

CLUE : 語学学習を対象としたユビキタスラーニング環境の試作と実験

緒方 広明[†] 矢野 米雄[†]

本論文では、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 RTRPL(right time and right place learning) で、適応的に日常的な学びを支援するユビキタスラーニング環境を提案する。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と考えられており、本論文では言語学習を対象としたユビキタス学習環境 CLUE を提案する。具体的には、CLUE は3つのサブシステムからなる。1つ目は、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つ目は、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つ目は、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。本論文では、これらのシステムの開発と利用実験について述べる。

CLUE: Computer Supported Ubiquitous Learning Environment for Language Learning

HIROAKI OGATA[†] and YONEO YANO[†]

This paper proposes a ubiquitous learning environment that supports daily learning at the right time and at the right place (RTRP) in ubiquitous computing environments. Especially, it is said that language is acquired in everyday learning (outside school) rather than using dictionaries and textbooks (inside school). Therefore, this paper proposes a computer-supported ubiquitous language learning environment called CLUE (Collaborative-Learning support-system in Ubiquitous computing Environments). CLUE consists of three subsystems. The first system supports sentence learning, which provides the useful expressions 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 from personal information of another person and user's situation. The final system supports learning vocabulary, which 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、ワイヤレス通信やコンピュータデバイスなどを用いて、いつでもどこでも情報にアクセスできる、ユビキタスコンピューティング (Ubiquitous Computing)^{1)~3)} が注目されている。具体的には、PDA(Personal Digital Assistant) などの携帯情報端末をもちいて、大学やオフィスはもちろん、家庭や駅、空港などでもワイヤレス通信を用いて情報にアクセスできるようになってきている。また、インターネット家電やRFID(Radio Frequency Identification) タグが付いた商品のように身の回りのモノとの情報交換も可能になりつつある⁴⁾。

そこで、本論文では、このようなユビキタスコン

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日常的な学びを支援するユビキタス学習環境を提案する^{5)~9)}。特に、学習者中心のデザインに立ち、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)¹⁰⁾ を目指す。

また、本論文では、ユビキタス学習環境の学習ドメインの一つとして語学学習をとりあげる。言語学習は、教室内での授業や辞書を用いた学習だけでなく、日常生活を送る中で獲得される部分も大きいとされている¹¹⁾。そこで我々は、そのプロトタイプシステムとして、PDAを用いたユビキタス語学学習支援環境、CLUE(Collaborative-Learning support system in Ubiquitous Computing Environments)を開発してい

[†] 徳島大学工学部知能情報工学科

Department of Information Science and Intelligent Systems, Faculty of Engineering, Tokushima University

る。これは、以下の3つのサブシステムからなる。

- (1) 用例学習支援システム：学習者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。

以下、本論文では、2章で、本研究で目指すユビキタス学習環境の概要を述べ、3章で、そのプロトタイプシステムである CLUE を説明する。4章では、その評価実験について述べる。

2. ユビキタス学習環境

2.1 学習環境の分類

まず、ユビキタス学習環境 (CSUL: Computer Supported Ubiquitous Learning) の特徴を明確にするために、文献¹²⁾を元に、従来のデスクトップコンピュータを用いた学習環境 (DCAL: Desk-top Computer Assisted Learning) と、Pervasive 学習環境 (CSPL: Computer Supported Pervasive Learning), モバイル学習環境 (CSML: Computer Supported Mobile Learning) の分類を示す。

図1中縦軸はユーザの周囲の学習環境に計算機デバイスが埋め込まれているかどうか、を示す。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。ここで、DCAL は、移動性が低く、システムの利用が時間的場所的に限られる。また、マウスとキーボードを用いたコンピュータに対する学習者の入力を基に学習を支援する、という特徴をもつ。例えば、デスクトップコンピュータを用いた CAI(Computer Assisted Instruction) システムや ITS(Intelligent Tutoring System) はこれに含まれる。

一方、CSML では、時間と場所の制約を受けずに、常時、学習活動を支援する。例えば、携帯電話を用いた英語学習システム はこれに含まれる。また、CSPL では、学習者の周囲の環境にあるオブジェクトと互いに連携しながら、学習活動を支援する環境を意味する。一方、本論文で提案するユビキタス学習環境 (CSUL) は、図1に示すように、計算機が環境に埋め込まれており、それらが互いに連携して学習活動を支援でき (high embeddedness), かつ、学習者が移動しても常時学習が行える学習環境 (high mobility) である。しかし、これ

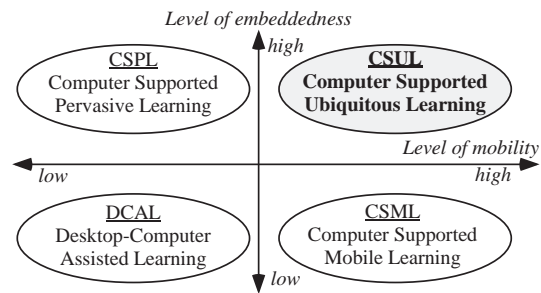


図1 学習環境の分類 (文献¹²⁾に基づく)

Fig. 1 Classification of learning environments based on Ref.¹²⁾.

は狭義の定義であり、広義に解釈して、CSPL, CSML も含めて CSUL と捉えられることもある。

2.2 特徴

図1はシステムの機能的な側面からみた分類であるが、次に、学習者の側からみたユビキタス学習環境の特徴を以下に示す^{13),14)}。

- (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解決につながる。
- (5) 学習活動の状況性 (Situativeness)：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。

2.3 教育学的理論

本論文で提案するユビキタス学習環境を支える学習理論として、authentic learning (本物の学習、以下 AL と略す)¹⁵⁾がある。AL は、学習者が実生活の中で体験

や経験を通じて、知識や能力を習得していくというアプローチである。具体的にはALには以下の3つの形態がある^{16),17)}。

- (1) 活動に基づく学習 (action learning): 学習者が自発的に実践すること (Learning by doing) によって学ぶ場合である。
- (2) 状況に基づく学習 (situated learning): 学習者がある状況で活動し、実践共同体に関与していくことにより、学ぶ場合である¹⁸⁾。これは、2章で述べた学習活動の状況性と関連する。
- (3) 偶発的な学習 (incidental learning): 学習者が偶然直面した問題への解決や体験を通じて学ぶ場合である。

本論文で対象とする語学学習においては、ALは効果的である。特に、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¹¹⁾。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技術の利用によってその支援が期待される。

2.4 関連研究

近年、ユビキタス学習環境に関連して、PDAを用いて以下のような研究が行われている。

- (1) 米国ミシガン大学: ユビキタス学習環境の実現を考えた場合、自分自身のコンピュータを持ち運ぶ、携帯情報端末PDA(Personal Data Assistants)を用いたアプローチが現実的である。例えば、PiCo-Map¹⁴⁾は、あるテーマをもとに学習者一人一人が概念マップを作成し、赤外線通信を用いて、それぞれのマップを交換・共有し、お互いに相違点などを議論することを支援する。PDAを用いることにより、学習者間のインタラクションが増加することが報告されている。
- (2) 米国SRI研究所: ここでは、K12の授業に1年間PDAを取り入れて実験している¹⁹⁾。その結果、PDAを用いることにより、より効果的な協調学習を生み、学習への取り込みを促進し、学習者の自主性を向上させたとしている。また、72%の教師がPDAの利用が生徒の学習に良い影響を与えたとしている。一方、短所として、赤外線通信によるデータの同期方法や、文字の入力方法の問題点などを指摘している。
- (3) 台湾国立中央大学: ユビキタス学習環境の大きな特徴は、従来教室の中で行われていた授業を拡張して、教室の外で実際のモノに触れたり行動を観察しながら学べる環境が容易に構築できることである。その一例として、野鳥観察をテーマにした

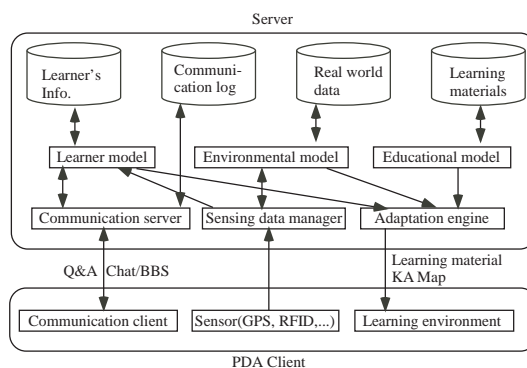


図2 システム構成

Fig. 2 System configuration.

研究がある¹³⁾。これは、遠隔にいる教師やデータベースにアクセスして、学習者が観察した野鳥に関する知識の習得を目指すものである。

上述の研究は、教師が中心になってPDAで開発したシステムを授業中で用いるのに対して、本研究では授業中はもちろん、授業外でも学習者が日常的に用いることができる点で異なる。また、上述のシステムに比べて、本システムはRTRPLを目指し、学習者個人に適した形で学習を支援する点でも異なる。さらに、学習対象についても、本研究は、言語学習を対象とし、ユビキタス学習環境を指向している点で、上述の研究とは大きく異なる。言語は、生活と深く関係しており、日常生活の中で学習が繰り返され、習得される。特に日本語は状況により使い分けが難しく、ユビキタス学習環境の応用分野の1つとして期待される。

3. ユビキタス学習環境 CLUE

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

本システムの主な利用者は、日本語を学ぶ留学生や英語を学ぶ日本人である。また、日本人がさらに日本語を学ぶ場合にも利用できる。

3.1 システム構成

3つのサブシステムに共通するシステム構成を図2に示し、サーバ側の各機構を以下に説明する。

- (1) 学習者モデル (Learner model): これは、氏名、年齢、所属、興味などの学習者の個人情報と学習者の理解度を管理する。個人情報は、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

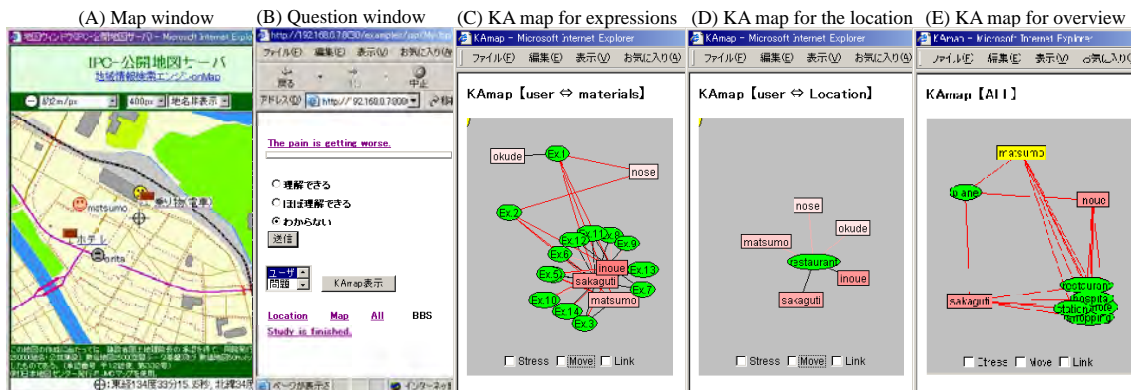


図3 用例学習支援システムの画面例

Fig. 3 Screen shot of useful expressions learning system.

- 動をモニタリングすることにより更新する．例えば，3つのサブシステムでは，用例や待遇表現を提示したり，単語の問題を出題したりして，学習者の理解度を把握する．
- (2) 環境モデル (Environmental model)：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．これらのデータは，教材や教授方法とリンクされる．例えば，用例学習支援システムや待遇表現学習支援システムでは病院や売店などの建物の情報を持ち，単語学習支援システムでは，モノの日本語表記，英語表記などの情報を環境モデルとして持つ．環境モデルとセンサ情報を用いて情報が提供される．
- (3) センサー情報管理機構 (Sensing data manager)：RFID タグや GPS などのセンサーからの情報はこの機構を通じてサーバ内の各機構に送られる．
- (4) 教授モデル (Educational model)：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方法を管理する．例えば，用例学習支援システムでは病院での受け付けで用いられる言語表現，待遇表現学習支援システムでは売店で用いられる丁寧な表現，単語学習支援システムではある部屋にある机に貼られたコメント，などが教材にあたり，それらの知識を教える方法が教授方法にあたる．
- (5) 適応制御機構 (Adaptation engine)：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．例えば，用例学習支援システムでは学習者の現在地，

- 時間，学習者の理解度に応じてで用例を提示し，待遇表現学習支援システムでは学習者の会話相手に応じて適切な待遇表現を提示する．また，単語学習支援システムでは学習者の周りにあるモノと学習者の興味や理解度に応じて問題を提示する．
- (6) コミュニケーション支援機構 (Communication server)：これは協調学習のための掲示板やチャット機能を提供するものであり，3つのサブシステムはこの機能をもつ．

3.2 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) 学習者は，日常生活で分からなかった単語や文章を，位置情報と共に蓄積し，共有する．教師は，文章の意味などを説明する．
- (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^{20),21)} 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．

本システムの利用形態を以下に示す．

- (1) 学校などの授業中に本システムを利用する場合：action learning により，例えば，学習者が互いに店員と客を演じることにより，ホテルの予約で使われる用例を学習する場合がある．
- (2) 授業以外の日常生活で本システムを利用する場合：incidental learning により，例えば，買い物をする時に手に取った商品について店員に聞くことにより，商品の名前や使い方を偶発的に学習する場合がある．また，situated learning により，コンビニエンスストアでアルバイトをすることにより，店員として使う用例をその状況で学習する場合がある．

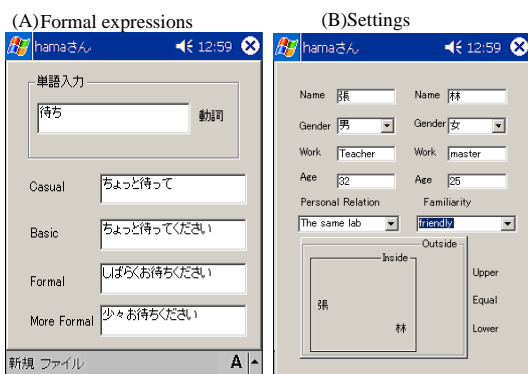


図 4 待遇表現学習環境の画面例

Fig. 4 Screen shot of Polite expressions learning system.

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つ学習するごとに、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 KAmaph 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 KAmaph 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 KAmaph 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。

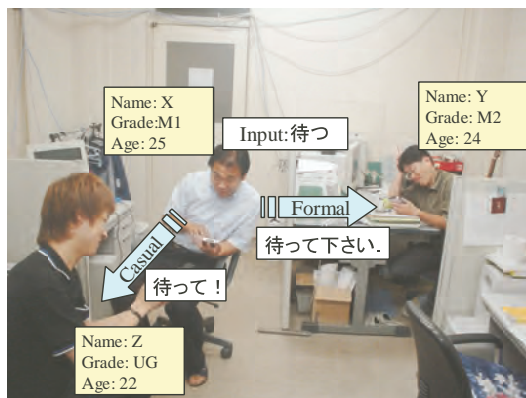


図 5 待遇表現学習環境の利用例

Fig. 5 Usage scene of Polite expressions learning system.

表 1 待遇表現の変化の例

Table 1 Change of the polite expressions.

レベル	待遇表現例
(i) Casual	食う
(ii) Basic	食べる
(ii) Formal	(自分が) 頂く, (相手側が) 召し上がる
(iii) More formal	(相手側が) お召し上がりになる

3.3 待遇表現の学習支援

待遇表現とは、丁寧語、尊敬語、謙譲語などを含めたものであり、会話の相手と関係や会話の状況によって、変化する。特に、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。また、日本人にとってもある状況に適切な待遇表現を使うことは困難であり、本システムが有効であると考えられる。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、適切な待遇表現を提示し、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, more 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。

本システムの利用形態を以下に示す。

- (1) 学校などの授業中に本システムを利用する場合：action learning により、例えば、クラスを受講する学生全員が PDA を持ち、各学習者が後輩や教師を互いに演じたり、会議や家庭の中の会話のように状況を変えることにより、待遇表現の使い分けを学習する。
- (2) 授業以外の日常生活で本システムを利用する場合：例えば、学習者が大学生で大学の関係者が PDA を持っている場合、incidental learning や situated learning により、大学で学生生活をする中で教官との会話や同級生との会話により待遇表現を学習する。

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 (IrDA) を通じて話相手と個人情報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。なお、本システムでは、話相手を特定する必要があるため、赤外線通信を用いた。

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。

このシステムには、待遇表現学習支援システム JECY²²⁾ で用いた辞書と待遇表現導出ルールを用いた。JECY はデスクトップコンピュータ上で動作し、学習者が自分と他者の個人情報を逐一入力することにより、導出ルールを用いて適切な待遇表現のレベルを判断する。しかし、本システムは、現実世界での会話の場面で利用することを意識して、PDA の赤外線通信機能を用いてシステムが自動的に会話相手の個人情報を入手し、適切な待遇表現のレベルを提示する点で JECY と異なる。

3.4 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

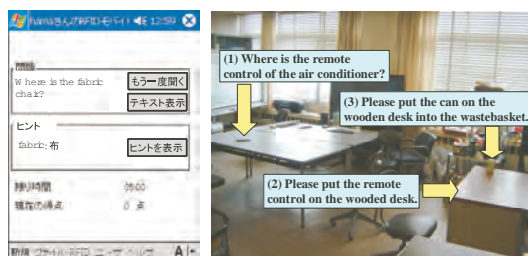


図 6 単語学習環境の例

Fig. 6 Usage scene of the vocabulary learning system.

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。将来的には RFID は様々な日用品に取り付けられるであろうことを想定し、本研究ではこのような環境を単語学習に利用しようというものである。

また、学習のタイミングは、学習者の自由な時間に、自分の部屋や研究室、仕事場などで自発的に学習を始める場合や、教師が予め問題を作成しておき授業で学習者が利用することを想定している。特に、問題を解く時間に制限時間を設けて得点を競う、ゲーム形式の学習環境も提供する。

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。

なお、本システム開発には Microsoft Embedded Visual Tools 3.0 と Personal Java を用いた。PDA には Toshiba Genio-e 500C (OS: Pocket PC 2002) 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。

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

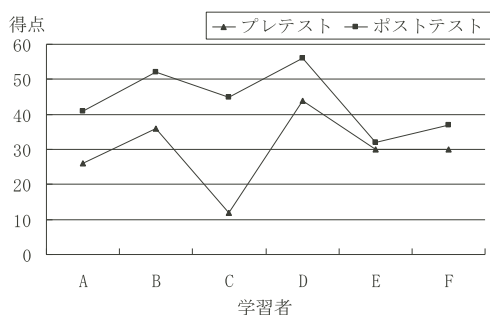


図7 プレテストとポストテストの結果

Fig. 7 Results of pretest and posttest.

表2 アンケートの結果(5を最大とする5段階形式)

Table 2 Results of questionnaire.

質問内容	結果
(i) 提示された教材は適切でしたか?	4.0
(ii) KA mapは有用でしたか?	4.3
(ii) システムは使いやすかったですか?	4.0

語用例 が登録されており、学生食堂や売店など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グループに分かれ、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て学習した。それぞれのグループは評価期間中1日1時間、PDA(CLUE)とテキストを用いて学習を行った。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。2つのテストは89の例文を元に作成された穴埋め問題であった。また、CLUEを利用した3名に対する利用後のアンケート結果を表2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、テキストのみで学習するよりも、実際の場所を歩き周りながら学習する効果があったと考えられる。また、表2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16.9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(55.6%)、PDAを持っている人が0名であった。被験者は、ある部屋内で自由に会話し

EDP(<http://homepage3.nifty.com/edp/>)が制作した「旅辞郎」から使用許諾を得て、学習場所に偏りが無く、かつ実際の場所で使う用例を開発者(被験者とは異なる学生)が抜粋した。

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3に示す。

質問(i)より、今回の実験の被験者が判断した結果、システムが予め用意していた問題と学習者のレベルは合致しており、システムが学習者の会話相手や状況に応じて、Casual, basic, formal, more formalの中から選択して提示した待遇表現のレベルは、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、今後も使ってみようと考えていた。質問(vi)より、処理速度についてもほぼ満足していた。被験者のコメントとして、「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よう。」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などの問題点も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(50.0%)、PDAを持っている人が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4に示す。

質問(i)より、今回の実験の被験者が判断した結果、予めシステムが用意していた問題と学習者のレベルは合致しており、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、今後も使ってみようと考えていた。質問(vi)より、

表3 アンケートの結果(5を最大とする5段階形式)

Table 3 Results of questionnaire.

質問内容	結果
(i) 提示された待遇表現は適切でしたか?	4.1
(ii) システムは使いやすかったですか?	3.1
(iii) 待遇表現学習に役立つと思いますか?	4.1
(iv) システムに興味をもちましたか?	4.1
(v) また使ってみようと思いますか?	4.1
(vi) 処理速度は適切でしたか?	4.3

表4 アンケートの結果(5を最大とする5段階形式)
Table 4 Results of questionnaire.

質問内容	結果
(i) 提示された問題の難易度は適切でしたか?	4.3
(ii) システムは使いやすかったですか?	3.3
(iii) 英語学習に役立つと思いますか?	4.2
(iv) システムに興味をもちましたか?	4.3
(v) また使ってみたいと思いますか?	3.8
(vi) システムの処理速度は適切でしたか?	4.7

処理速度についてもほぼ満足していた。被験者のコメントとして、「ゲーム形式で面白く学習できる。」「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。また、「本システムにより、今まで意識していなかった英語に気づいた。」という意見もあり、本システムの有効性が示せた。

5. おわりに

本論文では、いつでもどこでも日常的に学習が行える環境を目指した、ユビキタス学習環境(CSUL)を提案した。まず、計算機の移動性や組み込み性の特徴から、DCAL, CSPL, CSML, CSULの4つに学習環境を分類した。そして、CSULの特徴を考察し、CSULを支える教育学的理論として、Authentic Learningを示した。また、現実世界での日常生活を送る中での学習が重要である語学学習に着目し、語学学習を対象としたユビキタス学習環境であるCLUEを構築し、そのフレームワークを提案した。具体的には、CLUE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り、それぞれGPS、赤外線通信、RFIDタグなどの技術を用い、PDA上に構築した。また、これら以外に新たにサブシステムを追加する場合も、図2のシステム構成に基づいて構築できると考える。

初歩的な利用実験を行った結果、ユビキタス学習環境CLUEにより、現実世界での学習を指向した用例学習、待遇表現学習、単語学習は、概ね役立つという結果を得た。また、被験者らはCLUEに対してとても興味を示し、今後も使ってみてみたいと思う人が多かった。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、長期的な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.: Chart-

- ing Past, Present, and Future Research in Ubiquitous Computing, *ACM Transaction on Computer-Human Interaction*, Vol.7, No.1, pp.29-58 (2000).
- 2) Norman, D.A.: *The Invisible Computer*. MIT Press, Cambridge MA (1998).
- 3) Weiser, M.: Some computer science issues in ubiquitous computing, *Communications of ACM*, Vol.36, No.7, pp.75-84 (1993).
- 4) 椎尾一郎, 早坂達: モノに情報を貼りつける - RFIDタグとその応用 -, *情報処理*, Vol.40, No.8, pp.846-850 (1999).
- 5) 緒方広明, 矢野米雄: コ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). <http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/JSiSE-YR/vol8/doc/03-jul-egg01.pdf>
- 6) Ogata, H., and Yano, Y.: How Ubiquitous Computing can Support Language Learning, *Proc. of International Conference on KEST (Knowledge Economy meets of Science and Technology)*, pp.1-6 (2003).
- 7) 緒方広明, 濱口裕幸, 赤松亮, 矢野米雄: コビキタス学習環境を指向した語学学習環境の構築, *情報処理学会グループウェアとネットワークサービス研究会*, GN-49-14, pp.79-84 (2003).
- 8) Ogata, H., and Yano, Y.: Knowledge Awareness Map for Computer-Supported Ubiquitous Language-Learning, *IEEE International Conference on WMTE (Wireless and Mobile Technologies in Education)*, 2004. (in press)
- 9) Ogata, H., and Yano, Y.: Context-Aware Support for Computer-Supported Ubiquitous Learning, *IEEE International Conference on WMTE (Wireless and Mobile Technologies in Education)*, 2004. (in press)
- 10) 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).
- 11) Miller, G.A., and Gildea, P.M.: How children learn words, *Scientific American*, No.257, pp.94-99 (1987).
- 12) Lyytinen, K., and Yoo, Y.: Issues and Challenges in Ubiquitous Computing, *Communications of ACM*, Vol.45, No.12, pp.63-65 (2002).
- 13) Chen, Y.S., Kao, T.C., Sheu, J.P., and Chiang, C.Y.: A Mobile Scaffolding-Aid-Based Bird-Watching Learning System k *Proceedings of IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'02)*, pp.15-22, IEEE Computer Soci-

- ety Press (2002).
- 14) 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)*, pp.23-30, IEEE Computer Society Press (2002).
- 15) Brown, J. S., Collins, A., and Duguid, P.: Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, (Jan.-Feb.), pp.32-42 (1989).
- 16) Lankard, B.A.: New Ways of Learning in the Workplace. ERIC Digest No.161. (ED385778). ERIC Clearinghouse on Adult, Career and Vocational Education, Columbus, Ohio (1995). http://www.ericfacility.net/databases/ERIC_Digests/ed385778.html
- 17) Hwang, K.S.: Authentic Tasks in Second Language Learning, <http://tiger.coe.missouri.edu/~vlib/Sang's.html>
- 18) Lave, J. and Wenger, E.: *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge University Press (1991). (邦訳) 佐伯胖: 状況に埋め込まれた学習 - 正統的周辺参加 -, 産業図書 (1993).
- 19) Tatar, D., Rochelle, J., Vahey, P. and Penuel, W.: Handhelds Go to School: Lessons Learned, *IEEE Computer Society*, September, pp.30-37 (2003).
- 20) 緒方広明, 矢野米雄: アウェアネスを指向した開放型グループ学習支援システム, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J80-D-II, No.4, pp.874-883 (1997).
- 21) Ogata, H. and Yano, Y.: Combining Knowledge Awareness and Information Filtering in an Open-ended Collaborative Learning Environment, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol.11. pp.33-46 (2000).
- 22) 矢野米雄, 村田利恵, 越智洋司, 林敏浩: 日本語待遇表現学習支援システム JECY の試作, 教育システム情報学会誌, Vol.14, No.2, pp.105-112 (1997).

(平成11年 3月31日受付)

(平成10年12月 4日採録)



緒方 広明 (正会員)

1992年徳島大学工学部卒業。1994年同大学院博士前期課程修了。1995年同博士後期課程退学。同年,同大学工学部助手。現在,同助教授。博士(工学)。2001~2003年まで米国

コロラド大学ボルダー校 Center for Lifelong learning and Design 客員研究員。CSCW, CSCL, ユビキタスラーニング環境に興味をもつ。教育システム情報学会論文賞受賞。WebNet 99 Top Paper Award 受賞。電子情報通信学会, 人工知能学会, 教育システム情報学会, ACM, IEEE, AIED 各会員。



矢野 米雄 (正会員)

1969年大阪大学工学部卒業。1974年同大学院博士課程修了。工学博士。同年徳島大学工学部助手。現在,同教授。工学部長。1979~1980年米国イリノイ大学 Computer-based Education Research Laboratory 客員研究員。知的教育システム, 柔軟なデータベースの研究に従事。教育システム情報学会副会長。編集委員長, 電子情報通信学会和文誌編集委員を歴任。日本教育工学協会理事。電子情報通信学会。日本教育工学会, IEEE, AACE 各会員。

教育システム情報学会副会長。編集委員長, 電子情報通信学会和文誌編集委員を歴任。日本教育工学協会理事。電子情報通信学会。日本教育工学会, IEEE, AACE 各会員。