

## ユビキタス学習環境を指向した語学学習環境の構築

緒方 広明<sup>†</sup>, 濱口 裕幸<sup>†</sup>, 赤松 亮<sup>†</sup>, 矢野 米雄<sup>†</sup>

近年の携帯端末の小型化や通信機器の普及・発展により、ユビキタスコンピューティング環境が現実のものになりつつある。そこで我々は、そのような環境において、学習者個人個人にあった形で、適応的に日常的な学びを支援する学習環境の研究を行っている。つまり、本研究では、ATAPL(Any Time Any Place Learning)だけでなく、適切な時間に適切な場所で適切な情報を提供するRTRPL(Right Time Right Place Learning)を目指す。特に言語学習は、辞書やテキストを用いた学習だけでなく、日常生活で獲得される部分も大きいため、本研究ではユビキタス言語学習支援環境を構築している。具体的には本システムは3つのサブシステムからなる。1つは、学習者が日常生活の経験で得た知識を共有し、RTRPLを促す、用例学習支援システムである。2つめは、学習者の対話相手や周りの状況を把握し、それに合わせて適切な待遇表現を提示する、待遇表現学習支援システムである。3つめは、RFIDタグを日用品につけ、日常生活の中で単語学習を支援するシステムである。本稿では、これらのシステムの開発と利用実験を述べる。

## Development of Computer-Assisted Ubiquitous Language-Learning Environment

Hiroaki OGATA<sup>†</sup>, Hiroyuki Hamaguchi<sup>†</sup>, Ryo Akamatsu<sup>†</sup>, Yoneo YANO<sup>†</sup>

This paper describes a computer supported collaborative learning (CSCL) in a ubiquitous computing environment. In the environment called CLUE, the system supports ubiquitous language-learning. Three subsystems have been developed. The first system is for supporting sentence learning. In this system, the learners provide and share individual experience and interaction corpus and discuss about them. This system provides the right information at the right place at the right time. The second system helps polite expression learning. In Japan, there are four levels of polite expressions. This system provides the right level of politeness, deriving social relationship, hyponymy, and formality of the situation. The final system supports to learn vocabulary. The system detects the objects around learner using RFID tag, and provides the learner the right information at the moment. This paper describes the implementation and experimentation of those systems.

### 1. はじめに

近年、ワイヤレス通信やPDA(Personal Digital Assistant)等のモバイル端末などを用いたユビキタスコンピューティング(Ubiquitous Computing)環境<sup>(9, 14)</sup>が現実のものとなりつつある。そこで、我々はユビキタスコンピューティング環境において、学習者個人個人にあった形で、適応的に日常的な学びを支援するユビキタス学習環境の研究を行っている<sup>(13, 12)</sup>。特に、学習者中心の学習デザインに立ち、いつでもどこでも利用できる学習環境ATAPL(Any Time and Any Place Learning)を提供するだけでなく、適切な場所で適切な時に適切な情報を提供する学習支援環境RTRPL(Right Time and Right Place Learning)<sup>(5)</sup>を目指している。

我々は、ユビキタス学習の学習ドメインの一つとして語学学習を考えている。言語学習は、教室での授業や辞書を用いた学習だけでなく、日常生活で獲得される部分も大きいと考え、ユビキタス語学学習支援環

境、CLUE(Collaborative-Learning support system in Ubiquitous Computing Environments)を開発しており、これは3つのサブシステムからなる<sup>(11)</sup>。

- (1) 用例学習支援システム：留学生が日常生活の経験で得た知識を共有し、RTRP学習を促す。
- (2) 待遇表現学習支援システム：学習者の対話相手や周りの状況を把握し、それに合わせて適切な待遇表現を提示する。
- (3) 単語学習支援システム：RFIDタグを日用品につけ、日常生活の中で単語学習を支援する。

本稿では、これらのシステムの開発と利用実験を述べる。

### 2. ユビキタス学習環境

図1に文献<sup>(7)</sup>を元にした、ユビキタス学習環境などの学習環境の分類を示す。縦軸はユーザの周囲の学習環境に計算機が埋め込まれた環境下で、学習者の状況を把握しながら、シームレスに学習を支援できるかどうかを示す。これは、従来の教育システムが、コンピュータに対する学習者の直接的な入力を基に学習を支援していたのに比べて、Pervasive学習環境では、学

<sup>†</sup> 徳島大学工学部  
Faculty of Engineering, University of Tokushima, Japan  
ogata@is.tokushima-u.ac.jp

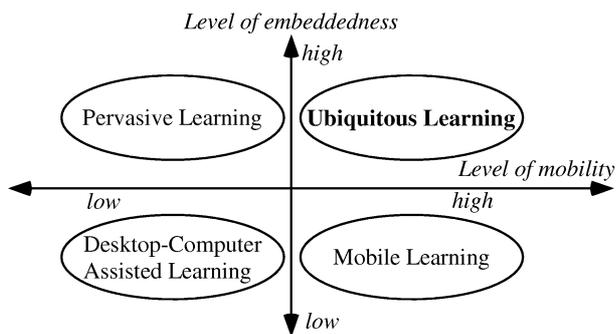


図 1 学習環境の分類

習者の日常生活の中で、周囲の環境を含めた情報を処理し、学習活動を支援する。また、横軸は学習者が移動してもどこでも学習環境を利用できるかどうかを示す。従来の教育システムが、コンピュータの利用が時間的に場所的に限られていたのに対して、Mobile 学習環境では、時間的に場所的に制約を受けずに、常時、学習活動を支援する。図 1 に示すようにユビキタス学習環境は、計算機が環境に埋め込まれ、かつ、学習者が日常的に計算機を利用できる学習環境を想定している。

## 2.1 特徴

ユビキタス学習環境の特徴を以下に示す<sup>(3, 4)</sup>。

- (1) 学習環境の常設性 (Permanency) : 各学習者が日頃使い慣れた学習環境をいつでもどこでも利用できる。これにより、日常生活の中での学習 (everyday learning) において、日々学習した知識や経験を蓄積していくことができる。
- (2) 学習ニーズに対する即時性 (Immediacy) : ユビキタス学習環境では、いつでもどこでも時間・場所にとらわれることなく、学習が必要な時に十分な学習が行え、学習の要求と行動との間のタイムラグが小さい。
- (3) 学習時の接続性 (Accessibility) : 電子メールや掲示板、ビデオなどを用いて、学習者はいつでもどこでも、Web などの教材にアクセスしたり、教師や専門家と同期・非同期にコミュニケーションできる。
- (4) 学習効果の実用性 (Practicality) : 仮想空間に限らず、現実世界での出来事が学習の機会につながる。また、学習したことが、現実世界の問題可決につながる。
- (5) 学習活動の状況性 (Situat-ed-ness) : 学習活動が、現実世界の日常生活における、ある状況に埋め込まれる。つまり、ユビキタス学習環境では、学習者がその状況下にいることで、問題の理解やそれに関連する知識の獲得が促進される。

## 2.2 Learning at right place and right time

ユビキタスコンピューティング環境により、全ての人がいつでもどこからでもどんな情報も利用できるようになることが実現できる (Everyone accesses any information at anytime at anywhere) と期待されている。

しかし、HCI (Human Computer Interaction) の観点から見れば、適切な情報を適切なきに適切な場所で提供する (Everyone gets the right thing at right time at right place) ことが望まれる<sup>(5)</sup>。

例えば、語学学習において、酒屋の前では、brewery, winery などの単語が含まれた例文が提示され、駅へ行くとき時刻表の読み方や目的の駅まで行く列車の尋ね方などの例文が提示される。このように学習者の場所や時間に応じて例文や単語を提示する。また、日本語は、周囲の情報によって、敬語や謙譲語などの待遇表現や擬音語や擬態語を使い分け、状況により変化する。このような場合、計算機で学習を支援するには、周囲の状況を把握して、適切な支援を行う必要がある。

## 2.3 情報モデル

ユビキタス学習環境では、学習者の現在の状況・文脈に適した学習支援を目指す。これを実現するには、学習者がどこにいるのか、どのような状況にあるのか、そしてどのような情報を必要としているのかを把握する必要があり、以下の 5W で示す情報を扱う必要がある<sup>(1)</sup>。

- (1) Who : 現在システムを利用している学習者やその周辺にいる学習者の情報である。また、彼らの学習者モデルも用いることにより、学習者の周辺にいて手助けをできる適切な他の学習者を推薦したりできる。
- (2) What : 学習者が何 (行動対象オブジェクト) に対して、何 (行動) をしているのかを示す情報である。例えば、学習者の周辺にあるモノや現在の行動から学習ニーズを把握できれば、適切なアドバイスや教材を即時に提供する。
- (3) When : 学習者がある行動を起こしたり、終わった時間の情報である。また、例えば、ある本を見ていた時間を測定することにより、その本に対する学習者の興味を測ることができる。
- (4) Where : 学習者の現在位置の情報である。これには、建物の名称、部屋の名前などの詳細度を、用途に合わせて検討する必要がある。また、Who, When, What 等の情報と組み合わせて、適切な場所で、適切な学習者に適切な情報を適切なタイミングで提供するために必要な情報とも言える。
- (5) Why : 学習者がどうしてその行動をしているのか、またどうしてこの知識が必要なのかといった情報である。これにより、適切なヒントを与えたり、教授を行うことができる。
- (6) How : 学習者にどのようにして情報を提供すべきかといった情報である。例えば、学習者が使用する機器によって、テキスト、画像、映像などの情報を選択して提供する。

## 2.4 教育学的理論

ユビキタス学習環境の背景には、Just-in time learning, on-demand learning, hands-on / minds-on learning, authentic learning などの学習理論があると考えら

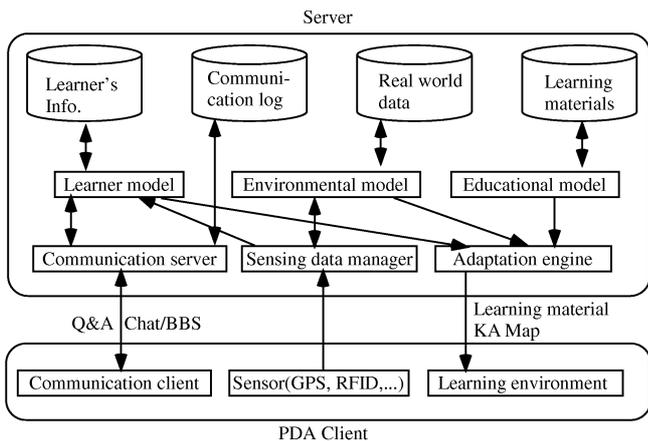


図 2 システム構成

れる．特に authentic learning (AL:本物の学習)<sup>(2)</sup> は、学習者が実際の体験や実際の教材を通じて学習したり、学習者が日常生活の中で直面した問題の解決を通じて、知識を獲得するというアプローチである．具体的には AL には以下の 4 つのタイプがある<sup>(6)</sup>．

- (1) action learning: 学習者が実際に体験することによって学ぶ場合である．
- (2) situated learning: 学習者がエキスパートと共にある状況で作業することにより学ぶ場合である．
- (3) incidental learning: 学習者が日常生活の中で偶然直面した問題への解決を通じて学ぶ場合である．
- (4) experimental learning: 学習者が「あるテーマについて調べる」などの実験的な体験を通じて学ぶ場合である．

特に、語学学習においては、AL は効果的である<sup>(6)</sup>．例えば、留学生は日本で日常生活を送る中で、実際に体験しながら、authentic material (本物の教材) を使って日本語を効果的に学ぶことができる．また、単語の語彙学習においては、辞書や教科書を用いた学習だけでなく、日常生活の中で学習することが重要であることが、報告されている<sup>(8)</sup>．日常生活の中での語学学習は、ユビキタスコンピューティング環境の実現によってその支援が期待される．

## 2.5 システムの枠組み

以上に述べた、特徴や情報を踏まえ、次でユビキタス学習環境のシステム構成を図 2 に示す．

- (1) 学習者モデル: これは、氏名、年齢、所属、興味などの学習者情報と学習者の理解度を管理する．学習者情報と理解度は、システムを利用する前に学習者が明示的に入力する．また、学習者の興味や理解度は、システムが学習者の行動をモニタリングすることにより更新する．
- (2) 環境モデル: これは、地図上の建物や部屋内のモノ (object) に関する名前などの記述を実世界データとして管理する．このデータは、教材や教授方法とリンクされる．例えば、RFID タグや GPS な

どのセンサーからの入力をもとに、学習者が現在いる建物の情報や学習者の周囲にあるモノの情報を提供する．

- (3) 教授モデル: これは、環境モデルのオブジェクトと関連づけられる教材や教授戦略を管理する．例えば、病院での受け付けで用いられる言語表現などがこれにあたる．
- (4) 適応制御機構: これは、RTRPL を実現するために、学習者モデル、環境モデル、教授モデルを参照して、学習者の現在の場所、時間などに適した情報を提供する．
- (5) コミュニケーション支援機構: これは、協調学習のための掲示板や Chat 機能を提供する．

## 3. ユビキタス学習環境のシステム例

本章では、CLUE における、以下の 3 つのサブシステムについて述べる．

- (1) 用例の学習支援システム
- (2) 待遇表現の学習支援システム
- (3) 単語の学習支援システム

これらのシステム開発には、Pocket PC 2002 が動作する Toshiba Genio-e 500C 上で Embedded Visual Tools 3.0, Personal Java を用いた．通信にはワイヤレス LAN, GPS にはポケナビ 508PC, RFID タグ Unit には OMRON V720S-HMF01 を用いた．

### 3.1 用例の学習支援

以下に用例学習支援システムの特徴を以下に示す．

- (1) 外国人学習者は、日常生活でわからなかった単語や文章を、画像や映像、位置情報と共に蓄積し、共有する．日本人は、文章の意味などを説明する．また、外国人は、日本語に対応する母国語 (英語、中国語など) も蓄積し、日本人の第二言語の学習に役立てることができる．
- (2) 学習者の現在位置を把握し、その場所や時間に応じて、学習者に適切な情報 (教材) を提供する．
- (3) 学習者は Knowledge Awareness Map<sup>(10)</sup> により、他の学習者の存在に気づき、掲示板やチャットを用いて、協調学習を行う．

### 3.2 動作例

図 3 に CLUE のインタフェース画面の例を示す．(A) は、地図上に教材と学習者の現在位置を表示する画面である．例文教材は、教師やシステム管理者によって地図上の店や建物の場所と、そこに関連する英単語・英文や日本語文がリンクされている．学習者のアイコンを選択することで、メールあるいはチャットを行える．システムは、学習者の現在地に応じて英語の例文を提示することで、RTRPL にもとづいた学習を促す．

(B) 質問画面では、学習者は例文を 1 つ学習することにより、その例文に対する理解度を申告する．その際に理解度の低い例文は次回から提示されやすくなり、その学習者に繰り返し学習を促す．また理解度が低かったり疑問点のある例文に対しては、その場所に対応した掲示板に

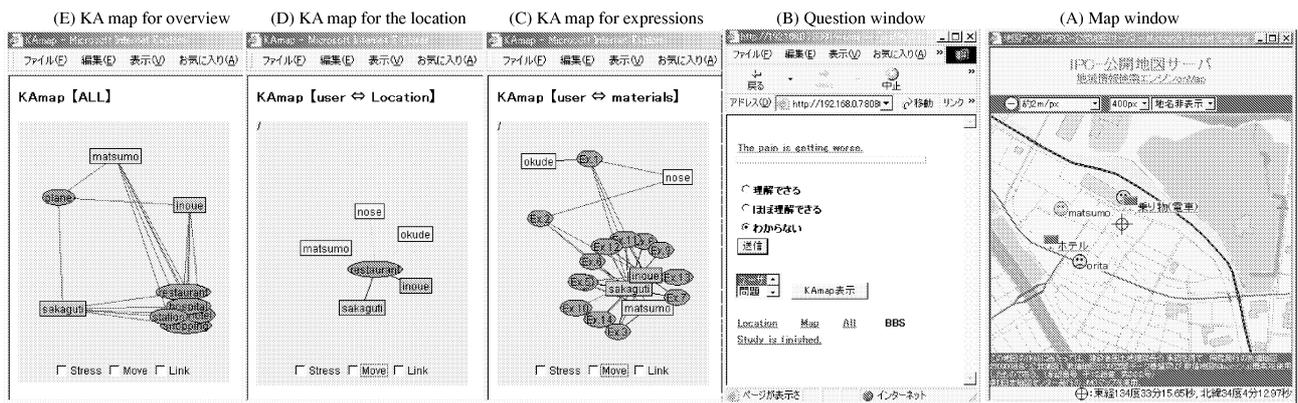


図 3 CLUE の画面例

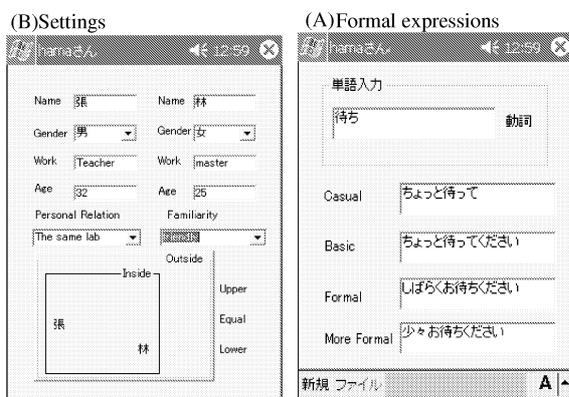


図 4 待遇表現学習環境の画面例

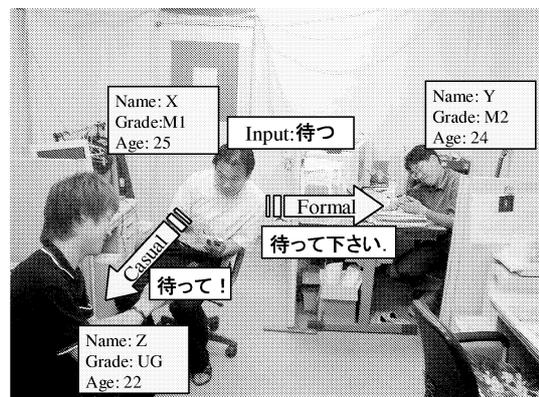


図 5 待遇表現学習環境の利用例

質問等を書き込み返答を求める。理解度の高い学習者が付近にいれば直接的な対話で疑問を解消したり、ログイン状態の学習者を確認して IM (Instant Messenger) などで質問することも可能である。

(C) の KAmap は、学習者が現在いる場所に関して、適切な例文と他の学習者をノードとしてリンクで結び、グラフ表現したものである。図中の Ex.X で表示されるノードは、例文を表し、四角は学習者を表す。リンクの太さやノード色などを変えることで、学習者の各例文に対する理解度が把握できる。

(D) の KAmap は、学習者が選択した例文と他の学習者の関係をグラフとしたものである。その際に、学習者が掲示板に書き込んだ回数や例文の学習状況などをもとにノードの色などを変えることで、学習者が学習を行っている場所や学習の積極性・理解度などが把握できる。

(E) の KAmap は、地図上の場所と他の学習者の関係をグラフとしたものである。これにより、学習者はその場所に行かなくても、例文などを学習でき、他の学習者の理解度などが把握できる。

### 3.3 待遇表現の学習支援

外国人に対する日本語教育では、敬体(です、ます体)の学習に重点がおかれるため、対人関係や会話場面により、複雑に変化する待遇表現の学習は難しいとさ

れている。そこで、本研究では、ユビキタス学習環境の導入により、学習者の周囲にいる他の学習者の情報を用いることで、適切な待遇表現の提示し、学習を支援するシステムを提案する。まず、待遇表現は、以下の3要素により、casual, basic, formal, more formal に分類される。

- (1) 内と外の関係: 「内」「外」という概念は、同一所属(同じ職場、学校など)の有無と親族などの血縁関係で構成するが、学習者の母国語とは異なる場合がある。内の場合は casual, 外の場合は, formal が使われる。
- (2) 上下関係: 一般に社会的立場の下位の者が上位の者に敬語を使う。これは、同一所属の地位、経歴の長さ、年齢などにより、判断される。上位の場合は formal, 同等の場合は basic, 下位の場合は casual が使われる。
- (3) 会話場面: 形式的な場面(会議や講演など)や、電話、手紙などでは formal が多くなる。また、店やホテルのようなサービスに関係する場所では、お客さんに非常に丁寧な言葉 (more formal) を用いる。

図 4 にシステムの画面例を示す。(B) 設定画面の左列に示すように、システムに利用者の情報が設定されている。PDA を話相手に向け、赤外線通信を通じて話相手

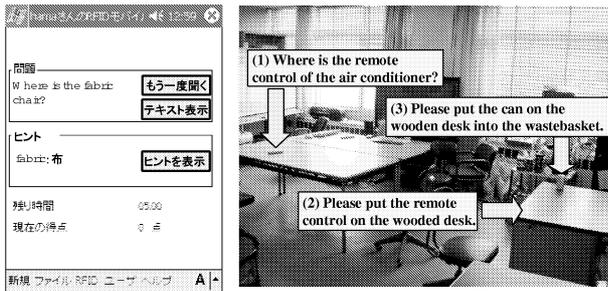


図 6 単語学習環境の例

と個人情報とを交換することにより、話相手の情報 (B) 設定画面の右列) を獲得する。利用者が (A) メイン画面で動詞を入力すれば、その会話状況に適切な待遇表現を提示する。また、(B) 設定画面の話相手の情報は保存され、利用者はその情報を編集することにより、独りでも学習できる。

図 5 に学習者 X, Y, Z がそれぞれ PDA を持ち、システムを使っている状況を示す。X, Y, Z の個人情報は図中のように入力されている。もし、X が Z に話しかける場合、年齢の情報から casual レベルの表現が提示される。一方、X が Y に話しかける場合、年齢は X が上であるが、学年の情報から casual レベルの表現が提示される。もし、この部屋が会議室の場合は、年齢や学年に関係なく、more formal の表現が提示される。

### 3.4 日本語単語の学習支援

初級の言語学習では、実世界のモノにラベルを貼って、そのモノの英語や日本語の単語を学習する場合がある。本システムは、RFID タグ (OMRON V720) をモノに貼って、学習者の周囲にあるモノの情報を読み取り、学習者に適切な情報を提示する。

具体的には、図 6 に示すように、外国人や日本人の学習者が単語、助数詞、例文などをモノに関連づけて登録、共有し、学習を行う。左側が学習支援システムの画面例、右側が部屋の例である。最初は、音声だけで質問内容が読み上げられる。分からなければ、再度聞いたり、テキストを表示したり、ヒントを表示することができる。部屋に入ると、最初に質問 (1) が提示され、これに正解すること、質問 (2) が提示され、さらに正解すると、質問 (3) が提示される。

## 4. 利用実験

用例の学習支援システムの利用実験は、研究室内の大学生を対象に行われた。また、待遇表現と単語学習支援システムの利用実験は、高校生を対象にした体験大学院の行事において行われた。

### 4.1 用例の学習支援

被験者は、修士 1 年生 3 名、4 年生 3 名の合計 6 名で、1 週間システムを利用した。システムには 89 の英語用例が登録されており、大学構内に関連する英文を提示して学習してもらった。被験者は 3 名ずつの 2 グル

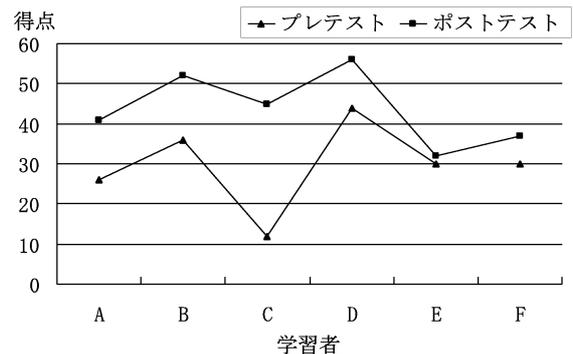


図 7 プレテストとポストテストの結果

表 1 アンケートの結果 (5 を最大とする 5 段階形式)

質問内容	結果
(i) 提示された教材は適切でしたか?	4.00
(ii) KA map は有用でしたか?	4.30
(ii) システムは使いやすかったですか?	4.00

プに分けられ、1 つのグループは CLUE を使って学習し、もう一つのグループはテキストを用いた学習した。実験前後にプレテストとポストテストを行った結果を図 7 に示す。また、利用後のアンケート結果を表 1 に示す。

図 7 は、学習者 A ~ C が CLUE を利用し、D ~ F がテキストを利用した。どちらもプレテストよりもポストテストの結果が良くなったが、CLUE を利用したグループの方がポストテストの結果が良くなった。これは、テキストで学習するよりも、実際の場所を歩き回りながら学習するという Authentic Learning の効果があったと考えられる。また、表 1 より、CLUE を用いた学習は好意的に受け入れられた。被験者からは、「学習スタイルとして分かりやすい」「誰が学習しているか分かりやすく、質問の相手を探しやすい」という意見が得られた。

### 4.2 待遇表現の学習支援

被験者は、男性 16 名、女性 2 名の合計 18 名、平均年齢は 16.94 歳であった。その内、自分用のパソコンを持っている人が 10 名 (55.56 人が 0 名であった。被験者は、ある部屋内で自由に会話して 30 分間利用した。利用者の個人情報として、自分自身だけでなく、教師、兄、後輩などの役割も演じてシステムを利用してもらった。実験終了後行ったアンケートの結果を表 2 に示す。

質問 (i) より、システムが提示する待遇表現のレベル

表 2 アンケートの結果 (5 を最大とする 5 段階形式)

質問内容	結果	SD
(i) 提示された待遇表現は適切でしたか?	4.06	0.80
(ii) システムは使いやすかったですか?	3.06	0.94
(iii) 待遇表現学習に役立つと思いますか?	4.06	0.54
(iv) システムに興味をもちましたか?	4.11	0.68
(v) また使ってみてみたいと思いますか?	4.11	0.58
(vi) 処理速度は適切でしたか?	4.28	1.27

表 3 アンケートの結果 (5 を最大とする 5 段階形式)

質問内容	結果	SD
(i) 提示された問題の難易度は適切でしたか?	4.33	0.52
(ii) システムは使いやすかったですか?	3.33	1.03
(iii) 英語学習に役立つと思いますか?	4.17	0.41
(iv) システムに興味をもちましたか?	4.33	0.52
(v) また使ってみたいと思いますか?	3.83	0.75
(vi) システムの処理速度は適切でしたか?	4.67	0.52

は、ほぼ適切であった。また、質問 (ii) より、システムの使いやすさは普通レベルであった。質問 (iii) より、本システムは待遇表現の学習に役立つと考えた人は多かった。質問 (iv),(v) より、ほとんどの被験者がシステムに興味を持ち、今後も使ってみたいと考えていた。質問 (vi) より、処理速度についてもほぼ満足していた。被験者のコメントして、「外国人の学習者が使うと大変便利だと思う」「提示された待遇表現が、とても参考になったのでこれからも使ってみたい」という意見があった。今後の課題としては、本実験で登録されていた単語数は 10 であったため、もっと単語数を増やす必要がある。また、赤外線通信が行いにくい問題点を解決する必要がある。

#### 4.3 単語の学習支援

被験者は、男性 6 名、平均年齢は 16 歳であった。その内、自分用のパソコンを持っている人が 3 名 (50 人が 0 名であった。事前にある部屋にある 10 個のモノに RFID タグを貼っておき、それぞれのモノに関連する質問を与えておく。各被験者は、正解するとポイントを獲得し、5 分間で獲得できるポイントを競争した。実験終了後行ったアンケートの結果を表 3 に示す。

質問 (i) より、システムが提示する質問の難易度は、ほぼ適切であった。また、質問 (ii) より、システムの使いやすさは普通レベルであった。質問 (iii) より、本システムは英単語の学習に役立つと考えた人は多かった。質問 (iv),(v) より、ほとんどの被験者がシステムに興味を持ち、今後も使ってみたいと考えていた。質問 (vi) より、処理速度についてもほぼ満足していた。被験者のコメントして、「ゲーム形式面白く学習できる。」「実際のモノと関連づけて学習できるので、分かりやすい。」という意見があった。今後の課題としては、本実験のような学習環境作り支援するオーサリングツールを開発することである。

## 5. おわりに

本稿では、ユビキタス語学学習支援環境について述べた。具体的には、本システムは、用例学習支援システム、待遇表現学習支援システム、単語学習支援システムからなる。今後、さらにシステムの改善を行い、日本語を学ぶ留学生や、英語を学ぶ日本人学生を対象に、評価実験を行う予定である。

## 謝辞

本研究は、科研費若手研究 (B)No.15700516 「ユビキタスコンピューティング環境における適応的協調学習支援の研究」の援助を受けている。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- (1) Abowd, G.D., and Mynatt, E.D.: Charting Past, Present, and Future Research in Ubiquitous Computing, *ACM Transaction on Computer-Human Interaction*, Vol.7, No.1, pp.29-58, 2000.
- (2) Brown, J. S., Collins, A., and Duguid, P.: Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, (Jan.-Feb.), pp.32-42, 1989.
- (3) Chen, Y.S., Kao, T.C., Sheu, J.P., and Chiang, C.Y.: A Mobile Scaffolding-Aid-Based Bird-Watching Learning System *Proceedings of IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'02)*, 15-22, IEEE Computer Society Press, 2002.
- (4) Curtis, M., Luchini, K., Bobrowsky, W., Quintana, C., and Soloway, E.: Handheld Use in K-12: A Descriptive Account, *Proceedings of IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'02)*, 23-30, IEEE Computer Society Press, 2002.
- (5) Fischer, G.: User Modeling in Human-Computer Interaction, *The 10th Anniversary Issue of the Journal of User Modeling and User-Adapted Interaction (UMUAI)*, Vol.11, No.1/2, pp.65-86, 2001.
- (6) Hwang, K.S.: Authentic Tasks in Second Language Learning, <http://tiger.coe.missouri.edu/~vlib/Sang's.html>
- (7) Lyytinen, K., and Yoo, Y.: Issues and Challenges in Ubiquitous Computing, *Communications of ACM*, Vol.45, No.12, pp.63-65, 2002.
- (8) Miller, G.A., and Gildea, P.M.: How children learn words, *Scientific American*, No.257, pp.94-99, 1987.
- (9) Norman, D.A.: *The Invisible Computer*. MIT Press, Cambridge MA, 1998.
- (10) Ogata, H., and Yano, Y.: Supporting Knowledge Awareness for a Ubiquitous CSCL, *Proc. of eLearn 2003* (in press).
- (11) Ogata, H., and Yano, Y.: How Ubiquitous Computing can Support Language Learning, *Proc. of KEST 2003*, pp.1-6, 2003.
- (12) 緒方広明, 矢野米雄: ユビキタス学習環境の試作, 教育システム情報学会第 8 回若手研究者フォーラム, Vol.03-jul, No.egg01, 2003.
- (13) 牛田貴之, 折田憲治, 松本達也, 緒方広明, 矢野米雄: ワイヤレス・モバイル端末を用いたユビキタス協調学習環境, 電子情報通信学会技術研究報告, ET 2003-2, pp.43-48, 2003.
- (14) Weiser, M.: Some computer science issues in ubiquitous computing, *Communications of ACM*, Vol.36, No.7, pp.75-84, 1993.