

Title	漢字の既習得者を対象とした漢字字形の再学習の支援手段に関する研究
Author(s)	魏, 建寧
Citation	
Issue Date	2023-09
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/18771
Rights	
Description	Supervisor: 西本 一志, 先端科学技術研究科, 博士

博士論文

漢字の既習得者を対象とした漢字字形の再学習の
支援手段に関する研究

魏 建寧

主指導教員 西本 一志

北陸先端科学技術大学院大学

先端科学技術専攻

[知識科学]

令和 05 年 09 月

Abstract

Character amnesia is a recent phenomenon in which native Chinese or Japanese speakers forget how to write Chinese characters (kanji in Japanese), although they maintain the ability to read them. Most research on Chinese character learning has stopped with the proposal of a Chinese character learning system for children or non-native speakers of Chinese. To the best of our knowledge, no studies exist on solving the problem of character amnesia among adults whose native language is Chinese or Japanese and who have already learned and mastered Chinese characters, except for the idea of picking up the pen again and practicing more. In this dissertation, I proposed an efficient and low-burden support method for correcting and reinforcing the shape memory of already-learned Chinese characters. To accomplish this, a negative support feature was introduced, which involves incorporating obstructive factors such as incorrect characters into daily reading and writing activities.

It is generally believed that the constant use of computers and mobile phones equipped with pronunciation-based Chinese character input systems is the cause of character amnesia. In Chapter 3, therefore, a new Chinese character input method called Gestalt Imprinting Method (G-IM) was developed to address the issue of character amnesia, based on the most popular pronunciation-based Chinese character input system. While the usual input methods of Chinese characters always output characters with correct shapes, G-IM sometimes outputs GIM characters whose shapes are slightly incorrect in one or two strokes. By being made to forcibly correct the errors, users must pay close attention to the character shapes, which leads to strengthening retention and recall. User studies have demonstrated that G-IM significantly strengthens the retention and recall of character shapes compared to conventional input methods and writing by hand. The findings indicate that G-IM can contribute to the relearning of Chinese characters through the "writing" process. However, it was found that using G-IM could place an excessive burden on users, so Chapters 4-6 examine low-load character relearning methods for those who have already learned and mastered Chinese characters.

In Chapter 4, I proposed a new transformation method of Chinese characters called SwaPS (Swapping Phonetic and Semantic), which creates new incorrect characters (PS characters) by swapping the positions of the semantic and phonetic components of Phonogram Characters, which make up 80% of all Chinese characters. We investigated whether embedding these PS characters as obstructive factors in the act of "reading" could contribute to Chinese character relearning. Specifically, we conducted a verification experiment using Chinese international students as participants, in which they read printed documents on a paper sheet that contained PS characters. The results showed that reading printed documents with PS characters significantly enhanced Chinese character shape memory compared to reading documents that only contained correct characters or documents that contained slightly incorrect characters (GIM characters) used in G-IM. Additionally, we confirmed that there was no significant increase in cognitive load when reading documents with PS characters compared to documents containing only correct characters.

In Chapters 5 and 6, the usefulness of the SwaPS method for multimedia (electronic media) and multilingual contexts was further evaluated, along with its effectiveness in enhancing long-term Chinese character shape memory. In Chapter 5, an experiment was conducted to insert PS characters into documents displayed on an e-book reader. The results showed that users could be encouraged to pay attention to the shape of Chinese characters by incorporating PS characters even into the documents on the e-book reader and that not only short-term but also long-term Chinese character shape memory could be significantly enhanced without increasing the cognitive load. In Chapter 6, an evaluation experiment was conducted on Japanese speakers who had already learned Kanji (Chinese characters in Japan) to verify the usefulness of the SwaPS method in a multilingual context. Similar to Chinese speakers, the results of the experiment confirmed that reading documents containing PS characters could significantly enhance Kanji shape memory without significantly increasing cognitive load, compared to reading documents containing only correctly written Kanji characters.

Finally, chapter 7 concluded this dissertation. I also discussed the contribution of my doctoral research to knowledge science and described future perspectives.

Keywords: Character Amnesia, Incorrect Character Shapes, Pronunciation-based Input Method, Phonogram Characters, (Re)building Retention and Recall of Character Shapes, Relearning Support

目次

第1章 序論	1
1.1 本研究の目的と研究対象	1
1.2 本研究の背景	3
1.2.1 漢字及び漢字の学習方法	3
1.2.2 デジタル時代の漢字を「書く」方法	5
1.2.3 漢字の危機.....	7
1.3 本論文の構成	10
第2章 関連研究	12
2.1 はじめに	12
2.2 漢字健忘問題の解決方法に関する研究.....	12
2.2.1 書けない漢字を提示する筆記具	12
2.2.2 漢字学習を現代技術やゲームと組み合わせる	14
2.3 漢字の読み書き行為の重要性に関する研究.....	16
2.4 再学習に関する研究	16
2.5 ネガティブな手段による支援に関する研究.....	18
2.5.1 不利益システム	18
2.5.2 妨害による支援	19
2.5.3 望ましい困難.....	20
2.6 まとめ.....	22
第3章 漢字の再学習を支援する漢字入力方式	23
3.1 はじめに	23
3.2 提案手法	24
3.3 システムの構成	25

3.4 実験	27
3.4.1 実験手順	27
3.4.2 結果	31
3.5 議論	35
3.6 おわりに	38
第4章 紙に印刷された文書を読む行為を対象とした漢字の再学習の支援手法 ..	39
4.1 はじめに	39
4.2 提案手法	40
4.3 予備実験	42
4.3.1 実験手順	42
4.3.2 結果	42
4.4 実験	43
4.4.1 実験手順の概要と仮説	43
4.4.2 実験の詳細	45
4.4.3 実験結果	49
4.5 議論	54
4.6 おわりに	57
第5章 SWAPS 手法の多媒体対応の可能性の検証	59
5.1 はじめに	59
5.2 実験用プロトタイプシステムの構成	60
5.3 実験	61
5.3.1 実験手順の概要と手順	62
5.3.2 実験の詳細	63
5.3.3 結果	65
5.4 議論	69
5.5 おわりに	72
第6章 SWAPS 手法の多言語対応の可能性の検証	73

6.1 はじめに	73
6.2 予備実験	74
6.2.1 実験手順	74
6.2.2 結果	74
6.3 実験	75
6.3.1 実験手順の概要	75
6.3.2 実験の詳細	76
6.3.3 結果	82
6.4 議論	87
6.5 おわりに	89
第7章 結論	91
7.1 本論文のまとめ	91
7.2 知識科学への貢献	93
7.3 今後の課題	94
謝辞	96
参考文献	97
本研究に関する発表論文	105
本研究に関する受賞	107

目 次

図 1.1 Sans Forgetica フォントで“Gestalt Imprinting Method”と書いた例.....	2
図 1.2 漢字の筆画 (available from Wikipedia)	3
図 1.3 漢字「重」の筆順 (available from http://kakijun.com/c/91cd.html) ...	4
図 1.4 五筆字型入力方法用のキーボード配列の例 (available from Wikipedia)	6
図 1.5 Six-Digit Stroke 提案するキーボード (文献[26]から引用)	7
図 1.6 Six-Digit Stroke 法による漢字入力例 (文献[26]から引用)	7
図 1.7 論文の構成マップ	10
図 2.1 大津らによる提案デバイスの構成とその利用イメージ (文献[39]から引用)	13
図 2.2 Han Zi Hunter 学習アプリの各機能 (文献[40]から引用)	14
図 2.3 Han Zi Hunter 学習アプリのゲームの一例 (文献[40]から引用)	15
図 2.4 学習条件 (SSSS, SSST, STTT) のによって 1 週間での忘却状況を示す. (文献[47]から引用)	17
図 2.5 かすれるナビのスクリーンショット (文献[48]から引用)	19
図 2.6 左の図は、「どちらの条件で学んだ方が良いと思うか」という質問に対して, 「ブロック」「インターリーブ」「同じ」を選択した参加者の割合を示している. 右図は、ブロック条件またはインターリーブ条件で実際に良い成績を収めた参 加者、または 2 つの条件で同じ成績を収めた参加者の割合を示してゐる. (文献 [57]から引用)	21
図 3.1 字形が誤っている漢字の事例	25
図 3.2 Windows パソコンでの日本語入力フローと G-IM での日本語入力フロー	27
図 3.3 G-IM を用いた文書作成の流れの実例.....	28
図 3.4 ユーザスタディの事前調査での書き取りテスト問題の一部	29
図 3.5 事前調査と事後調査の書き取りテストそれぞれにおける各入力手法の単純	

主効果	33
図 3.6 各入力手法における事前調査と事後調査の書き取りテスト成績の単純主効果	34
図 4.1 形声文字の漢字事例とそれらの意符と音符	41
図 4.2 正しい字形の漢字と，誤字形漢字の例	41
図 4.3 予備実験の書き取りテスト問題の一部	42
図 4.4 本実験で用いた 3 種の字形の文字を含む文書の一部	46
図 4.5 3 種の字形の文字を含む日本語文書の例	47
図 4.6 実験協力者の書き取りテスト時，メモした内容の一部	51
図 5.1 実験用 EE-Reader の操作画面 - 1	61
図 5.2 実験用 EE-Reader の操作画面 - 2	62
図 5.3 正しい字形の漢字と，誤字形漢字の例	63
図 5.4 実験の書き取りテスト問題の一部	64
図 5.5 3 種の字形の文字を含む日本語文書の例	65
図 5.6 Step2 で読んだ文書中の誤字形文字が事後テストにどの程度影響したかに関する回答	69
図 5.7 Step2 で読んだ文書中の誤字形文字が文書の理解や読む時間にどの程度影響したかに関する回答	70
図 6.1 書き取りテスト問題の一部	76
図 6.2 実験協力者らの書き取りテスト時，メモした内容の一部	77
図 6.3 正しい字形の漢字と，誤字形漢字の例	78
図 6.4 2 種の字形の文字を含む文書の一部	79
図 6.5 事前調査と事後調査 1 の書き取りテストそれぞれにおける各字形変形手法の単純主効果	84
図 6.6 各字形変形手法における事前調査と事後調査 1 の書き取りテスト成績の単純主効果	84
図 6.7 Step 2 で読んだ文書中の誤字形文字が事後テスト 1 にどの程度影響したかに関する回答	86

図 6.8 Step2 で読んだ文書中の誤字形文字が文書の理解や読む時間にどの程度影響したかに関する回答	87
--	----

表 目 次

表 3.1 ユーザスタディの事前調査での書き取り課題漢字として採用した 54 個の漢字.....	26
表 3.2 誤答率が高かった 32 個の漢字とそれぞれの誤答率	30
表 3.3 3 つのグループそれぞれの事前調査と事後調査における書き取りテストの成績.....	32
表 3.4 3 つのグループそれぞれが Step 2 での文章入力作業と Step 3 の書き取りテストで要した時間.....	32
表 3.5 Step 2 での文章入力作業時にシステムが出力する漢字の字形に注意を払ったと回答した割合	32
表 4.1 書き取りテストの成績.....	43
表 4.2 書き取りテストの成績の人数分布	43
表 4.3 40 個の課題漢字（赤字）	44
表 4.4 各グループの事前調査（Step 1）と事後調査（Step 3）における書き取りテストの成績（100 点満点）	49
表 4.5 Step2 での文書を読むために要した時間.....	52
表 4.6 Step3 での文書の理解度チェックの結果.....	52
表 4.7 Step2 で読んだ文書中の誤字形文字の存在に気づいたと回答した実験協力者の割合	53
表 4.8 Step2 で読んだ文書中の誤字形文字が事後テストにどの程度影響したかに関する回答.....	53
表 4.9 Step2 で読んだ文書中の誤字形文字が文書の理解や読む時間にどの程度影響したかに関する回答	53
表 5.1 各グループの事前調査（Step 1）、事後調査 1（Step 3）と事後調査 2（Step 4）における 40 個の課題漢字の書き取りテストの成績（100 点満点）	66

表 5.2 Step2 での文書を読むために要した時間エラー! ブックマークが定義されていません。	
表 5.3 Step3 での文書の理解度チェックの結果エラー! ブックマークが定義されていません。	
表 5.4 Step2 で読んだ文書中の誤字形文字の存在に気づいたと回答した実験協力者の割合	エラー! ブックマークが定義されていません。
表 6.1 100 個の常用漢字	エラー! ブックマークが定義されていません。
表 6.2 書き取りテストにおける成績分布と割合エラー! ブックマークが定義されていません。	
表 6.3 40 個の課題漢字	78
表 6.4 各グループの事前調査 (Step 1), 事後調査 1 (Step 3) と事後調査 2 (Step 4) における 40 個の課題漢字の書き取りテストの成績 (100 点満点) エラー! ブックマークが定義されていません。	
表 6.5 Step2 での文書を読むために要した時間.....	85
表 6.6 Step3 での文書の理解度チェックの結果.....	85

第1章 序論

1.1 本研究の目的と研究対象

漢字健忘 (Character Amnesia) と呼ばれる現象が、漢字を使用している中国や日本などのアジアの国で近年社会問題となっている[1] [2] [3]. 漢字健忘とは、漢字を読むことはできるが、正しく手書きすることができない状態を指す[1] [2] [3]. 本研究では、漢字健忘問題を解決するために、漢字既習得者を対象とした効率的な漢字再学習手段を実現することを目指す.

従来、特に初等・中等教育において、漢字ドリルなどの多様な漢字学習教材が用いられてきた. また近年は、漢字の学習支援システムが多数提案されている. その中には、漢字のストロークと構造に基づく音声を用いた漢字記憶支援システム[4]や、プロジェクターカメラシステムを用いて漢字の出典や構造アニメーションを提示することによる漢字学習インタフェース[5], 拡張現実技術を用いた学習カードによる漢字学習支援システム[6]などがある. これらの研究事例では、漢字の構造や関連情報などに着目した学習支援機能を採り入れている. これらの従来の漢字学習 (支援) 手段は、いずれも基本的に「未習得の漢字」が学習対象であり、漢字の習得途上の未習得者らがわざわざ時間を割いてこれらの教材や支援手段を用いて漢字を学習するという取り組み方が前提とされてきた.

漢字健忘問題は、漢字の学習を一通り完了した既習得者において生じる、漢字文化圏に共通する問題である. このため、本研究の研究対象は漢字文化圏における漢字の既習

Gestalt Imprinting Method

図 1.1 Sans Forgetica フォントで “Gestalt Imprinting Method” と書いた例

(Sans Forgetica: <https://sansforgetica.rmit.edu.au/>)

得者であり、漢字の習得途上の未習得者は研究対象外である。漢字の未習得者と比べて、漢字の書き方を忘れてしまった漢字の既習得者は、支援がより難しい。漢字の未習得者は、時間を割いて漢字の教材や支援手段を用いて丸暗記できるようにする学習方法を採用すればよい。しかし、漢字の既習得者が、漢字の再学習のためだけにわざわざ時間を割いて既存の学習手段を用いるとは考えにくい。筆者がアンケートサイト問道[7]で135人の中国人の漢字既習得者を対象として、漢字形状記憶の損失問題に関する事前アンケートを行った。漢字健忘問題を解決するために、時間を割いて漢字を再学習したいと回答する人は、回答人数の3%で、4人だけであった。また、漢字健忘問題は、漢字をすべて忘れるわけではなく、どの漢字を忘却したかが明確ではないため、未習得者のように一から学習することは考えにくい。一度目の学習より二度目以降の学習の方が簡単になる点も考慮すれば、既習得者の再学習を支援するためには、再学習のためだけに特化した時間や場を設けることを求めるのではなく、日常的な諸活動の中に再学習の機会を埋め込むことで記憶を改善することが望ましいと考える。日常的な漢字との接触機会としては、聞く・話す・読む・書くの4種がある。これらのうち聞くと話すの場合には、漢字の読みは意識されるが字形を意識することはほとんどないため、漢字の字形記憶の再学習機会として活用することは難しい。そのため本研究では、漢字を含む文章の読み書きの機会を対象として漢字の再学習を支援することに取り組む。

Bjork らは、学習者が情報習得や学習の際に困難を感じることによって記憶の長期的な保持が促進されることを指摘している[8]。認知心理学では、これを「望ましい困難」(desirable difficulty)と呼ぶ。オーストラリアのRMIT大学は、望ましい困難の原理に基づいて学習内容を記憶に定着させる効果を有するフォントである Sans Forgetica を開発した[9] (図 1.1)。このフォントは、文字そのものを読みづらくすることで「望ましい困難」を導入し、書かれている情報の記憶効果を高める目的でデザインされた。ユーザスタディの結果、通常のフォントよりも Sans Forgetica フォントで書かれた情報の方が記憶

画像	中国大陸名称	台湾名称	日本語	Unicode
基本筆画				
	点 diǎn	點 diǎn	てん	CJK STROKE D: Ux31D4
	横 héng	橫 héng	よこ	CJK STROKE H: Ux31D0
	豎 shù	豎 shù	たて	CJK STROKE S: Ux31D1
	提 tí	挑 tiāo	はね	CJK STROKE T: Ux31C0
	捺 nà	捺 nà	(みぎ) はらい	CJK STROKE N: Ux31CF
	撇 piě	撇 piě	(ひだり) はらい	CJK STROKE P: Ux31D2
	鈎 gōu	鈎 gōu	はね、かぎ	CJK STROKE G (コードポイント無し)
	折 zhé	折 zhé	おれ	CJK STROKE Z (コードポイント無し)
加工				
	弯 wān	彎 wān	そり (左)	CJK STROKE W (コードポイント無し)
	斜 xié	曲 qū	そり (右)	CJK STROKE X (コードポイント無し)

図 1.2 漢字の筆画 (available from Wikipedia)

に残ることが示されている。

本研究では、このような望ましい困難の原理に基づき、日常の文章の読み書き行為の中に妨害的な機能を埋め込むことで、漢字字形記憶を喚起しかつ記憶を強化する漢字の再学習手段を実現する。具体的には、日常の文章の読み書き行為の中に誤字形文字を出力するという妨害要素を採り入れたネガティブな支援機能による漢字字形記憶の定着を促進させる支援システムを考案し、その有効性を実証することを目指す。ここで誤字形文字とは、正しい字形を元に、後述する一定の規則に則って変形された字形の文字のことである。

1.2 本研究の背景

1.2.1 漢字及び漢字の学習方法

漢字は、古代中国に発祥を持つ文字であり、元々は中国語を表記するための文字であ

「重」の筆順分解

赤色が時の~画目を表しています
画像を左右にスクロール / スワイプする



図 1.3 漢字「重」の筆順 (available from <http://kakijun.com/c/91cd.html>)

る。漢字は字種が多く、その数 4 万~5 万字位あると言われ、通常日本人が用いる漢字に限っても最低 2000 字程度は必要であり、人名などの固有名詞に用いられる漢字までを含めると 6000~8000 字程度は必要だとも言われている[10]。ラテン文字に代表されるアルファベットが 1 つの音価を表記する音素文字であるのに対し、漢字は基本的に、形・音・義の三要素によって構成される[11] [12]。

形（かたち）は、漢字が視覚的に表わされた場合の文字の形、すなわち「字形」である[12]。漢字の形は、一般的に横線や縦線などの筆画要素を組み合わせて作られる（図 1.2）。これらの要素がどのように組み合わされているかによって、漢字の形が決まる。たとえば、「重」[13]という漢字は、点や線で構成されている（図 1.3）。漢字は、一定の筆順が定められており、正確な形を書くことが求められる。

音（おん）は、音声として表わされた漢字の発音である[12]。1 つの漢字には複数の発音が存在することもある。中国語の場合、これは「多音字」と呼ばれる。たとえば、「重」という漢字は、「zhòng」と「chóng」の 2 つの発音がある[13]。日本語の場合、1 つの漢字には複数の音読みや訓読みが存在する。たとえば、中国語と同じ書き方の「重」という漢字は、「じゅう」と「ちょう」の音読みがあり、「おも（い）」、「かさ（なる）」、「かさ（ねる）」、「え」、「おも（んじる）」の複数の訓読みが存在している[14]。漢字の音は、漢字の読み書き、意味表示などにおいて重要な影響を持っているため、音を正確に使用する必要がある。

義（ぎ）は、漢字の意味を指す[12]。たとえば、「重」という漢字は、中国語でも日本語でも、「重量」、「大切である」と「繰り返し」など複数の意味を持っている[13] [14]。漢字は、多様な意味を持ち、単語や文を構成する上で、正確な意味を理解する必要がある。

以上のように、漢字は形・音・義の三要素によって構成され、これらの要素を正確に理解することが、漢字を適切に使用するためには不可欠である。このうち、学習者にとって、特に漢字の「形」の習得が困難だといわれている[15][16].

漢字の学習は「読む」と「書く」の2つのパートで構成され、「書く」の場合、一定の筆順に従って一筆一筆手書きで練習し、最終的には丸暗記できるようにする学習方法が一般的である[17][18]. 漢字学習の認識と学習方略の研究では、機械的丸暗記が最も効果的であることが明らかになっている[19]. また、書字に関する先行研究では、書くことにより記憶力を高めるという学習促進効果があることが実証されてきた[20].

1.2.2 デジタル時代の漢字を「書く」方法

デジタル時代においては、手書きする機会が少なくなり、パソコンや携帯電話などに搭載された入力システムで文字を記述することが多くなっている。漢字入力システムとは、パソコンやワープロ、携帯電話などに漢字（日本語や中国語など）を入力するためのものを指す[21]. 英語のようなアルファベットの入力には、一般のキーボードで入力できるが、漢字のように文字数が数千を超える言語を入力する際には、全ての文字に1つのキーを割り当てるキーボードは現実的ではない。そのため、複数のキーの操作で1文字を入力する仕組みが必要となる。

1.2.2.1 読みを利用する入力システム

読みを利用する入力方式とは、漢字の読み方（音）を入力し、列挙される漢字の変換候補から選択して入力する方法である。日本では、「ローマ字入力」と「かな入力」の読みを利用する入力方式が広く用いられている。たとえば、Microsoft 社が開発した Microsoft IME や Google による Google 日本語入力などがよく使われている。一方、中国においては、「ピンイン輸入法」[22]（たとえば、Sogou 輸入法や Baidu 輸入法など）と呼ばれる、読み方からの漢字入力方式が最も利用されている。

読み方を利用する入力システムは漢字圏の主流である。中国の MobTech 研究所による「中国入力方式産業インサイト」[23]に関するレポートによれば、ピンイン輸入法の使用率は 88.9%であり、読み以外を利用する入力システムの使用率は 11.1%である。そのほか、台湾の Pollster 調査機関によれば、利用者のおよそ 7 割が読みを使用する注音輸入法を使用している [24].



図 1.4 五筆字型入力方法用のキーボード配列の例 (available from Wikipedia)

1.2.2.2 読み以外を利用する入力システム

読み以外を利用する入力システムには、漢字の字形や筆画による入力システムや、音声認識入力システムなどがある。

字形による入力システムは、字根や字画の規則によって漢字を入力する方法である。字根とは、漢字の最小の構成要素である。例えば、「基」という漢字は、「艹」、「三」、「八」、「土」の字根に分解される。中国でよく使われる字形による入力法は、「五筆字型」(音：ウビズシン) [25]である。五筆字型入力方法は、文字を構成する五つの基本ストロークに対応する五つの数字キーを使用する。それぞれの数字キーには、対応するストロークによく使われる文字が割り当てられている。ストロークを入力する順序によって、選択された文字が特定される。図 1.4 は五筆字型入力方法用のキーボード配列の例である。たとえば、五筆字型入力方法で「基」の漢字を得るには、キーボードの ADWF キーを順に押すだけでよい。この入力法は、文字を構成する基本ストロークを使って入力するため、複雑な漢字でもストロークの組み合わせを覚えることで高速に入力できるようになり、専門のタイピストに多く用いられている。Lai-Man Po ら[26]は、Six-Digit Stroke-based Chinese Input Method という筆画による入力システムを提案している。この方式によるキーボードの入力配列を図 1.5 に示す。具体的には、漢字の筆画を主に 5 つに分けて、1 つの漢字の最初の 3 画と最後の 3 画を入力することによって、漢字入力を完成する方法である(図 1.6)。このような字形に基づく漢字入力方法により、入力スピードは大きく向上するが、使用者が持つ漢字能力に対する要求が非常に高く、漢字の書き順と書き方を明確に記憶していないと使用できない。

Six-Digit Stroke-based Chinese Input Method

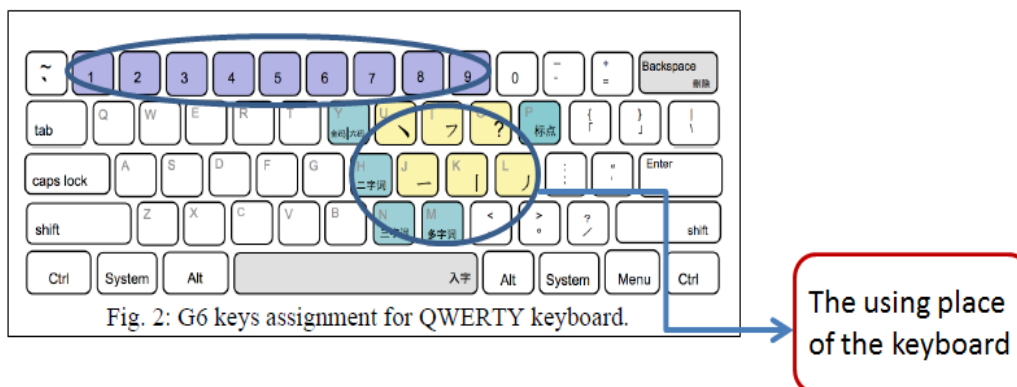


図 1.5 Six-Digit Stroke 提案するキーボード (文献[26]から引用)

健: 丨 | フ | フ、
 健康: 丨 | フ、一 |
 经济学: フ フ、一、、 |
 身体健康: 丨 | フ、一 |

図 1.6 Six-Digit Stroke 法による漢字入力例 (文献[26]から引用)

音声認識入力システム[27][28][29]とは、音声を自動的に文字化することであり、手入力で作成していた作業を短縮し、利用者の負担を軽減することができる。音声認識入力システムは一般的には議事録作成などで多く利用されている。ただし、音声認識性能によって正確な文章にならない、または公共の場所では使用できないなどのデメリットがあり、漢字入力方式としての使用率は比較的低い。

1.2.3 漢字の危機

1.2.3.1 漢字健忘について

パソコンや携帯電話などに搭載された入力システムで文字を記述することが多くなった事情に伴い、習得した漢字の書き方を忘れてしまっている「漢字健忘」という問題が生じることが指摘されている[1][2][3][30]。日本では、文化庁の国語に関する世論調

査の結果、携帯電話などの情報機器や電子メールの普及で、漢字を正確に書く力が衰えたと感じる人が2001年の41.3%から、2011年には66.5%、2021年には89.0%に至り、20年間で倍増している[31]。同じ現象は、中国においても大きな問題になっている。2013年の中国の零点研究機関の調査により、回答者の94%が漢字を手書きする際に漢字の書き方のど忘れ問題を経験したことがあり、27%が常に問題を感じているという調査結果が得られている[32]。

1.2.3.2 漢字健忘の原因

パソコンや携帯電話などで多く利用されている、漢字の読み方を入力して漢字に変換する方式の漢字入力システムを日常的に用いていることが、漢字健忘の原因と一般的に認識されている[31] [32] [33]。パソコンやスマートフォンのような情報機器に搭載された漢字入力方式の大半は、漢字の読み方を入力して漢字に変換するタイプの漢字入力システムである。読みを利用する入力システムで漢字を入力する過程では、漢字の筆画や筆順などの漢字の書き方の知識（漢字の部首や構造など）を習得する必要はない。

このような漢字入力システムを用いて漢字を入力する際、同音異字に変換されていないかについては確認するが、求める文字が出力された場合、その文字がどんな字形構造をしているかを詳細に確認することはなされない。たとえば「歳」という漢字を入力するために、読みの「さい」を入力して変換したとき、同音異字の「再」や「最」などに変換されていないかについては確認するが、正しい「歳」の字が出力された場合には、その文字がどんな字形構造をしているかを詳細に確認することはなされない。この結果、漢字の正確な字形の記憶が次第に薄れ、やがておおよその字形は把握しているが正確な字形は記憶していない状態、すなわち、漢字の字形を再認できるが再現できない状態＝漢字健忘に陥るのである。このようにして、漢字入力システムという便利なツールを使うことによって、せっかく習得した漢字に関する知識を忘失して漢字が手書きできなくなるという、知的損失が生じる。これは一種の「便利害」[34]であると言える。

1.2.3.3 漢字健忘問題に関する議論と問題点

漢字健忘に関する議論の中には、漢字健忘は特に大きな問題ではないのではないかとする指摘もある。たとえば記事[35]では、使用頻度の高い漢字は筆記されるのでほとんど忘れられることはなく、日常的にあまり使用されない漢字のみが忘却されるが、それ

は携帯電話などの辞書でそのつど調べればよいことであるから、漢字健忘は重要な問題ではないと主張している。しかしながら、本論文の筆者はその見解に賛同できない。詳細は第三章で述べるが、筆者の在籍する大学院に所属する中国人留学生と日本人学生を対象として使用頻度が高い漢字（常用漢字）の書き取りテストを行ったところ、中国人留学生の平均正答率は 46.2%であり、日本人学生の平均正答率は 48.4%であった。このように、大学院生という高い学歴を持つ人々であっても、使用頻度の高い漢字のほぼ 5 割以上を忘れてしまっている。この事実は、上記の記事の想定に反している。使用頻度が高い漢字でも忘却されているのが実情である。

さらに強い主張としては、未来社会では漢字はパソコンなどで入力することが当たり前で、手書きすることはなくなるので、むしろ「積極的に漢字を書けなくなるべき」であり、その分の能力を別のもっと意味のある能力の向上に注ぐべきである、という意見もある[36]。しかしながら、この指摘は、現時点では一種の極論とみなすべきであろう。まず単純に、パソコンやスマートフォンなどが使用できない状況では、やはり手書きできることは求められる。また、「漢字を誰もが手書きできなければならない」という暗黙的要請は、いずれ過去のものとなるであろうが、それは「漢字を手書きできることを誰も求めなくなる」ということを意味しない。また、大塚らは、「日本漢字能力検定」（漢検）と「文章読解・作成能力検定」（文章検）の両方を受けた中高生の受検データを解析し、漢字（読字、書字、意味理解）と文章（読解、作成）という 2 つの水準について、読み書き能力の構造的関係性を調べたところ、漢字の手書き習得が文章力の発達に独自の貢献をするという科学的証拠を提供し、手書きができなくなることが言語・認知能力に広く影響を及ぼす可能性を示した [94]。このため、漢字を手書きできる能力を維持する必要性は非常に高いと考えられる。

人工知能の進化とともに同様の事態は、いろいろの場面で見られる。たとえば、人工知能の研究を行う OpenAI（オープンエーアイ）社が開発した対話型の AI ツール ChatGPT[37]があり、まるで人間が書いたかのような文章で受け答えをしてくれる回答の精度が高いことが一時話題になった。ペンシルバニア大学ウォートン・スクールでは経営学修士課程（MBA）の試験を試しに ChatGPT に受けさせたところ、結果は B-から B 程度の評価で合格とみなされていた[38]。もし、川村[36]の主張に従うと、高速で高精度

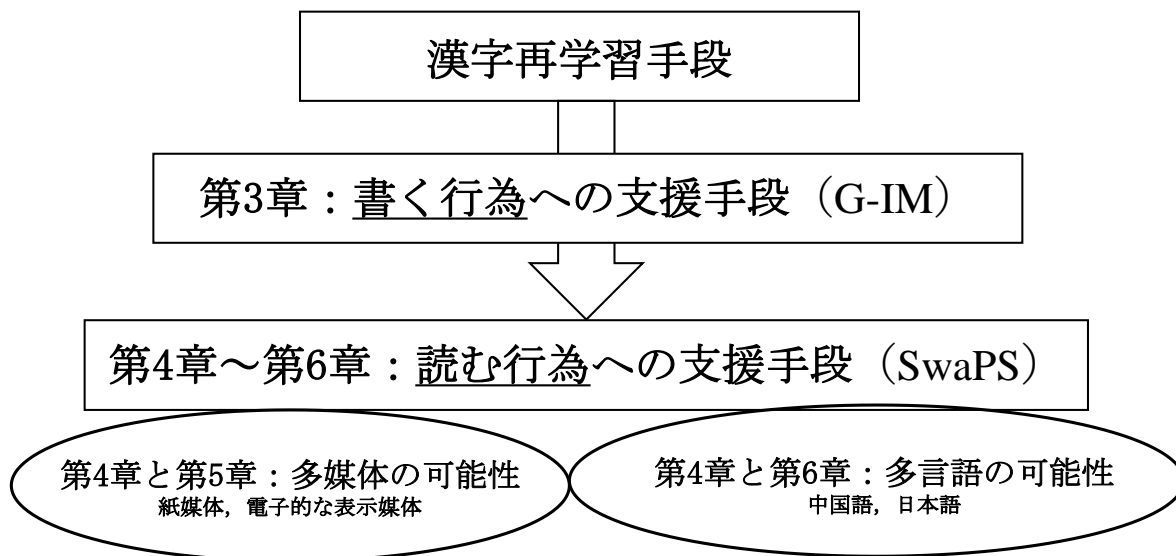


図 1.7 論文の構成マップ

な回答ができる ChatGPT があるため、人々は思考や学習をする必要がなくなるという結論が導出されるのではないかと思われる。しかしながら、実際には多くの大学は ChatGPT の使用を禁止している。その理由は、学生の思考力や創造力の育成に悪影響を与える可能性があるからである。人工知能技術は、人々の生活や仕事を支援するために開発されており、人間の思考や学習を代替するものではなく、補完するものであると考えられる。人間の知性と判断力は、人工知能技術が優れた成果を生み出すために不可欠である。ワープロの使用も同様で、人々の仕事や生活を支援するツールであり、漢字を書けなくても問題無いということではない。このように、ChatGPT やワープロは便利なツールである反面、人々の能力を薄弱化させるという害をもたらす「便利害」[34]的な特性を有している。

1.3 本論文の構成

本論文では、日常の文章の読み書き行為の中に誤字形文字を混入するという妨害要素を採り入れたネガティブな支援機能による漢字字形記憶の定着を促進させる支援手法を考案し、その有効性を実証することを目指す。

第 2 章では、まず漢字健忘問題の解決方法に関する既存研究について述べる。漢字の読み書き行為の重要性を説明して、「読み書き」行為における漢字字形記憶を強化する

可能性を検討する。併せて、ネガティブな手段による支援に関する研究を紹介しながら、再学習の中に妨害的な要素を取り入れる手法の妥当性を検討する。第3章から第6章では、日常の文章の読み書き行為の中に誤字形文字を混入するという妨害要素を採り入れたネガティブな支援手法を提案し、その有効性について検討を行う。

第3章では、誤字形文字という妨害的な要素を「書く」行為中に埋め込んで、漢字再学習に貢献できるかを検討する。具体的には、漢字の読みに基づく漢字入力システムに、一部の漢字をときどき誤字形文字に差し替えて出力する「書き間違い」機能を有し、システムが出力した漢字の形状をユーザが詳細に確認せざるをえないようにする機能を追加する。誤字形文字を妨害的な要素として用いることの有効性と「書く」行為への支援の実行可能性を検討する（図1.7）。

第4章では、誤字形文字の変形手法と誤字形文字という妨害的な要素を「読む」行為中に埋め込んで、漢字再学習に貢献できるかを検討する。具体的には、「読む」行為の特徴と漢字構造の特性に着目し、規則性を持つ誤字形文字の変形手法を提案し、その手法に基づいて変形した漢字を紙媒体に印刷したものを「読む」ことによって漢字再学習に貢献できるかを調査する（図1.7）。

第5章では、第4章の調査結果を基に「読む」行為を支援するシステムとしての誤字形文字を出力する電子ブックリーダーを構築し、その実用性を検証するとともに、提案した誤字形文字の変形手法の多媒体（紙媒体と電子的な媒体）における有用性を検証する（図1.7）。

第6章では、第4章で提案した誤字形変形手法の多言語における有用性を検討する。具体的には、第3章から第5章までの検証は、中国語話者を対象とした実験を行ったが、同じ漢字圏の日本語話者を対象とした漢字再学習の有用性を検証する（図1.7）。

第7章では、第3章から第6章までの知見を統合し今後の展望を述べる。

第2章 関連研究

2.1 はじめに

第1章では、漢字健忘問題を解決するために、日常の文章の読み書き行為の中に誤字形文字を混入するという妨害要素を採り入れたネガティブな支援機能による漢字字形記憶の定着を促進させる支援手法を考案し、その有効性を実証することを目指すという本研究の目的を述べた。本章では、漢字健忘問題の解決方法に関する既存研究について述べ、本研究の支援手法の実現可能性について検討する。以下、2.2節において漢字健忘問題の解決方法に関する既存研究を概観する。2.3節では、漢字の読み書き行為の重要性を説明して、「読み書き」行為における漢字字形記憶を強化する可能性を検討する。2.4節では、再学習に関する研究を概観し、本研究において漢字の再学習のために採用する手法について検討する。2.5節では、2.5 ネガティブな手段による支援に関する研究例を紹介しながら、再学習の中に妨害的な要素を取り入れる手法の妥当性を検討し、最後に2.6節で本章をまとめる。

2.2 漢字健忘問題の解決方法に関する研究

2.2.1 書けない漢字を提示する筆記具

大津らは[39]、ユーザと自然言語を介して対話的にやり取りすることで、ユーザの「分からない漢字」の字形の情報を音声や画像によって提供し、その思い出しを支援する対話型筆記具デバイスを提案した(図 2.1)。提案した筆記具デバイスを用いて、音声によ



図 2.1 大津らによる提案デバイスの構成とその利用イメージ (文献[39]から引用)

る語り掛けによって漢字の情報を提供する条件，デバイス上の液晶画面に正解の漢字を投影する条件，その両方を併用した条件を設けた実験から，システムの有用性の評価を行った．結果として，提示条件によっていずれの条件においても有意な差は検出されなかった．ただし，平均正答数の推移に着目すると，事前課題からの平均正答数の上昇幅が最も大きく，かつ事後課題での平均正答数が最も高かったのは語り掛け条件であった．また，システムに対する親近感や思い出しの感覚については語り掛けを伴う条件で評価が高かった．音声のみで情報提供を行う場合においては，指示内容への高い理解や支援の感覚を提供しつつ，ユーザの主体的な漢字の字形の想起を支援できる可能性が明らか

になった。

この研究では、手書きする際に、書けない漢字の字形について音声で情報を提示することが有効であることが明らかになった。しかしながら、現代において手書きする機会が大きく減少していることが漢字健忘発生の大きな要因であるため、漢字健忘問題を解決するために手書きさせるこの手法は、現実的な実用性が低いという問題があると考えられる。一方、本研究では、漢字を手書きすることなく漢字健忘の問題を解決する手段を構築する点で、より現実的な解決策を提供できると考えられる。

2.2.2 漢字学習を現代技術やゲームと組み合わせる

シンガポールの多くの学生にとって、中国語は習得しなければならない母語である。しかし、シンガポールの家庭では英語が主要な言語として使用され、生活環境により、中国語の使用時間と頻度、漢字に触れる機会が比較的不十分であるため、漢字の忘却率が高く、漢字の混乱や不適切な使用が生じている。Lin ら [40] は、学生の中国語学習に対する興味を刺激し、中国語と接触し使用する頻度を増やし、最終的には漢字の記憶、理解、使用能力を強化することを目的とした中国語学習ゲームアプリ「Han Zi Hunter」を開発した（図 2.2, 図 2.3）。Han Zi Hunter はプレビュー、レビュー、プレイとコラボ

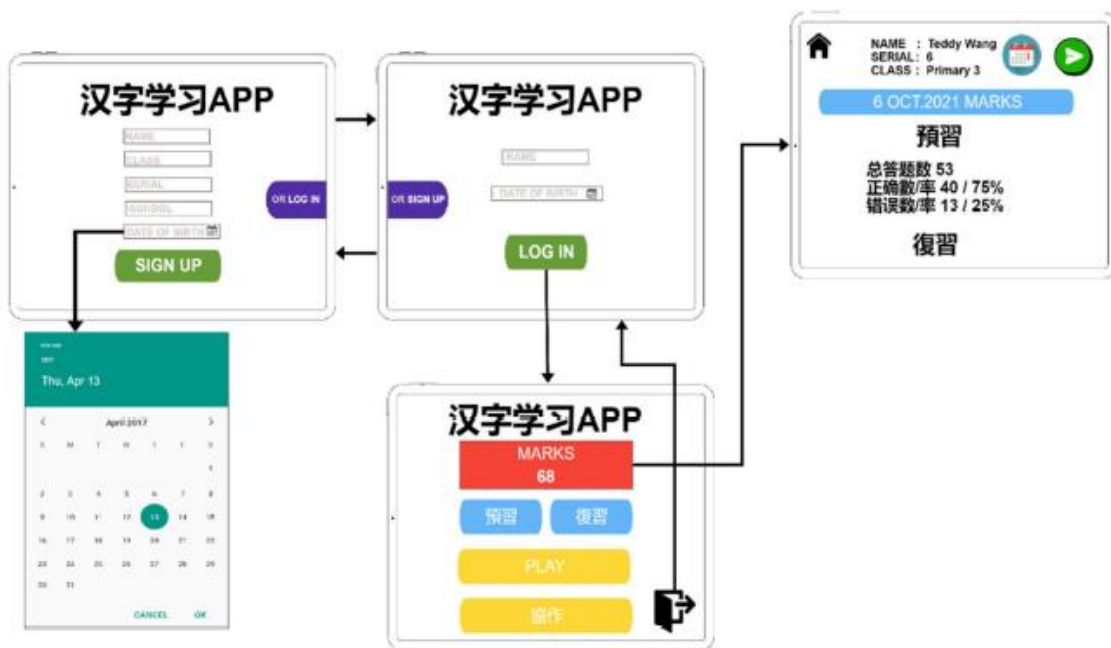


図 2.2 Han Zi Hunter 学習アプリの各機能（文献[40]から引用）

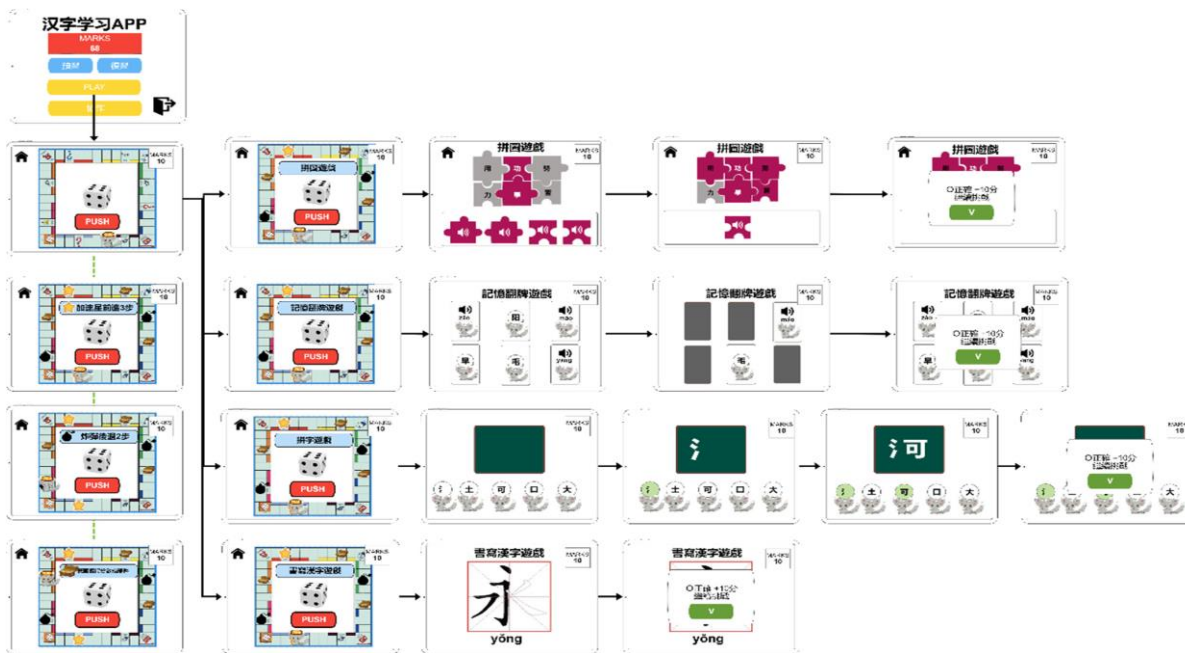


図 2.3 Han Zi Hunter 学習アプリのゲームの一例（文献[40]から引用）

レーション4つの機能があり、各機能において異なるミニゲームを設けて、生徒がゲームを通じて漢字を学び、学習を定着させることを目的としている。アンケート調査、学生の読み書きテスト、および授業観察によるデータ収集により、開発したアプリが、低学年の小学生の中国語学習に対する興味を高め、漢字の記憶と使用能力を強化することができることを明らかにした。

Han Zi Hunter は、既存の Duolingo[41]や Rosetta Stone[42]などの言語学習アプリと同様、ゲーミフィケーションを活用している。これらのアプリは、ユーザが楽しく学びながら言語を習得するように設計されている。ゲーミフィケーションは、学びや教育において、学習意欲を高め、学習成果を改善するための有用な手段であることが知られている[43]。ただし1.1節で説明したように、これらの言語学習アプリは、漢字の初学者が未だ習得していない漢字を学習することを目的としている。一方、漢字の学習を一通り完了した既習得者において、ゲームは学習の退屈さを緩和する機能があるが、漢字の書き順や使い方などの漢字の基礎から学び直すことは過剰なように思える。このため、漢字の学習を終えている（はずの）成人の利用率が低い問題や、高い有効性が得られがたい問題があると考えられる。漢字健忘の問題を解決するためには、わざわざ漢字を学習す

るための行為を行うのではなく、何かの行為のついでに漢字を再学習できてしまうような、低負荷な学習手段の実現が求められる。

2.3 漢字の読み書き行為の重要性に関する研究

言語学習において、聞く・話す・読む・書くの4つの能力が求められる[41]。文字学習は言語学習の基礎となり、聞く・話す・読む・書く能力は特に重要である。漢字は形・音・義の三要素から構成されている[11][12]。漢字の音・義を理解することで、漢字の聞く・話す能力を身につけることができる。しかし、漢字の読む・書く能力を身につけるには、音と義だけでなく、漢字の形も掌握する必要がある。漢字健忘問題は、漢字の形を忘却することである。したがって、漢字健忘問題を解決するためには、漢字の読み書き行為から支援を行うことが可能であると考えられる。

漢字の読み書きは、漢字の形状を記憶するのに非常に役立つ。漢字を読んだり書いたりすることで、漢字の形や構造を覚え、漢字の意味や使い方の理解を深めることができる。Zhanらは、中国人の被験者を対象に、漢字の読み書きのスキルによる脳内反応の違いを調査した[45]。被験者には、漢字の形と音に基づいて新しい単語を学習させ、脳内反応をfMRIで測定した。その結果、読み書きスキルが高い被験者は、漢字の形状を記憶するための脳の領域である視覚野や前頭葉、運動野の活性化が見られ、漢字の形状の記憶が容易であることが示された。この結果は、漢字の読み書きが漢字の形状を記憶するために重要であることを支持している。それゆえ、漢字健忘問題を解決するための漢字の再学習手段としては、漢字の読み書き行為を活用する手段を実現することが妥当であろう。

2.4 再学習に関する研究

再学習とは、過去に学習した内容を定期的に復習し、記憶の定着を促進する学習方法のことである。再学習には、繰り返し学習や復習テスト、スペーシング効果を活用するスケジュールの設定（たとえば1週間にまたがる分散させた学習の合計3時間は、一度に3時間続けて学習するよりも効果）などの方法がある。再学習は、長期的な記憶の維持や忘却曲線を緩和することに役立つ。また、再学習を行うことで、学習効果や成績の

向上にもつながることが知られている[46].

Roediger ら[47]は、再学習手法の中の繰り返し学習する手法と学習後に自己テストを追加する手法の比較実験を行い、それぞれの手法には異なる効果があることを明らかにした。具体的には、学習を繰り返す SSSS 群 (S は study の略)、学習を繰り返した後にテストを 1 回加える SSST 群 (T は test の略)、および学習を 1 度行いその後 3 回テストを行う STTT 群の 3 群を設定し、これらの群による 5 分後と 1 週間後の学習成績を比較した。その結果、SSSS 群は約 52%、SSST 群は 28% 忘却率であったのに対して、STTT 群は 14% に満たない忘却率であった (図 2.4)。すなわち、テストを繰り返し行った群は、1 週間後の保持率と成績がもっとも良い結果となった。これは、「テスト効果 (Testing effect)」と呼ばれる現象であり、記憶を再度呼び起こすことで、記憶の再活性化が促進され、長期的な記憶の定着が促進されるということが示された。この研究は、再学習におけるテスト効果の有用性を示しており、学習者が長期的な記憶を促進するために、テ

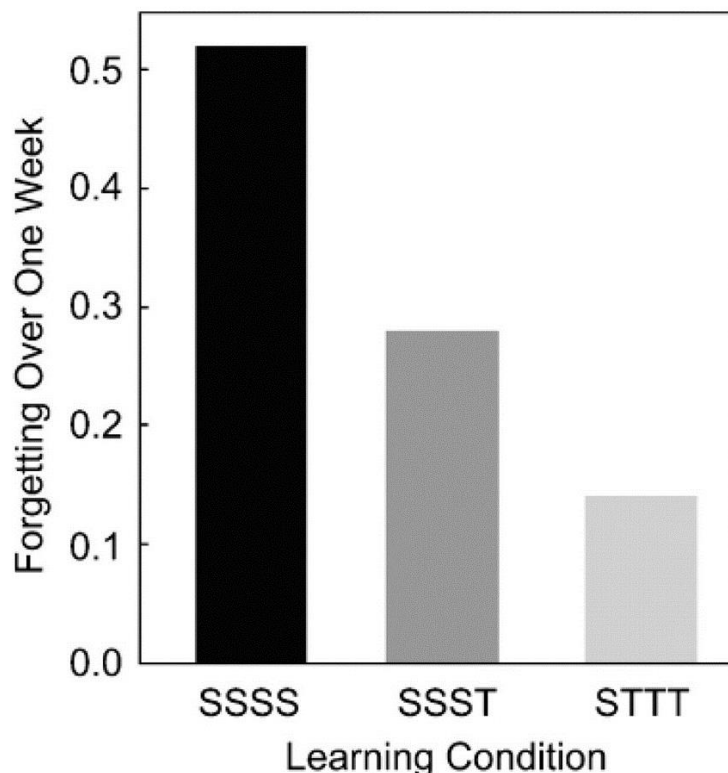


図 2.4 学習条件 (SSSS, SSST, STTT) のによって 1 週間での忘却状況を示す。(文献 [47]から引用)

ストを積極的に活用することが望ましいことを示唆している。それゆえ、漢字の再学習効果を得るために、日常の読み書きの行動に簡単な“自己テスト”を追加することで、漢字字形の再学習を促進することが可能であろう。ここでいう自己テストは、一般的な試験や検査などを行うことではなく、字形を再認させるための手段のことを指す。つまり日常の読み書き行動の中に積極的に字形を再認させる仕掛けを埋め込むことで、漢字字形の再学習効果が得られることを期待できる。

2.5 ネガティブな手段による支援に関する研究

2.5.1 不便益システム

川上ら[48]は、ユーザにとって表面的に「便利」なモノやコトは、逆にユーザ疎外などの問題の温床になることがあることを指摘している。モノやコト単体ではなく、それをとりまくユーザや環境をも視野に入れる出発点として、工学的視点から「不便である」ことをもう一度見直し、不便がもたらす効用である「不便益」を積極的に評価する視座から、不便益システム設計論を提案している。

川上らは多数の不便益システムを提案している[48][49][50]。たとえば、「かすれるナビゲーションシステム」がある。ナビゲーションシステム（以下、ナビ）が便利な理由は、道筋に関する正確で詳細な情報を提示することである。しかしそのために、ユーザはナビの指示に従って移動するだけで済み、自分で環境から情報を得て街を理解する必要がなくなってしまう。その結果、ナビを使うことで道を覚えることができず、楽しい街歩きが単なる目的地への移動になってしまうなどの便利害が発生する。

この問題を解決するために、通過した道を少しずつかすれて見えにくくさせる「かすれるナビ」が発想された。図 2.5 に示すのは、かすれるナビのインタフェースである。同じ道を 3 回も通ると、その道と周囲はほぼ見えなくなる。2 種類の歩行者用ナビを作成し、比較実験を実施した。2 種類のナビの違いは、かすれ機能の有無のみであった。実験参加者には、それぞれのナビを使って街歩きをしてもらい、そのあといくつかの風景写真を見せ、実際に通過した道の風景かどうかを判断してもらった。その



図 2.5 かすれるナビのスクリーンショット (文献[48]から引用)

結果、かすれない通常のナビを使用したグループよりも、かすれのあるナビを使用したグループの方が有意に正解率高かったことがわかった。

地図が消えてしまうナビは、いつでも正確な情報が得られるというナビの本来的な目的からは離れているが、普通のナビを使った人と比べて、通った道の周りの風景を覚えている傾向が高くなった。道を覚えるために、周辺の景色を覚えようと頭を使ったのだと考えられる。つまり、不便で手間の掛かるものでも、実は自分にとってプラスになることがえられる可能性がある。

2.5.2 妨害による支援

工学研究は、人々の暮らしをより便利にする技術を開発することを目的として長年にわたって進められてきた。しかし、過剰な便利性を追求したり、短期的な視野で便利さを追求した結果、様々な副作用が生じるようになってきている。西本ら[50][51][52][53]は、妨害的要素をあえて導入することによって、人による人間的な営みに対して、異なる視

点から見た場合にプラスの影響をもたらそうという妨害要素を採り入れたメディア・デザインの考え方としての「妨害による支援」を提唱している。妨害要素の導入は、多くの場合不便さをもたらすため、この考え方は不利益の考え方と通底する部分も多い。

妨害による支援の考え方は、特に教育や学習を目的とする活動との親和性が高い[54] [55] [56]。たとえば Apollon 13 と呼ばれるピアノ練習の最終段階であるリハーサルを支援するシステムがある。Apollon 13 は、ミスタッチに代表される、思いがけない演奏誤りに起因する演奏停止という非常事態を回避するための、リハーサル段階における訓練を支援するシステムである。具体的には、演奏中、ときどき実際に打鍵された鍵の音の代わりに、隣接する鍵の音を出力するものである。つまり、ミスタッチをシミュレートするシステムである。リハーサル中に本システムを利用し、思いがけず誤り音が出力されても演奏を継続する訓練を行うことで、本番での演奏停止という最悪の事態を回避することができるようになることを期待している。

Apollon 13 における「誤り音への差し替え」機能は、明らかに妨害的機能である。しかし、この妨害的機能によって演奏停止という非常事態の回避能力を獲得することができる。このように、妨害的な要素を採り入れることで人為的に乗り越えるべきハードルを設け、これを乗り越える努力をさせることによって、教育・学習面での効能を得られるようになる。

2.5.3 望ましい困難

Bjork らは、学習者が情報を獲得したり学習したりする際に、困難を感じることで学習効果や長期的な記憶の保持が促進されることを示唆している[8]。この現象は認知心理学では、「望ましい困難」(Desirable difficulties) と呼ばれている。望ましい困難とは、学習者に対して与えるある程度の課題の難度や挑戦的要素のことであり、これによって、学習の効果を向上させることができる。これは川上らが提唱する「不利益デザイン」の考え方や、西本らが提唱する「妨害による支援」の共通する。

Kornell ら[57]は以下の実験調査を行った。12人の画家それぞれが描いた6枚の絵画(全部で72枚)をもとに、それぞれの画風を実験参加者に学習させたところ、ある画家の絵画だけを連続して提示した場合(blocked)よりも、間に他の画家の絵画を挟み込んで提示した場合(interleaved)の方が、後に一連の新しい絵画を描いた画家を特定する能

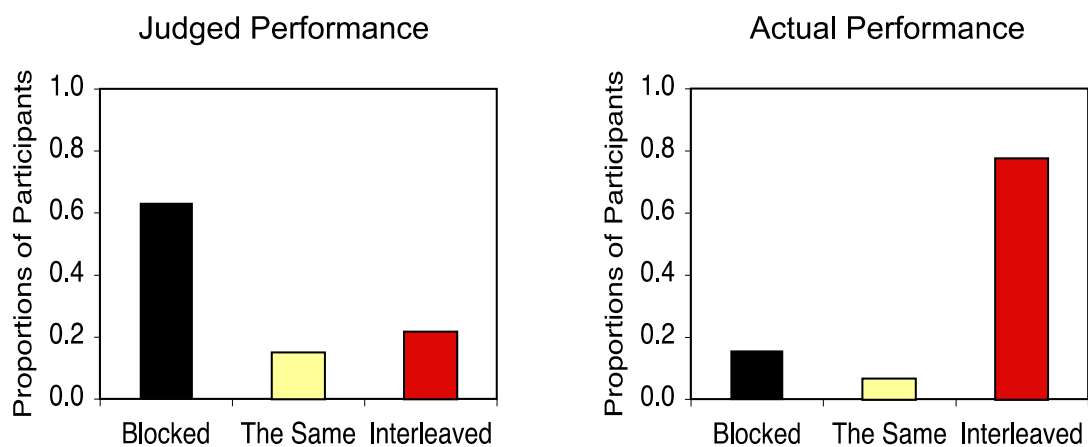


図 2.6 左の図は、「どちらの条件で学んだ方が良いと思うか」という質問に対して、「ブロック」「インターリーブ」「同じ」を選択した参加者の割合を示している。右図は、ブロック条件またはインターリーブ条件で実際に良い成績を収めた参加者、または2つの条件で同じ成績を収めた参加者の割合を示している。（文献[57]から引用）

力が高まることが示された。この結果は一般的な予想の逆であろう。常識的には、ある画家の絵画だけを連続提示する (blocked) の方がその画家の画風を特徴づける要因を見出すことを容易にすると考えるだろう。実際、図 2.6 の左の Judged Performance に示すように、テスト後に interleaved と blocked のどちらが画家の画風をよりよく学べたかを尋ねたところ、大多数の参加者は blocked の方が効果的だったという印象を持っていた。しかしながら、実際の学習結果は、図 2.6 の右側の Actual Performance に示すように、interleaved の方が正確に学習されたという、正反対の結果になった。

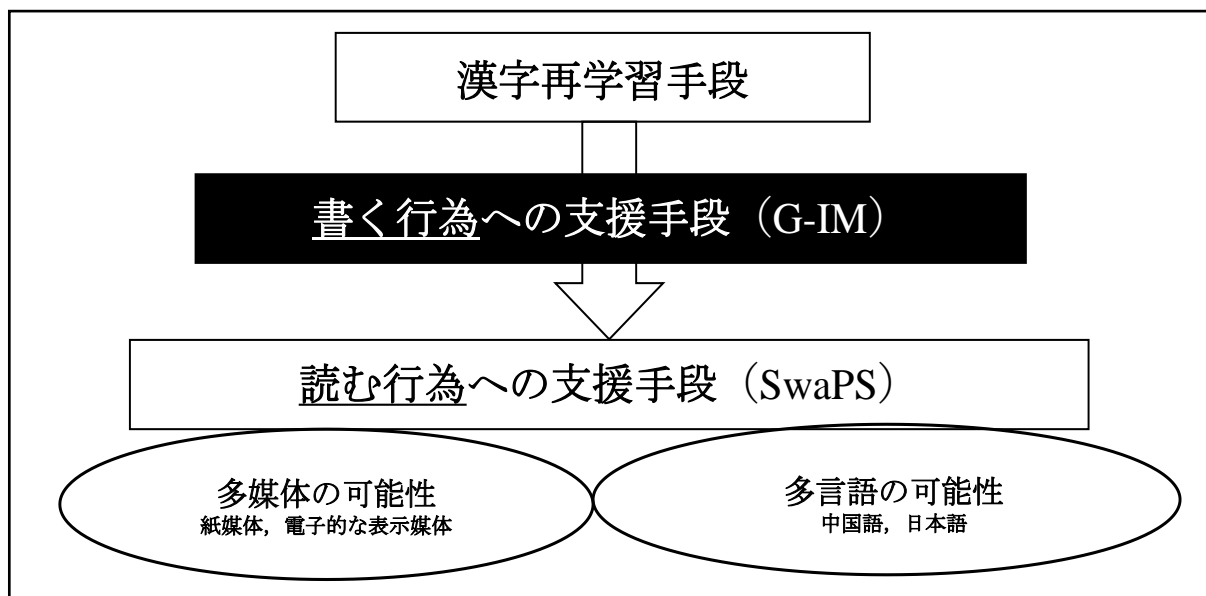
なぜ interleaved が長期的な記憶保持や伝達を促進するのだろうか。Bjork らは、interleaved が学習者に記憶のリロードを強いるためではないかということを指摘している。たとえば、作業 A, B, C を順に実施した後に A をもう一度やるように要求された場合、A のやり方の記憶を2回目 にリロードする必要がある。しかしながら、A を実施した直後に A をもう一度やる場合には、やり方の記憶のリロードが必要ない。このような知識のリロードの繰り返しが、その知識の学習を促すものと推測される。このように、一見不便とみられる interleaved が帰納学習を高めることが示された。

この研究から得られた知見は、本研究が実現を目指している、日常の文章の読み書き行為に妨害的な要素（望ましい困難）を取り入れることによって漢字字形の定着を促進する支援手法の妥当性を支持するものであると考えられる。

2.6 まとめ

本章では、漢字健忘問題の解決方法に関する既存研究について述べ、既存支援手法の問題点を指摘した。また、本研究が目指している漢字字形の定着を促進するために、日常的な読み書き行為における支援の必要性と、妨害的な要素を取り入れる手法の妥当性を検討した。次章からは誤字形文字という妨害的な要素について紹介し、読み書き行為中に誤字形文字を埋め込んで、漢字再学習に貢献できるかに関する検討を行っていく。

第3章 漢字の再学習を支援する漢字入力方式



3.1 はじめに

第1章で述べたように、デジタル時代においては、手書きする機会が少なくなり、パソコンや携帯電話などに搭載された読み方からの漢字入力システムで文字を記述することが多くなっている。しかし、読み方から漢字を入力する方法を使いすぎることによって、熟知していた漢字の書き方を忘れてしまう「漢字健忘」という問題が起こることが指摘されている[31] [32] [33] [58] [59] [60].

このような漢字入力システムを用いて漢字を入力する際、同音異字に変換されていないかについては確認するが、求める文字が出力された場合、その文字がどんな字形構造をしているかを詳細に確認することはなされない。たとえば、「歳入」という文字を入力しようとした際に、同音異字の「再入」が入力されてしまうようなことがある。ここで「再入」を「歳入」に修正する場合、必要とされる知識は熟語の知識であり、正確な漢字の形状に関する知識ではない。ユーザが誤って「再入」と入力してしまったことに気づいて「歳入」に修正した際、「再」と「歳」の字形の差異は意識するが、「歳」の字の詳細な形状に注意を払うことはないのである。この結果、漢字の正確な字形の記憶が次第に薄れ、やがておおよその字形は把握しているが正確な字形は記憶していない状態、すなわち「漢字健忘」に陥るのである。つまり、便利な漢字入力システムが普及する一方で、漢字の書き方を忘れてしまうことが問題視されている。

本章では、不利益の視点から、今のインテリジェントで便利な漢字入力システムの中に、ユーザが能動的に漢字形状を確認しなければならない「妨害的な要素」を採り入れた入力システムを提案し、この手法が漢字の再学習に貢献できるかについて検討を行う。

3.2 提案手法

本研究で提案する新規な漢字入力手法である **Gestalt Imprinting Method (G-IM)** の基本的な発想は、非常に単純である。すなわち、漢字の読みに基づく漢字入力システムに、システムが出力した漢字の形状をユーザが詳細に確認せざるをえないようにする機能を追加するというものである。このために、提案手法では 2 つの機能を追加する。第 1 の機能は、本提案の核心をなす機能であり、通常漢字入力システムのようにつねに正しい字形の漢字を出力するのではなく、ときどき字形が誤っている漢字を出力する機能である。言い換えれば、**G-IM** はときどき「書き間違いを犯す」漢字入力システムであるといえる。図 3.1 に、字形が誤っている漢字の事例を示す。図 3.1 では、右側が字形の誤った文字である（余分な水平画が 1 つ追加されている）。このように、**G-IM** が出力する誤字形文字は、正しい字形の文字とごくわずかに異なっている非実在漢字である。これにより、ユーザに対して正確な字形に注意を払わせ、結果として漢字の字形に関す

歳 歳

図 3.1 字形が誤っている漢字の事例

る記憶を再構築させることを狙っている。第 2 の機能は、第 1 の機能を補強するための機能であり、誤字形文字をそのまま放置しておくとは何らかのペナルティをユーザに与える機能である。ペナルティとしては様々なものが考えられるが、後述するユーザスタディでは、誤形状漢字が 1 つでも残っていると文書を保存できないようにした。そのほかにも、ゲーム性を導入して、G-IM ユーザ同士で誤形状漢字の修正率を競いあうようにする機能（未修正率が高い場合に減点というペナルティを与える機能）なども考えられる。従来の漢字の読みに基づく漢字入力システムは、決して書き間違ふことはなく、必ず正しい字形の漢字のみを出力する。このため、ユーザは字形に関してはシステムに完全に依存し、字形の詳細に対していっさい注意を払わなくなる。結果として、漢字の字形は次第に忘れられ、漢字健忘に陥ってしまう。これに対して G-IM は、書き間違いを犯し、それを放置するとユーザに不利益をもたらすシステムである。上記の 2 つの機能によって漢字形状につねに注意を向けさせて漢字形状記憶を強化することにより、漢字健忘の問題を解決することができると期待される。

3.3 システムの構成

Microsoft IME [61] や Just Systems の ATOK [62] などの既存の漢字入力システムの機能を変更するのは容易ではない。そこで本研究では、実験を簡便に実施するために、漢字入力システムそのものを実装あるいは改造するのではなく、以下に述べるような実験用のテキストエディタを作成して、提案手法の有効性を検証した。

まず、図 3.1 の右側の文字のような、誤った字形の漢字のみで構成される誤字形文字ファイルを作成した。誤字形文字ファイルの作成には TTEdit [63] を用いた。実用に供

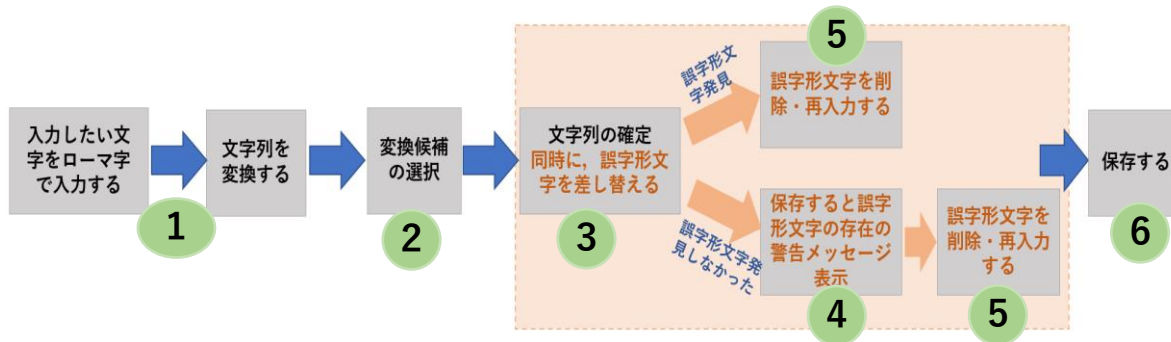
表 3.1 ユーザスタディの事前調査での書き取り課題漢字として採用した 54 個の漢字

1 肇	2 戛	3 蹶	4 楔	5 颯	6 蘸	7 繚	8 贗
9 輿	10 耀	11 悍	12 葵	13 霓	14 鸲	15 慰	16 鸞
17 臑	18 鼎	19 梁	20 篡	21 葺	22 灸	23 瘙	24 崇
25 幹	26 唳	27 墨	28 覆	29 挛	30 罄	31 罹	32 靡
33 紈	34 綉	35 戮	36 寥	37 迴	38 箴	39 率	40 媿
41 粕	42 瞰	43 凿	44 噓	45 霾	46 敷	47 瓮	48 帷
49 幄	50 醜	51 酬	52 寡	53 摑	54 捺		

するシステムを作るには、すべての漢字についての誤字形文字を作る必要があるが、今回は評価実験で使用する漢字（表 3.1）についてのみ誤字形文字を作成した。次いで、実験用のテキストエディタを作成した。このエディタは、Microsoft IME や ATOK などの既存の漢字入力システムからある漢字が入力された際、先に作成した誤字形文字ファイルを参照して、入力された漢字と同じ文字コードを持つ漢字の誤字形文字に差し替える機能を有する。今回の実験では、表 3.1 に示す 54 種類の漢字が入力された場合のみ、差し替えを行うようにした。図 3.2 に、Windows パソコンでの日本語入力フローと G-IM での日本語入力フローの違いを示す。また図 3.3 には、G-IM を用いた文書作成の流れの実例を示す。G-IM では、もしユーザが誤字形文字が残った状態で文書を保存しようとする、ユーザに対して誤字が残っていることを指摘して修正を求めるダイアログを出力し、すべての誤字が修正されるまで文書を保存できない仕様とした（図 3.2 G-IM での日本語入力フロー Step ④）。誤字の修正は、誤字箇所を選択して読みを再入力して変換することで実現できる（図 3.2 G-IM での日本語入力フロー Step ⑤）。これにより、誤字形文字は正しい漢字に差し替えられる。このとき、誤字形文字から正しい字形の漢字への素早い変化が視覚的にアニメーションのような効果を生じるため、ユーザは両者の字形の差異を強調して感じる事ができる。最終的に、すべての誤字が修正されれば、文書ファイルを保存可能となる。



Windows パソコンでの日本語入力フロー



G-IM での日本語入力フロー

図 3.2 Windows パソコンでの日本語入力フローと G-IM での日本語入力フロー

3.4 実験

提案手法の有用性を実証するために、G-IM を用いたユーザスタディを実施した。比較のために、既存の漢字の読みに基づく漢字入力システムを用いた漢字入力 (IM) と、手書きによる漢字入力 (HW) を、あわせて実施した。実験参加者には、前述 (1. 1.2 節) の五筆字型入力方法のような漢字の形状的構成要素を入力する手法に習熟している者はいなかった。しかも、後述するとおり、ほとんどの実験協力者は、実験開始時には実験課題として用いられた漢字の多くを正しく手書きすることができなかった。以上の理由により、本実験では形状的構成要素を入力する漢字入力手法は使用しなかった。

3.4.1 実験手順

実験参加者は、著者らの大学院に所属する中国人学生 30 名である。漢字健忘は、日本よりも中国においてより深刻である。なぜならば、日本では分からない漢字はかなで置き換えることが可能であるが、中国にはそのような代替手段が存在しないためである。このため、中国人学生に実験参加者をお願いした。実験は、以下の 3 段階で実施した：

Step 1. 事前調査：32 個の課題漢字を含む 54 個の漢字の書き取りテスト



図 3.3 G-IM を用いた文書作成の流れの実例

Step 2. 先に示した 3 通りの漢字入力方法 (G-IM/IM/HW) のいずれかを用いて課題漢字を含む文書を入力する作業

Step 3. 事後調査 : 32 個の課題漢字の書き取りテスト+アンケート調査

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. _____ (zhào) 事者 | 20. _____ (cuàn) 改 |
| 2. _____ (jiá) 然而止 | 21. _____ (fū) 衍塞责 |
| 3. 一_____ (jué) 不振 | 22. _____ (zhì) 手可热 |
| 4. _____ (qiè) 而不舍 | 23. _____ (pì) 美 |

図 3.4 ユーザスタディの事前調査での書き取りテスト問題の一部

Step 1 で実施した書き取りテストでは、100 frequently used Chinese characters that are often miswritten [64] から選出した、表 3.1 に示す 54 個の漢字を課題漢字として出題した。また図 3.4 には事前調査で出題した書き取り問題の一部を示す。書き取りテストでは、実験参加者は下線部の直後に括弧付きで示されている発音に相当する漢字を下線部に手書きで記入することを求められた。

事前調査の結果を、誤答率の高いもの順に並べ替え、誤答率が高いものから順に 32 個の漢字を抽出した。抽出した 32 個の漢字と、それぞれの誤答率を表 3.2 に示す。これらの 32 個の漢字は、Step 2 の文書入力作業と Step 3 の事後調査で使用される。さらに、事前調査の成績に基づき、30 人の実験参加者を、10 人ずつの 3 つのグループに分けた。この際、各グループの成績分布がほぼ均等になるように実験参加者を配分した。

Step 2 では、各グループに以下のようにそれぞれ異なるタスクを与えた：

- G-IM グループ：このグループの実験参加者には、G-IM システムを用いて、表 3.2 に示した 32 個の課題漢字を含む文章を入力するタスクを与えた。32 個の課題漢字のいずれかが入力された際には、毎回誤字形文字ファイルから抽出された、対応する漢字の誤字形文字に差し替えられる。実験参加者は、これらの漢字を正しい漢字に修正することが求められる。なおこの文章入力タスクでは、課題漢字以外の漢字の入力も求めており、これらの漢字については誤字形文字が出力されない。また、各課題漢字の入力が求められるのは 1 回のみである。このため、本実験の設定では、実際には課題漢字は毎回必ず誤字形文字に変換されるのだが、被験者から見れば全体として「ランダムに選ばれた漢字がときどき誤字形文字に変

表 3.2 誤答率が高かった 32 個の漢字とそれぞれの誤答率

課題漢字	誤答率 (%)
鸞	100.0
霾	100.0
頤	97.0
贖	90.9
篡	90.9
幹	90.9
蘸	87.9
崇	87.9
覓	84.8
敷	84.8
膩	84.8
輿	84.8
噓	84.8
鍍	81.8
悍	81.8
靡	81.8
蹶	81.8
梁	81.8
慰	78.8
媿	78.8
寡	75.8
懼	75.8
肇	72.7
迴	72.7
戛	69.7
箴	69.7
炙	69.7
鼎	69.7
葵	63.6
耀	60.6
苗	57.6
覆	57.6

換される」ように見えることになる。

- IM グループ：このグループの実験参加者には、一般的なピンイン輸入法（中国語における読み方からの漢字入力方式）を用いて、表 3.2 に示した 32 個の課題漢字を含む文章を入力するタスクを与えた。もちろん誤字形文字に差し替えられることはないので、漢字を修正する作業は発生しない。
- HW グループ：このグループの実験参加者には、手書きで表 3.2 に示した 32 個の課題漢字を含む文章を入力（執筆）するタスクを与えた。

なお、いずれのグループに対しても、入力を求めた文章はすべて同じものを与えた。また、いずれのグループに対しても、Step 2 で入力する文章は、本論文の筆者が読み上げて提示した。実験参加者は、読み上げられる文章を聞いて、それを指定された方法で入力した。Step 1 の事前調査での書き取りテストが余計な影響を与えることを避けるために、Step 2 は Step 1 実施の 15 日後に実施した。

Step 3 は、Step 2 の文章入力作業が終了した直後に実施された。Step 3 での事後調査は、表 3.2 に示した 32 個の課題漢字を対象とした書き取りテストである。テストのやり方は、Step 1 での事前調査と同様であり、実験参加者は図 3.4 に示したのと同様の問題の下線部に正しい漢字を手書きで記入することを求められた。最後に、G-IM グループと IM グループの実験参加者に対して、Step 2 の文章入力作業実施中に、システムが出力する漢字の字形にどの程度注意を払っていたかを問うアンケートを実施した。

3.4.2 結果

表 3.3 に、3 つのグループそれぞれの事前調査と事後調査における書き取りテストの成績の平均値と標準偏差を示す。なお、満点は 32 点である。したがって、たとえば G-IM グループの事前調査における平均点の 7.3 点は、100 点満点に換算すれば 22.8 点に相当する。表 3.4 は、3 つのグループそれぞれが Step 2 の文章入力作業と Step 3 での書き取りテストで要した平均時間を示している。表 3.5 は、Step 3 の最後で G-IM グループと IM グループの実験参加者に対して実施したアンケートで、Step 2 での文章入力作業時にシステムが出力する漢字の字形に注意を払ったと回答した割合を示す。なお表 3.5 中、「漢字選択時」とは、漢字入力システムが提示する複数の変換候補の中から求める漢字を選択するとき（変換の確定前）（図 3.3 の Step 1）であり、漢字選択後とは、

表 3.3 3つのグループそれぞれの事前調査と事後調査における書き取りテストの成績

グループ	事前調査		事後調査	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
G-IM	7.3	5.0	20.4	6.2
IM	8.4	4.4	12.0	5.7
HW	7.7	4.2	10.3	6.3

表 3.4 3つのグループそれぞれが Step 2 での文章入力作業と Step 3 の書き取りテストで要した時間

グループ	Step 2 (min.)	Step 3 (min.)
G-IM	25	8
IM	13	11
HW	33	7

表 3.5 Step 2 での文章入力作業時にシステムが出力する漢字の字形に注意を払ったと回答した割合

グループ	漢字選択時	漢字選択後
G-IM	40%	100%
IM	67%	17%

変換を確定して、選択された漢字が表示された状態のことである（図 3.3 の Step 2）。

G-IM グループが他の 2 つのグループと比べて、事後調査の書き取りテスト成績がより向上したかどうかを検証するために、表 3.3 に示した結果をもとに、3 つの入力方法と 2 回の書き取りテストを対象とした 2 要因分散分析を実施した。分析の結果、以下の知見が得られる：

- 入力方法の主効果は 5%水準で有意である：(F (2, 54) = 3.99, p < .05)
- 書き取りテストの主効果は 1%水準で有意である：(F (1, 54) = 19.41, p < .01)
- 入力方法と書き取りテストの交互作用は 5%水準で有意である：(F (2, 54) = 5.25, p

< .05)

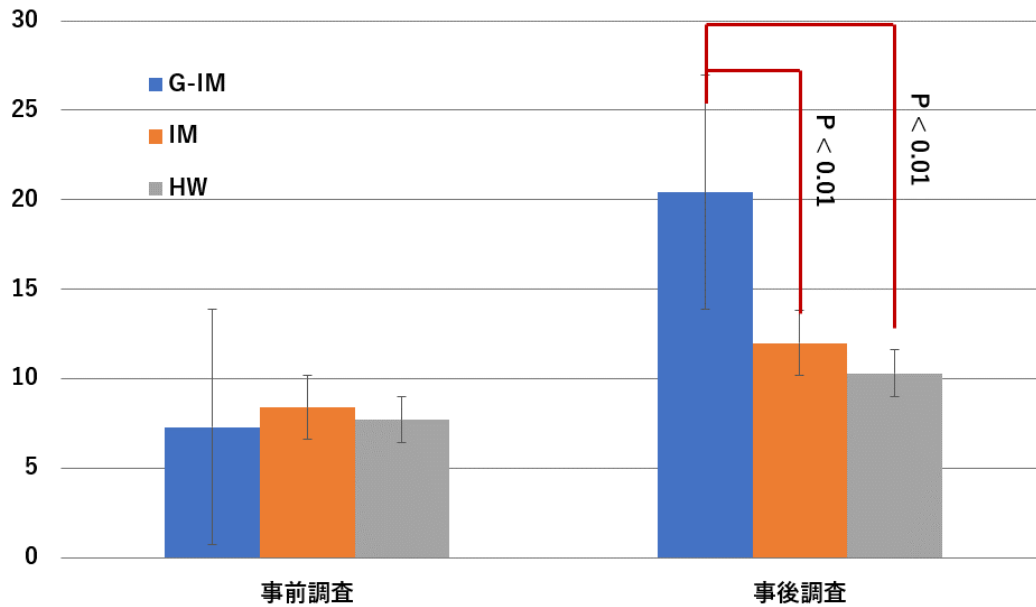


図 3.5 事前調査と事後調査の書き取りテストそれぞれにおける各入力手法の単純主効果

そこで、Tukey の HSD (honestly significant difference) 検定手法を用いて、2 つの主効果について下位検定を実施した。結果、以下の知見が得られる：

- G-IM グループと HW グループの間に、5%水準で有意差が認められた。
- 事後調査での書き取りテスト成績と、事前調査での書き取りテスト成績との間に、1%水準で有意差が認められた。

さらに、入力方法と書き取りテストの交互作用についても下位検定を実施した。図 3.5 に、事前調査と事後調査の書き取りテストそれぞれにおける、各入力手法の単純主効果を、また図 3.6 に、各入力手法における事前調査と事後調査の書き取りテスト成績の単純主効果を、それぞれ示す。

図 3.5 から、以下の知見が得られる：

- 事前調査での書き取りテスト成績に関しては、いずれの手法の間にも有意差は認められない。この結果から、Step 1 で行った書き取り試験の結果に基づくグループ分けにより、期待どおり各グループの成績分布が均等になっていることが確認できる。
- 事後調査での書き取りテスト成績に関しては、G-IM が他の 2 つの手法のいずれと

比較しても 1%水準で有意に成績が高い。

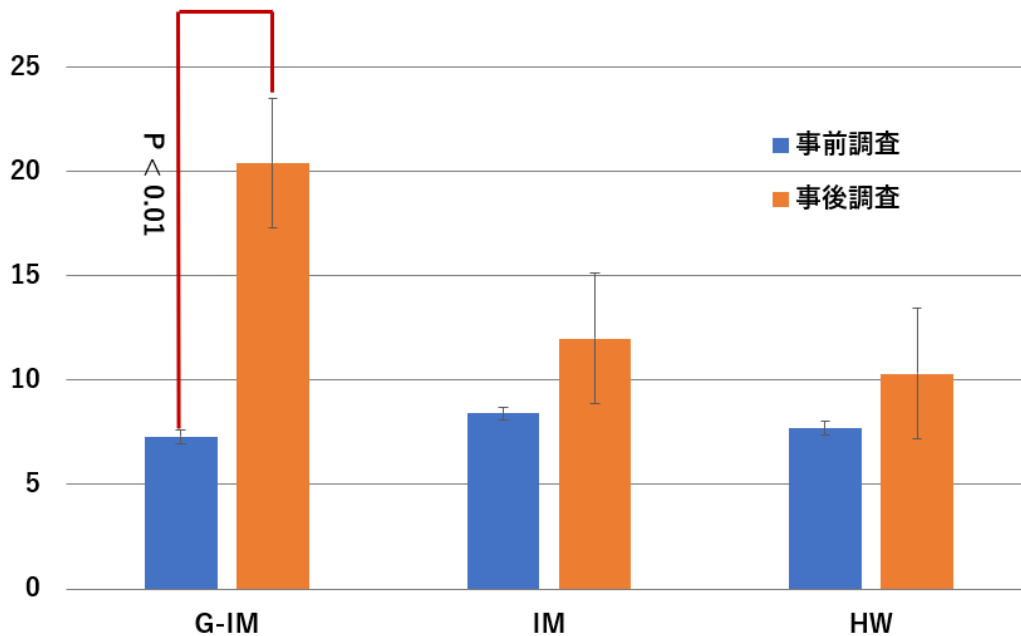


図 3.6 各入力手法における事前調査と事後調査の書き取りテスト成績の単純主効果

また、図 3.6 から、以下の 3 知見が得られる：

- G-IM グループに関しては、事後調査における書き取りテストの成績が事前調査における成績よりも 1%水準で有意に高い。
- IM グループと HW グループに関しては、事後調査と事前調査の書き取りテストの成績間に有意差は認められない。

以上をまとめると、図 3.5 と図 3.6 に示した交互作用に関する下位検定の結果から、G-IM 手法を用いることによって、ピンイン輸入法 (IM) と手書き (HW) のいずれを用いた場合よりも有意に優れた結果を得られることが明らかになった。今回の実験では、事前調査における書き取りテストの成績をもとに、成績分布が 3 つのグループで同等になるように実験参加者を割り当てた。実際、図 3.5 に示すように、事前調査での書き取りテストの成績には、グループ間の有意差はなかった。にもかかわらず、やはり図 3.5 に示すように、G-IM グループは他の 2 つのグループよりも事後調査での書き取りテストの成績が有意に向上した。さらに、図 3.6 に示すように、G-IM グループのみ、事後調査での書き取りテスト成績が事前調査での成績よりも有意に向上した。

3.5 議論

3.4 節で示したように、今回のユーザスタディでは G-IM を用いることによって、一般的な従来の漢字入力システムであるピンイン入力法や手書きに比べて、漢字字形に関する記憶が強化されることが明らかになった。

漢字健忘の問題に関し、特に情報技術に対する忌避感が強い層は、パソコンや携帯電話の使用をやめて、手書きに戻るべきであるということをしばしば主張する。しかしながら、今回の実験結果は、この主張が誤りであることを明らかにした。実際、図 3.6 の HW グループの結果を見れば明らかなように、手書きでの文章入力を行っても、書き取りテストの成績に有意な改善は見られなかった。すなわち、漢字を手書きしても漢字字形の記憶強化には役立たないことが示された。しかしこれは、驚くには値しない結論である。なぜならば、漢字を手書きする際、もともと誤って記憶していた漢字を手書きしても、その誤った記憶は修正されず、むしろ逆に誤った記憶が強化されてしまうだけだからである。もしある者が「歳」の字の字形を図 3.1 の右側に示すような字形として記憶していて、その記憶が正しいと信じて手書きしていた場合、その誤った記憶を修正する機会は得られない。あるいは、さらに、そもそも「歳」の字がどのような字形かを知らない者は、当然「歳」の字を手書きすることはできないし、無理に手書きを繰り返したとしても、その手書き行為の中から正しい書き方を知る機会は得られない。

手書きへの回帰を主張する層は、この問題を解決するために、つねに辞書を引くことを求める。たしかに、記憶に自信がないことが認識されている場合は、辞書にあたることは可能であろう。しかしながら、実際には誤った字形を記憶しているにもかかわらず、その記憶している字形が正しいと認識してしまっている場合、辞書を引くことは一般には行われない。このような事態を回避するには、いかに記憶に自信があろうとも、筆記したすべての漢字を辞書で確認することが必要になるが、その実行はあまりに煩雑で非現実的である。結果として、手書きに回帰しても、漢字字形に関する記憶を修正・強化することは、実際には困難なケースが多いのである。結局、文章を入力する作業者自身が辞書を引くような、正しい漢字字形情報を“pull”する行為をしなければならない手段

では、漢字字形に関する記憶の修正・強化は達成できない。正しい漢字字形情報を作業者に“push”する手段が必要なのである。

従来の漢字の読みに基づく漢字入力システムは、正しい読みが入力されれば、正しい漢字字形情報を“push”提供するものである。ゆえに、このような入力システムを使用すれば、漢字字形記憶を獲得・修正・強化する機会は常に与えられている。つまり、読みに基づく漢字入力システムは、漢字学習システムとしての側面を潜在的に有しているといえる。しかしながら図 3.6 の IM の結果に見られるように、読みに基づく漢字入力システムを用いても、漢字字形の学習は実際には行われぬ。これは、従来のシステムが決して書き誤りをしないことによると思われる。従来のシステムを使用するとき、利用者は提示される漢字の字形に誤りがあるという疑いはいっさいいだかず、全面的にシステムを信頼してしまっている。表 3.5 のアンケート結果は、このような利用者の傾向を示している。漢字を選択する際、IM グループの実験参加者の 2/3 は字形に注意を払っているが、漢字を選択した後（すなわち変換を確定した後）に字形に注意を払う者は、2 割にも満たない。すなわち、漢字を選択する際は、たとえば「歳入」と「再入」のような同音異字になっていないかを確認するために字形に注意を払うが、いったん求める漢字である「歳入」を選んでしまえば、その「歳」の字が本当に正しい字形であるかどうかにはいっさい注意を払う必要がないのである。このように、システムが常に正しい字形の漢字を出力することが、ユーザの漢字字形記憶の修正・強化を妨げている。

まとめると、手書きする際は、書く漢字の字形に対して注意を払わざるをえないが、字形の記憶が誤っていたとしても、それが修正される機会がない。ゆえに、手書きは正しい漢字字形記憶を維持するためには有効であるが、誤った字形記憶の修正や、新しい漢字の字形記憶獲得には有効ではない。一方、従来の漢字の読みに基づく漢字入力システムは、新しい漢字の字形記憶獲得や誤った字形記憶の修正に有効となる可能性を持っているが、ユーザに対して字形の詳細に注意を払わせる機能がない。本論文で提案した G-IM は、これら両者の良いところを兼ね備える手法である。すなわち G-IM は、ユーザが漢字字形に対して注意を払わざるをえないように仕向ける機能を有すると同時に、字形記憶の獲得・修正に必要な正しい字形の漢字を push 提供する機能をも有している。これらの機能によって、G-IM は、誤った字形と正しい字形とをユーザが必然的に意識せ

ざるをえない状況を作り出す。ゆえに、G-IM を使用した場合に Step 3 で成績が向上するのは、ある意味当然の結果であるが、そのような当然の結果を導き出せる必然的状況を作り出すことこそが必要かつ重要なのである。従来、このような必然的状況を作り出せる手段は存在しなかった。結局 G-IM は、おおよその字形は知っていて、読むことはできるものの 1 度も書いたことがない漢字の字形記憶を獲得するためにも有用であるし、すでに書いたことはあるが誤って記憶しているかもしれないような漢字の字形記憶を修正・強化するためにも効果的な、漢字に関する OJT (On-the-Job Training) システムと見なすことができる。

G-IM の唯一の問題は、誤った字形の漢字の修正という、第 2 の機能に起因する余分な作業を強いられる点である。このような作業は、従来の漢字入力システムでは当然生じない。表 3.4 に示すように、Step 2 の文章入力作業において、G-IM グループが要した時間は IM グループよりも長い。この作業量の増加は、避けがたいトレードオフであり、漢字入力効率の観点では従来の漢字入力方式に劣ることは避けられない。結局、ケースバイケースで、状況に応じて一般的な漢字入力方式と G-IM とを使い分けることが望ましいと考える。

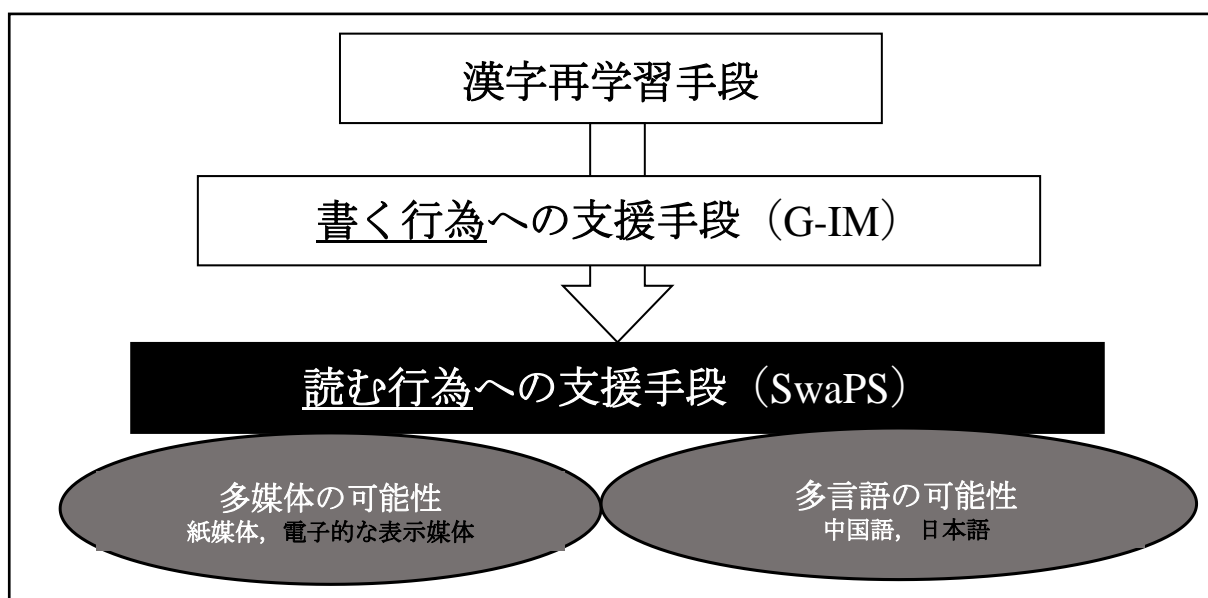
たとえば、通勤時に、通常ならば鉄道やバスを利用するところを、健康のためにわざわざ歩くことを選択する人は多い。健康の維持・増進という目的を持った人々にとっては、歩くことにより時間と体力を消費するという非効率性は、無視できるトレードオフと見なされている。しかし、ふだんの通勤では歩いていたとしても、所用で急がなければならないときには鉄道やバスを利用すればよい。同様に、漢字健忘を防止するという目的を持った利用者にとって、G-IM がもたらす非効率性は、許容可能なトレードオフと見なしうらと思われる。特段の緊急案件がない状況では G-IM を使用して漢字健忘を予防し、急ぎの文書作成などの案件が入ったときには、普通の漢字入力システムを用いればよい。さらに、G-IM を使用することによって、漢字字形の再学習は日常的活動の中に埋め込まれ、しかも実際に自分が使用する漢字に絞って再学習することができるようになる。これにより、専用の漢字学習教材を使って漢字を学ぶことに比べて、より継続しやすくなり、かつ余分な（あまり使用しない）漢字の再学習を回避できるので、より効率的な再学習が可能となるであろう。

3.6 おわりに

本章では、漢字の読みに基づく新規な漢字入力システムである G-IM を提案した。G-IM の最大の特徴は、ときどき誤った字形の漢字を出力する点である。これにより、G-IM は利用者に漢字の字形に注意を払うことを強い、結果として漢字字形の記憶の獲得と修正、強化を促す。ユーザスタディを実施した結果、従来の漢字の読みに基づく漢字入力システムや手書きで漢字を書く場合に比べて、G-IM を用いて漢字を入力した場合に漢字形状記憶が有意に強化されることを確認した。つまり、誤字形文字の出力という「妨害的で不便な要素」を「書く」行為中に埋め込む手法は、漢字の再学習に貢献していることが明らかになった。ただし、不便さという印象は、利用者の利用意欲を損なう可能性があることは否定できない。そのため、漢字入力システムの一般的な利用形態の範囲では、利用者の抵抗感をなるべく少なくするために、不便さという印象は可能な限り軽減ないし解消した方が良いであろう。一方、G-IM が提示する微妙な誤りを含む漢字を的確かつ迅速に発見する作業は、一種のゲーム的要素となりうると思われる。たとえば、同じ学級や職場に属する組織構成員が全員で G-IM を使用している状況ならば、誤字の発見率や発見時間を競い合う仕掛けを盛り込むことで、抵抗感を娯楽要素に変換する可能性があるだろう。実際、本学位論文の筆者自身による取り組みではないが、G-IM にこのような競争要素を組み込むことで、不便さによる抵抗感を軽減できる可能性が示唆されている [93]。将来的には、このような負荷の高さを積極的に活用するアプローチについても検討を進めたい。

本章の検討結果を踏まえ、次の第 4 章で誤字形文字という妨害的な要素を「読む」行為中に埋め込む手法と、この手法に適した誤字形文字の生成手法を提案し、これらの手法が漢字再学習に貢献できるかと利用者への負荷が軽減できるかについて詳細に検討を行う。

第4章 紙に印刷された文書を読む行為を対象とした漢字の再学習の支援手法



4.1 はじめに

第3章では、誤字形文字の出力という「妨害的で不便な要素」を「書く」行為中に埋め込む手法は、漢字再学習に貢献できるかについて検討を行った。評価実験の結果、誤字形文字（GIM 字形）という妨害的な要素を導入された G-IM は漢字を「書く」行為を対象とした支援手法として、従来の読みに基づく漢字入力方式や手書きよりも、有意に漢字形状記憶を強化することが確認された。ただし、G-IM を利用すると、利用者に過剰

な負荷をかける問題があることが分かった。

本章では、G-IM が漢字を「書く」行為を対象としたのに対し、漢字を「読む」行為を対象とした漢字の再学習支援手法について検討する。漢字健忘の問題は、漢字を手書きする行為が漢字入力システムに置き換わったことによって生じたと言われている[33][58][59][60]。それゆえ、G-IM 手法では、問題の原因となっている漢字を入力する行為の中に漢字健忘問題を解決する手段を埋め込もうとした。しかし、G-IM で採用した誤字形文字は、漢字の画数が 1 つ多い（あるいは少ない）程度のごくわずかな字形の誤りであったため、発見することが容易ではない場合が多く見られた。また、1 つでも誤字形文字を見逃して放置するとその文書ファイルを保存できないという仕様であったため、出力される漢字のすべてについて字形の確認を強いられた。文章作成という創造的でそもそも認知負荷が非常に高い行為の中に、このような高い認知負荷を課すタスクをさらに埋め込んだことにより、G-IM の構成は UI のデザイン原則[65]に反するものになってしまっていた。そこで本章では、漢字の入力行為にこだわることをやめ、文章作成よりは一般的に認知負荷が低い、漢字を含む文書を読む行為を対象とし、その中に漢字健忘問題を解決する手段を埋め込むことにした。また、文書を読む行為は書く行為よりもさらに広く一般に行われる日常的な行為であるので、G-IM よりも幅広い層の漢字健忘問題を解決できるようになることも期待できる。

4.2 提案手法

第 3 章で提案した GIM 誤字形文字は、正しい字形文字から 1 画削除したり 1 画追加したりした程度のごくわずかな誤りを含む誤字形文字である。GIM 誤字形文字は文書を「読む」行為の中では簡単に見過ごされてしまう可能性が高い。そのため、思わず二度見してしまうような目立つ誤字形を作り出す必要がある。同時に、字形は誤っているのだが、正しい字形はどういうものであるかを知るための情報を提供できる必要もある。G-IM の場合、誤字形文字を「誤字である」と指摘すると、正しい字形の字に置き換わるという機能があった。これにより、G-IM の利用者は正確な字形を知ることができ、これが漢字の字形記憶の修正・強化に有益な役割を果たしていた。ゆえに SwaPS においても、荒唐無稽な誤字ではなく、正しい字形を把握するために必要な情報をすべて含んだ誤字

漢字 意符 音符
雲 = 雨 + 云

図 4.1 形声文字の漢字事例とそれらの意符と音符

蟀 蟀 蝓
Normal 字形 GIM 字形 PS 字形

図 4.2 正しい字形の漢字と，誤字形漢字の例

形文字の生成法を実現する必要がある。

そこで筆者は、「形声文字 (Phonogram Characters)」に着目した。形声文字とは、漢字の意味を表す意符 (Semantic Radicals) と、音を表す音符 (Phonetic Radicals) とを組み合わせた文字である。例えば、「雲」は意符「雨」と音符「云」から成る (図 4.1)。漢字の中で形声文字が占める割合は非常に高い。中国語で使用される簡体字系の漢字約 7,000 字のうち、81%が形声文字である[66]。常用漢字約 3,500 字のうちでは 2,523 字が形声文字であり、72%を占めている[67]。また、字形構造については、常用漢字の形声文字のうち、「雲」や「銅」のような、意符と音符が上下あるいは左右に並ぶ構造の漢字は 91.1%を占めている[67]。これらの特徴に着目して、意符と音符が上下ないし左右に配置される構造を持つ形声文字の意符と音符の位置を入れ替えることによって誤字形文字を生成する手法 SwaPS (Swap Phonetic and Semantic) を考案した。このようにして生成した誤字形文字を「PS 字形」と名付けた。図 4.2 に示すように、GIM 字形は正しい Normal 字形である「蟀 (中国語の読み方 shuai)」から 1 画「丶」を削除して生成した誤字形文字であり、PS 字形は「蟀」の意符「虫」と音符「率」とを入れ替えて生成した誤字形

1	yùn lǜ 律	13	zhě zhòu 褶
2	jiǎ jiǎng 奖	14	liǎng bìn bān bái 两 斑白
3	chuī yān niǎo niǎo 炊烟	15	shāi xuǎn 选

図 4.3 予備実験の書き取りテスト問題の一部

文字である。PS 字形は、意符と音符を入れ替えれば元の正しい字形に戻るため、誤字形文字ではあるが、正しい字形を知るための情報をすべて保存している。

なお、英語の場合、Typoglycemia と呼ばれる現象の存在が知られている[68]。これは、ある条件下で英単語内の文字の順序が入れ替わっても、読み手は特に問題無く読めてしまい、ほとんどのミススペルの存在に気づかないという現象（たとえば、Document と Documnet）であり、日本語でも特にひがらなでかかれたぶんしょうでは同様の現象が生じる。PS 字形を用いた場合に、漢字でも同様の現象が生じて PS 字形文字の存在に気づかず読み飛ばされてしまう可能性が考えられる。そうなった場合、当然提案手法の効果は得られない。ゆえに、PS 字形における Typoglycemia のような類似現象の生起可能性についても検証する必要がある。

4.3 予備実験

形声文字を対象とした字形の忘却状況を調べるための予備実験を行った。

4.3.1 実験手順

筆者の大学院に所属する中国人学生 24 名の実験協力者を対象として、形声文字の書き取りテストを実施した。書き取りテストの問題には、現代漢字常用字表[69]から選出した 13 個の常用形声文字と、書き間違いやすい 7 個の非常用形声文字の、合わせて 20 個の形声文字を使用した。図 4.3 に、予備実験で出題した書き取りテストの一部を示す。書き取りテストでは、実験協力者はルビにピンインで表記された漢字の読みを参照し、下線部に漢字を手書きで記入することを求められた。

4.3.2 結果

実験の結果を表 4.1 に示す。全ての漢字についての成績は、20 点満点で平均 7.5 点

表 4.1 書き取りテストの成績

	全漢字		常用漢字		非常用漢字	
満点	20 点	100 点	13 点	100 点	7 点	100 点
得点	7.5	37.7	6.0	46.2	2.0	26.2

表 4.2 書き取りテストの成績の人数分布

成績	全漢字		常用漢字		非常用漢字	
	人数	割合	人数	割合	人数	割合
80 点以上	0	0	1	4.2%	0	0
79～60 点	2	8.3%	7	29.2%	0	0
60 点未満	22	91.7%	16	66.7%	24	100%

(100 点満点で 37.7 点)であった。このうち、常用漢字だけについては 13 点満点で平均 6.0 点 (100 点満点で 46.2 点)、非常用漢字だけについては 7 点満点で平均 2.0 点 (100 点満点で 26.2 点)であった。表 4.2 に、100 点に換算した成績の人数分布と割合を示す。24 人の実験協力者のうちで 60 点未満の成績となった人数の割合は、全ての漢字については 91.7%、常用漢字については 66.7%、非常用漢字に至っては 100%であることが分かった。

以上のように、いずれの結果についても成績がかなり低いことから、漢字全体でほぼ 80%を占めている形声文字においても、字形が正しく記憶されていない割合がかなり高く、漢字健忘問題がやはり存在していることが明らかになった。

4.4 実験

4.4.1 実験手順の概要と仮説

実験協力者は、筆者が所属する大学院大学の中国人留学生 24 名である。実験結果に影響しないために、被験者に実験の意図を知らせず、漢字の手書き現状調査としか伝えなかった。実験は、以下の 3 段階で実施した:

表 4.3 40 個の課題漢字（赤字）

zhǔ tuō 嘱托	xī shuài 蟋蟀	liǎn jiá 脸颊	huòguó yāngmín 祸国殃民	piāo qiè 剽窃
qiáng hàn 强悍	chóu xiè 酬谢	jīng suǐ 精髓	biān cháng mò jí 鞭长莫及	zhěng jiù 拯救
cuò è 错愕	wèi wèn 慰问	xián yí 嫌疑	cái huá héng yì 才华横溢	máng rén mō xiàng 盲人摸象
guā ráng 瓜瓤	yá gāo 牙膏	chóng jìng 崇敬	yǎng jīng xù ruì 养精蓄锐	qīng chè jiàn dǐ 清澈见底
yǎn kuàng 眼眶	zhú kuāng 竹筐	niú tí jīn 牛蹄筋	fēng dù piān piān 风度翩翩	bō cài 菠菜
luō suō 啰嗦	wú gū 无辜	xiàng rì kuí 向日葵	yùn tàng yī fu 熨烫衣服	biē men 憋闷
bīng báo 冰雹	bǎn dèng 板凳	tiǎn dōng xī 舔东西	xiā bīng xiè jiàng 虾兵蟹将	xǐ shàng méi shāo 喜上眉梢
miào shì 藐视	qīng xī 清晰	hè lì jī qún 鹤立鸡群	hùn xiáo shì tīng 混淆视听	hé ǎi kě qīn 和蔼可亲

Step 1. 事前調査：40 個の課題漢字（表 4.3）を含む 90 個の漢字の書き取りテスト

Step 2. 図 4.2 に示した 3 種類の字形（PS 字形，GIM 字形，Normal 字形）のいずれかによって表記された課題漢字を含む文書を紙に印刷したものを読む作業

Step 3. 事後調査：Step 2 で読んだ文書に関する理解度チェックテスト+40 個の課題漢字を含む 60 個の漢字の書き取りテスト+アンケート調査

最終的に，事後調査の書き取りテストの結果と事前調査の書き取りテストの結果から成績の向上幅を求め，3 種の字形それぞれにおける向上幅を比較し，いずれの字形で最も向上幅が大きくなるかを検証する。

この実験における仮説は，成績の向上幅が Normal 字形 \leq GIM 字形 $<$ PS 字形の順になるというものである。GIM 字形については，誤りに気付けば字形記憶が強化・修正

され、Normal 字形よりも向上幅が大きくなる可能性はある。しかし前述のとおり GIM 字形の誤りはごくわずかなので、誤りに気付かれず、Normal 字形として読み飛ばされてしまう可能性も高く、その場合 Normal 字形との差が生じない。よって、総合的には GIM 字形の向上幅は Normal 字形よりも若干大きいかあるいは同等になると考えられる。一方、PS 字形は誤りに気付かれやすいので、より確実に字形記憶が強化・修正され、最も向上幅が大きくなると考えられる。

4.4.2 実験の詳細

Step 1 で実施した書き取りテストでは、現代漢字常用字表[69]から選出した日常的によく使用される 60 個の形声文字と、課題漢字に対して過度に注意が向くことを避けるために、より強く注意を惹きつけるであろう高難度の漢字として、非常用漢字のうちから筆者が経験的に書き間違いやすいと判断して選定した比較的画数が多い漢字 30 個の、合わせて 90 個の漢字書き取り問題を出題した。書き取りテストの実施方法は予備実験（図 4.3）と同じであり、ルビにピンインで表記された漢字の読みを参照し、下線部に漢字を手書きで記入することを求められた。

Step 2 では、まず Step 1 の書き取りテストの成績に基づき、24 人の実験協力者を 8 人ずつの 3 つのグループ（SwaPS グループ、GIM グループ、Normal グループ）に分けた。この際、各グループの成績分布が均等になるように実験協力者を割り振った。確認のために、3 つのグループそれぞれの Step 1 のテストの成績について、対応が無い 1 要因 3 水準での分散分析を実施したところ、グループの主効果は有意ではなかった ($F(2, 21) = 0.002, p = 0.998 > 0.05$) ので、グループ分けに有意な偏りは無いことを確認した。

次に、Step 1 の書き取りテストで採用した、常用漢字から選出された 60 個の形声文字のうちから 40 個を課題漢字として選出し、これらを PS 字形あるいは GIM 字形に変形して埋め込んだ文書を作成した。図 4.4 に、作成した文書の一部を示す（図 4.5 は 3 種の字形の文字を含む日本語文書の例）。SwaPS グループの実験協力者には PS 字形の課題漢字を埋め込んだ文書（図 4.4 の①）を、GIM グループには GIM 字形の課題漢字を埋め込んだ文書（図 4.4 の②）を、Normal グループにはすべて Normal 字形の漢字のみで構成された文書（図 4.4 の③）を、それぞれ紙に印刷したものを提供し、これを読むタスクを課した。なお図 4.4 では、本稿読者の便宜のために文書中に埋め込んだ課題漢字

① PS 字形文字を含む文章

天冷极了，下着雪，又快黑了。这是一年的最后一天——平安夜。在这又冷又黑的晚上，一个没戴帽子、没戴手套、也没穿鞋子的小女孩，在街上哆哆索索地走着。凛冽的寒风吹过她幼小的脸颊，她的衣服又旧又破，脚上穿着一双妈妈的大拖鞋在街上走着。她的口袋里装着许多盒火柴，一路上不住口地叫着：“卖火柴呀，卖火柴呀！”人们都在买节日的食品和礼物，有谁会理她呢？

② GIM 字形文字を含む文章

天冷极了，下着雪，又快黑了。这是一年的最后一天——平安夜。在这又冷又黑的晚上，一个没戴帽子、没戴手套、也没穿鞋子的小女孩，在街上哆哆索索地走着。凛冽的寒风吹过她幼小的脸颊，她的衣服又旧又破，脚上穿着一双妈妈的大拖鞋在街上走着。她的口袋里装着许多盒火柴，一路上不住口地叫着：“卖火柴呀，卖火柴呀！”人们都在买节日的食品和礼物，有谁会理她呢？

③ Normal 字形文字の文章

天冷极了，下着雪，又快黑了。这是一年的最后一天——平安夜。在这又冷又黑的晚上，一个没戴帽子、没戴手套、也没穿鞋子的小女孩，在街上哆哆索索地走着。凛冽的寒风吹过她幼小的脸颊，她的衣服又旧又破，脚上穿着一双妈妈的大拖鞋在街上走着。她的口袋里装着许多盒火柴，一路上不住口地叫着：“卖火柴呀，卖火柴呀！”人们都在买节日的食品和礼物，有谁会理她呢？

図 4.4 本実験で用いた 3 種の字形の文字を含む文書の一部

を赤色で示しているが、実験協力者に提供した文書ではすべて黒色の文字とした。実験で使用した文章は、中国の小学 3 年生の国語教材の文章「マッチ売りの少女」[70]である。実験協力者に提供した文書の全文字数は 2,233 字であり、Step 1 の書き取りテストで採用した 60 個の常用漢字全てを含んでいる。文字フォントは SimSun 文字フォントを使用し、フォントサイズは 10.5 ポイントとした。これは中国語の紙書籍の標準的な文字フォントと文字サイズである。誤字形文字は、筆者が SimSun フォントを基に Windows 10 付属の外字エディタ使って作成した。

Step 2 における文書を読むタスクにおいて開始前に与えた教示は、提供した文書の紙上に開始時刻を記入してから文書を読み始め、終了時に終了時刻を紙上に記入するという教示のみである。それ以外の教示は一切与えず、タスク実施中および終了後の質問などは一切受け付けなかった。

PS 字形文字を含む文

幸ナイフが小さいのと、親指の骨が**齧**かったので、今だに**躰**指は手に付いている。しかし**瘡**痕は死ぬまで消えぬ。

GIM 字形文字を含む文

幸ナイフが小さいのと、親指の骨が**堅**かったので、今だに**親**指は手に付いている。しかし**創**痕は死ぬまで消えぬ。

Normal 字形文字を含む文章

幸ナイフが小さいのと、親指の骨が**堅**かったので、今だに**親**指は手に付いている。しかし**創**痕は死ぬまで消えぬ。

図 4.5 3 種の字形の文字を含む日本語文書の例

なお、Step 2 における課題漢字は、すべて Step 1 の書き取りテストで問題として出題されている漢字であるため、Step 1 の書き取りテストが Step 2 の文書を読む作業に何らかの予期せぬ影響を与える可能性が考えられる。そこでこのような影響を極力排除するために、Step 2 の実験は Step 1 実施の 15 日後に実施した。さらに、Step 1 の書き取りテストの問題には、課題漢字の他に字形を変形させない常用漢字 20 字（この 20 字も Step 2 の文書中に含まれる）と、30 字の非常用漢字（この 30 字は Step 2 の文書中には含まれない）を混ぜ込んだ。

Step 3 は、Step 2 の直後に実施された。Step 2 で提供していた文書の紙を回収した後、実験協力者に文書の理解度チェックテスト（5 問）の用紙と、漢字の書き取りテスト用紙、アンケート調査用紙を順に配布して回答してもらった。Step 3 での漢字の書き取りテストでは、Step 1 での事前調査の書き取りテストで出題したのと同じ 60 個の常用漢字を出題した。テストの実施方法は、事前調査と同じである。

文書の理解度チェックテストは、4 つの選択肢から単一の解答を選ぶ選択問題である。問題は以下の通りである（実験協力者にはすべて中国語で記述した問題を配布している）。

- 問題 1. 文章中の今日は何の日ですか。
A. お正月, B. クリスマス・イブ, C. ハロウィーン D. クリスマス
(正解は, B. クリスマス・イブ)
- 問題 2. 歩いているとき, 少女は何にぶつかりそうになったのか。

A. 車, B. 馬車, C. 歩行者, D. 自転車 (正解は, B. 馬車)

● 問題 3. 少女のお婆さんとお母さんはどうなったか.

- A. お婆さんとお母さんは, 2 人とも病気になった.
- B. お婆さんは病気で, お母さんは亡くなった.
- C. お婆さんは亡くなり, お母さんは病気になった.
- D. お婆さんとお母さんは, 2 人とも亡くなった.

(正解は, C. お婆さんは亡くなり, お母さんは病気になった.)

● 問題 4. 次のシナリオのうち, 少女が実際に見た情景 (少女がマッチに火をつけて想像したものではない) はどれですか.

- A. 部屋の中で犬が骨を舐めていて, 2 人の小さな子供が窓ぎわに立って外を眺めている.
- B. 部屋のテーブルにパン・リンゴ・パイナップルが置かれている.
- C. 部屋の中にクリスマスカードと千羽鶴で飾られているクリスマスツリーがある.
- D. お婆さんが自分の方に向かって笑顔で歩いてくる.

(正解は, A. 部屋の中で犬が骨を舐めていて, 2 人の小さな子供が窓ぎわに立って外を眺めている.)

● 問題 5. 少女は誰の靴を履いて家を出たのか.

- A. お婆さんの靴, B. 自分の靴, C. お母さんの靴, D. 本文中に記載なし

(正解は, C. お母さんの靴)

アンケート調査は, SwaPS グループと GIM グループの実験協力者のみに対して実施し, Step 2 で読んだ文書の中に含まれる誤字形文字に対する印象に関して調査した. アンケートの内容は下記の通りである.

● 問題 1. ふだん漢字を手書きする際に字を思い出せないなどの問題があるか.

- A. よくある, B. ある, C. どちらとも言えない, D. あまりない, E. ない

● 問題 2. ふだんの漢字との接し方のうち, 一番多い接し方はどれか.

- A. 漢字を読む (字幕, 本, 論文など).
- B. 漢字入力システムを用いて漢字を書く.
- C. 漢字を手書きする.

- D. その他.
- 問題 3. 実験で読んだ文書中に含まれる誤字形文字に気づいたか.
 - A. はい, 気づいた, B. いいえ, 気づかなかった.
 - 問題 4. 文書中の誤字形文字の存在が事後調査の書き取りテストにどの程度影響したか.
 - A. 非常に役に立った.
 - B. ある程度役に立った.
 - C. どちらとも言えない.
 - D. あまり役に立たなかった.
 - E. 全く役に立たなかった.
 - 問題 5. 誤字形文字の存在が文書の内容理解や読む速度にどの程度影響したか.
 - A. 非常に影響した.
 - B. ある程度影響した.
 - C. どちらとも言えない.
 - D. あまり影響がなかった.
 - E. 影響がなかった.

4.4.3 実験結果

4.4.3.1 書き取りテストの成績の比較

表 4.4 に, 3つのグループそれぞれの事前調査 (Step 1) と事後調査 (Step 3) における

表 4.4 各グループの事前調査 (Step 1) と事後調査 (Step 3) における書き取りテストの成績
(100点満点)

	Step 1		Step 3		Step 3 – Step 1	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	差分の平均	標準偏差
SwaPS	58.96	16.67	78.54	9.91	19.58	14.14
GIM	59.58	17.55	73.13	16.38	13.54	9.38
Normal	59.58	22.73	68.96	22.14	9.38	5.40

る、現代漢字常用字表[69]から選出した日常的によく使用される 60 個の形声文字のみに関する書き取りテストの成績の平均を 100 点満点で示す。これら 60 個の漢字は、実験で使用した中国の小学 3 年生の国語教材にも含まれる、非常に基礎的な漢字である。なお Step 1 では、難度が高い 30 字の非常用漢字に関する書き取りテストも行っているが、表 4.4 に示す成績には非常用漢字の成績は含まれていない。表中の「Step 3 – Step 1」で示したのは、事前調査と事後調査の成績の差分の平均である。

Step 1 の成績は 59 点前後であり、小学校 3 年生レベルの漢字に関する大学院生の成績としては非常に物足りない結果となっており、漢字健忘問題の存在が示されている。図 4.6 は実験協力者の書き取りテスト時にメモした内容の一部を示した。「妄」という筆画数が比較的少ない漢字や、「熙」という筆画数が比較的多い漢字であっても、漢字の字形記憶に課題があることが明らかになり、漢字健忘問題の存在が示されている。全ての実験協力者について、Step 3 の成績は Step 1 の成績を上回る結果となっていた。確認のために、全員の Step 1 の成績と Step 3 の成績について対応のある t 検定を実施した結果、1%水準で有意差が認められた ($t(23) = 6.32, p = 0.00 < 0.01$)。つまり全体として、事後調査の書き取りテストの成績は事前調査の書き取りテストの成績よりも有意に向上していることがわかった。

今回の実験における仮説は、成績の向上幅が Normal 字形 \leq GIM 字形 $<$ PS 字形の順になるというものである。表 4.4 の Step 3 – Step 1 の差分の平均の値を見ると、基本的にはこの仮説どおりの傾向が認められる。各実験協力者の成績の Step 1 と Step 3 との差分データに基づき、Williams の多重比較検定法を用いて、Normal グループをコントロール群とし、上記仮説の下で成績の差分 (Step 3 – Step 1) に関する検定を行ったところ、以下の結果が得られた。

- Normal グループと SwaPS グループの成績の差分の間の統計検定量は 1.93 となり、5%水準で有意差が認められた。つまり、SwaPS グループにおける成績の向上幅は、Normal グループよりも有意に大きい。
- Normal グループと GIM グループの成績の差分の間の統計検定量は 0.79 となり、有意差が認められなかった。つまり、GIM グループにおける成績の向上幅は、Normal グループよりも有意に大きいとは言えない。

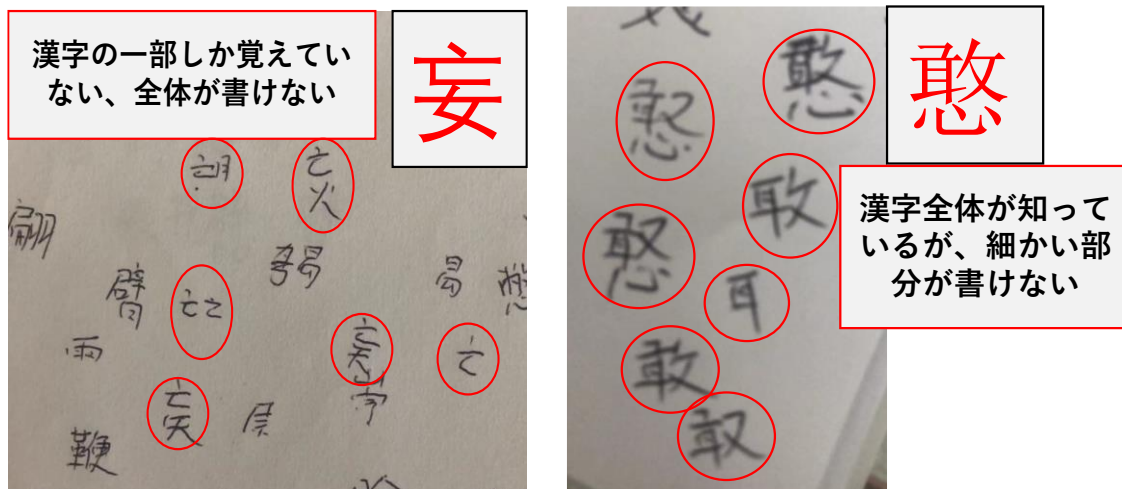
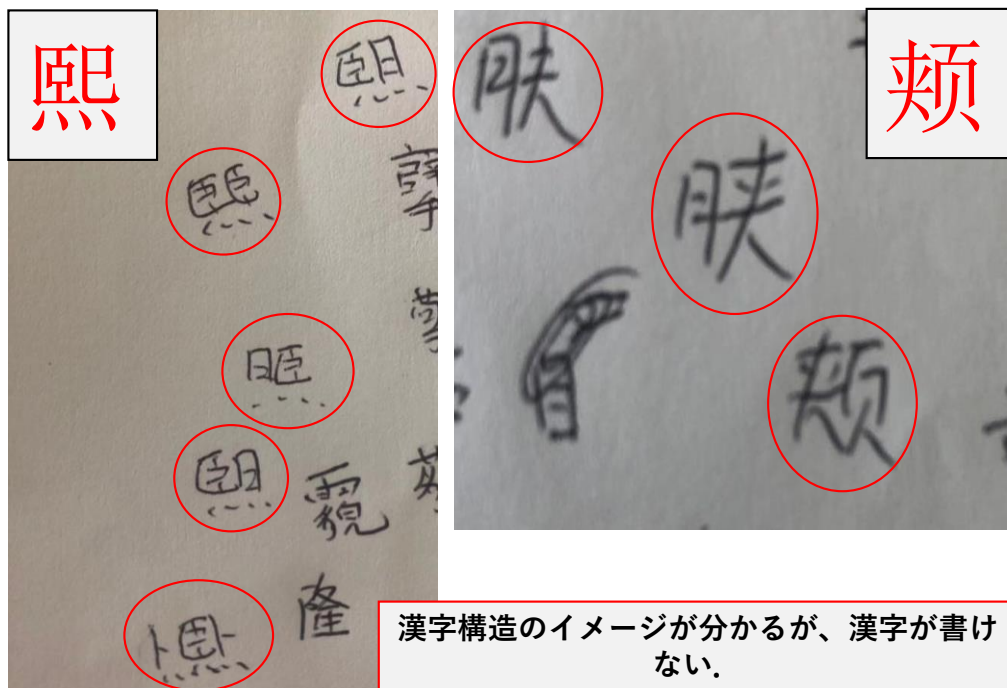


図 4.6 実験協力者の書き取りテスト時、メモした内容の一部

4.4.3.2 文書を読むのに要した時間と理解度

英語の場合、単語のスペルの中の文字を入れ替えたり別の文字に置き換えたりすると、読む速度が低下したり理解度が低下したりすることが知られている[71][72][73][74]. そこで中国語の文書中に漢字の誤字形文字を挿入した場合、英語の場合と同様に文章を読む時間と理解度に影響するかどうかを検証した.

表 4.5 Step2 での文書を読むために要した時間

グループ	平均 (min)	標準偏差
Normal	7.13	2.52
GIM	7.25	3.73
SwaPS	7.25	2.99

表 4.6 Step3 での文書の理解度チェックの結果

グループ	理解度チェックの正答率%	
	平均	標準偏差
Normal	80.0	12.5
GIM	75.0	17.2
SwaPS	80.0	12.5

各実験協力者がテスト用紙に書き込んだ開始時刻と終了時刻のデータから求めた文書を読むために要した時間をもとにして求めた、3つのグループの平均所要時間を表 4.5 に示す。この結果に対し、対応が無い1要因3水準の分散分析を実施した結果、グループの主効果は有意ではなく ($F(2,21)=0.316, p>0.05$)、文書を読む時間に関するグループ間の差異は認められなかった。また、3つのグループの文章理解度チェックの成績(1問正解ごとに20点加算し、全問正解で100点)を表 4.6 に示す。この結果に対し、対応が無い1要因3水準の分散分析を実施した結果、やはりグループの主効果は有意ではなく ($F(2,21)=0.452, p>0.05$)、文書の理解度に関するグループ間の差異は認められなかった。

4.4.3.3 アンケート調査の結果

SwaPSグループとGIMグループの実験協力者のみに対して実施した、Step2で読んだ文書に含まれる誤字形文字に関するアンケートの結果について、文書中に含まれる誤字形文字に気づいた実験協力者の割合を表 4.7 に、文書中の誤字形文字の存在がStep3での事後調査の書き取りテストにどの程度影響したかについての主観的な印象に関する回答結果を表 4.8 に、誤字形文字の存在が文書の内容理解や読む速度にどの程度影響したかについての主観的な印象に関する回答結果を表 4.9 に、それぞれ示す。表 4.7 に示

表 4.7 Step2 で読んだ文書中の誤字形文字の存在に気づいたと回答した実験協力者の割合

グループ	気づいた割合
SwaPS	100%
GIM	50%

表 4.8 Step2 で読んだ文書中の誤字形文字が事後テストにどの程度影響したかに関する回答

選択肢	SwaPS		GIM	
	人数	割合	人数	割合
1. 非常に役に立つ	5	63%	4	100%
2. ある程度役に立つ	3	37%	0	0
3. どちらも言えない	0	0	0	0
4. あまり役に立たない	0	0	0	0
5. 役に立たない	0	0	0	0

表 4.9 Step2 で読んだ文書中の誤字形文字が文書の理解や読む時間にどの程度影響したかに関する回答

選択肢	SwaPS グループ		GIM グループ	
	人数	割合	人数	割合
1. 非常に影響した	0	0	0	0
2. ある程度影響した	0	0	0	0
3. どちらも言えない	0	0	0	0
4. あまり影響なかった	3	38%	2	50%
5. 影響がなかった	5	62%	2	50%

すように、SwaPS グループの実験協力者は、全員が Step2 での文書に含まれている誤字形文字（PS 字形）に気付いた。一方、GIM グループの実験協力者は、半数だけが文書中の誤字形文字（GIM 字形）の存在に気付いた。表 4.8 に示すように、誤字形文字の存在に気づいた実験協力者は、全員その存在が事後調査の書き取りテストに影響し、役に立

ったと答えた。また、表 4.9 に示すように、誤字形文字の存在に気付いた実験協力者は、全員その存在が内容理解や読む時間には影響しないと回答した。

4.5 議論

4.4.3.1 節で示したように、今回の実験では全体として事前調査の書き取りテストよりも事後調査の書き取りテストで成績が有意に向上している。この結果は、文書を読むことが漢字の字形記憶の修正・強化に有益な効果を有することを示している。つまり、漢字健忘問題は、読書などの文書を読む行為によって、一定の改善が見込まれることが示唆された。これは、言い換えれば、漢字健忘問題の原因が PC やスマートフォンの漢字変換システムを使用して文章を作成することだけにあるのではなく、文書を読む機会の減少も一因となっていることを示唆していると言えるだろう。あるいは、文書を読む機会自体は特に減少していないが、SNS 等の普及によって、日常的に読む文書の質が低下していることが影響している可能性も考えられよう。ただしこの点については、あくまで推測の範囲を出ない。小学校児童を対象とした調査結果によれば、読書量と語彙力（漢字の字形記憶能力とは異なるが）との間に正の相関が認められるものの、その相関はあまり強くないことが示されている[75]。しかし、漢字学習を一通り終えている成人を対象とした読書量と漢字能力の関係に関する調査は管見の限り見当たらず、今後検討を進める必要がある。

上述のとおり、文書を読むことが漢字健忘問題の解消に有益であることが示されたが、4.4.3.1 節に示した、SwaPS グループでは事前調査の書き取りテストから事後調査の書き取りテストへの成績向上幅が Normal グループよりも有意に大きいという結果は、PS 字形の誤字形文字を文書に埋め込むことによって、より効果的に漢字健忘問題を解決できる可能性を示している。ここで重要なのは、誤字形文字であれば何でもよいわけではないということである。実際、GIM 字形の誤字形文字を使用した GIM グループの成績向上幅は、Normal グループよりも有意に大きいとは言えないことが示されている。

この理由として、GIM 字形を用いると誤字形文字が埋め込まれていることに気づきにくいことが考えられる。表 4.7 に示した誤字形文字の存在に気づいたかどうかに関する調査結果から、SwaPS グループは全員が気づいていたのに対し、GIM グループでは半数

の実験協力者しか気づいていなかった。また、表 4.8 に示す結果から、誤字形文字の存在に気づいた実験協力者らは、全員が誤字形文字の存在が事後調査の書き取りテストに役に立った（すなわち、字形記憶の修正や強化に効果がある）ことを指摘している。このような効果は、誤字形文字の存在に気づいて初めて得られるものであり、誤字形文字の存在に気づかなければ、Normal グループの場合と同等の効果しか得られないのは当然である。このため、GIM グループの成績向上幅は、Normal グループと比べて若干大きくなってはいるものの（表 4.4）、有意差を認められるレベルには至らなかったであろう。

以上のように、形声文字の意符と音符を入れ替えて作られる誤字形文字である PS 字形は、文書の読み手に対して誤字形文字の存在に確実に気づかせる効果があることがわかった。しかも PS 字形の文字は、正しい文字の字形を再現するために必要な構造情報をすべて有している。その結果として、PS 字形の誤字形文字を文書中に埋め込むことによって、意符と音符が上下ないし左右に配置される構造を持つ形声文字の字形記憶がより効果的に修正・強化されることが示されたと言える。なお、今回の実験では Step 3 の事後調査を Step 2 の直後に実施したため、提案手法の効果については、直接的には短期的な記憶効果しか確認できていない。今後さらに長期的な記憶効果についても検証実験を実施する予定であるが、長期的に記憶されるためには、まず短期的に記憶されることが必要であるので、長期的な記憶効果についても提案手法は有効である可能性を十分に有していると考えられる。

SwaPS 字形変形手法の有効性が実証されたが、この妨害がどのようにして人の注意を惹きつけるのかは明らかになっていない。そのため、今後の研究ではアイトラッカーなどを利用して調査する必要がある。また、PS 字形以外の変形文字の有効性についても検討する必要がある。単純な変形の例としては、文字の回転や鏡面反転が考えられる。

文字の回転や鏡面反転などの字形変形による漢字の認識時間の変化に関する研究は多数存在する [89] [90] [91]。文字の回転角度と識別時間の関係については、時計回りか反時計回りかに関わらず、回転する角度が大きいほど文字の識別にかかる時間が長くなることが示されている [89] [90]。このような識別時間の伸長は、回転した漢字の認識に必要なメンタルローテーション (mental rotation) のプロセス [92] によるものと考えられる。メンタルローテーションとは、回転した状態で呈示された視覚刺激を心理

的に回転し、回転のない正立した状態の図形を認識する認知活動である。このプロセスにより、文字の認識は正立した状態に回転することによる干渉を受け、認識の難度が増加し、識別時間が伸長するのであろう。

このように、回転文字や鏡面反転文字も、その認識時に余分な認知負荷がかかるという点では、本研究で提案した PS 字形と同様である。それゆえにこれらの字形変形でも PS 字形と同等の漢字再学習効果があるのではないかという指摘もありうる。しかしながら筆者の意見としては、認知負荷をかけさえすればよいというわけではなく、どのような認知負荷をかけるかが重要であり、漢字の字形構造に関わる認知的負荷をかけることが必要であると考え。PS 字形文字を元の字形に戻すためには、提示されている漢字をそのまま扱うのではなく、意符と音符を入れ替えるという字形構造に立ち入った心理的変換が求められる。これに対し、メンタルローテーションでは、提示されている漢字の字形構造を保持したまま、漢字を文字ではなく画像的な情報として回転や反転が行われている可能性が高い。つまり、両者はいずれも心理的変換ではあるが、その変換の質は大きく異なっているので漢字字形の（再）学習への効果にも差異があり、字形構造に立ち入らない心理的変換であるメンタルローテーションでは期待する学習効果を得られないと考えられる。ただし、この点については現段階では推測の域を出ないので、今後回転時文字や鏡面反転文字を使った場合との比較実験を行いたい。

文書を書く際に GIM 字形の文字を埋め込むことによって字形記憶を修正・強化できることが第 3 章で明らかになっているが、一方で誤字形文字の発見と修正に必要な負荷が過剰であるため、多くの使用者が G-IM 漢字入力方式を使いたくないとする問題が生じていた。今回新たに提案した、文書を読む際に誤字形文字を埋め込む手法 SwaPS においても、字形記憶の修正・強化には有効ではあるものの、その利用が忌避されるという同様の事態が生じていないかどうかを確認する必要がある。

表 4.5 に示した、Step2 での文書を読む作業にかかった時間と、表 4.6 に示した Step3 での文章の理解度チェックの結果から、3 つのグループの間に有意差が認められなかった。また、表 4.9 に示した、Step2 で読んだ文書中の誤字形文字が文書の理解や読む時間にどの程度影響したかに関する回答結果でも、SwaPS グループと GIM グループとの間に顕著な差は無く、いずれも文書を読む行為に対する影響はほとんどないという主観

を報告している。これらの結果は、PS 字形と GIM 字形のいずれの誤字形文字が埋め込まれていても、文書を読む際の障害にはなっていないことを示しており、G-IM 漢字入力方式の場合に見られた利用の忌避問題を生じにくいことが示唆された。また、英語の場合に見られる Typoglycemia と類似する誤字の存在に気づかれにくいという現象が GIM 字形の場合には生じるのに対し、PS 字形の場合には生じ難いことも示された。

以上の結果から、文書を読む作業を対象とし、文書中に意符と音符の上下位置ないし左右位置を入れ替えて作られた誤字形文字である PS 字形文字を埋め込む SwaPS 手法は、漢字字形記憶の修正と強化に有効に機能する、一種の「望ましい困難要素」[8]とみなすことができる。なお、漢字を初めて学ぶ初学者は、PS 字形が正しいのか誤りなのかを判断できないので、むしろ PS 字形を正しい文字として習得してしまう危険性がある。つまり SwaPS 手法による漢字学習は、あくまで漢字を一通り習得している既習得者のための、日常的活動の中における「再学習」用の手法であることに注意されたい。

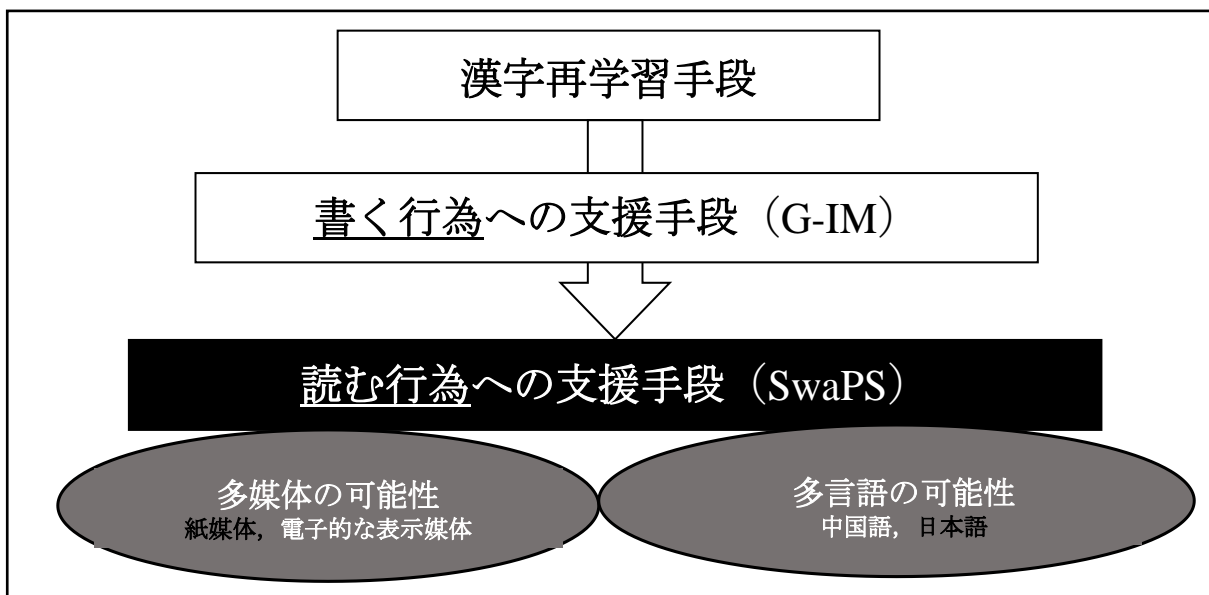
4.6 おわりに

本章では、文書中に誤字形文字を採り入れることによって、その文書をただ読むだけで漢字字形の記憶を修正・強化する効果を得られる漢字の再学習支援手法 SwaPS を提案した。SwaPS で採用した誤字形文字である PS 字形は、意符と音符が上下ないし左右に配置される構造を持つ形声文字の意符と音符の位置を入れ替えることによって生成される。

提案手法 SwaPS による漢字字形記憶の修正・強化に関する効果を検証するために、PS 字形の誤字形文字を採り入れた文書を読む場合と、ごく微小な誤りを含む GIM 字形の誤字形文字を採り入れた文書を読む場合と、誤字形文字を含まない文書を読む場合の 3 つの条件の比較実験を実施した。その結果、PS 字形を用いた場合に、誤字形文字を含まない文書を読む場合よりも漢字字形記憶に関するテストの成績向上幅が有意に大きくなる一方、GIM 字形を用いた場合には有意な向上が認められなかった。また、文書を読むのにかかった時間や文書の理解度については、3 つの条件間に有意な差が認められず、誤字形文字を採り入れても利用者に余計な負荷がかからないことが示された。ゆえに、PS 字形を用いる提案手法 SwaPS は、利用者に余計な負荷をかけることなく漢字字

形記憶の修正・強化を実現できる，漢字の既習得者を対象とした再学習に有効な手法であることが示された．本章の検討結果を踏まえ，次の第 5 章では，「読む」行為による漢字の再学習を支援するシステムとしての，誤字形文字を出力する電子ブックリーダーを構築し，その実用性を検証するとともに，提案した誤字形文字の変形手法の多媒体（紙媒体と電子的な媒体）における有用性を議論する．

第5章 SwaPS 手法の多媒体対応の可能性の 検証



5.1 はじめに

第4章では、文書中に誤字形文字を採り入れることによって、その文書をただ読むだけで漢字字形の記憶を修正・強化する効果を得られる漢字の再学習支援手法 SwaPS を提案した。SwaPS では、漢字全体の 80% を占める形声文字に着目し、形声文字を構成する意符と音符の位置を入れ替えることによる字形変形手法によって誤字形文字 (PS 字形文字) を生成し、これを文書中に混入させる。SwaPS 手法の基礎的な有効性を検証するた

めに、紙に印刷された文書を対象として実験を行った。その結果、PS 字形文字を混入した文書を読むことで、正しい字形の文字のみを含む文書や、G-IM で採用したごくわずかに異なっている誤字形文字を含む文書を読む場合よりも、有意に漢字字形記憶を強化できること、および、正しい字形の文字のみを含む文書を読む場合よりも負荷が増加しないことを確認した。しかし、紙に印刷された文書を対象として提案手法の有効性を示したが、実世界での利用を考えた場合、たとえば学術論文に PS 字形のような誤字を埋め込んで印刷すると、論文の質的評価に悪影響を与えることが懸念されるなど、紙媒体では利用シーンが限定される。PS 字形文字の生成・置き換え機能を有する電子書籍リーダーを実現し、著者や出版者ではなく読者の意志で PS 字形を文書中に混ぜ込むことを可能とすれば、前述のような利用シーンの問題は解消される。

一方、従来からタブレットなどの電子的な表示媒体を用いた場合、紙媒体よりも集中の度合いや内容の理解度が低くなることが報告されている[76][77][78]。それゆえ、紙媒体における有効性が認められた PS 字形が、電子的な表示媒体においても同様に有効性が見られるかどうかを検証することが必要である。そこで本章では、第4章で提案した SwaPS 手法に基づき、「読む」行為による漢字の再学習を支援するシステムとしての、誤字形文字を出力する電子ブックリーダーを構築し、その実用性を検証するとともに、提案した誤字形文字の変形手法の多媒体（紙媒体と電子的な媒体）における有用性を検証する。

5.2 実験用プロトタイプシステムの構成

PS 字形文字の置き換え機能を有する電子書籍リーダーである Error-embedding E-Reader (EE-Reader) の構成を説明する。最終的に EE-Reader には、任意文章中の形声文字を抽出する機能と、抽出された形声文字に対応する PS 字形文字を自動生成して元の字の位置に差し替えて提示する機能、および、利用者が各自の状況により誤字形文字の提示率を選択する機能を備えることを目指している。しかし、既存の漢字フォントから誤字形文字 (PS 字形文字または GIM 字形文字) フォントを自動生成するのは容易ではない。そこで本研究では、実験を簡便に実施するために、TTedit[63]を使って手作業で誤字形文字を作成した。実用に供するシステムを作るには、すべての形声文字についての



文書貼り付けゾーン

文字数：貼り付けた文書の文字数を自動計算

誤字率：文書に含まれる誤字率を選択できる機能 (0%, 0.5%, 1%, 2%, 5%, 10%)

提出：貼り付けた文書と誤字率の設定が完了したら、「提出」ボタンを押すと、誤字形文字を含む文書の提示画面に移す。

クリア：貼り付けた文書や誤字率の設定をクリアする機能

図 5.1 実験用 EE-Reader の操作画面 - 1

誤字形フォントを作る必要があるが、今回は評価実験で使用する形声文字についてのみ誤字形文字 (PS 字形, GIM 字形) を作成した. 実験で用いる EE-Reader のプロトタイプ (以下, これを単純に EE-Reader と呼ぶ) (図 5.1) は, 文書データを表示する際に, この作成した誤字形文字ファイルを参照して, 課題漢字 (の一部) を対応する誤字形文字に差し替える機能を有する. また, 文書中の誤字形文字が文書を読む時間に与える影響を評価するための, 読書時間計測機能も用意した. 具体的には, システム上の「タスク開始」ボタンを押してから文書を読み始め, 終了時に「タスク完了」ボタンを押したら, システムは読書時間を計測する (図 5.2).

5.3 実験

提案手法の有用性を実証するために, 第 4 章の紙媒体における基礎調査と同様のユ

EE-Reader

The screenshot shows the EE-Reader interface. At the top, there are three buttons: 'タスク開始 / Start', 'タスク完了 / End', and '回答票 / Survey'. Below these is a timer showing '0' minutes and '0' seconds. The main area contains a text passage in Chinese. A red box highlights the top control area. Another red box highlights the text passage, with several characters enclosed in smaller red boxes. A green callout box on the right explains the buttons: 'タスク開始: 計時を開始する.', 'タスク完了: 計時を完了する.', and '回答票: 文書の理解度チェックテストの画面に切り替わる.'. A yellow callout box on the right points to the red boxes in the text, stating '誤字形を含む文書の表示画面' (Display screen of text containing character shape errors). A '戻る' (Back) button is located at the bottom left of the text area.

タスク開始 / Start タスク完了 / End 回答票 / Survey

0 分 0 秒

天冷极了，下着雪，又快黑了。这是一年的最后一天——平安夜。在这又冷又黑的晚上，一个没戴帽子、没戴手套、也没穿鞋子的小女孩，在街上哆哆嗦嗦地走着。凛冽的寒风吹过她幼小的脸颊，她的衣服又旧又破，脚上穿着一双妈妈的大拖鞋在街上走着。她的口袋里装着许多盒火柴，一路上不住口地叫着：“卖火柴呀，卖火柴呀！”人们都在买节日的食品和礼物，有谁会理她呢？

中午了，她一根火柴也没卖掉，谁也没有给她一个铜板。没有烟劳她就不能回家呀。

她煎熬地向前走着，在一幢楼房的窗前停下了，室内的情景吸引住了她。哟，屋里的圣诞树多美呀，窗台上的向日葵暖洋洋的开着，一只敦厚的大黄狗趴在地上，舔着碗里的肉骨头。屋里两个孩子穿着漂亮的衣服，站在窗子上好奇地向窗外望着。小女孩隔着玻璃窗凝视着人家幸福的情景，突然想到了病入膏肓的妈妈和死去的奶奶，伤心地哭了。哭有什么用呢？小女孩擦干眼泪，继续向前走。没有了奶奶只能她担负起赡养妈妈的责任。“卖火柴呀，卖火柴呀！叔叔，阿姨，买一些火柴吧！”

可是，人们买完节日礼物，都敷衍似的匆匆地走过

戻る

タスク開始：計時を開始する。
タスク完了：計時を完了する。
回答票： 文書の理解度チェックテストの画面に切り替わる。

の中は誤字形文字。

誤字形を含む文書の表示画面

図 5.2 実験用 EE-Reader の操作画面 - 2

ーザスタディを実施した。

5.3.1 実験手順の概要と手順

実験協力者は、筆者の大学院に所属する中国人学生 15 名である。実験は、以下の 4 段階で実施した：

Step 1. 事前調査：40 個の課題漢字を含む 90 個の漢字の書き取りテスト。

Step 2. EE-Reader を利用し、図 5.3 に示した 3 種類の字形（PS 字形，GIM 字形，Normal 字形）のいずれかによって表記された課題漢字を含む文書を読む作業。Step 1 の 15 日後に実施。

Step 3. 事後調査 1：文書に関する理解度チェックテスト+40 個の課題漢字を含む 90 個の漢字の書き取りテスト+アンケート調査。Step 2 の直後に実施。

漢 漠 藪

Normal字形 GIM字形 PS字形

図 5.3 正しい字形の漢字と，誤字形漢字の例

Step 4. 事後調査 2 : 40 個の課題漢字の書き取りテスト+口頭インタビュー. Step 3 の 1 か月後に実施.

最終的に，事後調査の書き取りテストの結果と事前調査の書き取りテストの結果から成績の向上幅を求め，3 種の字形それぞれにおける向上幅を比較し，いずれの字形で最も向上幅が大きくなるかを検証する.

第 3 章の評価実験と同様に，この実験における仮説は，成績の向上幅が Normal \leq GIM < PS の順になるというものである. GIM 字形については，誤りに気付けば字形記憶が強化・修正され，Normal 字形よりも向上幅が大きくなる可能性はある. しかし前述のとおり GIM 字形の誤りはごくわずかなので，誤りに気付かれず，Normal 字形として読み飛ばされてしまう可能性も高く，その場合 Normal 字形との差が生じない. よって，総合的には GIM 字形の向上幅は Normal 字形よりも若干大きいかあるいは同等になると考えられる. 一方，PS 字形は誤りに気付かれやすいので，より確実に字形記憶が強化・修正され，最も向上幅が大きくなると考えられる.

5.3.2 実験の詳細

Step 1 で実施した書き取りテストでは，現代漢字常用字表[69]から選出した日常的によく使用される 60 個の形声文字（このうち 40 個を後の評価で使用する課題漢字として設定）と，非常用漢字のうちから筆者が経験的に書き間違いやすいと判断して選定した比較的画数が多い漢字 30 個の，合わせて 90 個の漢字書き取り問題を出題した. 問題の例を図 5.4 に示す. 書き取り問題では，ピンインの発音を参照して下線部に漢字を手書きで記入することを求めた.

Step 2 では，まず Step 1 の 40 個の課題漢字の書き取りテストの成績に基づき，15 人の実験協力者を 5 人ずつの 3 つのグループ（PS グループ，GIM グループ，Normal グループ）に分けた. この際，各グループの成績分布が均等になるように実験協力者を割り

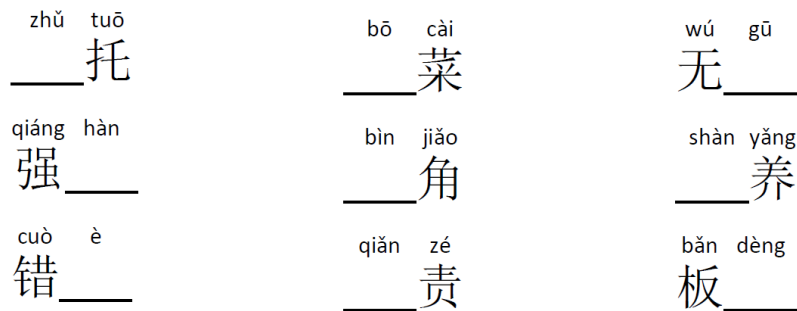


図 5.4 実験の書き取りテスト問題の一部

振った。確認のために、3つのグループそれぞれの Step 1 のテストの成績について、対応が無い 1 要因 3 水準での分散分析を実施したところ、グループの主効果は有意ではなかった ($F(2, 12) = 0.17, p = 0.85 > 0.05$) ので、グループ分けに有意な偏りは無いことが裏付けられた。

次に、40 個の課題漢字を PS 字形あるいは GIM 字形に変形して埋め込んだ文書を作成した。図 5.5 に、3 種の字形の文字を含む文書の例を示す。SwaPS グループの実験協力者には PS 字形の課題漢字を埋め込んだ文書を、GIM グループには GIM 字形の課題漢字を埋め込んだ文書を、Normal グループにはすべて Normal 字形の漢字のみで構成された文書を読むタスクを課した。なお図 5.5 では、文書中に埋め込んだ課題漢字を赤色で示しているが、実験協力者に提供した文書ではすべて黒色の文字とした。実験で使用した文章は、中国の小学 3 年生の国語教材の文章「マッチ売りの少女」[70]である。実験協力者に提供した文書の全文字数は 2,233 字であり、Step 1 の書き取りテストで採用した 60 個の常用漢字全てを含んでいる。文字フォントは SimSun 文字フォントを使用し、フォントサイズは 10.5 ポイントとした。

Step 2 における文書を読むタスクにおいて開始前に与えた教示は、システム上の「タスク開始」ボタンを押してから文書を読み始め、終了時に「タスク完了」ボタンを押すようにという教示のみである。それ以外の教示は一切与えず、タスク実施中および終了後の質問などは一切受け付けなかった。

なお、Step 2 における課題漢字は、すべて Step 1 の書き取りテストで問題として出題されている漢字であるため、Step 1 の書き取りテストが Step 2 の文書を読む作業に何らかの予期せぬ影響を与える可能性が考えられる。そこでこのような影響を極力排除する

PS 字形文字を含む文

幸ナイフが小さいのと、親指の骨が**潰**かったので、今だに**躰**指は手に付いている。しかし**槍**痕は死ぬまで消えぬ。

GIM 字形文字を含む文

幸ナイフが小さいのと、親指の骨が**堅**かったので、今だに**親**指は手に付いている。しかし**創**痕は死ぬまで消えぬ。

Normal 字形文字を含む文章

幸ナイフが小さいのと、親指の骨が**堅**かったので、今だに**親**指は手に付いている。しかし**創**痕は死ぬまで消えぬ。

図 5.5 3種の字形の文字を含む日本語文書の例

ために、Step 2 の実験は Step 1 実施の 15 日後に実施した。さらに、Step 1 の書き取りテストの問題には、課題漢字の他に字形を変形させない常用漢字 20 字（この 20 字も Step 2 の文書中に含まれる）と、30 字の非常用漢字（この 30 字は Step 2 の文書中には含まれない）を混ぜ込んだ。

Step 3 は、Step 2 の文章を読んだ直後に実施された。Step 2 の EE-Reader 上に用意されている「回答票」ボタンを押すと、システムは自動的に文書の理解度チェックテスト（5 問）の画面に切り替わる。理解度チェックテストは、4.4.2 節の文書の理解度チェックテストと同じような内容で、4 つの選択肢から単一の解答を選ぶ選択問題である。文章理解度チェックテストへの回答が終了したら、漢字の書き取りテスト用紙を配布して解答してもらい、最後に、オンラインでアンケート調査を実施した。

Step 4 は、Step 3 の 1 か月後に実施した。40 個の課題漢字の書き取りテスト用紙を配布して解答してもらい、最後に、口頭インタビューを実施した。

5.3.3 結果

5.3.3.1 書き取りテストの成績の比較

表 5.1 に、3 つのグループそれぞれの事前調査（Step 1）、事後調査 1（Step 3）と事後調査 2（Step 4）における、課題漢字の 40 個の形声文字のみに関する書き取りテストの成績の平均を 100 点満点で示す。なお、課題漢字の他に字形を変形させない常用漢字 20 字と、30 字の非常用漢字に関する書き取りテストも行っているが、表 5.1 に示す成績に

表 5.1 各グループの事前調査 (Step 1) , 事後調査 1 (Step 3) と事後調査 2 (Step 4) における 40 個の課題漢字の書き取りテストの成績 (100 点満点)

グループ	Step 1		Step 3		Step 4		Step 3 – Step 1	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	差分の平均	標準偏差
PS	51.0	12.21	69.5	10.42	67.0	11.55	18.5	6.44
GIM	51.0	15.86	59.0	17.29	62.5	22.19	8.0	3.32
Normal	57.0	21.64	66.0	19.66	70.0	14.58	9.0	7.52

はこれらの漢字の成績は含まれていない。表中の「Step 3 – Step 1」で示したのは、事前調査と事後調査 1 の成績の差分の平均である。

Step 1 の成績は 51 点前後であり、小学校 3 年生レベルの漢字に関する大学院生の成績としては非常に物足りない結果となっており、第 4 章の紙媒体の実験調査結果と同様に漢字健忘問題の存在が示されている。Step 3 の成績の向上状況を確認するために、全員の Step 1 の成績と Step 3 の成績について対応のある t 検定を実施した結果、1%水準で有意差が認められた ($t(14)=5.78, p=0.00 < 0.01$)。つまり全体として、事後テスト 1 の成績は事前テストの成績よりも有意に向上していることがわかった。

3.2 節で示したように、今回の実験における仮説は、成績の向上幅が Normal \leq GIM $<$ PS の順になるというものである。表 5.1 の Step 3 – Step 1 の差分の平均の値を見ると、基本的にはこの仮説どおりの傾向が認められる。各実験協力者の成績の Step 1 と Step 3 との差分データに基づき、Williams の多重比較検定法を用いて、Normal グループをコントロール群とし、上記仮説の下で成績の差分 (Step 3 – Step 1) に関する検定を行ったところ、以下の結果が得られた。

- Normal グループと PS グループの成績の差分の間の統計検定量は 2.11 となり、5%水準で有意差が認められた。つまり、PS グループにおける成績の向上幅は、Normal グループよりも有意に大きい。
- Normal グループと GIM グループの成績の差分の間の統計検定量は-0.22 となり、有意差が認められなかった。つまり、GIM グループにおける成績の向上幅は、Normal

グループよりも有意に大きいとは言えない。

また、提案手法は漢字字形への長期的な記憶効果があるかについて調査するために、PS グループの Step 3 と Step 4 の成績について対応のある t 検定を実施した結果、5%水準で有意差が認められなかった ($t(4) = 1.20, p = 0.15 > 0.05$)。つまり提案手法による字形記憶の強化効果は、少なくとも1か月間は維持されることがわかった。

なお、Step 3 と Step 4 の成績を比較すると、PS グループではわずかな成績の低下が認められるのに対し、その他の2グループではわずかながらも成績の向上が見られる。実験協力者へのインタビューの中で、GIM グループと Normal グループの実験協力者の一部は、Step 3 の書き取りテストの終了後、間違った漢字の正しい字形を調べていたことが明らかになった。一方、PS グループの実験協力者には、書き取りテスト後に字形を調べた者はいなかった。前述のような Step 4 での成績変化は、このような Step 3 終了後の期間における実験協力者の行動の違いが影響したものと思われる。

5.3.3.2 文書を読むのに要した時間と理解度

紙媒体の場合、文書中に漢字の誤字形文字を挿入した場合でも、読む速度が低下したり理解度が低下したりすることは発生しなかった。今回は、電子的な表示媒体である EE-Reader を用いた場合における、読む速度や理解度への影響を調査した。

各実験協力者が文書を読むために要した時間をもとにして求めた、3つのグループの平均所要時間を表 5.2 に示す。この結果に対し、対応が無い1要因3水準の分散分析を実施した結果、グループの主効果は有意ではなかった ($F(2, 12) = 0.26, p > 0.05$)。また、3つのグループの文章理解度チェックの成績(1問正解ごとに20点加算し、全問正解で100点)を表 5.3 に示す。この結果に対し、対応が無い1要因3水準の分散分析を実施した結果、やはりグループの主効果は有意ではなかった ($F(2, 12) = 0.25, p > 0.05$)。これらの結果から、電子的な表示媒体を用いた場合でも、紙媒体の場合と同様、文書中に漢字の誤字形文字を挿入した場合でも、読む速度が低下したり理解度が低下したりすることは発生しないことが示された。

5.3.3.3 アンケート調査の結果

PS グループと GIM グループの実験協力者のみに対して実施した、Step2 で読んだ文書に含まれる誤字形文字に関するアンケートの結果について、文書中に含まれる誤字形文

表 5.2 Step2 での文書を読むために要した時間

グループ	平均 (min)	標準偏差
PS	6.8	4.53
GIM	5.8	1.72
Normal	5.4	0.80

表 5.3 Step3 での文書の理解度チェックの結果

グループ	理解度チェックの正答率%	
	平均	標準偏差
PS	76	0.15
GIM	84	0.08
Normal	80	0.22

字に気づいた実験協力者の割合を表 5.4 に示す。誤字形文字の存在に気付いた実験協力者について、図 5.6 には文書中の誤字形文字の存在が Step 3 での事後テストにどの程度影響したかについての主観的な印象に関する回答結果を、また図 5.7 には誤字形文字の存在が文書の内容理解や読む速度にどの程度影響したかについての主観的な印象に関する回答結果を、それぞれ示す。表 5.4 に示すように、PS グループの実験協力者は、全員が Step 2 での文書に含まれている誤字形文字 (PS 字形) に気付いた。一方、GIM グループの実験協力者は、60%だけが文書中の誤字形文字 (GIM 字形) の存在に気付いた。この結果は紙媒体の調査結果とほぼ一致する (PS:100%, GIM:50%)。表 5.4 に示すように、誤字形文字の存在に気づいた実験協力者は、PS グループでは 60%がその存在が事後テストで役に立ったと答えたのに対し、GIM グループでは 33% (1 人) だけが役に立ったと答えた。また、図 5.7 に示すように、誤字形文字の存在に気付いた実験協力者は、PS グループでは 80%がその存在が内容理解や読む時間には影響しないと回答したのに対し、GIM グループでは全員が影響しないと回答した。

表 5.4 Step2 で読んだ文書中の誤字形文字の存在に気づいたと回答した実験協力者の割合

グループ	気づいた割合
PS	100%
GIM	60%

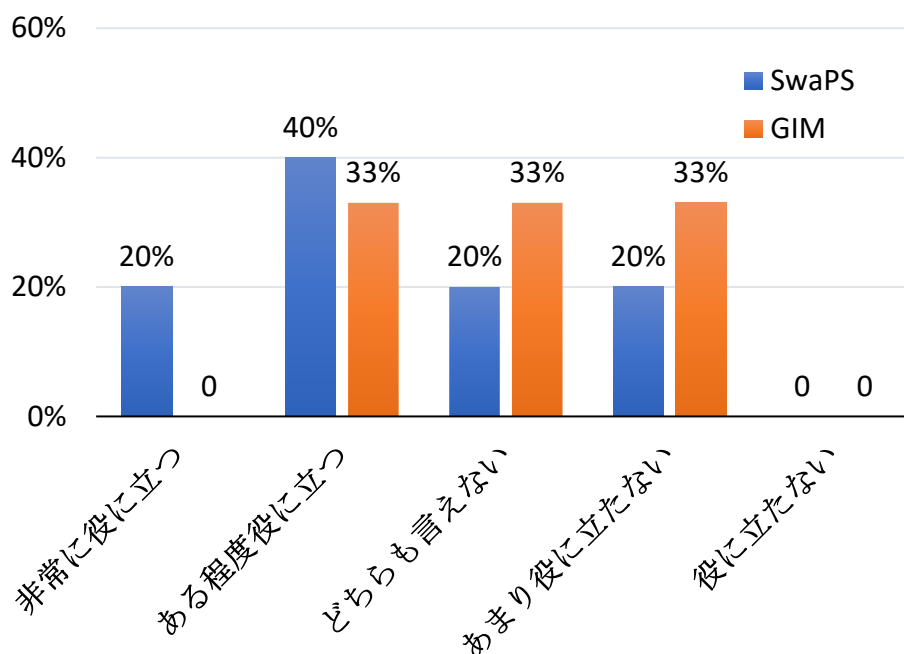


図 5.6 Step2 で読んだ文書中の誤字形文字が事後テストにどの程度影響したかに関する回答

5.4 議論

5.3.3.1 節で示したように、今回の実験では全体として事前テストよりも事後テストで成績が有意に向上している。この結果は、文書を読むことが漢字の字形記憶の修正・強化に有益な効果を有することを示しているが、PS グループでは事前テストから事後テストへの成績向上幅が Normal グループよりも有意に大きいという結果は、PS 字形の誤字形文字を文書に埋め込むことによって、より効果的に漢字健忘問題を解決できる可能性を示している。この結果は、紙媒体と同様な調査結果であり、SwaPS 手法は電子的な表示媒体を用いた場合でも有効であることが分かった。また、Step 4 の調査結果から、

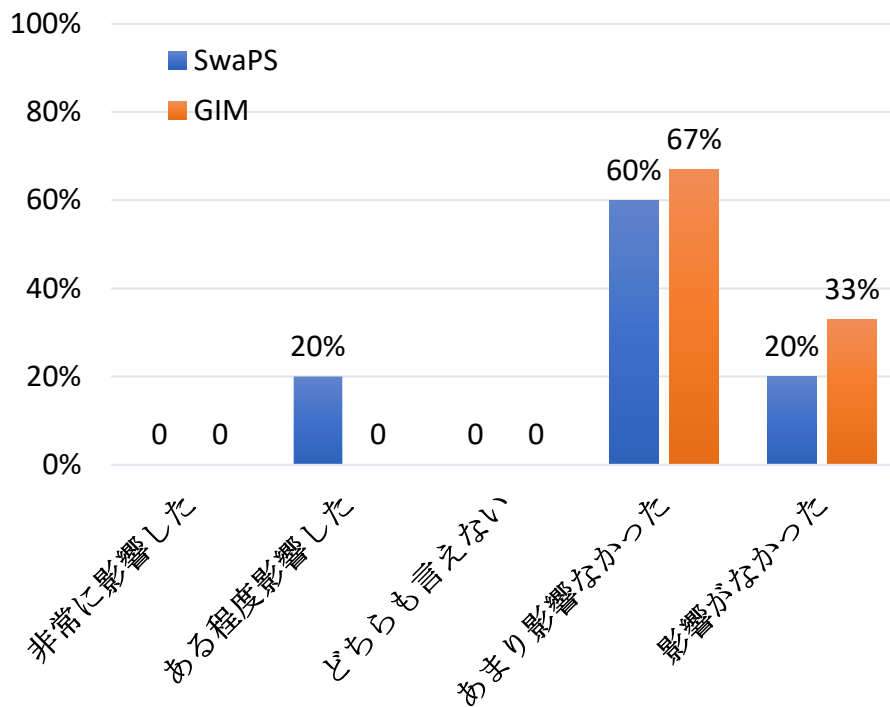


図 5.7 Step2 で読んだ文書中の誤字形文字が文書の理解や読む時間にどの程度影響したかに関する回答

SwaPS 手法は漢字形状の短期的な記憶に有効であることが示されただけでなく、長期記憶にも有効であることが示唆された。

一方、GIM 字形の誤字形文字を使用した GIM グループの成績向上幅は、Normal グループよりも有意に大きいとは言えないことが示されている。この理由として、GIM 字形を用いると誤字形文字が埋め込まれていることに気づきにくいことが考えられる。表 5.4 に示した誤字形文字の存在に気づいたかどうかに関する調査結果から、PS グループは全員が気づいていたのに対し、GIM グループでは 60%の実験協力者しか気づいていなかった。

以上のように、形声文字の意符と音符を入れ替えて作られる誤字形文字である PS 字形は、電子媒体においても文書の読み手に対して誤字形文字の存在に確実に気づかせる効果があることがわかった。しかも PS 字形文字は、正しい文字の字形を再現するために必要な構造情報をすべて有している。その結果として、PS 字形の誤字形文字を文書中に埋め込むことによって、意符と音符が上下ないし左右に配置される構造を持つ形声文

字の字形記憶がより効果的に修正・強化されることが示されたと言える。

ところで、文書を書く際に GIM 字形の文字を埋め込むことによって字形記憶を修正・強化できることが第 3 章で明らかになっているが、一方で誤字形文字の発見と修正に必要な負荷が過剰であるため、多くの使用者が G-IM 漢字入力方式を使いたくないとする問題が生じていた。PS 字形を混入した文章を紙に印刷した場合、同様な問題が生じていなかったことが第 4 章で明らかになっているが、今回提案した EE-Reader において、その利用が忌避されるという事態が生じるかどうかを確認する必要がある。

表 5.2 に示した、Step2 での文書を読む作業にかかった時間と、表 5.3 に示した Step3 での文章の理解度チェックの結果から、3 つのグループの間に有意差が認められなかった。また、図 5.7 に示した、Step2 で読んだ文書中の誤字形文字が文書の理解や読む時間にどの程度影響したかに関する回答結果でも、PS グループと GIM グループとの間に顕著な差は無く、いずれも 80% 以上の実験協力者は文書を読む行為に対する影響はほとんどないという主観を報告している。これらの結果は、PS 字形と GIM 字形のいずれの誤字形文字が埋め込まれていても、文書を読む際の障害にはなっていないことを示しており、G-IM 漢字入力方式の場合に見られた利用の忌避問題を生じにくいことが示唆された。ただしこの結果は、紙媒体の場合の「100%の実験協力者は文書を読む行為に対する影響はほとんどないという主観を報告している」という結果と多少異なっている。この差異は、フォントサイズの影響による可能性があると考えられる。今回の実験では、結果を紙媒体における実験結果と比較するために、EE-Reader 上に表示されるフォントサイズを紙媒体の実験と同じく 10.5 ポイントとした。そして、実験参加者に対して「フォントサイズを変更しないでください」と教示した。実験後のアンケートでは、15 人の実験参加者のうち 5 人から、フォントサイズが小さくて読みにくい、フォントサイズを調整できたらよいとの意見があった。通常電子書籍リーダーにはフォントサイズやフォントを変える機能があり、誤字形文字を見たら、文字を拡大して確認する動作が生じるケースがある。しかし今回の実験ではこの動作を制限したことにより、少数の実験協力者に文書を読む行為に対して影響したとの印象が残った可能性がある。今後、実用化に向けて、フォントやフォントサイズの変更機能の使用により、提案システムの有効性に対する影響についてさらなる検証の必要がある。また、フォントサイズだけでなく、

EE-Reader と紙媒体の物理的な表示サイズを一致させた状態での比較を行う必要もある。

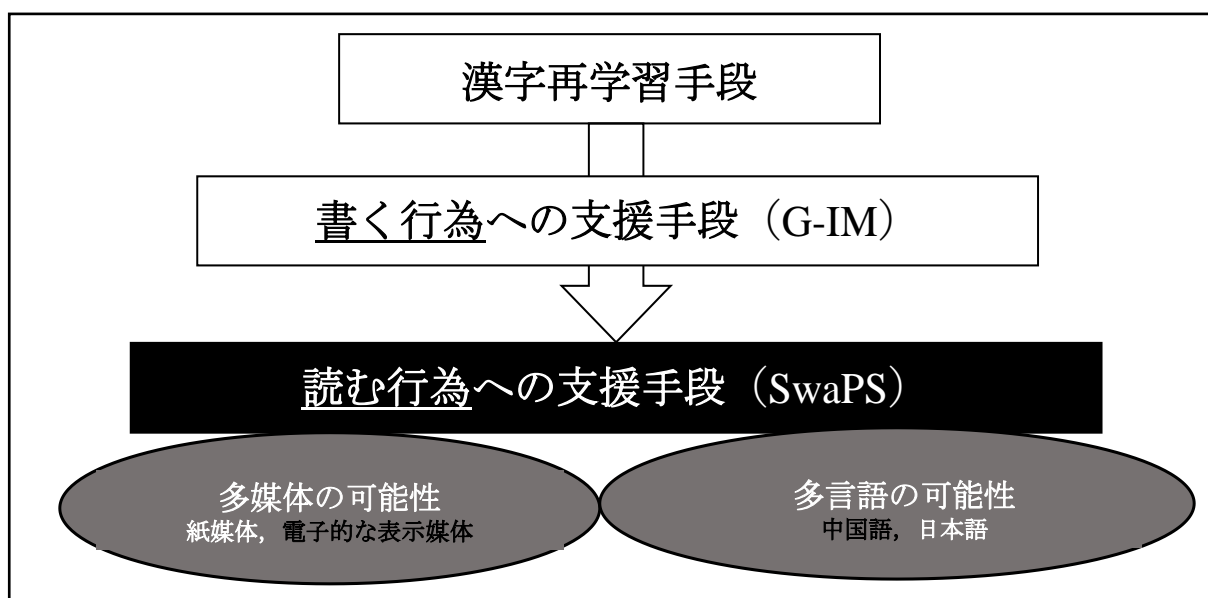
以上の結果から、文書を読む作業を対象とし、文書中に意符と音符の上下位置ないし左右位置を入れ替えて作られた誤字形文字である PS 字形文字は、電子書籍リーダーにおいても利用者に余計な負荷をかけることなく漢字字形記憶の修正と強化に有効であることが分かった。

5.5 おわりに

本章では、文書中に誤字形文字を採り入れることによって、その文書をただ読むだけで漢字字形の記憶を修正・強化する効果を得られる電子書籍リーダーEE-Reader を提案した。EE-Reader で採用した誤字形文字である PS 字形は、意符と音符が上下ないし左右に配置される構造を持つ形声文字の意符と音符の位置を入れ替えることによって生成される。

第 4 章では、PS 字形文字を混入した文書を紙に印刷したものを読むことによって、有意に漢字字形記憶を強化できること、および、正しい字形の文字のみを含む文書を含む読む場合よりも負荷が増加しないことを確認している。今回は、電子的な媒体である EE-Reader を利用して、PS 字形の誤字形文字を採り入れた文書を読む場合と、ごく微小な誤りを含む GIM 字形の誤字形文字を採り入れた文書を読む場合と、誤字形文字を含まない文書を読む場合の 3 つの条件の比較実験を実施した。その結果、PS 字形を用いた場合に、誤字形文字を含まない文書を読む場合よりも漢字字形記憶に関するテストの成績向上幅が有意に大きくなる一方、GIM 字形を用いた場合には有意な差異が認められなかった。また、文書を読むのにかかった時間や文書の理解度については、3 つの条件間に有意な差が認められず、誤字形文字を採り入れても利用者に余計な負荷がかからないことが明らかになった。ゆえに PS 字形は、電子書籍リーダーにおいても利用者に余計な負荷をかけることなく漢字字形記憶の修正・強化を実現できる、漢字の既習得者を対象とした再学習に有効であることが示された。つまり、第 4 章で提案した SwaPS 手法は、紙媒体と電子的な媒体のいずれの表示媒体でも字形記憶の修正・強化に関する効果があることが示された。次の第 6 章では、第 4 章で提案した SwaPS 手法の多言語（中国語と日本語）における有用性を議論する。

第6章 SwaPS 手法の多言語対応の可能性の 検証



6.1 はじめに

第4章では、文書中に誤字形文字を採り入れることによって、その文書をただ読むだけで漢字字形の記憶を修正・強化する効果を得られる漢字の再学習支援手法 SwaPS を提案した。SwaPS では、漢字全体の80%を占める形声字に着目し、形声字を構成する意符と音符の位置を入れ替えることによる字形変形手法によって誤字形文字（PS 字形文字）を生成し、これを文書中に混入させる。SwaPS 手法の有用性を検証するために、中国語

話者の漢字の既習得者を対象としたユーザスタディを行った。その結果、提案した PS 字形文字を混入した文書を読むことで、正しい字形の文字のみを含む文書を読む場合より、有意に漢字字形記憶を強化できること、および、正しい字形の文字のみを含む文書を読む場合よりも認知負荷が増加しないことを確認した。さらに、第 5 章では提案手法は紙媒体だけではなく電子媒体においても有効であることを実証した。

本章では、SwaPS 手法のさらなる実用性を確認するために、多言語に対する有用性を検証する。1.2.3 節で説明したように、日本では「ローマ字入力」と「かな入力」の読みを利用する入力方式が広く用いられており、中国と同様に「漢字健忘」という問題が生じることが指摘されてる。日本と中国は同じ漢字文化圏に属しているとはいえ、中国語は漢字しかなく日本語は漢字以外に仮名もある[79][80]。これらの違いにより、SwaPS 手法の効果も変わる可能性がある。そこで本章では、SwaPS の日本語話者における有用性を検証する。

6.2 予備実験

日本語母語話者で漢字の既習得者における常用漢字の忘却状況を調べるための予備実験を行った。

6.2.1 実験手順

筆者の大学院に所属する日本人学生 7 名の実験協力者を対象として、形声文字の書き取りテストを実施した。書き取りテストの課題漢字は、「常用漢字一覧表 (2,136 字)」[81] から選出した 100 個の常用漢字である (表 6.1)。図 6.1 に、予備実験で出題した書き取りテストの一部を示す。書き取りテストでは、実験協力者は問題文の傍線部にひらがなで表記された漢字の読みを参照し、左欄に漢字を手書きで記入することを求められた。

6.2.2 結果

実験の結果を表 6.2 に示す。全ての漢字についての成績は、100 点満点で平均 48.4 点であった。表 6.2 に成績の人数分布と割合を併せて示す。7 人の実験協力者のうちで 60 点未満の成績となった人数の割合は 57.1%であった。このように、高校までで習得し身につけたはずの常用漢字であっても字形が正しく記憶されていない割合がかなり高く、日本においても漢字健忘問題が存在していることを確認した。図 6.2 は実験協力者の書

表 6.1 100 個の常用漢字

儀	催	陰	靈	蓄	塊	塚	嗅	顧	讓
偽	藤	陷	陵	壞	塗	喉	獲	慨	潤
類	徹	幣	躍	瞬	繁	擊	鑑	臟	覆
欄	劑	蹴	猶	倣	墮	拶	髓	壇	儀
濁	範	環	慰	膨	報	聽	喫	覽	膝
獄	憩	睦	礎	徵	襟	穫	緯	驚	響
盤	優	滅	墜	頭	網	裾	濯	獎	懲
粃	惑	懷	愚	毀	機	釀	誓	執	縛
緩	薦	綫	劇	縱	御	彰	矯	臨	翼
慌	隣	護	穀	鄉	噴	憎	騷	雜	譜

書き取りテスト時にメモした内容の一部を示した。漢字の字形記憶に課題があることが明らかになり、漢字健忘問題の存在が示されている。

6.3 実験

6.3.1 実験手順の概要

実験協力者は、筆者の大学院に所属する、予備実験とは異なる日本人学生 16 名である。実験は、以下の 4 段階で実施した：

Step 1. 事前調査：40 個の課題漢字を含む 80 個の常用漢字の書き取りテスト。

Step 2. 図 6.3 に示した 2 種類の字形（PS 字形、Normal 字形）のいずれかによって表記された課題漢字を含む文書を紙に印刷したものを読む作業。Step 1 の 15 日後に実施。

Step 3. 事後調査 1：Step 2 で読んだ文書に関する理解度チェックテスト + Step 1 と同じ内容の漢字の書き取りテスト + アンケート調査。Step 2 の直後に実施。

Step 4. 事後調査 2：Step 1 と同じ内容の漢字の書き取りテスト + 口頭インタビュー。Step 3 の 1 か月後に実施。

(7)	(5)	(3)	(1)
親 <small>お</small> ぼく <small>く</small> 会 <small>かい</small> に出席する	社会の矛盾に憤 <small>い</small> が <small>い</small> する	日 <small>ひ</small> かげ <small>げ</small> で涼む	返済を半年間ゆ <small>う</small> 予 <small>よ</small> する
(8)	(6)	(4)	(2)
研究にじ <small>じ</small> ゆう <small>ゆう</small> 事 <small>じ</small> する	本学の字せ <small>せ</small> き <small>き</small> を有する	ゆう <small>ゆう</small> 秀 <small>秀</small> な人物	せ <small>せ</small> つ <small>つ</small> 電 <small>電</small> の呼びかけをする

図 6.1 書き取りテスト問題の一部

表 6.2 書き取りテストにおける成績分布と割合

成績	人数	割合
80 点以上	0	0
79～60 点	3	42.9%
60 点未満	4	57.1%
平均点数	48.4	

6.3.2 実験の詳細

Step 1 で実施した書き取りテストでは、「常用漢字一覧表」[81]から選出した 80 個の常用漢字を問題として採用した。このうちの上下または左右構造を持つ形声文字 40 個（表 6.3）を課題漢字とした。課題漢字に対して過度に注意が向くことを避けるために、課題漢字以外の常用漢字（構造や分類は不問）を非課題漢字として 40 個追加し、合わせて 80

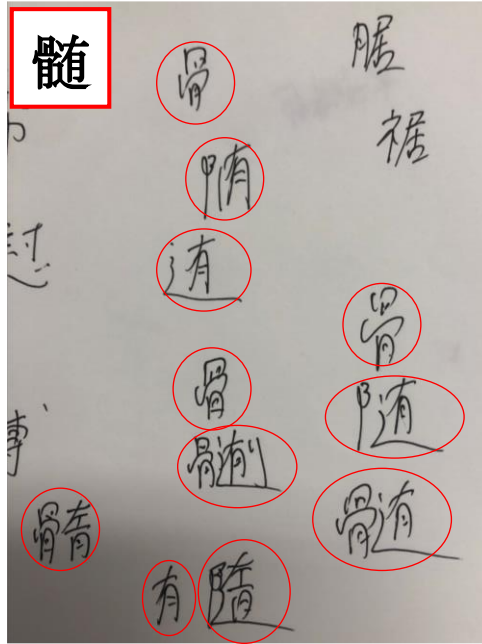
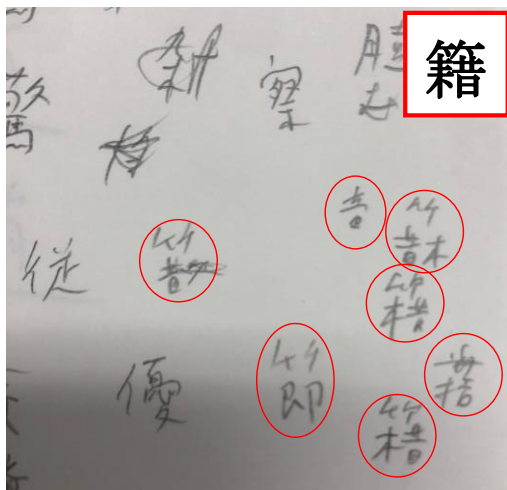
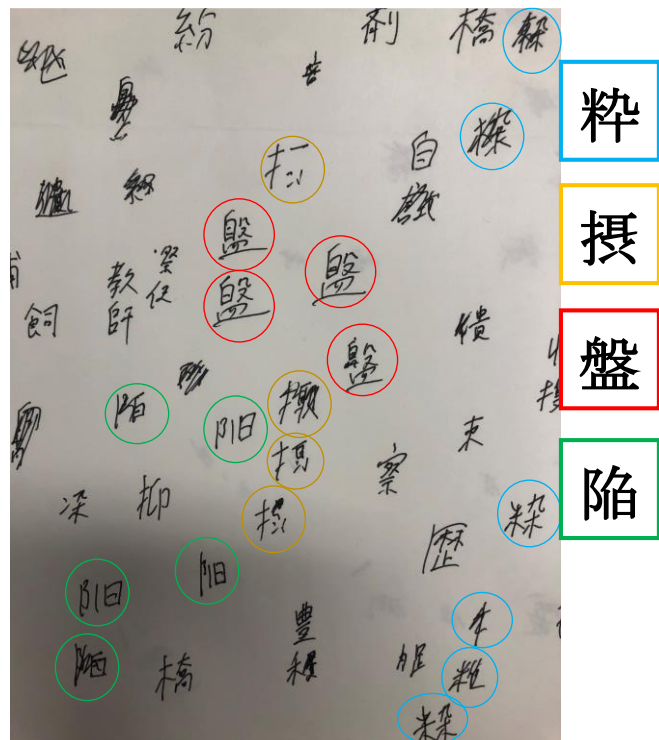


図 6.2 実験協力者らの書き取りテスト時，メモした内容の一部

藪 漢

PS字形 Normal字形

図 6.3 正しい字形の漢字と、誤字形漢字の例

表 6.3 40 個の課題漢字

師	喉	潤	飼	嗅	慰	愉	憩	膝	隣
矯	染	襲	撰	幣	契	須	機	蓄	貢
濁	驚	嘆	駈	釀	陥	抑	劑	穀	輸
鍛	練	喫	粹	催	彰	補	薦	察	融

個の漢字書き取り問題を出題した。テストの実施方法は、予備実験と同じであり、図 6.1 に示したものと同様の問題を示し、問題文の傍線部にひらがなで表記された漢字の読みを参照し、左欄に漢字を手書きで記入することを求めた。

Step 2 では、まず Step 1 の書き取りテストの成績に基づき、16 人の実験協力者を 8 人ずつの 2 つのグループ (SwaPS グループ, Normal グループ) に分けた。この際、各グループの成績分布が均等になるように実験協力者を割り振った。確認のために、2 つのグループそれぞれの Step 1 の課題漢字の成績について、対応が無い 1 要因 2 水準での分散分析を実施したところ、グループの主効果は有意ではなかった ($F(1, 14) = 0.00, p = 0.95 > 0.05$) ので、グループ分けに有意な偏りは無いことが裏付けられた。

次に、Step 1 の書き取りテストで採用した、40 個の課題漢字を PS 字形に変形して埋め込んだ文書を作成した。図 6.4 に、作成した文書の一部を示す。SwaPS グループの実験協力者には PS 字形の課題漢字を埋め込んだ文書 (図 6.4 の左) を、Normal グループにはすべて Normal 字形の漢字のみで構成された文書 (図 6.4 の右) を、それぞれ紙に印刷したものを提供し、これを読むタスクを課した。なお図 6.4 では、本稿読者の便宜のために文書中に埋め込んだ PS 字形の課題漢字を赤色で示しているが、実験協力者に提供した文書ではすべて黒色の文字とした。実験で使用した文章は、ネットで公開されている随筆「恩師はいま」である[82]。ただし、Step 1 の書き取りテストで採用した 40

PS 字形文字を含む文章

朝食はニュースを聞きながら済ませます。朝の9時前後から新聞を読みますが、見出しを見るだけでも相当な時間を費やします。天候が良ければ10時半過ぎ頃から散歩に出掛ける。途中、休憩しながら、午後零時半頃の2時間ほど歩き回り帰宅する。時には**靨**の関節の痛みで**近郷**の整形外科で一時間ほどの**骨髄炎**正の治療を受けます。そのあと、足を伸ばし書店に立ち寄り書籍を購入し、コーヒー1杯飲んで**御**を**聞**し帰路に着く。団地の中の散歩道は、春は染井吉野の桜や八重桜が満開となり、秋はもみじが真っ赤に紅葉し、銀杏並木は真っ黄色い銀杏の葉で埋め尽くされる。ウグイスやヒヨドリ、雀達、狸やハクビシンなどの動物もいて自然環境に恵まれた横浜市内の一角です。残念ながら外猫に鳩やモグラが**竊**われているのを見かけます。自然の**野**理でしょうか。↑

Normal 字形文字を含む文章

朝食はニュースを聞きながら済ませます。朝の9時前後から新聞を読みますが、見出しを見るだけでも相当な時間を費やします。天候が良ければ10時半過ぎ頃から散歩に出掛ける。途中、休憩しながら、午後零時半頃の2時間ほど歩き回り帰宅する。時には膝の痛みで近隣の整形外科で一時間ほどの骨盤矯正の治療を受けます。そのあと、足を伸ばし書店に立ち寄り書籍を購入し、コーヒー1杯飲んで喉を潤し帰路に着く。団地の中の散歩道は、春は染井吉野の桜や八重桜が満開となり、秋はもみじが真っ赤に紅葉し、銀杏並木は真っ黄色い銀杏の葉で埋め尽くされる。ウグイスやヒヨドリ、雀達、狸やハクビシンなどの動物もいて自然環境に恵まれた横浜市内の一角です。残念ながら外猫に鳩やモグラが襲われているのを見かけます。自然の摂理でしょうか。↑

図 6.4 2種の字形の文字を含む文書の一部

個の課題漢字すべてと、40個の非課題漢字のうちから選んだ20個の、合わせて60個の常用漢字を文書中に含めるために、原文に若干の加筆修正を加えた。実験協力者に提供した文書の全文字数は2,052字、文字フォントは游明朝を使用し、フォントサイズは10.5ポイントとした。誤字形文字は、すべて筆者が游明朝フォントを基にTTedit[63]を使って作成した。

Step 2における文書を読むタスクにおいて開始前に与えた教示は、提供した文書の紙上に開始時刻を記入してから文書を読み始め、終了時に終了時刻を紙上に記入するという教示のみである。それ以外の教示は一切与えず、タスク実施中および終了後の質問などは一切受け付けなかった。

なお、Step 2における課題漢字は、すべてStep 1の書き取りテストで問題として出題されている漢字であるため、Step 1の書き取りテストがStep 2の文書を読む作業に何らかの予期せぬ影響を与える可能性が考えられる。そこでこのような影響を極力排除するために、Step 1の書き取りテストの問題に含まれる40字の非課題漢字のうちから20字を、字形を変形させずに文書中に混ぜ込み、さらにStep 2の実験をStep 1実施の15日後に実施するようにした。

Step 3は、Step 2の直後に実施された。Step 2で提供していた文書の紙を回収した後、実験協力者に文書の理解度チェックテスト（5問）の用紙と、漢字の書き取りテスト用紙、アンケート調査用紙を順に配布して回答してもらった。

文書の理解度チェックテストは、4つの選択肢から単一の解答を選ぶ選択問題である。問題は以下の通りである。

- 問題 1. 記事の主人公は何匹の猫を飼っているのでしょうか？
A. 1匹, B. 2匹, C. 3匹, D. 本文中に記載なし
(正解は, B. 2匹)
- 問題 2. 主人公はどのまちに住んでいるのでしょうか？
A. 東京, B. 大阪, C. 横浜, D. 神戸
(正解は, C. 横浜)
- 問題 3. 主人公は、1年間の在外研究員として海外で研究生活を過ごしたが、滞在した国はどこでしょうか。

A. 韓国, B. 中国, C. アメリカ, D. シンガポール

(正解は, A. 韓国)

- 問題 4. 主人公は, 日本の発展のどの部分が相対的に遅れていると考えているのか?

A. 経済, B. 農業, C. 橋梁, D. 港湾

(正解は, D. 港湾)

- 問題 5. 主人公は何の賞の候補者として推薦されたか?

A. 文部科学大臣表彰, B. 環境大臣表彰, C. 経済産業大臣表彰,

D. 厚生労働大臣表彰

(正解は, A. 文部科学大臣表彰)

Step 3 の事後調査 1 での書き取りテストでは, Step 1 での事前調査の書き取りテストで出題したのと同じ 80 個の常用漢字を出題した. テストの実施方法は, 事前調査と同じである.

アンケート調査は, SwaPS グループの実験協力者のみに対して実施し, Step 2 で読んだ文書の中に含まれる誤字形文字に対する印象に関して調査した. アンケートの内容は下記の通りである.

- 問題 1. ふだん漢字を手書きする際に字を思い出せないなどの問題があるか.
A. よくある B. ある C. どちらとも言えない D. あまりない E. ない
- 問題 2. ふだんの漢字との接し方のうち, 一番多い接し方はどれか.
A. 漢字を読む (字幕, 本, 論文など).
B. 漢字入力システムを用いて漢字を書く.
C. 漢字を手書きする.
D. その他.
- 問題 3. 実験で読んだ文書中に含まれる誤字形文字 (実際に存在しない漢字) に気づいたか.
A. はい, 気づいた. B. いいえ, 気づかなかった.
- 問題 4. 文書中の誤字形文字の存在が事後テストにどの程度影響したか.
A. 非常に役に立った. 理由: _____
B. ある程度役に立った. 理由: _____

C. どちらとも言えない. 理由 : _____

D. あまり役に立たなかった. 理由 : _____

E. 全く役に立たなかった. 理由 : _____

● 問題 5. 誤字形文字の存在が文書の内容理解や読む速度にどの程度影響したか.

A. 非常に影響した. 理由 : _____

B. ある程度影響した. 理由 : _____

C. どちらとも言えない. 理由 : _____

D. あまり影響がなかった. 理由 : _____

E. 影響がなかった. 理由 : _____

● 問題 6. 一回目の書き取りテストの後, 答えできなかった漢字を調べたか?

A. はい, 覚えた範囲で調べた. B. いいえ, 調べなかった.

Step 4 は, Step 3 の 1 か月後に実施した. Step 1 での事前調査の書き取りテストで出題したのと同じ 80 個の漢字の書き取りテスト用紙を配布して解答してもらい, 最後に, 口頭インタビューを実施した.

6.3.3 結果

6.3.3.1 書き取りテストの成績の比較

表 6.4 に, 2 つのグループそれぞれの事前調査 (Step 1), 事後調査 1 (Step 3) と事後調査 2 (Step 4) における 40 個の課題漢字の書き取りテストの成績の平均を 100 点満点で示す. 表中の「Step 3 – Step 1」で示したのは, 事前調査と事後調査 1 の成績の差分の平均である.

SwaPS グループは Normal グループと比べて, 事後調査の書き取りテスト成績がより向上したかどうかを検証するために, 表 6.4 に示した結果を基に, 2 種類の字形変形手法と 2 回の書き取りテスト (事前調査と事後調査 1) を対象にした 2 要因分散分析を実施した. 分析の結果, 以下の事実が明らかになった:

- 2 種類の字形変形手法の主効果は 5%水準で有意ではない : ($F(1,14) = 0.24, p = 0.63, p > 0.05$)

表 6.4 各グループの事前調査 (Step 1) , 事後調査 1 (Step 3) と事後調査 2 (Step 4) における 40 個の課題漢字の書き取りテストの成績 (100 点満点)

グループ	Step 1		Step 3		Step 4		Step 3 – Step 1	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	差分の平均	標準偏差
SwaPS	52.19	20.40	65.31	18.68	63.44	22.88	13.12	7.68
Normal	51.56	19.72	55.63	21.53	54.64	21.48	4.07	5.44

- 書き取りテストの主効果は 1%水準で有意である : (F(1,14) =23.35, p=0.00, p<0.01)
- 字形変形方法と書き取りテストの交互作用は 5%水準で有意な効果がある : (F(1,14) =6.49, p=0.02, p<0.05)

そこで, 2 種類の字形変形手法と書き取りテストの交互作用について下位検定を実施した. 図 6.5 に, 事前調査と事後調査 1 の書き取りテストのそれぞれにおける, 各字形変形手法の単純主効果を, また図 6.6 に, 各字形変形手法における事前調査と事後調査 1 の書き取りテスト成績の単純主効果を, それぞれ示す. 図 6.5 から, 以下の知見が得られる :

- 事前調査での書き取りテスト成績に関しては, 手法間に有意差は認められない. Step 1 で行った書き取りテストの成績に基づくグループ分けにより, 期待通り各グループの成績分布が均等になっていることが確認できる.
- 事後調査 1 での書き取りテスト成績に関しても, 手法間に有意差が認められない.

また, 図 6.6 から, 以下の知見が得られる :

- SwaPS グループに関しては, 事後調査 1 での書き取りテストの成績が事前調査における成績より 1%水準で有意に高い.
- Normal グループに関しては, 事後調査 1 と事前調査の書き取りテストの成績間に有意差は認められない.

また, 提案手法は漢字字形の長期的な記憶に対する効果があるかについて調査するために, SwaPS グループの Step 3 と Step 4 の書き取りテストの成績を比較することを意図したが, 実験協力者へのインタビューの中で, 実験協力者の半分以上が, Step 3 の書き

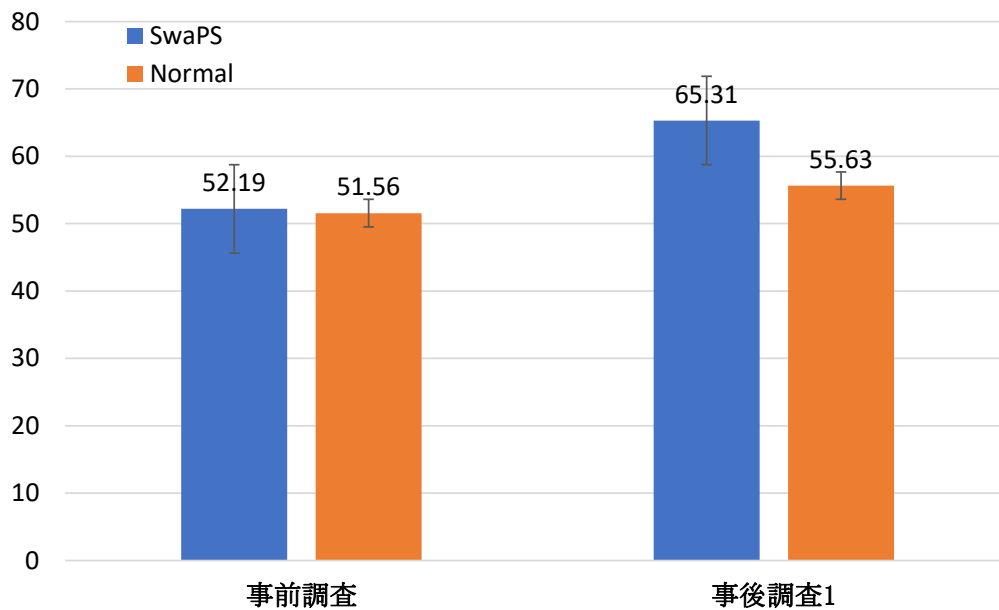


図 6.5 事前調査と事後調査 1 の書き取りテストそれぞれにおける各字形変形手法の単純主効果

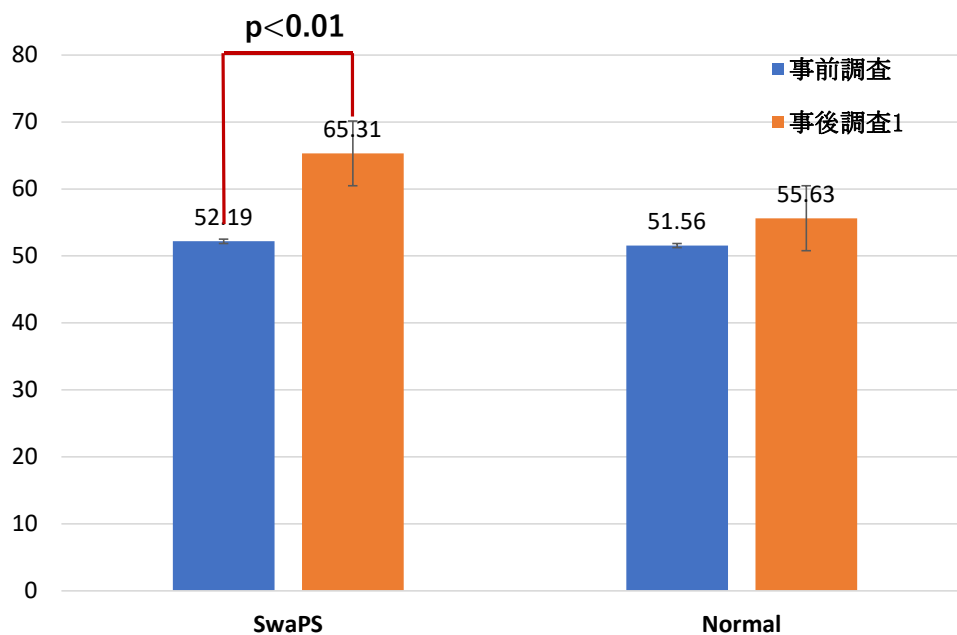


図 6.6 各字形変形手法における事前調査と事後調査 1 の書き取りテスト成績の単純主効果

表 6.5 Step2 での文書を読むために要した時間

グループ	文章を読むために要した時間	
	平均 (min)	標準偏差
SwaPS	6.75	1.92
Normal	5.75	1.92

表 6.6 Step3 での文書の理解度チェックの結果

グループ	理解度チェックの正答率%	
	平均	標準偏差
SwaPS	80	14.14
Normal	90	10.00

取りテストの終了後、間違った漢字の正しい字形を調べていたことが明らかになった。Step 4 での成績は、このような Step 3 終了後の期間における実験協力者の行動の違いが影響したことで、データの正確性を失ったため、分析対象から外した。

6.3.3.2 文書を読むのに要した時間と理解度

英語の場合、単語のスペルの中の文字を入れ替えたり別の文字に置き換えたりすると、読む速度が低下したり理解度が低下したりすることが知られている[71][72][73][74]。これに対して、SwaPS 手法を用いて中国語話者の漢字の既習得者を対象に実験した結果、読む速度や理解度が低下する事象は発生しなかった。そこで日本語の文書中に漢字の誤字形文字を挿入した場合、文章を読む時間と理解度に影響するかどうかを検証した。

各実験協力者がテスト用紙に書き込んだ開始時刻と終了時刻のデータから求めた文書を読むために要した時間をもとにして求めた、2つのグループの平均所要時間を表 6.5 に示す。この結果に対し、対応が無い 1 要因 2 水準の分散分析を実施した結果、グループの主効果は有意ではなかった ($F(1, 14) = 0.95$, $p = 0.35$, $p > 0.05$)。また、2つのグループの文章理解度チェックの成績 (1 問正解ごとに 20 点加算し、全問正解で 100 点) を表 6.6 に示す。この結果に対し、対応が無い 1 要因 2 水準の分散分析を実施した結果、やはりグループの主効果は有意ではなかった ($F(1, 14) = 2.33$, $p = 0.15$, $p > 0.05$)。したがっ

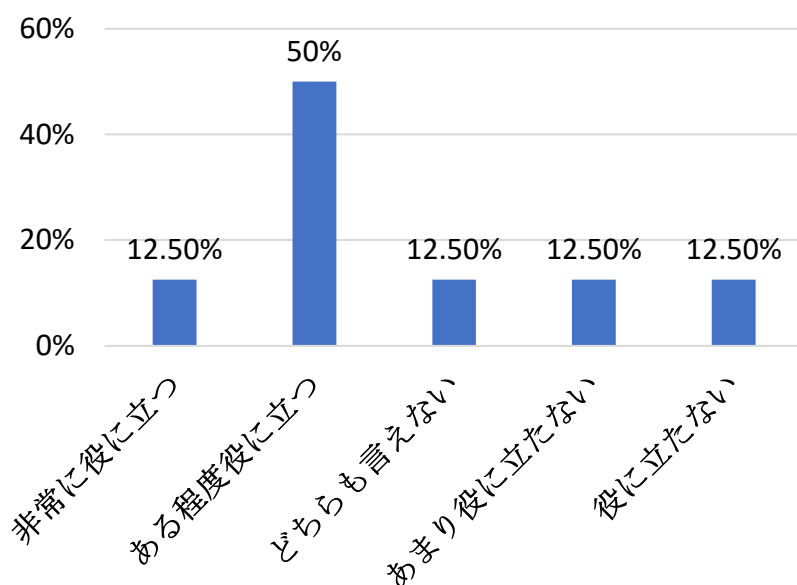


図 6.7 Step 2 で読んだ文書中の誤字形文字が事後テスト 1 にどの程度影響したかに関する回答

て、中国語話者の場合と同様、日本語話者の場合でも、SwaPS 手法によって読む速度や理解度が低下する事象は発生しないことが示された。

6.3.3.3 アンケート調査の結果

SwaPS グループの実験協力者のみに対して実施した、Step 2 で読んだ文書に含まれる誤字形文字に関するアンケートの結果について、文書中の誤字形文字の存在が Step 3 の事後テストにどの程度影響したかについての主観的な印象に関する回答結果を図 6.7 に、また誤字形文字の存在が文書の内容理解や読む速度にどの程度影響したかについての主観的な印象に関する回答結果を図 6.8 に、それぞれ示す。図 6.7 に示すように、62.5% (5 人) の実験協力者が誤字形文字の存在が事後テストで役に立ったと答えたのに対し、25% (2 人) が役に立たないと答えた。また、図 6.8 に示すように、SwaPS グループの実験協力者の 25% (2 人) が誤字形文字の存在が内容理解や読む時間には影響しないと回答したのに対し、75% (6 人) が影響したと回答した。影響したと答えた実験協力者のうち 2 名が、「違和感を感じたから、遅くなったと思う。」、「誤字の個数が気になって内容が入ってこなかった」という意見を述べていた。

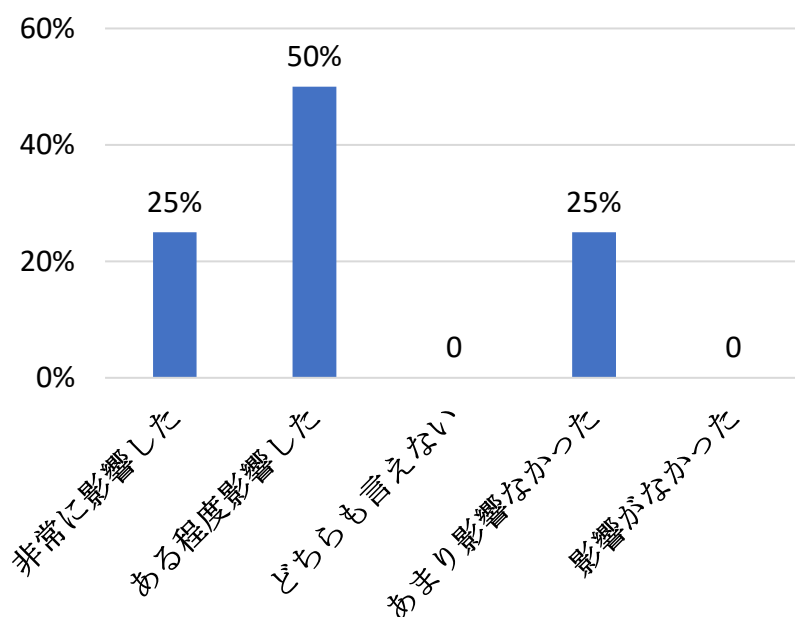


図 6.8 Step2 で読んだ文書中の誤字形文字が文書の理解や読む時間にどの程度影響したかに関する回答

6.4 議論

6.3.3.1 節の図 6.6 の結果で示したように、PS 字形文字を混入した文書を読むことで漢字字形記憶を強化できることが明らかになった。この結果は、中国語話者の場合と同様な調査結果であり、SwaPS 手法は日本語話者においても有用性があることが分かった。

アンケートの調査結果 (図 6.7 と図 6.8) において、多くの実験協力者が PS 文字の存在が「影響した」「役に立つ」と回答していることから、日本語においても形声文字の意符と音符を入れ替えて作られる誤字形文字である PS 字形は、文書の読み手に対して誤字形文字の存在に気づかせる効果があることが示唆された。しかも PS 字形文字は、正しい文字の字形を再現するために必要な構造情報をすべて有している。その結果として、PS 字形の誤字形文字を文書中に埋め込むことによって、意符と音符が上下ないし左右に配置される構造を持つ形声文字の字形記憶がより効果的に修正・強化されることが示されたと言える。

表 6.5 に示した、Step2 での文書を読む作業にかかった時間と、表 6.6 に示した Step

3 での文章の理解度チェックの結果から、2 つのグループの間に有意差が認められなかった。これらは中国語話者の場合と同様の結果である。ただし図 6.8 に示したように、Step 2 で読んだ文書中の誤字形文字が文書の理解や読む時間にどの程度影響したかに関する回答で、75%の実験協力者が文書を読む行為に対して影響があったと回答している。この結果は、中国語話者の主観報告の結果（誤字形文字が文書の理解や読む時間にほとんど影響がなかった）と違い、PS 字形の誤字形文字を文書中に埋め込むことによって、日本語話者の利用者の多くが負荷を感じていたことを示している。この結果は、日本語文書の読みにおける眼球運動特徴によって生じた可能性がある。

眼球運動は、読書の効率と品質に重要な影響を与えることが知られている。文書を読むときには、眼は文書の上を連続的になめらかに移動しているように感じられる。しかしながら、読書時の眼球運動を観察してみると、追従眼球運動（smooth pursuit）ではなく、実際には停留（fixation）や、眼がテキストの一点に立ちどまったのちに次の注視点にすばやく移動する断続的で瞬間的な動きであるサッカド（saccade）という飛越運動を繰り返していることがわかる[83][84][85]。また、すでに一度読んだところへもどる動きである逆行（regression）や、一行を読みおわって次の行へ移る行替え（return sweep）などの動きも生じる[85][86][87]。

日本語の文書中に PS 誤字形文字を混入する手段は、これらの読書時における眼球運動の中でも特に眼球の停留と逆行を通常よりも多く引き起こす可能性があると考えられる。漢字だけで構成される中国語文書と違い、日本語の文書では通常、漢字、ひらがな、カタカナの表記が使われる。漢字は単語や名詞を表すことが多く、一般的に文章の中で目立つ存在となっている。ひらがなは主に機能語である助詞や助動詞、接頭辞、接尾辞などの文法的な役割を持ち、カタカナは外来語や特定の語句を表現する場合に使われる。一般に漢字は文書中で目立つ存在であるため、読者は漢字に注目する傾向がある[80][86]。神部[87]は、漢字を含む単語、ひらがなで書かれた単語、カタカナを含む単語の割合が 61:34:5 で構成されている文章を読むときの、眼の停留位置を調べた。その結果、漢字語およびカタカナ語には 90%以上停留するのに対して、ひらがな語には 49%しか停留しなかった。このように、日本語の文書を高速に読もうとすると、ひらがな語の部分を読み飛ばして漢字部分だけを拾って読む傾向がある。このような読み方をして

いた場合、漢字語に PS 字形が出現するとその個所における停留時間が長くなる可能性がある。また、本来知っている漢字を PS 字形文字にすることで、初めて見た漢字であるかのような *Vuja De* 感[88]を引き起こす可能性も考えられる。これによって、PS 字形を含む漢字語を読み直す逆行の動きも生じると考えられる。通常、逆行運動は、文章における理解上の困難や記憶の必要性によって引き起こされ、文書の内容を理解し記憶するのに役立つが、その反面、頻繁に行いすぎると読書効率が低下することが知られている[83][85]。

このように、日本語文書に PS 字形文字を混入することにより、眼球の停留と逆行が増加したことによって、利用者の眼球負荷が増加し、客観的な数値の差として表れるほどではなかったものの、主観的な読書効率の低下として感じとられた可能性がある。そこで利用者の主観的な負荷に対する影響を減少するために、漢字に限定した誤字率を低くすることが一つの手段として考えられる。今回の日本語話者を対象とした実験では、2,052 文字の文書中で 40 種の課題漢字を誤字形漢字として出現させたので、全体としての誤字率は 1.95%であった。ただし、実際の 2,052 文字の文章の中で漢字数は 887 文字しかなかったため、漢字だけに限定した場合の誤字率は 4.51%であった。今後は、漢字だけに限定した場合の誤字形文字の出現割合を調整して利用者の負荷状況について調査を進めたい。

以上の結果から、文書を読む作業を対象とし、文書中に意符と音符の上下位置ないし左右位置を入れ替えて作られた誤字形文字である PS 字形文字は、日本語話者においても漢字字形記憶の修正と強化に有効であることが分かった。また、文書を読む作業にかかった時間と文章の理解度チェックの結果から、客観的には利用者に余計な負荷がかかっていないと見られるが、利用者の主観報告からは余分な負荷の存在がうかがえるため、誤字形文字の出現割合を再調整する必要があることが示唆された。

6.5 おわりに

本章では、漢字再学習を支援する誤字形文字生成・活用手法 SwaPS の日本語話者における有用性を検証した。SwaPS で採用した誤字形文字である PS 字形は、意符と音符が上下ないし左右に配置される構造を持つ形声文字の意符と音符の位置を入れ替えるこ

とによって生成される。

第 4 章と第 5 章において、PS 字形文字を混入した文章を紙媒体または電子媒体を用いて中国語話者の漢字の既習得者に提示することによるユーザスタディを実施した結果、いずれも有意に漢字字形記憶を強化できること、および、正しい字形の文字のみを含む文書を読む場合と比べて負荷が増加しないことを確認している。今回は、日本語話者を対象としたユーザスタディを実施した。その結果、中国語話者の場合と同様、PS 字形文字を混入した文書を読むことで、正しい字形の文字のみを含む文書を読む場合より、有意に漢字字形記憶を強化できることを確認した。また、文書を読むのにかかった時間や文書の理解度については、2 つの条件間に有意な差が認められず、誤字形文字を採り入れても客観的には利用者に余計な負荷がかからない結果が明らかになった。以上から、第 4 章で提案した SwaPS 手法は、多媒体（紙媒体と電子的な媒体）かつ多言語において漢字字形記憶の修正・強化を実現できる、漢字の既習得者を対象とした再学習に有効であることが示された。

ただし、アンケートの結果から 75%の実験協力者は Step2 で読んだ文書中の誤字形文字が文書の理解や読む時間にある程度以上影響したと回答しており、利用者らは主観的には負荷を感じていたことが示唆された。この結果は第 4 章と第 5 章の中国語話者らによる、文書を読む行為に対する影響はほとんどないという主観報告の結果と差異がある。この差異は、誤字形文字の出現割合の違いによるものと思われる。漢字だけで構成される中国語文章と違い、日本語の文章は漢字と仮名とで構成されるため、誤字形文字を混入する際に、文章の総文字数ではなく漢字の数のみを対象として誤字形文字の出現割合を計算する必要があると考えられる。今後、最適な誤字形文字の出現割合に関する検討を進めたい。

第7章 結論

7.1 本論文のまとめ

本論文では、漢字健忘問題を解決するために、日常の文章の読み書き行為の中に誤字形文字を混入するという妨害要素を採り入れたネガティブな支援機能による漢字字形記憶の定着を促進させる支援手法を考案し、その有効性を実証した。本研究で得られた成果は以下の通りである。

第1章では、本研究の目的、研究対象ならびに背景について述べるとともに、各章で議論する内容について概観した。

第2章では、まず漢字健忘問題の解決方法に関する既存研究について述べ、既存支援手法の問題点を指摘した。漢字の読み書き行為の重要性を説明して、「読み書き」行為における漢字字形記憶を強化する可能性を検討した。併せて、ネガティブな手段による支援に関する研究例を紹介しながら、再学習の中に妨害的で不便な要素を取り入れる手法の妥当性を検討した。

第3章から第6章では、日常の文章の読み書き行為の中に誤字形文字を混入するという妨害要素を採り入れたネガティブな支援手法を提案し、その有効性について検討を行った。漢字健忘問題の主要な原因として、漢字の読みを入力して漢字に変換する漢字入力方式が広く使われるようになったことが一般に指摘されている。そのため本論文の第3章では、最も普及している、漢字の読みを入力する方式を基盤として、漢字健忘の問題を解決する機能を有する新規な漢字入力方式 **Gestalt Imprinting Method (G-IM)** を開発した。G-IM は、漢字の読みに基づく漢字入力システムに、ときどき 1~2 画程度のわず

かな字形の誤りを含む誤字形文字（GIM 字形）を出力する機能を追加した漢字入力システムである。これにより、常にユーザが漢字の形状を詳細に確認せざるをえないようにすることで、漢字を再学習できるようにする。評価実験を行った結果、誤字形文字（GIM 字形）という妨害的な要素を導入された G-IM は、漢字を「書く」行為を対象とした支援手法として、従来の読みに基づく漢字入力方式や手書きよりも、有意に漢字形状記憶を強化することが確認された。提案する妨害要素を採り入れたネガティブな支援機能による漢字入力システム G-IM は、「書く」行為を通して漢字既習得者の再学習に貢献できるという知見が得られた。ただし、G-IM を利用すると、利用者に過剰な負荷をかける問題があることが分かったため、第 4 章～第 6 章では、漢字既習得者のためのより低負荷な漢字形状再学習手法について検討する。

第 4 章では、漢字全体の 80% を占める形声字を対象として、形声字の構成要素である意符と音符の位置を入れ替えることによる新たな誤字形文字（PS 字形）の変形手法 SwaPS（Swap Phonetic and Semantic）を提案し、その誤字形文字という妨害的な要素を「読む」行為中に埋め込んで、漢字再学習に貢献できるかを検討した。具体的には、SwaPS 手法に基づいて変形した漢字を紙媒体に印刷したものを「読む」ことによって漢字再学習に貢献できるかを調査した。中国語を対象として中国人留学生を実験協力者として実施した検証実験の結果、PS 字形文字を混入した文書を読むことで、正しい字形の文字のみを含む文書や、G-IM で採用したごくわずかに異なっている誤字形文字（GIM 字形）を含む文書を読む場合よりも、有意に漢字字形記憶を強化できること、および、正しい字形の文字のみを含む文書を含む場合よりも負荷が増加しないことを確認した。

第 4 章で提案した誤字形文字（PS 字形）の生成手法 SwaPS の、多媒体（電子媒体）および多言語における有用性について、第 5 章と第 6 章で検証した。この検証では、さらに長期的な漢字形状記憶における有効性評価も実施した。第 5 章では、電子書籍リーダーに表示する文書に PS 字形の文字を混入する実験を実施した。結果として、電子書籍リーダーにおいても PS 字形を文章に差し入れることによって、利用者が漢字の字形により注意を払うように仕向けることができるとともに、負荷を有意に増やすことなく、短期的な漢字形状記憶だけではなく、長期的な漢字形状記憶も有意に強化されることを確認した。第 6 章では、SwaPS 手法の多言語における有用性を検証するために、日本語

話者の漢字の既習得者を対象とした評価実験を行った。実験の結果、中国語話者の場合と同様、PS 字形文字を混入した文書を読むことで、正しい字形の文字のみを含む文書を読む場合より、有意に漢字字形記憶を強化できること、および、正しい字形の文字のみを含む文書を読む場合よりも負荷が有意に増加しないことを確認した。

以上より、本研究は特に漢字の再学習支援に着目し、利用者がシステムに信頼を置きすぎないように仕向けることで、つねに字形に注意を払うことを強い、結果として漢字字形の記憶の獲得と修正、強化を促すことができる手段を実現した。従来、漢字教育において、漢字ドリルなどの多様な漢字学習教材が用いられてきた。さらに近年では、漢字の学習支援システムが多数提案されている。これらの従来の漢字学習（支援）手段は、いずれも基本的に「漢字未習得者」が学習対象であったのに対し、本論文は、既習得者の再学習を支援するために、再学習のためだけに特化した時間や場を設けることを求めるのではなく、日常的な文書の読み書き行為の中に再学習の機会を埋め込むことで記憶を改善する支援手段を実現した。また、従来の漢字学習（支援）手段では、漢字の構造や関連情報などに着目したポジティブな支援機能を取り入れた手段が一般的である。これに対し、本研究で提案した妨害要素を採り入れたネガティブな支援機能による漢字学習支援手段は、他に例を見ない。これらの点において、本研究は高い独創性と学術的意義を有している。

7.2 知識科学への貢献

本研究の知識科学への貢献は、第一に、すでに獲得したはずの知識の劣化や喪失を抑制し、既有知識を維持するための日常的な再学習手段を提案した点にある。従来から、初学者に向けた学習支援手段の研究例は多数あるが、既習得者の再学習に特化した支援手段の研究例は極めて少ない。特に、再学習の支援手段は、初学者向けの学習支援手段とは大きく異なる考え方に基づいて支援手段を構築する必要性を指摘した点が重要である。第二の貢献は、日常活動の中に再学習手段を埋め込むためには、通常のパジティブな支援要素よりも、「妨害要素」というネガティブな要素を埋め込むことによる逆説的な支援手段を採ることが有効であることを示した点である。再学習においては、自分が持っている（はずの）知識の「再確認」が重要となる。そのためのきっかけとしての「気

づき」を与える効果が、妨害要素によって効率的に得られる。

このように、本研究は「既有知識の維持」という知識科学分野における重要であるにもかかわらず未開拓の領域に対する有用かつ独創的な解決手段を提示した点で、学術的にも非常に重要であり、知識科学に対する貢献も十分にあると考える。

7.3 今後の課題

本研究では、漢字健忘問題を解決するために、日常の文章の読み書き行為の中に誤字形文字を混入するという妨害要素を採り入れたネガティブな支援機能による漢字字形記憶の定着を促進させる支援手法を考案し、その有効性を実証した。ただし、提案したシステムの実用化における効果の状況については、長期的な追跡調査が必要となる。本研究で提案した誤字形文字 GIM 字形と PS 字形は、実験を簡便に実施するために、Windows 10 付属の外字エディタまたは TTedit[63]を使って手作業で誤字形文字を作成した。今後、提案手法の実用化に向けて、誤字形文字を自動生成する手段の実現が必要である。また、用意する誤字形文字の数を減らすために、誤字形文字の共通化技術についても検討を進めたいと考えている。

第 5 章で SwaPS 手法の多媒体の有用性を検証するために、電子ブックリーダーの簡易な実験用プロトタイプシステム EE-Reader を開発した。今後、提案手法の実用化に向けて、任意文章中の形声字を抽出する機能と、抽出された形声字に対応する PS 字形文字を自動生成して元の字の位置に差し替えて提示する機能、および、利用者が各自の状況により誤字形文字の提示率を選択する機能を備えるシステムの実現が必要である。また、実用化に向けて、Web 検索の結果や SNS のメッセージに誤字を埋め込むことで一種のゲーム化やエンターテインメント化を行ったり、モチベーションを高める手法として、漢字のレベル評価機能を導入したりする手段の採用も考えられる。本研究で行った実験では、中国語話者の 2,233 文字の文書中と日本語話者の 2,052 文字の文章で 40 種の課題漢字を誤字形漢字として出現させるケースのみについて調査したが、この課題漢字の種類数を 20 種や 80 種などにして誤字形文字の出現割合を変えることによって、学習効果や認知負荷に対する影響が変わる可能性がある。実際、第 6 章で示した日本語話者を対象とした実験では、誤字形文字の出現割合が認知負荷に影響する可能性が示唆されている。

その他にも、文化的な差異によって誤字に対する許容度が異なる可能性もあるだろう。今後、言語ごとに最適な誤字形文字の出現割合や利用者の許容度に関する検討を進めたい。

また、本研究では、すべての実験参加者に対して漢字の再学習のモチベーションに関する調査は行われなかった。しかし、再学習のモチベーションのレベルはアンケート結果に影響を与える可能性があるため、今後、実験参加者のモチベーションレベルごとに、システムの実用効果を再評価する必要がある。さらに、漢字を手書きできる能力を取り戻したいと考える人々を対象に、漢字の再学習のモチベーションレベルによって、誤字形文字の出現割合を調整する機能があれば、学習効果にも変化が生じる可能性がある。そのため、実用化に向けて、自由に誤字形文字の出現割合を選択できる機能を追加することが望ましいと考えられる。再学習にはいろいろな対象があるが、本研究では漢字を再学習の対象とした。これは、中国や日本などの漢字文化圏において漢字健忘の問題が現実的に存在し、この問題を解決し、漢字を手書きできる能力を取り戻したいと考える人々が多数実在するからである。本研究で提案した漢字字形の再学習支援手法では、利用者が漢字入力システムや印刷物などに信頼を置きすぎないように仕向けることで、常に字形に注意を払うことを強い、結果として漢字字形の記憶の獲得と修正、強化を促すことを可能とした。本研究により、漢字学習にまつわる社会的課題を解決する新規で有用な手段が実現された。本研究で採用した「妨害要素を採り入れたネガティブな支援手法」は、漢字の再学習にとどまらず、日常生活における各種の既存知識の維持手段として応用できると考えられる。たとえば、漢字と同様にニーズがある再学習対象としては暗算能力などがある。これらの対象に関する再学習についても、本研究と同様の考え方、すなわち対象の学習における本質的な認知プロセスに対して負荷をかける手段を日常生活の中に埋め込むことによって支援できるのではないかと考えている。本研究により、漢字学習にまつわる社会的課題を解決する新規で有用な手段が実現された。本研究で提案した「妨害要素を採り入れたネガティブな支援手法」は、漢字の再学習にとどまらず、日常生活における各種の既存知識の維持手段として応用できると考えられる。将来的には、妨害要素を具備した様々な再学習システムが実現され、我々の生活を豊かにすることができると考える。

謝辞

本研究において、博士前期課程から博士後期課程までの長期にわたって継続的にご指導とご鞭撻、格別のご配慮を賜りました北陸先端科学技術大学院大学 先端科学技術研究科 創造社会デザイン研究領域 西本一志 教授に、謹んで深謝いたします。論文の書き方、研究の進め方、そして何よりも、研究を統括し未来を志向する考え方について、多くのご助言、ご助力をいただきました。ご迷惑をおかけした際にも、辛抱強くご支援を賜りました。

忙しい中、本博士論文の審査を引き受けてくださいました 京都先端科学大学 川上浩司 教授、北陸先端科学技術大学院大学 宮田一乗 教授、西村拓一 教授、金井秀明 准教授に感謝の意を表します。

私の副テーマ指導を引き受けて下さり、指導していただきました、金井秀明 准教授、研究にあたり貴重な助言をいただいた 高島健太郎 講師（現 東京理科大学）に感謝いたします。

快く評価実験にご協力いただいた被験者の方々、共に研究を進めてきた西本研究室の後輩たちに、深く感謝しています。

なお、本研究の一部は、資金面におきましてJST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2102 の支援を受けております。重ね重ね感謝申し上げます。

最後に、私が博士課程をあきらめかけたときには励ましと勇気づけをくれ、夢であった学位取得まで根気強く待ち、生活や研究のあらゆる面で多大な協力と激励をいただいた、夫の謝浩然、長女の謝禹齊、長男の謝禹熙、中国からの子育て支援をしてくれた父の魏国祥、母の宋桂花をはじめとする親戚や家族に、心から感謝の意を表します。そして、これにより、本論文を結びたいと思います。

参考文献

- [1] Shuting Huang, Yacong Zhou, Menglin Du, Ruiming Wang, Zhenguang G. Cai: Character amnesia in Chinese handwriting: a mega-study analysis, *Language Sciences*, Volume 85, May 2021, 101383.
- [2] Guy Almog: Reassessing the evidence of Chinese “character amnesia”. *China Q.* 238, 524–533 <https://doi.org/10.1017/S0305741018001418>.
- [3] Christina Hilburger: Character Amnesia: An Overview, *Sino-Platonic Papers*, 264, pp.51-70, 2016.
- [4] Yifan Yang, Leijing Zhou, Rujian Li, Hang Yao, Jialu Song, and Fangtian Ying: Chinese Character Learning System. Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '19), Paper No. LBW2218, pp. 1-5, 2019.
- [5] Yuma Ito, Tsutomu Terada, and Masahiko Tsukamoto: A system for memorizing Chinese Characters using a song based on strokes and structures of the character, *Proc. 17th Int'l. Conf. on Information Integration and Web-based Applications & Services*, Article No. 18, pp. 1-9, 2015.
- [6] Min Fan, Jianyu Fan, Alissa N. Antle, Sheng Jin, Dongxu Yin, and Philippe Pasquier: Character Alive: A Tangible Reading and Writing System for Chinese Children At-risk for Dyslexia, Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '19), Paper No. LBW0113, pp. 1-6, 2019.
- [7] 问道网 : <http://www.askform.cn>
- [8] Robert A. Bjork: Memory and Meta-memory Considerations in the Training of Human Beings, in Book “Metacognition: Knowing about knowing”, pp.185-205, MIT Press, 1994.
- [9] Sans Forgetica, available from <https://sansforgetica.rmit.edu.au/>
- [10] 牧野寛 : カナ判事変換, シンポジウム「日本語入力方式」, 1981.
- [11] 森賀一恵 : 漢字の本質, 漢字教育研究, 2007,8:6-28.
- [12] 宮田アメリカルイサ : 音読み漢字の特質, 言語学論叢, 1983, 2: 65-76.
- [13] 中国漢字「重」, <https://baike.baidu.com/item/%E9%87%8D/7721916> (2023)

- [14] 日本漢字「重」, <http://kakijun.com/c/91cd.html> (2023)
- [15] 清水百合: 初級漢字クラスの問題点: 漢字圏学習者を中心に, 筑波大学留学生センター日本語教育論集, 1993, 8: 39-48.
- [16] 清水百合. 漢字学習のあり方に関する学習者の問題意識調査 (1). 筑波大学留学生センター日本語教育論集, 1994, 9: 51-60.
- [17] Runqing Qi; A Comparative Study on Two Methods of Practicing Chinese Characters: Pinyin Typing and Handwriting, *Journal of Research On Chinese Language Teaching*, 2019,(in Chinese).
- [18] SHIMIZU, Hideko; GREEN, Kathy E. Japanese language educators' strategies for and attitudes toward teaching kanji. *The Modern Language Journal*, 2002, 86.2: 227-241.
- [19] MORI, Yoshiko; SHIMIZU, Hideko. Japanese language students' attitudes toward kanji and their perceptions on kanji learning strategies. *Foreign Language Annals*, 2007, 40.3: 472-490.
- [20] 谷口篤: 書字練習が漢字の記憶に及ぼす効果. 日本教育心理学会総会発表論文集, 第44回総会発表論文集. 一般社団法人日本教育心理学会, 2002. p. 531.
- [21] Wikipedia: 日本語入力システム: <https://ja.wikipedia.org/wiki/日本語入力システム> (2023年3月1日確認)
- [22] Wikipedia: ピンイン輸入法: <https://ja.wikipedia.org/wiki/拼音入力方法>
- [23] MobTech: 2020 China Third-party Input Method Industry Insights, (in Chinese).
- [24] Pollster: https://www.pollster.com.tw/Aboutlook/lookview_item.aspx?ms_sn=1476, (in Chinese).
- [25] Wikipedia: 五筆字型入力方法: <https://ja.wikipedia.org/wiki/五筆字型入力方法>
- [26] Lai-Man Po, Chi-Kwan Wong: Six-Digit Stroke-based Chinese Input Method, *Systems, Man and Cybernetics*, 2009. SMC2009. IEEE International Conference on pp.818 - 823 Oct. 2009.
- [27] 栗原一貴, et al. 音声ペン: 音声認識結果を手書き文字入力で利用できる新たなペン入力インタフェース. *コンピュータ ソフトウェア*, 2006, 23.4: 4_60-4_68.
- [28] 藤澤隆章. パソコンの音声入力システムの開発と認識率の改善法. *システム制御情報学会論文誌*, 1990, 3.2: 55-64.

- [29]安藤彰男, et al. 音声認識を利用した放送用ニュース字幕制作システム. 電子情報通信学会論文誌 D, 2001, 84.6: 877-887.
- [30]Hiroyuki Kaiho and Tetsuji Atsuji: Japanese who forgets Kanji (Chinese characters) – “Psychology of Kanji forgetting and how to overcome it” and “Personal computer and Kanji forgetting”, SINICA, Vol. 14, No.9, Taishukan publishing, pp. 13-15, (2003). (in Japanese)
- [31]文化庁 : 国語に関する世論調査 available from https://www.bunka.go.jp/tokei_hakusho_shuppan/tokeichosa/kokugo_yoronchosa/index.html
- [32]九成半国人提笔忘字, available from <http://horizon.blog.caixin.com/archives/56667> (2023年3月1日確認)
- [33]海保博之, 阿辻哲司: 漢字を忘れる日本人—「漢字ど忘れの心理とその克服法」と「パソコンと漢字のど忘れ」, 月刊しにか大特集「漢字を忘れる日本人」, pp.13-35, 2003.
- [34]川上浩司: 不便の効用に着目したシステムデザインに向けて, ヒューマンインタフェース学会誌, Vol. 11, No. 1, pp. 125-134, (2009).
- [35]Custer, C: Is “Character Amnesia” a Problem? ,available from <http://chinageeks.org/2010/07/is-character-amnesia-a-problem/> .
- [36]川村渴真: ワープロ使用で漢字を忘れても大丈夫, 川村渴真の知性の泉, 入手先 <http://www.st.rim.or.jp/~k-kazuma/FS/FS102.html> (1995).
- [37]Wikipedia : ChatGPT : <https://ja.wikipedia.org/wiki/ChatGPT>
- [38]TERWIESCH, Christian. Would Chat GPT3 Get a Wharton MBA? A Prediction Based on Its Performance in the Operations Management Course. Mack Institute for Innovation Management at the Wharton School, University of Pennsylvania. Retrieved from: <https://mackinstitute.wharton.upenn.edu/wpcontent/uploads/2023/01/Christian-Terwiesch-Chat-GTP-1.24.pdf> [Date accessed: February 6th, 2023], 2023.
- [39]大津耕陽, 泉朋子:えーっと「あの字」の書き方は・・・語り掛けによって字形の主體的な想起を促す対話型筆記具, 情報処理学会 インタラクシオン 2023, 2B-18, 2023/03/09.

- [40] LIN, Yao-San; LIM, Jie Ni; WU, Yung-Sen. Developing and applying a Chinese character learning game app to enhance primary school students' abilities in identifying and using characters. *Education Sciences*, 2022, 12.3: 189.
- [41] Duolingo: <https://ja.duolingo.com/>
- [42] Rosetta Stone: <https://rosettastone.co.jp/>
- [43] SAILER, Michael; HOMNER, Lisa. The gamification of learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 2020, 32.1: 77-112.
- [44] 文部科学省：言語能力の向上に関する特別チームにおけるこれまでの議論の取りまとめ
 〈 https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/056/sonota/_icsFiles/afieldfile/2016/09/12/1377098.pdf〉.
- [45] ZHANG, Jun, et al. Brain Correlates of Chinese Handwriting and Their Relation to Reading Development in Children: An fMRI Study. *Brain Sciences*, 2022, 12.12: 1724.
- [46] HANSEN, Lynne; UMEDA, Yukako; MCKINNEY, Melanie. Savings in the relearning of second language vocabulary: The effects of time and proficiency. *Language Learning*, 2002, 52.4: 653-678.
- [47] ROEDIGER III, Henry L.; KARPICKE, Jeffrey D. Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological science*, 2006, 17.3: 249-255.
- [48] 川上浩司：不便益 一手間をかけるシステムのデザイナー，近代科学社，2017.
- [49] 川上浩司. あえて不便を仕掛ける (< 特集> 仕掛学). *人工知能*, 2013, 28.4: 615-620.
- [50] 川上浩司. 不便の益を活用するシステムデザイン. *計測と制御*, 2012, 51.8: 699-703.
- [51] 西本一志; 横山裕基. 妨害による支援～あるいは「向上のための改悪」～. 2014.
- [52] 西本一志. 妨害による人の活動支援. *計測と制御*, 2021, 60.12: 858-862.
- [53] 西本一志. 妨害による知的活動支援技術の確立とその日常的学び活動への応用. 2018.
- [54] YOKOYAMA, Yuki; NISHIMOTO, Kazushi. Apollon13: a training system for emergency situations in a piano performance. In: *Active Media Technology: 6th International Conference, AMT 2010, Toronto, Canada, August 28-30, 2010. Proceedings 6*. Springer Berlin Heidelberg, 2010. p. 243-254.

- [55] Kazushi Nishimoto, Akari Ikenoue, Koji Shimizu, Tomonori Tajima, Yuta Tanaka, Yutaka Baba and Xihong Wang: TableCross: Exuding a Shared Space into Personal Spaces to Encourage Its Voluntary Maintenance, CHI2011 Extended Abstract, pp.1423-1428, 2011.
- [56] 池之上あかり, 小倉加奈代, 鶴木祐史, 西本一志: 微少遅延聴覚フィードバックを応用したドラム演奏フォーム改善支援システム, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.15, No.1, pp.15-24, 2013.
- [57] Kornell, N., & Bjork, R. A. (2008). Learning concepts and categories: Is spacing the “enemy of induction”? *Psychological Science*, 19, 585–592.
- [58] Shuting Huang, Yacong Zhou, Menglin Du, Ruiming Wang, Zhenguang G. Cai: Character amnesia in Chinese handwriting: a mega-study analysis, *Language Sciences*, Volume 85, May 2021, 101383
- [59] Guy Almog: Reassessing the evidence of Chinese “character amnesia”. *China Q.* 238, 524–533 <https://doi.org/10.1017/S0305741018001418>.
- [60] Christina Hilburger: Character Amnesia: An Overview, *Sino-Platonic Papers*, 264, pp.51-70, (2016).
- [61] Microsoft Office IME 2010, available from <http://www.microsoft.com/ja-jp/office/2010/ime/default.aspx> .
- [62] ATOK, available from <http://www.atok.com/> .
- [63] TTEdit, available from <http://opentype.jp/ttedit.htm> .
- [64] 100 frequently used Chinese characters that are often miswritten : available from <http://zhidao.baidu.com/question/192981329.html>
- [65] Sharon Oviatt: Human-Centered Design Meets Cognitive Load Theory: Designing Interfaces that Help People Think, *Proc. 14th ACM Int’l. Conf. on Multimedia (MM ’06)*, pp. 871-880, 2006.
- [66] Li, Y., & Kang, J. S. : Analysis of phonetics of the ideophonetic characters in modern Chinese. In: Y. Chen (Ed.). *Information analysis of usage of characters in modern Chinese*, 84–98, 1993.
- [67] Zhu, Haiyan: An analysis on the frequently-used phonetic symbols and teaching of Chinese characters, *中国文字研究*, 2003, (in Chinese).

- [68]Rawlinson, G. E.: The significance of letter position in word recognition, Ph.D. dissertation, Psychology Dept., Univ. Nottingham, Nottingham, U.K., 1976.
- [69]現代漢字常用字表 List of frequently used characters in Modern Chinese, available from <https://lingua.mtsu.edu/chinese-computing/statistics/char/listchangyong.php>
- [70]“マッチ売りの少女”available from : <https://www.thn21.com/xiao/liux/4484.html>
- [71]Rayner, K., White, S. J., Johnson, R. L., and Liversedge, S. P.: Raeding Wrods with Jubmled Lettres -There Is a Cost, *Psychological Science*, Vol. 17, No. 3, pp. 192-193, 2006.
- [72]LOWER, A. The effects of letter transposition and context on reading: Testing the myth of typoglycemia. Unpublished manuscript. Retrieved from <http://nebula.wsimg.com/36c1b5a6f3dedbf89d1729a7f06b9526>, 2014.
- [73]PEREA, Manuel, et al. Letter position coding across modalities: Braille and sighted reading of sentences with jumbled words. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2015, 22: 531-536.
- [74]MORI, Kazuo; KOMATSU, Rika. Reading words with jumbled characters in Japanese. *Perceptual and motor skills*, 2011, 112.3: 947-950.
- [75]猪原敬介, 上田紋佳, 塩谷京子, 小山内秀和 : 複数の読書量推定指標と語彙力・文章理解力との関係 —日本人小学校児童への横断的調査による検討—, *教育心理学研究*, Vol. 63, No. 3, pp. 254-266, 2015.
- [76]小林亮太, 池内 淳 : 表示媒体が文章理解と記憶に及ぼす影響 —電子書籍端末と紙媒体の比較—, *情処研報ヒューマンコンピュータインタラクション*, Vol. 2012-HCI-147, No. 29, pp. 1-7, 2012.
- [77]JEONG, Hanho. A comparison of the influence of electronic books and paper books on reading comprehension, eye fatigue, and perception. *The Electronic Library*, 2012.
- [78]MANGEN, Anne; WALGERMO, Bente R.; BRØNNICK, Kolbjørn. Reading linear texts on paper versus computer screen: Effects on reading comprehension. *International journal of educational research*, 2013, 58: 61-68.
- [79]文化庁 : 便利な日本語表現 文字・語彙 available from : <https://www.bunka.go.jp/seisaku/kokugo_nihongo/kyoiku/handbook/pdf/ch_04.pdf>
- [80]篠塚勝正; 窪田三喜夫. 日本語文字形態 (漢字, ひらがな, カタカナ) による認知言

語処理の差異. *成城文藝*, 2012, 221: 98-84.

- [81]文化庁 : 常用漢字一覧表 available from https://www.bunka.go.jp/kokugo_nihongo/sisaku/joho/joho/kakuki/14/pdf/jyouyou_kanjiyou.pdf (2022年11月22日確認)
- [82]「恩師はいま」 pp.10-11 available from <https://www.kanagawa-u.ac.jp/kyuryokai/magazine/detail/pdf/kaishi71.pdf> (2022年11月22日確認)
- [83]REICHLE, Erik D., et al. Toward a model of eye movement control in reading. *Psychological review*, 1998, 105.1: 125.
- [84]RAYNER, Keith; REICHLE, Erik D.; POLLATSEK, Alexander. Eye movement control in reading: An overview and model. *Eye guidance in reading and scene perception*, 1998, 243-268.
- [85]YAN, Guoli, et al. Review of eye-movement measures in reading research. *Advances in psychological science*, 2013, 21.4: 589.
- [86]懸田孝一. 読書時の単語認知過程: 眼球運動を指標とした研究の概観. *北海道大学文学部紀要*, 1998, 46.3: 155-192.
- [87]神部尚武. 読みの眼球運動と読みの過程. *国立国語研究所報告*, 1986, 85.7: 29-66.
- [88]Vuja De 感 : <https://en.wikipedia.org/wiki/Vuja_De>
- [89]Wu Bing, Sun Fuchuan : Eye movement in recognition of rotated Chinese Characters, 31(01), 7-14.
- [90]Tian Jing : Rotate d Text Processing in Chinese : Evidence from Eye Movements, Tianjin Normal University, 2012.
- [91]Liu Lianhong, Liu Xufeng, Lv Jing, Miao Danmin, Huang Puen, Shao, Yongcong: The research on Event-Related Potentials (ERPs) in Chinese character mental rotation, *Journal of the Fourth Military Medical University*, 25(22), 2105-2108, 2004.
- [92]Cooper, L. A., & Shepard, R. N. : Chronometric studies of the rotation of mental images. In W. G. Chase, *Visual information processing*. Academic.
- [93]水田貴将, 田中直人, 塩津翠彩, 村瀬ゆり, 張海峰, 趙曉婷, 解爽, 西本一志 : BanG-IM : 漢字健忘問題を解決する漢字入力システムにおけるゲーミフィケーション

ンを応用した利用意欲向上化の試み, インタラクション 2017 論文集, 1-504-22,
pp.186-189, 情報処理学会, 2017.

[94]OTSUKA, Sadao; MURAI, Toshiya. Cognitive underpinnings of multidimensional Japanese literacy and its impact on higher-level language skills. *Scientific Reports*, 2021, 11.1: 2190.

本研究に関する発表論文

学術雑誌

- [1] 西本一志, 魏建寧: 漢字形状記憶の損失を防ぐ漢字入力方式, 情報処理学会論文誌, Vol.57, No.4, 査読有, pp. 1207-1216, 2016. (2016年度情報処理学会論文誌ジャーナル特選論文に選定)
- [2] 魏建寧, 西本一志, 高島健太郎: 文書を読む際に漢字字形再学習を促進する誤文字の生成・活用手法, 情報処理学会論文誌, Vol.64, No.3, 査読有, pp.788-797, 2023. (2022年度情報処理学会論文誌ジャーナル特選論文に選定)

国際会議

- [3] Kazushi Nishimoto, Jianning Wei: G-IM: An Input Method of Chinese Characters for Character Amnesia Prevention, Proc. The Eighth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions (ACHI2015), pp.118-124, 2015, 査読有, February 22 - 27, 2015, Lisbon, Portugal.
- [4] Jianning Wei, Kazushi Nishimoto, Kentaro Takashima: SwaPS: A Method for Efficiently Relearning Chinese Characters Just by Reading Documents Including Incorrectly-Shaped Characters, HCII 2022 - Late Breaking Work - Papers, Springer LNCS series, 2022, 査読有, 26 June - 1 July 2022, Gothenburg, Sweden.

国内学会・研究会

- [5] 魏建寧, 小倉加奈代, 西本一志: 漢字形状記憶の損失を防ぐ漢字入力方式の提案, インタラクシオン 2013 論文集 (CD-ROM), 情報処理学会シンポジウムシリーズ, Vol.2013, No.1, 2EXB-28, 2013, 査読無, 2013年2月28日～3月2日, 東京.
- [6] 魏建寧, 小倉加奈代, 西本一志: Gestalt Imprinting Method: 漢字形状記憶の損失を防ぐ漢字入力方式, 情処研報, Vol.2013-HCI-152, No.10, pp.1-8, 2013, 査読無, 2013

年 3 月 13 日～15 日，東京。（情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会学生奨励賞受賞）

- [7] 魏 建寧，西本一志，高島健太郎：SwaPS：文書を読むだけで漢字の字形記憶を効率的に修正・強化できる誤字形文字の生成・活用手法，情報処理学会インタラクション 2022 論文集，pp.68-76，2022，査読有，2022 年 2 月 28 日～ 3 月 2 日，オンライン開催.
- [8] 魏 建寧，西本一志，金井秀明：EE-Reader：漢字形状記憶の損失を防ぐための誤字形文字埋め込み電子書籍リーダー，情処研報，Vol.2022-HCI-198, No. 25, pp.1-8, 2022, 査読無，2022 年 6 月 16 日～17 日，オンライン開催。（情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会学生奨励賞受賞）
- [9] 魏 建寧，高島健太郎，西本一志：漢字再学習を支援する誤字形文字生成・活用手法 SwaPS の日本語話者における有用性の検証，情処研報，Vol.2023-HCI-201, No. 1, pp.1-7, 2023, 査読無，2023 年 1 月 16 日～17 日，沖縄.

特許

魏建寧，西本一志：漢字学習支援システム、漢字学習支援装置、漢字学習支援方法及びプログラム，特願 2022-016420.

本研究に関する受賞

- ・ 情報処理学会ヒューマンコンピュータインタラクション研究会 学生奨励賞