

## 異なる方式に基づく英単語学習用システムの開発と評価

長谷川 和則† 金子 敬一†† 都田 青子††

† 東京農工大学大学院工学府 †† 東京農工大学大学院共生科学技術研究院

英単語学習において、音声や画像とともに単語を覚えたり、コンテキストの中で単語を覚えたりすることは学習効果を高めることで知られている。しかし、そのようにすることがどれ位の学習効果もつのかに関して十分な検討が行われているとは言えない<sup>4)</sup>。そこで、本研究では、ゲーム性、コンテキスト、音声、および画像といった、それぞれ異なる特徴を持つ4つのシステム的设计、開発を行い、評価実験を通して各システムの有効性を比較検証した。実験は、システムを使用した学習直後、学習後2から3週間経過した時点、学習後10から11週間経過した時点の合計3回のテストからなる。その結果、画像を用いるシステムが、他のシステムに対して優位性を示した。

### Development and evaluation of English-word learning systems based on different approaches

Kazunori HASEGAWA † Keiichi KANEKO †† Haruko MIYAKODA ††

† Graduate School of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology

†† Institute of Symbiotic Science and Technology, Tokyo University of Agriculture and Technology

When we learn the English words, we know that it is effective to learn the words with sounds and/or pictures, or to learn them within contexts. However, the degree of effectiveness for each learning method is not yet clear. So, in this study, we designed and developed four systems, each of which is based on the following four features respectively: game activity, contexts, sounds, and pictures. Then, we compared the effectiveness of the systems by conducting an evaluation experiment, which consists of three tests over 11 weeks. The first test was carried out immediately after the learning procedure, the second after 2 to 3 weeks, and the third after 10 to 11 weeks. As a result, the system with pictures showed superiority to others.

#### 1 はじめに

現在、学習システムのマルチメディア化に伴い、画像や音声などを用いたものを含め、さまざまな英単語学習用システムの開発が盛んである<sup>2) 4)</sup>。英単語学習において、音声や画像とともに単語を覚えたり、コンテキストの中で単語を覚えたりすることは学習効果を高めることで知られている<sup>1) 7)</sup>。しかし、英単語学習システムでは、音声や画像を使用することが、どの程度学習効果を高めるのかに関して、十分な検討が行われているとは言えない。

そこで、本研究では、それぞれ異なる特徴を持つ4つのシステムを設計、開発し、実験を通して各システムの有効性を比較検証することを目的とする。

#### 2 システムの設計と開発

一般的に、英単語の意味を覚える際、以下のような方法が有効であるとされている：

- (1) ゲームなどの中で楽しみながら覚える；
- (2) コンテキストと一緒に覚える；
- (3) 発音しながら覚える；
- (4) 視覚的に覚える。

そこで、上記4つの手法に対して、その有効性を比較検証するために、まず、それぞれの特徴を持つシステムを設計、開発した。開発言語には、Visual Basic.NETを用いた。Microsoft.NET Framework 1.1をインストールしたWindows XP上でのみシステムの動作を確認済みである。以下、各システムについて述べる。

##### 2.1 システム1

システム1では、ゲーム性を持たせる手段として、英単語の文字列をシャッフルした状態で表示させ、それを利用者が並べ替えて答えるようにした。

さらに、戦略性を高めるために3つのカードボタンを用意し、利用者が場面に応じて任意に使うことができるように設計した。

図1に、システム1の問題出題画面を示す。図1

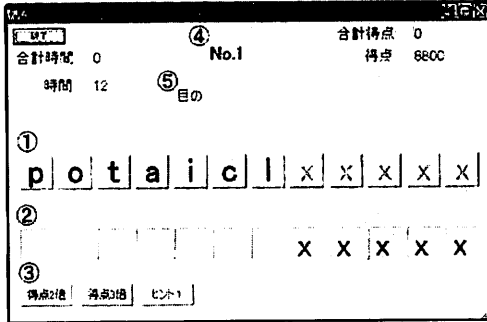


図1 システム1の問題出題画面

中にある①から⑤までについて以下で説明する。

- ① 無作為にシャッフルされた英単語の文字列を保持するタイル。利用者は、タイルをクリックすることで文字を選択する。
- ② 利用者は、このタイルの1つをクリックして①で選択した文字を当てはめる。
- ③ カードボタンによる効果はそれぞれ次の通りである：
  - 得点2倍 その問題で得られる得点が2倍になる；
  - 得点3倍 その問題で得られる得点が3倍になる。得点2倍と得点3倍を同時に押した場合、得点は6倍となる；
  - ヒント1 ②の先頭のタイルに正解の文字を当てはめる。
- ④ 問題番号。
- ⑤ 出題単語の意味。

システム1では、以下のような使用の流れを想定している。まず、利用者は、出題単語の意味(図1の⑤)と並べ替えられた文字(図1の①)をヒントにして答えの英単語を考える。英単語を思いついたら、図1の①のタイルを1つクリックして1つの文字を選択し、図1の②のうち空白のものをクリックして当てはめる。その際、システムによって

正誤判定が行われ、正しいときにはタイルに文字が当てはまる。正しくないときは文字を選択する前の状態に戻る。

すべてのタイルに文字が当てはまると自動的に次の問題へ移る。また、得点は10000点から始まり1秒毎に100点ずつ減っていく。さらに、タイルに当てはめた文字が不正解の場合にも得点が50点減る。利用者は、いつでもカードボタンを使うことができる。ただし、ヒント1については、先頭のタイルに文字が当てはまると、それ以降は無効となる。問題を10問解き終わると結果画面へ移行する。結果画面では合計時間と合計得点が表示される。

## 2.2 システム2

利用者がコンテキスト中で単語の意味を覚えることができるように、システム2を設計した。このシステムでは、最初の画面で日本語とそれに対応する英文を表示する。利用者は、日本語と英文とを見比べながら英単語を覚えていく。また、ここでは、利用者が集中して英単語を覚えるように制限時間を設け、それを越えると自動的に問題出題画面へ移行する。

図2に、システム2が最初に示す問題文表示画面を示す。また、図3に、問題出題画面を示す。図3

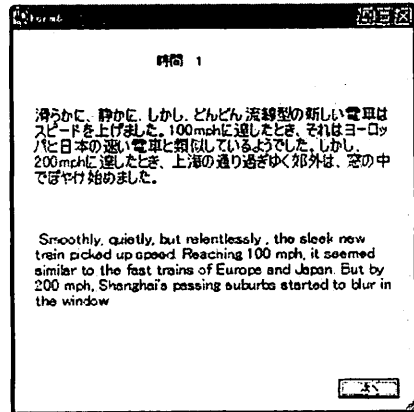


図2 システム2の問題文表示画面

中にある①から⑤までについて以下で説明する。

- ① 出題される英単語の意味が赤く表示される。
- ② 出題部分が虫穴になる。
- ③ 答えとなる英単語を入力するためのテキストボックス。

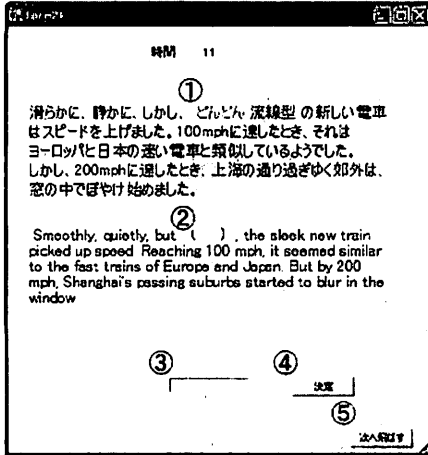


図3 システム2の問題出題画面

- ④ 答えを入力後に押すと正誤判定が行われ、正しかったときは次の問題が出題され、正しくなかったときは、③が空白状態に戻る。
- ⑤ 解答がわからないときに次の問題へ飛ぶためのボタン。

システム2では、以下のような使用の流れを想定している。問題文の表示画面では一定時間経過すると、問題出題画面へと移行する。各文章に対して、出題する英単語はあらかじめ決まっており、それらをランダムな順で出題する。出題する英単語を括弧で置換(図3の②)し、それに対応する日本語を赤く表示(図3の①)することで、問題部を利用者に指示する。

利用者は、解答と思う英単語をテキストボックス(図3の③)に入力し、決定ボタン(図3の④)を押す。それが正解のときは、システムは、次の単語を出題する。すなわち、別の英単語を括弧で置換し、それに対応する日本語を赤く表示する。このとき、今まで括弧だった部分は元の英単語表示に戻り、それに対応する日本語表示も黒に戻る。もし、利用者の解答が、不正解だったときはテキストボックスが空白に戻る。ただし、最初の画面で、利用者が英単語を覚えきれないこともあることを考慮して一定時間が経過すると自動的に次の問題を出題するようにする。

システムは、用意したすべての単語を出題すると結果画面へと移行する。また、システムは解けな

かった問題について利用者をフォローするために、わからなかった英単語があったときは、問題文表示画面(図2)に戻る。利用者は、復習のためもう1度この画面からやり直す。結果画面では、問題の正否と経過時間により、スコアを表示する。

### 2.3 システム3

システム3は、利用者が、音声とともに英単語を覚えることができるように設計された。音声情報については、許可を得て、goo辞書のものを利用していただいた<sup>3)</sup>。このシステムでは、まず、図4に示す最初の画面で、これから覚えるべき単語を表示し、10秒経つごとに次々と単語を切り替えていき、合計5単語を表示する。その間、英単語の発音をそれぞれ2回ずつ流す。これらの後にシステムはメイン画面(図5)を表示する。メイン画面では、図4で示した5つの英単語を出題する。図5中に

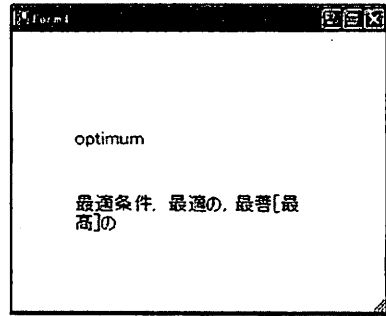


図4 システム3の英単語意味表示画面

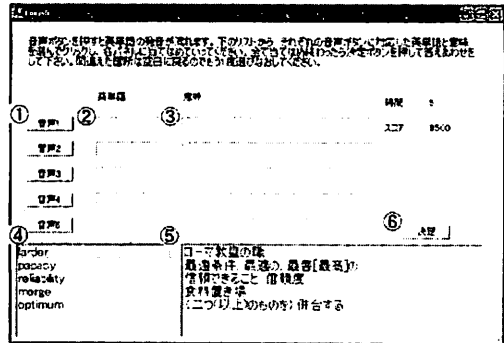


図5 システム3のメイン画面

ある①から⑥までについて以下で説明する。

- ① 音声ボタン。利用者が押すことで英単語の発音が流れる。

- ② 利用者が④から選んだ英単語をクリックして当てはめるラベル。
- ③ 利用者が⑤から選んだ英単語の意味をクリックして当てはめるラベル。
- ④ 図4で表示した英単語リスト。
- ⑤ 図4で表示した英単語の意味リスト。
- ⑥ 利用者が英単語と意味をすべて当てはめた後にこのボタンを押すとシステムにより正誤判定が行われる。正解している箇所はそのまま、不正解の箇所は空白状態に戻る。すべての箇所が正しかったときは、自動的に結果画面へ移行する。

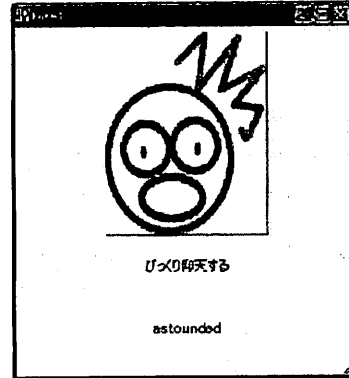


図6 システム4の英単語意味表示画面

システム3では、以下のような使用の流れを想定している。メイン画面では、図4の画面で表示した5つの英単語を出題する。利用者は、音声ボタン(図5の①)を押すとそれぞれの英単語の発音が行われるので、それに合った英単語とその意味をそれぞれ下のリスト(図5の④と⑤)からクリックして選び、音声ボタンの横にあるラベル(図5の②と③)に適切な組合せになるようにクリックして当てはめていく。すべて当てはめたら、利用者は決定ボタン(図5の⑥)を押して正誤判定を行う。間違っている箇所は、空白の状態に戻るため、再度選択し、決定ボタンを押す。この繰り返しを、利用者はすべての箇所が正解となるまで行う。すべての箇所が正解が選択されたとき、結果画面へと移行する。

#### 2.4 システム4

利用者が画像とともに英単語を覚えることができるようにシステム4を設計した。基本部分は、システム3の設計と共通である。図6に示す最初の画面で、これから覚えるべき単語を画像とともに表示し、10秒経つごとに次々と単語を切り替えていき、合計5単語を表示する。これらの後にメイン画面(図7)へ移る。メイン画面では図6で表示した5つの英単語を出題する。

英単語を表現するための画像として、名詞に対しては主に写真を用い、動詞、形容詞等に対してはイラストを用いた。写真は、すべてデジタルカメラで撮影し、イラストの作成には、Webサイト<sup>8)</sup>を参照し、配布可能な3枚のイラスト以外すべて自ら作画した。図7中にある①から⑥までについて以下で説明する。

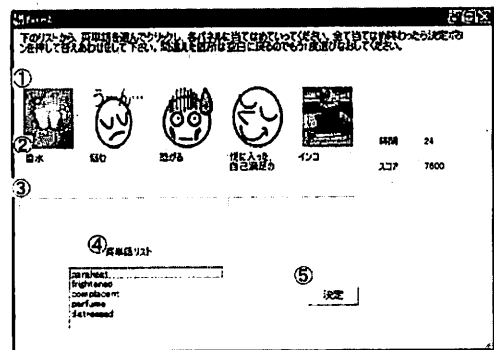


図7 システム4のメイン画面

- ① 図6で表示した画像。
- ② それぞれの画像を意味する日本語。
- ③ ④から選んだ英単語の意味をクリックして当てはめるラベル。
- ④ 図6で表示した英単語リスト。
- ⑤ 英単語をすべて当てはめた後にこのボタンを押すと正誤判定が行われる。正解している箇所はそのまま、不正解の箇所は空白状態に戻る。すべての箇所が正しかったときは、結果画面へ移行する。

システム4では、以下のような使用の流れを想定している。メイン画面では、最初の画面で表示した5つの英単語を出題する。システム4では画像(図7の①)とそれに対する日本語(図7の②)をあらかじめ表示しておくことにより、利用者が画像から日本語を想起しやすいうにした。そして、画像に

対応する英単語だけを選ばせることにより、利用者が画像と英単語のつながりに特に注目できるようにした。まず、利用者は、英単語リスト(図7の④)から英単語をクリックして選択する。そして、適切だと思う画像の下のラベル(図7の③)をクリックして当てはめていく。すべて当てはめたら、決定ボタンを押して正誤判定を行う。間違っている箇所は空白の状態に戻るため、再度選択し、決定ボタン(図7の⑤)を押す。すべての箇所が正解になるまで、利用者は、これを反復する。すべての箇所で、正解が選択されたときシステムは自動的に結果画面へと移行する。

### 3 評価実験

#### 3.1 実験内容

システム1~4を用いた英単語学習において、学習効果に有意差があるかを検証すべく、評価実験を行った。被験者は、東京農工大生11名である。ただし、都合により3回目のテストにおける被験者は8名である。評価実験の流れを図8に示す。全システムに対して同一の流れで実験を実施した。

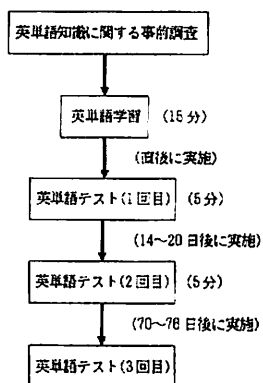


図8 評価実験の流れ

(1) 英単語知識に関する事前調査 各被験者に対して、意味を知らない英単語を事前に調査した。この事前調査は、実験後に行う英単語テストに対して、事前テストを0点とするために行ったものである。こちらが提示した英単語リストの中から、被験者に意味を全く知らない英単語を10語以上選んでもらった。システム1, 3, 4に関してはシステム側で英単語を提示して選んでもらった。(図9)

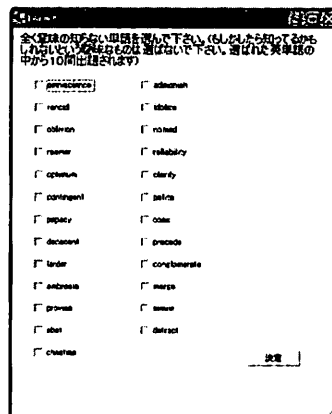


図9 事前調査画面

(2) 英単語学習 被験者に対して、事前調査で得た意味を知らない英単語からランダムに10個を選択し、システムを用いて15分間学習させた。英単語は、各被験者、各システムで異なるものである。

(3) 英単語テスト(1回目) 英単語学習で覚えてもらった10個の英単語に関して、学習直後にテストを行った。テストは英単語を見て、日本語で意味を記述してもらうという形式のものであり、以下のテストにおいても同じ形式である。

(4) 英単語テスト(2回目) 時間経過による学習効果の変化を比較するために、各システムで学習してから14日から20日程度の時間経過後に再度テストを行った。

(5) 英単語テスト(3回目) さらに時間経過による学習効果の変化を比較するために、各システムで学習してから70日から76日程度の時間経過後に再度テストを行った。

(6) アンケート 英単語テストの最後に、アンケートを行った。その内容を図10に示す。このアンケートは、学習効果とは別に、システム1~4を用いて行った英単語学習に対する、被験者の意識を調査する目的で行った。

#### 3.2 実験結果

各システムに対する3回のテストにおける平均点の推移を図11に示す。また、図12および

表 1 にアンケートの集計結果を示す。

1. どのシステムが1番使いやすかったか。

1. システム1 2. システム2 3. システム3 4. システム4

2. 1でそう答えた理由はなぜか。

3. どのシステムが1番覚えやすかったか。

1. システム1 2. システム2 3. システム3 4. システム4

4. 3でそう答えた理由はなぜか。

5. 単語を覚えるのに使うとしたら、どのシステムを用いたか。

1. システム1 2. システム2 3. システム3 4. システム4

6. 5でそう答えた理由はなぜか。

7. システムに対する意見・感想等お願します。

図 10 アンケート内容

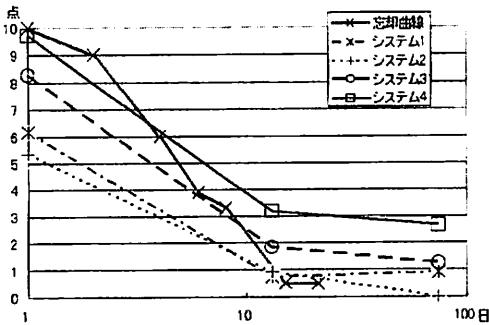


図 11 各システムの平均点の推移

図 11 では、参考のために上岡による忘却曲線を示している<sup>5)</sup>。この曲線は、カードを用いて完全に覚えた英単語を、経過時間に対して、どの位の割合で覚えているかを示している。時間軸を対数で表記するため、実験を開始した日を1日目として補正している。音声や画像を用いて英単語を学習する方式のシステム3やシステム4が、長期記憶に有効であることが分かる。

次に、システム1~4におけるテスト結果に有意差があるかどうかを調べるためにT検定を行った。それぞれのシステム間での有意差を調べるため6パターンT検定を行った。

1回目のテスト結果においてはシステム1と2との間には有意差が認められなかった一方、その他の

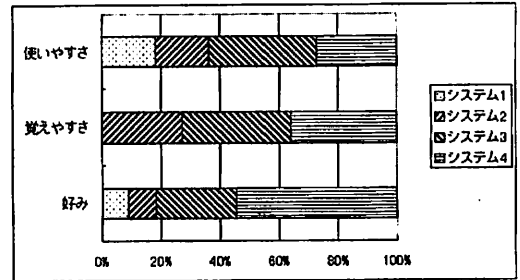


図 12 アンケートに対する回答 1

表 1 アンケートに対する回答 2

システム1	・楽しいから使いたくなる。 ・操作性は悪かった。 ・テンポよく進められる。
システム2	・単語の具体的な使用例が出てきて、単純な作用にならない。
システム3	・目で単語を見て、頭をフル活用した感じでよかった。
システム4	・命令が操作がなく一貫性。
システム2	・文法において単語のポジションとして意味を連環できた。 ・文法を勉強するのに物音がかったらしまう。
システム3	・いつも目で覚えており、それに慣れていないため、逆に他のシステムではどう覚えていいかわからなかった。
システム4	・イメージが湧いて覚えやすかった。 ・音聲と関連付けできるので頭に残りやすい。
システム1	・スペルを覚えるにはいい。
システム2	・一語一語覚えていた感じがする。
システム3	・発音が良かったほうがいい。
システム4	・英単語の意味に関しては関係付けている点が大嫌い。
問2	・使いたくなくて、操作で戸惑うことが多かった。 ・辞書学習ならシステム4が面白い。
問3	・システム1は自分で覚えたい単語を増やせるようにしたらいい。 ・システム1~4を組み合わせたほうが面白いかもしれない。 ・覚えた単語は飛ばせるようにしたほうがいい。 ・各システムの特徴をもっと独立させるような工夫があると良かった。

5パターンの組合せにおいて95%の信頼度で有意差が認められた。よって、このテストの結果だけを見るとシステム4が一番優れているといえる。

また、2回目のテスト結果においてはシステム1と2、システム2と3以外の4つの組合せにおいて95%の信頼度で有意差が認められた。よって長期記憶への定着度においても1回目のテスト結果と同様に、システム4が一番優れているといえる。

3回目のテスト結果においてはシステム1と2、システム2と3、システム2と4の組合せにおいて95%の信頼度で有意差が認められた。学習してからかなりの期間が経っているためにどのシステムのテスト結果も低かったためと考える。

また、1回目のテストの平均点をみると、システム1と2がシステム3と4より低いことがわかる。システム1では、最初に英単語とその意味を覚える場面がないままいきなり問題を解いていくこと、さらに、並び替えが終わったらすぐに次の問題へと切り替わることから、英単語とその意味を覚える余

裕がなかったのが原因だと考えられる。アンケートでは、問題を解いているときは並び替えに夢中になってしまい、英単語の意味を覚える余裕がないという意見があった。実際に、英単語とその意味を覚えるという学習を行うことができる時間が限られていたといえる。

システム2では文章を読むために、英単語を覚える作業にかけられる時間が他のシステムと比べて短くなってしまふという欠点がある。そのために、単位時間当りに学習できる英単語数が減少し、学習効果が低いという結果になったと考える。

さらに、システム1と2の平均点が低い原因として考えられるのが、どちらも学習の重点が英単語の綴りに置かれていたということである。システム1では文字の並び替えを行うことから、アンケートでは日本語を覚えるよりも綴りを覚えるほうが向いているといった意見があった。システム2においても同様に、問題を解くときに英単語の綴りを書いているので、日本語から英単語を答えるテストならば、もっと書くことができたという意見があった。

操作性に関するアンケートでは、ほぼ横並びの結果となった。しかし、特にシステム1の操作性の悪さを指摘する意見が多く寄せられた。システム1では、ボタンを選択→ボタンをクリック→タイルを選択→タイルをクリックという手順を踏まなければならない、それがユーザの大きな負担となったようだ。また、英単語の意味の表示がわかりにくいといった意見もあり、これらが学習効果に悪影響をあたえた可能性がある。

各システムを考察してみると、システム1では、ゲーム性がある、または楽しいといった意見があった一方、アンケートの間5. 単語を覚えるのに使うとしたら、どのシステムを用いたか。という間の結果では他の3つのシステムに及ばなかった。ゲーム性を取り入れることはできたものの、ゲーム性を取り入れる目的は、もう1度このシステムを使いたいとユーザに思わせ、学習の継続性を持たせることの意味が大きい。この点において、システム1は十分でなかったと考える。

システム2では、平均点が低かったものの、文脈で覚えることでより正しい英単語の使い方が身に付く、あるいは文脈を思い出すことで英単語の意味を思い起こせるといった肯定的な意見がアンケートで寄せられた。確かに、単位時間当りに覚え

ることができる英単語は他のシステムに劣る。しかし、文章の中での単語の役割、正しい英単語の使い方を一緒に学習できるという点においては有効であるといえる。

システム3では、最初の画面において50秒間で5単語覚え、メイン画面でそれを確認するという設計から、システムを1回行うのにかかる時間がシステム1と2に比べて格段に少なくて済むという利点がある。よって、15分のうちに何度も繰り返し学習することができる。それがシステム1と2に比べていい結果につながったと考えられる。また、アンケートの間5の回答でシステム3を使いたいと答えた被験者には、普段から発音を耳にしながら、または口に出しながら英単語を覚えるという人がいた。そのようなことから、英単語の発音が聞ける機能を付けるということは、学習システムを設計する上で重要であることだといえる。

システム4はアンケートの間5で一番支持されたシステムであり、テストで一番結果のよかったシステムでもある。アンケートでは、テストのとき英単語のイメージがわいてきて答えがわかったという意見もあり英単語の意味を覚えるという点において、意味を画像と結びつけて覚えるという機能を付けることは大変意味があることだといえる。

## 4 おわりに

### 4.1 結論

本研究では、英単語を学習するためのシステム1~4を設計、実現した。提案したシステムは以下の4つである。

- (1) ゲーム性を重視したシステム (システム1)
- (2) コンテキスト中で単語の意味を覚えることを重視したシステム (システム2)
- (3) 音声とともに英単語を覚えることを重視したシステム (システム3)
- (4) 画像とともに英単語を覚えることを重視したシステム (システム4)

また、11名の被験者に対して、各システムを用いた英単語学習について評価実験を行った。評価実験では被験者11名にシステム1~4で学習してもらい、英単語テストを学習直後と14日から20日程

度経過した時点, 70日から76日程度経過した時点で行った。その結果から, 以下のことを確認した。

- (1) 各システムにおけるテスト結果に有意差があるかどうかを調べるために, 3回のテスト結果に対して, それぞれ6パターンT検定を行った。その結果, まずシステム4が最も良いことを確認した。その要因を以下に挙げる。
  - 英単語と画像との関連付けによる効果。
  - 反復性による効果。

また, システム1と2が劣っていることを確認した。その要因を以下に挙げる。

- 英単語とその意味を覚えるための場がない(システム1)。
  - 文字の並び替えに夢中になって意味を覚える余裕がない(システム1)。
  - 長文が苦手な人は, 英文を読解するのに時間がかかってしまう(システム2)。
- (2) 実験とアンケートにより, 画像データ, 音声データの有効性を確認した。特に画像データは長期記憶への定着度も高いことを確認した。
  - (3) 実験とアンケートにより, 英単語学習に有効であるシステムの機能, 設計として, 以下に述べるものを確認した。
    - 反復性
    - 記憶場面と確認場面を対にした設計

#### 4.2 今後の課題

残されている課題として, 以下の点がある。

##### (1) 追加実験の実施

今回の実験では学習時間を15分とした。この場合, 15分のうちにどれだけ繰り返し学習できるかが学習効果に影響を及ぼすことになった。そこで, 学習時間を区切るのではなく, 各システムで同じ回数だけ学習する実験を行う。また, 今回の実験では, 英語から日本語への再生をテストしたが, アンケートによるとシステム1やシステム2では英単語の綴りのほうが覚えやすいといった意見が多数あり, 各システムにおける日本語から英単語への再生テストを行うことも今後の課題である。

##### (2) システムの改良

今回の実験を通して明らかになった各システムの改善点を挙げる。

- 画面の見づらさ, 操作のわかりにくいところ等の改善。
- ユーザに行わせる作業の軽減。
- ユーザが覚えたい単語を出題できるようにする。
- 問題数の充実。

##### (3) 機能の組合せに関する検討

本研究では, 1つずつの機能に絞ってシステムを設計, 開発し, それを評価した。2つ以上の機能を組合せて設計したシステムを開発して, その有効性を確認することも今後の課題である。

#### 参考文献

- 1) 英単語名人 10000,  
<http://www.vector.co.jp/soft/win95/edu/se231237.html>
- 2) goo 辞書, <http://dictionary.goo.ne.jp/>
- 3) 本田薫: 学習支援システムの音声情報が学習に与える影響について, 情報処理学会第66回全国大会講演論文集, pp. 4-383-4-384, 2004.
- 4) 上岡光雄: 英単語は学習された後, どのように忘れられてゆか, 英語教育, Vol. 31, pp. 42-47, 1982.
- 5) '高速' 英単語学習ソフト eitan,  
<http://www.vector.co.jp/soft/win95/edu/se136056.html>
- 6) 斉藤コミュ絵, <http://blog.easy-cartoon.com/archives/cat.533917.html>
- 7) Norbert Schmitt, Michael McCarthy (eds): *Vocabulary: Description, Acquisition and Pedagogy*, Cambridge University Press, 2005.
- 8) Andrew Wright: *Pictures for Language Learning*, Cambridge University Press, 2005.