明　細　書

発明の名称 ： リスク管理装置

技術分野

[0001] 本発明はリスク管理装置に関し、特に、リスク計量装置の計量結果の妥当性を、実際に発生した総損失額に基づいて統計学的に検証する機能を有するリスク管理装置に関する。

背景技術

[0002] 一般に企業の業務は、地震やシステム障害、事務的なミス、詐欺など様々なオペレーショナルリスク（以下、単にリスクと称す）に遭遇する可能性がある。このため、リスク計量装置を使用してリスク量を計量し、リスクに対する対策を講じることが求められている。

[0003] リスク計量装置は、企業における未知のリスクプロファイルに関する断片的な情報を入力し、この入力データから当該企業のリスクプロファイルの特徴値（例えば、99.9%バリュー・アット・リスク（ＶａＲ））を計量する。リスク計量装置の入力データには、一般に内部損失データとシナリオデータとがある。内部損失データは、当該企業において実際に発生した損失事象に関するデータである。内部損失データは、どのような事象の内容について、どの程度の損失額が発生したかを表している。しかし、全ての事象の内容について必要十分な数の内部損失データを得ることは困難である。そこで、稀にしか発生していない事象内容や未だ一度も発生したことのない事象内容について、その発生頻度と損失額の推定値をシナリオデータとして見積り、リスク量の計量に利用している。

[0004] 一般的なリスク計量装置は、損失分布手法と呼ばれる手法を用いて、ＶａＲを計量している（例えば特許文献１および非特許文献１参照）。具体的には、まず、内部損失データの件数などから損失頻度分布を生成し、内部損失データおよびシナリオデータなどから損失規模分布を生成する。次に、モンテカルロ・シミュレーションにより、上記の損失頻度分布を用いて発生させ

た損失件数分の損失額を上記の損失規模分布から取り出して合算し、保有期間当たりの損失額を算出する処理を何万、何十万回と繰り返して損失額の分布を生成する。そして、この生成された損失額の分布から所定の信頼区間のＶａＲを算出する。

[0005] さて、オペレーショナルリスクに限らず、リスク分析の分野においては、実際に生じた総損失額（実現値）に基づいて、リスク計量装置が計量したリスク量の妥当性を検証することが行われている。このような検証は、事後検証あるいはバックテストと呼ばれている。

[0006] 事後検証では、一般的に、リスク計量装置が計量したリスク量と実現値とを比較することで、リスク計量装置のリスク量の妥当性を判定している（非特許文献２参照）。例えば、リスク計量装置で計量されるリスク量が99%VaRであるならば、この99%VaRと実現値とを比較する。そして、そのような比較を過去に得られた複数の実現値について繰り返し、リスク量を超える実現値が発生した回数を予め設定した基準値と比較することにより、検証結果を得る。例えばN個の実現値を用いる場合、上記の基準値は、二項分布（パラメータ：試行回数＝N、成功率＝1-α）に対する仮説検定（有意水準＝β）に基づいて算出される。

[0007] より具体的には、市場リスクにおいては、計量モデルが算出した99%VaRに対して250個の実現値を用いて検証しており、「グリーン・ゾーン：超過回数5回未満」、「イエロー・ゾーン：超過回数5回以上10回未満」、「レッド・ゾーン：超過回数10回以上」という３種類の検証結果を得ている。ここで、基準値である5回、10回については、それぞれ有意水準5%、0.1%の仮説検定に基づいている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特許第４２４１０８３号

非特許文献

[0009] 非特許文献1：小林、清水、西口、森永著、「オペレーショナル・リスク管理

高度化への挑戦」、平成２１年４月２４日、社団法人金融財政事情研究会発行、p107-144

非特許文献2：「バーゼルII対応のすべて　リスク管理と銀行経営」、平成２０年３月３１日、社団法人金融財政事情研究会発行、p195-199

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、リスク計量装置が計量したリスク量と実現値とを比較する方法では、VaRの信頼水準αが高い場合や、実現値の個数Nが少ない場合、有効な事後検証が行えない。

[0011] その理由は、VaRの信頼水準αが高い場合、そのVaRを超える実現値が殆ど発生しないためである。例えば、保有期間１年の99.9%VaRは1000年に一度発生すると考えられるリスク量であるため、それを超える実現値が殆ど発生しない。また、実現値の個数Nが少ない場合、上記の基準値が０になってしまうためである。

[0012] 本発明の目的は、上述したような課題、すなわちVaRの信頼水準αが高い場合や実現値の個数Nが少ない場合には有効な事後検証が行えない、という課題を解決するリスク管理装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明の一形態に係るリスク管理装置は、

Ｎ期分の実際の総損失額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、

リスク計量装置が算出した総損失額分布における上記実際の総損失額の信頼区間を示す実現水準が、区間［０，１］上の一様分布に従うか否かを、一様分布に対する順序統計量を用いた適合度の検定を用いて決定する

ようにプログラムされている、といった構成を採る。

[0014] また本発明の他の形態に係るリスク管理方法は、

Ｎ期分の実際の総損失額を記憶するメモリと、上記メモリに接続されたプ

ロセッサとを備えるリスク管理装置が実行するリスク管理方法であって、

上記プロセッサが、リスク計量装置が算出した総損失額分布における上記実際の総損失額の信頼区間を示す実現水準が、区間［０，１］上の一様分布に従うか否かを、一様分布に対する順序統計量を用いた適合度の検定を用いて決定する

といった構成を採る。

発明の効果

[0015] 本発明は上述したような構成を有するため、VaRの信頼水準αが高い場合や実現値の個数Nが少ない場合でも、有効な事後検証が可能である。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の第１の実施形態にかかるリスク管理装置のブロック図である。

[図2]本発明の第１の実施形態で使用する中間情報の構成例である。

[図3]本発明の第１の実施形態の処理例を示すフローチャートである。

[図4]本発明の第１の実施形態における判定部の処理の一例を示すフローチャートである。

[図5]本発明の第１の実施形態における判定部の処理の別の例を示すフローチャートである。

[図6]本発明の第２の実施形態にかかるリスク管理装置のブロック図である。

[図7]本発明の第２の実施形態で使用する中間情報の構成例である。

[図8]本発明の第２の実施形態の処理例を示すフローチャートである。

[図9]本発明の第２の実施形態における判定部の処理の一例を示すフローチャートである。

[図10]本発明の第２の実施形態における判定部の処理の別の例を示すフローチャートである。

[図11]本発明の第３の実施形態にかかるリスク管理装置のブロック図である。

[図12]本発明の第３の実施形態の処理例を示すフローチャートである。

[図13]区間［０，１］上の一様分布に従うＮ個の独立同分布の確率変数のう

ちｉ番目（ｉ＝1,2,…,N）に小さい確率変数の信頼区間0.95,0.99での最大値の算出結果を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 本発明の実施の形態を説明するのに先立って、一様分布の順序統計量の分布関数と、順序統計量を用いた仮説検定について説明する。

[0018] ＜一様分布の順序統計量の分布関数＞

U_1，U_2，…，U_Nを、区間[0,1]上の一様分布に従う独立同分布の確率変数、$U_{(1;N)}$，$U_{(2;N)}$，…，$U_{(N;N)}$を、U_1，U_2，…，U_Nの順序統計量（$U_{(1;N)}<U_{(2;N)}<\cdots<U_{(N;N)}$）、$F_u(\cdot)$を、$U_1$，$U_2$，…，$U_N$の分布関数（区間[0,1]上の一様分布の分布関数であるので、$F_u(u)=u\ (0\leqq u\leqq 1)$）としたとき、ｎ＝1,2,…,Nに対して、$U_{(n;N)}$の分布関数$F_{u(n;N)}(\cdot)$は、$F_u(u)$を用いて、次式で表される。

$$F_{u(n;N)}(u)=\Sigma[i=n\sim N]\ {}_NC_i\cdot F_u(u)^i\cdot(1-F_u(u))^{N-i}$$

…式１

但し、$\Sigma[i=1\sim N]a_i$は、$a_1+a_2+\cdots+a_N$を表す。

[0019] 式１に$F_u(u)=u$を代入すれば、次式となる。

$$F_{u(n;N)}(u)=\Sigma[i=n\sim N]\ {}_NC_i\cdot u^i(1-u)^{N-i}\qquad\cdots式２$$

よって、「区間[0,1]上の一様分布に従うＮ個の確率変数のうちｎ番目に小さいもの」の信頼区間（１－α）での最大値は、$F_{u(n;N)}(\cdot)$の逆関数を用いて、$F^{-1}{}_{u(n;N)}(1-\alpha)$と表される。有意水準5%,1%に対応する$F^{-1}{}_{u(n;N)}(0.95)$、$F^{-1}{}_{u(n;N)}(0.99)$について、Ｎ＝５の場合の算出結果を図１３に示す。

[0020] ＜順序統計量を用いた仮説検定＞

X_1，X_2，…，X_Nを、独立同分布の確率変数、$X_{(1;N)}$，$X_{(2;N)}$，…，$X_{(N;N)}$を、X_1，X_2，…，X_Nの順序統計量（$X_{(1;N)}<X_{(2;N)}<\cdots<X_{(N;N)}$）、$x_1$，$x_2$，…，$x_N$を、$X_1$，$X_2$，…，$X_N$の実現値、$x_{(1;N)}$，$x_{(2;N)}$，…，$x_{(N;N)}$を、$X_{(1;N)}$，$X_{(2;N)}$，…，$X_{(N;N)}$の実現値として、

帰無仮説：X_1，X_2，…，X_Nの分布関数が$F(\cdot)$で表わされる。

対立仮説：X_1，X_2，…，X_Nは、分布関数が$F(\cdot)$で表わされる確率変数よ

りも大きい。

という有意水準αの仮説検定を「Ｎ個の実現値のうちｎ番目に小さい値$x_{(n;N)}$」を用いて行うことを考える。

[0021] $\{X_n\}$、$\{X_{(n;N)}\}$、$\{x_n\}$、$\{x_{(n;N)}\}$に対して、Ｆ(・)を施したものをそれぞれ$\{U_n\}$、$\{U_{(n;N)}\}$、$\{u_n\}$、$\{u_{(n;N)}\}$とすると、帰無仮説が正しいとき、$U_n(=F(X_n))$は区間[0,1]上の一様分布に従う。従って、$U_{(n;N)}$の分布は「区間[0,1]上の一様分布に従うＮ個の確率変数のうちｎ番目に小さいもの」と同じとなる。そこで、「Ｎ個の実現値のうちｎ番目に小さい値$x_{(n;N)}$」を用いて検定を行う場合、$u_{(n;N)}(=F(x_{(n;N)}))$に対して、次式が成立した場合に帰無仮説を棄却し、対立仮説を採択することで有意水準αの検定となる。

$$u_{(n;N)} > F^{-1}{}_{u(n;N)}(1-\alpha) \qquad \cdots式３$$

[0022] 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。

[第１の実施形態]

図１を参照すると、本発明の第１の実施形態にかかるリスク管理装置１は、実際に生じた総損失額に基づいて、リスク計量装置の計量結果の妥当性を判定する機能を有している。

[0023] このリスク管理装置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。

[0024] 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。

[0025] 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。

[0026] 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、操作メニューや判定結果などの各種情報を画面表示する機能を有している。

[0027] 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、基準水準１４Ａと、総損失額分布１４Ｂと、実際の総損失額１４Ｃと、中間情報１４Ｄとがある。

[0028] 基準水準１４Ａは、区間［０，１］上の一様分布に従うＮ個の独立同分布の確率変数のうちｉ番目（ｉ＝1,2,…,N）に小さい確率変数の信頼区間（１－α）での最大値を第ｉ番の基準水準とするとき、第ｉ番の基準水準を表すデータである。基準水準は全部でＮ個ある。前述した一様分布の順序統計量の分布関数の説明箇所で記載したように、N=5、α＝0.05の場合、基準水準１４Ａは、0.451、0.657、0.811、0.924、0.990のデータから構成される。

[0029] 総損失額分布１４Ｂは、リスク計量装置が計量した毎期の総損失額分布を表すデータである。総損失額分布は全部でＮ期分ある。

[0030] 実際の総損失額１４Ｃは、実際に発生した総損失額を表すデータである。総損失額は全部でＮ期分ある。

[0031] 中間情報１４Ｄは、プロセッサ１５の演算過程で生成される中間ないし最終的なデータである。図２は中間情報１４Ｄの構成例である。この例の中間情報１４Ｄは、実現水準１４Ｄ１と、判定結果１４Ｄ２とを含む。実現水準１４Ｄ１は、総損失額分布１４Ｂにおける実際の総損失額１４Ｃが信頼区間が何％のＶａＲに相当するかを示すデータである。実現水準は全部でＮ個ある。判定結果１４Ｄ２は、リスク計量装置の計量結果の妥当性の判定結果を示すデータである。

[0032] 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、検定処理部１５Ｂ、および出力部１５Ｃがある。

[0033] 入力格納部１５Ａは、通信Ｉ／Ｆ部１１または操作入力部１２から、基準水準１４Ａ、総損失額分布１４Ｂ、および実際の総損失額１４Ｃを入力して、記憶部１４に格納する機能を有する。

[0034] 検定処理部１５Ｂは、リスク計量装置が算出した総損失額分布１４Ｂにおける実際の総損失額１４Ｃの信頼区間を示す実現水準１４Ｄ１の順序統計量が、区間［０，１］上の一様分布に従うか否かを、一様分布に対する適合度の検定を用いて決定する機能を有する。この検定処理部１５Ｂは、実現水準算出部１５Ｄと判定部１５Ｅとを有する。

[0035] 実現水準算出部１５Ｄは、総損失額分布１４Ｂと実際の総損失額１４Ｃとを記憶部１４から読み込み、総損失額分布１４Ｂにおける実際の総損失額１４Ｃの信頼区間を示す実現水準１４Ｄ１を算出し、記憶部１４に記憶する機能を有する。

[0036] 判定部１５Ｅは、実現水準１４Ｄ１と基準水準１４Ａとを記憶部１４から読み込み、Ｎ期分の実現水準のうちのｉ番目に大きい実現水準がＮ期分の基準水準のうちのｉ番目に大きい基準水準を超えるか否かを判定し、その判定結果をリスク計量装置の計量結果の妥当性の判定結果１４Ｄ２として記憶部１４に記憶する機能を有する。

[0037] 出力部１５Ｃは、判定結果１４Ｄ２を記憶部１４から読み込み、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。

[0038] 次に、図３を参照して、本実施形態にかかるリスク管理装置１の動作について説明する。

[0039] まず、入力格納部１５Ａは、基準水準１４Ａ、総損失額分布１４Ｂ、および実際の総損失額１４Ｃを、通信Ｉ／Ｆ部１１または操作入力部１２から入力し、記憶部１４に格納する（ステップＳ１）。

[0040] 次に、検定処理部１５Ｂは、リスク計量装置が算出した総損失額分布１４

Ｂにおける実際の総損失額１４Ｃの信頼区間を示す実現水準１４Ｄ１の順序統計量が、区間［０，１］上の一様分布に従うか否かを、一様分布に対する適合度の検定を用いて決定する。具体的には、以下のような処理を行う。

［0041］ まず、実現水準算出部１５Ｄは、総損失額分布１４Ｂにおける実際の総損失額１４Ｃの信頼区間を示す実現水準１４Ｄ１を算出する（ステップＳ２）。この処理は、総損失額が何％ＶａＲに相当するかを求めることに相当する。次に、判定部１５Ｅは、実現水準１４Ｄ１と基準水準１４Ａとを比較して、リスク計量装置の計量結果の妥当性を判定する（ステップＳ３）。

［0042］ 続いて、出力部１５Ｃは、判定結果１４Ｄ２を画面表示部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）。

［0043］ 図４は、判定部１５Ｅが実行するステップＳ３の処理の一例を示すフローチャートである。以下、図４を参照して、判定部１５Ｅの処理例について説明する。

［0044］ まず、判定部１５Ｅは、Ｎ期分の実現水準１４Ｄ１とＮ期分の基準水準１４Ａとを比較する（ステップＳ１１）。比較の結果は、１期分の基準水準当たりＮ個、合計でＮ×Ｎ個ある。次に、判定部１５Ｅは、変数ｉを１に初期化し（ステップＳ１２）、上記の比較結果から、１番目に大きい基準水準を超える実現水準の個数ｋ１を算出する（ステップＳ１３）。次に、判定部１５Ｅは、その個数ｋ１を１と比較する（ステップＳ１４）。若し、個数ｋ１が１以上であれば、リスク計量装置の計量結果は妥当でないと判定する（ステップＳ１５）。

［0045］ 個数ｋ１が１以上でなければ、判定部１５Ｅは、変数ｉを＋１し（ステップＳ１６）、ｉがＮを超えていないことを確認し（ステップＳ１７）、ステップＳ１３の処理に戻る。これにより、次には２番目に大きい基準水準を超える実現水準の個数ｋ２の算出、その個数ｋ２が２以上か否かの判定が行われる。そして、若し２以上であれば、リスク計量装置の計量結果は妥当でないと判定され、若し２未満であれば、３番目に関する判定へと進む。こうして、判定部１５Ｅは、Ｎ番目に大きい基準水準を超える実現水準の個数ｋＮ

の算出、その個数ｋＮがＮ以上か否かの判定を行い、Ｎ未満と判定した時点で、リスク計量装置の計量結果は妥当であるとの判定を行う（ステップＳ１８）。

[0046] 図５は、判定部１５Ｅが実行するステップＳ３の処理の別の例を示すフローチャートである。以下、図５を参照して、判定部１５Ｅの別の処理例について説明する。

[0047] まず、判定部１５Ｅは、Ｎ期分の実現水準１４Ｄ１を値の大きい順にソートする（ステップＳ２１）。次に、判定部１５Ｅは、変数ｉを１に初期化し（ステップＳ２２）、１番目に大きい実現水準と１番目に大きい基準水準とを比較する（ステップＳ２３）。若し、１番目に大きい実現水準が１番目に大きい基準水準以上であれば、リスク計量装置の計量結果は妥当でないと判定する（ステップＳ２４）。

[0048] １番目に大きい実現水準が１番目に大きい基準水準未満であれば、判定部１５Ｅは、変数ｉを＋１し（ステップＳ２５）、ｉがＮを超えていないことを確認し（ステップＳ２６）、ステップＳ２３の処理に戻る。これにより、次には、２番目に大きい実現水準が２番目に大きい基準水準以上か否かの判定が行われる。そして、若し２番目に大きい実現水準が２番目に大きい基準水準以上であれば、リスク計量装置の計量結果は妥当でないと判定され、そうでなければ３番目に関する判定へと進む。こうして、判定部１５Ｅは、Ｎ番目に大きい実現水準がＮ番目に大きい基準水準以上か否かの判定を行い、以上でないと判定した時点で、リスク計量装置の計量結果は妥当であるとの判定を行う（ステップＳ２７）。

[0049] このように本実施形態は、リスク計量装置が妥当なものであれば実現水準は区間［０，１］上の一様分布に従うことを利用して、実際の総損失額に基づいてリスク計量装置の計量結果の妥当性を判定している。このため、VaRの信頼水準αが高い場合や実現値の個数Nが少ない場合でも、有効な事後検証が可能である。

[0050]［第２の実施形態］

図６を参照すると、本発明の第２の実施形態にかかるリスク管理装置２は、第１の実施形態と同様に、実際に生じた総損失額に基づいて、リスク計量装置の計量結果の妥当性を判定する機能を有している。

[0051] このリスク管理装置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。

[0052] 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。

[0053] 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、基準水準２４Ａと、総損失額分布２４Ｂと、実際の総損失額２４Ｃと、中間情報２４Ｄとがある。

[0054] 基準水準２４Ａ、総損失額分布２４Ｂ、および実際の総損失額２４Ｃは、第１の実施形態における図１の基準水準１４Ａ、総損失額分布１４Ｂ、および実際の総損失額１４Ｃと同じである。

[0055] 中間情報２４Ｄは、プロセッサ２５の演算過程で生成される中間ないし最終的なデータである。図７は中間情報２４Ｄの構成例である。この例の中間情報２４Ｄは、基準ＶａＲ額２４Ｄ１と、判定結果２４Ｄ２とを含む。

[0056] 基準ＶａＲ額２４Ｄ１は、総損失額分布２４Ｂにおける基準水準２４Ａに対応するＶａＲ額である。総損失額分布はＮ期分あり、基準水準２４ＡはＮ個あるため、基準ＶａＲ額は合計Ｎ×Ｎ個ある。判定結果２４Ｄ２は、リスク計量装置の計量結果の妥当性の判定結果を示すデータである。

[0057] 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、検定処理部２５Ｂ、および出力部２５Ｃがある。

[0058] 入力格納部２５Ａは、通信Ｉ／Ｆ部２１または操作入力部２２から、基準水準２４Ａ、総損失額分布２４Ｂ、および実際の総損失額２４Ｃを入力して、記憶部２４に格納する機能を有する。

[0059] 検定処理部２５Ｂは、第１の実施形態における検定処理部１５Ｂと同様に、リスク計量装置が算出した総損失額分布２４Ｂにおける実際の総損失額２４Ｃの信頼区間を示す実現水準が、区間［０，１］上の一様分布に従うか否かを、一様分布に対する順序統計量を用いた適合度の検定を用いて決定する機能を有する。但し、第１の実施形態における検定処理部１５Ｂが総損失額に対応する実現水準を算出して基準水準と比較するのに対して、本実施形態の検定処理部２５Ｂは、基準水準に対応する総損失額を基準ＶａＲ額として算出し、実際の総損失額と基準ＶａＲ額とを比較して上記検定を行う。この検定処理部２５Ｂは、基準ＶａＲ額算出部２５Ｄと判定部２５Ｅとを有する。

[0060] 基準ＶａＲ額算出部２５Ｄは、総損失額分布２４Ｂと基準水準２４Ａとを記憶部２４から読み込み、総損失額分布２４Ｂにおける基準水準に対応する総損失額を基準ＶａＲ額２４Ｄ１として算出し、記憶部２４に記憶する機能を有する。

[0061] 判定部２５Ｅは、実際の総損失額２４Ｃと基準ＶａＲ額２４Ｄ１とを記憶部２４から読み込み、Ｎ期分の実際の総損失額がそれぞれに対応するＮ個の基準水準に対する基準ＶａＲ額以上であるかを判定し、何個の基準ＶａＲ額以上となったか（基準超過数）について、ｉ番目に大きい基準水準に対する基準超過数がｉ以上であるか否かを判定し、その判定結果をリスク計量装置の計量結果の妥当性の判定結果２４Ｄ２として記憶部２４に記憶する機能を有する。

[0062] 出力部２５Ｃは、判定結果２４Ｄ２を記憶部２４から読み込み、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。

[0063] 次に、図８を参照して、本実施形態にかかるリスク管理装置２の動作について説明する。

[0064] まず、入力格納部２５Ａは、基準水準２４Ａ、総損失額分布２４Ｂ、および実際の総損失額２４Ｃを、通信Ｉ／Ｆ部２１または操作入力部２２から入力し、記憶部２４に格納する（ステップＳ３１）。

[0065] 次に、検定処理部２５Ｂは、リスク計量装置が算出した総損失額分布２４Ｂにおける実際の総損失額２４Ｃの信頼区間を示す実現水準の順序統計量が、区間［０，１］上の一様分布に従うか否かを、一様分布に対する適合度の検定を用いて決定する。具体的には、以下のような処理を行う。

[0066] まず、基準ＶａＲ額算出部２５Ｄは、総損失額分布２４Ｂにおける基準水準２４Ａに対応する総損失額を基準ＶａＲ額２４Ｄ１として算出する（ステップＳ３２）。この処理は、基準水準が例えば、0.451、0.657、0.811、0.924、0.990とすると、それぞれの総損失額分布から、45.1％ＶａＲ、65.7％ＶａＲ、81.1％ＶａＲ、92.4％ＶａＲ、99.0％ＶａＲを求めることに相当する。次に、判定部２５Ｅは、実際の総損失額２４Ｃと基準ＶａＲ額２４Ｄ１とを比較して、リスク計量装置の計量結果の妥当性を判定する（ステップＳ３３）。

[0067] 続いて、出力部２５Ｃは、判定部２５Ｅの判定結果２４Ｄ２を画面表示部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Ｓ３４）。

[0068] 図９は、判定部２５Ｅが実行するステップＳ３３の処理の一例を示すフローチャートである。以下、図９を参照して、判定部２５Ｅの処理例について説明する。

[0069] まず、判定部２５Ｅは、Ｎ期分の総損失額２４ＣとＮ期分の基準ＶａＲ額２４Ｄ１とを比較することで、それぞれの総損失額が何個の基準ＶａＲ額以

上となっているか（基準超過数）を算出する（ステップＳ４０１～Ｓ４０４）。１期の総損失額当たり基準水準Ｎ個と比較を行うため、合計でＮ×Ｎ回の比較を行う。次に、判定部２５Ｅは、変数ｉを１に初期化し（ステップＳ４０５）、上記の比較結果から、Ｎ個の基準超過数のうち1以上となっている個数ｋ１を算出する（ステップＳ４０６）。次に、判定部２５Ｅは、その個数ｋ１をＮ－ｉの値、すなわち今の場合はｉ＝１なので、Ｎ－１と比較する（ステップＳ４０７）。若し、個数ｋ１がＮ－１を超えていれば、リスク計量装置の計量結果は妥当でないと判定する（ステップＳ４０８）。

[0070] 個数ｋ１がＮ－１を超えてなければ、判定部２５Ｅは、変数ｉを＋１し（ステップＳ４０９）、ｉがＮを超えていないことを確認し（ステップＳ４１０）、ステップＳ４０６の処理に戻る。これにより、次にはＮ個の基準超過数のうち２以上となっている個数ｋ２の算出、その個数ｋ２がN-２以上か否かの判定が行われる。そして、若しN-２を超えていれば、リスク計量装置の計量結果は妥当でないと判定され、若しN-２を超えていなければ、３番目に関する判定へと進む。こうして、判定部２５Ｅは、Ｎ個の基準超過数のうちＮ以上となっている個数ｋＮの算出、その個数ｋＮが１を超えているか否かの判定を行い、１を越えていないと判定した時点で、リスク計量装置の計量結果は妥当であるとの判定を行う（ステップＳ４１１）。

[0071] 図１０は、判定部２５Ｅが実行するステップＳ３３の処理の別の例を示すフローチャートである。以下、図１０を参照して、判定部２５Ｅの別の処理例について説明する。

[0072] まず、判定部２５Ｅは、Ｎ期分の総損失額２４ＣとＮ期分の基準ＶａＲ額２４Ｄ１とを比較することで、それぞれの総損失額が何個の基準ＶａＲ額以上となっているか（基準超過数）を算出する（ステップＳ５０１～Ｓ５０４）。１期の総損失額当たり基準水準Ｎ個と比較を行うため、合計でＮ×Ｎ回の比較を行う。次に、判定部２５Ｅは、変数ｉを１に初期化し（ステップＳ４０５）、上記の比較結果から、N個の基準超過数のうち1以上となっている個数ｋ１を算出する（ステップＳ４０６）。

[0073] 次に判定部２５Ｅは、Ｎ期分の基準超過数をソート（ステップ５０５）する。変数ｉを1に初期化し（ステップ５０６）、１番目に大きい基準超過数がＮ－ｉの値、すなわち今の場合はｉ＝１なので、N-1と比較する（ステップＳ４０７）。若し、個数ｋ１がN-1を超えていれば、リスク計量装置の計量結果は妥当でないと判定する（ステップＳ５０８）。Ｎ-ｉの値を超えていなければ、判定部２５Ｅは、変数ｉを＋１し（ステップＳ５０９）、ｉがＮを超えていないことを確認し（ステップＳ５１０）、ステップＳ５０７の処理に戻る。これにより、次には、２番目に大きい基準超過数がＮ－2を超えているか否かの判定が行われる。そして、若し２番目に大きい基準超過数がＮ-2を超えていれば、リスク計量装置の計量結果は妥当でないと判定され、そうでなければ３番目に関する判定へと進む。こうして、判定部２５Ｅは、Ｎ番目に大きい基準超過数が1を超えているか否かの判定を行い、越えていないと判定した時点で、リスク計量装置の計量結果は妥当であるとの判定を行う（ステップＳ５１１）。

[0074] このように本実施形態は、リスク計量装置が妥当なものであれば実現水準は区間［０，１］上の一様分布に従うことを利用して、実際の総損失額に基づいてリスク計量装置の計量結果の妥当性を判定している。このため、VaRの信頼水準αが高い場合や実現値の個数Nが少ない場合でも、有効な事後検証が可能である。

[0075] また本実施形態は、第１の実施形態と異なり、実際の総損失額が総損失額分布の何％ＶａＲ額に相当するかを表す実現水準を算出する必要がない、という利点を有する。

[0076] [第３の実施形態]

図１１を参照すると、本発明の第３の実施形態にかかるリスク管理装置３は、第２の実施形態と同様に、実際に生じた総損失額に基づいて、リスク計量装置の計量結果の妥当性を判定する機能を有している。

[0077] このリスク管理装置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。

[0078] 通信Ｉ／Ｆ部３１、操作入力部３２、および画面表示部３３は、第２の実施形態における図６の通信Ｉ／Ｆ部２１、操作入力部２２、および画面表示部２３と同じ機能を有している。

[0079] 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、実際の総損失額３４Ｃと、基準ＶａＲ額３４Ｅと、判定結果３４Ｆとがある。

[0080] 基準ＶａＲ額３４Ｅは、区間［０，１］上の一様分布に従うＮ個の独立同分布の確率変数のうちｉ番目（ｉ＝1,2,…,N）に大きい確率変数の信頼区間（１－α）での最大値を第ｉ番の基準水準とするとき、リスク計量装置が計量した毎期の総損失額分布における第ｉ番の基準水準に対応するＶａＲ額を表すデータである。この基準ＶａＲ額３４Ｅは、第２の実施形態における基準ＶａＲ額算出部２５Ｄが算出した基準ＶａＲ額２４Ｄ１に相当する。

[0081] 実際の総損失額３４Ｃは、第２の実施形態における実際の総損失額２４Ｃと同じである。

[0082] 判定結果３４Ｆは、プロセッサ２５の演算過程で生成されたデータである。この判定結果３４Ｆは、リスク計量装置の計量結果の妥当性の判定結果を示す。

[0083] 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、入力格納部３５Ａ、検定処理部３５Ｂ、および出力部３５Ｃがある。

[0084] 入力格納部３５Ａは、通信Ｉ／Ｆ部３１または操作入力部３２から、基準

ＶａＲ額３４Ｅ、および実際の総損失額３４Ｃを入力して、記憶部３４に格納する機能を有する。

[0085] 検定処理部３５Ｂは、第２の実施形態における検定処理部２５Ｂと同様に、リスク計量装置が算出した総損失額分布における実際の総損失額３４Ｃの信頼区間を示す実現水準が、区間［０，１］上の一様分布に従うか否かを、一様分布に対する順序統計量を用いた適合度の検定を用いて決定する機能を有する。この検定処理部３５Ｂは、判定部３５Ｅを有する。

[0086] 判定部３５Ｅは、実際の総損失額３４Ｃと基準ＶａＲ額３４Ｅとを記憶部３４から読み込み、Ｎ期分の実際の総損失額がそれぞれに対応するN個の基準水準に対する基準VaR額以上であるかを判定し、何個の基準ＶａＲ額以上となったか（基準超過数）について、ｉ番目に大きい基準水準に対する基準超過数がｉ以上であるか否かを判定し、その判定結果をリスク計量装置の計量結果の妥当性の判定結果３４Ｆとして記憶部３４に記憶する機能を有する。

[0087] 出力部３５Ｃは、判定結果３４Ｆを記憶部３４から読み込み、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。

[0088] 次に、図１２を参照して、本実施形態にかかるリスク管理装置３の動作について説明する。

[0089] まず、入力格納部３５Ａは、実際の総損失額３４Ｃおよび基準ＶａＲ額３４Ｅを、通信Ｉ／Ｆ部３１または操作入力部３２から入力し、記憶部３４に格納する（ステップＳ６１）。

[0090] 次に、検定処理部３５Ｂは、リスク計量装置が算出した総損失額分布における実際の総損失額３４Ｃの信頼区間を示す実現水準が、区間［０，１］上の一様分布に従うか否かを、一様分布に対する順序統計量を用いた適合度の検定を用いて決定する。具体的には、判定部３５Ｅが、実際の総損失額３４Ｃと基準ＶａＲ額３４Ｅとを比較して、リスク計量装置の計量結果の妥当性を判定する（ステップＳ６２）。このステップＳ６２は、第２の実施形態における図９または図１０を参照して説明した手順と同様の手順で行われる。

[0091] 次に、出力部３５Ｃは、判定部３５Ｅの判定結果３４Ｆを画面表示部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（ステップＳ６３）。

[0092] このように本実施形態は、リスク計量装置が妥当なものであれば実現水準は区間［０，１］上の一様分布に従うことを利用して、実際の総損失額に基づいてリスク計量装置の計量結果の妥当性を判定している。このため、VaRの信頼水準αが高い場合や実現値の個数Nが少ない場合でも、有効な事後検証が可能である。特に本実施形態は、基準ＶａＲ額が外部で算出される場合に好適である。

[0093] 以上本発明を幾つかの実施形態を挙げて説明したが、本発明は以上の実施形態にのみ限定されず、その他各種の付加変更が可能である。例えば、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など、オペレーショナルリスク以外のリスクに対しても本発明は適用可能である。

[0094] なお、本発明は、日本国にて２０１１年０３月２９日に特許出願された特願２０１１－０７２７４３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

[0095] 本発明は、リスク計量装置の計量結果の妥当性を実際に発生した総損失額に基づいて統計学的に検証する用途などに利用できる。

[0096] 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］

Ｎ期分の実際の総損失額を記憶する記憶手段と、

リスク計量装置が算出した総損失額分布における前記実際の総損失額の信頼区間を示す実現水準が、区間［０，１］上の一様分布に従うか否かを、一様分布に対する順序統計量を用いた適合度の検定を用いて決定する検定処理

手段と

を備えることを特徴とするリスク管理装置。

［付記２］

前記記憶手段は、さらに、区間［０，１］上の一様分布に従うＮ個の独立同分布の確率変数のうちｉ番目（ｉ＝1,2,…,N）に大きい確率変数の信頼区間（１－α）での最大値を第ｉ番の基準水準とするとき、前記第ｉ番の基準水準と、前記リスク計量装置が計量したＮ期分の総損失額分布とを記憶し、

前記検定処理手段は、

前記総損失額分布における前記実際の総損失額の信頼区間を示す実現水準をＮ期分算出する実現水準算出手段と、

Ｎ期分の前記実現水準のうちのｉ番目に大きい実現水準が前記基準水準のうちのｉ番目に大きい基準水準を超えるか否かを判定する判定手段と

を備えることを特徴とする付記１に記載のリスク管理装置。

［付記３］

前記判定手段は、Ｎ期分の前記実現水準と前記基準水準とを比較し、前記基準水準のうちのｉ番目に大きい基準水準を超える前記実現水準の個数がｉ個以上であるか否かを判定する

ことを特徴とする付記２に記載のリスク管理装置。

［付記４］

前記判定手段は、前記Ｎ期分の前記実現水準をソートし、前記Ｎ期分の前記実現水準のうちのｉ番目に大きい実現水準と前記基準水準のうちのｉ番目に大きい基準水準とを比較し、ｉ番目に大きい実現水準がｉ番目に大きい基準水準を超えるか否かを判定する

ことを特徴とする付記２に記載のリスク管理装置。

［付記５］

前記記憶手段は、さらに、区間［０，１］上の一様分布に従うＮ個の独立同分布の確率変数のうちｉ番目（ｉ＝1,2,…,N）に大きい確率変数の信頼区間（１－α）での最大値を第ｉ番の基準水準とするとき、前記第ｉ番の基準

水準と、前記リスク計量装置が計量したＮ期分の総損失額分布とを記憶し、

前記検定処理手段は、

前記毎期の総損失額分布における第ｉ番の基準水準に対応するＶａＲ額を算出する基準ＶａＲ額算出手段と、

Ｎ期分の前記総損失額がそれぞれの期の前記VaR額のうち何個のVaR額を超えるかを判定する判定手段と

を備えることを特徴とする付記１に記載のリスク管理装置。

［付記６］

前記記憶手段は、さらに、区間［０，１］上の一様分布に従うＮ個の独立同分布の確率変数のうちｉ番目（ｉ＝1,2,…,N）に大きい確率変数の信頼区間（１－α）での最大値を第ｉ番の基準水準とするとき、リスク計量装置が計量した毎期の総損失額分布における第ｉ番の基準水準に対応するＶａＲ額を記憶し、

前記検定処理手段は、

Ｎ期分の前記総損失額がそれぞれの期の前記VaR額のうち何個のVaR額を超えるかを判定する判定手段

を備えることを特徴とする付記１に記載のリスク管理装置。

［付記７］

前記判定手段は、Ｎ期分の前記総損失額とＮ期分の前記ＶａＲ額とを比較し、前記VaR額以上となる個数を算出し、Ｎ期分の前記個数のうちｉ個以上となる個数がN－ｉ個を超えるか否かを判定する

ことを特徴とする付記５または６に記載のリスク管理装置。

［付記８］

前記判定手段は、Ｎ期分の前記総損失額とＮ期分の前記ＶａＲ額とを比較し、前記VaR額以上となる個数を算出し、Ｎ期分の前記個数をソートし、ｉ番目に大きい個数がN－ｉ個を超えるか否かを判定する

ことを特徴とする付記５または６に記載のリスク管理装置。

［付記９］

Ｎ期分の実際の総損失額を記憶する記憶手段と、検定処理手段とを備えるリスク管理装置が実行するリスク管理方法であって、

前記検定処理手段が、リスク計量装置が算出した総損失額分布における前記実際の総損失額の信頼区間を示す実現水準が、区間［０，１］上の一様分布に従うか否かを、一様分布に対する順序統計量を用いた適合度の検定を用いて決定する

ことを特徴とするリスク管理方法。

［付記１０］

Ｎ期分の実際の総損失額を記憶するメモリを有するコンピュータを、

リスク計量装置が算出した総損失額分布における前記実際の総損失額の信頼区間を示す実現水準が、区間［０，１］上の一様分布に従うか否かを、一様分布に対する順序統計量を用いた適合度の検定を用いて決定する検定処理手段

として機能させるためのプログラム。

符号の説明

［0097］１、２、３…リスク管理装置

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

１５、２５、３５…プロセッサ

請求の範囲

[請求項1] Ｎ期分の実際の総損失額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、

リスク計量装置が算出した総損失額分布における前記実際の総損失額の信頼区間を示す実現水準が、区間［０，１］上の一様分布に従うか否かを、一様分布に対する順序統計量を用いた適合度の検定を用いて決定する

ようにプログラムされていることを特徴とするリスク管理装置。

[請求項2] 前記メモリは、さらに、区間［０，１］上の一様分布に従うＮ個の独立同分布の確率変数のうちｉ番目（ｉ＝1,2,…,N）に大きい確率変数の信頼区間（１－α）での最大値を第ｉ番の基準水準とするとき、前記第ｉ番の基準水準と、前記リスク計量装置が計量したＮ期分の総損失額分布とを記憶し、

前記プロセッサは、

前記総損失額分布における前記実際の総損失額の信頼区間を示す実現水準をＮ期分算出し、

Ｎ期分の前記実現水準のうちのｉ番目に大きい実現水準が前記基準水準のうちのｉ番目に大きい基準水準を超えるか否かを判定する

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に記載のリスク管理装置。

[請求項3] 前記プロセッサは、

前記判定では、Ｎ期分の前記実現水準と前記基準水準とを比較し、前記基準水準のうちのｉ番目に大きい基準水準を超える前記実現水準の個数がｉ個以上であるか否かを判定する

ようにプログラムされていることを特徴とする請求項２に記載のリスク管理装置。

[請求項4] 前記プロセッサは、

前記判定では、前記Ｎ期分の前記実現水準をソートし、前記Ｎ期分の前記実現水準のうちのｉ番目に大きい実現水準と前記基準水準のうちのｉ番目に大きい基準水準とを比較し、ｉ番目に大きい実現水準がｉ番目に大きい基準水準を超えるか否かを判定する

ようにプログラムされていることを特徴とする請求項２に記載のリスク管理装置。

[請求項5] 前記メモリは、さらに、区間［０，１］上の一様分布に従うＮ個の独立同分布の確率変数のうちｉ番目（ｉ＝1,2,…,N）に大きい確率変数の信頼区間（１－α）での最大値を第ｉ番の基準水準とするとき、前記第ｉ番の基準水準と、前記リスク計量装置が計量したＮ期分の総損失額分布とを記憶し、

前記プロセッサは、

前記毎期の総損失額分布における第ｉ番の基準水準に対応するＶａＲ額を算出し、

Ｎ期分の前記総損失額がそれぞれの期の前記VaR額のうち何個のVaR額を超えるかを判定する

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に記載のリスク管理装置。

[請求項6] 前記メモリは、さらに、区間［０，１］上の一様分布に従うＮ個の独立同分布の確率変数のうちｉ番目（ｉ＝1,2,…,N）に大きい確率変数の信頼区間（１－α）での最大値を第ｉ番の基準水準とするとき、リスク計量装置が計量した毎期の総損失額分布における第ｉ番の基準水準に対応するＶａＲ額を記憶し、

前記プロセッサは、

Ｎ期分の前記総損失額がそれぞれの期の前記VaR額のうち何個のVaR額を超えるかを判定する

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に記載のリスク管理装置。

[請求項7] 前記プロセッサは、

前記判定では、Ｎ期分の前記総損失額とＮ期分の前記ＶａＲ額とを比較し、前記VaR額以上となる個数を算出し、Ｎ期分の前記個数のうちｉ個以上となる個数がNーｉ個を超えるか否かを判定する

ようにプログラムされていることを特徴とする請求項５または６に記載のリスク管理装置。

[請求項8] 前記プロセッサは、

前記判定では、Ｎ期分の前記総損失額とＮ期分の前記ＶａＲ額とを比較し、前記VaR額以上となる個数を算出し、Ｎ期分の前記個数をソートし、ｉ番目に大きい個数がNーｉ個を超えるか否かを判定する

ようにプログラムされていることを特徴とする請求項５または６に記載のリスク管理装置。

[請求項9] Ｎ期分の実際の総損失額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るリスク管理装置が実行するリスク管理方法であって、

前記プロセッサが、リスク計量装置が算出した総損失額分布における前記実際の総損失額の信頼区間を示す実現水準が、区間［０，１］上の一様分布に従うか否かを、一様分布に対する順序統計量を用いた適合度の検定を用いて決定する

ことを特徴とするリスク管理方法。

[請求項10] 前記メモリは、さらに、区間［０，１］上の一様分布に従うＮ個の独立同分布の確率変数のうちｉ番目（ｉ＝1,2,…,N）に大きい確率変数の信頼区間（１－α）での最大値を第ｉ番の基準水準とするとき、前記第ｉ番の基準水準と、前記リスク計量装置が計量したＮ期分の総損失額分布とを記憶し、

前記プロセッサが、

前記総損失額分布における前記実際の総損失額の信頼区間を示す実現水準をＮ期分算出し、

Ｎ期分の前記実現水準のうちのｉ番目に大きい実現水準が前記基準水準のうちのｉ番目に大きい基準水準を超えるか否かを判定する
ことを特徴とする請求項９に記載のリスク管理方法。

[請求項11] 前記プロセッサが、
前記判定では、Ｎ期分の前記実現水準と前記基準水準とを比較し、前記基準水準のうちのｉ番目に大きい基準水準を超える前記実現水準の個数がｉ個以上であるか否かを判定する
ことを特徴とする請求項１０に記載のリスク管理方法。

[請求項12] 前記プロセッサが、
前記判定では、前記Ｎ期分の前記実現水準をソートし、前記Ｎ期分の前記実現水準のうちのｉ番目に大きい実現水準と前記基準水準のうちのｉ番目に大きい基準水準とを比較し、ｉ番目に大きい実現水準がｉ番目に大きい基準水準を超えるか否かを判定する
ことを特徴とする請求項１０に記載のリスク管理方法。

[請求項13] 前記メモリは、さらに、区間［０，１］上の一様分布に従うＮ個の独立同分布の確率変数のうちｉ番目（ｉ＝1,2,…,N）に大きい確率変数の信頼区間（１－α）での最大値を第ｉ番の基準水準とするとき、前記第ｉ番の基準水準と、前記リスク計量装置が計量したＮ期分の総損失額分布とを記憶し、
前記プロセッサが、
前記毎期の総損失額分布における第ｉ番の基準水準に対応するＶａＲ額を算出し、
Ｎ期分の前記総損失額がそれぞれの期の前記VaR額のうち何個のVaR額を超えるかを判定する
ことを特徴とする請求項９に記載のリスク管理方法。

[請求項14] 前記メモリは、さらに、区間［０，１］上の一様分布に従うＮ個の独立同分布の確率変数のうちｉ番目（ｉ＝1,2,…,N）に大きい確率変数の信頼区間（１－α）での最大値を第ｉ番の基準水準とするとき、

リスク計量装置が計量した毎期の総損失額分布における第ｉ番の基準水準に対応するＶａＲ額を記憶し、

前記プロセッサが、

Ｎ期分の前記総損失額がそれぞれの期の前記VaR額のうち何個のVaR額を超えるかを判定する

ことを特徴とする請求項９に記載のリスク管理方法。

[請求項15] 前記プロセッサが、

前記判定では、Ｎ期分の前記総損失額とＮ期分の前記ＶａＲ額とを比較し、前記VaR額以上となる個数を算出し、Ｎ期分の前記個数のうちｉ個以上となる個数がN－ｉ個を超えるか否かを判定する

ことを特徴とする請求項１３または１４に記載のリスク管理方法。

[請求項16] 前記プロセッサが、

前記判定では、Ｎ期分の前記総損失額とＮ期分の前記ＶａＲ額とを比較し、前記VaR額以上となる個数を算出し、Ｎ期分の前記個数をソートし、ｉ番目に大きい個数がN－ｉ個を超えるか否かを判定する

ことを特徴とする請求項１３または１４に記載のリスク管理方法。

[請求項17] Ｎ期分の実際の総損失額を記憶するメモリに接続されたプロセッサに、

リスク計量装置が算出した総損失額分布における前記実際の総損失額の信頼区間を示す実現水準が、区間［０，１］上の一様分布に従うか否かを、一様分布に対する順序統計量を用いた適合度の検定を用いて決定するステップ

を行わせるためのプログラム。