

令和4年度
修士論文

漢字に対する能動的認識を指向した
漢字分解演習環境の設計・開発

指導教員 平嶋 宗 教授

M211183 今井 悠太

先進理工系科学研究科
情報科学プログラム
学習工学研究室

2023年2月6日 提出

Abstract:

漢字は複雑な形態を持ち、構成要素とそれらの配置によって成り立っており、1文字で意味を有する文字である。漢字を学習する場合、漢字の構造を理解していることが重要である。日本人は漢字を日常的に目にし、触れるため、漢字を学習することに困難をきたすことは少ない。しかし、非漢字圏の漢字学習者や学習障害児は書字などによる従来の漢字学習が困難である場合がある。このような学習者には、漢字を分解して学習する方法が有効であるとされた。漢字分解の研究は、経験的に支援方法を学習者に適用することが多く、汎用的な分解方法は提案されていない。このように、受動的な漢字学習支援が行われてきたが、学習者自身が自分の方法で漢字を分解する「能動的」な漢字学習支援も、自律的な漢字学習活動の実現には必要不可欠と考える。本研究では、能動的認識を指向した漢字演習環境を実現するために、漢字分解演習のモデルを考案し、アプリケーションシステムとして開発した。そして、このシステムの利用実験を行い、システムの評価と学習効果の測定を行った。本文では、実験の結果・考察、そして今後の課題についてまとめ、報告する。

目次

図索引.....	4
表索引.....	5
第1章 はじめに.....	6
1.1 思考の外在化を用いた学習支援.....	6
第2章 漢字を分解して覚える学習法.....	7
2.1 漢字の成り立ちと漢字の分解.....	7
2.2 漢字の記憶メカニズム.....	10
2.3 発達障害者に対する漢字の分解学習支援.....	11
2.4 外国人漢字学習者に対する漢字の分解学習支援.....	11
2.5 一般的な漢字学習者による漢字分解学習の意義.....	12
第3章 研究の目的.....	13
第4章 能動的認識を指向した漢字分解演習モデル.....	14
4.1 能動的認識.....	14
4.2 漢字部品と非漢字部品.....	14
4.3 部品間の関係性の明示.....	15
4.4 能動的な分解を可能にするために.....	15
4.5 演習の流れ.....	16
第5章 漢字分解演習システムの実装.....	17
5.1 ステップ1の実装.....	19
5.2 ステップ2の実装.....	20
5.3 ステップ3の実装.....	22
5.4 Firebase の活用.....	22
第6章 実験とその結果.....	24
6.1 実験の概要.....	24

6.2 実験結果と考察.....	27
6.2.1 日本人大学生・大学院生の結果と考察.....	27
6.2.2 留学生の結果と考察.....	29
6.2.3 ログの分析.....	32
6.3 実験のまとめ.....	34
第7章 まとめと今後の課題.....	35
謝辞.....	37
参考文献.....	37
研究業績.....	38
付録.....	39
留学生向けに準備した「システムの動作確認・練習問題」の”Introduction”.....	39

図索引

図 1 学習者による思考の外在化.....	6
図 2 漢字の構造.....	7
図 3 漢字の線形構造分解.....	8
図 4 漢字の階層構造分解.....	8
図 5 漢字の記憶と書字までのプロセス((9)より引用).....	10
図 6 部品間の関係性を明示する.....	15
図 7 学習者の思考の中にある部品は異なる.....	16
図 8 演習の流れ.....	16
図 9 ログイン画面.....	17
図 10 Firebase にユーザ情報が登録される.....	18
図 11 問題選択画面.....	18
図 12 ステップ 1 の問題画面.....	19
図 13 ステップ 1 : フィードバック, 次のステップに行くか選択できる.....	19
図 14 ステップ 2 の問題画面.....	20
図 15 ステップ 2 : 不正解の場合のフィードバック.....	21
図 16 ステップ 2 : 正解の場合のフィードバック.....	21
図 17 ステップ 3 の問題画面.....	22
図 18 Firebase におけるデータの動き.....	23
図 19 使用した漢字と, 実験のグループ.....	24
図 20 実験に使用した漢字.....	25

図 21 算数計算問題.....	26
図 22 アンケート項目	27
図 23 【日本人】 実験後のアンケートの集計 (N=18)	28
図 24 日本人のテストスコア (N=18)	29
図 25 【留学生】 実験後のアンケートの集計 (N=3)	30
図 26 留学生への実験結果詳細.....	31
図 27 本分解演習で準備した漢字の分割方法(style2 と style3 は練習問題で用いた) .	33
図 28 将来的なシステムと利用方法の見通しの概略図.....	36

表索引

表 1 常用漢字に含まれる基本点画((8)より引用)	9
表 2 常用漢字に含まれる規則記号((8)より引用)	9
表 3 漢字部品の例.....	14
表 4 非漢字部品の例	15
表 5 【日本人】 実験後のアンケートの集計 (N=18)	29
表 6 日本人の各漢字のシステム利用の平均所要時間.....	33
表 7 日本人における各漢字のシステム利用の結果.....	33
表 8 留学生のシステム利用の結果	34

第1章 はじめに

1.1 思考の外在化を用いた学習支援

学習においては、思考を構造と捉え、操作可能であることが重要となる。図1のように、学習者はシステムを利用することで、自己の思考を外在化し、認知負荷を下げるができる。加えて、操作しやすい形にすることで、問題の理解を促進することが可能になる⁽¹⁾⁽²⁾。また、教授者がこれを分析する機能を利用することで、学習者の思考過程の観察が可能となることから、各々の学習者に対してより良い学習方法を提案することができ。先行研究においては、論理組み立て演習システム⁽³⁾、算数三角ブロックシステム⁽⁴⁾などの設計・開発が行われ、それぞれのシステム利用による学習者の理解の変化において肯定的な結果が見られた。「思考を構造として捉え操作する」ことを実現するこれらのシステムは、「操作する」過程において多数の手法が用いられてきたが、読み書き障がい者等の支援方法に工夫が必要な学習者を想定されたモデルの設計・開発はこれまで行われていなかった。現在、インクルーシブ教育という考えに基づき、健常者も障害をもつ学習者も同じ場所で学習を行うという動きが見られる。しかし、実際の教育現場では学習者一人一人の支援が必要となるため、教師の負担が大きくなるといった課題が存在する⁽⁵⁾。また、漢字学習においては普段から漢字に触れていない非漢字圏学習者の漢字の学習支援も工夫が必要であることは容易に想定できる。システムの開発においても、このように様々な学習者が存在することに気をつけて設計を行わなくてはならない。本研究では、一般的な学習者の支援だけでなく、学習障害の学習者や外国人漢字学習者の学習支援も指向して、漢字の構成要素への分解演習活動による学習支援を行う。

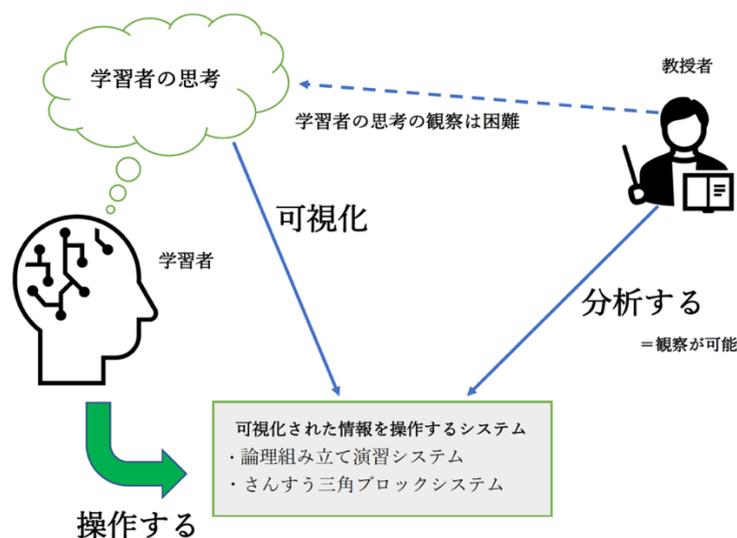


図1 学習者による思考の外在化

第2章 漢字を分解して覚える学習法

漢字を学習する際、日本人の多くの学習者はノートに書字をする形で学習する。しかし、漢字を学習する学習者は一般的な学習者だけではなく、学習障害により書字活動による記憶が困難な学習者や、非漢字圏の漢字学習者も存在することに注意して指導を行わなくてはならない。漢字の分解学習について、前提となる漢字の成り立ちと漢字の分解について2.1で述べ、2.2では漢字の記憶のメカニズムについて説明する。2.3では読み書き障害の学習者の支援方法、2.4では外国人漢字学習者の支援方法を述べたのち、2.5で一般的な学習者への効果について考察する。

2.1 漢字の成り立ちと漢字の分解

漢字は複雑な構造をしており、1文字で意味を持つ。漢字の字体において、その部分を成す点画の一定のまとまりのことを「構成要素」という。この構成要素の最小単位は、24個の「画」である(図2)⁽⁶⁾。そして、漢字は構成要素とそれらの位置関係によって成り立つ。漢字の分解では、「線形構造分解」(図3)が挙げられる。また、漢字の線形構造分解は、「階層構造分解」であり、いきなり最小の単位(構成要素)まで分解されることはない(図4)⁽⁷⁾。

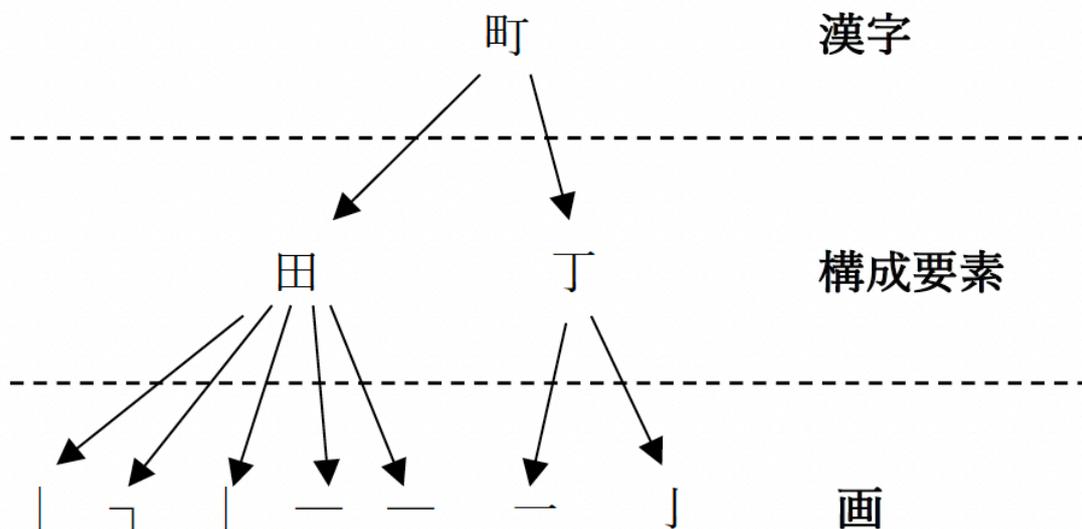


図2 漢字の構造

露 = 雨 + 足 + 夕 + 口

図 3 漢字の線形構造分解

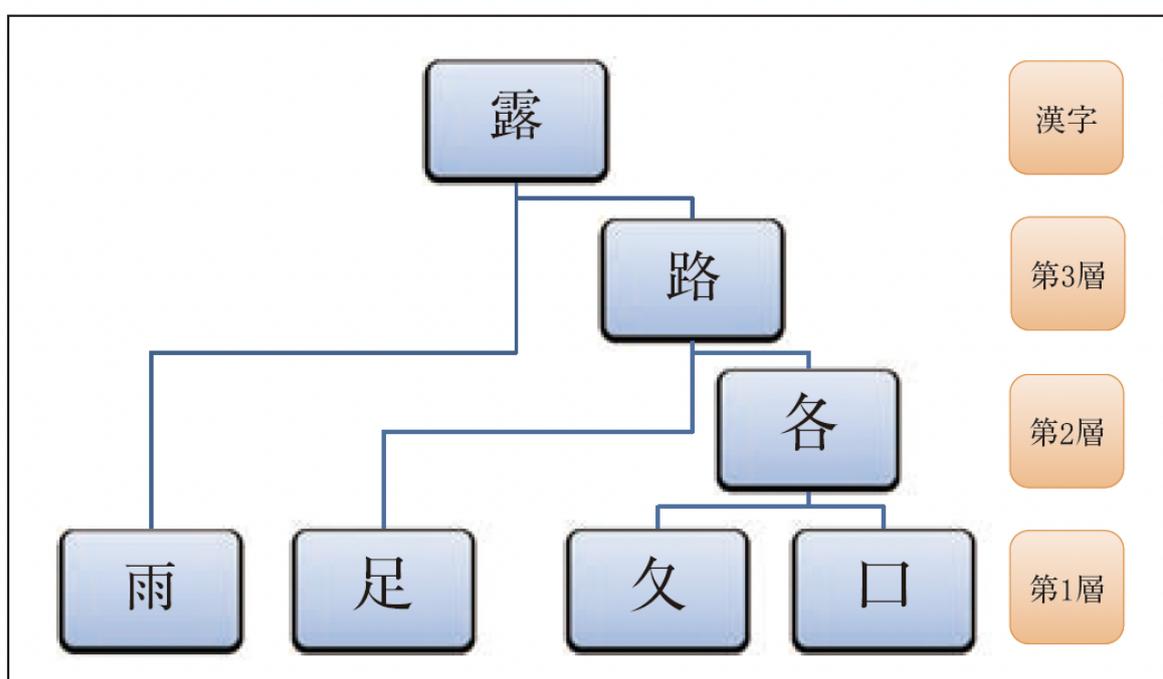


図 4 漢字の階層構造分解

この漢字の性質から、漢字の分解に関する先行研究が幅広く行われてきた。菅野，寺島，押木ら(2018)は、常用漢字を対象に漢字の構成要素とそれらの位置関係を筆順とあわせて分析・記号化し、表1の基本点画と、表2のような規則記号のように整理した。これを用いて、構成要素の出現頻度や動作のパターンを分析した⁽⁸⁾。

表 1 常用漢字に含まれる基本点画((8)より引用)

磯野	本研究	数字表記	補足
丶	丶	0	点
一	一	1	横画
	㇇	1 2	「風」 2 画目、「気」 4 画目など
㇇	㇇	1 3	折れ
㇇	㇇	1 3 1	「乙」、「九」 2 画目、「几」 2 画目など
㇇	㇇	1 3 1 3	「しんにょう」 2 画目、構成要素「乃」 2 画目など
㇇	㇇	1 4	「水」 2 画目、「しめすへん」 2 画目、「こざとへん」や「おおざと」の 1 画目など
㇇	㇇	2	右払い
	㇇	2 1	「心」 2 画目、「必」 3 画目など
	㇇	2 5	「こざとへん」や「おおざと」の 2 画目のみ
丨	丨	3	縦画
㇇	㇇	3 1	曲がり、そり
㇇	㇇	3 1 3	「号」 5 画目、「弓」 3 画目など
	㇇	3 4	「月」 1 画目、「風」 1 画目、「界」 8 画目など
㇇	㇇	3 8	「食」や「しょくへん」の 7 画目など
㇇	㇇	4	左払い
㇇	㇇	4 1	「糸」 2 画目、構成要素「ム」 1 画目など
㇇	㇇	4 2	「糸」 1 画目、「女」 1 画目
	㇇	5	「比」 1 画目と 3 画目、「秋」 1 画目など
㇇	㇇	8	左下から右上への払い（「さんずい」や「にすい」など）

表 2 常用漢字に含まれる規則記号((8)より引用)

記号	説明	大原則	原則	筆順の原則
↓ P	上→下〈点画〉	1		上から下へ
→ P	左→右〈点画〉	2		左から右へ
H→	左払い→右払い・横画		5・8	左払いがさき・横画と左払い
→ H	横画→左払い		8	横画と左払い
→ ↓	横画→縦画		1	横画がさき
←→	中が先		3	中がさき
→←	外側が先（外側→内側）		4	外側がさき
↓ E	上→下〈部分〉	1		上から下へ
→ E	左→右〈部分〉	2		左から右へ
E C	閉じる構造（外側→内側→とじる）		4	外側がさき
E X	閉じる構造の上部が他画と交わる（外側→上部→とじる）		4	外側がさき
A N	にょうなどがあと			—
A P	貫く構成要素があと		6	つらぬく縦画は最後
A X	貫く横画は最後		7	つらぬく横画は最後
A Y	貫く縦画は最後		6	つらぬく縦画は最後
A D	点は最後			—
??	上記に含まれない規則			—
			2	横画があと

以下で、漢字の記憶メカニズムによる先行研究と、これまでに行われた具体的な漢字分解学習支援の研究についてまとめる。

2.2 漢字の記憶メカニズム

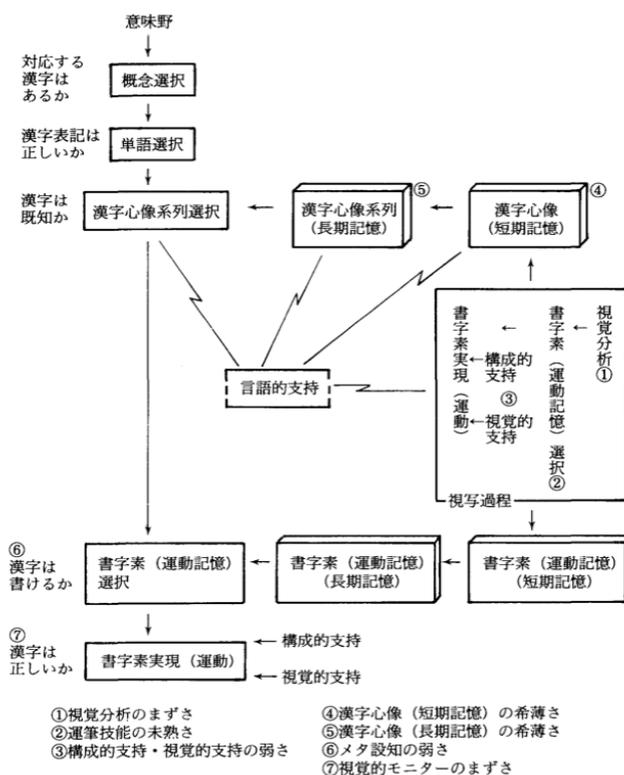


図 5 漢字の記憶と書字までのプロセス((9)より引用)

漢字の書き取りにおける、漢字を思い出し、アウトプットされるまでの記憶のプロセスについて述べる。佐藤(1997)は構成行為と視覚的記憶に困難を示す学習障害の児童の漢字の書字指導の検討を行い、文字の構成要素を時系列的に取り出してそれを空間的に配列する視写の過程を整理した⁽⁹⁾。図5のように、漢字を書字するという点においては、前提として、(1) 視覚的に構成要素としての分解が可能となることが前提となり、短期記憶が可能(漢字心像の形成)となり、(2) 繰り返し学習や、漢字の読みのリハーサルによって、長期的な記憶(漢字心像系列の形成)が可能となる。つまり、漢字を書字するためには、漢字の分解が前提となっており、構成要素の視認性を高めていくことによって短期記憶ができ、それらの繰り返し・読みのリハーサルによって長期記憶に繋がると言える。

2.3 発達障害者に対する漢字の分解学習支援

特別支援教育研究においては、学習者の認知特性に応じて漢字学習方略を工夫することによる支援や、どうして漢字学習が困難であるのかを分析する研究が盛んに行われてきた。

冨安(2022)は、「漢字の書字に困難を示す子どもに対して、個々の認知特性を活かした指導が有効であるという報告は多くなされ、特に継次処理と同時処理、視覚的記憶・視覚推理能力又は聴覚記憶・聴覚的理解の強さを活かした指導が多くある」と述べている⁽¹⁰⁾。その研究の1例として、青木(2008)の研究では、音声言語による記憶が保たれ、視覚的記憶に弱い学習者において、聴覚法は視覚法に比べて漢字の習得率が高く、学習後もその効果は持続していることが確認された⁽¹¹⁾。ここで、視覚法とは、漢字の読み方を唱えながら書写して覚える方法であり、聴覚法とは、漢字の構成要素を音声言語化して覚える方法である。聴覚法の漢字の構成要素の音声言語化について、与えられた漢字を既知文字に分解してそれを復唱することで記憶する手法を音声言語リハーサルという。

大西・小菅・熊谷ら(2022)は、漢字書字の習得が困難な学習障害児61名の視写の工程におけるつまずきの傾向について、①注視点の移行（衝動性眼球運動の機能を使用し、見本の漢字と手元のノートの間で注視点を移して見比べる工程）、②形の記憶（ノートに写すまでの間、見本の漢字の形態を記憶する工程）、③画要素（漢字の構成要素を抽出する工程）、④筆順（視覚的・運動覚的な継次処理により筆順を処理する工程）、⑤書字運動（書字運動として出力する工程）、⑥視写結果（模写に至った結果としての工程）の6つの工程のどこで困難を示しているのかについて分析を行った⁽¹²⁾。

この分野での研究は学習者の認知特性に注目し、演繹的に指導の方法が考案され、その結果を分析するものが多かった。また、漢字単体や熟語の再生までを目標としていることが多い。学習者の認知特性に応じた支援は、これまでの研究の結果から集団においても有効であると考えられる。しかし、同時に学習者個々の認知特性の把握や、個別に教材を用意することが必要であることなど、コストも大きいと考えられ、この応用についてはこれから検討していかなくてはならない。

本研究では、情報科学技術を用いたシステムによる漢字学習の支援の実現を目標としている。実装された演習の実践により、学習者の解答のデータの分析や学習方法の提案を可能にできれば、個々の学習支援も可能になるのではないかと考えている。

2.4 外国人漢字学習者に対する漢字の分解学習支援

外国人漢字学習者（非漢字圏学習者）においても分解を利用した漢字研究が行われてきた。アルド・トリニ（1992）は漢字をどのような“見方”（分解するという活動）として捉えるかを促進させる、“graphic memory”（要素を互いに連想させたり、正誤の判断を下したりする無意識的に作られた規則）を発達させることが重要であるとし、これを促進す

るための演習を提案した⁽¹³⁾。提案された演習の内容は、

- (1)与えられた漢字を二つに分けさせる
- (2)与えられた漢字群の中から、ある構成要素を持つものを選ばせる
- (3)与えられた構成要素を足してできる漢字を選ばせる
- (4)与えられた漢字を構成要素から引いてできる漢字を書かせる
- (5)構成要素を組み合わせてできる漢字を書かせる
- (6)リストの中の漢字を作る構成要素の組み合わせを選ばせる
- (7)漢字辞書の「人」の部首を引いて、リストから「人」と組み合わせ可能な漢字を選ばせる

である。

また、非漢字圏の学習者の漢字学習そのものを分析する研究も行われてきた。高木(1995)は非漢字圏学習者の漢字のパターン認識と漢字習得の関係性を調査した⁽¹⁴⁾。加納(2001)は認知心理学の情報処理理論では、学習というものは新情報を既知の知識体系に加えて再構築するという処理過程であるとし、外国人漢字学習者はどのような処理を行うのかについて分析をした⁽¹⁵⁾。ガリーナら(2017)は非漢字圏の学習者の、漢字学習の阻害原因を考察し、「膨大な学習対象漢字の量」、「漢字字体の複雑さ」、「漢字を構成する要素の多さ」という阻害要因が挙げられ、その対処法について検討した⁽¹⁶⁾。早川ら(2019)は非漢字圏出身のJSL 児童生徒に対して教育漢字 1,006 字を対象として、各漢字を構成する小単位への分解を行い、それらを定量的に分析することで、どのような形を、どのくらい覚えれば、より少ない努力で字形学習を効率的に進めることができるかを検討した。その結果、漢字部品と非漢字部品^{注1}の上位 30 の部品群でおおよそその教育漢字の部品出現頻度の約 8 割をカバーすることができた。また、上位 30 の漢字部品と非漢字部品 57 の組み合わせで、少なくとも 476 (47.3%) の漢字をカバーでき、それらは学年配当に関わらず、学年横断的に字形が認知しやすい可能性が示唆された⁽¹⁷⁾。

2.5 一般的な漢字学習者による漢字分解学習の意義

書字をする際には、漢字を構成要素とそれらの関係として認識すること、つまり、漢字の分解が前提となっていると考えられる。日本人の一般的な学習者では、既存の知識から、新出の漢字と結びつけて意味を理解し記憶したり、「へん」などからその漢字を連想したりすることが可能となる。

本研究では、“漢字を覚えることが困難”な学習者に焦点を定めているが、提案する漢字分解演習は、一般的な学習者においても学習者自身の既知文字への分解を行うことにより、思考を部品という形へ外在化し、単純化することで認知負荷を学習者の操作可能なところ

注1 漢字部品と非漢字部品については 4.2 を参照のこと。

まで落とし込むことが可能であるため、そのほかの漢字の学習法である書字や空書（ペンを使わず、指などで空に書く方法）と同程度の学習効果を得ることができると想定することができる。

第3章 研究の目的

ここまで、先行研究で行われた漢字分解学習の学習支援について述べてきた。漢字を構成要素とそれらの関係から成り立つということを理解するためには、漢字分解学習の習慣が重要であると考えられる。しかし、認知特性に合わせた分解の提案や、定量的な分解の分析が行われてきたが、特定の学習者に対する、漢字の効果的な学習方法は実現されていなかった。また、アプリケーションによる漢字の能動的認識を指向した学習支援ツールは、まだ開発されていない。そこで、能動的認識を指向し漢字分解演習をシステム化することによって、自分の理解しやすいところまで単純化し、システムの中で選択した部品とそれらの関係を能動的に認識させて学習させることが可能であるため、学習者の理解しやすい形で漢字を分解し、記憶することができると想定している。また、使用する部品とその部品間のつながりを意識させて学習させているので、他の漢字についても関係性を意識させることができ、また、漢字と漢字の部品間の関係が似ている場合、分解方法を相互に応用することもできると考えている。

本研究の最終的な目的は、学習者の自律的な漢字学習をサポートする演習環境を完成することである。これを実現するためには、まず、能動的に漢字を構成要素とそれらの関係を捉えて分解を行えるためのモデルを作成する必要がある。また、このモデルを用いて、システムとして実現する必要がある、システムが有用なものであるか、使用することができるのかは、検証していかなくてはならない。

本研究における、能動的認識を指向した漢字分解演習モデルについては第4章、モデルのシステム化については第5章、システム化された漢字分解演習の実験とその結果については6章で述べる。

第4章 能動的認識を指向した漢字分解演習モデル

能動的認識を指向した漢字分解演習モデルについて設計したモデルについて述べる。このモデルを設計する意義は、漢字を構成要素とそれらの関係として捉え、学習者自身の既知の知識から選択して能動的な漢字学習を行わせるところにある。モデルを実現するためには、部品の分類と位置関係の明示が必要である。

この章では、まず、4.1で能動的認識を指向した学習について説明する。その後、漢字分解演習について、分解された部品の分類と部品間の関係性について説明する。部品については、4.2で述べ、順列化については、4.3で述べる。4.4では本演習が能動的な演習を実現するために必要なことを述べ、4.5では演習の流れを説明する。

なお、本研究においては、漢字の形の視認性に重点を置くため、書き順、とめ・はね・はらいについては考慮しないこととする。

4.1 能動的認識

能動的認識とは、学習者が既に以前の学習で得られた多くの情報の中から、適切なもの・必要なものを選択して課題解決を進めていく戦略である⁽¹⁸⁾。能動的認識により、自己の既知の知識から積極的に情報を取捨選択することにより問題を解決しようとするところから、より深い理解を得ることができる。漢字学習における能動的認識を指向した活動は、漢字を構成要素とそれらの関係からなる塊として捉えた時、学習者がこれまでに学習して得られた知識や情報から選択し、漢字を構成要素とそれらの位置関係（配置）に基づいて分解することである。

4.2 漢字部品と非漢字部品

漢字を構成要素に分解したものを“部品”と呼ぶこととする。部品は漢字部品と、非漢字部品に分類される。漢字部品は、(i)象形文字、指示文字などの漢字、(ii)形が単純で頻度の高い形態と分類される。非漢字部品は、(i)表音文字（ひらがな・カタカナ・アルファベット）、(ii)数字・記号、(iii)形が単純な図形、に分類される。各部品の例は表1、表2に示す。なお、早川ら(2019)によれば、非漢字部品は学習者の経験が援用可能で新たに多くの認知的努力を払う必要のない形態としている⁽¹⁷⁾。

表 3 漢字部品の例

i	日月山川雨火水木石土田人	明（日+月）
ii	丨丄丶一八ㄥ又卩冫彳彳	行（彳+亍）

表 4 非漢字部品の例

i	ひらがな	くしろてもろ	災 (く+く+く+火)
	カタカナ	アイウエオ	空 (ウ+ル+エ)
	アルファベット	ETLI	直 (十+目+L)
ii	数字	2 II	与 (5+一)
	記号	↓×¥〒-	必 (、+、+、+×)
iii	図形	H (はしご) 巾 (フォーク) ㊤ (渦巻)	耳 (一+はしご+一)

4.3 部品間の関係性の明示

漢字の部品への分解において、部品間では、上から順に並べられる（上下型）、左から順に並べられる（左右型）、ある部品によって囲まれる（囲み型）といった関係性がある。これにより部品は順列化される。漢字をどのように分割することができるかをはじめに考えさせ、その分割された枠組みのどこに選択された部品が入るのかを明示することで演習における順列化を可能とする。図6を例に説明する。「走」という漢字は左の枠組みに合わせて「土」、「ト」、「人」のように部品の選択ができる。

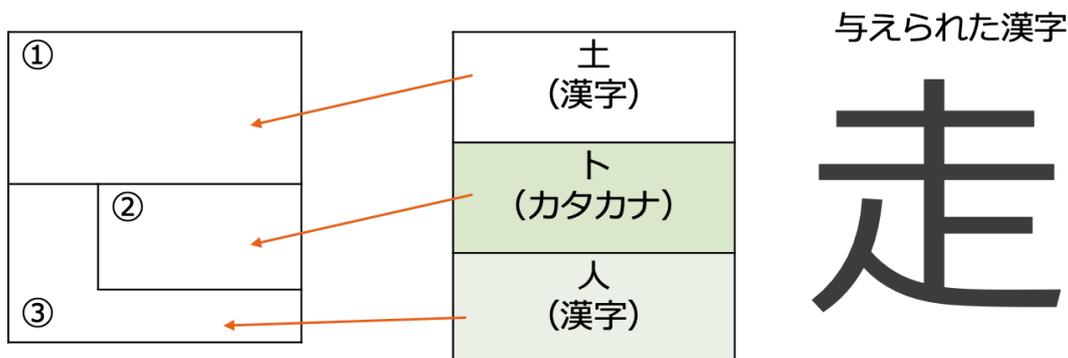


図 6 部品間の関係性を明示する

4.4 能動的な分解を可能にするために

能動的な分解を行わせるためには、部品を十分に準備する必要がある。図7のように学習者はこれまでの学習経験から得られた部品が思考の中に存在する。そのため、選択肢に与える部品はさまざまな分解のパターンを想定して、用意されなくてはならない。また、用意された部品から配置方法のパターンも合わせて想定する必要がある。例えば、図7に

おいては、「走」という漢字を「土, ト, 人」・「十, 一, ト, 人」・「一, 一, |, ト, 人」のように分解可能であると想定できる。部品を選択するステップでは、教師側がこのように分解方法を想定し、部品を選択肢として準備する必要がある。

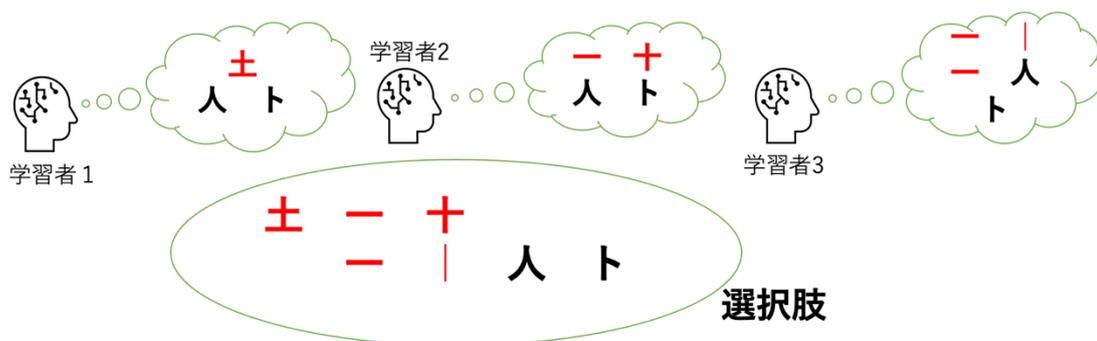


図 7 学習者の思考の中にある部品は異なる

4.5 演習の流れ

本漢字分解演習は、学習したい各漢字 1 文字につき、「1.漢字を大きく分けるとどうなるのかを選択する。2.漢字の構成要素に注目して、適切な部品を選択する。3.選択した部品を、部品間の関係が適切である位置に配置する。」の3つのステップで構成されている。これにより、「漢字の成り立ち（関係性）を考える」・「漢字はどのような構成要素からできているかを観察する」・「構成要素の正しい位置関係を考える」という漢字の能動的な分解演習を実現している。

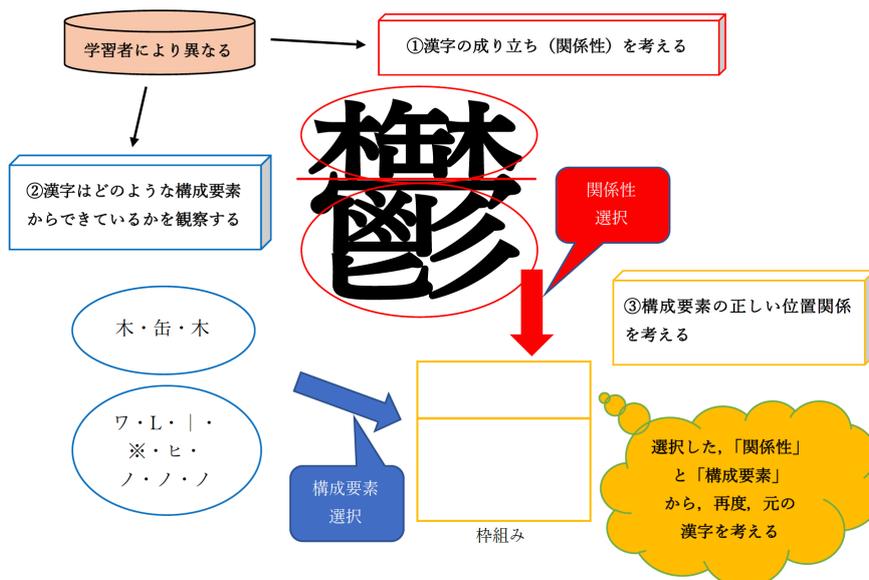


図 8 演習の流れ

第5章 漢字分解演習システムの実装

4章で述べたモデルをもとに「漢字分解演習システム」を実装する。実装するために仕様したプラットフォームは「Flutter」である。「Flutter」はWeb, ios, Androidのアプリケーションが1つのコードから生成可能なマルチプラットフォームの1つである。また、Googleが提供する「Firebase」との相性がよく、本システムにおいては、ユーザの管理・データの管理・ホスティングを担っている。1つの漢字の演習を「1.漢字を大きく分けるとどうなるのかを選択する。2.漢字の構成要素に注目して、適切な部品を選択する。3.選択した部品を、部品間の関係が適切である位置に配置する。」という3つのステップで構成している。

本章では、システムにおける各ステップの学習者とのインタラクションと問題の例を示す。5.1では「漢字を大きく分けるとどうなるのかを選択する」ステップ1について、5.2では「漢字の構成要素に注目して、適切な部品を選択する」ステップ2について、5.3では「選択した部品を、部品間の関係が適切である位置に配置する」ステップ3について、それぞれ図を交えて説明する。5.4では、使用したFirebaseの機能を補足として紹介する。

図9はログイン画面であり、この画面では、ユーザアカウントの登録とログインができる。ここで入力されたユーザのデータは図10のように、Firebaseの「Authentication」に格納される。図11は問題選択画面である。ここで選択された漢字が、押されるとステップ1に進む。



The image shows a login screen with a light gray background. At the top, there is a faint header area. Below it, there are two input fields: the first is labeled 'メールアドレス' (Email Address) and the second is labeled 'パスワード' (Password). Below the password field, there are two buttons: a blue button labeled 'ユーザー登録' (User Registration) and a white button with a blue border labeled 'ログイン' (Login).

図9 ログイン画面

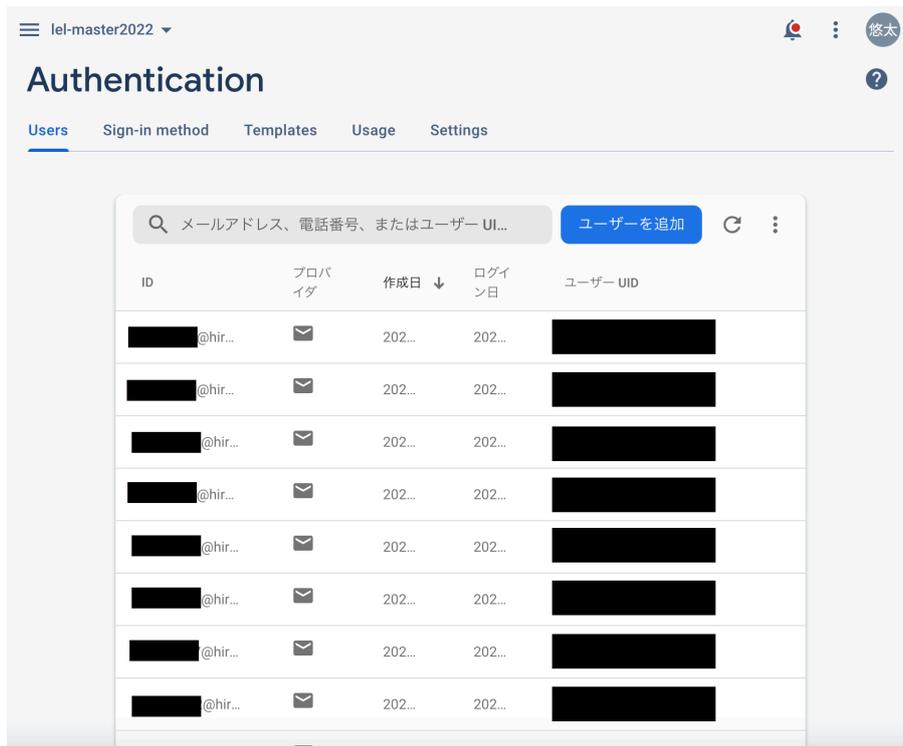


図 10 Firebase にユーザ情報が登録される。



図 11 問題選択画面

5.1 ステップ 1 の実装

ステップ 1 では、「漢字のおおまかな構造を考える」ための演習を行う。図 12 に、実際の問題画面を示す。このステップでは、「漢字を大きく分けるとどうなるのかを選択する」ために、選択しうる分割方法の枠を準備している。ここで準備される枠組みにダミーはなく、正誤の判定もない。

図 12 のように、学習者が選択して、決定ボタンが押されると、図 13 のように、再度選択するか、次のステップに進むかを選択させる。

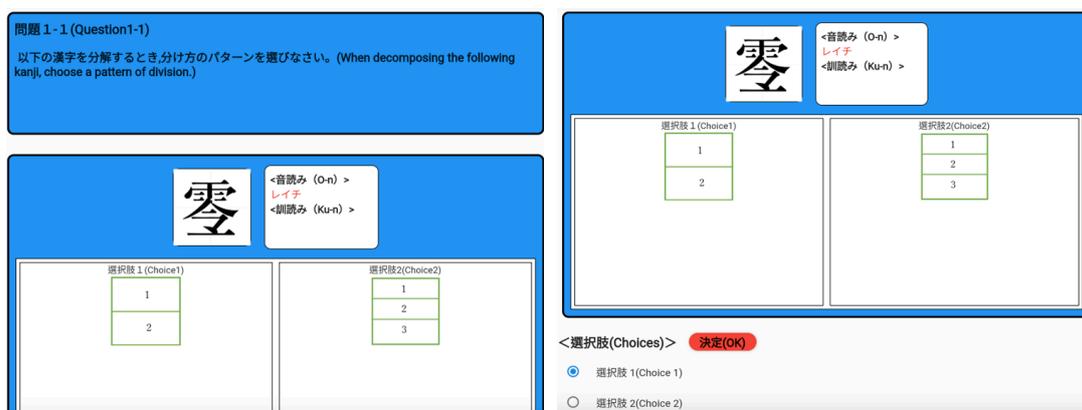


図 12 ステップ 1 の問題画面

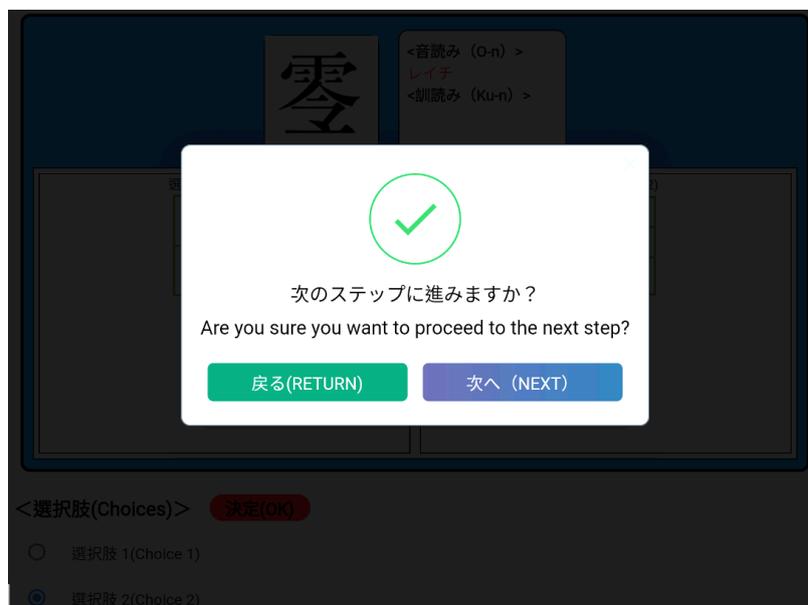


図 13 ステップ 1 : フィードバック. 次のステップに行くか選択できる.

5.2 ステップ2の実装

ステップ2では、「漢字はどのような構成要素からできているかを観察する」ための演習を行う。図14に、実際の問題画面を示す。このステップでは、「漢字の構成要素に注目して、適切な部品を選択する」ために、与えられた漢字から、構成要素として適切な部品の組みを選択する。与えられた漢字に対して、構成要素の選択方法は1通り以上存在するので、正しく選択できていない場合は、図15のように、不正解であるとフィードバックを返し、正解であれば、図16のように、次のステップへ進むボタンが出現し、先に進めることができる。ステップ1で選択した枠組み1つに、複数の漢字が含まれても良いこととしている。図の例題では、「一」「雨」「令」や「人」「一」「一」「雨」「フ」「、」など、多数の分解方法を選択することができる。



図 14 ステップ2の問題画面

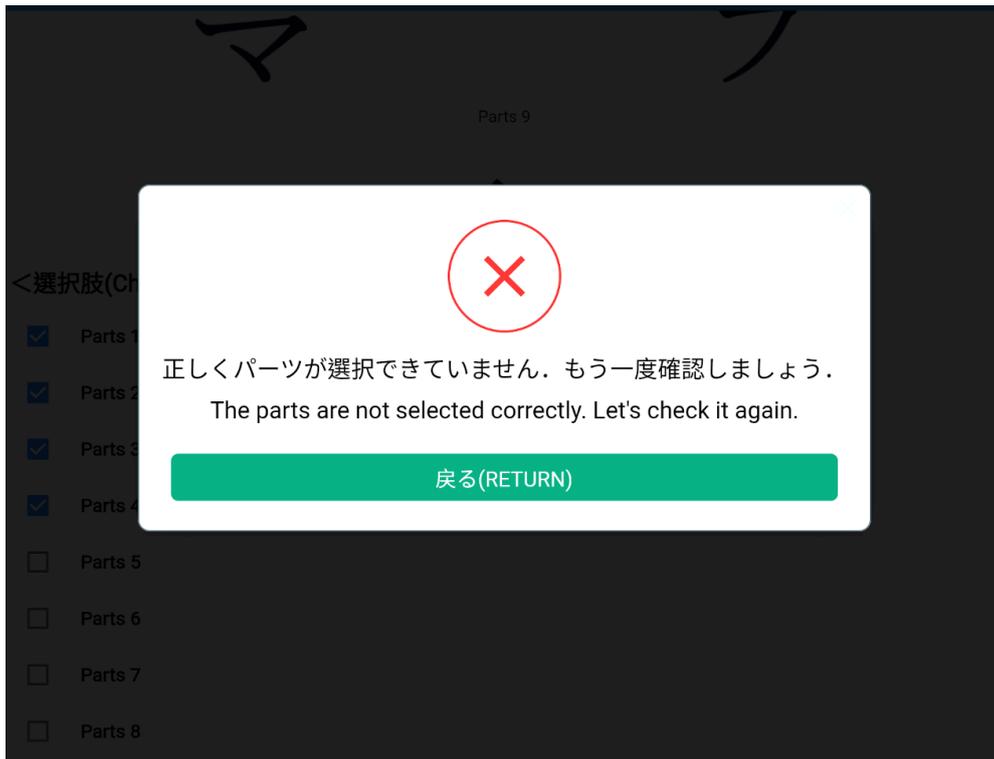


図 15 ステップ 2：不正解の場合のフィードバック

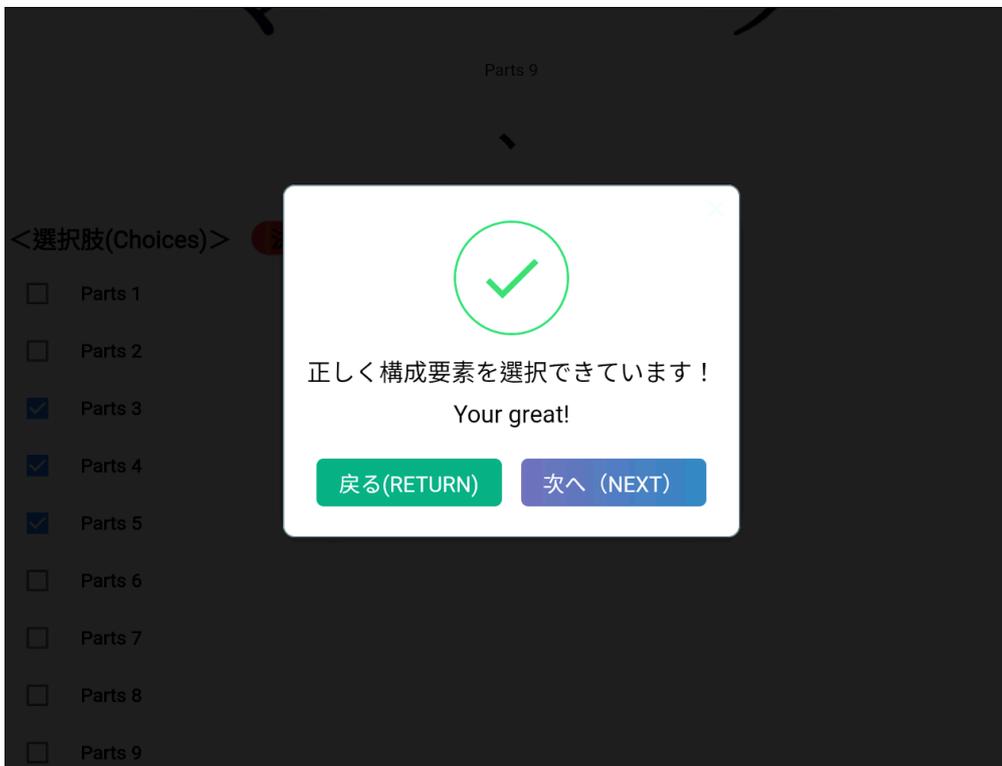


図 16 ステップ 2：正解の場合のフィードバック

5.3 ステップ3の実装

ステップ3では、「漢字の成り立ち（関係性）を考える」ための演習を行う。図17に、実際の問題画面を示す。このステップでは、「選択した部品を、部品間の関係が適切である位置に配置する」ために、ステップ1で選択した枠組みと、ステップ2で与えられた部品が与えられる。漢字を構成する枠組みと部品が与えられているので、学習者は部品を正しい位置に配置する。図の例題では、「一」「雨」「令」が選択された場合、枠組みの”1”には「雨」、枠組みの”2”には「一」、枠組みの”3”には「一」を入れることができる。



図 17 ステップ3の問題画面

5.4 Firebase の活用

本システムでは Google が提供する、「Firebase」というサービスを用いて、データの収集や被験者の情報管理、を行なった。それぞれのデータの流れは図18に示す。まず、ユーザ情報の管理は、「Authentication」という機能を用いて実装し、メールアドレスとパスワードによるユーザの管理を実現した。また、システムのログデータの管理は、「Firestore Database」という機能を使用した。本システムでは、遠隔での演習を可能としており、これまでの漢字

分解の研究では行われてこなかった、「多人数での漢字分解の分析」を想定して設計されているが、Firebaseによりこれを実現することが可能となった。

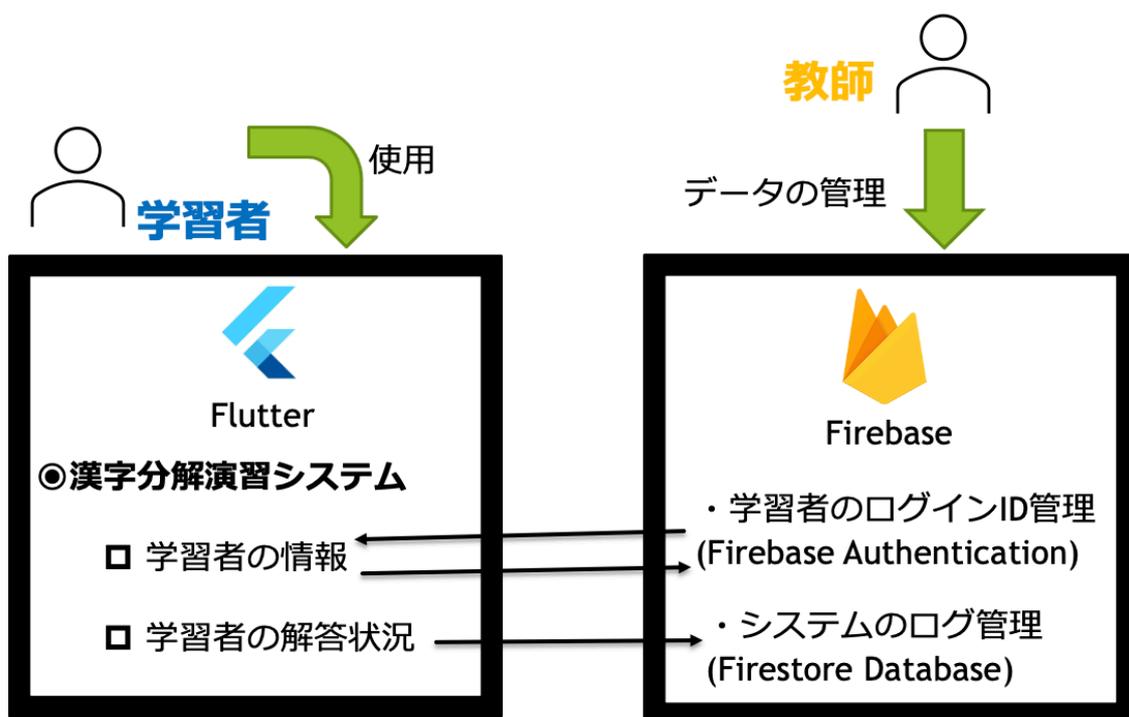


図 18 Firebase におけるデータの動き

第6章 実験とその結果

6.1 実験の概要

実際にシステムを利用した実験を行った。実験の被験者は情報系の大学生・大学院生18名、留学生3名である。実験はマイクロソフト社が提供する Teams の会議機能を用いたオンラインで実施した。

この実験で調査したことは、以下の二つである。

- ① 大学生・大学院生・留学生によるシステム利用のアンケート・ログデータを用いた、システムが問題なく利用できることの確認
- ② システムによる演習の効果を測定

これら2つを検証するために、「システムを利用」・「空書（漢字を眺め、空で書く）」・「書字」の3パターンに分けて、演習を行ってもらい、演習の効果の測定には演習で取り扱った漢字を書き出す再生テストを用いた。対象となる漢字は、学習者にとって初見の漢字とするため、今回は、創作漢字コンクール入選作より、無作為に選んだものを使用した。なおこのコンクールの評価基準に「後世に残せる漢字」という基準が設けられており、専門家によって漢字として認められたものが選ばれていると判断している。実験で使用した漢字は全6文字で、グループ A,B,C でそれぞれの漢字を空書・書字・システムに分けて演習を行なった（図19）。なお、同様のグループでも、空書・書字・システムで行う順番は逐次変えて行なった。

漢字：漢字1, 漢字2, 漢字3, 漢字4, 漢字5, 漢字6（使用した漢字は図20に示す。）
グループ：グループA, グループB, グループC
各グループ、以下のように演習を行う。
グループA：空書（漢字1,2）・書字（漢字3,4）・システム（漢字5,6）
グループB：空書（漢字3,4）・書字（漢字5,6）・システム（漢字1,2）
グループC：空書（漢字5,6）・書字（漢字1,2）・システム（漢字3,4）

図19 使用した漢字と、実験のグループ

全てのステップが終わった後、算数計算問題（別の学習）を行わせ、再生テストとして、出題した6文字の漢字を全て書き出させた。「システム」は本研究で開発した「漢字分解演習システム」を用いて行い、そこで得られた学習者のデータは Firebase 内のデータベースに保存される。そして、全ての演習が終了したのち、漢字学習・システムに関するアンケートを行った。



図 20 実験に使用した漢字

実験は以下のような流れで行った。

1. システムの動作確認・練習問題を解いてもらう。(事前に行ってもらった.)
2. 実験の説明 (3分)
3. 演習(順番はグループごとに異なる.) (12分)
(ア)空書 (全2問×2分=4分)
(イ)書字 (全2問×2分=4分)
(ウ)システム (全2問×2分=4分)
4. 算数計算問題 (5分)
5. 再生テスト (5分)
6. アンケート (5分)

システムの動作確認・練習問題では、あらかじめシステムの練習問題を解くようにアナウンスをして、実験の前に不明点を確認した。なお、付録にて、留学生を対象に使用した、システムの操作方法の説明書を掲載しておく。演習では、空書・書字・システム利用でそれぞれ2つの漢字を演習した。各漢字2分間の時間が与えられた。合図と共に1文字ずつ演習は進められた。

算数計算問題は、図21のような、掛け算問題を出題した。この問題の実施意図は、被験者にはテストの前に、漢字とは別のことに集中してもらい、できる限り確実に記憶している漢字をテストで書き出せるようにすることである。

4. 算数計算問題(5分)

:以下の問題に回答してください。途中で合図があれば、やめてください。(余白は自由に使ってください。)

1. $324 \times 217 =$
2. $329 \times 233 =$
3. $617 \times 241 =$
4. $234 \times 99 =$
5. $5512 \times 87 =$
6. $34 \times 8290 =$
7. $3278 \times 21 =$
8. $9984 \times 423 =$
9. $634 \times 7421 =$
10. $40276 \times 3281 =$
11. $5024 \times 2984 =$
12. $6702 \times 2897 =$
13. $8924 \times 2139 =$
14. $3244 \times 2895 =$
15. $73124 \times 8721 =$
16. $98982 \times 2129 =$
17. $37904 \times 45421 =$
18. $78923 \times 20789 =$
19. $32489 \times 24789 =$
20. $68934 \times 99042 =$

図 21 算数計算問題

再生テストの内容は、「演習で出てきた6つの漢字を覚えている限り書きなさい」である。
テストの制限時間は5分に設定した。

実験後、アンケートを行った。アンケート項目は図22で示す。

【アンケート項目】

- (ア) あなたは漢字を覚えることが苦手ですか？
1.はい 2.どちらかと言うとはい 3.どちらかと言うといいえ 4.いいえ
- (イ) 空書の時、あなたは漢字の構成要素とそれらの関係を意識していましたか？
1.はい 2.どちらかと言うとはい 3.どちらかと言うといいえ 4.いいえ
- (ウ) 書字の時、あなたは漢字の構成要素とそれらの関係を意識していましたか？
1.はい 2.どちらかと言うとはい 3.どちらかと言うといいえ 4.いいえ
- (エ) システム利用時、あなたは漢字の構成要素とそれらの関係を意識していましたか？
1.はい 2.どちらかと言うとはい 3.どちらかと言うといいえ 4.いいえ
- (オ) システムを活用することで、普段の学習においても漢字の構成要素とそれらの関係を意識できるようになるとおもいますか？
1.はい 2.どちらかと言うとはい 3.どちらかと言うといいえ 4.いいえ
- (カ) システムの演習はできましたか？
1. はい 2.どちらかと言うとはい 3.どちらかと言うといいえ 4.いいえ
- (キ) あなたの国籍を教えてください。（記述）
- (ク) あなたはこれまでに、漢字の勉強をしてきましたか？
1. はい 2.どちらかと言うとはい 3.どちらかと言うといいえ 4.いいえ
- (ケ) 母国語を漢字の学習に活かすことができるとおもいますか？
1. はい 2.どちらかと言うとはい 3.どちらかと言うといいえ 4.いいえ
- (コ) あなたが今まで行ってきた漢字の具体的な覚え方を教えてください。（記述）
(漢字を習ったことない方は空白でお願いいたします。)

* (キ) ~ (ケ) は留学生のみにアンケートをとった。

図 22 アンケート項目

本実験にて収集したデータは、問題を開始した時刻と終了した時刻・Step1 で選択した枠組み・Step2 で選択した部品と正誤判定・再生テストのスコア・アンケート結果である。実験結果を次節の 6.2 で述べる。

6.2 実験結果と考察

今回実験で得られた、アンケート結果・スコア・ログデータより、考察を行う。漢字のスコアは、漢字の構成要素を正しく選択できている場合 1 点、構成要素を正しい位置に配置できている場合 1 点の合計 2 点で判定した。なお、本実験においては、とめ・はね・はらいなどは採点基準に入れていない。

6.2.1 日本人大学生・大学院生の結果と考察

まず、日本人大学生・大学院生 18 名の結果を示し、考察を行う。実験後アンケートの結果を図 23 と表 5 に示す。アンケートの(イ)~(エ)の結果から、空書・書字に比べて、本分解演習の方が漢字の構成要素とそれらの関係を意識できていることが分かった。また、(エ)~(カ)の結果から、本分解演習を問題なく実施できていたことが分かる。また、システムログにおいても、一部の被験者が終了のボタンを押し忘れたことが原因でログが残っていない部分があったものの、それぞれの演習そのものは適切に開始から終了まで実施できている

ことが分かった。

「(コ) あなたが今まで行ってきた漢字の具体的な覚え方を教えてください」という問いに対しては、「(ひたすら)書いて覚える」という回答が多かったが、「習った漢字の組み合わせとして覚える」や「知っている漢字に、与えられた漢字のパーツを組み合わせる」、「構成要素として分解した後、それらを唱えるように覚える」、「既知の部品ごとに分割して考える」といった、意図的に漢字を分解して記憶するという方法を習慣的に行なっている被験者もいた。さらに、「部首や成り立ちを考える」といった、構成要素に注目し、成り立ちを考えるという回答もあった。

次に、テストスコアの結果を図 24 に示した。この結果より、本分解演習は一般的な学習者（非漢字圏・学習障害ではない学習者）においても従来の漢字学習の方法である空書・書字と同程度の学習効果を得られることが分かった。このことから、他の漢字についても本漢字分解演習に学習効果が期待できることが分かった。

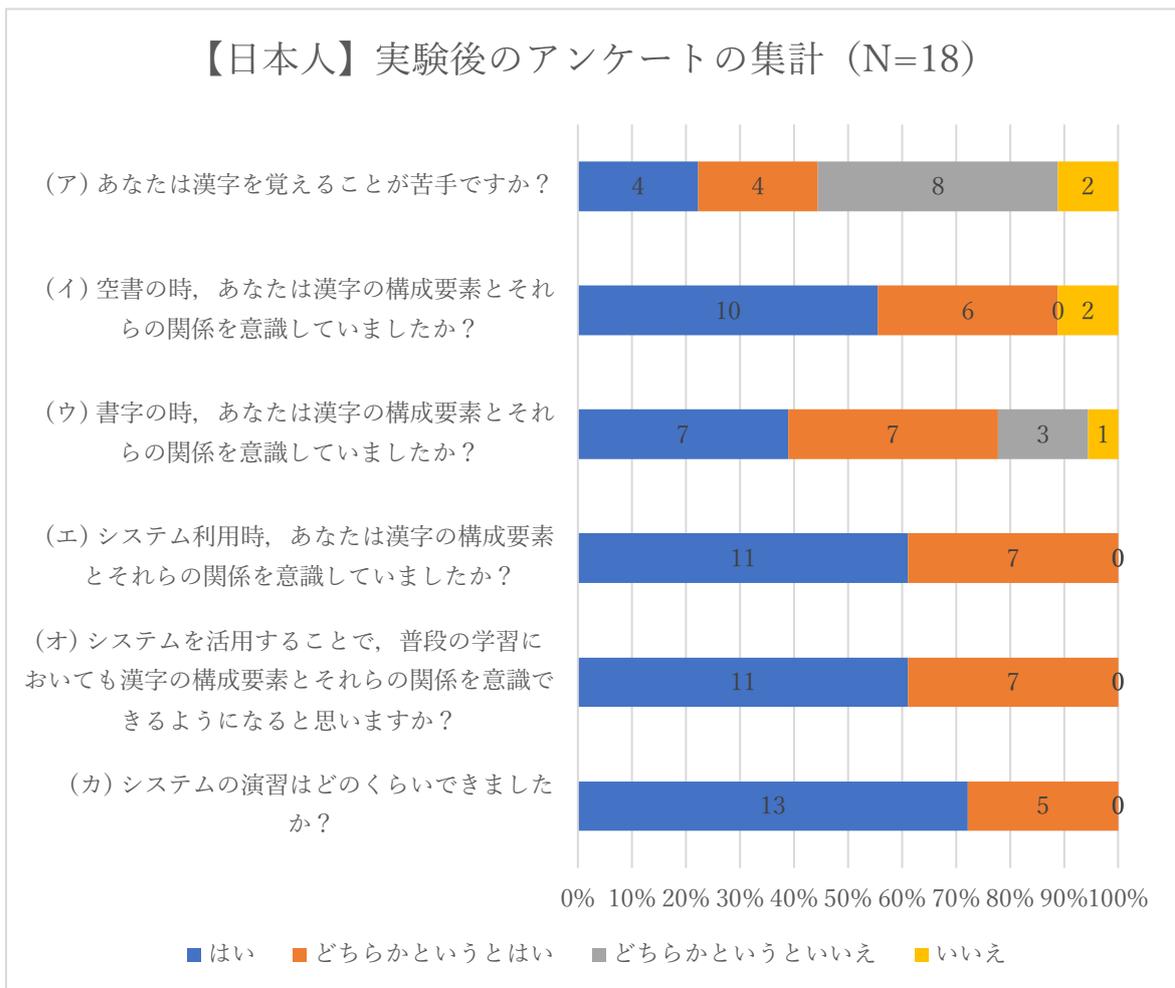


図 23 【日本人】 実験後のアンケートの集計 (N=18)

表 5 【日本人】 実験後のアンケートの集計 (N=18)

正確二項検定 (有意水準 : 0.05, 効果量 : Cohen's g)						
	ア	イ	ウ	エ	オ	カ
P 値	0.4073	0.0007	0.0154	0.0000	0.0000	0.0000
効果量	0.0556	0.3889	0.2778	0.5000	0.5000	0.5000

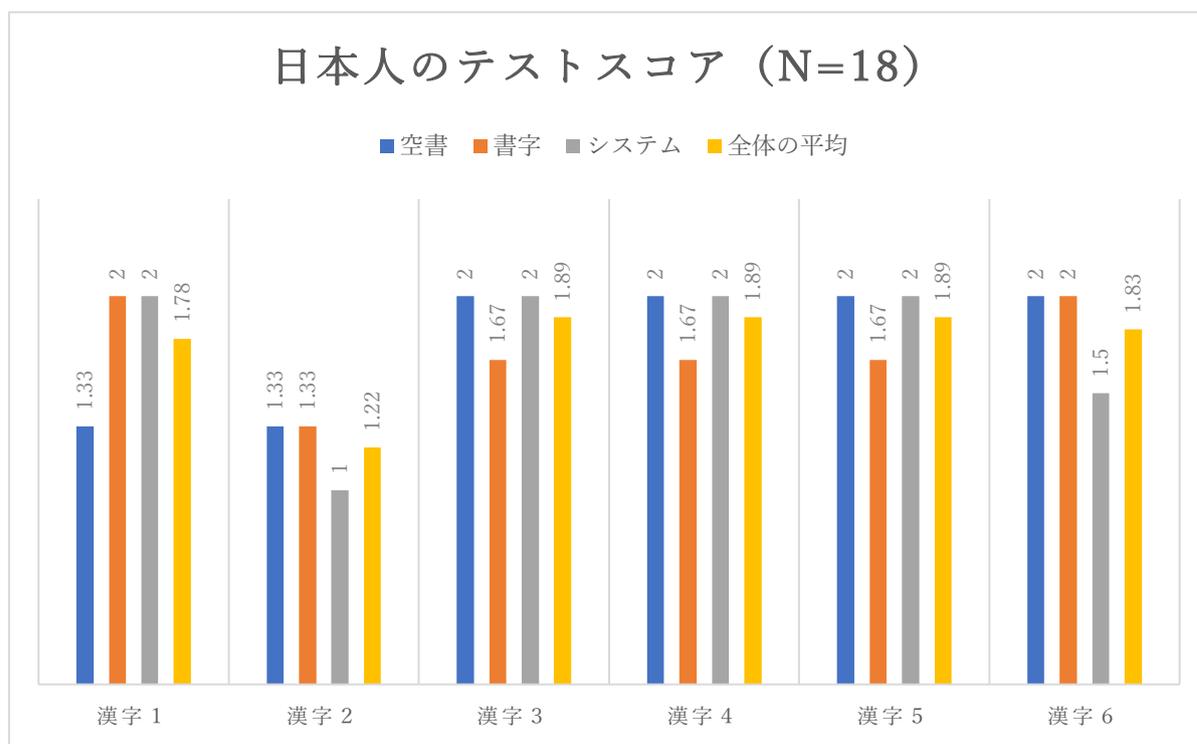


図 24 日本人のテストスコア (N=18)

6.2.2 留学生の結果と考察

次に、留学生 3 名の結果を示し、考察を行う。実験後アンケートの結果を図 23 に示す。アンケートの(イ)~(エ)の結果から、留学生においても、空書・書字に比べて、本分解演習の方が漢字の構成要素とそれらの関係を意識できていることが分かった。また、(エ)~(カ)の結果から、留学生においても、本分解演習を問題なく実施できていたことが分かる。しかし、本分解演習について、演習の説明で留学生の被験者に上手く演習内容が伝わらない部分があったため、演習説明の部分は改善が必要な結果となった。

スコアについては、今回取り扱った漢字の難易度が高かったのか、空書・書字・本分解演習のいずれのスコアも低い水準となってしまった。また、今回留学生は 3 名と被験者数が少なかったため、漢字の難易度を見直して追加実験を行う必要があると言える。

被験者 1 人ずつの解答状況を図 26 に示す。イラク国籍で、“漢字について学んでおり、苦手意識の少ない”被験者については、与えられた漢字の大まかな形はある程度書けていた。

しかし、細かな部品の間違いとして、「しょくへん」に余分な点があるなど、しっかりと書くことができた漢字は3つにとどまった。同じくイラク国籍で、「漢字について学んでおり、漢字に苦手意識がある」被験者は、空書による漢字のみが正答となった。インドネシア国籍の被験者は漢字の学習経験がなく、正解数は0であったが、空書・システム利用で、部分的な再生が見られた。3名の結果から、空書・書字・システムのいずれがよいかについては評価ができず、被験者を増やし、漢字の難易度をやや簡単にして比較する必要がある。

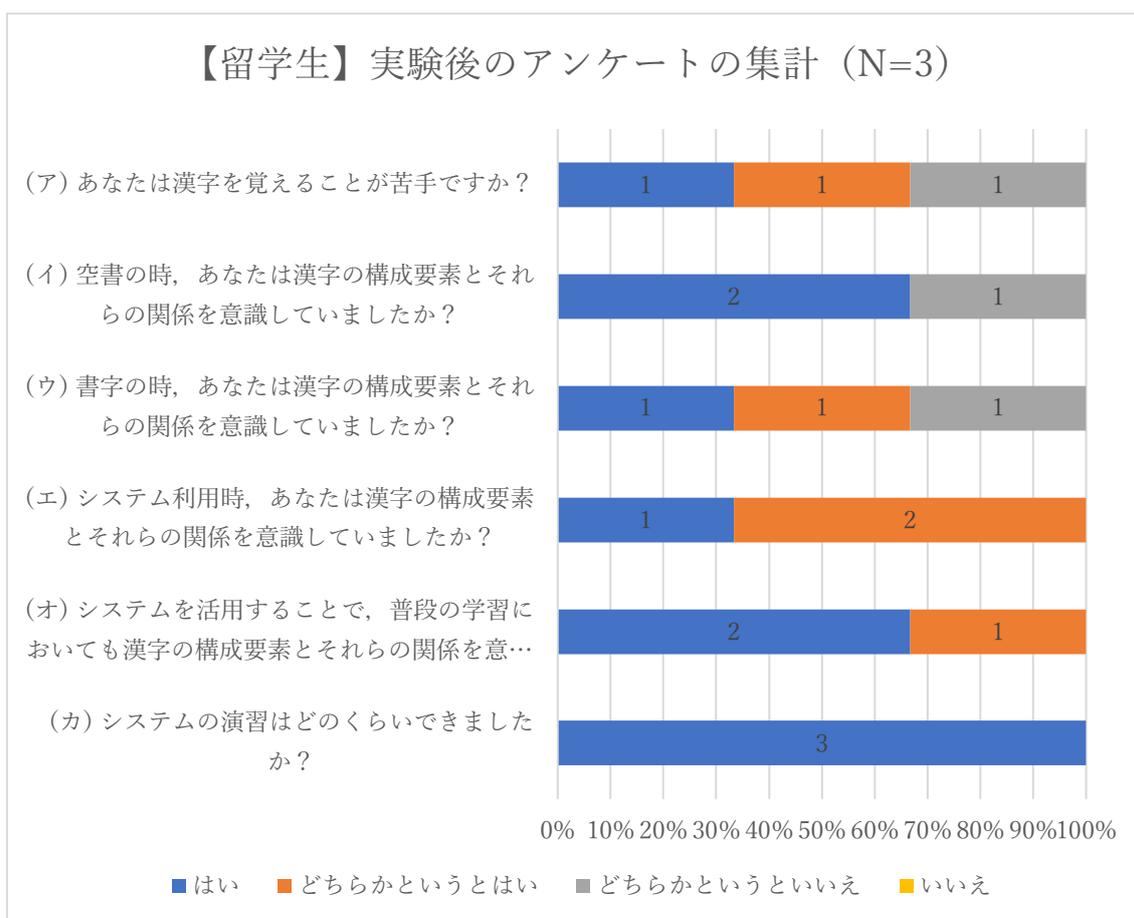


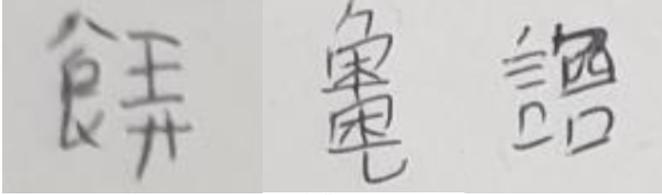
図 25 【留学生】 実験後のアンケートの集計 (N=3)

1. イラク国籍の被験者（グループ A）

【スコア】

正解数（満点であった漢字）は3問.

部品が一箇所ほど間違っていたものが3問あった.



【留学生にしたアンケート】

- ・漢字の学習経験がある。（苦手意識はあまりない。）
- ・母国語と関連付けて漢字を覚えるということはできそうと考えている。
- ・漢字の部首を理解・覚えて、意味と合わせて、漢字を書き取りして覚えている。

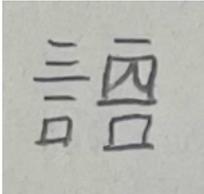
2. イラク国籍の被験者（グループ C）

【スコア】

正解数は1問.

書き取りできたのが2問であり、全て空書にて行った漢字であった.

「言」という部分がわずかに異なっていた.



【留学生にしたアンケート】

- ・漢字の学習経験がある。（やや苦手意識がある。）
- ・母国語と結びつけるのは難しいと考えている。
- ・書いて覚えたり、携帯アプリを使っていたりした。

3. インドネシア国籍の被験者（グループ A）

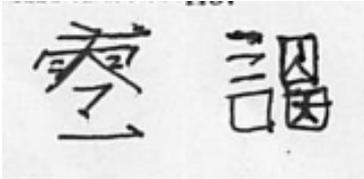
【スコア】

正答数は0問

部分的に再生できたのは2問であった.

システムにて行った漢字6は、形の概形など、部分的に再生されていた.

*漢字3, 4は書字のところを空書にて行ってしまったため、スコアは無効.



【留学生にしたアンケート】

- ・漢字の学習経験はない。
- ・母国語と関連付けて漢字を覚えるということはできそうと考えている。

図 26 留学生への実験結果詳細

6.2.3 ログの分析

日本人のシステムによる演習のログデータより、各漢字の演習に要した平均時間を表 6 に示す。このデータより、漢字 1、漢字 5 は他の漢字に比べて、より時間を要した。漢字 1 と 5 は、漢字の構成要素が上下に並べられる、「上下型」の漢字であった。これらの漢字は、左右に部品が並べられる「左右型」の漢字よりも、より思考が必要であるのではと考察できる。

Step1 の漢字の成り立ち（関係性）を問う問題では、特に漢字 2 は、style5 と style6 の選択が半数ずつおり、全ての被験者が同様の構成要素を Step2 で選択しているが、与えられた漢字の関係性については異なって認識しているといえる。また、システムで漢字 2 の演習を行った、被験者 6 名のうち、テストで再生できた被験者は全て style5 を選択した被験者であった。今回の実験でこの因果関係を確認するためには、被験者数が少なかったので、今後、漢字 2 については個別に抽出して style5 で固定した群と、style6 で固定した群で比較実験をするのも良いと考えた。

Step2 の部品の選択については、表 7 から分かる通り、日本人の被験者は皆同じ解答であった。今回、漢字部品からなる漢字が多く取り扱われたためか、既習の漢字や部首などの選択が容易にできてしまった。ゆえに、日本人間では、部品の選択の違いは見られなかったのではないかと考察する。再度実験として、非漢字部品を多く取り扱う漢字ではどうなるのかを調べたい。また、全ての漢字で最小の部品数となったため、一般的な日本人の学習者は、自己の知識下にある情報を最小限の数の組み合わせとして漢字を理解しているのではないかと考えられる。

最後に、留学生 3 名のシステムによる、分割方法の選択と、部品の選択が日本人と比べてどうかについてまとめる。表 7 と表 8 から分かるように、留学生被験者 1 の漢字 3 の演習において、日本人の選択では出てこなかった[骨 ノ 之]という部品の選択方法が見られた。「乏」という漢字を知っていれば、日本人と同様の選択となっていた可能性がある。これより、自己の知っている知識から部品を選択していると示唆できる。また、留学生被験者 3 の漢字 5 の演習では、日本人では見られなかった、漢字の分割方法を選択している。したがって、留学生と日本人間においても、漢字の成り立ち・関係性の捉え方や、構成要素の選択には違いがみられることが分かった。

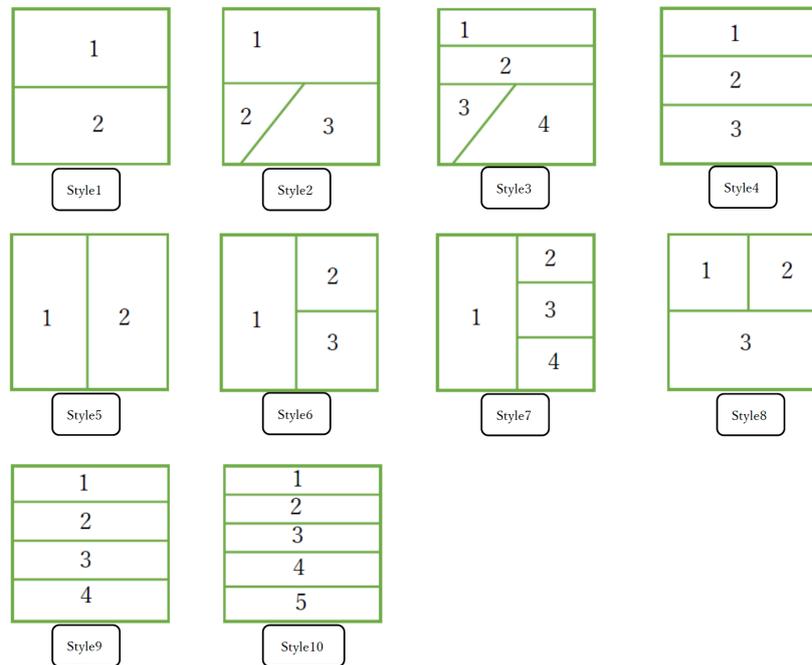


図 27 本分解演習で準備した漢字の分割方法(style2 と style3 は練習問題で用いた)

表 6 日本人の各漢字のシステム利用の平均所要時間

	漢字 1	漢字 2	漢字 3	漢字 4	漢字 5	漢字 6
平均所要時間 (秒)	92.3	48	49.8	52.4	102.6	69.6
*漢字 3 と漢字 4 は 1 名, 漢字 6 は 2 名が演習の終了ボタンの押し忘れにより, 計測ができなかったため, 計算に含めていない。						

表 7 日本人における各漢字のシステム利用の結果

	漢字 1	漢字 2	漢字 3	漢字 4	漢字 5	漢字 6
システム利用後の テストの平均点 (最大 2 点)	2	1	2	2	2	1.5
選択した枠組み (割合[%])	style1 (17%)	style5 (50%)	style5 (100%)	style1 (17%)	style1 (0%)	style5 (0%)
	style4 (83%)	style6 (50%)	style6 (0%)	style8 (83%)	style4 (0%)	style6 (33%)
		style7 (0%)			style9 (33%)	style7 (67%)
					style10 (67%)	
選択した部品の 組み合わせ (割合[%])	[一 雨 令] (100%)	[食 王 卅] (100%)	[骨 乏] (100%)	[心 右 左] (100%)	[困 ク 困 L] (100%)	[口 言 四 一] (100%)
	[一 雨 今、] (0%)	[食 一 土 卅] (0%)	[骨 ノ 之] (0%)		[口 大 ク 困 L] (0%)	[口 言 ル ロ 一] (100%)
	[一 雨 ヘ ー マ] (0%)				[困 ク ロ 木 L] (0%)	
	[一 雨 ヘ ー フ、] (0%)				[口 大 ク ロ 木 L] (0%)	

表 8 留学生のシステム利用の結果

	分割方法	選択した部品	分割方法	選択した部品
被験者 1 (イラク)	漢字 3		漢字 4	
	style5	[骨 ノ 之]	style1	[心 右 左]
被験者 2 (イラク)	漢字 5		漢字 6	
	style9	(時間切れ)*	style7	[口 言 四 一]
被験者 3 (インドネシア)	漢字 5		漢字 6	
	style4	(時間切れ)*	style6	[口 言 四 一]
*(時間切れ) : 2分を超えてしまい、正解の部品の組みを選択できなかった。				

6.3 実験のまとめ

日本人・留学生の被験者共に問題なく本漢字分解演習を行えることが分かった。また、テストスコアから日本人の被験者については、本分解演習が、漢字学習を行う上で有効な方法である可能性が示唆された。一方、留学生については、被験者数を増やすことと、対象漢字の難易度の検討が必要な結果となった。

システムのログからは、日本人の被験者は、構成要素の選択は皆、同じものを選択したが、漢字の分割方法（関係性の認識）が異なる場合があった。分割方法が異なると正答率に影響を及ぼす可能性が示唆されたが、この命題は、より被験者数を多くして調査する必要がある。留学生と日本人の被験者を比べると、異なった漢字の分割を行い、異なった部品を選択している漢字が存在することも分かった。

このように、システムにより、漢字の成り立ちの認識と、構成要素の選択が、個人によって異なることが明らかになった。よって、本漢字分解演習は、学習者が能動的に情報を取捨選択できる環境であり、その情報を操作できるツールでありうるということが示唆された。

第7章 まとめと今後の課題

実験におけるアンケートの結果とログデータの解析により、日本人・留学生の被験者共に問題なく本漢字分解演習を行えることが分かった。また、テストのスコアの分析から、一般的な学習者（非漢字圏・学習障害ではない学習者）においても従来の漢字学習の方法である空書・書字と同程度の学習効果を得られることが分かった。留学生のスコアについては、今回取り扱った漢字の難易度が高かったのか、空書・書字・本分解演習のいずれのスコアも低い水準となってしまった。取り扱う漢字の難易度の見直しに加えて、事前にデモの問題をしっかりと解いてもらうなどといった準備の必要である。

本システムは、多くのデバイスから、遠隔で漢字分解演習を行うことができ、ホスティングやログデータの管理も Firebase というプラットフォーム上で実現させているため、今までの漢字分解の研究にはない、大規模なデータの収集も可能となった。

今後の課題としては、本システムの有用性を検証するべく、非漢字圏学習者の被験者を増やした実験の実施と、学習障害の学習者に対しても、システムを用いた実験を行い、一般的な学習者とのスコアの違いや、漢字分解の違いを分析することが挙げられる。また、学習者のログデータとスコアなどの他のデータとの相関関係を分析することも必要であり、アナライザの作成によってこれを実現することも課題である。

また、長期的な記憶を促進するための演習で、分解された部品に音声が付与し、記憶するという「音声言語リハーサル」のモデルの設計・システム実装も想定している。

発展的な利用として、図 28 のような固定的な分解（受動的な分解）と選択可能分解（能動的な分解）の学習効果の比較、読み書きの能力を測る知能テストなどの結果と照らし合わせた、学習者の特性と分解の方法を分析可能なアナライザの作成や、学校などでの実践的な利用を見据えた、部分交換法⁽¹⁹⁾を用いたゲーム性の導入も検討している。

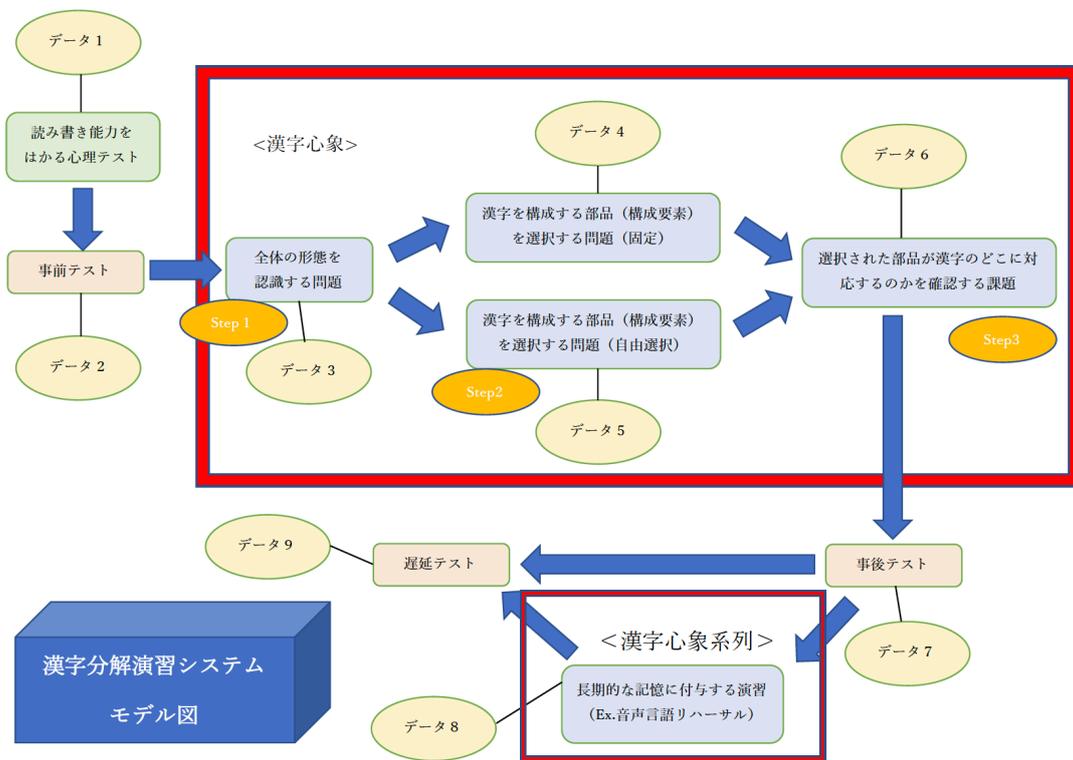


図 28 将来的なシステムと利用方法の見通しの概略図

謝辞

本研究を行うにあたり、ご指導いただきました、平嶋宗教授、林雄介准教授に心から感謝いたします。システムの利用や実験にご協力いただきました学習工学研究室の皆様、留学生の皆様におきましてもこの場をおかりいたしましてお礼申し上げます。

参考文献

- (1) 平嶋宗:”思考タスクの外在化による思考活動の活性化: 情報構造の具象操作としての思考タスクの設計 (教育の情報化/一般)”, 日本教育工学会研究報告集, 16(3), pp91-98 (2016)
- (2) Hirashima, T., & Hayashi, Y. (2016, July). Educational externalization of thinking task by Kit-Build method. In *International Conference on Human Interface and the Management of Information* (pp. 126-137)
- (3) 北村拓哉, 長谷浩也, 前田一誠, 林雄介, 平嶋宗:”論理組み立て演習環境の設計開発と実験的評価”, 人工知能学会論文誌 32 巻, 6 号 C (2017)
- (4) 尾土井健太郎, 山元翔, 平嶋宗:”算数文章題の統合過程のモデル化とシステムによる外化支援の実現”, 2012 年度 JSiSE 第 6 回研究会 (2013)
- (5) 韓昌完, 小原愛子, 矢野夏樹, 青木真理恵:”日本の特別支援教育におけるインクルーシブ教育の現状と今後の課題に関する文献的考察-現状分析と国際比較分析を通して-”, 琉球大学教育学部紀要 83, pp113-120 (2013)
- (6) 加納千恵子:”世界の漢字教育: 日本語漢字をまなぶ: 日本語教育における漢字学習の支援方法”, 国立国語研究所第 8 回 NINJAL フォーラム, p5~16 (2017)
- (7) ガリーナ・ヴォロビヨワ:”世界の漢字教育: 日本語漢字をまなぶ: キルギスの漢字教材「漢字物語」, 国立国語研究所第 8 回 NINJAL フォーラム, p48~57, (2017)
- (8) 菅野陽太郎, 寺島薫, 押木秀樹:”常用漢字の構成要素とその筆順構造の分析”, 書写書道教育研究, 32 号, p31-40 (2018)
- (9) 佐藤 暁:”構成行為および視覚的記憶に困難を示す学習障害児における漢字の書字指導と学習過程の検討”, 特殊教育学研究, 34(5), p23-28 (1997)
- (10) 富安慎吾:”漢字学習方略に関する体系的記述についての検討”, 全国大学国語教育学会国語科教育研究: 大会研究発表要旨集, 142 巻, pp.281-284, (2022)
- (11) 青木真純, 勝二博亮:”聴覚優位で書字運動に困難を示す発達障害児への漢字学習支援”, 特殊教育学研究 46 (3), pp193-200 (2008)
- (12) 大西正二・小菅英恵・熊谷恵子:”漢字書字の習得が困難な学習障害児 61 名の視写の工程におけるつまづきの傾向”, *Jpn. J. Learn. Disabilit.*, 31(1), 34-45, (2022)

- (13)アルド トリーニ：“非漢字系学習者のための入門期における漢字学習”指導の一考察”，「世界の日本語教育」, 2, (1992)
- (14)高木裕子：“非漢字系日本語学習者における漢字パターン認識能力と漢字習得に関する研究”，「世界の日本語教育」, 5, (1995)
- (15)加納 千恵子：“外国人学習者による漢字の情報処理過程について-漢字処理技能の測定・評価に向けて-”，文藝言語研究言語篇, 39 卷, p45~60, (2001)
- (16)ヴォロビヨワ ガリーナ, ヴォロビヨフ ヴィクトル：“非漢字系日本語学習者の漢字学習における阻害要因とその対処法：体系的な漢字学習の支援を目指して”，国立国語研究所論集, 12, p.163-179, (2017)
- (17)早川杏子, 本多由美子, 庵功雄：“漢字教育改革のための基礎的研究 一漢字字形の複雑さの定量化”，人文・自然研究 13, pp116-131 (2019)
- (18)阪口豊：“触知覚における感覚統合と能動的認識”，電子情報通信学会誌, vol.76, No.11, pp.1222-1227, (1993)
- (19)梅津孝信, 垣屋良式, 平嶋宗, 竹内章：“問題解決演習を対象とした学習ゲーム作成法”，電子情報通信学会論文誌, D, vol.J91-D, No.2, pp293-302, (2008)

研究業績

1. 今井悠太, 中野謙, 林雄介, 平嶋宗：“多様な分解が可能な漢字分解演習システムの設計・開発”，2020年度 JSiSE 学生研究発表会中国地区(2021年2月27日)
2. 今井悠太, 林雄介, 平嶋宗：“漢字に対する能動的認識を指向した漢字分解演習環境の開発と評価”，2022年度 JSiSE 学生研究発表会中国地区(2023年2月23日)

付録

留学生向けに準備した「システムの動作確認・練習問題」の”Introduction”

●Introduction

1. Open [URL], and when the login screen appears, enter your email address(広大メール) and student ID number in the "Email Address" and "Password" fields, then click the "User Registration" button..

Example:メールアドレス：m211183@hiroshima-u.ac.jp パスワード：m211183

A screenshot of a web form for user registration. The form has two input fields: "メールアドレス" (Email Address) containing "m211183@hiroshima-u.ac.jp" and "パスワード" (Password) containing "m211183". Below the fields are two buttons: "ユーザー登録" (User Registration) in blue and "ログイン" (Login) in white. Three green callout bubbles point to the fields and buttons: "1.Email Address" points to the email field, "2.Password" points to the password field, and "3.User Registration" points to the blue button.

2. Enter your registered email address and password again, and click the "Login" button.

A screenshot of a web form for login. The form has two input fields: "メールアドレス" (Email Address) containing "m211183@hiroshima-u.ac.jp" and "パスワード" (Password) containing "m211183". Below the fields are two buttons: "ユーザー登録" (User Registration) in blue and "ログイン" (Login) in white. Three green callout bubbles point to the fields and buttons: "1.Email Address" points to the email field, "2.Password" points to the password field, and "3.Login" points to the white button.

3. Click the "Exercise(練習問題)" button.



4. Do Exercise 1.

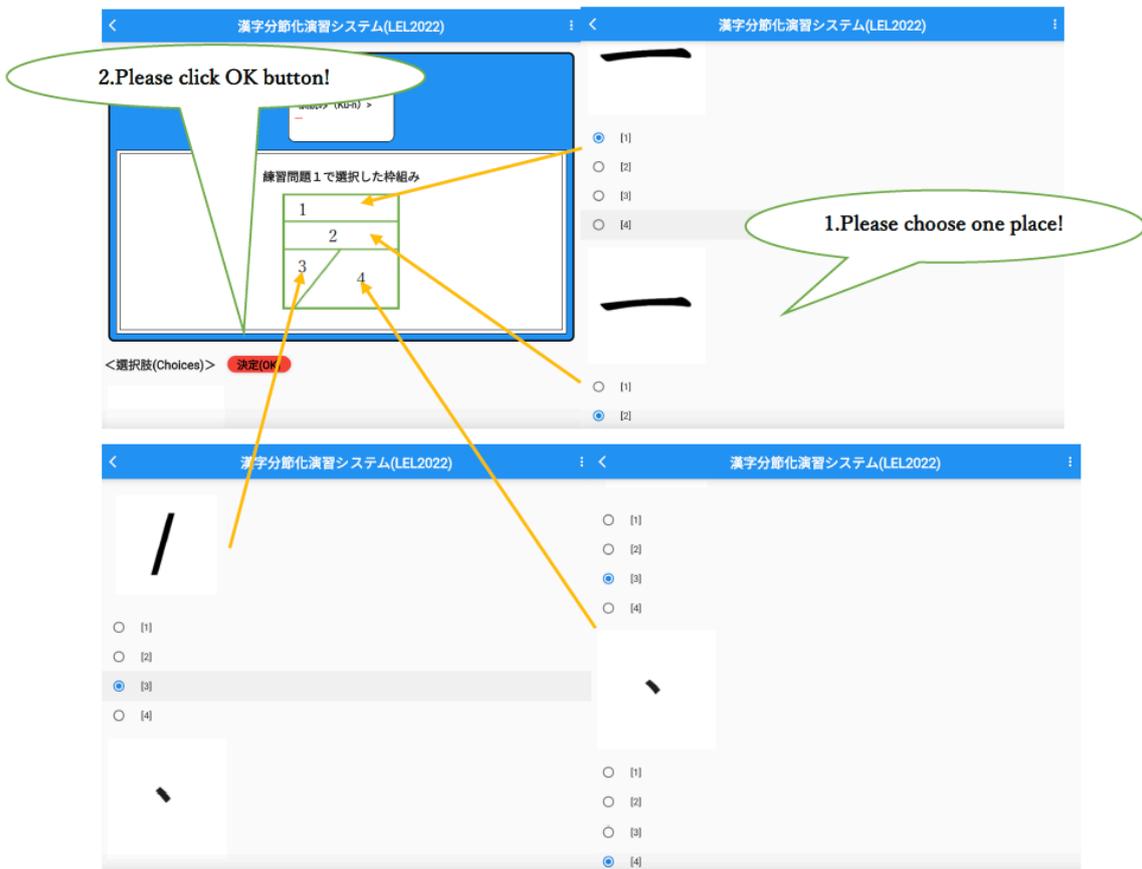
* Do not press the back button during a question.



5. Do Exercise 2.(There is a right/wrong decision.)



6. Do Exercise 3. In Exercise 3, write down the position numbers of the selected parts on this paper. (There is no correct or incorrect answer.)



☆Do not open any questions other than the practice questions.

●Experiment

<Vocabulary Description>

- ・空書 (ku-sho) : Kanji characters will be displayed on the screen for two minutes, and you are asked to look at them. You may move your hands during this time.
 - ・書字 (syo-ji) Kanji characters will be displayed on the screen for two minutes, and you are free to write the given kanji characters in the columns of this paper. The amount of writing and the politeness of the characters are not considered at all.
 - ・システム利用(Using system) : When prompted, you will be given two minutes to complete the specified Kanji exercise (steps 1 to 3). If you do not finish the exercise, please return to the question selection screen by clicking the [Back] button in the upper left corner of the screen.
- * If you finish early, please wait at this screen.



< Experiment Flow>

1. Kanji exercises (6 questions in total)
2. After the system is completed, the students will be asked to do 5 minutes of arithmetic calculation problems.
3. Test
4. At the end, please fill out the questionnaire.