区間の構成

信号検出理論でもとめられる指標は、もちろん標本値であり標本誤差がある。d'の標

準誤差は、漸近的な方法でもとめることができる(Macmillan & Creelman, 2005, p. 325)。まず、ある比率 p の、標準正規分布逆数における観測値 z(p) の標本分散は(21)式で表せられる。

$$var[z(p)] = \frac{p(1-p)}{N[\oint (p)]^2}$$
(21)

ここから, (22) 式のように d'の標本分散をもとめられる。

$$var(d') = \frac{H(1-H)}{N_2[\oint (H)]^2} + \frac{FA(1-FA)}{N_1[\oint (FA)]^2}$$
(22)

よって、(23) 式は標準誤差を表す。

$$SE(d') = \sqrt{var(d')}$$
 (23)

ここから正規分布を使って、95%信頼区間(CI)を構成すると、(24)式の通りになる。

95%
$$CI(d') = d' \pm 1.96 SE(d')$$
 (24)

cの標準誤差も、(25)式でもとまる。

$$SE(c) = \sqrt{0.25 \ var(d')} \tag{25}$$

ただし、一般的にこの方法には問題があるともいわれているので、注意が必要であり (Macmillan & Creelman, 2005), より正確な計算法もいくつか提案されている。

4. 分析の例

ここからは、具体的な数値例を元に、信号検出理論指標の計算をおこなう。ある観察者に対して語彙性判断課題をおこなったとし、以下のような反応が得られたとする。

表 2. ある観察者における反応の例

	刺激	の特性
実験参加者の判断	実在語 (k=50)	擬似語 (k=50)
実在語	29	18
擬似語	21	32

注. このデータは実際のものではない。

次に、それぞれの反応の比率をもとめる。すると表3のようになる。

表 3. 反応の比率

Н	M	FA	CR
.58	.42	.36	.64

ここから、弁別指標の d'をもとめる。手順は(26)のとおりである。

$$d' = z(H) - z(FA)$$

$$= z(.58) - z(.36)$$

$$= 0.20 - (-0.36)$$

$$= 0.56$$
(26)

この値は多少の弁別力を示すものと解釈される。ただし、この値は真値と等しいとは限らないことに注意が必要である。

次に、判断基準cを計算する。手順は(27)のとおりである。

$$c = -\frac{(z(H) + z(FA))}{2}$$

$$= -\frac{(0.20 - 0.36)}{2}$$

$$= -0.08$$
(27)

この値はやや負の方向にバイアスがあると解釈される。ただし、弁別力と同様に、この値は真値と等しいとは限らないことに注意が必要である。

また、この観察者の反応をROCの空間に布置すると、図4のようになる。

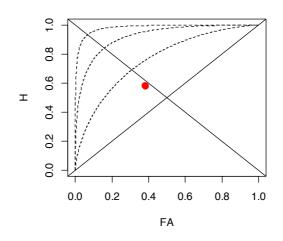


図 4. ROC の 2 次元空間における付置の例

信号検出理論指標の計算は、このように比較的容易であるが、計算を行うためのツールやソフトウェアも複数ある。まず、Macmillan and Creelman(2005)は、Microsoft Office Excel でこのような計算をおこなう方法を紹介している。統計環境 R(R Core Team, 2015)では、標準的な関数の組み合わせで計算ができるほか、信号検出理論による分析専用の psyphy パッケージ(Knoblauch, 2014)も公開されている。

さらに、第一著者のホームページでは、Microsoft Excel による計算用シートと、Rプラットフォーム上で動作する計算用関数を無償公開している。特に後者は、複数の観察者における反応を、古典的テスト理論のように正誤の 2 値で入力した行列と、刺激の特性を入力したベクトルを指定することで、本稿が紹介したほぼすべての指標を一覧として出力するだけなく、ROC の 2 次元空間上に各観察者を付置した図も出力する。付録には、この関数のコードを掲載している。

このように、信号検出理論による分析を外国語教育研究者が導入することは容易であり、研究活動上の導入コストも高くない。

5. 信号検出理論の外国語教育研究における応用可能性

外国語教育研究では、信号検出理論をもちいた分析がそれほどの市民権を得ているとはいえない。昨今の国内研究では、音声、語彙や文法を扱う研究に一部研究例が見られるものの(e.g., Goto, in press; Kusanagi, 2014)、未だ研究例は少ないといわざるをえない。

このことの理由として考えられるのは,第二言語習得研究といった関連諸分野においても,一部の研究領域を除いて,信号検出理論の数理的基盤が十分に浸透していないことがあげられる。第二言語習得研究は,従来から心理言語学や神経科学との交流が盛んであ

るものの,認知心理学,特に記憶や意識に関する研究,そして数理心理学との交流が比較的遅れている。心理言語学は,1990年代後半より反応時間や読解時間といった行動データを,神経科学は,いうまでもなく従来より生理データを主として扱うため,判断成績などの分析手法が,これらの分野から第二言語習得研究を通して外国語教育研究に輸入されることはあまりなかった。

次に、信号検出理論や数理心理学を理解するためには、数理的な素養が必要のように みえることも、理由のひとつだと考えられる。外国語教育研究者は、得てして数理的な職 業訓練を受ける機会に恵まれないため、数理的アプローチを避ける傾向にあると考えられ る。

しかし、これらのような状況は、今後変化していくと考えられる。現在の第二言語習得は、数理心理学はともかくとして、記憶や意識に関する研究との交流が徐々に活発になってきいる。これは特に、人工言語学習や明示的および暗示的知識に関する研究領域に顕著な傾向であり、認知心理学における意識の研究に触発された第二言語習得研究や外国語教育研究も国内外において近年見られるようになった(e.g., Rebuschat, 2014; Tamura et al., 2016)。さらに、R といった極めた優れた研究ツールの普及が、信号検出理論といった数理的アプローチを取る研究者を増やしていくものと思われる。

ただし、信号検出理論による分析に適したデータが、必ずしも外国語教育研究で得やすいものだとは限らない点に注意が必要である。信号検出理論を使用する数理心理学などは、反応パタンを主な関心とするため、典型的には、「小被験者数、大試行数」のデータを得る。一方、外国語教育研究やその関連諸分野では、被験者間分散やその共変量も関心となるため、被験者間分散やそれに対する回帰係数の推定の都合もあって、「中被験者数、中試行数」のデータを得がちである。また、学習者である被験者に、大きな実験的負担をかけることは憚られるのであり、さらに十分な被験者数の確保も他分野に比べ比較的困難であるので、結果として「小被験者数、小試行数」といったデータしか手に入らない場合も多い。このようなデータは、いうまでもなく信号検出理論の分析には向いていない。外国語教育研究に信号検出理論を応用するためには、まずは試行数を十分に増やすなどして、実験を適正に計画する必要性がある。一般に信号検出理論による分析では、観察者毎の反応をプールすることは避けられているが、推定精度を上げるためにはやむを得ない場合もあると考えられる。いずれにせよ、このような処置も含めて、外国語教育研究独自の研究目的に合わせた適切な処置を選択するよう心がけるべきである。

6. 総括

本稿では、信号検出理論の数理的基盤、特に等分散正規分布モデルの導出を行い、外 国語教育研究における応用可能性を論じた。信号検出理論は、従来までなされてきた分析 よりも分析観点の多様化をもたらすという点において、手法上の利点が見込まれる。更に、 現在はツールの発展などで分析自体の導入コストが低くなってきている。実験計画などに 多少の留意点は残るものの、概して、これからの外国語教育研究における有望な分析手法 であるといえる。

参考文献

- Barrett, A. B., Dienes, Z., & Seth, A. K. (2013). Measures of metacognition on signal-detection theoretic models. *Psychological Methods*, *18*, 535–552.
- DeCarlo, L. T. (1998). Signal detection theory and generalized linear models. *Psychological Methods*, 3, 186–205.
- Dienes, Z. (2016). How Bayes factors change scientific practice. *Journal of Mathematical Psychology*. Advance online publication. doi:10.1016/j.jmp.2015.10.003
- Goto, A. (in press). The effects of prosodic cues on auditory sentence processing: An analysis focusing on early and late closure. *LET Journal of Central Japan*, 27.
- Green, D. M., & Swets, J. A. (1966). Signal Detection Theory and Psychophysics. New York: Willey.
- Grier, J. B. (1971). Nonparametric indexes for sensitivity and bias: Computing formulas. *Psychological Bulletin*, 75, 424–429.
- Knoblauch, K. (2014). *psyphy: Functions for analyzing psychophysical data in R*. R package version 0.1–9. http://CRAN.R-project.org/package=psyphy
- Kusanagi, K. (2014). Speeded effect on accuracy, sensitivity, response bias and reaction time of L2 learners' grammaticality judgments: Using signal detection theory. *JABAET Journal*, *18*, 37–54.
- Lee, M. D. (2008). BayesSDT: Software for Bayesian inference with signal detection theory. *Behavior Research Methods*, 40, 450–456. doi:10.3758/BRM.40.2.450
- Macmillan, N. A., & Creelman C. D. (2005). *Detection theory: A user's guide* (2nd ed). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- R Core Team (2015). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved from http://www.R-project.org/.
- Ratcliff, R. (1998). The role of mathematical psychology in experimental psychology. *Australian Journal of Psychology*, *50*, 129–130. doi:10.1080/00049539808258788
- Ratcliff, R. (2002). A diffusion model account of reaction time and accuracy in a two choice brightness discrimination task: Fitting real data and failing to fit fake but plausible data. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9, 278–291.
- Ratcliff, R., Gomez, P., & McKoon, G. (2004). A diffusion model account of the lexical decision task. *Psychological Review*, 111, 159–182.
- Rebuschat, P. (2014). Investigating Implicit and Explicit Language Learning. Routledge.

外国語教育メディア学会 (LET) 関西支部 メソドロジー研究部会 2015 年度 第 8 号報告論集 草薙 邦広・後藤 亜希 (pp. 20-36)

Tamura, Y., & Harada, Y., Kato, D., Hara, K., & Kusanagi, K. (2016). Unconscious but slowly activated grammatical knowledge of Japanese EFL learners: A case of *tough movement*. *ARELE*, 27, 169–184.

Yonelinas, A. P. (2002). The nature of recollection and familiarity: A review of 30 years of research. *Journal of memory and language*, 46, 441–517.

付録

```
信号検出理論用分析コードの例
sdt<-function(res,key,correc=T,plot=T){</pre>
      mp < -sum(key = 1)
      mn < -sum(key == 0)
      acc<-rowMeans(res)</pre>
      rt<-function(x,key){
            h < -sum(x[key==1]==1)
            m < -sum(x[key==1]==0)
            cr<-sum(x[key==0]==1)
            fa < -sum(x[key == 0] == 0)
            list(h,m,cr,fa)
            }
      t4<-
data.frame(t(matrix(unlist(apply(res,1,FUN=rt,key)),4,length(res[
,1]))))
      colnames(t4)<-c("Hit", "Miss", "CR", "FA")</pre>
      r4<-data.frame(t4[,1:2]/mp,t4[,3:4]/mn)
      if(correc==T){
            r4[,1:2][r4[,1:2]==1]<-(mp-.5)/mp
            r4[,1:2][r4[,1:2]==0]<-.5/mp
            r4[,3:4][r4[,3:4]==1]<-(mn-.5)/mn
            r4[,3:4][r4[,3:4]==0]<-.5/mn
            }else{
      p<-(t4[,1]+t4[,4])
      n < -(t4[,2]+t4[,3])
      rp < -(t4[,1]+t4[,4])/length(key)
```

```
rn<-(t4[,2]+t4[,3])/length(key)
      posneg<-
data.frame("Positive"=p, "Negative"=n, "Positive.Ratio"=rp, "Negativ
e.Ratio"=rn)
      d.prime<-qnorm(r4[,1])-qnorm(r4[,4])</pre>
      criterion<-.5*(qnorm(r4[,1])+qnorm(r4[,4]))</pre>
      beta<-exp(d.prime*criterion)</pre>
      A.prime<-1/2+( (r4[,1]-r4[,4])*(1+r4[,1]-
r4[,4])/(4*r4[,1]*(1-r4[,4])))
      B < -(r4[,1]*(1-r4[,1])-r4[,4]*(1-r4[,4]))/(r4[,1]*(1-r4[,4]))
r4[,1])+r4[,4]*(1-r4[,4]))
      logOR < -log(r4[,1]*r4[,4]/r4[,2]/r4[,3])
      sdti<-data.frame(d.prime,A.prime,criterion,beta,B,logOR)</pre>
      if(plot==T){
      plot(r4[,4],r4[,1],xlim=c(0,1),ylim=c(0,1),xlab="FARatio",y
lab="Hit Ratio",pch=20, cex=1.5,main="ROC Space")
      for(i in 1:3){
            lines(pnorm(seq(-4,4,.01),i,1),pnorm(seq(-4,4,.01))
4,4,.01),0,1),lty=2,col="blue")
      }
      for(j in 1:3){
            lines(pnorm(seq(-4,4,.01),0,1),pnorm(seq(-4,4,.01))
4,4,.01),j,1),lty=2,col="blue")
            abline(0,1,lty=2,col="blue")
      }else{
      }
      list("Accuracy"=acc, "Reaction.Table"=t4, "Reaction.Ratio"=r4
, "Positive.Negative"=posneg, "SDT.indices"=sdti)
      }
```

外国語教育メディア学会(LET)関西支部 メソドロジー研究部会 2015 年度 第 8 号報告論集

発行 2016年3月31日

編集・発行 外国語教育メディア学会 (LET) 関西支部 メソドロジー研究部会

代表 山西 博之

〒564-8680

大阪府吹田市山手町 3-5-35

関西大学 外国語学部

Tel: 06-6368-1121

E-mail: hiyamanishi@kansai-u.ac.jp