

多重リスクコミュニケーションプログラムの 開発と今後の方向

杉本尚子[†] 佐々木良一^{††} 矢島敬士^{††}
川島泰正[†] 八重樫清美^{†††}

概要：高度情報化社会では、情報資源の多様化や情報量の拡大により、社会的リスク問題の総合的な解決手段が求められている。意思決定者や一般関係者の対立する利害関係を解決し支援する手段として、多重リスクコミュニケータ(MRC : Multiple Risk Communicator)の構想を固めそれを実現する MRC プログラムを開発した。この MRC プログラムは、(1)専門家によるリスクの記述、対策案の列挙や制約の定式化、および組合せ最適化問題として解決策を導出する専門家分析クライアント、(2)リスク解決策への期待効用値を関係者ごとに合理的に決定する関係者クライアント、(3)各関係者の情報共有・獲得・相互理解と、ファシリテータの指導による合意形成決定過程を支援するコミュニケーションサーバ上に実現するものである。本稿は、MRC プログラムの機能、構成、利用方法を従来よりも詳しく報告するものであり、特に今回工夫した(1) 組み合わせ最適化問題の高速解法と、(2) 合意形成支援部について詳しく記述する。

Development of a Multiple Risk Communication Program and Direction of the Future

[†] 株式会社アドイン研究所 ソリューション事業部
Solution Dept. AdIn Research, Inc.

^{††} 東京電機大学 未来科学部 情報メディア学科
Information Systems And Multimedia Design School Of Science And Technology For Future Life
Tokyo Denki University

^{†††} 株式会社ピンポイントサービス
PinpointService, Inc.

Shouko Sugimoto[†], Ryoichi Sasaki^{††}, Hiroshi Yajima^{††},
Yasumasa Kawashima[†], Kiyomi Yaegashi^{†††}

Abstract: In a highly-networked information society, a request is made for the development of a method of solving the social risk problem on the whole because of the diversification of information resources and the expansion of the volume of information. We contemplated using the Multiple Risk Communicator's (MRC) plan as a method to solve the conflicts/interests among decision-makers and general stakeholders. Furthermore, in order to implement this idea, we developed the MRC program. The MRC program is configured as follows:

(1)The specialist describes the risks and measures, and the restrictions for the conditional expression are formulated. Subsequently, the specialist-analysis client program solves the optimization problem of this combination.

(2)The general stakeholder's client program decides upon the expectation-effect value in order to solve the risk program reasonably.

(3)All general stakeholders share and acquire information, and share a mutual understanding.

Finally, the communication server obtains a mutual agreement between the general stakeholders by guiding the facilitator. We provide an in-depth report on the function, composition, and use of the MRC program. Specifically, we give an in-depth description of (1) the method to speed up the combinational optimization problem and (2) the function that supports its agreement.

1. はじめに

企業や社会はいろいろなリスクを抱えており、最近では1つのリスク対策(たとえばセキュリティ対策)が、新しいリスク(たとえばプライバシーリスク)を発生させるといことも多く「リスク対リスク」の時代を迎えているともいえよう。リスク分析用の方法としては、ベースラインアプローチや詳細リスク分析、組み合わせアプローチなどが知られているが、いずれもリスク対リスクの問題を解決する機能や、リスクコミュニケーションの機能を持つものではない。この問題を解決するために、いろいろなリスクやコストを考慮しつつ、望ましい対策案の組み合わせに関し、経営者や顧客、従業員など意思決定関係者の合意を形成していくツールが必要となっていると考え「多重リスクコミュニケータ(MRC)」の構想を提案するとともに、多重リスクコミュニケーションプログラム(以下MRCプログラムと呼ぶ)を開発し、個人情報漏洩対策などいろいろな対象に適用してきた[1][2][3]。

本稿は、MRCプログラムの機能、構成、利用方法などを従来よりも詳しく報告するものであり、今回工夫した(1) 組み合わせ最適化問題の高速解法と。(2) 合意形成支援部について特に、詳しく記述する。なお、MRCは、独立行政法人科学技術振興機構社会技術研究開発センター「情報と社

会」研究開発領域計画型研究開発「高度情報化社会の脆弱性の解明と解決」[5]の一環として実施したものである。

2. 目的

MRCプログラムの開発目的は、図 2-1 に示す通りである。図 2-1 に示す様に MRC プログラムは、専門家向け入力部、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。また、MRC の適用手順は以下のようにになっている(図 2-2)

- (1) 問題を解決したい人(意思決定者)の依頼などにより、扱う問題を決定する。
- (2) 専門家が問題のリスク分析(図 2-2 の①~⑦)を行う。
- (3) 専門家がリスク分析の結果を MRC プログラムに入力する(図 2-2 の⑧)、関与者間で制約条件値を決定し、専門家が値を MRC プログラムに入力する(図 2-2 の⑨)。MRC プログラムが最適化演算を行い、その結果が表示される(図 2-2 の⑩)。
- (4) 専門家は MRC プログラムで得られた結果を、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リスクコミュニケーションを行う(図 2-2 の⑪)。
- (5) ファシリテータが、専門家と関与者間のコミュニケーションの管理を行い、最終的な合意形成に導く。

以下、本稿では MRC プログラムを開発する上で特に注力した点として、専門家分析クライアントによる、求解・最適化導出の高速化とリスクコミュニケーションの合意形成過程支援の期待効用理論に基づく無差別曲線への適用を、システム概要で述べる。

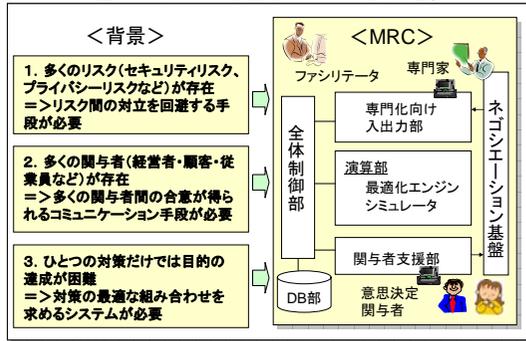


図 2-1 MRC の背景と概要

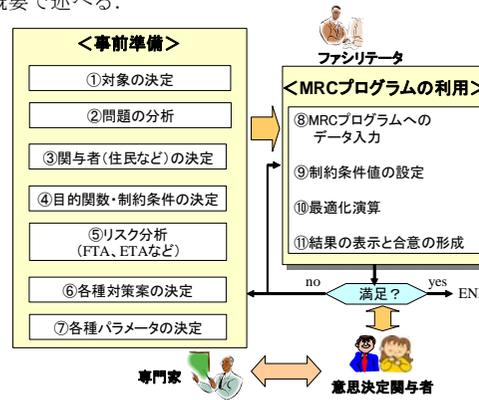


図 2-2 MRC の適用手順

3. システム概要

MRC は、対立する関与者が、専門家のリスク分析を通じてリスクの理解を行い、対策案選択についての合意を合理的な手順で導く為の統合システムである。

(1) 専門家の役割

専門家は、対象問題の決定をし、問題分析し、意思決定に及ぼす関与者をリストアップし、対策案の最適な組合せを求める為、目的関数と制約条件を定式化し、有効な対策案と関連パラメータを推定し、対策案効果の確率をベースにフォルトツリーを作成し、組合せ最適化問題を解き、その結果を分かりやすく表示する。

(2) 一般関与者の役割

一般関与者は、専門家が作成したリスク分析の条件や結果を基に「他の対策案が考えられる」とか「制約条件の値が違う」などの意見を言うとともに、対立するリスクを回避する為に他の一般関与者との合意形成を行う。

(3) ファシリテータの役割

これら、専門家や複数の意思決定関与者の間で調整を行うナビゲート役である。ファシリテータと専門家と一般関与者の関係図は、図 2-2 に示した通りである。これらの関係を考慮しつつ、Web サイト機能と専門家分析クライアント機能と、合意形成過程の RC クライアント機能について、それぞれのユーザー権限と機能別の概要を表 3-1 ユーザー権限と概要一覧表に示す。

表 3-1 ユーザー権限と概要一覧表

サブシステム	機能	概要	ファシリテータ	専門家	一般関与者	意思決定権限者
Webサイト	プロジェクト管理メニュー	ファシリテータが利用するメニューであり、プロジェクトの登録、リスクコミュニケーションのナビゲート、MRCの経緯記録を行う。	○	○		
	リスクコミュニケーション進行制御	関与者グループを記述し、それぞれの立場を明確にする関与者登録機能とリスクコミュニケーションのフェーズの遷移をファシリテータが宣言する機能がファシリテータが行う。	○			
	専門家メニュー	専門家を利用するメニューで、リスクに関する一般的な情報を共有するための概説コンテンツ (FAQを含む) の登録、分析クライアントの起動、分析クライアントの分析結果へのコメント登録などを行う。		○		
	関与者メニュー	関与者とファシリテータが利用するメニューで、概説・分析コンテンツの閲覧、制約条件の検討、今回新たに開発するRCクライアントの起動、その上で行われるRC2-RC3の結果である合意解の共有、ネゴシエーション基盤の機能としてFAQ閲覧、自由掲示板の利用、MRC経緯の閲覧、および多次元ヒアリングの登録・閲覧を行う。	○	○	○	○
	ネゴシエーション基盤機能	関与者間で知識DBの共有機能、但し、各関与者のヒアリング結果の整理/登録はファシリテータとする。	○	○	○	○
専門家分析クライアント	リスクの記述、対策案の列挙、FTの作成、目的関数・制約条件の定式化、組合せ最適化を行い、1~指定数(最大100個)迄のリーダーチャートと離散図を出力する。		○			
RCクライアント	RC2 リスクコミュニケーション支援	関与者ごとの効用評価座標での無差別曲線と許容範囲の設定と希望解の選択・他の期待効用、希望解の投影・評価、自他を含む許容解の再設定	○	○	○	○
	RC3 リスクコミュニケーション支援	期待効用の二段階評価による、全関与者の合意解の導出と希望解効用比較表の出力	○	○	○	○

3.1 システム構成図

システム構成は、表 3-2 と図 3-1 に示す様に、専門家向け PC、ファシリテータ向け PC、一般関与者向け PC、サーバー PC からなっている。このうち中心的機能を持つのは専門家向け PC であり、①専門家によるリスクの記述、②対策案の列挙、③制約の定式化、④組合せ最適化問題として解決策を導出する機能を持つ、これを専門家分析クライアントと呼ぶ。⑤専門家が導出した最適解をもとに、全関与者の最適な希望解（関与者が自分の満足する選択された最適解を希望解と呼ぶ）と効用値（効用値の説明は、5.1 期待効用論に基づく無差別曲線の適用へ記述する）を決定する機能を関与者クライアントと呼ぶ。⑥各関与者が選択した希望解を情報を共有し、獲得し、相互に理解する為にファシリテータの指導によって合意形成してゆく過程をコミュニケーションサーバーで実現し、これを合意形成過程と呼ぶ。そこで MRC システムを利用する上で必要なソフトウェアを表 3-2 物理構成一覧表へ MRC を動かす為に必要なマシンスペックやネットワーク構成の環境を図 3-1 論理構成図に示す。また、MRC は、Java の専門家分析クライアントと Mathematica[7]の起動と構成等に特徴があるので、図 3-2 専門家分析クライアント構成図に示す。

3.1.1 物理構成

表 3-2 物理構成一覧表

物理構成	
専門家向け PC	Web閲覧の環境に加え Mathematica と Java アプリケーションが稼動するのに十分な性能を有する Windows マシンが必要である。
ファシリテータ向け PC	一般的な Web 閲覧の環境に加え Java アプリケーションが稼動するのに十分な性能を有する Windows マシンとする。但し、Web ブラウザは Internet Explorer に限定する。
一般関与者向け PC	一般的な Web 閲覧の環境に加え Java アプリケーションが稼動するのに十分な性能を有する Windows マシンで、JWS のアプリケーション起動パネルである Java アプリケーション キャッシュビューから起動する。
サーバー PC	コミュニケーションサーバ (Xoops=MySQL, PHP, Apache), Java アプリケーションサーバ, WebMathematica が稼動するのに十分な性能を有するマシンとする。 <ul style="list-style-type: none"> ● Apache HTTPサーバをフロントエンドとする。 ● PHP と Java の動的な Web アプリケーション環境を用意する。 ● PHP 環境上の Xoops コミュニケーションサーバで MRC アプリケーション本体を実装する。 ● Java 環境上の Tomcat APサーバで MRC アプリケーションのモデル処理を実装する。 ● Tomcat 上のアプリケーションとして WebMathematica を稼働させ、MRC の最適化処理を行う。

3.1.2 論理構成

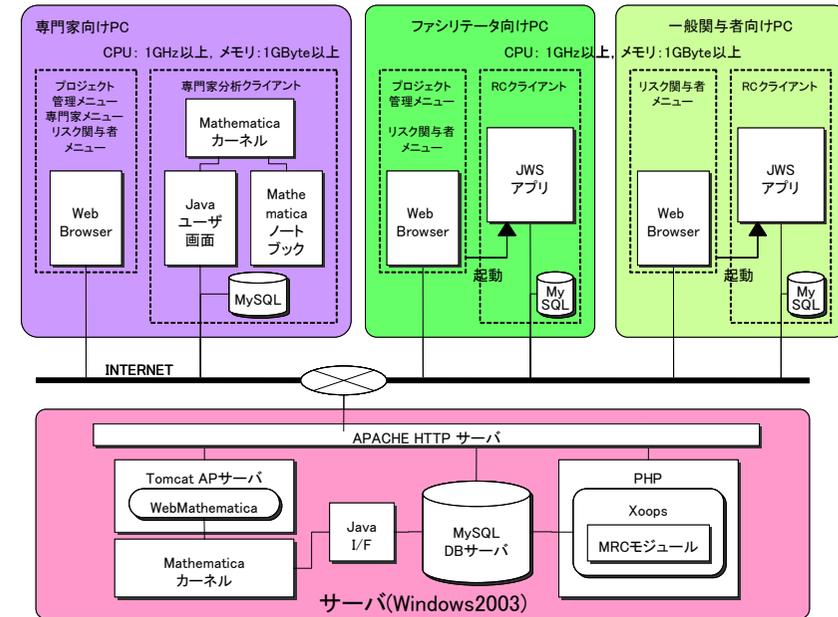


図 3-1 論理構成図

3.1.3 専門家分析クライアントの構成

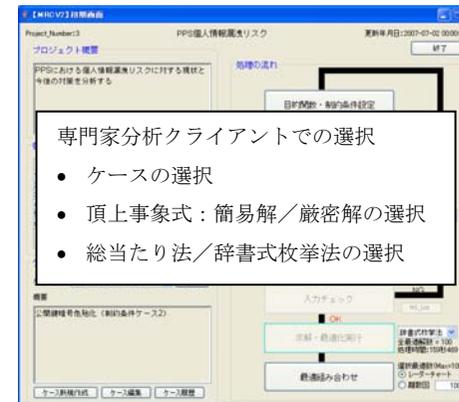
専門家分析クライアントの起動は、Mathematica のノートブックに、認証情報・プロジェクト番号を変数として記載し、Java のアプリケーションの起動を埋め込み、MRC の Web サイト画面から、ダウンロードと同時に、数式処理エンジンを起動する仕組みとした。専門家分析クライアントの構成図を図 3-2 に示す。

のコミュニケーションサーバーによる Web 構築技術で全ての一般関係者や意思決定者がリスク分析結果を情報共有し関係者の意見交換ができるようになった。

表 3-3 Mathematica での予約語一覧表

予約語一覧			
1	x [対策案名]	対策案の採否をあらわす変数	0または1の値をとる。
2	x_i	i 番目の対策案の採否	x [i 番目の対策案の採否]は、合算形式の目的関数・制約式において使う。事象発生確率式の中では x [対策案名]を使う必要がある。
3	p [リスク名]	頂上事象発生確率式	Fault Treeから求められるリスクごとの頂上事象発生確率式
4	n	対策案数	対策案テーブルで定義した対策案数

3.2.1 初期画面



専門家分析クライアントは、専門家によるリスクの記述、対策案の列挙や制約の定式化、および組合せ最適化問題として解決策を導出し、結果を出力する初期画面であり、以下のプロセスの手順で進行する。

- 対策案の設定
- 対策 FT の作成
- 目的関数・制約条件の設定
- チェック/最適組合せ実行
- 組合せ結果の表示

図 3-3 初期画面

組み合わせ最適化導出エンジンは辞書式枚挙法でそれぞれの処理について記述する。

3.2.2 対策案入力

有効と考えられる対策効果はアンケート調査等から抽出し、対策を施した場合の発生確率については FTA (Fault Tree Analysis) を用い、対策費用、利便性等の発生確率は直接、対策案入力画面から入力する方式とした。図 3-4 からは、対策案効果とし、コスト要因とリスク要因を設定することができる。ここで、 x_i は対策案 i の採用、不採用を表わす 0-1 の変数である [1]。変数や定数あるいは関数モジュール入力時に Mathematica を使用しているため自由書式で入力可能である。操作内容は図 3-4 対策案入力へ示す。但し、対策案入力画面上の番号は、操作内容の番号と対応する。

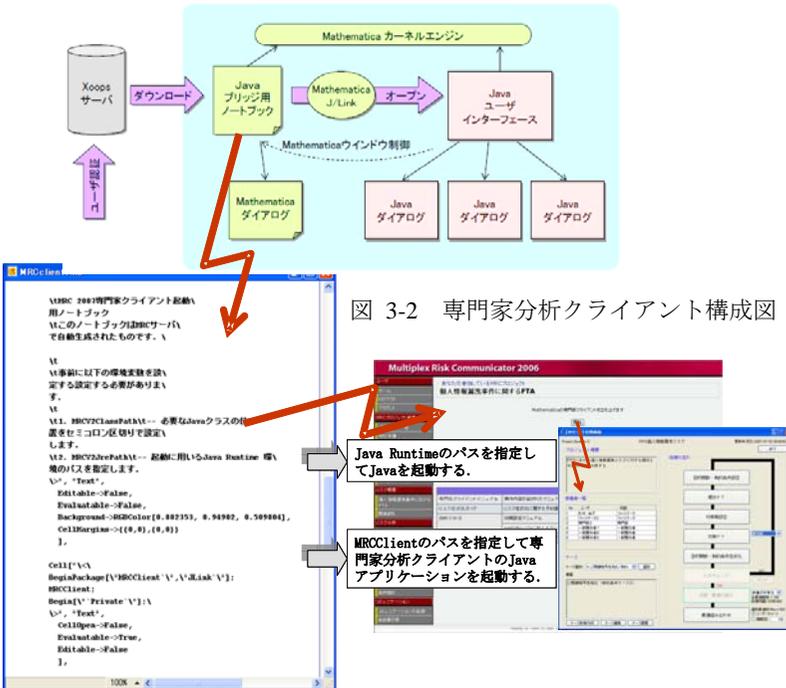


図 3-2 専門家分析クライアント構成図

3.2 専門家分析クライアント

起動された専門家分析クライアント処理は、初期画面から進める。専門家分析クライアントは、数式処理に Mathematica を使用することにより、複雑な数式も数式エディタで入力可能でかつ、Mathematica のライブラリを Java のクラス内にインポートし、バックグラウンドでカーネルへ渡し、数式処理をする仕組みとした。また、ノートブックブックの入力の際、あらかじめ Mathematica で 0 または 1 の値を取る対策案の可否を表わす変数 x [対策案名] や、 i 番目の対策案の採否 x_i 等の特別な変数を予約語として決めておくことができる。これらの変数は FTA (Fault Tree Analysis) や目的関数・制約条件で自動的に設定することができる。(3.2.3FT (フォルトツリー) リスク解析や 3.2.4 目的関数の設定を参照) 予約語一覧を表 3-3 へ示す。また、開発の際、結果の出力 (3.2.6 最適組み合わせ結果の表示参照) では JFeeChart を用いて開発の効率を高め、最適化問題の解決するエンジンは、総当たり法や辞書式枚挙法を選択でき高速化をはかった (3.2.5 制約条件の設定参照)、さらに、専門家分析クライアントで導出した最適解の結果を DB へ格納することにより、Xoops や Java



図 3-4 対策案入力

3.2.3 FT (フォルトツリー) リスク解析

リスク計算の基礎となる事故などの発生確率を計算できる様にする為、フォルトツリー分析を行うの支援機能である。図 3-4 で入力した対策効果の値を基本事象あるいは排他的事象とし、FT を新規に作成する。ここでは、例えば、内部の不正者による個人情報漏洩のフォルトツリーを作成した場合の頂上事象発生確率が自動的に算出できる。頂上事象発生確率は T, C_i を;基本事象あるいは排他的事象とすると、頂上事象発生確率 P とすると厳密解や簡易解は以下の式で算出され、Mathematica の関数で表示される。その際、簡易解/厳密解の選択は専門家分析初期画面にて行う。

簡易解は、
$$P(T) = \sum_{i=1}^N P(C_i) - \sum_{i=2}^{N-1} \sum_{j=1}^{i-1} P(C_i \cap C_j) + \dots + (-1)^{N-1} P(C_1 \cap C_2 \cap \dots \cap C_n) \approx \sum_{i=1}^N P(C_i)$$

厳密解は、 $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A)P(B) = 1 - (1 - P(A))(1 - P(B))$ で計算する。その他の操作内容を図 3-5 FT リスク分析画面へ示す。但し、下記の画面上の番号は操作内容の番号と対応する。



図 3-5 FT リスク分析画面

3.2.4 目的関数の設定

対策案の最適な組合せを求める為、組合せ最適化問題として定式化し、目的関数は、トータルソーシャルコストが最大か最小を選択設定する方式とした。最適化エンジンは、総当たり法と辞書式枚挙法が専門家分析初期画面で選択可能である。目的関数が、①それぞれのリスク要因の頂上事象結果の和とコスト要因を目的関数とする場合と、②Mathematicaのフロントエンド処理を使ったノートブックからの自由入力の2つのパターンで設定可能である。また、多数あるいは、複雑な式を入力する場合、関数モジュールを使って入力できる。図 3-6 はETA (Event Tree Analysis) の入力サンプルである。操作内容も図 3-6 目的関数設定図に示す。但し、下記の画面上の番号は操作内容の番号と対応する。

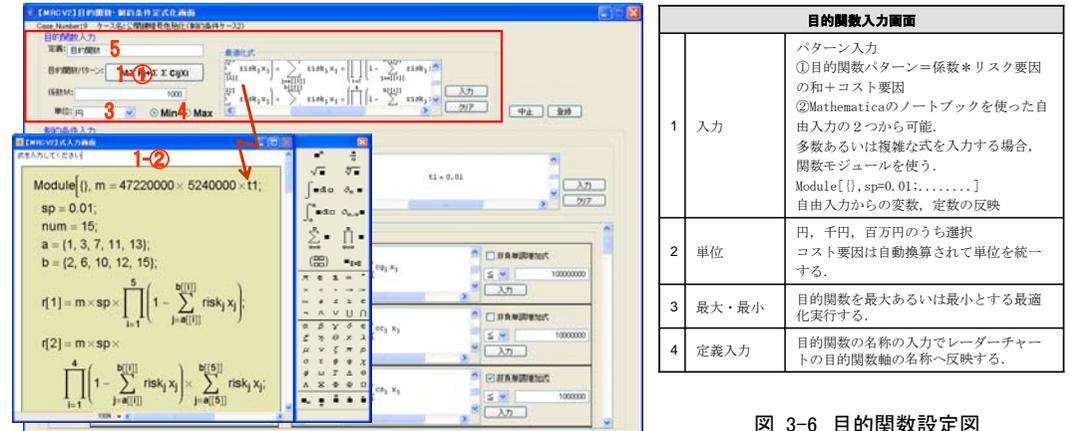


図 3-6 目的関数設定図

3.2.5 制約条件の設定

関与者ごとに興味のある項目を制約条件とする。例えば目的関数を(個人情報漏洩の発生確率×損害額+対策費用)とすると制約条件は個人情報漏洩率、プライバシー負担度、利便性負担度とする。制約式は、左辺式、条件記号、右辺式の三つの部分から構成する。左辺式は目的関数と同一の書式で定義し、判別記号は「≤」「≥」の不等号、または「=」の統合から選択する。関数モジュールも入力可能であり、特に、対策案との絡みで設定した制約条件式が、非負で単調増加関数であれば、専門家の判断により、指定でき、以下の辞書式枚挙法で、組合せ最適化より高速な辞書式枚挙法で実行出来る仕組みとした。

1つの制約式に着目する。但し、この制約式は非負で単調増加関数に限る。ここで制約式を
$$\sum_{i=1}^n w_i x_i$$

とし、制約条件式を $\sum_{i=1}^n w_i x_i \leq W$ ① とする.

$x_0 = (0,0,0,0,\dots,0,0,0), x_1 = (0,0,0,0,\dots,0,0,1), x_2 = (0,0,0,0,\dots,0,1,0), x_3 = (0,0,0,0,\dots,0,1,1),\dots$

と辞書的に枚挙してゆく. 単調増加の制約条件式 (①) が 1 つでも満足されなければ, 下記のスキップルールを適用する. x_* は一番右側の 1 を探し, 1 を加えた所迄スキップする.

$x_j = (0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0) \Rightarrow x_* = (0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0)$

最適解導出過程を効率化し, 対策案の数が増えた時でも効率的に最適組合せが求められる.

制約条件の設定画面を図 3-7 へ示す. 但し, 下記の画面上の番号は操作内容の番号と対応する.

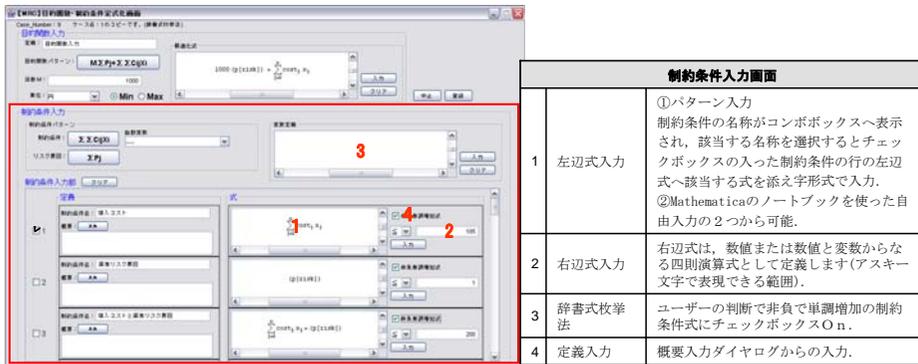


図 3-7 制約条件の設定画面

3.2.6 最適組み合わせ結果の表示

この様にして求めた最適解の第 1 最適解から第 L 最適解 (最大 100 個迄) のレーダーチャート図と離散図が出力される. 出力結果を図 3-8 レーダーチャート図と図 3-9 離散図に示す.

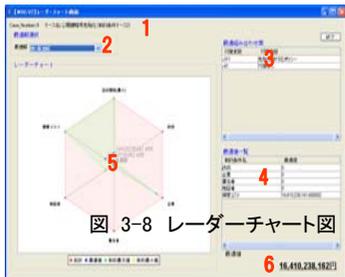


図 3-8 レーダーチャート図

レーダーチャート図	
1	ケース番号
2	最適解番号 (最大100)
3	対策の最適化案
4	制約条件の最適値
5	レーダーチャート図
6	トータルコスト費用 (単位: 円, 千円, 百万円, その他)



図 3-9 離散図

離散図	
1	ケース番号
2	x軸の制約条件軸
3	y軸の制約条件軸
4	離散図分布

4. 最大対象規模の処理時間比較

対策手段数, FT 数, 制約条件数, 最適案出力数が最大数の時の総当り法と辞書式枚挙法の処理時間を比較した. 最大対象の時規模を表 4-1 に, 処理時間の比較を表 4-1 に示す.

表 4-1 最大対策規模一覧表 表 4-2 処理時間比較表

最大対象規模		解法	制約条件の数	最大数条件
対策手段数	最大 32			
FT数	最大 10項目	辞書式枚挙法	11分 (5~6倍高速化)	
制約条件数	最大 30項目			
最適案出力数	最大 100案			

処理時間は, 適用事例[4]で, 制約条件数が, 15 個~20 個程度まで適用可能で, 最大数条件では, 総当たり法に比し, 辞書式枚挙法が 5~6 倍, 高速化した. しかし, 今後, これ以上の実用化問題へ適用する場合は, 高速近似解法を検討してゆかなければならない.

5. 合意形成過程

この様に専門家分析クライアントで専門家が導出した最適解を基に, ファシリテータの指導により, 「制約条件の値が違う」, 「対策案が納得いかない」等, 立場や意見の異なる対立する関与者や意思決定者間でリスクコミュニケーションを実現し, 最適な希望解を導出する. リスクコミュニケーションで重要な事は, 関与者間の意見交換による相互理解を行う事, 合意形成を図る事である. MRC では, 専門家分析クライアントで導出した最適解を基に, 期待効用理論の考え方に基づく効用関数を導入し, 関与者間の対立点を効用評価座標上の無差別曲線に投影し, お互いの無差別曲線上の希望解を見せ合う事で, お互いの希望解を定量的に視覚的に比較・参照・評価ができて理解が得られるものとした. 効用 (満足度で単位は%) 決定段階は, 関与者間の相互理解段階, 合意過程の支援段階とし, それぞれの段階を第 2 リスク

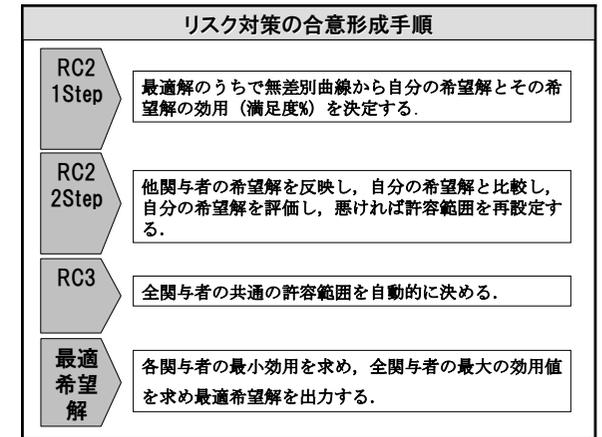


図 5-1 リスク対策の合意形成手順

コミュニケーション（以下、RC2と呼ぶ）、第3リスクコミュニケーション（以下、RC3と呼ぶ）とした。（図 5-1 リスク対策の合意形成手順参照）ここで、希望解とは、複数の最適解の中で関与者が最適な期待効用値だと選択した最適解を言う。これらRC2,RC3をMRCでは、関与者クライアントと呼び、関与者向けPCへ、Java Web Startにより、Java クライアントアプリケーションを配信し、SwingのGUI（Graphical User Interface）で実現される。ここで無差別曲線の考え方と算出方法を5.1期待効用論に基づく無差別曲線の適用に述べ、RC2, RC3の流れを述べる。

5.1 期待効用論に基づく無差別曲線の適用

無差別曲線（indifference curve）とは、期待効用理論の考え方にに基づき、期待効用値を導入し、ユーザが与えた同一の効用（=満足度）を持つ点を通過する曲線として定義する。性質は、①原点から遠い程高い効用、②無差別曲線は右下がりの曲線、③無差別曲線は交わらない、④原点に対し凸で、これを効用関数と定義し、原点を効用値0%とし、領域の対角点を効用値100%とした2次元のXY平面座標系を効用評価座標系と定義し、効用評価座標上のある座標点Xにおける希望解（対策案組み合わせ）の満足度（効用：0%～100%の値）を投影し、比較評価する事にした。

5.1.1 無差別曲線の算出方法

無差別曲線とは、等しい効用をもたらす $U(x, y) = u_0$ を満たす (x, y) の集合で等高線と同等であるから、格子点から等高線を作成する方法を適用した。今、x方向はi番め (x_i) と $(i+1)$ 番め (x_{i+1}) 、y方向はj番め (y_j) と $(j+1)$ 番め (y_{j+1}) とする4つの格子点を考え、効用値が、4つの辺を通るかどうか考える。4

つの頂点の効用値よりも大か小か等しい時の組み合わせを考え、かつ5.1の



無差別曲線の性質より、等高線の交点数は、2の時に限る。（図 5-2 参照）

図 5-2 効用等高線の考え方

5.2 RC2の第1段階の流れ

RC2の第1段階は、自分の希望解とその希望解の効用を決定する。決定方法には2つのアプローチ

が考えられる。第1は制約条件軸設定後、直接、最適解を選択し、希望解効用値を決定する方法、第2は、各格子点で期待効用値を決定し、無差別曲線は、格子点から等高線へ自動変換し求め、希望解効用は無差別曲線の期待効用より推定する方法である。図 5-3 に処理手順と機能を示す。

RC2 Step1の処理手順と内容	
1	制約条件軸設定 制約条件軸を決定し、許容範囲を指定する。
2	無差別曲線設定 (複数) 各格子点で効用値を決定し、最適解の効用値は格子点からの自動計算で推定し、効用ピッチ指定で、格子点から等高線へ自動変換し無差別曲線を表示する。
3	希望解指定 指定による選択、絞り込み検索等により、選択が可能で、選択された希望解をマークアップ表示する。

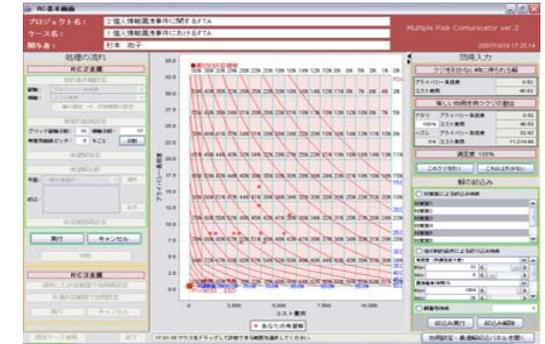


図 5-3 自分の希望解とその希望解の効用を決定する画面

5.3 RC2の第2段階の流れ

他関与者の希望解を反映し、希望解比較をし、許容範囲を再設定する。希望解の反映比較方法と結果の画面は図 5-4 に示す。

RC2 Step1の処理手順と内容	
1	制約条件軸設定 制約条件軸を決定し、許容範囲を指定する。
2	無差別曲線設定 (複数) 各格子点で効用値を決定し、最適解の効用値は格子点からの自動計算で推定し、効用ピッチ指定で、格子点から等高線へ自動変換し無差別曲線を表示する。
3	希望解指定 指定による選択、絞り込み検索等により、選択が可能で、選択された希望解をマークアップ表示する。

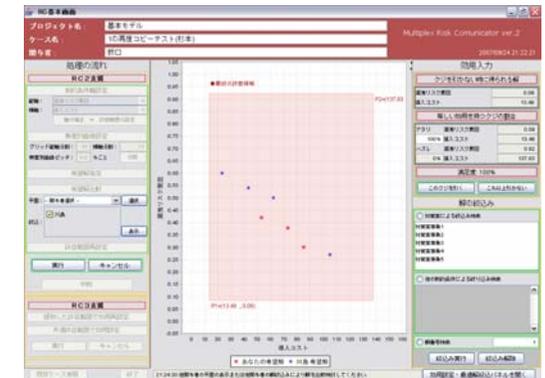


図 5-4 他関与者の希望解の反映画面

5.4 RC3の流れ

RC3は、全関与者の共通許容範囲を自動的に決める。ここでの処理手順は、希望解効用再設定し、共通許容範囲自動設定と効用を再設定し、結果をDB保存し、希望解効用比較表として(図 5-6 参照)へ出力する。全関与者の解のうち最小効用値の最大値 (Min-Max) を決定する。(図 5-6 の○印参照)

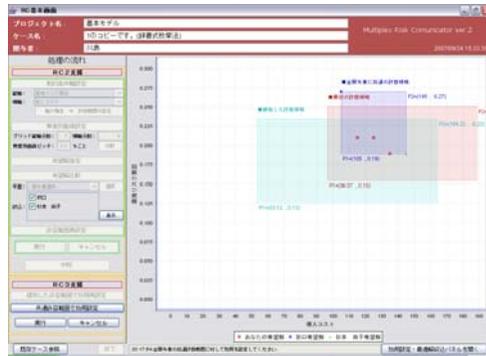


図 5-5 共通許容範囲の自動設定画面

5.5 希望解効用比較表

各関与者の最小効用を求め、全関与者の最大の効用値を求め結果を出力する。全関与者が選択した希望解の効用値一覧表を図 5-6 へ示す。

行策案	最適解値	目的関数	出口	利益	総本	高千	最小効用	総効
戦略1	2	327円	36	70	43	36	-	-
戦略2	4	327円	33	57	39	33	-	-
戦略3	3	324円	37	100	46	37	-	-
戦略4	2	322円	36	70	43	36	-	-
戦略5	4	327円	33	57	39	33	-	-
戦略6	4	327円	33	57	39	33	-	-
戦略7	4	327円	33	57	39	33	-	-
戦略8	4	327円	33	57	39	33	-	-
戦略9	3	324円	-	-	43	43	0	0

図 5-6 希望解効用比較表

6. 問題点と今後の方向

本システムの適用事例[1][2][3]では、「個人情報漏洩への適用」、「不正コピーによる著作権侵害問題への適用」、「内部統制問題への適用」等へ実施した。同時に、関与者グループ間の相互理解、合意形成過程支援の機能強化を実現し、合意形成過程ではファシリテータによる RC 進行制御を実現し、これらの活用により意見交換や相互理解の基に最適な効用値を導き出せるようになったが、①ロールプレイヤーの為、専門家リスク分析に時間がかかり効率が悪い、②制約条件値を与えるのが簡単でない、③専門家の示す結果を理解するのに時間がかかる等の問題点が浮かび上がった。

今後は、①効用関数法の拡張、②制約条件の容易化（過去処理をテンプレート化し、テンプレートマッチングを行う）、③合意形成の拡張、④制約条件にあいまい性に伴うファジイの最適化技術）、⑤種々の潜在リスクのモデル化及び、リスク間の対立点の明確化法の確立する（例：Web ロボットからユーザーコンテンツを自動収集しテキストマイニングとデータマイニングで解析し、特徴量を

つかむ）等の改良点が必要である。関与者間に知識や能力に差があることを意識し、システムティックな判断をする関与者だけでなくヒューリスティックな判断をする関与者も含めたリスクを考慮した合意形成過程の方法の確立やリスクモデルの拡張、求解法改良をし、フロントエンド処理の確率計算処理を充足してゆくつもりである。

謝辞

本システムを開発するにあたり、システムの適用で東京電機大学の佐々木研究室の谷山充洋さんや学生の皆様、矢島研究室の学生の皆さん、開発担当者の折口正樹さん、塚原大祐さん、本システムを実現させていただいた多くの関係者の方々に感謝を述べたい。

参考文献

- 1) 藤本肇, 上田祐輔, 佐々木良一「デジタル署名付き文書への公開鍵暗号危殆化対策の組合せ最適化法の提案と一適用」, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.3, pp.1105-1118, 2008
- 2) 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の企業向け個人情報漏洩問題への適用」, 情報処理学会 CSS2007(Nov.2007)
- 3) 守谷隆史, 千葉寛之, 佐々木良一「内部統制のための多リスク・多関与者を考慮した費用対効果の評価法の提案と適用」, 日本セキュリティマネジメント学会学会誌, 第 22 巻第 3 号, p.3-14, 2008.12
- 4) 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, 佐々木良一「多重リスクコミュニケータの開発と適用」, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.9, 3180-3190, Sep. 2008
- 5) 社会技術研究開発センター「情報と社会」研究開発領域計画型研究開発「高度情報社会の脆弱性の解明と解決」成果報告書, 独立行政法人科学振興機構社会技術研究開発センター, 平成 20 年 2 月
- 6) 佐々木良一監修「情報セキュリティプロフェッショナル教科書」, アスキー, 2009
- 7) Mathematica は, Wolfram Research, Inc.の登録商標でスティーブン・ウルフラムが考案し広く使われている数式処理システムである。
- 8) MySQL は, MySQL AB の登録商標である。
- 9) Java は, Sun Microsystems, Inc.の登録商標である。