

修士論文

英語発音学習用タブレットアプリケーションを用いた授業の学習状況の 可視化に関する研究

令和5年度卒業

三重大学大学院工学研究科
博士前期課程電気電子工学専攻

奥山 陽斗

目次

第1章	はじめに	1
第2章	「Let's Phonics!!」	3
2.1	フォニックス	3
2.2	開発動機	4
2.3	システムの概要	5
2.4	「Let's Phonics!!」の構成	6
2.5	フィードバック支援アプリケーション	8
2.6	実践調査と問題点	11
2.6.1	小学校における実践調査	11
2.6.2	教職大学院における実践調査	12
2.6.3	フィードバック支援アプリケーションの問題点	13
第3章	提案	14
3.1	可視化システム概要	14
3.2	Chromebook 版「Let's Phonics!!」変更点	15
3.3	可視化システムの機能	15
3.3.1	「音の3択クイズ」可視化システム	16
3.3.2	「どっちかな？」可視化システム	17
第4章	試用実験	19
4.1	調査方法	19
4.2	結果と考察	20
第5章	結論	22
参考文献	23
発表論文	24
謝辞	25

第1章 はじめに

文部科学省は、2020年にGIGAスクール構想を発表した。これは、一人一台端末と、高速大容量の通信ネットワークを一体的に整備することで、特別な支援を必要とする子供を含め、多様な子供たちを誰一人取り残すことなく、公正に個別最適化され、資質・能力が一層確実に育成できる教育ICTを実現するものである[1]。GIGAスクールの進展に伴い、PCやタブレットを用いた学習の取り組みが行われている。具体例として、兵庫県神戸市では、令和3年4月から、児童に一人一台学習用パソコンを貸与し、ICT機器を最大限活用した学校教育活動を始めた[2]。埼玉県さいたま市では、新型コロナウイルスの感染拡大を受け、自宅と学校を選択して授業を受けられる「ハイブリッド授業」を実施した[3]。これにより、デジタル教材の活用やグループ学習での活用、学習履歴の活用など様々な場面で端末が利用されている。また宿題など家庭学習でも端末を使用したり、臨時休校時などには端末をオンライン学習に活用したりするなど、児童の学びを支え、能力を最大限ひきだすツールとして学習用パソコンが大きな役割をもっている。その中で、安価で扱いやすいChromebookが全国の小中学校で多く導入されている[4]。

本研究室では、三重大学教育学部との共同研究で、英語発音学習用アプリケーション「Let's Phonics!!」の開発を行っている[5]。本アプリケーションは、英語の発音学習法的一种であるフォニックスを学習するタブレットアプリケーションである。タブレット端末へ録音した学習児童の発音と手本の発音の比較、発音に関するクイズの実施などの方法により、個々の児童の学習ペースでフォニックス学習を進めていくことを目的としている。第二言語習得において、コンピュータ支援発音トレーニング(CAPT)は、いつでもどこでも自己鍛錬が可能である点などから非常に有用なリソースとなりつつある。例えば、CRISTIAN TEJEDOR-GARCÍAらは、英語の発音トレーニングのための学習用ゲームアプリケーションを提案し、その有用性を明らかにしている[6]。

「Let's Phonics!!」は2017年度からiPad用アプリケーションとして開発が始められ、2021年度からChromebook版の開発も進められている[7]。一柳による先行研究[8]により、iPad版「Let's Phonics!!」においてアプリケーションを利用する教員のためのフィードバック支援システムが実装された。三重県東紀州地域の小学校教員および三重大学教職大学院生を対象に行った実施調査では、システムの機能性について高い評価が得られた。しかし、フィードバック事項、教員の手間のかからないフィードバック手法など改善が必要な課題が浮き彫りとなった。またこのシステムはiPad版専用であり、Chromebook版では利用できない

といった問題も存在する。

そこで、本研究では Chromebook 版「Let's Phonics!!」において、児童が取り組んだ発音に関するクイズの結果を教員が一目で確認できるようなフィードバック支援システムを提案する。Chromebook 版「Let's Phonics!!」を用いて学習した児童のクイズの解答をサーバに集約し、教員へ効果的に提示することで、教員の負担軽減をめざす。

第2章 「Let's Phonics!!」

本章では，三重大学工学研究科計算機工学研究室が三重大学教育学部との共同研究で開発を進めている「Let's Phonics!!」について，本アプリケーションで学習するフォニックスと合わせて説明する．

2.1 フォニックス

フォニックスとは，英語圏で 19 世紀の初めに子どものために考案された，アルファベットの文字の名称と発音のつながりの規則を学ぶ手法である．以下の図 1 にアルファベット 26 文字とそれぞれに対応するフォニックスでの読み方の例を示す．

A a	B b	C c	D d	E e	F f	G g
[æ] エア	[b] ブ	[k] ク	[d] ドゥ	[e] エ	[f] フ	[g] グ
H h	I i	J j	K k	L l	M m	N n
[h] ハ	[i] イ	[dʒ] ジュ	[k] ク	[l] ル	[m] ム	[n] ヌ
O o	P p	Q q	R r	S s	T t	U u
[o] オ	[p] プ	[k] ク	[r] ル	[s] ス	[t] トゥ	[ʌ] ア
V v	W w	X x	Y y	Z z		
[v] ヴ	[w] ウォ	[ks] クス	[j] ュ	[z] ズ		

図 1：アルファベットの文字とそれぞれに対応するフォニックスの読み[9]

例えば，アルファベット「A」の名称は「エイ」であるが，図 1 に示したフォニックスにおける「A」の発音は「エア」となる．そしてこれらの発音を組み合わせることで英単語の発音が成り立っている仕組みを学習する．これにより，初見の英単語をその綴りから適切かつ直観的に発音できるようになる．また聞いた英単語から綴りを推測できるようになるなどリスニング能力の向上にも効果的である．

フォニックスは学習内容に応じて 8 段階にレベル分けされている[10]．レベル 1「フォニックスアルファベット」では，図 1 で示したアルファベットの文字とそれぞれに対応するフォニックスの読みを学習する．レベル 2「短母音」では，母音の発音とそれらの違いについて学習する．レベル 3「”e”のついた母音」では，母音字＋子音字 1 文字＋「e」の並びの場合は母音字をアルファベットの名

前で読んで「e」を発音しないルールを学習する。レベル4「礼儀正しい母音」では、母音が2つ並んでいるとき、1番目の母音字をアルファベットの名前読みして、2番目の母音は読まないルールを学習する。レベル5「2文字子音」では、2つの子音字の組み合わせが新しい1音になるルールを学習する。レベル6「2文字母音」では、2つの母音字の組み合わせが新しい1音になるルールを学習する。レベル7「連続子音」では、2つまたは3つの子音字が連続したときに、それぞれがもとの音を残しながら混ざり合った音になることを学習する。レベル8「"r"のついた母音」では、母音に「r」がつくと音が混じりあった新しい音になることを学習する。

2.2 開発動機

2020年度から始まった新学習指導要領により、小学校の英語学習においてフォニックスのような「アルファベットの文字の名称と音のつながり」の指導を行うことが規定されている[11]。しかし、実際に指導する教員にとっては、未だ英語発音の指導に対して十分な対応ができていないのが現状である。一柳は、三重大学教職大学院生を対象として、フォニックスに対する認知度・学習経験・指導経験に関するアンケート調査を行った。回答結果を以下の表1に示す。

表1：三重大学教職大学院生のフォニックスに関するアンケート
(現職教員9人，教員志望6人) [8]

	知っている	学習経験がある	指導経験がある
初等教育専攻	90.9%	72.7%	45.5%
現職教員	100.0%	66.7%	44.4%
教員志望	83.3%	33.3%	16.7%
全回答者	88.2%	52.9%	35.3%

アンケートに回答した教職大学院生の内、ほとんどの回答者はフォニックスについて知っていたが、学習経験がある人は全体の半数程度、指導経験がある人は全体の35%程度といった状況であった。このような教員自身の学習経験不足と指導経験不足からくる英語力不足は、小学校教員の抱える指導に対する不安要因に大きく関与している。過去に大野らの実施した聞き取り調査によると「どのように指導したらいいかわからない」「正しい音をお手本として発音する自信がない」といった小学校教員の不安な声が多く寄せられている。この問題の解決案として「フォニックス学習の指導をしたりお手本を見せたりする先生」の役割

を果たすことのできるフォニックス学習用タブレットアプリケーション「Let's Phonics!!」の開発を始めた。

2.3 システムの概要

「Let's Phonics!!」は、本研究室が三重大学教育学部との共同研究で開発を行っているタブレットアプリケーションである。「Let's Phonics!!」は2017年に福田・山中らによってiPadを対象として開発が始まった。2021年の岩崎による研究でiPad版は全てのレベルの実装が完了した。また2021年に執筆者によってChromebookを対象として開発が始まった。

「Let's Phonics!!」は2.1で示したフォニックスのレベル分けに従ってレベル分けされている。以下の表2に「Let's Phonics!!」のレベル分けとそのレベルの英単語の例、iPad版とChromebook版の開発年をそれぞれ示す。

表2：「Let's Phonics!!」のレベル分けと英単語例，
iPad版とChromebook版の開発年

レベル	学習内容	例	iPad 版 開発年	Chromebook 版 開発年
1	フォニックス アルファベット	A[æ], B[b]...	2017~2018 (福田・山中)	2021 (奥山)
2	短母音	cat, bag...	2018(山中)	
3	“e” のついた母音	game, time...	2019(阪井)	2022 (山本)
4	礼儀正しい母音	rain, tea...	2020(大澤)	2023 年以降 実装
5	2 文字子音	ship, chime...	2021 (岩崎)	
6	2 文字母音	zoo, book...		
7	連続子音	skip, black...		
8	“r” のついた母音	car, corn...		

2.4 「Let's Phonics!!」の構成

「Let's Phonics!!」を用いた学習の流れを、Chromebook 版のレベル 1 を例として説明する。「Let's Phonics!!」レベル 1 はアルファベットの聞きとりや発音の録音を行う「音をきいてみよう」とフォニックスの発音に関するクイズを行う「音の 3 たくクイズ」で構成されている。

「音をきいてみよう」の「A」における画面例を以下の図 2 に示す。学習する児童は「A」から始まる英単語のイラストをタップし「A」およびイラストの英単語のフォニックスにおける手本の発音を聞く。発音を聞くと、図 2 の「ant」の下部のように「ろく音」ボタンが表示されるので、児童は手本の発音や画面上部の発音のポイントを参考に「ろく音」ボタンをタップして自身の発音を録音する。録音が完了すると「apple」の下部のように「きく」ボタンが表示される。児童は「きく」ボタンをタップし、録音した自身の発音と手本の発音を比較することで適切な発音を身につけることができる。

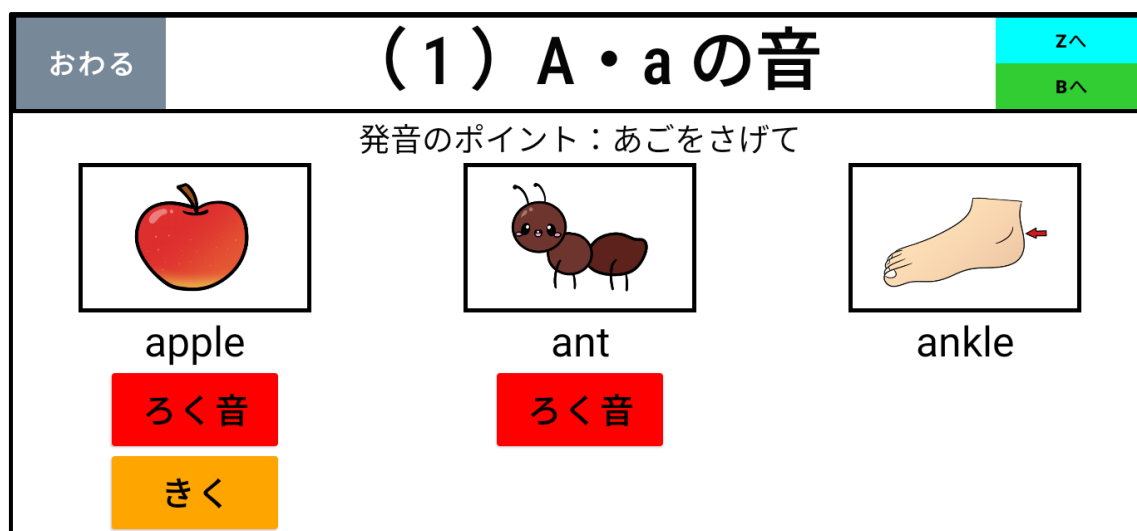


図 2 : 「Let's Phonics!!」 「音をきいてみよう」 の画面例

「音の 3 たくクイズ」の画面例を以下の図 3 に示す。ここでは、頭文字の異なる 3 つの英単語のイラストと「アルファベットをきく」ボタンが表示されている。児童はまず「アルファベットをきく」ボタンをタップし、設問の答えとなる英単語の頭文字のアルファベットのフォニックスにおける発音を聞く。そして聞いた発音と同じ頭文字をもつ英単語のイラストを選択する。選んだイラストが正解であれば各イラストの英単語の発音がそれぞれ順に流れ、次の設問へ進む。不正解であれば正解するまで解答を続けることができる。すべての設問が終

了する、または途中で図の左上の「おわる」ボタンをタップすることで図4に示すような成績表示画面が表示される。この画面では、各設問の正誤と解答時間、クイズの正答率と合計解答時間を知ることができる。これにより、児童の達成感および楽しさを引き出すことができる。

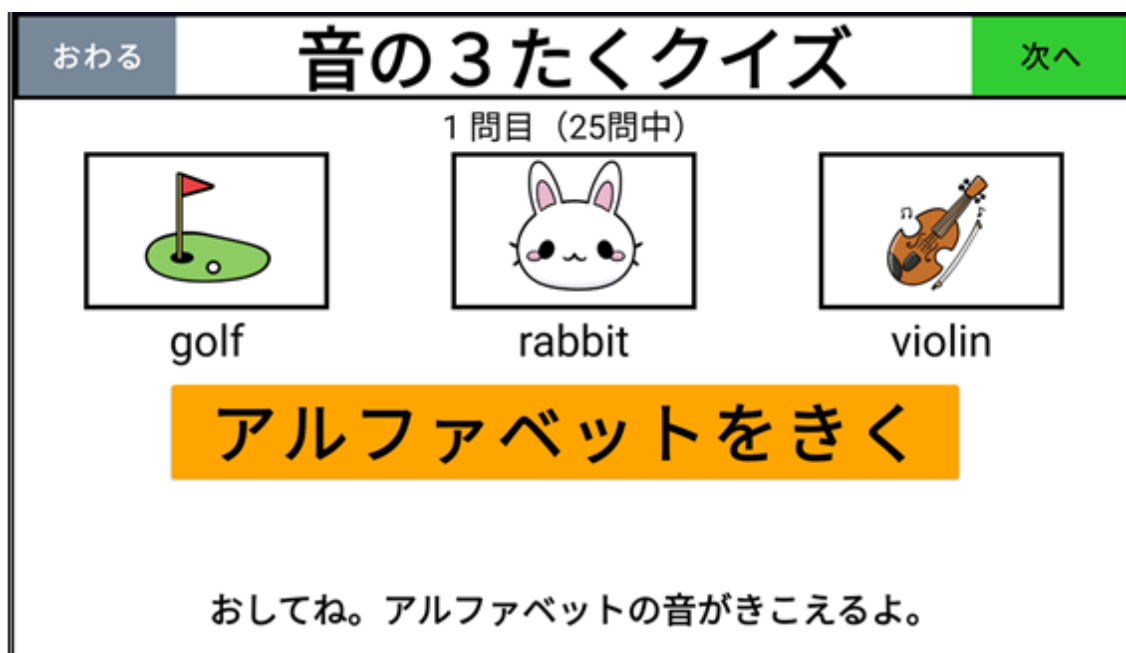


図3：「Let's Phonics!!」 「音の3たくクイズ」の画面例

おわる

クイズのけっか

ことば	けっか	時間
K king	○	00分09秒
Y yellow	△	00分03秒
V violin	△	00分03秒
S sun	○	00分03秒
P pizza	△	00分03秒
U umbrella	○	00分02秒
H hand	○	00分02秒
Q queen	○	00分02秒
I ink	○	00分02秒
A apple	○	00分02秒
Z zebra	○	00分03秒
J Japan	△	00分03秒
D dog	○	00分02秒
L lion	△	00分04秒
O orange	○	00分02秒

W witch	○	00分02秒
M monkey	△	00分04秒
T tiger	○	00分02秒
E egg	○	00分02秒
N no	○	00分03秒
B bear	○	00分03秒
G golf	○	00分03秒
C cat	○	00分04秒
R rabbit	○	00分03秒
F fish	○	00分02秒

★★★★☆

19問せいかい（25問中）

合計時間：01分18秒

図4：「Let's Phonics!!」 「音の3たくクイズ」の成績表示画面例

2.5 フィードバック支援アプリケーション

一柳による先行研究では、英語発音学習アプリケーションを利用する教員のためのフィードバック支援手法の提案として iPad 版「Let's Phonics!!」に対応するフィードバック支援アプリケーションの実装を行った。これは iPad 版「Let's Phonics!!」を用いた実装実験において「Let's Phonics!!」で個別学習する個々の児童に対して、教員及び ALT が児童の使用しているデバイスの一つずつ直接確認して学習状況を把握する必要がある、学習のフィードバックを行うことが困難だと判明したためである。

フィードバック支援システムを利用する流れを以下に示す。

1. 児童又は教員が、各児童の使用した「Let's Phonics!!」から成績送信画面を表示し、録音した発音及びクイズ成績を選択して送信する
2. 送信先に指定した Web サーバに構築したフィードバック支援アプリケーションのデータベースに音声データおよびクイズ成績を保存する
3. 教員が自身の情報端末にて Web ブラウザからシステムにアクセスし、送信されたデータを閲覧することで各児童の学習結果を認識する
4. 学習結果から各児童又は児童全員の発音学習における問題点を発見し、教員または ALT による学習フィードバックに活用する

「Let's Phonics!!」に追加実装された成績送信画面を以下の図 5 に示す。「名前をえらぶ」の右側の欄から登録対象の児童名を選択し、「ていしゅつする」ボタンから提出することで完了する。

フィードバック支援システムで確認できる内容は主に「学びのあしあと」（学習進捗機能）と児童別成績一覧の 2 つである。学習進捗機能では、教員が対象期間を指定することで「Let's Phonics!!」の各学習レベルにおける各児童の学習達成度について、各学習レベルにおける対象の発音の録音実施率とクイズの実施回数を表示する。以下の図 6 にグラフ表示を示す。また児童別成績一覧は、各学習レベルにおいて各児童がこれまでに蓄積してきた学習結果を確認できる機能である。図 7, 8 に児童別成績一覧の画面例を示す。

もどる

ていしゅつ画面

設定

◆ 名前をえらぶ →→→

児童5-1

ていしゅつする

データの一括削除

図 5：iPad 版「Let's Phonics!!」成績送信画面[7]



図 6：「学びのあしあと」のグラフ表示例 [7]

【音をきいてみよう】

G g		H h			I i			J j			K k			L l			M m		
gum	golf	hat	hand	ham	ink	insect	italy	jet	jam	japan	king	koala	key	lion	lemon	leg	monkey	melon	moon
0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

発音を表示

下の表の英単語または「録音履歴」から確認したい発音データを選択してください。

アルファベット

英単語

A a	apple
	ant
	ankle
B b	bear
	baseball
	birthday
C c	cow
	cat
	corn
D d	dog
	desk
	dance

発音データ(italy) / 録音履歴(レベル1) / 録音履歴(全て)

録音日時	音声データ (italy)
見本音源	▶ 0:00 / 0:07 ⋮
2020-12-11 02:03:05	▶ 0:01 / 0:01 ⋮
2020-12-11 02:02:48	▶ 0:01 / 0:01 ⋮

選択した発音の削除

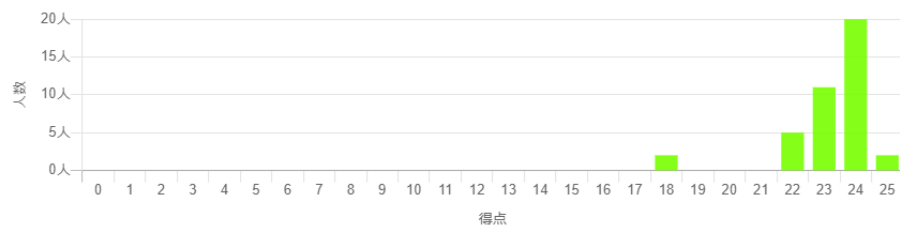
発音の登録児童の変更

図 7：児童別録音成績一覧 [7]

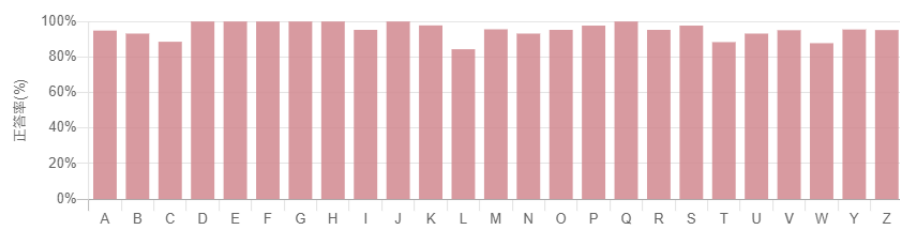
【レベル1: 音の3たくクイズ】

問題数: 25

最高得点分布



設問別正答率



平均最高得点: 23.2点 (平均解答時間: 01:46)

図 8：児童別クイズ成績一覧 [7]

2.6 実践調査と問題点

実装したシステムについて、三重県南部紀州地域の小学校と三重大学教職大学院を対象に、システムのユーザビリティに関する調査と効果的なフィードバック事項に関するアンケート調査を行った。

2.6.1 小学校における実践調査

調査対象者は、尾鷲市立賀田小学校にて外国語活動および外国語の授業を行う3年生から6年生の教員1人ずつ、計4人である。調査では、「Let's Phonics!!」を用いた授業を行った教員に、授業時の児童の学習結果が保存されたフィードバック支援アプリケーションを授業後に利用してもらい、アンケートにて意見を得た。システムの見やすさ、機能、使いやすさの3項目に対して5段階評価で評価を依頼し、得られた結果を表3~5に示す。

本システムの評価として、表示内容や表示する情報量については高評価であったが、情報の見やすさについては課題が残った。見やすさについてはシステムに使い慣れることで解消できる点もあると考えられる。

コメントとして「詳細表示が細かくて見にくい」「必要な情報はすべて入っている」「見慣れないものがあるので使いにくそう」などが得られた。

表3：必要な情報が一目でわかりやすいか[7]

評価 (1: 見にくい, 5: 見やすい)	1	2	3	4	5
人数 (人)	0	1	2	0	1

表4：表示される情報の内容や量[7]

評価 (1: 悪い, 5: 良い)	1	2	3	4	5
人数 (人)	0	0	1	2	1

表5：使いやすさ（操作のしやすさ、わかりやすさ）評価[7]

評価 (1: 悪い, 5: 良い)	1	2	3	4	5
人数 (人)	0	0	3	0	1

2.6.2 教職大学院における実践調査

教職大学院における調査は、実装したフィードバック支援アプリを研究に關わりの無い第三者かつ教育に關してより専門的な知識を有する教職大学院生が利用することで、小学校での調査と同様に本システムの有効性の検証および改善点の発見に役立てることを調査目的とする。調査の対象者は、三重大学教職大学院において、須曾野の開講する授業を受講している教職大学院生 17 人である。

本システムの「学びのあしあと」機能に關する機能評価、見やすさ（必要な情報が一目でわかりやすいか）、表示される情報の量、使いやすさ（操作しやすさ）の評価結果と回答理由（抜粋）を以下の表 6~8 に示す。

「教員のためのフィードバック支援機能」について、学習の進み具合を把握することができるという回答を得ている。しかし見やすさや操作性の面では必ずしも高い評価を得られていない。これは、一度に閲覧させる情報量が過多である点が問題であると考えられる。操作性に關して、教員がアプリケーションに慣れれば解消できる点もあると考えられる。

コメントとして「進捗率などがわかりやすい」「グラフで整理されていたのでよかった」「現場では確認する時間がなく、また確認するメリットもあまり感じない」「情報が階層的すぎる（深すぎる）」などが得られた。

表 6：「学びのあしあと」の機能[8]

評価（1: 悪い, 5: 良い）	1	2	3	4	5
人数（人）	1	0	3	6	7

表 7：「学びのあしあと」の見やすさ[8]

評価（1: 見にくい, 5: 見やすい）	1	2	3	4	5
人数（人）	3	0	8	5	1

表 8：「学びのあしあと」の操作性[8]

評価（1: 悪い, 5: 良い）	1	2	3	4	5
人数（人）	1	2	7	6	1

2.6.3 フィードバック支援アプリケーションの問題点

一柳によるフィードバック支援アプリケーションの実施調査では、実践内容を総じて機能面での評価は高いものが得られたが、見やすさや使いやすさの面ではあまり良い評価を得られなかった。特に、見やすさ面で得られた「情報が細かくて見にくく感じる」といったコメントや使いやすさ面で得られた「情報が階層的すぎる」といったコメントは、教員への支援の観点では重要視すべき意見であると考えられる。さらに「現場ではわざわざ確認する時間もメリットもないため、正解数やみんなが間違えた問題がわかれば十分」といったコメントもあり、フィードバックする要素が細かすぎて多忙な小学校教員が一目で内容を確認できない問題がある。

また、一柳の実装したシステムは iPad 版「Let's Phonics!!」に実装されたものであり、Chromebook 版「Let's Phonics!!」では利用できない。そのため、Chromebook で利用できる学習状況の把握システムや学習のフィードバックシステムが必要である。

第3章 提案

前節で述べた通り，iPad 版「Let's Phonics!!」におけるフィードバック支援システムで小学校教員が一目で内容を確認できない問題が露呈した．また Chromebook 版「Let's Phonics!!」では上述のシステムが利用できない問題も存在する．そこで本研究では，Chromebook 版「Let's Phonics!!」に対応した学習状況の可視化システムを実装し，その効果について検討を行った．本章では本研究で実装した可視化システムとそれに伴って変更を加えた Chromebook 版「Let's Phonics!!」について説明する．

3.1 可視化システム概要

本研究では Chromebook 版「Let's Phonics!!」のクイズ機能についてフィードバックを行う．児童の発音の録音に関するフィードバックは実装できなかった．これは，Google が提供している音声認識システムである Android Speech Recognizer[12]が Chromebook で利用できなかったためである．利用できなかった理由として，Android Speech Recognizer が Chromebook に搭載されている Chrome OS に対応していないことが要因と考えられる．

本研究で実装したシステムを利用する流れを以下に示す．

- ① 児童は Chromebook 版「Let's Phonics!!」を使用してもらい，問題の英単語と正誤結果を Web サーバに送信する．使用する問題はレベル 1「音をきいてみよう」とレベル 2「どっちかな？」としている．
- ② 教員は自身のデバイスからサーバ上に実装した本システムに接続し，送信されたデータを閲覧する．各児童の学習結果や各問題のクラス全体の正答率を確認する．
- ③ 閲覧した内容から，各児童またはクラス全体の発音学習における問題点を見つけ出し，教員によるフィードバックに活用する．

先行研究で得られた「現場では確認する時間がなく，また確認するメリットもあまり感じない」という旨のコメントに対応するため，システムで表示する内容を以下の 2 点に限定し，多忙な教員が一目で児童の学習状況を把握できるよう設計した．

- ・ 問題ごとのクラス全体の正答率
- ・ 児童の各問題における正誤結果と誤答数

さらに，「情報が階層的すぎる」といったコメントに対して，先行研究ではフ

フィードバックの画面を表示するためには数クリック必要であったことが要因と考えられる．そのため本研究ではフィードバックのグラフを 1 クリックで表示できるようにし，学習状況の把握においてより即時性を高めた．

3.2 Chromebook 版「Let's Phonics!!」変更点

本研究以前の Chromebook 版「Let's Phonics!!」では，学習結果の提出ができなかったため，出席番号の入力など個人の識別が必要ではなかった．しかし，フィードバックシステムの導入により個人の識別が必要となったため，アプリケーションの初期画面に児童の出席番号を選択させる欄を追加した．小学校低学年の児童が使うことを考慮し，キーボード等による児童自身での入力を避け，出席番号を選択させるようにした．

また，児童の学習結果を Web サーバに送信する機能を実装した．一柳によって実装された iPad 版「Let's Phonics!!」における成績送信は，児童自身もしくは教員が端末ごとに児童の成績を成績送信画面から送信する必要がある，児童による提出のし忘れやそのチェックのために教員の負担が増えることが予想された．そのため本研究では，児童が問題を解き終わり，成績表示画面に移行する際に自動で送信されるよう改善を加えた．これにより，児童の提出忘れを防ぐことができ，教員の負担増加を抑えることができると考えられる．

3.3 可視化システムの機能

教員は Web サーバ上に実装した可視化システムに接続し，児童が送信したデータを確認することができる．以下の図 9 に本システムの初期画面を示す．「音の 3 択クイズ」ボタンを押すことで，クラスの児童がレベル 1「音の 3 たくクイズ」を解いた成績情報を確認することができる．「どっちかな？」ボタンを押すことで，クラスの児童がレベル 2「どっちかな？」を解いた成績情報を確認することができる．



図 9：可視化システムの初期画面

3.3.1 「音の3択クイズ」可視化システム

「音の3択クイズ」の可視化システムでは、「Let's Phonics!!」レベル1「音の3択クイズ」で、問題となっている各アルファベットにおけるクラス全体の正答率を示したグラフを表示する。この際、クラス全体の正解率が80%未満のアルファベットについては赤く表示している。これにより教員は一目見てクラスが苦手としているアルファベットの発音を把握することができる。またグラフの下部に「発音のポイント」を表示している。正答率の低いアルファベットについて、フォニックスにおける発音のポイントを教員へ提供することで、教員が児童へ発音を教える際に役立つと考えている。「成績表を表示」ボタンを押すことで各児童がどの問題を間違えたのか明示する正誤表を表示する。正誤表では名前の隣に各児童の誤答数を表示しており、誤答数が20%以上の児童は表の背景を赤く表示している。発音指導が必要な児童を見やすく表示することで教員がスムーズに指導を行えると考えられる。以下の図10,11にグラフ表示した画面と児童別の成績表を表示した画面をそれぞれ示す。

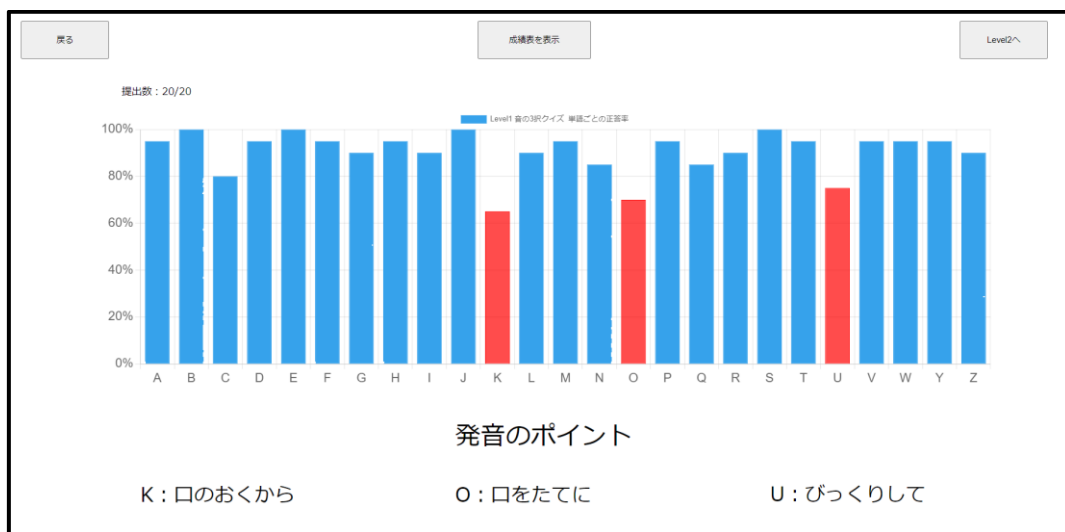


図 10: 「音の 3 択クイズ」 各アルファベットにおけるクラス全体の正答率

提出数: 20/20

グラフを表示

Level2へ

名前	誤答数	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	y	z
青木 一郎	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
井上 美咲	3	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
岩田 裕太	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
遠藤 健司	2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大塚 翔	6	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
加藤 健太	1	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
川崎 ひかり	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
木村 真理	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
小林 智也	2	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
佐々木 あや	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
鈴木 陸	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
高橋 まゆ	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
田中 修一	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
中村 由香	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
西村 謙介	4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
野村 美穂	2	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
宮崎 壮太	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
森 誠一	3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
山下 聡一	3	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
渡辺 みなみ	10	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

図 11: 「音の 3 択クイズ」 各児童の各アルファベットにおける正誤表

3.3.2 「どっちかな？」可視化システム

「どっちかな？」の可視化システムでは、「Let's Phonics!!」レベル2「どっちかな？」で、問題となっている各英単語におけるクラス全体の正答率を示したグラフを表示する。3.3.1 で述べたものと同様に、クラス全体の正答率が 80%未満のアルファベットについては赤く表示している。「成績表を表示」ボタンを押すことで各児童がどの問題を間違えたのか明示する正誤表を表示する。ここでも、誤答率が 20%以上の児童の背景を赤で表示する。以下の図 12,13 にグラフ表示した画面と児童別の成績表を表示した画面をそれぞれ示す。

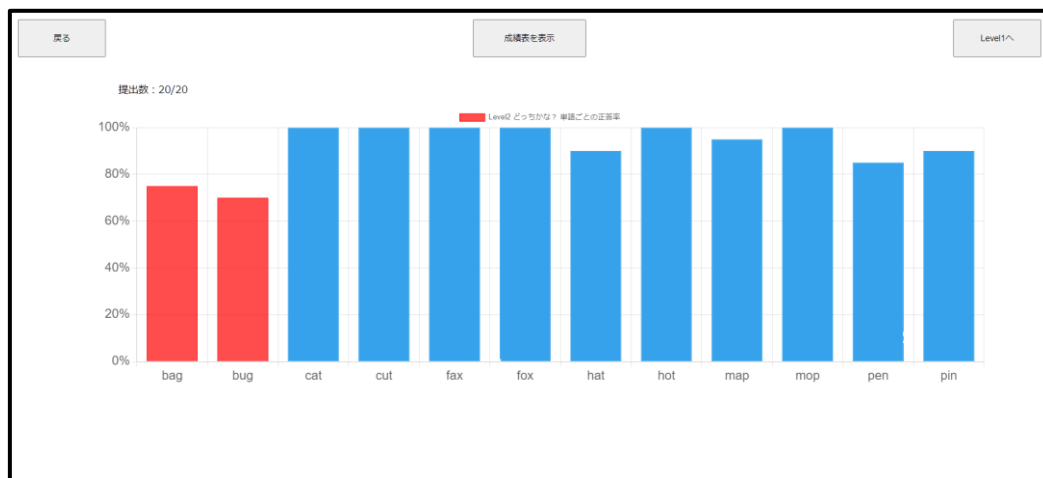


図 12 : 「どっちかな?」 各英単語におけるクラス全体の正答率

戻る

グラフを表示

Level1へ

提出数: 20/20

名前	誤答数	bag	bug	cat	cut	fax	fox	hat	hot	map	mop	pen	pin
青木 一郎	2	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
井上 美咲	2	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
岩田 裕太	1	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
遠藤 健司	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大塚 翔	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×
加藤 健太	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
川崎 ひかり	1	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
木村 真理	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
小林 智也	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
佐々木 あや	3	×	×	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○
鈴木 陸	1	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○
高橋 まゆ	2	○	×	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
田中 修一	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
中村 由香	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
西村 隼介	3	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
野村 美穂	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
宮崎 壮太	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
森 誠一	1	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
山下 聡一	1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
渡辺 みなみ	0	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

図 13 : 「どっちかな?」 各児童の各英単語における正誤表

第4章 試用実験

本研究では、実装した可視化システムの有用性の検証として、2024 年 2 月 8 日に、三重大学大学院生および三重大学生 8 名を対象にアンケート調査を行った。

4.1 調査方法

本調査では、Chromebook 版「Let's Phonics!!」のクイズにおいて可視化システムを用いることで、小学校教員が即座に児童の学習状況を把握することができることの検証および本システムの改善点の発見を調査目的とする。

本調査の具体的な手順を以下に示す。なお、ここで用いる児童の名前や成績データは執筆者が事前に用意した架空のものである。

- ① 児童がどんな問題を解いているのか確認するため「Let's Phonics!!」レベル 1「音の 3 たくクイズ」を解いてもらう。
- ② 本システムを用いない場合では、児童の学習状況の確認に時間がかかることを確認する。事前に用意した児童 20 人分の「音の 3 たくクイズ」の成績表示画面を一覧で表示し、以下の質問を行う。質問の回答にかかった時間を計測する。
 - ・ クラス全体でできていなかった問題は何ですか。
 - ・ クラスの中で正答率が低い児童は誰ですか。
- ③ 本システムを用いて②の質問を行う。質問の回答にかかった時間を計測する。
- ④ 本システムの機能性や操作性に関するアンケート調査を行う。アンケートの内容は、以下の 4 項目に対する 4 段階評価とシステムの良い点・改善すべき点に関する自由記述である。
 - ・ 本ツールは使用しやすかったですか。
 - ・ 本ツールは見やすかったですか。
 - ・ 本ツールが表示する情報量は十分ですか。
 - ・ 本ツールは児童の発音指導に役立つと思いますか。

4.2 結果と考察

4.1 の②と③において計測した時間と平均時間を以下の表 9 に示す。

表 9：システムの有無による学習状況の把握にかかる時間[秒]

	学生 1	学生 2	学生 3	学生 4	学生 5	学生 6	学生 7	学生 8	平均時間
システムを用いない場合	295	272	125	292	184	237	220	177	225.2
システムを用いる場合	21	21	19	33	31	19	31	20	24.4

表 9 において、本システムを用いた場合、用いなかった場合と比較して平均所要時間が約 89.2%減少した。システムを用いた場合の児童の学習状況の把握の平均所要時間は 24.4 秒で、これは多忙な小学校教員にとって隙間時間で把握できるものであると言える。

また、④で行ったアンケート調査の結果を以下の表 10~13 に示す。さらに得られたコメントを表 14 に示す。本システムの操作性・見やすさに関して、調査対象の 8 人全員から高評価を得た。見やすさに関して「色分けがあって見やすい」「一目でできない人が把握できてよかった」とコメントを得られた。本システムの目的である「児童の学習状況を教員が一目見て把握できる」を達成しており、執筆者の意図通り評価されている様である。

情報量の十分さ、発音指導への助力については、概ね高評価を得られたが「正答率など各項目でソートできたら見やすい」「児童が間違えた問題について、何と間違えたのかわかると良い」「赤色で表示する基準は妥当なのか」など機能面での課題が浮き彫りとなった。これらの課題については、今後のさらなる改善案として検討していく必要がある。

表 10：本システムの操作性

本ツールは使用しやすかったですか（操作性）				
評価	4	3	2	1
人数	6 人	2 人	0 人	0 人
割合	75%	25%	0%	0%

表 11：本システムの見やすさ

本ツールは見やすかったですか				
評価	4	3	2	1
人数	4 人	4 人	0 人	0 人
割合	50%	50%	0%	0%

表 12：本システムが表示する情報量は十分か

本ツールが表示する情報量は十分ですか				
評価	4	3	2	1
人数	5 人	2 人	1 人	0 人
割合	63%	25%	13%	0%

表 13：本システムは児童の発音指導に役立つと思うか

本ツールは児童の発音指導に役立つと思いますか				
評価	4	3	2	1
人数	3 人	4 人	1 人	0 人
割合	38%	50%	13%	0%

表 14：得られたコメント一覧

回答者	コメント
学生 1	表示される情報量は十分だと思う
	正答率などの各項目でソート出来たら見やすい
学生 2	発音指導に適したツールだと思う
	解答時間と誤答との相関性も調べると良い
学生 3	色分けしてあり目でわかる
	児童が間違えた問題に共通性があるかわかると良い
	赤色で表示する基準は妥当なのか
学生 4	できない問題が一目で把握できて良かった
	効率化ではあるが指導に役立つかどうかは何とも言えない
学生 5	時間短縮になる
学生 6	色分けがあって見やすい
	誤答数で並び替えがあっても良い
学生 7	グラフについて、問題の改善や授業の改善に良さそう
	誤答をより強調してどこを間違えたのかははっきりさせたほうが良い
学生 8	成績表について、○だけで良い（目がチカチカする）

第5章 結論

本研究では、英語発音学習アプリケーション「Let's Phonics!!」の Chromebook 版を用いた授業における、教員の児童へのフィードバックを支援するシステムの提案として、Chromebook 版「Let's Phonics!!」のクイズ成績の提出機能の実装と、児童のクイズ学習の可視化システムを実装した。本システムは、クラス全体で発音の苦手なアルファベットや英単語を、グラフを用いて視覚的に明示することで多忙な小学校教員に対して即座にフィードバック支援ができ、教員による発音指導の効率化を図るものである。また各児童にアルファベットや英単語の発音クイズの正誤を、表の色の差異を用いて表示することで、特に発音指導が必要な児童を明確にでき、効率的な発音学習の促進に有用である。

そして、三重大大学の学生を対象とした本システムの試用実験では、学習状況の把握にかかる時間を短縮することで、教員の負担を軽減できると検証された。アンケート調査では、操作性や見やすさの観点から高い評価を得られた。表示する情報量や発音指導へ役立つかどうかについては、概ね高評価を得られたものの、機能面で検討すべき課題が生じた。さらに、自動音声認識システムを実装し、児童の発音を自動で評価するシステムを導入することで、発音に関するフィードバックを行えるようにする必要がある。

参考文献

- [1] 文部科学省：GIGA スクール構想の実現へ， https://www.mext.go.jp/content/20200625-mxt_syoto01-000003278_1.pdf (2024 年 2 月参照)
- [2] 神戸市教育委員会：GIGA スクール構想について， <https://www.city.kobe.lg.jp/a80876/kosodate/education/program/gigaschool.html> (2024 年 2 月参照)
- [3] 文部科学省：自治体の事例紹介， <https://www.mext.go.jp/studxstyle/special/2.html> (2024 年 2 月参照)
- [4] MASTER EDUCATION：Chromebook の特徴と学校教育での使用が推奨される理由， https://master-education.jp/column/character_of_chromebook/ (2024 年 2 月参照)
- [5] 一柳佑介，山中翔太，福田雄大，北英彦，高瀬治彦：タブレットを用いたフォニックス学習アプリケーション，2019PC カンファレンス論文集，pp5-8 (2019)．
- [6] C. Tejedor-García, D. Escudero-Mancebo, V. Cardeñoso-Payo and C. González-Ferreras, "Using Challenges to Enhance a Learning Game for Pronunciation Training of English as a Second Language," in IEEE Access, vol. 8, pp. 74250-74266, 2020
- [7] 奥山陽斗，北英彦，高瀬治彦，須曾野仁志，大野恵理：フォニックスを学習するための Chromebook アプリケーション，2022PC カンファレンス論文集，pp217-220 (2022)
- [8] 北英彦，一柳祐介，大野恵理，須曾野仁志：英語発音学習システムの教員の児童へのフィードバックを支援する機能，2021PC カンファレンス論文集，pp82-85 (2021)
- [9] WinBe：フォニックスってどんな学習法？， <https://www.winbe.jp/phonics/> (2024 年 2 月参照)
- [10] Mpi 松香フォニックス：英語の基礎基本フォニックス， <https://www.mpi-j.co.jp/store/phonics/> (2024 年 2 月参照)
- [11] 文部科学省：小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 外国語活動・外国語編， https://www.mext.go.jp/content/20220614-mxt_kyoiku02-100002607_11.pdf (2024 年 2 月参照)
- [12] SpeechRecognizer | Android Developers , <https://developer.android.com/reference/android/speech/SpeechRecognizer> (2024 年 2 月参照)

発表論文

- [1] 奥山陽斗, 北英彦, 高瀬治彦, 須曾野仁志, 大野恵理: 英語発音学習用タブレットアプリケーションを用いた授業の学習状況の可視化機能, 令和 5 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会論文集, H5-5, 2023 年 8 月.
- [2] 奥山陽斗, 北英彦, 高瀬治彦, 須曾野仁志, 大野恵理: フォニックスを学習するための Chromebook アプリケーション, PC Conference 論文集, pp.217-220, 2022.
- [3] Akito Okuyama, Hidehiko Kita, Haruhiko Takase, Hitoshi Susono, Eri Ono
“Visualization function of learning progress in class using the tablet application for learning English pronunciation”, Proceedings of the 13th International Symposium for Sustainability by Engineering at Mie University (Research Area C), B-5, September 2023.

謝辞

本論文は、著者が三重大学大学院工学研究科博士前期課程に在籍中に行った研究をまとめたものである。本研究を進めるにあたり、懇切丁寧な御指導と御督励を賜った三重大学大学院工学研究科の北英彦准教授、また、貴重な時間をさいて本論文を査読して頂いた、三重大学大学院工学研究科の高瀬治彦教授、川中普晴教授に深く感謝致します。

また、三重大学教育学部の須曾野仁志教授、および大野恵理准教授には、当研究の題材に加え、定例の会議を通じて多くの知識と示唆を頂戴いたしました。深く感謝申し上げます。

最後に、日頃熱心に討論していただいた計算機工学研究室の皆様方にお礼申し上げます。