

ビデオゲームのアトラクティブネスを導入した 漢字学習 CAI システムの構築

林 敏浩[†] 柳郷和洋[†] 林田行雄[†] 矢野 米雄^{††}

[†] {hayashi, yanagou, hayasida}@fu.is.saga-u.ac.jp

佐賀大学理工学部

〒840 佐賀市本庄町1番地

^{††} yano@is.tokushima-u.ac.jp

徳島大学工学部

〒770 徳島市南常三島2丁目1番地

ビデオゲームはソフトウェア的な面白さや親しみ易さ(アトラクティブネス)を持ち、ゲームプレイに動機付けしたり、やる気を持続する機能を持つ。ビデオゲームのアトラクティブネスの教育への利用として、ビデオゲームとCAIを結び付け今までにない楽しい学習環境を実現する仕組みとしてゲーム型CAIについて述べる。応用事例として、日本語を学習する外国人が最も難しくやる気を持続などが困難といわれる漢字学習を対象として、ゲーム型CAIの枠組で試作した3種類の漢字教育システムについて述べる。

DEVELOPMENT OF KANJI LEARNING SYSTEMS USING ATTRACTIVENESS OF VIDEO GAME

Toshihiro Hayashi[†], Kazuhiro Yanagou[†], Yukuo Hayashida[†] and Yoneo Yano^{††}

[†] {hayashi, yanagou, hayasida}@fu.is.saga-u.ac.jp

Faculty of Science and Engineering, Saga University

1, Honjo-machi, saga 840, Japan

^{††} yano@is.tokushima-u.ac.jp

Faculty of Engineering, Tokushima University

2-1, Minamijosanjima, Tokushima, 770 JAPAN

Video game has amusing and friendly facts called "attractiveness" as the futures of software. The attractiveness can motivate game player and enhance her/his learning will. As the utilization of the attractiveness of video game to education, this paper describes game styled CAI which has a framework of amusing learning environment. Also, we describe development of three systems of kanji CAI. Kanji learning is the most difficult aspect for foreigners who are learning Japanese so that they can keep their learning wills. Our systems are effective for such learners.

1 はじめに

従来の学習観は勉強と娯楽は合い反するもので、水と油のようなものでありお互いに対立するものとして考えられていた。タイトル中の“CAI”は学習(勉強)を対象としたシステムであり、また“ビデオゲーム”は娯楽(遊び)を対象にしたシステムである。従来の学習観の延長にはCAIとビデオゲームは結び付かないのであるが、最近では勉強も楽しく学べればこの上ないという考え方が生まれてきている。その代表的な考え方がEdutainment(Education+Entertainment)であり、特にマルチメディアを利用した学習システムが多数開発・市販されている。このEdutainmentの学習観の是非をここでは議論しないが、我々は計算機を媒体とするビデオゲームとCAIを結び付け今までにない楽しい学習環境を実現する仕組みとしてゲーム型CAIの研究を行っている。

我々は既に工学的にビデオゲームについて種々の基礎的研究を進めてきた[1]~[3]。これら先行研究を通じて、我々は学習とゲームを明確に分ける相違点として(i)面白さが違う、(ii)動機付け(motivation)、(iii)やる気の持続に着目する。学習は(i)~(iii)についてマイナスのイメージが強く、ビデオゲームは逆にプラスのイメージが強い。そこで、我々はゲームの持つ面白さ、動機付け、やる気を高める要因を明らかにしてCAIに応用すれば、楽しい学習環境を学習者に与えれると考える。ここでビデオゲームにおけるソフトウェア的な「面白さ」や「親しみ易さ」などを総じて「アトラクティブネス」と呼ぶ。さらにアトラクティブネスはゲームプレイヤーに動機付けしたり、やる気を持続する機能を持つと仮定する。本稿はビデオゲームのアトラクティブネス(またはその要因)のCAI(学習・教育)への利用という点からゲーム型CAIについて述べる。

本稿では、特に日本語を学習する外国人が最も難しくやる気を持続などが難しいといわれる漢字学習を対象として、ゲーム型CAIの枠組で試作した3種類の漢字教育システムについて述べる。

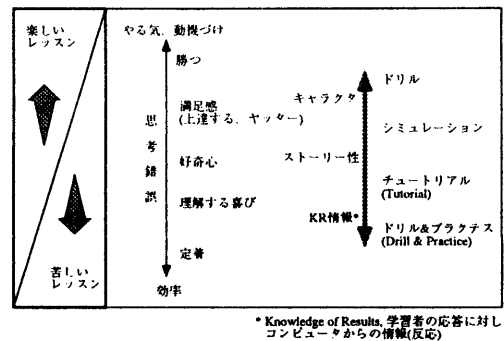
2 CAIの楽しさと学習効率

伝統的なCAIの枠組みを持つシステムは教科書をコンピュータに入れただけのものが多く、1970年代より“高価な電気紙芝居”とか“電子ページめくり機”などという批判がなされた。AFO型(Ad hoc

¹ビデオゲームは、ファミコンに代表される家庭用ゲーム、ゲームセンターのアーケードゲーム、そしてパソコンゲームを包含するコンピュータゲームを指す。

Frame Oriented type)に代表されるレッスン機能を持つページめくりCAIでは、構成や対話の方法が単調で、狭義のCAIのうたい文句の一つである“個別学習・個に応じる”が実現しきれない。また学習者にとっても計算機のもの珍しさがなくなれば“面白くない”ものとなる。また、人工知能を技術を取り入れて“高度個別教育”を目指したITS(Intelligent Tutoring System)は伝統的なCAIの欠点を解決してきたが、“面白さ”を含む学習者の心理状態に関する研究は不十分であり、例えばユーザインタフェースの面で、システムと学習の対話は無味乾燥的で“やる気が起きない”という指摘もある。

CAIレッスンを考える場合、それがいくら良いレッスンだと主張しても学習者が“やる気(motivation)”を起こさないとその効果を発揮しない。しかし、特に学習の定着を目的とするような場合、楽しいだけのレッスンでは単なるゲームと同じで学習にならない。学習者に応じ、それらを適度に組み合わせる必要がある。つまり図1に示すレッスンの種類とその効用[4]を見極めて学習者に与える必要がある。



* Knowledge of Results, 学習者の応答に対しコンピュータからの情報(反応)

図1 CAIレッスン

例えば、図1の学習初期段階では楽しいレッスンが向いているが、学習効率は低い。逆にやる気や動機づけに役立つ。また、ゲーム、シミュレーション、チュートリアル、ドリル&プラクティスの順で知識の定着がよくなり、学習効率が上がるが、一方、やる気や動機付けには向かない。これまでCAIではこのようなトレードオフが当然と考えられてきた。しかしCAIシステムと表層的なインターフェイスが非常に類似するビデオゲームに着目すると、プレイヤーを誘引する面白さを利用するとCAIもさらに面白くできるはずである。つまりヒューマンインタフェースや動機付け、やる気を持続という点でさらに工夫

の余地があり、ゲーム型 CAI の研究課題となる。

3 ビデオゲーム

3.1 ビデオゲームの分類

我々はビデオゲームのアトラクティブネスを細かく考察するために、ビデオゲームの対話的特徴・構造的特徴などを着目点とし、ビデオゲームを表 1 に示す 10 種類に分類した。なお、このゲームの分類は市販のゲーム情報雑誌などの分類とは異なる点があることに注意されたい。

3.2 ビデオゲームの構造的特徴

3.2.1 対話的特徴

ゲームの対話的特徴はその種類により差異がある。ゲームのテーマとそのドメインにより表現する内容、方法の要件があり、次に実現するハード及びソフト的機能の制約により対話方法が決まると考えられる。図 2 にゲームの対話的特徴を決める要因を示す。

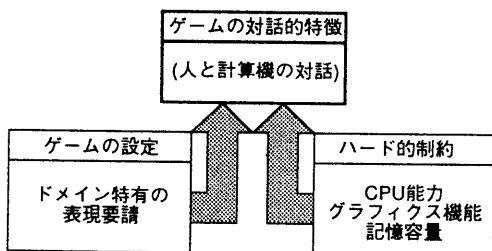


図 2 ゲームの対話的特徴

ゲームの対話表現はグラフィックスを活かした直接的操作 (direct manipulation) と言語などによる間接的な操作によるものの 2 つに大別できる。直接的な操作は視覚的・感覚的で、対話は直接的つまり実践レベルのものである。一方言語による説明やコマンド選択入力では間接的な戦略レベルの対話が行われる。

3.2.2 特徴的な構成要素

各ビデオゲームには特徴的な構成要素がある。これらに対話的特徴と合わせて表 1 に示す。以下にビデオゲームに典型的な構成要素を説明する。

(A) 時間的要素

ビデオゲームが他のゲームと異なる大きな要素の一つは“時間”を扱える点である。自動的にゲームが進行して行き、ある制限時間内に行動・反応が要求されるタイムトライアルであることが挙げられる。次に時間的条件の変化が挙げられる。制限時間の長さや速度、ある一定時間内だけ特定のキャラクターの

動きや行動が変わる点である。これらは直接操作の対話によるゲームの顕著な特徴である。

(B) 成長

コンピュータの利用によりビデオゲームは複雑な条件を動的に扱える。一つは時間的要素であるが、もう一つの特徴がキャラクターの“成長”であり、“経験”を積むとキャラクターが強くなる。キャラクターの性質は固定条件でなくゲーム進行により変化する。

(C) 面クリア (レベル)

シューティングゲームでは背景や場面設定の異なる複数ステージがあり、通常難易度の順に並べられている。一つの“面”は制限時間内にゲーム世界の特定の位置まで到達するか、ある規定得点以上の獲得などの条件を満たすとクリアでき、次面に移動できる。面選択は難易度が選択できる意味がある。

(D) ストーリー

ゲームにストーリーは 2 つの意味合いがある。一方はゲームの進行に関わるストーリーであり他方は背景、雰囲気作りのためのストーリーである。前者は RPG などストーリーがゲームの本質的な構成要素になる。後者は想像を膨らませる状況設定であり、シューティングゲームなどの副次的要素である。

(E) 謎解き

ゲームの中には色々な仕掛けが仕込まれている。これを探し出さないと先に進まないゲームもある。このような“仕掛け”はゲームをしながら論理的思考または試行錯誤で発見する。ゲーム作製者の予期しない巧妙なものは裏技と呼ばれ、また、説明書等には記載しないがゲーム作製者が意図的に設定した隠しコマンドなどがあり、この発見がメタゲームになる。

(F) 問題解決機能

将棋などのシミュレーションでコンピュータを相手とする場合にはゲーム側に問題を解いたり次の手を決定する問題解決機能が必要である。シミュレーションゲームなどでもプレイヤーの対戦相手としてプレイヤー側の動き (入力) に対応した最適な動きを決定する機能が重要な要素である。さらに、ゲームの難易度を変化させる場合があり、それに伴い問題解決の能力を変化させる必要がある。

4 ビデオゲームのアトラクティブネス

我々はゲームとアトラクティブネスの関係を考察するため、徳島大学工学部知能情報工学科と四国大学短期大学部児童教育学科の学生を対象にビデオゲームに関する意識調査としてアンケートを実施した。

表 1 ゲームの分類

スタイル	対話表現	対話の特徴	入力	出力・構図	特徴的な要素	典型的な領域
体感ゲーム	視覚的 → 感覚的	直接操作 Direct Manipulation	乗物の操縦	透視図(視界)	連続的スクロール	カーレース (宇宙)戦争
シューティング	直接的 (実戦レベル)		武器による攻撃	乗物を含めた場面	疑似環境	戦争
アクションゲーム			武器による攻撃	鳥瞰図(景色)	連続的スクロール	宇宙戦争
シミュレーション (スポーツタイプ)			キャラクターの動きによる戦い	側面図	時間制限	空想的世界
ARPG			キャラクターの動き	側面図	キャラクターの動作	スポーツ
パズルゲーム			キャラクターの動きによる戦い	試合場の構図	時間制限	ファンタジー (剣と魔法と竜)
シミュレーション (ボードタイプ)			抽象図形などを動かす	側面図・鳥瞰図 戦闘画面	直接戦闘 ストーリー	抽象的な世界
RPG			駒の移動 など	鳥瞰図(モデル化) 側面図	迷路の場面設定 時間制限	チェス・オセロ 将棋・囲碁
アドベンチャー		言語的 → 論理的	間接的操作 メニュー選択	主人公の移動	鳥瞰図・3D 図	主人公の成長 ストーリー
シミュレーション (ウォータタイプ)	間接的 (戦略レベル)	場面などの選択		情景・文字の台詞	謎解き ストーリー	推理物・探偵物 アニメ(TV など)
		場面の転換		文字の台詞	シミュレーション	武力抗争 経営
		パラメータ設定	勢力地図 パラメーター一覧	計算・進行		

表 2 ゲームのアトラクティブネス

アトラクティブネス	暇つぶし	友達と する	気晴らし	遊ぶ 手段	高得点	対戦 プレイ	疑似 環境	スト ーリー	疑似 体験	ル ールが 簡単	良 い音 楽	単 純明 快	解 いた 達成 感	頭 を使 う	長 時 間 で 可 能	P C の 成 長	謎 解 き	リ ア リ テ ィ	熱 中 で 可 能	適 度 の 緊 張 感	ス ピ ー ド 感	一 人 で 可 能
ゲームの種類																						
シューティング	○		◎		◎				◎	○	◎										◎	
パズルゲーム	◎	○	○	○		◎			◎		◎		◎						◎			
シミュレーション	◎	◎		○		◎			◎										○		○	◎
アクションゲーム	◎	○	◎	◎		◎													◎			○
アドベンチャー				○			○	◎	○				◎	○	◎					◎		
RPG	○			○			◎				◎	◎	◎	◎	◎	◎	○					
ARPG				○			◎	◎			◎	◎					◎					
体感ゲーム			◎	○			◎	◎			◎	◎						◎	○		○	

4.1 調査手法

ゲームに関する意識調査のアンケートは無記名で行ない、最初に「自分の性格」と「ゲームをするかしないか」の質問を行なった(我々は性格とゲームの嗜好に何か関係があると仮定しこのような質問項目を設定した)。ゲームをすると答えた回答者に対し「好きなゲーム」と「ゲームのどこが面白いのか? またなぜゲームをするのか?」(アトラクティブネス)について複数回答可能な質問を行なった。後者はあらかじめ大学生 10 数名に対し予備調査を行ないアトラクティブネスの項目をピックアップし、主に選択形式回答ができる質問にした。さらに、ゲームをしないと答えた回答者には「なぜゲームをしないのか?」について質問した。なお、アンケートの詳細な

結果(性別によるゲームをする・しないの比率など)については、文献 [5] を参照されたい。

4.2 アトラクティブネスの考察

分類したゲームとアトラクティブネスの関係の考察として、集計方法は「好きなゲーム」を種類ごとに分類し、アトラクティブネスを単純集計およびソートを行ない 20 位まで挙げた。また、各分類の第 5 位(アドベンチャーゲームのみ 4 位まで)までのアトラクティブネスを抽出した各分類の対応表を表 2 に示す。表中の◎は 5 位以内のアトラクティブネス、○は 10 位以内(アドベンチャーゲームのみ 9 位まで)のアトラクティブネスを表現する。

表 2 から各分類の特徴的なアトラクティブネスを

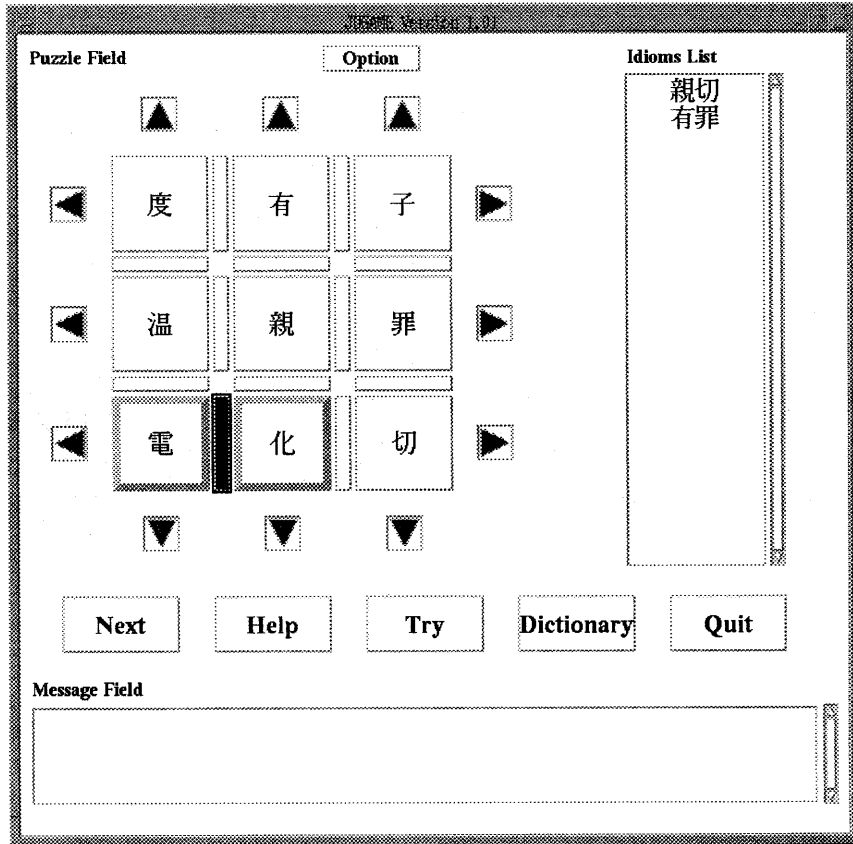


図 3 JUGAME のインタフェース

考察する。ほとんどのゲームの上位に「暇つぶし」, 「遊ぶ手段」というアトラクティブネスが現われるが, これはビデオゲームの分類に依存しない特徴であると考ええる。また, 「高得点」(シューティングゲーム), 「疑似体験」(アドベンチャー, 体感ゲーム), 「頭を使う」(パズル, アドベンチャーゲーム), 「PCの成長」(RPG), 「謎解き」(RPG, ARPG), 「リアリティー」(体感ゲーム), 「適度の緊張感」(アドベンチャーゲーム), 「スピード感」(シューティング, シミュレーションゲーム), 「一人のできる」(シミュレーション, アクションゲーム)が各分類で特徴的なアトラクティブネスとして抽出できた。

これらのいくつかは, ゲームの構造的特徴をよく反映したものであると考えられる。また, 各ゲーム種類について, 詳しくアトラクティブネスを考察すると, 構造的特徴のアトラクティブネスが多く現われることがわかった。我々はこれらの要素をうまく

CAIシステムに組み込むことができれば, 学習者のやる気を高めたりすることができると考ええる。

5 漢字学習のためのゲーム型 CAI

近年, 日本語を学習する外国人が急増しているが, 日本語教育のための施設や人員の不足の問題点が表面化している。これに対し日本語 CAI に期待がよせられているが質的・量的に不足しているのが現状である。さらに日本語学習の中で漢字学習は外国人にもっとも難しい学習と言われているが, いくつかの漢字学習 CAI システムが提案・市販されているのみ [6]~[10] で漢字学習を支援するには十分といえない。

従来の漢字教育システムは一般に drill & practice による知識獲得を支援する。これらのシステムは伝統的 CAI の枠組みを持つものが多く, 直接教授による単調な学習, システム主導による受け身の学習などの欠点を持つ。これらの問題点を解決するために

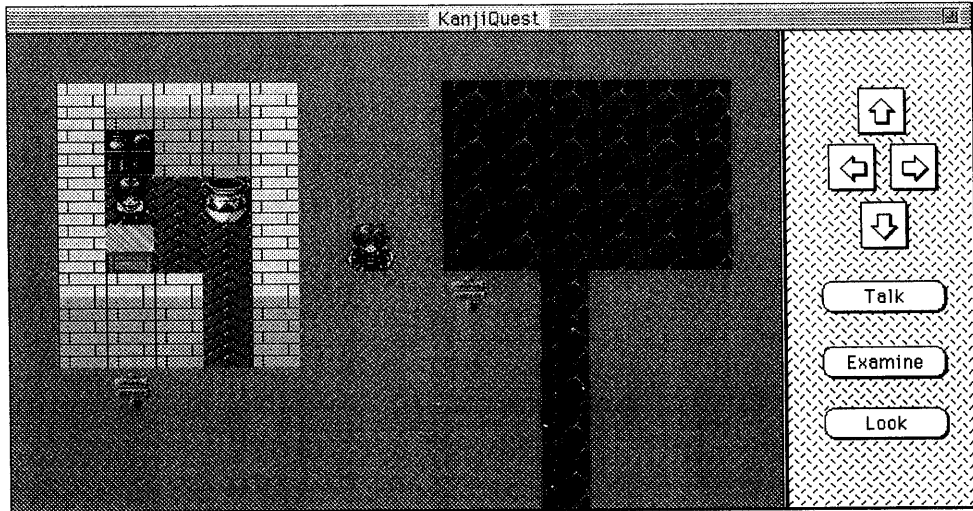


図 4 KanjiQuest のインタフェース

我々は環境型知的 CAI の枠組みで文献 [11]~[15] などの漢字学習システムを構築した。これらのシステムは系統的な漢字知識の獲得を支援し、漢字学習のための学習者主導の環境を実現した。特に本稿では、ゲームのアトラクティブネスに着目した漢字 CAI システムについて概説する。

5.1 JUGAME

JUGAME(熟限無)[13] は漢字熟語 CAI システムである。JUGAME は 2 字漢字熟語学習を対象とし、漢字を組み合わせて漢字熟語を作り、学習を進める学習方法を採用する。そのため JUGAME は図 3 に示すような 3×3 のパズルゲームスタイルのインタフェースを持つ。プレイヤーはパズルの要素を左右上下に動かし、隣接する要素で漢字熟語ができたと思えばその組を選択し、漢字熟語になっているかどうかシステムの正誤判定を受けることができる。基本的には一人で遊ぶクロスワードパズルのようなゲーム環境を JUGAME は提供する。

JUGAME では、アトラクティブネスとしてパズルゲームの要素を取り入れて、学習者のモチベーションを高めようと試みている。興味深い研究結果として、JUGAME の使用実験をした際、被験者の一人が、パズルの中の漢字の位置を巧妙に設定して、一度にたくさんの漢字熟語を作ろうとする現象が見られた。これは、システム開発者が想定しなかった遊び方であり、その被験者はメタゲームを自ら発見し遊

んでいたことになる。しかし、JUGAME はゲームと漢字熟語学習の目標を明確に持たない自由学習環境を採用したため、積極的なゲーム性が充分ではないという問題点が試用実験より明らかになった。

5.2 KanjiQuest

KanjiQuest[14] は漢字および漢字熟語を学習するための CAI システムで、学習する漢字(熟語)は RPG 環境の中に埋め込まれており、学習者が RPG をプレイしながら漢字を学習できるよう設計されている。KanjiQuest は図 4 に示すフィールド型 RPG のインタフェースを持つ。学習者はフィールド中のオブジェクトを見たり、探したりすることでそのオブジェクトに対応する漢字を見ることができる。また、ストーリーにも展開のキーとなる要素に漢字または漢字熟語が組み込まれており、RPG の進行と同時に漢字学習が行われる。さらに RPG の戦闘画面では戦闘の代わりにドリル&プラクティス型の演習を行う形態になっている。KanjiQuest はゲームのアトラクティブネスではなく構造的特徴に着目してシステム設計しており、間接的なアトラクティブネスの効果を狙っている。KanjiQuest は実際に試作されたが“ストーリーの設計”などの点が非常に難しいことがわかった。これは、工学的には扱いにくい分野に属すると考える。RPG 型 CAI の魅力的なアトラクティブネスを実現するためには実際の RPG 設計方法の詳細な考察が必要である。

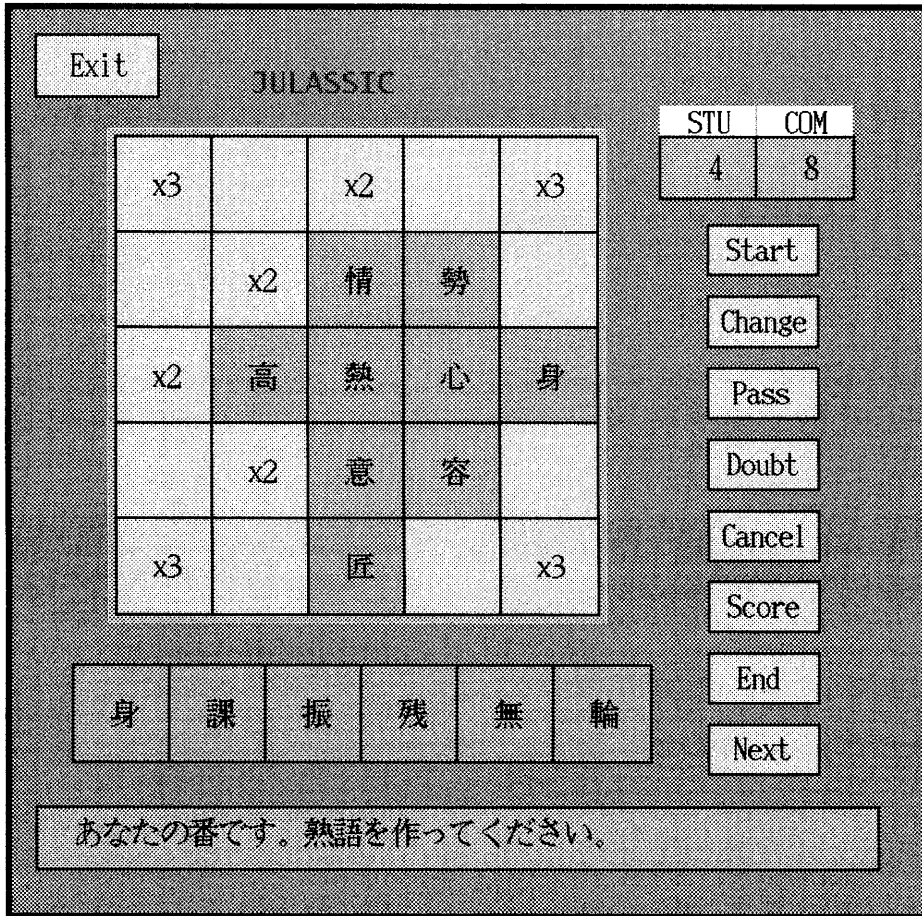


図 5 JULASSIC のインタフェイス

5.3 JULASSIC

JULASSIC[15]の対象領域はJUGAMEと同じ漢字熟語学習である。学習環境にゲームを取り入れ学習者に興味を持たせ、学習者のモチベーションを高める。また対戦型にすることで、学習者の知らない熟語を対戦者である計算機がゲーム進行過程で出すことにより、新しい熟語を学習できる。

JULASSICは、ゲーム環境部、ゲームシミュレータ部、コンピュータプレーヤ部、漢字熟語知識ベース部、教授戦略機構部により構成する。またJULASSICは、図5に示すX-Window上で動作するパズルゲームを提供する。学習者は、ゲームをしながら漢字熟語学習ができる。ゲーム盤に相当する5×5のマトリックスのパズルフィールドで学習者は盤上の漢字

と手持ちのカードで漢字熟語が作れるか判断し、手持ちの漢字カードを漢字熟語になるように盤上に置く。本システムは、計算機との点数による対戦で熟語学習を進め、漢字を置いた時の計算機側と学習者側の累積得点を表示する。得点をPとすると、

$$P = P + \text{できた熟語数} \times \text{盤上の倍加数}$$

で計算する。熟語の評価は上から下へ、左から右へと評価する。また盤上の倍加数は図2中のx2やx3で各々2倍3倍になる。

JULASSICは、学習者とのゲーム対戦をしながら熟語学習を進める形式を採用するので、対戦相手をシミュレートするコンピュータプレーヤを持つ。コンピュータプレーヤは基本戦略として、点数が最大になる箇所に適切な漢字を配置するが、JULASSICは学習者との対戦をモニタリングしながら、また学

習者の能力に合わせたコンピュータプレーヤのレベル制御も行う。JULASSICは現在、SUN EWS上にインプリメントしている。

6 おわりに

本稿はビデオゲームの面白さとやる気を高めるアトラクティブネスの要素を学習(CAI)に応用すれば、楽しい学習環境を学習者に与えられるというコンセプトの基に、構造的特徴とアトラクティブネスを分析とその応用である漢字学習のためのゲーム型CAIシステムの試作について述べた。

ビデオゲームのアトラクティブネスの調査ではCAIに利用可能と思われる構造的特徴を示すデータが得られた。ただし、これらの構造的特徴をCAIシステムに採用しただけでは、学習者にとって楽しくやる気の起こる学習環境を必ずしも提供できるとは限らないことも研究の中でわかった。つまり学習者の心の状態も十分に考慮しなければならず、ゲーム的なCAIだから楽しく使えるという考えで、学習者にそのCAIを押しつけてしまえば、ビデオゲームの要素の利点どころか、逆にCAIが学習を疎外することにもなりかねない。ゆえに前者の物理的要素と後者の心理的要素を十分に考慮したCAIを提供することが肝要である。また、ビデオゲームのアトラクティブネスをCAIに応用すれば、ビデオゲームと同じような動機付けややる気の維持の効果が現われると仮定して研究をスタートしたが、今後はアトラクティブネスがどの程度効果をもたらしているのか、逆に教育効果を減少させていないか考察する必要がある。

本研究の一部は平成7年度科研費一般研究(B)「外国人向け日本語教育のための漢字学習システムの研究」(課題番号06452385)の補助を受けている。

参考文献

- [1] 山本米雄, 古郡延子 他: “ゲームソフトの認知科学的側面からみた親和性に関する調査研究報告書”, (財) パーソナル情報環境協会 (1990).
- [2] 山本米雄, 古郡延子: “ゲームとCAI”, 画像ラボ, Vol.1, No.2, pp.31-34(1990).
- [3] 矢野米雄, 林敏浩: “ビデオゲームの分類に基づくおもしろさの考察”, 情報処理学会研究報告, Vol.93, No.21, pp.25-32(1993).
- [4] 山本米雄: “スタンドアロン方式によるCAI”, 電子情報通信学会誌, Vol.71, No.4, pp.379-384(1988).
- [5] 矢野米雄, 林敏浩: “ビデオゲームにおけるアトラクティブネス”, 画像ラボ, Vol.5, No.2, pp.49-53, 日本工業出版 (1994).
- [6] Nakajima, K., On developing hypercard stacks for the study of Chinese Characters: KANJI CARD. *CALICO Journal*, Vol.6, No.2, pp.75-87(1988).
- [7] Yamasaki, T., Yamamoto, M. and Inokuchi, S., Computer Coaching for Beautiful Handwriting of Japanese Characters in Elementary School. In *Proceeding of 5th World Conference on Computer in Education*, pp.725-728(1990).
- [8] Zeng J, Zang X, Inoue T, Sanada H, Tezuka Y., A Computer Generation model of Brush used Handwritten Chinese Characters and Its Application in Education, *computer processing of handwriting*, World Scientific Publishing Co., pp.363-400,(1990).
- [9] Bhatia A., Kanji retrieval by recursive location of elements using hypercard. *CALICO Journal*, Vol.9, No.4, pp.4-25(1992).
- [10] Walters R. F., Fahy D., Nakamura A. Y. and Reid C. M., Kanji-Lookup: A Computer-Based, Multi-Indexed System for Beginning Students of Japanese. *Jour. of CBI*, Vol.19, No.1, pp.27-32(1992).
- [11] 林敏浩, 矢野米雄, 三好克美, 関康夫, 漢字熟語学習支援のための電子辞書システムの試作, CAI学会誌, Vol.10, No.4, pp.159-170(1993).
- [12] Hayashi, T. and Yano, Y., Kanji Laboratory, An Environmental ICAI System for Kanji Learning, *IEICE Trans. on Info. and Sys.*, Vol.E77-D, No.1, pp.88-89(1994).
- [13] 矢野米雄, 林敏浩, 三好克美, 関康夫, ゲームスタイルを用いた漢字熟語学習システム, CAI学会誌, Vol.11, No.2, pp.75-85(1994).
- [14] Yano, Y., Fukuba, Y., Nakatani, T. and Hayashi, T.: “A Game Oriented Multimedia System for Kanji Learning”, *the Second Singapore International Conference on Intelligent Systems*, Singapore, pp.85-90(1994).
- [15] 柳郷和洋, 林敏浩, 林田行雄, 矢野米雄: “対戦型ゲームを用いた漢字熟語学習システム“JULASSIC”の開発”, 情報処理学会九州支部研究会, pp.146-152(1995).