

知的情報システムによるリスクマネジメント学習支援 Learning Support Environment of Risk Management by Intelligent Information System

松井 孝典^{*1} 岡野 雅通^{*1} 加藤 悟^{*1} 齊藤 修^{*1} 盛岡 通^{*1}
Takanori Matsui Masamichi Okano Satoru Kato Osamu Saito Tohru Morioka

伊藤 庸一郎^{*2} 佐藤 省三^{*2}
Yoichiro Ito Shozo Sato

^{*1} 大阪大学大学院 工学研究科
Graduate School of Engineering Osaka University

^{*2} 日本福祉大学 情報社会システム研究所
The Research Institute of System Sciences, Nihon Fukushi University

Osaka University has been developing and offering the project of Environmental Risk Management Training Program (ERMT) since fall 2004. This paper explains the knowledge engineering based method that we adopt for educational contents development and shows the analysis result of 7 modules.

1. リスクマネージャ(環境)の育成

大阪大学工学研究科では平成 16 年より、高度技術社会に顕在化・潜在化する多種多様な環境リスクに対応できる人材の育成を目的として、文部科学省の支援の下、「環境リスク管理のための人材養成」プログラム(<http://risk.see.eng.osaka-u.ac.jp/>)を展開している[Morioka 07]。平成 19 年度前期現在で 17 の通常講義科目および 2 つの演習科目が運営されており、我が国のリスク研究を代表する研究者と現場でリスク対応を実践する実務家が講義にあたり、理論面と実践面から高度なリスク管理教育が行われている(図 1)。本プログラムではリスクマネージャが持つべきスキルを「技能力」、「人間力」、「実践力」の 3 つの次元で規定している(図 2)。「技能力」は、[事象が発生する確率]×[インパクトの大きさ]で表現されるリスクに対して、リスクサイエンスの三体であるリスクマネジメント、リスクアセスメント、リスクコミュニケーションのスキルで対応する知識体系を意味する。次の「人間力」では、リスク事象への感性、将来予測・シナリオ構築力、リスク事象間のトレードオフ構造の調整能力といった知恵の体系を意味している。そして「実践力」とは、これらのリスク対応の知識や態度を実践できる成熟度を意味している。このようにリスクマネージャには、各種の解析手法やシステム構築手法として形式的に表現されて伝承される知識から、リスクに向き合う際の“心構え”や“見抜き力”といった属人性の高い暗黙的な知恵など多岐にわたる知識と知恵の広がりを俯瞰的に統合して実践する力が求められている。

そこで本プログラムでは、リスク対応の知の生態系に対する理解を支援するものとして、知的情報システムの機能を利用した e-learning システムの開発を進めている。このシステムは、講義記録に内在するリスク対応の知恵をアーカイブし、人工知能関連技術による知的解釈を行いながら、受講生・プログラムが知恵を循環させて成長する共進化モデルの構築を目指すものである。

連絡先: 松井孝典, 大阪大学大学院工学研究科, 〒565-0871
大阪府吹田市山田丘 2-1 環境工学棟 (S4), 06-6879-4733, 06-6879-7678, matsui@see.eng.osaka-u.ac.jp

2. AI 統合型 e-learning システムの概要

2.1 システム開発の概要

本システムの開発は 2 段階のステージに分かれる。平成 16 ~ 18 年度の「基本システム開発ステージ」では、リスク対応の知恵のアーカイブである講義記録から概念の抽出と編集を行ってデータベースに蓄積して連結機能を搭載することで多領域に展開される講義記録の意味連結化を図るシステムを構築する。こ



図 1 カリキュラム体系

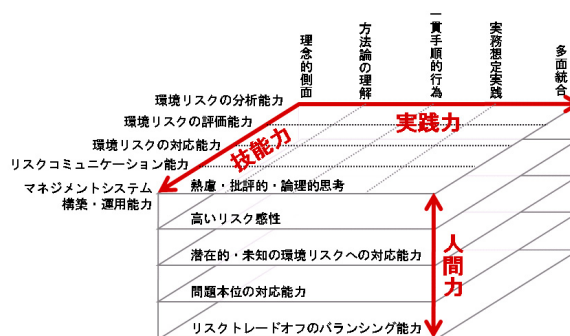


図 2 リスクマネージャのスキル標準

れは主として講師側に属する理論的なリスク対応の知恵の体系化を意味する。続く平成 19 年度以降の「実運用・調整ステージ」では、学習者属性や利用履歴からの学習アフォードンス誘発状況のモニタリングにより、理解・学習経路の連鎖構造をツリー化したものを評価してシステムにフィードバックする。これは現場においてリスク対応に当たる受講生に属した実践の知恵の体系化を意味している。これらの融合によりリスクマネジメントの理論と実践の知恵が内包された支援システムの構築を目指す。システム全体の開発構想は既報告のため[伊藤 2006]、本稿では前半部のシステム開発の成果を示す。

2.2 本システムのナレッジエンジニアリングの手順

本システム開発のナレッジエンジニアリング部は以下の 5 段階のステップで実施される。

Step1: 講義のデジタルアーカイブ化

プログラムにより運営される講義群をデジタルビデオで撮影し、システムに適合するファイル形式に変換する。この講義記録をテキスト形式の電子データに変換する。この際、講義記録におけるタイムラインとテキストデータとの対応関係を記録する。

Step2: 講義テキストの概念階層化

Step2 において作成されたタイムラインで分節化されたテキストデータに対して、章節毎の概念レベルでの階層性を整理して構

造化する。この際、章節に区切られた各概念ブロック(entity)に対して、例えば「生態系評価の不確実性はどこまで減らせばいいのか」というように entity 内の意味内容が判断できるようにメタ情報(subject)を付与する。

Step3: 講義テキストからの概念語抽出

Step3 において entity 化された各概念ブロックから、そのブロックに内包され、意味内容を語るにおいてキーとなる概念語(element)を抽出してタグ付けする。

Step4: Primitive Knowledge DB の構築

タグ付けされた entity, subject, element を Primitive Knowledge データベースに搭載する(図 2)。この際、それぞれの element はより汎化された粒度の高い概念(attribute)に紐付けして属性化する。例えば、「JISQ2001:リスクマネジメントシステム構築のための指針」という element に対しては「リスクマネジメントの手段を学ぶ」という attribute が紐付けされる。

Step5: システムへの搭載とハイパーナレッジの確認と評価

構築されたデータベースを利用してハイパーナレッジを確認する。

2.3 ハイパーナレッジの駆動例

ここでは、H17 年度「化学物質の環境リスク評価」から「技術リスク意思決定論」へのハイパーナレッジの駆動例を示す。図 3 に示しているビューアーパネルは H17 年度「技術リスク意思決

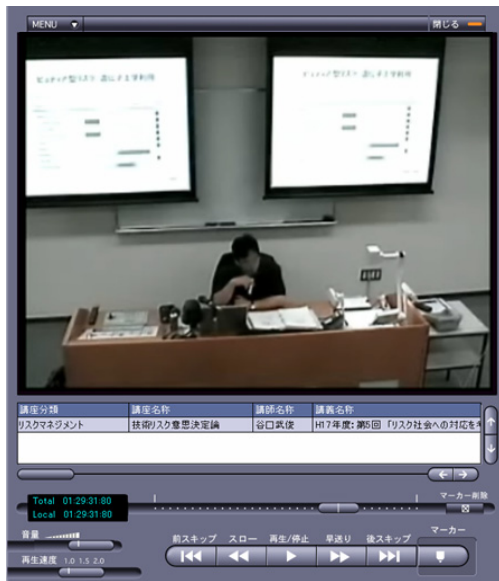


図 3 講義ビューアー



図 4 リクエストの element 提示例

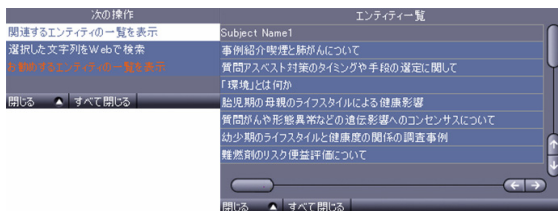


図 5 entity リストの提示例



図 6 講義間のハイパーナレッジの駆動例

定論」の第 5 回講義「リスク社会への対応を考える」のタイムライン 01:29:31 を含む entity である。ここで AI システムにリクエストした場合、このタイムラインを含む entity に紐付けされた element の一覧が示される(図 4)。この例では、12 の element が紐付けされており、ここで「健康リスク:である」を選択した場合、AI システムは Primitive Knowledge DB から「健康リスク:である」という element に紐付けされた entity 群を推論し、図 5 に示すような entity 一覧を提示する。ここで一覧の最下部の「subject:難燃剤のリスク便益評価について」という entity を選択すると、図 6 に示すように「化学物質の環境リスク評価」の第 2 回講義 00:26:19 ~ 00:36:54 の entity にハイパーナレッジを介して連結する。このハイパーナレッジは受講生が探求する知識を得るまで展開し続けることができ、これにより学習者の希望に応じて満足のいくまで学習対象を提案するテーラーメイド型の学習システムに近づくこととなる。また図 5 の「次の操作」にあるように、このシステムは注目された element に対して web 検索を行う機能が実装されている。これによりプログラムの枠組を超えて web という大規模ナレッジベースへの接続が可能となり、学習者の更なる深化を支援する。

2.4 学習者のメタ学習戦略の内包

図 4 の左にあるパネルで「お勧めのエンティティを表示する」という文言があるが、これは AI の帰納学習機能による教育戦略の提案機能を意味している。本システムはその受講生がどういったセクターに所属し、どの職種であるかなどの受講者属性を追跡しながら、受講者の学習経路の履歴や継続的にモニタリングする機能を有している。この機能により蓄積された学習事例データは、システムによりマイニングされ、受講者属性に応じて「どういった受講者が、どういった点に疑問を持ち、どの学習経路によりどのように理解を促進したか」という事例ベースを構築して事例学習を行う。この結果を利用してシステムは学習者に対して、ある種の「リスク学学習における教育ベストプラクティス」を提案するシステムへと成長することになる。

3. ナレッジベースの解析によるリスク学教育コンテンツ開発への波及効果

本プログラムでは、AI 統合型 e-learning システムの開発・運用を通じて得られたテキストデータを再利用することで、リスク学教育テキストの開発を行っている。また Primitive Knowledge DB に対してデータマイニング手法を用いて解析することで、リスク学教育において重要な概念を抽出して、リスクマネジメントスキル標準開発、カリキュラム体系・講義連結モデル開発に活用することを試みている。

3.1 リスク学教育テキスト開発への応用

まず講義テキスト開発に関しては、Primitive Knowledge DB に搭載するためのコンテンツの編集作業過程において、各講義の映像記録から講義録を作成してテキスト形式で整理するため(Step3)、副産物として概念的に階層化された文書が生み出される。これを編集することで、紙媒体によるテキストの開発が可能となる。これは講義により生み出されるリスク対応の知恵のアーカイブとして、広く社会に本プログラムの知的資産を継承する媒体としての役割を持つ。

3.2 リスク学の知恵の体系化への応用

また、本プログラムは、リスクマネジメント教育の先導的なプログラムを実践する上で、スキル標準やカリキュラムを定式化して後続のリスク教育へと継承する使命を帯びている。現在は図 1 で示したリスクマネジメントスキル標準モデルと図 2 のカリキュラム体系・講義連結モデルの連結は定性的な評価に止まっているが(図 7)、概念ネットワークや学習経路探索から講義間の概念的関連性・類似性等を分析することで、リスクマネジメント教育における重要概念の抽出や学習・教育モデリングを支援できる可能性がある。

図 8 には、現在までに解析を終えている H17 年度の一部開講科目 7 講義において抽出された 7,143 個の element に対して、どの講義間で element の共有度が高いかを定量的に分析して講義間の関連性ネットワークを示したものである。「技術リスク意思決定論」や「リスク便益分析」は 6 本のアークを有しており、登場する全ての講義に対して概念的関連性を持っていることが示され、本プログラムのコア科目として位置付けられる。同時にこれは本プログラムが最重要修得目標課題とする「リスクマインド」との対応関係が必要な教科であることを示している。

さらに、どのような element によってリンクされているかを解析し、講義間連携などのカリキュラム設計やスキル標準への示唆も得ることも可能となる。その一例として、H17 年度「化学物質の環境リスク評価(図 9 左上)」と「技術リスク意思決定論(図 9 右上)」、「リスク便益分析(図 9 中央下)」で抽出した概念群に

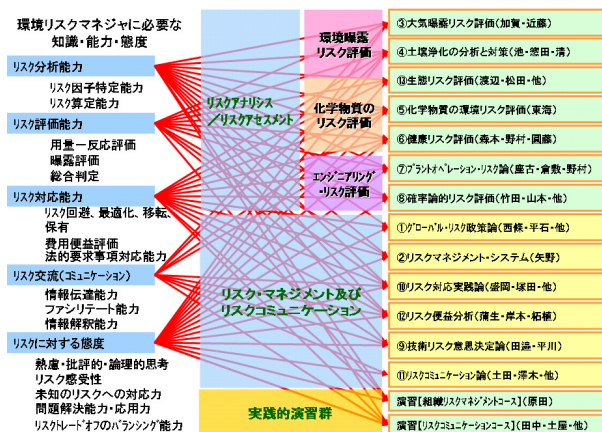


図 7 カリキュラムとスキル標準の定性的関係対応分析

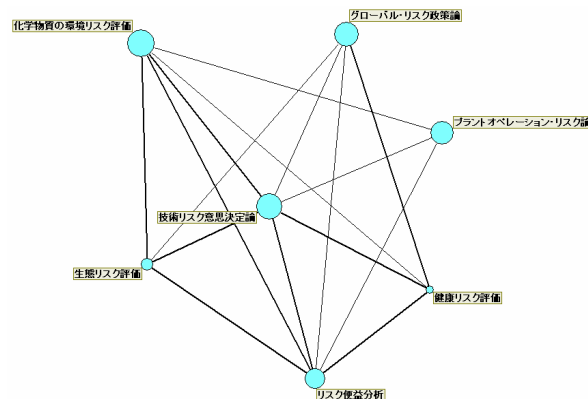


図 8 講義間ネットワーク解析

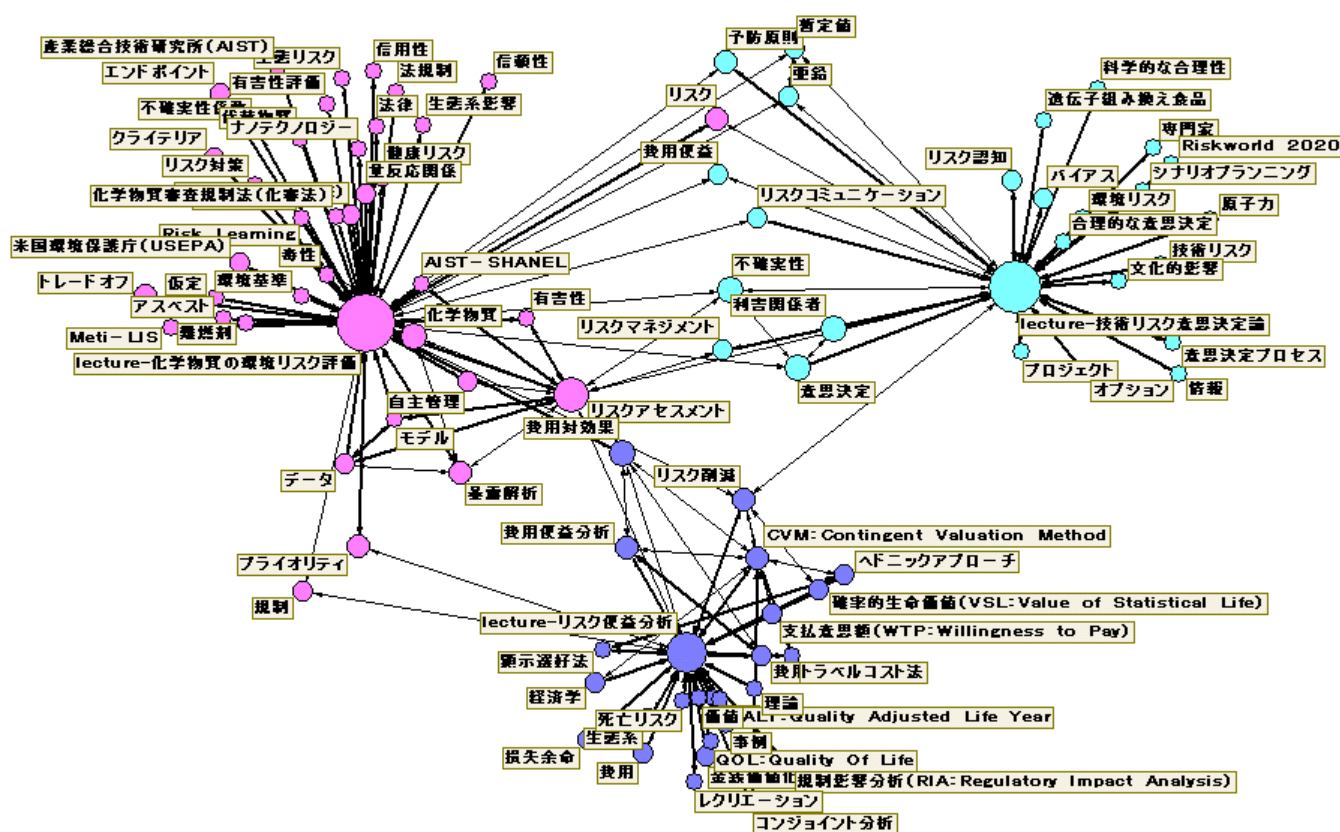


図9 講義間の概念(element)ネットワークの例

総概念語数：7,143 信頼度 $P_{ij} = \frac{n(W_i, W_j)}{n(W_i)} = 0.01$ 共起ルール数 $C_{ij} = n(W_i, W_j) = 5$

対して、汎用データマイニングソフトウェアによる共起ネットワーク解析を行っている。それぞれの科目における概念の共起構造が示されており、3つの講義はこの概念粒度下では、「リスク」、「リスクアセスメント」、「不確実性」、「意思決定」、「費用便益」、「リスク削減」、「暫定値」、「リスクコミュニケーション」などといった概念により意味的に結合されていることが明示的に理解される。明示化されたネットワーク構造を利用して、例えば「化学物質の環境リスク評価」で作成された自然科学的なリスク評価を「リスク便益分析」において社会科学的な経済評価と比較して、対応策の「意思決定」の戦略策定を「技術リスク意思決定論」で実践演習するといった科目間連携の策定の指針となりうる。

4. まとめと今後の展望

本稿では、知的情報システムを活用した e-learning システムの開発状況を紹介します。カリキュラム設計やスキル標準開発において講義内容の高度化・効率化や有用な知恵を生む可能性を持つことを示した。

今後はシステムの開発・運用と同時に、リスク学のキーとなる概念とその連結による知的な広がりや浮き彫りにしてリスクマネジメントが学ぶべきリスク学の知の体系の明示化を継続する。その発展型として、リスクマネジメントオントロジーの開発やリスクイン

フォマティクスへの展開、システムの運用による教育・学習効果の評価によるリスクマネジメント学習モデリングを目指す。

謝辞

本プログラムは、文部科学省科学技術振興調整費新興分野人材養成によるご支援を頂いている。また講義運営にあたって、兼ねてより多大なるご協力頂いている講師の皆様、開始当初よりプログラムの理念に賛同され、積極的なご参加を頂いている受講生の皆様に厚くお礼申し上げます。

参考文献

[伊藤 2006] 伊藤庸一郎, 佐藤省三, 丸山岳人, 齊藤修, 松井孝典, 岡野雅通, 盛岡通: 「環境リスクのナレッジマネジメントシステムの構築に向けて」, 土木学会環境システム委員会, 第 21 回環境システムシンポジウム講演資料集, 9-22, (2006)

[Morioka 07] Morioka T., Osamu S., Yamamoto Y., Okano M., H. Yabar, Matsui T.: New Risk Management Training Programs in Higher Education in Japan - A comparative study and a challenge by Osaka University -, Journal of Risk Research, in press (2007)