

## 多重リスクコミュニケーションを容易に支援 する MRC-Lite の開発と適用

大石健太<sup>†</sup> 星野進<sup>††</sup> 佐々木良一<sup>†</sup>

リスクを考慮しつつ複数の関与者とリスクコミュニケーションを図りながら、最適な対策の組み合わせを求めることは容易ではない。そこで、リスクコミュニケーションを支援する「多重リスクコミュニケーター (Multiple Risk Communicator : 以下 MRC とする)」を開発し適用を行ってきた。しかし、MRC は定式化に専門的な知識を必要とし、操作が複雑である等の問題点がある。それらの問題点を解決するため、EXCEL をベースとしたプログラム MRC-Lite を開発するとともに、それを個人情報漏洩問題へ試適用したのでその結果を報告する。

### Development and application of MRC-Lite that easily supports multiple risk communication

Kenta Oishi<sup>†</sup> Susumu Hoshino<sup>††</sup> Ryoichi Sasaki<sup>†</sup>

It is not easy to obtain the most appropriate combination of measures while considering risks and conducting risk communication with some participants. Therefore MRC (Multiple Risk Communicator) that supports risk communication has been developed and applied. However, MRC has problems that it requires professional knowledge to formulate the problem and the operation to obtain the solution is complicated. This paper describes the development of MRC-Lite to solve those problems and result of its trial application to Personal Information Leakage Issue.

### 1. はじめに

情報社会の進展につれて、社会的リスクが多様化し、様々な社会問題を引き起こしている。例えば不正アクセスや不正コピーによる著作権の侵害、コンピュータウイルスによる個人や企業の被害等、情報ネットワークの利便性やデジタル情報の有用性を悪用した犯罪が後を絶たない。また、被害もますます大きくなっている。

このような問題に対処しようとする、セキュリティに対するリスクだけでなく、プライバシーに対するリスクや利便性、さらにはコストといった複雑に絡み合う要素、対立する利害関係を考慮する必要がある。

また、複雑な社会問題に対して、リスク対策を最大限効果的に作用させるためには、リスク分析だけでなくリスクについて直接的・間接的に関係する人々が意見を交換し、関与者間の誤解や理解不足をなくすためのリスクコミュニケーションが重要となる。さらに、リスク対策策定において、1つの対策だけでは対応することが困難であり、複数の対策の最適な組み合わせを求めることが必要となる。

このようにリスクを考慮しつつ複数の関与者とリスクコミュニケーションを図りながら、最適な組み合わせを求めることは容易ではない。そこで佐々木らは情報社会におけるリスクコミュニケーションを支援する「多重リスクコミュニケーター (Multiple Risk Communicator : 以下MRCとする)」を提案し、支援ツールである「MRCプログラム」の開発を行った [1][2]。しかし、既存のMRCは制約条件式や係数など入力する項目が多く、リスクコミュニケーションを行うまでに多くの時間を必要とする。またMRCプログラムは「Mathematica5.2」がインストールされているPCでなければ使用できず、インターネットを経由する必要がある。

上記の問題点を解決するため、対策案の最適な組み合わせを厳密に求める機能はないが、誰でも容易に使うことができることを目指したMRC-Liteの開発を行った。これは準最適解を求めるためにかかる時間が短く、「Mathematica5.2」を必要とせず、ネットワークに接続する必要がないという特徴を持つ。本稿では、MRCの概要を述べた後、開発したMRC-Liteについておよび個人情報漏洩問題への試適用の結果を報告する。

---

<sup>†</sup> 東京電機大学  
Tokyo Denki University  
<sup>††</sup> 情報セキュリティ大学院大学  
INSTITUTE of INFORMATION SECURITY

## 2. 多重リスクコミュニケーター(MRC)

### 2.1 MRCの概要

MRCとは多様なリスクを扱い、対象問題の関与者間でコミュニケーションを取りながら、最適な対策案の組み合わせを求め、合意形成を支援するために開発されたシステムである。MRCでは対策案の最適な組み合わせを求める機能をベースに、複数の意思決定関与者の合意を形成することを支援する機能を持つ。このような機能を持たせるため、MRCでは図1のように専門家向け入出力部、演算部、関与者支援部、全体制御部、データベース部、ネゴシエーション基盤から構成される[2]。

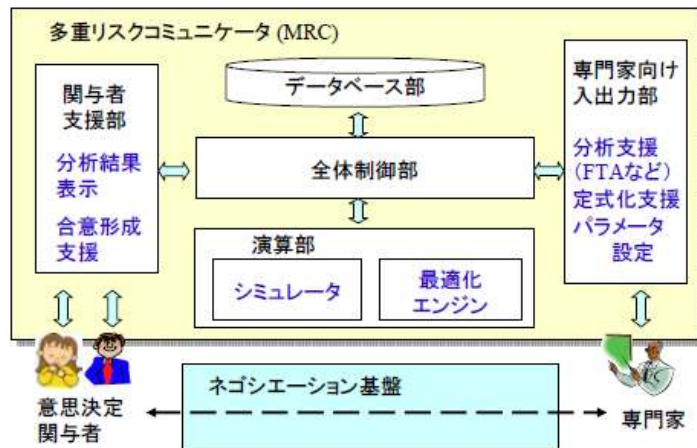


図1 多重リスクコミュニケーターの概要

- (1) 専門家向け入出力部  
専門家が目的関数、制約条件式、対策案、係数、制約条件値をMRCに入出力する支援を行う。
- (2) 全体制御部  
プログラム全体の制御を行う。
- (3) 演算部  
最適化エンジンやシミュレータ等により構成される。最適化エンジンは、総当たり法や辞書式枚挙法を用いて、対策案の最適解を求める。
- (4) 関与者支援部

意思決定関与者の合意形成のために必要な情報をわかりやすく表現するためのものである。

- (5) データベース部  
求解決定や関与者の意見などをデータベースとして整備し必要に応じて取り出せるようにする。
- (6) ネゴシエーション基盤  
それぞれの関与者が意見を書くと、ネゴシエーション基盤を利用して専門家に伝えられ、その結果が再表示される。

### 2.2 MRCの適用手順

MRCの適用の流れは以下の通りになる。

- (1) 対象の決定  
問題を解決したい人の依頼等により、扱う問題を決定する。
- (2) 問題の分析  
対象の問題が生じる原因や不正の方法などの分析を行い、対策案を決定する。
- (3) 関与者の決定  
専門家が問題にかかわってくる関与者を決定する。
- (4) 目的関数、制約条件の決定  
専門家が目的関数、制約条件を決定する。目的関数とは最適な対策の組み合わせを決定する関数のことである。制約条件とは、関与者の意見を反映させるための制約のことである。
- (5) リスクの分析  
専門家がリスクを定量化するためにフォルトツリー分析手法[6]（以下FTAとする）を行う。
- (6) 各種対策案の決定  
専門家がリスクに対して有効である対策案を決定する
- (7) MRCプログラムの入力  
専門家が上記のリスク分析の結果を、MRCに入力する。
- (8) 制約条件値の設定  
ファシリテータ（議論の中心となり、議論を進行させる役割）が進行し、関与者間で制約条件値を決定する。専門家が制約条件値をMRCに入力する。
- (9) 結果の表示と合意の形成  
ファシリテータがMRCで得られた結果（最適解）を関与者に提示し、対策の組み合わせの合意を形成するために関与者間でリスクコミュニケーションを行う。関与者がMRCの最適解に満足しない場合、制約条件値の変更、対策案を変更するなどして、専門家

が再度最適解を求め直す。対策の組み合わせの合意が得られるまでリスクコミュニケーションを行う。最適解表示画面を図2に示す。

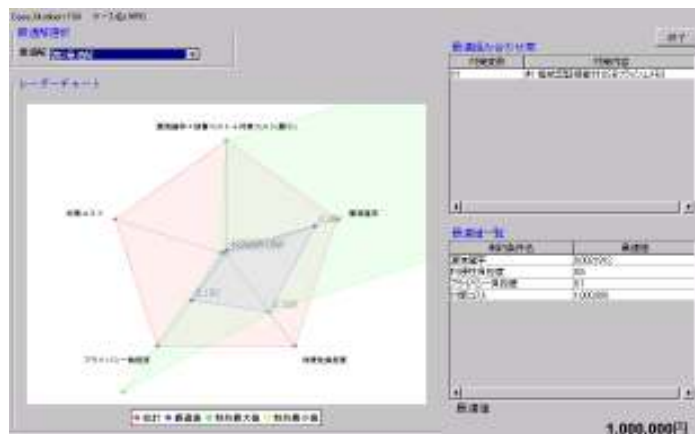


図2 MRCの最適解表示画面

### 2.3 MRCの適用例

MRCはこれまで個人情報漏洩問題や内部統制問題に適用されて、その有効性が示された[2][3]。しかし、MRCは制約条件式や係数など入力する項目が多く、リスクコミュニケーションを行うまでに多くの時間を必要とする。またMRCプログラムは「Mathematica5.2」がインストールされているPCでなければ使用できず、インターネットを経由する必要がある。さらに、最適解を出すための計算に時間がかかる。したがって誰でもMRCが使用できるというわけではない。そこで、これら問題点の解決法が求められた。

## 3. 簡易版多重リスクコミュニケーター(MRC-Lite)の開発

### 3.1 MRC-Liteの概要

上記の問題点を解決するために、MRC-Liteは誰でも容易にリスクコミュニケーションを支援する機能が求められる。そのため、プログラムをExcelベースで開発を行うことにより、ネットワークを利用しなくても使用できるようにした。ExcelはPCを使用している人なら多くの人インストールしてあるソフトウェアということもあり、

MRC-Liteプログラムを利用できる人は少なくないと考えられる。また、すべてのリスクコミュニケーション問題に適用できるようにしようとすると利用方法が非常に複雑になり、プログラムも膨大になる。そこでMRC-Liteで扱う問題は個人情報漏洩問題に特化したものを開発している。

開発環境はExcel 2007、言語はVBA(Visual Basic for Applications)であり、開発ステップ数は約780である。

### 3.2 MRC-Liteの運用方法

MRC-Liteの適用手順を図3に示す。

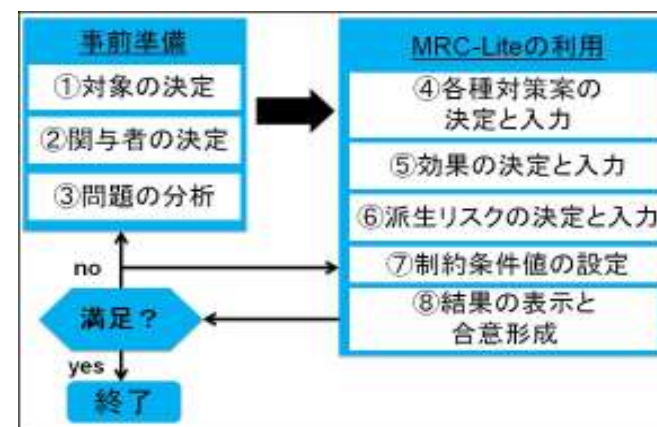


図3 MRC-Liteの適用手順

#### (1) 対策案の決定

有効と考えられる対策案、対策コストを入力する。入力画面を図4に示す。

#### (2) 対策案効果の決定

対策案ごとにどれだけの効果があるかを0から9の10段階で定性的に決定する。個人情報漏洩問題の対策案効果の場合9の時最大の効果を得られ、0の時何の効果も得られないものとする。また、定性的にリスクを決定するためにISO27000シリーズのリスク分析手法などを用いてリスク分析を行う。前述のように資産価値、脅威、脆弱性の3つの観点からリスクを0から8の9段階で定性的に決定する。

(3) 派生リスクの決定

派生リスクは0から9の10段階で定性的に決定する制約条件である。対策案ごとに従業員の利便性負担度（対策を増やすことにより下がってしまう業務効率を数値化したもの）、従業員のプライバシー負担度（対策を増やすことにより侵害されるプライバシーを数値化したもの）等を設定する。派生リスクの設定については、関与者間での議論の際に値を見直し、最終的に決定する。負担度の指標については表1に示す。

(4) 制約条件値を入力する。

コスト、派生リスクの制約条件値を入力する。

(5) 最適解を表示する

採用された対策案、コスト、派生リスク、定性的漏洩リスクを表示する。MRC-Liteで得られた結果（最適解）を対策の組み合わせの合意を形成するために関与者間でリスクコミュニケーションを行う。関与者がMRCの最適解に満足しない場合、制約条件値の変更、対策案を変更するなどして、対策の組み合わせの合意が得られるまでリスクコミュニケーションを行う。

表1 負担度の指標

利便性負担度(0~9) プライバシー負担度(0~9)	関与者がどう感じるか
0~3	ほとんど不快と感じない
4~6	やや不快
7~9	不快

対策案とコスト、コスト制約を入力してください。 選択が終わったら、右の「決定」ボタンを押してください。		決定
No.	対策案	125,134,720 対策コスト(円)
1	一般に4回パスワードを変更しなければならぬようにシステムを設定する	18,292,720
2	情報システム管理者の認定した管理ソフトウェアをインストールし、管理者によって許可されたプログラム以外の起動を禁止する処理を行う	17,959,500
3	サーバーに対して電子鍵を使用できない処理を行う	84,000
4	社内に監視カメラを設置し、社内の様子を撮影することにより不適な行動を監視する	4,200,000
5	URL フェルダリングツールを導入し、WEB フォームの使用や表示版の書き込みを禁止する	9,738,000
6	メールのフェルダリングツールを導入し、メールの送受信を制限する (社外メールアドレスへの送信は、画面上部にCCでメールの複製を送信しなければ、送れないようにする)	5,675,000

図4 MRC-Lite の入力画面

3.3 MRC と MRC-Lite の比較

3.3.1 最適解の求解法

MRCでは制約条件を満足しつつ目的関数を最大あるいは最小とする厳密解を、総当たり法や辞書式枚挙法で対策案の最適解を求める。このためこの演算には時間がかかる。実際に大手企業の最適な個人情報漏洩対策を15個の対策案の中から選んだところ、メモリ1GB、CPUがCore(TM)Duo U2400の1.06GHzのPCで約10分の時間を必要とする。MRC-Liteでは厳密解を求めることをあきらめ、対策案ごとの費用対効果が高いものから制約条件を満足しなくなるまで採用していく。この場合MRCと比べて適切な対策案を選ぶ精度は落ちるが、対策案15個ならば選ぶ時間は2秒程度であり、MRCよりもかなり短い時間で最適解を求められる。

3.3.2 リスク分析の手法

MRCではリスクを定量化するためにFTAを行っている。しかし、FTAには多くの時間がかかる。MRC-Liteでは分析の精度がFTAよりは下がるが、短時間でリスク分析を行えるISO27000シリーズのリスク分析手法[5]を用いてリスク分析を行えるようにした。これは資産価値、脅威、脆弱性の3つの観点からリスクを0から8の9段階で定性的に決定する分析である（表2参照）。なお、MRC-LiteでFTAそのものを実行することはサポートしていないが、FTAを用いてリスク分析した結果を入力することも可能である。

表2 ISO27000シリーズのリスク分析手法

	脅威の程度	低			中			高		
	脆弱性の程度	低	中	高	低	中	高	低	中	高
資産の	0	0	1	2	1	2	3	2	3	4
価値	1	1	2	3	2	3	4	3	4	5
	2	2	3	4	3	4	5	4	5	6
	3	3	4	5	4	5	6	5	6	7
	4	4	5	6	5	6	7	6	7	8

3.3.3 合意形成過程での最適解の比較機能

これまでのMRCの様々な適用によって、合意形成の過程で得られた種々の最適解の比較機能がリスクコミュニケーションを行いやすくするために必要であるということが分かってきた。そこでMRC-Liteでは最適解のログを取り最適解の変化を比較できる機能をつけリスクコミュニケーションを行いやすくしている。

最適解表示画面の一例を図5に示す。図の左上は今まで適用した回数が表示されている。また、適用結果を比較することができる。図の右上は選ばれた対策案の組み合わせが表示される。図の下は派生リスク、定性的漏洩リスクがグラフによって視覚的に分かりやすく表示されている。

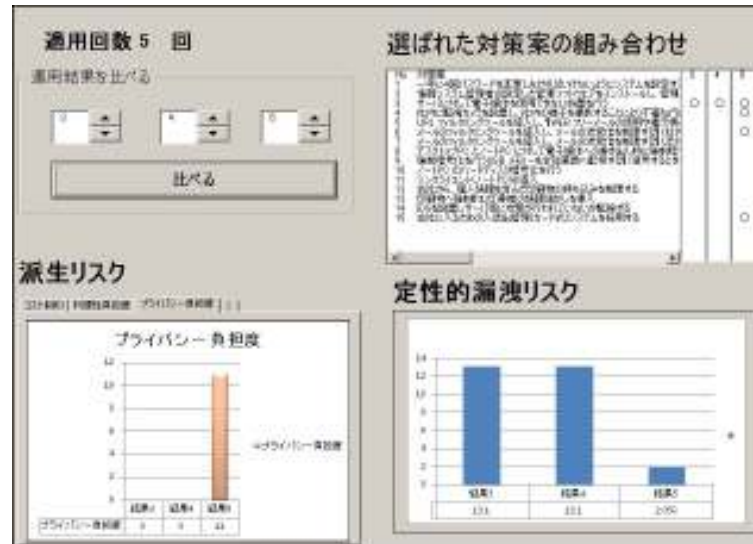


図5 最適解表示画面

#### 4. MRC-Lite の個人情報漏洩対策への適用

##### 4.1 MRC-Lite のリスクコミュニケーション実験

MRC同様MRC-Liteでもリスクコミュニケーションが行えるか実験を行った。実験のモデルは企業における「個人情報漏洩問題」をMRC-Liteの適用対象としリスクコミュニケーションを行った。谷山らが行った研究[3]において、同様の実験を行っているが、今回はMRCではなくMRC-Liteを用いて東京電機大学の学生3人のグループを2つでリスクコミュニケーションを行った。全員MRCに関する知識をもつ者が被験者となっている。試適用の流れとして、3章のMRC-Liteの運用方法に書かれている対策案の決定から始め、リスクコミュニケーションを行った。ロールプレイヤーは以下の通りである。

ロールプレイヤー

- (1) 従業員
- (2) 顧客
- (3) 経営者

まず始めに、対策案を何も採用しなかったときの結果を求めた。

対策案を何も採用しないとき

- (1) 対策コスト：0円
- (2) 従業員の利便性負担度：0
- (3) 従業員のプライバシー負担度：0
- (4) 対策案：なし
- (5) 定性的漏洩リスク：18

経営者は個人情報漏洩対策として対策案4, 7, 10を必ず採用したい主張した。また、コストに関しては対策案11のコストが高すぎるため採用しないしてほしいという意見があり、従業員もその要望を受け入れ対策案11は採用しないことにした。

従業員はプライバシー負担度、利便性負担度の観点から負担の大きい対策案6を採用しないほしいという主張をした。顧客、従業員はこの要望を受け入れ対策案6を採用しないことにした。

顧客からは定性的漏洩リスクの値をどのくらいに設定して良いのかわかりづらいという意見があったため、制約を設けないことにした。この条件で求めた結果が最適解Aである。

制約条件

- (1) 採用したい対策：4, 7, 10
- (2) 採用しない対策：6, 11

最適解A

- (1) 対策コスト：152564750円
- (2) 従業員の利便性負担度：24
- (3) 従業員のプライバシー負担度：8
- (4) 対策案：4, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 15
- (5) 定性的漏洩リスク：0.10342

これらの結果を見て、顧客は定性的漏洩リスクが十分に下がったと判断し、結果に満足した。しかし経営者はコストがかかりすぎると主張し、コストの制約条件を下記のように設定した。この制約条件で、最適化実行をした結果が最適解Bとなる。

#### 制約条件

- (1) 採用したい対策：4, 7, 10
- (2) 採用しない対策：6, 11
- (3) 対策コスト：120,000,000円

#### 最適解B

- (1) 対策コスト：109,236,500円
- (2) 従業員の利便性負担度：23
- (3) 従業員のプライバシー負担度：7
- (4) 対策案：4, 5, 7, 8, 10, 12, 14, 15
- (5) 定性的漏洩リスク：0.17062

顧客は最適解Bの結果では定性的漏洩リスクが上がってしまうが、程度が少しかったため、最適解Bで良いとした。経営者も制約条件が守られたため満足した。従業員は利便性負担度、プライバシー負担度が少し高いと考えた。しかし、取りたくない対策案が取られていない、最適解Aよりも利便性負担度、プライバシー負担度が下がっているという2点からこの最適解Bに納得した。よって最適解Bが採用されることになり、関与者間で合意を形成することに成功した。

## 4.2 MRC-Lite の評価

今回初めて、MRC-Liteを使用して一部入力、リスクコミュニケーションを行った。従来のMRCより最適解を出す時間が早い、最適解の比較を行えるようにしたことによってリスクコミュニケーションがスムーズに行えたという理由から、MRCでは平均90分かかっていたリスクコミュニケーションが、MRC-Liteでは2グループとも40分程度の時間で合意を形成することができた。

以下に示す表3が実験終了後のアンケート結果である。最終的に合意が形成出来たので有用性の評価と最適解の満足度の評価が高い数値を示している。しかし、レイアウトの見やすさ、利便性の評価は低く、今後GUIを改善していく必要があることが分かった。

また、アンケートの自由記述欄でMRC-Liteに対する以下のような疑問点が挙げられた。

- (1) 問題に対して1から分析するときどのようにリスク分析を行い、どのようにパラメータの設定を行えばよいか分からない。
- (2) 定性的漏洩リスクの値がどの程度の効果を表しているのかが分からない。

(1)の問題点の解決のために、MRC-Lite使用にあたってのマニュアルが必要であると考えられる。(2)の問題点は、定性的漏洩リスクの値の指標を決めることで解決する。

表3 アンケート結果(評価は1～5の5段階)

項目	評価(n=6)
MRC-Liteの有用性の評価	4.0
最適解の満足度の評価	4.2
レイアウトの見やすさの評価	3.6
MRC-Liteの利便性の評価	3.6

## 4.3 簡易 MRC 学校版の適用

情報セキュリティ意識向上のため簡易MRC学校版を用いた個人情報漏洩に関するリスクコミュニケーションを神奈川県の特設支援学校2か所で行った。この研究は情報セキュリティ大学院大学の星野氏に協力して行った。簡易MRC学校版とは、MRC-Liteから派生したもので、学校の情報漏洩問題に特化したものである[4]。

1回目の適用は教職員約80人を8グループに分け、約10人をファシリテータ、保護者、教職員等で役割分担し約20分のリスクコミュニケーションを行った。2回目の適用も同じように約80人を7グループに分けて行い、1回目と同様に役割分担をして適用を行った。また、リスクコミュニケーション終了後ファシリテータにアンケートを行ってもらった。アンケート結果を表4に示す。

その結果MRCを知らない人が大半なのにもかかわらず、得られた対策案の組み合わせ、話し合いで合意形成まで導く過程の項目が比較的评价が高く情報セキュリティ意識向上という目的を果たせたと考えられる。

したがってMRC-Liteは研究室だけでなく外部の公式の場においても適用することができるということが分かった。

表4 アンケート結果(評価は1～5段階)

項目	評価(n=13)
簡易MRC学校版の有用性の評価	3.4
最適解の満足度の評価	3.0

## 5. おわりに

本稿では、MRCの簡易版であるMRC-Liteの開発状況、試適用の結果を報告した。それにより、MRC-Liteでも円滑なリスクコミュニケーションを行えることが分かった。しかし、定性的に値づけられた派生リスクは制約条件としてわかりにくいということが判明した。そのために、値の指標を作る必要がある。またアンケート結果から、レイアウトの改善も必要なことが分かった。

今後はレイアウトの改善を行うとともに、派生リスクを自由に追加できるようにする機能や排他的に対策案を採用できる等の機能を追加することで、情報漏洩問題だけでなくそれ以外の問題にも適用できるようにしていきたい。

**謝辞** 本研究を進めるにあたってアドバイスを頂いた東京電機大学の川上昌俊氏に深謝いたします。また、試適用の際に被験者を快く引き受けてくださった東京電機大学情報セキュリティ研究室の先輩、同期の皆様に感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 佐々木良一, 石井真之, 日高悠, 矢島敬士, 吉浦裕, 杉村優子: 多重リスクコミュニケーターの開発構想と試適用 情報処理学会論文誌Vol.46 No8 (2005).
- 2) 佐々木良一, 日高悠, 守谷隆史, 谷山充洋, 矢島敬士, 八重樫清美, 川島泰正, 吉浦裕: 多重リスクコミュニケーターの開発と適用, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.9, pp.3180-3190, (2008).
- 3) 谷山充洋, 日高悠, 荒井正人, 甲斐賢, 伊川宏美, 矢島敬士, 佐々木良一: 多重リスクコミュニケーターの企業向け情報漏洩問題への適用, 情報処理学会CSS2008, (2008).
- 4) 星野進, 原田要之助 『教職員の情報セキュリティ意識向上のための教育に関する一考察』 情報処理学会CSS2010, (2010).
- 5) 田淵治樹, 国際規格による情報セキュリティの保障手法, 日科技連出版社, pp.45-47 (2007).
- 6) IT 情報マネジメント 「FTA(fault tree analysis)」  
<http://www.atmarkit.co.jp/aig/04biz/fta.html>