

漢字熟語学習のための環境型知的CAIシステムの構築(3)

三好 克美 林 敏浩 矢野 米雄

徳島大学 工学部
〒770 徳島市南常三島 2丁目 1番地

あらまし 我々は環境型知的CAIの枠組みで漢字熟語学習支援システムの構築を行う。本稿ではシステムの概要について述べる。本システムは学習対象者を外国人とし対象領域を漢字2字熟語とする。本システムは熟語を漢字と熟語の意味構成の基本形式から理解し、また他の熟語と関連づけて効果的な学習を目指す。環境型知的CAIは学習者が自由に振る舞える学習環境を提供する。学習環境にパズルゲームを取り入れ、パズルに必要な関連熟語の柔軟な検索が可能な知識ベースを備える。環境型知的CAIは学習者に直接教授せずに学習目標に誘導するシステムの介入をナビゲーションと呼ぶ。本稿ではナビゲーションのタイミングについて考察を行う。

和文キーワード 環境型 ICAI, 漢字熟語学習, 学習環境, 自由学習, ナビゲーション

Development of an Environmental ICAI System for Kanji Idioms Learning(3)

Katsumi MIYOSHI, Toshihiro HAYASHI and Yoneo YANO

Faculty of Engineering, Tokushima University
2-1, Minamijosanjima, Tokushima, 770 JAPAN

Abstract We are developing a kanji idiom learning ICAI system for foreigners under the guidelines of environmental ICAI. The target domain are kanji idioms constructed by just two kanji. Our system aims the understanding of kanji idioms by their kanji construction and the relation between idioms such as synonyms. The learning environment in our system proposes a kanji puzzle. The knowledge base can find kanji idioms for puzzle generation. In addition, our system has a navigation function. This function makes the student to notice the direction of his learning progress. We make a consideration about the timing of navigation in this paper.

英文 key words Environmental ICAI, Kanji Idioms Learning, Learning Environment, Free Learning, Navigation

1 はじめに

現在開発されている CAI システムの学習形態は、システムが積極的に教授を行う教え込み型教育システムと学習者に自由に振る舞える学習環境を与える環境型教育システムに分類できる。

教え込み型 CAI を知的にした ITS(Intelligent Tutoring System) は、問題解決過程を通して行うシステム主導の教示学習を採用する。一方、環境型 CAI は学習者主導の自由学習により学習を進める。しかし、環境型 CAI は学習進行を制御する機能を持たないので学習目標の達成が困難な場合や学習が停滞する場合が生じる。そのような状況の時は、システムの介入により学習者を誘導する必要がある。この問題の解決法の 1 つに WEST[3] のコーチングがある。小学生を対象に計算技能の習得を目的に開発された WEST は、システムが行うコーチングより学習目標に誘導する。我々は間接的な介入の一形態としてナビゲーションを提案する。

我々はナビゲーション機能を備えた環境型知的 CAI の枠組みで漢字熟語学習支援システムの構築を行う。本システムは学習対象者を外国人とし対象領域を漢字 2 字熟語とする。環境型知的 CAI は学習者が自由に振る舞える学習環境を提供する。本システムはパズルゲームを取り入れた学習環境を提供する。システムは教授戦略に基づき学習させたい熟語をパズルに埋め込む。それらの熟語を検索できる知識ベースを備える。本稿ではシステムの概要について述べ、次に 5. で知識ベース、6. で学習環境、7. でナビゲーションについて報告する。

2 漢字熟語

漢字はアルファベットなどの表音文字と異なり意味と読みを持ち種類も多い。また同じ読みや意味の漢字があり区別が難しい。我々は漢字を組み合わせた熟語を用いることが多い。漢字は意味を表し普通 2 字以上が 1 つになり漢字熟語を構成する。

2.1 熟語学習

日本語を学ぶ外国人にとり漢字学習はもつとも苦手な学習である。日本人の場合熟語学習は一般に「暗記、反復練習、試験」を長い時間をかけて繰り返し学習する。しかし、外国人は短期間で効率良く漢字および熟語を学習する必要があるのでこの方法は適さない。外国人は漢字熟語を学ぶ場合、

ひらがなやローマ字などで音から学習する。学習者は各熟語の音声的な配列のみを記憶するので、熟語がどの漢字から構成されているか理解しにくい。

熟語学習の難しさは熟語ごとの意味構成が違うので、個々の漢字の理解ができていても熟語の意味が理解できるとは限らない。しかし意味構成の基本的な形がわかれば漢字の意味から熟語の意味を類推でき未学習の熟語でも意味が類推できる。

2.2 熟語の基本構造

熟語は漢字から構成され、熟語の理解には漢字と熟語の関係が重要となる。熟語の構成漢字間には表 1 の関係が存在する。この関係を熟語の基本構造とし [1], Idiomatic Word Construction(以下 IWC) と呼ぶ。学習者は個々の漢字の意味と IWC の理解により熟語全体の意味をつかめる。

3 熟語教育支援システム

本システムの対象領域は漢字 2 字熟語とし、学習対象者の外国人は個々の漢字の意味はある程度理解していると考えられる¹。熟語を構成している漢字と IWC がわかれば熟語が理解できる。また、関連語と共に学習することにより理解が深まる。そこで教育目標は (1)IWC に基づいた熟語の理解 (2) 関連語を通じた熟語の理解とする。

熟語は漢字より構成され組合せは 2.2 節で述べた IWC から構成される。しかし 1 つの漢字に種々の意味や読みがあり、熟語ごとに意味の構成が違う。また、同じ読みをもつ熟語が存在したり、同じ漢字で構成した熟語でも意味が違う場合がある。熟語のような悪構造な対象領域には一般に環境型 CAI が適しているが、学習者に自由学習を促すだけでは学習目標の達成が困難な場合が多い。

そこで我々の提案する環境型知的 CAI は自由学習の形態を崩さずに学習者をナビゲーションにより学習目標に導く。本システムは学習形式にパズルゲームを取り入れ学習者が短期間で効果的に熟語学習できるシステムを目指す。

3.1 システムの構成

システム構成を図 1 に示し各機構を詳述する。
[インタフェース管理機構] 学習者に提供する自由学習環境を管理する。学習者は自由学習環境上で熟語を学習するため自由に行動する。

¹例えば漢字教育支援システム「漢字工房」[8, 9] でひと通りの漢字学習を終えた外国人など。

表 1 Idiomatic Word Construction

主述の関係	A が B するといった主語と述語の関係†	(例) 地震(地が震う), 雷鳴(雷が鳴る), 人造(人が造る)
修飾の関係	A が B を修飾する	(例) 老人(老いた人), 激動(激しく動く), 速成(速く成る), 大臣(大きい臣), 再会(再び会う)
並列の関係	A と B が並列している	(例) 人民(人と民), 土地(土と地), 教育(教え育てる), 広大(広くて大きい), 往復(行きとかえり)
補足の関係	A だけではわからないので B で補足する	(例) 成功(功を成す), 求人(人を求める), 乗車(車に乗る), 就職(職に就く), 降雨(雨が降る)
認定の関係	A で否定したり判定して B でその内容を示す	(例) 不正(正しくない), 不良(良くない), 未来(まだ来ない), 未知(まだ知らない), 当然(然るべき)

†: 熟語を構成する前の要素(漢字)を A, 後ろの要素を B とする

[教授戦略制御機構] 学習者モデル管理機構またはインタフェース管理機構から送られたデータを 2 つの戦略知識ベースを用い教授(誘導)戦略を立てる。誘導戦略知識ベースはシステムが学習者に誘導を行う知識を持つ。指導戦略知識ベースはシステムが学習者に指導を行う知識を持つ。

[領域知識管理機構] 領域知識ベースを管理する。本システムの対象領域は漢字 2 字熟語なので領域知識ベースは熟語データを持つ。学習環境にパズルゲームを導入するため漢字熟語パズルの作成(問題生成)を自動的に行う必要がある。教授戦略に基づき熟語を選択するが, ある熟語に着目したとき熟語の問題生成の際に関連語をシステム側が判断する機構が必要である。そこで関連語の検索機能を備える熟語知識ベースが必要となる。

[学習者モデル管理機構] 学習者の行動履歴などを記述した学習者モデルの更新・管理をする。

4 熟語の知識表現

熟語を理解するには漢字の意味と熟語の意味との組合せ方を理解する必要がある。また他の熟語と関連づけて学習すると効果的である。そのような問題を解決する知識表現が必要となる。

4.1 熟語の知識化

我々は熟語を知識表現するために, 熟語の構造(SIW: Structure of Idiomatic Word), 熟語属性(UIW: Usage of Idiomatic Word), 熟語間の関係(RIW: Relation between Idiomatic Word)の視点から知識の分類を行った。

[SIW] 熟語を構成する漢字に視点を置く。漢字の意味や読みに着目し漢字と熟語の関係から熟語を理解させる。我々は IWC の他に次の分類も取り入れた。熟語を構成する前の漢字を A, 後ろの漢字を B とし次の 4 つに分類する [7]。

- (1) A → B A が B に係る
- (2) A ← B B が A に係る
- (3) A == B A と B は同じ意味か似た意味
- (4) A != B A と B は反対の意味

以上を結合タイプと呼ぶ。熟語の構成を IWC のみで捉えないのは, 学習者の理解度によれば IWC の主述や修飾などを示すより視覚的な漢字間の係り方を示すほうが有効な場合がある。また, IWC の並列の関係は同意漢字の組合せと反意漢字の組合せがあるので結合タイプ (3)(4) を示すことで並列の関係を詳しく理解できると考える。

[UIW] 熟語の持つ属性に視点を置く。本システムは, 意味, 読み, 例文を対象とする。

[RIW] 熟語間の関係に視点を置く。熟語間には同音, 同意, 反意などがある。これらに視点を置き意味上の違いから熟語の理解を深められる。

図 2 に熟語“牛乳”の例を示す。表 2 に熟語の 3 重組表現とその例を示す。本システムでは熟語データを TRIAS[4] で管理し構築する。我々は熟語知識を 3 重組表現した。3 重組を用いた理由は (1) 属性の追加が容易にできる (2) ある属性が複数値を持つ場合その属性に対して多値表現できる (3) 条件検索に合わせた知識表現が可能などである。

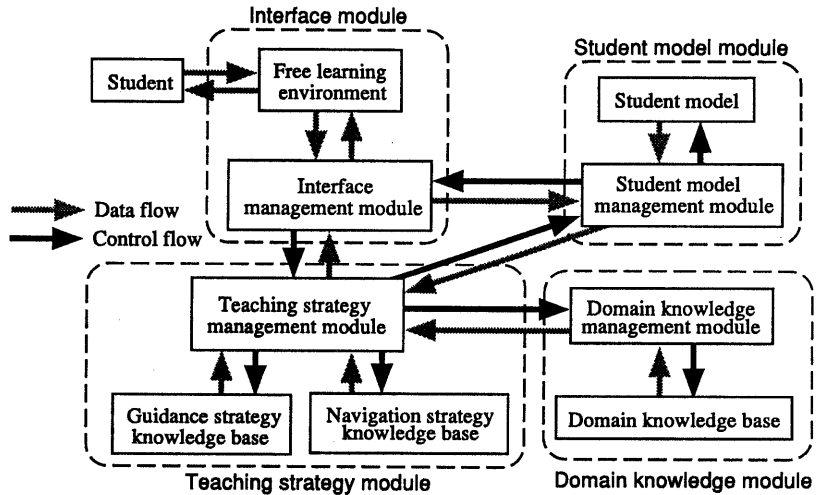


図1 システム構成

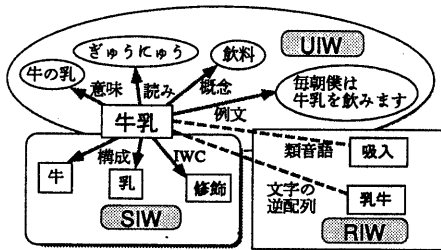


図2 熟語の知識表現

5 知識ベース部の構築

本システムはパズルの問題を自動生成する。ある熟語に着目したとき関連語の検索が必要である。本システムは関連語を検索できる知識ベースを持つ。文献[5]などを参考に2字熟語を抽出し、言語データベースから熟語の頻度を調べ登録熟語を修正した。表2に示すように熟語間は直接リンクしていない。データ量が膨大となるためである。本システムは以下のように関連語を検索する。

5.1 同音語などの検索

熟語検索は TRIAS の '*' 検索で行う。例えば、熟語“以外”の同音語の検索は(以外, 読み, *)から表2の1.より(以外, 読み, いがい)が検索される。さらに(*, 読み, いがい)から(意外, 読み, いがい)の3重組が検索され、同音語の‘以外-意外’が抽出できる。同様に同義語、同じ漢字を含む熟語、同じIWC、同じ結合タイプが検索できる。

5.2 類義語の検索

類義語の検索は、表2の8.より同じ概念をもつ熟語を検索する。概念は文献[6]より抽出した。文献[6]は熟語を表3に示すように意味分類する。

5.3 類音語の検索

一般に以下の4つが類音語として考えられる。

1. 母音の違い: (例) 先生 (sensei)-繊細 (sensai), 馬車 (basya)-場所 (basyo)
2. 長音の有無: (例) 集団 (syuudan)-手段 (syudan), 防止 (boushi)-母子 (boshi)
3. 促音の有無: (例) 発作 (hossa)-補佐 (hosa), 実体 (jittai)-事態 (jitai)
4. 拗音²の変化: (例) 不況 (hukyou)-服用 (hukyou), 商事 (shouji)-掃除 (souji)

²ky, eh, ch, ny, hy, my, ry, gy, by, py で始まる音

表 2 熟語の 3 重組表現とその例

	3 重組表現	例
UIW	1.(〈熟語〉, 読み, 〈読み〉) 2.(〈熟語〉, 意味, 〈意味〉) 3.(〈熟語〉, 例文, 〈例文〉)	(牛乳, 読み, ぎゅうにゅう) (牛乳, 意味, 牛の乳) (牛乳, 例文, 毎朝僕は牛乳を飲みます.)
SIW	4.(〈熟語〉, 構成, 〈漢字〉) 5.(〈熟語〉, 〈漢字〉, 〈意味〉) 6.(〈熟語〉, IWC, 〈IWC〉) 7.(〈熟語〉, 結合タイプ, 〈結合タイプ〉)	(牛乳, 構成, 牛) (牛乳, 構成, 乳) (牛乳, 牛, うし) (牛乳, 乳, ちち) (牛乳, IWC, 修飾) (牛乳, 結合タイプ, 1)
RIW	8.(〈熟語〉, 概念, 〈概念〉)	(牛乳, 概念, 食べ物)

以上の類音語をシステムが自動生成するために以下に示す類音語生成フィルタを作成した。

1. 子音の後の母音を他の母音に変換
2. 長音 “oo, ou, uu” ↔ 短音 “o, o, u” の両変換
3. 促音 “dd, kk, pp, ss, tt, tc” は、各々を “d, k, p, s, t, c” に変換
4. 拗音は子音の間に母音を入れる。または 2 番目に来る文字を除く

表 4 平均検索語数

検索対象	総検索語数	平均検索語数
同音語	674	0.2
同義語	7600	2.7
類義語	25694	9.1
類音語	1427	0.5

表 3 熟語のシソーラス

大分類	中分類	小分類	熟語
0 自然	00 天文	000 天文	天文 天象 …
		001 宇宙	宇宙 天地 …
		002 空	空中 天空 …
	01 暦日	010 季節	季節 時節 …
		011 春	春期 早春 …
		012 夏	… …
		…	… …
	02 気象	… …	
	1 性状	10 位置	… …
		11 形状	… …
…		… …	
2 変動	… …		
3 行動	… …		
⋮		⋮	

任意の熟語の読みを類音語生成フィルタにより類音語の読みに変換する。フィルタで自動生成された類音語の読みを用いて同音語などと同様に TRIAS の ‘*’ 検索により類音語の検索を行う。

5.4 知識ベースの評価

熟語知識ベースの CUI(Character User Interface) 版を構築したので評価を行う。我々が構築した知識ベースの使用例を図 3 に示す。熟語を構成している漢字に視点を置いた知識表現を用いたので種々の関連語の検索が可能になった。したがって、システムがパズルの問題生成をする際に充分に対応できる。収録語数は現在 2826 語で、データ部の大きさは約 9Mbyte、プログラムは C 言語で記述されている。表 4 に 1 つの熟語から検索できる関連語の語数を示す。表 4 より同音語と類音語が少ないので今後はデータの追加が必要である。さらに今回作成した熟語知識ベースに OSF/Motif を使用して GUI 環境を構築する。

6 学習環境

環境型的 CAI は学習者に自由に振る舞える学習環境を提供する。本システムは、学習者に図 4 に示すインタフェイスを備えた学習環境を提供する。学習対象者を外国人とするため熟語の知識が極度に少ない場合がある。またキーボードによる日本

どの検索を行ないますか
 0... 終了 1... 同音語 2... 同義語 3... 類義語 4...
 類音語 5... 熟語
 番号 (0-5) : 5
 熟語データを表示します. 熟語を入力してください
 熟語 > 社会

社会
 読み : shakai
 概念 : 分科, 社会
 意味 : the workd; social; society; public
 例文 : 学校を卒業して社会に出る.
 基本構造 : 修飾
 結合タイプ : A -> B
 構成漢字 : 社 (やしろ) 会 (あつまる)

同義語検索を行ないます. 熟語を入力してください
 熟語 > 社会
 society : 協会 社交
 public : 公営 公共 公然 公立 大衆
 social : 社交
 the world : 世界 世間 天下

類義語検索を行ないます. 熟語を入力してください
 熟語 > 社会分科 : 外科 学科 学課 学部 講座 国語
 専門 分野 文科 理科 領域
 社会 : 世界 世間 地下 地獄 地上 天下

類音語検索を行ないます. 熟語を入力してください
 熟語 > 社会
 shikai : 司会 市会 視界

同音語検索を行ないます. 熟語を入力してください
 熟語 > 公共
 koukyou : 好況

図 3 CUI 版の使用例

語入力が困難であり、漢字に対して難しいという先入観がある。そこでマウス操作による学習環境を提供して学習者に使いやすくし、パズルゲームを取り入れことにより学習者に興味を持たせ学習者のモチベーションを高められると考える。

6.1 漢字パズルゲーム

3行3列のマス目に9個の漢字を配置する。学習者はマス目の周りのシフトボタンをクリックし漢字を上下左右に移動させて熟語を作る。学習者は熟語と思ふ漢字と漢字の間のボタンをクリックしてその熟語を点灯させ **Try** ボタンをクリックする。わからない場合は **Help** ボタンをクリックする。作られた熟語は熟語フィールドに保存され、学習者はさらに熟語を探し出す。

図5に漢字パズルゲームの進行例を示す。Exam-

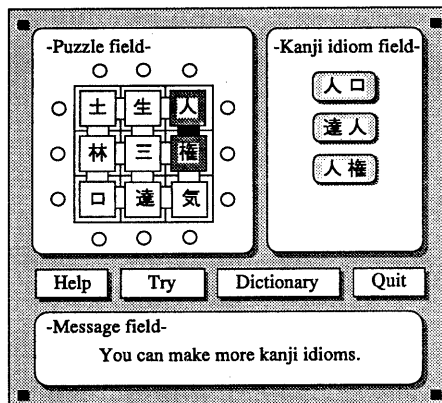


図 4 学習環境

ple A は学習者が熟語“人權”を作ろうとした例である。一方、Example B は学習者が熟語“人權”を作ろうとした時、無意識に熟語“達人”も同時にできた場合である。このように簡単なボタン操作によって熟語を作り学習を進行するので熟語の知識の少ない外国人にも利用できる。また Example B のように発見的学習も促すこともできる。

6.2 パズルの問題生成

以下に漢字パズルの問題生成過程を示す。

1. 教授戦略に基づいて学習させる熟語を数個選ぶ。
2. 選ばれた熟語を個々の漢字に分ける。
3. 他の漢字を選び合計9個に揃える。
4. 9個の漢字から造られる全ての熟語を探す。
5. 漢字パズルを組む。
6. 初期状態で熟語が造られていないようにする。もし熟語があればパズルを組み直す。
7. 完成したパズルを表示する。

図5の例は、1.の段階で“漢字‘人’を含むIWCの修飾の関係の熟語を教える”という教授戦略から熟語“人權、人気、人生、人口”を選び、2.の段階で漢字“人、権、気、生、口”に分け、3.の段階で漢字“林、土、三、達”を加える。4.の段階で熟語“達人”が加わってパズルが組まれる。

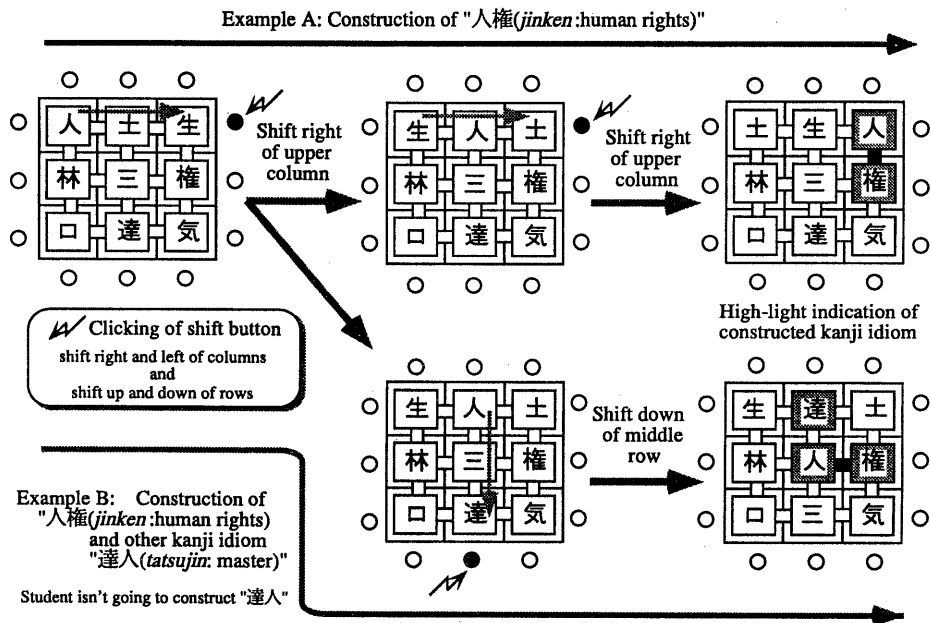


図5 漢字パズルの進行例

7 ナビゲーション

学習者に自由学習環境を提供した場合、時には学習目標の達成が困難になったり学習が停滞する状態に落ちる場合がある。その時はシステムによる何らかの介入が必要となる。このような自由学習の形態を崩さないシステムの介入を我々はナビゲーションと呼ぶ。そこでナビゲーションを行うタイミングおよび内容が重要となる。本稿ではナビゲーションのタイミングについて考察する。

7.1 ナビゲーションのタイミング

ナビゲーションの頻度が多いと学習者の行動や思考が束縛される。また頻度が少ないと学習者の行動や思考の自由度が増すが、学習目標の達成が困難となる。そこでどの程度の頻度で何を基準にナビゲーションを行うかが問題となる。

本システムの学習環境で用いたパズルゲームは、6.1節で述べたように学習者はシフトボタンをクリックしてパズルを操作する。学習者が「Help」ボタンをクリックした場合、システムは学習者が意図

的に助けを求めていると判断できる。従ってシステムはその度ナビゲーションを行う。システムが学習者の要求に基づかずナビゲーションを行うには学習者の意思を推論する必要がある。そこで学習者がパズルを動かすと次の状況が考えられる。

1. 熟語がパズル上に存在してかつその熟語で「Try」ボタンをクリックした場合
2. 熟語がパズル上に存在してかつ異なる場所で「Try」ボタンをクリックした場合
3. 熟語がパズル上に存在してかつ「Try」ボタンをクリックしなかった場合
4. 熟語がパズル上に存在しなくてかつ「Try」ボタンをクリックした場合
5. 熟語がパズル上に存在しなくてかつ「Try」ボタンをクリックしなかった場合

1. の場合、学習者は明らかにその熟語を意図的に作成したと考えられる。よってシステムは学習者にその熟語が正解であることを示す。2. と4. の場合、学習者は明らかに誤っていると考えられる。よって

システムは学習者に誤りであることを示し指導を行う。3.の場合、学習者はその熟語に気がついていないと考えられる。よってシステムはナビゲーションを行う必要がある。5.の場合、学習が停滞していると考えられるのでシステムはナビゲーションを行う必要がある。

本システムでは上の3.と5.の時にナビゲーションを行う。しかし、その度にナビゲーションを行うのは明らかに多すぎる。ある程度の間隔があれば適度なナビゲーションと考えられる。

7.2 間隔の定量化

我々はナビゲーションを行う間隔を学習者のオペレーションに着目し、7.1節で述べた3.と5.の状況の回数によりナビゲーションの間隔を決める。間隔が長すぎると学習者は学習に迷いが生じたり飽きてしまい、また間隔が短すぎると学習者は学習を嫌い止めてしまう可能性がある。そこで間隔の定量化を行う必要がある。

間隔に影響する要素として次の要素をあげる。

1. パズルの難易度
2. 学習者の理解度
3. 学習者の振る舞い

1. は、パズルが難しいなら間隔を短く、易しいなら間隔を長くする必要がある。パズルの難易度は使われている漢字の難易度に影響される。外国人は画数が多い漢字より単純な象形文字のほうが理解しにくい。また未学習の漢字³も学習者にとって難しい。2. は、学習者の理解度が高いなら間隔を長くし、低いなら短くする必要がある。3. は、学習者の行動履歴などに着目し、同じ動作を繰り返したりする時は短くする。

以上の考察から学習者に適した間隔を決め適切な時機にナビゲーションを行う。

8 おわりに

我々は環境型教育システムの1つの形態である環境型CAIを知的にした環境型知的CAIの研究を行っている。本稿では環境型知的CAIの枠組みで構築している漢字熟語学習支援システムの概要について述べた。熟語ごとの異なる意味構成が熟語学習を難しくする。しかし意味構成の基本形式

³漢字工房へデータ検索可能なので学習者が漢字工房で学習した場合未学習の漢字の検索が容易に行える。

が理解できれば熟語の意味が類推できる。そこでIWCに基づく熟語の理解により熟語学習を効果的に進行する。学習環境に操作しやすいパズルゲームを導入したので漢字や熟語の知識が少ない学習者も学習できる。また、パズルの問題生成に必要な関連熟語を検索できる知識ベースを構築した。今後はナビゲーションの内容の考察を進め誘導戦略を立てる。また学習させる熟語の選択および選択方法の考察も進め教授戦略を立てる。

本研究の一部は平成4年度科学研究費補助金重点領域研究(1)(課題番号03245106)と同一般研究(C)(課題番号03680248)の補助を受けている。

参考文献

- [1] 藤堂明保, “漢語と日本語”, 秀英出版(1969)
- [2] 森田良行, “日本語学と日本語教育”, 凡人社(1990)
- [3] Etienne Wenger, 岡本敏雄, 溝口理一郎訳, “知的CAIシステム”, オーム社(1990)
- [4] 山本米雄, 柏原昭博, 川岸圭介, 塚本信宏, “個人用データベース構築ツールTRIASの開発”, 情報処理学会誌, Vol.30, No.6, pp733-742(1989)
- [5] Osamu M. and Nobuko M., “An Introduction to Newspaper Japanese”, The Japan Times(1981)
- [6] 大野晋, 浜西正人, “角川類語新辞典”, 角川書店(1981)
- [7] “講座日本語教育第13分冊”, 早稲田大学語学教育研究所(1977)
- [8] T.HAYASHI, Y. YANO, “A micro world for kanji Learning”, Proc. of 4th International Conference ICCAL'92, & Gaming Association (ISAGA'91) (1991)
- [9] T.HAYASHI, Y. YANO, “Open structured CAI system for Kanji Learning”, Proc. of 4th International Conference ICCAL'92, Lecture Note in Computer Science 602 Computer Assisted Learning (Ed. I.Tomek), pp.271-282, Springer-Verlag (1992)