

# オーダーエン트리システムにおけるリスクマイニング

## Risk Mining in Hospital Order Entry Ssystem

津本周作

Shusaku Tsumoto

島根大学医学部医療情報学講座

Department of Medical Informatics, Shimane University, School of Medicine

Social organizations has become more complex to deal with sophisticated demands in recently developed society. Although such organizations are highly efficient for the routine work processes, it has been pointed out that they are not robust to unexpected situations, which leads to large scale accidents or disasters. According to these observations, the importance of the organizational risk management has been recognized in recent years and for this purpose, a large amount of data on the work processes are stored by applying the recent advances in information technology. This paper proposes "risk mining" for risk management in complex organizations from the perspective of data mining. Especially, it focuses on application of risk mining to medicine and discusses the potential of this new methodology. Finally, the paper shows a case study of risk mining for preventing medical accidents in a large hospital.

### 1. はじめに

現代社会の構造が成熟していくにつれ、社会に対する要請は多様化し、より細やかなサービスが要求されるようになっていく。これに対して我々は組織を複雑・精密化して、高度な機能を実現してきた。複雑・精密化した組織は、固定された業務・サービスに対しては効率的に対処できるが、予想されない事態に対して脆弱になりうる。このため、医療分野での患者取り違え事故をはじめとして、さまざまな分野で、いままです予想しえなかった重大な事件・事故が繰り返しおこり、それへの対応策、リスクの管理の重要性が叫ばれるようになってきている。

報道の性質と組織体系が完璧であるという我々の自信から、このような事故は個人的な技能の不足と考えられがちだが、実はそれほど単純なことではない。例えば、横浜市立大学附属病院における患者取り違え事故(心臓と肺の手術を取り違えた事故)を例にあげてみよう。その後の調査で、業務プロセスはきわめて効率的に機能していたことがわかっているが、事故は、麻酔医が名前を確認する際に、一人の患者が既に鎮静薬を手術前に投与され意識がもうろうとしていたこと、もう一人の患者が難聴であったことから、患者が看護師から聞かれた内容に誤答したことによって発生した(「何々さんですか?」と質問に対して、両者が違う名前を呼ばれたにもかかわらず、「はい」と答えている)。手術中も、術医が矛盾を感じたにも関わらず、専門的な知識でうまく解釈できるような所見がたまたま見つかったため、手術を続行している。術後の検査結果と病名とが対応しないことに気づいた看護師が何回も同様の問答を続けた後、発想を転換して、「おなまえはなんといひますか?」と質問したことにより、患者誤認が判明した。このような誤認が起こった背景には、次のような原因が指摘されている: (1) 医療サービスが欧米に比べて、きわめて少数の人間(欧米のスタッフ人数の1/10)によって実現されているために、それぞれのスタッフに精神的なゆとりがなく、業務上ありえないような矛盾をおかしいと思う余裕がない。(2) さらに、自らの業務の効率化のために、他の人も自分と同様、自分の業務でミスをしなないと仮定してしまっていた。しかし、それまでに同様の事

故が起きていなかったことを考えると、横浜市立大学附属病院の場合は、難聴という因子がなければ、機能しえた組織であったと言える。このようなリスクを回避するには、業務プロセスの長所、短所に深い理解を示し、どのように改善する必要があるかをすぐに把握できるとともに、予想外の出来事にどう対処できるか、特に、上述したような看護師の発想転換のような、情報収集がどうあるべきかを判断できる能力が重要である。上記の例からわかるように、常に効率的に機能するプロセスがある仮定の下で運用されている場合、仮定が成立しているどうかを業務遂行中の者が自ら判断することは難しい。また、そのような仮定が成り立たないことがいかなる影響をもたらすかどうかというリスク情報の発見も難しい。むしろ、新たな視点で情報提供を行えるスタッフの存在が事故を防止、リスクを回避するためには必要である。しかしながら、医療費抑制、コスト削減という今世紀の流れと高齢化・少子化の中で、人的資源の拡充が難しくなるとすれば、その資源を補完する手段の開発は不可欠であり、情報通信技術の活用が極めて重要な役割をこれから果たすことは疑いない。一方、情報通信技術の活用によって、医療における病院情報システムでのオーダーや検査データ、流通業界においてはPOSデータといった業務プロセスで発生するデータが日々大量に蓄積されている。現在はデータをいかに早く蓄積するかということに力点が置かれているが、蓄積されたデータをいかに活用するかについて、ようやくデータマイニングをはじめとした技術が提唱されはじめたところである。医療事故に関するデータも蓄積されつつあるが、極度に最適化された業務プロセスのどこが疲弊しているのか、についての横断的分析までにはこれまで進んでいない。そのため、事故を起こした医療従事者にその責任が負わされている形での医療事故症例検討が行われているが、その業務としてのプロセスが反省されていないため、同様の医療事故が繰り返し発生する事態に陥っている。多様化した業務・サービスにおける変化に頑健な業務プロセスを検討するためには、そのプロセスに関して蓄積されたデータをいかに活用するかが重要であり、その情報活用技術は少子・高齢化の進む我が国が、業務・サービスの著しい変化による負担を軽減し、さらなるサービスの向上、創造的な技術を開発していくための基盤となりうる。

本報告では、業務・サービスのプロセスがデータベースとして日々電子的に大量に蓄積されている現状に鑑み、その電子的

連絡先: 津本周作 所属: 島根大学医学部医療情報学講座住所:  
〒693-8501 出雲市塩冶町89-1 TEL: 0853-20-2171 FAX:  
0853-20-2170 E-mail: tsumoto@computer.org

データの再利用からリスクを検知し、検知されたリスクを解明し、さらに解明されたリスク情報を有効活用することを目的としたリスクマイニングの概念を提唱し、特に医療事故防止を中心として、医療におけるリスクマイニングの可能性について論じる。

## 2. リスクマイニングとは?

### 2.1 リスクの定義

リスクの定義がいろいろな団体で異なっており、リスク管理といっても、さまざまな定義が提唱されている。リスクに関する研究もさまざまな領域で行われているが、リスクを知能情報学的立場から研究している例は少ない。Ansellら [Ansell 92]によれば、「永い期間の間にリスクという言葉には異なる意味が、時々矛盾するような意味が付されてきており、最近では、複雑な意味で使われている。中世ギリシャの解釈に近い単純な定義（有利不利を問わず、事象のサイズや確率の含みがない）が広まっていないのは不幸なことである。そこで、著者は次のように提案する。『リスクとは、意思決定（decision）や行動（action）に伴う意図外の、あるいは予期しない結果のことである。』とある。この定義をふまえて、リスク情報を「意思決定を伴う不確実性の高い問題領域において、専門家の意図外あるいは予期しえない結果を起こしうる可能性を示す情報・知識」と定義する。

### 2.2 リスクマイニングの基本的な考え方

上記の定義に従えば、リスクマイニングの基本的考え方は次のように要約できる。

- (1) Ansellらの「全体的にみると、リスクは避けられない」、「リスクという言葉は有利と不利の両面からとらえるべきだ」という議論を基点として、リスク情報を有効に活用するという視点から研究を進める。
- (2) 特にリスクに関係するデータの電子化が進んでいることから、電子化された様々なデータから、リスク情報の検知、解明、活用を目指す。
- (3) リスク情報の検知、解明、活用のために必要な要素技術を知能情報学的な立場から開発するが、この開発のプロセスに、問題領域の専門家を参入させることによって、より効率的に必要な技術を開発する。
- (4) リスク情報を活用するとは: (a) 不利なリスクを回避するためにリスク情報を活用すること、(b) リスク情報を利用して、有利なチャンスを生み出すこと、とし、これら二つの問題領域の代表的なものとして、(a)については医療、(b)については、ビジネスがあげられる。

### 2.3 リスクマイニングのプロセス

リスク情報を有効に活用するためには、リスク検知、リスク解明、リスク活用の3つのプロセスが重要であり、これらのプロセスにより、リスク情報有効活用プロセスの統合的実現を目指す。

リスク検知一見、領域専門家から見て不可思議な情報が、有効なリスク情報である可能性がある。本研究班では、特にデータマイニングの手法を用いることで、専門家から見て意外な情報を発見することで、リスク情報を検知することを研究する。リスク解明検知されたリスク情報が、本来どのような意味をもつのか、そこに隠された本質的な現象は何で、どのようにモデル化できるかに焦点を当て、リスク情報を解明することを目的とする。

リスク情報活用解明された情報を活用して、それを評価することで、補足すべき情報をさらに収集する。

それぞれのプロセスの連関は図1に示した通りである。

### 2.4 リスクマイニングにおける要素技術

(1) 不均衡データのマイニングデータマイニングにおいては、相関ルールをはじめとした頻度に基づくパターンの生成が研究されてきたが、むしろ専門家が要求する頻度が低い事象に関する知識が適用領域において重要な課題である場合が多い。このような不均衡データ (unbalanced data) に対するパターン生成法の確立がデータマイニングの重要な課題でもある。

(2) 興味深さ、例外性パターン生成のための指標として、頻度ではなく、「興味深さ」「例外性」の指標を導入することで、専門家が要求するパターンの生成を行う手法が unbalanced data のマイニングにも有効であることが指摘されている。リスクを解明し、モデルを生成するには、このような指標の有効性を検討することが重要である。

(3) 不確実さを持った情報の取り扱い (粒度の取り扱い) 医療事故やビジネスデータは人間の主観が含まれたデータで記述されることがあり、不確実な内容を伴っている。不確実なデータが含む情報の粗さ、細かさ (粒度: information granularity) の取り扱いが必要であり、そのようなあいまいさを扱う方法であるファジィ集合やラフ集合、そして、粒度の取り扱いを特に中心に議論する粒度計算論 (Granular Computing) が重要である。

(4) 可視化リスクに関連する共起事例を可視化することで、専門家にリスクに関連する情報を検知させたり、リスク情報を解明、活用する素地を与えることができる。

(5) 構造化データの中に潜むネットワーク関係構造の中から、特に重要である部分構造を抽出することは、関係構造を可視化することと同様に、関係構造にスポットをあてリスク情報を検知するために、重要な視点であり、現在、データマイニングの分野では、グラフマイニングとして研究が活発化している。

(6) 類別化事象、情報の「類似性」を定義することで、一見類似に見えない事象間に強い類似性を発見できることがある。また、本来、きわめて独立に振る舞うと思われていたことがデータから見ると、いくつかの類似パターンに類別化できることがあり、この場合、実は内的モデルは極めて単純である。このような類別化の方法の代表がクラスタリングである。

(7) 前提や仮定の不安定性を考慮した確率論的リスク評価確率は形式的には、固定された標本空間における測度として定義されるため、標本空間に不安定性が生じる領域については、その性能に問題が生じる。特に、ダイナミックなデータ収集を行う場合、これまでのデータに付与される前提や仮定に不安定性が生じるため、頻度解析をはじめとした確率の扱いについては深い議論が必要となる。

(8) ヒューマン・コンピュータ・インタラクション (Human-Computer Interaction) これは、前述した 3.1, 3.2 および 3.3 から明らかであるが、データに基づいて得られた「確証

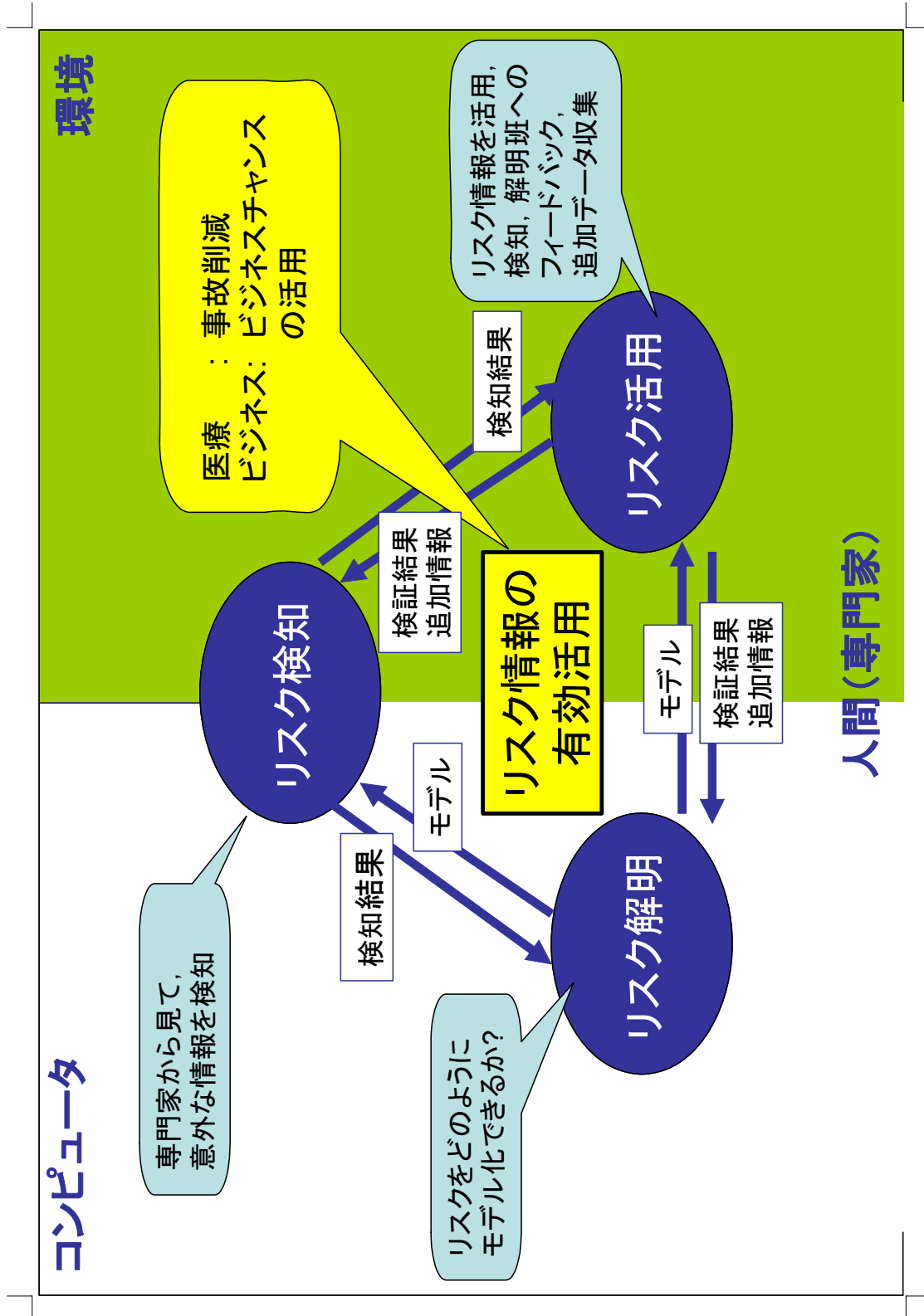


図 1: リスクマイニングの概念図

(Evidence)」をいかに人間が活用するかということを検証する作業は、そのプロセスへの深い理解につながる点で極めて重要である。さらに、このプロセスへの深い理解から、専門家がリスク情報活用の結果として、新たなデータを収集することで、意思決定とデータ解析のサイクルをダイナミックな意思決定過程へとステップアップできる可能性を秘めている。

### 3. 医療事故防止のためのリスクマイニング

津本らは、リスク検知、解明、活用の観点から、横山らとともに、インシデントレポートの解析およびその結果の活用の成果を 2004 年に国際医療情報学会で報告した [Yokoyama 04]。

近畿圏の大規模病院（外来患者数一日約 1000 人、病床約 700 床）の救急部病床に関して、平成 13 年度において看護師のインシデント（小規模事故）に関する報告書をもとに、以下のように解析を行った:13 年度前半において、対象となった病院で電子化されたインシデントレポート 245 例に決定木生成法を適用した。インシデントレポートの書式は、厚生労働省から指定されたレポートの形式を使用した。この段階で、与薬の事故として、図 2 のような決定木が得られた。

この結果としては、看護師の勤務帯（日勤、準夜、深夜）によって、そのミスの性質が異なることが判明した。例えば、与薬の事故では、日勤、準夜帯では、用法の誤りが重要な因子であるのに対し、深夜帯では、確認不足・注意力不足・割込業務が重要な因子として選択されている。このプロセスは、リスクを発生させる因子が大まかに何であるかを検知するプロセス、リスク検知に対応すると考えられる。

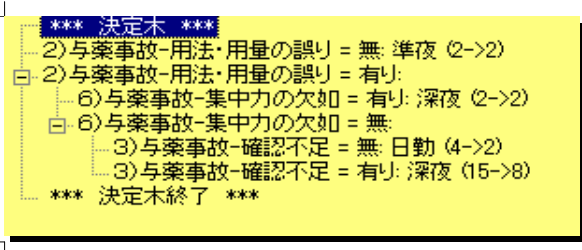


図 2: 決定木 (リスク検知)

この従来のインシデントレポートではこれ以上の深い解析が困難であるため、平成 13 年度後半にはさらに追加の情報を図 4 に示す「環境調査票」という形で上記のインシデントレポートに追加する形で記入させ、この半年のデータに関して、同じ決定木生成法を適用した。

図 3 にその結果を示す。追加情報に関する決定木による「環境因子の解析」から、病棟内の不穏患者数が 1 以上ならば、90% の確率で、与薬ミスが発生していること、さらにミスは、看護師の経験年数、時間帯などに関わり無く発生していることがわかった。

そこで、これらの結果から、業務内容について、部内で検討したところ、(1) 内服薬の準備（種類、数量等）は、勤務時間帯の担当者が実施していたこと、(2) 勤務の引継ぎ等で、勤務時間開始前の準備時間が 30 分以下の場合もあり、事前の薬の仕

図 4: 環境調査票

分けができず、勤務時間中に行うので、不穏患者に注意をとられ、ダブルチェックができず、ミスが起きやすいこと、が判明し、これらの業務についての改善の必要性が明確に認識された。このように、追加情報を収集することで、リスク要因をさらに深く分析することが可能になった。この過程は、リスク解明に相当すると考えられる。

これら 1 年間のデータで得られた点をもとに、与薬ミスの対策には、次の点を業務での改善点とした:

1. 経験年数、時間帯等に関係の無いことが判明したので、部署全員に起こりうることを認識する。
2. その勤務時間の担当者が準備できないので、その他の空いている者が協力するのがよい。病院全体の投薬システム改善には時間がかかる。
3. 勤務が終わった者が次の時間帯の投薬準備を 2 名で実施する（ダブルチェック）。投薬者は、数、種類などをチェックする。

救急部では、以上の点に着目して、注射および内服薬についての看護師の業務プロセスを変更し、平成 14 年度前半 6 ヶ月において、このシステム変更の評価を行った。この結果、半年あたり約 250 件あったインシデントを 24 件と約 10% に低下させるという成果を得た。ここで、解明されたリスク情報を活

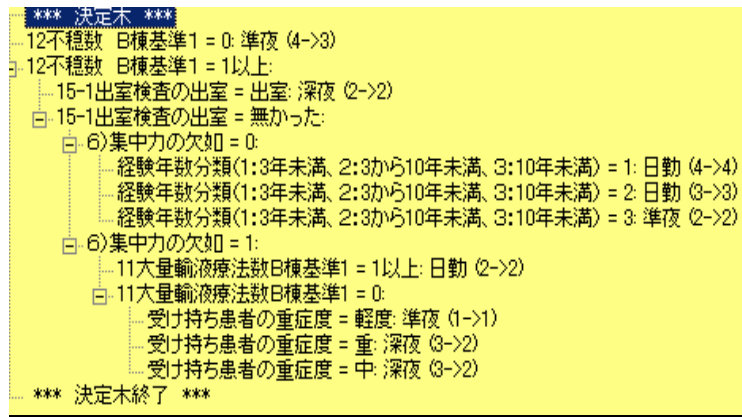


図 3: 決定木 (リスク解明)

用することによって、医療事故の軽減ができた。この過程は、リスク活用に相当する。

## 4. 今後の展開

### 4.1 背景

医療事故は、単なる医師、看護師の手技的なケアレスミスのみならず、処方ミス、院内感染、薬の副作用による事故が含まれ、医療技術の高度化、組織の複雑化によって、事故も高度に複雑な事例が報告されている。現在、その事故が医療現場のシステム運用による系統的なミスであるのか、突発的なものであるかが不明な場合も多く、その予防システムの構築は、特定機能病院を含めた大規模病院の重要な課題となっている。種々のアクシデント（事故や過誤）を防止するため、各病院では、インシデント（事故には至らなかったが些細な事象であっても事故につながると予想される事例）に対するレポートを自己申告形式で収集している。例えば、島根大学医学部附属病院の場合、インシデントレポートは月平均の報告数は約 100 件報告されている。これらの紙の自己申告書をその都度電子化することで、レポートの分析は可能だが、これらの情報がレポート分析に十分な情報を与えているかどうかを検証した例はほとんどない。一方、大規模病院では、オーダーエンリシステム、電子診療録の導入によって、処方、検査のみならず、診療記録の電子化が進められてきており、近い将来、すべての診療情報がリアルタイムに蓄積される。以上、病院情報システムに蓄積されたデータベースとインシデントレポートのデータとを統合することで、単に、そのインシデントの性質のみならず、この医療事故およびインシデントをデータの上から詳細に把握することが可能となる。医療におけるリスクマイニングでは、蓄積された電子化情報をフルに活用することで、統合的な医療事故防止支援環境を開発しようとするものである。

### 4.2 医療事故に関するリスクマイニング

医療事故に関するリスクマイニングでは、病院情報システム上に分散的に蓄積されたデータベースと医療インシデントレポートに着目し、次のような点を明らかにしていくことが目標となる：(1) 院内感染、薬の副作用、処方ミス等のアクシデント・インシデントに関して、病院情報システムに蓄積されたデータからいかなる知識が抽出できるか？（医療従事者に関するリスク分析）(2) 一般的に、全身状態の悪化した患者においては、突発的な事故、特に、院内感染の重篤化（敗血症ショック）、薬剤投与による急激なショック状態等のリスクが高い。これまでに蓄積された検査データから、ショック状態に陥りやすいリスクについての知識が抽出できるか？（患者側に関するリスク分析）(3) 医師の診療録、看護記録は一般に自然文で記載されている。この自然文から、インシデントを含めたリスクについての知識を抽出できるか？（記載文に関するテキストマイニング）(4) これまでに蓄積されたインシデントレポートのみで、どこまで、インシデントについての状況を把握できるか？ また、より追加として必要とされる情報は何か？（インシデントレポートの分析と検証）(5) (1-4) に関して、病院情報システム、インシデントレポートの生データからは、分析するのに不足している情報を、専門医との議論の上で把握し、さらに情報を収集するためのプロセスを生み出せるか？（新たな知的データ収集）今後、このような方向で研究を進めていく予定である。

## 5. おわりに

リスクマイニングの基本的考え方を示した。リスクマイニングでは、リスク情報有効活用のプロセスの統合的実現を目指し、(1) データマイニングの手法を用いることで、専門家から見て意外な情報を発見することで、リスク情報を検知するリスク検知、(2) 検知されたリスク情報が、本来どのような意味をもつのか、そこに隠された本質的な現象は何で、どのようにモデル化できるかに焦点を当て、リスク情報を解明することを目

的としたリスク解明, 解明された情報を活用して, それを評価することで, 補足すべき情報をさらに収集するリスク活用の3つのプロセスに着目している。

今後は, リスク情報を活用する問題領域として: (a) 不利なリスクを回避するためにリスク情報を活用する領域, (b) リスク情報を利用して, 有利なチャンスを生み出す領域に着目し, これら二つの問題領域の代表的なものとして, (a) については医療, (b) については, ビジネスに着目して, リスクマイニングの研究を進めていく予定である。

## 謝辞

本原稿をまとめるにあたり, 次の先生方との議論が極めて参考になった: 鷲尾 隆 (大阪大学), 吉田健一 (筑波大学), 市瀬隆太郎 (国立情報学研究所), 鈴木英之進 (横浜国立大学), 鍾 寧 (前橋工科大学・教授), 宮本定明 (筑波大学) 大澤幸生 (東京大学) 矢田勝俊 (関西大学) (敬称略)。ここに謝意を表したい。

## 参考文献

- [Ansell 92] J. Ansell, F. Wharton (eds.): Risk: Analysis, Assessment and Management, Wiley, 1992.
- [Yokoyama 04] S. Yokoyama, K. Matsuoka, S. Matsui, S. Tsumoto, S. Tanada, T. Yamakawa, M. Harao: Study on the analysis of nurses' incident factors and the decision support by data mining. Medinfo. 2004;2004(CD):1921