

機関番号：14401
 研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2009～2010
 課題番号：21760417
 研究課題名（和文） 組織における環境リスク管理のための知識モデルの構築とナレッジベースの開発
 研究課題名（英文） Development of a knowledge system for organizational environmental risk management
 研究代表者
 松井 孝典（MATSUI TAKANORI）
 大阪大学・工学研究科・助教
 研究者番号：30423205

研究成果の概要（和文）：

本研究では、組織を取り巻く様々な環境リスクにおいて、従前の生活環境リスクに加えて、今後顕在化が予測される自然環境・地球環境リスクを包括的に管理する実践活動を支援することを目的とした知識モデルとナレッジベースの開発を行い、システムの実装と広く社会への公開を実行した。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this study is to develop a knowledge-based system of environmental management, which model includes not only living environment related risk but also natural and global environmental risk. As the deliverable of this study, the organizational risk management support tool was implemented and opened to public as a information system.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・土木環境システム

キーワード：リスクマネジメント、環境リスク、知的情報システム

1. 研究開始当初の背景

低炭素社会、循環社会、自然共生の構築、ライフスタイルの革新など持続可能社会のデザインにおいては、対象とする世界が膨大な複雑システムとなるために不確実性と不可逆性が極めて高くなる。これに対応するためにはエンドオブパイプではなくリスクレベルでの管理戦略や適応制御アプローチが極めて重要になる。この背景から近年ではいわゆる持続可能科学とリスク科学の間での

融合を図る動きが見られる。特に、持続可能社会の構築において中心的な役割を担う産業主体にとって、自身の組織のビジネス活動と地球社会の持続可能性への取り組みが同じベクトルを向いた環境リスク管理のあり方を示すことが極めて重要になるが、現在の環境リスク管理の展開を概観した場合には以下のように大きく2つの課題がある。

第1の課題としては、「環境リスク管理の多義性」の問題がある。現在の「環境リスク」

に関する研究では、例えば有害化学物質によるヒト・生態系への影響といったように環境負荷によるヒトの健康リスクや生態多様性のリスクを中心とした議論が展開されることが多い。その一方で企業などの産業主体の立場からこの学術的定義に基づいて環境リスク管理を捉えた場合には、直接にエンドポイントであるヒトや生態系の状態そのものを管理対象として事業を展開することになり困難が伴うという見方もある。

第2の課題として、「環境リスクと経営リスクとの関係性」がある。一般には“組織においてビジネスオペレーションに伴う環境リスク管理を遂行することは組織として社会の安心・安全に関する信頼醸成に寄与し、ひいては企業価値へのマテリアリティとなり、IR活動等の組織活動へ正の効果を伴う”といった論理立てが行われることが多かった。これは(A)の第1の課題で示した安心・安全を保障するような環境リスク管理がビジネスへの間接的な波及効果をもたらすと謳うものであるが、この論点では従前のISO14000等による「環境マネジメントシステム」を「環境リスクマネジメントシステム」として「環境的側面の抽出」を「環境リスク的側面の抽出」にするような議論にとどまる可能性がある。

2. 研究の目的

上記の背景と問題意識から、本研究提案では従前の「環境リスク管理」の概念を産業主体の一人称の視点で拡張した「組織の持続可能性を指向した環境リスク管理のための知識モデルの構築」を目的とする。本目的は以下の3つのサブゴールに分けられる。

サブゴール1は、「組織の持続可能性を指向した環境リスク管理のための知識モデルの開発」であり、組織と地球社会の持続可能性に対するwin-win解を指向した環境リスク管理のための知識の体系をモデル化するものである。

サブゴール2は「実事例データやリスク管理ツール群との紐付けによるナレッジベースの構築」である。サブゴール1で構築された理論モデルは抽象度が高い”知識を利用するための知識（メタ知識）”となるので、これらの知識群に対応する実社会での事例や管理ツールなどの具体的で詳細な知識（オブジェクト知識）の収集と連結を行う。

サブゴール3は「成果の公開とウェブシステムへの実装と継続改善システムの構築」であり、開発プロセスや得られた成果を適宜パンフレットの作成等で公開するとともに、知識モデルや事例・ツールなどの検索閲覧が出来るように、知的情報処理技術を用いたウェブシステムとして実装して利用者からのフィードバック情報を得ることで、知識モデル

や事例・ツール、ウェブシステムを改良する。

3. 研究の方法

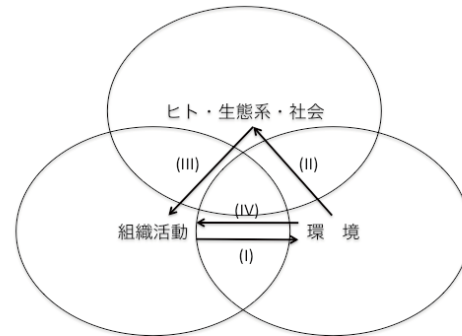


図1 組織の環境リスクの類型

「環境リスク」とは一般に、ある環境状態を原因とし、その状況下での主体の状態の変化を結果とした現象として定義される。この文脈において組織から見た環境リスクを定義した場合、「不確実な状況下で、環境状態を介して組織にもたらされる潜在的な影響」となる。図1は組織と環境とステイクホルダーの関係を示した模式図である。でも議論したように、組織が対面する環境リスクには2種ある。

第1の環境リスクは、組織活動に伴って発生する環境負荷により（図1のI）、ヒト・生態系の健康や社会に対して影響を与え（図1のII）、その結果が組織活動に対してレピュテーションや規制などの形で影響を与える（図1のIII）という因果連鎖を経るリスクである。これは主としてプロセス中の化学物質などの曝露による純粋リスクが想定され、学術的に定義される「環境災害リスク」と「環境リスク」と「違法リスク・レピュテーションリスク」の合成されたリスクとして、経営資源制約下での環境負荷発生最小化問題に定式化されるであろう。

一方の第2の環境リスクは、環境状態の変化と制約が組織活動に対して直接的に影響を与える（図1のIV）というリスクである。そもそも環境状態が組織に対して直接影響を与えるという意味では、環境曝露を原因としたヒト生態系への影響を「環境リスク」と呼ぶのと相似形で本来の意味での環境リスクに近い。同時に組織の戦略形成に大きな正負の影響を与える意味で「経営リスク」と合成された投機リスクも含んでいる。これは、脱化石型の持続可能エネルギーシステムへの転換や生態系・生物多様性の保全や生物資源の代替、資源循環型システムに対する事業形態の改変といった大域的な環境制約下での適応度最大化問題として定式化されるものである。組織の立場からすれば、これら両方の環境リスクに対して自己のビジネ

プロセスを良化することが求められており、これを支援するツールの開発が望まれる。この背景から本研究プロジェクトでは、組織の活動を支援する立場から、環境リスクマネジメントのための知識ベースの開発を目標にした。

4. 研究成果

(1) E2RMS の概要

本研究で構築する組織の環境リスクマネジメントの知識モデルである E2RMS (Enterprise sustainability oriented Environmental Risk Management System)は、組織の活動プロセスから出発して、リスクマネジメントプロセスで実行すべきタスクを環境リスクドメインごとに構造化するというアプローチをとる。概念的に上位下位の階層で木構造化された環境リスクマネジメントタスクに関わる知識体系であり、最大で5階層となる。各タスクは、「環境リスクドメイン：環境面で企業責務に関する社会的風潮やNPO/NGOの要求や順守法令・法規制の動向」を「リスクマネジメントプロセス：認識する」といったようなドメインとプロセスを結合した記述形式で表現される。

(2) リスクマネジメントプロセス定義

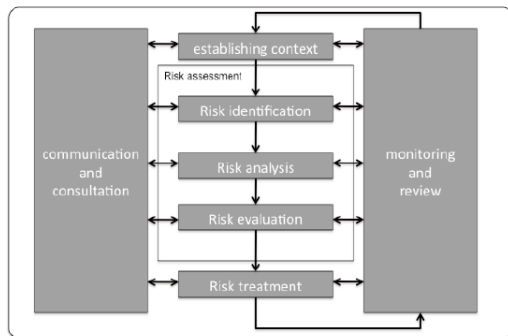


図2 Process for Managing Risk

現在、リスクマネジメントに関係する各種規格の開発が進んでいる(日本規格協会, 2009)。2009年12月にISO 31000としてリスクマネジメントの原則と実装のガイドライン、ISO Guide73としてリスクマネジメントに係る用語集、また同時期にISO/IEC 31010としてリスクアセスメントのガイドラインの公開が予定されている(ISO 2009a, ISO 2009b, ISO/IEC 2009)。このISO31000はあらゆる組織のあらゆるタイプのリスクに適用可能なように汎化されたリスクマネジメントモデルであり、これをベースに使用者が各領域の持つ性質に応じてカスタマイズして利用することが想定されている。本研究で開発しているモデルはこれらの規格で定義されるリスクマネジメントプロセスと補

完的に機能する構造を意図している。

ISO31000で描かれるリスクマネジメントのシステムは大きく、(1)リスクマネジメントの定義と考え方などの原則である”Principles for Managing Risk”, (2)その原則の基で組織に実装したリスクマネジメントシステムをPDCAサイクルにより継続改善するための枠組みである”Framework for Managing Risk”, (3)それに従いリスクマネジメントをオペレーションレベルで実践するための具体的なプロセスである”Process for Managing Risk (図2)”から構成される。本研究では、この”Process for Managing Risk”を環境マネジメントに特化させるというアプローチにより環境リスクに関するリスクマネジメントプロセス定義を行っている。

(3) 環境リスクドメイン定義

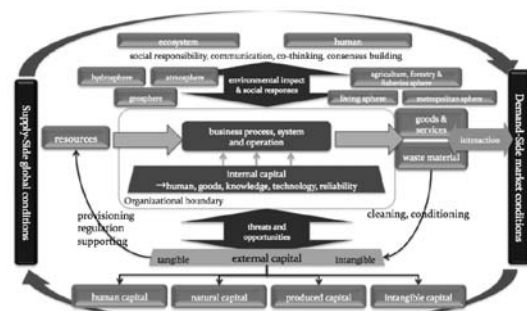


図3 E2RMSで定義した環境リスクドメインの対象世界モデル

一方、リスクマネジメントプロセスの適用対象となる環境リスクドメインの定義については、図3で示したプロセスアプローチによる対象世界モデルの構成要素を基に定義する。

この対象世界モデルでは、環境リスクドメインは大気系・土壌・水系などの環境媒体や廃棄物、原材料、地域環境といった空間的・物的ドメインのみに限定せず、それらの環境負荷が発生する源となる調達・設計・開発・輸送・販売・運用・廃棄・再生という組織のバリューチェーンとプロダクトのライフサイクルを含む。これは例えばISO14001環境マネジメント規格では「環境側面」としてマネジメント対象となるドメインが定義されているが(ISO 2004)、2004年の改訂の際の環境側面の拡張のように(寺田ら 2005)、環境マネジメントはプロセスアプローチをとる品質マネジメント(ISO 2008)との両立性(compatibility)と共通性(alignment)と統合性(integration)を持つことが要求されていることにも示され(飯塚ら 2008)、バリューチェーンを通じたプロセス・プロダクト・環境の統合管理が必要とされている。またバリューチェーンを通じた社会・市場との対話

もリスク管理ドメインとして選定する必要がある。図1でも示したように、産業組織などの主体にとっては、既にプロダクトやサイト周辺環境のフィジカルな環境マネジメントだけではなく、コンプライアンスや社会的環境責任の適応性の観点から、環境コミュニケーション自体もリスク管理の対象に含まれている。そして特に重要なことは、今後の組織にとっては、低炭素社会の構築や気候変動への適応、生態系機能の持続利用や生物多様性保全といった地球環境的制約に対する適応方略が極めて大きな組織リスク要因になっていることである。低炭素社会への移行について、日本版グリーンニューディールや排出量取引、温暖化ビジネス等の状況をリスクの文脈で語る機会が増えており、生態系対応に関しては、社会の低炭素化の歴史から類推して機会と脅威を先取りする動きもある。

最後に、こうしたリスク群に対して、新規技術の開発や発展途上国への環境技術の移転・援助、環境的に公平・公正な社会整備もスコープに入れたグローバルゼーション下での組織行動のデザインが必要であり、国際連携や市場や社会との対話を通じた環境リスクマネジメントが求められる。

(4) 環境リスクマネジメントタスクインベントリの開発

表1 環境リスクマネジメントタスクインベントリの上位構造

環境リスクドメイン	リスクマネジメントプロセス				
	Establish the context	Risk identification	Risk analysis	Risk evaluation	Risk treatment
人への健康に対する期間別リスクの管理	健康被害、事故防止、予防医療	健康被害、事故防止、予防医療	健康被害、事故防止、予防医療	健康被害、事故防止、予防医療	健康被害、事故防止、予防医療
バリューチェーンでの環境的・社会的影響の管理	環境的・社会的影響の管理	環境的・社会的影響の管理	環境的・社会的影響の管理	環境的・社会的影響の管理	環境的・社会的影響の管理
環境・社会・経済的リスクの管理	環境・社会・経済的リスクの管理	環境・社会・経済的リスクの管理	環境・社会・経済的リスクの管理	環境・社会・経済的リスクの管理	環境・社会・経済的リスクの管理
環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理
環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理
環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理	環境的・社会的リスクの管理

表1では、先述したコンセプトを基に開発を進める環境リスクマネジメントタスクのインベントリの上位構造を示す。この表は横軸に図2の”Process for Managing Risk”で定義されたリスクマネジメントプロセスでの各ステップに必要なマネジメントタスクの属性を記述している。また縦軸にはマネジメント対象となるドメインとそこでのアクティビティを定義している。縦軸の上から、まず1章で示した第1、第2の環境リスクの准に並んでいる。まずヒト生態系健康リスク、バリューチェーンで共有する環境リスクといったような原因を直接に制御するタイプの内部統制・制御的ドメインを記述した。次

に第2の環境リスクとして示したような環境技術開発や、環境市場・社会的責任、地球的制約など原因への対応が適応的になる環境リスクドメインを記述している。最下部には、それでも残留する環境リスクに対するヘッジについての項目を置いている。また、中盤の「技術」に関する項目は、1章で述べた2種類の環境リスクの特性に応じて、”その技術利用に伴って発生しうる環境負荷とその影響を管理する”という意味と、”環境制約に対して適応するための技術開発・応用を管理する”という2つを定義している。またセル中には詳細なタスクを定義する際に特に重要となる概念を記載した。現在のver.9で365のタスクが定義されている。

(5) 環境リスクマネジメントタスクの特徴

① Establish the context

これはリスクを定義するためのプロセスであり、組織経営の中に環境リスク管理を明確に位置付けて目標設定と戦略・行動計画の策定ができていないか、その場合に何を環境リスクとして認識しているかを定義している。

- 例) 経営目標と環境目標を整合する is-a 環境リスク管理の目標設定をする
- 例) 環境に関わる技術の開発や適用の動向を認識する is-a 環境リスクを認識する
- 例) 経営者は環境リスク対応を進めることを株主及び社会に対して誓約する is-a 環境リスク管理戦略を立案する
- 例) 組織が生み出しうる環境影響に対して予防・順応的に行動する方針を明確にする is-a 環境リスク管理を実践する

② Risk identification

これは、先に示した2種類の環境リスクに応じて、(I)環境負荷が発生するシナリオとそれを生じさせるビジネスプロセス、および(II)ビジネスプロセスに影響を与える環境的制約を特定しているかをドメインごとに定義している。

- 例) 地域周辺住民の健康に環境負荷が影響を与えるビジネスプロセスを特定する is-a 人や生態系への環境リスクを特定する
- 例) 製品・サービスの部品や部材の供給源の環境的な不都合が自組織に及ぶサプライチェーンを特定する is-a バリューチェーンを通じた環境リスクを特定する
- 例) 消費者の環境配慮の志向やライフスタイルの変化に伴って市場競争力が変化するリスクを特定する is-a 環境市場・金融の環境リスク要因を特定する

③ Risk analysis

このプロセスでも、Risk identification と対応する形で、特定された環境リスクに対する(I)環境負荷の量反応関係やその環境負荷を生じさせるビジネスプロセスの分析、および(II)環境的制約に対する組織の適応度の分析を定義している。

- 例) 作業場の環境負荷の曝露水準を分析する is-a 人や生態系への環境リスクを分析する
- 例) 組織が採用する技術が環境的側面から不適合であるとされるリスクを分析する is-a 技術開発・適用の環境リスクを分析する
- 例) 不可抗力の事態による環境汚染が人や生態系に及ぼす被害規模、確率を分析する is-a 環境的なクライシスのリスクを分析する

④ Risk evaluation

上記のリスク分析で得た結果を社会・経済的視点から解釈し、対抗リスクの特定や総合評価、優先順位付けなどを行う評価タスクを定義している。

- 例) 環境負荷を発生するプロセスの管理するための代替案を抽出する is-a 人や生態系への環境リスクを評価する
- 例) 組織活動の関連分野の環境政策動向を評価する is-a 社会的環境責任に関わるリスクを評価する
- 例) 組織活動に伴う環境負荷が退去・移転などマイノリティの非自発的行動を誘発していないかを評価する is-a 国際連携に関連する環境リスクを評価する

⑤ Risk treatment

このプロセスはこれまでの一連の評価結果に従って対策を講じるための環境リスクマネジメントシステムの運用や組織行為を定義している。

- 例) 組織活動に伴う種々の環境リスク間のトレードオフを考慮した全体最適の対応行動を実施する is-a 環境リスクマネジメントシステムを運用する
- 例) 環境リスクを扱うマネジメントシステムを品質管理システムなどの他のマネジメントプロセスと連動させて統合的に運用する is-a 環境リスクマネジメントシステムを運用する
- 例) 組織の経営と生態系から得られるサービスや生物多様性に対する依存や影響を緩和する is-a 地球環境制約へ適応する

⑥ Monitoring and review

図2に示したように、このプロセスはマネ

ジメントシステム全体を通じて実行するものであり、リスクマネジメントプロセスの検証と結果の妥当性に関する監視とレビュー、結果の活用についてのタスクを定義している。

- 例) 自社の環境リスクに関する情報をデータベース化していますか is-a 環境リスクを監視する
- 例) 環境リスクの分析プロセスをモニタリングする is-a 環境リスク管理プロセスを確認する
- 例) 環境リスクの評価結果の妥当性をレビューする is-a 環境リスク管理プロセスを確認する

⑦ Communication and consulting

このプロセスもマネジメントシステム全体を通じて実行するタスクであり、環境コミュニケーションができていないか、その際に共考と専門事項の相談を実行しているかについて定義している。

- 例) 自社の環境情報の透明性と説明責任を確保する is-a 環境コミュニケーションを展開する
- 例) ステイクホルダーの環境活動を支援する is-a 環境コミュニケーションを展開する
- 例) 環境リスクの評価プロセスを通じてコミュニケーションする is-a リスクコミュニケーションを実施する

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計6件)

1. 自然共生型の産業システム構築に向けた産業・自然生態系リンケージ評価システムの検討 松井孝典, Robert Noel SHAW, 加藤悟, 町村尚 第38回環境システム研究発表会講演集 vol. 38, pp25-30 2010.10 査読無
2. 産業セクターにおける超長期ビジョンのためのリスク対応行動の調査 織田朝美, 松井孝典, 山本祐吾, 加藤悟 土木学会環境システム研究論文発表会講演集 vol. 38, pp453-458 2010.10 査読無
3. オントロジー技術を用いた組織における環境リスクマネジメントシステム構築のための知識モデル開発 松井孝典, 熊澤輝一, 加藤悟, 織田朝美, 原田要之助, 盛岡通 電子情報通信学会技術研究報告 vol. 109, no. 386, AI2009-26, pp. 43-48 2010.1 査読無
4. 組織活動に起因する環境リスクを対象としたマネジメントタスクインベントリの開発 松井孝典, 加藤悟, 織田朝美, 原田要之助, 盛岡通 日本リスク研究会第22回年次大会予稿集 2009.11

- 査読無
5. Decision Rule Mining concerning Responses to Ecosystems in Industrial Sectors by Rough Sets Analysis MATSUI T., ORITA A., R. N. SHAW, KATO S., MORIOKA T. 2009 年度環境科学会年次大会予稿集 2B-1100, pp136-137 2009.9 査読無
 6. Diagnostic Management Process for Corporate Environmental Risk toward Sustainable Society:a with ISO 31000 harmonious scheme Takanori MATSUI, Asami ORITA, Satoru KATO, Ken' ichi MATSUMURA, Yonosuke HARADA, Tohru MORIOKA the Asian Conference on Risk Assessment and Management 2009 (EARAM-2009) R139 2009.5 査読無

〔学会発表〕(計 5件)

1. 自然共生型の産業システム構築に向けた産業・自然生態系リンク評価システムの検討 松井孝典, Robert Noel SHAW, 加藤悟, 町村尚 第 38 回環境システム研究発表会, 広島修道大学, 2010.10.23
2. 産業セクターにおける超長期ビジョンのためのリスク対応行動の調査 織田朝美, 松井孝典, 山本祐吾, 加藤悟 土木学会環境システム研究論文発表会広島修道大学, 2010.10.23
3. オントロジー技術を用いた組織における環境リスクマネジメントシステム構築のための知識モデル開発 松井孝典, 熊澤輝一, 加藤悟, 織田朝美, 原田要之助, 盛岡通 電子情報通信学会, 関西大学東京丸の内キャンパス 2010.1.22
4. 組織活動に起因する環境リスクを対象としたマネジメントタスクインベントリの開発 松井孝典, 加藤悟, 織田朝美, 原田要之助, 盛岡通 日本リスク研究学会第 22 回年次大会, 早稲田大学西早稲田キャンパス 2009.11.28
5. Decision Rule Mining concerning Responses to Ecosystems in Industrial Sectors by Rough Sets Analysis MATSUI T., ORITA A., R. N. SHAW, KATO S., MORIOKA T. 2009 年度環境科学会年次大会, 北海道大学, 2009.9.10

〔図書〕(計 1件)

1. リスク社会で勝ち抜くためのリスクマネジメント -JRMS2010- 日本情報処理開発協会 財団法人日本情報処理開発協会 (執筆協力: p. 62-68, 194-207), 2010.5

〔その他〕

ホームページ等: <http://www.see.eng.osaka>

-u. ac. jp/seege/seege/project/pl_erns

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松井 孝典 (MATSUI TAKANORI)
大阪大学・工学研究科・助教
研究者番号: 30423205