

平成21年 5月29日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18520387
 研究課題名（和文） コミュニケーション能力を考慮した日本語母語話者の英語音声に関する包括的研究
 研究課題名（英文） A Comprehensive Study of English Sounds Produced by Native Speakers of Japanese in Consideration of Communicative Ability
 研究代表者
 上斗 晶代（JOTO AKIYO）
 県立広島大学・人間文化学部・教授
 研究者番号：60196665

研究成果の概要：日本語母語話者による英語の子音と母音の発音について、コミュニケーション能力の一指標となる発音明瞭性の度合いを調べるとともに、明瞭度の低い発音は英語話者にどのように認識されるか調べた。そして、日本語話者の英語音声をもとに音響分析し、明瞭度と音響的特徴との関係を分析した。また、英語話者の音声、及び日本語音声の音響分析結果と比較しながら、母語干渉について考察するとともに、日本人学習者に対する英語音声教育への示唆も行った。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,400,000	0	1,400,000
2007年度	900,000	270,000	1,170,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	540,000	3,740,000

研究分野：英語音声学

科研費の分科・細目：言語学・英語学

キーワード：英語音声学，音響音声学，発音明瞭度，日英対照音声学，英語母音，英語子音，日本人の英語音声

1. 研究開始当初の背景

(1) 英語が国際通用語として確立し、非英語母語話者が使用する英語に関する研究が盛んに行われるようになってきているが、日本語母語話者の英語音声の包括的、かつ客観的で詳細な研究はあまりなされていないのが現状である。

(2) 英語教育においてはコミュニケーションの重要性が広く認識されているものの、日本人学習者の英語音声を詳細に、かつ客観的に分析した基礎的データは十分とはいえず、

まだ多くの研究課題が残されている。

(3) 英語が小学校教育に導入される現状を考えると、音声教育は今後ますます重要となることが予測される。

以上の観点から、日本人学習者の英語音声の実態を研究し、明らかにすることは急務であると考えられる。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、コミュニケーション能力の一つの指標として、発音の明瞭性に焦点をあ

てて分析を行う。英語音声教育への応用と基礎的データ提供に資することを将来的視野に入れながら、日本語母語話者の産出による英語音声について、母音と子音を対象を絞り、それぞれの発音の明瞭度を調べる。

(2) 日本語母語話者の英語音声の音響解析し、発音明瞭度別に音声の音響的特徴を分析する。

(3) 日本語話者の英語音声の音響解析結果を、英語母語話者の音声、日本語音声の音響分析結果と比較し、音響的相違点や似ている点を明らかにすると同時に、母語干渉についても解明する。

3. 研究の方法

(1) 【音声資料】日本人英語学習者 20 人(男性 9 人, 女性 11 人)に、全種類の英語子音と母音を含んだ単音節の英単語 92 語と英単語をカタカナ表記した日本語 95 語を読み上げてもらい、デジタル収録した。米語母語話者 5 人にも同様の英単語を読み上げてもらい、音声収録した。

子音は、原則として、後続母音が /ε/ となる単音節語の語頭子音とした。いくつかの子音については、/ε/ の他に、/ε/ 以外の母音 (/o/, /u:/, /ɪ/, /i:/, /ɔ:/) を後続母音として持つ単音節語を作成した。また、語頭に出現しない子音 (/ʒ/, /ŋ/) については、単音節語の語末や二音節語の語中に位置する子音とした。

母音は、単母音と二重母音の計 23 母音を対象とし、それぞれの母音を含む単音節語を作成した。あいまい母音を含む語については二音節語とし、弱音節に母音が出現するようにした。

学習者 20 人が発音した英単語を、子音を対象とする語と母音を対象とする語とに分け、それぞれをランダム配列し、子音評価用と母音評価用とに分けて CD に保存した。

(2) 【発音評価実験】日本人学習者の英語の発音を 3 段階のレベル (1: Poor, 2: Fair, 3: Excellent) で 5 人の英語母語話者に評価してもらった。これらの英語話者は、英単語を読み上げた話者とは別の話者で、日本人が話す英語には慣れていない。

①子音については、イギリス英語話者 3 人とアメリカ英語話者 2 人が評価者となった。

②母音については、アメリカ英語話者 5 人が評価した。

③評価者はコンピュータで CD を再生しながら、各自のペースで学習者の英語を聞き、1 枚目の評価用紙に聞こえた英単語を綴った。そして、2 枚目の用紙に、語中の指定された箇所の子音、あるいは母音の発音評価を 3 段階で行った。

(3) 【発音明瞭度分析】各音と各学習者の平均スコア (3.0 が最高スコア) を算出し、

各音、及び各話者の平均明瞭度を調べた。

(4) 【音響分析】日本人学習者、及び米語母語話者の英語の子音と母音、日本語音声について音響解析を行い、学習者の発音の平均明瞭度と音響的特徴との関係を調べた。また、日本語音声との比較を行った。

4. 研究成果

(1) 【日本語話者の英語子音の明瞭度】

表 1 に示されるように、日本語話者が発音した全英語子音の平均明瞭度スコアは 2.47 であった。子音のうち、/g/ (get) の明瞭度が最も高く (平均スコア: 2.95)、後続母音 /u/ を伴う /w/ (wood) が最も低かった (1.52)。

表 1. 日本語話者の英語子音の平均明瞭度

子音	語	明瞭度
g	get	2.95
h	head	2.94
s	set	2.92
ʤ	jet	2.92
b	bet	2.90
j	yawn	2.89
n	net	2.88
j	yet	2.88
d	debt	2.84
m	met	2.82
tʃ	check	2.80
k	keck	2.80
tʃ	cheat	2.75
k	king	2.73
ʃ	shoe	2.70
h	heap	2.69
ʤ	jeep	2.63
ʃ	shed	2.63
h	who	2.55
p	pet	2.54
w	wet	2.50
s	singer	2.49
t	Ted	2.49
m	measure	2.45
s	seat	2.45
z	zed	2.31

f	fed	2.30
l	let	2.30
m	whet	2.30
ʃ	sheet	2.27
r	ret	2.26
m	major	2.15
w	wet	2.01
ð	then	1.92
θ	thick	1.84
w	womb	1.78
z	zee	1.73
j	yeast	1.55
w	wood	1.52
平均		2.47

後続母音の違いにより明瞭度が異なる子音は、/h/, /ʃ/, /tʃ/, /s/, /z/, /j/, /w/ の7子音であった。/h/, /ʃ/, /tʃ/, /s/, /z/, /j/, /w/は、後続母音が/i:/の場合の方が/ε/の場合よりも明瞭度が低く、これらの子音について、発音明瞭度が低い場合、英語話者はそれぞれ、/ʃ/, /s/, /d/, /ʃ/, /tʃ/と聞き間違える傾向があった。/i:/が後続する低明瞭度の/j/は英語話者には認識されない場合が多かった。/h/や/w/は、後続母音が/u/や/u:/のような後舌母音の方が前舌母音よりも明瞭度が低かった。明瞭度が低い/h/ (who)は、英語話者には/f/と聞こえ、/w/ (wood, womb)の発音は全く認識されない場合が最も多かった。/ʃ/と/j/は後続母音が前舌母音の方が後舌母音よりも明瞭度が低かった。

以上のような後続母音の違いによる明瞭度の違いについては、日英語の子音と母音の音素配列の違いにより生じる発音の難易度の差が反映された結果であると考えられた。

有声・無声の別による明瞭度の差が閉鎖音に見られた。無声閉鎖音は有声閉鎖音よりも明瞭度が低かった。明瞭度の低い無声摩擦音は、英語話者には有声摩擦音と聞こえた場合が多かった。有声歯茎摩擦音/z/と有声唇歯摩擦音/v/は無声音/s/, /f/よりも明瞭度が低かった。

語における子音の出現位置により明瞭度に違いが生じる子音として/ɪ/と/tʃ/があり、両者とも語中の方が語頭あるいは語末よりも明瞭度が低かった。

/r/と/l/は両者とも中レベルの明瞭度であり (/r/:2.26, /l/:2.30), /m/と/n/は比較的高レベル(/m/:2.82, /n/:2.88), /θ/と/ð/は低レベル(/θ/:1.84, /ð/:1.92)で両者

の発音明瞭度に大差はなかった。

(2) 【日本語話者の英語母音の明瞭度】

表2. 日本語話者の英語母音の平均明瞭度

母音	語	明瞭度
ɜ:	Bert	1.58
ɔ:	bought	1.86
ɑ̃	bar	2.14
ɪ	bit	2.16
ʊ̃	tour	2.18
æ	bat	2.20
aʊ	bow	2.20
ʌ	but	2.22
ε̃	bear	2.49
ɑ	bop	2.50
ε	bet	2.53
oʊ	boat	2.63
ĩ	beer	2.69
ɔ̃	bore	2.71
ɑ:	pa	2.72
ʊ	book	2.74
u:	boot	2.75
ɝ	beggar	2.76
eɪ	bate	2.77
ə	collect	2.78
ɔɪ	boy	2.86
i:	beat	2.89
aɪ	buy	2.90
ə	attend	2.97
平均		2.51

表2に示されるように、日本語話者が発音した全英語母音の平均明瞭度スコアは2.51であった。そのうち、そり舌中母音/ɜ:/ (Bert)が最も低く(1.54)、日本人にとっては発音が難しい音であるが、前舌高母音/i:/ (beat)は明瞭度が最も高く(2.89)、日本人にとって比較的発音し易い音であることがわかった。

前舌母音の平均発音明瞭度は、低い音から順に/ɪ/, /æ/, /ε/, /i:/であった。中舌母音、後舌母音は明瞭度の低い音から順に、/ɑ:/, /ʌ/, /ɔ:/, /ɑ/, /ɑ:/, /ʊ/, /u:/であった。弱母

音/a/, /ə/の平均明瞭度は、2.76 (beggar), 2.78 (collect), 2.97 (attend)で、中・後舌母音の中では最も高かった。低い明瞭度の/a:/, /ʌ/, /ɔ:/, /ɑ/, /ɑ:/を米語話者はそれぞれ、/ɑə/, /æ/, /ou/, /ʌ/, /ɑə/と聞く場合が多かった。

二重母音は、/ɑə/ (bar)の明瞭度が最も低く(2.14), /aɪ/ (buy)が最も高かった(2.90)。二重母音の第二要素母音(副音)が/i/である/eɪ/, /aɪ/, /ɔɪ/は、比較的高い明瞭度(平均スコア2.84)であるが、第二要素が/a/の/ɑə/, /ʊə/, /ɛə/, /ɪə/, /ɔə/ (平均スコア2.44)と第二要素が/u/の/au/, /ou/ (平均スコア2.42)は比較的低い明瞭度の母音で、日本人にとっては発音が難しい二重母音といえる。明瞭度の低い/ɑə/, /ʊə/, /ɛə/, /ɪə/, /ɔə/の発音は、米語話者にとってはそれぞれ/a:/, /u:/, /ɪə/, /ɛə/, /oə/と聞こえた場合が多かった。また、明瞭度の低い/au/, /ou/は、それぞれ/ou/, /ɔ:/と評価された場合が多かった。/eɪ/, /ɔɪ/については、明瞭度の低い発音はそれぞれ/ɛ/, /ou/と評価された場合が多く、/aɪ/は/ɔɪ/と評価された場合があった。

(3) 【日本語話者の英語の子音、母音の発音明瞭度と音響的特徴との関係】

①無声閉鎖音/p/, /t/, /k/は、明瞭度が低い順に/t/, /p/, /k/であった。表3に示されるように、VOT(voice onset time)が20 msよりも短い場合は、どの音も明瞭度が低く、英語話者には有声音と認識された。そして、/p/は30 ms, /t/は50 ms, /k/は55 msよりも長い場合は明瞭度が高いことが判明した。日本語話者(JE)の英語無声閉鎖音、及び日本語(JJ)の無声閉鎖音のVOTは共に英語話者(AE)の音のVOTよりもかなり短く、日本語話者の英語無声閉鎖音の発音に母語干渉が生じていることが示された。

表3. 日本語話者の英語無声子音、及び日英語の無声子音のVOTと平均明瞭度

		平均明瞭度	VOT (ms)
/p/	JE	1.20	10.9
		2.49	20.1
		3.00	31.7
	JE 平均	2.54	23.3
	AE		57.3
JJ		21.2	
/t/	JE	1.36	19.9
		2.71	35.3
		3.00	49.6
	JE 平均	2.49	37.2
	AE		86.4
JJ		29.3	
/k/	JE	1.40	16.2
		2.73	50.0
		3.00	55.4
	JE 平均	2.80	50.7
	AE		83.7
JJ		52.7	

②日本語話者の発音による後続母音が/i:/の英語摩擦音/s/ (seat), /ʃ/ (sheet)の発音明瞭度は、/s/ (2.45) よりも、/ʃ/ (2.27)の方が低かった。明瞭度の低い/s/は雑音エネルギーのピーク周波数が低く、明瞭度の低い/ʃ/はピーク周波数が高く、それぞれ日本語「シ」の子音(/ɕ/)に似た音響的特徴を持つことがわかった。このことが明瞭度の低い/s/, /ʃ/がそれぞれ/ʃ/, /s/と英語話者に認識された原因であると考えられた。

③後続母音が/i:/の日本語話者の英語接近音/j/ (yeast)について、明瞭度が低い発音では英語話者は/j/を認識しない場合が最も多かった。音響的特徴と明瞭度との関係を分析すると、/j/から/i:/にかけての第一フォルマント(F1)の上昇と明瞭度の高さに相関が強いことがわかった。つまり、明瞭度が高い/j/の発音においては、後続母音にかけて調音時に舌が低下し、F1の上昇が起こっているということである。低明瞭度の発音では、/j/が不十分か全く発音されていないが、これは、日本語には/ji/という音素配列が存在しないため、発音が困難となったと考えられる。

③英語接近音/w/について、後続母音が/ɛ/である場合(wet)と/u/である場合(wood)の日本語話者の発音明瞭度と音響的特徴との関係を調べた。/u/が後続する/w/ (1.52)の方が/ɛ/が後続する場合(2.50)に比べて有意に明瞭度が低かった。/u/が後続する/w/の明瞭度と、/w/と後続母音とのF1周波数の差との間には正の相関(r=0.78)があり、/w/のF2周波数との間には負の相関(r=-0.75)があった。このことより、明瞭度が低い/w/の発音では、/w/から後続母音/u/にかけてのF1の上昇度が小さく、/w/の第二フォルマント

(F2)周波数が高いことが示された。これは、後続母音が/u/となる/w/の日本人の発音においては、円唇の度合いが不十分であることを意味している。日本語には/wɔ/の音素配列は存在しないため、困難な発音となったと考えられる。

/ɛ/が後続する/w/の明瞭度と強い相関を示す音響的要素は見られなかったが、高い明瞭度の/w/のF2が英語話者の音よりも高い周波数を持つことより、/w/の調音において、円唇度と軟口蓋における狭窄が不十分である可能性が示唆された。

④日本語話者の英語母音/i:/ (beat)の平均明瞭度は2.89, /ɪ/ (bit)は2.16で、/i:/の方が有意に低かった。英語話者は、明瞭度が低い/i:/は/eɪ/に、/ɪ/は/i:/に聞いた場合が最も多かった。音響分析の結果、明瞭度の低い/i:/は、母音長の間時点のF1が高く、母音が長い傾向にあることがわかった。また、明瞭度が低い/ɪ/は母音が長く、母音長の25%時点と75%時点でのF2が高く、F2に対するF1の比(F比)が大きいことがわかった。

日本語音/i:/は、音響的に英語/i:/に近い
ため、英語/i:/を日本語「イー」で代用した
としても大きな支障は生じないといえる。し
かし英語/i:/と/i/は長さではなく、音質的な
違いがあり、/i/は日本語/i/とは音響的に異
なるため、日本人にとっては/i:/よりも/i/
の方が発音が難しいといえる。音響分析の結
果、明瞭度の低い日本語話者の英語母音/i/
は音響的に日本語/i:/、/i/に近いことから、
母語干渉が示唆され、英語話者が/i:/と認識
した原因であると考えられた。

⑤日本語話者の/ɛ/ (bet) と/æ/ (bat)の発
音について、明瞭度の低い/ɛ/はF1が低く、
/i/と認識される場合が多かった。明瞭度の
低い/æ/はF1、F2が低く、/ʌ/と聞き間違え
られる場合が多かった。低明瞭度の/ɛ/、/æ/
は、音響的に日本語/e/、/a/にそれぞれ似て
おり、両英語母音の調音において母語干渉が
見られた。

⑥明瞭度の高い日本語話者の/ɑ̃/ (bar)にお
いては、母音の半ばから後半にかけて第三フ
ォルマント (F3) が急激に下降し、F2とF3
の差が急激に小さくなる。このようなフォル
マントパターンの変化は米語話者の母音にお
いても見られた。しかし、明瞭度の低い
/ɑ̃/においては、母音後半部でF3が上昇し
たり、F3の下降の度合いが小さいなど、F2
とF3の差が開く傾向が見られた。F2とF3の
接近は、英語/r/音の特徴であるため、低い
明瞭度の/ɑ̃/は/r/音を伴わないで発音され
たと考えられる。このため、米語話者は低明
瞭度の/ɑ̃/を/a:/と聞いた場合が多かった。
低明瞭度の/ɑ̃/は日本語/a:/と音響的特徴が
似ていることから、母語干渉の可能性が示唆
された。

⑦低い明瞭度の/ʌ/ (but)においては、高明
瞭度の発音より母音が長く、F1とF2の周波
数が高い傾向があった。これは、日本語話者
の英語/ʌ/の調音において、舌が下方に下がり
、前方寄りになって発音されたことを示し
ている。このため、米語話者に/æ/と認識さ
れたケースが多かったと考えられる。

⑧低明瞭度の/a:/ (Bert)について、米語話者
は/ɑ̃/と聞くケースが多かった。音響的には、
高明瞭度の発音に比べて、低明瞭度の発音で
は母音後半部においてF3周波数が高く、母
音半ばにおいてF2とF3間の差が大きかった。
この特徴は、日本語母音/a:/、あるいは英語
/ɑ̃/の母音前半部の音響的特徴と似ており、
低明瞭度の発音では、母音後半部において
/a/が発音されていないか、不十分であった
ことが示唆された。このことが、米語話者が
低明瞭度の/a:/を/ɑ̃/と評価した原因と考え
られよう。また、日本語話者の低明瞭度の発
音は、日本語/a:/で代用した発音が多く、母
語干渉が示唆された。

⑨英語母音/ou/ (boat) と/o:/ (bought)は、日

本人にとって区別が難しい発音のうちの一
つであるが、日本語話者の発音による/ou/
の明瞭度 (2.63)の方が/o:/の明瞭度 (1.80)
よりも高かった。

米語話者による発音評価では、明瞭度が低
い/ou/は/o:/と、低い明瞭度の/o:/は/ou/と
認識された。音響分析の結果、低い明瞭度の
/o:/は母音後半部において高い明瞭度の音や
英語話者の音よりもF1周波数が低く、低明
瞭度の/ou/は母音後半部の高いF1周波数と
関係があることがわかった。英語話者の/o:/
は母音後半部でF1が高くなり、/ou/はF1が
低くなる特徴があることから、母音後半部
において低明瞭度の/o:/は/ou/に、/ou/は/o:/
に音響的に似ることが判明した。これらの音
響的特徴が、米語話者による発音評価に影響
したと考えられる。

(4) グローバル化が進む現代社会において、
英語が国際通用語として広く使用されるに
伴い、使用者の母語であるさまざまな言語が
反映された多様な英語が産出されている。こ
のような状況の下、非英語母語話者の英語の
研究が世界的に進められており、シンガポ
ール、インド、中国 (特に香港) などアジア諸
国で使用される英語についての研究も多く
行われている。本研究は、このような近年の
英語研究の潮流の中で、比較的研究所が少
ない音声学の分野から、日本語話者の英語音
声について音響分析を行いながら、客観的な
分析を試みたものである。特に、非英語母
語話者の英語においては、コミュニケーション
の観点から明瞭性 (intelligibility) が重要
な要素となる。本研究は発音の明瞭度を考
慮に入れた点で、レベル別の音響的特徴を
把握することができ、コミュニケーションに
支障が生じるレベルの発音、生じないレ
ベルの発音はどのような特徴を持つか音
響的に明らかにすることができた。本研究
の成果は、日本語話者の英語に関する分
析データ構築に資することができよう。

また、本研究の成果を日本人学習者への英
語音声教育へ応用していくことができよう。
特に、近年発展しているコンピュータを利用
した自律型英語発音トレーニングにおいて、
発音明瞭度別の日本人の英語音声の音響
分析データを利用して行うことができる。ま
た、データを基に調音上の指導に活かすこ
うができる。

今後の展望として、各音声の音響分析をさ
らに進めると同時に、日本語話者の英語イ
ントネーションやアクセントといった超分節
素の分析を行いたい。そして、中国、韓国
などアジアの言語を母語とする話者の英
語音声と日本語話者の英語音声との比較
を行い、日本語話者の英語音声の特徴を多
面的にとらえていきたい。

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1件)

- ① 上斗晶代, 日本人学習者の英語二重母音の発音明瞭度, Annual Review of English Learning and Teaching, 13号, 45-59, 2008, 査読有

[学会発表] (計12件)

- ① 上斗晶代, 日本語母語話者の生成による英語二重母音/æ/の明瞭度と音響的特徴との関係, 日本音響学会 2009年春季研究発表会, 2009年3月17日, 東京工業大学大岡山キャンパス
- ② Akiyo Joto, The Intelligibility and its Relations to the Acoustic Characteristics for the English Mid Central Rhotacized Vowel Produced by Japanese Speakers, 14th Conference of the International Association for World Englishes, 2008年12月3日, City University of Hong Kong (香港)
- ③ Akiyo Joto, The Intelligibility of the English Vowel /ʌ/ Produced by Native Speakers of Japanese and its Relations to the Acoustic Characteristics, 9th Annual Conference of the International Speech Communication Association, 2008年9月25日, Brisbane Convention and Exhibition Centre (オーストラリア)
- ④ Akiyo Joto, Yoshiki Nagase and Seiya Funatsu, Intelligibility of English Consonants Pronounced by Japanese Learners, 15th World Congress of Applied Linguistics, 2008年8月25日, University of Duisburg-Essen (ドイツ)
- ⑤ 上斗晶代, 日本人学習者の英語中舌、及び後舌母音の発音明瞭度, 日本英語音声学会第11回関西・中国支部研究大会, 2008年5月31日, 立命館大学衣笠キャンパス
- ⑥ 上斗晶代, 日本人学習者の英語前舌母音の特徴—/ε/と/æ/について—, 日本英語音声学会第15回中部支部研究大会, 2008年3月22日, 中部大学技術医療専門学校
- ⑦ 上斗晶代, 日本語話者の英語前舌母音の明瞭度と音響的特徴との関係—/i:/と/ɪ/について—, 日本音響学会 2008年春季研究発表会, 2008年3月19日, 千葉工業大学津田沼キャンパス
- ⑧ 上斗晶代, 日本人学習者の英語接近音/w/の明瞭度と音響的特徴との関係, 第12回日本英語音声学会全国大会, 2007

年12月2日, 宮崎市民プラザ

- ⑨ 上斗晶代, 日本語母語話者による英語前舌母音の発音の明瞭度, 日本「アジア英語」学会第22回全国大会, 2007年12月1日, 熊本学園大学
- ⑩ Akiyo Joto, Yoshiki Nagase and Seiya Funatsu, The Intelligibility and its Relations to Acoustic Characteristics of English /s/ and /ʃ/ Produced by Native Speakers of Japanese, 8th Annual Conference of the International Speech Communication Association, 2007年8月30日, Flanders Congress and Concert Centre, Antwerp (ベルギー)
- ⑪ Akiyo Joto, Yoshiki Nagase and Seiya Funatsu, Effect of VOT on the Intelligibility of English Voiceless Stops Produced by Native Speakers of Japanese, Phonetics Teaching and Learning Conference 2007, 2007年8月25日, University College London (イギリス)
- ⑫ 上斗晶代, 日本語母語話者の英語接近音/j/の明瞭度と音響的特徴との関係, 第7回日本英語音声学会九州沖縄四国支部研究大会, 2007年7月7日, 県立長崎シーボルト大学

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

上斗 晶代 (JOTO AKIYO)

県立広島大学・人間文化学部・教授

研究者番号: 60196665

(2) 連携研究者

長瀬 慶来 (NAGASE YOSHIKI)

山梨大学・教育人間科学部・教授

研究者番号: 80123701

船津 誠也 (FUNASU SEIYA)

県立広島大学・学術情報センター・助教

研究者番号: 30275383

(3) 研究協力者

三輪 譲二 (MIWA JOJI)

岩手大学・工学部・准教授

研究者番号: 60125664