

電子情報通信学会「著作権規程」の基本方針より

電子的利用については、著作者本人ならびに所属機関が著作者の著作物の全文を著作者の研究室や所属機関のホームページもしくはプレプリントサーバに掲載する場合、一定条件の下で出版社版 PDF もしくは早期公開版 PDF の掲載を許諾します。

※掲載条件等、詳細については「利用申請基準」を御覧ください。

本会出版物に掲載された論文等の著作物の利用申請基準より

条件 A : 権利表示 (例 copyrightc2013 IEICE)

条件 B : 出版社版 PDF(紙版をスキャンで作成したもの含) の掲載。著者最終版は不可。

条件 C : 出所の明示 (例 著作者名、書名 (題号)、雑誌名、巻、号、頁、発行年など)

条件 D : 著作者の了解

条件 E : IEICE Transactions Online トップページへのリンク

上記、公開基準に従い出版社版 PDF を公開いたします。

なお、IEICE Transactions Online トップページは下記になります。

<https://search.ieice.org/>

音声認識機能を活用した英語の発音練習について

梅澤 克之[†] 中澤 真^{††} 中野美知子^{†††} 平澤 茂一^{†††}

[†] 湘南工科大学 〒251-8511 神奈川県藤沢市辻堂西海岸 1-1-25

^{††} 会津大学短期大学部 〒965-0003 福島県会津若松市一箕町大字八幡門田 1-1

^{†††} 早稲田大学 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1

E-mail: †umezawa@info.shonan-it.ac.jp, ††nakazawa@jc.u-aizu.ac.jp, †††{nakanom,hira}@waseda.jp

あらまし 音声認識機能の普及とともに、近年の AI の進化は目覚ましいものがある。また、興味のある分野を独学で勉強する人が増えている。グローバル社会と言われる中、英語を母国語としない国の多くの人々が英語を学んでいる。そこで、本研究では、独学での英語学習に焦点を当てる。発音された英単語や英文を音声認識機能が正しく認識した場合、発音が正しいものと判断することができる。つまり、音声認識機能は、英語の発音練習に利用できるかもしれない。本研究では、Google Chrome, iOS, Microsoft Edge など、各ブラウザに搭載された音声認識機能を使って発音練習を行い、自分の英語の発音が正しく認識されるかどうかを評価することを提案する。7 日間の実験を通して、英語の発音の自習に適した音声認識機能を明らかにする。実験の結果、音声認識機能は、誤った発音でも正確に理解できる性能を有していることがわかった。このような高性能な音声認識機能は、自習用の発音練習には適さないことが明らかになった。

キーワード 音声認識機能, 発音練習, Google Chrome, iOS, Microsoft Edge

English Pronunciation Practice Using the Speech Recognition Function

Katsuyuki UMEZAWA[†], Makoto NAKAZAWA^{††}, Michiko NAKANO^{†††}, and Shigeichi

HIRASAWA^{†††}

[†] Shonan Institute of Technology Tsujido-Nishikaigan 1-1-25, Fujisawa, Kanagawa 251-8511, Japan

^{††} Junior College of Aizu Monden 1-1, Yahata, Ikki-Machi, Aizuwakamatsu, Fukushima 965-0003, Japan

^{†††} Waseda University Okubo 3-4-1, Shinjuku, Tokyo 169-8555, Japan

E-mail: †umezawa@info.shonan-it.ac.jp, ††nakazawa@jc.u-aizu.ac.jp, †††{nakanom,hira}@waseda.jp

Abstract The development of the AI field in recent years has been remarkable, and the speech recognition function has become widespread. Also, more and more people are self-studying in their fields of interest. In a world that is said to be a global society, many people in countries where English is not their native language are learning English. Therefore, in this study, we focus on self-study English learning. If the speech recognition function correctly recognizes the pronounced English words and sentences, it is considered that the pronunciation is correct. In other words, we thought that it would be possible to practice English pronunciation using the speech recognition function. In this research, we propose to practice pronunciation by using the speech recognition function installed in each browser such as Google Chrome, iOS, and Microsoft Edge, and checking whether one's own English pronunciation is correctly recognized. Through a 7-day experiment, we clarify the speech recognition function suitable for self-study of English pronunciation. As a result of this experiment, it was found that there is a speech recognition function that recognizes correctly even though the pronunciation is not correct because the performance of the speech recognition function is good. And it became clear that such a high-performance speech recognition function is not suitable for self-study pronunciation practice.

Key words Speech recognition function, Pronunciation practice, Google Chrome, iOS, Microsoft Edge.

1. はじめに

近年の AI 分野の発展は目覚ましく、音声認識機能は日常的に普及してきている。その中、興味のある分野について独学で学んでいる人々が増えてきている。グローバル社会とも言われる世の中では、英語を学んでいる人も多い。そのため独学での英語学習に着目する。日常的に普及してきている音声認識機能を使い発音した単語や文章を音声認識機能が正しく認識しているなら発音も正しくできているのではないかと考えられる。つまり音声認識機能を使った他言語の発音練習が可能ではないかと考えられる。

従来研究 [1] では、発音練習時の発音のチェックの際に、評価者のチェックに加えて、音声認識機能 Siri(12.0) を使用し、発音した単語や文章を正しく認識しているかを確認した。その結果、音声認識機能でも正しく認識されていると考えられ、発音練習に音声認識機能を活用する価値があると結論付けている。しかし従来研究 [1] では、音声認識機能は Siri のみを使用しており、他の音声認識機能に関して同様の結果になるのか否かは明らかになっていない。また、日本語以外の言語を使用した実験は行われていない。

よって本研究では、英語圏以外の各国で第二外国語として学習することが多いと考えられる英語学習に着目する。そして、英語の発音練習を独学で行う際に、自身の発音が正しく行われたかをチェックするために、音声認識機能を活用することを提案する。更に現在では複数種類の音声認識機能が各社から提供されているので、どの音声認識機能が英語発音の独学に向いているのかを実験によって確かめることを目的とする。

2. 従来研究

2.1 発音チェックリストの提案

従来研究 [2] では、自己モニタリングによる発音チェックリストが提案された。自己モニタリングとは、学習者が発音チェックリストを読み、それを録音し、録音した音声をチェックリストで自分自身で確認することである。この研究では、韓国人向けの日本語音声学習用教科書をもとに、チェックリストを作成した。このチェックリストには、韓国語話者にとって発音しにくい音である「ツ」と「チュ」や、「ア行」と「ハ行」などのミニマルペア（最小対立）、その語を含んだ文の発音練習、発音の仕方の解説から成る。発音チェックシートを採用し、間違えたら間違えた単語を覚え直す。チェック方法は、学習者の声を録音し、それを評価者と学習者本人が聴いて評価した。その結果、常に間違いを犯す学生は、自分の間違った発音を適切と考える傾向があった。一方、間違いが多い学生でも、誤った発音を聞いて、その単語が不適切であると判断することができた。この研究では、そのような単語から練習することで、段階的に学習することが可能であると主張している。

2.2 音声認識機能を活かした発音チェックリストの改定

従来研究 [1] は、従来研究 [2] で提案した発音チェックリストを音声認識機能で利用できるように改訂した。その時に使用した音声認識機能は Siri (iOS12.0) であった。この研究では、

発音された単語や文章が正しく認識されているかを確認する際に、従来の評価者による評価に加え、音声認識機能 (Siri) を利用することにした。実験は、日本語レベル中級の 9 名、および韓国語話者 5 名のクラスで行われた。評価者による評価と音声認識機能による評価を比較したところ、評価結果は一致するものもあれば、異なるものもあった。しかし、同じ誤用傾向のカテゴリーを考慮した場合、多くの一致点があることが判明した。したがって、音声認識機能も正確に認識されていると考えられ、音声認識機能を活用する価値があると結論付けている。

2.3 英語の発音について

従来研究 [3] では、日本人の英語発音（以下、日本人英語）のいくつかの側面について、その原因を調査し、対策を提言している。彼らは、発音が悪くなる原因を音韻レベル別に明らかにした。具体的には、分節音、音節、語、句、文の各レベルで日本人英語の特徴を列挙した。特に分節音レベルでは、いくつかの発音の問題がみられることを指摘した。これは、英語学習の初期に母音と子音の正しい発音練習が行われていないことが原因であると論じている。この研究では、英語学習には発音指導が不可欠であり、教師がしっかりと発音を指導することが最も効果的であると結論付けている。

3. 提案方式

従来研究 [1] で音声認識機能を使用した学習は活用する価値があることが分かったため、本研究の目的は従来研究 [1] では使われなかった他の音声認識機能と比較することでより学習効果のある音声認識機能はどれなのかを見つけ出すことである。それに加え、従来研究では日本語を使用していたが他言語でも有効なのかを見つけ出す。独学での学習であってもこの学習方法は有効なのか、音声認識機能を使用した使学習方法と使用していない学習方法での差も調査していく。

3.1 仮説

従来研究 [1] では、音声認識機能を活用する価値があると結論付けている。そのため独学での学習であっても音声認識機能を活用した学習は効果があると考えられる。音声認識機能を使用した学習と使用していない学習では差が出ると思う。何故ならば、音声認識機能を使用した学習では、音声認識機能が正しく認識したか、認識していないかという目に見える形で判断がしやすいからである。そのため学習時のモチベーションの向上に繋がりやすいと言える。結果、独学での学習であっても効果があり、音声認識機能を使用した学習の方が音声認識機能を使用せずに学習した場合よりも効果的であると考えられる。

4. 実験概要

4.1 実験で使用する単語と文章

図 1 に実験で使用する単語と文章のリストを示す。このリストは従来研究 [2] と従来研究 [1] を参考にしてミニマルペアや日本人にとって発音するのが難しい「l」、「r」があるものを重視してリストを作成した。

4.2 実験の流れ

チェックリストにある 12 個の単語や文章を発音練習前に各

1	athlete	5	light	9	match
2	itinerary	6	right	10	usually
3	refrigerator	7	jewelry	11	I am reading a book in the library.
4	woman	8	march	12	I know you like it.

図 1 実験で使用する単語と文章

自が使用する音声認識機能で、発音の確認を行い音声認識機能が正確に認識した単語や文章にはチェックリストにチェックをする。発音のチェックが終わったら発音の練習を1～2時間行う（実験後に実態を調査したところ、実際には30分位の練習時間の参加者が多かった。最短で5分の参加者もいた）。もし単語や文章の発音が分からない場合は、Googleの読み上げ機能を使って確認をする（詳しくは付録1.参照）。発音の確認は実験参加者全員、Googleの読み上げ機能で統一する。ここまでの流れを1週間行う。実験の初日と最終日には録音をして、録音したものを外国国籍の英語のネイティブスピーカー（以下評価者）に正しく発音がなされているかを判定してもらう。

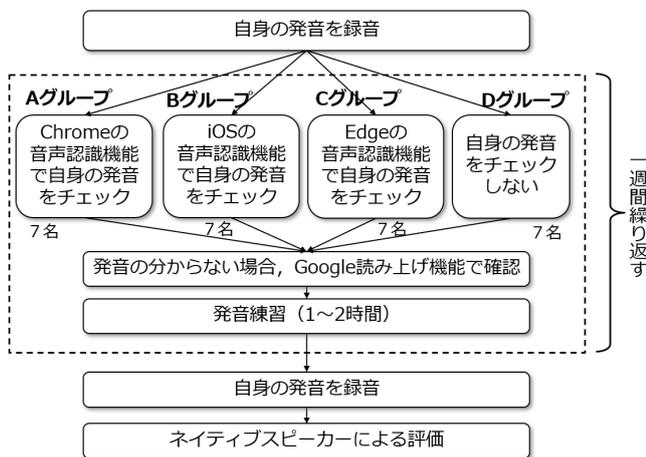


図 2 実験の流れ

音声認識機能を使用した発音練習を行う場合、学習開始時は、必ずチェックリストの全てを確認する。音声認識機能を使用した発音練習とは、使用している音声認識機能がチェックリストにある単語や文章を正しく認識するまで発音の練習をすることである。実験参加者は28名で、7人ごとに別々の実験を行う。具体的には、Aグループ(A₁～A₇)の7人はGoogle Chromeの音声認識機能を使用した発音練習を行い、Bグループ(B₁～B₇)の7人はiOSの音声認識機能を使用した発音練習を行う。Cグループ(C₁～C₇)の7人はMicrosoft Edgeの音声認識機能を使用した発音練習を行う。また、Dグループ(D₁～D₇)の7人は音声認識機能を使用せずに発音練習を行う。

4.3 使用する音声認識機能について

実験で使用する音声認識機能は、図3～図5に示す通り、Windows 11上で動作するGoogle Chrome (Version 107.0.5304.63)、iPhone (iOS 15.0)上で動作するSafari、およびWindows 11上で動作するMicrosoft Edge (Version 107.0.1418.24)の3種類のWebブラウザに標準搭載されて



図 3 Google Chrome の音声認識機能

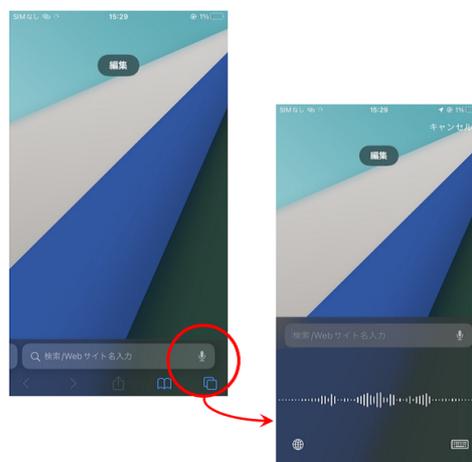


図 4 iOS の音声認識機能

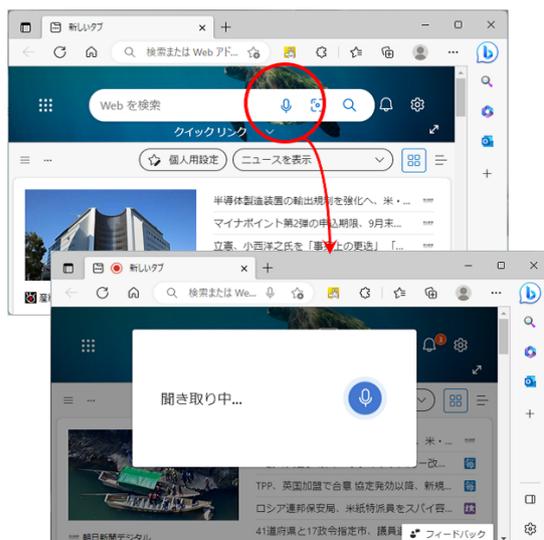


図 5 Microsoft Edge の音声認識機能

いる音声検索機能を使用する。なお、全てのWebブラウザの言語設定はEnglishに設定する。

5. 実験結果と評価

5.1 最終的な発音の評価

図2に示したように、実験開始初日と実験最終日に録音を行う。本節では、最終的に発音ができるようになったかを評価する。評価方法は、録音したものを英語ネイティブスピーカーによって正しく発音がなされているかを判定してもらう。なお、この評価の基準は、従来研究[3]のように日本人英語にならずにネイティブ英語に聞こえるかを判定する。

表1に音声認識機能を使わず学習したグループとそれぞれの音声認識機能を使って学習したグループのネイティブスピーカーによるチェック結果を示す。なお、各グループの7人の参加者の正答数の増減の合計を示している。各グループの各実験参加者の正誤の詳細は付録に示す。

表1 ネイティブによるチェック結果（増減数の7人の合計）

グループ	使用した音声認識機能	正答数の増減 (7人の合計)
Aグループ	Chrome	+9
Bグループ	iOS	+5
Cグループ	Edge	+9
Dグループ	使わない	+8

表1より、iOSを使って学習したグループ(Bグループ)のみ正答数の増加が小さいという結果になった。またこの値は、音声認識機能を使わずに発音の学習を行ったグループ(Dグループ)の正答数の増加よりも低い値となってしまった。iOSを使って学習するくらいなら、音声認識機能を使わず学習した方が学習効果が高まるという結果は興味深い。では、なぜこのような結果になってしまったのかを検証するために次節で別の分析を行う。

5.2 音声認識機能を使った日々の評価

図2に示したように、実験参加者は毎日繰り返して練習を行い自身の発音チェックを行う。7日間の実験で、それぞれの音声認識機能を使って何個の単語および文章が正しく認識されたかの個数の評価を行う。これによって英語の独学に向き/不向きな音声認識機能を明らかにする。

表2~表4に実験期間(7日間)の各日のそれぞれの音声認識機能を使ったチェック結果(正答数)を示す。なお表中のD1~D7は、1日目~7日目を表す。

表2 Chromeによるチェック結果(正答数)

参加者	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	平均
A ₁	5	6	5	6	4	5	5	5.1
A ₂	6	8	7	8	7	9	7	7.4
A ₃	8	8	9	8	10	8	9	8.6
A ₄	7	7	6	6	7	6	7	6.6
A ₅	7	8	6	6	7	8	8	7.1
A ₆	6	7	6	7	7	6	7	6.6
A ₇	8	8	9	8	9	9	9	8.6
平均	6.7	7.4	6.9	7.0	7.3	7.3	7.4	7.1

表3 iOSによるチェック結果(正答数)

参加者	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	平均
B ₁	8	10	9	9	10	10	11	9.6
B ₂	10	10	11	10	9	11	11	10.3
B ₃	10	9	9	9	10	11	9	9.6
B ₄	9	10	11	9	10	9	10	9.7
B ₅	8	9	10	9	10	9	10	9.3
B ₆	9	10	9	10	10	12	11	10.1
B ₇	11	9	11	10	10	11	10	10.3
平均	9.3	9.6	10.0	9.4	9.9	10.4	10.3	9.8

表4 Edgeによるチェック結果(正答数)

参加者	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	平均
C ₁	5	5	7	5	6	7	6	5.9
C ₂	6	8	7	6	8	7	9	7.3
C ₃	6	7	6	6	8	7	6	6.6
C ₄	7	8	8	9	8	9	10	8.4
C ₅	5	7	8	6	7	6	8	6.6
C ₆	7	8	10	9	10	11	10	9.3
C ₇	7	8	6	5	7	8	7	6.9
平均	6.1	7.3	7.4	6.6	7.7	7.9	8.0	7.3

表2~表4の被験者毎の平均値(表の最も右の列)のデータを使って、AグループとBグループ、BグループとCグループ、AグループとCグループの平均値に差があるか否かを検定する。まず等分散か否かの検定のためにF検定を行ったところ、すべてのグループで「 p 値 >0.1 」となり等分散であることが分かった。よってすべてのグループについて等分散を仮定した2標本による t 検定を行った。 p 値を表5に示す。なお、両グループの平均値に差があるか否かを検定するために両側検定となる。なお今回の t 検定は検定を3回繰り返すので、多重性の問題が生じる。よってボンフェローニ法を使って多重性を回避する。具体的には p 値の閾値である0.05を多重度(今回は3)で割ることによって調整する。

表5 グループ間の平均値の差の検定結果

グループ	p 値(片側)	結論
AとB	0.000129 (< 0.05/3)	平均値に有意差あり
BとC	0.000146 (< 0.05/3)	平均値に有意差あり
AとC	0.828017 (> 0.05/3)	有意差があるとは言えない

表5および図6に両側 p 値の値を示す。これにより、iOSでの音声認識機能は、他のChromeとEdgeの各音声認識機能と較べて、有意に認識率が高いといえることができる。

6. 考察

表1より、iOSを使った発音練習では、初日と最終日に正答率が有意に高くなったとは言えない結果となった。これに対して、表5および図6を見ると、iOSで日々のチェックによる正答数の平均値が、他のChromeやEdgeでのチェックによる正答数の数の平均値より有意に高くなっている。このことからiOSに搭載されている音声認識機能はネイティブに発音してなくても正しく認識している可能性がある。正しい発音ができ

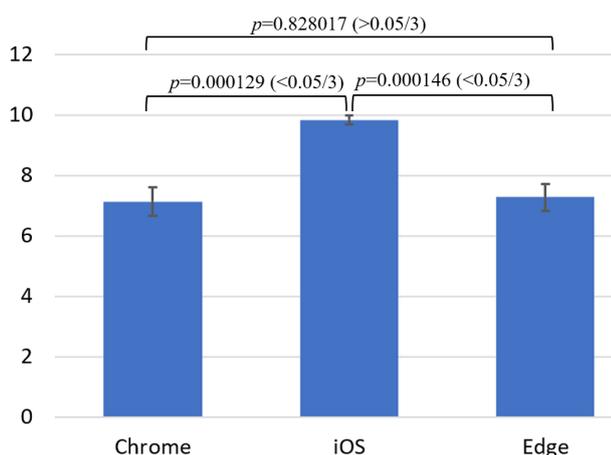


図6 音声認識機能の違いによる平均値の比較 (エラーバーは標準誤差)

ていないにも関わらず日々のチェックで正しく認識されてしまうために、発音が矯正されず、最終的なネイティブチェックによる正答数が高くならなかったものと考えられる。

また表1より、音声認識機能を使わずに学習したグループ(Dグループ)も最終日のネイティブチェックでは有意に高い正答数を示した。これらの結果より、下手に認識率の高い音声認識機能を発音の独学に適用するくらいであれば、音声認識機能を使わない方が発音が上達するということが実験により明らかとなった。実験結果から発音練習に使用する音声認識機能はしっかりと発音ではないと正しく認識しないものを使用すると良いと考えられる。

7. まとめと今後の課題

本研究では、独学で発音練習をする際に、3種類の音声認識機能を使って日々の学習成果をチェックする方法を提案し、実験によってその効果を評価した。具体的には、独学を始める前と最終日(7日後)の発音を英語ネイティブスピーカーによって正しく発音ができているかを評価した。また、7日間の実験の間に毎日音声認識機能を使って発音が認識されるかをチェックした。本研究の結論として、iOSに搭載されている音声認識機能は、他と比べて高性能であり、正しく発音されていなくても認識してしまうこと、それにより発音の独学用に用いるのは適切ではないことが分かった。なお、本実験結果は用いる音声認識機能のバージョンにより大きく左右されると考えられるため将来的に別のバージョンの音声認識機能を使うと異なる結果になる可能性もあることに注意する必要がある。

今後はより多くの実験参加者を募って実験を行う必要があると考える。また、対象とする単語や文章ももっと増やすべきであると考えられる。

研究倫理について

今回の実験は湘南工科大学研究倫理委員会の承認を得ている。また実験参加者から実験参加に関する署名を得ている。

謝 辞

本研究は JSPS 科研費 JP22H01055, JP21K18535, JP20K03082 の助成を受けたものです。また、本研究の一部は、経営情報学会「ICT と教育」研究部会の助成を受けたものです。本研究成果の一部は早稲田大学理工総研プロジェクト研究「次世代 e-learning に関する研究」の一環として行われたものです。

文 献

- [1] 河野俊之. 音声認識を活かした発音チェックリストとその効果. 日本語教育方法研究会誌, Vol. 25, No. 2, pp. 28–29, 2019.
- [2] 河野俊之, 小河原義朗. 教科書用発音チェックリストの作成とその活用. 日本語教育方法研究会誌, Vol. 14, No. 2, pp. 10–11, 2007.
- [3] 小野浩司. 日本人英語 –英語発音の実態とその矯正法–. 佐賀大学文化教育学部研究論文集, Vol. 17, No. 1, pp. 57–78, 2012.

付 録

1. 発音がわからない場合の Google 読み上げ機能

発音がわからない場合は、すべてのグループ共通で Google の読み上げ機能を用いた(図 A.1 参照)。

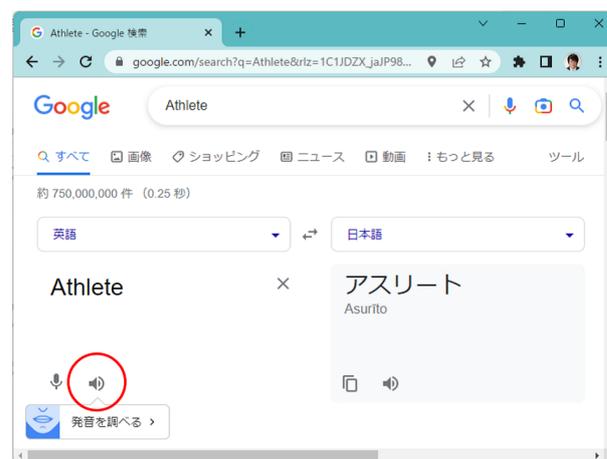


図 A.1 発音がわからない場合の Google 読み上げ機能

2. ネイティブスピーカーによるチェック結果

今回の7日間の発音練習でどのくらい上達したかを測るためのネイティブスピーカーによるチェック結果の詳細を表 A.4～表 A.3 に示す。図中の「初」は初日、「終」は終了日(7日後)のチェック結果を表している。

表 A-1 Chrome を使って学習したグループのネイティブによるチェック結果

参加者	初/終	athlete	itiner.	refrige.	woman	light	right	jewelry	march	match	usually	I am...	I know...	正答数の増減
A ₁	初	○	×	○	×	○	×	×	○	○	○	×	×	+1
	終	○	×	○	×	○	×	×	○	○	○	○	×	
A ₂	初	×	×	○	×	○	○	×	○	×	×	○	○	+1
	終	×	×	○	×	○	○	×	○	×	○	○	○	
A ₃	初	○	○	×	×	×	×	○	○	○	○	×	×	+2
	終	○	○	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○	
A ₄	初	×	○	○	○	×	×	×	○	○	×	○	×	+1
	終	×	○	○	○	×	×	○	○	○	×	○	×	
A ₅	初	×	×	×	×	○	○	○	×	○	○	○	○	+2
	終	○	×	×	○	○	○	○	×	○	○	○	○	
A ₆	初	×	○	○	○	×	×	×	×	○	○	○	×	+1
	終	×	○	○	○	○	×	×	×	○	○	○	×	
A ₇	初	○	○	○	○	×	○	×	○	×	×	○	○	+1
	終	○	○	○	○	×	○	×	○	×	○	○	○	

表 A-2 iOS を使って学習したグループのネイティブによるチェック結果

参加者	初/終	athlete	itiner.	refrige.	woman	light	right	jewelry	march	match	usually	I am...	I know...	正答数の増減
B ₁	初	×	×	○	○	×	×	○	○	×	○	○	○	+1
	終	×	○	○	○	×	×	○	○	×	○	○	○	
B ₂	初	○	○	○	×	○	○	○	×	○	×	○	○	0
	終	○	○	○	×	○	○	○	×	○	×	○	○	
B ₃	初	○	○	○	○	×	×	×	○	×	○	×	×	+1
	終	○	○	○	○	×	×	×	○	×	○	○	×	
B ₄	初	○	×	○	×	×	×	○	○	○	×	○	×	+1
	終	○	×	○	×	○	×	○	○	○	×	○	×	
B ₅	初	×	○	×	○	○	○	×	×	×	○	○	○	0
	終	×	○	×	○	○	○	×	×	×	○	○	○	
B ₆	初	○	○	○	×	×	○	○	×	×	○	×	×	+1
	終	○	○	○	×	×	○	○	×	×	○	×	○	
B ₇	初	×	×	○	×	×	○	×	○	×	○	○	×	+1
	終	×	○	○	×	×	○	×	○	×	○	○	×	

表 A-3 Edge を使って学習したグループのネイティブによるチェック結果

参加者	初/終	athlete	itiner.	refrige.	woman	light	right	jewelry	march	match	usually	I am...	I know...	正答数の増減
C ₁	初	○	×	○	×	×	○	○	×	×	○	×	×	+1
	終	○	×	○	×	×	○	○	×	×	○	×	○	
C ₂	初	×	○	○	○	×	○	×	○	×	×	○	×	+1
	終	○	○	○	○	×	○	×	○	×	×	○	×	
C ₃	初	×	○	×	○	○	○	○	×	×	○	○	×	+1
	終	×	○	×	○	○	○	○	×	×	○	○	○	
C ₄	初	×	×	○	○	×	×	○	×	×	○	×	×	+2
	終	○	×	○	○	×	×	○	×	×	○	×	○	
C ₅	初	○	○	×	○	×	×	○	○	○	×	×	×	+2
	終	○	○	×	○	×	×	○	○	○	○	○	×	
C ₆	初	×	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	+1
	終	×	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	○	
C ₇	初	×	○	○	○	×	○	○	○	×	○	○	○	+1
	終	×	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	

表 A-4 音声認識機能を使わず学習したグループのネイティブによるチェック結果

参加者	初/終	athlete	itiner.	refrige.	woman	light	right	jewelry	march	match	usually	I am...	I know...	正答数の増減
D ₁	初	×	○	×	○	×	×	○	×	×	○	○	○	+2
	終	○	○	×	○	×	×	○	×	×	○	○	○	
D ₂	初	×	○	○	×	×	○	×	○	×	×	○	×	+2
	終	×	○	○	×	×	○	×	○	○	×	○	○	
D ₃	初	○	×	×	○	○	×	○	×	○	○	×	○	+1
	終	○	×	×	○	○	×	○	×	○	○	○	○	
D ₄	初	×	○	○	×	○	○	×	○	×	×	○	×	+1
	終	×	○	○	×	○	○	×	○	×	○	○	×	
D ₅	初	×	×	○	×	○	○	○	×	×	○	○	○	+1
	終	○	×	○	×	○	○	○	×	×	○	○	○	
D ₆	初	○	×	×	○	○	×	○	○	○	○	×	○	0
	終	○	×	×	○	○	×	○	○	○	○	×	○	
D ₇	初	○	×	×	○	×	○	×	×	○	×	×	○	+1
	終	○	×	×	○	×	○	×	×	○	○	×	○	