

e-Learning におけるインテリジェント掲示板の検討

湯川 高志[†] 木村 哲也[†]
中平 勝子[†] 福村 好美[†]

非同期型 e-Learning において教員・受講者間のビジュアルな質疑応答と対話支援による教育効果の向上を図るため、双方向コミュニケーションのためのインテリジェント掲示板システムを開発している。本稿では質疑応答および対話において必要とされる機能として抽出したシステム要件について述べ、それらの実現手法を提案する。機械安全工学を含む安全教育をターゲットとしていることから、図上演習を可能とする図形アニメーション機能と、発言が活発な掲示板において重要発言の抽出や話題転換の検出を行うことで教師の介入や受講者の参加を助けるコミュニケーション支援機能とを要件として抽出した。これに対し、図形アニメーション教材開発環境として Squeak eToys を利用することとし、これを掲出できるよう Squeak プラグインを呼出す Web 掲示板を提案する。また、コミュニケーション支援機能には、語の類似性を判別する「概念ベース」を利用することを提案している。提案に基づき図形アニメーション機能を実現したプロトタイプ・システムと、それを機械安全工学の科目に適用した事例についても述べる。

An Intelligent Bulletin Board System for e-Learning

TAKASHI YUKAWA,[†] TETSUYA KIMURA,[†] KATSUKO NAKAHIRA[†]
and YOSHIMI FUKUMURA[†]

Bi-directional and visual communication which helps to enhance educative effect with question-and-answer and/or discussion plays an important role for asynchronous e-Learning program. Authors are currently developing an intelligent bulletin board system (iBBS) which aims to be combined with Learning Management System (LMS) for asynchronous e-Learning. This paper clarifies functionality requirements of the iBBS and proposes their implementation method. As the system targets educating safety engineering, the communication should be helped with diagrams or animation for better understanding. Automated detection of subject change and important posting is also required for smoother operation of iBBS. Authors proposed Squeak eToys as a development environment of animated teaching materials and developed Web-based BBS program on which Squeak eToys programs can be uploaded. Applying natural language processing and concept base technologies for the BBS is also proposed to achieve the automated detection functionalities. The paper demonstrates a prototype system of iBBS applied for a mechanical safety engineering course.

1. はじめに

筆者らは、文科省が推進する「現代的教育ニーズ取組支援プログラム」として、「安全社会を創成する先進技術教育プログラム eSAFE:e-Learning Program for Safety Advanced Frontier Education」の構築に取り組んでいる。このプログラムは、非同期型 e-Learning を用いて、機械安全工学を中心としてリスクマネジメントを統合的に教育しようというものである。

従来から、非同期型 e-Learning では、対面授業や同期型 e-Learning に比較して、教員と受講者の間、ある

いは受講者同士でコミュニケーションが不足しがちであり、それを補うために電子掲示板 (Electronic Bulletin Board System; BBS) が用いられて来た。しかしながら、上述の機械安全工学等の e-Learning においては、対象について明確に伝えるために図画が必要であり、また、実際の動作を視覚によって捉えることも必要であるため、単純な文字のみによる BBS では十分なコミュニケーションを図ることができないと予測される。さらに、これは機械安全工学に限ったことではないが、BBS において投稿が活発になると読むべき記事数が膨大になるとともに、当初はひとつの話題であったものが複数の話題に枝分かれし議論の流れが把握しにくくなるという問題点がある。

そこで、筆者らは、視覚的プログラミング環境を

[†] 長岡技術科学大学
Nagaoka University of Technology

BBS に統合し図形アニメーションを用いた双方向コミュニケーションを可能にするとともに、自然言語処理を利用して重要な投稿の抽出や議論の流れを把握を助ける機能を持った、インテリジェント掲示板を構想した。本稿では、このインテリジェント掲示板の機能要件を明らかにするとともに、その実現手法について提案する。また、図形アニメーション機能を実現した掲示板のプロトタイプ・システムを機会安全工学に適用した例について示す。

2. e-Learning によるリスクマネジメント統合教育プログラム:eSAFE

近年、わが国においてリスクマネジメントが脆弱なことから種々の問題が頻発している。このような問題を未然に防ぎ安全・安心・便利・感動社会の実現のためには、製品・サービスの提供側により一層のリスクに対するマネジメントと設計方針が要求されている。筆者らはこれに対応できる人材を育成すべくリスクマネジメント統合教育プログラム (eSAFE; e-Learning Program for Safety Advanced Frontier Education) の構築に取り組んでいる。このプログラムは、e-Learning により場所と時間の制約を越えて上記のような人材を育成するため、安全工学を中心としたリスクマネジメントの統合的な教育を広く継続的に提供するプログラムである。

eSAFE は、e-Learning 教育プログラムとして見た場合、以下に示すような特徴を持つ。

- (1) 他大学での開講が限られているリスクマネジメントをわが国で初めて e-Learning 教育プログラムとして提供
- (2) インテリジェントコミュニケーション機能を備えた掲示板の導入による、受講者間、あるいは受講者と教員間の意思疎通の促進
- (3) 国際標準、オープンソースの採用によるコンテンツ流通性の確保

eSAFE の提供科目は、安全工学に加え、ネットワーク社会での安心を実現するための情報セキュリティ、国際社会での安全を目指した異文化間コンフリクトマネジメント、金融リスクを評価し経営上の意思決定を行うコンティンジェンシーマネジメントなど、リスクマネジメントに関する総合的で特色ある科目となっている。提供予定科目の概要を表 1 に示す。

配信用コンテンツは国際標準の SCORM (Sharable Content Object Reference Model)¹⁾ に準拠し、さらに、メタデータを付加してコンテンツの流通と再利用、及び、維持管理コスト削減に配慮している。e-Learning

管理システム (LMS: Learning Management System) としては、上記規格に対応したオープンソース (OSS: Open Source Software) の LMS²⁾ に、独自の機能を追加することにより、学習管理の充実を図ろうとしている。

3. インテリジェント掲示板に必要な機能

「安全と人間工学」をはじめとする表 1 の上から

表 1 eSAFE での提供予定科目
Table 1 Planned courses for eSAFE

科目	概要
安全と人間工学	人間が関わるシステムの安全設計を確保する上で必須である人間工学を習得し、国際規格を踏まえて設計に役立てる能力を養う。
安全制御特論	安全関連制御システム構築の基礎理論を扱う。ソフトウェア及び通信形態を含めて、実用的かつ国際標準にそって制御システムのあり方、並びに解析手法を学習する。
機械設計における安全	近年、急速に対応が要求されている国際安全規格に準拠した機械設計の能力を、欧州と日本のアプローチの差を考慮しながら習得する。
システム安全設計	システムの安全設計をリスクアセスメントの概念から整理し、基本的な安全性評価法を概説し、IEC61508, ISO13849 等の国際規格に則った設計における安全評価法を修得する。
産業安全	産業労働安全の実情を踏まえて、機器個別の安全技術から、現在の産業活動で重要となっている統合システムにおける安全を解説する。
情報セキュリティ	経営管理の一環として、情報セキュリティ・ポリシーの策定、推進体制の確立、営業秘密の管理、個人情報保護、運用管理の徹底、国内外の関連規格、統合マネジメント・システムについて学ぶ。
安全規制とマネジメント	安全の確保に関わる国内外の関連諸制度、関連法規に関する体系的理解を得るとともに、これに応じて安全確保をはかるためのマネジメント能力を養うことを目的とする。
コンディンジェンシーマネジメント	サプライチェーンの拡張や IT ネットワークの発達などにより、外部環境と相互に影響しあう機会が増加したことで、これまで想定されなかった要因により事業継続が妨げられるケースが急増している。本講座では、企業経営を取り巻く諸リスクを定義・整理し、その定量化も含めたりスク・マネジメント手法の習得を、事例分析を中心に行う。
コンフリクトマネジメント	異文化間コミュニケーションにおいて発生するコンフリクトに関して、マイクロレベル(個人間技術指導等)及びマクロレベル(技術移転等)の両面から、ケーススタディを含めて学習する。
安全社会と技術者倫理	機械安全、環境、セキュリティ、企業の社会的責任(CSR)等の倫理規範が近年、続々と国際規格化されつつある。これらの国際規格が示す世界標準の安全社会のあり方を教授し、技術者倫理及び企業倫理の理念を学習する。
PL 法と消費者保護	PL 法は製品の欠陥により被った消費者の損害に対し、製造者に過失責任を問う法である。企業は最新の科学や技術を尽くした安全な製品の提供と消費者への情報公開、法令遵守の経営姿勢が問われている。消費者保護とは何かを考える。

4科目は機会安全工学に関する科目である。これら科目で教授される機械類の安全では、空間的、時間的に機械と作業者が一致するかどうかの判定が重要となる（一致した場合接触＝事故となる）。時々刻々と動作を変化する稼働部を有する機械と、多数の関節を有し個人差も大きい作業者との相互関係を言葉だけで説明するのは極めて困難である。また、実際に構造や機構の安全性あるいは危険性を体感して、実感として身につけることが、様々な設計パラメータを有する機械の設計や、複雑化する産業設備で安全性を確保する上で重要となる。このため、ドイツ職業保険組合（BG）での機械安全技術者の教育では、教室内に実際の工作機械を設置し、その動作を実際に見せることで受講者に機械の安全性危険性を体感させている。このように、構造や機構についての相互の理解を十分にするためには視覚的情報を媒介としたコミュニケーションが必要となる。これに加え、書物に記述された安全に関する理論や規格を学ぶだけではなく、実際に構造や機構の安全性あるいは危険性を体感して実感として身につけることが重要となる。また、当然ながら、現実の危険性を身をもって体験するわけにはいかないため、大学等の一般の教育機関での対面授業においては、OHPシート上に機械と人間とをそれぞれ図示し相互の関係を変化させて危険状況を模擬する等の工夫がなされている。さらに、機械安全工学では、作業者の個人差（背の高さ等）も考慮することが求められている。よって、機械類と作業者との相互の理解を十分にするためには空間的・時間的に変化する図（＝アニメーション）を媒介としたコミュニケーションが重要となる。

たとえば、図1に示したように、回転鋸が切断テーブルの下に収納された状況において、切断時に鋸を出すために開けられた切断テーブル上のスリットに、人間が誤って指を入れてしまう可能性がある。この際、鋸の下がり方（テーブルから鋸の上端までの距離）が

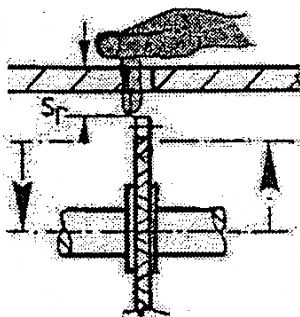


図1 回転鋸（収納時）の安全距離

Fig.1 Safty distance on the saw blade (lower position)

不十分であれば指がスリットに入った場合に指に危害が及ぶ。これを避けるためには、十分な距離だけ鋸を下げる必要がある。この距離（安全距離）は、人間の指の太さおよび長さスリットの幅とから決まることになる³⁾。これを学習する場合に、人間の指における標準的なサイズおよび長めのサイズをそれぞれ想定した上で、スリットの幅とテーブルから鋸までの距離とを様々に変化させ、指が入り込んで鋸に触れるかどうかを図の上で試行できれば、実感に基づいた安全概念修得の一助となる。

上記のような図上演習を電子掲示板を介して行うことが可能になれば、教師が教材を提示し、受講者に様々な試行を行わせてレポートを提出させることや、受講者同士で試行結果について議論をさせることが可能となり、教育効果の向上が期待できる。さらに、受講者が教材を容易に変更できるような機能があれば、教師と受講者あるいは受講者間の議論と試行を繰り返し、より安全性の高い構造や機構を見いだすことも可能となる。このような電子掲示板の実現に必要な要素技術は次のようなものとなる：

- 受講者（ユーザ）がパラメータを様々に変化させて試行できるような教材を容易に作成でき、またプログラムの専門知識を持たないユーザでも軽微な変更を行うことができる視覚的プログラミング環境、
- 上記の視覚的プログラミング環境により作成された教材を掲出するとともに、議論を形成できる電子掲示板。

また、電子掲示板において議論が活発化すると、次のような問題が起り得る：

- 発言数が多くなり、すべての発言を読むために多大な時間を費やすか、または、すべてを読みきれずに重要な発言を見逃してしまう、
- ひとつの話題についての議論であったものが、議論の進行とともに多数の話題を含んでしまい、議論の流れを追いにくくなってしまう。

この2項目は、本教育プログラムに限らず、議論の活発な電子掲示板システム（NetNewsやNIFTY-Serveのフォーラム等）で常に問題となって来たことである。e-Learningでは、特に、教師は受講者からの問いかけや問題提起といった重要な発言を見逃すわけにはいかないし、また、議論を正しい方向に導くべく介入を行う必要から議論の流れを常に把握しなければならない。このため、上記の問題の解決が特に重要となる。

発言数の多い電子掲示板システムでは、全文検索機能を提供するのが一般的であるが、これはむしろ過去

に行われた議論からユーザが関心のある内容を見つける手段としてであり、上述のような議論途上では有効な手立てとはならない。全文検索は、問合わせの語が発言の中に存在するか否かに基づいて問合わせと発言との関連性を判断し、関連のある発言を見つけ出すものである。上述の問題の解決には、単に語を含んでいるか否かではなく、教師にとって重要な内容であるか否かの識別、議論の焦点となっている話題の転換点の検出といった、より内容に深く踏み込んだ自動処理に基づく機能が必要となる。

4. インテリジェント掲示板の実現手法

前章で述べた課題を解決し必要な機能を持ったインテリジェント掲示板の実現手法を提案する。本掲示板は以下の要素技術の組合せにより実現する。

- (1) 教材作成のための視覚的プログラミング環境として Squeak eToys を用いる。
- (2) 上記で作成された教材をテキストとともに投稿でき、それを表示できる掲示板システムを開発する。受講者は各自 Squeak プラグインを自分の端末にインストールすることとし、掲示板に掲出された教材をブラウザ内で実行する。
- (3) 重要な発言の抽出や話題転換点の検出といったコミュニケーション支援機能は自然言語処理技術および概念ベース技術を適用して実現する。

以下では、図形アニメーション機能(上記項目の1,2)とコミュニケーション支援機能(上記項目3)のそれぞれについて、より詳細に述べる。

4.1 図形アニメーション機能の実現

Squeak eToys は、オブジェクト指向言語 Squeak の上に構築された視覚的プログラミング環境である⁴⁾。Squeak そのものは、Smalltalk の後継として Apple 社の研究所で開発され、現在はコミュニティによって継続的に開発が続けられているフリーのプログラミング開発環境である。開発には Alan Kay が深く関与しており、プログラミングの専門家でなくともプログラミングができる教育的な環境であることが強く意識されている。

Squeak eToys では、作業ウインドウ(プロジェクト・ウインドウ)上に、図形を描いたり部品をドラッグ・アンド・ドロップ(これらを図形や部品をモルフと呼ぶ)し、モルフに対し動作を表すタイルをさらにドラッグ・アンド・ドロップしてやるだけで、容易に図形が動くプログラムを作成することが可能である。図1を例にとると、これを図上演習できるためのプログラムは概略的に:

- (1) 「指」、「テーブル」、「鋸」の図形を描画する。
- (2) 「指」に次のような動作(タイル)を関連付ける。
 - (a) 下に動く。
 - (b) もしもテーブルに触れたら停止する。
 - (c) もしも鋸に触れたら「血」を表示して停止する。

といったステップで開発できる。プログラミングは、ほとんどマウスによるドラッグ・アンド・ドロップのみで行うことが可能である。また、鋸の位置やテーブルの形状を変化させることで、様々な設定・パラメータに対する試行が可能となる。その際には、プログラム(タイル)を変更する必要はなく、ドロツールと同様にマウスによって鋸を位置を動かしたりテーブルの形状を変化させるだけで良い。以上のように、Squeak eToys を利用することで、提示された教材を用いた図上演習が可能で、かつ、若干の訓練により受講者が自ら教材の改変を行うことが可能となる。

教材提供者が Squeak eToys を用いて教材を作成したら、それを掲示板に掲出するとともに課題や議論の発端をテキストとして記述することになる。また、上述したように若干の訓練により受講者が自分で教材を改変することも可能である。改変を行った受講者は、その「作品」を掲示板に掲出したくなるであろう。したがって、これら教材や作品を容易に投稿できるような掲示板システムが必要となる。Squeak eToys には Web ブラウザのプラグインとして動作する環境もあるため、受講者が全員にこのプラグインを自らの端末にインストールさせることとし、掲示板システムはプラグインに対して教材のプログラム(これを Squeaklet と呼ぶ)を流し込むようにすれば良い。既存の Web 掲示板システム⁵⁾をベースとして、上述のような機能を追加すれば、図形アニメーション機能が実現されることになる。

ただし、掲示板の表示形態には注意深い検討が必要である。課題への返信として、多くの受講者が Squeaklet をアップロードした場合、それを一覧ですべて表示するような形態では、多数の Squeaklet に対するダウンロードと動作が並行して発生し、表示に時間がかかったり、受講者の端末のメモリをすべて消費してしまいシステムダウンを招くことも考えられる。このようなことを避けようと、一時にひとつの投稿のみを表示するような形態にすると、議論の流れがつかみにくなる。これに対する解決は未だ試行錯誤の段階にあるが:

- 複数の発言を一覧として表示するモードと個別の発言のみを表示するモードとを設ける、

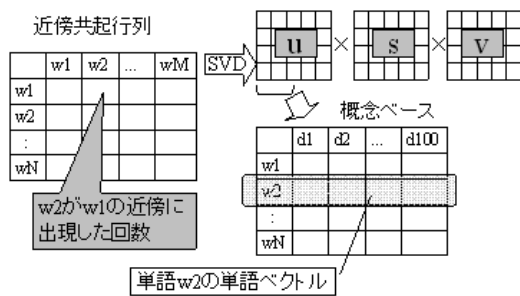


図 2 概念ベースの構築

Fig. 2 Construction of Concept Base

- 一覧表示モードでは、Squeaklet をインラインで直接表示させるのではなくリンクのみ表示させる。これにより、受講者はまずテキストを読んで議論の流れをつかむことができる。必要に応じてリンクをクリックすれば別のウィンドウが開いてそこで Squeaklet が動作する、
- 個別表示モードでは Squeaklet をインラインで表示する。これにより、テキストを読みながら Squeaklet を操作することができる、
- それぞれのモードはユーザが明示的に切り替えるのではなく、例えば、発言のタイトルをクリックしたら個別モードで表示し、スレッドの先頭のアイコンをクリックしたら一覧モードで表示する、といったようにユーザの行動文脈に基づいた選択を行う、

といった手法を試している。

4.2 コミュニケーション支援機能

前章で述べたように、重要な発言の抽出や話題転換点の検出には、発言の内容に踏み込んだ自動処理が必要となる。このような処理のためには、コンピュータが語の意味を理解している（正確にはあたかも理解しているかのように振る舞う）必要がある。一般には、このために計算機用に開発された国語辞書^{6),7)}を用いることが多いが、これらは日常語を中心に編纂されており、本教育プログラムのように専門的な内容の発言が多い場合には、未掲載語が多く正しい処理ができない可能性が高い。

筆者らは、文書における語の出現や共起関係を統計処理することにより、語の間の類似度を判別するための辞書（語に高次元のベクトルを関連付けたもの）を自動構築する手法を提案している⁸⁾。この手法により構築された辞書を「概念ベース」（厳密には「コーパスに基づく概念ベース」と呼ぶ。概念ベースは具体的には次のようにして構築する（図 2）。

- (1) 処理対象となる文書セット（この場合は掲示板

に投稿された全記事）から、使われている単語（自立語）をすべて数え上げる。

- (2) 単語セットの個々の単語について、その単語が文書セット中で、どのような単語の近傍に現れているか（近傍共起）の頻度をカウントする。カウント値に基づき単語数 × 単語数の行列を作る。これを近傍共起行列と呼ぶ。ある単語についてその単語に対応する行を見れば、行列の各列を軸とした単語ベクトルとみなすことができる。しかし、このままでは、次元が高すぎるし（単語数次元になってしまう）、軸が語であることからそれが互いに直交していると考えるのは無理がある。
- (3) 軸が直交するように近傍共起行列を特異値分解（Singular Value Decomposition; SVD）する。SVD により行列が左行列、特異値行列（特異値の対角行列）、右行列に分解される。特異値行列において、左上にある要素ほど絶対値が大きくなるように分解するのが一般的である。
- (4) このように分解して得られた左行列について、左側から 100 次元分の列を取り出す。取出した行列が単語数だけの行を持ち、100 次元の列を持つ行列すわち概念ベースとなる。

概念ベースを用いることにより、処理対象の記事中に現れる語に対して、その使われ方を反映した類似判別を行うことが可能となる。類似度は、二つの単語ベクトルの余弦係数（ベクトルがなす角の余弦）によって定義する。

記事を単語の集合（bag of words）をとらえれば、その記事に含まれる単語のベクトルを総和したものが記事のベクトルとなる。これにより、単語と記事とのベクトルの余弦係数として単語対記事の類似度を定義できる。単語、記事ともに同一のベクトル空間上に配置されることになるため、単語と単語、単語と記事、記事と記事のあらゆる組合せに対して類似度を計算することが可能である。

先行研究として、単純な単語出現頻度に基づいて重要発言抽出や話題転換点検出を行う手法は提案されている^{9),10)}ため、これを参考に概念ベースを活用する方式を考案することで、より適切な抽出や検出が可能になると考えている。

5. プロトタイプ・システム

上述の方式に基づいてシステムを現在実装中であり、図形アニメーション機能のみを実現したプロトタイプ・システムが稼働する段階になっている。

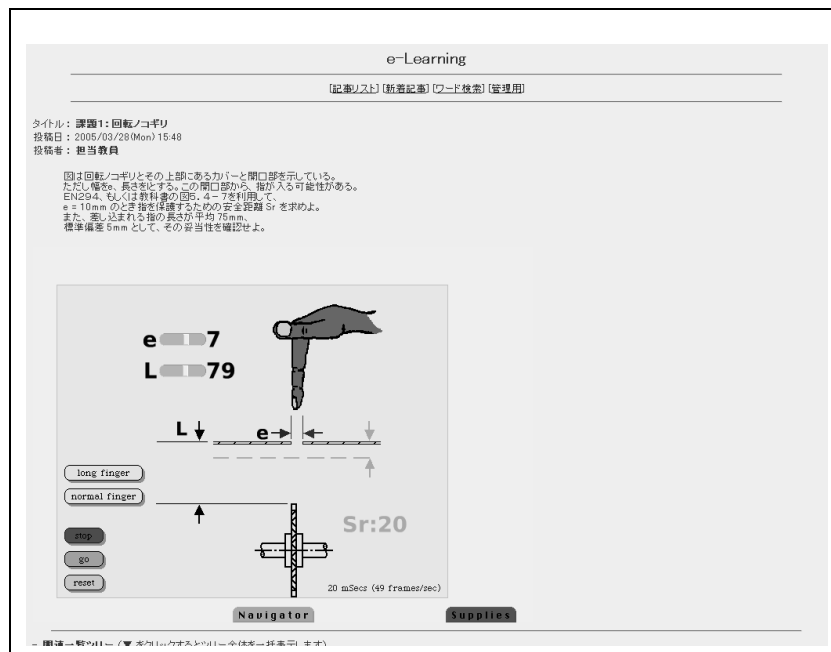


図 3 インテリジェント掲示板のスクリーンショット (1)
Fig. 3 Screenshot of Intelligent BBS (1)

本掲示板システムのプロトタイプ・システムのスクリーンショットを図 3, 図 4 に示す。

教師が教材とともに課題を記述した文を投稿し、受講者がその掲示板にアクセスすると図 3 のごとく表示される。下部が図 1 についての学習のために Squeak eToys により作成した教材である。“e” および “L” とラベルのふられたスライダーは、それぞれスリット幅およびテーブルから鋸上端までの距離に対応し、これを受講者が動かすと図の上でそれぞれの寸法が連動して変化する。また、“go” とラベルのついたボタンをマウスでクリックすることにより、指がスリットに入り込み、テーブルか鋸に触れたところ止る。スリット幅が狭く指が入り込んでいる途中で止ったり、鋸の位置が十分に下にあり指が完全に入り込んでも鋸にふれなければ、単に動作が止るだけである。一方、指が鋸に触れた場合には接触した位置に赤い図形 (出血を意味) が表示される。受講者はスライダーを様々な値に設定して試行することにより、スリット幅と鋸までの距離について安全を確保するための関係を実感として修得することができる。

この課題に対し受講者が発言をすると、図 4 のように発言者の名前と標題がツリー状に表示される。ある発言に対する返信はその発言の下にインデントして表示されるという、いわゆるスレッド表示となっている。これによって議論の流れをおおまかに把握することが

可能であるが、それでも発言が多くなると見通しが悪くなるし、同じスレッドが同一の話題についての議論であるという保証もないため、上述の項目 (3) で示したような自然言語処理による話題転換の検出機能等を今後追加する予定である。

6. まとめと今後の課題

本稿では、筆者らが構築に取り組んでいる「安全社会を創成する先進技術教育プログラム eSAFE」に適した双方向コミュニケーション手段として、インテリジェント掲示板システムを提案した。機械安全工学のように図を用いた演習が学習上重要な役割を担う教育プログラムを非同期型の e-Learning で実施する場合には、掲示板に視覚的プログラミング環境を統合して図上演習を可能とする機能が重要であることを述べた。また、多数の発言がある場合に、個々の発言のコンテンツに基づいて通知や話題転換検出を行う機能も必要であることを指摘した。教材の作成のためにフリーの視覚的プログラミング環境 Squeak eToys を利用こととし、これにより作成した教材をテキストとともに投稿・表示できる掲示板のプロトタイプ・システムを実現した。

今後は、本プロトタイプ・システムの実運用を行うとともに、重要発言の抽出、話題転換の検出機能を自然言語処理と概念ベースを利用して実現する方式を具体化して実装し、高度化を図る予定である。

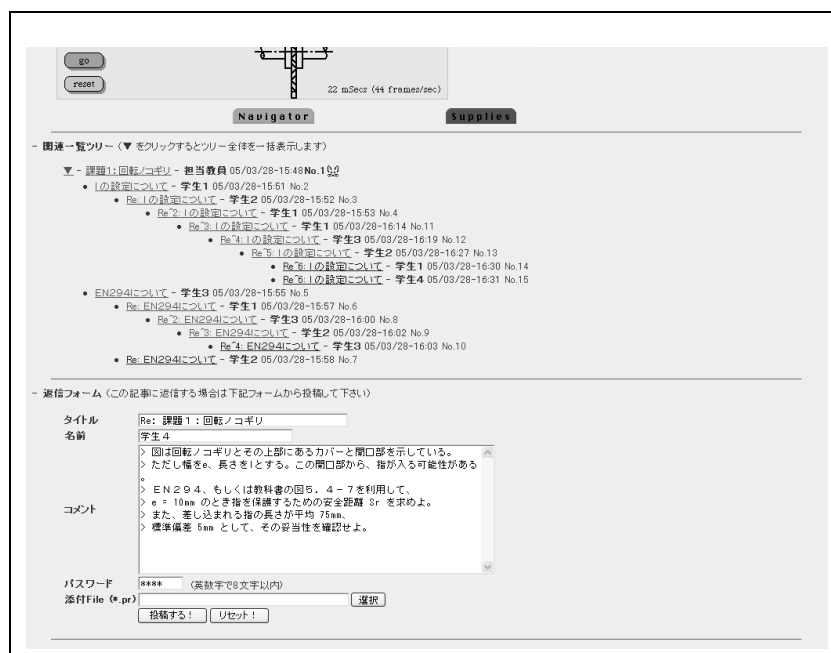


図 4 インテリジェント掲示板のスクリーンショット (2)

Fig. 4 Screenshot of Intelligent BBS (2)

参考文献

- 1) <http://www.adlnet.org/index.cfm?fuseaction=scormabt>.
- 2) http://www.elc.or.jp/cgi-bin/scorm_engine/lms/index-scorm.html.
- 3) アルフレッド・ノイドルファー著, 田中紘一翻訳・監修: 安全な機械の設計—国際規格対応—, NPO 安全工学研究所 (2002).
- 4) Yamamoto, T.: スクイークであそぼう, 翔泳社 (2003).
- 5) <http://www.kent-web.com/>.
- 6) 池原悟, 宮崎正弘, 白井諭, 横尾昭男, 中岩浩巳, 小倉健太郎, 大山芳史, 林良彦: 日本語語彙大系, 岩波書店 (1997).
- 7) 日本電子化辞書研究所: EDR 電子化辞書.
- 8) Yukawa, T., Kasahara, K., Kato, T. and Kita, T.: An Expert Recommendation System using Concept-based Relevance Discernment, *Proc. 13th International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, pp. 257–264 (2001).
- 9) Ozaku, H. and Isahara, H.: Intelligent Network News Reader — selecting articles necessary for each user —, *Proc. Workshop on Information Retrieval with Oriental Languages (IROL'96)*, pp. 126–131 (1996).
- 10) Uchimoto, K., Ozaku, H. and Isahara, H.: A Method for Identifying Topic-changing Articles in Discussion-type Newsgroups within the Intelligent Network News Reader HISHO, *Proc.*

Natural Language Processing Pacific Rim Symposium 1997 (NLPRS'97), pp. 375–240 (1997).