

# 個人適応型の漢字学習システムの構築

倉島 大輔 齋藤 博昭

慶應義塾大学大学院 理工学研究科

Email: {kurasima,hxs}@nak.ics.keio.ac.jp

## 1 はじめに

近年、パソコンの普及や読書離れによる、漢字力低下が問題になっている。実際の教育現場などでは漢字ドリルを解くなどの学習方法がとられているが、個人の能力、知識、背景などが異なるため、画一的な学習方法では個々の学習者に適応できない。

そこで、本稿では個々の学習者に適応可能な漢字学習システムを提案し構築した。具体的には、問題提示に複数の戦略を用い、戦略を動的に変化させることで学習者の適応を行っている。また、漢字ドリルなどの教材を用いた学習方法とは異なり、漢字学習システムを個人に適応させるためには多量の問題が必要となるため、本システムでは問題の自動作成も可能とした。

## 2 先行研究

### 2.1 漢字学習

島田らは、漢字 DB を XML で構築し、実際の教育への活用例を示している [1]。島田らは主に、読み構造の設計について論じている。データベースの構築は人手で行っており、用いるコーパスの決定は教師が行っており、個人適応はしていない。熟語の出現頻度の統計量など、人手では取る事が困難なデータがある。

### 2.2 個人適応型 e-learning

萩原らは、情報基礎科目の学習に関して、学習者のレベルに適応する問題提示システムを提案している [2]。難易度や分野ごとに、実施時期別の問題の正答率を調査し、標準より正答率が高い分野や、正答率が上昇している分野は理解していると見なし、出題を控え目にしている。逆に標準より正答率が低い分野や正答率が下降している分野は重点的に出題している。問題点としては、分野ごとの正答率のみで判定しているため、分からない箇所の特が難しいことが挙げられる。

三田らは、数学の学習に関して、学習履歴を利用し動的な問題提示を行う学習支援システムを提案している [3]。履歴には、各学習者の、回答した時刻、問題番号、正誤判定、入力した回答が格納されている。これ

らの情報から、思考時間を抽出し、平均値と比較し学習者を特徴付けている。

このように、萩原らの研究は正答率、三田らの研究では思考時間という一面的な情報で、次の問題を定めるパラメータを決定してしまっている。

## 3 提案システム

### 3.1 提案システムの構成

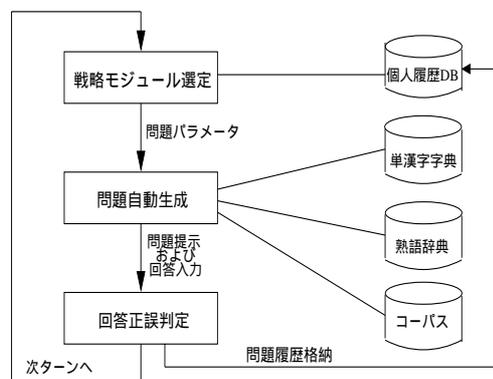


図 1: 提案システムの構成図

提案システムの構成は図 1 のようになる。まず、個人履歴 DB を参照し、そのターンで用いる戦略を選定する。その戦略を基に、単漢字字典、熟語辞典、コーパスを用いて、出題する熟語を含んだ問題文を生成する。そして、その問題を学習者に問題を出題し、学習者はその問題文中の出題熟語の読みを回答する。そして、回答の正誤を判定し、個人履歴 DB にその問題の学習履歴を格納する。以降は、各部の詳細について記述する。

### 3.2 出題レベル決定

過去  $n$  問の正答率が、 $L_{low1}\%$  未満なら出題レベルを  $-1$ 、 $L_{high1}\%$  以上なら、出題レベルを  $+1$  する。本研究では、経験的に、 $L_{low1} = 60$ 、 $L_{high1} = 80$  とした。

### 3.3 戦略モジュール選定

個人履歴 DB を用いて戦略を選定する。各戦略には、ターン毎に変化する重みをつけておく。初期重み

はすべて  $g_{pre}$  としておき、戦略重みを基に、そのターンに用いる戦略を決定する。その戦略を使った  $n$  問分の正答率が、 $L_{low2}\%$  未満なら戦略重みを  $\Delta g_{low2}$ 、 $L_{high2}\%$  以上なら、戦略重みを  $\Delta g_{high2}$  する。本研究では、経験的に、 $g_{pre} = 10$ 、 $L_{low2} = 50$ 、 $\Delta g_{low2} = 1$ 、 $L_{high2} = 70$ 、 $\Delta g_{high2} = -2$  とした。

### 戦略モジュール

単漢字の出題優先度  $r$  の初期値はすべて同じにする。本研究では、経験的に  $r = 10$  とした。

戦略 1: 回答時間  $t[\text{sec}]$  を以下のように場合分けし、構成単漢字の出題優先度  $r$  を変化させる。閾値を  $t_h[\text{sec}]$  とし、

$$\begin{cases} t_h < t \text{ で誤答} & \implies r \leftarrow r + \Delta r_1 \\ t_h < t \text{ で正答} & \implies r \leftarrow r - \Delta r_2 \\ t \leq t_h \text{ で誤答} & \implies r \leftarrow r + \Delta r_3 \\ t \leq t_h \text{ で正答} & \implies r \leftarrow r - \Delta r_4 \end{cases}$$

本研究では、経験的に、 $\Delta r_1 = 2$ 、 $\Delta r_2 = -1$ 、 $\Delta r_3 = 1$ 、 $\Delta r_4 = -2$ 、 $t_h = 15$  とした。

戦略 2: 出題レベルに対応する単漢字を、単漢字の出題優先度  $r$  とは関係なくランダムに選択する。

戦略 3: 漢字の音訓の出題比率を変化させる。音訓の出題初期比率を  $p_{on} : p_{kun} (= 50 : 50)$  としておき、閾値を  $p_{high}$ 、 $p_{low}$  とする。過去  $n$  問の正答率が、

$$\begin{cases} p_{on} > p_{kun} \text{ かつ 正答率 } p_{low} \text{ 未満} & \implies p_{on} = p_{on} \cdot \beta_1, p_{kun} = \frac{p_{kun}}{\beta_1} \\ p_{on} < p_{kun} \text{ かつ 正答率 } p_{low} \text{ 未満} & \implies p_{on} = \frac{p_{on}}{\beta_1}, p_{kun} = p_{kun} \cdot \beta_1 \\ p_{on} < p_{kun} \text{ かつ 正答率 } p_{high} \text{ 以上} & \implies p_{on} = p_{on} \cdot \beta_1, p_{kun} = \frac{p_{kun}}{\beta_1} \\ p_{on} > p_{kun} \text{ かつ 正答率 } p_{high} \text{ 以上} & \implies p_{on} = \frac{p_{on}}{\beta_1}, p_{kun} = p_{kun} \cdot \beta_1 \end{cases}$$

本研究では、経験的に、 $p_{high} = 70$ 、 $p_{low} = 50$ 、 $\Delta r_2 = -1$ 、 $\Delta r_3 = 1$ 、 $\Delta r_4 = -2$ 、 $\beta_1 = 1.1$  とした。

戦略 4: 問題に正答した場合、その熟語の構成単漢字の内、出題単漢字の優先度  $r$  を  $\Delta r_5$  減らし、出題単漢字以外の単漢字の優先度  $r$  を  $\Delta r_6$  減らす。

問題に誤答した場合、その熟語の構成単漢字の内、出題単漢字の優先度  $r$  を  $\Delta r_7$  増やし、出題単漢字以外の単漢字の優先度  $r$  を  $\Delta r_8$  増やす。

本研究では、経験的に、 $\Delta r_5 = 3$ 、 $\Delta r_6 = 2$ 、 $\Delta r_7 = 3$ 、 $\Delta r_8 = 1$  とした。

## 3.4 問題自動生成

単漢字字典、熟語辞典、コーパス、個人履歴 DB を用いて問題文を自動生成する。具体的には、出題する単漢字を含む熟語を熟語辞典から抽出し、その熟語を含む問題文をコーパスから生成する。その際、学習者のレベルを配慮して、問題文において出題レベルより高いレベルの語彙には振り仮名を付ける。

## 問題レベル

問題のレベルは、そのターンの出題レベルから決定する。まず、出題単漢字レベルを決定し、それから出題熟語レベルを決定する。尚、単漢字のレベルは、配当学年および日本漢字能力検定の漢字配当レベルから決定し、レベル 1~9 の 9 段階とした。対象単漢字とレベルの対応を表 1 に示す。

表 1: 単漢字とレベルの関係

レベル	新出漢字数	総漢字数	学年 (漢検対応級)
1	80	80	小学 1 年 (漢検 10 級)
2	160	240	小学 2 年 (漢検 9 級)
3	200	440	小学 3 年 (漢検 8 級)
4	200	640	小学 4 年 (漢検 7 級)
5	185	825	小学 5 年 (漢検 6 級)
6	181	1006	小学 6 年 (漢検 5 級)
7	316	1322	(漢検 4 級)
8	286	1608	(漢検 3 級)
9	337	1945	(漢検 2 級)

熟語のレベルは、熟語を構成する単漢字のレベルの最大値とした。

### 出題単漢字決定

出題レベルと同レベルの単漢字を選択し、単漢字の出題優先度  $r$  を基に出題単漢字を決定する。

### 出題熟語抽出

出題する熟語は、そのターンの出題レベルと同レベルの熟語集合から抽出する。

### 出題問題文抽出

コーパス中の文を形態素解析し、形態素中に出題熟語を含む文集合から文を抽出し問題文とした。その際、形態素のレベルが出題レベルより高ければその形態素に振り仮名を付け、出題問題文とする。本研究では、形態素解析に茶筌 [4] を用いた。

出題熟語を含む文がコーパス中に存在しない場合は、出題熟語に接尾辞を付加して文とし、接尾辞を付加する前後で形態素解析した結果、出題熟語の読み方に変化がなければ、問題文として出題した。ただ、長い文では学習者が読みにくく、回答するのは出題熟語のみであるため、コーパス中の文で一定長  $l$  以下の長さの文のみ抽出して学習者に提示する。本研究では、経験的に  $l = 20$  とした。

## 3.5 問題提示、回答入力、正誤判定

前節で生成した問題文を学習者に提示し、回答を入力してもらい、回答と正解とを比較して正誤判定する。そして、個人履歴 DB に問題履歴を格納する。

## 4 実験と評価

実験に用いたデータは、以下の通りである。

単漢字字典: 大修館書店 常用漢字一覧 [5]

熟語辞典: 三省堂 現代国語辞典 [6]

コーパス: 毎日新聞 4 年分 [7]

比較実験のため、提案システムと、ランダムに問題提示するシステムを用意した。システムによる学習前後の学習効果を確認するために、予め用意した試験問題を解いてもらった。問題数は全 180 問でレベル 1~9 の問題から構成されている。その後、各々のシステムに被験者を割り振り、1 日 100 問、計 4 日 400 問学習してもらった。その後、別の試験問題を解いてもらった。問題数は全 180 問でレベル 1~9 の問題で構成されている。尚、本実験では、各パラメータが変化する問題数  $n$  を  $n = 10$  とした。

表 2 は、本実験での被験者の内訳である。日本人は皆、大学生・大学院生で、留学生は皆、大学院生である。

表 2: システム種別の被験者数の割合

システム種別	提案システム	ランダム提示
日本人被験者数	3	2
留学生被験者数	2	0
被験者総数	5	2

### 学習実験前後の試験点数の推移

点数の推移を図 2(proposal(japanese): 提案システムの日本人被験者, proposal(foreign): 提案システムの留学生被験者, random: ランダム問題提示システムの被験者), 平均変動率を表 3 に示す。

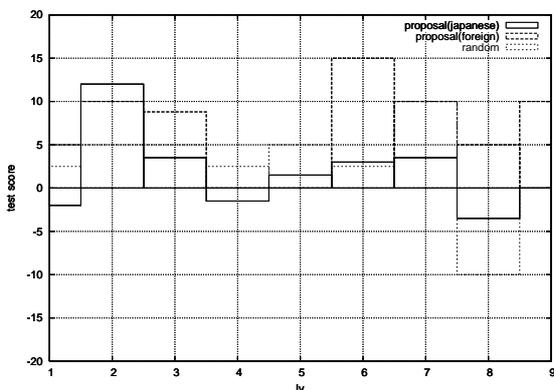


図 2: レベルごとの学習実験前後の試験点数の変動率 (%)

表 3: 学習実験前後の試験点数の平均変動率 (%)

システム種別	平均値
提案システム (日本人被験者)	+1.8
提案システム (留学生被験者)	+7.1
ランダム提示	+2.5

図 2, 表 3 より、提案システムの留学生被験者の結果が最も良く、提案システムが留学生に対して学習効果が高いことが分かる。日本人被験者については、提案システムの学習効果がランダム問題提示システムより少々悪くなっているが、点数の増減値や回答状況を見ると差は微妙で、日本人にとって両システム間に差があるかどうかは本実験結果からは分からなかった。日本人が皆、大学生・大学院生で、習熟度が高かったことも、顕著な差が出なかった原因として考えられる。

### 戦略重みの推移

提案システムで学習実験中における、戦略重みの推移を図 3, 図 4, 図 5 (strategy.1: 戦略 1, strategy.2: 戦略 2, strategy.3: 戦略 3, strategy.4: 戦略 4) に示す。

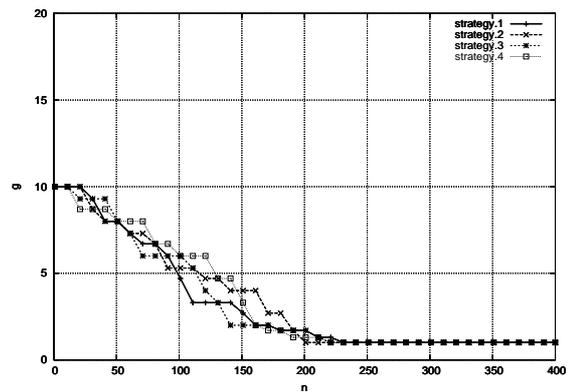


図 3: 経過問題数  $n$  と戦略重み  $g$  の関係 (日本人平均値)

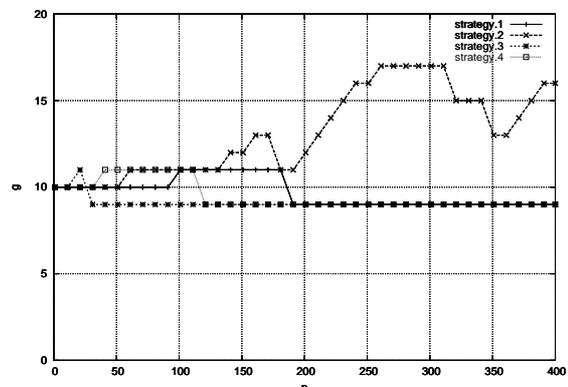


図 4: 経過問題数  $n$  と戦略重み  $g$  の関係 (留学生 A)

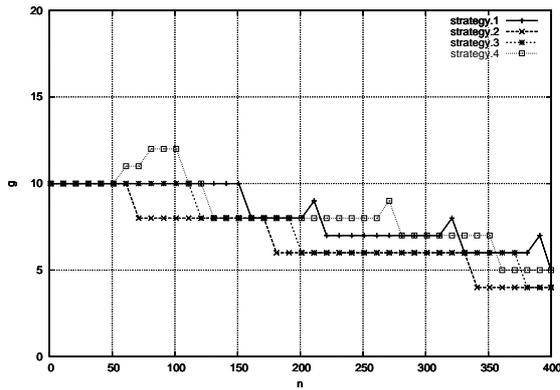


図 5: 経過問題数  $n$  と戦略重み  $g$  の関係 (留学生 B)

図 3 では、出題戦略に関係なく日本人被験者の正答率が高いために、全ての戦略重みが徐々に減少しており、日本人に対する戦略の有効性が顕著に出なかった。図 4 では、戦略 2 の学習効果が悪く、他の戦略の重みが僅かに減少傾向にあり戦略を僅かずつながら克服していることと、回答状況から、留学生 A に対して戦略の有効性はあると考えられる。図 5 では、全ての戦略の重みが徐々に減少傾向にあり戦略を徐々に克服していることと、回答状況から、留学生 B に対して戦略の有効性が顕著に出ていると考えられる。

## アンケート結果

学習効果について、1~5 の 5 段階 (1: 低 - 5: 高) で評価してもらった。アンケート結果を表 4 に示す。

表 4: 学習効果のアンケート結果

システム種別	平均	分散
提案システム (日本人被験者)	4.3	0.22
提案システム (留学生被験者)	3.5	0.25
ランダム提示	3.0	0.0

表 4 より、日本人、留学生問わず、提案システムの学習効果が高いと感じており、ランダム問題提示システムの学習効果は普通だったと感じていることが分かる。

## 問題文の正当性の評価

各出題レベルごとに 100 問ずつ、計 900 文生成し評価した。評価結果を、図 6 (validity1: 出題熟語 + 接尾語 の形の文, validity2: それ以外の文で正当でない文) に示す。出題熟語 + 接尾語 の文の割合を正当性の指標に含めたのは、生成された問題が文としてやや不自然だという被験者からの意見があったためである。

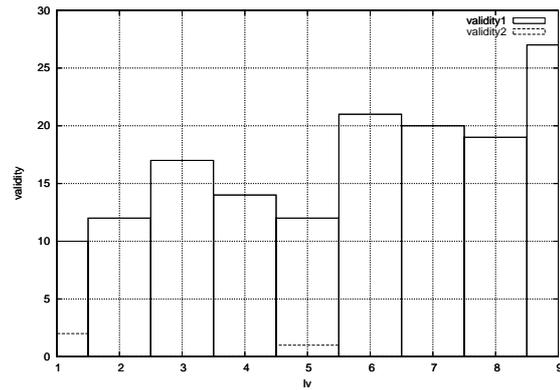


図 6: レベルごとの問題文の正当性の割合 (%)

## 5 終わりに

本稿では、漢字学習システムを作成し評価を行った。実験結果から留学生被験者に対して学習効果が高いことが確認できた。日本人被験者に対しても学習効果があると思われるが、顕著な効果が出たとは言えなかった。これは、日本人被験者が大学生・大学院生だったため、習熟度が高く、顕著な差が出にくいことが原因だったと考えられる。

今後のシステムの改善案としては、出題単漢字数の増加、使用コーパスの拡充、パラメータ変化法の調整、戦略の拡充などが挙げられる。本研究では、常用漢字のみを対象にしたため、難易度が低くなってしまったが、対象単漢字を増加すれば、日本人学生、社会人向けの学習システムにすることは可能だと考えられる。

## 参考文献

- [1] 島田 雅史, 山下 直子, 富永 浩之, 松原 行宏, 山崎 敏範: “マルチメディア対応日本語教育システム -日本語能力試験への応用-”, 電子情報通信学会技術報告”, ET2002-109 Vol.102, No.697, pp.85-90 (2003).
- [2] 萩原 秀和, 富永 浩之, 松原 行宏, 山崎 敏範: “個に対応するドリル型 CAI システム -学習者レベルに適應する問題提示-”, 電子情報通信学会研究報告”, ET2003-131, pp.197-202, (2004).
- [3] 三田 泰正, 藤岡 健史, 萩野 哲男, 高田 秀志, 上林 弥彦: “学習履歴を利用した動的な問題提示を行う学習支援システムの提案”, 電子情報通信学会第 15 回データ工学ワークショップ”, (2004).
- [4] 松本 裕治, 北内 啓, 山下 達雄, 平野 善隆, 松田 寛, 高岡 一馬, 浅原 正幸: “形態素解析システム『茶釜』 version 2.3.3 使用説明書”, <http://chasen.naist.jp/hiki/ChaSen/>, 奈良先端科学技術大学院大学 松本研究室”, (2003).
- [5] 大修館書店: “大修館書店 漢字文化資料館 常用漢字一覧”, <http://www.taishukan.co.jp/kanji/archive/joyokanji.zip>
- [6] 三省堂: “EPWING 版 三省堂辞典館 CD-ROM”, (2000).
- [7] 毎日新聞: “CD-毎日新聞 92, 93, 95, 98 年版”.