明　細　書

発明の名称 ： リスクプロファイル生成装置

技術分野

[0001] 本発明は金融機関等の企業におけるリスク管理に関し、特に、どのような損失事象がどのような組み合わせで発生し、それぞれがどれくらいの規模になるかの確率分布を表すリスクプロファイルを生成する方法と装置に関する。

背景技術

[0002] 本発明の説明に先立って、金融機関におけるリスク管理に関する幾つかの用語の定義を行う。なお、リスクとしては、主にオペレーショナルリスクを前提とするが、本発明はその種のリスクに限定されず、貸出業務などの信用取引にかかる信用リスクや、為替および金利取引にかかる市場リスク等に対しても適用可能である。

[0003] まず、損失事象とは、損失を伴う事象のことであるとし、ｘ＝（a，b）と表すこととする。aは事象の内容とする。例えばa＝東海大地震などとなる。bは損失の大きさとする。例えばb＝１０億円などとなる。損失の大きさは金額である必要はなく、失った時間や資源の量などで計ってもよい。ただし、以下では説明の便宜上、ｂは損失額を表すものとする。

[0004] ある期間Ｔにおいて起きる損失事象の列ｘ＿１，ｘ＿２，…，ｘ＿ｎをＸと表すことにする（記号“＿”は後ろの文字が前の文字の下付き文字形式の添え字であることを示す（例えば、ｘ＿１は、x_1を示している））。ｘ＿ｉ＝（ａ＿ｉ，ｂ＿ｉ）である。従って、Ｘ＝ｘ＿１，…，ｘ＿ｎ＝（ａ＿１，ｂ＿１），…，（ａ＿ｎ，ｂ＿ｎ）である。例えば、Ｘ＝（東海大地震，１０億円），（振り込め詐欺，２０万円），（振り込め詐欺，１５０万円）という損失事象の列Ｘは、期間Ｔにおいて東海大地震で１０億円の損失を被り、振り込み詐欺で２０万円の損失を被り、振り込み詐欺で今度は１５０万円の損失を被ることを表している。この例のように、事象の内容が同じ損失事象も複数回起こり得る。

[0005] リスクプロファイルＰとは、損失事象の列Ｘを確率変数とみなしたときの、Ｘの確率分布Ｐ（Ｘ）であるとする。ただし、事象の個数ｎも確率変数であるとする。従って、確率分布Ｐ（Ｘ）の値は、一定の個数ｎに相当する損失事象の列Ｘだけではなく、いろいろな個数ｎに相当する損失事象の列Ｘに対しても定義される。

[0006] 換言すれば、リスクプロファイルＰは、当該期間Ｔにおいて、「どのような損失額でどのような内容の損失事象が、どういう組み合わせでおきる確率が幾つか」に関する情報である。当該期間Ｔは慣習で保有期間と呼ばれており、本明細書でもそのように記述することにする。

[0007] 金融工学や信頼性工学等におけるリスク分析は、ほとんどの場合、上記リスクプロファイルの特徴値の推定や計算に帰着される。なお、本明細書では確率分布の関数（ある確率変数の平均値や確率分位点等、確率分布をきめると決まるもの）を、当該確率分布の特徴値と呼ぶことにする。

[0008] 例えば、保有期間中の平均累積損失額は、リスクプロファイルＰ（Ｘ）の下での、損失額ｂ＿１+,…,+損失額ｂ＿ｎの平均値である。また、或る一定の確率（信頼水準Ｐ％。Ｐは例えば99.9）で起こり得る将来の損失額の最大値として定義されるＶａＲ（Value at Risk）は、リスクプロファイルＰ（Ｘ）の下での、損失額ｂ＿１+,…,+損失額ｂ＿ｎの下側パーセンタイル点（Ｐ％点）である。

[0009] リスクプロファイルＰ（Ｘ）の下での個数ｎの確率分布を頻度分布と呼び、Ｐｆ（ｎ）と表すことにする。すなわち、頻度分布Ｐｆ（ｎ）は、保有期間中に生じる損失事象の回数の確率分布である。

[0010] また、リスクプロファイルＰ（Ｘ）にしたがって生起する損失額ｂ＿１,…,損失額ｂ＿ｎから、さらに無作為に一つ取り出した損失額ｂ＿＊の確率分布を規模分布と呼び、Ｐｓ（ｂ）と表すことにする。すなわち、規模分布Ｐｓ（ｂ）は保有期間中に生じる損失事象の（累積ではない一件の）損失額の確率分布である。

[0011] 上記頻度分布Ｐｆ（ｎ）、および規模分布Ｐｓ（ｂ）は、リスクプロファ

イルの特徴値の例である。

[0012] さらに、慣習上、より詳細なリスク分析や議論を簡単にするために、事象の内容毎にその頻度や規模の確率分布を取り扱う場合が多いので、本明細書でも次のように定義しておく。まず、リスクプロファイルＰ（Ｘ）において、事象内容ａ＿ｉの値域がＡ={Ａ＾１,…,Ａ＾ｃ}であるとする（記号“＾”は後ろの文字が前の文字の上付き文字形式の添え字であることを示す（例えば、Ａ１は、A^1を示している））。すなわち、リスクプロファイルＰ（Ｘ）においては、起こり得る損失事象の内容は、Ａ＾１からＡ＾ｃのどれかに限られるものとする。以降、Ａを事象内容の値域と呼ぶことにする。

[0013] また、Ｘ=ｘ＿１,…,ｘ＿ｎ=(ａ＿１,ｂ＿１),…,(ａ＿ｎ,ｂ＿ｎ)から、ａ＿ｉ∈Ａ＾ｃ、すなわち事象内容がＡ＾ｃである損失事象を取り出して並べ、さらに”＿”の添え字を１から付け直したものを、下記のように書くことにする。

Ｘ＾ｃ=ｘ＾ｃ＿１,…,ｘ＾ｃ＿ｎｃ=(ａ＾ｃ＿１,ｂ＾ｃ＿１),…,(ａ＾ｃ＿ｎｃ,ｂ＾ｃ＿ｎｃ)

ここで、ａ＾ｃ＿ｉ∈Ａ＾ｃである。またＸにおいて事象内容がＡ＾ｃである損失事象の回数をｎｃと書いた。Ｘ＾ｃはＸの関数であるので、その確率分布Ｐ＾ｃ（Ｘ＾ｃ）はリスクプロファイルＰ（Ｘ）により一意に決定される。

[0014] そして、ｎｃの確率分布、すなわち事象内容がＡ＾ｃである損失事象の、保有期間中の回数の確率分布をＰｆ＾ｃ(ｎ)と書き、事象内容Ａ＾ｃの頻度分布と呼ぶことにする。

[0015] また、ｂ＾ｃ＿ｉから無作為に一つ取り出したｂ＾ｃ＿＊の確率分布をＰｓ＾ｃ(ｂ)と書き、事象内容Ａ＾ｃの規模分布と呼ぶことにする。Ｐｆ＾ｃ(０)=１、すなわち生起確率が０の損失事象の規模分布は、便宜的にＰｓ＾ｃ(０)=１、すなわち損失額も確定的に０円になるとしておく。

[0016] 事象内容Ａ＾ｃの頻度分布Ｐｆ＾ｃ(ｎ)と規模分布Ｐｓ＾ｃ(ｂ)とは、リスクプロファイルＰ（Ｘ）によって決まるものなので、これらもＰ（Ｘ）の特徴値の例である。例えば、Ａ＾１＝東海大地震だとすると、Ｐｆ＾１(ｎ)は保有期間中の「東海大地震の生起回数」の確率分布、Ｐｓ＾１(ｂ)は「東海大地震

が起きたときの損失額」の確率分布である。これらのＰｆ＾１（ｎ）、Ｐｓ＾１（ｂ）は、リスクプロファイルＰ（Ｘ）すなわち、保有期間中に何の損失事象がどういう組み合わせで起こり、それぞれが幾らの損失額になるかの確率分布が与えられれば、決まるものである。

[0017] さて、リスク分析の分野においては、特定の条件を満足するリスクプロファイルＰ（Ｘ）を数多く作成することが必要になる場合がある。例えば、リスク計量装置の精度検証では、特定のリスクプロファイルに従う確率変数の実現値等を実際に当該リスク計量装置の入力とする。そして、リスク計量装置から出力される値と当該リスクプロファイルの特徴値とを比較する。このような作業を、リスクプロファイルを変えながら実行することで、どのようなリスクプロファイルのときに、当該リスク計量装置の精度がどうなるかを検証するということが行われる（例えば非特許文献１参照）。その他、リスク計量装置の精度検証以外の目的で、特定の条件を満足するリスクプロファイルＰ（Ｘ）を数多く作成しなければならない場合もある。例えば、どのようなリスクプロファイルが、どのような特徴値をとるのかを調べることを目的に、特定の条件を満足するリスクプロファイルＰ（Ｘ）を数多く生成することがある。

[0018] しかしながら、非特許文献１を含め、特定の条件を満たすリスクプロファイルを生成する具体的な手法について記載した文献はほとんど見当たらない。

[0019] 他方、特許文献１には、金融派生商品を含む資産のリスクを分析するために、資産が保有期間中に一定の確率で被る最大予想損失額を統計的に表示する指標となるＶａＲのモデルを提供するシステムが記載されている。このシステムでは、ＶａＲ算出の際に必要となるパラメータとデータの処理方法の設定条件を入力する手段と、入力された設定条件の全ての組み合わせについて、観測データからボラティリティ・データ、相関係数データを算出し、保有資産データから資産の感応度データを算出することにより、ＶａＲのモデルを複数生成している。

先行技術文献

特許文献

[0020] 特許文献1：特開平１０－２２２４８８号公報

特許文献2：特許第４２４１０８３号公報

非特許文献

[0021] 非特許文献1：小林、清水、西口、森永「オペレーショナル・リスク管理　高度化への挑戦」、社団法人金融財政事情研究会、平成２１年４月２４日発行、１２７頁～１３４頁

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0022] 特許文献１による方法をリスクプロファイルの生成に適用した場合、リスクプロファイルＰ（Ｘ）にパラメータを導入し、利用者から指定された条件を持つようにパラメータの値を調節することによって、特定の条件を満たすリスクプロファイルＰ（Ｘ）を作成することになる。すなわち、１以上のパラメータから構成されるパラメータ集合をθと書くことにすると、パラメータ集合θによってリスクプロファイルが変わるように、リスクプロファイルをＰ（Ｘ;θ）と定義しておき、所望の条件を満たすようにパラメータ集合θの値を調節するということである。以下、具体例を挙げて説明する。

[0023] 例えば、λｋ、μｋ、σｋ（ｋ＝１～１０）の合計３０個のパラメータの集合をθとし、リスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）を以下のように定義する。

（1）損失事象を表す確率変数ｘ_１，ｘ_２,…は、互いに独立である。

（2）事象内容ｋの頻度分布は、パラメータλｋを平均値とするポアソン分布に従う。

（3）事象内容ｋの規模分布は、パラメータμｋ、σｋを対数平均、対数標準偏差とする対数正規分布に従う。

（4）ｋ＝１～１０である。

このリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）は、パラメータ集合θの要素であるλ

ｋ、μｋ、σｋ（ｋ＝１～１０）の値を変えることによって、生成されるリスクプロファイルが異なるものとなる。そのため、パラメータ集合θの値を適切に選択すれば、特定の条件を持つリスクプロファイルを生成することができる。

[0024] 今、以下のような条件が与えられたとする。

（a）事象内容ｋの事象の個数の平均値が２である。

（b）規模分布が平均パラメータ１０の指数分布である。

[0025] この場合、上記の条件ａを満足するためにはパラメータλｋが２という値のみをとらなければならないことは自明である。しかし、条件ｂをほぼ満足するためには、残り２０個のパラメータμｋ、σｋがどういう値をとれば良いかは自明ではない。

[0026] ここで、候補となるパラメータμｋ、σｋの値を何らかの方法で決定し、この決定した値で特定されるリスクプロファイルと、要求条件ｂとの乖離度を表す関数を目的関数とすると、最適なパラメータμｋ、σｋの値を求める問題は、上記目的関数を最小にする解を求める最適化問題となる。

[0027] しかしながら、候補とするパラメータの値の組み合わせが膨大であると、いわゆる組み合わせ爆発により、現実的なリソース（メモリ、マイクロプロセッサ等）、実用的な時間内で、最適なパラメータμｋ、σｋを求めることは困難である。

[0028] また、上記のような最適化問題を解法して求められるのは、要求条件をほぼ満足する１組のパラメータμｋ、σｋの値、すなわち１つのリスクプロファイルでしかない。従って、要求条件ｂをほぼ満足する多数のリスクプロファイルを生成するためには、上記のような最適化問題を数多く解法しなければならない。このため、現実的なリソース、実用的な時間内で、要求条件をほぼ満足するリスクプロファイルを数多く生成することは極めて困難になる。

[0029] 本発明の目的は、上述したような課題、すなわち、特定の条件を満たすリスクプロファイルを数多く生成するのは事実上困難である、という課題を解

決するリスクプロファイル生成装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0030] 本発明の一形態にかかるリスクプロファイル生成装置は、

１以上のパラメータからなる第１のパラメータ集合を用いて定義されるリスクプロファイルのモデル情報と、１以上のパラメータからなる第２のパラメータ集合を用いて定義される上記第１のパラメータ集合の確率分布のモデル情報と、要求条件とを記憶するメモリと、

上記メモリに接続されたプロセッサとを備え、

上記プロセッサは、

上記確率分布に従って生成される上記第１のパラメータ集合の値を上記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルが、上記要求条件をより高い確率で満足する上記第２のパラメータ集合の値を算出し、

上記算出された第２のパラメータ集合の値を上記確率分布のモデル情報に適用することによって特定される確率分布に従って、上記第１のパラメータ集合の値を生成する

ようにプログラムされている、という構成を採る。

[0031] また本発明の他の形態にかかるリスクプロファイル生成方法は、

１以上のパラメータからなる第１のパラメータ集合を用いて定義されるリスクプロファイルのモデル情報と、１以上のパラメータからなる第２のパラメータ集合を用いて定義される上記第１のパラメータ集合の確率分布のモデル情報と、要求条件とを記憶するメモリと、該メモリに接続されたプロセッサとを備えたリスクプロファイル生成装置が実行するリスクプロファイル生成方法であって、

上記プロセッサが、

上記確率分布に従って生成される上記第１のパラメータ集合の値を上記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルが、上記要求条件をより高い確率で満足する上記第２のパラメー

タ集合の値を算出し、

上記算出された第２のパラメータ集合の値を上記確率分布のモデル情報に適用することによって特定される確率分布に従って、上記第１のパラメータ集合の値を生成する、という構成を採る。

発明の効果

[0032] 本発明は上述した構成を有するため、現実的なリソースを使用して実用的な時間内で特定の条件をほぼ満足するリスクプロファイルを数多く生成することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]本発明の第１の実施形態のブロック図である。

[図2]本発明の第１の実施形態における入力情報の一例を示す図である。

[図3]本発明の第１の実施形態における中間情報の一例を示す図である。

[図4]本発明の第１の実施形態における出力情報の一例を示す図である。

[図5]本発明の第１の実施形態の動作の一例を示すフローチャートである。

[図6]本発明の第１の実施形態におけるジェネレータ分布調整部の動作の一例を示すフローチャートである。

[図7]本発明の第１の実施形態における入力情報の具体例を示す図である。

[図8]本発明の第１の実施形態における入力情報の別の具体例を示す図である。

[図9]本発明の第１の実施形態における出力情報の具体例を示す図である。

[図10]本発明の第２の実施形態のブロック図である。

[図11]本発明の第２の実施形態における入力情報の一例を示す図である。

[図12]本発明の第２の実施形態における中間情報の一例を示す図である。

[図13]本発明の第２の実施形態における出力情報の一例を示す図である。

[図14]本発明の第２の実施形態の動作の一例を示すフローチャートである。

[図15]本発明の第２の実施形態における入力情報の具体例を示す図である。

[図16]本発明の第３の実施形態の概略構成図である。

[図17]本発明の第３の実施形態のブロック図である。

[図18]本発明の第３の実施形態におけるテストデータの一例を示す図である。

[図19]本発明の第３の実施形態の動作の一例を示すフローチャートである。

[図20]本発明の第３の実施形態におけるテストデータ生成部の動作の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0034] 次に本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

[0035] [第１の実施形態]

まず、図１を参照して、本発明の第１の実施形態にかかるリスクプロファイル生成装置１について詳細に説明する。

[0036] 本実施形態のリスクプロファイル生成装置１は、特定の条件をほぼ満足する数多くのリスクプロファイルを生成する機能を有している。

[0037] このリスクプロファイル生成装置１は、主な機能部として、通信インターフェース部（以下、通信Ｉ／Ｆ部という）１１、操作入力部１２、画面表示部１３、記憶部１４、およびプロセッサ１５を有する。

[0038] 通信Ｉ／Ｆ部１１は、専用のデータ通信回路からなり、通信回線（図示せず）を介して接続された図示しない各種装置との間でデータ通信を行う機能を有している。

[0039] 操作入力部１２は、キーボードやマウスなどの操作入力装置からなり、オペレータの操作を検出してプロセッサ１５に出力する機能を有している。

[0040] 画面表示部１３は、ＬＣＤやＰＤＰなどの画面表示装置からなり、プロセッサ１５からの指示に応じて、操作メニューや生成されたリスクプロファイルなどの各種情報を画面表示する機能を有している。

[0041] 記憶部１４は、ハードディスクや半導体メモリなどの記憶装置からなり、プロセッサ１５での各種処理に必要な処理情報やプログラム１４Ｐを記憶する機能を有している。プログラム１４Ｐは、プロセッサ１５に読み込まれて実行されることにより各種処理部を実現するプログラムであり、通信Ｉ／Ｆ部１１などのデータ入出力機能を介して外部装置（図示せず）やフレキシブ

ルディスク、光ディスク、光磁気ディスク、磁気ディスク、半導体メモリ等のコンピュータ読取可能な記憶媒体（図示せず）から予め読み込まれて記憶部１４に保存される。記憶部１４で記憶される主な処理情報として、入力情報１４Ａ、中間情報１４Ｂ、出力情報１４Ｃがある。

[0042] 入力情報１４Ａは、通信Ｉ／Ｆ部１１や操作入力部１２から入力される情報である。図２は、入力情報１４Ａの構成例である。この例の入力情報１４Ａは、１以上のパラメータからなるパラメータ集合θを用いて定義されるリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のモデル情報１４Ａ１と、１以上のパラメータからなるパラメータ集合ηを用いて定義される、上記パラメータ集合θの確率分布Ｐ（θ;η）のモデル情報１４Ａ２と、要求条件１４Ａ３とから構成される。本明細書において、上記確率分布Ｐ（θ;η）はジェネレータ分布とも称する。ここで、パラメータ集合ηの要素数は、パラメータ集合θの要素数に比べて少ない。

[0043] パラメータ集合θを用いてリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のモデル情報１４Ａ１を定義する方法は任意でよい。例えば、リスクプロファイル（Ｘ）において、事象内容Ａ^ｃの頻度分布をパラメータθｆ^ｃのポアソン分布であるとし、事象内容Ａ^ｃの規模分布を平均パラメータθｓ_μ^ｃ、標準偏差パラメータθｓ_σ^ｃの正規分布であるとし、事象内容の値域が{Ａ^１,Ａ^２}、各事象が確率的に独立である、として定義してもよい。この場合、この二つの事象内容に関して、θ＝（θｆ^１，θｓ_μ^１，θｓ_σ^１,θｆ^２，θｓ_μ^２,θｓ_σ^２）の６次元のパラメータで表されることになる。従って、例えば事象内容の種類数が２００であれば、上記のθの各成分の上つき指標は１から２００までの値をとることになり、θ＝（θｆ^１，θｓ_μ^１，θｓ_σ^１,…,θｆ^２００,θｓ_μ^２００,θｓ_σ^２００）という全部で６００次元のパラメータになる。

[0044] パラメータ集合ηを用いてパラメータ集合θの確率分布Ｐ（θ;η）のモデル情報１４Ａ２を定義する方法は任意でよい。例えば、θ＝（θｆ^１，θｓ_μ^１，θｓ_σ^１,…,θｆ^Ｃ,θｓ_μ^Ｃ,θｓ_σ^Ｃ）の場合、例えばθ

ｆ＾１,…,θｆ＾Ｃは独立に平均パラメータη_１、分散パラメータη_２の正規分布に従い、θｓ_μ＾１,…,θｓ_μ＾Ｃも独立に平均パラメータ_η_３、分散パラメータη_４の正規分布に従い、θｓ_σ＾１,…,θｓ_σ＾Ｃも平均パラメータ_η_５、分散パラメータη_６の正規分布に独立に従う、として定義してもよい。この場合、θの確率分布は、η＝（η_１,…,η_６）の６次元のパラメータによって一意に決定される。

[0045] 要求条件１４Ａ３は、生成されるリスクプロファイルが高い確率で満足して欲しい性質である。例えば、頻度分布Ｐｆ（ｎ）や規模分布Ｐｓ（ｂ）が、平均パラメータ=１等の指数分布になるべく近いリスクプロファイルＰ（Ｘ）を生成するのであれば、そのことを要求条件１４Ａ３として指定する。

[0046] 中間情報１４Ｂは、プロセッサ１５による演算過程で生成される中間的な情報である。図３は、中間情報１４Ｂの構成例である。この例の中間情報１４Ｂは、パラメータ集合ηの値１４Ｂ１から構成される。

[0047] 出力情報１４Ｃは、プロセッサ１５による演算処理によって生成されたリスクプロファイルに関する情報である。図４は、出力情報１４Ｃの構成例である。この例の出力情報１４Ｃは、複数のパラメータ集合θの値１４Ｃ１～１４Ｃｎから構成される。

[0048] プロセッサ１５は、ＣＰＵなどのマイクロプロセッサとその周辺回路を有し、記憶部１４からプログラム１４Ｐを読み込んで実行することにより、上記ハードウェアとプログラム１４Ｐとを協働させて各種処理部を実現する機能を有している。プロセッサ１５で実現される主な処理部として、入力格納部１５Ａ、ジェネレータ分布調整部１５Ｂ、リスクプロファイルサンプリング部１５Ｃ、および出力整形部１５Ｄがある。

[0049] 入力格納部１５Ａは、通信Ｉ／Ｆ部１１または操作入力部１２から入力された情報を入力情報１４Ａとして記憶部１４に格納する機能を有する。

[0050] ジェネレータ分布調整部１５Ｂは、入力情報１４Ａを読み込み、確率分布Ｐ（θ;η）に従って生成されるパラメータ集合θの値をモデル情報１４Ａ１に適用することによって特定されるリスクプロファイルが、要求条件１４Ａ

３をより高い確率で満足するような、モデル情報１４Ａ２中のパラメータ集合ηの値を算出する機能を有する。またジェネレータ分布調整部１５Ｂは、算出したパラメータ集合ηの値を中間情報１４Ｂとして記憶部１４に格納する機能を有する。

[0051] ここで、確率分布Ｐ（θ；η）に従って生成されるパラメータ集合θの値をモデル情報１４Ａ１に適用することによって特定されるリスクプロファイルと、要求条件１４Ａ３との乖離度を表す関数を目的関数とすると、最適なパラメータ集合ηの値を求める問題は、上記目的関数を最小にする解を求める最適化問題となる。

[0052] 上記乖離度としては、例えばＫＬダイバージェンス、あるいは密度関数の特定区間における平均自乗誤差等を用いることができる。

[0053] また、要求条件が複数与えられた場合には、各要求条件毎に定義される目的関数の重み付け和を目的関数とする解法方法や、目的関数に優先度を設ける方法など、複数の目的関数をできるだけ同時に満足させる解法方法を用いればよい。

[0054] 最適化問題の解法技術は極めて広く提案されているので、ジェネレータ分布調整部１５Ｂでは、それらの解法技術の何れかを利用すればよい。直接、上記ηに関する最適化問題を解くのではなく、同値や双対な問題に変換してから解いてもよい。目的関数の値や微分係数をηから直接計算するのが難しいようであれば、当該ηの元で、Ｐ（θ；η）にしたがって実際にθを１以上生成し、要求条件がどれくらい満足されているかを計算したり、満足される確率をシミュレーションや数値積分等で求めるなどしてもよい。これら、何らかの方法で、或るηに対する目的関数の値の計算や、あるいはその近似計算等、その目安になる情報の取得ができれば、前記ηに関する最適化問題は、少なくとも近似的には解くことができる。もちろん、前記ηに関する最適化問題の難易度は、要求条件の内容にも依存するが、ジェネレータ分布のモデル化の方法、すなわちＰ（θ；η）の関数形を複雑にすると著しく上昇するので、当該モデル化の方法は十分シンプルなものに工夫するのが望まし

い。

[0055] リスクプロファイルサンプリング部１５Ｃは、入力情報１４Ａと中間情報１４Ｂとを読み込み、中間情報１４Ｂで示されるパラメータ集合ηの値をモデル情報１４Ａ２に適用することによって特定される確率分布Ｐ（θ；η）に従って、パラメータ集合θの値を繰り返し生成する機能を有する。特定の確率分布に従って値を生成する方法は任意でよい。確率変数θの分布Ｐ（θ；η）に基づくサンプリングなので、一般にサンプリングする度に、要求条件１４Ａ３を高い確率で満たす、それぞれ異なるθを得ることができる。またリスクプロファイルサンプリング部１５Ｃは、生成したパラメータ集合θの値を出力情報１４Ｃとして記憶部１４に格納する機能を有する。

[0056] 出力整形部１５Ｄは、出力情報１４Ｃに含まれるパラメータ集合θの値を読み込み、最終結果として画面表示部１３に出力し、あるいは通信Ｉ／Ｆ部１１を通じて外部に出力する機能を有する。出力整形部１５Ｄは、パラメータ集合θの値の代わりに、或いはパラメータ集合θの値に加えて、他の種類のデータを画面表示部１３に出力し、あるいは通信Ｉ／Ｆ部１１から外部に出力する機能を有していてよい。この後者の機能については、本実施形態の変形例として後述する。

[0057] 次に、図５を参照して、本実施形態にかかるリスクプロファイル生成装置１の動作について説明する。

[0058] まず、入力格納部１５Ａは、リスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のモデル式１４Ａ１と、パラメータ集合θの確率分布Ｐ（θ;η）のモデル式１４Ａ２と、要求条件１４Ａ３とを、通信Ｉ／Ｆ部１１または操作入力部１２から入力し、入力情報１４Ａとして記憶部１４に格納する（ステップＳ１）。

[0059] 次に、ジェネレータ分布調整部１５Ｂは、リスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のモデル式１４Ａ１とパラメータ集合θの確率分布Ｐ（θ;η）のモデル式１４Ａ２と要求条件１４Ａ３とを記憶部１４から読み込み、確率分布Ｐ（θ;η）に従って生成されるパラメータ集合θの値によって定まるリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）が、要求条件１４Ａ３をより高い確率で満足するパラメータ

集合ηの値１４Ｂ１を算出し、中間情報１４Ｂとして記憶部１４に格納する（ステップＳ２）。このステップＳ２の詳細については後述する。

[0060] 次に、リスクプロファイルサンプリング部１５Ｃは、上記算出されたパラメータ集合ηの値１４Ｂ１を読み込み、そのパラメータ集合ηの値１４Ｂ１によって定まる確率分布Ｐ（θ;η）に従って、パラメータ集合θの値を繰り返し生成し、生成したパラメータ集合θの値１４Ｃ１～１４Ｃｎを出力情報１４Ｃとして記憶部１４に格納する（ステップＳ３）。

[0061] 最後に、出力整形部１５Ｄは、上記生成されたパラメータ集合θの値１４Ｃ１～１４Ｃｎを記憶部１４から読み込み、最終結果として画面表示部１３に出力し、あるいは通信Ｉ／Ｆ部１１を通じて外部に出力する（ステップＳ４）。

[0062] 図６は図５のステップＳ２の処理の一例を示すフローチャートである。以下、図６を参照して、ジェネレータ分布調整部１５Ｂの処理の一例について説明する。

[0063] まずジェネレータ分布調整部１５Ｂは、パラメータ集合ηの初期値η_０を例えば乱数によって決定し、また変数ｔを１に初期化する（ステップＳ１１）。

[0064] 次にジェネレータ分布調整部１５Ｂは、１つ前の調整結果であるパラメータ集合η_ｔ－１（開始時点では初期値）から、それぞれ異なる、更新後のηの複数の候補η^１,…，η^Ｋを生成する（ステップＳ１２）。複数の候補η^１,…，η^Ｋを生成する一番簡単な例は、更新前のパラメータ集合η_ｔ－１の各要素をそれぞれ微小量だけ増減する方法である。例えば、更新前のパラメータ集合η_ｔ－１が２次元（η１，η２）で、微小量を例えば0.001とすると、以下のような複数の候補η^１,…，η^４を生成する。

候補η^１＝（η１－0.001，η２－0.001）

候補η^２＝（η１－0.001，η２＋0.001）

候補η^３＝（η１＋0.001，η２－0.001）

候補η^４＝（η１＋0.001，η２＋0.001）

[0065] 上記の例では、微小量を固定値としたが、微小量を可変値としてもよい。特に今回のように、要求条件１４Ａ３をできるだけ満たしてηを更新する必要がある場合は、上記の候補のそれぞれが、どれくらい要求条件１４Ａ３を破ってしまうかで、再度、各微小量を調整して、破れが少ないようにする。このような技術は数値的最適化問題の分野で色々と研究されているので、それらの任意のものを使用すればよい。

[0066] 次にジェネレータ分布調整部１５Ｂは、各パラメータ集合η^ｋ（ｋ＝１，…，Ｋ）に対して、確率分布Ｐ（θ；η^ｋ）の目的関数を計算する（ステップＳ１３）。或る１つのパラメータ集合η^ｋに対して、確率分布Ｐ（θ；η^ｋ）の目的関数を計算する処理は、例えば以下のように行われる。

[0067] まずジェネレータ分布調整部１５Ｂは、確率分布Ｐ（θ；η^ｋ）に従って、１つ以上のリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ^ｌ）（ｌは小文字のＬ。ｌ＝１，…，Ｌ。以下同じ）を生成する（ステップＳ２１）。具体的には、確率分布Ｐ（θ；η^ｋ）に従ってパラメータ集合θの値を生成し、この生成した値をリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のモデル情報１４Ａ１に適用して、１つのリスクプロファイルを生成する。このような処理を生成したいリスクプロファイルの数Ｌだけ繰り返す。

[0068] 次にジェネレータ分布調整部１５Ｂは、上記生成した各リスクプロファイルＰ（Ｘ；θ^ｌ）（ｌ＝１，…，Ｌ）に対して、要求条件の充足度合いを計算する（ステップＳ２２）。或るリスクプロファイルの要求条件の充足度合いは、当該リスクプロファイルと要求条件との乖離度（例えばＫＬダイバージェンス、あるいは密度関数の特定区間における平均自乗誤差等）を用いることができる。

[0069] 次にジェネレータ分布調整部１５Ｂは、各リスクプロファイルＰ（Ｘ；θ^ｌ）（ｌ＝１，…，Ｌ）の要求条件の充足度合いの平均値を計算し、この計算結果を目的関数とする（ステップＳ２３）。

[0070] 続いてジェネレータ分布調整部１５Ｂは、各パラメータ集合η^ｋ（ｋ＝１，…，Ｋ）関して計算した上記目的関数を比較して、要求条件の充足度合いが最

もよいパラメータ集合η^ｋを選択し、この選択したパラメータ集合η^ｋをパラメータ集合η_tとして記憶する（ステップＳ１４）。

[0071] 次にジェネレータ分布調整部１５Ｂは、パラメータ集合ηの更新を更に繰り返す必要があるか否かを判定する（ステップＳ１５）。このη更新の収束判定の方法としては、例えば、今回のパラメータ集合η_tと前回のパラメータ集合η_ｔ－１との要求条件に対する充足度合いを比較して、充足度合いが予め定められた基準以下になった場合に、すなわち、更新しても向上がもはや見込めなくなった場合に、収束したと判定する方法を用いることができる。

[0072] ジェネレータ分布調整部１５Ｂは、パラメータ集合ηの更新を更に繰り返す必要があると判定した場合、変数ｔを＋１し（ステップＳ１６）、ステップＳ１２に戻って上述した処理と同様の処理を繰り返す。他方、ジェネレータ分布調整部１５Ｂは、パラメータ集合ηの更新を更に繰り返す必要がないと判定した場合、ステップＳ１７に進む。

[0073] ジェネレータ分布調整部１５Ｂは、ステップＳ１７では、最後の調整結果であるパラメータ集合η_tを最適なηとして中間情報１４Ｂに格納する。

[0074] このように本実施形態では、パラメータ集合θの確率分布Ｐ（θ；η）を導入し（ηはこの確率分布のパラメータ）、パラメータ集合θが要求条件１４Ａ３を満たす確率が高くなるようにパラメータ集合ηを調整した上で、確率分布Ｐ（θ；η）に従ってパラメータ集合θを生成しているため、現実的なリソースを使用して実用的な時間内で特定の条件を満たすリスクプロファイルを数多く生成することができる。その理由は、以下の通りである。

（１）パラメータ集合ηを構成するパラメータ数をパラメータ集合θに比べて少なくすることにより、パラメータ集合ηの調整は、現実的なリソースを使用して実用的な時間内で行える。

（２）ジェネレータ分布Ｐ（θ；η）に従うパラメータ集合θのサンプリングは、そもそも現実的なリソースで可能である。

（３）ジェネレータ分布Ｐ（θ；η）を一度調整してしまえば、それに従う

パラメータ集合θのサンプリングを繰り返すだけで、指定された要求条件１４Ａ３を満足する確率の高い様々なパラメータ集合θ、すなわち様々なリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）を得ることができる。

[0075] 次に、具体的な例を挙げて、本実施形態の動作をより詳細に説明する。

[0076] 図７を参照すると、入力情報１４Ａに含まれるリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）のモデル情報１４Ａ１は、以下の４つの情報によって、リスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）を定義している。

（1）損失事象を表す確率変数ｘ_１，ｘ_２，…は、互いに独立である。

（2）事象内容ｋの頻度分布は、パラメータλｋを平均値とするポアソン分布に従う。

（3）事象内容ｋの規模分布は、パラメータμｋ、σｋを対数平均、対数標準偏差とする対数正規分布に従う。

（4）ｋ＝１～１０である。

この場合、θは、λｋ、μｋ、σｋ（ｋ＝１～１０）の合計３０個のパラメータの集合になる。

[0077] また図７を参照すると、入力情報１４Ａに含まれる確率分布Ｐ（θ；η）のモデル情報１４Ａ２は、以下の４つの情報によって、確率分布Ｐ（θ；η）を定義している。

（1）確率分布Ｐ（θ；η）は、ｋ毎に独立である。

（2）（λｋ、μｋ、σｋ）の分布は、多次元正規分布である。

（3）上記多次元正規分布の平均ベクトルは、（２、ｅ１、ｅ２）である。

（4）上記多次元正規分布の共分散行列は、（（０、０、０）、（０、ｅ３、ｅ４）、（０、ｅ４、ｅ５））である。

この場合、ηは、ｅ１～ｅ５の合計５個のパラメータの集合になる。

[0078] ここで、多次元正規分布の平均ベクトルの第一成分が２、共分散行列の第一行と第一列が０という値に固定している理由は、事象内容ｋの事象の個数の平均値を２としたいためである。すなわち、事象内容ｋの事象の個数の平均値が２の場合、λｋは２という値のみをとることになり、それは、多次元

正規分布のパラメータにおいて、平均ベクトルの該当要素（第一成分）が２という値になり、共分散行列の該当行と該当列が０という値をとることに相当するためである。

[0079] また図７を参照すると、入力情報１４Ａに含まれる要求条件は、以下の条件を指定している。

（1）規模分布は、平均パラメータ１０の指数分布である。

[0080] 図７に示されるような入力情報１４Ａが入力格納部１５Ａにより記憶部１４に格納されると、ジェネレータ分布調整部１５Ｂは、図６に示した手順で、最適なパラメータ集合ηを決定する。すなわち、実際にジェネレータ分布Ｐ（θ；η）にしたがって発生させた幾つかリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）の規模分布と、要求条件で指定されている規模分布（平均１０の指数分布）との乖離度（例えばＫＬダイバージェンス、あるいは密度関数の特定区間における平均自乗誤差等）の平均等を目的関数として、それが小さくなるようにηを調節する。今の例では、ηにしたがってθを発生させるのは、与えられた分布パラメータの下で正規乱数を発生させればよいので容易である。また、そのようにして得たθにおけるＰ（Ｘ；θ）の規模分布は、１０個の対数正規コンポーネントの混合分布となり、それと平均１０の指数分布との乖離度を計算するのは、公知の技術で容易に実現できる。このように、任意のηに対して、目的関数の値が容易に計算できるので、その最適化問題は公知の技術を使って解くことができる。

[0081] 上記のようにしてジェネレータ分布調整部１５Ｂで調整されたジェネレータ分布のパラメータをη＊と表すことにすると、η＊が中間情報１４Ｂとして記憶部１４に記憶される。

[0082] 次にリスクプロファイルサンプリング部１５Ｃは、ジェネレータ分布Ｐ（θ；η＊）に従って、リスクプロファイルのパラメータθ＝（(λ１,μ１,σ１),…,(λ１０,μ１０,σ１０)）を必要な数だけ生成し、出力情報１４Ｃとして記憶部１４に記憶する。このようにして生成されたθをもつリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）は、要求条件をできるだけ満足するようになっている

。

[0083] その後、出力整形手段１５Ｄは、上記リスクプロファイルのパラメータθを外部に出力する。

[0084] なお、上記の説明における事象の種類が１０個であることや、事象の個数がポアソン分布に従うこと、損失額が対数正規分布に従うことなどは、説明を分かりやすくするために導入した例であって、本発明の内容を限定するものではない。リスクもオペレーショナルリスクに限定するものではなく、他のリスクに関しても同様である。その他、本実施形態は、以下のような付加変更が可能である。

[0085] ［第１の実施形態の変形例］

[0086] ジェネレータ分布調整部１５Ｂは、入力情報１４Ａ中の必須条件を解釈して、その必須条件を満足するように入力情報１４中のリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のモデル情報１４Ａ１やパラメータ集合θの確率分布Ｐ（θ;η）のモデル情報１４Ａ２から、最適化問題の解法に使用するリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のモデル情報やパラメータ集合θの確率分布Ｐ（θ;η）のモデル情報を作成する機能を持っていてもよい。

[0087] 例えば、ジェネレータ分布調整部１５Ｂは、図８に示すような入力情報１４Ａから図７に示した入力情報１４Ａ中のモデル情報１４Ａ１、１４Ａ２を生成する機能を有していてもよい。

[0088] 図８の入力情報１４Ａには、以下のような必須条件１４Ａ４が含まれている。

(1) 事象内容の値域は｛事象内容１、…、事象内容１０｝

(2) 事象内容ｋの事象の個数の平均値は２である

[0089] ジェネレータ分布調整部１５Ｂは、必須条件（１）から事象内容の値域が１０通りであることを認識し、図８のリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のモデル情報１４Ａ１Ａに、ｋ＝１,…,１０という情報を追加して、図７のモデル情報１４Ａ１Ａを生成する。

[0090] またジェネレータ分布調整部１５Ｂは、必須条件（２）を解釈して、パラ

メータ集合θの確率分布Ｐ（θ;η）のモデル情報１４Ａ２における（λｋ、μｋ、σｋ）の多次元正規分布の平均ベクトルの第一成分が２、共分散行列の第一行と第一列が０という値になることを決定し、図８のモデル情報１４Ａ２Ａ中のパラメータｅ６が２であること、パラメータｅ７、ｅ８、ｅ９が０であることを決定し、図７に示したモデル情報１４Ａ２を生成する。

[0091] また、他の変形例として、出力整形部１５Ｄは、出力情報１４Ｃに含まれるパラメータ集合θの値の代わりに、或いはパラメータ集合θの値に加えて、以下のような情報を画面表示部１３に出力し、あるいは通信Ｉ／Ｆ部１１から出力する機能を有していてよい。

[0092] 例えば、出力整形部１５Ｄは、出力情報１４Ｃに含まれるパラメータ集合θの値をモデル情報１４Ａ１に代入したリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に従ってサンプリングしたＸの集合を出力する。あるいは、出力整形部１５Ｄは、規模分布や事象内容Ａ＾ｃの頻度分布、ＶａＲといったリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）の特徴値を出力するのでも良いし、その特別な場合として、各事象内容の頻度分布や規模分布の特徴値をその事象内容とともに出力するのでも良い。さらに、これらを組み合わせて出力するのでもよい。以下、より具体的に説明する。

[0093] 例えば、事象内容Ａ＾ｃの頻度分布をパラメータθｆ＾ｃのポアソン分布であるとし、事象内容Ａ＾ｃの規模分布を平均パラメータθｓ_μ＾ｃ、標準偏差パラメータθｓ_σ＾ｃの正規分布であるとし、事象内容の値域が{Ａ＾１,Ａ＾２}＝{東海大地震,振り込め詐欺}であるとし、θ＝（θｆ＾１，θｓ_μ＾１，θｓ_σ＾１，θｆ＾２，θｓ_μ＾２，θｓ_σ＾２）として、最終的に求められたθが、θ＝(１,３,２億,３０００万,１００万,５０万)という値であったとする。すなわち、東海大地震の頻度分布は平均１のポアソン分布、規模分布は平均２億、標準偏差３０００万の正規分布であり、振り込め詐欺の東海大地震の頻度分布は平均３のポアソン分布、規模分布は平均１００万、標準偏差５０万の正規分布という、リスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）が生成されたものとする。

[0094] この場合、出力整形部１５Ｄは、生成されたθの値そのものを出力してもよいし、Ｐ（Ｘ;θ）のＶａＲ等の特徴値を出力しても良い。また、Ｐ（Ｘ;θ）からのサンプリング結果や、さらに事象内容の頻度分布の特徴値として平均値、規模分布の特徴値として平均値＋標準偏差の２倍（これは２シグマ分の安全幅をもった平均値になる）に事象内容も添えて、図９に示すような形式で出力してもよい。勿論、特徴値としてこれ以外のものを出力するようにしてもよい。例えば、事象内容の頻度分布や規模分布の特徴値に限らず、Ｐ（Ｘ;θ）の特徴値で所望のものを出力するようにしてもよい。Ｐ（Ｘ;θ）から出力したい特徴値を計算するためには、それを計算する機能を出力整形部１５Ｄに持たせるようにすればよい。なお、複数のθが存在する場合、異なるθに関連する特徴値等は明確に区別できるようにθ毎に分類して出力するのが望ましい。また、ηの値を出力するようにしてもよい。

[0095] [第２の実施形態]

次に、図１０を参照して、本発明の第２の実施形態にかかるリスクプロファイル生成装置２について詳細に説明する。

[0096] 本実施形態のリスクプロファイル生成装置２は、特定の条件をほぼ満足する数多くのリスクプロファイルを生成する機能を有している。

[0097] このリスクプロファイル生成装置２は、主な機能部として、通信Ｉ／Ｆ部２１、操作入力部２２、画面表示部２３、記憶部２４、およびプロセッサ２５を有する。

[0098] 通信Ｉ／Ｆ部２１、操作入力部２２、および画面表示部２３は、第１の実施形態における図１の通信Ｉ／Ｆ部１１、操作入力部１２、および画面表示部１３と同じ機能を有している。

[0099] 記憶部２４は、ハードディスクや半導体メモリなどの記憶装置からなり、プロセッサ２５での各種処理に必要な処理情報やプログラム２４Ｐを記憶する機能を有している。プログラム２４Ｐは、プロセッサ２５に読み込まれて実行されることにより各種処理部を実現するプログラムであり、通信Ｉ／Ｆ部２１などのデータ入出力機能を介して外部装置（図示せず）やコンピュー

タ読取可能な記憶媒体（図示せず）から予め読み込まれて記憶部２４に保存される。記憶部２４で記憶される主な処理情報として、入力情報２４Ａ、中間情報２４Ｂ、出力情報２４Ｃがある。

[0100] 入力情報２４Ａは、通信Ｉ／Ｆ部２１や操作入力部２２から入力される情報である。図１１は、入力情報２４Ａの構成例である。この例の入力情報２４Ａは、リスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のモデル情報２４Ａ１、パラメータ集合θの確率分布Ｐ（θ;η）２４Ａ２、複数の要求条件２４Ａ３１～２４Ａ３ｍ、および重み情報２４Ａ４から構成される。

[0101] リスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のモデル情報２４Ａ１、パラメータ集合θの確率分布Ｐ（θ;η）２４Ａ２、および要求条件２４Ａ３１～２４Ａ３ｍは、第１の実施形態における図２のモデル情報１４Ａ１、１４Ａ２、および要求条件１４Ａ３と同じである。但し、本実施形態では、要求条件は２つ以上存在する。

[0102] 重み情報２４Ａ４は、要求条件２４Ａ３１～２４Ａ３ｍ毎の重み係数である。全ての重み係数の和は１に等しい。また、内分によって新たな確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ）を生成する場合、重み係数は０以上、１以下の値をとる。また、外分によって新たな確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ）を生成する場合、重み係数は、０と１の間以外の値をとる。

[0103] 中間情報２４Ｂは、プロセッサ２５による演算過程で生成される中間的な情報である。図１２は、中間情報２４Ｂの構成例である。この例の中間情報２４Ｂは、複数のパラメータ集合ηの値２４Ｂ１１～２４Ｂ１ｍと、これら複数のパラメータ集合ηの値２４Ｂ１１～２４Ｂ１ｍと重み情報２４Ａ４とに基づいて生成された確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ）２４Ｂ２とから構成される。

[0104] 出力情報２４Ｃは、プロセッサ２５による演算処理によって生成されたリスクプロファイルに関する情報である。図１３は、出力情報２４Ｃの構成例である。この例の出力情報２４Ｃは、複数のパラメータ集合θの値２４Ｃ１～２４Ｃｎから構成される。

[0105] プロセッサ２５は、ＣＰＵなどのマイクロプロセッサとその周辺回路を有

し、記憶部２４からプログラム２４Ｐを読み込んで実行することにより、上記ハードウェアとプログラム２４Ｐとを協働させて各種処理部を実現する機能を有している。プロセッサ２５で実現される主な処理部として、入力格納部２５Ａ、ジェネレータ分布調整部２５Ｂ、リスクプロファイルサンプリング部２５Ｃ、出力整形部２５Ｄ、およびジェネレータ分布結合部２５Ｅがある。

[0106] 入力格納部２５Ａは、第１の実施形態の入力格納部１５Ａと同様に、通信Ｉ／Ｆ部２１または操作入力部２２から入力された情報を入力情報２４Ａとして記憶部２４に格納する機能を有する。

[0107] ジェネレータ分布調整部２５Ｂは、第１の実施形態のジェネレータ分布調整部１５Ｂと同様に、入力情報２４Ａを読み込み、確率分布Ｐ（θ;η）に従って生成されるパラメータ集合θの値をモデル情報２４Ａ１に適用することによって特定されるリスクプロファイルが、要求条件をより高い確率で満足するような、モデル情報２４Ａ２中のパラメータ集合ηの値を算出する機能を有する。但し、ジェネレータ分布調整部２５Ｂは、要求条件２４Ａ３１～２４Ａ３ｍ毎に、その要求条件をより高い確率で満足するようなパラメータ集合ηの値２４Ｂ１１～２４Ｂ１ｍを算出し、中間情報２４Ｂとして記憶部２４に格納する。

[0108] ジェネレータ分布結合部２５Ｅは、入力情報２４Ａおよび中間情報２４Ｂを読み込み、各要求条件に対応して算出されたパラメータ集合ηの値２４Ｂ１１～２４Ｂ１ｍと重み情報２４Ａ４とから確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ）を生成する機能を有する。

[0109] ここで、要求条件２４Ａ３１～２４Ａ３ｍのそれぞれの重みをＷ_１～Ｗ_ｍ、要求条件２４Ａ３１～２４Ａ３ｍに対応して算出されたパラメータ集合ηの値２４Ｂ１１～２４Ｂ１ｍをη_１～η_ｍ、それを確率分布のモデル情報２４Ａ２に適用した確率分布をＰ（θ；η_１）～Ｐ（θ；η_ｍ）と書くとき、ジェネレータ分布結合部２５Ｅは、例えば以下のような方法を用いて、確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ）を生成する。

[0110] (1) パラメータの結合による生成

この生成方法では、要求条件ごとに算出されたパラメータ集合ηの値を重み係数を用いて重み付け加算した値を確率分布のモデル情報に適用することによって、パラメータ集合θの確率分布を生成する。

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ）＝Ｐ（θ｜η_１×Ｗ_１＋,…,＋η_ｍ×Ｗ_ｍ）

ここで、パラメータの重み付け加算は、同じ種類のパラメータ同士で行う。例えば、確率分布Ｐ（θ;η）のモデル情報２４Ａ２で定義されるパラメータ集合η中の或る１つのパラメータをｅ１とし、このｅ１に対応するη_１～η_ｍ中のパラメータを、ｅ１１～ｅ１ｍとすると、確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ）のｅ１の値は、ｅ１１×Ｗ_１＋,…,＋ｅ１ｍ×Ｗ_ｍとして計算する。

(2) 分布の混合による生成

この生成方法では、要求条件ごとに算出されたパラメータ集合ηの値を確率分布のモデル情報に適用することによって生成した要求条件ごとのパラメータ集合θの確率分布を、重み係数を用いて混合することによって、パラメータ集合θの確率分布を生成する。

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ）＝Ｐ（θ｜η_１）×Ｗ_１＋,…,＋Ｐ（θ｜η_ｍ）×Ｗ_ｍ

(3) 分布の指数混合による生成

この生成方法では、要求条件ごとに算出されたパラメータ集合ηの値を確率分布のモデル情報に適用することによって生成した要求条件ごとのパラメータ集合θの確率分布を、重み係数を用いて指数混合することによって、パラメータ集合θの確率分布を生成する。

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ）

＝Ｐ（θ｜η_１）^Ｗ_１×,…,×Ｐ（θ｜η_ｍ）^Ｗ_ｍ×Ｃ（η_Ｎ）

Ｃ（η_Ｎ）は全確率を１にするための規格化定数である。

[0111] リスクプロファイルサンプリング部２５Ｃは、中間情報２４Ｂを読み込み、中間情報２４Ｂ中の確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ）に従って、パラメータ集合θの値を繰り返し生成する機能を有する。特定の確率分布に従って値を生成す

る方法は任意でよい。確率変数θの分布Ｐ（θ;η_Ｎ）に基づくサンプリングなので、一般にサンプリングする度に異なるθを得ることができる。またリスクプロファイルサンプリング部２５Ｃは、生成したパラメータ集合θの値２４Ｃ１～２４Ｃｎを出力情報２４Ｃとして記憶部２４に格納する機能を有する。

[0112] 出力整形部２５Ｄは、出力情報２４Ｃに含まれるパラメータ集合θの値を読み込み、最終結果として画面表示部２３に出力し、あるいは通信Ｉ／Ｆ部２１を通じて外部に出力する機能を有する。その際、どのようなジェネレータ分布に対する結果であるかや、そのときの重み係数の値などを付加情報として出力してもよい。また、第１の実施形態の変形例で説明したのと同様に、出力整形部２５Ｄは、パラメータ集合θの値の代わりに、或いはパラメータ集合θの値に加えて、他の種類のデータを画面表示部２３に出力し、あるいは通信Ｉ／Ｆ部２１から外部に出力する機能を有していてよい。

[0113] 次に、図１４を参照して、本実施形態にかかるリスクプロファイル生成装置２の動作について説明する。

[0114] まず、入力格納部２５Ａは、リスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のモデル式２４Ａ１と、パラメータ集合θの確率分布Ｐ（θ;η）のモデル式２４Ａ２と、複数の要求条件２４Ａ３１～２４Ａ３ｍと、重み情報２４Ａ４とを、通信Ｉ／Ｆ部２１または操作入力部２２から入力し、入力情報２４Ａとして記憶部２４に格納する（ステップＳ３１）。

[0115] 次に、ジェネレータ分布調整部２５Ｂは、リスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のモデル式２４Ａ１とパラメータ集合θの確率分布Ｐ（θ;η）のモデル式２４Ａ２と複数の要求条件２４Ａ３１～２４Ａ３ｍとを記憶部２４から読み込み、要求条件２４Ａ３１～２４Ａ３ｍ毎に、確率分布Ｐ（θ;η）に従って生成されるパラメータ集合θの値によって定まるリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）が、その要求条件をより高い確率で満足するパラメータ集合ηの値２４Ｂ１１～２４Ｂ１ｍを算出し、中間情報２４Ｂとして記憶部２４に格納する（ステップＳ３２）。

[0116] 次に、ジェネレータ分布結合部２５Ｅは、入力情報２４Ａおよび中間情報２４Ｂを読み込み、各要求条件に対応して算出されたパラメータ集合ηの値２４Ｂ１１～２４Ｂ１ｍと、重み情報２４Ａ４とから、新たな確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ）を生成し、出力情報２４Ｃとして記憶部２４に格納する（ステップＳ３３）。

[0117] 次に、リスクプロファイルサンプリング部２５Ｃは、上記生成された確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ）を読み込み、その確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ）に従って、パラメータ集合θの値を繰り返し生成し、生成したパラメータ集合θの値２４Ｃ１～２４Ｃｎを出力情報２４Ｃとして記憶部２４に格納する（ステップＳ３４）。

[0118] 最後に、出力整形部２５Ｄは、上記生成されたパラメータ集合θの値２４Ｃ１～２４Ｃｎを記憶部２４から読み込み、最終結果として画面表示部２３に出力し、あるいは通信Ｉ／Ｆ部２１を通じて外部に出力する（ステップＳ３５）。

[0119] このように本実施形態では、パラメータ集合θの確率分布Ｐ（θ;η）を導入し（ηはこの確率分布のパラメータ）、各要求条件２４Ａ３１～２４Ａ３ｍ毎に、パラメータ集合θがその要求条件を満たす確率が高くなるようなパラメータ集合ηを算出し、この各要求条件毎に算出したパラメータ集合ηと各要求条件の重みとから新たな確率分布Ｐ（θ;ηＮ）を生成し、この生成した確率分布Ｐ（θ;ηＮ）に従ってパラメータ集合θを生成しているため、現実的なリソースを使用して実用的な時間内で特定の条件を満たすリスクプロファイルを数多く生成することができる。その理由は、以下の通りである。

（１）パラメータ集合ηを構成するパラメータ数をパラメータ集合θに比べて少なくすることにより、各要求条件毎のパラメータ集合ηの調整は、現実的なリソースを使用して実用的な時間内で行える。

（２）各要求条件毎に算出したパラメータ集合ηと各要求条件の重みとから確率分布Ｐ（θ;ηＮ）を生成することや、この確率分布Ｐ（θ;ηＮ）に従うパラメータ集合θのサンプリングは、そもそも現実的なリソースで可能で

ある。

（３）確率分布Ｐ（θ；ηＮ）を一度生成してしまえば、それに従うパラメータ集合θのサンプリングを繰り返すだけで、複数の要求条件２４Ａ３１～２４Ａ３ｍとその重み情報２４Ａ４と確率分布Ｐ（θ；ηＮ）の生成方法のタイプとの組合せによって定まる特定の条件を満足する確率の高い様々なパラメータ集合θ、すなわち様々なリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）を得ることができる。

[0120] 次に、具体的な例を挙げて、本実施形態の動作をより詳細に説明する。

[0121] 入力情報２４Ａの具体例を図１５に示す。図１５を参照すると、リスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）のモデル情報２４Ａ１と確率分布Ｐ（θ；η）のモデル情報２４Ａ２は、第１の実施形態の具体例を示す図７のリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）のモデル情報１４Ａ１と確率分布Ｐ（θ；η）のモデル情報１４Ａ２と同じである。

[0122] また入力情報２４Ａでは、以下の２つの要求条件２４Ａ３１、２４Ａ３２が指定されている。

（1）規模分布は、平均パラメータ２の指数分布である。

（2）規模分布は、平均パラメータ１０の指数分布である。

[0123] さらに入力情報２４Ａの重み情報２４Ａ４では、以下の６通りの重み係数が指定されている。

（1）（W_1,W_2）＝（0.0,1.0）

（2）（W_1,W_2）＝（0.2,0.8）

（3）（W_1,W_2）＝（0.4,0.6）

（4）（W_1,W_2）＝（0.6,0.4）

（5）（W_1,W_2）＝（0.8,0.2）

（6）（W_1,W_2）＝（1.0,0.0）

[0124] 図１５に示されるような入力情報２４Ａが入力格納部２５Ａにより記憶部２４に格納されると、ジェネレータ分布調整部２５Ｂは、まず、確率分布Ｐ（θ；η）に従って生成されるパラメータ集合θの値によって定まるリスクプ

ロファイルＰ（Ｘ;θ）が、要求条件２４Ａ３１をより高い確率で満足するパラメータ集合ηの値η_１を算出し、記憶部２４に格納する。同様に、ジェネレータ分布調整部２５Ｂは、確率分布Ｐ（θ;η）に従って生成されるパラメータ集合θの値によって定まるリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）が、要求条件２４Ａ３２をより高い確率で満足するパラメータ集合ηの値η_２を算出し、記憶部２４に格納する。

[0125] 次に、ジェネレータ分布結合部２５Ｅは、要求条件２４Ａ３１、２４Ａ３２に対応して算出されたパラメータ集合ηの値η_１、η_２と、重み情報２４Ａ４中の６通りの重み係数とから、６つの確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ１）～Ｐ（θ｜η_Ｎ６）を生成し、出力情報２４Ｃとして記憶部２４に格納する。

[0126] 例えばパラメータの結合による生成方法を使用する場合、ジェネレータ分布結合部２５Ｅは、以下の６つの確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ１）～Ｐ（θ｜η_Ｎ６）を生成する。

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ１）＝Ｐ（θ｜η_１×０＋η_２×１）＝Ｐ（θ｜η_２）

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ２）＝Ｐ（θ｜η_１×０．２＋η_２×０．８）

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ３）＝Ｐ（θ｜η_１×０．４＋η_２×０．６）

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ４）＝Ｐ（θ｜η_１×０．６＋η_２×０．４）

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ５）＝Ｐ（θ｜η_１×０．８＋η_２×０．２）

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ６）＝Ｐ（θ｜η_１×１＋η_２×０）＝Ｐ（θ｜η_１）

[0127] また、例えば分布の混合による生成方法を使用する場合、ジェネレータ分布結合部２５Ｅは、以下の６つの確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ１）～Ｐ（θ｜η_Ｎ６）を生成する。

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ１）＝Ｐ（θ｜η_１）×０＋Ｐ（θ｜η_２）×１＝Ｐ（θ｜η_２）

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ２）＝Ｐ（θ｜η_１）×０．２＋Ｐ（θ｜η_２）×０．８

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ３）＝Ｐ（θ｜η_１）×０．４＋Ｐ（θ｜η_２）×０．６

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ４）＝Ｐ（θ｜η_１）×０．６＋Ｐ（θ｜η_２）×０．４

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ５）＝Ｐ（θ｜η_１）×０．８＋Ｐ（θ｜η_２）×０．２

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ６）＝Ｐ（θ｜η_１）×１＋Ｐ（θ｜η_２）×０＝Ｐ（θ｜η_１）

[0128] また、例えば分布の指数混合による生成方法を使用する場合、ジェネレータ分布結合部２５Ｅは、以下の６つの確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ１）～Ｐ（θ｜η_Ｎ６）を生成する。

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ１）＝Ｐ（θ｜η_１）^０×Ｐ（θ｜η_２）^１×Ｃ（η_Ｎ１）

＝Ｐ（θ｜η_２）×Ｃ（η_Ｎ１）

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ２）＝Ｐ（θ｜η_１）^０．２×Ｐ（θ｜η_２）^０．８×Ｃ（η_Ｎ２）

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ３）＝Ｐ（θ｜η_１）^０．４×Ｐ（θ｜η_２）^０．６×Ｃ（η_Ｎ３）

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ４）＝Ｐ（θ｜η_１）^０．６×Ｐ（θ｜η_２）^０．４×Ｃ（η_Ｎ４）

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ５）＝Ｐ（θ｜η_１）^０．８×Ｐ（θ｜η_２）^０．２×Ｃ（η_Ｎ５）

確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ６）＝Ｐ（θ｜η_１）^１×Ｐ（θ｜η_２）^０×Ｃ（η_Ｎ６）

＝Ｐ（θ｜η_１）×Ｃ（η_Ｎ６）

[0129] 次にリスクプロファイルサンプリング部２５Ｃは、上記６つの確率分布Ｐ（θ｜η_Ｎ１）～Ｐ（θ｜η_Ｎ６）毎に、その確率分布に従って、リスクプロファイルのパラメータθ＝（（λ１，μ１，σ１），…，（λ１０，μ１０，σ１

０））を必要な数だけ生成し、出力情報２４Ｃとして記憶部２４に記憶する。

[0130] その後、出力整形部２５Ｄは、上記リスクプロファイルのパラメータθを外部に出力する。

[0131] 上記の具体例から明らかなように、本実施形態によれば、複数の要求条件２４Ａ３１～２４Ａ３ｍに対応する重み係数の比率を少しずつ変えた複数の重み係数を用いることにより、少しずつ満たす条件が異なるリスクプロファイルをそれぞれ数多く効率的に生成することができる。

[0132] 実際のリスク分析の分野においては、特定の条件を満たすリスクプロファイルの生成という作業を、当該条件を少しずつ変えながら繰り返し実行することが多いため、本実施形態によれば、そのような作業の能率を向上させることができる。

[0133] ［第３の実施形態］

図１６を参照すると、本発明の第３の実施形態にかかるリスクプロファイル生成装置３は、通信回線４を通じてリスク計量装置５に接続されている。本実施形態のリスクプロファイル生成装置３は、特定の条件をほぼ満足するリスクプロファイルを生成する機能に加えて更に、生成したリスクプロファイルを用いてリスク計量装置５の推定精度のテストを行う機能を有している。

[0134] リスク計量装置５は、リスクプロファイルＰ（Ｘ）に関する断片的な情報を入力し、この入力データから上記リスクプロファイルＰ（Ｘ）の特徴値（例えば、ＶａＲ）を計量（推定）して出力する装置である。リスク計量装置５の実際の使用環境では、リスク計量装置５に入力される断片的な情報は未知のリスクプロファイルＰ（Ｘ）に関するものである。しかし、未知のリスクプロファイルＰ（Ｘ）に関する断片的な情報を使用したのでは、リスク計量装置５の計量精度を判定することはできない。何故なら、リスクプロファイルが未知であればその正解値も未知になるためである。そこで、リスク計量装置５のテスト環境では、リスク計量装置５に入力される断片的な情報は既知のリスクプロファイルＰ（Ｘ）、すなわちリスクプロファイル生成装置

３によって生成されたリスクプロファイルに関する情報を使用する。

[0135] リスクプロファイル生成装置３は、第１または第２の実施形態にかかるリスクプロファイル生成装置１また２と同様なリスクプロファイル生成機能を有している。また、リスクプロファイル生成装置３は、生成したリスクプロファイルから入力用テストデータとリスク量の正解値とを算出する機能と、算出した入力用テストデータを通信回線４を通じてリスク計量装置５へ入力する機能と、リスク計量装置５から出力されるリスク量と上記リスクプロファイルから算出したリスク量の正解値とを比較する機能とを有する。

[0136] 通信回線４は、通信ケーブル、ＬＡＮ、ＷＡＮ、インターネット等で構成される。

[0137] 以下、リスクプロファイル生成装置３について詳細に説明する。

[0138] 図１７を参照すると、リスクプロファイル生成装置３は、主な機能部として、通信Ｉ／Ｆ部３１、操作入力部３２、画面表示部３３、記憶部３４、およびプロセッサ３５を有する。

[0139] 通信Ｉ／Ｆ部３１、操作入力部３２、および画面表示部３３は、第１の実施形態における図１の通信Ｉ／Ｆ部１１、操作入力部１２、および画面表示部１３と同じ機能を有している。

[0140] 記憶部３４は、ハードディスクや半導体メモリなどの記憶装置からなり、プロセッサ３５での各種処理に必要な処理情報やプログラム３４Ｐを記憶する機能を有している。プログラム３４Ｐは、プロセッサ３５に読み込まれて実行されることにより各種処理部を実現するプログラムであり、通信Ｉ／Ｆ部３１などのデータ入出力機能を介して外部装置（図示せず）やコンピュータ読取可能な記憶媒体（図示せず）から予め読み込まれて記憶部３４に保存される。記憶部３４で記憶される主な処理情報として、リスクプロファイル生成関連情報３４Ｄ、テストデータ３４Ｅ、テスト結果３４Ｆがある。

[0141] リスクプロファイル生成関連情報３４Ｄは、第１の実施形態における図１の入力情報１４Ａ、中間情報１４Ｂおよび出力情報１４Ｃと同じである。あるいはリスクプロファイル生成関連情報３４Ｄは、第２の実施形態における

図１０の入力情報２４Ａ、中間情報２４Ｂおよび出力情報２４Ｃと同じである。

[0142] テストデータ３４Ｅは、リスク計量装置５の精度テストに用いるデータである。図１８は、テストデータ３４Ｅの構成例である。この例のテストデータ３４Ｅは、入力用テストデータ３４Ｅ１とリスク量の正解値３４Ｅ２とから構成される。

[0143] 入力用テストデータ３４Ｅ１は、１以上の損失事象の列Ｘ３４Ｅ１１と、事象内容ごとの頻度分布の平均値３４Ｅ１２と、事象内容ごとの規模分布の平均値３４Ｅ１３とから構成される。入力用テストデータ３４Ｅ１を構成するこれらのデータは、何れもプロセッサ３５による演算処理によって生成されたリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に基づいて生成されたものである。なお、入力用テストデータ３４Ｅ１の種類は、リスク計量装置５がリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に関するどのような入力データを必要としているかによって相違する。従って、テストデータ３４Ｅ１は、図１８に示す種類のデータに限定されるものではない。

[0144] リスク量の正解値３４Ｅ２は、プロセッサ３５による演算処理によって生成されたリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）の真のリスク量である。リスク量の種類は、リスク計量装置５が出力データとして、リスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に関するどのようなリスク量を出力しているかによって相違する。例えば、リスク計量装置５が、リスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）の９９．９％ＶａＲをリスク量として出力する装置であれば、そのようなリスク量の正解値３４Ｅ２を生成しておけば良い。

[0145] テスト結果３４Ｆは、リスク計量装置５から出力されるリスク量と上記リスク量の正解値３４Ｅ２とを比較した結果に基づく、リスク計量装置５の推定精度のテスト結果である。

[0146] プロセッサ３５は、ＣＰＵなどのマイクロプロセッサとその周辺回路を有し、記憶部３４からプログラム３４Ｐを読み込んで実行することにより、上記ハードウェアとプログラム３４Ｐとを協働させて各種処理部を実現する機

能を有している。プロセッサ３５で実現される主な処理部として、リスクプロファイル生成部３５Ｆ、テストデータ生成部３５Ｇ、および比較部３５Ｈがある。

[0147] リスクプロファイル生成部３５Ｆは、第１の実施形態における図１の入力格納部１５Ａ、ジェネレータ分布調整部１５Ｂ、およびリスクプロファイルサンプリング部１５Ｃの各機能を有している。あるいはリスクプロファイル生成部３５Ｆは、第２の実施形態における図１０の入力格納部２５Ａ、ジェネレータ分布調整部２５Ｂ、リスクプロファイルサンプリング部２５Ｃ、およびジェネレータ分布結合部２５Ｅの各機能を有していても良い。

[0148] テストデータ生成部３５Ｇは、リスクプロファイル生成関連情報３４Ｄを読み込み、生成されたパラメータ集合θの値をリスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルから、リスク計量装置５のテストデータ３４Ｅを算出し、記憶部３４に記憶する機能を有する。またテストデータ生成部３５Ｇは、記憶部３４からテストデータ３４Ｅ中の入力用テストデータ３４Ｅ１を読み込み、通信Ｉ／Ｆ部３１により通信回線４を通じてリスク計量装置５に送信する機能を有する。

[0149] 比較部３５Ｈは、リスク計量装置５が推定したリスク量を通信Ｉ／Ｆ部３１から受け取り、記憶部３４に記憶されたテストデータ３４Ｅ中のリスク量の正解値３４Ｅ２と比較し、その比較結果等を含むテスト結果３４Ｆを記憶部３４Ｄに記憶する機能を有する。また比較部３５Ｈは、記憶部３４からテスト結果３４Ｆを読み出し、画面表示部３３に出力し、あるいは通信Ｉ／Ｆ部３１を通じて外部に出力する機能を有する。

[0150] 次に、図１９を参照して、本実施形態にかかるリスクプロファイル生成装置３の動作について説明する。

[0151] まず、リスクプロファイル生成部３５Ｆは、第１の実施形態における図５のステップＳ１～Ｓ３或いは第２の実施形態における図１４のステップＳ３１～Ｓ３４と同様の処理を行うことによって、パラメータ集合θの値、すなわちリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）を生成する（ステップＳ４１）。

[0152] 次にテストデータ生成部３５Ｇは、上記生成されたリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）からリスク計量装置５の入力用テストデータ３４Ｅ１とリスク量の正解値３４Ｅ２とを含むテストデータ３４Ｅを生成し、記憶部３４に記憶する（ステップＳ４２）。このテストデータ３４Ｅを生成する処理の詳細は後述する。

[0153] 次にテストデータ生成部３５Ｇは、上記生成した入力用テストデータ３４Ｅ１を、通信Ｉ／Ｆ部３１を用いて通信回線４経由でリスク計量装置５へ送信する（ステップＳ４３）。

[0154] リスク計量装置５は、リスクプロファイル生成装置３から通信回線４を通じて送信された入力用テストデータ３４Ｅ１を受信し、この受信した入力用テストデータ３４Ｅ１から、例えば各事象内容ごとの頻度分布と規模分布を推定し、この推定した頻度分布と規模分布を使用してリスク量を推定する。例えば、９９．９％ＶａＲをリスク量として出力するならば、リスク計量装置５は、リスク量を例えばモンテカルロシミュレーションで推定する。この推定方法では、事象の内容ごとに、事象件数を上記推定した頻度分布に従う疑似乱数で生成し、この生成した数だけの損失金額を上記推定した頻度分布に従う疑似乱数で生成して、それらの合計額を求めることで、１つの総損失額を計算する。このような計算を数万～数百万回繰り返して得られた総損失額を降順にソートし、下側９９．９パーセンタイル点をリスク量として算出する。なお、このようなリスク計量手法は一般に損失分布手法と呼ばれている。損失分布手法によるリスク計量装置は、特許文献２等、各種の文献に記載されている。

[0155] リスク計量装置５が、推定したリスク量を通信回線４を介してリスクプロファイル生成装置３へ送信すると、リスクプロファイル生成装置３の比較部３５Ｈは、このリスク量を通信Ｉ／Ｆ部３１を通じて受信する（ステップＳ４４）。

[0156] 次に比較部３５Ｈは、受信したリスク量と、テストデータ３４Ｅ中のリスク量の正解値３４Ｅ２とを比較し、比較結果をテスト結果３４Ｆとして記憶

部３４に記憶する（ステップＳ４５）。比較処理では、例えば、大小関係の比較や、値の乖離度の計算を行う。その後、比較部３５Ｈは、記憶部３４からテスト結果３４Ｆを読み出し、画面表示部３３に表示し、あるいは通信Ｉ／Ｆ部３１から外部へ出力する（ステップＳ４６）。

[0157] 次に、図２０を参照してテストデータ３４Ｅを生成する処理の詳細を説明する。

[0158] 図２０を参照すると、テストデータ生成部３５Ｇは、まず、リスクプロファイル生成部３５Ｆにより生成されたパラメータ集合θの値をリスクプロファイル生成関連情報３４Ｄから読み取る（ステップＳ５１）。

[0159] 次に、テストデータ生成部３５Ｇは、事象内容ごとの頻度分布と規模分布の平均値３４Ｅ１２、３４Ｅ１３を算出し、入力用テストデータ３４Ｅ１の一部として記憶部３４に記憶する（ステップＳ５２）。パラメータ集合θの値が決定しているので、各事象内容の頻度分布と規模分布は、決定したパラメータ集合θの値をリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のモデル情報に適用することにより一意に定まる。例えば、図７のリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のモデル情報１４Ａ１の各事象内容の頻度分布は、パラメータ集合θ中のλｋを平均値とするポアソン分布として一意に定まり、各事象内容の規模分布は、パラメータ集合θ中のμｋ、σｋを対数平均、対数標準偏差とする対数正規分布として一意に定まる。従って、定まった頻度分布に従う疑似乱数を複数生成して平均をとれば、頻度分布の平均値を算出することができる。また、定まった規模分布に従う疑似乱数を複数生成して平均をとれば、規模分布の平均値を算出することができる。

[0160] 次に、テストデータ生成部３５Ｇは、１以上の損失事象の列３４Ｅ１１を生成し、入力用テストデータ３４Ｅ１の一部として記憶部３４に記憶する（ステップＳ５３）。上述したようにパラメータ集合θの値が決定しているので、各事象内容の頻度分布と規模分布は一意に定まる。或る事象内容について、頻度分布に従う疑似乱数によって当該事象の内容の発生回数を生成し、この生成した発生回数だけ規模分布に従う疑似乱数によって当該事象の内容

の損失額を生成すれば、当該事象内容の保有期間における損失事象の列を生成することができる。同様の処理を全ての事象内容について行い、それを全て合わせれば、保有期間における損失事象の列を生成することができる。さらに、保有期間における損失事象の列の生成処理を複数回繰り返せば、保有期間の複数倍の期間における損失事象の列を生成することができる。

[0161] 最後に、テストデータ生成部３５Ｇは、リスク量の正解値３４Ｅ２を生成し、記憶部３４に記憶する（ステップＳ５４）。上述したように各事象内容ごとの頻度分布と規模分布が定まっているので、リスク量の正解値は容易に算出することができる。例えば、９９．９％ＶａＲをリスク量として算出するならば、テストデータ生成部３５Ｇは、例えば次の手順で算出する。まず、事象の内容ごとに、事象件数を頻度分布に従う疑似乱数で生成し、この生成した数だけの損失金額を頻度分布に従う疑似乱数で生成して、それらの合計額を求めることで、１つの総損失額を計算する。次に、上記のような計算を数万～数百万回繰り返して得られた総損失額を降順にソートし、下側９９．９パーセンタイル点をリスク量の正解値として算出する。

[0162] このように本実施形態のリスクプロファイル生成装置３によれば、特定の条件をほぼ満足するリスクプロファイルを生成し、この生成したリスクプロファイルを用いてリスク計量装置５の推定精度のテストを行うことができる。

[0163] ［第３の実施形態の変形例］

[0164] 上述した算出方法は一例であり、別の方法によって、事象内容毎の頻度分布と規模分布の平均値、１以上の損失事象の列、リスク量の正解値を算出してもよい。

[0165] 例えば、算出した頻度分布と規模分布の平均値が予め設定された閾値未満である事象内容については、推定結果のリスク量に与える影響が軽微であるため、入力用テストデータ３４Ｅ１から除外するようにしてもよい。同様の理由で、生成された損失事象の列から、損失金額が予め設定された値未満の損失事象を取り除くようにしてもよい。

[0166] また、規模分布の平均値として、２シグマ分の安全幅をもった平均値として、「平均値＋標準偏差の２倍」を使用してもよい。

[0167] また、リスク計量装置５の実際の運用時には、人手を介してデータがリスク計量装置５に入力されるため、入力される損失事象の列の個数が規定された数より少なかったり、入力データに何らかのエラーや誤りが混入する等、入力データの品質が変動する可能性がある。そのため、リスク計量装置５が、どのような入力データの品質のときに、どれくらい精度良くリスク量を推定できるかについてテストするために、上記生成された入力用テストデータ３４Ｅ１を、操作入力部３２等から入力されるテスト条件で指定された入力データ品質を満足するように加工するようにしてもよい。例えば、「損失事象の列の個数は７個、各事象内容に関して頻度分布の平均値は１０％の確率でゼロと誤入力、規模分布の平均値＋２×標準偏差に関しては５％の確率で２割小さい値が誤入力される」と指定されたならば、テストデータ生成部３５Ｇは、損失事象の列を７個生成し、各事象内容の頻度分布および輝度分布の平均値を指定された条件を満たすように加工して、記憶部３４に記憶するようにしてよい。

[0168] また、上記の第３の実施形態では、ある特定の条件（例えば規模分布は平均パラメータ２の指数分布）をほぼ満足するリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）を一つ生成し、この生成したリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）に応じたテストデータ３４Ｅを一つ生成して、リスク計量装置５のテストを行った。しかし、上記特定の条件をほぼ満足する様々なリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）を生成してテストを繰り返したり、或るリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）の下で様々なテストデータを生成してテストを繰り返すようにしてもよい。その場合は、上記で説明した一連のプロセス全体を繰り返すのではなく、必要な範囲だけ繰り返せばよい。例えば、同一のリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）の下で様々なテストデータを使用してテストを繰り返すのであれば、図１９中のステップＳ４２～Ｓ４６の処理を繰り返せばよい。また、同一の特定の条件をほぼ満足する様々なリスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）を生成してテストを繰り

返すのであれば、一度最適化したパラメータ集合ηを用いて確率分布Ｐ（θ；η）に従ったパラメータθをサンプリングする処理から繰り返せばよい。これは、リスクプロファイル生成部３５Ｆからの出力として、最初から当該θのサンプリング結果を複数出力させておくことでも実現できる。

[0169] さらに、上記の第３の実施形態では、特定の条件（例えば規模分布は平均パラメータ２の指数分布）の下でテストを行う例を説明したが、特定の条件を少しずつ変えながら多数回のテストを行うようにしてもよい。その場合には、少しずつ条件の違うリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）を効率よく多数生成することができる第２の実施形態によるリスクプロファイル生成方法を使用すると、効率よくテストを行うことができる。以下、その具体例を説明する。

[0170] ［テストの具体例］

例えば、以下のようなテストを行うものとする。

（1）テスト対象のリスク計量装置５の入力は、リスクプロファイルからの損失事象の列の集合と、各事象内容に関しての頻度分布の平均値、規模分布の平均値＋２×標準偏差であるとする。

（2）同じリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）の下で５０通りのテストデータを生成してテストを繰り返す。

（3）「規模分布は平均パラメータ１０の指数分布である」という条件をほぼ満足するジェネレータ分布Ｐ（θ;η_Ｎ１）、「規模分布は平均パラメータ２の指数分布である」という条件をほぼ満足するジェネレータ分布Ｐ（θ；η_Ｎ６）、およびそれらジェネレータ分布Ｐ（θ；η_Ｎ１）、Ｐ（θ；η_Ｎ６）のパラメータη_２、η_１を重み係数で結合して生成したジェネレータ分布Ｐ（θ；η_Ｎ２）、Ｐ（θ；η_Ｎ３）、Ｐ（θ；η_Ｎ４）、Ｐ（θ；η_Ｎ５）のそれぞれの下で、１００通りのリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）を生成してテストを繰り返す。

（4）入力データの品質としては、サンプルの個数は７個、各事象内容に関して頻度分布の平均値は１０％の確率でゼロと誤入力、規模分布の平均値＋２

×標準偏差に関しては５％の確率で２割小さい値が誤入力されるとする。

[0171] まず、リスクプロファイル生成部３５Ｆは、第２の実施形態の具体例と同様の方法によって、パラメータ集合η_２を算出し、それに基づいて１００通りのリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）を生成する。

[0172] 次に、テストデータ生成部３５Ｇは、上記生成された１００通りのリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のうちの１つのリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に注目する。

[0173] 次にテストデータ生成部３５Ｇは、注目中のリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に関して、１番目のテストデータ３４Ｅを生成する。入力データの品質として損失事象の列の個数は７個とされているので、注目中のリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）から７個の損失事象の列を生成する。また、注目中のリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）から各事象内容の頻度分布の平均値、規模分布の平均値＋２×標準偏差を算出する。その際、入力データの品質で指定されている通りに誤入力を人工的に発生させることで、各事象内容の頻度分布の平均値は１０％の確率でゼロ、規模分布の平均値＋２×標準偏差は５％の確率で２割小さい値となるようにする。誤入力の人工的な発生は、擬似乱数を用いれば容易に実現できる。さらに、注目中のリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）からリスク量の正解値を算出する。そして、これらを入力用テストデータ３４Ｅ１として記憶部３４に記憶する。

[0174] 次にテストデータ生成部３５Ｇは、注目中のリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に関して生成した入力用テストデータ３４Ｅ１中の損失事象の列と、事象内容ごとの頻度分布の平均値と、規模分布の平均値＋２×標準偏差を、通信Ｉ／Ｆ部３１により通信回線４を通じてリスク計量装置５へ送信する。

[0175] 次に比較部３５Ｈは、リスク計量装置５から送信されてきたリスク量を通信Ｉ／Ｆ部３１から受け取ると、テストデータ３４Ｅ中のリスク量の正解値と比較し、比較結果をテスト結果３４Ｆの一部として記憶部３４に記憶する。

[0176] 次にテストデータ生成部３５Ｇは、上記１番目の処理と同様の処理を繰り

返す。これにより、注目中のリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に関して、２番目のテストデータ３４Ｅの生成とそれを用いたリスク計量装置５のテストとが実施され、その結果がテスト結果３４Ｆに記録される。以下、同様の処理を５０番目のテストデータ３４Ｅの生成とそれを用いたリスク計量装置５のテストが完了するまで繰り返す。

[0177] テストデータ生成部３５Ｇは、注目中のリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に関して５０通りのテストデータによるテストを完了すると、上記生成された１００通りのリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）のうち、未だ注目していない１つのリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に注目を移す。そして、新たに注目したリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に関して、前回注目したリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）と同様の処理を繰り返す。これにより、２つ目のリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に関して、５０通りのテストデータを用いたテストが実施される。以下、同様の処理を残りの全てのリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）について繰り返す。

[0178] パラメータ集合η_２に基づいて生成された１００通りのリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）について、それぞれ５０通りのテストデータによる処理を完了すると、リスクプロファイル生成部３５Ｆは、第２の実施形態の具体例と同様の方法によって、パラメータ集合η_１を算出し、それに基づいて１００通りのリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）を生成する。そして、テストデータ生成部３５Ｇは、パラメータ集合η_２に基づいて生成された１００通りのリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に対する処理と同様の処理を、パラメータ集合η_１に基づいて生成された１００通りのリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に対して繰り返す。

[0179] 以下、ジェネレータ分布Ｐ（θ;η_Ｎ１）、Ｐ（θ;η_Ｎ６）のパラメータη_２、η_１を重み係数で結合して生成したジェネレータ分布Ｐ（θ;η_Ｎ２）、Ｐ（θ;η_Ｎ３）、Ｐ（θ;η_Ｎ４）、Ｐ（θ;η_Ｎ５）のそれぞれの下で生成された、それぞれ１００通りのリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に対して、パラメータ集合η_２やη_１に基づいて生成された１００通りの

リスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）に対する処理と同様の処理を繰り返す。これにより、上記に記載した条件の下でのリスク計量装置５のテストが完了する。

[0180] 最後に、比較部３５Ｈは、テスト結果３４Ｆに記録されたテスト結果を画面表示部３３に表示し、あるいは通信Ｉ／Ｆ部３１から出力する。その際、比較部３５Ｈは、同じジェネレータ分布Ｐ（θ;η）の下での１００通りのリスクプロファイルＰ（Ｘ;θ）の５０回ずつの比較結果を個別に出力しても良いし、それら５０００通りの比較結果の可視性を挙げるために、過小推定した割合を出力しても良いし、乖離度のヒストグラムを表示しても良い。ここで、過小推定とは、リスク計量装置５が推定したリスク量が正解値より小さい場合を意味する。

[0181] なお、本発明は、日本国にて２０１１年３月２９日に特許出願された特願２０１１－０７２７４６の特許出願に基づく優先権主張の利益を享受するものであり、当該特許出願に記載された内容は、全て本明細書に含まれるものとする。

産業上の利用可能性

[0182] 本発明によれば、金融工学や信頼性工学のリスク分析の分野に利用可能である。特に、特定の条件をほぼ満足するリスクプロファイルを多数生成する際に特に有益である。

[0183] 上記の実施形態の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載され得るが、以下には限られない。

［付記１］

１以上のパラメータからなる第１のパラメータ集合を用いて定義されるリスクプロファイルのモデル情報と、１以上のパラメータからなる第２のパラメータ集合を用いて定義される前記第１のパラメータ集合の確率分布のモデル情報と、要求条件とを記憶する記憶手段と、

前記確率分布に従って生成される前記第１のパラメータ集合の値を前記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプ

ロファイルが、前記要求条件をより高い確率で満足する前記第２のパラメータ集合の値を算出するジェネレータ分布調整手段と、

前記算出された第２のパラメータ集合の値を前記確率分布のモデル情報に適用することによって特定される確率分布に従って、前記第１のパラメータ集合の値を生成するリスクプロファイルサンプリング手段と

を備えることを特徴とするリスクプロファイル生成装置。

［付記２］

前記ジェネレータ分布調整手段は、前記確率分布に従って生成される前記第１のパラメータ集合の値を前記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルが前記要求条件を充足する度合いが最大となる前記第２のパラメータ集合の値を求める最適化問題を解いて、前記要求条件をより高い確率で満足する前記第２のパラメータ集合の値を算出する

ことを特徴とする付記１に記載のリスクプロファイル生成装置。

［付記３］

前記リスクプロファイルのモデル情報は、前記第１のパラメータ集合を用いて定義される各事象内容の頻度分布と規模分布のモデル情報を有する

ことを特徴とする付記１または２に記載のリスクプロファイル生成装置。

［付記４］

前記生成された前記第１のパラメータ集合の値を前記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルから、テスト対象となるリスク計量装置の入力として使用する入力用テストデータとリスク量の正解値とを算出するテストデータ生成手段と、

前記算出した入力用テストデータを前記リスク計量装置へ送信し、前記リスク計量装置から計量されたリスク量を受信し、前記受信したリスク量と前記リスク量の正解値とを比較する比較手段と

を備えることを特徴とする付記１乃至３の何れかに記載のリスクプロファイル生成装置。

［付記５］

前記入力用テストデータは、前記リスクプロファイルに従う損失事象の列、各事象内容の頻度分布の平均値、および各事象内容の規模分布の平均値を含む

ことを特徴とする付記４に記載のリスクプロファイル生成装置。

［付記６］

１以上のパラメータからなる第１のパラメータ集合を用いて定義されるリスクプロファイルのモデル情報と、１以上のパラメータからなる第２のパラメータ集合を用いて定義される前記第１のパラメータ集合の確率分布のモデル情報と、要求条件とを記憶する記憶手段と、ジェネレータ分布調整手段と、リスクプロファイルサンプリング手段とを備えたリスクプロファイル生成装置が実行するリスクプロファイル生成方法であって、

前記ジェネレータ分布調整手段が、前記確率分布に従って生成される前記第１のパラメータ集合の値を前記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルが、前記要求条件をより高い確率で満足する前記第２のパラメータ集合の値を算出し、

前記リスクプロファイルサンプリング手段が、前記算出された第２のパラメータ集合の値を前記確率分布のモデル情報に適用することによって特定される確率分布に従って、前記第１のパラメータ集合の値を生成する

ことを特徴とするリスクプロファイル生成方法。

［付記７］

前記ジェネレータ分布調整手段は、前記確率分布に従って生成される前記第１のパラメータ集合の値を前記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルが前記要求条件を充足する度合いが最大となる前記第２のパラメータ集合の値を求める最適化問題を解いて、前記要求条件をより高い確率で満足する前記第２のパラメータ集合の値を算出する

ことを特徴とする付記６に記載のリスクプロファイル生成方法。

［付記８］

前記リスクプロファイルのモデル情報は、前記第１のパラメータ集合を用いて定義される各事象内容の頻度分布と規模分布のモデル情報を有する

ことを特徴とする付記６または７に記載のリスクプロファイル生成方法。

［付記９］

前記リスクプロファイル生成装置は、さらにテストデータ生成部と比較部とを有し、

前記テストデータ生成部が、前記生成された前記第１のパラメータ集合の値を前記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルから、テスト対象となるリスク計量装置の入力として使用する入力用テストデータとリスク量の正解値とを算出し、

前記比較部が、前記算出した入力用テストデータを前記リスク計量装置へ送信し、前記リスク計量装置から計量されたリスク量を受信し、前記受信したリスク量と前記リスク量の正解値とを比較する

ことを特徴とする付記６乃至８の何れかに記載のリスクプロファイル生成方法。

［付記１０］

１以上のパラメータからなる第１のパラメータ集合を用いて定義されるリスクプロファイルのモデル情報と、１以上のパラメータからなる第２のパラメータ集合を用いて定義される前記第１のパラメータ集合の確率分布のモデル情報と、要求条件とを記憶する記憶手段を有するコンピュータを、

前記確率分布に従って生成される前記第１のパラメータ集合の値を前記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルが、前記要求条件をより高い確率で満足する前記第２のパラメータ集合の値を算出するジェネレータ分布調整手段と、

前記算出された第２のパラメータ集合の値を前記確率分布のモデル情報に適用することによって特定される確率分布に従って、前記第１のパラメータ集合の値を生成するリスクプロファイル生成手段と

して機能させるためのプログラムまたは当該プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

符号の説明

[0184] １、２、３…リスクプロファイル生成装置

１１、２１、３１…通信Ｉ／Ｆ部

１２、２２、３２…操作入力部

１３、２３、３３…画面表示部

１４、２４、３４…記憶部

１４Ａ、２４Ａ…入力情報

１４Ａ１、２４Ａ１…リスクプロファイルＰ（Ｘ；θ）のモデル情報

１４Ａ２、２４Ａ２…パラメータ集合θの確率分布Ｐ（θ；η）のモデル情報

１４Ａ３、２４Ａ３１～２４Ａ３ｍ…要求条件

１４Ｂ、２４Ｂ…中間情報

１４Ｂ１、２４Ｂ１１～２４Ｂ１ｍ…パラメータ集合ηの値

２４Ｂ２…確率分布

１４Ｃ、２４Ｃ…出力情報

１４Ｃ１～１４Ｃｎ、２４Ｃ１～２４Ｃｎ…パラメータ集合θの値

３４Ｄ…リスクプロファイル生成関連情報

３４Ｅ…テストデータ

３４Ｆ…テスト結果

１４Ｐ、２４Ｐ、３４Ｐ…プログラム

１５、２５、３５…プロセッサ

１５Ａ、２５Ａ…入力格納部

１５Ｂ、２５Ｂ…ジェネレータ分布調整部

１５Ｃ、２５Ｃ…リスクプロファイルサンプリング部

１５Ｄ、２５Ｄ…出力整形部

２５Ｅ…ジェネレータ分布結合部

３５Ｆ…リスクプロファイル生成部

３５Ｇ…テストデータ生成部

３５Ｈ…比較部

請求の範囲

［請求項1］ １以上のパラメータからなる第１のパラメータ集合を用いて定義されるリスクプロファイルのモデル情報と、１以上のパラメータからなる第２のパラメータ集合を用いて定義される前記第１のパラメータ集合の確率分布のモデル情報と、要求条件とを記憶するメモリと、

前記メモリに接続されたプロセッサとを備え、

前記プロセッサは、

前記確率分布に従って生成される前記第１のパラメータ集合の値を前記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルが、前記要求条件をより高い確率で満足する前記第２のパラメータ集合の値を算出し、

前記算出された第２のパラメータ集合の値を前記確率分布のモデル情報に適用することによって特定される確率分布に従って、前記第１のパラメータ集合の値を生成する

ようにプログラムされていることを特徴とするリスクプロファイル生成装置。

［請求項2］ 前記第２のパラメータ集合の値の算出では、前記確率分布に従って生成される前記第１のパラメータ集合の値を前記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルが前記要求条件を充足する度合いが最大となる前記第２のパラメータ集合の値を求める最適化問題を解法する

ことを特徴とする請求項１に記載のリスクプロファイル生成装置。

［請求項3］ 前記リスクプロファイルのモデル情報は、前記第１のパラメータ集合を用いて定義される複数の事象内容の頻度分布と規模分布のモデル情報を有する

ことを特徴とする請求項１または２に記載のリスクプロファイル生成装置。

［請求項4］ 前記プロセッサは、さらに、

前記生成された前記第１のパラメータ集合の値を前記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルから、前記プロセッサに接続されたリスク計量装置の入力として使用する入力用テストデータと、リスク量の正解値とを算出し、

前記算出した入力用テストデータを前記リスク計量装置へ送信し、

前記リスク計量装置から計量されたリスク量を受信し、

前記受信したリスク量と前記リスク量の正解値とを比較する

ようにプログラムされていることを特徴とする請求項１乃至３の何れかに記載のリスクプロファイル生成装置。

［請求項5］ 前記入力用テストデータは、前記リスクプロファイルに従う損失事象の列、各事象内容の頻度分布の平均値、および各事象内容の規模分布の平均値を含む

ことを特徴とする請求項４に記載のリスクプロファイル生成装置。

［請求項6］ １以上のパラメータからなる第１のパラメータ集合を用いて定義されるリスクプロファイルのモデル情報と、１以上のパラメータからなる第２のパラメータ集合を用いて定義される前記第１のパラメータ集合の確率分布のモデル情報と、要求条件とを記憶するメモリと、該メモリに接続されたプロセッサとを備えたリスクプロファイル生成装置が実行するリスクプロファイル生成方法であって、

前記プロセッサが、

前記確率分布に従って生成される前記第１のパラメータ集合の値を前記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルが、前記要求条件をより高い確率で満足する前記第２のパラメータ集合の値を算出し、

前記算出された第２のパラメータ集合の値を前記確率分布のモデル情報に適用することによって特定される確率分布に従って、前記第１のパラメータ集合の値を生成する

ことを特徴とするリスクプロファイル生成方法。

［請求項7］ 前記第２のパラメータ集合の値の算出では、前記確率分布に従って生成される前記第１のパラメータ集合の値を前記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルが前記要求条件を充足する度合いが最大となる前記第２のパラメータ集合の値を求める最適化問題を解法する

ことを特徴とする請求項６に記載のリスクプロファイル生成方法。

［請求項8］ 前記リスクプロファイルのモデル情報は、前記第１のパラメータ集合を用いて定義される複数の事象内容の頻度分布と規模分布のモデル情報を有する

ことを特徴とする請求項６または７に記載のリスクプロファイル生成方法。

［請求項9］ 前記プロセッサが、さらに、

前記生成された前記第１のパラメータ集合の値を前記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定されるリスクプロファイルから、前記プロセッサに接続されたリスク計量装置の入力として使用する入力用テストデータと、リスク量の正解値とを算出し、

前記算出した入力用テストデータを前記リスク計量装置へ送信し、

前記リスク計量装置から計量されたリスク量を受信し、

前記受信したリスク量と前記リスク量の正解値とを比較する

ことを特徴とする請求項６乃至８の何れかに記載のリスクプロファイル生成方法。

［請求項10］ １以上のパラメータからなる第１のパラメータ集合を用いて定義されるリスクプロファイルのモデル情報と、１以上のパラメータからなる第２のパラメータ集合を用いて定義される前記第１のパラメータ集合の確率分布のモデル情報と、要求条件とを記憶するメモリに接続されたプロセッサに、

前記確率分布に従って生成される前記第１のパラメータ集合の値を前記リスクプロファイルのモデル情報に適用することによって特定さ

れるリスクプロファイルが、前記要求条件をより高い確率で満足する前記第２のパラメータ集合の値を算出するステップと、

前記算出された第２のパラメータ集合の値を前記確率分布のモデル情報に適用することによって特定される確率分布に従って、前記第１のパラメータ集合の値を生成するステップとを

実行させるためのプログラム。