

# C言語学習のためのuラーニング環境の提案

結城 敬介<sup>†</sup> 岡本 辰夫<sup>†</sup> 國島 丈生<sup>††</sup> 横田 一正<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 岡山県立大学大学院情報系工学研究科 〒719-1197 岡山県総社市窪木 111

<sup>††</sup> 岡山県立大学情報工学部 〒719-1197 岡山県総社市窪木 111

E-mail: †{yuki,tatu,kunishi,yokota}@c.oka-pu.ac.jp

**あらまし** ICT インフラの進展に伴い, eラーニングの導入・活用事例が増加している. eラーニングの一形態であるWBT(Web Based Training) システムでは Web サーバ上に置かれた教材コンテンツを利用して自主学習を行う非同期型の学習形式であり, 我々はこれまで学習者の状態をより詳細に診断, 動的な教材の切り替え等の支援を行う適応型eラーニングシステム ADEL の研究・開発を行っている. そして近年, 携帯電話や PDA 等の携帯端末を用いた学習形態であるモバイルラーニングと, PC を用いた eラーニングとが相互補完・連携して学習を行う uラーニング (ユビキタスラーニング) の可能性が注目されている. 今までの uラーニングの活用事例としては, 語学教育や資格試験対策の学習などの暗記用の教材が多い. そこで本研究では, プログラムの動作の理解が重要となる C 言語学習に uラーニングの概念を導入し, ADEL を中心とした C 言語学習のための uラーニング環境の構築手法を提案する.

**キーワード** uラーニング, C言語学習

## A Proposal of u-Learning Enviroment for C Language Learning

Keisuke YUKI<sup>†</sup>, Tatsuo OKAMOTO<sup>†</sup>, Takeo KUNISHIMA<sup>††</sup>, and Kazumasa YOKOTA<sup>††</sup>

<sup>†</sup> Graduate School of Systems Engineering, Okayama Prefectural University

111, Kuboki, Soja, Okayama, 719-1197 Japan

<sup>††</sup> Faculty of Computer Science and System Engineering, Okayama Prefectural University

111, Kuboki, Soja, Okayama, 719-1197 Japan

E-mail: †{yuki,tatu,kunishi,yokota}@c.oka-pu.ac.jp

**Abstract** Introduction examples of e-learning increase with development of the information and communication technology. We proposed the adaptive e-learning system ADEL, which is based on rule base mechanisms. The ADEL use the diagnostic evaluation method in order to make detailed analysis of learners' learning conditions. In recent years, possibility of u-learning (ubiquitous learning) that complement mutually and cooperate with e-learning which is learning form with PC and mobile learning which is learning form with mobile-phone or PDA attracts attention. Conventional introduction example of u-Learning are teaching materials of rote learning such as language-learning and prep for certification exam. In this paper, we introduce a concept of u-learning into the C language learning that understanding of program behavior, propose construction method of u-learning environment for C language learning with ADEL-based.

**Key words** u-Learning, C language learning

### 1. はじめに

近年の社会全体に対する ICT インフラの進展に伴い, 大学等の高等教育や企業内教育において eラーニングを導入, 活用する事例が増加している. eラーニングにおいて非同期型に分類される WBT(Web Based Training) は, Web サーバ上に設置された学習コンテンツを Web ブラウザを用いて閲覧し, 学習者が自分のペースで学習を進めていくことができる学習形態

である. 我々はこれまで, 学習者の状態をより詳細に診断し, その結果に応じて動的に教材やメッセージの提示の機能を持つ, 適応型シーケンシング制御システムのモデルを提案してきた. そして現在, その提案モデルを実現するためのプロトタイプシステム ADEL(Adaptive e-Learning Sequencing Control System) の研究・開発を行っている [1] [2] [3].

近年, 携帯電話や PDA 等の携帯端末を用いた学習形態であるモバイルラーニングと, PC を用いた eラーニングの概念を

抱合する広い概念として、携帯端末や PC の利用を一手段とし、多様な携帯端末や PC などの多種多様なツールが相互補完・連携して学習を行う u ラーニング (ユビキタスラーニング) の可能性が注目されている [4]。今までの u ラーニングの活用事例としては、語学教育や資格試験対策、高校生の定期試験対策などの暗記用の学習教材が多い。

本稿では、暗記以外にプログラムの動作の理解が重要となるプログラミング言語学習での u ラーニング環境を提案する。その一例として、C 言語学習に u ラーニングの概念を導入し、前述した ADEL を中心とした C 言語学習のための u ラーニング環境の構築手法を提案する。

本稿では、2 章で u ラーニングの活用事例と C 言語学習のための u ラーニング環境の中心となる ADEL の概要について述べ、3 章で C 言語学習のため u ラーニング環境の概要について述べる。4 章で結論と今後の課題について述べる。

## 2. 関連研究

### 2.1 u ラーニングの活用事例

u ラーニングによる学習環境には、同期型と非同期型がある。同期型 u ラーニングの一例として、文献 [5] では各学習者は PDA または携帯電話を持ち、これらの機器から学習者は、教師や TA に質問や学習の理解度を伝えることができるシステムが挙げられている。また、講義の内容はビデオカメラで撮影されており、リアルタイムストリーミングを通して教室外の遠隔の学習者も同時に受講することができる。文献 [5] の事例には、英語学習において、穴埋め問題等の小テストの出題・解答、英語による質問に対する解答を PDA の機能を利用して録音、解答をサーバにアップロードして学習者同士で共有するといった事例が挙げられている。この事例のように、同期型の利用形態としては主として対面授業と併用され、授業の補完、休講授業の代替として利用されている。

非同期型 u ラーニングの事例としては、個人情報保護や ISO9000 などの資格試験対策として e ラーニングで提供されていた教材を携帯電話から利用できるようにした事例 [6] や、高校生向けの定期試験対策として、e ラーニングでの学習や Web 上での質問などのサポートの他に、携帯電話向けの定期試験対策の暗記ドリルとして携帯アプリを提供している事例がある [7]。

非同期型の事例では、利用形態としては今まで e ラーニングにより学習を行っていたものを携帯端末向けに用途を拡張し、より学習者が利用しやすい形態へと発展させており、今後もこのような u ラーニングの活用事例は今後も増加すると思われる。

### 2.2 適応型 e ラーニングシステム ADEL

ADEL の構成を図 1 に示す。ADEL に用いられている適応型シーケンシング制御モデルは、学習者に対する形式的又は総括的評価情報及び学習状態などの豊富な学習者の状態情報を活用し、各々の学習者に対して教育的な観点に基づいた適応的な学習制御を実現を目的としている。その制御の内容は、学習コンテンツの提示順の制御だけでなく、適宜アドバイスメッセージの発信を行う、といったことも考慮されている。また、これら一連のシステムを全体的に ECA ルールで統一的に制御

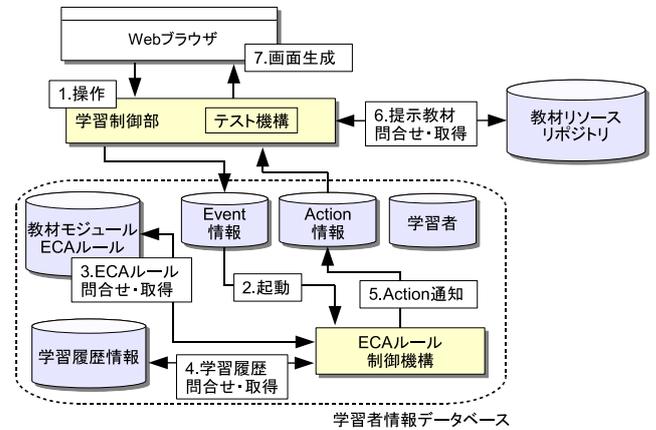


図 1 ADEL の構成

を行うことができるという特徴を持つ。ECA ルールとはアクティブデータベースの分野で用いられているルールの記述方式で、発生した事象 (Event)、条件 (Condition)、実行する操作 (Action) の 3 つを一組にして記述する。これにより、学習者の行動に応じて ECA ルールを評価、必要に応じて Action を起動し、学習者に適応した教材の提示を可能としている。

現在の ADEL では提示されるコンテンツである教材リソースを XHTML を基にした X-TDL (XHTML based Teaching-material Description Language) [8] で記述している。X-TDL は章や節などの教科書が持つ階層構造を木構造で表現した教材記述のための言語であり、自由な粒度での学習資源の再利用が可能である。

また我々はこれまでに、デバッガと連携し、発生したエラーやトレースした変数の情報を元に教材の提示を行う C 言語学習支援システムを提案している [9] [10]。C 言語学習での特に初期の学習者において、エラーメッセージの意味を理解し、原因を特定することは非常に困難であると考えられる。そこで、コンパイルや実行時の出力に含まれるエラーの種類といった情報を元に対応する教材を提示する。

学習者がプログラムの作成、コンパイル、実行の際に出力されたエラーメッセージや実行結果の解析や比較を行うことで、作成したプログラムの動作状況や発生したエラーの種類を特定し、Web ブラウザ上で教材の提示を行う。エラーが出力されなかった場合は、あらかじめ複数用意した評価用の入力と出力のデータを実行結果と比較することで評価を行う。実行時間など比較以外の評価を行う場合は、外部関数を呼び出すことで評価を行う。

また、学習者の抽象的概念の理解を促すために、演習課題の段階的詳細化を行う。初めにに学習者にブラックボックス化した関数を与え全体の動作を確認し、それぞれの関数について実装を行うといった学習を行う。

図 2 に C 言語演習システムの構成を示す。実際の C 言語演習システムの動作として、まず学習者は ADEL を用いて学習を進め、演習記述要素が提示されるとシステムは演習課題を ADEL より読み込む。次に学習者は演習課題に従ってソースコードを編集しコンパイルと実行を行う。このコンパイルと実

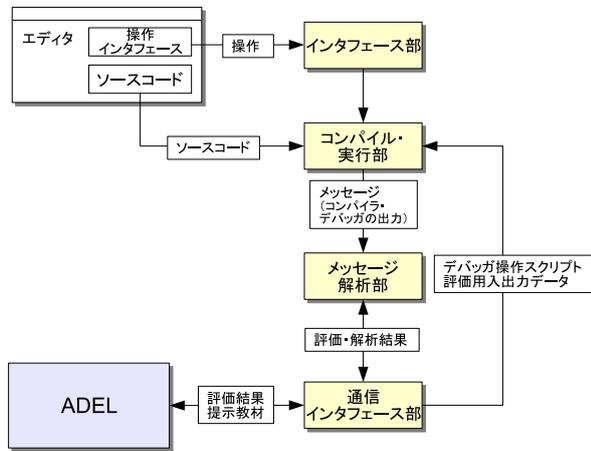


図2 C言語演習システムの構成

行はコンパイル・実行部で行われ、システムでコンパイラとデバッガの出力を取得する。この出力をメッセージ解析部で解析し、出力に含まれるエラーの種類や発生した箇所などを抽出する。これらの情報はインタフェースによってECAルールのEventとConditionに置き換えられる。この時のEventとしてコンパイルと実行、Conditionとして解析結果が用いられる。このEventとConditionを通信インタフェース部を介してADELに送信し、教材の要求を行う。

### 3. C言語学習のためのuラーニング環境

#### 3.1 C言語学習のためのuラーニング環境とは

本稿では、前述のADELを中心としたC言語学習のためのuラーニング環境の構築手法を提案する。uラーニング環境では、本来学習端末となるデバイスそれぞれの特徴を最大限生かすような教材提示が望ましい。しかしC言語学習を行うには、「プログラムを書き、動かしてみる」ということが学習効果を高める意味でも必要不可欠である。そのため、本稿ではこの点に絞って問題点を挙げ、提案システムの要件を述べる。

以下に学習端末となる各デバイスの特徴と問題点、学習時の周辺環境の考慮点を述べる。

#### 学習を行う端末の特徴と問題点

uラーニングにおいて学習に用いる学習端末は様々である。本稿で対象とする学習端末はデスクトップ型やノートブック型のPC、UMPC(Ultra-Mobile PC)等の小型で手軽に携帯できるPC、PDA、スマートフォン等の比較的多機能な携帯端末を学習環境として取り扱う。これらは、画面の大きさ、性能の良し悪しの2つの軸で考えることができる。この中で、デスクトップPCやノートPC(以降PC等)などは画面を広く使え、性能も高い。それと比較してUMPCでは、使える機能にはそれほど差はないが、画面の解像度は低くなり、性能もPC等と比較して落ちる。さらに、PDA・スマートフォン(以降PDA等)ではPCと比較してコンパイラの動作が許可されていないなど機能の面での制限があり、画面の解像度もさらに低くなる。画面の解像度が低くなると、それだけ一度に提示できる教材の情報量も落ちるので、WBT形式の教材をそのまま提示したの

では、それが学習の妨げになったり、内容の見返すことが不便になると考えられる。

現在のADELはWBT形式のeラーニングシステムであり、いわゆるPCのWebブラウザからのアクセス、学習を想定している。そのため、画面や文字の大きさ、インタフェースはPC向けに最適化されている。よって携帯端末からのアクセス時には、端末の種類によってはシステムが動作しない、動作する端末であっても携帯端末の画面の解像度では教材の閲覧が困難である。

また、C言語学習支援システムもPCから利用し、実際にプログラムを作成、コンパイル、実行してプログラムの動作を理解するためのシステムである。これを携帯端末で利用しようとすると、端末の種類によってはそもそもコンパイラの動作が許可されない場合があり、また、コンパイラが動作したとしても画面の大きさやキーボードなどの入力インタフェースの問題によりプログラムの作成が困難である。

#### 学習時の周辺環境

PDA等で学習を行う場合の一例として、通勤・通学中が挙げられる。この場合の通常のeラーニングとの周辺環境の面の大きな違いは、列車、バスなどの騒音や振動、また周りの人への配慮など、学習者が十分に学習内容へ集中できないという問題点がある。また、PDA等はハードウェア自体の画面が小さいので、WBT形式の教材そのままでは閲覧が不便であるということもこの問題と相互に作用し、十分な理解が得られないと考えられる。そのため、このような周辺環境の下で学習するときの教材はこれらの問題に十分配慮する必要がある。

#### 3.2 要件

前節までに挙げた問題点から、C言語学習のためのuラーニング環境の要件についてまとめる。

- 学習端末の画面の解像度に合わせた教材提示ができる。
- 学習時の周辺環境を考慮した教材提示ができる。
- 学習端末のコンパイラ動作の可否に応じたプログラムの動作理解のための教材提供を行う。
- オフライン環境下でも学習可能なシステムの提供を行う。次節以降でこれらの要件を満たすための具体的な機能について述べる。

#### 3.3 各機能の詳細

ここでは、C言語学習のためのuラーニング環境に必要な各機能についての詳細を説明する。主な機能としては、学習端末の用途に合わせた教材提示、コンパイラ動作の可否に対応した学習教材、オフライン環境での学習機能である。

ここで、C言語を学習する際の流れを実際の教材を例に示す。図3はC言語教材の構成例である。

提案システムのC言語教材は、単元の内容説明やアルゴリズムの解説が記述されている「教科書形式」、単元の内容に沿ったプログラムを作成、実行する「演習形式」の学習、単元での学習者の理解度を測る「確認テスト」から構成されている。

#### 学習端末の用途に合わせた教材提示

ここでは、携帯端末でのC言語学習を行うための教材提示手法について述べる。

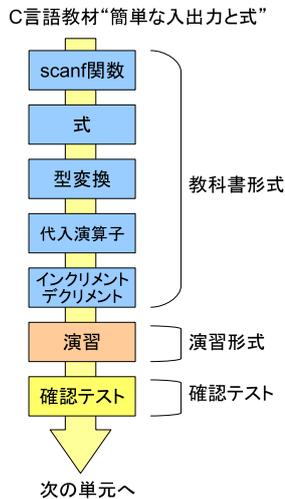


図3 想定する C 言語教材

携帯端末を用いて学習を行う場面として、通勤・通学中、つまり電車・バスの中での学習を行う場合が考えられると述べたが、その際の周辺環境の影響で、学習者は常に画面を見ていないという問題がある。これを解決するために、「教科書形式」の教材の文章の発話を行い、学習者が画面を常に見ていなくても、教材中の文章の内容を把握することを可能にする。また、学習者に画面を注目させたいときには、発話の一時停止を行い、学習者に画面を注目させる。提示するための教材の情報として、あらかじめ一時停止する箇所を教材リソースに記述しておく。

また、「教科書形式」の教材では、学習者の理解を補助するために画像が多く使われているが、携帯端末の画面解像度の低さの影響により、学習者が画像を見る際には画面遷移が多く発生し、学習者の理解が妨げられると考えられる。これに対応するため、学習者が画像のリンクをポイントしたときに画面上に画像のポップアップ表示を行い、画面遷移なく学習者が画像を見られるようにする。これは、教材リソースの画像情報からポップアップ表示の記述を教材リソースへ埋め込んでおくことで実現する。

上記2つの教材提示イメージを図4に示す。

「教科書形式」の教材では、アルゴリズムの説明や例題等でもソースプログラムを示す場合が多い。また、「確認テスト」においても、学習内容の理解度を問う問題として、プログラムの内容や流れを追わせて問題を解かせるものが多い。例えば、ソースプログラムを提示して出力結果を問う問題や、ソースプログラムの一部を空欄にして、そこに正しいコードを記述させる穴埋め問題等がある。しかし、プログラムの量が多くなると、携帯端末を用いてソースプログラムを学習者が読むのは読みづらい、読み返しにくい等、閲覧に支障が出ると考えられる。そこで、関数や条件文の内容を折りたたんで提示することにより、学習者が必要なときだけ内容を閲覧できるような提示方式を採用。これは、構文解析により関数や条件文の場所を検出し、折りたたみの記述を教材リソースに埋め込むことにより実現する。

また、ソースプログラム中には内容の説明のためにコメント

## 2つの演算子...

2つの演算子が異なるデータ型であるとき、順位の高い方へとデータの型変換が自動的に行われる。C言語のデータ型には順位があり、順位の低いものから並べると次のようになる。

一時停止

```
char < int < float < double < long double
```

代入式の右辺にどんなデータ型が来ても、その値は左辺のデータ型に型変換されて代入される。これを右図に示す。参照図

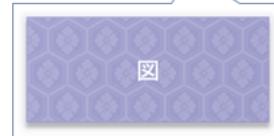


図4 教材提示イメージ(1)

## 問題:[A]に入るコードは?

<pre>#include &lt;stdio.h&gt; int add(int x){     static int a;     a += x;     return a; } int main0(){     int i, sum; /* iは繰り返しのための変数, sumは足された数の合計を表す */     sum = 0;     for(i=1;i&lt;=10;i++){         sum = [ A ];     }     printf("合計は: %d\n", sum);     return 0; }</pre>	→	<pre>#include &lt;stdio.h&gt; int add[ ... ] int main0(){     int i, sum; /* iは繰り返しのための変数, sumは足された数の合計を表す */     sum = 0;     for[ ... ]     printf("合計は: %d\n", sum);     return 0; }</pre>
---	---	---

図5 教材提示イメージ(2)

が挿入されているが、画面解像度の低い携帯端末では、長いコメントは読みづらいと考えられる。そのために、長いコメントでは学習者がコメントのリンクをポイントしたときのみ、コメントをポップアップ表示させるような提示を行う。これは、コメントの文字数を判断して教材リソースにポップアップの記述を埋め込むことで実現する。

上記2つの教材提示イメージを図5に示す。

これまでの教材の提示方式の提案は、Flash等の環境による実現を考えているが、これらの環境が動作しない携帯端末も多い。そのため、これらの環境でも学習できる折りたたみ方式の提示について述べる。折りたたみ方式では、ADELのサーバ側で教材の変換を行う。変換した教材のイメージを図6に示す。ここでは限られた画面を有効に使う手法として、ADELの教材モジュールが提示単位(章、節、内容)を示したX-TDLの部分木ごとに階層的に折りたたんで提示する。これにより、現在注目している教材のみを学習者に見せ、それ以外の部分を隠して提示することが可能となり、狭い画面を有効に使うことができる。教材提示のイメージを図6に示す。

第1節 情報を得る 目次		Next >
1.1 どのように情報を得るか	more	
1.2 情報とは	hide	
(1)から(4)のいずれの方法をとるかによって、次にとる行動が異なってくるが多く、満足度や出費もちがってくる。この「ちがひ」を生み出すもの、つまり、意志決定の材料になるものが「 <b>情報(Information)</b> 」であるといえる。情報を取り入れるものとちがえば、情報の内容が異なることが多い		
1.3 情報の収集と情報源	more	

図 6 折りたたみ方式での教材提示のイメージ

```

演習 コンパイル 戻る
int main(void){
    int i,sum;

    i=1;
    sum=0;
    while(i { /*条件:iが10を超えるまで*/
              /*sumの値にiを足す*/
              /*iを+1*/
            }
    printf("sum=%d\n",sum);
    return 0;
}
  
```

図 7 穴埋め問題による演習のイメージ

どの提示形式で教材提示を行うかは、基本的には学習環境をECAルール中に記述する。これにより、学習教材の提示時に学習者の学習環境を取得、それをトリガとしてECAルールを起動し、自動的に上記の提示方式による教材の変換を行う。また、これらの提示形式は様々な学習環境で利用することを考慮に入れる必要がある。例えば、提案方式での学習中に全体の内容を俯瞰するために既存のWBT教材に切り替える場合等が考えられる。そのため、学習者が学習中に提示形式を切り替えることも可能である。

### コンパイラ動作の可否に対応した学習教材

学習環境によって用いる学習端末が違うため、学習端末ごとによるコンパイラ動作の可否を考慮した教材提示が必要となる。C言語等のプログラミング言語の学習では、プログラムの動作の理解が重要であり、実際にプログラムを作成、コンパイル、実行の一連の流れによる演習を行うことは、プログラミング言語の習得において欠かすことのできないプロセスである。

PC等のコンパイラが動作する学習端末では、文献[9][10]で我々が提案しているC言語学習支援システムを用いる。このシステムでは、変数の値やエラーメッセージといった情報をトレースするデバッガと連携し、学習者の学習支援となる教材を提示する。

コンパイラがOS等の問題により動作しない学習端末、例えばPDA等では、プログラムを記述し動作させることが端末上でのみの操作では不可能である。そのため、別のアプローチでプログラムの動作を理解できるような学習を行う必要がある。

アプローチの一つには、PDA等でソースプログラムを入力、ADELサーバにそれを送信してサーバ上でコンパイルを行い、コンパイルが成功した場合は出力結果を携帯端末側に返し、コンパイルエラーが発生した場合はC言語演習システムの機能により、コンパイルエラーの内容やそれに対応した教材を提示する。コンパイルが成功した場合でも実行時のエラーやプログラムが無限ループなどで出力結果が返ってこない場合も同様に、C言語演習システムから実行エラーの内容やそれに対応した教材を提示する。また、PDA等では入力インタフェースの違いから、PC等と比較してソースプログラムを入力するのは難しい。そのため、我々が提案している穴埋め問題自動生成手法[11]を利用し、生成された問題を解くことにより、演習の代替として学習を行う。この手法のイメージを図7に示す。

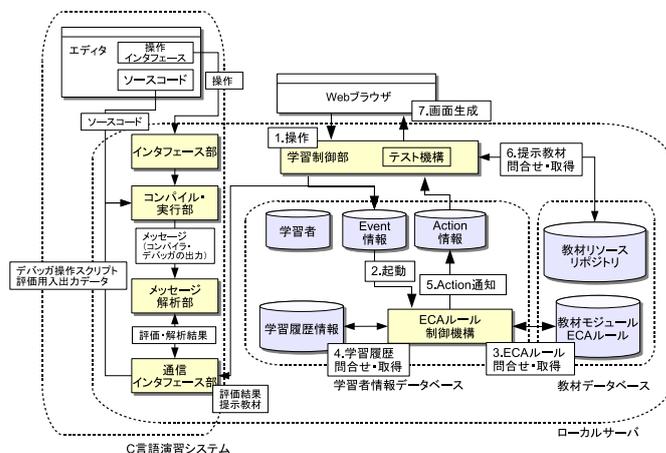


図 8 オフライン学習機能

### オフライン環境での学習機能

今までのeラーニング環境では、ネットワークに接続されている環境での学習が前提だったが、uラーニング環境で学習を行う場合を考えると、ネットワークに接続していない場合、いわゆるオフライン環境での学習を考慮する必要がある。これに対応するため、オフライン環境でも提案環境を用いてC言語学習を行える機能を提供する。

方法としては、あらかじめ携帯端末のブラウザ上で学習できる教材を導入する。ADELサーバからローカルで学習したい教材単位（教材パッケージ）のダウンロードを行い、オフライン環境ではこの教材を用いて学習を行う。そして、再度ネットワークに接続したときにオフライン環境で学習した情報（学習履歴等）をADELサーバの情報との同期を行う。オフライン環境での学習の流れを図8に示す。

### 3.4 提案システムでのC言語学習

前節までに挙げた機能をADELへ追加、拡張を行い、C言語学習のためのuラーニング環境を構築する。全体の構成を図9に示す。

提案環境でのC言語学習は以下のような流れで行われる。

- (1) 学習者はブラウザ上に提示された用語説明、アルゴリズムの解説などで単元の内容を把握する。
- (2) 単元の内容を把握した後、実際にプログラムソースを作成、プログラムのコンパイル、実行し、プログラムの動作を把握することで内容を理解する。

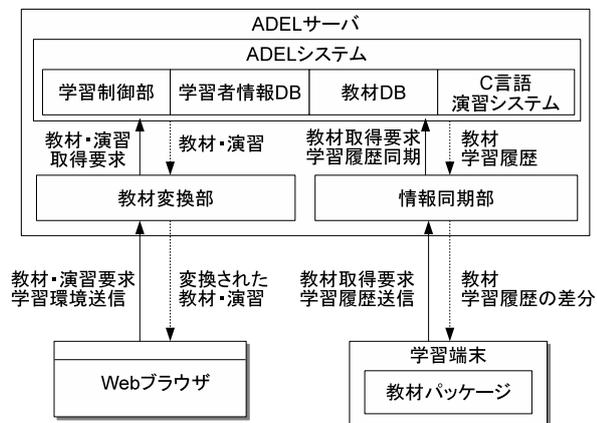


図9 C言語学習のためのuラーニング環境の構成

(3) 単元の内容の理解度を測るために確認テストを行う。

(1), (3) では、これまでに提案してきた教材提示形式での学習、環境に応じて必要があれば折りたたみ形式や、既存のWBT形式での教材提示での学習を行う。これらの教材は学習環境を検知してECAルールのトリガとし、それぞれに応じた教材を提示する。

(2) では、コンパイラが動作する環境では前述のC言語演習支援システムを用いてプログラミング演習を行い、PDA等のコンパイラの動作が許可されていない環境では、学習端末側で入力したプログラムソースをサーバ側に送ってそこでコンパイルを行い、その結果に応じた教材提示等を行う。または自動生成された穴埋め問題を解答することにより、演習の代替とする。

また、ネットワーク環境に学習端末がない、いわゆるオフライン環境に学習端末がある場合に学習を可能にする、オフライン学習機能も提供する。

#### 4. おわりに

本稿では、プログラムの動作の理解が重要となるプログラミング言語学習の一例として、C言語学習にuラーニングの概念を導入し、ADELを中心としたC言語学習のためのuラーニング環境の構築手法の提案を行った。今までのeラーニングによるC言語学習をuラーニング環境へと拡張することにより、学習者にとってプログラミング言語の学習をより身近なものとし、またuラーニングの新たな可能性を示した。

今後の課題としては、提案手法のプロトタイプシステムを構築することが挙げられる。また、提案システムを用いた実証実験を行い、学習者のC言語学習に対する学習効果の評価を行う必要がある。今後はこれらの課題に対して研究開発を進めていく。

#### 文 献

[1] 延原哲也, 小山嘉紀, 三宅新二, 庄司成臣, 劉渤江, 横田一正, “学習者の理解度に対応した適応型eラーニングシステムの考察,” 日本データベース学会 Letters, Vol.3, No.2, pp.85-88, 2004.  
 [2] 延原哲也, 劉渤江, 横田一正, “ECAルールによる適応型eラーニング・シーケンシング制御モデル,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.106, No.148, DE2006-22, pp.1-6, 2006.  
 [3] 小西裕, 延原哲也, 横田一正, “適応型eラーニングシステム

ADELにおけるECAルール制御機構の実現,” 平成19年度電気・情報関連学会中国支部第58回連合大会, pp.473-474, Oct.20, 2007.

[4] 大嶋淳俊, “ユビキタスラーニング(u-Learning)〜ユビキタス技術による新しい学習者中心の社会へ〜,” UFJ Institute REPORT, 2005.12, Vol.10, No.4.  
 [5] 緒方広明, 矢野米雄, “徳島大学におけるユビキタスラーニング(u-Learning)の取り組み,” メディア教育研究, Vol.3, No.1, pp.19-27, 2006.  
 [6] ビズコム・ジャパン, <http://www.bizcom.co.jp/>.  
 [7] 進研ゼミ高校講座, ベネッセコーポレーション, <http://www.zemi.ne.jp/>.  
 [8] 庄司成臣, 小山嘉紀, 延原哲也, 劉渤江, 國島丈生, 横田一正, “eラーニングのための教材流通アーキテクチャの提案,” 第16回データ工学ワークショップ(DEWS2005), Feb.28-Mar.2, 2005.  
 [9] 西輝之, 劉渤江, 横田一正, “デバッグとの連携によるC言語学習支援システムの提案,” 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.106, No.583, ET2006-136, pp.173-178, 2006.  
 [10] 西輝之, 横田一正, “eラーニングを用いたプログラミング学習実現に向けての考察,” 平成19年度電気・情報関連学会中国支部第58回連合大会, pp.471-472, 2007年10月20日.  
 [11] 有安浩平, 池田絵里, 岡本辰夫, 國島丈生, 横田一正, “学習者に合わせたC言語演習穴埋め問題の自動生成,” 第1回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム(DEIM2009), Mar.8-10, 2009.