

# 唐詩学習CALLシステムの研究と構築について

廖 繼 莉・吉 田 光 演

広島大学総合科学研究科博士課程後期・広島大学総合科学研究科

## Research and Construction of CALL System of Chinese Tang Poetry

Jili Liao and Mitsunobu Yoshida

*Graduate School of Integrated Arts and Sciences, Hiroshima University*

As one of the representatives of Chinese classical literature and culture, Tang Poetry is an indispensable teaching resource in Chinese learning. Therefore, aiming at non-native speakers of Chinese, this paper proposes a Web-based intelligent CALL system of Tang Poetry, and introduces the functions, characteristics and realized methods of this CALL system. The CALL system consists of three parts: the website of Tang Poetry learning, a neural network assessment system and a fuzzy didactical content arrangement system. Compared with the previous websites of Tang Poetry learning, this CALL system is characterized by dynamic behavior. The neural network model is used to assess the learner's cognitive knowledge level automatically by recording and analyzing their online browsing behavior. Based on the assessment, the fuzzy controller, which simulates the teaching methods of a teacher with rich experiences, is employed to arrange the didactical content of the next class reasonably for every learner. Therefore, the goal of individualized teaching of intelligent

CALL is achieved.

### 0. 目的と構成<sup>1)</sup>

情報技術、特にパーソナルコンピュータとインターネットの急速な普及によって、異なる言語圏の情報探索・相互コミュニケーションが容易になり、外国語学習の技術上の可能性が広がっている。IT技術はまた、唐代の詩のように時空を超えた古典文学の学習にも応用可能である。本論文は、現在のネットワーク統合型・協調型のCALLの発展に基づいて新しいタイプの唐詩学習CALLシステムの基本設計思想を提示することを目的とする。本論文の構成は概略次の通りである。最初に、CALLの概念とCALLの歴史を概観し、現在のCALLの状況を略述する。第二に、唐詩学習CALLシステムの研究の背景と目的を紹介する。第3節では、唐詩学習CALLシステムの三つの設計思想（教育プラットフォーム、ニューラルネットワーク評価システム、ファジイ制御システム）を説明する。最後に、唐詩CALLシステム開発に関する現在の進展状況と問題点について述べる。

## 1. CALLとは何か

CALL（コール）はComputer-Assisted Language Learning（コンピュータ支援言語学習）の略称で、言語教育、特に外国語教育においてコンピュータを利用した教育と学習の方法を研究し、そして、教育・学習の場に応用する分野である。コンピュータが発明され、利用され始めた当初は言語教育での応用例は稀だったが、1980年代に入って、コンピュータの言語教育への応用は増えていった。CALLについては、例えば次のような定義がある。

- (1) Computer-assisted Language Learning: any use of computers to provide language instruction or to support language learning. ("Oxford Handbook of Computational Linguistics", p.732)
- (2) CALL has been defined as "the search for and study of applications on the computer in language teaching and learning" and is now used routinely in a variety of instructional situations. (Fotos and Browne 2004, "The Development of CALL and Current Options", p. 3)

今日ではCALLシステムは、授業の場でコンピュータが教師の役割を代替することでも教師の補助をすることでもなく、個々の学習者の能力と学習スピードに合わせて個別的に外国語学習スタイルを提供するシステムとして把握されている (cf. 北尾 1994)。我々が構築をめざす唐詩学習CALLシステムも基本的にこのコンセプトに基づいている。

## 2. CALLの発展歴史

### 2.1 CALL発展の背景

CALLは既に40年余りの歴史があり、その進展は2つの側面——一つはコンピュータ技術の発

展、もう一つは言語教育理論の発展——に大きく影響を受けた。コンピュータ技術はこの40年間で飛躍的に発展した。1960年代の大規模ホストコンピュータから1970代末のパソコン時代へ、更に1990年代のネットワークとマルチメディアを組み合わせたコンピュータへと進化した。同時に言語教育理論も大きく変わり、この間に行動主義・構造言語学（1950～1960年代）から認知学習理論（1970～1980年代）へ、更に社会認知学習理論（1980年代～現在）へと変化した。幸い、コンピュータ技術の三度の発展は三つの言語教育理論の展開とほぼ対応しており、CALLは両方の発展から影響を受けて著しい進歩を遂げた。

### 2.2 CALLの発展

CALLは、言語教育学習理論の変遷に即して、Structural CALL, Communicative CALL, Integrative CALLの三段階に分けられる。以下2.2.1～2.2.3は、Warschauer and Healey 1998とWarschauer 2000の記述に基づいてこれらの三段階をまとめたものである。

#### 2.2.1 Structural CALL: Structural Approaches to CALL (1970～1980年代)

構造的CALLは1950年代の準備段階を経て、60～70年代に本格実施された。この理論の基礎は当時主導的位置を占めていた構造言語学と行動主義心理学である。この時期のCALLは「刺激—反応」のモードによって4つのステップに設定されていた。それは刺激（言語入力）、反応（学習者のフィード・バック）、正解（正しい解答）と繰り返し強化である。練習の種類は主に反復型の文型練習であった。この時期の有名なシステムはイリノイ大学のPLATO (Logic for Automated Operations; 1960) というシステムであった。（このシステムには語彙練習、文法解説、文型練習、翻訳のテストが含まれる。）この段階のコンピュータは、「チューター」として学習者に大量の練習を提供し、迅速にフィード・

バックすることができることが特徴であった。練習に対する正しい解答は唯一のものに限定されていたので、学習者には自由に問題に答える余地は与えられていなかった。

当時のCALLシステムは大規模ホストコンピュータに基づいて開発され、コンピュータのハードとソフトウェアには限界があった。そのため練習が機械的で、学習者は学習意欲を高めにくいという欠陥があった。また、認知学習理論の影響が徐々に広がったため、構造的CALLが依存した理論は批判にさらされた。他方、コンピュータ技術の著しい発展に伴って、大規模ホストコンピュータに代わって、パーソナルコンピュータが広く応用されるようになった。そこで第二段階のCALLが考案されることとなった。

## 2.2.2 Communicative CALL: Cognitive Approaches to CALL (1980~1990年代)

70年代末からの認知学習理論の隆盛に伴って、言語学習過程が機械的な「刺激-反応」過程ではなく、学習者が自らの認知能力を活用して学習対象である言語の体系を再構築する過程であると認識されるようになった。そこで、この時期のCALLの練習では学習者が理解できる内容の言語資料を使って、学習者自身が自らの能動性に基づいて積極的に言語を使用することが望ましいと考えられ、問題解決と仮説検証の手段を通じて言語の内的規則を学習することが強調された。この時期で有名なものは、MITで開発された *A la rencontre de Philippe* (Furstenberg et al. 1993) という中上級フランス語学習ソフトウェアである。このプログラムにはビデオも付属しており、HyperCardで作られたソフトウェアには音声、テキスト、絵が含まれている。学習者は仮想のパリの地図を見て、道路標識などを利用して、自由にパリを見物することができる。また、情報収集探索のための手段も与えられ、練習の解答も唯一のものに限定されず、学習者は自由に答えることがで

きる。

この段階のコンピュータは「生徒 (pupil)」の役割を果たした。学習者は単純な指令を通じてコンピュータによって課題を完成させる。これによって、学習者自身の能動性を引き出すことができたが、コンピュータシステムはまだ十分な性能を備えておらず、ネットワークも貧弱であったため、この段階の学習者は、一つの閉じたシステムと仮想学習環境 (virtual learning environment) の中で人間と機械の仮想コミュニケーションを行うだけで、現実の文脈の中での実践的コミュニケーションとはかけ離れていた。コミュニケーション能力がより重視されるに従って、現実の社会的文脈の中で学習者が、他者と目的と意味にそったコミュニケーションを行うことが求められるようになり、学習者のコミュニケーション能力をどのように育成するのかということがCALLの新しい課題になった。特に、90年代のインターネットとマルチメディア技術の発展は、この教育目標の実現のための重要な原動力となった。

## 2.2.3 Integrative CALL: Sociocognitive Approaches to CALL (21世紀)

第三段階のCALLの理論的基礎は、「コミュニケーション能力」を基礎とする社会認知学習理論である。そこでは言語の正確性が強調されるだけではなく、更に言語使用の適切さと言語を利用する社会文化的要素が重要視されるようになった。この段階のCALLの特徴は主に次の通りである。①ネットワーク資源を活用して、学習者に大量の現実場面の言語材料を提供する。②ネットワークが学習者に言語運用のための空間を積極的に提供する。③学生は四つの言語技能を総合的に利用することができる。④大規模な形で学習過程の個性化のニーズを満たす。この段階のコンピュータは「一つのまとまった道具 (toolkit)」として機能し、学習者はそれを利用して学習課題を完成し、他者とコミュニケーションを行うことができる。それゆえに学

習の主導権は学習者が持つようになったと言える。

ネットワークとマルチメディアの進化につれて、人間と機械のコミュニケーション(interaction with computer)は、コンピュータの媒介によって漸く人と人のコミュニケーション(interaction with other humans via computer)に変わってきた。コミュニケーション方法も多様化し、例えばチャットツールのような同期コミュニケーション(synchronous communication)や、E-mailのような非同期コミュニケーション(asynchronous communication)もあれば、一対一のコミュニケーションや、一対多のようなコミュニケーションも可能になった。ネットワークが広範に使用できるようになったことは、教育理念、教育方法、教育実践と教育評価に対して大きな影響を与えることとなった。

### 2.3 CALL発展の今後の方向性

以上見たように、コンピュータ技術の発展と言語教育理論の発展につれてCALLは進歩してきた。現在の言語教育理論は主に、①学習者に関する研究を重視する方向、②学習者の言語能力を育成することを強調する方向、③異文化間コミュニケーション能力の育成を重視する方向に向かっている。一方、ネットワークとオンライン学習の普及率は更に上昇している。世界中でネットワークを使っている人口は2005年に11億を超えたと言われている。中国ネットワーク情報センター(CNNIC)によると、2006年6月30日時点でネットワークを使っている中国人は1億2,300万人に達した。その内の1,500万人はネットワーク学習サービスをよく利用しており、その数は全利用人口の12%を占めている。

従来のCALLはコンピュータの媒介が必要であり、CALL教室やパソコンがなければ、学習者は学習に参加できなかった。しかし、現在のネットワークは多様化し、ネットワーク端末の範囲はコンピュータだけではなく、PDA、携帯

電話やデジタル・テレビにまで広がった。日本情報通信ネットワーク産業協会(CIAJ)の「携帯電話の利用実態調査(2004)」によると、携帯電話からのインターネットメール、インターネット接続の利用者は年々増加し、2004年の利用者割合は被調査者の91.8%で、また、利用者は様々の年齢層に浸透していることが明らかとなった。このように、言語教育に使用できる手段は多様化し、便利になった。更に、携帯電話を利用したCALL教材にも注目が集まっている。例えば三枝(2002)のように、携帯電話で動画再生ができるようになったことを利用して、発音ムービーを携帯電話へ配信し、携帯電話で教材利用を試みる実験も行われている(三枝 2002)。

以上概観したように、これからのネットワーク社会における言語教育の中で(広義の)CALLは、これまで以上に大きな影響力を発揮することが予測できる。

## 3. 唐詩学習CALLシステム開発の背景

### 3.1 なぜ唐詩を対象として選ぶのか?

中国経済の急速な発展と国際交流の増加とともに中国語の需要は高まっている。2005年の中国政府の統計によると、中国以外で中国語を勉強している人々の数は3,000万人を超える。100の国、2,500余りの大学で中国語の授業が行われており、日本では中国語を学ぶ人口は既に200万人を上回っている。文化・文学についての教育は外国語教育の重要な要素の一つであり、外国人のための中国語教育においても一定の段階で唐詩の教育が必要になる。なぜなら、中国は詩の国と言われるように詩歌が盛んであり、詩歌において言語と文化が密接に結びついているからである。詩歌が最盛期を迎えた唐代には、詩歌の量だけではなく、詩人の数も前の時代より増えた。清朝の『御制全唐詩序』は『全唐詩』が含む詩歌の数は48,900余り、詩人の数は2,200人余りと述べている。平岡武夫『唐代の詩篇』

(中国語訳《唐代的诗篇》, 上海古籍出版社, 1991) の統計によると、『全唐詩』は詩歌を49,403首, 文章を1,555個収めており, 作者の数は2,873人を記録するという。筆者(廖繼莉)が修士論文(廖 2005)の一環として作成した唐詩データベースは, 全部で57,379首の唐詩を収録している。中国人は皆小学校から唐詩を勉強しなければならず, 中国人にとって唐詩は中国古典文化への初めての接触でもある。現代でも, いくつかの唐詩と典故は日常生活の中でなお広範に用いられている。唐詩の韻律美・文体美や深い内容は, 人々を感動させ, 啓発する。中国語を外国語として学ぶ学習者は, 唐詩を詠唱し学習することを通じて, 中国語のピンインを一層よく学ぶことができ, 中国語の平仄と音律についての理解が進み, 中国古典文化について理解できるようになるだろう。それによって, 中国人の思考方式と民族的習慣, 文化的背景についての理解も進む。

上述したように, 文化・文学教育は外国語教育の構成要素であるが, 他方, その適切な提示については困難を伴う。非母語話者の中国語学習者が, どのような文化・文学の知識を欲しているか, 教える側がどのような文化・文学知識を教える価値があると考えているか, どのように教えるのか, これらを正確に評価して適切な教材を提示するには広範な研究と調査が必要である。この意味で, 体系的データベースと体系的で柔軟な教育システムを備えたコンピュータ支援学習システムに唐詩学習を組み込むことは有意義である。

以上見たように, 中国語学習者が増えている中で, 彼らを対象とした言語教育の一部として文学・文化についての教育は必要であり, 中国の文学・文化の重要な一環として唐詩の教育も必要と考える。これがCALLシステムに唐詩学習を組み込む理由である。

## 3.2 唐詩学習教育に関する先行研究

### 3.2.1 唐詩の収集と整理(文献学)

唐詩の数は膨大で, 詩人の数も多く, 唐詩の収集と整理を行うことが唐詩研究の第一の課題である。この仕事は唐代に既に始まり, 歴代の学者による長期的な収集努力を経た後, 清朝になると康熙帝の勅命によって揚州天寧寺で全ての唐詩が収集編纂され, 胡震亨『唐音統籤』, 季振宜『唐詩』を基礎に, 補正校訂を経て『全唐詩』900巻が編纂された。『四庫全書総目次』では「この詩文集が出てからは, これより更に広範で精密なものはない」とある。この本は清代に何回も復刻印刷された。現代中国においても, 1960年には中華書局が句読点を入れた点校冊を出版し, 1986年には上海古籍出版社は復刻版を出版している。これら2種類のバージョンは, 中国国内外の図書館と中国古典文学の研究者によって収集され, 現在の唐詩に関する研究の主要な典拠になっている。

『全唐詩』が編纂された当時は, 様々の制約で多くの文献典籍が欠けていたため, 唐の詩歌が全て収集されたわけではなく, 多くの誤謬遺漏があった。そのため後代の学者による新しい資料に基づいた整理が行われた。例えば, 日本人の市河寛齋は『全唐詩逸』3巻を編纂し, また中国では王重民・孫望・童養年『全唐詩外篇』(2冊)や陳尚君氏『全唐詩続拾』(3冊)が公刊され, 約6,000首が輯佚(追加収集)された。これらは唐詩研究のための新しい資料を提供した。唐詩の収集整理は文献学的研究に属するが, これはまた唐詩研究のための第一歩でもある。

### 3.2.2 唐詩の鑑賞(文学研究)

「詩はもって興すべく, もって観るべく, もって群すべく, もって怨むべし。」(『論語』陽貨篇)。詩人は意識的に中国語の平仄と音律を用いて詩歌の創作を行って, 自分の感情と人生の体験を歌った。一方, 読者は詩歌を繰り返し詠唱することを通して, 詩人と共鳴し, 詩人の感

情を理解し、同時に自身の体験も昇華させた。後代の読者により良く詩人の感情と経験を理解させるため、多くの読者は自分の感想を書き記して、詩歌鑑賞という専門的文学形式を創造した。中国の伝承では、『唐詩三百首』を暗唱すれば、詩を作れなくても、詩のようなリズムに合わせた表現ができると言われる。従って、唐詩を分析し、詩人の創作背景と動機・詩歌の意味・語釈・詩歌の韻律などを紹介することができれば、現代の読者により良く唐詩の精妙を理解させ、さらに中国の古典文化を理解させることができる。

### 3.2.3 唐詩の音韻についての研究（音韻論）

詩歌は音楽性を持っている、つまり自然な音韻リズムを持つ。これは普通の日常言語と大きく異なっている。漢詩の場合、中国語の音声構造の中の反映として、音韻リズムは主に韻律と平仄によって表される。韻律は、同じ韻の音が一定の規則によって詩歌の中で繰り返し応対することを意味する。平仄は、声調の変化と組み合わせから形成される、つまり音声の高低・断続によって形成された法則からなる音調の拍子である。これらはすべて中国語という言語の特徴と関係があり、音韻論的研究に属する。唐詩の平仄と音律に関する研究や、唐詩ならではの理論や特徴などを考察して詩歌の創作に応用できる規則を提示する研究は長い間なされてきた。清朝の趙執信『声調譜』はその代表だが、それ以後の専門書は唐詩の平仄を分析して、近体詩の平仄と押韻の規則を立てた。現代では読者に全面的に古代詩歌の平仄と音律を理解させるため、詩歌の起源・発展から韻律の要点まで紹介するなど、古典詩歌の韻律の紹介を行う本が多数ある（王力『漢語詩律学』など）。

### 3.2.4 ネットワーク上の唐詩学習ホームページとその問題点

ネットワークの発達に伴って、ネットワークを通じて知識を求めることや研究を行うことが

次第に広まっている。唐詩のような古典文学の形式も、ネットワークという現代のツールを通して親しまれるようになった。ネットワーク上の唐詩学習ホームページはかなりの数に上るが、以下、中国国内・国外に分けて紹介する。

【中国国内】 中国国内の唐詩学習ホームページは主に2種類ある。一つは唐詩の電子検索システムであり、もう一つは唐詩鑑賞システムである。

唐詩の電子検索システムの中では、北京大学が開発した『全唐詩』電子検索系統が広範に利用されている。この『全唐詩』全文検索システムは、北京大学中国語専攻の李鐸博士を中心に1年間かけて開発され、1999年末に運用が開始された。作者・詩題・詩体・語句など様々の条件設定での豊富な検索方法が用意され、検索は便利になった。しかし、このデータベースは『全唐詩』という詩集の電子バージョンにすぎないとも言える。

唐詩鑑賞システムの数はかなり多い。それらは主に一部の唐詩傑作（例えば、『唐詩選』や、『唐詩三百首』など）について分析と評論を加えたものである。詩人の紹介、創作の背景、詩歌の注釈、芸術的手法の分析などを含んでおり、現在の読者に詩人の心情をもっと良く理解させ、詩人の体験と共鳴を喚起し、読者の文学教養を高めて、中国古典文化を伝承することを目的とする。これらのホームページは、中国人の読者に対して設計されたものであり、使用言語はすべて中国語である。

【中国以外】 中国以外の唐詩学習ホームページの数も少なくない。目的は、主に唐詩の朗読・勉強を通じて、読者に中国語の平仄と音律を把握させ、中国古典文化を一層理解させることである。これは中国国内の第2の種類のホームページと機能が類似しているが、外国人の学習者を対象とするため、新しい特徴も併せ持つ。例えば、使用言語は外国語であり、詩歌の外国語翻訳がある。ヴァージニア大学が開発した『唐詩三百首』英訳ホームページはその代

表である (<http://etext.lib.virginia.edu/chinese/index.html>)。日本でもこのような唐詩の閲覧と日本語訳などの機能を持つホームページがある。例えば、長崎外国語大学の三枝裕美氏の「パンダと学ぶ中国語」には「漢詩篇」がある (<http://saigusa.com/>)。そこでは現代中国語音で漢詩の朗読があり、音声を聴きながら漢字とピンインと訓読み表示が切り替えられる。漢詩の現代日本語翻訳と解説もある。それ以外では、詩歌の形式と韻律を紹介するホームページもある。これは、唐詩に興味を持つ日本人学習者のために開発された。例えば、碓豊長氏の「詩詞世界」の中では、詩詞鑑賞の部分以外に、唐詩・宋詞の格律や音韻等の紹介もある、そして、詩詞理解を補足するための詩詞に関する資料等として、語句の解釈、詩詞地図、年表、参考文献などもある。 (<http://www5a.biglobe.ne.jp/~shici/guidemap.htm>)

以上見てきたように、ネットワーク上の唐詩学習ホームページは多数あるが、唐詩テキストの電子バージョンが中心で、唐詩鑑賞機能を兼ねている。長所としては、唐詩の検索、読解が便利になり、文字と音声とグラフィックを結び付けて学習者の学習興味を引きつけることができる点である。しかし、これらのホームページはほとんど静的なホームページであり、学習者レベルの相違に応じて異なった内容と異なったレイアウトのホームページを提供できないという欠点があり、外国語教育を目的として設計されたとは言えない。

### 3.3 唐詩学習CALLシステムの対象、内容と目標

唐詩学習は文化についての教育に属する。学習者については、異文化間の交際能力を育成する要求をもった中上級の中国語学習者を対象とする。しかし、日本人学習者の場合、初級中国語学習者も対象となりうる。日本人学習者は中学・高校の時期に漢詩・漢文を学んでいるので、唐詩は彼らにとって親しみがある。そのほか、漢字を使用する日本語の話者の場合、中国語を

知らない学習者であっても、訓読みで唐詩を詠唱し理解鑑賞することができる。そのため、日本の初級中国語学習者でもこの唐詩学習システムの教育対象とすることができる。以上から、教育対象は主に2種類設定する。一つは中国語を更に学んで、中国古典文化をより良く理解したい中上級の中国語学習者である、もう一つは唐詩に対して興味がある学習者（日本の中国語初心者を含む）である。

唐詩の学習システムの内容としては、形式、知識、規則、分析の4つに分けられる。

- ・形式：唐詩のジャンルの分類、句数、語数
- ・知識：唐詩の時代的区分、唐の有名な詩人の紹介、四声の紹介、押韻と平仄の紹介
- ・規則：韻を踏む位置と韻字の選択、平仄の規則
- ・分析：唐詩傑作の具体的な分析、創作の背景・詩歌の要旨・語釈・芸術特色。

唐詩学習を通じて、どのような目的を達成するのか？唐詩学習に関する形式、知識、規則、分析に応じて、唐詩学習の到達目標を以下の4つのグレードに分けることとする。

第1グレード：初歩的に唐詩学習CALLシステムの課程を学習し、そこで与えられた唐詩を半分程度分析し理解することができる（学習時間が10時間以上）。

第2グレード：唐詩学習CALLシステムの課程を一部修了し、唐詩の形式と基本知識をほぼ理解して、学んだ唐詩を半分以上分析・理解することができる（学習時間が20時間以上）。

第3グレード：全ての唐詩学習CALLシステム課程を基本的に修了し、完全に唐詩の形式を把握して、唐詩の基本知識と唐詩創作の規則をほぼ理解して、学習した唐詩を半分以上暗唱し理解することができる。日常生活の中で他者が詩句を応用して表現した感情と経験を理解することができる（学習時間が30時間以上）。

第4グレード：全ての唐詩学習CALLシステムの課程を完了して、唐詩の形式を完全に把握

して、唐詩の知識を十分に持ち、唐詩創作の規則を理解して、与えられた唐詩を全て暗唱し理解することができる。日常生活の中で詩句を応用して自分の感情と経験を表現し、初歩的な形で唐詩の創作を行うことができる（学習時間が40時間以上）。

学習終了後、システムは学習者のレベルを評価する。学習者は唐詩の基本知識を理解した後も、自分で関連するホームページを閲覧し、学習を継続し、それによって唐詩学習CALLシステムが設定した目標に到達する。即ち、唐詩に関する基本知識を把握して、唐詩傑作を詠唱し鑑賞することによって、学習者は、中国語の勉強の興味と情熱を高めて、一定の能力を持って独学で引き続き中国語と中国文化を勉強することができるようになる。

## 4. 唐詩学習CALLシステムの構築

### 4.1 教育プラットフォームの設計

CALL教育プラットフォームとしてはWEBを採用する。ネットワーク資源が豊富で、検索が簡単で迅速だからである。ホームページの構造には、線形構造、階層構造、ネットワーク構造がある。学習者は自分で閲覧(ブラウジング)経路を自由に選べるが、ホームページは、ノード(ページ)間がどのように結びつくかによって構造が本質的に決まる。この本質的構造は学習者の閲覧及び学習効果に一定の影響を与えることが予測される。

従来の唐詩ホームページの欠点を克服し、理想的な唐詩学習ホームページを作るには、多様

な学習教育理論とマルチメディアが融合した動的なホームページにすることが望ましい。我々が構想する唐詩学習課程は、全部で12課(1つの学期の課程、1週1課)からなり、ホームページ構造も従来のものとは異なるものにする。例えば、1課と次の課の学習の間は線形構造を採用し、1課の学習を完了しなければ、学習者は次の課に入ることができずに、順を追って一步一步学習を進めるようにする。他方、一つの課の内部ではネットワーク構造を採用し、学習者に一定の自由度を与え、自分の学習順序と方式を選ぶことができるようにする。これによって、唐詩学習ホームページは、学習者個々の学習時間が異なっても変化をもたらすことができる動的なホームページとなる。

以上の理念から、唐詩学習のホームページを次のように設計する。このホームページは6つのセクションを含む。唐詩基礎知識、唐詩検索データベース、唐詩鑑賞、唐詩創作、唐詩の練習とゲーム、唐詩のフォーラム。表1は唐詩ホームページの構造を示す。

唐詩基礎知識では、唐詩に関する基礎知識(唐詩の時代的区分、唐詩のジャンル、韻を踏む規則と、平仄の規則などを含む)を紹介する。

唐詩検索データベースは、全ての唐詩を収録している。学習者はシステムの認める方式を通じて、唐詩を閲覧することができる。更に検索ツールを付け、検索の内容は唐詩の題名、詩人、ジャンル、キーワードなどを含むようにする。それを通じて、学習者が興味を持つ詩人と詩歌を閲覧することができ、諺と難解な語の注釈を読めるようにする。

表1 唐詩ホームページの構造



唐詩の鑑賞では、多数の唐詩の中から傑作詩を12首選び、具体的に詩を読み、詩人の時代と生涯を学習し、そしてその唐詩の文学的な特色を理解し、唐詩用字の平仄と音律を分析することを課題とする。これらによって、唐詩の鑑賞を行う。

唐詩の創作では学習者は自分で詩を書く。用字の韻と平仄が分からない場合、韻と平仄の検索ツールを使うことができる。完成した詩歌はシステムに提出する。システムは自動的に詩歌用字の平仄と音律を分析し、誤りを指摘して示唆を与える。書かれた詩の分析によって唐詩に関する知識の不足を提示して、対応する内容の復習を行うよう指示する。

唐詩の練習とゲームでは、学習者は唐詩の練習とゲームを楽しむことができる。その過程でヒントが現れ、練習とゲームを終えると、システムは自動的にフィード・バックを学習者に与える。練習とゲームの形式はマルチプルチョイス（一つの答えを選択するもの、及び2つ以上を選択するクイズ）、クローズテスト、詩歌の順番に配列される。詩歌ゲームは、二行連句（漢

詩で、律詩の中の二句ずつをいう。二句ひと組を「聯」と呼ぶ）、唐詩に関する物語、唐詩の尻取りゲームなどである。

唐詩のフォーラムでは、誰でも唐詩に関する内容について自由に議論し評価することができる。また、自分の疑問を書いたり、他の人の質問に答えたりすることができる。

図1は唐詩のホームページの例を示す。

以上のように、本唐詩学習ホームページは多様な教育理論とマルチメディアを結び付ける。それは、テキスト、音声、絵、アニメーションのようなマルチメディアを含み、形式も多様で、難度も異なる。一方、教育方法から見ると、チャットツールに基づいた同期コミュニケーションがあり、E-mailのような非同期コミュニケーションもある。課題に即した唐詩創作・練習・ゲームがあり、内容に基づいた唐詩基礎知識の紹介と鑑賞もある。学習者は自分の興味、時間と学習速度によって、適合する言語の材料を探して、ネット上の音声、テキスト、絵とアニメーションなど異なる形式と異なる文体の材料を利用することができる。さらに、問題が生

図1 唐詩のホームページ



じた時には、ネットワークを通じて、他の人に質問することができる。このように、学習者は読み書き・聞き話す四つの言語技能と実際的なコミュニケーション能力を総合的に運用し鍛えることができる。従来の静的ホームページと違って、このホームページは動的ホームページであることが最大の特徴である。例えば、学習者のレベルによって異なる課程内容を提示することができ、学習者に示されるレイアウトのモードも異なる。これによって、学習者に特化したCALLという教育要求が満たされる。

#### 4.2 認知知識レベルの評価システムの構築

唐詩のホームページに動的効果を与えるためには、学習者の認知知識レベルを評価しなければならない。この認知知識レベルの評価システムの特徴はニューラルネットワークモデルを応用して、学習者の認知知識レベルを評価することである。現在、言語学習の中で学習者の認知知識レベルは重要な役割を果たしている。従来の評価は主にプレ教育のアンケートとインタビューを通じて行っていた。このような評価方式は学習者の制限された言語レベルの影響を受けるので、評価はあまり正確ではない(Yeh, S.-W. 2005)。ニューラルネットワークを利用して、適切な評価が得ることができると考えられるよ

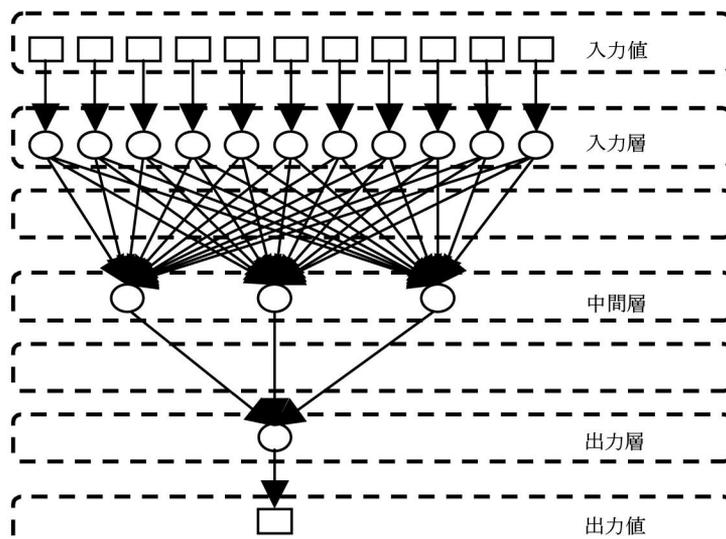
うになっているので、我々はニューラルネットワークモデルを利用して評価を行うこととする。

ニューラルネットワーク (neural network) は、脳機能が持っているいくつかの特性を計算機上のシミュレーションによって表現することをめざした数学的モデルである。生物学や神経科学のそれと区別するため、「人工ニューラルネットワーク」と呼ばれることもある。このモデルでは、シナプス同士の結合によって人工ニューロン(ノード)がネットワークを形成し、学習を行うことによってシナプスの結合強度が変化し、問題解決の能力が高まる。一般に、ニューラルネットワークモデルには、入力層、中間層、出力層がある。図2はニューラルネットワークモデルの構造である。

では、ニューラルネットワークモデルを通じて、どのように学習者の認知知識レベルを評価するのか？我々は主に以下の2種類の方式を採用して評価を行う。

第一に、学習者のオンライン閲覧行為を測定することで学習者のメタ認知能力を評価する<sup>2)</sup>。この過程は次の通りである。まず、学習者のオンラインナビゲーション行為は6個のインデックスで表される。次に5通りの閲覧方略を想定する。閲覧方略によって学習者の心理情

図2 ニューラルネットワークモデルの構造



報を表す。最後に、異なる心理情報は学習者の個別的なメタ認知能力を反映する。これが第一の評価方法である。ナビゲーション行為は入力層、中間の3つの部分は中間層で、最後のメタ認知能力は出力層である。以下この過程を説明する。

ニューラルネットワークモデルの中で、学習者のオンライン閲覧は入力ニューロンである。それは閲覧するホームページの数量、閲覧するホームページの順序、閲覧する時間、検索対象と検索回数などを含む。これらは全て記録される。

Canter et al. (1985) によると、学習者のナビゲーション行為の特徴、つまり閲覧構造は次の6つのインデックス (indices) で表される：PQ, RQ, LQ, SQ, NV/NT, NV/NS。

インデックスは学習者の異なる行為を表す。例えば、高いSQ率は学習者が不確定あるいは道を見失うことを恐れていることを表す。6つの低いレベルの閲覧構造を組み合わせると、高いレベルの閲覧モデルを形成する。そして、学習者の閲覧方略の一部を形成することができる。閲覧方略はさらに5種類に分かれる：

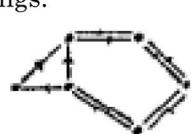
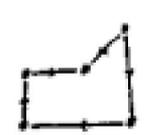
- Scanning : covering a large area without depth.
- Browsing : following a path until a goal is achieved.
- Searching : striving to find an explicit goal.
- Exploring : finding out the extent of the information given.
- Wandering : purposeless and unstructured "globe trotting".

閲覧方略と閲覧構造の関係は表3で示す。

Mullier (2000) によると、閲覧方略によって、学習者の異なる心理情報が示唆される。例えば、学習者がずっとbrowsingしている状態であると、searchingではない、彼らは専門的な詳しい情報を必要としないとされる。学習者がずっとwanderingの状態だと、彼らには目的性がないと説明される。これらの心理情報は学習者のメタ認知能力を反映する。

第二の評価として、課題に基づいた練習とゲームなどを通じて学習者の認知レベルで評価する。学習者が唐詩に関する知識を学んでか

表2 六つのインデックス

<p>PQ (pathiness): a route through the data which does not cross any node twice.</p> 	<p>RQ (ringiness): a route which returns to the node at which it starts, such a ring may include other rings.</p> 
<p>LQ (loopiness): a ring which contains no other structures and typically stands alone.</p> 	<p>SQ (spikiness): a route which on the return journey retraces exactly the path taken on the outward journey.</p> 
<p>NV/NT: a ratio of the number of nodes visited (NV), to the total number of nodes available in the system (NT). the proportion of the available nodes utilized by the user.</p>	<p>NV/NS: a ratio of the number of different nodes visited (NV), to the total number of visits to nodes (NS).</p>

(Canter et al. 1985; 点はデータベースのノードを示し、線はルートを示し、矢印は方向を示す)

表3 閲覧方略と閲覧構造の関係 (H : high ; M : medium ; L : low)

閲覧方略	閲覧構造					
	PQ	RQ	LQ	SQ	NV/NT	NV/NS
Scanning			M	H	H	
Browsing		M	M			M
Searching			M	H		L
Exploring	H				H	
Wandering		H			M	L

ら、唐詩の創作あるいは唐詩の練習とゲームのモジュールに入って、唐詩の創作と練習の解答を行う。システムに提出した後、自動的にフィード・バックが得られる。そして、得点及びかかった学習時間が記録され、データベースに保存される。これが評価の標準となり、得点は最後の出力と正比例して、かかった時間は最後の出力と反比例するように調整する。

以上の2種類の評価方式を結合して評価を行う。例えば、第1の評価によって得た学習者のメタ認知能力の記録は最終評価の40%を占め、第2の評価によって得た学習者の認知レベルの記録は最終評価の60%を占める。この二つの記録を合わせて、学習者の認知知識レベルを総合的に評価する。その評価は更にファジィ制御システムの入力値になる。

#### 4.3 学習内容の指示システムの構築

学習者の認知知識レベルを評価した後、そのレベルによって異なるホームページのレイアウトを提示し、異なる唐詩学習の内容を与えることができる。両者の関係をどのようにするかという問題を解決するため、学習内容の指示システムを構築する。この学習内容の指示システムには、ファジィ制御システムを応用し、学習者の学習内容を指示する。

まず、ファジィ制御の概念を紹介する。ファジィ制御 (fuzzy control) は、ファジィ集合論に基づいて制御モデル・システムを構築する方法である。通常の論理制御は、2つの状態をもつ制御対象に対して「0か1」または「Yesか

No」の判断基準で制御を行う。これに対してファジィ集合論は、中間の状態を許容する集合論である。即ち、自然言語がもつ曖昧な表現（「とても大きい/やや大きい/やや小さい/とても小さい」など）に対して、中間的な値を対応させることができる。言語で表現された論理（ファジィ論理）によって対象となるシステムを作るので、コンピュータプログラムに応用しやすい。また、自然言語を考慮するので、熟練者の知識や経験を活かした制御システムの再現に適している。自然言語の表現は事態と「1対1」のように対応する数値とは違い、曖昧性を持っている。学習者の認知知識レベルもこのように曖昧である。ファジィ制御システムを採用して、経験をもった教員の学習教育過程をシミュレートして、学習者の認知知識レベルと学習の状況に対してファジィ判断を加えることにより、適切な課程内容が指示できる。

次に、ファジィ制御システムの構造を説明する。ファジィ制御システムの構造は図3のようである。学習内容の指示システムを例として挙げると、このファジィ制御システムの中で認知知識レベルの評価システムによって得た学習者の認知知識レベルの数値Sが入力値であり、次の課程内容の難しさDが出力値である。入力変数の言語表現の値がファジィ集合になる。それは、{とても悪い、悪い、中、良い、とても良い}である。それに対して、出力変数の表現の値は{とても難しい、難しい、中、易しい、とても易しい}のようなファジィ集合になる。この二つのファジィ集合のラベルには、NB

(Negative Big), NS (Negative Small), ZO (Zero), PS (Positive Small), PB (Positive Big) を用いる。

入力値、つまり学習者の認知知識レベルのドメインは、一つの連続した数値 (0-100) である。それは区間  $[-4, 4]$  の9個の離散化ランクに規格化される。出力値、つまり次の課程内容のドメインも9個の離散化ランクに規格化される。離散化ランクと入出力の関係を表4のように示す。

次に、メンバシップ関数によってファジィ変数を表わす。メンバシップ関数の応用はファジィ制御の一つの特徴である。メンバシップ関数 (MF) とは、0から1の間の任意の実数値を取り、ファジィ集合の要素がその集合に属する度合いを表す関数である。0はその要素がファジィ集合に完全に属さないことを示し、1は完全に属することを示す。表5に示すように、台集合 (基礎集合) には  $\{-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4\}$  のように9個の要素

図3 ファジィ制御システムの構造

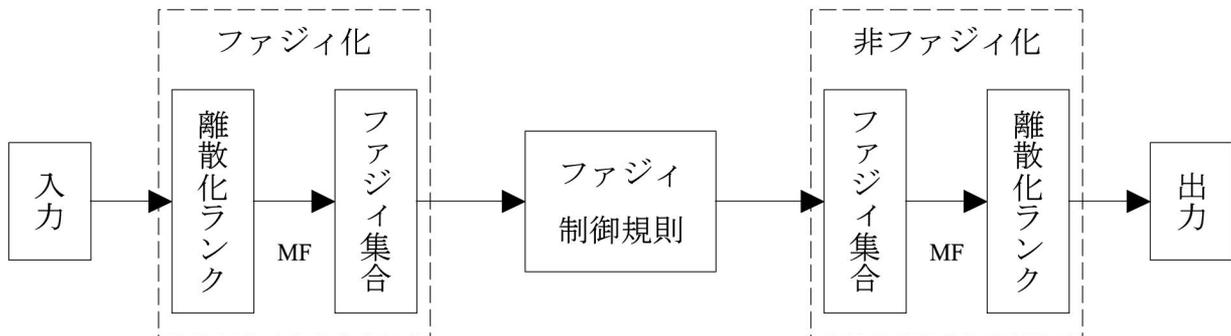


表4 離散化ランクと入出力の関係

離散化ランク	点数	課程内容
-4	$S < 45$	平仄+ランク-3
-3	$45 \leq S < 55$	押韻+ランク-2
-2	$55 \leq S < 65$	暗記+ランク-1
-1	$65 \leq S < 75$	ジャンル+ランク0
0	$75 \leq S < 80$	作者の生涯+ランク1
1	$80 \leq S < 85$	鑑賞+ランク2
2	$85 \leq S < 90$	要旨, 通釈+ランク3
3	$90 \leq S < 95$	語釈+ランク4
4	$95 \leq S$	作者, 朗読, ピンイン

表5 離散化ランクとファジィ集合の関係 (A look-up table for a discretized domain)

程度 言語値	離散化 ランク	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
	PB		0	0	0	0	0	0	0	0.7
PS		0	0	0	0	0	0.7	1	0.7	0
ZO		0	0	0	0.7	1	0.7	0	0	0
NS		0	0.7	1	0.7	0	0	0	0	0
NB		1	0.7	0	0	0	0	0	0	0

からなる離散集合を選ぶ。ファジィ集合のグレードは0, 0.7, 1のようになる。例えば, 学習者が86点を取ったとする。表4によって離散化ランクは2になる。表5に基づき離散化ランク2は, PSつまり{良い}に属する程度は最大グレード1である。もし点数が84点である時, 離散化ランクは1になる, これは, ZO{中}とPS{良い}に属する程度が0.7になる。86点, 84点は確定した数値であるが, ZO, PSなどは曖昧な概念である。確定する数値から曖昧な概念に変わる過程はファジィ化の過程であると考えられる。

ファジィ関係の合成規則に基づく推論を考えてみよう。ファジィ制御規則は次のように、「or結合」されているものとする。<sup>3)</sup>

R<sub>1</sub> : if S=NB, then D=PB ; or

R<sub>2</sub> : if S=NS, then D=PS ; or

R<sub>3</sub> : if S=ZO, then D=ZO ; or

R<sub>4</sub> : if S=PS, then D=NS ; or

R<sub>5</sub> : if S=PB, then D=NB

以上の規則に基づいてファジィ推論を行う。その過程は複雑なので, 計算過程は省略し, 計算結果を表6のように提示する。表6は入力離散化ランクと出力値離散化ランクの対応関係を表す。実際に応用する場合には, 計算量が多いため, 表6のようなファジィ制御検索表を直接検索する方法を用いる。

表6によって, 次の課程内容の難易度を設定することができる。この課程内容の難易度は, 表4による具体的な課程内容と結びついている。このように, 曖昧な課程内容難度の変数から具体的な課程内容に変わる過程は非ファジィ化過程である。

最後に, 次の課程内容が出力値になる。例えば, 先の例の86点の場合, 入力値Sの離散化ランクは2であるので, 出力値Dの離散化ランクは-2である。表4による具体的な課程内容は「作者, 朗読, ペンイン, 語釈, 要旨, 通釈, 鑑賞, 作者の生涯, ジャンル, 暗記」などを含む。しかし, 84点の場合には, 入力値Sの離散化ランクは1で, 出力値Dの離散化ランクは-1となり, 課程内容は86点のそれとは違うものになる。出力値によって, 学習の内容・レイアウトとナビゲーションなどが変わる。例えば, 学習者の興味によって, 異なる内容を与える。閲覧モデルによって, 異なった方式(音, 画像, ビデオなど)を与える。学習者の学習順番によって, ナビゲーション方式が変わる。このようにして, 動的なホームページが実現される。

現在の時点では, 一次元だけのファジィ制御システムだけを考慮する。つまり入力値は学習者の成績だけである。将来の計画では, 入力値がもう一つ入る, 即ち学習者成績の変化値である。そうすれば, このシステムはより改善され, 効果的なものになるだろう。

#### 4.4 現在の進展状況と問題点

現在, CALLとニューラルネットワーク, ファジィ制御に関連する先行研究を検討しつつ, 唐詩学習の教育プラットフォームとしてのホームページを一部構築している段階である。次頁の図は, 唐詩学習CALLシステムのウェブサイトの一例である。

当面する問題がまだ多く残っているが, 特に以下の三つがある:

第一に, Warschauer (2000) は, 技術自身は学習の効果を促進することができない, だから技術が特殊な状況では応用することに注意す

表6 ファジィ制御検索表

S	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
D	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4

図4 唐詩学習CALLシステムのウェブサイト



(<http://home.hiroshima-u.ac.jp/liaojili2005/>)

る必要があると述べている。例えば、同じ教育背景の学習者でも同じ教育材料を学習する時間と処理する問題が同じではないかもしれない。そのため、教育用のコースウェアをどのように構築するかが重要な問題になる。唐詩学習に関する我々の教育経験はまだ十分ではないので、どのように唐詩学習のホームページを設計するのか、どのように学習内容を十分に組み立てるのか、どのように操作順序を統一できるのか、まだ明確ではない。これを予備的なシステム構築と観察を通して解決することが必要である。

第二に、ニューラルネットワークモデルの問題がある。Canter 1985, Mullier 1999, Yeh, S.-W 2005の研究によると、ニューラルネットワークモデルはオンライン上で学習者の認知知識レベルを評価することができ、しかも多くの長所がある。例えば、瞬時に評価することができ、匿名の学習者に対しても評価ができる。しかし、本システムとの関係では、いかなる閲覧構造がいかなる認知知識レベルを表わすのかなど、閲覧構造、閲覧方略と学習者の認知知識レ

ベルの関係はまだ十分に整理されてはいない。

第三に、唐詩学習CALLシステムの効果をどのように検証し評価するのか? 多くの方はCALLシステムが外国語学習の効果を上げることができるかと考える。しかし、普通の教室環境に比べると効果があるか、あるとすれば、どのような効果が得られたか、まだ経験的な調査が少ない。今後、具体的に調査し、知識レベルに相応してクラスの学習者を2つに分ける必要がある。学習者の一部は普通の教室教育を採用して唐詩の知識を勉強する。別の学習者は唐詩学習CALLシステムを採用して教育を行う。唐詩に関する教育が終わった後で、この二つの教育方法の効果を評価する。両者の評価を体系的に比較することによって、具体的なデータが得られる。これによりCALLの重要性が認識でき、外国語教育の領域で、唐詩のような文学・文化方面の内容もCALLで教育できることを実証する。

## 5. 結 語

現在のCALLは総合化・知能化の方向に向かっている。研究者の問題意識は、CALLを利用するか否かではなく、どのようにCALLをより良く利用するかに集まっている。これは研究分野を横断する課題である。言語教育の成果と要請に対応し、教育技術の理念をシステムに実装し、ソフトウェア・エンジニアリングとネットワークの資源を活用しなければならない。言語教育と情報学と心理学などの分野の共同研究が必要となる所以である。

本稿の唐詩学習CALLシステムは、学習者のレベルと学習内容によって動的提示と動的学習

を可能にし、学習者の動機づけを高め、学習効果の個性化を促進することをめざす。このCALLシステム的设计によって、技術レベルだけではなく、教育理念とその融合においても従来のCALLよりも進んでおり、知能型CALLの発展を促すものとなる。そうすれば、Bax (2003) が述べているように、技術が背景に退き、学習者の需要が満たされ、教師の普通の実践の中に組み込まれて、本当に統合的な標準化CALLの段階が達成される。その時には、教育内容は唐詩だけではなく、更にほかの教育内容をもカバーでき、他の分野にも応用できるようになるであろう。

## 注

- 1) 本研究は、広島大学大学院総合科学研究科の「総合科学研究プロジェクト」の一環である「言語と情報の総合科学」の支援を受けている。なお、本論の一部は、著者の一人である廖繼莉が、同プロジェクト平成18年度第1回研究会(2006.08.02 於:広島大学総合科学研究科)において行った発表(唐詩CALLシステムの研究と構築)に基づいている。研究会において貴重な御意見・御批判をくださった参加者の方々に感謝します。
- 2) メタ認知とは思考について思考する能力であり、問題解決者としての自分自身に意識的に気づく能力であり、自分の心的過程をモニタしてコントロールする能力である。
- 3) ここでは単純化して表わしているが、実際にはファジイ変数の処理によって、制御規則の対応はより柔軟なものになる。例えば、85点の場合、PS=1だけでなく、0.7のグレードをもつPB、ZOの対応値も難易度設定の際に考慮される。

## 参考文献

- [1] 北尾謙治 (1994). コンピュータ利用の外国語教育—CAIの動向と実践. 英潮社. pp.2-10.
- [2] 三枝裕美 (2002). 中国語CALL教材の開発とオンライン化のための研究. MM News No. 5. pp.33-39.
- [3] 吉田光演 (1998). これからのCALLの問題点と展望. 広島外国語教育研究. No. 1. pp.77-86.
- [4] 廖 繼莉 (2005). 唐詩声律研究. 华中科技大学硕士学位论文. 华中科技大学语言学及应用语言学专业.
- [5] Bax, Stephen (2003). CALL-past, present and future. *System*, Volume 31, Issue 1, March 2003, pp.13-28.
- [6] Canter, D., Rivers, R. and Storrs, G. (1985). Characterising user navigation through complex data structures. *Behaviour and Information Technology*, 4(2), pp.93-102.
- [7] Davies G. (2005). "Computer Assisted Language Learning: Where are we now and where are we going?" Keynote paper given at the UCALL conference, University of Ulster, June 2005: [http://www.camsoftpartners.co.uk/docs/UCALL\\_Keynote.doc](http://www.camsoftpartners.co.uk/docs/UCALL_Keynote.doc)
- [8] Fotos, Sandra and Browne, Charles (2004). *New Perspectives on CALL for Second Language Classrooms*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [9] Kern, R. and Warschauer, M. (2000). Theory and practice of network-based language teaching. In M. Warschauer and R. Kern (eds.), *Network-based language teaching: Concepts and practice*. New York: Cambridge University Press.
- [10] Mitkov, Ruslan (2004). *The Oxford Handbook of Computational Linguistics*. New York: Oxford University Press.
- [11] Mullier, D. (1999). *The application of neural network and fuzzy logic techniques to educational hypermedia*. Unpublished Ph.D. Dissertation.

- Retrieved July 10, 2003. Available from <http://www.lmu.ac.uk/ies/comp/staff/dmullier/thesis/thesis.html>
- [12] Mullier, D. (2000). Examining how Users Interact with Hypermedia using a Neural Network. In H. R. Arabnia (ed.) *Proceedings of Proceedings of ICAI-00*, Las Vegas, June 26-29.
- [13] Warschauer, M. and Healey, D., (1998). Computers and language learning: an overview. *Language Teaching*. 31, pp.57-71.
- [14] Warschauer, M. (2000). The death of cyberspace and the rebirth of CALL. *English Teachers' Journal*, 53, pp.61-67.
- [15] Yeh, S.-W. and Lo, J.-J. (2005). Assessing metacognitive knowledge in web-based CALL: a neural network approach. *Computers & Education*, Vol. 44, No. 2, pp.97-113.