

## アノテーション機能を持つ 自己学習支援教育システム

岡田 和 則<sup>†</sup>, 武井 恵 雄<sup>††</sup>

あらまし 社会の流動化, 変動の激化に伴い, 問題解決につながる能力の育成が益々重要になってきた。しかも, 問題解決力の獲得は学齢期だけのことではなく, 文字通り生涯にわたって求められることになるので, 学齢期中期以降における教育では, 自己学習力を身に着けることこそが肝要であろう。本研究では, 幅広い学習形態を実現できる可能性を持つ e-Learning を活用して, 自己学習力の涵養目指して開発している教育支援システム 'Annotator' の設計と部分的実装について報告する。'Annotator' は Semantic web などでの有効性が示されている RDF を使用して, 広範な知識リソースを取り込み, 学習者に提示する。当面, 大学教育を対象とする教育支援システムであるが, 知識の教授ではなく, アノテーションの提供を律することによって, 学習者の知識獲得の支援を目指すシステムである。

### Design and Implementation of a Self-Learning Support System with the annotating function

Kazunori OKADA<sup>†</sup> and Shigeo TAKEI<sup>††</sup>

**Abstracts:** We show the design and implementation of a self-learning support system with the annotating function. This system, named "Annotator", is intended to bring up the self-learning capability of students. The annotation is supplied through the RDF(Resource Description Framework), and the various kind of resources over the internet are available as annotations in the domain. It is expected that self-learning capability of a learner is brought by controlling the grade of annotation to the learner.

#### 1. はじめに

社会の流動化, 変動の激化に伴い, 現実問題の解決につながる能力の育成が益々重要になってきた。しかもこの種の問題解決力は, 学齢期だけの獲得で済むものではなく, 社会の変化に対応して, 必要に応じて獲得して行かなければならないものである。従って, 学齢期中期以降における教育では, 生涯にわたる学習の基盤となる自己学習力こそ, 身に着けなければならないと考えられる。

---

<sup>†</sup>(株)ティー・シー・シー, TCC Co.& Ltd; kp0203@mil.ics.teikyo-u.ac.jp

<sup>††</sup>帝京大学理工学部情報科学科, School of Science and Engineering, Teikyo University;  
takei@ics.teikyo-u.ac.jp

しかし、わが国を含む東アジア諸国では、教育は教授者から学習者への斉一な知識の伝達である、とする傾向が強く、自己学習力の涵養をはかるような設定にはなっていない。その上、どうしたら自己学習力を身に付けさせることができるか、という方法論も、メタ認知的な配慮が必要だという指摘を除くと、系統的な説明がなされているとは言いがたく、実証的な研究の必要がある。

本研究では、幅広い学習形態を実現できる可能性を持つ e-Learning を活用して、自己学習力の涵養を目指して開発している教育支援システム ‘Annotator’ の設計と部分的実装について報告する。‘Annotator’ は、当面、大学教育を対象とする教育支援システムであるが、知識教授の支援ではなく、アノテーション、すなわち学習内容に関する“注釈”の提供を調整し、過剰な情報提供をすることによって、自己学習力獲得の支援を目指すシステムである。

2章では、e-Learning という道具立てを持ち込む本質的な理由を明らかにするため、学習観の変遷を知の構成に重点をおいてまとめ、学習における教師の役割の捉え方について述べ、3章では、特に大学教育において顕著なそして時に過剰な教師のアノテーション機能について検討する。4章では、アノテーションを記述するために使用した技術、すなわち、状況における事物の背景理解に資する RDF(Resource Description Framework)について述べ、5章で、実際に実現した教育支援システム ‘Annotator’ について、その概要設計、内部設計、そして、実際に実現できた機能について述べ、6章でまとめと今後の展望について述べる。

## 2. 自己学習力と e-Learning 学習観の変遷

佐伯[1]は、[2]の指摘に基づき、コンピュータと人間との関わりを3期に分けて、1990年代以降を“学習者中心主義の時代”という概念を紹介している。ここではこれを手短かに表1にまとめて示す。1990年頃というのは、ワークステーションやパーソナル・コンピュータの高機能化と低価格化が顕著になった頃であり、優れたユーザーインターフェイスの価値が認識されるようになった時代でもある。

表1 コンピュータと人間との関わりについての時代区分

1980年以前	技術中心主義(technology-centered)の時代
1980年初頭～1980年代後半	ユーザー中心主義(user-centered)の時代
1990年代以降	学習者中心主義(learner-centered)の時代

これを別の面から見ると、UNESCO/IFIPの勧告[3]で、“Communication Phase”と名づけた第3期に、米国が突入した時代でもある。勧告では、情報化の進行は国によって異なるのだが、いずれ「自動システムが人々にコンピュータの使用を求める」第2期から脱して、「人々は、ネットワーク・コンピューティングで協調作業し、情報技術(IT)が社会基盤の一つとなる時代」である第3期に移るとしている。わが国では、第3期の到来は十年ほど遅れたが、人々は確実に、自分のためにコンピュータやネットワークを使い、自らが求める知的活動に活用する時代となった。これは、ある意味で、学習の脱学校化の始まりを意味している。

また、1990年という年は、教育のパラダイムシフトの契機でもあった。具体的には、表象主義的認知科学の成果の活用が進行していた米国の教育界に、状況的学習観を切り開く Lave & Wenger[4]の「正統的周辺参加論」が提示され、実践共同体への参加過程こそが学習である、という衝撃的な提示がなされた（[1,5]）。

わが国の場合は、認知科学の進展すらもなかなか適切に吸収されないままに推移して来たとし、状況的学習観の浸透も遅れたが、21世紀になってやっと、学習者の学習行為と教師の役割に関する根源的な問いがなされるようになって来た。この意味で、コンピュータとの関わりを離れても、“教育における学習者中心主義”という概念が成立するに至ったと見てよいだろう。

e-Learning が、以前の CAI を越えて本当に有効な学習支援機能を提供し、日本の教育界で有効に機能するためには、学習者を中心に据えた上で、学習者と教師の関係を適切に把握することが不可欠である。そこで、少し長い目でみた学習観の変遷を表2にまとめてみた。表2は、湯澤[6]によるまとめを踏襲し、それを最大限生かすようにしているが、わが国の学校教育を考えながら、著者らが手を加えて再構成したものである。

表2 学習観の変遷（[6]に従うが、\*の行を追加。他はほぼ原文のまま）

パラダイム	行動主義	古典的認知主義	構成主義および社会的構成主義	状況主義（状況的学習）
およその年代*	1910～1950	1950～	1960～, 1990～	1990～
主導的な研究者*	Skinner, B.F. Watson, J.B.	Bruner, J.S. Shepherd, R. Jonson-Laird, P.N	(Piaget, J.) (Vygotskii, L.S.) Gergen, K.J.	Lave, J. & Wenger, E. 佐伯 胖
研究の基底*	観測可能な事象への限定	心的表象過程の解明、情報処理過程としての視座	知識の構成過程における他者や社会の役割研究 (communication)	外的事物との相互作用の重視 (situation)
学習のメタファ	刺激と反応の連合	知識獲得の過程	知識の構成分散知	文化的実践への参加
学習の特徴	外的な賞罰による特定の行動への限定	新しい知識の獲得、その構造化・手続き化	知識の構成、既有知識の精緻化、再構造化	学習は物理的、社会的、文化的な文脈との関わり
学習の原理・方法	入力・出力のシステム論	学習内容の組織化	既有知識による学習の制約、問題解決学習、最近接発達領域	認知的徒弟制度、学習の相互作用論の重視
教師の役割	学習者が学習すべき行動を列挙し、学習行動にフィードバック(正誤の伝達、賞罰)を与える	学習者が学習すべき情報を構造化し、効果的、且つ、効率的に伝達する	学習者の持つ既有知識(日常知)を明確化し、学習者が日常知から科学知へと転換できるように支援する	科学者が行うように研究する活動の場、協調学習の場を創設する

表1では、教育、特に児童・生徒などの学習者を見る授業観、学習観は、マクロには、心理学分野における知識獲得・知識伝達のプロセスの研究から多大な影響を受けて来たが、その心理学自体が、時代々々の研究パラダイムに制約されていたことを読み取ることができるし、またわが国の大学教育の現場では、それがさらに十年、二十年という遅延を受けていることが感じられる。

ただし、本研究では、個々のパラダイムの盛衰に関心があるのではなく、学習支援システムの構築のよりどころとして、「教師の役割」とされるものが重要であると考えている。また実際、息の長い認知科学研究の成果は、古典的な構成主義が実現できなかった知の構成を補うように機能しているし、協調学習に見られるように、学習時における他者とのコミュニケーションは、学習の社会的構成機能そのものとなっている。従って人間社会を直接の研究対象としたのではない古典的な行動主義的学習観は別として、また、同じく入力に対するレスポンスとしての出力があると仮想する狭義の情報处理的学習観は外して考えることができるだろう。現代的な学習観は、思考や知識の中心と考えられる心的表象(mental representation)の形成自体に関して、人間を取り巻く事物との相互作用の重要性に配慮し、人間の身体性を再認識し、さらに、社会の中に置かれた人間という視点から生まれた。美馬[5]は、状況論的学習観の解説の中で、このあたりのことを表3にまとめているが、表2における“教師の役割”，および表3における“学習者”と“指導者”の位置づけは、学習支援システムを考えて行く上で示唆的である。

**表3 状況論的学習観で見た新旧学習観の対比[5]**

	従来の教育観	新しい教育観(状況論的学習観)
学習スタイル	知識の獲得	共同体への参加
知識	内面に所持しておくもの	共同体において実践することや仲間とのコミュニケーション活動に利用するもの
学習者	指導者の知識体系に限りなく近づくことを目指す者	仲間と協調して作業する独立した個人として存在する者
指導者	全ての知識を司る者	知識資源へのアクセスをするためのガイド、先輩、同じ境遇の学習者
教育方針	迅速、かつ、多くの知識を教授するための効率化	学習者自らが知識を再構成できるようになるための支援、協調学習するための環境設定

### 3. 学習における教師の役割 大学における授業の考察

大学における教育は、ある面では、教師である研究者の後継者養成が使命であるとされる。それだけを目的に教育を行っている学部・学科は、さすがに少なくはなったが、大学の教師が行う授業は、学習者への配慮を欠いている場合が多いのは事実であろう。最近でこそ、高等教育改革を、授業改善から進めようという努力が見られ、多くの教師が利用可能な形での提供も見られる[7]が、一方ではなお、専門分野に関する知識 いわゆる蘊蓄 を傾けることだけで遂行されている授業も多い。その場合、学習者内部での知の構成、再構成に対する配慮はない。それでも授業が成り立つのは、その学問領域における認知的徒弟制が是認されているか、あるいは、十分な咀

嚼・理解はありえないものだ，とする割り切りがあるのだろう．まさに，状況論的学習が行われている，と言ってもよい．ただし多くの学部・学科が，いわゆる大衆化された学習の場となって来て，そのような学習モデルの存立を許さない状況にあるし，学習者中心の学習という立場とは，まったく相容れない．

幸いなことに，人々が自らの知の獲得手段としてインターネットを活用する術を手に入れたので，たとえ古典的な授業が行われようと，それとは違う知の獲得が可能となったことが喜ばしい．息の長い認知科学研究の成果を適用すれば，古典的な構成主義が実現できなかった知の構成を補うように機能できるし，学習時における他者とのコミュニケーションは，学習の社会的構成機能そのものとなっている．大学教育の場合であると，このような形で，“授業＝学習”という形態からの転化が現実のものとなってきた．e-Learning の普及はさらに，この流れを加速するだろう．

しかし，インターネットや e-Learning の役割は，学習者に学習しやすい環境や手段を提供するだけに止まるとのだろうか．たとえば，“やさしくていねいに解説される授業”というのは，学生には喜ばれることになっているが，自己学習力の涵養という面で考えると，そういう授業は有効に作用するのだろうか？著者たちは，自己学習力とは，永続的な知識構造を，状況に合わせて，自ら変えていける力であると考えてるので，教師が一方的に蘊蓄を傾けることは，むしろ自己学習力の育成を妨げる可能性もある，と見ている．蘊蓄とは，当該のテキストに関する多様な注釈(annotation)であるから，以下ではこれをアノテーションと呼ぶことにする．

つまり，学習支援システムにおいては，学習におけるアノテーションを制御し得る機能が必要であり，学習者が求めたときに，学習者に適したアノテーションが提供されるべきもの，と考えるのである．これはたとえば，学習者と家庭教師(tutor)との“理想的な関係” 甘やかさずに励ます関係 において見られるものであるが，人間同士の触合いを脱する機械的な学習支援システムにおけるアノテーションはどうあるべきか，が問題となる．

#### 4．アノテーションによる自己学習環境の実現

本研究で考えているアノテーションについて一言，先に言及しておきたい．アノテーションとは，辞書的な意味では，注釈，注解であるから，一般的な意味では，領域知識の一部ないしその集合ということになるが，ここでは，注釈の対象は学習途上の学習者であることと，機械的に実現できる注釈でなければならない，ということである．

学習ということを考えると，アノテーションとは，学習対象となるテキストに現れる語彙や文脈に関する深い知識や，背景，他の語彙との識別などのうち，学習者に提示すべきものということになる．通常の講義や授業では，教師が適切に選抜した補足が注釈であるが，支援システムの構築という観点では，もう一步踏み込む必要がある．それは，語彙一つとっても，その語彙によって担われるもの(signifié)の内包的な意味と外在的な意味の区別が必要であるし，学術的な語彙では，たいていの場合，多重性があるので，語彙が直接指すものと，指されるもの意味内容の補足が必要である．多くの場合，領域知識は，教師ですらこういった区別や補足に無関心でいることが多い[8]．

機械的に実現するという事を考えると，従来は文章やせいぜいが図やイラストであったが，現今では，RDF(Resource Description Framework)を用いることによって，文書，図画，写真等

を含む広範なリソースを使用することができる。しかも、支援システムにローカルに備わったものだけではなく、インターネット上のリソースが利用可能となった。

RDF はリソース自体の意味表現のために考察された表現方法である[9][10]。RDF の特徴は、内部表現であるデータモデルと外部表現を明確に分離できることである。RDF のデータモデルの基本要素は、次の3つである[10]。

- ・リソース(Resource) ・プロパティ(Property) ・ステートメント(Statement)

リソースは、RDF 表現で記述される全ての対象を指す。これらが、その対象となる。

- ・ HTML/XML ドキュメント全体
- ・ HTML/XML ドキュメントの一部
- ・ HTML/XML ドキュメントの集合
- ・ 画像、動画などのマルチメディアデータ
- ・ Web では直接アクセスできないもの(書籍等)

プロパティは、リソースに付与される性質や属性、関係である。ステートメントは、リソースと、それに付与されたプロパティ及びその値からなる。この3つ組は主語、述語、目的語と呼ばれる。主語にはリソース、目的語には文字列やリソースなどが与えられる。

例えば、「HTML 文書 <http://karman.mil.ics.teikyo-u.ac.jp/annotator/> の作成者は”Kazunori Okada”である。」という知識を表現するデータモデルを図1に示す。図中のリソースはノード(楕円)、プロパティはアーク(矢印)で表現されている。また、四角形のノードは、プロパティの値が文字列であることを示す。

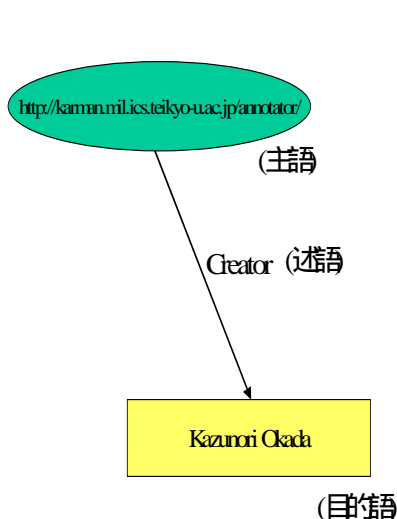


図1 RDF データモデル1

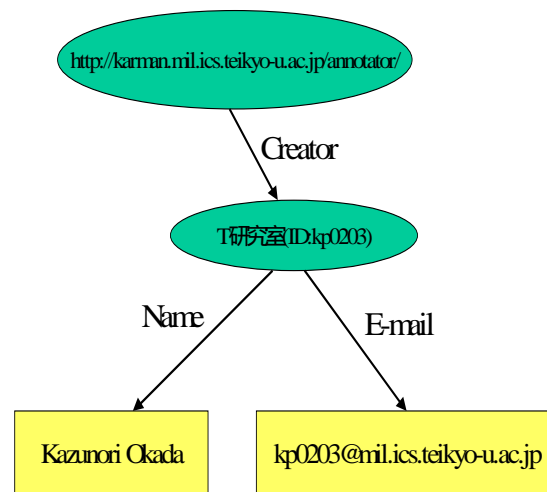


図2 RDF データモデル2

図1と図2は、共に木構造の例であるが、自己の一部を参照することも可能なので、ネットワーク構造となる知識を表現することもできる。また、RDF では複数の名前空間を区別して使用することもできるので、複数の領域にまたがる知識を、システムに載せることが容易である。

## 5 . 教育支援システム ‘ Annotator ’

Annotator のシステム構成を図 3 に示す .

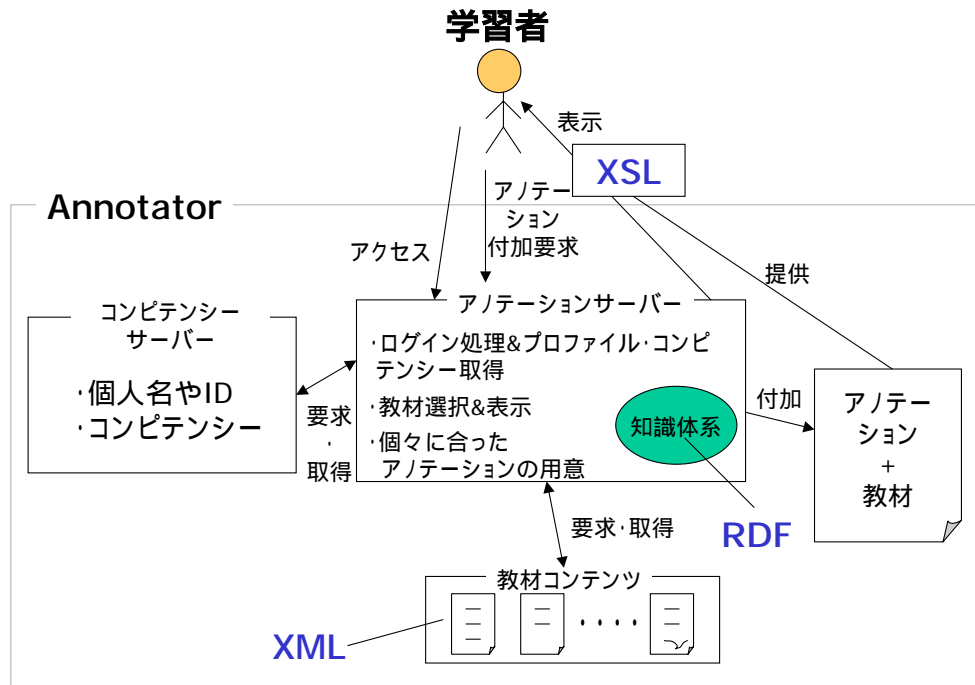


図 3 Annotator のシステム構成

学習者は、アノテーションサーバーにアクセスし、Annotator へのログイン認証を行い、認証が成功すると、コンピテンシーサーバーから自分のプロフィール(個人名や ID)とコンピテンシーデータを取得してくる。学習者は学習したい教材コンテンツへアクセスし、それを原文で表示するか、アノテーションを付けて表示するか選択できる。アノテーションの付加を要求すると、教材にアノテーションが付加されたコンテンツを閲覧できる。開発環境は、Windows2000 の IIS(Internet Information Server)上に Annotator を運転するための Web サーバーを構築し、ASP(Active Server Page)上で、コンピテンシーサーバーにある学習者の名前や ID、コンピテンシーの参照を行うようにした。

具体的な教材として、暗号についての教材とアノテーションを作成した。これらは、XML(extensible Markup Language)と XSL(extensible Stylesheet Language)で実現した。

図 4 に、実際にブラウザに表示した画面例を示す。左側のウィンドウが教材データを表示する部分で、教師のような形をしたアイコンは、教材の中でアノテーションがある部分に表示される。これをクリックすることで、右側の狭い方のウィンドウに、アノテーションが表示される。今回の Annotator の実装では、システムの稼働を主目的にしたので、提供するアノテーションは、初級者用と中級者用の二種類に限定し、それぞれを XSL で制御した。教材の XML データは JavaScript を用いて、学習者自身がどの XSL を使用するかを選択できるようにしてある。これら教材とアノテーションの実装例は、研究会において提示する。

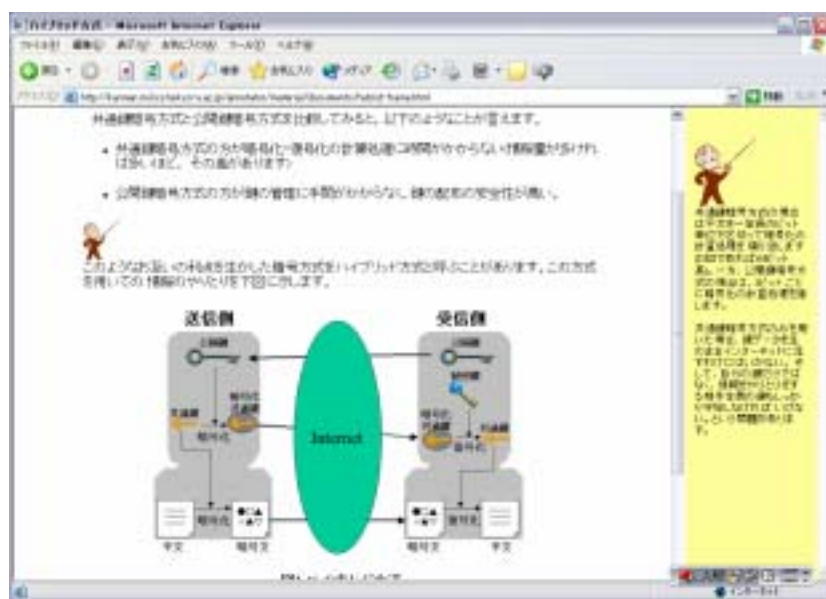


図4 アノテーションが付加された状態での表示

## 6. おわりに

本研究では、教材コンテンツに対して適切なアノテーションの付与を容易にするシステムの開発を行った。RDFのデータモデルを用いて、学習テキストと領域知識間の関係を適切に表現できたので、背景知識を適切に伝えることができるようになった。また、今までの静的な注釈・注解に加えて、問いかけという新しい機能が加わるので、対話的な学習も可能になる。

学習者個々人のコンピテンシー・データベースを土台にした学習者モデルを用意し、それに基づいてアノテーションの供給を調整することを計画しており、それを待って、自己学習力の付与の実証的な検証を行いたいと考えており、学習情報の国際標準規格化の動向[12]に注目している。

## 参考文献

- [1] 佐伯 胖：高度情報化と教育の課題，岩波講座「現代の教育」8.情報とメディア，pp.7-18，1998．
- [2] Norman, D.A. and J.C. Sporer (eds): Learner-Centered Education, Communications of the ACM, Vol.39, No.4, 1966, pp.16-17, 1996.
- [3] <http://www.edu.ge.ch/cptic/prospective/projects/unesco/1994/en/welcome.html>
- [4] Lave, J. and E. Wenger: Situated Learning, Legitimate Peripheral Participation, Cambridge Univ. Press(1991); (佐伯 胖訳)：状況に埋め込まれた学習 正統的周辺参加，産業図書，1993．
- [5] 美馬のゆり：状況的学習，教育工学事典 日本教育工学編，実教出版，pp.300-302，2000．
- [6] 湯澤 正通：学校の授業は子どもの生きる力を育てているか？ 湯澤 正通(編)「認知心理学から理科学習への提言」，北大路書房，pp.8-16，1998．
- [7] 「成長するティップス先生」- 名古屋大学版ティーチングティップス - <http://www.cshe.nagoya-u.ac.jp/tips/>
- [8] 大橋壮礼，横山明子，武井恵雄：概念の多重性を重視した学習教材コンテンツの作成，情報処理学会研究報告，CE-58-1，pp.1-4, 2000．
- [9] 長尾 確：アノテーションに基づくデジタルコンテンツの高度利用(前編)，情報処理 42巻，7号，pp.668-675，2000，(後編)，情報処理 42巻 8号 pp.787-792，2001．
- [10] 浦本直彦：RDFとその周辺 XML時代のメタデータ記述，情報学シンポジウム，pp.143-150，1999．
- [12] Advanced Learning Infrastructure Consortium(ALIC)：e-Learningに関するメタデータ国際標準規格調査書報告書，pp.28(2002.8.1)．